

北京钢研高纳科技股份有限公司
高温合金精铸件扩产项目
可行性研究报告

中国联合工程有限公司

2019年6月

北京钢研高纳科技股份有限公司

高温合金精铸件扩产项目

可行性研究报告

法定代表人：郭伟华

技术负责人：成正宝

项目负责人：宣洪良

中国联合工程有限公司

2019年6月

工程咨询证书编号： 913300001000016335-18ZYJ18

工程咨询单位甲级资信证书

资信类别： 专业资信

单位名称： 中国联合工程有限公司

住 所： 浙江省杭州市石桥路338号

统一社会信用代码： 913300001000016335

法定代表人： 郭伟华 技术负责人： 成正宝

证书编号： 913300001000016335-18ZYJ18 有效期至： 2021年09月29日

业 务： 机械（含智能制造）， 电力（含火电、水电、核电、新能源）， 建筑， 市政公用工程， 生态建设和环境工程



发证单位：



中华人民共和国国家发展和改革委员会监制

参加编制人员名单

总 体	宣洪良
总图运输	陈文勋
建 筑	蔡 军
结 构	毛呈龙
给 排 水	陆荣海
暖通空调	王宙平
动 力	章 杰
电 气	胡玉震
弱 电	胡玉震
技 经	陈才兵

目 录

1、概述.....	1
2、需求分析.....	12
3、物料和能源供应.....	31
4、建设条件和厂址选择.....	33
5、建设方案.....	37
6、环境保护、职业安全、职业卫生、消防、节能等.....	162
7、组织机构和劳动定员.....	193
8、项目建设实施计划.....	196
9、工程建设项目招标方案.....	197
10、投资估算与资金筹措方案.....	199
11、项目经济效益初步预测.....	204

附表：新增主要工艺设备清单及招标情况表

主要技术经济指标表

附图：总平面布置图

区域给排水布置图

区域电气布置图

工艺平面布置图

主要建筑物平立剖面图

1、概 述

1.1 项目名称及项目单位法人

项 目 名 称： 高温合金精铸件扩产项目

实施项目单位： 北京钢研高纳科技股份有限公司

法 人： 艾磊

1.2 项目编制依据

(1) 《国防科技工业固定资产投资项目可行性研究报告编制规定》；

(2) 项目备案文件（待补）；

(3) 北京高纳科技股份有限公司提供的有关可行性研究报告编制所需的技术资料；

(4) 中国联合工程有限公司和钢研大慧投资有限公司签订的工程咨询合同，合同号：19-A-2C-0076；

(5) 国家和行业现行有关法令、法规、规范和标准。

1.3 项目单位基本情况

北京钢研高纳科技股份有限公司（以下简称高纳公司），为央企中国钢研科技集团有限公司的二级下属企业，公司成立于 2002 年，由原钢研下属的高温材料研究所和粉末冶金研究室的主要业务合并组建而成，2009 年 12 月 25 日在创业板上市（300034）。公司注册资本 448,943,477 元。

高纳公司继承高温材料研究所和粉末冶金研究室在材料及材料成型领域的雄厚实力，下属 7 个事业部和 3 个控股子公司，以“成为高端制造业所需金属新材料与制品产研一体化的高科技公司”为愿景，主要从事航空航天、兵器、舰船和电力行业所需的先进合金材料的研发、生产和销售。产品成型方法涉及铸造、变形、粉末冶金及机械加工。是国内航空、航天、兵器、舰船和核电等行业用高温合金等材料及制品重要的研发生产基地。公司具有生产国内 80%

以上牌号高温合金的技术和能力，产品涵盖所有高温合金的细分领域，是我国高温合金领域技术水平最为先进、生产种类最为齐全的企业之一，多个细分产品占据市场主导地位。

公司总部设在中关村国家创新示范区核心区，为中关村科技园区的高新技术企业，在北京中关村永丰高新产业基地、河北涿州经济开发区和天津武清京津科技谷产业园拥有三大产业基地。公司设立以来，通过科技成果转化和持续产业升级，将技术优势逐步转化为生产优势和市场优势。公司聚焦高端金属特材技术创新与产业升级，以高温合金领域为核心基础，拓展轻质合金精铸技术产业，延伸纯净化精炼技术产业，不断拓展产品方向和市场领域，取得显著效果。

公司现有 1190 余名员工，设有 7 个事业部、10 个职能部门、2 个分公司、3 家控股子公司和 1 家参股公司。享受政府津贴科技人员 8 名以及多名技术人员组成公司的技术团队，占据员工总数的三分之一。其中，多人曾荣获多项国家级或省部级科技奖项。公司拥有研究成果 300 余项，建有“高温合金新材料北京市重点实验室”和“北京市燃气轮机用高温合金工程技术研究中心”。

公司将凭借在高温领域的技术储备和人才优势，依托资本市场平台，全力打造公司品牌。公司坚持“团结和谐、勤奋敬业、务实开拓、追求卓越”的企业精神，通过领先的技术、优异的产品质量、卓越的服务意识为客户创造价值，打造国内外一流的金属新材料与制品产研一体化的高科技公司。

高纳公司近三年财务状况见下表：

序号	指标名称	单位	2016 年	2017 年	2018 年
1	销售收入	万元	68142.7926	67491.0097	89258.7882
2	产品产值	万元		76700.0000	93300.0000

3	主营业务收入	万元	68142.7926	67491.0098	89258.7882
4	利润总额	万元	10496.2852	5320.8089	13689.3218

1.4 建设目标

面向通用高温合金航空精密铸件，建立技术自主、工序完整、流程封闭、过程稳定的世界一流的高端铸件生产基地；打造相关专业技术人员、生产操作人员、一线管理人员等人才培训和检验检测与资格认证中心；设立健全制造信息化管理、质量管理、计划管理、设备管理、人才管理、条件保障管理等生产管理体系；建成工艺布局国际先进，厂房无烟无尘，关键设备先进可靠、自动化及智能化程度较高，技术标准（产品标准/材料标准/制造标准/检测标准/试验标准）严格一致，技术水平国际一流的生产基地。达产后预计产能情况见下表：

产品类别	单价 (万元/套)	产能（台套）	达产年销售收入 (万元)	备注
大型机匣		300	10300	
中小型结构件及调节片		450	34070	
国际宇航		200	6000	
总计		950	50370	

1.5 主要建设内容

(1) 本项目为租赁平台公司建设用地进行航空高温合金精密成型件车间，建设场地位于山东省青岛市胶东临空经济示范区北区，项目用地北侧为规划道路和顺路、东侧为规划道路智慧大道、南侧为规划道路和平路、西侧为规划道路智新路。用地地块面积 12.0066h m²，合计 180.0988 亩。

(2) 项目新建建筑面积 75245 m²，其中项目租赁的航空高温合金精密成型件车间面积 23949 m²；另外新增蜡模制备、焙烧、熔炼浇注、清壳、打磨、

检验检测等生产设备，同时配备智能化、自动化的上下料输送系统等 176 台套，形成年产航空高温合金精密铸件 950 台/套的生产能力。

(3)根据工程内容新增建设投资估算编制结果为 14222 万元(含增值税，不含租赁厂房、土地等资产部分)，具体构成如下：

序号	项 目	金额（万元）	占百分比
1	建筑工程	0.00	0.00%
2	设备购置费	11573.67	81.38%
3	设备安装费	341.90	2.40%
4	其他费用	1628.76	11.45%
5	预备费	677.22	4.76%
6	建设期利息	0.00	0.00%
	合计	14221.55	100.00%

项目新增固定资产投资 14222 万元，项目所需流动资金为 12416 万元，共计需筹集资金 26638 万元，来源为：

企业自有资金出资 17947 万元（含地方补助或返还奖励资金）。自有资金中 14222 万元投入固定资产投资、3725 万元作为铺底流动资金。

债务资金，项目资金不足部分申请银行借款，本项目申请银行短期流动资金借款 8691 万元。

以上投资作为项目资本金的自有资金占项目新增总投入资金的 67.4%。

(4) 根据资金筹措和工程项目内容，本工程计划在 18 个月(2019.6—2020.12 年)内完成，项目实施内容主要包括：前期工作（项目可研报告编制及批复）、设备考察&商务谈判、初步设计（方案设计）、施工图设计、工程施工、设备的采购&安装和调试、竣工验收及投产、正常生产。

1.6 项目进展情况

1.6.1 项目背景

航空发动机是飞机的核心，被誉为现代工业“皇冠上的明珠”和“工业之花”。航空发动机行业的发展水平是一个国家工业基础、科技水平和综合国力的集中体现，也是国家安全和大国地位的重要战略保障。作为一种典型技术密集型产品，航空发动机需要在高温、高压、高转速和高负载的特殊环境中长期反复工作，其对设计、加工及制造能力都有极高要求，因此具有研制周期长，技术难度大，耗费资金多等特点。目前虽然许多国家都可以自主研制生产飞机，但具备独立研制航空发动机能力并形成产业规模的国家却只有美、俄、英、法、中等少数几个。

铸造高温合金产品主要用于航空发动机、燃气轮机热端转动件或静止件，典型应用包括涡轮工作叶片和导向叶片、各种类型机匣、矢量喷口等部件，需承受高温、氧化、热腐蚀等复杂载荷，工作环境严苛，对产品



尺寸精度和冶金质量要求极高。铸造高温合金制品属高端制造业，特别是大型复杂薄壁机匣和单晶叶片铸件，标志着一个国家高温合金产品的制造水平，国外对其制备技术严格保密。国内外仅有少数几个单位同时具备机匣和叶片的研发和生产能力，国外知名生产厂商有美国 PCC、GE、RR 等，国内主要科研和生产单位主要包括高纳公司、航材院、金属所以及航发 410、430、331 等主机厂。近年来，永翰、图南等民企也在单一技术领域有较大的发展。

随着我国航天航空事业的不断发展，对于航空航天发动机的需求不断增加，技术要求也不断提升。为了提高发动机的工作效率，需要提高发动机的工作温度，因此对热端零部件的要求越来越高，也使高温合金精铸件的结构越来越复杂，对精铸件的品质要求也越来越高。但由于这类技术的敏感性，很难获得国外技术的直接支持，而国内现有的高温合金精铸件生产受设备和技术水

平的限制，难以满足需求，特别是某些大型薄壁复杂结构件，铸造难度很大，严重制约了某些型号发动机的研制进度。

大型复杂高温合金结构件主要用于航空发动机、航天发动机、导弹弹体中的承力部件等，其质量直接影响整机的性能和安全可靠性，与国民经济发展和国防安全紧密相关。当前，常见的高温合金结构件包括航空发动机中的整体机匣、导向器、框架、扩压器；航天发动机氧泵泵壳、涡轮壳体等，以及导弹前后段壳体等关键部件。此类铸件通常需承受严苛的工作环境及复杂的载荷，对表面质量、尺寸精度及冶金质量有极高的要求。

高纳公司铸造高温合金研究和生产起始于其前身钢铁研究总院，迄今有近六十年的历史，研制出等轴晶、定向凝固柱晶、定向凝固单晶合金总计三十余个牌号，并应用于各型发动机中，为我国国防军工和能源动力提供了技术保障。自 2003 年高纳公司成立以来，高纳公司以引领高温合金创新和推广应用为己任，致力于将高温合金的技术成果转化为生产力，尤其在铸造高温合金领域，形成以军品母合金、航天弹用发动机高温合金结构件、涡轴发动机用单晶叶片为特色的产品线，服务于发动机主机厂、增压涡轮器厂等用户，产生了良好的经济效益和社会效益。

高纳公司铸造高温合金产品开发模式以科研、试制、批产全流程集成模式进行组织，涉及的发动机型号超过 30 个，铸件图号近 500 个，属典型的多品种小批量研发和生产模式。铸造事业部现有员工 160 人，建有完整的高温合金母合金、铸造高温合金结构件和叶片生产线，厂房面积 32000 m²，年产高品质高温合金母合金 2000 吨，各类高温合金精铸件 15000 件。

随着市场需求扩大，发动机批产型号增多，国际宇航用户对中国市场的开放，高纳公司现有铸造高温合金研发、中试、批产模式以及厂房设备等硬件已无法满足发展需求。存在的问题主要包括：

(1) 事业部铸件品种多，批量小，试制、生产管理难以协调，生产线资源配置难度大，研发任务与批产任务冲突时，难以同时保证进度；

(2) 生产线设备需适应多种不同结构、尺寸的铸件，强调通用性和冗余度，参数控制范围宽，并需要频繁调整设置，与铸件工艺需求不能完全匹配；

(3) 研发、批产技术人员、生产线管理和操作人员混线，为适应多品种小批量模式，需面向各类铸件，多种铸件混杂在一起处理，容易产生误操作，影响铸件质量。

(4) 北京及周边产业发展环境发生较大的变化。随着北京疏解首都非核心功能，以及京津冀环保政策的日益严格，公司产业所依托的配套产业资源逐步外迁，生产运营成本逐步加大，生产效率受到较大的影响。展望未来，这方面的影响会越来越突出。

(5) 人才集聚受到较大的影响。一是受到进京指标缩减的影响，公司招聘受到较大影响，很多较好学校生源难以最终落地；二是一线城市生活成本巨大，对于集聚人才形成较大影响。

随着高纳公司大型机匣铸件制备技术、中小型结构件及调节片制备技术的成熟，以及随之而来批产任务，高纳公司铸造高温合金现有的产品开发模式、厂房、设备均无法满足发展需求，严重制约了公司铸造高温合金领域的发展。公司迫切需要建立大型机匣类铸件、中小型结构件和调节片铸件批产生产线，将高纳公司的技术和开发成果，有效地转为批产能力，保障国防安全和民用航空，成为高纳公司新的经济增长点，回馈社会及股民，成就员工。

为了满足我国航空发动机及国际宇航市场对铸造高温合金结构件爆发式的需求，结合高纳公司战略发展规划，通过多方考察分析，认为青岛作为中国国家中心城市，中国的十大“创新型城市”之一，以建设开放、现代、活力、时尚的国际大都市为目标，深入实施国际城市战略，已初步形成全方位深层次立

体式开放新格局，具有发展外向型产业的良好城市环境，对人才具有较强的吸引力。另外，根据《青岛市“十三五”战略性新兴产业发展规划》：依托青岛胶东临空经济示范区，围绕通用航空制造及关联产业，重点发展航空研发设计、航空机载设备及系统、航空新材料、精密机械等航空制造产业；该示范区与我司产业具有很大的相关性。故拟在该示范区北区进行高温合金精铸件扩产项目的建设，在高纳公司现有的技术基础上，租赁布局合理的厂房，新增全套生产设备，培训管理、技术和技能人员，新建大型机匣、中小型结构件和调节片生产线，项目的完成将提高公司高温合金精铸件的技术研究水平，推进先进技术的产业化，有力的推动我国高温合金铸造事业的发展，创造巨大的经济效益和社会效益。

1.6.2 公用动力设施配套条件

开发区为项目用地提供“七通一平”的硬件配套，并在项目用地周边配套好公共绿化、亮化工程。

(1) 道路：建设项目四侧临路，具有良好的交通运输条件。地块四周道路均为规划建设道路，将于近期内开建。

(2) 供电

朱诸路西侧正在建设 110kV 变电站，距项目 1300 米，最高可提供 110kV 电力，预计 2019 年 8 月建成，将优先供应本项目用电。

(3) 供水

在南侧沈海高速连接线设有自来水主管网（直径 200mm）。自来水厂距所处区域 5000 米，日供水量 2 万吨。

(4) 排水

雨水排向西侧朱诸路，由朱诸路排水沟排入胶莱河。污水向北侧排入朱诸路污水管网，进入污水处理厂，污水处理厂日处理污水 3 万吨。产生的污水经

处理后达到《山东省半岛流域水污染物综合排放标准 DB37676-2007》规定的二级标准后可直接排放。

(5) 燃气供应

厂区西侧、东侧市政道路上有天然气管道接口，燃气可提供 2 万立方/小时，管径 315mm。

1.7 主要技术经济数据

序号	技术经济内容	单位	数量	备注
1	生产纲领	台/套	950	
2	主要新增工艺设备	台	176	
3	新增动力需求量	kVA	20000	
	3.1 用电负荷	kW	22454	
	3.2 新鲜水	m ³ /a	95000	
	3.3 天然气	m ³ /a	19000	
	3.4 压缩空气用量	m ³ /min	4x21	
4	面积			
	4.1 用地面积	亩	180.0988	
	4.2 建筑面积	m ²	75245	
5	新增人员总数	人	340	
	其中：5.1 生产工人	人	220	
	5.2 辅助生产工人	人	66	
	5.3 管理技术人员	人	54	
6	固定资产投资	万元	14222	

2、需求分析

2.1 国内外技术发展趋势和现状

20 世纪 60 年代起，欧美及苏联等发达国家率先成功研究了高温合金整体构件铸造技术，并应用于工业化生产，IN718、Waspaloy、RS5、IN 939 等镍基高温合金整体结构铸件大量地用于发动机中。随着后来的热等静压技术、高温合金纯净熔炼技术的发展，高温合金的铸件冶金缺陷大大减少，性能显著提高。随着发动机推重比的不断升级换代，关键高温合金部件的结构和材料发生了巨大的变化，结构向整体、薄壁空心方向发展，要求材料具有更高的承温能力的同时，具有更好的抗腐蚀性能、更长的持久寿命和更低的成本。为适应发动机发展对大型复杂高温合金构件的需求，西方发达国家在精密铸造传统理论的基础上，结合自动控制、计算机仿真技术，不断研究和开发新工艺技术，推动大型复杂高温合金构件精密铸造技术理论指导、过程控制和整体近净成形方向发展，以提高部件整体结构性能和可靠性，减轻结构重量，降低制造成本，缩短制造周期。迄今，国外对于生产大型复杂高温合金铸件已经达到成熟应用阶段，研制的大量高品质、复杂、整体高温合金精密铸件，并广泛用于航空、航天、导弹等装备中。目前世界上尺寸最大、壁厚最薄的 K4169 合金后机匣精铸件直径达到超过 2m，最小壁厚仅 0.7mm。

我国在这方面起步较晚，基础理论研究薄弱，技术和工艺装备水平仍较低，铸件材料也比较单一。2000 年以后，国内一些大学科研院所和企业通过基础研究和攻关，也已初步掌握了直径超 1m，壁厚 1-2mm 左右的 K4169 合金大型铸件的整体精密铸造技术。国外关于大型复杂薄壁铸件的研制技术专利未予公开，因此，要想在航空发动机高温材料铸件精密成型方面取得研制突破，必须依靠自主创新，建立自己的研制平台，形成具有自主知识产权的研制技术。大型薄壁复杂构件蜡模通常采用分体压制、拼装成形的工艺，由于蜡模

变形和拼装工装精度问题，影响铸件的尺寸精度，特别是非加工流道尺寸，与国外先进水平相差较大。国内引进或自制的自动制壳线主要针对中小型铸件，大型复杂铸件由于数量少，主要采用手工制壳工艺，易造成模壳质量波动，导致浇注漏钢或者铸件尺寸变化。

大型高温合金复杂构件多为关键部件，直接关系到整机效率和安全可靠性，因此对表面质量、尺寸精度及冶金质量有极高的要求。大型复杂高温合金构件铸造工艺复杂、流程长，过程控制难度大，该技术仅为少数国家掌握。大型复杂高温合金构件铸造技术的难点主要在于：□由于其尺寸较大、结构复杂、壁厚相差悬殊，在铸造过程中，尺寸精度需控制多个环节，技术难度大；□这类铸件浇注和补缩系统异常复杂，容易产生欠铸、疏松、变形、开裂等铸造缺陷□高温合金的合金化程度高，枝晶发达，更易产生偏析和显微疏松，影响铸件使役性能。

大型复杂高温合金构件铸造技术工艺复杂，流程长，质量影响因素多。总体而言，获得高品质高温合金铸件的关键技术包括：铸件尺寸综合控制技术；高强、高稳定型壳及型芯制备脱除技术；控制铸态组织及缺陷的浇注成形技术；消除内部缺陷、改善组织的热等静压、热处理技术；预测缺陷形成及铸件变形趋势，指导制订工艺的大型复杂构件凝固过程仿真技术等。

□高精度铸件尺寸精确控制技术

高精度蜡模制备是保证大型复杂构件尺寸精度的关键，同时还需对铸件生产过程中蜡模、型壳、铸件的变形规律精确了解，才能实现大型复杂构件的尺寸控制。由于铸件壁厚、几何特征等原因，蜡模、铸件各部位收缩系数有差异，模壳变形对尺寸也有影响。国外已开展大量的精密铸件尺寸稳定性及影响因素研究，提高了大型复杂构件的尺寸精度。我国在此方面比较落后，往往要经过多次压型返修和调整拼装，铸件尺寸才能达到要求，拖延了产品研发周

期，增加了成本，影响发动机研制和生产进度。随着计算机及快速成型技术的发展，在试制阶段，国外已大量采用快速原型蜡模，可缩短研制周期，降低成本。我国则因快速成形蜡模尺寸精度与表面质量问题，应用受到限制。

□型壳材料及制备技术

大型复杂构件单炉浇注熔体质量大，金属液的动、静复合压力对型壳产生很大的负荷，同时为保证薄壁结构充形完整，还需提高型壳加热温度或浇注温度，因此要求型壳具有更高的强度。为细化晶粒和二次枝晶臂，在保证型壳强度的同时，采用高导热系数壳型材料，改善铸件力学性能，抑制表面缺陷。由于硅溶胶制壳具备环保和优异性能的优势，国外高温合金铸件基本采用硅溶胶制壳。国外已对硅溶胶制壳原辅料及其制壳工艺进行了系统的研究，内容涵盖硅溶胶耐火粉料兼容性、料浆使用寿命，型壳干燥行为、涂料性能测试和监控手段，型壳性能表征和测试方法。我国在硅溶胶制壳工艺理论和应用研究尚十分薄弱，对原材料标准低，由于制壳原材料和工艺引起的铸件报废比例高。

□浇注成形技术

由于大型复杂高温合金浇注时熔体充形、补缩困难，凝固收缩一致性差，易产生欠铸、疏松、变形甚至开裂等缺陷。采用适合的浇注工艺和参数，获得充形完整、组织可控、少（无）缺陷的铸件是大尺寸复杂高温铸件铸造技术的关键。为解决大型高温合金铸件，特别是复杂薄壁构件铸造难题，国外开发了多种特种铸造工艺，如热控凝固、真空离心铸造、细晶铸造技术等，来提高合金熔体的充型和补缩能力，实现铸态组织控制。如 PCC 公司已成功地采用热控凝固工艺研制出直径超过 1m，最小壁厚 1mm 的鱼鹰直升机的 AE1107C 扩散室和燃烧室部件扩散室和燃烧室部件，Howmet 采用细晶工艺研制了大量大型薄壁细晶结构整体铸件，成功应用于航天、航空发动机中。

我国在热控凝固、真空离心铸造、细晶铸造等方面均已开展了研究工作，

因基础理论研究薄弱及设备水平等问题，多处于工艺探索及样件试制阶段，离实际应用尚有距离。

□精密铸造过程仿真技术

大型复杂高温合金构件的欠铸、缩孔、疏松、冷隔、热裂、变形等缺陷出现在充形、凝固过程阶段。精密铸造过程数值仿真可以对流场、温度场、应力场、组织进行模拟，预报缩孔、疏松、热裂发生的位置和趋势，指导浇注系统设计和工艺参数的制订，缩短铸件研制周期，降低工艺成本。

近年来，精密铸造过程仿真技术获得巨大进展，已出现了多种充形和凝固过程数值模拟软件，如 Magma、Procast、Anycasting 等。国外已积累了大量的软件的使用经验，对数据库和边界条件进行完善，提高了模拟结果的准确度，使其得到真正的应用。我国在精密铸造过程仿真技术方面与国外的差距在于基础理论研究薄弱，使用经验少，数据库和边界条件不完善，影响仿真结果。

通过对国内外铸造高温合金结构件技术发展和市场需求分析，高纳公司提出立足国内，技术和管理对标 PCC 的发展战略，开展了热控制凝固、真空离心铸造、多场耦合成形控制技术，突破了大型复杂薄壁机匣铸件、中小型复杂异形结构件、尾喷口结构件及条件片等关键技术，并形成了专用生产规范。高纳公司在该领域的突破，将助力我国先进航空发动机、燃气轮机发展，为国防安全和能源安全提供技术保障。

2.2 项目铸件国内外生产情况

国外航空发动机主要被美、英、法、俄高度垄断，航空发动机产业行业形成了金字塔形的发展格局：

□第一梯队，美国的 GE 和 PW 公司、英国的 R&R 公司、CFM 国际公司（SNECMA 与 GE 的合资公司）、国际航空发动机公司（IAE、R&R 与 PW 的合资公司）以及 EA 公司（GE 与 PW 的合资公司）由于其出色的航空发动机

整机研制、总装集成、销售及客户服务能力位于金字塔的顶层；

□第二梯队，俄罗斯的土星公司和礼炮公司、法国的 SNECMA、美国的 Honeywell、德国的 MTU 以及意大利的 AVIO 公司本身也具有较完整的航空发动机整机研制能力，并在各自的技术领域具有很强实力，但由于缺乏民品或者中大型航空发动机，主要为塔尖位置公司提供大部件及核心机；

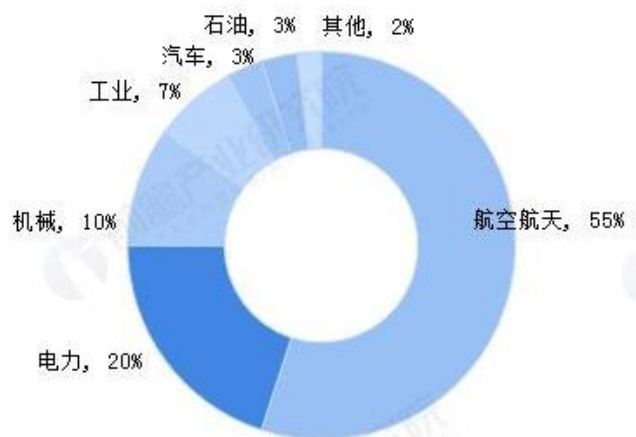
□第三梯队，具有强大的航空发动机零部件加工制造能力，包括日本的三菱重工、川崎重工、石川岛播磨重工和韩国的三星科技公司等。

随着市场全球化和供应链的延伸发展，航空发动机行业逐步形成了主承包商-供应商发展模式，这也给本项目大尺寸机匣铸件带来了市场机遇。以 R&R 公司为例，至少从 2004 年开始，就只生产其最终产品所有零部件中附加值最高的 30%，而将余下的 70% 转包出去，从而在风险可控的前提下，尽可能地降低发动机全部零件的制造与采购成本。R&R 公司认为具有竞争力的核心零部件必须自行生产；非核心零部件如果有足够的竞争力也会自行生产；竞争性不强的核心零部件生产必须受控，即在合作伙伴企业或合资企业中进行生产；不是核心零部件，竞争性又不高的零部件则完全可以进行外部采购。

铸造高温合金产品中，竞争力核心零部件非叶片莫属，特别是单晶叶片，各发动机公司都尽可能地将其掌握在自己手里，而且核心技术严格保密。而对于机匣或其它类结构件，出于成本和产业布局考虑，正在考虑参照钛合金机匣的模式，逐步外放，在其它国家生产。国内应流、永翰等民营企业已经与 GE、Safen 等合作，并取得认证，进入供货领域。高纳公司也已经和俄罗斯的 Alba 公司、RR 公司接洽，进行产品开发和批产技术积累，准备在 1~2 年内通过 AS9001 认证，形成机匣批产能力，进入国际宇航市场。

2.3 项目产品市场需求

铸造高温合金精铸件应用领域广，在航空航天、电力、汽车、医疗器械、冶金等多个行业都有着广泛的应用。航空航天产业属于战略性先导产业，世界航空航天市场总额已高达数千亿美元，并且正以每年 10%左右的速度稳步增长，我国航空航天事业目前



资料来源：有色金属咨询公司Roskill 前瞻产业研究院整理

正处在高速发展时期，铸造高温合金精铸件也迎来了高速发展的机遇。在航空发动机、燃气轮机增压器涡轮、医疗器械等多个领域，高温合金精铸件由于所具有的优越性能，得到了越来越广泛的应用，有着巨大的发展空间。

本项目主要针对三类产品的批产进行规划和建设，包括直径 500mm 以上大尺寸高温合金机匣铸件、500mm 以下中小型结构件和尾喷口调节片类结构件，涉及的市场主要有国内军用发动机和商用发动机精铸件，以及普惠、罗罗、GE、赛峰等国外发动机公司转包业务。国内航空发动机铸造高温合金制品市场主要包括批产和预研涡扇系列发动机用机匣、扩压器、调节片及叶片，涡桨发动机结构件和叶片，涡轴发动机中小型结构件、叶片等，总体市场规模近 50 亿元。普惠、罗罗、GE、赛峰等国外发动机公司转包业务市场规模可能接近 100 亿美元。

2.4 产品技术

2.4.1 项目产品核心技术

项目产品精密铸造工艺是零件近净成型的先进方法，该方法保证了零件的结构完整性，简化了机加工量，减少或省去了零件组焊，提高了装配效率，

稳定了质量，同时降低了用料成本。由于项目产品在高温下具有极高的化学活性，液态金属成形过程中质量控制难度极大，产品精密铸件是集金属材料学、化工陶瓷学、真空冶金学、高精度加工检测技术、高分辨率无损检测技术、计算机辅助设计和制造技术及数值模拟仿真技术等实现的高技术产品。

高纳公司为我国铸造高温合金牌号研制最多的科研单位之一，完成了多项国家航空、航天重大军工项目的高温合金材料及铸件生产工艺的研究与攻关，具备了解决铸造高温合金冶炼、浇注和铸件质量控制的方法和技术。长期致力于航空、航天高温合金的研究，在材料研究、生产、应用等方面积累了丰富的实践经验和理论水平，同时还拥有先进的检测设备手段。本项目技术来源均为自主研发，无知识产权问题。

本项目涉及的核心技术包括：

(1) 高温合金复杂薄壁机匣类铸件制备技术

高温合金复杂薄壁机匣类铸件主要用于航空发动机、航天发动机热端承力结构等，其质量直接影响整机的性能和安全可靠性和国防安全和民用航空紧密相关。当前，常见的高温合金复杂薄壁结构件包括涡扇发动机用承力斜支板、承力机匣，涡桨发动机，涡轴发动机对半机匣。此类铸件通常需承受严苛的工作环境及复杂的载荷，对表面质量、尺寸精度及冶金质量有极高的要求。

自 2003 年起，高纳公司在高温合金复杂薄壁机匣类铸件制备技术方面开展了大量的工作。突破了薄壁结构铸件成形、尺寸精确控制及冶金质量控制等关键技术。高纳公司研制和生产航天弹用发动机用关键铸造高温合金精铸件处于国内领先水平，这类结构件整体铸造涡轮转子、导向器、工作轮等，直径 200~400mm，目前这类铸件产品市场占有率超过 90%，产品合格率可达 70~80%。钢研高纳在大型薄壁机匣类铸件方面也开展了大量的工作。如研制的某型发动机用 K4648 合金扩压器，最大直径达到 $\Phi 588\text{mm}$ ，尺寸和冶金质

量均达到了设计要求。研制的涡桨发动机用 K4738 合金排气机匣外形尺寸超过 600mm，整体平均壁厚 1.9mm，尺寸和冶金控制困难极大，目前已突破成形及质量控制关键技术，交付的铸件通过了试车考核。

针对其它涡轴、涡桨、商发及国际宇航市场的需求，高纳公司正在开展直径~1.4m 的机匣研制技术，目前已取得重大突破，这些技术储备均为本项目奠定了基础和技术保障。

(2) 高温中小型结构件及调节片类结构件制备技术

为提高发动机的机动，先进发动机设计中采用矢量喷口技术。矢量喷口结构通过调整燃气涡轮喷出的高温高压燃气通过面积和方向，提供调整飞机机动的运动分量。通常矢量喷口部件采用的是 K4648 和 K424 合金，随着燃气温度和工作载荷的增加，具有更高承温能力、抗氧化水平的 JG4246A 得到了更广泛的应用。

2.4.2 高纳公司技术优势

自 2010 年起，高纳公司针对先进航空发动机矢量喷口的需求，开展了 K424、K4648、JG4246A 矢量喷口铸件的研制。矢量喷口部件包括密封片、调节片、稳定器、梁等关键零件，其结构为薄板型和异形薄壁管状结构，这种结构给铸造充形和补缩带来了巨大的困难，开裂和变形严重，产品合格率低。通过系统开展蜡模制备和校型技术研究、均衡入流补缩内浇口设计、常温高温复合校型技术研究，有效地实现了调节片尺寸和冶金质量的控制。目前制备的调节片最大长度超过 600mm，壁厚~1.5mm，宽度~40mm，变形小于 0.2mm。

在高温合金复杂薄壁机匣铸件领域，开展了高精度模具和工装设计、高强易溃散型壳制备、计算机辅助工艺设计、缺陷控制等共性技术研究工作，突破了机匣类铸件成形、尺寸控制、冶金缺陷控制等关键技术，制备

的机匣铸件充型完整，尺寸和冶金质量满足设计的要求，形成了成套的机匣类铸件精密铸造技术。并已经成功应用在多种机型。这些产品均已形成完整的技术规范和小批量生产能力，可以在短时间内批产。

在矢量喷口铸件领域，开展了大尺寸薄壁复杂调节片类铸件的尺寸控制研究工作，局部空心铸件的陶芯制备和尺寸控制研究，多腔多孔的复杂薄壁调节片的成型和冶金缺陷控制研究，并且已经成功的研制了多种结构件产品，并实现了批量生产，质量稳定。

针对调节片类铸件和薄壁复杂机匣类铸件尺寸控制困难的问题，通过多轮的数据分析和积累，获得了精确的蜡料收缩系数，并对于异形不等壁厚复杂结构的蜡模开展了局部变形控制技术，并针对不合合金的收缩特性设计蜡模尺寸，通过高精度的模具制作，制造满足设计要求的模具和拼装工装，成功实现了铸件在批量生产条件下尺寸的稳定性，并为后续产品的研制和批产积累的丰富的经验。通过攻克这些复杂结构的薄壁机匣和调节片类铸件，建立了一系列的成熟的技术体系。

在大型薄壁机匣类铸件方面，高纳公司开展了大量的试制和开发工作，凝练出机匣类铸件的关键技术，并形成通用研发平台，研制成功多种机匣类铸件，制订出技术规范，形成了小批量生产能力。针对各种典型结构的薄壁复杂机匣铸件，系统开展蜡模尺寸及型面在线监测，研究机匣铸件制备过程中的尺寸变化规律，控制蜡模尺寸，满足铸件对高精度尺寸蜡模需求；研究铸件制备过程中尺寸演变规律以及最终尺寸评估，优化模具结构及尺寸，制壳工艺及铸造工艺，提高铸件尺寸精度。开展高强易脱除陶瓷型芯制备及评价技术研究，提高机匣用长薄陶瓷型芯强度和刚度，改善模壳与陶芯的匹配，消除偏芯，减少断芯，满足铸造工艺对陶瓷型芯的需求；开展复杂结构机匣内部壁厚等结构尺寸检测研究，保证铸件尺寸精

度；结合精密铸造过程数值模拟技术，开展大型高温合金结构件浇注系统及工艺的优化，实现浇不足、疏松等缺陷的有效控制，提高铸件冶金质量。通过以上技术攻关，突破了大型复杂薄壁机匣类铸件成形、尺寸、冶金控制的关键技术，研制出多种先进发动机用关键机匣类铸件。

针对先进涡扇发动机尾喷口结构件和调节片需求，系统开展大长厚比铸件蜡模尺寸控制技术研究，设计了蜡模校型工装，精确控制蜡模形状和尺寸，满足结构件对高精度尺寸蜡模需求；研究大长厚比薄壁铸件制备过程中尺寸演变及变形规律，优化浇注系统结构，平衡调节片铸件与粗大浇注系统收缩，避免凝固过程由于壁厚差异导致的热应力使铸件变形或开裂。开展高强易脱除陶瓷模壳制备及评价技术研究，避免模壳在制备和浇注过程中变形，影响铸件尺寸及壁厚；结合精密铸造过程数值模拟技术，开展调节片浇注系统及工艺的优化，避免浇不足、疏松等缺陷，提高铸件冶金质量，并简化浇注系统，提高合金利用率；开展了大长厚比铸件复合校型技术，通过复合温度和应力，在蠕变条件下调整调节片外形和尺寸，同时保证铸件组织和性能的基础上。通过以上工作，突破了调节片类铸件成形、尺寸、冶金控制的关键技术，研制出多种型号发动机用尾喷口结构件及调节片铸件。高纳公司已形成调节片类结构件制备的专有技术，技术成熟度达到 6~7 级，主要存在问题在于尺寸和冶金质量控制不稳定，并受制于受制于设备、厂房、人员配置等多方因素，产能不足。为保证本项目建设顺利完成，高纳公司将在近 1~2 年内，突破重点产品交货周期控制、质量波动、合格率提升等技术和管理工作，合格率达到 70~80%，技术成熟度达到 8~9 级。

目前钢研高纳公司用于铸造高温合金生产厂房总计近 32000 平米，分布在北京永丰高新产业园区和天津市武清区京津科技谷园区，其中位于天

津武清的熔炼中心主要生产高温合金母合金产品，可以生产几乎所有牌号的高温合金母合金，为铸件产品提供优质的原材料。结合北京永丰的铸件生产基地形成了完整的从原材料到最终成品的高品质精铸件生产线，具备完成母合金、叶片、中小型结构件批产、机匣试制和中试的产品工作全面能力。高纳公司有较完备的铸件研制和生产保障条件，现建有完整的高品质铸造高温合金母合金、定向凝固和单晶叶片、等轴晶结构件生产线分别分布北京永丰新材料研发基地和天津武清高新技术谷。拥有生产、检测设备超过 300 台（套）。关键设备包括：德国 ALD 公司生产的 3 吨 VIDP 真空感应熔炼炉（Vacuum Induction Degassing and Pouring Furnace）、ALD VIM IC 10 定向凝固熔炼炉、MPI 压蜡机、SOM 自动制壳线、50~500kg 真空感应铸造炉、真空热处理炉、X 射线检测、荧光自动检测线、三坐标测量仪等先进设备，具备从试验室、中试和批产规模的铸造高温制品的开发能力，可实现项目研究成果由试验室到中试、再到产业化的无缝衔接。

北京永丰的产业基地具有 15 年以上的产业化生产经验，研制生产了近 100 种调节片和机匣类铸件，并研发了多种专用设备来保证高质量的批量生产，培养了一批熟练的技能工人，和有着丰富研发和生产经验的技术和管理人员，建立一套成熟的人员培养体系，并为了进一步提升产能进行了人员储备。

高纳公司及其控股股东中国钢研在铸造高温合金的成分设计、工艺技术等方面也已取得大量的发明专利和自主知识产权，主要专利如下：

- （1）一种反重力铸造用高透气性、高强度陶瓷型壳的制备方法，201010272783.0。
- （2）一种熔点以下完全充型铸造方法，201110430497.7。
- （3）一种可溶芯修补方法，201410855046.1。

- (4) 一种大尺寸薄壁环形窄通道铸件的陶芯制作方法，
201510906197.X。
- (5) 一种镍基高温合金的热处理工艺， 201510850104.6。
- (6) 一种抗热蚀定向凝固镍基高温合金及制备方法，
201511017480.3。
- (7) 铸件标准力学性能测试方法， 201610206307.6。
- (8) 一种陶瓷型壳脱蜡方法和脱蜡装置， 201910184064.4。
- (9) 一种高温合金铸件缺陷修复方法， 201410837959.0。
- (10) 陶瓷型芯和可溶型芯配合制备复杂空心型腔铸件的方法，
201710325885.6 。
- (11) 一种基于三坐标的导向器叶片尾缘跳动量快速测量方法，
201610574377.7 。

2.5 产品方案和市场占有率分析

本项目的产品方案是根据市场需求，对高纳公司在研产品进行梳理，并有望在 1~2 年批产，形成规模效益的产品。针对这些产品，以高纳公司现有研发人员、中试线为依托，进行技术攻关，提高产品质量和合格率，降低成本，并形成全套的技术资料 and 文件，培养工艺执行、技术管理和质量管理人员，在本项目完成后，顺利实现批产。

3、物料和能源供应

3.1 原材料及主要辅助材料供应

产品生产需要的主要原材料：母合金（铝镁钛）锭、中间合金等，主要辅助材料——蜡料、胶料、砂等，均通过国内市场优选采购。

公司对所需原材料制定严格的采购管理制度，采购的原材料入库前由质检部门对采购的材料进行质量、合格证、产品执行标准、生产日期、产品技术指标、质量等级、采购数量与认定数量的相符性、材料状态、储存条件、外观包装、标志、成分及其有关方面的检验，合格者入库。

项目主要原材料、辅料品种、年需求量表

序号	名称	用量 t/a	包装形式及规格	一次最大储量 t	储存场地
1	K4169 母合金	150	散装	30	航空高温合金 精密成型件车间
2	K424 母合金	600	散装	50	
3	K4648 母合金	100	散装	20	
4	JG4246A	30	散装	3	
5	K4738	50	散装	5	
6	制壳材料	1100	散装	80	
7	中温蜡	80	散装	20	
8	乳化液(原液)	20	桶装/200L	2	
9	防护润滑剂	5	桶装/10L	1	
10	钢丸	20	桶装/200kg	2	
11	液压油	20	桶装/200L	5	
12	润滑油	5	桶装/10L	1	
13	包装材料	50	散装	5	
14	真空泵油	40	桶装/200L	4	
15	荧光液	28	桶装/200L	3	

3.2 动力能源消耗、供应

(1)项目用电引自厂区外的 110kV 降压站,建设场地的西北角建设 3.5kV 降压站一座,市政提供 2 路 35kV 电源作为正常电源,采用柴油发电机作为保安电源。

项目用电安装容量 ~22454kW。

(2) 天然气接自厂区东面的市政天然气管道,厂区入口设天然气调压计量站;天然气主要用于热水机房内的燃气锅炉及食堂厨房用气。

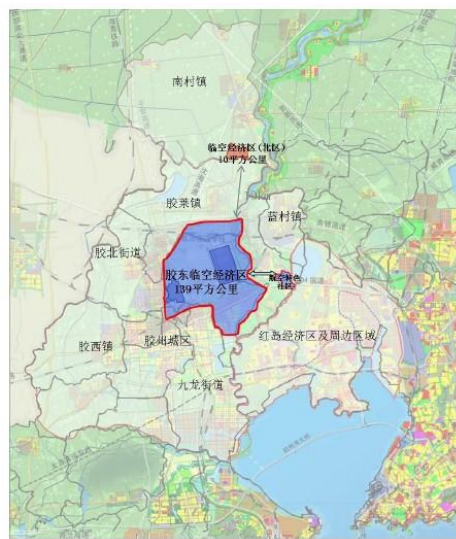
(3) 项目生活、生产用水最高日用水量约为 688.60m³/d,生活、生产用水最大时用水量 52.6m³/h。水源接自市政管道,市政给水压力不小于 0.20MPa。

(4) 在航空高温合金精密成型件车间的中间露天跨内设置空压站,内设 4 台 21m³/min、0.8MPa 的单螺杆空气压缩机,就近供应各工部使用净化压缩空气,3 用 1 备。

4、建设条件和厂址选择

4.1 区位分析

本项目建设场地位于山东省青岛市胶东临空经济示范区北区，胶东临空经济示范区依托青岛新机场，遵循临空经济发展规律，坚持绿色发展、生态优先，引导和推进临空指向性强的现代服务业、高端制造业集聚发展，建设以航空运输为基础、航空关联产业为支撑的产业体系，推动产业与城市融合协调发展，打造区域性航空枢纽、高端临空产业基地、对外开放引领区和现代化生态智慧空港城。



胶东临空经济示范区在空间上形成“一核、五区、一带”的空间发展格局，“一核”即为位于示范区中部的空港发展区；“五区”分别为：位于核心区西南部的通航产业区、西部的航空制造产业区、南部的临空现代服务区、东部的航空特色社区以及北部的临空经济区。“一带”即为位于核心区东部的大沽河生态保护带。

本项目建设场地即位于“五区”中的临空经济区，临空经济区位于平度市南村镇，距南部的空港发展核心区约 10 公里，距平度市区约 32 公里，东侧毗邻即墨市，位于青岛市“半小时经济圈”内，区位优势明显。

4.2 建设条件

4.2.1 地理位置及交通运输条件

本项目建设场地位于山东省青岛市平度市东南部的南村镇，项目用地北侧为规划道路和顺路、东侧为规划道路智慧大道、南侧为规划道路和平路、西侧为规划道路智新路。

南村镇距胶济铁路蓝村站、济青高速公路均为 10 公里，国家重点高速公路青银高速公路、同三高速公路在南村驻地设有出入口，海青铁路在境内预留站点，初步形成了陆、海、空立体交通网络。沈海高速、青新高速、青银高速、省道 217、218 五条高速公路汇集，与全镇路网构成棋盘状路网结构，交通十分便捷。

建设项目距北侧沈海高速连接线北侧约 100 米，通过智新路—沈海高速连接线可直达沈海高速。距西北部的平度站约 44.5 公里，驾车经省道 218—青新高速用时约 48 分钟即可到达。距南部的胶州北站约 22.6 公里，驾车经省道 217—站前大道用时约 32 分钟即

可到达。距青岛北站约 63.3 公里，驾车经省道 218—青银高速用时约 74 分钟即可到达。距青岛流亭机场约 48.9 公里，驾车经省道 218—青银高速用时约 61 分钟即可到达。

4.2.2 气候、气象条件

平度市属暖温带东亚半湿润季风区大陆性气候，境内气候四季分明，春季干旱多风、夏季高温多雨、秋季秋高气爽、冬季寒冷干燥。年平均气温 11.9℃，无霜期 195.5 天，日照时数约 2700 小时，年平均降水量 680 毫米。

4.2.3 地形地貌及水文条件

平度市地形大体北高南低，呈伞形向东南、西南、西北倾斜。海拔最高点 736.7 米，最低点不足 2 米，境内最大高差 735 米，沿县（市）界按西北—西南—东南—东北的顺序从低到高呈螺旋状分布。北部是大泽山脉，蜿蜒起伏，绵亘数十千米，地面高程均在 150 米以上，是市内主要河流的发源地。主峰北峰顶，海拔 736.7 米，是全市的最高峰。中部、东南部是平原，地面高程在 20 米与 50 米之间，占全市总面积的 42.79%。西南部的地面高程多在海拔 10 米以下。西北部是洼地丘陵区。丘陵区地面高程在海拔 50~150 米之间，分布着

少量的海拔 100 米左右的小山头，其中主要的有三合山。胶莱河沿岸特别是下游地区，地面高程多在海拔 10 米以下。

平度市境内主要河流近 20 条，分属北胶莱河和大沽河两大水系，白沙河以西约五分之三的流域面积归北胶莱河水系，有白沙河、秦皇河、双山河等；白沙河以东约五分之二流域面积归大沽河水系，有小沽河、祝沟河、黄同河等。其中胶莱河、大沽河、小沽河是边界河流，泽河为人工开挖的河道。

4.2.4 市政配套设施条件

开发区为项目用地提供良好的硬件配套设施，并在项目用地周边配套好公共绿化、亮化工程。

(1) 道路

建设项目四侧临路，具有良好的交通运输条件。地块四周道路均为规划建设道路，将于近期内开建。具体状况如下：地块北侧为区域规划次干道—和顺路，道路红线宽 30 米，双向 4 车道；地块东侧为区域规划主干道—智慧大道，道路红线宽 40 米，双向 6 车道；地块南侧为区域规划次干道—和平路，道路红线宽 30 米，双向 4 车道；地块东侧为区域规划支路—智新路，道路红线宽 20 米，双向 4 车道。

(2) 供电

区内供电充足，朱诸路西侧规划设有 110kV 变电站，距项目 1300 米。最高可提供 110kV 电力。

(3) 供水

在北侧沈海高速连接线设有自来水主管网（直径 200mm）。自来水厂距所处区域 5000 米，日供水量 2 万吨。

(4) 排水

雨水排向西侧朱诸路，由朱诸路排水沟排入胶莱河。污水向北侧排入朱诸

路污水管网，进入污水处理厂，污水处理厂日处理污水 3 万吨。产生的污水经处理后达到《山东省半岛流域水污染物综合排放标准 DB37676-2007》规定的二级标准后可直接排放。

（5）燃气供应

厂区西侧、东侧市政道路上有天然气管道接口，燃气可提供 2 万立方/小时，管径 315mm。

5、建设方案

5.1 总体建设方案

5.1.1 总体设计原则

(1) 遵循“创新、求实、诚信、高效”的企业精神，发挥企业的技术优势，以只争朝夕的拼搏精神，紧抓机遇，建设装备创新、技艺精湛、管理一流的航空高温合金铸造生产基地。

(2) 设计方案考虑远近结合，遵循钢研“以人为本、立德立业；创造价值、共赢共享”的核心价值观，寻求经济效益、环境效益、社会效益的最佳结合。设计作多方案比较，以求达到探索项目建设的最佳方案。项目建设突出“高起点、高技术、高效益”的特色，采用先进、成熟、适用的新工艺、新技术、新装备、新材料，提高企业的创新能力、工艺水平、装备水平和管理水平。

(3) 土建、公用设计坚持“简洁、美观”的原则，不特别强调土建、公用工程的高标准，而把投资放在一流制造工艺、提高关键工艺装备的技术水平上。

(4) 充分对产品制造流程特点及生产过程中的物料流程进行分析，合理规划，做到布局合理、物流组织顺畅，建立物流短捷、简洁高效的生产系统，为企业创造低成本运营的基础条件，提高产品的价格竞争力。

(5) 坚持技术进步，采用先进、适用、节能、环保新技术。为改善生产和工作环境，提高产品质量，充分考虑抽风除尘系统、冷却水循环系统、废水处理系统、废气处理系统等辅助设施。尤其是针对铸造生产过程中产生的废气、废水、粉尘等污染问题，设计进行多方案比较，寻求既满足生产又合理解决废水、废气、粉尘等污染问题的设计方案。

(6) 严格执行环境保护、劳动安全卫生、消防等规定、规范和标准，坚

持环保工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产的“三同时”原则。环保工程设计经济合理、技术先进、切实可行。

(7) 新厂区建设满足示范区总体规划要求，贯彻节约用地和合理用地原则。总图设计在满足工艺流程和合理物流路线的前提下，结合场地特点做到标高合理、功能合理。

(8) 建筑力求新颖适用、美观大方，有现代感和标识性。厂房建筑尽可能采用现代化大型联合厂房形式，以方便工艺布局和生产组织，减少室外驳运。建筑结构体系选型力求科学合理、经济适用，并合理解决厂房的保温、采光、通风、大面积排水等问题。在提高土地利用率的的同时，有效缩短生产运输路线。

(9) 贯彻国家节能方针，坚持技术进步，切实体现建筑节能、空调节能、用电节能等，遵循节能规范。

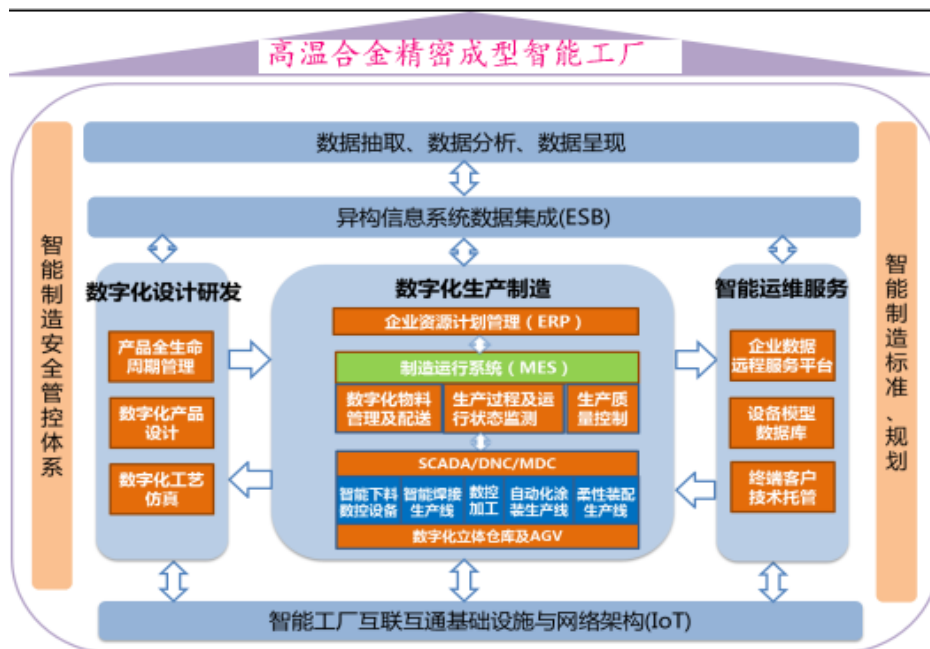
顺应国家产业政策导向，瞄准世界同行业的发展趋势，依托北京钢研高纳科技股份有限公司的技术，立足通用航空市场，以航空高温合金铸件任务为牵引，新增目前国内外最成熟和先进的生产设备，建立技术自主、工序完整、流程封闭、过程稳定的世界一流航空高温合金铸件生产基地，全面满足航空高温合金铸件的产能要求和工程化要求，适应航空市场需求，促进新型航空高温合金研制及其精密铸造技术的发展。

5.1.2 智能化工厂总体架构

本项目进行顶层设计，从全局高度打造一个全面的、系统性的数字化工厂，从各个方面进行优化、挖掘潜力，最大程度地提升企业的生产效率及管理水平，使项目智能化、自动化水平达到 PCC 或工业 3.0 的水平。

数字化车间的总体架构设计，在精益化生产理论的指导下，基于先进的智能制造技术，以信息基础设施和智能制造装备为基础，以数字化车间制造运行

系统（MES）为大脑和运行管控中枢，与企业上层的企业资源管理、数字化设计等信息化系统和底层的智能制造装备等实现横向到边、纵向到底的全面集成，实现制造过程的智能化、精益化及透明化。



数字化车间总体架构示意图

规划的数字化车间总体架构如示意图所示。主要是工业安全与信息安全、智能制造相关技术标准、规范及先进管理控制模式为支撑，体系架构层次划分如下：

- 包含信息基础设施、智能制造装备的基础层。
- 包含数字化研发、数字化生产制造、数字化例行试验，数字化远程运维的功能层。
- 包含制造执行系统（MES）、企业资源计划（ERP）、产品全生命周期（PLM）、计划辅助工艺过程设计（CAPP）和虚拟工厂的数据集成层。

项目主要建设内容包括：

5.1.2.1 智能化系统组成

- (1) 企业资源计划（ERP）

主要包含人力资源、财务管理、采购管理、主数据管理、物料需求计划和订单管理等；与供应商及客户管理有密切的联系；作为数字化工厂的顶层系统，ERP系统直接关联到工厂的整体管理运营状况。根据本项目信息化建设的基本情况，建议本厂首先实施ERP系统的基本功能。

（2）产品全生命周期管理(PLM)

产品生命周期管理 (PLM) 是一个设计、制造一体化的工程数据中心，将产品全生命周期的各类产品数据，汇集到数据中心，使得该一体化的工程数据中心可保证产品数据的共享性、准确性、有效性、完整性、安全性。

根据本项目信息化实施进程，本次新建工厂PLM系统部分可先考虑实施工艺设计及工艺知识库部分应用。

（3）MES系统即制造执行系统(manufacturing execution system)

以生产计划和生产执行为主线，执行实际的生产过程，并实现产品、工艺、设备、质量等各种数据的传递和采集，实现全面的生产过程集中管控；解决产品的追溯性、生产控制和其他系统集成等问题；通过MES系统实现的自动/柔性化生产线和PLM与ERP连接和贯通。它主要包含以下功能模块：

- 生产动态追踪及作业指示系统
- 质量信息管理与检测线系统
- 车间级生产管理与统计系统
- 生产线运行监控与计划调度指挥系统
- 物流操控配送信息系统

MES 为数字化工厂的重要内容，作为顶层ERP系统和底层生产制造自动化（TIA）系统的中间环节，它的实施标志着数字化工厂建设的基本完善。但同时，它的实施需要ERP系统、PLM系统和 TIA系统的支撑。本次新建工厂实施ERP系统及底层系统构建基本完善后，应考虑完善的MES系统。

（4）仓库&物流管理

主要包含 WMS（仓库）管理和线边库管理，WMS 管理提供了出入库管理、库内管理、仓位信息管理、分拣任务管理和配送管理，这样可以使存储信息更加全面也更加透明化。线边在制品管理包括入库、出库、库存台账、库存盘点等常规物料库管理功能。

拉动装配零部件配送的根本源动力是生产线的实际需求。对装配生产线运作的过程控制通常是由制造执行系统（MES）来控制。因此，全过程拉动的思想要求在 MES 与物流执行系统（LES）之间建立系统间的直接数据拉动策略。

LES 系统的实施，可以使数字化工厂管理运行更加高效化。本次新建工厂在MES系统规划基本到位后，应实施该部分内容。

（5）全集成自动化（TIA）

它主要包含设备监控与数据采集（SCADA Supervisory Control And Data Acquisition）、工业网络（Industry Network）、物流自动化 (Logistic)、生产线自动化(Automation)等方面。作为数字化工厂的底层内容，是数字化工厂建设的基石，工厂的自动化程度直接影响信息化数字化可实施进程。该部分内容必须在工厂建设初期进行规划，后期进行改造会花费很大的人力财力。

项目全集成自动化规划包括数字化挤压生产线、智能化焊接生产线、智能化装配生产线和智能实验室，根据产品的特性和工艺要求选择生产设备，包含焊接机器人、在线测量及质量监控系统装备、三维激光扫描仪、电子标签、条码等采集系统装备、数字化非接触精密测量、无损检测系统装备、智能化高效率强度及疲劳寿命测试与分析设备、挤压生产线、总装及涂装生产线等10余种核心装备，设备/软件的总数超过20套（台）。产线可完成铝合金半挂车产品的挤压、焊接、装配工序，保证工艺完整性，提高生产效

率。

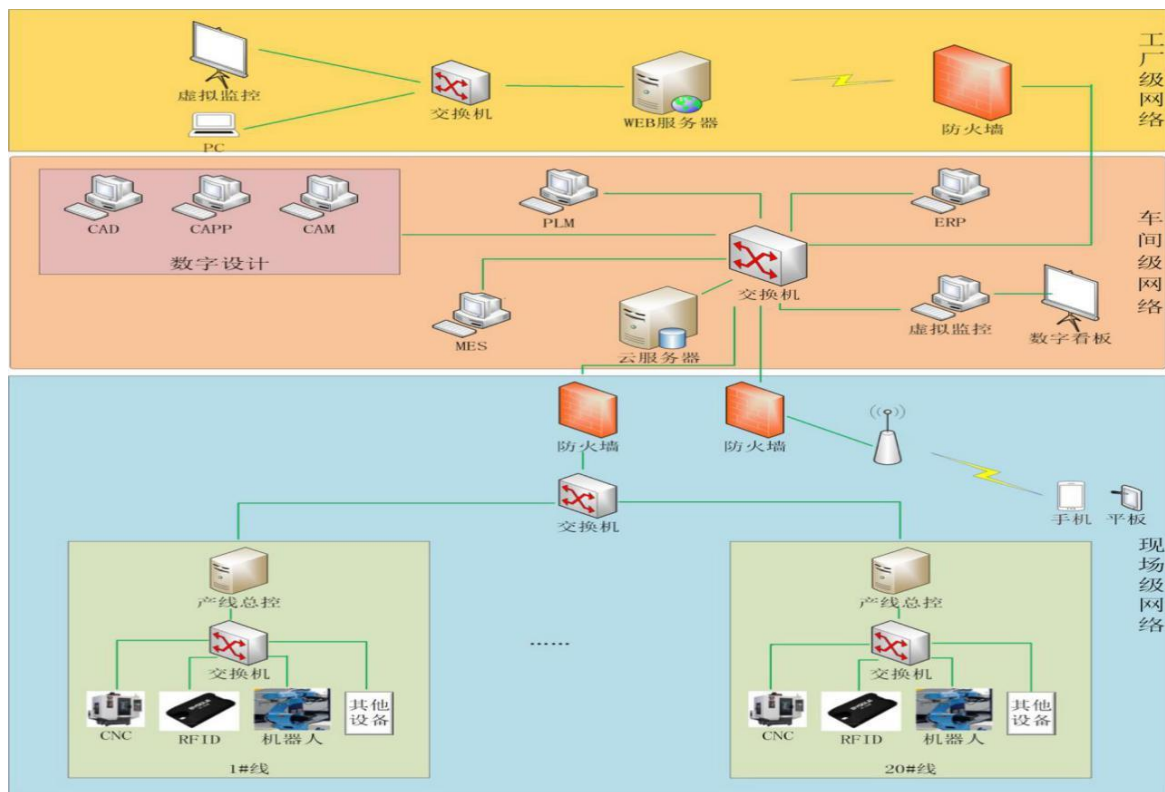
（6）服务与维护

此内容可以作为 PLM 的组成部分；主要包括服务客户信息管理；设备维修计划及维修管理；服务数据管理及故障诊断管理；外场维护管理及现场信息采集；故障特征数据库；服务请求管理；服务计划和执行；执行报告和分析等。

5.1.2.2 信息化网络架构设计

（1）网络基础架构系统

凭借宽带网的优质线路资源，项目拟建立安全防护体系，通过防火墙、入侵防御系统、内网安全管理系统、信息系统运维管理系统、网络防病毒系统等安全设备和安全管理手段，在公司网络与互联网的边界构建一个严密的、多层的立体防护体系，有效地保障内网设备和信息的安全。通过以上建设，实现公司信息网络安全高效传输，实现通信、计算机网络集中监管，信息安全提供可靠保障。



(2) 车间数据网络总体结构

车间组成单独的局域网，与办公区网络采用物理隔绝。车间内部数据采用局域网模式进行数据传递，所有车间通过车间网络防火墙与办公网联通，并与位于机房的服务器和外网WEB服务器连接，交互数据。

(3) 工业以太网架构（设备互联、机器人、自动化设备）

车间内部以太网，通过有线的网线连接各自动化设备成一个局域网，根据车间机台数量，配置数量不等的取数终端服务器（1台终端拖150到200台）。所有数据通过局域网进行传输，为便于实时的数据查询，车间提供WIFI无线网，利用便携式设备安装的APP通过无线网访问云服务器，查询各个数据。

(4) 智能车间网络及安全架构建设

企业建立完善的重要数据库及文件容灾体系，灵活的备份机制（全备+差异）每日凌晨数据库完整备份，备份文件直接传送到异机保存；每小时差

异备份一次，备份文件直接传送到异机保存，以保证智能车间数据的安全性。

智能化车间采用VLAN分割，创建虚拟网络，有效控制网络广播，提高网络效率；防火墙配置调整，严格ACL控制，准入安全级别提升；建立网络设备节点监控，便于实时了解网络设备运行状况。

与安全相关的网络拓扑、防火墙建设

- 架设外网与内网之间的硬件防火墙设备；
- 架设各车间网与办公网间的软件防火墙；
- 架设上网行为管理服务器；
- 架设文件加密服务器；
- 配置外发邮件管理的功能；
- 封锁所有终端电脑U盘接口，严控数据拷入拷出。

保密制度

- 严控上网权限、设置上网网址黑名单、控制文件上传、邮件附件上传。
- 邮件外发功能需要经高管审批同意后开通，一般邮件需要经过高管审批后才能外发。
- 原则上，员工不能开通USB拷入、拷出权限；特殊情况需要开通权限的，需要高管审批并明确有效期。

相关技术措施

- 上网行为管理，通过上网行为管理设备，对用户上网进行控制。
- 通过WINDOWS域策略管理实现注册表、本地策略和硬件层面的设置，禁用电脑USB端口、光盘驱动器等数据传输设备

➤ 离职用户的电脑账号，在接收到离职通知后，通过在域控制器中停用限制离职账号登录。

5.1.2.3 数字化系统软件投资

序号	软件名称	制造者	单位	数量	单价	总价	备注
1	数字化三维设计与模拟浇注软件	中	套	1	60	60	
2	产品生命周期管理系统(PLM)	中	套	1	200		缓购
3	工厂制造执行系统(MES)	中	套	1	600	600	
4	工厂数据采集及监控系统(SCADA)	中	套	1	120	120	
5	能源管理系统 (EMS)	中	套	1	45	45	
6	工厂企业资源计划(ERP)	中	套	1	320		缓购
7	工厂网络安全系统	中	套	1	40	40	
8	智能制造总体规划 (ESB)	中	套	1	50	50	
9	远程运维服务系统	中	套	1	150		缓购
	合 计			9		915	

5.2 工艺

5.2.1 航空高温合金精密成型件车间

5.2.1.1 工作制度和年时基数

(1) 工作制度

全年法定工作日 250 天。生产基本实行两班制，每班工作时间 8 小时。

个别工种——热处理、熔炼等为三班制。

(2) 年时基数

工人年时基数(小时)

工作条件及女工比例	每班工作时数			适用工种举例
	8	7	6	
一般工作条件				机加、蜡模、制壳
女工比例 \leq 35%	1840	1610	1380	
女工比例 $>$ 35%	1800	1570	1350	
较差工作条件				熔炼、浇铸、脱蜡焙烧、酸洗、振壳、吹砂、焊接等
女工比例 \leq 35%	1800	1570	1350	
女工比例 $>$ 35%	1740	1520	1300	
特殊工作条件		1570	1350	射线检验等

设备年时基数(小时)

设备类别	一班制	两班制	三班制	连续工作制
一般金属切削设备	1950	3840	5350	—
炉类设备	1940	3740	5210	7460
焊接设备	1940	3740	5210	—
压力加工设备	1970	3870	5460	—
试验设备	1970	3870	5460	7900
三班制工作的贵重稀有设备	—	—	5750	—

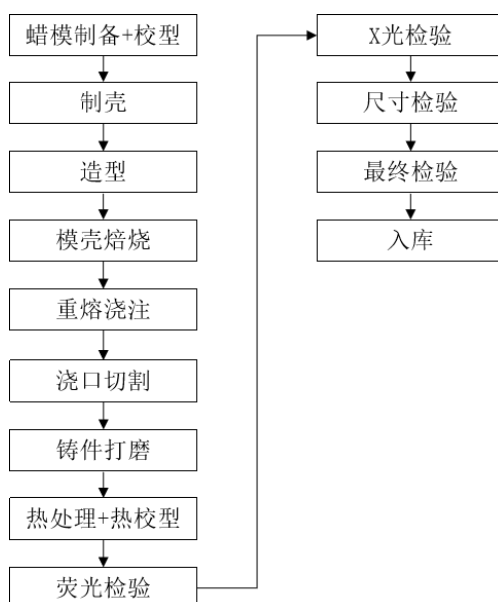
5.2.1.2 工艺总体方案

将铸件型壳制备工艺、冶金控制及无损检测、轮廓和形位尺寸检测等技术相结合，形成集成的精密铸造技术，引进专业化、自动化、智能化工艺设备和设施，提升高端铸件生产过程质量稳定性，同时合理安排生产布局，梳理生产节拍，形成稳定可靠的生产节奏，提升产能，满足年产 950 台（套）机匣及调节片等高温合金航空类铸件的任务需求。

机匣生产工艺流程：



调节阀片生产工艺流程:



依托信息化 ERP、智能化、标准化、数字化的应用，形成以生产管理为核心，单件化为重心，流程化为规范手段，贯穿生产/技术/质量/车间管理和财务供应链管理，实现价值链的集成、物流信息流和资金流的集成。使品种繁多的型号任务研制与复杂生产过程完全透明化，信息对称、集中，提高生产现场管理水平。强化型号任务技术状态控制，建立工艺技术数据库，有效提升新研产品设计、快速研发能力。通过质量大数据分析，全面提升质量控制能力与质量改进能力，助推产品技术成熟度快速提高，缩短研制周期。工作现场全面实

现生产任务、质量管控及技术文件可视化。

5.2.1.2.1 建设全流程的工序完整的铸件生产线

(1) 全流程制造批产线，实现封闭式精益生产。

(2) 建立统一的模具制备、蜡模、涂料、合金制备关键原/辅料控制标准，保证毛坯铸造通用技术的统一、先进、一体化。

(3) 建立统一关键设备控制标准，实现制造全过程标准化、作业程序化。

(4) 建立统一的铸造加工全套工艺规范。

5.2.1.2.2 关键工艺设备选择

(1) 引进国际上先进的蜡模制作、型壳制备、熔炼、打磨精修及检测等主流关键设备，高度自动化、集成化和数字化，实现信息化管理和智能化。

(2) 型壳、蜡模、产品检测等工序，引入蓝光扫描、三坐标检测、X光透视等先进检测手段，减少批次波动。

(3) X光检测配备实时成像系统，实现铸件全自动化无胶片快速检测。

(4) 壁厚检测采用工业CT系统，实现超复杂内腔铸件断层扫描。

(5) 预留升级换代接口和空间。

5.2.1.2.3 工艺布局流程清晰、布局合理

采用流程化、分模块平面和功能布局相结合，流程封闭最优、工序完整、设备一流、功能齐备。

工业4.0/中国制造2025理念贯穿批产线设计全过程，多工序实现自动化、信息化、数字化管理，参数/数据实时采集，网上传输和监控，高效管理和生产，预留升级换代接口和空间。

铸造专家系统可以将各类产品信息、生产条件参数、工艺参数等以不同门类管理整合和调用，各门类中有相近的数据结构，方便进行比较和查看，从而为进一步实现机器学习和自动化工艺优化设计做准备。

5.2.1.3 主要工艺技术方案

5.2.1.3.1 主要设备选择原则

(1) 设备配置综合考虑先进性、合理性、经济性。在确保设备性能的前提下，力求经济合理。

(2) 新增设备尽可能选用柔性化、智能化的加工设备、检验检测仪器设备。

(3) 选用技术成熟、质量稳定可靠的设备，确保产品质量。

(4) 设备选择注意节能、环保和综合利用。

5.2.1.3.2 主要建设内容

项目共计新增主要生产检验检测设备 176 台(套)。其中蜡模制备设备 27 台/套，制壳涂料设备 19 台/套，熔炼浇注设备 30 台，清理后处理工段 61 台/套，检测设备 39 台/套。

航空高温合金精密成型件车间建筑面积 23949 m²。

5.2.1.3.3 建设方案

(1) 蜡模制备

蜡模制备是铸件造的首道工序，包括压蜡准备、蜡模压制、蜡模拼接(需要时)、蜡模检验、蜡模修整、蜡模组合等多个工序，如下图所示。蜡模制备各分工序工作内容如下表所示。



蜡模制备工艺流程图

蜡模制备各分工序工作内容

工序名称	工序工作内容
压蜡准备	准备使用的模型蜡领用及清洁使用的模具

工序名称	工序工作内容
蜡模压制	按照技术卡上的技术要求压制蜡模
蜡模拼接(需要时)	在专用工装上将分体蜡模拼接成所需的整体蜡模
蜡模检验	利用常规尺检或关节臂扫描等测量手段对蜡模进行尺寸检测
蜡模修整	修理蜡模表面流痕、缩陷等缺陷 按照技术卡要求在蜡模上添加工艺孔等
蜡模组合	按照技术卡要求，组合蜡模浇注系统

数字化压蜡机：



新型数字化压蜡机具有 5 区控温储蜡缸，高精度射蜡控温系统，能够保证蜡液粘度的恒定，可以实现快速、准确的工艺参数调节，是制备出成型完整、表面质量良好的蜡模的必要条件。项目新增压蜡机 150t 二台、100t 二台、50t 五台、25t 七台。

蜡模自动传输系统：

蜡模自动传输系统用于将蜡模从一个工序转运至下一道工序。在转运过程中最大程度减少人工参与，以减少由于人体温造成的蜡模变形，及搬运过程中磕碰造成的蜡模报废。

模具智能数字化控温装置：

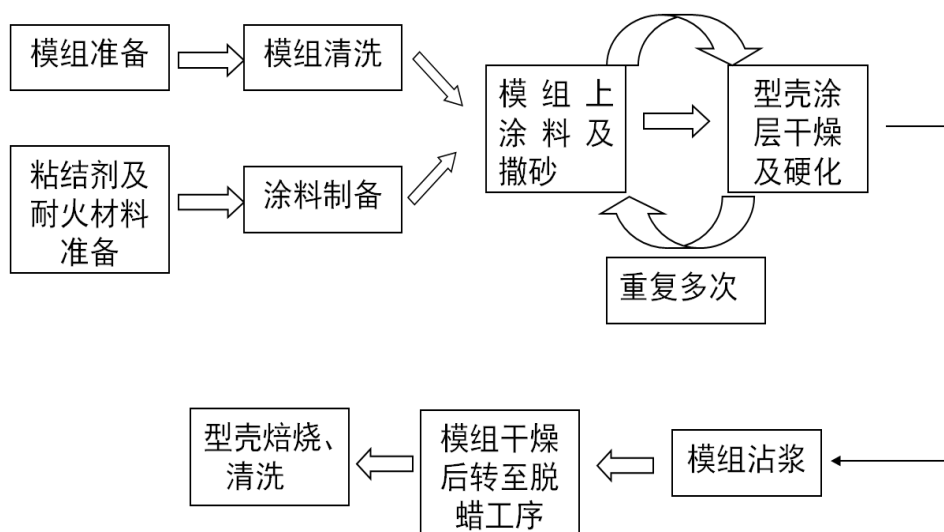
对于大型薄壁复杂精铸件蜡模来说，模具温度也是压蜡工艺参数中重要一项。模具温度过低，注蜡过程中蜡液冷却快，流动性下降快，容易造成蜡模充不满或冷隔缺陷；模具温度过高将导致出模温度高，蜡模强度低，及蜡模收缩大等问题。为保证铸件的生产任务，蜡模车间配备 1 台模具智能数字化控

温装置来实现对模具温度的精确控制，保证蜡模尺寸及表面质量的一致性。

蜡模制备主要设备见下表：

序号	设备名称	主要技术（性能）指标或规格要求	单位	数量
1	中温压蜡机	25T	台	7
2	中温压蜡机	50T	台	5
3	中温压蜡机	100T	台	2
4	中温压蜡机	150T	台	2
5	模头机	50T	台	2
6	智能模具加热箱	加热箱内腔尺寸：1800*1800*1300	台	1
7	蜡烟处理系统		台	1
8	在线检测和信息系统		台	1
9	自动仓储系统		台	1
10	蜡处理设备		台	2
11	电动单梁桥式起重机	Gn=5t S=22.5m Ho=7.2m	台	2
12	AGV 输送小车	模具输送额定载重：1000kg	台	1
	小计			24
	年电力消耗量	692360kw.h		

(2) 型壳制备 型壳制备通过模组清洗、面层涂料、背层涂料、沾浆等工序，将蜡模涂覆上一层惰性材料涂层，干燥一段时间硬化制壳完毕后，通过加



热的方法将涂层包覆的蜡模融化脱出，再经过高温焙烧，得到适合浇注的型壳。工艺流程如下图所示：

高端铸件对型壳的强度、透气性、溃散性提出较高的要求。型壳的强度要保证产品完整成形，有一定的透气性避免鼓胀或面层脱落影响产品表面质量或在内部形成夹杂；项目新增自动型壳制备生产线、大型脱蜡、焙烧设备、内窥镜、自动洗壳等设备，并对生产线进行合理布局。

本系统由机械手系统(面层/背层各一个)、瀑布淋挂机(面层)、料浆制备系统、淋砂机、悬链干燥系统、自动控制系统等模块构成。自动制壳系统根据产品结构特点编制程序，利用机器人在密闭的环境中，上下偏移、移动、旋转，在连续的瀑布流下进行涂挂和撒砂，经机械手悬挂于密闭的悬链干燥系统进行型壳干燥，完成型壳制备。自动化制壳系统制备的型壳涂层厚度和强度均匀一致，型壳质量稳定，有效解决人工制备型壳厚度和强度的波动性和受力不均引起的型壳开裂等质量缺陷。

干燥硬化完毕的型壳通过蒸汽脱蜡、高温焙烧后再进行型壳清洗系统(含机器人)，对焙烧后的型壳进行清洗，有效提高型壳内腔的洁净程度，减少脱蜡、焙烧、转运等过程落入型壳内腔的异物，减少型壳内腔异物导致的铸件夹杂、气孔等冶金缺陷，减少铸件精整修补，提高铸件的质量水平。

型壳制备主要设备见下表：

序号	设备名称	主要技术（性能）指标或规格要求	单位	数量
1	自动制壳线	50 挂架	套	1
	含：机械手			
	滚桶淋砂机、浆料桶、预湿桶			
	装载/卸载站			
	悬挂链			
	模壳管理系统			
2	手工制壳线		套	2

	含：滚桶淋砂机、浆料桶、预湿桶			
3	制壳线除尘系统		台	2
4	脱蜡釜	1500×1200×1000mm	台	2
5	脱蜡环保除尘系统		套	1
6	焙烧炉	1700×1500×1200mm	台	8
7	焙烧炉	1400×1200×1000mm	台	2
8	焙烧炉除尘系统		套	1
	小计			19
	年电力消耗量	5103000kw.h		

(3) 熔炼浇注

主要包括型壳的二次焙烧和熔炼浇注。新增各类高温合金熔炼浇注炉共17台/套，并配置二次焙烧炉。二次焙烧炉根据型壳尺寸量身定制，用于型壳的二次焙烧，保证型壳温度达到工艺要求。

熔炼浇注主要设备见下表：

序号	设备名称	主要技术（性能）指标或规格要求	单位	数量
1	三室真空感应炉	25kg	台	4
2	三室真空感应炉	50kg	台	6
3	三室真空炉	100Kg	台	3
4	三室真空炉	200Kg	台	2
5	三室真空炉	500kg	台	1
6	真空感应炉	10kg	台	1
7	快浇炉	10kg	台	2
8	烤壳炉	1500'1200'1000mm	台	2
9	烤壳炉	1000'800'800mm	台	2
10	烤壳炉除尘系统		台	1
11	AGV 输送小车	模壳输送额定载重： 1000kg	台	1
12	熔炼辅助系统		套	1
13	电动单梁桥式起重机	Gn=5t S=16.5m Ho=9m	台	4
	小计			30
	年电力消耗量	5145890kw.h		

(4) 铸件后处理

铸件浇注成型后，通过机械或水清壳方式清除铸件包覆的型壳，将多余的浇冒口切除，经过脱芯、吹砂、热处理、补焊、打磨、荧光检验、X光检验、退火、外观检验、尺寸检验、铸件刻号等工序，最后终检入库。

建设铸件后精整自动化生产系统，引进自动清壳系统、机器人自动化打磨系统、自动吹砂系统等设备，提升产品质量、产能，满足机匣批产生产任务。

自动清壳系统：设计制造机械化清壳专机、自动化水清壳专机，并配备自动化悬链运输系统，整体采用彩钢板隔音房封闭，形成一条自动化生产线。铸件由入口段挂上悬链，进入自动清壳系统，经过机械化震壳，机械手水清壳、清理、卸料，即可从包覆型壳的铸件变为清壳完毕的铸件。

浇注系统自动清除系统：铸件由机械手抓取并输送到旋转工作台上，采用切割机器人对各个浇冒口、浇道进行切割。切割完成后，转至机器人浇冒口切割单元，进行浇冒口的二次切割，将浇冒口切割至 3mm 以下。

机器人自动化打磨系统：铸件由浇注系统自动清除系统转运至自动打磨系统后，由打磨机器人对机匣进行浇冒口残根打磨、初打磨以及工艺孔的焊点打磨。

自动吹砂系统：建立自动吹砂悬链专线，实现铸件吹砂的自动化作业。铸件从上料区由悬链系统运送至吹砂区，吹砂完毕后，由悬链系统运送至补吹区，再运送至清理区，最后送至下料区。整条线由三个板房组成，一条悬链输送线贯穿上料区和下料区。

铸件后处理主要设备见下表：

序号	设备名称	主要技术（性能）指标或规格要求	单位	数量
1	水力清壳机		台	4
2	自动切割机		台	2
3	车床		台	5
4	铣床		台	5

5	线切割机		台	10
6	脱芯釜	直径 1500mm	台	2
7	脱芯釜	直径 800mm	台	2
7	脱芯釜除尘系统		套	1
8	真空热处理炉	1500mm	台	3
9	真空热处理炉	1000mm	台	5
10	试棒热处理炉		台	4
11	喷砂机	1500mm	台	2
	配：除尘系统		套	1
12	喷砂机	1000mm	台	3
	配：除尘系统		套	1
13	氩弧焊机		台	7
14	KBK 柔性悬挂吊车	Gn=500kg	台	2
15	电动单梁桥式起重机	Gn=5t S=16.5m Ho=9m	台	2
	小计			61
	年电力消耗量	4503000kw.h		

(5) 检测模块

建造 X 光数字成像系统 (CR/DR)，购置 X 光机，设立荧光检测自动线，并预留若干空间用于增设清洗槽、渗透槽、烘箱、显像槽等，便于产业规模升级与扩大；荧光检测配置静电喷涂间、暗室。通过荧光检测自动线与静电喷涂系统相结合的方法，开展铸件的荧光检验工作。

铸件尺寸测量采用三坐标检测系统，实现对铸件尺寸在 1.2-2m 尺寸进行测量；三坐标测量设备广泛应用于汽车、航天、模具、铸造等行业，业内 Pcc、Howmet、罗罗等也广泛应用。

检测模块主要设备见下表：

序号	设备名称	主要技术（性能）指标或规格要求	单位	数量
1	荧光线（大）		套	2
2	荧光废液处理设施		套	1
3	荧光线（小）			1
4	射线机	320KV	台	7
5	射线机	450KV	台	3
6	三坐标测量机	3000×2000×1500mm	台	2

7	三坐标测量机	1200×900×700mm	台	3
8	矫形热压机		台	5
9	蓝光测量		台	5
10	激光打标机		台	3
11	型壳、金相分析系统		台	1
12	检漏仪		台	1
13	超声检测		台	3
14	氩气罐		套	1
15	其它		套	1
	小计			39
	年电力消耗量	555750kw.h		

5.2.1.4 自动化、智能化设备的应用

项目工序关键部位采用自动化、智能化生产设备及输送系统，非关键部位预留了以后上自动化设施的可能，可以基本上实现蜡模不落地、模壳输送自动化、铸件输送集成化。

(1) 数字化压蜡机及模具智能化温控系统

压蜡采用数字化压蜡机，对于不同的铸件合模板高度自由可调，射嘴升降和伸缩自动控制，精确定制自动形成工艺设定温度的蜡膏，并免去保温箱及更换蜡缸繁琐且不安全的工序，操作空间大，蜡温控制稳定可靠。模具配置智能化温控系统，保证蜡模质量。

(2) 蜡模自动组合单元（预留）

手工组模具有重复性差、效率低下、操作失误几率高等缺点。蜡模自动组合单元配备机械手，高精度位置传感器、可控温焊接蜡刀，浇道夹持装置、蜡模夹持装置等，实现全自动的蜡模组合，工作效率高，焊缝质量好。但由于目前该单元尚未完全成熟，在工艺布局时预留了自动组模单元的场地。



(3) 自动化制壳单元

制壳采用先进的自动化制壳生产线，集成全自动化的制壳机械手、干燥悬

链、制浆机和撒砂机等设备与一体，组成一套完整的制壳系统自动生产线，通过预设程序的电脑终端进行统一生产控制，生产工艺参数实时监控并自动记录，整个生产过程实现完全自动化，消除人为因素的影响，型壳质量一致性、稳定性高，实现高质、高效制壳。

（4）自动化打磨及清理设施

自动清壳系统：设计制造机械化清壳专机、自动化水清壳专机，并配备自动化悬链运输系统，整体采用彩钢板隔音房封闭，形成一条自动化生产线。铸件由入口段挂上悬链，进入自动清壳系统，经过机械化震壳，机械手水清壳、清理、卸料，即可从包覆型壳的铸件变为清壳完毕的铸件。

浇注系统自动清除系统：铸件由机械手抓取并输送到旋转工作台上，采用切割机器人对各个浇冒口、浇道进行切割。切割完成后，转至机器人浇冒口切割单元，进行浇冒口的二次切割，将浇冒口切割至 3mm 以下。

机器人自动化打磨系统：铸件由浇注系统自动清除系统转运至自动打磨系统后，由打磨机器人对机匣进行浇冒口残根打磨、初打磨以及工艺孔的焊点打磨。

封闭式酸（碱）洗系统：钛合金铸件打磨吹砂后须进行酸洗，酸洗生产线封闭布置铸件从上料区由悬链系统（或单轨）输送至酸洗区，完毕后再送至下一道工序。

自动吹砂系统：建立自动吹砂悬链专线，实现铸件吹砂的自动化作业。铸件从上料区由悬链系统运送至吹砂区，吹砂完毕后，由悬链系统运送至补吹区，再运送至清理区，最后送至下料区。整条线由三个板房组成，一条悬链输送线贯穿上料区和下料区。

（5）智能检测设备

使用蓝光、关节臂测量机，采用多种方式组合，不但能够执行高精度的点到点的测量，而且能够执行扫描测量模式，接触和非接触测量，满足薄壁件(如钣金件、塑料件、玻璃件、管件等)、叶轮叶片、动力总成、模具等各种零件的高速、高密度、高精度的测量要求。

(6) 自动化输送系统

蜡模、模具、模壳及铸件的输送均采用(或预留)自动化输送设施进行输送，从硬化干燥后采用智能 AGV 小车输送至脱蜡焙烧工位进行脱蜡焙烧，经冷却清洗后再由 AGV 智能输送小车送至浇注工段进行加热浇注。

蜡模采用自动化输送系统，采用自动悬挂链将蜡模从一个工序转运至下一道工序。在转运过程中最大程度减少人工参与，以减少由于人体温造成的蜡模变形，及搬运过程中磕碰造成的蜡模报废，自动悬挂链还兼存储功能。



模具、模壳及铸件转运拟采用智能化 AGV 叉车或 AGV 小车的形式+柔性起重机进行搬运，减少工人劳动强度。



本项目采用的设备水平及自动化生产组织水平与国内外同行相比，已达到国内领先、国际先进水平。

5.2.1.5 工艺区划方案

航空高温合金精密成型件车间布置分为 2 纵跨 5 横跨，厂房总长 252m，总宽 108m，其中：

西侧二纵跨厂房长 108 米、均为 18m 跨，用于熔炼和浇注，内设 5t 电动单梁起重机。

横跨厂房南三跨北二跨，中间由露天跨相隔，南侧第一跨为铸件成品库及铸件尺检，南侧北侧第二跨原材料库与铸件精整尺检，南侧第三跨为铸件清理及精整打磨，然后为露天跨，用于放置空压站、热水机房、制冷机房、配电室等公辅设施；北侧二跨分别用作蜡模制作、制壳及脱蜡焙烧等。

整个车间物流呈“S”形走向，蜡模从蜡模间从东向西进入制壳，制好的型壳再从北向南进入熔炼浇注进行浇注，浇注完毕的铸件在浇注工段由西向东运送，再由输送小车向东进入初清理、精整打磨后再由东向西送入检测后进入成品库。铸件成品库和母合金原材料库设置在一起，以便于管理。

区域布置及物流详见工艺平面布置图。

5.3 总图运输

5.3.1 编制依据

- (1) 2019.03 业主供的项目用地红线图及规划建设内容等资料。
- (2) 《工业企业总平面设计规范》(GB 50187-2012)。
- (3) 《建筑设计防火规范》(GB 50016-2014) (2018 版)
- (4) 平度市关于中国钢研项目土地选址情况说明等。

5.3.2 主要设计原则

- (1) 满足生产纲领及生产工艺要求，做到物流线路顺捷。
- (2) 总体布局力求紧凑、合理，节约土地。
- (3) 满足消防、防火、安全、卫生、环保等相关的规范、标准要求。
- (4) 合理进行竖向设计，节约土方工程量。

(5) 注重厂区绿化、美化与园区绿化景观的协调统一。

5.3.3 厂址概况及建设条件

5.3.3.1 厂址概况

(1) 区域位置

本项目建设场地位于山东省青岛市平度市东南部的南村镇，项目用地北侧为规划道路和顺路、东侧为规划道路智慧大道、南侧为规划道路和平路、西侧为规划道路智新路。

(2) 场地概况

本项目用地面积 12.0066h m² (合 180.0988 亩)，地块外形大体呈直角梯形，西侧为上底，长约 314.0m，东侧为下底，长度约 454.0m，南侧为直角边，长度约 305.0m。建设用地范围内现状为农田，无建构筑物，为平原地貌。场地自然地势较为平坦，整体上看东高西低，南高北低，自然地形标高在 10.90m~12.53m 之间。

(3) 四邻状况

建设用地东侧、南侧、西侧及北侧均为规划工业用地。

(4) 周边道路状况

建设项目四侧临路，具有良好的交通运输条件。地块四周道路均为规划建设道路，将于近期内开建。具体状况如下：地块北侧为区域规划次干道—和顺路，道路红线宽 30 米，双向 4 车道；地块东侧为区域规划主干道—智慧大道，道路红线宽 40 米，双向 6 车道；地块南侧为区域规划次干道—和平路，道路红线宽 30 米，双向 4 车道；地块西侧为区域规划支路—智新路，道路红线宽 20 米，双向 4 车道。

5.3.3.2 气候、气象条件

平度市属暖温带东亚半湿润季风区大陆性气候，境内气候四季分明，春季

干旱多风、夏季高温多雨、秋季秋高气爽、冬季寒冷干燥。年平均气温 11.9℃，无霜期 195.5 天，日照时数约 2700 小时，年平均降水量 680 毫米。

5.3.4 总平面布置

根据项目生产纲领、工厂物流、生产组织形式、场地自然地形条件等因素进行总平面布置、交通物流及竖向设计等。

5.3.4.1 功能分区

本地块分为：两个功能区：厂前区、生产区。

厂前区：为厂区集中办公研发、生活服务区块，布置 2#办公楼、厂前广场、倒班宿舍、食堂、35kV 降压站、集中绿地、小汽车停车位、非机动车停车位等。

生产区：为厂区主要生产区块，布置航空高温合金精密成型件车间和 1#2#加工车间。

5.3.4.2 总体布局

根据厂区的生产工艺、物流组织、厂区周边道路状况、地块形状以及场地地形等资料，厂区总体布局采用并列式布局形式。

厂前区位于厂区北部的三角区位置，临近和顺路，与北地块的厂前区南北相对；生产区位于厂区中部及南部位置，厂区生产所需的各类公用辅助站房分散设置在生产区内部，靠近负荷点。

5.3.4.3 新建主要建、构筑物

新建主要建、构筑物：航空高温合金精密成型件车间、1#/2#加工车间、2#办公楼、食堂、倒班宿舍、主门卫、次门卫及物流门卫等。

5.3.4.4 地块总平面布置

(1) 总平面布置

生产区位于厂区中部及南部位置，各生产厂房南北向纵列布置，自北向南

依次布置航空高温合金精密成型件车间、1#加工车间、2#加工车间。航空高温合金精密成型件车间长 252.0m，由 2 纵（18.0m×2）和 5 横（18.0m×2+18m×1+15.0m×2）组成，建筑面积 23949.00 m²，主要完成航空高温合金精密成型件的生产工作，其中两个纵跨（18.0m×2）布置于西侧位置，长 108.0m，主要用于熔炼和浇注；5 个横跨自南向北依次布置，北侧 2 跨主要用于制壳、蜡膜制备及蜡膜焙烧；南侧 3 跨主要用于件的清理、精整检查及成品的存放。中间为露天跨，设置熔炼冷却水站、清壳循环水站、环保设施、砂库、空压机房、车间浴室、配电室、空调机房、工具间等生产辅助设施。

两个加工车间长均为 252.0m，由 3 跨（21m+24.0m+21.0m）组成，建筑面积 16632.0 m²，主要完成合金铸件的深加工任务。

厂前区位于厂区东北部，由办公区和生活区及 35kV 降压站组成。其中降压站于西段，中段主要布置 2#办公楼及小汽车停车场、非机动车停车位、集中绿化等。办公楼位于厂前区中部位置，为“一”字形建筑形式，长 78 米，宽 18 米，3 层建筑，建筑面积 4512.0 m²，在办公楼北侧设置厂前广场，广场入口处设置水景，营造良好舒适的厂区环境，广场连接厂区人流主出入口。在办公楼的西侧、南侧各设置一个小汽车停车场，可停车 97 辆。在办公楼周边设置集中绿化景观，营造良好的工作环境。生活辅助区位于东段，为厂区生活配套服务区块，主要布置倒班宿舍及食堂。倒班宿舍位于生活辅助区南部位置，由两个长 60.0m、宽 18.0m 的“一”字形建筑与连廊组成，5 层建筑，建筑面积 11772.25 m²。食堂位于倒班宿舍东北角位置，建筑面积 1350.0 m²。生活服务区块四周设置透空围墙与厂区分隔便于管理。

（2）厂内道路、交通及物流组织

根据厂区总体布局及主要建构筑物的布置，厂区主要通道宽 24.0m~30.0m，次要通道宽 12.0m~16.0m。厂区道路采用环状路网布局，主干道宽

12.0m，分布于航空高温合金精密成型件车间与加工车间之间，连接厂区物流主出入口的横向物流主通道，以及航空高温合金精密成型件车间西侧的纵向物流主通道。次干道宽 6.0m~7.0m，分布于航空高温合金精密成型件车间北侧及东侧位置、加工车间南侧位置以及 2#办公楼及倒班宿舍周边位置。道路转弯半径 9.0m~12.0m，道路技术条件满足运输及消防救险车辆通行。

根据厂内道路设置、物流组织情况，地块共设置 3 个出入口，其中物流出入口 1 个、人流（含行政办公小汽车流）主出入口 2 个。主出入口位于厂区北侧围墙中部位置，连接厂前区广场、面向规划道路和顺路开放，主要作为厂区人流及行政办公车流的出入口；次出入口位于厂区北侧围墙西部位置，面向和顺路开放，主要作为厂区生活辅助区人员的进出口，物流出入口位于厂区西侧围墙偏南部位置，面向规划道路智新路开放，主要作为厂区原材料的运入口及成品的运出口。

小汽车停车位集中布置于厂前区办公楼西侧及南侧，临近主出入口，规划地上停车位共 175 个。非机动车停车位布置于西停车场南部位置，规划非机动车位 255 个。

（3）竖向设计

建设场地用地范围内地势较为平坦，自然地形标高在 10.90m~12.53m 之间。工厂竖向设计主要以方便运输，方便排水、节约土石方量为原则。

根据厂区功能分区、厂外市政道路设计标高、场地排水等要求，以及考虑厂区的土石方量，同时参考周边场地的设计高程，本地块采用平坡式布局形式，初定场地设计标高为 12.50m，为全填方区，填方量约 17.3 万立方米。

场地排水采用自然排水与暗管排水相结合的方式。排水方向由北向南、由东向西。

（4）绿化设计

工厂绿化应纳入开发区整体绿地系统之中，绿化风格既要保持统一性，又要突出个性。重点规划厂前区及厂区南侧、东侧及西侧沿路区域景观，通过铺设草坪、种植观赏性花木、点缀景观小品等手段，努力营造优美舒适的厂区工作环境。其他道路两侧及主要厂房、周边空地、沿线围墙铺设草坪，规则种植灌木及小乔木，以达到美化环境、净化空气、降低噪音、调节温度以及规则划分各功能区块的功能。

5.3.5 地块主要技术经济指标

建、构筑物一览表							
序号	名称		数据 (m ²)			备注	
			占地面积 (m ²)	层数	建筑面积 (m ²)		计容建筑面积 (m ²)
1	航空高温合金精密成型件车间		27216.00	1	23949.00	45981.00	一期
	其中	生产车间	23949.00	1	23949.00	45981.00	
		露天跨	3267.00	—	—		
2	1#加工车间		16632.00	1	16632.00	33264.00	二期
3	2#加工车间		16632.00	1	16632.00	33264.00	二期
4	35kV 降压站		648.00	2	1296.00	1296.00	一期
5	2#办公楼		1404.00	3	4512.00	4212.00	二期，含地下建筑面积 300
6	1#倒班宿舍		1080.00	5	5400.00	5400.00	一期
7	2#倒班宿舍		1080.00	5	5400.00	5400.00	二期
8	食堂		450.00	3	1350.00	1350.00	一期
9	主门卫		32.00	1	32.00	32.00	一期
10	次门卫		18.00	1	18.00	18.00	一期
11	物流门卫		24.00	1	24.00	24.00	一期
12	合计		65216.00		75245.00	130241.00	其中地下面积： 300
总图技术经济指标表							
序号	项目名称		单位	数据	规划要求	备注	

1	厂区用地面积		m ²	120065.87		合 180.0988 亩
2	总建筑面积		m ²	75245.00		
	其中	地上建筑面积	m ²	74945.00		
		地下建筑面积	m ²	300.00		
3	计容建筑面积		m ²	130241.00		层高≥8 米加倍计算
4	容积率			1.08	≥0.8	
5	建构筑物占地面积		m ²	65216.00		
6	行政办公服务设施用地面积		m ²	4500.00	<7%	占比 3.75%
7	建筑密度		%	54.32	≥40%	
8	建筑系数		%	54.32		
9	绿地面积		m ²	17930.00		
10	绿地率		%	14.93	≤15	
11	厂区道路及广场		m ²	25652.00		
12	围墙长度		m	1459.00		
13	机动车停车位		个	97		
14	非机动车停车位		个	254		
15	土方工程量		万 m ³	17.3		填方

5.4 建筑

5.4.1 编制依据

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) (2018年版)
- 《民用建筑设计通则》(GB50352-2005)
- 《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)
- 《办公建筑设计规范》(JGJ67-2006)
- 《机械工业厂房建筑设计规范》(GB50681-2011)
- 《建筑地面设计规范》(GB50037-2013)

- 《屋面工程技术规范》(GB 50345-2012)
- 《建筑采光设计标准》(GB/T50033-2013)
- 《建筑工程建筑面积计算规范》(GB/T50353-2013)
- 《建筑工程设计文件编制深度规定》(2016年版)等。

5.4.2 建筑设计

本项目新建航空高温合金精密成型件车间、1#加工车间、2#加工车间、35KV 降压站、2#办公楼、食堂、1#/2#倒班宿舍以及门卫等。

(1) 航空高温合金精密成型件车间

为单层钢结构厂房，厂房生产的火灾危险性类别为丁类；车间采用门式刚架轻型钢结构；局部辅房采用钢筋混凝土框架结构；屋面防水等级为二级；耐火等级二级；建筑抗震设防烈度为 7 度，建筑面积 23949 m²。主体结构设计使用年限为 50 年，建筑高度 14.150 米。建筑为单层(局部辅房 1 层)，厂房总长约 252m，总宽约 108m。厂房包含五个横跨，两个纵跨及一个露天跨。

航空高温合金精密成型件车间			
各跨名称	行车起吊能力、跨度、轨高	车间跨度	车间长度
打磨、荧光跨	净高 6m	15m	216m
打磨、荧光跨	净高 6m	15m	216m
初加工、焊补跨	净高 6m	18m	216m
露天跨		24m	216m
干燥、模具跨	净高 6m	18m	216m
模壳间、干燥跨	净高 4.5m	18m	216m
纵一跨	Gn=5t,S=16.5m,Ho=9m	18m	108m
纵二跨	Gn=5t,S=16.5m,Ho=9m	18m	108m

其中，E~F 轴交 8~16 轴的干燥间采用恒温恒湿设施，E~G 轴交 8~27 轴的蜡模间和制壳间采用恒温设施。隔墙采用 150 厚岩棉夹芯板，观察窗采用双层中空玻璃，吊顶采用保温吊顶。其中蜡模和涂料工段地面采用自流平，其他

工段全部采用普通混凝土地面+铠甲施工。蜡模、涂料净空 4.5 米。

(2) 1#/2#加工车间

1#2#加工车间大小规模相同，均为单层钢结构厂房，厂房生产的火灾危险性类别为丁类；车间采用门式刚架轻型钢结构；局部辅房采用钢筋混凝土框架结构；屋面防水等级为二级；耐火等级二级；建筑抗震设防烈度为 7 度。建筑占地面积 16632 m²，建筑面积 16632 m²，建筑为单层，厂房总长 252m，宽 66m。厂房包含 3 个横跨，跨度为 21+24+21m。

(3) 2#办公楼及倒班宿舍

2#办公楼为 3 层多层建筑，倒班宿舍为 5 层多层建筑，采用钢筋混凝土框架结构；屋面防水等级为二级；耐火等级二级；建筑抗震设防烈度为 7 度。2#办公楼建筑占地面积 1404 m²，建筑面积 4512 m²(含地下建筑面积 300 m²)，计容建筑面积 4212 m²，建筑总长约 78m，总宽约 18m。柱网为 7.8x7.8m,主体结构设计使用年限为 50 年，建筑高度 13.350 米。倒班宿舍为两栋五层的多层建筑及一层辅房，占地面积 1080 m²，建筑面积 5400 m²；建筑总长约 60m，总宽约 18m。柱网为 8x7.8m,主体结构设计使用年限为 50 年，建筑高度 16.950 米。

(4) 35KV 降压站

为两层多层建筑，钢筋混凝土框架结构；屋面防水等级为二级，耐火等级二级；砌体围护结构，屋面采用钢筋混凝土屋面卷材防水屋面系统。建筑占地面积 648 m²，建筑面积 1296 m²。主体结构设计使用年限为 50 年，建筑高度 8.550 米。

(5) 门卫

为单层建筑，钢筋混凝土框架结构；屋面防水等级为二级，耐火等级二级；砌体围护结构，屋面采用钢筋混凝土屋面卷材防水屋面系统。主门卫建筑占地

面积 32 m²，建筑面积 32 m²，计容建筑面积 270 m²，建筑为单层，总长约 8m，总宽约 4m。次门卫建筑占地面积 18 m²，建筑面积 18 m²，计容建筑面积 18 m²，建筑为单层，总长约 6m，总宽约 3m。物流门卫建筑占地面积 24 m²，建筑面积 24 m²，计容建筑面积 24 m²，建筑为单层，总长约 8m，总宽约 3m。

立面造型：建筑设计力求功能分区明确，便于企业生产管理。建筑立面造型、色彩处理及绿化设计美观，力求创建一个环境优美的现代化的企业。厂房立面简洁大方，体现出现代化工业厂房的特点。办公楼立面简约大气，遵循时尚、现代和公司特色的设计标准，反应作为海边城市的建筑应有风貌，同时展现钢研高纳的科技力量。倒班宿舍的立面主要以功能使用为主，在保证室内有充足采光和采暖的要求的同时，立面的凹凸造型也反应出建筑的现代和美观。门卫和其他辅助建筑以与整体建筑风格统一的设计为目标。

主要建筑物特征一览表 航空高温合金精密成型件车间

名称	航空高温合金精密成型件车间	
建筑防火类别	丁类	
设计耐火等级	二级	
设计使用年限	50年	
建筑面积	新建 (m ²)	23949
建筑层数	一层	
层高或柱顶标高(m)	14.150	
柱网(跨度×柱距)(m×m)	(2X18)+(9X24x 2x15+18+24+2x18)	
长度×宽度(m×m)	108.00mX252.00m	
吊车规格/数量(Gn.S/台)	2Gn=5t,S=16.5m,Ho=9m	
轨顶标高(m)	9	
电梯数量及吨位		
建筑	墙体	结页岩多孔砖，金属幕墙板

名称	航空高温合金精密成型件车间	
结构特征	外墙装修	外墙涂料，金属板
	屋架或屋面梁	钢梁
	屋面板	双层彩色压型钢板
	屋面保温或隔热层	100 厚超细玻璃丝棉
	屋面防水层	聚丙烯膜防水透汽层（B1 级难燃）
	门	电动提升门、钢质平开门和平开实木门
	窗	单框双玻平开塑钢窗

主要建筑物特征一览表 1#2# 加工厂房

名称	1#/2#加工厂房	
建筑防火类别	丁类	
设计耐火等级	二级	
设计使用年限	50 年	
建筑面积	新建 (m ²)	16632
建筑层数	一层	
层高或柱顶标高(m)	14.150	
柱网(跨度×柱距)(m×m)	(21+21+21) ×9	
长度×宽度(m×m)	66.00m×252.00m	
吊车规格/数量(Gn.S/台)	4Gn=5t,S=19.5m,Ho=9m 2Gn=5t,S=22.5m,Ho=9m	
轨顶标高(m)	9	
电梯数量及吨位		
建筑 结构 特征	墙体	结页岩多孔砖，金属幕墙板
	外墙装修	外墙涂料，金属板
	屋架或屋面梁	钢梁
	屋面板	双层彩色压型钢板
	屋面保温或隔热层	100 厚超细玻璃丝棉
	屋面防水层	聚丙烯膜防水透汽层（B1 级难燃）
	门	电动提升门、钢质平开门和平开实木门
	窗	单框双玻平开塑钢窗

主要建筑物特征一览表 办公楼

名称	办公楼	
建筑防火类别	民用建筑	
设计耐火等级	二级	
设计使用年限	50年	
建筑面积	新建 (m ²)	4512
建筑层数	3	
层高或柱顶标高(m)	4.50, 4.20	
柱网(跨度×柱距)(m×m)	7.80x7.80	
长度×宽度(m×m)	78.00X16.00	
吊车规格/数量(Gn.S/台)	-	
轨顶标高(m)		
电梯数量及吨位	2x1t	
建筑 结构 特征	墙体	蒸压砂加气混凝土砌块
	外墙装修	外墙涂料, 玻璃幕
	屋架或屋面梁	现浇钢筋混凝土梁
	屋面板	现浇钢筋混凝土板
	屋面保温或隔热层	挤塑保温板
	屋面防水层	SBS 卷材防水
	门	玻璃平开门, 木质平开门钢质平开门
	窗	单框双玻平开塑钢窗
楼、地面	花岗岩, 地砖, 细石混凝土地面	

主要建筑物特征一览表 倒班宿舍

名称	倒班宿舍	
建筑防火类别	民用建筑	
设计耐火等级	二级	
设计使用年限	50年	
建筑面积	新建 (m ²)	5400
建筑层数	5	
层高或柱顶标高(m)	3.60	

名 称	倒班宿舍	
柱网(跨度×柱距)(m×m)	8.00x7.80	
长度×宽度(m×m)	60.00X16.00	
吊车规格/数量(Gn.S/台)		
轨顶标高(m)		
电梯数量及吨位		
建筑 结构 特征	墙体	蒸压砂加气混凝土砌块
	外墙装修	外墙涂料, 玻璃幕
	屋架或屋面梁	现浇钢筋混凝土梁
	屋面板	现浇钢筋混凝土板
	屋面保温或隔热层	挤塑保温板
	屋面防水层	SBS 卷材防水
	门	玻璃平开门, 木质平开门钢质平开门
	窗	单框双玻平开塑钢窗
楼、地面	花岗岩, 地砖, 细石混凝土地面	

主要建筑物特征一览表 35KV 降压站

名 称	35KV 降压站	
建筑防火类别	丁类	
设计耐火等级	二级	
设计使用年限	50 年	
建筑面积	新建(m ²)	1296
建筑层数	二层	
层高或柱顶标高(m)	4.8m	
柱网(跨度×柱距)(m×m)	9x6	
长度×宽度(m×m)	18.00x36.00	
吊车规格/数量(Gn.S/台)		
轨顶标高(m)		
电梯数量及吨位		

名称	35KV 降压站	
建筑 结构 特征	墙体	煤矸石空心砌块，金属幕墙板
	外墙装修	外墙涂料，金属板
	屋架或屋面梁	钢梁
	屋面板	双层彩色压型钢板
	屋面保温或隔热层	75 厚超细玻璃丝
	屋面防水层	压型钢板自防水
	门	电动提升门、钢质平开门和平开实木门
	窗	单框双玻平开塑钢窗，屋面设排烟通风天窗
	楼、地面	非金属耐磨骨料地面、地砖地面

主要建筑物特征一览表 主门卫

名称	主门卫	
建筑防火类别	民用建筑	
设计耐火等级	二级	
设计使用年限	50 年	
建筑面积	原有(m ²)	
	新建、扩建(m ²)	32
建筑层数	一层	
层高或柱顶标高(m)	3.6	
柱网(跨度×柱距)(m×m)		
长度×宽度(m×m)		
吊车规格/数量(Gn.S/台)		
轨顶标高(m)		
电梯数量及吨位		
建筑 结构 特征	墙体	蒸压砂加气混凝土砌块
	外墙装修	外墙涂料
	屋架或屋面梁	现浇钢筋混凝土梁
	屋面板	现浇钢筋混凝土板

名 称	主门卫
屋面保温或隔热层	挤塑保温板
屋面防水层	SBS 卷材防水
门	玻璃平开门, 木质平开门钢质平开门
窗	单框双玻平开塑钢窗
楼、地面	花岗岩, 地砖, 细石混凝土地面

主要建筑物特征一览表 物流门卫

名 称	物流门卫	
建筑防火类别	民用建筑	
设计耐火等级	二级	
设计使用年限	50 年	
建筑面积	原有(m ²)	
	新建、扩建(m ²)	24
建筑层数	一层	
层高或柱顶标高(m)	3.6	
柱网(跨度×柱距)(m×m)		
长度×宽度(m×m)		
吊车规格/数量(Gn.S/台)		
轨顶标高(m)		
电梯数量及吨位		
建筑 结构 特征	墙体	蒸压砂加气混凝土砌块
	外墙装修	外墙涂料
	屋架或屋面梁	现浇钢筋混凝土梁
	屋面板	现浇钢筋混凝土板
	屋面保温或隔热层	挤塑保温板
	屋面防水层	SBS 卷材防水
	门	玻璃平开门, 木质平开门钢质平开门
	窗	单框双玻平开塑钢窗

名 称	物流门卫
楼、地面	花岗岩，地砖，细石混凝土地面

5.4.3 建筑设计中所采取的特殊技术措施：

(1) 隔声减噪：有噪声源的房间四周墙壁采用砖墙隔声，根据具体要求做吸声吊顶等。门为隔声门、窗为双层玻璃隔声窗。

(2) 减振措施：对产生较大振动的设备，设隔振沟、减振基础。

(3) 防冷桥措施：外墙板与墙梁、屋面与钢梁、节能墙体、管道穿过处，均作防冷桥处理。缝隙处均需用离心玻璃棉或其他保温材料严密封堵。

(4) 变形缝措施：室内所有伸缩缝、抗震缝、沉降缝在室内、室外均需按国标《变形缝》节点相应采取措施。

5.5 结构

5.5.1 编制依据

(1) 本项目建设场地位于青岛胶东临空经济示范区北区。

(2) 结构设计使用年限为 50 年，结构重要性系数取 1.0。

(3) 自然条件

基本风压：0.60kN/m²（50 年一遇），0.70kN/m²（100 年一遇），地面粗糙度为 B 类。

基本雪压：0.20kN/m²（50 年一遇），0.25kN/m²（100 年一遇）。

抗震设防烈度 7 度，设计基本地震加速度 0.10g，设计地震分组：第三组。

基本气温：最低-9℃，最高 33℃。

(4) 地勘报告：暂无。

(5) 结构设计所执行的主要法规和所采用的主要标准：

- 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068-2018
- 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223-2008

- 《建筑抗震设计规范》 GB50011-2010(2016 年版)
- 《混凝土结构设计规范》 GB 50010-2010(2015 年版)
- 《砌体结构设计规范》 GB 50003-2011
- 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007-2011
- 《建筑结构荷载规范》 GB 50009-2012
- 《钢结构设计标准》 GB50017-2017
- 《钢结构焊接规范》 GB50661-2011
- 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB 50018-2002
- 《工业建筑防腐蚀设计规范》 GB 50046-2018
- 《机械工业厂房结构设计规范》 GB 50906-2013
- 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》 GB51022-2015
- 《地下工程防水技术规范》 GB50108-2008

5.5.2 主要设计范围

结构专业主要设计的子项有：

航空高温合金精密成型件车间、1#/2#加工车间、2#办公楼、1~2#倒班宿舍、食堂、主门卫、次门卫和物流门卫。

5.5.3 结构方案

5.5.3.1 建筑分类等级

主体结构设计使用年限为 50 年。

建筑结构安全等级为二级。

地基基础的设计等级为丙级。

建筑抗震设防类别为丙类。

结构抗震等级为三级。

地下室防水等级为二级。

建筑防火分类等级为丁类。

耐火等级为二级。

5.5.3.2 上部结构设计

屋顶考虑光伏发电荷载 0.18kN/m^2 。

(1) 航空高温合金精密成型件车间、加工车间

厂房主体部分上部结构采用单层门式刚架轻型钢结构厂房。钢柱采用实腹式 H 形钢结构柱，柱底刚接；屋面结构为变截面实腹式 H 形钢屋面梁；吊车系统采用实腹式工字形钢吊车梁；墙面：1.2m 标高以下采用砌块墙，1.2m 标高以上采用冷弯薄壁型高强镀锌墙梁，内层采用压型彩钢板墙面，外层采用镀铝锌彩钢夹芯板外墙板；屋面采用冷弯薄壁型高强镀锌檩条，轻型双层压型彩钢板屋面。

(2) 2#办公楼：

本单体平面长度为 78m，宽度为 18m，为 3 层钢筋混凝土框架结构，檐口高度为 12.9m，层高分别为 4.5m、4.2m*2，主要柱距为 7.8x7.8m（局部 3.9mx2.4m）。结构纵向温度区段超长，采取后浇带加膨胀剂的措施来温度应力的不利影响。

(3) 1~2#倒班宿舍：

本单体平面长度为 60m，宽度为 18m，为 5 层钢筋混凝土框架结构，檐口高度为 16.5m，层高分别为 3.3m*5，主要柱距为 8x7.8m（局部 4mx2.4m）。结构纵向温度区段超长，采取后浇带加膨胀剂的措施来温度应力的不利影响。

(4) 食堂：

本单体平面长度为 30m，宽度为 15m，为 3 层钢筋混凝土框架结构，檐口高度为 13.5m，层高分别为 4.5m*3，主要柱距为 7.5x10m。

(5) 主门卫、次门卫和物流门卫：

本单体为单层房屋，采用钢筋混凝土框架结构。

5.5.3.3 地基基础设计

地勘报告暂无。参照邻近工程地质报告，根据场地工程地质条件并结合本工程特点，拟采用天然独立基础，基础埋深和平面尺寸由最终审查通过的地勘报告确定。

5.5.3.4 主要结构材料的选用

钢结构厂房部分：钢梁、钢柱、钢吊车梁根据经济性合理选用 Q235B、Q345B，10.9 级高强螺栓；抗风柱、吊车梁制动系统、管道钢梁、屋面支撑、柱间支撑均采用 Q235B 钢；墙梁、檩条均采用 Q345B 冷弯薄壁型高强镀锌檩条。

基础及混凝土框架结构（排架柱）部分：混凝土强度等级采用 C30，纵向钢筋采用 HRB400 热轧螺纹钢，箍筋采用 HPB300 热轧圆钢或 HRB400 热轧螺纹钢。

5.5.4 需要说明的其他问题

据估算，本项目高温合金精密成型件车间用钢量~45kg/m²，加工车间~55kg/m²。

5.6 给水排水

5.6.1 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。
 - 《城镇给水排水技术规范》 GB50788-2012
 - 《建筑给水排水设计规范》 GB 50015-2003 (2009 年版)
 - 《室外给水设计标准》 GB50013-2018
 - 《室外排水设计规范》 GB50014-2006(2016 年版)
 - 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB5097-2014
 - 《建筑设计防火规范》 GB50016-2014(2018 年版)
 - 《自动喷水灭火系统设计规范》 GB 50084-2017
 - 《建筑灭火器配置设计规范》 GB 50140-2005
 - 《污水综合排放标准》 GB8978-1996
 - 《污水排入城镇下水道水质标准》 GB/T 31962-2015
 - 《工业循环冷却水处理设计规范》 GB 50050-2017
 - 《工业循环水冷却设计规范》 GB/T 50102-2014
 - 《民用建筑节能设计标准》 GB 50555-2010
 - 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189-2005
 - 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》 GB/T 18920-2002
 - 《城市污水再生利用 工业用水水质》 GB/T 18920-2002
 - 《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》 GB50400-2016

5.6.2 设计范围

区域内厂房、办公楼、宿舍及食堂的室内给排水、消防设计,及厂区给排水、消防设计。

5.6.3 给水设计

5.6.3.1 给水水源

给水水源采用市政自来水，水压暂按 0.30MPa 设计。

5.6.3.2 厂区用水量定额及用水量表

(1) 生活用水量表

序号	用水部门	用水类别	用水定额	Kh	最高日用水量 (m ³ /d)	最高时用水量 (m ³ /h)
1	车间	职工生活用水	35L/人.班	2.5	12.3	1.9
2	办公	办公用水	50L/人.班	1.5	12.5	2.3
3	食堂	厨房用水	25L/人.餐	1.5	20	3
4	宿舍	宿舍用水	180L/人.d	2.5	54	5.6
5	小计				98.8	12.8

(2) 生产用水量表

序号	用水部门	最高日用水量 (m ³ /d)	最高时用水量 (m ³ /h)	备注	
1	车间	熔炼炉循环冷却水补充水	112	7	按循环冷却水量的 2% 计，循环冷却水量 350m ³ /h
		热处理炉循环冷却水补充水	96	6	按循环冷却水量的 2% 计，循环冷却水量 300m ³ /h
		空调制冷机循环冷却水补充水	160	10	按循环冷却水量的 2% 计，循环冷却水量 500m ³ /h
		清壳循环水补充水	4.8	0.3	按循环水量的 2% 计，循环水量 15m ³ /h

		冰水机补充水	32	2	
		荧光线及静电喷涂	10	3	
		自动清洗及烘干 (铸件清洗)	55	10	
		水浴除尘	5	1.5	
2	小计		474.8	39.8	

(3) 总用水量表

序号	用水类别	最高日用水量 (m ³ /d)	最高时用水量 (m ³ /h)	备注
1	生产用水	474.8	39.8	
2	生活用水	98.8	12.8	
3	未预见水量	115	10.5	按上述 1~2 项总用水量的 20% 计
4	合计	688.6	50.4	最高时同时系数 0.8

5.6.3.3 给水系统

从周边市政给水管接一路 DN200 引入管至厂区，经 DN150 生活生产水表计量后接厂区生活生产给水管，厂区生活生产给水管为独立的生活生产给水管，与消防管分开设置，干管管径 DN200，成环状。

市政给水压力暂按 0.30 Mpa，厂区各建筑物均为 5 层及 5 层以下，其生活、生产用水由市政水压直接供水，卫生器具采用节水型，用水效率等级不低于三级。对于水压超过 0.20MPa 的卫生间，给水支管设置可调式减压阀减压至 0.20MPa。

车间内荧光线及静电喷涂、自动清洗及烘干（铸件清洗）等需使用去离子水，去离子水由工艺生产线自带处理设施处理后提供。

室内给水的计量应以建筑物为计量单位，即一座建筑物设一个总水表，另外在各主要用水单位、重点耗水设备处安装分水表。

5.6.4 开水和热水供应

5.6.4.1 用水量

饮水量按 2 L/人.d, 生产厂房设置电开水器供应开水，一般按不超过 80 人设置一台。

车间浴室(露天跨)、食堂、宿舍需供应热水，热水用水量定额及用水量见下表：

序号	用水类别	用水定额 (60℃)	Kh	最高日用水量 (m ³ /d)	最高时用水量 (m ³ /h)	用水时间(h)	备注
1	车间浴室	40L/人.班	1.0	8	4	2	每班下班后 1 小时
2	食堂厨房用水	10L/人.餐	1.5	8	1.2	10	每餐就餐人数约 400 人
3	集体宿舍用水	80L/人.d	4.0	28	4.7	24	宿舍人数约 300 人
4	合计			44	9.9		

5.6.4.2 热水系统

(1) 车间浴室

车间浴室热水制备的热源为空压站余热，通过热回收装置制备热水。空压站内设置 4m³ 蓄热水箱一座，热水箱设置循环加热系统，循环加热泵将水箱内的水输送至热回收装置加热后回到水箱。循环加热系统由水箱内的水温自动控制启闭，控制水箱内的水温 60℃，热水箱及循环加热系统的设计见动力专业。热水箱冷水进水管设电磁阀，电磁阀的启闭通过水箱内水温及最低最高

水位自动控制。热水箱冷水进水管设置电子除垢仪。

热水箱旁设置热水输送泵供给浴室使用，热水输送泵采用变频控制系统，采用成套变频电控柜，变频器可根据用水量大小自动调节水泵运行的台数、工作方式，保持水泵出口压力恒压 0.20MPa，热水输送泵最大供水量 5m³/h，详见本项目主要设备一览表。浴室的冷水由市政自来水供给。

（2）食堂

食堂热水制备采用空气源热泵系统，空气源热泵能全天候运行，不受夜晚、阴天、雨雪天等恶劣天气的影响，只需设置少量辅助电加热，无需全额配置辅助能源。热泵以制冷剂为媒介，制冷剂在风机盘管中吸收空气中的能量后经压缩机压缩制热，通过换热装置将热量传递给冷水，来制取热水，该产品与常规产品相比节能显著。

食堂热水制备采用承压式热泵热水系统，由热泵主机、配电控制柜、热水循环加热泵、电辅助加热器、加热水箱、储热水箱、热水循环回水泵等组成。热泵热水系统的分区与冷水系统一致，热水系统的冷水进水由同区的冷水系统供给，确保用水点冷热水压力平衡。

食堂一层设备间设置承压式热泵系统一套，热水系统水源为给水管市政水压，系统设置循环回水泵机械全循环保证使用点水温。热泵系统共设置 2 组 CAHP-PI-42 型热泵（单组用电量 15KW），每组热泵配一个加热水箱（容积 455L）及 5 个储热水箱（容积 455L/个），每组热泵设置辅助电加热 24KW，当气温低于 0℃时自动启动辅助电加热器。

（3）宿舍

宿舍热水制备采用承压式热泵热水系统，由热泵主机、配电控制柜、热水循环加热泵、电辅助加热器、加热水箱、储热水箱、热水循环回水泵等组成。热泵热水系统的分区与冷水系统一致，热水系统的冷水进水由同区的冷水系

统供给，确保用水点冷热水压力平衡。

宿舍一层设备间设置承压式热泵系统一套，热水系统水源为给水管市政水压，系统设置循环回水泵机械全循环保证使用点水温。热泵系统共设置 5 组 CAHP-PI-42 型热泵（单组用电量 15KW），每组热泵配一个加热水箱（容积 455L）及 5 个储热水箱（容积 455L/个），每组热泵设置辅助电加热 24KW，当气温低于 0℃时自动启动辅助电加热器。

5.6.5 循环冷却水系统

5.6.5.1 冷却水用水量表

使用冷却水的情况见下表：

序号	用水部门	冷却水量 (m ³ /h)	进水温 度(℃)	出水温 度(℃)	备注
1	熔炼炉	350	35	50	压力回流，采用软化水补水
2	热处理炉	300	35	50	压力回流，采用软化水补水
3	制冷站冷水机组	500	32	40	共 2 台机组，压力回流，采用自来水补水
4	合计	1150			

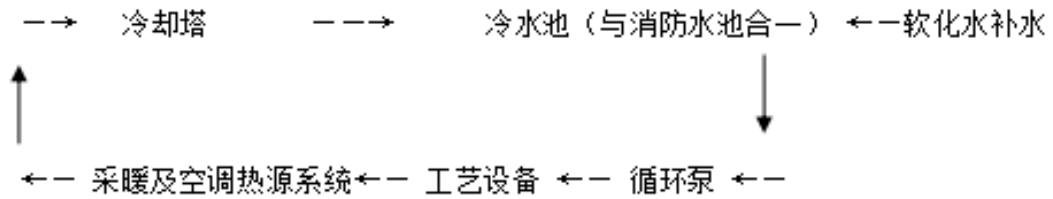
5.6.5.2 冷却水系统

本项目的冷却水均循环使用，各循环冷却水系统均独立设置，各循环冷却水系统分述如下：

(1) 熔炼炉、热处理炉循环冷却水系统

熔炼炉与热处理炉各自独立设置循环冷却水系统，但两者合用冷却水池。

冷却水系统回水方式为压力回流方式，其流程图如下：

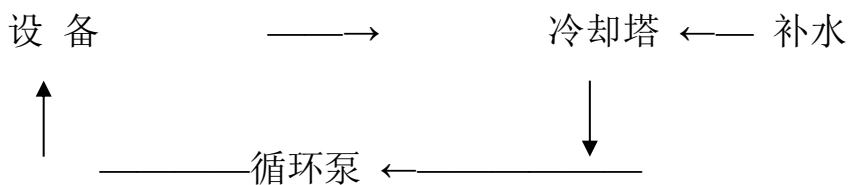


熔炼炉与热处理炉循环冷却水系统均考虑余热利用，冷却水直接供给采暖及空调热源系统使用，冷却水循环泵供水至工艺设备，其出水接至采暖及空调热源系统，采暖及空调热源系统出水压力回冷却塔冷却。

厂房露天跨设置地上冷却水泵房，泵房旁设置地上混凝土冷却水池（与消防水池合一，其中冷却水储水量 200m³），泵房内设置熔炼炉冷却水泵 4 台（3 用 1 备）及热处理炉冷却水泵 4 台（3 用 1 备），泵房屋顶设置熔炼炉冷却塔 3 台及热处理炉冷却塔 3 台。冷却水系统水池补水采用软化水，软化水制备在泵房内，软化水制备设备采用组合式软化水装置，产水量：10~20t/h。该设备采用两只单级钠离子交换柱，共用一套再生装置，采用食盐再生，水源为自来水，出水残留硬度达到 0.03meq/l。冷却水系统设备选型详见本项目主要设备一览表。

(2) 空调冷水机组循环冷却水系统

空调冷水机组冷却水系统，补充水为自来水，压力回水方式，流程图如下：



制冷站内设置冷却水泵 3 台（2 用 1 备），制冷站屋顶设置冷却塔 2 台。循环冷却水系统设置循环水旁流处理器一台，该旁流处理器采用叠加脉冲的低压电场原理，具有除垢、杀菌、灭藻、防止腐蚀等作用。冷却水系统设备选型详见本项目主要设备一览表。

5.6.6 清壳工艺循环用水系统

清壳工艺用水循环使用（不需冷却），系统流量 15m³/h，高压泵（工艺自配）从清水池抽水至清壳工艺使用后,通过管道重力自流至沉淀池沉淀以去除泥砂，沉淀池出水溢流至清水池，清水池进水口加不锈钢滤网。沉淀池、清水池均为地下混凝土水池，水池和设备均位于露天跨清壳循环水站。沉淀池有效容积 30m³,停留时间 2 小时，沉淀池设置沉淀区和溢流堰，沉淀池的长宽比不小于 4，长深（有效）比不小于 8。清水池位于沉淀池旁，有效容积：10m³。清水池设置自来水补水管。

5.6.7 排水设计

5.6.7.1 污废水排放及处理

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，故厂区内生活、生产污废水均按《污水综合排放标准》三级标准排入市政污水管网。

5.6.7.2 生产废水

(1) 生产废水量

生产废水量按工艺资料确定（不计循环水系统补充水），详见下表：

序号	排水部门		废水种类及成分	最高日排水量 (m ³ /d)	处理方式	备注
1	车间	荧光光线及静电喷涂	荧光废水， COD _{Cr} ≤2000mg/L， SS≤1000mg/L， 石油类 ≤100mg/L	10	隔油、中和、沉淀、气浮等处理后达标排入厂区污水管	工艺生产线自带废水处理设施

	自动清洗及烘干（铸件清洗）	铸件清洗废水， COD _{Cr} ≤500mg/L， SS≤500mg/L	55	沉淀处理后达标 排入厂区污水管	工艺生产线 自带废水处理设施
	水浴除尘	水浴除尘废水， COD _{Cr} ≤500mg/L， SS≤500mg/L	5	沉淀处理后达标 排入厂区污水管	工艺生产线 自带废水处理设施
2	小计		70		

（2）生产废水处理系统

车间内生产废水均由工艺生产线自带废水处理设施处理达到《污水综合排放标准》三级标准后排入厂区污水管道。

5.6.7.3 生活排水处理

（1）生活排水量

生活排水量约为 90m³/d。

（2）生活排水处理系统

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，食堂含油废水经隔油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。

5.6.7.4 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，厂区污水管收集的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，厂区污水管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，厂区设 1 个污水排放口。污水排放口设置规范的标准污水排放口，安装污水流量计和 COD 监测装置，设立明显的标志牌，并设置专门的废水采样口。

厂区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)约：
160m³/d。

厂区污水的水质：BOD₅≤200mg/L COD_{cr}≤300mg/L

SS≤200mg/L 氨氮≤30mg/L

动植物油≤30mg/L PH=6~9

5.6.7.5 雨水排放

区域雨水量参照青岛地区暴雨强度公式计。

$$q = \frac{1919.009x(1+0.997\lg P)}{(t+10.740)^{0.738}} \quad \text{L/S.hm}^2$$

其中，设计重现期 T=2 年，径流系数 $\psi=0.70$ ，降雨历时 $t=t_1+t_2=10+t_2$ 。

屋面雨水为有组织排放，参照青岛地区降雨历时 5min，重现期 50 年的 5min 暴雨强度 $q_5=6.76 \text{ L/S.100m}^2$ 设计，屋面雨水为有组织排放，采用压力流和重力流相结合的方式排除屋面雨水。

厂房的屋面面积大，形式复杂，位于车间内部的内天沟采用压力流(虹吸式)排水系统，不采用传统的室内设检查井的重力流方式(室内易冒水)。虹吸雨水系统设计重现期采用 50 年，天沟设溢流口，确保安全、快速地将天沟雨水排出。

虹吸式屋面雨水系统不同于传统的重力流雨水系统，虹吸雨水系统能充分利用屋面和地面的高差产生的能量形成虹吸作用，系统在满流作用状况下快速排泄雨水。虹吸式屋面雨水系统排水能力高，管径小，排水无需坡度，排水立管少，室内无需设检查井，室内不冒水，因此排水安全可靠。该系统与传统的重力流雨水系统比较有明显的优势，特别适用于大面积、大跨度屋面排水。

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。厂前区区块按当地有关规定,该区块需配套建设雨水调蓄设施,设置雨水收集利用设施,雨水经收集处理后回用于绿化用水。

5.6.8 海绵城市设计专节

5.6.8.1 设计依据

《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》 GB50400-2016

《建筑中水设计规范》 GB50336-2002

《城市污水再生利用 城市杂用水水质》 GB/T 18920-2002

山东省《海绵城市设计规程》 (DB37/T5060-2016)

《青岛市海绵城市建设规划设计导则》 (试行) (2016)

5.6.8.2 设计范围及设计目标

本项目厂房区块地表污染物较多,故地面应硬化,雨水、消防排水及事故排水不宜入渗至地下,避免污染地下水及土壤,且厂房区块雨水不宜采用收集回用系统。

本项目厂前区区块地表污染物少,应采用低影响开发模式,削减暴雨峰值径流,防止内涝灾害,实现雨水资源化回用为雨水控制与利用的总体目标。采用雨水的自然积存、自然渗透和自然净化,提高水资源的综合利用水平。设计目标应包括年径流总量控制目标、面源污染物控制目标、峰值流量控制目标、内涝防治目标和雨水资源化利用目标。

5.6.8.3 设计方案

本项目厂前区区块用地面积约 2.1hm²,按《青岛市海绵城市建设规划设计导则》年径流总量控制率为 75%,对应日降雨量为 27.4mm,厂前区区块综合径流系数 ψ_z 应按下垫面种类加权平均并根据下式计算:

$$\psi_z = \frac{\sum F_i \psi_i}{F_z} \quad (3.2.1)$$

式中： ψ_z ——综合径流系数。当进行雨水控制及利用设施计算时，宜采用综合雨量径流系数，当进行雨水输送管道流量计算时，宜采用综合流量径流系数，本次为综合雨量径流系数。

F_i ——汇水面上各类下垫面水平投影面积（ m^2 ）；

ψ_i ——各类下垫面的径流系数；

F_z ——建设场地总面积（ hm^2 ）。

经计算厂前区区块综合雨量径流系数 ψ_z 为 0.6。

厂前区区块需要控制的日降雨量按下式计算：

$$W_k = 10 h_k \psi_z F_z$$

式中： W_k ——需控制及利用的日雨水径流总量（ m^3 ）；

h_k ——年径流总量控制率对应的设计日降雨量（ mm ）；

ψ_z ——综合雨量径流系数；

F_z ——建设场地总面积（ hm^2 ）。

经计算厂前区区块需要控制的日降雨量：

$$W_k = 10 \times 27.4 \times 0.6 \times 2.1 = 346 m^3。$$

厂前区配套建设雨水调蓄设施。雨水调蓄设施包括：雨水调节池、具有调蓄空间的景观水体、降雨前能及时排空的雨水收集池、洼地以及入渗设施，不包括仅低于周边地坪 50mm 的下凹式绿地。

本项目厂前区区块采用雨水入渗系统、收集回用系统、调蓄排放系统，优先采用入渗系统和收集回用系统。利用低洼地形、下凹式绿地、透水铺装等设施减少外排雨水量，并分别利用收集池、下渗设施等作为调蓄空间。

本项目厂前区区块雨水入渗优先采用下凹绿地、透水铺装、浅沟洼地入渗

等地表面入渗方式。人行道、非机动车道、停车场、广场等硬化地面采用透水铺装，硬化地面中可渗透地面面积所占比例不低于 40%，厂前区区块绿地均为下凹绿地，下凹式绿地植物选用耐水湿种类。渗透设施的日渗透能力不小于汇水面积上重现期 2 年的日雨水径流总量。

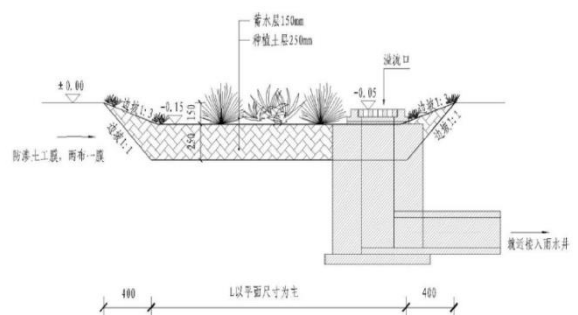
本项目厂前区区块设置雨水收集回用系统，雨水经收集处理后回用于全部厂区绿化用水。雨水收集回用系统设置雨水收集、储存、处理及回用水管网等设施。雨水储存处理系统位于绿地及小车停车场下。

5.6.8.4 海绵设施规模和布局

(1) 下凹式绿地

厂前区区块绿地均采用下凹式绿地，相对于路面的下凹深度为 70mm（50mm~100mm），路边雨水口设在绿地内（溢流雨水口），溢流雨水通过雨水口就近接入室外雨水管道。雨水口篦子顶面应高出绿地 50mm，道路不应采用立式道牙，绿地植物品种应耐雨水浸泡。按规范要求：室内雨水管出口断

接，即屋面雨水直接排至散水坡通过绿地下渗。由于屋顶雨水管位于室内，直接排至散水坡不美观，故在建筑物周边设置排水渗水浅沟，排水渗水浅沟无底板，底部设置碎石级配。屋面雨水排入建筑物边排水渗水浅沟，排水渗水浅沟不设排水出口，沟内雨水溢流至绿地，通过绿地下渗。



接，即屋面雨水直接排至散水坡通过绿地下渗。由于屋顶雨水管位于室内，直接排至散水坡不美观，故在建筑物周边设置排水渗水浅沟，排水渗水浅沟无底板，底部设置碎石级配。屋面雨水排入建筑物边排水渗水浅沟，排水渗水浅沟不设排水出口，沟内雨水溢流至绿地，通过绿地下渗。

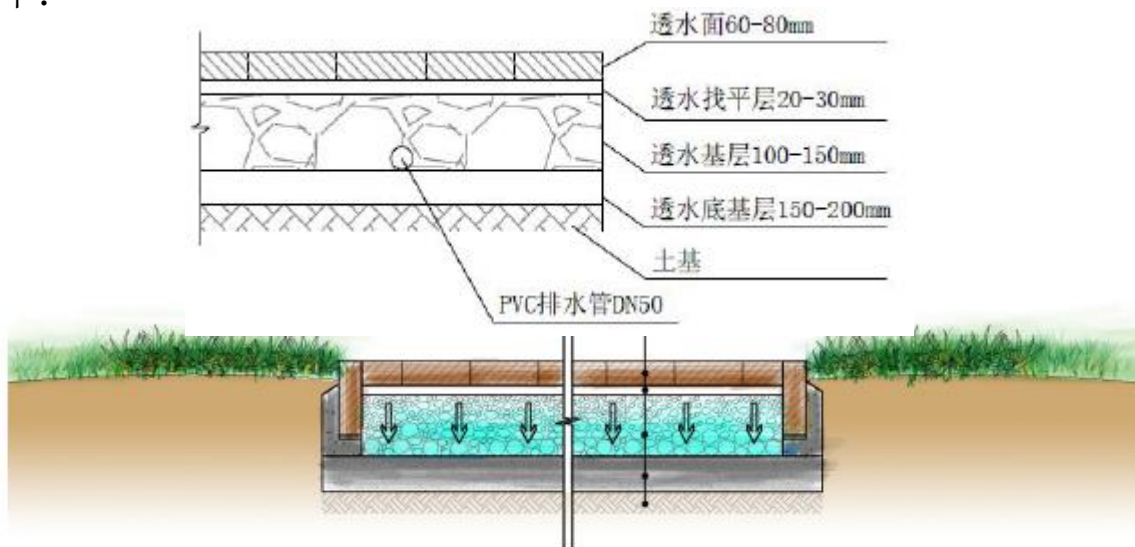
厂前区设置下凹式绿地面积约 3000m²,区块下凹式绿地蓄水容积约：150m³，不满足需要控制的日降雨量 346m³ 的要求，还需设置雨水调蓄池（雨水收集回用于绿化用水）200m³，下凹式绿地和雨水调蓄池的调蓄容积之和满

足规范要求的需控制雨水量及配套建设雨水调蓄设施标准。

(2) 透水铺装

透水铺装应设透水面层、找平层和透水垫层，透水地面面层的渗透系数应大于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ，找平层和垫层的渗透系数大于面层。区域土壤渗透系数 $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{m/s}$ ，且渗透面距地下水位大于 1m。

透水铺装按照面层材料不同可分为透水砖铺装、透水水泥混凝土铺装和透水沥青混凝土铺装，嵌草砖、园林铺装中的鹅软石、碎石铺装等也属于渗透铺装。厂前区区块人行道、非机动车道、停车场、广场等硬化地面采用透水铺装，硬化地面中可渗透地面面积所占比例不低于 40%。停车位采用植草砖铺装，分为 80mm 厚植草砖（营养土填充）、30mm 厚中砂层、60 厚稳定层（兼养殖层）、180mm 厚级配砂石层和土工布等反滤隔离层。渗透设施的日渗透能力不小于汇水面积上重现期 2 年的日雨水径流总量。透水铺装结构示意图如下：



(3) 雨水收集回用

厂前区区块设置雨水收集回用系统，部分雨水经收集处理后回用于全部绿化用水。雨水收集回用系统设置雨水收集、储存、处理及回用水管网等设施，

雨水储存处理系统位于绿地下。厂前区区块在雨水排出总口处设置雨水收集回用系统，共设置 1 套雨水收集回用系统，雨水收集回用系统的雨水储存池容积：200m³，该雨水收集回用系统储存容积与下凹式绿地蓄水容积共同满足需要控制的日降雨量及配套建设雨水调蓄设施标准。

5.6.9 雨水收集回用系统设计

5.6.9.1 绿化用水量及用水水质

序号	用水类别	用水定额	最高日用水量 (m ³ /d)	最高时用水量 (m ³ /h)
1	全区域绿化用水	1.5L/m ² .d	28	14

绿化用水水质须符合 GB/T 18920-2002《城市污水再生利用 城市杂用水水质》及 GB50400-2016《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》的要求，具体如下：

PH=6.0~9.0 溶解性总固体≤1000mg/L

BOD₅≤20mg/L COD_{cr}≤30mg/L

氨氮≤20mg/L 浊度≤10 度

阴离子表面活性剂≤1mg/L

总大肠菌群≤3 个/L

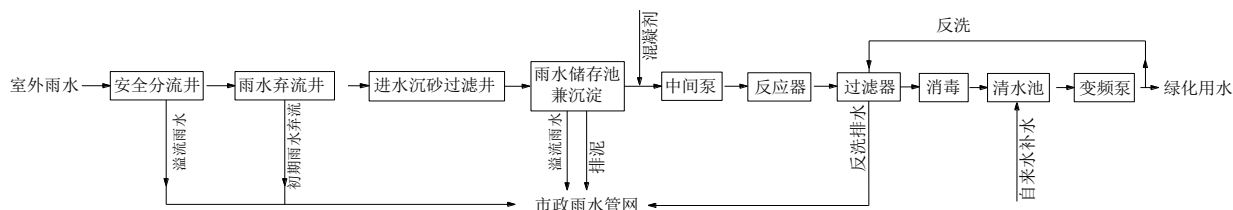
SS≤10mg/L

5.6.9.2 雨水收集范围

雨水收集范围为部分厂前区区块的屋面、广场及道路，面积约 1.0 公顷。

5.6.9.3 雨水收集回用系统

(1) 处理工艺流程



绿地下设置雨水储存池，厂前区区块的屋面、广场及道路雨水汇集后进入雨水储存池，经沉淀、反应、过滤、消毒处理后用于区域绿化及景观用水。雨水储存池进水设安全分流井、初期雨水弃流井及沉砂过滤井。

(2) 设计水量及参数

室外雨水径流总量的计算公式如下：

$$W = 10\Psi_c h_y F$$

式中 W ——雨水设计径流总量 (m^3)；

Ψ_c ——雨量径流系数；

h_y ——设计降雨厚度 (mm)；

F ——汇水面积 (hm^2)。

雨水收集与利用系统降雨设计重现期按1年计算，取日降雨厚度40mm。

本次设计考虑到两场降雨的间隔时间，取用水周期为7天。

室外场地雨水初期弃流厚度3~5mm，本次考虑初期弃流取4mm，实际可收集降雨厚度为36mm。

室外雨水综合雨量径流系数取0.60。

初期弃流后最大日雨水径流总量：216m³

最大日可收集水量：194m³

最大日设计日用水量：28m³/d

最大小时用水量：14m³/h

雨水总处理能力：5m³/h

在厂前区区块雨水排出总口处设置雨水收集回用系统，共设置1套雨水收集回用系统，包括雨水储存、沉淀、反应、过滤、消毒及加压等。雨水收集回用系统的最大日可收集水量：194m³，雨水处理能力：5 m³/h。

(3) 主要设备及构筑物概况

●安全分流、初期雨水弃流及进水沉砂过滤

安全分流井埋地集中设置，位于弃流控制器井前，雨水汇集管首先进入安全分流井。当降雨量大，雨水储存池水位达到高水位时，弃流控制器阀门关闭，汇集的雨水通过安全分流井排入市政雨水管。

初期雨水含较多泥砂，水质较差，应弃流至市政雨水管。初期雨水弃流控制器井埋地集中设置，位于沉砂过滤井前。弃流控制器前设有格栅拦截大颗粒污染物。室外到路边雨水口井底落深 500mm，雨水口篦子下设置不锈钢丝网拦截大颗粒污染物。弃流控制器井外露天设控制箱，控制箱设有雨量传感器，由 PLC 控制程序进行多点信号监测控制，对降雨的雨型、频次、雨量等记忆处理，根据数据调整弃流的时间和流量以收集优质雨水。当雨水储存池水位达到高水位时，可自动关闭弃流控制器阀门，阻断雨水进入储存池。

进水沉砂过滤井采用玻璃钢材质，对收集的优质雨水进行第一道沉砂和过滤处理，过滤精度 1mm，无需人工操作，不设反洗。

●雨水储存池

雨水收集回用系统的雨水储存池容积：200m³，共 1 套。雨水储存池采用 PP 模块拼装水池。储水池外面包裹一层复合土工膜，通过它将整个水池与外界土壤隔离开，防止池内水渗透出来及土壤中的污染物质渗入水池内造成污染，同时保证整个系统的完整性和稳定性。雨水储存池设置溢流管。

●雨水设备间

雨水设备间为玻璃钢成品设备间与清水箱一体构筑物，内安装混凝剂加

药设备、中间泵、反应器、全自动自清洗过滤器、紫外线消毒器、清水箱及变频供水泵。设备间位于储水池旁埋地。

全自动自清洗过滤器设计出水精度为 100 μ m，当进、出水压差达到 0.05MPa 时或设定一定时间，系统自动进入反冲洗过程，反冲洗水量约占处理水量的 1%，反冲洗过程中设备不停止运行。

雨水收集回用系统的清水箱有效容积按最高日用水量的 25%~35%，取 15m³。清水箱设置自来水补水管，并设置倒流防止器。

雨水中间泵、雨水储存池排污泵及设备间排污泵均选用切割式潜水排污泵。清水输送采用立式离心泵配变频控制器，该设施可根据用水量大小自动调节水泵运行的台数、工作方式，保持出口压力恒压 0.35MPa，雨水系统的供水量 15m³/h。

消毒采用紫外线消毒器选用高效率紫外灯及高透光率、高纯度的石英套管。

●控制系统

集中电控柜对整个雨水收集及回收系统主要设备进行监控，并实现整个雨水系统的工艺处理过程。雨水处理及输送均全自动运行，采用内置PLC控制，并可选配人机界面（触摸屏），能结合现场情况进行系统控制设定，确保系统出水水质。

5.6.9.4 区域绿化及景观用水系统

厂区设置绿化专用给水管 DN70，成环状布置，绿化专用给水管与其他用水分开设置。

5.6.10 主要设备一览表

序号	名称	设置位置	型号	规格、性能	单位	数量	单台功率(kw)	备注
1	厂区消防栓泵	车间露天跨内消防泵房	XBD8/50-L 型立式消防泵	Q=45L/s, H=70m	台	2	55	1用1备
2	消防栓系统稳压设施	车间露天跨内消防泵房	QYG-1000 智能型气压罐消防增压设施	配泵 2 台（单台 Q=5.5m ³ /h H=60m）及∅1000 型隔膜式气压罐 1 台	套	1	5.5	水泵 1 用 1 备
3	办公楼自动喷淋泵	车间露天跨内消防泵房	XBD8/30-L 型立式消防泵	Q=30L/s, H=70m	台	2	37	1用1备
4	自动喷淋系统稳压设施	车间露天跨内消防泵房	QYG-1000 智能型气压罐消防增压设施	配泵 2 台（单台 Q=5.5m ³ /h H=60m）及∅1000 型隔膜式气压罐 1 台	套	1	5.5	水泵 1 用 1 备
5	屋顶消防水箱	宿舍屋顶水箱间		有效容积 18m ³ ，不锈钢材质	座	1		
6	熔炼炉循环冷却水泵	车间露天跨内冷却水泵房	DFG125-500/4/75 立式泵	Q=160m ³ /h H=80m	台	4	75	3用一备，配变频控制柜
7	熔炼炉冷却塔	车间露天跨内冷却水泵房屋顶	B3150G 高温冷却塔	额定流量 150m ³ /h(进塔水温 t ₁ =60°C；出塔水温 t ₂ =35°C)	台	3	5	3台使用

8	组合式软化水装置	车间露天跨内冷却水泵房	LZC-VIII 型	产水量 10~20m ³ /h, 采用两只单级钠离子交换柱, 共用一套再生装置	套	1	3	出水残留硬度达到 0.03meq/l
9	热处理炉循环冷却水泵	车间露天跨内冷却水泵房	DFG100-500/4/45 立式泵	Q=100m ³ /h H=80m	台	4	45	3 用一备, 配变频控制柜
10	热处理炉冷却塔	车间露天跨内冷却水泵房屋顶	B3100G 高温冷却塔	额定流量 100m ³ /h(进塔水温 t ₁ =60°C; 出塔水温 t ₂ =35°C)	台	3	4	3 台使用
11	电开水器	车间内			台	6	12	
12	承压式热泵热水机组	宿舍一层热水设备间	CAHP-PI-42 型	每组热泵配一个加热水箱 (容积 455L) 及 5 个储热水箱 (容积 455L/个)	套	5	40	
13	承压式热泵热水机组	食堂一层热水设备间	CAHP-PI-42 型	每组热泵配一个加热水箱 (容积 455L) 及 5 个储热水箱 (容积 455L/个)	套	2	40	
14	冷却塔	车间制冷站屋顶	B3300 S II 中温型冷却塔	额定流量 300m ³ /h(进塔水温 t ₁ =40°C; 出塔水温 t ₂ =32°C)	台	2	11	2 台使用
15	制冷机循环冷却水	车间制冷站	DFG200-315(II)/4/45 立式泵	Q=300m ³ /h H=32m	台	3	45	2 用 1 备

	泵							
16	循环冷却水系统旁流处理器	车间制冷站		采用叠加脉冲的低压电场原理，具有除垢、杀菌、灭藻、防止腐蚀等作用	套	1	0.5	
17	热水箱	车间空压站		有效容积 4m ³ ，不锈钢材质	座	1		
18	热水变频泵	车间空压站		Q=5m ³ /h H=20m，配主泵 3 台	套	1	1.5	水泵 2 用 1 备
19	雨水收集处理设施	厂前区绿地下		包括雨水储存、沉淀、反应、过滤、消毒及加压等，PP 模块拼装水池 200m ³ ，雨水处理能力：5 m ³ /h	套	1	20	

5.6.11 管材选用

5.6.11.1 室内部分

给水管采用钢塑复合管；循环冷却水管采用内外高压喷塑复合钢管；消防管 $DN \leq 100$ 采用镀锌钢管, $DN > 100$ 采用无缝钢管镀锌；污废水管采用 PVC-U 塑料排水管；压力流(虹吸式)屋面雨水系统雨水管采用 HDPE 管，重力流雨水管采用 PVC-U 塑料排水管；生活热水管采用内衬不锈钢复合钢管。

5.6.11.2 室外部分

给水管、消防管 $DN < 50\text{mm}$ 采用钢塑复合管, $DN \geq 50\text{mm}$ 采用钢丝骨架塑料复合管；室外排水管采用 HDPE 双壁波纹管。室外管道均埋地敷设。

5.7 供暖通风和空气调节

5.7.1 编制依据

- 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范(GB50019-2015)
- 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范(GB 50736-2012)
- 工业建筑节能设计统一标准 (GB51245-2017)
- 公共建筑节能设计标准(GB50189-2015)
- 建筑设计防火规范(GB50016-2014) (2018 版)
- 建筑防烟排烟系统技术标准 (GB 51251-2017)
- 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)
- 工业场所有害因素职业接触限值 (GBZ2-2007)
- 建筑机电工程抗震设计规范 (GB 50981-2014)
- 其它一些可适用的规范、规程、标准等
- 建设单位提供的资料，当地政府的批示文件。

5.7.2 主要设计范围

建设项目为新建。包括航空高温合金精密成型件车间、加工车间、2#办公楼、食堂、倒班宿舍、主门卫、次门卫及物流门卫等。

设计范围为本工程项目的供暖通风空调及防烟排烟设计。

5.7.3 设计标准及冷热负荷估算

5.7.3.1 室外空气计算参数 (青岛)

冬季供暖室外计算温度 -5°C

冬季通风室外计算温度 -0.5°C

夏季通风室外计算温度 26°C

夏季通风室外计算相对湿度 73%

冬季空调室外计算温度 -7.2°C

冬季空调室外计算相对湿度 63%

夏季空调室外计算干球温度 29.4°C

夏季空调室外计算湿球温度 26.0°C

夏季空调室外计算日平均温度 27.3°C

夏季室外平均风速: 4.6m/s

夏季最多风向 S

夏季最多风向的频率 17%

夏季室外最多风向的平均风速 4.6 m/s

冬季室外平均风速: 5.4m/s

冬季季最多风向 N

冬季最多风向的频率 23%

冬季室外最多风向的平均风速 6.6 m/s

冬季日照百分率 59%

大气压力: 冬季 101.74kPa 夏季 100.04kPa 大气压力

5.7.3.2 室内空气调节设计参数

建筑名称	房间名称	冬季		夏季		新风量 m ³ /h.p	噪声 dB(A)
		温度 (□)	湿度 (%)	温度 (□)	湿度 (%)		
航空高温 合金精密 成型件车 间	制壳间	21±2	□70	21±2	□70	40	≤65
	面层干燥	21±2	60±10	21±2	60±10	40	≤65
	背层干燥	21±2	50±10	21±2	50±10	40	≤65
	蜡模间	21±2	□70	21±2	□70	40	≤65
	三座标间	20±2		20±2	≤60	40	≤65
	X光检测	18~20		26~28		40	≤65
	蓝光检测	18~20		26~28		40	≤65
	辅房	18~20		26~28		30	≤50
办公楼	办公室 会议室	20		26	≤60	40	≤50
食堂	餐厅	18		27	≤60	20	≤50
宿舍	宿舍	20		26	≤60		

5.7.3.3 供暖空调冷、热负荷估算及其冷、热负荷估算指标

建筑物名称	房间	空调负荷					备注
		冷负荷 (kW)	冷负荷指标 (W/m ²)	热负荷 (kW)	热负荷指标 (W/m ²)	岗位送冷风 (kW)	
航空高温合金精密成型件车间	制壳间	816	230	284	80		组合式空调机组
	面层干燥	160	200	64	60		转轮除湿空调
	背层干燥	200x2	250	64	60		转轮除湿空调
	蜡模间	1391	280	397	80		组合式空调机组
	熔炼浇注 脱壳初清 脱蜡焙烧 精整检查					60个点 900	吊顶、立式空调机组
	生产辅房	890	120	519	70		风机盘管
	尺检	14	200	7	100		风机盘管
	刻号	14	200	7	100		风机盘管
	X光检测	26	200	13	100		单元式空调机
	三坐标室	16	220	8	110		恒温恒湿空调机
	蓝光检测	20	200	10	100		单元式空调机
加工车间					60个点 900	吊顶、立式空调机组	
办公楼		540	120	360	80		多联机空调
食堂		202	150	108	80		多联机空调
宿舍		1648	140	706	60		地暖分体空调

制壳间空调焓湿图

一次风机焓湿图

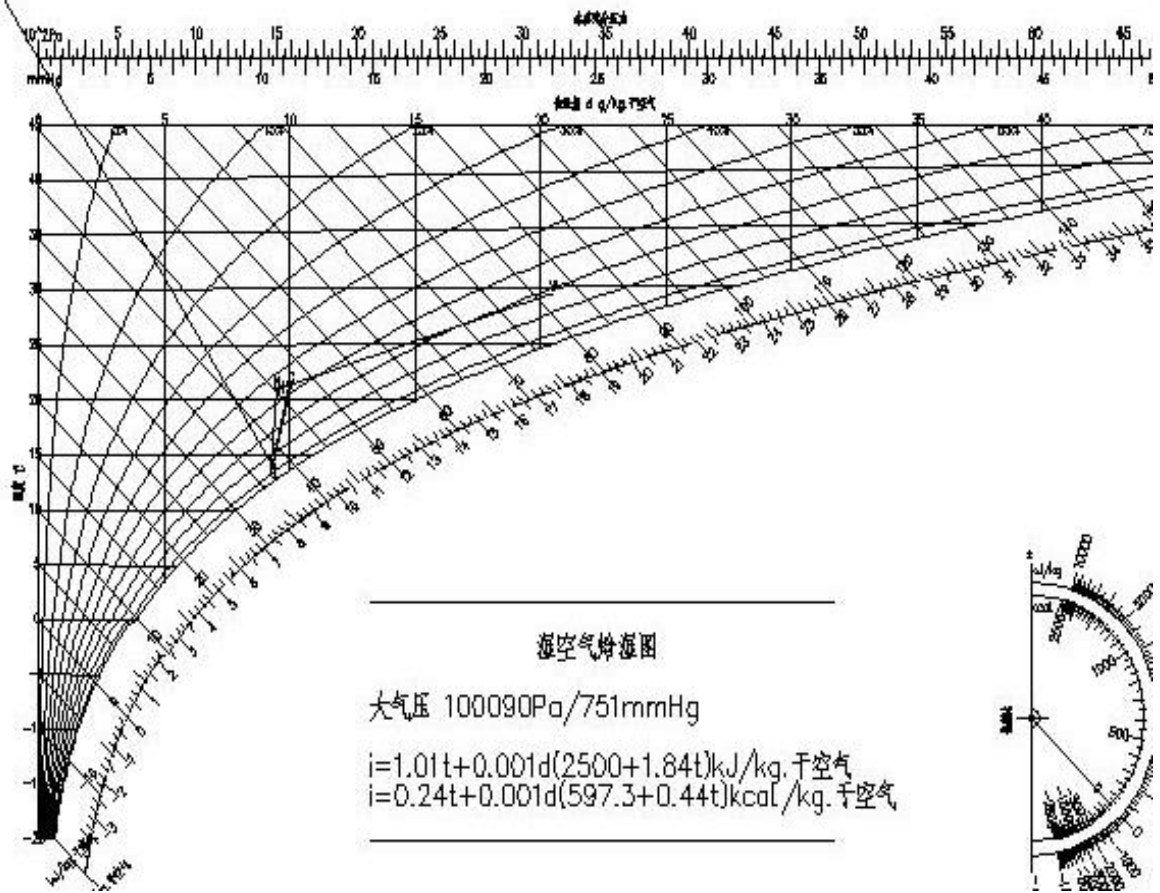
H—干球温度 21.2℃ 湿球温度 11.8℃ 焓 46.380 kJ/kg 干空气 46.325 kJ/kg 干空气 40 相对湿度 40% 露点 7.1℃ 1.178
 H'—干球温度 21.2℃ 湿球温度 15.8℃ 焓 43.000 kJ/kg 干空气 43.295 kJ/kg 干空气 45.503 kJ/kg 干空气 40 相对湿度 60% 露点 11.7℃
 Y—干球温度 23.4℃ 湿球温度 23.4℃ 焓 50.000 kJ/kg 干空气 52.035 kJ/kg 干空气 50.484 kJ/kg 干空气 40 相对湿度 100% 露点 23.4℃ 1.136
 D—干球温度 11.2℃ 湿球温度 11.2℃ 焓 37.100 kJ/kg 干空气 37.100 kJ/kg 干空气 10.071 kJ/kg 干空气 40 相对湿度 100% 露点 11.2℃ 1.177
 L—干球温度 13.4℃ 湿球温度 12.9℃ 焓 39.600 kJ/kg 干空气 37.100 kJ/kg 干空气 46.325 kJ/kg 干空气 45.503 kJ/kg 干空气 38.1.21
 K—干球温度 13.2℃ 湿球温度 13.1℃ 焓 39.400 kJ/kg 干空气 37.407 kJ/kg 干空气 46.325 kJ/kg 干空气 45.503 kJ/kg 干空气 38.1.208
 O—干球温度 14.8℃ 湿球温度 13.2℃ 焓 40.800 kJ/kg 干空气 37.702 kJ/kg 干空气 46.325 kJ/kg 干空气 45.503 kJ/kg 干空气 38.1.207

送风量
 送风量 m³/h 3464.124 新风量 m³/h 1677.007
 排风量 m³/h 3364.018

水/制冷剂
 冷却水流量 t/h 18.5 冷却水进出口温差 t 2.721
 冷冻水流量 t/h 19.430 冷冻水进出口温差 t 4.458
 空调制冷量 kW 1073.927

风机耗电
 送风机耗电 kW 2.21 排风机耗电 kW 58.122
 空调制冷耗电 kW 78.132

参数
 H—焓湿图
 H'—焓湿图
 Y—露点
 D—露点
 L—露点
 K—露点
 O—露点



5.7.4 冷热源分析利用及选择

航空高温合金精密成型件车间：冷源选用 2 台 500USRT 水冷离心冷水机组，采用大温差设计，空调冷冻水供回水温度为 5/13℃，冷却水供回水温度为 32/40℃。热源采用余热利用换热机组，热水供回水温度为 55/45℃，为可靠计，设置蒸汽锅炉，其一，作为干燥再生热源，其二，作为余热利用的补充和备用。



加工车间：冷热源选用 2 台 450kW 风冷热泵冷热水机组，空调冷水供回水温度为 7/12℃，热水供回水温度为 45/35℃。

办公楼、食堂采用变冷媒流量多联机空调。

5.7.5 暖通方案

5.7.5.1 供暖系统

(1) 供暖室内参数

航空高温合金精密成型件车间：循环水站 5℃，浴室 23℃，厕所 16℃。

倒班宿舍：宿舍 20℃。

(2) 供暖热负荷估算

航空高温合金精密成型件车间的供暖辅房，如循环水站等供暖计算热负荷合计约为 70kW。

倒班宿舍供暖热负荷约为 706kW。

(3) 供暖方案

循环水站、浴室、厕所等辅房采用散热器系统。采用上供下回系统形式，散热器均沿墙布置，供回水管沿柱架空敷设。散热器均采用钢管柱形散热器，每组散热器的供回水管上均安装铜球阀便于检修及调节室内温度。

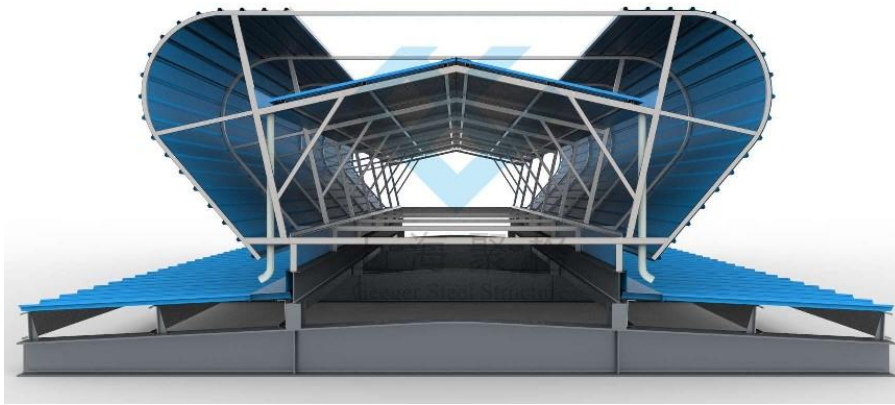
供暖热媒采用 55 / 45℃ 热水，由余热利用供热管网集中供应。各建筑物入口设热量计量装置。



倒班宿舍采用地板辐射供暖，采用 55 / 45℃ 热水，盘管采用交联聚乙烯管，热源为厂区余热利用站提供。

5.7.5.2 通风系统

厂房屋面设通风天窗，充分利用自然通风，节约能源。



熔炼浇注、脱蜡焙烧、脱壳、清理、精整检查设置岗位送风，室外新鲜空气经过滤、冷却/加热后送到工位附近，保证该区域内操作人员的热舒适性，夏天送冷风，冬天送热风，冷热源与空调系统合用。

酸碱库设置全室通风，换气量按 6 次/h，排风设备采用防腐型壁式轴流风机。

循环水泵房设置全室通风，换气量按 4 次/h，排风设备采用壁式轴流风机。

空压站室设置全室通风，通风量按热量计算确定，设备采用壁式轴流风机。

变配电室设置全室通风，通风量按热量计算确定，设备采用壁式轴流风机。

公共卫生间设置全室通风，换气次数为 10 次/h。通风设备采用吸顶式房间通风器。

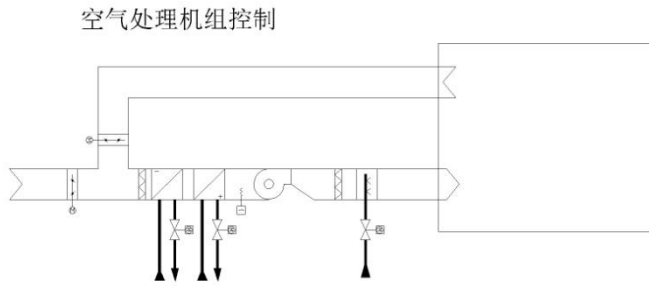
燃气热水机房设置事故通风系统，换气次数取 12 次/h，事故通风由经常使用的通风系统和事故通风系统共同保证,平时通风换气次数 6 次/h，事故通风时开启全部风机。应该在室内外便于操作的区域分别设置开关，并且与可燃气体报警连锁，设备采用防爆型壁式轴流风机。

制冷机房设置事故通风系统，换气次数取 12 次/h，事故通风由经常使用的通风系统和事故通风系统共同保证,平时通风换气次数 6 次/h，事故通风时开启全部风机。应该在室内外便于操作的区域分别设置开关，设备采用壁式轴流风机。

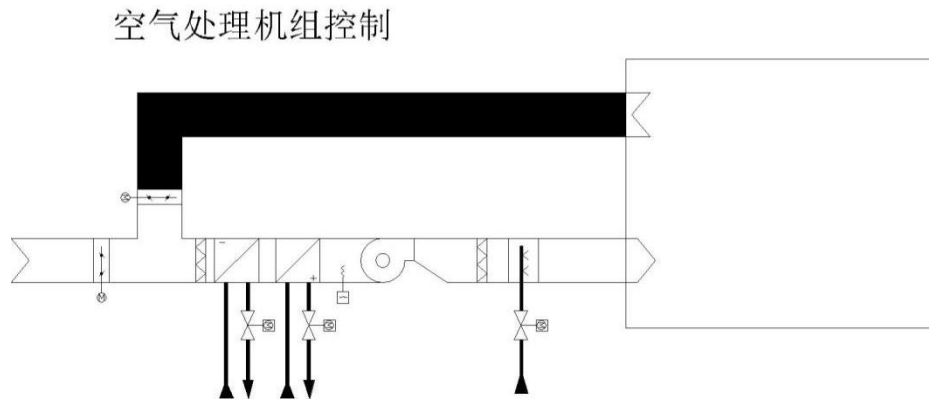
5.7.5.3 空调系统

(1) 系统形式：制壳及蜡模间采用全空气一次回风空调系统，气流组织上送下回，保证室内恒温要求，设置设备平台及空调机房。

夏季空调流程：

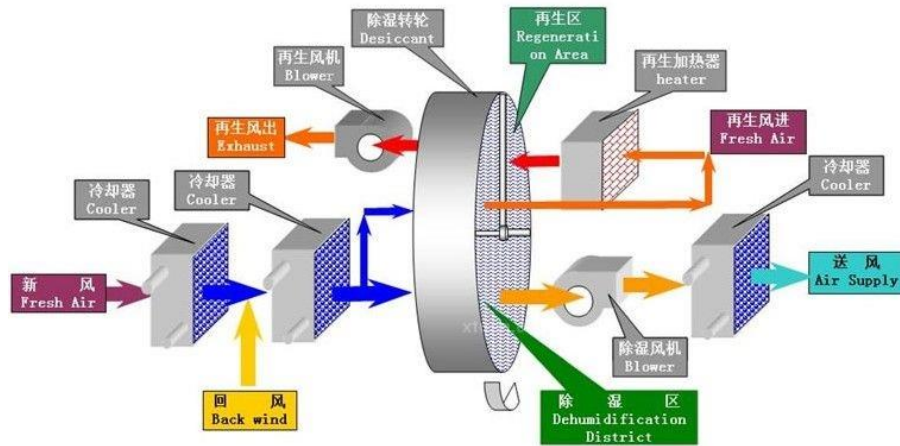


冬季空调流程：





表层干燥、背层干燥各自单独采用单转轮干燥除湿净化空气处理机组，气流组织采用散流器上送风，侧面下回风。



辅房均采用风机盘管加新风系统。新风采用全热交换器回收能量。

(2)空调水系统：空调冷（热）水系统采用分区水平系统，按使用功能划分环路，工艺性空调采用四管制，舒适性空调采用两管制，各分支管路设

置静态平衡阀。末端空调箱回水管上均安装动态平衡电动调节阀，末端风机盘管回水管上设置动态平衡电动二通阀，用于控制各空调区域温度和空调水系统的水力平衡。

各区域可独立控制管理；负荷侧采用一次泵变流量，可以根据空调区域负荷变化调节流量，节约能耗。

在制冷机房冷（热）水总管上设冷热量计量装置，可计量瞬时及累计的冷热量。

制冷机房设置在露天跨，冷水机组、冷水泵、冷却泵、空调水处理装置、定压补水装置均设在制冷站房内，系统工作压力 0.7MPa，冷水机组、冷水泵、空调水处理装置、风机盘管、空气处理机组及冷水系统阀门承压均按 1.0MPa 考虑。

制冷机房、锅炉房已预留空间，可满足项目未来发展的需要。

（3）空调材料

空调风管采用镀锌钢板制作，保温材料采用复合橡塑板。

空调水管冷水管采用碳素钢管，具体规定如下：DN≤100mm,采用镀锌钢管；DN>100mm,采用无缝钢管或螺旋焊接钢管。冷凝水管采用镀锌钢管。

冷水供、回水管、集管、阀门、冷凝水管等,均需以复合橡塑保温管壳或复合橡塑保温板进行保温。橡塑材料采用难燃 B1 级，保温 class 0 级，导热系数≤0.032W/(mK)，湿阻因子≥10000。保温层的厚度：当 DN≤50mm 时,为 30mm；当 50mm<DN≤125mm 时,为 40mm；当 DN>125mm 时,为 50mm。冷凝水管保温层厚度为 20mm。室外保温管道应在保温层外敷设 0.5mm 镀锌钢板保护层。

（4）空调和冷(热)水系统自动控制:

空调设备启停顺序:

启动顺序：电动阀——→冷水泵——→冷却水泵——→冷却塔——→制冷机。

停止顺序：制冷机——→冷却塔——→冷却水泵——→冷水泵——→电动阀。

自动控制：

风机盘管根据房间温度调节电动二通阀的启闭和开度。

制冷机的供回水总管设置旁通管，根据供回水压差调节旁通流量。

(5)自动控制

所有空调水系统的供回水总管上设置温度传感器和自动调节装置，使冷水机组可以根据空调区域内负荷变化实现输出冷量、热量的自动调节、水泵的变频控制以及启停，降低运行能耗。各末端空调设备回水管上均安装动态平衡电动调节阀，用于控制各空调区域温度和空调水系统的水力平衡。空调系统的自动控制并入楼宇自动控制系统（BAS），以实现空调系统的节能运行。

5.7.5.4 防烟排烟及供暖通风空调系统防火设计

厂房采用自然排烟，屋面设排烟天窗，可开启面积符合《建筑防烟排烟系统技术标准》的要求，且任一点到排烟窗的距离小于 30 米。

辅房走廊采用自然排烟，走廊两端及中部开设排烟窗，可开启面积符合《建筑防烟排烟系统技术标准》的要求，且任一点到排烟窗的距离小于 30 米。

制壳区干燥室设置机械排烟，排烟口为常闭式，火灾时现场开启或由消防控制中心远距离开启并联锁相应排烟风机开启。排烟风机前设置熔断温度为 280℃ 的排烟防火阀，当其熔断关闭时联锁排烟风机关闭。

通风、空调风管穿越空调机房隔墙、楼板及防火分区的隔墙处，均设 70℃ 的防火阀。

空调水路、风管管道保温均采用难燃 B1 级橡塑保温材料。

风机、风管均为非燃烧材料制作。

防烟、排烟、供暖、通风和空调系统的管道，在穿越隔墙、楼板及防火分区处应采用不燃材料封堵。

位于墙、楼板两侧的防火阀。排烟防火阀之间的风管外壁应采用 25mm 厚防火保全板外覆。

5.7.6 环保与节能设计

5.7.6.1 环保设计

空调通风设备均采为高效低噪音设备，对于噪声较大的设备，则采用消声器或消声风管处理，以使噪声值不超过国家规定的有关规定；

风管与设备均采用软连接；

厂房粉尘或污染排风系统通过过滤、净化或稀释达到排放标准后高空排放。

5.7.6.2 节能设计

(1)冷水机组能效等级为二级。

(2)冷冻水循环泵耗电输冷比 $ECR=0.0186$ 。

(3)通风及空调系统最大单位风量耗功率 $W_s < 0.27$ 。

(4)全热交换器焓回收效率大于 60%。

(5)冷水管采用橡塑保温管壳或橡塑保温板保温，冷水管保温厚度按《设备及管道保冷设计导则》GB/T 15586 的经济厚度计算。风管采用橡塑保温板保温，保温绝热层最小热阻按大于 $0.81 (m^2.K/W)$ 设计。

5.7.7 新增（改造）主要设备表

表 5.7-1：供暖通风和空气调节新增（改造）主要设备表

序号	名称	主要指标和规格要求	单位	数量	备注
航空高温合金精密成型件车间					
空调部分					
1	离心式冷水机组 500USRT	制冷量:1758KW 冷水: 5/13□ 冷却水: 32/37□, COP:5.49 承压: 1.0MPa 运行重量: 12t, 电量: 321kW , 380V	台	2	
2	冷水泵 NK125-315/330	Q=250m ³ /h, H=32m,承压: 1.0MPa, 电量: 30kW , 380V	台	3	2用1备
3	全自动全程水处理器 YTS-300	DN300, 承压: 1.0MPa, 电量: 0.25kW , 380V	台	1	
4	膨胀定压机组 variomat2-1/35+vg200	L=2.0m ³ /h,H=15m, 电量: 1.1kW , 380V	台	1	
5	组合式空调机组 ZK-170	风量 170000m ³ /h,机外余压 600Pa,冷量 700kW(5/13□) 热量 300kW(55/45□), 混合初效段、冷盘管段、热盘管段、风机段、送风段, (带控制柜), 再热: 60kW, 风机功率: 132kW	台	2	制壳间
6	组合式空调机组 ZK-150	风量 150000m ³ /h,机外余压 600Pa,冷量 700kW(5/13□) 热量 265kW(55/45□), 混合初效段、冷盘管段、热盘管段、风机段、送风段, (带控制柜), 再热: 50kW, 风机功率: 110kW	台	2	蜡模间

7	单转轮干燥除湿净化空气处理机组 USD-20D-A	冷量: 160kW,再生热: 60kW, 冬季加热: 70kW,送风量: 10000m ³ /h, 余压: 1400Pa, 电量: 18kW	台	1	面层干燥
8	单转轮干燥除湿净化空气处理机组 USD-20D-C	冷量: 200kW,再生热: 60kW, 冬季加热: 70kW,送风量: 10000m ³ /h, 余压: 1400Pa, 电量: 18kW	台	2	背层干燥
9	风机盘管机组 FP-136RX/H	风量: 1360m ³ /h,余压: 30Pa,冷量 7.2kW,热量 10.8kW, 承 压: 1.0MPa,电量: 0.12kW,220V	台	18	辅房
10	立式新风机组 GL-15	风量 15000m ³ /h,机外余压 400Pa,冷量 150kW(5/13□)(带初 效、控制柜), 风机功率: 5.5kW	台	6	岗位冷风
11	风冷单元式空调机 LF-28NP	风量: 5000m ³ /h,余压: 0Pa,冷量: 27.5kW,噪声: ≤63dB(A),EER=2.66W/W, 380V	台	1	X 光检测
12	恒温恒湿空调机 HF20	风量: 6000m ³ /h,余压: 60Pa,冷量: 19.6kW,电热: 9kW, 制 冷功率: 8kW, 噪声: ≤66dB(A),EER=2.45W/W, 温度精 度: ±0.5□, 湿度精度: ±3, 380V	台	1	三坐标室
13	分体空调 KFR-5GW	Ql=5kW,Qr=5kW,2 级能效, 功率: 1.41kW, 220V	台	4	蓝光检测
	通风除尘				
1	轴流风机 DFBZ-8.0	L=19350m ³ /h, P=242Pa, 带自垂防雨百叶, 防虫网, 电 量: 1.1kW,380V	台	5	

2	轴流风机 DFBZ-5.6	L=7410m ³ /h, P=82Pa, 带自垂防雨百叶, 防虫网, 电量: 0.37kW,380V	台	10	
3	轴流风机 BDFBZ-5.6	L=7410m ³ /h, P=82Pa, 带自垂防雨百叶, 防虫网, 电量: 0.37kW,380V,防爆	台	8	
4	全热交换器	L=2000m ³ /h, P=175Pa, 回收效率: 61%, 电量: 1.8kW,380V	台	3	
5	屋顶排烟风机 HTF-1120	L=60000m ³ /h, P=260Pa, 带 280□防火阀, 带防火防护 罩, 电量: 7.5kW,380V	台	10	
	供暖部分				
1	QFGZ409 钢管柱型散热器 20片	110W/片(42□)	组	3 2	
	加工车间空调部分				
1	风冷热泵冷热水机组 450kW	制冷量:450KW 冷水: 7/12□, 制热量:500KW 冷水: 45/40□, 承压: 1.0MPa 运行重量: 5t, 电量: 160.8kW , 380V	台	2	

2	冷水泵 NK50-160/161	Q=70m ³ /h, H=31m,承压: 1.0MPa, 电量: 11kW , 380V	台	3	2用1备
3	全自动全程水处理器 YTS-200	DN200, 承压: 1.0MPa, 电量: 0.25kW , 380V	台	1	
4	膨胀定压机组 variomat2- 1/35+vg200	L=2.0m ³ /h,H=15m, 电量: 1.1kW , 380V	台	1	
10	立式新风机组 GL-15	风量 15000m ³ /h,机外余压 400Pa,冷量 150kW(5/13□)(带初 效、控制柜), 风机功率: 5.5kW	台	6	岗位冷风
13	分体空调 KFR-5GW	Ql=5kW,Qr=5kW,2级能效, 功率: 1.41kW, 220V	台	4	
办公楼空调部分					
1	多联机室外机 64HP	制冷量:180KW, 制冷电量: 52.4kW , 制热量:180KW, 制热量: 52.7kW , 380V	台	3	
2	室内机 10kW	Q=10kW, 电量: 0.11kW , 220V	台	54	
3	分体空调 KFR-5GW	Ql=5kW,Qr=5kW,2级能效, 功率: 1.41kW, 220V	台	2	
4	全热交换器	L=2000m ³ /h, P=175Pa, 回收效率: 61%, 电量: 1.8kW,380V	台	3	
食堂空调部分					
1	多联机室外机 36HP	制冷量:101KW, 制冷电量: 28.5kW , 制热量:114KW, 制热量: 29.1kW , 380V	台	2	
2	室内机 10kW	Q=10kW, 电量: 0.11kW , 220V	台	20	

3	全热交换器	L=2000m ³ /h, P=175Pa, 回收效率: 61%, 电量: 1.8kW,380V	台	1	
---	-------	--	---	---	--

5.8 动力

5.8.1 设计依据

蒸汽锅炉房负荷见暖通提出的空调热负荷要求。

天然气管道在东侧智慧大道有接口，本设计考虑在东侧智慧大道上市政天然气管道接入。

本次设计用到的主要规范和标准：

- 《工业金属管道设计规范》GB50316-2000（2008年版）
- 《压缩空气站设计规范》GB50029-2014
- 《城镇燃气设计规范》GB50028-2006
- 《工业金属管道工程施工规范》GB50235-2010
- 《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB50184-2011

5.8.2 设计范围

本设计范围为航空高温合金精密成型件车间、加工车间及厂区动力管道设计；压缩空气站工艺设计；蒸汽锅炉房工艺设计等。

压缩空气站贴建在厂房露天跨内，供应厂房内生产用压缩空气。

厂房内的生产用蒸汽和空调备用热水，采用燃气蒸汽锅炉和板式换热机组供应，锅炉房设置在厂房露天跨辅房最外侧。

天然气接自厂区东侧智慧大道上市政天然气管道，厂区入口设燃气调压计量站。

5.8.3 供热

5.8.3.1 工程简介及设计内容

本设计中空调热源为工艺设备的回收利用余热，蒸汽锅炉既作为生产用蒸汽(0.4MPa 饱和蒸汽)，又作为空调备用热源(55/45℃热水，通过板式换热机组制备)。

5.8.3.2 热负荷

厂房内的空调备用热负荷约为 1214kW。

锅炉房最大计算热负荷：

$$Q=K_0 \cdot K_1 \cdot Q_1 \quad \text{kW}$$

式中 Q —最大计算热负荷，kW；

Q_1 —采暖最大热负荷，kW；

K_0 —管网热损失及漏损系数， $K_0=1.15$ ；

K_1 —采暖热负荷同时使用系数， $K_1=1.0$ ；

$$\begin{aligned} Q &= 1.2 \times 1.0 \times 1173 \\ &= 1396 \text{kW} \end{aligned}$$

5.8.3.3 供热方式及供热系统

蒸汽系统采用 0.4MPa 饱和蒸汽，设计压力定为 0.6MPa，供应车间内生产用蒸汽；热水系统采用 55/45℃ 的供回水系统，设计压力 1.0MPa，空调系统的热水循环流量约为 104t/h。热水循环系统定压方式采用电接点压力表控制的补水泵定压。

5.8.3.4 设备选型及布置

根据上述最大计算热负荷及空调所需的热水运行参数，本设计选用 1 台燃气蒸汽锅炉 WNS2-0.7-Q，选用 1 套蒸汽减温减压装置，使二次蒸汽减为 0.4MPa，152℃ 的饱和蒸汽，再选用 1 套板式换热机组 ABJ-SA025 型，供应 55/45℃ 空调热水。

锅炉型号：WNS2-0.7-Q ×1

额定蒸发量：2t/h

工作压力：0.7MPa

工作温度：170℃

燃料：天然气，最大耗量 148.4Nm³/h。天然气接自厂区调压计量站接出的天然气管道。

换热机组型号：ABJ-SA025 型

额定负荷：1500kW

蒸汽压力：0.4MPa

蒸汽温度：152℃

最大蒸汽量：2.0t/h

二次供回水温度：55/45℃

最大循环流量：129t/h

板式换热机组为系统集成装置，其包含 2 组板式换热器、循环水泵、补给水泵、管路及阀门、疏水仪表和电气控制装置等。利用蒸汽凝结水作为采暖系统补充水，多余凝结水就地利用

本次设计蒸汽锅炉房由锅炉间和辅助间组成。

锅炉房设在一层，燃气蒸汽锅炉、给水泵（锅炉配套）和板式换热机组布置在锅炉间内，软水器、软化水箱等设备均设在辅助间内。

锅炉房建筑面积约为 135（9x15）m²，净高≥4.5m。

5.8.3.5 热力系统及辅机选择

锅炉房工艺系统包括蒸汽热力系统、汽-水换热系统和燃气供应系统。

锅炉水处理设备布置在辅助间内。设置 1 台全自动软水器和 1 台软化水箱。水处理系统及水泵周围设排水沟，冷凝水及溢出水经排水沟接入厂区排水管路。

5.8.3.6 燃烧系统

蒸汽锅炉配套的燃烧机自带鼓风机。

锅炉烟气排入烟囱；烟囱上口内径均为 Φ450mm，高出建筑物。烟囱由锅炉配套。

5.8.3.7 燃料、灰渣及运输

本次设计蒸汽锅炉燃料为城市天然气，由市政天然气管网供应，经厂区调压计量站，调压计量后再由中压燃气管道接入锅炉房。

5.8.3.8 检测和控制

热力系统的热工控制和监测均由设备制造厂家配套。

5.8.4 压缩空气供应

5.8.4.1 压缩空气负荷

压缩空气消耗量表

压缩空气需要量汇总表						
序号	用气车间	压 缩 空 气 (m ³)				备 注
		压力(MPa)	小时平均	小时最大	全 年	
1	2	3	4	5	6	7
1	铝镁钛合金车间	0.3~0.6	1583.6	2484		

压缩空气质量：灰尘浓度≤1mg/m³；含油量≤1mg/m³；颗粒≤1μm；常压露点为-20℃。

压缩空气站的设计负荷按下式计算：

$$Q = \sum Q \cdot k_0 \cdot (1 + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3) \quad \text{m}^3/\text{min}$$

式中 $\sum Q$ —在同一压缩空气供应系统中用气设备的平均消耗量总和(m³/min)；

k_0 —压缩空气消耗不平衡系数， $k_0=1.4$ ；

φ_1 —管道系统漏损系数， $\varphi_1=0.10$ ；

φ_2 —气动工具磨损增耗系数， $\varphi_2=0.10$ ；

φ_3 —设计中未预见的消耗量系数， $\varphi_3=0.10$ 。

$$\begin{aligned} Q_1 &= 1583.6 \times 1.4 \times (1 + 0.10 + 0.10 + 0.10) / 60 \\ &= 48.1 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

5.8.4.2 现有气源和供应方式

本次设计厂区为新地块，没有可利用的气源，压缩空气站为新建，站内设备均为本次工程的新设备。

5.8.4.3 设备选型及站房布置

根据压缩空气站设计负荷及压缩空气质量等级为 2,4,3 要求。

本设计为空压站选用 4 台 21.0m³/min 的螺杆空气压缩机，最高排气压力 0.7MPa，其中 1 台备用，冷却方式为风冷。

空气压缩机型号：BFD110 型

排气量： 21.0m³/min

排气压力： 0.7MPa

电机功率： 110kW

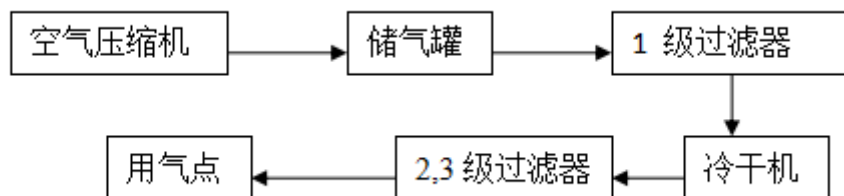
本设计压缩空气站仅由机器间组成，建筑面积约 198(9x22)m²。压缩空气站位于厂房外贴建的辅房内，为集中设置的站房。站内空气压缩机组为单排纵向布置，冷冻式干燥机与空气压缩机组平行单列布置，贮气罐为室外布置，过滤器在室内靠墙布置。

本次设计压缩空气管道类别为 GC3，压缩空气管道(DN<50)采用焊接钢管，丝扣连接。其余管道均采用无缝钢管，焊接或法兰连接连接厂房内的管道做架空敷设，厂区管道做埋地敷设。

5.8.4.4 工艺流程及辅助设备选择

工艺流程

压缩空气系统工艺流程详见下图：



辅助设备选择

根据设计负荷及压缩空气质量等级要求,本设计压缩空气站所选用的辅助设备有: 冷冻式干燥机、空气储气罐、过滤器等。

冷冻式压缩空气干燥机

型号: SLAD-25NF 型

处理气量: 26.8m³/min

工作压力: 0.2~1.0MPa

电机功率: 4.0kW

空气储气罐: 10m³

过滤器型号: HC 级 HT 级 SLAF-25 型

厂房内个别用气点对压缩空气质量有更高要求时,在用气点增设精过滤器和吸附式压缩空气干燥机。

8.4.5 主要数据及技术经济指标

设计负荷: 48.1m³/min

设备总安装容量: 84.0m³/min

设备台数×单机容量: 4×21.0m³/min

电力安装容量: 342kW

其中备用容量: 114kW

人员数量(最大班/总数): 1/3 人×2

建筑面积: 198m²

屋架下弦高度: ≥4.5m

8.4.6 检测仪表与自动控制

本次设计压缩空气站的设备均为无人操作的全自动控制系统机组,设备运行参数集中传送到厂区信息控制中心。控制系统由设备厂

家配套。

8.5 燃气供应

8.5.1 燃气流量和压力

本设计中天然气主要为蒸汽锅炉房用气和食堂内生活用气。

天然气用量：

锅炉房 ($\geq 0.05\text{MPa}$): 148.4m³/h (最大)

食堂 (2kPa): 15m³/h (按 200 人次就餐)

8.5.2 设计原则

天然气管道由厂区外的市政天然气管网接入，厂区入口设天然气调压计量站。

8.5.3 燃气系统

天然气进厂采用箱式调压计量装置，采用“2+0”结构，计量采用涡轮流量计。

最大进口压力 P1 0.4MPa

最小出口压力 P2 0.1MPa, 2KPa

流量范围: ~250m³/h

天然气进厂接管管径为 DN80。

天然气接自厂区东侧智慧大道上市政中压天然气管网，进口压力 $\leq 0.4\text{MPa}$ 。厂区入口设柜式燃气调压计量站，露天布置。调压后接入厂区的天然气管道设计压力为 0.1MPa，压力管道类别为 GC2，管道采用无缝钢管。燃气管道原则上以埋地敷设为主，并作加强级防腐。

室内燃气管道及设备、阀门连接处均设置了燃气报警探头、与管道入口处的燃气自动切断阀关联。燃气管道作防雷、防静电保护等措施。

8.6 其他气体供应

包括氩气等气体。

8.6.1 气体供应量

根据工艺提供资料，车间氩气的使用量较大，需采用液态气体气化方式供应。

氩气消耗量约为 100m³/h。

8.6.2 气体供应现状

现有氩气亦采用液态气体储罐加气化器、调压阀组方式供应。

8.6.3 气体供应方式

本设计采用液态气化方式供应。根据热等静压炉的用气要求，液态氩气采用 1 只 6 m³ 立式低温液态氩气贮槽，1 台气化能力为 150 m³/h 的空温式气化器，配套调压阀组、缓冲罐等。

低温液体贮槽和空温式气化器、缓冲罐为室外布置，其余设施室内布置。液氩站占地面积约为 5×6m²。

本站按无人值守考虑，定期派专人巡查。

气体站全套设施均由气体供应商提供，并由工厂租用。

5.8.7 室外动力管道

项目选址于山东省青岛市胶东临空经济示范区北区，项目用地北侧为规划道路和顺路、东侧为规划道路智慧大道、南侧为规划道路和平路、西侧为规划道路智新路。天然气管道在东侧智慧大道上有市政天然气管网接口。

根据工艺和暖通专业提出的要求，所需动力介质及参数如下：

压缩空气：耗量约为 1583.6m³/h，工作压力 0.6MPa；

氩气：耗量约为 300m³/h，工作压力 0.4MPa；

天然气：耗量约为 150m³/h，工作压力 0.1MPa。

饱和蒸汽：耗量约为 1.3t/h，工作压力 0.4MPa。

空调热水：热负荷约为 740kW，供回水温度 55/45℃，工作压力 0.4MPa。

本次设计范围包括航空高温合金精密成型件车间、加工车间和厂区的动力管道。室内所有动力管道其主干管均采用沿墙或柱架空敷设，压缩空气管道均为网状和枝状混合方式布置，氩气和天然气管道以枝状方式或与网状方式混合方式布置；动力管道最低点设置排水装置。

压缩空气管道(DN<50)采用焊接钢管，丝扣连接。其余管道均采用无缝钢管，焊接或法兰连接连接。厂区热水管道采用直埋供热管道。

厂区所有动力管道原则上以埋地敷设为主，并作加强级防腐。

热力管道的热补偿尽量采用自然补偿或 U 型补偿。动力管道均按国标要求涂色别标志。

5.8.8 环境保护和节能措施

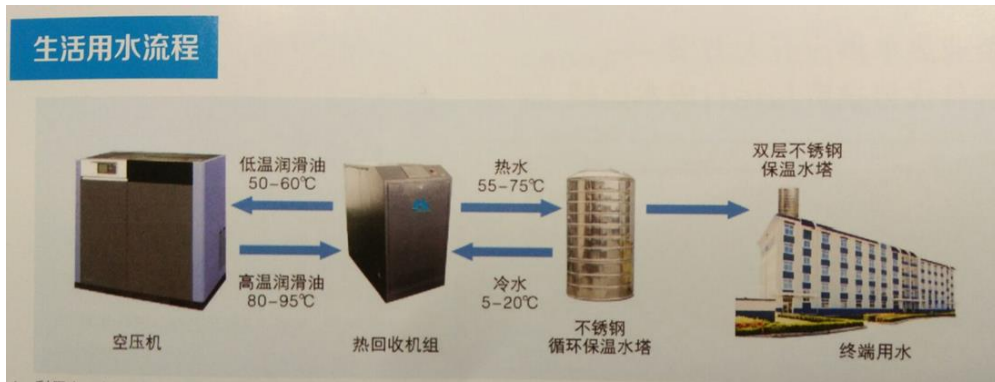
本设计所选用的设备均为节能产品；压缩空气站无任何废气、废水污染物排放。

本设计涉及的污染物有：噪声。

空压机室噪声源主要在空气压缩机组吸风口，但其噪声在 72dB(A)以下，已达到标准要求。

本设计涉及到的危险品有天然气、液氩等，有燃烧、爆炸、窒息及冻伤等危害，对此本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，如自动控制、安全报警等安全措施。

5.8.9 技术进步



空压站内可利用空压机的余热，增加余热回收系统制备热水，以供应厂区内的浴室、食堂等的生活用热水，或作为低温热水经高温热水混合后用于厂区内的空调热水。

试验证实，空压机输入功率的大约 45% 的热量，可通过热能回收机组用于制备热水，热水水温可达 70℃，经过蓄水箱、供水管道输送至浴室、食堂等热水用处，节约了能源，提高了企业的经济效益。

本设计中，空压站内的空压机组运行总功率为 330kW，全负荷运行时，可回收的余热约为 148.5kW 左右，制备 70℃ 热水时（热水考虑 10℃ 升温至 70℃），热水产量约为 2.12t/h。空压站内设 4 m³ 热水箱，作为浴室的储水热源。

5.8.10 人员编制

锅炉房按一班制运行，最大班 1 人，总人数 2 人。也可以 24 小时无人值守。压缩空气站为二班制运行，最大班 1 人，总人数为 3 人。也可以 24 小时无人值守。

锅炉房和压缩空气站管理维修由全厂统一安排。

5.8.11 需要说明的问题

无。

5.8.12 主要动力设备材料

主要动力设备包括蒸汽锅炉、给水泵、软水器、水箱、板式换热机组、空压机、干燥机、储气罐、液氩罐等。

动力专业新增主要设备材料表

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	燃气蒸汽锅炉 WNS2-0.7-Q	额定蒸发量：2t/h，额定工作压力： 0.7 MPa，额定工作温度： 饱和温 度	台	1	
2	给水泵	锅炉配套	台	1	
3	全自动软水器	处理水量 2~4t/h	套	1	
4	软化水箱	V=3m ³	台	1	
5	板式换热机组	ABJ-SA025 型，额定负荷： Q=1500kW，一次侧：0.4MPa 饱和 蒸汽，二次侧：55/45℃热水 配：循环水泵、补水泵、软化水 箱、电气控制柜等。	套	1	
6	蒸汽减压阀组	进口压力：0.7MPa 出口压力：0.4MPa 设计温度：180℃	套	1	
7	螺杆式空压机	排气量：21.0m ³ /min，排气压力： 0.7MPa，风冷	台	4	
8	冷冻式干燥机	处理气量：26.8m ³ /min，进气压力： 0.2~1.0MPa，压力露点：2℃，风冷	台	4	
9	空气储气罐	C-10 型 PN=1.0MPa	台	1	
10	空气过滤器	SLAF-25 型 HC 级 HT 级	只 只	4 4	
11	液态储罐	C-6 型 PN=10MPa	台	1	
12	空温式汽化器	QQ-100/25 型	只	1	

5.9 电气

5.9.1 设计依据

1、相关专业提供给本专业的工程设计资料，包含建筑、暖通、给排水等专业图纸；

2、设计委托方提供的有关职能部门认定的工程设计资料及管理
规定以及委托方的书面要求；

3、相关的国家标准与地方标准：

- 《民用建筑电气设计规范》 JGJ16-2008
- 《20kV 及以下变电所设计规范》 GB 50053-2013
- 《火灾自动报警系统设计规范》 GB50116-2013
- 《供配电系统设计规范》 GB50052-2009
- 《低压配电设计规范》 GB50045-2011
- 《建筑设计防火规范》 GB50016-2014
- 《通用用电设备配电设计规范》 GB50055-2011
- 《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2010
- 《建筑照明设计标准》 GB50034-2013
- 《消防应急照明和疏散指示系统技术规范》 GB 51309-2018
- 《建筑物电子信息系统防雷技术规范 》 GB50343-2012
- 《电力工程电缆设计规范》 GB50217-2007
- 《建筑机电工程抗震设计规范 》 GB50981-2014
- 《公共广播系统工程技术规范》 GB50526-2010
- 《民用闭路电视系统工程技术规范》 GB50198-2011
- 《视频显示系统工程技术规范》 GB50464-2008
- 《安全防范工程技术规范》 GB 50348-2014
- 《智能建筑设计标准》 GB50314-2015

➤ 《综合布线系统工程设计规范》 GB50311-2016

5.9.2 设计范围

(1) 本工程主要设计内容包括：办公楼、宿舍、食堂、成型件车间、加工车间、门卫的电力配电系统、应急照明系统、消防系统、建筑物防雷、接地系统及安全措施，区域照明系统、区域管网系统。

(2) 本工程在各个单体设置配电系统、照明系统、应急照明系统、消防系统、防雷接地系统。

(3) 各个单体的智能化弱电系统、综合布线系统、办公楼、食堂中的照明插座等装修设计、园区的景观照明等设计不在本次设计范围内，后期由各专业公司设计完成。

5.9.3 供电现状

市政提供 2 路 35kV 电源作为正常电源，采用柴油发电机作为保安电源。

5.9.4 供电

5.9.4.1 负荷等级

根据《供配电系统设计规范》 GB50052-2009 中负荷等级的分类以及《建筑设计防火规范》 GB50016-2014 中 10.1.1 条的规定，本项目消防负荷为二级负荷，消防负荷包括消防泵、喷淋泵、防火卷帘门、排烟风机、排烟窗、消防控制室电源、应急照明和疏散照明；弱电中心、监控中心用电、工艺部分用电为二级负荷，其他用电负荷均为三级负荷。

二级负荷中的消防泵、喷淋泵、消防控制室、防火卷帘门、排烟风机、排烟窗采用双电源供电，末端切换；应急照明与疏散照明自带蓄电池供电，供电时间不小于 60 分钟，弱电机房、监控中心内采用 UPS 作为应急电源。

三级负荷采用单电源供电，其中三级负荷中电炉的常用冷却泵，采用双电源供电、末端切换。

5.9.4.2 负荷计算及无功补偿

成型件车间-熔炼跨

序号	设备名称	n	Pr	Pe	n*Pe	Kx	Cos	Tan	Pc	Qc	Sc
1	一、熔炼浇注工段										
2	三室真空感应炉	4	30	30	120	0.8	0.85	0.62	96	59.50	112.94
3	三室真空感应炉	6	50	50	300	0.8	0.85	0.62	240	148.74	282.35
4	三室真空炉	3	100	100	300	0.8	0.85	0.62	240	148.74	282.35
5	三室真空炉	2	250	250	500	0.8	0.85	0.62	400	247.90	470.59
6	三室真空炉	1	450	450	450	0.8	0.85	0.62	360	223.11	423.53
7	真空感应炉	1	160	160	160	0.8	0.85	0.62	128	79.33	150.59
8	快浇炉	2	25	25	50	0.8	0.85	0.62	40	24.79	47.06
9	烤壳炉	2	230	230	460	0.8	0.85	0.62	368	228.07	432.94
10	烤壳炉	2	180	180	360	0.8	0.85	0.62	288	178.49	338.82
11	烤壳炉除尘系统	1	7.5	7.5	7.5	0.8	0.8	0.75	6	4.50	7.50
12	电动单梁桥式起重机	4	7.5	7.5	30	0.25	0.5	1.73	7.5	12.99	15.00
13	熔炼跨-照明	1	250.6	250.6	250.6	0.8	0.8	0.75	200.4	150.34	250.56

14	熔炼炉循环冷却水泵	3	75	75	225	0.8	0.85	0.62	180	111.55	211.76
15	熔炼炉冷却塔	3	5	5	15	0.8	0.85	0.62	12	7.44	14.12
									2565.948	1625.5	3037.5
			电容补偿							-800.0	
	变压器数量	2	补偿后		3228.1	0.795	0.95		2565.948	825.47	2695.46
	变压器容量	1600	负载率	84%	计算电流	4095.44					

成型件车间-清理精检

序号	设备名称	n	Pr	Pe	n*Pe	Kx	Cos	Tan	Pc	Qc	Sc
1	四、清理后处理工段										
2	水力清壳机	4	25	25	100	0.65	0.75	0.88	65	57.32	86.67
3	自动切割机	2	8	8	16	0.2	0.5	1.73	3.2	5.54	6.40
4	车床	5	6	6	30	0.2	0.5	1.73	6	10.39	12.00
5	铣床	5	6	6	30	0.2	0.5	1.73	6	10.39	12.00
6	线切割机	10	20	20	200	0.2	0.5	0.60	40	69.28	80.00
7	脱芯釜	2	140	140	280	0.8	0.85	0.62	224	138.82	263.53

8	脱芯釜	2	110	110	220	0.8	0.85	0.62	176	109.08	207.06
9	脱芯釜除尘系统	1	7.5	7.5	7.5	0.8	0.8	0.75	6	4.50	7.50
10	真空热处理炉	3	250	250	750	0.8	0.85	0.62	600	371.85	705.88
11	真空热处理炉	5	230	230	1150	0.8	0.85	0.62	920	570.16	1082.35
12	试棒热处理炉	4	50	50	200	0.8	0.85	0.62	160	99.16	188.24
13	喷砂机	2	15	15	30	0.8	0.8	0.75	24	18.00	30.00
14	配：除尘系统	1	7.5	7.5	7.5	0.8	0.8	0.75	6	4.50	7.50
15	喷砂机	3	10	10	30	0.8	0.8	0.75	24	18.00	30.00
16	配：除尘系统	1	7.5	7.5	7.5	0.8	0.8	0.75	6	4.50	7.50
17	氩弧焊机	7	50	50	350	0.35	0.6	1.33	122.5	163.33	204.17
18	KBK 柔性悬挂吊车	2	5	5	10	0.25	0.5	1.73	2.5	4.33	5.00
19	电动单梁桥式起重机	2	7.5	7.5	15	0.25	0.5	1.73	3.75	6.50	7.50
20	五、检测设备										
21	荧光线	3	280	280	840	0.65	0.75	0.88	546	481.53	728.00
22	荧光废液处理设施	1	15	15	15	0.65	0.75	0.88	9.75	8.60	13.00
23	射线机	7	15	15	105	0.3	0.55	1.52	31.5	47.83	57.27
24	射线机	3	15	15	45	0.3	0.55	1.52	13.5	20.50	24.55

25	三坐标测量机	2	5	5	10	0.3	0.55	1.52	3	4.56	5.45		
26	三坐标测量机	3	45	45	135	0.3	0.55	1.52	40.5	61.50	73.64		
27	蓝光测量	5	5	5	25	0.3	0.55	1.52	7.5	11.39	13.64		
28	型壳、金相分析系统	1	10	10	10	0.3	0.55	1.52	3	4.56	5.45		
29	超声检测	3	20	20	60	0.3	0.55	1.52	18	27.33	32.73		
31	照明	1	447.12	447.12	447.12	0.8	0.8	0.75	357.7	268.27	447.12		
32	热处理炉冷却水泵	3	45	45	135	0.8	0.8	0.75	108.0	81.00	135.00		
33	热处理炉冷却塔	3	4	4	12	0.8	0.8	0.75	9.6	7.20	12.00		
										3542.996	2689.9	4448.4	
			电容补偿									-1200.0	
变压器数量		2	补偿后	5272.6		0.672	0.92	3542.996		1489.92	3843.52		
变压器容量		2500	负载率	77%	计算电流	5839.80							

成型件车间-制壳焙烧

序号	设备名称	n	Pr	Pe	n*Pe	Kx	Cos	Tan	Pc	Qc	Sc
1	二、蜡模工段										
2	中温压蜡机	7	15	15	105	0.7	0.75	0.88	73.5	64.82	98.00
3	中温压蜡机	5	20	20	100	0.7	0.75	0.88	70	61.73	93.33
4	中温压蜡机	2	30	30	60	0.7	0.75	0.88	42	37.04	56.00
5	中温压蜡机	2	50	50	100	0.7	0.75	0.88	70	61.73	93.33
6	蜡烟处理系统	1	5.5	5.5	5.5	0.8	0.8	0.75	4.4	3.30	5.50
7	在线检测和信息系统	1	50	50	50	0.5	0.8	0.75	25	18.75	31.25
8	自动仓储系统	1	50	50	50	0.5	0.6	1.33	25	33.33	41.67
9	蜡处理设备	2	50	50	100	0.7	0.75	0.88	70	61.73	93.33
10	电动单梁桥式起重机	2	7.5	7.5	15	0.25	0.5	1.73	3.75	6.50	7.50
11	三、制壳工段										
12	自动制壳线	2	150	150	300	0.65	0.75	0.88	195	171.97	260.00
13	自动制壳线	1	100	100	100	0.65	0.75	0.88	65	57.32	86.67
14	手工制壳线	2	30	30	60	0.65	0.75	0.88	39	34.39	52.00

15	制壳线除尘系统	2	15	15	30	0.8	0.8	0.75	24	18.00	30.00
16	脱蜡釜	2	150	150	300	0.8	0.8	0.75	240	180.00	300.00
17	脱蜡釜	2	120	120	240	0.8	0.8	0.75	192	144.00	240.00
18	脱蜡环保除尘系统	1	7.5	7.5	7.5	0.8	0.8	0.75	6	4.50	7.50
19	焙烧炉	8	250	250	2000	0.8	0.8	0.75	1600	1200.00	2000.00
20	焙烧炉	2	220	220	440	0.8	0.8	0.75	352	264.00	440.00
21	焙烧炉除尘系统	1	7.5	7.5	7.5	0.8	0.8	0.75	6	4.50	7.50
22											
23	照明	1	505.44	505.44	505.44	0.8	0.8	0.75	404.4	303.26	505.44
24											
									3507.002	2730.9	4444.9
			电容补偿							-1200.0	
	变压器数量	2	补偿后		4575.9	0.766	0.92		3507.002	1530.90	3826.58
	变压器容量	2500	负载率	77%	计算电流	5814.06					

成型件车间-空调机组公用变压器

序号	设备名称	n	Pr	Pe	n*Pe	Kx	Cos	Tan	Pc	Qc	Sc
1	空压机	1	350	350	350	0.85	0.8	0.75	297.5	223.13	371.88
2	离心式冷水机组	2	321	321	642	0.85	0.8	0.75	545.7	409.28	682.13
3	冷水泵	2	30	30	60	0.85	0.8	0.75	51	38.25	63.75
4	组合式空调机组	2	132	132	264	0.85	0.8	0.75	224.4	168.30	280.50
5	组合式空调机组	2	110	110	220	0.85	0.8	0.75	187	140.25	233.75
6	空气处理机组	3	18	18	54	0.85	0.8	0.75	45.9	34.43	57.38
7	立式新风机组	6	5.5	5.5	33	0.85	0.8	0.75	28.05	21.04	35.06
8	冷却塔	2	11	11	22	0.85	0.8	0.75	18.7	14.03	23.38
9	制冷机循环冷却水泵	2	45	45	90	0.85	0.8	0.75	76.5	57.38	95.63
10	热水变频泵	2	1.5	1.5	3	0.85	0.8	0.75	2.55	1.91	3.19
			电容补偿							-600.0	
	变压器数量	1	补偿后		1738.0	0.850	0.95		1477.3	507.98	1562.20
	变压器容量	2000	负载率	78%	计算电流	2373.58					

机加工车间

序号	设备名称	n	Pr	Pe	n*Pe	Kx	Cos	Tan	Pc	Qc	Sc	
1	机加工照明	1	688.5	688.5	688.5	0.8	0.85	0.62	550.80	341.36	648.00	
2	机加工配电	1	4590	4590	4590	0.3	0.6	1.33	1377	1836.00	2295.00	
3	机加工风冷机组	2	161	161	322	0.8	0.85	0.62	257.6	159.65	303.06	
4	机加工冷水泵	2	11	11	22	0.8	0.85	0.62	17.6	10.91	20.71	
										2203	2347.9	3219.6
			电容补偿							-960.0		
	变压器数量	2	补偿后		5622.5	0.392	0.85		2203	1387.91	2603.75	
	变压器容量	1600	负载率	81%	计算电流	3956.10						

办公楼食堂宿舍

序号	设备名称	n	Pr	Pe	n*Pe	Kx	Cos	Tan	Pc	Qc	Sc
1	2#办公楼	1	360.96	360.96	360.96	0.8	0.85	0.62	288.77	178.96	339.73
2	倒班宿舍	1	588.65	588.65	588.65	0.8	0.85	0.62	470.92	291.85	554.02
3	食堂	1	162	162	162	0.8	0.85	0.62	129.6	80.32	152.47
4	主门卫	1	3.84	3.84	3.84	0.8	0.85	0.62	3.072	1.90	3.61
5	次门卫	1	2.16	2.16	2.16	0.8	0.85	0.62	1.728	1.07	2.03
6	物流门卫	1	2.88	2.88	2.88	0.8	0.85	0.62	2.304	1.43	2.71
7	2#办公楼空调	3	52.7	52.7	158.1	0.8	0.85	0.62	126.48	78.39	148.80
8	食堂空调	2	29.1	29.1	58.2	0.8	0.85	0.62	46.56	28.86	54.78
9	食堂热水机组	2	40	40	80	0.7	0.8	0.75	56	42.00	70.00
10	宿舍热水机组	5	40	40	200	0.7	0.8	0.75	140	105.00	175.00
11	充电桩	1	400	400	400	0.8	0.85	0.62	320	198.32	376.47
									1585.432	1008.1	1878.8
			电容补偿							-480.0	
	变压器数量	1	补偿后		2016.8	0.786	0.95		1585.432	528.09	1671.07

5.9.4.3 供电电源及电压等级

市政提供 2 路 35kV 电源作为正常电源，采用柴油发电机作为保安电源。由市政线路引入厂区后沿厂区电缆沟至厂区内 35kV 降压站。

5.9.4.4 备用或应急电源容量及电压等级

设置容量为 600kW 的低压柴油发电机作为保安电源。

5.9.4.5 高、低压供电系统接地型式及运行方式

35kV\10kV 系统采用不接地系统，0.4kV 系统采用 TN-S 接地系统。

35kV、10kV 系统采用单母线分段运行方式，0.4kV 系统部分采用单母线运行方式，部分采用单母线分段运行方式。

5.9.4.6 变配电所

序号	变压器名称区域	变压器容量 (kVA)
1	成型车间-熔炼跨	2*1600
2	成型车间-清理精检	2*2500
3	成型车间-制壳焙烧	2*2500
4	成型车间-空调公用设备	1600
5	机加工车间	2*1600
6	办公楼食堂宿舍	2000
	合计	20000

5.9.4.7 主要设备选择

高压开关柜：35kV、10k 采用金属铠装中置移开式开关柜（由供电部门最终确定），防护等级不低于 IP3X；变压器：带金属外壳的低损耗环氧树脂浇注干式变压器，防护等级不低于 IP3X；低压开关柜：抽出式开关柜，防护等级不低于 IP3X。

5.9.4.8 继电保护和计量

35kV、10kV 高压柜采用微机接口综合保护装置：具有电流、电压、有功

及无功电度、功率因数等数字显示；过负荷、过电流、电流速断及单相接地保护；变压器超温报警、极限温度跳闸；在线设定保护参数等功能。

变压器高压侧采用三相过流、速断、单相接地保护及变压器超温报警、极限温度跳闸。低压 380/220V 侧主开关采用智能电子脱扣器：具过负荷长延时、短路短延时、短路瞬时、高次谐波检测及单相接地等保护功能。

5.9.4.9 电能计量装置

在 10kV 配电室内设置计量柜，采用高供高计的方式；另外在各变压器的低压母排集中设置低压计量；变电所内的各低压出线回路均设置计量表。

5.9.4.10 谐波治理

随着大量非线性负载，如计算机和其他 IT 设备，可控硅电机变速控制器在中的普遍使用，在建筑物内部电网中产生了高次谐波电流。谐波的存在会给其他用电设备和整个建筑物电网带来很大的危害。

为了减少谐波对其他用电设备和建筑物电网的危害程度，采取以下措施：

- (1) 10kV 变压器采用 Dyn 接线方式，阻止 3 次谐波传入上级电网；。
- (2) 大型动力设备与重要机房；如空压站、电炉等由专用配电干线供电。
- (3) 尽可能将非线性负荷连接在系统的最上端。
- (4) 对非线性设备配电回路加大中性线截面。
- (5) 对于敏感负荷采用放射式专线供电。
- (6) 电炉与部分变压器低压侧设置谐波治理装置。

5.9.5 配电

本工程配电电压均为 0.4kV，配电系统以放射式和干线相结合的方式为主。二级负荷采用双电源供电，三级负荷采用单电源供电。

二级负荷中的消防泵、喷淋泵、消防控制室、防火卷帘门、排烟风机、排烟窗采用双电源供电，末端切换；应急照明与疏散照明自带蓄电池供电，供电

时间不小于 60 分钟，弱电机房、监控中心内采用 UPS 作为应急电源。电炉应急冷却泵采用柴油发电机作为保安电源。

所有插座回路（2.2m 以上空调插座除外）均设剩余电流断路器保护。

10KV 线路选用 ZR-YJY22-10KV 型交联聚乙烯电缆，在室外沿电缆沟直埋地敷设；消防设备配电干线采用柔性矿物绝缘电缆（NG-A 0.6/1kV）；一般用电设备配电干线采用交联聚乙烯电缆（ZR-YJY-1KV）或封闭母线；消防设备支线采用耐火型铜芯导线(NH-BV-450/750V)；一般用电设备的支线采用阻燃型铜芯导线(ZR-BV-450/750V)；

户外为直埋和电缆沟敷设相结合的方式；建筑内主干线和分干线均采用电缆桥架沿辅建筑内走廊/综合管廊敷设；各类支线均采用穿管或线槽在墙、楼板内暗敷或吊顶内敷设。

其中消防线路明敷时（包括敷设在吊顶内），应穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护，金属导管或封闭式金属槽盒应采取防火保护措施；当采用阻燃或耐火电缆并敷设在 电缆井、沟内时，可不穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护；当采用矿物绝缘类不燃性电缆时，可直接明敷。暗敷时，应穿管并应敷设在不可燃性结构内且保护层厚度不应小于 30mm。消防设备的配电干线采用耐火电缆沿桥架在吊顶及竖井内敷设，在吊顶内敷设时需按规范刷防火涂料。

向同一消防负荷配电的双电源，分别敷设，如在同一桥架内，需设隔板分离。

建筑内动力配电箱采用 GGD 型，落地安装；普通照明配电箱与应急照明配电箱采用挂式/或嵌入到墙体内安装，距地 1.5 米；普通插座采用安全型插座，距地 0.3m 米安装，除特殊标注为，规格一般为 250V，10A；照明开关为 86 系列，安装高度为中心为+1.3m，距门框 0.2m，除注明者外，其规格均为 250V，10A。

循环水泵房部分电机采用变频启动与启动，部分电机采用星-角启动；消防水泵房消防泵采用星三角降压启动，消防水泵可由火灾自动报警系统、压力开关、流量开关控制。

5.9.6 照明

5.9.6.1 照明种类和照明方式

本项目在厂房、辅房等普通房间内设置普通照明。

在下列部位设置火灾应急照明：1) 楼梯间、防烟楼梯间及前室，消防电梯间及其前室、合用前室。2) 变电站、消防控制室、弱电机房、排烟机房、消防水泵房 3) 人员密集场所。4) 疏散走道。5) 图中设计的其它场所。

5.9.6.2 照度标准和照度选择

各主要场所照度标准根据国家建筑照明标准，见下表

房间名称	照度 Eav (Lx)	功率密度 LPD (W/m ²)	统一眩光值 UGR	一般显色指数 Ra
成型车间	300	12≤	25	80
机加工厂房	200	9≤	25	80
办公室	300	8.0≤	19	80
实验室	300	8.0≤	22	80
弱电机房	300	8.0≤	19	80
消防控制室	300	8.0≤	19	80
变电所、配电室	200	6.0≤	25	80
通道、走廊	100	2.0≤	25	60
卫生间	150	3.0≤	—	60
水泵房	100	4.0≤	—	60
应急照明照度：楼梯间不小于 5lx,疏散走道不小于 2lx				

5.9.6.3 光源和灯具选择

主要场所的灯具选择见下表：

房间名称	灯具	光源	安装	控制
成型件车间	工厂灯	LED	吊装	MCB 分组控制
机加工厂房	工厂灯	LED	吊装	MCB 分组控制
办公室	单管/双管灯	LED	嵌入吊顶	开关分组控制
实验室	单管/双管灯	LED	嵌入吊顶	开关分组控制
弱电机房	单管/双管灯	LED	嵌入吊顶	开关分组控制
消防控制室	单管/双管灯	LED	吸顶安装	开关分组控制
变电所、配电室	单管/双管灯	LED	吸顶安装	开关分组控制
通道、走廊	吸顶灯、筒灯	LED	吸顶安装、嵌入吊顶	开关分组控制
卫生间	筒灯	LED	入吊顶	开关分组控制
水泵房	单管/双管灯	LED	顶安装	开关分组控制

5.9.6.4 应急照明

本项目采用集中控制型系统，在消控室设置应急照明控制器，由应急照明控制器集中控制并显示应急照明配电箱及其配接的消防应急灯具工作状态的消防应急照明和疏散指示系统。

本工程采用集中电源供电，灯具的主电源和蓄电池备用电源由集中电源提供，灯具主电源和蓄电池电源在集中电源内部实现输出转换后由同一配电回路为灯具供电。

集中电源的输入及输出回路中不应装设剩余电流动作保护器，输出回路严禁接入系统以外的开关装置、插座及其他负载。

配电室、消防控制室、排烟机房同时设置备用照明、疏散照明和疏散指示标志，备用照明灯采用正常照明灯具，在火灾时应保持正常照明的照度，持续供电时间大于 180min。

消防应急照明灯具应选择采用节能光源的灯具，光源色温不应低于 2700K；设置在距地面 8 m 及以下的灯具，采用 A 型灯具，即主电源和蓄电

池电源额定工作电压均不大于 DC36V 的消防应急灯具。应急疏散标志灯选择持续型灯具。

火灾状态下，灯具光源应急点亮、熄灭的响应时间不应大于 5s；蓄电池电源供电时的持续工作时间不应少于 0.5h；

在非火灾状态下，系统主电源断电后，系统的控制设计时，持续工作时间应分别增加灯具持续应急点亮时间 0.5h；集中电源的蓄电池组和灯具自带蓄电池达到使用寿命周期后标称的剩余容量应保证放电时间满足规定的持续工作时间。

建、构筑物设置疏散照明灯的部位或场所及其地面水平最低照度：人员密集场所 $\geq 10lx$ ；敞开楼梯间、封闭楼梯间 $\geq 5lx$ ；建筑面积大于 200m² 的餐厅、建筑面积超过 400m² 的办公大厅、会议室等人员密集场所，人员密集厂房内的生产场所 $\geq 3lx$ ；除以上场所疏散走道、疏散通道、配电室、消防控制室、消防水泵房、自备发电机房等发生火灾时仍需工作、值守的区域 $\geq 1lx$ ；

方向标志灯设置距离应满足规范要求，方向标志灯的标志面与疏散方向垂直时，灯具的设置间距不应大于 20m；方向标志灯的标志面与疏散方向平行时，灯具的设置间距不应大于 10m。所有指示标志均应符合现行国家标准《消防安全标志》GB513495.1-2015 和《消防应急照明和疏散指示系统》GB17945-2010 的有关规定。楼梯间每层应设置指示该楼层的标志灯（以下简称“楼层标志灯”）。人员密集场所的疏散出口、安全出口附近应增设多信息复合标志灯具。应急照明配电箱设置在电气竖井内时，防护等级为 IP33。

应急照明控制器及集中控制型系统通信线路的设计

本工程应急照明控制器设置于消防控制室，应急照明控制器为具有能接收火灾报警控制器或消防联动控制器干接点信号或 DC24V 信号接口的产品；任一台应急照明控制器直接控制灯具的总数量不应大于 3200。应急照明控制

器的控制、显示功能应能接收、显示、保持火灾报警控制器的火灾报警输出信号；应能按预设逻辑自动、手动控制系统的应急启动；应能接收、显示、保持其配接的灯具、集中电源或应急照明配电箱的工作状态信息。应急照明控制器的主电源由消防双电源供电；控制器的自带蓄电池电源应至少使控制器在主电源中断后工作 3h。

5.9.6.5 照明线路的选择和敷设方式

应急照明配电箱进线采用柔性矿物绝缘电缆（NG-A 0.6/1kV）；普通照明配电进线采用阻燃交联聚乙烯电缆（ZR-YJY-1KV）；应急照明支线采用耐火型铜芯导线(NH-BV-450/750V)；普通照明支线采用阻燃型铜芯导线(ZR-BV-450/750V)；

厂房内管线采用线槽与穿管明敷相结合的方式；辅助用房内采用线槽与穿管暗敷相结合的方式。室外路灯线路采用直接埋地敷设的方式。

室外路灯线路采用 ZR-YJV22-1kV-5×6 电缆埋地敷设，埋深 0.8 米；在路灯基础侧预埋 1 根 $\Phi 32$ 钢保护管，以敷设路灯的电源线。

5.9.7 能源管理系统

根据业主的能源管理需求及工程类型等特点出发，按《国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统分项能耗数据采集技术导则》确定能耗的分类、分项计量要求，设计能耗计量采集点。远传水表、热能表、燃气表选用 RS-485 接口的采集计量仪表，由暖通、给排水、动力专业配置。采集计量仪表至通讯管理机的设计应根据仪表的布置位置、点数、线路敷设条件进行组网设计，组网连接方式为 RS-485 总线，通讯管理机至网络交换机采用超五类网线组局域网。通讯管理机有 4 路、8 路、16 路 RS485 端口三种规格，每种规格均有 2 路独立以太网接口既可互为备用也可同时接入不同主站通讯。每路 RS485 接口最多可接入 32 台 RS485 接口的采集计量仪表，为保证系统稳定性，预留

15%冗余量。RS485 通讯链路设计，同一类型仪表设计一路；电能计量宜根据负荷类型、安装位置设计通信链路，如仪表数量较多又较为分散，可划分通讯区域，每个区域设计一台或多台通讯管理机，区域通讯管理机通过光纤连接至交换机组网，应用管理层部分归入工厂数字化建设内容中。

5.9.8 数据/语音通信系统

5.9.8.1 电话系统

电信机房设于办公楼一层，弱电线电缆由总机房埋入户外走管井，再穿墙埋管引入各个建筑。电话通讯系统采用集团用户电话虚拟交换机方式，即可以节省一次性投资，又可实现通信系统的现代化。其中集团用户电话网的交换设备和相关的电缆由当地电信公司投资。

集团用户电话网方式可以实现内部通话不计费，开通 17909 国内长途 IP 业务，实现目前公众网上的多种通信业务。不需设专职的话务员和维护人员，系统的维护和升级换代均有当地电信公司免费提供服务。

室外电话电缆采用穿预埋套管理地敷设方式，室内电话线采用线槽及穿金属管暗敷相结合方式。

5.9.8.2 计算机网络系统

在总弱电机房设置计算机网络系统主机房，内设网络交换机、服务器、配线设备等，电话通讯机房合用，面积约 50 平米。

配线形式为两级星型拓扑结构，主干部分其星型结构的中心在网络系统主机房，布线向各建筑单体辐射，其传输介质为大对数电缆（语音）及光纤（数据）；各建筑单体内部设配线间，由 IDF 引出线缆配线至各信息口。子系统数据和语音采用 6 类 4 对非屏蔽双绞线（UTP-Cat6-4P），信息端口均为 6 类插座模块，各信息口语音或数据功能可通过 IDF 内部跳线方式来确定。

每个办公室等均设置信息终端，以满足公共通信的需求。室外计算机网络

光纤电缆采用穿预埋套管埋地敷设方式，室内网络电缆 UTP 采用线槽与穿金属管暗敷相结合方式。

5.9.8.3 综合布线系统

本工程计算机网络及语音通信采用先进的结构化综合布线，系统设计采用六类布线系统 企业内网和公共外网采用逻辑隔离。水平部分数据、语音全部采用六类四对非屏蔽双绞线，数据及语音水平部分均采用 24 口模块式配线架端接，方便互换，并考虑适当的余量。语音主干采用 3 类 50 对大对数电缆，采用 50 对 110 型配线架端接，主干线缆考虑了冗余；弱电机柜 BD 至各 FD 的数据干线采用 2/4 芯室内多模光纤。

5.9.9 火灾自动报警和消防联动控制系统

(1) 消防控制室

本项目在成型车间-制壳区设置火灾报警系统，采用集中报警控制系统。消防控制室设在办公楼，并设有通往室外的出口安全出口。

消防控制室内设有消防专用对讲电话主机、火灾应急广播装置、消防直通对讲电话设备、手动控制台、火灾报警控制主机、消防设备联动控制器、防火门监控系统、消防电源监控系统、专用供配电系统以及 LCD 彩色图形显示及打印系统等 并设有通向消防部门的“119”专用电话。

消防控制室可接收、处理、显示感烟、感温等探测器的火灾报警信号及水流指示器、信号阀、压力开关、手动报警按钮、消火栓按钮的动作信号；可显示消防水池、消防水箱的报警水位，显示消防水泵的电源及运行状况；对消防联动设备进行集中控制、监视、显示和检测。

(2) 火灾报警系统：

依据规范设置若干感烟、感温探测器，手动报警按钮、警铃等报警及警报装置，火灾发生时，在消防值班室和相应楼层显示器可直接显示出其报警部位

的楼层号，区域号及编码地址并声光报警，并将报警信号送至消防值班室。

探测器与灯具的水平净距应大于 0.2m;与送风口边的水平净距应大于 1.5m;与多孔送风顶棚孔口或条形送风口的水平净距应大于 0.5m;与嵌入式扬声器的净距应大于 0.3m;与自动喷头的净距应大于 0.3m;与墙或其他遮挡物的距离应大于 0.5m。

在建筑内适当位置设手动报警按钮(消防对讲电话插孔)，手动报警按钮（自带消防电话插孔）距地 1.4m；在消火栓箱内设消火栓报警按钮；在疏散楼梯前室走道侧，设置声光报警装置，安装高度不低于 2.2m；每个防火分区设置一个层显，安装高度距地 1.5m。

（3）消防联动控制系统：

消火栓泵灭火系统：应由消火栓系统出水干管上设置的低压压力开关、高位消防水箱出水管上设置的流量开关或报警阀压力开关等信号作为触发信号，直接控制启动消火栓泵，联动控制不应受消防联动控制器处于自动或手动状态影响。当设置消火栓按钮时，消火栓按钮的动作信号应作为报警信号及启动消火栓泵的联动触发信号，由消防联动控制器联动控制消火栓泵的启动。（b）手动控制方式：将消火栓泵控制箱的启动、停止按钮用专用线路直接连接至消防控制室内的消防联动控制器的手动控制盘，并应直接手动控制消火栓泵的启动停止。（c）消火栓泵的动作信号应反馈至消防联动控制器。（d）消防泵控制柜应满足以下要求：消防水泵控制柜在平时应使消防水泵处于自动启泵状态；消防水泵不应设置自动停泵的控制功能，停泵应由具有管理权限的工作人员根据火灾扑救情况确定；消防水泵应能手动启停和自动启动；控制柜或控制盘应设置开关量或模拟信号手动硬拉线直接启泵的按钮；消防水泵控制柜设置在独立的控制室时，其防护等级不应低于 IP30；与消防水泵设置在同一空间时，其防护等级不应低 IP55；消防水泵控制柜应设置手动机械启泵功能，并应

保证在控制柜内的控制线路发生故障时由有管理权限的人员在紧急时启动消防水泵。手动时应在报警 5min 内正常工作。

喷淋系统(a)联动控制方式，应由同一报警区域内两只及以上独立的感烟火灾探测器或一只感烟火灾探测器与一只手动火灾报警按钮的报警信号，作为预作用阀组开启的联动触发信号。由消防联动控制器控制预作用阀组的开启，使系统转变为湿式系统；应由湿式报警阀压力开关的动作信号作为触发信号，直接控制启动喷淋消防泵，联动控制不应受消防联动控制器处于自动或手动状态影响。(b) 手动控制方式，应将喷淋消防泵控制柜的启动和停止按钮、预作用阀组和快速排气阀入口前的电动阀的启动和停止按钮，用专用线路直接连接至设置在消防控制室内的消防联动控制器的手动控制盘，直接手动控制喷淋消防泵的启动、停止及预作用阀组和电动阀的开启。(c)水流指示器、信号阀、压力开关、喷淋消防泵的启动和停止的动作信号，有压气体管道气压状态信号和快速排气阀入口前电动阀的动作信号应反馈至消防联动控制器。

防火卷帘的控制：(a) 非疏散通道上的防火卷帘门，火灾时用作防火隔离。联动控制时，应由防火卷帘所在防火分区内任两只独立的火灾探测报警信号，作为防火卷帘下降的联动触发信号，并应联动防火卷帘门下降到楼板地面；手动控制时；防火卷帘门两侧设置的手动控制按钮 可控制防火卷帘门的升降，并能在消防控制室 内的消防联动控制器上控制防火圈梁的降落。(b) 疏散通道上的防火 (b) 疏散通道上的防火卷帘的联动控制方式应符合下列规定：联动控制方式，防火分区内任两只独立的感烟火灾探测器或任一直专门用于联动防火卷帘的感烟探测器的报警信号联动控制防火卷帘下降至距离楼板 1.8m 处；任一只专门用于联动防火卷帘 的感温探测器的报警信号应联动控制防火卷帘下降至楼板面。在卷帘的任一側距卷帘纵深 0.5-5m 内应设置不少与两只专门用于联动防火卷帘的感温探测器。手动控制时；防火卷帘门两侧设置的

手动控制按钮可控制 防火卷帘门的升降。

排烟系统的联动控制方式应符合下列规定：应由同一防烟分区内的两只独立的火灾探测器作为排烟口、排烟窗的联动触发信号，并应由消防联动控制器联动控制排烟口、排烟窗的开启，通知停止该防烟分区的空气调节系统。排烟系统的手动控制方式，应能在消防控制室内的消防联动控制器上手动控制送风口、电动挡烟垂壁、排烟窗的开启或关闭；防、排烟风机的启动、停止按钮应采用专用线路直接连接至在消防控制室的消防联动控制器的手动控制盘，并应直接手动控制排烟窗的打开和关闭。

电梯的联动控制：消防联动控制器应具有发出联动控制信号强制所有电梯停于首层或电梯转换层的功能。电梯运行状态信息和停于首层或转换层的反馈信号，应传送给消防控制室显示，轿厢内应设置能直接与消防控制室通话的专用电话。

非消防电源控制应满足下列要求：本工程部分低压出线回路设有分励脱扣器，由消防控制室在火灾确认后断开相关电源。消防控制室可在报警后根据需要停止相关空调系统。空调机及风机所接风管上的防火阀关闭后，联锁停止空调机及风机并报警。

（4）火灾警报和消防应急广播系统的联动控制设计

在消防控制室设置火灾应急广播机柜，机组采用定压式输出。火灾应急广播按防火分区分路，当发生火灾时，消防控制室值班人员可根据火灾发生的区域，自动或手动进行火灾广播，及时指挥、疏导人员撤离火灾现场。

消防直通对讲电话系统：在消防控制室内设置消防直通对讲电话总机，各手动报警按钮均带消防直通对讲电话插孔，在变配电房、消防水泵房、暖通机房、监控机房、管理值班室等处设置消防直通对讲电话分机，专用对讲电话分机底座距地 1.4m。

火灾自动报警系统应设置火灾声光警报器，并应在确认火灾后启动建筑内的所有火灾声光警报器。公共场所设置具有同一种火灾变调声的火灾声警报器；具有多个报警区域的保护对象，选用带有语音提示的火灾声警报器。同一建筑内设置多个火灾声警报器时，火灾自动报警系统应能同时启动和停止所有火灾声警报器工作。火灾声警报器单次发出火灾警报时间宜为 8s~20s，同时设有消防应急广播时，火灾声警报应与消防应急广播交替循环播放。

消防应急广播系统的联动控制信号应由消防联动控制器发出。当确认火灾后，应同时向全楼进行广播。消防应急广播的单次语音播放时间为 10s~30s，与火灾声警报器分时交替工作，可采取 1 次火灾声警报器播放、1 次或 2 次消防应急广播播放的交替工作方式循环播放。在消防控制室应能手动或按预设控制逻辑联动控制选择广播分区、启动或停止应急广播系统，并应能监听消防应急广播。在通过传声器进行应急广播时，应自动对广播内容进行录音。消防控制室内应能显示消防应急广播的广播分区的工作状态。消防应急广播与普通广播或背景音乐广播合用时，应具有强制切入消防应急广播的功能。

（5）消防应急照明和疏散指示系统的联动控制设计

本工程消防应急照明和疏散指示系统属于自带电源非集中控制型，应由消防联动控制器联动控制消防应急照明配电箱实现。

当确认火灾后，由发生火灾的报警区域开始，顺序启动全楼疏散通道的消防应急照明和疏散指示系统，系统全部投入应急状态的启动时间不应大于 5s。

（6）可燃气体报警系统

可燃气体探测器应独立组成，由可燃气体控制器接入火灾自动报警系统。可燃气体报警控制器的报警信息和故障信息，应在消防控制室图形显示装置上显示，并应与火灾报警信息显示有区别。可燃气体报警系统保护区域内有联动和报警要求时应由可燃气体报警控制器或消防联动控制器联动实现。

可燃气体探测器由业主根据气体种类选用，并调节报警气体浓度。可燃气体探测器确定后，建筑内可燃气体种类应始终保持相同。

可燃气体探测系统应当联动区域内的防爆排烟风机和电磁阀，当气体达到报警浓度时，启动事故风机/关闭相应电磁阀并应启动声光报警器，发出警告。

系统主机应能自动监测、显示危险区域气体浓度。

(7) 防火门监控系统：

防火门监控系统应满足 GB29364-2012《防火门监控器》的规定。对防火门的开启、关闭及故障状态等动态信息进行监控，防火门处于非正常打开或非正常关闭的状态给出提示；能保持防火门常开，可现场手动关闭或复位防火门，当火灾发生时接收火灾报警信号，自动控制关闭常开防火门。

防火门监控器主机专用于防火门监控系统并独立安装在消防控制室，用于显示并控制防火门打开、关闭状态，不能兼用其他功能的消防系统，不与其他消防系统共用设备。

防火门监控器主机能监控管理防火门，并记录防火门的狀態信息，并可将信息上传至图形显示装置。

防火门监控器主机采用的通信线缆规格与电源线规格、通信线缆距离，供电距离均以所采购设备厂家为准；当超出供电与通信距离时，应增加信号与电源中继箱。

常闭防火门监控器探测常闭防火门的开、闭状态，内置监控及通信单元，直接与防火门监控器、防火门主机通信。

常开防火门监控器应保持防火门打开状态，门框两面均可安装；集成门磁开关、机械闭门器功能，内置监控及通信单元，直接与防火门监控器、防火门主机；接收到监控器主机控制信号或现场达到 68 ± 5 。

（8）电源及接地

所有消防用电设备均采用双路电源供电并在末端设自动切换装置。消防控制室设备还要求设置蓄电池作为备用电源，此电源设备和弱电系统的电源共用一套 UPS。

消防系统的工作接地与建筑综合接地合用，在消防中心设置专用接地板，专用接地线采用 NH-BV-1x35 PVC40,要求其接地电阻小于 1Ω 。

（9）火灾自动报警及控制线路敷设要求

所有火灾自动报警线路及 50V 以下的供电线路、控制线路采用 NH 电缆或电线，穿镀锌钢管，暗敷在楼板、墙内或明敷在吊顶内，明敷时，应在镀锌钢管上采取防火保护措施。暗敷时，应敷在不燃烧体的结构层内，且保护层厚度不小于 30mm，在管内穿线前，应将管道内的积水及杂物清除干净，导线在管内不应有接头或扭结，导管入盒时内侧应装护口。

（10）火灾自动报警系统的每回路地址编码总数应留 15%~20%的余量。

火灾报警控制器背面的维修距离不小于 1m,应安装牢固，不得倾斜，引入报警控制器的导线应标明编号，并与端子接线图一致;端子板的每个接线端，接线不得超过 2 根，导线应绑扎成束。

报警控制器的主电源应直接与消防电源连接，主电源应有明显标志。报警控制器的接地，应牢固，并有明显标志。

（11）其他

系统的成套设备，包括报警控制器、联动控制台、LCD 显示器、打印机、应急广播、消防专用电话总机及电源设备等均由该承包商成套供货，并负责安装、调试。

消防值班室设置双路交流电源及蓄电池备用电源

5.9.10 工业监控电视系统

成型件车间各个工段均设置工业监控系统摄像机；工业电视监控系统主机设置于安防监控中心。前端摄像机采集到的视频信号经光端机转换成光信号，利用光纤传输介质传输到中心控制室，在控制室再经光端接收机转换成视频电信号，经过视频分配器分配以后分成两路，一路视频进入数字硬盘录像机进行实时的图像记录，另一路则进入网络矩阵主机，通过主机键盘和鼠标可以对前端所有的摄像机图像进行切换和控制。监控线路均沿厂房内弱电桥架敷设，无桥架时穿管敷设。

5.9.11 安全技术防范系统

安防监控中心设置在办公楼，分别负责行建筑物内部及周边及园区的安保。

在重点部位如各建筑物内的主要出入口、通道，在建筑的主要出入口，主要道路上及周边地带设置若干摄像机进行监控。系统主机采用微机矩阵主机，该主机可通过操作键盘对输入信号进行任意分组切换、点切及时序切换，也可对云台、变焦镜头进行各种姿态的遥控。主机切换输出的视频信号在彩色监视器上显示，同时将矩阵主机输出视频信号送至数字硬盘录像机进行全部录像，并在监视器上多画面显示。

在重要房间如变电所、弱电机房等处门口设置摄像机进行监控，并作防止入侵报警设施。在重要机房内设置应急报警按钮。当所控制的区域发生异常情况时，中央控制室将发出声光报警信号，并与电视监控系统联动，将相关图象强切至指定的输出通道显示和记录，并可通过 110 报警与市 110 联网，保安员可迅速到达执行安保工作。

在重要的房间如弱电中心机房、密码门禁系统，要求系统为认卡及认人型。门禁读卡器设于办公室门外，室内门边设开门按钮，所选择的门锁具有室内手动开启功能。系统不仅能实时记录门的开关状态和读卡进出的信息，而且还可

对非法操作闯入行为以声音和图形的方式进行报警并采取联动措施。

5.9.12 弱电机房工程

各类机房对土建专业的要求如下表

房间名称		室内净高(梁下或风管下)(m)	楼、地面等效均布活荷载(kN / m ²)	地面材料	顶棚、墙面	门(及宽度)	窗
电话站	程控交换机室	≥2.5	≥4.5	防静电地面	涂不起灰、浅色、无光涂料	外开双扇防火门 1.2~1.5m	良好防尘
	总配线架室	≥2.5	≥4.5	防静电地面	涂不起灰、浅色、无光涂料	外开双扇防火门 1.2~1.5m	良好防尘
计算机网络机房		≥2.5	≥4.5	防静电地面	涂不起灰、浅色无光涂料	外开双扇防火门≥1.2~1.5m	良好防尘
建筑设备监控机房		≥2.5	≥4.5	防静电地面	涂不起灰、浅色无光涂料	外开双扇防火门 1.2~1.5m	良好防尘
综合布线设备间		≥2.5	≥4.5	防静电地面	涂不起灰、浅色无光涂料	外开双扇防火门 1.2~1.5m	良好防尘
消防控制中心		≥2.5	≥4.5	防静电地面	涂浅色无光涂料	外开双扇甲级防火门 1.5m 或 1.2m	良好防尘设纱窗
安防监控中心		≥2.5	≥4.5	防静电地面	涂浅色无光涂料	外开双扇防火门 1.5m 或 1.2m	良好防尘设纱窗
电信间		≥2.5	≥4.5	水泥地	涂防潮涂料	外开丙级防火门≥0.7m	----

各类机房对电气、暖通专业的要求如下表

房间名称		空调、通风			电气			备注
		温度(□)	相对湿度(%)	通风	照度(lx)	交流电源	应急照明	
电话站	程控交换机室	18~28	30~75	----	500	可靠电源	设置	注 2
	总配线架室	10~28	30~75	----	200	----	设置	注 2
计算机网络机房		18~28	40~70	----	500	可靠电源	设置	注 2
建筑设备监控机房		18~28	40~70	----	500	可靠电源	设置	注 2
综合布线设备间		18~28	30~75	----	200	可靠电源	设置	注 2
消防控制中心		18~28	30~80	----	300	消防电源	设置	注 2
安防监控中心		18~28	30~80	----	300	可靠电源	设置	注 2
传输室		18~28	30~75	----	≥300	可靠电源	设置	----
电信间	有网络设备	18~28	40~70	注 1	≥200	可靠电源	设置	注 2
	无网络设备	5~35	20~80					

5.9.13 防雷、接地和过电压保护

5.9.13.1 建筑防雷

本项目各个单体建筑按第二/三类防雷建筑设计。利用厂房金属屋面（镀锌压型彩钢板，厚度不小于 0.6mm,彩钢板下方无可燃物）以及彩钢板女儿墙做防雷接闪器。混凝土屋面本工程利用屋面及屋面女儿墙上明敷 $\square 12$ 热镀锌圆钢组成不大于 10mx10m 或 12mx8m 的网格作防雷接闪器;利用钢柱或混凝土柱做引下线，采用-40X4 热镀锌扁钢一端与柱底板加筋肋焊接，另一端与柱下面基础内至少两根不小于 $\Phi 16$ 主筋焊接。所有突出屋面金属物体如风管、风机等均应与防雷接闪器可靠焊接。

本项目电子信息系统防雷等级为 D 级。在户外线路进入建筑物处，LPZ0A 或 ALZ0B 进入 LPZ1 区时设置 T1 级浪涌保护器，建筑物内的第二级配电箱采用 T2 级浪涌保护器。

5.9.13.2 接地

本项目均采用共同接地方式，防雷接地、保护接地、工作接地合一，接地电阻要求不大于 1 欧姆，否则增设接地装置。利用建筑物基础作接地体，在周围地面一下距地面不应小于 0.5m。建筑物地梁之间、地梁断开处应采用-40X4 热镀锌扁钢相互连通，-40X4 热镀锌扁钢两端应与地梁内至少两根不小于 $\Phi 16$ 主筋焊接。建筑物地梁应采用两根 $\Phi 16$ 圆钢与相交叉的钢柱、基础内至少两根不小于 $\Phi 16$ 主筋相互焊接连通。在变电所进线处设总等电位联结箱，在各个机房以及卫生间等处设置局部等电位联结箱。

建筑物内的设备、管道、构架等主要金属物，应就近接到防雷装置或共用接地装置上。

平行敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物，其净距小于 100 mm 时，应采用金属线跨接，跨接点的间距不应大于 30 m；交叉净距小于 100 mm

时，其交叉处也应跨接。当长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻大于 0.03Ω 时，连接处应用金属线跨接。对有不少于 5 根螺栓连接的法兰盘，在非腐蚀环境下，可不跨接。

架空金属管道，在进出建筑物处，应与防雷电感应的接地装置相连。距离建筑物 100 m 内的管道，应每隔 25 m 接地一次，其冲击接地电阻不应大于 30Ω ，并应利用金属支架或钢筋混凝土支架的焊接、绑扎钢筋网作为引下线，其钢筋混凝土基础作为接地装置。埋地或地沟内的金属管道，在进出建筑物处应等电位连接到等电位连接带或防雷电感应的接地装置上。

建筑物金属结构、总接水管、总煤气管、总电信设备、空调管等均需做等电位连接（具体如等电位连接安装图），连接线采用 ZR-BV-1x25mm²。

所有弱电系统进出户均接浪涌保护设备，所有给弱电系统供电的终端配电箱均要求设浪涌保护。所有弱电系统设备接地同强电共用接地系统，采用复合接地且充分利用各子项结构基础筋。

5.9.13.3 电气设备过电压保护

在 35kV、10kV 配电室的电缆与架空线连接处装设阀式避雷器，其接地端应与电缆金属外皮连接。在 35kV 母线上装设阀式避雷器；10kV 配电变压器装设阀式避雷器，其接地线与变压器低压侧中性点以及金属外壳连接；10kV 配电变压器在低压侧装设一组阀式避雷器防止反变换波和低压侧雷电侵入波及高压侧绝缘。在 35kV 以及 10kV 开关柜中均装设过电压保护器。

5.9.14 厂区电气工程

区域电气线路主要采用电缆沟敷设与直埋相结合的方式，在穿越道路或者起重机等大型设备轨道基础时，局部采用穿玻璃钢管加混凝土包封保护连接。电缆在进入建筑物时，采用穿钢管敷设。

本工程弱电管网采用 $\square 110$ -PVC 管，位人行道下时埋深-0.7m，位于车行

道下时埋深 0.9m；穿管过车行道路时采用 C15 混凝土包封加固。管线应敷设在冻土层以下，在严寒且水位较低的地区，敷设在冻土层内时，宜在塑料管周围填充粗砂，且维护厚度不应小于 200mm。

5.9.15 电气安全

电源进入单体建筑处，设置总等电位连接；建筑物内金属结构、总接水管、总煤气管、总电信设备、空调管等均需做等电位连接，连接线采用 ZR-BV-1x25m²。

在卫生间、弱电机房、消防控制室、消防泵房、强弱电井、电梯井道等处设置局部等电位连接，连接线采用 ZR-BV-1x6m²。

为防止及减少漏触电事故的发生，本工程地下室、厨房等潮湿场所以及插座回路均设置性能可靠的漏电保护开关，并专设 PE 线与接地体联结。

变电所变压器设置不低于 IP30 的护罩，以防触电事故的发生。变电所的进出管线施工结束后，管线空隙应用防火材料进行封堵严密，避免小动物钻入变电所。变电所内设置通风装置。变电所需做防止水进入的措施。电缆桥架外壳接地，电缆垂直敷设时距地 1.8m 以下部分加金属（管）保护，所有配电线路金属管保护，以触电事故的发生。安装高度低于 2.4m 的灯具其金属外壳应可靠接地。

5.9.15 节能和技术进步

- (1) 优先选用 LED 灯，并配置节能型电感整流器或电子整流器；
- (2) 选用功率因数不小于 0.9 的照明灯具；
- (3) 选用低损耗无污染的 SCB-13 型干式变压器。
- (4) 采用无功补偿措施使得功率因数不低于 0.9。

5.9.16 电气新增（改造）主要设备表

序号	名称	主要指标和规格要求	单位	数量	备注
1	干式变压器	SCB13-2500/10 ±2x2.5%/0.4KV Dyn11	台	4	
2	干式变压器	SCB13-2000/10 ±2x2.5%/0.4KV Dyn11	台	1	
3	干式变压器	SCB13-1600/10 ±2x2.5%/0.4KV Dyn11	台	4	
4	柴油发电机	600 kW	台	1	
5	10KV 环网柜	HXGN15-12	台	9	
6	10KV 开关柜	KYN28A-12	台	30	
7	35kV 开关柜	KYN61-40.5	台	10	
8	油浸式变压器	S11-20000kVA 35±2x2.5%/10.5kV YNd11	台	2	

6、环境保护、职业安全、职业卫生、消防、节能等

6.1 环境保护

6.1.1 编制依据和采用标准

(1) 国家、地方政府和主管部门的有关规定及设计依据

《建设项目环境保护条例》

《建设项目环境设计规定》

《铸造防尘技术规程》 GB 8959-2007

(2) 采用的环境保护标准

《大气污染物综合排放标准》(GB16297-2012)

《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)

《污水综合排放标准》(GB8978-2002)

《环境空气质量标准》(GB3095-2012)

《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)

《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)

《城镇给水排水设计规范》 GB50788-2012

《声环境质量标准》(GB3096-2008)

《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。

《恶臭污染物排放标准》(GB14554-1993)

《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001)

《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)

《工业场所有害因素职业接触限值》(GBZ2-2007)

《一般工业固体废物贮存、处理场污染控制标准》(GB18599-2001) 等国家和地方有关环境标准。

6.1.2 建设地区的环境状况

(1) 地理位置

项目建设场地位于青岛胶东临空经济示范区北区。

(2) 环境现状

区域空气环境质量达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准。

区域声环境达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)的2类标准。

地表水达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的相应标准。

6.1.3 主要污染源和污染物

工程主要污染源设备及产生的污染物

厂房名称	污染设备名称	污染物种类
航空高温合金精密成型件车间	熔炼炉	噪声、废气
	蜡模间	废气
	制壳	废气、粉尘
	加工机床	噪声
	浇冒口切割、振壳、吹砂、打磨	粉尘、噪声
	脱蜡、焙烧、抽干间	废气
	1000kg 高压水清壳	废水
	荧光生产线	废水
	CR、DR	射线
加工车间	加工机床	噪声、废料、废液
循环水泵及各类风机		噪声

6.1.4 控制污染初步治理方案

6.1.4.1 废气、粉尘治理

(1) 配置蜡料、压制蜡模、组合蜡模、模组脱蜡过程中，产生一定量的废气，主要成分为非甲烷总烃类及水蒸气。经集气罩及通风柜排气管引致车间

有机废气活性炭吸附装置处理。经离心风机引风送至规定高度以上的烟囱高空排放。活性炭吸附对有机挥发物去除率达到 90%，含蜡烟的废气经过处理后外排废气中非甲烷总烃浓度小于 5mg/m³，全厂年外排非甲烷总烃小于 100kg。

(2) 制壳的涂料工序初次沸砂操作采用封闭操作间，通过自控装置操作，整个工序产生粉尘的节点都设置抽风装置，通过采取布袋式除尘器将粉尘收集后，定期集中处理，使其达到环保要求。

(3) 脱蜡后的型壳在焙烧炉内焙烧的过程中，在 800-1300℃ 高温下残留在型壳内的水分、硬化剂以及在焙烧过程中产生的化合物均能全部挥发，在供氧充分的条件下，残留模料及其他分解产物也可全部燃烧，故高温焙烧炉产生的废气对环境无明显影响。废气中主要污染物烟尘经型壳高温焙烧工段布袋除尘器净化后，经指定长度排气筒排放。

(4) 熔炼浇注废气：熔炼及浇注炉工作时会产生烟气，项目采用全密封真空熔炼，产生的烟气由设备自带的专用烟尘捕集装置及布袋除尘器处理后排放，达到排放要求。

(5) 浇冒口切除粉尘：切割过程中产生一定量的粉尘(主要成分为游离二氧化硅、石墨混合物)切割设备置于密闭室内进行，切割室取件口设置侧吸式集气罩，粉尘经集气罩收集后，引至布袋除尘系统净化处理，尾气经排气筒高空排放。

(6) 打磨粉尘：打磨工序产生粉尘，平口机、磨浇冒口机等自带水浴湿法集尘罩，粉尘经集尘罩收集后，引至布袋除尘净化系统，尾气经规定高度排气筒高空排放。

(7) 吹砂、精整粉尘：吹砂及精整工序产生的少量粉尘，通过在工序上方设集尘罩，并采用水浴集尘，将产生的粉尘汇集到车间统一的管道中，用布袋式除尘装置净化处理后，通过排气筒外排。

粉尘去除效率达到 98%，粉尘排放浓度小于 10mg/m³，年排放粉尘总量 0.23 吨，排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》中新建二级标准，不会造成厂址所在区域环境空气中污染物浓度明显增加。

6.1.4.2 废水治理

项目室外排水采用雨、污分流制；室内排水采用雨水、生活排水和生产排水分流制。市政污水管最终至市政污水处理厂，故厂区污水排放执行《污水排入城镇下水道水质标准》B 级标准执行。室内生活污水、废水分流，各单体排水立管均设置伸顶通气管。为保证排水立管底部的正压不致过大，首层排水单独设置管道排放。

(1) 生活排水

生活排水经室外化粪池、食堂含油废水经室外隔油池处理后排入厂区废水管道。

(2) 生产废水

高压水清壳生产废水主要含砂，循环使用，定期排放，室外设置沉淀池及高速过滤罐，含砂废水经上述处理后循环使用。沉淀池及高速过滤罐设置在露天跨内。

冰水机自带水箱，生产用水循环使用，定期排放，冰水机排水为洁净废水可直接排入厂区污水管。

荧光线产生的荧光废水经荧光废水管收集后排至荧光废水处理站，经处理达标后排至厂区污水管，荧光废水处理设备由荧光线设备厂家配套提供。

(3) 厂区污废水处理

厂区废水管收集的生活排水和生产废水水质均符合《污水排入城镇下水道水质标准》B 级标准后排入厂区污水管，厂区污水管经汇总后直接排入厂区东侧圃山路市政污水管，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。

6.1.4.3 废液治理

加工机床产生的废乳化液，经收集后送有资质的单位有偿处理。

6.1.4.4 噪声治理

本项目噪声主要来自于：机械撞击、摩擦、转动等运动而引起的机械性噪声；由于水流、气流起伏运动或气动力引起的动力性噪声。项目主要噪声源有：各类设备配备的真空泵、压机的液压站、水力清壳机、风机、加工机床、雕刻机、吹砂机、气动枪、变频电机、冷却塔、泵类。

(1) 真空泵设置隔开，密闭设置，考虑吸声降噪措施。

(2) 水力清壳及其循环水泵置密闭空间操作；变频电机安置在封闭设备间内并设置减振基础，与其他区域相隔的墙壁安装隔音层。

(3) 空调通风设备、水泵、空压机、冷却塔等均采用高效低噪声产品。对于噪声较大的设备，采用消声器或消声风管处理，以使噪声值不超过国家规定的有关规定；风管与风机的连接处采用软接。

(4) 空调机组等采用橡胶减振垫减振；水泵采用钢筋混凝土减振台座和弹簧(橡胶)减振器减振；水泵、制冷机、空调机组进出水管上采用可曲挠橡胶接头，风机盘管进出水管上采用不锈钢软接头，使设备振动与配管隔离。

6.1.4.5 射线防护

CR、DR 等工序采用符合环保监测、材质监测要求的独立封闭的成品铅房，满足射线防护要求。

6.1.4.6 废弃物治理

本项目中固体废物主要为废型壳、废砂、硬化蜡、泥砂、集尘灰、废液压油及真空泵油、废酸、废活性炭和生活垃圾。

(1) 真空系统、液压机产生的废液压油、废真空泵油、废油桶、废酸属

于危险废物 HW089 00-202-08, 使用切削油和切削液进行机加工过程中产生的废乳化液, 属于危险废物 HW49 900-006-09 交有资质单位处置。

(2) 废活性炭属于危险废物 HW49 900-006-09 有机树脂类废物, 交有资质单位处置。

(3) 废蜡屑: 蜡模修整组合中会产生废石蜡损耗, 集中收集后回用。

(4) 废砂: 铸件脱壳后产生废砂, 收集后定点存放由送往专业资质的处理单位进行处理。

(5) 生活垃圾: 生活垃圾设置垃圾箱和投放点, 由环卫部门及时组织清运。

(6) 合金损耗: 作为原料循环使用或外售废品回收站。

(7) 废包装材料: 外售废品回收站。

6.1.5 绿化措施

在厂界周边营造有较宽的绿化带, 在厂区内各厂房之间营造必要合适的绿化带, 用以阻隔噪声。绿化率 14.96%, 绿化面积 17964 m²。

6.1.6 环境保护投资估算

环境保护投资估算表

序号	环境污染防治措施	环保投资(万元)	备注
1	废气治理	100	包含在工艺设备价中
2	废水治理	300	包含在工艺设备价中
3	废液、固废治理		有偿处理
4	噪声治理	50	包含在工艺设备价中
5	射线防护	20	包含在工艺设备价中
6	绿化	30	
	合计	500	

6.1.7 环境影响分析

本项目主要污染物,均采取了有效的防护、治理措施,可以做到达标排放,对环境影响较小。从环境保护的角度考虑,本项目可行。

6.2 职业安全

6.2.1 编制依据和采用标准

(1) 国家、地方政府和主管部门的有关规定和批示

《中华人民共和国劳动法》(1994.7.5)

《中华人民共和国安全生产法》(2002.6.29)

《中华人民共和国职业病防治法》(2011.12.31)

《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》(安监局令[2010]第 36号)

(2) 采用的主要技术规范、标准及其他依据

《生产过程安全卫生要求总则》(GBT12801-2008)

《工业企业设计卫生标准》(GBZ2-2010)

《工业场所有害因素职业接触限值 物理因素》(GBZ2.2.-2007)

《机械工业职业安全卫生设计规范》(JBJ18-2000)

《工业企业噪声控制设计规范》(GB / T 50087-2013)

《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)

《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》(GB196-2003)

《机械设备防护罩安全要求》(GB8196-2003)

《工业与民用电力装置的接地设计规范》(JBJ65)

《个人防护装置选用规范》(GBT11651-2008)

《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)

《安全色》(GB2893-2008)

采用的国家和地方有关法规、标准。

6.2.2 职业安全危险因素及防护措施

6.2.2.1 交通安全

新建厂房四周设置 7~9m 宽环形消防车道,满足消防需求。道路与厂房、辅助用房间均留有 7m 及以上的安全间距,可作绿化同时满足地下管线敷设。道路宽阔、通畅,人、货流分明,可有效避免人、货流交叉引起的安全问题。

6.2.2.2 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 7 度,设计地震基本加速度值为 0.10g。

建筑设计根据结构形式、平面尺寸分别设置变形缝。

防尘、防滑:建筑楼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。

6.2.2.3 电气安全

厂房按三类防雷建筑考虑防雷措施。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 $R \leq 1\Omega$ 。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。

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、电线的保护钢管均与保护线 PE 可靠连接。

电动平板车、手携式电动工具及灯具采用安全电压,确保人身安全。

6.2.2.4 防机械伤害

(1) 总图设计严格遵守《建筑设计防火规范》有关规定,厂区道路环通,

人流、物流分明，减少人、货流交汇，以利于安全、消防。

(2) 厂房内均设置足够宽的纵横向通道及消防通道，确保安全作业。

(3) 设备往复、高速旋转外凸部分，建议设置安全防护屏障。

(4) 对于有跌落危险的平台、地坑及有危险的地方建议安装防护栏杆及盖板或防护网。

(5) 采用机械化装取料设备，提高机械化、自动化程度，降低工人劳动强度，同时减少机械伤害的可能性。机械化装取料设备范围内设置安全防护栏杆，并设红外线联控系统，一旦人进入，装取料机停止动作。

(6) 合理设置厂房人行通道宽度，设备之间留有足够的防火和操作空间，并设置安全防火设施。厂房内各种管道确保安全可靠，彼此保持一定的安全距离。

(7) 机械伤害危险的区域设立安全警示牌。

6.2.2.5 起重机危害防治

起重设备设置限位车档，装警示铃，并加强对起重设备的日常维护管理，定期进行检查和维修，对吊索具——吊钩、各种绳子、链条、套环等要经常进行严格检查，发现问题及时修复。起吊物品时，应设专人负责指挥，防止碰伤他人。平时对有关人员加强安全教育，使其严格遵守各项操作规程。起吊过程中在易伤人的地方设置警示牌，保护围栏等安全设施，严格执行《起重机械安全规程》中的规定。

6.2.2.6 防火防爆

(1) 根据生产火灾危险性及特点，严格按照规范要求确定建构筑物的结构类型及耐火等级，设置完善的安全疏散设施和通道，满足规范。

(2) 熔炼炉自带循环冷却水流量连锁报警装置、流量及检测、真空计检测、电极杆压力检测系统、安全互锁装置定期测试、视频监控等，厂区增设有

柴油机应急发电机房；对设备采取自助维护 TPM 管理，每日点检、保证检测手段可靠有效，控制风险的发生。

(3) 其他安全措施

为了保证职工在劳动生产中的安全，除了采取各种技术措施外，还应进行安全教育及发放个人防护用品，个人防护用品应严格按照《个体防护装备选用规则》中的有关规定发放。

6.2.4 安全防护设施投资估算

本项目安全防护设施投资估算约 20 万元。已计入工艺设备投资、土建投资中。

6.3 职业卫生

6.3.1 编制依据

(1) 法律、法规

《中华人民共和国职业病防治法》(2011.12.31)

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》(中华人民共和国国务院令[2002]第 352 号)

(2) 中采用的规范、标准

《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)

《机械工业职业安全卫生设计规范》(JB18-2000)

《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》(GBZ2.1-2007)

《工作场所有害因素职业接触限值 物理因素》(GBZ2.2-2007)

《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003)

《工业企业噪声控制设计规范》(GB / T 50087-2013)

《生产过程安全卫生要求总则》(GB12801-2008)

《个体防护装备选用规范》(GB/T-11651-2008)

6.3.2 职业卫生危害因素及防护措施

6.3.2.1 噪声、振动

本项目噪声噪音主要来自于：机械撞击、摩擦、转动等运动而引起的机械性噪音；由于水流、气流起伏运动或气动力引起的动力性噪音。项目主要噪音源有：各类设备配备的真空泵、压机的液压站、水力清壳机、风机、砂带机、雕刻机、吹砂机、气动枪、变频电机、冷却塔、泵类。

(1) 真空泵隔开密闭设置，考虑吸声降噪措施。

(2) 力清壳及其循环水泵置密闭空间操作；变频电机安置在封闭设备间内并设置减振基础，与其他区域相隔的墙壁安装隔音层。

(3) 空调通风设备、水泵、空压机、冷却塔等均采用高效低噪声产品。对于噪声较大的设备，采用消声器或消声风管处理，以使噪声值不超过国家规定的有关规定；风管与风机的连接处采用软接。

(4) 空调机组等采用橡胶减振垫减振；水泵采用钢筋混凝土减振台座和弹簧(橡胶)减振器减振；水泵、制冷机、空调机组进出水管上采用可曲挠橡胶接头，风机盘管进出水管上采用不锈钢软接头，使设备振动与配管隔离。

6.3.2.2 防尘防毒防腐蚀

加强设备管理，保证使用氢氟酸、硝酸的生产工序、生产设备运行状态良好。

酸洗生产线附近设洗眼器。

清理、打磨、浇冒口切割等场地设除尘(打磨为水浴除尘)吸风罩，生产场地单独设置。

钛及钛合金表面进行酸洗过程中会存在废气，酸洗槽应有独立的抽风设备，在配制酸液和酸洗过程中均应开动风机，保证良好的通风。在工作前必须先开通风 15 分钟，并检查好工具、夹具，启动设备和通风情况是否良好，应

为工人配备规定的个人防护用品。

6.3.3.3 防暑降温、防灼伤

(1) 炉子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，避免设备出现过高的表面温度。

(2) 厂房设置气楼及其它行之有效的通风降温措施，设备及工件散热可通过气楼有效排出，同时加强室内的空气流通，减低室内温度。

(3) 通过机械通风设施排除各区域产生的余热余湿和异味等。

6.3.3 辅助卫生设施

在厂房柱间、端头设置相应的更衣室、休息室、厕所等辅助卫生设施，满足工作人员生产、生活需要。

6.3.4 职业病防护设施投资估算

本项目职业卫生防护设施投资估算为 30 万。

6.4 消防

6.4.1 设计依据和采用标准

严格执行：

《建筑设计防火规范》(GB50016-2014) (2018 版)

《建筑内部装修设计防火规范》(GB 50222—95)(2001 年版)

公安部、住建部《民用建筑外保温系统及外墙装饰防火暂行规定》(公通字〔2009〕46 号)

《办公建筑设计规范》(JGJ67-2006)

《机械工业厂房建筑设计规范》(GB50681-2011)

《建筑物防雷设计规范》(GB50057-94, 2000 年版)、

《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)

《机械工厂总平面及运输设计规范》(JB19-96)等国家有关消防规定,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。

6.4.2 建(构)筑物火灾危险性等级

本项目各单体的火灾危险性类别如下:

航空高温合金精密成型件车间:火灾危险性等级为丁类。

加工车间:火灾危险性等级为戊类。

危险品及危废品库:储存物品的火灾危险性等级为甲、乙类。

消防水泵房:火灾危险性等级为戊类。

6.4.3 建(构)筑物耐火等级和消防措施

6.4.3.1 建筑消防

(1) 设计严格执行“建筑设计防火规范”GB50016-2014 有关规定要求。

(2) 所有建筑物的耐火等级不低于二级。

(3) 建筑物的防火间距,建筑防火分区面积,人员安全疏散均满足规范有关要求。

(4) 建筑四周均有消防车道环通。

(5) 防火间距:建筑之间的间距大于 13 米。

6.4.3.2 给排水消防

6.4.3.2.1 消防用水量

本项目生产厂房为丁、戊类,消防用水量为:

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: 20L/s 火灾延续时间为 2h

本项目办公楼、宿舍、食堂均为多层民用建筑,其消防水量按办公楼计:

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： 30L/s 火灾延续时间为 2h

自动喷淋系统用水量： 30L/S 火灾延续时间为 1h

6.4.3.2.2 室内外消火栓系统

厂区消火栓系统为室内外合一的集中加压临时高压系统。厂区设置 DN200 独立的环状消防专用管网，与厂区生活、生产给水管分开设置，厂区按间距不超过 120m 沿道路布置 DN100 室外消火栓。厂区消防专用管沿道路布置。

露天跨辅房设置地上混凝土消防与生产冷却水合用水池一座，总容积 632m³(其中消防水量 432m³，冷却水量 200m³)，消防与生产冷却水合用水池考虑消防用水不被动用的措施。本地块消防水量最大的建筑为办公楼，消防水池存储火灾延续时间内该办公楼室内外消火栓用水量和自动喷淋用水量之和。消防水池设置室外消防取水口。

露天跨靠消防水池设置地上消防泵房，内设消火栓泵 2 台（1 用 1 备）。消火栓泵出口设置流量计和水锤消除器。消火栓泵出口直接至厂区内消防专用管。宿舍屋顶设 18m³ 屋顶消防水箱一只。屋顶消防水箱出水管淹没深度 0.60m。

厂房及辅房、办公楼、宿舍、食堂均设置室内消火栓系统。室内消火栓的布置考虑同时有两股水柱到达室内任何部分。室内消火栓管成环状，并设两条进水管与室外消防专用管相连。厂房室内消火栓动压不小于 0.35MPa，其他民用建筑的室内消火栓动压不小于 0.25MPa。

为了保证最不利消火栓的初期灭火所需压力，在消防泵房内设一套消防稳压装置，稳压装置由气压罐和稳压泵组成，稳压泵出水量 1L/S，气压罐调节容积 450L。消防稳压装置由压力控制器自动控制，消火栓主泵由水泵出水管压力控制器及屋顶消防水箱出水管流量开关自动启动。

各建筑物的室内消火栓系统及室外消火栓系统为区域集中加压系统，各建筑物合用消火栓泵、消防水池和屋顶消防水箱。各建筑物消火栓初期灭火用水均由设在宿舍屋面的消防水箱(有效容积 18m³)供给，随后灭火由露天跨消防水泵房内的消火栓泵抽消防水池水加压供给。消防设备选型详见本项目主要设备一览表。

6.4.3.2.3 自动喷淋系统

办公楼按规范在所有公共活动用房、办公室、走道、会议等设置湿式自动喷淋系统。自动喷淋系统均按中危险级 II 级设计，设计水量：30L/S。

自动喷淋系统初期灭火用水由设在宿舍的屋顶消防水箱(有效容积 18m³)供给，随后灭火由设在厂房露天跨消防水泵房的自动喷淋泵抽地下消防水池水加压供给。自动喷淋泵共 2 台，一用一备。

为了保证最不利喷头的初期灭火所需压力，在消防泵房内设一套自动喷淋稳压装置，稳压装置由气压罐和稳压泵组成，稳压泵出水量 1L/S，气压罐调节容积 450L。喷淋稳压装置由压力控制器自动控制，喷淋主泵由建筑物内湿式报警阀压力开关及屋顶消防水箱出水管流量开关自动启动。

自动喷淋系统竖向为一区，建筑物内设置湿式报警阀，每套湿式报警阀控制喷头数不超过 800 个，湿式报警阀前后设信号阀。每个防火分区、每个楼层均设水流指示器和信号阀，每个防火分区、每个楼层的最不利喷头处设末端试水装置，末端试水排水集中收集排放。火灾时水流指示器向消防控制室报警并指示火灾区域，同时湿式报警阀动作，由压力开关启动喷淋泵。自动喷淋系统设置水泵接合器 2 台。

消防设备选型详见本项目主要设备一览表。

6.4.3.2.4 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，厂房总体按轻

危险级配置，其中变电所按中危险级配置；食堂、办公楼、宿舍均按中危险级配置。

6.4.3.3 电气消防

(1) 消防控制室

在航空高温合金精密成型件车间的制壳工段和办公楼内设置火灾报警系统，采用集中报警控制系统。消防控制室设在主门卫，并设有通往室外的出口安全出口。

(2) 火灾报警系统

依据规范在制壳工段和办公楼整体设置若干感烟、感温探测器，手动报警按钮、警铃等报警及警报装置，火灾发生时，在消防值班室和相应楼层显示器可直接显示出其报警部位的楼层号，区域号及编码地址并声光报警，并将报警信号送至消防值班室。

在消防控制室设置火灾应急广播机柜，机组采用定压式输出。火灾应急广播按防火分区分路，当发生火灾时，消防控制室值班人员可根据火灾发生的区域，自动或手动进行火灾广播，及时指挥、疏导人员撤离火灾现场。

(3) 可燃气体报警系统

可燃气体探测器独立组成，由可燃气体控制器接入火灾自动报警系统。可燃气体报警控制器的报警信息和故障信息，在消防控制室图形显示装置上显示，并应与火灾报警信息显示有区别。可燃气体报警系统保护区域内有联动和报警要求时由可燃气体报警控制器或消防联动控制器联动实现。

可燃气体探测器由业主根据气体种类选用，并调节报警气体浓度。可燃气体探测器确定后，建筑内可燃气体种类应始终保持相同。

6.4.3.4 暖通消防

(1) 航空高温合金精密成型件车间采用自然排烟方式，屋面设排烟天窗。

排烟窗开启面积大于地面面积 2%，任一点距排烟窗距离小于 30 米。

(2) 制壳区设置机械排烟，排烟量按最大防烟分区面积 120m³/h，安装在吊顶内的排烟管采用 25mm 铝箔岩棉隔热，外覆 15mm 的防火保全板。排烟口为常闭式，火灾时现场开启或由消防控制中心远距开启并连锁相应排烟风机开启。排烟风机前设置熔断温度为 280℃的排烟防火阀，当其熔断关闭时连锁排烟风机关闭。

(3) 办公楼及倒班宿舍的内走廊采用自然排烟，走廊两端及中部开设排烟窗。排烟窗开启面积大于地面面积 2%，任一点距排烟窗距离小于 30 米。

(4) 通风空调管道附件保温等材料均采用不燃或难燃材料。

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

6.4.3.5 总图消防

(1) 厂房与相邻建筑物的间距均大于 9m，保证建筑物的安全生产及防火、通风、采光要求。

(2) 厂房周围设 6~9m 环形道路，道路转弯半径 9~15m，满足消防车行驶、作业的要求。

6.4.4 消防组织

本项目厂区内不设置专业消防部队，由开发区统一设防，并保证有效时间内到达火场。

6.5 节能

6.5.1 设计依据和采用标准

(1) 国家、地方政府和主管部门的有关规定及设计依据

《中华人民共和国节约能源法》(2016 年 7 月修订)

《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012 年 2 月修订)

《中华人民共和国计量法》(2015年修订)
《山东省节约能源条例》(2017年9月修订版)
《机械工业工程节能设计规范》 GB 50910-2013
《山东省关于大力推进绿色建筑行动的实施意见》鲁政发〔2013〕10号
《山东省“十三五”节能减排综合工作方案》鲁政发〔2017〕15号
《关于印发山东省固定资产投资项目节能审查实施办法的通知》(鲁发改环资[2018]93号)

(2) 采用的节能、合理用能标准

《工业企业能源管理导则》(GB/T15587-2008)
《综合能耗计算通则》(GB/T2589-2008)
《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)
《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—2016)
《建筑外窗气密性能分级及其检测方法》(GB7107-2002)
《建筑幕墙物理性能分级》(GB/T15225)
《单位产品能源消耗限额编制通则》(GB/T12723-2013)
《建筑节能工程施工质量验收规范》(GB50411-2007)
《建筑照明设计标准》(GB50034-2013)等。

6.5.2 节能设计主要原则

节能和合理用能是我国的一项基本方针，坚持贯彻国务院颁发的《节约能源管理暂行条例》，工程设计中尽可能节约能源并合理利用能源，设计中积极采用成熟适用的先进工艺，采用先进高效设备，以技术进步减少能耗。

6.5.3 能源消耗情况

根据项目组成内容、工艺生产需要以及生产配套设施情况，项目所需能源和自然资源主要有电力、水、天然气等。

电力供应：新建降压站

压缩空气：在航空高温合金精密成型件车间的露天跨设 1 座压缩空气站。

天然气：市政天然气管网供应。

水：市政给水管接入。

根据生产任务及工艺装备水平计算，预计项目新增能耗详见下表。

铸造能耗量表						备注
序号	能源名称	单位	年耗量	折标系数	折标煤量 (t)	
1	电力	kw.h	16000000	0.1229 kgce/kW·h	1966.4	当量
				0.287 kgce/kW.h	4592	等价
2	天然气	m ³	19000	1.2143 kgce/m ³	23.07	
3	新鲜水	t	95000	0.0857 kgce/t	8.14	
4	氩气	t	50	1.4714 kgce/kg	0.07	
	合计				1997.69	当量
					4623.29	等价

6.5.4 主要节能措施

6.5.4.1 总图、工艺

(1) 总平面布置从物流合理性出发，各厂房之间的物料运输顺畅，缩短原材料、生产辅助设施与生产厂房之间的距离，降低能耗。采用联合厂房形式，确保物料的运输顺畅，避免工件的往返运输。

(2) 精铸所有工序全在一个大型联合厂房内，按工艺流程进行布置，相互之间通过露天跨及平板车相连，确保物料的运行顺畅，有效避免工件的往返运输。

(3) 细化车间内部布局，完全照工艺流程进行合理安排，做到物流短捷，避免因二次倒运造成的运输设备能耗增加。

(4) 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，对生产、节能进

行综合监控，总体上可节能 10%。新增设备采用先进高效的、机电一体化的智能化、自动化设备，根据工位不同情况，分别配置自动装取料装置，提高生产效率。

(5) 合理安排蜡模、制壳、熔炼、浇注、热处理等生产工序的生产作业时间，尽量采用连续生产或定期生产，提高设备利用率，减少停产时、间断生产时的能源浪费。

(6) 加强设备维护和保养，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。

(7) 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，提高设备的综合利用率和热效率。

6.5.4.2 供暖通风和空气调节

(1) 冷水机组能效等级为二级。

(2) 冷冻水循环泵耗电输冷比 $ECR=0.0186$ 。

(3) 通风及空调系统最大单位风量耗功率 $W_s < 0.27$ 。

(4) 全热交换器焓回收效率大于60%。

(5) 冷水管采用橡塑保温管壳或橡塑保温板保温，冷水管保温厚度按《设备及管道保冷设计导则》GB/T 15586的经济厚度计算。风管采用橡塑保温板保温，保温绝热层最小热阻按大于 $0.81 (m^2.K/W)$ 设计。

(6) 车间辅房、倒班宿舍的采暖采用余热利用，节约能源。

6.5.4.3 电气

(1) 变电所设置在各负荷中心，尽量缩小供电半径。

(2) 办公等各公用设备用电负荷均分别设计量表计，便于计量和节电。根据实际管理要求采用表具数据自动抄表及远传系统。

(3) 灯具一般选用金属卤化物灯、LED灯和带功率补偿的日光灯。

(4) 灯具尽量分散控制，楼道灯采用声光控制灯，以利于节能。

(5) 设置能耗监测管理系统，在电梯用电、地下室及公共部位的照明、动力用电等设置相应的计量表，对以上点位的用电进行监测。在各进水管上设置远传水表，接入能耗监测主机。管理方可以根据能耗监测情况，采取优化管理措施。

6.5.4.4 给排水

(1) 各建筑物设远传水表计量用水，控制用水量，远传水表将水表读数传至厂前区办公楼。

(2) 充分利用市政水压供给厂区各建筑物用水，厂区各建筑物的生活、生产用水均由市政水压直接供水。

(3) 厂区设置中水供应系统，所有生活生产排水经中水站集中处理后回用于绿化、冲厕、消防及部分生产用水，既可节省水资源，又可保护环境，防治水污染。

(4) 消火栓系统和喷淋系统采用区域集中加压系统，各建筑物合用屋顶消防水箱、消防泵和消防水池，既管理方便又节约投资。

(5) 采用节水型卫生器具，节约用水。如限制卫生器具的流出水头，采用红外线感应龙头和便器等，不采用无控制花管长流水的小便槽。

(6) 采用节能、节水、高效率产品，在水泵的设计选择中，运行工况点应落在 Q-H 水泵曲线的高效端中，选择漂水少，节能型，低噪声冷却塔。

(7) 绿化用水采用滴灌、喷雾等节水技术。

(8) 采用密封性能好的阀门、配件，新型管材以及新型接口方式，减少管网的渗漏和维修。

(9) 水箱、水池溢流水位设报警装置，防止进水管阀门故障时，水池、水箱长时间溢流排水。

(10) 排水采用重力排水的方式，并避免压力提升。

6.5.4.5 建筑

(1) 改善建筑热功性能，合理选用外窗及幕墙玻璃，减少传热负荷，减少能量损失和日射影响。

(2) 加强隔热保温，选择高效保温材料，减少热损失。

(3) 采用当前较为先进的节能技术措施，力求管线合理紧凑，做好围护构造设计，达到节能目标。

6.5.4.6 能源管理机构、措施

按照《能源管理体系要求》(GB/T23331)和《工业企业能源管理导则》(GB/T15587)等标准的要求，建设能源管理体系。

为能更好体现国家、省、市有关节能法规、规范的要求，促进项目节能工作的顺利开展，成立节能降耗工作小组。节能降耗工作小组由公司办公室、技术科、生产科等有关职能部门的负责人组成，在公司总经理的直接领导下，负责项目节能工作的组织实施与管理。此外，公司内部将专设能源管理员岗位，聘用有资质的专业能源管理人员，具体负责对企业的能源利用状况进行监督、检查。主要能源管理措施如下：

(1) 建立节能管理机构，制订能源消耗定额。按照国家标准 GB/12723、GB/2589 和 行业的有关规定，分别制订主要耗能设备和工序的能源消耗定额。成立以主管生产的副总为组长的节能领导小组，设立专、兼职能源管理员，负责公司的能源管理和能源考核工作；同时，在各车间设立兼职能源管理员，负责本车间的节能工作。健全能源管理制度，运用科学的管理方法和先进的技术手段，制定并组织实施单位节能计划和节能措施，合理有效地利用能源。制订企业节能管理制度，办公室负责制定节能降耗指标，建立节能降耗台账，组织内部检查和考核工作。各单位负责落实节水、节电、节气、节油整改措施和节

能降耗指标，向办公室上报节能降耗指标报表。

(2) 在企业内建设能源管理体系，配备专业和前置能源管理人员，逐级下达明确责任。能源消耗定额按规定的程序逐级下达，并明确规定完成各项定额的责任部门和责任人。制定从能源采购、计量、统计、生产过程管理和定额考核等一系列的能源管理制度，并以经济责任制的方式考核，引进先进的管理概念促进企业各项管理工作的有效展开。

(3) 配备完善的能源计量器具，对全过程电、水、气、油的消耗实行监测和控制，严格成本核算和能耗定额管理。能源计算器具严格按《用能单位能源计算器具配备和管理通则》GB17167-2006 中的要求配置，项目能源计量器具配备率要求和项目能源计量器具配置类别与准确度等级符合规定要求。在内部电力系统中，变压器、生产、主要设备和回路均安装电表计量；在水资源使用上，生产线主要用水部位和设施等均应有水表计量。同时，进一步完善抄表制度，定期进行统计分析。

(4) 加强动力系统的计量管理，对水、电、液化石油气等动力系统设置消耗检验仪表，提高指控水平，核算实际用量的计量，加强计量管理。按规定的对主要耗能设备和工序的实际用能量进行计量、统计和核算，定期作出报告。

(5) 节能经济效益分析。为达到降本增效的目的，通过对历年产品单耗的定额考核，核算分析产品用能成本超降情况。

(6) 预测能源消费。根据当年能源消费的实际情况和挖掘节能的潜力，合理制订下年度的能源消费计划。

6.5.4.7 能源计量器具

企业能源计量是企业对能源进行科学管理，实现节能降耗、提高经济效益的重要手段。能源计量器具是能源计量工作的物质基础，科学合理地配制、管

理能源计量器具是企业做好能源计量工作的技术保证。本项目能源计量器具的配备要求满足《企业能源计量器具配备和管理通则》(GB/T17167—2006)规定，具体如下：

能源计量器具配备率

单位：%

计量对象	电力	天然气	水	压缩空气、氧气等	已利用的余热
进、出企业	100	100	100	100	--
车间厂房	100	100	100	80	80
重点用能设备	100	100	100	80	--

能量器具的准确度要求

计量器具类别	计量目的	准确度
电能表	进、出企业有功交流电能	0.5 %
	企业内部有功交流电能	2.0 %
	大于 100A 直流电能	2.0 %
	无功电能	3.0 %
气体流量表	进、出企业的结算	2.0 %
	车间和重点用能设备能耗考核	2.0 %
水流量表	进、出企业及车间、重点用水设备的净水计量	2.5 %
	企业排放污水的计量	5.0 %
温度计	用于温度的计量	2.0 %
压力表	用于气体、液体压力的计量	1.5 %

能源计量器具的性能必须满足相应的生产工艺特点及使用环境要求，如抗腐蚀、耐高温、耐振动、防粉尘、抗电磁干扰等。

6.6 地震安全

项目所在地区没有明显的地质灾害，项目所在地地区的地震烈度为 7 度，本项目建筑物的抗震设防烈度为 7 度。项目的建设不会给该地区带来地质灾害。

6.7 社会稳定风险分析

钢研高纳对项目拟建场地经过缜密调研，充分考虑了项目生产所需的内、外部条件，利用成熟工业园区土地进行建设，项目的建设有利于国家和地方的经济发展和社会稳定，有利于青岛胶东临空经济示范区的经济建设和城市发展，对当地的人民群众、特别是园区周边居民的利益不仅不会受到伤害，而且可以为他们提供就业机会，因此，本项目的建设深得当地各种利益群体的欢迎和支持，使项目建设具备了良好的人民群众支持条件。

6.6.1 相关性因素的确定

(1) 社会影响区域范围的界定

项目的社会影响分析一般包括三个层次；即国家、地区和项目区，本报告侧重于对项目工程建设区的分析。

本项目建设地点位于青岛胶东临空经济示范区北区。本报告将侧重于项目对该区域的社会影响进行分析。

(2) 利益相关者的确定

受益群体——项目建设及生产所需设备、原材料的供应商、建筑商，项目产品的下游企业、新就业者。

受损群体——环境噪声可能对厂区周边居民会产生部分影响。项目周边均为工业区，没有居民住宅区。本项目严格按环保要求采取得当措施，“三废”实行达标排放，因本项目受损群体不存在。

6.7.2 社会影响分析

项目的社会影响包括直接影响和间接影响两方面，由于本项目是处于园区规划范围以内，其直接影响较小，间接影响较大。

6.6.2.1 直接影响

通过调查分析，项目的直接影响主要有以下几个方面：

(1) 有利于创造更多的就业机会

项目属劳动密集型生产制造类项目，需要一定的技术人员和较多的生产人员。经初步测算约需职工 280 人，能够为当地提供大量的就业岗位。对于当地产业升级及人员素质的提升，都有较大的帮助。

(2) 有利推动当地产业结构调整，促进地区经济发展

项目能够充分利用钢研高纳现有的品牌、技术和市场优势，对于带动上游产业发展，促进社会经济成长、资源节约，具有正面效应。

(3) 增加国家和地方财政收入，促进当地经济发展

项目对区域内的生产总值贡献大，对地区经济的影响作用明显。而且对国家、地区的财政收入贡献非常明显，在企业自身利益保证的情况下，有力的增强了当地的财政实力，体现了项目劳动者、企业、国家共赢的良好效益。

6.6.2.2 间接影响

项目建设可以间接的促进当地基础设施的建设。随着当地产业的不断发展，各种配套的基础设施等都需要不断的发展、完善，以满足产业规模不断扩大带来的需求，而基础设施的不断完善又必将进一步促进当地经济的不断发展，形成一个良性循环。

在间接就业效果方面，项目的开展可以在项目区周围带来就业机会。在项目建设和项目运营的过程中，会带来短期的建筑劳动力就业机会和长期的服务业就业机会。项目运营后间接带动周围工业和服务业的发展。

项目厂址所在地为规划建设用地，不涉及拆迁和安置问题。

6.6.3 社会影响效果分析

总的说来，该项目的建设对社会各个领域的发展均有拉动作用。对社会的发展是有积极的作用。

社会因素	影响范围程度	可能出现的后果	措施建议
对居民收入的影响	在企业工作人员及为项目提供服务人员	相关人员的收入增长	增加对员工的激励措施，完善薪酬分配制度
对居民生活水平与生活质量的影响	在企业工作人员及为项目提供服务人员	提高人们的生活水平	
对居民就业的影响	对青岛地区的劳动力、施工单位、监理单位、物流企业等产生积极的影响	提高居民就业率，吸纳无业居民就业	公开招聘，择优录取
对不同利益群体的影响	与项目有联系的上下游企业	为下游交通运输企业及其他用户提供优质产品、带动上游零部件企业发展	确保上游原辅料来源的稳定性，为下游用户提供优质产品
对地区、文化、教育、卫生的影响	文化、教育、卫生方面范围广增添文化气氛、促进教育事业、形成健康卫生环境持续发展	无	无

社会因素	影响范围程度	可能出现的后果	措施建议
对地区基础设施、社会服务质量和城市化进程的影响	基础设施、社会服务质量等各方面范围广促进地区基础设施建设，提高服务质量，加快城市化进程持续发展	无	无
对少数民族风俗习惯和宗教影响	无	无	无

6.6.4 社会适应性分析

项目制造工艺及技术装备均达到国际先进、国内领先水平。项目属于国家重点支持发展的鼓励类投资项目，项目建设完全符合各项产业政策、产业规划。

在保证产品质量的同时，注重环境保护，严格控制三废排放，加强节能减排力度，积极与当地居民进行沟通协调，以适应当地社会发展需要，共创和谐社会。本项目的建设可进一步带动上下游产业的发展，符合当地的发展规划。因此，项目的建设能够适应当地的社会环境。

6.6.5 社会风险及对策分析

(1) 风险类型及分析

市场风险：是竞争性项目常遇到的重要风险，主要表现在项目产品销路不畅，产品价格低迷等以至产量和销售收入达不到预期的目标，有市场需求量，竞争能力、产品售价、生产负荷等发生变化而带来的风险；

技术风险：主要有对技术的适用性和可靠性认识不足，运营后达不到生产能力、质量不过关或消耗指标偏高；

资源风险：原材料供应不足及原材料的价格上涨带来的风险；**资金风险：**利率的变化、资金来源中断、资金供应不足等；

政治风险：政治经济条件发生重大变化或者政策调整，项目原定目标难以实现的可能性。

（2） 风险对策

采用先进技术、工艺进行生产，提高产品的质量，加强产品的传宣，提高产品的知名度，拓宽销售渠道，增加销售收入，这样可以减少市场风险的不利影响；在生产过程采取各种有效措施，力保技术的有效实施，保证产品的质量，从而回避技术因落实不利带来的风险；对于原材料供应不足及原材料的价格上涨带来的风险，可采用多渠道采购原材料来减少它带来的风险。

市场风险：项目产品为镍基高温合金机匣、中小结构件、调节片类铸件，主要应用于航空航天、雷达电子、高压输变电、高速列车、船舶、兵器等领域，市场会受到国际安全环境和社会政治环境等影响，有一定的市场风险。但高纳公司已与上国内百家的需求单位具有优良的合作关系，并已经对多个型号发动机的调节片和机匣类铸件开展供货，因产能原因，不能满足客户需求，产品市场需求十分旺盛，加上大量主机厂铸造单位关闭，急需转产，因此产品国内市场前景广阔，风险较小。

技术风险：北京钢研高纳是我国最早开展铸造高温合金研究和生产的单位之一，具有材料与工艺研究结合、合金和制品生产结合的特点。主要研究领域包括新型铸造高温合金、复杂薄壁构件、调节片类结构件、等轴晶/定向凝固/单晶叶片技术等。产品种类包括铸造高温合金母合金、弹用发动机用整体铸造涡轮铸件、大运载火箭发动机用高温合金铸件、高温合金复杂薄壁机匣、矢量发动机用高温合金调节片以及等轴晶、定向凝固、单晶叶片等，涵盖铸造高温合金制品的所有领域。高纳公司在合金研究方面的积累，可指导大型复杂机匣铸件、中小型结构件及调节片铸件用合金的成分控制，铸件组织性能控制，进一步提升铸件的使役性能，为本项目建设奠定了技术基础。

资源风险：在铸造高温合金产品产业化领域，高纳公司开展高纯净母合金真空感应熔炼技术、超纯净母合金真空水平连铸技术、大型复杂薄壁机匣铸件制备、小型复杂构件整体铸造、复杂空心单晶叶片制备技术研究，并实现了工程化。高纳公司在母合金研制方面，研制的各类型铸造高温合金总数超过20种，占我国铸造高温合金牌号30%以上，军品母合金市场占有率超过30%。生产的母合金包括等轴晶、定向凝固合金和单晶合金，其中等轴晶包括：K213（国家发明三等奖）、K4537（国家发明三等奖）、K418、K418B、K423、K423A、K424、K4002、K4202、K4169、K4648、K487、K414、K416、K4738、K480等；定向凝固合金包括：DZ424、DZ409；单晶包括：DD402（国家科技进步二等奖）、DD407、DD416。高纳公司目前建有完整的母合金、结构件和叶片中试生产线，分别在天津武清京津科技谷和北京永丰新材料产业基地，是国内产品线最丰富、最完整的单位之一，具备年产高品质铸造高温合金母合金2000吨和中小型高温合金精铸件15000件的产业规模为本项目铸件批产提供了坚实的资源支撑。

价格风险：本项目国内市场比较成熟，产品定位、技术成熟度、用户关系较好，风险较小。国际市场初步涉入，对客户需求需要进一步确认，以目前市场分析，不具备成本优势，需大幅提升技术成熟度，才有可能实现收支平衡，具有较大风险。

资金风险：本项目自筹资金来源有保证。

政策风险：我国将全面启动实施航空发动机和燃气轮机重大专项，突破“两机”关键技术，推动大型客机发动机、先进直升机发动机、重型燃气轮机等产品研发，初步建立航空发动机和燃气轮机自主创新的基础研究、技术与产品研发和产业体系。我国“十三五”国家战略性新兴产业发展规划中提出要推动新材料产业提质增效。面向航空航天、轨道交通、电力电子、新能源汽

车等产业发展需求，扩大高强轻合金、高性能纤维、特种合金、先进无机非金属材料、高品质特殊钢、新型显示材料、动力电池材料、绿色印刷材料等规模化应用范围。高温合金产品在其中都重要地位，属于国家鼓励的高精尖项目，政策风险较小。

另外，公司在生产过程中会产生废渣、废气、废水。虽然公司的生产工艺及技术能保证排放的污染物可以按照可研报告中所述达到国家规定的排放标准，但是随着社会公众环保意识的逐步增强，国家环保法律、法规对环境保护的要求将更加严格。如果国家环保政策有所调整，环保标准将会有所提高，故在设计时必须全面考虑对废渣、废气、废水处理设计能力，避免受此政策的影响。

综上所述，本项目建设过程中，不可避免的会遇到一定的风险，但可以预见，项目在公司及相关部门的努力下可以顺利实施。

7、组织机构和劳动定员

7.1 组织机构

该项目建设期间公司将组成项目经理部，负责组织项目的具体实施工作。项目建设前期由项目负责人牵头，主要技术负责人参与，组成项目筹建委员会，负责项目建设前期与有关部门以及施工方的沟通、协调；设备选型、招标、采购；以及人员的招聘、培训工作。

进入正常经营期，项目工作由项目负责人领导，下设生产部、技术部、市场运营部、质检部、综合保障部以及综合办公室。各个部门统一领导，协调完成工作。

7.2 劳动定员

本项目实行的主要为二班工作制，项目需各类工作人员为 340 人，详见下表。

号	岗位	工作班制	每班人员	人员需求	备注
	一、蜡模				
1	压蜡	二班制	7	14	
2	蜡处理	二班制	2	4	
3	修模	二班制	8	16	
4	组树	二班制	6	12	
5	检验	二班制	3	6	
6	其他	二班制	2	4	
	小计			56	
	二、制壳				
1	制壳	二班制	12	24	
2	配料	二班制	3	6	
3	脱蜡	二班制	5	10	
4	焙烧	二班制	7	14	
5	洗壳	二班制	3	6	
	小计			60	

	三、熔炼浇注				
1	熔炼	一班制	28	28	
2	配料	一班制	8	8	
	小计			36	
	四、后清理				
1	清理工作人员	二班制	38	76	
2	检测人员	二班制	15	30	
	小计			106	
	五、维修人员				
1	电工	二班制	6	12	
2	钳工	二班制	8	16	
	小计			28	
	六、技术人员	二班制	15	30	
	七、管理人员	二班制	4	8	
	八、其他服务人员等	二班制	8	16	
	合计			340	

7.3 人员培训

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。

人员主要由企业从社会招聘而得，对主要技术工人需通过预先代培训取得。加强对钛合金铸件产品的转化设计、工艺编制、设备维修保养、生产加工等各类人员进行集中培训。

(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）干部和管理人员培训

对干部和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。

8、项目建设实施计划

8.1 项目建设周期

据资金筹措和工程项目内容，本工程计划在 18 个月内(2019.5—2020.12 年)内完成，项目实施内容主要包括：前期工作(项目可研报告编制及批复)、设备考察&商务谈判、初步设计、施工图设计、工程施工、设备的采购&安装和调试、竣工验收及投产、正常生产。

8.2 项目实施安排

根据项目内容和分年度投资计划，实施进度建议如下表：

项目实施进度表

阶段	月	2019				2020			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	可研报告编制及审批		→						
2	设备考察、商务谈判		→						
3	初步设计		→						
4	施工图设计		→						
5	工程施工			→					
6	设备订购和安装调试				→				
7	竣工验收							→	
8	正常生产								→

项目计划 2019 年 5 月完成可行性研究报告，同年 6 月完成初步设计，7 月底完成施工图设计，8 月具备基建开工条件。2020 年 3 月具备设备安装调试条件，2020 年 12 月投产。2021 年达到 60%、2022 年达到 80%、2023 年达到 100%

9、工程建设项目招标方案

9.1 编制依据

- (1) 《中华人民共和国招标投标法》
- (2) 《必须招标的工程项目规定》
- (3) 国家计委《工程建设项目可行性研究报告增加招标内容和核准招标事项暂行规定》
- (4) 国防科技工业固定资产投资项目管理规定
- (5) 《国防科技工业固定资产投资项目招标投标管理暂行办法实施细则》

9.2 招标内容和范围

9.2.1 招标内容

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令 16 号《必须招标的工程项目规定》规定中的范围和标准确定，根据规定工程项目达到下列标准之一的部分，必须进行招标：

- (一) 施工单项合同估算价在 400 万元人民币以上；
- (二) 重要设备、材料等货物的采购，单项合同估算价在 200 万元人民币以上；
- (三) 勘察、设计、监理等服务的采购，单项合同估算价在 100 万元人民币以上。

同一项目中可以合并进行的勘察、设计、施工、监理以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购，合同估算价合计达到前款规定标准的，必须招标。

本项目新增生产设备、运输设备等共计 176 台(套)，大部分单价小于 200 万元，少部分设备单价大于 200 万必须采用公开招标方式采购，招标设备详见新增主要设备清单及招标情况表。

9.2.2 招标组织形式

项目招标组织形式采用委托招标，委托具备相应资质和条件的招标代理机构组织招标。

9.3 招标方式

根据规定，应首先采用公开招标方式。

10、投资估算与资金筹措方案

10.1 投资估算编制依据

- (1) 钢研大慧投资有限公司与中国联合工程有限公司签订的工程咨询合同
- (2) 《山东省建筑工程消耗量定额》（2016 版）
- (3) 《山东省安装工程消耗量定额》（2016 版）
- (4) 《山东省市政工程消耗量定额》（2016 版）
- (5) 2019 年 2 月青岛市造价信息
- (6) 国防科技工业固定资产投资项目可行性研究报告编制规定
- (7) 招标代理服务费依据国家计委计价格[2002]1980 号文
- (8) 可研编制费依据国家计委计价格[1999]1283 号文
- (9) 工程保险费参照现行保险费率政策估算
- (10) 建设单位管理费依据国家财政部财建[2016]504 号文
- (11) 勘察设计收费、招标代理服务费、环境影响评价费、前期工作咨询费、工程监理收费依据关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知（发改价格〔2015〕299 号）精神按参考原标准和市场竞争成交价等情况根据原标准进行下浮估算
- (12) 企业提供的有关投资及财务资料
- (13) 现行国家有关投资的财税政策文件
- (14) 各公用、工艺专业提供的资料、说明

10.2 编制说明

10.2.1 项目概况

本估算是钢研高纳科技股份有限公司在青岛投资建设的航空高温合金精密铸造项目可研阶段的总投资估算，项目建设期 1.5 年，项目建设地点位于项目建设场地位于青岛胶东临空经济示范区北区，智慧大道与沈海高速连接线交叉口西南角，项目征地面积 180.0988 亩，地块北侧为和顺路，南靠和平路，

东侧为智慧大道，西边为智新路，工程新建航空高温合金精密成型车间（含空压站、车间变电所、循环冷却站、废水处理站等公辅设施）、35kV 降压站、食堂、倒班宿舍、门卫及室外道路及室外露天跨、厂区管网系统、绿化、围墙、大门等，在另外地块建设办公楼，新建建筑面积 36581m²。其中包括：1 栋单层成型车间建筑面积 23949m²；1 栋三层办公楼建筑面积 4512 m²；1 栋三层食堂 1350 m²；1 栋五层倒班宿舍建筑面积 5400m²；3 栋单层门卫建筑面积 74 m²。以上工程内容由项目平台公司负责建设，完成后租赁给本项目使用，本项目仅新增 50kg 三室真空感应炉、500kg 三室真空炉、1500mm 烤壳炉、150t 中温压蜡机、蜡处理设备、脱蜡釜、焙炉、车床、铣床、检漏仪、射线机、三坐标测量机、行车等生产工艺设备 176 台（套）及其安装,全为国产设备，完成后使之形成年产航空机匣、支板、扩压器 300 套、国际宇航机匣铸件 200 套、中小型结构件及调节片 450 件的生产能力。项目完成达产后年新增销售收入可达到 45265 万元（不含税）。项目估算结果的新增固定资产投资 14222 万元（投资不含租赁方投入的加工设备及安装，含增值税），新增铺底流动资金 3725 万元。按铺底流动资金计算的合计报批总投资 17947 万元。按项目评价计算的总投入为 26638 万元，其中流动资金 12416 万元。

10.2.2 编制范围及编制方法

（1）建筑工程

主要建筑工程根据设计方案估算主要工程量，依据近期类似工程造价指标，包括一般土建工程、给排水工程、通讯弱电、消防、配电照明工程和暖通动力工程等安装工程费用。一般工程根据类似工程造价指标估算，设备基础等特构费用分车间按设备价格的 2.5%估算。该部分由平台公司出资建设。

（2）建筑设备及安装工程

指独立发挥作用的变电所、降压站、空压站、冷却站、废水站、制冷站采暖调压站等公用设施。设备价格依据现行市场价格或询价估算，设备安装费根据近期的类似工程造价估算。该部分由平台公司出资建设。

（3）工艺设备

工艺设备概算根据主要设备明细表逐台计价，其中国内通用设备根据现行价或询价计价，通用非标准设备根据通用非标准设备价格估算办法计价，进口设备外币统一折算成美元计，进口设备通过第三方国内公司采购，支付人民币。设备购置增值税在生产环节进行抵扣，设备清单中的价格为含税价。设备运杂费、安装费及基础费按占设备原价的百分比计算，其中国产设备运杂费2.5%，设备基础费用列在建筑工程投资中。设备原价详见各“工艺设备清单”。

车间的工器具按设备购置费的1.5%估算，工装模具及夹具分年摊入成本不计入投资。

(4) 其他费用

其他费用依据建设项目概算编制办法、各项概算指标及地方和国家的有关规定计算，其中基本预备费按5%估算，未计价差预备费。其他费用详见“其他费用估算表”。

10.3 建设项目总投资及投资构成

10.3.1 固定资产投资

根据工程内容新增建设投资估算编制结果为14222万元，具体构成如下：

序号	项 目	金额（万元）	占百分比
1	建筑工程	0.00	0.00%
2	设备购置费	11573.67	81.38%
3	设备安装费	341.90	2.40%
4	其他费用	1628.76	11.45%
5	预备费	677.22	4.76%
6	建设期利息	0.00	0.00%
	合计	14221.55	100.00%

项目投资预计形成设备固定资产11732万元（含分摊，不含设备购置增值税），软件无形资产863万元（不含增值税），待摊销其他资产（含临时设施费、联合试运转费、可研编制费、生产准备费等，不含增值税）180万

元，另外固定资产购建过程中的增值税 1446 万元生产期抵扣销售增值税而未形成资产。详见“工程投资估算表”、“折旧及摊销计算表”。

10.3.2 流动资金投资

采用详细估算法计算流动资金需要量，并考虑企业项目完成后生产的特点进行测算，各项占用的流动资金的年周转天数按如下考虑，应收及预付账款按 30 天计，现金按 40 天计，原材料及外购件按 40 天计，燃料动力按 40 天计，在产品按 40 天计，产成品按 40 天计、应付及预收账款按 30 天计，经计算达产年项目需新增流动资金 12416 万元，其中铺底流动资金 3725 万元（按流动资金的 30%计）。

10.3.3 项目利用其他资产情况

本项目除新增投资外还利用平台公司投资有限公司投资建设的土地、厂房、公用设备设施，该部分资产作为租赁计，以成本形式计入项目成本，按租用资产投资的回报 8%估算年租金约 1520 万元（含税）。

10.3.4 项目总投资

新增固定资产投资为 14222 万元，流动资金为 12416 万元，其中铺底流动资金 3725 万元。按铺底流动资金计算的项目报批新增总投资为 17947 万元，按项目财务评价计算的总投资为 26638 万元，其中新增流动资金 12416 万元。

10.3.5 分年度投资计划

根据项目具体情况及实施计划，确定建设期为 18 个月，因此固定资产投资在未来两年内投入，对应为 2019 年和 2020 年，铺底流动资金根据生产需要在生产期逐年投入。

分年度投资计划详见“项目新增投资及资金筹措表”。

10.4 资金筹措方式与项目资本金

10.4.1 融资组织形式

本项目的融资主体为钢研高纳股份有限公司青岛公司（或项目公司），并由其具体负责项目的实施，本项目按既有法人融资项目计算。

10.4.2 项目新增总投资及资金筹资方案

项目新增固定资产投资 14222 万元，项目所需流动资金为 12416 万元，共计需筹集资金 26638 万元，来源为：

(1) 企业自有资金出资 17947 万元（含地方补助或返还奖励资金）。自有资金中 14222 万元投入固定资产投资、3725 万元作为铺底流动资金。

(2) 债务资金，项目资金不足部分申请银行借款，本项目申请银行短期流动资金借款 8691 万元。

以上投资作为项目资本金的自有资金占项目新增总投入资金的 67.5%。

10.4.3 项目资本金

参照国家规定，项目企业新增资本金的最低限度=项目新增总投资×国家规定比例(20%)=(14222+12416×30%)×20%=3589 万元。

项目新增资本金 17947 万元，项目资本金占上报项目的总投资比例符合国家最低限要求。

项目总投资使用计划与资金筹措见“项目新增投资及资金筹措表”。

10.5 投资估算表

见附表 14.1

10.6 有关问题的说明

(1) 根据计投资 [1999] 1340 号文件精神涨价预备费暂按 0%计。

(2) 根据国税发 [1994] 021 号文投资方向调节税按零税率计算。

(3) 项目未计用地范围外的水、电、气、通讯、道路、排水、排污等接线等费用，该项费用由当地开发区负担，项目未计燃气、供暖的配套费。

(4) 由于项目投资未包含建筑工程及土地等，故未计算项目的投资强度，但从大慧投资合计的金额看已大大超过国土资发[2008]24 号文的最低用地标准。

11、项目经济效益初步预测

11.1 项目说明

本项目财务评价按照国家发改委《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）的有关规定进行编制，按新设企业模式进行本次财务评价。项目建设按 18 个月计，计算期按 12 年计，项目 2023 年开始为达产期，项目定员按 340 人计，基准收益按方法与参数第三版公布的专家调查结果参考企业承压测试自有资金的回报率，项目的折现率按 13%计。

11.2 产品成本估算

产品成本估算根据同类企业的生产组织形式及物料供应方式和渠道，按产品的消耗定额估算直接成本，参考现有同类企业的费用标准并考虑完成后的水平估算间接成本，详述如下：

（1）原材料费用根据生产纲领的单位产品所需的原材料、外购件的规格、数量和相应市场价格进行估算，燃料动力费用根据生产纲领的年消耗的燃料动力数量和市场价格估算；达产年外购原材料及外协费用详见下表：

序号	品名	单位	年用量	采购均价（万元/单位）	合价
一	主要原材料				
1	K4169 母合金	吨	150	20	3000
2	K424 母合金	吨	600	25	15000
3	K4648 母合金	吨	100	19	1900
4	JG4246A	吨	30	30	900
5	K4738	吨	50	22	1100
6	其它合金材料	吨	50	20	1000
	小计				22900
二	辅助材料				
1	蜡料	吨	120	6	720
2	模壳材料	吨	300	1.5	450
3	硅溶胶	吨	150	1.2	180
4	预制坩埚	个	2640	0.1	264

5	耐火材料	吨	10	0.8	8
6	砂轮片, 刀具	个	10000	0.006	60
7	陶芯	个	10000	0.05	500
8	其它辅材	批	12	5	60
	小计				2242
三	回收废料				
	小计				4794.50
	材料成本 (一+二-三)				20347.50
	其中增值税				2340.86
	不含税成本				18006.63
四	委外成本 (按收入的 8% 计)				3621.24
	原材料、外协外购成本				21627.87

外委成本主要包括检测测试、热等静压加工、部分机加工等

燃料动力成本

序号	项目名称	单位	年用量	单价 (元)	合价 (万元)
1	电	kW.h	16000000	0.80	1280.00
2	天然气	m ³	19000.00	3.80	7.22
3	氩气	t	50.00	2500.00	12.50
4	新鲜水	m ³	95000.00	4.00	38.00
5	变压器基本电费	kVA/月	20000.00	28.00	672.00
	合计				2009.72
	不含税成本				1778.51

(2) 工资及附加按项目定员 12 万元/人计算 (含职工福利费及五险一金);

(3) 折旧费: 机器设备按综合折旧率 9.5 计;

(4) 修理费按固定资产原值的 2% 提取;

(5) 摊销费: 软件无形资产按 10 年摊销, 其他待摊资产按 5 年摊销;

(6) 财务费用: 按人民银行公布的基准利率计算, 本项目无长期借款, 流动资金借款一律按 4.35 % 计;

(7) 其他费用是为了便于项目评价的计算, 将制造费用、管理费用和销售费用作了适当归并后计入, 即将制造费用、管理费用和销售费用中的折旧、摊销、修理、工资及附加等费用剔除后, 按所占销

售收入、人工费或营业成本比例等指标进行估算，其中其他制造费用含模具摊销费。

详见“项目折旧及摊销计算表”、“项目总成本费用估算表”。

经测算达产后正常年（按第 8 年数据）项目的总成本为 37813 万元，其中固定成本为 7465 万元，可变成本为 30348 万元。

11.3 销售收入、销售税金及利润估算

（1）销售收入按产品产量和预计的销售价计算，销售价格参考目前的市场价格确定，由于价格波动幅度大、频率高，按有一定竞争力的价格确定，其变动影响结果参考价格敏感分析结论。经计算达产正常年项目可实现销售收入 46150 万元（不含税），含税产值为 50370 万元。

（2）销售税金及附加包括城市维护建设税、教育费附加、地方教育费附加、水利建设基金、印花税等，城市维护建设税、教育费附加、地方教育费附加分别按增值税的 7%、3%和 2%提取，房产税、土地使用税等由出租企业支付，产品增值税按 13%，暂不考虑免税和退税，厂房租赁税率为 9%，进项税率按 13%计。固定资产购建增值税 1446 万元在资产投入使用后抵扣产品销售增值税。当地政府的税收地方分成部分返还暂不考虑，实际收到后计入营业外收益。

（3）企业所得税按应税所得额的 15%计（高新技术企业分公司可享受所得税优惠），盈余公积金按 10%在可供分配利润中提取。经计算正常年份项目企业新增的所得税为 1077 万元。

（4）其他业务利润、长期投资收益、营业外净支出等本项目都未预估算，废料收入按直接抵扣成本处理。

通过计算，达产年正常年份项目的年新增销售税金及附加为 2548 万元，其中增值税 2275 万元、城建税及教育费附加等 273 万元。达产年正常年份项目企业可实现的新增利润总额为 7180 万元。合计上交税金 3625 万元（不含个人所得税等）。

详见“项目销售收入及销售税金计算表”、“项目利润及利润分配表”。

11.4 财务盈利能力分析

(1) 静态盈利指标分析

$$\begin{aligned} \text{投资利润率} &= \frac{\text{利润总额}}{\text{总投资}} \times 100\% = \frac{7180}{14222+12416} \times 100\% \\ &= 26.95\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{投资利税率} &= \frac{\text{利税总额}}{\text{总投资}} \times 100\% = \frac{7180+2548}{14222+12416} \times 100\% \\ &= 36.52\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{总投资收益率} &= \frac{\text{息税前利润}}{\text{总投资}} \times 100\% = \frac{7180+378}{14222+12416} \times 100\% \\ &= 28.37\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{资本金净利率} &= \frac{\text{净利润}}{\text{项目资本金}} \times 100\% \\ &= \frac{6103}{14222+3725} \times 100\% = 34\% \end{aligned}$$

(2) 现金流量分析

财务基准收益率按 13%、项目计算期按 12 年计。根据“现金流量表”计算内部收益率、财务净现值和投资回收期。其结果如下：

项 目	全部投资		项目资本金
	税前	税后	
财务内部收益率 FIRR (%)	29.1	26.7	33.5
财务净现值 FNPV(i=13%) (万元)	16174	13026.8	15422.8
投资回收期 PT (年)	5.3	5.5	4.5

注：第 1 年对应 2019 年，投资回收期相应减去了 0.5 年。

详见“项目全部投资现金流量表”、“项目资本金现金流量表”。

11.5 清偿能力分析

清偿能力分析应是综合在整个企业的清偿能力之中，企业的清偿能力分析是依据借款偿还本息计算表、资金来源和运用表、资产负债表来计算资产负债率、流动比率、速动比率、利息备付率、偿债备付率等，以及通过固定资产投资借款偿还期来考察企业的财务状况及贷款的清偿能力。本项目的清偿能力分析，仅考虑新增投资情况。

本项目无长期借款，故未计算相关指标。

由“项目财务计划现金流量表”计算可以看出，项目在计算期各年收支能基本平衡，累计盈余资金未出现负值，不需另外短期借款，资金来源与运用相匹配。

由“资产负债表”计算可知，在计算期内，项目资产负债率最大为 27.68%，项目达产年以后迅速降低，流动比率在项目达产后大于 2.9，速动比率在项目达产后大于 1.95，项目各项指标尚可，当然以上分析及指标计算是假设在项目仅维持在封闭圈子内生产不进行另外的投资或发展的基础上测得，与实际运行情况有一定的差异。

11.6 不确定性分析

(1) 盈亏平衡分析

本期项目实施后，项目正常年份的固定成本为 7465 万元，可变成本为 30348 万元，据此计算盈亏平衡点如下：

$BEP(\text{生产能力利用率}) = \text{固定成本} \div (\text{销售收入} - \text{可变成本} - \text{销售税金附加}) = 7465 \div (45265 - 30348 - 273) = 51\%$ 。

计算结果表明，该项目只要达到设计能力的 51% 时，项目就可保本，进而即可盈利。从此指标看，企业边际盈利边际较大。

(2) 敏感性分析

在项目计算期内可能发生变化的主要因素有产品价格、经营成本和固定资产投资，同时产品价格、经营成本和固定资产投资的变化

会引起销售税金、所得税等其他指标的变化,对于各单因素变化 $\pm 20\%$ 范围内对财务内部收益率等指标的影响程度进行测算,其结果详见“项目敏感性分析表”。从表中可知影响企业效益最敏感的因素是产品销售价格,其次依次为经营成本、投资支出及产品产量。从表中可看出主要经营风险在于销售价格与经营成本。从盈亏平衡分析看盈亏平衡点不高,固定成本占比不高,因此,要实现预期的盈利能力和经济指标,但企业应做好产品的市场开拓,扩大规模,并加强内部管理、成本控制等工作。同时由于产品成本中涉及外购、采购的价格波动较大,因此需要密切关注上游供货单位成本和价格变动情况,做好风险防范准备,以降低项目的经营风险。

11.7 主要经济数据、指标及结论

通过以上分析可知,项目达产后正常年份可实现销售收入 45265 万元(不含税),实现利润总额 7180 万元,税后投资内部收益率为 26.7%,税后投资回收期为 5.5 年(含建设期),税后财务净现值($i=13\%$)为 13026.8 万元,盈亏平衡点为 51%。详见“项目主要经济数据和指标表”。

由此可见,项目经济效益较好,具有较强的抗风险能力,从财务上看项目是可行的,主要原因是本项目仅投资工艺设备及安装,基建投资按固定回报计入成本,增加了财务杠杆效应。另外,随着进入航空高温合金生产企业的增多,一定程度会增加行业的竞争激烈程度,企业要关注竞争对手及产品价格的变动,以做好应对措施。

附表：新增主要设备清单及招标情况表

序号	设备名称	主要技术（性能）指标或规格要求	单位	数量 共计	电容量 (kW)		设备购置费（万元、万美元）			招标情况	备注
					单台	共计	单价	合计	其中外汇		
	一、熔炼浇注工段										
1	三室真空感应炉	25kg	台	4	150	600	40	160		比质比价	
2	三室真空感应炉	50kg	台	6	150	900	80	480		比质比价	
3	三室真空炉	100Kg	台	3	200	600	200	600		公开招标	
4	三室真空炉	200Kg	台	2	300	600	300	600		公开招标	
5	三室真空炉	500kg	台	1	600	600	600	600		公开招标	
6	真空感应炉	10kg	台	1	100	100	10	10		比质比价	
7	快浇炉	10kg	台	2	150	300	90	180		比质比价	
8	烤壳炉	1500'1200'1000mm	台	2	230	460	30	60		比质比价	
9	烤壳炉	1000'800'800mm	台	2	180	360	25	50		比质比价	
10	烤壳炉除尘系统		台	1	7.5	7.5	12	12		比质比价	
11	AGV 输送小车	模壳输送额定载重：1000kg	台	1		0	30	30		比质比价	
12	熔炼辅助系统		套	1		0	25	25		比质比价	
13	电动单梁桥式起重机	Gn=5t S=16.5m Ho=9m	台	4	7.5	30	6	24		比质比价	
										比质比价	
	小计			30		4557.5		2831		比质比价	
										比质比价	
	二、蜡模工段									比质比价	
1	中温压蜡机	25T	台	7	10	70	35	245		比质比价	
2	中温压蜡机	50T	台	5	15	75	120	600		公开招标	
3	中温压蜡机	100T	台	2	15	30	180	360		比质比价	
4	中温压蜡机	150T	台	2	30	60	250	500		公开招标	
5	模头机	50T	台	2	15	30	60	120		比质比价	

6	智能模具加热箱	加热箱内腔尺寸：1800*1800*1300	台	1	50	50	60	60		比质比价	
7	蜡烟处理系统		台	1	5.5	5.5	15	15		比质比价	
8	在线检测和信息系统		台	1	50	50	200	200		公开招标	
9	自动仓储系统		台	1	50	50	300	300		公开招标	
10	蜡处理设备		台	2	10	20	10	20		比质比价	
11	电动单梁桥式起重机		台	2	3.5	7	6	12		比质比价	
12	AGV 输送小车	模具输送额定载重：1000kg	台	1		0	30	30		比质比价	
										比质比价	
	小计			27		447.5		2462		比质比价	
										比质比价	
	三、制壳工段									比质比价	
1	自动制壳线	50 挂架	套	1	50	50	300	300		公开招标	
	含：机械手									比质比价	
	滚桶淋砂机、浆料桶、预湿桶									比质比价	
	装载/卸载站									比质比价	
	悬挂链									比质比价	
	模壳管理系统									比质比价	
2	手工制壳线		套	2	30	60	35	70		比质比价	
	含：滚桶淋砂机、浆料桶、预湿桶									比质比价	
3	制壳线除尘系统		台	2	15	30	20	40		比质比价	
4	脱蜡釜	1500×1200×1000mm	台	2	240	480	50	100		比质比价	
5	脱蜡环保除尘系统		套	1	7.5	7.5	12	12		比质比价	
6	焙烧炉	1700×1500×1200mm	台	8	230	1840	30	240		比质比价	
7	焙烧炉	1400×1200×1000mm	台	2	180	360	25	50		比质比价	
8	焙烧炉除尘系统		套	1	7.5	7.5	12	12		比质比价	
										比质比价	

	小计		19		2835		824		比质比价
									比质比价
	四、清理后处理工段								比质比价
1	水力清壳机		台	4	25	100	10	40	比质比价
2	自动切割机		台	2	10	20	150	300	比质比价
3	车床		台	5	6	30	25	125	比质比价
4	铣床		台	5	6	30	20	100	比质比价
5	线切割机		台	10	5	50	5	50	比质比价
6	脱芯釜	直径 1500mm	台	2	140	280	200	400	公开招标
7	脱芯釜	直径 800mm	台	2	110	220	150	300	比质比价
7	脱芯釜除尘系统		套	1	7.5	7.5	12	12	比质比价
8	真空热处理炉	1500mm	台	3	250	750	150	450	比质比价
9	真空热处理炉	1000mm	台	5	230	1150	100	500	比质比价
10	试棒热处理炉		台	4	50	200	10	40	比质比价
11	喷砂机	1500mm	台	2	10	20	6.5	13	比质比价
	配：除尘系统		套	1	7.5	7.5	12	12	比质比价
12	喷砂机	1000mm	台	3	10	30	4	12	比质比价
	配：除尘系统		套	1	7.5	7.5	12	12	比质比价
13	氩弧焊机		台	7	5	35	10	70	比质比价
14	KBK 柔性悬挂吊车	Gn=500kg	台	2	5	10	6	12	比质比价
15	电动单梁桥式起重机	Gn=5t S=16.5m Ho=9m	台	2	7.5	15	6	12	比质比价
									比质比价
	小计			61		2962.5		2460	比质比价
									比质比价
	五、检测设备								比质比价
1	荧光线（大）		套	2	20	40	90	180	比质比价
2	荧光废液处理设施		套	1	15	15	35	35	比质比价
3	荧光线（小）			1	20	20	50	50	比质比价

4	射线机	320KV	台	7	10	70	70	490		比质比价	
5	射线机	450KV	台	3	10	30	100	300		比质比价	
6	三坐标测量机	3000×2000×1500mm	台	2	10	20	120	240		比质比价	
7	三坐标测量机	1200×900×700mm	台	3	10	30	100	300		比质比价	
8	矫形热压机		台	5	10	50	18	90		比质比价	
9	蓝光测量		台	5	2	10	40	200		比质比价	
10	激光打标机		台	3	5	15	10	30		比质比价	
11	型壳、金相分析系统		台	1	10	10	50	50		比质比价	
12	检漏仪		台	1			35	35		比质比价	
13	超声检测		台	3	5	15	8	24		比质比价	
14	氩气罐		套	1			30	30		比质比价	
15	其它		套	1			500	500		比质比价	
	小计			39		325		2554			
	合计			176		11135.5		11131			

附表 14.1-1

总投资估算表

单位：万元、万美元

序号	工程项目或费用名称	建筑面积或工程量			投资估算（万元、万美元）						备注
		新建	改造	单位	建筑工程费	工艺设备购置费	工艺设备安装费	其他费用	合计	含外汇	
	合计	0.00	0.00	平方米	0.00	11573.67	341.90	2305.98	14221.55	0.00	
	其中：增值税				0.00	1322.32	28.23	95.45	1446.00		
一	工程费用	0.00	0.00	平方米	0.00	11573.67	341.90	0.00	11915.57	0.00	
(一)	室内工程	0.00	0.00	平方米	0.00	11573.67	341.90	0.00	11915.57	0.00	
1	航空高温合金精密成型车间	0		平方米	0.00	11573.67	341.90		11915.57	0.00	
2	35kV 降压站	0		平方米	0.00	0.00	0.00		0.00		
3	门卫	0		平方米	0.00	0.00	0.00		0.00		
4	食堂	0		平方米	0.00	0.00	0.00		0.00		
5	办公楼	0		平方米	0.00				0.00		
6	倒班宿舍（2座）	0		平方米	0.00				0.00		
(二)	室外工程				0.00				0.00		
(三)	厂外工程								0.00		
二	工程建设其他费用							1628.76	1628.76		
1	土地费							0.00	0.00		
2	可行性研究编制费							26.37	26.37		
3	环境影响评价费							9.55	9.55		
4	节能评估费							5.79	5.79		
5	建设单位管理费							109.33	109.33		
6	工程监理费							85.02	85.02		
7	联合试运转费							59.58	59.58		
8	软件费							915.00	915.00		
9	设计费							177.09	177.09		

序号	工程项目或费用名称	建筑面积或工程量			投资估算（万元、万美元）						备注
		新建	改造	单位	建筑工程 费	工艺设备 购置费	工艺设备 安装费	其他费用	合计	含外汇	
10	办公生活家具购置费							102.00	102.00		
11	生产准备费							108.80	108.80		
12	招投标代理费							30.23	30.23		
三	基本预备费							677.22	677.22		
四	建设期利息							0.00	0.00		
	铺底流动资金								3724.66		
	总投资								17946.21	0.00	

附表 14.1-2

室内工程估算表

序号	工程名称	建筑面积（平方米）		建筑工程费（万元）				工艺设备 购置费	工艺设备 安装费	合计	备注
		新建	改造	土建及专 业工程费	建筑设备 购置费	建筑设备 安装费	小计				
	合计	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11573.67	341.90	11915.57	
	其中：增值税			0.00	0.00	0.00	0.00	1322.32	28.23	1350.55	
一	航空高温合金精密成型车间	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11573.67	341.90	11915.57	
(一)	工艺设备							11573.67	341.90	11915.57	
	国产新增设备							11404.28	341.90	11746.18	
	进口新增设备							0.00	0.00	0.00	
	改造设备							0.00	0.00	0.00	
	工器具及生产家具							169.40	0.00	169.40	
(二)	建筑工程			0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	

附表 14.1-3

其他费用估算表

序号	费用名称	收费依据	指标	计算基数	投资 (万元)	备注
	合计				2305.98	
	其中：增值税				95.45	
一	工程建设其他费用				1628.76	
1	可行性研究编制费	国家发改委发改价格〔2015〕299号、国家计委计价格〔1999〕283号文	按插值法计算	14221.55	26.37	6%税率
2	环境影响评价费	国家发改委发改价格〔2015〕299号、国家计委、建设部计价格〔2002〕125号文	按插值法计算	14221.55	9.55	6%税率
3	节能评估费	估算指标	0.05%	11573.67	5.79	6%税率
4	建设单位管理费	国家财政部财建〔2016〕504号文	分段累进	14221.55	109.33	
5	工程监理费	国家发改委发改价格〔2015〕299号	按插值法计算下浮	11915.57	85.02	6%税率
6	联合试运转费	工艺设备购置费	0.5%	11915.57	59.58	13%税率
7	软件费	询价	见清单		915.00	6%税率
8	设计费	国家计委计价格〔2002〕10号文	按插值法计算下浮	11915.57	177.09	6%税率
9	办公购置费	概算指标	0.30	340.00	102.00	13%税率
10	生产准备费	概算指标	0.32	340.00	108.80	6%税率
11	招投标代理费	国家计委计价格〔2002〕1980号文	分段累进		30.23	6%税率
二	预备费				677.22	
1	基本预备费	概算指标	5.0%	13544.33	677.22	

序号	费用名称	收费依据	指标	计算基数	投资 (万元)	备注
2	价差预备费					
三	建设期利息	中国人民银行基准利率	4.75%	0.00	0.00	

附表 14.1-5

工艺设备购置费及安装费计算表

序号	设备名称	数量 (台/ 套)	设备购置费单价								设备购置费		设备安装费		设备购置 费及安装 费合计	
			设备原价							国内运 杂费	小计	人民币	其中 美元	费率 (%)		投资
			人民币	其中美 元 CIF	关税	增值税	银行费 公司费	商检 费								
	合计	176	5497.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	130.77	5628.16	11573.67	0.00		341.90	11915.57
其中	新增国产设备	176	5330.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.26	5458.76	11404.28	0.00		341.90	11746.18
	新增进口设备	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
	改造设备															
	工器具及生产家具		166.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	169.40	169.40	0.00	0.00	0.00	169.40
	其中：增值税		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1322.32	0.00	0.00	28.23	1350.55
一	精铸厂房	176	5497.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	130.77	5628.16	11573.67	0.00		341.90	11915.57
(一)	新增设备	176	5330.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.26	5458.76	11404.28	0.00		341.90	11746.18
	一、熔炼浇注工段														0.00	0.00
1	三室真空感应炉 25kg	4	40							1.00	41.00	164.00	0.00	3.50	5.74	169.74
2	三室真空感应炉 50kg	6	80							2.00	82.00	492.00	0.00	3.50	17.22	509.22
3	三室真空炉 100kg	3	200							5.00	205.00	615.00	0.00	3.50	21.53	636.53
4	三室真空炉 200kg	2	300							7.50	307.50	615.00	0.00	3.50	21.53	636.53
5	三室真空炉 500kg	1	600							15.00	615.00	615.00	0.00	3.50	21.53	636.53
6	真空感应炉 10kg	1	10							0.25	10.25	10.25	0.00	3.50	0.36	10.61
7	快浇炉 10kg	2	90							2.25	92.25	184.50	0.00	3.50	6.46	190.96
8	烤壳炉 1500×1200×1000mm	2	30							0.75	30.75	61.50	0.00	3.50	2.15	63.65

序号	设备名称	数量 (台/ 套)	设备购置费单价							设备购置费		设备安装费		设备购置 费及安装 费合计	
			设备原价					国内运 杂费	小计	人民币	其中 美元	费率 (%)	投资		
			人民币	其中美 元 CIF	关税	增值税	银行费 公司费								商检 费
9	烤壳炉 1000×800×800mm	2	25						0.63	25.63	51.25	0.00	3.50	1.79	53.04
10	烤壳炉除尘系统	1	12						0.30	12.30	12.30	0.00	3.50	0.43	12.73
11	AGV 输送小车	1	30						0.75	30.75	30.75	0.00	3.50	1.08	31.83
12	熔炼辅助系统	1	25						0.63	25.63	25.63	0.00	3.50	0.90	26.52
13	电动单梁桥式起重 机 G=5t S=22.5m	4	6						0.15	6.15	24.60	0.00	3.50	0.86	25.46
	小计	30	1448.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.20	1484.20	2901.78	0.00		101.56	3003.34
	二、蜡模工段														
1	中温压蜡机(25t)	7	35						0.88	35.88	251.13	0.00	3.50	8.79	259.91
2	中温压蜡机(50t)	5	120						3.00	123.00	615.00	0.00	3.50	21.53	636.53
3	中温压蜡机(100t)	2	180						4.50	184.50	369.00	0.00	3.50	12.92	381.92
4	中温压蜡机(150t)	2	250						6.25	256.25	512.50	0.00	3.50	17.94	530.44
5	模头机	2	60						1.50	61.50	123.00	0.00	3.50	4.31	127.31
6	智能模具加热箱 1800*1800*1300 mm	1	60						1.50	61.50	61.50	0.00	3.50	2.15	63.65
5	蜡烟处理系统	1	15						0.38	15.38	15.38	0.00	3.50	0.54	15.91
6	在线检测和信息系统	1	200						5.00	205.00	205.00	0.00	3.50	7.18	212.18
7	自动仓储系统	1	300						7.50	307.50	307.50	0.00	3.50	10.76	318.26
8	蜡处理设备	2	10						0.25	10.25	20.50	0.00	3.50	0.72	21.22

序号	设备名称	数量 (台/ 套)	设备购置费单价							设备购置费		设备安装费		设备购置 费及安装 费合计	
			设备原价						国内运 杂费	小计	人民币	其中 美元	费率 (%)		投资
			人民币	其中美 元 CIF	关税	增值税	银行费 公司费	商检 费							
9	电动单梁桥式起重 机 Gn=5t S=22.5m Ho=7.2m	2	6						0.15	6.15	12.30	0.00	3.50	0.43	12.73
10	AGV 输送小车	1	30						0.75	30.75	30.75	0.00	3.50	1.08	31.83
	小计	27	1266.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.65	1297.65	2523.55	0.00		88.32	2611.87
	三、制壳工段														
1	自动制壳线 50 挂架	1	300						7.50	307.50	307.50	0.00	3.50	10.76	318.26
2	手工制壳线	2	35						0.88	35.88	71.75	0.00	3.50	2.51	74.26
3	制壳线除尘系统	2	20						0.50	20.50	41.00	0.00	3.50	1.44	42.44
4	脱蜡釜直径 1500×1200×1000mm	2	50						1.25	51.25	102.50	0.00	3.50	3.59	106.09
5	脱蜡环保除尘系统	1	12						0.30	12.30	12.30	0.00	3.50	0.43	12.73
6	焙烧炉直径 1700×1500×1200mm	8	30						0.75	30.75	246.00	0.00	3.50	8.61	254.61
7	焙烧炉直径 1400×1200×1000mm	2	25		0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	25.63	51.25	0.00	3.50	1.79	53.04
8	焙烧炉除尘系统	1	12		0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	12.30	12.30	0.00	3.50	0.43	12.73
	小计	19	484.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.10	496.10	844.60	0.00		29.56	874.16
	四、清理后处理工段														
1	水力清壳机	4	10						0.25	10.25	41.00	0.00	3.50	1.44	42.44
2	自动切割机	2	150						3.75	153.75	307.50	0.00	3.50	10.76	318.26
3	车床	5	25						0.63	25.63	128.13	0.00	3.50	4.48	132.61
4	铣床	5	20						0.50	20.50	102.50	0.00	3.50	3.59	106.09

序号	设备名称	数量 (台/ 套)	设备购置费单价							设备购置费		设备安装费		设备购置 费及安装 费合计	
			设备原价						国内运 杂费	小计	人民币	其中 美元	费率 (%)		投资
			人民币	其中美 元 CIF	关税	增值税	银行费 公司费	商检 费							
5	线切割机	10	5						0.13	5.13	51.25	0.00	3.50	1.79	53.04
6	脱芯釜直径 1500mm	2	200						5.00	205.00	410.00	0.00	3.50	14.35	424.35
7	脱芯釜直径 800mm	2	150						3.75	153.75	307.50	0.00	3.50	10.76	318.26
8	脱芯釜除尘系统	1	12						0.30	12.30	12.30	0.00	3.50	0.43	12.73
9	真空热处理炉 1500mm	3	150						3.75	153.75	461.25	0.00	3.50	16.14	477.39
10	真空热处理炉 1000mm	5	100						2.50	102.50	512.50	0.00	3.50	17.94	530.44
11	试棒热处理炉	4	10						0.25	10.25	41.00	0.00	3.50	1.44	42.44
12	喷砂机 1500mm	2	6.5						0.16	6.66	13.33	0.00	3.50	0.47	13.79
13	喷砂机 1000mm	3	4						0.10	4.10	12.30	0.00	3.50	0.43	12.73
14	喷砂机除尘系统	2	12						0.30	12.30	24.60	0.00	3.50	0.86	25.46
15	KBK 柔性悬挂吊车 Gn=500kg	2	6						0.15	6.15	12.30	0.00	3.50	0.43	12.73
16	氩弧焊机	7	10						0.25	10.25	71.75	0.00	3.50	2.51	74.26
17	电动单梁桥式起重 机 Gn=5t S=22.5m Ho=9m	2	6						0.15	6.15	12.30	0.00	3.50	0.43	12.73
	小计:	61	876.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.91	898.41	2521.50	0.00		88.25	2609.75
	五、检测设备														
1	荧光线 (大)	2	90						2.25	92.25	184.50	0.00	1.00	1.85	186.35
2	荧光废液处理设施	1	35						0.88	35.88	35.88	0.00	1.00	0.36	36.23
3	荧光线 (小)	1	50						1.25	51.25	51.25	0.00	1.00	0.51	51.76

序号	设备名称	数量 (台/ 套)	设备购置费单价							设备购置费		设备安装费		设备购置 费及安装 费合计	
			设备原价						国内运 杂费	小计	人民币	其中 美元	费率 (%)		投资
			人民币	其中美 元 CIF	关税	增值税	银行费 公司费	商检 费							
4	射线机 320KV	7	70						1.75	71.75	502.25	0.00	1.00	5.02	507.27
5	射线机 450KV	3	100						2.50	102.50	307.50	0.00	1.00	3.08	310.58
6	三座标测量机 3000×2000×1500mm	2	120						3.00	123.00	246.00	0.00	1.00	2.46	248.46
7	三座标测量机 1200×900×700mm	3	100						2.50	102.50	307.50	0.00	1.00	3.08	310.58
8	矫形热压机	5	18						0.45	18.45	92.25	0.00	1.00	0.92	93.17
9	蓝光测量	5	40						1.00	41.00	205.00	0.00	1.00	2.05	207.05
10	激光打标机	3	10						0.25	10.25	30.75	0.00	1.00	0.31	31.06
11	型壳、金相分析系统	1	50						1.25	51.25	51.25	0.00	1.00	0.51	51.76
12	检漏仪	1	35						0.88	35.88	35.88	0.00	1.00	0.36	36.23
13	超声检测	3	8						0.20	8.20	24.60	0.00	1.00	0.25	24.85
14	氩气罐	1	30						0.75	30.75	30.75	0.00	2.50	0.77	31.52
15	其它	1	500		0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	507.50	507.50	0.00	2.50	12.69	520.19
	小计	39	1256.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.40	1282.40	2612.85	0.00		34.20	2647.05
(二)	改造设备														
(三)	工器具及生产家具		166.89						2.50	169.40	169.40				169.40
	合计	176	5497.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	130.77	5628.16	11573.67	0.00		341.90	11915.57
其中	新增国产设备	176	5330.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.26	5458.76	11404.28	0.00		341.90	11746.18
	新增进口设备														
	改造设备														
	工器具及生产家具	0	166.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	169.40	169.40	0.00		0.00	169.40

序号	设备名称	数量 (台/ 套)	设备购置费单价							设备购置费		设备安装费		设备购置 费及安装 费合计	
			设备原价						国内运 杂费	小计	人民币	其中 美元	费率 (%)		投资
			人民币	其中美 元 CIF	关税	增值税	银行费 公司费	商检 费							
	增值税								0.00	1322.32			28.23	1350.55	

附表 14.1-6

项目流动资金估算表													
													单位:万元
序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	流动资产	0	0	8852	11671	14366	14366	14366	14366	14366	14366	14366	14366
1	应收及预付账款	0	0	1884	2465	3019	3019	3019	3019	3019	3019	3019	3019
2	存货	0	0	6188	8178	10102	10102	10102	10102	10102	10102	10102	10102
3	现金	0	0	779	1028	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244
4	其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
二	流动负债	0	0	1170	1560	1951	1951	1951	1951	1951	1951	1951	1951
1	应付及预收账款	0	0	1170	1560	1951	1951	1951	1951	1951	1951	1951	1951
2	其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
三	流动资金需要量	0	0	7681	10110	12416	12416	12416	12416	12416	12416	12416	12416
四	原有流动资金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	其中:流动资金借款	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
五	新增流动资金	0	0	7681	10110	12416	12416	12416	12416	12416	12416	12416	12416
	其中:流动资金借款	0	0	5377	7077	8691	8691	8691	8691	8691	8691	8691	8691
六	新增流动资金当年增加额	0	0	7681	2429	2305	0	0	0	0	0	0	0
	其中:流动资金借款	0	0	5377	1700	1614	0	0	0	0	0	0	0
七	流动资金借款利息	0	0	234	308	378	378	378	378	378	378	378	378

附表 14.1-7

项目新增投资及资金筹措表									
单位:万元									
序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	合计
一	新增投资	4800	9422	7681	2429	2305	0	0	26637
1	建设投资	4800	9422	0	0	0	0		14222
	其中:建设期利息	0	0	0	0	0	0	0	0
2	流动资金	0	0	7681	2429	2305	0	0	12416
二	资金筹措	4800	9422	7681	2429	2305	0	0	26637
1	自有资金	4800	9422	2304	729	692	0	0	17946
	其中:用于流动资金	0	0	2304	729	692	0	0	3725
2	借款	0	0	5377	1700	1614	0	0	8691
2.1	长期借款	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	流动资金借款	0	0	5377	1700	1614	0	0	8691

附表 14.4-1

项目折旧及摊销计算表													
													单位:万元
序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	固定资产												
1	原有固定资产原值	0											
2	原有固定资产净值	0											
3	新增固定资产原值	0	0	11732	0	0							
	厂房	0	0	0	0	0							
	设备	0	0	11732	0	0							
4	固定资产原值累计	0	0	11732	11732	11732	11732	11732	11732	11732	11732	11732	11732
5	折旧费	0	0	1115	1115	1115	1115	1115	1115	1115	1115	1115	1115
6	净值	0	0	10618	9503	8388	7274	6159	5045	3930	2816	1701	587
二	无形资产												
1	新增无形资产累计	0	0	863	863	863	863	863	863	863	863	863	863
2	摊销费	0	0	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
3	净值	0	0	777	691	604	518	432	345	259	173	86	0
三	其他资产												
1	递延资产	0	0	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
2	摊销费	0	0	36	36	36	36	36	0	0	0	0	0
3	净值	0	0	144	108	72	36	0	0	0	0	0	0

附表 14.4-2

项目总成本费用估算表													
													单位:万元
序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	原材料及外购外协件	0	0	12977	17302	21628	21628	21628	21628	21628	21628	21628	21628
2	燃料动力	0	0	1067	1423	1779	1779	1779	1779	1779	1779	1779	1779
3	工资及附加	0	0	2652	3468	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080	4080
4	修理费	0	0	164	211	235	235	235	235	235	235	235	235
5	折旧费	0	0	1115	1115	1115	1115	1115	1115	1115	1115	1115	1115
6	摊销费	0	0	122	122	122	122	122	86	86	86	86	86
7	财务费用	0	0	234	308	378	378	378	378	378	378	378	378
8	租赁费			1394	1394	1394	1394	1394	1394	1394	1394	1394	1394
9	其他费用	0	0	4358	5781	7118	7118	7118	7118	7118	7118	7118	7118
	其中：其他制造费用	0	0	1419	1886	2336	2336	2336	2336	2336	2336	2336	2336
	其他管理费用	0	0	2667	3533	4329	4329	4329	4329	4329	4329	4329	4329
	其他销售费用	0	0	272	362	453	453	453	453	453	453	453	453
9	总成本费用	0	0	24083	31125	37849	37849	37849	37813	37813	37813	37813	37813
	其中：固定成本	0	0	5232	6483	7501	7501	7501	7465	7465	7465	7465	7465
	变动成本	0	0	18851	24642	30348	30348	30348	30348	30348	30348	30348	30348
10	经营成本	0	0	22612	29580	36234	36234	36234	36234	36234	36234	36234	36234

注：1.其他制造费用含模具的摊销。

2.固定成本包括折旧费、摊销费、财务费用、工资及附加、其他制造费用的 18%、其他管理费用的 32%，其他计入可变成本。

附表 14.4-3

项目销售收入及销售税金计算表													
单位:万元													
序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	产量(件)												
1	机匣			180	240	300	300	300	300	300	300	300	300
2	国际宇航			120	160	200	200	200	200	200	200	200	200
3	中小型结构件及调节片			270	360	450	450	450	450	450	450	450	450
二	销售收入(不含税)	0	0	27159	36212	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265
1	机匣	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	国际宇航	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	中小型结构件及调节片	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
三	销售税金	0	0	0	2002	2548	2548	2548	2548	2548	2548	2548	2548
1	增值税	0	0	0	1788	2275	2275	2275	2275	2275	2275	2275	2275
	销项税	0	0	3531	4708	5885	5885	5885	5885	5885	5885	5885	5885
	进项税	0	0	2223	2920	3609	3609	3609	3609	3609	3609	3609	3609
	采购设备的进项税		0	1446	0	0	0	0	0	0	0		
2	城市维护建设税	0	0	0	125	159	159	159	159	159	159	159	159
3	教育费附加	0	0	0	89	114	114	114	114	114	114	114	114
4	其他流转税(房产税及土地使用税)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

附表 14.4-4

项目利润及利润分配表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
1	销售收入	0	0	27159	36212	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265	425496
2	销售税金	0	0	0	2002	2548	2548	2548	2548	2548	2548	2548	2548	22389
2.1	增值税及营业税	0	0	0	1788	2275	2275	2275	2275	2275	2275	2275	2275	19990
2.2	销售税金附加	0	0	0	215	273	273	273	273	273	273	273	273	2399
3	总成本费用	0	0	24083	31125	37849	37849	37849	37813	37813	37813	37813	37813	357820
4	营业外净支出(退税)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	利润总额(1-2.2-3)	0	0	3076	4873	7143	7143	7143	7180	7180	7180	7180	7180	65277
	应纳税所得额	0	0	3076	4873	7143	7143	7143	7180	7180	7180	7180	7180	65277
6	所得税	0	0	461	731	1072	1072	1072	1077	1077	1077	1077	1077	9792
7	税后利润	0	0	2615	4142	6072	6072	6072	6103	6103	6103	6103	6103	55486
8	支付股利	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	可供分配利润	0	0	2615	4142	6072	6072	6072	6103	6103	6103	6103	6103	55486
10	盈余公积金	0	0	261	414	607	607	607	610	610	610	610	610	5549
11	累计储备与发展基金	0	0	261	676	1283	1890	2497	3108	3718	4328	4938	5549	
12	未分配利润	0	0	2353	3728	5465	5465	5465	5492	5492	5492	5492	5492	49937
13	累计未分配利润	0	0	2353	6081	11546	17011	22475	27968	33460	38952	44445	49937	
14	偿还长期借款	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0

附表 14.4-5

项目全部投资现金流量表

单位:万元

序	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
一	现金流入													
1	销售收入	0	0	27159	36212	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265	425496
2	固定资产残值回收										0	0	587	587
3	无形资产净值												0	0
4	流动资金回收										0	0	12416	12416
	流入小计	0	0	27159	36212	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265	58268	438498
二	现金流出													
1	建设投资	4800	9422	0	0									14222
2	流动资金	0	0	7681	2429	2305	0	0						12416
3	经营成本	0	0	22612	29580	36234	36234	36234	36234	36234	36234	36234	36234	342064
4	销售税金附加	0	0	0	215	273	273	273	273	273	273	273	273	2399
5	营业外净支出(出口退税)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	调整所得税	0	0	497	777	1128	1128	1128	1134	1134	1134	1134	1134	10327
7	资产购建增值税抵扣	0	0	-1446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1446
	流出小计	4800	9422	29344	33001	39941	37635	37635	37641	37641	37641	37641	37641	379981
三	净现金流量	-4800	-9422	-2185	3212	5325	7630	7630	7625	7625	7625	7625	20627	58517
四	累计净现金流量	-4800	-14222	-16406	-13195	-7870	-240	7391	15015	22640	30265	37890	58517	
五	所得税前净现金流量	-4800	-9422	-3134	3989	6453	8758	8758	8758	8758	8758	8758	21761	67397
六	所得税前累计净现金流量	-4800	-14222	-17356	-13367	-6914	1844	10603	19361	28120	36878	45637	67397	
七	净现值 NPV(i=13%)	13026.8 (税后)			16174.0 (税前)									
八	投资回收期(a)	5.5 (税后)			5.3 (税前)									
九	内部收益率(IRR)	26.7% (税后)			29.1% (税前)									

附表 14.4-6

项目资本金现金流量表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
一	现金流入													
1	销售收入	0	0	27159	36212	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265	425496
2	固定资产残值回收										0	0	587	587
3	无形资产净值												0	0
4	流动资金回收										0	0	12416	12416
	流入小计	0	0	27159	36212	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265	58268	438498
二	现金流出													
1	自有资金	4800	9422	2304	729	692	0	0						17946
2	借款本金偿还	0	0	0	0	0	0	0					8691	8691
3	借款利息支付	0	0	234	308	378	378	378	378	378	378	378	378	3566
4	经营成本	0	0	22612	29580	36234	36234	36234	36234	36234	36234	36234	36234	342064
5	销售税金附加	0	0	0	215	273	273	273	273	273	273	273	273	2399
6	营业外净支出(出口退税)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	所得税	0	0	461	731	1072	1072	1072	1077	1077	1077	1077	1077	9792
8	资产购建增值税抵扣	0	0	-1446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1446
	流出小计	4800	9422	24166	31562	38648	37957	37957	37962	37962	37962	37962	46653	383012
三	净现金流量	-4800	-9422	2993	4650	6617	7309	7309	7303	7303	7303	7303	11615	55486
四	累计净现金流量	-4800	-14222	-11228	-6578	39	7348	14657	21960	29264	36567	43871	55486	
五	净现值 NPV(I=13%)	15422.8												
六	投资回收期(a)	4.5												
七	内部收益率(IRR)	33.5%												

附表 14.4-7

项目财务计划现金流量表														单位:万元
序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
1	经营活动净现金流量	0	0	4086	5687	7687	7687	7687	7682	7682	7682	7682	7682	71241
1.1	现金流入	0	0	30690	40920	51150	51150	51150	51150	51150	51150	51150	51150	480810
1.1.1	营业收入	0	0	27159	36212	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265	45265	425496
1.1.2	增值税销项税	0	0	3531	4708	5885	5885	5885	5885	5885	5885	5885	5885	55314
1.1.3	设备购置增值税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.4	其他收入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2	现金流出	0	0	26604	35233	43463	43463	43463	43468	43468	43468	43468	43468	409569
1.2.1	经营成本	0	0	22612	29580	36234	36234	36234	36234	36234	36234	36234	36234	342064
1.2.2	增值税进项税	0	0	2223	2920	3609	3609	3609	3609	3609	3609	3609	3609	34016
1.2.3	营业税金及附加	0	0	0	215	273	273	273	273	273	273	273	273	2399
1.2.4	增值税	0	0	1307	1788	2275	2275	2275	2275	2275	2275	2275	2275	21298
1.2.5	所得税	0	0	461	731	1072	1072	1072	1077	1077	1077	1077	1077	9792
1.2.6	其他流出													0
2	投资活动净现金流量	-4800	-9422	-7681	-2429	-2305	0	0	0	0	0	0	13002	-13635
2.1	现金流入												13002	13002
2.2	现金流出	4800	9422	7681	2429	2305	0	0						26637
2.2.1	建设投资	4800	9422	0	0	0	0	0						14222
2.2.2	维持运营投资			0										0
2.2.3	流动资金	0	0	7681	2429	2305	0	0						12416
2.2.4	其他流出													0
3	筹资活动净现金流量	4800	9422	7447	2121	1927	-378	-378	-378	-378	-378	-378	-9069	14380
3.1	现金流入	4800	9422	7681	2429	2305	0	0	0	0	0	0	0	26637
3.1.1	项目资本金投入	4800	9422	2304	729	692	0	0						17946
3.1.2	建设投资借款	0	0	0	0	0	0	0						0
3.1.3	流动资金借款	0	0	5377	1700	1614	0	0						8691

项目财务计划现金流量表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
3.1.4	其他流入	0	0	0										0
3.2	现金流出	0	0	234	308	378	378	378	378	378	378	378	9069	12257
3.2.1	各种利息支出	0	0	234	308	378	378	378	378	378	378	378	378	3566
3.2.2	偿还债务本金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8691	8691
3.2.3	应付利润	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2.4	其他流出													0
4	净现金流量	0	0	3852	5379	7309	7309	7309	7303	7303	7303	7303	11615	71986
5	累计盈余资金	0	0	3852	9230	16539	23848	31157	38461	45764	53068	60371	71986	

注：最后一年由于固定资产及无形资产余值回收及流动资产处置，现金流量表的累计盈余资金应在资产负债表的基础上加资产回收减流动资金借款归还。

附表 14.4-8

项目资产负债表													
单位:万元													
序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	资产	4800	14222	24242	31203	39970	46042	52114	58217	64319	70422	76525	82627
1	流动资产	0	0	12703	20901	30905	38214	45523	52827	60130	67434	74737	82041
1.1	应收账款	0	0	1884	2465	3019	3019	3019	3019	3019	3019	3019	3019
1.2	存货	0	0	6188	8178	10102	10102	10102	10102	10102	10102	10102	10102
1.3	现金	0	0	779	1028	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244
1.4	累计盈余资金	0	0	3852	9230	16539	23848	31157	38461	45764	53068	60371	67675
2	在建工程	4800	14222	0	0								
3	固定资产净值	0	0	10618	9503	8388	7274	6159	5045	3930	2816	1701	587
4	无形资产净值	0	0	777	691	604	518	432	345	259	173	86	0
5	递延资产净值	0	0	144	108	72	36	0	0	0	0	0	0
二	负债及所有者权益	4800	14222	24242	31203	39970	46042	52114	58217	64319	70422	76525	82627
1	流动负债	0	0	6547	8638	10641	10641	10641	10641	10641	10641	10641	10641
1.1	应付账款	0	0	1170	1560	1951	1951	1951	1951	1951	1951	1951	1951
1.2	流动资金借款	0	0	5377	7077	8691	8691	8691	8691	8691	8691	8691	8691
2	长期负债	0	0	0	0	0	0						
3	负债合计	0	0	6547	8638	10641	10641	10641	10641	10641	10641	10641	10641
4	所有者权益	4800	14222	17695	22565	29329	35401	41473	47575	53678	59781	65883	71986
4.1	自有资金或实收资本	4800	14222	15080	15809	16500	16500	16500	16500	16500	16500	16500	16500
4.2	累计盈余公积金	0	0	261	676	1283	1890	2497	3108	3718	4328	4938	5549
4.3	累计未分配利润	0	0	2353	6081	11546	17011	22475	27968	33460	38952	44445	49937
指标	资产负债率	0.00%	0.00%	27.01%	27.68%	26.62%	23.11%	20.42%	18.28%	16.54%	15.11%	13.91%	12.88%
	流动比率	0.00	0.00	1.94	2.42	2.90	3.59	4.28	4.96	5.65	6.34	7.02	7.71
	速动比率	0.00	0.00	1.00	1.47	1.95	2.64	3.33	4.01	4.70	5.39	6.07	6.76

附表 14.4-9

项目敏感性分析表										
单位:万元										
因素	经济指标	变化幅度								
		-20.0%	-15.0%	-10.0%	-5.0%	0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%
产量	内部收益率 IRR	20.6%	22.1%	23.7%	25.2%	26.7%	28.2%	29.6%	31.1%	32.5%
	净现值 NPV(i=13%)	7083	8569	10055	11541	13026.8	14513	15999	17484	18970
	投资回收期(年)	6.90	6.65	6.42	6.22	6.03	5.87	5.71	5.58	5.45
投资	内部收益率 IRR	31.3%	30.0%	28.8%	27.7%	26.7%	25.7%	24.8%	23.9%	23.1%
	净现值 NPV(i=13%)	15352.0	14770.7	14189.4	13608.1	13026.8	12445	11864	11283	10702
	投资回收期(年)	5.66	5.75	5.85	5.94	6.03	6.12	6.22	6.31	6.40
经营成本	内部收益率 IRR	52.6%	46.4%	40.1%	33.5%	26.7%	19.5%	11.9%	3.7%	-5.3%
	净现值 NPV(i=13%)	41118.1	34095.2	27072.4	20049.6	13026.8	6004	-1019	-8042	-15065
	投资回收期(年)	4.22	4.50	4.89	5.37	6.03	7.11	9.17	11.53	
售价	内部收益率 IRR	-13.7%	-1.9%	8.5%	17.9%	26.7%	34.9%	42.8%	50.4%	57.7%
	净现值 NPV(i=13%)	-21008	-12499	-3991	4518	13026.8	21535	30044	38553	47062
	投资回收期(年)			10.74	7.43	6.03	5.26	4.71	4.31	4.04

1	变化因素	产量降低	投资增加	经营成本增加	销售价格降低
2	极限变化率(税后)	41.25%	110.43%	8.73%	7.20%
3	极限变化率(税前)	46.26%	137.11%	10.83%	8.78%

附表 14.4-10

项目主要经济数据和指标表				
序号	项目名称	单位	指标	
			新增	备注
1	新增固定资产投资	万元	14222	
2	流动资金	万元	12416	
3	职工人数	人	340	
4	工业增加值	万元	11307	
5	销售收入(不含税)	万元	45265	37000
6	增值税与销售税金附加	万元	2548	1947
6.1	增值税	万元	2275	1738
6.2	销售税金附加	万元	273	209
7	利润总额	万元	7180	5676
8	新增投资净现值(税后)	万元	13026.8	
9	新增投资回收期(税后)	a	5.5	含建设期
10	新增投资内部收益率(税后)		26.7%	
11	新增投资净现值(税前)	万元	16174.0	
12	新增投资回收期(税前)	a	5.3	含建设期
13	新增投资内部收益率(税前)		29.1%	
14	新增自有资金净现值	万元	15422.8	
15	新增自有资金回收期	a	4.5	含建设期
16	新增自有资金内部收益率		33.5%	
17	盈亏平衡点		51.0%	
18	投资利润率		27.0%	21.3%
19	总投资收益率		28.4%	22.7%
20	资本金净利率		36.8%	
21	销售利润率		15.9%	15.34%
22	全员劳动生产率	万元/(人 a)	33.26	
23	人均创利税	万元/(人 a)	28.61	
24	投入产出比(不含流动资金)		3.18	