

Application of Integrated Assembly Electromechanical Installation Technology in Underground Rail Transit Fire Pump Room

Xing Huang Xingyun Tan

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

Abstract

Underground subway station fire pump rooms are characterized by compact spaces, multiple system interfaces, and frequent maintenance requirements. Traditional “on-site cutting-welding + piece-by-piece installation” methods often accumulate deviations during cross-operations, resulting in high rework costs. The integrated prefabricated electromechanical installation adopts a factory-precast and integrated approach, organizing pump units, valve assemblies, support brackets, and electrical control components into transportable, installable, and interconnectable units. This enables rapid positioning and verifiable assembly of critical equipment within the pump room, while solidifying maintenance access routes, equipment entry/exit points, and operational interfaces as assembly boundary conditions to meet regulatory requirements for installation space and control cabinet layout. To ensure comprehensive quality and schedule benefits, the project implementation must incorporate fireproofing, waterproofing, and operational maintenance characteristics specific to subway projects, establishing practical modular divisions, standardized interfaces, and on-site acceptance protocols.

Keywords

Integrated Prefabricated Mechanical and Electrical Installation Technology; Underground Rail Transit; Fire Pump Room; Application

整体装配式机电安装技术在地下轨道交通消防泵房中的应用

皇兴 谭幸芸

中国水利水电第七工程局有限公司, 中国·四川成都 610213

摘要

地下轨道交通车站消防泵房空间紧凑、系统接口多、后期检修频繁,传统“现场切割焊接+逐件就位”的做法容易在交叉作业中累积偏差,且返工代价高。整体装配式机电安装以工厂预制、成套集成为主线,把泵组、阀组、支吊架与电控部件按可运输、可就位、可对接的单元组织,实现泵房内关键设备的快速定位与可复核装配,并把检修通道、设备进出与操作面作为装配边界条件一并固化,满足消防泵房对安装空间与控制柜布置的规范要求。工程实施中仍需结合轨道交通工程的防火、防水与运维特点,形成可落地的模块划分、接口标准与现场验收方法,才能稳定取得质量与工期的综合收益。

关键词

整体装配式机电安装技术; 地下轨道交通; 消防泵房; 应用

1 引言

预制装配式施工正处于高速发展阶段,机电泵房装配式技术由于其标准化、精细化、工序前置化等优势,正逐渐以各种形式应用于不同工程中^[1]。在中国地铁新线建设与既有线改造中,消防泵房往往位于设备区深部,吊装转运受限,且泵、阀、电控与通风排水多专业同时进场,质量问题常集中在设备找正、法兰密封、支吊架受力与电缆端接等细部。装配式机电把现场高强度、易波动工序前移到工厂与场外预装,减少现场焊割与反复试装,同时通过分段验收把系统功

能一次交付。

2 整体装配式机电安装技术概述

从地下轨道交通施工现场的可操作性出发,整体装配式机电安装并不是把设备“做大做重”,而是把泵房内机电系统按运输条件与安装路径拆成若干成套单元,并在工厂或场外完成部件装配、定位基准与接口预留。其核心含义可以概括为三点:第一,模块以“功能闭合”为边界,例如把消防泵组底座、减振件、联轴器防护与基础二次灌浆控制面作为同一就位单元,使现场只需按基准线落位复核即可进入对接工序。第二,接口以“可复核”为原则,管段预制时同步固化法兰面距、阀门操作面、放空排水口朝向与支吊架点位,避免泵房内二次改孔改向。第三,交付以“成套验收”为目标,

【作者简介】皇兴(1989-),男,中国四川冕宁人,本科,工程师,从事市政及城市轨道交通工程施工管理研究。

除单机试运转外,还将控制柜位置、防护等级、设备进出与检修空间等作为装配质量的一部分进行检查,使技术路线与消防泵房设置及验收条款相衔接。

3 整体装配式机电安装技术在地下轨道交通消防泵房中的应用

3.1 消防主泵组整体装配就位

地下轨道交通消防泵房空间受限且成品保护要求高,主泵组宜以底座单元化思路实施整体装配就位,现场把调平、减振、限位与检修界面一次固化。第一,场外预装阶段由机电班组按出厂对中值复核电机与泵的同轴度,联轴器间隙与护罩同步安装,底座下预装成套可调垫铁或可调减振器并统一编号,紧固件规格成套化并复核预紧力,底座两侧刻设中心线与标高基准点并预留塞尺复核口,进场后用激光标高仪与钢尺复测基础平整度,宜控制在2m靠尺间隙不大于2mm,再逐点微调并做好复测记录。第二,底座与基础界面采用限厚控制条控制二次灌浆厚度,常用厚度30至50mm,底座先落在临时垫块上复核门洞转运、管线净空与检修侧净距,确认无干涉后再落到减振器上并校核四角压缩量宜基本一致,灌浆前设置侧向限位片与防漂移拉结,严禁用外接管道硬拉硬顶作为定位手段,灌浆终凝前不得二次扭动底座^[2]。第三,进出水短节与必要的压力表三通、试水接口宜随泵组预装至法兰前一跨,短节端面加装运输保护盖并标识流向、法兰等级与垫片材质,并按规范在出水侧预留DN65试水管位置及流量、压力测试接口,现场对接只在明确接口完成,螺栓按对角分三次均匀紧固并复核法兰间隙一致,必要时记录扭矩值以便交接,同时在短节与阀门之间预留可拆短节长度,保证后续更换止回阀或软接时不拆整段管网。第四,泵组周边同步固化检修与吊装条件,检修侧通道净宽宜不小于0.8m并避开电控柜开门半径,底座端部预留抽芯或拆联轴器空间,必要时设置可拆卸护栏段。吊点应直接连接主体结构或可靠承重构件,单点许用荷载宜按设备自重的1.5倍选型并标识起吊方向,同时在减振器处设置限位螺栓或侧向止挡,限位间隙宜控制在3至5mm以兼顾减振与抗位移。

3.2 稳压装置与附件成套安装

地下轨道交通消防泵房稳压系统宜按成套撬装思路组织安装,使现场工作从找点配管转为就位对接。第一,稳压泵、气压水罐与安全阀、止回阀、压力表、排水放空阀宜在厂内或场外预装为撬装单元,撬座下设置橡胶减振垫或弹簧隔振器并预留二次灌浆口,撬座自带吊点与受力支点,进场后安装人员复核预埋螺栓孔距和标高,按中心线定位后分级紧固并控制四角压缩量一致,同时在泵进出口加装金属软接或橡胶挠性接头并预留50至80mm补偿行程,必要时用塞尺检查撬座与基础贴合,避免罐体荷载传递到小口径支管。第二,撬装内进出水短管、旁通与试压接口应一次预制完成,

优先采用沟槽或法兰连接减少丝扣点位,法兰密封面在预装阶段做防碰保护并在现场对角分三次紧固,撬边两侧布置可拆短节和伸缩补偿段,保证更换稳压泵或止回阀时拆装长度不大于300mm且不牵连主管,阀门手轮朝向检修通道并预留不小于250mm的回转空间,试压口宜设置带盲板的快速接头并在撬座外侧标注介质流向。第三,压力表取压、罐体放空与排水宜用成套小管组预装,支管管径宜控制在DN15至DN25并设置防误碰托架,压力表前增设截止阀与缓冲弯并配置阻尼器减少指针抖动,取压点与控制柜端子按同一编号挂牌对应,现场只做方向核对和通断检查,同时把常开阀门采用铅封或锁扣固化并悬挂状态牌,减少检修时误关。第四,单元就位后按系统验收逻辑调试,安装人员先在无末端放水条件下核对启停压力设定,使准工作状态压力较启泵压力增加0.07至0.10MPa,并通过小流量泄放模拟管网渗漏观察压力波动,稳压泵启停频次宜控制在每小时不大于15次,气压罐有效储水容积不宜小于150L,同步完成主备泵自动切换与止回阀回闭检查,最后对法兰、卡箍和小管组逐点复检渗漏并记录参数^[3]。

3.3 吸水出水管段与阀组模块化拼装

为适应地下轨道交通消防泵房空间狭窄、吊装受限与工期压缩的条件,吸水出水管段与阀组宜采用整体装配式成套预制后现场快速对接的做法。第一,深化时以泵口中心线为基准把吸水管首段与出水管首段拆分为可吊装阀组模块,模块范围通常覆盖泵口至主管前1.5~3.0m,内含闸阀、止回阀、过滤器及按设计配置的泄压或水锤消除构件, DN150~DN300常见口径优先采用法兰连接并统一垫片材质与厚度,单个模块宜控制在0.3~0.8t便于小型电动葫芦就位,工厂预装完成短节长度校核、阀门启闭行程复核与接口编号,并在重心处设置吊点与防磕碰护角,两端设置标准法兰面对接并加临时盲板防尘,现场不再改口补短节以免占用净空。第二,阀组模块必须自带受力支点与限位,支架型式随土建条件选可调托架或滑槽连接,支点坐标与标高在预制图中固化到梁底或预埋槽位置,吊装就位先落在临时垫块上复核中心距、标高与检修侧净距,确认无干涉后再与支架锁固,支架与管段之间宜加耐磨垫片并设置侧向限位,避免启停冲击下产生爬移,使阀体与过滤器重量由支架承担而不是由泵口法兰悬吊,从源头控制端面偏斜与垫片受剪。第三,法兰密封面处理与螺栓紧固纳入装配工序卡控,进场后清洁密封面并复核垫片无折伤,螺栓强度等级与长度在模块清单中统一,安装时对螺纹润滑,按对角分3~4次均匀紧固并以塞尺抽查法兰间隙一致性,必要时按设计或厂家要求记录扭矩并二次回拧,阀门操作方向、阀位指示与常开锁定标识一次固化到位,避免通水后再调向而引入二次渗漏。第四,模块间在靠近检修侧预留可拆短节与试验接口,接口口径宜满足接软管放水与压力表接入,同时设置放空与排水点便于冲洗排气,试运转时按流程完成末端试水、泄压动作与泵启

停联动核验,拆装路径限定在模块边界内并预留扳手旋转空间,确保后续检修不牵连相邻管段^[4]。

3.4 电气控制柜与电缆成套敷设

为使地下轨道交通消防泵房电气装配在狭小空间实现位置可达、端接可追溯与切换可验证,控制柜与电缆敷设应按成套单元一次定型并与土建界面同步锁定。第一,消防泵控制柜、双电源切换箱与就地按钮箱采用成套底座预装,底座孔位与预埋件一一对应并编号,进场后复测基础标高与螺栓外露长度再就位,柜前操作净距控制在1.2至1.5m并校核开门回转半径,柜侧与墙面留检修缝且避开阀门操作区,底座四角用可调垫铁找平后分次紧固并做扭矩标记。第二,电缆桥架、支吊架与穿墙套管按防火分区预制为标准段,直线段宜2至3m成段配套连接板与跨接线,转弯、爬坡与进柜段采用成品转接件并在厂内倒角去毛刺,现场以插接和螺栓连接为主,振动区连接件加防松措施,穿越分区处预留封堵槽口并设置可拆挡板便于后续封堵。第三,动力与控制电缆在预制阶段确定走向与分层,动力宜下层、控制宜上层并保持间距,敷设前按回路清单核对规格与阻燃耐火等级,电缆固定点间距随水平段与竖向段分别控制并避免在转弯处悬空,弯曲半径按外径倍数复核,进柜处采用成套护口和密封接头,线芯压接端子统一型号,号码管、端子号与回路号一致并形成台账。同一桥架填充率宜控制在40%以内并预留扩容余量,电缆两端挂回路标识牌与竣工图一致,穿墙套管内加阻燃护口防止磨损。成束敷设时分层隔离板应连续设置,控制电缆屏蔽层在柜端单点接地并留检修余量,电缆进柜前清洁外护套并封堵孔洞防尘。第四,系统交付前按点对点法完成回路导通与相序核对,控制回路用500V兆欧表测绝缘电阻并记录 $\geq 1M\Omega$,桥架跨接与接地连续性复核,随后完成双电源自动与手动切换、泵组远程与就地启停、故障与欠压信号联动等试验,试验记录与端子号、回路号对应归档。

3.5 通风排水与附属设备一体化安装

在地下车站消防泵房内推进整体装配式机电安装时,通风、排水及附属设备应以成套预制与界面固化为主线组织。第一,送排风机、消声器、软接与检修段宜在场外组成为吊装单元,单元自带可调吊点与防振垫座,吊点优先落在结构预埋件或承重槽道上,现场用螺栓连接完成标高微调并控制机组水平偏差 $\leq 2\text{‰}$,减振器压缩量宜控制在

10至15mm,软接段有效长度宜取150至200mm并控制同轴,风管短节同步完成法兰找方、密封条粘贴与螺栓成套化配齐,接口处预留20至30mm拆装余量,现场仅对口紧固并复核漏风检查孔与测点位置,避免高温环境下反复补胶。第二,集水坑排水泵采用导轨式成套组件时,应把导轨、底座、自动耦合装置与提升链条在预制阶段试装到位并编号,进场后以坑口控制线复测导轨中心距与垂直度,底座通过预埋件或膨胀螺栓固定并校核耦合面贴合,液位开关固定支架随泵组预装,低液位点距坑底宜留150至200mm,出水立管与止回、闸阀宜布置在同侧检修面,阀前后预留不小于300mm可拆短节,并在高点设放气口、低点设排泥口。第三,泵房排水管、通气管与地漏支管宜按坡向分组预制,管组出厂前完成坡度与支吊架点位校核,支管坡度宜不小于0.5%,转弯处预留清掏口并做可拆封堵,穿墙穿板处采用可拆密封组件与止水套管配套,密封压紧件应可二次复紧并留有可视检查边,同时在地漏周边配置可拆格栅与沉砂篮,沉砂篮容积宜不小于3L且便于提取。第四,附属设备的控制与报警应随单元成套预接并在现场按端子编号逐点核对,交付前完成送排风启停、排水泵高低液位启停、故障报警及手动切换试验,通风量宜按6次/h控制并检查进排风口无遮挡,同时复核挡水坎高度、排水通道净宽与最大设备搬运路径。

4 结语

整体装配式机电安装在地下轨道交通消防泵房的落地,应以设备为单元组织工厂化预装,以接口为边界控制现场对接,以验收为闭环完成系统交付。实施中需要把泵组就位基准、阀组模块受力、控制柜操作净距、桥架端接可追溯以及通风排水可维护等内容写入装配深化与工序卡控,并与消防泵房的空间、控制与功能验收要求同步核对,才能在受限空间内稳定实现一次安装到位与可持续运维。

参考文献

- [1] 张东锋,周醒,栗仁君.BIM技术在消防泵房装配式安装工程中的应用分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(1):2.
- [2] 沈洁,易乐平.整体装配式消防泵房在机电安装中的应用[J].上海建设科技,2023(1):46-48.
- [3] 穆育红,王斌.轨道交通装配式消防泵站设计与应用研究[J].给水排水,2021.DOI:10.13789.
- [4] 荀红英.BIM和装配式施工技术及设备机房的应用[J].广东土木与建筑,2020(7):116-118.