

涂装车间厂房扩建改造案例解析

阮林栋

(广汽传祺汽车有限公司工艺技术部, 广州 511434)

摘要: 乘用车涂装车间工艺流程复杂, 厂房结构复杂且与设备布局紧密关联, 在没有预留扩展空间的情况下, 难以实施大规模的升级改造, 行业内涂装车间扩建改造的案例相对较少。本文结合实际项目, 介绍了涂装车间扩建改造方案, 重点解析了厂房扩建改造过程中出现的各类问题点以及相应的对策, 对于后续项目处理类似问题具有很好的借鉴指导意义。

关键词: 涂装车间; 扩建改造; 问题及对策

中图分类号: TQ639 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2025)08-0046-06

Case Analysis of Painting Workshop Expansion and Renovation

RUAN Lin-dong

(Process Technology Department of Guangzhou Automobile Group Motor Co., Ltd., Guangzhou 511434, China)

Abstract: The process flow of the passenger car painting workshop is intricate, with a complex plant structure closely intertwined with equipment layout. Implementing large-scale upgrades without reserving expansion space poses challenges, and there are relatively few instances of expansion and renovation in the industry. In light of the actual project, this paper introduces an expansion and renovation plan for the painting workshop, focusing on analyzing various issues and corresponding countermeasures encountered during the process. This study provides valuable references and guidance for future projects dealing with similar problems.

Key words: painting workshop; expansion and renovation; problems and countermeasures

0 引言

现代化的乘用车涂装车间是高度自动化的大规模流水生产线, 工艺流程复杂, 设备多样化且集合理程度非常高。乘用车涂装车间一般为多层结构, 厂房设计可以说是为工艺设备“量身定制”, 在未考虑预留扩建空间的情况下, 受各种条件限制, 很难在车间内实施大规模的升级改造, 从而成为整个工厂产能提升的“瓶颈”。为解决这种问题, 需要考虑新建涂装车间或对现有车间进行扩建改造。

由于汽车涂装车间扩建改造的难度大, 风险高, 行业内的成功案例比较少。笔者从事涂装车间规划设计

工作多年, 负责了多个汽车涂装车间新建及改造项目, 在此结合过往项目实绩, 简要介绍汽车涂装车间厂房扩建改造的要点和问题点对应解决方案。

1 项目概况

为满足产能提升的需求, 公司收购了某汽车工厂, 计划对此工厂进行全面的升级改造, 打造成智能制造标杆工厂。该工厂原有涂装车间的产能为 22 JPH(8.6 万台/a), 与公司需求的 68 JPH(24 万台/a)存在较大差异; 并且该工厂的涂装工艺和设备较为落后, 不能满足乘用车涂装品质以及环保法规的要求, 原有涂装车间现状及问题点见表 1 所列。

鉴于原有涂装车间的产能与目标产能差异较大, 且工艺和设备较为落后, 经公司研究评估, 决定拆除现有涂装车间全部设备, 对车间进行扩建和改造, 建成 24 万台/a 产能的新涂装车间。新涂装车间工艺及设备规格见表 2 所列。

收稿日期: 2024-08-15

作者简介: 阮林栋(1985—), 男, 本科, 助理工程师, 主要从事汽车生产涂装工艺及工厂规划工作。E-mail: ruanlindong@163.com。

表 1 原有涂装车间现状及问题点

类别	现状	存在问题
车间产能	车间产能 22 JPH(8.6 万台/a), 未预留产能提升扩展空间	不满足公司需求产能 68 JPH(24 万台/a), 现有车间内无空间进行设备升级改造
涂装工艺	采用溶剂型 3C2B 工艺	不满足环保法规要求, VOC 排放超标
涂胶设备	密封胶涂布全人工作业, 无涂胶机器人	人工作业涂胶品质不稳定
喷涂设备	中涂、色漆和清漆内板人工喷涂; 喷漆室空调送风为全新风	人工喷漆, 职业病风险较高; 喷漆室空调送风全新风, 能耗较高
烘干设备	烘干炉分区少, 炉温设定高; 废气采用双塔式 RTO 处理	涂层升温过快, 不利于漆面外观; 废气处理效率低, VOC 排放超标

表 2 新涂装车间工艺及设备规格

工艺/设备	主要规格
涂装工艺	水性免中涂(B1B2)涂装工艺
前处理/电泳	双摆杆输送线; 电泳整流器多段(14 段)控制
涂胶机器人	UBC 和 UBS 机器人自动喷涂(采用视觉定位系统和高精度涂胶控制系统)
喷涂机器人	车身内板、外板全自动喷涂(双线 58 台机器人)
喷漆室 & 空调	E-cube 干式喷漆室(纸盒式漆雾捕捉装置, 喷漆室空调循环风比例 60%~70%)
烘干炉	山形炉(IMC 输送)
废气处理	色漆 & 清漆喷涂废气: 转轮浓缩+旋转式 RTO 焚烧处理, 处理效率≥90%; 烘干炉废气: 旋转式 RTO 焚烧处理, 处理效率≥98%
智能化	智能化涂装中央监控系统(包含能源监控系统、RF-ID 车身跟踪系统); 机器人互联网云端服务, 设备智能诊断

2 涂装车间扩建改造方案

2.1 涂装车间厂房现状把握

涂装车间厂房为混凝土框架结构, 主体两层, 局部三层(见图 1)其空间尺寸、载荷等信息如表 3 所列。

工厂扩建总布局如图 2 所示, 受厂区总体布局限制(厂区道路、厂房间距、动力管线等), 涂装车间只能向东侧(右侧)扩建; 另外, 为保证与焊装和总装工艺的顺利衔接, 涂装车间出入口位置不能调整。

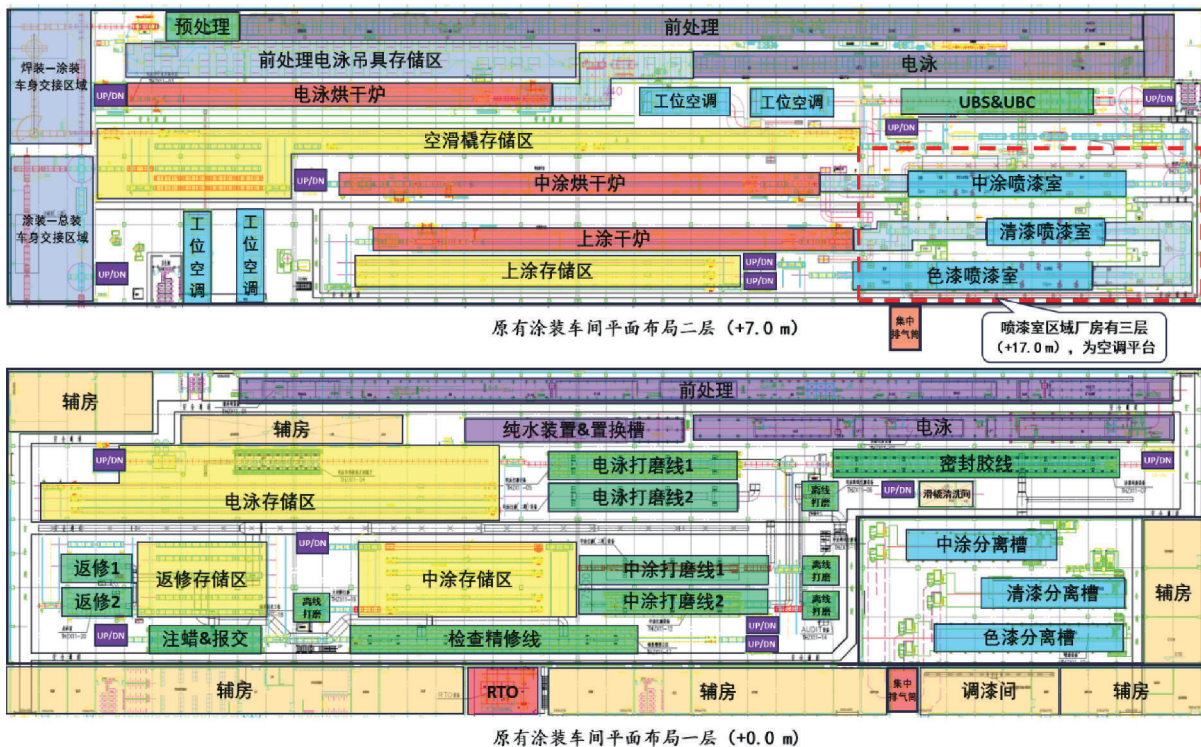


图 1 原有涂装车间平面布局

表3 现有涂装车间厂房基本信息

项目	具体情况	
空间和尺寸	长度	252 m
	宽度	厂房分区 1: 10+16+14+15+15=70 m; 厂房分区 2: 10+10+10+10+15+15=70 m
	楼层标高	一层: +0.00 m; 二层: +7.00 m; 三层: 17.00 m
	厂房高度	低跨: 下弦标高+14.50 m; 高跨: 下弦标高 +22.50 m
载荷	地面载荷	前处理电泳区域: 3.5 t/m ² ; 喷房下部区域: 3 t/m ² ; 其他区域: 1 t/m ²
	楼板载荷	二层: 0.75 t/m ² ; 三层: 0.75 t/m ²
	屋面载荷	仅前处理电泳及 UBS/UBC 悬挂输送线区域考虑有设备悬挂载荷; 其余屋面仅满足人员维护检修 (200 kg/m ²)
基础特构	前处理电泳	按设备工艺需求设置地沟、集水坑等
	作业场	打磨、返修作业场设置地下排风道
	喷漆室	设有排风道, 从地面下汇总至集中排气筒 (集中排气筒地面以上无开口)

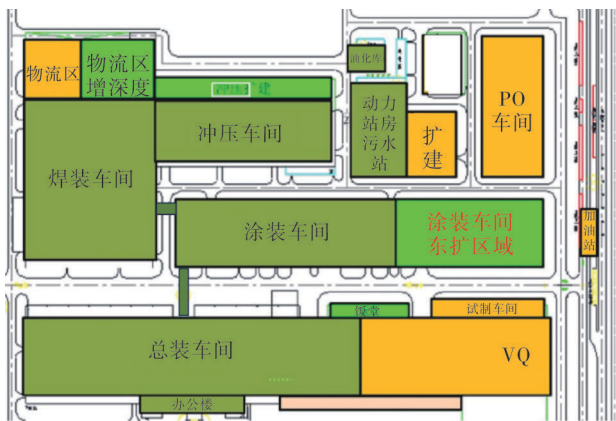


图2 工厂扩建总布局

2.2 新涂装车间厂房规划方案

基于对现有涂装车间基本情况的充分把握，项目团队开展新涂装车间布置规划设计，在保证工艺布局合理性的前提下，尽量提升设备布局与原有车间厂房

的匹配程度，利用好厂房空间，控制因载荷增加和空间不足带来的改造成本。

经多方案对比评审，确定了扩建后的车间布置，如图3所示。按照新的涂装车间布置规划方案，前处理电泳线、喷涂线、作业场等线体贯穿新、旧车间，要求扩建部分的厂房与现有厂房平顺对接，各平台标高、平台下净空高度、屋面以及厂房外立面保持一致。

通过对现有车间进行针对性改造（例如地面基础和特构改造，楼板开口、屋面开口、墙面开口改造，钢平台改造等）可满足大部分新设备安装所需要的条件；但同时也存在现有厂房无法改造对应的情况，例如框架柱和主梁无法拆除、屋面梁无法更换和加强等，需要通过各种特殊方案进行对应。

3 厂房扩建改造问题点及对策

在厂房扩建项目中，主要的难点在于处理新、旧厂房连接部位以及旧厂房改造相关的各种问题，具体如下所述。

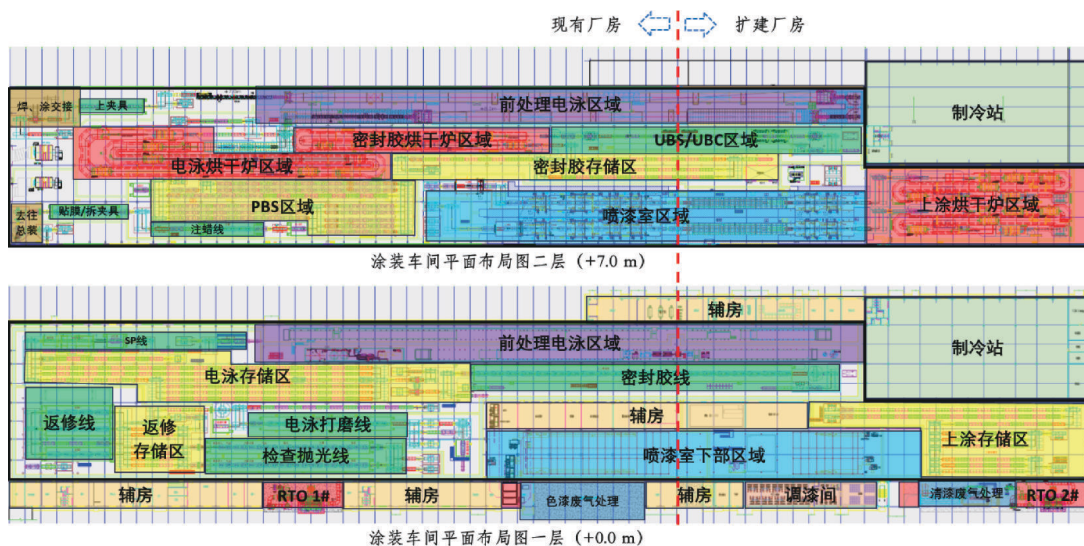


图3 扩建后涂装车间布局

3.1 新、旧厂房连接部位处理

扩建厂房的轴线应与现有厂房保持对齐，避免影响工艺设备布局的连续性。如图4所示，考虑到厂房立柱承台尺寸以及施工作业空间，扩建厂房的柱位起始轴线应与现有厂房的柱位终止轴线留出合适的距离。两条轴线之间的上部平台和屋面一般设计为悬挑结构，工艺设备布局设计时应尽量避免在此区域布置重型单设备和吊挂载荷，以保证结构安全性。平台对接部位应注意过渡平顺性，控制平台标高及对接处的缝隙；屋面对接部位应重点防水设计。

在不影响总体布局的前提下，扩建辅房靠近主厂房侧的立柱承台可与现有厂房边柱的承台交错布置，使辅房立柱与主厂房边柱尽量靠近，扩展辅房内部空间，有利于设备布置和安装。

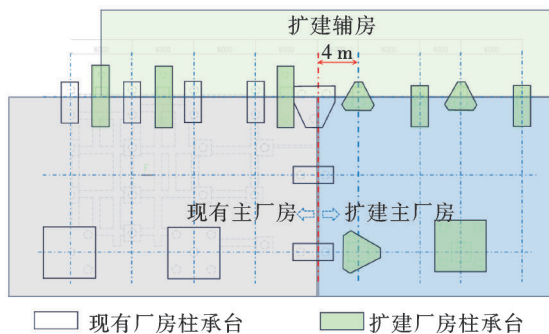


图4 厂房扩建连接部位基础布置

3.2 现有厂房荷载不足问题及对策

由于设备结构和工艺布局的变更，导致现有厂房不能满足新设备承载需求，主要问题点及对策见表4所列。

表4 现有车间厂房荷载不足问题点及对应措施

区域	荷载类别	荷载变更原因	对应措施
前处理/电泳	地面承载	工艺设备布局方式变更,导致荷载需求提升(例如,将置换槽设置在工艺槽体下部,对地面承载需求会提升)	核算现有基础承载能力,若不满足则进行基础补强(例如,在现有厂房前处理电泳区域补打灌注桩,重新浇筑设备基础和地坪)
输送设备	地面荷载	增加空滑撬存储的夹层平台和升降机,设备立柱所在部位地面承载能力不足	在立柱部位增加设备基础(须先拆除现有地坪),并设置安装所需的预埋板
UBC/UBS	楼面荷载	工艺布局变化,在现有厂房二层新建UBC/UBS作业场及自动涂胶机器人,此区域不满足新增设备的荷载需求	在作业场室体立柱和涂胶机器人基座下部设置通梁,实现荷载分散,避免局部集中荷载;在室体立柱和涂胶机器人基座对应部位的楼板下方增加加强钢梁,连接到厂房框架梁;对框架梁进行补强(梁底包钢板)
烘干炉	屋面荷载	烘干炉设备布局调整,出屋面风管位置变化,需新增屋面开口和风管安装支撑梁;炉体模段化安装,需要在屋面梁下设置吊装轨道,其荷载需求超出屋面承载能力	增设新的屋面开口和风管安装支撑辅助梁,以及屋面上的揽风绳拉点支座;改变烘干炉安装方法,制作专用的移动式门型框架用于烘干炉模段的吊装和转运;备注:布置设计时,须预留设备安装操作空间
管线/支架	立柱/上荷载	公用管线支架重新布置,现有厂房立柱为混凝土结构,缺少管道支架安装埋板,安装埋板对厂房立柱强度有影响	现有车间内新增的管线支架采用“抱箍”结构,减少对厂房立柱的破坏

3.3 旧厂房结构完整性需求导致的问题及对策

为了保证旧厂房的结构完整性和安全性，在进行厂房改造时，须保留结构柱、主梁等结构，这些构造物

可能会影响工艺设备布局和设备结构设计，需要采用非常规方案进行应对。在本项目中，主要问题点及对策见表5所列。

表5 旧厂房结构完整性需求导致的问题及对策

区域	需保留的厂房结构	对工艺/设备布局影响	对应措施
前处理电泳区域	厂房边柱	厂房边柱位于旧车间15m跨居中位置,在新的前处理电泳线中央通道位置,虽不影响人员通行,但却阻断了一层物流搬运,见图5	前处理电泳线(摆杆输送线)结构针对性调整,将摆杆返回轨道调整至中间层,地面上该厂房边柱附近区域不安装设备,留出空间作为物流搬运通道,见图5
喷漆室区域	混凝土主梁(顶标高+7.0m)	不能拆除的厂房主梁将横穿喷漆室,缩小了通风面积,不利于漆雾捕捉和密封防尘	喷漆室布局优化,厂房梁横穿喷漆室区域设计为人工检查补漆区域(使用频率低),减少对喷漆雾捕捉效率的影响,见图6;对横穿喷漆室的厂房梁使用不锈钢板进行全面包裹,与喷漆室下部侧壁板连接位置进行焊接密封,见图7
升降机洞口	主梁/次梁(混凝土大梁)	为保证车身通过性,升降机洞口长度应不少于6100mm,要求主梁和次梁(梁高1.0~1.5m)的净间距不低于6100mm,而旧车间仅有原有升降机洞口及相邻区域满足需求,如在其他区域设置升降机开口,需要拆除相邻主梁范围内所有的梁和楼板,并用钢平台补回,工程量较大,见图8	对输送设备的布局进行优化设计:旧车间原有升降机洞口全部沿用;需要新增的升降机洞口设置在现有洞口附近,避免对主梁/次梁结构的破坏,见图8

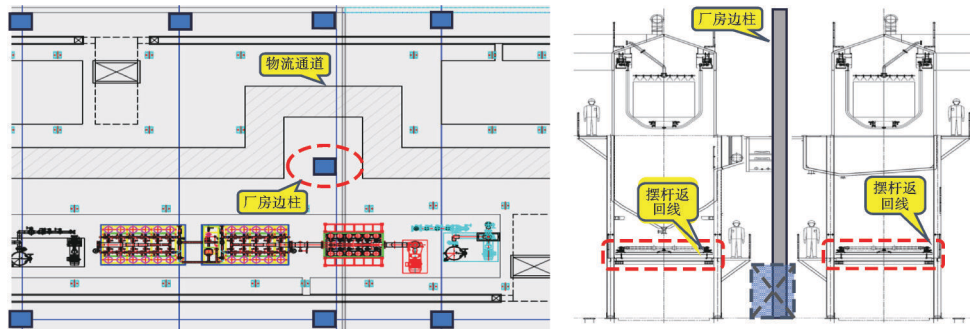


图5 厂房边柱阻断物流通道问题及对策示意

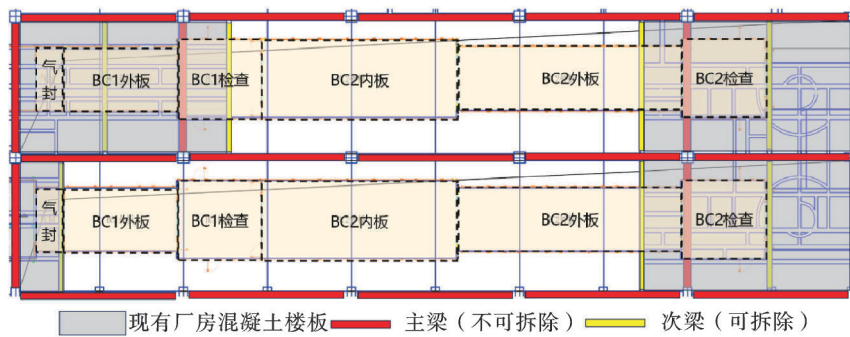


图6 旧厂房混凝土楼板及梁拆除示意

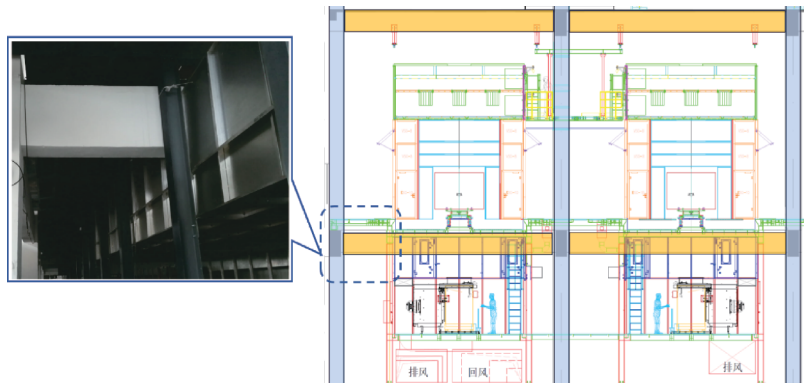
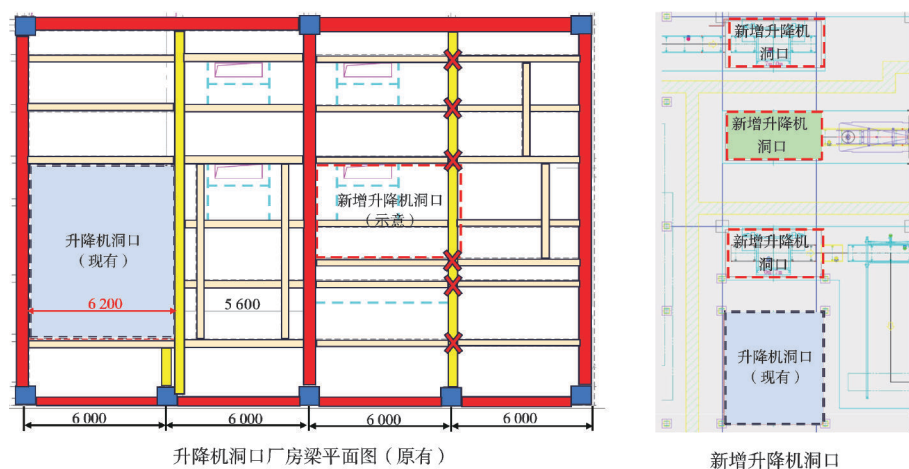


图7 厂房梁横穿喷漆室结构断面



升降机洞口厂房梁平面图 (原有)

新增升降机洞口

图8 原有升降机洞口梁平面图及新增升降机洞口位置示意

3.4 旧厂房设备安装空间问题点及对策

由于新导入的设备结构与原有设备存在一定的差

异,部分区域的旧厂房高度不满足新设备的布置需求或施工安装需求,主要问题点及对策见表6所列。

表6 旧厂房设备安装空间问题及对策

区域	问题描述	原因分析	对应措施
前处理/电泳区域	由于厂房高度不足,排气风机无法安装在处理区和电泳线顶部	新前处理电泳生产线与原有设备的布局方式不同:新产线的置换槽位于工艺线体底部,使得整线高度提升3m,导致排气风机安装空间不足	设备优化设计,将常规布局方案中位于室体顶部的排气风机调整至前处理和电泳线体中部走道上方,见图9
输送设备	四立柱升降机顶盖吊装空间不足	因工艺布局需要,在旧车间内增加了夹层平台(标高+11.00m),该区域的厂房高度可满足升降机布置高度要求,但不满足升降机顶盖吊装空间需求(通过手拉葫芦起吊,使用最短的吊带,葫芦拉到最短的情况下,顶盖仍不能提升到位,差20cm)	制作顶盖吊装专用工装,该工装安装在升降机顶盖下方,将吊挂点由顶盖上改至工装上,将顶盖可提升的高度增大约40cm,满足顶盖安装需求,见图10

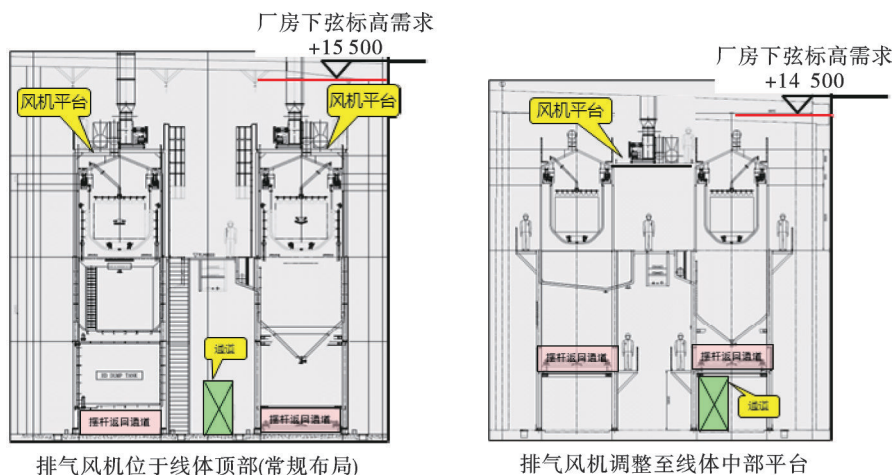


图9 前处理电泳风机平台设计优化

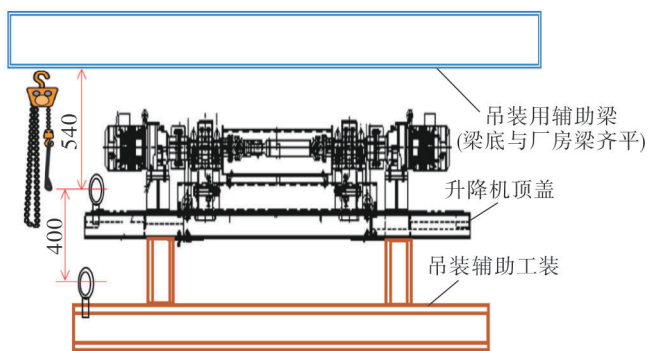


图10 升降机顶盖吊装施工方案优化

4 结语

本文结合具体的项目介绍了涂装车间扩建改造方案,重点解析了厂房扩建改造过程中出现的各类问题点以及相应的对策,涉及工厂总体规划、涂装车间工艺布局设计、厂房设计、设备设计和现场安装等多个领域,对于后续项目处理类似问题具有很好的借鉴指导意义。

参考文献:

- [1] 姜盖汕.利用原有厂房改建涂装车间的体会[J].现代涂料与涂装,2013(2):54-56.
- [2] 杨晖.谈汽车工厂改造工程设计[J].制造工程设计,2007(10):70-73.
- [3] 孙昭钦.涂装车间的建筑设计[J].制造工程设计,2006(S1):108-111.
- [4] 盖东辉,马汝成.乘用车车身涂装车间的工艺规划[J].汽车工艺与材料,2010(8):11-17.
- [5] 王锡春.涂装车间设计手册[M].北京:化学工业出版社,2008.
- [6] 王云华.现代汽车涂装车间技术手册[M].北京:化学工业出版社,2023.
- [7] 冯立明,张殿平,王绪建,等.涂装工艺与设备[M].北京:化学工业出版社,2013.

