

威海华东重型装备有限公司
高端装备特种基础零部件制造项目
可行性研究报告

威咨 M12122134

威海市工程咨询院
二〇一三年一月

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 可行性研究报告编制依据	1
1.4 项目背景及必要性	1
1.5 可行性研究的范围及主要结论	4
1.6 主要数据及技术经济指标	7
2.企业基本情况	7
2.1 企业简况.....	7
2.2 拟投资方情况	8
2.3 建设地自然条件及环境	9
3.市场预测及生产纲领	10
3.1 市场预测.....	10
3.2 高端装备制造技术发展状况	16
3.3 国内外同行动态分析	19
3.4 产品方案及生产纲领	22
3.5 项目竞争力分析	24
4.工程建设配套条件	26
4.1 物料供应及协作配套	26
4.2 动力设施.....	27
4.3 港口码头.....	27
4.4 其它.....	27
5.工程技术方案	27

5.1 目标和原则	27
5.2 工艺方案.....	28
5.3 总图运输方案	52
5.4 土建公用方案	55
6.组织机构与人员培训	66
6.1 生产组织.....	66
6.2 劳动定员	66
6.3 人员培训.....	66
7.环境保护	67
7.1 设计原则与设计范围	67
7.2 主要污染源、污染物、废气治理	67
8.职业安全卫生	74
8.1 主要执行标准	74
8.2 劳动安全.....	74
8.3 职业卫生.....	75
8.4 职业安全卫生投资	76
9.消防	76
9.1 主要执行标准	76
9.2 厂区消防.....	76
9.3 建筑物消防	76
9.4 消防投资.....	77
10.节约能源及合理利用能源.....	77
10.1 设计依据.....	77
10.2 主要设计原则	77
10.3 能源供应状况	78

12.投资估算与资金筹措	79
12.1 投资估算依据	79
12.2 固定资产投资估算	79
12.3 流动资金需求估算	80
12.4 资金筹措.....	80
12.5 资金使用计划	81
13.经济评价	81
13.1 概述.....	81
13.2 产品营业收入及营业税金	81
13.3 总成本费用测算	81
13.4 利润与分配	82
13.5 财务盈利能力分析	82
13.6 财务状况及清偿能力分析	83
13.7 项目盈亏平衡及敏感性分析	84
13.8 经济评价结论	85
14.结论	85
14.1 企业效益.....	85
14.2 社会效益.....	85
14.3 重要意义.....	86
14.4 结论.....	86

1.总说明

1.1 项目名称及建设单位

项目名称：高端装备特种基础零部件制造项目

建设承办单位：威海华东重型装备有限公司(以下简称“华东重装”)

法定代表人：汤世贤

1.2 可研报告承担单位及资质

单位名称：威海市工程咨询院

工程咨询等级：甲级

资格证书编号：工咨甲 11820070057

发证机关：国家发展和改革委员会

1.3 可行性研究报告编制依据

1.3.1 项目单位关于编制本项目可行性研究报告的委托；

1.3.2 《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)；

1.3.3 《威海市国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》；

1.3.4 国家有关法律、法规、规划及产业政策；

1.3.5 现行有关技术经济规范、标准和定额资料；

1.3.6 项目单位提供的基础资料。

1.4 项目背景及必要性

1.4.1 项目背景

装备制造业是国民经济建设和发展的基础，而高端装备制造则体现国家极端制造能力和制造水平，是国民经济和国防安全的重要保障，是我国国防建设必需的行业；是关系到国家安全和国家经济命脉的不可或缺的战略行业，也是国家能力的重要组成；是衡量一个国家现代化程度和综合国力的重要标志。

高端装备制造涉及高效火电、大型风电、大容量水电、先进核电、石油化工、轨道交通、海洋工程、模具模块、冶金机械、工程机械、航

空航天、国防军工等领域。其经济带动性强，辐射作用大，是国民经济发展不可缺少的重要行业。

1.4.2 与国外差距

发达国家进入工业化进程时间比较长，已经建立了完整的重型装备制造体系，形成了强大的生产制造能力，并掌握了重型装备核心制造技术，占有非常大的市场份额。

中国装备制造业虽然经历了建国后五十多年的发展和壮大，具备了一定的制造能力，形成了较完整的产业体系，成为装备制造业大国，但不是强国。特别是高端装备和关键零部件仍主要依赖进口，已成为我国现代化建设和发展的瓶颈。

(1)主要差距:

高端装备的发展基础是大型铸锻件。从国家近期颁布的《大型铸锻件十二五规划》中得知，面对市场对大型铸锻件的旺盛需求，一重、二重、上重等多家大型铸锻件生产企业都明显准备不足。进口的大型铸锻件交货期长，价格一般比国内高 30%-50%。

在制造能力不足的同时，中国企业在高端大型铸锻件的研发能力与国外也存在较大差距，尤其是在代表大型铸锻件最高水平的核电设备方面，国外对中国实行技术封锁。

(2)核心差距:

我国重机行业的材料制备（冶铸）工艺技术严重落后，落后于国际先进水平近 30 年。从而导致高端装备:

- ☆ 材料利用率低;
- ☆ 产品合格率低;
- ☆ 质量不稳定，交货不及时，成本高。

总之，我国的装备制造业在相当长时期内存在“过剩”与“供不应求”的结构性矛盾中，即：一般装备供过于求，而高端装备如高效火电、

先进核电汽轮机转子、护环、叶片、轨道交通用轴承、高端模具模块、国防军工、航空航天等严重短缺，主要依赖进口，市场缺口较大。

因此，抓住机遇，按高起点、高标准、超常规的建设原则，加快建设高端装备特种基础零部件制造项目，市场前景广阔，利润空间非常乐观。

1.4.3 项目实施必要性

1) 强大的市场需求

随着能源等领域发展的高效化、大型化，为高端装备制造带来了巨大的国际市场需求。

2) 提升产品水平和竞争力的需要

面对市场的需求和竞争，要求高端装备制造企业以质取胜，以规模取胜，华东重装具有高端装备制造的国际化一流人才队伍和高管团队，掌握核心生产制造技术，具有开发、生产高端装备制造项目的能力。

3) 项目建设符合国家产业发展政策

本项目产品主要涉及高效火电、大型风电、大型水电、先进核电、石油化工、轨道交通、海洋工程、模具模块、工程机械、航空航天、国防军工等领域，符合国家“十二五”及今后一个时期内重点鼓励发展和支持的战略性新兴产业政策：

- ☆ 《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》；
- ☆ 《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》；
- ☆ 《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》；
- ☆ 《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》；
- ☆ 《装备制造业调整和振兴规划（2009-2011）》；
- ☆ 《国家“十二五”科学和技术发展规划》；
- ☆ 《工业转型升级规划（2011-2015年）》；
- ☆ 《“十二五”工业转型升级投资指南》；

- ☆ 《重大技术装备自主创新指导目录（2012年版）》；
 - ☆ 《全国轴承行业“十二五”发展规划》；
 - ☆ 《国家能源科技“十二五”规划》；
 - ☆ 《产业结构调整指导目录（2011年本）》；
 - ☆ 《机械基础件、基础制造工艺和基础材料产业“十二五”发展规划》；
 - ☆ 《（2011-2020）海洋工程装备产业创新发展战略》；
 - ☆ 《船舶工业十二五规划》；
 - ☆ 《大型铸锻件十二五规划》；
 - ☆ 《钢铁工业“十二五”发展规划》；
 - ☆ 《国家核电中长期发展规划（2005-2020）》；
 - ☆ 《“十二五”机械工业发展总体规划》；
 - ☆ 《机械基础零部件产业振兴实施方案（2010-2012）》；
 - ☆ 《石油和化学工业“十二五”发展规划》；
 - ☆ 《中国齿轮行业“十二五”发展规划纲要》；
 - ☆ 《高端装备制造业“十二五”发展规划》；
 - ☆ 国务院批复的《山东半岛蓝色经济区发展规划》；
 - ☆ 《山东省机械基础零部件关键材料及基础工艺“十二五”规划》。
- 因此，该项目完全符合国家及山东省的产业发展政策。

综上所述，项目建设符合国家产业发展政策、装备制造业振兴的重点，可突破高端装备的生产瓶颈，实现规模化生产。同时，满足国内外急需的高端装备的需要，还可促进山东装备制造业的结构优化、产业升级、打造先进的高端装备特种基础零部件制造基地，推动山东省蓝色经济区发展，促进威海市现代化工业的可持续发展。因此，抓紧开展本项目建设是十分必要的和非常迫切的。

1.5 可行性研究的范围及主要结论

1.5.1 可行性研究的范围

本项目可行性研究报告，通过对建设项目的电力、石化、海洋工程、轨道交通、国防军工、航空航天等产品需求预测、产品方案和建设规模、建设条件及公用辅助配套设施、工程技术方案、原辅料材料供应情况、环境保护及综合治理意见、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进行全面分析论证，从市场、技术、资源、环保、安全、节能等方面，进行全面、系统地分析，论证项目建设的必要性和可行性。

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、社会效益进行了认真客观的分析。

1.5.2 项目所属行业

本项目采用了铸造→锻造及热处理→机加工工艺流程，生产高效火电、先进核电、大型风电、石油化工、轨道交通、海洋工程、国防军工、航空航天等高端装备机械部件产品，与一重、二重、上重、中信重机等国家装备制造企业工艺流程完全相同，符合国家“十二五”发展规划和国家重点支持与鼓励发展装备制造行业的要求。

根据《国民经济行业分类》国家标准（GB/T4754--2002）之规定，本项目属于 C 类—制造业，位列第 35 大类—通用设备制造中的第 359 类，即：金属铸、锻加工。

综上所述，本项目属于机械装备制造业。

1.5.3 主要结论

1) 本项目建设符合国家十二五规划重点发展电力、石化、轨道交通、海洋工程、国防军工、航空航天等高端装备制造业产业政策的要求，产品符合国内外市场对高端装备的需求；

2) 本项目建设通过科学策划和设计满足环保、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) 本项目按照总体规划设计、分期建设实施原则，一期以高端装备特种基础零部件为产品，主要建设铸造生产线一条、精品生产线一条、锻造及热处理生产线一条，以及全厂的公用辅助配套设施；在一期投产后，视市场情况择机进行二期建设，建设海洋工程装备生产线、石化装备生产线、核电与火电装备生产线，产品增加海洋工程、石油化工、先进核电等大型、超大型高端装备。

4) 本项目一期工程投产达产后，将形成高效火电、先进核电、石油化工、轨道交通、海洋工程、国防军工、航空航天成套和批量生产能力，年产高端装备 12 万吨；将成为国际一流的高端装备特种基础零部件制造基地；

5) 本项目建设内容主要包括铸造车间、精品车间、锻造及热处理车间，同时设计中还考虑了给排水、供配电、通风采暖、综合仓库、办公楼、理化中心、综合楼、职工倒班宿舍等生产和生活辅助设施；在总图布置中还预留了海洋工程装备生产线、石化装备生产线、高效火电及核电装备生产线用地。

6) 本项目新增投资 230191 万元，其中，自筹 150191 万元，包括项目资本金 150191 万元，拟申请银行中长期项目贷款 80000 万元。投资分项为：固定资产投资 200191 万元，铺底流动资金 30000 万元。

7) 本项目达产后年可实现营业收入 497850 万元，税后利润总额 57002 万元，营业收入利润率 11.44%，财务内部收益率（税后）18.80%，投资回收期（税后）7.9 年，借款偿还期为 10 年。

8) 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，项目潜在的社会效益显著，该项目是可行的。

综上所述，本报告认为，项目建成投产后，华东重装将成为国际一流的高端装备制造基地，其工艺技术水平和生产制造能力将跃居同行业前列，具有非常强的国际竞争力。更为重要的是，该项目的建设顺应高

端装备的发展方向，提高了我国在高端装备制造业的生产技术水平，极大地缩短了高端装备制造与国际先进水平的差距，可为国家节约大量外汇，企业经济效益与社会效益显著，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	项目名称	单位	增量指标
一	主要数据		
1	年产量	万吨	12
2	销售收入	万元	497850
3	销售税金	万元	2873
4	增值税	万元	28728
5	利润总额	万元	76002
6	生产工人总数	人	3000
7	固定资产投资	万元	200191
8	铺底流动资金	万元	30000
9	项目资本金	万元	150191
二	主要指标		
1	投资利润率	%	11.44
2	贷款偿还期	年	10
3	投资回收期：所得税后	年	7.9
4	内部收益率：所得税后	%	18.8
5	财务净现值：所得税后	万元	427404
6	盈亏平衡点	%	46.62

2. 企业基本情况

2.1 企业简况

威海华东重型装备有限公司是威海华东数控股份有限公司（以下简称“华东数控”）投资设立的以电力、石油化工、海洋工程、轨道交通

等高端装备制造为主的装备制造企业。该项目实施后，与华东数控控股子公司威海华东重工有限公司紧密结合和优势互补形成了从熔炼、精炼、铸造、锻压、热处理、机加工到装配的完整产业链。建成国际最先进、生产能力最强的高端装备制造基地。

2.2 拟投资方情况

华东重装高端装备特种基础零部件制造项目计划投资 230191 万元，其中：固定资产投资 200191 万元，铺底流动资金 30000 万元。

项目拟通过引进财务或战略投资者以增资入股方式筹集项目资本金 15 亿元，银行贷款 8 亿元。截止本可研报告报出日，华东重装股东已到位注册资金 45232 万元，华东重装将利用华东数控的上市公司的优势及影响力，吸引新投资者募集项目资本金，拟募集项目资本金 15 亿元。

威海华东数控股份有限公司（以下简称华东数控），是 2002 年成立的以数控大型机床及功能部件为主营业务的高新技术企业，注册资本 25749.56 万元。2008 年 6 月，经中国证监会批准在深圳证券交易所中小板成功上市，2010 年 4 月又进行一次公开增发，首发及增发共募集资金 6.5 亿元。华东数控占地面积 66 万平方米，建筑面积 30 万平方米。截止 2010 年底，华东数控总资产 20.4 亿元，净资产 11.2 亿元，实现销售收入 6.7 亿元，实现净利润 9842 万元。

华东数控自成立以来，坚持走自主创新的发展道路，始终把高新技术的科研开发视为企业保持高速发展的基础和关键。通过自主研发、合作开发、引进消化等多种方式拥有了国际先进或国内领先水平，获得专利 66 项，其中发明专利 17 项，著作权 3 项。先后荣获了“国家火炬计划重点高新技术企业”、“山东省高新技术企业”、“中国 AAA 级重质量守信誉企业”、“品牌综合影响力十强企业”、“中国数控铣床制造十强企业”、“中国数控机床自主创新第一品牌”、“中国品牌 500 强”、“最具市

场竞争力品牌”、“中国行业十大影响力品牌”、“中国专利山东明星企业”等荣誉；公司自主研发的 SGN30130A 定梁式数控龙门导轨磨床荣获“山东省技术创新优秀新产品一等奖”；CPNT2080B 定梁式龙门加工中心荣获“山东省技术创新优秀新产品二等奖”；VS30125 立式加工中心荣获“山东省技术创新优秀新产品三等奖”；C-600 数控外圆磨床荣获“山东省技术创新优秀新产品三等奖”；HC500 卧式加工中心荣获“山东省技术创新优秀新产品二等奖”；公司自主研发的 BZM-650 博格式轨道板专用数控磨床荣获“山东省技术创新优秀新产品一等奖、中国机械工业科学技术奖二等奖”。产品技术达到国际先进水平。公司立足国内市场，依托国家重点工程项目，以替代进口为目标，实现了高速稳健发展。

2.3 建设地自然条件及环境

2.3.1 自然条件

本项目建设地拟设定为中国山东威海乳山市经济开发区临港产业区内。

乳山市位于山东省的东部，胶东半岛东南部，隶属威海市。地理位置处于东经 121°11'-121°51'，北纬 36°42'-37°07'之间，南北长 47km，东西宽 60km，总面积 1583km²。市域南临黄海，北接牟平，西与海阳接壤，东隔黄垒河与文登相望，隔海与韩国相对。

乳山市在区域构造位置上处于胶北断块隆起东端的北部边缘。地层由早元古界荆山岩群、中生界莱阳群及新生界第四系组成。

乳山市属暖北温带东南亚季风型大陆性气候，地处中纬度季风气候区，因处黄海沿岸，海洋性气候突出，表现出春寒、夏凉、秋暖、冬温，昼夜温差小，无霜期长，大风多等特点。历年平均气温为 11.4℃，极端最高气温 36.7℃，极端最低气温-20.3℃。八月份最热，平均气温 24.7℃左右，一月最冷平均气温-2.7℃左右。全年日平均气温大于 0℃的天数为 280 天左右，平均气温大于 10℃的天数为 200 天左右。最大冻土深度

50cm。

2.3.2 交通条件---铁路、公路、港口等

项目的主要交通道路宽约 30 米，交通十分便利，有威海—青岛高速公路，港口距厂区 6.5 公里，拥有 1 万吨级码头，距飞机场 75 公里，开通有北京、广州、济南、深圳、海口、哈尔滨、温州、大连、西安、成都等多条航线；火车站距厂区仅 10 公里。

2.3.3 配套条件-水源、供电、供气、其他

供水：市政给水管线可直接接入公司，可满足工厂用水需求。

供电：一期工程暂由与厂区比邻的新港 110KV 变电站提供，二期工程由当地政府配套建设的 220KV 变电站供给，因此，该项目用电有保障。

供气：项目建设所需天然气由北京燃气公司（乳山）提供。

通讯：由乳山电信公司解决。

3.市场预测及生产纲领

3.1 市场预测

3.1.1 电力行业分析

☆高效火电行业：

随着我国国民经济的快速发展，用电紧张的问题日益严重突出，据有关部门统计，中国大陆发电设备总装机容量和年发电量均列世界第二位，但我国人均发电装机容量位列世界第 80 名以后，年人均用电量还不到世界平均水平的一半。节约能源，提高热效率，发电设备向大容量、高参数发展已成当今发电设备的发展趋势。

超临界发电技术日趋成熟，超超临界机组也已批量投运，国外已具有完整而成熟的设计、制造技术。因此，技术成熟的大容量超临界和超超临界机组将是我国清洁煤发电技术的主要发展方向，也是解决电力短缺、能源利用率低和环境污染严重等问题的现实而最有效的途径。

我国的超临界化起步晚，现在已比火电先进国家晚了近 40 年。尽管“十一五”期间国内主要重大装备生产厂家开展了大量技术研究工作，取得了较显著成果，但作为核心部件的 12%Cr 型高中压转子、超纯净低压转子等基础部件，由于生产工艺落后、制造技术难度大、需要配套设备多等诸多原因，目前仍需大量进口。

据了解，我国 600MW 以上机组的汽轮机、电机的低压转子目前还主要靠进口解决，而进口的交货期长，价格一般比国内高 30%-50%。

因此，在目前国际竞争形势日趋激烈的情况下，加速超临界机组用 12%Cr 型高中压转子、超纯净低压转子、12%Cr 型汽缸体、高参数机组汽轮机用大规格叶片、600MW 以上机组大型高氮钢护环、超超临界火电机组关键锅炉管等核心部件的开发研制、工艺优化与批量生产，加快高端装备国产化的进程，尽快赶上或超过世界发达国家水平，这将为提升我国高端装备制造业水平、增强国际市场竞争力提供更有力的保证，并且具有重大的经济意义和深远的战略意义。

☆核电行业：

相比其他发电方式，核电具有技术成熟、运行稳定、容量大、运行小时数高、发电波动性小、经济成本低等诸多优点。因此，已经成为世界各国普遍发展的发电方式。虽然受日本 2011 年核泄漏事件影响，但是除了日本、德国对核电持消极态度外，其他各国均表示要积极发展核电。2012 年 2 月，美国时隔 34 年后再次批准新建 AP1000 核电站，中国大力发展核电是大势所趋。国家十二五发展规划中明确提出，AP1000 将成为中国核电的发展方向。因此，消化吸收 AP1000 核电关键设备材料制造技术，成为国内重型装备制造企业研究的热点和发展的重点。

随着核电技术向大型化的不断发展，对其关键零部件的要求也越来越高。大型先进压水堆核电中的反应堆压力容器（RPV）（包括：整体顶盖、一体化接管段、堆芯筒体、过渡段及下封头等）、蒸汽发生器（SG）

(包括: 椭球封头、锥形筒体、管板、水室封头及上下筒体等)、主管道及常规岛等关键设备所需整锻汽轮机低压转子、发电机转子等基础部件的制造技术和生产能力, 已成为制约全球核电高速发展的主要瓶颈。

我国为了加速核电发展, 从法、美等发达国家引进了二代、二代加及三代核电设计及制造技术, 目前在建的项目已有二十多台机组。由于全球制造核电装备的能力及水平非常有限, 再加上一些“保障条件”等限制, 使得我国已开工的一些二代加及三代核电项目因锻件受制于人而无法按期投产。因此, 我国必须独立自主地研究和掌握核电装备制造的关键技术, 解决超大型核电装备制造的瓶颈问题, 才能真正实现大型先进压水堆核电设备的国产化, 从而确保国家核电战略发展的需要。

3.1.2 石化行业

中国石油 2008、2009 年炼油及化工板块投资额分别为 306、425 亿元, 2010 年为 495 亿元。其中约 264 亿元用于炼油设施建设和扩建, 主要包括四川石化、呼和浩特石化等大型炼油项目的建设; 约 231 亿元用于化工设施建设和扩建, 主要包括四川石化、抚顺石化、大庆石化等大型乙烯项目建设。

中石化炼油和化工板块的资本支出, 2009 年为 154 和 252 亿元, 2010 年分别为 223 和 200 亿元, 包括武汉乙烯、燕山丁基橡胶项目。为支持北京石化新材料科技产业基地建设, 推动首都石化产业结构升级, 中国石化集团不断加大对燕山石化公司的投资, 计划 3 年投资 200 亿元, 其中 2010 年投资 75 亿元, 用于 13 个重点项目建设, 包括燕山润滑油系统提高产品质量技术改造、9 万吨/年丁基橡胶装置建设、中国石化与三菱化学合资 15 万吨/年双酚 A、6 万吨/年聚碳酸酯等 3 个中国石化集团的重点项目。

加氢反应器和压缩机是石化生产过程中最为关键的核心装备。随着装置的大型化, 加氢裂化和加氢精制规模将达到 300-350 万吨, 大型加

氢反应器的需求量还将增加，预计每年需锻焊结构的厚壁重型容器 30 台左右，其中千吨级以上加氢反应器占三分之一。厚壁锻焊结构的重型容器需求量约为年均 2 万吨左右。

3.1.3 海洋工程行业

2030 年前，原油仍将是最大的能源消费品种，陆地石油供应量将在 2015 年前后达到峰值。深海油气资源丰富，深海油气田的平均储量明显大于浅海，并且深海油气田单位储量的综合成本并不高于浅海，随着原油价格逐步上升，未来海洋油气田将逐渐成为勘探和开发的重点。

海洋工程装备是深海战略的基础，主要包括钻井平台、采油平台、辅助设备三大类。钻井平台以 Jackup 和 Floater 为主，从目前的发展趋势看，Floater 将比 Jackup 率先复苏，且对其有一定的替代效应。采油平台中 FPSO 占据 60% 的份额，是目前主流采油设备，而改装量占 FPSO 整体量的 60%。中国目前钻井平台落后明显。

另据权威人士预测，到 2020 年，我国海工装备的全球市场份额有望达到 35%，保守估计 2020 年全球海洋油气开发支出达到 5000 亿美元，则全球海工装备市场容量约为 1125 亿美元，对应中国的海工装备市场容量约 400 亿美元，相当于现有市场容量的 11-13 倍，空间非常广阔。

另外，2009 年，以国家五大发电集团为首的开发商协同整机商已经在辽宁、河北、天津、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东等省市的沿海地区布局了潮间带和近海风电资源，为下一步开发沿海风电打下了基础。目前我国已规划的海上风电装机容量达 1710 万千瓦，开发前景广阔。由于我国沿海省份工业发达，耗电量大，而我国的陆上风能资源则主要在西部地区，远离负荷中心，长距离输电受到电网建设进度的制约，海上风电则靠近负荷中心，开发海上风电是我国风电发展的必然趋势，甚至我国对海上风电的需求远胜于其它国家。

结合未来 10 年风电的快速发展来看，风电设备制造行业整体仍有

着很好的发展机遇。但从目前看行业也存在一些问题，主要表现在：关键设备仍依赖进口，如机组主要轴承、风机控制系统等与国外仍有较大差距，特别是主要轴承的可靠性、使用寿命等方面难以在短时间内赶上。

3.1.4 轨道交通

交通运输业是国民经济的动脉，具有运量大、速度快、占地少、能耗低、污染小、成本低、全天候的特点。其可分为城市间的重轨轨道交通（铁路）和城市内的地下铁路（地铁）、轻轨铁路（轻轨）、有轨电车、磁悬浮列车、悬挂式轨道等城市轨道交通。

客运专线和高速铁路的建设提速，“十二五”期间将投入约四万亿；城市轨道交通“十一五”期间开始爆发式增长，到 2015 年规划投资近一万亿。巨额投入将使整个轨道交通产业链受益。

铁道部原来规划 2012 年高铁里程 1.3 万公里，2020 年 1.6 万公里，根据目前各地的高铁建设进程和规划，以及铁道部新批立项的情况，高铁里程（包括“四纵四横”客运专线和城际高铁）到 2012 年将突破 1.5 万公里，2015 年突破 2.5 万公里，总投资额达 3 万亿，将提前 7 年实现中长期规划。

在外贸和房地产两大经济增长引擎已然失去的情况下，政府在未来五年必然保持高强度的基建支出，而在高速公路过度建设致使公路“局部过剩”的今天，长期欠发展的铁路将成为国家基建投资宣泄的重要出口。

3.1.5 高端模具模块

目前，国产模具行业使用的合金钢模具已超过 100 万吨/年，而合金钢模具由于涉及到复杂的合金组分，所以生产工艺壁垒较高。2010 年全国模具钢产量在 90-100 万吨左右，其中低端产品已经产能过剩，部分形成出口，而由于品种、质量、尺寸规格及性能等方面的原因，大约 40% 的中高档模具材料需从国外进口，大概为 15 万吨/年左右。

3.1.6 大型冶金装备

轧辊是轧制钢铁及有色金属板材的大宗消耗备件，对企业的生产效率和所轧制产品的质量影响非常大。近年来，国内新建的大批板带轧机和 H 型钢轧机基本上都是引进国外轧钢装备和工艺技术，其核心的轧辊设备主要依赖进口解决。据不完全统计，目前我国大型板带轧机和宽带连轧机所使用的轧辊约有一半以上需要进口，国际上的先进轧辊企业及其生产的各种类型的优质轧辊已悉数进入国内市场。宝钢宽带钢连轧机使用的大型板带轧辊约 70% 需从国外进口，直径 1m 以上的大型锻钢支承辊需从国外订购，特厚板轧机支承辊的订货交货期已经排到了 2015 年以后。2200 毫米以上的特大型支承辊因其工艺技术复杂、制造难度大，国内长期依赖从日本、德国等国家进口。

3.1.7 国防军工、航空航天

① 高温合金

高温合金属于航空航天材料中的重要成员，是制造航空航天发动机的关键材料。发动机的性能水平在很大程度上取决于高温合金材料性能水平。在先进的航空发动机中，高温合金用量占发动机总重量的 40% - 60% 以上。

目前，我国每年花费在进口涡轮叶片备件上的费用高达上亿美元，国内燃气轮机发展前景为高温合金的使用提供了巨大的空间，而且每年的备件供应将是非常稳定的需求，初步预计市场空间在 10 亿元以上。

② 舰艇用材料

现代舰艇，例如海上高速补给船、各种水面舰和潜艇，其船体和其它关键部件用材料，因所处各种复杂环境的不同及特殊任务要求，不仅对材料的强度和耐腐蚀性有极高的要求，还要能经受住来自爆炸、外来物撞击和碰撞等高加载率的作用，这种作用会由于温度的变化而加剧。所以，现代舰艇用材料要求在各种温度、各种加载率下具有高的强度和

韧性、高的耐腐蚀性和良好的焊接性能。

例如，代号为 980 的舰艇用材料是一种屈服强度不小于 785MPa 的高强度、高韧性及可焊接耐压壳体材料。也是我国当前强度最高、韧性最好的耐压壳体材料，其技术含量之高，制造难度之大，至今未获得突破。

③钛合金材料

钛合金以其高的比强度、较宽的工作温度范围和优异的抗腐蚀能力，广泛用于航空航天领域。

就目前发展趋势来看，越是先进、宽体飞机，其用钛量也越大，军用飞机方面，美国 B-2 轰炸机、法国幻影 2000 及俄 Cy-27CK 战斗机的用钛量分别为 26%、23%、18%，而美国 2006 年以后服役的最先进四代战斗机 F22 的用钛量高达 39-41%。

据国际航空权威组织 The air line monitor 预测，2008 年-2010 年仅双通道飞机一个单项的用钛量就将达到近 7 万 t，而钛加工材产量居世界第二的中国 14 家企业 2009 年的钛材总产量只有 2.77 万 t，市场潜力巨大。

3.2 高端装备制造技术发展状况

3.2.1 电站用装备

(1) 超超临界高效火电、核电汽轮机护环

护环是汽轮发电机上关键构件，热套在转子的两端，起到固定绕组线圈端部作用，护环随着转子做高速旋转，承受较大的离心应力及槽端线圈绕线对护环的叠加载荷。因此，护环需要具有较高的屈服强度，同时为避免护环在强磁场工作过程中因电磁感应造成护环发热，影响发电机效率及安全性，所以，护环必须由奥氏体无磁钢材料加工制造。

目前，国际上制造护环的主要材料为 1Mn18Cr18N，由于 1Mn18Cr18N 护环制造难度巨大，国内汽轮发电机厂家所需 600MW 以

上规格的护环（材料 1Mn18Cr18N）全部依赖进口。

据估计，护环材料年需求 8000 吨。小护环可以用普通模铸生产，锭重约 3-5 吨，大型护环材料一般要求通过电渣重熔来生产，电渣锭重量 8-12 吨，直径约 $\Phi 800-1200\text{mm}$ 。

（2）超超临界高效火电、核电汽轮机叶片

汽轮机叶片分为静叶片和动叶片，担负着将高温蒸汽的热能转换为机械能的作用。我国汽轮机行业的高速发展扩大了叶片的市场需求，同时随着汽轮机性能的提高，新材料的选用及推广速度越来越快。据市场粗略统计，我国十多家主要汽轮机生产企业和叶片专业生产企业年所需叶片毛坯 4 万吨左右。国内叶片毛坯生产企业由于原材料的供货质量不稳定，影响叶片产品质量和交货，因此急切期望国内高质量的毛坯替代进口。

3.2.2 高性能回转支承（又称转盘轴承）

国内回转支承生产技术水平比较低的主要原因就是回转支承内外环毛坯制造技术落后，这已经成为全国回转支承行业几十年来的心病和大难题。此类毛坯需要非常高的冶炼、精炼技术和精准的碾磨锻造技术，而国内回转支承生产企业根本无法解决上述问题。几十年来，回转支承毛坯主要来自于马钢的轮箍生产线，近几年也有个别民营企业生产回转支承毛坯，但由于技术水平落后，都没有解决毛坯的品质和精碾技术问题，毛坯的加工余量多达 50% 以上，耗能、耗材、耗时，成本居高不下。因此，尽早解决回转支承毛坯的生产技术与质量问题，尽快扭转我国高端回转支承毛坯长期依赖进口的被动局面，已成为我国回转支承生产企业的共同呼声和强烈愿望。

3.2.3 高速、重载铁路轴承部件

轴承的高速性能是决定其能否适应高速铁路的基本条件。列车要求能在非常严格的工作条件下运行。特别是在径向、轴向，而且有时在旋

转方向上也产生大的加速度的运转条件下，要求铁路轴承必须延长维修周期，且必须以最大限度的可靠性保持其功能。

目前我国高铁轴承仍然全部依靠进口，我国未来五年实现高铁轴承的国产化可能需要延缓。高铁轴承进入壁垒非常高，据调查国内目前没有厂商拥有生产高铁轴承的产品。

对于高铁轴承迟迟未攻克的技术难题，主要需要对以下几个方面进行反复试验和改良：

(1)提高轴承高速运行下寿命可靠度；(2)改良轴承的材质，采用更先进的精炼手段，提高材质的纯净度；(3)开发新结构轴承；(4)设计高铁轴承的专用润滑脂，延长使用寿命；(5)学习国外流行的大型工程塑料保持架。

3.2.4 大型锻焊结构加氢厚壁反应器

大型锻焊结构加氢厚壁反应器包括石油加氢裂化、高压分离器、热交换器和煤液化反应器等。由于其工作环境是高温、高压和监氢介质，筒体表面要堆焊不锈钢，筒体厚度都超过 300 毫米，目前反应器正向大型化方向发展，单台重量已超过 2000 吨。

目前，煤液化技术在国际上已是成熟的技术，煤液化装置的主要设备也是锻焊结构的大型容器，只是由于目前世界上的石油供应相对较充足，而煤液化与石油精炼相比，成本相对较高，才限制了其发展。

就国外大型压力容器制造而言，日本能力最强，以锻焊结构容器为主，占有世界 50% 以上的市场，是主要的 1000t 级大型容器的制造国；意大利也具有非常强的能力，制造过 1500t 级的反应器；法国、俄罗斯具有相当的实力。

3.2.5 高端模具模块

目前，我国高端模具模块存在的主要问题是：

(1)采用同样的熔炼、精炼手段，而国内生产的模具材料的纯净度比

国外差得多；

(2)与国外相比，国内生产的模具材料的各向异性较大，等向性差，纵向和横向的性能差距较大；

(3)国内生产的模具材料品种规格不成系列，而国外三大类模具每类都有系列钢种；

(4)国内生产的模具材料质量不稳定，一些特殊模具在加工和使用过程中，一旦出现问题，对厂家的损失很大。因此，国内许多模具生产企业宁可在国外采购价格昂贵的模具材料，也不使用价格较低的国产模具材料。

目前，我国高端特种模具模块主要依赖进口，进口量最大的是德国和日本，其产品单价相当于国产价格的3~5倍。

3.3 国内外同行动态分析

世界上重大装备的生产能力主要集中在日本、韩国、欧洲和中国。日本产量在75万吨左右，韩国产量在90万吨左右。国际上重大装备生产制造处于先进水平的企业主要有日本制钢所室兰制作所（JSW）、韩国斗山重工（DOOSAN）、法国克鲁索（Creusot Forge）。国内主要有一重、二重、上海电气等。

☆日本制钢所（JSW）

日本制钢所（JSW）室兰制作所整体技术水平世界领先，具有制造1000MW以上能级核电站压力容器的能力和技术，装备有100t电炉、120t超高功率电炉、150吨钢包精炼炉（3台）、150吨电渣重熔炉、80/100MN水压机（240t-m操作机，带激光测长）、120MN专用筒节油压机等重型设备，最大钢锭生产能力为730吨。日本制钢所（JSW）室兰制作所具有制造百万千瓦级以上核电站压力容器的能力和技术。在20世纪70年代初，就已经掌握了大直径筒体的体外锻造技术。1986年，采用钢包精炼炉生产了第一支600吨钢锭，且钢中P、S、Si、Mn及微

量有害元素含量极低。在 20 世纪 70 年代中期，研发了带接管段筒体的锻造工艺技术。2000 年，核电容器的封头和连接法兰采用整体锻造工艺技术进行生产，使封头制造工艺得到优化，也增强了核电装备的安全性能，同时大大缩短了制造时间，节约了大量的材料和能源，降低了制造成本。日本制钢所（JSW）以生产核电及高效火电部件见长，市场供不应求。

☆韩国斗山重工集团（DOOSAN）

韩国斗山重工集团（DOOSAN）生产能力世界最大，2008 年达到 14 万吨，最大钢锭生产能力为 690 吨。拥有 120 吨电炉，85 吨电渣炉（其 150 吨电渣重熔炉正在调试中），155 吨钢包精炼炉，130MN 压机（400t-m 操作机）等重型设备。斗山重工是继日本制钢所之后，在世界上能够生产 650 吨大钢锭的又一个大公司。具有代表性的产品是电站整体低压转子用超纯钢，牌号为 3.5%NiCrMoV，化学成份：P<0.004%，S<0.002%，Si 0.02%，Mn 0.02%，已达到世界先进水平，这类低压转子所需的最大钢锭已达到 500 吨，用于制造 1000MW 核电低压转子锻件，交货重量为 170 吨，直径大约 $\Phi 2700\text{mm}$ 左右。在压力容器的制造上（包括核电站用反应堆压力壳、化工加氢反应器）也有很强的实力和业绩。中国是斗山重工集团（DOOSAN）的主要市场。

☆法国克鲁索锻造

克鲁索锻造曾是世界最著名、法国最强的核电装备生产企业。被 Essor 集团公司收购后更名为克鲁索锻造，与同时被收购 U.I.G.M 工厂组成 SfarSteell 公司，新公司可完成包括核反应堆在内的大型核电设备从原材料到加工组装一整套制造过程，能够生产 1300MW 级核反应堆成套装备，形成了强大的核电设备制造、加工和组装的成套生产能力。其中，世界大型核电装备的市场占有率高达 40%。石油精炼反应器的国际市场占有率为 28%。主要产品有核电压力容器、蒸发器、堆内构件、主

管道及常规岛汽轮机转子，大型石化精炼反应器、加氢反应器等。该公司以生产大型下注钢锭和空心钢锭见长，特别是空心钢锭生产技术处于世界最先进地位。

☆中国一重

中国第一重型机械集团公司是我国第一个五年计划期间建成的重型装备制造企业，始建于1954年，1960年6月投产。主要产品包括冶金成套设备、重型压力容器、工矿配件、大型铸锻件、核能设备、锻压设备和重型矿山设备等重型机械装备。

一重“十一五”期间在冶炼方面新增100吨电炉和160吨钢包精炼炉及6个350吨真空铸锭室；在锻造方面，新增150MN水压机（配630t·m锻造操作机）、新增筒节轧机，12500吨水压机配400t·m锻造操作机。目前最大钢锭619吨，最大锻件400吨。

☆中国二重

中国第二重型机械集团公司始建于1958年，1971年建成投产，主要产品包括成套冶金设备、大型铸锻件、重型压力容器、工矿配件等。拥有80吨以下多台电弧炉。十一五期间，二重通过改造，新增150吨钢包精炼炉、160MN自由锻造水压机等大型设备，目前最大钢锭560吨、最大锻件300吨。

☆上海电气

上海电气重型工业集团建于1925年，主要业务包括核电设备、大型船用曲轴、冶金设备等。“十一五”期间上重在原有80吨钢包精炼炉、200吨大气下电渣重熔炉（最大电渣重熔钢锭205吨）的基础上，新增100吨电炉、120吨钢包精炼炉、450吨大气下电渣重熔炉（至今未生产出合格的大电渣锭）、500吨真空室、165MN自由锻造油压机，配套630t·m锻造操作机等设备，目前最大钢锭560吨，最大锻件350吨。

表 3-1 主要竞争对手装备对比

设备能力及供应商	EHF (T)	LF (T)	ESR (T)	最大钢锭 (T)	压机/操作机 (T/TM)
JSW	120×1	150×1	150×1 (正在调试)	730	14000/240
		145×1	20×1	600 (1986)	8000
DOOSAN	100×1 30×1	30×1	5×1	690	3000
		155×1	80×1		17000 (在建)
		150×1 (在建)	150×1 (在建)		13000
CREUSOT (克鲁索)	90×2 60×2	90×1	120×1	250(空心、真空、底注) 600	4200
					11300 (两柱)
一重	80×1 40×1 20×1	160×1	10×1	560	15000/630
		130×1			*12500
		40×1			6000/200
二重	80×1 60×1 10×1	150×1		560	14000*
		60×2			12000
		10×1			3150
上海电气	100×1 40×2 25×1	120×2	200×1	560	16500*
		80×1	450×1		12000
					1250
华东重装	120×1 60×1	120×2	150×1 (保护气氛)	750 (真空钢锭)	20000/750
		70×1	16×1 (保护气氛)	450 (空心钢锭)	8000/300
		120×1 (RH)	10×1 (加压电渣)		4500/150

威海华东重型装备有限公司通过本项目的建设，充分借鉴国内外同行业的先进技术和经验，引进国际先进的铸造、锻造等技术，招聘有丰富实践经验的生产、技术和管理骨干，在高端装备生产方面，与主要竞争对手相比将占据主动，具有很强的国际市场竞争力。

3.4 产品方案及生产纲领

3.4.1 产品方案

根据以上国内外市场分析，本项目建设初步拟定的产品方案如下：形成以高效火电、核电、轨道交通、工程机械、海洋工程、国防军工、航空航天等高端装备特种基础零部件批量生产能力。

3.4.2 生产纲领及能力

3.4.2.1 生产能力

(1) 具备浇注最大铸件 750t，浇注最大真空钢锭 750t，浇注最大空心锭 450t。年可生产高端装备特种基础零部件 12 万吨。

(2) 可提供最大装备直径 $\phi 9000\text{mm}$ 、高度 9000mm 、重量 450t ；法兰类装备最大外径 9000mm 。

3.4.2.2 生产纲领

根据国内外新能源装备制造领域的市场调研和分析，威海华东重型装备有限公司本项目确定的产品大纲详见表 3-2。

表 3-2 产品大纲

序号	产品	数量(套)	重量(t)	主要材料
一、	高端特种轴承		39500	
	1、高速、重载铁路轴承部件	72000	2500	高碳铬轴承钢 GCr18Mo、渗碳轴承钢 20CrNi2Mo
	2、1.5MW 以上风电轴承部件	30000	18000	抗疲劳磨损钢 STF、抗疲劳磨损钢 HTF、渗碳轴承钢 ZG20Cr2Ni4A
	3、高速精密冶金轴承部件	30000	18000	渗碳轴承钢 G20Cr2Ni4A
	4、大型盾构机轴承部件		1000	高碳铬轴承钢 42CrMo
二、	高端模具模块		30000	
	1、高端塑料模具模块		15000	塑料模具钢 3Cr2NiMnMo (718)、预硬塑料模具钢 NAK80
	2、高端热作模具模块		10000	热作模具钢 4Cr5MoSiV1 (H13)、高韧性锤锻模具钢 5CrNiMo
	3、高端冷作模具模块		5000	高碳高铬钢 Cr12Mo1V1 (D2)
三、	高端回转支承 (直径 1200 -8000mm)	57000	40000	优碳钢 50Mn、合金结构钢 42CrMo4
四、	超超临界高效火电、核电汽轮机护环		1500	高氮钢 1Mn18Cr18N
五、	超超临界高效火电、核电汽轮机叶片		7000	耐热钢 1Cr12Mo、马氏体不锈钢 2Cr12NiMo1W1V
六、	潜艇外壳 (国防军工)		1500	代号为 980
七、	发动机叶片、涡轮盘 (航空航天)		500	镍基高温合金 GH4133、高温合金 GH2674
	合计		120000	

3.5 项目竞争力分析

3.5.1 核心技术的领先性

为保证生产工艺技术的先进性和主要设备运行的可靠性，华东重型从国内外聘请了冶炼、精炼、铸造、锻压、热处理等专业的知名专家学者，在项目策划、论证、建设阶段即让专家参与科学决策，为项目的建设 and 投产后的平稳运行打下了坚实基础。

华东重装在强化自身工艺技术研发团队建设的同时，还积极引进国外先进技术，并与国内外知名高等院校和科研院所进行合作。

瑞士安道尔公司的技术源于法国克鲁索，公司引进了安道尔公司的真空锭浇注技术和空心锭浇注技术，包括熔炼、精炼、真空浇铸、空心锭生产等一系列工艺。其中，电炉出钢引进国外的虹吸出钢技术，可大大减少出钢下渣量；精炼工艺在国内传统 LF+VD/VOD 基础上，增加 RH 真空脱气装置，可进一步提高毛坯材料的洁净度。真空锭浇注技术的引进，可使真空锭中[H]含量达到 0.8ppm 以下，[P]含量低于 50ppm，达到国际先进水平。到目前国内还没有 160 吨以上大型空心锭成功的生产案例，而我公司超前谋划、超前行动，引进空心锭生产技术，最大可生产 450t 空心锭，填补了国内空白，从而为筒类装备的生产提供了方便，可大幅度提高材料的利用率，提高生产效率，降低生产成本，从而增加了市场竞争力。

通过成套引进国外熔炼、精炼、真空浇注、空心锭生产等一系列成熟技术，可有效地保证为高效火电、核电、石油化工提供优质、超纯净真空钢锭或空心锭。

与乌克兰巴顿电焊研究所建立了长期的全面合作关系，引进该研究所最先进的电渣重熔装置生产工艺技术，可为高效火电、核电、石化提供超纯材料，以及根据工件部位的工作要求不同生产出合格的复合材料，还可为国防军工、航空航天生产一流的高温合金材料。同时，华东

重装还可以作为巴顿研究所的产业转化基地，使其研发的新产品、新工艺、新技术在华东重装得到工业推广和应用，从而为华东重装的可持续发展提供长期的技术支持。

在引进国外先进生产技术和与国外知名院所合作的同时，华东重装也非常注重与国内知名科研院所的产学研合作。公司已与东北大学签订了特种冶炼、精炼、提纯合作协议，以确保华东重装铸造系统的工艺技术先进性，从而避免闭门造车现象的发生。与北京科技大学和燕山大学进行了友好的交流与沟通，双方都表现出极强的合作欲望，预计近期内可签订合作协议。

在成型加工设备方面，与美国奥盖尔、德国格拉玛、德国西马克、韩国斗山等重型设备制造商紧密合作，引领开发、设计、制造金属成型及加工设备以确保设备的先进性。

3.5.2 过硬的高管与专家团队

为保证生产工艺技术的先进性和重要设备运行的可靠性，确保公司成立后长期立于同行业领先地位。公司早在成立伊始，就非常重视人才的引进问题。公司先后从国内外聘请了部分高管和熔炼、精炼、铸造、锻压、热处理等专业的知名专家和学者，强化了高管与专家团队的建设，目前公司拥有了一支技术精湛、作风过硬、管理到位、科学决策的高级人才队伍。

3.5.3 得天独厚的深水良港和海运码头

纵观世界各国重机厂的建厂条件，大都拥有自己的海运码头，既便于主要原材料的购进，又便于产品的运出。离本项目所在地 6.5 公里处拥有万吨级的海运码头，可为华东重装高端装备制造项目的产品运输提供方便，从而为公司未来海洋工程装备的开发与生产储备了后劲，提高了产品的市场竞争力。

3.5.4 拥有多项世界第一

本项目建成后将拥有多项第一，具体情况如下：

(1) 把特殊钢行业的高起点、高品质、高质量与重机行业的高标准、严要求进行有机地结合，这在重机行业内尚属首创。

(2) 可浇注最大铸件 750 吨、最大真空锭 650 吨、最大空心锭 450 吨，均位列世界第一。

(3) 引进国外最新技术和生产工艺，可使大型真空锭中[H]含量达到 0.8ppm，远低于目前国内大型真空锭[H]含量 1.5ppm 的水平，达到世界最好水平。

(4) 华东重装拥有当今世界最先进的保护气氛、恒熔速、同轴导电、抽锭式、交换电极等多项技术于一身的先进电渣重熔装置，可生产超纯净材料，彻底解决核电、高效火电装备的质量问题。

(5) 拥有 200MN 快锻油压机，配备 300t/750t-m 操作机，压机立柱净间距为 9 米，净空距为 9.5 米，堪称世界第一。

(6) 锻压热处理配置 30 米井式退火装置，可对超长件进行整体淬火处理，堪称世界之最。

(7) 在主生产线上配套建设烟气余热回收利用装置，将回收的蒸汽和余热用于 VOD 真空精炼装置以及耐材、合金的烘烤，也可进行海水淡化，节约了大量能源，从而达到世界最先进的能耗水平。

4.工程建设配套条件

4.1 物料供应及协作配套

4.1.1 物料供应

华东重装利用华东数控、华东重工在国内外市场多年来已建立稳定的物料供应渠道，生产所需主要原材料、辅助材料的供应有保障。

4.1.2 协作配套

本项目产品的机加工与装配工序由该公司的兄弟单位——威海华东重工有限公司协作完成。

威海华东重工有限公司是由华东数控、希斯庄明成立的合资企业，注册资本 3268.85 万美元。主要从事大型精密机床的生产及销售及大型精密机械零部件的加工业务。拥有国内外先进的大重型精密装备生产技术和大型零部件冷加工及焊接技术。在大重型数控机床及大型精密装备加工及焊接工艺上具有较强的优势。

4.2 动力设施

1) 热处理设施采用煤气、燃气和电力等能源介质，其中天然气由北京燃气公司（乳山）提供。

2) 本项目配套建设项目还有：空分装置、空压站、制气装置、循环水泵房、区域变电所等。

3) 厂区外部供电一期暂由新港 110KV 变电站提供，二期由当地政府配套建设的 220KV 变电站供给，供电有保障。

4.3 港口码头

万吨级海运码头距离本项目厂址仅为 6.5 公里，可为本项目产品运输提供方便。

4.4 其它

本项目所用自来水、通讯网络、土地征用以及污水排放等其他外部条件均已得到落实，完全具备了全面开工建设的条件。

5. 工程技术方案

5.1 目标和原则

5.1.1 目标

本项目实现目标：可生产最大铸件 750 吨，最大真空锭 750 吨，最大空心钢锭 450t；年产高端装备特种基础零部件 12 万吨。具备高效火电、核电、石化、海洋工程、轨道交通、国防军工等高端装备制造能力。

本项目建成后，华东重装的工艺技术装备和综合生产能力将达到国际一流水平，跻身于世界一流高端装备制造行业之列。

5.1.2 原则

1) 按照高起点、高标准、高质量的原则，拟定科学合理的规划设计，统筹生产力布局，确定完整的建设方案；

2) 集成综合优势，优化资源配置，统筹整体规划，分步实施发展；紧跟世界新技术步伐和对高端装备的需求，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，将华东重装打造成国际一流的高端装备制造基地；

3) 结合企业长远发展战略进行合理布局，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) 从集团整体战略考虑，注重集团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，集团整体价值最大化；

6) 以生产纲领为基础，充分挖掘现有潜力，针对与国际知名企业在技术、管理等方面的差距和薄弱环节，引进关键设备和先进的工艺技术；

7) 高端装备制造是一个非常复杂的系统工程。因此，在工厂设计和工程建设中要充分考虑主体生产线和与之相适应的公用辅助配套设施，确保本项目的系统性和完整性，发挥出整条生产线的产能和优势，生产出高技术含量、高附加值产品。

5.2 工艺方案

5.2.1 总体思路

为确保年产高端装备特种基础零部件 12 万吨产能目标的实现，本项目需要建设铸造生产线一条、精品生产线一条、锻造及热处理生产线一条，并配套建设与之相适应的燃气、热力、给排水、供配电、理化检

验、原辅料加工配送、办公楼、职工宿舍等公用辅助设施。

主要生产设备包括 60t 熔炼炉、120t 熔炼炉、70tLF 精炼炉、120tLF 精炼炉、70tVOD 真空精炼炉、120tVOD 真空精炼炉、120tRH 真空脱气装置、连续铸造机、保护气氛电渣重熔装置、空心锭浇注装置、真空锭浇注装置、200MN 快锻油压机、80MN 快锻油压机、45MN 快锻油压机、Φ8000mm 碾环机、井式热处理炉群、高精度控温与高效节能台车式工业炉、300t/750t-m 锻造操作机、150t/300t-m 锻造操作机、60t/150t-m 锻造操作机、750t 锻造起重机、360t 淬火起重机等，使本项目的高端装备制造从熔炼、精炼、铸造、电渣重熔装置、锻造、热处理、机加工到装配的工艺装备达到国际先进水平。主要生产设备配置见表 5-1。

表 5-1 主要生产设备配置表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
1	120t 熔炼炉		套	1	
2	120t-LF 精炼炉		套	2	
3	120t-VOD 真空精炼炉		套	1	
4	120t-RH 真空脱气装置		套	1	
5	750t-VC 真空浇注系统		套	1	
6	350t-VC 真空浇注系统		套	1	
7	250t-VC 真空浇注系统		套	2	
8	150t-VC 真空浇注系统		套	2	
9	100t-VC 真空浇注系统		套	1	
10	50t-VC 真空浇注系统		套	1	
11	60t 熔炼炉		套	1	
12	70t-LF 精炼炉		套	1	
13	70t-VOD 真空精炼炉		套	1	
14	连续铸造机		套	1	
15	3t 电渣重熔装置		套	1	
16	5t 电渣重熔装置		套	1	

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
17	10t 电渣重熔装置		套	1	
18	16t 电渣重熔装置		套	1	
19	150t 电渣重熔装置		套	1	
20	45MN 油压快锻机		台	1	
21	80MN 油压快锻机		台	1	
22	8000mm 碾环机		台	1	
23	200MN 油压快锻机		台	1	

5.2.2 主要产品典型生产工艺过程

1) 超超临界火电与核电汽轮机叶片、护环

生产工艺流程为：

熔炼炉熔炼-LF精炼-VOD真空精炼-RH真空脱气-真空浇注-电渣重熔（采用加压电渣重熔装置+电渣重熔空心钢锭生产技术）-加热-热锻-粗加工-摸底超探-固溶处理-胀前精加工-液压胀形强化-消除残余应力热处理-理化检验-精加工-超声波探伤-包装发货。

2) 高速、重载铁路轴承

生产工艺过程：

熔炼炉熔炼→炉外精炼（LF/VOD/RH）→钢锭浇铸（VC）→保护气氛下的电渣重熔装置→红送钢锭→切割冒口→钢锭加热→锻造→锻后热处理、无损检测及机加工→装配→标识、包装→检验→入库。

3) 百万千瓦级核电接管

外形尺寸：Φ5755/Φ4655mm×3440mm，钢锭重量 600t，锻件重量 350t，粗加工重量 260t，精加工重量 168t。

生产工艺过程：

A、实心钢锭：

熔炼炉熔炼→炉外精炼（LF/VOD/RH）→钢锭浇铸→保护气氛下的

电渣重熔装置→红送钢锭→切割冒口→钢锭加热→锻造→锻后热处理、无损检测及机加工→装配→标识、包装→检验→入库。

B、空心钢锭:

熔炼炉熔炼→炉外精炼(LF/VOD/RH)→钢锭浇铸→红送钢锭→切割冒口→钢锭加热→碾环(省去镦粗环节)→热处理、无损检测及机加工→装配→标识、包装→检验→入库。

4) 高性能回转支承

熔炼炉熔炼→炉外精炼(LF/VOD)→空心钢锭浇铸→红送钢锭→切割冒口→钢锭加热→碾环→热处理、无损检测及机加工→装配→标识、包装→检验→入库。

5) 高端模具模块

生产工艺过程:

熔炼炉熔炼→炉外精炼(LF/VOD/RH)→钢锭浇铸(VC)→保护气氛下的电渣重熔装置→热处理、无损检测及机加工→装配→标识、包装→检验→入库。

5.2.3 各车间工艺方案

5.2.3.1 铸造车间

1) 生产任务和产品信息

真空钢锭和连续铸造圆形铸件的熔炼、精炼、铸造。

2) 生产纲领

表 5-2 生产纲领表

序号	产品	产量(t)	主要材料
一、	高端特种轴承	45000	
	1、高速、重载铁路轴承毛坯	4000	高碳铬轴承钢 GCr18Mo、渗碳轴承钢 20CrNi2Mo
	2、1.5MW 以上风电轴承部件毛坯	20000	抗疲劳磨损钢 STF、抗疲劳磨损钢 HTF、渗碳轴承钢 ZG20Cr2Ni4A

	3、高速精密冶金轴承部件毛坯	19500	渗碳轴承钢 G20Cr2Ni4A
	4、大型盾构机轴承部件毛坯	1500	高碳铬轴承钢 42CrMo
二、	高端模具模块	40000	
	1、高端塑料模具毛坯	18000	塑料模具钢 3Cr2NiMnMo(718)、 预硬塑料模具钢 NAK80
	2、高端热作模具毛坯	15000	热作模具钢 4Cr5MoSiV1(H13)、 高韧性锤锻模具钢 5CrNiMo
	3、高端冷作模具毛坯	7000	高碳高铬钢 Cr12Mo1V1(D2)
三、	高端回转支承(直径1200-8000mm)毛坯	70000	优碳钢 50Mn、合金结构钢 42CrMo4
四、	超超临界高效火电、核电汽轮机护环毛坯	3000	高氮钢 1Mn18Cr18N
五、	超超临界高效火电、核电汽轮机叶片毛坯	11000	耐热钢 1Cr12Mo、马氏体不锈钢 2Cr12NiMo1W1V
六、	潜艇外壳(国防军工)	1500	代号为 980
七、	发动机叶片、涡轮盘(航空航天)	500	镍基高温合金 GH4133、高温合金 GH2674
	合计	171000	

3) 主要工艺说明

车间由配料区、熔炼区、加料区、精炼区、连续铸造区、真空锭生产区、空心锭生产区、常规钢锭生产区组成。生产厂房采用联合厂房形式，共 6 跨布置，由北向南依次为 30m 跨度的熔炼跨、15m 跨度的加料跨、33m 跨度的精炼跨、36m 跨度的连续铸造跨、30m 跨度的空心锭和大型真空锭生产跨和 33m 跨度的精整跨。

工艺路线为：

A、(120t、60t) 熔炼炉—LF/VOD/RH—空心锭浇注—空心锭；

B、(120t、60t) 熔炼炉—LF/VOD—真空锭浇注—真空锭；

C、120t 熔炼炉—120tLF/VOD/RH—连续铸造机—圆形铸件；

D、60t 熔炼炉—LF/VOD—大气下浇注—钢锭；

①配料区

配料区承担主原料加工、分类、配料任务，承担铁合金、辅助材料的储存与加工任务。炉料采用电子轨道衡+电磁起重机进行装料，过跨车运送至熔炼跨，本区域的厂房建筑面积为 37443 m²。

②熔炼区

熔炼区主要设备为 1 台 120t 熔炼炉和 1 台 60t 熔炼炉，最大出钢水量分别为 130t 和 70t。熔炼炉的烟气净化系统采用行车通过式+第四孔扑集方式，经低阻抗、抗结露脉冲布袋除尘器进行净化处理后，可达到 20mg / Nm³ 排放标准。

采用多炉合浇，可具备 750t 铸件、750t 大型真空锭和 450t 空心锭的生产能力。同时 60t 熔炼炉又能满足中小锭和铸件灵活生产的需要。

熔炼跨跨度 30m，长度 294m，行车轨面标高 28m，行车共配 5 台，2 台 32t、2 台 100t、1 台 200t 起重机承担加料及设备维修等任务。

③加料区

主要为 60t 熔炼炉、70tLF 炉、70tVOD 炉、120t 熔炼炉、120tLF 炉、120tVOD 炉、120tRH 炉加合金及辅料。其中 2#120tLF 炉和 120tRH 炉公用一套加料系统。

加料跨跨度 15m，长度 341m，行车轨面标高 37m，配有 10t 行车一台。

④精炼区

精炼区主要设备有 2 台 120tLF 炉、1 台 120tVOD 炉、1 台 120tRH 炉、1 台 70tLF 炉、1 台 70tVOD 炉，2 台 LF 炉分布在 120t 熔炼炉的两侧，120tVOD 炉为双工位，与 2#LF 炉在线布置，120tVOD 炉和 RH 炉共用一套真空系统，真空系统抽气能力 650kg/h，70tLF 炉和 70tVOD 分布在 60t 熔炼炉的两侧。120tLF 精炼炉采用炉口侧吸与半密闭罩相结合的烟气扑集方式，经低阻抗、抗结露脉冲布袋除尘器进行净化处理后，可达到 20mg / Nm³ 排放标准。

精炼区配有 80t、225t、140t、150t 行车各一台，用于吊运空钢包和盛满钢水的钢包。

⑤真空浇注与空心锭生产区

真空浇注布置在 120tRH 炉和 70tLF 炉之间，分为 50t、100t、150t、250t、350t、750t 四种真空浇注装置，可以浇注 50t-750t 范围内各种吨位的真空锭。采用 1 套抽气能力为 650kg/h 的真空系统。真空浇铸装置包括：

750tVC: 1 罐 1 盖 1 车；

350tVC: 2 罐 1 盖 1 车；

250tVC: 2 罐 1 盖 1 车；

150tVC: 1 罐 1 盖 1 车；

100tVC: 1 罐 1 盖 1 车；

50tVC: 1 罐 1 盖 1 车。

空心锭生产区布置在真空浇铸区旁边，70tVOD 炉的对面，最大可生产 450t 的空心锭。

浇注行车可以和精炼区的行车通用，并配有 2 台 400t 行车用于吊运大型钢锭。

精炼区、真空浇注和空心锭生产区在一个跨内，跨距 33m，长度为 438m，轨面标高 32m，低跨轨面标高 21m。

⑥连续铸造区

连续铸造成型设备可生产最大 $\Phi 900$ mm 圆形铸件。

⑦常规钢锭浇注区

常规钢锭浇注区主要设备有两台浇铸车，两条浇铸生产线，各种规格钢锭模，锭模修整及钢锭精整分布在浇铸生产线的两侧。

常规钢锭浇注区布置在第三、四、五跨内，与连续浇铸区并行，配有 75t 行车一台、50t 行车两台、25+25t 行车两台。轨面标高分别为 17m、

17m、13m。

4) 定员

铸造车间共需人员 800 人。

5) 车间组成

本车间建筑面积为 96048m²，车间组成见表 5-3:

表 5-3 铸造车间组成

序号	区域名称	生产任务
1	配料区	原料加工、储存及配料
2	熔炼区	熔炼
3	精炼区	精炼
4	连续铸造区	连续铸造成型
5	大型真空浇注区	大型真空锭的浇注成型
6	空心锭生产区	空心钢锭的浇注成型
7	常规钢锭浇注区	常规钢锭的浇注成型
8	锭模库	锭模存放、精整和修复
9	连续铸造的铸件存放区	圆形铸件存储
10	中间包、钢包维修区	中间包、钢包的修砌
11	车间办公楼	车间办公

6) 动力、物料消耗

本项目所需原材料年需要量见表 5-4、动力耗量见表 5-5:

表 5-4 主要原材料、燃料需要量表

序号	名称	单位	年需要量	供应来源
1	废钢	万吨	27	市场采购
2	生铁	万吨	18	市场采购
3	各种合金	t	4	市场采购
4	石灰	t	9600	市场采购
5	耐火砖	t	2298	市场采购
6	耐火粘土	t	410	市场采购

序号	名称	单位	年需要量	供应来源
7	电力	万 kwh	8306	
8	水	万吨	69	

表 5-5 铸造车间动力耗量表

序号	动力名称	单位	安装容量	动力消耗量	
				小时平均	小时最大
1	电力	KVA	188303		
2	天然气	Nm ³ /h		1400	1600
3	压缩空气	Nm ³ /h		4600	9200
4	循环冷却水	m ³ /h		7600	4800
5	生产用水	m ³ /h		60	100
6	氩气	Nm ³ /h		460	520
7	氧气	Nm ³ /h		12000	15000

5.2.3.2 精品车间

该车间厂房共由 4 跨组成，一跨为小电渣炉跨，轨面标高 14m；二跨为生产准备跨，轨面标高 14m；三跨为抽锭电渣炉跨，轨面标高 18m；四跨为大电渣炉跨，轨面标高 23m。

精品车间厂房长度 120m，包括 30m 跨、21m 跨、30m 跨和 18m 跨，厂房建筑面积 11880m²。

(1) 大电渣炉跨：

此跨轨面标高为 23m，厂房跨度为 30m，设 225/75t 桥式起重机 1 台，32/5t 桥式起重机 1 台，均为 A6 工作制。此跨布置 150t 保护气氛电渣重熔炉 1 台，预留 200t 电渣重熔炉 1 台。

(2) 抽锭电渣炉跨：

此跨轨面标高为 18m，厂房跨度为 21m，设 50/10t 桥式起重机 1 台，32/5t 桥式起重机 1 台，均为 A6 工作制。此跨布置 16t 抽锭式保护气氛

电渣重熔炉 1 台，预留 16t 抽锭式保护气氛电渣重熔炉 3 台。

(3) 生产准备跨:

此跨轨面标高为 14m, 厂房跨度为 30m, 设 50/10t 桥式起重机 1 台, A5 工作制。

(4) 小电渣炉跨:

此跨轨面标高为 14m, 厂房跨度为 18m, 设 32/5t 桥式起重机 1 台, 16/3.2t 桥式起重机 1 台, 均为 A6 工作制度。此跨布置 10t 加压电渣重熔炉 1 台, 5t、3t 保护气氛电渣重熔炉各 1 台, 预留 10t 以下保护气氛电渣重熔炉 2 台。

辅助车间及办公设施包括: 电渣炉附设变压器室、高压柜室、控制室、液压站室, 为二层建筑, 总面积约为 630m²; 控制室为二层建筑, 面积约为 396m²; 车间中其他如抛丸机控制室、渣料加热炉控制室等其他辅助房间, 均为一层建筑, 面积约为 42m²。

2) 车间定员: 100 人。

3) 动力消耗

表 5-6 精品车间动力消耗表

序号	动力名称	单位	安装容量	动力消耗量	
				小时平均	小时最大
1	电力	KVA	22000		
2	天然气	Nm ³ /h		1400	1600
3	压缩空气	Nm ³ /h		4600	9200
4	循环冷却水	m ³ /h		7600	4800
5	生产用水	m ³ /h		60	100
6	氩气	Nm ³ /h		460	520
7	氧气	Nm ³ /h		12000	15000

5.2.3.3 锻造车间

1) 生产任务和生产纲领

本车间承担生产高效火电、核电等高端装备部件毛坯的锻造加工任务。设计具备锻造最大钢锭 750t、最大空心锭单重 450t、筒环形类锻件最大外径 $\Phi 9000\text{mm}$ 的生产能力，生产纲领为年产各种锻件 10.6 万吨，详见表 5-7。

表 5-7 锻造车间生产纲领表

序号	产品	产量(t)	主要材料
一、	高端特种轴承	33000	
	1、高速、重载铁路轴承部件	3000	高碳铬轴承钢 GCr18Mo、渗碳轴承钢 20CrNi2Mo
	2、1.5MW 以上风电轴承部件	10000	抗疲劳磨损钢 STF、抗疲劳磨损钢 HTF、渗碳轴承钢 ZG20Cr2Ni4A
	3、高速精密冶金轴承部件	18500	渗碳轴承钢 G20Cr2Ni4A
	4、大型盾构机轴承部件	1500	高碳铬轴承钢 42CrMo
二、	高端回转支承（直径 1200-8000mm）	60000	优碳钢 50Mn、合金结构钢 42CrMo4
三、	超超临界高效火电、核电汽轮机护环	2000	高氮钢 1Mn18Cr18N
四、	超超临界高效火电、核电汽轮机叶片	9000	耐热钢 1Cr12Mo、马氏体不锈钢 2Cr12NiMo1W1V
五、	潜艇外壳（国防军工）	1500	代号为 980
六、	发动机叶片、涡轮盘（航空航天）	500	镍基高温合金 GH4133、高温合金 GH2674
	合计	106000	

2) 主要设计原则及措施

①锻造、热处理车间厂房由 200MN 锻造油压机主跨 579×36m，重型压机泵站炉尾跨跨 579m×30m；45MN 与 80MN 快速锻造油压机主跨 579m×30m，压机泵站炉尾跨跨 579m×30m；性能热处理主跨 579m×30m，性能热处理炉炉尾、循环设备跨 579m×30m 组成，总建筑面积约 107694 m²；

②压机主跨布置有大截面火焰切割机 1 台（切割直径 $\geq\Phi 3000\text{mm}$ ），

600t、450t 钢锭保温运输平车各 1 台（与铸造车间相连接），燃气加热炉 7 台，热处理炉 14 台，20000t 快速锻造油压机 1 台，750t-m 全液压轨道式锻造操作机 1 台，550/125t 运输行车 1 台，750/200/75t 锻造起重机 1 台，450/100t 运输行车 1 台，250/50t 运输行车 1 台，450t 电动平车 2 台（通往热处理车间）。

③压机泵站炉尾跨布置有 200MN、45MN、80MN 锻造油压机加热炉和锻后热处理炉炉尾、烟道，液压机泵站及高压配电室。该跨内设有 50/10t 行车 1 台，16/3.2t 电动单梁起重机 1 台。

④45MN 与 80MN 压机主跨布置有 45MN、80MN 快速锻造油压机各 1 台， $\Phi 8000\text{mm}$ 碾环机一台、150t-m、300t-m 全液压轨道式锻造操作机 1 台，40t 锻造装取料机 1 台，150/50/10 锻造起重机 1 台，200/50t 运输行车 1 台，150/30t 运输行车 1 台，100/20t 运输行车 1 台，50/10t 运输行车 1 台，32/5t 运输行车 1 台，燃气加热炉 11 台，热处理炉 16 台，公用 450t 电动平车 2 台（通往 200MN 压机跨和热处理车间）。

⑤45MN 与 80MN 压机泵站炉尾跨布置有 45MN、80MN 快速锻造油压机加热炉和锻后热处理炉炉尾、烟道，液压机泵站及高压配电室。该跨内设有 50/10t 行车 1 台，16/3.2t 电动单梁起重机 1 台。

⑥性能热处理主跨布置有 8 台井式热处理炉，台式热处理炉 12 台，开合式筒体热处理炉 4 台，井式淬火冷却槽和平面冷却槽共 9 台，360/80t 淬火起重机 1 台，150t+150t 筒体起重机 1 台，和 450/100t 运输行车 1 台，200/50t 运输行车 2 台，100/20t 运输行车 1 台，75/20t 运输行车 1 台，公用 450t 电动平车 2 台。

⑦性能热处理炉炉尾、循环设备跨布置有循环水、油泵站，热处理炉炉尾及烟道，200/50t 运输行车 2 台，100/20t 运输行车 1 台，公用 450t 电动平车 2 台（通往 200MN 压机跨和热处理车间）。

⑧物流运输：热钢锭由 650t 钢锭保温运输平车从铸造车间运至锻造

车间；车间内同跨运输通过行车实现，不同跨内运输通过电动平车；锻造车间生产的锻件通过车间中部的 450t 电动平车运往热处理车间。

4) 主要工艺过程

热钢锭从铸造车间通过钢锭保温车热送至锻压车间，进加热炉加热，经加热达到锻造温度后，通过行车运往锻造油压机进行墩粗、拔长等多火锻造，而后送锻后热处理炉进行第一热处理；对于筒环形锻件，采取马架扩孔的方式锻造，锻好的筒节锻件送往锻后热处理炉进行第一热处理；锻件经第一热处理后进行粗加工，加工后进行调质热处理，热处理后的锻件，根据技术要求，切取宏观组织试片及机械性能试样，进行理化试验，合格的锻件可送往库房存储。

5) 主要设备

①200MN 快速锻造油压机：垂直最大净空距 9500mm，柱间距 9000mm，活动横梁最大行程 5500mm。

工作介质为液压油，工作压力 $\leq 35\text{Mpa}$ ，液压驱动。该压机具有 3 个 $\phi 1500$ 内径的主缸，每个主缸的锻造能力 60MN；可以将墩粗冲孔以后的空心坯料锻制成毛坯外径达到 $\phi 9000\text{mm}$ 、高度 6000mm、重量 450t 的筒形锻件。该设备具有世界最先进全自动数控检测系统，锻制曲线和锻制力根据锻件不同，系统自动调整设置，自动尺寸检测，高精度控制，具有故障自我诊断、报警系统。

②750t-m 锻造操作机，最大夹持力 300t。

③80MN 快速锻造油压机，配 150t/300t-m 操作机。

④ $\Phi 8000\text{mm}$ 碾环机。

⑤45MN，配 60t/150t-m 操作机。

⑥750/200/75t、150/50/10t 锻造起重机。

⑦设置不同结构、不同容积、不同承重量的锻造加热炉 18 台。

设置不同结构、不同容积、不同承重量的锻后热处理炉 30 台。

6) 车间定员

本车间需职工人数为：500 人，其中生产工人 320 人，辅助工人 100 人，技术管理人员 80 人。

7) 动力耗量

表 5-8 锻造车间动力耗量表

序号	动力名称	单位	安装容量	动力消耗量	
				小时平均	小时最大
1	电力	Kw	13750		
2	混合气	m ³ /0.1Mpa		48040	64200
3	压缩空气	m ³ /0.6Mpa		370	750
4	循环冷却水	m ³		1800	2900
5	生产用新水	m ³		70	110
6	氧气	m ³ /1.4Mpa		300	1200

5.2.3.4 热处理车间

1) 生产任务及生产纲领

承担超超临界火电、核电汽轮机护环、叶片等高端装备基础部件的性能热处理；

生产纲领：按 12 万吨 / 年高端装备基础零部件生产纲领考虑，热处理车间的年产量为 10.6 万 t，其生产纲领表详见表 5-9。

表 5-9 热处理车间生产纲领表

序号	产品	产量 (t)	主要材料
一、	高端特种轴承	33000	
	1、高速、重载铁路轴承部件	3000	高碳铬轴承钢 GCr18Mo、渗碳轴承钢 20CrNi2Mo
	2、1.5MW 以上风电轴承部件	10000	抗疲劳磨损钢 STF、抗疲劳磨损钢 HTF、渗碳轴承钢 ZG20Cr2Ni4A
	3、高速精密冶金轴承部件	18500	渗碳轴承钢 G20Cr2Ni4A
	4、大型盾构机轴承部件	1500	高碳铬轴承钢 42CrMo

二、	高端回转支承（直径1200-8000mm）	60000	优碳钢 50Mn、合金结构钢 42CrMo4
三、	超超临界高效火电、核电汽轮机护环	2000	高氮钢 1Mn18Cr18N
四、	超超临界高效火电、核电汽轮机叶片	9000	耐热钢 1Cr12Mo、马氏体不锈钢 2Cr12NiMo1W1V
五、	潜艇外壳（国防军工）	1500	代号为 980
六、	发动机叶片、涡轮盘（航空航天）	500	镍基高温合金 GH4133、高温合金 GH2674
	合计	106000	

生产组织：

热处理车间设计按照工件类型进行生产组织，按零件特点分为长轴类件井式炉生产区、筒节专用炉生产区等零件台车炉生产区。

2) 主要设计说明

①车间工艺设计考虑车间各工部内部以及本车间与相邻车间之间的物料输送关系；布局上除考虑台车炉区、井式炉区分开外，主要加热设备将按工艺相似性及类似零件集中在生产单元内组织生产的原则进行布置，同时考虑进出料便利；

②热处理车间位于锻造厂房最南跨，跨度为 30m 跨，根据生产任务及锻件热处理工艺特点，热处理工艺装备分成台车炉生产区、筒节开合炉区、井炉生产区。

③热处理设备：根据工艺要求，性能热处理炉采用电和燃气加热，满足工艺与工件机械等性能的要求。

④根据各类产品件的技术要求，热处理工艺主要有正火、调质、回火。一般情况下，所有高端装备部件毛坯如：护环、护环及其它部件毛坯均在粗加工后进行热处理。

⑤消除应力：部件毛坯锻造加工后需要在低于高温回火温度 30~56℃进行消除应力回火处理，以消除表面加工应力及可能出现的裂纹。

合金含量高、碳当量高的工件，在生产过程中，都要进行消除应力热处理。

焊接件在焊接后都要进行消除焊接应力热处理。

⑥典型零件工艺流程：

A、压力容器主要工艺：调质处理。900℃左右进行奥氏体化，为了提高淬透性可以适当提高奥氏体化温度，但易引起晶粒粗大，这种情况需要在锻后热处理时进行细化晶粒热处理加以控制；

随后的冷却需要采用快速冷却，以达到组织需要。冷却的最大特点是需要对筒节的内外壁同时喷水冷却，此次设计考虑在开合炉中加热，在Φ12x7.5m大槽子中进行淬火冷却，通过工装对工件进行紊流冷却。

筒节的回火需要系统考虑，兼顾后续的筒节的焊接成型温度，为了保证焊后退火后母材性能，此次高温回火温度需要略低。

B、铁路轴承：材料：GCr18Mo，粗加工后进行退火热处理。

主要工艺：，一般采用稍高于 $A_{c1} + (10 \sim 20^\circ\text{C})$ 加热，然后以 $A_{r1} - (20 \sim 30^\circ\text{C})$ 等温，再以 $10 \sim 20^\circ\text{C/h}$ 炉冷至 650°C ，出炉空冷。

退火在电阻炉中进行加热。

C、火电转子：

低压、发电机转子，材料：30Cr2Ni4MoV、26Cr2Ni4MoV

主要工艺：低压转子和发电机转子在粗加工后进行调质处理。在 $830 \sim 850^\circ\text{C}$ 进行加热保温后快速冷却，根据直径的大小采用不同的冷却方式：油淬、水淬油冷、水淬、喷水冷却，目的是为了得到马氏体组织和下贝氏体组织。紧接着进行高温回火处理，以消除组织应力得到较好的力学性能。

转子在打中心孔和外圆粗加工后，在有少量加工余量情况下，需要进行消除加工应力回火处理，温度低于高温回火温度 $30 \sim 56^\circ\text{C}$ ，并随后缓冷。

3) 主要设备

①井式炉：用于火电转子等轴类零件的热处理，主要设备为井式加热炉、井式淬火冷却槽，井式炉生产区布置在热处理车间东跨，井式炉区淬火行车轨顶高 36m，满足轴类零件生产吊装和热处理操作的需要，井式淬火行车吨位是 360/80t，跨距 28m。

②本次设计最长轴类件为 27m，选择 20m、16m、12m 深度井式热处理炉 7 台（30m 井式炉与 200MN 锻造油压机配套）。采用吊挂式装炉加热形式，同时兼顾长轴类件的淬火与回火加热；火电转子等重要轴类件在井式电炉内进行淬火前加热，回火在井式电炉内加热，保证回火均匀性；

③超长轴类件冷却在井式淬火槽内进行，根据火电转子的冷却需要，配置 $\phi 6 \times 28\text{m}$ 淬火水槽 1 座、 $\phi 6 \times 28\text{m}$ 淬火油槽 1 座、 $\phi 3.6 \times 28\text{m}$ 鼓风（雾）槽 1 座、 $\phi 3.6 \times 28\text{m}$ 喷水喷雾槽 1 座。

④热处理跨中部和西段主要用于筒节、风电主轴等其他零件的热处理，设备有台车炉、筒节专用工合炉等设备，配置 450t、350t、150t+150t 和 100t 双梁桥式行车各 1 台，行车轨顶高 16.5m，跨距 26m。

⑤筒节热处理加热在开合式电阻炉内进行，位于热处理跨中部。最大筒节直径约 8.5m，高度 6m 左右，热处理炉选用 $\Phi 9 \times 8\text{m}$ 开合式电炉，对筒节进行环形均匀加热；直径 6m 以下筒节在 $\Phi 7 \times 6\text{m}$ 开合炉内进行加热处理。

⑥筒节的冷却在专用的 $\Phi 12 \times 7.5\text{m}$ 淬火槽内进行，采用冷冻机冷却循环水，通过工装进行内外同时冷却；

⑦其他零件的淬火加热在台车式内进行，在大型方形淬火槽内淬火冷却；回火加热也在台车式电炉内进行，台车炉炉型以 4x8m 和 5x10m 为主，同时考虑到一些大的环形件的热处理，需用 10x12m 台车炉 2 台，满足多种工件的热处理需要。具体热处理设备配置见下表：

表 5-10 热处理设备配置表

序号	设备名称	型号及主要规格	数量	备注
	井式炉部分			
1	井式电阻热处理炉	Φ2.2m×27m	1	
2	井式电阻热处理炉	Φ3.0m×20m	1	
3	井式燃气热处理炉	Φ3.5m×16m	1	
4	井式燃气热处理炉	Φ2.0m×12m	1	
5	井式电阻热处理炉	Φ2.2m×27m	1	
6	井式电阻热处理炉	Φ3.0m×20m	1	
7	井式燃气热处理炉	Φ3.5m×16m	1	
8	井式燃气热处理炉	Φ2.0m×12m	1	
9	井式淬火冷却油槽	Φ6.0m×28m	1	
10	井式淬火冷却水槽	Φ6.0m×28m	1	
11	井式喷水、喷雾槽	Φ3.6m×28m	1	
12	井式鼓风槽	Φ3.6m×28m	1	
13	吊具架		1	
14	校直机	2500t	1	
15	金属带锯床	1300mm	1	
16	套料镗床	φ140	1	
17	开合电炉	φ7×7m 300t	1	
18	开合电炉	φ7×7m 300t	1	
19	开合电炉	φ9×7m 400t	1	
20	开合电炉	φ9×7m 400t	1	
21	淬火水槽	φ12×8	1	
22	台车式燃气炉	7 m×8 m×6m 300t	1	
23	台车式燃气炉	6.5 m×13m×6m 500t	1	
24	台车式燃气炉	5 m×13m×5m 400t	1	
25	淬火水槽	9×14×6	1	
26	淬火油槽	9×14×6	1	
27	台车式燃气炉	8.5 m×10m×6m 400t	1	

序号	设备名称	型号及主要规格	数量	备注
28	台车式燃气炉	8.5 m×10m×6m 400t	1	
28	台车式电炉	8.5m×10m×6m 400t	2	
29	台车式电炉	4 m×8m×3m 200t	2	
30	台车式电炉	4 m×8m×3m 200t	1	
31	台车式电炉	3m×6m×3m 200t	1	
32	台车式电炉	3 m×6m×3m 200t	1	
33	电动平车	450t	2	
34	淬火起重机	Gn=360/80t, Ho=36m, S=28m, A6 淬火吊	1	
35	电动双梁桥式起重机	Gn=150/30t+150/30t, Ho=16.5m, S=26m, A6	1	
36	电动双梁桥式起重机	Gn=450/100t, Ho=16.5m, S=26m, A6	1	
37	电动双梁桥式起重机	Gn=200/50t, Ho=16.5m, S=26m, A6	1	
38	电动双梁桥式起重机	Gn=75/20t, Ho=16.5m, S=26m, A6	1	
39	电动检修葫芦	Gn=10t S=18m	1	
40	电动检修葫芦	Gn=16t S=18m	2	
41	电动检修葫芦	Gn=3t S=12m	6	

4) 车间定员

根据热处理生产性质及特点，本车间需要基本人数为：200人，其中工人150人。

5) 组成和面积

热处理车间位于联合厂房最南跨，热处理主跨跨度30m，长度579m，热处理工部建筑面积 $30 \times 579 = 17370\text{m}^2$ 。

6) 动力耗量

车间动力耗量见下表 5-11。

表 5-11 动力耗量表

序号	名称	单位	电力安装容量 KW	消耗量	
				小时平均	小时最大
1	电力安装容量	KW	1587		

2	天然气	m ³ /0.1Mpa		2100	2460
3	压缩空气	m ³ /0.6Mpa		510	1000
4	生产用循环水	m ³		3000	9100
5	生产循环油	m ³		600	1000
6	氮气	m ³ /0.3Mpa		20	50
7	补充新水	m ³		120	360

5.2.3.5 理化计量实验室

1) 理化试验室任务

①依据标准和技术条件对进厂原材料、辅助材料和外协件的成分和性能进行抽查和分析检验；

②配合车间，对工艺、零件质量进行金相分析、化学成分检验及机械性能测试等；

③配合工艺技术部门制订并完善现行的工艺规程和分析检验方法，研究推广新的工艺规程和分析检验方法；

④配合产品设计部门研究推广使用新材料或代用材料；

⑤研究生产中重大废品的产生原因，并提供改进的方法，提高产品质量；

⑥负责推广运用新的试验技术方法，先进的试验工艺的设备，提高分析效能及速度；

⑦负责各种式样准备工作及本试验室的仪器设备小修工作。

2) 计量室任务

①根据国家和上级计量机构的有关计量工作规程，负责制定本公司的计量工作技术文件及工厂计量检定工作制度并贯彻执行。

②保证本厂标准计量器具单位量值的准确统一，负责基准，标准器具的保管、使用及基准传递工作，按时送请上级计量机构的定时检定并传递一致产品；

③对全厂计量器具和精密仪器、仪表的按时检定，确保量值准确一致；

④保证本公司各类计量器具的正确合理使用，负责对所主管的计量器具、万能量具的修理、调整和检定工作。

⑤监督、指导和检查全厂计量器具的正确使用和保管保养方面的执行情况。

⑥推广新的测量方法。

3) 主要工艺说明

①理化试验部分主要由机械性能室、金相实验室、热处理模拟试验室、无损探伤室和化学分析试验室组成。

金相热处理实验室：承担钢材、焊材、焊缝金属的微观金相、宏观金相和晶间腐蚀分析检测工作。

无损探伤室：承担核电、石化产品生产全过程的质量检测工艺和方法的研究。

化学分析室（包括光谱比色室）：承担钢材、焊材的化学成分分析检测工作。

②计量部分

计量试验部分主要由长度计量室、力学计量室、热工计量室和电学计量室组成。

4) 主要设备

按照理化计量试验室的任务采用必要的设备与仪器，按开展的工作内容进行配套选用。主要设备见表 5-12 和 5-13

表 5-12 理化设备表

序号	设备名称	型号及主要规格	数量	备注
	理化部分			
	一、机械性能室			
1	电液伺服万能试验机	WAW-1000B	1	

序号	设备名称	型号及主要规格	数量	备注
2	万能材料试验机	WEW-50	1	
3	万能材料试验机	WDW-10	1	
4	双炉高温试验机	DDL300/CSS-44300	1	
5	冲击试验机及配套	JB300B	1	
6	美标冲击试验机		1	
7	高低温槽（配套氮气罐）		1	
8	电子布氏硬度计	HBE3000	1	
9	数显洛氏硬度计	TH300	1	
10	数显维氏硬度计	HVRS-50	1	
11	里氏硬度计	TH160	1	
	二、无损探伤室			
1	工业超声波探伤仪	USN60	1	
2	8通道声发射检测装置	SAMOS	1	
3	超声波相控探伤仪	ISONIC PA AUT 256/32	1	
4	磁力探伤仪	DA400	2	
5	5通道涡流探伤仪	INSITE	1	
6	X射线探伤仪	XY-4510/3 105-80mm	1	
7	γ射线探伤仪	CN61M/DL-AV 40mm	1	
8	Lr192探伤仪	γx-3m 200ci 10-80mm	1	
9	氦质谱检漏仪		1	
10	高精度裂纹深度测量仪	EMG-100	1	
11	多用磁粉探伤仪	EM5000B 型	1	
	三、金相试验室			
1	暗室套装		1	
	相片放大机，上光机			
	暗室灯，晒箱			
	酸浸槽，酸水净化和排风设备			
	定时闹钟，切纸机			
2	预磨机	YM-2A	1	
3	抛光机	802POL802	1	
4	金相试样切割机	GQP-3	1	
5	恒温干燥箱	DGH9053A	1	
6	金相试样镶嵌机	GX-Q-1/2	1	
7	金相试样腐蚀台		1	
8	晶间腐蚀设备		1	
9	扫描电镜		1	
10	大型成套金相显微镜分析系统	50 ~ 1000x 0.001mm	1	
11	金相显微镜	DMM-400	1	
12	显微硬度计	HBVS1000	1	
	四、热处理试验室			
1	中温箱式炉	RX3-15-9	1	

序号	设备名称	型号及主要规格	数量	备注
2	高温箱式炉	RX3-14-13	1	
3	模拟炉		1	
4	双联淬火油槽		1	
	五、化学分析室			
1	全谱直读等离子体发射光谱仪	proddigy	1	
2	原子吸收光谱仪	AA400	1	
3	高频红处碳硫分析仪	CS-800	1	
4	氧氮氢分析仪	ONH-2000	1	
5	直读光谱仪	SPECTROMAX	1	
6	微波消解器	MD	1	
7	微机数显 Mn.P.Si 分析仪	HCA-3C	1	
8	超纯水器	10N	1	
9	电光分析天平	TG328A	1	
10	电光分析天平	TG328B	1	
11	阻尼分析天平	TG528B	1	
12	分光光度计	UV2550	1	
13	光电比色计	581-S	1	
14	恒温干燥箱	DGH9053A	1	
15	马弗炉	SX2-12-16	1	
16	冰箱		1	
17	通风柜	BTF-B15	1	
18	铁素体含量测定仪	MF300F	1	
	小计		69	

表 5-13 计量设备表

序号	设备名称	型号及主要规格	数量	备注
	计量部分			
	一、长度校验室			
1	3m 测长机	JD10A	1	
2	接触式干涉仪	JDS-1	1	
3	工业电子内窥镜	GDN-VB	1	
4	覆盖测厚仪	TT-220	1	
5	激光跟踪仪	LTD700	1	
6	表面粗糙度仪	SURTRONIC 25	1	
	便携式粗糙度测量	TR240	1	
7	工具显微镜	JGX-2	1	
	二、电工仪表室			
1	三相电度表校验装置	Wt-z3d3-3	1	
2	数字式三用表校验仪	D030-E+	1	
3	全自动光栅式指示表检定义	SJ2000	1	

序号	设备名称	型号及主要规格	数量	备注
4	便携式电表检验仪	HXC-JYM-1A	1	
5	数字式直流电位差计	UJ33D-3	1	
6	兆欧表校验台	ZX79C+D	1	
7	交流稳压器	CWY-3KVA	1	
8	示波器		1	
9	真空管毫伏表		1	
10	精密电阻箱	ZX54	1	
11	直流微安表	C41-Ua	1	
12	毫安表	T24-mA	1	
13	直流电流电压表	C41-AV	1	
14	交流电流电压表	T24-AV	1	
	三、力学仪表室			
1	标准砝码	M5 1000kg	20	
2	减压器校验台	HB117	1	
3	光栅数显水平仪检定器	ZSJ-GS	1	
4	电动压力表氧气表检定	LYL-600	1	
5	二等活塞式压力计	YS-60	1	
	四、热工光学仪表室			
1	多探头数字式照度计	LD-1Z-6D	1	
2	红外线测温仪		1	
3	温热电偶自动检定系统		1	
4	干燥炉		1	
	小计		50	

5) 面积

理化计量实验室设在厂理化中心大楼内，位于厂区北端，共占面积 930m²，理化试验面积 606m²，计量试验面积 324m²。

6) 定员

试验室总计需要工作人员 100 人，其中理化实验室 60 人，计量实验室 25 人，管理服务人员 15 人。根据理化计量试验室工作性质及特点，建议选用通用型人才，全面熟悉掌握该试验室各项分析技术。

7) 动力耗量

试验室动力耗量见表 5-14

表 5-14 试验室动力耗量表

序号	名称	技术要求	单位	电力安 装容量	消耗量	
					小时平均	小时最大
1	电力安装容量		kw	199		
2	压缩空气	0.6Mp	m ³		8	30
3	生产用水		t		5	20

5.2.3.6 机械加工与装配

华东重装将根据产品用户的需要，对交货状态为锻造后需加工的的毛坯件委托与之比邻的威海华东重工有限公司（简称“华东重工”）进行加工。

华东重工是由威海华东数控股份有限公司与享誉世界的机床制造商德国希斯庄明有限公司于 2009 年 1 月 8 日成立的合资公司，华东重工是华东重装的兄弟单位。

该公司注册资金 3000 万美元，华东数控占 75%，希斯庄明占 25%。公司占地 34 万平方米，厂房建筑面积 19 万平方米，现有员工 500 余名，设计人员 120 余名，其中高级工程师 18 名，博士一名，硕士 3 名，另外还有多名经验丰富的希斯庄明专家常驻公司进行设计与加工指导，拥有省级技术中心。公司配置了多台先进的机加工设备和配套热处理设施，可加工各类设备及零部件，具有非常强的加工制作能力。

5.3 总图运输方案

5.3.1 厂区概况

本项目建设地为中国山东威海乳山市经济开发区临港产业区内。

乳山市位于山东省的东部，胶东半岛东南部，隶属威海市。地理位置处于东经 121°11'-121°51'，北纬 36°42'-37°07'之间，南北长 47km，东西宽 60km，总面积 1583km²。市域南临黄海，北接牟平，西与海阳接壤，东隔黄垒河与文登相望，隔海与韩国相对。

乳山市在区域构造位置上处于胶北断块隆起东端的北部边缘。地层由早元古界荆山岩群、中生界莱阳群及新生界第四系组成。

乳山市属暖北温带东南亚季风型大陆性气候，地处中纬度季风气候区，因处黄海沿岸，海洋性气候突出，表现出春寒、夏凉、秋暖、冬温，昼夜温差小，无霜期长，大风多等特点。历年平均气温为 11.4℃，极端最高气温 36.7℃，极端最低气温-20.3℃。八月份最热，平均气温 24.7℃左右，一月最冷平均气温-2.7℃左右。全年日平均气温大于 0℃的天数为 280 天左右，平均气温大于 10℃的天数为 200 天左右。最大冻土深度 50cm。

项目的主要交通道路宽约 30 米，交通十分便利，有威海—青岛高速公路，港口距厂区 6.5 公里，拥有万吨级泊位，距飞机场 75 公里，开通有北京、广州、济南、深圳、海口、哈尔滨、温州、大连、西安、成都等多条航线；火车站距厂区仅 10 公里。

5.3.2 总平面布置

(1) 总平面布置原则

本项目总平面布置按照总体规划、分期实施、合理分区、功能划块的原则进行设计。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、办公区和公用辅助配套设施组成。

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。

生产区由铸造联合厂房、精品车间厂房、锻造及热处理联合厂房和产品发运、存放区组成。

办公区由办公楼、理化中心、食堂浴室、倒班宿舍组成。

公用辅助配套设施由 35kV 及 10kV 区域变电站、压缩空气站、空分站、制气装置、循环水处理间组成。

(3) 道路

厂区路网采用环状布局，道路型式采用城市型混凝土结构。主干道采用 18 和 15m，次干道采用 6-9m 断面。支路采用 4m 断面。道路转弯半径 12-15m，满足运输和消防要求。主干道路两侧人行道的设置，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，整个厂区设有 3 个物流出入口，办公区设置一个人流大门，生活区单独设置一个人流大门，1 个海运出入口。

5.3.3 运输

本项目运入主要有废钢铁及各种辅助材料。

运出主要为成品。

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、自卸车和叉车。

市区居住职工通勤主要由社会力量解决。

5.3.4 主要技术经济指标

厂区总平面布置主要技术指标见表 5-17

表 5-17 主要技术指标表

序号	项目	单位	数据	备注
1	厂区占地面积	m ²	943381	折合 1415 亩
2	建、构筑物占地面积	m ²	612726	
3	建筑密度	%	64.95	
4	总建筑面积	m ²	612726	

5	容积率		0.85	注：单层建筑高度大于8m，建筑面积按双倍计
6	道路及广场占地面积	m ²	47877	
7	绿地率	%	15	

5.4 土建公用方案

5.4.1 建筑方案

5.4.1.1 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：
《高层民用建筑设计防火规范》（GB 50045-95 2005 年版）
《建筑设计防火规范》（GB 50016-2006）
《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2001）
《建筑地面设计规范》（GB 50037-1996）
《屋面工程技术规范》（GB 50345-2004）

5.4.1.2 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。

5.4.1.3 主要设计原则

主要设计原则

本项目设计厂区内设 2 个连续大跨度厂房：铸造、锻压及热处理厂房。厂房最大宽度 235m，最大长度 628m，柱距 24m，单层，主体采用钢结构。泵房及循环水池等辅助站房、办公楼、理化中心等为钢筋混凝土框架结构。厂房生产类别丁类、戊类，建筑耐火等级二级。各厂房主

要参数见表 5-18。

表 5-18 各厂房主要参数

厂房名称	跨度 (m)	厂房最大起重能力	最大轨高 (m)
铸造厂房	235	400t	37
锻造及热处理厂房	181	750t	35

按工艺及安全疏散要求布置纵横交错的通道及疏散口。各厂房为连续多跨厂房，平面尺寸和建筑面积较大。建筑设计利用外侧窗、高低跨侧窗和屋顶通风器、屋面采光带尽可能做到厂房内有比较均匀的天然采光。为了取得良好的自然通风效果，利用厂房外侧低窗进风，利用屋顶通风器排风，加强厂房内自然通风，改善厂房室内空气质量。

厂房墙面 1.2m 以下采用砖墙，1.2m 以上采用彩钢板墙面。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。

5.4.2 结构设计

5.4.2.1 设计依据

- 《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2001) 2006 版;
- 《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2002);
- 《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2001);
- 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002);
- 《机械工厂结构设计规范》(JBJ-1981);
- 《建筑桩基技术规范》(JGJ94-94);
- 《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2001);
- 《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2002);
- 《砌体结构设计规范》(GB 50003-2001);

- 《钢结构设计规范》(GB 50017-2003);
- 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS102: 2002);
- 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018-2002);
- 《机械工厂单层厂房抗震设计规程》(JGJ12-93);
- 《预应力混凝土管桩基础技术规程》(DBJ/T15-22-98);
- 《钢管混凝土结构设计与施工规程》(CEC 28: 90);
- 《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2002);

5.4.2.2 厂房结构方案

1) 铸造厂房、锻造及热处理厂房

单层重型全钢结构厂房,最大起重能力分别为 400t、750t,轨高分别为 32m、28m。生产类别丁类。

①地基基础

采用桩基础,柱下设独立承台,桩型初选冲孔灌注桩/人工挖孔桩,以砾石层作为桩端持力层。

②上部结构

厂房主体部分为大吨位、大跨度、大柱距厂房。经多方方案比较:

厂房的主体结构形式拟采用单层钢框架结构。柱子采用四肢-两肢组成的格构式钢管混凝土柱,(上层吊车肩梁以上为工字形截面钢柱)。屋面梁为实腹式工字形截面钢梁。

屋盖支撑系统: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。

吊车梁系统:采用实腹式焊接工字形钢吊车梁,制动系统采用制动梁,系统中设置辅助桁架和下翼缘水平支撑及垂直支撑。

围护系统:高强轻钢墙梁,彩钢板墙面。

根据车间的生产性质屋面拟采用预制发泡混凝土板。

钢材选用:吊车梁、钢柱及屋面梁等主要受力构件采用 Q345B 钢,高强轻钢檩条和墙梁采用 Q345B 钢,其余次要构件均采用 Q235B 钢。

2) 办公楼、理化中心、食堂浴室、员工倒班宿舍等

采用钢筋混凝土框架结构,现浇钢筋混凝土梁、板、柱。地基基础

采用柱下独立承台桩基础，桩型初步拟选用预制混凝土管桩以砾石桩端持力层。

5.4.3 给排水方案

5.4.3.1 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》 GB 50014-2006

《建筑设计防火规范》 GB 50016-2006

《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》 GB 8978-1996

5.4.3.2 设计范围及工程概况

1) 设计范围

铸造厂房、锻造及热处理厂房、精品厂房、办公楼、理化中心、食堂浴室、职工倒班宿舍、空分站、空压站、制气装置等建筑物的室内给排水、消防设计、区域给排水、消防设计。

2) 工程概况

本项目位于威海乳山市经济开发区临港产业区内，厂区周边市政道路，给水、雨水、污水管道完善。市政污水管道终至市政污水处理厂处理，市政自来水水压约为 0.4MPa。

5.4.3.3 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，从市政给水管预留接口各接一路 DN250 引入管并经 DN200 水表计量后供厂区生活、生产及室外消防用水。DN250 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 DN250，成环状布置。

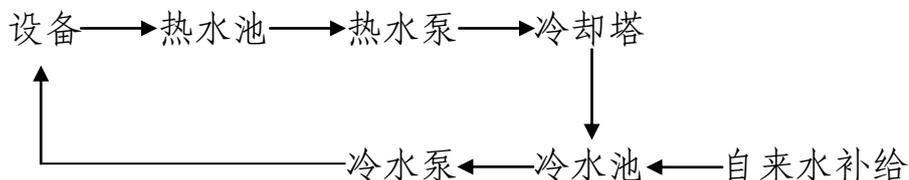
② 室内给水系统

市政水压约 0.40MPa，本项目为 5 层以下建筑，由市政水压直接供水，每座建筑物各自独立计量。

5.4.3.4 循环冷却水系统

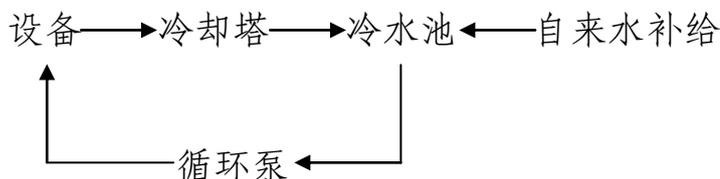
①铸造循环冷却水系统

铸造设备所需循环冷却水循环使用，系统为无压回流方式，系统流程如下：



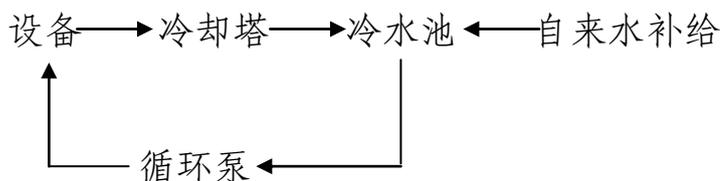
②空压站、空分站循环冷却水系统

空压站和空分站所需冷却水循环使用，两站房合用一套冷却水系统，为压力回流方式，系统流程如下：



③锻造及热处理厂房、精品厂房循环冷却水系统

锻压热处理厂房、机加工与装配厂房所需冷却水，循环使用，为压力回流方式，系统流程如下：



在锻压热处理厂房露天跨内设置循环水泵站及循环冷却水池，循环水泵站为地下式，泵站一层设值班控制室，循环水泵站旁设敞开式循环冷却水池一座，冷却塔设在水池上。进出冷却塔温降按 10℃设计，循环冷却水系统的管路、水泵、水池等的具体布置形式根据具体生产工艺布置形式而定。

5.4.3.5 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 DN250 引入管并经 DN200 水表计量后供厂区生活、生产及室外消防用水。DN250 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 DN250，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

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。

5.4.3.6 排水设计

本项目由于采用了当今国际先进的水处理及综合利用设施，生产用水经处理后全部循环使用，无外排；生活污水经过化粪池消毒处理后，排入市政污水管网系统。

雨水排放分为屋面雨水和道路雨水。其中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多个出口就近排入周边市政雨水管道。

5.4.4 电气方案

5.4.4.1 设计范围

铸造厂房、锻造及热处理厂房、精品厂房、办公楼、理化中心、食堂浴室、职工宿舍、空分站、空压站、制气装置等建筑物的照明、配电、车间变电所及区域电气设计。

5.4.4.2 负荷性质

根据工艺、公司设备用电要求负荷等级，本工程用电设备除铸造厂房铸造起重机、热处理厂房淬火起重机、铸造厂房电炉冷却设备、应急照明，疏散照明等为二级用电负荷外，其余均为三级用电负荷。

5.4.4.3 电源及供电

本工程用电一期工程暂由厂区附近的新港 110KV 变电站提供，二期工程由当地政府配套建设的 220KV 变电站供给。

本工程采用的 80MVA、40MVA 的 120t、70t 熔炼炉变压器均为最新一代产品。熔炼炉和精炼炉在设计时配套建设 SVC 无功功率动态补偿装置，使熔炼过程中产生的高次谐波、冲击、闪烁、闪变等达到国家标准规范允许的范围。

5.4.4.4 配电及照明

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。办公楼、理化中心、宿舍楼等的 380/220V 电源由设于附近厂房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供电至各区块总配电箱，从总配电箱以电缆放射方式供电至各分配电箱。

5.4.4.5 防雷、接地

各单体建筑物均为三类防雷建筑，各厂房利用屋面发泡水泥复合板钢筋或彩钢板（厚度不得小于 0.5mm）、屋架、檩条做为防雷接闪器，

利用钢柱做为引下线，利用基础和桩基主筋做接地体；另在屋顶四周屋角、屋檐和檐角明敷避雷带，要求接闪器、引下线、接地极相互焊接连通；办公楼、理化中心、宿舍楼等单体建筑采用屋面明敷镀锌圆（扁）钢避雷带组成不大于 20mx20m 的网格作为接闪器，利用柱子内钢筋作为引下线，基础内的钢筋作为接地极，要求接闪器、引下线接地极相互焊接连通，按机械工厂电力设计规范要求防雷的接地装置宜与电气设备等的接地装置共用，接地电阻不大于 1 欧姆。

高压 35KV 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用防爆，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。

5.4.4.6 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、图像等系统终端连接。配线架

和配线设备应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。在理化中心设计计算机网络中心。系统设计中水平和主干布线均采用星型结构，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，3 类双绞线作为语音主干；采用全模块化配线架进行管理，语音主干线缆采用 110 型配线架管理；安装在弱电管道井中分线盒为明装其他部位是嵌壁暗装。

5.4.5 暖通方案

5.4.5.1 主要设计依据

采暖通风与空气调节设计规范	(GB 50019-2003)
建筑设计防火规范	(GB 50016-2006)
工业企业噪声控制设计标准	(GBJ 87-85)
大气污染物综合排放标准	(GB 16297-1996)
工业企业设计卫生标准	(GBZ1-2002)
工业场所有害因素职业接触限值	(GBZ2-2002)

5.4.5.2 采暖设计

生产车间中铸造车间、锻造及热处理车间、精品车间冬季不设置采暖，锻压热处理厂房中高压泵站需设置采暖。

5.4.5.3 通风设计

(1) 铸造厂房、锻造及热处理厂房、精品厂房采用自然通风方式，屋面设屋顶通风气楼。

(2) 铸造产生大量热、烟尘、粉尘，需局部通风除尘。

(3) 锻造及热处理车间高压泵站、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。

(4) 辅房中的厕所间，按每小时换气 15 次设机械通风设施，采用卫生间通风器。

(5) 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沐浴，达到防暑降温的目的。

(6) 理化中心内理化计量室等需全室通风，换气次数按每小时 5 次计算，通风设备采用防腐壁式排风机。

5.4.5.4 空调设计

(1) 办公楼、理化中心、宿舍楼、控制室、办公室设舒适性空调，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。

(2) 金相分析室、碳硫分析室、氢氧氮分析室、比色室、机械性能试验、办公室等室内温湿度参数为：夏季 26~28℃，相对湿度 < 65%；冬季 17~18℃，选用分体冷暖两用柜式与壁挂式空调器。

(3) 天平室、光谱室室内温湿度参数：温度 20±2℃，湿度 30~60%，选用风冷恒温恒湿柜式空调机组。

5.4.5.5 防火排烟设计

(1) 铸造厂房、锻造及热处理厂房、精品厂房属丁类厂房且面积大于 5000m²，需设置排烟设施，利用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 50016-2006) 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。

5.4.6 动力供应方案

5.4.6.1 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》 GB 50029-2003

《城镇燃气设计规范》 GB 50030-1991

《发生炉煤气站设计规范》 GB 50195-1994

《锅炉房设计规范》 GB 50041-1992

《工业金属管道设计规范》 GB 50316-2000

《工业企业煤气安全规程》 GB 6222-1986

《压力管道安全管理与监察规定》

5.4.6.2 设计范围

全厂范围内的动力站房（空分站、空压站、制气装置）设计和动力管道设计。

动力介质有净化压缩空气、天然气、氧气等。

5.4.6.3 工程概况

全厂设 1 座空压站，其位于全厂中部，临近负荷中心位置，并为独立建筑，站内设有离心式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。

蒸汽主要用于铸造厂房的真空系统，其蒸气来源于电炉余热回收系统。

全厂设 1 座空分站，空分制氧规模 15000m³/h，主要用于铸造厂房。

5.4.6.4 站房设计

1) 空分站

采用制氧能力为 15000m³/h 的空分站和相应加压贮存等装置，并适当设置氧气灌瓶设施。空分站按三班制运行。

2) 空压站

压缩空气站内配置离心式空气压缩机（水冷）和相应的冷冻式干燥

机（水冷）、过滤器和贮罐等辅助设备。

5.4.6.5 动力管道

动力管道有净化压缩空气管道、燃气管道、蒸汽管道和氧气管道。

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。

厂区动力管道中天然气管道和蒸汽管道原则上仍以架空敷设为主；其它管道以埋地敷设为主，并作加强级防腐，必要时也可采用地沟（沟内填沙）方式敷设。

蒸汽管道尽可能采用自然补偿或 U 形补偿器。蒸汽管道设保温层；蒸汽凝结水不回收，就地利用。

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，采用焊接或者法兰连接。

室内动力管道均按国标要求涂色别标志。

6.组织机构与人员培训

6.1 生产组织

华东重装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计相应的管理部门。

6.2 劳动定员

本项目定员 3000 人，其中技术及管理人员 500 人。各系统共需生产人员 2500 人，所需人员通过公司内部调剂和社会招聘解决。

6.3 人员培训

6.3.1 培训重点

重点提高工程技术人员的技术水平及技术工人掌握新工艺，运用新技术、新工艺的生产技能水平。

6.3.2 培训方式

6.3.2.1 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；另外，在引进新技术过程中，由外国专家授课进行专门培训。

6.3.2.2 生产工人：按正式生产组织架构选择各工序骨干外出到同类型企业对口培训，使外出骨干掌握本岗位理论知识、实践操作、工序质量控制、安全生产、劳动保护知识以及所使用设备的维护及故障排除技能。

6.3.2.3 实践培训：由公司招聘的各岗位技师在具体生产过程中进行工序对口培训，使员工尽快掌握技能，达到独立上岗工作的水平。

6.3.2.4 管理人员培训：聘请国内管理专家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。

7.环境保护

考虑到当地所处的特殊地理位置以及对环境治理的严格要求，本项目加大了环保设施的投入，环保治理投资占工程总投资的 13.8%，而国内重机企业一般只占 5%到 8%。

7.1 设计原则与设计范围

本项目针对热加工系统严格按“三同时”原则，对可能产生的污染进行综合治理，使其达到国家规定的排放标准。

7.2 主要污染源、污染物、废气治理

7.2.1 粉尘治理

对重点污染源如电炉烟气、LF 炉烟气、砂处理烟尘均采用全密闭方式进行回收，再通过水冷烟道和余热回收系统经低阻抗、抗结露、脉冲布袋除尘器进行过滤净化后，并确保达到环保标准要求后实施有组织排放。

7.2.1.1 粉尘有组织排放

(1)电弧炉烟尘治理

电弧炉烟尘治理采用目前世界上最先进工艺与装备，即：炉内排烟（第四孔排烟）+全密闭罩+导流式环流屋顶罩+脉冲布袋除尘器，这种工艺流程与装备具有以下先进性：

①采用最先进的大功率、大流量双吸双支撑引风机（风量 $2\times 1000000\text{Nm}^3/\text{h}$ ），为烟尘捕集设备提供足够的风量和风压；

②电弧炉第四孔排出的废气占总烟气量的 90%，经过水冷滑套冷却、燃烧沉降室大颗粒沉降后再通过余热回收系统，进入低压脉冲袋式除尘器进行过滤，烟气净化达到排放标准的废气并经混风后（平均温度 30°C ）由排气筒（高度 25 米）排入大气；

③电弧炉第四孔以外外溢的烟气占总烟气量的 10%，通过电炉密闭罩全封闭，罩内烟气依靠自身热动能上升至屋顶环流罩，在烟气净化系统主风机的作用下进入屋顶环流罩，然后通过大直径管道输送至低压脉冲袋式除尘器进行过滤，处理后的废气（平均温度 30°C ）由排气筒排入大气。屋顶环流罩罩口平面尺寸达到 432 平方米，可以完全捕集电炉外溢的所有烟尘；

④除尘器布袋滤料采用最先进的覆膜涤纶针刺毡，透气量大、阻力小、孔径分布集中均匀，可以迅速有效地截留以微米来计算的超细粉尘，将粉尘排放浓度控制在允许的范围；

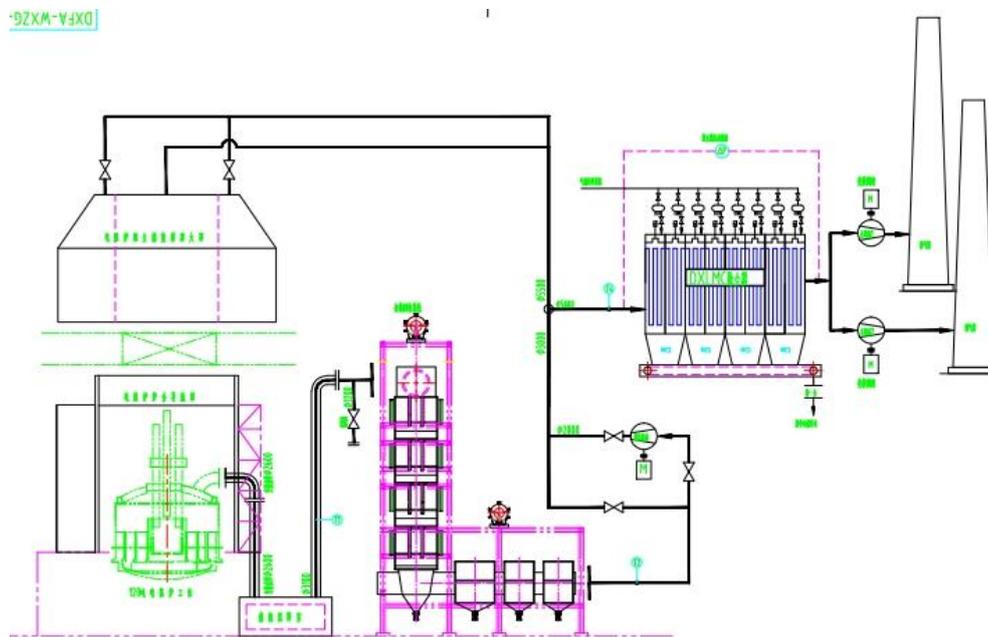
⑤卸灰系统采用切出埋刮板输送机+集中埋刮板输送机+星形卸灰阀+粉尘提升机+集中灰仓+粉尘加湿机的单点卸灰制，然后经密封管道放入全封闭的车厢内运至综合利用生产设施内。所以，本系统对环境不会产生二次污染；

⑥除尘管道设置必要的手动或电动调节阀门，可根据系统需要通过计算机自动调节风量，以达到最佳的除尘效果；

⑦经处理的废气粉尘排放完全可以满足山东省地方标准(DB37/990

- 2008)要求, 即排放的废气粉尘含量 $\leq 20 \text{ mg/Nm}^3$, 本系统设计烟气排放的粉尘浓度为 $\leq 15 \text{ mg/Nm}^3$ 。

电炉烟气净化系统工艺流程图如下:



(2)LF 炉烟气及加料系统烟尘治理

LF 炉烟尘治理采用当今国际最先进工艺与装备, 排烟采用炉内、外集烟相结合的综合集烟方式, 即: 半移动式密闭罩+烟道+脉冲布袋除尘器, 这种工艺流程及装备的先进性体现在以下几个方面:

①炉内高温烟气与各加料点的加料设施所产生的扬尘一起在烟气净化系统主风机的作用下进入低压脉冲袋式除尘器进行过滤, 处理后达到排放标准的废气(平均温度 30°C)由排气筒(高度 25 米)排入大气;

②LF 炉炉外烟尘捕集设备采用半移动式密闭罩, 进行精炼处理时, 移动罩闭合, 迷宫密封, 形成一个完整的罩体, 确保烟尘不外溢;

③除尘器布袋滤料采用最先进的覆膜涤纶针刺毡, 透气量大、阻力小、孔径分布集中均匀, 可以迅速有效地截留以微米来计算的超细粉尘, 将粉尘排放浓度控制在允许的范围。

④加料设施中可逆皮带受料点的扬尘捕集设备均采用密闭罩;

⑤布料机的扬尘捕集设备采用移动通风槽车；

⑥汽车卸料点的扬尘捕集罩采用全密闭罩；

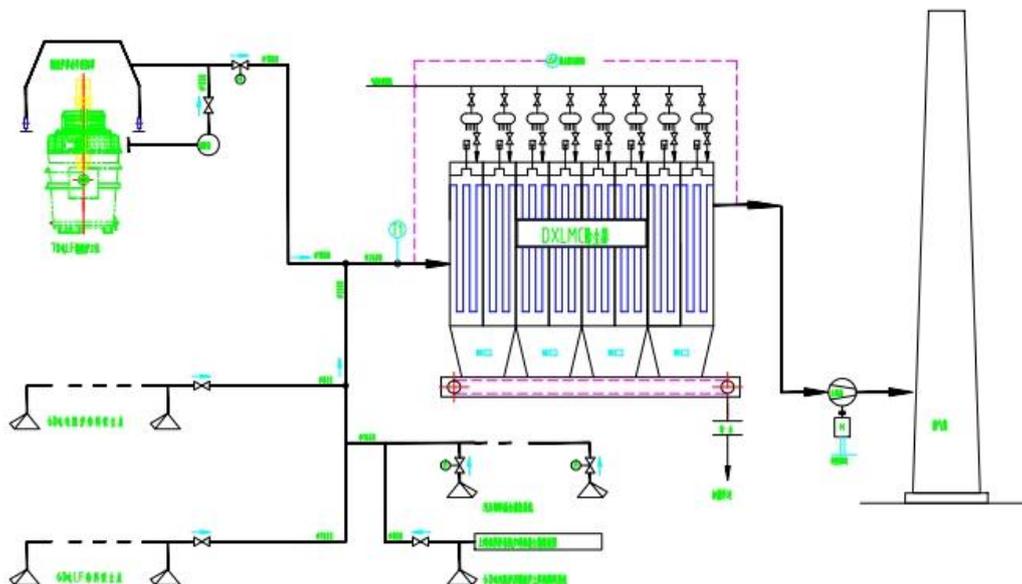
⑦风机（含电动多叶调节阀）功率大、流量达 $750000\text{m}^3/\text{h}$ ，为烟尘捕集设备提供足够的风量和风压；

⑧采用切出埋刮板输送机+集中埋刮板输送机+星形卸灰阀+粉尘提升机+集中灰仓+粉尘加湿机的单点卸灰制，然后经密封管道放入全封闭的车厢内运至综合利用生产设施内。所以，本系统对环境不会产生二次污染。

⑨除尘管道设置必要的手动或电动调节阀，可根据系统需要通过计算机自动轻松调节风量，以达到最佳的除尘效果。

⑩经处理的废气粉尘排放满足山东省地方标准(DB37/990 - 2008)的要求，即排放的废气粉尘含量 $\leq 20\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，本系统设计烟气排放的粉尘浓度为 $\leq 15\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

LF 炉烟气净化系统工艺流程图如下：



(3)铸造砂处理粉尘治理

铸造砂处理粉尘治理采用在各产尘点设置密闭罩进行抽风捕集烟尘

的方式，即：捕集罩+除尘器+全密闭卸灰带加湿装置。除尘技术与工作原理与上述两套装置相同，可确保粉尘排放浓度 $\leq 15\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

项目年粉尘产生量、处理量、排放量如下表：

粉尘产生量 (t/a)	粉尘处理量 (t/a)	粉尘排放量 (t/a)
7000	6870	130

7.2.1.2 粉尘无组织排放

本项目所建设的烟气净化设施的烟气捕集率高达 99.5% 以上，加之电炉、LF 炉均采用了全密闭罩、屋顶罩以及全封闭厂房，外溢烟气几乎没有。所以，无组织排放的废气粉尘浓度完全可以达到环保要求，即无组织粉尘排放 $< 1\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

7.2.2 循环水处理及生活污水处理系统

本工程采用串级循环供水方式，分为净环水系统、软环水系统及油环水系统，正常生产时无生产废水外排。用水情况见下表：

序号	项目名称	用水（循环）量 (m^3/h)
1	净环水	12000
2	油环水	3000
3	软环水	1000
4	余热回收水	40
5	生活用水	15

本工程生产废水治理采取清浊分流、循环利用及串接使用的原则进行治理，治理后全部达标再循环使用，生产无废水外排。治理措施如下：

(1) 软水循环系统

设备内用冷却水未受污染，经冷却塔冷却后，加稳定剂循环使用。

(2) 净环水系统

各设备的间接冷却水使用后仅温度升高，经冷却塔降温和水质稳定

后，再通过适量补充新水后继续循环使用。

(3) 浊环水系统

生产过程中设备外用冷却水、冲氧化铁皮水、VOD 炉蒸汽喷射泵冷凝器冷却水以及地面喷洒用水均由浊环水给水系统供给。这部分水使用后通过回流管线统一回流到旋流沉淀池进行沉淀，再经化学除油器除油、高速过滤器过滤、加药沉淀、板框压滤机压制、冷却塔冷却后，补充适量新水后继续循环使用。

(4) 生活污水

生活污水经过化粪池消毒处理后，排入市政污水管网系统。

采用串级使用后，工厂生产用水实现零排放。

7.2.3 噪声污染源及治理措施

为创造一个安静、舒适的生产和工作环境，一方面，我们在设计过程中将降低噪音作为重中之重进行系统设计。另一方面，除尽量选用低噪声设备外，还对一些噪声值较高的设备及气体放散噪声源采取了非常严格的控制措施。同时在总平面布置时尽可能地利用地形地貌、厂房建筑物、声源方向性及绿化植物吸收噪声的作用等因素进行合理布局，充分考虑综合治理的作用来降低噪声污染。本项目噪声控制的具体措施如下：

(1) 电炉熔化时产生的噪声

电炉噪声控制采取的最有效措施有四：第一，将电炉整体建设在全封闭罩内，密闭罩四周侧板均铺设了耐高温 500mm 厚硅酸铝纤维吸音板，从而使电炉噪声得到吸收而不外传。第二，电炉采用全密闭炉门与炉盖，可进一步减少融化时产生的噪声。第三，电炉熔化采用了当今国际先进的全程泡沫渣生产工艺，可将电弧及融化时的噪声埋在泡沫下面，达到进一步降噪的目的。第四，铸造车间采用全封闭厂房，即使电

炉在工作时扩散出一小部分噪声，也可通过全封闭厂房阻挡后达到进一步衰减的目的。经过这四道措施处理后，厂房外的噪音将完全符合《城市噪声标准》，即：昼间 60dB (A)，夜间 50dB (A)。确保昼夜均低于 50dB (A)。

(2)VD/VOD 真空泵真空处理时产生的噪声

此部分降噪方法有二：第一，在 VD/VOD 真空泵蒸汽喷射器外壳包裹隔声材料；第二，将真空泵放置在全封闭的真空泵房内，并且真空泵房四周铺设隔音板。从而确保噪声降至符合《城市噪声标准》，即：昼间 60dB (A)，夜间 50dB (A)。确保昼夜均低于 50dB (A)。

(3)电炉、LF 炉除尘风机产生的噪声

为最大限度的控制风机运行时产生的低频噪音，本项目设计时在风机出口处增加一套高效消声器，降噪能力约 20dB (A)，另外风机采用基础减震管道软连接等措施，达到进一步降噪的目的。

(4)振动落砂机工作时的噪声

对于振动落砂机生产时产生的噪声，采用密闭隔声罩隔声和全密闭厂房的方法来解决，完全可以达到《城市噪声标准》要求。

(5)空压机噪声

将空压机放置在专门建造的具有隔音板的全密闭建筑物内，并在压缩机、干燥机出口处设置高效放散消声器，确保达到《城市噪声标准》要求。

以上噪声源经采取切实可行的综合治理措施后，再经全封闭厂房与建筑物阻尼吸收和长距离衰减后，其厂界噪声可完全达到《城市噪声标准》，即：昼间 60dB (A)，夜间 50dB (A)。确保昼夜均低于 50dB (A)。

7.2.4 固体废物处理

本工程对生产中产生的各种固体废弃物按循环经济的原则全部实现

了循环再利用。

拟建项目一般工业固体废物电炉渣、废耐火材料、LF 精炼炉渣、VOD 炉渣，主要成分是硅酸钙，外售作水泥原料；磁选钢渣、修磨渣主要成分是铁和氧化铁，作为熔炼原料；熔炼废气布袋除尘灰经磁选后，钢渣回用为原料，其他外售做水泥生产原料；砂处理系统砂灰作为筑路材料。

炉渣、废耐火材料、废定型砂临时堆放在厂房内，堆场地面硬化、并做防渗处理；周围安装喷淋装置、设置沉渣池。喷淋装置可有效降低堆场起尘量，沉渣池可避免淋溶水过量导致的废水外溢、废渣漫流。

8.职业安全卫生

8.1 主要执行标准

- (1)《机械工业职业安全卫生设计规范》JB18-2000;
- (2)《生活饮用水卫生标准》GB749-85;
- (3)《建筑抗震设计规范》GB50011-2001;
- (4)《建筑设计防火规范》GBJ16-87(2001年版);
- (5)《采暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2003;
- (6)《建筑照明设计标准》GB50034-2004;
- (7)《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》GB4387-1994;
- (8)《工业企业厂界噪声标准》GB12348-90;
- (9)《工业建设性标准强制性条文》(房屋建筑部分)建标[2002]219号文件;

8.2 劳动安全

8.2.1 抗震设防

按建设部、国家计委抗字第 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。威海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 GB50011-2001《建筑抗震设计规范》进行设计。

8.2.2 电气安全

新扩建车间按三类防雷建筑考虑防雷措施，利用大型屋面板的主钢筋作为接闪器，钢柱作引下线，建筑物基础做接地装置，扩建接建厂房应与老车间防雷的连接成整体。

低压配电系统的接地型式为 TN-C-S 系统，建筑物内电器装置接地、防雷接地等共用一个接地装置，其接地电阻 $\leq 1\Omega$ 。建筑物内外露可导电部分均与 PE 线可靠连接；辅助房间除空调插座外一般插座均装设漏电保护装置。

8.2.3 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，电炉及精炼炉平台过桥设置防护栏杆，关键设备工作场所设置必要安全标志和操作规程牌；电动平车、起重机等设置启动警铃。

8.3 职业卫生

8.3.1 防尘防毒

本项目对熔炼炉、精炼炉、连续铸造机、电渣重熔装置、热处理装置等均配套建设全密闭的烟气净化系统，生产过程中不产生有害尘毒，满足职业卫生标准要求。

8.3.2 噪声控制

见 7.2.3

8.3.3 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。

8.3.4 劳动用品配备

各工种根据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。

8.4 职业安全卫生投资

本项目职业安全卫生方面投资已包含在工艺、土建、给排水、暖通、电气、动力项目中。

9.消防

9.1 主要执行标准

- 1) 《建筑设计防火规范》 GB50016-2006;
- 2) 《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2000;
- 3) 《工业企业总平面设计规范》 GB50187-1993;

9.2 厂区消防

1) 本项目是新建，厂区总平面布置设计充分做到合理，厂区设置环形通道，满足总图消防要求。

2) 厂区设置完善的消防系统，厂区内消防按照规范要求设置必须的消防设施。

9.3 建筑物消防

1) 新建各车间厂房均采用钢结构形式，建筑物属丁戊类，二级耐火等级，厂房内均设置消防灭火设施和器材，厂房柱梁等处刷超薄型防火涂料。

2) 高压配电室、空分站等值班室内分别设置和市消防队、供电局联系的直通电话。

3) 指定专人管理消防器具。

9.4 消防投资

本项目消防投资已包含在总图、工艺、建筑、结构、给排水、暖通、电气等项目。

10. 节约能源及合理利用能源

10.1 设计依据

《机械行业节能设计规范》JB/J14-2004;

10.2 主要设计原则

1) 随着能源消耗的增加,能源供应日益短缺,环境污染日益严重。我国人口众多,能源资源相对不足,人均拥有量远低于世界平均水平。能源和环境问题已成为制约经济和社会发展的的重要因素。解决我国能源问题,根本出路是坚持开发与节约并举,节约优先的方针,大力推进节能消耗,提高能源利用效率。党中央、国务院历来十分重视节能工作,颁布了《能源法》、《中国节能技术政策大纲》、《国务院关于加强节能工作的决定》等一系列法规和政策。鼓励企业进行节能技术改造、降低能源消耗。

本项目设计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。

2) 工艺布局上力求总体物流合理,尽量减少内部运输,理顺物流,节约能源。工艺设备选型,均采用国家推荐的的节能产品,大力采用新工艺、新技术、高效机电一体化设备,如电炉强化熔炼装置、快锻油压机、专用数控机床等,此外设计中考虑了尽量提高设备利用率,使工序集中,减少辅助时间,达到节能目的,使综合能耗达到国内先进水平。

3) 建设一流的电炉烟气余热回收装置、热处理烟气余热利用技术、转底炉综合回收利用系统、工序废热回收利用等一系列节能措施,节能效果非常显著。

10.3 能源供应状况

10.3.1 能源种类

项目主要能源种类为电、氧气、压缩空气、水、燃气。

10.3.2 能源供应

电力供应：本项目用电一期工程暂由厂区附近的新港 110KV 变电站提供，二期工程由当地政府配套建设的 220KV 变电站供给；

天然气：需专线供应；

氧气、压缩空气由厂区设置站房供应；

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。

10.3.3 节能措施和节能效果分析

1) 采用串级使用的循环水系统，循环利用率可达 97% 以上。

1) 铸造工序采用热管余热回收技术，蒸气产生量达 30 t/h 以上。

2) 锻造热处理工序采用烟气余热利用回收技术，利用高温烟气加热空气，可节约大量能源。

3) 工业炉设计中，考虑通过采用节能型耐火材料，高效燃烧系统、计算机精确控制等多种途径，提高炉子的热效率，改造后工业炉热效率可从改造前的 20%，提高到 30% 以上，节约了能源。

4) 车间照明采用节能金属卤素灯具。全厂电力消耗按三级计量设计，即除高压配电室装设有功电度表、无功电度表、功率因素表和功率表外，在低压配电室装设各部门电力消耗的有功电度表，或在各用电部门装设有功电度表。低压配电室进线侧，装设总电能消耗计量仪表。超过 50kw 的单台设备设单独计量仪表。

12.投资估算与资金筹措

12.1 投资估算依据

12.1.1 机械部颁发的《机械工业建设项目概算编制办法及各项概算指标》

12.1.2 国家发改委、建设部颁布的有关收费文件

12.1.3 当地有关建筑工程造价资料

12.1.4 《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)

12.1.5 各专业设计人员提供的投资数据

12.2 固定资产投资估算

项目一期建设总投资 230191 万元。其中：

序号	工程项目	新增投资(万元)	投资比例(%)	备注
1	建筑工程	60000.00	26.07	
2	设备购置	108119.00	47.00	
3	安装工程	9731.13	4.20	
4	其他费用	16550.00	7.19	
5	建设期利息	5790.87	2.52	
6	铺底流动资金	30000.00	13.02	
	合计	230191	100.00	

12.2.1 编制依据

12.2.1.1 建筑工程

根据土建专业提供的平、立剖面图及技术结构特征，参照当地同类工程单位造价指标进行估算。

12.2.1.2 设备及设备安装工程

设备及配套设备价格按目前市场价或询价计算，设备运杂费按设备原价的 5% 计算，基础费、安装费参照原机械部颁发的《机械工业建设项目概

算编制办法及各项概算指标》中的有关指标计算。

12.2.1.3 其他费用

土地使用费按 3.6 万元/亩考虑；

工程勘察费根据国家计委、建设部计价格[2002]10 号文规定计算；

工程监理费参照国家发展改革委、建设部发布的《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格[2007]670 号文件）规定的费用标准计取；

建设单位管理费根据财政部财建[2002]394 号文规定计算；

联合试运转费按设备投资的 0.5% 进行估算。

12.2.1.4 预备费

（1）基本预备费：按工程费用和其它费用之和的 5% 计算。

（2）涨价预备费：根据国家发展计划委员会文件计投资[1999]1340 号文规定，价差预备费投资价格指数按零税率，故不计算。

12.2.1.5 建设期贷款利息

项目投资总额中计划争取中长期银行项目贷款 80000 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规模，按年利率 7.05% 计算。

12.2.1.6 固定资产投资方向调节税

根据财政部、国家税务总局、国家计委文件财税字[1999]299 号文规定，固定资产投资应税项目自 2000 年 1 月 1 日起新发生的投资额，暂停征收固定资产投资方向调节税，故本项目无固定资产投资方向调节税。

12.3 流动资金需求估算

12.4 资金筹措

本项目投资总额为 230191 万元。资金来源：企业自筹 150191 万元，占投资 65.25%；银行贷款 80000 万元，占投资 34.75%。

本项目达产后需流动资金 235291 万元。其中：企业自筹铺底流动资金 30000 万元，占流动资金总需求的 12.75%；申请银行流动资金贷款 205291

万元，占流动资金总需求的 87.25%。

12.5 资金使用计划

项目投资总额 230191 万元，资金计划按项目建设期内平均投入。

13. 经济评价

13.1 概述

本项目经济评价根据国家计委、建设部颁发的《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）规定的评价原则，结合本项目特点，本项目经济评价按“增量法”进行，评价中采用动态与静态分析相结合，以动态分析为主。

项目计算经营期为 20 年，建设期为 2 年。

13.2 产品营业收入及营业税金

产品售价（含税）以产品目前市场价格计算，达纲后年营业收入为 497850 万元。

增值税税率为 17%，城市建设维护税税率为 7%，教育费附加税率为 3%。

营业税金及附加为 2873 万元，增值税额为 28728 万元。

13.3 总成本费用测算

总成本费用由生产成本和期间费用组成。

13.3.1 生产成本测算

生产成本由原辅材料、燃料动力、工资及福利费及制造费用组成。

（1）原、辅材料、燃料动力

原、辅材料、燃料动力成本参照行业现行成本指标进行测算，即原、辅材料按销售收入的 60%，燃料动力按销售收入的 5.3%进行测算。

（2）工资及附加

项目设计定员为 3000 人，其中技术与管理人员 500 人。生产人员工资按人均 5 万元/年，技术及管理人员工资按人均 7 万元/年。福利费按工资的

10%计提。

（3）制造费用

制造费用指为制造产品或提供劳务而发生的各项间接费用，主要包括折旧费及其他制造费用。固定资产折旧按分类直线折旧法计算，房屋建筑物按 30 年折旧，设备按 10 年折旧，残值率为 4%。其它制造费按销售收入的 1%测算。

13.3.2 期间费用估算

期间费用由管理费用、销售费用及财务费用组成。

（1）管理费用

管理费用是指企业的行政管理部门为管理和组织经营活动所发生的各项费用，主要包括办公费、业务招待费、差旅费以及其他管理费用。管理费用参考行业和管理费用水平，按销售收入的 5%进行估算。

（2）销售费用

销售费用是指为销售产品而发生的各项成本，主要包括销售人员的差旅费、广告费、运输费以及其他销售费用。参考行业和销售费用水平，按销售收入 3%进行估算。

（3）财务费用

财务费用是指企业为筹集资金而发生的各项费用。包括建设投资贷款生产经营期发生的利息和流动资金贷款利息。流动资金贷款利息，按年利率 6.56%（按中国人民银行 2011 年 7 月 7 日执行的银行贷款基准利率）计算，利息计入当年费用，本金到期一次偿还。

13.4 利润与分配

项目在达纲后年均利润总额为 76002 万元，年纯利润 57002 万元。所得税按利润总额的 25%缴纳，盈余公积金按可供分配利润的 10%提取。

13.5 财务盈利能力分析

主要是考察投资的盈利水平。

项目全部投资收益率 24.76%，资本金净利润率 38.0%。

项目全部投资内部收益率：所得税前 20.80%，所得税后 18.80%。

项目全部投资净现值（ic=12%）：所得税前 3142342 万元，所得税后 427404 万元。

项目全部投资回收期：所得税前 7.09 年，所得税后 7.9 年，借款偿还期为 10 年。

13.6 财务状况及清偿能力分析

主要是依据财务计划现金流量表、贷款还本付息计算表及资产负债表，计算项目的资金平衡，长期借款偿还能力与资金保障程度，资产负债率、流动比率、速动比率，以考察项目的财务状况及清偿能力。

长期借款偿还与资金保障程度，工程投资计划贷款融资 80000 万元。贷款归还资金来源为可用于归还贷款的未分配利润和折旧费，建设期利息进投资，生产经营期利息进财务费用。经测算贷款偿还期为 10 年（含 2 年建设期）。贷款偿还期较短，说明贷款偿还能力较强。

从表中可以看出，项目的利息备付率和偿债备付率都大于 1，表明项目的利息偿付和还本付息的资金保障程度高。

借款还本付息计算表 13-5。

13.6.1 资产负债率

资产负债率是反映项目各年所面临的财务风险程度及偿债能力指标，从表中可以看出，资产负债率是逐年下降的，在达纲年份的资产负债率为 58.21%。

13.6.2 流动比率

流动比率是反映项目各年偿付流动负债能力的指标，从表中可以看出，各年的比率是逐年上升的，在达纲年份的流动比率为 1.55。

13.6.3 速动比率

速动比率是反映项目快速偿付负债能力的指标，从表中可以看出，各年的比率是逐渐上升的，在达纲年份的速动比率为 0.76。

从以上三个比率的数据可以看出本项目偿债能力较强。

13.7 项目盈亏平衡及敏感性分析

13.7.1 盈亏平衡分析

以生产能力利用率表示的盈亏平衡点（BEP）：

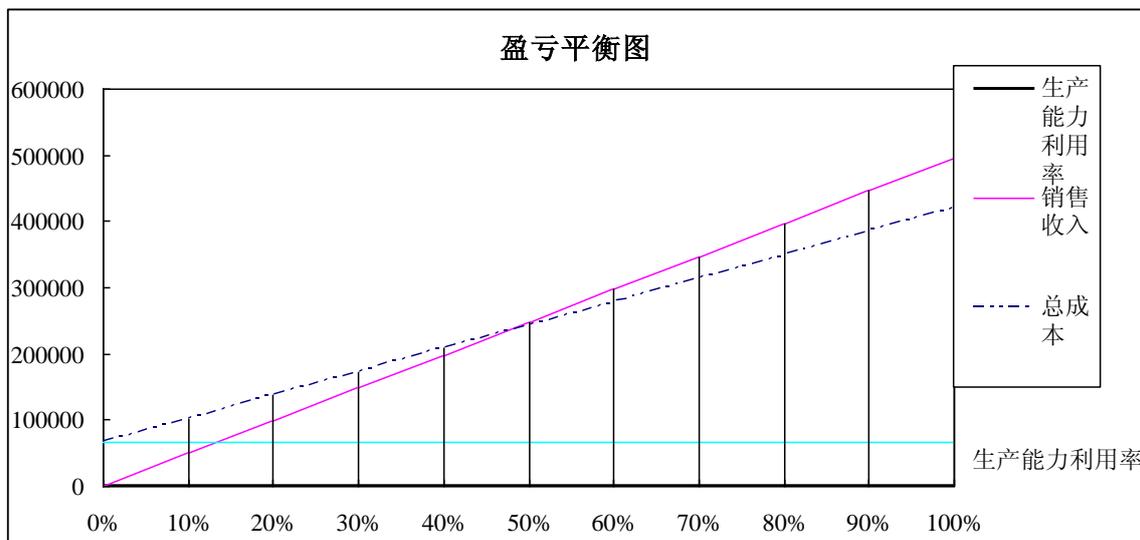
固定成本

$$BEP = \frac{\text{固定成本}}{\text{销售收入} - \text{销售税金} - \text{可变成本}} \times 100\%$$

（销售收入-销售税金-可变成本）

$$= 46.62\%$$

项目在建成后销售收入达到设计生产能力的 46.62% 时可盈亏平衡。



13.7.2 敏感性分析

本项目的经济效益受诸多因素的影响，现就变动性较大的产品价格、产品经营成本、投资等因素对经济评价指标的影响进行敏感性分析。

通过计算，可以看出，产品的销售价格与经营成本是该项目经济效益的主要影响因素，其影响程度相当大。企业要特别关注产品价格的变动，

要使产品的成本与价格协调变动。由于市场竞争激烈，销售价格下降的可能性较大，但是只要企业加强管理，降低原材料成本的损耗率，降低外购件的采购成本，提高产品质量和材料利用率，努力降低产品成本，使产品成本下降的幅度大于销售价格下降的幅度。同时狠抓管理，从管理中要效益，同样达到避免经营风险，使企业获得更好的经济效益。

13.8 经济评价结论

通过静态与动态计算、分析，可以看出：

13.8.1 项目建成后，从实现的销售收入、利润总额、上缴税金来看，说明项目的经济效益是显著的。

13.8.2 财务“三率一期”指标均较好，说明投资经济效益好。

13.8.3 从资产负债率、流动比率、速动比率来看，说明项目计算期内偿债能力强。

13.8.4 从盈亏平衡分析看，本项目的抗风险能力非常强。

综上所述，本项目具有非常好的盈利能力和偿债能力，并具有财务生产能力和一定的抗风险能力。因此，项目在财务上是可行的。

14. 结论

14.1 企业效益

(1) 项目一期工程投产达纲后，年产高端装备特种基础零部件 12 万吨，销售收入可达 49.785 亿元，利润 5.7 亿元。

(2) 本项目建成投产后，与华东重装的兄弟单位—华东重工有限公司联手，形成了“原材料准备--熔炼--精炼--模铸--锻造--热处理--机加工”产业链，产品质量有了可靠保证，从而提高了公司产品市场竞争力，极大地增强了企业的抗风险能力。

14.2 社会效益

本项目可安置劳动力就业 3000 人，还可拉动当地及山东省相关产业的

发展，具有潜在的社会效益。

14.3 重要意义

(1) 本项目的建成投产，可解决我国高端装备特种基础零部件及配套件依赖进口问题，缩短与国际先进水平的差距，提升我国在国际行业的地位和话语权。

(2) 本项目的建成投产，可提高我国国防军工、航空航天高端装备的自主创新和制造能力，提高我国的综合国力。

(3) 本项目的建成投产，还将对我国的国民经济建设和社会发展起到重要的推动作用。

14.4 结论

该项目符合国家产业政策，属于国家“十二五”及今后一个时期重点鼓励支持发展的战略性新兴产业。本项目投产达纲后经济效益和社会效益显著，是一个非常好的项目。项目前期筹备工作充分，各种建设条件均已具备，时机成熟，建议尽快组织实施。