

混凝土内部湿度检测技术研究综述

黄从斌 张今阳 罗居刚

混凝土内部湿度对混凝土强度发展、收缩徐变和耐久性等有重要的影响,在结构检测中,测定混凝土的湿度对更合理地评价混凝土的性能具有现实意义。

随着技术的发展和工程管理的需要,无损检测技术越来越受到社会各界的重视,对既有混凝土结构质量与安全的检测与评价工作越来越多,使无损检测技术的发展更加向好。各种既有混凝土水闸、大坝等水利工程及各种工业和民用建筑工程对混凝土的抗渗防漏要求很高,现有的研究和测试方法不能解决在现场无损快速检测大面积混凝土内部湿度的难题。

一、内部湿度对混凝土结构的影响

混凝土内部湿度对混凝土结构工程的干燥收缩开裂、混凝土硬化、强度发展、耐久性等性能有着非常重要的影响。

混凝土内部湿度是影响混凝土干燥收缩开裂的重要因素之一,水泥水化过程中需要混凝土构件内部的水分参与,但是混凝土构件所处的外部湿度在很多时候都是低于其内部湿度的,由于水分会向干燥的环境散发,混凝土构件中的内部湿度也会随之降低并形成一定的湿度梯度,导致混凝土结构构件的收缩,并产生收缩应力,引起不均匀变形,容易导致混凝土构件的表面产生收缩裂缝。

混凝土内部湿度是影响混凝土早期硬化和强度的因素之一,混凝土内部的水分决定水化反应的程度,大量试验研究结果表明内部湿度对混凝土早期硬化过程有着重要影响。另外研

究还表明内部湿度对混凝土的强度有影响,混凝土强度发展过程中,如果水分过少,则强度发展较慢。在水工混凝土结构中,由于混凝土构件长期被水浸泡含水较多,用钻芯法检测混凝土抗压强度表明其抗压强度降低。

混凝土内部湿度是影响混凝土结构耐久性的因素之一,如果早期的混凝土因干燥水分不足影响水化反应充分进行,混凝土干缩会使混凝土在低强度状态下因表面的收缩拉应力,导致混凝土产生微裂缝,水分会随着混凝土内部的微裂缝进入到构件中导致钢筋锈蚀和冻融循环,对结构的耐久性产生不利影响。

综上所述,混凝土内部湿度是影响混凝土结构工程性能的一个关键因素,因而加强对混凝土内部湿度的研究有着十分重要的意义。

二、传统检测技术

1. 传感器法

测量湿度的传感器主要有电容传感器、核子传感器、光电式传感器等,主要原理是把物体作为电介质,水份含量的高低将显著影响其介电常数的变化,通过测得的介电常数来测量其含水量。传感器法优点是若安装和施工过程未有损伤,其可靠性高,简便经济,易维护,可用于在线检测。缺点是影响因素多,受温度、品种、紧实度等影响,数据复杂,需要进行相应的处理,才能提高检测精度。

2. 红外线法

利用红外线技术进行内部湿度测定,其缺点是穿透力差,仅能对物体表面进行测定。依据的是水对某一特定波

长的红外线吸收能力很强,而对其他波长的红外线不吸收的原理。由于混凝土结构的阻隔能力较强,要对深层混凝土内部湿度进行检测,红外线法局限性较大。红外线不仅不能穿透结构,表面光滑及光亮的建材,如磁砖、油漆、胶砖、腊质及石面更因反光而令检测数据完全错误。

3. 雷达检测法

不同湿度状况的混凝土介电特性不同,当混凝土中含有的水分不同时,其相对介电常数也随之变化,材料的相对介电常数数值越小,存储的电磁波能量的能力越差,电磁波在混凝土材料中传播时损耗的能量越小,因而可以通过研究不同湿度情况下混凝土中雷达波的传播速度以及混凝土相对介电常数的变化规律,测试出混凝土内部湿度情况。

传统检测技术中的传感器法需要在混凝土未成型前,将传感器预先埋设在混凝土结构构件内部,在埋设后继续进行混凝土浇筑工作,混凝土浇筑过程中的振捣等操作会对预先埋设的传感器和接线造成影响。另外混凝土水化反应及内部环境的变化也可能对传感器的性能产生影响。红外线法穿透能力差,只能评估物体表面的湿度。雷达检测法目前在混凝土内部湿度检测中应用较少,研究还表明在空气湿度比较大的环境中,内部湿度较大的混凝土进行雷达检测时,产生的测量误差较大。

三、新型检测技术

微波扫描是一种利用广阔微波频谱中特定频率,进行结构渗漏检测的先进科技。微波扫描的原理是透过磁电管产生轻微的电场,穿越及深入所检测的结构。由于水分子是极性的,一端为负电

江都抽水站排涝水量统计方法的改进与分析

范顺芳

一、概述

江都水利枢纽位于江苏省扬州市江都区境内京杭大运河、新通扬运河和淮入江尾闾芒稻河的交汇处,它既是江苏省“江水北调东引”的“龙头”工程,又是国家南水北调东线工程的源头工程。江都水利枢纽以4座大型电力抽水站为主体工程,以京杭运河、新通扬运河和三阳河为输水干河,配套以江都西闸、江都东闸、宜陵闸、宜陵北闸、芒稻闸、芒稻船闸、邵仙闸洞、运盐闸等15座水工建筑物。

工程主体由江都一站、江都二站、江都三站、江都四站4座大型电力抽

水站组成,共有33台机组,总装机容量55800kW,总抽水能力508 m³/s。主要功能有调水、排涝、发电等。江都抽水站自建成以来至2014年底,共抽引江水1320.34亿 m³,抽排里下河地区涝水356.92亿 m³,其中涝水北送77.81亿 m³,涝水入江279.11亿 m³,江都三站发电9152.76万度,发挥了巨大的社会效益和经济效益。

二、排涝控制运用工况

当里下河地区持续降雨或暴雨侵袭,兴化水位快速上涨,达到1.70~1.80m的起抽标准时,打开江都东闸关闭江都西闸,江都抽水站即投入排涝运

行,直至恢复正常。排涝运用会出现高水排涝、涝水预降、排降结合送水三种情况。

(1)高水排涝:当里下河地区遭遇持续降雨或暴雨侵袭,兴化水位达到1.80m时,江都抽水站即投入高水排涝,直至水位降至1.50m以下。

(2)涝水预降:当里下河水位偏高,且气象天气预报未来将有暴雨或持续降雨情况时,为了避免水位急剧上涨造成洪涝灾害,在兴化水位涨至1.70m时,即会开机排涝预降里下河水位。20世纪80年代以后,在天气预报未来有强降雨过程时,兴化水位达到1.40m即作开机准备,为避免水位猛涨造成里下河地区洪

涝,而另一端是正电荷。结构中的水分子也开始跟随电场频率震动,并且产生介电效应。因为水分子在微波电场下有强烈及明显的介电效应,其介电值约为80。但绝大部份的结构材料在微波电场下却只有轻微的介电效应,其介电值为3~6。由于水分子及结构材料的介电值之间有极大差异,因此在结构材料中即使有少量水分子都能被探测出来。透过在结构上不同位置及深度进行快速探测,并利用计算机将数据组合成平面或立体微波扫描影像,快速无损地检测出混凝土内部湿度。

微波扫描成像测试系统通过不同的探头可获得结构内部不同深度位置的湿度数据,并利用专业软件对结构内部的湿度分布进行湿度成像处理,再结合其他参数评估混凝土内部的质量状况及耐久性。

目前,混凝土湿度的检测多是有

损方法,影响了检测技术体系的完善,因此需要开发简便、可靠、无损的混凝土内部湿度检测技术。混凝土内部湿度的研究主要是在试验混凝土早期阶段,研究影响内部湿度的因素,及湿度对混凝土耐久性的影响,但对于实际工程中成熟阶段的混凝土内部湿度的检测研究较少,如何检测既有结构混凝土构件内部湿度,进而确定内部渗漏情况成为一个非常值得研究和推广应用的技术方法。

四、结语

混凝土内部湿度是影响混凝土结构构件早期性能和使用性能的重要因素,本文详细介绍了混凝土内部湿度检测技术的原理、适用范围和优缺点,对传统的检测技术进行总结分析,并对新的检测技术发展进行展望。

(1)以传感器法、红外线法、雷达检测法为代表的传统检测方法,简便经济,易维护,可用于在线检测,但是

考虑到工程施工、测试深度、空气湿度等状况,测试用的传感器在施工中易损坏,红外线法测试深度较小,雷达法易受空气湿度的影响。

(2)微波扫描成像测试技术用于混凝土结构的湿度测试,通过不同的探头可获得结构内部不同深度的湿度数据,并利用专业软件对结构内部的湿度分布进行成像处理,技术先进,操作性好,还可以大面积快速准确地测试不同深度的内部湿度分布情况,进而确定渗漏途径,为工程管理和养护提供技术支持。

(3)混凝土内部湿度现场检测技术的智能化、无损化是内部湿度检测技术发展的一个重要方向■

(作者单位:安徽省水利部淮委水利科学研究院 233000)

本文由水利部“948”项目:混凝土内部湿度扫描成像测试系统(项目任务书编号201518)资助。

(专栏编辑:周权)