

南昌市九龙湖污水处理厂 二期扩建工程 (报批稿)

可行性研究报告



同济设计 TJAD

同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司

TONGJI ARCHITECTURAL DESIGN (GROUP) CO., LTD

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

工程咨询证书编号：工咨甲21020070004

项目编号：

项目名称：南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程

设计阶段：可行性研究报告

版本号：V2.0

版本说明：可行性研究报告初稿

出图日期：2018.07

法定代表人：王健

执行总建筑师：张洛先

执行总工程师：丁洁民

地址：上海四平路1230号

邮编：200092

电话：021-68987788

传真：021-65985121



工程咨询单位资格证书

单位名称: 同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司 资格等级: 甲级

专 业

服务范围

建筑 规划咨询、编制项目建议书、编制项目可行性研究报告、项目申请报告、资金
生态建设和环境工程 申请报告、评估咨询、工程设计*、工程项目管理(全过程策划和准备阶段管理)
公路 规划咨询、编制项目建议书、编制项目可行性研究报告、项目申请报告、资金
申请报告、评估咨询、工程设计*
编制项目建议书、编制项目可行性研究报告、项目申请报告、资金申请报告、
工程设计*
市政公用工程(市政交通) 规划咨询、编制项目建议书、编制项目可行性研究报告、项目申请报告、资金
申请报告、工程设计*

以上各专均涵盖了本专业相应的节能减排和环境保护治理内容,取得编制项目可行性研究报告、项目申请报告、项目评估咨询资格的单位,具备编制项目可行性研究报告、项目申请报告、项目评估咨询资格的能力,具备对固定资产投资项目的核准、备案、评估咨询的能力。

证书编号: 工咨甲 21020070004

证书有效期: 至 2021 年 08 月 14 日

扫描件加盖公章有效

2016 年 08 月 15 日

带*部分,以国务院有关主管部门颁发的资质证书为准

中华人民共和国国家发展和改革委员会制

前 言

南昌是江西省的省会，位于长江中下游，鄱阳湖西南岸，是唯一一个与长江三角洲、珠江三角洲和闽东南经济区相毗邻的省会城市，具有承东启西、连接南北的区位优势，有较强的产业辐射功能，是中部地区的经济、文化、交通、金融和商贸中心之一。

九龙湖污水处理厂（原名“望城污水处理厂”）位于原南昌市新建区长堍下堡村，地处杭南长铁路线南侧，东城大道东侧。规划总规模为 21 万 m^3/d ，其中现状规模 3.0 万 m^3/d ，出水标准达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 B 标准，分两阶段实施，2009 年建成一组 1.5 万 m^3/d ，2014 年建成余下一组 1.5 万 m^3/d 。该厂于 2017 年开始进行一期提标改造，改造后出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准，尾水经处理后通过污水干管，经前湖上游水系，排至前湖，最终进入赣江。

随着城市和经济的发展，南昌市创建现代文明花园式英雄城市进程的不断深入，为进一步响应国家节能减排的工作要求，保障赣江水系水质安全，同时由于片区污水管网的截污完善，进入九龙湖污水处理厂的水量已经超过现有的设计能力，需尽快对九龙湖污水处理厂进行扩建，以满足新的形势发展要求。

在此背景下，我院对本次工程的必要性、建设规模、建设内容、处理工艺等进行了针对性的分析和研究。2018 年 3 月 27 日，召开了方案设计专家咨询会，同意采用 MBR 半地下型式的工艺路线。2018 年 6 月 26 日，中咨江西工程有限公司在南昌市主持召开工程可行性研究报告评估会，针对专家组提出的一系列意见和建议，我院对工可编制进行了相应的修改和完善，结论如下：

1、工程服务范围：南昌市西客站地区、九龙湖片区及新建区望城地区，总服务面积 111.5 km^2 ，服务范围内远期规划人口 95 万人。

2、设计年限：近期 2023 年，远期为 2030 年。

3、处理规模：九龙湖污水处理厂规划总规模为 21 万 m^3/d ，现状规模 3.0 万 m^3/d ，本次为二期扩建工程，扩建处理规模为 6.0 万 m^3/d ，实施后污水厂处理规模达到 9.0 万 m^3/d 。

4、设计进出水水质主要指标如下：

名称 \ 项目	COD _{cr} (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	粪大肠菌 群数 (个/l)
设计进水水质	220	120	200	25	35	3	
设计出水水质	≤ 30	≤ 6	≤ 5	≤ 1.5	≤ 15	≤ 0.3	≤ 1000

5、污水处理主体工艺采用 MBR 工艺，出水水质优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，部分指标达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 IV 类标准，出水最终排入前湖，利用一期已建排放口排放；除臭执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中恶臭污染物厂界标准值的二级标准。

6、污泥最终处置沿用一期，送往南昌市垃圾填埋场填埋；污泥处理按照《城镇污水处理厂污泥处置混合物填埋使用泥质》（GB/T23485-2009）执行，沿用一期浓缩+板框脱水工艺，脱水后污泥含水率不高于 60%，本次污泥处理利用一期提标改造工程建设脱水机房，仅新增设备。

7、二期扩建工程布置在一期工程东侧，污水厂规划控制用地 234 亩，目前一期及一期提标已经征用土地面积为 54 亩，本次二期扩建需新征土地 41.6 亩。

8、污水厂型式采用半地下式污水厂型式，处理设施均布置在半地下箱体中，箱体上部覆土种植绿化，布置景观小品等。主要的新建设施包括粗格栅及进水泵房、细格栅及曝气沉砂池、膜格栅、生物反应池、膜池及设备间、加氯接触池、鼓风机房、加氯间、加药间等，并新建综合楼 1 座。

9、本工程估算总投资 4.58 亿元，其中工程费用 3.54 亿元。污水厂单位处理成本为 3.13 元/m³污水，单位经营成本 1.88 元/m³污水（含膜更换费用）。

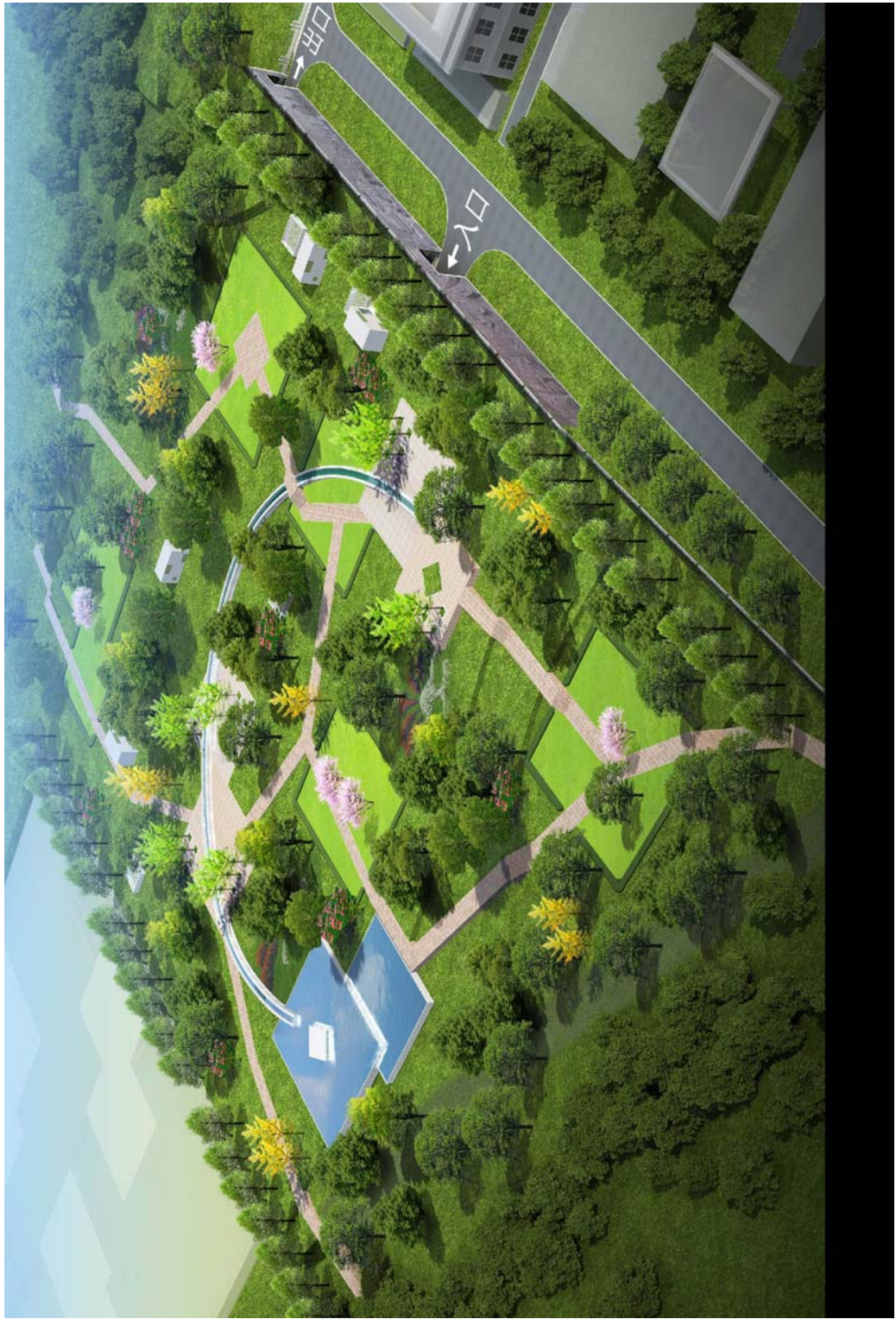
在本报告编制过程中，得到红谷滩新区管委会、江西洪城水业、九龙湖污水处理厂等有关部门的大力支持和热情帮助，在此深表感谢！



九龙湖污水处理厂总体效果图



九龙湖污水处理厂二期扩建工程剖视效果图



九龙湖污水处理厂二期扩建工程上部景观效果图

目 录

1	概 述	1
1.1	项目背景	1
1.2	项目名称	1
1.3	建设单位	1
1.4	运营单位	2
1.5	项目地点	2
1.6	工程规模及执行标准	2
1.7	编制目的	2
1.8	编制范围、内容	3
1.8.1	设计年限	3
1.8.2	工程内容	3
1.9	编制原则	3
1.10	编制依据、资料	4
1.11	设计规范标准	4
1.11.1	排水专业	4
1.11.2	结构专业	5
1.11.3	电气专业	5
1.11.4	仪表专业	5
1.11.5	通风专业	6
1.12	项目建设必要性	6
1.13	对方案专家评审意见的响应	8
1.13.1	总平面布置优化	8
1.13.2	通风照明优化	8
1.13.3	除臭优化	9
1.14	对工可专家评审意见的响应	9
2	城市概况及相关规划	17

2.1	城市概况	17
2.1.1	历史沿革	17
2.1.2	地理位置	17
2.1.3	地形、地貌	18
2.1.4	气象气候	19
2.1.5	水文	19
2.1.6	生态环境	19
2.1.7	社会经济发展	20
2.2	相关规划	20
2.2.1	南昌市城市总体规划	20
2.2.2	城市总体排水工程规划	22
2.2.3	给水现状及规划	22
2.2.4	排水现状及规划	23
2.2.5	防洪排涝	24
2.3	九龙湖污水处理厂现状	25
2.3.1	现状概况	25
2.3.2	一期工程介绍	26
2.3.3	一期提标工程介绍	28
2.3.4	现场情况	31
2.3.5	现状进水量	33
2.3.6	现状进出水水质	33
2.3.7	现状出水水质分析	37
2.3.8	对现状设施的评价	39
3	工程建设规模和目标	41
3.1	服务范围	41
3.2	设计年限	41
3.3	近远期污水量预测	42
3.3.1	单位人口总和用水量指标法	42

3.3.2	不同性质用地用水量指标法	42
3.3.3	按照污水处理量增长趋势预测近期污水量	45
3.3.4	工程建设规模的确定	46
3.4	拟建厂址	46
3.5	设计进出水水质	47
3.5.1	实际进水水质分析	47
3.5.2	设计进水水质的确定	50
3.5.3	设计出水水质的确定	50
3.6	污泥处理标准	53
4	污水处理厂型式的选择	54
4.1	污水处理厂建设型式方案比选	54
4.1.1	地上式全封闭污水厂	54
4.1.2	地下污水处理厂型式	55
4.2	周边建设条件及地下式污水厂的优点分析	59
4.3	污水处理厂型式的选择	60
5	工艺方案论证	62
5.1	基础数据	62
5.1.1	处理规模	62
5.1.2	进出水水质	62
5.2	工艺选择原则	62
5.3	污水处理工艺的选择	63
5.3.1	进、出水水质特点分析	63
5.3.2	生化处理工艺的选择	64
5.3.3	生物脱氮除磷过程	66
5.3.4	常见活性污泥法处理工艺	66
5.3.5	基于 A/A/O 的工艺及其特点	68
5.3.6	附着生长生物处理工艺	71
5.3.7	常见生物膜法处理工艺	73

5.3.8	MBR 工艺	76
5.3.9	生化处理工艺的选择	83
5.3.10	深度处理工艺选择	84
5.3.11	消毒技术的选择	95
5.4	污泥处理工艺论证	104
5.4.1	污泥处置方案分析	104
5.4.2	污泥处置方案确定	106
5.5	除臭工艺方案	107
5.5.1	污水处理厂除臭的必要性	107
5.5.2	污水厂臭气特点	107
5.5.3	臭气处理目标	109
5.5.4	除臭工艺方案简介	109
5.5.5	除臭方案的确定	118
5.6	半地下与全地下型式的选择	120
5.7	工艺方案比选	123
5.7.1	方案一：MBR 工艺半地下式	123
5.7.2	方案二：AAO 工艺半地下式	126
5.7.3	方案综合比较	129
6	工程设计	132
6.1	设计原则	132
6.2	污水处理厂设计基础数据	133
6.2.1	污水处理规模及处理标准	133
6.2.2	污泥处理工程设计基础数据	133
6.3	工艺流程	134
6.4	高程设计	135
6.4.1	场地地面标高	135
6.4.2	高程设计	135
6.4.3	尾水排放	135

6.5	平面布置	136
6.5.1	平面布置原则.....	136
6.5.2	污水厂场地现状.....	136
6.5.3	平面布置方案.....	137
6.5.4	厂内附属设施用房	137
6.5.5	污水厂功能分区.....	139
6.5.6	厂区土方平衡.....	141
6.5.7	一二期工程衔接.....	142
6.5.8	公共工程	142
6.6	工艺单体设计.....	152
6.6.1	粗格栅及进水泵房	152
6.6.2	细格栅及曝气沉砂池	153
6.6.3	膜格栅	153
6.6.4	生物反应池	153
6.6.5	膜池及设备间.....	155
6.6.6	加氯间及加氯消毒池	156
6.6.7	鼓风机房	157
6.6.8	加药间	157
6.6.9	污泥脱水机房、均质池、储泥池、调理池.....	157
6.7	除臭设计	160
6.7.1	设计原则	160
6.7.2	处理规模	161
6.7.3	除臭系统进口臭气浓度.....	161
6.7.4	处理后臭气浓度.....	161
6.7.5	臭气管道输送部分	162
6.7.6	生物土壤除臭装置	162
6.7.7	离子除臭系统.....	166
6.8	厂区绿化景观设计	167
6.8.1	总体构思及风格	167

6.8.2	种植设计	168
6.9	结构设计	171
6.9.1	地质概况	171
6.9.2	结构设计总则.....	173
6.9.3	建筑物和构筑物结构型式.....	173
6.9.4	岩石常用开挖方法对比.....	173
6.9.5	地基处理、抗浮措施及基坑支护.....	174
6.9.6	主要工程材料.....	176
6.10	建筑设计	177
6.10.1	建筑设计设计目标及主要内容	177
6.10.2	设计方案	177
6.11	电气设计	178
6.11.1	电源及供配电系统现状.....	178
6.11.2	电源及供电方案.....	178
6.11.3	负荷估算	179
6.11.4	变配电设施	179
6.11.5	地下厂区配电设计	180
6.11.6	操作方式	180
6.11.7	计量.....	181
6.11.8	接地与防雷	181
6.11.9	照明.....	181
6.11.10	节能.....	181
6.12	自控及仪表设计	182
6.12.1	概述.....	182
6.12.2	设计原则	182
6.12.3	设计内容	183
6.12.4	自动化控制系统设计	183
6.12.5	检测仪表设计.....	187
6.12.6	通讯网络设计.....	189

6.12.7	视频摄像系统设计	189
6.12.8	入侵报警系统设计	190
6.12.9	火灾自动报警系统设计	190
6.12.10	地下厂区智能综合监控系统设计	192
6.12.11	信息化基础设施建设设计	194
6.12.12	电源、防雷及接地设计	196
6.12.13	设备选型	196
6.13	暖通设计	197
6.13.1	设计气象参数	197
6.13.2	设计范围	198
6.13.3	设计方案	198
6.13.4	暖通专业存在的问题	200
6.14	防腐设计	201
6.14.1	概述	201
6.14.2	防腐蚀技术	201
6.14.3	防腐材料的选用	202
6.14.4	管道防腐	202
6.14.5	其他防腐措施	203
6.15	主要设备表	203
6.15.1	机械设备	203
6.15.2	电气设备	207
6.15.3	自控及仪表设备	208
6.15.4	暖通设备	217
7	地下式污水处理厂关键技术分析	223
8	经营管理	224
8.1	人员编制	224
8.2	运行成本	224
8.2.1	电耗	224

8.2.2	药耗.....	224
8.2.3	水耗.....	224
9	实施计划及项目招投标.....	225
9.1	实施原则与步骤.....	225
9.2	项目招投标.....	225
9.2.1	招标范围.....	225
9.2.2	招标组织形式.....	225
9.2.3	招标方式.....	225
9.3	工程全过程评价.....	226
9.4	实施进度计划表.....	227
10	环境保护和环境影响分析.....	228
10.1	工程建设对环境影响.....	228
10.1.1	施工扬尘、噪声的影响.....	228
10.1.2	环境影响的缓解措施.....	229
10.2	项目建成后的环境影响及对策.....	230
10.2.1	大气污染物来源及浓度.....	230
10.2.2	大气污染物治理措施.....	231
10.2.3	水污染物治理措施.....	231
10.2.4	尾水排放方式.....	231
10.2.5	水污染物治理效果.....	231
10.2.6	噪声源及噪声级.....	231
10.2.7	噪声控制措施.....	232
10.2.8	噪声控制效果.....	232
10.2.9	固体废弃物来源.....	232
10.2.10	固体废弃物的处理处置方法.....	233
11	项目风险及对策.....	234
11.1	水质、水量.....	234

11.2 管道系统	234
11.3 运行	234
12 安全生产、劳动保护	236
13 消 防	238
13.1 防火等级	238
13.2 防火措施	238
14 节 能	244
14.1 合理用能标准和节能规范	244
14.2 污水处理厂能源构成	244
14.3 能耗指标	245
14.4 项目节能措施及效果分析	245
14.4.1 节能综述	245
14.4.2 节能措施	245
15 水土保持	247
15.1 水土保持目的	247
15.2 水土保持分析结论	247
15.3 水土流失防治方案	248
16 投资估算	250
16.1 主要工程内容	250
16.2 编制依据	250
16.3 工程建设其它费用	250
16.4 工程总投资	251
16.5 资金筹措及建设期贷款利息	251
17 财务评价及经济分析	256
17.1 财务评价	256
17.1.1 计算原则和评价参数	256

17.1.2	成本费用预测.....	257
17.1.3	财务分析报表和主要财务评价指标.....	257
17.1.4	敏感性分析.....	258
17.1.5	盈亏平衡分析.....	259
17.2	国民经济分析.....	259
17.3	经济分析结论.....	259
18	工程效益	271
18.1	环境效益	271
18.2	社会效益	271
18.3	经济效益	272
19	结论及建议.....	273
19.1	结论.....	273
19.2	存在问题及建议	274
20	附件.....	275
20.1	附件 1：前湖水系综合治理工作调度会会议纪要.....	275
20.2	附件 2：污泥处置协议.....	280
21	附图.....	282
21.1	附图.....	282

1 概 述

1.1 项目背景

南昌是江西省的省会，位于长江中下游，鄱阳湖西南岸，是唯一一个与长江三角洲、珠江三角洲和闽东南经济区相毗邻的省会城市。近年来，随着南昌市创建现代文明花园式英雄城市进程的不断深入，南昌市政府正大力提高城市品位，适应对外开放，改善投资环境，提高居民生活质量，加强社会经济可持续发展力度，使南昌建设成为繁荣、文明、整洁、优美，富有滨江、滨湖特色魅力的现代化区域中心城市和现代花园城市。在此背景下，为建设资源节约型、环境友好型城市，保护赣江水质，对南昌市污水处理厂等主要市政设施的处理标准和处理能力提出了更高的要求。

九龙湖污水处理厂（原名“望城污水处理厂”）位于原南昌市新建区长堍下堡村，地处杭南长铁线南侧，东城大道东侧。规划总规模为 21 万 m^3/d ，现状规模 3.0 万 m^3/d ，其中现状规模 3.0 万 m^3/d ，出水标准达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 B 标准，分两阶段实施，2009 年建成一组 1.5 万 m^3/d ，2014 年建成余下一组 1.5 万 m^3/d 。该厂于 2017 年进行一期提标改造，改造后出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准，尾水经处理后通过污水干管，经前湖上游水系，排至前湖，最终进入赣江。

随着城市和经济的发展，南昌市创建现代文明花园式英雄城市进程的不断深入，为进一步响应国家节能减排的工作要求，保障赣江水系水质安全，同时由于片区污水管网的截污完善，进入九龙湖污水处理厂的水量已经超过现有的设计能力，需尽快对九龙湖污水处理厂进行扩建，以满足新的形势发展要求。

本次可研基于 2018 年 6 月 26 日进行的可研专家评审意见基础上进行编制，针对专家提出的意见进行了一系列优化和完善。

1.2 项目名称

南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程

1.3 建设单位

江西洪城水业股份有限公司

1.4 运营单位

江西洪城水业环保有限公司

1.5 项目地点

原南昌市新建区长堍下堡村，地处杭南长高铁线南侧，东城大道东侧，枫生高速西侧。本次二期扩建工程建设用地位于一期东侧。

1.6 工程规模及执行标准

一期已建工程规模为 3 万 m^3/d ，本次工程为二期扩建工程，扩建规模为 6 万 m^3/d ，实施后污水厂规模为 9 万 m^3/d 。设计出水水质优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，部分指标达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准，具体指标如下：

COD_{Cr}: 30mg/l

BOD₅: 6mg/l

SS: 5mg/l

NH₄-N: 1.5mg/l

TN: 15mg/l

TP: 0.3mg/l

粪大肠菌群数: 1000 个/L

污泥最终处置沿用一期，送往南昌市垃圾填埋场填埋；污泥处理按照《城镇污水处理厂污泥处置混合填埋用泥质》（GB/T23485-2009）安全处理，处理后污泥含水率不高于 60%。

1.7 编制目的

以南昌市总体规划为指导，结合已建南昌九龙湖污水处理厂一期工程及一期提标工程的实际情况，通过充分的调查及研究，在收集、分析资料的基础上，达到如下目的：

1. 论述南昌九龙湖污水处理厂二期扩建工程的必要性。
2. 对与本项目有关的主要因素，如污水厂的水量水质、布置型式、污水的处理工艺及投资估算等进行技术可靠性、经济合理性及实施可能性等多方案综合性研究，进行比较和论证。

3. 在论证的基础上，提出推荐方案并进行可研报告编制。

通过以上工作，为项目建设提供科学依据。

1.8 编制范围、内容

1.8.1 设计年限

根据规划，污水厂远期设计年限为 2030 年，近期设计年限为 2023 年。

1.8.2 工程内容

九龙湖污水处理厂主要负责南昌市西客站地区、九龙湖片区及新建区望城地区。服务范围东起赣江、西至西外环高速、北起兴湾大道、龙兴大街、320 国道，南至杭南长铁、潼溪大道、南外环高速，总服务范围 111.5km²。本次工程为二期扩建工程，建设内容为二期扩建的污水处理设施，并对一期提标在建的脱水机房增加污泥处理设备。

1.9 编制原则

1. 遵照国家对环境保护、城市污水治理制定的有关规范、标准及规定。
2. 在城市总体规划的指导下，执行全面规划，分期实施的原则，使工程建设与城市的发展相协调，保护城市水体和环境，最大程度地发挥工程效益。
3. 因地制宜，统筹规划，合理布局；从工程安全及现场地形角度出发，合理减少场地处置费用。
4. 考虑将来的发展，确保工艺总体设计及整体布置的合理性。
5. 采用技术先进、高效节能、效果稳定、占地少的处理工艺，确保污水处理达标排放，减少工程投资。
6. 积极稳妥地采用新工艺、新技术、新材料和新设备。
7. 在满足工艺、交通、安全、消防、绿化和环保等要求的基础上，尽可能地减少工程占地面积。
8. 坚持以人为本原则，工程建设同时处理好环境和发展的关系，走可持续发展的道路。
9. 选择国内外高效节能、运行可靠、管理方便、维修简便的排水设备。
10. 根据建设节约型社会的原则，合理布置处理构筑物及水力流程，减少工程

投资，节约能源，降低日常处理费用。

11. 采用现代化技术手段，实现自动化管理，做到技术先进、经济合理、运行可靠、操作方便。

1.10 编制依据、资料

1. 《南昌城市总体规划（2003-2020）》
南昌市城市规划设计研究总院，2006.08
2. 《红谷滩新区九龙湖污水处理厂一期提标改造工程可行性研究报告》
南昌市城市规划设计研究总院，2017.06
3. 红谷滩新区九龙湖污水处理厂一期提标改造工程施工图
南昌市城市规划设计研究总院，2017.08
4. 红谷滩新区九龙湖污水处理厂一期提标改造工程勘察报告
江西省勘察设计院
5. 《南昌市望城新区控制性详细规划》
上海同济城市规划设计研究院，2015.03
6. 《南昌市九龙湖片区铁路货运线以南发展控制规划》
南昌市城市规划设计研究总院 2015.04
7. 九龙湖污水处理厂 2017-2018 年进出水水质报表
洪城水业，2018.04

1.11 设计规范标准

1.11.1 排水专业

1. 《室外排水设计规范》（2016 年版） GB50014-2006
2. 《城市给水工程规划规范》 GB50282-2016
3. 《城市排水工程规划规范》 GB50318-2017
4. 《地面水环境质量标准》 GB 3838-2002
5. 《恶臭污染物排放标准》 GB14554-93
6. 《城镇污水处理厂污染物排放标准》 GB18918-2002
7. 《建筑防火设计规范》（2018 年版） GB50016-2014

1.11.2 结构专业

1. 《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》 GB50032—2003
2. 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB50223-2008
3. 《建筑结构荷载规范》 GB50009-2012
4. 《建筑抗震设计规范》（2016 年版） GB50011-2010
5. 《建筑地基基础设计规范》 GB50007-2011
6. 《建筑地基处理技术规范》 JGJ79-2012
7. 《混凝土结构设计规范》（2015 年版） GB50010-2010
8. 《砌体结构设计规范》 GB50003-2011
9. 《钢结构设计规范》 GB50017-2003
10. 《给水排水工程构筑物结构设计规范》 GB50069-2002
11. 《给水排水工程管道结构设计规范》 GB50332-2002
12. 《建筑桩基技术规范》 JGJ94-2008

1.11.3 电气专业

1. 《3~110kV 高压配电装置设计规范》 GB50060-2008
2. 《20kV 及以下变电所设计规范》 GB50053-2013
3. 《低压配电设计规范》 GB50054-2011
4. 《供配电系统设计规范》 GB50052-2009
5. 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 GB/T50062-2008
6. 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》 GB/T50063-2008
7. 《系统接地的型式及安全技术要求》 GB14050-2008
8. 《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2010
9. 《建筑照明设计标准》 GB50034-2013
10. 《电力工程电缆设计规范》 GB50217-2007

1.11.4 仪表专业

1. 《供配电系统设计规范》 GB50052-2009
2. 《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2010

- | | |
|-------------------------|---------------|
| 3. 《视频安防监控系统工程设计规范》 | GB50395-2007 |
| 4. 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 | GB50343-2012 |
| 5. 《电力工程电缆设计规范》 | GB 50217-2007 |
| 6. 《系统接地的型式及安装技术要求》 | GB 14050-2008 |
| 7. 《民用建筑电气设计技术规范》 | JGJ16-2008 |
| 8. 《外壳防护等级（IP 代码）》 | GB4208-2017 |
| 9. 《城镇排水系统电气与自动化工程技术规程》 | CJJ120-2008 |
| 10. 《火灾自动报警系统设计规范》 | GB50116-2013 |

1.11.5 通风专业

- | | |
|------------------------|----------------|
| 1. 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》 | GB50019-2015 |
| 2. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 | GB50736-2012 |
| 3. 《工业企业设计卫生标准》 | GBZ 1-2010 |
| 4. 《公共建筑节能设计标准》 | GB50189-2005 |
| 5. 《建筑设计防火规范》 | GB50016-2014 |
| 6. 《暖通空调制图标准》 | GB/T50114-2010 |

1.12 项目建设必要性

1. 是解决南昌市日益增长的污水需求和污水厂处理能力不足的矛盾的需要。

随着南昌市城市化进程的快速发展，铁路新客站地区、九龙湖新城、望城新区人口规模、用地规模不断增长，城市污水的排放量增长迅速，必须对未经处理的污水加以处理以确保当地居民生产生活的健康发展。

九龙湖污水处理厂现状处理规模 3 万 m^3/d ，从目前的实际进水量来看，污水处理厂的进水量已超过设计处理能力，高峰时流量已达 3.5 万 m^3/d ，污水处理厂处于超负荷运行状态。若不加快污水处理设施建设，大量的污水将不经处理直接排入水体，将严重污染前湖、赣江乃至下游的鄱阳湖水系的水质，给当地和下游百姓的健康带来不可忽视的危害。因此，为实现可持续发展，确保片区水环境安全，必须尽快建设九龙湖污水处理厂二期扩建工程。

2. 是南昌市节能减排工作的需要

本工程为九龙湖污水处理厂二期扩建工程，扩建规模为 6 万 m^3/d ，污水厂出

水水质优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准,部分指标达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV 类标准,将大大增加污水厂的减排能力,从而有利于南昌市节能减排工作的开展。响应国家节能减排政策,并有利于南昌市建设现代文明花园式英雄城市的发展。

3. 是保障水资源、提高生态环境的需要

水资源是人类赖以生存的基础,是社会得以持续发展的保障。随着城市的发展。现状污水厂处理能力不足,因此未经处理的污水溢流河道,对城市环境造成污染,对生态环境造成破坏。一旦地面水体由于污染而功能萎缩、消退甚至丧失,重新恢复将是困难和漫长的。虽然南昌不是缺水城市,但若不尽快提高污水处理设施的能力和标准,很可能步入水质性缺水城市。

4. 是进一步保护赣江水质的需要

南昌市水系属赣江流域,随着国家对赣江流域污染治理力度的加大,特别是江西省生态立省的发展战略,这就要求南昌市必须解决水体污染问题,对城市污水排放进行综合整治,保障赣江的水质安全。

5. 是完善南昌市城区基础设施建设的需要

实施污水处理厂扩建工程,完善污水处理厂设施,将促进南昌市的经济发展并改善居民生活条件。目前新城区主要以居住和商业用地为主,为保证给城市居民创造良好的生活环境,本工程的建设是十分重要和必要的。

6. 促进可持续发展,构建和谐社会的需要

若基础设施建设滞后,将造成环境污染和生态破坏,必将影响区域内的旅游资源和工农业生产,成为区域经济发展的主要制约因素之一。随着南昌经济的发展,城市功能定位的确立,城区规模将不断扩大,区域内城镇人口也将迅速扩大,对环保基础设施造成巨大压力。如果环保基础设施建设滞后,城镇污水和生活垃圾对环境造成的污染将加重,区域内河道水质面临的形势将日益严峻。实施污水处理厂扩建工程,可以改善生态环境,并且促进城市建设、社会和谐,使环境与社会经济协调发展,建设资源节约型、环境友好型社会,实现区域国民经济的可持续发展。

综上所述,南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程是十分迫切和必要的,是实现南昌市城市发展目标必不可少的条件。

1.13 对方案专家评审意见的响应

2018年3月27日，南昌市洪城水业在南昌主持召开了“南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程方案”专家评审会。形成如下意见：

一、建设南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程是十分必要和迫切的；
二、方案编制报告基础资料详实，方案基本合理，设计深度满足相关要求；
三、工程扩建规模 6 万 m^3/d ，设计出水标准为《地表水环境质量标准》（GB18918-2002）IV 类（TN 除外），主体采用 MBR 工艺，采用半地下式，工艺路线可行；

四、投资估算编制依据正确，内容齐全，投资基本合理。

五、建议：

- 1、尽快完善各项前期相关工作，如地勘等；
- 2、考虑远期规模 21 万 m^3/d ，对总平面布置进行优化，包括边坡、景观方案；
- 3、对通风、照明措施等进行优化；
- 4、除臭方式进一步优化，臭味较重处强化除臭设施；
- 5、在上述调整的基础上，同步调整工程投资估算内容。

按照上述专家评审意见，本章节进行了完善补充，分总平面布置优化、通风照明优化、除臭优化等三方面进行调整补充，作为下阶段细化的依据。同步调整工程估算和财务经济评价。

1.13.1 总平面布置优化

按照 21 万 m^3/d 的总设计能力补充和优化了远期总平面布置方案，二期扩建预留远期接口，并对景观方案等进行了相应优化。

1.13.2 通风照明优化

通风设计将通过暖通专业的自然通风和机械通风方式以及安全过程仪表监控等措施实现安全有效的通风和安全管理。

各建筑物室内照明选用高效节能灯具，并在变电所及控制室等重要场所内设置应急照明。室外构筑物及室外道路照明采用庭院灯，光源为 LED 灯。

1.13.3 除臭优化

本次设计按照厂界二级标准作为厂界无组织排放的异味控制标准，针对进水泵房及沉砂池等人员操作比较多的区域，增加离子送风系统，保障处理效果。

1.14对工可专家评审意见的响应

受红谷滩新区经济发展信息局委托，中咨江西工程有限公司于2018年6月26日在南昌市主持召开评估会，对我院编制的《南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程可行性研究报告》（以下简称《可研报告》）进行了评估。参加会议的有红谷滩新区经济发展信息局、红谷滩新区城市建设投资发展有限公司、江西洪城水业股份有限公司、同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司等单位代表和受邀专家。评估意见及相应如下：

一、总体评价

编制章节、图纸比较齐全，内容和深度基本满足住建部《市政共用工程设计文件编制深度规定》（2013）的要求。

二、现状介绍

《可研报告》对九龙湖污水处理厂一期工程及一期提标工程的现状介绍比较清楚。

三、必要性

九龙湖污水处理厂一期建设规模为3万 m^3/d ，并于2017年进行提标改造，提标后尾水排放水质要求达到GB18918-2002中的一级A标准。

随着南昌市城市化进程的快速发展，铁路新客站地区、九龙湖新城、望城新区人口规模、用地规模不断增长、扩大。城市污水的排放量增长迅速，必须对未经处理的污水加以处理以确保当地居民生产生活的健康发展。实施污水处理厂扩建工程，完善污水处理厂设施，将促进南昌市的经济发展并改善居民生活条件。目前新城区主要以居住和商业用地为主，为保证给城市居民创造良好的生活环境，本工程的建设是十分重要和必要的。

四、建设规模

1、《可研报告》根据规划年限，近期2023年、远期2030年及其服务范围预

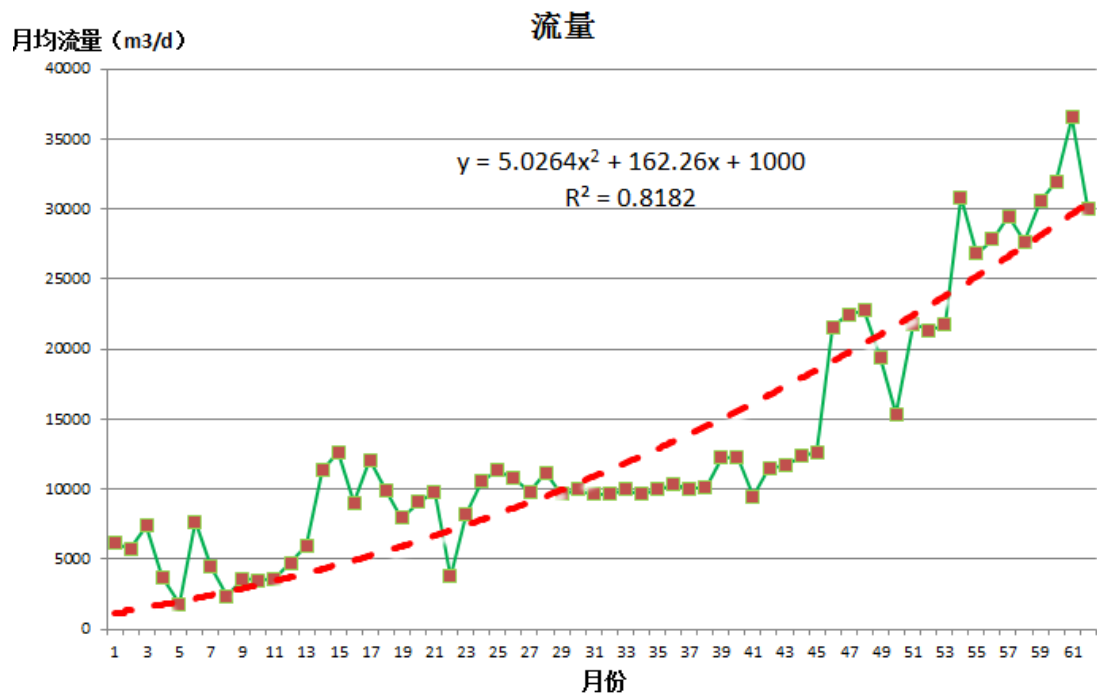
测污水量近期为 8.54~9.03 万 m³/d，远期 20.15~21.19 万 m³/d，确定二期工程规模为 6 万 m³/d 原则可行，建议增加“增长率”法。

答复：补充增加“增长率”法，具体内容如下：

根据九龙湖污水处理厂近五年（2013 年至 2018 年）的实际处理水量，对九龙湖污水处理厂进水量的增长规律进行了相应总结，可预测出近期 2023 年的污水处理厂规模。

九龙湖污水处理厂历年进水水量数据统计 表 1.14-1

日期	月均流量 m ³ /d	日期	月均流量 m ³ /d	日期	月均流量 m ³ /d
2013 年 1 月	6170	2014 年 10 月	3795	2016 年 7 月	11717
2013 年 2 月	5766	2014 年 11 月	8231	2016 年 8 月	12396
2013 年 3 月	7417	2014 年 12 月	10610	2016 年 9 月	12673
2013 年 4 月	3714	2015 年 1 月	11355	2016 年 10 月	21615
2013 年 5 月	1812	2015 年 2 月	10800	2016 年 11 月	22516
2013 年 6 月	7713	2015 年 3 月	9864	2016 年 12 月	22792
2013 年 7 月	4446	2015 年 4 月	11172	2017 年 1 月	19441
2013 年 8 月	2353	2015 年 5 月	9677	2017 年 2 月	15376
2013 年 9 月	3635	2015 年 6 月	10000	2017 年 3 月	21834
2013 年 10 月	3507	2015 年 7 月	9677	2017 年 4 月	21328
2013 年 11 月	3598	2015 年 8 月	9677	2017 年 5 月	21767
2013 年 12 月	4733	2015 年 9 月	10000	2017 年 6 月	30818
2014 年 1 月	6018	2015 年 10 月	9677	2017 年 7 月	26839
2014 年 2 月	11358	2015 年 11 月	10000	2017 年 8 月	27865
2014 年 3 月	12665	2015 年 12 月	10323	2017 年 9 月	29489
2014 年 4 月	9009	2016 年 1 月	10030	2017 年 10 月	27716
2014 年 5 月	12112	2016 年 2 月	10108	2017 年 11 月	30583
2014 年 6 月	9936	2016 年 3 月	12249	2017 年 12 月	31962
2014 年 7 月	7965	2016 年 4 月	12350	2018 年 1 月	36556
2014 年 8 月	9085	2016 年 5 月	9514	2018 年 2 月	30029
2014 年 9 月	9806	2016 年 6 月	11519		



九龙湖污水处理厂历年进水量统计及增长曲线 图 1.14-1

通过统计九龙湖污水处理厂历年进水量，拟合出进水量增长趋势曲线，得出增长曲线函数： $y=5.0264X^2+162.26X+1000$ ，其中 $R^2=0.8182$ 。根据该增长曲线，预测近期 2023 年进水水量将达到 $94225\text{m}^3/\text{d}$ 。

该预测水量与单位人口总和用水量指标法和不同性质用地用水量指标法两种方法预测的结果基本一致。因此确定九龙湖污水处理厂近期处理规模为 $9\text{万 m}^3/\text{d}$ ，即本次二期扩建工程规模为 $6\text{万 m}^3/\text{d}$ 。

五、设计进水水质

确定二期工程设计进水水质与一期工程采用的设计进水水质相同，设计进水水质确定原则可行。

六、处理目标

处理目标采用《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 准IV类水体水质标准，应补充依据。

答复：本工程尾水利用一期已建污水干管，经前湖上游水系，排至前湖。前湖水系是红角洲及九龙湖片区重要的景观水系，现为景观调蓄水体，湖面面积 1.7 km^2 ，正常水深为 2.5m ，水体总容积为 425 万立方米 ；水环境容量承载不了污水厂一级

A 排放水质，景观水 IV 类水体水质维持较为困难。依据中共南昌市委办公厅 2018 年 6 月 8 日《前湖水系综合治理工作调度会会议纪要》（详见附件 1），目前前湖水质为劣 V 类水，通过水环境综合治理，目标是到 2020 年，要“保 IV 争 III”，确保 IV 类，力争 III 类，也就是前湖水系全域带着 IV 类水进入小康社会。本污水厂位于南昌红谷滩新区，出水最终经前湖汇入赣江，为进一步降低污染物的排放量，增加回用用途，发挥红谷滩新区的示范效应，考虑将出水水质控制指标提升至优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，部分指标达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 IV 类标准（准 IV 类标准）。

七、厂址选择

根据厂址选择原则，扩建工程布置在一期工程东侧，原则可行。

八、污水处理工艺流程及主要构筑物形式选择

《可研报告》根据设计进水水质和处理目标要求，处理工艺流程、主要构筑物形式选择及设计参数取值基本合理，在正常运行的条件下，出水水质能达到预期效果。

工程设计中明确尾水排放的接纳水体-前湖的最高水位，核实处理后的尾水能否顺畅排出。

答复：本工程尾水利用一期已建污水干管，经前湖上游水系，排至前湖。前湖流域地处赣江左岸南昌市红谷滩新区。前湖全流域由湖盆区和二条主要入湖河流组成，其中的主流为前湖水，支流为云溪水。

前湖水面面积 1.7km^2 ，平均水深约 2.5m 。前湖正常运行水位 18m ，相应的蓄水容积约为 425万 m^3 。前湖最高水位为 21m ，本污水处理厂出水口前湖上游水系最高水位为 22m ，其下游前湖电排站能够满足 20 年一遇暴雨加污水一日排至不淹重要建筑物高程的排涝标准，但沿线水系需要重新整治。本工程加氯消毒池出水水位为 24m ，能满足自排要求。

九、除臭设计

本项目除臭设计采用土壤生物滤池除臭原则可行。

十、污泥处理及处置

1、污泥处置

污泥经机械浓缩、加药调理、高压脱水后泥饼含水率降至 60% 以下，外运与生活垃圾一同填埋。

① 明确高压脱水机压力，核实脱水后的泥饼含水率能否稳定达到 60% 以下。

② 应有卫生填埋处置接纳单位的承诺函，防止二次污染。

答复：高压脱水机进泥压力与一期一致，为 200m，脱水后泥饼含水率能稳定达到 60% 以下。附件 2 为卫生填埋处置接纳单位的承诺函（污泥处置协议）。

十一、总平面布置

1、总平面布置比较紧凑，流程顺畅，分区明确。

2、一期工程建设形式为地面式布置，进一步研究二期工程采用半地下式的合理性。

答复：传统地面式污水厂，一方面存在土地资源浪费及环境污染的问题，另一方面其较难与周边环境协调，同时不可避免的对周边环境造成影响，造成周边土地资源的贬值等问题。结合厂区现有地质情况，采用半地下式建设可有效避免以上问题，并且相比全地下式，埋深变浅，可大幅减少岩石和基坑开挖量，构筑物工程量（包括抗浮措施）也大幅减少，并对周边现状已建构筑物影响降到最低。

3、建议综合楼按远期规模一并考虑。

答复：同意按远期一并考虑。

十二、电气

1、供配电系统：

1) 应明确原有变压器是否预留本次用电负荷，变压器容量应能保证当一台变压器断开时，另一台变压器能向所有的二级负荷供电。

答复：原有变电所变压器均未预留本次负荷，按评审复核本次新增变压器容量能保证 1 台变压器失电，另 1 台可承担所有二级负荷。

2) 应补充说明 10kV 外线的现状及此次改建的内容。

答复：本次外线需增容，外线为电业资产及设计范围，需进一步与电业明确。

2、室外照明应考虑与现有灯具选型和光源的一致性。

答复：按评审意见统一。

3、建议自动化系统按远期规模一并考虑。

答复：同意建议，自控系统综合考虑一期现有内容及远期预留。

4、应补充建筑智能化系统的内容。

答复：本厂拟设计门禁系统，在重要进出口设置门禁点，相关授权用户可以刷卡方式进入，保障重要场所的安全性。

十三、投资估算

1、根据赣建价[2017]7号文：2017版《江西省建设工程定额》自2017年12月1日起施行。本项目投资估算编制依据应参考2017版《江西省建设工程定额》。

答复：已参照2017版《江西省建设工程定额》并调整该项目投资估算编制。

2、进一步核实供电外线费用。

答复：本阶段供电外线费用为暂估，外线为电业资产及设计范围，下阶段再进一步与电业明确。

3、核实建设工程监理费及工程造价咨询服务费的计算。

答复：建设工程监理费参照国家发改委、建设部发改价格[2007]670号文计列；工程造价咨询服务费按赣价协[2015]9号江西省建设工程造价咨询服务收费标准执行。

4、施工图预算编制费与竣工图编制费计价有误，应修改。

答复：已修改，施工图预算编制费按设计费的10%计；竣工图编制费按设计费的8%计。

5、核实征地费及节能评估费的计价依据。

答复：征地费及节能评估费为暂估，具体可依相关部门意见调整。

6、方案比较应补充经济比较数据内容。

答复：已补充，见下表。

两种工艺技术经济综合比较一览表 表 1.14-2

项目	方案一 MBR 半地下	方案二 AAO 半地下
工艺路线	生物反应池+MBR	AAO 生物反应池+磁混凝高效沉淀池+V 型滤池
污水厂布置型式	半地下式	半地下式
污泥浓度	膜池可达 8000~10000mg/L	3000~4000mg/L
污泥排放量	较少，污泥龄长，剩余污泥排放量较传统工艺减少	较多
占地面积（亩）	41.6	54.5
第一部分投资（万元）	35389.59	37819.74
总投资（万元）	45776.38	49539.56
处理成本（元/m ³ ）	3.13	2.96
运行成本（元/m ³ ）	1.88（含膜更换费用）	1.37
景观效果	箱体高出周边地面，景观效果较好	箱体高出周边地面，景观效果较好
减排效果	由于处理后的污染物浓度更低，因此有更高的减排效果	可达到一定的减排效果
施工进度	部分中风化地质，箱体较小，相对较快	部分中风化地质，箱体较大，相对较慢
总体评价	占地面积较小	占地面积较大
	土建投资较低	土建投资较高
	设备投资较高	设备投资较低
	运行能耗较高	运行能耗较低
	排泥量较少	排泥量较大
	出水水质较好	出水水质一般

7、核实地基处理（1795.03 万元）及基坑维护（1000 万元）的估价依据。

答复：箱体根据埋设深度，持力层为岩层时，采用天然地基抗压，抗拔锚杆抗浮，地基处理暂按土建费用的 25%考虑；基坑围护采用放坡+锚杆系统支护，估算表已单列各项估算费用。

8、应核实修改挖石方（250 元/立方米）单位估价指标。

答复：岩石开挖与土方开挖比例为 9:1，岩石采用静态爆破施工，估暂按 250 元/立方米考虑。

9、应核实部分车间设备购置费，如膜池设备间（5000 万元）、鼓风机房（1429.05 万元）、电气（1704.55 万元）、仪表（1989.26 万元）、通风（662.10 万元）、除臭

（950 万元）等。

答复：已核实，并调整部分设备购置费，详见估算总表。

10、本工程估算总投资 4.69 亿元，单位技术经济指标（7816 元/m³）偏高。

答复：据上述内容，估算内容已相应做调整，详见估算总表。

十四、其他

1、根据《可研报告》编制要求补充相关附件。

答复：已补充，见附件。

2、其他详见专家个人意见。

答复：已补充。

2 城市概况及相关规划

2.1 城市概况

2.1.1 历史沿革

南昌城有二千二百年的历史，不同的历史阶段，具有不同的城市特点。早在五千多年前，这里就建立了若干居民点，至三千多年前，以艾溪湖到青云谱这一弧线地带，形成了古代南昌居民密集点。在商周时期，南昌属扬州之域；初秋末期和战国时期，属楚地；秦始皇统一中国后，南昌划为九江郡属地。汉高帝五年（公元前 202 年）刘邦命大将灌婴率部“渡江定郡地”，次年筑城为根据地，设置豫章和南昌县，进而平定南方，以“昌大南疆”，南昌因此而得名，从此南昌便成为本地区政治、经济和文化中心。

岁月流逝，朝代更替，南昌城池多次变迁兴废，城名数易，别称诸多，汉时称“豫章”，唐时称“洪州”，明时称“南昌”。1926 年北伐军攻克南昌后设市。自此定成为“南昌”。清朝末年，南昌古城经济衰败。1939~1945 年一度又被日本侵略者占领。

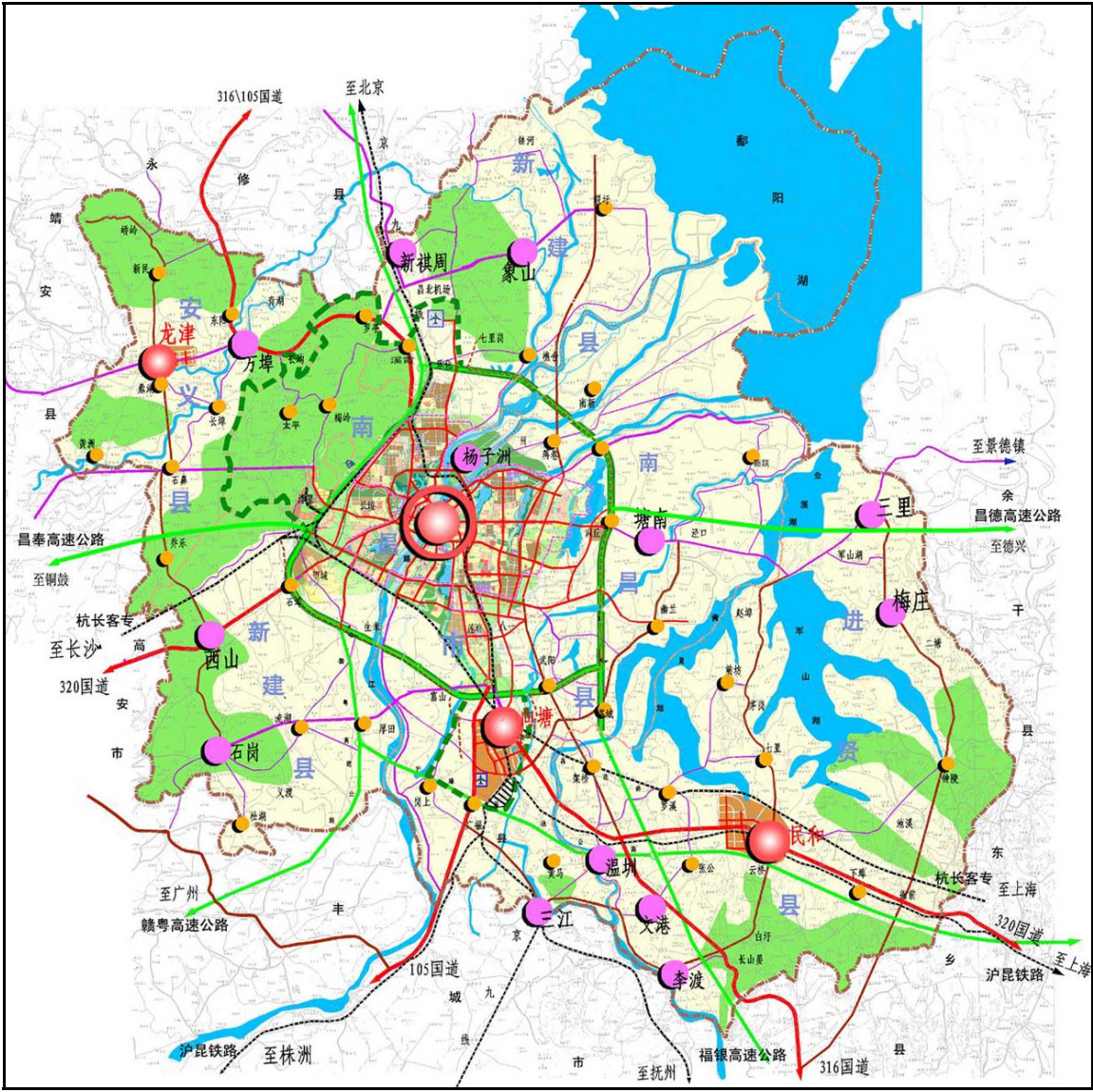
物换星移，沧桑巨变。1949 年 5 月 22 日，南昌获得了解放。新中国的诞生给古城南昌带来了勃勃生机，在中国共产党的领导下，城市面貌发生了绝大变化。特别是党的十一届三中全会以来，改革开放使南昌市社会主义建设事业突飞猛进。如今的南昌市已成为一座经济发达、科技进步、交通便利、繁荣昌盛的社会主义现代化城市。

2.1.2 地理位置

南昌是江西省省会。地处江西省中部偏北，赣江、抚河尾闾，鄱阳湖西南岸。介于东经 $115^{\circ}26'$ ~ $116^{\circ}33'$ ，北纬 $28^{\circ}09'$ ~ $29^{\circ}11'$ 之间。北邻九江市，东毗上饶市，南接抚州市，西连宜春市，是江西省省会，全国 35 个特大城市之一，既是唯一一个与长江三角洲、珠江三角洲等经济区相毗邻的省会城市，又是京九线上唯一的省会城市。

南昌下辖南昌县、进贤县、安义县三个县，以及东湖区、西湖区、青云谱区、

青山湖区、湾里区、新建区六个区，以及南昌经济技术开发区（昌北区）、南昌高新技术产业开发区（高新区）和红谷滩新区。



南昌市区位图 图 2.1-1

2.1.3 地形、地貌

南昌地处鄱阳湖平原，中部地势较低，西部与东部地势较高。地貌以平原为主，东南平坦，西北丘陵起伏，南北长约 112.1km，东西宽约 107.6km。总面积 7402.36km²，占全省总面积的 4.4%。全境山、丘、岗、平原相间，其中岗地低丘占 34.4%，水面占 29.8%，平原占 35.8%。岗地、低丘占 34.4%。全市平均海拔 25m，城区地势偏低洼，平均海拔 22m。西部是西山山脉。最高点梅岭主峰洗药坞，海

拔 841.4m。

2.1.4 气象气候

南昌气候湿润温和，属亚热带季风区，雨量充沛，四季分明，春秋季短，冬夏季长。年平均气温 17℃~17.7℃，极端最高气温 40.9℃，极端最低气温-15.2℃。年降雨量 1600-1700 毫米，降水日为 147-157 天，年平均暴雨日 5.6 天，年平均相对湿度为 78.5%。年日照时间 1723-1820 小时，日照率为 40%。年平均风速 2.3 米/秒。年无霜期 251-272 天。冬季多偏北风，夏季多偏南风。

2.1.5 水文

南昌市受丘陵地貌和湿润气候特征影响，市内河湖水系较为发达。主要的水系包括赣江、抚河、锦江等。

赣江：赣江纵贯江西省汇入鄱阳湖，长 758 公里，流域面积 81600km²。从锦江口起经南昌、新建两县流入城区，流经南昌市境内长 119km。在八一桥以下分为三支：北支、中支、南支，北支经吴城汇入鄱阳湖，是江西省通长江的主要航道，南支往北流入鄱阳湖，是通过景德镇的经济航线。

抚河：南昌市城区处于抚河尾间，原支流故道在城区西部朝阳洲尾汇入赣江，1958 年水利工程将其改道，往市郊东南隅由青岚湖汇入鄱阳湖。

锦江：为赣江的一条支流，全长 260km，在新建县南部边境汇入赣江，境内长 52km。

境内湖塘星罗棋布，以鄱阳湖为中心散布着军山湖、金溪湖、青岚湖、瑶湖等大小数百个湖泊，市区东北有艾溪湖、青山湖和贤士湖；城区有东、西、南、北四个风景湖。水利资源总量为 7.27 万千瓦，可开发量为 2.45 万千瓦。

2.1.6 生态环境

南昌市自然资源丰富。有耕地 22.5 万 ha，林地 13.2 万 ha，宜林、宜牧草坡地 8.7 万 ha。农产品种类繁多，以生产大米著称。全市森林覆盖率为 17%。主要树木有 413 种，常见树种为松、杉、樟等，被称为活化石的银杏、水杉和被誉为水果之王的猕猴桃也有零星分布。用材林、薪炭林居多，防护林、特用林比重偏小。野生动物有 480 多种，其中国家级保护鸟类 20 多种，珍惜鸟类 12 种。矿产资源

以非金属建材矿为主，有花岗岩、石英石、石灰石、陶瓷土、河沙等近 30 种。

2.1.7 社会经济发展

2017 年，在市委、市政府的坚强领导下，全市上下团结奋进、开拓进取，国民经济保持了平稳较快良好发展态势，各项社会事业全面进步，人民生活持续改善，全市经济社会发展再上新台阶。

2017 年，南昌市实现财政总收入 782.82 亿元，同比增长 14.3%，高于上年 5.4 个百分点。其中，地方一般公共预算收入 417.08 亿元，增长 3.7%，高于上年 0.4 个百分点。财政总收入中税收收入增长 16.7%，税收占财政总收入比重达到 88.4%。公共服务均等化继续推进。2017 年，南昌市一般公共预算支出 654.28 亿元，同比增长 12.2%，高于上年 4.0 个百分点。民生相关领域支出中，文化体育与传媒、社会保障和就业、医疗卫生与计划生育、农林水事务支出分别增长 17.3%、13.7%、17.3%、16.0%。

2.2 相关规划

2.2.1 南昌市城市总体规划

一、规划期限：远期至 2020 年，远景展望到 2050 年。

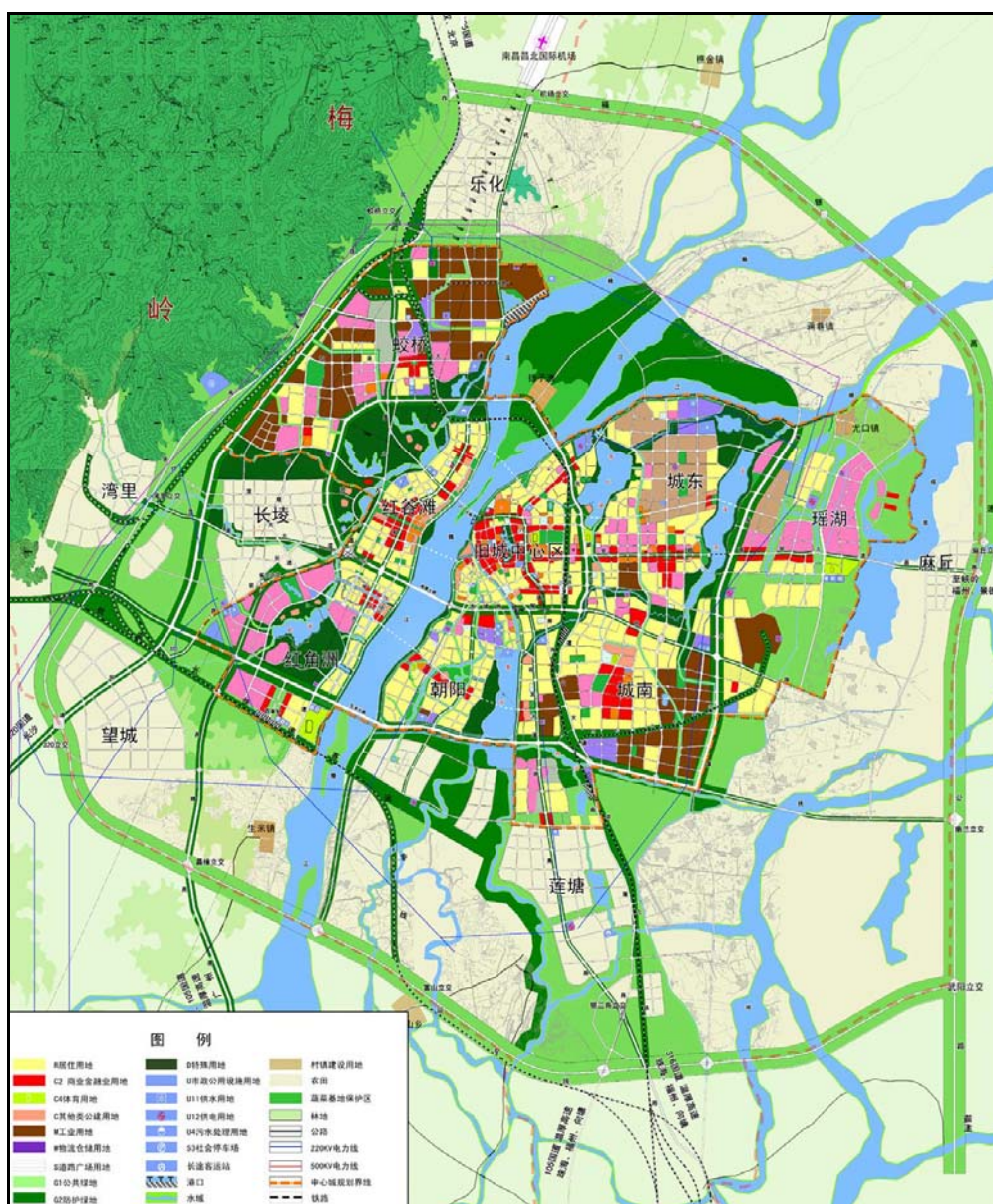
二、城市发展目标：到规划期末，将南昌建设成为商贸繁荣、布局合理、交通便利、设施完善、科教发达、环境优美、生活舒适的现代区域经济中心城市和现代文明花园英雄城市；建成滨江城、滨湖城、山水城、园林城、生态城。

三、市域城镇体系规划：以中心城市为核心，交通线为主轴线，外围中小城镇星罗棋布的空间格局。规划至 2020 年，市域城市数量达 4 个，建制镇数量达 43 个。市域城镇等级结构分为中心城市、次中心城镇、重点建制镇、一般建制镇等四级结构。

1、中心城市：由南昌市中心城、长堍片区和外围五个城镇组团（莲塘、望城、湾里、乐化、麻丘）构成南昌都市区，范围面积约 510 平方公里，人口规模 350 万人。

2、次中心城镇：向塘、民和、龙津三座城镇，是市域城镇群的二级中心城镇。人口规模 10~25 万人。

4、一般建制镇：是建制镇政府所在地，是城镇体系最基本的单元。一般建制镇为三十座。人口规模为1万人左右。



2.2.2 城市总体排水工程规划

2020 年，中心城污水排放总量为 155 万 m^3/d 。中心城规划新城区排水体制为雨污分流制；旧城区排水体制由截污式雨污合流制，逐步过渡到雨污分流制。雨水排放系统充分利用地形条件和自然沟渠，采取“分区就近排水，分散排水”的原则，严格保留调蓄水面，不得随意占用填埋。

2.2.3 给水现状及规划

2.2.3.1 给水现状

本规划区近期水源可由现有红谷滩牛行水厂(现状 $20 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，远期 $30 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$)、现有新建县长堍水厂($10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$)供水及现有红角洲水厂(现状 $10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，远期 $20 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$)，远期与生米镇水厂($10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$)联网。规划区沿希望大道、东城大道、九龙大道、学府南大道、腾龙大街、龙湖大道、国体大道、龙兴大街敷设给水主干管，为九龙湖片区及望城新区提供供水服务。

2.2.3.2 给水规划

(1) 给水水源

本区域供水主要由红谷滩牛行水厂、新建县长堍水厂、红角洲水与生米镇水厂联合管网供给，总供水规模为 $70 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。其中红谷滩牛行水厂规模为 $30 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 、新建县长堍水厂规模为 $10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 、红角洲水厂规模为 $20 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 及生米镇水厂规模为 $10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。

(2) 供水管网

- 1) 给水管网呈环状布置，确保生活、生产和消防用水安全。
- 2) 供水干管沿希望大道、东城大道、九龙大道、学府南大道、腾龙大街、龙湖大道、国体大道、龙兴大街敷设给水主干管。
- 3) 给水管网呈环状布置，确保生活、生产、和消防用水安全，管网末端给水压力要求达到 0.28Mpa。

2.2.4 排水现状及规划

2.2.4.1 排水现状

本工程属于南昌市九龙湖片区，主要为丘陵地区，高差起伏较大，地面高程在 20.0~60.0m（黄海高程）之间。随着九龙湖片区的火热开发，区域内西客站地区内大部分道路排水工程已实施完毕，九龙湖新城起步区（龙兴大街以南地区及枫生高速以西地区）内大部分主干路及次干路道路排水工程已实施完毕，九龙湖片区(生米大道以南地区)内道路排水工程正在如火如荼的建设中。

2.2.4.2 排水规划

根据《南昌市西客站地区控制性详细规划》、《南昌市九龙湖新城起步区（龙兴大街以南地区）控制性详细规划》、《南昌市九龙湖片区(生米大道以南地区)控制性详细规划》、《南昌市九龙湖片区枫生高速以西地区控制性详细规划》、《南昌市九龙湖片区铁路货运线以南发展控制规划》、《南昌市望城新区控制性详细规划》及《南昌市新建区望城镇控制性详细规划》，本区域内排水体制为雨污分流制，雨水以自排方式就近排入现有水渠和规划水渠，工业废水排放应达到国家规定的排放标准后再排入城市污水管，与生活污水混合集中排至九龙湖污水处理厂。

（1）污水性质和污水量

南昌市西客站地区、九龙湖片区和新建区望城地区的用地性质主要是商贸居住、市场流通、公建、行政办公、学校和工业用地，污水的组成为生活污水和工业废水，工业废水需处理达标后方可排入城市污水管道，与生活污水混合后排入污水处理厂。

（2）污水管道规划

根据区内的自然地形条件和规划污水厂位置，规划区的污水沿希望大道向东排入九龙湖污水处理厂，规划希望大道、东城大道、创业大道、赣江大道、生米大道、潼溪大道、九龙大道、学府南大道、规划 A1 路、规划 N5 路、腾龙大街、规划 A6 路、龙湖大道、国体大道、环湖路、龙兴大街等道路敷设污水主干管，其它道路敷设污水支管。

（3）污水收集管网

九龙湖污水处理厂服务范围按规划定位分为：南昌市西客站地区、九龙湖新

城起步区（龙兴大街以南地区）、九龙湖片区(生米大道以南地区)、九龙湖片区枫生高速以西地区、九龙湖片区铁路货运线以南和新建区望城地区。

南昌市西客站地区污水主要经站前北大道、站前南大道及东城大道等道路污水干管收集，排往九龙湖污水处理厂。片区内道路下主要敷设 DN500~DN1200mm 污水管道。

九龙湖新城起步区（龙兴大街以南地区）污水主要经规划赣江大道、生米大道、学府南大道规划 A1 路、规划 N5 路、腾龙大街、龙湖大道、环湖路、龙兴大街等道路污水干管汇集，排往九龙湖污水处理厂。片区内道路下主要敷设 DN500~DN1200mm 污水管道。

九龙湖片区(生米大道以南地区)污水主要经规划生米大道、潼溪大道、九龙大道、规划 A6 路、国体大道等道路污水干管汇集，排往九龙湖污水处理厂。片区内道路下主要敷设 DN500~DN1000mm 污水管道。九龙湖片区枫生高速以西地区污水主要经规划希望大道、东城大道、创业大道、赣江大道等道路污水干管汇集，排往九龙湖污水处理厂。片区内道路下主要敷设 DN500~DN1500mm 污水管道。

九龙湖片区铁路货运线以南污水主要经规划九龙大道及曾港大道等道路污水干管汇集，排往九龙湖污水处理厂。片区内道路下主要敷设 DN500 污水管道。

新建区望城地区污水主要经规划乐化路污水干管汇集，排往九龙湖污水处理厂。片区内道路下主要敷设 DN500 污水管道。

2.2.5 防洪排涝

2.2.5.1 防洪现状

本工程属于南昌市九龙湖片区，主要受赣江洪水威胁。现状九龙湖地区已完成防洪堤的修建，该防洪堤达 100 年一遇防洪标准。

2.2.5.2 防洪规划

根据《南昌市昌北九龙湖新区城市防洪规划报告》和《生米九龙湖防洪大堤可行性研究报告》，九龙湖片区规划防洪标准为 100 年一遇，相应设计洪水位为 24.90-25.42m（黄海高程，下同）。防洪堤堤型采用两级防洪墙方案，在第一级防洪墙墙顶高程为百年一遇洪水位加 0.5m 超高确定；第二级防洪墙墙顶高程为

22.00m。九龙湖处的赣江 100 年一遇洪水位为 24.96m。

2.2.5.3 排涝现状

本工程属于南昌市九龙湖片区生米大道以北地区，该区域地势较高，其排涝标准满足 20 年一遇一日暴雨加污水一日排至不淹重要建筑物高程的排涝标准。

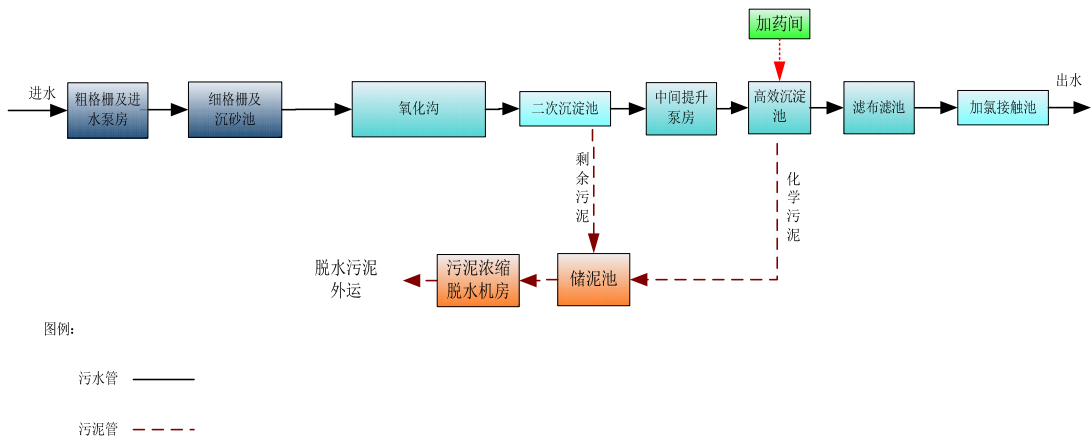
2.2.5.4 排涝规划

根据《南昌市昌北九龙湖新区城市防洪规划报告》，九龙湖治涝片区排涝标准采用 20 年一遇一日暴雨加工业、生活污水一日排至不淹重要建筑物高程。

2.3 九龙湖污水处理厂现状

2.3.1 现状概况

九龙湖污水处理厂目前正在进行一期提标改造工程建设，提标后污水厂执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 A 排放标准。工艺流程如下：

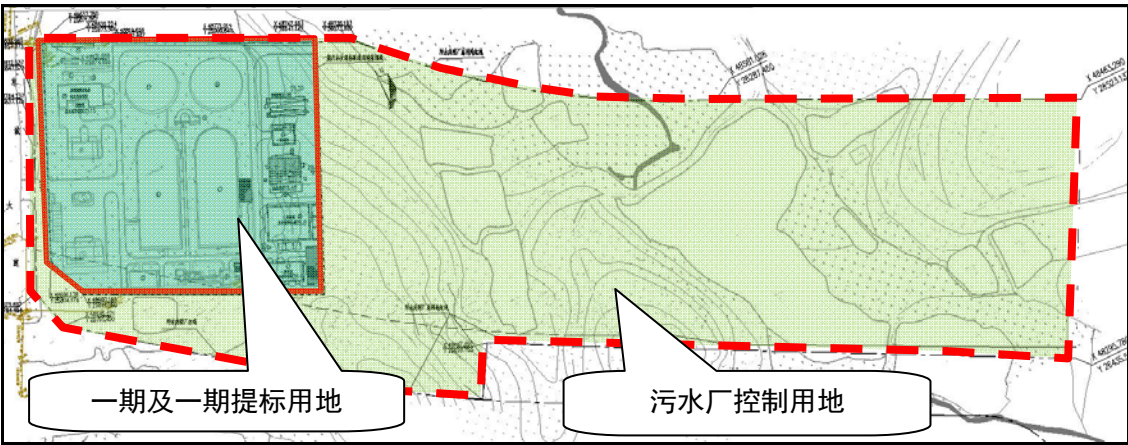


九龙湖污水处理厂污水处理工艺流程图 图 2.3-1

城市污水经管网自流进入粗格栅渠，去除较大的悬浮物后再自流进入提升泵房，然后经提升泵提升至细格栅渠，流入沉砂池，经沉砂池处理后污水进入氧化沟处理系统，去除水中的污染物质，在去除有机物的同时，达到脱氮除磷的目的，之后污水进入后续的辐流式沉淀池进行泥水分离，沉淀池出水经提升后进入高效沉淀池及滤布滤池，进行深度处理后在接触消毒池消毒后达标排放。

污泥处理采用板框深度脱水工艺，脱水后污泥含水率 $\leq 60\%$ ，外运处置，在建的脱水机房土建按照远期规模 21 万 m^3/d 设计，设备按现状 3 万 m^3/d 配置。

九龙湖污水处理厂用地已按规划远期规模控制，远期总规模为 21 万 m³/d，一期提标改造工程完成后，处理规模为 3.0 万 m³/d，出水标准一级 A。污水厂总占地面积为 234 亩，现状用地面积为 54 亩。一期及一期提标工程的主要设施布置在地块西侧，其中一期提标工程主要设施位于一期工程东侧，目前正在建设，厂前区布置在厂区西南角。污水自南向北经处理后，经管道外排。用地控制如下图。



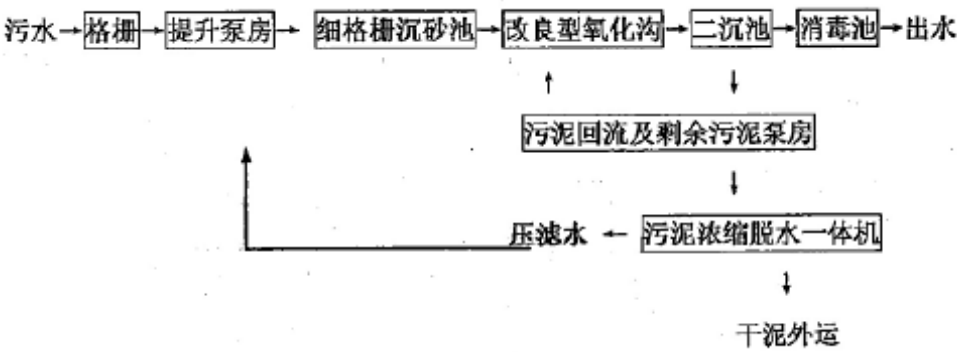
九龙湖污水处理厂用地控制总图 图 2.3-2

2.3.2 一期工程介绍

一期工程设计规模 3.0 万 m³/d，主体工艺采用氧化沟工艺，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准。主要处理构筑物包括：粗格栅、进水泵房、细格栅及旋流式沉砂池，改良型氧化沟、中进周出辐流式二沉池、配水排泥井、紫外线消毒池、污泥脱水机房、综合楼、变配电间等。

一期工程设计进出水水质指标 表 2.3-1

项目名称	CODcr (mg/l)	BOD5 (mg/l)	SS (mg/l)	NH3-N (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)
进水水质	220	120	200	25	35	3
出水水质	<60	<20	<20	<8(15)	<20	<1



九龙湖污水处理厂一期处理工艺流程图 图 2.3-3

污水处理厂一期工程主要设计参数一览表 表 2.3-2

序号	名称	参数
1	粗格栅及进水泵房	设机械格栅两台（一用一备），每台格栅宽 1.2m，栅条间隙：20mm，栅条宽 10mm，安装角 75 度。螺旋压榨机一台，压榨能力 1m³/hr，皮带输送机一台，输送能力 1m³/hr。 进水泵房内含 3 台潜污泵（两用一备），Q=906m³/h，N=55 kW，H=12m，采用液位控制。
2	细格栅	采用 2 台宽度 1.5m，间隙 5mm 的回转式格栅除污机，功率 1.5kW。
3	旋流沉砂池	停留时间 37s；内含 1 台旋流沉砂池除砂设备，Φ=3.65m，N=1.5kW；1 台无轴螺旋输送机，输送长度 L=5.26m，N=1.5kW；1 台砂水分离器，Q=20L/s，N=0.37kW。
4	改良型氧化沟	设计流量：3.0 万 m³/d，分两座，单池设计规模 1.5 万 m³/d。单座氧化沟平面净尺寸：L×B×H=86.3m×28.6m×4.0m。 污泥负荷 Fw=0.08kgBOD5/kgMLSS·d；混合液浓度 MLSS=4000mg/l；水力停留时间：HRT=12.37h； 污泥龄：15d；设计最大污泥回流比 R=100%； 厌氧区停留时间：1.36h，单座有效容积 850m³； 缺氧区停留时间：2.91h，单座有效容积 1820m³； 好氧区停留时间：8.1h，单座有效容积 5078m³； 厌氧区设 2 台潜水推流搅拌器，叶轮直径 1400mm，N=3kW；缺氧区设 2 台潜水推流搅拌器，叶轮直径 Φ1800，N=5.5kW；倒伞型叶轮表曝机 3 台，叶轮直径 3000mm，N=55kW；
5	中进周出辐流式二沉池	采用二座中进周出辐流式沉淀池，每座池内径 38m，池边深 H1=3.6m，超高 0.4m。水力表面负荷 q：0.8m³/（m²·h）；刮泥机采用周边传动全

序号	名称	参数
		桥式刮泥机 N=3.0kW；出水堰采用不锈钢齿形堰。
6	配水排泥井	设计流量：3.0 万 m ³ /d，最大污泥回流比 100%； 剩余污泥总量：干污泥 3750kg/d,含水率 99.2%，计 468m ³ /d； 平面尺寸 L×B=14400×7200 mm，池深 4.56m； 回流污泥泵：Q=420 m ³ /h，H=10m，N=18.5kW； 剩余污泥泵：Q=60 m ³ /h，H=12m，N=5.5kW
7	紫外线消毒池	紫外线消毒池尺寸为 16.2x3.2m，采用 1 个模块组，64 根灯管，单根灯管功率 320 瓦，模块总功率 30.7KW。
8	贮泥池	尺寸：LxB=4x4m，池深 4m。内设 1 台 Φ600 水下搅拌机，N=1.5Kw。
9	污泥浓缩、脱水车间	浓缩、脱水车间建筑面积 606m ² ，剩余污泥干重：3750Kg/d； 浓缩污泥量：468m ³ /d，含水率 99.2%，压滤后污泥量 18.75m ³ /d，含水率 80%，絮凝剂（PAM）投加量：4‰； 带式浓缩脱水机 2 台，1 用 1 备。单机带宽 2.0m,N=7.5kw； 空气压缩机 2 台，Q=0.3m ³ /min、P=0.6mPa、N=2.2Kw； 污泥输送泵 2 台，Q=60m ³ /h、H=20m、N=11Kw； 药液输送泵 2 台，Q=1.5m ³ /h、H=20m、N=1.1Kw； 药液搅拌装置 2 台，N=1.5KW 另外配置 L=25m，皮带输送机 1 台；T=3t 电动单梁悬挂起重机一台； 轴流风机 8 台，G=4500m ³ /h，风压（全压）10mmH ₂ O。

2.3.3 一期提标工程介绍

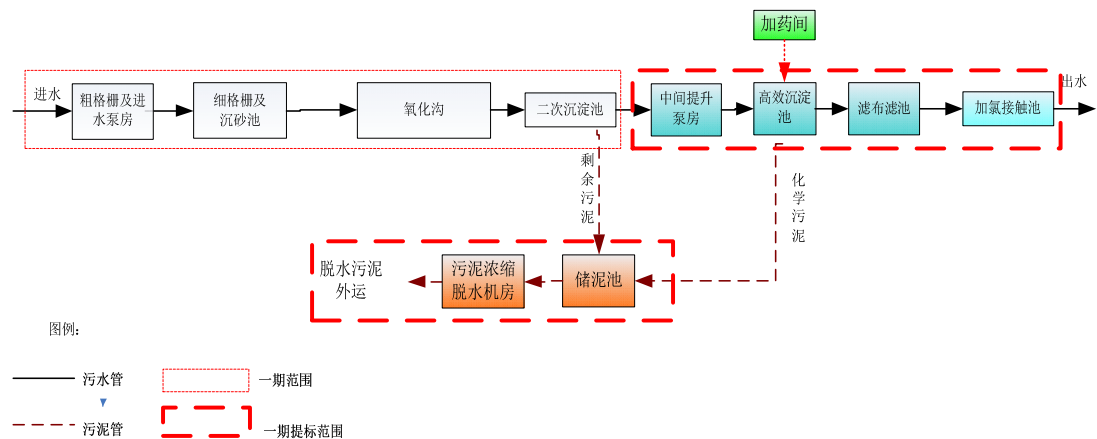
一期提标工程于 2017 年启动，维持设计处理能力 3 万 m³/d，将出水水质提升至《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。

一期提标工程设计进出水水质指标 表 2.3-3

项目名称	COD _{Cr} (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)
进水水质	220	120	200	25	35	3
出水水质	<50	<10	<10	<5（8）	<15	<0.5

注：括号外数值为水温>12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

提标工程主体用地在一期东侧，主体仍沿用一期改良型氧化沟工艺，提标工艺采用高效沉淀池+滤布滤池+次氯酸钠消毒（原紫外线消毒池拆除），采用生物除臭系统，污泥处理采用高压板框压滤机机械脱水外运（卫生填埋），具体流程如下。



九龙湖污水处理厂一期提标工艺流程图 图 2.3-4

因九龙湖污水处理厂用地紧张，为节约用地，同时避免重复建设，减少不必要的浪费，提标改造工程将原污泥脱水车间改建为加药间，污泥浓缩脱水车间土建按总规模 21 万 m³/d 建设，设备按一期处理规模 3.0 万 m³/d 建设，预留二期设备位置。具体改造内容如下：

- (1) 新建一座高效沉淀池（与中途提升泵站合建），处理规模为 3.0 万 m³/d；
- (2) 新建一座滤布滤池，处理规模为 3.0 万 m³/d；
- (3) 新建一座消毒接触池（拆除原有紫外线消毒池），处理规模 3.0 万 m³/d；
- (4) 改建原污泥脱水车间为加药间，加药池土建按二期规模 9.0 万 m³/d 设计，设备按处理规模 3.0 万 m³/d；
- (5) 新建污泥浓缩脱水车间，土建按总规模 21 万 m³/d 设计，设备按处理规模 3.0 万 m³/d；
- (6) 新建生物除臭系统；
- (7) 新建变配电间。

污水处理厂一期提标工程主要设计参数一览表 表 2.3-4

序号	名称	参数
1	中间提升泵房及高效沉淀池	处理规模 3.0 万 m ³ /d，总变化系数为 1.45，中间提升泵房与高效沉淀池合建，共一座；平面尺寸 L×B=26.10m×22.50m；混合池、絮凝池和斜管沉淀池均分 2 组，对称布置。 混合池有效水深 4.15m，混合时间 115s；絮凝池有效水深 6.55m，絮凝时间 12.40min；斜管沉淀池设计表面负荷为 11.5m ³ /（m ² ·h）。 设 3 台潜污泵，Q=950m ³ /h，H=8.5m，N=37kW，2 用 1 备。

序号	名称	参数
2	滤布滤池	共一座，处理规模 3.0 万 m ³ /d，总变化系数为 1.45； 采用 2 条渠，每渠配置 10 个 3 m 盘片，房顶设 1t 行车，吊点距池顶至少 4.5m，用于设备维修、更换时起吊模块。
3	消毒接触池	共一座，处理规模 3.0 万 m ³ /d；接触消毒池尺寸为：L×B×H=25×12.9×4.60m，容积 V=930m ³ ，接触消毒时间 31min；
4	加药间	共一座，土建规模为 9.0 万 m ³ /d；设备安装规模 3.0 万 m ³ /d；包括次氯酸钠投加系统、PAC 投加系统、PAM 投加系统。 PAC 溶解池 2 座，池内均设置搅拌器，设备功率 N=2.2kW；溶液池 2 座，池内均置搅拌器，单台功率 N=3kW； PAM 投加配套加药计量泵 3 套，二用一备，单台 Q=500L/h，H=30m，设备功率 N=0.75kW； 次氯酸钠加药计量泵 2 套，一用一备，单台 Q=300L/h N=0.75kW，H=30m；设计 NaClO 投加量 10~15mg/l,投加浓度 10%，近期储氯罐 2 个，单罐溶液池有效容积 30m ³ ,单罐直径 3.22m，高 4.25m，考虑到远期 9 万吨水厂规模，预留远期两个 2 个次氯酸钠储罐位置。
5	污泥浓缩脱水车间	共一座，配套一组均质池和污泥调质所需的储泥池和调理池；土建按总规模 21 万 m ³ /d 设计，设备按处理规模 3.0 万 m ³ /d 安装； 脱水机房一座，构筑物尺寸：L×B=29.375m×23.985m。 均质池 2 座，构筑物尺寸：L×B×H=7.5×5×4.8m(每座) 储泥池 1 座，构筑物尺寸：L×B×H=7.5×5×4.8m(每座) 调理池 2 座，构筑物尺寸：L×B×H=5×5×4.8m(每座) 干污泥量：近期：4.13t/d，远期：28.91t/d 湿污泥量：近期：826m ³ /d（以含水率 99.5%计）；远期：5782 m ³ /d（以含水率 99.5%计）。 先设置高压隔膜压滤脱水机 1 台，每天工作 12 小时，二、三期可各增设一台，同时运行。远期时按每天 16h 运行时间设计。湿污泥经机械浓缩、加药调理、高压脱水后，污泥含水率降至 60%以下，脱水后的污泥，由卡车装车外运。
6	生物除臭系统	共三座生物土壤滤池，滤池厚度 1.5m,设计面积分别为 60m ² 、128m ² 、297m ² 。
7	配电间	平面尺寸 23m×12m。

2.3.4 现场情况

一期现状设施如下：



一期细格栅 图 2.3-5



一期旋流沉砂池 图 2.3-6



一期氧化沟图 2.3-7



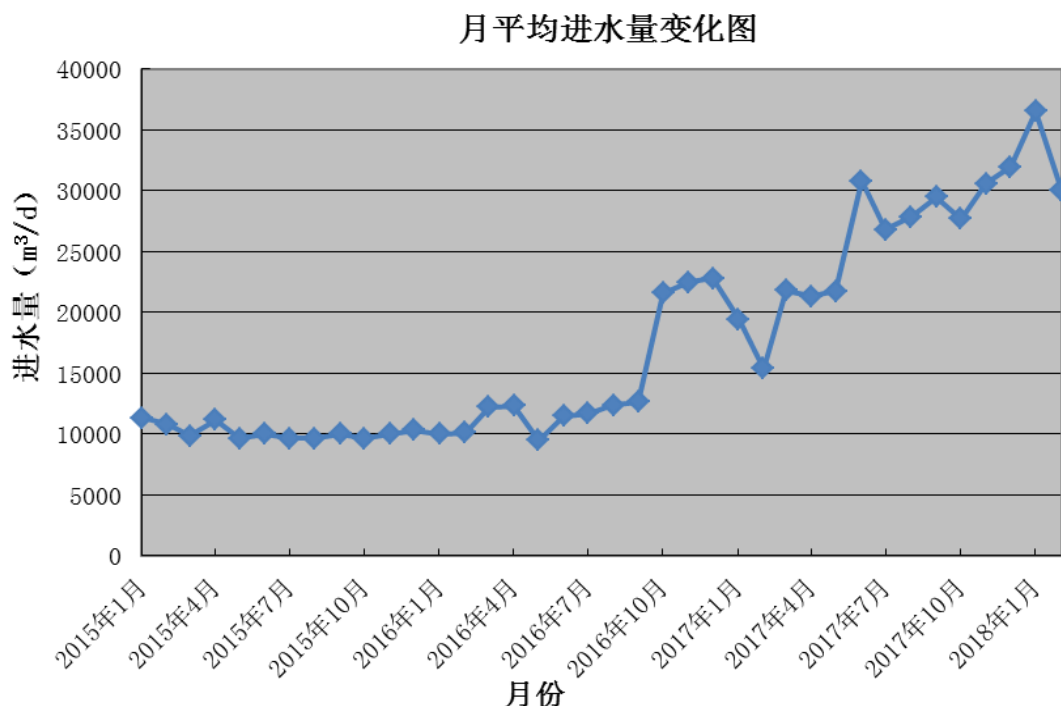
一期二沉池 图 2.3-8



在建一期提标工程 图 2.3-9

2.3.5 现状进水量

九龙湖污水处理厂 2015 年 01 月~2018 年 2 月进水水量如下（月均值）

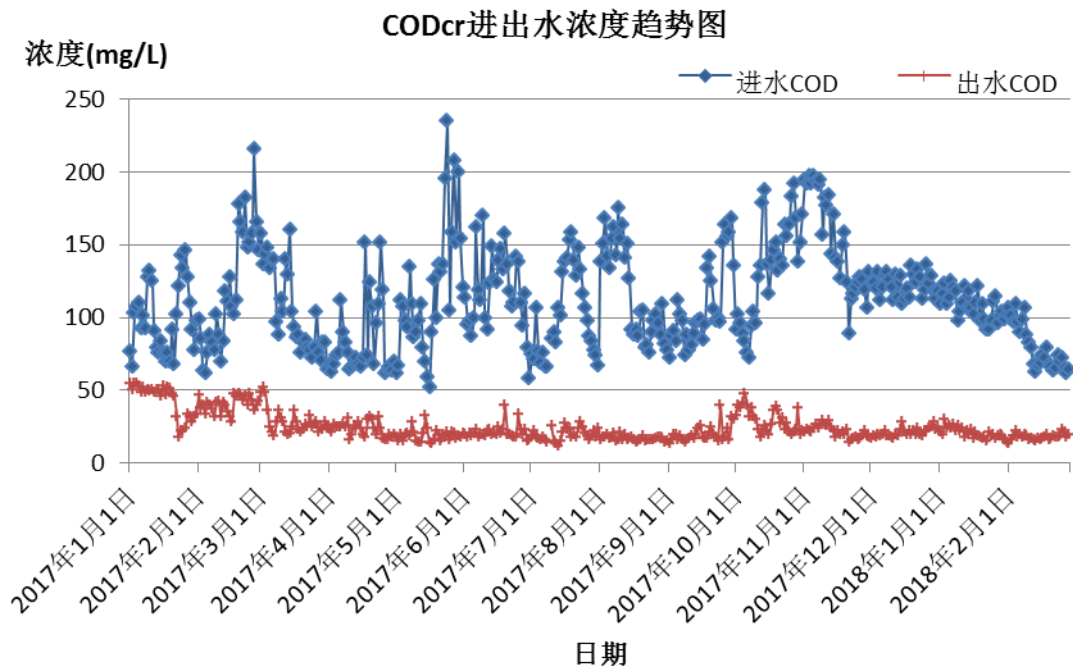


九龙湖污水处理厂一期进水水量变化统计 图 2.3-10

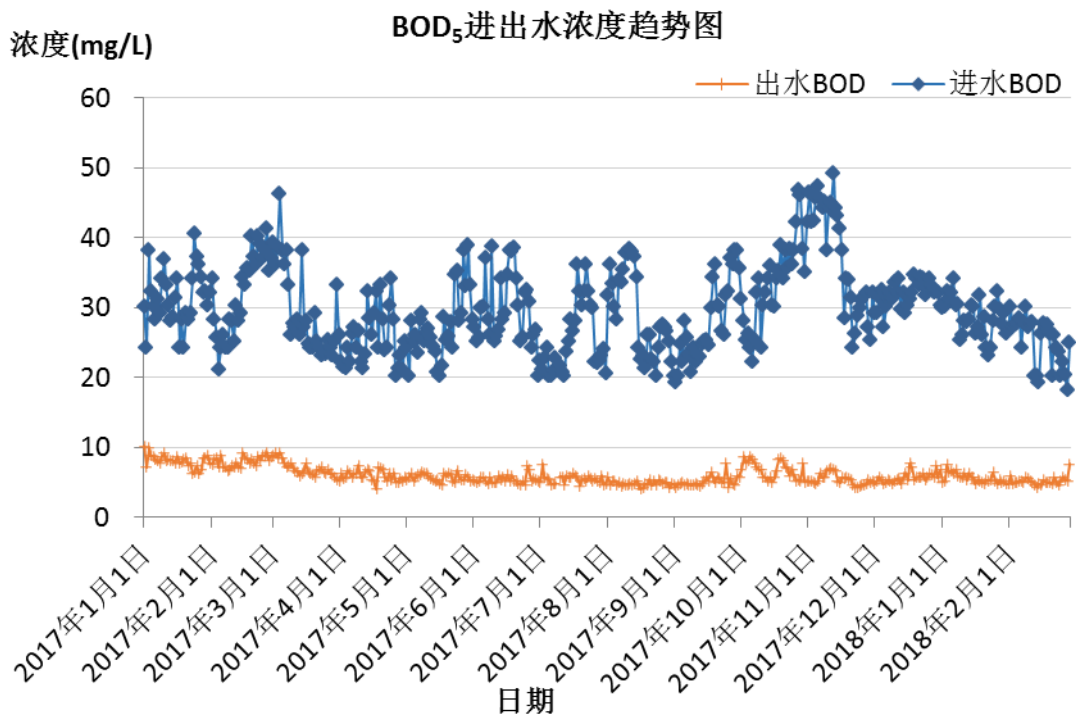
由上图水量统计可以看出，2016 年下半年开始，九龙湖污水处理厂水量不断增长，目前已经达到设计规模，污水厂满负荷运行。据了解，污水量增长较快的主要原因是由于近年来西客站的通车和省级行政中心搬迁至九龙湖片区，带动地区的发展，进驻单位及人口均不断增长，同时随着区域内污水管网的完善，导致污水量逐年上涨，且片区的增长势头仍然较好，故必须尽快对九龙湖污水处理厂进行扩建，以满足片区不断增长的污水处理需求。

2.3.6 现状进出水水质

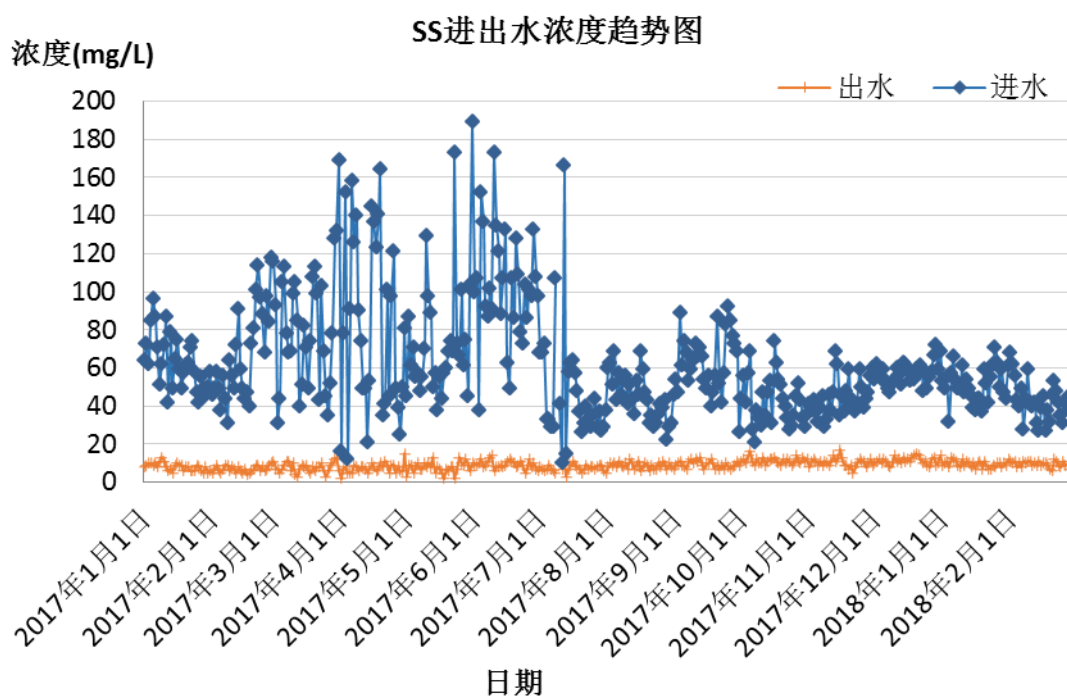
通过对污水厂 2017 年 1 月至 2018 年 2 月之间的实测进出水水质进行统计分析，各污染物指标实际进出水水质如下：



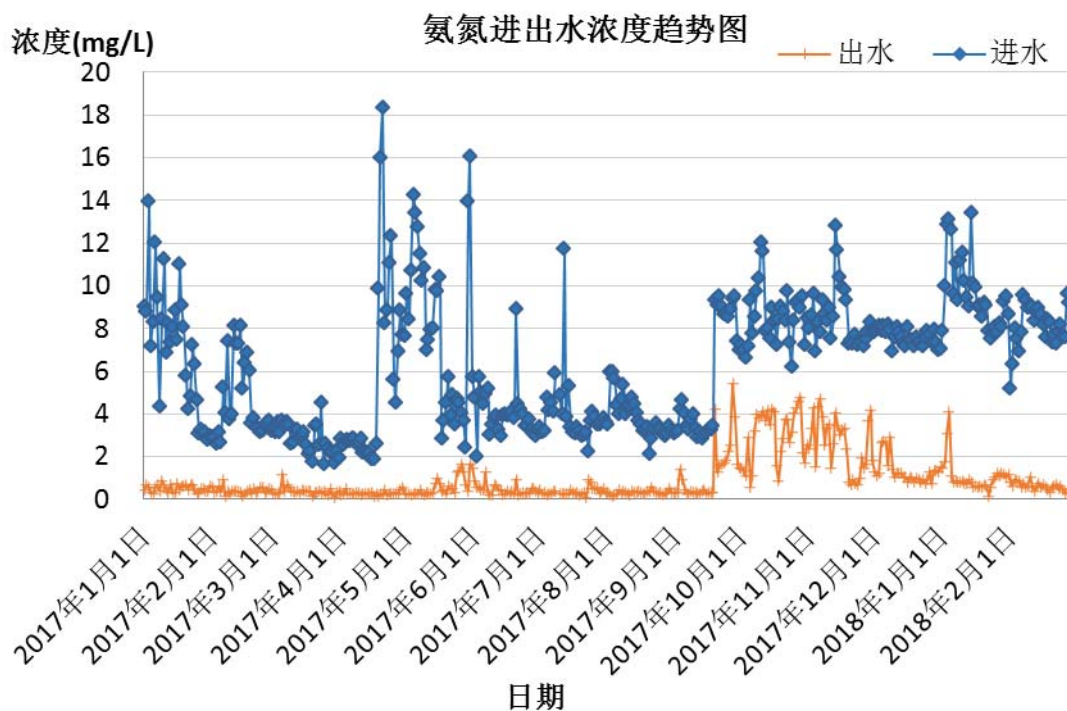
进出水 COD_{Cr} 统计图 图 2.3-11



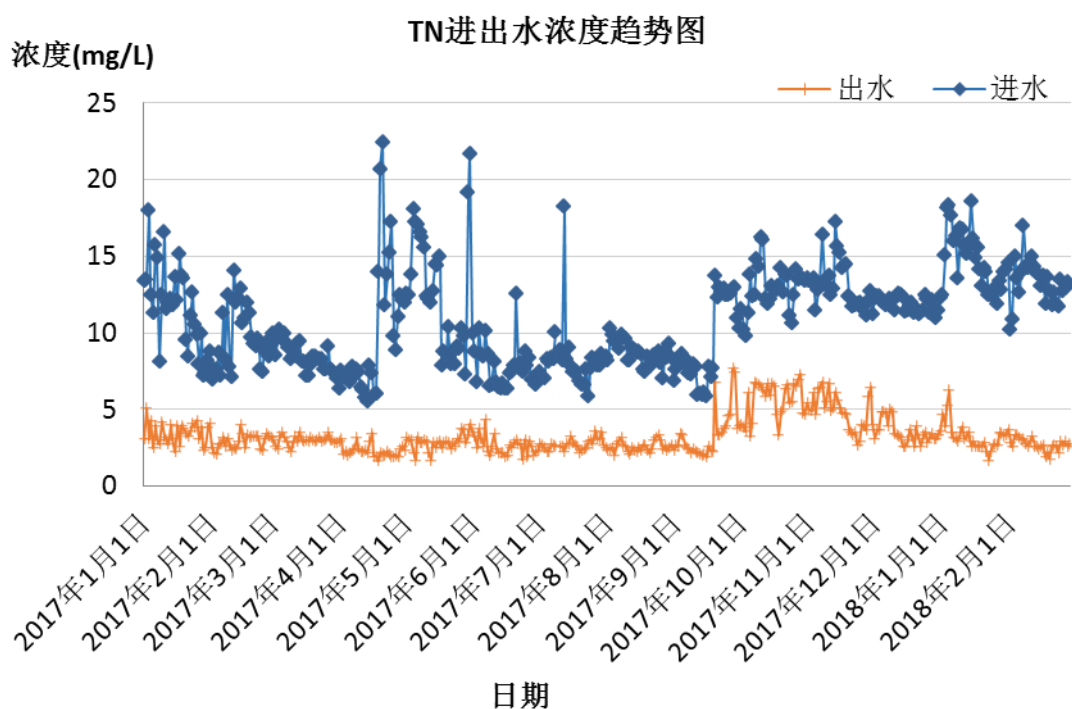
进出水 BOD₅ 统计图 图 2.3-12



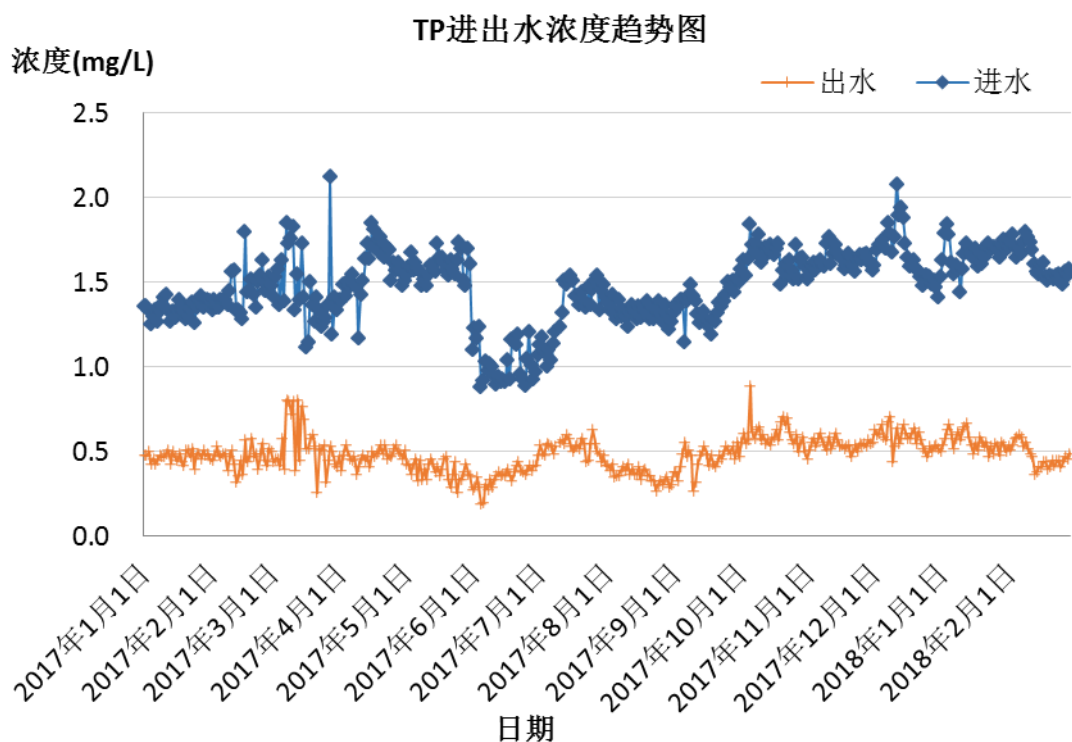
进出水 SS 统计图 图 2.3-13



进出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 统计图 图 2.3-14



进出水 TN 统计图 图 2.3-15



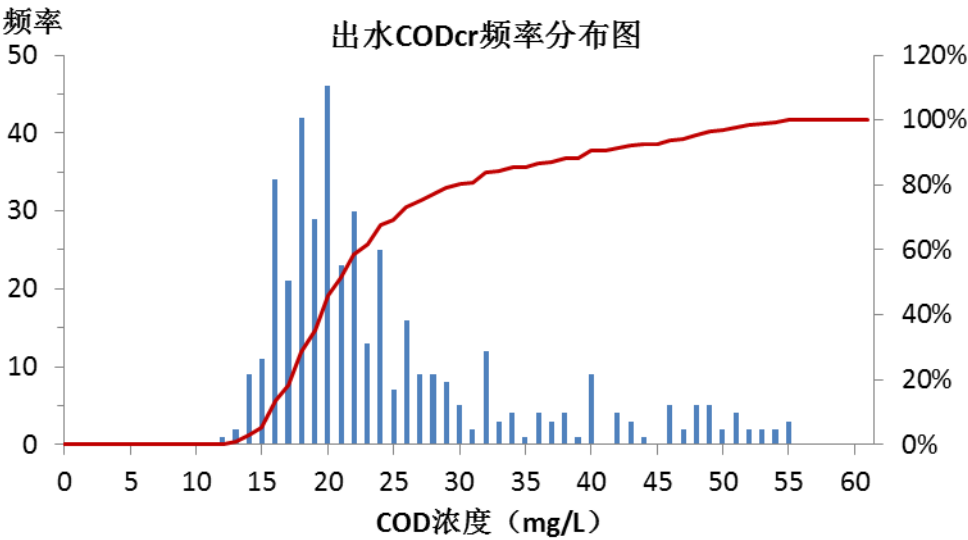
进出水 TP 统计图 图 2.3-16

由上述统计图可以看出，一期进水COD_{Cr}、BOD₅、NH₃-N、TN、TP等指标波动很大，但绝大部分日期的进水水质均低于一期设计值，其主要原因是九龙湖

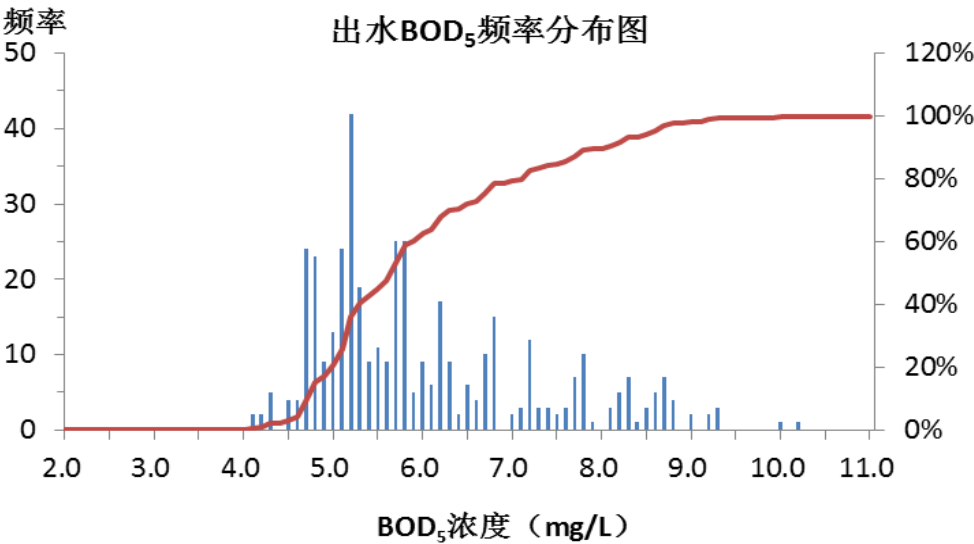
片区尚处于建设期，污水管网尚不完善，有部分雨水及河水混入污水管道内，对生活污水的污染物浓度造成了稀释。但是随着九龙湖片区的不断建设和污水管网的完善，九龙湖污水处理厂进水水质将不断趋于设计水质。

2.3.7 现状出水水质分析

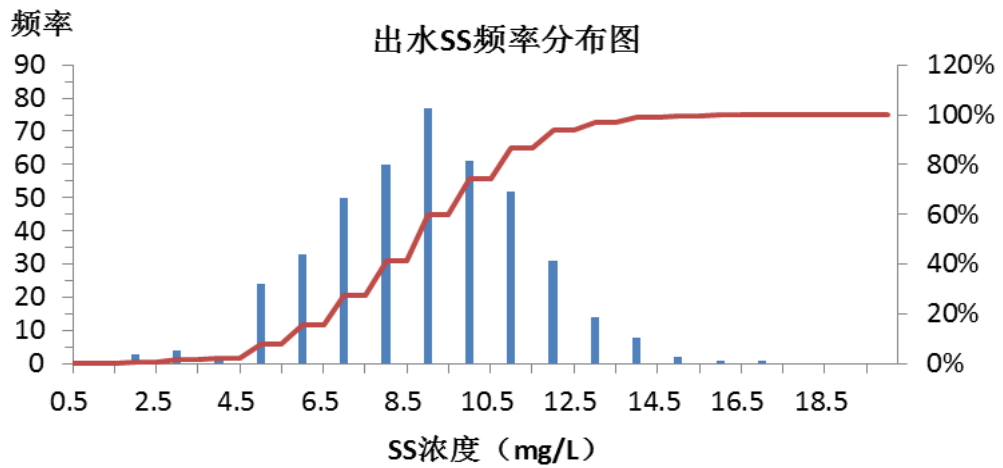
根据以上数据，分析实际出水水质如下：



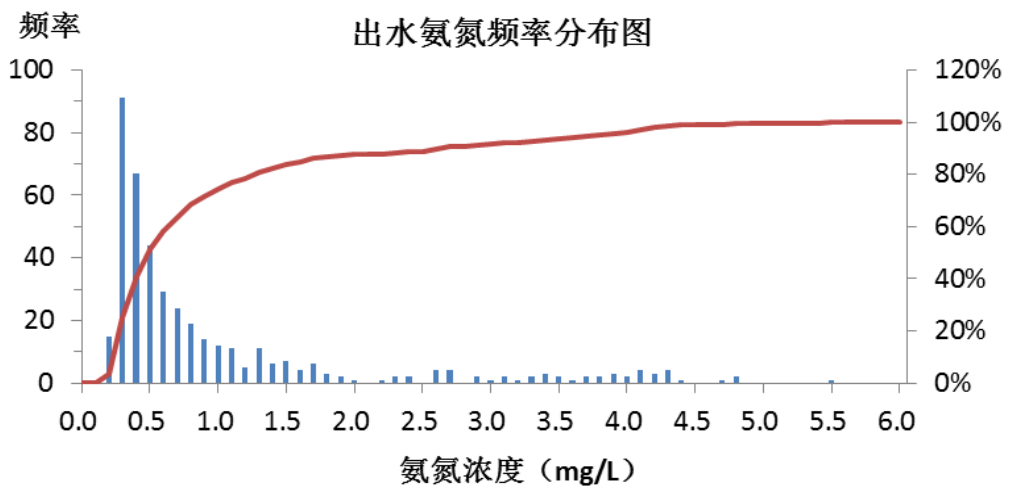
出水 COD_{Cr} 频率统计图 图 2.3-17



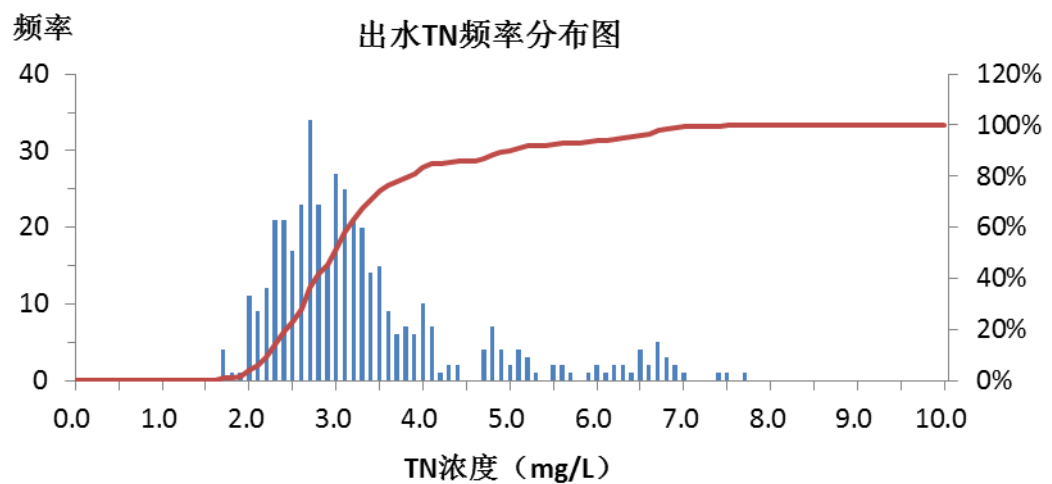
出水 BOD₅ 频率统计图 图 2.3-18



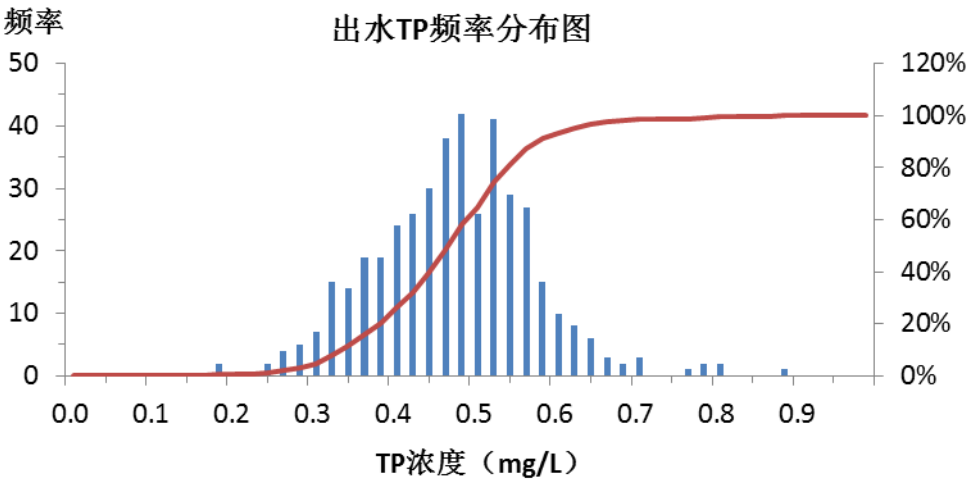
出水 SS 频率统计图 图 2.3-19



出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 频率统计图 图 2.3-20



出水 TN 频率统计图 图 2.3-21



出水 TP 频率统计图 图 2.3-22

九龙湖污水处理厂实际出水水质分析表 表 3.6-5

指标	COD _{cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP (P)
实际出水范围	11.5~55	4.1~10.2	2~17	0.1~5.4	1.7~7.7	0.2~0.9
实际平均出水水质	24	6	9	0.9	3.3	0.5

实际出水水质评价表 表 3.6-6

出水指标	国标一级 B 标准 (一期出水设计标准)		国标一级 A 标准 (一期提标设计出水标准)		地表准Ⅳ类水标准	
	浓度 (mg/L)	达标率 (%)	浓度 (mg/L)	达标率 (%)	浓度 (mg/L)	达标率 (%)
COD _{cr}	60	100	50	96.93	30	80.38
BOD ₅	20	100	10	99.76	6	62.41
SS	20	100	10	74.23	5	7.80
NH ₃ -N	8 (15)	100	5 (8)	99.76 (100)	1.5	83.92
TN	20	100	15	100	15	100
TP	1	100	0.5	58.39	0.3	3.07

由于一期提标尚未通水，一期出水仍按照一级 B 标准排放，根据以上分析，出水水质已达到设计标准和要求。由于实际进水水质很淡，以一级 A 标准来评价，出水水质指标中，除 SS、TP 外，大部分指标仍可达到一级 A 要求，随着一期提标工程的实施，出水可全面达到一级 A 要求。

2.3.8 对现状设施的评价

1、目前污水厂一期工程处理规模已达到满负荷 3.0 万 m³/d，为解决地方的污

水增长问题，必须尽快开展扩建工程的建设。

2、目前一期工程运行比较正常，出水执行一级 B 标准，一期提标工程正在建设，土建已基本建成，目前已进入设备安装阶段。一期提标工程实施后，污水厂尾水将达到一级 A 的排放标准。现状污水处理设施并未考虑远期预留。

3、现状污泥处理采用带式脱水机，目前一期提标工程已建设深度脱水机房，建成后带式脱水机将废除，深度脱水机房土建按照 21 万 m^3/d ，设备按照 3 万 m^3/d ，故本次扩建工程不需另建脱水设施，增加部分脱水设备即可。

3 工程建设规模和目标

3.1 服务范围



九龙湖污水处理厂服务范围 图 3.1-1

九龙湖污水处理厂主要负责南昌市西客站地区、九龙湖片区及新建区望城地区。服务范围东起赣江、西至西外环高速、北起兴湾大道、龙兴大街、320 国道，南至航南长铁、潼溪大道、南外环高速，总服务范围 111.5km²。

3.2 设计年限

近期：2023 年。

远期：2030 年。

3.3 近远期污水量预测

根据现有资料，近远期污水量采用单位人口总和用水量指标法和不同性质用地用水量指标法两种方法进行预测。

3.3.1 单位人口总和用水量指标法

片区规划用水由生活用水、公共设施用水、少量工业用水、仓储用水、道路广场用水、绿化用水、消防用水等不可预见用水组成。根据《城市给水工程规划规范》(GB50282-2016) 规划区用水量采用单位人口综合用水量指标法进行预测。

根据九龙湖污水处理厂服务范围即南昌市西客站地区、九龙湖片区及望城新区的实际发展情况，及《南昌市西客站地区控制线详细规划》、《南昌市九龙湖新城起步区（龙兴大街以南地区）控制性详细规划》、《南昌市九龙湖片区（生米大道以南地区）控制性详细规划》、《南昌市九龙湖片区枫生高速以西地区控制性详细规划》、《南昌市九龙湖片区铁路货运线以南发展控制规划》、《南昌市新建区望城新区控制性详细规划》等规划，九龙湖污水处理厂服务范围近期总人数约 40 万人，远期规划总人数约 95 万人。

近远期污水厂污水量预测表 表 3.3-1

项目/年份	2023 年	2030 年
服务人口（万人）	40	95
综合用水定额（最高日） $\times 10^4 \text{ m}^3/\text{万人} \cdot \text{d}$	0.32	0.32
日变化系数	1.2	1.15
平均日生活用水量（ $\times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ）	10.67	26.44
污水排放系数	0.8	0.8
综合生活污水量（ $\times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ）	8.54	21.15
污水处理规模（ $\times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ）	9	21

3.3.2 不同性质用地用水量指标法

根据《城市给水工程规划规范》(GB50282-2016)，结合南昌的一些实际情况，各类型用地平均日用水标准（考虑用水变化系数 1.2）取值如下：

居住用地： $60 \text{ m}^3/(\text{ha} \cdot \text{d})$ ；

公共服务设施用地：40 m³/ (ha · d)；

商业服务设施用地：50 m³/ (ha · d)；

工业用地：120 m³/ (ha · d)；

交通设施用地、公用设施用地：30 m³/ (ha · d)；

道路用地：10 m³/ (ha · d)

绿地与广场用地：10 m³/ (ha · d)；

一、远期规模预测

九龙湖污水处理厂服务范围即南昌市西客站地区、九龙湖片区及望城新区。根据《南昌市西客站地区控制线详细规划》、《南昌市九龙湖新城起步区（龙兴大街以南地区）控制性详细规划》、《南昌市九龙湖片区（生米大道以南地区）控制性详细规划》、《南昌市九龙湖片区枫生高速以西地区控制性详细规划》、《南昌市九龙湖片区铁路货运线以南发展控制规划》、《南昌市新建区望城新区控制性详细规划》等规划，每块区域的功能定位不同，其用地性质差别较大因此用水标准不同，需分别予以估计。

考虑到九龙湖污水处理厂服务区域产业用地用水量较大，本文采用单位用地面积用水指标法预测用水量，进而估算出污水处理厂的规模。

九龙湖污水处理厂服务范围内远期用地统计表（单位 ha） 表 3.3-2

用地类别	西客站	起步区 （龙兴 大街以 南地区）	起步区 （生米 大道以 南地区）	起步区 （枫生 高速以 西地区）	铁路货 运线以 南区域	新建区 望城地 区	合计
居住用地	283.87	589.98	292.71	506.65	126.52	623.41	2423.14
公共管理与公共 服务设施用地	183.48	440.3	65.87	285.75	30.05	168.92	1174.37
商业服务设施用 地	—	428.89	86.84	281.65	138.9	176.29	1112.57
仓储用地	72.71	—	—	—	—	—	72.71
二类工业用地	—	—	—	—	—	436.89	436.89
对外交通用地	41.25	51.38	64.38	57.78	36.63	132.59	384.01
城市道路用地	276.09	523.88	225.06	592.21	128.06	456.82	2202.12

公用设施用地	11.1	29.27	11.52	12.81	1.13	32.18	98.01
绿化与其它用地	323.37	838.11	366.34	587.54	392.58	598.24	3106.18

九龙湖污水处理厂远期污水量预测表 表 3.3-3

用地类别	用地面积	平均日用水 标准	平均日用水 量预测	排污系数	平均日污水 量预测
	(ha)	m ³ / (ha · d)	m ³ /d	/	m ³ /d
居住用地	2423.14	60	121157	0.8	96925.6
公共管理与公共服务 设施用地	1174.37	30	35231.1	0.8	28184.88
商业服务设施用地	1112.57	50	55628.5	0.8	44502.8
仓储用地	72.71	30	2181.3	0.8	1745.04
二类工业用地	436.89	120	48057.9	0.8	38446.32
对外交通用地	384.01	30	3840.1	0.8	3072.08
城市道路用地	2202.12	10	2760.9	/	/
公用设施用地	98.01	30	333	/	/
绿化与其它用地	3106.18	10	3233.7	/	/
合计	11010	/	/	/	212876

根据以上预测，九龙湖污水处理厂远期 2030 年服务范围内的污水量约为 21.3 万 m³/d，其中工业污水比例约 18%。

二、近期规模预测

根据区域内现状土地利用情况及近期土地开发对近期（2023 年）污水处理厂规模进行预测，如下表。

近期（2023 年）污水量预测表 表 3.3-4

用地类别	用地面积	平均日用水 标准	平均日用水 量预测	排污系数	平均日污水 量预测
	(ha)	m ³ / (ha · d)	m ³ /d	/	m ³ /d
居住用地	706.89	60	42413.4	0.8	33930.72
公共服务设施用地	238.29	40	9531.6	0.8	7625.28
商业服务设施用地	159.68	50	7984	0.8	6387.2

工业用地	186.29	120	22354.8	1.8	40238.64
交通设施用地	86.25	30	2587.5	0.8	2070
道路用地	596.37	10	5963.7	/	/
公用设施用地	56.27	30	1688.1	/	/
绿地与广场用地	463.48	10	4634.8	/	/
合计	2493.52	/	/	/	90251.84

根据以上预测，九龙湖污水处理厂近期 2023 年服务范围内的污水量约为 9.03 万 m³/d，其中工业污水比例约 44.5%。

3.3.3 按照污水处理量增长趋势预测近期污水量

根据九龙湖污水处理厂近五年（2013 年至 2018 年）的实际处理水量，对九龙湖污水处理厂进水量的增长规律进行了相应总结，可预测出近期 2023 年的污水处理厂规模。

九龙湖污水处理厂历年进水水量数据统计 表 3.3-5

日期	月均流量 m ³ /d	日期	月均流量 m ³ /d	日期	月均流量 m ³ /d
2013 年 1 月	6170	2014 年 10 月	3795	2016 年 7 月	11717
2013 年 2 月	5766	2014 年 11 月	8231	2016 年 8 月	12396
2013 年 3 月	7417	2014 年 12 月	10610	2016 年 9 月	12673
2013 年 4 月	3714	2015 年 1 月	11355	2016 年 10 月	21615
2013 年 5 月	1812	2015 年 2 月	10800	2016 年 11 月	22516
2013 年 6 月	7713	2015 年 3 月	9864	2016 年 12 月	22792
2013 年 7 月	4446	2015 年 4 月	11172	2017 年 1 月	19441
2013 年 8 月	2353	2015 年 5 月	9677	2017 年 2 月	15376
2013 年 9 月	3635	2015 年 6 月	10000	2017 年 3 月	21834
2013 年 10 月	3507	2015 年 7 月	9677	2017 年 4 月	21328
2013 年 11 月	3598	2015 年 8 月	9677	2017 年 5 月	21767
2013 年 12 月	4733	2015 年 9 月	10000	2017 年 6 月	30818
2014 年 1 月	6018	2015 年 10 月	9677	2017 年 7 月	26839
2014 年 2 月	11358	2015 年 11 月	10000	2017 年 8 月	27865
2014 年 3 月	12665	2015 年 12 月	10323	2017 年 9 月	29489
2014 年 4 月	9009	2016 年 1 月	10030	2017 年 10 月	27716
2014 年 5 月	12112	2016 年 2 月	10108	2017 年 11 月	30583
2014 年 6 月	9936	2016 年 3 月	12249	2017 年 12 月	31962
2014 年 7 月	7965	2016 年 4 月	12350	2018 年 1 月	36556
2014 年 8 月	9085	2016 年 5 月	9514	2018 年 2 月	30029
2014 年 9 月	9806	2016 年 6 月	11519		

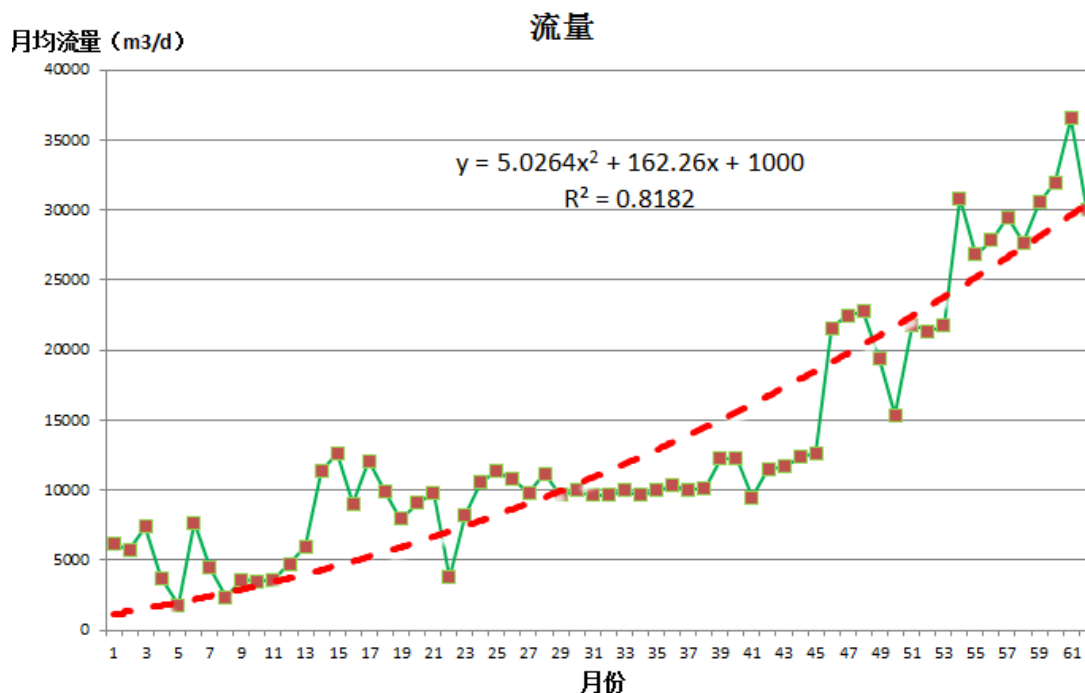


图 3.3-1 九龙湖污水处理厂历年进水量统计及增长曲线

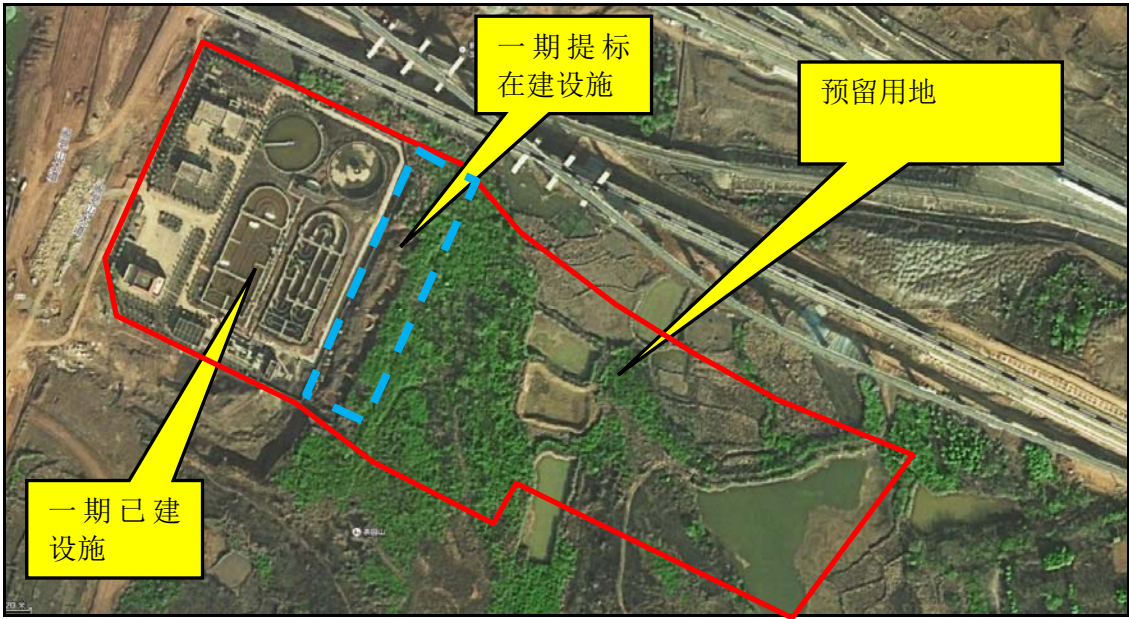
通过统计九龙湖污水处理厂历年进水量，拟合出进水量增长趋势曲线，得出增长曲线函数： $y=5.0264X^2+162.26X+1000$ ，其中 $R^2=0.8182$ 。根据该增长曲线，预测近期 2023 年进水水量将达到 $94225\text{m}^3/\text{d}$ 。

3.3.4 工程建设规模的确定

以上三种预测结果基本一致，根据预测结果并结合规划，确定九龙湖污水处理厂远期 2030 年总规模为 $21\text{万 m}^3/\text{d}$ ，近期 2023 年规模为 $9\text{万 m}^3/\text{d}$ ，九龙湖污水处理厂一期已实施处理规模为 $3\text{万 m}^3/\text{d}$ ，因此二期工程设计规模为 $6\text{万 m}^3/\text{d}$ 。随着片区发展，待污水量增大后再适时增加处理规模至 $21\text{万 m}^3/\text{d}$ 。

3.4 拟建厂址

根据规划，九龙湖污水处理厂位于原南昌市新建区长堎下堡村，地处杭南长铁线南侧，东城大道西侧，枫生高速东侧。规划已根据污水处理厂远期规模控制预留用地。总用地面积为 234 亩，目前一期及一期提标已经占用土地面积为 54 亩，预留扩建用地 180 亩。扩建工程布置在一期工程东侧。周边以居住用地为主。

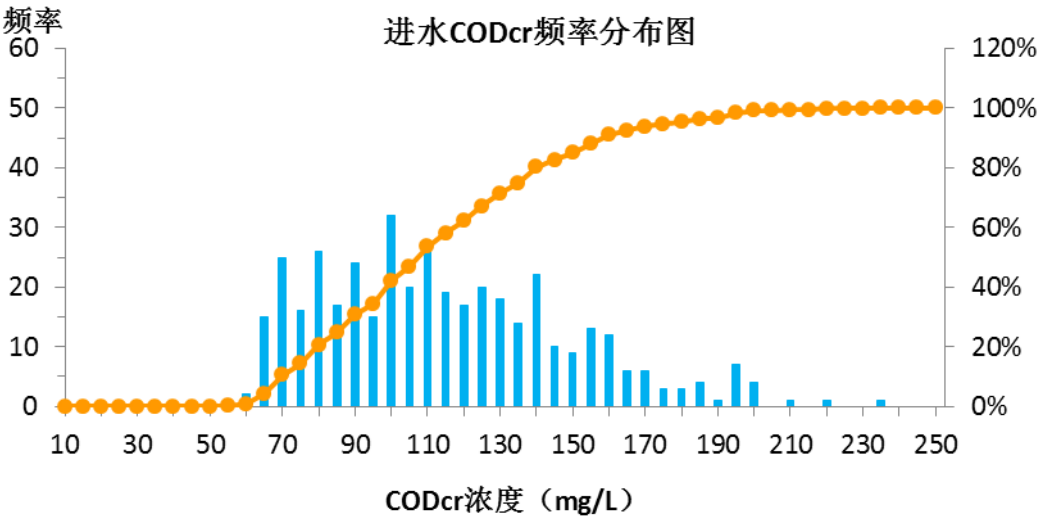


拟建厂址现状图 图 3.4-1

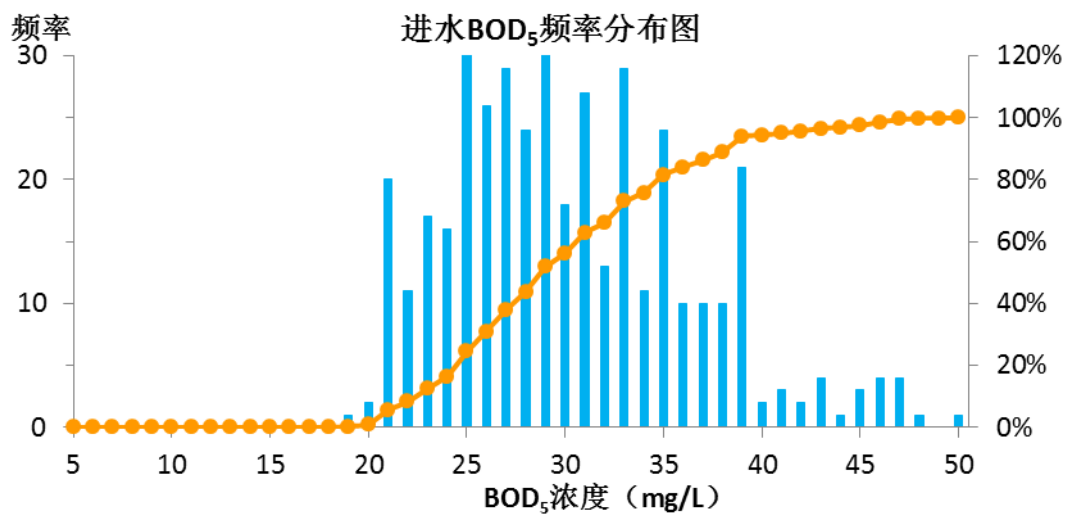
3.5 设计进出水水质

3.5.1 实际进水水质分析

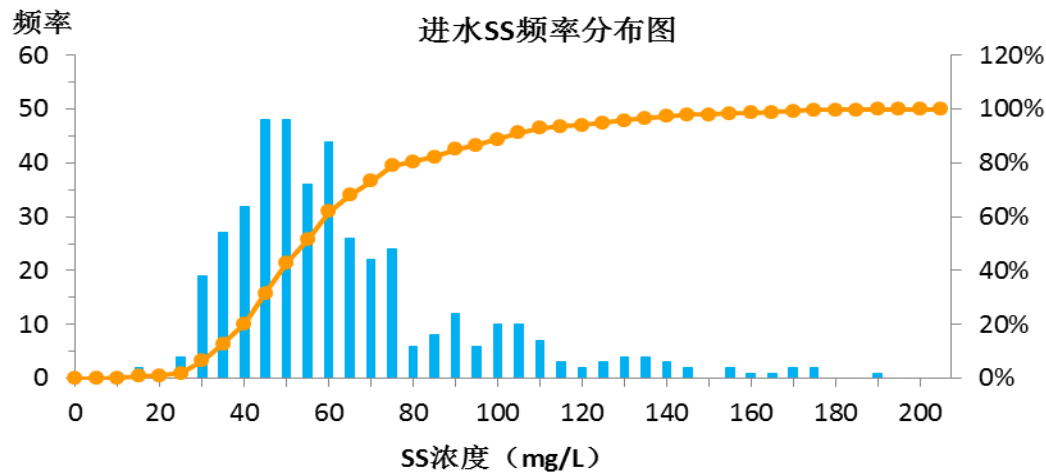
根据 2.3.6 节对本厂 2017 年 1 月到 2018 年 2 月的实际运行进水水质统计，得到各项水质指标数据分析如下。



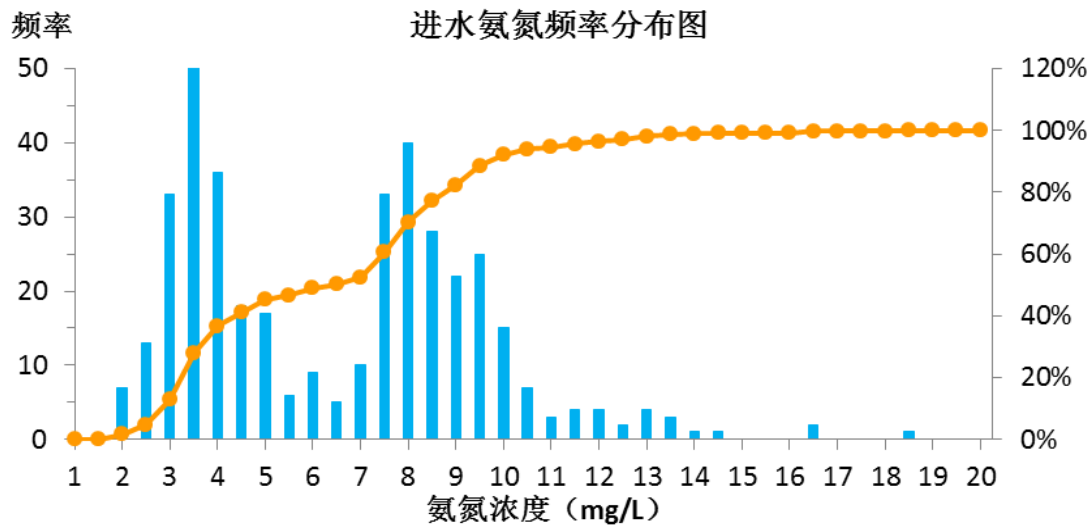
进水 COD_{Cr} 频率统计图 图 3.5-1



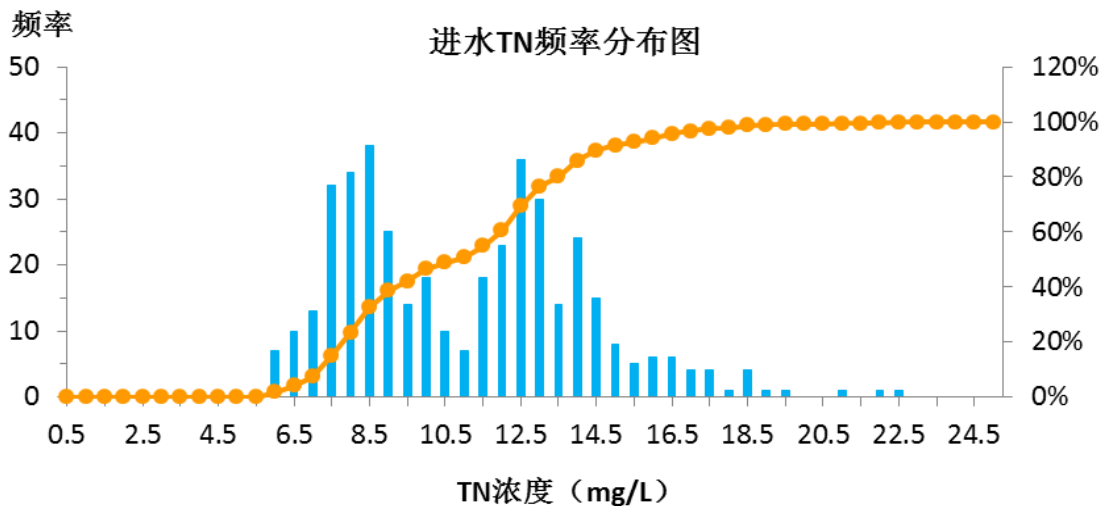
进水 BOD₅ 频率统计图 图 3.5-2



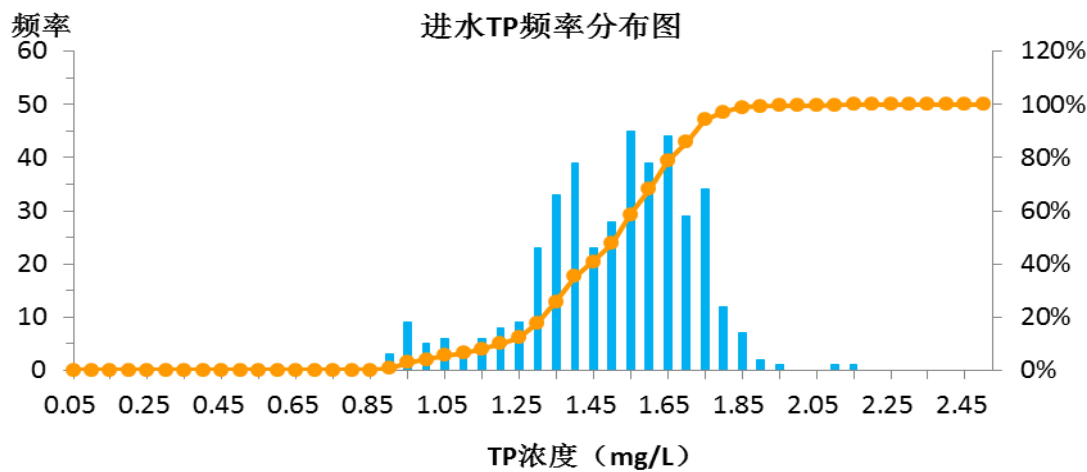
进水 SS 频率统计图 图 3.5-3



进水 NH₃-N 频率统计图 图 3.5-4



进水 TN 频率统计图 图 3.5-5



进水 TP 频率统计图 图 3.5-6

将九龙湖污水处理厂实际运行进水水质数据中 COD_{cr} 、SS 指标按 85%统计频率， $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN 和 TP 指标按 90%统计频率作为统计取值，得到结果如下表。

九龙湖污水处理厂实际进水水质分析表 表 3.5-1

指标	COD_{cr}	BOD_5	SS	$\text{NH}_3\text{-N}$	TN	TP
进水水质(按频率统计)	150	37	90	10	15	1.75
实际进水范围	52~235	18.2~49.3	10~189	1.6~18.3	5.6~22.5	0.9~2.1
实际平均水质	112	29.7	62	6.3	10.9	1.5

一期进水由上述统计图可以看出，一期进水 COD_{cr} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、TP 等指标波动很大，但绝大部分日期的进水水质均低于一期设计值，其主要原因是九龙湖片区尚处于建设期，污水管网尚不完善，有部分雨水及河水混入污水管道

内，对生活污水的污染物浓度造成了稀释。但是随着九龙湖片区的不断建设和污水管网的完善，九龙湖污水处理厂进水水质将不断改善。

3.5.2 设计进水水质的确定

九龙湖周边污水处理厂设计进水水质统计表 表 3.5-2

污水厂	规模 (万 m ³ /d)	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP
青山湖污水厂	50	250	130	200	25	35	3
红谷滩污水厂	20	250	130	200	20	—	2
象湖污水厂	20	250	125	200	20	—	2
瑶湖污水厂	4	300	160	200	25	35	3
航空城污水厂	4	250	130	200	25	35	2.5

参照九龙湖周边污水处理厂设计进水水质，考虑到城市截污管道工程等正在实施，届时污水浓度将有显著提高，综合考虑本项目服务范围内的生活污水水质预测，同时，接纳的工业污水必须经预处理后达到《污水排入城镇下水道水质标准》（CJ34-2010）要求后才能排入下水道。考虑今后发展的一些不确定因素等，确定九龙湖污水处理厂二期扩建工程与一期设计进水水质一致，具体如下表：

二期扩建工程设计进水水质指标 表 3.5-3

项目名称	COD _{Cr} (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)
污水厂进水	220	120	200	25	35	3

3.5.3 设计出水水质的确定

一期工程污水处理厂提标后执行一级 A 标准，但随着国家对环境治理的力度加大，排放标准将会进一步的提高。部分城市已根据需求提出了更高的处理标准，如按照地表水准 IV 类标准执行。相关规范及部分地区水质如下表所示：

部分城市高标准出水水质指标 表 3.5-4

项目	COD _{Cr} (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	粪大肠 菌群数 (个/l)
一级 A 水质标准 (GB18918-2002)	≤ 50	≤10	≤ 10	≤ 5 (8)	15	≤ 0.5	≤ 1000
地表 IV 水标准 (GB3838-2002)	≤ 30	≤6	——	≤ 1.5	1.5 (湖、库)	≤ 0.3 (湖、库 0.1)	≤ 20000
昆明市 A 级标准	≤ 20	≤4	≤ 5	≤ 1.0 (1.5)	5 (8)	≤ 0.05	≤ 1000
北京市 A 级标准	≤ 20	≤4	≤ 5	≤ 1.0 (1.5)	10	≤ 0.2	≤ 1000
北京市 B 级标准	≤ 30	≤6	≤ 5	≤ 1.5	15	≤ 0.3	≤ 1000
长沙市出水标准 (湘江库区范围)	≤ 30	≤6	≤ 10	≤ 1.5	15	≤ 0.3	≤ 1000
天津	≤ 30	≤6	≤ 5	≤ 1.5	10	≤ 0.3	≤ 1000
苏州	≤ 30	≤6	≤ 5	≤ 1.5	10	≤ 0.3	≤ 1000
安徽(巢湖流域)	≤ 40	≤10	≤ 10	≤ 2	10 (12)	≤ 0.3	≤ 1000
四川(沱江、岷江 流域)	≤ 30	≤6	≤ 10	≤1.5 (3)	10	≤ 0.3	≤ 1000
河南(贾鲁河流域)	≤ 30	≤6	≤5	≤1.5	15	≤ 0.3	≤ 1000

本次工程尾水利用一期已建污水干管，经前湖上游水系，排至前湖。前湖水系是红角洲及九龙湖片区重要的景观水系，现为景观调蓄水体，湖面面积 1.7 km²，正常水深为 2.5m，水体总容积为 425 万 m³；污水厂按照 9 万 m³/d 规模计，需要约 47 天置换前湖水系原有水体，水环境容量承载不了污水厂一级 A 排放水质，景观水 IV 类水体水质维持较为困难。依据中共南昌市委办公厅 2018 年 6 月 8 日《前湖水系综合治理工作调度会会议纪要》(详见附件 1)，目前前湖水质为劣 V 类水，通过水环境综合治理，目标是到 2020 年，要“保 IV 争 III”，确保 IV 类，力争 III 类，也就是前湖水系全域带着 IV 类水进入小康社会。本污水厂位于南昌红谷滩新区，出水最终经前湖汇入赣江，为进一步降低污染物的排放量，增加回用用途，发挥红谷滩新区的示范效应，考虑将出水水质控制指标提升至优于《城镇污

水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准,部分指标达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的 IV 类标准(准 IV 类标准)。

国标一级 A 与准 IV 类标准的减排量对比如下:

国标一级 A 与准 IV 类标准的减排量对比表 表 3.5-5

项目名称	COD _{Cr} (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	粪大肠 菌群数 (个/l)
一级 A 水质标准 (GB18918-2002)	≤ 50	≤10	≤ 10	≤ 5 (8)	15	≤ 0.5	≤ 1000
准 IV 类标准	≤ 30	≤6	≤ 10	1.5	15	≤ 0.3	≤ 1000
准 IV 类标准比一 级 A 的减排量	40%	40%	0	70%	0	40%	0

参考《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)及《城市污水再生利用 景观环境用水水质》(GB/T18921-2002)两项标准,一级 A 和准 IV 类标准的回用类别的比较如下:

一级 A 和准 IV 类标准的回用类别的比较表 表 3.5-6

类别	冲厕	道路 清扫 消防	城市 绿化	建筑 施工	观赏性			娱乐性		
					河道 景观	湖泊类 景观	水景类 景观	河道 景观	湖泊类 景观	水景类 景观
一级 A	满足	满足	满足	满足	满足	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足
准 IV 类	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	基本满足		

由上可以看出,采用准 IV 类标准后,相对于一级 A 的排放标准,其回用用途也有所增加,尾水经消毒后可再生回用,采用高标准的排放指标,更符合红谷滩新区的定位,发挥示范效应。

综上所述,本次二期扩建工程设计进出水水质具体如下:

进出水水质主要指标一览表 表 3.5-7

名称 \ 项目	COD _{cr} (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	粪大肠菌 群数 (个/l)
进水	220	120	200	25	35	3	
设计出水水质	≤ 30	≤ 6	≤ 5	≤ 1.5	15	≤ 0.3	≤ 1000
去除率	86.3%	95%	97.5%	94%	57%	90%	

3.6 污泥处理标准

目前，九龙湖污水处理厂现状污泥的处置方法为送至南昌市垃圾填埋场，执行《城镇污水处理厂污泥处置混合物料埋使用泥质》（GB/T23485-2009）标准，污泥含水率不高于 60%。

污泥处理具体要求如下：

污泥处理基本指标一览表 表 3.6-1

序号	基本指标	限值
1	污泥含水率/%	< 60
2	pH	5~10
3	混合比例/%	≤ 8

注：表中 pH 指标不限定采用亲水性材料（如石灰等）与污泥混合以降低其含水率措施。

综上，确定污泥处理的含固率为<60%。

由于一期提标工程污泥处理系统土建已按远期建设，故本次二期扩建工程产生的污泥利用一期提标在建脱水系统，本次拟增加脱水设备，处理后污泥含水率为 60%，外运处置。

4 污水处理厂型式的选择

近年来为改善城市水污染状况，优化生活和投资环境，各地均加快了污水处理厂的建设步伐，不同工艺类型、不同处理规模的污水处理厂纷纷涌现。目前，尽管我国污水处理厂工艺组成和建设规模各异，但在建设模式上，大部分污水处理厂均采用地上式。地上式污水处理厂有其优点，但同时应看到，地上式污水处理厂的建设也存在诸多不足，一方面存在土地资源浪费及环境污染问题，另一方面还会造成周边土地资源的贬值。随着我国城市化水平和居民环境要求的提高，能够与周边环境协调，封闭性强、无二次污染的地下污水处理厂可能成为城市污水治理工程建设的发展趋势和发展方向。

4.1 污水处理厂建设型式方案比选

随着城市的建设步伐加快，城市污水处理厂逐步为密集的居住区包围，污水处理厂面临加盖除臭或建设高标准全封闭的实际需求。按照建设型式分类，有如苏州城东、福星等地上式全封闭污水处理厂，苏州高新区第一污水处理厂、上海南翔污水处理厂和昆明第十一污水处理厂等全地下式污水厂；以及郑州南三环污水处理厂等半地下式污水处理厂等多种型式。具体建设型式各有利弊，分析如下。

4.1.1 地上式全封闭污水厂

2012-2013 年，苏州市建成投运城东污水处理厂全封闭加盖除臭在业内和江苏省获得广泛的良好影响，实现了城市密集区污水处理厂与居民之间的友好共处。同时结合“十二五”国家水专项课题，福星污水处理厂综合改造工程加盖除臭成为国家课题依托的样板工程。其新建初沉池、反应池上覆绿化及土壤滤池成为地上式全封闭的污水处理厂的良好典范。



地上式全封闭——苏州市城东污水处理厂 图 4.1-1



地上式全封闭——苏州市福星污水处理厂 图 4.1-2

4.1.2 地下污水处理厂型式

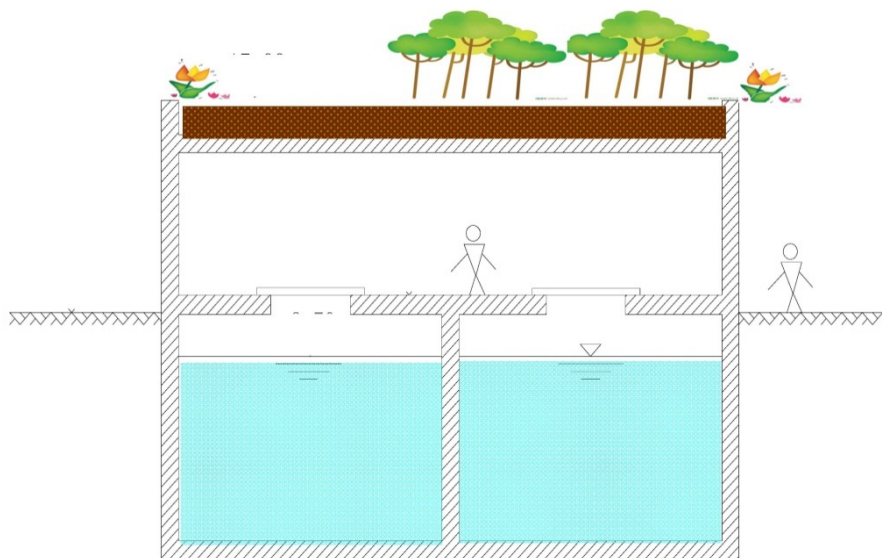
一个环境友好的污水厂，应能使厂区环境与周边环境完全协调，在有利于污水厂运行管理的基础上，如何合理利用污水处理设施的上部空间利用，达到土地

资源节约的目的。地下式污水厂构筑物布置方式可分为以下两个方案。

4.1.2.1 半地下式布局（双层加盖）

污水处理池上部加双层盖，上部种植绿化。

生产活动均位于密封的地下。



方案 A：半地下式双层加盖简图 图 4.1-3

郑州南三环污水处理厂采用半地下式设计型式，设计规模 10 万 m^3/d ，采用 AAO+高效沉淀池+砂滤池工艺，尾水排放执行一级 A 标准，2015 年 10 月建成投运。

郑州南三环污水处理厂半地下式鸟瞰图和透视图如下图 4.1-4，图 4.1-5。



郑州南三环污水处理厂鸟瞰图 图 4.1-4



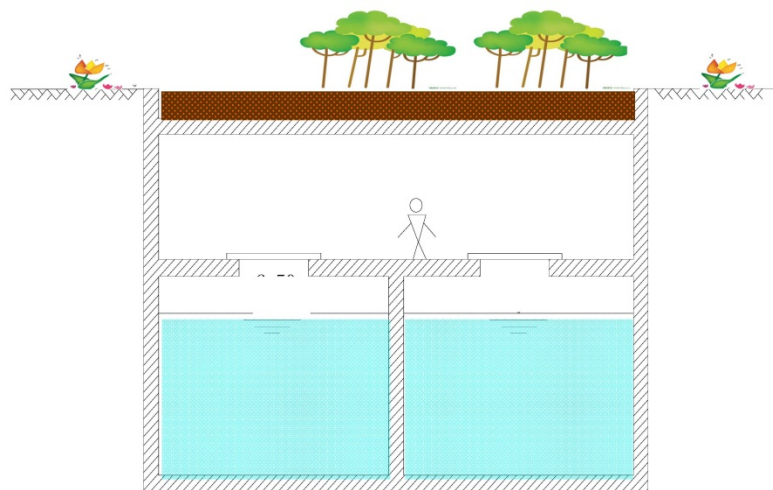
郑州南三环半地下式污水处理厂侧面透视 图 4.1-5

综合环境友好型、园林景观、附属设施设计以及经济等多方面因素分析，建设半地下式污水处理厂是城市密集区解决污水处理厂与周边环境融合的较佳手段，单位造价指标适中，在全国大部分的城市或地区可以借鉴。

4.1.2.2全地下式布局（双层加盖）

污水处理池上部加双层盖，整体位于地下，上部种植绿化。

池体全部覆盖土，生产活动均位于密封的地下。



方案 B：全地下式双层加盖简图 图 4.1-6

苏州新区第一污水处理厂坐落于高新区狮山 CBD 商业区，周边行政办公、商业开发日益完善，2015-2016 年立项成功迁建和综合改造工程，利用原址对面紫兴纸业搬迁后的一部分空地实现全地下式污水处理厂的建设。以全新的环境友好型风貌布置于 CBD 中心区。设计规模 8 万 m^3/d 。



苏州高新区第一污全地下厂鸟瞰图 图 4.1-7

上海南翔全地下式污水处理厂地处南翔工业园，距离周边现状居民区仅 1km 左右，应当地政府及居民的要求建设全地下式污水厂，总规模 15 万 m^3/d 。一期工程土建规模 10 万 m^3/d ，设备安装 5 万 m^3/d ，目前该厂已投产运行。上海南翔全地下式污水处理厂效果图如图 3-47。

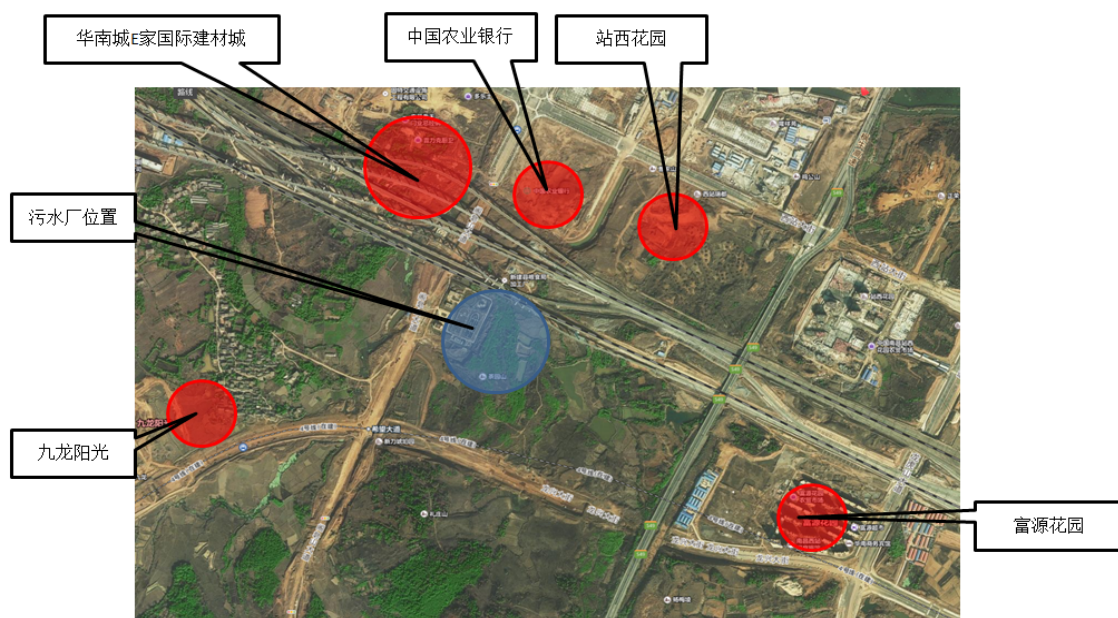


上海南翔全地下式污水处理厂鸟瞰图 图 4.1-8

全地下污水处理厂由于土建、通风、照明、安全消防、防洪等多方面的复杂要求，综合单位污水处理量的造价超高。

4.2 周边建设条件及地下式污水厂的优点分析

九龙湖污水处理厂二期扩建工程位于一期工程东侧，经过近几年快速发展，目前周边楼盘林立。



污水处理厂二期扩建工程位置示意 图 4.2-1



污水处理厂二期扩建工程拟建厂址 图 4.2-2

该地块北侧为杭南长高铁，东侧距离南昌西站约 2km，目前周边已开发的楼

盘有北侧的西站瑞都、东侧的富源花园、南侧的新力琥珀园等，均距离较近，这对污水处理厂的占地、除臭、噪声等均提出了很高的要求，综合来看，采用地下式污水处理厂具有如下优点：

(1) 占用空间小：在地下式污水处理厂设计中，考虑至地下空间和投资的限制，构筑物设计都比较紧凑，技术上也尽量采用占地面积小的处理工艺。此外地下污水处理厂无需考虑绿化和隔离带等的要求。

(2) 噪音污染小：地下污水处理厂的主要处理设备均处于地下，许多机械设备的噪声和振动将对地面的建筑和居民基本不产生影响，有效地防止了噪音对周围居民生活和工作影响。

(3) 环境污染小：由于处于地下全封闭空间，地下污水处理厂可以对产生的臭气进行全面的处理，对环境和居民生活不产生影响。

(4) 节省土地资源：地下污水处理厂由于只有部分辅助建筑物建于地面，占用土地资源很少，节省了城市开阔空间，不会使周围土地贬值，对于周边区域的未来发展没有障碍。地下污水处理厂上部空间利用价值也较高，可用于绿化、公园、运动场等公益事业，也可用于商业开发。

(5) 温度较恒定：地下污水处理厂由于处理地下，除受污水水质条件的影响外，基本不受外部环境因素的影响，特别是地下常年温差较地面温差要小，温度比较恒定，因此有利于各种污水生物处理工艺的稳定运行。

(6) 美观性好：由于地下污水处理厂处理构筑物是不可见的，因此既不会对自然景观产生影响，也不会影响到周围建筑的整体视觉效果。

(7) 是可持续发展的出路：地下式污水处理厂由于环境影响小，占地少，符合可持续发展的要求。

我国地下的污水处理厂的建设近年来也有所增加，其主要原因是受用地限制或降低周边环境的影响等。如深圳布吉污水处理厂，处理规模 20 万 m^3/d ；深圳福田污水处理厂，处理规模 40 万 m^3/d ；烟台湾子河污水处理厂，处理规模 40 万 m^3/d ；青岛高新区污水处理厂，处理规模 9 万 m^3/d ；郑州南三环污水处理厂，处理规模 10 万 m^3/d 等。

4.3 污水处理厂型式的选择

综上，污水厂建设型式分为三种布局：全地下式、半地下式、地上式，对三

种布局方式对比如下：

污水厂建设型式比较表 表 4.3-1

比较项目	半地下式布局 (双层加盖)	全地下式布局 (双层加盖)	地上式布局
上部空间可利用性及景观效果	池体均位于地下，上部空间无任何生产设施。景观效果较好。	池体均位于地下，上部空间有紧急用楼梯和换气口。景观效果较好。	池体全部位于地上，无景观效果
人员进出	景观区和生产区均设进出通道	景观区和生产区均设进出通道	生产区设有进出通道
通风	机械通风和自然通风相结合	需机械通风	常规通风即可
紧急出口	可以和设备及人员进出通道结合	需设较多的专门应急逃生通道	无需设置紧急出口
运行风险	没有污水淹没的风险	存在污水淹没的风险	无污水淹没风险
供电负荷等级	二级	一级	二级
基坑围护	深基坑较少	均为深基坑，投资较大	深基坑较少
设备吊装	设备由生产区道路进出	设备由地下通道进出。	设备由生产区道路进出
周围环境影响	臭气的密闭性好，对周围环境影响小	臭气的密闭性好，对周围环境影响小	对周围环境影响大
污水厂工程投资	中	高	低
污水厂运行成本	中	高	低

综上分析，虽然地上式污水处理厂总投资及处理成本较低，但由于九龙湖污水处理厂的特殊地理位置，其周边规划主要为居住用地，地上式污水处理厂无法与周边规划及环境协调，而采用地下式污水厂型式，能够较好的与周边环境协调。同时，地下式污水处理厂占地面积均较小，远低于常规地上式污水处理厂占地面积。而常规地上式污水处理厂还须根据环评控制较大范围的保护距离，其真正占用的土地面积更加巨大。虽然地下污水处理厂的投资成本较高，但节约了大量土地，随着城市可利用土地资源日趋减少，土地价格逐渐增高时，地下污水处理厂优势更加明显。

综上所述，本工程拟采用地下式的布置方式，主体污水处理构筑物上部加盖除臭，顶板以上覆土绿化，使九龙湖污水处理厂二期扩建工程成为和周围环境和谐统一的现代化污水处理厂。也为南昌市污水处理建设的发展，提供一定的示范作用。有关全地下还是半地下的型式的选择将在工艺方案论证章节中确定。

5 工艺方案论证

5.1 基础数据

5.1.1 处理规模

污水厂规划控制总规模：21 万 m³/d，一期规模 3 万 m³/d，本次扩建工程处理规模为 6 万 m³/d。

本期扩建规模：	$Q=6 \text{ 万 m}^3/\text{d}$
扩建后总规模：	$Q=9 \text{ 万 m}^3/\text{d}$
扩建工程总变化系数：	$K_{\text{总}}=1.37$
扩建工程高峰流量：	$Q_{\text{max}}=3425\text{m}^3/\text{h}$

5.1.2 进出水水质

二期扩建出水水质优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，部分指标达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准，污水厂的进出水标准具体如下：

进出水水质主要指标一览表 表 5.1-1

项目 名称	COD _{cr} (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	粪大肠菌 群数 (个/l)
设计进水水质	220	120	200	25	35	3	
设计出水水质	≤30	≤6	≤5	≤1.5	15	≤0.3	≤1000
去除率	86.3%	95%	97.5%	94%	57%	90%	

5.2 工艺选择原则

为了实现污水处理厂高效、稳定运行并节约运行费用、节省工程投资的目的，将依据以下原则对污水处理工艺进行比较和选择。

1. 考虑到本厂为地下式污水厂布置型式，处理工艺的选择应考虑地下厂的特殊性；
2. 污水处理工艺先进、高效、合理、经济、能稳定达标；
3. 根据进水水质、水量以及受纳水体的现状，综合考虑新区的实际情况，选

择具有处理效果好、基建费用低、操作管理方便、工艺成熟的污水处理工艺。

4. 处理方案必须占地面积小，对周围环境的影响小。

5. 本工程需考虑放置到地面下，上部覆盖绿化，故需采用适合于地面下布置的处理工艺。

5.3 污水处理工艺的选择

污水处理厂的工艺选择应根据进水水质、出水要求、污水厂规模，污泥处置方法、气象环境条件及技术管理水平、工程地质等因素综合考虑后确定。

从进出水水质的对比可知，为满足处理要求，本工程需要采用除磷脱氮工艺。除磷脱氮工艺可以采用化学法，也可用生物法。化学法对除磷较合适，而化学方法除氮有采用加氯氧化法和调整 pH 氨吹脱法，经常费用高，故一般不采用化学法除氮。采用生物方法可同时实现脱氮除磷。采用生物法脱氮除磷要分析进水水质是否合适，经过对碳氮比、碳磷比及可生化性等指标进行分析后确定。

5.3.1 进、出水水质特点分析

1. 可生化性较好、适宜于脱氮除磷。

(1) BOD_5/COD_{cr}

BOD_5 和 COD_{cr} 是污水生物处理过程中常用的两个水质指标，用 BOD_5/COD_{cr} 值评价污水的可生化性是广泛采用的一种最为简易的方法，一般情况下， BOD_5/COD_{cr} 值越大，说明污水可生物处理性越好，综合国内外的研究成果，可参照下表中所列的数据来评价污水的可生物降解性能。

污水可生化性评价参考数据 表 5.3-2

BOD_5/COD_{cr}	>0.45	0.3~0.45	0.2~0.3	<0.2
可生化性	好	较好	较难	不宜

本工程污水处理厂设计进水水质 $BOD_5/COD_{cr}=0.55$ ，属于可生化性较好的污水。现状实际进水 BOD_5/COD_{cr} 较低，应考虑补充投加碳源措施。

(2) BOD_5/TN

该指标是鉴别能否采用生物脱氮的主要指标，由于反硝化细菌是在分解有机物的过程中进行反硝化脱氮的，在不投加外来碳源条件下，污水中必须有足够的

有机物(碳源),才能保证反硝化的顺利进行,根据《室外排水设计规范(2016版)》(GB50014-2006)规定,“脱氮时,污水中的五日生化需氧量与总凯氏氮之比宜大于4,即可认为污水有足够的碳源供反硝化菌利用,本工程TN约为35mg/l, $BOD_5/TN=3.4$,碳源略有不足,考虑外加碳源措施,可结合实际情况选择投加。

(3) BOD_5/TP

该指标是鉴别能否采用生物除磷的主要指标,一般认为,较高的 BOD_5 负荷可以取得较好的除磷效果,进行生物除磷的低限是 $BOD_5/TP=20$,有机基质不同对除磷也有影响。一般低分子易降解的有机物诱导磷释放的能力较强,高分子难降解的有机物诱导磷释放的能力较弱。而磷释放得越充分,其摄取量也就越大,本工程 $BOD_5/TP=40$,适宜采用生物除磷工艺。

2. 出水标准较高,需进行脱氮除磷

一般情况下活性污泥法对COD、BOD、SS、N、P的去除率及污水处理厂要求达到的去除率对比情况如下表。

活性污泥法工艺对COD、BOD、SS、N、P的去除率 表 5.3-3

项目	经验去除率	要求去除率	机理
COD	65~90%	86.3%	沉淀、吸附、合成
BOD	65~95%	95%	沉淀、吸附、合成
SS	70~90%	97.5%	沉淀、吸附、水解、同化
TN	15~78%	57%	水解、同化、硝化反硝化、同步硝化反硝化
TP	25~75%	90%	同化、沉淀

常规活性污泥法能满足COD、 BOD_5 、SS的去除率,但对氮、磷的去除率是有一定限度的,仅从常规活性污泥法剩余污泥中排除氮、磷,其去除率氮约10~25%,磷约12~20%,达不到本工程去除要求,因此必须对污水采用脱氮除磷工艺。

5.3.2 生化处理工艺的选择

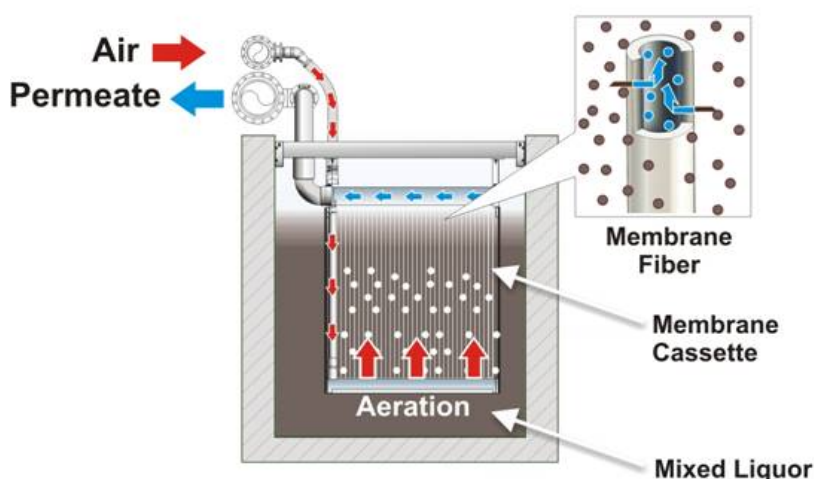
污水脱氮除磷可供选择的处理方法通常有生物处理法及物理化学法两大类。物理化学法由于需投加相当数量的化学药剂,运行费用高、残渣量大、难处置,城市污水处理一般不推荐采用。

常用的生物处理法主要包括：活性污泥法、生物膜法、膜生物反应器。

活性污泥法：是以活性污泥为主体的污水处理法，在当前的污水处理技术领域中，活性污泥法是应用最为广泛的技术之一，它于 1914 年在英国曼彻斯特市建成试验厂以来，已有近 100 多年的历史。随着工程实践中的应用和不断改进，特别是近三十多年来，在对其生物反应和净化机理进行广泛深入研究的基础上，活性污泥法得到了很大的发展。出现了多种能够适应各种条件的工艺流程，当前活性污泥法已成为生活污水、城市污水以及有机性工业废水的主体处理技术。

生物膜法：是土壤自净的人工化，是使微生物群体附着于其它物体表面上呈膜状，并让它和污水接触而使之净化的方法。利用生物膜净化污水的设备统称为生物膜反应器。根据污水与生物膜接触形式的不同，生物膜反应器分为生物滤池、接触氧化法等，它们的构造差异很大，但作用的基本原理是相同的。生物膜法采用滤料挂膜提高微生物单位体积的密度，增加比表面积，故容积负荷可大幅度提高，减少占地，由于滤料选材及计算机自动化程度的发展，使生物膜法工艺在城市污水处理厂的运用越来越广泛。

膜生物反应器（MBR）：MBR 工艺是近年来发展的一种新型工艺，将膜置于生物反应器内其通过膜分离来取代二次沉淀池。MBR 系统的概念在于应用生物反应器和微滤作为一个单元过程处理废水，从而取代(在有些场合中是补充)了二级处理和过滤的固体分离功能。MBR 能取消二次沉淀，并能在较高 MLSS 浓度操作。



MBR 工艺 图 5.3-1

由于 MBR 法中，曝气、沉淀集同一池内，节约了二沉池，占地较小，处理效

果较好，抗负荷能力较高。但目前膜组件需定期清洗，设备投资较大，运行能耗较高，运行费用较高。

5.3.3 生物脱氮除磷过程

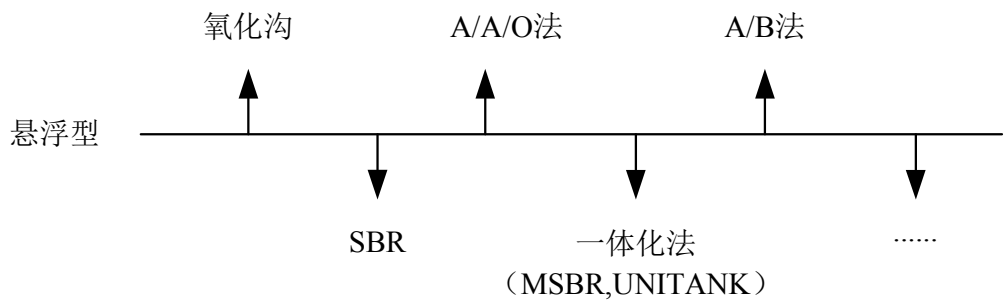
生物脱氮过程，基本上利用自然界氮循环原理，采用人工控制，促使其在特定环境中进行。首先硝化菌在好氧条件下，把污水中有机氮、转变成硝态氮，而在缺氧状态及反硝化菌作用下，硝态氮变成氮气从水中去除，达到脱氮的目的。在这过程要控制环境条件，即溶解氧、温度、pH 值以及无有毒物质。在良好的条件下，一般能满足脱氮要求。

生物除磷是利用聚磷菌的特殊性能。即在厌氧状态下，聚磷菌能释放磷。在好氧状态下，可超量吸收磷。因此，利用此特点，污水污泥首先在厌氧状态下，促使聚磷菌释放磷。而在好氧状态下，过量吸收磷，使污水中的磷储存在聚磷菌体内（即污泥内），达到生物除磷目的。

根据上述过程，可组成厌氧、缺氧、好氧环境条件。形成各种处理工艺方案。虽然有各种生物脱氮除磷工艺方案，但其基本原理是相同的。

5.3.4 常见活性污泥法处理工艺

在工程中，常用的悬浮性生物脱氮除磷工艺方案如下图所示。



各种生物脱氮除磷工艺 图 5.3-2

1. 氧化沟

氧化沟最初于 50 年代出现于荷兰，主要由环形曝气池组成，具有出水水质好、处理效率稳定、操作管理方便等优点，同时，也能满足生物脱氮要求。氧化沟布置有多种形式，除了常用的转刷型氧化沟外，还有采用垂直轴表面曝气叶轮的卡罗塞尔氧化沟以及转碟型曝气器的奥贝尔氧化沟。同时，在运行方法上又可分为

连续流及分渠式氧化沟。后者，氧化沟中一部分体积兼作沉淀池，故不再设二次沉淀池和污泥回流设备。上述各种形式的氧化沟，目前国内均有工程实例，大部分氧化沟运行良好，去除效率稳定，取得了较好的处理效果。

2. A/A/O 系列

A/A/O 工艺 (Anaerobic-Anoxic-Oxic) 称为厌氧—缺氧—好氧三者结合系统。早在 70 年代美国在生物除磷方法的基础上发展的同步除磷脱氮的污水处理工艺。根据处理程度及进水水质不同，又有各种变法，例如五段法、UCT 法等。

近年来，为了解决硝酸盐对厌氧区的影响，衍生出许多基于 A/A/O 的生物脱氮除磷 (BNR) 工艺如倒置 A²/O 法、改良 A/A/O、回流污泥缺氧反硝化除磷、多点进水 A/A/O 工艺等。

3. SBR 法

也称序批式活性污泥法，该法把厌氧、缺氧、好氧、沉淀在同一水池中按时序进行，根据实际运行结果，能满足除磷脱氮要求。SBR 特别适宜小型污水处理系统，随着污水处理工艺和自控技术的发展，产生了许多新的形式，如 ICEAS、CASS、CAST 等。

4. 一体化法

所谓一体化法系指把厌氧、缺氧、好氧、沉淀过程，集中在一个大池内。在大池内分隔成几个水池。

例如 Unitank 法由三个水池，污水先从第一池进水，经第二池，第三池作沉淀池出水，第一与第二池组成厌氧、缺氧、好氧状态，历经一定时段后，污水又从第三池进水，经第二池，从第一池沉淀出水。这样往复进行，污水处理 UNTANK 法已在工程中应用，适用于场地狭小的状况。

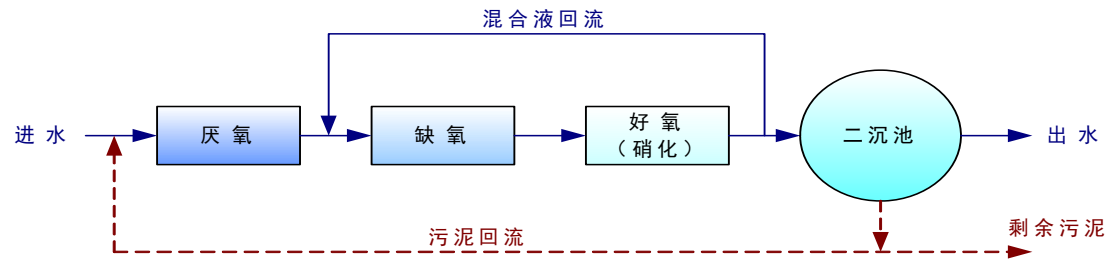
MSBR 法由七池组成。2#池、3#池、4#池、5#池、6#池系污泥浓缩、厌氧、缺氧、好氧池，流态为推流型。1#池与 7#池是相互对置的序批式池，即污水进入 3#池~6#池，通过厌氧、缺氧、好氧后，进入 1#池，沉淀后出流，此时 7#池处于好氧状态，过一定时间后，7#池作为沉淀池出流，回流污泥至 2#池浓缩后回流到 3#池。

5.3.5 基于 A/A/O 的工艺及其特点

A/A/O 工艺 (Anaerbio-Anoxic-Oxic) 称为厌氧-缺氧-好氧三者结合系统。早在 70 年代美国在生物除氮方法的基础上发展的同步除磷脱氮污水处理工艺。

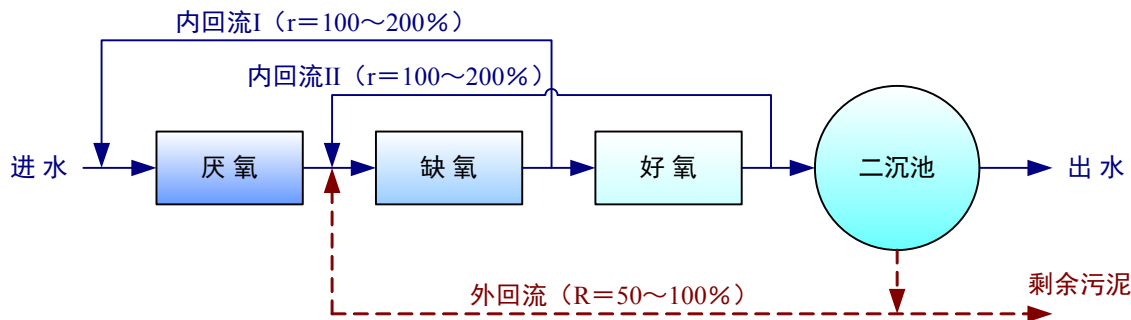
1. 传统 A/A/O 工艺

常规生物脱氮除磷工艺呈厌氧 (A1) /缺氧 (A2) /好氧 (O) 的布置形式。其典型工艺流程见图。该布置在理论上基于这样一种认识，即：聚磷微生物有效释磷水平的充分与否，对于提高系统的除磷能力具有极端重要的意义，厌氧区在前可以使聚磷微生物优先获得碳源并得以充分释磷。常规 A/A/O 工艺存在以下三个缺点：①由于厌氧区居前，回流污泥中的硝酸盐对厌氧区产生不利影响；②由于缺氧区位于系统中部，反硝化在碳源分配上居于不利地位，因而影响了系统的脱氮效果；③由于存在内循环，常规工艺系统所排放的剩余污泥中实际只有一小部分经历了完整的放磷、吸磷过程，其余则基本上未经厌氧状态而直接由缺氧区进入好氧区，这对于系统除磷是不利的。



2. UCT 工艺

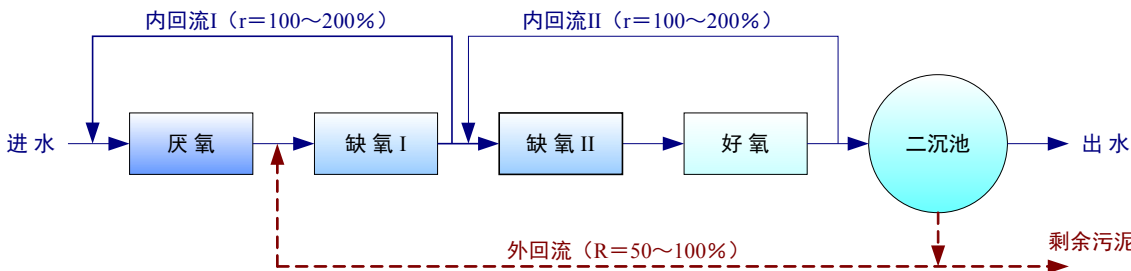
该工艺与 A/A/O 工艺的区别在于，回流污泥首先进入缺氧段，缺氧段部分出水混合液再回至厌氧段。通过这样的修正，可以避免因回流污泥中的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 回流至厌氧段，干扰磷的厌氧释放，而降低磷的去除率。回流污泥带回的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 将在缺氧段中被反硝化。当入流污水的 BOD_5/TKN 或 BOD_5/TP 较低时，较适用 UCT 工艺，流程见下图所示。



UCT 工艺流程图 图 5.3-4

3. MUCT 工艺

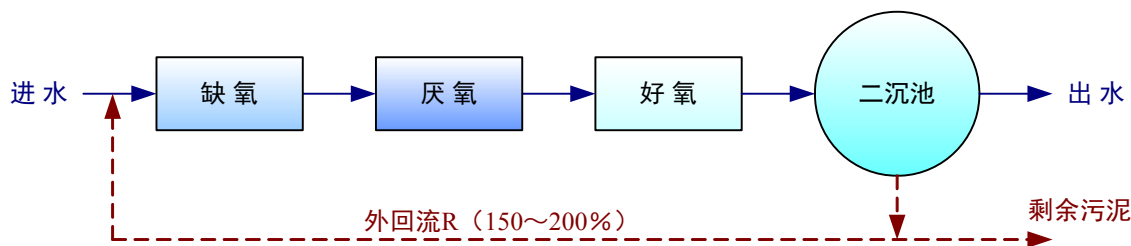
该工艺系在 UCT 工艺的基础上，将缺氧段一分为二，形成二套独立的内回流，是 UCT 的改良工艺。进行这样的改良，与 UCT 相比有两个优点：一是克服 UCT 工艺不易控制缺氧段的停留时间，二是避免由于控制不当，造成 DO 影响厌氧区。流程如下图所示，可以看出该工艺存在流程比较复杂，多级回流系统动力消耗大的缺点。



MUCT 工艺流程图 图 5.3-5

4. 倒置 A/A/O 工艺

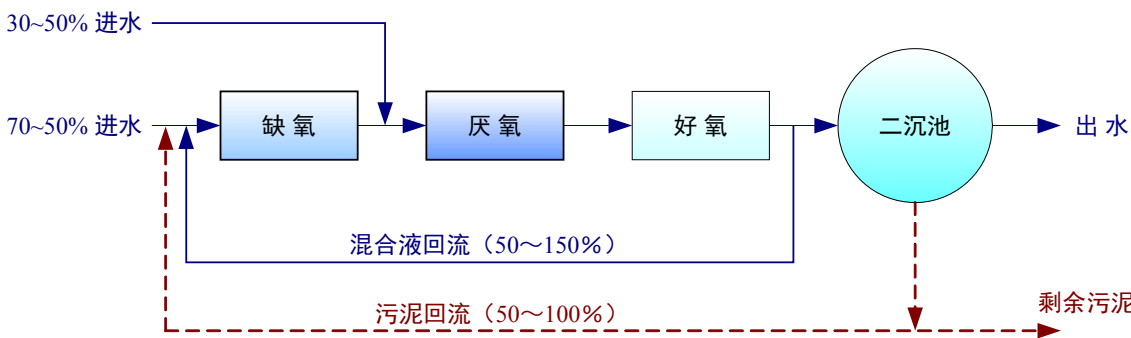
倒置 A/A/O 工艺改变了以往先将进水中优质碳源满足厌氧除磷的做法，将缺氧区设置在厌氧区前，取消内回流，增加外回流提高系统污泥浓度并将硝酸盐回流至缺氧段。上海松江污水厂 2.1 万 m^3/d ，采用该工艺后，运行稳定，在高效去除碳（ BOD_5 ）的同时，氮磷去除效果很好。实践说明，该工艺不仅具有投资省、费用低、电耗少，而且效率高、运行稳，管理方便，适合老厂改造。同时也存在不足：外回流加大增加了二沉池的固体负荷，对出水水质和二沉池底流浓度有影响；厌氧区能获得的优质碳源不多，除磷效率不高等。流程见下图。



倒置 A/A/O 工艺 图 5.3-6

5. 分点进水倒置 A/A/O 工艺

分点进水倒置 A/A/O 工艺是对倒置 A/A/O 工艺的改进，在减小外回流的同时减少进入缺氧段的流量，将大部分优质碳源分配给厌氧除磷，而好氧段产生的硝酸盐不再通过外回流系统进入厌氧池，回流污泥、70~50%的进水和 50~150%的混合液回流均进入缺氧段，停留时间为 1~3h。回流污泥和混合液在缺氧池内进行反硝化，去除硝态氧，再进入厌氧段，保证了厌氧池的厌氧状态，强化除磷效果。由于污泥回流至缺氧段，而部分进水直接接入厌氧池，这样缺氧段污泥浓度可较好氧段高出 30%左右。单位池容的反硝化速率明显提高，反硝化作用能够得到有效保证。可根据不同进水水质，不同季节情况下，生物脱氮和生物除磷所需碳源的变化，调节分配至缺氧段和厌氧段的进水比例，反硝化作用能够得到有效保证，系统中的除磷效果也有保证，因此，本工艺与其他除磷脱氮工艺相比，具有明显优点。工艺流程详见下图。



分点进水倒置 A/A/O 工艺 图 5.3-7

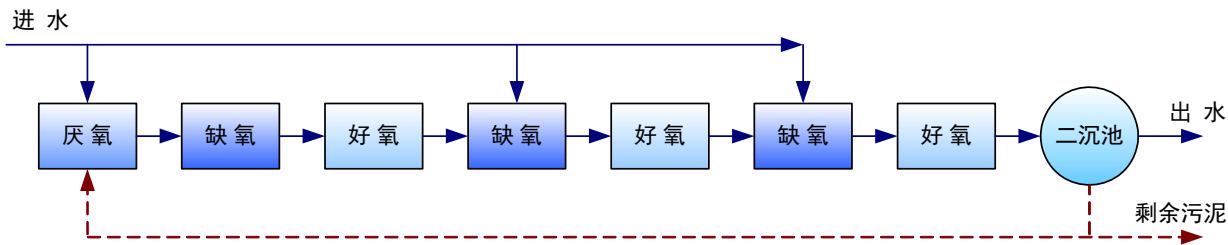
6. 多段 A/A/O 工艺

随着环保部门对污水厂出水水质要求的不断提高（特别是对出水 TN 要求越来越高），以及对水处理技术认识的不断提高，一种起源于传统技术而优于传统技术的新工艺，分级进水多段式 AA0 工艺应运而生。

本工程工艺由缺氧区 I（厌氧区）+好氧区 I、缺氧区 II+好氧区 II、缺氧区

III+好氧区III共三段组成，进水分 3 部分，每部分均为 1/3，分别进入缺氧区 I（厌氧区）、缺氧区 II、缺氧区 III，1/3 进水进入厌氧段，污泥在厌氧区进行释磷反应后，进入好氧区 I；2 个 1/3 水分别进入缺氧区 II 和缺氧区 III，为反硝化提供碳源。污水经历了 2 次 O/A 反硝化过程，最后进入好氧区 III，以去除后置反硝化剩余的有机物和保证氨氮的完全硝化，并吹除氮气。

分级进水多段式 AAO 工艺是根据国际先进的 O/A 理念而提出的新工艺，O/A 理念由 OXIC（好氧）/ANOXIC（缺氧）二段组成，该理念应用后置反硝化，并吸收传统多点进水 AAO 工艺（Step Feeding）的优点，对进水碳源进行合理分配，采用前置反硝化+后置反硝化，使整个系统的 TN 去除达到最佳。根据国外文献及实际业绩，该工艺可使 TN 达到 10 mg/L 以下或更低。



多段 A/A/O 工艺 图 5.3-8

7. 后缺氧内源反硝化（Bardenpho 工艺）

后缺氧内源反硝化是在常规 AAO 工艺系统硝化之后增加独立的缺氧段，这种做法最好的实例就是 Bardenpho 过程。在硝化之后，COD 大部分已被耗尽。因此造成硝酸盐还原需要的电子供体主要是由于活性污泥的内源呼吸。此过程强化了系统整体的脱氮效果的同时，对系统内部碳源进行了有效利用，在 C/N 较低的情况下可以减少或不进行外部碳源的投加，节省了运行成本。

5.3.6 附着生长生物处理工艺

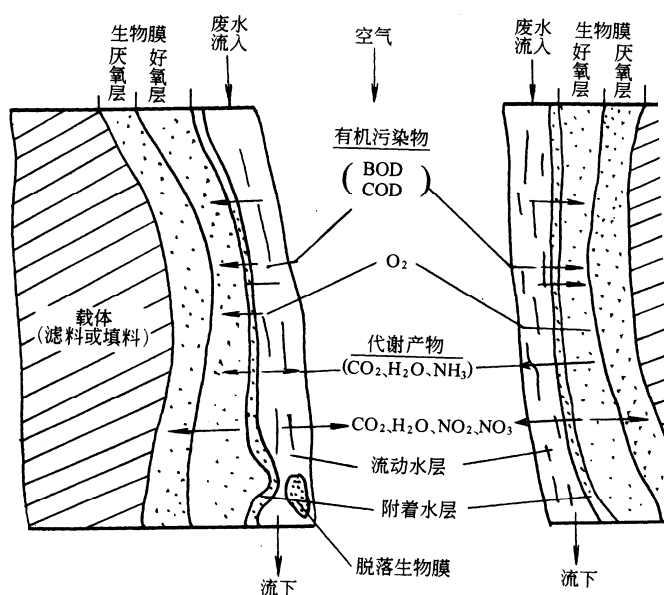
附着生长生物处理工艺都有一项共同点，无论是生物滤池和曝气生物滤池的滤料、生物转盘的转盘以及生物接触氧化工艺和生物流化床内的填料，都被一层污泥所覆盖，在表面上和一定深度生息着千千万万个细菌、原生动物、后生动物等微型动物的生物性污泥，因其呈薄膜状，所以称之为“生物膜”。污水流经生物膜，污水中的溶解性有机污染物为微生物所摄取、利用，污水得到净化。

在功能方面附着生长和活性污泥是相同的，不同之处是附着生长的生物膜是

固着在载体（滤料、填料）上，而活性污泥则是悬浮在水中，“随波逐流”。生息在生物膜上的微生物都是好氧性的，因此，对各种类型的附着生长生物处理工艺设备，都必须采取相应的技术措施，提供充足的氧。

附着生长的生物膜属亲水的极性物质，在正常运行过程中，其表面经常附着一层水层，称之为附着水层，其外侧则为流动的流动水层。

附着水层不断和流动水层交换而更新，由于水层很薄，附着水层对污水中污染物质通过进入生物膜和生物膜对污水中有机污染物质的吸附作用，并不产生作用。



附着生长构造及各种物质传递、交换示意图 图 5.3-9

生物膜固着在载体（滤料、填料）的表面上，由于微生物的增殖，生物膜不断增厚，再增厚到溶解氧不能透入的厚度时，生物膜的内部及转变为厌氧状态，并厌氧层。这样，生物膜就是有好氧和厌氧层两层所组成，在一般情况下，好氧层的厚度约为 1~2mm。

厌氧层的存在给生物膜的净化功能带来某些不利的影响，在厌氧层生息着厌氧微生物，其代谢产物需要通过好氧层排出，这样就会增加好氧层的负荷，给在好氧层内好氧微生物的正常代谢活动带来不利影响。但是，这是一方面。从另一方面来说，厌氧层的存在也给生物膜的净化反应带来正面影响。由于厌氧反应代谢产物的排放通过，降低了好氧层的附着力，使好氧层易于脱落而不断更新。再

有，在好氧层内产生硝化反应，形成的硝酸盐透入厌氧层，在厌氧脱氮菌的作用下，产生反硝化脱氮作用。这就是说，生物膜法污水处理工艺，在好氧状态下也具有脱氮功能。

附着生长生物处理工艺的特点在于：

- (1) 具有高度的硝化与脱氮功能；
- (2) 对水质水量的变化有较强的适应性；
- (3) 对低浓度的污水也能进行有效的处理；
- (4) 生物膜法工艺中脱落的生物膜，动物成分多，因此易于固液分离，沉淀池的处理效果良好，即使丝状菌异常增殖，也不像活性污泥法那样产生污泥膨胀现象；
- (5) 污泥产率低，节省污泥处理费用。
- (6) 占地非常节省

5.3.7 常见生物膜法处理工艺

常见附着生长工艺可以分为三大类：非淹没附着生长工艺、有固定膜填料的悬浮生长工艺、淹没式附着生长工艺，其中非淹没的附着生长工艺包括生物转盘、生物滤池（包括普通生物滤池、高负荷生物滤池、塔式生物滤池等），这类工艺难以达到生物除氮和生物除磷，出水的浊度也比较高，在本工程中将不予采用。

有固定膜填料的悬浮生长工艺是将人工合成填料材料，悬浮或固定安装在曝气池中，通过曝气池保持较高的生物体浓度来强化活性污泥工艺，减少曝气池的体积，可增加容积的硝化速率，并借助生物深处缺氧区达到在曝气池脱氮。填料体积一般占曝气池体积的 30%~70%。该工艺又可分为悬浮填料供附着生长用的工艺和固定填料供附着生长用的工艺。

淹没式附着生长工艺由填料、生物膜和液体组成，废水流经生物膜，而使水中的 BOD 和 $\text{NH}_4\text{-N}$ 得以氧化而去除，同时通过扩散曝气向填料供氧。填料类型和大小是影响工艺性能和运行特性的主要因素，不设澄清池，由生物体增长而产生的剩余固体和进水中悬浮固体被截留，必须定期清除。淹没式附着生长工艺包括：降流式填充床反应器、升流式填充床反应器和升流式流化床反应器。

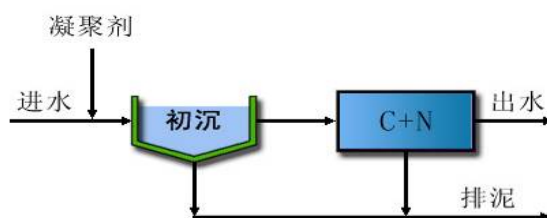
淹没式附着生长工艺在生物接触氧化工艺的基础上，引入给水处理过滤原理

发展成一种新工艺曝气生物滤池，在 80 年代初出现在欧洲，主要是在一级强化处理基础上将生物氧化与过滤结合在一起，滤池后可不设二次沉淀池，通过反冲洗再生，实现滤池周期运行。由于其良好性能，应用范围逐渐扩大。至九十年代已日趋成熟，在废水二级、三级处理中曝气生物滤池 BAF 发展很快。

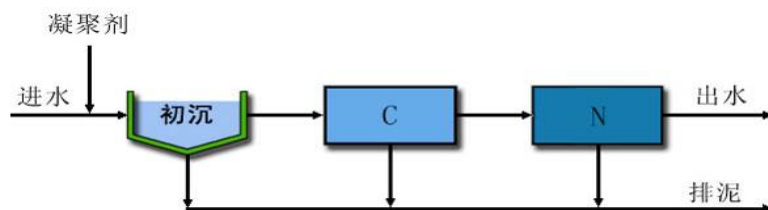
1. 曝气生物滤池工艺

曝气生物滤池自从 80 年代初出现在欧洲以来，得到较多的应用。该工艺具有以下特点：占地少、好氧生物固定床、截留悬浮物、可同时进行硝化和反硝化反应并有过滤的功能、避免活性污泥法中污泥沉淀的问题。

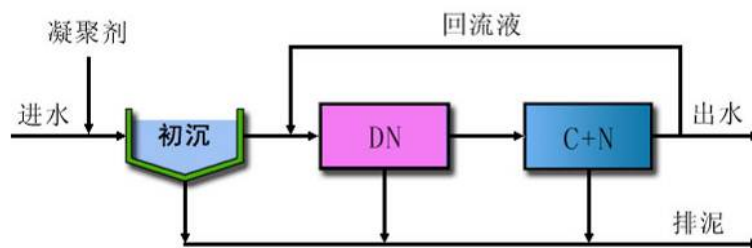
常见的几种曝气生物滤池工艺流程如下图。图中 C 表示去除有机物，N 表示氨氮硝化，DN 表示反硝化。



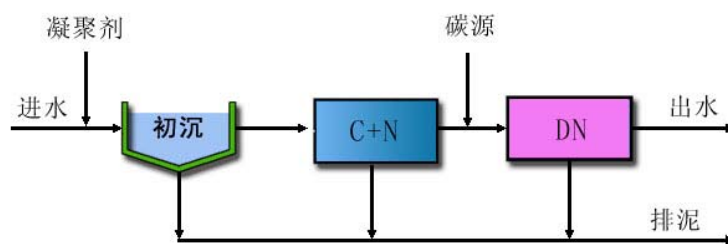
曝气生物滤池流程之一图 5.3-10



曝气生物滤池流程之二 图 5.3-11



曝气生物滤池流程之三 图 5.3-12



曝气生物滤池流程之四 图 5.3-13

图一、二流程为出水无总氮要求，不需反硝化的处理流程，图三、四流程为出水有总氮要求，需反硝化时的处理流程。

2. MBBR 工艺

MBBR 工艺是将活性污泥法与生物膜法相结合，将人工合成填料材料，悬浮或固定安装在曝气池中，进行除磷脱氮，利用系统中的活性污泥来除碳、除磷和反硝化脱氮，利用系统中的生物膜来进行硝化。

生化反应池采用“厌氧 A—缺氧 A—好氧 O”的工艺布置形式，在厌氧段，聚磷菌进行厌氧释磷，在缺氧段，反硝化菌优先利用进水有机物为碳源进行反硝化，达到脱氮的目的，在好氧段完成有机物的降解，硝化和吸磷过程。在好氧段后不投加的悬浮填料在好氧和低有机物的环境条件下可以富集大量的硝化菌，强化了工艺硝化功能。使活性污泥和生物膜系统可以发挥出各自的优势，实现了功能上的合理分工。由于好氧池后部的悬浮填料富集大量的硝化菌，使工艺中的硝化菌始终处于良好的生长环境中，不参与活性污泥的回流与排泥，从而使新工艺活性污泥的泥龄可以根据除磷的需要进行控制。因此投料 A/A/O 工艺很好的解决了泥龄矛盾。

该工艺生化反应池由前段缺氧段、厌氧段和后段好氧段串联组成。进水与二沉池的回流污泥依次进入反应池厌氧段、缺氧段，并借助水下推进式搅拌器的作用使其混合。回流污泥中的 NO_2-N 及 NO_3-N 在缺氧状态下在反硝化菌的作用下，被还原成 N_2 释放，完成脱氮要求，并且消除了硝酸盐对厌氧段的影响，提高了除磷效果。聚磷菌在厌氧段可吸收去除一部分有机物，同时释放出大量磷。然后混合液进入好氧段，污水中有机物在其中得到氧化分解，同时聚磷菌摄取污水中比在厌氧条件下所释放的更多的磷，最终通过排放高磷剩余污泥而使污水中的磷得

到去除。全部污泥均经历了完整的释磷、吸磷过程，提高了除磷效果。

在 A/A/O 池内投加悬浮填料来增加污泥浓度，它无需对池子作重大的结构改造；且由于生物膜固着生长的特点，它有利于增长速率低、世代时间长的硝化细菌群优势生长，可减小因泥龄太小而对硝化反应所产生的负面影响，又可充分利用生物膜法的优点，在现有曝气池中实现硝化反应，同时可能实现局部缺氧、厌氧的微环境，为同步硝化反硝化创造条件，提高系统对总氮的去除。

MBBR 工艺的特点是：

(1) 投加悬浮填料富集了硝化菌，强化了硝化效果，解决了生物脱氮除磷的泥龄矛盾。

(2) A/A/O 的布置形式提高了反硝化速率，强化了脱氮效果。

(3) 全部污泥均经历完整的释磷、吸磷过程，提高了系统除磷效果。

(4) 由于高浓度活性污泥和生物膜存在好氧、缺氧和厌氧的微环境，强化了好氧池同时硝化反硝化的效果，降低了好氧池出水的硝酸盐浓度。

(5) 工艺流程简洁，与传统活性污泥法工艺十分接近，易于改造。改造工程造价费用较低，运行管理方便，比较适合应用于老厂改造。

在该工艺中，活性污泥与生物膜同时对有机污染物其降解作用。悬浮填料是生物池内的重要元件，填料的技术特征通过比表面积、孔隙度与密度等参数表征。生物膜对有机污染物的降解去除，其作用的是生物膜的量和生物膜的表面积，尤其以后者更为重要。填料之间应保持一定的空隙度，以保证充足的氧供应。填料之间的空间是固（生物膜）、液（污水）、气（空气）三项接触的部位，是氧向污水中转移的重要部位。填料的空隙度和比表面积是相互矛盾的两个方面，空隙度高，比表面积必然减少，提高比表面积，填料间的空隙度必然降低，因此空隙度不宜过高，也不宜过低，适度为好。

填料应质地坚固、强度高、耐腐蚀、抗冰冻，具有较大的空隙度和比表面积，易于加工、运输、填充。

5.3.8 MBR 工艺

5.3.8.1 MBR 工艺概况

按膜组件和生物反应器的相对位置，膜分离生物反应器可分为分置式 MBR 和

一体式 MBR 两种。分置式 MBR（通过料液循环错流运行，生物反应器的混合液由泵增压后进入膜组件，在压力作用下膜过滤液成为系统处理出水，活性污泥、大分子物质等则被膜截留。其特点是：运行稳定可靠，操作管理方便，易于膜清洗、更换及增设，但动力消耗高。一体式 MBR 是将膜组件浸没于生物反应器内，通过泵抽吸得到过滤液。一体式 MBR 利用曝气时气液向上的剪切力来实现膜面的错流效果，也有采用在一体式膜组件附近进行叶轮搅拌和膜组件自身的旋转来实现膜面错流效应的。一体化膜生物反应器，也称浸没式膜生物反应器（Submerge Membrane Bio-Reactor, SMBR），是近年兴起的一种新型工艺，该工艺将膜组件置于生物反应器中，通过工艺泵的负压抽吸作用得到膜过滤出水，应用于 SMBR 的膜组件有中空纤维膜、管式陶瓷膜和平板式膜。该工艺可以把固形物及其他大分子物质直接留在生物反应器内，通过曝气在池内造成一定的旋转流，以增加膜表面的紊流和减轻膜表面的污染。由于不需要混合液的循环系统，能耗较低，较分置式的 MBR 占地更为紧凑，不需复杂的支撑体，另外，MBR 易于从现有的传统活性污泥工艺进行改造，由此在污水的处理与回用中的技术研究而倍受关注。

常用于 MBR 工艺的膜有微滤膜(MF)和超滤膜(UF)。目前，大多数的 MBR 工艺都采用 $0.02\sim 0.4\mu\text{m}$ 的膜孔径，这对于以截留微生物絮体为主的活性污泥（MBR 中一般 $7\sim 40\mu\text{m}$ ）来讲，完全可以达到目的。

MBR 膜反应器是一种用膜分离过程，用于取代传统活性污泥法中二次沉淀池和深度处理设施的水处理技术。

（1）二沉池固液分离存在的不足

传统活性污泥法（Conventional Activated Sludge, CAS）是以二沉池进行固液分离，所以存在以下不足：

- 二沉池分离效率有限，出水易携带多较多的悬浮污泥，导致出水水质不佳；
- 回流污泥浓度不高，使曝气池中 MLSS 不能太高，导致处理构筑物容积负荷低，占地面积大；
- 传氧效率低，能耗高；
- 易发生活性污泥膨胀，管理操作复杂，如下图所示；



(a) 运行正常

(b) 污泥膨胀

二沉池正常运行与污泥膨胀情况下的比较 图 5.3-14

- 剩余污泥量大，污泥处理费用高，污泥处理费用占污水处理厂运行费用的 25%~40%；
- 出水水质易受进水水质的影响，出水水质不稳定。

(2) MBR 技术的优缺点

由于膜生物反应器用膜组件代替了传统活性污泥工艺中的二沉池，所以可以进行高效的固液分离，因此它具有传统工艺无法比拟的优点：

1) 出水水质优良、稳定。

出水优于国家一级 A 标准，部分指标达到地表水 IV 类，在景观环境用水、城市杂用水、工业用水等领域可直接回用。高效的固液分离将废水中的悬浮物质、胶体物质、生物单元流失的微生物菌群与已净化的水分离，不须经三级处理即可直接回用，具有较高的水质安全性。

2) 工艺流程短，占地面积小；容积负荷高，进一步减少占地。

由于膜的高效分离作用，不必单独设立沉淀、过滤等固液分离池。处理单元内生物量可维持在高浓度，使容积负荷大大提高，同时膜分离的高效性，使处理单元水力停留时间大大缩短。

3) 污泥龄长，污泥排放少，二次污染小。

污水处理过程中将产生剩余污泥，这些污泥须经处理后才能运出厂区，并进行最终处置。剩余污泥的产生量将影响污水厂内污泥处理系统的规模和投资，以

及污泥的最终处置费用。现在，剩余污泥的有效处置是目前全世界的一个难题，而剩余污泥量的减少将会在一定程度上缓解这一难题。MBR 膜反应器在高容积负荷、低污泥负荷、长泥龄条件下运行，剩余污泥排放量约为传统方法的 50%，减少了污泥处理费用。

4) 对水质的变化适应力强，系统抗冲击性强。

防止各种微生物菌群的流失，有利于生长速度缓慢的细菌（硝化细菌等）的生长，使一些大分子难降解有机物的停留时间变长，有利于它们的分解，从而系统中各种代谢过程顺利进行。

5) 生物脱氮效果好。

SRT 与 HRT 完全分离，有利于增殖缓慢的硝化细菌的截留、生长和繁殖，系统硝化效率高；MLSS 浓度高，反硝化基质利用速率高。

6) 自动化程度高。

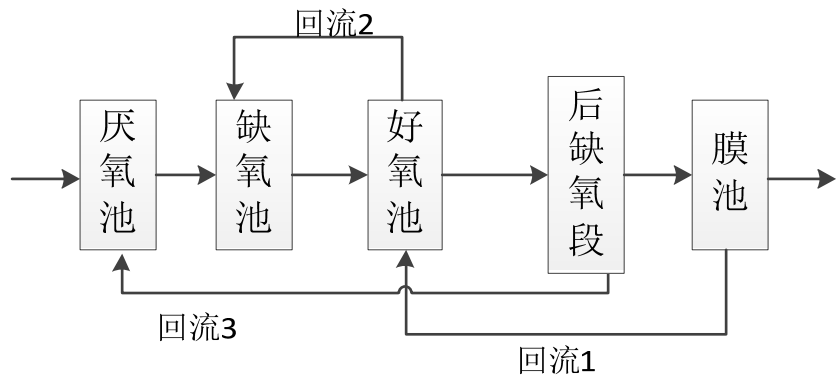
MBR 由于采用膜技术，大大缩短了工艺的流程和通过先进的电脑控制技术，使设备高度集成化、智能化，是目前为止，国内自动化程度最高的中水回用设备。

但 MBR 技术也存在一定不足：

1) 膜造价高、使用寿命短，使 MBR 的基建投资高于传统二级生物处理工艺，但目前随着膜技术的发展，膜成本在不断下降，从 2002 年至今，膜成本下降了 70%，并且还在进一步降低。

2) 膜吹扫增加了鼓风气量，运行能耗高，使得整个工程运行费用较高。

5.3.8.2 强化脱氮除磷 MBR 工艺原理及特点



强化脱氮除磷 MBR 工艺流程图 图 5.3-15

为进一步去除 TN，目前常用强化除磷脱氮膜生物反应器（AAOA+MBR）工艺，即应用 Bardenpho 工艺原理，该工艺在传统 AAO 工艺段后增加后置缺氧段，并与膜生物反应器相结合，实现了脱氮除磷效率的强化提高。其工艺原理需要先分别从生物和分离两个单元分别论述，然后再综合分析其特点和优势。

（a）生物段：

AAOA+MBR 的生物段在 A₂/O 工艺基础上增加后置缺氧段，即厌氧—缺氧—好氧—后置缺氧活性污泥法工艺，即 Bardenpho 的应用，根据生物降解的不同过程和所需要的不同环境将反应池分为厌氧区、缺氧区、好氧区及后置缺氧区，通过厌氧和好氧、缺氧和好氧交替变化的环境完成除磷脱氮过程。在 A₂/O 工艺中，厌氧池用于生物除磷，缺氧池用于生物脱氮。原污水中的碳源物质先进入厌氧池，聚磷菌优先利用污水中的易生物降解物质成为优势菌种，为生物除磷创造了条件；污水然后进入缺氧池，反硝化菌利用其它可能利用的碳源将回流到缺氧池的硝态氮还原成氮气，达到脱氮的目的。设置后置缺氧池，在 MBR 工艺污泥浓度很高的情况下，可以利用微生物自身内源呼吸作用产生的碳源颗粒进行进一步反硝化脱氮作用，强化了系统整体的脱氮效果的同时，对系统内部碳源进行了有效利用。

（b）分离段：膜分离技术

在污水深度处理中，通常利用膜的错流过滤作用形成一定的膜通量从而实现连续的固液分离效果。与常规分离方法相比，膜分离过程具有能耗低、单级分离效率高、过程简单、不污染环境、经济性较好、没有相变、可在常温下连续操作

以及可直接放大等特点。在全球水资源紧缺、环境污染日益严重的今天，膜分离技术作为一种新型的污水处理技术，其发展潜力巨大，因此得到了越来越广泛的应用。

(c)综合分析：膜生物反应器（MBR）工艺

尽管 MBR 反应器由生物处理工艺单元和膜过滤分离单元构成但二者的组合不仅仅是简单相加，独立存在，这与生物处理工艺和沉淀之后增加的膜法深度处理工艺完全不同。传统生物处理系统由曝气池和二沉池组成，由于依靠污泥的重力沉降实现固液分离，分离效果不够理想，即使后段增加膜过滤深度处理，也仅是单纯的物理性过滤，并不能强化生物降解的功能。而在 MBR 反应器中，微生物的结构、种类和生物相等与常规活性污泥法均有很大不同，主要表现在以下几方面：a、MBR 反应器的活性污泥中丝状菌和真菌占相当大比重，球菌和杆菌附着在这些丝状体上形成球状菌胶团，菌胶团结合得较松散，之间由于丝状体的桥梁连接作用而相互关联，这种群体具有很强的捕食功能；b、MBR 反应器中的污泥是由密集悬浮的游离细胞、小的絮体（ $<50\mu\text{m}$ ）和絮体碎片组成的。MBR 中的菌胶团特别细小，混合液中的挥发性组分较高，细菌种类较多，特别是游离细菌较多。微生物酶的活性高。c、膜的无选择分离作用为各种微生物，包括生长较慢、不易沉降的菌种（如丝状菌）等在生物反应器中的停留和大量生长创造了条件，从而丰富了生物反应器中的微生物相，从根本上提高了系统对污水中各类污染物的降解效率。d、MBR 中特殊微生物如硝化菌、聚磷菌类的生长，以及膜对微生物的完全截留可以提高硝化菌和聚磷菌的总量，增强了系统的硝化反硝化和除磷能力，提高了含氮化合物和难降解有机物的去除率。

综上所述，正因为膜生物反应器内的降解微生物与常规活性污泥法的巨大差异，使其具有常规工艺无法比拟的独特优势。

5.3.8.3 MBR 工艺去除有机物和脱氮除磷的优势

膜生物反应器（MBR）工艺具有优越的去除有机物和脱氮除磷功能。

有机物降解方面：膜生物反应器对有机物的去除机理是基于反应器中悬浮生长的活性污泥的生物降解作用和膜的物理截留作用。膜生物反应器中膜的高效截留作用使微生物全部截留于生物反应池中，维持了较高的活性污泥浓度和微生物

量，使 MBR 对有机物的去除表现为容积负荷相对较高的延时曝气系统的特征。与传统生物法相比，MBR 对有机物去除效率高（一般大于 90%），而且可以在较短的水力停留时间内达到更好的去除效果，在提高出水水质和处理能力方面表现出较大的优势。含难降解有机物用常规生物法处理时效率低下，原因在于能有效降解这类物质的微生物世代期较长而难以在常规生物反应系统中大量存在，而膜生物反应器可完全截留微生物，实现水力停留时间和污泥龄的完全分离，并有利于某些专性菌（特别是优势菌群）的出现，提高了生化反应速率和系统对有机物的降解作用。另一方面，由于膜的存在将大分子有机物有效地截留在生物反应器内，增加了有机物与微生物的接触反应时间，有利于难生物降解有机物的去除。

脱氮方面：对于 MBR 工艺脱氮而言，目前多数仍然建立在传统的硝化—反硝化机理之上，同时，新的脱氮理念如短程硝化—反硝化、同步硝化—反硝化理念也深入到了 MBR 工艺中。从硝化角度，由于膜的高效截留作用，使微生物完全截留在反应器内，实现了反应器水力停留时间（HRT）和污泥龄（SRT）的完全分离，有利于增殖缓慢的亚硝酸菌和硝酸菌的截留、生长和繁殖，反应器中硝化菌总量较多，同时，MBR 反应器中微生物菌胶团的平均粒径较常规活性污泥法更加细小，硝化速率更高，而且供氧量也比常规工艺大，因此，MBR 反应器的硝化过程更彻底，有研究证明，MBR 的平均硝化反应程度比相应的活性污泥法高两倍以上，由此带来的是反硝化过程的电子受体硝酸根和亚硝酸根离子的基质浓度将更丰富。从反硝化角度，在硝酸盐充足的条件下决定反硝化速率的主要有两个因素：反硝化菌数量和有机碳源。在 MBR 反应器中，由于膜的高效截留作用，反应器内可维持很高的污泥浓度，相应的反硝化菌数量就较多，重要的是，反硝化菌可利用的有机碳源的量也相应增多。这是因为随着 MLSS 的增高，微生物量也就增加，根据细菌死亡—再生（death-regeneration）理论，微生物衰减时会产生二次基质（PHA），这些二次基质可供微生物生长使用。微生物量的增加，必然引起内源代谢物质的增多，因此，反硝化反应所需要的另一底物——有机碳源浓度也随之增大，这也是常规工艺在低污泥浓度条件下运行所无法实现的；不仅如此，MBR 系统中反硝化菌利用有机碳源的能力也较强，可以将进水中部分非快速降解的有机物利用作为反硝化碳源，这对于可生化性较差的污水进行生物脱氮具有很好的效果。总的来说，反硝化菌数量多、电子受体硝酸根、亚硝酸根和电子供体有机碳

源的基质浓度丰富等几个因素的协同作用，最终导致了 MBR 系统反硝化速率的加快。由此可见，MBR 工艺在硝化和反硝化过程的双重优势使得该工艺的脱氮能力较常规活性污泥法有显著提高，完全可以满足含氮化合物去除的要求。

除磷方面：由于膜对 SS 近 100% 的截留，膜系统的出水几乎不含 SS，这就把颗粒中的磷很好地截留在系统内。另外由于 MBR 的完全截留作用和通过厌氧、好氧环境的交替，聚磷菌将更容易得到富集，聚磷菌在厌氧环境中把聚磷酸盐(Poly-P) 中的磷释放出来，提供必需的能量，吸收易降解的有机物并将以聚 β 羟基丁酸 (PHB) 贮存在细胞中；在好氧环境中，聚磷菌再利用体内的 PHB 氧化代谢产生能量，过量地吸收存储在数量上远远超过其生长需要的磷量，将磷以聚磷酸盐的形式贮藏在菌体内而形成高磷污泥，通常 MBR 系统的剩余污泥含磷量比传统除磷工艺高 1.2~1.5 倍，这样，即使 MBR 有更长的污泥龄 (SRT)，也能取得相当好的除磷效果。如果需要进一步降低出水中磷的含量 ($<0.5\text{mg/L}$)，可以结合化学除磷法实现稳定达标。

去除病菌方面：MBR 对病毒和细菌的去除主要通过膜表面沉积层的截留作用实现。由于在过滤过程中，膜表面形成了凝胶层，使膜孔径减小，从而能去除小于膜孔径的病毒和细菌。MBR 工艺能有效去除病毒和致病菌，如肠道病毒、总大肠杆菌、粪大肠杆菌等均低于检测限，甚至检不出。

其它方面：MBR 工艺在高污泥浓度、低污泥负荷条件下运行，同时借助池内大流量的回流作用，使其对进水负荷的变化具有很强耐冲击负荷能力，与常规工艺相比，其运行的稳定性更加突出。总之，MBR 工艺具有很强的耐冲击负荷能力，低温、低溶解氧和进水负荷的变化等不利条件对 MBR 系统运行的稳定性和出水水质影响较小。因此，可以说 MBR 工艺是一种运行可靠的污水处理工艺。

5.3.9 生化处理工艺的选择

活性污泥法在大型污水处理厂有较多的应用，根据国家住房和城乡建设部的统计数据，截止 2010 年，在已投入运行的 2739 座城市污水处理厂中，10 万 m^3/d 规模以上的污水处理厂有 190 余座，而其中的 40% 采用了 A/A/O 或 A/O 工艺，而已投入运行的 14 座 I 类大型污水处理厂全部采用了 A/A/O 或 A/O 工艺，均可达到预期的处理效果。故本次将 AA0 工艺作为比选工艺之一。

而近年来 MBR 工艺也广泛用于污水厂的处理中，将 MBR 工艺作为 AAO 工艺后端的超滤设施，可以大大提高 AAO 系统的污泥浓度，减少整个生化系统的体积，从而大大减少占地，由于本工程中污水厂采用半地下式的布置方式，而强化脱氮除磷的 MBR 工艺可实现集约化的布置，节省用地，且可以充分利用污水中的碳源，故本工程也将 MBR 工艺作为比选工艺之一。

5.3.10 深度处理工艺选择

城市污水经二级处理后，若进一步降低排水指标并达到优于一级 A 的标准，应进行深度处理。深度处理工艺的选择应根据现状污水处理工艺、进水水质、出水要求、气象环境条件及技术管理水平、工程地质等因素综合考虑后确定。

5.3.10.1 处理工艺选择原则

根据设计进、出水水质，选用适当的处理工艺流程，以降低处理成本，提高经济效益，保证安全可靠地供水。

污水处理厂二级处理出水作为深度处理水源进行处理，处理工艺流程根据出水水质要求有不同处理工艺，处理的对象与目标是：

- (1) 去除处理水中残存的悬浮物；脱色脱臭，使水进一步得到澄清。
- (2) 进一步降低 BOD₅、COD、TOC 等指标，使水进一步稳定。
- (3) 脱氮、脱磷，消除能够导致水体富营养化的因素。
- (4) 消毒杀菌，去除水中的有毒、有害物质。

5.3.10.2 常规深度处理技术概述

深度处理的工艺流程，视处理目的和要求的不同，可以是以下工艺的组合：混凝沉淀、过滤、活性炭吸附、臭氧氧化、离子交换、电渗析、反渗透等等。

1. 混凝沉淀

混凝沉淀工艺在城市污水深度处理中主要起以下作用：

(1) 进一步去除污水中呈胶体和微小悬浮状态的有机和无机污染物，也即去除污水的色度和浊度。

(2) 除 TP。因污水中的磷酸盐大部为可溶性，一级处理去除量很少，一般的二级处理也只能去除 20~40%左右，强化二级处理可大幅度提高除磷率至 60%~75%。

混凝沉淀能除磷 90~95%，是最有效的除磷方法。

(3) 可去除污水中的乳化油和其他工业水污染物。

2. 过滤

过滤在深度处理中的作用是：

(1) 去除生物过程和化学澄清中未能沉降的颗粒和胶状物质；

(2) 增加以下指标的去除效率：SS、浊度、TP、BOD₅、COD_{cr}、重金属、细菌、病毒和其它物质；

(3) 由于去除了悬浮物和其它干扰物质，因而可增进消毒效率，并降低消毒剂用量。

3. 活性炭吸附

活性炭在城市污水深度处理中的作用，主要是去除生物法所不能去除的某些溶解性有机物。活性炭还能去除痕量重金属。

4. 臭氧氧化法

臭氧氧化是利用臭氧的强氧化性，把二级处理难于降解的污水中的有机物进行氧化吸收。

5. 膜技术

膜技术最近几年发展起来的高效污水深度处理工艺，它利用生物膜或合成膜的分离透过性，截流吸附水中的悬浮物、溶解性有机物等污染物质。可以根据不同特性或结构的膜，使不同大小的微粒或分子从污水中“渗透”出来，从而达到净化污水的目的。

6. 消毒

消毒的目的是杀灭水肿病原微生物，防止水致传染病的危害，同时还可控制处理构筑物内菌藻繁殖，保证水路畅通。消毒方法有多种形式，氯消毒及紫外线消毒。

下表列出了通常采用的处理技术及其对应的处理对象。

污水深度处理技术 表 5.3-4

深度处理技术	处理对象						
	悬浮物	微生物	有机物	无机物	氮	磷	嗅
混凝沉淀	* *	*	*			*	
过滤	* *	*	*			*	
活性炭吸附	*	*	* *	* *			* *
土地渗滤	* *		* *	*	*	*	*
离子交换				* *	*	*	
膜法	* *	* *	*	*	*	*	*
臭氧氧化		* *	* *				*
氯氧化		* *			*		*
紫外线照射		* *					

二级处理出水再进行深度处理的去除对象及采用的主要处理方法详见下表。

污水厂二级处理水深度处理去除对象和所采用的处理技术 表 5.3-5

去除对象		有关指标	采用的主要处理技术
有机物	悬浮状态	SS、VSS	过滤、混凝沉淀
	溶解状态	BOD ₅ 、COD _{cr} 、TOC、TOD	混凝沉淀、活性炭吸附、臭氧氧化
植物性营养盐类	氮	T-N、T-N、NH ₃ -N、NO ₂ -N NO ₃ -N	吹脱、折点氯化、生物脱氮 生物脱氮
	磷	PO ₄ -P、T-P	金属盐混凝沉淀、石灰混凝沉淀、晶析法、生物除磷
微量成份	溶解性无机物、无机盐类	电导度、Na、Ca、Cl 离子	反渗透、电渗析、离子交换
	微生物	细菌、病毒	臭氧氧化、消毒（氯气、次氯酸钠、紫外线）

根据国内已建污水厂实际运行经验，在正常运转情况下，二级处理出水 SS 值一般可达到 20mg/L 左右，很难达到 5mg/L 的要求值。因此，深度处理的目的主要

是去除仍然较高的 SS 值以及进一步降低水中的 COD_{cr} 、 BOD_5 和 TP，确保出水达标。

污水厂出水中悬浮物浓度不仅涉及到出水 SS 指标，出水中的 BOD_5 、 COD_{cr} 、TP 等指标也与之有关。因为组成出水悬浮物的主要成分是活性污泥絮体，其本身的有机成份就高，并含有一定比例的磷，较高的出水悬浮物含量会使得出水的 BOD_5 、 COD_{cr} 和 TP 增加。因此，降低 SS 值不只是单纯地使 SS 值指标合格，同时会更进一步地去掉 BOD_5 、TP 及其他污染指标。

从上表和论述中可以看到，过滤及混凝沉淀是去除 SS、VSS 的主要技术手段。污水经二级处理沉淀后，其出水（即深度处理的进水）悬浮物总体来说不高，根据污水厂、给水厂运行经验及类似试验介绍，低 SS 浓度进水用沉淀法，各种影响因素较多，通过过滤则可以保证其出水悬浮物低于 10mg/L 。

本工程拟采用 MBR、AAO 进行主体工艺比选，其中 MBR 工艺采用超滤膜作为深度处理，AAO 拟采用混凝沉淀+过滤的工艺作为深度处理。

5.3.10.3 深度处理沉淀池池型论证

传统的平流式、幅流式沉淀池工艺已经过近百年的发展，技术上已经成熟，近年来，国外对原有工艺进一步改进优化，开发成功新型高效沉淀池，并且在实际工程中逐步得到推广应用，并取得了良好的效果。

一、高效沉淀池工艺

这种工艺实际上把混合/絮凝/沉淀进行重新组合，混合、絮凝采用机械方式搅拌方式，沉淀采用斜管装置，与普通平流式沉淀池相比，可大幅度提高水力负荷。斜管沉淀技术早在 80 年代初就在国内的污水处理领域中得到应用，并且一直工作正常。由于混合、絮凝和斜管沉淀组合合理，使新的高效沉淀池具有如下优点：

(1) 水力负荷高，沉淀区表面负荷约为 $7\sim 15\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{hr}$ ，大大超过常规沉淀池的表面负荷。

(2) 污染物去除率高， COD_{cr} 、 BOD_5 、和 SS 的去除率分别可达到 60%、60% 和 85%，磷的去除率可高至 90%。

(3) 由于加强了反应池内部循环并增加了外部污泥循环，提高了分子间相互接触的机率，使絮凝剂在循环中得到充分利用，减少了药剂投加量，降低了运行成本。

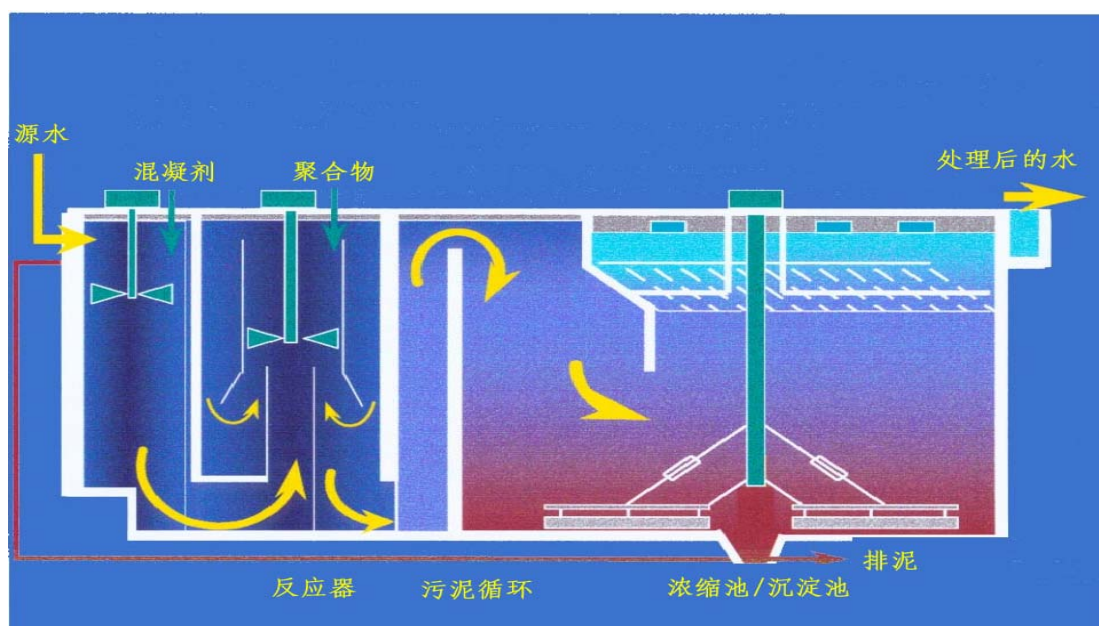
(4) 在沉淀区分离出的污泥在浓缩区进行浓缩，提高了污泥的含水率，使污泥含水率达到 98.5%。

(5) 高效沉淀池由混合区、絮凝区、斜管沉淀区组成。

污水先进入混合区，投加化学混凝剂，混合区配有一台快速搅拌器，确保水和混凝剂的有效混合。

随后混合液由底部进入絮凝区。絮凝区中心配有一个轴流叶轮，助凝剂投加在叶轮底部，轴流叶轮使水流在絮凝区内快速絮凝和循环；在池内周边区域，主要通过推流使絮凝以较慢的速度进行，并分散能量以确保絮凝物增大致密，并最终形成较大块的、密实的、均匀的絮凝物；在絮凝区内悬浮固体的浓度维持在最佳水平，污泥浓度通过来自浓缩区的浓缩污泥的外部循环得到保证。

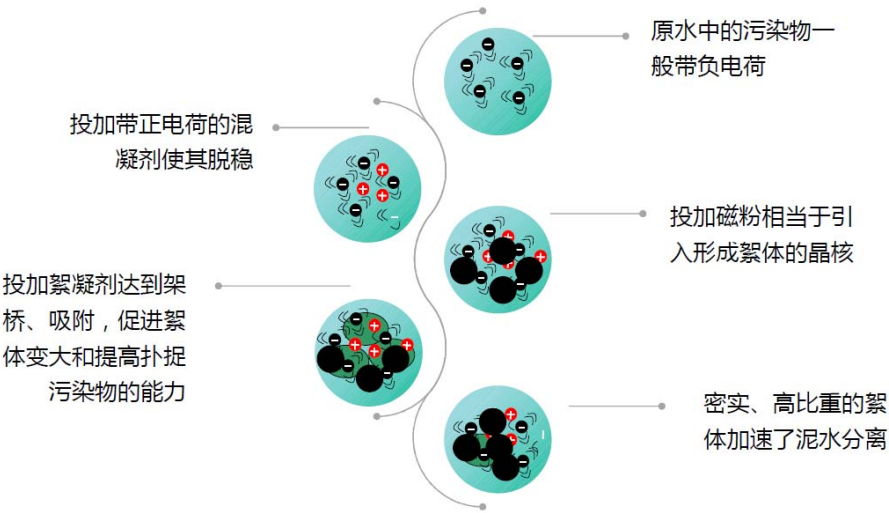
水流最后进入沉淀区，由下向上，经过斜管分离处理，澄清水由集水槽排出；当水流进入面积较大的沉淀区时絮凝物的流入速度放缓，这样可以避免絮凝物的破裂和涡流的形成，也使绝大部分的悬浮固体在该区沉淀；絮凝物堆积在沉淀区的下部，形成的污泥也在这部分区域浓缩，污泥在浓缩区的停留时间为几个小时，刮泥机配有扰动栅以增强浓缩效果，产生浓缩污泥的浓度至少为 15g/L；部分浓缩污泥自浓缩池泵出，循环至絮凝池入口，剩余污泥从浓缩池底部泵送至污泥处理系统。



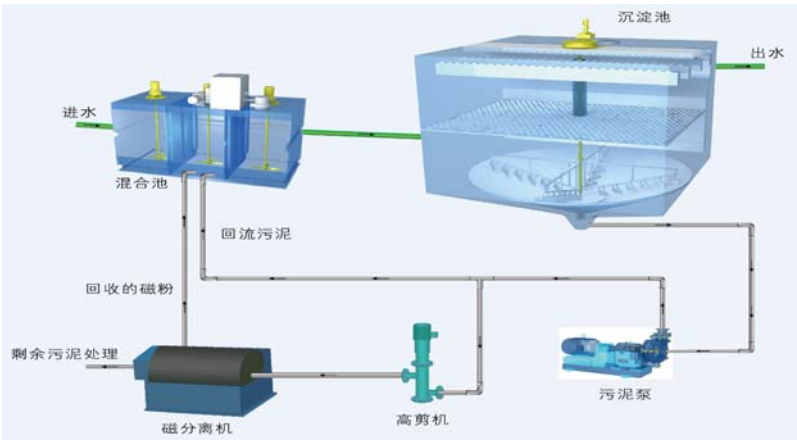
高效沉淀池流程示意 图 5.3-16

二、磁混凝高效沉淀池

磁混凝沉淀池工艺是在常规中混凝沉淀工艺中添加了磁粉。磁粉($\sim 100\mu\text{m}$)微小作为沉淀析出晶核,使得水中胶体颗粒与磁粉颗粒很容易碰撞脱稳而形成絮体,悬浮物去除效率也大大提高;同时由于磁粉密度 ~ 5.0 ,使得絮体密度远大于常规混凝絮体,从而大幅提高沉淀速度。磁混凝高效沉淀池工艺同时设置了污泥回流系统,使得污泥中的磁粉及混凝剂循环使用,能够有效节约混凝剂用量。剩余污泥回收磁粉后排出进入污泥处理系统。



由于采用磁粉的强化,磁混凝高效沉淀池表面负荷可为 $20\sim 40\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{hr}$,同时可节约混凝剂的用药量约 $20\%\sim 35\%$ 。由于较高的表面负荷,可大幅降低池体的占地面积。



由于磁混凝高效沉淀池具有占地小、投药量少、有机物去除及 SS 去除效率高等特点,结合本工程的出水标准,除 MBR 膜工艺外,AAO 工艺的深度处理沉淀部分

采用磁混凝高效沉淀池。

5.3.10.4 过滤工艺的选择

过滤的作用是：去除生物过程和化学澄清中未能沉降的颗粒和胶状物质；增加悬浮固体、浊度、磷、 BOD_5 、 COD_{cr} 、重金属、细菌、病毒等指标的去除效率；增进消毒效率，降低消毒剂用量；使后续吸附装置免于堵塞，提高吸附效率。

本次拟对 MBR 工艺、AAO 工艺进行比选，除 MBR 工艺外，其余两种工艺还需要设置专门的过滤设施。

过滤工艺是保证出水水质的重要环节，而影响过滤处理效果的主要因素是滤料级配的选择以及为保证滤料清洁所采用的冲洗方式。

过滤装置的类型很多，一般有普通快滤池、双阀滤池、无阀滤池和单阀滤池、虹吸滤池、移动冲洗罩滤池等形式，近年来，国内外在这些传统过滤装置的基础上又发展形成了移动床向上流连续过滤器、均质滤料气水反冲洗滤池、D 型滤池等，与普通滤池相比，具有土建造价低、施工简便、建设周期短、技术先进和处理效果稳定等特点，在国内外的工程实践中已逐步得到推广应用。下面就常用的过滤装置作简单介绍。

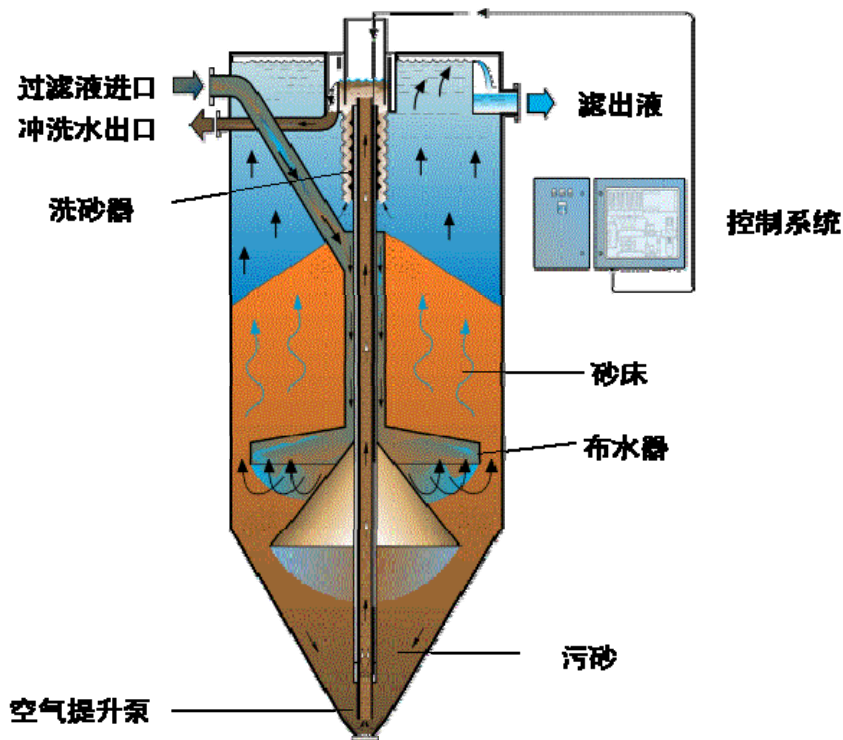
1. 移动床向上流连续过滤器

移动床向上流连续过滤器简称为流砂过滤器，与固定床过滤不同，无需为清洗滤床上的截流物而每天停水。原水由过滤器底部进入滤床，向上流与滤料充分接触，所含截流物被截流在滤床上，处理后清水由顶部的出水堰溢流排放。滤料采用有效直径 0.9mm，均匀系数 1.4 的均质石英砂，截流污染物的滤料通过底部的气提装置提升到顶部的洗砂装置中进行清洗，压缩空气的压力为 $5\sim 7\text{kg}/\text{cm}^2$ 。空气、水、砂子在压缩空气的作用下剧烈摩擦，使砂子截流的杂物洗脱。洗净后的砂藉重力自上而下补充到滤床中，洗砂水则通过单独的排污管排放，完成整个洗砂过程。操作过程中可以直接观察到洗砂过程，并根据运行状况进行相应调节，以达到最佳过滤效果。流砂过滤器的基本工艺特征主要有：

(1) 洗砂器由耐磨损的超高分子材料制成，耐磨损性能强；

(2) 洗净装置内的砂与洗净水接触时间长，用较少的水量就可以取得更高的洗净效果；

- (3) 过滤器可连续运转，无需反复冲洗，滤料在滤床中均匀分布，截污量大；
- (4) 动力费用低；
- (5) 对絮凝反应要求低，可减少反应时间，降低投药量。



流砂过滤器原理图 图 5.3-17

2. D 型滤池

D 型滤池是代替传统砂滤池的一种新型净水设备，它是以国家 863 科技成果，国家火炬项目，国家重点推荐新产品，取代了传统的石英砂过滤技术，确保滤料达到高效、广域、变速、自适应，具有世界领先创新水平。

D 型滤池彗星式滤料是清华大学研制的新型功能过滤材料——彗星式纤维滤料，世界首创的分形结构滤料，该滤料将纤维滤料截污性能好的特征与颗粒滤料反冲洗效果好的特征结合，在过滤过程中，滤床横断面空隙率均匀性和纵断面的合理梯度变化确保了高速过滤和高精度过滤得以同时实现。同时在反冲洗时，通过气水反冲洗，滤料在水中充分散开，滤料的比重不对称和相互碰撞使得附着在滤料表面的固体颗粒很容易脱落，从而保证了滤料的洗净度，并减少了反冲洗耗水量。

D 型滤池具有以下优点：

(1) 采用 DA863 彗星式滤料，可实现高滤速、高精度的过滤，对水中悬浮物的去除率可达 95%以上，对大分子有机物、病毒、细菌、胶体、铁等杂质有一定的去除作用；

(2) 占地面积小：制取相同的水量，占地面积为普通砂滤池的 1/2 以下；

(3) 特有的拦截技术，可保证滤料在反冲洗时不会流失；

(4) 反冲洗耗水率低（约 1%~2%），运行费用省；

(5) 加药量低，运行费用低：由于滤床结构及滤料自身特点，絮凝剂投加量是常规技术的 1/2~1/3。周期产水量的提高，吨水运行费用也随之减少；

(6) D 型滤池的控制可采用手动控制和自动控制两种方式，可根据用户需要制定，灵活、先进。

3. 均质滤料气水反冲洗滤池（V 型滤池）

该滤池型式采用粒径较为一致的石英砂作为过滤介质，粒径和滤料厚度都大于原来的级配滤料，使滤床的纳污能力强，滤后水质好，反冲洗周期长，反冲洗采用气、水联合冲洗，分为单气冲洗，由约 $55\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 强度的空气，使沙层在不膨胀的情况下，全面沸腾擦洗，使整个滤池不可能产生积泥死角，然后气水同时冲洗，料层微膨胀，砂中污泥在气体擦洗的同时由小流量的（约 $10\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ）反冲水浮出滤层，后单独由约 $17\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 强度的清水漂洗滤层至滤层彻底干净，最后采用减速过滤技术，在整个反冲洗过程中，由一股 V 型槽流出的侧向水流将反冲洗表面浮渣冲向中央排水渠，布气布水采用长柄滤头，普遍反映使用效果良好。

均质滤料气水反冲洗滤池有以下特点：

(1) 恒水位过等速过滤。滤池出水阀随水位变化不断调节开启度，使池内水位在整个过滤周期内保持不变，滤层不出现负压。当某单格滤池冲洗时，待滤水继续进入该格滤池做为表面扫洗水，使其它各格滤池的进水量和滤速基本不变。

(2) 采用无料石英砂滤料，滤层厚度比普通快滤池厚，截污量比普通快滤池大，故滤速较高，过滤周期长，出水效果好。

(3) V 型进水槽（冲洗时兼作表面扫洗布水槽）和排水槽沿池长方向布置，单池面积较大时，有利于布水均匀，更适用于大型污水处理厂。

(4) 承托层较薄。

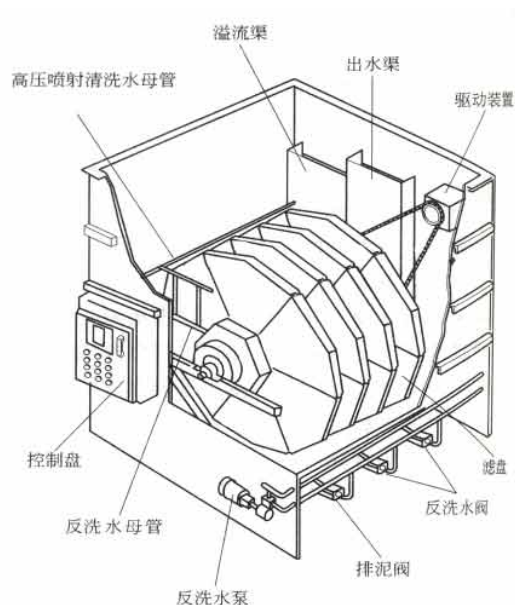
(5) 冲洗采用空气、水反冲和表面扫洗，提高了冲洗效果并节约冲洗水。

(6) 冲洗时，滤层保持微膨胀状态，避免出现跑砂现象。

4. 滤布滤池

滤布滤池用于污水的深度处理，设置于常规活性污泥法、延迟曝气活性污泥法、SBR 系统、氧化沟系统、滴滤池系统，氧化塘系统之后，可去除总悬浮固体，结合投加药剂可去除 P，色度等，同时对藻类的去除也有相当的功能。

滤布滤池结构形式详见下图：



滤布滤池结构示意图 图 5.3-18

滤盘数量根据滤池设计流量而定，一般为 1~12 片。每片滤盘分成 6 小块。滤盘由防腐性材料组成，滤盘连接件均为 304 不锈钢。每片滤盘外包有高强度滤布，滤布的密实度及厚度根据污水性质选定。滤盘设在中空管上，通过中空管收集滤后水。

反冲洗装置由反冲洗水泵、管配件及控制装置组成。

排泥装置由集泥井、排泥管、排泥泵及控制装置组成。

工艺介绍：

污水重力流进入滤布滤池，滤池中设有挡板消能设施，污水通过滤布过滤，滤后液通过中空管收集重力流通过溢流槽排出滤池。过滤中部分污泥吸附于滤布外侧，逐渐形成污泥层，随着滤布上污泥得积累，滤布过滤阻力增加，滤池水位逐渐升高，通过测压装置可监测滤池与出水堰上水头之间的水位差，当该水位差达到设定的反冲洗值时，自动控制系统自动控制反冲洗泵，开始反冲洗过程。

过滤期间，滤盘处于静态，有利于污泥的池底沉积，反冲洗期间，滤盘以 1 转/分的转速旋转，反冲洗泵利用中空管内的滤后水冲洗滤布，吸除滤布上集聚的污泥颗粒，并排除或再利用反冲洗水。

滤布滤池底部设置有排泥管，用于排除池底污泥，污泥在池底的沉积减少了滤布上的污泥量，可延长过滤时间，减少反冲洗水量。控制系统可以设定排泥的间隔时间及排泥历时。

针对本工程的进出水水质要求，主要是在去除 SS 值的同时进一步降低水中的 BOD₅、COD_{Cr}，本工程将目前常用的均质滤料气水反冲洗滤池（V 型滤池）工艺与滤布滤池工艺进行技术经济比较，确定合适的深度处理的过滤工艺。

(1) 过滤系统比较

过滤系统比较 表 5.3-5

序号	比 较	V 型滤池系统	滤布滤池系统
1	过滤介质	颗粒滤料	纤维滤布
2	过滤面的方向	过滤面水平	过滤面与水面垂直
3	系统组成	滤池；反冲洗系统(冲洗水池/冲洗水泵/鼓风机/起重设备/空压机/闸阀若干)	滤布过滤器；反抽吸泵
4	功能	过滤（主要去除 SS）	过滤（主要去除 SS）
5	工作方式(指单台)	恒水位运行，过滤—反冲洗—过滤，反冲洗时过滤间断，反冲洗间断	过滤连续，抽吸可间断/可连续

(2) 技术经济比较

技术经济比较表 表 5.3-6

项目	V 型滤池系统（包含深度处理提升泵房、反冲洗系统等）	滤布滤池系统
系统组成	深度处理提升泵房+高效沉淀池+V 型滤池+反冲洗废液池	高效沉淀池+滤布滤池
滤池平面尺寸	大	小
反冲洗	方式：气水反冲。 过程：水冲 6 分+气水反冲 4 分+表扫 8 分。1-2 次/d。	方式：负压抽吸。 过程：清洗 1 次/60 分，1 分/次。消耗水：65 m ³ /d (<1%)，
水头损失	约 2.0m	0.8m 左右
运行功率	中（含深度处理提升运行功率）	低（含高效沉淀池运行功率）
运行成本（电费+维护费）	一般	低
设备费用	一般	较高

项目	V 型滤池系统（包含深度处理提升泵房、反冲洗系统等）	滤布滤池系统
深度处理系统总投资（含土建）	一般	低
管理维护	复杂，需补充滤料	较简单，需更换滤布
抗冲击负荷能力	固定床深层过滤，抗冲击负荷能力较强	表层过滤，抗冲击负荷能力较差

根据上述三个方案的技术、经济和综合比较可以看出，V 型滤池过滤系统虽然土建费用较大，但在国内应用较成熟，出水稳定，属于深层过滤；而滤布滤池工艺的工程投资费用、运行成本较低，但设备费用较高，需要定期更换滤布。考虑到本工程建设标准较高，大部分指标优于一级 A 标准，为了保障净化厂出水能够稳定达标，除 MBR 工艺外，AAO 工艺中采用 V 型滤池作为过滤工艺。

5.3.11 消毒技术的选择

所谓消毒指的是杀灭或清除传播媒介上病原微生物,使其达到无害化的处理。消毒有别于灭菌，在消毒过程中，细菌不是全部被破坏，它仅要求杀灭致病菌；而灭菌则是指杀灭全部的细菌。污水中的病原体主要有三类：病原性细菌、肠道病毒和蠕虫卵。

消毒是水处理中的重要工序，早在 2000 年 6 月 5 日由建设部、国家环境保护总局、科技部联合发出的“关于印发《城市污水处理及污染防治技术政策》的通知—建城[2000]124 号”中规定“为保证公共卫生安全，防治传染性疾病传播，城市污水处理设施应设置消毒设施”。新排放标准颁布后对污水厂尾水消毒有了更严格的规定。因此，需要采用适当的消毒方式杀灭污水中含有大量细菌及病毒。

5.3.11.1 消毒机理

消毒剂产生作用的主要机理有：(1)破坏细胞壁；(2)改变细胞的渗透性；(3)改变原生质的胶体性质；(4)改变有机体的 DNA 或 RNA；(5)抑制酶的活性。

破坏细胞壁可以导致细胞的溶解和死亡，如青霉素，可以抑制细菌胞壁的合成作用，从而破坏细胞体。

改变细胞的渗透性可以破坏膜的选择性渗透能力，例如酚类化合物及洗涤剂，可以改变原生质膜的渗透性，使胞内的营养元素如氮和磷流失。

改变原生质的胶体性质可以采用热、照射、强酸或强碱药剂等方法。热会使

细胞蛋白质混凝，而酸碱会使蛋白质变性，产生致死效应。

改变有机体的 DNA 和 RNA 可以采用紫外照射的方法。当细菌和原生动物的 DNA 和病毒的 RNA 吸收了 UV 光子时，由相邻 DNA 的胸腺嘧啶或 RNA 的尿嘧啶可能会形成共价的双键，从而破坏 DNA 或 RNA 的复制过程，使生物体不再繁殖，以致灭活。

抑制酶的活性可以达到消毒的效果。以氯为例的氧化剂，能改变酶的化学排列，使酶失效，从而杀灭细菌。

根据上述消毒的机理，经常采用的消毒方式主要有氯、臭氧和紫外线消毒等，其消毒的机理对比如下表所示。

氯、臭氧、紫外线的消毒机理 表 5.3-7

氯	臭氧	紫外线
1. 氯化	1. 直接氧化/破坏细胞壁	1. 在生物体的细胞内，以光化学作用破坏 RNA 和 DNA（如形成双键）
2. 与有效氯作用	使细胞组分泄出胞外	
3. 蛋白质沉淀	2. 与臭氧分解的自由基	2. 在波长 240~280nm 范围内微生物的核酸是光能最重要的吸收剂
4. 改变细胞壁的渗透能力	副产物作用	
5. 水解和机械破裂	3. 破坏核酸组分（嘌呤和嘧啶）	3. 由于 DNA 和 RNA 带有再造的遗传信息，破坏这些物质能有效地灭活细胞
	4. 破坏碳氮键导致解聚	

5.3.11.2 消毒分类

常见的消毒技术有化学消毒、物理消毒和机械消毒。

1、化学消毒

化学消毒所用的药剂有：(1)氯及其化合物；(2)溴；(3)碘；(4)臭氧；(5)酚及酚类化合物，(6)醇类；(7)重金属及其化合物；(8)染料；(9)肥皂及合成洗涤剂；(10)季胺化合物；(11)过氧化氢；(12)过乙酸；(13)各种碱类；(14)各种酸类。其中，最常用的消毒剂是氧化剂，而氯则是最普通应用的一种氧化剂。臭氧是一种高效消毒氧化剂，尽管它没有余量，但它的应用还是日益增加。高酸性和高碱性也能用以破坏致病菌，pH 值大于 11 和小于 3 的水溶液对大多数细菌都有消毒作用。

2、物理消毒

物理消毒可采用加热和光照。例如，将水加热至沸点，可破坏大多数致病的

无孢子细菌。饮料和奶制品工业普遍采用加热消毒，但由于费用太高，不适于污水的消毒。但在欧洲，巴氏消毒法也已应用于污泥消毒。

光照也是一种很好的消毒方法，主要是利用电磁光谱中的紫外线(UV)照射作用。在氧化塘中观察到的微生物衰减现象，部分是由于其日光中UV成分的照射。发射紫外线的特制灯已经成功地应用于水和污水的消毒，紫外光源和水之间接触的几何尺寸特别重要，因为除了微生物之外，还有悬浮物、溶解有机分子以及水本身都吸收紫外线的照射。

3、机械消毒

细菌通过其他有机物在机械处理过程中的去除也会被去除，各种处理过程典型细菌去除效率比较如下所示，表中列举了各种处理方式典型细菌去除效率，表列的前四种处理方式可认为是机械的方法。

各种处理过程典型细菌去除效率比较 表 5.3-8

过程	去除率 / %	过程	去除率 / %
粗格栅	0~5	化学沉淀	40~80
细格栅	10~20	生物滤池	90~95
沉砂池	10~25	活性污泥法	90~98
自然沉淀	25~75	处理出水加氯处理	98~99.999

5.3.11.3 常用消毒方法

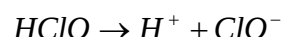
消毒方法大体上可分为两类：物理方法和化学方法。物理方法主要有加热、冷冻、辐照、紫外线和微波消毒等方法。但目前最常用的还是使用化学试剂的化学方法。化学方法是利用各种化学药剂进行消毒，常用的化学消毒剂有多种氧化剂（氯、臭氧、溴、碘、高锰酸钾等）、某些重金属离子（银、铜等）及阳离子型表面活性剂等。

其中，氯价格便宜，消毒可靠又有成熟经验，是应用最广的消毒剂。但污水中有机物组成复杂且含量高，采用加氯消毒可能会形成致癌化合物如氯代酚或氯仿等，水中病毒对氯化消毒也有较大的抗性，因此，其他废水消毒工艺逐渐得到广泛应用，如二氧化氯消毒、紫外线消毒等。下表就目前在污水处理工程中几种常用的液氯、二氧化氯消毒技术和紫外线消毒技术等进行介绍比较。

1、氯消毒技术

自从 20 世纪初，氯就广泛应用于水消毒工艺。目前，氯消毒仍是应用最广的化学消毒方法。其主要特点是：（1）处理水量较大时，单位水体的处理费用较低；（2）水体氯消毒后能长时间保持一定数量的余氯，从而具有持续消毒能力；（3）氯消毒历史较长，经验较多，是一种比较成熟的消毒方法。

氯消毒的原理如下：

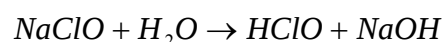
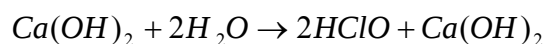


氯分子与水发生反应生成次氯酸，次氯酸分子很小，呈电中性，可以扩散到带负电荷的细菌细胞表面，渗入细胞内并利用氯原子的氧化作用破坏细胞的酶系统，使其生理活动停止，导致死亡。水中存在的 HClO 和 ClO⁻ 总量称为“游离有效氯”，其中 HClO 的杀灭效率大约是 ClO⁻ 的 40~80 倍。

虽然氯对饮用水和污水处理后尾水的消毒非常重要，但对使用氯的安全和公共卫生的担忧也引起了人们的严重关注。主要包括：

- （1）氯是剧毒物质，在运输过程中容易发生事故泄漏；
- （2）氯对处理厂的操作人员有潜在的卫生危险，如果发生事故泄漏，对公众也有危险；
- （3）液氯的容器有严格的要求，且现场必须设置防泄漏中和装置；
- （4）氯和污水中的有机组分反应会产生异臭化合物和副产物，其中很多已知是致癌致突变物质。
- （5）污水处理后的尾水中的余氯对水生生物有毒。

为消除对液氯在运输、储存、投加和操作使用安全的担忧，可以采用投加次氯酸盐的方式替代液氯，次氯酸钙和次氯酸钠均可水解形成次氯酸(HClO)，形成游离有效氯，反应原理如下：



氯消毒的效果与水温、pH、接触时间、混合程度、污水浊度、所含干扰物质以及有效氯浓度有关。二级处理出水的加氯量应根据试验资料或类似运行经验确定，无试验资料时，一般可采用 6~15mg/L，再生水的加氯量按卫生学指标和余氯

量确定。

加氯消毒系统包括加氯机、混合设备、氯瓶和接触池等部分，在设计过程中根据实际情况进行计算和选型。

2、次氯酸钠消毒

次氯酸分子很小，呈电中性，可以扩散到带负电荷的细菌细胞表面，渗入细胞内并利用氯原子的氧化作用破坏细胞的酶系统，使其生理活动停止，导致死亡。次氯酸钠的杀菌力较强，使用比较方便，其杀菌机理与氯相似，是依靠其溶于水后生成的次氯酸杀死或抑制细菌的繁殖和生长。

次氯酸钠消毒与加氯消毒类似，有持续的消毒作用，一般直接采购次氯酸钠溶液，因此投加系统比较简单，在运输和使用过程中不会像液氯那样易发生泄漏和爆炸，近几年得到了越来越多的应用。

3、二氧化氯消毒技术

二氧化氯(ClO_2)是另一种杀菌剂，灭活病毒的有效性超过氯，二氧化氯有强烈的氧化作用，在水中几乎100%以分子状态存在，所以易穿透细胞膜，同时，二氧化氯的消毒能力可以用有效氯表示，其有效氯是氯的2.6倍。二氧化氯与氯很大的不同是二氧化氯是一种强氧化剂，而不是氯化剂，不产生氯化反应，因此，二氧化氯与酚反应不产生异味很大的氯苯酚。二氧化氯与腐殖质及有机物反应几乎不产生挥发性有机卤化物，不生成并抑制生成有致癌作用的三卤甲烷(THMs)。

二氧化氯对水中的致病菌和非致病菌均具有良好的灭菌效果。例如，二氧化氯对水中大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、藤黄八迭球菌、绿脓杆菌、枯草芽胞杆菌、痢疾杆菌、沙门氏菌和志贺氏菌等致病菌具有优良的灭菌效果；同时二氧化氯对水中无色杆菌属、假单胞杆菌、微杆菌属、链霉菌属、梭状芽胞杆菌属、短杆菌属、芽孢杆菌属、孢器放射菌属、八迭球菌属、葡萄球菌属和微球菌属等非致病菌(属)均具有有效的杀灭效果。二氧化氯对细菌的杀灭效果明显好于氯，并可在pH值为3~9范围内有效杀灭细菌；而氯只有在近中性条件(pH为6.5~8.5)下可有效杀灭细菌；相对于氯而言，二氧化氯所需投加量较少，杀菌速率快，而且效果持久。二氧化氯作为一种强氧化剂，它还能有效破坏水体中的微量有机污染物，如苯并芘、蒽醌、氯仿、四氯化碳、酚、氯酚、氰化物、硫化氢和有机硫化物等。

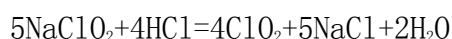
二氧化氯发生方法主要有化学法和电解法两种，其中化学法发生二氧化氯的

技术已趋于成熟，电解法正在发展中。化学法生产二氧化氯的发生器按其生产工艺不同，主要分为复合型二氧化氯发生器和高纯型二氧化氯发生器。

复合型二氧化氯发生器的原理如下：



高纯型二氧化氯发生器的原理如下：

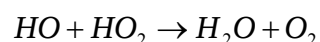
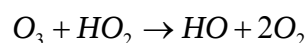
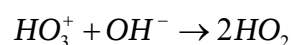
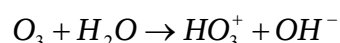


从国外资料和国内专家的试验情况来看，复合型发生器的消毒灭菌效果更好，二氧化氯与氯气协同作用可较好地抑制处理后水中三卤甲烷等氯化致癌物的生成。这主要是因为二氧化氯较氯气活泼，可优先于氯气与有机物发生氧化反应，然后由氯气来保证处理后水中的余氯，抑制水中微生物的繁殖再生。

4、臭氧消毒技术

20 世纪初期臭氧首先在法国用于给水消毒，随着应用的日益广泛，扩展到几个西欧国家和北美地区，现在世界上臭氧消毒设施超过 1 000 处，几乎都用于给水处理，在这些设施中通常先用臭氧来控制异臭、异味及产生颜色的介质。虽然历史上主要是用于给水消毒，但近年来臭氧发生技术的进展已经使臭氧用于污水消毒并日益在经济上具有可行性，臭氧还可用于污水处理除臭和深度处理，去除溶解的难降解有机物。

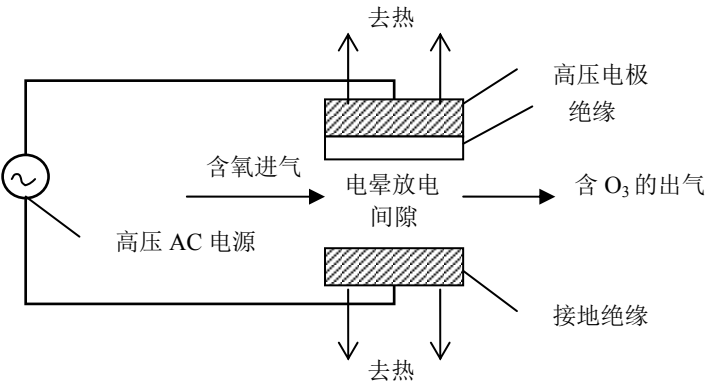
臭氧分子由三个氧原子组成，在常温常压下为一种具有刺激性气味的不稳定性气体，极易分解成氧气，臭氧在水中发生的分解反应如下：



分解形成的自由基 HO_2 及 HO 具有很强的氧化能力，对具有顽强抵抗力的微生物如病毒、芽孢等都有强大的杀伤力，还能渗入细胞壁，从而破坏细菌有机体链状结构致细菌死亡。

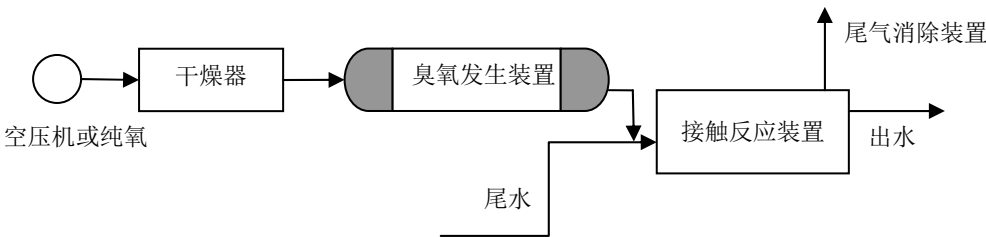
臭氧可采用电解作用、光化学作用、放射化学作用和电荷放电产生。目前最有效的生产臭氧的方法是放电法。在相距很近的两个电极间施加高电压，使空气

或纯氧成为臭氧，发生装置如下图所示。这项装置中产生的高能量电晕使一个分子氧离解，而与另两个分子氧再生成两个分子臭氧，此种过程用空气时所产气流含臭氧约 1%~3%(质量比)，用纯氧时含量可提高到约 3 倍，最新的臭氧发生器所产气流可含 3%~10%臭氧(质量比)。



臭氧发生装置示意图 图 5.3-19

臭氧消毒系统由以下部分组成：（1）电源；（2）空压机或纯氧；（3）臭氧发生装置；（4）接触反应装置；（5）尾气消除装置。臭氧消毒的一般工艺流程如图 7-2-2 所示，由于无论采用空气或纯氧发生的臭氧浓度都很低，且臭氧常温下在水中的溶解浓度仅 10mg/L 左右，从经济上讲，其进入液相的传输效率是极重要的考虑因素。因此，接触反应池最好建成水深为 5~6m 的深水池或封闭的几格串联的接触池。一般接触反应系统可以传输 90%的臭氧。由于臭氧是一种特别刺激而又有毒的气体，因此接触池排出的尾气必须处理，以消除残余臭氧。如采用纯氧发生臭氧，破坏残余臭氧所得产物是纯氧，可以回用。



臭氧消毒流程 图 5.3-20

5、紫外线消毒技术

紫外线用于水的消毒，具有消毒快捷，不污染水质等优点，因此近年来越来越受到人们的关注。目前在欧洲已有两千多座给水处理厂采用紫外线进行消毒。同时，紫外线技术在污水处理领域也得到了非常广泛的应用，目前在世界

各地已经有三千多座城市污水处理厂和再生水处理厂采用紫外线消毒系统，最大处理规模达 $136 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。

紫外线是波长在 200~400 nm 的电磁波，其中具有杀菌消毒功能的紫外波段为 200~300 nm，即紫外 C 和紫外 B 中的部分，通常人们较关注微生物对紫外线的吸收频谱，认为 253.7nm 是紫外消毒的最佳波段，并把紫外消毒技术称为紫外 C 消毒。

紫外线消毒是一种物理消毒方法，它并不是杀死微生物，而是破坏其繁殖能力进行消毒。其原理主要是用紫外光摧毁微生物的遗传物质——核酸(DNA 或 RNA)，使其不能分裂复制，除此之外，紫外线还可引起微生物其他结构的破坏。微生物在人体内不能复制繁殖，就会自然死亡或被人体免疫功能消灭，不会对人体造成危害。

紫外消毒系统的主要组成有：(1)UV 消毒灯；(2) UV 灯的石英套管；(3)UV 灯和石英套管的支撑结构；(4)为 UV 灯提供稳定电源的镇流器；(5)电源。UV 消毒灯有低压低强灯、低压高强灯和中压高强灯 3 种。在设计时应考虑紫外灯光强、穿透力、光电转换率、基建费用、灯具使用寿命等因素，根据实际情况进行技术经济比较。镇流器用于限制入灯电流，主要类型分为：(1)标准型(芯线圈)；(2)节电型(芯线圈)；(3)电子型(实体)。由于 UV 灯为电弧放电装置，电弧的电流越多，电阻就越低，没有镇流器限制电流，UV 灯会容易损坏。因此，在 UV 消毒系统设计中，UV 灯与镇流器的协调是极其重要的。

根据消毒装置与被消毒介质是否直接接触，可将紫外线消毒系统分为接触式和非接触式两大类。现在的污水紫外消毒系统基本为接触式，即紫外灯(外包石英套管)直接与水接触；非接触式系统因不适用于污水处理或较大水量的处理，已被淘汰。接触式紫外消毒系统从消毒器结构上可分为封闭管道式紫外消毒系统和明渠式紫外消毒系统(如下图所示)。目前全球安装使用的紫外污水消毒系统有 95%以上为明渠式紫外消毒系统。

影响紫外消毒系统性能的主要因素有：水体的紫外穿透率、TSS、固体颗粒尺寸分布，水中的有机物和无机物成分以及污水的处理工艺等。

5.3.11.4 消毒技术的选择

根据上述分析，对污水处理中常用的消毒方法分析比较如下：

几种常用消毒方法的比较 表5.3-9

项目	氯	次氯酸钠	臭氧	二氧化氯	紫外线
优点	便宜，技术成熟、氯瓶来源广，加氯系统安全可靠，有持续消毒作用	直接采购液体，运输方便，管理操作简单。不产生游离氯，难以与有机物产生副产物	现场发生，反应速度快，消毒后臭氧立即分解，基本消除了对生物群的毒效；使水的溶解氧增加，无毒	不受 pH 影响，易溶于水，投加量少，残留量少；投资少、产率高且在水中滞留时间长，能杀除和抑制细菌；在一定的范围内，杀菌能力随着温度升高而升高	不投加化学药剂，无二次污染，使用简便、安全、快速，易实现自动化
缺点	对某些病毒、芽孢无效，残毒；产生臭味，有强烈刺激性、有毒，在运输和使用中易发生泄漏和爆炸	直接采购液体，需有配套的存储设施。	生产臭氧效率低，运行和维护费用高，臭氧必须边生产边使用；工艺没有剩余臭氧	易爆；只能现场发生、使用，设备复杂，操作管理要求高，仅有 20%二氧化氯在消毒过程中有发挥实效	电耗大；紫外灯管和石英套管需定期更换清除；对处理出水 SS 要求高；无持续作用
消毒效果	能有效杀菌，杀灭病毒、芽孢的作用差	能有效杀菌，次氯酸分子小，可渗透菌体内杀死病原微生物	杀菌和杀灭病毒、芽孢的效果都很好；灭活微生物的效果优于氯、氯胺、二氧化氯等消毒剂，除色、除臭效果好	对水中微生物或有机生物的消毒与去除能力优于氯；明显改善消毒水体的味觉和嗅觉	杀菌范围宽，效果好
消毒副产物	三卤甲烷 (THMs)，卤乙酸 (HAAs)，卤代酚，卤乙腈 (HANs)，卤代酮 (HKs)，卤代醛，卤代硝基甲烷	投加浓度低时，三卤甲烷 (THMs) 的生成量较少。	基本上不含有 THMs；主要是醛、芳香族羧酸等有机物；当水中含有溴离子时可能生成溴化物	有机副产物为酮、醛或羧基类的物质；无机副产物主要包括亚氯酸根和氯酸根	不产生有害物质，安全可靠

本工程处理规模较大，采用次氯酸钠消毒处理效果较好，采购方便，管理简单，并与一期工程一致，考虑到运行成本及消毒效果等方面，本工程拟采用次氯酸钠消毒。

5.4 污泥处理工艺论证

5.4.1 污泥处置方案分析

污泥是城市污水处理后的必然副产物，是一种由有机残片、细菌体、无机颗粒、胶体等组成的极其复杂的非均质体，除含有大量水分外，还含有有机物、重金属、盐类及少量的病原体微生物和寄生虫卵等，若不进行科学地污泥处理处置将对环境造成新的二次污染。

污水处理厂污泥潜在的最终出路主要为土地利用(园林绿化)、卫生填埋及建材利用几个方面。

1. 污泥用于园林绿化

园林绿化是污泥土地利用的一个主要途径，与污泥农用相比，污泥的施用既可促进植物生长，又可避免进入食物链。

用于城市绿化的土壤很多是客土或是没有完全熟化的深层土，主要来自于市政建设或大型建筑物建造过程中挖出的土，具有以下一些基本特性：

①pH 值为碱性,一般土壤的 pH 值基本在 8.0 以上，有些甚至达到 8.5 以上；
②养分低，土壤的 EC 值低，有的不足 0.1ms/cm；③有机质低，许多土壤的有机质不足 10g/kg；④土壤粘重，通气空隙少，容重一般小于 1.3mg/m³。

随着城市绿地的不断扩大，出现了取土困难，取好土更难的局面，为此，开辟新的优质栽植土壤(或人造介质)来源，分阶段全面改良绿地土壤，已成为绿化建设发展亟待解决的问题。要大面积改良绿地土壤，不可能将原有土壤弃之不用而大量换用优质农田土，必须开辟新的途径。而污水厂污泥经过处理后作为优质栽植土壤(或人造介质)。

为规范城镇污水处理厂污泥用于园林绿化或改良土地的泥质，建设部颁发了《城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质》(CJ 248-2007)及《城镇污水处理厂污泥处置 土地改良用泥质》(CJ /T291-2008)对污水处理厂污泥用于园林绿化及改良土地提出要求。

2. 污泥填埋

污泥填埋处置是从传统的堆放和填地处置发展起来的一项最终处置技术，它是将固体废弃物铺成一定高度，通过压实、加土覆盖等一系列操作过程，利用固

体废弃物经微生物的活动实现有机降解,使其稳定化的一种处置方式,污泥的填埋处置主要可以分为两类,即在专门填埋污水污泥的填埋场进行填埋处置,或者可以和生活垃圾(固体垃圾)在城市固体废物(MSW)填埋场进行填埋处置。污水污泥在城市固体废物填埋场进行填埋处置主要有三种类型:污泥/固体废物混合填埋、污泥作为垃圾填埋场覆盖土。

建设部颁布了《城镇污水处理厂污泥处置 混合填埋泥质》(CJ/T249-2007)对城镇污水处理厂污泥进入填埋场填埋的泥质提出要求。

3. 建材利用

污泥用于建筑材料利用前宜先进行干化或者焚烧,其中焚烧灰的无机成分与粘土接近。污泥焚烧可以破坏全部有机质,杀死病原体,并最大限度地减少污泥体积。当污泥自身的燃烧热值较高,城市卫生要求高,或污泥有毒物质含量高,污泥不能被利用时,可采用焚烧处置。

污泥焚烧就是利用本身有机物燃烧产生热量的过程,污泥焚烧利用了污泥中的能量,燃烧后放出的热量以尾气显热的形式被锅炉吸收。焚烧时的温度可以达到 850°C ,能完全杀死病原微生物,焚烧后污泥体积大大减小。焚烧后污泥中的水分蒸发为水蒸气,有机物变成了可燃气体,无机物则变成了极少量的灰烬。由于焚烧残渣在性质上发生根本改变,可用于沟槽同填、道路三渣等,需求量大,出路无问题。

污泥的建材利用是一个资源化过程,要真正使其进入良性循环,在降低污泥处理处置成本的同时,能保证建材本身的产品质量,稳定消纳量,为建材市场所接受。

关于城镇污水处理厂污泥的建材利用,建设部颁发了《城镇污水处理厂污泥处置 制砖用泥质》CJ/T289-2008,《城镇污水处理厂污泥处置 水泥熟料生产用泥质》CJ/T314—2009对污水处理厂污泥的建材利用提出要求。

城市污泥的处置方法因国家地区情况的不同而异。从环境污染、卫生安全和经济方面等因素考虑,无论哪种污泥处置方式都存在利弊。对于九龙湖污水处理厂的处置方式,需要根据污泥的性质、成分、污泥处理的技术水平以及南昌市的实际情况来确定。南昌市城市污泥处置,应在参考国外发达国家经验的基础上,南昌市的实际情况走循环经济之路,采用卫生填埋、土地利用、建筑材料利用多

种方法进行处理处置，解决污泥的最终出路。

三种污泥处置的适用范围见下表。

城镇污水处理污泥处置分类 表 5.4-1

序号	分类	范围	备注
1	土地利用	农用	农用肥料、农田土壤改良材料
		园林绿化利用	造林育苗和城市绿化的肥料
		土地改良	盐碱地、沙化地和废弃矿场的土壤改良材料
2	卫生填埋	单独填埋	在专门填埋污泥的填埋场进行填埋处置
		混合填埋	在城市生活垃圾填埋场进行混合填埋(含填埋场覆盖材料利用)
		特殊填埋	填地和填海造地的材料
3	建材利用	用作水泥添加剂	制水泥的部分原料
		制砖	制砖的部分原料
		制轻质骨料	制轻质骨料(陶粒等)的部分原料
		制其他建筑材料	制生化纤维板等其他建筑材料的部分原料
		填料	沟槽回填土

三种污泥处置方式的优缺点见下表。

三种污泥处置方式的优缺点 表 5.4-2

污泥处置分类	优缺点
卫生填埋	成本相对较低。但对污泥的含水率要求较高，占用的土地资源大，对周边环境有较大影响，易产生二次污染。
土地利用	成本相对对较低，资源化利用率高。但对原始泥质的要求较高、处理用地相对较大，用于绿化受季节限制；对于部分处理工艺，由于添加的高分子絮凝剂没有有效破壳，容易造成土地板结。
建材利用	占地面积小，处理快速，不受污泥性质和季节因素限制，可消纳途径广泛，资源化利用率高，但成本较高，烟气处理的环境要求高，适用于较大型污水处理厂。

5.4.2 污泥处置方案确定

目前，九龙湖污水处理厂现状污泥的处置方法为送至南昌市垃圾填埋场，执行《城镇污水处理厂污泥处置混合物填埋使用泥质》（GB/T23485-2009）标准，污泥含水率不高于 60%。一期提标工程采用板框深度脱水的工艺，且土建已经按照远期 21 万 m³/d 建设，预留设备机位，故本工程仍采用板框深度脱水的工艺，在一

期提标建设的脱水机房增加设备。

5.5 除臭工艺方案

5.5.1 污水处理厂除臭的必要性

污水污泥处理过程中，必然会产生大量的恶臭气体—异味，这些臭味主要是由有机物腐败产生的气体造成。臭味大致有鱼腥臭[胺类 CH_3NH_2 , $(\text{CH}_3)_3\text{N}$]，氨臭[氨 NH_3]，腐肉臭[二元胺类 $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$]，腐蛋臭（硫化氢 H_2S ），腐甘蓝臭[有机硫化物 $(\text{CH}_3)_2\text{S}$]，粪臭[甲基吡啶 $\text{C}_8\text{H}_5\text{NHCH}_3$]以及某些生产废水的特殊臭味。臭味给人以感官不悦，甚至会危及人体生理健康，诸如呼吸困难、倒胃、胸闷、呕吐等。随着人类社会经济的发展，人民生活水平的提高和日益增强的公众环境意识，处理厂在运行过程中所产生的臭气问题，已经引起社会越来越多的关注。为了减少和消除污水厂臭味对周围环境及污水厂运营管理人员的影响，采取一定的除臭措施是必要的。

5.5.2 污水厂臭气特点

1) 臭气成分复杂

有臭味的气体不但有我们熟知的 H_2S 、 NH_3 等，还有许多无机或有机化合物，它们在一般情况下都是挥发性强的物质，给人的感官感觉在不同浓度下有所不同。如下表列出了常见的废水中的恶臭化合物。

废水中常见恶臭化合物种类表 表 5.5-1

物质名称	分子式	分子量	挥发性 25℃ ppm (v/v)	检测限 ppm (v/v)	嗅阈值 ppm (v/v)	感官描述
乙醛	CH ₃ CHO	44		0.067	0.21	刺激性, 果味
烯丙基硫醇	CH ₂ =CHCH ₂ SH	74	Gas	0.0001	0.0015	令人不舒适, 蒜味
氨	NH ₃	17		17	37	刺激性
戊基硫醇	CH ₃ (CH ₂) ₄ SH	104		0.0003	-	令人不愉快, 腐臭
苯甲基硫醇	C ₆ H ₅ CH ₂ SH	124		0.0002	0.0026	令人不愉快, 强烈
n-丁基胺	CH ₃ (CH ₂) ₃ NH ₂	73	93000	0.080	1.8	酸味, 氨味
氯	Cl ₂	71	Gas	0.080	0.31	刺激性, 令人窒息
二丁基胺	(C ₄ H ₉) ₂ NH	129	800	0.016	-	腥味
二异丙基胺	(C ₃ H ₇) ₂ NH	101		0.13	0.38	腥味
二甲基胺	(CH ₃) ₂ NH	45	Gas	0.34	-	腐臭, 腥味
二甲基硫	(CH ₃) ₂ S	62	830000	0.001	0.001	烂白菜味
二苯基硫	(C ₆ H ₅) ₂ S	186	100	0.0001	0.0021	令人不愉快的
乙基胺	C ₂ H ₅ NH ₂	45	Gas	0.27	1.7	氨味
乙基硫醇	C ₂ H ₅ SH	62	710000	0.0003	0.001	烂白菜味
硫化氢	H ₂ S	34	Gas	0.0005	0.0047	臭鸡蛋味
吡啶	C ₅ H ₄ (CH) ₂ NH	117	360	0.0001	-	排泄物味, 令人作呕
甲基胺	CH ₃ NH ₂	31	Gas	4.7	-	腐臭, 腥味
甲基硫醇	CH ₃ SH	48	Gas	0.0005	0.0010	烂白菜味
臭氧	O ₃	48	Gas	0.5	-	刺激性
苯基硫醇	C ₆ H ₅ SH	110	2000	0.0003	0.0015	腐臭, 蒜味
丙基硫醇	C ₃ H ₇ SH	76	220000	0.0005	0.020	令人不愉快
嘧啶	C ₄ H ₄ N ₂	79	27000	0.66	0.74	刺激性
甲基吡啶	C ₅ H ₅ N	131	200	0.001	0.050	排泄物味, 令人作呕
二氧化硫	SO ₂	64	Gas	2.7	4.4	刺激性
甲基硫酚	CH ₃ C ₆ H ₄ SH	124		0.0001	-	臭鼬味, 刺激性
三甲基胺	(CH ₃) ₃ N	59	Gas	0.0004	-	刺激性, 腥味

上表共列出了废水中含有的 26 种臭气成份, 各种臭气成份均有其独特的气味及化学特性。

2) 部分物质嗅阈值低

人类对各种臭气的敏感度是不同的, 嗅阈值即指人类能感觉到臭味时各种臭气的浓度。如对于 H₂S, 嗅阈值为 0.0047ppm, 即为 0.007mg/m³, 甲硫醇嗅阈值为 0.001mg/m³, 即为 0.0021 mg/m³。

产臭气体种类非常多, 臭气浓度为无量纲值, 根据嗅觉器官试验法对臭气气味的大小予以数量化表示的指标, 用无臭的清洁空气对臭气样品连续稀释至嗅辨

员阈值时的稀释倍数叫作臭气浓度。测定方法采用“三点比较式臭袋法”进行测定（国家检测标准编号为 GB/T 14675-93）。例如臭气浓度 500，检测方法是用三只无臭袋，其中的 2 只充入无臭气体，另一只按一定稀释比例充入无臭空气和检测样品供多名嗅辨员嗅辨，当嗅辨员正确识别有臭气袋后，在逐级稀释，嗅辨，直至稀释样品的臭气浓度低于嗅辨员的嗅觉阈值时停止嗅辨。最终，由多名嗅辨员嗅辨稀释样品的平均稀释倍数 500，即为臭气的浓度。

由此可见，臭气浓度 <10 ，即意味着稀释倍数为 10 倍，如臭气成分全部为 H_2S ，则 H_2S 浓度需 $<0.0007mg/m^3$ ，为一级标准 H_2S 浓度的 1/40。由此可知，三个考核指标中最难达到的为臭气浓度值，且难度要比考核 H_2S 高 40 倍。

3) 规模大，源强高、臭源多，叠加效应强

本工程规模较大，且净水厂内有多种处理工艺，造成臭气性质复杂，污水区如粗细格栅、沉砂池、生物反应池等。

5.5.3 臭气处理目标

本工程污水处理厂暂按《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中恶臭污染物厂界标准值的二级标准执行，具体见下表。

恶臭污染物厂界二级标准值（单位：mg/m³） 表 5.5-2

控制项目	氨	三甲胺	硫化氢	甲硫醇	甲硫醚	二甲二硫	二硫化碳	苯乙烯	臭气浓度（无量纲）
数值	1.5	0.08	0.06	0.007	0.07	0.06	3.0	5.0	20

5.5.4 除臭工艺方案简介

从原理上分，除臭方法可分成吸收法、吸附法、氧化法、燃烧法等。吸收法有生物吸收法和化学吸收法，吸附法即活性炭吸附法。燃烧法和活性炭吸附法成本太高，在污水处理厂除臭中一般不予采用。

从具体手段来分，常见的方法有催化型活性炭法、臭氧氧化法、化学洗涤法、生物除臭法、土壤滤池除臭法、植物提取液喷洒方法等。

一、催化型活性炭法

活性炭吸附法是利用活性炭能吸附臭气中含臭物质的特点，达到脱臭的目的。为了有效地脱臭，通常利用各种不同性质的活性炭，在吸附塔内设置吸附酸性物质的活性炭，吸附碱性物质的活性炭和吸附中性物质的活性炭，臭气和各种活性

炭接触后，排出吸附塔。

与水清洗和药液清洗法相比较，具有较高的效率，但活性炭有一饱和期限，超过这一期限，就必须更换活性炭。

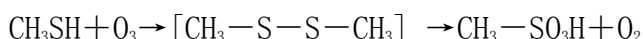
活性炭吸附法常用于低浓度臭气和脱臭装置的后处理。

二、臭氧氧化法

臭氧氧化法是利用臭氧强氧化剂，使臭气中的化学成份氧化，达到除臭的目的。

臭氧氧化法有气相和液相之分，由于臭氧发生的化学反应较慢，一般先通过药液清洗法，去除大部分致臭物质，然后再进行臭氧氧化。

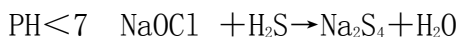
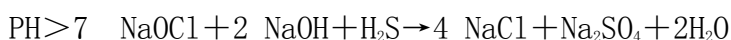
臭氧对臭味物质氧化分解反应式如下：



三、化学洗涤法

水清洗是利用臭气中的某些物质能溶于水的特性，使臭气中氨气、硫化氢气体和水接触、溶解，达到除臭的目的。

传统的化学除臭法是利用臭气中的某些物质和药液产生中和反应的特性，利用呈碱性的苛性钠和次氯酸钠溶液，脱去臭气中硫化氢等酸性物质，利用盐酸等酸性溶液，去除臭气中的氨气等碱性物质。 H_2S 与化学介质 ($NaOH$ 、 $NaOCl$) 反应方程式如下：



与活性炭吸附法相比较，化学除臭法必须配备较多的附属设施，如药液贮存装置、药液输送装置、排出装置等，运行管理较为复杂。适合于较大规模或者超大规模的除臭工程。

化学洗涤塔为双段水平逆向流填充式湿式洗涤塔，一般第一段以硫酸去除 NH_3 ，第二段以 $NaOH$ 及 $NaClO$ 去除 H_2S 以及其他有机气体。塔槽为玻璃钢强化塑料材质，相关之检视窗、采样口及各循环液体、化学药液注入口及排水口等配合机能设置，并设置必要的操作平台。洗涤塔下方设置循环水泵、溢流、排水、自动补水等装

置。洗涤塔填料由 PE 或 PP 或 PVC 等耐腐蚀材料成形之多孔球体或具有不堵塞与不结块的多孔型材料构成。

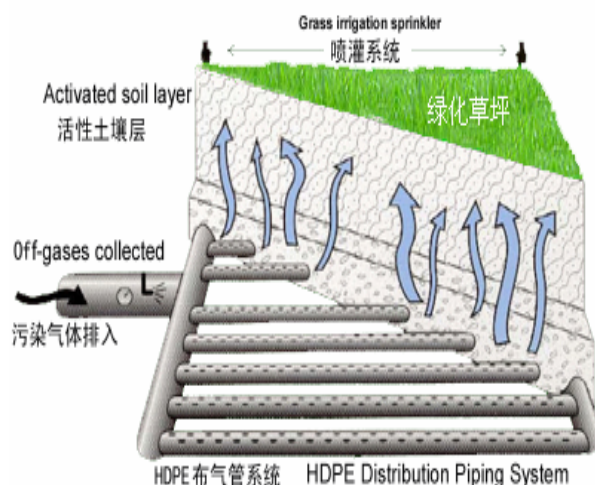
整个除臭装置包括洗涤塔、洗涤循环水泵、自动加药系统、鼓风机、化学药品储存槽、单元控制盘六大部分。

四、生物土壤滤池除臭法

生物土壤滤池法：是利用土壤中的有机质及矿物质将臭气吸附、浓缩到土壤中，然后利用土壤中的微生物将其降解的方法。在自然界中土壤是微生物生活最适宜的环境，它具有微生物生长繁殖所必须的一切营养物质和各种条件，故土壤有“微生物天然培养基”之称。有人统计，在肥沃土壤中 6 英寸厚的表土层内，每英亩含细菌和真菌超过 2 吨。

一般来说，臭气经收集后由风机送入扩散层，通过布气管将臭气均匀分布，然后臭气再经过土壤降解层与土壤中的有机质及矿物质充分接触以达到吸附的目的。再由微生物种群逐步降解吸附在土壤上的有机物。扩散层由粗、细石子及黄沙组成，可以使臭气均匀分布，其厚度一般在 40~50cm，土壤降解层由砂土混合组成，一般混合比例为：粘土 1.2%，含有机质沃土 15.3%，细砂土 53.9%，粗砂 29.6%，其厚度一般为 50~100cm，而且土壤应保持适宜条件以维持微生物正常工作，一般来说，温度在 278~303K，湿度在 50%~70%，pH 值在 7~8 左右。据报道在土壤中加入某些改良剂可以改进土质、提高去除率。有资料表明在土壤中混入 3%的鸡粪和 2%珍珠岩石，透气性能不变，而对甲硫醇的去除率可提高 34%，对二甲基硫提高 80%，二甲基二硫的去除率提高 70%。土壤法具有设备简单，运行费用极低，维护操作方便等优点。

土壤生物滤池方法采用特殊配制的活性土壤中培养了多种自养性的微生物。恶臭气体对于这些活性微生物而言，是它们赖以生存的基础养料。微生物通过吸收各种有机和无机成分在体内合成继续存活所必需的有机养料。该法在除臭过程中应用了微生物，故也称为生物除臭方式的一种，具体处理工艺流程示意如下。



土壤生物滤池示意图 图 5.5-1

生物土壤滤体表面可以种植草坪与厂区绿化结合，一般适用于处理大气量、大臭气空间的臭气以及土地充裕的地方。

生物土壤滤池有一个土壤介质床。由穿孔管构成的空气分布系统位于生物过滤器的底部，而穿孔管周围布满了砂砾层。从各种处理构筑物收集的臭气鼓入穿孔管，然后在土壤介质中缓慢的扩散。污水厂臭气的主要成分是硫化氢和有机气体，向上流动穿过生物过滤器填充介质，并暂时地或者吸附在载体表面与微生物接触。在被微生物吸收前，污染气体分子在空气和滤体介质间被均匀分配。

被微生物吸收后，有机气体参与微生物代谢，自身被氧化为 CO_2 和 H_2O 。这些驯化后的微生物在我们的环境中普遍存在。生物过滤器的介质为微生物进行代谢提供氧气、水分和矿物营养成分。在土壤生物过滤器中，有机气体被降解为 CO_2 、 H_2O 和微生物细胞生物质。细胞生物质的数量微乎其微，它不会导致介质的堵塞。同时 H_2S 与氧化铁在介质孔道表面反应，形成 FeS 和 FeS_2 。在生物过滤器处于好氧条件时，通过化学氧化作用和生物氧化作用，这些化合物被氧化为元素硫。然后，在具有很强缓冲能力的土壤生物滤体介质中，硫氧化为 CaSO_4 。

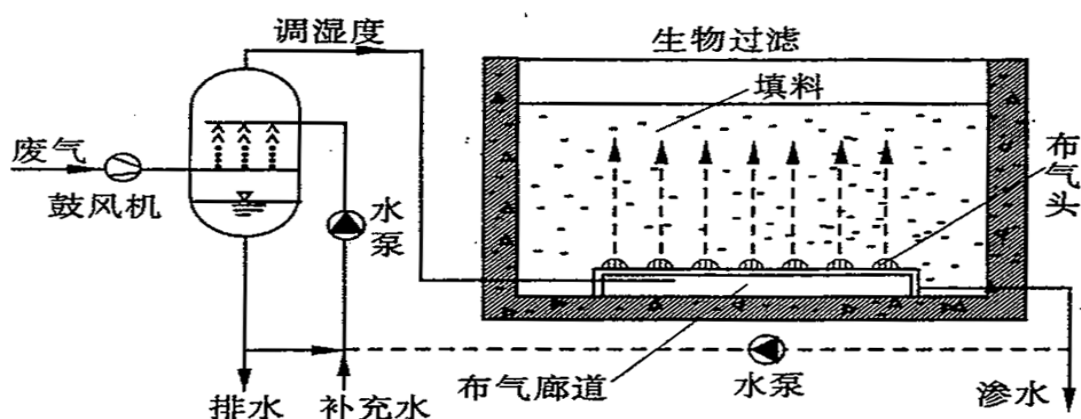
由前表分析，实际的土壤床运行中，其采用的填料已经是混合填料，实际上是生物滤池的一种类型，而且其需要的停留时间相对于生物滤池要长，因此其占地比较大。但因装置形状可依据现场形状灵活布置，对布置位置无特殊要求。生物土壤滤池的除臭效率 $>95\%$ ，不会产生二次污染。



土壤生物滤池 图 5.5-2

五、生物箱式滤池除臭法

生物箱式滤池是种填料床滤池。要处理的气体首先进行预湿，然后在敞开式滤池中，气体由下向上通过装满有机填料（肥料、果壳、树皮及其混合物）滤料床进行处理。在密闭式的滤池中，气体可经吹送或抽吸通过填料床。当臭气通过滤池填料时同时发生二个过程：吸着作用（吸附和吸收）和生物转化。臭气被吸收入填料床的表面和生物膜表面，附着在填料表面的微生物（主要是细菌、真菌等）氧化吸附/吸收的气体。要保持微生物的活性的关键因素是填料床内的湿度和温度。生物滤池的缺点是占地较大。其优点是较经济，来自天然的富含有机成分的多孔渗水填料构造简单，操作方便，无需液体循环系统。不过，操作的方便也意味着除了气流量和湿度外不能控制其他参数，另外有时根据需要，须添加营养物。其缺点是填料的寿命有限，部分会在生物过程中被消耗。此外，臭气氧化产生的酸会导致 pH 下降至微生物生长范围以下，并破坏填料结构。大量的沉淀还会影响过水能力，要控制这些问题须增加费用。



生物箱式滤池示意图 图 5.5-3

1. 生物滤池除臭原理

生物滤池除臭法主要包括污染场所密封系统、臭气收集及输送系统和生物滤池。生物滤池为混凝土矩形池，池底为布气系统，由带有多个滤头的模压塑料滤板组成，上层为无机滤料，其厚度根据处理气量的多少来确定。从各种处理构筑物收集的臭气通过鼓风机鼓入滤板下，由滤板均匀分布扩散至滤池，通过滤池内滤料达到去除臭气化合物的目的。

臭气化合物，主要是硫化氢和有机气体，向上流动穿过生物滤池内的滤料，生物滤料为经优化加工的无机滤料，将恶臭污染物彻底降解为 H_2O 和 CO_2 ，实现总臭气浓度控制。

2. 除臭过程

第一步：滤料表面覆盖有水层，臭气中的化学物质与滤料接触后在表层溶解，并从气相转化为液相，以利于滤料中的细胞作进一步的吸收和分解。另外，滤料的多孔性使其具有超大的比表面积，使气、液两相有更大的接触面积，有效增大了气相化学物质在液相中的传送扩散速率。故水溶渗透过程其实是一物理作用过程，高速的传送扩散意味着滤料可迅速将臭气的浓度降至极低的水平。

第二步：水溶液中的异味成分被微生物吸附、吸收，异味成分从水中转移至微生物体内。

第三步：滤料中的专性细菌(根据臭源的类型筛选而得到的处理菌种)以污染物为食，把污染物转化为自身的营养物质，使碳、氢、氧、氮、硫等元素从化合物的形式转化为游离态，进入微生物的自身循环过程，从而达到降解的目的。与

此同时，专性细菌等微生物又可实现自身的繁殖过程，作为食物的污染化合物与专性细菌的营养需要达到平衡。

恶臭物质的生物降解是该过程的限速阶段，可见微生物处于生物脱臭的核心地位。微生物消化吸收恶臭物质后产生的代谢物再作为其他微生物的养料，继续吸收消化，如此循环使恶臭物质逐步降解。真菌生长速度快，形成的菌丝网可有效增大与气体的接触面积，适用于难溶性臭气。

微生物除臭是多种微生物共同作用的结果。多种微生物共同作用更有利于吸收、分解产生的 SO_2 、 H_2S 、 CH_4 等具恶臭味的有害气体。同时，这些微生物又可以产生无机酸，形成不利于腐败微生物生活的酸性环境，并从根本上降解分解时产生恶臭气体的物质。

而水分、温度、酸碱程度等条件均符合微生物所需时，专性细菌的代谢繁殖将会达到一稳定的平衡，而最终的产物是无污染的二氧化碳、水和盐，从而使污染物得以去除。

微生物生长于滤料表面的生物膜或是悬浮在滤料周围的液相中。这些滤料提供微生物较大的附着面积及额外的养分供给。当气流通过滤床时，气相中的污染物被滤料上的生物膜所吸收并附着在滤料表面，并在该处进行生物分解。因此，生物滤池是一个结合气相污染物的吸收、吸附、分解、代谢产物脱附等基本程序的系统。

生物滤池重要的操作参数包括植茵、滤料的 PH 值及湿度、滤料湿度及营养物的含量。气流在进入生物滤床床体之前先被调湿，但是当调湿不足以提供适当水份时，有时候须要直接的喷水入床体。

填料的材质及特性是影响滤床效率的主要因素，其中包括孔隙度、压密度、水份载留能力、及承载微生物族群的能力。

除臭流程：恶臭源密封→恶臭气体收集系统→引风机→滤板→无机滤料。

3. 优点

(1) 建设成本投入低，运行成本低于其他所有方法，其主要运行成本为风机运行费用。

(2) 真正的绿色方法，不使用化学药品，能源需求低廉，不产生二次污染物，最后的产物是良性的。属环境友好技术。

(3) 生物填料为无机填料，具有良好的机械结构与生物特性。可适用于间歇性的工艺过程，不会因为短期气流中断而影响处理效果。

(4) 处理效率高，去除效果明显。选用特选微生物，在运行前，生物填料需用溶液特殊处理，处理用溶液含有特定微生物及生物活性酶，能有效提高单位体积的生物降解速率。

(5) 生物滤床划分多个系列，操作弹性好，方便维护、检修，占地少，安装简便，调试时间短。



生物箱式滤池实例 图 5.5-4

六、植物提取液净化法

使用天然植物提取液作为空气净化剂已经逐渐得到应用，这种净化法无毒、无害、无二次污染，使用安全、方便，对于无法加盖密封的场合有一定的优越性。

天然植物提取液消除异味的机理主要有以下六个方面：

单宁和类黄酮分子中的酚羟基与异味分子中的氨基结合；

类黄酮分子中的基团与异味分子中的巯基、亚氨基发生中和反应；

氨基酸与异味分子的巯基、亚氨基发生中和反应；

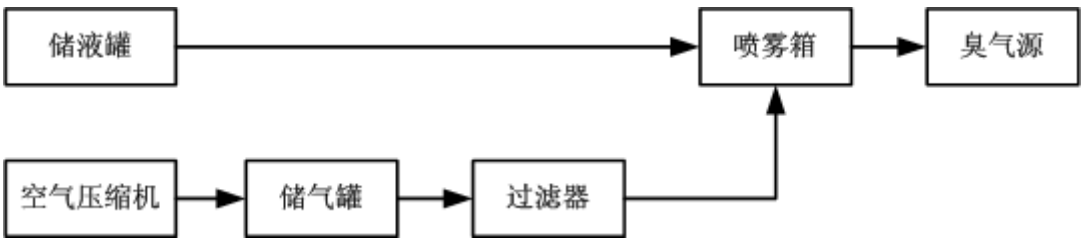
有机酸与异味分子中的氨基发生中和反应；

糖类物质可以吸附并溶解异味分子；

单宁类物质可以同异味分子发生脂化或脂交换反应等复合作用。

由于以上机理，使得天然植物提取液具有广谱性与高效性，可以广泛用于多种场合的空气净化，如具有臭味的场合（垃圾中转站、污泥码头、公厕、污水池等）、具有令人不愉快气味的场地（卷烟厂、食品加工厂等）。

此方法除臭流程如下：



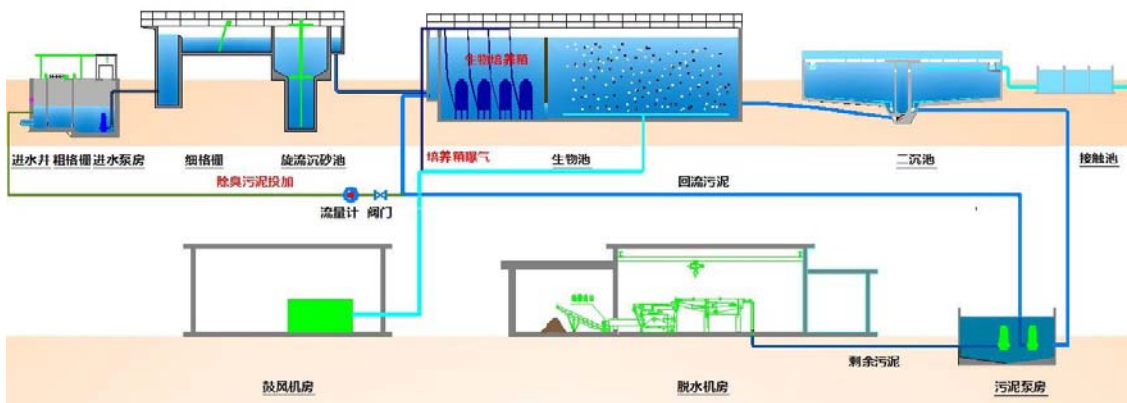
植物液净化示意图 图 5.5-5

将植物提取液雾化喷洒或挥发在空气中，与异味分子结合发生中和、酯化、复合等反应，改变异味分子特性而达到除臭、净化空气作用。植物提取液净化剂无毒、无害、无二次污染，使用安全、方便。过去由于植物提取液技术不成熟，需进口药剂，因费用较高而使其推广应用受到阻碍；而目前国内已有植物提取液空气净化的成熟工艺技术，从环保和经济性出发，目前使用天然植物提取液作为空气净化剂已逐渐被社会广泛接受。

植物提取液喷洒技术：采用雾化设备将植物提取液喷洒形成具有很大大比表面积的小雾粒，吸附空气中的臭气分子进行反应或催化与空气中的氧气反应，生成无味、无二次污染的产物。

七、全过程除臭法

全过程除臭工艺是将含有组合生物填料的培养箱安装于污水处理厂生物池内，活性污泥混合液经过培养箱，其中的生物填料对除臭微生物的生长、增殖产生诱导和促进作用，增殖强化除臭微生物，将二沉池排出的活性污泥回流于污水厂进水端，除臭微生物与水中的恶臭物质发生吸附、凝聚和生物转化降解等作用，使得污水厂各构筑物恶臭物质在水中得到去除，实现污水厂恶臭的全过程控制。工艺流程图如下。



全过程除臭工艺典型流程图 图 5.5-6

除臭系统由两部分组成，包括微生物培养系统和除臭污泥投加系统。微生物培养系统为在污水处理厂生物池内安装一定数量的微生物培养箱，每台培养箱提供微量空气。除臭污泥投加系统为在污泥回流泵房安装污泥泵，铺设管道输送至污水厂进水端。

本除臭工艺在除臭污泥投加量为 2-10%进水量的条件下，污水厂恶臭污染源恶臭得到消减，对污水厂出水水质无负面影响。本除臭工艺可广泛地适用于传统活性污泥，A/A/O、A/O、多段 A/O、SBR、氧化沟等污水处理工艺。

全过程除臭工艺的主要特点为：

- (1) 从源头消除致臭物质，减少臭气对设备设施的腐蚀；
- (2) 能够省去传统除臭技术中的臭气收集、输送环节；
- (3) 无需新建设施，极大节省占地；
- (4) 建设方式方便快捷，尤其对于老厂改造，无需停产，即可建设；
- (5) 投资和运行成本低；
- (6) 运行稳定、效果良好。

综上所述，结合本工程污水处理厂臭气的实际情况，本工程将对应用广泛的土壤生物滤池法、生物滤池和活性离子法进行方案对比，从而确定长期应用合适的技术方案。

5.5.5 除臭方案的确定

土壤生物滤池法、箱式生物滤池和活性离子法三种工艺各具特点，其特点归纳如下：

常用除臭工艺综合比较表 表 5.5-3

特 性	活性离子法	土壤生物滤池法	箱式生物滤池法
寿 命	系统整体 20 年，高压发射管使用有一定的寿命，约 10000 小时左右。	系统整体 20 年，因采用 100%无机滤料，20 年无需更换滤料。	系统整体 20 年。如采用有机与无机混合滤料（一般 30%无机滤料），则 5 年左右需更换一次滤料并进行微生物的培养；如采用 100%有机滤料，则 1 年左右需更换一次滤料并进行微生物的培养。
气 流 畅 通 性	均匀和协调	均匀和协调，随着运行时间的增加，不存在运行费用的增加。	因前述原因，随着运行时间的加长，有机滤料有一定程度的板结，阻力不断增加，运行时风机功率增加，运行成本加大，直至更换滤料。
整 体 结 构	结构较紧凑，安装位置较灵活	结构简单，在布气管道上铺设滤体，最后将菌种由风机鼓入滤料中。	除臭设备由布气层、水池、pH 仪、酸洗或碱洗装置、滤料、生物营养液、循环水泵等设备组成，结构较复杂，故障点增多；由于自控程序较复杂对操作人员的要求较高，管理及运行成本较高。
投 资 及 运 行 成 本	一次性投入中等，运行电费保持不变，运行管理较方便，运行费用低	一次性投入中等，运行管理非常方便，运行费用低。	如采用有机与无机混合滤料，5 年左右需更换一次滤料，则一性投入中等；如采用 100%有机滤料，则一性投入较低。 每 5 年左右必须更换滤料并进行菌种的培养，重复的安装和更换滤料，增加了运行成本；
环 保 性	运行中高能发射管的更换，有少量的二次污染	由于是永久性的运行，所以没有二次污染的问题。	更换下的滤料需要进行处理，有一定的二次污染。
绿 化	结构较紧凑，安装位置恰当的话，对厂区环境	可在滤体上方植草，配合整个厂区进行全面绿	整套装置为集装箱式或塔式，有 15~20 米高的尾气排放烟囱，美观

与 美 观	影响较小。有尾气排放烟囱，美观性欠佳	化，进入厂区，不感觉到是一套除臭装置。可与厂区绿化融为一体。	性欠佳。特别是在一些城市的城区，已不允许竖立烟囱已有烟囱也限期拆除。
高 空 影 响	由于是通过烟囱高空有组织排放，验收标准低，但即使厂界排放检测达标，对高空大气质量的影响却仍然存在。	由于是在草坪上无组织排放，对检测标准的绝对值较小、要求严，只要厂区排放检测达标，则对高空大气质量无影响。	由于是通过烟囱高空有组织排放，验收标准低，但即使厂界排放检测达标，对高空大气质量的影响却仍然存在。
占 地 面 积	占地面积小。但因装置为规则的矩形状，对布置位置亦有一定的要求	占地面积较大。但因装置形状可依据现场形状灵活布置，对布置位置无特殊要求	占地面积较小。但因装置为规则的矩形状，对布置位置亦有一定的要求

本工程处理规模较大，气量较大，同时为了减少对整体环境的影响，拟采用土壤生物滤池除臭工艺，可结合厂区的景观绿化进行布置，增加厂区的美观性。且从上表可以看出，土壤生物滤池法具有处理效果稳定，运行费用低，寿命长等优点，土壤生物滤池在九龙湖一期提标工程、南昌青山湖工程中也有应用，且处理效果较好，故本工程推荐土壤生物滤池法作为本工程主体除臭工艺。同时针对进水泵房及沉砂池等人员操作比较多的区域，增加离子送风系统，保障处理效果。

5.6 半地下与全地下型式的选择

目前厂区厂址内地势现状起伏较大，主要区域现状地面标高约为 24~36m（1985 国家高程基准），一期工程地面标高为 25.5m，故本次二期扩建仍采用 25.5m 作为室外设计地坪标高。为不破坏厂区现有地形，箱体上部拟增加覆土，原则上尽可能恢复和优化原状地貌及景观。

本节主要从结构和现场建设条件上比较半地下与全地下型式。

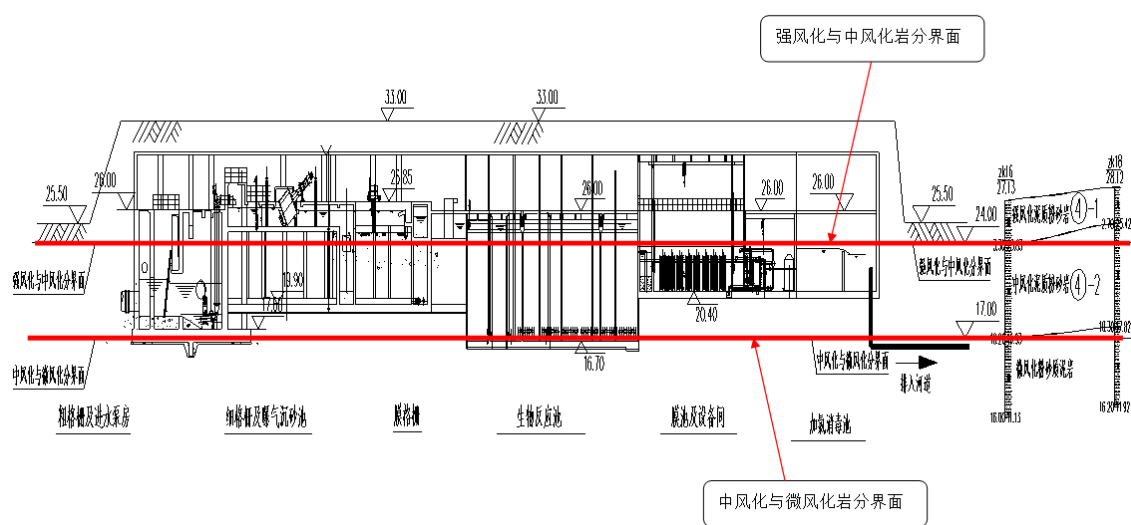
地下污水厂意指将生产区的主要构（建）筑物合建成一个集约化的水池及生产用房，置于地下一定的深度，然后在水池上方建造一个钢筋混凝土箱体。箱体顶板上覆土约 1.5m，局部配合景观堆土成小山丘，从而形成一个二层地下空间结构，即地下综合体，上层为箱体结构，作为巡视操作层，下层为水池结构，箱体

顶板上覆土种植绿化形成大片绿地景观。为了方便人员、设备进出,满足消防通风要求,除了设置坡道连接地上地下,还设置多处垂直出入口及通风井。

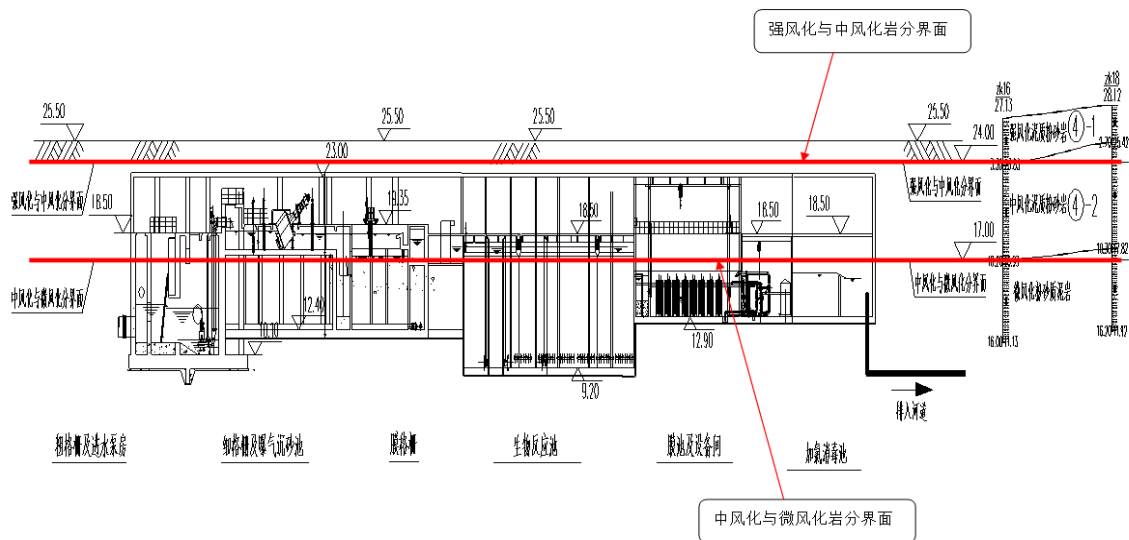
本节对半地下厂和全地下厂分别进行了对比。半地下厂指水池结构层顶标高基本位于设计地面标高，箱体部分高出设计地面 5~6m，上部覆土种植绿化。而全地下厂则将水池及箱体均埋设于地面下，施工完成后，上部覆土与周边地面齐平，上部再种植绿化。

半地下厂与全地下厂相比：①构筑物埋深较浅，基坑开挖深度浅，基坑围护费用相对较低；②开挖土方或岩石方量较少，土石方开挖、堆放、外运费用相对较低；③构筑物池壁、底板厚度相对较小，钢筋、混凝土用量相对较小；④箱体部分基本高于地下水位线，防水措施相对简单；⑤箱体高出地面，对景观布置及与周边衔接方面难度相对较大，因局部高出地面 6~7m，会形成突兀感。

(1) 构筑物范围内土层分布



半地下方案土层分布 图 5.6-1



全地下方案土层分布 图 5.6-2

(2) 半地下厂与全地下厂对比

半地下厂与全地下厂开挖岩石工程量、壁厚、基坑深度对比 表 5.6-8

	土层	半地下厂	全地下厂
开挖岩石量 (m ³)	中风化岩	78210	95355
	微风化岩	10340	95350
	小计	88550	190705
基坑深度 (m)		6.1~10.3	14.0~18.2
水池外壁厚度 (m)		0.6~1.1	0.8~1.5

由上述图表可知：

- 1) 全地下厂岩石开挖量约为半地下厂的 2.15 倍，若采用相同开挖方式，施工工期翻倍；
- 2) 全地下厂微风化岩石开挖量大幅增加，机械开挖方式基本不可行，需采用爆破开挖；
- 3) 全地下厂埋深变深，构筑物外池壁水土压力增加，池壁、底板变厚，根据其他工程经验，工程量约增加 10%~20%；
- 4) 全地下厂受到浮力更大，采取的抗浮措施工程量增大；
- 5) 全地下厂基坑深度增加，开挖面变大，新建地下厂西侧为已建一期构建筑

物，为减小对周边影响，基坑周边考虑静态爆破，并采取相应措施保护已建构筑物，支护费用、爆破费用及保护措施费相应增加。

(3) 方案对比结论

根据上述分析，本工程因场地范围内岩层较多，岩石开挖量较大，周边地面高于设计地面，推荐采用半地下厂方案。进出通道、操作层标高与一期设计地面衔接，顶板覆土标高与地形标高衔接，形成统一整体。

5.7 工艺方案比选

通过前文各种处理工艺的论证比选和方案专家意见，方案比选思路如下：

- 1、污水厂型式：采用半地下式
- 2、生物处理工艺：工艺一采用 MBR 工艺，工艺二采用 AAO 工艺。在工艺的设计中均利用 Bardenpho 原理进行改良，强化系统整体的脱氮效果，对系统内部碳源进行了有效利用，节省运行成本。
- 3、消毒采用次氯酸钠消毒。
- 4、污泥采用板框深度脱水处理，输送至一期提标工程在建脱水系统。
- 5、除臭采用土壤生物滤池的除臭方式为主，预处理等臭味较重的部分区域增加离子除臭。
- 6、根据建设部等相关标准，本次综合楼等需要新增扩建。

在上述工艺方案选取的基础上，提出以下几个方案，进行比选，以确定最终处理工艺方案。

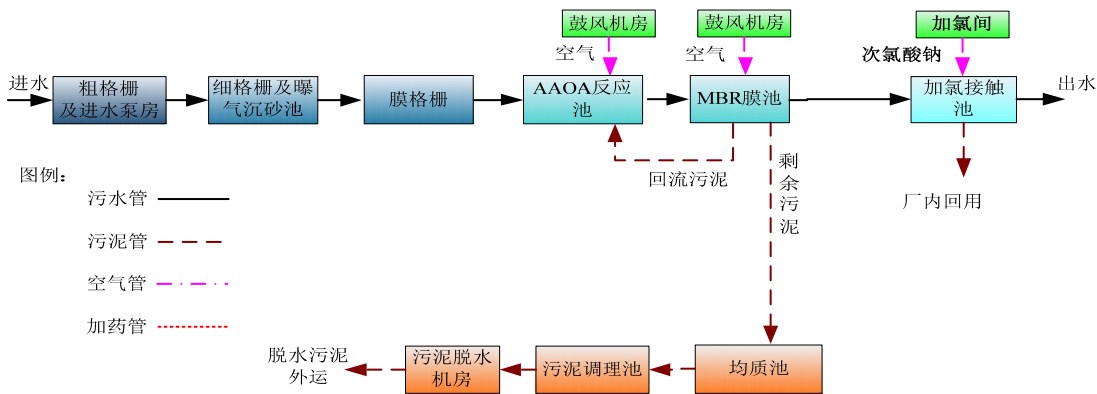
方案一：采用 MBR 工艺，半地下式污水厂型式；

方案二：采用 AAO 工艺，半地下式污水厂型式。

5.7.1 方案一：MBR 工艺半地下式

1、方案一工艺流程

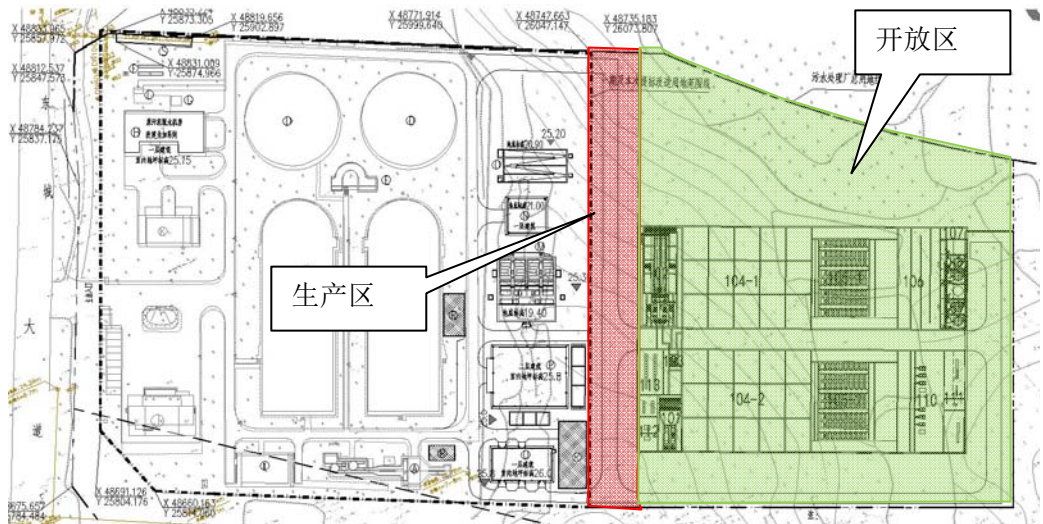
进厂污水经粗格栅去除污水中较大的漂浮物后进入进水泵房，通过进水泵提升后流入细格栅及曝气沉砂池，以去除比较小的漂浮物、油类及砂粒。经沉砂处理后污水进入膜格栅，之后进入 AAO 反应池及膜池，最终通过膜池的产水泵输送至加氯接触池，投加次氯酸钠，经消毒后尾水经管网自流排放。污水处理流程详见下图。



方案一工艺流程 图 5.7-1

2、方案一平面布置

本工程按 6 万 m³/d 设计，占地面积约 41.6 亩，污水处理设施均布置在半地下箱体中，箱体顶部覆土后标高高于地面约 7.5m，平面布置如下所示：



方案一平面布置 图 5.7-2

3、方案一建设内容

本工程污水处理设施全部布置在半地下箱体中，污泥输送至在建深度脱水机房处理，对脱水机房增加设备。箱体面积约 12236m²。

主要处理构筑物一览表 表 5.7-1

序号	构筑物名称	数量	备注
1.	粗格栅及进水泵房	1 座	
2.	细格栅及曝气沉砂池	1 座	
3.	膜格栅	1 座	
4.	生物反应池	2 座	
5.	膜池及设备间	2 座	
6.	加氯接触池	1 座	
7.	鼓风机房	1 座	
8.	加氯间	1 座	
9.	加药间	1 座	
10.	配电间	1 座	
11.	进水仪表间	1 座	
12.	除臭设施	4 座	预处理区、生反池、膜池

1、 方案一主要处理设施设计参数

主要处理构筑物设计参数 表 5.7-2

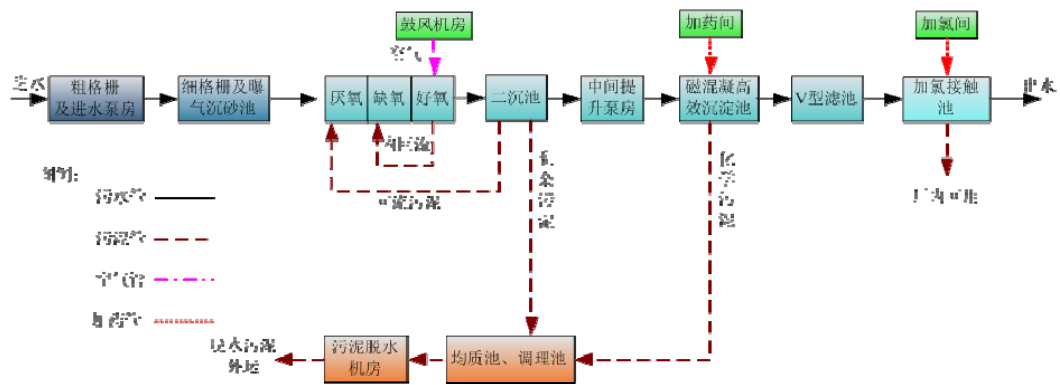
构筑物	主要参数	数量	备注
粗格栅	设计规模：6 万 m ³ /d 过栅流速：0.6m/s 栅隙：20mm	1 座 2 格	与进水泵房 合建
进水泵房	潜水离心泵：4 台（3 用 1 备，其中 1 台变频） 单台流量：Q=1142m ³ /h	1 座	
细格栅	设计规模：6 万 m ³ /d 栅隙：5mm	1 座 2 格	与曝气沉砂 池合建
曝气沉砂池	峰值流量停留时间：6.7min 曝气强度：0.2m ³ 空气/m ³ 水	1 座 2 池	每池可独立 运行
膜格栅	设计规模：6 万 m ³ /d 栅隙：1mm	1 座 2 格	
生物反应池	停留时间：12h 其中： 厌氧区停留时间 1.0h 缺氧区停留时间 3.5h 好氧区停留时间 5.5h（其中 0.5h 为交替区） 剩余污泥量：6400kgDS/d 平均污泥浓度 MLSS：7.1g/L 气水比：6.4：1 膜池回流比：400% 好氧池回流比：200% 后缺氧池回流比：100%	1 座 2 池	每池可独立 运行

构筑物	主要参数	数量	备注
膜池及设备间	膜组件单套处理能力 595m ³ /d 每组数量：10 套（1 套预留） 设计组数：16 组 高峰流量膜通量：13.30L/m ² /h	1 座 16 组	
加氯间及加氯接触池	加氯量：15mg/l（有效氯） 接触池停留时间：30min	1 座	
鼓风机房	罗茨风机（沉砂池）：2 台（1 用 1 备） 风量:685m ³ /h 风压:4.5m 空气悬浮鼓风机（生反池）：6 台（4 用 2 备，变频） 风量:67m ³ /min 风压:9.0m 空气悬浮鼓风机（膜池）：3 台（2 用 1 备） 风量:170m ³ /min 风压:4.5m	1 座	
加药间	混凝剂 PAC 投加量：50 mg/l 絮凝剂 PAM：0.5 mg/l 碳源醋酸钠：10 mg/l	1 座	

5.7.2 方案二：AAO 工艺半地下式

1、方案二工艺流程

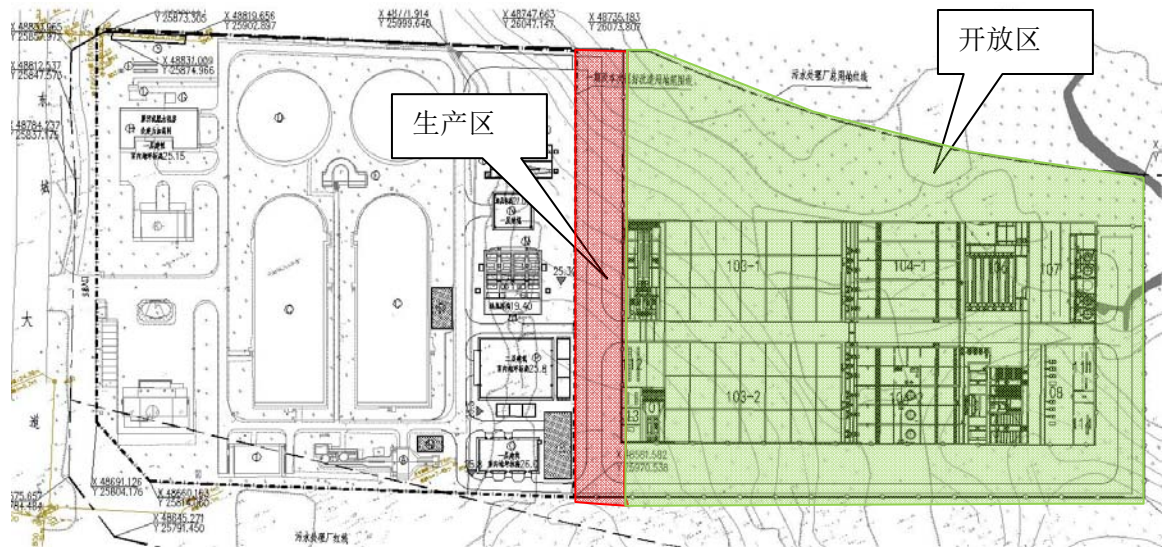
进厂污水经粗格栅去除污水中较大的漂浮物后进入进水泵房，通过进水泵提升后流入细格栅及曝气沉砂池，以去除比较小的漂浮物、油类及砂粒。经沉砂处理后污水进入反应池及二沉池，二沉池的出水经中间提升泵房提升后进入深度处理区，经磁混凝高效沉淀池及 V 型滤池处理后，进入加氯接触池，经消毒后尾水自流排放。污水处理流程详见下图。



方案二工艺流程 图 5.7-3

2、方案二平面布置

本工程按 6 万 m³/d 设计，占地面积约 54.5 亩，污水处理设施均布置在半地下箱体中，箱体顶部覆土后标高高于地面约 7.5m，平面布置如下所示：



方案二平面布置 图 5.7-4

3、方案二建设内容

本工程污水处理设施全部布置在半地下箱体中，污泥输送至在建深度脱水机房处理，对脱水机房增加设备。箱体面积约 17820m²。

主要处理构筑物一览表 表 5.7-3

序号	构筑物名称	数量	备注
1.	粗格栅及进水泵房	1 座	
2.	细格栅及曝气沉砂池	1 座	
3.	AAO 生物反应池	2 座	
4.	二沉池	2 座	
5.	中间提升泵房及高效沉淀池	1 座	磁混凝高效沉淀池
6.	V 型滤池	1 座	
7.	加氯接触池	1 座	
8.	鼓风机房	1 座	
9.	加氯间	1 座	
10.	加药间	1 座	
11.	配电间	1 座	
12.	进水仪表间	1 座	
13.	除臭设施	4 座	预处理区、生反池

2、 方案二主要处理设施设计参数

主要处理构筑物设计参数 表 5.7-4

构筑物	主要参数	数量	备注
粗格栅	设计规模: 6 万 m ³ /d 过栅流速: 0.6m/s 栅隙: 20mm	1 座 2 格	与进水泵房合建
进水泵房	潜水离心泵: 4 台 (3 用 1 备, 其中 1 台变频) 单台流量: Q=1142m ³ /h	1 座	
细格栅	设计规模: 6 万 m ³ /d 栅隙: 5mm	1 座 2 格	与曝气沉砂池合建
曝气沉砂池	峰值流量停留时间: 6.7min 曝气强度: 0.2m ³ 空气/m ³ 水	1 座 2 池	每池可独立运行
生物反应池	停留时间: 17h 其中: 厌氧区停留时间 1.0h 缺氧区停留时间 4.0h 好氧区停留时间 9.0h (含交替区 0.5h) 后缺氧区停留时间 2.0h 后好氧区停留时间 1.0h 设计最低水温: 12℃ 污泥浓度 MLSS: 4g/L 污泥负荷: 0.045kgBOD ₅ /kgMLSS 污泥产率: 0.8kgSS/kgBOD ₅ 剩余污泥量: 6840kgDS/d 气水比: 7.0 设计外回流比: 100% 设计内回流比: 150%	1 座 2 池	每池可独立运行
平流式二沉池	峰值表面负荷: 1.04m ³ /m ² ·h 有效水深: 4.5m 停留时间: 4.32h	1 座 2 组 10 池	与 AAO 反应池合建, 每组可独立运行
中间提升泵房	潜水离心泵: 4 台 (其中 1 台变频) 单台流量: Q=1142m ³ /h, H=8m	1 座	
高效沉淀池	沉淀池直径 12m, 表面负荷 11.89m ³ /m ² /h	1 座 2 池	
V 型滤池	设计滤速: 8.5m/h, 强制滤速: 10.2m/h	1 座 6 池	
加氯间及加氯接触池	加氯量: 15mg/l (有效氯) 接触池停留时间: 30min	1 座	
鼓风机房	罗茨风机 (沉砂池): 2 台 (1 用 1 备) 风量: 685m ³ /h 风压: 4.5m 空气悬浮鼓风机 (生反池): 3 台 (2 用 1 备) 风量: 140m ³ /min 风压: 9.0m 罗茨风机 (V 型滤池): 2 台 (1 用 1 备) 风量: 81m ³ /min 风压: 7.0m	1 座	
加药间	混凝剂聚合 AlCl ₃ 投加量: 64mg/l 絮凝剂 PAM: 0.5mg/l 碳源醋酸钠: 10 mg/l	1 座	

5.7.3 方案综合比较

通过对上述两个方案的分析，综合比较如下表：

两种工艺技术经济综合比较一览表 表 5.7-5

项目	方案一 MBR 半地下	方案二 AAO 半地下
工艺路线	生物反应池+MBR	AAO 生物反应池+磁混凝高效沉淀池+V 型滤池
污水厂布置型式	半地下式	半地下式
污泥浓度	膜池可达 8000~10000mg/L	3000~4000mg/L
污泥排放量	较少，污泥龄长，剩余污泥排放量较传统工艺减少	较多
占地面积（亩）	41.6	54.5
第一部分投资（万元）	35389.59	37819.74
总投资（万元）	45776.38	49539.56
处理成本（元/m ³ ）	3.13	2.96
运行成本（元/m ³ ）	1.88（含膜更换费用）	1.37
景观效果	箱体高出周边地面，景观效果较好	箱体高出周边地面，景观效果较好
减排效果	由于处理后的污染物浓度更低，因此有更高的减排效果	可达到一定的减排效果
施工进度	部分中风化地质，箱体较小，相对较快	部分中风化地质，箱体较大，相对较慢
总体评价	占地面积较小	占地面积较大
	土建投资较低	土建投资较高
	设备投资较高	设备投资较低
	运行能耗较高	运行能耗较低
	排泥量较少	排泥量较大
	出水水质较好	出水水质一般

5.7.3.1 主体工艺比较

由上述比较可以看出，MBR 工艺由于膜的维护和更换，虽然设备投资、运行成本高于 AAO 方案，但其前期总投资低，处理效果较好，占地面积小，具有较强的适应性和灵活性。鉴于本工程处理规模较大，且所处红谷滩新区定位较高，因此建议处理工艺在满足项目基本要求的基础上，应进一步提升，以适应社会的发展要求。综合考虑，建议采用 MBR 半地下式方案，主要理由如下：

1、符合行业发展趋势

MBR 工艺作为一种先进的污水处理工艺,近年来在我国已有较多的应用实例,尤其适合地下式布置的污水处理厂,可以大大降低占地面积,节约投资,且其处理效果要优于 AAO 等其他处理工艺,随着近年来我国对污水处理标准的逐年提高,MBR 工艺是符合行业发展趋势的。

2、应符合用地条件

九龙湖污水处理厂位周边主要是居住用地,采用地下式污水处理方案可改善环境,减少的污水处理厂实际占地面积对周边地块的发展建设是有益且必要的。同时节约的土地可作为远期扩建的预留用地。

3、应充分体现节能减排

目前九龙湖污水处理厂出水水质执行优于一级 A 的排放标准,虽然 AAO 等工艺可达到这一标准,但通过调研对比发现,MBR 的处理效果更好,有机物、氮、等指标均可进一步降低,其节能减排的效果要高于其他工艺,可进一步降低对区域水系环境容量的影响。

4、应具有较强的适应能力

九龙湖污水处理厂服务片区包括南昌市西客站地区、九龙湖新城起步区(龙兴大街以南地区)、九龙湖片区(生米大道以南地区)、九龙湖片区枫生高速以西地区、九龙湖片区铁路货运线以南和新建区望城地区,片区目前仍在加速发展建设中,其外部条件尤其是进水水质等仍有一定的不确定性,为此工艺必须要有较强的适应能力,而经过调研发现,MBR 工艺由于较高的污泥浓度,丰富的微生物菌群,其对水质水量变化的适应性更强。

基于以上几点,建议九龙湖污水处理厂二期扩建主体工艺采用 MBR 工艺,虽然 MBR 工艺运行成本要高于 AAO 工艺,但其项目总投资较低,尤其是考虑土地等成本,采用 MBR 工艺将更有优势,推荐采用 MBR 半地下型式方案。

5.7.3.2 方案选择

综上所述,本次工程推荐采用半地下的污水厂型式(即方案一: MBR 半地下式),将所有新建的自粗格栅及进水泵房至末端加氯消毒池在内的所有构筑物布置在地下,上方平台标高与厂区地坪接顺在同一层,箱体上方覆土并考虑园林绿化小品;有条件的情况下布置地面水景作为湿地公园或尾水的生物监测供附近居民

开放憩息休闲，将污水处理厂的良好园林绿化环境与周边居民区高度融合。

6 工程设计

6.1 设计原则

九龙湖污水处理厂二期扩建工程设计规模为 6 万 m^3/d ，扩建后污水厂规模达到 9 万 m^3/d 。为了实现污水处理厂高效、稳定运行并节约运行费用、节省工程投资的目的，将依据以下原则对污水处理工艺进行设计。

1. 总体布局体现集约化、紧凑化布置和节能原则。对本工程处理构筑物采用半地下式污水处理厂，实现集约布置、合理布局。同时将鼓风机房靠近生物处理构筑物，既方便管理又节约风管长度，同时降低风管压头损失，从而降低污水厂的能耗。

2. 竖向布置体现科学化、精细化和节能原则。结合现状场地标高及防洪排涝规划要求，对水力计算及土方平衡做到精细设计。

3. 工艺及设备形式体现稳定化、资源化和节能原则。主体工艺采用经实践检验取得较好效果的 MBR 工艺，适应不同进水质条件下的运行，同时确保处理效果稳定达标；污泥深度处理采用板框脱水，运行管理方便，节能降耗。

4. 电气工程体现合理性和节能原则。通过详细梳理及负荷计算，使变电所更伸入负荷中心，各变配电所功能分区明确。照明灯具均采用高光效光源，并自带无功补偿装置补偿，厂区路灯采用 LED 节能光源。

5. 自控及仪表工程体现现代化和实用性原则。中控室采用大屏幕显示系统，显示全厂工艺动态流程及画面；合理布置现场控制站，便于工艺控制，减少电缆数量；增加智能曝气控制系统，调整生物反应池检测仪表控制，实现最优控制，节能降耗。

6. 建筑工程体现环境特点和人文要素原则。建设全新的市政工业建筑，通过对造型的把握和材料的运用，在整个厂区的布置上，功能分区明确，交通便捷，以人为本，以此来打造出既符合当地自然环境特点，又具有南昌要素的现代市政污水厂建筑。

本工程设计方案使九龙湖污水处理厂、调度更方便、控制更灵活，投资费用更低，九龙湖污水处理厂二期扩建工程建成后，进一步提高污水排放标准，污泥

可妥善安全处理，将成为一个高效集约、低碳节能的资源型现代化污水处理工程。

6.2 污水处理厂设计基础数据

6.2.1 污水处理规模及处理标准

6.2.1.1 设计水量

本工程的设计规模为：

本期扩建规模： $Q=6 \text{ 万 m}^3/\text{d}$

扩建后总规模： $Q=9 \text{ 万 m}^3/\text{d}$

扩建总变化系数： $K_{\text{总}}=1.37$

扩建高峰流量： $Q_{\text{max}}=3425 \text{ m}^3/\text{h}$

6.2.1.2 设计进出水水质

设计进出水水质指标见下表。

进出水水质主要指标一览表 表 6.2-1

项目 名称	COD _{cr} (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	粪大肠菌 群数 (个/l)
设计进水水质	220	120	200	25	35	3	
设计出水水质	≤ 30	≤ 6	≤ 10	≤ 1.5	15	≤ 0.3	≤ 1000
去除率	86.3%	95%	95%	94%	57%	90%	

6.2.2 污泥处理工程设计基础数据

6.2.2.1 污泥量

污泥量如下表。

污泥量计算表 表 6.2-2

项目名称	数量
剩余污泥干固体量 (kg/d)	6400
剩余污泥流量 (m ³ /d)	915
化学污泥干固体量 (kg/d)	500
化学污泥流量 (m ³ /d)	71.4
总干固体量(kg/d), SS	6900
污泥流量 (m ³ /d)	986.4
平均含固率(%)	0.7
平均含水率 (%)	99.3

6.2.2.2 污泥处理工程设计规模

污泥处理工程设计规模按二期扩建产生的全部污泥，处理污泥量为 6900 kgDS/d。

6.2.2.3 污泥处理标准

目前，九龙湖污水处理厂现状污泥的处置方法为送至南昌市垃圾填埋场，执行《城镇污水处理厂污泥处置混合物填埋使用泥质》（GB/T23485-2009）标准，具体要求如下表：

污泥处理基本指标一览表 表 6.2-3

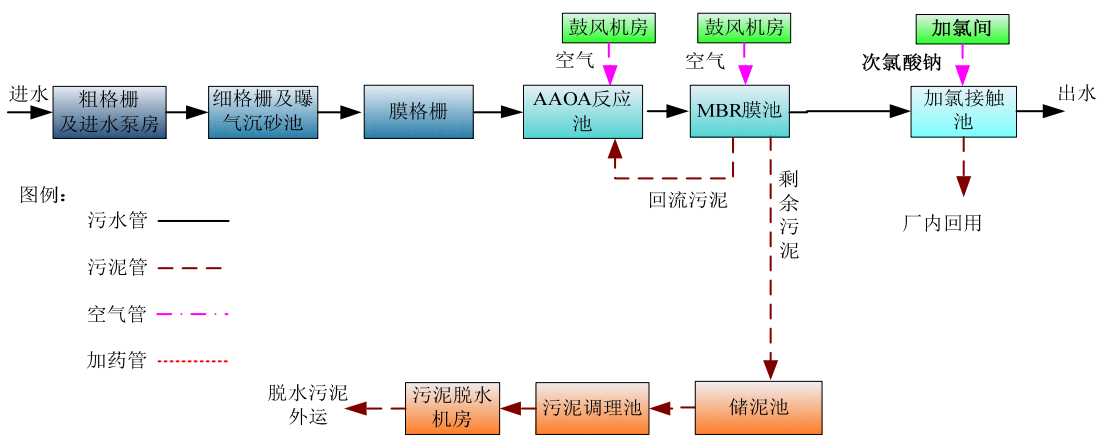
序号	基本指标	限值
1	污泥含水率/%	<60
2	pH	5~10
3	混合比例/%	≤8

注：表中 pH 指标不限定采用亲水性材料（如石灰等）与污泥混合以降低其含水率措施。

综上，确定污泥处理的含固率为<60%。

6.3 工艺流程

进厂污水经粗格栅去除污水中较大的漂浮物后进入进水泵房，通过进水泵提升后流入细格栅及曝气沉砂池，以去除比较小的漂浮物、油类及砂粒。经沉砂处理后污水进入膜格栅，之后进入反应池及膜池，最终通过膜池的产水泵输送至加氯接触池，投加次氯酸钠，经消毒后尾水经管网自流排放。污水处理流程详见下图。



工艺流程图 图 6.3-1

6.4 高程设计

6.4.1 场地地面标高

二期扩建工程位于一期工程东侧，厂址地势现状起伏较大，主要区域现状地面标高约为 24~36m（1985 国家高程基准），一期工程地面标高为 25.5m，故本次二期扩建仍采用 25.5m 作为设计地坪标高。箱体内地坪设计标高为 26.0m。

箱体上的覆土按种植大树的土层最小厚度 1.5m 计，箱体外顶板标高为 31.5m，因此覆土顶标高为 33.00m，顺应现状地形地势，并与远期接顺；箱体梁下翻，梁底标高约 30.5m，考虑人员及设备进出及顶部管道敷设要求，箱体一层操作平面上部净空为 4.5m，箱体一层的平面标高为 26.00m。箱体最深底板为生物反应池的底板，底板内底标高为 16.70m。负一层净空不小于 5m 考虑，则负一层的标高为 19.90m。

6.4.2 高程设计

（1）高程设计原则

1. 污水厂竖向设计原则上拟充分利用原有地形，保证排水通畅、降低能耗及土方平衡；
2. 各构筑物尽量利用重力自流；
3. 合理布置构筑物，简洁、流畅，使各构筑物之间联系管道最短；
4. 根据受纳水体水位确定各构筑物水位标高；
5. 场地高程布置、运输线路等方面进行统一协调。

（2）高程设计

根据一期现状出水高程，污水处理厂尾水排入前湖，一期接触消毒池出水水位为 23.60m，二期出水考虑与一期巴氏计量槽顺接，因此加氯消毒池池内水位考虑定为 24.50m，上游构筑物为一次提升后自流出水（除膜池外）。

6.4.3 尾水排放

本工程尾水利用一期已建污水干管，经前湖上游水系，排至前湖。前湖流域地处赣江左岸南昌市红谷滩新区。前湖全流域由湖盆区和二条主要入湖河流组成，其中的主流为前湖水，支流为云溪水。

前湖水面面积 1.7km²，平均水深约 2.5m。前湖正常运行水位 18m，相应的蓄

水容积约为 425 万 m^3 。前湖最高水位为 21m，本污水处理厂出水口前湖上游水系最高水位为 22m，其下游前湖电排站能够满足 20 年一遇暴雨加污水一日排至不淹重要建筑物高程的排涝标准，但沿线水系需要重新整治。本工程加氯消毒池出水水位为 24m，能满足自排要求。

6.5 平面布置

6.5.1 平面布置原则

1. 按照功能不同，分区布置，生产设施和生活设施集中布置，与处理构筑物保持一定距离，公共开放区和安全生产区分开。
2. 污水、污泥处理构筑物尽可能分别集中布置。处理构筑物间布置紧凑、合理，并满足各构筑物的施工、设备安装和埋设各类管道以及养护管理的要求。
3. 工艺流程顺捷、简洁、合理，力求布局紧凑、管线短捷、交叉少。
4. 变配电间布置靠近用电负荷中心。
5. 厂内道路规整，考虑人流、消防及车行要求，布置主次道路，满足防火、防噪、防洪排涝、安全卫生等规程规范的要求。
6. 充分绿化，美化环境，污水厂绿化面积不小于总面积的 35%。按照建成花园式处理厂要求，进行绿化小品布置。
7. 厂区设置通往各处理构筑物和建筑物的必要通道。

6.5.2 污水厂场地现状

本工程场地现状情况如下图：



场地现状图 图 6.5-1

二期场地现状属侵蚀剥蚀岗埠地貌，南面为岗丘（山林及早地），中有山间洼地（水田），地形有一定的起伏，地面标高一般为 24~36 米，高差约 12m。场地尚未进行整平，山坡草木较为茂盛。

场地西侧为一期现状用地，地面较为平坦，一二期之间留有道路相连，方便进出。

6.5.3 平面布置方案

九龙湖污水处理厂二期扩建工程设计规模为 6 万 m^3/d ，采用半地下污水处理厂，箱体上方布置绿化，美化厂区环境。二期扩建工程占地面积约 41.6 亩。

本工程西侧为九龙湖污水处理厂一期工程及一期提标工程，目前一期提标工程即将完工。根据箱体尺寸及水流方向，拟采用西向东布置方案。

本工程不单独设置厂前区，与一期工程共用厂前区。污水总管由箱体西南角接入箱体，箱体内污水总体流向自西向东。处理后的污水再向北通过现状管道外排。

6.5.4 厂内附属设施用房

根据建设部标准和南昌市的社会发展情况，确定污水处理厂生产管理和辅助生产用房面积。

根据调研，一期及提标工程已建附属建筑物的具体建筑面积见表 6.5-1。

现有辅助建筑用房建筑面积表表 6.5-1

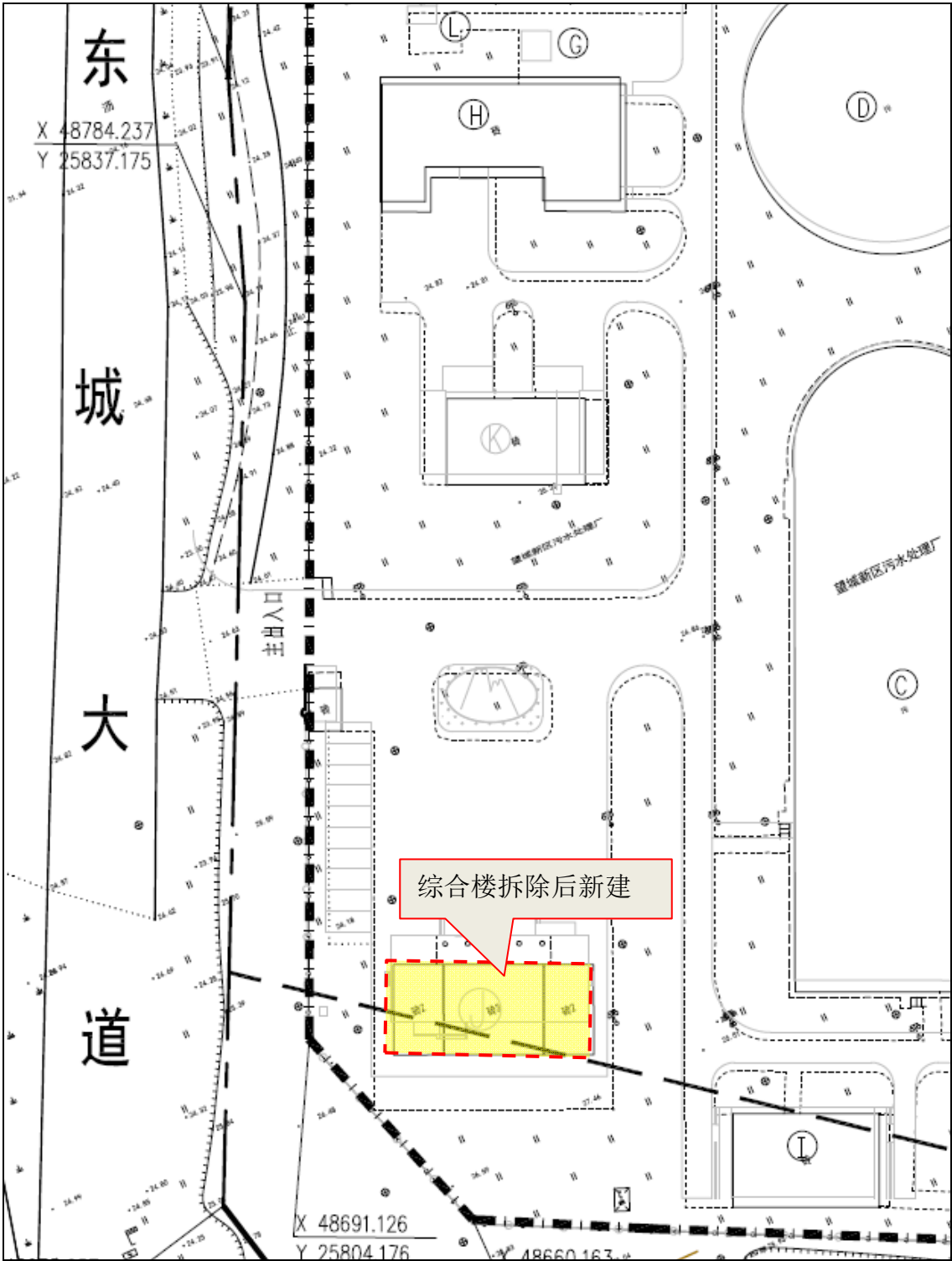
序号	建筑物名称	建筑面积(m ²)	备注
1	综合楼	约 800	管理和生活设施用房
2	综合车间、分析间等	约 1120	辅助生产用房
合计		1920 m ²	

污水厂附属设施建筑面积指标表 表 6.5-2

规 模		I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类
一级污水厂	辅助生产用房	1420 ~ 1645	1155 ~ 1420	950 ~ 1155	680 ~ 950	485 ~ 680
	管理用房	1320 ~ 1835	1025 ~ 1320	815 ~ 1025	510 ~ 815	385 ~ 510
	生活设施用房	890 ~ 1035	685 ~ 890	545 ~ 685	390 ~ 545	285 ~ 390
	合 计	3630 ~ 4515	2865 ~ 3630	2310 ~ 2865	1580 ~ 2310	1155 ~ 1580
二级污水厂	辅助生产用房	1835 ~ 2200	1510 ~ 1835	1185 ~ 1510	940 ~ 1185	495 ~ 940
	管理用房	1765 ~ 2490	1095 ~ 1765	870 ~ 1095	695 ~ 870	410 ~ 695
	生活设施用房	1000 ~ 1295	850 ~ 1000	610 ~ 850	535 ~ 610	320 ~ 535
	合 计	4600 ~ 5985	3455 ~ 4600	2665 ~ 3455	2170 ~ 2665	1225 ~ 2170

按照建设部标准，本工程远期（21 万 m³/d）属于 II 类污水厂，近期（9 万 m³/d）属于 IV 类污水厂。辅助生产用房包括维修、仓库、车库、化验、控制室、管配件堆棚等；管理用房、生活设施用房主要包括生产管理、行政管理办公、传达室、食堂、浴室、锅炉房、自行车棚、值班宿舍等，针对本项目主要是综合楼（现状约 800m²），由表 6.5-2，满足不了近远期的使用需求。因此，二期扩建工程在充分利用现状已建建筑物基础上，并考虑到规模增大后人员的增加，原有综合楼已不满足新的需求，须进行扩建。

按照上表，采用内插法，并考虑面积适当上浮 5%~15%，近期综合楼建筑面积需要达到 1344~1472 m²；远期综合楼建筑面积需要达到 2042~2237m²。考虑厂区用地实际情况，新建综合楼按照远期考虑，一次建成，利用现有综合楼拆除后的用地，建筑面积 2200 m²（5 层）。

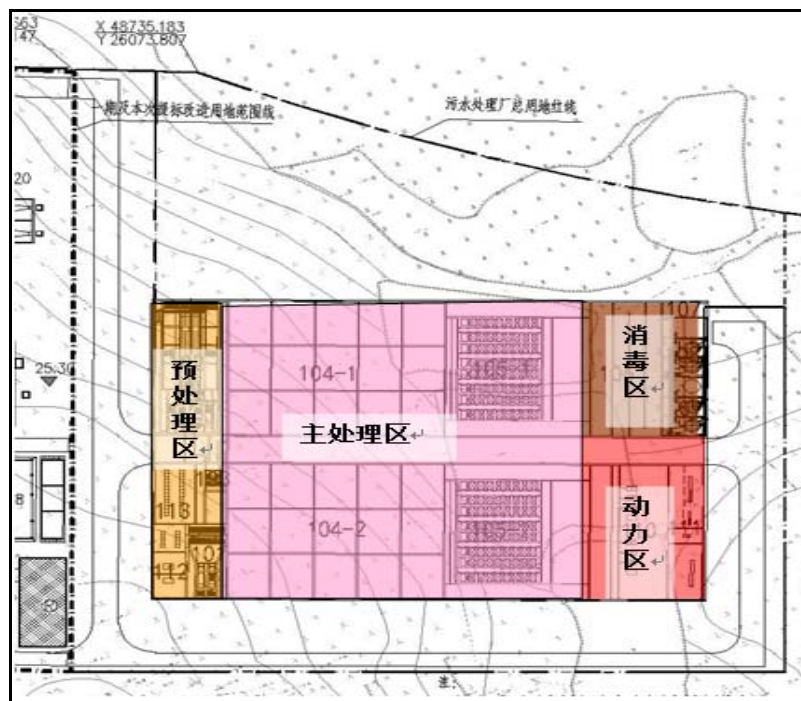


综合楼新建拟选址图 图 6.5-2

6.5.5 污水厂功能分区

本工程采用半地下污水处理厂，厂区平面布置按照不同的功能分区将整个厂区分分为：预处理区、主处理区、消毒区、动力区。

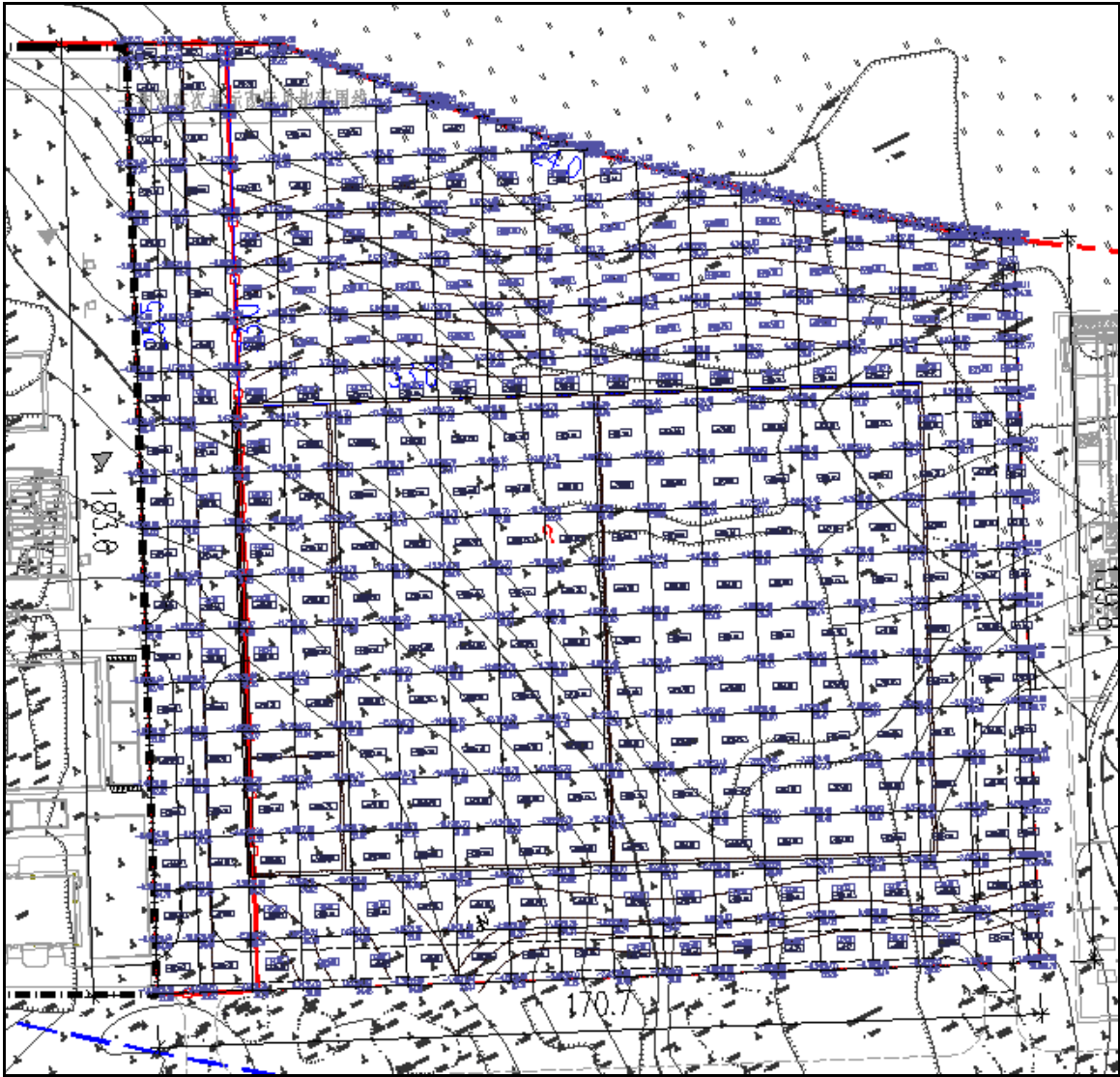
厂区功能分区图见下图。



厂区功能分区图 图 6.5-3

预处理区的主要构筑物包括粗格栅及进水泵房、细格栅曝气沉砂池、膜格栅；
主处理区的主要构筑物包括生物反应池、膜池及设备间；
消毒区的主要构筑物包括加氯接触池、加氯间、加药间；
动力区的主要构筑物包括鼓风机房、配电间等。

6.5.6 厂区土方平衡



场区土方平衡图 图 6.5-4

场区土方平衡结果 表 6.5-3

填挖方	土方量 (m ³)
填方 (+)	+17500
挖方 (-)	-136000
合计	-118500

可见，土方需大量外运。

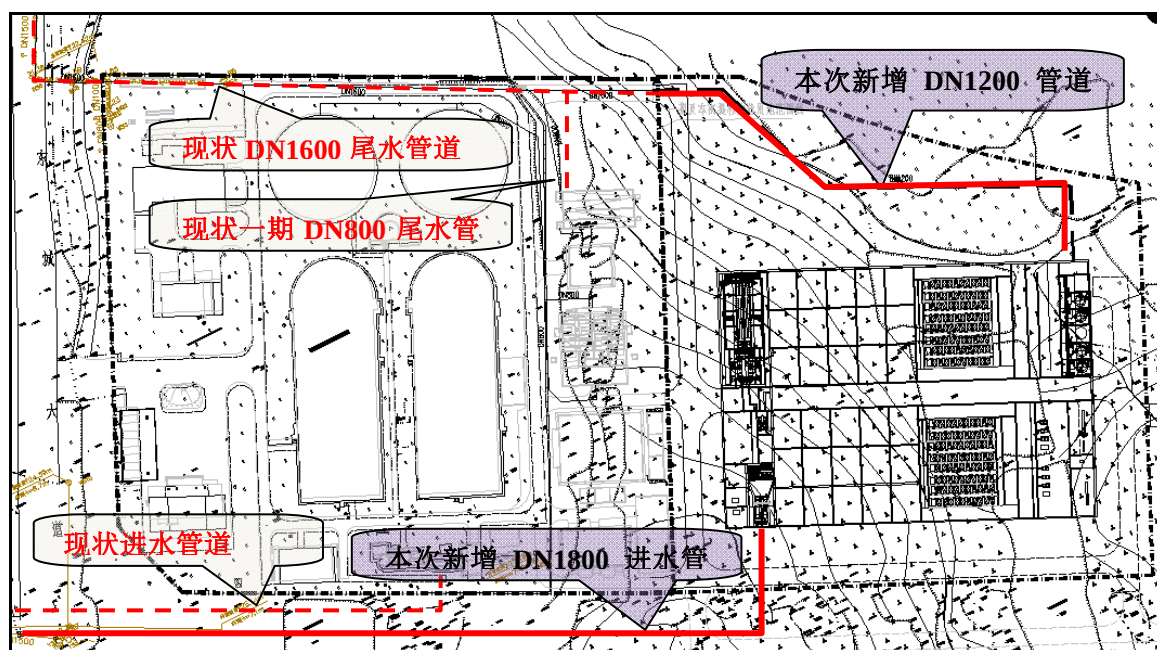
6.5.7 一二期工程衔接

6.5.7.1 厂区道路及交通

新建道路路幅宽主路采用 6.0m，次要道路采用 4.0m，路面采用沥青混凝土结构，道路与建构筑物之间便道采用人行道板连接，路面宽度 2.0m。

本工程不再新设置大门，利用一期工程已建大门出入。地下箱体中部布置通道，与一期工程已建道路顺接，形成环状通道。

6.5.7.2 工艺管线衔接



与现状工艺管线衔接图 图 6.5-5

由于一期已建好 DN1600 尾水排放管道，经核算，满足一二期 9 万 m^3/d 的污水排放需求，且一期已在东侧围墙附近预留好接入点，本工程尾水管道 DN1200 只需自东向西接入即可。

二期进水总管需从东城大道单独接入，本次工程包括进水管，建设规模和远期一并考虑，满足 18 万 m^3/d 的进水量，管径为 DN1800，长度约为 300m。

6.5.8 公共工程

厂区公共工程包括给水、排水、消防、绿化等工程。

6.5.8.1 厂区给水工程

本站用水包括以下几方面

1. 办公生活用水；

2. 生产用水（包括污泥处理设备冲洗水、构筑物冲洗水等）；
3. 道路、构筑物冲洗用水；
4. 绿化用水；
5. 消防用水；

在上述用水类型中，生产用水、道路、构筑物冲洗用水和绿化用水等，对水质要求不高，可以利用中水回用。

厂内办公生活用水由厂区给水管提供。为保证安全，消防用水也由给水管提供。经计算：厂内生活给水用水量约为 60m³/d。

根据用水量需要，自污水厂一期引入 DN100 给水管，厂内采用 DN100 管道环状布置。

6.5.8.2 厂区消防设计

一、防火等级

半地下污水处理厂在我国运行的实例较少，对以污水为主要介质，以钢筋混凝土为主要建筑材料的半地下大空间消防工程设计没有现行的规范做为设计依据，需对半地下污水处理厂消防工程的设计进行研究。

消防，作为关系到人生安全、财产损失的关键要素，更有必要通过各有关部门的讨论确定。

本工程作为环保工程，其主要生产构筑物均为污水、污泥净化处理的蓄水或盛水构筑物。按国家现行《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014 版）要求，本次工程厂内新建主要建（构）筑物见下表，建（构）筑物耐火等级不低于二级。

序号	（建）构筑物名称	单位	数量	耐火等级	火灾危险等级
1.	粗格栅及进水泵房	座	1	二级	戊
2.	细格栅及曝气沉砂池	座	1	二级	戊
3.	膜格栅及生物反应池	座	2	二级	戊
4.	膜池及设备间	座	2	二级	戊
5.	鼓风机房	座	1	二级	丁
6.	加药间	座	1	二级	戊类

二、防火措施

1. 建筑及箱体消防

厂区内构(建)筑物的耐火等级、防火间距、消防给水、空调及电力设备的选型和保护等级均按《建筑设计防火规范》有关条款执行。本工程在正常生产情况下,一般不易发生火灾,只有在操作失误、违反规程、管理不当及其它非正常生产情况或意外事故状态下,才可能由各种因素导致火灾发生。因此为了防止火灾的发生,或减少火灾发生造成的损失,根据“预防为主,防消结合”的方针,本工程在设计上采取了相应的防范措施。

基地设置两个出入口,出入口宽度均为 6 米,厂区内消防道路环通,尽端式道路设置回车场,回车场尺寸及转弯半径满足消防车通行要求。

本工程综合体为半地下式污水厂,将污水厂内的构筑物合建为一个集约化的水池,水池大部分位于地面以下,池顶高出地面约 0.5 米。为了减小污水处理过程中对周边环境的影响,在集约化水池上建造一个大型钢筋混凝土箱体对池体进行加盖,箱体顶板覆土约 1.5 米,箱体两边及顶部设置自然采光窗口,另外北侧覆土放坡与周边地面接顺形成小山丘,种植绿化,布置小品雕塑等形成大片绿地景观。

本工程箱体内辅助配套用房内物质设备均不可燃,无燃爆危险。市政污水处理过程中会产生的臭气、可燃气体主要为硫化氢和氨气。经过实际监测结果,上述两种气体的浓度水平远远低于他们的爆炸(燃烧)极限。将容易产生上述气体的构筑物池均加以密封并进行负压抽引,通过管道收集系统将气体集中收集至除臭装置,无害化后通过竖井排至地面室外空间,减少了火灾隐患。故厂房区域的火灾危险性类别确定为戊类。

箱体内中间设置 8 米宽车行道贯穿整个箱体,可满足消防车通行,箱体内大部分为水池池顶,局部靠近开窗的地方设置了必要的辅助配套用房,并设防火分区。箱体东侧设置了加药间、膜系统电控室、鼓风机房、配电间,箱体西侧设置进水仪表间。另外设置通往箱体内中间道路的安全出口。

综合楼每层均划分为一个防火分区,每个防火分区面积均不大于 2500 m²。其他地面建筑每个单体划分为一个防火分区。

2. 总图运输

在厂区内总平面布置上，按生产性质、工艺要求及火灾危险性的不同等划分出各个相对独立的区域，并在区域之间采用道路相隔。

基地设置两个出入口，出入口宽度均为 6 米，厂区内消防道路环通，转弯半径满足消防车通行要求。箱体上部覆土种植绿化，两个长边采用放坡将箱体覆盖，一个短边开门开窗，中间设置一条 8 米净宽、4.5 米净高的消防车道贯穿整个箱体，与一期范围内消防道路环通。

厂内道路呈环形布置，保证消防信道畅通，厂内主干道宽 6m，与厂外道路相连，满足消防车对道路的要求。

在火灾危险性较大的场所设置安全标志及信号装置，在设计中对各类介质管道应涂以相应的识别色。

按《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)相关要求，本工程污水厂同一时间内的火灾次数按 2 次计，一次灭火用水量为 15l/s，根据规范要求设置厂区消防水系统，最不利点消火栓的水压不低于 10m 水柱，消火栓间距不超过 120m，保护半径不超过 150m。消防废水可就近排入厂区雨水系统。

3. 电气

本工程消防设施采用双回路电源供电，其配电线采用非延燃铠装电缆，明敷时置于桥内或埋地敷设，以保证消防用电的可靠性。

建、构筑物的设计均根据其不同的防雷级别按防雷规范设置相应的避雷装置，防止雷击引起的火灾。

电气系统具备短路、过负荷、接地漏电等完备保护系统，防止电气火灾的发生。

4. 自控报警

报警设施的作用是：在发生火灾等事故时，发出紧急信号、迅速通知中心控制室、请求救援等。

手动报警器：箱体内每 50m 设置一处手动报警器，与消火栓、灭火器等设施共同设置，用于事故的当事者或发现者启动手动报警器，把事故通知中心控制室。

自动报警器：火灾自动报警系统采用光缆分布式温度监测系统，专门用于对箱体内环境温度和火情实施在线监控，并同火灾控制程序相连，将火灾报警区的火灾的信息及系统运转和故障信号输入中心控制室。在任何时刻和无人干预的情

况下，无间隙、不间断地对箱体内部所有空间进行自动监测。

5. 消防给水及消防设施

(1) 室外消防

按“建筑设计防火规范”中表 8.2.2-1 规定，同一时间内火灾次数为一次。

室外消防水量按需水量最大的一座建筑物计算。

设置室外消防系统给水压力满足最不利点的消火栓水枪压力要求，厂区室外消火栓布置间距不大于 120m。

(2) 室内消防

地下箱体内设室内消火栓系统，消火栓用水量确定，消防水量不小于 20 L/s，同时使用的水枪数量为 2 支。水枪充实水柱不小于 10m。

(3) 水源和给水管网

厂内生活用水由城市自来水管网供水，由 DN150 供水管引自城市管网，外网供水水压大于 0.25Mpa，满足消防用水量及水压。

6. 灭火器设置

室内消防设计考虑设置灭火器，用以有效地扑灭初期火灾。厂区内各建筑物按《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）相应配备灭火器。

灭火器配置场所的火灾种类可划分为以下五类：

A 类火灾：固体物质火灾。

B 类火灾：液体火灾或可熔化固体物质火灾。

C 类火灾：气体火灾。

D 类火灾：金属火灾。

E 类火灾（带电火灾）：物体带电燃烧的火灾。

本工程中涉及的火灾类型主要是 A 类，B 类，C 类和 E 类火灾，选用磷酸铵盐干粉灭火器。灭火器配置场所所需的灭火级别按下式计算：

$$Q = K \times \frac{S}{U}$$

式中：Q—灭火器配置场所的灭火级别（A 或 B 类，C 类和 E 类可按此标准计算）

S—灭火器配置场所的保护面积（m²）

U—A类火灾或B类火灾的灭火器配置场所相应危险等级的灭火器配置基
准， m^2/A 或 m^2/B

K—修正系数。本工程除综合楼外，无室内消火栓和其他灭火系统，K
取 1.0。

7. 厂房的安全疏散

根据《建筑设计防火规范》GB50016-2014,：

“厂房的安全出口应分散布置，每个防火分区、一个防火分区的每个楼层，
其相邻 2 个安全出口最近边缘的水平距离不应小于 5m，”

“厂房的每个防火分区、一个分火分区内的每个楼层，其安全出口的数量应
经计算确定，且不应少于 2 个”。

“地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室，当有多个防火分区相邻布
置，并采用防火墙分隔时，每个防火分区可利用防火墙上通向相邻防火分区的甲
级防火门作为第二安全出口，但每个防火分区必须至少有 1 个直通室外的安全出
口”

“厂房内任一点到最近安全出口的距离不应大于下表的规定：

厂房内任一点到最近安全出口的距离（m） 表 6.5-4

生产类别	耐火等级	单层厂房	多层厂房	高层厂房	地下、半地下厂房或厂房 的地下室、半地下室
甲	一、二级	30	25	—	—
乙	一、二级	75	50	30	—
丙	一、二级	80	60	40	30
	三级	60	40	—	—
丁	一、二级	不限	不限	50	45
	三级	60	50	—	—
	四级	50	—	—	—
戊	一、二级	不限	不限	75	60
	三级	100	75	—	—
	四级	60	—	—	—

为确保发生火灾时，人员能及时逃离现场，本次设计厂房内任一点到最近安
全安全出口的距离不大于 60m，在每个防火分区设置了 2 个安全出口，且有一个直
通室外的安全出口。

8. 半地下厂区通风机配电

半地下厂区通风机与有毒气体检测仪表联动，当仪表检测出有毒气体时通过 PLC 控制通风机启动，确保半地下工作人员的安全。半地下厂区通风机在人员出入口设控制按钮和指示灯，方便巡视工作人员操作和了解通风机工作状态。

9. 半地下箱体电缆敷设

半地下厂区净高在 4m~5m 左右。采用 10KV 电缆下进，各低压出线电缆桥架上出线的方式。半地下厂区电缆敷设尽可能采用电缆桥架明敷，局部穿管明敷或穿预埋管敷设。

消防用电设备电缆与其它电缆分桥架敷设，消防电缆主桥架在主通道二侧吊顶敷设，其余电缆主桥架在二侧生产区吊顶敷设。

半地下厂区消防设备采用无卤低烟阻燃耐火电缆，其余采用无卤低烟阻燃电缆。

10. 半地下箱体照明

1. 半地下厂区设正常照明、应急照明、疏散指示照明。

正常照明照度值：生产区和走道--100lx，变电所和 MCC 室--200lx，排烟风机房--100lx。应急照明照度值：排烟风机房--100lx，其余部位--20lx。

2. 半地下厂区正常照明考虑采用智能控制系统，既可以满足不同区域的照明要求，又可实现灵活控制，节能减排。整个半地下厂区照明分为无人、巡视、检修等几种控制模式。

(1) 主通道采用单独的照明回路，生产区域共十个分区，每个区域照明回路相对独立，可分区域手动控制。

(2) 无人工作时仅在摄像机工作区域维持摄像机工作所需照度（30lx），满足视频监控要求。

(3) 工作人员巡检时，根据巡检需要提高巡检区域的照度，满足巡检要求。

(4) 有人员参观时，主通道和巡视通道保持正常照度，生产区域根据参观路径逐步开启关闭。

(5) 工艺设备集中处和检修区域设局部加强照明灯，采用现场面板手动控制，需要时可单独开启，满足工作和检修照明要求。

(6) 变电所、MCC 室均采用就地手动控制。

半地下厂区照明以 LED 等绿色光源为主，结合智能控制系统，可实现快速启

动，节约能源。

11. 半地下污水处理厂运行安全监控

本工程为半地下污水处理厂，如果发生毒气聚集、火灾、水浸等状况，会对污水厂运行及人身安全产生影响，因此必须预防毒气聚集、火灾、水浸等情况的发生。本工程在自控设计中采用各种有效措施，以确保全地下污水处理厂安全运行。

首先，为了防止毒气聚集对操作人员及设备的伤害，设置齐全的安全防护检测仪表，包括：有毒有害气体监测（硫化氢、 CH_4 ）、温/湿度测量仪等，当毒气聚集、环境状况对人员安全及设备有危害时，中控室、半地下厂房出入口声光报警，并启动通风机进行通风。

其次，设置完善的火灾报警系统，同时所有自控线缆均采用阻燃型电缆，当火灾发生时，及时发出报警信号，相关火灾区域声光报警，切断非消防电源，连锁启动相应的排烟风机。

最后，考虑部分污水处理构筑物污水可能会溢出（细格栅等处），影响半地下厂房的操作环境及相关的配电控制设备，因此在细格栅前进水渠设置液位计，测量液位，设定高限、高高限（污水溢出）分级报警，当液位达到高高限时，关闭相关的进水泵、中间提升泵等。

12. 事故情况下人员疏散方案

根据半地下污水处理厂及半地下箱体的特点，管理部门应结合消防措施制定相应的应急预案，以满足事故情况下人员能够顺利疏散。应急预案应至少包含下列内容：

1. 应成立应急疏散组织机构，明确职责；
2. 储存疏散人员需要的劳动保护物资，并且进行定期检查、维护和保养；
3. 明确疏散出口要求。严禁在疏散出口等位置堆放物品，保证通道畅通；
4. 应急照明和疏散指示标志。在疏散通道必要位置、疏散人员密集场所设置事故应急照明灯，保持使用有效；事故疏散指示标志采用国际通用标识，并且应能够在黑暗或烟雾情况下发出醒目光亮，便于识别；

工作井中配置必要的劳防用品（防毒面具、手套等）

6.5.8.3 厂区排水工程

1. 厂区污水收集

生活污水包括厕所排水等，生产废水包括冲洗水构筑物上清液及放空水，污水由管道收集后接入进水泵房集水井，经处理后排放。

室内排水系统采用污废水分流。室外污废水合流排入厂区污水管。

设计参数：

(1) 管道流速计算采用如下公式：

$$V=1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

式中：V——流速(m/s)

R——水力半径(m)

i——水力坡度

n——粗糙系数，钢筋砼排水管 0.014、塑料管 0.010。

(2) 污水管道按非满流设计，最大设计充满度 h/d 按下表采用。

设计最大充满度表 表 6.5-5

管 径(mm)	h/d
200~300	0.55
300~400	0.65
500~900	0.7

(3) 污水管道的最小设计流速：当在设计充满度以下时为 0.6m/s。

(4) 当污水管道最小管径≤300mm 时，按最小设计坡度控制。最小设计坡度按下表采用：

最小设计坡度 表 6.5-6

管道直径(mm)	最小设计坡度 (I)
300	塑料管 0.002，其它 0.003

(5) 污水检查井的最大设置间距按下表采用。

检查井最大设置间距 表 6.5-7

管径(mm)	最大间距 (m)
200~400	40
500~700	60
800~1000	80
1100~1500	100

厂区污水管采用 UPVC 排水管及 HDPE 管。管径≤DN200mm 采用排水 UPVC 管；管径≥ DN200mm 采用 HDPE 缠绕结构壁管。

2. 厂区雨水排放

厂区内设雨水管道系统，厂区雨水经管道收集后自流排入雨水管网。设计参数按照国《室外排水设计规范（2016 版）》（GB50014-2006）选用，采用南昌市暴雨强度公式进行计算。

结合排水规划，雨水标准采用重现期 P=5 年；径流系数分别取 0.9（道路）和 0.3（绿化），地面综合径流系数 0.50。

排水管道水力计算：

$$V=1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

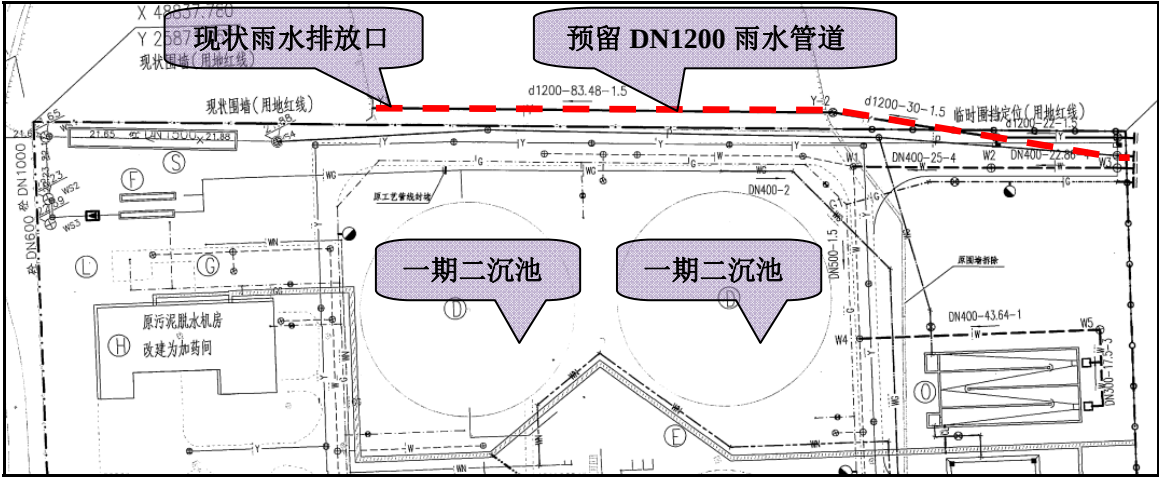
式中：R—水力半径 m

I—水力坡降

n—管材粗糙系数

厂区雨水管采用 HDPE 缠绕结构壁管。

本工程一期已预留远期的雨水接口，管径 DN1200，位于一期东北侧围墙内。满足二期雨水排放需求，雨水最终排入北侧围墙外河道。



现状预留雨水管线图 图 6.5-6

6.6 工艺单体设计

本工程处理构筑物的土建及设备均按照规模 6 万 m³/d 设计。本工程污水处理设施全部布置在半地下箱体中，箱体面积约 12236m²。主要构筑物见下表。

主要构筑物一览表 表 6.6-1

序号	构筑物名称	数量	备注
1.	粗格栅及进水泵房	1 座	
2.	细格栅及曝气沉砂池	1 座	
3.	膜格栅	1 座	
4.	AAOA 生物反应池	2 座	
5.	膜池及设备间	2 座	
6.	加氯接触池	1 座	
7.	鼓风机房	1 座	
8.	加氯间	1 座	
9.	加药间	1 座	
10.	除臭设施	5 座	预处理区、生反池、膜池

本工程污水处理设施均布置在半地下的箱体中，污水通过管道自箱体西南角接入箱体提升泵房，经提升后进行后续处理，箱体内总体流向自西向东，最终处理后的尾水从箱体的东北角用管道引出，通过管道输送排入河道。

6.6.1 粗格栅及进水泵房

格栅井包括格栅除污机及检修闸门。格栅截除进水中较大杂物，防止污水泵损坏。规模为 6 万 m³/d，格栅井共设有 2 个机械格栅位，中间设隔墙，每台格栅

宽 1.2m，栅条净间距 20mm，倾角为 75°。

内设潜水排污泵（ $Q=1142\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=8.5\text{m}$ ， $N=37\text{kW}$ ）4 台，3 用 1 备，其中 1 台变频。

粗格栅井进水管处，粗格栅前设手电两用闸门止水。

每台水泵设单独的出水管，防止出水倒流。

6.6.2 细格栅及曝气沉砂池

拟建细格栅及曝气沉砂池 1 座。

细格栅井包括细格栅和栅渣输送机。细格栅拦截进水中较细杂物，保护后续设备。规模为 6 万 m^3/d ，设有 2 台内进流网板式格栅，格栅间设有检修通道。每台格栅渠宽 1.2m，采用 5mm 孔径滤网。在格栅后设置 1 台栅渣输送机及螺旋压榨机，脱水后的栅渣含水率应小于 60%。

格栅前后各设有 1 台 $1200\times 2000\text{mm}$ 手电两用渠道闸门，作为检修格栅时切断水流用。

沉砂池将去除污水中粒径 $>0.2\text{mm}$ 的砂粒 95%以上，减少污水、污泥中的砂粒，以保护后续设备。曝气沉砂池为平流型式，在池的一侧充入空气，使污水沿池旋转前进。

曝气沉砂池 1 座 2 池，有效水深 $H=3.6\text{m}$ ，峰值流量时设停留时间 6.7min。

曝气沉砂池内设置 2 台吸砂机，1 机 1 槽，将沉积于池底的沉积砂，用砂泵提升输送至砂水分离器，砂水分离后外运处置。

空气管设于沉砂池中部，需空气量 $685\text{m}^3/\text{h}$ ，利用罗茨风机供气。

经收集的浮油由撇渣管外排。细格栅及曝气沉砂池均设有放空管，便于检修。

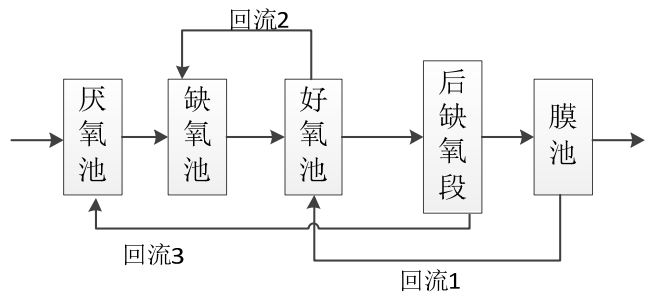
6.6.3 膜格栅

为保障 MBR 的处理效果，降低膜组件的堵塞，生物池前端设置膜格栅，采用内进流网板式格栅，格栅孔径 1mm，配套冲洗水泵、输送机、压榨机等。

6.6.4 生物反应池

本方案推荐采用的是强化除磷脱氮膜生物反应器工艺，该工艺在传统 AAO 工艺段后增加后置缺氧段，并与膜生物反应器相结合，实现了脱氮除磷效率的强化提高。

该工艺的生物段在 AAO 工艺基础上增加后置缺氧段，即厌氧—缺氧—好氧—后置缺氧活性污泥法工艺，根据生物降解的不同过程和所需要的不同环境将反应池分为厌氧区、缺氧区、好氧区及后置缺氧区，通过厌氧和好氧、缺氧和好氧交替变化的环境完成除磷脱氮过程。在 AAO 工艺中，厌氧池用于生物除磷，缺氧池用于生物脱氮。原污水中的碳源物质先进入厌氧池，聚磷菌优先利用污水中的易生物降解物质成为优势菌种，为生物除磷创造了条件；污水然后进入缺氧池，反硝化菌利用其它可能利用的碳源将回流到缺氧池的硝态氮还原成氮气，达到脱氮的目的。设置后置缺氧池，在 MBR 工艺污泥浓度很高的情况下，可以利用微生物自身内源呼吸作用产生的碳源颗粒进行进一步反硝化脱氮作用，强化了系统整体的脱氮效果的同时，对系统内部碳源进行了有效利用，在 C/N 较低的情况下可以减少或不进行外部碳源的投加，节省了运行成本。



强化脱氮除磷 MBR 工艺流程图 图 6.6-1

主要参数：

池数：	2 池，每池 3 万 m ³ /d 可单独运行
污泥负荷	0.034kgBOD ₅ /kgMLSS·d
MLSS 厌氧	4g/l
缺氧	6 g/l
好氧	8g/l
后缺氧	8g/l
污泥产率系数	0.88kgMLSS / kgBOD ₅ ·d
有效水深	8m
厌氧池停留时间	1.0h
缺氧池停留时间	3.5h

好氧池停留时间 5.5h（含交替区 0.5h，另膜池停留时间 1.5h）

后缺氧池停留时间 2.0h

生物池总水力停留时间 12h

设计总池容 30000m³

气水比 6.4: 1

膜池至好氧池混合液回流比 400%

好氧池至缺氧池混合液回流比 200%

后缺氧池至厌氧池混合液回流比 100%

生物反应池的主要设备包括潜水推流器、水平轴流泵、曝气器，同时为降低能耗，实现对曝气的精确控制，拟采用一体化空气测控装置及生物智能控制系统。

6.6.5 膜池及设备间

膜-生物反应器（MBR）工艺是先进的废水处理技术，在传统的悬浮生长活性污泥处理系统中采用低压膜进行固/液分离从而代替传统的二沉池。与传统二沉池相比，其最大的优势在于：固液分离的效果不依赖混合液悬浮固体的浓度或者其沉降特性。因此，膜-生物反应器（MBR）可以维持很高的 MLSS。

生物池内的混合液（400%~500%）流入膜池进水渠道内，配送至每座膜池中。每座膜池内均安装有大量膜组件，膜组件出水口通过总管连接，并接入对应水泵的吸水口，靠水泵产生的真空抽吸力将膜池中的水经过滤膜壁吸入每根中空纤维膜的中心，汇集后排入滤后水干管，进入后续处理单元。由于中空纤维膜孔径仅有 0.1-0.4um，可以完全阻止细菌的通过，所以菌胶团和游离细菌全部保留在曝气池中，只将过滤过的水汇入集水管中派出，达到了泥水分离，免除了二沉池，各种悬浮颗粒、细菌、藻类、浊度和 COD 及有机物均得到有效去除，保证了出水悬浮物接近零的优良出水水质。由于微滤膜的近乎百分之百的菌种隔离作用，可使曝气池中的生物浓度达到 10000mg/L 以上，这样不仅提高了曝气池抗冲击负荷的能力，而且大大减少了所需的曝气池容积。池容积的缩小又相应的大比例的降低了生化系统的土建投资费用。

膜池的另一端设出水堰，膜池内混合液通过该出水堰溢流至混合液回流渠道中，在该渠道内设置对应每 MBR 生物池设置循环泵，将混合液回流至 MBR 生物

池中。

通过在膜箱的底部采用大气泡曝气产生紊流，冲刷中空纤维的表面，减少污染物在膜表面的聚集，同时减少了化学清洗的次数。在膜工作时，自动进行松弛，以延长膜的使用寿命和保证达到稳定的出水流量。在连续工作一段时间后，系统要进行维护性清洗和 CIP 化学清洗，即采用化学药剂（一般采用柠檬酸、次氯酸钠等）对膜进行清洗，以更好的去除膜表面附着的污染物，恢复膜通量。

主要设计参数表 表 6.6-2

主要设计参数	
设计流量	规模 60000m ³ /d
总变化系数	1.37
设计水温	低温 12℃，高温 25℃
膜池系列数	2 个
总膜组数	16 个
单组膜池膜箱数	10
单组膜池预留膜箱数	1，可视后期运行情况增加膜箱
单组膜箱名义产水量	595m ³ /d
名义膜通量	13.30L/m ² ·h
膜擦洗需气量	357.5Nm ³ /min
膜池气水比	8.5:1
膜组件数量	160 套
膜材质	PVDF 中空纤维带衬膜
单组膜面积	1610m ²

本工程设备配置的膜通量为 13.30 L/m²·h，根据国内部分 MBR 工艺污水处理经验，膜通量参数在正常设计范围内，且本工程预留一组膜箱，可视远期水质变化情况增加，膜箱全部安装后膜通量为 12.09 L/m²·h，因此本方案具有一定的灵活性，且降低了初期的投资。

6.6.6 加氯间及加氯消毒池

本工程采用次氯酸钠消毒，设备按照 6 万 m³/d 设置。

本工程新建加氯接触池 1 座，按 6 万 m^3/d 规模建设。

加氯接触池接触时间为 30min，有效容积约 1720 m^3 ，有效水深 4.0m。投加次氯酸钠溶液，次氯酸钠溶液通过投加泵投加，泵送至加氯接触池进水端，有效氯投加量 15mg/L。

加氯设备统一布置在加氯间内，配置次氯酸钠储罐 2 套，有效容积约 15 m^3 ，加药泵 3 台，2 用 1 备。

6.6.7 鼓风机房

本工程设鼓风机房 1 座。

拟建鼓风机房 1 座，设置生物池曝气用鼓风机 6 台(4 用 2 备)，单台风机风量 67 m^3/min ，风压 0.09MPa，单台功率 125kW。

好氧池气水比： 6.4: 1

设置膜吹扫用鼓风机 3 台(2 用 1 备)，单台风机风量 170 m^3/min ，风压 0.045MPa，单台功率 220kW。

膜池气水比： 8.5:1

鼓风机采用悬浮型离心风机，高效节能，能在环境温度下正常连续运行，鼓风机噪音在 80db 以下。其配套设备应包括空气除尘过滤器、阀门及控制系统设备。

6.6.8 加药间

本工程设加药间 1 座。规模为 6 万 m^3/d 设置。

混凝剂拟采用液体聚合氯化铝（10%），设计投加量 50mg/l，实际药剂投加量需根据生产性试验确定。投加位置生物反应池出水。

另设外加碳源投加系统，投加点为缺氧池进水，外加碳源采用醋酸钠液体（30%）。设计投加量 10mg/l，实际药剂投加量需根据生产性试验确定。

药剂系统均采用成套设备，配置投加计量泵。

加药间包括加药、药库、储罐间等。配置混凝剂储罐 2 套，有效容积约 30 m^3 ，加药泵 3 台，2 用 1 备。醋酸钠储罐 2 套，有效容积约 30 m^3 ，配置醋酸钠加药泵 3 台，2 用 1 备。

6.6.9 污泥脱水机房、均质池、储泥池、调理池

一期提标已建污泥脱水机房一座，配套一组均质池和污泥调质所需的储泥池

和调理池；土建按总规模 21 万 m³/d 设计，设备按处理规模 3.0 万 m³/d 安装，已预留近远期的脱水机机位。

脱水机房尺寸：L×B=29.375m×23.985m。共分为两层，一层层高 7m；二层层高 7m，房间内配合污泥处理、浓缩、脱水需要设置的污泥浓缩、加药装置、洗布进料泵等设备。



脱水机房现场图 图 6.6-2

均质池 2 座，单座尺寸：L×B×H=7.5×5×4.8m，位于脱水机房南侧，以调节剩余污泥均匀送入污泥浓缩机。

储泥池 1 座，单座尺寸：L×B×H=7.5×5×4.8m，与均质池并列设置，为满足污泥浓缩后，进行污泥调理时分配污泥使用，储泥池内设置泵坑，内设污泥泵将浓缩污泥泵入调理池内，每格调理池进泥时间不超过半小时。

调理池 2 座，单座尺寸：L×B×H=5×5×4.8m。

干污泥量：一期提标后：4.13 tDS/d，本次扩建后增加 6.9 tDS/d。

湿污泥量：一期提标后：826m³/d（以含水率 99.5%计）；本次扩建后增加：1380 m³/d（以含水率 99.5%计）。

（1）一期提标已配置设备：

序号	设备名称	设备规格	数量	备注
----	------	------	----	----

1.	螺杆泵	Q=150m ³ /h,0.3MPa,N=45KW	2 台	互为备用
2.	叠螺浓缩机	140m ³ /h,5KW	2 台	互为备用
3.	螺杆泵	Q=50m ³ /h,0.3MPa, N=15KW	2 台	互为备用
4.	PAM 制备系统	PT8000, 5KW	1 台	用于浓缩
5.	螺杆泵	5m ³ /h,3bar,2.2KW	2 台	
6.	立式搅拌机	J2500, 15KW	2 台	用于调理池
7.	潜污泵	Q=300m ³ /h,H=7m,N=11kw	2 台	互为备用,用于储泥池
8.	高压进料泵	Q=85m ³ /h,H=200m,N=15kw	2 台	用于脱水,互为备用, 配套液压泵
9.	隔膜压滤机	450m ² , N=28.3KW	1 台	用于脱水,含自控系统
10.	冷却泵	8m ³ /h, H=27m, 功率: 1.1kw	1 台	
11.	缓冲罐		2 个	
12.	压榨泵	12m ³ /h, H=183~228m, 11kw	2 台	用于脱水
13.	压榨水箱	容积: 15m ³ 材质: PE	1 个	
14.	高压洗布泵	Q=20m ³ /h,H=399m,N=2×18.5kw	1 台	用于脱水
15.	洗布水箱	容积: 10m ³ 材质: PE	1 个	
16.	空压机	6.05m ³ /min, 0.8MPa, 37kw	1 台	
17.	吹风用储气罐	容积: 6m ³ 承压: 1.0MPa	1 台	
18.	仪表用储气罐	容积: 1.0m ³ 承压: 1.0MPa	1 个	
19.	冷干机	1.2m ³ /min, 功率: 0.47kw	1 台	
20.	铁盐储罐	20m ³	1 个	用于调理加药
21.	铁盐投加泵	6.0m ³ /h, H=15m, 功率: 1.1kw	1 台	用于调理加药
22.	铁盐卸料泵	20m ³ /h, H=15m, 功率: 4kw	1 台	用于调理加药
23.	石灰料仓	20m ³ 功率: 3kw	1 套	用于调理加药
24.	提升螺旋输送机	25m ³ /h, 6m, 5.5KW	1 台	
25.	水平螺旋输送机	25m ³ /h, 10m, 7.5KW	1 台	
26.	电动双梁起重机	起重量 T=10t N=12KW	1 套	
27.	手动闸阀	DN250,PN=1.0Mpa	2 台	
28.	手动闸阀	DN200,PN=1.0Mpa	2 台	
29.	手动闸阀	DN150,PN=1.0Mpa	4 台	

30.	手动闸阀	DN300,PN=1.0Mpa	5 台	
31.	电动闸阀	DN300,PN=1.0Mpa,N=0.5Kw	3 台	
32.	电动闸阀	DN150,PN=1.0Mpa,N=0.5Kw	2 台	
33.	电动闸阀	DN150,PN=1.0Mpa,N=0.5Kw	2 台	

一期提标已设置高压隔膜压滤脱水机 1 台，按每天工作 12 小时计。

(2) 二期扩建新增主要设备如下：

螺杆泵 1 套，单台参数 $Q=150\text{m}^3/\text{h}$, 0.3MPa, $N=45\text{kW}$;

叠螺浓缩机 1 套，单台参数 $Q=140\text{m}^3/\text{h}$, 5kW ;

螺杆泵 1 套，单台参数 $Q=50\text{m}^3/\text{h}$, 0.3MPa, $N=15\text{kW}$;

高压进料泵 1 套， $Q=85\text{m}^3/\text{h}$, $H=200\text{m}$, $N=15\text{kW}$;

隔膜压滤机 1 套， 450m^2 , $N=28.3\text{kW}$ ，含自控系统；

冷却泵 1 套， $8\text{m}^3/\text{h}$, $H=27\text{m}$ ，功率：1.1kW。

本次高压脱水机进泥压力与一期一致，为 200m，脱水后泥饼含水率能稳定达到 60%以下。附件 2 为卫生填埋处置接纳单位的承诺函（污泥处置协议）。

本次增加的压滤脱水机按照一天工作 16h 计，同时一期已设置的压滤脱水机也调整至每天工作 16h，可满足一期现状及二期扩建的污泥脱水需求。

湿污泥经机械浓缩、加药调理、高压脱水后，污泥含水率降至 60%以下，脱水后的污泥，由卡车装车外运。

6.7 除臭设计

6.7.1 设计原则

1. 严格遵守国家及地方有关环保法律法规和技术政策，并符合当地环境保护有关规定；
2. 在保证臭气达标排放的前提下，根据厂区实际情况，选择处理技术成熟、效果好、投资省、运行费用低的处理工艺，并最大限度地避免二次污染；
3. 设计的处理工艺流程应力求运行稳定可靠，可调节性强，操作管理方便；
4. 考虑厂区整体布置规划，总体设计布局与绿化和美化环境有机结合；
5. 在总体规划指导下，结合实际情况，尽量减少投资和占地面积；

6. 在臭气处理工艺设计中贯彻节能的原则，自动化程度高，便于维护管理和操作；

7. 尽可能的使用出水的原则，节约自来水；

8. 选用压力损失小的填料类型，达到节能的目的。

6.7.2 处理规模

工程建成后恶臭气体主要产生在污水预处理区、生物处理区。本工程污水对这两个区域的臭气采用集中收集输送至土壤生物滤池处理。

根据计算，本除臭工程共设 5 套土壤生物除臭系统，考虑到粗格栅区人员操作比较频繁，设置一套离子除臭送风系统，具体分区如下表：

除臭系统表 表 6.7-1

除臭系统	数量（套）	处理风量（m ³ /h）	处理构筑物或设备
土壤除臭系统 1	1	16000	粗格栅及进水泵房、细格栅及曝气沉砂池
土壤除臭系统 2	1	22000	生物反应池
土壤除臭系统 3	1	22000	生物反应池
土壤除臭系统 4	1	16000	膜池
土壤除臭系统 5	1	16000	膜池
离子送风系统	1	16000	粗格栅及进水泵房

6.7.3 除臭系统进口臭气浓度

根据日本下水道事业团技术开发部以及国内类似工程的设计经验，需除臭臭气浓度为：

气体浓度表 表 6.7-2

臭气成分	浓度（mg/m ³ ）
硫化氢（H ₂ S）	0-20
氨（NH ₃ ）	0-15

除了以上臭气，还含有酸雾以及胺类、硫醇、有机硫化物等各类有机组分气体。

6.7.4 处理后臭气浓度

经臭气处理系统处理后气体按照国家标准《恶臭污染物排放标准》

(GB14554-93) 标准的厂界二级臭气排放指标。

主要指标如下：

臭气排放指标 表 6.7-3

控制项目	硫化氢	甲硫醇	甲硫醚	二甲二硫醚	二硫化碳	氨	三甲胺	苯乙烯
厂界浓度限值 (mg/m ³)	0.06	0.007	0.07	0.06	3.0	1.5	0.08	5.0

6.7.5 臭气管道输送部分

臭气输送管道采用玻璃钢材质或复合玻璃钢材质，所有工艺管道连接所需的管架、紧固件、垫片及必要的阀门等均在供货范围内；同时提供与所有阀门相连接所需的紧固件。

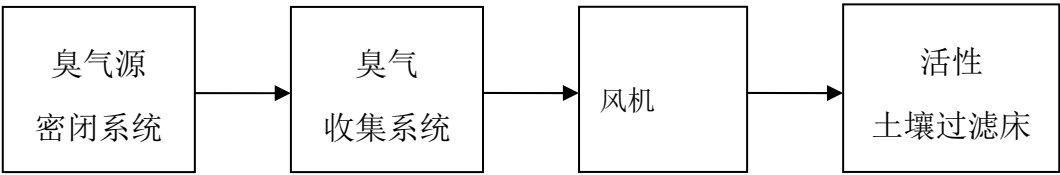
玻璃钢管材具有以下特性：

- 1) 耐腐蚀性好：FRP 管道能抵抗酸、碱、盐及众多化学流体的侵蚀。
- 2) 耐热性、抗冻性好：在-20℃状态下，仍具有良好的韧性和极高的强度，可在-20℃～60℃的范围内长期使用。
- 3) 安装简便：可采用法兰连接、粘接等连接方式，灵活多变。
- 4) 维护费用低：FRP 管由于上述的耐腐、抗冻等性能，因此工程不需要进行防锈、防污、绝缘等措施和检修可节约工程维护费用。
- 5) 工程寿命长，安全可靠。

废气处理系统在每个集气支管上配备必要的阀门，以调节风量和风压；集气系统保持吸风口微负压，并保证集气系统压力和风量平衡。

6.7.6 生物土壤除臭装置

生物土壤除臭装置，利用土壤中生存的微生物在臭气通过土壤时将其成分氧化分解。当臭气接触含有大量微生物的透气活性土壤层时，将被微生物完全氧化并转化为 CO₂(二氧化碳)和水及微生物细胞生物质，从而达到除臭目的，具体处理工艺流程示意如下。



生物土壤除臭装置安装于厂区绿化带中并与绿化带有机结合布置，用于实现对污水处理厂产生的恶臭气体进行收集和处理。

生物土壤除臭装置能够高效处理各种浓度、各种成分的恶臭气体，土壤滤池表面种植草坪与厂区绿化结合，以美化厂区环境。土壤滤池的滤料性能稳定，无板结现象，长久（20 年）无需更换且土壤床压力稳定。

除臭装置可以根据实际情况间歇运行，随开随停。

6.7.6.1 生物土壤除臭法简介

（1）生物土壤除臭装置组成

三个不可分割的子系统组成，即：

- 收集系统；
- 除臭风机及其控制系统；
- 生物土壤过滤处理系统。

（2）收集系统

除臭收集风管为圆形（集气口部分可为方形），其材质为有机玻璃钢。

有机玻璃钢管采用手工缠绕工艺，满足《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2002 相关要求。合成树脂中填充料的含量符合有关技术文件要求，风管及配件内表面平整光滑，外表面整齐美观，厚度均匀，边缘无毛刺，无气泡、分层现象。有机玻璃钢管风管表面涂有防 UV 功能的优质胶衣。

风管的连接处紧密，不漏气；

与设备连接的接口采用柔性接头连接；

风管配置连接件及固定等附件。连接件及安装支架为不锈钢 0Cr18Ni9；

6.7.6.2 收集风机及其控制系统

额定风量以 20℃、1 个大气压、湿度为 65%为准，总绝对效率应不低于 90%。

风量大于等于计算除臭风量。风压在最大抽气量的条件下，具有高于系统压力损失 20%的余量。

风机采用侧吸式离心风机，以卧式安装，与电机置于同一机座。机座材料为铸铁或热镀锌（或金属漆二度）碳钢结构。风机的过流面及壳体的材质为有机玻璃钢。

轴与壳体贯通处，确保无气体泄漏。

收集风机设置隔音箱，其外壳材质为不锈钢 304。运行是噪音（包括电动机在内）低于 80dB(A)，叶轮的动平衡精度不低于 G2.5 级，且能 24 小时连续运转。

设置防振垫，隔振效率 $\geq 80\%$ 。

在快速运转条件下，气体流量可调，调节范围需由 100%降至 45%。

防护等级 IP55，电压 380V、电流约 15A、3P、50HZ，F 级绝缘，B 级温升。

控制模式

除臭装置采取二级控制结构设计：现场手动和监控中心控制。现场手动控制具有最高的控制优先级，由现场控制柜的控制按钮控制；监控中心控制是指在中控室对生产过程进行调度，根据工艺要求和设备运行工况下达调度指令，通过控制网络由现场 PLC 控制实施。

保证除臭装置在正常运行所需的各种控制及显示功能，至少包括以下功能：设备的控制及工作状态显示、设备的电流和电压显示、设备的故障报警及分级处理等。自控系统除实现除臭过程全自动控制的常规功能外，还必需具备完善的故障自诊断和处理能力，确保系统在无人值守条件下的安全可靠运行。

运行模式

除臭装置内各主要设备（风机、喷淋系统）均可以手动和自动两种方式操控。在自控状态下，除臭装置要求可以按照时间控制模式或联动控制模式实现自动连

续运行。

6.7.6.3 生物土壤过滤处理系统

生物滤体处理系统按本地的气候条件设计。

生物滤体介质：具有通气性、透水性好及培育除臭微生物的土壤。

气体与介质接触时间大于 30s。

土壤滤体厚度 $\geq 500\text{mm}$ ，土壤滤床内的压力损失不大于 1.50kPa。

1、滤床布气管道：

(a) 布气主管为高密度聚乙烯双壁波纹管，应符合 GB/T19472.2004 标准。主管间的连接应使用 HDPE 带热熔焊接。

(b) 布气支管为高密度聚乙烯穿孔波纹管，应符合 AASHTO M252, Type CP 标准。管与管的连接应用高密度聚乙烯防水密封套。

(c) 管道和管配件由同一制造商提供。管材树脂中均匀加入不少于 2%的炭黑以防紫外线。

(d) 布气主管与布气支管的连接应采用不锈钢卡箍连接方式。

2、加湿系统

(a) 生物土壤滤体系统包括水喷雾的加湿系统。加湿系统能持续运行和均匀布洒。

(b) 安装的喷雾喷嘴的检查和维修毋用拆卸管道，同时不影响处理系统运行。

(c) 加湿系统的喷嘴能仅靠正常水压就能喷出中空锥形的细雾。喷嘴应用 SS 316 的不锈钢材质同时带有滤网。

(d) 加湿系统采用时间继电器控制。

3、滤体介质材料：

(a) 生物土壤滤体系统的设计保证能有效处理污水处理厂排出的硫化氢、硫醇，还原性硫化物以及挥发性有机化合物等臭气。

(b) 土壤脱臭床选用当地的矿物质土壤，并调整其矿物质成份、透气性、粒

子的体积和 pH 因素，将土壤调配成活化的土壤混合体。

为加强微生物的长期有效挂膜、防止土壤板结，以确保土壤滤体的使用奉命，土壤混合体中掺入 0.5~1%（体积比）的颗粒状高温烧结矿质材料，其平均直径 1-10mm。该材料具有权威机构的相关鉴定证明。

（c）如经试验分析后需要选用不同介质混合滤料，各组分的数量和配量由我司负责提供，并给予确认符合系统要求。

（d）所采用的除臭介质对人无害，且不会造成二次污染。

（e）滤体介质均匀放置，以防土壤床受压紧和粘聚，且不影响布气管的通气性能。

4、草皮的覆盖：

在选草苗种子选用适应于当地气候条件的品种，并适应除臭气体的环境。

6.7.7 离子除臭系统

离子换风设备主要是新鲜空气通过离子发生装置时，氧离子受到具有一定能量的电子的碰撞而形成分别带有正电和负电的正负氧离子，这些氧离子具有很强的活性。将这些高活性的氧离子与臭源（包括硫化氢和氨气）和 VOC 气体相接触后，它们能打开 VOC 气体分子的化学链，经过一系列的反应最终生成二氧化碳和水。正负氧离子能有效地破坏空气中细菌的生存环境，减少室内细菌浓度。离子与空气中微小地可吸入固体颗粒碰撞，使颗粒荷电并产生聚合作用，使得传统过滤装置难以捕捉地微小颗粒成为可捕捉颗粒，或形成较大颗粒靠自重沉降下来，达到净化空气目的。

离子换风设备借助通风管路系统向散发 VOC 气体和臭气的空气送入可控浓度的正负氧离子空气，用离子空气覆盖污染源（如水池上部空间），使离子空气充满被污染空间，并在极短的时间内与气体污染物分子发生反应，以有效地控制气体污染物的扩散和降低室内气体污染浓度。

经过对操作空间的臭味气体采用收集经生物土壤滤池处理后，可对残留的低浓度臭气进一步处理，采用离子换风的方法改善环境。故针对本项目中有人员操作的进水泵房区域的气体采用生物土壤滤池+离子除臭工艺联合处理，改善操作环

境。

离子送风风量：进水泵房送离子新风，总送风量 1.6 万 m³/h。

6.8 厂区绿化景观设计

绿化工作是污水处理厂保护环境、美化环境和文明生产的重要标志。本工程半地下箱体上方覆土，覆土厚度约 1.5m，并布置绿化景观，与厂区的其他绿化形成整体，并利用大面积的绿地与景观水体的特点，将海绵城市的建设融入到污水处理厂的设计建设中。

6.8.1 总体构思及风格

一、总体构思

1、突出整体

整体性原则是本次绿化景观设计的基本出发点，具体到本次设计主要从以下四个方面考虑：1) 厂区的整体性效果；2) 与周边地块、远期用地取得整体衔接；3) 相关设施与景观设计达到整体性体现；4) 生态自然贯穿于整体性体现；5) 整体海绵城市的理念。

2、保持生态

南昌植被茂盛、水系丰富，也是生态特征的外在表现。通过现状调查，可以看到基地内周边地区地貌自然起伏，在局部地区，植被生长茂盛。在设计中充分利用本地树种，使人工环境与自然景观完美的结合。

3、以人为本

加强人与景观的对话，增加人对于景观场地的参与性，使人更加亲近体验绿化景观。

4、合理利用

将处理后的水体排放过程置于地面，营造了景观水溪以及亲水池，既是水处理中的一环，又营造了地面景观，同时兼有调蓄功能。

二、总体风格

考虑到地域的特点与项目的要求，本设计力争突出自然生态、环境保护相结合、满足海绵城市要求的特色。一方面在设计区域内种植大量绿色植物，以形成以绿为主的生态效果；另一方面则合理的布置适合净化空气、抗污染的植物，改

善环境，并通过广场与绿化的海绵设计，建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵污水厂”。

景观水体和绿地设计有雨水储存和调节功能，景观水体建成集雨水调蓄、水体净化和生物景观为一体的多功能生态水体。在景观设计中进行土壤、气候分析以选择适合的植物设计景观绿化，采用地方化或适合植物，减少浇灌要求。当进行浇灌时，采用高效设备，并且根据气候进行控制。

景观主题构思：绿色保障、环境和谐、海绵城市理念。

6.8.2 种植设计

一、绿化目标

- 1、种植要体现安全性，主要体现引导、诱导视线种植，防眩种植等方面；
- 2、生态防护问题，体现在遮荫、滞尘、吸收有害气体等方面；
- 3、城市形象的体现，通过种植绿化，充分体现现代化花园污水处理厂的特点。
- 4、充分考虑绿化的后期养护，尽力降低养护成本。利用生态学原理，使植物自然更新，最终达到稳定的绿化景观效果。

二、绿化种植原则

1、生态性原则

- 1) 坚持生态优先，实现城市绿化体系的总体建设目标。
- 2) 建设高标准的城市绿化体系，构成兼顾景观与生态功能的绿色长廊。
- 3) 坚持生物多样性，采用丰富的植物品种，坚持以树为主，乔灌花草结合，实现优化配置。

2、安全性原则

- 1) 入口的绿化应采用注重景观与视线引导及指示性功能兼顾的合理化设计，同时考虑防眩设计。
- 2) 在道路交叉口处，鉴于驾驶员安全视距的要求，合理栽植 $H < 0.8\text{m}$ 的低矮灌木或地被。

3、协调性原则

- 1) 协调生态、社会、经济效益的关系，保证生态效益的充分发挥。
- 2) 协调保护与开发、景观与生态、投入与产出、建设与养护的多重关系，保

证绿化体系的可持续发展。

- 3) 协调各功能地块的总体景观建设，保证绿化体系结构得以良性的整体发展。

4、服务性原则

在美化环境的同时，吸收有害气体，进行生态防护，使绿化体系更好地服务于污水处理厂。

三、植物配置设计

植被绿化风格的规划控制将对城市生态格局和经济可行性建设产生重大的影响，本方案采用线形排列方式，以形成现代、粗犷、自然、朴实的线形景观肌理。

1、植物配置的原则

- 1) 适地适树，道路绿地应选择适应环境条件、生长稳定、观赏价值高和环境效益好的植物种类。
- 2) 绿地植物应重点选择滞尘、防风、抗污染的树种。
- 3) 植物选择应从生物多样性的角度出发，在适地适树的原则下尽量丰富植物材料。
- 4) 适当增加常绿树比例，促进厂区绿地的环保及景观效果。增加中、低层树种和地被花卉，进一步丰富道路植物景观。

2、抗污染树种选择

- 1) 滞尘树种：枇杷、广玉兰、栾树、香樟等。
- 2) 抗二氧化硫树种：紫薇、碧桃、红枫、紫荆等。

3、具体植物品种配置设计

厂区植物配置总共两个部分，为厂区沿路绿化带设计和厂区内绿化植物设计。

沿路绿化带设计：从防尘减噪方面考虑，设计上采用单排行道树，行道树为香樟（行道树种植在绿化带内），香樟能够较好地吸收有害气体，净化空气，栾树其枝叶茂密及落叶的特点决定了它夏天能够给行人以良好的庇荫环境，冬天不影响行人享受温暖的阳光。具体栽植品种：上木以香樟为主；中层次绿化较为丰富，考虑季相变化主要以红叶李、紫荆、四季桂等为主，下木以桃叶珊瑚、春杜鹃、红桧木等。

厂区绿化植物设计:综合考虑绿化成活率等因素，构建一个和谐发展的生态系

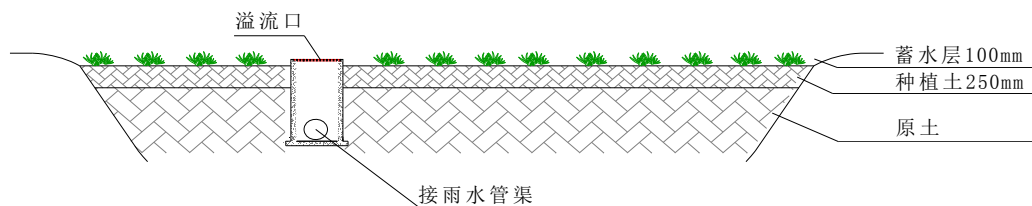
统。在绿化设计中，在充分考虑植物布置的生长空间、层次丰富、季相变化，与周边自然环境的协调等条件下，结合绿化带构建一条以密植为主、局部穿插布置一些小乔木廊道的植物景观组合层次空间。具体栽植品种：上木以香樟、枫杨、杜英、银杏为主；中层次绿化较为丰富，考虑季相变化主要以花桃、日本晚樱、红叶李、木芙蓉、紫荆、紫玉兰等为主，下木以球状大灌木为主，如海桐球、法国冬青球、红花桧木球、茶花球等。

四、绿地、道路与广场

本工程作为现代化的污水处理厂，拟在建设中充分体现习近平总书记关于“海绵城市”的建设理念，将海绵城市的建设融入到污水处理厂的建设中，为红谷滩新区的城市建设提供示范作用。

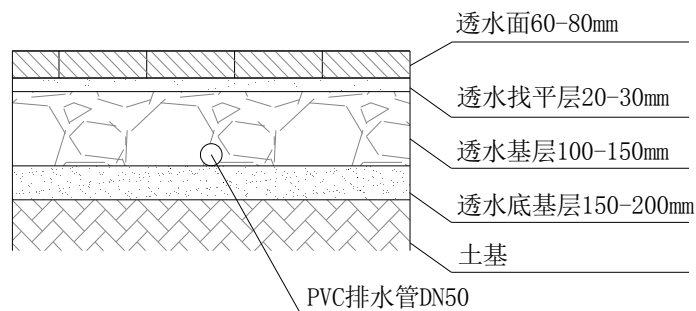
绿化中设计采用多功能调蓄水体，平时发挥正常的景观及休闲、娱乐功能，暴雨发生时发挥调蓄功能，实现土地资源的多功能利用，水体的总体布局、规模、竖向设计与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统相衔接。

设置在道路、广场周边的绿地采用下沉式做法，并采取措施将雨水引至绿地。下沉绿地占总绿地面积比值不低于 30%，下沉式绿地内设置溢流口（如雨水口），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部标高高于绿地 50-100 mm。



下沉式绿地构造示意图 图 6.8-1

广场及道路的硬质铺装选用透水铺装，并配建蓄水模块等蓄水设施。透水铺装对道路路基强度和稳定性的潜在风险较大时，可采用半透水；土地透水能力有限时，应在透水铺装的透水基层内设置排水管或排水板；当透水铺装设置在地下室顶板上时，顶板覆土厚度不应小于 600 mm，并设置排水层。



透水铺装结构示意图 图 6.8-2

本工程在道路两侧设置生态植草沟，将降雨产生的路面径流引入路边的绿化带，通过生态草沟的调蓄、净化作用对雨水进行综合处理，属于海绵城市“渗、蓄、滞”的理念。



生态植草沟实例 图 6.8-3

通过海绵城市的建设，可切实实现地区雨洪“源头削减——过程控制——末端处理”的全过程控制体系，减轻内涝灾害，控制面源污染，保障区域水安全与水环境。

6.9 结构设计

6.9.1 地质概况

本工程现阶段参考《江西省新建县污水处理厂》岩土工程勘察报告进行设计。

场地地层结构由第四系全新统冲积层（Q4al）、第四系残坡积层（Qedl）及第三系新余群泥质粉砂岩（E1-2）组成。按其岩性及工程特性，自上而下可依次划分为：①粉质粘土（Q4al）；②粘土碎石（Q4al）；③粉质粘土（Qedl）；④泥质粉砂岩（E1-2）。各岩土层分布、厚度、特征分述如下：

1. 第四系全新统冲积层（Q4al）

①粉质粘土：灰黄色～褐黄色为主，可～硬塑，中等韧性，中等干强度，无

摇震反应，刀切面较光滑。含少量的铁锰质及铁锰质结核。实测标准贯入锤击数 6~8 击。压缩模量平均值为 8.56MPa，平均压缩系数为 0.21MPa⁻¹，中等压缩性。该层在主要分布在水田范围内，上部 0.3 米为耕植土。揭露层厚为 2.20~4.10m，层顶标高为 21.15~19.95m。建议承载力特征值为 160kPa。

②粘土碎石：褐黄色，主要由粉粘粒及砾石颗粒组成，少量卵石，级配较差。卵石主要成分为石英，砾径以 2~10mm 为主，大者约 20mm。修正后重型动力触探锤击数为 6 击，中密。揭露层厚为 0.60~0.90m，层顶埋深 3.40~3.60m，层顶标高为 17.87~18.79m。建议承载力特征值为 200kPa。

2. 第四系残坡积层 (Qedl)

③粉质粘土：褐黄色、桔红色，硬塑，中等韧性，中等干强度，无摇震反应，稍具光泽，底部含卵石。含铁锰质及铁锰质结核。实测标准贯入锤击数 6~9 击。压缩模量平均值为 7.55MPa，平均压缩系数为 0.23MPa⁻¹，中等压缩性。主要分布于岗丘，揭露层厚为 0.80~4.80m，层顶标高为 22.34~31.13m。建议承载力特征值为 180kPa。

3. 第三系新余群泥岩 (E1-2)

④泥质粉砂岩：紫红色，粉砂质结构，中厚层状构造，根据揭露岩石风化程度的不同，将其划分为两个风化带。

④-1 强风化泥质粉砂岩：紫红色，泥质胶结。岩石风化强烈，岩芯呈碎块（片）状~短柱状，用手易折断；顶部岩芯呈土状，手易捏碎，原岩结构尚可辨。揭露层厚为 0.70~1.50m，层顶埋深 0.80~4.80m，层顶标高为 17.06~27.39m。建议承载力特征值为 300kPa。

④-2 中风化泥质粉砂岩：紫红色，泥质胶结，粉砂质结构，中厚层状构造，岩石风化较强烈，节理、裂隙较发育，岩芯以短柱状为主，少量块状及长柱状。饱和单轴抗压强度标准值 6.30MPa，岩石按坚硬程度划分属软岩，岩体较完整、基本质量等级为Ⅳ级，无洞穴、临空面、破碎岩体或软弱岩层。揭露层厚为 4.20~9.10m，层顶埋深 1.90~6.00m，层顶标高为 15.94~26.29m。建议承载力特征值为 2000kPa。

场地范围内，以粉质粘土及泥质粉砂岩隔水岩土层为主，地下水贫乏。粘土砾石层中含少量孔隙水，地下水主要接受大气降水补给，分布不均，无连续的地下水面。勘察期间水位埋深在 0.30m~3.10m，水位标高为 20.85m~28.51m，据有

关资料地下水位年变幅 1~3 米。

地下水对钢筋混凝土结构无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋无腐蚀性，对钢结构具中腐蚀性。

拟建场区场地土对混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋无腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性。

6.9.2 结构设计总则

6.9.2.1 设计原则

1. 设计使用年限为 50 年，结构安全等级为二级，重要性系数为 1.0；
2. 结构设计应遵循有关的设计规范和规程，根据构（建）筑物使用要求和受力特点，选择合理的结构形式和计算方法；
3. 结构设计应满足工艺及其它专业的设计要求，以结构安全可靠、经济合理、技术先进、坚固耐久、施工简便为原则进行。

6.9.2.2 地震效应及抗震设计

南昌设计地震分组为第一组，抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值 0.05g。

本工程地下箱体、综合楼抗震设防类别为重点设防类，地震作用按 6 度考虑，建筑抗震（构造）措施按 7 度考虑。

6.9.3 建筑物和构筑物结构型式

由于本工程为半地下污水处理厂，主要污水处理构筑物全藏埋于地下，埋深较大（池底板最大埋深约 10.3m）。

为减少超长超大结构混凝土构筑物因混凝土收缩、温度应力等引起混凝土开裂，可采用预应力结构或者采取设置伸缩缝、后浇带、加强带，混凝土中掺加高强度纤维等综合措施，防止由此而产生的渗漏。

新增的综合楼采用钢筋混凝土框架结构。

6.9.4 岩石常用开挖方法对比

开挖方式	开挖速度 (m ³ /d)	单价(元 /m ³)	振动影响范围	备注
常规爆破 (炸药)	200~300	80~100	周边 10~20m	爆破时产生噪音, 影响范围约 300m~1000m, 与炸药量相关
静态爆破 (胀药)	300~400	300~400	基本无影响	
常规爆破结合静态爆破	250~350	200~300	基本无影响	基坑周边先采用静态爆破产生隔震沟, 再对中间部位实施常规爆破
机械开挖 (充气炮)	20~30 (中风化岩)	150 左右	周边 2~3m	
	2~3 (微风化岩)			

由上表可知:

- 1) 常规爆破速度较快, 经济性好, 但振动影响范围大, 可能导致边坡支护结构受扰动, 另外, 爆破产生噪音, 影响周边约 1 公里范围;
- 2) 静态爆破速度快, 对周边基本无影响, 但经济性差;
- 3) 常规爆破结合静态爆破介于上述两者之间, 对操作要求相对较高;
- 4) 机械开挖经济性一般, 影响范围一般, 但开挖速度慢, 且需其他机械配合, 在微风化岩基本不适用。

推荐采用静态爆破。

6.9.5 地基处理、抗浮措施及基坑支护

6.9.5.1 地基处理、抗浮措施

(1) 用于解决沉降问题的地基处理方法

当天然地基的压缩性过高、在上部结构的作用下可能产生过大的沉降时, 可以通过物理的、化学的方法, 对地基中的软弱或不良土层进行置换或改良 (或部分改良), 形成人工地基。按其加固原理, 常用的处理方法主要包括:

- 1) 通过土质改良或置换, 全面改善地基土的物理力学性质, 提高地基土抗剪强度, 增大土体压缩模量;
- 2) 通过在土体中设置增强体, 增强体与原地基土体形成复合地基, 减小地基沉降;
- 3) 通过在地基中设置桩, 荷载主要由桩体承担。

（2）用于解决抗浮问题的地基处理方法

压重法：对埋入地下水位以下的大面积构筑物，必须考虑空池时的构筑物抗浮问题。为了满足抗浮要求，通常优先采用压重法，即采用增加水池深度，在底板上填充素混凝土或块石混凝土或在底板下设置“混凝土+拉结锚筋”吊重来满足抗浮要求。本法一般只适用于浮托力比较小的情况，若浮力较大，采用此法不经济。

桩基：利用桩与土的挤压产生的摩擦力来承受底板上所受的浮托力，可选用预制 PHC 空心管（方）桩或钢筋砼方桩或钻孔灌注桩。

抗拔锚杆：利用砂浆与岩石间的粘结力以及锚杆的抗拔承载力来承受底板上所受的浮托力。

盲沟系统+卸压阀法：当水池处于运营状态时，水池通过自重及池内水重达到抗浮要求。而当空池不满足抗浮要求时采用卸压阀系统可使作用于底板上的浮托力得到释放，从而达到抗浮要求。本法一般适用于不经常要放空的水池，其优点是造价较低，但是对于大型水池，其长期使用的可靠性尚有待考验。

本工程为地下污水厂，对于地下式污水厂构（建）筑物，地下结构埋置深度在 6.1~10.3m。根据参考地勘资料，本工程箱体底板位于入粗粒花岗岩中等风化带或微风化带内，岩层承载力及变形模量较大，可作为持力层，采用天然地基满足抗压要求。因箱体埋深较深，考虑构筑物自重抗浮尤其局部抗浮不满足，需采取桩基支承抗浮或抗拔锚杆抗浮。考虑本工程箱体抗压可采用天然地基，采用桩基抗浮费用相对较高，故本阶段推荐采用抗拔锚杆。

扩建综合楼为五层建筑物，根据参考地勘，场地上部约 4.5m 为回填土，基础下部超挖至粉质粘土层，采用级配砂石换填。

6.9.5.2 基坑支护

地下综合体的尺寸约为 92×133 m（未计箱体、池体壁厚），基坑平面内净尺寸约为 98×139m，现有地面平均标高约为 25.500。从现有地面起算，综合体西北侧细格栅及曝气沉砂池基坑深度约为 6.6m；西南为粗格栅及进水泵房，基坑深度约为 9.3m；往东为生物反应池，基坑深度约为 10.3m；再往东为膜池、加氯消毒池，基坑深度约为 6.1m。

拟建场地位于老厂区外新增用地内，西侧距老厂区围墙约 20m，其余各侧较空旷。根据《建筑基坑支护技术规程》，本工程基坑安全等级为二级。

根据参考地勘资料，箱体基坑上部 1.5m 高范围内约为强风化岩，基坑底部基本进入中风化岩或微风化岩，箱体基坑围护拟采用放坡结合锚杆支护。并在基坑开挖前辅以必要的降水措施，使地下水位降至基坑底面以下 0.5~1.0m 处。同时，在开挖过程中应进行信息化施工监测，随时掌握基坑周围土体的位移和应力变化情况，以确保基坑的安全。

新建管道埋深 4~7m，基坑底板进入中风化岩或微风化岩，基坑围护拟采用放坡结合锚杆支护。

6.9.6 主要工程材料

1. 钢筋：

HPB 300, $f_y=270 \text{ N/mm}^2$; HRB 400, $f_y=360 \text{ N/mm}^2$

2. 混凝土：

水泥采用普通硅酸盐水泥（非早强型），强度等级 42.5；

构筑物采用 C30 混凝土，抗渗等级为 S8，水灰比不应大于 0.50，盛水构筑物的混凝土中掺加复合型抗裂防水材料及钢筋阻锈剂；

建筑物采用 C30 混凝土；

基础垫层采用 C15 素混凝土，填料采用 C15 素混凝土。

3. 砌体：

承重砖墙地面以上采用 MU10 多孔砖(非粘土类)或 MU7.5 混凝土砌块，地面以下采用 MU15 普通砖(非粘土类)或 MU10 混凝土砌块（其孔洞采用 Cb20 混凝土灌实），非承重砖墙及框架填充墙采用 MU7.5 多孔砖(非粘土类)或 MU5 混凝土砌块或轻质分隔墙；地面以上部分墙体用 M7.5 或 Mb7.5 混合砂浆砌筑，地面以下及与水接触部分用 M10 或 Mb10 水泥砂浆砌筑，非承重砖墙及框架填充墙用 M5 或 Mb5 混合砂浆砌筑。

4. 防腐涂料

(1) 构筑物外壁地下部分涂刷沥青二度，地上部分为外墙涂料粉刷；

(2) 盛水（泥）构筑物内表面涂刷防腐涂料；

(3) 所有外露钢制构件涂刷防腐涂料;

5. 栏杆及盖板:

栏杆采用不锈钢栏杆; 盖板采用玻璃钢盖板、热浸锌钢格栅盖板或者混凝土预制盖板。

6.10 建筑设计

6.10.1 建筑设计设计目标及主要内容

本次设计为南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程, 设计内容为厂内扩建设计, 以及确立建筑立面风格, 使建筑原厂的建筑风格统一。它的设计及建设更应体现对整体环境的重视与发展, 并力争为当地的发展增添亮丽的一笔。在设计中, 坚持以人为本的指导思想, 贯彻生态、文化、效益三原则统一的规划思想, 充分发挥场地优势, 以及整体环境满足人们生理、心理、情感方面的需求, 将其建设成为一个风格独特、布局合理、功能齐全、集生产、景观于一体的新型厂区, 达到社会效益、环境效益和经济效益的最佳统一。

6.10.2 设计方案

半地下箱体操作间部分均位于地面以上, 采用既符合其工业单体特性又与周边环境相互协调的建筑风格和建筑色彩。并通过立面上色彩的搭配来赋予建筑序列感, 强调建筑工业的特点, 以及提高建筑的美观度。同时, 在建筑的细部处理上干练利索, 建筑空间虚实对比, 色彩材质与原有建筑进行对比并寻求统一, 各有特色且保持整体协调, 局部根据各自不同的工艺需求略有不同。共同构成新时期工业厂区建筑的时代特色。

6.10.2.1 建筑平面和立面风格

各单体平面布置根据工艺及电气专业要求布置。对厂区的主要建筑风格设计上采用既具有美感又能和原厂风格相互协调的建筑形式, 通过合理的色彩搭配来营造一种简洁、美观的建筑环境, 以此来优化周边的不利环境, 同时也能够与周边的有利环境完美的融合在一起, 相辅相成。

在建筑的立面处理上, 在遵循工艺及功能要求的前提下在建筑的立面上作细部处理, 通过对建筑增加一些框架的形式让建筑更具有层次感, 同时在色彩上采

用一些明快色彩的线条和整体的建筑色彩形成对比，使建筑立面更富有细节特点，以此来增强建筑的美观效果，使其更能为大众所接受，既与原厂的风格统一，又赋予其新的生命。

6.10.2.2 主要建筑指标

综合楼本次新建建筑面积为 2200m^2 。

半地下箱体建筑面积约 12236m^2 。

6.10.2.3 装修标准

外墙：彩色外墙涂料及外墙面砖。

内墙：一般采用涂料，卫生间采用釉面砖，有吸声要求的房间采用穿孔石膏板吸声内墙。

顶棚：一般采用涂料，有吸声要求的房间采用岩棉毡铝板网吸声顶棚，对工作环境要求较高的房间采用轻钢龙骨吊平顶。

门窗：采用彩色普通铝合金型材框，普通玻璃。

屋面：半地下箱体采用种植屋面

地坪：一般采用环氧涂料，值班室、休息室、变配电用房等采用地砖，有耐腐蚀要求的房间采用耐酸环氧砂浆地坪。

栏杆：一般采用不锈钢栏杆。

空调：一般采用分体式空调。

6.11 电气设计

6.11.1 电源及供配电系统现状

污水处理厂现有 10kV 系统为双电源供电，已设置 2 座变电所。 10kV 配电系统设置在 2#变电所内， 10kV 系统采用单母线分段的接线方式，采用中置式断路器柜， 10kV 配电间留有扩建位置。

6.11.2 电源及供电方案

本工程用电负荷等级仍为二级，本工程新增容量较大且原有变压器预留本次扩建容量，故本次需新建变电所。新建变电所 10kV 电源引自己建 10kV 系统，同时拟将原有 2 路外线电源增容，每路电源均承担污水厂总用电负荷。

6.11.3 负荷估算

本工程所有新增用电负荷均为 380V 负荷，采用需用系数估算法和单位面积法的计算方法，负荷估算结果见下表：

负荷估算计算结果表 表 6.11-1

项目	装机容量 (kW)	计算容量 (kW)	变压器容量 (kVA)	负载率	事故保障率
新建 3#变电所	3660	2402	2x2000 两常用	64%	79%

6.11.4 变配电设施

1. 变电所及系统设置

本次拟考虑利用原有 10kV 系统扩建，每段 10kV 母线新增 1 台馈线柜为本次新建 3#变电所供电，原有 10kV 系统更换 CT 并重新继电保护整定及电试。

新建 3#变电所位于半地下空厢内的鼓风机房旁，处于负荷中心，变电所内设置 2 间变压器室，1 间低压配电间，1 间控制室。

2. 接线方式

新建 0.4kV 系统采用单母线分段含母联的接线方式。

3. 无功补偿

新建变电所 0.4kV 侧设置集中补偿，补偿后功率因数达到 0.95 以上。

5. 设备选型

电气设备选型充分考虑半地下污水厂环境采用防潮、防腐蚀性能稳定的产品，保障设备运行安全可靠。

- (1) 原有变电所新增 10kV 开关柜采用金属铠装中置式开关柜，与现状柜型一致。
- (2) 新建 3#变电所 10kV 开关柜采用真空负荷开关柜。
- (3) 新增变压器采用低损耗型树脂绝缘干式变压器，带温控装置，自然风冷。
- (4) 新增低压开关柜采用固定分隔抽出式。
- (5) 机旁控制箱采用优质不锈钢材质箱体，户内型控制箱防护等级为 IP55，户外型控制箱防护等级为 IP65。控制箱按所处环境选择相应防腐等级，

并设置自动加热防潮装置。

- (6) 电缆选型优先考虑技术先进，经济合理，安全适用，便于施工和维护的原则，按设备容量额定电流选择电缆截面。电缆在普通建构筑物户内敷设的采用聚乙烯护套铜芯电缆，户外采用钢带铠装电缆。电缆采用穿管、桥架、直埋及电缆沟敷设相结合的方式。

6.11.5 地下厂区配电设计

1. 工艺设备配电

半地下厂区面积较大，部分单体用电设备容量不大，位置分散。根据工艺设备布置的特点，在工艺设备集中单体设置 MCC 方式配电，在相对分散的单体采用动力配电箱+设备控制箱的方式进行配电。

2. 消防设备配电

半地下厂区的应急照明配电箱根据防火分区布置，每个防火分区一套，负责该分区内的应急照明和疏散指示的配电。每台照明箱均采用二路 380V 电源进线，二路电源在配电箱内自切。

3. 半地下厂区照明

半地下厂区设正常照明、应急照明、疏散指示照明；正常照明考虑采用智能控制系统，既可以满足不同区域的照明要求，又可实现灵活控制，节能减排。整个半地下厂区照明分为 24 小时照明、火灾时照明及局部检修照明。

4. 半地下厂区通风机配电及控制

半地下厂区通风机每座通风井设置一路供电，通风机控制箱与有毒气体检测仪表联动，当仪表检测出有毒气体时通过 PLC 控制通风机启动，确保工作人员的安全。

6.11.6 操作方式

1. 10kV 操作电源为直流 110V，取自直流屏；低压设备控制电源为交流 220V。
2. 本工程主要用电设备操作采用自动及手动两种控制方式，自动控制时由 PLC 系统控制，手动控制时在机旁控制箱上操作。
3. 本工程除部分工艺要求变频控制的电机外，其余所有电机均为直接启动，频繁启动的电机启动时母线压降控制在 10% 以内，非频繁启动的电机启动时

母线压降控制在 15% 以内。

6.11.7 计量

计量仍采用高供高计，本次改造原有计量装置。

6.11.8 接地与防雷

1. 接地

本工程采用 TN-C-S 制接地保护方式，利用建构筑物的纵横主钢筋焊接形成的接地网作自然接地体，工作接地、保护接地与防雷接地共用接地装置，接地电阻 $\leq 1 \Omega$ 。建构筑物上的金属栏杆、盖板、门窗、管道、设备金属外壳等均与接地装置可靠连接。所有建筑物设总等电位联结。

2. 防雷保护

防雷保护考虑防直击雷和防雷电波侵入二种措施

(1) 防直击雷保护

本工程年预计雷击次数 ≥ 0.05 的建筑物按三类防雷保护，设置避雷装置，接闪器采用避雷带，并利用建筑物的钢筋混凝土柱内主钢筋为引下线，利用基础钢筋网作自然接地体，工作接地、保护接地与防雷接地共用接地装置。

(2) 防感应雷保护

10kV 进线、母排及出线回路设避雷器防止过电压；

0.4kV 低压进线侧采用设浪涌保护器作为防雷电波侵入的措施。

6.11.9 照明

各建筑物室内照明选用高效节能灯具，并在变电所及控制室等重要场所内设置应急照明。室外构筑物及室外道路照明采用庭院灯，光源为 LED 灯。

6.11.10 节能

1. 变压器采用干式低损耗节能变压器，并合理选用变压器的容量使变压器运行于高效区；
2. 照明灯具均采用高光效光源，并自带无功补偿装置补偿，厂区路灯采用 LED 光源。

3. 合理选择变电所的位置，使其深入负荷中心，合理选择电缆截面。减少配电干线电缆长度，减少损耗。

6.12 自控及仪表设计

6.12.1 概述

本扩建工程采用 MBR 工艺，在原厂区旁，采用半地下布置方式，与已建厂区相对独立。

本次自控系统按集中管理、分散控制的模式设置控制系统。整个控制系统分为二层：中央控制层和现场控制层。中央控制层完成全厂的数据通讯和调度管理；现场控制层独立完成该区域有关工艺过程的参数检测值和设备控制。

另外，为了使经营管理人员能及时了解掌握现场情况，提前发现隐患，及时处理，以保证污水厂正常运行，设立摄像系统等，监视厂内生产及安全保卫状况。

本工程将采用先进的自动化、信息化、智能化技术，建设高度现代化的智慧水务工厂。

6.12.2 设计原则

1. 运用国际先进技术和当今高科技成果，建设高可靠性、高效率、高度自动化的污水处理厂。

2. 根据工艺和设备运行要求配置液位、流量、水质分析及过程控制仪表，以及信号、数据的传送和显示。

3. 采用集中管理、分散控制的方式，设立自动化数据采集及监控系统。

4. 在各个主要功能区域设置就地 PLC 控制系统。

5. 成套设备的控制系统利用厂商提供的专用控制设备。

6. 连接各就地控制系统、PLC 和成套设备的控制层网络采用基于光纤的工业以太环网。

7. 连接现场仪表和设备的数据传输主要采用常规 I/O 方式。

8. 主要（大型）机械设备的控制采用现场手动控制、就地手动（MMI）控制、就地 PLC 自动控制、中央控制系统控制的四层控制模式，控制权限由高到低依次排列。并在现场 PLC 站配置人机界面和数据库等资料。

9. 通讯网络采用开放性的符合国际标准的通讯协议及规约，便于系统的扩

展及升级。

6.12.3 设计内容

本次自控及仪表设计包括：自动化控制系统设计、检测仪表设计、通讯网络设计、视频摄像系统设计、入侵报警系统设计、火灾自动报警系统设计、生物反应池智能机器人设计、地下厂区智能综合监控系统设计、信息化基础设施建设设计、防雷/接地设计等。

6.12.4 自动化控制系统设计

6.12.4.1 概述

本工程按分散控制、集中显示的原则设置自动化控制系统。整个控制系统分为二层：中央控制层和现场控制层。在污水厂内设置 1 座中央控制站、5 座现场控制主站。由可编程序控制器（PLC）及自动化仪表组成的检测控制系统——现场控制站，对污水处理厂各过程进行分散控制；再由通讯系统和监控计算机组成的中央控制系统，对全厂实行集中管理和调度。

6.12.4.2 功能要求

1) 监视及控制

污水厂设备控制分四级实现，即中央控制级、现场自动控制级、就地手动控制级和现场手动控制级。控制等级由高到低依次为：现场手动控制级、就地手动（MMI）控制级、现场 PLC 自动控制级、中央控制级。对应主要设备控制的转换开关分为三档：手动控制方式、自动控制方式（其中就地手动（MMI）控制级在自动控制方式中触摸屏上实现）、远程控制方式。

A. 中央控制级

中央控制级即中央控制站计算机控制方式，位于综合楼中控室。污水厂处于自动运行时，中央控制级应能监视污水厂所有设备和工艺参数并采集和储存数据，和各 PLC 站实现对等通讯。这级运行控制方式为污水厂最主要的方式。在正常情况下污水厂通过中央控制级进行运行和监视。设备进行调试、维护保养时必须在地控制级或手动控制级进行。

当污水厂部分单元位于远程控制方式时，操作人员可以直接在中控室对这些

设备进行控制。当污水厂部分单元位于自动控制方式时，本级只是对设备的运行数据进行更新，而不能对这些设备进行控制。当污水厂设备位于手动控制方式时，本级也只是对设备的运行数据进行更新，也不能对这些设备进行控制。

B. 现场 PLC 自动控制级

现场 PLC 自动控制级即现场控制站 PLC 控制方式，各个工艺区域内的连锁控制及程序控制主要通过现场控制级来实现的。

当污水厂在自动控制方式运行时，现场控制站 PLC 可以独立的、自动的对它所负责的工艺区域进行控制，而不需任何中央控制级介入。并将采集到的设备数据及运行状态送至通讯网络中，为别的现场控制站 PLC 和中央控制站服务，同时接收其它现场控制站 PLC 及中央控制站送来的数据。如果污水处理厂的某一单元处于远程控制方式时，负责这些设备的现场控制站 PLC 也将执行中控室传来的指令。当污水厂设备位于手动控制方式时，现场自动控制级也只是对设备的运行数据进行更新，也不能对这些设备进行控制。

C. 就地手动（MMI）控制级

每个现场控制站均设人机界面（MMI），现场控制站还可以增加一个就地手动控制级控制方式来负责所管辖的工艺区域。也就是操作人员通过人机界面（MMI）输入指令，进行手动就地操作，与污水厂其他部分独立，运行数据送中央控制站。就地手动控制级控制方式常用来调试和检修，不是正常工作模式。

D. 现场手动控制级

现场手动控制级即现场按钮箱控制方式，主要用于污水厂主要设备手动控制方式。如：鼓风机、提升泵、搅拌机、电动阀等。现场按钮箱带有开/停按钮、急停按钮，并与电机启动器相连，这些设备的控制可由它们的现场按钮箱来完成的。一般情况下现场手动控制级只用来设备检查和调试。

6.12.4.3 中央控制站

原厂已建有中央控制站，但设备已老旧，本期工程拟更换原有软硬件设备。

中央控制站采用具有 C/S（客户机/服务器）结构形式的计算机网络，并可以与上级系统和周边系统链接，现场控制主站与中央控制站之间通过工业以太网光纤环网进行数据通讯。中央控制站主要完成全厂的数据通讯和调度管理。

中央控制室设置操作员站计算机（热备冗余）、工程师站计算机、数据及网络服务器、以太网交换设备、打印机等构成计算机局域网，采用星形 1000M 以太网方式连接。网络中各计算机互相通讯、资源共享。中央控制室还设立大屏幕显示系统。

主要硬件设置如下：

—— 2 套操作员站计算机主要负责监控各现场控制站采集的数据，显示设备的运行状态及故障信号，以及设备报警的查询、报表及图形的打印。一般现场设备由现场控制站进行自动控制，操作员也可通过手动输入指令向现场设备发出控制命令。

—— 1 套工程师站计算机主要负责各类软件的组态及编程，参数的修改。

—— 1 套数据服务器（双模冗余容错服务器）主要负责数据的存储，为其他计算机提供齐全、可靠的实时数据库及历史数据库。本工程向电信部门申请带宽为 10M 的 ADSL 专线，可通过服务器与因特网进行数据交流。双模冗余容错服务器硬件有两套完全相同的模块化配置。当发生故障时，对故障模块先隔离再移除，无故障模块保持在线继续运行。更换故障模块后，两套模块自动同步，恢复正常运行状态。在整个故障处理过程中，可以确保系统连续稳定运行，不会出现任何中断或者数据损失。

—— 1 套网络服务器（双模冗余容错服务器）主要并用于建立本厂的网站及因特网的管理。

—— 2 台激光网络打印机，1 台作为故障打印机，1 台作为图表打印机。

—— 1 套大屏幕显示系统由 6 只 55"LED 液晶显示单元组成（3x2 阵列布置）。用于显示全厂的工艺流程及各类检测数据。

—— 1 套不间断电源 UPS（10kVA，60 分钟）

—— 2 套中心交换机（网管型）

—— 1 套电源安全防护装置

—— 1 套计算机操作台/椅

—— 1 套通讯机柜，用于中控室计算机监控系统配电、安装服务器等

主要软件设置如下：

—— 1 套 SCADA 系统软件包括如下：（1 套最新版监控软件（开发版/无限点/

含驱动)、2套最新版监控软件(运行版/无限点/含驱动)、1套网络软件、1套数据库软件、1套防火墙软件、1套应用软件(全厂组态画面及数据监控))

——5套正版 WINDOWS 7 操作系统软件

6.12.4.4 现场控制站

本期工程设5座现场控制主站,现场控制主站独立完成该区域有关工艺过程的参数检测值和设备控制,现场子站负责该区域有关工艺过程的数据采集并将数据上传至现场控制主站。

每个现场控制站包括以下主要控制设备:

- 可编程序逻辑控制器(PLC)(双CPU、双电源)
- PLC柜
- 触摸屏
- 工业以太网光端交换机(网管型)
- 不间断电源UPS及防雷电保护装置
- PLC编程软件(所有现场站共用)

各现场控制站所辖区域分别如下:

1) 1#现场控制主站 PLC1:

1#控制主站 PLC1 位于 2#变配电间,负责:粗格栅及进水泵房、南侧生反池等构筑物设备的监控和工艺检测仪表的数据采集。

PLC1: DI=320, DO=192, AI=96, AO=32, 带 MODBUS、Profibus 总线模块,带防腐涂层。

2) 2#现场控制主站 PLC2:

2#控制主站 PLC2 位于细格栅上方,负责:细格栅及曝气沉砂池、北侧生物反应池等构筑物设备的监控和工艺检测仪表的数据采集。

PLC2: DI=320, DO=192, AI=96, AO=32, 带 MODBUS、Profibus 总线模块,带防腐涂层。

3) 3#~4#现场控制主站 PLC3~ PLC4:

现场控制主站 PLC3、PLC4 位于膜设备间,负责:膜池系统构筑物设备的监控和工艺检测仪表的数据采集。

由设备配套提供。

4) 5#现场控制主站 PLC5:

现场控制主站 PLC5 位于 1#变配电间, 负责: 加氯消毒池、加氯间、加药间、出水仪表间、鼓风机房等构筑物设备的监控和工艺检测仪器的数据采集。

PLC5: DI=160, DO=96, AI=48, AO=16, 带 MODBUS、Profibus 总线模块, 带防腐涂层。

6.12.4.5 智能曝气控制系统

本工程在生物反应池设立智能曝气控制系统, 能对曝气环节的气量进行精确分配与控制, 进而保障溶解氧控制稳定, 满足工艺运行对溶解氧的控制需求。

智能曝气控制系统要求采用压力或气体流量作为控制信号, 溶解氧信号作为辅助控制信号, 可根据污水厂实际进水负荷的变化及各控制单元溶解氧运行水平的需求, 及时准确的分配与控制气量, 以达到溶解氧稳定控制的需求。采用成熟的测控技术结合污水厂的工艺设计需求及实际运行特征, 在生产性的模拟实验室模拟生化池各曝气控制单元实际管路布设, 进行大量实验数据积累, 建立科学的数学模型, 反向补偿管路布设及空气流态变化造成的流量计量误差。系统在调试过程中应结合实污水厂际进水负荷的变化特征, 按需分配各曝气控制区域的供气量, 达到溶解氧控制稳定, 使生物池各反应段高效稳定运行。

系统包括: 电动菱形调节阀及配套电动执行机构、气体质量流量计、现场控制子站及精确曝气控制系统软件等。

6.12.5 检测仪表设计

为了配合自控系统的运行, 根据工艺要求在各单体工艺段设置与工艺流程相适应的在线检测和分析仪表。主要有液位计、流量计、压力表、水质分析仪表(DO、MLSS、ORP、NO₃、NH₄)等。为了保障管理运行人员的人身健康安全, 在地下箱体内部设置必要的安全保障仪表, 主要有硫化氢、甲烷、温湿度等检测仪表。

1) 粗格栅及进水泵房

粗格栅前设 2 套超声波液位计, 粗格栅后设 4 套超声波液位计, 测量粗格栅前后液位, 并计算差值用于控制格栅的运行, 粗格栅后液位用于控制进水泵运行。进水泵房集水井设 4 套浮球开关, 作水泵干运行保护及高液位报警用。

2) 细格栅及曝气沉砂池

细格栅前设 2 套超声波液位计，细格栅后设 2 套超声波液位计，测量细格栅前后液位，并计算差值用于控制格栅的运行。沉砂池曝气管设 2 套空气流量计。

3) 进水在线监测

进水总管上设 DN800 电磁流量计，共 1 套。

进水仪表间内设 1 套取样过滤系统，将细格栅后水样送至进水仪表间，并设置 1 套 PH/T 测量仪、1 套 COD 检测仪、1 套 SS 检测仪、1 套 NH₃-N 检测仪、1 套 TP/TN 检测仪、1 套自动采样器，检测进水水质。进水流量及水质数据通过 1 套进水数据采集装置与污水厂中控室及环保部门进行通讯。进水水质检测仪表由 1 套进水仪表不间断电源 UPS 供电。

4) 膜格栅

膜格栅前设 2 套超声波液位计，膜格栅后设 2 套超声波液位计，测量细格栅前后液位，并计算差值用于控制格栅的运行。

5) 生物反应池

本工程生物反应池 1 座 2 组。

每组好氧段设 5 套 DO 测量仪，共 10 套，测量溶解氧浓度；每组好氧段设 2 套 MLSS 测量仪，共 4 套，检测 MLSS 值；每组好氧段设 2 套超声波液位计，共 4 套，检测液位值，用于控制内回流泵；每组缺氧段、厌氧段各设 1 套 ORP 测量仪，共 4 套，检测氧化还原电位；每组好氧段出水口附近设 1 套 NO₃/NH₄ 双通道测量仪，检测污水经过生物处理后的 NH₄、NO₃ 值，共 2 套；每组好氧池进水口设 2 套 NH₄ 测量仪。生物反应池 4 根曝气管上各设 1 套空气流量计，共 4 套，用于检测曝气流量。每组生物反应池内回流渠上各设 1 套面积/流速雷达流量计，总共 2 套，检测内回流流量。生物反应池外回流渠上设 1 套面积/流速雷达流量计，检测外回流流量。

每组生反池出水口设 1 套智能除磷系统，共 2 套。

6) 鼓风机房

鼓风机房空气总管设 1 套空气流量计及 1 套压力变送器，用于检测出风总流量及风压。其余鼓风机系统检测仪表随工艺设备厂家配套提供。

7) 膜池及膜设备间

膜池系统均有设备成套提供。

8) 加氯间

加氯消毒系统检测仪表随工艺设备厂家配套提供。

9) 加药间

加药系统检测仪表随工艺设备厂家配套提供。

10) 脱水机房改造

脱水系统检测仪表随设备配套提供。

脱水机进泥管设 1 套污泥浓度计，脱水机房设 2 套硫化氢检测仪，泵坑设 1 套液位计。

脱水机房加药系统检测仪表随设备配套提供。

11) 厂区及箱体内部

地下箱体内部安全保障仪表：25 套在线式硫化氢测量仪、25 套在线式甲烷测量仪、25 套氧气测量仪、15 套声光报警器及 25 套温湿度测量仪，用于操作人员安全防护。

全厂设置 4 套便携式有毒有害气体测量仪，可测：硫化氢、甲烷、氧气、氨气等多种气体，用于操作人员安全防护；设置 1 套便携式 DO 测量仪。

6.12.6 通讯网络设计

全厂通讯网络分成二级：第一级为监控级：由中央控制站监控计算机至现场主站基于 IEE802.3 标准的工业以太网光纤环网；第二级为数据传输/控制级：由现场主站至现场子站、设备配套控制箱基于 IEC61158 标准的现场总线或基于 IEE802.3 标准的工业以太网组成。

6.12.7 视频摄像系统设计

为提高管理水平，降低工作人员工作强度，本工程在污水厂及地面上部公园绿化内设置视频摄像系统。摄像系统采用高清数字式摄像系统，由室内/外摄像机、视频传输设备、视频控制存储设备等组成。系统主要监视污水厂主要单体内部工艺设备及电气设备的运行状况、厂区及地下箱体进出口情况、公园主要通道进出口情况等。

室外摄像机设备配置主要以变焦镜头、全天候防护罩、旋转云台的一体化枪

型摄像机为主。室内摄像机设备配置主要以变焦镜头、防护罩、旋转云台的一体化球型摄像机为主。云台采用可变速/高速旋转直流云台，防护罩采用密封、防雨、防灰尘型，室外防护罩配有自动温控装置，室外防护罩的观察窗配备遥控雨刮部件。摄像系统支持即时回放功能，实现事件录像立刻查看。视频计算机存有摄像机控制程序，可调用程序对摄像机进行控制，并对视频信号进行处理，供管理人员监视污水厂安全生产。

摄像系统设备布置如下：

37 套室内摄像机分别设在粗格栅（1 套）、细格栅（1 套）、曝气沉砂池（1 套）、鼓风机房（1 套）、生物反应池（2 套）、二沉池（1 套）、膜池（4 套）、加药间（3 套）、加氯消毒池（1 套）、1#变配电间（2 套）、2#变配电间（2 套）、地下箱体进出通道（5 套）、地下箱体楼梯出入口（10 套）、地下箱体负二层通道（3 套）、

10 套室外摄像机分别设在围墙四周（4 套）、大门（2 套）、箱体上部公园（4 套）。

中控室内设 1 套安防机柜，存储、整合并管理污水厂内所有摄像安防系统数据，包括 3 套 NVR 网络硬盘录像机、2 套视频核心光端交换机、20 套 3T 硬盘、1 套控制键盘、1 套 CCTV 视频监控平台软件、1 套流媒体服务器、1 套视频计算机。

6.12.8 入侵报警系统设计

本工程围墙设置 1 套电子围栏系统，设 9 个防区，包括电子围栏、控制器、单防区地址模块及现场保护箱等，大门设红外对射装置，共 2 套。

主门卫设 1 套入侵报警控制器、1 套入侵报警计算机及相关附件。2 座副门卫各设 1 套入侵报警计算机以观察围墙四周情况。入侵报警控制器收集现场探测器状态并将信号送入报警系统计算机。

6.12.9 火灾自动报警系统设计

本次火灾自动报警系统按集中报警系统设立。火灾自动报警系统包括：火灾自动报警、消防联动控制、消防应急广播及消防电话。主要系统设备：火灾报警主机、感烟探测器、感温探测器、火灾显示盘、报警按钮、声光警报器、消防电话、消防应急广播等。

每个防火分区各设 1 套端子箱，收集所在防火分区内信号。消防设备电源由

双电源切换箱引来，配置 UPS 和带蓄电池的 24VDC 直流电源。本次火灾自动报警系统采用两总线设计，任一点断线不应影响系统报警。火灾报警系统采用树干式布线，系统总线上设置总线短路隔离器。

火灾报警及消防控制主机设于中控室内，负责整个火灾自动报警系统的调度及监控。

1、火灾自动报警

火灾自动报警系统由感烟、感温探测器、手动报警按钮、声光报警器、火灾报警控制器、火灾显示盘等组成。火灾报警控制器和火灾显示盘设置于消防控制室。地下箱体防火分区内设置感烟、感温探测器、手动报警按钮、声光报警器。当探测器动作时，消防控制室的报警控制器控制发出声光报警，同时显示探测器地址码及平面所在位置。当火灾信号被确认后，消防控制室立即启动消防灭火设备，若误报则进行复位。

2、消防联动控制

消防联动控制分为报警控制器自动控制、手动控制和直接启动控制三种方式。

报警控制器自动控制的设备包括：通风系统、消防应急广播、报警器等。

1)火灾报警后，消防控制室应根据火灾情况控制相关通风机，防火调节阀 70℃熔断关闭，阀、风机的动作信号要反馈至消防控制室。

2)在消防控制室对通风机等设备，既可通过现场模块进行自动控制也可在联动控制台上手动控制，并接收其反馈信号。

3)消防联动控制器在确认火灾后应能启动厂区内的所有火灾声光报警器。

3、消防应急广播

消防应急广播系统的联动控制信号应由消防联动控制器发出。当确认火灾后，应同时向全楼进行广播。在消防控制室应能手动或按预设控制逻辑联动控制选择广播分区、启动或停止应急广播系统，并能监听消防应急广播。在消防控制室内应能显示消防应急广播的广播分区的工作状态。本次消防应急广播与地下厂区智能综合监控系统的广播系统合用，并由广播系统负责，且具有强制切入消防应急广播的功能。

4、消防电话

消防控制室设消防电话主机一台，在地下箱体控制室设消防专用电话分机。在走廊、疏散通道和防火分区内适宜位置设有电话插孔，消防控制室设置“119”专用电话分机一部。电话采用不带地址编码的共线式电话系统，中间没有转接、编码/解码设备。

6.12.10 地下厂区智能综合监控系统设计

6.12.10.1 概述

本工程为半地下污水处理厂，如果发生有害气体聚集、火灾、水浸等状况，会对污水厂运行及人身安全产生影响，因此必须预防此类情况的发生。本工程在常规设计中采用各种有效措施，以确保地下污水厂安全运行：

1) 为了防止毒气聚集对操作人员及设备的伤害，设置齐全的安全防护检测仪表，包括：有毒有害气体监测（硫化氢、CH₄）、温/湿度测量仪等，当毒气聚集、环境状况对人员安全及设备有危害时，中控室、地下厂房出入口声光报警，并启动通风机进行通风。

2) 设置完善的火灾报警系统，同时所有自控线缆均采用阻燃型电缆，当火灾发生时，及时发出报警信号，相关火灾区域声光报警，切断非消防电源，连锁启动相应的消防设备。

本工程半地下污水处理厂需要达到“无人值守”的监控目的，除上述常规的安全控制措施，还必须建立一套高度信息化、智能化的地下厂区综合智能监控系统，实现地下厂区的整体调度、智能监管、信息展示，实现由人管机器到机器管机器，实现效益的最大化。地下厂区综合智能监控系统包括广播系统、无线对讲系统、智能语音系统、门禁系统、安全报警系统等，

6.12.10.2 广播系统

广播的范围包括地下箱体内、箱体出入口、变配电间等区域，广播的内容包括日常业务管理、导览介绍、紧急疏散等。

地下箱体分成2个广播分区，每个分区设置1套功放及机柜，不同区域应能够同时进行不同内容的广播，监控中心能够选择监听。地下箱体内扬声器布置间距按40~50m考虑，采用3W室内挂壁音箱共约30套左右。监控中心位于中控室，

设置 IP 网络广播控制系统，可集成在监控计算机内，并配置无线话筒。

本次消防应急广播与地下厂区智能综合监控系统的广播系统合用，并由广播系统负责，且具有强制切入消防应急广播的功能。

6.12.10.3 无线对讲系统

本系统由数字中继台、无线对讲主机、无线数字终端设备（对讲机）等组成。无线对讲主机设置在中控室，调度语音通过由数字中继台接收后将信号放大后转发给各个手持对讲机。无线对讲主机可以实现对所有数字对讲机的呼叫，可以发送中文短消息给各个数字手台，并实现对数字手台的遥控、监听、紧急报警等数字信令功能以及对讲机的 GPS 定位功能。

数字中继台设置在地下箱体内，负责接收调度控制中心（位于中控室）调度台发来的调度控制信令与数据信息，对数字无线终端进行调度，或者将数字无线终端的呼叫信令与数据信息通过空中接口传输给基站，再由基站传送给调度台。全厂设置 15 套无线数字终端（对讲机）。

6.12.10.4 智能语音系统

智能语音系统由定制语音播放器及感应语音输出器所组成，智能语音系统根据运行管理要求输出各类语音信息，对相关人员进行语音提示或警示，智能语音系统主要功能如下：

定制语音播放器：根据门禁系统信息，在相关人员进入配电间后，由 PLC 现场控制站进行驱动，输出各类注意事项语音信息；

感应语音播放器：设置于工艺设备或单体处，在感应相关人员进入工艺设备或单体区域后，输出相关安全注意事项或提示语音。

6.12.10.5 门禁系统

在地下箱体进出楼梯、进出通道、配电间设置门禁点，相关授权用户可以刷卡方式进入，可有效保障地下箱体在“无人值守”情况下的安全性。相关人员刷卡信息在保存于就地数据库内的同时，将上传至中控室，可对相关人员进出信息及权限进行有效管理。门禁系统主要由门禁控制器、读卡器、电磁锁等组成。

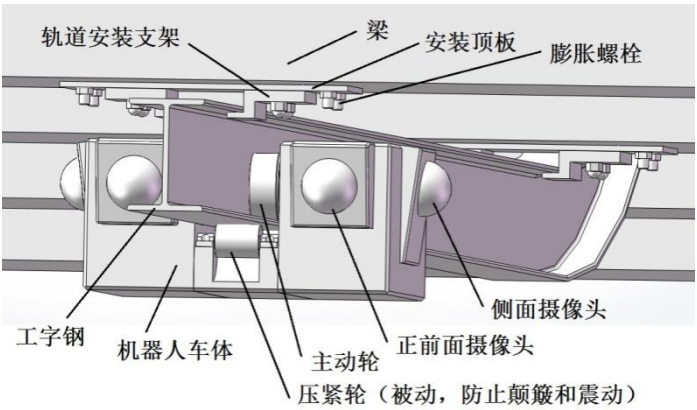
6.12.10.6 智能巡检机器人系统

1. 概述

生物反应池除臭加盖，建成后看不见反应池内情况，为了能看到反应池曝气情况，减少人员劳动强度，以及考虑到人身安全，本次工程考虑在生物反应池内设置视频巡检机器人，可以在盖板下巡检，观察反应池曝气情况。

2. 系统设计

在生物反应池每条廊道里平行铺设 1 条轨道，轨道上安装一个移动式巡检机器人，每个移动机器人上左右两侧及前方各安装一个摄像头，远程控制巡检机器人在轨道上滑动实现对所有需探测范围的视频检测，机器



人上安装可充电电池，每天可设定巡检时间，定时巡检。

机器人车体两侧安装广角镜头，并自带光源。镜头和光源外加球面玻璃罩。摄像头距水面的距离>100mm。机器人车体上安装有驱动电机，能够驱动机器人在轨道上前进、后退，停止等动作。远程操控平台包括视频检测和远程操作控制。视频和数据采用无线传输。在远程控制平台，通过控制室的计算机及大屏幕上实时显示检测画面。

6.12.11 信息化基础设施建设设计

1) 概述

本次信息化基础设施建设是以无线网络、APP 应用为基础，利用先进的信息化手段和工具，建立信息化基础服务平台，为进一步部署生产管理系统打下坚实基础，最终实现污水厂管理的全面信息化，从而达到提高污水厂管理水平和效率的目的。

本次信息化基础设施建设完成以下功能：

建设统一的网络支撑环境：通过建设覆盖全厂的 wifi 无线通信网络，为上

层信息化应用提供可靠的通讯保障；

建立统一的无线架构服务平台：提供终端管理、网络服务等基础服务的 APP 平台支持；

建设基于基础架构服务：综合运用物联网、移动应用等多种技术构造人员定位、智能巡检等的协同工作平台支持；

建设统一安全服务平台：建立一套对包括安数据安全、应用安全、系统安全、网络安全、物理安全等不同方面进行全方位防护的安全管理基础服务的平台支持。

覆盖全厂的 wifi 无线通讯网络，实现人员定位、电子巡更等功能。

2) 手机 APP 应用系统

本工程设置 1 套污水厂移动终端 APP 应用系统,包括移动终端 APP 应用软件、APP 应用发布服务器等。该系统能完成 APP 运行管理、故障报修管理等功能。移动终端 APP 应用发布服务器经由 SCADA 系统数据接口获取 SCADA 监控系统数据中心污水厂运行信息，并可供授权用户以移动 APP 方式访问系统相关应用组件。

通过移动终端可以进行污水厂地理信息查询、基础信息查询、实时数据监测查询、历史运行信息查询、实时告警信息查询、实时数据巡查查询、在线填报、填报审核、日报统计、日报查询、安全认证等功能。

通过移动终端可以在巡检过程中所发现故障情况，通过 APP 移动终端拍照结合文字说明方式上报至中心，中心亦可根据故障情况（包括其他方式所上报故障如电话、传真等），将相关派单指令下达至 APP 巡检终端。

3) 无线 WIFI 及人员定位系统

本次工程采用无线以太网技术，通过架设 WIFI 基站及天线建立基于 IEEE802.11 标准覆盖全厂的 WIFI 网络。操作人员可以带着笔记本电脑，在污水厂任何位置调用中控室服务器的数据，方便操作人员随时随地监控污水厂设备运行情况。同时还很方便地可添加其他电脑设备，都无需考虑综合楼是否预留网络接口，符合现代化移动办公的要求。

4) 网络安全防护系统

设置网络安全防护系统能对工控信息系统网络中的上位机与服务器全面的安全防护，能够监控工控主机的进程状态、网络端口状态、USB 端口状态，以白名单的技术方式，全方位地保护主机的资源使用。根据白名单的配置，主机防护系

统禁止非法进程的运行，禁止非法网络端口的打开与服务，禁止非法 USB 设备的接入，从而切断病毒和木马的传播与破坏路径。

主机防护系统提供严格的 USB 存储设备管理。U 盘、USB 硬盘等存储设备在接入工控主机使用前，必须先经过使用授权。授权级别包括：读写、只读、只写三种权限。未经授权的 USB 存储设备不能使用，经过授权的设备，也不能进行超越其权限的操作。通过授权管理，主机防护系统能够有效防止文件泄密。同时，能审计 USB 存储设备的文件操作行为，为事后追责提供依据。

6.12.12 电源、防雷及接地设计

1) 电源系统

自控系统的高效、安全运行离不开可靠、完善的电源系统，因此所有现场控制站及中央控制站均设在线式不间断电源 UPS。现场控制站电源进线均采用单相 220V 电源，现场仪表电源均引自相对应的现场控制站 PLC 柜。

2) 防雷、过电压保护

为了确保仪表及自控系统能够稳定运行，免受雷电的冲击，设置防雷保护系统。中央控制室电源进线设电源浪涌保护器（SPD）。室外现场仪表配置电源及信道浪涌保护器（SPD）。室外摄像机配置电源及信道浪涌保护器（SPD）。

3) 接地

本工程采用共同接地体，等电位联结，控制系统工作接地、设备保护接地、防雷电感应接地与电气接地共用接地系统，接地电阻 $<1\ \Omega$ 。现场仪表、摄像机、桥架、支架、保护钢管等应良好接地。

6.12.13 设备选型

设备选型立足于可靠性、先进性，并确保工艺的精度要求和实时要求以及维护方便，耐腐蚀，运行稳定。

所有水质分析仪表探头应带有自清洗装置。所有仪表外壳防护等级为 IP65 以上，可能被水淹没的仪表外壳防护等级应为 IP68。所有仪表信号输出至少采用 4~20mA 形式。

所有现场自控设备均要求可耐硫化氢及其他有害气体的腐蚀，所有控制信号输入输出均至少采用常规 I/O 方式。设备成套控制系统（如：鼓风机、加氯消毒

池、污泥脱水系统等)由厂家自带的 PLC 进行连锁控制,并将设备数据通过以太网送相应现场控制站。

电动闸阀类设备采用一体化电动执行机构,信号输出采用常规 I/O 形式。

信号电缆及控制电缆采用阻燃型电缆。对电缆穿线孔、洞、保护钢管应采用非燃性材料严密封堵。

6.13 暖通设计

6.13.1 设计气象参数

1.室外空气计算参数(南昌)

夏季空调室外干球温度:	32.7℃
夏季空调室外湿球温度:	28.2℃
冬季空调室外干球温度:	-1.5℃
冬季空调室外相对湿度:	77%
夏季空调室外相对湿度:	63%
夏季通风室外计算温度:	32.7℃
冬季通风室外计算温度:	5.3℃
夏季最多风向及频率:	C 21% WSW11%
夏季室外平均风速:	2.2m/s
冬季最多风向及频率:	NE 26%
冬季室外平均风速:	2.6m/s

2.室内空气计算参数:

空调室内设计参数

房间类型	夏季		冬季		新风量 m ³ /h
	温度(℃)	湿度(%)	温度(℃)	湿度(%)	
控制室	26	55	20	55	30

变配电间、控制室等:按电气专业要求日平均 $\leq 35^{\circ}\text{C}$;

变压器室:按电气专业要求日平均 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 。

鼓风机房:按工艺专业要求日平均 $\leq 39^{\circ}\text{C}$;

3.通风系统换气次数:

新建的粗格栅及进水泵房、细格栅及曝气沉砂池、膜格栅、加氯间、加药间等：12次/时；

新建的生物反应池、膜池及设备间、加氯消毒池等空间区域：6次/小时；

新建的鼓风机房、变压器室、配电间等：按排除设备的余热量设计；

值班室：4次/小时；

检修通道以及管廊：6次/小时；

6.13.2 设计范围

- 1) 新建半地下箱体内部粗格栅及进水泵房、细格栅及曝气沉砂池、膜格栅、生反池、膜池及设备间、加氯消毒池、加氯间、加药间、鼓风机房、变压器室及配电间、控制室及仪表间等各工艺性单体的通风系统设计；
- 2) 新建半地下箱体内部鼓风机房、变压器室、配电间、控制室及仪表间等的空调系统设计；

6.13.3 设计方案

6.13.3.1 通风系统设计

(1) 半地下箱体通风

污水处理设施半地下箱体分为两层，其中地下一层为各类水池箱体，平时无人员进入。地上一层根据建筑定性主要分为两类区域：第一类区域为各类水池上方的空间区域，建筑定义为构筑物；第二类区域为变压器室、配电间等工艺生产性用房，建筑定性为戊类厂房。本通风设计方案主要针对上述两类区域布置平时通风和局部的事故通风。

本次项目半地下箱体内设置机械通风系统，各区域的排风系统均独立设置，进排风机吊装于顶板下，风机接风管使进排风口均布与各池子上方。通风换气通过土建风井出地面，在条件允许的情况下，尽可能的利用外窗或地面上的采光通风天窗的百叶自然进风，以减少投资及与运行成本。

平时通风系统

- 1) 粗格栅及进水泵房、细格栅及曝气沉砂池、膜格栅、加氯间、加药间上方空间区域等生产运行过程中有毒有害气体产生的房间或区域设下部机械排风，

上部机械进风，通风换气次数按不小于 12 次/小时设计；各区域的排风系统均独立设置，风机接风管使进排风口均布与各池子上方，同时进风系统最大限度的利用外墙设置的百叶自然进风。

2) 生物反应池、膜池及设备间、加氯消毒池等池子上方空间区域（定性为构筑物）设机械进排风系统，通风换气次数按不小于 6 次/小时设计；各区域的排风系统均独立设置，风机接风管使进排风口均布与各池子上方。生反池、膜池及设备间、加氯消毒池上部空间相对较大的区域尽量设置进风采光天窗，以减少风机和风管的布置数量。

3) 鼓风机房、变配电室等有大量热量产生的房间设下部机械进风，上部机械排风，换气量按排除设备工作时产生的余热量设计，室内温度控制：按日平均 $\leq 39-40^{\circ}\text{C}$ 设计。在冬季及过渡季节开启通风系统换气降温。

5) 配电间 变压器室

配电间平时采用自然通风，夏季高温情况下设分体空调对室内降温；

变压器室平时采用自然通风，夏季高温情况下设下部自然进风，上部机械排风，换气量按排除设备工作时产生的余热量，设计室内温度控制：按日平均 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 设计。

6) 控制室

新风量：保证每人不小于 30m³/小时

卫生间设机械排风，换气次数：10 次/小时。

7) 进风井和排风井合理布置，同时保证进排风井之间满足至少 20 米以上的距离要求，避免进排风短路。

8) 水厂设施进出通道仅偶尔有机动车辆或非机动车进出地下箱体通行，设机械进排风，通风换气次数按不小于 6 次/小时设计。

9) 箱体内管廊，设机械进排风，通风换气次数按不小于 6 次/小时设计。

事故通风系统

1) 粗格栅及进水泵房、细格栅及曝气沉砂池、膜格栅、加氯间、加药间单元等上方空间区域，生产运行过程中可能会有有毒有害气体产生；此类房间或区域的平时通风系统均兼顾事故通风，通风换气次数按不小于 12 次/小时设计满足事故通风要求，事故通风设备均设室内外开关，并与室内或该区域的仪表检测装置联

动。

厂区事故通风机与有毒气体检测仪表联动，当仪表检测出有毒气体时通过 PLC 控制通风机启动，确保半工作人员的安全。厂区通风机在人员出入口设控制按钮和指示灯，方便巡视工作人员操作和了解通风机工作状态。

2) 生物反应池、膜池及设备间、加氯消毒池等水池的水面至水池顶板之间的空间已由工艺专业设置了除臭排风系统，除臭系统电机为一用一备，使该空间形成较大负压，且池子上方开口处全部设置了盖板，厂房两边外墙设置外门外窗，池水产生的有毒有害气体泄漏至地上一层空间的可能性极小，故地上一层各池子上方大空间区域不考虑事故通风。

6.13.3.2 空调系统设计

配电间、中控室采用分体式空调对室内降温，室内温度控制按电气设备正常工作所需环境温度设计。

6.13.3.3 防排烟系统设计

污水处理设施半地下箱体建筑定义为构筑物，内部各工艺生产厂房火灾危险性类别为戊类，且有可开启外窗外门及采光进风天窗，故不设机械防排烟设施。

6.13.3.4 消声减振及环保设计

(1) 所有空调机组、水泵、风机等均按低噪声型选型。所有设备与管道均采用柔性连接，支吊架采用弹性减振支吊架。

(2) 风机等均由厂家配套减振器或减振垫。

(3) 所有送、排风机进出风管均根据不同消声要求相应配设不同规格的阻抗复合型或片式消声器及消声弯头，通风及排烟合用风管则配设微穿孔消声器。

6.13.4 暖通专业存在的问题

地下箱体负一层区域均为戊类构筑物，故不设置排烟系统；

本项最终须以当地消防部门评审意见为准，具体进行消防设计。

6.14防腐设计

6.14.1 概述

污水处理工程中的污水是一种成分复杂，条件多变的腐蚀介质，在此环境条件下，污水处理厂的栏杆、平台、风管、设备、钢门窗等大多锈迹斑斑，腐蚀严重，给美观、安全以及工程质量带来较大影响。同时，污水厂内必不可少地会使用一些钢质件，埋设在地面之下，由于地下水位较高，常年处于地下水的侵蚀。因此，污水处理厂必须采取防腐措施，减少污水和腐蚀气体对构筑物、建筑物、设备的腐蚀，减少地下管配件的腐蚀。

通常情况下，只要有水和氧的存在时，金属表面形成局部电池而引起电化学反应，金属腐蚀就会发生。而在污水环境下，除了有生活污水的悬浮物、油脂、氮、磷、钾和有机物，还有工业废水的酸、碱、盐及各种有机化学成分，腐蚀甚为复杂。所以排水系统污水腐蚀的主要特点是：

- 水腐蚀
- 腐蚀介质种类和腐蚀性复杂而多变
- 空气中湿度大、氯离子浓度高，从废水中溢出的有害气体 H_2S 、 NH_3 浓度高。

在这种特殊腐蚀氛围下，对钢结构件防腐涂层的要求是苛刻的。在水下除了水的电解质腐蚀作用，还有 Cl^- 、 S^{2-} 、 NO^- 、 SO_4^{2-} 等阴离子对碳钢腐蚀的强烈的自催化作用。在水上，室外强烈阳光的照射，特别是盛夏高温季度，受热后的污水蒸汽中含有溶于水的氢硫酸侵蚀钢结构及设备，其中有些难溶解性颗粒积聚粘附在金属表面，又会产生垢下腐蚀、点蚀、坑蚀或缝隙腐蚀等局部腐蚀，使钢结构的腐蚀加剧。

6.14.2 防腐蚀技术

国外对工业废水和生活污水的防腐蚀，主要体现在聚氨乙烯衬板和涂料两大类，在美国污水处理中常采用环氧/聚酰胺、环氧沥青、富锌聚氨脂、环氧沥青；德国采用环氧焦油沥青、富锌、聚氨脂玻璃鳞片；在日本、英国采用环氧、厚浆焦油环氧，所以环氧/聚氨脂、环氧沥青、聚乙烯等涂料均较多运用。

而目前对国内污水工程这种特定环境条件下的涂料选用尚未见研究、报导，

大多只是根据涂料性能做些选用，有的是成功的，如环氧沥青，也有些只采用一般涂料，效果不太理想。

6.14.3 防腐材料的选用

1. 环氧沥青用于液相防腐

环氧中有极性很强的羟基、醚键，附着力强。环氧固化后主链有化学性稳定的碳-碳链节，醚键受芳环保护故耐蚀好、机械强度高。煤焦沥青抗水、耐潮、耐化学品，是各种树脂中耐水最好的，且价廉，于环氧相配取长补短，提高了附着、耐蚀，降低成本。所以，多用于液相防腐，或气液两相交替环境。

2. 鳞片涂料用于气、液两相交替环境

乙烯基鳞片涂料中，成膜物质乙烯基酯树脂系甲基丙烯酸加环氧的反应物，即有环氧树脂主链结构，又有带不饱和双键的聚酯结构，所以即有环氧机械强度高、附着力好的特点，又具有不饱和聚酯树脂施工工艺性能好的特点。加之涂料中玻璃鳞片的加入提高了涂膜的抗渗、耐磨性能。为此，在液相的特殊要求部位采用是不行的。用在气液两相交替环境也可行。

3. 聚氯乙烯涂料用于气相环境

聚氯乙烯含氟涂料成膜物制为聚氯乙烯，为此具有优良的耐腐蚀性和抗渗性，同时该涂料中采用了无机氟磷铁化合物复合颜料，对被保护表面起着良好的屏蔽作用，不受外界化学物制的破坏、分散。同时能在金属表面磷化钝化作用，并与铁形成离子键结合力，大大提高涂膜附着力。此外，氟磷铁复合颜料还能增涂层的物理机械强度，改善其耐候性和耐紫外线照射。该涂料对被涂覆金属表面处理要求不高，人工除锈达 St3 级即可，这对结构件较复杂而又难以喷砂处理的表面施工有很多益处，易保证施工质量。

6.14.4 管道防腐

污水处理厂中埋地管道应根据国家规定的防腐蚀工程设计规范进行设计系统必要的外壁防腐和内壁防腐措施，减少腐蚀，保证工艺管道的正常运行。

所有埋地钢管需经除锈达 $Sa2\frac{1}{2}$ 以上级，污水管、污泥管采用水泥砂浆作内衬，外防腐采用环氧煤沥青玻璃布 3 布 4 油重防腐。

埋地铸铁管采用水泥砂浆作内衬，沥青漆外防腐。

架空空气管采用沥青漆外防腐。

室内裸露污水、污泥管采用环氧树脂色漆。

6.14.5 其他防腐措施

上述防腐的措施都是被动的防腐，在设计过程中，应该变被动为主动，因此，本工程在选用材料上作以下考虑：

- 对于露天设备采用高防护等级的产品；
- 采用玻璃钢盖板；
- 采用耐腐蚀的管材：如 UPVC 污水管和加药管，玻璃钢管，石棉玻璃钢通风管等。

6.15 主要设备表

6.15.1 机械设备

序号	名称	规格	单位	数量	备注	安装位置
1.	潜水离心泵	Q=1142m ³ /h, H=8.5m, N=37kW	4	台	3用1备, 其中1台变频	粗格栅及进水泵房
2.	钢丝绳牵引格栅除污机	渠道宽度 B=1200mm, 设备宽度=1100mm; 栅距 b=20mm, N=3.0kW	2	套		
3.	水平无轴螺旋输送机	Q=5m ³ /h, L=6m, N=1.5kW	1	套		
4.	螺旋输送压榨机	Q=5m ³ /h, N=1.5kW	1	套		
5.	手电两用铸铁镶铜闸门	B×H=1200×1200mm, N=2.2kW	2	套		
6.	铝合金叠梁闸	渠宽为 1.2m, 门体总高度为 3.0m, 单块门体高度 0.5m	2	套	附可移动式起吊支架及手动葫芦, 2套门挡及门体	
7.	电动葫芦	起重量 5T, 起升高度 12m, N=(7.5+0.8) kW	2	套	用于潜水离心泵、格栅安装与检修	
8.	垃圾小车	V=0.3m ³ , 不锈钢 SS304	2	辆		
9.	手电两用铸铁镶铜闸门	DN600, N=2.2kW	1	套		
10.	内进流网板式格栅	渠道宽度=1200mm, 5mm 孔径滤网, 主体 304L, N=0.75kW+1.5kW	2	台		细格栅及曝气沉砂池
11.	配套冲洗设备	高压反冲洗泵, N=3kW	2	套	冲洗泵 1 用 1 备	
12.		不锈钢水箱, V=4m ³	1	套		

序号	名称	规格	单位	数量	备注	安装位置
13.	无轴螺旋输送机	5m ³ /hr, L=5m, N=2.2kW	1	套	格栅厂配套提供	
14.	桁车式吸砂机	轨道宽 5.20m, N=3.5kW+0.75kW	2	套		
15.	手电两用不锈钢渠道闸门	渠道宽度 1200mm, H=2000, N=2.2kW, 中心至顶部距离 H=1.7m	4	套	格栅进水渠道	
16.	手电两用铸铁镶铜方闸门	800x800, N=1.1kW	2	套	曝气沉砂池进水, 下开式	
17.	砂水分离器	处理量 Q=60m ³ /h, N=0.55kW	1	套		
18.	静止格栅 (SS304)	LxH=1.3mx1.1m, 栅条间隙 5cm	24	套		
19.	罗茨鼓风机	Q=11.4m ³ /min, H=3.5m, N=22kW, 带隔音罩	2	套	1 用 1 备	
20.	设备起吊装置	N=0.75kW	2	套	用于格栅的起吊, 格栅厂家配套提供	
21.	不锈钢堰板	5900×500, δ=4	2	套	附橡胶垫片、螺栓等	
22.	吸砂泵	Q=60m ³ /h, H=5.5m, N=3.5kW	2	套	1 用 1 库备	
23.	不锈钢垃圾小车	V=0.3m ³	4	辆	用于压榨机和砂水分离器机出口	
24.	电动蝶阀	DN150, L=140, N=0.25kW	2	只	D941 型	
25.	浮渣框	600×600×400, 网孔大小 10mm	2	套	附手动提升支架, 钢格栅	
26.	栅渣压榨机	Q=5m ³ /h, N=2.2kW	1	套		
27.	内进流精细格栅除污机	B=1600mm, b=0.5mm, H=2.90m, N=0.55kW	2	套		膜格栅
28.	渠道闸门	B×H=1200×2000, 门体高度 2000mm, 门槽宽度 1400mm	4	套		
29.	渠道闸门	B×H=1600×2000, 门体高度 2000mm, 门槽宽度 1800mm	1	套		
30.	溜槽	L=7.0m, B=300mm	1	套		
31.	冲洗水泵	Q=32m ³ /h, H=80m, N=11kW	3	套	2 用 1 备	
32.	不锈钢水箱	V=4m ³	1	套		
33.	高排水型螺旋压榨机	B=300mm, Q=5m ³ /h, N=1.5kW	1	套		
34.	电动葫芦	T=5t, 行程 30m, 起吊高度 9m, N=7.5+0.8kw	1	套		
35.	手电两用双吊点不锈钢调节堰门	B=2500mm, H=500mm	2	套		生物反应池
36.	潜水搅拌器	N=2.8kW	8	套		
37.	潜水搅拌器	N=3.3kW	16	套		
38.	浆板式微孔曝气器	单个曝气器气量 3Nm ³ /h	6750	套		

序号	名称	规格	单位	数量	备注	安装位置
39.	不锈钢堰板	B=3800mm, H=300mm, $\delta=5\text{mm}$	2	套		
40.	电动葫芦	Q=3t, H=12m, N=4.9kW	2	套		
41.	水平轴流泵 (后缺氧回流至厌氧)	Q=625m ³ /hr, H=1.0m, N=7.5kW	6	套	4用2备	
42.	立式轴流泵 (膜池回流至好氧)	Q=1667m ³ /hr, H=2.5m, N=45kW	8	套	6用2备	
43.	水平轴流泵 (好氧回流至缺氧)	Q=1250m ³ /hr, H=1.2m, N=17kW	6	套	4用2备	
44.	一体化空气测控装置		1	套		
45.	生物智能控制系统		1	套		MBR
46.	膜组器	平均产水量 595m ³ /d. 组, PVDF 中空纤维带衬膜	160	台		
47.	剩余污泥泵	Q=80m ³ /h H=15m N=7.5kw	2	台		
48.	手电动两用附壁方闸门	1000×1000, N=0.75kw 配手电两用启闭机	16	套		
49.	手电动调节堰门	1400×800, N=0.75kw 配手电两用启闭机	16	套		
50.	产水泵	Q=225 m ³ /h H=10m N=18.5kW	18	台	2台库备	
51.	产水专用设备	直径 500×1500mm, 含 2 个音叉液位计	16	套		
52.	CIP 清洗泵	Q=215m ³ /h H=12m N=11kW	1	台		
53.	中和液排放泵	Q=180m ³ /h H=12m N=11kw	2	台		
54.	液环真空泵	Q=230m ³ /h 真空度 84% N=5.5kW	1	台		
55.	真空罐	V=1m ³	2	个		
56.	气水分离罐	V=0.12m ³	2	个		
57.	空压机	Q=1m ³ /min P=0.85Mpa N=4kw	1	台		
58.	冷干机	Q=1.5m ³ /min N=0.55kw	1	台		
59.	储气罐	V=2m ³	1	个		
60.	电动葫芦	T=3t N=8.3kw	1	套		
61.	设备间吊车	T=2t N=5.2kw	1	台		
62.	设备间排水泵	Q=15m ³ /h H=20m N=2.2kw	1	台		
63.	NaClO 加药泵	Q=6300L/h H=30m N=1.5kW	1	台		
64.	NaClO 储罐	有效 V=15m ³	2	个		
65.	柠檬酸加药泵	Q=5600L/h H=30m N=1.5kW	1	台		
66.	柠檬酸储罐	有效 V=15m ³	2	个		
67.	化料器	200kg/次,	1	个		

序号	名称	规格	单位	数量	备注	安装位置
		V=400L, N=1.5+7.5kW				
68.	空气悬浮鼓风机	Q=243m ³ /min, H=9m, N=275kW, 带隔音罩	3	台	2用1备	
69.	次氯酸钠储罐	V=15m ³ , ∅2500	2	套		
70.	次氯酸钠加注泵	50~1000L/h, H=30m, N=0.75kW	2	套	自吸式, 变频调速, 手动冲程调节, 1用1备, 附底阀、Y型过滤器、防脉冲器、安全阀、背压阀等。	
71.	次氯酸钠进药泵	Q=25m ³ /h, H=20bars, N=1.1kW	2	套	1用1备	
72.	手电两用铸铁方闸门	1800x1400mm, N=1.1kW	2	套	正反向压力0.06MPa	
73.	潜水离心泵(回用水泵)	Q=125m ³ /h, H=40m, N=30kW	3	套	2用1备, 1台变频	
74.	醋酸钠储罐	V=15m ³ , ∅2500	2	套		加氯接触池及加药间、加氯间
75.	醋酸钠加注泵	50~1000L/h, H=30m, N=0.75kW	2	套	自吸式, 变频调速, 手动冲程调节, 1用1备, 附底阀、Y型过滤器、防脉冲器、安全阀、背压阀等。	
76.	醋酸钠进药泵	Q=25m ³ /h, H=20bars, N=1.1kW	2	套	1用1备	
77.	混凝剂储罐	V=15m ³ , ∅2500	12	套	配套真空吸粉装置	
78.	混凝剂加药泵	50~1000L/h, H=30m, N=0.75kW	2	套	1用1备, 变频	
79.	混凝剂进药泵	Q=25m ³ /h, H=20bars, N=1.1kW	2	套	1用1备	
80.	电动葫芦	起吊重量1t, 提升高度6m, N=0.8+0.2kW	1	套		
81.	冲淋洗眼器		2	套		
82.	存水泵	Q=15 m ³ /h, H=10m, N=1.5kW	2	套	1用1库备	
83.	空气悬浮鼓风机	Q=67m ³ /min, H=9m, N=125kW 带隔音罩	6	套	4用2备	
84.	空气悬浮鼓风机	Q=170m ³ /min, H=4.5m, N=220kW, 带隔音罩	3	套	2用1备	
85.	自动卷绕式空气过滤器	Q=20000m ³ /h, BXH=1500x2000, N=0.75kW	2	套		鼓风机房
86.	电动单梁悬挂式起重机	T=3t, H=6m, Lk=5.5m, N=5.7kW	1	套		
87.	螺杆泵	Q=150m ³ /h, 0.3MPa, N=45kW	1	台		污泥脱水车间(增加)
88.	叠螺浓缩机	Q=140m ³ /h, N=5kW	1	台		
89.	螺杆泵	Q=50m ³ /h, 0.3MPa, N=15kW	1	台		

序号	名称	规格	单位	数量	备注	安装位置
90.	螺杆泵	Q=5m ³ /h, 3bar, N=2.2kW	1	台		设备)
91.	高压进料泵	Q=85m ³ /h, H=200m, N=15kW	1	台	配套液压泵	
92.	隔膜压滤机	450m ² , N=28.3kW	1	台	含自控系统	
93.	缓冲罐		1	个		
94.	压榨泵	12m ³ /h, H=183-228m, 11kW	1	台		
95.	手动闸阀	DN250, PN=1.0MPa	1	只		
96.	手动闸阀	DN200, PN=1.0MPa	1	只		
97.	手动闸阀	DN150, PN=1.0MPa	2	只		
98.	电动闸阀	DN300, PN=1.0MPa, N=0.5kW	1	只		
99.	电动闸阀	DN150, PN=1.0MPa, N=0.5kW	2	只		
100.	冷却泵	8m ³ /h, H=27m, 功率: 1.1kw	1	套		
101.	压榨水箱	容积: 15m ³ 材质: PE	1	套		
102.	高压洗布泵	Q=20m ³ /h, H=399m, N=2×18.5kw	1	套		
103.	洗布水箱	容积: 10m ³ 材质: PE	1	套		

6.15.2 电气设备

序号	名称	型号及规格	单位	数量
1	10KV 高压开关柜改造	原有改造电试	套	1
2	临时供电措施费		套	1
3	10KV 高压负荷柜	负荷开关柜	台	4
4	10KV 高压开关柜	中置式开关柜	台	2
6	交流屏		套	1
7	变压器及柜	SCB11-1600KVA 10/0.4kV	台	2
9	低压开关柜	固定分隔抽出式	台	27
10	低压母线槽	密集型, 3200A, 1KV	米	40
11	电力模拟屏		套	1
12	计量柜改造		台	2
13	有源滤波柜	200A	台	2
11	动力配电柜	户内型 IP4X F2 防腐	台	20
13	电源检修动力箱	户内型 IP4X F2 防腐	只	20
14	照明配电箱	户内型 IP4X F2 防腐	只	20
15	智能照明控制系统	户外型 IP65 WF2 防腐	套	1
16	通风控制箱	户内型 IP4X F2 防腐	只	30
16	设备控制柜/箱	设备配套提供 F2 防腐	套	
17	设备按钮箱等	设备配套提供 F2 防腐	套	
18	电力电缆	YJY22-10 3X95	米	600
19	电力电缆	YJY-10 3X95	米	50
20	电力电缆	ZA-YJV-1 3X185+2X90	米	2000
20	电力电缆	ZA-YJV22-1 3X150+2X70	米	2000
20	电力电缆	ZA-YJV22-1 3X120+2X70	米	2000

21	电力电缆	ZA- YJV22-1 3X95+2X50	米	2000
22	电力电缆	ZA- YJV22-1 3X50+2X25	米	2000
23	电力电缆	ZA- YJV22-1 3X35+2X25	米	2000
23	电力电缆	ZA- YJV 22-1 5X25	米	2000
24	电力电缆	ZA- YJV 22-1 5X16	米	2000
25	电力电缆	ZA- YJV 22-1 5X10	米	2000
26	电力电缆	ZA- YJV 22-1 5X6	米	2000
27	电力电缆	ZA- YJV 22-1 5X4	米	1000
27	电力电缆	NH- YJV 22-1 5X16	米	2000
28	电力电缆	ZA- YJV 22-1 4X4	米	2000
29	控制电缆	ZA- KVV-1 12X1.5	米	8000
30	导线	ZA- BV-450/750 2.5	米	8000
31	路灯	H=4m 70W LED 灯	套	40
32	工厂灯	100W LED 灯	套	300
33	室内灯具	36W LED 灯	套	100
34	电缆桥架	不锈钢 600x200	米	400
38	电缆桥架	不锈钢 400x200	米	800
35	钢材		吨	20
36	室外电缆沟	1200X1200	米	200
37	室内电缆沟	1000X1000	米	300
39	新建变电所	25mX10mx5m	座	1
41	控制室	15mX6mx5m	座	2
43	10KV 外线增容	3200kVA	路	2

6.15.3 自控及仪表设备

序号	设备名称	型 号 规 格	数量	单位	安装地点/备注
一、仪表设备					
1.	分体式超声波液位计	分体式, 量程: 0~25m, 输出: 4~20mA, 电源: 220VAC, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	6	套	粗格栅前/后
2.	浮球开关	输出: 1 附无源触点信号, 配套户外接线盒 1 只, 防护等级 IP65	4	套	进水泵房集水井
3.	分体式超声波液位计	分体式, 量程: 0~10m, 输出: 4~20mA, 电源: 220VAC, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	4	套	细格栅前/后
4.	空气流量计	热质式, 测量范围: 0~10000m ³ /h, 220VAC 供电, 4~20mA 输出	2	套	沉砂池曝气管
5.	电磁流量计	分体式, DN800, 量程: 0~3200m ³ /h, 输出: 4~20mA, 电源: 220VAC, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	1	套	进水泵出口管

序号	设备名称	型 号 规 格	数量	单位	安装地点/备注
6.	PH/T 测量仪	测量范围: 0~14pH, 220VAC 供电, 4~20mA 输出, 防护等级: IP65	1	套	进水仪表间
7.	COD 检测仪	重铬酸钾法, 测量范围: 0~1000mg/L, 220VAC 供电, 4~20mA 输出, 带 RS485 通讯, 带预处理装置	1	套	进水仪表间
8.	NH ₃ -N 检测仪	测量范围: 0~100mg/L, 220VAC 供电, 4~20mA 输出, 带 RS485 通讯, 带预处理装置	1	套	进水仪表间
9.	TP/TN 检测仪	测量范围: TP: 0~10mg/L, TP: 0~100mg/L, 220VAC 供电, 4~20mA 输出, 带 RS485 通讯	1	套	进水仪表间
10.	自动采样器	包括水样预处理、温度控制、自动间隔采样、样品清洗保存等功能, 防护等级: IP65, 220VAC 供电	1	套	进水仪表间
11.	SS 测量仪	测量范围: 0~10g/L, 220VAC 供电, 4~20mA 输出	1	套	进水仪表间
12.	进水数据采集装置	AI=8, DI=8, 以太网通讯, 数据上传环保及现场控制站	1	套	进水仪表间
13.	取样过滤系统	包括取样泵、所有管路、电磁阀、自动清洗、过滤装置等	1	套	进水仪表间
14.	进水仪表 UPS 电源	5KVA, 30min	1	套	进水仪表间
15.	分体式超声波液位计	分体式, 量程: 0~25m, 输出: 4~20mA, 电源: 220VAC, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	4	套	膜格栅前/后
16.	DO 测量仪	测量范围: 0~20mg/L, 220VAC 供电, 4~20mA 输出, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	10	套	生物反应池
17.	MLSS 测量仪	测量范围: 0~10g/L, 220VAC 供电, 4~20mA 输出, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	4	套	生物反应池
18.	ORP 测量仪	测量范围: -1000mV~+1000mV, 220VAC 供电, 4~20mA 输出, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	4	套	生物反应池
19.	NO ₃ /NH ₄ 双通道测量仪	测量范围: NO ₃ : 0~100mg/L, NH ₄ : 0~100mg/L, 220VAC 供电, 4~20mA 输出, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	2	套	生物反应池
20.	NH ₄ 双通道测量仪	测量范围: NH ₄ : 0~100mg/L, 220VAC 供电, 4~20mA 输出, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	2	套	生物反应池
21.	智能除磷系统	自成系统, 带控制器、检测仪表	2	套	生物反应池
22.	分体式超声波液位计	分体式, 量程: 0~10m, 输出: 4~20mA, 电源: 220VAC, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	4	套	生物反应池
23.	空气流量计	热质式, 测量范围: 0~10000m ³ /h, 220VAC 供电, 4~20mA 输出	4	套	生物反应池曝气管

序号	设备名称	型 号 规 格	数量	单位	安装地点/备注
24.	面积/流速雷达流量计	分体式, 测量流速与液位, 220VAC 供电, 4~20mA 输出, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	3	套	内、外回流渠道
25.	空气流量计	热质式, 测量范围: 0~20000m ³ /h, 220VAC 供电, 4~20mA 输出	1	套	鼓风机房出风总管
26.	压力变送器	测量范围: 0~10bar, 两线制, 4~20mA 输出, 防护等级: IP68	1	套	鼓风机房出风总管
27.	电磁流量计	分体式, DN800, 量程: 0~3200m ³ /h, 输出: 4~20mA, 电源: 220VAC, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	1	套	出水管
28.	膜池系统检测仪表	随膜池设备配套提供	1	项	膜池
29.	鼓风机系统检测仪表	随鼓风机设备配套提供	1	项	鼓风机房
30.	加药系统检测仪表	随加药设备配套提供 (应包括且不仅限于流量计、液位计等)	1	项	加药间
31.	加氯系统检测仪表	随加氯设备配套提供 (应包括且不仅限于液位计等)	1	项	加氯接触池
32.	脱水系统检测仪表	随脱水系统配套提供 (应包括且不仅限于液位计、流量计等)	1	项	脱水机房
33.	脱水机房加药系统检测仪表	随加药系统配套提供 (应包括且不仅限于液位计、流量计等)	1	项	脱水机房
34.	硫化氢测量仪	量程: 0~50ppm, 输出: 4~20mA, 电源: ~220VAC	2	套	脱水机房
35.	污泥浓度计	分体式, 输出: 4~20mA, 电源: ~220VAC	1	套	脱水机房
36.	分体式超声波液位计	分体式, 量程: 0~10m, 输出: 4~20mA, 电源: 220VAC, IP 等级: 传感器 IP68, 变送器 IP65	1	套	脱水机房
37.	仪表保护箱	304 不锈钢, IP65, W×H×D=400×500×350, 带 1.2m 立柱安装, 带电源防雷 SPD 装置, 内设变送器电源	70	套	现场
38.	硫化氢测量仪	量程: 0~50ppm, 输出: 4~20mA, 电源: ~220VAC	25	套	安全保障仪表
39.	甲烷测量仪	量程: 0~100%LEL, 输出: 4~20mA, 电源: ~220VAC	25	套	安全保障仪表
40.	氧气测量仪	量程: 0~30%Vol, 输出: 4~20mA, 电源: ~220VAC	25	套	安全保障仪表
41.	声光报警器		15	套	安全保障仪表
42.	温湿度测量仪	量程: 0~50℃, 0~100%RH, 输出: 4~20mA, 电源: ~220VAC	25	套	安全保障仪表
43.	便携式多功能气体测量仪	电池供电, 测量气体: 硫化氢、甲烷、氧气、氨气	4	套	安全保障仪表

序号	设备名称	型 号 规 格	数量	单位	安装地点/备注
44.	便携式 DO 测量仪	电池供电, 量程: 0~20mg/L	1	套	
45.	雨量计	输出: 1 附无源触点信号, 脉冲信号 0. 1mm/个	1	套	
二、自控设备					
1	1#控制主站 PLC1	DI=320, DO=192, AI=96, AO=32, 带 MODBUS、profibus 总线模块, 带防腐涂层, 双 CPU、双电源	1	套	2#变配电间
2	PLC 柜	2200×1000×600 (高×宽×深), IP55, 前后开门	2	套	
3	UPS 及浪涌保护装置	3KVA, 30min	1	套	
4	触摸屏	15"彩色液晶显示	1	套	
5	以太网光端交换机	1000M, 12 电口 4 光口 (双环网)	1	套	
	电源安全管理装置	~220V, 防谐波、防浪涌	1	套	
6	2#现场控制主站 PLC2	DI=320, DO=192, AI=96, AO=32, 带 MODBUS、profibus 总线模块, 带防腐涂层, 双 CPU、双电源	1	套	细格栅上方
7	PLC 柜	2200×1000×600 (高×宽×深), IP55, 前后开门	2	套	
8	UPS 及浪涌保护装置	3KVA, 30min	1	套	
9	触摸屏	15"彩色液晶显示	1	套	
10	以太网光端交换机	1000M, 12 电口 4 光口 (双环网)	1	套	
	电源安全管理装置	~220V, 防谐波、防浪涌	1	套	
11	控制主站 PLC3~4	随设备配套提供, 包括 PLC、PLC 柜、触摸屏、交换机、UPS、电源安全管理装置等等	2	套	膜设备间
16	5#控制主站 PLC5	DI=160, DO=96, AI=48, AO=16, , 带 MODBUS、profibus 总线模块, 带防腐涂层, 双 CPU、双电源	1	套	1#变配电间
17	PLC 柜	2200×1000×600 (高×宽×深), IP55, 前后开门	1	套	
18	UPS 及浪涌保护装置	3KVA, 30min	1	套	
19	触摸屏	15"彩色液晶显示	1	套	
20	以太网光端交换机	1000M, 12 电口 4 光口 (双环网)	1	套	
	电源安全管理装置	~220V, 防谐波、防浪涌	1	套	
46	加药系统现场子站	随工艺设备配套提供 (应包括且不仅限于 PLC 控制系统、PLC 柜等)	1	套	加药间

序号	设备名称	型 号 规 格	数量	单位	安装地点/备注
47	鼓风机系统现场子站	随工艺设备配套提供（应包括且不仅限于 PLC 控制系统、PLC 柜等）	1	套	鼓风机房
48	加氯消毒系统现场子站	随工艺设备配套提供（应包括且不仅限于 PLC 控制系统、PLC 柜等）	1	套	加氯接触池
	脱水系统现场子站	随工艺设备配套提供（应包括且不仅限于 PLC 控制系统、PLC 柜等）	1	套	脱水机房
	脱水机房加药系统现场子站	随工艺设备配套提供（应包括且不仅限于 PLC 控制系统、PLC 柜等）	1	套	脱水机房
	原有 PLC 改造	扩容改造	1	套	
49	光纤收发器	单模，全双工	20	套	
50	PLC 编程软件	随 PLC 配套提供	1	套	
51	智能曝气控制系统	含就地控制器、压力优化控制器、通讯模块、系统软件、检测仪表等	1	项	生物反应池

三、中控设备

1	操作员站计算机	CPU: 英特尔 E5-2620 6C 2.00 15MB 1333 CPU, 内存: 16GB, 硬盘: 2T, 显示屏: 24" TFT-LCD (宽屏)	2	套	中控室
2	工程师站计算机	CPU: 英特尔 E5-2620 6C 2.00 15MB 1333 CPU, 内存: 16GB, 硬盘: 2T, 显示屏: 24" TFT-LCD (宽屏)	1	套	中控室
3	数据服务器	机架式双模冗余容错服务器, 4U, 2*双路六核 Intel Xeon E5-2620V2 处理器、2*16GB RECC DDR3 内存、2*300SAS 热插拔硬盘、2*1TB SATA 企业级硬盘、2*4 个千兆自适应以太网网口, 冗余电源	1	套	中控室
4	网络服务器	机架式双模冗余容错服务器, 4U, 2*双路六核 Intel Xeon E5-2620V2 处理器、2*16GB RECC DDR3 内存、2*300SAS 热插拔硬盘、2*1TB SATA 企业级硬盘、2*4 个千兆自适应以太网网口, 冗余电源	1	套	中控室
5	中心交换机	网管型, 4 光口, 24 电口, 100/1000M 自适应, 双环网	2	套	中控室
6	激光网络打印机	A4/A3 彩色激光打印 1200DPI	2	套	中控室
	电源安全防护装置	防谐波、防浪涌	1	套	中控室
7	SCADA 系统软件	1 套最新版监控软件 (开发版/无限点/含驱动)、2 套最新版监控软件 (运行版/无限点/含驱动)、1 套网络软件、1 套数据库软件、1 套应用软件 (全厂组态画面及数据监控)	1	项	
8	操作系统软件	正版 WINDOWS 7	5	套	
9	UPS 电源	10KVA 60min	1	套	中控室
10	计算机操作台/椅	长×宽×高=7000X1200X800, 配 7 把椅子	1	套	中控室

序号	设备名称	型 号 规 格	数量	单位	安装地点/备注
11	大屏幕显示系统	6 只 55"LED 液晶显示单元, 3x2 阵列布置	1	套	中控室
13	通讯机柜	2200×1000×600 (高×宽×深), IP55, 用于安装服务器, 控制室计算机系统设备的电源供电	1	套	中控室
	电源安全管理装置	~220V, 防谐波、防浪涌	1	套	
四、摄像系统					
1	高清数字室内摄像机	一体化高清网络全球机, 30 倍光学变焦, 1/2.8" 低照度逐行扫描 CMOS, 1920×1080, 内置加热器及除霜装置, 保护罩、防雷击电源、安装支架	37	套	现场
2	高清数字室外摄像机	一体化高清网络云台枪机, 30 倍光学变焦, 1/2.8" 低照度逐行扫描 CMOS, 1920×1080, 内置加热器及除霜装置, 保护罩、防雷击电源、安装支架	10	套	现场
4	摄像机立杆	杆高 4m, 不锈钢 304, 含底座、基础、接闪器等	10	套	现场
5	视频光端机	数字光端机, 单模, 支持传输 2 路高清视频信号, 2 路共享 10/100M 以太网, 单槽, 传输距离 25KM 内, 插卡式	47	对	现场
6	视频光端机保护箱	不锈钢 304, 含 220VAC——>24VAC 电源转换器	47	套	现场
7					
8	NVR 网络硬盘录像机	高清嵌入式网络硬盘录像机, 32 路数字视频+32 路音频存储, 支持最大 2 路 1080P 录像同步回放, 可内置 8 块 3T 硬盘 (存储 1080P 高清摄像机)	3	台	中控室
9	3T 硬盘	3T 硬盘, SATA3 接口, 转速 7200RPM, 缓存 64MB	20	块	中控室
10	控制键盘	主控键盘, 带 7.0 寸液晶显示、三维摇杆、飞梭按键控制 DVR、RS-422/曼码输出、以太网/RS-232 通讯功能	1	台	中控室
11	视频计算机	CPU: 英特尔 E5-2620 6C 2.00 15MB 1333 CPU, 内存: 16GB, 硬盘: 2T, 显示屏: 24" TFT-LCD (宽屏), 含正版操作系统等	1	套	中控室
12	流媒体服务器	视频平台专用服务器, 机架式, CPU: Xeon E3-1230v2 (3.3G 主频, 4 核 8 线程), 内存: 4GB, 网卡: 双端口千兆以太网	1	套	中控室
13	视频核心交换机	24 个以太网 10/100/1000BASE-T 端口	3	套	中控室
14	安防机柜	2000×1000×600 (高×宽×深), IP55, 用于安装硬盘录像机、视频光端机、防雷装置, 及安防系统的电源供电	1	套	中控室
15	电源安全管理装置	~220V, 防谐波、防浪涌	5	套	

序号	设备名称	型 号 规 格	数量	单位	安装地点/备注
16					

五、入侵报警系统

1	电子围栏	探测距离: 100m, 包括控制器	9	套	围墙
2	入侵报警控制器	16 路, 输出: RS232、以太网	1	套	门卫
	红外对射装置		2	套	
3	入侵报警计算机	CPU: 英特尔 E5-2620 6C 2.00 15MB 1333 CPU, 内存: 16GB, 硬盘: 2T, 显示屏: 24" TFT-LCD (宽屏), 含正版操作系统等	1	套	门卫
4	光纤收发器	单模, 全双工	2	套	门卫/中控室

六、火灾自动报警系统

1	火灾自动报警系统	包括: 1 套火灾报警控制器、40 套火灾声光警报器、40 套手动报警按钮、150 套智能感烟探测器、30 套智能感温探测器、5 套端子箱等设备组成	1	套	
3	信号总线	ZBNH-RVS-2x1.5	6000	米	
4	电源总线	ZBNH-BV-2X4	6000	米	
5	消防电话线	ZBNH-RVVP-2x1.0	5000	米	
6	消防广播线	ZBNH-RVS-2x2.5	4000	米	
7	控制线	ZBNH-BV-3X1.5	3000	米	
8	热镀锌钢管	SC32	2000	米	
9	热镀锌钢管	SC20	8000	米	
10	热镀锌钢管	SC40	500	米	

七、综合布线及电话通讯系统

1	弱电配线箱	由承包商提供, 带配线架	3	只	
2	电话插座	A86 型	10	只	
3	双孔信息插座	A86 型	80	只	
4	程控交换机	100 门	1	套	
5	以太网交换机	32 口 10/100M 自适应	3	套	
6	UPS	2KVA 3 小时	2	套	

八、地下厂区智能综合监控系统

(1) 广播系统

1	IP 网络广播控制系统	工控机箱设计, 触摸屏显示操控: 10.4 寸, 包括软件	1	套	中控室
2	广播机柜	2000x800x600	2	套	地下箱体
3	功放	2 种功率输出方式: 定压输出 100V, 70V; 定阻输出 4~16 Ω 。输出功率: 500W	2	套	地下箱体
4	室内喇叭	额定功率(100V): 3W	30	套	地下箱体
5	广播电缆	各类规格	4000	米	

(2) 无线对讲系统

序号	设备名称	型 号 规 格	数量	单位	安装地点/备注
1	无线对讲主机		1	套	中控室
2	无线对讲中继台		1	套	地下箱体
3	无线对讲机		15	套	
4	光端机	数字光端机, 单模, 支持 4 路 10M/100M 自适应以太网传输	1	套	
5	现场保护箱	800x500x300, 不锈钢 304, 含 220VAC— —>24VAC 电源转换器	1	套	

(4) 门禁系统

1	门禁主机	包括: 1 套发卡器、主机及相关附件和电缆。带 200 张卡	1	套	
2	门禁控制装置	包括 1 套电锁按钮 (出门按钮)、1 套读卡器、1 套主控板、1 套门磁、1 套磁力锁、1 套电源, 带	25	套	
3	光端机	数字光端机, 单模, 支持 4 路 10M/100M 自适应以太网传输	2	套	
4	光端机保护箱	不锈钢 304, 含 220VAC——>24VAC 电源转换器	2	套	

(5) 智能巡检机器人系统

1	智能巡检机器人系统	包括: 巡检机器人车体、导轨、安装支架、自动充电桩、大功率 WIFI、交换机、控制调度软件等	2	套	150 万/套
---	-----------	--	---	---	---------

九、信息化基础设施建设

1	移动终端 APP 应用软件	包括: 信息手机推送, 数据无线查询, 故障报修管理功能, 手机巡检等	1	套	
2	APP 应用发布服务器	视频平台专用服务器, 机架式, CPU: Xeon E3-1230v2 (3.3G 主频, 4 核 8 线程), 内存: 4GB, 网卡: 双端口千兆以太网	1	套	
3	WIFI 及人员定位系统	包括 WIFI 基站及天线等设备, 实现人员定位、电子巡更等功能	1	套	
		人员定位软件与硬件	1	套	
		电子巡更软件与硬件	1	套	
4	网络安全防护系统	包括工控系统边界防护系统与工控系统主机防护系统的软件及相关硬件, IP40 防护、电源冗余	1	套	

九、电缆及其他

1	PLC 电源 SPD	~220V, 标称泄放电流: >20KA	5	套	
	电源安全管理装置	~220V, 防谐波、防浪涌	5	套	
2	仪表电源 SPD	~220V, 标称泄放电流: >40KA	90	套	
3	仪表信道 SPD	4~20mA 信号, 标称泄放电流: >20KA	400	套	
4	摄像电源 SPD	~220V, 标称泄放电流: >20KA	80	套	
5	摄像信号 SPD	以太网, 标称泄放电流: >5KA	80	套	
6	通讯信道 SPD	标称泄放电流: >20KA	10	套	

序号	设备名称	型 号 规 格	数量	单位	安装地点/备注
7	通讯光缆	单模四芯铠装光缆	4000	米	
8	现场总线电缆	铠装	2000	米	
9	信号电缆	ZR-DJYPV, 2x2x1.0	8500	米	
10	信号电缆	ZR-DJYPV, 3x2x1.0	12500	米	
11	控制电缆	ZR-KVVP -0.75, 5x1.5	8500	米	
12	控制电缆	ZR-KVVP -0.75, 7x1.5	12500	米	
13	控制电缆	ZR-KVVP -0.75, 10x1.5	5000	米	
14	控制电缆	ZR-KVVP -0.75, 16x1.5	6000	米	
15	电源电缆	ZR-VV -1, 3x1.5	12000	米	
16	电源电缆	ZR-VV -1, 3x2.5	4000	米	
17	电源电缆	ZR-VV22-1, 3x2.5	5000	米	
18	摄像电源电缆	ZR-VVP-1, 3x1.5	10000	米	
19	摄像电源电缆	ZR-VVP22-1, 3x1.5	5000	米	
20	摄像光缆	单模四芯光缆	10000	米	
21	摄像光缆	单模四芯铠装光缆	3000	米	
22	电缆桥架	300X100, 不锈钢材质	1600	米	
23	电缆桥架	500X100, 不锈钢材质	200	米	
24	接地线	1x16 铜芯电缆	4000	米	
25	接地线	热镀锌扁钢 -40X4	1000	米	
26	PVC 管	DN25	5000	米	
27	热镀锌钢管	DN25	1000	米	
28	热镀锌钢管	DN32	2000	米	
29	热镀锌钢管	DN100	500	米	
30	钢材		5	吨	
31					
32					

6.15.4 暖通设备

地下箱体 主要设备材料表					
序号	名称	参考型号及规格	单位	数量	备注
1	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-28#	台	1	防腐型、事故通风
		转速：600rpm；			粗格栅及进水泵房
		风量：31620m ³ /h			膜格栅 排风
		全压：691Pa；			
		电功率：18.5kW（380V）			
2	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-25#	台	1	防腐型、事故通风
		转速：600rpm；			粗格栅及进水泵房
		风量：25230m ³ /h			膜格栅 送风
		全压：549Pa；			
		电功率：11.0kW（380V）			
3	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-28#	台	1	防腐型、事故通风
		转速：600rpm；			细格栅及曝气沉砂池
		风量：28630m ³ /h			排风
		全压：687Pa；			
		电功率：18.5kW（380V）			
4	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-25#	台	1	防腐型、事故通风
		转速：600rpm；			细格栅及曝气沉砂池
		风量：22820m ³ /h			送风
		全压：556Pa；			
		电功率：11.0kW（380V）			
5	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-30#	台	8	防腐型
		转速：600rpm；			生物反应池排风
		风量：44640m ³ /h			
		全压：816Pa；			
		电功率：30.0kW（380V）			
6	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-28#	台	8	防腐型
		转速：650rpm；			生物反应池送风
		风量：40690m ³ /h			
		全压：793Pa；			
		电功率：22.0kW（380V）			
7	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-25#	台	8	防腐型
		转速：650rpm；			膜池及设备间排风
		风量：27650m ³ /h			
		全压：651Pa；			
		电功率：15.0kW（380V）			
8	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-25#	台	8	防腐型
		转速：650rpm；			膜池及设备间送风
		风量：24930m ³ /h			
		全压：648Pa；			
		电功率：15.0kW（380V）			
9	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-25#	台	1	防腐型
		转速：550rpm；			加氯消毒池排风

		风量: 18710m ³ /h			
		全压: 462Pa;			
		电功率: 11.0kW (380V)			
10	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-25#	台	1	防腐型
		转速: 550rpm;			加氯消毒池送风
		风量: 16830m ³ /h			
		全压: 462Pa;			
		电功率: 11.0kW (380V)			
11	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-28#	台	1	防腐型, 事故通风
		转速: 600rpm;			加氯间加药间排风
		风量: 31620m ³ /h			
		全压: 691Pa;			
		电功率: 18.5kW (380V)			
12	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-28#	台	1	防腐型, 事故通风
		转速: 550rpm;			加氯间加药间送风
		风量: 26580m ³ /h			
		全压: 571Pa;			
		电功率: 15.0kW (380V)			
13	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-28#	台	2	防腐型,
		转速: 550rpm;			鼓风机房送排风
		风量: 26580m ³ /h			
		全压: 571Pa;			
		电功率: 15.0kW (380V)			
14	离心式管道风机	GDF3.0-6	台	1	防腐型
		转速: 900rpm			进水仪表间排风
		风量: 1056m ³ /h			
		全压: 220Pa			
		电功率: 0.18kW (380V)			
15	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-22#	台	1	防腐型、事故后通风
		转速: 650rpm			1#变配电室排风
		风量: 15280m ³ /h			
		全压: 506Pa			
		输入功率: 7.5kW (380V)			
17	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-20#	台	1	防腐型
		转速: 600rpm			2#变配电室排风
		风量: 9990m ³ /h			
		全压: 412Pa			
		输入功率: 5.5kW (380V)			
18	离心式管道风机	GDF3.0-6	台	1	防腐型
		转速: 900rpm			出水仪表间排风
		风量: 1056m ³ /h			
		全压: 220Pa			
		输入功率: 0.18kW (380V)			
19	低噪声柜式离心风机	HTFC-B-III-25#	台	8	防腐型
		转速: 600rpm			通道及地下管廊送排风
		风量: 23562m ³ /			

		全压：549Pa			
		输入功率：11kW（380V）			
20	无机玻璃钢风管		米 ²	25000	
21	机房降温空调	室内机：TNR150L-JW	套	5	鼓风机房
		制冷量：15KW			
		电功率：0.55KW			
		室外机：TWF150C			
		电功率：5KW			
22	立柜式商用分体空调	FVQH/RZQH125MV2C	套	6	控制室
		制冷容量：12.5kW			1#2#变配电室
		制热容量：14.0kW			
		功率：5.28kW，220V			
23	立柜式商用分体空调	FVQH/RZQH72MV2C	套	5	进出水仪表间
		制冷容量：7.2kW			
		制热容量：8.0kW			
		功率：3.18kW，220V			

综合楼主要设备材料表

序号	名称	参考型号及规格	单位	数量	备注
1	环绕气流嵌入式室内机	FXFSP45BA	台	4	
		制冷量：4.5KW			
		制热量：5.0KW			
		功率：59W，220V			
		噪声：32dB（A）			
2	环绕气流嵌入式室内机	FXFSP56BA	台	13	
		制冷量：5.6KW			
		制热量：6.3KW			
		功率：94W，220V			
		噪声：36dB（A）			
3	环绕气流嵌入式室内机	FXFSP71BA	台	34	
		制冷量：7.1KW			
		制热量：8.0KW			
		功率：99W，220V			
		噪声：37dB（A）			
4	环绕气流嵌入式室内机	FXFSP80BA	台	3	
		制冷量：8.0KW			
		制热量：9.0KW			
		功率：146W，220V			
		噪声：41dB（A）			
5	新风机组	FXMFP140AB	台	2	Ws<0.24
		风量：1080m/h			
		机外静压：185Pa			
		功率：0.3KW，220V			
		噪声：42dB（A）			

6	新风机组	FXMFP224AB	台	3	$W_s < 0.24$
		风量: 1680m ³ /h			
		机外静压: 225Pa			
		功率: 0.548KW, 220V			
		噪声: 47dB (A)			
7	新风机组	FMQ25PG30	台	1	$W_s < 0.24$
		风量: 2500m ³ /h			
		机外静压: 300Pa			
		功率: 0.66KW, 220V			
		噪声: 58dB (A)			
8	VRV 室外机	RUXYQ10BA	台	1	$IPLV (C) \geq 4.00$
		制冷量: 28.0KW			$COP \geq 2.7$
		制热量: 31.5KW			
		功率: 6.9KW, 380V			
		噪声: 57dB (A)			
9	VRV 室外机	RUXYQ16BA	台	1	$IPLV (C) \geq 3.95$
		制冷量: 45.0KW			$COP \geq 2.7$
		制热量: 50.0KW			
		功率: 10.7KW, 380V			
		噪声: 59dB (A)			
10	VRV 室外机	RUXYQ18BA	台	1	$IPLV (C) \geq 3.95$
		制冷量: 50.4KW			$COP \geq 2.9$
		制热量: 56.5KW			
		功率: 13.6KW, 380V			
		噪声: 61dB (A)			
11	VRV 室外机	RUXYQ38BA	台	1	厨房及宿舍
	KT-1	制冷量: 106.9KW			$IPLV (C) \geq 3.80$
		制热量: 119.5KW			$COP \geq 2.9$
		功率: 29.5KW, 380V			
		噪声: 65dB (A)			
12	VRV 室外机	RUXYQ40BA	台	1	办公楼 1F
	KT-2-1	制冷量: 111.9KW			$IPLV (C) \geq 3.80$
		制热量: 125.4KW			$COP \geq 2.9$
		功率: 32.0KW, 380V			
		噪声: 65dB (A)			
13	VRV 室外机	RUXYQ44BA	台	1	
	KT-2-2	制冷量: 123KW			$IPLV (C) \geq 3.80$
		制热量: 138KW			$COP \geq 2.9$
		功率: 36.8KW, 380V			

		噪声：65dB (A)			
14	低噪声柜式离心风机	HTFC-IV-12S1	台	1	兼事故排风
	EF-RF-1	风量：3300/6600m ³ /h			Ws<0.27
		全压：400Pa			防爆型
		噪声：≤60dB			
		功率：1.1/3.2kW，380V			
15	低噪声柜式离心风机	HTFC-IV-12S1	台	1	兼事故补风
	SF-1F-1	风量：3000/6000m ³ /h			Ws<0.27
		全压：250Pa			防爆型
		噪声：≤60dB			
		功率：0.7/2.2kW，380V			
16	吸顶式排气扇	FV-27CD9C	台	5	自带止回阀
		风量：160m ³ /h			
		余压：50Pa			
		噪声：<31dB			
		功率：24W，220V			
17	吸顶式排气扇	FV-32CD9C	台	8	自带止回阀
		风量：430m ³ /h			
		余压：180Pa			
		噪声：<36dB			
		功率：42W，220V			
18	吸顶式排气扇	FV-24CUV2C	台	8	自带止回阀
		风量：155m ³ /h			
		余压：50Pa			
		噪声：<34dB			
		功率：16W，220V			
1	镀锌铁皮风管	0.5mm	米 2	80	
		0.6mm	米 2	80	
		0.75mm	米 2	120	
		1.00mm	米 2	80	
2	B1 级橡塑保温	容重：48kg/m ³	米 2	800	
		保温厚度：30mm			
		导热系数：0.037W/m·K			
		热阻：0.81m·K/W			
3	软接头	规格同于新风机进出口	个	12	
4	风量调节阀	160x120	个	23	
		200x200	个	1	
		250x160	个	2	
		400x160	个	3	
		500x250	个	1	
5	70℃防火阀	400x320	个	2	
6		160x160	个	8	
6	方形散流器	210x210	个	23	
		240x240	个	1	

		270x270	个	2	
		300x300	个	5	
7	防雨百叶风口	600x400	个	2	
		700x400	个	1	
		900x400	个	2	
		1300x400	个	1	
8	ZP-100 片式消声器	400x160	个	2	
		500x250	个	1	
		630x250	个	2	
		1000x250	个	1	
9	冷媒铜管		米	800	
10	分歧管		个	60	

7 地下式污水处理厂关键技术分析

地下污水处理厂存在占地省、绿化率高的优点，相应的也会有些不同于地上污水处理厂的问题需要解决，主要关键技术分析如下：

（1）通风系统的设计

采用地下污水处理厂时，对箱体内部的通风设计尤为重要，由于地下箱体的土建投资主要受箱体平面尺寸和埋深的影响。操作层（地下一层）净高的确定直接影响箱体的埋深。而操作层中占用空间最大的是通风管道。

（2）除臭设计

地下污水处理厂位于相对封闭的地下空间内，污水散发的臭气容易积聚，容易对人体和设备均造成不利影响。因此需要对系统产生的臭气进行收集处理，且需要选择合适的处理工艺。

由于地下污水厂需要处理的气量较大，本工程通过前文比选，采用土壤生物滤池工艺，土壤滤池具有运行效果好，能耗低的特点，同时土壤滤池可以和厂区的绿化结合布置，尤其适用于地下或全地下污水处理厂。同时本工程结合特点，对粗格栅、细格栅等需要人员操作较频繁的地方，同时设置离子除臭送风系统，进一步改善操作环境。

（3）设备安装维护考虑

地下箱体内部空间相对狭小，且由于箱体上方均覆土设置了绿化，无法在箱体上部开大量的吊装孔，故要求设备可以分段运入组装。

在选择设备上优先考虑便于起吊、尺寸较小、可组装拆卸的设备，且充分考虑箱体内的设备运维通道，若设置工字钢及起吊设备等。

（4）消防系统设计

本工程按照功能的不同将地下空间分为厂房区域和构筑物区域，并进行防火分区的划分，每个防火分区均设一处直通室外的安全出口，设通向相邻防火分区的安全出口，箱体内生产过程不使用可以发生爆炸的物质，生产过程中产生的可燃气体等浓度均控制在低于爆炸下限，故箱体内爆炸的可能性接近为零。

8 经营管理

8.1 人员编制

按国家建设部、国家发展计划委员会建标（2001）修订本，关于《城市污水处理工程项目建设标准》的规定：

污水处理厂劳动定员标准 (单位：人/万 m³/d) 表 8.1-1

建设规模污水厂级别	50~100 万 m ³ /d	20~50 万 m ³ /d	10~20 万 m ³ /d	5~10 万 m ³ /d	1~5 万 m ³ /d
一级处理	—	3~1.8	5~3	7~5	25~7
二级处理	3.0~2.5	3.5~3.0	5.5~3.5	8.0~5.5	30~8.0
深度处理增加人	—	24.0~30.0	18.0~24.0	15.0~18.0	10.0~15.0

按照国家标准，结合污水厂实际运行维护情况，污水处理厂职工本次增加人数如下：污水厂考虑增加 10 人。

8.2 运行成本

8.2.1 电耗

本工程污水厂提标工程实施后新增日用电量 35390 kW.h，折合单位处理新增电耗量为：0.590 kW.h/m³ 污水。

8.2.2 药耗

本工程主要药耗为：

混凝沉淀所需混凝剂 PAC，用药量为 3000kg/d；

加氯消毒所需次氯酸钠溶液（10%），用药量为 6000kg/d；

污泥处理新增阳离子 PAM，新增用药量为 33.6kg/d；

外加碳源所需醋酸钠，用药量为 600kg/d；

上述数据为最大设计值，具体投加可根据实际进水情况调整。

8.2.3 水耗

厂内办公生活用水和冷却用水由城市给水管网提供。为保证安全，消防用水也由城市给水管网提供。经计算：厂内生活给水新增用水量约为 60m³/d。

9 实施计划及项目招投标

9.1 实施原则与步骤

1. 本工程项目的实施首先应符合国内基本建设项目的审批程序。
2. 通过专门机构作为项目的执行单位，负责项目实施的组织协调和管理等工作。
3. 由特定部门或机构委派或指定人员担任项目实施负责人、作为项目的法人及用户代表。
4. 项目的设计、供货、施工安装等履行单位应与项目执行单位履行必要的法律手续，其违约责任按国家的有关法律法规执行。
5. 项目执行单位应与项目履行单位协商制定项目实施计划表，并在履行前通知有关各方。项目执行单位应为履行单位开发工作创造有利条件，项目履行单位应服从项目执行单位的指挥和调度。

9.2 项目招投标

根据《中华人民共和国招标投标法》以及国家发改委《建设项目可行性研究报告增加招标内容以及核准招标事项暂行规定》（2001 第 9 号）的有关规定，本工程可行性研究报告需对工程招标范围、招标组织形式以及招标方式进行说明。

9.2.1 招标范围

本项目招标范围含土建勘察设计、土建施工、设备安装、工程监理、重要设备和材料。

9.2.2 招标组织形式

本工程招标均采用委托招标形式进行。

9.2.3 招标方式

本工程项目的设计、施工、监理等各项招标活动拟采用公开招标或邀请招标的方式进行，对重要设备、材料采购采用公开招标方式。具体说明如下：

本项目污水处理厂规模较大，技术要求高，且工期要求紧，故工程勘察设计

建议均采用邀请招标方式确定，择优选用信誉好、技术过硬、经验丰富的相应中标人，在保证工程质量的前提下，加快工程推进。设备采购及安装、工程监理、建筑工程施工采用公开招标，择优选择中标人。

按照《招标投标法》，招标人和投标人均需遵守招标投标法律和法规规定进行的招标投标活动。招标程序为：申请招标、准备投标邀请函和招标文件、发布投标邀请函和招标文件、组织现场考察、召开标前会议、发送会议记录、接受投标书、公开开标、审查标书、澄清问题、评标比较、评标报告、确定中标人、发出中标通知书、商签合同、通知未中标人。

本项目招标的具体要求见下表：

招标基本情况表 表 9.1-1

	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用招标方式	备注
	全部	部分	自行	委托	公开	邀请		
勘察	√			√	EPC 招标			
设计	√							
建筑工程	√							
安装工程	√							
设备	√							
监理	√			√	√			
重要材料								

9.3 工程全过程评价

在项目实施的过程中应加强工程的全过程评价，提高工程效益。

根据工程实际情况、市场状况以及工可设计文件，保证工程功能性及先进性前提下，结合业主今后维护运行情况及运营成本，在初步设计、施工图设计阶段进行方案比较及优化，降低工程造价。

按照批准的工程可行性估算，控制下阶段设计，各专业在保证达到各项工程功能要求的前提下，按合理分配的投资额控制各工程专业内容的设计。

造价咨询人员全面介入设计过程，对各阶段工程及各专业内容，提出合理的投资额限制要求。配合设计人员对方案比较及优化，协调各阶段工程及各专业间的投资分配。

在实施的过程中，及时和审计沟通，对工程实施全过程实施跟踪审计，确保

工程投资效益的最大化。

对工程各项经济指标进行核算，与类似工程对照，及时发现修改不合理的设计方案，保证工程量清单准确、严密、合理，便于业主管理与控制，清单工程量内容数额完整全面，防止错项漏项。

对施工单位提出的由于施工原因或基于其他理由的设计变更要求，严格把关，对其合理性审核，为项目监理提供有关造价影响和造价变更承担方的意见。

保证与业主、设计单位、施工单位和监理方之间通畅的联络，对施工过程中出现的情况及时反应，提供合理建议方案，纠正错误，避免造成工程时间和费用的浪费。

9.4 实施进度计划表

预计扩建工程建设周期约 16 个月，2019 年 12 月底前可建成。其中 2018 年 5 月完成项目前期工作，2018 年 7 月完成初步设计，2018 年 9 月完成施工图设计，2018 年 9 月完成施工招投标，开始施工，2019 年 12 月完成土建施工及设备安装。

以上仅为工程实施初步计划安排，供有关单位参阅，最终实施计划根据工程进展要求而定。

10 环境保护和环境影响分析

10.1 工程建设对环境的影响

10.1.1 施工扬尘、噪声的影响

1. 扬尘的影响

工程施工期间，挖掘的泥土堆放在施工现场，短则几个星期，长则数月。堆土裸露，旱土风致，以致车辆过往，满天飞扬，使大气中悬浮颗粒含量骤增，严重影响市容和景观。施工扬尘将使附近的建筑物、植物等蒙上厚厚的尘土，使邻近居家普遍蒙上一层泥土，给周边环境的整洁带来许多麻烦。雨、雪天气，由于雨水和雪水的冲刷以及车辆的碾压，使施工现场变得泥泞不堪，车辆车轮外带给城市卫生有碍。

2. 噪声的影响

施工期间，各类施工机械如推土机、挖掘机、翻斗车、搅拌机等产生的噪声对作业环境及邻近的居民区产生不利影响。不同的施工阶段，施工机械设备的使用不同，其噪声影响也不同。除固定设备噪声源之外，施工运输车辆频繁进出工地，对沿途交通噪声及施工场地噪声也有较显著的影响。特别是在夜间，施工的噪声将产生严重的扰民问题，影响邻近居民的工作和休息。若夜间停止施工，或进行严格控制，则噪声对周围环境的影响将大大减小。

3. 生活垃圾的影响

工程施工时，施工区内劳动力的食宿将会安排在工作区域内。这些临时食宿地的污水以及生活废弃物若没有作出妥善处理，则会严重影响施工区的卫生环境，尤其在夏天，施工区的生活废弃物乱扔轻则导致蚊蝇孳生，重则致使施工区工人暴发流行疾病，严重影响工程施工进度，同时使附近的居民遭受蚊蝇、臭气、疾病的影响。

4. 弃土的影响

施工期间将产生许多弃土，这些弃土在运输、处置过程中都可能对环境产生影响。

车辆装载过多导致沿程泥土散落满地；车轮沾满泥土导致运输公路布满泥土；

晴天尘土飞扬，雨天路面泥泞，影响行人和车辆过往和环境质量。

弃土处置地不明确或无规划乱丢乱放，将影响土地利用、河流流畅，破坏自然、生态环境，影响城市的建设和整洁。

弃土的运输需要大量的车辆，如在白天进行，必将影响本地区的交通，使路面交通变得更加拥挤。

10.1.2 环境影响的缓解措施

1. 征地合理安置劳力

对农田被征用后的农民，要进行合理的安置，使他们得到重新工作和安全生活的条件。

2. 交通影响的缓解措施

工程建设将不可避免地和一些道路增加流量。特别对于交通繁忙的道路要求避让高峰时间，如采取夜间施工，以保证白天畅通。

3. 减少扬尘

工程施工中挖出的泥土堆放，旱季风致扬尘和机械扬尘对沿线尘土飞扬，影响附近居民和工厂环境。为了减少工程扬尘对周围环境的影响，建议施工中遇到连续的晴好天气又起风的情况下，对弃土表面洒上一些水，防止扬尘，或加盖防尘布。工程承包者应按照弃土处理计划，及时运走弃土，并在装运过程中不要超载，防止沿程弃土满地，影响环境整洁，同时施工者应对工地门前的道路环境实行保洁制度，一旦有弃土、建材散落应及时清扫。

4. 施工噪声的控制

为了减少施工对周围居民的影响，施工场址应进行合理规划，统一布局，施工机械尽可能远离居民点及噪声敏感点。合理安排工期，尤其要控制夜间噪声，不在夜间进行打桩或其他高噪声的作业，当必须连续作业而不得不扰民时，须报市环保局批准，并尽可能集中时间突击施工。对夜间一定要影响周围居民声环境的工地，应对施工机械采取降噪措施，同时也可在工地周围或居民集中地周围设立临时的声障之类的装置，以保证居民区的声环境质量。施工运输车辆在市区行驶应根据地方政府规定禁鸣喇叭，进出施工现场也应同样遵守规定，避免可控制的噪声污染。

5. 施工现场废弃物处理

工程建设需要人工数决定于工程承包单位的机械化程度。工程承包单位将在临时工作区域内为劳力提供临时膳宿。项目开发及工程承包单位应与当地环卫部门联系，及时清理施工现场的生活废弃物；工程承包单位应对施工人员进行教育，不随意乱扔废弃物，保证工人工作环境卫生质量。

6. 倡导文明施工

要求施工单位尽可能地减少在施工过程中对周围居民、工厂、学校影响，提倡文明施工，做到“爱民工程”，组织施工单位、街道及业主联络会议，及时协调解决施工中对环境影响问题。

7. 制定土方运输计划

分散于各个建设工地的余土运输计划，将与公路有关部门联系。避免在行车高峰时运输。项目开发单位应与运输部门共同作好驾驶员的职业道德教育，按规定路线运输，按规定地点取土和建筑垃圾，并不定期地检查执行计划情况。

施工中遇到有毒有害废弃物应暂时停止施工并及时与地方环保、卫生部门联系，经他们采取措施处理后才能继续施工。

10.2 项目建成后的环境影响及对策

污水处理厂本身是一个环境保护项目，它建成后对改善地区环境和内河水质必将产生很大的作用。但污水处理设施的运行对周围环境也会产生一定的影响，因此就环境保护方面，需采取一定的措施。

10.2.1 大气污染物来源及浓度

本工程中主要的大气污染物为恶臭污染物。

恶臭污染物的主要来源为粗格栅、细格栅及沉砂池、生物反应池等。

常规污水处理厂各构筑物产生的臭气浓度值见下表：

污水处理厂各构筑物产生的臭气浓度值 表 10.2-1

序号	污水处理厂构筑物	臭气浓度值（无量纲）	波动范围	备注
1	进水井	45	25~80	
2	格栅井、泵站集水池	85	32~136	
3	沉砂池	60	30~90	

4	一般负荷曝气池	50	21~101	
5	延时曝气法曝气池	30	10~43	

污水处理厂中主要恶臭污染物浓度设计值：硫化氢：0.01~50mg/m³，氨气：0~40 mg/m³。

10.2.2 大气污染物治理措施

10.2.2.1 恶臭污染物治理

本工程对主要的臭气污染源如贮泥池等均采取了密封加盖处理，本工程对收集的臭气采用除臭设施处理后达标排放。

10.2.2.2 大气污染物治理效果

恶臭污染物排放达到《恶臭污染物排放标准》GB14554-93 表 2 标准。

10.2.3 水污染物治理措施

污水处理厂产生的生活污水，进入污水处理厂污水处理系统进行处理。

化验室产生的化验室设置废水处理池专门处理后排入污水处理厂污水处理系统进行处理。

污泥系统产生的滤液，排放污水处理厂污水处理系统进行处理，必要时设投配及调节措施，以减小对污水处理系统的冲击。

10.2.4 尾水排放方式

尾水以重力流的方式排入前湖，进入下游赣江，尾水排放对水域环境生物不会造成影响。

10.2.5 水污染物治理效果

水污染物经过治理后，达到出水标准后排入前湖。

10.2.6 噪声源及噪声级

污水处理厂主要的噪声源为水泵、曝气用鼓风机、污水泵、污泥泵。

各种设备的噪声级如下表。

各种设备的噪声级 表 10.2-2

序号	设备名称	噪声级 (dB (A))	备注
1	离心污水泵	80	
2	鼓风机	90~100	
3	转盘曝气机	80	
4	转刷曝气机	80	
5	立式叶轮表曝机	80	

10.2.7 噪声控制措施

本工程采用的主要噪声控制措施有：

- 1) 鼓风机选用低噪声、高质量的悬浮型离心风机，采用减振基础和柔性接头，均设消声器，加装隔间罩。并将风机设置单独的风机房中，鼓风机加装隔间罩及消声器后，其设备噪音可降到 85dB (A) 以下。
- 2) 鼓风机房设隔音门窗，内贴吸音板。
- 3) 主要污水泵采用潜水离心泵。
- 4) 干式离心泵设置减振基础和柔性接头，设置单独的水泵房内。
- 5) 脱水机设置在箱体外单独的脱水机房内，脱水机支脚均设置隔震垫，进出脱水机的管道均设置柔性橡胶接头。
- 6) 加强职工教育和企业管理，在有高噪声设备的构筑物出入时做到随手关门，减少噪声对外界的干扰和影响。

10.2.8 噪声控制效果

对噪声源采取控制措施后，考虑到建筑隔声、绿化和距离衰减等因素，预计厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008 中一类标准：昼间 55dB (A)，夜间 45dB (A)。

10.2.9 固体废弃物来源

本工程主要废弃物的来源及产生量如下：

- 1) 生活垃圾：污水处理厂内产生的生活垃圾，产生量约为：2m³/d。
- 2) 格栅栅渣：格栅栅渣产生量为：4m³/d，含水率：80%。密度：960kg/m³。
- 3) 沉砂池沉砂：沉砂池沉砂产生量为：12.5m³/d，含水率：60%，密度：

1500kg/m³。

- 4) 脱水污泥：脱水污泥产生量为：103m³/d，含水率：80%。密度：1150 kg/m³。

10.2.10 固体废弃物的处理处置方法

固体废弃物主要的处理处置方法：

- 1) 格栅栅渣及沉砂池沉砂的有机物含量较低，和厂区生活垃圾一道送至城市垃圾处理处置厂处理。

- 2) 脱水污泥送外运处置。

11 项目风险及对策

本工程风险分析包括：污水排放水质标准的不断提高、工业发展格局变化、地下渗入水量比预测的大、构筑物损坏、连接管不能实施、停电等等。

这些风险或多或少，或大或小影响整个工程的运行。尽管在工程设计时已经考虑了一些措施，但在工程建成后仍然必须对以下可能产生的风险做好防范工作。

11.1 水质、水量

随着城市经济的发展，对城市环境要求将不断提高，污水排放水质要求会越来越高，从而对污水处理厂处理出水要求更高。

周边发展超出预测，导致生活污水及生产废水量增加，从而改变预测的污水组成，影响污水厂处理效果。

部分排入污水处理厂的工业废水排放超过国家有关规定要求，特别是有毒、有害物质，对污水厂产生不良影响，降低污水处理效果。

为此应由相关部门对进入区域内的工厂进行监管，并根据相关法律、法规对工厂外排污水的水质、水量进行监测，避免超标排放。

11.2 管道系统

随着区域截污改造等一系列工程的进行，会提高目前进入污水处理厂污水的污染物质浓度，改变现状的污水组成。

为此应将目前正在进行的污水管网改造工程和本次污水处理扩建工程在进度上应一并考虑，基本做到互相匹配。

11.3 运行

由于意外，二路供电全部停电，使污水厂完全瘫痪，造成大量污水溢流入水体，从而污染水体。

若因机械设施或电力故障而造成污水处理设施不能正常运行时，污水只能由岔道直接排放到水体，使水域受到严重污染。

在维护污水系统正常运行过程中也时有风险发生。由于污水系统事故风险具有突然性，会给维护系统的工作人员带来重大伤害，严重的会危及生命。

当污水泵房的格栅被杂物堵住而不及时清理，会影响污水的收集和排出。当污水系统的某一构筑物出现事故，必须立即予以排除，此时需操作工人进入管道和集水井内操作，因污水内含有各类污染物质，有些污染物质以气体形式存在，如 H_2S 等，若管道内操作人员遇上高浓度的有毒气体，则会造成操作人员的中毒、昏迷，直至丧失生命。

据统计资料，在维修时常有工作人员因通风不畅吸入污水管中有毒气体而感到头晕、呼吸不畅等症状，严重的甚至死亡。

对凡要进入管道内或泵房池子内工作的人员，采取如下措施：

- (1) 首先填写下井下池操作表，对操作工人进行安全教育；
- (2) 由专人在工作场地监测 H_2S ，急救车辆停在检修点旁；
- (3) 戴防毒面具下井，一感不适立即上地面；
- (4) 提高营养保健费用，增强工人体质；
- (5) 定期监测污水管内气体，拟对污水系统维修防护技术措施进行研究。

12 安全生产、劳动保护

从 1995 年 1 月 1 日起,《中华人民共和国劳动法》正式执行,其中,对操作工人的劳动安全生产进行法律保护,因此本工程设计,其劳动安全卫生设施必须符合国家规定的标准。

在污水处理厂运转之前,需对操作人员、管理人员进行安全教育,制定必要的安全操作规程和管理制度,除此之外,尚需考虑如下措施。

1. 各处理构筑物走道和临空天桥均设置保护栏杆,其走道宽度、栏杆高度和强度均符合国家劳动保护规定。

2. 在有有害气体的工区,设置 H_2S 测定仪、有害气体报警仪和通风系统,并配备防毒面具。

3. 对于较深的水池,检修时,需对水池进行换气,满足劳动保护的换气要求。然后,才可进行操作检修。

4. 对于一些密封或半封闭的构筑物及通风条件较差的场所,采取机械通风。

5. 厂内配置救生衣、救生圈、安全带、安全帽等劳保防护用品。

6. 厂内设置一定管廊,将电力电缆、控制电缆敷设于内,其他厂区管道闸阀均需考虑阀门井或采用操作杆接至地面,以便操作。

7. 易燃、易爆及有毒物品,须设置专用仓库、专人保管,并满足劳动保护规定。

8. 所有电器设备的安装、防护,均须满足电器设备有关安全规定。留有足够的安全标准距离。

9. 水泵、电机等易产生噪音的设备,设置隔振垫,减少噪声,同时,将管理用房与机房分开,并采取有效的隔声措施。

10. 机械设备的危险部分,如传动带、明齿轮、砂轮等必须安装防护装置。

11. 须设置适当的生产辅助设施,如浴室、厕所、更衣室、休息室等,并经常保护完好和清洁卫生。

此外,劳动保护与安全生产方面要加强对职工的法制教育,包括在建设期及运行管理期。其内容如下:

在建设时期：

- 编制和执行各种有关施工安全的政策大纲以及各方面应负的责任；
- 对全体职工进行安全培训、事故和偶发事件报告；
- 颁发和使用安全设备如安全帽、安全鞋等；
- 制订安全工作实践（如脚手架、模板和开挖支撑等）；
- 任命安全监理和安全官员。

在操作和维护时期：

- 制订紧急反应计划；
- 任命安全监理和安全官员；
- 制订安全管理系统（体制）；
- 定期经常对所有职工工作医疗检查；

颁发和使用安全用品如安全帽、安全鞋、耳护套、工作服、气体检漏器等。

13 消 防

13.1 防火等级

半地下污水处理厂以污水为主要介质，以钢筋混凝土为主要建筑材料的半地下大空间消防工程设计没有现行的规范做为设计依据，需对半地下污水处理厂消防工程的设计进行研究。

消防，作为关系到人生安全、财产损失的关键要素，更有必要通过各有关部门的讨论确定。

本工程作为环保工程，其主要生产构筑物均为污水、污泥净化处理的蓄水或盛水构筑物。按国家现行《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014 版）要求，本次工程厂内新建主要建（构）筑物见下表，建（构）筑物耐火等级不低于二级。

新建主要建（构）筑物一览表 表 13.1-1

序号	（建）构筑物名称	单位	数量	耐火等级	火灾危险等级
1.	粗格栅及进水泵房	座	1	二级	戊
2.	细格栅及曝气沉砂池	座	1	二级	戊
3.	膜格栅	座	1	二级	戊
4.	生物反应池	座	2	二级	戊
5.	膜池及设备间	座	2	二级	戊
6.	加氯接触池	座	1	二级	戊
7.	鼓风机	座	1	二级	丁
8.	加药间	座	1	二级	戊
9.	配电间	座	1	二级	丁

13.2 防火措施

(一) 总图运输

在厂区内总平面布置上，按生产性质、工艺要求及火灾危险性的大小等划分出各个相对独立的区域，并在区域之间采用道路相隔。

基地设置两个出入口，出入口宽度均为 6 米，厂区内消防道路环通，道路尺寸及转弯半径满足消防车通行要求。

本工程综合体为半地下式污水厂，将污水厂内的建构筑物合建为一个集约化的污水处理综合体。为了减小污水处理过程中对周边环境的影响，箱体顶板覆土约 1.5 米，种植绿化，布置小品雕塑等形成大片绿地景观。

本工程箱体内辅助配套用房内物质设备均不可燃，无燃爆危险。市政污水处理过程中会产生的臭气、可燃气体主要为硫化氢和氨气。经过实际监测结果，上述两种气体的浓度水平远远低于他们的爆炸（燃烧）极限。将容易产生上述气体的构筑物池均加以密封并进行负压抽引，通过管道收集系统将气体集中收集至生物除臭装置，无害化后通过竖井排至地面室外空间，减少了火灾隐患。故厂房区域的火灾危险性类别确定为戊类。

箱体内中间设置 7 米宽车行道贯穿整个箱体，可满足消防车通行，箱体内大部分为水池池顶（空仓区，无人值守，约 8 小时一次巡检，2 人）。

(二)电气

本工程消防设施采用双回路电源供电，其配电线采用非延燃铠装电缆，明敷时置于桥内或埋地敷设，以保证消防用电的可靠性。

建、构筑物的设计均根据其不同的防雷级别按防雷规范设置相应的避雷装置，防止雷击引起的火灾。

电气系统具备短路、过负荷、接地漏电等完备保护系统，防止电气火灾的发生。

(三)自控报警

报警设施的作用是：在发生火灾等事故时，发出紧急信号、迅速通知中心控制室、请求救援等。

手动报警器：箱体内每 50m 设置一处手动报警器，与消火栓、灭火器等设施共同设置，用于事故的当事者或发现者启动手动报警器，把事故通知中心控制室。

自动报警器：火灾自动报警系统采用光缆分布式温度监测系统，专门用于对箱体内环境温度和火情实施在线监控，并同火灾控制程序相连，将火灾报警区的火灾的信息及系统运转和故障信号输入中心控制室。在任何时刻和无人干预的情况下，无间隙、不间断地对箱体内所有空间进行自动监测。

(四)消防给水及消防设施

(1)室外消防

按“建筑设计防火规范”中表 8.2.2-1 规定，同一时间内火灾次数为一次。室外消防水量按需水量最大的一座建筑物计算。

设置室外消防系统给水压力满足最不利点的消火栓水枪压力要求，厂区室外消火栓布置间距不大于 120m。

(2)室内消防

半地下箱体内设室内消火栓系统，消火栓用水量确定，消防水量不小于 20 l/s，同时使用的水枪数量为 2 支。水枪充实水柱不小于 10m。

(3)水源和给水管网

厂内生活用水由城市自来水管网供水，由 DN150 供水管引自城市管网，外网供水水压大于 0.25Mpa，满足消防用水量及水压。

(五)灭火器设置

室内消防设计考虑设置灭火器，用以有效地扑灭初期火灾。厂区内各建筑物按《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）相应配备灭火器。

灭火器配置场所的火灾种类可划分为以下五类：

A 类火灾：固体物质火灾。

B 类火灾：液体火灾或可熔化固体物质火灾。

C 类火灾：气体火灾。

D 类火灾：金属火灾。

E 类火灾（带电火灾）：物体带电燃烧的火灾。

本工程中涉及的火灾类型主要是 A 类，B 类，C 类和 E 类火灾，选用磷酸铵盐干粉灭火器。灭火器配置场所所需的灭火级别按下式计算：

$$Q = K \times \frac{S}{U}$$

式中：Q—灭火器配置场所的灭火级别（A 或 B 类，C 类和 E 类可按此标准计算）

S—灭火器配置场所的保护面积（m²）

U—A 类火灾或 B 类火灾的灭火器配置场所相应危险等级的灭火器配置基准，m²/A 或 m²/B

K—修正系数。本工程除综合楼外，无室内消火栓和其他灭火系统，K

取 1.0。

(六)厂房的安全疏散

根据《建筑设计防火规范》GB50016-2014,：

“厂房的安全出口应分散布置，每个防火分区、一个防火分区的每个楼层，其相邻 2 个安全出口最近边缘的水平距离不应小于 5m，”

“厂房的每个防火分区、一个分火分区内的每个楼层，其安全出口的数量应经计算确定，且不应少于 2 个”。

“地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室，当有多个防火分区相邻布置，并采用防火墙分隔时，每个防火分区可利用防火墙上通向相邻防火分区的甲级防火门作为第二安全出口，但每个防火分区必须至少有 1 个直通室外的安全出口”

“厂房内任一点到最近安全出口的距离不应大于下表的规定：

厂房内任一点到最近安全出口的距离（m） 表 13.2-1

生产类别	耐火等级	单层厂房	多层厂房	高层厂房	地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室
甲	一、二级	30	25	—	—
乙	一、二级	75	50	30	—
丙	一、二级	80	60	40	30
	三级	60	40	—	—
丁	一、二级	不限	不限	50	45
	三级	60	50	—	—
	四级	50	—	—	—
戊	一、二级	不限	不限	75	60
	三级	100	75	—	—
	四级	60	—	—	—

为确保发生火灾时，人员能及时逃离现场，本次设计厂房内任一点到最近安全安全出口的距离不大于 60m，在每个防火分区设置了 2 个安全出口，且有一个直通室外的安全出口。

(七)半地下厂区通风机配电

半地下厂区通风机与有毒气体检测仪表联动，当仪表检测出有毒气体时通过 PLC 控制通风机启动，确保半地下工作人员的安全。半地下厂区通风机在人员出入口设控制按钮和指示灯，方便巡视工作人员操作和了解通风机工作状态。

(八)半地下箱体电缆敷设

半地下厂区净高在 4m~6m 左右。采用 10KV 电缆下进，各低压出线电缆桥架上出线的方式。半地下厂区电缆敷设尽可能采用电缆桥架明敷，局部穿管明敷或穿预埋管敷设。

消防用电设备电缆与其它电缆分桥架敷设，消防电缆主桥架在主通道二侧吊顶敷设，其余电缆主桥架在二侧生产区吊顶敷设。

半地下厂区消防设备采用无卤低烟阻燃耐火电缆，其余采用无卤低烟阻燃电缆。

(九)半地下箱体照明

1. 半地下厂区设正常照明、应急照明、疏散指示照明。

正常照明照度值：生产区和走道--100lx，变电所和 MCC 室--200lx，排烟风机房--100lx。应急照明照度值：排烟风机房--100lx，其余部位--20lx。

2. 半地下厂区正常照明考虑采用智能控制系统，既可以满足不同区域的照明要求，又可实现灵活控制，节能减排。整个半地下厂区照明分为无人、巡视、检修等几种控制模式。

(1) 主通道采用单独的照明回路，生产区域共十个分区，每个区域照明回路相对独立，可分区域手动控制。

(2) 无人工作时仅在摄像机工作区域维持摄像机工作所需照度（30lx），满足视频监控要求。

(3) 工作人员巡检时，根据巡检需要提高巡检区域的照度，满足巡检要求。

(4) 有人员参观时，主通道和巡视通道保持正常照度，生产区域根据参观路径逐步开启关闭。

(5) 工艺设备集中处和检修区域设局部加强照明灯，采用现场面板手动控制，需要时可单独开启，满足工作和检修照明要求。

(6) 变电所、MCC 室均采用就地手动控制。

半地下厂区照明以 LED 等绿色光源为主，结合智能控制系统，可实现快速启动，节约能源。

(十)半地下厂污水处理厂运行安全监控

本工程为半地下污水处理厂，如果发生毒气聚集、火灾、水浸等状况，会对污水厂运行及人身安全产生影响，因此必须预防毒气聚集、火灾、水浸等情况的

发生。本工程在自控设计中采用各种有效措施，以确保半地下污水处理厂安全运行。

首先，为了防止毒气聚集对操作人员及设备的伤害，设置齐全的安全防护检测仪表，包括：有毒有害气体监测（硫化氢、CH₄）、温/湿度测量仪等，当毒气聚集、环境状况对人员安全及设备有危害时，中控室、半地下厂房出入口声光报警，并启动通风机进行通风。

其次，设置完善的火灾报警系统，同时所有自控线缆均采用阻燃型电缆，当火灾发生时，及时发出报警信号，相关火灾区域声光报警，切断非消防电源，连锁启动相应的排烟风机。

最后，考虑部分污水处理构筑物污水可能会溢出（细格栅等处），影响半地下厂房的操作环境及相关的配电控制设备，因此在细格栅前进水渠设置液位计，测量液位，设定高限、高高限（污水溢出）分级报警，当液位达到高高限时，关闭相关的进水泵、中间提升泵等。

（十一）事故情况下人员疏散方案

根据半地下地下箱体的特点，管理部门应结合消防措施制定相应的应急预案，以满足事故情况下人员能够顺利疏散。应急预案应至少包含以下内容：

1. 应成立应急疏散组织机构，明确职责；
2. 储存疏散人员需要的劳动保护物资，并且进行定期检查、维护和保养；
3. 明确疏散出口要求。严禁在疏散出口等位置堆放物品，保证通道畅通；
4. 应急照明和疏散指示标志。在疏散通道必要位置、疏散人员密集场所设置事故应急照明灯，保持使用有效；事故疏散指示标志采用国际通用标识，并且应能够在黑暗或烟雾情况下发出醒目光亮，便于识别；

工作井中配置必要的劳防用品（防毒面具、手套等）。

14 节 能

节能是国家发展经济的一项长远战略方针，综合利用、节约能源是我国国民经济发展的重大决策，也是社会主义现代化建设中的一个长期基本国策。

我国既是一个能源大国，按人均计算又是一个能源较匮乏的国家，尤其电能资源、水资源更为紧张。而对全人类来说地球能源相当有限，更需要全人类共同爱护、节约，综合利用各种能源资源。节约自然资源早已引起世界各国的高度重视，各国纷纷成立各种各样的节能组织。

14.1 合理用能标准和节能规范

1. 中华人民共和国节约能源法（国家主席令[2007]第 77 号）
2. 中华人民共和国可再生能源法（国家主席令[2005]第 33 号）
3. 中华人民共和国电力法（国家主席令[1995]第 60 号）*
4. 中华人民共和国建筑法（国家主席令[1997]第 91 号）
5. 中华人民共和国清洁生产促进法（国家主席令[2002]第 72 号）
6. 清洁生产审核暂行办法（国家环保总局令[2004]第 16 号）
7. 重点用能单位节能管理办法（原国家经贸委令[1999]第 7 号）
8. 民用建筑节能管理规定（建设部部长令[2005]第 143 号）
9. 节能中长期专项规划（发改环资[2004]2505 号）
10. 可再生能源中长期发展规划（发改能源[2007]2174 号）
11. 可再生能源发展“十一五”规划（发改能源[2008]610 号）

14.2 污水处理厂能源构成

本厂采用 MBR 法工艺对城市污水进行生化处理，处理过程中消耗的能源主要是电、水等。

污水处理厂能耗包括：

（1）污水、污泥处理设备的电耗：进水泵、回流污泥泵、鼓风机、产水泵、搅拌设备等。（2）生活及照明等能耗。（3）污水除磷所需的药耗。（4）生产、生活及消防用水。

14.3 能耗指标

九龙湖污水处理厂二期扩建工程污水处理规模为 6 万 m^3/d ，扩建工程新增电耗为 35390kWh/d，即处理每立方米污水增加电耗为 0.59kW·hr，折合 1589 吨标准煤/a。

14.4 项目节能措施及效果分析

14.4.1 节能综述

我国经过近二十年的努力，节能工作已初见成效，更可喜的是，节能工作已逐步走向了“法制化”。1997 年 11 月 1 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过了《中华人民共和国节约能源法》，并于 1998 年 1 月 1 日开始施行。它从法律上规范了全国人民的节能行为，使我国的节能、综合利用能源走上有序的轨道。

《中华人民共和国节约能源法》第三条明确：“本法所称节能，是指加强用能管理，采取技术上可行、经济上合理以及环境和社会可以承受的措施，减少从能源生产到消费各个环节中的损失和浪费，更加有效、合理地利用能源”。

第四条进一步指出：“节能是国家发展经济的一项长远战略方针。国务院和省、自治区、直辖市人民政府应当加强节能工作，合理调整产业结构、企业结构、产品结构 and 能源消费结构，推进节能技术进步，降低单位产值能耗和单位产品能耗，改善能源的开发、加工转换、输送和供应，逐步提高能源利用效率，促进国民经济向节能型发展。国家鼓励开发、利用新能源和可再生能源。”

14.4.2 节能措施

1. 排水专业的节能措施

(1) 进水泵根据进水井内液位高度调整水泵运转台数，采用变频泵，可以根据进水量调节。

(2) 所有水泵、鼓风机、电器设备采用国家推荐或国外进口节能产品。

(3) 采用高效率可调控鼓风机调节风量，设置智能曝气控制系统，通过生物反应池溶解氧浓度反馈控制鼓风机，适应处理工艺对供氧量的要求，以节约能耗。

(4) 厂区绿化、道路浇洒、冲洗车辆、脱水机冲洗等采用再生水，减少自来水

用水量。

2. 建筑专业的节能措施

(1) 本工程外墙墙体材料为混凝土多孔砖

(2) 外墙采用外保温构造措施，外保温建筑构造的保温层选用 40 厚胶粉聚苯颗粒保温浆料。

(3) 铝合金窗选用断热铝型材，低辐射中空玻璃。

(4) 透明外门的型材和玻璃要求与外墙相同，不透明外门采用节能外门。

(5) 平屋面保温层采用 ≥ 40 厚挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板（XPS 板），以满足屋面的传热系数要求。

(6) 热桥部位处理：采用外墙外保温，保温层贴至女儿墙顶。

3. 电气专业的节能措施

(1) 降低变压器日常损耗

变压器负载率、事故保证率满足规范要求，变压器运行于高效区，降低了变压器损耗，减少日常电能损耗。变压器采用干式变压器，消除了消防隐患，大大降低了维护管理的工作量。

(2) 节约电力电缆，降低线路损耗

变配电所设置深入负荷中心，合理设置，节约了大量电力电缆的用量，降低了线路损耗，同时节省一次投资。

(3) 采用节能型灯具，降耗节能

照明均选用高光通量节能型灯具。在满足照度要求的前提下采用功率密度限额设计，符合照明节能要求。

(4) 自然通风，节能降耗

变配电所内变压器室发热量最大，优先采用自然通风的方式，节省能耗。控制室、高配间发热量小，控制设备多，采用自然通风+极端高温时用空调或机械通风设备降温相结合的方式，节能效果可达最佳。

4. 仪表专业的节能措施

选用先进控制系统，对溶解氧，进水流量等实行自动监测，通过 PLC 实现最佳控制，合理调整工况，保证高效工作。

15 水土保持

在调查工程建设区及直接影响区在建设过程中水土保持设施破坏情况的基础上，预测因工程建设可能造成新增水土流失量，提出相应的防治对策和具体的水土保持措施，为工程建设的水土保持工作指出方向、提供技术依据，最大限度地减少水土流失对生态环境的破坏，同时使项目区原有水土流失得到有效治理，生态环境得到改善，并更好地维护主体工程安全。

本工程施工时，易造成水土流失，一些临时用地，如临时施工场地和便道等，对土地占用、碾压等使得土地裸露，将引起或加剧土地沙化，此外，一些不合理的施工还将导致项目区生态环境遭受不可逆转的破坏，掩埋区域沿线的植被及水利设施等，给工程沿线造成不利影响。

水土保持方案是从实际出发，按照“预防为主，综合防治”的水土保持工作方针，以及水土保持设施建设“三同时”原则，充分结合主体工程的设计、施工与管理，科学地制定水土保持方案，合理布设水土保持措施，以有效控制和减少工程建设中可能引起的水土流失。

15.1 水土保持目的

在调查工程建设区及直接影响区在建设过程中水土保持设施破坏情况的基础上，预测因工程建设可能造成新增水土流失量，提出相应的防治对策和具体的水土保持措施，为工程建设的水土保持工作指出方向、提供技术依据，最大限度地减少水土流失对生态环境的破坏，同时使项目区原有水土流失得到有效治理，生态环境得到改善，并更好地维护主体工程安全。

15.2 水土保持分析结论

经现场调查，区域地质条件一般，项目对永久占地中破损的路面及绿化带等应进行及时恢复，临时占地不对地表造成破坏，使用完毕后清扫地面，恢复道路原状及交通。

大部分管线沿路敷设，这样就减少砍伐树木的数量，避免了因为砍伐树木增加水土流失。

合理安排工序，缩短从开挖到回填的时间，余土及时外运，这就避免了因为施工造成的水土流失。

地表覆土采用原有腐殖土，短期内完成绿化工作。项目运营时就不会存在水土流失问题。

土石方工程中，挖方有部分可利用，这些利用方在施工过程中都形成临时弃渣；未利用方形成永久弃渣，永久弃渣本阶段的消化去向为本区的建筑垃圾受纳场。主体工程土石方平衡基本合理。主体工程施工布置合理，施工方法成熟，选择的开挖方式即经济，又最大限度的控制了占地面积。

从施工时段上分析，降雨对构筑物基坑和管槽坡面可能有冲刷影响，建议加强施工管理，尽量避免雨季施工。本方案对可能造成水土流失影响因素等进行分析，提出了主要针对临时弃渣补充防护措施，防止其在堆放过程中由于结构松散，人为的扰动及降雨侵蚀影响造成水土流失。

15.3水土流失防治方案

（1）水土流失防治目标

1) 工程完工后，对因工程施工扰动、占压的土地分区合理安排水土流失防治措施及实施进度计划，方案设计水平年扰动土地整治率达到 95%；

2) 工程完工后，开发建设区水土保持方案措施全部到位，项目区内的水土流失得到有效治理；

3) 对扰动地表及时整治、硬化或恢复植被，控制水土流失，项目区现状土壤侵蚀强度以微度为主；

4) 在工程建设期，工程产生的弃渣集中堆放并做好临时防护，拦渣率达到 95%；

5) 工程完工后，项目建设区内宜林宜草地全部恢复植被；

6) 项目建设后，部分地表都被硬化，林草覆盖率相应降低。

（2）防治措施体系和总体布局

水土保持措施要根据各防治分区的特点进行布设，本工程以施工辅助区的水土流失量最大，并呈块状和线状分布，因此本工程的防治措施总体布局也应结合施工区域布置。

主要采用如下措施：

- 1) 临时措施：主要针对临时弃渣进行临时拦挡和苫盖；
- 2) 植物措施：施工前绿化带中的树木进行移栽，后期恢复绿化带；

16 投资估算

16.1 主要工程内容

本工程估算系根据我院南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程可研文件及图纸进行编制。

16.2 编制依据

- (1) 《市政工程投资估算编制办法》(建标[2007]164 号)
- (2) 《江西省市政工程消耗量定额及统一基价表》(2017)
- (3) 《江西省房屋建筑与装饰工程消耗量定额及统一基价表》(2017)
- (4) 《江西省通用安装工程消耗量定额及统一基价表》(2017)
- (5) 《江西省建筑与装饰、通用安装、市政工程费用定额（试行）》(2017)
- (6) 洪府发[2004]3 号文
- (7) 《关于实施建筑业营业税改增值税后调整全省建设工程现行计价规则和依据的通知》赣建价[2016]3 号
- (8) 《关于调整建筑、装饰等工程定额综合工日单价的通知》赣建价[2013]5 号
- (9) 《南昌建设工程造价信息》2018 年第 3 期
- (10) 类似工程技经资料

16.3 工程建设其它费用

- (1) 场地准备及临时设施费：按第一部分工程费用×1%；
- (2) 建设管理费：按财建〔2016〕504 号文规定执行；
- (3) 工程监理费：参照国家发改委、建设部发改价格[2007] 670 号文；
- (4) 建设项目前期工作咨询费：参照计价格[1999]1283 号文；
- (5) 勘察费：参照计价格[2002]10 号文；
- (6) 设计费、施工图预算编制费、竣工图编制费：参照计价格[2002]10 号文；
- (7) 环境影响咨询服务费：按计价格[2002]125 号文；

- (8) 高可靠性供电费：按 330 元/KV·A 计，容量为 6400KV·A；
- (9) 供电外线费用按暂估考虑，今后按实际情况调整；
- (10) 劳动安全卫生评审费：按工程第一部分费用 $\times 0.3\%$ ；
- (11) 工程保险费：按工程第一部分费用 $\times 0.4\%$ ；
- (12) 招标代理服务费：参照计[2002]1980 号文；
- (13) 联合试运转费：按设备购置费 $\times 1\%$ ；
- (14) 工程造价咨询服务费：按赣价协[2015]9 号江西省建设工程造价咨询服务收费基准价执行；
- (15) 施工图审查费：按《江西省物价局、省建设厅关于制定建筑工程施工图审查收费试行标准的通知》赣价房字[2000]6 号规定执行；
- (16) 征地费：按 30 万元/亩，共征地 41.6 亩计算；
- (17) 基本预备费：按第一、二部分费用合计 $\times 10\%$ 。

16.4 工程总投资

本工程估算总投资 45776.38 万元。

其中：工程费用 35389.59 万元；

工程建设其他费用 4832.74 万元；

预备费 3217.79 万元；

建设期贷款利息 785.06 万元；

铺底流动资金 304.69 万元。

16.5 资金筹措及建设期贷款利息

本工程建设资金按 30%自筹资金、70%银行贷款考虑，贷款利率 4.9%，建设期按 1 年。

投 资 估 算 表

建设项目名称: 南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程

序号	工程或费用名称	金 额 (万 元)		设备及工 器具购置	其它 费用	技术经济指标				备 注
		建筑 工程	安装 工程			合 计	单 位	数 量	单位价值 (元)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一	工程费用									
1	粗格栅及进水泵房	土建				153.72	m ³	1708	900	
		管配件	23.90			23.90				
		工艺设备	28.68	238.98		267.66				
2	细格栅及曝气沉砂池	土建	348.30			348.30	m ³	2902	1200	
		管配件	40.75			40.75				
		工艺设备	40.75	339.57		380.32				
3	膜格栅	土建	41.58			41.58	m ³	277	1500	
		管配件	28.16			28.16				
		工艺设备		234.68		234.68				
4	生物反应池	土建	2154.77			2154.77	m ³	39178	550	2座
		管配件	125.63			125.63				
		工艺设备	188.45	1570.39		1758.83				
5	膜池及设备间	土建	1199.52			1199.52	m ³	14994	800	2座
		管配件	400.00			400.00				
		工艺设备	500.00	5000.00		5500.00				
6	加氯消毒池	土建	123.98			123.98	m ³	2066	600	
		管配件	2.36			2.36				
		工艺设备	1.13	9.45		10.58				
7	鼓风机房	土建	110.88			110.88	m ²	554	2000	
		管配件	66.44			66.44				
		工艺设备	99.67	830.55		930.22				
8	脱水机房	工艺设备	72.00	600.00		672.00				
9	加氯间	土建	39.60			39.60	m ²	198	2000	
		管配件	5.51			5.51				
		工艺设备	2.65	22.05		24.70				

建设项目名称: 南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程

序号	工程或费用名称	金 额 (万 元)			其它费用	技术经济指标				备 注
		建筑工程	安装工程	设备及工器具购置		合 计	单 位	数 量	单位价值 (元)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	加药间	39.60				39.60	m ²	198	2000	
			11.97			11.97				
			9.58	79.80		89.38				
11	变配电间	59.85				59.85	m ²	399	1500	
12	机修车间及仓库	45.00				45.00	m ²	300	1500	
13	进水仪表间	12.50				12.50	m ²	50	2500	
14	出水仪表间	11.00				11.00	m ²	44	2500	
15	新建综合楼	880.00				880.00	m ²	2200	4000	
16	上部箱体	2355.43				2355.43	m ³	67298	350	
17	箱体通道	372.40				372.40	m ²	1064	3500	
18	电气设备		204.55	1704.55		1909.10				
19	仪表设备		238.71	1989.26		2227.97				
20	曝通设备		79.45	662.10		741.55				
21	除臭设备		100.00	950.00		1050.00				
22	运输设备			55.00		55.00				
23	化验设备			106.31		106.31				
24	机修设备			8.93		8.93				
25	平面布置	848.18				848.18				
			353.41			353.41				
						70.00	m	700	1000	
						52.50	m ²	1500	350	
						170.00	m	250	6800	
						394.50	m	300	13150	
						1350.00	m	300	45000	
						1040.00	m ²	26000	400	
26	地基处理	1855.03				1855.03				
27	基坑围护									

建设项目名称:南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程

序号	工程或费用名称	金额(万元)				设备及工器具购置	其它费用	技术经济指标				备注
		建筑	安装	工程				合计	单位	数量	单位价值(元)	
1	2	3	4			5	6	7	8	9	10	11
					植草护坡			107.75	m ²	21551	50	
					三维植被网			258.61	m ²	21551	120	
					锚杆			441.25	m	44125	100	
					冠梁			153.72	m ³	769	2000	
					网格式			103.34	m ³	413	2500	
					排水沟			65.88	m	2196	300	
28	土方回填	87.50						87.50	m ³	17500	50	
29	挖石方	2992.00						2992.00	m ³	136000	220	静态爆震
30	拆除原综合楼	31.84						31.84	m ²	796	400	
31	管线保护费	100.00						100.00				暂估
32	老建筑保护费	50.00						50.00				暂估
33	维持生产措施费	100.00						100.00				
34	工器具购置费					144.02		144.02				
	工程费用小计	18220.23	2623.74			14545.62		35389.59	m ³ /d	60000	5898	
	工程建设其他费用											
二												
1	建设单位管理费						497.76	497.76				
2	建设工程监理费						444.94	444.94				
3	工程造价咨询服务费						589.76	589.76				
(1)	清单编制						81.93	81.93				
(2)	结算审核						120.93	120.93				
(3)	施工阶段全过程工程造价控制						386.91	386.91				
4	建设项目前期工作咨询费						54.88	54.88				
5	勘察费						272.50	272.50				
6	设计费						1141.33	1141.33				
7	施工图预算编制费						114.13	114.13				
8	竣工图编制费						91.31	91.31				
9	环境影响咨询服务费						12.35	12.35				

建设项目名称: 南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程

序号	工程或费用名称	金额(万元)			设备及工器具购置	其它费用	技术经济指标				备注
		3	4	5			合计	单位	数量	单位价值(元)	
1	2						7	8	9	10	11
10	深基坑评审费					20.00	20.00				暂估
11	基坑监测费					50.00	50.00				暂估
12	劳动安全卫生评审费					106.17	106.17				
13	场地准备及临时设施费					353.90	353.90				
14	高可靠性供电费					211.20	211.20	KV·A	6400	330	
15	供电外线费					500.00	500.00				暂估
16	工程保险费					141.56	141.56				
17	生产职工培训费					9.00	9.00	人·月	36	2500	
18	办公及生活家具购置费					2.50	2.50	人	10	2500	
19	联合试运转费					144.02	144.02				
20	招标代理服务费用					43.24	43.24				
21	施工图审查费					22.19	22.19				
22	节能评估费					10.00	10.00				
	工程建设其他费用小计					4832.74	4832.74	m ³ /d	60000	805	
三	预备费										
1	基本预备费					3217.79	3217.79				8%
	预备费小计					3217.79	3217.79				
四	征地费					1246.50	1246.50	亩	41.6	300000	
五	建设期贷款利息					785.06	785.06				
六	铺底流动资金					304.69	304.69				
	工程总投资	18220.23	2623.74	14545.62		10386.79	45776.38	m ³ /d	60000	7629	
	总投资比例	39.80%	5.73%	31.78%		22.69%	100.00%				

17 财务评价及经济分析

17.1 财务评价

进行本工程项目财务评价的主要依据是：

- (1) 国家发展改革委与建设部 2006 年 7 月 3 日发布的《关于建设项目经济评价工作的若干规定》、《建设项目经济评价方法》(以下简称“评价方法”)、《建设项目经济评价参数》；
- (2) 建设部城建司下达、由中国勘察设计协会市政设计协会组织编制的《给排水建设项目经济评价细则》(以下简称“评价细则”)；
- (3) 本工程项目的技术研究和投资估算。

17.1.1 计算原则和评价参数

(1) 项目计算期

基于本工程初期投资较大，财务收入较低，使用年限较长等特点，项目计算期按 20 年计算，其中建设期 1 年，生产经营期 20 年。

(2) 借款利息计算

在财务评价中，贷款年利率按 4.90% 计算，假定借款发生当年均在年中支用，按半年计息，其后年份按全年计息；还款当年按年末偿还，按全年计息。

(3) 物价水平的变动因素

财务评价均采用现行价格体系为基础的预测价格。为简化计算，建设期内各年均采用时价(既考虑建设期内相对价格变化，又考虑物价总水平上涨因素)，生产经营期内各年均以建设期末物价总水平为基础。

(4) 税金及附加

根据国家相关营改增文件编制。

所得税按利润的 25% 征收。

(5) 评价参数

国家级评价参数，如社会折现率，影子价格等均遵照国家发展改革委与建设部组织测定、发布的参数执行；行业性的评价参数原则上采用“评价细则”测算

的数据。主要评价参数确定如下：

a. 固定资产综合折旧率，年大修理费。

根据国家规定的固定资产分类折旧年限、投资构成比例和本行业分析统计资料，参照“评价细则”测算的数据，结合本工程实际情况取定：

固定资产综合折旧率为 4.75%

大修理费为 2.0%

b. 其他资产摊销期限

其他资产从投产之年起，平均按 10 年的期限分期摊销，即年摊销率为 10%。

c. 流动资金及铺底流动资金

流动资金根据流动资金估算表（见附表）计算。

d. 盈余公积金的提取比例

盈余公积金的提取比例，按税后利润(扣除弥补亏损)的 10%提取。

e. 财务基准收益率和基准投资回收期

按照“评价细则”，根据近几年给排水行业的统计资料，并考虑到国家资金的有效利用，行业技术进步和价格结构等因素，取定财务基准收益率(不考虑通货膨胀因素)为 4%，基准投资回收期(自建设开始年算起)为 14 年。

17.1.2 成本费用预测

成本费用预测的基本数据和各项费用支出见附表。

总成本费用是建设项目投产运行后一年内为生产营运而花费的全部成本和费用，包括外购原材料、燃料和动力，工资及福利费，修理费，摊销，利息支出以及其他费用。

年经营费用是项目总成本扣除固定资产折旧费，其他资产摊销费和利息支出后的全部费用。

生产成本按其与水量的关系分为可变成本和固定成本，在总成本费用中，随处理水量增减而成比例增减的费用部分为可变成本，外购原材料、动力和药剂等费用都属可变成本，与处理水量的变化无关的费用部分为固定成本。

17.1.3 财务分析报表和主要财务评价指标

(1) 财务分析报表

本工程财务评价所编制的财务分析报表包括下列各类现金流量表、利润与利润分配表、财务计划现金流量表，资产负债表和借款还本付息估算表。

a. 现金流量表反映项目在整个计算期内各年的现金流入和流出，籍以进行项目财务盈利能力分析，按照投资计算基础和财务侧重点的不同，分为项目投资现金流量表和项目资本金现金流量表。

项目投资现金流量表(见附表)用于融资前动态分析，以营业收入、建设投资、经营成本和流动资金的估算为基础，考察整个计算期内现金流入和现金流出，利用资金时间价值的原理进行折现，计算项目投资内部收益率和净现值等指标。

项目资本金现金流量表(见附表)在拟定的融资方案下，从项目资本金出资者整体的角度，确定其现金流入和流出，利用资金时间价值的原理进行折现，计算项目资本金财务内部收益率指标，考察项目资本金可获得的收益水平。

b. 利润与利润分配表

利润与利润分配表(见附表)反映了项目计算期内各年的营业收入、总成本费用、利润总额等情况以及所得税后利润的分配，用以计算总投资收益率、项目资本金净利润率等指标。

c. 财务计划现金流量表

财务计划现金流量表(见附表)反映了项目计算期内各年的投资、融资及经营活动的现金流入和流出，用于计算累计盈余资金，分析项目的财务生存能力。

d. 资产负债表

资产负债表(见附表)综合反映了项目计算期内各年年末资产、负债及所有者权益的增减变化及对应关系，计算资产负债率。

e. 借款还本付息估算表（见附表），反映项目计算期内各年借款本金偿还和利息支付情况，用于计算偿债备付率和利息备付率指标。

(2) 主要财务评价指标

a. 财务收支状况，见附表。

b. 主要财务评价指标，见附表。

17.1.4 敏感性分析

由于项目评价所采用的数据，大部分系预测和估算，存在一定程度的不确定

性，为了分析、预测财务评价诸因素发生变化时对项目经济评价的影响。从中找出敏感因素，并确定其影响程度，因此在财务评价的基础上进行敏感性分析。

根据本工程特色，设定敏感性分析中可能发生变化的主要因素是工程投资、经营费用和排污费收费单价，考虑可能变化幅度为±10%和±20%。

工程投资、经营费用和排污费收费单价发生变化时对财务内部收益率的影响示于附表。

17.1.5 盈亏平衡分析

以生产能力利用率表示该项目的盈亏平衡点，其计算公式为：

$$\text{BEP} = \frac{\text{年固定总成本}}{\text{年销售收入} - \text{年可变成本} - \text{销售税金及附加}}$$

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{3320.76}{8164.80 - 2166.09 - 221.631} = 57.48\% \end{aligned}$$

计算结果说明，该项目达到设计生产能力的 57.48% 时，企业可以保本。

17.2 国民经济分析

由于本工程项目为城市基础设施，以服务于社会为主要目的，它既是生产部门必不可少的生产条件，又是居民生活的必要条件，对国民经济的贡献主要表现为外部效果，所产生的效益除部分经济效益可以定量计算外，大部分则表现为难以用货币量化的社会效益和环境效益，因此，应从系统观点出发，与人民生活水平的提高和健康条件的改善、与工农业生产的加速发展等宏观效益结合在一起评价。

17.3 经济分析结论

扩建完成后，按提高污水处理收费标准 3.78 元/m³ 计算，项目投资财务内部收益率为 6.00%(税前)，大于行业基准收益率 4%，项目投资回收期为 14 年，小于行业基准投资回收期 18 年。本工程虽然未能进行国民经济评价的具体指标计算，但从工程本身特点来看，国民经济效益也是好的，因此本项目是可以接受的。

总成本费用估算表

序 号	项 目 名 称	年 价		生 产（营 运） 期																					合 计
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	生产负荷%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
1	动力费	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232	1232			
2	自来水费	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3			
3	药剂费	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547			
4	工资福利费	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65			
5	生产期贷款利息	1570	1459	1344	1225	1101	972	839	702	559	410	257	97									10535			
6	固定资产综合折旧	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	2159	43190			
7	大修费	894	894	894	894	894	894	894	894	894	894	894	894	894	894	894	894	894	894	894	894	17871			
8	设备更新费用	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	16000			
9	其他资产摊销	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	4			
九	污泥外运费	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	1028			
10	管理、销售和其他费用	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	9209			
11	其他短期贷款利息支出																								
12	流动资金利息支出	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	286			
13	年总成本	7801	7690	7574	7455	7331	7203	7070	6932	6789	6641	6487	6328	6221	6231	6231	6231	6231	6231	6231	6231	135146			
13.1	其中：可变成本	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	2312	46247			
13.2	固定成本	5488	5377	5262	5143	5019	4891	4758	4620	4477	4329	4175	4016	3918	3918	3918	3918	3918	3918	3918	3918	88899			
14	单位处理成本	3.61	3.56	3.51	3.45	3.39	3.33	3.27	3.21	3.14	3.07	3.00	2.93	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	3.13			
	其中：单位处理可变成本	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07			
15	年经营成本	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	81131			
	单位经营成本	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88			

项目投资现金流量表

序 号	项目名称	建设期		生产(运营)期																		合计	
		年份																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
	生产负荷		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1	现金流量																						
1.1	销售(营业)收入		3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	163296
1.2	回收固定资产净值																						1336
1.3	回收流动资金净值																						470
	流入小计		3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	3165	165102
2	现金支出																						
2.1	固定资产投资	44687																					44687
2.2	流动资金		470																				470
2.3	经营成本		4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	81131
2.4	增值税		222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	4483
2.5	所得税		428	428	428	428	428	428	428	428	428	428	428	428	428	428	428	428	428	428	428	428	8563
2.6	调整所得税		5177	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	139284
	流出小计	44687	5177	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	139284
3	净现金流量	-44687	2888	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	25318
4	累计净现金流量	-44687	-41698	-38240	-34782	-31323	-27865	-24406	-20948	-17489	-14031	-10572	-7114	-3655	-197	3281	6720	10178	13637	17095	20554	25818	
5	所得税前净现金流量	-44687	3416	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	3887	54381
6	所得税后净现金流量	-44687	-41270	-37384	-33497	-29610	-25724	-21837	-17951	-14064	-10177	-6291	-2404	1482	5369	9256	13142	17029	20915	24902	28589	34381	

项目资本金现金流量表

序 号	项目/名称	年份	生产（营运）期																			合计	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
1	生产负荷%		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	现金流入																						
	1.1 销售（营业）收入		8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	163296
	1.2 回收固定资产余值																						1336
	1.3 回收流动资金余值																						141
	流入小计		8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	164773
2	现金流出																						12643
2.1	固定资产投资	12643																					
2.2	流动资金		141																				141
2.3	借款本金偿还		2267	2350	2436	2619	2715	2815	2918	3025	3136	3251	1987										32043
2.4	借款利息支付	785	1584	1473	1368	1239	1115	987	854	716	573	425	271	112	14	14	14	14	14	14	14	14	11606
2.5	承诺费																						
2.6	经营成本		4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	81131
2.8	增值税		222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	4433
2.9	所得税		36	63	92	122	153	185	218	253	289	326	364	404	428	438	438	438	438	438	438	428	5929
	流出小计	13428	8806	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	147927
3	净现金流量	-13428	-141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1384	3444	3444	3444	3444	3444	3444	3444	4921	16845
4	累计净现金流	-13428	-13569	-13569	-13569	-13569	-13569	-13569	-13569	-13569	-13569	-13569	-13569	-12184	-8740	-5296	-1852	1592	5086	8480	11925	16845	
5	所得税前净现金流量	-13428	-106	63	92	122	153	185	218	253	289	326	364	1788	3872	3872	3872	3872	3872	3872	3872	5349	22775
6	所得税后净现金流量	-13428	-13534	-13470	-13378	-13256	-13103	-12918	-12700	-12447	-12158	-11832	-11468	-9680	-5808	-1937	5809	9681	13554	17426	22775		

利润与利润分配表

序 号		年份		生产（营运）期																		合计	
				项目 名称	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19
		生产负荷%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
一		排污费收入	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	8164.8	163296.0
二		总成本费用	7600.7	7689.6	7574.5	7455.1	7331.3	7203.0	7070.0	6932.1	6789.1	6640.9	6487.2	6327.9	6230.5	6230.5	6230.5	6230.5	6230.5	6230.5	6230.5	6230.5	135145.7
三		增值税	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	221.6	4432.6
四		利润总额	142.5	253.6	368.7	488.1	611.8	740.1	873.2	1011.1	1154.1	1302.3	1456.0	1615.3	1712.6	1712.6	1712.6	1712.6	1712.6	1712.6	1712.6	1712.6	23717.7
五		弥补以前年度亏损额																					
六		应纳税所得额	142.5	253.6	368.7	488.1	611.8	740.1	873.2	1011.1	1154.1	1302.3	1456.0	1615.3	1712.6	1712.6	1712.6	1712.6	1712.6	1712.6	1712.6	1712.6	
七		所得税	35.6	63.4	92.2	122.0	153.0	185.0	218.3	252.8	288.5	325.6	364.0	403.8	428.2	428.2	428.2	428.2	428.2	428.2	428.2	428.2	5929.4
八		税后利润	106.9	190.2	276.5	366.1	458.9	555.1	654.9	758.3	865.5	976.7	1092.0	1211.5	1284.5	1284.5	1284.5	1284.5	1284.5	1284.5	1284.5	1284.5	17788.3
1		盈余公积金 (f=10%)													128.4	128.4	128.4	128.4	128.4	128.4	128.4	1027.6	
2		公益金 (f=5%)													64.2	64.2	64.2	64.2	64.2	64.2	64.2	513.8	
3		应付利润												1211.5	1091.8	1091.8	1091.8	1091.8	1091.8	1091.8	1091.8	9945.9	
4		未分配利润	106.9	190.2	276.5	366.1	458.9	555.1	654.9	758.3	865.5	976.7	1092.0									6301.0	
		累计应分配利润	106.9	297.1	573.6	939.6	1398.5	1953.6	2608.5	3366.8	4232.4	5209.1	6301.0	6301.0	6301.0	6301.0	6301.0	6301.0	6301.0	6301.0	6301.0	6301.0	

单位: 万元

财务计划现金流量表

序 号	项目名称	年份		生产（营运）期																				合计
		建设期	1																					
				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
	生产负荷%		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1	经营活动净现金流量		3851	3823	3794	3765	3734	3702	3668	3634	3598	3561	3523	3483	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	3458	71803
1.1	现金流入		8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	168296
1.1.1	营业收入		8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	8165	168296
1.1.3	补贴收入																							
1.1.4	其他流入																							
1.2	现金流出		4314	4342	4370	4400	4431	4463	4496	4531	4567	4604	4642	4682	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	4706	91493
1.2.1	经营成本		4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	4057	81131
1.2.3	增值税		222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222	4493
1.2.5	所得税		36	63	92	122	153	185	218	253	289	326	364	404	428	428	428	428	428	428	428	428	428	5929
1.2.6	其他流出																							
2	投资活动净现金流量		-470																					
2.1	现金流入																							1806
2.2	现金流出		470																					1806
2.2.1	建设投资		44637																					45157
2.2.2	维持运营投资		44637																					44637
2.2.3	流动资金																							
2.2.4	其他流出		470																					470
3	筹资活动净现金流量		44637	-3331	-3794	-3765	-3734	-3702	-3668	-3634	-3598	-3561	-3522	-3510	-1106	-1106	-1106	-1106	-1106	-1106	-1106	-1435	-7983	
3.1	现金流入		45472	470																			45942	
3.1.1	项目资本金投入		13428	141																			13569	

单位:万元

财务计划现金流量表

序 号		项目名称	年份	生产(营运)期																					合计
				建设期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
3.1.2		建设投资借款		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	32043
3.1.3		流动资金借款		329																					329
3.1.4		债券																							
3.1.5		短期借款																							
3.1.6		其他流入																							
3.2		现金流出	785	3851	3823	3794	3765	3734	3702	3668	3634	3598	3561	3522	3310	1106	1106	1106	1106	1106	1106	1106	1106	1485	53925
3.2.1		各种利息支出	785	1594	1473	1358	1239	1115	987	854	716	573	425	271	112	14	14	14	14	14	14	14	14	14	11606
3.2.2		偿还债务本金		2267	2350	2436	2526	2619	2715	2815	2918	3025	3136	3251	1987									32373	
3.2.3		应付利润													1211	1092	1092	1092	1092	1092	1092	1092	1092	9946	
3.2.4		其他流出																							
4		净现金流量									0	0	0	0	0	173	2352	2352	2352	2352	2352	2352	2352	329	20469
5		累计盈余资金									0	0	0	1	1	173	2526	4878	7230	9583	11935	14287	16640	20469	

资产负债表

序号	项目名称	年份	生产（营运）期																					
		建设期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	资产																							
1.1	流动资产总额		924	924	924	924	924	924	924	924	924	925	925	925	1088	3460	5832	8155	10507	12859	15212	17564	20323	
1.1.1	应收账款		676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	
1.1.2	存货		182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	
1.1.3	现金		66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	
1.1.4	其他										0	0	1	1	173	2526	4978	7230	9583	11935	14287	16640	19099	
1.2	在建工程	45472																						
1.3	固定资产净值		31789	30196	28683	26980	25378	23775	22172	20669	18966	17364	15761	14158	12555	10952	9350	7747	6144	4641	2888			
1.4	无形资产及递延资产净值		32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32										
	资产小计	45472	32745	31142	29539	27937	26334	24731	23128	21526	19923	18320	16888	15266	16005	16755	17504	18254	19003	19753	20502	20923		
2	负债及所有者权益																							
2.1	流动负债总额		783	783	783	783	783	783	783	783	783	783	783	783	783	783	783	783	783	783	783	783	454	
2.1.1	应付账款		454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	
2.1.2	流动资金借款		329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	
2.1.3	其他短期借款																							
2.2	长期借款	32043	29777	27427	24991	22465	19847	17132	14317	11400	8375	5238	1987											
	负债小计(2.1+2.2)	32043	30560	28210	25774	23248	20630	17915	15100	12183	9188	6021	2770	783	783	783	783	783	783	783	783	783	454	
2.3	所有者权益	19428	19676	19866	14143	14509	14988	15523	16178	16896	17802	18778	19870	19870	20063	20256	20448	20941	20834	21026	21219	21412		
2.3.1	实收资本	19428	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	19669	
2.3.2	累计盈余公积金及公益金														193	385	578	771	963	1156	1349	1541		
2.3.3	累计未分配利润		107	297	574	940	1399	1954	2609	3367	4232	5209	6301	6301	6301	6301	6301	6301	6301	6301	6301	6301	6301	
	负债及所有者权益小计	45472	44236	42077	39917	37757	35598	33438	31278	29119	26969	24800	22640	20663	20946	21039	21231	21424	21617	21809	22002	21965		
	指标计算																							
	资产负债率%	70%	53%	91%	87%	83%	78%	72%	65%	57%	48%	33%	17%	5%	5%	5%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	2%	
	流动比率%		118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	118%	140%	441%	741%	1041%	1342%	1642%	1942%	2243%	4602%		
	速动比率%		95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	117%	417%	718%	1018%	1318%	1619%	1919%	2219%	4569%		

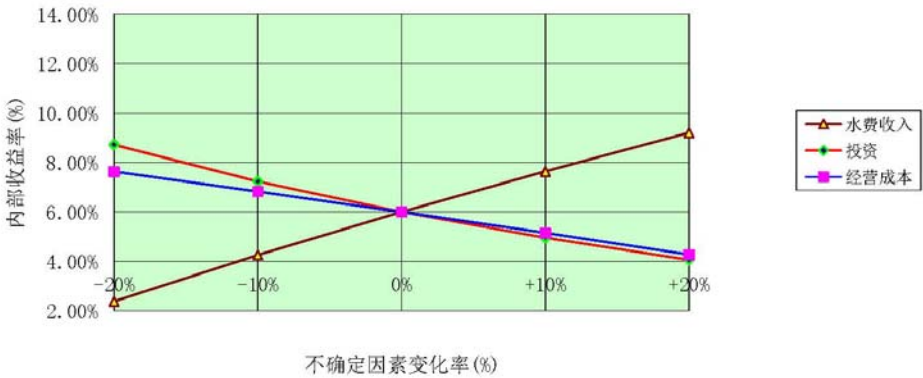
借款还本付息计划表

序 号	项目 名称	年份 年份	利率 %	建设期		生产（营运）期												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	借款及还本付息		4.90%															
1.1	年初借款本息累计				32043.5	29776.9	27427.1	24990.9	22465.2	19846.6	17131.9	14317.3	11399.5	8374.5	5238.33	1986.9		
1.1.1	本金				32043.5	29776.9	27427.1	24990.9	22465.2	19846.6	17131.9	14317.3	11399.5	8374.5	5238.33	1986.9		
1.1.2	建设期利息																	
1.2	本年借款			32043.5														
1.3	本年应计利息			785.1	1570.1	1459.1	1343.9	1224.6	1100.8	972.5	839.5	701.5	558.6	410.4	256.7	97.4		
1.4	承诺费																	
1.5	本年还本				2266.5	2349.8	2436.2	2525.7	2618.5	2714.8	2814.5	2917.8	3025.0	3136.19	3251.438	1986.89		
1.6	本年付息			785.1	1570.1	1459.1	1343.9	1224.6	1100.8	972.5	839.5	701.5	558.6	410.4	256.7	97.4		
2	偿还借款本金的资金来源																	
2.1	未分配利润				106.9	190.2	276.5	366.1	458.9	555.1	654.9	758.3	865.5	976.71	1091.96			
2.2	折旧				2159.5	2159.5	2159.5	2159.5	2159.5	2159.5	2159.5	2159.5	2159.5	2159.5	2159.5	2159.5	2159.5	
2.3	摊销				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2							
2.4	其他资金																	
	合计 (2.1+2.2+2.3+2.4)				2266.5	2349.8	2436.2	2525.7	2618.5	2714.8	2814.5	2917.8	3025.0	3136.2	3251.4	2159.5	2159.5	

敏感性分析表--财务内部收益率

敏感因素变化幅度	投资	经营成本	水费收入
-20%	8.72%	7.63%	2.38%
-10%	7.24%	6.83%	4.26%
0%	6.00%	6.00%	6.00%
+10%	4.96%	5.15%	7.64%
+20%	4.07%	4.27%	9.21%

全部投资敏感性分析图



财务收支状况表

序号	项目	收支费用(万元)
一	财务收入	
	排污费收入	163296.0
二	财务支出	
1	固定资产投资	44686.6
2	经营成本	81131.2
3	税金	10362.0
4	利息支出	11606.4
	其中:建设期贷款利息	785.1
	财务支出合计	147786.3
三	财务收益	15509.7

主要财务指标

序号	项目名称	指标
1	财务内部收益率	
1.1	项目投资财务内部收益率(所得税前)	6.00%
1.2	项目投资财务内部收益率(所得税后)	4.65%
1.3	项目资本金财务内部收益率(所得税前)	6.54%
1.4	项目资本金财务内部收益率(所得税后)	5.08%
2	项目投资回收期(年)	
2.1	所得税前	12.62
2.2	所得税后	14.06
3	项目投资财务净现值(万元)	
3.1	所得税前	11.24
3.2	所得税后	-4621.72
4	总投资收益率	3.77%
5	项目资本金净利润率	6.55%

18 工程效益

由于污水工程为城市基础设施项目，以服务于社会为主要目的，它既是生产部门必不可少的生产条件，又是改善环境的必要条件，对国民经济的贡献主要表现为外部效果，所产生的效益除部分经济效益可以定量计算外，大部分则表现为难以用货币量化的环境效益和社会效益，因此，应从系统观点出发，与人民生活水准的提高和健康条件的改善，与工业农业生产的加速发展等宏观效益结合在一起评价。城市排水设施及污水处理设施的投资效益具有以下三个特点：

第一，间接性，排水及污水处理设施投资所带来的效益往往是促使其它部门生产效率的提高，损失的减少，所以，投资的直接收益率低。

第二，隐蔽性，排水设施投资的主要效果是保证生产、方便生活和防治水污染，减少或消除水污染损失，因此，其所得到的的是人们不容易觉察到的“无形”补偿。

第三，分散性，水污染的危害涉及社会各方面，包括生产、生活、景观、人体健康等，因此，排水设施投资效益基本上是间接的经济效果。

18.1 环境效益

随着本工程的建设，九龙湖污水处理厂二期扩建工程建成后，可有效解决服务范围内过量污水出路，提高地区排水安全性。有效去除各种污染物对赣江水质的冲击。将改善当地的生态环境，地区的环境质量得以改善和提升，体现了良好的环境效益。

污染物减少量（t/a） 表 18.1-1

指 标	BOD ₅	COD _{Cr}	SS	NH ₃ -N	TN	TP
本工程运行后排放减少量	2497	4161	4271	514.65	438	59.1

18.2 社会效益

污水厂扩建工程的建设将完善红谷滩新区的污水系统，有效的改善了赣江流域水环境，保证了红谷滩新区的可持续发展，为居民提供更好的生活环境。

近年来老百姓对改善地区水环境、提高地区排水防涝能力的呼声越来越高。

因此，本工程实施后，本工程的建设，将大大提升地区污水处理能力，实现污染源纳管，改善和提升地区的环境质量，体现了良好的社会效益，是为民办实事的民生工程。

18.3经济效益

尽管污水治理工程并不直接产生经济效益，但项目的实施将对提高水体水质起到积极的作用，改善当地的生态环境。随着地区环境质量的改善，将使地区的土地得到增值，极大地推动地区经济尤其是房地产经济的发展，可带来良好的经济效益。同时，本工程的实施将提高城市卫生水平，提升地区形象，使社会经济发展与环境保护并举。

19 结论及建议

19.1 结论

1. 为保护生态环境，降低河道污染，为南昌可持续发展提供基础条件，保护赣江水质等方面分析，本工程的实施具有很强的必要性和紧迫性。

2. 处理规模：九龙湖污水处理厂规划总规模为 21 万 m^3/d ，现状规模为 3 万 m^3/d ，本次为二期扩建工程，扩建处理规模为 6 万 m^3/d ，实施后污水厂处理规模达到 9 万 m^3/d 。

3. 设计进出水水质如下：

项目 名称	COD_{cr} (mg/l)	BOD_5 (mg/l)	SS (mg/l)	$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	粪大肠菌 群数 (个/l)
设计进水水质	220	120	200	25	35	3	
设计出水水质	≤ 30	≤ 6	≤ 5	≤ 1.5	≤ 15	≤ 0.3	≤ 1000

4. 污水处理主体工艺采用 MBR 工艺，出水水质优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准，部分指标达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV 类标准，除臭执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 中恶臭污染物厂界标准值的二级标准。

5. 污泥最终处置沿用一期，送往南昌市垃圾填埋场填埋；污泥处理按照《城镇污水处理厂污泥处置混合物料使用泥质》(GB/T23485-2009) 执行，采用浓缩+板框脱水工艺，脱水后污泥含水率不高于 60%，本次污泥处理利用一期提标改造工程建设脱水机房，新增设备。

6. 二期扩建工程布置在一期工程东侧，污水厂规划控制用地 234 亩，目前一期及一期提标已经征用土地面积为 54 亩，本次二期扩建需新征土地 41.6 亩。

7. 污水厂型式采用半地下式污水厂型式，处理设施均布置在半地下箱体中，箱体上部覆土种植绿化，布置景观小品等。主要的新建设施包括粗格栅及进水泵房、细格栅及曝气沉砂池、膜格栅、生物反应池、膜池及设备间、加氯接触池、鼓风机房、加氯间、加药间等，并新增综合楼 1 座。

8. 本工程估算总投资 4.58 亿元，其中工程费用 3.54 亿元。污水厂单位处理成本为 3.13 元/m³ 污水，单位经营成本 1.88 元/m³ 污水（含膜更换费用）。

19.2 存在问题及建议

1、城市污水处理是一项系统工程，从目前的状况分析，污水管网不完善制约了污水的收集。为此，建议加快城市污水管网的完善和截污工程的推进，使处理设施能充分发挥其效用。

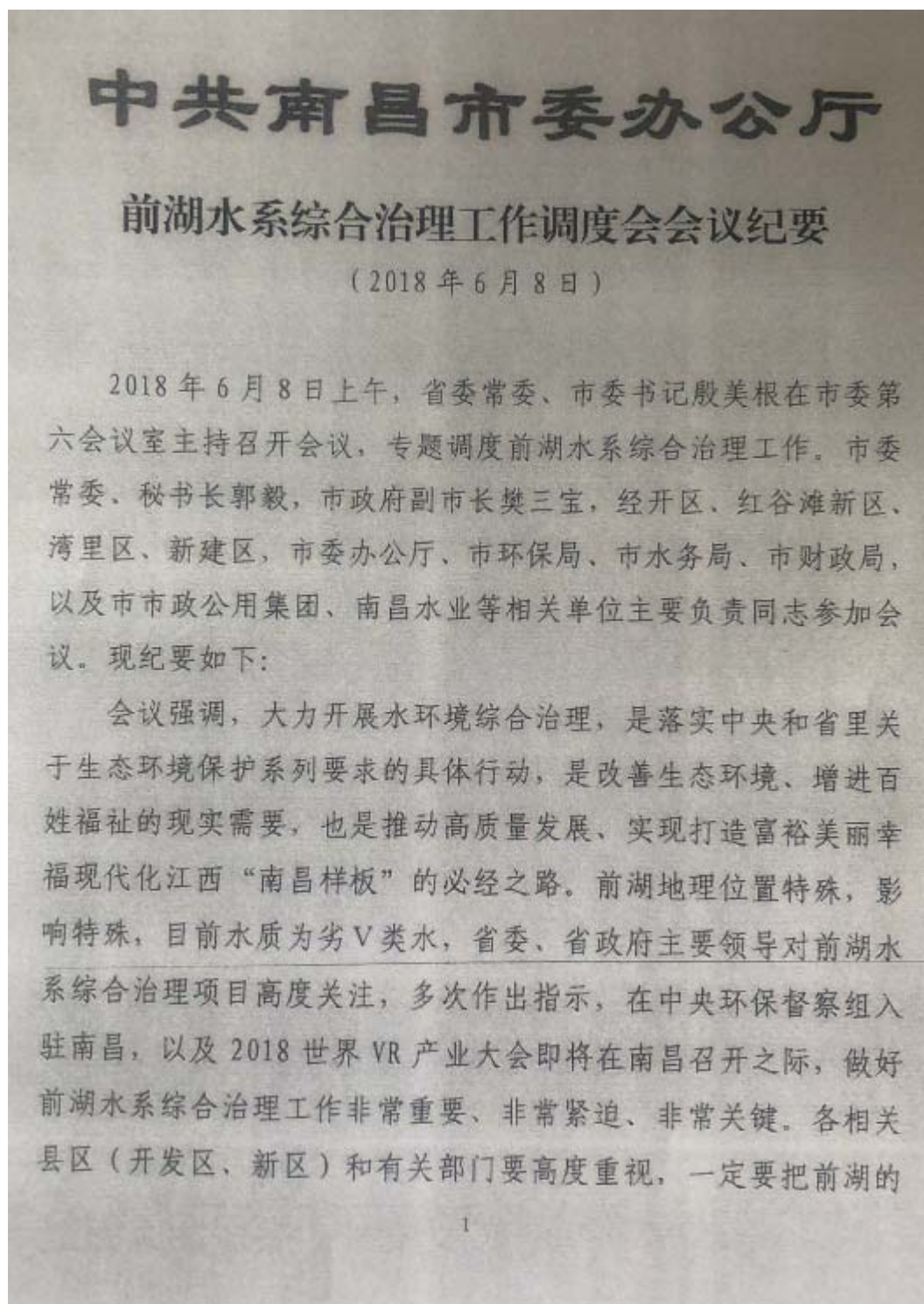
2、本次扩建工程用地须上报相关部门，以便顺利开展下阶段设计工作。

3、本阶段参考厂区前期工程详勘资料设计，在下阶段需要对拟建场地进行详细地质勘察，故所有构（建）筑物的地基处理可能与以后提供的地质勘探资料有所出入，待下阶段地质报告出来后进行复核，工程费用可能有所调整。

4、建议下阶段与电业部门沟通落实 10kV 电源增容，以利于下阶段工程实施。

20 附件

20.1 附件 1：前湖水系综合治理工作调度会会议纪要



水环境治理好、水生态构建好、水优势发挥好。

会议指出，自全市水环境综合治理动员大会召开以来，全市上下大力开展水生态环境治理，实施了一批河湖大截污清淤工程、污水处理厂提标改造工程、黑臭水体专项治理工程等，全面推进“河湖长制”，编制了《南昌市水环境综合治理综合规划》，治水兴水取得可喜成绩。其中围绕前湖水系综合治理，成立了项目工作领导小组，制定了综合治理方案，明确了施工单位和施工时限，前期工作准备充分，为下一步推进治理工作打下了坚实基础。

会议就做好前湖水系综合治理，对以下工作进行了明确：

1. 治理原则。推进前湖水系综合治理应遵循以下原则：一是系统治理，流域统筹。水环境治理是一项综合性、系统性工程，仅靠局部治理不能从根本上改善水质，必须树立系统观念，全流域统筹推进。二是远近结合，标本兼治。要把近期目标和远期目标结合起来，分步实施，既要立足当前，集中人力、物力、财力，快速有效地解决形势最迫切、矛盾最尖锐、反映最强烈的水质问题；又要着眼长远，从根本上防治水污染、改善水环境、修复水生态，确保问题不反弹。三是综合施策，多措并举。要针对不同的问题、不同的隐患、不同的类别，采取不同的策略和措施。四是市级牵头，属地负责。由樊三宝同志总负责，市水务局、市环保局牵头，属地政府要落实主体责任，各司其职、各负其责、协同推进。

2. 治理目标。前湖水系治理目标分为三个阶段：一是 2018 年

年底之前要全面彻底消灭黑臭水体和劣 V 类水；二是到 2020 年要“保 IV 争 III”，确保 IV 类，力争 III 类，也就是前湖水系全域带着 IV 类水进入小康社会。三是全力打造标杆工程、示范工程、样板工程，为全市乃至全省的水环境综合治理提供可复制、可推广的经验。

3. 治理内容。由市水务局牵头、市环保局配合，再次对前湖水系全流域进行地毯式排查，不留死角、不留盲点、不留漏洞，根据排查结果确定治理内容。

4. 治理方案。原则同意市水务局在会上汇报的方案，并请市水务局完善相关程序。下一步，市水务局要将治理内容全部纳入治理方案当中，结合会上大家的讨论情况，并征求各有关县区和市直相关部门意见后，进一步修改完善，尽快付诸实施。

5. 治理方式。采取集中处理与分散处理并举的方式，近期以分散处理方式进行过渡，远期以集中处理方式为主。要按时限要求推进红谷滩污水处理厂和九龙湖污水处理厂提标扩容工程，力争到 2020 年分别达到 40 万吨/天、20 万吨/天的处理能力。

6. 治理措施。实施六大工程：一是防洪工程，根据城市防洪规划，不同河段分别采用 20—50 年一遇洪水标准；二是外源治理工程，做好沿河截污工作，提升雨水处理能力；三是内源治理工程，清除河道受污染的底泥，并进行无害化、减量化、资源化处理；四是水力调控工程，将赣江水体一级提升至前湖调节池，为前湖及红角洲景观渠水系供水；五是生态修复工程，改善水生态

系统的结构与功能，恢复生物多样性水平，增强水体的自净能力，提升水体的环境容量，稳定维持水质净化效果；六是景观提升工程，对工程范围内的景观进行适度提升。

7. 治理责任。一是市水务局负责前湖水系治理的总牵头、总调度、总协调。二是属地政府承担前湖水系辖区内治理主体责任；超出红谷滩污水处理厂处理能力的部分，由经开区、红谷滩新区、新建区各自承担三分之一的处理量。三是由市环保局负责前湖水系水质监测，并在县区交界处设立监测点。四是我省金达莱环保股份有限公司兼氧膜生物反应器技术国际领先，技术成熟、简便易行，已在全国 29 个省（市、区）推广使用。省委书记、省长刘奇同志在年初的全省城乡环境综合整治工作会议上指出，我省大型的城市环卫保洁企业不多，金达莱环保股份有限公司做得算是比较成功的，我们要用庞大的市场来招引培育企业、培育产业。省工信委围绕大力支持金达莱环保股份有限公司发展，组织调研组开展了专题调研，形成调研报告，提出了具体帮扶措施，刘奇同志又在该调研报告上作出批示：“金达莱还应加强信息化、智能化应用，形成新业态、新模式，提升环保运营服务水平。”为了支持本地企业发展，原则同意属地政府按规定以单一来源采购的方式购买金达莱公司的运营服务，双方的权利义务责任以合同形式约定，具体由市财政局、市水务局负责操作、把关、指导。五是由市发改委牵头，会同市法制办、市环保局、市水务局、市财政局、市物价局等相关职能部门研究确定收费标准，并报市政府批

准后执行。六是前湖水系治理各项费用承付主体由市政府专题研究确定。七是治理项目的作业面由属地政府按时保质保量提供到位。

20.2附件 2：污泥处置协议

关于接收江西洪城水业环保有限公司 红谷滩分公司污泥处置的协议

甲方：南昌水业集团环保能源有限公司

乙方：南昌市红谷滩新区管理委员会

依照《中华人民共和国合同法》及其他法律、行政法规，遵循平等、自愿、公平和诚实守信的原则及最近市政组织召开的《关于印发城镇污水处理厂污泥处置协调会会议纪要通知》精神，双方就接受污泥事项协商达成。

一、甲方同意在乙方未确定处置单位前，全额接受乙方所产生的污泥。

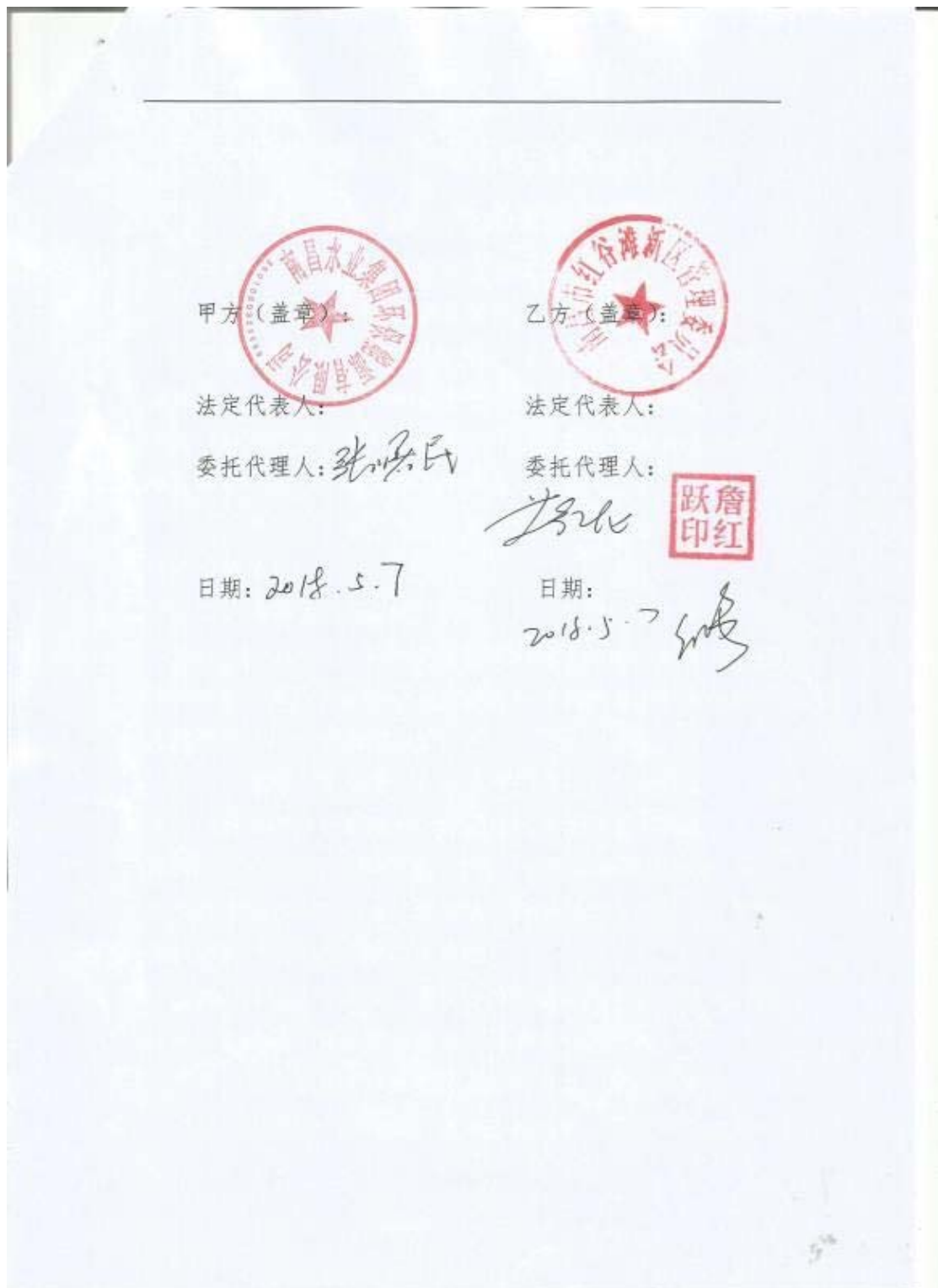
二、合同日期从 2017 年 10 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日，若乙方在此期间找到新的污泥接收方，应提前三天通知甲方，双方终止本协议。若乙方合同期满未找到新的污泥接收方，则合同期限顺延。

三、污泥处置费用：乙方生产工作中生产的污泥由乙方负责运送到甲方指定地点，污泥处置费用经双方协议，暂按照 60 元/吨计算，日产污泥约 5 吨，费用每年结算一次，合同暂估价为 234000 元/年，结算以实际接收的污泥量（市城管委监管的污泥转移联单）为依据。

四、协议未尽事宜，由双方协商解决，协商不成的，任何一方有权将争议提交南昌仲裁委员会仲裁解决。

五、本合同须经双方签字盖章即生效，须共同遵守。

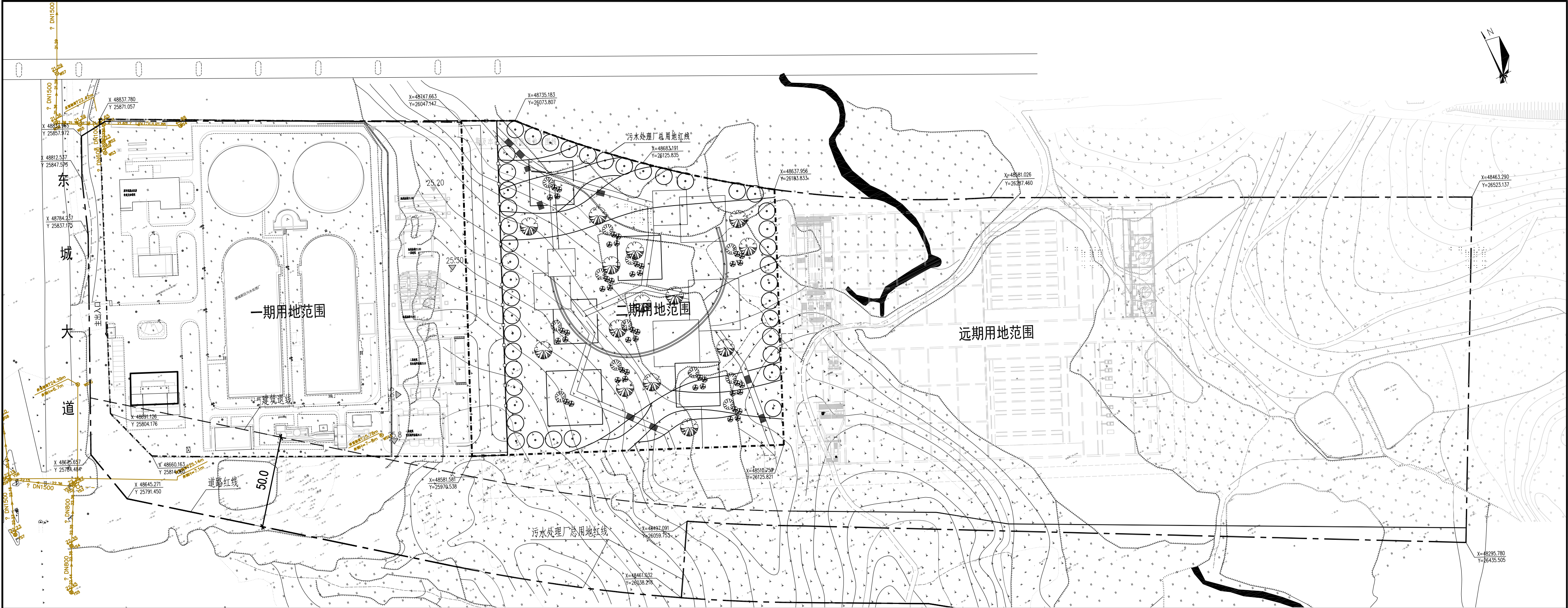
六、本协议一式陆份，双方各执叁份，具有同等法律效力。



21 附图

21.1附图

序号	图纸编号	图纸名称	张数
1.	DF01D-01	方案一 总体布置图（MBR 半地下）	1
2.	DF01D-02	方案一 二期扩建工程上层图(MBR 半地下)	1
3.	DF01D-03	方案一 二期扩建工程剖视图(MBR 半地下)	1
4.	DF01D-04	方案一 水力高程图（MBR 半地下）	1
5.	DF01D-05	方案一 土方平衡图（MBR 半地下）	1
6.	DF02D-01	方案二 总平面布置图（AAO 半地下）	1
7.	DF02D-02	方案二 水力高程图（AAO 半地下）	1



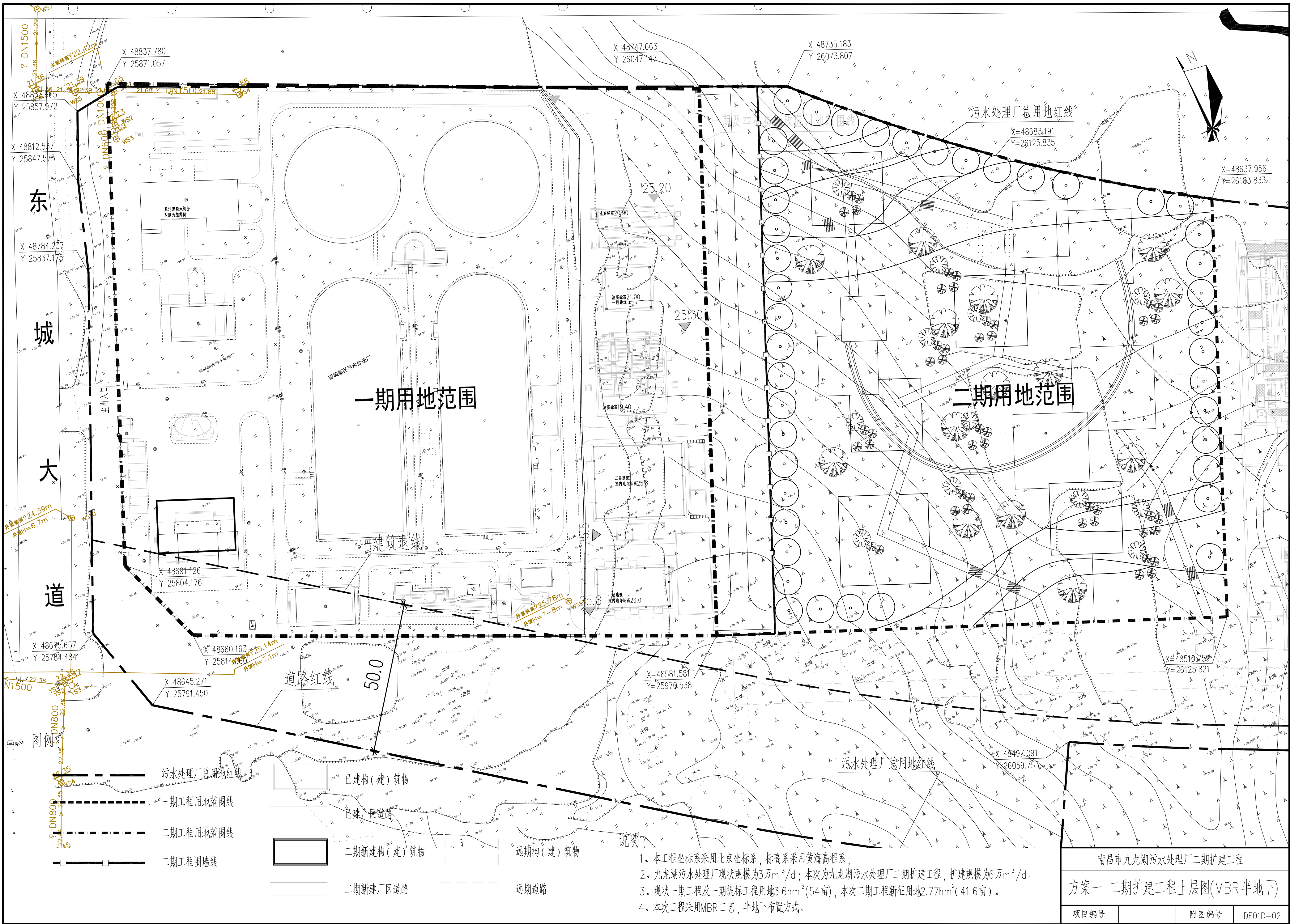
图例:

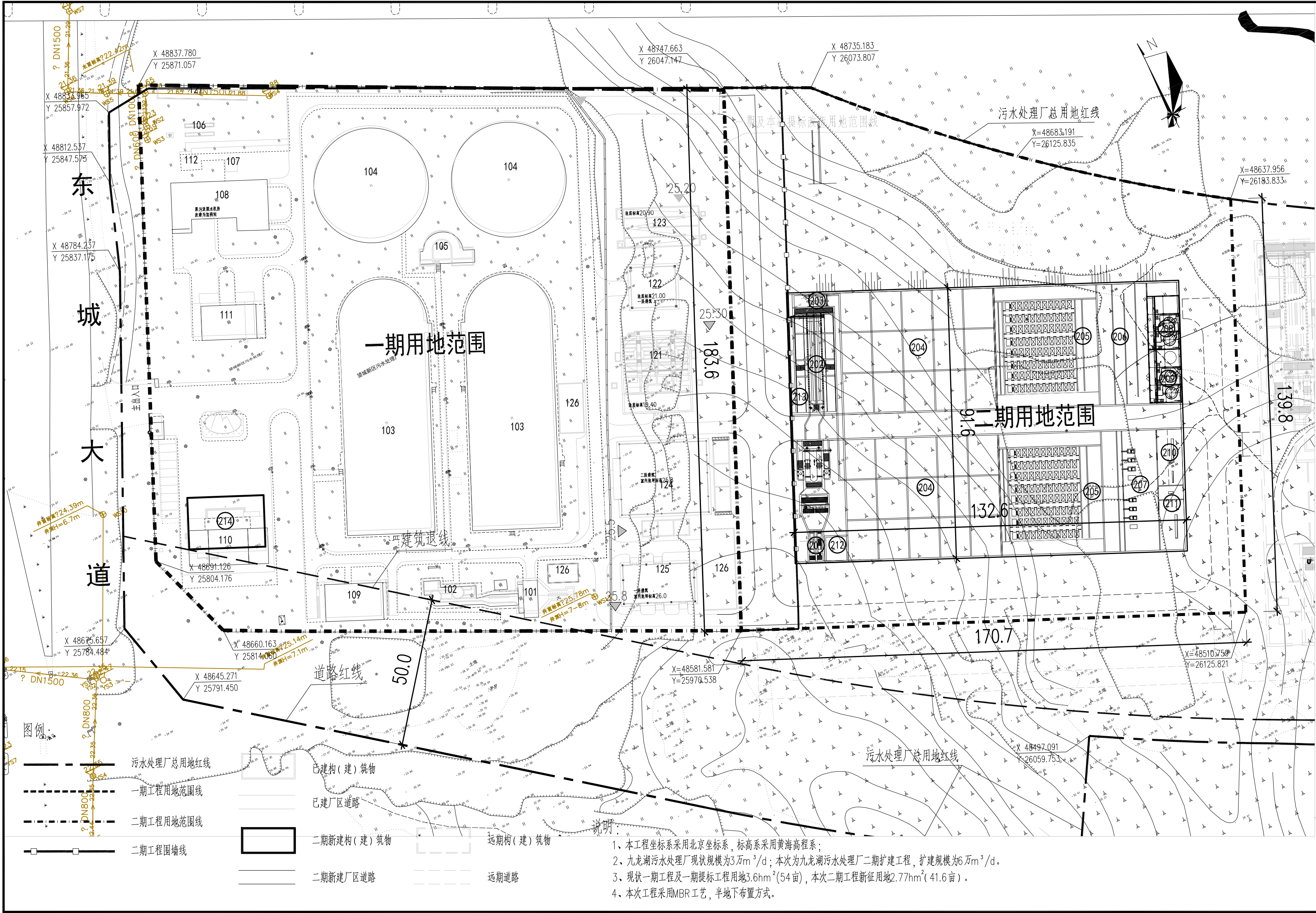
- | | | | | | | | |
|--|------------|--|----------|--|------------|--|----------|
| | 污水处理厂总用地红线 | | 已建构(建)筑物 | | 二期新建构(建)筑物 | | 远期构(建)筑物 |
| | 一期工程用地范围线 | | 已建厂区道路 | | 二期新建厂区道路 | | 远期道路 |
| | 二期工程用地范围线 | | | | | | |
| | 二期工程围墙线 | | | | | | |

说明:

- 本工程坐标系采用北京坐标系, 标高系采用黄海高程系;
- 九龙湖污水处理厂现状规模为 $3\text{万m}^3/\text{d}$; 本次为九龙湖污水处理厂二期扩建工程, 扩建规模为 $6\text{万m}^3/\text{d}$, 扩建完成后规模达到 $9\text{万m}^3/\text{d}$; 远期控制总规模 $21\text{万m}^3/\text{d}$ 。
- 本工程远期控制总用地为 15.6hm^2 (234亩), 其中一期工程及一期提标工程用地 3.6hm^2 (54亩), 本次二期工程新征用地 2.77hm^2 (41.6亩)。
- 本次工程采用MBR工艺, 半地下布置方式。

南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程		
方案一 总体布置图 (MBR半地下)		
项目编号	附图编号	DF01D-01





已建构(建)筑物一览表

序号	构筑物名称	数量 (座)	规模 (m^3/d)	备注
101	粗格栅及进水泵房	1	3.0	
102	细格栅及沉砂池	1	3.0	
103	氧化沟	2	3.0	
104	二沉池	2	3.0	
105	配水排水井	1	3.0	
106	紫外线消毒池	1	3.0	已拆除
107	贮泥池	1	3.0	
108	加药间	1	土建 9.0万 设备 3.0万	
109	配电间1#	1		
110	综合楼	1		本次拆除
111	综合车间	1		
112	分析间	1		
121	中水提升泵房及高效沉淀池	1	3.0	
122	滤布滤池	1	3.0	
123	接触消毒池	1	3.0	
124	污泥脱水机房	1	土建 21.0万 设备 3.0万	二期增加设备
125	配电间2#	1		
126	除臭生物土壤滤池	3	3.0	
127	巴氏流量槽	1	3.0	

新建构(建)筑物一览表

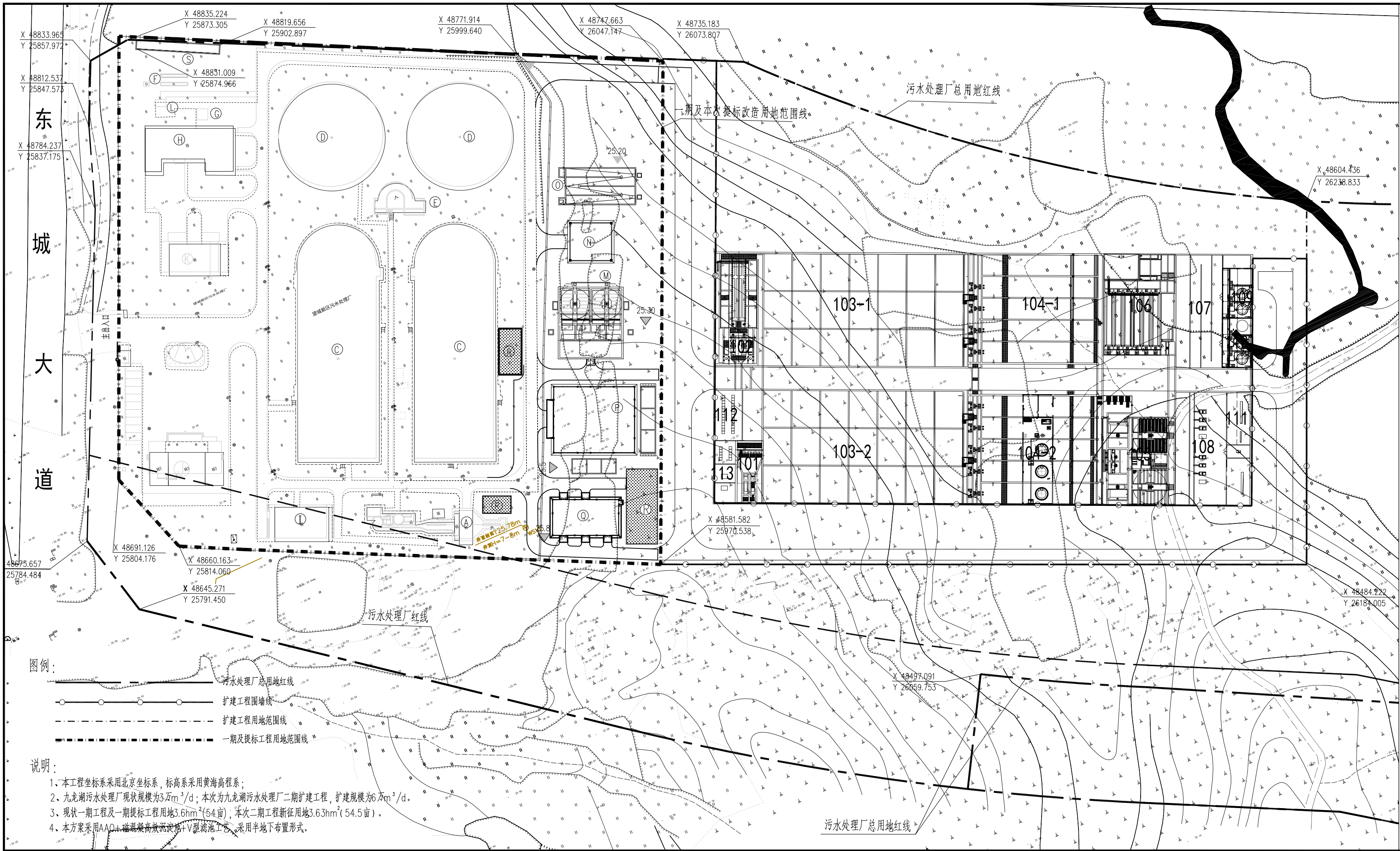
规模 $6\text{万m}^3/\text{d}$

序号	构筑物名称	数量 (座)	备注
201	粗格栅及进水泵房	1	整体布置在半地下箱体中
202	细格栅及曝气沉砂池	1	
203	膜格栅	1	
204	生物反应池	2	
205	膜池及设备间	2	
206	加氯消毒池	1	
207	鼓风机房	1	
208	加氯间	1	
209	加药间	1	
210	变配电间	1	
211	机修车间及仓库	1	
212	进水仪表间	1	
213	消防控制室	1	
214	综合楼	1	新建

南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程

方案一 二期扩建工程剖视图(MBR半地下)

项目编号 附图编号 DF01D-03



新建构(建)筑物一览表

规模6万m³/d

序号	构筑物名称	数量 (座)	备注
101	粗格栅及进水泵房	1	整体布置在地下箱体中
102	细格栅及曝气沉砂池	1	
103	AAO生物反应池	2	
104	二沉池	2	
105	中间提升泵房及磁混凝沉淀池	1	
106	V型滤池	1	
107	加氯消毒池	1	
108	鼓风机房	1	
109	加药间	1	
110	加药间	1	
111	1#变配电间	1	
112	2#变配电间	1	
113	进水仪表间	1	

已建构筑物一览表

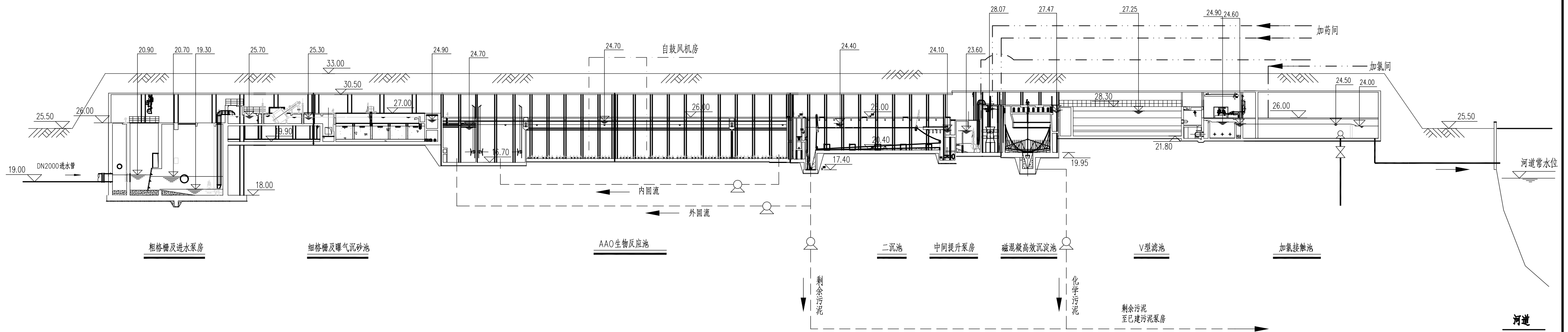
规模3万m³/d

序号	构筑物名称	数量 (座)
(A)	粗格栅及进水泵房	1
(B)	细格栅曝气沉砂池	1
(C)	氧化沟	2
(D)	二沉池	2
(E)	配水灌溉井	1
(F)	紫外消毒池(已拆除)	1
(G)	配水池(已拆除)	1
(H)	加药间	1
(I)	配电间	1
(J)	综合楼	1
(K)	综合车间	1
(L)	分析间	1
(M)	高浓度污泥池	1
(N)	滤布滤池	1
(O)	接触消毒池	1
(P)	污泥脱水机房	1
(Q)	配电间	1
(R)	除臭生物土壤滤池	3
(S)	巴氏计量槽	1

南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程

方案二 总平面布置图(AAO半地下)

项目编号 附图编号 DF02D-01



南昌市九龙湖污水处理厂二期扩建工程			
方案二 水力高程图 (AAO半地下)			
项目编号		附图编号	DF02D-02