

# 浅析汽车涂装自行小车式 PT-ED 线节拍升级改造

汪金东<sup>1</sup>, 李文鹏<sup>2</sup>, 倪海华<sup>1</sup>, 许能才<sup>1</sup>, 李建国<sup>1</sup>, 陈道飞<sup>1</sup>, 赖云飞<sup>2</sup>, 周磊<sup>2</sup>

(1.合众新能源汽车股份有限公司,浙江 桐乡 314500; 2.零跑科技股份有限公司,浙江 金华 321000)

**摘要:**电泳漆膜是涂装防腐最重要的保障,因产线生产节拍、产线投入、场地面积等影响,电泳线体输送方式多样化,主要分为双摆杆、C型钩、自行小车、360°翻转机等。本文主要介绍汽车涂装自行小车+葫芦+吊具输送形式 PT-ED 线,因产能提升需对产线进行改造升级,根据现场产线配置,结合改造升级目标,联合规划、设备、工艺、生产等人员探讨升级改造方案,并在改造前、施工及调试阶段合理安排,确保工期、质量,最终制造出合格的电泳车身。

**关键词:**自行小车;节拍提升;产线改造;电泳质量

中图分类号:TQ639 文献标志码:A 文章编号:1007-9548(2025)10-0047-04

## Analysis of the Upgrading and Transformation of the Self-propelled PT-ED Line Beat for Automobile Painting

WANG Jin-dong<sup>1</sup>, LI Wen-peng<sup>2</sup>, NI Hai-hua<sup>1</sup>, XU Neng-cai<sup>1</sup>, LI Jian-guo<sup>1</sup>, CHEN Dao-fei<sup>1</sup>,  
LAI Yun-fei<sup>2</sup>, ZHOU Lei<sup>2</sup>

(1.Hozon New Energy Automobile Co., Ltd., Tongxiang 314500, Zhejiang, China;

2.Leapmotor Technology Co., Ltd., Jinhua 321000, Zhejiang, China)

**Abstract:** Electrophoretic paint film is the most important safeguard for anti-corrosion in painting. Due to the influence of factors such as hourly cycle time of the production line, production line investment, and floor area, the conveying methods of electrophoretic lines are diverse, mainly divided into double pendulum rods, C hooks, self-propelled trolleys, 360° turnover machines, etc. This article mainly introduces the PT-ED line with the conveying form of self-propelled trolleys + hoists + spreaders in automotive painting. As production capacity needs to be increased, the production line must be upgraded. Based on the on-site production line configuration, combined with the goals of the upgrade, personnel from planning, equipment, process, production, etc. jointly discuss the upgrade plan and how to make reasonable arrangements before the upgrade, during construction, and in the commissioning stage to ensure the project schedule and quality, ultimately producing qualified electrophoretic car bodies.

**Key words:** self-propelled car; beat improvement; production line transformation; electrophoresis quality

## 0 引言

随着新能源汽车市场接受度不断攀升,其消费群体正呈现出明显的年轻化趋势。相较于传统燃油汽车,新能源汽车在用车成本上具备显著优势,日常充电费

用远低于燃油支出;驾驶过程中,其静谧性与加速性能带来的舒适感、速度感更胜一筹;同时,高度智能化的配置,如自动驾驶辅助、智能互联等功能,极大地提升了用户的驾乘体验。

然而,众多新能源汽车主机厂在前期规划阶段,受投资成本与产能规划的双重制约,产线节拍逐渐难以匹配公司快速发展的步伐。为解决这一问题,对产线进行升级改造迫在眉睫。在改造方案方面,需综合考量现有产线布局、设备状况以及目标节拍要求。通过优化自

收稿日期:2024-04-09

作者简介:汪金东(1981—),男,大专,工程师,主要从事汽车涂装前期规划、后期现场调试、工艺管理及技术支持等工作。E-mail:wangjindong@honzonauto.com。

行小车的运行路径、提升吊具的升降与输送速度,同时对相关控制系统进行升级,实现输送效率的大幅提高。施工计划是改造项目顺利推进的关键。需制定详细的时间表,明确各阶段的任务、责任人以及时间节点,确保施工过程有序进行。同时,要充分考虑施工对正常生产的影响,合理安排停机时间,将损失降至最低。本文将聚焦自行小车+吊具输送形式的前处理电泳线节拍提升改造展开深入探讨。

### 1 改造方案

汽车涂装前处理电泳线受国家、地方环保法规、绿色工厂规划影响,采用低温、无磷脱脂+硅烷+高泳透力电泳漆体系;因产能不足和跟进公司发展、销售需求,现将节拍由 12 JPH 提升至 20 JPH,单车作业时间由 300 s 降至 180 s,而产线各槽体均为单槽设计,脱脂、硅烷和电泳工序工艺时间就要满足 180 s,所以整个产线改造方案需要充分交流、论证,在现场设备最大化利旧的情况下,顺利完成产线升级改造任务。

#### 1.1 前处理工序

表 1 为前处理工序工艺流程及处理方式,改造方案需要在整体工艺流程、处理方法、方式不变的情况下,生产节拍、工艺时间满足产能提升要求。通过现场设备布置、尺寸测量、空间利用、设备进场条件等方案对比,充分考虑设备利旧原则,最终方案确认为新增洪流热水洗槽,预脱脂和脱脂槽切割、拼接成双工位槽,硅烷和纯水 3 槽切割、拼接成双工位槽,电泳备槽改造成纯水 4 槽,现场水泵、过滤、除渣、除油等设备利旧使用,室体、送排风根据改造后工位长度进行增加,满足功能性需求,详见表 2。

表 1 前处理工序工艺流程及处理方式

工序名称	处理方法	处理温度/°C	处理时间/s	槽体结构
洪流热水洗	半浸+槽内喷淋	50±5	喷淋 60	单槽
预脱脂	槽上喷淋	55±5	喷淋 60	单槽
脱脂	全浸+进出喷淋	55±5	浸洗 195	单槽
水洗 1	槽上喷淋	常温	通过式喷淋	小槽
水洗 2	全浸+进出喷淋	常温	浸洗 60	单槽
纯水洗 1	全浸+进出喷淋	常温	浸洗 60	单槽
新鲜纯水喷淋	喷淋加湿	常温	通过式	小槽
硅烷	全浸+出喷淋	15~45	浸洗 150~180	单槽
纯水 2	槽上喷淋	常温	通过式喷淋	小槽
纯水 3	全浸+进出喷淋	常温	浸洗 60	单槽
纯水 4	全浸+进出喷淋	常温	浸洗 60	单槽
新鲜纯水	喷淋加湿	常温	通过式	

表 2 前处理工序改造方案

工序名称	改造方案	备注
洪流热水洗	新增槽体,水泵、过滤、除渣、除油利旧原预脱脂槽	单工位槽
预脱脂	利旧原洪流槽改造管路,水泵、过滤、除渣、除油利旧	单工位槽
脱脂	利旧原预脱脂、脱脂切割、拼接,水泵、过滤、除渣、除油利旧+新增	双工位槽
水洗 1	维持不变	
水洗 2	维持不变	单工位槽
纯水洗 1	维持不变	单工位槽
新鲜纯水喷淋	维持不变	
硅烷	利旧原硅烷、纯水 3 槽切割、拼接,水泵、过滤、除渣利旧+新增	双工位槽
纯水 2	维持不变	
纯水 3	槽体、设备利旧原纯水 4	单工位槽
纯水 4	利旧原电泳备槽改造管路,水泵、过滤、喷淋利旧原纯水 3	单工位槽
新鲜纯水	维持不变	

#### 1.2 电泳工序

表 3 为电泳工序工艺流程、处理方式及槽体结构,改造方案需要在整体工艺流程、处理方法、方式不变的情况下,生产节拍、工艺时间满足产能提升要求。通过现场设备布置、尺寸测量、空间利用、设备进场条件等方案对比,充分考虑设备利旧原则,最终方案确认为新增电泳主槽和备槽,UF 和纯水洗槽维持不变,超滤、阳极采用利旧+新增的模式,现场水泵、过滤等设备利旧使用,室体、送排风根据改造后工位长度进行增加,满足功能性需求。整流设备通过传统 SCR 整流器和 IGBT 模块化设备改造投资、每年投资预算及生产成本分析、对比,结合产品质量稳定性和设备故障率核算,选用新增 1 套 IGBT 模块化整流设备,详见表 4。

表 3 电泳工序工艺流程及处理方式

工序名称	处理方法	处理温度/°C	处理时间/s	槽体结构
电泳	阴极电泳	30±2	全浸通电 195	单槽
喷淋	喷淋	常温	通过式喷淋	
UF1	全浸+进出喷淋	常温	浸洗 60	单槽
UF2	全浸+进出喷淋	常温	浸洗 60	单槽
纯水洗 5	全浸+进出喷淋	常温	浸洗 60	单槽
新鲜纯水	喷淋	常温	通过式喷淋	

#### 1.3 输送系统

汽车涂装 PT-ED 线分为非标设备和输送设备两

部分,非标设备改造方案确定后,贯穿前处理电泳线体的输送系统设备选型及改造方案需要精确计算、拆分节拍工时,使其满足 20 JPH 产能。通过现场方案探讨、测量和分解,上件转接、下件转接工位进行分解和升降行程缩短,保证单个工时满足 180 s,线体输送滑触线、停止工位、导向轨改造升级,升降葫芦和行走电机选型升级,提升小车升降及行走速度,减少作业时间,具体方案详见表 5。

表 4 电泳工序改造方案

工序名称	改造方案	备注
电泳	新增主槽、备槽,水泵、过滤、换热等设备新增+利旧	双工位槽
喷淋工位	管路改造,增加喷淋停止工位	
UF1	维持不变	单槽
UF2	维持不变	单槽
纯水洗 5	维持不变	单槽
新鲜纯水	维持不变	
超滤	新增 1 套+利旧 1 套,2 套系统共用	
阳极	新增+利旧管式阳极	
纯水	维持不变	
整流	新增 1 套 IGBT 模块化整流设备	

表 5 输送系统改造方案

工序名称	改造方案
上件转接	白车身滑撬转接吊具小车,转接和锁紧、锁紧检测工位分解成 2 个工位,单工位满足 180 s
线体	输送滑触线、电气元件、停止工位、导向轨等改造升级
葫芦	小车升降葫芦新增,型号 2~8 m 提升至 3~12 m
自行车	小车行走电机选型改造,行走速度 4~16 m 提升至 8~24 m
下件转接	电泳车身下件转接工位解锁和转接工位分解成 2 个工位,单工位满足 180 s

## 2 改造计划

根据改造升级方案确认所有改造内容,核算改造工作量结合公司安排的 15 d 改造周期,确认前处理电泳改造人数和工作时间;在时间紧、任务重,调试时间短的情况下,制定了停产前部分设备进场组装,在不影响生产的前提下,提前施工,保证工期时间。

### 2.1 施工计划策划

成立项目组织架构,细化 254 条安装调试计划责任到人,施工一、二级单位共计 312 人,细化到白、晚班班组,做到“当班有计划、班次有交接、计划有总结”全过程施工安排,晨会、夕会、周会对施工计划及施工方

案调整推动,制定军令状及慰问、奖励等机制,确保项目提前达成。

### 2.2 安全施工策划

按照“违规零容忍、整改零延迟”的原则进行项目安全施工管理,设立项目专职安全员,与安全环保部、属地安全员、施工方安全员进行安全工作对接,“人人都是安全员”,全员监督施工安全规范性,项目改造过程“零工伤”。

### 2.3 废旧物资处置策划

按照“最大化利旧、杜绝资产流失”原则在施工前梳理拆除物资清单,拉动财务、设备、技术、生产共同评审确认拆除物资分类、摆放及处置方式,封存物资集中存放管理,废弃物资按资产管理规定申请报废流程。

### 2.4 人员分工策划

按照“责任分工、区域到人、协同合作”进行项目组织架构的搭建,施工划分 10 个区域,其中技术人员 17 人、设备人员 5 人、生产人员 5 人+高峰期 120 名员工参与到项目中进行进度计划、技术支持、安全保障等工作。

### 2.5 资源需求策划

按照“停产前、停产后、复产前”3 个时间维度开展资源需求的策划提报,提供物流通道、物料存储、污水处理、槽体罐体排放清投料、工艺调试、工艺验证、通过性验证、产品质量验证等过程的保障工作。

## 3 方案实施

通过方案策划和模拟实施,按照“停产前、停产后、复产前”3 个时间维度进行施工管理,有效地完成了前处理电泳线节拍升级改造项目。

### 3.1 停产前

改造前梳理了不影响生产提前进场施工的工作内容,主要有以下几项:

1)前处理洪流槽提前 5 d 进场拼装、焊接,保证停产时第一时间吊装、移至改造区域就位,节约槽体拼装和焊接的时间。

2)现场电泳漆需要储存、循环,电泳备槽提前进场拼装、焊接,并清洗完成,停产后及时将管路对接,将现场电泳漆导入备槽进行循环,保证改造期间电泳漆的质量。

3)因前处理和电泳线体加长,前处理电泳之间的转弯段喷淋工位需要移位,配合线体的加长,通过方案分析,停产前将喷淋工位室体采用焊接加强和增加支撑的方式,整体加强喷淋工位室体的强度,并在室体上部增加吊装横梁,停产后分离喷淋工位室体和前处理、电泳线,利用吊装葫芦将室体横移 11.5 m,减少了室体拆除和组装的施工时间。

### 3.2 改造中

按照改造方案分脱脂段、硅烷段和电泳段三组人员 24 h 不间断同时施工,确保工期的顺利推进。脱脂和硅烷因 2 个槽体切割、拼装、焊接成一个槽体,对焊工人员和技能要求有所提高,因未提前核对好焊接人员的工作量,临时协调特殊工种人员应急处理。

电泳按照改造方案进行设备的安装,做好利旧设备拆除、保存,同时平衡好新旧设备的对接和改造,避免出现设备的损坏,无法完成改造工作。

输送系统作为整个线体的动力源,每个工位、转接都需要改造,结合葫芦升降的速度转换,行走小车行走的快、慢速,前后小车同步发车的程序优化,最终满足工位 180 s 工时。

### 3.3 复产前

前处理电泳因线体的特殊性,设备改造、调试完成后,所有槽体需要加压循环 24 h 测试,无漏水、泄露后方可进行投槽前的清洗工作,经过碱洗、酸洗、工业水、纯水洗检测后,才能正式投槽。投槽后各个工位循环 12 h 后,检测所有槽液的工艺参数,使其满足生产工艺要求。

## 4 结语

在新能源汽车产业迅猛发展的当下,产销规模持续波动变化,各工厂为紧跟市场步伐、提升竞争力,局部改造升级已成为必然选择。如何在这场变革中,以最短工期完成改造升级任务,同时确保方案兼具经济性与实效性,是众多工厂面临的共同挑战。

通过对实际改造项目的深入实施与复盘,我们成功探索出一条可行之路。在工期把控上,我们制定了极为精细的施工计划,将整个改造流程拆解为多个紧密衔接的子任务,明确各阶段的时间节点与责任人。同时,运用先进的项目管理工具,实时监控进度,及时校准偏差,确保每个环节都能按计划高效推进,最大程度缩短了整体工期。

经济性方面,我们秉持“精打细算”原则,对改造所需的设备、材料进行全面市场调研,精选性价比高的产品。在方案设计中,充分挖掘现有资源的潜力,通过优化布局、升级软件等方式,减少不必要的硬件投入。此外,合理安排施工顺序,避免重复作业与资源浪费,有效控制了改造成本。

从改造效果来看,新方案不仅完美达成了既定的产能提升目标,还显著提高了生产线的灵活性与智能化水平。产品质量更加稳定,生产效率大幅提升,为企业赢得了更广阔的市场空间。此次成功改造为我们积累了宝贵经验,也为行业提供了可借鉴的范例。未来,我们将持续关注新能源汽车产业发展动态,不断优化改造方案,助力更多工厂实现高效、经济的升级转型,共同推动新能源汽车产业迈向新的高度。

### 参考文献:

- [1] 王锡春,吴涛.涂装车间设计手册[M].3版.北京:化学工业出版社,2023:476-481.
- [2] 张明士.前处理电泳线规划概要[J].现代涂料与涂装,2020,23(1):54-57.
- [3] 陈仰豪,廖映灵.悬挂式输送机吊具取电结构可靠性提升研究[J].现代涂料与涂装,2020,23(6):55-57.
- [4] 周玲莉,王天明,刘存吉.涂装前处理电泳节拍提升改善[J].现代涂料与涂装,2021,24(6):62-64.
- [5] 彭旺强.涂装电泳线生产节拍提升探讨[J].现代涂料与涂装,2022,25(3):40-42.
- [6] 王明,申标,杨泽旭,等.浅谈前处理循环搅拌喷淋系统和加料系统的设计要求[J].现代涂料与涂装,2022,25(12):62-64.
- [7] 韩岭岭,宋景新,张涛,等.浅谈乘用车涂装车间前处理电泳设备技术选型[J].现代涂料与涂装,2023,26(1):48-52.
- [8] 贾永红,许能才,王兵,等.汽车涂装车间输送设备简介和规划布局[J].现代涂料与涂装,2023,26(11):16-18. ◆

## 洞查技术前沿,赋能涂界未来——涂料涂装技术大讲堂直播重磅来袭

在环保化、智能化、高效化的浪潮下,涂料与涂装技术正经历着前所未有的变革。《现代涂料与涂装》倾力打造的“涂料涂装技术大讲堂”系列直播专栏旨在搭建一个与行业专家直接对话的桥梁,为行业人士破解技术难题,指引创新方向。

**资深专家团队,直击行业痛点:**每期特邀一位深耕领域的权威专家——来自院校的学者、知名企业的技术总监或资深应用工程师,他们将从理论到实践,带来最前沿的干货技术分享。

**内容专业实用,聚焦应用实战:**前沿技术——水性、高固体分、粉末、UV 固化等环保型涂料以及防腐、防污、自修复、超疏水、隔热、光催化等特种功能型涂料研发及应用;核心工艺——环保工艺、智能涂装、静电喷涂、瑕疵分析与控制等;热门应用——汽车、轨道交通、工程机械、船舶、3C 电子、高性能防腐等特定领域涂装解决方案;质量管控——涂层检测、标准解读、常见弊病防治。

**实时互动答疑,免费为您解答:**直播中设有专属互动环节,观众在工作中遇到的具体技术难题,都可以直接向专家提问。



扫一扫二维码,关注我的视频号

观看方式:扫码观看