

泵站水泵机组振动的原因分析及处理

侯大伟 董东方

南水北调江苏泵站技术有限公司

[摘要] 本文总结分析泵站水泵机组振动的危害性, 分析泵站水泵机组振动的主要原因, 探讨泵站水泵机组异常振动的有效处理措施, 结合工程实例分析研究泵站水泵机组振动的相关问题, 希望为工程技术人员提供参考。

[关键词] 泵站; 水泵机组; 振动

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.02.1872

水泵机组属于泵站的重要组成部分, 如运行过程中产生异常振动, 可影响水泵机组运行稳定性及安全性, 如振动问题长时间未能得到有效解决, 可导致水泵机组内部零部件产生不同程度变形或断裂, 进而诱发多种安全事故。为此, 工程技术人员需深入分析研究泵站水泵机组振动的成因, 并分析总结有效的处理措施, 以确保水泵机组安全稳定运行。

一、泵站水泵机组振动的危害性分析

泵站水泵机组在运行过程中受多因素影响, 可产生不同程度振动, 振动可对水泵机组运行的可靠性及安全性产生不利影响。泵站水泵机组振动的危害性主要体现在如下方面。第一, 泵站水泵机组振动可导致机组内部轴承等零部件磨损损坏, 使用寿命缩短, 更换频率增加, 继而导致泵站水泵机组运行成本显著增加。第二, 泵站水泵机组电机或其他管路产生振动后, 如未能及时有效解决, 可导致各类安全事故发生。第三, 泵站水泵机组长时间振动, 可导致水泵机组产生运行障碍, 泵站运行效率降低, 能耗增加, 也可导致泵站无法正常运行。

二、泵站水泵机组振动的原因分析

(一) 支架与基础

部分泵站水泵机组基础与驱动装置架连接部位未能牢固固定, 可导致电子系统与基础结构隔离、传递及吸收振动的能力显著降低, 进而导致电机、水泵机组基础结构产生异常振动。同时, 部分泵站水泵机组基础结构松动, 基础刚性不足或基础结构弹性偏大, 可导致水泵机组运行过程中产生临界转速, 且转速与振动的相位差为 180° , 进而导致泵站水泵机组振动频率加快, 最终引发振动故障等问题^[1]。

(二) 电机

部分泵站水泵机组电机内部结构过于松动, 电机安装过程中轴承紧固力度严重不足, 安装位置不到位, 电机中的铁芯硅钢片松动, 水泵机组运行过程中轴承磨损逐步加重, 刚度显著降低, 进而引发水泵机组异常振动。同时, 泵站水泵机组转子质量分布不均, 可导致水泵机组动平衡与静平衡超标, 进而诱发振动。另外, 电子定子绕组安装质量存在问题, 可导致各相绕组电阻处于失衡状态, 电机内部磁场分布不均, 进而导致电磁力处于失衡状态, 此类电磁力的持续性作用可导致水泵机组振动。

(三) 水泵叶轮

水泵叶轮加工精度不足, 锻造质量不佳, 加之水源中含沙量过高等因素影响, 可导致水泵叶轮处于偏心状态, 继而诱发异常振动。同时, 泵体扣环与叶轮口环间存在不均匀摩擦可导致振动发生。另外, 叶轮出口角、叶片数、喉部隔舌、叶轮出口边缘区域的径向距离等因素也可导致泵站水泵机组振动等问题^[2]。

(四) 联轴器

联轴器属于水泵机组的重要零部件, 部分联轴器中连接螺栓间的轴向间距不合理, 可导致其产生对称性破坏, 使其在运行过程中产生偏心力。同时, 联轴器锥面度存在较大误差, 动平衡及静平衡效果不佳, 联轴器与弹性销配合度过于紧密, 可导致联轴器运行稳定性降低, 进而引发振动^[3]。

三、泵站水泵机组振动的处理方案分析

(一) 加强水泵机组设计制造监管

水泵机组设计制造流程相对复杂, 为有效预防振动, 需加

强设计制造环节的监督管理。具体开展监管过程中, 相关人员需准确把握如下要点。第一, 加工制作过程中需最大程度上提高加工精度, 确保叶片型线的准确性, 以避免局部流速过大所致降压过大等问题。为提高泵站水泵机组抵御汽蚀的能力, 需选择水泵机组进口区域增设水力增能器。第二, 泵站水泵机组设计制造过程中需合理选用滑动轴承, 避免采用需频繁润滑的滑动轴承, 可选用聚四氟乙烯等具有自润滑功能的材料制成的滑动轴承, 并合理设计轴承内部结构, 以确保为稳定运行。第三, 开展水泵机组轴设计过程中, 需适当增加传动轴支撑轴承的总体数量, 适当减少支撑轴承间距, 也可在设计制造过程中缩短轴长度, 增加刚度与直径^[4]。同时, 泵站水泵机组运行过程中, 如转速与水泵转子固有频率接近或整数倍于水泵转子固有频率, 可导致水泵机组产生振动。为预防此类问题, 需在设计制造过程中调整传动轴固有频率, 使其与发动机转子角频率存在一定差异, 继而预防轴质量过大偏心等问题, 促进轴制造质量提升。

(二) 高质量完成安装及维护

为有效清除泵站水泵机组振动, 需加强对安装及维护各项操作的管理控制, 以确保水泵机组安全稳定且高质量地运行。具体开展泵站水泵机组安装与维护过程中, 相关人员需准确把握如下要点。第一, 轴系与轴。安装前, 技术人员需详细检查传动轴、电机轴、水泵轴的质量、类型、型号等参数, 如发现质量偏心及弯曲等问题, 需对其实施矫正处理, 确认质量合格后方可使用。同时, 技术人员需校验轴端间隙数值, 如间隙数值过大, 则可评估为轴承严重磨损, 此时需及时更换调整^[5]。第二, 底板与支架。技术人员需加强水泵机组运行状态的监控, 确保振动支撑件疲劳等问题能够及时发现并解决, 最大程度上避免支撑件刚度或强度降低所致底板、支架固有频率下降, 进而实现对异常振动的有效预防。同时, 技术人员需确保水泵电机轴承间隙处于合理范围, 适当调节涡壳与叶轮之间间隙。针对水泵中容易产生磨损的零部件, 包括隔板衬套、级间衬套、泵体口环、叶轮口环等, 如发现上述零部件磨损或损坏, 需及时更换。第三, 滑动轴承。安装滑动轴承过程中, 需采用刮瓦、调整、研磨、更换前后轴承等方式, 使轴承与轴颈之间的间隙符合标准要求。同时, 技术人员需确保泵轴轴颈与泵轴轴承下瓦接触角、接触点符合设计标准要求, 将接触角度控制为 $60^\circ-90^\circ$, 控制轴颈滑动接触面中接触点密度为3-4个/平方厘米, 轴承座与下瓦背接触面积需大于60%。第四, 联轴器。安装联轴器过程中, 需确保螺栓间距一致性, 控制弹性套圈、弹性柱销间结果的松紧度。联轴器中轴与孔间配合不得过于松动, 如二者配合松紧度未达到设计标准要求, 需采用喷涂的方式调整联轴器内径, 使其符合设计标准尺寸的要求, 并妥善固定联轴器, 以避免泵站水泵机组运行过程中自振所致联轴器松动。

(三) 规范完成水泵选型及操作

泵站水泵机组如需采用两泵并联运行模式, 为保证两泵运行参数与性能的一致性, 泵性能曲线不得存在驼峰, 可采用缓降型, 以实现有效预防。水泵选型及操作过程中, 技术人员需把握如下要点。第一, 水泵机组运行过程中, 如发现流道堵塞等问题, 需及时清理, 以避免水泵机组产生超载等问题。第二, 技术人员可结合实际情况, 适当延长水泵机组启动时间, 以

减轻静止零部件与转动零部件的摩擦与碰撞,规避启动过程对转动轴的不利影响,减轻水泵机组运行状态下热量所致零部件变形等问题。第三,针对水泵机组中水润滑滑动轴承,需在启动过程中加入足量润滑水,出水后方可停止注水,不得干启动。第四,为有效控制水泵机组振动幅度,需利用测量分析设备动态监测水泵运行工作参数,及时处理各类异常,以确保水泵机组处于最佳运行状态^[6]。

四、泵站水泵机组振动处理实例分析

(一) 泵站水泵机组概况

某泵站为簸箕形进水流道,采用拍门断流及井筒出水的形式,泵站水泵机组运行过程中,3台水泵产生较大异响,异响具有周期性特点,泵房内部机组井筒盖存在震感,中间泵组振动强度高于两端泵组。技术人员吊出水泵机组后仔细观察,结果显示叶片迎水面存在较多凹点,推测认为该区域有涡产生,并伴有空化现象。

(二) 泵站水泵机组振动处理措施

针对该泵站水泵机组实际情况,技术人员将采取如下处理措施,并取得良好效果。第一,改造后壁距。该泵站水泵机组后壁面周边区域水流速度较低,后壁边缘区域存在回流、脱流等问题,流态紊乱等问题突出。为此,技术人员填充原有半圆面后壁,填充范围达到距离后壁1200mm。经上述处理后,进水流道水力损失显著减小,转轮与进水流道交界区域流速分布均匀,填充后半圆区域旋涡等问题消失,流态显著改善,但流道尾部存在的大面积旋涡仍未完全消失。第二,技术人员选择进水流道适宜区域增设隔离墩,其厚度为216mm,左端区域与转轮中心线距离为4300mm。处理后水流状态恢复平转,水流聚集于喇叭口区域,无

显著性回流等问题,侧壁脱流等问题得到不同程度改善,后壁区域未产生显著旋涡。第三,技术人员对隔离墩的长度与厚度进一步优化调整,使中间隔离墩厚度降低至116mm,并控制隔离墩的整体长度。将上述处理后,泵站水泵机组振动的问题得到显著改善,振动噪声低于80分贝,泵房内部无显著振动感。

结语:

泵站水泵机组振动的原因包括支架与基础、电机、水泵叶轮、联轴器等,振动可对水泵机组的安全性稳定性产生较大影响,为此需采取有效的处理措施。针对泵站水泵机组产生振动的原因,需加强水泵机组设计制造监管,高质量完成安装及维护,规范完成水泵选型及操作,以有效降低振动发生率。

参考文献:

- [1] 郑源, 佟晨光, 须伦根, 等. 基于小波包分析的水泵机组振动信号去噪[J]. 排灌机械, 2008, 26(6): 55-57, 62.
- [2] 黄澄, 朱雪明, 肖泽. 设备在线振动监测与故障分析诊断技术在大型水泵机组中的应用[J]. 给水排水, 2010, 36(5): 53-57.
- [3] 刘俊. 分析330MW火电机组立式凝结水泵振动大的故障与处理[J]. 数字化用户, 2019, 25(31): 221.
- [4] 董浩勤. 燃煤机组电动给水泵振动故障原因分析与整改措施[J]. 发电技术, 2019, 40(z1): 73-77.
- [5] 陈卫军. 火力发电厂330MW机组电动给水泵振动的分析和处理[J]. 科技与企业, 2013(16): 322-322.
- [6] 宋媛, 彭利鸿, 赖冠文, 等. 基于小波包和样本熵的水泵机组振动特征提取[J]. 中国农村水利水电, 2017(3): 146-152.

(上接第3283页)

片出水边、进水边、中心区域间隙。第五,调节转动参数。安装导轴瓦后,需测量调整转动轴线摆渡、中心、水平,使其满足安装标准要求。完成上述参数调整后,需测定空气与机组磁场中心间隙,依据测定结果适当调整。第六,电气试验。工程技术人员在完成大修后开展电气试验,具体项目包括绕组交流耐压试验、定子绕组直流耐压试验、泄漏电流、绕组直流电阻、绕组电阻及吸收比、定子绕组极性、电气外观及绝缘情况、定子绕组连接与接地情况等。电气试验结果显示,上述项目均符合标准要求,机组可试运行^[4]。

四、南水北调台儿庄泵站机组大修质量控制措施

(一) 组建机组大修团队

为确保台儿庄泵站机组大修质量,泵站组建大修团队,明确团队内部成员分工,并将检修管理、质量监督、指挥决策、安全管理等作为重点工作内容。同时,结合实际情况制定完善的大修计划,工作质量标准,并对工程技术人员进行培训教育,以提高其工作能力。

(二) 机组大修过程的质量控制

机组大修前,工程技术人员分析机组运行过程中参数变化情况,评估设备运行状态,并在解体前测定各项数据,整理收集动态数据与静态数据,妥善准备大修所需各类工具,以此来为机组大修营造有利条件。机组大修过程中,需加强机械部分质量控制,拆卸机组部件过程中需详细记录整理各类数据,分析可能存在的问题及问题成因。拆卸过程中需避免损坏或碰撞精密部件,完成拆卸后将部件摆放至安全位置,并妥善保管。同时,工程

技术人员需利用各种技术手段检测分析机组存在的问题,坚持应修尽修及修必修好的基本原则,及时更换或修复各类部件,关键部件处理后需进行多次质量检验,以确保处理效果达到相关标准要求。

(三) 试运行质量控制

机组复装后需进行试运行,工程技术人员需熟练掌握试运行的操作规范,准确评估机组性能,判断机组及附属设备是否符合运行标准要求。

结语:

南水北调台儿庄泵站机组大修取得良好效果,工程技术人员准确把握大修的关键要素,科学制定大修方案,其成功经验值得借鉴。为有效监管水泵机组运行状态,需加强日常巡视检查及维护保养,及时处理各类问题,以确保水泵机组安全稳定运行。

参考文献:

- [1] 邵明猛. 南水北调东线泵站机组站内叶片全调节优化研究[J]. 商品与质量, 2019(36): 76, 95.
- [2] 仇宝云, 冯晓莉, 袁寿其, 等. 南水北调东线工程梯级泵站机组变工况方式选择[J]. 水力发电学报, 2006, 25(3): 121-124, 129.
- [3] 赵伟民. 南水北调惠南庄泵站机组轴线调整方法的分析[J]. 工程技术研究, 2019, 4(21): 115-116.
- [4] 刘军, 黄海田, 刘丽君. 江苏南水北调一期工程泵站选用贯流泵机组的探讨[J]. 南水北调与水利科技, 2004, 2(5): 15-16.