

Discussion on the Prefabricated Installation Construction Technology of Electromechanical System of Railway Station

Guofu Zeng Haojiang Xiong

Sinohydro Bureau 7 Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610213, China

Abstract

The prefabricated installation of electromechanical systems in rail transit stations adopts a “factory prefabrication, on-site assembly” approach. This methodology replaces traditional on-site cutting and welding of pipelines (water, ventilation, and electrical), support structures, equipment foundations, and maintenance access routes with standardized modular processing, integrated delivery, and precision assembly tailored to station configurations and sections. Under tight construction timelines, confined spaces, and complex interdependencies, construction teams must establish verifiable checkpoints for pre-embedded components, dimensional accuracy, lifting operations, connection sealing, and quality acceptance. Material allocation, tooling, and workforce deployment are optimized through a “section, zone, and layer” rhythmic scheduling system to minimize rework and product damage.

Keywords

Rail transit; Station; Electromechanical system; Prefabricated; Installation construction technology

轨道交通车站机电系统装配式安装施工技术探讨

曾国富 熊浩江

中国水利水电第七工程局有限公司, 中国·四川成都 610213

摘要

轨道交通车站机电系统装配式安装以“工厂预制、现场装配”为组织主线,把风水电等管线、支吊架、设备基础与检修通道等从传统现场切割焊接,转为按站型与区段标准化分段加工、成套配送、定位拼装。施工技术人员在站内狭小空间、交叉工序密集与工期受限条件下,需要把预留预埋、构件精度、吊装就位、连接密封和质量验收固化为可检查的工序点,并把材料、工装与劳动力按“段、区、层”进行节拍化配置,以减少二次返工与成品破坏。

关键词

轨道交通; 车站; 机电系统; 装配式; 安装施工技术

1 引言

近年来,中国地铁与市域(郊)铁路车站建设规模大、站内管线密集,常见问题集中在空间冲突、工序穿插与现场焊切带来的质量波动。装配式安装把加工环节前移到工厂,通过分段预制、成套运输与快速拼装,降低现场作业面占用和返工概率。本文结合车站机电专业特点与一线装配经验,围绕可落地的施工技术要点展开讨论。并重点控制接口与协调工序^[1]。

2 轨道交通车站机电系统概述

在中国地铁与市域铁路车站中,机电系统通常指为车站运营、乘客疏散与设备安全提供“电能、环境与功能保障”

的成套设施组合,主要覆盖供配电与动力照明、环境控制通风空调及排烟、给排水与排水提升、消防报警与灭火联动、屏蔽门及门机、自动扶梯和电梯、车站公共区与设备区的管线支吊架及检修通道等。该系统与土建结构高度耦合,很多安装条件依赖主体预留孔洞、预埋件与设备基础,装配式车站更强调在设计阶段把预留预埋做细做实,尽量避免现场二次打孔穿凿,以减少对结构与成品的破坏并提升安装效率。车站空间呈“长条形、多夹层、断面受限”的特点,站台层、站厅层与设备夹层内管线密度高,专业之间通常沿梁底、侧墙与吊顶空间并行布置,施工组织需要以区段和层位划分作业面,确保机电安装与装修、土建收口互不干扰。同时,车站多设置风亭、冷却塔或水泵房等附属用房,机房设备集中、接口多,任何标高偏差都会传导到管线净空与检修距离。现场安装施工人员应把“净高、净宽、检修口和防火分区贯通”作为机电系统布置与验收的基本边界。

【作者简介】曾国富(1992—),男,中国四川都江堰人,本科,工程师,从事市政及城市轨道交通工程施工管理研究。

3 轨道交通车站机电系统装配式安装施工技术探讨

3.1 预制策划与部品清单固化

装配式安装要在开工前把预制边界、接口做法与部品清单固化到可直接下单、可直接验收的尺度。第一，技术负责人以站厅、站台、设备区分层为单元，结合区段运输路径逐条梳理风管、给排水、消防、桥架与综合支吊架的预制范围，明确可拆分与不可拆分界面，直线与重复段优先预制，穿越伸缩缝、设备接管与异形转弯处保留现场调整口，避免为预制而过度分段并把接口数量控制到每10m不宜超过1处。第二，加工前组织实测复核，梁底标高、墙面偏差、洞口中心、预埋件外露量与机房基础尺寸按不少于10%点位抽检，将偏差值回写到加工尺寸控制表，法兰面、桥架拼接孔与支架孔位预留5~10mm可调余量，并同步核对保温后外径与净空，确保阀门检修空间不被压缩。第三，按通道宽度、转弯半径与吊装能力限定单件长度与重量，风管段宜控制在4~6m，组合管排单件重量宜不大于1.5t，端口预留不少于80mm扳手净距，吊点位置在加工图中标注并预设临时加固，密封面做成标准坡口或压条便于现场一次成型。第四，部品清单应固化编号、规格材质、数量、安装区段、检验批与随箱附件，出厂前按批次复核外观、尺寸、孔距与防腐层厚度，统一包装清单与防潮封存，现场按编号分区堆放并实行领用签收，螺栓连接件统一等级、垫片材质与紧固力矩并配套扭矩扳手^[2]。

3.2 预留预埋与测量放线协同

轨道交通车站机电系统中装配式安装施工要想一次装配到位，土建阶段的预留预埋必须与测量放线形成同一套可追溯控制链。第一，安装施工人员应在结构钢筋绑扎完成后、模板封闭前组织联合复核，按站厅、站台、设备夹层分区建立孔洞、套管、预埋钢板、吊点清单，并把梁底吊点、管井穿板、风道洞口列为必检项。套管宜按管径外加20~30mm预留，穿楼板套管外露高度统一控制，预埋钢板应校核锚筋长度与焊缝成形，防止浇筑振捣引起漂移，并同步排查与主筋及保护层的冲突。现场可采用定位胎具或样板控制中心线，常用预埋件中心偏差宜控制在±5mm以内，洞口边线偏差宜控制在±10mm以内，复核结果形成交接记录并与构件编号绑定。第二，放线应以车站控制网为母线，在每个作业面设置不少于2处可长期保留的标高基点与轴线点，点位间距宜控制在20~30m，并对基点设置保护围挡。机电班组放样支吊架排距、设备中心线与检修口位置时，应采用同一水准仪和钢尺复核标高，关键部位执行两次独立测设与闭合校验，避免累计偏差影响净空，同一层标高复核差值宜控制在±3mm以内。第三，对装配式综合支吊架、桥架预制段等固定点，安装前应按批次抽检锚栓与螺母，完成螺杆拧入深度检查、试装与拉拔试验，抽检比例可按10%且不少于5件执行，合格后再批量展开。第四，发现偏位或缺失时，

应先复核影响范围并按审批方案处理，优先采用化学锚栓、加设钢梁或二次埋件等可追溯做法，施工后再次测设净空与标高差，并将试验与复测数据随交接资料归档。

3.3 综合装配式支吊架快速组架

车站机电装配式安装中，综合装配式支吊架需要在有限净空内实现承载、可调与装配节拍的统一。第一，技术工程师应按管线自重与充水、保温后的线荷载复核横担规格与间距，风管可按截面尺寸与板厚校核挠度控制值，常规区段将主吊点控制在1.5~2.0m，并对桥架分支、阀门集中或设备接驳点加密到1.2~1.5m，临轨走道段应依据管线综合设计要求考虑区间风压冲击，并在端部增设防坠链与限位卡^[3]。第二，放样定位应以梁底中线与侧墙控制线为基准，先弹主干线再排支线，采用排距编号把预埋槽道或后置锚栓位置一次定准，孔位偏差应受控，钻孔深度、清孔方式与固化时间按产品说明书和专项方案执行，禁止随意移孔或切割主筋。第三，组架顺序宜先立柱后横担再挂件，班组在地面完成单元预组架并统一配套抱箍、托臂、隔振垫与管卡衬垫，整体提升就位后先点固再复核标高、坡向与检修距离，桥架转弯、风阀与水泵房管组处应预留安装余量，避免坡度管被二次顶托。第四，连接件紧固应使用扭矩扳手分两次预紧并做防松标识，关键节点采用双螺母或防松垫片，滑槽与可调吊杆预留10~20mm调节行程以适应吊顶收口偏差，穿越防火分区处预留支架外包与封堵空间且不得遮挡检修口。第五，构件进场应按区段清单核对型号、孔距与镀锌层完好度，对切口与外露螺纹及时补涂防腐并分箱配件，安装完成后按抽检比例复测横担水平度、吊杆垂直度与净空余量，形成可追溯的质量记录，并在吊顶封闭前对关键节点进行复紧复验。

3.4 管线分段预制与接口密封控制

装配式机电管线要实现一次成活，现场应把预制分段、接口密封与试验闭环前置到深化放样和首件样板。第一，风管按系统与层位拆分为可吊装单元，宜用法兰或卡箍连接，预制时同步开设吊点孔并完成加固，进场复核法兰平整度与对角线差，矩形法兰对角线差宜≤3mm，密封垫连续铺设，螺栓按对角顺序分两轮均匀紧固，吊装后抽检接口漏风并登记接口编号。第二，给排水与冷凝水按同材同制式分段预制，预制台架先弹坡向基准线再组对，排水坡度常取1%或按设计控制，跨伸缩缝处设置补偿段并留拆装位，沟槽或法兰连接前清洁密封面并更换变形胶圈，安装后复核支吊架间距与倒坡点并及时纠偏。第三，喷淋预制口加保护帽和封板，组对控制同轴度并保持接口洁净，按分区阀门划分试压段，设计工作压力≤1.0MPa时强度试验压力为1.5倍且≥1.4MPa，稳压30min压力降≤0.05MPa，严密性试验按设计工作压力稳压24h无渗漏，合格后再分段冲洗并回写图纸。第四，保温与防结露在试压试漏合格后实施，法兰与阀门处用可拆卸保温盒并留检修口，搭接缝错缝封严，冷桥点用补口料封堵。第五，电缆桥架按统一弯头半径与孔距分

段预制,跨伸缩缝设滑动连接并预留位移量,接地跨接线随段安装,抽检导通电阻与紧固力矩,连接板两侧垫片齐全并做防松处理,转弯处保证电缆最小弯曲半径满足设计^[4]。同一系统宜按走向由干管到支管顺序拼装,避免返拆污染密封面。并同步复核标高。

3.5 机房设备与模块化管组就位

为降低轨道交通车站机房狭小空间内的二次返工量,应采用设备先定位、管组后合拢的装配式施工路径。第一,设备进场前工程师应复核基础标高、地脚螺栓偏位与二次灌浆面处理,基础允许偏差宜控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内,螺栓中心偏差宜不大于 3mm ,并在就位线处预留 $10\sim 15\text{mm}$ 找平余量,避免就位后再凿毛修补破坏精度。第二,风机、水泵、换热器及冷水机组应按吊架分区顺序入位,吊点与索具按重心校核并设置溜绳控摆,落位后用成对斜垫铁或可调底座找平找正,水平度控制在 $0.2/1000$ 以内,联轴器对中完成后再安装软接与减振器,同步调整限位间隙,防止试运时窜动拉裂。第三,阀组、过滤器、旁通及仪表接管宜在场外按系统编号预装成模块,模块长度宜控制在 $2\sim 4\text{m}$,连接形式优先采用法兰或沟槽冷连接并配套成品支吊架,模块出厂前应抽检螺栓扭矩与密封垫片材质,整体搬入后按墙地定位线固定并复核标高,法兰对接错口宜控制在 1mm 以内,安装施工人员需校核检修侧净距不小于 600mm ,阀门手柄与过滤器抽芯方向不得被墙体遮挡。第四,穿墙穿楼板部位应配套预制套管与防水翼环,模块对接完成后先分段做静压与泄漏检查,再进行冲洗、排气和补水,试压点位应避开设备本体,泄水口应引至地漏或临排管,避免机房积水致电气受潮。第五,机房移交前应统一校对铭牌朝向、阀门开闭方向、介质流向箭头与管段编号,电机接线盒与检修口保持可达,关键设备周边预留不少于 800mm 搬运通道,并在门洞处复测净宽净高及可拆墙体位置,确保大修时可整体吊入吊出。

3.6 工序交接与成品保护验收

为将轨道交通车站机电系统装配式安装施工一次成优落到实处,现场宜将交接验收与成品保护按站厅到站台分区固化。第一,样板先行宜选典型区段 $20\sim 30\text{m}$,包含支吊架、风管、桥架、给排水及设备基础,首件复核应对净空、检修距离和预留孔洞逐项量测,支吊架标高偏差控制在 $\pm 5\text{mm}$

内,确认后把构造节点、紧固顺序和允许偏差写入作业指导书并带班扩展。第二,专业交接以清单化为主,交接表应绑定轴线与编号,记录螺栓规格与紧固状态,法兰连接抽检扭矩按 10% 执行且不少于 3 点,风管法兰孔距宜不大于 150mm ,管道坡度用水平尺复核并在接口处留存编号记录^[5]。第三,装修穿插前成品保护要分层设防,梁底管线、风口、喷头及阀门端口应加装硬质防护板与封口盖,保温外护层破损处当班修补并用色带标识禁踩区,材料堆放与脚手架落点应避开检修口周边 0.5m 范围。第四,防火封堵与穿越构造应在吊顶封闭前完成自检与旁站,核对堵料型号、厚度和标识牌,穿墙套管两侧封堵应平整密实并预留可检查边界,检修口位置与编号同步校核并与图纸一致。第五,送电与试运交接应先做绝缘电阻和接地连续性抽检,低压回路绝缘电阻宜不低于 $0.5\text{M}\Omega$,桥架跨接与端子紧固逐柜复核,风机泵试运应记录振动、噪声与基础螺栓复紧复测值,结果归入交接档案并与设备编号对应。

4 结语

轨道交通车站机电系统装配式安装并不是简单把现场作业搬到工厂,而是要求安装施工人员把预制策划、预留预埋、支吊架骨架、接口密封、机房就位与交接验收串成连续工序。现场只要坚持按区段节拍组织、按清单验收构件、按样板控制偏差,并把成品保护与防火封堵前置,就能在常见站型条件下实现质量稳定与工期可控,这便于后续运维检修。

参考文献

- [1] 张虎.轨道交通装配式车站施工技术与管理[J].安家,2024(8):0019-0021.
- [2] 闫儒.轨道交通装配式车站施工技术研究[J].装饰装修天地,2023(17).
- [3] 周雪松.地铁站建设中的叠合装配式建造施工技术要点[J].城市建设理论研究(电子版),2025(15):133-135.
- [4] 张建霞,雷雨,王豪,等.轨道交通"一站式机房"预制装配施工技术[J].安装,2024(6):53-56.
- [5] 李记军,季凯.装配式地下车站关键节点施工质量控制技术[J].城市轨道交通研究,2024,27(S2):152-155.