

复杂地质下水利水电工程基础处理新技术与应用实践

郝泽阳 李哲

中水北方勘测设计研究有限责任公司

DOI:10.32629/hwr.v9i12.6725

[摘要] 本文先阐述了水利水电工程基础施工特点,之后具体分析了影响水利水电工程基础处理施工的因素,并且具体论述了水利水电工程基础处理施工技术,希望可以更好地提升我国水利水电工程质量。

[关键词] 水利水电工程; 基础处理技术; 实践应用

中图分类号: TV 文献标识码: A

New Technologies and Application Practices of Foundation Treatment for Water Conservancy and Hydropower Projects Under Complex Geology

Zeyang Hao Zhe Li

China Water Resources Beifang Investigation, Design and Research Co., Ltd.

[Abstract] This paper first elaborates on the characteristics of foundation construction for water conservancy and hydropower projects, then specifically analyzes the factors affecting the foundation treatment construction of water conservancy and hydropower projects, and discusses the foundation treatment construction technologies for water conservancy and hydropower projects in detail, hoping to better improve the quality and level of water conservancy and hydropower projects in China.

[Key words] Water Conservancy and Hydropower Projects; Foundation Treatment Technology; Practical Application

水利水电工程是我国基础建设中重要的一环,不管是经济的推动还是民生的改善方面,有着非常重要的意义,但是在实际建设的过程中,复杂的地质条件严重限制施工的进度和施工的质量,而且对施工的技术要求也非常高。因此,对复杂地质下水利水电工程基础处理新技术与应用实践进行探究非常有必要。

1 水利水电工程的基础施工特点

水利水电工程的基础施工有着非常明显的特点,一是有着非常大的施工范围,水利水电工程和其它建筑工程有很大的区别,根据其作用的不同,建筑形式也不一样,有发电站,也可以是水库大坝,还有可能是进水泄水方面的建筑,但是不管是哪一种形式的水利水电工程,施工范围大且持续时间长;二是地形比较复杂,水利水电工程的建设地点一般都是水流庞大且湍急的地方,比如黄河、长江等水域,所以建筑的地形非常复杂;三是施工技术比较复杂,水利水电工程的子项目非常多,涉及的技术和专业领域也比较广泛,因此所需要的施工技术不但复杂,而且数量比较多。在这种情况下就需要对子项目的建设要求进行综合性的分析,然后在相关法律法规的要求下合理的规划施工方案。针对施工技术的选择,要进行多轮验证,确保选择合适的施工方案;四是施工技术迭代非常快,这些年随着我国技术的发展,水利水电工程基础处理技术越来越科学、越来越先进,因此需要

相关从业人员及时的掌握新的技术,只有这样才能更好的提高施工的质量;五是施工要求非常严格,水利水电工程不仅复杂而且非常繁琐,一旦出现质量问题,尤其是相关细节方面的问题,会极大的威胁施工的整体质量。因此在施工的过程中要重点把握相关的施工环节,保质保量的完成施工任务。

2 复杂地质下水利水电工程中基础施工的影响因素

根据上述水利水电的施工特点来看,在基础施工的过程中,各种各样的外部环境因素会影响施工的质量。比如说气候条件、地形条件、地貌条件、地质条件以及水文条件等都会影响施工的质量,除了环境因素之外,还有其他人文因素会导致施工质量出现问题,因此,基础施工的影响因素主要有以下几个方面:

2.1 基础沉降问题

水利水电工程建设的过程中,会经常遇到一些复杂的地质地形条件,这些因素会极大的影响施工的质量,比如说工程项目遇到的蝶形边缘泥沙地形,这种地形因为沉积成陆,会有一些杂质的存在,这就导致水利水电工程在施工过程及施工后都有可能面临基础沉降问题。因此在这种情况下,要针对有可能存在的地基沉降问题采取科学合理的处理措施,从而有效的提高工程的稳定性,尽可能有效的处理沉降不均匀的情况,提高工程的施工质量。

2.2 工程地基的稳定性

复杂地形下的地质地形都会影响工程地基的稳定性,工程稳定性不够,那么就会极大的影响水利水电基础工程的抗滑动能力。而且如果地基稳定性不够,那么就会出现比较明显的地基问题,比如如果地基中存在流沙等类似情况,就会使已经做好的基础工程出现滑坡情况,或者是出现明显不均匀沉降方面的问题,这样就会极大的影响水利水电地基工程的整体质量。

2.3 工程基础地基渗漏

水利水电工程施工的地方,必然会存在非常复杂的地形地质,比如说石壁,再比如说陡坡等,这些复杂的地形会在施工的过程中导致接合部分出现比较明显的空隙,如果不及进行有效的处理,很容易出现渗漏的情况。除此之外,基础部分地形比较复杂,也会导致基础出现渗漏的情况,如果情况严重,会影响工程的进度,也会影响工程的质量,甚至有可能影响施工的进度和安全。因此,针对渗漏这一情况,就需要提前对施工现场进行详细的勘察并采取预防措施。

3 复杂地质下水利水电工程的基础处理新技术

3.1 岩石盖重固结灌浆

固结灌浆的施工技术原理是通过改变破碎岩石的力学性能,消除水利水电基础工程中的基岩地质缺陷,进而有效地提高基础岩体的整体性能,尤其是基础岩体的弹性模量。常规的固结灌浆方法有两种,一种是混凝土盖重固结灌浆,这种方法存在一定的缺点,首先是因为与基础混凝土一体浇筑,所以会严重占用水利水电工程基础施工中基础浇筑的节奏和工期,而且在实际钻孔的过程中,也非常容易损坏冷却水管,导致混凝土在实际灌浆时出现抬动变形方面的风险;另一种是无盖重固结灌浆,这种方式很好的改善了盖重固结灌浆的缺点,但是也存在灌浆差和漏浆多等方面的问题。在这种情况下,为了改变效率低下的问题以及混凝土互相干扰的问题,创新岩石盖重固结灌浆方法应运而生,岩石盖重固结灌浆方法主要是通过两种技术,即分级盖重加载技术和动态压力调控技术。通过这两种技术,在面对水利水电工程基础施工时,能够与岩石一起形成稳定的结构体系,混凝土浇筑不会与固结灌浆混合,而是完全分离。这样一来,与传统的防渗手段相比,固结灌浆技术能够直接降低渗漏出现的概率,甚至可降低到5%以下。甚至现阶段在各种技术的加持下,还创新的改变了以往人控系统的问题,实现了智能化灌浆系统。通过智能化灌浆系统,无论是在洗孔流程、压水流程,还是灌浆实操环节,都能够实现自动化操作。在面对超复杂地质环境时,该系统能够精准且智能化的调控各方面的数据参数,有效的提高了灌浆的合格率。

3.2 大孔径取芯技术

混凝土是水利水电基础工程的核心点,而大孔径取芯技术是混凝土地基质量探查的有效方法。面对厚重的工程地基混凝土,一般的检测手段很难穿透混凝土直达内部,无法检测混凝土地基的质量、强度以及耐久性等多方面的参数。而大孔径取芯技术就是通过使用直径百毫米的钻头直接深入到混凝土地基内

部,然后取出完整的混凝土长芯。通过对长芯的测试,技术人员就能够很好的对混凝土的内部结构进行精准且有效的分析,进而判断混凝土地基的各类参数,从而对混凝土地基的抗震性能乃至使用寿命进行精准的预测,有效地保证了混凝土地基的质量。我国相关技术人员经过研发和试验,已经开发出新一代大孔径取芯技术,即“三维实时诊断系统”。这一系统的核心是动态分级控制工艺和特殊合金钻头,结合钻具的声频、回水的色度以及岩粉的颗粒等技术实现精准且智能化的取芯。

3.3 预应力管桩施工技术

预应力管桩施工技术主要是通过先将张法和后张法两种技术的有效结合,来提高桩基施工的强度和刚度,但是由于每一个水利水电工程的建设标准和建设环境都不一样,所以需要根据建筑的要求来采取最为合适的预应力控制技术。除此之外,在实际预应力管桩施工技术的应用过程中,还要充分的考虑施工的流程和施工的方案,然后结合施工管理经验,在此基础上通过预应力筋施加压力,进而有效的提高施工的质量。最后就是在沉降施工的过程中,要对桩沉降方法进行科学合理的选择。如果选择静压法,就需要先分析地基的承载能力;如果选择锤击法,要考虑地质情况。

3.4 施工导流及围堰技术

施工导流技术在水利水电工程基础施工中的应用核心点在于要提前设计导流方案,并进行相应的准备工作,整个设计方案要充分考虑到施工的质量和成本以及安全等方面的问题。而施工导流技术最为常用的技术就是围堰技术,在这个过程中要精准的控制河床的水流情况。施工导流技术就是通过围堰将基坑和河水分流,使施工现场能够在干地上进行施工。因此在施工的过程中要充分的考虑当地的气候环境、空气温度、湿度等方面的因素,尤其是河流是否存在枯水期,如果有枯水期,那么能够很好的降低施工的成本。

3.5 地基加固与岩土改良

针对软基承载力不足、岩体稳定性差等问题,地基加固技术通过物理或化学方法改善岩土力学性质。例如,振冲砂石桩技术通过振动和挤密作用,将砂石材料打入软基中,形成复合地基,有效提高承载力和抗变形能力。在云南务坪水库工程中,针对深厚湖积层软基,采用振冲砂石桩方案,成功解决了地基沉降问题,确保了工程稳定运行。

3.6 地下水控制技术

在富水地层中,地下水渗漏是基础处理的关键难题。超深防渗墙技术通过建造连续、垂直的防渗结构,有效阻断地下水渗流路径。中国电建在西藏旁多工程中,研发了200米级超深防渗墙造孔成槽施工工法,解决了深厚覆盖层高坝地基的防渗难题,为类似工程提供了技术示范。

3.7 智能灌浆系统

智能灌浆系统是依托重大水利水电工程建设而研发的一项创新技术。以白鹤滩水电站建设为例,水电七局与设备厂家、科研单位联合攻关,成功研制了智能灌浆系统。该系统将传统的人

工配浆、人工调压改为计算机控制自动配浆、自动调压,有效降低了工作强度,推动了电站灌浆模式的创新,提升了质量管理水平,实现了“隐蔽工程,阳光作业”。

智能灌浆系统具有诸多优势。它能够精确控制灌浆参数,如灌浆压力、流量、水灰比等,确保灌浆质量符合设计要求。通过实时监测和记录灌浆过程中的数据,如压力变化、流量变化等,可以及时发现灌浆过程中出现的问题,并采取相应的措施进行调整。此外,智能灌浆系统还具有自动化程度高、操作简便、安全可靠等特点,大大提高了施工效率和安全性。

4 复杂地质条件下水利水电工程基础处理技术创新

水利水电工程施工需要解决复杂多变的地质条件和环境,因此,地基处理技术是非常重要的,不仅保证工程的质量,而且也是保证安全的有力措施。因此,需要不断创新基础处理技术,比如在岩溶地区,针对地下暗河和复杂地下空间结构或者溶洞,就需要采取先进雷达和无人机以及激光雷达等技术手段,精准全面的探测地址环境,然后针对性的采取处理措施,包括高压注浆和帷幕注浆、预应力锚固和微型桩等先进的技术提高地基的抗压、抗变形以及承载能力,保证地基的整体稳定性;比如处理软土地基时,地基处理的侧重点就在于承载力和沉降控制上,首先可以使用新型材料重塑土壤的性能,从而提高土壤的稳定性,另一方面要采取联合性的加固措施,比如真空预压和堆载预压等基础技术。除此之外,还可以引进先进的检测系统,对地基的各种参数进行全方位的检测,以方便进行及时的调整。可液化土层处理方面,技术创新聚焦于防止土层液化、提高稳定性。通过研发高效排水材料和技术,如设置砂井、排水板等,加速土层中孔隙水的排出,降低孔隙水压力,从而防止土层液化。同时,创新性地应用振动沉管碎石桩、水泥土搅拌桩等复合地基技术,提高土层的整体刚度和承载力。此外,还注重加强地基的抗震设计,采用隔震、减震等措施,提高工程基础的抗震性能。

5 典型应用案例分析

以某大型水利水电工程为例,该工程位于岩溶地区,地质条件极为复杂。在施工过程中,采用了上述创新性的基础处理技术,有效解决了岩溶渗水、软土地基沉降等问题。通过智能化施工监测系统的应用,实现了对施工过程的全程监控和精准管理,确保了工程的安全和顺利进行。除此之外还应用了超深防渗墙技

术,该工程地处高海拔、高地震烈度区,地质条件复杂。工程采用200米级超深防渗墙技术,通过自主研发的造孔成槽施工工法和成套装备,解决了传统装备无法满足施工要求的难题。防渗墙深度达201米,有效阻断了地下水渗流,为工程安全运行提供了保障。还有化学灌浆技术的应用,长江科学院研发的CW环氧树脂复合灌浆施工工法,通过CW改性环氧树脂灌浆材料,实现了有压水和动水条件下低渗性不良地质体的有效处理。该技术已在多个水利水电工程中应用,解决了化学灌浆材料在复杂地质条件下的固结难题,提高了工程基础处理的可靠性。

6 结束语

复杂地质条件下水利水电工程基础处理技术的创新是一个多学科交叉、多技术融合的过程。这些创新不仅解决了传统方法难以应对的难题,还推动了水利水电工程技术的整体进步和发展。未来,随着科技的不断进步和工程实践的深入,相信会有更多创新性的基础处理技术涌现出来,为水利水电工程的安全、高效建设提供更加坚实的保障。

【参考文献】

[1]刘国庆.复杂地质条件下水利工程施工地基处理灌浆技术研究[J].前卫,2024(36):0159-0161.

[2]孙伟.水利工程基础施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(07):0128-0131.

[3]张金兰.水利工程中基础施工技术的探讨[J].大众科学,2024(09):25-27.

[4]卢睿迪.复杂地质条件下水利水电工程基础处理方式的探索卢睿迪[J].建筑设计及理论,2018-12.

[5]张潇丹.复杂地质条件下水利水电工程基础处理施工技术研究[J].建筑技术科学,2024-09.

[6]王朝阳.复杂地质条件下水利水电基础处理方法研究[J].建筑科学,2024-07.

作者简介:

郝泽阳(1993--),男,汉族,河北邯郸人,硕士,工程师,研究方向:国际水利水电工程招投标。

李哲(1991--),男,汉族,湖北天门人,硕士,工程师,研究方向:水利水电工程。