

声波 CT 技术在苏洼龙水电站防渗墙质量检测中的应用

杜爱明, 刘 诚

(中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司, 云南 昆明 650051)

摘 要:塑性混凝土防渗墙工程作为一个隐蔽工程,如何真实有效的反映施工质量是一个重要课题。防渗墙质量检测采用声波 CT 技术检测,从一定程度上解决了这个问题。通过对苏洼龙水电站塑性混凝土防渗墙试验段检测实例的分析,并通过钻孔取芯、声波测试和钻孔电视测试验证,说明声波 CT 技术在防渗墙工程质量检测中的有效性,对墙体连续性、完整性等特征反应敏感,在墙体是否存在裂缝、裂隙、空洞等不均匀现象等方面具有较好的检测效果。

关键词:声波 CT;应用;检测;验证

中图分类号:TV698.1+5;[TM622];TV543+.8

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)06-0137-04

0 引言

苏洼龙水电站大坝上、下游围堰防渗采用复合土工膜+塑性混凝土防渗墙+岸坡帷幕灌浆的防渗方案。上游围堰防渗墙施工平台高程为2393.0 m,防渗墙轴线长度394.12 m,混凝土防渗墙最大深度87 m,厚度1.0 m,岸坡防渗帷幕沿

两岸堰肩接堰顶2430.50 m高程,帷幕灌浆灌浆深度10 m,孔距1.0 m。下游围堰防渗墙施工平台高程2387.0 m,防渗墙轴线长度375.82 m,混凝土防渗墙最大深度45.0 m,厚度0.8 m。苏洼龙上游围堰在正式施工之前,S46~S48作为试验段。上游防渗墙体布置以及试验段位置见图1。



图1 苏洼龙水电站上游围堰防渗墙分布及试验段位置示意图

1 声波 CT 技术基本原理

声波 CT 检测是利用孔间、洞间及临空面等施测条件,在被测区域采用一发多收的扇形观测系统,即在一侧单点发射,另一侧进行多点排列接收,并按观测系统设计逐点进行扫描观测,构成致密交叉的射线网络。然后根据射线的疏密程度及成像精度划分规则的成像单元,运用弯曲射线追踪理论,采用特殊的反演算法形成被测区域的波速图像,并以此来划分岩体的质量,确定地质构造及软弱岩带的空间分布。声波 CT 检测的精度和效果取决于被测区域地质体的分布形态、物理力

学性质及弹性波传播路径等客观因素;同时也与测试条件、观测精度、射线网度、约束力度、单元划分、反演算法、插值技术及图示方法等主观因素有关。典型测试布置见图2。

通过声波 CT 检测,反映两个钻孔之间截面上的岩体物理力学特征,实现面积测量,具有单一钻孔测量方法无可比拟的优势,探测结果具有高精度、高可信度,对重点部位的剖面利用层析技术反演该剖面波速分布可以准确评价防渗墙体的均匀性及墙体与基岩的结合情况。声波 CT 检测结果最终为检测剖面内的波速等值线图,从波速等值线图上可以看出低波速区域的分布形态、在检

收稿日期:2018-11-03

测剖面中的具体位置,同时可获得低波速区域波速值范围。从而可确定低波速区域(可能的潜在漏水区域)连通情况,为补灌处理提供准确定位。

CT 检测的成果,经对相关数据处理分析,检测结果解析图见图 3。

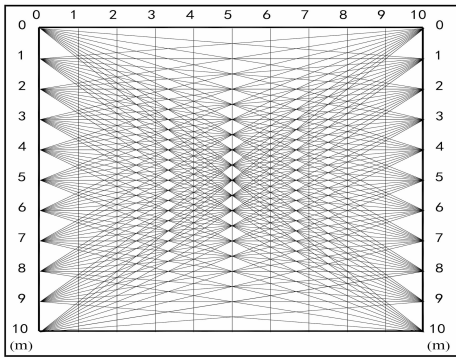


图 2 围堰声波 CT 检测典型观测系统示意图

本次声波 CT 检测采用 MC-6320 非金属超声检测仪并采用跨孔对穿探头。声波仪采样道数为 2 道,采样间隔 $0.03 \sim 1\,024.00 \mu\text{s}$,声时测量精度 $0.03 \mu\text{s}$,通频宽度 $2\text{Hz} \sim 500 \text{kHz}$,发射电压 $50 \text{V}/250 \text{V}/500 \text{V}/1\,000 \text{V}$ 。每对剖面孔间距 6.0m ,射线角度水平方向上下各 45° ,点间距 1.0m 。

2 实际应用

2.1 孔位布置

本次对苏洼龙水电站上游围堰防渗墙试验段(46#~48#槽段)的预埋 2 对钢管,分别分布于 S46 和 S48 槽,孔号分别为 S46-1、S46-2、S48-1、S48-2,检测完成后对 S47 槽进行两个钻孔取芯检测。声波 CT 检测时,共对 S46-1~S46-2、S46-2~S48-1、S48-1~S48-2 共 3 对剖面进行检测,每对剖面孔间距 6.0m ,射线角度水平方向上下各 45° ,点间距 1.0m 。

2.2 检测成果

苏洼龙水电站上游围堰防渗墙试验段声波

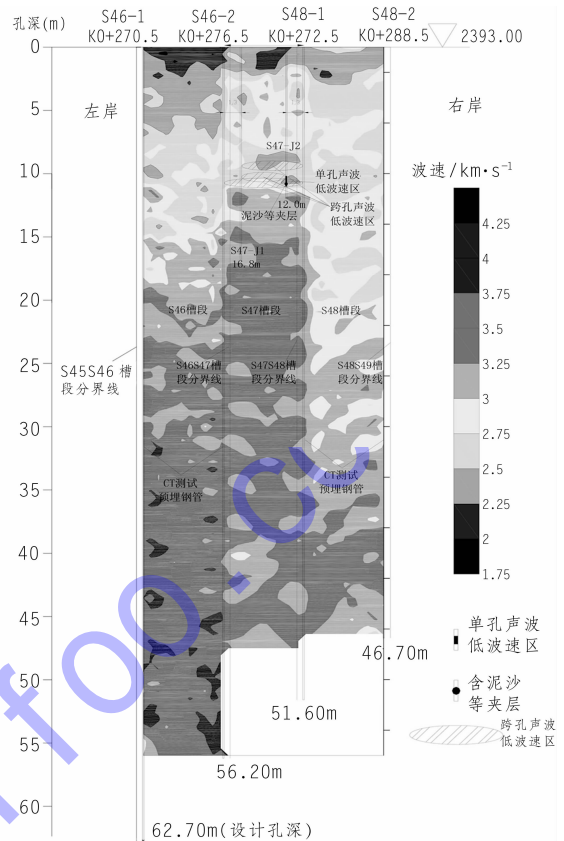


图 3 S46-1~S48-2 声波 CT 检测成果图

从图中可看出:

(1) 顶面浇筑受泥浆等影响,孔深 3.0m 以上区域存在相对低波速区域,低波速范围主要在 $1.9 \sim 2.2 \text{km/s}$ 之间。

(2) 低于 2.5km/s 的相对低波速区域主要集中在孔深 $3.0 \sim 12.0 \text{m}$ 区域,该相对低波速区域附近存在较大面积低于 2.75km/s 的波速区域,在 10.0m 孔深附近,低于 2.75km/s 的相对低波



S47-J1 钻孔取芯照片



S47-J2 钻孔取芯照片

图 4 检查验证钻孔孔取芯照片

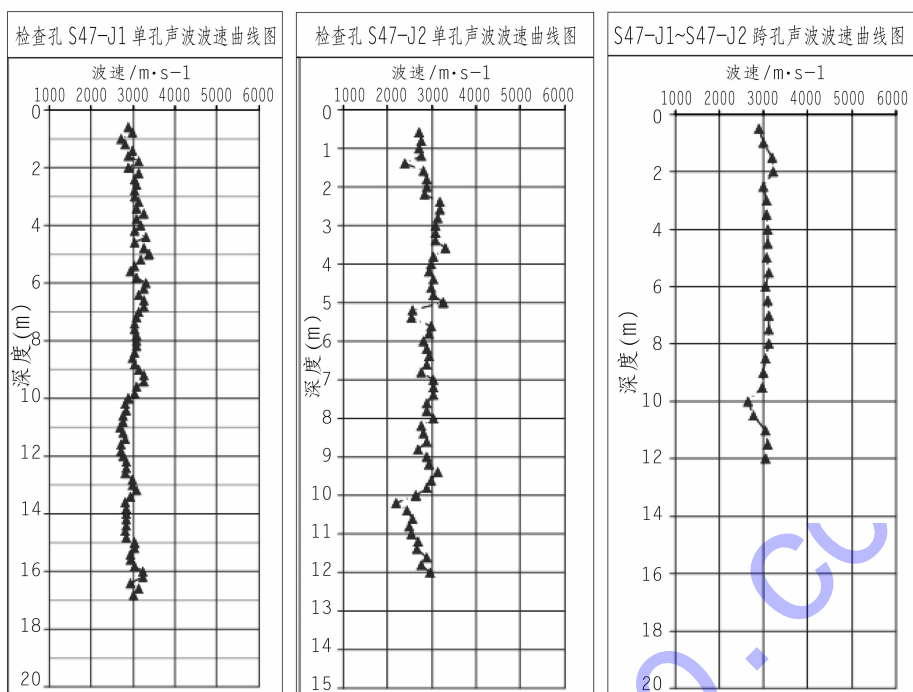


图5 检查验证孔声波检测成果图

速区域有连通的趋势;

(3) S46-1~S46-2剖面孔深12.0~15.0 m区域也存在少量低于2.5 km/s的相对低速区域。

总体而言,3 m以上受顶面浇筑影响,存在相对低速区域,混凝土质量一般;3~12 m段局部存在相对低速区域;12 m以下区域无明显低速异常区域,墙体混凝土质量较好。

2.3 分析验证

声波CT检测完成后,对S47槽段布置两个检查验证孔(S47-J1、S47-J2),孔布置位置及各方法综合成果见图3,钻孔取芯(见图4)并进行跨孔声波(见图5)和钻孔电视检测(见图6),验证情况如下:

声波检测相对低速区段为:单孔声波检查孔S47-J2的10.2~11.0 m孔段;跨孔声波S46-2~S48-1号剖面10.5~11.0 m区段,跨孔声波S47-J1~S48-1号剖面9.5~10.5 m区段,跨孔声波S47-J1~S47-J2号剖面10.0~10.5 m区段。声波检测出的相对低速区段为S46-2孔至S48-1孔之间的下方9.5~11.0 m区段且集中在单孔声波检查孔S47-J2附近,钻孔电视检测发现:检查孔S47-J2在10.8 m处有一处

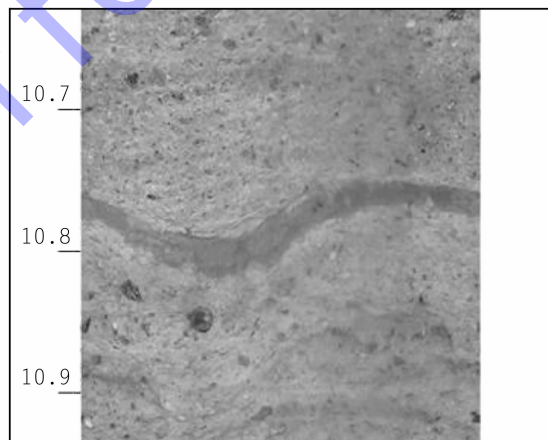


图6 检查验证孔钻孔电视检测成果图(夹泥)
2~3 cm厚的夹层,夹泥、沙等杂物(见图6),
10.7~11.0 m段混凝土表面不平整。

CT检测成果表明:在10 m孔深附近低于2.75 km/s的相对低速区域有连通的趋势,声波检测、钻孔电视检测发现的低速区域也在此区域中;声波检测和钻孔电视检测的结果和CT检测结果吻合。

3 结论

声波CT检测是近年来应用于混凝土防渗墙质量检测的一项新技术,与传统方法相比,其特点是分辨率高、无损快速、直观可靠、信息量大,在工

程实践中逐渐完善和提高,声波 CT 技术在理论研究、仪器研制、信号接收等方面取得了长足进步。实践成果表明,声波 CT 检测技术在防渗墙无损检测等方面具有良好的效果。但是,声波 CT 检测技术仍然存在图像成果与实际对比研究较少,正反演算法不够成熟、数据处理影响参数较多等许多需要解决的问题。

参考文献:

[1] 宋洪明,李东生.弹性波 CT 技术在塑性混凝土防渗墙质量检测中的应用[J].水电与新能源,2013(增),(113).

[2] 许文峰,崔文光,邓百印,谢长福.弹性波 CT 成墙技术在龙湖工程防渗墙检测中的应用[J].河南水利与击水北调,

2012 (20).

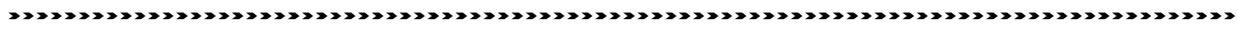
[3] 王志祥,刘方文,声波 CT 无损检测技术在混凝土质检中的应用[J].CHINA THREE GORGES CONSTRUCION 2002 (07).

作者简介:

杜爱明(1980-),男,汉族,云南昆明人,硕士,高级工程师,现供职于中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司,从事物探专业;

刘 诚(1985-),男,汉族,重庆沙坪坝人,硕士,工程师,现供职于中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司,从事地球探测与信息技术专业。

(责任编辑:卓政昌)



(上接第 134 页)

4.4 严格落实水土保持措施

加强管理,严落实渣料平衡,争取设计优化,形成挖填平衡,严格执行先挡后挖、先挡后弃,及时开展表土收集,完善各项水土保持设施并加强维护,成果得到长江水利委员会的肯定。



图2 表土收集及其植物措施

5 结 语

水电站建成运行后,将形成局地气候,尤其是对干热河谷降雨、气温、地下水浸没线产生有利影响较大,形成水库消落带生态区,但水电站建设期环境保护和水土保持工作一直是一个难题,苏洼龙水电站严格落实各项措施的基础上,进一步严格要求,“建中心、强管理、抓源头、重宣教、添绿色、树亮点”,极大的减少了对环境的影响,在下一步水电开发和其他工程建设开发中可提供一些参考,坚决打好污染防治攻坚战,推动生态文明建设迈上新台阶。

参考文献:

[1] 南阿尼,浅谈蓄水工程对环境的影响,建筑工程技术与设计,2015 年 4 月上,2520;

[2] 习近平总书记在 2018 年全国生态环境上的讲话。

作者简介:

胡江军(1990-),男,四川阆中人,学士,助理工程师,现就职于华电金沙江上游水电开发有限公司苏洼龙分公司从事环境保护和水土保持管理。

(责任编辑:卓政昌)

大渡河大岗山水电开发公司“智慧电厂”设备一体化智能管控平台项目顺利通过验收

11 月 1 日,大渡河大岗山水电开发公司科技创新再捷报,由该公司主导研发的“智慧电厂”重点项目——大岗山水电站设备一体化智能管控平台项目,顺利通过验收评审,标志着该平台项目完成研发、测试和验收工作,正式落地并上线运行。

大岗山水电站设备一体化智能管控平台主要包括统一数据采集平台、统一数据汇聚中心、基础支撑服务与应用、智能告警平台、智能多系统联动平台、智能查询展示平台等六个功能子系统模块,该平台自 9 月 9 日上线试运行以来,运行可靠,已成为大岗山水电站日常运行维护设备智慧管控的有效手段,极大地提升了运维人员的工作效率和准确性,提高了大型水电站智慧运维管理水平。