

无损检测技术在水利水电工程中的应用研究

陈智渊

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v6i10.4595

[摘要] 水利水电工程建设对区域经济社会发展、能源结构优化、农业生产管理、防洪抗旱及生态环境保护等方面,具有良好的经济效益和社会效益,也是人类社会改造自然、利用自然的重要方式。在工程施工各个流程中,强化无损检测技术应用,对工程质量控制具有重要的保障作用。本文在简要说明无损检测技术类型及应用优势基础上,分阶段说明水利水电工程施工中的具体应用方式,结合实际提出技术应用要点,以此为相关研究提供参考,为水利水电工程事业发展起到应有的促进作用。

[关键词] 无损检测技术; 水利水电工程; 技术应用

中图分类号: TN247 文献标识码: A

Research on Application of Nondestructive Testing Technology in Water Conservancy and Hydropower Engineering

Zhiyuan Chen

Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Research Institute Co., Ltd

[Abstract] The construction of water conservancy and hydropower projects has good economic and social benefits for regional economic and social development, energy structure optimization, agricultural production management, flood control and drought relief, and ecological environment protection. It is also an important way for human society to transform and utilize nature. In each process of project construction, strengthening the application of nondestructive testing technology plays an important role in ensuring project quality control. Based on a brief description of the types and application advantages of nondestructive testing technology, this paper describes the specific application methods in the construction of water conservancy and hydropower projects in stages, and puts forward the key points of technical application in combination with the actual situation, so as to provide a reference for relevant research and promote the development of water conservancy and hydropower projects.

[Key words] nondestructive testing technology; water conservancy and hydropower engineering; technology application

前言

水利水电工程作为国民经济发展的重要基础设施,在工程项目施工中,必须要深入做好工程质量检测与控制,避免地质条件、施工技术对施工质量的影响,避免在项目设施运行中存在安全隐患。无损检测技术的应用,能够通过更为优化的方式,在施工过程中快速、准确的检测出工程隐患,提升施工质量控制水平。

1 无损检测技术发展及应用优势

1.1 无损检测技术发展现状

无损检测技术的起源和发展已经有近百年历史,从最初的物理现象检测发展至各种技术类型,应用范围也不断拓展。当前水利水电工程项目建设中,主要是采用超声、射线、涡流等多物

理或化学方式,利用先进的基础设备,检测出对象内部和表面结构存在的安全隐患,为施工质量控制和运行安全性提供有效保障。同时在智能化技术融合发展下,当前无损检测技术能够基于智能化分析,更好的提升检测精准度,为水利水电事业发展起到强有力的推动作用。

1.2 无损检测技术应用优势

首先无损检测技术应用最为显著的优势,就是能够在不破坏检测对象现有物理或化学结构基础上,实现对检测质量的有效评估,为工程设计和施工提供更为精准的参考。其次是无损检测技术的应用,能够基于信息技术、传感技术支撑,实现远程检测和多种检测技术融合,有效规避传统检测方式中现场采集条件困难,工作效率低下的问题^[1]。再次是无损检测技术的应用功

能,具有连续性特征,能够实现在项目施工管理各个环节的全方位贯通,利用数字化平台实现全流程管理,为质量检测和施工组织提供科学性、实时性、准确性参考信息,推动水利水电工程项目施工管理朝向精细化方向发展。

2 无损检测技术常用方法及运行原理

2.1 回弹法检测技术

回弹法检测是利用传力杆作用,使重锤对混凝土表面产生弹击作用,在重锤反弹后,通过反弹值来判定混凝土强弱程度。回弹法检测技术主要是应用于坝体及相关部位的混凝土硬度检测,具有成本低、操作便利、效率高等方面特征,较为精准的测定混凝土结构特征。在回弹法应用中,需要确保混凝土结构表面清洁,合理设定测定区域网络范围,确保测试点均匀分布,确保测量结果准确性。

2.2 探地雷达检测技术

探地雷达检测技术主要利用高频电磁脉冲推送至地下,依据检测对象不同结构的反射和散射结果进行测体内部状况进行分析。探地雷达检测技术在水利水电工程地质勘察、水库大坝安全隐患检测及结构稳定性检测等各个方面,都具有较为广泛的影响。当前技术不断发展背景下,探地雷达检测设备类型和性能也不断发生变化^[2]。在具体应用中,需要选择合适的设备类型,实现对数据的不间断采集,通过软件数据处理,得出检测对象剖面图,以此为施工设计和质量检测提供参考。

2.3 超声波法检测技术

超声波检测技术主要是利用超声波在不同介质中的机械振动差异进行检测,利用应力波原理对混凝土质量进行准确检测。超声波频率范围低,在进行检测作业时,具有良好的指向性和适应性,不会对人体产生危害。水利水电工程施工中,超声波法主要有单面检测和双面检测两种方式,前者主要是应用于混凝土一般截面结构检测,后者则是应用于混凝土整体结构检测,为混凝土结构质量控制提供精准参考依据。同时利用超声波检测波动相位变化特征,还能够实现对混凝土结构裂缝现象的高效检测。

2.4 空气耦合检测技术

空气耦合检测技术主要是利用能量传递和换能器频率变化,对水利工程质量问题进行评估。在检测作业中,换能器通过声波识别和频谱转换功能,在空气耦合能量达到阈值时出现频率性振动,通过计算准确判断检测对象质量。空气耦合检测技术的应用,需要根据水利工程建设的技术参数,合理确定超声波加压参数,合理确定空气耦合换能器位置,确保仪器工作频率与水利工程工作频率保持一致,根据现场情况对换能器位置进行调整,确保波形信号发送与接收稳定性。采用逐级加压方式进行处理,并准确记录安全气压值环境下的信号数据,确保检测精度达到检测要求。

3 无损检测技术在水利水电工程施工中的具体应用

3.1 在岩体质量检测中的应用

水利水电工程施工中,岩体质量对施工管理具有重要的影

响作用,在大坝基础岩体、地下洞室岩体及高大边坡岩体等各个方面,都需要严格依照规范要求做好相应的质量检测。大坝基础岩体检测,主要是针对不同高程、不同部位、不同岩性等参数,采用声波、地震波、钻孔电视等物探方法,有针对性的获取对应数据。在准确构建变形模量基础上,为设计人员确定岩土开挖方式和控制标准提供参考^[3]。地下洞室开挖过程中,会对岩体原有平衡状态产生影响,造成洞壁岩体出现应力释放现象。因此在施工中需要采用声波法、地震法等,探测爆破作业及应力松弛造成的洞壁壁表岩体受损情况,为后续支护作业提供参考依据。高大边坡岩体检测,主要是通过岩体力学参数的采集和确定,为边坡锚杆、锚索孔及施工洞室布置提供定量依据。

3.2 在支护质量检测中的应用

支护作业不仅对水利水电工程施工质量有重要影响,同时对施工安全也会产生明显影响,因此在施工管理中,需要根据不同支护技术应用要求,对支护质量进行全方位检测。以地下洞室和边坡支护为例,在采用锚杆锚护方案时,同城是采用无损检测方式,对锚杆功能进行检查,确保岩土施工保持稳定状态。在预应力锚索技术应用中,需要采用验收试验方式,准确检测锚索的抗拉承载力,确保筋体受拉自由段长度和蠕变率能够满足支护质量控制要求。在混凝土衬砌支护作业中,应当根据衬砌支护作业的具体方法,选择探地雷达法、超声波反射成像法、超声回弹法及脉冲回波法等,对钢筋保护层、衬砌厚度、脱空及内部缺陷等进行全面检测,以确保边坡及隧洞洞身稳定性进行检测,以确保支护结构稳固性。

3.3 在爆破开挖影响中的应用

爆破开挖作业是水利水电工程施工的基本内容,在作业过程中必须要确保爆破质点振动速度控制在合理范围内,避免对周边保护对象产生负面影响。因此在作业前首先应当安装合适的振动监测仪器,对保护对象受影响水平进行评估,在出现振动速度超限时,应当及时对爆破方案进行优化,合理确保爆破药量和爆破位置等参数,以此确保爆破施工合理性^[4]。对于重点部位的爆破开挖施工作业,首先要考虑对预留岩体保护层的影响,利用跨孔声波检测、钻孔电视检测等方法,准确评估爆破开挖深度对预留岩体的影响,以此动态调整爆破开挖方案,确保施工质量得以有效控制。

3.4 在不良地质体检测中的应用

水利水电工程施工中,常会出现地下岩溶、断层破碎带等不良地质体,对施工质量和施工安全管理产生影响。在地下岩溶地质体处理中,应当根据岩液填充分类,利用物理检测和地震波CT法检测相结合的方式,对填充物的性质、地下水侵蚀现象等进行分析,为施工组织提供参考依据。在断层破碎带施工中,应当采用探地雷达法、电磁波CT法等,对岩体的连续性和完整性进行评估,具体分析断层的位置、规模、走向及倾向等参数,在必要情形下,还应当做好含水量等参数评估,以此确保施工设计与组织合理性,确保施工质量得以有效保障。

3.5 在坝体质量检测中的应用

坝体质量是水利水电工程施工质量控制的重点环节,是确保项目安全稳定运行的重要保障。在混凝土坝施工作业中,首先需要采用超声波法、脉冲回波法、探地雷达法,或不同方法相结合的方式,对混凝土强度及内部缺陷进行全面检测,同时采用更加细化的方式,对混凝土裂缝现象进行全面检测,以此采取有效的方式对缺陷进行处理,确保施工质量达到验收要求。土石坝施工质量检测重要采用坑测法与附加质量法、瑞雷波法等相结合的方式,对堆石体密度和面板脱空现象进行检测,准确评估挡水坝施工质量^[5]。在面板堆石坝施工和运行中,由于自身重力作用影响,会出现位移和沉降双重作业而导致内部结构脱空现象。因此在管理中,应当采用探地雷达法、红外热成像、声波映像法等相结合的方式,对脱空现象进行准确测定,为坝体运行维护设计提供精准参考。

3.6在灌浆渗控质量检测中的应用

灌浆渗控是水利水电工程施工质量控制关键内容,在施工过程中必须要采用合理方式,对灌浆作业进行全流程、全方位、动态化检测,为灌浆工艺优化、灌浆效果评估提供精准参考。灌浆渗控质量检测内容如表1所示。

表1 无损检测技术在灌浆渗控质量检测中的应用

检测内容	检测方法	检测目的
固结灌浆质量检测	单孔声波法、对穿声波法、变形模量法、钻孔电视法	分析不同岩体波速等参数,结合前期试验资料,构建变形模量与钻孔声波关系,对岩体固结灌浆效果进行评估
帷幕灌浆质量检测	压水试验法、单孔声波法、弹波CT法等	查明软弱带分布范围,结合勘察数据对防渗帷幕线渗漏隐患进行分析,对地质资料进行补充,为施工组织提供指导
回填灌浆	混凝土衬砌与围岩之间:探地雷达法或超声横波成像法	检测灌浆密实度、脱空或空洞现象
	压力钢管背后:超声横波反射三维成像法	检测灌浆密实度、脱空或空洞现象
接触灌浆	冲击回波法、超声横波成像法	检测浆液灌入混凝土与基岩、混凝土与钢板之间的缝隙,检测是否存在脱空现象

4 无损检测技术在水利水电工程中的应用流程

4.1做好前期准备

当前水利水电工程项目施工中,无损检测技术已经得以广泛应用,为工程项目质量控制提供精准参考。在具体应用中必须要全方位准备工作,首先是针对具体检测内容分析现有数据资料,明确检测要求,在选定合适的检测方法体系后,构建以信息化平台为支撑的检测系统,确保检测工作有序开展,确保数据采集精准性。其次是要做好设备方面的准备,针对不同检测技术应用所需要的设备类型,对检测方式进行优化,确保检测结果精度

能够满足质量控制要求^[6]。再次是要强化人员方面的准备,要求各个岗位工作人员能够熟练掌握检测方法运行要求,严格依照规范流程进行操作,确保检测工作安全有序推进。

4.2做好现场检测布置

深入做好现场检测布置、高效、精准完成各项检测工作,是确保无损检测技术应用成效的关键。以防渗墙质量检测为例,在利用弹性波CT法进行检测时,要确保混凝土龄期大于28d,依据现场情况确定合理的钻孔间距、钻孔孔口高程、孔口管高度等参数。在钻孔作业中,还需要通过测斜仪辅助作用,确保钻孔垂直度。在进行现场作业时,必须由专业人员进行操作,确保设备使用 and 人员安全,确保检测结果准确性。

4.3做好资料整理与分析

无损检测技术应用是施工设计和工程质量控制的关键依据,也是当前水利水电工程精细化管理体系的基本组成部分。在技术应用过程中,全面做好资料整理与分析工作,是确保工程设计和施工优化的重要参考条件。资料整理首先需要选择合适的处理软件,实现数据的全面采集。以弹性波CT法为例,需要全面记录射线初至时间,激发点深度、接收点深度及对应点弹性波走时,并将数据导入处理软件,在选取适当运行参数基础上,对数据进行反演运算,并制作出弹性波速色谱图和等值线图,为后续施工处理提供参考。

5 结束语

无损检测技术依然处于快速发展中,并为水利水电工程设计和施工组织提供全方位参考,对于技术人员而言,必须要根据施工现场实际情况,选择合适的检测技术,对施工质量进行精准分析,为施工质量控制奠定良好基础。

【参考文献】

- [1]陈薇,蒋科,张振忠,等.水利工程中常用无损检测方法分析[J].科技创新与应用,2022,12(22):154-157.
- [2]刘子畅,付小培,崔红娅.无损检测技术在水利工程中的运用[J].河南水利与南水北调,2022,51(06):106-107.
- [3]宋丽月.探地雷达检测技术在水利工程检测中的应用[J].黑龙江水利科技,2022,50(03):171-174.
- [4]王超.无损检测技术在水利工程质量检测中的应用研究[J].工程技术研究,2021,6(11):97-98.
- [5]曹广越.无损检测技术在水利工程质量检测中的应用[J].水利技术监督,2021,(04):40-44+132.
- [6]吴树银.水利工程施工中的安全管理与质量控制探讨[J].建材与装饰,2020,(21):292-293.

作者简介:

陈智渊(1993--),男,汉族,新疆昌吉人,本科,助理工程师,研究方向:水利水电试验;从事工作:水利水电试验工作。