

水利工程机械安装及维护技术要点

梁 晔 王航宇

广西珠委南宁勘测设计院有限公司 广西 南宁 530007

摘 要：在水利工程的建设与运维全生命周期中，以水泵泵组和起重设备为代表的大型机械装备扮演着不可替代的核心角色。本文旨在系统性地探讨这两类关键设备在安装与维护阶段的技术要点。文章首先阐述了水泵泵组的选型原则、基础施工、吊装就位、管路连接、对中找正、电气接线及试运行等全流程安装技术规范；继而深入剖析了其日常点检、润滑管理、振动监测、密封系统维护及大修策略等精细化维护体系。随后，论文转向水利专用起重设备（如门式起重机、桥式起重机），详细论述了其轨道基础、金属结构、驱动机构、安全保护装置的安装精度控制，并构建了以“预防为主、预知为辅、定期检修”为核心的综合维护模式。最后，文章强调了标准化作业、人员培训及信息化管理在提升设备可靠性与延长使用寿命中的战略意义，以期为水利工程的高质量发展提供坚实的技术支撑。

关键词：水利工程；水泵泵组；起重设备；安装技术；维护保养；可靠性

引言

水利工程是人类改造自然、利用水资源的伟大实践，其核心功能在于调控水流、兴利除害。无论是南水北调这样的跨流域调水工程，还是遍布城乡的排涝泵站、水电站厂房，亦或是大型水库的泄洪闸门启闭系统，都离不开两类至关重要的机械设备：一是用于输送、提升或加压水流的水泵泵组，二是用于设备吊装、检修、闸门启闭等重物搬运作业的起重设备。这两类设备构成了水利工程的“心脏”与“臂膀”，其性能状态直接决定了整个工程系统的效能与安全。然而，水利机械通常具有功率大、体积重、工况复杂（如长期浸水、高湿度、强腐蚀）等特点，一旦发生故障，轻则导致局部功能瘫痪，影响供水或排涝效率；重则可能引发安全事故，造成巨大的经济损失乃至人员伤亡^[1]。因此，科学、严谨、规范的安装是确保设备发挥设计性能的先决条件，而系统、精细、前瞻的维护则是保障其长期可靠运行的生命线。

1 水泵泵组的安装与维护技术要点

1.1 水泵泵组的安装技术要点

1.1.1 前期准备与基础施工

设备到货后，必须依据装箱单进行开箱检查，核对型号、规格、数量，并检查设备外观有无损伤、锈蚀。重点检查泵轴、叶轮、轴承等关键部件。水泵基础是整个泵组稳定运行的根基。安装前需对土建施工单位移交的基础进行严格复测，包括基础的几何尺寸、标高、中心线位置、地脚螺栓孔的位置与深度等，确保其符合设计图纸和《水泵安装工程施工及验收规范》（GB 50275）的要求。基础表面应凿毛处理，清除油污、杂物，并保持湿润但无积

水，以保证二次灌浆层的良好结合。

1.1.2 泵体吊装与就位

根据泵组的重量、外形尺寸及现场空间，制定详细的吊装方案。选择合适的起重设备（通常为厂房内的桥式或门式起重机），并核算吊索具的承载能力，确保吊装过程平稳、安全，严禁碰撞泵体或电机。利用精密水准仪和经纬仪，将泵体精确放置在基础上，初步调整其纵横中心线和标高。此时，泵体应处于自由状态，不得强行就位。

1.1.3 管路系统连接

应力消除原则是泵组安装中最易被忽视却至关重要的环节。吸入管路和排出管路在与泵体法兰连接时，必须保证管道自身能够独立支撑，不得将管道的重量、热胀冷缩应力或安装误差产生的附加力传递给泵体。通常采用临时支撑，在法兰螺栓未完全紧固前，用塞尺检查法兰间隙的均匀性，确保无强制连接^[2]。在泵的进出口处，应优先考虑安装可挠橡胶接头或金属波纹管补偿器，以有效吸收振动、补偿微小位移，并隔离管道噪声向泵体传递。

1.1.4 泵与电机的对中找正

泵与驱动电机（通常是电动机）的轴系对中精度是决定泵组能否平稳、低噪、长寿命运行的核心因素。不对中是导致轴承过早失效、密封泄漏、轴疲劳断裂的主要原因。现代工程多采用激光对中仪进行精确找正。找正应在管道连接完成、所有地脚螺栓按规定扭矩紧固后进行，以模拟真实运行状态。找正标准应遵循设备制造商提供的技术文件，通常要求径向偏差和轴向偏差均控制在0.05mm以内。对于大型立式泵，还需特别注意电机

推力轴承的受力调整。

1.1.5 电气接线与控制系统调试

严格按照电气原理图进行接线，确保相序正确（可通过点动电机确认旋转方向），接地可靠。电缆敷设应整齐、牢固，并做好防水、防机械损伤措施。水泵通常由PLC或DCS系统控制。需对启动、停止、故障报警、远程/就地切换等功能进行全面测试，并与上游水位、下游压力等信号进行联动调试，确保自动控制逻辑准确无误。

1.1.6 试运行与验收

先进行无负荷（空载）试运行，检查电机转向、轴承温升、振动及噪声是否正常。然后进行带负荷（有水）试运行，在不同工况下（尤其是额定工况）测试流量、扬程、功率、效率等性能参数，并与出厂试验报告或设计值进行比对。试运行期间，轴承温度不应超过75℃，振动速度有效值（RMS）应符合ISO 10816等国际或国家标准。各项性能指标达标，且连续稳定运行规定时间（通常为2-4小时）后，方可组织验收。

1.2 水泵泵组的维护技术要点

“三分靠安装，七分靠维护”。一套完善的维护体系是泵组长周期服役的保障。

1.2.1 日常点检与巡检

制定详细的点检表，明确点检项目、标准、周期和责任人。点检内容包括：监听异常声响（如摩擦声、撞击声）、触摸感知轴承部位温升、目视检查有无泄漏（机械密封、填料函）、观察压力表和真空表读数是否稳定、检查地脚螺栓有无松动等。每次点检结果都应如实记录，形成历史数据库。通过趋势分析，可以早期发现潜在故障征兆。

1.2.2 润滑管理

“五定”原则即定点、定质、定量、定期、定人。严格按照设备说明书选用指定牌号的润滑油（脂），并在规定的周期内，由专人对指定润滑点加注规定量的油脂。对于大型、关键泵组，应定期取样进行油液分析（如粘度、水分、酸值、颗粒污染度），通过铁谱分析等手段判断轴承、齿轮的磨损状况，实现状态预知维修。

1.2.3 振动与噪声监测

安装振动传感器进行在线监测，或使用便携式测振仪进行定期离线检测。通过对振动频谱的分析，可以精准诊断不平衡、不对中、轴承损坏、叶轮气蚀等多种故障类型。异常的噪声往往是内部故障的外在表现。经验丰富的维护人员能通过声音初步判断故障源。

1.2.4 密封系统维护

机械密封是现代水泵的主流密封形式。需关注密封冲洗、冷却、阻封系统的畅通。一旦发现泄漏量增大，应及时检查密封端面磨损情况，必要时更换动静环组件。填料密封虽已较少使用，但在一些老式或特殊工况泵上仍有应用。需定期调整压盖螺母，保持适度的泄漏量（用于润滑和冷却填料），避免过紧导致轴套磨损或过松导致大量泄漏。

1.2.5 大修与预防性维修

根据设备运行小时数、累计流量或状态监测结果，制定科学的大修周期。大修内容包括解体检查、清洗、测量各部件间隙（如口环间隙、轴承游隙）、更换磨损件（叶轮、轴套、轴承、密封件等）、重新进行动平衡和对中。建立关键备件库存，确保在设备突发故障时能快速更换，缩短停机时间。

2 起重设备的安装与维护技术要点

2.1 起重设备的安装技术要点

2.1.1 轨道基础与安装

起重机轨道梁的强度、刚度和稳定性必须满足设计要求。安装前需复测轨道梁顶面标高、中心线、平整度及预埋件位置。轨道的跨度、直线度、标高差、接头间隙等几何尺寸必须严格控制在《起重机械安装改造重大修理监督检验规则》（TSG Q7016）允许的公差范围内。轨道接头处应平滑过渡，避免出现台阶，以防车轮啃轨。

2.1.2 金属结构组装

对于大型门式起重机，主梁和支腿通常分段运输至现场。组装时需使用专用胎架，保证整体几何尺寸和形位公差。高强度螺栓连接副必须按规定的预紧力矩分次拧紧，并做好标记^[3]。现场焊接作业必须由持证焊工执行，并进行无损探伤（如超声波、磁粉）检测，确保焊缝质量符合《钢结构焊接规范》（GB 50661）要求。

2.1.3 驱动与起升机构安装

车轮踏面应与轨道全长接触良好。同一端梁下所有车轮的同位差、垂直偏斜、水平偏斜等参数需精确调整，以保证运行平稳，减少轮轨磨损。卷筒、钢丝绳、滑轮组、吊钩的安装必须保证钢丝绳在卷筒上的正确缠绕，防止跳槽、乱绳。钢丝绳端部的固定（如压板、楔形接头）必须牢固可靠。

2.1.4 电气系统与安全保护装置

随起重机移动的电缆（如拖缆、滑触线）应有足够的余量和保护措施，防止拉断或磨损。安全装置调试是安装的重中之重。必须逐一调试并验证所有安全保护装

置的有效性,包括:(1)限位开关:起升高度限位、运行行程限位。(2)超载限制器:当起重量达到额定起重量的90%时发出预警,达到105%时自动切断起升动力。(3)防风防滑装置:如夹轨器、锚定装置,用于露天起重机抵抗风载。(4)紧急停止开关:在任何位置都能迅速切断总电源。(5)缓冲器与止挡:吸收运行冲击能量。

2.1.5 负荷试验

静载试验起吊1.25倍额定载荷,离地100-200mm,悬停10分钟,检查金属结构有无永久变形、裂纹,连接处有无松动。动载试验起吊1.1倍额定载荷,进行各机构的运行、起升、下降、回转等动作,检查各机构工作性能、制动器的可靠性及整机稳定性。

2.2 起重设备的维护技术要点

起重设备的安全关乎生命,其维护必须遵循“安全第一、预防为主”的方针。

2.2.1 日检、月检与年检制度

日检由操作人员在每班作业前进行。检查钢丝绳有无断丝、断股、扭曲;吊钩有无裂纹、变形、防脱钩装置是否完好;制动器是否灵敏可靠;各限位开关是否有效;轨道上有无障碍物等。月检由专职维保人员进行。在日检基础上,增加对减速机润滑油质/量、车轮踏面磨损、联轴器连接、电气元件触点烧蚀等情况的检查。年检由具备资质的特种设备检验机构进行法定全面检验,出具检验报告,是设备合法运行的凭证。

2.2.2 关键部件的专项维护

钢丝绳是易损件,也是高风险点。必须建立钢丝绳报废档案,严格按照《起重机用钢丝绳检验和报废规范》(GB/T 5972)执行。重点检查绳端固定、绕入卷筒和滑轮的区域。制动器是安全的核心。定期检查制动瓦(片)的磨损量、制动弹簧的弹力、液压推杆的行程,并调整制动间隙,确保制动力矩足够^[4]。定期测量车轮踏面和轮缘的磨损量,检查轨道的磨损、变形及固定螺栓的紧固情况。及时处理啃轨现象,以免加速设备损坏。

2.2.3 润滑与防腐

减速机、开式齿轮、轴承座、钢丝绳等部位必须定

期加注合适的润滑油脂,减少磨损,延长寿命。水利环境湿度大,腐蚀严重。需定期检查金属结构的油漆涂层状况,对漆膜剥落、锈蚀部位及时进行除锈和补漆,特别是焊缝、角落等易腐蚀区域。

2.2.4 安全保护装置的定期校验

所有限位开关、超载限制器等安全装置不能仅依赖日常检查,必须制定严格的定期(如每季度或每半年)校验计划,使用标准砝码或专用仪器进行功能测试和精度校准,确保其在关键时刻能准确动作。

2.2.5 操作人员培训与持证上岗

起重机的操作、指挥、司索人员必须经过专业培训,考核合格,持有效的《特种设备作业人员证》上岗。严禁违章指挥、违章操作。良好的操作习惯本身就是一种重要的“维护”。

3 结语

水泵泵组与起重设备是水利工程的“心脏”与“臂膀”,其安装与维护系统且专业。核心观点如下:其一,安装是基石。水泵泵组的“零应力”管路连接、轴系对中,起重设备的轨道精调、安全装置校准等细节,关乎设备运行品质与安全,要严格遵循规范,用先进工具,贯彻“一次做对”理念。其二,维护是保障。构建多层次维护体系,从日常点检到状态预知维修,再到法定定期检验,目标是从“被动抢修”转向“主动预防”,提升设备可用率,降低全生命周期成本。其三,人是决定性因素。先进设备与规程需高素质人员执行,要持续加强技术人员培训,强化安全意识,积极运用信息化、智能化技术,提升水利工程机械管理水平。

参考文献

- [1]刘洁霏.水利工程机械安装及维护技术要点[J].南方农机,2023,54(07):147-149+170.
- [2]贾峰.水利工程施工机械的预防性维护体系构建与实施研究[J].建筑机械,2025,(06):80-83.
- [3]王德勇.水利工程机械设备的管理与养护策略研究[J].中国高新科技,2022,(14):136-138.
- [4]赵云亮,刘奎,耿建璞.水利工程机械设备的管理与养护策略分析[J].住宅与房地产,2021,(21):193-194.