

水利水电泵站基础施工技术研究

李国明

河北水务有限公司 河北 石家庄 050000

摘要：水利水电泵站基础施工至关重要且极具挑战性。其施工环境复杂，受地质、水文等多种因素影响；质量要求高，关乎泵站长期稳定运行；施工技术应用广泛，涵盖锚固、预应力管桩、软土基础处理、导流围堰及混凝土加固等多种技术。在施工过程中，需明确质量控制影响因素并采取相应措施，重视安全管理，识别并应对风险，依据严格的检验验收标准保障工程质量，从而确保水利水电泵站基础施工的顺利进行与高效优质完成，为整个水利水电工程的稳定运行奠定坚实基础。

关键词：水利水电；泵站基础；施工技术；研究

引言：水利水电泵站是水资源调控的核心枢纽，其基础施工是工程建设的根基。在当今水利水电工程迅速发展的背景下，泵站基础施工面临着前所未有的挑战。工程所处环境复杂多变，涵盖各类地质地貌与水文状况，这对施工技术的适应性提出了严苛要求。同时，泵站的重要性决定了其基础必须具备高可靠性与耐久性，质量要求极高。多种施工技术在基础施工中得以应用，从基础处理到结构强化，各环节紧密相连。深入探究水利水电泵站基础施工技术及其质量与安全管理，对保障水利水电工程的高效、稳定运行具有极为关键的意义。

1 水利水电工程泵站基础施工特点

1.1 工程环境较为复杂

水利水电泵站基础施工常处于复杂的自然环境之中。其可能涉及多种地质条件，如软土地质易导致基础沉降不均，岩石地质则增加了开挖难度与成本。水文方面，施工区域可能面临洪水、季节性水位变化等情况，这要求在基础施工时充分考虑防水、排水及围堰等措施，以保障施工安全与基础稳定性。此外，周边生态环境的保护也不容忽视，施工活动可能对当地动植物栖息地造成影响，需要采取相应的生态保护手段，在实现工程建设目标的同时，维护生态平衡与可持续发展。

1.2 工程质量要求比较高

泵站基础作为整个水利水电设施的关键支撑，质量要求极为严格。由于泵站承担着诸如供水、排水、调水等重要任务，基础一旦出现质量问题，如裂缝、不均匀沉降等，将直接影响泵站的正常运行，甚至可能引发安全事故，对周边地区的生产生活造成严重损害。因此，基础施工过程中，对于原材料的选用必须严格把关，确保其质量符合高标准要求；施工工艺的执行要精准到位，从基础的开挖尺寸、平整度到混凝土的浇筑振捣、

钢筋的布置连接等每一个环节都不容有失，并且要经过严格的质量检测与验收，以保障基础具备足够的强度、稳定性和耐久性，满足泵站长期稳定运行的需求^[1]。

1.3 施工技术应用范围比较广

水利水电泵站基础施工涵盖了丰富多样的技术领域。在基础处理阶段，可能需要运用到软土地基加固技术，如采用深层搅拌桩、高压喷射注浆等方法改善地基的工程性质；对于特殊地质情况，还可能涉及岩溶处理或冻土处理技术。在基础结构构建方面，钢筋混凝土施工技术是核心，包括精确的钢筋加工与安装技术，以及混凝土的配合比设计、浇筑成型与养护技术等，以确保基础结构具有良好的承载能力。此外，为应对施工过程中的水流影响，导流和围堰技术不可或缺；在基础加固或特殊情况下，锚固技术和预应力管桩技术也会发挥重要作用。多种施工技术相互配合、协同作业，才能完成高质量的泵站基础施工任务，满足水利水电工程复杂的功能需求和严格的质量标准。

2 水利水电泵站基础施工技术的应用

2.1 锚固技术

锚固技术在水利水电泵站基础施工中具有极为关键的作用。它主要是通过岩土体中钻孔，然后将锚杆或锚索等锚固元件置入其中，并灌注粘结材料，使锚固元件与岩土体形成一个整体，从而为基础提供有效的拉力或支撑力。在泵站基础施工中，当面临边坡稳定性不足的情况时，例如在泵站周边的开挖边坡或紧邻山坡建设泵站时，锚固技术可显著增强边坡的抗滑能力。通过合理布置锚杆或锚索的位置、长度和间距，能够有效地将不稳定土体或岩体的下滑力传递至稳定地层，防止边坡坍塌和滑移，确保施工场地及泵站基础的安全。对于一些需要承受较大水平力或上拔力的基础结构，如泵站的

高耸建筑物基础或承受水流冲击较大的部位,锚固技术也能提供可靠的锚固作用。它可以将基础与深层稳定岩土体紧密相连,增强基础的抗倾覆和抗拔性能,保证基础在复杂受力条件下依然能够保持稳定。同时,锚固技术的应用还能够减少基础的尺寸和埋深,在一定程度上节约工程材料和施工成本,提高施工效率,并且有利于保护周边环境,减少大规模土方开挖和回填带来的生态破坏,在水利水电泵站基础施工中展现出独特的优势和重要性^[2]。

2.2 预应力管桩技术

预应力管桩技术在水利水电泵站基础施工中应用广泛且成效显著。该技术采用工厂预制的高强度预应力混凝土管桩,通过锤击、静压等方式将管桩沉入预定的地基土层中。在地质条件复杂多变的泵站施工现场,预应力管桩技术展现出良好的适应性。对于软土地基,管桩能够有效地将上部荷载传递至深层的持力层,避免基础因地基沉降而产生不均匀沉降或变形,从而确保泵站基础及上部结构的稳定性。在硬土层或砂土层中,管桩凭借其高强度的特性也能顺利沉入,提供可靠的承载能力。其施工过程相对较为高效,机械化程度高,可有效缩短施工周期,减少人力投入。同时,预应力管桩质量易于控制,在工厂预制过程中,能够严格按照设计标准进行生产,保证管桩的尺寸精度、混凝土强度及预应力施加的准确性。在施工时,通过精确的沉桩控制,可使管桩的垂直度、入土深度等参数符合要求,进一步提升基础的施工质量与可靠性,为水利水电泵站的长期稳定运行奠定坚实基础。

2.3 软土基础处理

软土基础在水利水电泵站施工中是常见难题,因其具有含水量高、孔隙比大、压缩性高、强度低等特性,严重影响基础稳定性。常见的软土基础处理方法有多种。换填法是较为常用的手段之一,将软土挖除,换填强度较高、压缩性较低的材料,如砂石、灰土等,通过分层夯实,提高地基承载力,使基础能均匀受力,减少沉降。深层搅拌法利用特制机械将水泥等固化剂与软土强制搅拌混合,软土与固化剂发生化学反应,形成具有一定强度和水稳定性的加固体,改善软土性质,增强地基抗剪强度,有效控制沉降量。堆载预压法则是在软土地基上施加预压荷载,使地基土中的孔隙水排出,土体逐渐固结,地基承载力得以提升。在预压过程中,需合理控制加载速率与时间,避免地基失稳破坏。真空预压法是在软土地基表面铺设砂垫层,设置竖向排水通道,再覆盖不透气密封膜,通过抽气使膜内形成真空,促使

地基土排水固结。

2.4 导流和围堰

导流是指在施工期间,通过合理规划水流通道的,引导河水绕开施工区域,确保基础施工在无水或低水位条件下开展。其方式多样,如明渠导流,通过挖掘专门的渠道引导水流;隧洞导流,适用于山区河流且河谷狭窄处,利用隧洞泄流;涵管导流则借助理设在地基中的涵管实现水流疏导。导流方案的确定需综合考虑地形、地质、水文条件以及施工进度安排等因素,以保证施工期间河道行洪安全与工程建设有序推进。围堰是为了在施工区域形成封闭的挡水结构。常见的有土石围堰,材料易获取、施工简便,但需定期维护和加固;混凝土围堰结构坚固、防渗性好,适用于对挡水要求较高且有条件进行混凝土施工的部位;钢板桩围堰施工速度快、可重复利用,在水深较大且土质较软的区域优势明显。围堰的修筑要确保其稳定性与防渗性,防止河水渗漏影响基础施工质量,同时要根据施工进度适时拆除或改建,为后续工程创造有利条件,从而保障水利水电泵站基础施工的高效、安全进行。

2.5 混凝土加固法

混凝土加固法在水利水电泵站基础施工中发挥着不可或缺的作用。当泵站基础因各种原因出现强度不足、裂缝或结构损坏等问题时,混凝土加固法可有效提升基础的承载能力与耐久性。一种常见的方式是增大截面加固法,即在原基础表面浇筑一层新的混凝土,通过增加基础的截面面积,提高其抗压、抗弯等力学性能。在施工时,需对原基础表面进行凿毛、清洗等处理,以确保新旧混凝土良好粘结。另一种是外包钢加固法,将型钢或钢板包裹在原基础的外侧,并灌注粘结材料,使钢材与混凝土协同受力。这种方法能显著提高基础的承载能力,且施工对原结构影响较小,适用于对空间要求较高或不允许增大基础截面尺寸的情况。还有喷射混凝土加固法,利用喷射设备将混凝土高速喷射到基础表面,形成高强度的加固层。该方法施工速度快、适应性强,可用于各种形状和部位的基础加固,能有效增强基础的抗风化、抗冲刷能力,为水利水电泵站基础的稳定运行提供坚实保障,确保其能长期承受复杂的荷载与环境作用^[3]。

3 水利水电泵站基础施工质量控制与安全管理

3.1 施工质量的影响因素与控制措施

施工质量受多种因素制约。材料方面,若水泥、砂石、钢筋等质量不佳,如水泥标号不达标、钢筋锈蚀或强度不足,会使基础结构强度与耐久性受损。施工人员素质参差不齐,操作不规范、技术不过硬易引发质量隐

患，像混凝土浇筑振捣不当产生蜂窝麻面。施工机械性能与运行状况影响施工精度与效率，老化或故障设备可能导致基础尺寸偏差等问题。环境因素如恶劣天气、复杂地质条件增加施工难度与质量风险。控制措施包括优选材料供应商，加强材料检验；强化施工人员培训与考核，提升技术水平；定期维护与更新施工机械；针对不同环境制定专项施工方案，同时建立完善的质量监控体系，实时监测施工质量，及时纠正偏差。

3.2 施工安全管理的重要性与具体措施

施工安全管理极为关键。其关乎施工人员生命健康，一旦发生事故，将造成家庭悲剧。影响工程进度，安全事故导致停工整顿，延误工期，增加成本。破坏企业形象与声誉，不利于企业长远发展。具体措施有：加强安全教育培训，提高施工人员安全意识与自我保护能力；完善安全管理制度，明确各岗位安全职责并严格执行；设置安全防护设施，如临边防护栏、安全网等；对危险作业如高处作业、深基坑作业等制定专项安全方案并严格审批；定期开展安全检查与隐患排查，及时整改消除隐患；建立安全应急救援体系，配备应急物资与设备，定期演练，提高应对突发事件能力。

3.3 施工过程中的风险识别与应对策略

施工过程风险多样。自然风险如洪水、泥石流等灾害性天气，可能冲毁施工场地与基础工程。技术风险包括新技术应用失败、施工工艺不合理，如基础混凝土裂缝控制不当影响整体质量。管理风险有施工计划安排不合理导致工序混乱、质量监管不到位。人为风险如施工人员疲劳作业、违规操作引发安全事故。应对策略为：加强气象与地质监测，提前做好自然灾害防范预案，如设置防洪围堰、疏散通道等。施工前充分论证技术方案可行性，开展技术培训与交底。优化施工管理流程，明确各部门职责，加强质量监督。

3.4 施工质量的检验与验收标准

施工质量检验与验收标准是衡量基础施工质量的尺度。检验内容包括原材料检验，如对水泥的安定性、强度检测，钢材的拉伸与弯曲试验等；施工过程检验，如混凝土坍落度测试、基础开挖尺寸复核、钢筋绑扎间距检查等；成品检验，如基础混凝土强度回弹检测、基础沉降观测。验收标准依据国家及行业规范制定，例如基础混凝土28天强度必须达到设计强度等级的95%以上；基础轴线位移偏差不得超过10mm；基础顶面标高误差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内等。严格执行检验与验收程序，检验数据应真实可靠，验收过程需严谨规范，未达标的必须返工整改，直至符合标准，确保泵站基础质量过硬，为后续工程建设筑牢根基^[4]。

结束语

在水利水电泵站基础施工技术的探索之路上，我们深入剖析了其施工特点、多样技术应用以及质量安全管控要点。通过对锚固技术、预应力管桩技术等钻研，明晰了各类技术在不同工况下的独特优势与实施要点。在质量控制与安全管理方面，从影响因素剖析到风险应对策略的制定，为施工筑牢了防线。然而，行业发展不止，未来仍需持续创新与优化施工技术，进一步完善质量管理体系，以应对不断变化的环境与更高的工程要求，推动水利水电泵站基础施工迈向新高度。

参考文献

- [1]赵保山. 水利水电泵站基础施工技术应用[J]. 四川水泥,2021,(07):254-255.
- [2]陈国栋. 水利水电工程施工与节能环保技术的应用研究[J]. 居舍,2021,(19):33-34.
- [3]余元峰. 浅析水利水电工程泵站建设的施工管理[J]. 湖南水利水电, 2018,(4):84-85.
- [4]李思. 水利水电基础工程施工技术研究[J]. 智能城市,2021,7(12):131-132.