

水利工程无损试验检测探究

杨延全

肇庆市水利水电工程质量检测站 广东肇庆 526040

摘要：在水利工程施工现场安全检查中，常用的混凝土测试方法有回弹法、钻芯法、超声波法等；常规的堤坝探测技术有地质钻探、人工探查等。钻芯法是目前世界上最精确的一种方法，但其存在着一定的破坏性和不可持续性，其检测结果往往是不连续的。地质雷达是一种非破坏性检测技术，它具有快速、连续扫描的特点，可以有效地提高检测的完整性和精确性。与传统的勘探技术相比，地质雷达的检测技术有着显著的优势。

关键词：无损检测技术；水利工程；质量检测；物理特性

Research on nondestructive testing of hydraulic engineering

Yanquan Yang

Zhaoqing Water conservancy and Hydropower Project Quality Testing station, Zhaoqing, Guangdong 526040

Abstract: In the safety inspection of the hydraulic engineering construction site, the commonly used concrete test methods include the rebound method, core drilling method, ultrasonic method, etc. Conventional dyke detection techniques include geological drilling, manual exploration, and so on. The core drilling method is one of the most accurate methods in the world, but it has destructive and unsustainable, and its detection results are often discontinuous. Geological radar is a non-destructive detection technology, it has the characteristics of fast and continuous scanning and can effectively improve the integrity and accuracy of detection. Compared with traditional exploration technology, geological radar detection technology has significant advantages.

Key words: non-destructive testing technology; water conservancy engineering; quality testing; physical characteristics

引言

水利工程是我国综合性工程中的一项重大工程，在施工中必须重视其后期的管理，因此，质量检验已成为水利行业的一个重要课题。

一、无损检测技术的概述

(一) 无损检测技术的发展与应用

1906年首次提出并运用了无损检测技术，该技术经过多年的发展和发展，已被广泛地用于水利工程的质量检验。在目前的水利建设中，无损检测技术由于其在野外作业、远程操作等方面的优越性，已成为当今水利工程中不可缺少的一项重要技术，其科学性、合理性以及近年来不断向智能化方向发展的趋势，使得其在今后的发展中有着十分广阔的应用前景。

(二) 无损检测技术的优势分析

无损检测技术之所以能够在水利水电领域得到广泛的应用，离不开它本身的技术优势。通过对水利工程质量检验的具体体会，指出了其优越性。首先，NDT技术具有连续的优点，它可以在一定的时间内进行多次的重复采集，从而提高了项目的质量和测试的质量。其次，NDT在物理特性上也有很大的优越性，可以在特定的工作中对物理量进行更深入的检测，例如质量、材料和成

分的配比。与传统的质量检验方法相比，非破坏性的检测技术可以达到更远的距离，从而突破了传统的检测技术受限的限制，在检测手段上取得了重大的突破。

(三) 堤坝裂缝及其危害

不同类型的混凝土大坝和其它混凝土结构，其造成开裂原因主要包括荷载作用、温度变化、收缩变形、碱骨料化学反应等。裂缝中的深缝、贯通缝对混凝土大坝的整体性能、耐久性和抗渗性都造成了很大的影响。要保证混凝土坝的安全和长时间的正常使用，就必须准确地了解混凝土坝裂缝的成因。与坝轴平行的贯通裂缝会使坝体在水压荷载作用下的刚度减弱，从而对坝体的整体性能产生不利的影 响，使坝体的受力状况变差，从而对坝体的安全运行造成很大的影响。在施工过程中，坝基的压力分布会变得更加严重，如果有压水进入缝隙，就会“撕开”更多的裂缝，从而导致更多的危险。混凝土坝体表层裂缝易产生应力集中，从而引发深层裂缝的扩大。与大气、库水、河流等地接触的坝面出现地表裂缝，会对其抗风化性能和耐久性产生一定的影响^[1-2]。

二、无损检测技术的工程应用

(一) 回弹法检测技术

回弹法测试技术是以弹簧和重锤来完成水利工程的

测试工作，其工作原理是：通过弹簧的弹性变形所产生的弹力作为重锤的动力，通过动力使重锤可以对混凝土进行冲击；然后通过测量弹簧在整个过程中的变形，计算出相应的数值，并将其与相应的指标进行比较，从而确定整个结构的强度。回弹测试技术最大的优点在于快速、便捷，操作简单，不影响结构。即回弹测试技术可以对混凝土的强度进行检测，同时保证了目标结构的整体和原有的性能。

(二) 超声波检测技术

1、钢焊缝质量检测

利用超声技术检测焊接接头的质量，在工艺操作简单、检测无辐射泄漏隐患等方面都有很大的优越性。随着焊接过程中金属颗粒的减小，焊接质量的影响也随之增加，目前常用的方法是利用超声脉冲来检测焊接缺陷。超声波探伤设备可以通过脉冲波和地面回波来探测，当焊接质量好时，超声波可以顺利地抵达目标底部，因此可以通过缺陷的回波信号来判定裂纹的位置，并对产品的质量进行准确的判定。

2、混凝土强度检测

试验中，最常用的方法是预留混凝土和取样取样。由于混凝土的质量稳定性较差，原材料成分复杂，即使是同一等级的混凝土，其成分发生了变化，超声波的传播速度也会发生变化。因此，很难在超声作用下建立一个简单的线性数学模型，一般认为混凝土是一种弹性均匀的材料。由于混凝土成分的复杂性和多样性，超声测量的结果常常会出现误差。超声波的传播速度与原料的品质有很大关系，甚至当原料是一样的时候，超声的速度也会随着混凝土的配合比例而变化。当掺合剂加入量较高时，水泥的细度会增加，而超声传输速率也会随之增加，因此所测得的混凝土强度值较高，但与实际情况正好相反；此外，在粗骨料较多的情况下，超声传递速度较快，因而检测到的强度值较高。因此，为了提高混凝土强度试验的准确性，必须采取多参数综合方法，如：声速、水速、振幅—声速、衰减系数—声速、超声速—混凝土。

(三) 地质雷达法

在由微电脑控制的地质雷达工作时，由该系统接收到已设定好的电感脉冲，由电感脉冲触发并迅速增压，产生高压窄脉冲信号，由该系统将其作为雷达信号，用于辅助探测。该电磁波直接作用于发射系统的发射天线。在传输期间，若与阻隔层形成介质交界，则会发生反射，将发射波反射为雷达波、直达波，由接收系统的接收电路和接收天线接收，再由高频放大器放大，再由地质雷达控制单元系统触发，将放大的电磁波信号进行A/D转换^[3]、可编程增益放大等相关的处理，将所得的回波形存储到微聚电脑的存储器中，用来对电磁信号进行编码，然后用灰度或假彩色电平图的方法展元，然后再对其进行处理和分析，从而确定被测地层中有没有介质界面和

被测物体的深度、地理位置和尺寸。地质雷达采集和记录数据，利用采集到的数据进行分析处理。得出相应的结论，从而对地下介质的有关状况作出判断，为勘察工作提供依据。

三、水利工程检测现场质量存在的问题

(一) 人员素质不高

在水利工程的检测中，检测人员的技术能力和素质是保证检测工作质量的关键。在水利水电工程的检测中，具体的检测技术和标准要求都在逐步提升。但在这个过程中，有些领导没有及时跟进，检查人员操作不规范，无法发挥有效的领导作用。提升员工的检测能力是很重要的^[4]。

(二) 传统思维式管理

水利工程检测单位的工作人员，部分人员的知识水平较低，他们的管理理念比较落后，无法认识到项目检测的重要性，将检测工作的重点放在了项目的工期和造价的控制上，忽视了项目的效率和质量。同时，水利工程因其工作性质的特殊性，承担着挡水、储水、排水等多种工作，施工工艺复杂，一旦项目检查和管理不到位，任何一个环节的差错都将直接危及施工单位的经济利益及人民群众的生命和财产安全。

(三) 管理制度不完善

水利工程检测制度是否完善，直接关系到工程质量的安全，而检测制度不健全，就会造成检测制度的不科学和不合理，不能对员工进行有效的考核和控制，也不能保证工程的质量，也不能保证工程的安全和进度。由于工作人员对水利工程的认识不足，缺少专业的检测技术，又因为投入相关资金有限，致使检测设备不齐全，加之检测的环境比较复杂，致使检测设备不齐全，加之检测的环境比较复杂，大大降低了工程检测能力^[5]。

(四) 水利工程检测监管不到位

目前水利工程检测行业竞争较大，缺乏系统性、高效的管理，有关主管部门对其进行的检查仅占一定比例，导致许多检测机构为了经济效益仍存侥幸心理，导致检测工作不规范严谨、检测结果不能真实反映施工质量的真实情况。当前，我国水利工程检测行业大都已独立经营，脱离了政府的监管，但由于其自身的管理体制不完善、检测技术落后、检测不规范、以低价扰乱市场风气等原因，近几年来，水利工程质量频频出现的安全问题值得引人思索^[6]。由于水利工程检测工作的不规范，对整个水利工程的稳定性和安全造成了很大的影响，从而对水利施工的质量造成了极大的威胁。因此，在水利建设事业持续发展的今天，要使我国水利检测市场持续发展，必须进行体制改革。

(五) 缺乏检测专业技术

由于缺乏专门的检测技术，检测的范围分布不均匀。例如，检测的范围大多集中在岩土工程、混凝土等领域，而机电类的测试则相对较少。与此同时，由于金结、机械、

电气、计量等方面的专门检测人员缺乏,导致检测单位内部检测人手不足,无法顺利进行检测。另外,由于没有经过专门的培训,使得员工的技术水平一直不能提高,随着水利建设的不断发展,检测的标准也越来越高,对这些项目的质量也没有一个精确的判断,对水利工程的检测结果也不够精确,很难发现哪些问题是符合资格的,给以后的工程检测工作带来了很大的障碍。

四、水利工程检测的质量控制具体措施

(一) 落实检测质量责任制。

工程检测控制由水利检测单位负责,严格按照现行的规范要求 and 检测质量标准,保证工程质量上乘,杜绝“豆腐渣工程”的发生。检测公司要强化质量管理,实施终身质量管理制度,建立健全的质量监控与保障制度。对存在质量风险、盲目检查、违章等问题要及时制止,对质量问题要严格遵循“三位一体”的原则。

(二) 规范水利工程检测流程。

在水利工程施工中,检测单位要对施工全过程进行全面的监督。同时,还要通过建立科学、合理的管理体系,使检测工作更加科学、可行。在水利工程检测中,对多报、不合理的检测,要严厉处罚,检测管理人员要到现场进行监督。在检查过程中,要组建一支由有经验的员工组成的调查小组,以保证现场检测的质量^[7]。应结合本地实际,发布测试方案,充分考虑到对环境的影响和经济效益,相关单位要重视。

(三) 加强管理,提高检测水平

要加强水利工程的质量检测,必须注重对检测机构的内部管理,建立科学、健全的管理制度。建立健全的水利工程检测管理体系,通过制度对检测行为和工作人员进行合理的规范,对违反工作制度的行为实行责任划分,以最大限度地发挥处罚制度的效能作为警戒。对工作表现优异的人员,要给予一定的物质奖励,营造一个公平公正的竞争环境,以此来激发员工的积极性。

五、以某工程为例介绍地质雷达法的应用

在1974年建成的一个设计面积达160平方公里的水库,在东南、东西、北、西、西南五个堤坝,总长54公里。在水库路堤(桩编号8+000~9+000)的共建路段中,发现有沿自北向南(约80%的纵向裂缝)的纵裂,最多发生在道路轮迹区,距水泥路面边缘1.5米;而在南、北两个方向上,纵向裂缝相对较少。

(一) 测区布线

针对8+500处较大的裂缝,采用网格形式的测量线:

①在纵向裂缝中设置6条间隔10米的横向测量线;②将4条间隔0.5~2米的纵向测量线设置在平行裂缝上。

采用美国GSSISIR-30E快速地质雷达,对30个剖面上的3个天线进行了探测,分别是40兆赫、100兆赫和200兆赫。每个雷达天线共设10个剖面,其中横剖面6个,纵剖面4个。

(二) 地质雷达数据采集与分析

1号纵测线设在裂缝的外侧。用数值计算软件进行了计算,结果表明:该方法具有较好的均匀性、较好的规律性、较好的衰减速度、同相轴比较完整、波形比较均匀。2纵测线在地表裂缝之上,经数据处理软件分析,发现其分布不均匀,规律性差,衰减快,同轴连续性差,断裂现象十分严重,波形不规则。将剩余的测线与100MHz天线相结合,可以探测到5~6米深的裂纹。测量线在明显的裂缝之上,经数据处理软件进行了分析,结果表明:在同一相轴上,能量团存在着较大的非均匀、衰减迅速,在同相轴上出现了很大的断口,而且波形不规则。通过全面的分析,发现最大的裂隙深度在6米左右,在大裂隙的两边都有0.5米,在1.5~2米深的地方,发现了一个土体破裂带。

六、结束语

水利工程质量检测是水利工程项目被投入使用后可以其使用期限内完成其交通运输、防洪排涝或者农田灌溉作用的必要保证。因此,选取高效的探测技术非常必要。地质雷达探测技术相对传统探测技术方法具有较明显的优越性。

参考文献:

- [1] 张健萍. 三种无损检测技术在水利工程质量检测中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2022,50(03):175-178.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 宋忠利. 无损检测技术在水利工程质量检测中的应用[J]. 建筑技术开发, 2021,48(07):129-130.
- [5] 崔雪. 浅谈无损检测技术在水利工程质量检测中的应用[J]. 治淮, 2021(03):27-29.
- [6] 浅谈无损检测技术在水利工程质量检测中的应用[C]. 第十届深基础工程发展论坛论文集., 2020:404-407.
- [7] 李晓忠. 无损检测技术在水利工程质量检测中的应用[J]. 智能城市, 2020,6(12):241-242.