

# 核电试板及轮盘专业化产线建设项目 可研报告技术文件

## 1.0 项目背景

当前我国核电建设进入稳步规模化发展阶段，“十五五”期间三代、四代核电机组加快核准开工，在运机组延寿、备件更新需求持续释放，核电大型锻件市场保持稳定增长，材料性能、质量管控、全过程可追溯要求持续升级。试板作为核电锻件力学、金相、无损检测的性能验证载体，是核安全合规验收、产品性能判定的重要凭证，直接决定锻件产品能否交付验收。现阶段试板加工多依托通用机加产线穿插排产，无独立专业化工位，生产流转分散、加工周期长、尺寸精度、取样位置稳定性不足，试板加工批次差异易造成性能判定偏差，难以匹配核电 HAF、RCC-M、ASME 等严苛质保要求。为补齐核电锻件全链条质量验证短板，稳定试板加工精度与交付周期，实现试板下料、机加工、标识、送检全流程闭环管控，规避通用产线交叉生产带来的质量风险，建设核电试板专业化加工生产线十分必要。项目建成后可实现核电锻件随炉试板标准化、批量化、专业化加工，完善核电锻件质量验证能力，保障核电锻件产品供货稳定性，巩固高端核电锻件市场配套竞争力，支撑核电装备产业链自主可控与安全稳定发展。

当前国内重型燃气轮机产业迎来快速发展期，依托“十五五”能源结构调整、风光配套调峰电站建设，国产 F 级燃机批量投产，H 级高效燃机示范项目加快落地。同时国内早期投运燃机逐步进入大修周期，备件轮盘市场需求持续释放，国际主机供应链加速向国内多元化布局，轮盘国产化替代空间持续扩大。燃机轮盘作为燃气轮机核心热端承力部件，长期在高温、高压、交变载荷工况下运行，对晶粒均匀性、残余应力、低周疲劳性能及加工精度要求严苛，主机厂对产品批次稳定性、全过程质量可追溯性提出更高标准。目前轮盘精加工、热处理、检测工序依托通用车间穿插排产，无独立闭环加工产线，工序流转分散、转运环节多、交付周期不可控。通用设备与柔性管控模式，难以稳定满足轮盘高精度加工、变形控制要求，人工记录工艺参数的方式，也难以达到国际主机数字化质量审核条件，产品多以毛坯锻件交付，精加工成品交付能力不足，制约备件快速响应和高附加值市场拓展。为补齐锻后精加工、精密热处理、自动化检测、数字化管控短板，打通轮盘成品交付全流程，建设轮盘加工专业化生产线十分迫切。项目立足

现有锻造产能基础，聚焦后端加工环节实施技术改造。产线建成后，将实现 F 级轮盘稳定批量化成品交付，提升 H 级、航改燃轮盘试制加工能力，进一步巩固企业在燃机核心锻件领域的配套地位，保障能源装备产业链供应链自主可控。

### 3.公司现状

一重材料产业部成立于 2025 年，隶属于中国第一重型机械股份公司，是按照一重集团公司进一步提升管理效能，加快资源要素向主责主业集中、向具有核心竞争力的优势企业集中，推动材料产业板块“研产供销服”一体化运营，适应公司建设世界一流企业的要求而建立的。一重材料产业部设党委和经理层，下设 8 个职能部门、1 个中心、11 个生产制造单元。

### 4.市场分析

随着我国能源结构加快调整，“十五五”期间风光新能源配套调峰电站稳步建设，国产 F 级重型燃气轮机加速批量落地，H 级高效燃机示范项目持续推进，燃机产业迎来快速发展窗口期。全球范围内，GE、西门子、三菱主机订单饱满，整机交付周期排至 2029-2030 年，海外轮盘产能饱和、供货周期长、备件价格偏高，国际主机主动推进供应链多元化，扩大国内合格供应商采购份额，国产替代空间显著扩大。

燃机轮盘作为核心热端承力部件，长期承受高温、高压、交变载荷，对晶粒均匀性、残余应力、低周疲劳性能、加工精度及全流程质量可追溯性要求严苛，主机厂准入认证周期长、技术壁垒高，行业整体呈现寡头竞争格局。国内市场需求分为新机配套与存量大修备件两大板块，早期投运燃机逐步进入大修周期，备件轮盘订单利润更高、交付周期短，已经成为高价值增量市场。

当前国内锻造产能逐步完善，但专业化精加工闭环产线偏少，多数企业以毛坯锻件交付为主，高精度加工、自动检测、数字化追溯、成品成套交付能力不足，难以充分匹配大批量、高稳定性的供货要求，精加工环节成为制约产能释放和产品溢价的短板。

从长期趋势看，未来 F 级轮盘将进入规模化国产替代阶段，H 级高端轮盘、航改燃轮盘逐步开展工程化验证。具备锻造-热处理-精密加工-自动化检测-数字化管控一体化交付能力的企业，将优先进入主机一级供应链。建设轮盘专业化加工生产线，补齐后端精密制造短板，可有效承接新机配套、大修备件市场订单，

稳固高端能源装备配套市场地位，市场前景稳定向好。

## 5. 经济效益分析

本项目通过建设专业化闭环加工生产线，形成年产约 600 件各类轮盘的精密加工产能，项目依托企业现有锻造、热处理、检测及公用工程存量设施实施技改，不新增前端冶炼、模锻重资产投入，投资精准聚焦精加工、质量管控与数字化升级，产能规模匹配当前国内外燃机主机新机配套及大修备件市场刚需，整体投入产出比优、盈利稳定性强、经济收益可持续。

从产能收益维度分析，项目达产年可稳定实现 600 件高端轮盘精密加工交付能力，当前全球燃机主机订单持续饱满，整机排产周期至 2029 年以后，上游轮盘精加工产能紧缺，行业精加工外协溢价稳定、成品交付附加值高。项目建成后，企业可彻底改变原有通用设备分散加工的交付模式，全面实现轮盘高精度机加、自动化检测、数字化追溯一体化成品交付，单件产品加工质量稳定性、交付效率、客户认可度大幅提升，有效承接西门子能源、国内三大电气新机批量订单及存量机组高利润备件订单，达产年可形成稳定增量营收，整体营收规模及产品附加值较原有交付模式提升 30%以上。

从降本增效维度分析，专业化封闭产线实现 600 件产能集中化、标准化、流水线式作业，有效解决传统穿插生产工序零散、转运路径长、等待时间久、人为误差大的痛点。通过专用工装定型、固化加工工艺、自动化检测替代人工操作，可显著降低磕碰报废、返工返修质量损失，有效降低人工、能耗、转运及质量赔付成本。同时标准化批量加工大幅提升设备稼动率与产能利用率，摊薄单位产品固定制造费用，进一步压缩单件加工成本。依托数字化参数采集与工艺数据库积累，批次一致性持续优化，长期可实现良率稳步提升、边际成本持续下降，规模化加工红利逐步释放。

从盈利结构与财务收益维度分析，燃机轮盘属于能源装备高壁垒核心热端部件，行业综合毛利率稳定维持在 32%–38%，远高于普通重工锻件产品。本项目 600 件产能中，高毛利涡轮盘及备件产品占比稳步提升，能够持续优化整体盈利结构。项目建设周期短、产能爬坡快、盈亏平衡产能低，投产次年即可实现规模化创收，达产年后可形成持续稳定的经营性净利润与现金流。整体投资收益率优于传统技改项目，投资回收期合理，财务风险可控。

## 2.0 项目目标和总体要求

### 1.建设目标

项目建成后为中国一重材料产业部新增一个核电试板及轮盘专业化生产车间，通过 4 台立车、2 台立车铣、1 台自动翻转机等设备建设一条轮盘专业化加工生产线；通过 6 台龙门铣、3 台卧加、6 台立加等设备建设一条核电试板专业化加工生产线；配套上下料、翻转、转运、数字化监测等系统建设数字化车间，实现工件加工工序的自动化、智能化排产和生产，在产线内实现工件缓存、运输、上机、程序调用、刀具采用、排屑、检测等全流程无人化操作（见图 1）。

（1）建成试板、轮盘、试样独立封闭加工单元，优化工艺流程，缩短加工交付周期；

（2）提升加工尺寸精度，提高标准化作业流程，降低批次质量波动，满足长期批量供货质量标准；

（3）搭建全流程数字化管控系统，实现加工、检测关键参数自动采集、长期存储、全程可追溯，满足高端客户质量体系审核；

（4）形成完整试板、轮盘、试样等产品加工工艺数据库，为专项、核电、航空等高端产品工程化、批量化制造提供工艺基础。

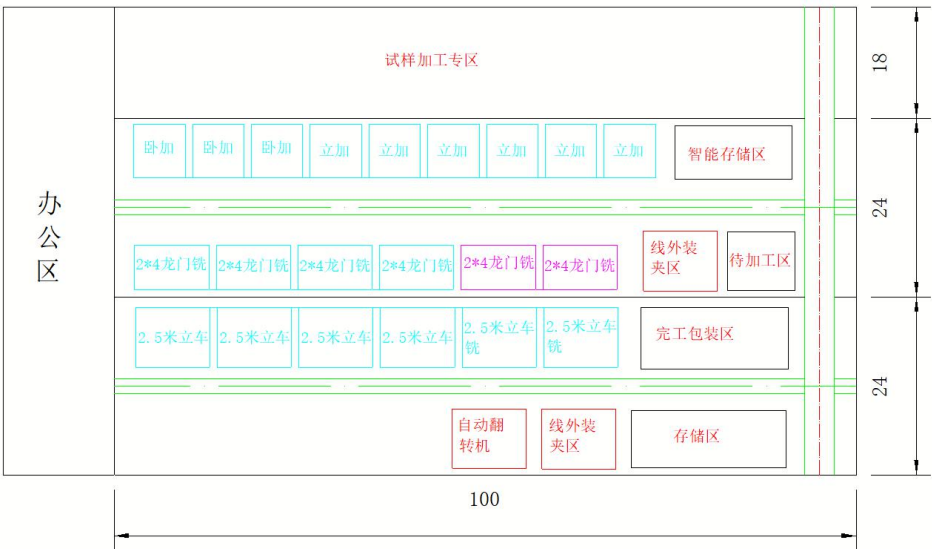


图 1.核电试板及轮盘专业化产线布局示意图

### 2.建设的原则

（1）依托存量，提质扩能原则

充分利用现有厂房、起重、公用动力、热加工产能，聚焦锻后加工短板进行技改，控制项目总投资，提高投入产出效益。

## （2）专业闭环，流程最优原则

生产线按照产品工艺流程单向布置，实现粗加工- 精加工- 自动检测- 成品入库闭环流转，减少工件远距离转运、多次吊装磕碰风险，优化生产节拍。

## （3）质量优先、对标先进标准原则

工艺装备、检测能力、质量管控体系对标西门子、东方电气、中广核等最新技术规范，满足国际高端供应链准入、过程审核、长期供货质量要求。

## （4）数智赋能，全程可溯原则

优先配置自动化检测、在线传感、MES 生产管控系统，建立单产品全生命周期质量档案，实现工艺可查、过程可控、责任可追溯。

## （5）安全环保、绿色低碳原则

严格遵守国家安全生产、职业卫生、环保、节能规范，选用低能耗设备，配套废气、废屑、废油回收处置设施，落实能耗分项计量，降低单位产品能耗。

## （6）分步实施、柔性兼容原则

产线兼顾专项、核电、航空等行业战新产品小批量试制，预留工艺、工装、软件扩展接口，适配未来 3-5 年产品升级迭代需求。

# 3.建设的主要内容

本项目利用一重工程装备中型装备制造厂厂房进行建设，一跨长 100 米，宽 24 米，建设燃机轮盘柔性化产线，主要加工燃机轮盘、重燃轮盘等产品，主要配备 4 台 2.5 米立车、2 台 2.5 米立车铣中心和 1 台 30 吨桥式起重机。二跨长 100 米，宽 24 米，建设试板等小型锻件生产线，主要加工试板、试料、母材见证件等产品，主要配备 6 台 2\*4 米龙门铣、3 台卧式加工中心，6 台立式加工中心和 2 台 10 吨桥式起重机；三跨长 100 米，宽 15 米，升级检验试样加工专区，加工理化检验试样，主要配备加工中心、钼丝、锯床等机床。

本项目主要系统和辅助设备包括：生产线设计、加工制造系统、柔性生产物流系统、上下料辅助单元、AGV 自动输送系统、排屑系统、生产线管控系统及电气控制系统、调刀室对刀仪、指挥中心办公设备等。

## （1）厂房及工位改造

现有生产车间区域隔离封闭，划分三跨专用加工区、检测区、待检缓冲区、成品存放区；开展设备基础、地坪、承重、管线、工位隔断、照明、安全防护改造，形成独立专业化加工产线。

#### （2）精加工设备配置

新增专用高精度立车、立式车铣、加工中心、龙门铣等数控加工设备，满足大直径轮盘轮毂、榫槽、端面、曲面高精度加工要求；配套专用工装夹具、高精度刀库、在线尺寸测量工位。

#### （3）自动化无损检测系统

配置专用曲面自动超声探伤系统、自动荧光检测工位，实现轮盘全表面、近表面、内部缺陷自动化扫查，检测数据自动保存归档，减少人工检测偏差。

#### （4）数字化、智能化系统建设

搭建专项 MES 生产管理模块；建设加工、检测关键工艺参数自动采集系统；建立单件全生命周期电子质量档案，实现订单、工序、工装、物料、质量、交付进度可视化管理；搭建试板、轮盘、试样等产品加工工艺数据库。

#### （5）配套公用、安全、环保设施

配套工位起重、转运工装、工件专用存放器具；升级除尘、降噪、油烟净化、切削液、废油、金属切屑回收系统；配置安全联锁、视频监控、高温防护、应急设施；完成能耗分项计量系统改造。

### 3.0 项目范围

对原一重工程装备中型制造厂进行改造，建设数字化生产线。

### 4.0 项目实施地点

项目实施地点：中国第一重型机械股份公司材料产业部。

### 5.0 项目工作内容

根据核电试板及轮盘专业化产线建设项目可研报告技术文件编制可行性研究报告。

## 6.0 工作要求

依据本项目目标和总体要求，按着节约、先进性、自动化和智能化原则规划本项目，并保证项目的完整性、系统性、科学性。总体设计，分布实施，主要内容应包括但不限于以下内容：

- 6.1 对拟建项目的建设目标、建设内容、工艺技术方案、生产纲领、产品市场、投资估算、投资收益等方面进行分析。
- 6.2 对拟建项目所面临的风险进行评估，包括但不限于技术风险、工程建设风险、资金风险、市场风险等等，并提出应对措施，对现有能源供应（水、电、风、气等）提出需求。
- 6.3 对拟建项目的可行性进行研究，提交通过评审并完成修改的最终版本的可研报告。
- 6.4 供方在接到该项目中标通知、项目技术方案基础材料等相关资料之日起的 30 个工作日完成可研报告编制。