

机电安装工程给排水管道支吊架的设计与施工技术探讨

武国防

天津兴辰工程技术服务有限公司 天津 300000

【摘要】：给排水管道支吊架作为机电安装工程重要构件，其施工质量对管道系统安全稳定运行至关重要。结合工程实践来看，目前支吊架普遍存在设计不满足受力规范、现场安装精度不足、防腐防火施工不完善等问题。对此，本文从优化受力计算完善设计、规范施工工序提高安装精度、统一施工标准强化防腐防火处理三方面给出优化措施，并构建设计施工动态协同机制、全流程质量验收追溯体系与全寿命周期运维方案。工程实践验证，相关优化措施能够有效整改现存问题、消除安全隐患，规范支吊架设计施工全过程，保障给排水管道系统长期稳定安全运行。

【关键词】：机电安装工程；给排水管道；支吊架；设计技术；施工技术

DOI:10.12417/2811-0722.26.06.066

引言

随着国内机电安装工程不断发展，给排水系统直接影响建筑使用功能与居住品质。管道支吊架负责管道固定、荷载分散与减震，其设计合理性、施工规范化程度，是保障给排水系统长效安全运行的关键。现阶段建筑工程对给排水系统可靠性、耐久性要求持续提高，但现场施工中，支吊架普遍存在受力设计不合理、安装精度不足、防腐防火处理不到位等问题，同时还存在设计施工衔接不畅、全过程管理零散、后期运维缺失等系统性缺陷。为此，本文围绕给排水管道支吊架设计与施工技术，从单项工艺优化、全流程协同管控两方面分析问题并提出优化方案，为同类工程施工应用提供技术参考。

1 机电安装工程给排水管道支吊架设计与施工存在的核心问题

1.1 支吊架设计不符合管道受力规范

支吊架设计与管道受力标准存在偏差，核心反映在荷载核算偏差、间距布置不合理及结构选型不匹配三方面。荷载核算阶段未全面兼顾给排水管道运行阶段的各类受力情形，仅对管道自身重量进行简易核算，遗漏介质自重、水流冲击作用、温度波动带来的热胀冷缩应力，以及管道振动引发的附加荷载，致使支吊架承载能力出现不足或过度冗余。大口径、高压力给排水管道的支吊架间距未契合标准规范，布置过长会让管道中部因受力集中出现明显下挠、形变，小口径管道间距过密则造成材料损耗且干扰管道正常伸缩，结构选型环节未结合管道材质、安装高程及受力特性挑选匹配的支吊架品类，普通支架用于需减震的管道区域，或支架材质强度达标不足，长期服役后易发生变形、断裂，进而干扰给排水管道的稳固性与服役年限。

1.2 施工中支吊架安装精度不达标

施工阶段支吊架安装精度偏差主要表现为标高偏移、水平度偏差、间距管控不当及固定强度欠缺，直接影响给排水管道铺设质量与运行安全。标高偏移多源于施工前期测量放线偏差，未结合管道设计坡度精准标定支吊架安装基准，致使支吊

架架设偏高或偏低，管道敷设后出现倒坡状况，干扰管内介质流通，易诱发积水、积气等隐患。水平度偏差源于安装环节未严格落实水平校准标准，支吊架托臂存在倾斜情形，造成管道安装后出现横向偏移，长期运行会致使管道受力失衡，加快接口密封件老化渗漏^[1]。支吊架间距未依据管道管径、材质及介质压力规范布设，部分间距过大造成管道挠度超出允许阈值，间距过小则引发材料损耗，固定螺栓未按设计扭矩旋紧，存在松动风险，后续管道运行产生的振动会加重支吊架位移，进一步弱化安装精度。

1.3 支吊架防腐防火处理不到位

支吊架防腐防火处理不到位是机电安装工程给排水管道施工中较为突出的问题，直接影响支吊架的使用寿命和管道系统的运行安全^[2]。防腐处理环节中，部分施工过程未对支吊架表面进行彻底清理，残留的铁锈、油污、灰尘等杂质未清除干净就直接涂刷防腐涂料，导致涂料与支吊架表面结合不紧密，出现起皮、脱落现象，无法有效隔绝空气、水分等腐蚀介质，长期使用下支吊架会逐渐锈蚀，强度大幅下降，甚至出现断裂隐患。防火处理方面，未严格按照设计规范选用符合耐火等级要求的防火材料，或防火涂层涂刷厚度不足、涂刷不均匀，部分隐蔽部位的支吊架未进行防火处理，一旦发生火灾，支吊架会快速失去承载能力，导致给排水管道脱落、损坏，影响火灾扑救和人员疏散，同时也会加剧火灾造成的财产损失，不符合机电安装工程的安全施工标准。

2 机电安装工程给排水管道支吊架设计与施工优化技术

2.1 基于受力计算的支吊架设计优化

基于受力计算的支吊架设计优化需以给排水管道实际工况为核心，结合管道材质、管径规格、介质温度及敷设方式，精准核算支吊架承受的各类荷载，包括管道自重、介质重量、热胀冷缩产生的热应力、地震作用下的水平荷载及风荷载等，杜绝凭经验估算导致的设计偏差。计算过程中需采用专业力学

分析工具,明确不同工况下管道的受力分布规律,合理确定支吊架的间距、型号及安装位置,确保支吊架承载力与管道受力需求精准匹配。同时,针对热水管道、高压管道等特殊类型管道,需考虑热位移对支吊架受力的影响,通过受力计算优化支吊架的滑动、固定或导向结构设计,避免因受力不均导致支吊架变形、管道偏移,保障管道长期稳定运行,提升支吊架设计的科学性与合理性。

2.2 提升支吊架安装精度的施工工艺

提升支吊架安装精度,需依靠规范施工流程与精准操作控制。安装前应对管道轴线、标高精准放线,使用水准仪、经纬仪双重校准,放线偏差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 内,符合GB 50242-2002规范要求。支吊架安装位置须严格按设计执行,间距结合管道直径与材质合理设置,如DN50及以下镀锌钢管支吊架间距不大于2.5m, DN100管道不大于4m,防止间距过大造成管道变形。施工中实时检测支吊架水平度与垂直度,水平偏差不大于2mm/m,垂直偏差不大于3mm/m;支架与管道应紧密接触,局部缝隙不大于2mm,超差时用垫片塞紧。采用M12膨胀螺栓固定时,植入混凝土深度不小于80mm,并按比例开展拉拔试验,保证承载力达标。安装完成后及时做好防腐处理,先以钢丝刷或打磨工具清除表面浮锈,再涂刷两道防锈漆与一道面漆,避免后期锈蚀影响安装精度及使用寿命。

2.3 支吊架防腐防火的标准化处理方法

支吊架防腐防火标准化处置需贯穿施工全流程,严格依照规范落实各道工序。防腐施工前,应对支吊架构件进行全面清理,采用钢丝刷、打磨或手工除锈方式清除表面浮锈、油污及灰尘,确保表面洁净干燥,清理完成后立即涂刷底漆。底漆选用与构件材质匹配的防锈底漆(如红丹防锈漆或醇酸防锈漆),施工时保证涂刷均匀、无漏涂、无气泡。待底漆完全干燥后,涂刷面漆(如醇酸调和漆),分两道施工,严格控制漆膜厚度,在常温下养护不少于24小时。防火处理需结合管道介质温度与设计防火等级,选用合格防火涂料,施工前清理构件表面浮尘,按设计厚度均匀涂刷^[3]。穿越防火分区的支吊架,在构件与墙体、楼板交接部位采用柔性防火封堵材料(如防火泥、防火包)密实填充,形成连续完整的防火隔离层,杜绝火灾隐患。全过程各工序均需做好详实记录,确保施工流程与质量符合标准化管控要求。

3 机电安装工程给排水管道支吊架设计与施工的系统化协同与质量管控

在单项技术优化的基础上,要实现支吊架工程整体质量的跃升,必须引入系统化思维,将设计、施工、验收与维护视为一个有机整体,强化各环节的协同联动与全过程质量管控,从根本上消除技术与管理的碎片化问题。

3.1 设计与施工的深度协同及动态调整机制

目前支吊架工程普遍存在设计图纸与现场实际工况脱节问题,设计人员多基于理想化模型完成受力分析与支吊架选型,施工环节又常受现场条件约束、理解偏差影响,致使实际安装效果偏离设计要求^[4]。对此需构建设计与施工全过程深度协同机制。设计阶段应全面摸排现场实际情况,核查结构梁柱点位、预留孔洞、各专业管线排布等现状,规避支吊架布置于结构薄弱区域及管线支架空间干涉问题,图纸需完善节点大样、受力计算书与安装说明,清晰标注支架类型、材质标准、防腐防火要求。施工前期开展专项技术交底,设计负责人完整讲解设计思路、受力原理,及时回应施工疑问。施工全过程建立动态调整方案,若出现预埋件偏移、结构改动、管道走向微调等现场变动,施工人员第一时间反馈现场信息,设计人员结合实际工况复核验算,出具变更及核定文件,确定调整后的支架型号、布设间距与加固方案,严格禁止施工方私自改动支架构造、擅自增加荷载。该全程协同管控模式可有效化解专业间信息不对称问题,减少设计不合理、施工返工等隐患,从源头保障支吊架系统结构安全、布设合理,提升整体工程适配性与运行稳定性。

3.2 贯穿施工全流程的质量验收与过程追溯体系

提升支吊架施工质量,不能仅依赖末端验收,更需构建贯穿材料进场、安装过程、隐蔽工程及完工验收的全流程质量管控与追溯体系。材料进场时,需严格核验支吊架构件、紧固件、防腐防火涂料的材质证明、合格证及型式检验报告,对关键受力部件进行外观检查和尺寸复核,严防不合格材料流入施工现场。安装过程中,需设立支架定位放线完成后、膨胀螺栓紧固后、管道就位前等关键工序停止点,质量管理人员依据设计文件和施工规范逐项检查,重点复核支架间距、标高、水平度、垂直度及固定牢固度,同时留存影像资料和检查记录^[5]。对于埋入墙体、封闭在吊顶内等隐蔽工程的支架,必须在隐蔽前完成全部验收,形成验收记录,明确标注支架位置、型号、固定方式及防腐防火处理情况。完工后,需开展支吊架专项验收,结合管道系统试压、冲洗和运行测试,观察支吊架在荷载作用下的状态,检查是否存在变形、松动或异常声响。所有验收记录、检测报告、影像资料均纳入工程档案,建立完整质量追溯体系,后续运行若出现问题,可通过追溯信息快速定位施工环节、操作人员及材料批次,为原因分析和责任界定提供依据,倒逼各环节严格执行标准,系统性提升支吊架安装精度与可靠性。

3.3 基于全寿命周期的维护保养与状态评估策略

支吊架在给排水管道运行期间长期承受静载、动载及环境侵蚀,性能会随时间逐渐退化,因此不能将其视为一次性施工完毕即无需关注的构件,需建立基于全寿命周期的维护保养与状态评估策略。工程交付时,施工单位应向使用管理方提交支

吊架竣工图、维护手册及首次检查记录,明确各区域支吊架的类型、关键参数、设计使用年限及日常巡检要点。管道系统投入运行后,需制定定期检查计划:日常巡检重点观察支吊架外观,检查有无锈蚀、涂层剥落、螺栓松动、支架变形或焊缝开裂等可见问题;定期专业检查结合管道运行工况,用扭矩扳手抽检紧固件预紧力,用塞尺检查支架与管道接触面密实度,对重点部位或潮湿、高温、有振动源等恶劣环境下的支吊架,可借助无损检测手段评估内部损伤和剩余强度。检查结果需形成状态评估报告,依据退化程度将支吊架分为正常、注意、警告和危险四个等级:“警告”及以下等级的支吊架需及时维护,包括复紧螺栓、补涂防腐涂层、更换锈蚀严重构件等;“危险”等级的支吊架则需立即停用相关管道区段,并制定更换方案。每次维护和评估记录均录入设备台账,形成动态更新的“健康档案”。这种全寿命周期主动维护,能显著延长支吊架有效服

役时间,避免因突发失效引发管道坠落或泄漏事故,切实保障给排水系统全生命周期内的安全长效运行。

4 结语

机电安装工程中,给排水管道支吊架的设计与施工质量,直接决定管道系统的稳定性、安全性与使用寿命,是保障给排水工程正常运行的核心环节。针对当前支吊架设计受力不规范、施工精度不足、防腐防火处理不到位等常见问题,需依托精准的受力计算优化设计方案,规范施工工艺提升安装精度,落实标准化流程完善防腐防火处理。同时,还应从系统化角度强化设计与施工的深度协同,建立全流程质量验收与过程追溯体系,并基于全寿命周期理念实施维护保养与状态评估。支吊架的设计与施工需兼顾科学性与实用性,严格遵循行业规范,强化各环节质量管控,才能有效规避安全隐患,延长管道系统使用寿命,为机电安装工程的整体质量提供坚实保障。

参考文献:

- [1] 兰荣盛,徐昊,时广伟,等.机电安装工程给排水施工关键工序控制与管理策略[J].中国设备工程,2023,(21):202-204.
- [2] 吕伟坚.机电安装工程给排水施工关键工序管控措施[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(07):26-28.
- [3] 胥兵周.机电工程中的给排水设计与施工技术分析[J].集成电路应用,2023,40(01):280-282.
- [4] 刘林昀,安洋.建筑机电安装工程施工管理技术要点研究[J].四川建材,2021,47(11):167-168+179.
- [5] 李斌.机电安装工程给排水的设计及施工关键技术研究[J].居舍,2021,(21):88-89+99.