

工程咨询资格证书
资格等级：甲级
证书编号：21420070007

工程设计证书
证书等级：甲级
证书编号：A134004086

烟台台海玛努尔核电设备有限公司

主蒸汽管道项目

可行性研究报告

机械工业第一设计研究院

二〇一六年十一月

烟台台海玛努尔核电设备有限公司

主蒸汽管道项目

可行性研究报告

机械工业第一设计研究院

二〇一六年十一月

烟台台海玛努尔核电设备有限公司

主蒸汽管道项目

可行性研究报告

院 长：余献民

总工程师：许 强

项目总设计师：许 强

机械工业第一设计研究院

二〇一六年十一月

参加编制可行性研究报告主要设计人员名单

专 业	人 员	专业职称
项目总设计师	许强	研究员级高工
铸造工艺	苏至德	研究员级高工
锻造工艺	许强	研究员级高工
机加工工艺	葛晖	高级工程师
热处理工艺	滕纪云	高级工程师
总图物流	许成武	研究员级高工
建 筑	王小华	高级工程师
结 构	周奋生	高级工程师
给水排水	吴剑	高级工程师
电 气	郭清	研究员级高工
暖 通	张碧波	高级工程师
动 力	许成武	研究员级高工
环保、安全 消防、节能	滕纪云	高级工程师

目 录

1、总说明.....	1
1.1 项目名称及建设单位	1
1.2 可研报告承担单位及资质	1
1.3 编制依据	1
1.4 可行性研究的范围	2
1.5 可行性研究的主要结论	2
1.6 主要数据及技术经济指标	4
2、项目提出背景	5
3、项目实施必要性	8
4、企业基本情况	9
4.1 企业概况及简史	9
4.2 企业组织结构	15
4.3 企业营销策略	16
5、主蒸汽管道特点及制造方法	17
5.1 主蒸汽管道特点	17
5.2 主蒸汽管道制造方法	17
6、生产能力及生产纲领	21
6.1 生产能力分析	21
6.2 生产纲领	21
7、市场预测.....	22
7.1 核电市场预测	22
7.2 火电市场发展趋势和预测	38
7.3 主蒸汽管道未来市场需求测算	40
7.4 主蒸汽管道市场竞争格局	41
7.5 锻造管坯市场分析	42
7.6 企业竞争力分析	43
8、项目风险分析	48

8.1 政策风险	48
8.2 技术风险	48
8.3 市场竞争的风险	49
8.4 经营风险	50
8.5 筹资风险	50
8.6 自然灾害风险	50
9、辅助配套条件	51
9.1 物料供应及协作配套	51
9.2 动力设施	51
10、工程技术方案	53
10.1 目标和原则	53
10.2 工艺方案	54
10.3 总图运输方案	58
10.4 土建公用方案	59
11、环境保护.....	69
11.1 设计依据.....	69
11.2 设计原则.....	69
11.3 主要新增污染物.....	69
11.4 污染源治理措施.....	70
11.5 环境保护机构及人员.....	71
11.6 环保投资.....	71
12、职业安全卫生	72
12.1 设计依据	72
12.2 劳动定员	72
12.3 劳动安全	72
12.4 职业卫生	75
12.5 劳动用品配备	76
12.6 职业安全卫生机构及人员	76
12.7 职业安全卫生投资	76

13、消防.....	77
13.1 设计依据	77
13.2 消防设计原则	77
13.3 消防设计措施	77
13.4 火灾报警	79
13.5 消防投资	79
14、节约能源及合理利用能源	80
14.1 设计依据	80
14.2 主要设计原则	80
14.3 能源供应状况	81
14.4 节能措施和节能效果分析	81
15、组织机构与人员培训	84
15.1 生产组织	84
15.2 劳动定员	84
15.3 人员培训	84
16、项目实施计划	85
17、投资估算及投资融资方案	87
17.1 估算范围及依据	87
17.2 建设投资估算	87
17.3 流动资金估算	89
17.4 融资方案与建设期利息估算	89
17.5 投资及其构成分析	89
17.6 投资计划与项目资本金配比	89
18、财务分析.....	91
18.1 财务评价说明	91
18.2 财务效益与费用估算	91
18.3 盈利能力分析	94
18.4 偿债能力分析	95
18.5 财务生存能力分析	95

18.6 不确定性分析	96
19、工程招投标	98
19.1 概述.....	98
19.2 发包方式	98
19.3 招标组织形式	99
19.4 招标方式	99

1、总说明

1.1 项目名称及建设单位

项目名称：烟台台海玛努尔核电设备有限公司

主蒸汽管道项目

建设承办单位：烟台台海玛努尔核电设备有限公司（以下简称“烟台台海核电”）

法定代表人：王雪欣

1.2 可研报告承担单位及资质

可研报告承担单位：机械工业第一设计研究院

资质：工程咨询甲级 证书编号：工咨甲：21420070007

工程设计甲级 证书编号：A134004086

1.3 编制依据

- （1）《国家“十三五”发展规划纲要》（草案）；
- （2）《中国制造 2025》；
- （3）国家《装备制造业调整和振兴规划》；
- （4）国家发改委《装备制造业技术进步和技术改造投资方向（2009—2011）》；
- （5）国家发改委《产业结构调整目录 2011》；
- （6）《国务院关于加强振兴装备制造业的若干意见》；
- （7）《国务院关于加强培育和发展战略性新兴产业的决定》；
- （8）国家有关法律、法规、规划及产业政策；
- （9）现行有关技术经济规范、标准和定额资料；
- （10）烟台台海核电提供项目相关资料；
- （11）机械工业第一设计研究院与烟台台海核电签订的技术咨询合同。

1.4 可行性研究的范围

针对该主蒸汽管道建设项目，机械工业第一设计研究院从工程项目的产品需求预测、产品方案和建设规模、建设条件及公用设施配套情况、工程技术方案、原辅材料供应情况、环境保护及治理意见、节能措施、人员安排、工程建设实施进度的建议、工程投资估算、项目经济分析和评价等方面进行了系统的分析研究，同时从市场、技术、资源、环保、安全、节能等方面，整体论证了项目设立的必要性和可行性。

本报告还围绕产品生产纲领，对实施本项目的投入产出、经济效益、社会效益和可能存在的风险进行了认真客观的分析。

1.5 可行性研究的主要结论

(1) 本项目建设符合《国家“十三五”发展规划纲要》（草案）、《中国制造 2025》的精神，符合国家大力发展核电等重大技术装备产业政策的要求，符合国内外核电、火电建设市场对主蒸汽管道产品的发展需求。

(2) 本项目建设通过科学的设计，满足环保、职业安全卫生、消防、节能等方面的要求，在节能减排方面采取了有效措施。

(3) 本项目建设内容主要包括以下几个方面：

①本项目主要在现有的锻压车间内预留发展区域建设，新建高压泵站、变配电室等设施；

②新增工艺设备主要有 8000t 锻造液压机及操作机，装备水平进一步提升；

③公用辅助设施利用厂区原有能力，同时针对本项目进行局部调整改造。

(4) 本项目实施达产后，企业具备年产核电主蒸汽管道（2 套、900t）、火电主蒸汽管道（2000t）和管坯（17100t）的批量化成套生产能力，进一步提升核心设备的生产能力和市场竞争力。

(5) 本项目新增报批总投资 19345 万元，其中：建设投资 16728 万元，建设期利息 417 万元，铺底流动资金 2200 万元。

在固定资产投资 17145 万元中，企业自筹资金 9200 万元，银行借款 7945 万元。

流动资金为 7576 万元，其中：项目铺底流动资金 2200 万元，银行借款 5376 万元。

(6) 本项目达产后可实现新增年销售收入 27580 万元，项目在达产后正常年利润总额为 5073.16 万元，年净利润 4312.19 万元。

总投资收益率 18.02%，资本金净利润率 26.41%。

投资回收期（含建设期）：所得税前 5.98 年，所得税后 6.36 年。

本项目盈亏平衡点为 58.44%。

(7) 本项目经敏感性分析、盈亏平衡分析和风险分析，项目有较强的抗风险能力，项目的社会效益显著。

综上所述，本报告认为，烟台台海核电主蒸汽管道项目，紧密围绕国内外核电等清洁能源发展的主流方向，重点针对核电站、火电站主蒸汽管道产品的发展需求，形成规模化的高端制造能力，既符合国家和地方扶持战略性新兴产业发展的政策，又具有现实而长远的市场需求前景。同时，本项目的建成投产，也将进一步提升和改善企业自身的工艺与装备技术水平，形成规模化的综合配套能力，并可持续增强企业产品的核心竞争力，为我国电力装备制造业的发展做出积极贡献。其社会效益与经济效益较显著，项目可行。

1.6 主要数据及技术经济指标

项目主要数据及技术经济指标见表 1-1

表 1-1 项目主要数据及技术经济指标表（达产年）

序号	项目	单位	达产年
1	主要数据		
1.1	年产量	t	20000
1.1.1	核电主蒸汽管道	t	900
1.1.2	火电主蒸汽管道(P91)	t	1000
1.1.3	火电主蒸汽管道(P92)	t	1000
1.1.4	管坯	t	17100
1.2	营业收入（不含税）	万元	27580.00
1.3	年利润总额	万元	5010.67
1.4	净利润	万元	4259.07
1.5	息税前利润	万元	5307.16
1.6	增值税	万元	2092.05
1.7	营业税金及附加	万元	251.05
1.8	固定资产原值	万元	21370.78
1.9	固定资产净值	万元	15007.49
1.10	建设投资	万元	16728.00
1.11	建设期利息	万元	417.00
1.12	工业增加值	万元	9687.45
1.13	项目资本金	万元	11400.00
1.14	利用原有固定资产净值	万元	4035.53
1.15	利用原有无形资产净值	万元	691.54
1.16	银行借款	万元	13321.00
1.17	流动资金	万元	7576.00
1.18	职工总人数	人	46.00
2	指标		
2.1	总投资收益率	%	18.02
2.2	资本金净利润率	%	26.41
2.3	全部投资回收期 所得税后	年	6.36
	所得税前	年	5.98
2.4	贷款偿还期	年	4.21
2.5	项目投资内部收益率 所得税后	%	20.97
	所得税前	%	23.87
2.6	全部投资财务净现值（ic=8%） 所得税后	万元	17456.89
	所得税前	万元	22483.30
2.7	资本金财务内部收益率	%	24.48
2.8	盈亏平衡点 BEP(生产能力利用率)	%	58.44

2、项目提出背景

制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基。为了实施制造强国战略目标，2015 年提出《中国制造 2025》，目标到 2025 年，制造业整体素质大幅提升，创新能力显著增强，全员劳动生产率明显提高，两化（工业化和信息化）融合迈上新台阶。重点行业单位工业增加值能耗、物耗及污染物排放达到世界先进水平。形成一批具有较强国际竞争力的跨国公司和产业集群，在全球产业分工和价值链中的地位明显提升。《中国制造 2025》提出五大工程和十大领域，其中工业强基工程和高端装备创新工程都提出重点发展发电装备、核电装备、海洋工程装备等领域的装备需要达到国际领先水平，海洋工程装备、电力装备、新材料更是十大领域重点项目，需要大力提升自主设计水平和系统集成能力，突破共性关键技术与工程化、产业化瓶颈，组织开展应用试点和示范，提高创新发展能力和国际竞争力，抢占竞争制高点。

大型基础件制造业是一个非常重要的行业，既是国家装备制造业的基础行业，也是关系到国家安全和国家经济命脉不可或缺的战略行业。大型基础件制造业的发展水平是衡量一个国家综合实力的重要标志，大型基础件制造主要为我国的钢铁冶金、能源交通、石油化工、航空航天、船舶、电力等多个领域提供产品和服务。产业关联度高、吸纳就业能力强、技术资金密集，是各行业产业升级、技术进步的重要保障和国家综合实力的集中体现。

发达国家高端制造回流与中低收入国家争夺中低端制造转移同时发生，对我国形成“双向挤压”的严峻态势。当前，从国际看，国际金融危机之后全球兴起了新一轮的产业革命。这场革命将重新塑造全球产业竞争的新格局。一方面，高端制造领域出现向发达国家“逆转移”的趋势。制造业重新成为全球经济竞争的制高点，各国纷纷制定以重振制造业为核心的再工业化战略。美国发布《先进制造业伙伴计划》、《制造业创新网络计划》，德国发布《工业 4.0》，日本发

布《2014 制造业白皮书》，英国发布《英国制造 2050》等。另一方面，越南、印度等一些东南亚国家依靠资源、劳动力等优势，也开始在中低端制造业上发力，以更低的成本承接劳动密集型制造业的转移。一些跨国资本直接到新兴国家投资设厂，有的则考虑将中国工厂迁至其他新兴国家。从国内看，国民经济重点产业的转型升级、战略性新兴产业的培育发展和国家重点工程建设等，对装备制造业绿色化、智能化、服务化提出了新的更高要求，并提供了巨大的市场需求空间。未来 10 年，我国高端装备制造业既面临着严峻挑战，也将迎来发展的重要战略机遇期。预计 2016 年高端装备制造业五个重点领域产值规模将达到 42468 亿元，2020 年达到 90058 亿元。从推销中国高铁、中国核电到推销中国装备，李克强总理一直致力于推动装备制造业产能“走出去”。随着“一带一路”国家战略的加快推进，我国高端装备制造“出海”也呈现加速趋势。我国正在加大高端装备制造业的培育力度，加快推动中国制造向中国创造转变，中国速度向中国质量转变，中国产品向中国品牌转变。

近年来，人口的增长和人均收入的提高促使能源需求不断增大，根据国际能源署（IEA）公布的 2015 年度《全球能源展望》报告以及《BP 2035 世界能源展望》显示：预计 2035-2040 年全球能源消费增长三分之一，电力需求亦不断提升。预计到 2040 年，全球发电量达到 16600TWh。根据国际原子能机构（IAEA）统计，截止 2015 年，核电约占全球总发电量 11%。国际原子能机构的评估报告预测，到 2030 年全球的核电装机容量增加至少 40%。此外中国核电占比仍低于世界平均水平，远低于法国等核电强国，能源结构调整的空间还很大，核电装机容量和发电量占比都将提升。根据《十三五规划》纲要预案对核电发展提出目标，到 2020 年核电在运在建总装机达 8800 万千瓦，为达到目标，每年需要新建核电机组 8-10 台。按此数字推算设备投资未来 5 年超过 4000 亿。

但是，我国电源结构以煤电为主的格局长期不会改变，在未来很长一段时间内，煤电主体的地位还难以改变，煤电依然有很大的发展

空间。同时，《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020）》从淘汰落后机组、改造现役机组和严格新建机组准入指标方面提出要求。根据《行动计划》，到 2020 年每年改造机组大量增加，从技术层面来讲，改造机一般要更换汽轮机转子部件，内缸体部件，由此可预测每年改造机量至少 60 台机组。

烟台台海核电作为一家专业从事核电装备材料研发与生产的先进制造企业，通过技术引进、消化吸收与自主创新，经过核电装备及材料工程项目的建设，具备了生产高端核电铸锻件的条件，同时经过多年的生产实践，具备了生产核电和火电主蒸汽管道的能力。

为进一步完善和扩大现有主管道产品的生产能力和装备技术水平，提升产品的核心竞争力，并不断拓宽公司对核电装备材料及产品的覆盖领域，烟台台海核电在开发完善 AP1000 三代压水堆核电站一回路主管道、海水循环泵叶轮、稳压器波动管和核级阀体材料等产品技术的基础上，准备进一步扩大核电和火电主蒸汽管道的生产能力，将公司打造成为我国乃至全球生产主蒸汽管道的主力军。

在此宏观背景和企业自身优势基础上，烟台台海核电提出了本项目，响应国家政策号召的同时，提升企业的核心竞争力，以解决国家发展核电等装备对高端锻件的迫切需要，满足国内外市场需求。

3、项目实施必要性

随着我国第三代核电技术引进，作为核电常规岛的两大管道，主蒸汽和给水管道所用钢管的技术要求也随之增高，这些管道都是在高温高压条件下工作的大口径厚壁管。

当前，我国核电用主蒸汽管道仍然依赖进口，不但价格昂贵，而且受到国外制造商供货期的制约，往往满足不了国内大力发展核电建设的需求。因此生产制造实施国产化，替代进口，获得既保证质量也满足经济性要求的主蒸汽管道势在必行。

火电机组上主蒸汽管道与核电机组主蒸汽管道一样，同样一直依赖进口。几年来虽然国内有几家企业进行了研发，并投入了大量资金，但是由于技术不够成熟，质量不稳定，不能满足市场需求，以至于火电机组用主蒸汽管道国产化问题仍然没有解决。

烟台台海核电利用材料制造方面技术优势，新增一台 8000 吨液压机和配套设备操作机，提升锻造技术能力，在主蒸汽管道锻件成型上、余量控制上狠下功夫，生产制造出低成本、高质量的主蒸汽管道，以满足核电、火电行业的市场需求，实现真正意义的国产化。并投入到市场当中去，为国内发电企业建设降成本，为促进国家核电、火电设备国产化率提高做出应有的贡献，因此项目实施是十分必要可行的！

4、企业基本情况

4.1 企业概况及简史

烟台台海玛努尔核电设备有限公司(以下简称“烟台台海核电”、“公司”，原烟台台海玛努尔核电设备股份有限公司)成立于 2006 年 12 月，注册地址为山东省烟台市莱山经济开发区恒源路 6 号，注册资本 49,300 万元，截止 2015 年 12 月 31 日，烟台台海核电总资产 40.53 亿元。2015 年 6 月中国证券监督管理委员会以证监许可[2015] 1238 号文《关于核准四川丹甫制冷压缩机股份有限公司重大资产重组及向烟台市台海集团有限公司等发行股份购买资产并募集配套资金的批复》批复烟台台海核电重组上市，2015 年 7 月烟台台海核电完成重大资产重组上市工作，2015 年 10 月上市公司正式更名为“台海玛努尔核电设备股份有限公司”，烟台台海核电成为上市公司一级全资子公司。

烟台台海核电是一家从事核电装备材料研发与生产的高新技术企业，专业致力于百万千瓦级压水堆核电厂一回路主管道及各种泵阀、大型双相钢及超级双相钢叶轮等大中型核级铸锻件产品的生产和服务，产品涵盖核电主管道、其它核电产品、特种产品、民品铸锻件。截至目前，公司已形成二代半铸造主管道、三代锻造主管道/波动管、四代核电大口径薄壁管整体弯制成型的主管道、一体化成型主蒸汽超级管道、主设备支撑、机械贯穿件、核容器锻件、主泵铸锻件（泵壳、叶轮等）、堆内构件材料、燃料组件上下管座等配套产品的批量供货能力。通过在民用核电上的技术积累，正逐步拓展至火电、水电、造船、冶金、石化、海工、深海、流体机械等领域的高端材料和部件市场。烟台台海核电是目前世界上唯一能够同时生产二代半堆型和三代堆型核电站一回路主管道的制造商，也是目前全球首先具备三代核电主管道全流程生产能力的制造商。

我国对核安全设备的设计和制造活动施行严格的许可证管理制度，凡从事《民用核安全设备目录》中规定的核级产品制造的单位应当申请领取制造许可证。申请领取许可证的企业须具备严格规范的核质保体系、可靠的生产能力和优良的供货业绩，经国家核安全局进行严格的文件审查、现场模拟件制作审查和专家评审会评定等审核环节后方可获得制造许可。烟台台海核电已严格按照相关核安全法规要求建立核质保体系并确保其有效运行，2008年9月取得国家核安全局颁发的“民用核安全机械设备制造许可证书（主管道直管、弯头）”；2010年2月取得“民用核安全机械设备制造许可证书（扩）（主管道预制、焊接成型）”；2013年8月国家核安全局下发《关于批准烟台台海玛努尔核电设备股份有限公司扩大民用核安全机械设备制造许可活动范围的通知》，新增制造许可范围：铸件（泵阀类、支撑类）、主管道（锻造）；2014年3月国家核安全局下发《关于批准延续烟台台海玛努尔核电设备股份有限公司民用核安全设备制造许可证的通知》，颁发《民用核安全设备制造许可证》（国核安证书Z(14)08号），许可范围：“主管道(铸造)、主管道(锻造)、泵阀类铸件、支撑类铸件”，2016年3月国家核安全局下发《关于批准烟台台海玛努尔核电设备有限公司扩大民用核安全机械设备制造许可活动范围的通知》，许可范围：核安全1级主管道（铸造）、主管道（锻造）、泵阀类铸件、支承类铸件。至此，公司核电设备资质范围已涵盖主管道（铸造）、主管道（锻造）、主泵泵壳、泵阀类及支撑类铸件。此外，在国际市场资质认证方面，2013年1月获得美国机械工程师协会颁发的ASME U钢印，2013年2月获得美国机械工程师协会颁发的ASME NPT钢印及NS证书；2016年5月获得美国机械工程师协会复审颁发的ASME U钢印，2016年7月获得美国机械工程师协会复审颁发的ASME NPT钢印及NS证书。在军工设备市场资质认证方面，2013年5月获得北京军友诚信质量

认证有限公司颁发的 GJB9001B-2009 武器装备质量管理体系证书，公司于 2013 年 9 月获得武器装备科研生产许可证；2016 年 6 月获得中国新时代认证中心颁发的 GJB9001B-2009 武器装备质量管理体系证书。在海工装备市场资质认证方面，2014 年 8 月获得中国船级社工厂认证许可。在特种设备制造资质认证方面，公司于 2014 年 6 月获得中华人民共和国特种设备制造许可证。在石油设备制造资质认证方面，公司于 2015 年 1 月获得 API Q1 认证证书。2009 年 7 月、2012 年 7 月、2015 年 7 月获得北京国金恒信管理体系认证有限公司颁发的 GB/T19001 质量管理体系证书，2016 年 4 月获得 TUV 颁发的 GB/T19001 质量管理体系证书。2012 年 1 月、2015 年 1 月获得北京国金恒信管理体系认证有限公司颁发的 GB/T24001、GB/T28001 体系证书。公司建立了符合 HAF003 核质量保证体系、IAEA 50-C/SG-Q 核质量保证体系、GB/T19001-2008 质量管理体系、GB/T24001-2004 环境管理体系、GB/T28001-2011 职业健康安全管理体系、TSG Z0004-2007 特种设备质量保证体系、API Q1 美国石油行业质量管理体系、GJB9001B-2009 武器装备质量管理体系、ASME 锅炉规范和压力容器规范核质量保证体系、ASME VIII-1 锅炉规范和压力容器规范的质量控制体系、中国船级社质量管理体系和军工保密体系等管理体系。一系列资质证书的取得和质量体系的建立，为公司顺利开拓国内外市场奠定了坚实的基础。

烟台台海核电在特种合金精炼、铸造与锻造技术的基础上，通过技术引进、消化吸收以及持续的自主研发，形成了二代半、三代堆型一回路主管道完整生产加工工艺，并配备了世界上较为先进的精炼、铸造、锻造、热处理、机加工、焊接等生产设备，具有完备的检测手段，建立了设备、设施齐全的型砂实验室和理化检测中心以及多座含铀 192、钴 60 射线探伤室，并按照质量管理体系和国家相关核安全法规的要求建立了核质保体系，形成了完整的、现行有

效的质量保证体系和产品检测检验的控制体系，也形成了一支在冶炼、铸造、锻造、机加工及焊接领域具有国际化能力和水平的老中青年相结合的技术骨干队伍。截止 2015 年 12 月 31 日，烟台台海核电拥有职工 666 人，其中本科 162 人，硕士 33 人，博士 2 人，享受国务院津贴 2 人。

根据公司的“制造一代、储备一代、研发一代”的技术创新战略，烟台台海核电在加大研发力度的同时，还加快了与国内外机构产学研合作的步伐。公司与中国原子能科学研究院、北京科技大学、北京钢铁研究总院、中科院金属研究所于 2010 年 12 月开展合作，开发应用核能领域新材料。2010 年 11 月，加入国家“快堆产业化技术创新战略联盟”。与中国原子能科学研究院在 2011 年 5 月共建了“快堆结构材料研发中心”，共同开启了第 4 代核电——快堆用材料的研发工作，并建立起了长期的战略合作关系。与上海核工程研究设计院研讨在核电装备材料如主管道、泵壳、乏燃料的后处理、核级焊丝等方面开展合作，于 2011 年 12 月签订 CAP1400 主管道的研发协议。与中国核动力研究设计院研讨在核电装备材料如压力容器、主泵、泵阀、蒸发器、驱动机构、稳压器等产品上展开共同研发，于 2011 年 12 月签订 ACP1000 主管道的研发协议。牵头与北科大、鞍重机、南昌航空大学、太原钢铁合作开展的“AP1000 压水堆主管道材料与成形关键技术”申请列为国家 863 计划，于 2012 年 5 月通过审批。2012 年 7 月承担了国家国际科技合作项目“大型不锈钢锭电渣重熔技术的引进与应用”，同年承担了国家重大专项子课题“国产 AP1000 型燃料组件上、下管座研制加工”的研发工作。2013 年承担了国家国家重大专项子课题“CAP1400 自主化燃料组件上、下管座制造与试验”项目的研制。2013 年承担了山东省科技发展计划“AP1000 核电主泵泵壳关键制造技术的研制”。2015 年承担了国家重大专项子课题“AP/CAP 屏蔽电机主泵屏蔽套材料和飞轮护环制造

及应用研究”项目，同年还承担了山东省科技重大专项（创新型产业集群）项目“深海钻探用特种材料及铸锻件研制与应用”。2016年承担了国家重点研发计划“620℃超超临界火电机组汽轮机用耐热不锈钢转子研制”项目，2016年7月获得科技部高技术研究发展中心的批复。

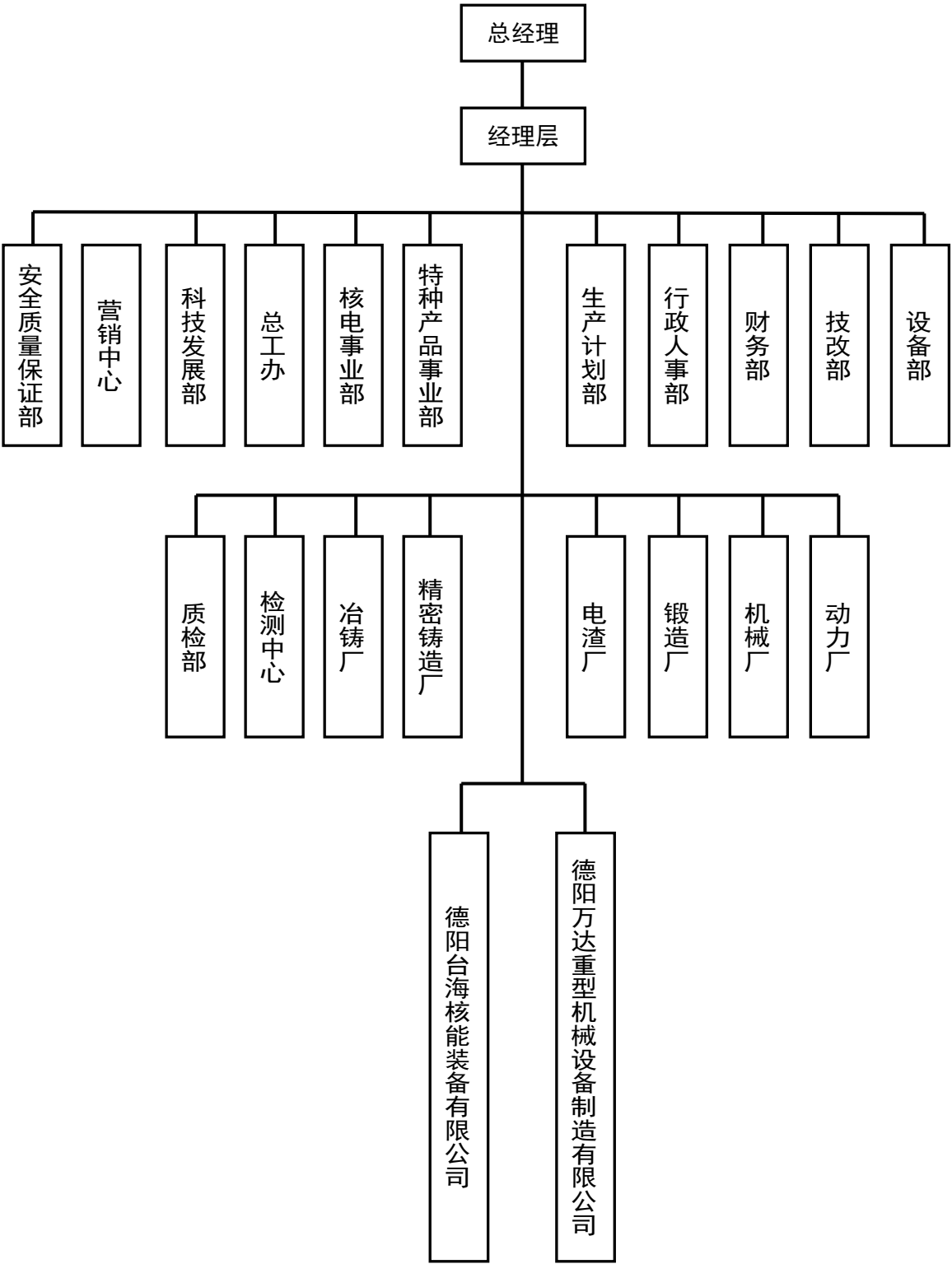
烟台台海核电在致力于技术研发与创新的同时，特别注重核心技术成果的转化，以期形成企业的核心自主知识产权和可比较竞争优势。目前已获得国家知识产权局10项发明专利授权和2项实用新型专利授权；获得由中国机械工业联合会、中国核能行业协会、国家能源局、山东省科技厅等组织的四项科技成果鉴定。2010年9月完成了高新技术企业的认定工作，且被山东省科技厅批准以之为依托组建“山东省核能设备金属材料工程技术研究中心”，并于2013年12月完成高新技术企业复审工作。2011年5月，公司研制的双相钢叶轮及超级双相钢叶轮铸件，通过了由中国机械工业联合会及国家能源局组织的叶轮技术鉴定会，标志着烟台台海核电具有了国际先进水平的双相钢特种合金大型复杂铸件的专有技术和批量生产能力。2011年12月，经山东省科技厅批准，公司成立了“山东省核电特种金属材料重点实验室”。2013年5月，中国机械工业联合会受山东省科技厅委托，在烟台召开烟台台海玛努尔核电设备股份有限公司和中核集团—中国核动力研究设计院研制的百万千瓦级压水堆核电厂锻造主管道科技成果鉴定会，鉴定委员会一致认定该研制成果属国内首创，居于国际领先地位。2015年11月，公司与上海核工程研究设计院联合完成的“CAP1400自主化燃料组件上下管座研制及试验验证”通过了核能行业协会的科技成果鉴定，鉴定认为该成果达到国内首创、国际先进水平。

公司愿景是建立高端装备制造基地；使命是推动高端装备进步；核心价值观是协作、共赢、诚信、进取、尊重、卓越；宗旨是实现

四赢（企业、客户、员工、社会）；核安全理念是凡事有章可循，凡事有据可查，凡事有人负责，凡事有人监督。公司建立了先进的企业文化，坚持积极发展、努力提高、自主创新，必将在核电重大装备及大中小型铸锻件制造领域形成核心竞争力，成为世界一流的高端装备制造基地，为民族事业的腾飞、实现中华民族伟大复兴的中国梦做出更大贡献！

4.2 企业组织结构

烟台台海核电实行董事会领导下的总经理负责制。企业现组织结构如下：



4.3 企业营销策略

烟台台海核电始终围绕企业产品发展战略，大力开拓市场。建立健全经营销售管理机制，完善市场销售管理制度和 workflow，全面提升销售人员素质和业务水平，制定了与时俱进、灵活机动的销售策略。

（1）以核电主管道产品为主营业务，推进核电产品多元化。以核电主管道产品为主导，全力以赴开拓其它核一级设备市场，巩固市场地位，扩大市场份额，筑牢盈利基础。首先做好中核、广核、中电投公司沟通协调工作，掌握三大核电集团在核电方面投资动态，积极参与三大核电集团旗下设计院材料研发工作，为新建核电项目市场准入打好基础。同时，科学合理组织在手主管道及其他核一级产品合同的生产，确保工期与质量，赢得客户信赖。

（2）有效、有目的的扩展非核市场，尤其是大型铸锻件产品市场。狠抓大型铸锻件市场营销，充分利用冶炼和锻造富余产能，扩大销售。结合市场情况，以国际化大公司（如 GE 公司、法国阿尔斯通火电、阿尔斯通水电、安格里兹、西门子火电、德国 NAN 公司等）为主要开发目标，针对国内三大动力（哈电、上电、东电），采取逐步进入，稳扎稳打的营销策略。

（3）在巩固现有产品市场的同时，狠抓企业核心技术产品销售。加速不锈钢材料、电渣重熔产品的市场开发。

（4）不断优化营销工作思路，积极拓展国际市场新业务，稳妥迈进并占据国际市场，积极开展国际贸易活动，建立贸易业务新板块。

（5）加强重点项目跟踪，积极主动开展项目前期技术交流，加强技术交流后的项目中期工厂文件提交的推进、努力实现后期销售合同签订，力争做到各环节之间“步步紧逼”、不遗余力。

5、主蒸汽管道特点及制造方法

5.1 主蒸汽管道特点

核电主蒸汽管道是指常规岛用主蒸汽系统管道以及主给水管道。火电主蒸汽管道是指蒸汽系统管道和循环再热管道及主给水管道。

主蒸汽管道在核电或火电发电系统起着承上启下的作用，一旦发生故障，蒸汽无法输送到汽轮机，整个核电站或火电机组面临停运的危险，对核电设备或火电设备安全性有重要的影响，因此其制造质量至关重要。

主蒸汽管道结构特点：①口径大，一般在 $\phi 300\sim\phi 1000\text{mm}$ ；②管壁厚，一般在 $15\sim 100\text{mm}$ ；③长度长，一般在 $6\sim 8\text{m}$ ；④质量要求高，表现在材料高纯净度、良好的耐热性能、高晶粒度等级等。

5.2 主蒸汽管道制造方法

根据核电和火电主蒸汽管道的技术要求和口径厚壁结构特点，主蒸汽管道制造核心技术关键在成型，既在锻造和挤压过程中要有足够大的变形量，而且保证金属变形纤维具有完整性。主蒸汽管道一般制造流程是：冶炼（EAF+LF+VOD+VC）→锻造→挤压（顶伸）→粗加工→性能热处理→精加工→无损检验。

主蒸汽管道成型方式一般有：自由锻+套料、反挤压+空心锻、冲孔+顶伸、穿孔+轧制、大型压机挤压（正挤压和反挤压）。各种成型方法比较见下表 5-1

表 5-1 大口径厚壁管成型方法比较

序号	成型方式	成型设备	质量水平	成本	适用规模	技术成熟度	备注
1	自由锻+套料	大型压机+套料机床+镗铣机床	中	低	单件、小批	高	传统方法
2	反挤压+空心锻	大型压机+镗铣机床	高	低	单件、小批、大批	高	新方法
3	穿孔+轧制	穿孔设备+轧制设备	低	低	单规格大批量	高	传统方法
4	冲孔+顶	立式压机+卧式	低	中	单规格	低	特殊方法

	伸	压机+镗铣床			大批量		
5	锻造冲孔+正挤压	预备冲孔压机+大型正挤压机	高	高	单规格大批量	中	新方法
6	锻造冲孔+反挤压	预备冲孔压机+大型反挤压机	高	高	单规格大批量	中	新方法

从表 5-1 可以分析出，锻造冲孔+热挤压（正反挤压）成型是追求高质量水平最好方法，但是投入的设备巨大，投资成本高，并且规格尺寸单一；冲孔+顶伸成型，虽然投入相对低，但是金属成型方式不可取，金属流线容易被破坏，已经是淘汰技术；穿孔+轧制成型，满足不了厚壁管质量要求，不予考虑；自由锻+套料是常规厚壁管锻造成型技术，但质量不稳定，如果单件产品可以使用；反挤压+空心锻成型完全能够达到热挤压成型一样的质量，而且成本低，适用性强，因此生产制造主蒸汽管道采用低成本投资的反挤压+空心锻成型技术是最佳选择。

烟台台海核电的反挤压+空心锻成型技术就是钢锭制坯后，采用专门工装，在大型压机上实施冲孔反挤出短管，然后进行空心锻造（芯轴拔长）成型，该成型方式保证了既金属大变形程度又有完整纤维状态，是大口径厚壁管成型的比较理想方式。

核电或火电用主蒸汽管道品种规格较多，属于小批量多品种，适合反挤压+空心锻成型方式。核电或火电用主蒸汽管道具体规格举例见下表 5-2 和表 5-3。

表 5-2 一台核电机组用主蒸汽管道部分规格

链接区间	数量	规格	材质	总长度
蒸发器→主蒸汽联箱	3	Φ 1000*50	WB36	21
主蒸汽联箱→凝汽器	4	Φ 700*70	WB36	28
供气、排气	12	Φ 900*40	WB36	120
主蒸汽联箱→换热器	1	Φ 600*36	WB36	14
抽气管等	45	Φ 300~Φ 600*29~35	WB36	120
主给水管等	30	Φ 300~Φ 700*30~45	WB36	200

表 5-3 火电机组主蒸汽管道规格

名称	规格	材质	一台机组用量(米)
主蒸汽半容量管	ID362X91	A335P92	182.5
主蒸汽半容量管（弯管）	ID362X97	A335P92	120
高旁入口管	ID254X64	A335P92	2
再热热段半容量管	ID686X40	A335P92	206
再热热段半容量管（弯管）	ID686X45	A335P92	80
低旁阀入口管	ID559X34	A335P92	62
低旁阀入口管	ID559X36	A335P92	32
四段抽气主管	ID762X12.7	A672B70CL32	30
一段抽汽主管	ID273X15.09	A335P11	35
一段抽汽支管	ID219.1X12.7	A335P11	52
二段抽汽主管	ID406.4X17.48	A335P11	34
二段抽汽支管	ID273X12.7	A335P11	31
三段抽汽主管	ID406.4X7.14	A335P11	57
三段抽汽支管	ID323.8X5.16	A335P11	15
高旁出口管道	ID508X24	A691Gr2-1/4CrCL22	26
高压给水主管	ID660X65	15NiCuMoNb5-6-4	93
高压给水支管、汽泵出口管道（阀后）	ID457X45	15NiCuMoNb5-6-4	280
30%流量调节阀旁路管	ID355.6X36	15NiCuMoNb5-6-4	16
汽动泵出口管道	ID457X50	15NiCuMoNb5-6-4	21
高旁减温水管	ID273X30	15NiCuMoNb5-6-4	33
汽泵给水再循环管道（阀前）	ID219.1X28	15NiCuMoNb5-6-4	60
汽泵再循环管道（阀后）	ID273.1X30	15NiCuMoNb5-6-4	8
主蒸汽疏水管道（阀前）	ID219.1X42	A335P92	25
主蒸汽疏水管道（阀后）	ID273X15	A335P92	10

名称	规格	材质	一台机组用量(米)
再热热段疏水管（阀前）低旁暖管管道	ID168.3X12.7	A335P92	60
再热热段疏水管道（阀后）	ID219.1X15.09	A335P92	10
主蒸汽主管	ID381X100	A335P92	186
主蒸汽主管弯管	ID381X114	A335P92	6X14
主蒸汽支管	ID260X70	A335P92	25
旁路入口及主蒸汽联络管	ID286X76	A335P92	49
高温再热蒸汽主管	ID749X36	A335P92	225
高温再热蒸汽主管弯管	ID749X43	A335P92	6X13
高温再热蒸汽联络管	ID527X28	A335P92	13
旁路出口管（混合段）	φ1016X16.05	A691 1-1/4 Cr CL22	2
给泵出口给水管道	φ457X55	15NiCuMoNb5-6-4	28
给泵出口给水管道	φ457X50	15NiCuMoNb5-6-4	23
高压给水主管	φ660X68	15NiCuMoNb5-6-4	163
主蒸汽疏水管道	φ89X21	A335P92	290
高温再热蒸汽疏水管	φ89X8	A335P92	40

6、生产能力及生产纲领

6.1 生产能力分析

本项目新增 8000 吨自由锻压机全部为德国进口设备，安装精度要求高，将成为烟台台海核电生产产业链中重要环节。该项目主机设备准备采用引进德国 Wepuko 公司拥有专利技术的泵控系统，控制水平达到国际上大型压机设备一流，同吨位压机压下速度最快，锻造精度高，生产的锻件余量小，锻造最大单体锻件重达 200 吨。

本项目新增 8000 吨压机控制精度高和具有快速锻造特点，十分适合锻制管坯和棒类锻件，压机可实现镦粗、拔长（芯轴拔长）、快锻、精整等功能，综合锻件年生产能力 20000 吨左右，这将大幅提升烟台台海核电锻造能力。

6.2 生产纲领

烟台台海核电结合 8000 吨压机能力和特点，并以此为依托，积极拓展国内外大型棒材和大口径厚壁管道市场，特别是在发电能源领域开拓市场，发挥产品市场竞争优势，进一步提升烟台台海核电在国内核电、火电等领域的影响力。

烟台台海核电在结合原有自身生产能力的同时，结合新增 8000 吨压机提升锻造的能力和技术特点，分析市场发展情况，制定主蒸汽管道项目生产纲领如下：

年产 2 套核电主蒸汽管道 900t、火电主蒸汽管道 2000t 和管坯锻件 17100t。详见表 6-1。

表 6-1 生产纲领

序号	产品名称	材料	年产锻件重量(t)	备注
1	核电主蒸汽管道	P280G	900	
2	火电 P91 管道	P91	1000	
3	火电 P92 管道	P92	1000	
4	管坯		17100	
	合计		20000	

7、市场预测

7.1 核电市场预测

7.1.1 全球能源及电力市场

(1) 世界人口增长促使能源消费提高

根据国际能源署公布的 2015 年度《全球能源展望》以及《BP 2035 世界能源展望》报告显示，人口增长和人均收入提高是能源需求不断增长的关键驱动因素。到 2035 年，世界人口预计将达 87 亿，这意味着需要能源的人数增加了 16 亿。纵观全球，预计 2035 年的人均国内生产总值比当前高出 75%，中国和印度是非经合组织增长的关键驱动因素，预计 2015 至 2035 年的年均增速为 5.5%。到 2035 年，中国和印度将分别成为世界上最大和第三大经济体，两国共占全球人口和国内生产总值的约三分之一。

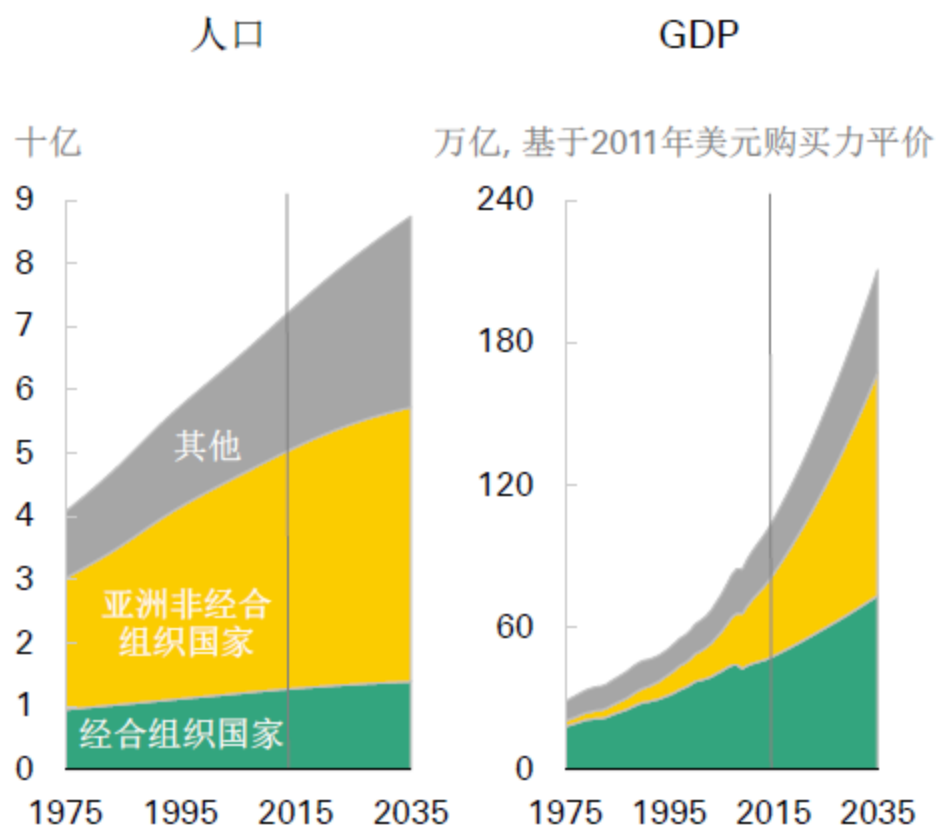


图 7-1 人口、GDP 的发展

人口增长和人均收入提高促使能源需求不断增大，促使全球能源消费不断增长，2015 至 2035 年，一次能源消费增长 37%，年均增长 1.4%。几乎所有的预计增长(96%)都来自非经合组织，如印度、中国、非洲、中东和东南亚，其能源消费年均增长 2.2%。与之对照，经合组织的能源消费在整个期间的年均增长仅为 0.1%，而且在 2030 年以后实际有所下降。如欧盟较 2007 年峰值下降 15%，日本下降 12%，美国下降 3%，在全球能源结构中，非化石能源占比将从现在的 19% 提高到 25%，而化石能源中仅天然气份额增加。

(2) 能源需求量预测

国际能源署公布的 2015 年度《全球能源展望》报告显示：2040 年全球能源消费增长三分之一。石油方面，2020 年实现再平衡，油价达到 80 美元/桶，此后油价进一步上涨。2020 年时需求逐步恢复，年均增长 90 万桶/天，到 2040 年增加到 1.035 亿桶/天，届时受价格上涨、补贴取消、能效政策及燃料替代等因素影响需求趋于平缓。煤炭在全球能源结构中的份额已经从 2000 年的 23% 增加到现在的 29%，但迅速发展的势头正在减弱。此前预期的煤炭需求强劲增长未能保持，2040 年能源需求增量只有 10% 靠煤炭，但通过采用先进的控制技术减少污染，对二氧化碳进行安全、经济的捕获和封存等技术，煤炭依旧在许多国家电力系统的主要能源。电力行业引领能源系统低碳化发展，预计到 2040 年电力会占最终能源消费总量的四分之一，非经合组织国家占新增电力需求的八分之七。在全球电力结构中，煤炭从 41% 下降到 30%，非水可再生能源增幅弥补煤炭降幅，而天然气、核能和水电总体保持略高于现在的份额。

数字显示，在全球能源结构中，非化石能源占比将从现在的 19% 提高到 25%，而化石能源中仅天然气份额增加。电力行业引领能源系统低碳化发展。预计到 2040 年电力会占最终能源消费总量的四分之一，非经合组织国家占新增电力需求的 87.5%。不同种类能源每年增

量不同，根据世界经济、能源利用效率及低碳排放要求，煤炭从 2000 年以来增长最快的化石燃料（年均 3.8%）变为增速最慢的燃料（年均 0.8%）。可再生能源是增速最快的燃料（年均 6.3%）。核电(年均 1.8%)和水电（年均 1.7%）的增长快于总体能源增速。

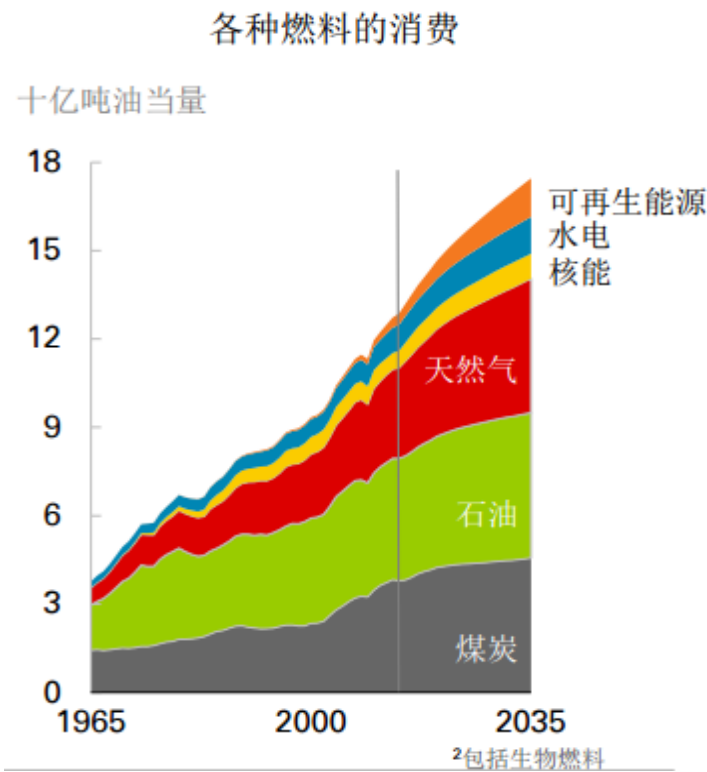


图 7-2 各种燃料的消费

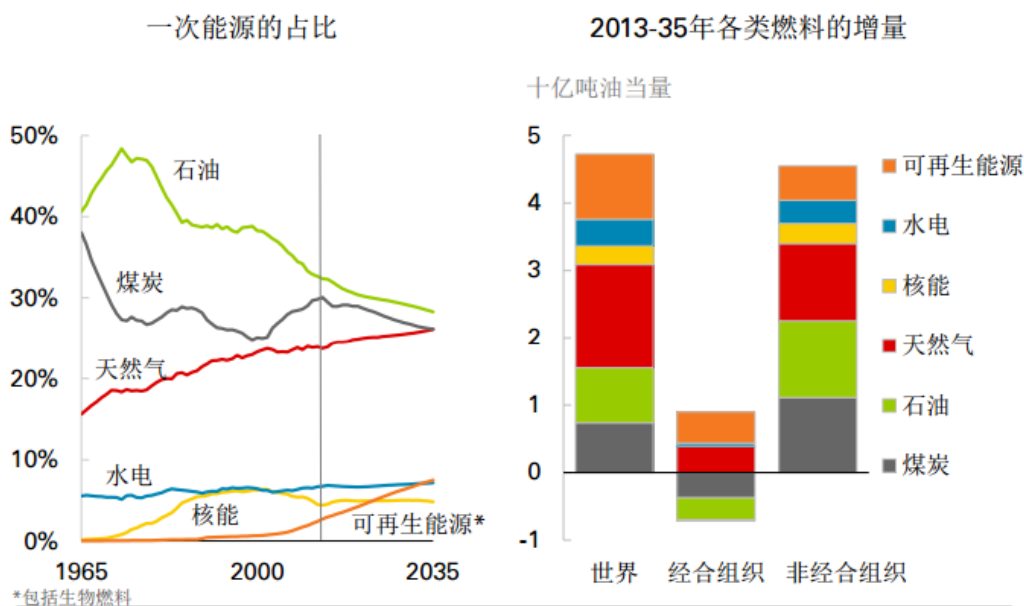


图 7-3 各类燃料的增量预测

（3）电力行业

电力是利用发电动力装置将化石燃料（煤、石油、天然气）的热能、水能、核能以及太阳能、风能、地热能、海洋能等转换为电能。随着世界继续保持电气化的长期趋势，预计发电在一次能源消费中的比重将不断提高：从当前的 42%提高至 2035 年的 47%。

目前主要的发电方式有火力（煤、石油或天然气）发电、水力发电、核能发电等。发电行业的各燃料占比在过去发生了一些迅速转变：石油比重在 1960 年代上升，在 1970 年代下降，之后趋于平衡；核电比重在 1970/1980 年代上升，在 2000 年代下降，之后趋于平衡；天然气比重在整个 1990 年代和 2000 年代不断上升，可再生能源发电从 2015 年之后占比显著增加，水力发电比重一直比较稳定。

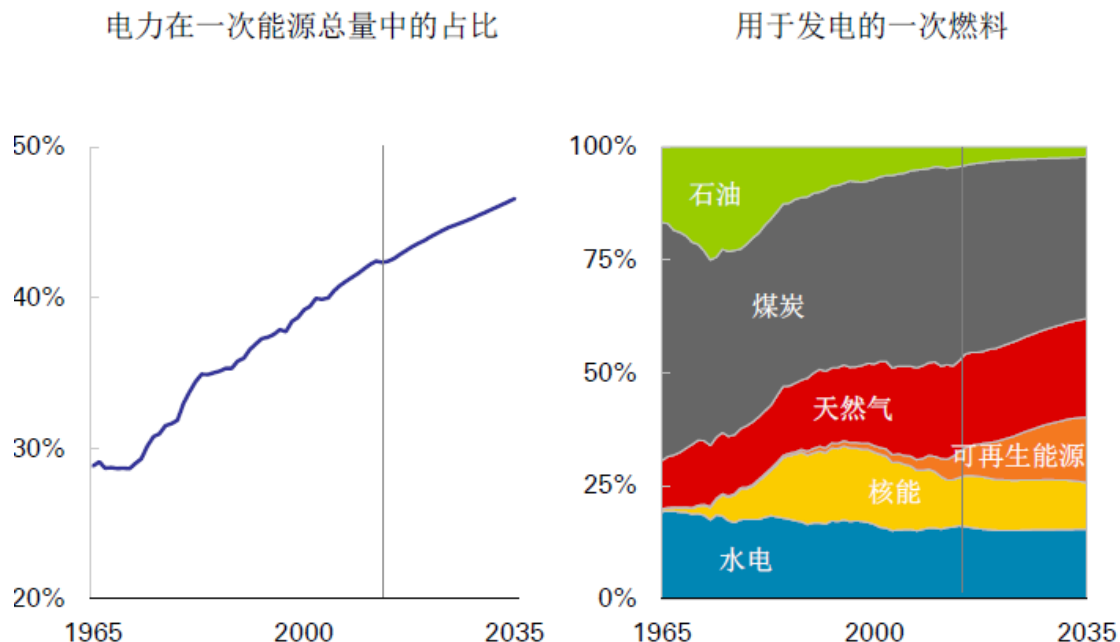


图 7-4 各类燃料的增量预测

根据预测，到 2035 年，全球的电力使用量达到 16600TWh，核电更是按照 1.8%的速度在增长，预计到 2035 年核电增加约 1000TWh。

根据 BP 公司《世界能源统计评述》，从 2009 年至 2014 年的六

年间，电力消费增加了 17%，而中国增加了 52%，美国只增加 4%。由于中国经济快速发展，在 2011 年发电量已经超过美国，成为世界上最大的电力生产国。主要国家发电量见表 7-1。

表 7-1 主要国家发电量（TWh）

国家	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
世界总量	20131.7	21425.5	22100.6	22630.4	23184.0	23536.5
中国	3714.7	4207.2	4713.0	4987.6	5413.6	5649.5
美国	4146.6	4331.1	4302.4	4249.1	4268.5	4297.3
欧盟	3233.0	3371.8	3303.5	3298.4	3264.4	3166.0
印度	869.8	922.2	1006.2	1053.9	1102.8	1208.4
俄罗斯	993.1	1038.0	1054.9	1069.3	1059.1	1064.1
日本	1114.0	1156.0	1104.2	1106.9	1087.8	1061.2
加拿大	592.5	581.8	600.4	610.2	626.4	615.4
德国	592.4	628.6	613.1	630.1	633.2	614.0
巴西	463.0	515.9	531.8	552.5	570.0	582.6
法国	542.4	573.2	564.3	560.7	568.3	555.7
韩国	452.4	495.0	517.6	530.6	517.1	517.8

根据国际能源署（IEA）的《关键能源数据统计》明显看出，燃煤发电一直保持在 40%左右，燃油发电逐年降低，而燃气发电维持在 21%左右。全球电力生产来源见表 7-2。

表 7-2 全球电力生产来源

		1973 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
发电总量	TWh	6115	21431	22126	22668	23322
燃煤发电	%	38.3	40.6	41.3	40.4	41.3
燃油发电	%	24.7	4.6	4.8	5.0	4.4
燃气发电	%	12.1	22.2	21.9	22.5	21.7
水力发电	%	21.0	16.0	15.8	16.2	16.3
核能发电	%	3.3	12.9	11.7	10.9	10.6
其他	%	0.6	3.7	4.5	5.0	5.7

根据美国中央情报局（CIA）报导，中国电力生产与消费参见表 7-3。中国电力依靠化石燃料生产，主要是燃煤发电，占总装机容量

的 67.3%。

表 7-3 2014 年中国电力数据

项目	数据	按全球总量排序
电力生产量	5650TWh	1
电力消费量	5523TWh	1
电力输出量	18.16TWh	10
电力进口量	6.75TWh	35
电力装机容量	1.505TW	2
		按发电来源的百分比排序
石化燃料生产电力	占总装机容量的 67.3%	119
核燃料生产电力	占总装机容量的 1.5%	32
水力发电	占总装机容量的 22.2%	88
再生能源发电	占总装机容量的 8%	42

7.1.2 核电市场分析预测

7.1.2.1 全球核电总体发展概况

核电是世界能源供应的三大支柱之一，在世界能源结构中有着重要的地位。目前世界上已有 35 个国家或地区建有核电站。根据国际原子能机构（IAEA）统计，截止 2015 年底，共有 441 台核电机组在运行，总装机容量约 3.79 亿千瓦。核电站主要分布在北美的美国、加拿大；欧洲的法国、英国、俄罗斯、德国和东亚的日本、韩国、中国等一些国家。

其中在运行的核电机组，美国 99 台、法国 58 台、日本 43 台、俄罗斯 34 台、韩国 24 台、中国 30 台、印度 21 台、加拿大 19 台。目前核电站约占全球总发电量 11%，IAEA 发布的 2014 年度全球核发电比例的统计数据显示，法国高达 76.93%，韩国为 30.42%，美国为 19.47%，俄罗斯为 18.52%，加拿大为 16.80%。已有 14 个国家和地区核发电量占发电总量的比例超过 20%。目前全球在建核电机组 67 台，装机容量 6548 万千瓦，主要集中在亚洲的中国、印度、俄罗

斯等国家。具体数据和比例见下面图示。



图 7-5 世界电站分布图

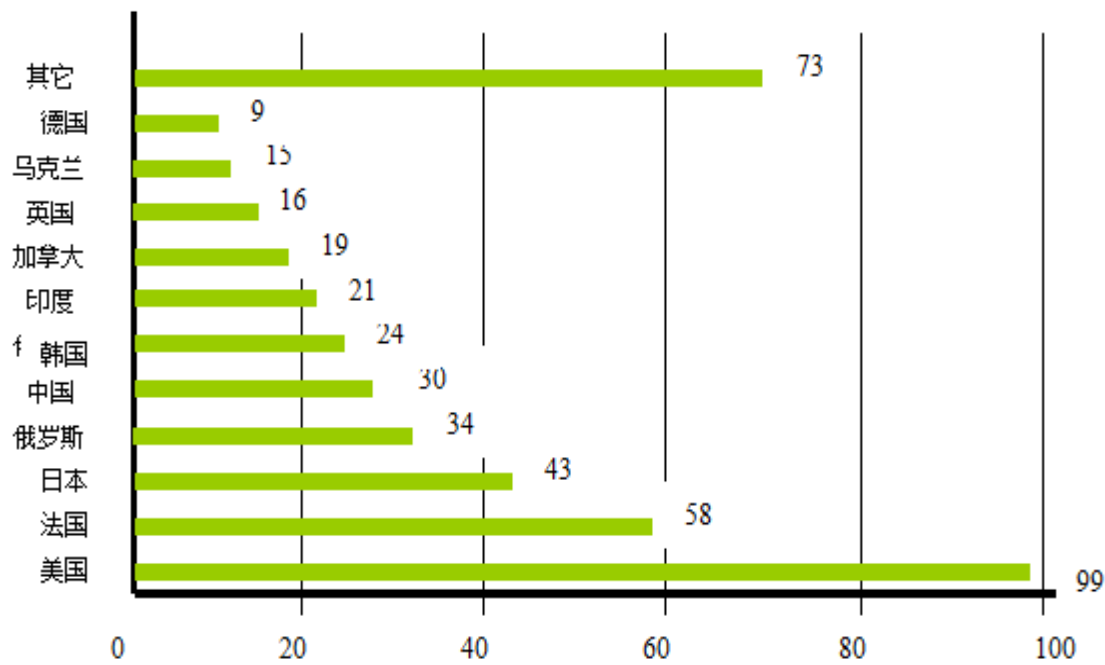


图 7-6 全球核电站运行机组数量图（截至 2015 年）

各国核电在运机组数量占比图

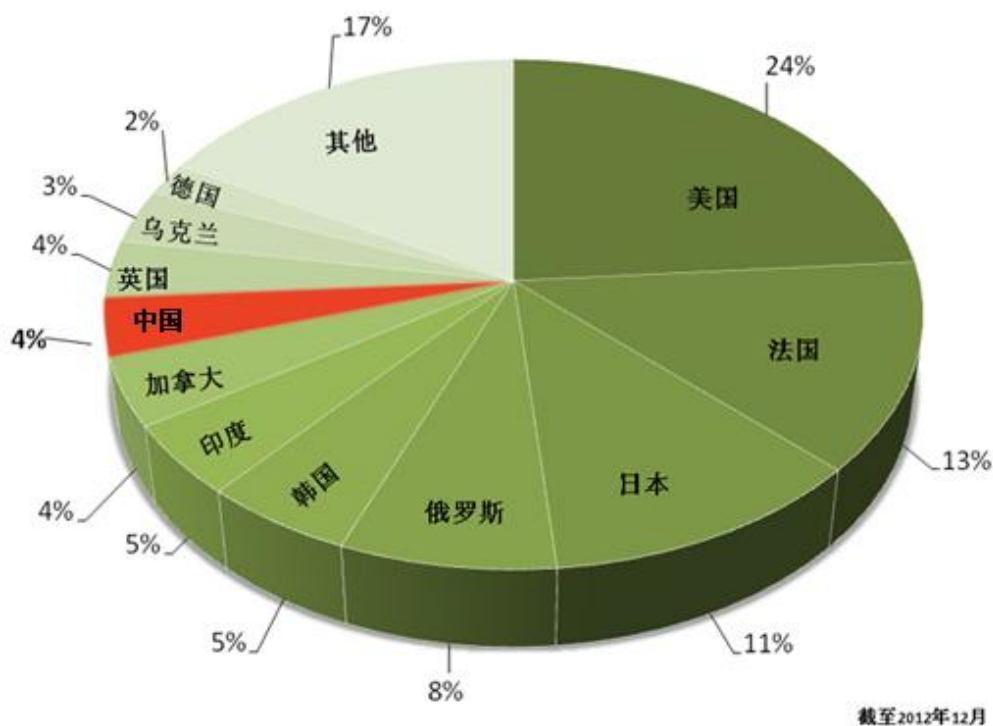


图 7-7 全球核电站运行机组主要国家占比图

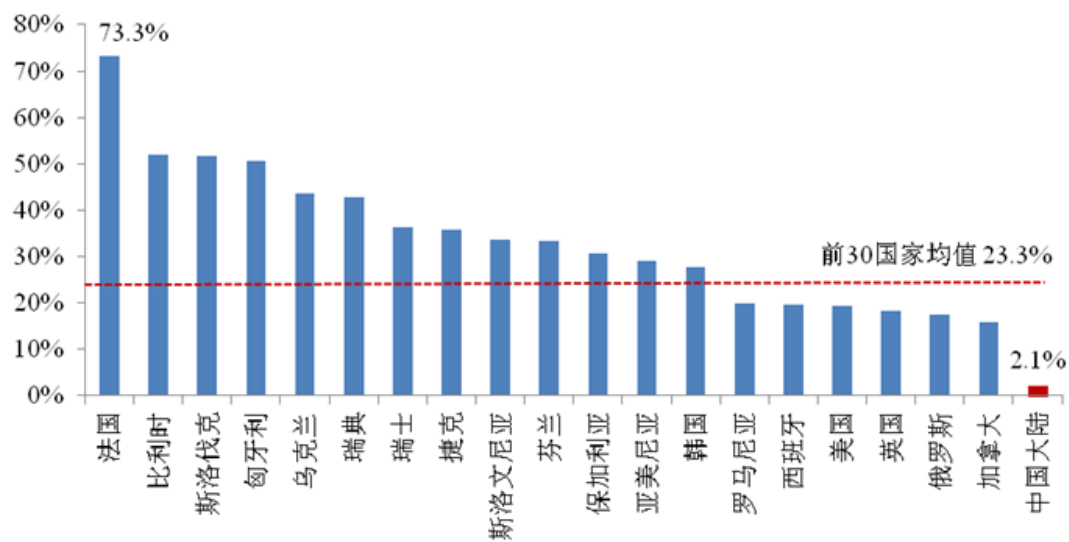


图 7-8 世界各国核电发展比例图



图 7-9 世界核电在建规模比例图（截至 2015 年 5 月）

7.1.2.2 核电总体发展趋势

（1）市场规模扩大

出于对环保、生态和世界能源供应等的考虑，核电作为一种安全、清洁、低碳、可靠的能源，近年来已被越来越多的国家所接受和采用，在全球部分地区掀起了核电建设热潮。如今，越来越多的国家正在考虑或启动建造核电站的计划，已有 60 多个国家正在考虑采用核能发电。到 2030 年前，估计将有 10-25 个国家加入核电俱乐部，将新建核电机组。据国际原子能机构预测，到 2030 年全球的核电装机容量增加至少 40%。

（2）研发新一代核电技术

目前，世界正在运行的机组采用的基本是第二代核电技术。世界各国在二代技术基础上进行了改进与创新，研发出三代核电技术。采用了改进型和革新型设计的新堆型提高了核电安全性、可靠性和经济性。

表 7-4 世界核电主要堆型及代表国家一览表

堆型	代表国家	数量（台）
压水堆（PWR）	美、法、日、俄	269
沸水堆（BWR）	美、日、瑞典	92
重水堆（PHWR）	加拿大	46
气冷堆（GCR）	英国	18
石墨水冷堆（LWGR）	俄罗斯	15

2002 年 9 月，第四代核能系统国际论坛选出 6 种堆型作为推荐的研发方案，分别是：钠冷快堆、铅冷快堆、气冷快堆、超临界水冷堆、甚高温气冷堆和熔盐堆。详见表 7-5

表 7-5 第四代核能系统研发方案汇总表

第四代核能系统	代号	中子能谱	燃料循环
钠冷快堆系统(Sodium Cooled Fast Reactor System)	SFR	快	闭式
铅合金冷却快堆系统(Lead Alloy-Cooled Fast Reactor System)	LFR	快	闭式
气冷快堆系统(Gas-Cooled Fast Reactor System)	GFR	快	闭式
超高温堆系统(Very High Temperature Reactor System)	VHTR	热	一次
超临界水冷堆系统(Supercritical Water Cooled Reactor System)	SCWR	热和快	一次/闭式
熔盐堆系统(Molten Salt Reactor System)	MSR	热	闭式

截至 2015 年底，全世界共有几十座中小型实验快堆、原型快堆和经济验证性快堆在运行。我国很早就确立了“热中子堆电站—快中子堆电站—聚变堆电站”三步走的核电技术发展路线，第四代核电技术的研发也纳入了国家 863 计划重大项目。目前，在第四代核反应堆中，我国已建成一座钠冷快堆即中国实验快堆(CEFR)、一座高温气冷实验堆(HTR—10)，在建一座高温气冷堆商用规模示范电站即国家科技重大专项高温气冷堆核电站示范工程（HTR-PM）。

（3）提高核电安全性、经济性

国际核能界总结了三哩岛和切尔诺贝利两大事故的教训以及 2011 年日本福岛泄漏事故影响，在这最近几年提高核电安全性和经济性方面取得重大突破。

第三代压水堆核电站有两种类型：改进型电厂（如 EPR）和非能动型电厂（如 AP1000）。改进型核电厂：更简化的专设安全系统；至少有两条隔离的和独立的交流电源与电网相连；至少三十分钟时间内，不考虑操纵员的干预；在丧失全部给水，至少在 2 小时内不应有燃料损坏；在丧失厂内外交流电源的 8 小时内，燃料没有损坏等。非能动型核电厂：不要求安全相关的交流电源；至少 72 小时内，不需要操作员干预；严重事故条件下，安全壳有足够的裕量；不需要厂外应急计划等。

非能动的理念，安全系统配置简化、安全支持系统减少、安全级设备和抗震厂房减少、IE 级应急柴油机系统和很多能动设备被取消，以及大宗材料需求明显降低，安全系统及其设备数量得到大量的减少，再加上模块化设计和建造新技术的采用，由此派生出了设计简化、系统设置简化、工艺布置简化、施工量减少、工期缩短以及运行方便、维修简单等一系列效应。从长远观点来看，安全性能得到显著提高，而且费用和长期的运行费用也得到明显降低，在经济上也具有较强的竞争力。改进型电厂是通过增加安全系统冗余度和系统配置来提高安全性；但由于单机容量大，厂址利用率高，提高了它的经济性。

第四代核能系统国际论坛(GIF)成员国选择了 6 种系统作为第四代核能系统进一步研究和发展的候选对象，其中技术最成熟的是钠冷快堆。国际上对第四代核电站提出了经济性更好、安全性更高、核废物最少、防止核扩散能力强等多项要求。在国际推荐的第四代核电站 6 种反应堆堆型中，模块式高温气冷堆是其中的一种。其以小型化和具有固有安全特性为其特征，在技术上保证在任何事故情况下能够安全停堆，在经济上能以模块式组合、标准化生产、建造时间短、投资风险小等优势，而快堆作为国际推荐的第四代核电站 6 种反应堆堆型的首选堆型（在 6 种推荐的反应堆堆型中有 3 种是快堆），与传统核反应堆相比，其更加安全，效率更高。

（4）发展动态信息

2013 年，在经历了两年多的低谷之后，世界核电的发展呈现出

走出日本福岛核事故阴霾的趋势。2013 年 6 月下旬，国际原子能机构（IAEA）部长级会议在俄罗斯圣彼得堡召开，来自 89 个国家和 7 个国际组织的 500 多名相关人士与会。大家达成的共识是：“核能仍然是许多国家改善能源安全、提供发展所需能源和应对气候变化的一个重要选择”。据 Neimagazine 网站 2013 年 3 月 13 日报道，十二个欧盟成员国签署了一个声明，他们认为核能将在未来欧盟低碳能源的组合中发挥部分作用。十二国联合宣言明确表示：“今后将继续维持作为重要低碳能源之一的核能发电”。

美国发布了能源战略《作为经济可持续增长路径的全面能源战略》，在此报告中，核能作为低碳能源的重要作用仍然得到了重视。同时美国环保署发布了环保新政，提出火电厂排放新标准，对提升核电竞争力、促进核电起到正面作用。欧盟达成 2030 年能源发展目标和碳减排目标，低碳能源发展，尤其是可再生能源发展受到重视，传统以煤电为主的一些国家将会开始快速发展核电（例如波兰）。依托欧洲的电力市场，东欧等国家核电市场开始逐步恢复，匈牙利、波兰、捷克、罗马尼亚等国家的核电新项目建设意向逐步明确，欧洲核电有可能继续扩张。英国受到北海油气资源接近枯竭的影响，开始积极推动低碳能源的发展，核电受到更多重视，在英法两国的推动下，英国的能源项目 HinkleyPointC 得到欧盟批准。法国为推进可再生能源领域均衡发展，通过《能源过渡法案》，提出多项能源发展目标。未来核电装机将维持在现有水平，但 2025 年核电占发电比例降低至 50%。日本修订《能源基本计划》，以“3E+1S”（能源安全保障、经济性、环境适宜性原则和安全）为能源政策基础，构筑“多层次、多样化的柔性能源供应结构”。按照此政策，核电将继续作为日本重要的基荷电源存在。日本政府通过了核电新安全标准。首座在运核电站的重启已获得日本核监管当局以及地方政府的同意，目前正在进行相关准备工作；日本唯一一座在建的核电站也重启。韩国受到国内核电站质量事件的影响，国内核电站的建设进度延缓并影响到公众对核电的支持度；但在修订第二次国家能源基本规划时，韩国从构建可持续发展的

能源体系、促进有竞争力的能源工业体系角度出发，强化了可再生能源发展，核能发电占比将比第一次规划时 2035 年的 41%有所降低，但核能发展仍是其电力的主要组成。中国核电虽然 2014 年未开工新的核电项目，但 2015 年 3 月 10 日，国家发改委发布文件，确定红沿河二期项目两台百万千瓦核电机组已获核准。中广核认为，这是 2012 年来真正意义上新批的核电项目。2015 年，中国共有 6 台核电机组正式投入商业运行。华龙国际核电技术公司 2016 年 3 月 17 日正式挂牌，历经两年融合的华龙一号最终落地，成为中核未来国内巨大核电市场中参与竞争的关键战略筹码。

全球的核电未来投资，同样是“钱景不小”。《联合国气候变化框架公约》秘书处执行秘书菲格雷斯表示，要想实现将气温升幅控制在 2 摄氏度以内的全球目标，必须提高对清洁能源技术的投资，国际社会需要在 2050 年前为清洁能源项目投入 36 万亿美元，相当于每年投入 1 万亿美元。

7.1.2.3 中国核电发展状况

（1）已投入运行的核电站

我国正成为核能领域的主要力量，国内目前有 30 个反应堆处于运行之中，装机容量 28310MW，占全国电力总装机容量的 1.49%。还有 24 个反应堆正在建设，装机容量 26720MW，占全球在建机组规模的 36%，位居世界第一。

（2）在建设中的核电机组

截至 2015 年 5 月，中国大陆正在建设的核电机组有 24 台，分别是辽宁红沿河核电站 4\5 号机组、福建宁德核电站 4 号机组、福建福清核电站 2\3\4\5 号机组，广东阳江核电站 3\4\5\6 号机组、浙江三门核电站 1\2 号机组、山东海阳核电站 1\2 号机组、广东台山核电站 1\2 号机组、海南昌江核电站 1\2 号机组、广西防城港核电站 1\2 号机组、田湾核电站 3\4 号机组、石岛湾核电站 1 号机组等，共 26720MW。

（3）规划中的核电站

目前，中国大陆规划建设核电站有辽宁徐大堡核电站、广东陆

丰核电站等 58 台机组，共有 62635MW，其中 24 台机组共 25400MW 为内地项目，已经延期 2016 年之后建设。而提议建设核电机组共有 136 台，合 153000MW。

（4）核电产业发展预测

中国国内核电发电需求强劲。中国能源结构中，核电占比仅为 2.1%左右，低于世界平均水平，远低于法国等核电强国，能源结构调整的空间还很大，核电装机容量和发电量占比都将提升。截止 2015 年底我国大陆在运核电站 30 台，总装机容量 28310MW，根据《十三五规划》纲要预案对核电发展提出目标，到 2020 年建成三门、海阳 AP1000 项目，建设福建福清、广西防城港“华龙一号”示范工程，开工建设山东荣成 CAP1400 示范工程，开工建设一批沿海新的核电项目，加快建设田湾核电三期工程，积极开展内陆核电项目前期工作，加快论证并推动大型商用后处理厂建设，核电运行装机容量达到 5800 万千瓦，在建达到 3000 万千瓦以上，加强核燃料保障体系建设。到“十三五规划”全面落实的 2030 年，中国预计将有 110 座以上的核电站投入运行，这一数量超过美国。为达到目标，每年需要新建核电机组 6~8 座，为引进自主开发的新型核电站将投入共 5000 亿元资金。

“一带一路”实现核电强国梦，将推动中国核电出口。从国际先例来看，核电设备出口主要依托于核电项目和技术的对外输出，华龙一号是我国核电出口的主力堆型，其增加了中国核电技术的信誉和底气。目前核电技术出口正在如火如荼地进行，国外四大项目均有所进展。按照每年新增 2 台套出口项目来计算，国内设备供应商对应市场将增加 100 亿。

预计 2016-2020 年开工的核电项目详见下表。

表 7-6 预计 2016-2020 年开工的核电项目

项目	省份	装机容量	预计开工时间	预计商运时间
石岛湾 1 号	山东	140	2016	2022
石岛湾 2 号	山东	140	2016	2022
陆丰 1 号	广东	125	2016	2019
陆丰 2 号	广东	125	2016	2020

项目	省份	装机容量	预计开工时间	预计商运时间
石岛湾 1 号	山东	140	2016	2022
石岛湾 2 号	山东	140	2016	2022
徐大堡 1 号	辽宁	125	2016	2019
徐大堡 2 号	辽宁	125	2016	2019
白龙 1 号	广西	125	2016	2021
白龙 2 号	广西	125	2016	2023
国外 C5	巴基斯坦	125	2016	2023
宁德 5 号	福建	108	2017	2021
宁德 6 号	福建	108	2017	2023
莆田 1 号	福建	100	2017	2021
防城港 5 号	广西	108	2017	2021
莆田 2 号	福建	100	2017	2022
昌江 3 号	海南	65	2017	2020
昌江 4 号	海南	65	2017	2022
防城港 6 号	广西	108	2017	2022
国外英国		125*2	2017	2022
国外南非		140*2	2017	2022
漳州 1 号	福建	125	2018	2022
桃花江 1 号	湖南	125	2018	2022
漳州 2 号	福建	125	2018	2022
惠州 1 号	广东	125	2018	2022
惠州 2 号	广东	125	2018	2022
桃花江 2 号	湖南	125	2018	2022
国外阿根廷		125*2	2018	2022
三明 1 号	福建	100	2019	2024
台山 3 号	广东	175	2019	2024
台山 4 号	广东	175	2019	2024
三明 2 号	福建	100	2019	2024
霞浦 1 号	福建	100	2019	2024
霞浦 2 号	福建	100	2019	2024
国外罗马尼亚		125*2	2019	2024
石岛湾 3 号	山东	100	2020	2024
石岛湾 4 号	山东	100	2020	2024
漳州 3 号	福建	100	2020	2024
漳州 4 号	福建	100	2020	2024
白龙 3 号	广西	100	2020	2024
白龙 4 号	广西	100	2020	2024
合计		5077		

依据上述数据，如果按每年 8 台新建核电机组计算，每台机组投资按 200 亿，每年总投资 1600 亿元。每台机组投资比例设备占 50%；基建占 30%；人力成本占 10%；融资占 10%。

烟台台海核电顺应核电发展趋势，着力发展扩大制造规模同时，加快技术引进和创新速度，强化市场开发力度，打造一个多方位、多元化、制造服务于一体核电装备产业基地，以适应未来核电发展的需要。

7.2 火电市场发展趋势和预测

7.2.1 火电总体发展趋势

我国电源结构以煤电为主的格局长期不会改变，在未来很长一段时间内，煤电主体的地位还难以改变，煤电依然有很大的发展空间。

十三五期间，火电仍是主力电源，国家能源局能源节约与科技装备司表示，十三五期间，要降低煤的使用，让煤炭占一次能源的比重从 70%以上，下降到 62%左右。我国煤炭丰富、电力偏紧的资源特征决定了在今后相当长一段时间内，火力发电仍将在电力工业中占据重要地位。近几年来，环保节能成为我国电力工业结构调整的重要方向，火电行业在上大压小的政策导向下积极推进产业结构优化升级。关闭大批能效低、污染重的小火电机组，在很大程度上加快了国内火电设备的更新换代，拉动火电设备市场需求。

《能源发展战略行动计划》要求，到 2020 年，非化石能源占一次能源消费比重达到 15%，天然气比重达到 10%以上，煤炭消费比重控制在 62%以内。根据行业人士分析测算，截至 2020 年，留给火电机组容量的增长空间约为 2 亿千瓦，2016 年至 2020 年每年新增容量 4000 万千瓦左右。如果新上火电机组平均每台 60 万千瓦，每年平均需新增 66 台机组。

新增装机容量或火电装备制造迎来曙光关键是国家节能减排政策的出台。目前，煤炭是我国最大的二氧化碳排放源，煤电企业是最大的二氧化碳排放企业。在环保要求日趋严格、煤电依然需要长期发

力的情况下，必须坚持优化发展煤电，高度重视煤炭绿色发电，推行煤电一体化开发，加快建设大型煤电基地；鼓励发展热电联产；大力推行洁净煤发电技术，加快现有机组节能减排改造，因地制宜改造、关停淘汰煤耗高、污染重的小火电。

电煤占煤炭消费比重是衡量煤炭清洁化利用的一个标准，发电厂可以集中通过技术手段减少污染，避免煤炭散烧造成的超标排放。国家应对气候中心主任李俊峰称，欧美国家电煤占煤炭消费的比例都在80%以上，电厂通过脱硫脱硝设备减少排放污染；国内的电煤占比还不到50%，如果中国能达到世界水平（78%），煤炭的污染问题就能完全有效解决。《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014—2020）》提出，在执行更严格能效环保标准的前提下，到2020年力争使煤炭占一次能源比重下降到62%以内，电煤占煤炭消费比重提高到60%以上。

同时，《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020）》从淘汰落后机组、改造现役机组和严格新建机组准入指标方面提出要求。根据《行动计划》，到2020年每年改造机组大量增加，从技术层面来讲，改造机一般要更换汽轮机转子部件，内缸体部件。预测每年改造机量至少60台机组，可以说对装备制造产业是一个最大发展机会，另外新增机组原则上采用60万千瓦及以上超超临界机组，对装备制造业是个考验。要适应未来火电发展要求，装备制造企业必须精心有效的技术改造和升级，机遇挑战并存。

7.2.2 火电装机数量预测

“十三五”期间，我国火电在节能减排方面制定了严苛的目标，将成为我国电力行业节能减排的重要战场。尽管我国尚未出台专门针对“十三五”电力全行业节能减排的规划文件，但电力行业“十三五”节能减排目标已散现于各个文件，我国电力行业“十三五”节能减排规划已经初步成型。从技术层面来讲，改造机一般要更换汽轮机转子部件，内缸体部件。由此预测每年改造机量至少60台机组，未来市场总装机容量预测详见表7-7

表 7-7 预测装机数量预测一览表 单位：台

机组类型	2016		2017		2018		2019		2020	
	超临界	超超临界	超临界	超超临界	超临界	超超临界	超临界	超超临界	超临界	超超临界
1000MW	6		8	4	4	10	6	10	10	15
660MW	20	10	10	10	10	10	5	10		10
300MW	30		20		10		10		10	
小计	66		52		44		41		45	
联合循环汽机（按单机容量 600MW）	12		14		16		18		18	
新增机组合计	78		66		60		59		63	
5 年平均	66（减掉 30MW 数量为 50）									

火电机组市场前景虽然不被人看好，但随着技术的进步，尤其耐高温材料研究成果问世，低耗高效的超临界机组和超超临界机组会新上的越来越多，在关停小机组同时也给新上大型机组带来市场。预计未来 5 年，平均每年国内新上机组达 50 台左右（减掉 30MW 机组）。

7.3 主蒸汽管道未来市场需求测算

一台核电机组由于设计采取技术路线不同，所用主蒸汽管道的数量也不同。三代技术 AP1000、AP1400 以及华龙一号平均每台机组用主蒸汽管道在 400~500 吨左右。

通过上述分析和预测，平均每年新上 8 台机组，每年核电主蒸汽管道市场容量 3200~4000 吨，市场额度 9600~12000 万元。烟台台海核电在形成生产能力后，会逐年取代国外进口，利用原有核电的业务关系及在核电行业的良好声誉，预测烟台台海核电市场占有率可达到 25%，即两台机组 900 吨，目前市场价格水平 5.2 万元/吨，销售产值 4680 万元。

火电机组也是一样，由于采取的技术不同，所用的主蒸汽管道数量也不同，平均计算一般每台火电机组用主蒸汽管道 600~700 吨左右，材质分 P91 和 P92，所占比例各占 50%。通过上述分析，平均每年新上机组 50 台（减掉 30MW 机组）。每年火电机组主蒸汽主管道

市场容量 30000~35000 吨。烟台台海核电新增能力预计占领市场份额 6~8%，三台至四台机组的量，即 2000 吨左右，材质 P91 主蒸汽管道 1000 吨，P92 主蒸汽管道 1000 吨，目前市场价格 P91 管道 19000 元/吨，P92 价格 39000 元/吨。销售产值 P91 管道 1900 万元，P92 管道 3900 万元。

7.4 主蒸汽管道市场竞争格局

目前，国内电力用高端主蒸汽管道(P92)市场几乎被国外的企业垄断，国外主要公司有美国的威曼高登、德国的曼内斯曼、日本住友，中国国内知名企业北方重工也只能有 5%左右市场份额。究其原因，主要是国内企业缺乏核心技术，质量不稳定，成本居高造成的。此次烟台台海核电新增主蒸汽管道项目，就是要走成本差异化道路，形成自主技术特点，增加竞争优势，生产出适合三代核电机组、火电超临届机组用高端主蒸汽管道。

表 7-8 核电、火电主蒸汽管道竞争格局一览表

制造企业	成型技术	主要设备	资质及业绩	技术成熟度	质量水平	成本状况
美国威曼高登	锻造冲孔+反挤压	35000t 正挤压机	60~100MW 核电、火电机组	高	高	高
德国曼内斯曼	锻造冲孔+空心锻	2000t 精锻机	60~100MW 核电、火电机组	高	高	高
日本住友	锻造冲孔+空心锻	1800t 精锻机	60~100MW 核电、火电机组	高	高	高
北方重工	锻造冲孔+正挤压	36000t 挤压机	60MW 火电机组	高	高	高
武汉重工	锻造冲孔+顶伸	2500t 卧式压机	30MW 火电小型机组	低	低	低
河北宏润	锻造冲孔+正	50000 吨压机	30MW 火电小型	中	低	高

	挤压		机组			
烟台台海核电	冲孔反挤压+ 空心锻	8000t 压机	~	高	高	低

主蒸汽管道由于其材料特殊和成型工艺技术要求高，几乎被国外的企业垄断。烟台台海核电具备生产核电管道的技术，在市场竞争中，烟台台海核电与国内国外企业相比有相对优势。同时企业创新精神强，不断进行升级改造，满足核电和火电对主蒸汽管道高品质、高性能产品的要求。烟台台海核电通过技术引进及技术改造，发挥民企自身优势，其主蒸汽管道市场占有率会逐年提高。

7.5 锻造管坯市场分析

无缝钢管最终成型无论采用什么方式，在成型前都是管坯，而管坯成型不外乎有三种方式，一是采用连铸坯，二是采用轧制坯，三是采用锻造制坯，即锻造管坯。

采用连铸管坯和轧制管坯的无缝管，适用 $\phi 600$ mm 以下质量要求比较低的无缝管，如石油、化工、城市供热领域等，而采用锻造管坯的无缝管适用质量要求比较高的大口径无缝管，直径在 $\phi 300\sim\phi 1100$ mm，多用在核电、火电、海工、石油天然气输送及石油裂化等行业。

锻造管坯有两种，一种是空心管坯，另一种方式是实心管坯。新增 8000 锻压机既能生产空心管坯，又能生产实心管坯。

锻造实心管坯对应的多半是大口径无缝管，质量要求相对高，对应的市场需求很大，对应的具体市场有：

①石化机械用不锈钢管道，材质有 304、316、321 等，直径在 $\phi 275\sim\phi 650$ mm，壁厚 30~110mm，每年国内需求 10 万吨，100 亿市场额度，当前均依靠进口，多数从日本住友公司进口，少数从意大利 IBF 公司进口。

②核电厂主设备之外用大口径管道，材质 304 和 316，直径 $\phi 1000$ mm 左右，国产化刚刚开始。由于国内开发力度不够，当前各核电厂

仍从国外采购，每台机组需要 100 多吨，按 8 台机组计算市场额度 800 多吨。

③石油化工机械大型三通用无缝管，材质有低合金钢、不锈钢等，管径在 $\phi 600 \sim \phi 1500 \text{ mm}$ ，每年国内市场需求 1 万多吨。

④海工装备（深海石油）用耐高压厚壁长管，最长达 24m，直径 $\phi 400 \sim \phi 800 \text{ mm}$ ，材质 F22，国内市场需求刚刚开始，每年需求 5000 吨左右，国外需求量大，预计年需求量 20 万吨。

⑤城市管道用管模，材料 21CrMo10，直径 $\phi 217 \sim \phi 2200 \text{ mm}$ ，国内和国外年需求 5 万吨，目前国外都寻求在中国订货，原因国内重型企业居多，互相压价，造成低价格驱动带动的市场需求。

总之，管坯市场竞争非常激烈，尤其大型连铸坯和大规格轧制坯替代品大量涌进，使锻造管坯市场总量在萎缩，但高端大口径厚壁管需求在增加，烟台台海核电提升大口径厚壁管生产制造能力，达产后，每年预计承揽大规格管坯 17100 吨，产值 17100 万元。

7.6 企业竞争力分析

（1）具有品牌优势

10 多年来，烟台台海核电承担了大量国家级核电材料研发工作，带动了我国核电装备材料整体水平的提升，为核电材料国产化做出了贡献。目前烟台台海核电在先进材料制造工艺方面成为行业先导企业；烟台台海核电已为商业运行核电站提供二代半主管道设备和为正在安装的三代技术核电机组提供主管道设备，彰显了烟台台海核电在核电领域品牌知名度和美誉度，企业的品牌在本项目产品方面具有同等的影响力。

（2）拥有先进工艺技术完整的保障体系优势

核电设备制造是装备制造业中的高端市场，核级材料和铸锻件生产所需的技术和工艺也处于行业高端。烟台台海核电已建立了目前较为先进的技术体系和工艺路线，为核电和火电主蒸汽管道的生产提供技术保障体系。

① 先进的材料制造技术

精炼技术主要指特殊钢的二次精炼技术，具体体现为精炼技术及电渣重熔技术。

烟台台海核电 AOD 精炼技术的先进性主要体现在精炼装备的操作控制技术、合金成分的微调及优化、硫磷等有害元素的控制技术、氧氮氢的有效控制技术、钢中非金属夹杂物的控制技术等方面。

烟台台海核电电渣重熔的关键技术主要是确定填充比、渣制度、电制度以及碳、氮控制工艺等。在三代 AP1000 主管道的生产中，烟台台海核电与渤船重工组成的联合体使用烟台台海核电研制生产的电渣锭，采用“电弧炉+AOD+电渣重熔”的工艺路线，生产出重量大于 70 吨的超低碳控氮不锈钢的电渣重熔钢锭。

此外，烟台台海核电精炼技术相关的先进技术已经取得了国家专利局的发明专利授权。

② 先进的铸造技术

铸造技术主要包括离心铸造技术和砂型静态铸造技术。

烟台台海核电离心铸造技术的先进性体现在离心铸造设备的操作控制技术、型筒涂层与预处理技术、浇钢温度及速度的选择、合金成分的偏析与微观组织控制、铸造缺陷与钢水收得率的控制以及产能效率的有效控制等方面。

烟台台海核电静态铸造技术的先进性体现在铸造工艺设计、造型技术、浇钢工艺技术、补缩与缺陷控制技术、热处理技术，以及合金成分的偏析与微观组织控制、钢水收得率与产能效率的有效控制等方面。

依靠先进的铸造技术，烟台台海核电率先生产出直径超过 2 米的 CPR1000 及 EPR 堆型核电站大型海水循环泵叶轮、AP1000、CAP14000 主泵泵壳填补了国内空白。同时，还自主研发了双相不锈钢或碳钢为材质的鼻端、CEX 接碗和轴肩等产品，为国内领先水平。

③ 先进的机加工和焊接技术

烟台台海核电机械加工技术的先进性体现在加工装备技术、工模

卡具设计技术、尺寸及粗糙度的高精度控制技术上，采用国内领先的数控机，通过计算机编程和控制大幅度提高了加工精度、工作效率及成本控制水平。烟台台海核电在机加工方面已经有多项专利取得授权或在专利申请之中。

烟台台海核电的焊接技术经过多年的探索和实践，总结出一系列针对不锈钢、耐热钢的手工及自动焊接工艺，其先进性体现在大直径大壁厚的自动焊技术、大尺寸铸件嵌入式焊接技术、焊接变形控制技术等方面。尤其在厚壁不锈钢铸件焊接上，在国内首次采用埋弧自动焊接技术，生产效率大幅度提高。

（3）核电领域取得关键设备制造许可证的优势

我国对核安全设备的设计和制造活动施行严格的许可证管理制度，凡从事《民用核安全设备目录》中规定的制造的单位应当申请领取制造许可证。申请领取许可证的企业须具备严格规范的核质保体系，可靠的生产能力和优良的供货业绩，经国家核安全局进行严格的文件审查、现场模拟件制作审查和专家评审会评定等审核环节后方可获得制造许可。

目前，烟台台海核电的核级产品制造许可资质范围已涵盖主管道（铸造）、主管道（锻造）、主泵泵壳、泵阀类及支撑类铸件。此外，烟台台海核电取得了美国机械工程师协会（ASME）认证证书（核 1、2、3 级承压设备及支撑件）、《武器装备管理体系认证证书和军工保密体系认证》、《质量体系认证证书》、《环境管理体系认证》等相关的资质证书。

上述资质优势有助于烟台台海核电在所从事的领域建立较高的进入门槛，保持、巩固和提升现有的优势市场地位。

（4）拥有完善研发体系优势

烟台台海核电作为高新技术企业，通过多年的技术引进、自主研发，已逐步形成了涵盖精炼、铸造、锻造、热处理、机加工、焊接、检验等关键技术为一体的自主知识产权体系。目前，烟台台海核电已经取得“AP1000 核电技术一回路主管道的制造工艺”、“AP1000 核电

技术一回路主管道钢锭的冶炼工艺”等 10 项发明专利授权和 2 项实用新型专利授权，现有核心技术均拥有自主知识产权。烟台台海核电研发的“百万千瓦级压水堆核电厂锻造主管道”产品属于国内首创、国际领先，填补了我国三代 ACP1000 核电站主管道领域的空白。

烟台台海核电注重与国内外机构开展各种产学研合作。2010 年 12 月与中国原子能科学研究院、北京科技大学、北京钢铁研究总院、中科院金属研究所合作成立了中国一家设立在民营企业的“核能设备金属材料工程技术研究中心”，开发应用核能领域新材料。2011 年 5 月与中国原子能科学研究院合作成立“快堆结构材料研发中心”。2012 年 5 月与北科大、鞍重机、南昌航空大学、太原钢铁合作开展的“AP1000 压水堆主管道材料与成形关键技术”被列为国家 863 计划。2012 年 7 月，烟台台海核电与乌克兰巴顿焊接研究所、东北大学正式开展国家国际科技合作专项项目，进行大型不锈钢锭电渣重熔技术的引进与应用。

（5）拥有高技术、高素质人才队伍优势

截止 2015 年 12 月 31 日，烟台台海核电拥有职工 666 人，其中本科 162 人，硕士 33 人，博士 2 人，享受国务院津贴 2 人。

2010 年获得国家高新技术企业的认定，2012 年获得国家火炬计划重点高新技术企业认定。同时，烟台台海核电从法国 Manoir、清华大学、北京科技大学、中科院金属研究所、北京航空材料研究所、中国兵器工业集团 52 研究所等产业相关领域聘请了多名专家顾问人员为烟台台海核电技术研发和生产管理提供支持和建议。

（6）拥有完善的核质保体系优势

核电产品生产是一个系统工程，技术和工艺是基础，核质保体系的建立和有效运行则是长期稳定地生产合格、优质产品的保证。烟台台海核电已按 HAF、HAD、RCC-M、ASME、ISO9000 等法规、规章、指导性文件和标准建立了质量保证体系，并在运行中不断地加以改进和完善。

并在生产过程中得到了切实的贯彻执行。产品质量全程控制的理念已融入生产的每个环节，这有效控制了产品废品率，显著降低了生产成本，提高了烟台台海核电的经营业绩。

（7）具有材料成本优势

本项目产品具有耐高温、耐高压、抗腐蚀和防辐射的特性，对原材料的要求很高。烟台台海核电不断加强对材料的研发投入，目前承担了“快堆结构材料开发”、“快堆 304H、316H 主管道材料及部件研制”等国家 863 课题及重大科研课题。

烟台台海核电通过长期的反复试验和对材料成分性质的深刻理解，已经能够生产出包括奥氏体不锈钢、低合金钢、低碳不锈钢、双相钢、超级低碳双相钢及 AP1000、CAP1400、华龙一号、EPR 主管道自耗电极等特殊钢，在产品原材料研发领域具有较强优势。

烟台台海核电依托先进的技术体系和工艺路线，二代半产品的毛利率为 50%-60%，三代 AP1000 产品用的电渣锭毛利率为 70%-80%，具有超越同行业竞争对手的盈利能力。

综合上述因素，本项目实施后，烟台台海核电在主蒸汽管道市场将拥有足够的竞争能力，将成为国内外高品质特种合金锻件市场的主流供应商。

8、项目风险分析

8.1 政策风险

本项目建设符合国家《国家“十三五”发展规划纲要》（初稿）、《中国制造 2015》精神、项目建设满足国家《装备制造业调整和振兴规划》、《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》和《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》以及国家有关法律、法规、规划及产业政策的要求；项目符合国内外市场对高端装备基础件产品的技术要求；项目以调整产品结构、提升自主创新能力、增强核心竞争能力和可持续发展能力为主，符合国家的相关政策。

8.2 技术风险

主蒸汽管道制造是装备制造业中的高端市场，生产所需的技术和工艺也处于行业高端。本项目主要生产主蒸汽管道，烟台台海核电已建立了目前较为先进的技术体系和工艺路线；具有先进的特殊钢的二次精炼和电渣重熔材料制造技术；具有先进的离心铸造和砂型静态铸造技术；具有先进的主管道挤压成型技术和先进的机加工、焊接技术。

同时，烟台台海核电作为高新技术企业，通过多年的技术引进、自主研发，已逐步形成了涵盖精炼、铸造、锻造、热处理、机加工、焊接、检验等关键技术为一体的自主知识产权体系。目前，烟台台海核电已经取得“AP1000 核电技术一回路主管道的制造工艺”、“AP1000 核电技术一回路主管道钢锭的冶炼工艺”等 10 项发明专利授权和 2 项实用新型专利授权，现有核心技术均拥有自主知识产权。烟台台海核电研发的“百万千瓦级压水堆核电厂锻造主管道”产品属于国内首创、国际领先，填补了我国三代 ACP1000 核电站主管道领域的空白。

烟台台海核电注重技术研发和技术更新，拥有强大的研发团队，拥有专家技术人员 105 人，其中：享受国务院特殊津贴 2 人、博士 2 人、硕士 33 人。在核级资质无损探伤、渗透检测(PT)II 级等方面具

有几十人的专家检测团队，同时，烟台台海核电从法国 Manoir、清华大学、北京科技大学、中科院金属研究所、北京航空材料研究所、中国兵器工业集团 52 研究所等产业相关领域聘请了多名专家顾问人员为烟台台海核电技术研发和生产管理提供支持和建议，能够始终保持技术领先地位。

因此，本项目技术上风险较小。

8.3 市场竞争的风险

通过第 7 章节分析，本项目覆盖主体产品的市场良好，具有很大的市场空间。

烟台台海核电经过多年的经营，始终坚持管理精细化、市场专业化、产品终极化的发展理念，公司以严格的生产管理体系和稳定、卓越的产品质量获得了客户的高度认可，是目前世界上唯一能够同时生产二代半堆型和三代堆型核电站一回路主管道的制造商，也是目前全球首先具备三代核电主管道全流程生产能力的制造商。二代半堆型一回路铸造主管道、三代堆型锻造主管道市场占有率接近一半；主泵泵壳占国内市场一半；大型海水循环泵叶轮产品填补了国内空白。现有领域内享有很好的品牌知名度和美誉度。

烟台台海核电终坚持自己的营销理念，始终围绕企业产品发展战略，大力开拓市场，经营方式灵活，针对不同的形势变化具有不同的销售策略，基于现在的客户群和市场口碑，加上灵活的经营模式，在市场竞争中可以立于不败之地。

烟台台海核电的市场竞争对手主要是中国一重、中国二重、渤海重工等大型国企。相比而言，烟台台海核电有生产经营灵活、效率高、工艺路线和技术团队扎实的优点，同时烟台台海核电已有成品出售，占据市场先入为主的优势。但也具有社会影响力小，资金短缺的劣势。市场竞争方面具有一定的风险。

8.4 经营风险

管理能力：烟台台海核电，有着较强的企业管理能力，经过多年的生产管理实践，目前已形成了具有优秀管理能力的企业管理团队。通过一期、二期项目的实施，在项目前期分析、招投标、设计、施工等方面都拥有较强的管理团队。因此，项目在建设、施工和后期运营中基本不存在风险。

原材料及动力涨价：本项目属高端的环保设备产品，具有较高的增加值，原材料涨价对其影响较小。

8.5 筹资风险

本项目固定资产投资 17145 万元中，拟使用超募资金 9200 万元，银行借款 7945 万元，存在一定的资金筹措风险。

8.6 自然灾害风险

根据历史记录，本项目建设区域基本无发生重大自然灾害的可能。不存在自然灾害风险。

9、辅助配套条件

9.1 物料供应及协作配套

9.1.1 物料供应

烟台台海核电在国际、国内市场已建立稳定的物料供应渠道，本项目产品生产所需主要原材料、辅助材料供应均利用现有已建立起来的供应渠道和条件解决。

9.1.2 协作配套

本项目产品生产所涉及备料、炼钢、铸造等均在企业已投产的核电工程制造基地内完成，根据不同产品的生产工艺进行内部协作。锻件产品的加工主要通过在企业前期生产车间协作完成。

企业前期生产车间已有重型卧式车床、重型深孔钻镗床、数控落地式镗铣床、数控立车等大型机加工设备近 20 台（套），可以满足本项目大部分产品的机加工需求，后期随着产品市场发展，在原机加工车间增加部分新设备后，即可完全满足本期产品的机加工产能要求。

9.2 动力设施

本项目主要能源介质为电、天然气、水、压缩空气。

（1）电力：园区内现有 10kV、35kV 开闭所，从上级电站引入 2 条 35kV 和 2 条 10kV 专线供电。现有能力满足本项目需要。

（2）天然气：本项目生产中需使用多台工业炉窑，部分工业炉燃料介质为天然气。工业园区已建设完成 LNG 气化站区，现有能力满足本项目的使用需要。

（3）压缩空气：本项目压缩空气利用园区内现有能力，园区内已建设压缩空气站，满足本项目的使用需要。

（4）水：包括生产用水和生活用水，给水由城市自来水公司提供，给水能力预留能力较大，满足本项目的补水需求。生产用循环水根据设备需要用量就近设置循环水泵房或水池。

10、工程技术方案

10.1 目标和原则

10.1.1 目标

项目达产后具备新增年产 2 套核电主蒸汽管道（900t）、2000t 火电主蒸汽管道和 17100t 管坯锻件的能力。通过本项目建设，公司在重大装备材料等高端铸锻件领域的综合生产能力和工艺技术水平将获得显著提升，成为国内外主蒸汽管道的主流供应商。

10.1.2 原则

（1）高起点、高标准、高速度，按照确定的目标，制订科学的全面规划，统筹生产力布局，避免“头痛医头，脚痛医脚”的弊端，提出科学合理的系统建设方案；

（2）集成综合优势，优化配置资源，统筹整体规划，分步实施发展；紧跟世界新技术步伐和对核电铸锻件的需求，立足国际、国内两个市场，发挥好企业现有人力资源、技术资源优势，打造成国际一流的核电大中型铸锻件生产制造基地；

（3）结合企业的长远发展战略，合理布局，围绕核心业务与产品，集中优势资源，形成产业优势和领先市场的核心业务，提升企业的经济效益；

（4）冷静分析研究投入产出，实行精益化投资管理，依据共用兼容原则、运用存量原则和辅助配套原则，节约投资、提高项目经济效益；

（5）从公司整体战略考虑，注重公司内部各系统发展的协调、平衡，促使各业务间协同效应最大化，公司整体价值最大化。

10.2 工艺方案

10.2.1 生产纲领

本项目实施达产后，具备锻造主蒸汽管道等大型耐高温、耐高压、性能稳定的高品质管类锻件，年产 20000t 的生产能力。

10.2.2 年时基数

本项目生产采用长期连续工作制，四班三运转，工人全年工作 300 天，一周工作 5 天，每班工作 8h，工人设计年时基数 1790h，设备设计年时基数 6650h。

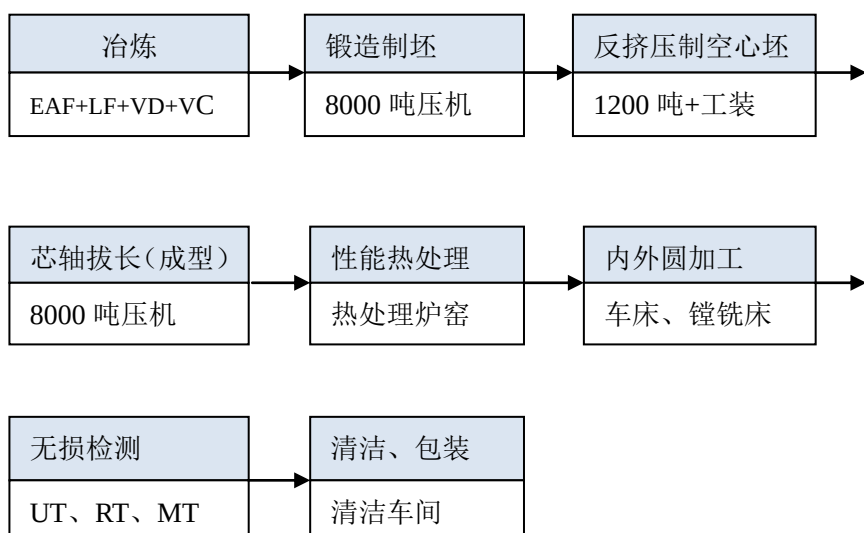
10.2.3 设计原则

根据生产性质，按集中生产、物流畅通、节约设备投资、管理系统科学的原则，本项目将锻造加热炉，锻造液压机，锻后热处理炉等各式锻压设备集中布置于一个联合车间生产；原材料电渣重熔锭生产车间以及后续机加工和热处理车间，均在同一厂区内，可通过电动平车运输，整体物流顺畅。

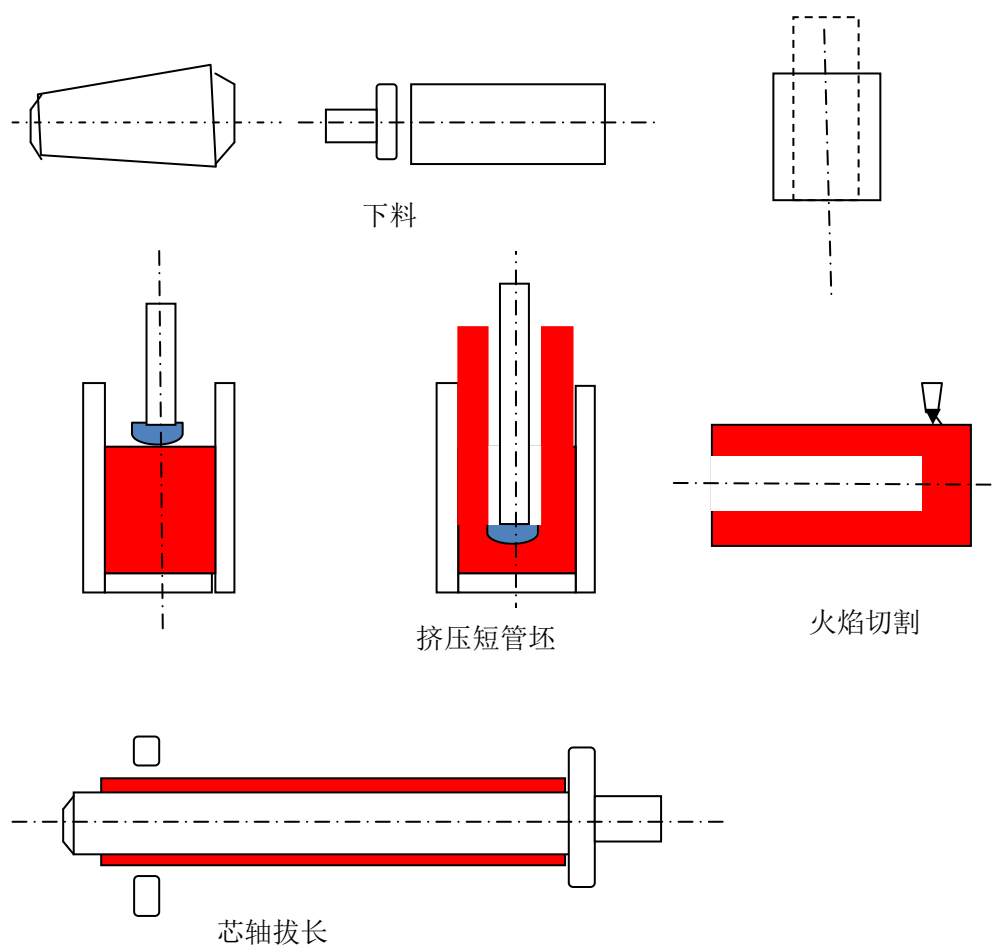
10.2.4 工艺说明

本项目锻件产品目前有两种经典工艺：一是利用专用锻造设备挤压液压机（以北方重工 360MN 挤压机为代表），该设备生产具有产品组织致密、尺寸和形状精度高、材料精度高、工艺流程短等优点，但是该设备投资大、维护成本大、产品单一，仅能生产管件且管件尺寸和形状范围较窄；二是利用自由锻液压机采用锻造镗孔的工艺，具有生产灵活，生产锻件产品范围广、投资低等特点。

根据本项目的生产纲领，年产量 20000t 优质管类锻件，采用主要工艺是①利用专有技术反挤压工装进行冲孔挤压，锻出短管坯。②利用 8000 吨压机进行快锻成型。主要工艺流程如下：



本项目针对产品高品质要求，设定了锻件主变形过程，即反挤压过程和芯轴拔长过程，目的加大金属变形程度，以满足主蒸汽管道性能和细晶粒要求。主要变形过程如下：



10.2.5 主要设备

(1) 根据生产纲领、工时和年时基数计算，本车间主要新增设备详见表 10-1。

表 10-1 锻造车间新增主要设备表

序号	设备名称	型号及主要规格	数量	价格（万元）	备注
1	自由锻油压机	80MN	1	9100	
2	全液压锻造操作机	120t/300t m	1	2800	
3	加热炉	5mX10m	1	320	
4	加热炉	4mX8m	1	240	
5	锻造工装		1 套	800	
	合计		5	13260	

(2) 主要设备参数选择

可选择国际招标方式最终比价选择双柱或四柱自由锻造液压机，设备应满足以下技术要求：

表 10-2 自由锻造液压机主要技术参数

序号	参数名称	参数值	
		双柱	四柱
1	公称压力	80 /100 MN	80/100 MN
2	工作介质	抗磨液压油	抗磨液压油
3	液体压力 常锻/锻粗	32/42 MPa	32/42 MPa
4	动梁行程	3200 mm	3200 mm
5	垂直净空距（工作台上平面与动梁垫板下平面之间距离）	6000 mm	6000mm
6	空程下降速度 max	300 mm/s	300 mm/s
7	回程速度 max	300 mm/s	300mm/s
8	工作台尺寸（长×宽）	9000×3500mm	9000×3500mm
9	工作台移动速度 max	300 mm/s	300 mm/s
10	工作台上平面与地面距离	100 mm	100mm
11	下砧横向移动的数量	3	3
12	工具横向移动速度 max，	300mm/s	300 mm/s
13	工具位置精度	±2 mm	±2mm
14	砧库工具位置数量	5	5
15	砧库移动速度 max	300 mm/s	300 mm/s
16	砧库工具位置精度	±2mm	±2mm
17	钢锭旋转升降台承载力	150 t	150t
18	钢锭旋转升降台升出轨面高度	1200 mm 左右	1200 mm 左右
19	钢锭旋转升降台旋转范围	0—360 °	0—360 °

序号	参数名称	参数值	
		双柱	四柱
20	热状态下精整时锻造精度	±1 mm	±1 mm
21	压机地面以上高度	≤14000mm	≤14000mm
22	锻造次数		
	80MN	8-20	8-20
	53MN	26-34	26-34
	27MN	82	82

10.2.6 人员与面积

本项目利用原有锻压车间进行改造。

本项目需要的基本人数为：新增人员 46 人，其中管理人员 5 人；具体人员可由工厂根据生产需要自行安排。

10.2.7 工艺投资

本项目工艺设备投资 13260 万元，安装、运输、基础费用为 500 万元，合计 13760 万元。

10.2.8 动力耗量

锻压车间本项目设计所需各种动力消耗见表 10-3。

表 10-3 动力耗量表

序号	动力名称	单位	消耗量(均值)	备注
1	电力（装机功率）	kw	11530	
2	天然气	m ³ /h	2900	
3	压缩空气	m ³ /h	50	
4	循环冷却水	m ³ /h	350	
5	氧气	m ³ /h	20	

10.3 总图运输方案

10.3.1 厂区概况

本项目建设地点位于烟台市莱山经济技术开发区秀林路，烟台台海核电锻造车间内。

烟台台海核电园区经过多年的建设，已是成熟的高端铸锻件生产基地，具有良好的外部协作条件、生产车间、办公科研用地和辅助配套实施。厂区占地面积约 382232 m²。已建铸钢车间、锻压车间、重型机加工车间、办公设施及公辅设施约 180000 m²。本项目在已建锻造车间内建设。

10.3.2 总平面布置

（1）总平面布置原则

本项目总平面布置遵循二期项目总体规划的原则，在前期项目实施时车间预留的面积内实施。工艺流程与物料运输线路短捷，充分满足生产协作、经营及管理需求。坚持可持续发展方针，创造良好的厂区环境，充分展示现代企业形象。

（2）总平面布置

厂区由生产区、产品发运、存放区、办公区和辅助生产设施组成。

总平面布置依据生产工艺流向和各生产单元之间联系的紧密程度，结合场地形状、主导风向和远期发展，统筹考虑，进行厂区总平面布置。

生产区由铸钢车间、锻压车间、热处理车间、机加工车间组成。

辅助生产设施基本集中在厂区东北部，由 10KV、35KV 开闭所和 SVC 无功补偿装置、LNG 气化站、氧氮氩液态罐区、压缩空气站锅炉房组成，锅炉房布置在厂区西北角。

本次项目新增设备布置在锻压车间西端，利用原有厂房。锻造厂房由北至南为 21m 炉子跨、30m 液压机主跨、36m 液压机主跨和 24m 炉子组成，厂房东西长度 408m。

锻压车间北边是铸钢车间，钢锭可以热送到本车间；锻压车间南边是集中绿化和拟建热处理车间，热处理车间南边是在建机加工车间，整个生产物流由北向南，物流顺畅。

（3）道路

厂区路网为环状布局，采用城市道路混凝土路面。主干道宽度 12m，次干道宽度 6-9m，支路宽度 4m，道路转弯半径 12-15m，满足运输和消防要求。主干道路两侧设置人行道，将人流自然分散，实现人、车分流，减少相互间干扰，各流线便捷畅通，构成厂区有序的交通系统。

结合市政道路和物流流向，整个厂区西、北设有 3 个物流出入口。

10.3.3 运输

本项目运入主要有部分钢材、配套件等和液化气体、油料化学品、焊接辅料、辅材等。

运出主要为成品及少量工业废料。

原材料和产品采用火车运输、海上运输和大型平板车运输。运输由社会力量解决。

厂区内运输采用电动平车和叉车。

市区居住职工通勤主要由社会力量解决。

10.4 土建公用方案

10.4.1 建筑方案

10.4.1.1 设计依据

(1)各有关主导专业工种提供的资料、图纸及要求。

(2)国家现行的有关建筑设计规范、规程及规定：

《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)；

《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)；

《建筑地面设计规范》(GB50037-2013)；

《屋面工程技术规范》(GB 50345-2012)。

10.4.1.2 设计要求

- (1) 满足现行的国家和地方的标准、法规有关规定要求。
- (2) 充分体现技术先进、增强企业的综合实力，功能分区明确，便于企业生产管理。
- (3) 积极推广采用新材料、新技术。
- (4) 着重考虑夏热冬暖地区的建筑隔热保温节能。

10.4.1.3 主要设计原则

本项目利用原有厂房，在原有厂房内建设新增高压泵站、变配电室等辅助用房。高压泵站采用砖墙，生产类别为丁类，建筑耐火等级二级。设计时做好辅房与原有厂房的衔接，做到美观大方。

按工艺及安全疏散要求布置纵横交错的通道及疏散口。为了取得良好的自然通风效果，利用厂房外侧低窗进风，利用屋顶气楼排风，加强厂房内自然通风，改善厂房室内空气质量。新建高压泵站热量较大，为了保证良好的环境，辅房采用机械排风形式强制换气通风。

厂房墙面 1.2m 以下采用砖墙，1.2m 以上采用双层彩钢板墙面。屋面采用发泡混凝土板。建筑立面设计结合建筑物的使用特征进行建筑造型和立面处理，同时考虑与开发区内周围厂区的建筑风格相和谐。所有建筑风格做到相互协调，色调统一。

10.4.2 结构设计

10.4.2.1 设计依据

- 《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012);
- 《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010);
- 《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010);
- 《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011);
- 《机械工厂结构设计规范》(JBJ8-1997);
- 《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008);
- 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001);

《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012);
《砌体结构设计规范》(GB50003-2011);
《钢结构设计规范》(GB50017-2003);
《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(GB51022-2015);
《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB50018-2002);
《预应力混凝土管桩基础技术规程》(DB21/T 1565-2015);
《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)。

10.4.2.2 结构方案

本次工程主要在原有厂房内建设新增高压泵站、变配电室等辅助用房。

①地基基础

采用天然地基，柱下设独立承台，由于本次为后建辅房，辅房基础需要避开原有厂房柱基础。

②上部结构

辅房采用砖混结构形式。

高压泵房屋面：屋面采用单层彩钢板屋面，支撑系统在柱间支撑对应开间设置横向水平支撑，在屋面梁端部设置纵向水平支撑。

围护系统：采用砖墙。

钢材选用：采用 Q235B 钢。

10.4.3 给排水方案

10.4.3.1 设计依据

(1)各专业提供的有关资料。

(2)国家有关消防设计及给排水设计规范、标准。

《建筑给水排水设计规范》（GB 50015-2003）；
《室外给水设计规范》（GB 50013-2006）；
《室外排水设计规范》（GB50014-2006）；
《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014）；
《自动喷水灭火系统设计规范》（GB 50084-2001，2005 年版）；

《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）；

《污水综合排放标准》（GB8978-1996）。

10.4.3.2 设计范围及工程概况

（1）设计范围

本次新增设备的循环水设计、消防设计。

（2）工程概况

本项目建设于已有锻压车间内，原设计施工的给水、雨水、污水管道在管网设计时已预留能力，本次项目利用原有给排水设施。市政污水管最终至市政污水处理厂处理，市政自来水水压约为 0.4MPa。

10.4.3.3 给水系统

①室外给水系统

厂区设置生活、生产及室外消防合用给水管，从市政给水管接入。生活、生产及室外消防合用给水管管径 DN200，成环状布置。

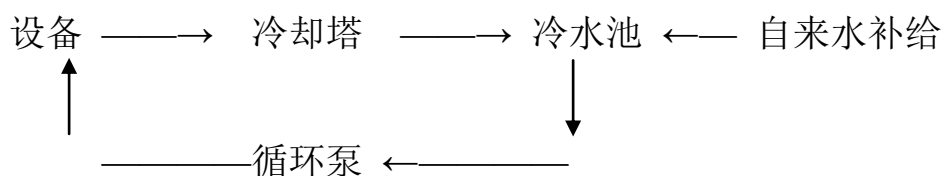
②室内给水系统

市政水压约 0.40MPa，由市政水压直接供水，本次设计给水管从锻压车间主管上接入。每座建筑物各自独立计量。

10.4.3.4 循环冷却水系统

锻压厂房循环冷却水系统

锻压厂房所需冷却水，循环使用，为压力回流方式，系统流程如下：



新建设备的循环水利用锻压车间原有循环水泵房，增加循环泵和循环管路系统。

10.4.3.5 消防设计

①消防用水量

室内消火栓用水量： 15L/S 火灾延续时间为 2h

室外消火栓用水量： 25L/S 火灾延续时间为 2h

②室内外消火栓系统

厂房内利用原有消火栓系统。

厂区设置生活、生产及室外消防合用给水管，从市政给水管预留接口各接一路 DN200 引入管并经 DN150 水表计量后供厂区生活、生产及室外消防用水。DN200 引入管上均设倒流防止器。生活、生产及室外消防合用给水管管径 DN200，成环状布置。

给水管上按间距不超过 120m 沿道路布置 DN100 室外消火栓。

各主要建筑物各层均布置室内消火栓系统。消火栓的布置考虑同时有两股水柱到达室内任何部位。室内消火栓管成环状，并设两条进水管与厂区集中加压室内消防管相连，室内消火栓系统竖向不分区。

③灭火器配置

灭火器在原有基础上增设辅房内设施。

各建筑物内按规范配置相应数量的磷酸铵盐干粉灭火器，在火灾危险性较大的场所配置推车式磷酸铵盐干粉灭火器或泡沫灭火器。

本项目新增压机工作介质为油压机，高压泵站需要设置 CO₂ 灭火系统。

10.4.3.6 排水设计

①排水体制及排放标准

厂区采用雨、污分流制，室内排水采用雨水、污水和废水分流制。周边市政污水管最终至城市污水处理厂处理，本项目污废水排放执行《污水综合排放标准》三级标准。

②生产废水

本项目全部采用循环水，不产生生产污水。

③生活排水处理

项目新增人员生活排水量约为 20m³/d。包括生活污水和生活废水，其中生活污水经化粪池处理后排入厂区污水管道，其余生活废水直接排入厂区污水管道。生活排水水质符合《污水综合排放标准》三级标准要求。

④厂区污废水

厂区污水管收集的生活排水水质均符合《污水综合排放标准》三级标准要求，生产废水水质经处理后均符合《污水综合排放标准》三级标准要求，可直接排入市政污水管，最终至市政污水处理厂处理后达标排放，全厂设置一个污水排放口。

排入市政污水管的生产废水和生活排水合计(最高日排水量):
20m³/d。

厂区污废水的水质: BOD₅≤200mg/L COD_{Cr}≤300mg/L
SS≤200mg/L 氨氮≤30mg/L
动植物油≤30mg/L PH=6~9

⑤雨水排放

项目利用原有厂房

屋面雨水为有组织排放，采用重力流雨水系统和压力流系统相结合的方式排除雨水。

屋面雨水和道路雨水排入厂区雨水管道，厂区雨水经管道汇总后通过西、北 2 个出口就近排入周边市政雨水管道。

10.4.4 电气方案

10.4.4.1 设计范围

主要为新增设备的配电、车间变电所的设计。

10.4.4.2 负荷性质

根据工艺、公用设备用电要求负荷等级，本工程用电设备均为三级用电负荷。

10.4.4.3 电源及供电

本项目主要为高压泵站内设备用电，为 10kV 供电，从厂区内引 10kV 专用线接入高压变配电室。

工业炉等其它设备利用车间内原有配电能力。

10.4.4.4 配电及照明

10kV 配电采用从厂区内专线供电，380V/220V 用电设备从车间内原有变配电室取电。

各厂房用电设备 380/220V 电源均由设在厂房内的分变电所低压屏直接采用独立回路以电缆在电缆桥架内敷设方式或封闭母线方式供电至各设备组总配电箱，从设备组总配电箱以电缆(线)放射方式供电至各分配电箱和用电设备，小容量用电设备通过分配电箱经插座箱供电，大中容量设备由配电箱直接放射供电，从设备组总配电箱至各分配电箱及大中容量设备的线路采用 YJV-1 型电缆穿钢管埋地敷设，从分配电箱至插座箱，插座的线路采用 BV 型导线穿钢管暗敷，配电箱选用 QGBD 型和 QDB 型动力配电箱。

10.4.4.5 防雷、接地

厂房防雷接地设施维持原有不变。

高压 10kV 为中性点不接地系统，低压 380/220V 为 TN-S 接地系统(整个系统中保护线 PE 和中性线 N 是分开的)，变压器中性点直接接地，其接地电阻不大于 1 欧姆。建筑物内的下列金属导体应作总等电位联结，即将下列导电体用总等电位联结线互相联结，并与建筑物内总接地端子相连接：PE 干线，电气装置接地极的接地干线，建

建筑物内的水管、天然气管、空调管等金属管道。

所有电气设备不带电的金属外壳均需与保护线可靠连接。爆炸危险场所配电设备均采取防爆措施，防爆场所的照明选用相应等级的防爆灯。在各出口设疏散指示灯，在走廊和重要房间均设应急照明。所有建筑物内设总等电位连接。所有电气设备不带电的金属外壳均需与保护线 PE 可靠连接。

10.4.4.6 综合布线

计算机网络和电话线路采取(PDS)综合布线系统。PDS 系统对工厂内计算机网络和电话网络线路，统一配线和分线，布线直到用户插座。为确保工厂内数据通讯、信息交换安全、可靠、迅速，并能够适应各种类型的计算机网络系统的组网，以及不久的将来就有更多的图像、语音等大量信息和数据的传送要求，采用 6 类双绞线缆的配线系统。各工作区子系统的信息插座均采用国际 86 型预埋盒安装，并配单孔或双孔面板，每个信息点均可应运于语音、数据、图象等系统终端连接。配线架和配线设备安装在高级透明门的 19 " 标准机柜，集中安装配线板、网络设备，并有电源插座及风扇，改善运行环境。研发中心设置计算机网络中心，水平和主干布线采用星型结构，以便于实现各种网络逻辑拓扑结构；采用 6 类双绞线作为数据主干线，3 类双绞线作为语音主干线；数据主干线缆采用全模块化配线架铺设，语音主干线缆采用 110 型配线架；线缆安装在弱电管道井中，分线盒为明装，其他部位是嵌壁暗装。

10.4.5 暖通方案

10.4.5.1 主要设计依据

《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)；

《大气污染物综合排放标准》(GB 16297—1996)；

《工业企业设计卫生标准》(GBZ1—2010)。

10.4.5.2 采暖设计

本项目新增高压泵站需设置采暖。

10.4.5.3 通风设计

(1) 新建设备区域厂房内采用原自然通风方式，屋面设屋顶通风气楼。

(2) 新建锻压车间高压泵站、循环泵房需设机械通风，换气次数按 6 次/h 计算，采用壁式轴流风机。

(3) 在工艺生产区域的柱子上设置壁式摇头风扇，另外在劳动强度高的工部设置少量移动降温风机，对操作工人进行空气淋浴，达到防暑降温的目的。

10.4.5.4 空调设计

新建车间控制室、变配电室设舒适性空调，温湿度参数为：夏季 26~28℃，相对湿度<65%，选用分体冷暖两用柜式与壁挂式空调器。

10.4.5.5 防火排烟设计

(1) 锻压车间新建设备区域利用原排烟方式，通过屋面通风气楼作为自然排烟设施，可满足消防要求。

(2) 通风空调按《建筑设计防火规范》(GB 50016-2014)要求设置防火阀。

(3) 通风空调管道附件保温等材料均采用不燃或难燃材料。

(4) 通风风管穿越通风机房隔墙、楼板及防火分区的隔墙处，均设 70℃ 的防火阀。

(5) 通风和空调系统的管道，在穿越隔墙、楼板及防火分区处采用不燃材料封堵。

10.4.6 动力供应方案

10.4.6.1 设计依据

(1) 项目建设地有关资料和各专业提供的设计资料。

(2) 国家有关各项设计规范、规程等。

《压缩空气站设计规范》（GB50029-2014）；

《城镇燃气设计规范》（GB50028-2006）；

《氧气站设计规范》（GB50030-2013）；

《发生炉煤气站设计规范》（GB50195-2013）；
《锅炉房设计规范》（GB50041-2008）；
《工业金属管道设计规范》（GB50316-2000 2008 版）；
《工业企业煤气安全规程》（GB6222-2005）；
《压力管道安全管理与监察规定》。

10.4.6.2 设计范围

新建需要用到天然气、压缩空气等动力实施，前期工程锻压厂房已预留能力，直接从车间主管道接支管到设备即可。

10.4.6.3 工程概况

厂区内设有 1 座压缩空气站，其位于全厂中部，临近负荷中心位置，并为独立建筑，站内设有单螺杆空气压缩机和对应配置冷冻式干燥机，供应全厂各厂房使用净化压缩空气。

厂区内设有 1 座 LNG 气化站。厂区内设有 1 座液罐槽区。

10.4.6.4 动力管道

动力管道主要有净化压缩空气管道、天然气管道、丙烷气管道和氧气管道。

室内所有动力管道主干管原则上均采用沿墙或柱架空敷设，压缩空气管道以枝网状结合方式布置，其他管道以枝状方式布置。

所有动力管道主干管(除天然气管道采用直缝钢管或螺旋钢管外)均采用无缝钢管，采用焊接或法兰连接。

室内动力管道均按国标要求涂色别标志。

11、环境保护

11.1 设计依据

(1) 中华人民共和国国务院 253 号令《建设项目环境保护管理条例》(1998.11)；

(2) 《机械工业环境保护设计规范》JB16—2000；

(3) 《大气污染物综合排放标准》GB16297—1996；

(4) 《污水综合排放标准》GB8978—1996；

(5) 《环境空气质量标准》GB3095—2012；

(6) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》
GB18599-2001；

(7) 《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087-2013。

11.2 设计原则

坚持凡从事对环境有影响的建设项目都必须执行防治污染及其它公害的设施与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”的环境保护“三同时”原则。对生产过程中可能产生的污染物进行有效治理，达到国家和地方规定的标准后才予以排放。尽可能采用无污染少污染，低噪音的先进工艺和设备。

11.3 主要新增污染物

主要污染物为热加工车间的烟尘、粉尘、废气；液压机锻造、高压泵房高压泵、高压空压机及工业炉风机工作运转的噪声；生活废水和固体废弃物等。

11.4 污染源治理措施

11.4.1 烟尘、粉尘、废气治理

锻压车间新建设备主要污染源为工业炉产生的烟尘废气等，工业炉烟气排放经烟道至烟囱高空排放，排放气体含量 $\leq 50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，厂房原设有通风气楼及轴流风机，烟气排放符合国家有关排放标准要求。

11.4.2 废水治理

本项目生产用水均采用循环水，无污水产生，无需处理。

生活粪便污水经化粪池处理后汇集、生活污水及部分洁净生产废水合并共同处理排入锦绣路市政污水管。

11.4.3 噪声治理

在设备选型时优先选用性能优良、运行噪声小的设备，并设有相应的消声降噪措施，以减轻对环境的影响，落地安装设备基础采用减震处理，吊装设备和管道采用弹性支吊架。在满足生产要求的前提下，所有设备均选用低噪声产品，对产生噪声的设备基础采取减震措施，以减少噪音对周围环境的影响。

噪声来源于压机锻造、高压泵房高压泵、高压空压机及工业炉风机工作运转等，由于液压机锻造一般为高频噪声，传播过程衰减快，故对厂外生活区影响很小，低于《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087-2013 中的要求，工人操作时可通过戴耳塞加以防护；高压泵房高压泵、高压空压机及工业炉风机工作运转产生的噪声，通过对其设置单独封闭措施，并在建筑设计上采用墙面贴吸音材料及双层真空玻璃窗加以解决。

11.4.4 废弃物治理

主要固体废弃物为金属废弃物和非金属废弃物。金属废弃物料头、废钢，钢屑等，回收分类集中堆放，进行处理用作炼钢炉料；非

金属废弃物统一集中堆放，统一综合处理利用。

11.5 环境保护机构及人员

利用企业原有的环保机构和人员。日常环保工作由企业专职管理部门归口管理。配备专职环保人员，购置必要的监测仪器，对厂区大气、排水口水质进行常规检测，建立环保档案并加强对各类治理设备的管理。

11.6 环保投资

本项目对环境保护影响不大，环保投资为 100 万元，已包含在工艺、土建、给排水、暖通、电气等各专业投资中。

12、职业安全卫生

12.1 设计依据

- (1) 《机械工业职业安全卫生设计规范》 JBJ18—2000;
- (2) 《生活饮用水卫生标准》 GB5749—2006;
- (3) 《建筑抗震设计规范》 GB50011—2010;
- (4) 《建筑设计防火规范》 GB50016-2014;
- (5) 《建筑照明设计标准》 GB50034—2013;
- (6) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》 GB4387—2008;
- (7) 《工业企业噪声控制设计规范》 GB/T 50087-2013;
- (8) 《工程建设标准强制性条文》(房屋建筑部分)建标[2002]219号文件。

12.2 劳动定员

该项目根据重型成套设备制造生产管理的需要，合理组织生产，提高劳动生产率，以先进、科学、合理、适用为原则，初步确定工程完工后定员为 46 人，其中生产工人 32 人，辅助生产人员 9 人，行政管理人员 5 人，作业人员男女比例不确定。

12.3 劳动安全

12.3.1 抗震设防

按（89）建抗字第 586 号文件《新建工程抗震设防暂行规定》，地震基本烈度 6 度和 6 度以上地区所有新建工程都必须进行抗震设防。烟台地区地震基本烈度为 7 度。本项目新建所有土建工程按 7 度设防，并按 GB50011-2010《建筑抗震设计规范》进行设计。

12.3.2 建筑安全

所有建筑物耐火等级为二级，建筑抗震设防烈度为七度。设计地震基本加速度值为 0.05g。

防尘、防滑：为了保持办公区域室内的清洁、办公用房地面设计尽量采用不易起灰的面层，有水易滑的楼地面采用防滑地砖面层，楼梯踏步均设防滑条。

12.3.3 电气安全

(1) 厂房利用原车间，生产车间为三类防雷建筑。生产车间的防雷措施：

利用金属屋面板(压型钢板)作为防雷接闪器（金属板厚度要求不小于 0.5mm），并通过檩条与钢梁及钢柱可靠联结；

利用钢柱作为防雷引下线；

利用柱子基础内的钢筋作为接地体。

(2) 辅房属于三类防雷建筑物，按三类防雷建筑物设防，利用屋顶金属构件及女儿墙上的金属扣板作接闪器，并在屋面形成避雷网格，利用柱内主筋作引下线，利用基础内钢筋作为接地极。

(3) 防雷接闪器、引下线、接地极应焊成电气通路。

厂房按三类防雷建筑设计。电气装置接地与防雷接地采用联合接地体，接地电阻不大于 1 欧。

电源进线电缆的铠装金属外皮及各金属管道进出建筑物时接地。厂区内低压配电接地型式均为 TN-C-S 系统，建筑物内低压配电系统的接地型式均为 TN-S 系统。

厂房变电所设计时 10kV 电源进线设有专用避雷器柜，以防雷电波侵入。

所有电气设备正常情况下不带电的金属外壳、电缆的金属外皮、电线的保护钢管均需与保护线 PE 可靠连接。

厂房内吊车轨道等金属构件、各种金属管道均应与接地体可靠联

结。

车间及办公辅助楼内设总等电位联结端子箱，施工时参见《15D502》，具体作法参见《利用建筑物金属体做防雷接地装置安装》15D503。

（4）电容保护器的设置及设置部位。

在变压器低压侧装一组 SPD，装在低压主进开关负载侧的母线上，SPD 支线上应装设短路保护器；

重要设备供电的末端配电箱母线的各相上，装设 SPD；

引入引出建筑物的电力线路、信号线路、控制线路、信息线路等在其出入口处的配电箱、控制箱等装设 SPD；

重要的信息设备、电子设备和控制设备的定货，均要求自行装设 SPD；

低压电力装置的外壳及事故情况下可能带电的部分采用保护接地。

12.3.4 防机械伤害及运输安全

本项目选用的生产设备，均选用具有劳动部门颁发给合格证的专业制造厂产品，并带有安全装置。

工艺平面布置时，考虑安全因素，设备朝向和间距，人行通道等均按标准要求设置，炼钢工部电炉及精炼炉平台及过桥设置防护栏杆，关键设备工作场所设置必要安全标志和操作规程牌；对易造成危害的地沟、平台、水池等处均设置盖板或栏杆。

厂房内设固定堆放场地，工模夹具按指定位置或器具存放，车间通道设置有醒目标志线，避免人货交叉造成危险。

起重机械应符合国家标准的要求。电动平车、起重机等设置启动警铃。

各类生产车间照明度符合国家标准的要求，厂房内每隔一定距离设有安全照明插座，以防工人在维修设备时发生触电危险。

机械设备的使用、维护、检修应制度化，严格按规范操作设备，

防护用品穿戴整齐。

12.3.5 热防护

热处理和高温的加热工件都可能引起人身烫伤和灼伤事故。严格按各种操作规程进行，并配戴防护用品，确保设备的保温性能，避免设备过高的表面温度。

12.3.6 危险品防护

设计所选用的设备及设计中均按国家有关规范要求设置了有效的安全措施，如保温隔热、自动控制、安全报警、安全防散等安全措施。

12.4 职业卫生

12.4.1 防尘防毒

烟气由设备随带的钢制烟囱收集厂房外高空排放，同时厂房采用全室通风措施，以改善作业环境。生产过程中不产生有害尘毒，满足职业卫生标准要求。

12.4.2 噪声控制

本车间噪音主要来源于电液锤与油压机锻造、高压泵房高压泵及工业炉风机运转等，由于锻造一般为高频噪音，传播过程衰减快，故对厂外生活区影响很小，低于《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087-2013 中的要求，工人操作时可通过戴耳塞加以防护；高压泵房高压泵及工业炉风机运转产生的噪音，通过对其设置单独密闭措施，并在建筑设计上采用吸音材料及双层真空玻璃窗加以解决。

12.4.3 防暑降温

按《机械工业职业安全卫生设计规范》的要求，对各工部的夏季温度加以调节控制。高温场所以自然通风为主，辅以机械通风，本项

目设计，工人工作区域设有工业用风扇和轴流风机，新建厂房屋脊设通风天窗，全面自然排风以消除余热。

12.5 劳动用品配备

各工种根据工作场所性质定期发放劳动用品，企业定期进行劳动检查，平时注意教育职工树立安全生产意识。

12.6 职业安全卫生机构及人员

利用原有的机构和人员，设置专业安全卫生管理部门，按比例配备安技人员，负责全厂职业安全卫生的监测检验、职业安全教育培训及事故处理。

12.7 职业安全卫生投资

本项目改造职业安全卫生所需投资约为 150 万元，已包含在工艺、土建、给排水、暖通、电气、动力等各专业投资中。

13、消防

13.1 设计依据

- (1) 《建筑设计防火规范》GB50016-2014;
- (2) 《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005) ;
- (3) 《建筑物防雷设计规范》GB50057—2010;
- (4) 《工业企业总平面设计规范》GB50187—2012;
- (5) 《建筑照明设计标准》GB50034-2013;
- (6) 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2002。

13.2 消防设计原则

遵照国家规范，贯彻以“预防为主”的方针，注意减少火灾发生的可能性，并备有必要的消防措施。

13.3 消防设计措施

13.3.1 建筑、结构

(1) 防火分区

新建设备区域基本不改变原厂房防火分区。

生产厂房的生产危险类别为丁类，为二级耐火等级，每个厂房设一个防火分区。

车间内设置穿越厂房的消防通道，宽度与高度均大于 4m，满足消防通道要求。

高压泵房自成一个防火分区。与车间相接部位用乙级防火门隔开，附属配套用房采用 200mm 厚煤矸石多孔砖墙，辅助区与车间之间墙体为 200mm 厚灰砂砖，满足耐火极限要求。

(2) 安全疏散、疏散楼梯

每个厂房设多个大门，均为推拉门。车间内设人员疏散门，宽度

1500mm。最远点疏散距离单层丁类厂房不限。

新增高压泵房对外设置独立安全疏散小门。

(3) 结构

结构按二级耐火等级设计。本工程采用单层全钢排架结构，钢材采用 Q345 或 Q235，基础采用柱下独立基础，基础混凝土强度等级 C30。

新建高压泵房采用砖墙维护，满足二级防火需要。

13.3.2 给排水

本工程设置在丁类单层厂房内，耐火等级为二级，室外消防用水量为 20L/s，按规范单层丁类厂房可不设置室内消火栓系统。

各建筑物按火灾种类及危险等级根据《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140—2005）配置建筑灭火器，选用磷酸铵盐干粉灭火器，变电所及变压器室按 E 类火灾严重危险级设计，其它均按 A 类火灾轻危险级设计。

高压泵站按要求设置独立的二氧化碳消防系统。

13.3.3 电气

厂房为全钢结构工业厂房，防火等级为丁类，供电负荷等级为三级。

变电所的应急照明（自带持续时间 30min 的蓄电池），附属用房公共走道设疏散指示和应急照明（自带持续时间 30min 的蓄电池）。

附属用房公共走道设置感烟探测器自动控制走道排烟系统启动，在首层楼梯口设区域报警控制器。该系统接厂区消防控制主机。

应急照明灯具需符合现行国家标准《消防安全标志》GB13495 和《消防应急照明和疏散指示系统》GB17945-2010 的有关规定。

消防设备供电电缆、消防线缆、应急照明线路采用铜芯塑料线穿钢管暗敷在不燃烧的结构体内，保护层厚度不小于 30mm。

防雷、接地：10kV 电源进线设有专用避雷器柜，以防雷电波侵

入，按三类防雷建筑规范要求设防雷接地装置。

13.3.4 防、排烟系统

厂房生活间等充分利用可开启外窗进行自然通风、排烟。厂房充分利用设置在屋面的可启闭式通风天窗和外窗进行自然通风、排烟。

车间设计自然排烟，排烟采用屋顶自然通风器或顺坡通风器自然排烟，保证排烟面积为总地面面积的 2~5%。排烟最远点距离小于 30m。

高压泵房设置排烟装置。

通风系统风道采用镀锌钢板制作，钢板厚度根据《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB50243-2002)确定。消声、保温材料采用不燃离心玻璃棉。

13.4 火灾报警

本项目接入园区已有的火灾报警系统。园区内统一设火灾自动报警系统，二级保护等级。按各区域不同性质和要求，配置适当类型的火灾报警探测器（烟感、温感）、手动报警按钮、警铃、消防专用电话、火灾显示盘等及其联动控制。

13.5 消防投资

消防所需投资约为 80 万元，已包含在工艺、给排水、暖通、电气等各专业投资中。

14、节约能源及合理利用能源

14.1 设计依据

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》；
- (2) 《中华人民共和国可再生能源法》；
- (3) 《中华人民共和国清洁生产促进法》；
- (4) 《国务院关于加强节能工作的决定》（国发[2006]28 号）；
- (5) 《节约用电管理办法》（国家经贸委 2000 年）；
- (6) 《可再生能源发电有关管理规定》（发改能源[2006]13 号）；
- (7) 《中国节能技术政策大纲》（2006 年）；
- (8) 《国务院〈关于加强节能工作的决定〉》（国发[2006]28 号）；
- (9) 《国家发展和改革委员会关于加强固定资产投资项目节能评估和审查工作的通知》（发改投资〔2006〕2787 号）；
- (10) 《国家发展和改革委员会关于印发固定资产投资项目节能评估和审查指南（2006）的通知》（发改环资[2007]21 号）；
- (11) 《综合能耗计算通则》（GB/T2589-2008）；
- (12) 《企业能量平衡通则》（GB-T3484-2009）；
- (13) 《单位产品能源消耗限额编制通则》（GB/T12723-2013）；
- (14) 《工业企业能源管理导则》（GB/T15587-2008）；
- (15) 《机械行业节能设计规范》（GB50034-2004）。

14.2 主要设计原则

- (1) 严格按照国家法律规定和国家技术标准的内容要求进行设计；
- (2) 工程设计符合国家、省、市产业政策，不得采用国家、省、市已公布的限制（或停止）生产的产业序列、规模，或行业已公布的限制（或停止）的旧工艺翻版扩产增容及选用淘汰产品；

(3) 根据建设项目节约能源的有关规定，坚持合理用能、节能降耗等原则；

(4) 贯彻执行国家关于能源应“开发和节约并重”的方针，通过技术进步，合理利用，科学管理等获得节能效果，力求以最小的能源消耗获得最大的经济效益和社会效益；

(5) 工艺设备选型，均采用国家推荐的高效机电一体化节能设备，大力采用成熟的节能工艺和技术，使综合能耗达到国内先进水平。

14.3 能源供应状况

14.3.1 能源种类

根据项目组成内容、工艺生产需要以及生产辅助设施情况，所需能源主要种类为电、氧气、压缩空气、水、天然气。

14.3.2 能源供应

项目所需各类能源均由厂区现有公用设施内供应，从厂房主管道内取用。

电力供应：本项目厂区内建设有 10kV、35kV 开闭所，由电力部门从上一级变电站供应；

天然气：厂区内设置有 LNG 站；

氧气、压缩空气、厂区设置罐区、站房供应；

水：生活、消防及生产用水水源由城市自来水供应，本项目实施后生产采用循环水，消耗水量仅为补充水。

14.4 节能措施和节能效果分析

(1) 工艺布置合理，与相邻工序邻近，缩短物流。

(2) 规模化生产，采用三班连续生产，减少冷炉加热能耗，节约能源。

(3) 采用先进生产工艺及装备，节能降耗。

提高机械化、自动化程度，如液压机配备锻造操作机，新增压机采用电子计算机集中控制，实现液压机与操作机联动，实现生产过程的机械化，人员配备少，生产效率高，锻件精度高，节能节材成本低。提高设备的智能化控制程度，根据工艺要求，最准确、及时控制工艺参数、控制设备运行和进行生产管理，实现模拟仿真控制，对各工序生产、节能进行综合监控，总体上可节能 10%。

（4）工业炉设计时采用蓄热式燃烧技术与行业平均能耗水平相比，可以达到节能 20~30%的效果。

（5）合理配置加热炉、热处理炉的装炉量，制定适当的加热规范，降低能源消耗。合理制定热处理的加热温度，在规范允许的范围内适当降低热处理温度，节能效果明显。据统计，加热温度降低 30℃，1t 钢件在热效率在 40%的炉内处理时，一小时可节能 14kW。

（6）锻后热处理采用热装炉，利用锻后余热进行热处理，降低能耗。利用热处理回火炉对钢锭进行待放和预加热，节省能源。采用计算机自动控制技术，严格按照设定的热处理工艺曲线进行加热过程控制，避免人为操作因素影响，杜绝或减少除产品生产工艺所需的能源以外的能源消耗，减少非工艺操作和非工艺操作时间的无效能源浪费等。

（7）合理安排工件的装炉出炉时间，尽量采用加热炉、热处理炉连续开炉或定期开炉、提高设备利用率，减少停炉时的能源浪费。

（8）加强设备维护和保养，当炉衬破损、炉门密封损坏等，都会增大炉子热损失。定期清扫燃烧器，保持良好的燃烧状态；经常检修管路，防止管路泄漏等，彻底杜绝“滴冒跑漏”现象。

（9）设备冷却水循环使用，可节约大量水资源。在满足工艺要求的前提下，尽量将供电、供水、供气等调整到需要的最小量；严格控制设备的正常运行，提高设备的综合利用率和热效率。

（10）尽量将变压器靠近大容量用电设备布置，尽可能缩短电缆长度，减少电能损耗。

车间分变电所布置在主体联合厂房内，深入负荷中心，缩短低压

供电线路，减少线路损耗。选用低损耗的干式变压器，减少变压器自身耗损。设置低压电容器进行无功补偿，减少无功损耗，提高功率因素。照明系统采用高效节能灯具，提高节能效果。

（11）各厂房均配置水、电、煤气、压缩空气等能源计测装置，进行二级计量。指派专人负责能源使用的监督和管理，加强维修，防止“三漏”，减少能源浪费。

采取以上节能措施后，本项目实施后可产生巨大的经济效益和综合社会效益，意义重大。

15、组织机构与人员培训

15.1 生产组织

烟台台海核电实行董事会领导下的总经理负责制，根据生产组织的需要设置相应的管理部门。

15.2 劳动定员

为满足项目建成后的生产经营需求，企业将围绕着产品生产工艺流程，配备足额的现场操作人员、设备维修维护人员、现场工艺技术人员、测试分析人员等约 46 人，其中各类操作人员 32 人、工艺技术人员 9 人、综合管理人员 5 人，均通过社会招聘和人员培训来予以解决。

15.3 人员培训

15.3.1 培训重点

重点提高设计人员的开发设计水平及技术工人掌握新工艺、运用新技术的生产技能水平。

15.3.2 培训方式

（1）工程技术人员：通过技术交流、国内外考察及技术讲座等方式，使工程技术人员掌握新技术、新工艺、新材料的知识，了解并掌握国内外同类产品的研发技术和制造工艺技术。

（2）生产工人：对生产工人进行理论知识及操作技术培训，使其掌握本岗位工序质量控制的方法和手段、安全生产和劳动保护知识以及所使用设备的维护及故障排除技能，实行持证上岗。

（3）管理人员培训：对管理人员进行现代管理知识培训，掌握现代化管理方式，提高企业的管理水平。

16、项目实施计划

项目建设期为 2 年。

第一年 1 月~4 月

编制可研、总体规划审批

第一年 5 月~10 月

初步设计、施工图分批设计

第一年 7 月~第二年 11 月

土建公用工程分期施工、安装并

验收；

第一年 8 月~第二年 12 月

设备招标、订货、安装、调试运

转并验收。

本项目在第三年形成生产能力，第五年生产与销售达到本次设计生产纲领要求。具体安排如下：

项目实施进度计划详见表 16-1。

表 16-1

项 目 实 施 计 划 表

序号	名称	第一年						第二年			第三年	第四年	第五年
		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	1-10	11	12	1-12	1-12	1-12
1	可研报告及规划（包括审批时间）	■	■										
2	初步设计、施工图设计			■	■	■							
4	工程施工阶段				■	■	■	■	■	■			
5	设备交付期						■	■	■				
6	设备安装						■	■	■				
7	试运转及验收							■	■	■			
8	生产准备(包括原材料、工艺、工装、 人员培训等)								■	■			
9	形成设计能力(包括：供电、材料外 协配套等)										■	■	■
10	销售量达到设计能力												■

17、投资估算及投资融资方案

本项目新增报批总投资 19345 万元，其中：建设投资 16728 万元，建设期利息 417 万元，铺底流动资金 2200 万元。

17.1 估算范围及依据

17.1.1 估算范围

投资项目范围为实现该项目产品方案所需的建筑、机器设备和相应的公用配套设施，投资估算仅包括项目范围内的建筑工程、设备购置及安装工程费，以及按规定必须考虑的有关费用。

17.1.2 估算依据和方法

(1) 国家发展和改革委员会和建设部发布的《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）；

(2) 土建工程投资根据当地现行建筑材料价格和定额费用水平，以及建筑结构形式，按建筑面积和单方造价指标估算；

(3) 国产设备原价根据合同价格和供应商报价，并计入设备运杂费；设备安装费、设备基础等按有关估算指标编制；

(4) 公用及环保工程费用根据本项目的需要估算；

(5) 其他费用和地方建设规费根据项目所涉及的各项费用估算。

17.2 建设投资估算

17.2.1 建筑工程费

本项目建筑工程费为 455 万元。

17.2.2 安装工程费

本项目安装工程费为 227 万元。

17.2.3 设备购置及安装费

本项目设备购置及安装费为 14610 万元。

17.2.4 工程建设其他费用

按照国家有关规定并结合承办单位的实际情况进行估算，主要有：

工程保险费、联合试运转费、办公及生活家具购置费：依据原机械工业部颁发的机械计[1995]1041 号文“关于发布《机械工业建设项目概算编制办法及各项概算指标》的通知”并结合本项目的实际情况进行计列；

建设单位管理费：依据财政部颁发的《基本建设财务管理规定》财建[2002]394 号规定并结合本项目的实际情况进行计列；

勘察设计费按照国家计委、建设部计价格[2002]10 号文规定计列；

监理费：依据国家发改委、建设部“发改价格[2007] 670 号”文并结合本项目的实际情况进行计列；

招投标代理费：依据原国家计委“计价格[2002] 1980 号”规定的费用标准计算；

环境影响评价费：依据原国家计委、国家环境保护总局计价格[2002]125 号规定的费用标准计列；

本项目工程建设其他费用(含工器具及生产家具费)合计为 1436 万元。

17.2.5 预备费

(1) 项目基本预备费按行业有关规定，按工程费用与工程建设其他费用之和的 5%估算；

(2) 涨价预备费参照国家发展计划委员会文件：《关于加强对基本建设大中型项目概算中“价差预备费”管理有关问题的通知》（计投资[1999]1340 号）规定,价差预备费投资价格指数按零税率。

17.2.6 建设投资构成

本项目建设投资为 16728 万元。

详见表 17-1：投资估算表；详见表 17-2：建设投资构成表。

17.3 流动资金估算

本项目采用分项详细估算法计算流动资金的需要量。项目达产后共需流动资金 7576 万元，其中：项目铺底流动资金 2200 万元。

详见表 17-3：流动资金估算表。

17.4 融资方案与建设期利息估算

17.4.1 融资方案

在固定资产投资 17145 万元中，企业自筹资金 9200 万元，银行借款 7945 万元。

流动资金为 7576 万元，其中：项目铺底流动资金 2200 万元，银行借款 5376 万元。

17.4.2 建设期利息估算

本项目建设投资计划贷款 7945 万元，建设期固定资产贷款利息根据规定列入固定资产投资，按最新贷款年利率计算。

17.5 投资及其构成分析

本项目新增报批总投资 19345 万元，其中：建设投资 16728 万元，建设期利息 417 万元，铺底流动资金 2200 万元。

17.6 投资计划与项目资本金配比

17.6.1 投资计划

本项目所需资金共分 5 年投入。建设投资在建设期内根据工程建设进度按比例投入；项目流动资金根据各年生产负荷情况在计算期第

三至五年分批投入。

详见表 17-4：项目总投资使用计划与资金筹措表。

17.6.2 项目资本金配比

本项目资本金合计为 11400 万元，占项目报批总投资（固定资产投资+铺底流动资金）的 59%，符合国发〔2009〕27 号“国务院关于调整固定资产投资项目资本金比例的通知”对项目资本金的比例要求。

18、财务分析

18.1 财务评价说明

18.1.1 目的、范围及方法依据

本项目财务评价的目的是从项目的角度出发，依据国家现行财税制度，在产品市场需求预测、价格分析的基础上，系统分析、计算项目范围内的财务收益和费用，分析项目的投入可能产生的财务效果，以及盈利能力和清偿能力，评价本项目在财务上的可能性。

本项目依据国家发展改革委员会和建设部发布的《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)和当前国家和地方有关部门发布的财政、税务、财务、会计等政策进行项目的经济评价。

计算期内项目的产品成本和销售价格等数据除个别情况外，均按基期价格计算。

18.1.2 计算期及其构成

本项目计算期为 12 年，其中建设期为 2 年，生产经营期为 10 年，其中正常生产年为 8 年。

18.1.3 投产后生产负荷安排

项目计算期第 3 年开始投产，第 5 年开始满负荷生产。

18.2 财务效益与费用估算

18.2.1 营业收入

本项目各种产品的销售价格均以市场价格为依据。本项目正常年营业收入 27580 万元（不含增值税）。

各年营业收入估算详见表 18-1：营业收入、营业税金及附加和增值税估算表。

18.2.2 成本费用

(1) 成本费用估算说明

产品成本费用的估算依据《工业企业财务制度》、《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)及当地和该企业的有关规定进行。产品总成本费用由生产成本和期间费用组成。

生产成本由原材料及外购件、燃料动力、工资成本及制造费用组成。

①原辅材料及燃料动力

原辅材料及燃料动力成本以企业提供的成本资料进行测算。

②工资成本

本项目设计定员为 46 人。参照公司目前的工资标准,综合按 6 万元/人.年(含劳保统筹)计算。

③折旧及摊销费:本项目固定资产折旧按照分类折旧,采用直线法计算,房屋建筑物、设备资产折旧年限分别为 40 年、10 年,残值率均为 5%。经计算,折合综合折旧率为 9.18%。

本项目新增固定资产投资 17145 万元,其中:转入固定资产 17145 万元,转入无形资产 0 万元。

本项目利用原有固定资产净值 4035.53 万元,利用原有无形资产净值 691.54 万元。

固定资产折旧估算详见表 18-3: 固定资产折旧估算表。

④修理费按当年固定资产原值的 2.5%估算。

⑤其他费用估算

其他制造费用按当年销售收入的 8.0%计算;

其他管理费用按当年销售收入的 5.0%计算;

其他销售费用按当年销售收入的 1.0%计算;

⑥利息支出由生产期项目借款利息和流动资金借款利息两部分组成,均按银行最新贷款利率和预计发生额计算。

(2) 总成本费用与经营成本

本项目达产年总成本为 22318.28 万元，其中：固定成本 7044.48 万元，可变成本 15273.8 万元。达产年经营成本 19945.27 万元。

各年总成本及经营成本估算详见表 18-2：总成本费用估算表。

18.2.3 税金及附加

（1）增值税

本项目执行现行税法的有关规定，产品进、销项增值税税率分别为 17%。项目正常年增值税为 2092.05 万元。

（2）营业税金及附加

本项目按现行国家和地方税法的有关规定，营业税金及附加的税(费)率见下表：

营业税金及附加税(费)率表

序号	税别	计算基数	税率
1	城市维护建设税	增值税	7%
2	教育费附加	增值税	5%

本项目营业税金及附加合计为 251.05 万元。

营业税金及附加和增值税估算详见表 18-1：营业收入、营业税金及附加和增值税估算表。

（3）所得税

本项目所得税税率为 15%。

18.2.4 利润与利润分配

本项目达产后正常年份年利润总额为 5073.16 万元，所得税为 760.97 万元。项目按所得税税后利润的 10%计提法定盈余公积金。剩余部分为企业可供分配利润。

各年利润及利润分配详见表 18-4：利润与利润分配表。

18.3 盈利能力分析

18.3.1 项目投资盈利能力

本项目投资现金流量计算详见表 18-5：项目投资现金流量表。评价结果见下表：

项目投资(融资前)指标表

序号	指标名称	单位	指标	
			所得税前	所得税后
1	财务内部收益率 FIRR	%	23.87	20.97
2	财务净现值 FNPV(ic=8%)	万元	22483.3	17456.89
3	投资回收期 Pt(含建设期)	年	5.98	6.36

项目总投资收益率

$$\begin{aligned}\text{总投资收益率(ROI)} &= \text{息税前利润} / \text{总投入资金(固定资产投资+流动资金+利用原有资产)} \times 100\% \\ &= 5307.16 / (17145 + 7576 + 4035.53 + 691.54) \times 100\% \\ &= 18.02\%\end{aligned}$$

经测算，本项目所得税前的项目投资内部收益率高于行业基准收益率，本项目在财务上是可行的；所得税前投资回收期在投资方设定的期限内，项目能较快收回投资。

18.3.2 项目资本金盈利能力

(1) 动态分析指标

本项目资本金现金流量计算详见表 18-6：项目资本金现金流量表。项目资本金(融资后)财务内部收益率为 24.48%。

(2) 静态分析指标

项目资本金净利润率计算

$$\begin{aligned}\text{资本金净利润率(ROE)} &= \text{年净利润} / \text{项目资本金} \times 100\% \\ &= 4259.07 / (11400 + 4035.53 + 691.54) \times 100\%\end{aligned}$$

$$= 26.41\%$$

项目主要数据及技术经济指标详见表 18-11：项目主要数据及技术经济指标汇总表。

18.4 偿债能力分析

18.4.1 建设投资借款偿债能力

本项目建设投资向银行申请项目借款 7945 万元，按最大偿还能力计算，借款偿还期为 4.21 年（含建设期），借款偿还资金主要为企业净利润、折旧和摊销费用。借款偿还计算详见表 18-7：借款还本付息计划表。

根据测算，项目计算期第 5 年的资产负债率为 26.95%，达产以后逐年降低，企业的偿债能力较强；项目资产和负债情况详见表 18-8：资产负债表。

18.4.2 流动资金借款偿债能力

项目计算期第 5 年的流动比率为 200.91%，速动比率为 153.04%，以后逐年提高，企业具有较好的流动负债偿还能力，说明本项目在计算期内的财务状况较好。

18.5 财务生存能力分析

考察项目在计算期内的投资、融资和经营活动所产生的各种现金流入和流出，判断项目的财务生存能力。经计算、分析，本项目每年均有一定的盈余资金，整个计算期累计盈余资金为 51210.17 万元，说明本项目具有较好的财务可持续性，详见表 18-9：财务计划现金流量表。

18.6 不确定性分析

18.6.1 盈亏平衡分析(BEP)

本项目总的生产能力的盈亏平衡分析以达产年份为例，分析如下：盈亏平衡图见图 18-1。

本项目生产能力的盈亏平衡计算如下：

生产能力利用率(%) BEP

$$= \frac{\text{年固定成本}}{(\text{年销售收入} - \text{年变动成本} - \text{年营业税金及附加})} \times 100\%$$

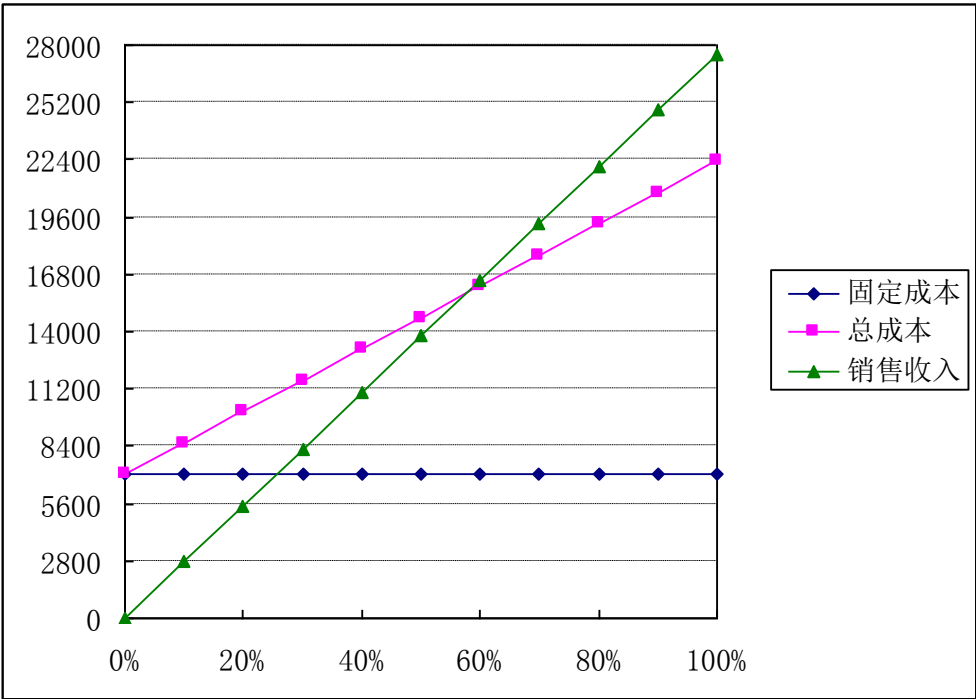


图 18-1 盈亏平衡图

本项目完成后，生产负荷达到设计生产能力的 58.44%，项目即可保本，超过此数，项目即可盈利，表明本项目具有较高的边际安全性。

18.6.2 敏感性分析

选取产品销售价格、产品经营成本、建设投资三个因素，作一定幅度的单因素升降变化，分别考虑它们对本项目所得税前财务内部收

益率(FIRR)的影响程度，计算它们对财务内部收益率(FIRR)的敏感度。分析结果详见表 18-10：敏感度系数与临界点分析表；敏感性分析见图 18-2。

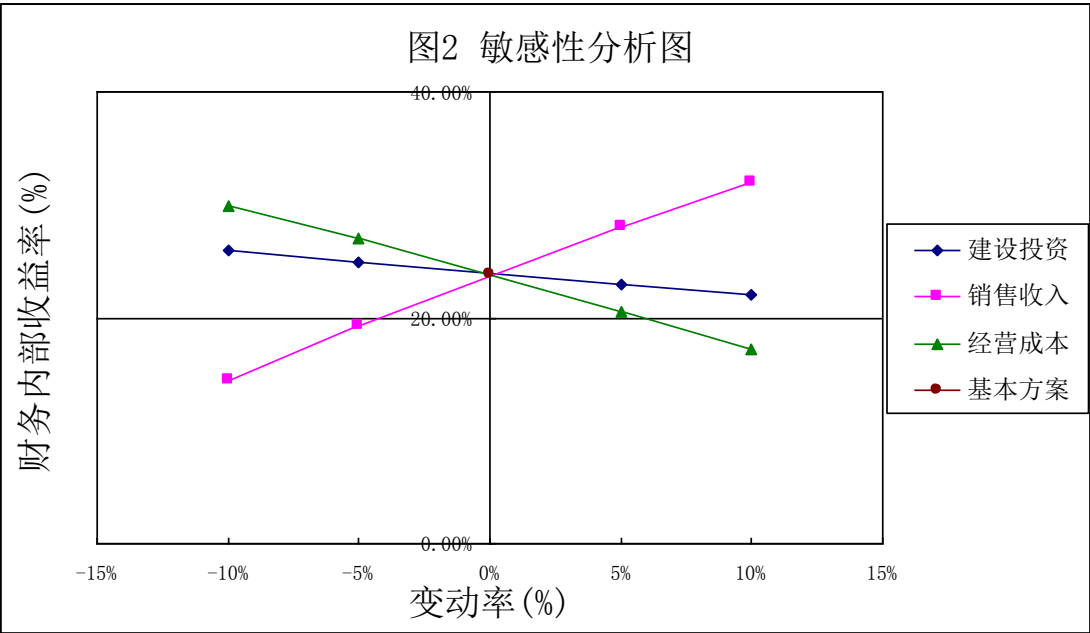


图 18-2 敏感性分析图

从以上分析可知，在这三个敏感性因素中，对全部投资内部收益率（所得税前）和投资回收期影响最大的是产品销售收入，当产品销售收入下降 10%时，项目内部收益率降至 14.42%,允许销售价格下降的最大幅度为 14.5%；其次是产品经营成本，当产品经营成本上升 10%时，项目内部收益率降至 17.14%，允许经营成本上升的最大幅度为 20.32%；项目投资额的变化影响较小，当投资额上升 10%时，项目内部收益率为 22.02%。结果表明，本项目有一定的抗风险能力。

19、工程招投标

19.1 概述

根据中华人民共和国国家发展计划委员会第九号令，建设项目可行性研究报告需增加招标内容，并作为可行性研究报告附件与可行性研究报告一同送交项目审批部门审批。

根据《中华人民共和国招标投标法》的规定，在我国境内进行下列工程建设项目，包括项目的勘察、设计、施工、监理以及与工程有关的重要设备、材料的采购，必须进行招标：

- (1) 大型基础设施、公用事业等关系社会公共利益、公众安全的项目；
- (2) 全部或者部分使用国有资金或者国家融资的项目；
- (3) 使用国际组织或者外国政府贷款、援助资金的项目。

19.2 发包方式

招标的工作范围即指招标文件中约定承包方完成的工作内容，工作内容可以由一个承包方完成包括可行性研究、勘察设计、施工、试运行等全部工程内容，也可以由不同的承包方完成其中的一项或几项工程内容。前者称为工程项目的建设内容总承包，简称总承包；后者称为单项工程内容承包。

本项目建议采取单项工作内容发包，具体分包方式可考虑采取以下方式：

项目的勘察、设计和监理：考虑到这些工作的专业性很强，应分别发包，即分为三个包进行招标。

工程施工：考虑到土建施工与设备安装施工需要穿插进行，建议合并为一个包进行招标，以免土建承包商与安装承包商相互推卸责任，影响工程进度和工程质量。

设备采购：因采购的设备种类较多，技术性专业性强，建议委托

专业设计公司按照收取固定管理费率模式协同业主进行设备招标。

19.3 招标组织形式

招标的组织形式有自行招标和委托招标两种形式。招标人具有编制招标文件和组织评标的能力，可以自行办理招标事宜；凡不具备条件的业主应当委托具有相应资质的建设工程招标代理机构办理招标事宜。本项目的业主将按招标规定进行招标，并按照《工程建设项目自行招标试行办法》（国家发展计划委员会令第5号）的规定向项目审批部门送报书面材料。

19.4 招标方式

招标方式分为公开招标、邀请招标。

（1）公开招标

公开招标是指招标人以招标公告的方式邀请不特定的法人或者其他组织投标，由投标人按照法定程序，在公开出版物上发布或者以其他方式发布招标公告，所有符合条件的承包商都可以平等的参加投标竞争，招标人从中择优选择中标者。公开招标又称无限竞争性招标，是指招标单位通过报刊、广播、电视等新闻媒体发布招标公告，凡具备相应资质，符合投标条件的单位不受地域和行业限制均可以申请投标。

（2）邀请招标

邀请招标是指招标人以投标邀请书的方式邀请特定的法人或者其他组织投标，接到投标邀请书的法人或者其他组织才能参加投标，其他潜在的投标人则被排除在投标竞争之外。邀请招标亦称有限竞争性招标，是指业主向预先选择的若干家具备相应资质、符合投标条件的单位发出邀请函，将招标工程的情况、工程范围和实施条件等作出简要说明，被邀请单位同意参加投标后，从招标单位获取招标文件，并按规定要求进行投标报价。

公开招标和邀请招标均要通过招标、开标、评标、决标程序，优

选实施单位，然后签定承包合同，而议标则不设开标、评标程序，招标单位与投标单位分别进行协商，与某一投标单位达成一致即可签定合同。此外，前两种招标方式规定，投标截止日期后投标单位不得对所投标书再作实质性的修改，而议标尽管也要求投标单位递交投标书和报价，但在协商谈判过程中允许双方就合同条件、合同价格、付款方式、材料供应条件等诸多内容讨论修改，对此没有任何限制。

本工程建议采用单项工程内容发包方式，针对不同的单项工程应采取不同的招标方式。具体说明如下：

勘察设计、监理：由于本次工程的专业性较强，尤其是设计与监理需要有专门的技术能力才能圆满的完成工作，因此，这部分工程建议采用邀请招标或直接委托方式。

建筑及安装工程、重要材料：可以在委托的专业管理承包公司的协助下进行公开招标。

设备：由于设备供应商较多，业主为了能取得有竞争力性价比高的合同，该部分工程建议通过专业管理公司采取公开招标的方式。