

泵站水泵安装中振动问题处理措施

张龙九

江苏省水利建设工程有限公司 江苏 扬州 225000

摘要: 泵站水泵安装阶段振动诱因涉及机械装配、基础结构、管路配套及设备本体等多个层面, 振动成因复杂且相互叠加。本文梳理了各类振动诱因的产生机理与传播路径, 从安装前期基础预处理、设备预装调校、管路适配调整等环节提出预防方案, 并针对轴系对中、基座固定、泵体装配及管路对接等关键工序给出专项处理手段, 同时建立安装后期的复检调校、减震加装与常态化维护管控机制, 为系统消除水泵安装振动隐患提供技术支撑。

关键词: 泵站水泵; 安装振动; 轴系对中; 基础处理; 质量管控

引言: 水泵作为泵站运行的核心动力设备, 安装质量直接关系整机运行平稳性与服役寿命。安装过程中机械装配偏差、基础结构缺陷、管路对接错位及设备本体安装失准等问题, 均会在设备运转阶段转化为持续性振动, 加速零部件磨损与结构损伤。振动问题若在安装阶段未能得到有效管控, 后续运行中将逐步演化为更为复杂的复合型故障。围绕安装全流程梳理振动诱因并匹配针对性处理措施, 对于保障泵站设备稳定运行具有重要的工程实用价值。

1 水泵安装振动的主要诱因分类

1.1 机械安装类振动诱因

泵体机体摆放对位偏移, 会造成设备整体受力倾斜, 运行过程产生规律性抖动。设备各类连接结构紧固力度不均、紧固不到位, 部件衔接处会形成松动间隙, 运转过程出现持续性往复振动。转动部件配合精度不达标, 部件贴合状态不稳定, 运行中会产生持续摩擦与位置跳动现象^[1]。轴承装配位置偏移、安装贴合不紧实, 会改变轴系固有转动中心, 打乱轴系运转的平稳状态, 引发持续性振动。

1.2 基础结构类振动诱因

安装基础表面平整度不达标, 泵体各支撑点位受力高度存在差异, 偏差超过5mm时设备静置及运行过程始终处于受力不均状态。基础结构刚性不足, 无法完全承载设备运转产生的动态载荷, 结构会产生微幅弹性形变并滋生振动。基座找平施工精细化程度不足, 局部高低落差大于0.1mm/m造成设备支撑受力失衡。地脚螺栓布设不合理、紧固状态失衡, 设备固定约束不稳定, 运行过程会出现轻微位移与晃动。基础结构不均匀沉降, 沉降量超过10mm时会持续改变设备水平支撑状态, 放大设备振动幅度。

1.3 管路配套类振动诱因

管路与泵体接口对接错位、贴合角度偏移, 设备运

行时管路会对泵体产生持续性侧向牵拉作用力。管路对接安装过程留存装配内应力, 工况动态变化过程中应力逐步释放, 带动泵体产生抖动。管路支撑结构布设数量不足、支撑点位布局不合理, 管路自身稳定性较差, 水流冲击产生的振动会直接传导至泵体设备。管路与泵体对接同轴度偏差, 流体输送时水流冲击分布不均, 加剧泵体抖动频次与幅度。管路自身形变、强行对位安装产生的形变应力, 会持续牵拉泵体结构, 干扰设备稳定运行状态。

1.4 设备本体装配类振动诱因

叶轮装配位置偏移、固定精度不足, 高速运转时会出现质量分布不均的偏心现象, 引发周期性振动。联轴器装配对位存在偏差, 两端转动中心无法重合, 传动过程持续出现扭转、跳动现象。轴系整体装配精度偏差, 会造成轴系转动轨迹偏移, 运转过程产生持续性径向跳动。核心运动部件装配偏差会引发局部磨损, 部件配合间隙超出标准区间, 转动配合出现松散晃动。轴系同轴度偏移, 传动运行受力失衡, 多重装配缺陷会持续触发设备本体振动。

2 水泵安装前期振动预防处理

2.1 安装基础预处理管控

落实水泵安装基础的找平作业, 细化基面整体修整流程, 消除基面局部高低差与凹凸缺陷, 保证泵体支撑平面保持均匀水平状态。对基础结构开展夯实处理, 提升基础整体密实度, 改善基础承载性能, 强化结构自身抗形变能力^[2]。针对性优化基础刚性配置, 根据水泵设备自重与运行动态载荷, 匹配适配的基础浇筑与配筋方式, 提升结构承载稳定性。规整基础预埋构件的安装位置与贴合状态, 保证地脚螺栓预留点位精准对位。细化基础成型后的养护作业, 规避后期不均匀沉降问题, 从源头杜绝基础结构缺陷带来的振动隐患。

2.2 设备进场预装调校

水泵设备进场后开展全部件预装检查作业,逐一核查叶轮、泵轴、轴承等核心部件的外观状态与加工精度。排查传动部件的配合状态,检测联轴器端面平整度、孔径适配度,提前处理部件变形、缺损等原生缺陷。对各类连接部件进行预装对位测试,微调部件安装位置,修正部件初始装配偏差。精准校核运动部件的配合间隙,剔除间隙过大或过小的装配问题,保证部件运转预留空间贴合设备运行要求。逐项完成部件调校作业,规整各构件装配基准,规避部件预装偏差累积引发的运行振动。

2.3 管路预装适配调整

优化水泵进出水管路预装对接工艺,摒弃强行对位的安装方式,依托管路实际尺寸与泵体接口位置微调管路铺设走向。合理调整管路支撑结构布局,在管路弯折段、长距离管段增设支撑点位,弱化水流冲击带来的管路晃动。管路拼接完成后静置释放预装应力,逐步消解对接过程产生的形变张力,避免应力持续留存牵拉泵体结构。精细调校管路与泵体进出口对接状态,保证接口同轴度与贴合度达标,弱化管路装配偏差对泵体运行状态的干扰,维持泵体与管路系统的装配适配性。

2.4 安装工装与工序规范

统一水泵安装各类工器具的使用标准,提前校准测量工具、紧固工具精度,避免工装误差带入装配环节。梳理水泵整体安装先后逻辑,规整设备就位、部件装配、管路对接、结构紧固的完整工序,杜绝工序错乱引发的装配偏差。细化各装配环节的操作细则,规范部件对位、间隙调整、螺栓紧固的实操方式,平衡各连接点位的紧固力度。约束人工装配操作误差,规避操作不规范、装配基准不统一引发的部件错位、配合失衡问题,减少人为装配缺陷滋生的振动诱因。

3 水泵安装过程振动专项处理措施

3.1 轴系与联轴器振动处理

安装作业中发现泵轴、电机轴系出现偏移问题时,对轴系整体安装位置进行精细化调校,微调轴体水平度与垂直度,修正轴系原始安装偏移量。针对联轴器端面错位、径向偏差等装配问题,开展点对点位校正作业,微调联轴器左右端面的贴合位置,保证端面保持平行贴合状态。依据设备装配标准调整联轴器内部间隙,消除间隙不均、间隙超标带来的传动卡顿问题^[3]。严格落实轴系与联轴器的分步校准工艺,先固定轴系基准位置,再完成联轴器对位装配,逐步修正同轴度偏差。校正过程依托精准测量手段逐点校核轴系转动轨迹,修正

轴系装配倾角与位置偏差,解决传动结构装配缺陷引发的振动问题。

3.2 基座与固定结构振动处理

针对安装过程中排查出的基座平整度偏差问题,对基座凹凸区域进行打磨、找平处理,填补基面缺损位置,保证泵体支撑基面整体平整均匀。检查各类固定连接结构的装配状态,对松动的地脚螺栓、固定压板、连接固件进行逐一紧固,按照对称分步的紧固方式均衡压紧力度,规避单点紧固失衡引发的结构偏移。基座刚性偏弱的安装点位,采用结构补强方式优化基座承载性能,增设辅助支撑结构或加固构件,提升基座整体承载刚度。优化基座与设备的贴合支撑条件,消除基面虚空、支撑不实的装配问题,改善设备静态支撑状态,弱化动态运行过程中基座形变产生的振动隐患。

3.3 泵体与部件装配振动处理

安装阶段针对性修正叶轮装配缺陷,重新定位叶轮安装基准,微调叶轮轴向与径向安装位置,锁紧固定结构,改善叶轮偏心装配问题。规范轴承装配流程,调整轴承安装对位角度与嵌入深度,修正轴承装配倾斜、贴合不实、位置偏移等装配问题,保证轴承运转支撑状态稳定。逐一核查泵体内部各类转动、配合部件的间隙参数,对异常偏大或偏小的配合间隙进行微调打磨,匹配设备标准装配间隙要求。规整泵体内部构件的整体装配秩序,修正部件错位、挤压、贴合不良等装配问题,让泵体内部转动构件保持独立、顺畅的运转状态,规避内部装配紊乱引发的运转抖动。

3.4 管路对接振动处理

水泵管路对接安装时,精准微调管路对接角度与管口安装位置,修正管路强行对接产生的角度偏移与位置偏差,释放管口对接产生的挤压应力。根据管路管径、管路长度与布设形式,在管路悬空段、对接端口、弯折区域增设支撑限位结构,约束管路运行过程中的摆动幅度。调整管路法兰对接松紧状态,均匀分布法兰紧固受力,规避单侧过紧引发的管路形变,解除管路对泵体端口的侧向牵拉与挤压作用力。修正管路安装错位、端口顶压、悬空晃动等装配问题,隔离管路流体扰动、结构抖动向泵体的传导路径,规避管路装配缺陷引发的泵体持续性振动。

4 水泵安装后期振动稳定管控措施

4.1 安装后整体结构复检调校

水泵全部安装工序落实完成后,针对整机装配结构开展全方位精细化复检作业。逐一核查轴系装配状态,检测轴系水平度、垂直度及同轴度参数,筛查安装阶

段遗留的细微偏移误差。细致检查基座基面贴合情况、地脚螺栓紧固程度,排查基座局部虚空、受力不均等隐蔽装配问题。复核进出水管路的对接位置、法兰贴合状态、支撑结构稳固性,捕捉管路轻微错位、应力残留等不易察觉的装配缺陷^[4]。全面检查设备各类连接固件、定位构件的装配状态,记录所有细微装配偏差。针对复检筛查出的微小误差开展二次精准调校,微调轴系对位参数、管路贴合位置与紧固力度,修正各类轻微装配偏差,规整设备整体装配姿态与受力分布。

4.2 减震辅助结构加装优化

结合水泵实际安装工况、设备自重与运行载荷特性,匹配适配的减震辅助结构进行加装优化。在泵体基座与基础接触面之间加装规格匹配的减震垫,减震垫厚度不小于10mm,缓冲设备运转产生的高频震动,削弱振动向基础结构的传递。更换或升级适配的减震支座,强化设备支撑点位的缓冲能力,适配设备动态运行的载荷波动需求。在泵体与管路连接位置、管路悬空区段加装限位缓冲结构,约束设备与管路的微幅晃动位移。根据现场装配空间调整减震构件的安装位置与布设数量,让减震结构均匀分担设备振动载荷。优化各类减震装置的装配贴合度,保证缓冲结构完全贴合设备受力面,提升减震结构的适配效果,切断振动叠加与传导路径。

4.3 设备运行姿态常态化规整

针对安装完成后的水泵设备建立常态化姿态管控模式,持续维持设备稳定的装配运行状态。定期校核泵体整体水平姿态与轴系运行姿态,及时修正设备轻微位移、角度偏移等姿态偏差。核查设备各支撑点位的受力均衡状态,调整局部受力过载或受力虚空的点位,维持设备受力体系的均衡性。关注设备长期静置与运行过程中的结构变化,排查紧固部件松动、支撑结构形变、管路偏移等问题。针对性规整设备装配姿态,修正细微结构偏移,避免微小装配偏差随运行时长逐步累积,杜绝结构位移衍生的次生振动故障。

4.4 配套结构常态化维护管控

明确水泵各类配套结构的常态化维护内容与实操标准,落实定点、定时的维护排查工作。定期检查设备基座结构完整状态,及时处理基面磨损、贴合失效等问题,保持基础支撑结构的稳定性。常态化核查管路支撑、固定结构的完好性,修复松动、形变、失效的管路固定构件,维持管路装配状态稳定。逐一排查各类螺栓、紧固件的锁紧状态,对出现松弛的构件进行补紧调校,保证设备连接结构的紧固精度^[5]。定期检查减震垫、减震支座、限位缓冲结构的损耗状态,及时更换老化、变形、失效的减震配件。通过常态化维护管控,持续消除结构松动、配件失效带来的振动诱发条件。

结束语

水泵安装振动问题贯穿基础施工、部件装配、管路对接及后期调校各个环节,机械安装偏差、基础刚性不足、管路应力传导及本体装配失准均可成为振动的触发源头。通过安装前期的基础预处理与预装调校、安装过程中轴系对中与管路适配的专项处理、以及安装后期复检调校与常态化维护管控的协同配合,能够从根源上压缩振动隐患的滋生空间。各阶段处理措施相互衔接、逐步递进,共同构成覆盖水泵安装全周期的振动管控技术路径,为泵站设备长期平稳运行奠定扎实的质量基础。

参考文献

- [1]李建德.景电灌区泵站水泵振动故障原因及解决方案[J].机电产品开发与创新,2025,38(5):150-152.
- [2]韦尚鹏.水泵振动故障原因及处理对策分析[J].科技资讯,2025,23(15):77-79.
- [3]范慧鹏,杨国众,韩雷,等.水泵叶轮激发驱动端高频振动治理[J].新技术新工艺,2025,450(6):45-52.
- [4]谢婧怡,王奕钦,陶鸿俊,等.重要厂用水泵小流量下振动异常分析与治理[J].机械工程与自动化,2024(6):203-204,207.
- [5]刘超,孙晓松,邢菲,等.高压注水泵基础设计的防振砂技术运用[J].设备管理与维修,2021(13):123-124.