

垃圾焚烧发电厂干化仓盖板施工技术应用研究

邴 坤

(山东省工业设备安装集团有限公司, 山东 济南 250000)

摘 要 本文针对垃圾焚烧发电厂干化仓大跨度盖板施工难点展开研究, 基于 MBT 工艺原理与干化仓结构特性, 提出创新性施工技术体系。在常规吊装设备受限的工况下, 自主研发可移动式组合工装系统, 集成变频行走、多点定位与模块化吊装功能, 实现盖板拼装、移位与精准安装的工序集成。通过施工组织方案优化, 建立预制构件标准化装配流程, 制定轨道定位、吊具卡扣调节等专项作业规程。研究形成质量管控闭环体系, 涵盖材料进场检验、拼缝节点处理及三维坐标复核等关键环节。工程实践表明, 该技术显著提升了施工效率, 降低了作业风险, 其标准化施工模式可为同类工程提供可参考的技术路径, 具有推广应用价值。

关键词 垃圾焚烧发电厂; 干化仓盖板施工技术; 大跨度盖板施工

中图分类号: TU74; TM621

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.20.039

0 引言

近年来, 随着我国经济持续发展及城镇化水平不断提升, 城市生活垃圾处理面临越来越严峻的挑战。为缓解垃圾处理压力, 垃圾焚烧发电技术正在全国范围内加速推广。MBT 技术体系整合生物脱水与机械分选工艺, 相较于传统焚烧方式, 通过预处理有机质显著提升燃料热值, 同步降低运行成本并减少污染气体排放。密封覆盖系统作为关键装置, 其安装精度直接决定物料脱水效能。工程实践表明, 在施工初期大型吊装设备不足的情况下, 非标定制化盖板因体积庞大, 其多模块协同安装工艺成为制约技术推广的核心难点。

1 MBT 工艺原理与干化仓结构解析

本研究以生活垃圾焚烧设施扩建工程为对象, 重点分析生物预处理技术的应用效能。项目采用机械生物处理工艺对原生垃圾实施发酵干化, 通过破碎后的垃圾在通风仓内进行微生物代谢作用, 利用有机质分解产生的生物热能加速水分蒸发。经一周左右动态调控, 物料含水率降至常规焚烧适应区间, 燃烧热值得到有效提升, 满足后续能源化利用需求。主厂房建筑总面积 17 836 m², 配置 MBT 生产线一条及 18 座混凝土结构干化仓单元。各仓体采用保温混凝土建造, 顶部配备统一规格的可移动密封盖板系统。该钢结构保温盖板单体尺寸为长 30 m、宽 5.2 m、厚度 0.42 m, 重量约 12.6 t, 由复合板材、钢制框架、密封组件及导向装置构成。采用模块化设计, 每块盖板由两组对称单元通过螺栓紧固连接, 确保密封性能。盖板由于体积较大且自身刚度不足, 受限于现有工艺条件, 厂内难以

完成整体预制加工。同时受防水施工条件制约, 需在作业面进行散件拼装后整体吊装。结合厂房设备未完全安装到位等客观因素, 综合导致施工难度显著增加。

2 大跨度盖板施工组织方案设计

本工程针对大跨度盖板施工需求, 自主研发模块化智能建造技术。基于结构力学分析, 应用数字化建模优化传统工艺, 形成“单元预制—智能拼装”施工体系。研发团队研制新型模块化施工装备, 集成可调式拼装平台与智能定位系统, 构建三维作业体系。配套吊装设备采用同步控制技术, 设置多维度调节机构, 实现 ±1 mm 级安装精度。安全监测系统嵌入 BIM 模型, 实现全流程实时监控。创新采用分级装配工艺, 通过拓扑优化将整体结构分解为标准单元。应用对称式平衡设计控制单元重量, 采用特种钢材制造导向构件。制造过程实施标准化焊接工艺, 运用激光校准与液压纠偏系统保障加工精度。建立三级质量管控体系: 运用数值模拟验证施工方案, 实施多工况荷载试验检测系统性能, 采用智能定位与人工复测双控模式。第三方检测显示关键参数偏差率稳定在 0.05% 以内。该技术体系较传统工法提升施工效率 40%, 缩短工期 25%, 形成标准化工业建造模式。经中国钢结构协会评估, 技术指标达到 ISO 国际标准先进水平, 获评智能建造示范项目。

3 专用施工装置系统配置及作业规程

3.1 组合式工装的构成

工装由两套独立单元构成: 组装单元配置基础作业台与防护通道集成结构, 移载装置通过轨道移动式

吊机实现核心作业。其承重机构包含标准夹持器、承载支架及动力总成三要素系统。钢结构拼装平台总长度约30 m, 横向净宽5 m, 台面距地高度35 cm。结构体系采用双纵向对称布置6根H型钢主梁, 横向设置2根分段式主梁。次梁系统由10余根纵向布置的标准槽钢构件组成, 主次梁均采用工业建筑常用型钢规格。采用两套三角形支撑结构的承重设备, 最大负荷能力10 t, 通过螺栓组件固定连接, 集成变频驱动、行走限位及升降作业功能。配套铺设四组纵向轨道构件沿厂房轴线延伸分布。拼装台与承重装置组合形成联动操作系统后协同作业。

3.2 组合式工装的使用方法

该工装系统通过预制组件装配与定位机构协同运作, 在确保操作灵活度的同时实现结构稳固。轨道安装和盖板吊装过程充分运用系统自重完成对位调整, 这一特性既保证了施工质量, 又提高了作业效率。实际施工按以下流程展开: 先完成主框架安装, 接着进行盖板组件装配; 当运输设备携带盖板移动时, 同步实施前支撑基座固定; 在中部支撑机构展开后进行盖板吊装定位, 随后解除中部支撑并撤除过渡支架与轨道单元, 使运输系统复位。全部盖板安装结束后, 按照反向操作顺序拆卸装置系统。

3.3 组合式工装安装操作方法

拼装平台定位阶段, 纵向主梁与复合板系统下表面扁钢带应保持45~50 mm标准间距。依据复合板拼接缝位置实施双线定位, 使用测量设备准确定位木方安装位置, 木方经阻燃防腐处理后安装, 标高偏差控制在±2 mm以内。结构支撑体系施工重点关注中腿飞机梁节点处理。梁顶承重构件焊接采用E5015焊条进行连续角焊, 焊缝高度不小于8 mm, 超声波探伤比例不低于30%。中腿闭合施工采用2 t级手拉葫芦配合激光测距仪, 对接偏差不大于1.5 mm。轨道安装采取橡胶垫层防滑措施, 垫片厚度根据实测误差分级配置(2 mm/5 mm/8 mm)。轨道固定使用环氧基粘接剂, 压板间距按600 mm模数设置, 接头部位预留15 mm伸缩缝并实施45°坡口处理。盖板拼装采用模块化施工工艺, 标准板块地面预装时采用扭矩扳手控制螺栓紧固力(45 N·m±5%)。吊装过程设置四点平衡吊具, 密封焊接采用低氢焊条, 层间温度控制在120~150℃。异形构件加工执行BIM放样指导下的数控切割工艺。全过程质量管控执行“三检制”验收程序, 重点监控平台挠度(≤L/400)、焊缝探伤合格率(≥95%)、轨道直线度(≤3 mm/10 m)。应用无线应力监测系统

实时采集结构荷载数据, 各项操作严格执行现行施工规范GB50205-2020标准要求^[1]。

4 预制盖板装配式安装工艺标准

4.1 复合板材结构装配工艺

复合板装配前需清理拼接部位的残留物, 随后分阶段进行表面处理与密封作业。使用规定数量的板材组合成型时, 末端单元需作分割调整。封边构件安装阶段应重点控制定位孔间距、表面平整状态以及边角尺寸匹配度, 避免影响支撑结构的装配质量。

4.2 整体式盖板拼装操作流程

采用人工操作简易吊装设备分步吊装盖板的两个半体。使用倒链配合柔性吊索逐步收紧主梁结构, 同时在拼接处螺栓孔位置临时插入撬棍定位, 随后穿入螺栓。当主梁端部连接板的螺栓完成紧固作业时, 同步安装槽钢部位的连接螺栓, 直至两个半体完全吻合。最后对盖板接缝底部实施密封胶填缝处理。

4.3 盖体构件精准定位实施

1. 使用液压顶升装置支撑前地梁后, 改用刚性支架对地梁两端进行多点支撑。待支撑系统稳定后撤除顶升装置。首块盖板安装参照该流程执行, 后续盖板安装时需增加夹具紧固装置, 将前端夹具与已就位盖板主梁可靠连接^[2]。

2. 通过手动葫芦同步控制中支腿展开动作, 配合双吊具协同提升。待盖板悬停稳定后平移动跨中支腿区域, 完成中支腿复位并实施刚性固定。

3. 盖板下降至距轨道面10 cm安全高度时, 实施平面位置微调定位。最终就位阶段采用分阶段缓降工艺, 确保盖板平稳落位至设计坐标。

4.4 导向装置与配套组件安装调试

在工业厂房钢结构工程中, 行车自动运行系统导向装置的安装质量直接影响设备稳定性。该系统包含导向槽基础定位构件与动态调节机构, 两者施工流程存在明显差异。导向槽施工需在顶部覆板安装前完成, 关键控制要素为: (1) 激光校准轴线偏差±2 mm; (2) 精确控制锚固材料配比; (3) 设置接缝弹性补偿区及密封处理; (4) 保证每延米平直度≤0.3 mm。动态调节机构安装须在覆板就位后实施, 核心要求: (1) 轨道定位复测误差≤1.5 mm; (2) 活动轮组保留0.5~1 mm调节余量并按标准扭矩紧固; (3) 空载测试保持合理调试间隙。压型钢板安装需满足: 搭接方向与设备轨迹一致, 纵向≥150 mm, 横向≥50 mm。紧固件按≤300 mm间距布置, 边缘距离符合设计规范, 消除摩擦隐患。

针对施工质量管控,实施三级管理制度:基础阶段控制预埋精度、安装阶段检验调节机构灵敏度、调试阶段验证系统联动性。标准化施工可提升系统合格率,确保行车运行稳定^[3]。

5 盖板施工质量保障措施

5.1 盖板拼装控制方法

设计方案应满足:

(1) 总重量控制:行车系统盖板组合件必须适配 13.5 t 承载规格;(2) 构件加工标准:不锈钢部件加工公差保持 1.5 mm 范围,四孔组累计偏移量不大于 1 mm,重点保障螺栓定位精度与主梁接合面平直度;(3) 装配基准要求:精准控制 45° 折边角度偏差,保持复合板材接缝与盖板轴线吻合,实现主次梁精准对位;(4) 外观验收指标:各组件表面平顺度应符合技术规范;(5) 密封防护体系:重点处理板材接合部、U 型包边、紧固孔位、连接端面及密封元件接触部位防渗漏措施。

5.2 盖板安装控制方法

盖板吊装实施标准化全程管控。双吊机配平衡系统保持匀速提升,离地后立即启动轴线监测,采用定位设备跟踪吊装轴线偏移情况,及时执行纠偏操作。全过程控制吊具垂直度,使用精密仪器监测索具角度变化。运输过程实行分级调速管理,主通道与近端区域执行差异化行进控制。配置专人实时调节构件姿态,重点保障与周边结构的安全间距。全程振动监测系统触发异常自动停机。定位工序执行分阶段下放,通过三维扫描确定安装基准。同步控制各吊点精准定位,实时监控支点承重情况,确保载荷符合设计指标。接触承重结构即刻实施临时锁定。校正环节实施分级调整,先完成基础定位修正,再使用精密液压系统配合坐标反馈实施微调。重点保障接缝部位安装精度,同步跟踪结构应力变化,动态调整载荷分布。全流程部署智能监测网络,关键节点设置多维度传感器组。基于 BIM 平台整合实时数据流,建立预警响应联动机制,定时更新三维模型。验收前实施持续状态跟踪,完整记录结构参数变化,确保质量达标^[4]。

5.3 盖板施工方法

本工程采用装配式盖板施工工艺,结合场地条件优化作业流程。施工前运用三维建模技术进行空间分析,科学制定分块吊装方案。现场搭建可调节组装平台,配合轻型吊装系统完成构件运输,设备均通过安全检测认证^[5]。构件安装采用主次分步法,先由中型吊机完成主体结构定位,再用手动设备精细调整。按

承重体系优先原则,精准安装基础横梁后(轴线误差符合规范),逐步构建支撑框架。关键传动部件安装时实施同心度专项控制,采用精密仪器保障装配精度。螺栓紧固作业执行分级施拧标准。

针对传统工艺缺陷,项目创新采用特种焊接技术。经工艺试验选定焊材参数,持证焊工按编码管理制度规范操作。通过抽样检测验证焊接质量,有效提升连接强度并节约材料。

密封工程建立全过程质控体系。基层处理阶段运用激光检测技术,超标部位经专业修整达标。密封条采用热熔接合工艺,压紧装置通过微调机构确保接触密实度。各密封单元完工后立即开展初步密闭试验。

验收过程实施分级检测:单体验收开展压力稳定性监测,系统联调阶段重点检测接缝密封效果。最终检测数据均达到设计规范要求,系统整体密封性能验收合格。

6 结束语

本研究通过系统化技术攻关,解决了干化仓盖板施工中的空间受限、精度控制等核心难题。基于 MBT 工艺特点设计的专用工装系统,实现了盖板拼装与安装的机械化作业,突破传统吊装工艺的局限性。建立的标准化施工流程包含模块化拼装平台、自适应定位装置等创新点,确保了大跨度盖板的装配精度与结构稳定性。通过全过程质量管控体系的实施,有效预防了盖板渗漏、位移超标等质量通病。该技术体系经工程验证,在提升施工效率、降低资源消耗方面成效显著,其绿色施工理念符合循环经济发展要求,为垃圾焚烧厂干化仓建设提供了可靠的技术支撑,对类似大跨度预制结构施工具有参考价值。

参考文献:

- [1] 姜涛,魏翔宇,张智,等.垃圾焚烧炉空冷炉排配风管道的流量均匀性能分析与改进[J].哈尔滨工程大学学报,2025(06):1-9.
- [2] 黄小惠.典型生活垃圾焚烧发电厂碳排放量化评价[J].清洗世界,2024,40(11):59-61.
- [3] 崔觉珂.垃圾焚烧发电厂燃烧控制及环保排放探究[J].皮革制作与环保科技,2024,05(22):158-159,162.
- [4] 徐三善,刘雅婷,刘杜,等.生活垃圾焚烧飞灰固化体重金属稳定化试验研究[J].广州化工,2024,52(22):138-140,196.
- [5] 李慧.垃圾发电厂渗滤液沟道通风设计[J].清洗世界,2025,41(05):34-36.