

复杂地质条件下水电站基础处理方案优化

吴 谦

中国水利水电第三工程局有限公司 陕西 西安 710000

摘 要: 复杂地质条件下水电站基础处理方案优化研究,旨在针对复杂多变的地质环境,提出科学合理的处理策略。本文综合分析了地质条件评估、基础处理方案选择、施工管理与质量控制以及实时监测与预警系统等关键环节,提出针对性的优化措施。通过技术创新和精细化管理,旨在提高水电站基础处理的加固效果、安全性和经济性,为水电站建设提供坚实的技术支撑,确保工程质量和安全稳定。

关键词: 复杂地质;水电站基础;处理方案优化

1 复杂地质条件对基础处理的具体影响

1.1 稳定性影响

复杂地质条件对基础处理的稳定性有显著影响。地质结构中的软弱土层、松散岩层、断裂带和软弱夹层等地质因素,都可能导致地基的稳定性降低。例如,在灰岩分布的地区,土层往往会因为水分的影响而丧失原有的强度,导致地基稳定性下降。地下水位较高时,地基中的土体容易受到水的浸泡和软化,也会降低其承载能力和稳定性。这些因素都可能使地基在建筑物的长期荷载作用下发生下沉或变形,从而影响建筑物的整体稳定性。

1.2 承载力影响

复杂地质条件对基础的承载力也有重要影响。地质结构中的软弱土层和松散岩层往往具有较低的承载能力和稳定性,无法有效地支撑上部建筑物的重量^[1]。当这些软弱土层和松散岩层位于地基下方时,它们会成为地基下沉的潜在因素,降低地基的承载能力,地质结构中的断裂带和软弱夹层也可能导致地基的承载能力下降。

1.3 变形与沉降影响

复杂地质条件还可能导致地基发生变形和沉降。软弱土层和松散岩层在建筑物的长期荷载作用下容易发生压缩变形,导致地基下沉。地质结构中的断裂带和软弱夹层也可能导致地基在受力过程中发生变形。这些变形和沉降都可能对建筑物的安全性和稳定性造成威胁。

2 在复杂地质条件下进行水电站基础处理时面临的问题

2.1 开挖困难

在复杂地质条件下进行水电站基础的开挖工作时,常常面临开挖困难的挑战。地质结构中的坚硬岩石、断层破碎带、软弱夹层和地下水丰富等因素,都可能增加开挖的难度。坚硬的岩石需要使用大型破碎设备和长时间作业才能破碎,而断层破碎带和软弱夹层则容易导致

开挖面失稳和塌方。地下水丰富也可能导致开挖过程中泥泞不堪,影响施工效率和安全性。这些问题不仅增加了施工成本,还可能延误工期,对水电站建设进度造成不利影响。

2.2 支护不稳定

复杂地质条件下,水电站基础的支护工作也面临不稳定的挑战。支护结构需要承受地质结构中的复杂应力和变形,而软弱土层、松散岩层、断层破碎带等地质因素都可能导致支护结构失稳。支护结构失稳可能导致开挖面塌方、施工安全事故等问题,对水电站基础处理的质量和安全性造成威胁。

2.3 地基承载力不足

复杂地质条件下,水电站基础的地基承载力可能不足。地质结构中的软弱土层、松散岩层等地质因素都可能导致地基承载力下降。地基承载力不足可能导致水电站基础在荷载作用下发生沉降、变形甚至破坏,对水电站的安全运行和稳定性造成严重影响。

3 复杂地质条件下水电站基础处理优化方案的具体内容

3.1 预应力锚固技术

在复杂地质条件下,水电站基础处理面临诸多挑战,尤其是地基稳定性和承载力的问题。预应力锚固技术作为一种高效、可靠的加固手段,为解决这些问题提供了有效的解决方案。预应力锚固技术通过在基础结构中预先施加张力,利用锚索或锚杆等锚固件将基础与周围稳定的岩体或土层紧密连接,形成一个整体受力体系。这种技术能够显著提高基础的抗滑移、抗倾覆和抗拔能力,从而增强基础的稳定性^[2]。在水电站基础处理中,预应力锚固技术常被用于加固边坡、稳定基坑、提高坝体稳定性等场景。具体实施过程中,首先需要对基础进行详细的勘察和评估,确定锚固点的位置和数量。

根据地质条件选择合适的锚固件材料和规格,确保锚固件的强度和耐久性满足设计要求。通过钻孔、安装锚固件、注浆等步骤,将锚固件固定在基础中。最后,对锚固件进行预应力张拉,使其达到设计要求的预应力值,从而实现对基础的加固。预应力锚固技术的优点在于其加固效果显著、施工周期短、对环境影响小。该技术还能够适应复杂地质条件的变化,如断层、软弱夹层等,为水电站基础处理提供了可靠的保障。实施过程中也需要注意对锚固体的质量和施工质量的控制,以确保加固效果达到设计要求。

3.2 高压旋喷桩加固技术

高压旋喷桩加固技术是一种利用高压水流和压缩空气将水泥浆液注入到基础中的软弱土层或松散岩层中,形成具有高强度和稳定性的固结体的加固方法。在复杂地质条件下,水电站基础往往存在软弱土层或松散岩层,这些地层在荷载作用下容易发生变形和沉降,从而影响基础的稳定性。高压旋喷桩加固技术通过向这些地层中注入水泥浆液,形成固结体,从而提高地层的承载力和稳定性。具体实施过程中,需要对基础进行详细的勘察和评估,确定需要加固的地层范围和深度。根据地质条件选择合适的高压旋喷设备和参数,如注浆压力、注浆速度、注浆量等。通过钻孔、插管、注浆等步骤,将水泥浆液注入到地层中。在注浆过程中,高压水流和压缩空气的作用使水泥浆液充分扩散和混合,形成固结体。对固结体进行质量检测和评估,确保其满足设计要求。高压旋喷桩加固技术的优点在于其加固效果显著、施工速度快、对环境影响小。该技术还能够适应复杂地质条件的变化,如断层、岩溶等,为水电站基础处理提供了有效的解决方案^[1]。

3.3 复合地基处理技术

复合地基处理技术是一种将多种地基处理方法相结合,形成具有高强度、高稳定性和良好排水性能的地基处理方案。在复杂地质条件下,水电站基础处理常常需要采用复合地基处理技术来提高地基的承载力和稳定性。复合地基处理技术通常包括多种方法,如桩基、换填、注浆、排水等。在水电站基础处理中,可以根据地质条件的具体情况和工程要求,选择适当的组合方式。例如,在软弱土层较厚的地区,可以采用桩基和换填相结合的方法;在断层破碎带附近,可以采用注浆和排水相结合的方法。具体实施过程中,要对基础进行详细的勘察和评估,确定地基处理的具体要求和目标。根据地质条件和工程要求选择合适复合地基处理方法,并制定相应的施工方案。按照施工方案进行地基处理施工,

如钻孔、安装桩基、换填材料、注浆等。在施工过程中,需要严格控制施工质量,确保各项处理措施达到设计要求。最后对地基进行质量检测和评估,确保其满足设计要求的承载力和稳定性。复合地基处理技术的优点在于其能够适应复杂地质条件的变化,提高地基的承载力和稳定性;该技术还能够根据工程要求进行灵活组合,满足不同的工程需求。

3.4 智能化监测与预警系统

在复杂地质条件下进行水电站基础处理时,智能化监测与预警系统是一项至关重要的技术手段。智能化监测与预警系统通常由传感器网络、数据采集与处理系统、预警与报警系统等部分组成。传感器网络负责实时监测基础结构的变形、应力等参数;数据采集与处理系统负责将传感器采集到的数据进行处理和分析,提取关键信息;预警与报警系统则根据处理结果判断是否发出预警或报警信号。具体实施过程中,要在基础结构中布置传感器网络,确保能够全面、准确地监测到基础结构的变形和应力情况。建立数据采集与处理系统,对传感器采集到的数据进行实时处理和分析。根据分析结果制定预警与报警规则,当监测到异常情况时及时发出预警或报警信号。建立相应的应急响应机制,确保在收到预警或报警信号后能够迅速采取措施进行处理。智能化监测与预警系统的优点在于其能够实时监测基础结构的变形和应力情况,及时发现和处理潜在的安全隐患;该系统还能够根据监测数据进行智能分析和预警,提高工程的安全性和可靠性。实施过程中也需要注意对传感器网络的维护和更新,以及对数据分析算法的持续优化和改进,以确保系统的准确性和可靠性。

4 复杂地质条件下水电站基础处理方案优化策略

4.1 地质条件评估与预测

在复杂地质条件下进行水电站基础处理,首要任务是进行详尽的地质条件评估与预测。这一步骤是制定合理基础处理方案的前提,直接关系到后续工程的顺利进行和安全稳定。地质条件评估需综合考虑地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件等多个方面。通过地质勘探、地质测绘、原位试验等手段,收集地质信息,分析地基的稳定性、承载力和变形特性。特别是要重点关注断层、软弱夹层、岩溶等不良地质现象,以及地下水位、渗透性等水文地质因素,这些往往是影响基础处理效果的关键因素^[4]。在地质条件评估的基础上,还需进行地质条件的预测。这包括对未来地质变化趋势的预测,如地下水位的升降、地层沉降等,以及极端天气、地质灾害等可能对基础处理造成的影响。通过科学的地

质预测,可以为基础处理方案的制定提供更为全面、准确的信息支持,降低施工风险。在评估与预测过程中,应充分利用现代地质勘查技术和数据分析方法,提高评估的准确性和预测的科学性。加强与地质专家的沟通与合作,确保评估与预测结果的可靠性和实用性。

4.2 基础处理方案选择与优化

基于地质条件评估与预测的结果,选择和优化水电站基础处理方案是至关重要的。基础处理方案的选择应充分考虑地基特性、工程要求、经济性等因素,力求达到最佳的加固效果和经济效益。在选择基础处理方案时,可借鉴类似工程的成功经验,结合具体地质条件和工程需求,进行方案比选。常见的基础处理方案包括桩基、换填、注浆、锚杆等,每种方案都有其适用范围和优缺点。通过对比不同方案的加固效果、施工难度、成本投入等因素,选择最优方案。在方案确定后,还需进行方案的优化。优化内容可能包括调整加固范围、优化加固参数、改进施工工艺等。通过优化,可以进一步提高加固效果,降低施工成本,缩短工期。在方案选择与优化过程中,应注重技术创新和自主研发。通过引进先进技术、开发新型材料、优化施工工艺等手段,不断提升基础处理的技术水平和竞争力,加强与科研机构和高校的合作,推动技术创新和成果转化。

4.3 施工管理与质量控制

水电站基础处理的施工管理与质量控制是确保工程质量和安全的重要环节。施工前应制定详细的施工方案和施工组织设计,明确施工顺序、施工方法、施工设备等。施工过程中,应加强对施工质量的监控和管理,如材料检验、工艺控制、质量检测等。注重施工人员的培训和教育,提高其技术水平和安全意识。质量控制方面,应建立严格的质量检测体系,对施工质量进行全面、系统的检测。检测内容应包括地基承载力、变形特性、加固效果等方面。通过质量检测,及时发现和处理施工过程中的质量问题,确保工程质量符合设计要求。在施工管理过程中,还应注重与监理单位的沟通和合作,监理单位应履行好监理职责,对施工过程进行全面、细致的监督和管理,确保施工质量和安全。施工单位应积极配合监理单位的工作,及时整改监理发现的问题,共同推动工程的顺利进行。

4.4 实时监测与预警系统

在水电站基础处理过程中,建立实时监测与预警系统对于及时发现和处理潜在的安全隐患具有重要意义。这一系统应能够实时监测地基的变形、应力等参数,并根据监测数据进行分析和预警^[5]。实时监测与预警系统应包括传感器网络、数据采集与处理系统、预警与报警系统等组成部分。传感器网络负责实时监测地基的变形、应力等参数;数据采集与处理系统负责将传感器采集到的数据进行处理和分析;预警与报警系统则根据分析结果判断是否发出预警或报警信号。在建立实时监测与预警系统时,应注重系统的稳定性和可靠性。选择性能稳定、精度高的传感器和采集设备,确保监测数据的准确性和可靠性。加强对系统的维护和保养,及时发现和处理系统故障,确保系统的正常运行。在监测与预警过程中,应注重数据的分析和利用,通过对监测数据的分析,可以了解地基的变形和应力情况,及时发现和处理潜在的安全隐患。利用数据分析结果优化基础处理方案,提高加固效果。还应建立相应的应急响应机制,当监测到异常情况时,及时启动应急响应机制,采取有效措施进行处理,确保工程的安全稳定。加强与相关部门的沟通和协作,共同应对突发事件,降低损失和影响。

结束语

复杂地质条件下水电站基础处理方案优化是一项系统工程,需要综合考虑地质条件、工程要求、经济性等多个因素。通过本文的研究,提出了针对性的优化策略,旨在提高水电站基础处理的加固效果和安全性。未来,将继续深化研究,推动技术创新和成果转化,为水电站建设提供更加优质的技术服务和支持。

参考文献

- [1]张建斌,赵海龙,杨振刚.复杂地质条件下隧洞无爆破掘进技术研究[J].科技创新与应用,2024,14(23):175-180.
- [2]梁昌德.复杂地质条件下桥梁桩基施工的质量控制研究[J].产品可靠性报告,2024,(07):114-115.
- [3]董维奇.复杂地质条件下盾构穿越基础薄弱的构筑物施工技术研究[J].广东土木与建筑,2024,31(07):73-75+102.
- [4]王刚,李明.复杂地质条件下水利水电基础施工难点与对策研究[J].水利水电技术,2022,53(3):78-82.
- [5]张晓红,陈伟.复杂地质环境下水利水电基础施工技术探讨[J].水电与抽水蓄能,2021,7(4):12-16.