

证券简称：国林科技

证券代码：300786



青岛国林环保科技股份有限公司

QINGDAO GUOLIN ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD.

（住所：青岛市市北区瑞昌路168号）

2020年向特定对象发行股票 募集说明书

（申报稿）



保荐人（主承销商）：华福证券有限责任公司

（住所：福建省福州市鼓楼区鼓屏路27号1#楼3层、4层、5层）

二〇二〇年十月

公司声明

本募集说明书按照《公开发行证券的公司信息披露内容与格式准则第 37 号——创业板上市公司发行证券申请文件（2020 年修订）》、《公开发行证券的公司信息披露内容与格式准则第 36 号——创业板上市公司向特定对象发行证券募集说明书和发行情况报告书（2020 年修订）》等要求编制。

本公司及全体董事、监事、高级管理人员承诺募集说明书不存在任何虚假、误导性陈述或重大遗漏，并对其真实性、准确性及完整性承担相应的法律责任。

公司负责人、主管会计工作负责人及会计机构负责人（会计主管人员）保证募集说明书中财务会计报告真实、完整。

中国证券监督管理委员会、深圳证券交易所对本次发行所作的任何决定或意见，均不表明其对申请文件及所披露信息的真实性、准确性、完整性作出保证，也不表明其对发行人的盈利能力、投资价值或者对投资者的收益作出实质性判断或保证。任何与之相反的声明均属虚假不实陈述。

根据《证券法》的规定，证券依法发行后，发行人经营与收益的变化，由发行人自行负责。投资者自主判断发行人的投资价值，自主作出投资决策，自行承担证券依法发行后因发行人经营与收益变化或者证券价格变动引致的投资风险。

重要提示

本部分所述词语或简称与本募集说明书“释义”所述词语或简称具有相同含义。

1、本次向特定对象发行股票相关事项已经公司第三届董事会第三十一次会议、2020年第二次临时股东大会审议通过，本次向特定对象发行股票尚需经深圳证券交易所和中国证监会履行相应的程序。

2、本次发行的发行对象为符合中国证监会规定的证券投资基金管理公司、证券公司、信托投资公司、财务公司、保险机构投资者、合格境外机构投资者以及其他符合法律法规规定的法人、自然人或其他机构投资者等合计不超过35名的特定投资者。证券投资基金管理公司以其管理的2只以上基金认购的，视为一个发行对象；信托投资公司作为发行对象的，只能以自有资金认购。

最终发行对象由股东大会授权董事会在通过深圳证券交易所审核，并获得中国证监会同意注册文件后，按照中国证监会相关规定及本募集说明书所规定的条件，根据询价结果与本次发行的保荐机构（主承销商）协商确定。

3、公司本次向特定对象发行股票的定价基准日为发行期首日，本次发行价格不低于定价基准日前二十个交易日公司股票交易均价的百分之八十（定价基准日前二十个交易日股票交易均价=定价基准日前二十个交易日股票交易总额/定价基准日前二十个交易日股票交易总量）。若公司股票在本次发行定价基准日至发行日期间发生派息、送股、资本公积金转增股本等除权、除息事项，则本次向特定对象发行股票的发行价格将进行相应调整。

4、本次向特定对象发行股票募集资金总额不超过36,000.00万元，扣除发行费用后的募集资金净额拟投入如下项目：

单位：万元

序号	项目名称	投资总额	拟使用募集资金金额
1	2.5万吨/年高品质晶体乙醛酸项目（一期）	36,000.00	36,000.00
	合计	36,000.00	36,000.00

在本次发行募集资金到位之前，公司可根据募集资金投资项目实施进度的实

际情况以自筹资金先行投入，并在募集资金到位后予以置换。本次募集资金净额不足上述项目拟投入募集资金总额时，差额部分由公司自筹解决。

5、本次向特定对象发行股票数量不超过 1,708.80 万股（含 1,708.80 万股），向特定对象发行股票的股票数量上限不超过本次发行前公司总股本的 20%。

若公司股票在本次发行董事会决议公告日至发行日期间发生送股、资本公积金转增股本或因其他原因导致本次发行前公司总股本发生变动及本次发行价格发生调整的，则本次向特定对象发行股票的股票数量上限将进行相应调整。最终发行股票数量以中国证监会同意注册的数量为准。

6、本次发行完成后，公司股权分布符合深圳证券交易所的上市要求，不会导致不符合股票上市条件的情形发生，不会导致公司控股股东和实际控制人发生变化。

7、本次向特定对象发行股票发行对象所认购的股份自发行结束之日起六个月内不得转让。本次发行结束后因公司送股、资本公积金转增股本等原因增加的公司股份，亦应遵守上述限售期安排。限售期结束后的转让将按照届时有效的法律法规和深圳证券交易所的规则办理。

8、本次向特定对象发行股票前公司的滚存未分配利润由本次发行完成后新老股东共享。

9、本次向特定对象发行股票完成后，公司的每股收益短期内存在下降的风险。特此提醒投资者关注本次向特定对象发行股票摊薄股东即期回报的风险，虽然本公司为应对即期回报被摊薄风险而制定了填补回报措施，但所制定的填补回报措施不等于对公司未来利润做出保证。投资者不应据此进行投资决策，投资者据此进行投资决策造成损失的，公司不承担赔偿责任，提请广大投资者注意。

目 录

第一节 发行人基本情况	7
一、发行人基本情况	7
二、股权结构、控股股东及实际控制人情况	8
三、所处行业的主要特点及行业竞争情况	9
四、主要产品及主要业务模式	67
五、现有业务发展安排及未来战略	75
第二节 本次证券发行概要	79
一、本次向特定对象发行股票的背景与目的	79
二、发行对象及其与公司的关系	86
三、本次向特定对象发行股票的方案概要	86
四、募集资金投向	89
五、本次发行是否构成关联交易	89
六、本次发行是否将导致公司控制权发生变化	89
七、本次发行方案取得有关主管部门批准的情况以及尚需呈报批准的程序 ..	90
第三节 董事会关于本次募集资金使用的可行性分析	91
一、本次募集资金的使用计划	91
二、本次募集资金投资项目的必要性与可行性分析	91
三、与现有业务或发展战略的关系	102
四、实施能力及资金缺口的解决方式	102
五、本次发行募投项目对公司经营管理、财务状况的影响	103
六、本次向特定对象发行股票募集资金使用的可行性结论	103
第四节 董事会关于本次发行对公司影响的讨论与分析	104
一、本次发行对公司业务及资产整合计划、公司章程、股东结构、高管人员结构、业务收入结构的影响	104
二、本次发行后公司财务状况、盈利能力及现金流量的变动情况	105
三、公司与控股股东、实际控制人及其关联人之间的业务关系、管理关系、同业竞争及关联交易等变化情况	105
四、本次发行完成后，公司是否存在资金、资产被控股股东、实际控制人及其关联人占用的情形，或公司为控股股东、实际控制人及其关联人提供担保的情形	105

五、公司负债结构是否合理，是否存在通过本次发行大量增加负债（包括或有负债）的情况，是否存在负债比例过低、财务成本不合理的情况	106
第五节 与本次发行相关的风险因素	107
一、对公司核心竞争力、经营稳定性及未来发展可能产生重大不利影响的风险因素	107
二、财务风险	107
三、对本次募投项目的实施过程或实施效果可能产生重大不利影响的风险因素	108
四、本次发行相关风险	110
第六节 与本次发行相关的声明	111
一、全体董事、监事、高级管理人员声明	111
二、发行人控股股东、实际控制人声明	114
三、保荐人（主承销商）声明	115
四、发行人律师声明	118
五、会计师事务所声明	119
六、董事会关于本次发行的相关声明及承诺	120

释义

在本募集说明书中，除非另行所指，下列词语具有如下含义：

公司/本公司/发行人/国林科技/股份公司	指	青岛国林环保科技股份有限公司
中国证监会	指	中国证券监督管理委员会
深交所	指	深圳证券交易所
《公司法》	指	《中华人民共和国公司法》
《证券法》	指	《中华人民共和国证券法》
《公司章程》	指	《青岛国林环保科技股份有限公司章程》
本募集说明书	指	青岛国林环保科技股份有限公司 2020 年向特定对象发行股票募集说明书
住建部、建设部	指	中华人民共和国住房和城乡建设部
工业和信息化部、工信部	指	中华人民共和国工业和信息化部
生态环境部、环保部	指	中华人民共和国生态环境部
国家发改委	指	中华人民共和国国家发展和改革委员会
本次发行、本次向特定对象发行股票	指	公司 2020 年向特定对象发行 A 股股票的行为
元、万元、亿元	指	人民币元、人民币万元、人民币亿元
定价基准日	指	本次向特定对象发行股票的发行期首日
发行底价	指	本次向特定对象发行股票定价基准日前二十个交易日国林科技股票交易均价的 80%

本募集说明书若出现合计数尾数与各分项数字之和尾数不一致的情况，均为四舍五入原因造成。

第一节 发行人基本情况

一、发行人基本情况

公司名称：青岛国林环保科技股份有限公司

英文名称：QINGDAO GUOLIN ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD.

法定代表人：丁香鹏

股票上市地点：深圳证券交易所

股票简称：国林科技

股票代码：300786

上市时间：2019年7月23日

总股本：85,440,000股

注册地址：青岛市市北区瑞昌路168号

办公地址：青岛市市北区瑞昌路168号

联系人：胡文佳

公司邮编：266000

公司电话：0532-84992168

公司传真：0532-84992168

电子邮箱：qdguolin@china-guolin.com

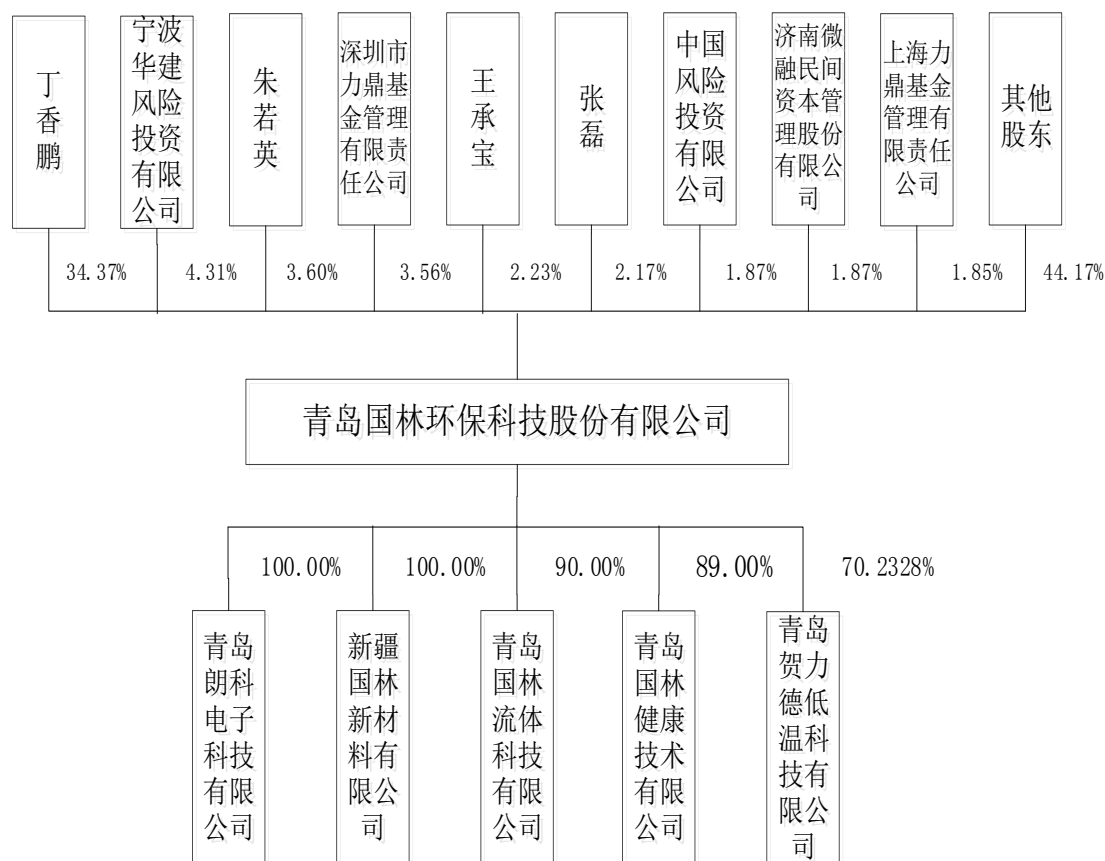
经营范围：生产：消毒器械（臭氧发生器）（消毒产品生产企业卫生许可证有效期限以许可证为准）。臭氧技术产品研究、开发、生产；工业管道 GC2 安装；高低压成套电气设备的制造、销售；D1、D2 类低、中压力容器设计、制造；工业气体分离与净化技术研发、制造、销售、技术服务；机电一体化电子产品开发、生产；电子功能陶瓷产品研究、开发、生产、销售；晶体乙醛酸一水合物的生产、销售；环保工程设计、安装、施工；货物及技术进出口；批发、零售：金属材料

(不含稀贵金属)、五金交电、化工产品(不含危险品)、环保设备(公司住所仅限办公)。(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动)。(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动)

二、股权结构、控股股东及实际控制人情况

(一) 股权结构

截至2020年6月30日,公司股权结构如下:



截至2020年6月30日,公司前十名股东持股情况如下:

序号	股东名称(姓名)	股东性质	持股比例(%)	持股总数(万股)	持有有限售条件股份数量(万股)
1	丁香鹏	境内自然人	34.37	2,936.96	2,936.96
2	宁波华建风险投资有限公司	境内一般法人	4.31	368.00	368.00
3	朱若英	境内自然人	3.60	307.52	307.52

序号	股东名称（姓名）	股东性质	持股比例（%）	持股总数（万股）	持有有限售条件股份数量（万股）
4	深圳市力鼎基金管理有限责任公司	境内一般法人	3.56	304.00	304.00
5	王承宝	境内自然人	2.23	190.40	190.40
6	张磊	境内自然人	2.17	185.76	185.76
7	中国风险投资有限公司	境内一般法人	1.87	160.00	160.00
8	济南微融民间资本管理股份有限公司	境内一般法人	1.87	160.00	160.00
9	上海力鼎投资管理有限公司	境内一般法人	1.85	158.40	158.40
10	王海燕	境内自然人	1.78	152.00	152.00
合计			57.61	4,923.04	4,923.04

（二）控股股东与实际控制人

截至本募集说明书出具日，丁香鹏先生持有公司股份 2,936.96 万股，占比 34.37%，为公司控股股东、实际控制人。丁香鹏个人基本情况如下：

丁香鹏，男，1958 年 12 月出生，中国国籍，无永久境外居留权，身份证号码为 37020519581206xxxx，主要工作经历为：1979 年 12 月至 1983 年 12 月，解放军后勤学院服役；1984 年 1 月至 1987 年 6 月，在青岛公路客运公司工作；1987 年 7 月至 1994 年 12 月，在青岛长途汽车站工作；1994 年 12 月至今，历任青岛国林总经理、董事长。现任公司董事长兼总经理、朗科电子执行董事兼总经理、国林海产执行董事、国林健康执行董事、国林流体执行董事、新疆国林新材料有限公司执行董事兼总经理。

（三）控股股东、实际控制人所持股份质押情况

截至 2020 年 6 月 30 日，公司控股股东、实际控制人丁香鹏未质押所持公司股份。

三、所处行业的主要特点及行业竞争情况

根据中国证监会颁布的《上市公司行业分类指引》（2012 年修订）的规定，公司所属行业为“专用设备制造业（C35）”，根据《国民经济行业分类和代码表》，公司所属行业为“环保、社会公共服务及其他专用设备制造（C359）”。

其行业发展主要受国家环保政策与产业规划的影响，属于先进制造业，是典型的政策导向型行业。目前，在国家加快产业结构调整、大力推进资源节约型、环境友好型社会建设的大背景下，臭氧设备的生产制造受到国家环保政策与产业政策的支持与鼓励。

（一）行业主管部门、监管体制、主要政策及法律法规

1、行业主管部门、监管体制

公司所属行业主管部门为住建部、生态环境部、国家发改委及省、市各级相关部门，主要负责研究行业规章、法规、制定相关发展规划、建立行业技术标准以及对行业规范进行监管。公司是中国环境保护产业协会会员，该协会为环保行业自律性管理组织，其主要负责制定行业规范及行业标准，建立行业自律性机制。2018年11月15日中国环保机械行业协会臭氧专业委员会成立，致力于做好臭氧装置制造行业规范，促进臭氧装置行业进步。

2、行业主要法律法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》（1989年12月26日，第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过；2014年4月24日，第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订。）

（2）《中华人民共和国水污染防治法》（1984年5月11日第六届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过；1996年5月15日第八届全国人民代表大会常务委员会第十九次会议第一次修正；2008年2月28日，第十届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议修订通过；2017年6月27日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议第二次修正。）

（3）《中华人民共和国水法》（1988年1月21日，第六届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过；2016年7月2日，第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修正通过。）

（4）《中华人民共和国大气污染防治法》（2000年4月29日，第九届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议通过；2015年8月29日，第十二届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议第二次修订；2018年10月26日第十三

届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修正。)

(5)《中华人民共和国清洁生产促进法》(2002年6月29日,第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订通过;2012年2月29日,第十一届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议修订通过。)

(6)《中华人民共和国循环经济促进法》(2008年8月29日,第十一届全国人民代表大会常务委员会第四次会议通过;2018年10月26日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修正。)

3、行业主要政策

(1)《2015年国家先进污染防治示范技术名录(水污染治理领域)》将“臭氧催化氧化法制药废水深度处理技术”列入国家鼓励发展的环保技术领域,并指明目录中所列技术具有创新性,技术指标先进、治理效果好,基本达到实际工程应用水平,具有工程示范价值。

(2)《2015年国家鼓励发展的环境保护技术目录(水污染治理领域)》将“非均相催化臭氧氧化深度处理印染废水技术”列入国家鼓励发展的环保技术领域,并鼓励各企业优先采用目录中所列污染防治技术。

(3)《国家环境保护“十三五”科技发展规划纲要》(环科技[2016]160号)在“主要任务”中提出“深化印染、造纸、皮革、食品加工、钢铁、石化、制药和有色等重点工业行业和污泥处理行业的清洁生产、资源、能源回收利用与水污染控制的技术集成和应用”。在“继续实施水专项等国家科技重大专项”中提出“水污染全过程治理与再生水循环利用”、“饮用水安全保障”作为重点研发的核心关键技术。

(4)《“十三五”生态环境保护规划》(国发[2016]65号)就推进供给侧结构性改革,提出推进节能环保产业发展。推动低碳循环、治污减排、装备设备、材料药剂研发与产业化,尽快形成一批具有竞争力的主导技术和产品。培育一批具有国际竞争力的大型节能环保企业与环保品牌。要求加快完善城镇污水处理系统,实现城镇生活污水处理设施全覆盖,提出“加强城市、县城和重点镇污水处理设施建设,加快收集管网建设,对污水处理厂升级改造”。

(5)《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录》由工信部联合科技部于 2017 年 12 月 28 日制定并发布，其中涉及多项臭氧项目：一是臭氧发生器的应用，对臭氧产量、浓度、电耗进行了规定，应用领域包括烟气净化、污水处理、饮用水安全等。二是低浓度难降解有机废水深度臭氧催化氧化成套装备的应用，对进水 COD、出水 COD、臭氧利用率等进行了规定，应用领域包括工业有机废水深度处理。三是微气泡臭氧反应器的研发，研究臭氧高级氧化法的影响因素，应用于水污染防治领域，包括煤化工、焦化废水处理等。

(6)中共十九大报告上将“加快生态文明体制改革，建设美丽中国”作为主要内容之一，明确提出“壮大节能环保产业、清洁生产产业、清洁能源产业”，并表示“着力解决突出环境问题。坚持全民共治、源头防治，持续实施大气污染防治行动，打赢蓝天保卫战。加快水污染防治，实施流域环境和近岸海域综合治理。”

(二) 臭氧行业发展概况和市场前景

1、国际臭氧行业发展概况

1840 年德国科学家舒贝因将电解和火花放电试验过程中产生的一种异味气体确定为 O_3 ，命名为臭氧，臭氧的特性和功能开始进入科学研究领域，在发现其广谱灭菌效果后，逐渐进入了工业化生产应用阶段。

1902 年，世界第一座采用臭氧处理工艺的大型水厂在德国帕德博恩建立，目前臭氧工艺在欧美日等发达国家已得到广泛应用；1937 年，世界上第一座使用臭氧处理的商业游泳池在美国启用，目前臭氧已成为奥运水中竞赛项目指定的水质消毒方式；上世纪六七十年代美国开始利用臭氧技术处理生活污水，1975 年，全美有超过 1,000 套臭氧装置被安装在污水处理厂，近年来发达国家陆续建立了大规模的臭氧深度处理污水处理厂，例如，日本在缺水地区将污水用臭氧深度处理后作为中水使用；1982 年瓶装水开始使用臭氧杀菌，目前矿泉水、纯净水厂家几乎都装备了臭氧设备。

1973 年成立的国际臭氧协会（IOA）成为臭氧研究和应用推广的平台。

到二十世纪末，臭氧的工业应用已非常普遍，广泛应用于饮用水处理、污水

处理、纸浆漂白、中间体合成、纺织脱色、香料合成、废旧轮胎处理、疾病治疗、仓储运输等领域。例如：2002年，WEDECO提供的3台175kg/h臭氧发生器在巴西VCP纸厂用于纸浆漂白，该设备是目前世界上单机产量最大的臭氧发生器。2006年，BOC公司开发的LoTOx技术利用氧/臭氧混合气进行烟气脱硝，大西洋中部某石油精炼厂采用该技术进行NO_x脱除，美国俄亥俄州1台2.5万千瓦燃煤锅炉采用该技术进行工程示范，NO_x去除率可达85%~90%；美国加利福尼亚州，利用LoTOx技术的熔铅炉可去除80%的NO_x。随着臭氧技术的不断进步，臭氧在新的应用领域将不断得到突破。

目前以瑞士Ozonía和德国WEDECO为代表的国际臭氧行业知名企业分别于1995年和2002年进入中国市场，加大了对包括中国在内的新兴国家市场的开拓力度。

2、中国臭氧行业发展概况

我国臭氧技术起步较晚，上世纪70年代中期，国内开始进行臭氧技术的研究开发；90年代，随着矿泉水、纯净水臭氧消毒技术的推广应用，医药行业采用臭氧进行空气杀菌处理，以及小型家用臭氧发生器的应用，促进了我国臭氧行业的发展。

2000年后，我国工业用大型臭氧设备制造技术的研究取得大量成果，在臭氧放电管、熔断器、中高频电源等大型臭氧发生器制造的关键技术取得重大突破，相继研制成功的3kg/h、10kg/h、20kg/h、50kg/h、80kg/h、100kg/h、120kg/h等大型中频臭氧发生器，将中国臭氧技术逐步提升到国际先进水平。

2010年，《水处理用臭氧发生器CJ/T322-2010》的实施，使我国臭氧发生器标准与国际先进标准接轨，对我国臭氧行业整体技术水平的提升和市场的规范起到重要作用。

2019年8月，由公司牵头起草的国家标准《水处理用臭氧发生器技术要求》GB/T 37894-2019正式发布，新标准自2020年7月1日起正式实施。

经过多年的发展，我国的臭氧系统设备制造技术水平和市场规模有了很大提高，并在市政给水、市政污水、工业废水、烟气脱硝、精细化工、泳池消毒、空

间消毒、饮料食品等行业得到广泛应用。随着我国经济快速发展和环境保护力度的加强，臭氧行业将迎来一个高速发展的时期。

但我国臭氧行业还需进一步完善和规范。首先，产品规格和性能指标需进一步提高，以满足市场对大型、高性能臭氧设备的需求；其次，臭氧设备的集成度、系统配套水平和系统控制水平有待提高，应用技术研发需加大投入，拓展臭氧应用领域，寻求更大市场空间；最后，市场竞争有待进一步规范，避免中、小型臭氧发生器低端市场的恶性竞争局面，鼓励臭氧设备制造企业积极参与国际高端市场的竞争。

3、中国臭氧行业发展前景

臭氧系统设备广泛应用于自来水处理、废水处理、烟气脱硝、纸浆漂白、精细化工、食品及饮料杀菌等领域。尤其在市政给水深度处理、市政污水和中水处理、各类难降解工业废水处理、烟气脱硝处理等行业的大型环保治理工程中，臭氧系统设备是关键的工艺设备。

臭氧行业的未来发展与国家环境保护、节能减排的政策和执行力度密切相关。国家“十三五规划纲要”提出培育服务主体，推广节能环保产品，支持技术装备和服务模式创新，完善政策机制，促进节能环保产业发展壮大。同时，提出要增强节能环保工程技术和设备制造能力，研发、示范、推广一批节能环保先进技术装备。相关规划的出台为主要应用于环保行业的臭氧设备制造创造了良好的发展环境。

“十二五”期间，我国节能环保产业以 15% 至 20% 的速度增长，十二五期间环保投资 3.4 万亿元，比十一五期间增长了 62%。国家统计局数据显示，2018 年生态环保和环境治理业投资增长 43%，快于全部投资 37.1 个百分点。据环保部规划院测算，预计“十三五”期间环保投入将增加到每年 2 万亿元左右，“十三五”期间社会环保总投资有望超过 17 万亿元。大量的社会环保投资将带动大型臭氧系统设备的市场需求。

2015 年 7 月，中央深改组第十四次会议审议通过了《环境保护督察方案（试行）》，明确建立环保督察机制。截至目前，中央层面的环保督察第一轮第四批已

结束，环保督查完成了全国覆盖。而以专项督查、区域性督查的环保执法将逐渐形成环保层面上的长效机制，当前各省市的大气专项督查、水环境专项督查正在持续紧张进行，预计环保行业的市场将有望进一步释放。

2019 年全国生态环境保护工作会议将全面落实习近平生态文明思想和全国生态环境保护大会精神，2019 年将启动第二轮中央生态环境保护督察，并提出将大力发展生态环保产业，制定实施支持民营企业绿色发展的环境政策举措，健全环保信用评价和信息强制性披露制度。

受益于国民经济的高速发展、产业结构升级加速、国家对环保问题的日益重视以及投入的不断增大，臭氧设备制造行业正处于快速发展阶段，其应用领域在不断延伸和丰富，对国民经济的直接贡献将逐渐增大，将成为改善经济运行质量、促进经济增长的先进制造业，发展前景广阔。

此外，国际市场臭氧设备需求逐年增加，随着我国臭氧设备制造技术逐渐达到并超越国际同类先进企业水平，依靠成本和服务优势，我国臭氧设备制造企业的国际竞争力将进一步提升，国际市场占有率将不断提高。

（三）臭氧细分行业的发展概况和市场容量

1、臭氧设备在给水处理行业的发展概况和市场容量

（1）臭氧设备在我国给水处理行业发展背景

①生活饮用水水源污染严重，威胁人身健康

根据生态环境部《2019 年中国生态环境状况公报》，全国地表水监测的 1931 个水质断面（点位）中，I~III类水质断面（点位）占 74.9%，比 2018 年上升 3.9 个百分点；劣 V 类占 3.4%，比 2018 年下降 3.3 个百分点；开展水质监测的 110 个重要湖泊（水库）中，I~III类湖泊（水库）占 69.1%，比 2018 年上升 2.4 个百分点；劣 V 类占 7.3%，比 2018 年下降 0.8 个百分点。而在全 10168 个国家级地下水水质监测点中，I~III类水质监测点占 14.4%，IV类占 66.9%，V类占 18.8%。2019 年，一类水质海域面积占管辖海域面积的 97.0%，比 2018 年上升 0.7 个百分点；劣四类水质海域面积为 28340 平方千米，比 2018 年减少 4930 平方千米，主要污染指标为无机氮和活性磷酸盐。

造成饮用水水源污染的主要原因是随着我国经济的高速发展，工业废水、废渣、化肥、农药以及日化用品等逐步污染水源。当前水源中的污染物不仅包括细菌、藻类、寄生虫、病毒等微生物，还出现了铅、汞、铬等重金属和氰化物、氟化物、亚硝酸盐等对人体健康有害的无机物，而且还有对生活饮用水安全影响最大的有机物，包括一些“三致”物质和造成人类生育能力下降及其后代生存能力减弱的内分泌干扰物。人们的健康生活正受到水污染的巨大困扰，成为社会可持续发展的重大障碍。近年来我国严重的水污染事件不断发生，公众已经认识到饮用水安全对自身健康的重要性，意识到饮用水深度处理的迫切性。

②现有自来水常规处理工艺的局限性

自来水生产技术主要分为预处理、常规处理和深度处理。目前，大多数自来水厂采用的絮凝—沉淀—过滤—氯消毒常规水处理工艺，在当前我国污染严重的现实情况下有很多局限性：A、对有机污染为主的微污染去除能力非常有限；B、难以去除异味；C、氯消毒难以杀灭“两虫”；D、加氯消毒副产物使水中毒物含量增加。

③国家对饮用水安全的日益重视和相应政策支持

2007年8月22日，国务院通过《全国城市饮用水安全保障规划》，提出到2020年，全面改善设市城市和县级城镇的饮用水安全状况，建立比较完善的饮用水安全保障体系，全面实现小康社会目标对饮用水安全的要求。

2006年颁布的《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)属强制性国家标准。新标准中的饮用水水质指标由原标准的35项增至106项，并要求全部指标最迟于2012年7月1日实施。其中有机化合物指标由5项增至53项，无机化合物指标由10项增至21项，感官性状和一般理化指标由15项增加至20项，微生物学指标由2项增至6项，增加了对“两虫”等易引起腹痛等肠道疾病，一般消毒方法很难全部杀死的微生物的检测。

随着水质标准的提高和水源水质的恶化，要完全去除水中的污染物，除强化常规处理外，还需增加臭氧预处理工艺和臭氧—活性炭深度处理工艺。目前，臭氧—活性炭工艺在我国新建的市政水厂取得广泛应用，是已被证明的实现新的

生活饮用水标准的主流工艺。此外，我国的一些老水厂，其处理工艺及构筑物均参照建设年代的水质标准设计，已难以达到新的水质标准，需采用臭氧—活性炭深度处理工艺进行升级改造。

（2）臭氧在饮用水处理中的作用

臭氧在饮用水处理中主要功能为氧化分解有机物，降低 COD，臭氧将大分子有机物降解为小分子有机物，将小分子有机物降解为水与二氧化碳，再辅以其它方法，使有机物的去除更为经济有效。新饮用水标准规定 COD_{Mn} 应小于 3mg/L，很多地区水源水中 COD_{Mn} 约在 5-6mg/L，常规工艺无法达到标准要求，臭氧工艺是降解 COD 最有效的手段之一。臭氧还可以杀菌、消毒、除臭、除味、脱色，去除铁、锰等金属离子，一般情况下不产生副污染物。臭氧作为消毒剂，对一般细菌、大肠杆菌、病毒等特别有效，其杀菌能力比氯系列消毒剂要强几十倍到数百倍，在足够 CT（臭氧浓度×反应时间）值条件下可以控制抗氯性的“两虫”。

目前饮用水处理中采用的消毒技术主要有液氯、二氧化氯、紫外线和臭氧，臭氧杀菌消毒效果最好且没有二次污染。氯消毒技术采用最广泛，但氯消毒会产生“三致”物质，并且难以杀灭抗氯性的“两虫”，单纯的氯消毒已不能达到处理效果，需寻找氯消毒的替代技术。臭氧与紫外线设备投资费用高，并且不能维持管网持续的消毒能力，目前还没有发现既有氯的持续消毒能力又有臭氧的强消毒能力的药剂。氯与臭氧的组合应用成为一种很好的选择，在水集中处理段采用臭氧降解有机物和消毒，提高杀菌消毒能力的同时又没有二次污染，在供水线路上采用添加少量氯，减少氯使用量，降低副作用的同时保持了持续消毒能力。

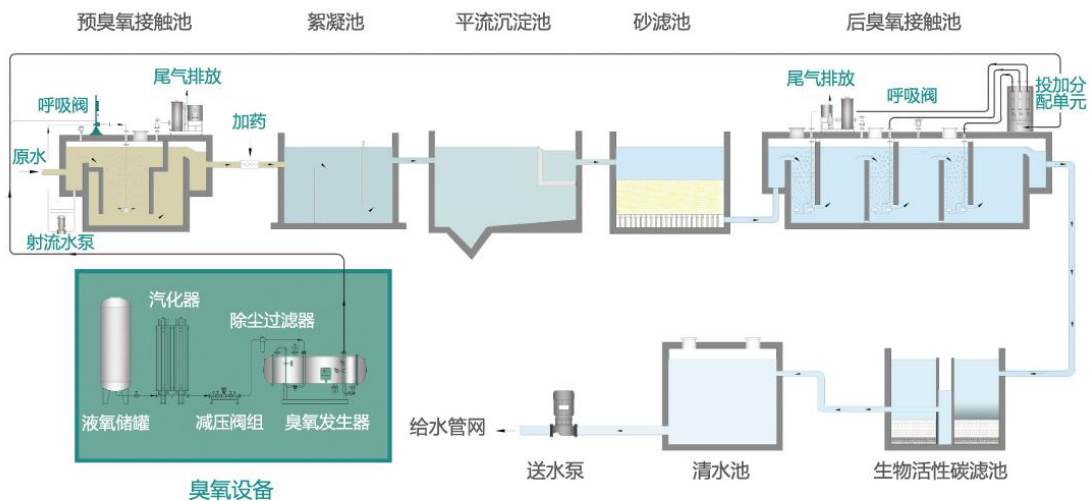
（3）臭氧-生物活性炭工艺在饮用水深度处理中的优势地位

①臭氧-生物活性炭工艺是目前饮用水深度处理最为成熟的工艺

臭氧-生物活性炭处理工艺在世界发达国家已得到广泛运用，有悠久应用历史、丰富实施技术数据和大量成功案例。欧洲的自来水厂在 20 世纪初就开始采用臭氧工艺，目前法国、德国的水厂大多采用了臭氧深度处理工艺。20 世纪八十年代以来，由于美国环保局对出厂水和管网水的消毒作了更加严格的规定，迫使当时的美国水厂必须采用臭氧深度处理技术改造来达到供水要求。我国饮用水

应用臭氧-生物活性炭深度处理技术已有十几年历史。

臭氧-生物活性炭工艺是集活性炭物理吸附、臭氧化学氧化、生物降解及臭氧灭菌消毒等功效为一体的工艺。该工艺首先利用臭氧预氧化作用，在预臭氧接触池内投加臭氧，主要作用是杀藻、改善絮凝效果和初步氧化分解水中的大分子有机物及其他还原性物质，降低生物活性炭滤池的有机负荷，同时臭氧氧化能使水中难以生物降解的有机物断链、开环，转化成简单的脂肪烃，改变其生化特性，避免了预氯化产生消毒副产品。在后臭氧接触池内投加臭氧，主要作用是氧化有机物（将大分子有机物变为小分子有机物，以利后续生物活性炭吸附降解）、杀死细菌、病毒、病原体等，并为后续活性炭提供充足的氧源。活性炭能够迅速地吸附水中的溶解性有机物，同时也能富集微生物，靠臭氧产生的充足氧源，炭床中的微生物就能以有机物为养料大量生长繁殖，使活性炭吸附的小分子有机物充分生物降解。



臭氧在饮用水处理工艺中的应用示意图

臭氧-生物活性炭工艺可以处理微污染水中的有机物、氨氮、色度、浊度、嗅味等，使有机物浓度降低至 $0.7\text{mg/L}\sim 1.6\text{mg/L}$ ，氨氮浓度低于检测限值，对水中的无机还原性物质、色度、浊度、嗅味也有很好的去除效果，并且能有效降低出水的“三致”物质，解决膜技术无法去除的溶解性有机物和嗅味，有效去除药物及个人护理品污染物。

②臭氧-生物活性炭与粉末炭—超滤膜两种深度处理工艺对比

目前，我国的饮用水深度处理工艺主要有臭氧-生物活性炭工艺与粉末炭+超滤膜深度处理工艺（膜技术）。膜技术是新兴的高效分离、浓缩、提纯、净化技术，是采用高分子膜作介质，以附加能量作推动力，对双组分或多组分溶液进行表面过滤分离的物理处理方法。粉末炭+超滤膜工艺在饮用水深度处理方面尚处于起步阶段，其对进水水质要求较高，必须要经过各种严格的预处理和常规处理，避免频繁的膜淤塞和污染等问题而提高运行成本。在 COD_{Mn} 为 6mg/L 左右、有臭味、氨氮高的水质条件下，与臭氧-生物活性炭处理工艺特点对比如下：

臭氧-生物活性炭与粉末炭—超滤膜工艺特点对比

	臭氧-生物活性炭	粉末炭-超滤膜
出水质量	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 可达标 ◆ 可去除小分子有机物 ◆ 减少 AOC（Assimilable Organic Carbon 生物可同化有机碳），有利管网水的生物稳定性 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 可达标 ◆ 出水浊度小于 0.1NTU ◆ 小分子有机物去除较少 ◆ 细菌病毒大量减少，去除两虫有保障
基建造价 (元/m ³ /d)	300 左右	300-330
运转费用 (元/m ³)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 臭氧 0.051（以 3mg/L 臭氧投放量，液氧 1000 元/吨，10kgO₂ 产 1kgO₃、臭氧电耗 10kW·h/kg） ◆ 活性炭 0.042（以炭价 1.1 万元/吨计，每年补炭 10%，用 4 年） 合计：0.093 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 粉末炭 0.0055（1mg/L，5500 元/吨） ◆ 膜折旧 0.044（以膜价 80 元/m³/d，用 5 年计） ◆ 电耗 0.07（0.1kW·h/m³） 合计：0.1195
问题与优点	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 水中溴离子高时，溴酸盐易超标 ◆ 微生物泄漏 ◆ 冬天生物炭去除污染物效果较差 ◆ 工程有成熟实施经验 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 膜丝易折断 ◆ 膜污染需有效清洗 ◆ 冬季膜通量减少 ◆ 节省占地面积 ◆ 缺少成熟工程经验

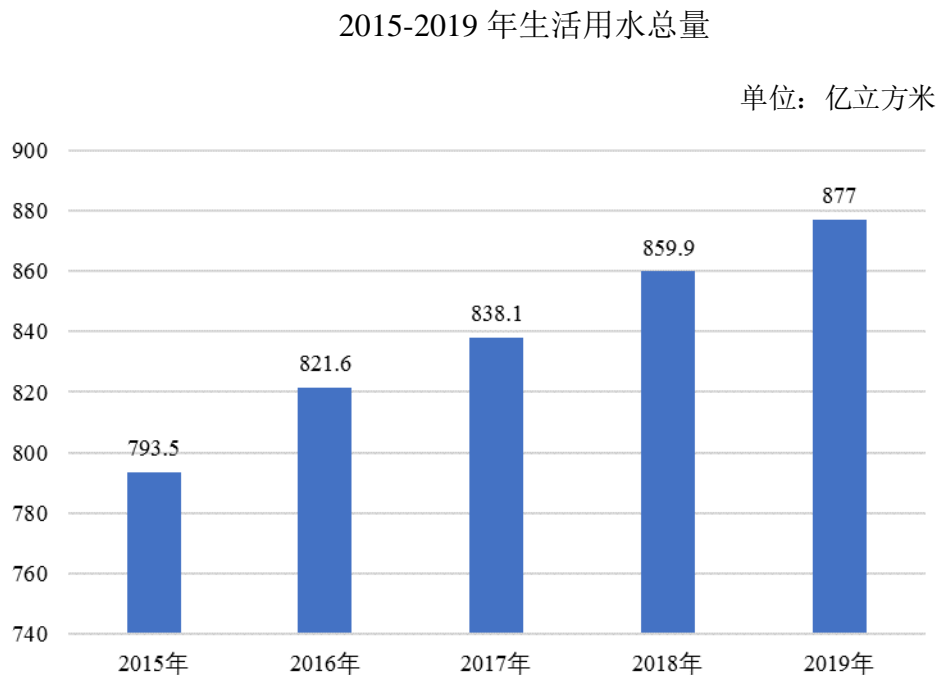
资料来源：《我国水源水质情况与净水厂改造适用工艺》

另外，臭氧氧化和生物活性炭降解可有效去除有机物，膜处理会产生需进一步处理的浓缩液。

综上，针对我国水源微污染水质的特点，臭氧-生物活性炭工艺具有应用经验成熟、实施效果优秀、技术完善和经济成本低的优点，是目前国内经济有效的饮用水深度处理技术，发展空间巨大。

（4）臭氧设备在饮用水处理行业市场规模

2015-2019年，我国生活用水量逐年增长，截至2019年末，生活用水量已达877.00亿立方米。具体如下图：



（数据来源：国家统计局）

2012年7月1日起，我国所有城镇水厂供水水质必须达到新饮用水标准规定的106项指标。国家统计局数据显示，2018年我国供水综合生产能力达到3.12亿立方米/日，比上年增长2.45%。2018年供水总量达614.64亿吨，其中，生活用供水总量为3.29亿吨，同比增长4.25%；生产用供水总量为1.62亿吨，同比增长0.80%，用水总人口为5.03亿人。

根据生态环境部《2019年中国生态环境状况公报》，2019年，全国地表水监测的1931个水质断面（点位）中，I~III类水质断面（点位）占74.9%，比2018年上升3.9个百分点；劣V类占3.4%，比2018年下降3.3个百分点，主要污染指标为化学需氧量、总磷和高锰酸盐指数。在全国10168个国家级地下水水质监测点中，I~III类水质监测点占14.4%，IV类占66.9%，V类占18.8%。全国2830处浅层地下水水质监测井中，I~III类水质监测井占23.7%，IV类占30.0%，V类占46.2%。超标指标为锰、总硬度、碘化物、溶解性总固体、铁、氟化物、氨氮、钠、硫酸盐和氯化物。我国水资源状况有待治理和改善。

根据生态环境部《2019年中国生态环境状况公报》，2019年，全国近岸海域

水质总体稳中向好，水质级别为一般，主要污染指标为无机氮和活性磷酸盐。优良（一、二类）水质海域面积比例为 76.6%，比 2018 年上升 5.3 个百分点；劣四类为 11.7%，比 2018 年下降 1.8 个百分点。监测的 190 个入海河流水质断面中，无 I 类水质断面，II 类占 19.5%，III 类占 34.7%，IV 类占 32.6%，V 类占 8.9%，劣 V 类占 4.2%。主要超标指标为化学需氧量、高锰酸盐指数、总磷、氨氮和五日生化需氧量。448 个日排污水量大于 100 立方米的直排海污染源监测结果显示，污水排放总量约 801089 万吨，不同类型污染源中，综合排污口污水排放量最大，其次为工业污染源，生活污染源排放量最小；除镉外，各项污染物中，综合排污口排放量均最大。我国的河流总体呈现一定程度的污染。

受近年来干旱持续多发，我国多地通过调用长江、黄河水等作为饮用水源以及受地下水、地表水污染的影响，保障居民用水安全已愈发迫切，对饮用水进行深度处理已经引起各级政府重视。

实践证明，臭氧-生物活性炭深度水处理工艺无论从净水工艺出水的化学稳定性和生物稳定性方面来看，还是从经济运行成本的方面来看，都是目前值得推广的净水技术。

另外，为满足持续增长的生活用水需求，政府将新建自来水厂或扩大原来自来水厂规模以提升供水能力，同时大力建设和更新供水系统来满足水质标准要求。根据国家环保总局环境规划院、国家信息中心《2008-2020 年中国环境经济形势分析与预测》，2020 年，我国生活用水量将达到 949 亿立方米，比 2010 年（765.8 亿立方米）增加 183 亿立方米。未来自来水厂对能够进行深度处理工艺的供水设备需求将持续增长。

2、臭氧设备在废水处理行业的发展概况和市场容量

（1）臭氧设备在废水处理行业的发展背景

①废水排放总量大，污染严重，废水处理设施建设投资存在缺口

尽管我国废水污染物排放指标得到一定程度的控制，但总体污染物的排放规模较高，水资源污染形势严峻。根据《十三五全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》，“十三五”城镇污水处理及再生利用设施建设共投资约 5644 亿元。

其中，各类设施建设投资 5600 亿元，监管能力建设投资 44 亿元。设施建设投资中，新建配套污水管网投资 2134 亿元，老旧污水管网改造投资 494 亿元，雨污合流管网改造投资 501 亿元，新增污水处理设施投资 1506 亿元，提标改造污水处理设施投资 432 亿元，新增或改造污泥无害化处理处置设施投资 294 亿元，新增再生水生产设施投资 158 亿元，初期雨水污染治理设施投资 81 亿元。“十三五”期间地级及以上城市黑臭水体整治控源截污涉及的设施建设投资约 1700 亿元，已分项计入规划重点建设任务投资中。伴随城镇污水处理及再生利用设施建设投资增加，臭氧设备在城镇污水处理市场的需求也会随之增长。

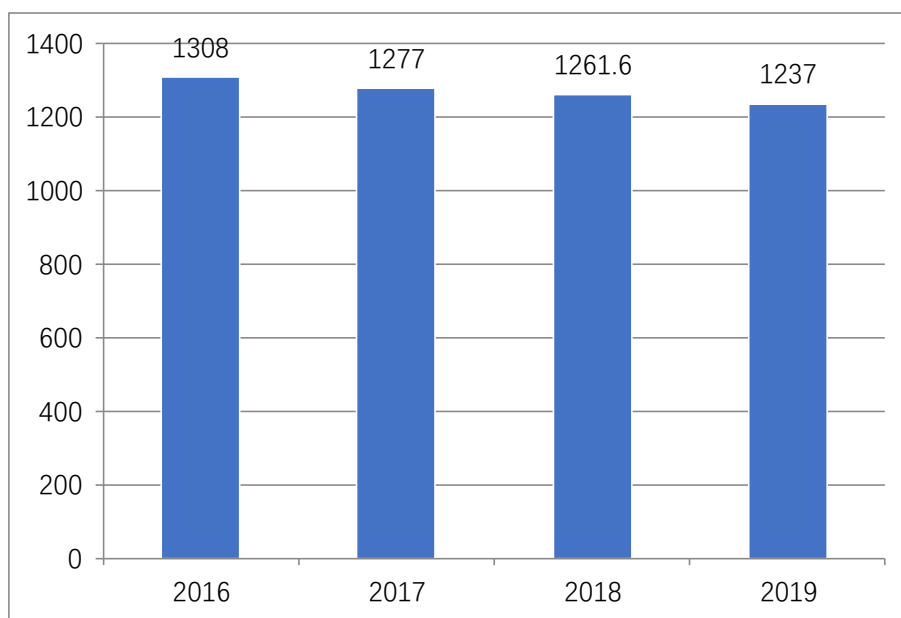
②水资源短缺，工业用水量

我国属于水资源短缺国家，随着工业化、城镇化快速发展，用水总量快速增加，全国有三分之二的城市存在不同程度的缺水根据国家统计局的数据显示，2019 年，我国水资源总量为 28,670.00 亿立方米，人均水资源量仅为 2051.21 立方米/人，被联合国列为 13 个贫水国之一。2019 年，我国人均用水量达到了 429 立方米/人。

未来一段时期，我国经济社会持续快速发展，生活和工业用水的需求仍将保持较大规模，这同时伴随着巨大的废水排放，对水环境的污染和破坏日益严重，加剧水资源的短缺，废水处理及再生利用的重要性越来越突出，日益成为经济发展和水资源保护不可或缺的组成部分。

2016-2019 年工业用水总量

单位：亿立方米



数据来源：国家统计局

③国家相应政策支持

2015年，《水污染防治行动计划》（又称“水十条”），提出加快城镇污水处理设施建设与改造。现有城镇污水处理设施，要因地制宜进行改造，2020年底前达到相应排放标准或再生利用要求。敏感区域（重点湖泊、重点水库、近岸海域汇水区域）城镇污水处理设施应于2017年底前全面达到一级A排放标准。建成区水体水质达不到地表水IV类标准的城市，新建城镇污水处理设施要执行一级A排放标准。按照国家新型城镇化规划要求，到2020年，全国所有县城和重点镇具备污水收集处理能力，县城、城市污水处理率分别达到85%、95%左右。京津冀、长三角、珠三角等区域提前一年完成。

《“十三五”生态环境保护规划》以提高环境质量为核心，实施最严格的环境保护制度，打好大气、水、土壤污染防治三大战役。《“十三五”生态环境保护规划》的目标实施由单一目标即总量控制目标、减排目标变成多目标即“生态环境质量改善”、“污染物排放总量控制”和“生态保护修复”，其中“污染物排放总量控制”将是我国当前及未来一段时间内环境管理的重要抓手。围绕污染物总量控制为核心的考核、监管、奖惩机制将随之出台，各级各地方政府与企业将面临更为严格的污染物排放管理规定，臭氧设备的需求将得到进一步提升，这将对臭氧设备制造行业产生积极影响。

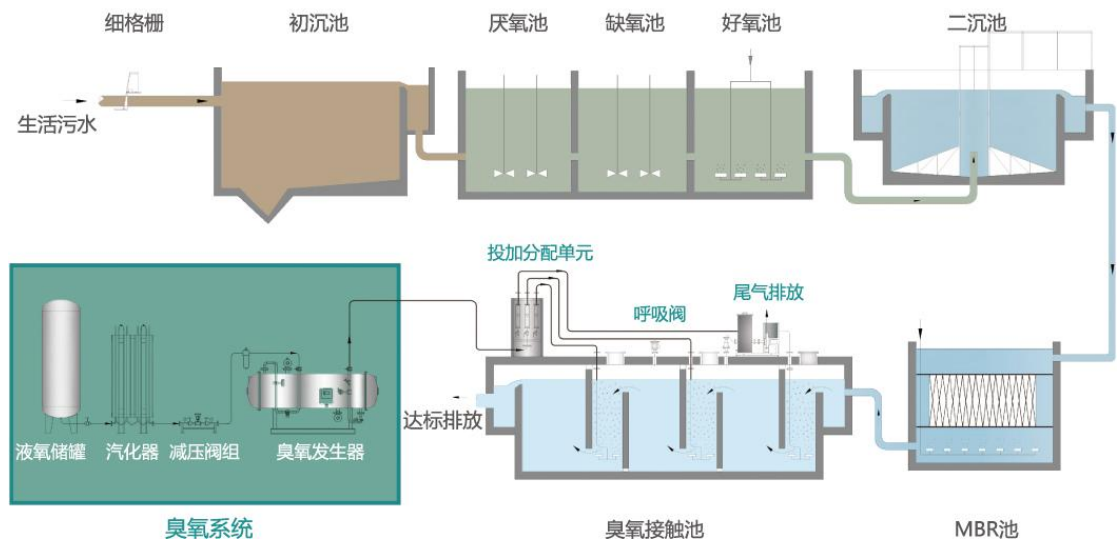
2018年1月1日,《环境保护税法》正式施行。环保税将进一步强化税收在生态环境方面的调控作用,形成有效约束和激励机制,促进落实排污者责任。

(2) 臭氧在废水深度处理中的作用

臭氧在废水处理中的应用十分广泛,在市政污水及回用、印染、石化、造纸、制药、矿业及化工等行业的废水处理和再生水利用中发挥了重要作用。臭氧可以实现其他工艺难以做到的脱色和除臭功能,并同时氧化难降解有机物,促进污泥沉淀,减少污泥产量,提高废水的可生化性,在各种难降解的有机废水处理中发挥了难以替代的作用。

废水处理分为三级:一级处理是预处理,以机械方法为主,通过格栅、沉淀或气浮,去除污水中的悬浮物和部分有机物;二级处理最常用的是生物处理法,它能大幅度地去除废水中呈胶体和溶解状态的有机物;三级处理又称深度处理,能够进一步去除二级处理未能去除的污染物,如磷、氮和生物难以降解的有机污染物、无机污染物、病原体等,实现二级处理无法实现的脱色、除臭目标,达到改善水质和国家有关排放标准要求,还可以实现废水的回收和再利用。废水深度处理技术一般包括臭氧氧化、活性炭吸附、膜分离等技术。

因为臭氧的强氧化性、强杀菌消毒能力和难以替代的脱色除臭功能,很多情况下废水深度处理需要采用臭氧技术实现更好的处理效果。废水深度处理中,臭氧可用来去除 COD、BOD,并破坏有害的化学物,臭氧及其产生的活泼 $\cdot\text{OH}$ 自由基使污水中发色基团的不饱和键断裂生成小分子的酸和醛,生成了低分子量的有机物,从而使水体色度显著降低,可以将存在于废水中的金属离子氧化为不溶于水的化合物沉淀下来,有助于絮凝,改善沉淀效果,能有效地控制有机微生物,使循环水中的 COD 和 AOX(可吸收有机卤化物)的数量都被控制在很低的水平,从而得到优良的水质。



臭氧在污水处理中的应用示意图

①臭氧在市政污水处理中的应用优势

臭氧对降低污水中的 COD 含量，提升水质标准，实现一级 A 类排放标准和中水回用有特殊功能。在市政污水处理中，臭氧已经被大量应用，在再生水处理领域，“臭氧+MBR”技术工艺组合作为最有效的技术之一被越来越多采用。

污水厂中用臭氧工艺进行处理具有以下优点：氧化能力强，反应速度快，提高了处理效率；不产生二次污染；不生成污泥，无需后处理；原料为空气或者氧气，能源为电力，都容易获取；臭氧的产生量能及时根据负荷的变化而调节。

我国当前污染源繁多，很多污水处理厂的污水来源来自于工业排放废水，污水处理难度加大，传统的二级处理方式不能满足排放标准，新建和改造污水厂都需采用三级处理和深度处理技术，臭氧工艺在其中发挥重要作用。

②臭氧在处理难降解有机工业废水中的优势

在工业废水处理中，臭氧被越来越广泛的采用，尤其在难降解有机工业废水处理中优势明显。

臭氧在处理难降解有机工业废水中的优势

废水类型	特点及臭氧处理效果
------	-----------

印染废水	具有水量大、有机污染物浓度高、色度深、含盐量高、水质变化大等特点，随着印染新工艺、新原料、新染料、新助剂的不断开发和应用，使废水中的污染物变得越来越复杂。单靠传统的二级处理已经不能适应废水治理和回用的要求，用臭氧进行深度处理可满足废水处理要求，有显著的脱色效果，且不产生有机氯等有害物质。
制药废水	浓度高、COD 值高且波动性大，毒性大、可生化性差、含盐量高，臭氧对制药废水预处理作用较好，将有毒有害物质氧化为可生化的小分子，再与生物处理联用，可以实现高效处理。
炼油废水	有机物多为石油裂解物质和烃类衍生物，国外很多炼油厂污水一般有三级或深度处理工艺，采用臭氧技术对废水进行深度处理，保证出水水质，可实现炼油废水的重复利用，减少水资源浪费。
焦化废水	是比较普遍且危害性很严重的工业废水之一，污染物成分复杂，浓度高，毒性大，性质稳定，处理难度大，一般的处理方法有一定局限性，臭氧对焦化废水中 COD、挥发酚及色度的去除率分别可达 91%、99% 及 98% 以上。
矿业废水	废弃泥浆和井下作业废液具有成分复杂、腐蚀性强、处理难度大等特点，臭氧处理能达到综合治理的目的；氰化废水是金矿最主要的污染源，用臭氧氧化法处理效果显著，处理后废水中氰化物的残余浓度低于污水排放标准(0.5mg/L)。
垃圾渗滤液	污染性极强的高浓度有机废水，已知的有机污染物高达 77 种，其中促癌物、辅致癌物 5 种，对周边环境、填埋场土层及地下水都会造成极大的污染。用臭氧技术与其他技术的组合处理，有机物能得到有效分解，生物降解性大大提高。
造纸废水	废水中的木质素是不为生化法降解的稳定化合物，臭氧可以氧化废水中含的木质磺酸等有机物，可以对废水脱色、除臭，对有毒的化合物，包括木材的提取物、饱和脂肪酸、氯衍生物等具有消毒作用。

臭氧氧化法在废水处理中除了用于以上范围外，还可用于处理炸药废水、表面活性剂废水、毛纺废水，以及含有硝基酚废水、氨基酚废水、氨基蒽醌废水、磺基水杨酸废水等多种废水。

(3) 臭氧设备在废水处理行业的市场容量

根据《2008-2020 年中国经济形势分析与预测》，在处理水平正常提高的情况下，我国“十三五”时期的废水治理投入（含治理投资和运行费用）将达到 13,922 亿元，其中用于工业和城镇生活污水的治理投资将达到 4,590 亿元。

① 臭氧设备在我国市政污水处理及回用行业市场规模

目前，我国的工业化进程正在不断推进，城市化、工业化将持续快速发展，根据“十三五规划纲要”，我国城镇化率将由“十二五”期末的 55% 进一步加以提升，使市政生活污水的排放总量提升到更高水平。

根据国家统计局数据显示，2008 至 2019 年期间，全国的用水量由 5,909.95 亿立方米增至 5,990.90 亿立方米，2008-2017 年全国废水排放总量由 571.68 亿吨增至 699.66 亿吨，增幅达到了 22.39%。截至 2019 年末，我国城镇化率为 60.6%（数据来源：世界银行）左右仍有较大差距。随着国内城镇化、工业化的继续推进，用水量、废水排放量仍将持续增加。另外，近年来，由于城镇人口扩张引起的生活污水排放量快速增长，以及农业化肥的普遍使用，使得废水排放量中的有机物含量显著提升。POPs（持久性有机污染物）、TN（总氮）、TP（总磷）等污染物含量的上升，使得水体污染问题趋于复杂。除主要污染物的处理与治理问题外，水环境污染的范围由流域污染向湖泊、地表水、地下水蔓延，使得居民饮用水污染问题加剧、综合治理难度加大。

我国水环境的改善有赖于污水处理、污染整治的综合运用。污水处理方面，国家通过财政及政策扶持，不断促进水环境基础设施的建设。2010 至 2018 年期间，我国城市污水日处理能力由 13,393 万立方米增至 18,145 万立方米（数据来源：国家统计局），年均增长 4.44%。

2015 年后，县城新增污水处理规模的需求仍然较大，全国已建成投入运营的污水处理厂中，按照一级 A 设计的数量和规模仅分别占 20.7% 和 15.4%，比例过低，将来提标改造将迎来较大需求。而我国现阶段污水处理标准与美国等发达国家相比，仍然比较宽松。随着环保相关法律完善，法规标准的提高，对污水处理的需求会进一步大幅度提高。

另外，我国南方及北方区域的水环境状况差异较大，其中南方存在水质性缺水的情形，虽然水体丰富，但受污染影响，自然水体经净化处理后仍难以达到高品质饮用水的状态；北方则存在水源性缺水的情形，自然水体相对匮乏。对于水质型缺水，如果在污水处理环节便能够做到深度处理，则将改善自然水体质量；对于水源性缺水，如果加强回用力度，将提高水的利用效率，满足北方居民对水资源的需求。总体来看，目前我国污水处理行业在深度处理及水回用方面，仍然有较大的提升空间。

随着水资源短缺问题的日益突出，国家把提高污水处理及回用率作为实施“节能减排”的重要硬性指标，使城市污水处理开始从推进达标排放向推进“低

排放”以及污水处理回用转变，推动了我国市政污水处理行业向污水处理回用的更高发展阶段逐步迈进。鉴于“臭氧+MBR”技术是实现污水处理回用的最为成熟的技术之一，“臭氧+MBR”技术组合在中水回用市场也发挥着巨大作用。

《中共中央、国务院关于推进价格机制改革的若干意见》明确要求到2020年，市场决定价格机制基本完善，合理提高污水收费标准，要求城镇污水处理收费标准不应低于污水处理和污泥处理处置成本。价格机制改革的完善，将带来巨大的行业投资规模，使包括臭氧设备在内的水处理行业在“十三五”期间迎来快速成长期。

②臭氧设备在工业废水处理与回用行业市场容量

我国工业化快速发展的同时，每年有大量工业废水排放。“十三五规划纲要”提出国内生产总值要至少保持年均增长6.5%，同时要控制主要污染物排放总量，要在继续实施化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物排放总量控制基础上，增加重点行业挥发性有机物排放量等作为约束性指标，实施区域性、流域性、行业性差别化总量控制指标。工业废水排放总量保持较大规模，工业废水排放标准和工业废水达标率要求不断提升，预计工业水处理市场容量将以超过国民经济增长率的速度增长，臭氧设备在工业水处理市场的需求会随之持续增长。

“十三五”规划纲要实施循环发展引领计划，推行企业循环式生产、产业循环式组合、园区循环式改造，减少单位产出物质消耗。强化约束性指标管理，实行能源和水资源消耗、建设用地等总量和强度双控行动。不同工业企业对水处理的要求不同，化工废水、制药废水、染料与印染废水、炼油废水、焦化废水、垃圾渗透液等，废水排放量大、污染严重、处理难度高。近年来我国污染治理力度加大，排放标准提高，在该领域采用臭氧高级氧化工艺处理废水有显著的效果，市场前景广阔；废水回用方面，目前我国工业用水重复利用率水平远逊于发达国家水平，随着我国工业废水回用率的提高，臭氧氧化技术作为实现废水回用的有效手段之一，存在较大的潜在市场。

3、臭氧设备在烟气脱硝行业的发展概况和市场容量

(1) 臭氧设备在烟气脱硝行业的发展背景

①大气污染严重，氮氧化物排放量大

根据《2019年中国生态环境状况公报》的统计数据显示，2019年，全国337个地级及以上城市（以下简称“337个城市”）中157个城市环境空气质量达标，占全部城市数的46.6%；180个城市环境空气质量超标，占53.4%。337个城市发生重度污染1,666天，比2018年增加88天，严重污染452天。

我国在“十一五”期间实施了二氧化硫减排战略，烟尘和二氧化硫污染恶化的趋势得到了有效遏制。但总体上大气污染物浓度仍处于较高水平，特别是氮氧化物排放量持续增长，使我国酸雨从硫酸型向硝酸型转变。

控制酸雨的根本措施是减少二氧化硫和氮氧化物的排放。氮氧化物活性高、氧化性强，能促进酸雨的形成，对动物的呼吸系统危害较大，若不严格控制，今后一段时期我国城市光化学烟雾、酸雨污染和灰霾天气将呈迅速恶化之势。控制氮氧化物排放量已成为“十三五”期间环保工作的重点。

②国家对空气质量的重视和相应政策支持

2015年8月18日，财政部和环境保护部联合发布的《关于加强大气污染防治专项资金管理提高使用绩效的通知》提出“资金安排向重点治理任务倾斜。大气污染防治任务重、资金需求量大，各地应按照轻重缓急安排专项资金，优先保障国家确定的重点治理任务，同时因地制宜保障好省级政府确定的重点工作。”

2015年8月29日第二次修订的《中华人民共和国大气污染防治法》规定“国家鼓励和支持大气污染防治科学技术研究，开展对大气污染源及其变化趋势的分析，推广先进适用的大气污染防治技术和装备，促进科技成果转化，发挥科学技术在大气污染防治中的支撑作用。”

2018年7月3日，国务院印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，明确了大气污染防治工作的总体思路、基本目标、主要任务和保障措施，提出了打赢蓝天保卫战的时间表和路线图，“经过3年努力，大幅减少主要大气污染物排放总量，协同减少温室气体排放，进一步明显降低细颗粒物（PM_{2.5}）浓度，明显减少重污染天数，明显改善环境空气质量，明显增强人民的蓝天幸福感。”

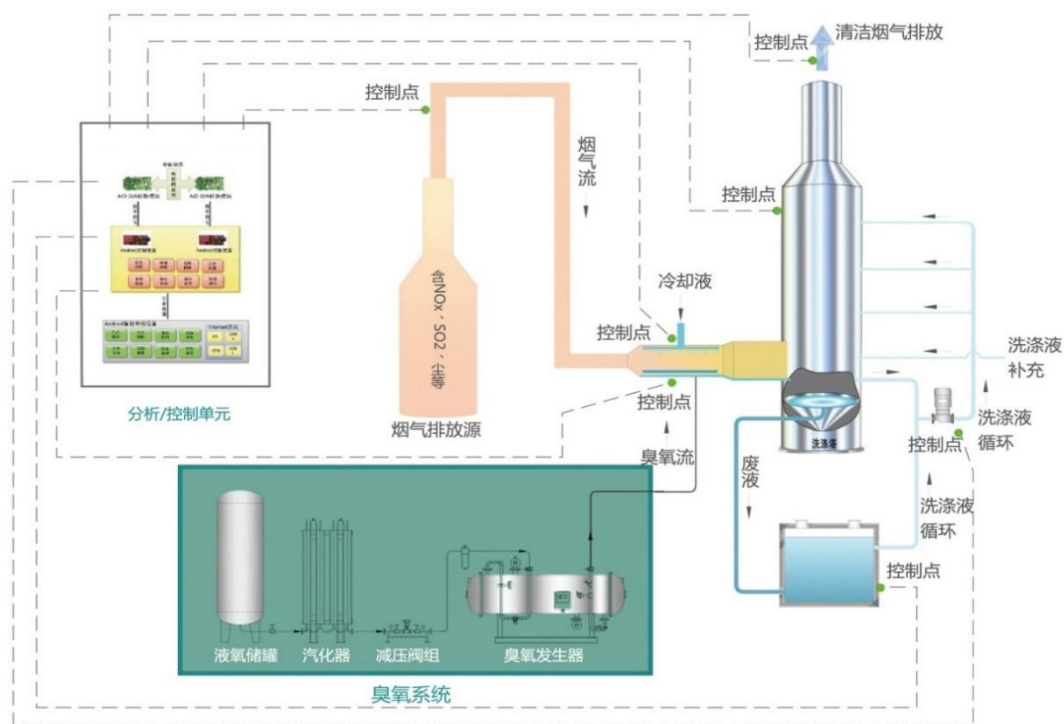
2019年6月5日，习近平总书记在世界环境日全球主场活动上强调，中国

高度重视生态环境保护，秉持绿水青山就是金山银山的重要理念，倡导人与自然和谐共生，把生态文明建设纳入国家发展总体布局，努力建设美丽中国，取得显著进步。

(2) 臭氧氧化技术在烟气脱硝中的应用

① 臭氧氧化脱硝技术简介

臭氧氧化烟气脱硝技术在国外已是成熟的工程应用技术，已进入工业化应用阶段，在国内应用刚刚起步。臭氧脱硝主要是利用臭氧的强氧化性将不可溶的低价态氮氧化物氧化为可溶的高价态氮氧化物，然后在洗涤塔内将氮氧化物吸收，达到脱除的目的，BOC公司的LoTOx技术即采用此原理进行烟气脱硝。而BELCO公司则将BOC公司的LoTOx技术与自己研发的EDV湿法洗涤系统结合，形成一体化的脱硫脱硝系统，在石油石化行业用于石油精炼厂中加热器、锅炉等的废气治理。该一体化的脱硫脱硝系统，在不同的NO_x等污染物浓度和比例下，可以同时高效率脱除烟气中的NO_x、二氧化硫和颗粒物等污染物。同时，LoTOx技术还不影响其他污染物控制技术。目前该技术在四川石化炼化一体化工程250万吨/年重油催化裂化装置中已获得应用，由公司提供臭氧系统集成，是臭氧氧化脱硝工艺在国内石油炼化废气处理同时脱硫脱硝的第一例应用。随着该技术的推广，在国内的热电、焦化、玻璃等行业，已有众多的成功运行业绩，其效果得到了验证。



臭氧在烟气脱硝工艺中的应用示意图

随着我国环保标准要求的提高，一些传统的烟气脱硝工艺难以满足严格的减排要求，臭氧氧化脱硝技术成为较好选择。采用臭氧高级氧化技术不仅对氮氧化物具有良好的脱除效果，而且对烟气中的其他有害污染物，比如重金属汞也有一定的去除能力。

②烟气脱硝技术对比

烟气脱硝技术一般是指对燃烧排放的尾气进行脱硝处理，即后端脱硝，主要有选择性催化还原法（SCR）、选择性非催化还原法（SNCR）和氧化脱硝等技术。与后端脱硝对应的是前端脱硝，是指在燃烧过程中控制氮氧化物产生的各种低氮燃烧技术。氧化脱硝技术主要是指利用氧化剂进一步氧化氮氧化物，并在后级通过其他工艺吸收氮氧化物的脱硝技术。氧化剂可采用臭氧、双氧水等，一般采用臭氧。

常用的后端脱硝技术对比

控制方式	脱硝原理	优缺点	应用特点
------	------	-----	------

选择性非催化还原法(SNCR)	烟气温度在 870~1200℃时, 将氨、尿素等还原剂喷入烟气中与 NO _x 反应生成氮气和水。	<ul style="list-style-type: none"> ◆优点: 占地面积小、投资少; ◆缺点: 在大型锅炉上只能达到 30%~50%的 NO_x 脱除率; 液氨在储运和运行过程中存在安全问题。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆小型锅炉和一些工业炉窑上的脱硝; ◆经常和其他脱硝技术联合使用。
选择性催化还原法(SCR)	通过选择合适的催化剂, 反应温度降低到适合实际使用的 290~430℃范围, 还原剂(氨、尿素等)有选择性地与烟气中的 NO _x 反应以达到脱硝的效果。	<ul style="list-style-type: none"> ◆优点: 脱除效率可达 90%; 技术成熟, 容易操作; ◆缺点: 建设投资大、运行费用高; 催化剂目前大都由国外进口, 价格昂贵, 失效催化剂是危险废弃物; 运行不稳定, 检修维护不方便, 脱硝运行成本高; 液氨在储运和运行过程中存在安全问题。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆世界上应用最多、最成熟的烟气脱硝技术之一; ◆目前我国大型燃煤电厂控制 NO_x 污染的主要手段之一。
低温氧化脱硝技术	用强氧化剂把不可溶的低价态的氮氧化物氧化成可溶的高价态的氮氧化物, 再把高价态的氮氧化物利用碱化吸收洗涤工艺清除掉。	<ul style="list-style-type: none"> ◆优点: 不需要增高烟气的温度; 不使用氨等还原剂; 不使用催化剂; 占地面积省; 在 NO_x 含量和烟气量都不稳定进气条件下, 维持 90%以上的清除率; 同时处理重金属; 可以配合湿法洗涤同时实现脱硫; ◆缺点: 目前在实践中应用的案例不如还原法广泛, 在氮氧化物浓度较高时, 设备投资及运行成本较高。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆大型火电厂有运行成本优势; ◆石油石化等行业 NO_x 排放浓度高且不稳定的工况有稳定、良好的效果。

从上表看出选择性非催化还原法(SNCR)脱硝效率不高, 在一些场合不能满足新修订的烟气排放标准; 氧化脱硝技术脱硝效率高, 但之前我国没有掌握先进的臭氧技术和氧化脱硝技术, 在实践中应用的案例不多; 选择性催化还原法(SCR)脱硝效率相对较好, 但催化剂使用以及后续更换需要进口, 价格昂贵, 运行还有不稳定因素和一定的安全隐患。根据 MARAMA¹2007 评估数据报告, 在保证 NO_x 脱除率为 80%~95%的情况下, LoTO_x 运行费用为 1,700~1,950 美元/吨 NO_x, SCR 的运行费用 2,364~2,458 美元/吨 NO_x。新修订的《火电厂大气污染物排放标准》将氮氧化物的排放浓度限值大幅降低, 各种脱硝技术的技术水平都需要提升, 既要提高脱硝效率以符合新发布的烟气排放标准, 又需要符合投资少、经济高效的原则。

实践证明, 臭氧氧化脱硝技术能够满足新的烟气排放标准, 大型臭氧设备的

¹Marama 是一家美国公司, 位于马里兰州巴尔的摩市, 从事大气污染控制行业。

国产化大大降低了初始投资。电能是臭氧氧化脱硝运行的主要消耗，火电厂采用臭氧氧化脱硝优势明显，如果使用内部核算电价，运行成本可进一步降低。目前，臭氧氧化脱硝技术已在国内多个热电厂应用，取得了优良的脱硝效果，也将逐步成为火电厂脱硝技术之一。在石油石化等行业，氮氧化物排放浓度高且不稳定，臭氧氧化脱硝技术成为最好的选择方式之一。随着我国臭氧技术水平的提高，大型国产臭氧设备在实践中应用案例的增多，国家发改委脱硝电价补偿政策及地方政府超低排放改造补贴政策的出台，臭氧氧化脱硝技术将在我国大气污染防治中发挥重要的作用。

(3) 臭氧设备在烟气脱硝行业的市场容量

“十三五”期间，我国将执行更为严格的“超低排放”标准。以燃煤发电的工业烟气排放标准为例，自2011年对《火电厂大气污染物排放标准》进行更为严格的排放标准修订后，2015年环保部、发改委和能源局又发布《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》（环发[2015]164号）面对工业烟气排放进行更为严格的基础规定：

单位：毫克/立方米

污染物项目		2003年排放标准	2011年排放标准	2015年排放规定
氮氧化物 排放量	全部	450、650、1100	100、200	35
	重点地区		100	
二氧化硫 排放量	新建锅炉	400、800、1200	100、200	50
	现有锅炉	400、800、1200	200、400	
	重点地区	-	50	

2018年8月，国家能源局、生态环境部发布了《关于印发2018年各省（区、市）煤电超低排放和节能改造目标任务的通知》（国能发电力【2018】65号），提出了2018年各省（区、市）煤电超低排放和节能改造目标任务：超低排放改造4,868万千瓦、节能改造5,390.5万千瓦。

此外，部分省市制定并提高了大气污染物排放标准。2019年3月，广东省印发《锅炉大气污染物排放标准》（DB44/765-2019）；2019年3月，山东省印发《火电厂大气污染物排放标准（DB37/664—2019）》；2018年12月，陕西省发布

《锅炉大气污染物排放标准》(DB61/1226-2018)、《关中地区重点行业大气污染物排放标准》(DB61/941-2018); 2018年10月,河北省印发《钢铁工业大气污染物超低排放标准》(DB13/2169-2018)、《炼焦化学工业大气污染物超低排放标准》(DB13/2863-2018)等。

随着排放标准的不断制定、排放标准进一步趋严、减排力度的持续加大,污染物排放量较大的相关行业存在巨大的环保设备购置和升级换代需求来满足排放标准的要求,这也为环境污染治理行业内的环保企业带来了巨大的市场需求空间和发展机遇。

环保部新闻发言人陶德田就新修订的《火电厂大气污染物排放标准》表示,据测算,实施新标准在大幅削减污染物排放的同时,还将带动相关的环保技术和产业市场的发展,形成脱硝、脱硫和除尘等环保治理和设备制造行业约2,600亿元的市场规模。

近年来,大气污染治理的市场热点集中于火电厂脱硝、脱硫和除尘领域。由于受国家重视发展较早,政策要求严格,电价补贴、价格税费等机制相对完善,火电厂脱硫脱硝除尘治理市场已相对成熟。

整体氧化脱硝装置是高效废气处理集成系统,需要大规格的臭氧系统设备。目前,公司已经设计集成了包括四川石化、中国石化上海石化和中化泉州石化等单位的重油催化裂化装置中烟气脱硝用的大型臭氧系统设备。公司与Ozonía、WEDECO等共同成为BELCO公司应用LoTOx技术中推荐的臭氧系统设备合格供货商。

①石油石化行业的烟气脱硝市场

氧化脱硝技术在石化行业已成熟应用并取得良好效果。石油石化行业的烟气脱硝需求巨大,单套设备合同标的高,公司设备已在各石化企业得到应用。截至2015年8月,我国共计有200多套催化裂化装置,将需要进行脱硝处理。

②火电厂烟气脱硝市场

氮氧化物减排是“十三五”大气污染治理重点,截至2017年底,全国二氧化硫排放总量875万吨、氮氧化物1,259万吨,要实现环境质量根本好转,二氧

化硫、氮氧化物总量至少要下降到百万吨级水平，我国将在“十三五”实施更加严格的二氧化硫和氮氧化物排放控制标准，火电厂原有及新建机组均需进行严格的脱硝处理。

2019 年末全国发电装机容量 20.11 亿万千瓦，同比增速为 5.84%。其中，火电装机容量 11.91 亿千瓦，占比约为 59.2%，依然是我国电力产能的主力军。目前，氧化脱硝技术在火电厂烟气脱硝中已开始应用。可以预见，臭氧氧化脱硝技术以其明显的优势，将逐步成为火电厂采用的主要烟气脱硝技术之一。随着“十三五”更为严格的脱硝处理规则的实施，未来几年我国将迎来火电厂脱硝项目的建设高峰期，这将为臭氧系统设备制造行业带来巨大的市场机会。

另外，未来新增电厂对烟气脱硝装置也存在巨大的需求。根据我国能源结构情况，未来火电装机容量将持续增长，根据《电力工业“十二五”规划研究报告》，“十三五”期间全国煤电规划开工规模 2.6 亿千瓦，投产规模 2.5 亿千瓦，2020 年我国煤电装机预计达到 11.6 亿千瓦。未来 10 年火电厂每年新增 5,000 万千瓦的装机容量，这将持续带来对臭氧设备的需求。

2014 年 7 月新修订的国家标准《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）开始实施，标准中在原有烟尘（即颗粒物）和二氧化硫的基础上，添加了 NO_x 的排放限值，更加严格控制 NO_x 排放。此外，全国各地也出台了针对地方锅炉 NO_x 排放标准，如北京市制定的《锅炉大气污染物排放标准》中规定，2017 年 3 月 31 日之后，新建燃煤工业锅炉 NO_x 排放最高允许浓度为 30mg/m³，在用锅炉排放最高允许浓度为 80mg/m³。

③其他行业烟气脱硝市场

水泥、钢铁、化工、玻璃等行业的窑炉排放的烟气也需要进行脱硝处理，《国家环境保护“十二五”规划》要求加快其他行业脱硫脱硝步伐，加强水泥、石油石化、煤化工等行业二氧化硫和氮氧化物治理，新建水泥生产线要安装效率不低于 60% 的脱硝设施，“十三五”规划则施行更为严格的烟气脱硝处理规定，更为严格的开展燃煤锅炉烟气治理，新建燃煤锅炉要安装符合国家脱硫脱硝处理规定的脱硫脱硝设施。臭氧氧化脱硫脱硝技术在这些行业已有应用业绩，随着我国环保标准的进一步提高，烟气脱硝市场持续增长，臭氧设备需求也必将持续增长。

4、臭氧设备在精细化工行业的应用和市场容量

在精细化工行业，臭氧代替高锰酸钾等氧化剂，不但使产品质量提高，减少环境污染，还降低了生产成本。臭氧容易打断烯烃类有机物的碳链结合键，使其部分氧化后组合成新的氧化物。在医药中间体、化工中间体、天然香料等精细化工产品的合成工艺中，臭氧是一种重要的生产原材料。

我国精细化工产品包含约 25 个门类，近 3 万个品种的产品，应用于国民经济的各个领域。精细化工产品的生产过程可分为原料预处理、化学反应、产品分离和提纯三个阶段，生产工艺复杂多样，化学反应环节多、生产步骤多。根据国家统计局的资料显示，近年来我国化学原料及化学制品工业总产值一直保持较快速度增长，其中精细化学品占化学原料及化学制品的比重一直处于上升趋势。世界生产重心已经向中国发生明显转移。精细化工在我国行业统计中体现为专用化学品，Wind 数据显示：2009 年到 2019 年，我国化学原料及化学制品制造业营业收入由 3.63 万亿元增长到 6.58 万亿元，业务规模扩大近 2 倍左右。从公司近年在该领域实现的销售来看，该领域对臭氧设备需求稳定。

5、臭氧设备在其他行业的应用和市场容量

臭氧在空气消毒、瓶（桶）装水消毒、泳池消毒、食品、灌装等消毒领域很早就得到了广泛应用，卫生部《消毒技术规范》把臭氧定义为一种广谱杀菌剂，可杀灭细菌繁殖体和芽胞、病毒、真菌等，并可破坏肉毒杆菌毒素。臭氧在消毒领域的应用技术成熟，该领域对臭氧设备需求稳定。

由于传统的纸浆含氯漂白工艺产生的漂白废水中含有二噁英等强烈致癌物以及有机卤化物 AOX 等难以降解的成分，严重污染环境，造纸行业一直致力于推广无氯漂白和少氯漂白工艺技术。2007 年、2011 年，国家发改委、工业和信息化部、国家林业局两次联合发布了《造纸产业发展政策》等文件，鼓励采用“氧脱木素、无元素氯漂白或全无氯漂白技术和装备”。国内目前采用和正在推广的少氯漂白（ECF）和无氯漂白（TCF）工艺。由于臭氧能有效地脱除有机发色基团，提高纸浆白度，并能避免有机氯化物污染，成为全无氯漂白工艺中的重要工艺。随着环保要求越来越严格和纸浆厂降低纸浆生产成本的要求，采用臭氧漂白将会成为纸浆漂白的首选方案。

目前，臭氧漂白在发达国家已经实现了工业化，国内正处于起步阶段，国内造纸企业中采用臭氧进行纸浆漂白的仅有中日合资江苏王子制纸有限公司一家企业，其采用日本三菱生产的臭氧发生器及其构件。臭氧漂白技术长期未能应用，主要源于臭氧的选择性不强，容易降解碳水化合物，造成纸浆黏度下降。经过公司长期的工艺研究，目前此问题通过控制臭氧用量、控制反应时间、添加保护剂等方法已经完全解决。

中国是造纸大国，根据国家统计局数据，截至 2018 年底，国内规模以上造纸生产企业 2,754 家，年实现主营业务收入 9,215 亿元。根据中国造纸协会调查资料，2018 年全国纸浆生产总量 7,201 万吨，较上年减少 9.41%，纸浆漂白将成为发行人臭氧设备的另一个巨大市场。

此外，臭氧在食品保鲜、包装覆膜、医疗、城市垃圾中转站废气处理、臭氧水机空气净化除臭装置等其他领域也有应用，并且随着臭氧技术的不断提高，臭氧系统设备在废旧轮胎处理系统、臭氧冰保鲜等新兴领域的应用也取得较大进展，随着臭氧应用技术研究的深入，臭氧应用领域将会越来越宽广，对臭氧设备的需求将保持增长，臭氧行业将迎来一个高速发展的时期。

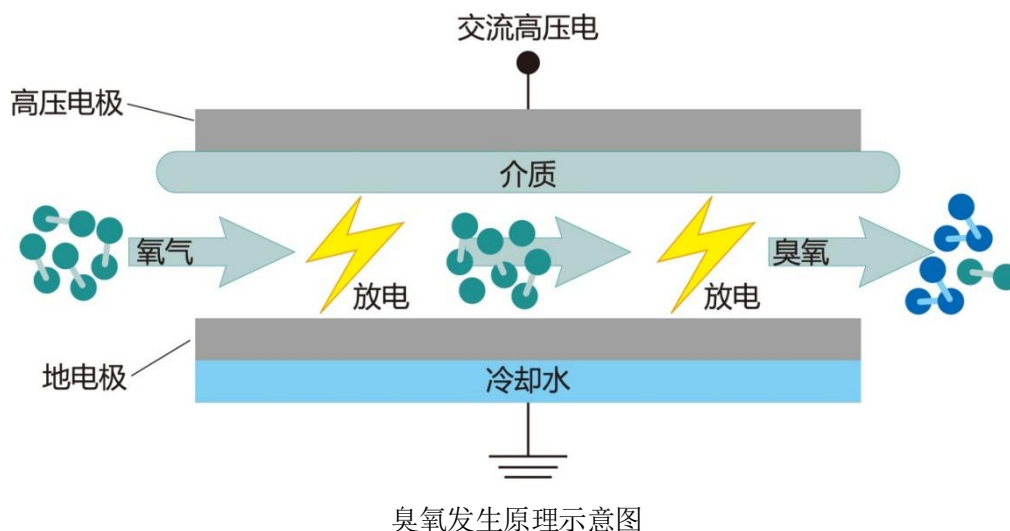
（四）行业技术情况

1、行业关键技术

（1）臭氧制取技术

臭氧制取技术是指产生臭氧的技术，在工业应用中主要有介质阻挡放电法、紫外线法、电解法等。

介质阻挡放电法：其基本原理是将含氧气体通过由放电电极和绝缘介质构成的放电间隙，当电极间施加的外部交流高压电场超过气体的击穿电压时，气体发生充分电离，从高压电场获得能量的电子与氧分子发生非弹性碰撞，电子把能量转移给氧分子，气体被激励后，发生电子雪崩，形成等离子体。当电子从放电电场获得的能量大于 8.4eV 时，氧分子开始分解、电离，产生的氧原子与氧分子结合最终形成臭氧。目前工业应用臭氧发生器大都采用介质阻挡放电的方法。如图所示：



介质阻挡放电技术易于制造单机臭氧产量高的设备，技术进步快，相对能耗较低，能够实现臭氧的工业应用，是目前市场占有率最高、应用最广的技术。

紫外线法：紫外线式臭氧发生器是使用特定波长的紫外线照射氧分子，使氧分子分解而产生臭氧。这种方式臭氧产量低、相对能耗大、紫外线灯管使用寿命短，工业应用范围较窄。

电解法：电解法臭氧发生器是通过电解纯净水产生臭氧。此种方式能制取高浓度的臭氧水，使用和维修简单，但臭氧产量无法做大、电极使用寿命短、臭氧不容易收集，使用范围受到限制，并且制造成本高。目前该种臭氧发生器只在一些特定的小型设备上或某些特定场所使用，实现臭氧的工业规模应用还需不断的技术进步。

(2) 臭氧发生器核心技术

① 臭氧发生单元设计技术

臭氧发生单元基于介质阻挡放电原理，是用于产生臭氧的基本物理单元，是构成臭氧发生室的基础。臭氧发生单元设计技术是通过研究对高压放电等离子体物理参数的研究和试验，研发具有优良介电常数和导热性能的介质材料，设计、加工精密的电极结构构成微小、均匀的放电间隙，以及研究与设计外部高压电场参数等的关键技术。国内外主流臭氧设备制造商的臭氧发生单元均有技术专利，WEDECO 的玻璃介质放电技术，Ozonix 的 AT (Advantage Technology) 非玻璃介电体技术和近年新推出的 IGS (Intelligent Gap System) 技术，日本富士电机系

统株式会社、三菱电机的玻璃介质放电技术；公司拥有非玻璃介质放电和玻璃介质放电两种技术，其中 DTA 非玻璃放电体技术和玻璃介质放电技术均获得发明专利。

②臭氧专用电源及电源控制技术

臭氧的产生需要电力电源为其提供高电压和能量来源，对于电源而言，臭氧发生单元属于特殊的非线性容性负载，为了获得更高的臭氧浓度及产量，更低的电能消耗，需要对电源拓扑结构、负载谐振电路参数、电源控制方式以及工作点进行研究和设计，使臭氧发生器工作在最为合适的工作点，这是臭氧电源技术的关键，国际知名臭氧设备制造商都拥有与自己的臭氧发生单元相匹配的臭氧电源技术。

③臭氧发生器运行控制技术

臭氧发生器产生臭氧的浓度、电耗、产量与气源质量，气体的温度、压力、流量以及电源工作点都有着直接的关系，高效的臭氧发生器需要对设备运行过程中关键的物理量进行实时的采集、计算，并通过合理的控制方法，使臭氧发生器工作在最佳运行状态。臭氧发生器的运行控制技术需臭氧发生器生产企业对其控制参数和算法进行长期的摸索，以及数据和经验积累。

（3）臭氧系统集成技术

臭氧发生器是臭氧系统的一部分，要实现完整的工业应用，还需要臭氧投加装置、臭氧尾气破坏装置、气源装置等相关辅助设备，并由系统控制单元按照详细的工艺要求和控制流程，对各个辅助设备进行协调控制，统一调度，保证整个生产流程的准确性、稳定性和可靠性。成熟的系统集成技术需要对不同行业的应用特点进行的长期的数据和经验累积。

①臭氧投加技术：为了保证臭氧的充分利用，需要针对不同的工程应用特点，对臭氧投加浓度、投加量、投加方式、接触时间等进行研究设计，开发高效的臭氧投加装置，选择适合的投加工艺。

②尾气破坏技术：臭氧属于对人体有害的强氧化性气体，未被吸收的臭氧尾气不能直接排放至大气中，需要根据工程应用条件、尾气浓度及其变化、工作气

量及其变化研究开发尾气分解装置和新型高效催化剂，保证臭氧尾气分解效率，降低能耗。

③气源处理技术：臭氧发生器在选用空气或现场制取氧气作为气源时，原料气中含有大量的水分、灰尘、油、碳氢化合物（烃）和氢之类的杂质，对臭氧发生器的安全运行具有较大危害，降低了臭氧产生效率，需要根据气源中杂质的类型和含量设计开发气源处理装置，对气源进行干燥、过滤、吸附处理。

④系统自动化控制技术：根据臭氧应用工艺流程，构建以臭氧发生器为核心，辅以其它外围设备的完整的臭氧系统，并设计自动化控制与检测系统，对供气流量、臭氧浓度、投加功率等进行检测和调节，实现故障诊断、报警、自动恢复，对整个系统进行协调控制，保证系统运行的准确性、可靠性。

2、行业技术指标

臭氧产量、浓度与电耗是衡量臭氧设备性能的三项主要指标如下：

臭氧产量是指臭氧发生器单位时间产生的臭氧量， $\text{臭氧产量} = \text{臭氧浓度} \times \text{工作气量}$ 。臭氧浓度、工作气量都需要换算到标准状态下。目前国际上臭氧发生器最大的单机产品规格已达 175kg/h。

臭氧浓度是指臭氧发生器出气中的臭氧含量（采用标准状态下的质量÷体积的浓度，即 mg/L 或 g/m^3 ；或质量的浓度，即 wt%）。臭氧浓度通过用碘量法或紫外吸收法测定。目前经济运行的臭氧浓度一般为：氧气源 7-12wt%（相当于 102-179mg/L），空气源 2.3-3.5wt%（相当于 25-45mg/L）。

臭氧电耗是指产生 1kg 臭氧消耗的电能， $\text{臭氧电耗} = \text{有功功率} \div \text{臭氧产量}$ 。目前经济电耗一般为：氧气源 7-11kW·h/kg，空气源 13-18kW·h/kg。

臭氧产量和浓度关系到臭氧在工业应用中的效果，电耗则关系到臭氧设备的运行成本，在相同条件下，产量越大、浓度越高、电耗越低的臭氧设备技术越先进。因此，这三项指标代表着臭氧设备的性能，也标志着从事臭氧设备制造公司的技术实力。另外，冷却水温度对臭氧设备性能指标的影响较大。同样的臭氧设备在较低的冷却水温度下，可以获得更高的性能指标，因此国内臭氧设备经济电耗一般指冷却水温度在 25℃左右的情况。

随着臭氧设备制造技术的进步和新材料、新工艺的应用,臭氧发生器在产量、浓度与电耗三项技术指标上将会有较大幅度的提高。臭氧的制取技术获得突破将推动臭氧技术指标的提升和运行费用的降低,进一步提高臭氧应用的市场竞争力,应用领域也将更加广阔。

3、行业技术特点

(1) 臭氧技术是涉及多学科的综合技术

臭氧技术是涉及到近代物理、材料、电力电子、精密机械、自动化控制、电子信息、应用化学等多学科的综合技术,其专业技术主要包括:

①介质阻挡放电技术,包括高压放电物理参数的设计、介质材料与结构、电极材料与结构、放电管的机械强度、结构精度、耐压性能和散热性能以及与上述相关的加工工艺等。

②臭氧电源及其控制技术,包含主电源拓扑结构设计,负载谐振电路设计,电源控制设计,使臭氧发生器工作在最为合适的工作点,保证设备运行的稳定性和经济性。

③臭氧运行控制技术,主要指臭氧发生器的自动化控制技术,根据臭氧发生理论,设计合理的臭氧发生器控制系统和自动控制算法,对温度、压力、流量、浓度和电源工作点等关键物理参数进行采集和控制,使臭氧发生器工作在最佳状态。

④臭氧系统集成技术,主要包含臭氧投加装置、臭氧尾气破坏装置、气源装置等相关辅助设备及系统集成工艺的设计,使各环节设备技术参数达到最佳匹配,保证整个生产过程的准确性、稳定性和可靠性。

因此,臭氧技术的研发既需要长时间、大量实验数据的支持,更需要各学科研究人员共同合作开发。

(2) 臭氧系统设备需根据用户需求定制

臭氧设备应用领域广泛,不同行业用户对系统配置、运行控制等方面有不同要求,需要根据项目实际情况结合客户的安装要求、运行环境、工况条件等因素

对臭氧系统集成进行专门设计。因此，臭氧系统集成具有很强的专业性和针对性，需要臭氧设备供货商具有强大的综合技术实力，才能确保整套臭氧系统的高效稳定运行。

4、臭氧的应用技术及其特点

臭氧的应用技术是在工业中利用臭氧的强氧化性，通过对臭氧的单独使用或与其它方法联合使用，达到降解有机物、脱色、除臭、杀菌等特定目的。臭氧在市政给水、中水回用、市政污水、工业废水、烟气脱硝、精细化工、泳池消毒、空间消毒、饮料食品等行业应用广泛，与流体力学、分析化学、消毒学、有机化学、无机化学等学科密切相关，应根据不同领域的应用特点及臭氧发挥的主要作用，进行专业设计。

在不同的应用领域，臭氧的功能与技术应用方式不同，与其他技术既有互相替代的竞争关系，又有互补的合作关系。例如在饮用水深度处理、废水处理和精细化工等领域中对传统氧化剂的替代；臭氧技术在很多情况下是和其他技术联合运用，在水处理工艺中的组合形式就有：臭氧—活性污泥、臭氧—活性炭吸附、臭氧—絮凝—膜处理、臭氧—气浮、臭氧—膜处理等；臭氧技术更有自身独特的功能，比如在水处理中的脱色、除臭功能，随着水质的恶化和水标准的提高，在很多水处理项目中都必须采用臭氧技术才能达到处理效果。

5、国际臭氧技术的发展趋势

(1) 臭氧发生器单机产量及应用规模不断提高。3×175kg/h 的大型臭氧发生器在巴西 VCP 造纸厂纸浆漂白中已得到实际应用。在国内，5×120kg/h 的大型臭氧发生器 2012 年在石家庄桥东污水厂投入运行。5×80kg/h 的大型臭氧发生器 2012 年在上海石化投入运行，用于烟气脱硝。4 套 120kg/h 大型臭氧发生器已应用于绍兴柯桥滨海印染产业集聚区污水深度处理工程。

(2) 臭氧发生器技术指标不断提升。臭氧应用正常运行浓度已经有达到 14wt%（约合 210mg/L），实验室数据可以达到 300mg/L。同时由于新介质结构研发以及合理的电源特性匹配，使得相同臭氧浓度和产量下的电耗越来越低。

(3) 臭氧发生器的集成配套要求越来越完善。从早期要求单一产品臭氧发

生器供货，发展到现在的全套臭氧系统设备供货，包括不同臭氧应用行业的臭氧投加系统、尾气分解系统、自控系统等在内的全套臭氧系统设备，提供臭氧系统解决方案。

(4) 应用领域不断拓展。近年来，随着臭氧应用技术的不断进步，臭氧在烟气脱硝、废旧轮胎处理、臭氧冰保鲜等新兴领域的应用取得较大进展，并取得了较好的应用效果。

(五) 行业发展特点

1、行业的经营模式

臭氧发生器按照臭氧产量的大小分为小、中、大型臭氧发生器。不同型号的臭氧发生器应用行业不同，经营模式也有很大区别。中小型的臭氧设备，或者臭氧系统的配套设备，设备采购金额不大，用途简单，不必采用招投标的形式，臭氧设备供应商和业主直接进行商务谈判，按客户的要求提供适合的产品。

大型臭氧系统设备所需技术水平高、投资金额大，客户在采购设备时大多采用招投标的形式。大型臭氧系统设备不是标准化的设备，需根据不同的应用条件设定臭氧设备的设计参数，臭氧系统设备的销售不仅仅是简单的提供设备，还要提供综合的技术服务，因此订单生产、量身定制、综合服务是臭氧设备供应商生产经营的特点。大型臭氧设备的销售需经过“设计+生产+销售+服务”整个过程，首先根据客户的应用情况进行设计，实验达标后根据设计进行产品订单生产，设备生产完成后要进行设备的安装调试或者指导安装调试，还需提供后续的技术服务。臭氧设备的生产需要专业的技术，基于技术和经验提供有针对性的产品方案设计和售后服务也是臭氧设备行业经营的关键。

大型臭氧设备大多应用在水处理、烟气处理等环保项目中。环保项目可能由业主自己组织建设，也可能由专业的环保工程公司承包实施具体的项目建设，因此臭氧设备供应商销售产品时可能直接销售给业主，也可能销售给环保工程公司。考虑到大型臭氧设备是环保项目中的关键设备，客户有时也会委托臭氧企业实施与臭氧工艺密切相关的全部处理环节。

2、行业的周期性

臭氧行业属于环保装备制造业，其发展与经济周期的变化相关，一定程度上受到国民经济运行情况影响。在国民经济发展的不同时期，国家的宏观政策会有所调整，该类调整将直接或者间接影响到臭氧行业的发展。大型臭氧发生器主要应用在市政水处理、工业污水处理和烟气处理等下游行业，可能会受到经济周期波动的影响。但随着环保问题日益突出，大众对于环境保护的日益重视，国家从战略的角度不断加大对环保产业的投资，逐渐提高环保标准，并从政策上强制要求企业采取环保措施，环保装备产业作为朝阳产业将迎来快速发展的有利时期，其对臭氧发生器的需求在未来相当长一段时间内将保持持续增长的态势。

3、区域性、季节性特征

大型臭氧设备广泛应用于市政、石化、电力、化工、冶炼、制药、造纸等众多领域，不依赖某一单一市场或区域。受环保政策的实施和执行力度影响，臭氧设备的需求与地区污染情况、废水排放情况以及地方政府对环保重视程度有关，同时市政、石化、电力、化工、制药等是臭氧设备需求较多的行业，因此在上述行业较发达的地区，需求量也比较大。从区域上看，我国东部地区经济发展早，污染较为严重，对废水和烟气处理技术提出了更高的要求，同时因为东部地区人口多、城市密集，水厂的数量也较多，因此大型臭氧设备在东部的需求更多。

臭氧设备自身的生产销售不受季节性的影响，但对于市政、石化、电力、化工、冶金等大型客户而言，其一般在设备采购、货款结算方面遵守严格的预算管理制度，投资立项申请与审批一般集中在每年的上半年，执行实施相对集中在下半年。

4、行业进入壁垒

(1) 技术壁垒

臭氧的生产技术和应用技术需要多年的实验数据和实践经验积累，臭氧技术的研发既需要长时间、大量实验数据的支持，更需要各学科研究人员共同合作开发。臭氧设备的研制需要多学科的技术综合运用，涉及的技术包括高压放电等离子体物理参数的研究与控制，介质材料研究与放电单元的结构设计、非线性负载谐振电力电源及其控制系统的研究、臭氧运行控制技术、臭氧系统集成技术等

设计研究，涉及到近代物理、材料、电力电子、精密机械、自动化控制、电子信息、应用化学等多学科；臭氧系统的实际应用更涉及多种技术，比如水处理行业，包括市政给水、市政中水、市政排水以及工业废水处理等，整个系统设计需要针对不同水质进行投加臭氧实验、技术方案设计、臭氧设备参数设定、工艺流程安排、臭氧系统设备的安装、设备调试、臭氧设备检测等众多环节。现在工业应用中对臭氧设备的技术参数要求越来越高，应用技术要求也越来越复杂，臭氧技术是臭氧行业最主要的门槛。因此，对于新进入臭氧行业的企业，臭氧技术门槛高，涉及技术种类繁多，掌握行业技术所需周期长，具有较高的技术壁垒。

（2）品牌和既往成熟业绩壁垒

大型臭氧设备是专业化设备，单套价值较高，使用寿命一般在 10 年以上，因此客户在选择供应商时，重点考虑设备厂商的品牌和行业口碑，知名品牌意味着客户的认可，其设备在性能、质量及服务等方面具有更高的可靠性。大型臭氧设备在与人民生活质量密切相关的市政自来水厂和市政污水厂，以及涉及环保强制标准要求的废水和废气排放企业应用较多，客户对臭氧系统运行的稳定性、可靠性具有非常高的要求。大型臭氧设备各细分行业客户都极为重视臭氧系统供应商的既往工程业绩和实际应用效果等情况，这也是臭氧系统供应商开发新客户重要的先决条件。大型臭氧设备的采购一般都采用招投标形式，客户会明确限定供应商具有同类及同规模臭氧设备应用成功案例。因此，品牌和既往成功业绩是臭氧企业能否参与重要项目市场竞争的基本条件，成为新进入此行业的企业在短期内无法逾越的门槛。

（3）臭氧技术人才壁垒

臭氧技术是专业性非常强的综合学科技术，需要掌握相关技术的各学科专业人才，臭氧设备的研究开发、设备制造、系统方案设计、安装与调试、销售与客服更需要大量具有成熟经验的臭氧技术人才。臭氧设备制造业属于国民经济中的细分行业，我国大型臭氧设备制造企业起步较晚，国内个别高校也仅对臭氧产生机理和应用效果进行研究，没有涉及臭氧设备核心制造技术、系统集成技术及工程应用技术。目前国内臭氧企业普遍规模较小、研发投入不足，小型臭氧设备的制造技术相互模仿严重，缺乏高性能、大型臭氧设备的研发、制造和应用等方面

的经验，掌握臭氧核心技术的企业和人才不多，难以通过人才引进的方式解决。因此，臭氧企业从事大型设备制造并进入高端市场领域，需长期进行机理研究、设备开发和工程实践等经验的积累，需自身长期培养专业技术人才并形成技术团队。臭氧技术人才缺乏成为进入大型臭氧设备制造领域的壁垒。

（4）生产能力壁垒

生产能力壁垒体现在臭氧设备生产的质量要求、臭氧设备生产的规模化效应和臭氧设备的定制化生产能力。2010年实施的《水处理用臭氧发生器CJ/T322-2010》标准对臭氧设备的技术参数、稳定运行和安全使用提出了更高要求，是臭氧设备生产企业准入基本标准。大型臭氧设备的生产既需要较大的固定资产投资和流动资金投入，又需要通过长期的生产制造经验积累，以保证产品质量、供货周期并降低生产成本。大型臭氧系统设备需要根据用户不同的需求量身定制，同时国内的石油、化工、电力等行业所遵循的行业内标准与规范各不相同，不同国家和地区所遵循的标准以及电力条件、工况条件也有较大差别，需要有针对性的系统设计、生产组装和出厂检测，每个环节都有专业化的技术分工，对企业的生产技术能力、生产及时性、生产协调能力等方面都有很高的要求。另外，重要客户在做出采购决策前，会实地考察企业生产规模、加工设备、检测设备、质量管理等方面的生产能力。因此，对于一个新进入臭氧行业的企业，生产能力是其面临的一个重要壁垒。

5、行业市场化程度和竞争格局

臭氧的应用已经有一百多年的历史，在各个行业被广泛采用。臭氧市场需求大，国内外均有较多臭氧设备提供商，涵盖从普通消毒设备到水处理、烟气处理用的大型高端臭氧设备。随着臭氧技术的发展，越来越多的臭氧应用方式被研究开发，尤其臭氧在水处理、烟气处理等环保领域的显著优势给掌握臭氧先进技术的企业带来大量市场机会，越来越多的企业意识到了臭氧的广阔应用前景，纷纷进入臭氧行业。

在中、小型臭氧发生器市场，产品的技术要求不高，进入门槛相对较低，新进入的企业一般从低端的中小型产品做起，参与竞争企业众多，竞争激烈，竞争手段趋向于以价格竞争为主。

大型臭氧发生器制造需要核心臭氧技术的支撑,对设备的稳定性与高效性有很高的要求,目前我国掌握核心臭氧技术的企业不多,掌握高端臭氧技术的企业就更少。客户在高端应用领域的臭氧设备采购中,对供应商设定了很高的技术条件、规模要求和既往工程业绩的要求,进入门槛较高,往往只有包括本公司在内的国内外几家公司符合参与竞争条件。因此应用在高端领域的大型臭氧设备市场竞争相对规范。

6、行业的供求情况和利润水平变动

环保政策的支持和臭氧技术的进步使臭氧设备市场需求持续增长。臭氧市场需求的提高,促使大量企业进入臭氧行业,能够提供中小型臭氧发生器的企业越来越多,尤其是小型臭氧发生器对技术参数和设备运行稳定性的要求不高,行业进入壁垒低,行业竞争越来越激烈,利润水平下降。大型设备市场由于竞争企业受到技术实力、品牌、既往业绩等门槛的制约,整个市场只有少数企业能够提供合格的产品。

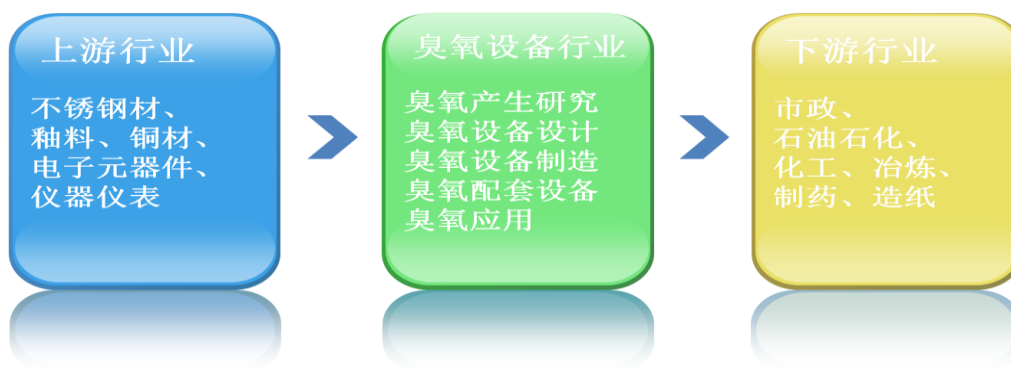
在大型臭氧设备和高端应用领域,掌握臭氧制备核心技术的企业不多,前几年国内对大型臭氧设备的需求基本依赖进口,随着我国国内企业臭氧技术水平的提高,大型国产臭氧设备在臭氧的高端应用领域成功应用,客户对国产大型设备的认可程度也越来越高,因成本和服务优势明显,国产大型臭氧设备的整体利润水平呈上升趋势。长期来看,国家环保标准将不断提高,环保监管力度会不断加大,产业升级和产业结构调整也会不断延伸,行业利润还将保持较高的水平。

(六) 发行人所处行业与上、下游行业之间的关联性

臭氧设备制造业在国民经济产业链中处于基础性地位,产业关联度高,产品覆盖面广,属于技术密集型行业。

1、行业的上、下游行业

本行业的主要原材料为不锈钢材、硅钢片、玻璃管、釉料、铜材、控制柜、电气器件、电子元件、仪器仪表等,不锈钢材占比较大。本行业的主要产品广泛应用于市政水处理、工业水处理、烟气处理、精细化工等众多领域,下游行业主要是市政、石油石化、化工、冶炼、制药、造纸等行业。



2、上、下游行业对本行业的影响

(1) 上游行业的影响。臭氧设备制造所需原材料均为应用比较广泛的基础工业原材料，市场供应充分，价格比较稳定，不会成为生产臭氧设备的制约因素。臭氧技术是多学科的综合技术，大型臭氧设备都是非标产品，其放电体、变压器、控制系统、曝气装置、配套设备等重要组件都需要企业自己加工制造，臭氧设备制造商如果不能掌握全套的臭氧设备制造和集成技术，需要从外部采购部分关键设备，会使企业增加成本并形成技术依赖，可能会成为臭氧设备生产的制约。

(2) 下游行业的影响。臭氧设备应用领域广泛，下游行业众多、客户分散，不存在依赖某一行业和某一客户的现象。随着国家环保标准的提高，环保监督力度的加大，产业升级的加速，下游行业对本行业产品的需求预计会得到大幅度的上升，有力的促进本行业的发展。下游行业的处理标准与其自身的发展状况和产业政策息息相关，下游行业自身及相关环保法规对环保处理的要求将直接影响臭氧设备行业的生产标准，进而影响本行业的发展。

(七) 影响行业发展的有利和不利因素

1、有利因素

(1) 国家相关产业政策大力支持

本行业作为环保装备制造业，主要服务于环保行业，受到国家多项政策支持。国家政策对公司所处行业的支持，具体参见本节“二、行业基本情况（二）行业监管体制、主要法律法规及产业政策 2、行业主要法律法规和 3、行业主要政策”。

新修订的《水污染防治行动计划》、《大气污染防治行动计划》《生活饮用水卫生标准》、《城镇污水处理厂污染物排放标准》、《火电厂大气污染物排放

标准》等标准有力的推动了相关的环保技术和产业市场的发展，大型国产臭氧设备在相关领域的成功应用为臭氧设备供应商创造了良好发展空间。

国务院发布的《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》（国发[2010]32号）明确将节能环保产业作为现阶段重点培育和发展的七大新兴产业之一，示范推广先进环保技术装备及产品，提升污染防治水平。发挥国家科技重大专项的核心引领作用，结合实施产业发展规划，突破关键核心技术，加强创新成果产业化，提升产业核心竞争力。

《环保装备“十二五”发展规划》明确提出要加快研发大型臭氧发生器，国家在“十二五规划纲要”之“水体污染控制与治理”中明确将“非玻璃介质大型臭氧发生器设备研制及其产业化”列为重大科技专项。

《2015年国家先进污染防治示范技术名录（水污染治理领域）》与《2015年国家鼓励发展的环境保护技术目录（水污染治理领域）》分别将“臭氧催化氧化法制药废水深度处理技术”与“非均相催化臭氧氧化深度处理印染废水技术”列入国家鼓励发展的环保技术领域。

《“十三五”生态环境保护规划》以提高环境质量为核心，实施最严格的环境保护制度，打好大气、水、土壤污染防治三大战役。《“十三五”生态环境保护规划》的目标实施由单一目标即总量控制目标、减排目标变成多目标即“生态环境质量改善”、“污染物排放总量控制”和“生态保护修复”，其中“污染物排放总量控制”将是我国当前及未来一段时间内环境管理的重要抓手。

2018年1月1日，《环境保护税法》正式施行。《环境保护税法》全文5章、28条，对税收减免、征收管理、计税依据和应纳税额等进行了规定。环保税将进一步强化税收在生态环境方面的调控作用，形成有效约束和激励机制，促进落实排污者责任。

2018年7月3日，国务院印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，明确了大气污染防治工作的总体思路、基本目标、主要任务和保障措施，提出了打赢蓝天保卫战的时间表和路线图，“经过3年努力，大幅减少主要大气污染物排放总量，协同减少温室气体排放，进一步明显降低细颗粒物（PM_{2.5}）浓度，明显减少重

污染天数，明显改善环境空气质量，明显增强人民的蓝天幸福感。”

2019年6月5日，习近平总书记在世界环境日全球主场活动上强调，中国高度重视生态环境保护，秉持绿水青山就是金山银山的重要理念，倡导人与自然和谐共生，把生态文明建设纳入国家发展总体布局，努力建设美丽中国，取得显著进步。

（2）国民经济持续发展，下游行业需求旺盛

自改革开放以来，国民经济一直保持快速发展，各行业规模快速增长。臭氧设备在市政、石化、化工、造纸、纺织、制药、香料等众多工业领域中都有大量应用，各个行业的用水需求量、废水排放量、烟气处理量、精细化工中间体需求量也在逐渐增大，将给臭氧设备提供强大的需求。“十三五”期间的经济年均增长底线是6.5%以上，按此增速预计，则2020年国内生产总值与城乡居民人均收入将会比2010年翻一番，用水需求、废水排放量、烟气处理量也将扩大，从而对臭氧设备的需求亦会大幅增长。

（3）行业技术水平提高，成功应用在多领域，逐渐替代进口高端设备

臭氧制备技术越来越成熟，随着臭氧浓度和单位臭氧产量的提高，单位臭氧产生能耗的降低，臭氧在水处理、烟气处理、精细化工等领域的应用成本大幅降低，推动企业积极采用臭氧技术进行相关处理。

大型国产臭氧设备的研发成功并在各领域得到应用，在应用中都表现了很强的技术和综合服务优势，大大降低了下游企业的设备采购投资。国产臭氧系统设备集成程度提高，在一些高端应用领域作为核心组件发挥重要作用，技术指标已达到或接近国际先进水平，改变了我国高端臭氧设备长期依赖进口的局面，进口臭氧设备已经逐渐被国产臭氧设备替代。

2、不利因素

（1）行业监管体制有待于进一步完善

目前我国臭氧设备制造行业的主管部门为国家发改委、环保部、住建部、卫生部及省、市各级相关部门，但缺乏直接的管理部门，对行业的规范发展需进一

步政策支持。

（2）行业竞争环境亟待改善，技术水平有待提高

我国臭氧设备制造行业发展历史较短，尽管近年来我国在大型臭氧设备技术上不断取得突破，但和国外相比在技术积累和技术应用上依然存在差距。我国大多的臭氧发生器制造企业规模较小且分散，只能生产中小型臭氧发生器，现代化管理手段匮乏，生产经营管理水平较低，技术创新不够，产品和服务质量不尽人意。行业内拥有自主知识产权产品的企业较少，没有形成良好的行业内的技术交流和平台。

未来随着优势企业利用专业化优势不断做优做强，其在研发、生产、销售等方面的综合竞争实力将得到充分体现，从而提高整个行业的技术水平与盈利能力。

（3）臭氧设备的应用领域有待推广

臭氧具有消毒杀菌、脱色除臭、精细化工等功能，没有二次污染物的产生，在给水处理、污水处理、烟气脱硝、化工中间体等行业的应用有非常好的效果，对部分其他技术具有很强的替代作用。臭氧在纸浆漂白、废旧轮胎回收等领域都有潜在的需求，在国外已开始采用臭氧技术处理，但受国内臭氧应用技术发展水平的限制，国内还没有完全开发出其应用技术，国外厂商利用技术和品牌优势对产品定价过高，限制了臭氧设备在多个行业中的应用。随着环保政策标准的提高和我国臭氧制造及应用技术的进步，臭氧设备开始在多个行业应用，但应用还不够普遍，技术不能得到大面积推广，相对限制了臭氧设备市场的发展。

（八）发行人在行业中的竞争地位

1、发行人的市场地位

公司专业从事臭氧产生机理研究、臭氧设备设计与制造、臭氧应用工程方案设计与臭氧系统设备安装、调试、运行及维护，是国内臭氧行业的代表企业，2010年实施的《水处理用臭氧发生器 CJ/T322-2010》行业标准的负责起草单位，2020年7月1日正式实施的国家标准《水处理用臭氧发生器技术要求》GB/T 37894-2019起草单位，十二五“国家水体污染控制与治理科技重大专项”中“非玻璃介质大型臭氧发生器设备研制及其产业化”课题的承担单位，十三五“煤炭

清洁高效利用和新型节能重点专项-燃煤污染物（SO₂，NO_x，PM）一体化控制技术工程示范项目”中“基于前置臭氧氧化的NO_x与SO₂协同吸收技术”课题的承担单位，在大型臭氧系统设备研发及制造方面优势显著。客户在臭氧高端应用领域大型臭氧系统设备的采购中，往往对臭氧设备供应商的规模、品牌和已有业绩等方面提出较高的要求，目前仅有包括本公司在内的为数不多的国内外公司符合市政水厂提出的大型臭氧系统设备投标条件。在水处理应用领域，公司的臭氧设备在与多家国外进口设备的竞争中胜出，市场销售额逐年扩大。

公司的臭氧系统产品在其他行业也广泛应用，市场处于前列。在石油石化、化工、纺织、印染等工业废水处理领域，制药中间体合成、化工中间体合成等精细化工领域，公司拥有众多用户和大规模应用业绩。在传统消毒行业，公司拥有娃哈哈、农夫山泉以及康师傅等大量优质客户。在做大做强传统应用行业的同时，公司积极开拓臭氧新的应用领域，特别在烟气脱硝处理行业，公司积极研发、广泛合作，形成了独特、完善的处理工艺，使国产臭氧设备成功应用于四川石化、青岛能源集团、济南热电、太阳纸业、杭州萧山开发区热电、景德镇焦化集团、云南石化、泉州石化、南京龙源环保有限公司、浙江北高峰环境工程有限公司的脱硝装置中，在臭氧烟气脱硝市场具有很强的技术优势和业绩优势。

公司部分客户如下图所示：



2、主要竞争对手的简要情况

公司在国内臭氧设备制造行业处于前列，在与国外同行业公司竞争中，公司利用其技术和售后服务优势，在国内市场占据重要份额。公司的主要竞争对手有：

（1）奥宗尼亚（Ozonia）

法国得利满集团在收购 Asea Brown Boveri (ABB) 公司臭氧业务后，于 1990 年和 Air Liquide 公司共同创立奥宗尼亚 (Ozonia) 国际公司。通过设在苏黎世 (瑞士)，新泽西州 (美国)，首尔 (韩国)，巴黎 (法国) 和格拉斯哥 (苏格兰) 的五个子公司，奥宗尼亚公司的产品在全球上市。除了这些全资子公司，奥宗尼亚还在世界各地拥有经销商和原始设备制造商网络。

奥宗尼亚 (Ozonia) 现今已经研发出了最高效的臭氧和紫外线生成技术，成为全球领先的臭氧和紫外线消毒技术提供商和设备制造厂商之一。奥宗尼亚 (Ozonia) 公司在臭氧和紫外线消毒两项技术应用领域拥有悠久的历史 and 广泛的经验，借助其全球销售网络向用户提供专业的消毒方案、技术和设备，并致力于开发创新性的新技术，利用完善的服务体系使用户受益于经济型运作、最高运作和人身安全的确保。

（2）威德高（WEDECO）

威德高始建于 1976 年，是世界上紫外杀菌和臭氧应用技术的领跑者，总部设在德国，已有三十多年历史，在 80 多个国家拥有自己的分公司和代理机构，有超过 250,000 套 WEDECO 产品服务于世界各地，目前世界上单机最大的紫外消毒和臭氧发生装置都由 WEDECO 设计、提供。WEDECO 隶属于塞莱默集团（Xylem），2011 年 10 月 31 日，Xylem 完成了其从 ITT 集团的剥离，并自此开始了作为世界水技术领导者之一的崭新篇章，在全球超过 150 个国家拥有应用业绩，其致力解决世界最大的用水及污水处理问题。

（3）三菱电机

三菱电机(MITSUBISHI ELECTRIC)是日本知名公司，有九十多年的历史。日本是世界上少数几个较早利用臭氧进行水处理的国家，而三菱电机早在二十世纪 70 年代就开始进行臭氧深度水处理技术的研究和相关设备的开发，是世界上最早将臭氧技术实用化的企业之一，在中国市场所占的份额较少。

（4）江苏康尔臭氧有限公司

江苏康尔臭氧有限公司位于江苏省扬中市大桥工业园区，是国内较早进入臭氧行业的企业之一，也是国家高新技术企业，是臭氧发生器的专业设计与制造厂家。

（5）福建新大陆环保科技有限公司

福建新大陆环保科技有限公司是厦门龙净环保投资有限公司控股子公司，是高新技术企业，从事现代紫外线技术、大型臭氧发生器制造技术和光化学高级氧化技术及其各种水处理系统和工艺的研发设计和生产制造。

2、公司的竞争优势

目前，公司在核心技术水平、研发与管理团队、品牌与业绩、专业化生产能力、综合服务等方面处于国内前列，是国内臭氧行业的代表企业。

2009 年公司作为负责起草单位起草了《水处理用臭氧发生器 CJ/T322-2010》行业标准。公司还承担了国家“十二五规划纲要”之“水体污染控制与治理”中

的“非玻璃介质大型臭氧发生器设备研制及其产业化”重大科技专项课题；同时公司还作为“十三五规划纲要”之“煤炭清洁高效利用和新型节能技术重点专项：燃煤污染物（SO₂，NO_x，PM）一体化控制技术工程示范项目”中“基于前置臭氧氧化的NO_x与SO₂协同吸收技术”课题的承担单位。2012年，公司被评为“国家火炬计划重点高新技术企业”；2015年公司的技术中心被认定为山东省省级企业技术中心，2017年6月，公司被工业和信息化部列入符合《环保装备制造行业（大气治理）规范条件》企业名单（第二批）；2019年8月，由公司牵头起草的国家标准《水处理用臭氧发生器技术要求》GB/T 37894-2019正式发布，新标准自2020年7月1日起正式实施。

公司掌握了臭氧系统设备的全套核心技术，从国内第一台单机产量3kg/h中频臭氧发生器开始，陆续研制成功了单机产量5kg/h、10kg/h、20kg/h、50kg/h大型臭氧发生器，其中20kg/h、50kg/h大型臭氧发生器填补了国产大型臭氧发生器的空白，引领了中国臭氧产业发展。2011年公司又研发成功了单机产量80kg/h、100kg/h大型臭氧发生器，其中80kg/h大型臭氧发生器应用于中国石化上海石化的烟气脱硝项目；2012年6月9日，住房和城乡建设部科技发展促进中心在青岛主持召开了“大型（120kg/h）臭氧发生器的研制”项目的科技成果评估会，其评估结论为“该成果是我国臭氧设备技术的一项重大突破，是国内进行评估的首台臭氧产量突破120kg/h的项目，填补了国内空白，性能指标达到国际先进水平，同意通过评估，具备批量生产条件，可推广应用。”120kg/h大型臭氧发生器通过评估，标志着公司的综合竞争水平继续保持在行业中的前列，5套120kg/h大型臭氧发生器已应用于石家庄桥东污水厂，4套120kg/h大型臭氧发生器已应用于绍兴柯桥滨海印染产业集聚区污水深度处理工程。2019年8月，由公司牵头起草的国家标准《水处理用臭氧发生器技术要求》GB/T 37894-2019正式发布，新标准自2020年7月1日起正式实施。公司的主要竞争优势如下：

（1）技术优势

臭氧技术是涉及到近代物理、材料、电力电子、精密机械、自动化控制、电子信息、应用化学等多学科的综合性技术，臭氧技术的进步不仅需要具有丰富理论知识及多年研发经验的多学科专业人员共同合作、长期研发，还需对臭氧技术

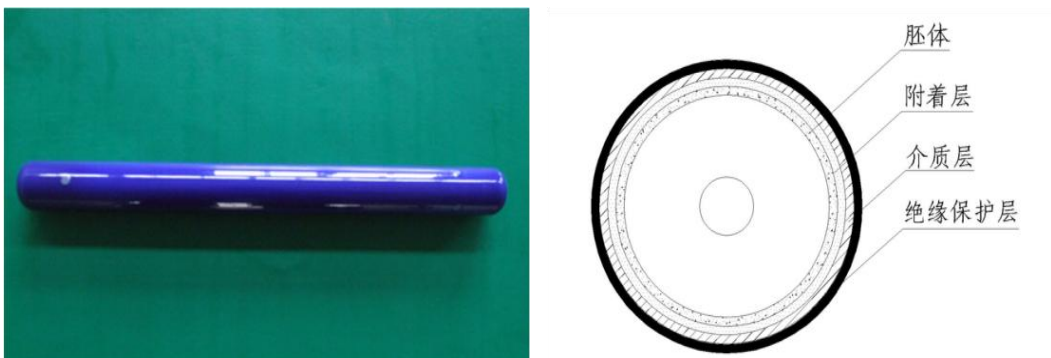
在不同应用领域的运行数据、控制参数、处理效果等进行长期摸索和不断积累。

长期以来公司一直致力臭氧及臭氧设备制造技术的研究与开发工作，公司通过设立独立的研发机构、培养专业的研发人员在“DTA 非玻璃放电体技术、大功率中频逆变谐振电源设计技术、大功率中频逆变电源控制技术及在线检测和远程监控技术”等臭氧系统设备制造及运行关键技术方面取得重大突破，并形成了6项发明专利及多项实用新型专利和专有技术，极大地提升了公司的核心竞争力，使公司在激烈的市场竞争中始终处于前列。

①全面的介质阻挡放电技术

介质阻挡放电技术是工业用臭氧发生器的主要核心技术，介质材料的性能决定了臭氧发生器产量、浓度、电耗及运行可靠性，国际上工业用大型臭氧发生器主要有非玻璃介质放电和玻璃介质放电两种技术，公司同时掌握这两种介质放电技术，并拥有自主知识产权。DTA 非玻璃放电体技术和 DBS 玻璃介质放电技术均获得发明专利。

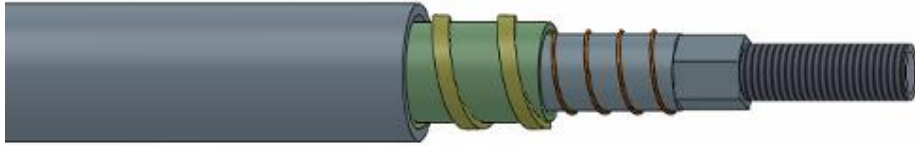
a. 公司经过长期研发研制出“DTA 非玻璃放电体技术”，包含了介质材料配方、加工与烧结工艺、测试检验标准，解决了我国非玻璃放电体臭氧发生器制造的技术瓶颈。



DTA 非玻璃臭氧电管示意图

b. 公司 2012 年起开始将研发储备的成熟技术“DBS 玻璃介质放电管技术”大规模投放市场。“DBS 玻璃介质放电管技术”在高浓度运行条件下具有更高的效率，由于在介质管外壁做了纳米涂层处理，介质管还具有一定自洁作用，在正常的运行情况下，臭氧放电管至少连续运行 5 年以上才需要维护，更适用于石

油、化工等行业应用。由于新型高效玻璃放电管直径小，臭氧发生室的空间利用率更高，因此大型臭氧发生室的结构尺寸更加紧凑。



DBS 玻璃臭氧放电管示意图

②基于容性负载的大功率中、高频逆变谐振电源设计技术

臭氧发生单元属于特殊的非线性容性负载，设计发生室和电源具有良好匹配关系的谐振型中频逆变电源是产品的关键和难点。公司研发人员经过长期摸索和大量试验，研制出基于容性负载的大功率中、高频逆变谐振电源设计技术，利用该技术制造的大功率中频逆变谐振电源可以使臭氧发生器在稳定、可靠工作的前提下有着更高的臭氧产量和更低的电能消耗。

③容性负载中频高压变压器技术

公司技术人员根据臭氧发生器的容性负载特点，设计了特定参数的专用大功率干式中高频升压变压器匹配放电室容性负载，可以使臭氧发生器工作在良好的谐振状态；同时，该变压器采用特殊材料和绕制工艺，保证了变压器具有良好的输出效率和工作温度。

④基于自主 IP 核和大规模数字逻辑电路的大功率中频逆变电源控制技术

该技术是公司根据主电源的工作特性和控制要求，设计、开发完善的主电源控制系统技术，该技术在硬件上采用工业级大规模数字逻辑电路和嵌入式高速微处理器构成的双核结构，软件上设计、开发了整流和逆变核心控制算法 IP 核以及基于实时嵌入式操作系统的电源控制系统。该技术的使用提高了臭氧系统运行的稳定性和可靠性。

⑤嵌入式臭氧系统在线检测和远程监控技术

该技术是公司随着臭氧发生器应用规模的扩大和安装数量的逐步增加而研发的，公司研发人员根据臭氧系统的运行需要，自行开发、设计了基于Ethernet

和无线GPRS广域网络的嵌入式臭氧系统在线检测和远程监控单元，可以为客户提供实时高效的在线系统管理和远程监控服务，在提高公司服务水平的同时，也大大提高了公司产品的附加值。

2011年，公司作为臭氧行业的代表企业，公司承担了国家“十二五规划纲要”中“水体污染控制与治理”中的“非玻璃介质大型臭氧发生器设备研制及其产业化”重大科技专项课题，2014年完成项目验收。该项目针对我国饮用水深度处理和污水处理领域广泛采用的臭氧发生器及配套系统主要依赖进口、价格昂贵、技术服务不到位等问题，以研制稳定可靠、技术性能先进的臭氧发生器为目标，研制臭氧发生器系列产品，形成以臭氧发生设备为核心的臭氧装备成套化、规模化生产制造体系，并集成臭氧发生相关配套设备和系统检测设备，推动臭氧系统配套设备国产化、专业化。“水体污染控制与治理”为国家确定的16个科技重大专项之一，以饮用水安全，流域性环境治理和城市水污染治理为三大重点，投入了数十亿元启动资金，是我国资金投入总量最大的环境科研项目。

2011年，公司技术中心被青岛市认定为企业技术中心。2012年6月11日，“大型（120kg/h）臭氧发生器的研制”项目通过青岛市经信委组织的新产品、新技术鉴定会，其鉴定结论为“该成果是我国臭氧设备技术的一项重大突破，是国内进行评估的首台臭氧产量突破120kg/h的项目，填补了国内空白，性能指标达到国际先进水平，具备批量生产条件，可推广应用。”公司将继续保持行业前列的技术优势。2015年，公司的技术中心被认定为山东省省级企业技术中心。2017年，公司被工业和信息化部列入符合《环保装备制造行业（大气治理）规范条件》企业名单（第二批）。2018年11月15日由中国环保机械行业协会主办，公司承办的中国环保机械行业协会臭氧专业委员会成立大会暨臭氧技术应用论坛于青岛召开，公司董事长当选为中国环保机械行业协会臭氧专业委员会副主任委员兼秘书长。2019年8月，由公司牵头起草的国家标准《水处理用臭氧发生器技术要求》GB/T 37894-2019正式发布，新标准自2020年7月1日起正式实施。

（2）品牌和市场业绩优势

因为大型臭氧设备是专业化设备，单套产品价值较高，使用寿命一般在10

年以上，因此客户在选择供应商时，重点考虑设备厂商的品牌和行业口碑。大型臭氧设备各细分行业客户都极为重视臭氧系统供应商的既往业绩和实际应用效果等情况，这是臭氧系统供应商开发新客户重要的先决条件。

公司一直注重产品品质，不断提高技术水平，通过十几年的积累，近三年公司已销售数千公斤的臭氧设备，在各个应用领域里已产生深刻的影响，尤其在水处理、烟气脱硝等高端行业具有非常高的知名度和影响力。成功的运行业绩使公司品牌优势凸显，成为国内臭氧行业的代表企业。公司在多个行业都建立了工程业绩优势，树立了良好品牌：

①市政给水行业

2008年7月，公司中标有 Ozonia、WEDECO 参与的昆山自来水第三水厂日处理 20 万吨自来水的臭氧系统设备招标，打破了市政给水行业使用大型臭氧设备完全依赖进口的局面。公司的臭氧设备和国外进口设备相比，臭氧纯度、耗电指标等性能参数基本接近，且价格要比进口设备低 50% 左右，国内企业售后服务更方便，公司产品优势明显。此后公司设备应用于舟山市自来水有限公司虹桥水厂（12 万吨/日）、济南水务东区水厂（15 万吨/日）、萧山第三水厂（60 万吨/日）、威海水务荷山水厂（20 万吨/日）、江苏桑德沭阳县沭源自来水厂（10 万吨/日）、滨海自来水公司东坎净水厂（15 万吨/日）、苏州吴中自来水厂（40 万吨/日）、邳州市张楼地表水厂（10 万吨/日）、沭阳县第二自来水厂（10 万吨/日）、上海市松江自来水公司-第二水厂（20 万吨/日）、济南鹊华水厂（20 万吨/日）、大丰通榆河水源厂（25 万吨/日）、宿迁二水厂（20 万吨/日）、苏州吴江区庙港水厂（60 万吨/日）、句容市水务集团有限公司南部应急水厂（4.5 万吨/日）和北京市密云区 2017 年村镇饮水水质卫生改善项目、宿迁银控自来水有限公司第一水厂深度处理改造工程项目和余氏墩水厂提标改造工程深度处理系统工艺项目等项目。

以下多个项目成为行业典范：

上海市松江二水厂采购了公司臭氧设备，在常规工艺基础上进行了“臭氧+活性炭”深度处理工艺改造，目前日供水能力达到 20 万吨，出水指标完全达到饮用水标准新要求。

济南鹊华水厂工艺改造项目是国家“十一五”水专项的科技重大专项“黄河下游地区饮用水安全保障技术与综合示范项目”，采用了技术先进的“高密度沉淀池—臭氧接触池—生物活性炭滤池—V型滤池”工艺。公司臭氧装置为该项目后续活性炭滤池提供充足氧气，对有机物的去除具有很好的作用。2011年，水厂全面竣工通水，每天可供直饮水 20 万吨，经过处理的出厂水浊度不超过 0.1NTU，已达到纯净水标准。

公司为济南水务集团有限公司旅游路水厂供水项目设计并供货三套 10kg/h 臭氧设备，旅游路水厂供水规模 20 万 m³/d，该水厂是济南南部首座大型地表水厂，采用“高密度沉淀池+V型砂滤池+臭氧解除氧化池+活性炭滤池”的净水处理工艺。旅游路水厂主要负责莲花山、汉峪、龙洞、彩石等 7 个片区，服务规划人口 100 万，可以极大地满足济南南部城区的用水需求。

②市政污水行业

在市政再生水处理领域，公司与碧水源合作利用“MBR+臭氧”工艺为北京市的密云再生水厂、怀柔庙城污水厂、平谷污水厂、延庆再生水厂、门头沟再生水厂生成优质再生水；公司与北京排水集团合作，向其酒仙桥再生水厂二期及再生水利用工程以及北京市小红门再生水厂及再生水利用工程提供臭氧系统设备用于再生水处理。公司臭氧发生器系统用于北京排水集团高碑店再生水厂升级改造及再生水利用工程，公司与三菱电机分别向该工程提供 3×35kg/h 的臭氧发生器系统，工程完工后，高碑店污水处理厂成为我国最大的再生水厂，每天可生产 100 万吨再生水，将极大地缓解北京水资源紧张的危机。

公司 5×120kg/h 的大型臭氧系统设备于 2012 年在石家庄桥东污水厂投入运行，这是全亚洲迄今为止最大臭氧系统用于污水处理的案例。

唐山市丰润污水处理厂采用公司 5 套氧气源 20kg/h 臭氧发生器，处理污水规模 20 万吨/天，改造之后出水达到类四类水质。此项目预计通水后将是北方地区首批达到类四类水质项目之一，将极大地改善周围的水体环境，对治理水体污染，对保护当地流域水质和生态平衡具有十分重要的作用。

③工业废水行业

工业废水处理方面，公司针对各个行业难处理有机废水的特点，开发先进的臭氧应用技术，产品应用领域广、处理效果好，在多个行业都积累了成功的应用业绩：

近年来，石油石化企业逐步采用臭氧高级氧化技术对废水进行深度处理，并取得了较好的效果。此种高级氧化技术解决了石油石化行业重污染区深度污水处理的难题，在石油石化行业具有重要的现实意义及广泛的应用前景。

公司臭氧设备在石油石化行业拥有了众多成功的运行业绩，先后为中海油、中国石化、中国石油等各地分公司提供数十套大型臭氧设备，主要对炼油废水、乙烯废水、浓盐废水、泥浆废水等各种废水进行处理，均取得了很好的效果。

染料、印染废水：公司在印染行业已拥有大量的用户业绩和运行现场，如在常州龙宇颜料有限公司 50kg/h 臭氧设备及 120kg/h 臭氧设备在运行，处理后的水可以直接作为景观水养鱼；东莞德永佳纺织制衣有限公司有 7 套空气源 10kg/h 的臭氧设备和 2 套氧气源 50kg/h 的臭氧设备。

垃圾渗滤液：公司臭氧设备在垃圾渗滤液行业的业绩众多，比如光大环保工程技术（深圳）有限公司宜兴垃圾处理厂项目和江阴垃圾处理厂项目，维尔利的江苏省常州市新北区泰山二村旁河边和珠海市西坑尾垃圾填埋场渗滤液处理项目。此外还有维尔利的长沙市城市固废处理场垃圾渗滤液提量改造项目、北京阿苏卫垃圾填埋场、上海松江区固体废物综合处置工程等。

此外，公司产品在造纸废水、矿业及冶炼废水、焦化废水、制药废水、化工废水等工业废水处理领域有广泛应用。

④烟气脱硝行业

公司凭借先进的技术和精良的产品在国内市场树立了牢固地位。公司臭氧系统设备先后应用于四川石化炼化一体化工程 250 万吨/年重油催化裂化装置项目、青岛能源集团的烟气脱硝项目、济南热电烟气脱硝装置项目、太阳纸业烟气脱硝项目、杭州萧山开发区热电烟气脱硝项目和中化泉州石化项目动力站工程、宝钢集团梅山钢铁烧结机脱硝项目、广东韶钢集团烧结机脱硝项目、河北燕山钢铁烧结机脱硝项目、天津荣程钢铁烧结机脱硝项目、国电宁夏石嘴山发电有限责任公

司臭氧辅助脱硝项目、阳泉煤业（集团）股份有限公司发供电分公司第三热电厂 3×150t/h+1×270t/h 煤粉炉脱硝、脱硫和烟尘超低排放改造项目、青岛热电股份有限公司 2×75t/h 链条炉超低排放（除尘、脱硫、脱硝）改造项目和恒盛能源集团有限公司环保超低排放项目、北京皓天百能环保工程有限公司的韶钢 6#烧结机烟气脱硝项目、福建龙净脱硫脱硝工程有限公司的 CDN081 文丰钢铁脱硝项目等。

2017 年公司参与供货上海梅山钢铁股份有限公司 3#180m² 烧结机烟气干式超净及 COA 协同脱硝项目，为全球首套烧结烟气干式协同超净装备，上海梅山钢铁股份有限公司三项主要污染物排放指标稳定在 SO₂ 排放浓度小于 35mg/Nm³、粉尘排放浓度小于 5mg/Nm³、NO_x 排放浓度小于 100mg/Nm³，远低于京津冀大气污染传输通道城市大气污染物特别排放限值。2018 年-2019 年公司陆续针对梅钢 4#、5#烧结机进行设计并供货，现上海梅山钢铁股份有限公司已有三套 80kg/h、九套 125kg/h 臭氧装备共计 1365kg/h 的臭氧运行站，成为全国各地钢铁企业干法脱硝的参观考察的基地。

⑤精细化工行业

精细化工行业对臭氧的需求量大，公司依靠在大型臭氧设备的技术优势，在精细化工行业树立了良好的品牌，大量大型臭氧设备在精细化工行业应用，臭氧在精细化工行业的新功能得到积极开发应用。

⑥其他行业

在传统消毒行业，公司拥有大量优质客户：娃哈哈、康师傅、农夫山泉、银鹭食品、汇源果汁、健康源、正大集团等。

在军工、航天领域，公司凭借先进的技术和优质的产品拥有了大量成功业绩，为军工企业的项目提供了多套臭氧装备。

⑦国外销售情况

公司设备已销售至意大利、美国、巴西、智利、加纳、乍得、尼日尔、以色列、伊朗、阿联酋、土耳其、印度、泰国、印度尼西亚、澳大利亚、韩国等国家，主要应用领域为工业废水处理、纺织印染废水处理、饮用水处理、化工氧化和空

间消毒，除上述应用领域外，公司正尝试开拓公司产品在国外其他领域的应用。

(3) 核心研发团队与管理团队优势

公司1996年成立了企业技术中心，由臭氧基础研究室、电力电子研究室、自动化控制研究室、机械结构研究室、臭氧系统研究室、臭氧应用研究室、标准化研究室组成，截至报告期末技术中心共有研发人员70名。公司一直致力于臭氧技术的创新，培养出大量掌握臭氧相关综合技术的高水平专业人才。通过设置科学合理的研发体系和管理制度促进技术人员不断创新，打造出一支创新能力强、经验丰富和凝聚力强的核心研发团队并取得了大量研发成果，其中“GL-CF-G004A型臭氧食品消毒机”、“200g/h双冷却高频臭氧发生器”，“3kg/h大型臭氧发生器”被认定为“国家重点新产品”；“20kg/h大型臭氧发生器”被列为“2005年国家火炬计划项目”，填补了我国大型臭氧发生器的制造空白；“50kg/h大型臭氧发生器”被认定为“国家重点新产品”，荣获了“青岛市科技进步二等奖”和“山东省科技进步三等奖”；“大型（120kg/h）臭氧发生器的研制”项目通过住建部科技发展促进中心科技成果评估，是国内进行评估的首个臭氧产量突破120kg/h的项目，填补了国内空白，性能指标达到国际先进水平。此外，以公司核心研发成员为主要起草人完成的《水处理用臭氧发生器》行业标准和《水处理用臭氧发生器技术要求》GB/T37894-2019已正式颁布实施。

公司核心研发团队是国内大型臭氧设备研发制造和应用的佼佼者，团队中的主要成员丁香鹏、张磊和王承宝等均在公司工作15年以上，其不仅是公司核心研发团队成员，还是公司管理团队的成员，公司核心研发成员与管理成员的长期稳定保证了公司技术研发理念、技术研发体系和管理政策的连贯性、一致性。丁香鹏曾担任国家“十二五规划纲要”中“水体污染控制与治理”中的“非玻璃介质大型臭氧发生器设备研制及其产业化”重大科技专项课题的课题负责人。

公司核心管理团队成员是国内较早认识到臭氧行业巨大发展空间并积极介入的专业人士，凭借对臭氧行业的深刻理解，结合专业学科优势，公司核心管理团队在市场开发、技术研发、生产工艺安排、质量控制、产品检测、应用领域拓展等方面积累了丰富的经验。此外，公司建有科学的管理体系和完整的管理架构，确保了公司管理人员和研发人员素质不断得到提升，产品效能不断优化。公司研

发团队前瞻性的研发理念及成熟的研发体系，保持了公司在同行业中的技术优势，并将技术优势转化为客户所需的产品优势、服务优势，始终保持公司在同行业中的前列。稳定高效的研发团队和管理团队将持续推动公司健康发展。

（4）专业化生产优势

大型臭氧发生器及臭氧系统配套设备绝大部分采用订单生产，根据用户不同需求量身定制，并且臭氧设备在售前、售中制造和后期安装、维护均需结合客户的具体工况进行调试，每个环节均有专业化的技术分工，对企业的技术保障能力、产品质量、交货的及时性等生产配合和协调能力提出很高的要求。

公司专注于臭氧系统设备制造领域，致力于成为专业化臭氧系统供应商，打造全球臭氧系统设备制造基地。公司在行业内形成了全面的专业化优势，首先，公司拥有占地8万余平方米的专业化生产基地，拥有制造整套臭氧系统设备的生产车间及技术性能测试车间，臭氧系统关键核心器件均已实现独立生产；其次，公司拥有成熟的产品技术管理能力和精细的现场管理能力，掌握了大型臭氧发生器的生产、制造和应用的成熟、有效解决方案。公司拥有从事臭氧设备制造10年以上经验的专业化生产队伍，可以生产全系列臭氧发生器及臭氧系统配套设备；最后，公司拥有臭氧系统专业实验室和完整的检测、试验、制造、调试设备，可以满足大型臭氧发生器的研究、试制、调试等多项要求。公司配有各种先进的检测设备，包括国际先进的臭氧浓度检测仪、电能质量测试仪、4路智能跟踪数字示波器、测厚仪、介电常数测试仪，以及其他检测设备几十种，为臭氧系统设备提供全方位的性能检测。

（5）替代进口的优势

与 Ozonia、WEDECO 等国际臭氧行业竞争对手相比，公司在相同规格产品的技术参数和性能指标上已经达到国外竞争对手的同等水平，且在产品价格及客户服务方面，公司优势明显。在市政给排水领域近几年市场份额呈明显扩大趋势；在烟气脱硝领域处于前列；在工业废水处理和精细化工领域，由于客户处于不同行业，要求标准不同，单个企业采购规模相对市政领域较小，公司有广泛的实施业绩和良好的市场口碑。

在“十三五”规划里，国家大力推广 PPP 项目，市政供水、市政污水及工业园区污水是其中的重要部分。PPP 项目大股东一般为大型专业水务企业，成本控制会严于原有国有运营方，其价格敏感度也会相应提高；且相比于之前各地独自运营，集中度大幅提高，客户对设备供应商的售后服务要求会更高。在此情况下，国有臭氧品牌因成本、服务优势，会在竞争中处于优势地位。

以市政给水行业为例，2006 年昆山自来水集团有限公司水厂深度处理改造工程(100万吨/天)采用了 WEDECO 提供的七台单机产量为 20kg/h 的臭氧系统。2008 年昆山自来水公司第三水厂三期工程（20 万吨/天）需增加 20kg/h 臭氧系统设备，通过与国外设备共同竞标，公司最终以较大优势中标，公司设备与原进口设备安装于同一车间运行，属国产臭氧品牌首次进入我国市政自来水行业。根据住建部组织的水质抽检，经公司臭氧设备处理后的出厂水 106 项指标均达到了新《生活饮用水卫生标准》要求。饮用水的口感、色度、嗅和味等感观指标显著改善，有机物含量大大降低，其中耗氧量为 2.3mg/L，降低了 33%；氯化消毒副产物三卤甲烷为 0.14mg/L，降低了 79%；色度由原来的 5 度降为 3 度，氨氮基本测不出，常规处理工艺 COD_{Mn} 去除率约为 20~30%，经过臭氧活性炭处理后 COD_{Mn} 去除率约为 50%。基于公司臭氧设备性能指标可实现国外同类设备相同处理效果，且成本优势明显，服务及时高效，在昆山自来水集团有限公司第三水厂成功运行后，其第四水厂一期（30 万吨/日）、上海市青浦区第二水厂（40 万吨/日）、苏州市吴江第二水厂（30 万吨/日）、济南鹊华水厂（20 万吨/日）、舟山自来水厂（10 万吨/日）和北京市密云区 2017 年村镇饮水水质卫生改善项目、宿迁银控自来水有限公司第一水厂深度处理改造工程项目和余氏墩水厂提标改造工程深度处理系统工艺项目等企业均选用了公司的臭氧设备，替代效应明显。

（6）综合服务优势

臭氧技术是涉及多学科的综合性和专业性技术，因此臭氧企业在提供臭氧设备的同时还需提供专业的臭氧技术服务支持。公司通过十几年臭氧系统设备制造及运行服务经验积累，掌握了臭氧系统在饮用水处理、污水处理、工业废水处理、烟气脱硝、精细化工等行业的运行特点和参数指标，培育了一支专业化的客户服务队伍，能为客户提供及时、全面和高效的服务。

公司综合服务体系涵盖了售前、售中和售后服务。售前阶段由公司向客户提供技术咨询，根据客户需求提出具体的臭氧系统设计方案；售中阶段由公司技术人员与客户保持持续沟通，并在产品交付后安排专业人员指导客户安装和对产品的使用进行培训；售后阶段由公司客服人员通过定期回访或根据客户需求向客户提供专业技术服务。同时，公司注重臭氧系统的自动化在线监测、报警、故障留存、远程监控和诊断技术等系统的建设，拥有多项臭氧自动化控制系统的软件著作权。通过臭氧远程监控系统的在线监控，公司客服人员可及时、准确的为客户提供技术指导和服务。

发行人成熟的臭氧技术以及强大的综合服务能力使公司在与国内外竞争对手的竞争中处于优势地位，为公司持续取得订单提供了强有力的保障。

3、公司的竞争劣势

（1）规模相对较小

公司自 1996 年开始臭氧技术的研发，受技术和市场限制，在 2008 年之前公司没有得到快速的发展。近年来随着环保标准的提高、产业升级的加速和研发技术的成熟，公司进入了快速良性的发展通道。但与国外竞争对手相比规模仍较小，并缺乏足够的资金保障，因此亟待扩大企业规模，进一步拓展产品应用领域，增强企业实力。

（2）融资能力相对较低

公司规模较小，融资渠道不多，主要依赖自身积累和有限的外部融资，限制了公司的生产规模及承接大订单的能力，从而制约公司的发展。公司将本次向特定对象发行股票为契机，开辟多渠道的融资方式，提高公司资本实力，加速推进产业规模化，进一步完善科技创新体制，全面提高经营规模、技术研发能力和市场竞争力。

（3）受整体经济形势影响较大

臭氧行业属于环保装备制造行业，其发展与整体经济形势的变化相关，一定程度上受到国民经济运行情况影响。在国民经济发展的不同时期，国家的宏观政策会有所调整，该类调整将直接或者间接影响到臭氧行业的发展。大型臭氧发生器

主要应用在市政水处理、工业污水处理和烟气处理等下游行业，可能会受到整体经济形势波动的影响。

四、主要产品及主要业务模式



(一) 主营业务产品情况

1、公司的主要产品

公司的主要产品为全系列的臭氧发生器和系统配套设备。

(1) 全系列的臭氧发生器，包括大、中、小臭氧发生器，泳池专用设备、高浓度臭氧水机、空气消毒机等。臭氧设备是专业化设备，使用寿命在 10 年以上。

<p style="writing-mode: vertical-rl;">大型臭氧发生器</p>	 <p style="text-align: center;">(臭氧电源柜) (臭氧发生室)</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl;">中、小型臭氧发生器</p>		<p style="writing-mode: vertical-rl;">泳池专用臭氧发生器</p> 

<p>高浓度臭氧水机</p>		<p>空气消毒机</p>	
----------------	---	--------------	--

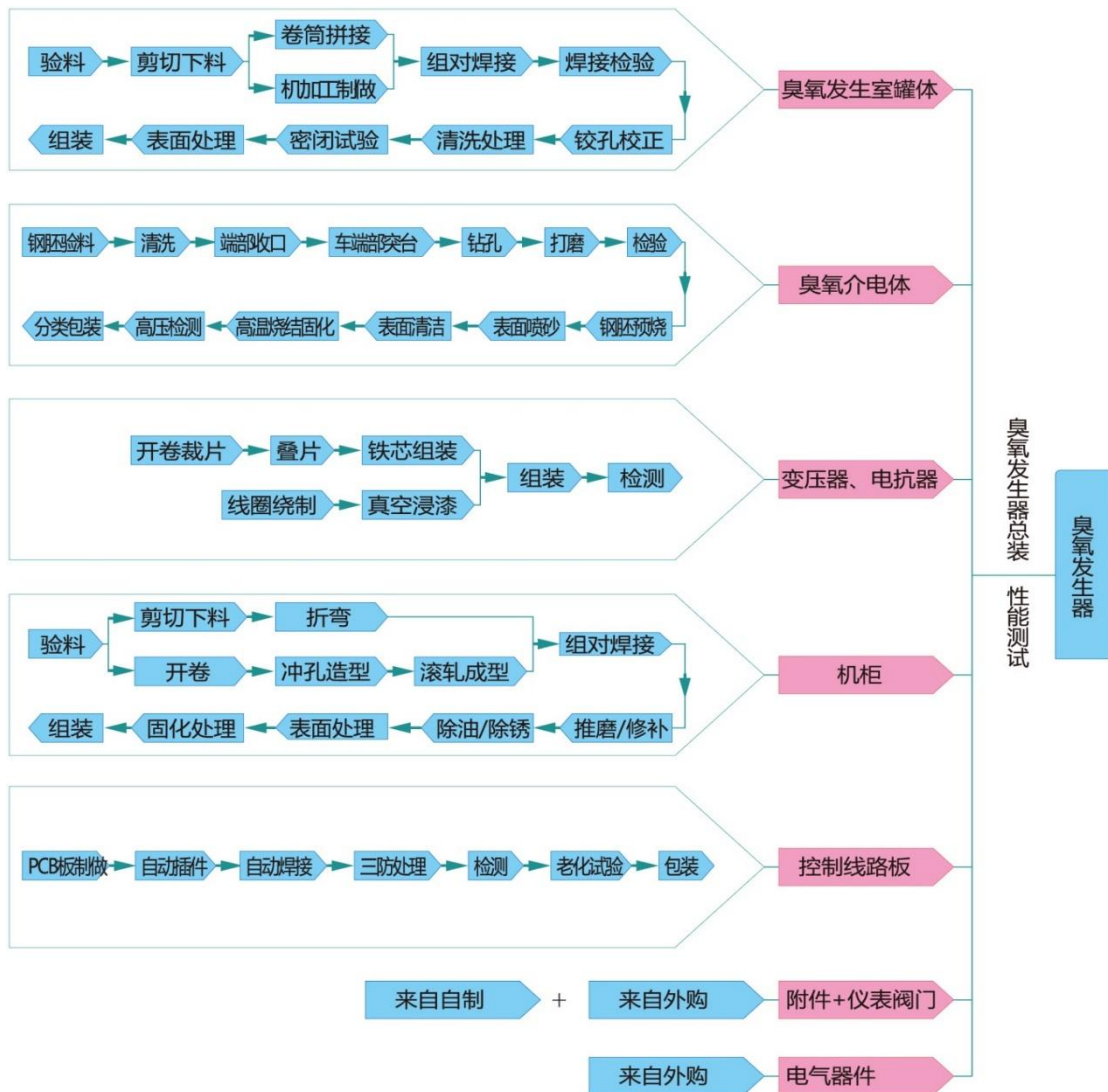
(2) 配套设备包括气源装置、冷却装置、接触反应装置、检测控制仪表等，具体产品有吸附干燥机、制氧机、臭氧尾气分解器、臭氧曝气盘，臭氧检测仪等产品。

<p>系统总控: 对臭氧系统运行参数在线检测并进行智能化自动调节</p>		<p>吸干机/制氧机: 可保证气源质量，提高臭氧发生器运行效率，提高经济性</p>	
<p>氮气添加系统: 适当添加氮气，可提高臭氧发生器的运行效率及放电体的使用寿命</p>		<p>循环冷却水系统: 包括板式换热器、循环水泵、膨胀罐、压力开关，保证冷却水达标</p>	
<p>曝气盘: 采用陶瓷/钛金属烧结而成，保证使用寿命和气液混合效率</p>		<p>前臭氧投加系统: 采用水射器、喷嘴方式，利用高速水流形成负压将臭氧气体吸入水流并提高臭氧混合效率</p>	

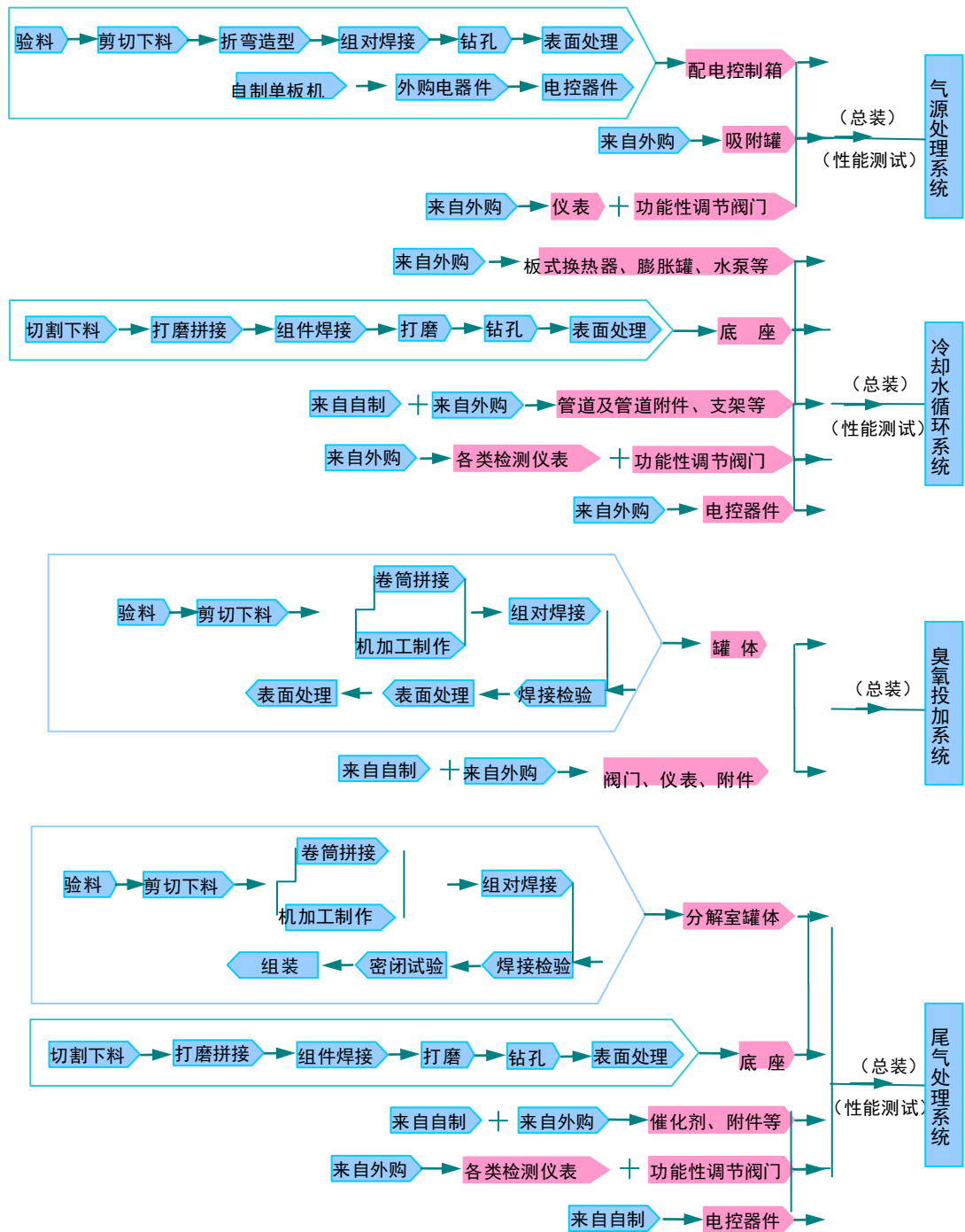
<p>尾气分解系统: 采用加热-催化分解的方式, 保证臭氧尾气排放达标</p>		<p>氧气回收利用系统: 将臭氧尾气收集、破坏、增压、用于好氧池的纯氧曝气, 提高经济性</p>	
--	---	---	---

(二) 主要产品的工艺流程

1、臭氧发生器生产流程图



2、臭氧配套设备生产流程图

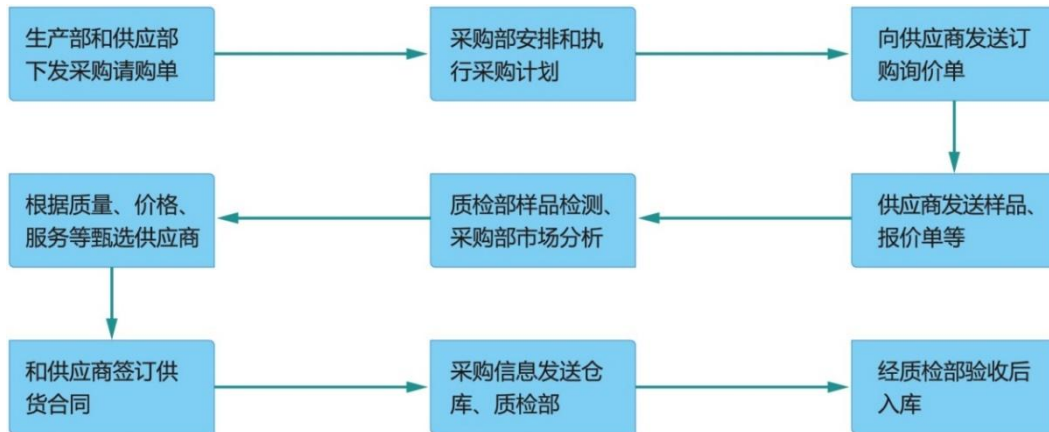


(三) 主要业务模式

1、采购模式

公司生产基地设有采购部，负责公司生产所需原材料等的采购，采购部根据生产部和供应部下发的采购请购单安排和实施采购计划。针对普通原材料采购，对同一产品至少选择三家长期供应商进行质量、价格和服务的对比选择，通过规模采购等手段尽可能降低原材料的采购成本；针对客户有特定要求的品牌零部件

和部分配套设备，根据代理经销商报价的高低选择；针对新物资采购，严格筛选合格供应商，调查供货商质量、信誉、市场份额等方面的情况，必要时进行实地考察，并联合质检部对样品进行严格检测，保证产品质量，确定备选的合格供应商。



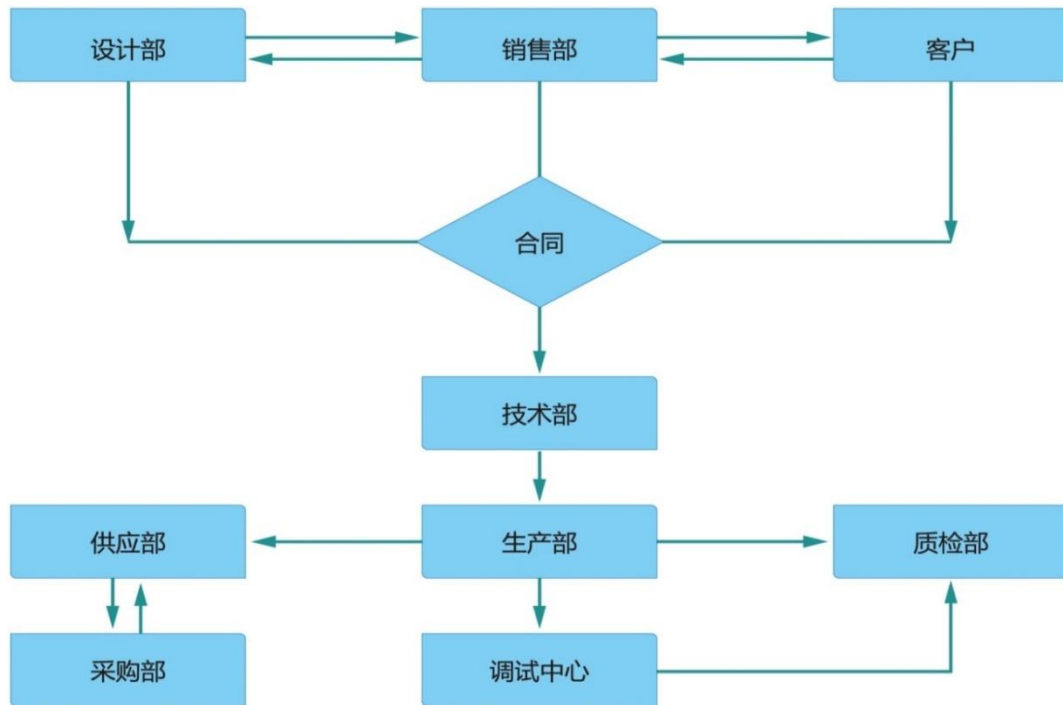
2、生产模式

公司遵循以销定产为主导的生产模式，不同客户、不同应用领域对臭氧发生器的技术指标和配置参数不同，对臭氧设备的配套装置要求也不同，定制化生产是公司大型臭氧系统设备的主要特点。公司产品生产加工过程全部在莱西厂区生产基地完成，生产基地下设采购部、质检部、供应部、生产班组、设备部等。

销售部门搜集市场需求信息，和客户进行前期接触，调查客户的具体需求，设计部根据客户或公司标准产品的要求进行设计并提供技术资料，销售部门与客户沟通并达成交易后签订销售合同，技术部根据销售合同和设计部的设计资料设置技术配置表，生产部门接到生产通知单及技术资料、配置表等后，生产班组进行工装、设备、场地及加工计划的准备，供应部门根据技术配置表制定采购计划，采购部门及外协部门会根据生产的备货需求来进行采购，生产部门按照计划进行有序的生产，完成后交质检部进行测试，最后入库待发货，客服中心根据客户要求发货，负责工程现场的安装与售后服务。

中小型臭氧设备自接单到生产至提交产品周期在 30 天左右，一般大型臭氧设备 60 天左右，应用于饮用水处理和烟气脱硝领域的大型设备因为工期长、标准要求严格，周期大约需要 90-120 天。

公司产品的关键部件均为自制。部分常规部件采用外购或外协加工的模式实现。公司的外购主要包括空压机、冷干机、水泵、液氧罐、仪表等部件，外协加工仅涉及少部分气源处理设备和低端零配件等产品罐体喷塑和加工线路板等，技术含量较低的工艺，加之公司建立了严格的外协检验制度，对外协厂家及其工作质量进行严格的控制，因此外协对公司生产经营并无不利影响。公司的生产流程图如下：



3、营销模式

公司销售全部采用直销方式，由熟悉臭氧技术及应用的销售团队直接面对工程公司或业主销售。公司市场营销中心全面负责公司产品销售业务，中心下设设计部负责标书、设计方案的拟定，销售技术支持、技术咨询，以及与客户、设计院、业主等前期技术对接及方案的确定。针对国内外市场差异，中心专门设立负责国内市场业务的销售部和负责海外市场的国际贸易部，为客户提供完善的售前、售中和售后服务支持。

(1) 国内销售

公司采用高端应用领域和区域化推广应用销售模式，划分了市政工业两大重点应用领域，以及北方区和南方区两大销售区域，突出了重点应用领域的专业化

销售，实现了覆盖全国各重点区域。在向业主提供产品和服务的同时，与领域或区域内的工程公司、设计单位建立了广泛合作关系。

臭氧应用领域众多，处理目的不同，用户需求各异，采购决策相对复杂，公司需要向客户提供定制化的解决方案以满足特定目的需求。基于上述特点，公司销售人员需熟练掌握臭氧制造和应用技术，经过长期的实践和培训后，才可为用户提供专业化的售前咨询、方案设计、售中支持的综合营销服务。同时，设计部作为销售部门的售前技术支持，为业主或设计单位提供专业和有针对性的技术方案。

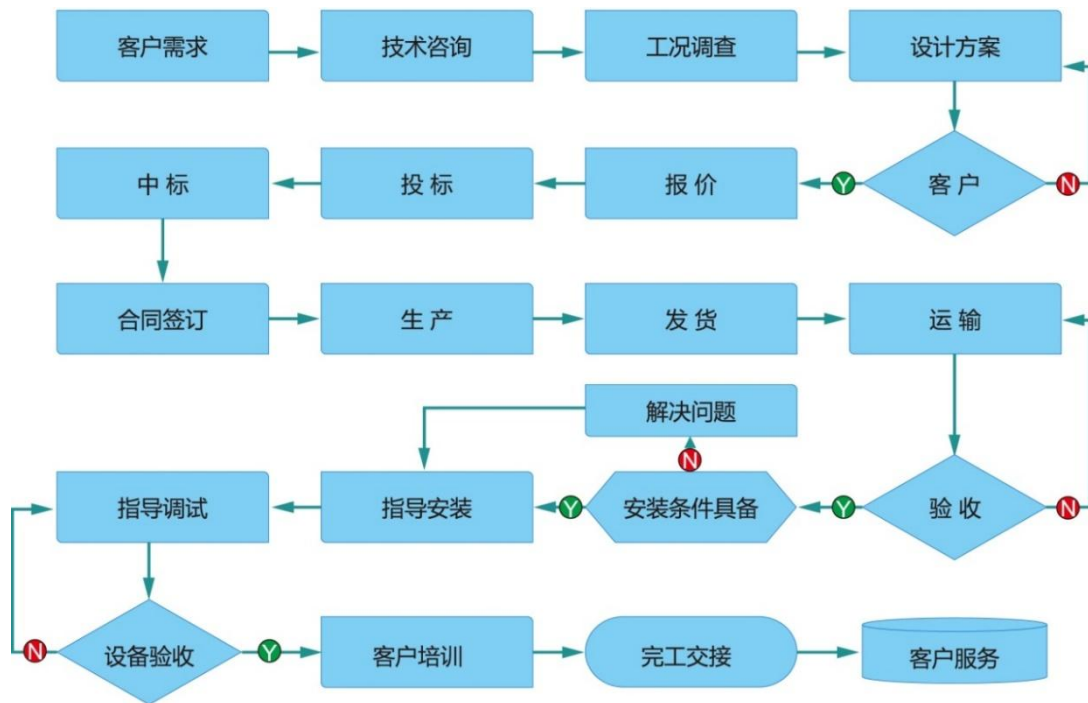
（2）国际销售

公司的臭氧技术水平居国内前列，具备了和国际上先进的臭氧系统供应商竞争的实力，从 2006 年公司开始拓展海外市场，主要通过网络、展会、杂志、电子商务平台及国外直接拜访等多种方式推广公司自有品牌产品。目前，公司产品已出口至意大利、美国、澳大利亚、韩国等国家。除直接服务于业主外，公司已与一些国家的工程公司建立了广泛的合作。通过国际市场销售，了解国际臭氧产品市场动态、了解最新应用领域和应用技术，为公司的技术研发和国内应用市场拓展提供信息。

（3）服务模式

臭氧系统设备主要应用于水处理、烟气处理和精细化工等领域，一旦设备发生故障可能对客户造成极大的影响，因此客户选择臭氧设备时非常重视厂家提供服务的及时性、专业性和完善性。针对臭氧系统安装对工程技术要求高、应用技术复杂的特点，公司采用了现场服务、远程监控等多种服务模式。产品根据项目不同有不同的质保期，质保期内公司提供服务免费项目。

大型臭氧设备使用周期长、专业性强，从服务的快捷性和经济性上，公司与国外竞争对手相比具有优势。臭氧设备的运营维护有望为公司提供新的盈利模式。质保期后公司可以通过运营维护获取收入，也可以为之前采用国外设备的用户提供运营维护，拓展了盈利模式。



①现场服务情况

现场服务包含售前阶段的技术咨询和施工现场勘察，售中阶段的指导安装调试、工程验收和客户培训，售后阶段的现场维护等。

售中服务公司会根据工作量收取费用，单项注明，含在合同总额内。售后服务质保期内公司免费提供现场服务和配件；质保期外如需提供现场服务，则收取相应费用。

公司收入构成中的修理、配件及其他项目中除部分为客户在项目实施完毕后追加的少量配套配件等，其余为公司对超出质保期进行维修收取的相关费用。随着公司销售量的逐年增加，超过质保期的修理和配件需求也随之增加，销售的高附加值配件比例增加，使修理及配件的毛利也呈上升趋势。

②发行人的在线检测和远程监控服务情况

在线检测和远程监控是公司研发的新技术，在公司客服中心通过网络可以监控用户现场的设备运行状态和技术参数，由资深的客服工程师定期查看设备运行记录，及时提醒用户的设备维护人员对臭氧系统进行检测维护，设备出现故障能及时发现并找出原因，指导客户解决。同时也可为客户提供远程培训、技术咨询等服务。此模式在臭氧设备销售阶段可提高产品的附加值，该技术目前处于市场

推广阶段，根据客户臭氧设备规格、臭氧系统复杂性，计划采取每年收取固定服务费的模式。

4、产品定价政策

发行人产品报价以生产成本为基础，根据市场竞争及客户谈判情况综合确定。公司产品是根据客户需求定制的非标准产品，涵盖了全系列臭氧发生器及臭氧系统集成设备。设备的应用领域、客户对配套设备的规格要求和项目实施环境对产品成本影响较大，导致产品销售价格存在一定差异。另外，报价过程中，发行人也结合市场竞争因素确定产品销售价格。影响公司产品价格的主要因素包括客户对配套设备的规格要求、产品的应用领域、项目实施环境和市场竞争等因素。

五、现有业务发展安排及未来战略

（一）整体发展战略

公司使命为“发展臭氧科技、铸造绿色工业，致力于改善人类生存环境的崇高事业”，坚持“真诚、求实、高效、创新”之经营理念，坚持以市场为导向，以持续创新能力为依托，抓住国家环保产业政策支持、替代进口效应日益明显、大型臭氧系统设备市场需求逐年增加的良好发展机遇，加大臭氧设备制造技术和臭氧应用技术的研发投入，扩大产能，提高产品技术水平，将公司建设成为全球规模最大、技术领先、竞争优势强大的臭氧系统供应商，为我国建设环境友好型社会贡献力量。

未来几年，发行人在做好臭氧设备制造行业的同时，将持续关注乙醛酸行业，将在现有业务的基础上，调整产品结构、发挥比较优势、加强研发投入，重点以科技创新为先导，提高乙醛酸行业整体制造水平和自动化控制水平，强化清洁生产工艺和资源综合循环利用，继续加大环保投入培育和提升核心竞争力，实施产量规模化、产品系列化、市场高端化、品牌国际化的差异化竞争策略，将发行人建设成为国际一流的现代化乙醛酸研发与制造企业。

（二）经营目标

现阶段公司的主要经营目标如下：

1、坚持技术创新

以持续的技术创新作为公司核心竞争力，引导市场需求，加快技术成果的产业化速度，保证公司产品和技术在国内、国际上处于行业前列。

2、推广应用技术

通过多年积累，公司掌握臭氧在市政给水处理、市政污水、高难度工业废水、烟气处理等领域的应用技术，并不断创新和提高，向客户提供系统解决方案，扩大臭氧技术的应用市场。

公司充分利用既有的臭氧产业优势，经过近十年的乙醛酸生产工艺研究与改良，目前已掌握臭氧氧化顺酐法制取晶体乙醛酸的全部核心技术，并拥有制取高品质晶体乙醛酸的专有技术，并不断创新和提高，向客户提供高品质晶体乙醛酸，扩大臭氧技术的应用市场。

3、关注客户需求

加强对重点客户的全方位服务，专注于客户需求和对客户价值的挖掘，进一步扩大优质客户和高端市场的市场份额。

（三）未来的发展规划及目标

1、产品开发计划

公司借助省级臭氧工程技术中心的优势，以臭氧系统设备制造和臭氧技术应用作为核心经营思路，专注于臭氧产生机理研究、臭氧系统设备设计与制造、臭氧应用技术与工程方案设计。进行核心配套产品的研制和臭氧应用的上下游产业拓展，开发大型臭氧系统集成设备，为用户提供系统解决方案。

利用公司掌握的臭氧氧化顺酐法制取晶体乙醛酸全部核心技术，将高品质晶体乙醛酸项目实现产业化生产，同时，发挥公司在臭氧应用技术以及产品制造等方面的优势，积极开拓乙醛酸产品新的应用领域，抢占乙醛酸高端市场，提高盈利空间和抗风险能力。

2、市场营销计划

公司秉承“为用户提供稳定、先进、创造价值的产品”理念，将通过募投项目的实施，充实公司资本实力，利用自身在臭氧应用及制造领域的技术、品牌、业绩和服务优势，提高公司销售能力和市场拓展能力，配合各种有效的营销手段和市场策略，进一步拓展在市政给排水、烟气脱硝、难降解工业废水等臭氧应用领域的高端市场及纸浆漂白等领域的潜在市场；同时，进一步完善销售网络建设，通过对现有销售人员进行乙醛酸知识培训、招聘化工专业销售人员、改进销售网络布局等方式，积极拓展我国高端乙醛酸市场，在实现公司产品销售的同时，完成高端乙醛酸的国产替代以及下游乙醛酸应用企业所产产品的品质升级。

3、信息化计划

在国家大力倡导“互联网+”的今天，公司已着手进行制造业信息化的建设，并以此推动公司业务流程的改革，以信息化来提升生产效率和企业运行效率。公司将投入更多的资金来引进设备、培训人员，现实智能化办公及智能化生产，将公司打造成科技一流、运行高效的新型现代化企业。

4、人才发展计划

公司通过制定科学合理的业务发展规划和发展战略，根据业务发展对管理、营销、生产及研发等专业人才的需求情况，进行管理、技术人才引进和现有人员的培养、培训，并通过科学的绩效考核和激励机制，培养一支业务干练、运行高效、执行力强的专业人才队伍。

5、收购兼并计划

条件成熟时，公司将围绕主营业务，以资本市场为依托，实施一定程度的横向和纵向并购，通过吸收合并、控股、参股以及战略同盟等多种形式实现快速发展。

（四）确保实现上述计划拟采用的方式、方法及途径

1、公司通过向特定对象发行股票募集资金，将为公司的技术研发及业务拓展提供强大资金支持和保障。公司将认真组织募集资金投资项目的实施，确保公司进一步增强技术创新实力、业务开拓能力，并努力提升公司的业务经营规模效应，进一步增强公司在环保行业的核心竞争力。

2、公司向特定对象发行股票后，将恪守上市公司相关法律法规的规定，在已经较为完善的公司治理框架下，贯彻落实有效的公司管理和运行机制，确保公司业务发展规划平稳有序实施。

3、公司将进一步引进优秀人才，建立科学合理的用人机制，不断深化员工激励体系，提升薪酬福利水平，为员工提供最具竞争力薪酬，以最大限度地调动员工的主动性和创造性。

第二节 本次证券发行概要

一、本次向特定对象发行股票的背景与目的

(一) 本次向特定对象发行股票的背景

1、本次发行股票募投项目产品，应用领域广泛，市场前景广阔

本次发行股票募投项目为“2.5万吨/年高品质晶体乙醛酸项目（一期）”，乙醛酸是一种重要的医药中间体和有机合成中间体，可以合成多种化合物，在医药、香料、油漆、造纸、精细化工等领域有广泛的应用。

(1) 在医药方面，乙醛酸可用于合成口服青霉素、尿囊素（用做皮肤创伤的良好愈合剂、高档化妆品的添加剂以及植物生长调节剂等）、对羟基苯甘氨酸（可用于羟氨苄青霉素（俗称阿莫西林）头孢哌酮，头孢拉啶，头孢立新，头孢曲松钠及羟基 EPCP, 7ADCA 等抗生素药物）、对羟基苯乙酸、扁桃酸、苯乙酮、 α -噻吩乙醇酸、对羟基苯乙酰胺（用作制造治疗心血管疾病和高血压的有效物-阿替尔）等。乙醛酸在医药上是具有多种功用的药物，既可以直接使用，也可以用作添加剂，随着我国医药行业的快速发展，乙醛酸在医药领域的市场前景广阔。

据统计，我国青霉素行业超过 300 家企业，青霉素单方制剂有 230 多家企业，复方青霉素制剂有 150 家企业，预计 2020 年我国青霉素市场将达到 450.31 亿元；根据欧睿数据显示，2019 年，我国化妆品行业市场规模高达 4,777.2 亿元，同比增长 13.84%，2010-2019 年，年均复合增速达到 8.82%，对比其他消费市场，作为服务型的可选消费，自 2017 年起，化妆品行业的市场规模已连续三年以较快的成长速度超过旅游业和批发零售业，是为数不多的高增速行业，化妆品行业的高速增长使尿囊素消费量逐年增加；根据第六次全国人口普查数据测算，我国高血压患病人数为 2.7 亿，预计目前我国高血压患者已经超过 3 亿，高血压作为一种慢性病，需要长期服药控制血压，催生了巨大的降压药市场，由此引发对羟基苯乙酰胺需求旺盛。

图：我国化妆品市场正以高速增长



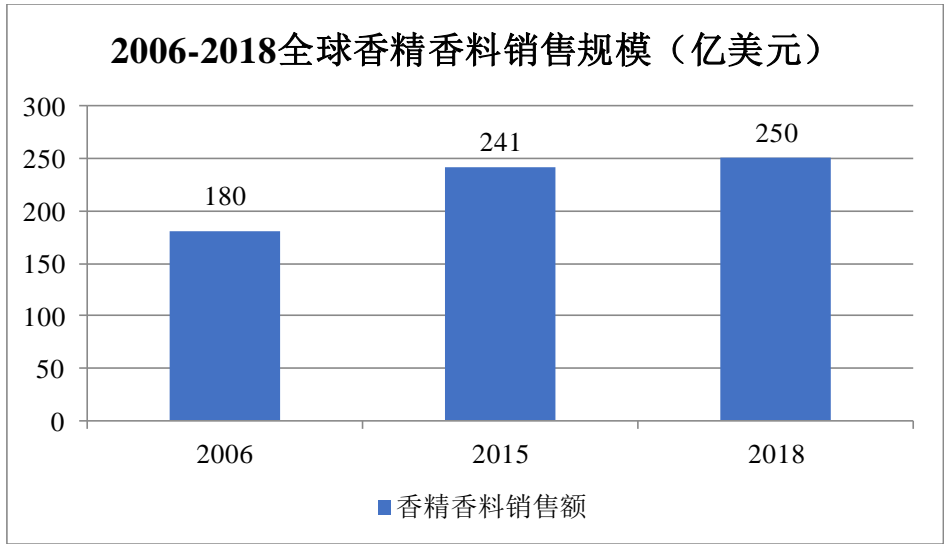
资料来源：Euromonitor，东莞证券研究所

青霉素、化妆品行业和降压药市场等行业广阔的市场前景为医药中间体乙醛酸行业的发展提供了重要市场支撑。

(2) 在香料方面，乙醛酸可用于合成香兰素、乙基香兰素、洋茉莉醛（胡椒醛）、对甲氧基苯甲醛（茴香醛）等；

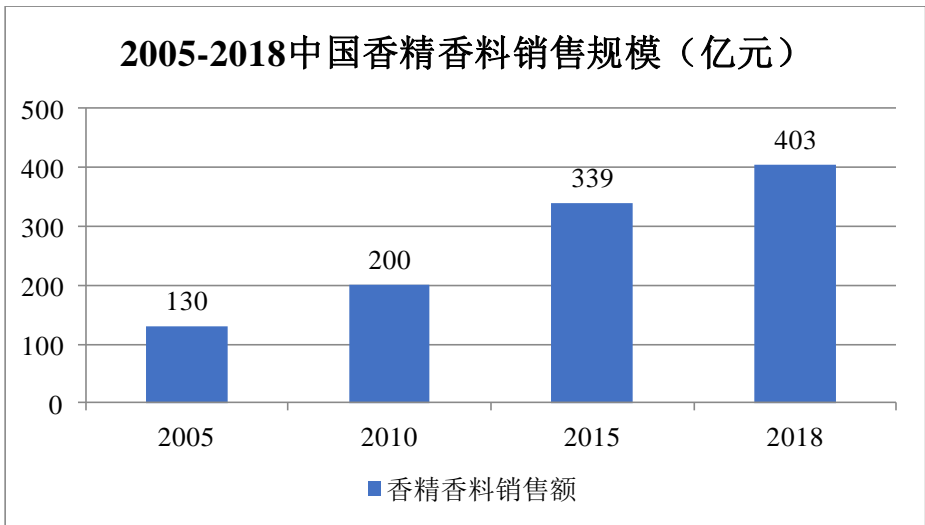
香兰素和乙基香兰素是香料工业中最大的品种之一，可用作香皂、香烟、糕点、糖果等产品的调香剂和定香剂、日用化学品香精、食品的赋香等。20 世纪 90 年代以来，随着世界各国尤其是发达国家经济的发展，生活水平不断提高，人们对食品、日用品的品质要求也愈来愈高，促进了香料香精行业的强劲增长。

全球香料香精 1990 年的销售额为 78 亿美元，2006 年为 180 亿美元，2015 年达到 241 亿美元，随后进入平稳发展期，截至 2018 年全球香精香料市场销售额为 250 亿美元。



（资料来源：Leffingwell，前瞻经济学人，华西证券研究所）

2005 年以来，我国香精香料行业规模伴随着我国经济进入飞速发展期。根据中国香料香精化妆品工业协会，国内香精香料行业市场销售额由 2005 年的 130 亿增长至 2018 年的 403 亿元，CARG 为 9.09%，相对于欧美等发达国家的成熟市场保持较快增速。2016 年 9 月，中国香化协会发布《香料香精行业“十三五”发展规划》，规划提出，“十三五”期间，香料香精行业仍可保持平稳较快增长，年平均增长速度不低于 7% 左右，高于国民经济（GDP）发展预期，至 2020 年生产销售总额预计可达到 510 亿元左右。



（资料来源：Leffingwell，前瞻经济学人，华西证券研究所）

食品、饮料行业和日用品等对香兰素、乙基香兰素等香料的需求增长带动了对乙醛酸需求的增长，为乙醛酸行业发展注入了强劲动力。

(3) 在农药方面，乙醛酸可用于生产草甘膦、草特伦、稀虫灵、啶硫磷、禾草克等农药，在农药除草剂等方面发挥积极的效应。

2019年12月30日，中国农业农村部将拟批准颁发农业转基因生物安全证书的192个植物品种目录予以公示，其中有两例转基因玉米种子和一例转基因大豆种子。本次批准的转基因玉米和大豆均为耐草甘膦品种，未来将有利于拉动国内草甘膦需求。根据百川盈孚数据，2019年全国玉米种植面积6.2亿亩，大豆种植面积1.3亿亩。其中本次获批玉米适宜种植区为北方春玉米区，种植面积约占全国1/3，为2.07亿亩；获批大豆适宜种植区为南方，约占全国种植面积1/5，为0.26亿亩。如果本次种子在适宜地区全部推广，则增加的草甘膦原药用量为2.8万吨，如果未来全国所有的玉米和大豆全部采用抗草甘膦的种子，则增加的草甘膦需求量为9万吨。这是国内首次自主研发的抗虫耐除草剂的转基因产品，未来伴随种子企业研发投入加大，我们预计未来会有更多转基因种子获批及推广，草甘膦需求会进一步发生变化。

另外，乙醛酸还可用于生产净水剂羟基磷酸、作为高分子交联剂、电镀添加剂和高效元素肥料（乙二胺二邻羟苯基大乙酸铁钠 EDDHA-FeNa）等。

乙醛酸的副产品甲酸经过工艺处理后可形成甲酸钾，在油田、医药、皮革、印染、溶雪剂等行业均有广泛应用。

随着其应用范围扩大及后继产品的开发，市场容量不断扩大，行业发展前景较好。

2、本次发行股票募投项目实施符合国家相关产业政策和发展规划

本次发行股票募投项目采用改进后的“臭氧氧化顺酐法”生产晶体乙醛酸，顺酐和臭氧为生产乙醛酸主要原料。本项目建设地点位于新疆石河子经济技术开发区，当地大型炼油、乙烯、芳烃生产企业均能大量供应顺酐，因此该项目属于《西部地区鼓励类产业目录》（十）新疆维吾尔自治区中第11条“大型炼油、乙烯、芳烃生产装置生产的有机化工原料就地深加工（《产业结构调整指导目录》限制类、淘汰类项目除外）”，为新疆维吾尔自治区鼓励类产业项目，符合我国西部大开发战略。

公司选择在新疆建设 2.5 万吨/年高品质晶体乙醛酸项目（一期）符合国家西部大开发战略、环境保护与节能减排政策等要求。随着我国经济快速发展以及下游产业对高品质乙醛酸的需求增长，高品质乙醛酸行业将迎来一个新的发展时期。

3、公司高品质乙醛酸生产工艺成熟，具备规模化生产条件

乙醛酸作为一种化学品，行业的发展主要依赖下游市场的需求。由于技术工艺落后，国内市场多为低端乙醛酸产品，行业发展缓慢较慢。目前，我国高品质乙醛酸供应不足，而采购高品质乙醛酸价格成本偏过高，大大抬高了下游产品的成本，影响了乙醛酸下游产品的市场发展。

随着乙醛酸下游行业的快速发展，乙醛酸需求逐年增加，但乙醛酸下游行业多为高端化工产业，其对乙醛酸产品的质量以及品质要求较高。但就目前国内乙醛酸市场而言，我国大部分企业生产装置规模较小、技术水平低，产品质量较差，不能满足目前市场大批量、高质量的产品需求。为满足日益增长的国内市场需求，我国需提高行业技术水平、扩大生产装置规模，保证乙醛酸产量与质量。

目前，乙醛酸的合成基本分为 2 大类，化学合成和电化学合成，其中实现工业化生产的为化学合成中的“乙二醛硝酸氧化法”、“臭氧氧化顺酐法”和电化学合成中的“草酸电解还原法”。

乙醛酸工业生产方法比较

方法	草酸电解还原法	乙二醛硝酸氧化法	臭氧氧化顺酐法	国林科技 “臭氧氧化顺酐法”
优点	原料充足便宜，操作简单，反应条件温和，绿色环保无污染，副产物少	工艺较为成熟，反应条件温和，投资不高	乙醛酸产品品质高、纯度高，原料经济易得，能得晶体产品及水溶液，容易大规模生产	乙醛酸产品品质高、纯度高，原料经济易得，几乎无环境污染，能得晶体产品及水溶液，工艺简单、安全、步骤少，容易大规模生产。同时获得价值较高的副产品甲酸钾
缺点	耗电量大，产品纯度低、色度高、质量不稳定，投资和生产成本较高	乙醛酸品质低、纯度低，含有乙二醛、无机酸等杂质高。操作复杂，溶剂损耗较大，设备腐蚀严重，大量氮氧化物废气、废水，环境污染大	设备投资较高，需要大量有机溶剂、催化剂、还原剂，步骤繁琐，工艺复杂	设备投资较高，用电量较大，对臭氧发生器、氧气制备设备要求高
适用范围	电力资源丰富的地区，小规模生产	适用于低品质产品大规模生产	一定规模生产	电力资源丰富的地区，大规模生产

方法	草酸电解还原法	乙二醛硝酸氧化法	臭氧氧化顺酐法	国林科技 “臭氧氧化顺酐法”
	产。			
现状	只能生产浓度为40%、50%的乙醛酸溶液，不能生产晶体乙醛酸	环保压力大，环境治理成本较高，已逐渐开始被淘汰	上个世纪90年代的技术，国外奥地利的Chemie Linz公司用此法，但该公司目前已基本处于停产状态。	工艺改进后的“臭氧氧化顺酐法”，国林科技的专有技术。

该项目采用公司改进后的“臭氧氧化顺酐法”生产乙醛酸，充分发挥公司大型臭氧发生器以及VPSA制氧机生产和气体处理优势，将臭氧应用技术延伸至公司下游产业。

该方法“技术要求高，设备投资巨大，原料廉价易得，产品质量好，能得固体产品，容易大规模生产”。

该项目的建设将填补我国大规模生产高品质晶体乙醛酸的空白，不仅可满足国内医药、食品、香料等行业对高品质乙醛酸产品的需要，同时产品可以大批量出口，带动我国乙醛酸行业及其下游行业的健康快速发展。

4、本项目生产工艺大量采用公司自产（制）设备，有利于提升行业技术水平，实现节能减排与可持续发展

目前，国内乙醛酸行业总体上技术比较落后，装置负荷低，尤其是产品杂质含量高，产品质量差，成本较高，生产过程存在较为严峻的环境污染等问题。

“臭氧氧化顺酐法”生产的乙醛酸产品品质高、纯度高，原料经济易得，几乎无环境污染，能得晶体产品及水溶液，工艺简单、安全、步骤少，容易大规模生产，但对臭氧发生器、氧气制备设备要求高。

公司是国内臭氧行业的代表企业，拥有先进的大型臭氧发生器制造技术及VPSA现场制氧技术，而臭氧氧化顺酐法制取晶体乙醛酸技术需要高标准的臭氧发生器和氧气制备设备。公司拥有20余年的臭氧系统设备制造和臭氧应用技术实践经验，培养了成熟稳定的研发团队，形成了大量的专利、专有技术等研发成果，并储备了多项臭氧技术应用及臭氧设备制造技术，为高品质晶体乙醛酸产业化生产提供了重要技术支撑。

公司是国内臭氧行业领军企业，与国内其他乙醛酸生产厂家相比，在“臭氧氧化顺酐法”制取乙醛酸方面具有得天独厚的优势。公司充分利用既有的臭氧产业优势，并与属地高校合作，对乙醛酸生产工艺进行研究与改良，通过产品定性、小试、中试，目前已掌握臭氧氧化顺酐法制取晶体乙醛酸的全部核心技术和专有技术，具备了高品质晶体乙醛酸产业化的技术条件和生产经验。

公司臭氧氧化工艺制取的晶体乙醛酸产品，不含传统乙二醛硝酸氧化法工艺中的乙二醛物质，并且在生产过程中通过综合利用、循环利用等技术手段，极大的降低了项目的“三废”排放量，产品品质及生产工艺的升级提高了公司产品的核心竞争力，有利于实现传统精细化工行业转型升级。

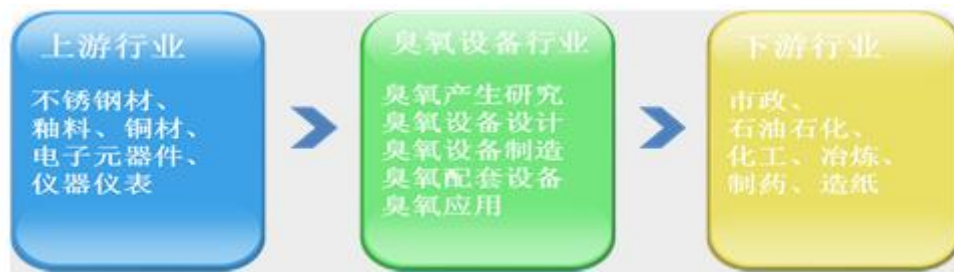
（二）本次向特定对象发行股票的目的

公司拟通过本次向特定对象发行股票筹集资金，用于建设年产 2.5 万吨/年晶体乙醛酸项目（一期）。通过上述项目的实施，公司将实现以下战略目的：

1、延伸公司产业链，提升公司盈利能力

臭氧设备制造业在国民经济产业链中处于基础性地位，产业关联度高，产品覆盖面广，属于技术密集型行业。

臭氧设备广泛应用于市政水处理、工业水处理、烟气处理、精细化工等众多领域，其下游行业主要是市政、石油石化、精细化工、冶炼、制药、造纸等行业。



年产 2.5 万吨/年晶体乙醛酸项目（一期）项目采用公司改进后的“臭氧氧化顺酐法”生产乙醛酸，充分发挥公司大型臭氧发生器以及 VPSA 制氧机生产和气体处理优势，使公司业务由臭氧系统设备供应向臭氧技术应用领域进行延伸，完善公司产业链，扩大公司业务规模，提升公司盈利能力，增强公司核心竞争力，

有助于公司未来业绩增长，促进公司长期可持续发展，符合公司及全体股东的利益。

2、增强公司资金实力，为公司业务长期发展提供资金支持

公司本次向特定对象发行股票拟募集资金不超过 36,000.00 万元。募集资金到位后将极大增强公司的资金实力，为公司业务发展提供长期资金支持。上述项目的建设实施，将完善公司产业链，使公司业务体系更加完善，有利于公司向市场提供更具竞争力的产品，进一步提升公司的盈利能力。

二、发行对象及其与公司的关系

本次向特定对象发行股票的发行对象不超过 35 名（含 35 名），为符合中国证监会规定的证券投资基金管理公司、证券公司、保险机构投资者、信托投资公司、财务公司、合格境外机构投资者，以及符合中国证监会规定的其他法人、自然人或其他合格的投资者。证券投资基金管理公司以其管理的 2 只以上基金认购的，视为一个发行对象；信托投资公司作为发行对象的，只能以自有资金认购。

最终发行对象将在本次向特定对象发行股票发行申请通过深圳证券交易所审核和中国证监会的注册后，由公司股东大会授权董事会根据发行询价结果，与本次发行的保荐机构（主承销商）协商确定。

目前公司尚未确定发行对象，因而无法确定发行对象与公司的关系。发行对象与公司之间的关系将在发行结束后公告的发行情况报告书中予以披露。

三、本次向特定对象发行股票的方案概要

（一）发行股票的种类和面值

本次向特定对象发行股票的种类为境内上市人民币普通股（A 股），面值为人民币 1.00 元/股。

（二）发行方式和发行时间

本次发行的股票全部采取向特定对象发行的方式，在中国证监会关于本次发行同意注册文件的有效期限内择机向特定对象发行股票。

（三）发行对象及认购方式

本次发行股票的发行对象不超过 35 名（含 35 名），为符合中国证监会规定的证券投资基金管理公司、证券公司、保险机构投资者、信托投资公司、财务公司、合格境外机构投资者，以及符合中国证监会规定的其他法人、自然人或其他合格的投资者。证券投资基金管理公司、证券公司、合格境外机构投资者、人民币合格境外机构投资者以其管理的二只以上产品认购的，视为一个发行对象；信托投资公司作为发行对象的，只能以自有资金认购。

最终发行对象将在本次向特定对象发行股票申请通过深圳证券交易所审核和中国证监会的注册后，由公司股东大会授权董事会根据发行询价结果，与本次发行的保荐机构（主承销商）协商确定。

所有发行对象均以现金方式认购本次向特定对象发行的股票。

（四）定价原则和发行价格

本次发行股票的定价基准日为公司本次向特定对象发行股票的发行期首日。发行价格为不低于定价基准日前二十个交易日公司股票交易均价的 80%。

定价基准日前二十个交易日股票交易均价=定价基准日前二十个交易日股票交易总额/定价基准日前二十个交易日股票交易总量。

本次发行股票的最终发行价格将在本次发行申请获得深交所审核通过并经中国证监会同意注册后，按照相关法律、法规的规定和监管部门的要求，由公司董事会根据股东大会的授权与本次发行的保荐人（主承销商）根据市场询价的情况协商确定。

若发行人股票在定价基准日至发行日期间发生派息、送股、资本公积转增股本等除权除息事项，本次发行底价将按以下办法作相应调整：假设调整前发行底价为 P_0 ，每股送股或转增股本数为 N ，每股派息为 D ，调整后发行底价为 P_1 ，则调整公式为：

派息： $P_1=P_0-D$

送股或转增股本： $P_1=P_0 \div (1+N)$

两项同时进行： $P_1=(P_0-D) \div (1+N)$

若国家法律、法规对向特定对象发行股票的发行定价有新的规定，公司将按新的规定进行调整。

（五）发行数量

本次向特定对象发行股票数量不超过 1,708.80 万股（含 1,708.80 万股），未超过本次发行前总股本的 30%（即不超过 2,563.20 万股）。最终发行数量上限以中国证监会同意注册的文件为准。在前述范围内，最终发行数量由公司股东大会授权董事会根据中国证监会、深交所的相关规定及实际认购情况与保荐机构（主承销商）协商确定。

若公司股票在本次发行董事会决议公告日至发行日期间发生派送红股、资本公积金转增股本等除权、除息事项，则本次向特定对象发行股票的发行数量上限将作相应调整。调整公式为：

$$Q1=Q0 \times (1+n)$$

其中：Q0 为调整前的本次发行股票数量的上限；n 为每股的送股、资本公积转增股本的比率（即每股股票经送股、转增后增加的股票数量）；Q1 为调整后的本次发行股票数量的上限。

若本次向特定对象发行的股份总数因监管政策变化或根据中国证监会同意注册文件的要求予以调整的，则本次向特定对象发行的股票数量届时将相应调整。

（六）限售期

本次向特定对象发行股票完成后，发行对象所认购的股票自本次发行结束之日起六个月内不得转让。法律法规、规范性文件对限售期另有规定的，依其规定。限售期结束后，发行对象减持本次认购的股票按中国证监会及深交所的有关规定执行。

本次向特定对象发行股票结束后，本次发行的股票因公司送红股、资本公积金转增股本等原因增加的公司股份，亦应遵守上述限售期安排。

（七）上市地点

本次向特定对象发行的股票将申请在深圳证券交易所创业板上市交易。

（八）本次向特定对象发行股票前公司滚存利润的安排

在本次发行完成后，本次发行前滚存的未分配利润将由本次发行完成后的新老股东按照发行后的股份比例共享。

（九）关于本次向特定对象发行股票决议有效期限

本次向特定对象发行股票决议的有效期为自公司股东大会审议通过之日起十二个月。

四、募集资金投向

公司本次向特定对象发行股票募集资金总额不超过 36,000 万元（含 36,000 万元），在扣除发行费用后拟投入下列项目：

单位：万元

序号	项目名称	投资总额	拟使用募集资金金额
1	2.5 万吨/年高品质晶体乙醛酸项目（一期）	36,000.00	36,000.00
合计		36,000.00	36,000.00

若本次向特定对象发行实际募集资金净额少于上述项目拟投入募集资金总额，募集资金不足部分由公司自筹解决；如本次募集资金到位时间与项目实施进度不一致，公司可根据实际情况需要以自筹资金先行投入，募集资金到位后予以置换。

五、本次发行是否构成关联交易

公司本次向特定对象发行股票尚未确定具体的发行对象，最终是否存在因关联方认购公司本次向特定对象发行股票构成关联交易的情形，将在发行结束后公告的发行情况报告书中予以披露。

六、本次发行是否将导致公司控制权发生变化

截至 2020 年 6 月 30 日，丁香鹏持有发行人的股权比例为 34.37%，为发行人控股股东及实际控制人。

本次发行股份数量预计不超过公司发行前总股本的 20%，即 1,708.80 万股。按照本次发行股份的上限 1,708.80 万股计算，本次发行完成后，公司控股股东持

有公司的股份比例下降至 28.65%，本次发行新增股份占发行后总股本的比例不超过 16.67%，本次发行不会导致公司控制权发生变化。

此外，为确保公司实际控制权的稳定性，发行过程中，发行人将结合市场环境和发行人股权结构，对本次向特定对象发行股票的认购者作出认购上限限制。

综上，本次发行后公司控股股东及实际控制人不会发生变化。

七、本次发行方案取得有关主管部门批准的情况以及尚需呈报批准的程序

（一）本次向特定对象发行股票已履行的程序

本次向特定对象发行股票相关事项已经公司第三届董事会第三十一次会议、2020 年第二次临时股东大会审议通过。

（二）本次向特定对象发行股票尚需履行的程序

1、根据有关法律法规规定，本次向特定对象发行股票尚需获得深交所审核通过并经中国证监会同意注册。

2、在获得中国证监会同意注册的文件后，公司将向深圳证券交易所和中国证券登记结算有限责任公司深圳分公司申请办理股票发行和上市事宜，并办理工商登记，完成本次向特定对象发行股票全部申报批准程序。

第三节 董事会关于本次募集资金使用的可行性分析

一、本次募集资金的使用计划

公司本次向特定对象发行股票募集资金总额不超过 36,000.00 万元（含 36,000.00 万元），在扣除发行费用后拟投入下列项目：

单位：万元

序号	项目名称	投资总额	拟使用募集资金金额
1	2.5 万吨/年高品质晶体乙醛酸项目（一期）	36,000.00	36,000.00
	合计	36,000.00	36,000.00

在本次发行募集资金到位之前，公司可根据募集资金投资项目实施进度的实际情况以自筹资金先行投入，并在募集资金到位后予以置换。本次募集资金净额不足上述项目拟投入募集资金总额时，差额部分由公司自筹解决。

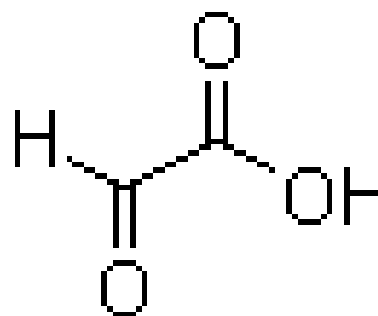
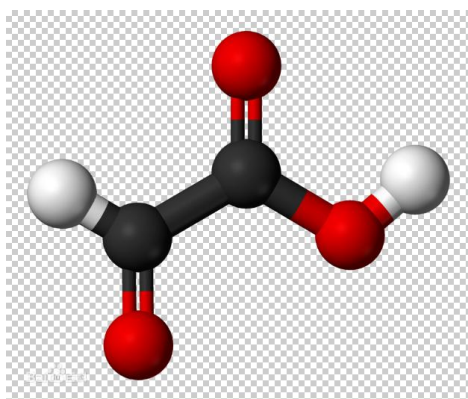
二、本次募集资金投资项目的必要性与可行性分析

（一）项目的基本情况

1、项目的基本情况

乙醛酸由一个醛基（-CHO）与一个羧基（-COOH）构成，其结构简式为 HOCCOOH，分子式 $C_2H_2O_3$ ，是一种重要的医药中间体和有机合成中间体，在医药、香料、油漆、造纸、精细化工等领域有广泛的应用。

图：乙醛酸分子式



随着国内乙醛酸生产技术的开发、引进及乙醛酸下游产品的不断开发和扩产,尤其是(乙基)香兰素和对羟基苯甘氨酸等较大吨位产品的扩产,乙醛酸的需求量快速增长。乙醛酸的副产品甲酸经过工艺处理后可形成甲酸钾,在油田、医药、皮革、印染、溶雪剂等行业均有广泛应用,项目所在地新疆境内的克拉玛依油田、塔里木油田、吐哈油田,有大量甲酸钾的需求,本项目投产后可以更好的满足当地甲酸钾的供应,降低当地企业采购成本。

本项目拟建于新疆石河子经济技术开发区化工新材料产业园内,主要生产高品质晶体乙醛酸。主要建设内容包括制氧车间、臭氧车间、氧化车间、水解蒸馏车间、结晶包装车间、公用工程车间、循环水场及泵房、110kV 变电站、固体仓库、液体仓库、消防泵房、控制室、化验室、机修车间、倒班宿舍楼、综合楼、1#守卫室(南门)、2#守卫室(西门)、事故水池等。

通过本项目的实施,公司将建成高品质晶体乙醛酸生产线。公司业务将从臭氧系统设备供应向臭氧技术应用进行延伸,拓宽公司业务范围,提升公司核心竞争力,增强公司盈利能力,促进公司的长期可持续发展。

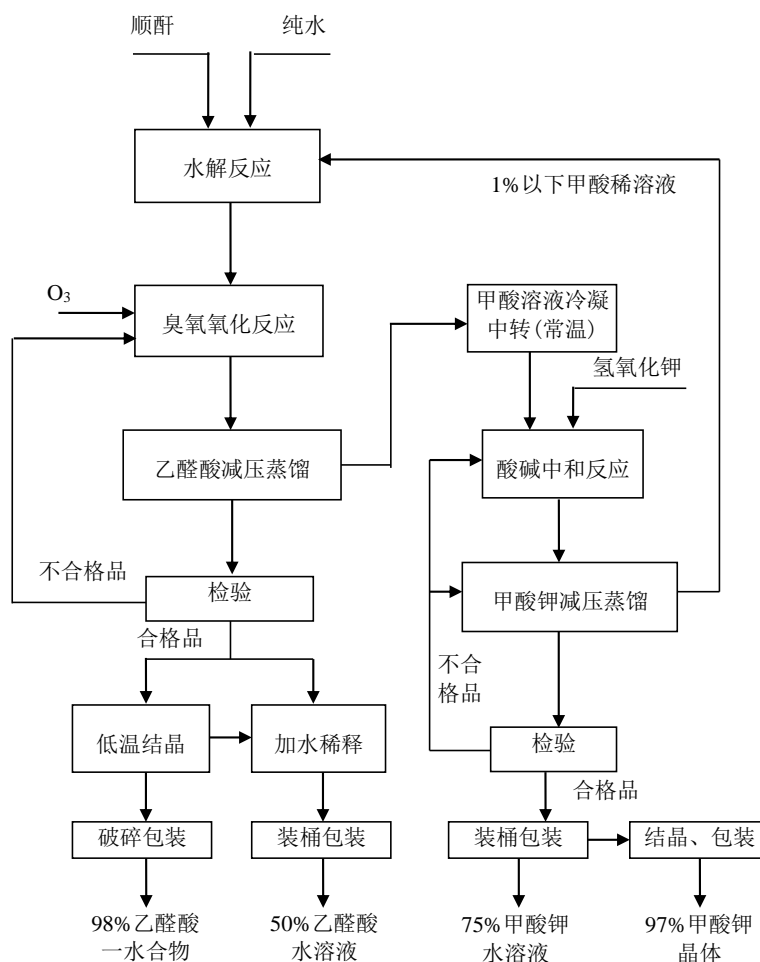
2、国林科技“臭氧氧化顺酐法”

公司是国内臭氧行业的代表企业,拥有先进的大型臭氧发生器制造技术及VPSA 现场制氧技术,而臭氧氧化顺酐法制取晶体乙醛酸技术需要高标准的臭氧发生器和氧气制备设备。公司拥有 20 余年的臭氧系统设备制造和臭氧应用技术实践经验,培养了成熟稳定的研发团队,形成了大量的专利、专有技术等研发成果,并储备了多项臭氧技术应用及臭氧设备制造技术,为高品质晶体乙醛酸产业化生产提供了重要技术支撑。

公司在马来酸臭氧氧化法的基础上,经过十余年的不断创新及改进完善,形成了国林科技臭氧氧化顺酐法晶体乙醛酸专有技术,突破了以顺酐为原料,采用臭氧氧化法生产晶体乙醛酸的技术壁垒。

臭氧氧化顺酐法通过将顺酐加入水中进行水解,再通过臭氧氧化后,进行蒸馏得到晶体乙醛酸一水合物和副产品甲酸溶液。此工艺操作简单、步骤少,而且产品收率 97.5%、纯度 98% 以上。副产品甲酸溶液加入氢氧化钾进行酸碱中和反应制取甲酸钾,蒸馏后得到甲酸钾结晶,副产品收率、反应效率达到 99% 以上。

乙醛酸及副产品生产工艺流程图



国林科技“臭氧氧化顺酐法”主要工艺流程简介如下：

(1) 原料准备

① 纯水制备

纯水由纯水系统制备，制备流程为：自来水→生水箱→原水泵→换热器→多介质过滤器→活性炭过滤器→一级精密过滤器→反渗透给水泵→RO装置→中间水箱→中间水泵→EDI保安过滤器→EDI装置→纯水。

② 氧气制备

VPSA 成套设备由鼓风机、真空泵、吸附器、程控阀切换系统、仪表空气系统、仪表控制系统、电气控制系统等组成，本项目设计为 3 台吸附塔组成的 VPSA 制氧装置。原料空气经空气净化单元进行预处理，经鼓风机压缩后进入吸附器。

在吸附剂锂基制氧分子筛的选择吸附下，直接获得纯度 $\geq 90\%$ 的产品富氧，由产氧程控阀进入氧气缓冲罐后去压氧系统。纯度低于产品要求的富氧气体则通过均压阀在吸附塔的压力差作用下，富氧气体由正压的吸附塔进入负压的吸附塔进行再次吸附处理，从而实现氧气的有效回收。吸附饱和后的吸附剂则通过罗茨真空泵抽真空的作用得以再生。再生出的富氮气体直接排入大气。每一循环吸附器都经历了吸附、顺向放压、真空解吸、均压、充压五个工作步骤。吸附器各工作步骤的转换是通过气动阀门的切换来实现的。气动切换阀的动作由 PLC 控制系统根据设定的程序控制，定期自动切换。

③臭氧制备

VPSA 制氧系统、尾气循环回用系统提供原料氧气经主管道露点变送器(安装于 VPSA 制氧间)在线检测及过滤后(过滤等级达 $0.1\mu\text{m}$)，进入每台臭氧发生器，臭氧发生器进气管道配置了减压阀，气体经减压稳压后进入臭氧发生室。在臭氧发生室内部分氧气通过高压放电变成臭氧，产品气体经温度、压力、流量监测调节后由臭氧出气口产出。臭氧发生室上设有臭氧取气口，通过在每台臭氧发生器配备的臭氧浓度检测仪在线监控臭氧发生器的出气浓度。

(2) 水解反应

向水解釜内加入纯水或工艺中稀甲酸稀溶液，再将称量好的顺酐投加至水解釜内，投料在一个相对封闭的环境中完成，投料完毕后立即关闭反应釜投料口。然后开启水解釜搅拌器，使顺酐水解。顺酐几乎全部溶解于水，水解率大于 99%。该工序操作温度 $60\sim 70^\circ\text{C}$ ，采用热水间壁加热，反应时间约 1h，放料至顺酸储罐，与一次蒸馏稀甲酸溶液进行换热，降温至 $22\sim 24^\circ\text{C}$ 。

顺酐水解成顺酸，反应方程式： $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HO}_2\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}_2\text{H}$

(3) 臭氧氧化反应

水解反应完毕后将物料转移到氧化反应釜中，将浓度约 150mg/L 的臭氧气体通过釜底部的曝气盘通入氧化反应釜中，使气液两相接触反应，搅拌并控制反应温度 $17\sim 22^\circ\text{C}$ 。通过冷却水管路的自控调节阀门开关来保证釜内温度始终在 $17.5\sim 21.5^\circ\text{C}$ 范围内波动，操作人员通过温升速率的方式来判断反应终点，当反

应达到终点时，停止通入臭氧气体。臭氧通入时间约 24h，保证反应完全。顺酸的转化效率达到 99.9% 以上，反应产物有乙醛酸、甲酸。氧化反应过程中产生的臭氧尾气进入尾气回用系统，通过釜底部的曝气盘通入新的氧化反应釜中，使气液两相接触反应，达到臭氧重复利用的目的，待臭氧尾气完全反应后，再次通入臭氧气体，确保本氧化反应釜反应完全。

主要反应方程式： $\text{HO}_2\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}_2\text{H}+\text{O}_3\rightarrow\text{HCO}_2\text{H}+\text{HOC}-\text{CO}_2\text{H}+\text{CO}_2$

(4) 乙醛酸蒸馏

氧化反应完成后的物料送入乙醛酸蒸馏釜，开启与蒸馏釜相连的真空泵抽真空、工作压力约为 3kPa(a)，热水间接加热将蒸馏釜内温度逐步升高至 50~55℃。测定釜内乙醛酸达到 98% 时，停止蒸馏。蒸馏后的乙醛酸溶液一部分直接加入纯水稀释至 50% 作为液体乙醛酸产品，其余部分送至乙醛酸造粒结晶工序生产晶体乙醛酸产品。

蒸馏出的甲酸溶液经冷凝后，收集于甲酸接收罐中，得到浓度约为 30% 左右的甲酸溶液。冷凝介质为 7~12℃ 冷冻水。冷凝液收集时间为 12h。收集的甲酸溶液供甲酸钾制取工序用。

(5) 甲酸钾生成

乙醛酸蒸馏收集的甲酸溶液转移到甲酸钾配制反应釜中，反应釜中加入定量计量的氢氧化钾，进行酸碱中和反应，搅拌并控制反应温度 35~80℃、避免甲酸溢出。反应时间 2h，调整反应物为中性/弱酸性时停止，反应转化率达到 99% 以上，反应产物有甲酸钾、水。

主要反应方程式： $\text{HCO}_2\text{H}+\text{KOH}\rightarrow\text{KCO}_2\text{H}+\text{H}_2\text{O}$

(6) 甲酸钾蒸馏

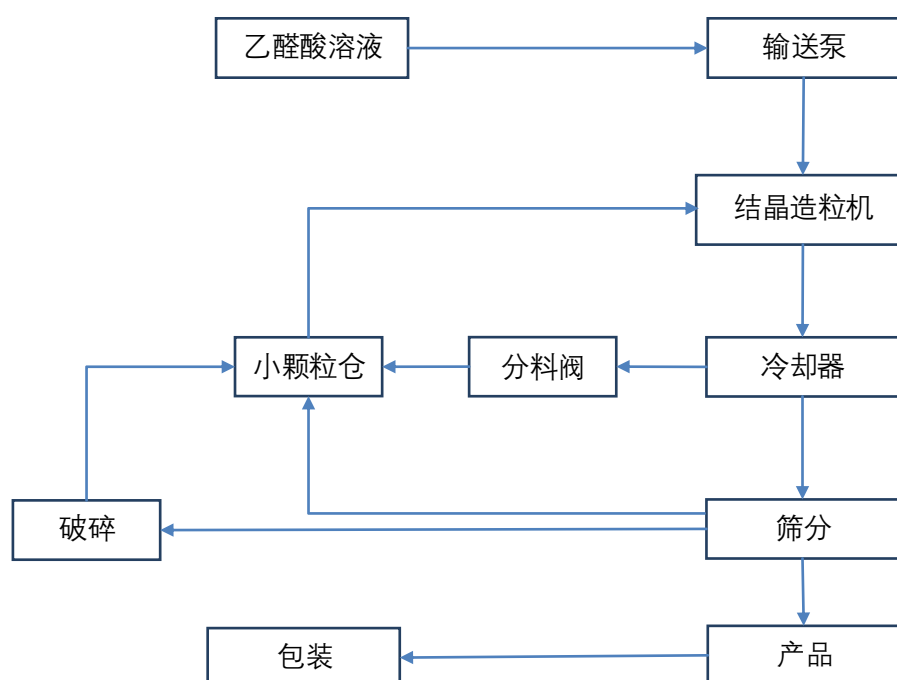
甲酸钾溶液经过蒸馏釜蒸发，浓度由 35% 提浓至 75%，一部分作为液体甲酸钾产品，其余部分采用降膜蒸发器及成品储槽提浓至 98% 以上，送至造粒机进行造粒，得到甲酸钾固体产品。降膜蒸发器的热源采用 1.1MPa(g) 蒸汽，冷凝水与进入降膜蒸发器的物料进行预热，回收冷凝水的热量。降膜和成品储槽的二次汽先与热水系统回水换热、进行冷凝后，得到的冷凝水再经工艺水换热降温后给

冷却塔等装置补水。

(7) 乙醛酸造粒结晶包装

该项目采用“连续造粒法”：乙醛酸溶液通过喷头进入造粒机，颗粒冷却后筛分，大颗粒经破碎后和小颗粒返回造粒机作为晶种，中间粒度作为晶体乙醛酸产品。生产工艺包括配料、结晶造粒、冷却、筛分、包装等工序。

生产工艺流程简图见图：



乙醛酸造粒结晶工艺流程图

(8) 乙醛酸水溶液包装

根据销售需要将蒸馏后的乙醛酸溶液直接加入纯水稀释至 50%，或将块状的乙醛酸一水合物加入专用水解釜中加入纯水水解、稀释至 50%，输送至液体储罐，装入不同规格的桶中。

(9) 甲酸钾液体包装

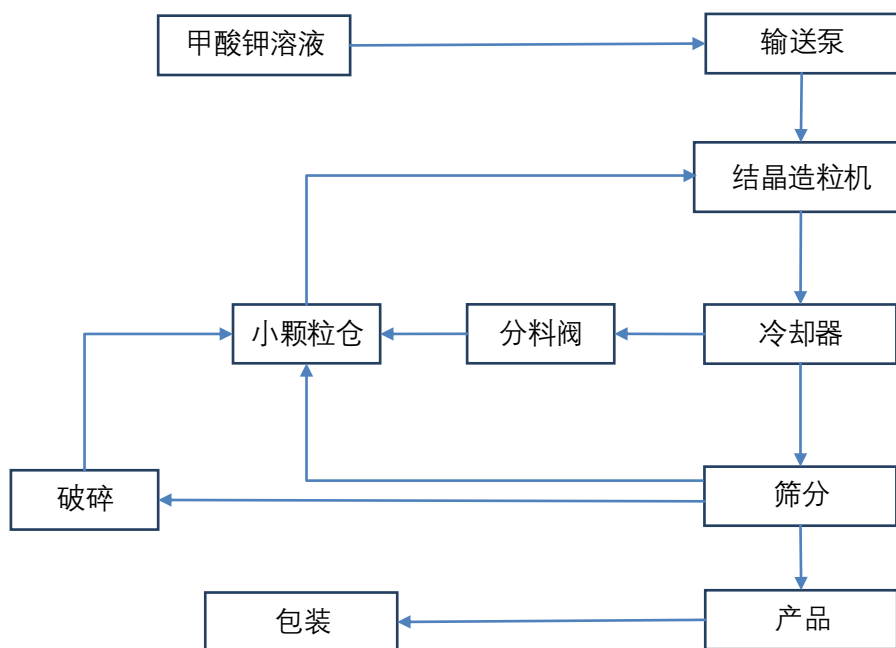
75%甲酸钾溶液输送至液体储罐，装入不同规格的桶中。

(10) 甲酸钾造粒结晶包装

98% 甲酸钾溶液经甲酸钾输送泵与循环细粉连续加入滚筒结晶造粒机内，控制相关工艺参数，制成颗粒并连续排出结晶造粒机。

排出结晶造粒机的产品经滚筒冷却机冷却后，进行筛分，符合粒度要求的产品进入成品仓包装，粒度过大的进入磨机粉碎后与细粉一起进入细粉仓，重新造粒。

生产工艺流程简图见图：



甲酸钾造粒结晶工艺流程图

(11) 检验

每一批次蒸馏后的乙醛酸使用气相色谱仪取样检测，不合格乙醛酸回到氧化反应釜再氧化，合格产品进入结晶包装工序。

每一批次蒸馏后的甲酸钾使用气相色谱仪取样检测，不合格的甲酸钾回到中和反应釜或蒸馏反应釜再反应，合格产品进入包装工序。

(二) 项目投资的必要性

1、项目实施符合国家相关产业政策和发展规划

本项目属于《国民经济行业分类》GB4754-2017 中第 26 大类“2619 其他基础化学原料制造”行业，不属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本）限制类、淘汰类项目，本项目主要原材料顺酐产自新疆当地大型炼油、乙烯、芳烃生产企业，属于《西部地区鼓励类产业目录》（十）新疆维吾尔自治区中第 11 条“大型炼油、乙烯、芳烃生产装置生产的有机化工原料就地深加工（《产业结构调整指导目录》限制类、淘汰类项目除外）”，为新疆地区鼓励类产业项目。

公司选择在新疆建设 2.5 万吨/年高品质晶体乙醛酸项目（一期）符合国家西部大开发战略、环境保护与节能减排政策等要求。随着我国经济快速发展和对高品质乙醛酸的需求增长，高品质乙醛酸行业将迎来一个新的发展时期。相关产业政策和规划的出台为高品质乙醛酸行业的发展创造了良好的发展环境。

2、项目的建设有利于提高行业技术水平，促进下游生物化工行业的健康快速发展

乙醛酸作为一种化学品，行业的发展主要依赖下游市场的需求。由于技术工艺落后，国内市场多为低端乙醛酸产品，行业发展缓慢较慢。目前，我国高品质乙醛酸供应不足，而采购高品质乙醛酸成本偏高，大大抬高了下游产品的成本，影响了乙醛酸下游产品的市场发展。

公司充分利用既有的臭氧产业优势，并与属地高校合作，对乙醛酸生产工艺进行研究与改良，目前已掌握“臭氧氧化顺酐法”制取晶体乙醛酸的全部核心技术，并拥有制取高品质晶体乙醛酸的专有技术。与其他制取乙醛酸的工艺相比，“臭氧氧化顺酐法”制取乙醛酸产品品质高、原料价格低，供应充足，生产过程环境污染少，工艺简单、安全、步骤少，适宜大规模生产。

本项目高品质晶体乙醛酸生产线建设，将提高公司高品质晶体乙醛酸生产能力，推动乙醛酸在新领域中广泛应用，促进我国高品质晶体乙醛酸产品的更迭，同时产品可以大批出口，带动我国乙醛酸行业及其下游生物化工行业的健康快速发展，具有广阔的市场发展前景。

3、本项目采用的工艺设备有利于节能减排，实现可持续发展

目前，国内乙醛酸行业总体上技术比较落后，装置负荷低，尤其是产品杂质

含量高，产品质量差，成本较高，生产过程存在较为严峻的环境污染等问题。

公司利用改良后的“臭氧氧化顺酐法”制取晶体乙醛酸，不含传统“乙二醛硝酸氧化法”工艺中的乙二醛物质，并且在生产过程中通过综合利用、循环利用等技术手段，极大的降低了项目的“三废”产量，产品品质及生产工艺的升级提高了公司产品的核心竞争力，实现了传统精细化工行业转型升级。

（三）项目投资的可行性

1、乙醛酸应用领域广泛

乙醛酸是一种重要的医药中间体和有机合成中间体，在医药、香料、油漆、造纸、精细化工等领域有广泛的应用。

在医药方面，乙醛酸可用于合成口服青霉素、尿囊素（用做皮肤创伤的良好愈合剂、高档化妆品的添加剂以及植物生长调节剂等）、对羟基苯甘氨酸、对羟基苯乙酸、扁桃酸、苯乙酮、 α -噻吩乙醇酸、对羟基苯乙酰胺（用作制造治疗心血管疾病和高血压的有效物-阿替尔）等；在香料方面，乙醛酸可用于合成香兰素、乙基香兰素、洋茉莉醛（胡椒醛）、对甲氧基苯甲醛（茴香醛）等；在农药方面，乙醛酸可用于生产草甘膦、草特伦、稀虫灵、啶硫磷、禾草克等。另外，乙醛酸还可用于生产净水剂羟基磷酸、作为高分子交联剂、电镀添加剂和高效元素肥料（乙二胺二邻羟苯基大乙酸铁钠 EDDHA-FeNa）等。

乙醛酸的副产品甲酸经过工艺处理后可形成甲酸钾，在油田、医药、皮革、印染、溶雪剂等行业均有广泛应用，项目所在地新疆境内的克拉玛依油田、塔里木油田、吐哈油田，有大量甲酸钾的需求，本项目投产后可以更好的满足当地甲酸钾的供应，降低当地企业采购成本。

2、高品质乙醛酸需求较大，未来市场前景广阔

乙醛酸作为一种化学品，行业的发展主要依赖下游市场的需求。由于技术工艺落后，国内市场多为低端乙醛酸产品，行业发展缓慢较慢。由于高品质乙醛酸采购成本偏高，导致其下游产品成本相应高企，影响了高品质乙醛酸及其下游产业链的市场发展。

目前，国内外合计每年约有 2 万吨高品质晶体乙醛酸、3 万吨高品质乙醛酸

水溶液和 20 万吨普通乙醛酸水溶液的市场需求。高品质乙醛酸市场需求日益增长，供应缺口较大，国内尚没有规模化的高品质乙醛酸工业生产企业，供需矛盾突出。该项目的建设将填补我国大规模生产高品质晶体乙醛酸的空白，不仅可满足国内医药、食品、香料等行业对高品质乙醛酸产品的需要，同时产品可以大批出口，带动我国乙醛酸行业及其下游生物化工行业的健康快速发展，具有广阔的市场发展前景。

3、深厚的技术研发沉淀和人才储备，为项目实施提供了支撑

公司是国内臭氧行业的代表企业，拥有先进的大型臭氧发生器制造技术及 VPSA 现场制氧技术，而“臭氧氧化顺酐法”制取晶体乙醛酸技术需要高标准的臭氧发生器和氧气制备设备。公司拥有 20 余年的臭氧系统设备制造和臭氧应用技术实践经验，培养了成熟稳定的研发团队，形成了大量的专利、专有技术等研发成果，并储备了多项臭氧技术应用及臭氧设备制造技术，为高品质晶体乙醛酸产业化生产提供了重要技术支撑。

公司充分利用已有的臭氧产业优势，经过近十年的乙醛酸生产工艺研究与改良，通过产品定性、小试、中试，成为成功掌握“臭氧氧化顺酐法”制取晶体乙醛酸全部核心技术的生产企业，完全具备实施高品质晶体乙醛酸项目产业化的条件。

（四）投资估算

2.5 万吨/年高品质晶体乙醛酸项目总投资 60,013.00 万元，项目共两期，本次发行募集资金投资项目为第一期。一期项目总投资 36,000.00 万元，其中，建设投资 30,000.00 万元，流动资金 6,000.00 万元。一期项目投资构成情况如下：

序号	费用名称	金额（万元）	所占比例
1	建设投资	30,000.00	100.00%
1.1	设备购置费	16,176.00	53.92%
1.2	建筑工程费	10,000.00	33.33%
1.3	安装工程费	1,824.00	6.08%
1.4	其他	2,000.00	6.67%

流动资金	6,000.00
总投资	36,000.00

(五) 项目实施进度安排

2.5 万吨/年高品质晶体乙醛酸项目（一期）建设周期 18 个月，工作内容包
括项目前期准备、工程勘察与设计、土建工程施工、设备采购、设备安装调试、
试车投产等，项目于 2020 年 6 月启动，预计到 2021 年 12 月底竣工验收并投入
使用。

项目实施计划表

序号	时间 项目	2020 年			2021 年			
		6 月	第三季 度	第四季 度	第一季 度	第二季 度	第三季 度	第四季 度
1	编辑可研报告							
2	项目立项报批							
3	工程勘察与设计							
4	土建及配套工程							
5	设备谈判签约							
6	一期设备采购							
7	一期设备安装调 试							
8	一期人员培训							
9	一期设备验收							
10	一期系统试产验 收							
11	一期投产							

(六) 项目履行审批、核准或备案程序

本项目已取得了相关机构的备案或批复，具体情况如下：

项目名称	项目备案	环境影响评价备案
2.5 万吨/年高品质晶体乙醛酸项目	石经开（原材料）备〔2020〕19 号	石经开管发〔2020〕 82 号

(七) 项目选址与项目实施主体

本项目拟建于石河子经济技术开发区化工新材料产业园内。本项目由公司全
资子公司新疆国林新材料有限公司负责实施。

（八）项目经济效益分析

经测算，一期项目建成达产后，预计实现新增年销售收入为 35,389.38 万元，年平均利润总额为 13,877.97 万元，年均税后利润为 11,796.3 万元，税前投资内部收益率 45.4%。项目本身的各项财务评价指标较好，具有较好的盈利能力。

三、与现有业务或发展战略的关系

公司主营业务为专业从事臭氧产生机理研究、臭氧设备设计与制造、臭氧应用工程方案设计与臭氧系统设备安装、调试、运行及维护。

臭氧设备制造业在国民经济产业链中处于基础性地位，产业关联度高，产品覆盖面广，属于技术密集型行业。

臭氧设备广泛应用于市政水处理、工业水处理、烟气处理、精细化工等众多领域，其下游行业主要是市政、石油石化、精细化工、冶炼、制药、造纸等行业。

年产 2.5 万吨/年晶体乙醛酸项目（一期）项目采用公司改进后的“臭氧氧化顺酐法”生产乙醛酸，充分发挥公司大型臭氧发生器以及 VPSA 制氧机生产和气体处理优势，使公司业务由臭氧系统设备供应向臭氧技术应用领域进行延伸，完善公司产业链，扩大公司业务规模，提升公司盈利能力，增强公司核心竞争力，有助于公司未来业绩增长，促进公司长期可持续发展，符合公司及全体股东的利益。

四、实施能力及资金缺口的解决方式

1、实施能力

本项目符合国家产业政策，具有广阔的下游市场需求，同时公司充分利用已有的臭氧产业优势，并与属地高校合作，经过近十年的乙醛酸生产工艺研究与改良，通过产品定性、小试、中试，成为成功掌握“臭氧氧化顺酐法”制取晶体乙醛酸全部核心技术，生产管理经验丰富，具备本项目的实施能力。

2、资金缺口的解决方式

若本次实际募集资金净额低于计划投入项目的资金需求，资金缺口将利用自筹资金或通过其他融资方式解决。

五、本次发行募投项目对公司经营管理、财务状况的影响

（一）本次发行募投项目对公司经营管理的影响

本次发行的募集资金，将用于 2.5 万吨/年高品质晶体乙醛酸项目（一期）建设。本次发行募投项目符合国家相关的产业政策以及公司整体战略发展方向，具有良好的市场发展前景和经济效益。上述项目建成后公司的业务体系将更加完善，有利于公司向市场提供更具竞争力和综合性的产品及服务，进一步提升公司的整体竞争实力。

（二）本次发行募投项目对公司财务状况的影响

本次发行募集资金到位后，公司总资产和净资产将有所增加，公司的资产负债率将有所降低，公司的资金实力将有效提升，有利于降低公司的财务风险，增强公司抵御财务风险的能力。

本次发行募投项目实施后，公司的产品应用和客户分布得到延伸，将为公司创造新的盈利增长点，大幅提升公司的营业收入和盈利水平，符合公司及全体股东的利益。

六、本次向特定对象发行股票募集资金使用的可行性结论

综上所述，本次募集资金投资项目与公司现有业务相关，符合国家相关的产业政策以及公司整体战略发展方向，具备必要性和可行性。本次募集资金的到位和投入使用，有利于进一步提升公司的盈利水平，增强公司综合竞争力。本次募集资金的用途合理、可行，符合本公司及全体股东的利益。

第四节 董事会关于本次发行对公司影响的讨论与分析

一、本次发行对公司业务及资产整合计划、公司章程、股东结构、高管人员结构、业务收入结构的影响

（一）本次发行后上市公司业务及资产是否存在整合计划

本次发行的募投项目为 2.5 万吨/年高品质晶体乙醛酸项目（一期），本次募集资金投资项目为在原有的技术和市场积累基础上，实现向臭氧系统设备应用领域的产业延伸，深化公司产品应用细分领域，促进公司综合实力和业绩的提升，有利于完善公司产业链，扩大公司业务规模，增强核心竞争力，巩固市场地位。本次发行不涉及公司业务与资产的整合。

（二）本次发行对公司章程的影响

本次发行将导致公司的注册资本、股本总额相应增加，本次发行完成后，公司将根据实际情况对《公司章程》的相应部分进行修改。

（三）本次发行对股东结构的影响

本次发行完成后，公司的股东结构发生变化，将增加不超过 1,708.80 万股（含 1,708.80 万股）普通股股票。本次发行后，将使得原有控股股东持股比例下降，但不会导致股本结构发生重大变化，不会导致公司控股股东及实际控制人发生变化。

（四）本次发行对高管人员结构的影响

公司不会因本次发行对高管人员进行调整，高管人员结构不会因本次发行而发生变动。若公司拟调整高管人员结构，将根据有关规定，履行必要的法律程序和信息披露义务。

（五）本次发行对业务结构的影响

公司本次向特定对象发行股票募投项目主要是进一步延伸公司的产业链，实现向臭氧系统设备应用领域的产业延伸，深化公司产品应用细分领域，促进公司综合实力和业绩的提升，促进公司的长期可持续发展，符合公司和全体股东的利益。

二、本次发行后公司财务状况、盈利能力及现金流量的变动情况

（一）本次发行对公司财务状况的影响

本次发行募集资金到位后，公司总资产和净资产将有所增加，公司的资产负债率将有所降低，公司的资金实力将有效提升，有利于降低公司的财务风险，增强公司抵御财务风险的能力。

（二）本次发行对公司盈利能力的影响

由于本次向特定对象发行股票募集资金投资项目的经营效益需要一定的时间才能体现，不排除发行后短期内由于总股本增加使得公司每股收益下降的可能。但此次募集资金投资项目符合产业发展方向和公司战略规划，随着项目的实施和经济利益的实现，有利于提高公司的盈利水平和持续盈利能力。

（三）本次发行对公司现金流量的影响

本次向特定对象发行股票完成后，募集资金的到位将使得公司现金流入大幅增加，项目完成并投入运营后，经营活动产生的现金流入将显著增加。从长远来看，本次发行有助于改善公司现金流状况，降低经营风险。

三、公司与控股股东、实际控制人及其关联人之间的业务关系、管理关系、同业竞争及关联交易等变化情况

本次发行完成后，控股股东、实际控制人及其关联人与公司的业务关系、管理关系不会发生变化，亦不会因为本次发行导致同业竞争或者潜在同业竞争。

本次发行完成后，不会导致公司与控股股东、实际控制人及其关联人产生其他的关联交易。

四、本次发行完成后，公司是否存在资金、资产被控股股东、实际控制人及其关联人占用的情形，或公司为控股股东、实际控制人及其关联人提供担保的情形

本次发行完成后，公司与控股股东、实际控制人及其关联人之间不会因本次发行产生违规占用资金、资产的情况，亦不会产生公司为控股股东、实际控制人及其关联方进行违规担保的情形。

五、公司负债结构是否合理，是否存在通过本次发行大量增加负债（包括或有负债）的情况，是否存在负债比例过低、财务成本不合理的情况

本次发行不存在大量增加负债（包括或有负债）的情况。本次发行完成后，公司资产总额和净资产增加，资产负债率将有所下降，公司抗风险能力将进一步加强。

第五节 与本次发行相关的风险因素

投资者在评价公司本次向特定对象发行股票时，除本募集说明书提供的其他各项资料外，应特别认真考虑下述各项风险因素：

一、对公司核心竞争力、经营稳定性及未来发展可能产生重大不利影响的 风险因素

（一）宏观经济波动的风险

公司客户主要分布于市政、石油石化、医药、香料、油漆、造纸、精细化工等领域，上述行业与宏观经济发展密切相关。当宏观经济景气度上升时，下游行业的需求可能随之增大；反之，当宏观经济景气度下降时，下游行业的需求亦可能会随之有所减小；因此，如果宏观经济形势发生剧烈波动，将对公司市场开拓、款项回收及盈利水平等产生较大影响。

（二）经营规模扩张带来的管控风险

随着业务规模的扩大和产品种类的丰富，公司机构、生产线和人员不断增加，本次募投项目的实施将进一步扩大公司总体经营规模，这将会使公司组织架构、管理体系趋于复杂。

公司面临进一步建立更加规范的内控制度、决策机制、成本管控、运营管理机制等一系列挑战。如果管理层不能根据实际变化适时调整管理体制、做好与子公司之间的企业整合，或发生相应职位管理人员的选任失误，都将可能降低公司经营效率、阻碍公司业务正常发展或错失发展机遇。未来公司存在组织模式和管理制度不完善、内部约束不健全引致的管理能力滞后于经营规模增长的风险。

二、财务风险

（一）应收账款坏账风险

2017年至2020年6月末，公司应收账款账面价值分别为11,971.73万元、14,188.01万元、17,893.24万元和17,130.96万元，占公司资产总额的比例分别为23.01%、23.16%、18.32%和17.76%。公司应收账款周转率分别为1.46、2.19、1.98和0.74（未年化）。报告期内，公司应收账款规模保持在较高水平，且占公

司营业收入的比例较高。随着公司业务规模的扩大，应收账款账面价值可能保持在较高水平，并影响公司的资金周转速度和经营活动的现金流量。

公司在期末按照账龄分析法对应收账款计提了相应的坏账准备，虽然公司的主要债务人资信优良、历史回款记录良好，但若公司的主要债务人未来受宏观经济、经营模式及内部管理等因素影响出现财务状况恶化，导致公司应收账款不能回收或因无法回收而产生坏账，将对公司的业绩和生产经营产生一定不利影响。

（二）原材料价格波动的风险

公司本次募投项目产品乙醛酸主要原材料为顺酐。虽然公司所需原材料来自于新疆当地，供应稳定、价格的短期波动对公司的影响较小，但是未来受市场需求波动等多方面因素影响，如果原材料价格出现大幅波动，将对公司营运资金的安排和生产成本的控制带来不确定性，公司在生产经营过程中面临原材料价格大幅波动带来的经营风险。

（三）税收政策变化的风险

根据《关于延续西部大开发企业所得税政策的公告》（财政部、税务总局、国家发展改革委公告 2020 年第 23 号），“自 2021 年 1 月 1 日至 2030 年 12 月 31 日，对设在西部地区的鼓励类产业企业减按 15% 的税率征收企业所得税。本条所称鼓励类产业企业是指以《西部地区鼓励类产业目录》中规定的产业项目为主营业务，且其主营业务收入占企业收入总额 60% 以上的企业”。本次募投项目由子公司新疆国林新材料有限公司实施，属于《西部地区鼓励类产业目录》（十）新疆维吾尔自治区中第 11 条“大型炼油、乙烯、芳烃生产装置生产的有机化工原料就地深加工（《产业结构调整指导目录》限制类、淘汰类项目除外）”，据此，新疆国林新材料有限公司企业所得税将申请按上述税收优惠政策执行。

如果相关政策发生变动、本公司不能持续符合税收优惠政策条件，将面临因不再享受相应税收优惠而导致净利润下降的风险。

三、对本次募投项目的实施过程或实施效果可能产生重大不利影响的风险因素

（一）募集资金运用不能达到预期效益的风险

公司本次募集资金投资项目是基于当前的产业政策、市场环境和技术发展趋势等因素做出的。虽然公司对本次募集资金投资项目做了充分的行业分析和市场调研，并制定了完善的市场开拓措施，但由于市场本身具有不确定因素，在项目实施过程中，建设进度、产品和市场开拓能否顺利进行存在一定的不确定性，若下游市场环境发生了重大不利变化等，可能使项目面临一定的市场风险。因此，若未来产业政策、市场环境等因素发生不利变动，抑或公司自身市场开拓措施没有得到较好的执行，都可能对募投项目的顺利实施和公司的预期收益造成不利影响。

（二）募集资金投资项目增加折旧或摊销影响公司业绩的风险

受工程设计、设备的购置和安装、设备试运行、市场开拓等因素的影响，公司募投项目建成至完全投产需要一定的过程。因此在募投项目建成后，若公司未来的营业收入不如预期增长、同时募投项目收益不能覆盖相关的成本费用，那么募投项目每年的折旧或摊销将会对公司的经营成果带来不利影响，因此公司面临着募集资金投资项目增加折旧或摊销影响公司业绩的风险。

（三）募集资金投资项目管理风险

本次募集资金投资项目投产后，公司将进一步扩大经营规模，整体业务量将进一步增加，这将给公司的经营管理能力带来更高的要求，如果公司管理体系不能迅速适应规模的扩张，将对公司的未来经营和盈利产生不利影响。此外，随着公司持续进行技术升级以及市场范围的扩大和业务量的增加，需要大批兼具开发能力和实践经验的管理和技术人才，如果人才储备不能跟上业务扩大的需求，募投项目实现效益存在不达预期的可能，公司未来发展将受到不利影响。

（四）不可抗力的风险

在确定募投项目之前，公司对项目的必要性和可行性进行了充分、谨慎的研究和论证。由于相关投资决策是基于当前公司的发展战略、市场环境和国家产业政策等条件下作出的，在项目实施过程中，存在各种不可预见因素或不可抗力因素，可能出现项目延期、投资额超支、经济周期变化、市场环境变化等问题，从

而影响募投项目的可行性和实际经济效益,使项目最终实现的效益与预计效益之间存在一定的差异。

四、本次发行相关风险

(一) 本次发行的审批风险

本次向特定对象发行股票虽经公司董事会、股东大会审议通过,但本次发行尚需经深交所审核,并经中国证监会注册,能否获得深交所审核通过并经中国证监会注册,以及最终取得注册的时间均存在不确定性。

(二) 发行风险

本次向特定对象发行股票的发行结果将受到证券市场整体情况、公司股票价格走势、投资者对本次发行方案的认可程度等多种内外部因素的影响。因此,本次向特定对象发行股票存在发行募集资金不足甚至发行失败的风险。

(三) 每股收益和净资产收益率摊薄的风险

公司本次向特定对象发行股票募集资金投资项目产生效益需要一定的时间。若投资及行业监管政策等环境发生不利变化,将影响募投项目的实施进度,从而导致募投项目效益难以在短期内体现出来。本次发行完成后,公司股本规模及净资产规模将明显扩大,募集资金购置的资产将增加计提折旧或摊销,上述因素将对公司经营业绩构成一定压力,可能导致公司的每股收益和净资产收益率被摊薄。

(四) 股价波动的风险

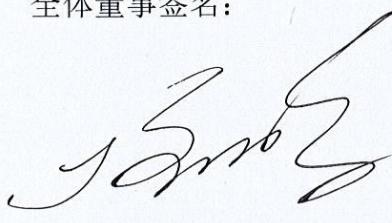
公司的股票价格不仅取决于公司的经营业绩、发展状况,还受到国际和国内宏观经济周期、资金供求关系、市场心理和各类重大突发事件等多方面因素的影响。公司股票市场价格可能因上述因素出现背离价值的波动,股票价格的波动会直接或间接地对投资者造成影响。因此,提请投资者注意股市风险。

第六章 与本次发行的各项声明

一、全体董事、监事、高级管理人员声明

本公司及全体董事、监事、高级管理人员承诺本募集说明书内容真实、准确、完整，不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏，按照诚信原则履行承诺，并承担相应的法律责任。

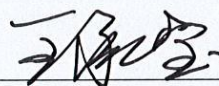
全体董事签名：



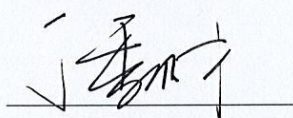
丁香鹏



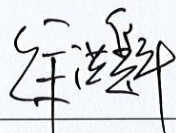
张磊



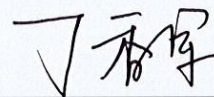
王承宝



丁香财



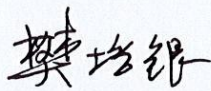
徐洪魁



丁香军



张世兴



樊培银



魏林生

青岛国林环保科技股份有限公司



2020年10月22日

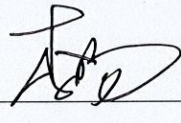
第六章 与本次发行的各项声明

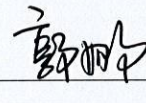
一、全体董事、监事、高级管理人员声明

本公司及全体董事、监事、高级管理人员承诺本募集说明书内容真实、准确、完整，不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏，按照诚信原则履行承诺，并承担相应的法律责任。

全体监事签名：


段玮


李旻


郭娜

青岛国林环保科技股份有限公司

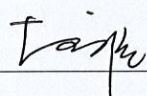


第六章 与本次发行的各项声明

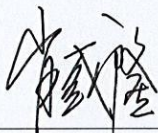
一、全体董事、监事、高级管理人员声明

本公司及全体董事、监事、高级管理人员承诺本募集说明书内容真实、准确、完整，不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏，按照诚信原则履行承诺，并承担相应的法律责任。

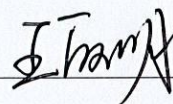
除董事以外的其他高级管理人员签名：



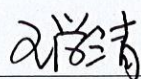
胡文佳



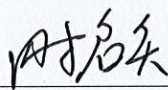
肖盛隆



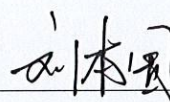
王欣明



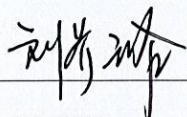
王学清



时启庆



刘本国



刘彦璐

青岛国林环保科技股份有限公司

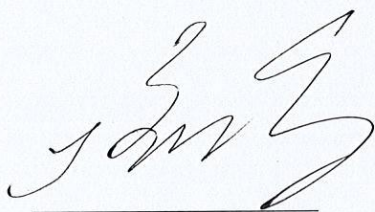


2020年10月22日

二、发行人控股股东、实际控制人声明

本公司或本人承诺本募集说明书内容真实、准确、完整，不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏，按照诚信原则履行承诺，并承担相应的法律责任。

控股股东、实际控制人签名：



丁香鹏

2020年10月22日

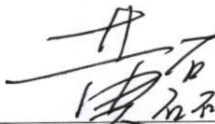
三、保荐人（主承销商）声明

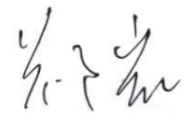
本公司已对募集说明书进行了核查，确认本募集说明书内容真实、准确、完整，不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏，并承担相应的法律责任。

项目协办人（签名）：

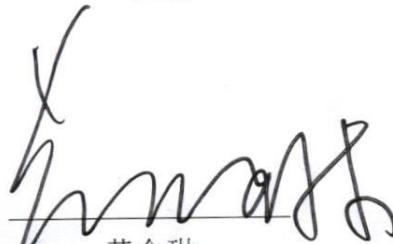

刘兵兵

保荐代表人（签名）：


黄磊


郑岩

法定代表人（签名）：


黄金琳



华福证券有限责任公司

2020年10月22日

声明

本人已认真阅读青岛国林环保科技股份有限公司募集说明书全部内容，确认募集说明书不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏，并对募集说明书真实性、准确性、完整性承担相应法律责任。

保荐机构总经理（签名）：



黄德良



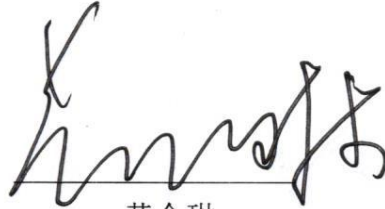
华福证券有限责任公司

2020年10月22日

声明

本人已认真阅读青岛国林环保科技股份有限公司募集说明书全部内容,确认募集说明书不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏,并对募集说明书真实性、准确性、完整性承担相应法律责任。

保荐机构董事长(签名):



黄金琳



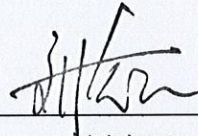
华福证券有限责任公司

2020年10月22日

四、发行人律师声明

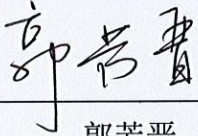
本所及经办律师已阅读募集说明书，确认募集说明书内容与本所出具的法律意见书不存在矛盾。本所及经办律师对发行人在募集说明书中引用的法律意见书的内容无异议，确认募集说明书不因引用上述内容而出现虚假记载、误导性陈述或重大遗漏，并承担相应的法律责任。

律所负责人（签名）：

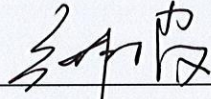


刘克江

经办律师（签名）：



郭芳晋



张明波

北京德和衡律师事务所

2020年10月22日



五、会计师事务所声明

大华特字[2020]004331号

本所及签字注册会计师已阅读青岛国林环保科技股份有限公司2020年向特定对象发行股票募集说明书，确认募集说明书内容与本所出具的大华审字[2019]000183号、大华审字[2020]001152号审计报告、大华核字[2020]007578号前次募集资金使用情况鉴证报告、大华核字[2020]007579号内部控制鉴证报告、大华核字[2020]007580号非经常性损益鉴证报告等文件不存在矛盾。本所及签字注册会计师对发行人在募集说明书中引用的审计报告、前次募集资金使用情况鉴证报告、内部控制鉴证报告、非经常性损益鉴证报告等文件的内容无异议，确认募集说明书不因引用上述内容而出现虚假记载、误导性陈述或重大遗漏，并承担相应的法律责任。

会计师事务所负责人：

梁春

签字注册会计师：

张立

袁人环

大华会计师事务所（特殊普通合伙）

二〇二〇年十一月二十二日



六、董事会关于本次发行的相关声明及承诺

（一）董事会关于除本次发行外未来十二个月内是否有其他股权融资计划的声明

除本次发行外，公司目前暂无其他股权融资计划，公司未来十二个月将根据业务发展情况确定是否实施其他股权融资计划。若未来公司根据业务发展需要及资产负债状况需安排股权融资时，将按照相关法律法规履行相关审议程序和信息披露义务。

（二）董事会关于本次发行摊薄即期回报的相关承诺并兑现回报的具体措施

本次向特定对象发行股票可能导致公司的即期回报被摊薄，考虑上述情况，公司将采取多种措施以提升公司的经营业绩，增强公司的持续回报能力，具体情况如下：

1、公司应对本次向特定对象发行股票摊薄即期回报的措施

（1）保证募集资金规范有效使用

本次向特定对象发行股票募集资金到账后，公司董事会将开设募集资金专项专户，并与开户银行、保荐机构签订募集资金三方监管协议，确保募集资金专款专用。同时，公司将严格遵守资金管理制度，在进行募集资金项目投资时，履行资金支出审批手续，明确各控制环节的相关责任，按投资计划申请、审批、使用募集资金，并对使用情况进行内部检查与考核。

（2）加快募集资金投资项目进度，提高资金使用效率

公司已充分做好募投项目前期可行性分析工作，结合行业发展趋势、市场规模、技术水平及公司自身优势等基本情况，最终拟定了项目规划。本次向特定对象发行股票募集资金到位后，公司将按计划确保募投项目建设进度，加快推进募投项目实施，争取早日投产并实现预期效益。

（3）全面提升公司经营管理水平，提高运营效率、降低运营成本

公司将改进完善业务流程，加强对研发、采购、销售各环节的管理，加强销

售回款的催收力度，提高公司资产运营效率，提高营运资金周转效率。同时公司将加强预算管理，严格执行公司的采购审批制度，加强对董事、高级管理人员职务消费的约束。另外，公司将完善薪酬和激励机制，建立有市场竞争力的薪酬体系，引进市场优秀人才，并最大限度地激发员工积极性，挖掘公司员工的创造力和潜在动力。通过以上措施，公司将全面提升公司的运营效率，降低成本，并提升公司的经营业绩。

（4）严格执行现金分红政策，强化投资者回报机制

公司的《公司章程》和《未来三年股东回报规划（2020-2022年）》明确了公司利润分配尤其是现金分红的具体条件、比例、分配形式和股票股利分配条件等，加强了对中小投资者的利益保护，便于股东对公司的经营和分配进行监督。

通过制定未来三年的股东回报规划，建立对投资者持续、稳定、科学的回报规划与机制，对利润分配做出制度性安排，保证利润分配政策的连续性和稳定性。本次向特定对象发行股票完成后，公司将严格执行现行分红政策和股东回报规划，在符合利润分配条件的情况下，积极推动对股东的利润分配，努力提升对股东的回报。

综上所述，本次向特定对象发行股票完成后，公司将合理规范使用募集资金，提高募集资金使用效率，加快募投项目实施进度，尽快实现项目预期效益，采取多种措施持续提升经营业绩，在符合利润分配条件的前提下，积极推动对股东的利润分配，以提高公司对投资者的回报能力，有效降低股东即期回报被摊薄的风险。

公司提请投资者注意，上述为应对即期回报被摊薄风险而制定的填补即期回报具体措施不等于公司对未来利润做出保证，投资者不应据此进行投资决策，投资者据此进行投资决策造成损失的，公司不承担赔偿责任。

2、公司全体董事和高级管理人员关于切实履行公司填补即期回报措施的承诺

根据《关于首发及再融资、重大资产重组摊薄即期回报有关事项的指导意见》（证监会公告〔2015〕31号）的规定，公司董事、高级管理人员做出如下承诺：

“1、本人承诺不无偿或以不公平条件向其他单位或者个人输送利益，也不采用其他方式损害公司利益；

2、本人承诺对本人的职务消费行为进行约束；

3、本人承诺不动用公司资产从事与履行职责无关的投资、消费活动；

4、本人承诺由董事会或薪酬委员会制定的薪酬制度与公司填补回报措施的执行情况相挂钩；

5、本人承诺如公司未来实施股权激励方案，股权激励方案的行权条件与公司填补回报措施的执行情况相挂钩；

6、本承诺出具日后至公司本次发行实施完毕前，若中国证监会作出关于填补回报措施及其承诺的其他新监管规定的，且上述承诺不能满足中国证监会该等规定时，本人承诺届时将按照中国证监会的最新规定出具补充承诺。

7、本人承诺切实履行公司制定的有关填补回报措施以及本人对此作出的任何有关填补回报措施的承诺，若本人违反该等承诺并给公司或者投资者造成损失的，本人愿意依法承担对公司或者投资者的补偿责任。”

3、公司的控股股东、实际控制人承诺

公司的控股股东、实际控制人承诺：

“1、本人不越权干预公司经营管理活动，不侵占上市公司利益，切实履行上市公司填补摊薄即期回报的相关措施。

2、自本承诺出具日至上市公司本次向特定对象发行股票前，若中国证监会作出关于填补回报措施及其承诺的其他新的监管规定的，且上述承诺不能满足中国证监会该等规定时，本人承诺届时将按照中国证监会的最新规定出具补充承诺。

3、本人承诺切实履行本承诺，愿意承担因违背上述承诺而产生的法律责任。”

（本页无正文，专为本募集说明书之“第六节 与本次发行的各项声明”之“董事会关于本次发行的相关声明及承诺”之盖章页。）

青岛国林环保科技股份有限公司



2020年10月22日