

# 储能电池生产车间钢结构厂房耐久性提升技术路径研究

余文俊 张瑜 罗斯阳 张峰瑞

中国建筑第七工程局有限公司 河南 郑州 450000

**【摘要】**：随着储能电池产业的快速发展，其生产车间钢结构厂房的耐久性需求日益凸显。储能电池生产环境存在腐蚀性气体、温度波动大等特殊问题，传统钢结构厂房及围护系统易出现腐蚀、老化等耐久性缺陷。本文结合储能电池生产车间的环境特点，重点分析整体拼装式夹心外墙板与传统分装式外墙板的差异，从材料优化、围护系统革新、防腐技术强化、节点精细化设计及运维体系构建等方面，提出钢结构厂房耐久性提升的技术路径，为同类厂房的设计与改造提供技术参考。

**【关键词】**：储能电池车间；钢结构厂房；耐久性；整体拼装夹心外墙板；防腐技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.09.033

## 1 引言

当前多数钢结构厂房采用传统分装式外墙板，即内板、岩棉保温层、外板分别安装，存在拼接缝隙多、密封性差、整体性不足等问题，易导致腐蚀介质侵入，加剧钢结构损坏。而整体拼装式夹心外墙板由内叶板、保温夹心层、外叶板整体预制而成，现场直接拼装，其结构特性与传统分装式外墙板存在本质差异，在密封性、整体性及耐久性方面具备显著优势。基于此，本文聚焦储能电池生产车间的特殊需求，深入研究钢结构厂房耐久性提升技术路径，重点凸显整体拼装式夹心外墙板的应用价值。

## 2 储能电池生产车间钢结构耐久性影响因素

### 2.1 环境腐蚀性影响

储能电池生产过程中，六氟磷酸锂等电解液挥发会产生氟化氢等腐蚀性气体，这类气体与空气中的水汽结合形成酸性介质，会对钢结构表面造成强烈腐蚀。同时，车间内为保障生产工艺需维持较高湿度，进一步加速了电化学腐蚀的进程。传统分装式外墙板因拼接处密封性能差，腐蚀性介质易通过缝隙渗入厂房内部，直接作用于钢结构主体及节点部位，导致构件截面削弱、连接强度下降。

### 2.2 温度波动与结构应力

储能电池生产环节对温度精度要求极高，车间内需频繁调节温度以适配不同生产工序，温度波动会使钢结构产生热胀冷缩变形。传统厂房围护系统整体性差，无法有效缓冲温度变化带来的应力，长期作用下会导致节点松动、板材开裂，进而破坏防腐涂层，加剧耐久性损伤。

### 2.3 材料与施工缺陷

部分厂房选用的钢材及防腐涂层材料未适配储能车间的特殊环境，普通钢材抗腐蚀能力弱，常规涂层易老化、粉化。施工过程中，传统分装式外墙板的安装精度难以控制，拼接缝

隙处理不当，且钢结构节点防腐处理不彻底，这些施工缺陷会成为耐久性隐患，缩短厂房使用寿命。

## 3 整体拼装式夹心外墙板与传统分装式外墙板的核心差异

### 3.1 结构整体性差异

传统分装式外墙板需依次安装内板、铺设岩棉保温层、固定外板，各层材料独立受力，拼接处依赖密封胶密封，整体性差，长期使用后易出现层间剥离、拼接缝隙扩大等问题。而整体拼装式夹心外墙板通过专用连接件将内、外叶板与保温层牢固连接为整体，构件刚度大，整体性强，能有效抵御风荷载及温度变形带来的应力冲击。

### 3.2 密封性能差异

传统分装式外墙板的拼接部位较多，密封胶老化后易出现渗漏，导致腐蚀性介质侵入。整体拼装式夹心外墙板现场拼装接缝数量大幅减少，且采用专用密封工艺处理接缝，密封性显著提升，能有效阻隔腐蚀性气体、水汽进入厂房内部，为钢结构提供良好的防护环境。

### 3.3 施工及维护差异

传统分装式外墙板施工工序繁琐，安装周期长，且后期需频繁维护拼接处的密封层；整体拼装式夹心外墙板预制化程度高，现场安装便捷，施工精度易控制，后期维护工作量大幅减少，能降低因维护不当导致的耐久性问题。

## 4 钢结构厂房耐久性提升技术路径

### 4.1 材料体系优化选型

钢材选用方面，结合储能车间的腐蚀性环境，优先选用耐候钢或不锈钢 316L。耐候钢通过添加铜、磷、铬等合金元素，表面能形成致密的防护锈层，实现“以锈防锈”，无需频繁涂装维护；不锈钢 316L 耐氯离子及酸性介质腐蚀能力强，适用

于腐蚀性较强的区域。对于关键承重构件,可采用耐候钢与重防腐涂层组合防护方案,进一步提升耐久性。

外墙板材料方面,整体拼装式夹心外墙板的内、外叶板选用高性能预制混凝土或彩涂钢板,保温夹心层选用岩棉或玻璃棉等不燃保温材料,且保温层需完全填充密实,避免出现空隙导致结露。连接件选用不锈钢材质,防止连接件腐蚀失效影响外墙板整体性。

防腐涂层选用方面,采用“环氧富锌底漆-环氧云铁中涂-氟碳面漆”的重防腐涂层体系。环氧富锌底漆能提供阴极保护,环氧云铁中涂可阻隔腐蚀介质渗透,氟碳面漆耐候性强,能抵御紫外线老化,涂层总厚度不低于 150  $\mu\text{m}$ ,确保涂层与钢材表面牢固结合。

#### 4.2 推广整体拼装式夹心外墙板

将整体拼装式夹心外墙板作为厂房围护系统的核心构件,全面替代传统分装式外墙板。施工前需结合厂房尺寸进行外墙板预制设计,确保构件尺寸精准匹配,减少现场切割。安装过程中,采用螺栓连接或焊接方式将外墙板与钢结构主体牢固连接,接缝处采用丁基橡胶密封胶带与硅酮密封胶双重密封处理,确保接缝密封性能。为提升围护系统的整体防护效果,外墙板与屋面、门窗的衔接部位需进行精细化设计。屋面采用直立锁边系统,避免螺钉穿透式固定导致的渗漏隐患;门窗与外墙板衔接处设置专用转接件,缝隙填充弹性密封材料,形成完整的围护防护体系,阻隔腐蚀性介质侵入。

#### 4.3 节点精细化设计与防腐强化

钢结构节点是耐久性薄弱环节,需重点优化设计。对于梁柱节点、支撑节点等关键部位,采用圆弧过渡设计,避免应力集中导致涂层破损。节点连接采用高强度螺栓,螺栓选用不锈钢材质,连接处增设绝缘垫片,防止双金属腐蚀。节点表面的防腐涂层需加厚处理,涂层厚度比构件主体增加 20%,且涂装前需彻底清理节点表面的油污、铁锈,确保涂层附着力。天沟、

檐口等易积水部位,采用不锈钢整体成型天沟,避免传统镀锌铁皮天沟易锈穿的问题。天沟设计需精准找坡,确保排水通畅,无积水死角。天沟与外墙板衔接处设置挡水条,缝隙采用耐候密封胶密封,防止雨水渗漏侵蚀钢结构。

#### 4.4 施工过程质量管控

施工前需编制专项施工方案,明确整体拼装式夹心外墙板的安装流程、防腐涂层施工工艺及节点处理要求。钢材进场前需进行性能检测,确保钢材牌号、力学性能符合设计要求;外墙板、涂层材料等进场时需核查出厂合格证及检测报告,杜绝不合格材料投入使用。

涂层施工过程中,严格控制施工环境,避免在高温、高湿或雨天施工。采用喷砂除锈方式处理钢材表面,除锈等级不低于 Sa2.5 级,表面粗糙度 Ra 控制在 40~70  $\mu\text{m}$ ,确保涂层与钢材表面紧密结合。整体拼装式外墙板安装时,采用专用吊装设备,避免构件碰撞导致边角破损;安装精度需符合规范要求,垂直度偏差不得超过 3mm/m,接缝间隙均匀。

施工完成后,对钢结构表面涂层进行厚度检测和附着力测试,对整体拼装式外墙板的接缝进行密封性检测,对节点部位进行专项验收,发现问题及时整改,确保施工质量符合耐久性设计要求。

### 5 结论

储能电池生产车间的特殊环境对钢结构厂房的耐久性提出了严苛要求,传统技术路径难以满足长期稳定运行需求。通过材料体系优化选型,推广整体拼装式夹心外墙板替代传统分装式外墙板,强化节点精细化设计与防腐处理,严格把控施工质量,构建智慧运维体系,可形成全方位的耐久性提升技术体系。整体拼装式夹心外墙板凭借其整体性强、密封性好、维护便捷等优势,能有效阻隔腐蚀性介质侵入,缓冲温度波动带来的应力冲击,是提升厂房围护系统耐久性的核心手段。

#### 参考文献:

- [1] 王海林,范文博,王毅,等.钢结构厂房在腐蚀环境下的耐久性评估与防护措施[C]//广西网络安全和信息化联合会.第七届工程技术与数字化转型学术交流会论文集.中建七局第四建筑有限公司,2025:111-112.
- [2] 荆竞.工业厂房混凝土结构耐久性评价系统的设计与开发[D].西安建筑科技大学,2018.
- [3] 薛树美.工业厂房结构耐久性智能监控系统设计与研究[D].西安建筑科技大学,2018.