



本钢浦项 3 号镀锌机组生产高等级汽车板升级改造项目

可行性研究

鞍钢集团工程技术有限公司

2025 年 10 月

库号：12420014CDRD01RM001



本钢浦项 3 号镀锌机组生产高等级汽车板升 级改造项目

可行性研究

公司主管领导 ： 马 洪 峰

事业部总经理 ： 张 明 文

总 设 计 师 ： 范 英 麟

鞍钢集团工程技术有限公司

2 0 2 5 年 1 0 月

各 专 业 参 加 设 计 人 员 名 单

设计专业	室审人	组审人	审核人	设计人
轧 钢	孙 远	李 英	范英麟	郑天一
设 备	孙 远	唐丽艳	郑庆丰	顾洪鹏
工 业 炉	王 帅	孙 畅	吕成君	许崇萍
传 动	赵建东	郝青波	魏秋瑾	王 丽
仪 表	冯树林	陈 妍	于晓鹏	陈祥浩
智 控	窦云廷	刘力溥	史红琴	刘佳婧
燃 气	孟 强	李志远	赵起鹏	丁凯诗
环 保	郭普庆	杨亚利	刘立刚	陈宏光
概 算	高光巍	罗 勃	张正泽	巴 慧
技 经	罗 勃	张正泽	艾新钜	王 洋

目录

1 总论 1

2 轧钢工艺 7

3 工业炉 13

4 设备 16

5 传动 18

6 仪表 24

7 智控 26

8 结构 28

9 能源 30

10 环保 32

11 消防 33

12 安全和工业卫生 36

13 碳排放计算 39

14 工程经济 43

15 技术经济 45

附表

1 总论

1.1 概述

本钢浦项是本钢板材股份有限公司与韩国POSCO株式会社投资建设的合资公司，项目占地面积约27万平方米，设计年产量190万吨，其中冷轧和电镀锌卷板90万吨，以汽车板为主的热镀锌卷板45万吨，以家电板为主的热镀锌卷板35万吨，冷硬卷板20万吨，产品以高质量汽车面板和高档家电板为主，是本钢精品板材生产基地之一。

本次改造的是本浦3号镀锌机组，3号镀锌机组以生产汽车板为主，设计年产量45万吨，目前实际产量可达47.05万吨，其中汽车板占比68.04%（8.47%为汽车外板）。3号镀锌机组建成投产至今已19年，受部分设备老化影响，机组性能下降，为提高汽车板产量，由其是汽车外板占比，拟对3号镀锌机组进行改造，对部分设备进行功能恢复和性能升级。改造后机组年产量不变，产品质量和生产高品质产品的稳定性得到提升，汽车外板年产量预计提高至7.2万吨（占比14.03%）。

1.2 编制依据

本钢浦项冷轧薄板有限责任公司关于“本浦3号镀锌机组生产高等级汽车板改造项目”可行性研究设计委托书。

本钢浦项冷轧薄板有限责任公司提供的工艺布置图、技术方案等。

1.3 项目建设的必要性

镀锌钢板作为一种重要的金属材料，广泛应用于建筑、汽车、家电、机械制造等多个领域。近年来，随着产业结构优化的不断推进，建筑、汽车、新能源三大支柱领域的需求升级将持续拉动行业增长，高品质镀锌钢板的需求量程持续增长趋势。截止2025年4月中国汽车产量260.4万辆，同比增长8.5%；1-4月累计产量1011.6万辆，同比增长11.1%，由其在新能源汽车领域，对镀锌板的依赖度较高，其电池壳体、车身结构件等都大量使用镀锌板，且新能源汽车对镀锌板的性能要求更高，如更高的强度、更好的耐腐蚀性等，这促使企业要加大研发投入，生产出

更符合需求的高端镀锌板产品，进一步推动了市场规模的扩大。

本浦3号镀锌机组受设备老化、检测元件精度下降、控制系统落后等影响，在生产中无法实现连续大批量高品质汽车外板的稳定生产，机组故障率升高，且部分零部件已停产，为适应市场的发展，保证市场占有率和竞争力，机组改造势在必行。本项目采用更先进的控制方式、高精度的检测元件、先进的装备技术对机组关键设备进行升级改造，对由于设备老化所缺失的功能进行恢复，同时将近年来先进的技术应用其中，改造后机组满足生产FD级产品要求。

随着中国汽车市场的持续增长和技术升级，汽车工业对镀锌板的需求也将持续增加。镀锌板市场中长期需求仍将保持增长，特别是在新能源汽车领域的发展以及智能汽车的推广过程中，镀锌板作为汽车结构件的重要材料将得到广泛应用。预计未来汽车行业对镀锌汽车板的需求量将持续增长，其中新能源汽车相关需求的占比将不断提升。本项目的实施优化了3号镀锌机组的产品结构，增大了汽车板产品的占比，必将为企业带来良好的收益。

本项目改造方案围绕高等级汽车板的生产需求，以现有设备改造为主，尽可能减少换新设备，合理制定改造方案，控制投资，实现较好的投资收益。同时设备选型节能环保，通过新型节能型烧嘴的使用，大大改善了目前煤气燃烧不充分的现象，符合绿色环保的发展理念。3号镀锌机组改造通过技术迭代响应环保政策、通过产品升级抢占高端市场，且具有良好的投资收益，在当前产业升级背景下可行性显著。

1.4 设计原则和执行规范

(1) 设计贯彻先进、可靠与经济实用相结合的原则，以主体设备的技术装备体系达到国际先进水平为目标确定总体技术装备水平；保证项目装备自动化和智能化水平先进、产品质量优良，能源消耗低、劳动生产率高、环境保护好，工程投资合理。

(2) 采用成熟、可靠、先进、实用的生产工艺和设备，做到技术先进、确保生产顺行，操作维护简捷方便，在保证先进、可靠、适用的前提下，

尽量选用国产设备，以节省投资，提高投资效益。严格控制建设投资，做到精心设计，精打细算，优化设计方案。

(3) 工艺和设备选型上重视环境保护，严格执行有关环境保护的法规，对生产过程中产生的各种污染源采取有效防治措施，使其满足国家和地方规定的有关排放标准，实现清洁生产。安全卫生、消防均严格按国家有关法规标准执行。

(4) 严格执行国家的节能政策和规定，采取切实可行的节能技术和装备，力求能耗低、物耗低、物料综合利用好，废弃物少。

(5) 在保证先进生产操作的基础上，仪表检测的设置应尽量做到简单，实用，有效，不盲目追求多而全，方便使用和维护；仪表设计与选型应考虑安全及环保要求，并符合国家的有关规定，选型尽可能与现有设备一致，以利维护和兼容。

(6) 本项目为改造项目，在建设期间，尽可能缩短改造周期，及减少影响厂内现有生产线的生产。

(7) 充分利用现有的辅助设施和公辅设施。

1.5 建设规模和产品方案

1.5.1 项目建设内容

本项目建设内容主要有：

- (1) 焊机升级改造；
- (2) 清洗段升级改造；
- (3) 退火炉升级改造；
- (4) 气刀系统更新升级；
- (5) 光整机高压清洗系统升级；
- (6) 卷取机带头定位功能恢复；
- (7) 检查室改造；
- (8) 三辊六臂维修用起重机能力升级；
- (9) 传动系统电机、变频器升级改造；
- (10) 一级基础自动化系统升级改造。

本项目中焊机改造、气刀改造和退火炉烧嘴采用进口供货商产品。

1.5.2 产品规格

3号镀锌机组改造后年产量不变，汽车外板产量由3.45万吨增至7.2万吨，等量替代原家电板产品，镀锌板产品规格及生产工艺不变。

镀锌产品规格为：

带钢厚度：0.4-2.5mm；

带钢宽度：800-1850mm；

抗拉强度：Max. 780MPa；

镀层种类：GI、GA；

镀锌工艺速度：Max. 180m/min；

1.6 公辅设施

本项目主要为设备更新升级，公辅需求无增加，现有公辅设施及管网供应能力能够满足需求。

1.7 能源

本项目改造前，年能源消耗量为27702678.34kgce，改造后能源消耗不变。

1.8 碳排放

经计算分析，本项目改造后碳排放无增加。

1.9 环境保护与劳动安全

本工程的环境保护设计推行循环经济理念，坚持“预防为主、防治结合”的原则，实施资源、能源的“减量化、再循环、再利用”。工程积极采用国内外先进的技术装备、清洁生产技术，选用新工艺、新技术、新设备，以提高资源、能源的利用率，污染防治从源头抓起，实施全过程控制，最大限度地把污染消除在生产过程中。

本工程贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，按照国家的有关标准、规范，对可能产生的自然灾害以及生产过程中可能出现的爆炸、安全事故、触电伤害均采取了相应的安全技术措施，同时为保障安全生产还设置了安全供电、安全供水设施，为保障职工的安全生产奠定了物质基

础和环境条件。设计上采取了一系列行之有效的安全与工业卫生措施，从而为保障工人的劳动卫生条件奠定了基础。

1.10 消防设施的可靠性、合理性

此项目为生产线设备升级改造工程，不涉及消防设施的改造，利旧原有消防系统。

1.11 工作制度和劳动定员

本项目建成后生产线工作制度和劳动定员不变。

1.12 项目建设工期

本项目的建设工期为12个月，施工采用分阶段施工方式完成全部施工内容。结合2026年和2027年年修窗口期实施。计划2026年10月20日开工，2027年11月30日投产。具体开工时间以2026年和2027年年修启动时间为准。

第一阶段利用2026年修窗口期施工，完成清洗段刷辊更换、退火炉耐材改造、退火炉烧嘴和辐射管更换、光整机改造、传动系统和一级设备系统更新替换内容；第二阶段完成剩余项目，利用2027年年修窗口期施工。

1.13 投资估算

本项目不含税投资为4610.30万元。

按费用划分见表1-1。

表1-1 投资费用划分表

费用	不含税投资（万元）	
	投资额	占总投资（%）
建筑工程费	52.60	1.14
设备费	3944.90	85.57
安装工程费	465.40	10.10
其他费用	115.83	2.51
不可预见费	31.57	0.68
合 计	4610.30	100.00

1.14 技术经济分析

本项目投资所得税后财务内部收益率为 37.40%，投资回收期为 2.7 年（不含 1 年建设期），项目财务盈利能力强；敏感性分析表明，项目抗风险能力强。从财务盈利能力和抗风险能力来看，项目财务上可行。

1.15 需要说明的问题

本项目更换两台三辊六臂检修用起重机，起重量由 12t 提高至 16t，吊车梁系统需要重新校核，但因无旧有图纸也没有鉴定报告，考虑到吊车荷载增加不是很多，此部分暂时按照吊车梁利旧加固方案考虑，在原有吊车梁下焊接 T 型钢，材质同原设计不变。此部分为估算材料量，待施工图设计前应提供旧有图纸（可现场测绘图）及鉴定报告等内容，材料量可能发生变化。

2 轧钢工艺

2.1 产品方案

2.1.1 生产规模及产品大纲

本浦3号镀锌机组年产量45万吨，目前实际产量可达47.05万吨，其中汽车板占比68.04%（8.47%为汽车外板）。本次改造主要为设备性能恢复和提升，改造后年产量不变，提高产品质量及汽车板（外板）比例。预计改造后实现汽车板外板年产量7.2万吨，汽车外板比例提升至14.03%。

产品大纲见下表。

表 2-1 3 号镀锌机组产品大纲

钢种	产量	占比
CQ	10.2285	22.73%
DQ	1.2825	2.85%
DDQ	13.5405	30.09%
EDDQ	2.9385	6.53%
SEDDQ	5.463	12.14%
CQ-HSS	1.1025	2.45%
DQ-HSS	0.0315	0.07%
DDQ-HSS	3.6765	8.17%
BH-HSS	0.747	1.66%
HSLA	5.922	13.16%
DP590	0.072	0.16%
总计	45	100.00%

产品规格

带钢厚度：0.4-2.5mm

带钢宽度：800-1850mm

钢卷内径：508/610mm

钢卷外径：800-2100mm

镀层种类：GI、GA

2.1.2 原料

原料规格

带钢厚度：0.4-2.5mm

带钢宽度：800-1880mm

钢卷内径：610mm

钢卷外径：1000-2100mm

钢种：CQ、DQ、DDQ、EDDQ、SEDDQ、CQ-HSS、DDQ-HSS、BH-HSS、HSLA。

原料由本浦冷轧厂酸轧机组供应。

2.2 生产工艺流程

2.2.1 生产工艺流程

上卷→开卷→切头（尾）→焊接→清洗（化学清洗和电解清洗）→退火→热镀→冷却→光整→拉矫→辊涂→烘干→切边→检查→涂油→剪切、取样→卷取→卸卷→称重→打捆。

2.2.2 生产工艺流程简述

冷硬卷由轧后跨厂房吊车吊到镀层机组入口钢卷座，再通过运卷小车将钢卷运送到开卷机前的卷座上，再由 No. 1 或 No. 2 上卷小车将高度和宽度对中后的钢卷装入到开卷机的卷筒上。钢卷在开卷机上展开后，送到双切剪切掉带钢头部质量不符合要求的部分，然后将带钢送至焊机处，由焊机将带钢的头部和上一卷带钢的尾部焊接起来，焊接后的带钢进入入口活套。

带钢从活套出来后进入清洗段，在清洗段经碱洗，电解清洗、漂洗、干燥后，原料带钢表面 90%以上的油和铁粉可被除去。经过清洗以后的带钢进入立式连续退火炉，经预热段、加热段将带钢加热到所需的带钢退火温度，进入冷却段将带钢冷却至入锅温度，精确控制带钢入锅温度，经炉鼻进入热镀锅热镀，通过气刀对其镀层厚度进行控制，之后进入冷却塔进行冷却降温，如果生产的是 GA 产品，其间还需要要通过合金化炉完成表面镀层的合金化。之后经中间活套，带钢进入光整机、拉矫机以获得良好的板形、表面质品和理想的表面粗糙度，再进行挤干、干燥。带钢经光整

和拉伸矫直，然后由辊涂机进行化学涂层处理，经化学涂层处理的带钢经热空气干燥固化，经风机冷却后带钢进入出口活套。

从出口活套出来带钢进入切边剪进行切边，切掉的废边经碎边剪切碎后由皮带运送到厂房外的废料车内。然后带钢进入水平检查台和竖直检查台进行表面质量检查，再进入涂油机涂油，通过飞剪进行分切后进入卷取机。卷取成卷后由卸卷小车将钢卷从卷取机上卸下，经称重打捆后再由吊车吊运到成品库内钢卷座上，钢卷经包装后吊入成品库存放、等待发货。

2.2.3 镀锌生产主要工艺参数

入口段速度：Max. 270m/min

工艺段最大速度：Max. 180m/min (GI)；

Max. 140m/min (GA)

出口段速度：Max. 270m/min

入口活套套量：552m

中间活套套量：352m

出口活套套量：552m

2.3 主要改造内容

2.3.1 机组关键设备生产现状

(1) 焊机

焊机已连续使用 19 年，很多电路板备件已停产，且伴随着设备的逐年劣化，焊机故障率频发，对中精度下降，焊缝质量不稳定，影响机组的稳定运行。

(2) 清洗段

清洗段循环系统各槽温度调节阀、电导率、流量和压力检测控制精度低，无法满足生产高级汽车板需求。

(3) 退火炉

退火炉保护屏变形或破损，内衬氧化脆裂严重、炉砖粉化、破损等情况，严重影响退火炉保温效果及加热能力，影响机组产能；同时由于保温棉老化掉渣，炉内存在纤维漂浮物等杂质，影响产品质量。

现有退火炉烧嘴系统为 ON/OFF 模式，设备老化及采用老旧形式换热器，故障频发且按照原有参数调整空燃比后仍存在未完全燃烧情况，影响退火炉加热能力。

退火炉温度控制系统（含热电偶、温度变送器、流量开关和辐射高温计）等设备老化严重，影响检测精度和退火炉温度控制；炉内氢氧、露点分析仪各段检测数据失真，影响产品质量控制；炉内绝缘值处于 25%左右，影响纠偏控制，容易造成炉内断带；炉顶放散调节阀门不稳定，炉压波动严重，影响能源消耗和炉温控制。

（4）气刀

现有气刀外挡板系统不稳定，故障频发，导致操作人员对边部质量控制较难，导致出现产品边厚、锌流纹等现象。气刀自动刮具使用效果不好，刀唇容易沾锌，容易产生气刀条痕缺陷。

（5）光整机

现有光整机高压清洗泵出口压力 100bar，根据生产高级别汽车板工艺要求，泵出口压力需达到 120bar，现有设备条件不满足；高压清洗喷嘴装置无法进行距离调整、装置老化，走行装置卡阻且电机及链条故障频繁；光整液无浓度检测，缺少自动配比功能，造成板面麻点、螺旋纹等缺陷；同时原设计 1 组（上下各一根）光整后挤干辊挤干效果不好，影响后续钝化效果。

（6）传动及基础自动化系统

传动系统变频装置及 PLC 系统设备老化，由于变频装置 6SE7021 系统及 PLC 系统 S7-400 系列产品面临着停止产或即将停产的问题，设备损坏后没有备件无法恢复，致使设备故障率高，产品质量和产量达不到设计要求，影响生产稳定运行。

2.3.2 主要改造内容

针对上述机组目前生产存在的问题，确定本项目改造内容如下：

（1）焊机控制系统、整流单元升级改造；

（2）清洗段设备功能优化；

- (3) 退火炉保温改造、烧嘴系统升级、温控功能完善;
- (4) 气刀系统更新升级;
- (5) 光整机高压水系统升级改造、配液系统升级改造;
- (6) 卷取机带头定位功能恢复;
- (7) 检查室改造;
- (8) 三辊六臂维修用起重机能力升级;
- (9) 传动系统电机、变频器升级改造;
- (10) 一级基础自动化系统升级改造。

2.4 工作制度及年工作时间

机组工作制度及年工作时间维持不变，机组年工作时间 7200 小时，四班三运转连续工作制，详见表 2-2。

表 2-2 车间年工作制度表

序号	机组名称	日历 时间	计划停机时间(h)					年计划工 作时间	非计划停 机时间	年纯工 作时间
			年修		定修		小计			
		h	d	h	d	h	h	h	h	h
1	连续镀层机组	8760	10	240	8	192	430	8328	1128	7200

2.5 车间组成和平面布置

2.5.1 车间平面布置

本项目为原址改造项目，平面布置保持不变，库存能力不变。

2.5.2 起重运输设备

本项目主厂房内起重运输设备除三辊六臂检修用起重机外均利用现有设施。

现有三辊六臂检修用起重机起重量为 12t，由于三辊六臂设备升级后重量增加，原有起重机能力不满足要求，现需更换为起重量为 16t 的起重机，共两台，一台用于将设备维修间到锌锅内的运输，一台用于维修间内设备的转运。两台起重机主要参数见表 2-3。

表 2-3 起重机参数表

序号	吊车形式	载重量	工作制度	轨距	起升高度	走行区域	操作方式	用途
1	悬臂式	16t	A5	7.4m	23m	锌锅区域	遥控	设备检修
2	双梁桥式	16t	A5	8.5m	15m	维修间内	遥控	设备检修

2.6 劳动定员

本次改造，劳动定员不变。

3 工业炉

3.1 设计范围

本次设计范围为本浦3号镀锌机组生产高等级汽车板升级改造项目退火炉的部分升级改造。

3.2 技术要求及参数

炉型：退火炉

数量：1座

品带钢规格：

厚度范围：0.4mm-2.5mm

宽度范围：800mm-1850mm

产品内径：φ508mm/φ610mm

产品品种：CQ、DQ、DDQ、EDDQ、SEDDQ、CQ-HSS、DQ-HSS、
DDQ-HSS、BH、DP、TRIP

燃料及热值：混合煤气，热值 $1800\pm 100\text{kCal/m}^3$

最高炉温：980℃

烧嘴控制方式：脉冲控制

烧嘴功率：200kW (50台)

排烟温度：不超过700℃，烟气余热回收利用

辐射管尺寸：W型，外径194mm，壁厚8mm

3.3 改造内容

3.3.1 退火炉耐材改造

退火炉保护屏、纤维毯、内衬板及耐火砖已使用近20年，现已出现保护屏变形或破损，内衬氧化损坏严重，耐火砖粉化、破损等情况，严重影响退火炉保温效果及加热能力；同时由于纤维毯老化掉渣，炉内存在纤维漂浮物等杂质，影响产品质量。故现对退火炉相应耐材进行改造：

(1) 退火炉保护屏

本次改造将退火炉加热段损坏的保护屏进行更换，按现有规格，总计15套。

（2）退火炉炉底砖及炉底盖砖

本次改造将退火炉全段炉底损坏的轻质砖及重质砖各更换一层、炉底盖耐火砖更换一层，并升级为更高耐热等级，提升炉体保温性能。

（3）退火炉炉内纤维毯

本次改造将退火炉内部纤维毯按现有厚度更换并修复，并升级为更高耐热等级，提升炉体保温性能，总计 300m²。

（4）退火炉内衬板修复

本次改造将退火炉内部损坏的衬板按现有规格进行修复，总计 500m²。

3.3.2 退火炉燃烧系统升级

1) 更换全套烧嘴系统

燃烧系统包括烧嘴、换热器、空煤气手动阀门、空煤气切断阀、空气调压阀、煤气比例阀、煤气精调阀、点火电极、BCU、火焰检测器等 50 套整套更换。

原烧嘴更换为低氮烧嘴，改造后的烧嘴具备烟气回流功能，将原本排出的烟气与助燃空气混合实现烟气循环，可以大幅度降低氮氧化物排放，同时由于烟气量增加，还可以改善辐射管温度均匀性。新的烧嘴氮氧化物排放可以做到小于 200mg/m³（基准氧含量 8%O₂），满足超低排放要求。

此外，新的燃烧器在确保煤气洁净度的前提下，可以使燃烧系统持续稳定运行在功率一致且空燃比最优的工况，当出现燃气/空气压力波动，调压阀会通过取压管反馈下游压力变化，自动调整压力确保下游压力稳定，同时通过取压管反馈给比例阀当前的压力值，确保煤气压力与空气联动，实现燃气/空气的配比不变。所有压力调整过程都是通过阀门内部膜片完成，无需额外供电或接线，减少改造成本。

2) 更换辐射管

辐射管作为燃烧系统的重要组成部分，主要作用为隔绝烧嘴燃烧气体与炉膛气氛，保证工件不氧化。对工件通过辐射传导方式进行高效加热、清洁加热。

本次改造按现有规格更换 50 套进行设计。

3.3.3 退火炉控制系统改造

(1) 更换现场部分仪表控制及显示元件，包括热电偶、温度变送器、流量开关、辐射高温计、氢、氧和露点分析仪、电容传感器、放散阀调节阀等；

(2) 退火炉煤气主管路增加1台对夹式流量计。

4 设备

4.1 清洗段改造

为满足生产高级汽车板需求，提升带钢表面清洗效果，机械设备改造内容如下：

- 1) 更换刷辊控制精调电机共8台；
- 2) 更换刷辊8根，另新增8根用于生产周转；
- 3) 将现有与刷辊配套的托辊由胶辊改造为钢辊，共8根。

4.2 气刀改造

因现有气刀外挡板系统不稳定，导致出现产品边厚、锌流纹等现象，改造内容如下：

对气刀外挡板进行整体升级（机电一体品1套）。

4.3 光整机水系统改造

4.3.1 高压清洗系统整体升级改造

为满足生产高等级汽车板需要，避免光整后产品出现表面质量缺陷，改造内容如下：

1) 对高压清洗系统进行整体升级改造，将光整清洗系统压力提升至120bar，改造设备包括：高压泵（一备一用），管路，分配器，喷嘴装置，行走机构等；

2) 将现有的光整机带钢表面水喷淋的喷梁（安装扇形喷嘴的长喷杆）更换成新装置；

3) 将光整后现有的一对挤干辊由胶辊改造为无纺布辊，在挤干辊与转向辊之间增加高压气幕吹扫系统，提升挤干效果，去除带钢表面水渍，提升产品质量。

技术参数：

高压清洗系统：设计压力180bar；设计流量77L/min；

电机功率30kW。

高压气幕吹扫系统：压力5~30kPa；流量MAx.3000m³/h；

电机功率 22kW；风刀噪音值 $\leq 85\text{dB}$ 。

4.3.2 光整液浓度自动配比系统改造

目前光整液由人工手动配比，光整液浓度不稳定，影响产品质量。为提高产品质量，降低生产成本，改造内容如下：

1) 新增光整液自动配比系统，实现光整液自动添加和配比。主要设备包括：抽吸离心泵、原液罐、计量泵、搅拌罐、搅拌装置、供液螺杆泵、配套电气控制系统等。

2) 增设在线浓度检测装置，实现光整液浓度在线检测，同时可对光整液浓度进行闭环控制，实现按生产需求在线调整光整液浓度。

技术参数：

混合后光整液电导率： $250\mu\text{S}/\text{cm}$ （在线检测）

4.4 卷取机改造

为确保带钢能够顺利、高效、高质量地卷取成卷，在一台卷取机上增设带头定位功能，为带钢的头部提供一个精确、可靠且牢固的初始附着点。确保卷取过程的顺利启动，保证钢卷内部质量，提高生产效率和自动化水平，保障操作安全。机械设备改造内容如下：

将现有通用橡胶套筒更换为特种橡胶套筒。与带头定位控制系统配合，在带钢卷取时将带头定位于特种橡胶套筒的特定位置。

技术参数：

特种橡胶套筒：公称尺寸， $\text{Ø}508\text{mm}/\text{Ø}610\text{mm} \times 2050\text{mm}$ ；

数量，2 个。

5 传动

5.1 设计依据

本设计依据国家标准及规范而编制的。

本设计遵照如下标准规范：

- | | |
|--------------------|---------------|
| 《供配电系统设计规范》 | GB50052-2009 |
| 《20kV 及以下变电所设计规范》 | GB50053-2013 |
| 《低压配电设计规范》 | GB50054-2011 |
| 《通用用电设备配电设计规范》 | GB50055-2011 |
| 《电力工程电缆设计标准》 | GB50217-2018 |
| 《建筑物防雷设计规范》 | GB 50057-2010 |
| 《钢铁冶金企业设计防火标准》 | GB50414-2014 |
| 《建筑设计防火规范(2018 版)》 | GB50016-2014 |

其他有关现行国家和行业标准及地方标准等。

5.2 设计范围

本项目传动系统设计范围主要包括：

- 1) 清洗段电机传动系统改造；
- 2) 快冷风机传动系统更新；
- 3) 焊机及气刀系统升级改造；
- 4) 光整高压清洗系统整体升级改造；
- 5) 光整液自动浓度清洗系统功能改造；
- 6) 自动化控制系统更新；
- 7) 质检台照明设计
- 8) 更换锌锅起重机（1 台），维修间起重机（1 台）供电；

5.3 电压等级

- 1) 低压系统： 690VAC、380VAC、220VAC；
- 2) 控制电压： 220VAC、24VDC；
- 3) 电气接口信号：

数字量输入	DC24V;
数字量输出	DC24V;
模拟量输入	10V/4-20mA/20mA;
模拟量输出	10V/4-20mA/20mA。

5.4 电源

1) 清洗段改造

清洗段电机传动系统控制柜，电源利旧，现有电源满足本次改造后负荷。

快冷风机变频系统更新，电源利旧，现有电源满足本次改造后负荷。

2) 焊机系统升级改造

焊机电源暂按利旧设计。

3) 气刀系统升级改造

气刀电源暂按利旧设计。

4) 光整高压清洗系统整体升级改造

光整高压清洗系统电控柜更换，电源利旧。

5) 光整液自动配液系统功能改造

光整高压自动配液系统电控柜更换，电源利旧。

6) 质检台照明

质检台照明电源引自附近动力配电箱。

7) 更换起重机

锌锅起重机（1台）滑触线供电电源不变。

维修间起重机（1台）滑触线供电电源不变。

5.5 电气传动系统

1) 变频传动系统

a) 清洗段变频传动系统改造

清洗段电机均采用交流调速传动，采用共直流母线+多逆变器全数字控制，可以高精度运行的全线带钢联动多电机传动系统，使用标准接口与一级基础自动化系统通讯。

变频系统的主要元件如下：

- 进线模块
- 整流单元（整流器选用带回馈功能的整流单元）
- 直流母排
- 逆变单元
- 控制单元

b) 快冷风机变频系统更新

变频装置系统将原有6ES7系列更新替换西门子S120系列。

变频控制装置为全数字式的，具有自诊断、保护、通信、各种显示等功能。

所有装置为全数字变频控制系统，所有的控制、调节、监控及附加功能都由微处理器来实现，传动装置通过 PROFINET 网实现与PLC的通讯。

2) 焊机系统升级改造

焊机系统升级改造将现有型号 SWEP10 升级到 SWEP20，对电路板进行整体升级优化；更换整流单元。

3) 气刀系统升级改造

对气刀改造部分配套的电控系统进行升级改造。

4) 光整机改造

光整高压清洗系统功能改造详细说明详见设备专业。

光整液自动配液系统功能改造详细说明详见设备专业。

5.6 自动化控制系统

5.6.1 一级自动化系统概述

L1 自动化系统是总体自动化系统的第一级，直接面向生产过程，

基础自动化控制系统主要任务是通过PLC 和HMI，实现对所有现场在线设备进行程序控制管理、安全联锁控制等功能，并显示各种操作画面、对事故信号进行报警管理以及打印报表等，从而根据工艺要求完

成各个具体生产工艺过程。

1) 工艺流程

入口运卷系统—开卷机→入口双切剪→窄搭接焊接→清洗段→退火炉→锌锅→气刀→合金化炉→冷却塔→光整、拉矫→钝化→圆盘剪（去毛刺）→检查台→静电涂油→出口飞剪→卷取机→出口运卷系统（打捆、称重）。

2) 网络系统

本系统各 PLC 控制器与人机接口监控系统之间采用 TCP/IP 以太网通讯网络进行数据传递、信号联络和通讯。以太网采用环网结构，主干网络传输介质采用光纤，支线网络传输介质采用双绞线，以保证以太网网络信息传输的可靠性，设有 PLC 控制器、人机接口监控系统的操作室、电气室设置以太网交换机。

5.6.2 控制系统的操作方式

本控制系统设计三种操作方式：就地操作台/箱操作、集中操作台集中操作、集中 HMI 操作。

（1）就地操作台/箱操作

系统根据需要现场设置就地操作台/箱，主要用于调试期间、设备维护及检修期间对设备进行手动操作。

（2）集中操作台操作

系统根据需要在主要操作室内设置集中操作台，主要用于日常生产操作，主要包含设备的起停、自动/手动操作模式切换等操作。

（3）集中 HMI 操作

系统根据需要在主要操作室内设置 HMI 操作站，HMI 操作站主要用于监控设备运行状态、主要参数设定、设备的合分闸操作等。

5.6.3 改造方案

一级基础自动化系统 PLC 硬件和软件系统由 S7-400 系列升级到最新 S7-1500 博图系统（包括 PLC 柜、现场操作柜、远程 I/O 柜）；服务器整体更新替换（包括 HMI、交换机、工程师站）、网络系统整体更新；PDA、

QDR 更新至最新型号 iba 系统，满足工艺及设备需求。

表 5-1 设备清单表

设备名称	单位	数量（台）
PLC 柜	台	9
入口段远程站	台	19
清洗段远程站	台	11
工艺段远程站	台	19
出口段远程站	台	20
安全系统远程站（急停系统）	台	3
HMI	台	8
冗余服务器	台	2
工程师站	台	1
PDA	套	1
QDR	套	1

注：最终以详细设计为准

5.7 电气室及操作室

本项目电气室操作均利旧。

5.8 起重机

更换锌锅起重机（1 台），滑触线采用三相四线制供电，选用安全滑触线；

更换维修间起重机（1 台），滑触线采用三相四线制供电，选用安全滑触线；

5.9 电缆敷设

1) 电缆的选择

电缆选型，一般动力电缆和控制电缆均采用阻燃型铜芯电缆。敷设在电缆桥架上或穿管的动力电缆选用阻燃交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆，控制电缆选用阻燃聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制软电缆；直埋敷设，选用阻燃交联聚乙烯绝缘或阻燃聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装电力或控制电缆。

2) 电缆敷设方式

采用穿钢管、电缆沟、电缆桥架和电缆直埋相结合方式进行敷设。

3) 清洗段改造传动柜至电机、编码器电缆利旧。

5.10 防雷和接地

1) 防雷保护

本工程构筑物属三类防雷建筑物，按建筑物与构筑物防雷设计规程，设置防雷设施，防雷接地冲击电阻应不大于 10Ω 。

为防雷电波侵入，电缆进出线在进出端将电缆的金属外皮、钢管等与电气设备接地相连；

为防雷电侵入，进入各建、构筑物的金属管道在进户处和接地装置相连。

2) 接地系统

为保证人身与设备的安全、控制系统精确可靠的工作、或防止外部高频电磁波干扰设备的工作，工程设计中需将各设备的外壳、地线、工作地与大地连接。接地需要设置接地装置，以保证各接地的接地电阻满足规范要求。

保护接地：电气设备保护系统利旧。各控制柜、带电设备均要求保护接地，接地电阻不大于 4Ω 。

工作接地：各控制系统的工作地要求单独接地，接地电阻不大于 4Ω ，或满足系统厂商的要求。

PLC 设备按其设备要求进行接地设计。

5.11 安全环保和消防

1) 在电缆敷设时，应尽可能避免通过高温、爆炸、易燃等区域。否则要采取相应的防火措施。

2) 电缆敷设穿越建筑物、楼板等孔洞按消防规定进行防火封堵；

6 仪表

6.1 设计范围

本设计范围为本浦 3 号镀锌机组生产高等级汽车板升级改造项目仪表自动化检测及控制的可行性研究。

6.2 设计内容

6.2.1 清洗段主要改造内容

1) 流量计	8 台
2) 压力变送器	8 台
3) 电导率仪	8 台
4) 液位传感器	6 台
5) 差压变送器	12 台

6.2.2 退火炉主要改造内容

1) 热电偶	50 支
2) 温度变送器	30 台
3) 流量开关	20 个
4) 氢氧、露点分析仪	1 套
5) 高温计	3 台
6) 放散阀调节阀	2 台
7) 煤气主管流量检测	1 点
8) 烧嘴配套电缆更换	1 套

6.2.3 频闪仪

检查室内频闪仪升级更新	1 套
-------------	-----

上述仪表检测设备均满足现有安装要求，检测精度等同现有仪表检测精度。

6.3 装备水平与控制方式

系统主要由 PLC 系统和检测仪表两部分组成。所有检测信号送至原有 PLC 系统内。

6.4 自动化仪表设备选型

根据性价比高的原则，设备初步选型如下：

- (1) 温度检测选用热电阻或高温计；
- (2) 压力检测选用智能差压变送器或压力变送器；
- (3) 液体流量检测选用电磁流量计；
- (4) 液位检测选用雷达液位计。

6.5 控制室

利用原有控制室。

6.6 动力消耗

仪表所需电源利旧。

6.7 接地

仪表设备及盘、箱、柜均应按 GB50169-2016《电气装置安装工程》(接地装置施工及验收规范)的规范要求进行可靠接地,一般仪表系统接地电阻 $\leq 4\Omega$ ；本安仪表系统接地电阻 $\leq 1\Omega$ ；计算机系统接地采用单独接地系统,接地电阻需满足计算机系统制造商的接地要求。

7 智控

7.1 设计范围

本设计为本浦3号镀锌机组生产高等级汽车板改造项目中自动化级（L1）和过程控制级（L2）改造，主要设计内容包括：

（1）清洗段和退火炉新增传动和仪表设备的远程监视与控制、优化退火炉 PLC 控制程序和 PID 参数；

（2）建立清洗段二级数据控制模型。

7.2 自动化系统改造

7.2.1 新增设备的远程监视与控制

对于新增的传动、仪表设备，在现有 PLC 程序和画面组态中编程实现其远程监视与控制，包括：

- （1）清洗段新增变频器控制；
- （2）清洗段新增调节阀控制；
- （3）清洗段新增流量、压力、电导率、液位等信号的监视、报警和联锁；
- （4）退火炉新增调节阀控制；
- （5）退火炉新增温度、流量、空气露点等信号的监视、报警和联锁；
- （6）完善新增设备的监视与操作画面；
- （7）完善参数设定画面；
- （8）完善故障报警画面；
- （9）完善实时及历史趋势画面等。

以上一次检测设备和 PLC 硬件相关改造见仪表、传动专业。

7.2.2 优化退火炉 PLC 控制程序和 PID 参数

本浦3号镀锌机组退火炉目前采用基于西门子 S7-400 PLC 的自动控制程序。已经具备燃气压力自动控制、炉温自动控制、炉膛压力自动控制等功能。为提高燃烧效率，提高退火炉加热能力，提高机组产能，本次改造在此基础上做相应的升级编程，主要包括：

- (1) 按改造后烧嘴和工艺专业核算的空燃比修改燃烧程序;
- (2) 按相关专业要求修改退火炉的升温曲线;
- (3) 优化检漏控制流程;
- (4) 重新核定主要 PID 回路的控制参数;
- (5) 新增必要的联锁、报警等。

7.3 清洗段二级数据控制模型

7.3.1 主要功能

基于带钢数据等参数自动控制碱液排放，动态维持浓度在工艺要求范围内，避免人工调节，确保清洗剂效果稳定，成从介质控制到清洗验证的闭环反馈，实现清洗效果的动态优化。

7.3.2 外部数据通讯

清洗段建立二级数据控制模型需与 L1 进行通讯。

7.3.3 系统软硬件配置表

表 8-1 硬件配置表

序号	硬件清单	说明	单位	数量
1	显示器	24 寸液晶显示器	台	1
2	工控机	配置满足生产要求	台	1
3	交换机	配置满足生产要求	台	1

表 8-2 软件配置表

序号	名称	软件功能	单位	数量
1	清洗段建立二级数据控制模型	自动控制碱液排放	套	1

说明：上述硬件配置在购置时依据当时实际情况尽可能选择市场主流产品。

8 结构

8.1 设计规范

《工程结构通用规范》GB55001-2021

《钢结构通用规范》GB55006-2021

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018

《建筑结构荷载规范》GB50009-2012

《钢结构设计标准》GB50017-2017

《工业建筑防腐蚀设计标准》GB 50046-2018

《钢结构加固设计标准》GB51367-2019

8.2 主要结构材料的选用

钢材：Q235B、Q355B。其抗拉强度、伸长率、屈服点、冷弯实验及碳硫磷极限含量须符合《低合金高强度结构钢》GB/T 1591和《碳素结构钢》GB/T 700规定。钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于0.85；钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于20%；钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性。

焊条：E50xx型，E43xx。焊条应符合现行国家标准《低合金钢焊条》GB/T 5118《碳钢焊条》GB/T 5117的规定。自动或半自动焊时，配以相应的焊丝和焊剂，并符合GB/T14957的规定。

钢结构的涂装：钢结构采取必要的除锈处理，并进行防锈涂装。手工除锈达到St3级，当采用喷射或抛射时，应达到Sa2.5。钢材表面预处理应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定》GB/T 8923的规定。钢材表面除锈后，按《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB 50046-2018）要求涂装。涂装油漆根据拟建场地大气情况选用相应防腐油漆。

8.3 结构设计内容及方案说明

吊车起重吨位由12t改为16t，因无旧有图纸也没有鉴定报告，由于吊车荷载增加不是很多，此部分暂时按照吊车梁利旧加固方案考虑，在原有吊车梁下焊接T型钢，材质同原设计不变。此部分为估算材料量，待施

工图设计前应提供旧有图纸及鉴定报告等内容，材料量可能发生变化。

8.4 现有检查室改造

检查室位于本浦3号镀锌机组主厂房内，生产类别为丁类，耐火等级二级，轴线尺寸约15m×7m，建筑面积约105 m²，高度约4.5m，砖墙围护结构。

此次改造内容：内墙基层清理，更新内墙、吊顶及地坪，满足汽车外板检查要求。

9 能源

9.1 设计范围

本设计范围为本浦3号镀锌机组生产高等级汽车板升级改造项目的能源消耗量进行计算。

9.2 设计依据

《综合能耗计算通则》 GB/T 2589-2020

《钢铁企业节能设计标准》 GB/T 50632-2019

9.3 设计内容

9.3.1 能源消耗概述

本项目对本浦3号镀锌机组进行改造，对机组关键设备进行升级改造，恢复设备由于老化而缺失的功能。改造后机组年产量不变，年产量为47.05万吨。改造前项目主要消耗能源为焦炉煤气、高炉煤气、脱盐水、蒸汽、电、氮气和氢气，改造后主要消耗能源为焦炉煤气、高炉煤气、脱盐水、蒸汽、电、氮气和氢气。

9.3.2 能源计算

本设计采用《综合能耗计算通则》的计算方法，按照《钢铁企业节能设计标准》中能源的折标煤系数进行能源消耗计算。该项目建成后新增年能源消耗见表9-1（电按当量值计算）。

表9-1 项目能源消耗量计算表

序号	项目	实物量	单位	折算系数	单位	折标量(kgce)
一	改造前消耗能源					
1	焦炉煤气	23797293.9	Nm ³	0.6000	kgce/Nm ³	14278376.4
2	高炉煤气	50277507.1	Nm ³	0.1143	kgce/Nm ³	5746719.1
3	脱盐水	65615.8	m ³	0.1890	kgce/m ³	12401.4
4	蒸汽	37171145.9	kg	0.0933	kgce/kg	3468109.1
5	电	23781213.0	kW·h	0.1229	kgce/kW·h	2922711.1
6	氮气	57014829	Nm ³	0.0169	kgce/Nm ³	963550.6101
7	氢气	884610	Nm ³	0.3514	kgce/Nm ³	310851.954
	合计					27702678.34
二	改造后消耗能源					
1	焦炉煤气	23797293.9	Nm ³	0.6000	kgce/Nm ³	14278376.4

序号	项目	实物量	单位	折算系数	单位	折标量(kgce)
2	高炉煤气	50277507.1	Nm ³	0.1143	kgce/Nm ³	5746719.1
3	脱盐水	65615.8	m ³	0.1890	kgce/m ³	12401.4
4	蒸汽	37171145.9	kg	0.0933	kgce/kg	3468109.1
5	电	23781213.0	kW·h	0.1229	kgce/kW·h	2922711.1
6	氮气	57014829	Nm ³	0.0169	kgce/Nm ³	963550.6101
7	氢气	884610	Nm ³	0.3514	kgce/Nm ³	310851.954
	合计					27702678.34
三	能耗增量	改造后—改造前				0

9.3.3 能源分析

由表 9-1 可知, 本项目改造前, 年能源消耗量为 27702678.34kgce, 改造后, 年能源消耗量为 27702678.34kgce。

综上所述, 本项目改造后, 年能源消耗量增量为 0 kgce。

9.4 节能措施

工程采用的用电设备为国家推广的节能机电设备。

10 环保

10.1 编制依据及采用的主要标准规范

《中华人民共和国环境保护法》主席令〔2014〕第9号修订

《建设项目环境保护管理条例》国务院令〔2017〕第682号修改

《钢铁工业环境保护设计规范》GB50406-2017

《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008

10.2 项目概况

本浦3号镀锌机组年产量45万吨，本次改造主要为设备性能恢复和提升，改造后年产量不变。

10.3 主要污染源、污染物及控制措施

本项目为技术改造项目，改造后生产过程年介质消耗及排放不变。原有设备升级改造后，未新增废气、废水、噪声、固体废物等污染源及污染物。

本次改造在光整后挤干辊与转向辊之间增加高压气幕吹扫系统，新增设备在工作过程中会产生噪声。

为满足厂界环境噪声标准要求，在设计选型中优先选择环保达标产品，升级改造及新增设备均布置在厂房内，厂界环境噪声能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的要求。

10.4 环境监测和环保管理

本项目环境监测和环保管理由厂方统一考虑。

10.5 环境保护设施投资估算

环保投资：70万元；

环保投资占总投资的百分比：1.6%。

11 消防

11.1 编制依据及采用的主要标准规范

《中华人民共和国消防法》主席令〔2021〕第81号修正
《钢铁冶金企业设计防火标准》GB50414-2018
《建筑设计防火规范（2018版）》GB50016-2014
《建筑防火通用规范》GB55037-2022
《消防设施通用规范》GB55036-2022
《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010
《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013
《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005
《消防安全标志 第1部分：标志》GB13495.1-2015
《消防安全标志设置要求》GB15630-1995

11.2 设计原则

本设计本着“预防为主，防消结合”的理念，在存在火灾隐患的场所严格按照有关规程、规范设计，做好本项目防火、安全疏散工作，并针对项目发生火灾特点，立足自防自救，采取可靠的防火措施，作到安全实用、技术先进、经济合理。

11.3 火灾因素分析

本项目升级改造的设备设施，均利用原有消防设施。

新增的高压气幕吹扫系统的电气设备，以及升级改造涉及的电线、电缆等存在火灾隐患，是重点防范对象。

电气设备引发火灾，其原因归纳起来主要有以下几种：

（1）短路、电弧和火花

电气设备在短路点易产生强烈的火花和电弧，不仅能使绝缘层迅速燃烧，而且能使金属熔化，引起附近的易燃、可燃物燃烧，引发火灾。

（2）过负荷

电线过负荷时，发热量往往超过允许限度，轻则加速绝缘老化，重则

会使绝缘层燃烧而引起火灾事故。

（3）接触不良

导线与导线、导线与电气设备的连接处由于接触不良，造成局部电阻大，在电流的作用下产生热量，可以使金属变色甚至熔化，有可能引起电气线路的绝缘层、附近的可燃物质及积落的可燃粉尘着火。

（4）漏电

电气线路当漏电发生时，漏泄的电流在流入大地途中，如遇电阻较大的部位时，会产生局部高温，致使附近的可燃物着火，从而引起火灾。此外，在漏电点产生的漏电火花，同样也会引起火灾。

（5）电缆火灾

电缆过热、短路、绝缘老化或绝缘性变坏等内因引起的火灾事故；
由外界火源、高温、机械损伤等的外因引起的火灾事故。

电气线路穿过建、构筑物的缝隙和孔洞，如果没有采用防火材料封堵，会导致电气火灾迅速蔓延，造成特别重大的损失。

11.4 设计采取的防范措施

本项目对热镀锌机组部分设备设施进行升级改造，改造涉及的消防设施全部利旧。

升级改造的电气设备均可靠接入原有接地系统。

火灾自动报警系统利旧。

改造涉及的动力、控制电缆采用铜芯阻燃型电缆。电缆穿墙、穿孔时，孔洞、管口等应用防火材料封堵，孔洞两侧电缆涂刷防火涂料，当敷设电缆穿墙、穿孔、出电缆沟等处破坏原有防火措施时，需对其进行补充。

现有配置的灭火器、消防安全标志等全部利旧。

11.5 消防组织与管理

本项目消防组织与管理由厂方统一考虑。

11.6 防火措施的预期效果

本项目消防设施全部利旧原有，正常情况可避免火灾事故的发生，确保生产安全和工作人员生命安全；一旦发生火灾，可利用配置的消防设施，

及时灭火，控制灾情，最大限度地减少损失。

12 安全和工业卫生

12.1 编制依据及采用的主要标准规范

《中华人民共和国安全生产法》主席令〔2021〕第88号第三次修正
《中华人民共和国职业病防治法》主席令〔2018〕第52号第四次修

正

《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010

《构筑物抗震设计规范》GB50191-2012

《生产过程安全卫生要求总则》GB/T12801-2008

《生产设备安全卫生设计总则》GB5083-2023

《安全标志及其使用导则》GB2894-2008

《防止静电事故通用导则》GB12158-2006

《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010

《工业企业噪声控制设计规范》GB/T50087-2013

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2015

12.2 本项目危险有害因素分析

12.2.1 自然条件危险有害因素

本项目自然条件存在的危险有害因素主要体现在地震和雷电等方面。

地震是一种能产生巨大破坏作用的自然现象，它尤其对建筑物的破坏作用明显，作用范围大，进而威胁设备和人员的安全。

雷电伤害是由直击雷、雷电感应、雷电波的电性质、热性质、机械性质的破坏作用而引起。当房屋、电力线路和电气设备遭到雷击时，将产生瞬间高电压和强大电流。在其波及的范围内，会毁坏设施及设备、使人体遭电击、发生事故停电甚至引发火灾爆炸，造成人员伤亡。

12.2.2 生产过程中的危险有害因素

本项目生产过程中存在的危险有害因素主要有：设备外露的移动、转动部件易对人体造成机械伤害；电气设备、电缆等易对人体造成触电伤害。

12.3 自然灾害防范措施

12.3.1 防震措施

本项目构筑物抗震设计按7度设防。

12.3.2 防雷接地

本项目现有防雷接地系统利旧。

12.4 生产过程安全防范措施

12.4.1 防机械伤害措施

易对人体造成机械伤害部件设有安全防护罩（网）等措施，在易发生机械伤害处设安全标志。

12.4.2 防触电安全措施

正常情况不带电，事故情况下可能带电的电气设备金属外壳及电缆外皮等均做可靠接地。

12.5 工业卫生防范措施

12.5.1 噪声防范措施

为有效控制噪声，设备选型时严把质量关，选择高效低噪声设备。满足《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T50087-2013）要求。

噪声作业区内的操作人员可采取配戴耳塞、耳罩等进行个人防护。

12.5.2 空调设计

检查室现有空调能力不足，本项目增加两台立式空调。

12.5.3 辅助卫生设施

卫生间、更衣室、浴池、食堂等必要的生活卫生设施均利旧现有。

12.5.4 个人防护用品

由厂方为职工发放必要的劳动防护用品和防暑降温用品。

12.6 安全与工业卫生设施投资概算

本项目安全与工业卫生设施投资：45 万元；

安全与工业卫生设施投资占项目总投资的百分比：1%。

12.7 安全与工业卫生预测效果评价

本项目从自然因素和生产过程两个方面分析了可能产生的职业安全危险，并按照标准、规范采取了相应的安全措施加以防范。设计时对可能

给人体造成不适影响的噪声也采取了相应的防护措施，为保障职工的安全生产和身心健康奠定了物质基础和环境条件。

13 碳排放计算

13.1 设计依据

- (1) 《中共中央国务院 关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（中发[2021]36号，2021年9月22日印发）
- (2) 《国务院关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》（国发[2021]4号，2021年2月2日印发）；
- (3) 《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》（环综合[2021]4号，2021年1月11日发布并实施）；
- (4) 《关于开展重点行业建设项目碳排放环境影响评价试点的通知》（环办环评函[2021]346号，2021年7月21日发布并实施）；
- (5) 《关于加强企业温室气体排放报告管理相关工作的通知》（环办气候[2021]9号，2021年3月28日印发）；
- (6) 《国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》（国发[2021]23号）；
- (7) 《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T32150-2015）；
- (8) 《温室气体排放核算与报告要求 第5部分：钢铁生产企业》（GB/T32151.5-2015）；
- (9) 《温室气体排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业》（GB/T32151.10-2015）；
- (10) 《中国钢铁生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》（发改办气候[2013]2526号）；
- (11) 《国家重点节能低碳技术推广目录（2017年本，节能部分）》；
- (12) 《国家重点节能低碳技术推广目录（2017年本，低碳部分）》；
- (13) 《企业温室气体排放核算与报告指南 钢铁行业（CETS-AG-03.01-V01-2024）》。

13.2 碳减排措施

根据本项目碳排放源特点，项目采取了针对性的措施减少二氧化碳排

放，碳减排措施主要通过电气方面减少电力使用进而减少购入电力所对应的二氧化碳排放。项目采取的主要碳减排措施见表 13-1。

表 13-1 主要碳减排措施一栏表

措施类型	具体措施
工艺节电碳减排措施	装置具有变工况运行的能力，达到装置的最经济运行工况。
电气节电碳减排措施	配电线路按照经济电流密度选择导线截面，减少线路的电能损耗。
	照明光源尽可能选择新型高效节能灯具，在满足镀锌机组照明的情况下，减少灯具用量和容量并采用 LED 照明灯，室外照明采取定时控制器控制。
	各用电场所均安装电表计量，各电器设备尽量选择节能高效型产品
	电动机选用高效节能型电动机，它具有高效、节能、低噪、振动小、运行安全可靠等优点。
	项目中采用的电力电缆、控制电缆和导线在经济条件允许的情况下选用截面匹配的铜芯线，减少电力传输中的电能损耗。

13.3 碳排放量核算

13.3.1 核算边界及碳排放源

以本项目边界为核算边界进行碳排放量核算，了解本项目碳排放情况。根据工程技术方案的内容，确定本项目碳排放核算边界为本浦 3 号镀锌机组及其配套设施的升级改造，核算本工程改造前后的碳排放的增加情况。碳排放源为项目消费的购入电力、热力及化石燃料燃烧所对应的二氧化碳间接排放。

13.3.2 购入电力、热力所对应的二氧化碳间接排放

(1) 活动水平数据

项目改造后预计电力消耗增加 0 kW·h/a，换算成兆瓦时为 0 MW·h/a。项目改造后蒸汽消耗增加 0 t/a 蒸汽消耗增加量换算成 GJ 为 0 GJ/a。

(2) 排放因子数据

电网排放因子采用 2025 年发布的 2023 年全国电网平均排放因子，为 0.5306 tCO₂/MW·h。供热排放因子采用《中国钢铁生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》中 0.11tCO₂/GJ 进行计算。

(3) 排放量计算

根据活动水平数据和排放因子数据计算购入电力所对应的二氧化碳排放量，计算公示如下：

$$E_{\text{购入电和热}} = AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{购入电}} + AD_{\text{购入热力}} \times EF_{\text{购入热力}}$$

式中：

$E_{\text{购入电和热}}$ 为购入的电力和热量消费对应的二氧化碳排放量；

AD 为购入电、热量；

EF 为电、热排放因子；

项目改造完成投产运营后，预计电力消耗与改造前相比增加约为 0 MW·h/a，电网排放因子为 0.5306 tCO₂/MW·h，热力消耗与改造前相比增加约为 0 GJ/a，排放因子为 0.11 tCO₂/MW·h，计算可得购入电力、热力所对应增加的二氧化碳排放量约为 0 tCO₂/a。

13.3.3 化石燃料燃烧碳排放量

(1) 活动水平数据

项目改造后预计高炉煤气消耗增加约 0 Nm³/a，换算成 GJ 为 0 GJ/a。
项目改造后预计焦炉煤气消耗增加约 0 Nm³/a，换算成 GJ 为 0 GJ/a。

(2) 排放因子数据

排放因子计算方法如下：

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times (44/12)$$

式中：

EF_i 为第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位为 tCO₂/GJ；

CC_i 为第 i 种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/百万千焦 (tC/GJ)；

OF_i 为 i 种化石燃料的碳氧化率，单位为%；

(3) 排放量计算

根据活动水平数据和排放因子数据计算焦炉煤气消耗所对应的二氧化碳排放量，计算公示如下：

$$E_{\text{燃烧}} = AD_i \times EF_i$$

式中：

$E_{\text{燃烧}}$ 为核算和报告期内净消耗化石燃料燃烧产生的 CO_2 排放量，单位为 tCO_2 ；

AD_i 为核算和报告期内第 i 种化石燃料的活动水平，单位为 GJ ；

项目改造完成投产运营后，预计高炉煤气消耗与改造前相比增加约为 0 GJ/a ，焦炉煤气消耗与改造前相比增加约为 0 GJ/a ，计算可得增加的二氧化碳排放总量约为 $0 \text{ tCO}_2/\text{a}$ 。

13.3.4 碳排放量

项目增加碳排放源为项目消费的购入电力、热力的二氧化碳间接排放、化石燃料燃烧碳排放量，不涉及工业生产过程产生的二氧化碳排放和固碳产品隐含的二氧化碳排放。经计算，项目建成投产运营后预计增加二氧化碳排放总量约 $0 \text{ tCO}_2/\text{a}$ ，具体见表 13-2。

表 13-2 增加二氧化碳排放总量计算一栏表

化石燃料燃烧 碳排放增量 (tCO_2/a)	工业生产过程 碳排放增量 (tCO_2/a)	购入电力所 对应的碳排 放增量 (tCO_2/a)	固碳产品隐 含的碳排放 增量(tCO_2/a)	二氧化碳排 放总增量 (tCO_2/a)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

13.4 碳减排效果分析

项目根据碳排放源特点采取了针对性的碳减排措施，采取的各项措施有利于减少二氧化碳排放，碳减排措施可行；经计算，项目改造完成投产运营后，与改造前相比预计增加的二氧化碳排放量约 $0\text{tCO}_2/\text{a}$ 。采取各项碳减排措施后，项目排放水平可接受。

14 工程经济

本项目不含税投资为 4610.30 万元。

按费用划分见表 14-1。

表 14-1 投资费用划分表

费用	不含税投资（万元）	
	投资额	占总投资（%）
建筑工程费	52.60	1.14
设备费	3944.90	85.57
安装工程费	465.40	10.10
其他费用	115.83	2.51
不可预见费	31.57	0.68
合 计	4610.30	100.00

编制依据：

- （1）根据“本浦3号镀锌机组生产高等级汽车板改造项目”可行性研究委托任务书编制。
- （2）建筑安装工程费依据 2017 年《辽宁省建设工程计价依据》及鞍钢近期类似工程招标价格取定。
- （3）设备费参照以往类似工程招标价及询价。
- （4）工程建设其他费用按集团内部协议价计取。

项目投资汇总表见表 14-2。

表 14-2 投资汇总表

编号	工程和费用名称	不含税投资(万元)				
		建筑工程	设备费	安装工程	其它费用	总值
1	工程费用					
1.1	土建工程	52.60				52.60
1.1	工业炉设备及安装工程		1010.50	238.41		1248.91
1.2	轧钢设备及安装工程		596.10	7.14		603.24
1.2	起重设备及安装工程		98.80	10.92		109.72
1.3	传动设备及安装工程		1782.30	164.69		1946.99
1.4	仪表设备及安装工程		293.50	43.70		337.20
1.5	工业计算机设备及安装工程		163.70	0.54		164.24
	小计	52.60	3944.90	465.40		4462.90
2	工程建设其他费用					
2.1	建设单位管理费				47.47	47.47
2.2	工程监理费				2.59	2.59
2.3	工程设计费				60.80	60.80
2.4	可研编制费				4.97	4.97
	小计				115.83	115.83
	合计	52.60	3944.90	465.40	115.83	4578.73
3	不可预见费				31.57	31.57
	工程造价	52.60	3944.90	465.40	147.40	4610.30

15 技术经济

15.1 评价依据

本评价依据为《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）以及现行国家财务制度与税收政策。

15.2 评价范围

本评价范围为本浦 3#镀锌机组。

15.3 评价内容

本项目拟对本钢浦项 3 号镀锌机组进行改造，改造后具备生产高等级汽车板外板的设备基础和环境条件，提高产品结构中汽车板外板的比重。因产品结构优化带来的效益视为增量效益，由此增加的各项支出为成本费用。

评价采用有无对比法，各项指标均为增量指标。

15.3.1 基本数据

15.3.1.1 实施进度与评价计算期

项目建设期 1 年。项目运营期 15 年，计算期（含建设期）为 16 年。

15.3.1.2 投资估算

项目建设投资为 4610.3 万元（不含税）。项目实施后，流动资金不增加。

15.3.1.3 资金筹措

建设投资的资金来源为企业自有资金。

15.3.1.4 劳动定员

项目实施后，劳动定员不增加。

15.3.2 财务评价

本评价中所有投入物及产出物价格均为不含税价格。

15.3.2.1 增量效益

无项目汽车板外板月产量为 2877 吨（2024 年数据），有项目预计月产量 6000 吨。根据 2025 年 1-9 月份数据，热镀锌汽车板边际效益为

1138.67 元/吨，热镀锌家电板边际效益为 527.44 元/吨，项目实施后平均增效 611.23 元/吨。年增量效益为 2290.6 万元，计算如下：

$$1138.67-527.44=611.23 \text{ (元)}$$

$$(6000-2877) \times 12 \times 611.23 \div 10000=2290.6 \text{ (万元)}$$

15.3.2.2 成本费用

年增量修理费估算额为 46.0 万元。

固定资产折旧采用直线折旧法，房屋及构筑物折旧年限 30 年，设备综合折旧年限 15 年，残值率为 5%。年折旧费用 290.3 万元。

项目年总成本费用为 336.3 万元，年经营成本为 46.0 万元。

15.3.2.3 城市维护建设税及教育费附加

增值税税率为 13%，城维税及附加分别按增值税的 7%和 5%计算。经计算，项目年城维税及附加为 24.0 万元。

15.3.2.4 利润

经计算，项目年利润总额为 1930.3 万元，所得税按 25%计算为 482.6 万元，净利润为 1447.7 万元。详见附表 2。

15.3.2.5 财务盈利能力

根据项目投资现金流量表计算得出，所得税后财务内部收益率为 37.40%，投资回收期为 2.7 年（不含 1 年建设期）。项目财务盈利能力强。

15.3.3 敏感性分析

对增量效益、建设投资这两个不确定性因素，以项目投资所得税后财务内部收益率和投资回收期为指标进行敏感性分析，计算结果见表 15-1。

表 15-1 敏感性分析表

序号	变化因素	变化幅度(%)	内部收益率(%)	投资回收期(年)
	基本方案		37.40	2.7
1	增量效益	20	44.91	2.2
		10	41.16	2.4
		-10	33.60	2.9
		-20	29.75	3.3
2	建设投资	20	31.17	3.2
		10	34.01	2.9

序号	变化因素	变化幅度(%)	内部收益率(%)	投资回收期(年)
		-10	41.50	2.4
		-20	46.59	2.1

敏感性分析表明，项目抗风险能力强。

15.3.4 技术经济指标

本项目技术经济指标汇总于表 15-2。

表 15-2 技术经济指标汇总表

序号	项 目	单位	评价指标	备 注
1	建设投资	万元	4610.3	不含税
2	流动资金	万元	0.0	
3	增量效益	万元	2290.6	生产期各年
4	城维税及附加	万元	24.0	生产期各年
5	总成本费用	万元	336.3	生产期各年
6	利润总额	万元	1930.3	生产期各年
7	所得税	万元	482.6	生产期各年
8	净利润	万元	1447.7	生产期各年
9	项目投资内部收益率	%	37.40	所得税后
10	项目投资财务净现值	万元	9580.6	所得税后，ic=8%
11	投资回收期	年	2.7	不含1年建设期

15.3.5 结论

本项目投资所得税后财务内部收益率为 37.40%，投资回收期为 2.7 年（不含 1 年建设期），项目财务盈利能力强；敏感性分析表明，项目抗风险能力强。从财务盈利能力和抗风险能力来看，项目财务上可行。

附表1

单位：万元

序号	项 目	合计	计 算 期															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	现金流入	37707.6		2496.8	2496.8	2496.8	2496.8	2496.8	2496.8	2496.8	2496.8	2496.8	2496.8	2496.8	2496.8	2496.8	2496.8	2752.3
1.1	营业收入	34359.7		2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6
1.2	增值税销项税	3092.4		206.2	206.2	206.2	206.2	206.2	206.2	206.2	206.2	206.2	206.2	206.2	206.2	206.2	206.2	206.2
1.3	回收固定资产余值	255.5																255.5
1.4	回收流动资金																	
2	现金流出	8753.0	4610.3	276.2	276.2	276.2	276.2	276.2	276.2	276.2	276.2	276.2	276.2	276.2	276.2	276.2	276.2	276.2
2.1	建设投资（不含税）	4610.3	4610.3															
2.2	流动资金																	
2.3	经营成本	690.0		46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0
2.4	增值税进项税	89.7		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
2.5	城维税及教育费附加	360.3		24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
2.6	增值税	3002.7		200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2
3	所得税前净现金流量（1-2）	28954.6	-4610.3	2220.6	2220.6	2220.6	2220.6	2220.6	2220.6	2220.6	2220.6	2220.6	2220.6	2220.6	2220.6	2220.6	2220.6	2476.1
4	累计所得税前净现金流量		-4610.3	-2389.7	-169.1	2051.6	4272.2	6492.8	8713.4	10934.1	13154.7	15375.3	17595.9	19816.6	22037.2	24257.8	26478.4	28954.6
5	调整所得税	7238.6		482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6
6	所得税后净现金流量（3-5）	21715.9	-4610.3	1738.0	1738.0	1738.0	1738.0	1738.0	1738.0	1738.0	1738.0	1738.0	1738.0	1738.0	1738.0	1738.0	1738.0	1993.5
7	累计所得税后净现金流量		-4610.3	-2872.3	-1134.2	603.8	2341.9	4079.9	5818.0	7556.0	9294.1	11032.1	12770.2	14508.2	16246.3	17984.3	19722.4	21715.9
计算指标：																		
项目投资财务内部收益率（%）（所得税后）			37.40															
项目投资财务净现值（所得税后）（ic=8%）			9580.6															

网集团工程技术有限公司
2.7
48

利润计算表

附表2

单位：万元

序号	项 目	合计	计 算 期															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	增量效益	34359.7		2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6	2290.6
2	城维税及教育费附加	360.3		24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
3	总成本费用	5044.8		336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3
4	补贴收入																	
5	利润总额（1-2-3+4）	28954.6		1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3
6	弥补以前年度亏损																	
7	应纳税所得额（5-6）	28954.6		1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3	1930.3
8	所得税	7238.6		482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6	482.6
9	净利润（5-8）	21715.9		1447.7	1447.7	1447.7	1447.7	1447.7	1447.7	1447.7	1447.7	1447.7	1447.7	1447.7	1447.7	1447.7	1447.7	1447.7

总成本费用估算表（生产要素法）

附表3

单位：万元

序号	项 目	合计	计 算 期															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	外购材料费																	
2	外购燃料及动力费																	
3	减：回收																	
4	职工薪酬																	
5	修理费	690.0		46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0
6	其他费用																	
7	经营成本（1+2-3+4+5+6）	690.0		46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0
8	折旧费	4354.8		290.3	290.3	290.3	290.3	290.3	290.3	290.3	290.3	290.3	290.3	290.3	290.3	290.3	290.3	290.3
9	利息支出																	
10	总成本费用合计（7+8+9）	5044.8		336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3	336.3