

抽水蓄能电站机组蜗壳阴角灌浆施工质量控制

李耀东

中国水利水电第四工程局有限公司 青海 西宁 810007

摘要：抽水蓄能电站机组蜗壳阴角灌浆施工质量是确保结构安全、稳定和长期耐久性的关键工序，蜗壳阴角灌浆密实可以在确保蜗壳与外围混凝土紧密结合，形成整体结构，避免局部应力集中导致开裂或变形，吸收和分散机组运行中的振动能量，减少共振风险，防止长期疲劳破坏，有效抑制相对位移，防止高压水渗入空腔引发内部腐蚀或冻胀破坏（寒冷地区），保护结构完整性等方面起着关键作用。本文系统分析了蜗壳阴角灌浆施工质量控制要点，包括施工前准备、过程控制及质量验收等关键环节。针对人员、材料、设备及环境等影响因素，提出质量管理体系完善、过程监控强化、工艺技术优化等质量保障措施。通过标准化施工流程、精细化质量管控和新技术应用，可有效提升蜗壳阴角灌浆施工质量，为类似工程提供参考。

关键词：抽水蓄能电站；蜗壳阴角；灌浆施工；质量控制；保障措施

引言：抽水蓄能电站作为电力系统重要调节设施，其核心组成部分厂房机组蜗壳阴角灌浆施工质量关乎电站安全稳定运行，蜗壳与混凝土之间的阴角部位易形成空腔，灌浆可填充空隙，确保蜗壳与混凝土紧密结合，形成整体结构，在水力机组运行时，蜗壳承受巨大水压力（包括脉动压力）和振动，灌浆层能将荷载均匀传递至混凝土基础，避免局部应力集中导致开裂或变形，有效提高机组结构整体性与荷载传递，但是蜗壳阴角结构复杂，可视化条件差，灌浆施工难度大，质量控制要求高。从施工前准备到施工过程把控，再到施工后检查验收，每个环节都至关重要。因此深入探讨其施工质量控制要点、影响因素及保障措施，对提升电站建设质量意义重大。

1 抽水蓄能电站机组蜗壳阴角灌浆施工质量控制要点

1.1 施工前准备阶段质量控制

1.1.1 施工图纸与技术交底

施工图纸的准确性和完整性审查是施工前准备的重要环节。需仔细核对图纸上蜗壳阴角部位的尺寸、结构形式等各项参数，确保与实际施工需求相符，避免因图纸错误导致施工质量问题。同时要确保施工人员充分理解技术要求和施工工艺，通过详细的技术交底会议，向施工人员讲解施工的关键步骤、技术标准以及可能遇到的问题及解决方法，使施工人员在施工过程中能够严格按照要求进行操作，为后续施工质量奠定基础。

1.1.2 灌浆材料与设备准备

灌浆材料的质量直接影响灌浆施工质量，必须严格按照相关标准进行质量检验与验收。对水泥、外加剂等材料的性能指标，如强度、流动性、凝结时间等进行检

测，确保材料质量符合要求。灌浆设备的选型要根据施工工艺和灌浆材料的特点进行，选择性能可靠、适合蜗壳阴角灌浆施工的设备。设备调试与维护要点在于，在施工前对设备进行全面调试，检查设备的运行状态，确保设备能够正常工作，并做好设备的日常维护保养计划，以保证设备在施工过程中始终处于良好的运行状态。

1.1.3 施工人员培训与资质审核

施工人员应具备相应的专业技能和知识，熟悉蜗壳阴角灌浆施工的工艺流程、技术要求和安全操作规程。对施工人员进行技术培训和安全教育具有重要的必要性，通过技术培训可以提升施工人员的操作技能和解决实际问题的能力，通过安全教育可以增强施工人员的安全意识，减少施工过程中的安全事故，确保施工顺利进行。同时要对施工人员的资质进行严格审核，确保施工人员具备相应的施工资质和经验。

1.2 施工过程质量控制

1.2.1 明确分工压实责任

在灌浆开始前，严格按照规范、合同技术对施工工艺，钻孔、压水、灌浆等环节进行详细交底；明确技术、质量等人员过程职责，并要求对关键部位进行全程进行监督检查，对施工过程中存在的问题及时予以技术指导；对施工违章作业和弄虚作假行为从严、从重处理，对不满足要求的灌浆孔段必须扫孔复灌或返工处理。

1.2.2 灌浆管路安装质量控制

蜗壳底部灌浆管理设范围为底部60°，蜗壳外侧灌浆管中心线与蜗壳中心线夹角20°，蜗壳内侧阴角处灌浆管中心线与蜗壳中心线夹角40°，每台机组布设有两个灌浆区域为一连通区域，要求两个区域同时灌浆，考虑其耐

压性、耐腐蚀性和密封性,选择适合蜗壳阴角灌浆施工环境的材质^[1]。管路连接方式要科学合理,确保连接牢固、密封可靠,避免在灌浆过程中出现漏浆现象。管路安装完成后,要对其密封性和牢固性进行全面检查,可通过压力测试等方法检验管路的密封性,确保管路安装质量符合要求。

1.2.3 灌浆施工工艺控制

灌浆压力、流量、浆液配比的动态调整是灌浆施工工艺控制的核心。在灌浆过程中,要根据灌浆的进展情况和现场实际情况,及时调整灌浆压力和流量,确保灌浆密实度。同时要严格控制浆液配比,保证浆液的性能符合要求。灌浆顺序和分序灌浆的实施要点在于,按照合理的灌浆顺序进行施工,先进行基础灌浆,再进行后续灌浆,分序灌浆时要控制好每序灌浆的间隔时间和灌浆量,确保灌浆效果。灌浆过程中的压力监测与记录要安排专人负责,实时监测灌浆压力的变化情况,并做好详细记录,以便及时发现问题并进行处理。本工程机组蜗壳阴角灌浆最大灌浆压力不超过0.2MPa,灌浆水灰比为0.6:1水泥净浆,在规定压力下,灌浆孔孔停止吸浆后,屏浆5min后灌浆结束。

1.3 施工后质量检查与验收

1.3.1 外观质量检查

蜗壳阴角表面灌浆层的饱满度、密实度检查是检查的重点。通过目视检查排气孔出浆情况,初步判断灌浆效果。

1.3.2 内部质量检测

蜗壳底部灌浆结束7天后,会同监理工程师用锤击法或物探检测法进行灌浆质量检查灌浆施工的内部质量情况。

1.3.3 验收标准与程序

明确灌浆施工的验收标准和规范,根据相关的行业标准和设计要求,确定验收的具体指标和要求。明确各方职责,验收程序包括施工单位自检、监理单位验收、建设单位验收等环节,参与验收的各方要按照各自的职责进行严格验收,确保灌浆施工质量符合要求。

2 抽水蓄能电站机组蜗壳阴角灌浆施工质量影响因素分析

2.1 人员因素

施工人员的技能水平和责任心对施工质量有着直接且重要的影响。具备较高技能水平的施工人员,能够熟练掌握蜗壳阴角灌浆施工的各项工艺和操作要点,在管路安装、灌浆等各个环节中准确执行施工要求,保证施工的精度和质量。而责任心强的施工人员会严格按照规范进行操作,认真对待每一个施工步骤,及时发现并处

理施工过程中出现的问题,避免因操作不当导致质量问题。管理人员的管理能力和组织协调能力对施工过程的把控至关重要。优秀的管理人员能够合理安排施工人员和施工进度,确保施工过程有序进行。在施工过程中,管理人员需要对各个环节进行有效的监督和管理,及时发现施工中的质量隐患,并采取措施加以解决。管理人员还需要协调好各方面的关系,如施工人员之间、施工与设备维护之间的关系等,保证施工过程的顺利开展。

2.2 材料因素

灌浆材料的质量波动会对灌浆效果产生重要影响。如果灌浆材料的强度、流动性、凝固时间等性能指标不符合要求,在灌浆过程中可能会出现灌浆不密实、凝固时间过长或过短等问题,从而影响蜗壳阴角的灌浆质量。需要严格控制灌浆材料的质量,确保其各项性能指标稳定可靠。材料储存和运输过程中的质量控制要点也不容忽视^[2]。在储存过程中,要根据灌浆材料的特性,选择合适的储存环境,如控制好温度、湿度等,避免材料受潮、变质或受到其他污染。在运输过程中,要采取有效的保护措施,保证材料在运输过程中的质量不受影响。

2.3 设备因素

灌浆设备的性能和可靠性是施工质量的重要保障。性能良好、可靠性高的灌浆设备能够准确控制灌浆压力、流量等参数,确保灌浆过程的稳定性和一致性,从而保证灌浆质量。如果设备的性能不稳定,可能会导致灌浆压力忽高忽低、流量不均匀等问题,影响灌浆效果。设备维护保养不及时会对施工产生诸多不利影响,需要制定完善的设备维护保养计划,定期对设备进行维护保养,确保设备的正常运行。

2.4 环境因素

施工现场的温度、混凝土强度等环境条件对灌浆材料性能有着重要影响。温度的高低会影响灌浆材料的凝固速度和强度发展,从而影响材料的性能和灌浆质量。在施工过程中,需要根据环境条件的变化,采取相应的措施,如调整灌浆材料的配比、控制施工时间等,以保证灌浆材料的性能和灌浆质量。可能会对灌浆过程产生干扰,导致出现冒浆、串浆等问题,对机组蜗壳预留孔洞造成污染、影响后续施工,制定相应的施工方案和应对措施。

3 抽水蓄能电站机组蜗壳阴角灌浆施工质量保障措施

3.1 建立健全质量管理体系

建立健全质量管理体系是保障施工质量的基础。制定完善的质量管理制度和流程至关重要,需结合蜗壳阴角灌浆施工的特点和要求,明确施工过程中各个环节

的质量标准和操作规范,如材料检验制度、施工工艺规范、质量验收标准等,使施工人员在工作中有章可循。同时要明确各部门和人员的质量职责,从项目管理人员到一线施工人员,都要清楚自己在质量管理中的责任和义务。例如,管理人员负责施工方案的审核和施工过程的监督,施工人员负责按照规范进行操作,确保每一个环节的质量都能得到有效控制。通过明确职责,避免出现职责不清、相互推诿的情况,提高质量管理的效率和效果。

3.2 加强施工过程监控

加强施工过程监控是及时发现和解决质量问题的关键。建立施工过程质量监控机制,通过设置专门的质量监控人员或采用先进的监控设备,实时掌握施工质量动态。质量监控人员要深入施工现场,对施工过程进行全方位、全过程的监督,及时发现施工中存在的质量隐患,并督促施工人员进行整改。例如,在灌浆施工过程中,要监控灌浆压力、流量、浆液配比等参数是否在规定的范围内。要加强对关键工序和隐蔽工程的质量检查和验收^[3]。关键工序如灌浆管路安装、灌浆施工工艺等,直接影响着灌浆质量,必须进行严格的检查。隐蔽工程在施工完成后难以进行后续检查,在隐蔽前必须进行全面的质量验收,确保其质量符合要求。通过对关键工序和隐蔽工程的严格检查和验收,避免因这些环节的质量问题影响整个工程的质量。

3.3 强化质量培训与教育

强化质量培训与教育是提高施工人员质量意识和技能水平的重要手段。定期组织施工人员参加质量培训,培训内容包括质量管理的理论知识、蜗壳阴角灌浆施工的工艺要求、质量控制要点等,使施工人员不断更新知识,提高专业技能。例如,可以邀请专业的技术人员进行授课,结合实际施工案例,详细讲解施工过程中容易出现的质量问题及解决方法,提高施工人员的实际操作能力。收集国内外类似工程的质量案例,组织施工人员进行分析和讨论,让施工人员从案例中吸取经验教训,认识到质量问题的严重性和质量控制的重要性。通过案

例分析,提高施工人员的质量意识,使他们在施工过程中更加注重质量,自觉遵守施工规范和质量标准。

3.4 优化施工工艺与技术

优化施工工艺与技术是提高施工质量和效率的有效途径。不断探索和改进灌浆施工工艺,通过对施工过程的观察和分析,找出工艺中存在的不足,进行针对性的改进。例如,在灌浆顺序和分序灌浆的实施过程中,通过试验和实践,优化灌浆顺序,提高灌浆的密实度;在浆液配比方面,根据不同的施工环境和材料特性,调整浆液的配比,使浆液的性能更加符合施工要求。积极引进和应用新技术、新材料、新设备也是优化施工工艺与技术的重要措施。随着科技的不断发展,新的技术、材料和设备不断涌现,这些新技术、新材料和新设备往往具有更高的性能和更好的效果。例如,引进先进的灌浆设备,能够更加精确地控制灌浆压力和流量,提高灌浆的质量和效率;应用新型的灌浆材料,可能具有更高的强度和更好的流动性,能够满足更高的施工要求。通过引进和应用新技术、新材料、新设备,不断提升蜗壳阴角灌浆施工的技术水平和质量水平。

结束语

抽水蓄能电站机组蜗壳阴角灌浆施工质量控制是一个系统性工程,涉及施工前、中、后多个阶段。通过严格把控施工前准备、施工过程及施工后检查验收,分析人员、材料、设备、环境等因素影响,并采取建立健全质量管理体系、加强过程监控、强化培训教育、优化施工工艺与技术等措施,可有效提升灌浆施工质量,保障抽水蓄能电站安全稳定运行。

参考文献

- [1]李怡欣.抽水蓄能电站的财务规划与长期投资回报策略研究[J].乡镇企业导报,2025,5(01):171-173.
- [2]张全成.抽水蓄能电站大跨度地下洞室钻爆法开挖智能化配套设备[J].云南水力发电,2025,41(01):64-67.
- [3]李蕾.抽水蓄能电站混凝土工程质量控制及通病预防[J].水电站机电技术,2021,44(09):123-125.