

山西美锦新能源2×260t/h干熄焦钢框架—— 建安施工技术要点把控

李治奇¹, 赵伟屹², 梁友敏², 李果绵², 李军³

1.加拿大多伦多凯谛思设计公司, 加拿大 多伦多 M4V 2Y7

2.中冶焦耐(大连)工程技术有限公司, 辽宁 大连 116085

3.鞍钢集团公司教育培训中心, 辽宁 鞍山 114000

DOI:10.61369/ETQM.2026070028

摘 要 : 260t/h干熄焦钢框架建安施工规模大、精度高, 属于承受动荷载全栓接特殊工艺钢构, 必须采取有针对性的施工措施。以下分别从技术、精度、工序及规范四个方面, 阐述该工程钢框架建安施工的技术要点。

关 键 词 : 山西美锦; 260t/h干熄焦; 钢框架; 建安施工技术

Technical Key Points for Construction and Installation of the 2×260 t/h Dry Quenching and Coating Steel Frame at Shanxi Meijin New Energy

Li Zhiqi¹, Zhao Weiyi², Liang Youmin², Li Guomian², Li Jun³

1.Kaitis Design Company, Toronto, Canada M4V 2Y7

2.MCC Coking & Refractories (Dalian) Engineering Technology Co., Ltd.Dalian, Liaoning 116085

3.Ansteel Group Company Education and Training Center,Anshan, Liaoning 114000

Abstract : The 260 t/h dry quenching coke steel frame installation project involves extensive construction scale and high precision requirements. As a fully bolted steel structure subjected to dynamic loads, it necessitates targeted construction measures. This paper elaborates on the key technical aspects of the steel frame installation from four perspectives: technology, precision, construction procedures, and regulatory standards.

Keywords : Shanxi Meijin; 260 t/h dry quenching coke; steel frame; construction and installation technology

引言

山西美锦新能源(美锦华盛)位于太原市清徐经济开发区,其385万吨/年焦化技改升级项目为山西省重点工程,总投资约87.37亿元。项目采用由中冶焦耐最新研发的7.65米超大容积顶装焦炉,配套建设4座70孔JNX3-7.65-18型单热式顶装焦炉,配套2套处理量为260t/h的干熄焦装置。单套产能260吨/小时是目前国内产能最大的干熄焦装置之一。该项目干熄焦钢框架建安施工规模大、精度要求高,属于承受动荷载的全栓接特殊工艺钢结构,其施工要求比常规钢框架结构高,必须采取有针对性的工艺措施。以下从施工技术、精度控制、关键工序及施工规范四个维度,系统阐述该工程钢框架建安施工的技术要点把控。

一、核心施工技术要点

(一) 钢结构体系特点与施工策划

(1) 结构体系特点

干熄焦本体钢结构是一种承受动载荷的特殊工艺钢结构,框架上设置了干熄焦装焦系统主要工艺设备——提升机^[1]。为确保框架的整体稳定,各相邻横向柱间均设置了大型H型钢的“剪刀”撑;构件之间全部采用高强螺栓连接,连接数量多达约15吨。框架柱、梁多为H型钢结构或十字型柱,安装精度要求比普

通钢结构高。

(2) 施工前期策划要点

- 图纸转化与深化设计:干熄焦主框架钢结构施工图多为设计图,许多节点不详^[2],需在现场进行详图转化,提前编制节点深化设计文件。
- 工厂化生产:钢构件在制造厂应进行“出厂前组装检验”,对已组装好的构件进行检查,对存在的质量问题在制造厂内处理完毕。
- 流水施工组织:以每节柱及相连的梁为一个流水段,每个

流水段吊装顺序为钢柱、框架梁、次梁、平台铺板，穿插安装与检测步骤^[4]。

（二）炉壳体安装技术

（1）炉壳体特点

干熄炉壳体具有直径大、壳壁薄、施工精度要求极高的特点。对于260t/h干熄焦装置，干熄槽最大直径约为16.628米，吊装高度约38.81米。炉壳体、框架是干熄焦工程钢结构施工的两大核心部分，其施工有别于传统钢结构壳体、框架结构的施工^[5]。

（2）炉壳安装工艺控制

按照传统干熄炉壳安装模式，流程为：搭设平台→第一带炉壳板组对、焊接→吊装就位（同时第二带炉壳板组对、焊接）→吊装就位，对口、焊接，上口找平、找正、找中心、校正椭圆度，如此循环进行施工。针对本项目4套装置、工期紧张的特点，建议采用“倒装预制+正装吊装”的优化方式，充分利用大型履带吊的吊装能力，减少高空作业，地面焊接便于质量检查与检验^[6]。

（3）炉壳安装精度控制关键点

安装中必须保证炉壳的中心线偏差、各节炉壳上下端平面度和炉壳半径圆度等达到高精度要求，具体措施包括：采用激光测量技术进行中心线定位；每带炉壳安装后及时进行平面度和椭圆度检测；严格控制对口间隙和错边量^[7]。

（三）提升系统安装技术

（1）提升机轨道梁安装

本体的主要设备提升机（负荷达230t）安装于框架顶部约46.105m行车梁轨道上，提升机运行速度快（6.5m/s）、动载大，对框架的安装精度质量要求极高。提升机轨道梁单件构件重量较大，吊装前须组织施工人员与监理、设计院、总包方充分讨论、优化吊装方案^[8]。

（2）提升井架导轨安装精度控制

根据GB 50390-2017的规定，提升井架导轨应控制X轴和Y轴两个方向的垂直度；焦罐上下运动在提升井架导轨中间，故跨距应控制为正偏差；导轨顶部要与提升机上的活动导轨相接，导轨标高应控制为负偏差^[9]。

二、安装精度控制技术

（一）整体精度要求

干熄焦本体钢结构为全栓接框架结构，其安装精度比普通钢结构要求更高，主要体现在：

精度项目 控制要求

立柱垂直度 允许偏差为 $H/2000$ （H为立柱高度），且不大于15mm

吊车梁跨距 允许偏差 +7mm

两吊车梁顶面高差 任一截面内不大于5mm

提升井架导轨垂直度 X轴和Y轴双向控制

导轨跨距 正偏差控制

导轨标高 负偏差控制

（二）精度控制措施

- 安装前进行基础复测，从源头保证测量控制网的精度；
- 安装前应在柱两端设置柱中心线（至少两面）、上下柱标注方向一致；以柱顶为基准，在柱下端设置标高控制线；

· 每一层框架安装完成后，及时进行整体测量复核，并记录偏差数据用于后续调整；

· 避免不利天气（风、雪、雨和阳光照射等）对测量精度的影响。

（三）高强螺栓连接精度控制

框架附属吊车梁、提升轨道施工精度要求严，框架的连接形式全部为高强螺栓连接^[10]，高强螺栓的施工质量是保证结构安全性的关键工序。

控制要点包括：

- 高强螺栓的进场验收须严格把关，按批次进行扭矩系数复验；
- 连接板接触面处理必须达到设计要求，摩擦系数符合规定；
- 施拧须分初拧和终拧两个阶段，初拧扭矩值为终拧扭矩值的50%；
- 终拧后24小时内进行扭矩检查，确保终拧扭矩值满足设计要求；
- 扭剪型高强螺栓须确保梅花头全部拧掉；
- 对每一组螺栓连接副进行编号，记录施拧人员和检测结果，实现质量可追溯。

（四）安装与测量控制

· 高强螺栓连接：框架多采用高强螺栓连接，精度要求极高，构件必须工厂预拼装合格后再进场；安装时须按规程（JGJ 82）控制扭矩，严禁随意扩孔。

· 精密测量：由于体量大，阳光照射会因温差导致测量偏差，最佳测量时间是清晨或阴天；柱底标高超差时，垫铁需按规范放置并固定牢固。

（五）焊接与防护

· 焊接质量：需严格区分焊缝等级。现场对接焊缝一般要求一级探伤，角焊缝等按三级管控；环境温度过低时（如低合金钢低于-12℃）严禁冷矫正，以防脆裂。

· 成品保护：中日联项目需特别注意，现场严禁在已安装的结构上随意焊接吊耳或割孔，必须提前做好规划。

（六）环境控制与同步施工

高强螺栓安装需避开雨雪，且摩擦面不能有水、油污。阳光照射温差会导致钢梁伸缩，影响终拧精度，必要时需调整施拧时间或顺序。同时，楼梯、平台、栏杆必须与框架同步安装，既是安全要求，也是增强结构整体稳定的重要措施。

（七）壳体与框架安装

260t/h干熄炉壳体直径大、壁板薄，安装时需防变形，严格控制对口错边量和垂直度。框架的“剪刀撑”等支撑体系必须按图装设，保证结构整体稳定性。

三、关键工序质量管控

（一）焊接质量控制

根据GB 50390-2017第19.1.3条，干熄焦工艺钢结构应按重要程度对焊接质量进行分类验收。焊接质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定，以及设计文件要求。

焊接质量管控要点：

- 焊工须持证上岗，且在其合格项目范围内从事焊接作业；
- 焊接工艺评定须覆盖本工程全部焊接接头形式；
- 一级、二级和三级焊缝的质量等级和标准应符合 GB 50205

第5.2.4条、第5.2.6条、第5.2.8条的规定；

- 焊条选用应根据母材材质确定，主体钢结构材质为 Q235B（吊车梁为 Q235C 时）可选用 E4303 型焊条；

- 焊缝无损检测按设计要求的比例和级别执行，一级焊缝 100% 超声波探伤。

（二）吊装安全管理

- 吊装方案须经审批后方可实施，大型构件吊装须编制专项方案并组织专家论证；

- 吊装前对所有施工人员进行安全技术交底，针对现场情况研究讨论吊装方案及应急预案；

- 起重机选型应根据构件重量、吊装高度和现场条件综合确定，260t/h 干熄焦工程钢柱分为 4 段吊装；

- 吊装区域设置警戒线，严禁无关人员进入；

- 恶劣天气（如六级及以上大风、雨雪天气）禁止吊装作业。

（三）防腐涂装质量控制

- 钢构件除锈等级须达到设计要求（通常为 Sa2.5 级）；

- 预拼装合格后方可进行面漆涂刷；

- 每道涂层干膜厚度须符合设计要求，做好涂装记录；

- 现场焊接部位须及时进行补涂处理。

（四）安全设施同步安装

为确保施工人员的安全、方便施工，楼梯、平台、栏杆应与框架同步安装。同时设置安全网、生命线等防护设施，高空作业人员须正确佩戴安全带^[2]。

（五）关键部位特殊控制

- 提升井架导轨：这是核心控制点。导轨安装须同时控制 X、Y 轴两个方向的垂直度，且跨距宜为正偏差、标高宜为负偏差，确保焦罐平稳运行。

- 大跨度构件：260t/h 级别的干熄焦框架跨度大，大型梁、柱必须按规定起拱，防止下挠；构件吊装时要计算吊点位置，防止发生塑性变形。

（六）基础复验与定位

严格控制基础中心线、标高和地脚螺栓的位置偏差（需符合规范附录要求）。构件安装前需对基础进行复测并划线，确保钢柱

安装的基准精确。建议项目部在施工前完成高强螺栓连接副及摩擦面的复验，并针对提升机轨道的安装制定专项测量方案，确保各项精度受控。

四、主要施工规范与标准

本工程施工及验收应严格执行以下主要规范：

规范编号 规范名称 关键条文 / 内容

GB 50967-2014 焦化机械设备安装规范 第 20.1.3 条为强制性条文，第 14 章涵盖干熄焦工艺钢结构及轨道安装

GB 50390-2017 焦化机械设备安装验收规范 第 19 章涵盖干熄焦工艺钢结构及轨道，焊接质量分类验收

GB 50205-2020 钢结构工程施工质量验收规范 钢结构工程通用验收要求

JGJ 82-2011 钢结构高强度螺栓连接技术规程 高强螺栓连接施工与验收

GB 50661-2011 钢结构焊接规范 焊接工艺评定与焊缝质量验收

其中，GB 50390-2017 由原《焦化机械设备工程安装验收规范》GB 50390-2006 修订而来，原规范名称为“熄焦槽钢结构”，经调查研究后更名为“干熄焦工艺钢结构”，更为科学。

五、总结

山西美锦新能源 2×260t/h 干熄焦钢框架建安施工技术要点可概括为，前期策划先行——做好详图转化、出厂前组装检验和流水段划分，炉壳体安装精控——采用“倒装预制+正装吊装”优化工艺，严格控制中心偏差、平面度和椭圆度，提升系统高标准安装——轨道梁与导轨的安装精度直接关系设备运行安全，须严格控制垂直度、跨距和标高偏差，高强螺栓连接质量是关键——全栓接结构的施工质量决定整体结构安全性，焊接质量分类验收——按重要程度分类管控，严格执行无损检测，严格遵循规范体系——以 GB 50967-2014 和 GB 50390-2017 为核心，结合 GB 50205 等通用规范组织实施，在施工过程中，建议建立全过程质量控制记录档案，对每道关键工序进行旁站监督和实测实量，确保工程质量达到设计及规范要求。

参考文献

[1] 黄斌, 梁富强, 陈全强. 干熄焦智能排焦控制系统的设计与应用 [J]. 中国设备工程, 2026, (06): 31-33.

[2] 嵇长发, 杨勇, 柳小乐, 等. 焦化厂干熄焦浇注料焦罐底部挡板的性能优化与结构改进研究 [J]. 冶金管理, 2026, (02): 78-82.

[3] 张良臣. 干熄焦设备结构的优化设计与改造 [J]. 山西化工, 2026, 46(02): 181-183.

[4] 齐松. 冶金焦化企业干熄焦放散气脱除 CO 安全技术研究及综合利用前景分析 [J]. 山西化工, 2025, 45(04): 70-72.

[5] 李讯. 干熄焦系统长周期稳顺、经济运行实践 [J]. 燃料与化工, 2025, 56(05): 32-34.

[6] 贾秀, 石巧园, 毛旸, 等. 卧式热回收焦炉配套干熄焦装置絮状物的清理 [J]. 中国冶金, 2025, 35(10): 143-153+165.

[7] 王斌, 王哲波, 周林水, 等. 干熄焦除尘料位开关故障原因分析 [J]. 冶金设备, 2025, (05): 51-53+15.

[8] 李国鹏, 杨庆彬, 刘森林, 等. 超大型干熄焦技术参数优化研究 [J]. 燃料与化工, 2024, 55(S1): 33-36.

[9] 王华明, 刘海涛. 降低干熄焦烧损率的研究方向 [J]. 燃料与化工, 2025, 56(01): 5-7.

[10] 胡宁. 干熄焦余热锅炉技术改造应用与实践 [J]. 燃料与化工, 2024, 55(03): 36-39.