

Research on Installation Practice of Modular Water Supply and Drainage Equipment in Rail Transit Station

Yang Wang Guofu Zeng

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

Abstract

Rail transit stations have extensive water supply and drainage points, and pump rooms, sump pits, restrooms, and equipment areas are often affected by limited clearances, short construction windows, and overlapping operations. Traditional on-site assembly is prone to repeated damage and defects at interfaces. Modular water supply and drainage equipment integrates pump units, valves, filter bypasses, and support structures as a complete set during factory production and pre-inspection, reducing on-site work to positioning, connection, and functional verification. This paper, based on the scenario of China station drainage elevation and pressurized water supply, summarizes the structural boundaries, transportation and positioning conditions, and installation acceptance control points of modular equipment, and proposes installation key points that can be implemented in confined spaces to improve first-time pass rates and reduce operation and maintenance interventions.

Keywords

Rail transit station; Modular water supply and drainage equipment; Installation; Practice

模块化给排水设备在轨道交通车站的安装实践研究

汪洋 曾国富

中国水利水电第七工程局有限公司, 中国·四川·成都 610213

摘要

轨道交通车站给排水点多面广, 泵房、集水坑、卫生间与设备区常受净空受限、工期窗口短和交叉作业影响, 传统现场组装容易出现接口反复破坏与成品。模块化给排水设备把泵组、阀件、过滤旁通与支撑构造在出厂阶段成套集成并预检, 使现场工作转化为定位、连接与功能核查。本文结合中国车站排水提升与增压供水场景, 归纳模块化设备的构成边界、运输就位条件与安装验收控制点, 提出可在受限空间实施的安装要点, 以提高一次成优率并降低运维干预。

关键词

轨道交通车站; 模块化给排水设备; 安装; 实践

1 引言

城市轨道交通车站机电安装呈现工序密集与工期压缩并存的特点。给排水系统虽“看似简单”, 却与装修收口、防水构造、消防水源与设备区运行条件紧密耦合, 任何接口偏差都可能引发渗漏、异味或排水不畅。近年来, 一体化预制泵站、成套提升装置与泵阀模块逐步应用, 但现场仍需在通用验收规范框架内把安装精度和密封质量做实。本文结合实践视角, 梳理设备类型与安装流程, 形成可执行的控制要点。

2 模块化给排水设备

模块化给排水设备是指将给水加压、排水提升或局部水处理等功能所需的泵、管、阀与附件按照设计工况在工厂

完成集成, 并以可吊装、可运输的成套单元交付现场的设备形式。其关键不在“集中供货”, 而在于把吸水段、出水段、旁通、止回、防倒流、过滤、检修放空、排气泄水等接口在同一基准下预配, 配套支架、减振垫与防腐层一并固化, 现场只保留与管网、水箱、集水坑及地漏沟槽的少量连接界面^[1]。按应用场景可分为三类: 其一是泵阀一体式给水增压机组, 常用于车站生活给水或局部稳压, 强调成套泵组切换与防回流配置; 其二是污水、废水与渗漏水提升装置, 包括集水坑潜水泵导轨成套、提升箱体与管阀组件, 强调防堵与检修可达; 其三是城镇排水一体化预制泵站类成套设备, 用于车站出入口周边或附属用房排水中继, 强调筒体抗浮与防渗。依据《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》对设备资料齐全、运输保管防护、阀门强度与严密性试验等要求, 模块化设备应同步提供出厂检验记录与现场复核依据, 以保证安装后可交付运行。

【作者简介】汪洋(1987—), 男, 中国湖北鄂州人, 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 模块化给排水设备在轨道交通车站的安装实践

3.1 界面复核与基础条件固化

为确保轨道交通车站模块化给排水设备进场后即可按位拼装,安装前必须把土建与机电界面用量化条目锁定。第一,安装工程师以厂家就位图与接口清单为基准,在结构基准线与0.000标高线上复测基础顶面标高、预埋螺栓间距及外露长度、套管与地漏中心线位置,测量采用激光水平仪配钢卷尺交叉核对,同一测点至少3次读数并附照片归档,标高偏差宜控制在 $\pm 3\text{mm}$ 、中心线偏差 $\leq 5\text{mm}$,螺栓外露满足螺母满扣后再外露2扣,超差项在找平层施工前完成纠偏并回填到检查表。第二,泵房、卫生间机柜间与集水坑周边应先完成防水层收口、墙根翻边及地面找坡,底座落点不得处在后续需要凿毛补漏区域,底座受力面要求连续密实且无积水,排水沟至集水坑的沟底坡度用水准尺复核,宜保持0.5%~1.0%单向坡,同时复核地坪完成面标高,避免二次找平抬高造成接管倒坡。第三,进出水方向、阀门操作面、过滤器抽芯方向与仪表检修面在放线阶段应标识到墙地面,标识包含离墙净距、阀柄旋转半径与搬运路线,阀门手轮侧净距 $\geq 150\text{mm}$,抽芯侧预留长度不小于滤芯抽出长度并加50mm余量,且与桥架、吊顶龙骨及装修收口密集带错开^[2]。第四,设备到场按批次核验合格证、说明书与随机备件,逐台检查防腐涂层无露底、法兰端面保护盖完好、软接头橡胶无裂纹起泡、紧固件镀层无白锈,铭牌流量扬程与电机功率应与设计一致,存在磕碰锈蚀或缺件时在吊装前完成除锈补漆与补齐,端口统一加封盖防尘,并进行法兰面清洁与螺栓试拧确认。

3.2 吊装就位与减振找正

为保证轨道交通车站泵房内模块化给排水设备单元一次就位到位,现场应把吊装、减振落位与整机找正作为同一受控工序连续组织。第一,吊装前工程师应复核单元重量、吊耳焊缝与重心标识,必要时对比出厂数据校核重心偏移,按起吊角度选择卸扣与吊带并加护角防磨,起吊工器具安全系数 ≥ 1.25 ;狭小泵房应提前清障并预布导向绳与滑移板,门洞、梁底和转角加设临时护板,起升速度 $\leq 0.2\text{m/s}$,提升中控制摆幅不超过200mm,转向与落点由专人统一口令指挥,禁止边吊边强撬。第二,设备落位先落在临时垫块上复核中心线、标高与检修侧净距,中心线采用墨线加钢尺双向复核,标高用水准或激光复测并形成记录;确认无干涉后分次落到橡胶减振垫或可调垫铁上,减振垫厚度常用10~20mm,四角压缩量差 $\leq 2\text{mm}$,底座贴合用塞尺抽查并标记受力点,发现软脚及时调整垫铁,垫铁组控制2~3块并防滑移固定,避免单点硬顶引起底座翘曲。第三,泵体、集管与底座应整体找平找正,以联轴器同轴度为主控并校核管口同心度,径向偏差 $\leq 0.10\text{mm}$ 、端面偏差 $\leq 0.05\text{mm}$,同时检查泵轴手盘两圈无卡滞且阻力变化平缓;

外管连接应保持软接头自然长度并预留3~5mm自由量,严禁用强行拉管带正或用支架拉杆硬顶,必要时先调整支架标高与导向间隙再连接;找正合格后按对角顺序复拧地脚螺栓并加弹垫或双螺母防松,复拧后再复测同轴度一次。第四,二次灌浆应在找正合格并完成隐蔽验收后实施,灌浆前清理油污并凿毛,基层湿润但不得积水,灌浆厚度宜20~50mm,连续灌注至四周溢浆并捣实排气;养护期间不得振动与早期受力,强度达到要求后再连接刚性外管与固定支架,随后复核联轴器、软接头与管口同心度并进行试运转。

3.3 管网对接与密封控制

为把模块化给排水设备的预制优势真正落到轨道交通车站长期不渗漏,现场管网对接必须以密封面状态、连接几何与受力释放、洞口封堵工序为同一套可复核控制链条。第一,法兰对口前安装工程师应将密封面清理到无油污、无砂浆与无锈点,并用直尺抽检端面平整度,发现划痕应打磨修复后再装;垫片要逐项核对材质、厚度与介质温度相匹配,垫片内径不得侵入流道且不得遮挡螺栓孔,临时定位后先在四点测量法兰间隙,确保0.5毫米量级内均匀,再按对角线分3至4轮递增紧固,终拧按厂家或项目力矩表执行并记录最终力矩或圈数,紧固后复核螺栓外露丝扣一致与法兰无翘曲,试压前宜做一次二次回拧以消除垫片初期压缩^[3]。第二,沟槽与丝扣连接要把同轴度与端面垂直度作为验收点,切割端口必须倒角0.5至1.0毫米并彻底去毛刺,避免划伤橡胶圈或形成渗漏通道;沟槽卡箍安装时应确认密封圈型号与耐温等级正确,密封圈就位要居中不翻边,卡箍内缘必须完整嵌入沟槽,两侧螺母交替均匀紧固,螺母外露丝扣宜保持一致以便巡检;丝扣接口统一选用密封带或密封膏一种体系,按介质与温度确定缠绕圈数,外露扣数控制在2至3扣,严禁同一接口混用不同密封材料导致松动或剪切失效。第三,设备进出水口附近宜设置可拆卸短节、活接或伸缩节以释放装配误差与检修需求,短节长度一般不小于150毫米并预留扳手回转空间,过滤器、止回阀与软接头周边应留出下方接水与拆装通道;同时必须用独立支吊架承担外管重量,支吊架间距按管径与介质确定并在设备口两侧加设固定点,确保设备口不承受附加弯矩,软接头只承担微量位移补偿而不作为承重构件,连接完成后以水平尺复核设备口无拉扯、无偏载。第四,穿墙套管与楼板孔洞处应先完成套管防腐与防水封堵再做保温外护,套管内严禁设置丝扣或沟槽接口,封堵宜采用分层捣实的防水砂浆或柔性填料组合,填塞长度按管径的3至5倍且不小于100毫米,并在两侧留出可检查面;有防水等级要求的墙体应优先采用柔性防水套管并对翼环周边二次补浆,待封堵强度达到要求后再进行保温收口,保温端部必须做防潮封边与封口,外护层靠近洞口处宜设置可复开检修缝,避免装修封死后漏点难追溯与保温吸水霉变。

3.4 排水提升单元防堵与通气

为适应轨道交通车站杂排水夹泥沙、纤维与油污并存

的工况,排水提升单元安装需把防堵、排气与便检修落到结构尺寸与接口布置上。第一,集水坑导轨式潜水泵就位前,安装人员应以坑口控制线校核两根导杆垂直度与间距,底座膨胀螺栓紧固后再复测耦合座中心,保证泵体沿导轨下滑到位后靠自重完成自动耦合密封,现场需用塞尺检查密封圈压紧均匀并试提复落一次,起吊链条设置防脱扣并预留0.8~1.0m操作净空,检修提泵时控制提升速度并加软护角,避免泵体刮碰井壁导致耦合松动与回流冲刷。第二,出水管宜按一泵一阀组组织,泵出口先设闸阀后设止回阀并预留可抽换长度,止回阀可选球形或橡胶瓣结构以降低杂物卡阻概率,阀门中心线距检修侧墙面宜不小于300mm并保证阀盖可拆并在阀体标识流向,弯头与变径前后可加设DN50~DN80反冲洗或排泥接口并配封堵阀,接口中心距墙面不小于120mm以保证扳手回转,必要时在管段最低点设置放空口用于停机排水与冬季防冻。第三,管内积气应在系统高点设置排气阀并与车站排水通气立管连通,室内集水坑盖板应密封并另设通气管,通气管宜取DN50及以上并向外或向竖井引出,排气口加防虫网并设置回弯或水封控制异味与冷凝回流,穿越防火分区处按要求封堵且避免在设备间内直排。第四,箱体或筒体安装要同步落实抗浮与防渗,底板锚固按设计扭矩复核并做二次防松标识,回填采用中粗砂或级配碎石分层200~300mm夯实并控制含水量,禁止硬块直接挤压筒壁,封边完成后做满水或渗漏检查,观察不少于24h并记录水位变化^[4]。

3.5 试压冲洗与交接验收

模块化给排水设备在车站交付前,应以成套单元为边界组织试压、冲洗与交接资料,使接口质量与运行状态一次固化。第一,给水侧在外接管网连通、支吊架与限位完成后按站厅、站台或设备房分区建立试压回路,封堵不得用闸阀替代堵板,注水排气后选用1.5级压力表且量程为试验压力的1.5~2.0倍,按设计或规范取工作压力1.5倍且不小于0.6MPa,金属及复合管在试验压力下观测10min压降不大于0.02MPa,再降至工作压力逐点查漏,塑料管按稳压1h与二次稳压控制,并对软接、法兰对角线均匀紧固、阀杆填料、压力表接头与止回防倒流方向逐项复核,发现渗漏必须卸压

返工。第二,排水侧以集水坑泵组为核心做通水与抽排联动,先核对液位浮球启停点并切换手自一体模式,分段灌水观察检查口水封、立管通气与横支管坡向,水位应在5min内稳定回落且无倒灌音,核对启停水位、报警水位与止回阀关闭时间,必要时模拟停电停泵,记录回灌量与水位回升速度并校核坑内有效余量不小于0.2m。第三,系统冲洗在阀门全开、正式滤芯退出并加临时滤网条件下进行,冲洗由远端向排放口组织并每30min清理一次临时滤网,流速宜取1.0m/s左右直至出水澄清且无铁锈砂粒后恢复正式滤芯,并对泵体做30s点动、带水运行及主备切换,记录电流、振动、噪声与温升初值^[5]。第四,交接验收按单元编号闭合资料链,包含设备编号核对、就位复测、阀门启闭与止回试验、分区试压台账、冲洗记录、试运行参数与签字页,并附现场照片与标识清单,现场对敞口加盲盖封签并设置防护提示,交接时完成成品保护交底与责任界面划分。

4 结语

综上所述,模块化给排水设备在轨道交通车站的应用,使泵房与排水提升安装从“现场拼装”转向“成套就位”,但现场质量仍由界面复核、就位找正、连接密封、通气防堵与系统试验共同决定。安装人员应把出厂集成优势转化为可核查的工序控制点,落实测量记录、隐蔽验收与交接资料,并在后续专业进场前做好端口封堵与成品保护,使设备在开通前即可稳定进入可运维状态。

参考文献

- [1] 王辉,江琴,杨广伟,等.郑州地铁地下车站给排水管道冬季防冻保温方案[J].城市轨道交通研究,2025(8).
- [2] 陈冠宇.芜湖轨道交通给排水及消防系统设计要点[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(002):000.
- [3] 王刚,王莹莹.城市轨道交通车辆基地给排水及消防设计分析[J].工程技术研究,2023,8(2):170-172.
- [4] 磊石.轨道交通给排水及消防系统工程施工技术分析[J].Engineering Technology and Quality Management,2023,1(1):31.
- [5] 王刚,王莹莹.城市轨道交通工程地下车站给排水及消防系统设计分析[J].工程建设与设计,2023(3):65-67.