

水利水电工程基础处理施工技术应用

朱雷

云南省水利水电勘测设计研究院，云南 昆明 650021

[摘要]水利水电工程是现代能源与水利设施建设的重要组成部分，其施工质量直接关系到工程安全及运行效率。基础处理作为关键施工环节，不仅决定了结构的稳定性与耐久性，也对施工周期、成本控制及环境保护提出较高要求。随着施工技术与工程材料的持续发展，基础处理方法正朝着高精度、高效率与绿色环保的方向不断推进。文中系统梳理了土石方处理、桩基施工、地基加固及防渗抗浮等关键施工技术，并结合质量控制、安全管理、绿色施工以及施工与运维衔接等方面的管理策略，提出一套系统化的工程管理思路，以期为水利水电工程基础处理施工提供技术参考与实践指导。

[关键词]水利水电工程；基础处理；施工技术

DOI: 10.33142/hst.v8i12.18457

中图分类号: TV551.4

文献标识码: A

Application of Foundation Treatment Construction Technology in Water Conservancy and Hydropower Engineering

ZHU Lei

Yunnan Institute of Water & Hydropower Engineering Investigation, Design and Research, Kunming, Yunnan, 650021, China

Abstract: Water conservancy and hydropower engineering is an important component of modern energy and water conservancy facility construction, and its construction quality directly affects the safety and operational efficiency of the project. As a key construction process, foundation treatment not only determines the stability and durability of the structure, but also puts forward high requirements for construction period, cost control, and environmental protection. With the continuous development of construction technology and engineering materials, foundation treatment methods are constantly advancing towards high precision, high efficiency, and green environmental protection. The article systematically summarizes key construction technologies such as earthwork treatment, pile foundation construction, foundation reinforcement, and anti-seepage and anti floating measures. Combined with management strategies in quality control, safety management, green construction, and the connection between construction and operation and maintenance, a systematic engineering management approach is proposed to provide technical reference and practical guidance for the foundation treatment construction of water conservancy and hydropower projects.

Keywords: water conservancy and hydropower engineering; basic processing; construction technology

引言

水利水电工程在基础设施与能源开发领域具有重要支撑作用，其施工质量直接影响结构安全、防洪能力与发电效率。基础处理作为关键环节，其施工水平直接关系到工程的长期稳定性及经济效益。然而，此类工程多处于地质条件复杂、环境变化频繁的区域，且普遍具有规模大、周期长等特点，传统施工方法往往难以满足现代工程对精度、效率与环境保护的要求。因此，研究并应用先进的基础处理施工技术，具有重要的现实意义。本文结合工程实际，从施工技术与管理策略两方面系统分析其具体应用方法，以期为工程建设提供可操作的技术与管理参考。

1 水利水电工程基础处理施工要求

水利水电工程基础处理的施工质量直接关系到人民生命财产安全。从技术层面看，基础处理施工技术持续更新，要求施工人员及时掌握新技术，并借助新材料与工艺提升施工质量。水利水电工程通常规模大、施工要求严格，且作业范围广、环境复杂，因此基础处理施工必须结合现场

实际，制定科学的施工方案。具体而言，应注意以下几点：

第一，基础处理施工前，设计方应根据工程规模与建设要求合理设计施工图纸。图纸设计必须建立在全面调研的基础上，对施工现场的工程地质、水文地质等情况进行详细勘察，对地形地貌进行准确的测量，为设计提供完整准确的地形与地质资料。同时需结合工程特点，把握重点难点问题，按照相关法律法规和规程规范要求，及时提供设计图纸。施工方则应根据设计图纸，结合现场实际情况及时进行必要的调整与优化。

第二，水利水电工程往往工期紧张，且多选择枯水期作业以利于施工，因此工期压力较大。施工过程中应综合考虑各种潜在不利因素，科学选择生产工艺、施工方案及机械设备，识别风险并制定应急预案。

第三，水利水电工程涉及面广，施工中存在较多隐蔽工程，如地下工程开挖支护、基础处理等。这些工程在验收时不具备直观呈现的条件，因此必须重视隐蔽工程的质量控制，加强施工过程监管，及时处理隐蔽工程施工中发

现的问题，避免对后续施工与工程安全造成不利影响。

2 常用基础处理施工技术

2.1 土石方施工技术

在水利水电工程施工过程中，土石方施工是关键环节之一，其直接影响地基稳定性与施工顺利推进，且施工质量将显著关系到工程安全及后续施工进度。土石方施工主要包括土方开挖、石方爆破与运输作业，以及土体填筑与压实等工作，其核心在于根据地质条件选择适宜的开挖方法与压实工艺。通常采用分层开挖、分区堆放方式，并借助机械进行压实，以确保土体达到要求的密实度，从而有效降低不均匀沉降风险。对于石方施工，则需通过科学的爆破设计控制爆破振动效应与石方破碎粒径，以尽量减少对周边环境的爆破振动影响，并结合填筑料使用要求尽量利用开挖料。同时，还应注意雨季与地下水变化情况，合理安排施工顺序、基坑支护与排水措施。

2.2 桩基础施工技术

桩基础施工是水利水电工程基础处理中的关键技术手段，其主要作用是增强地基承载力并提高结构的整体稳定性。桩基础施工方法多样，如灌注桩、预制桩及沉管桩等，需根据地质条件与荷载要求合理选择类型。灌注桩施工应重点控制桩位精度、混凝土连续浇筑及桩身完整性，多采用导管或套管工艺，以减少对土体的扰动，并确保桩体与周围土体良好结合。预制桩施工常采用机械打桩或静压法入土，需严格控制桩体垂直度与沉桩速度，防止出现桩身倾斜或局部损伤。

在施工质量控制方面，应结合现场检测手段对桩长、垂直度、承载力及完整性进行全面监测，确保桩基承载力满足设计要求。随着智能化施工技术的发展，桩基础施工逐步引入自动化测量、振动监测与数字化施工管理等系统，实现了高精度、高效率施工，同时有效减少了人为误差与施工风险。桩基础施工技术的成熟应用，为水利水电工程提供了可靠的底部支撑，保障了后续结构施工的安全稳定。

2.3 地基加固技术

地基加固技术在水利水电工程中主要用于提升软弱土层的承载力、减少沉降、控制渗透并增强整体稳定性。常用的加固方法包括灌浆加固、深层搅拌桩加固及化学稳定剂处理等，具体选用需依据土层特性、工程规模与环境条件而定。灌浆加固技术通过向土体裂隙或孔隙注入水泥浆或化学浆液，提升整体性以提高土体密实度和承载力。深层搅拌桩施工借助机械搅拌土体并掺入水泥或其他固化剂，形成高强度桩体，可显著改善软弱地基的力学性能。化学稳定剂处理技术则是通过改变土体内部结构与物理化学性质，实现地基改良与稳定。在地基加固施工过程中，需严格控制材料配比、工艺参数及施工顺序，避免产生不均匀沉降或加固效果不足等问题。同时，结合施工监测与质量检测手段，可对加固效果进行实时评估与优化，从而

为水利水电工程提供可靠的基础支撑。

2.4 防渗、抗浮与排水技术

由于水利水电工程施工大多受到地下水影响，防渗、抗浮与排水技术在基础处理中具有关键作用，旨在控制水流渗透、防止土体液化，并抵御地下水对基础结构的浮力影响。常用防渗技术包括水泥土搅拌桩防渗、土工膜铺设及复合防渗材料应用等，可形成连续防渗体，有效阻隔渗流。抗浮措施主要采用基础压重、锚杆锚固及基础下沉设计等手段，以确保结构在地下水位变化或渗流作用下保持稳定。

降低地下水位常采用井点排水，其目的在于将地下水位降至建筑物设计开挖底面以下，使基坑底部与边坡在施工期间处于干燥状态，从而改善施工条件、稳定基坑边坡并增强地基承载力。施工过程中需综合考虑地基承载力、渗透特性及施工环境，通过综合比选地下水处理方案，合理选用防渗材料与施工工艺，以确保工程质量与长期耐久性。同时，结合施工监测与后期维护管理，可有效降低渗漏风险，提升工程整体安全性。防渗、抗浮与排水技术的科学应用，为水利水电工程的安全运行提供了重要基础保障。

3 水利水电工程基础处理施工的管理与优化策略

3.1 完善施工过程的质量控制体系

水利水电工程的基础处理施工涉及土石方开挖、桩基施工、地基加固以及防渗抗浮排水等多个环节，每一环节的施工质量均直接影响工程的整体安全与使用寿命。因此，建立完善的施工质量控制体系至关重要。应从施工设计阶段着手，综合考虑地质调查与工程勘测结果，制定详细的施工方案与技术标准，并明确质量控制关键点及验收规范。

在施工过程中，须严格执行工艺规范，确保材料、设备及操作流程符合设计要求。同时，应建立多层次的质量检查机制，对桩基成型度、地基加固密实度及防渗层连续性等关键环节实施实时检测与记录。施工单位宜借助信息化管理手段，实现施工数据的数字化采集、分析与归档^[1]。完善的质量控制体系不仅能显著降低施工风险，还可提升工程管理效率，从而保障水利水电工程基础处理施工高标准、高质量地完成。

3.2 加强施工安全风险管理机制

在水利水电工程基础处理施工过程中，工序复杂且施工环境多变，存在诸多潜在安全风险，如边坡坍塌、基坑失稳、物体打击、机械伤害、淹溺等。为确保施工安全，需建立科学的施工安全风险管理机制，明确各方责任，规范管理流程。

施工前应进行全面安全风险评估，系统分析地质条件、施工工艺、设备操作及人员管理等因素，制定针对性防护措施。施工过程中须严格执行安全操作规程，配备必要的安全防护设施，如护栏、支撑系统、防护网及监测仪器等，并定期组织施工人员开展安全培训和应急演练，以提升现

场人员对风险的识别与应对能力^[2]。

此外，应建立安全监控与事故预警机制，借助传感器、监控系统及信息化平台对关键施工环节进行实时监测。通过系统化、规范化的风险管理，既能保障施工现场人员与设备安全，也可为工程顺利推进提供坚实保障。

3.3 建立科学合理的绿色施工管理制度

随着生态文明建设的持续推进，水利水电工程在追求高质量、高效率的同时，也应更加重视绿色施工与环境保护。在基础处理施工阶段，需科学构建绿色施工管理制度，将节能减排、生态保护及施工资源高效利用等内容纳入管理体系之中。

在施工方案设计阶段，应充分评估环境影响，合理安排施工时段与作业区域，以减少对河流、水体及周边生态的扰动。在具体施工过程中，应采用环保型材料及可降解辅助材料，控制扬尘、噪声与废水排放，并加强施工机械设备管理，降低能耗与污染物排放。针对土石方运输、废弃物处理及施工用水等环节，应建立标准化管理流程，确保施工活动符合环境保护要求。

此外，可借助信息化平台对施工排放、能耗及材料使用等数据进行实时监测，实现动态管理与信息可追溯^[3]。科学合理的绿色施工管理制度，能在保障工程质量与安全的基础上，最大限度降低施工对环境的影响，推动水利水电工程基础处理施工实现可持续发展。

3.4 施工阶段与运维阶段的有效衔接

水利水电工程基础处理施工完成后，工程的长期安全稳定运行与使用效率，在很大程度上依赖于施工阶段与运维阶段的有效衔接。施工单位应在施工接近尾声时，完整记录施工过程中的关键数据、详细的质量检测报告及施工问题的处理情况，为后续运维提供全面、可靠的参考依据。

同时，应建立施工与运维阶段的信息交接制度，准确

传递施工期间使用的材料信息、设备规格及施工工艺参数等至运维管理部门，以便在运维阶段对结构状况进行定期检查与维护。若存在隐蔽问题或潜在风险，应在施工阶段预先制定相应的运维预案，并在运维期间持续监测地基沉降、防渗效果及地下水位变化等情况。

实现施工与运维阶段的有效衔接，有助于延长工程使用寿命，并能在运行初期及时发现问题、迅速处理，从而切实保障水利水电工程的安全、可靠与高效运行。

4 结语

水利水电工程基础处理施工技术对保障工程安全及运行效率至关重要，其技术水平直接关系结构的稳定性、使用寿命与经济效益。通过科学应用土石方处理、桩基础施工、地基加固、降水排水及防渗抗浮等一系列技术，可有效应对复杂地质条件、紧张工期及地下水等施工挑战。同时，进一步完善质量控制体系、加强安全管理、推行绿色施工并实现施工与运维的有效衔接，可为工程建设提供系统化保障。

随着智能化施工技术与绿色材料的持续发展，基础处理施工将不断向高效、精准、可持续的方向优化，从而为高质量、安全、绿色的水利水电工程施工提供可行的技术路径与实践指导。

【参考文献】

[1] 孙欣跃. 水利水电工程基础处理施工技术探析[J]. 黑龙江水利科技, 2024, 52(8): 72-74.

[2] 张利静. 水利水电工程基础处理施工技术研究[J]. 内蒙古水利, 2024(1): 36-37.

[3] 刘晓伟. 浅析水利水电工程基础处理施工技术[J]. 居业, 2021(8): 77-78.

作者简介：朱雷（1981.7—），男，副高级工程师，主要从事水利水电工程施工专业勘测设计工作。