

【水利水电工程】

石山口水库混凝土质量检测加固分析

郭进军, 韩菊红, 卢 燕

(郑州大学 环境与水利学院, 河南 郑州 450002)

摘 要:为满足石山口水库加固设计的要求,对水库混凝土的质量进行了全面细致的检测。通过回弹、超声法强度检测、混凝土钻芯强度检测、碳化深度检测、钢筋锈蚀检查、裂缝和密实性检测等,对石山口水库混凝土质量做出了科学的评价,并提出了相应的加固建议。检测结果表明:混凝土强度基本都达到或超过了设计的要求;输水洞混凝土基本没有碳化现象,但冲蚀严重;溢洪道混凝土裂缝情况严重,尤其是闸墩和胸墙,必须进行加固。

关 键 词: 混凝土; 检测; 裂缝; 石山口水库

中图分类号: TV66

文献标识码: A

文章编号: 1000-1379(2005)11-0057-02

石山口水库位于河南省罗山县城南 33 km、淮河水系竹竿河支流小潢河的上游,控制流域面积 306 km²,是一座以防洪、灌溉为主,结合发电、养殖及城市供水等综合利用的大(Ⅱ)型水库。

溢洪道工程建于 1966 年,泄洪闸为带胸墙孔口式宽顶堰,闸底高程 70.0 m,3 孔,安装弧形闸门,每孔宽 10.0 m,闸室总宽 33.6 m,设计最大泄量 1 423 m³/s,混凝土设计标号 150 号。胸墙设计为拱形混凝土薄壳结构,厚 15 cm,顶部高程 82.0 m,正常蓄水位 80.50 m。输水洞位于主坝右岸山体中,为圆形有压隧洞,内径 1.75 m,全长 88.1 m,140 号钢筋混凝土衬砌,衬厚 0.325 m,设计水头 13.61 m。输水洞洞身以英安岩为主,微风化,工程地质条件较好。

石山口水库运行近 40 年,兴建时属于“边设计边施工”类型,设计施工阶段未考虑混凝土的耐久性措施,加之受环境、水荷载、温度及湿度变化等的不利影响,建成后即带病运行,运行后老化病害有进一步的加深扩大。根据水利部及设计部门的要求,对石山口水库的溢洪道和输水洞混凝土工程质量进行了全面细致的检测,并给出了相应的加固建议。

1 检测方法与依据

混凝土强度的检测采用超声回弹综合法^[1]、回弹法^[2]和钻芯法^[3],裂缝检测主要采用目测,绘制裂缝分布图,对较大裂缝依据《超声法检测混凝土缺陷技术规程》(CECS 21:2000)进行检测,混凝土碳化深度与均质性检测按相应的规程进行。

2 检测结果与分析

2.1 溢洪道混凝土

2.1.1 强 度

经检测,溢洪道混凝土的强度一般在 25 MPa 左右,符合混凝土后期强度缓慢提高的特性。具体检测结果见表 1。

表 1 溢洪道混凝土评定强度

构件名称	评定强度/ MPa	标准差/ MPa	离散系数	芯样强度/ MPa
左边墩	27.8	2.03	0.06	30.6
中 墩	31.6	3.45	0.10	32.6
右边墩	26.9	2.42	0.07	30.8
胸 墙	26.3	2.05	0.07	—
闸底板	23.3	3.50	0.09	28.7

注:除胸墙外,其他构件设计强度均为 150 号。

2.1.2 裂 缝

裂缝是混凝土最主要的病害之一,大体上可分为两类:一是施工期出现的裂缝,主要由温度、干缩引起;二是使用期出现的裂缝,原因较为复杂,主要由温度、荷载、基础变形等因素引起。

(1) 泄洪闸闸墩。闸墩长达 19 m、厚 1.8 m、高 10 m 左右,施工往往是在闸底板施工结束一定时间后才开始浇筑,浇筑又是分层(每层约 3 m)间歇式进行,加之施工中很少注意温度的影响,从而产生温度裂缝,即出现“十闸九裂”或“无闸不裂”的现象。泄洪闸闸墩也属于这种情况,在底板上 3 m,即到第一施工缝范围内,闸墩上存在较多竖向裂缝;在第二施工层,竖向裂缝明显减少;在闸墩顶部的第三施工层裂缝极少。这些裂缝具有明显的特点,一是全部贯穿,二是水平间距较有规律。左边墩牛腿附近经检测存在着宽度达 1.5 mm、长达几米的一条裂缝,该裂缝属于受力缝。主要是辐射筋配置不足或长度没有达到规定要求,在闸门启闭时,力传递到牛腿,从而引起牛腿附近混凝土受拉开裂。经检测发现闸墩裂缝有 21 条,总长 91 m,最大缝宽 2.5 mm,其中贯穿性裂缝 20 条。

收稿日期:2005-06-18

基金项目:河南省科技攻关计划项目(0124150201)。

作者简介:郭进军(1972-),男,河南鲁山人,副教授,工学博士,研究方向为水工混凝土结构加固。

(2)泄洪闸胸墙。泄洪闸胸墙下部为弧形薄壳混凝土结构,后在原胸墙基础上加高 2.2m,采用弧形薄壳加筋混凝土结构。经检测,共发现裂缝 20 条,均为贯穿性裂缝,有渗水痕迹。除两条竖向裂缝自顶至底贯穿外,其余裂缝均位于胸墙高度一半以下的范围内。竖向裂缝主要分布在拱趾附近,其原因是弧形薄壳拱近似为两铰拱,在水压力作用下,在拱趾附近区段出现内侧受弯,由于混凝土抗拉强度和配筋不足,而产生受拉裂缝,整个胸墙非常单薄,在一定水位下,存在被压垮的可能性。观察发现,弧形薄壳拱施工成形不好,两端较凸,中间扁平,这对发挥拱的力学性能也是不利的。另外,在胸墙下的弧形平台(钢闸门上方)上发现 3 条横向裂缝,每条长约 60 cm,宽 0.05~0.10 mm,并且正在向外渗水。

2.1.3 碳化深度

通过混凝土保护层厚度测定仪和碳化深度检测,得到各构件的碳化深度和混凝土保护层厚度,见表 2。检测发现,碳化深度均小于保护层厚度,钢筋未锈蚀。

表 2 溢洪道混凝土碳化深度检测成果

构件名称	碳化深度/ mm	保护层厚 度/mm	芯样碳化 深度/mm	碳化速度 系数
左边墩	31.4	76.4	32.2	5.23
中 墩	29.8	88.8	32.5	4.97
右边墩	32.7	73.8	33.5	5.44
胸 墙	11.0	22.1	—	1.85
闸底板	4.6	145.4	5.0	0.76

检测碳化深度时发现,利用取出芯样的表面进行碳化测试时,极易发生误判。一般情况下,将酚酞溶液滴在芯样外表面上,则全部显示红色,表示混凝土没有碳化,这对于暴露在空气中近 40 年的水工建筑物来讲是不可能的。究其原因,主要是在钻芯过程中,高速旋转的钻头将混凝土粉末均匀地涂抹在芯样表面,粉末充满了芯样表面的微孔隙中,一般在水中难以将混凝土粉末清除,因而出现了碳化测试时表面全红的现象。

2.1.4 冲 蚀

闸墩侧面表面冲蚀严重,在闸门槽下游几米范围内,骨料裸露严重。闸底板也冲蚀严重,表面骨料裸露,并且部分区域剥落,剥落深度达 3~5 cm。

2.2 输水洞混凝土衬砌

输水洞建成 40 余年,承担着发电、灌溉、泄洪的任务,使用频率很高。经检测,混凝土强度评定为 27.5 MPa,芯样强度为 31.6 MPa,洞身没有发现裂缝。

2.2.1 碳化深度

按常理讲,混凝土构件运行 40 余年,碳化深度应在几个厘米甚至更多。但实测其碳化深度仅为 2 mm,可以说几乎没有碳化。这是因为输水洞有两个特点:一是使用频率高,即混凝土长期处于水中;二是现场检查发现,输水洞壁上有一层 2~5 mm 厚的油污。这两方面使得输水洞混凝土很难与空气中的二氧化碳接触,减少了碳化的发生。另外,输水洞混凝土衬砌于 1994 年曾进行丙乳砂浆涂抹,密实性好,抗碳化能力强(丙乳砂浆快速碳化深度 20 天为 0 mm,普通混凝土为 36 mm^[4])。

2.2.2 冲 蚀

进入输水洞全程观察,输水洞衬砌冲蚀较为严重,冲蚀主要发生在洞底部弧长 80~100 cm 范围,冲蚀深度 2~3 cm。为避免冲蚀与气蚀相互加剧的恶性循环,应及时进行加固处理。

2.2.3 渗 漏

检测发现输水洞内存在 13 处渗漏点。这些渗漏点分布在输水洞不同区段,大部分属于慢渗,有 2~3 个渗漏点属于快渗。渗漏点形成的原因是混凝土衬砌及丙乳砂浆层施工不均匀造成的。渗漏位置没有裂缝,不属于线渗,每个渗漏点面积较小,也不属于面渗。

3 加固建议

3.1 溢洪道

根据本次检测及历史记载情况,首选方案是重建。原因在于:①胸墙裂缝密布,且为贯穿缝同时渗漏水,损伤严重;②闸墩存在较多裂缝,特别是牛腿处的拉力缝;③闸墩与闸底板冲蚀、剥蚀严重。

在经费实在困难时可采用维修加固:①闸墩的牛腿附近采用碳纤维布加固;闸墩贯穿缝压力灌浆并碳纤维布加固;闸墩表面采用丙乳砂浆或环氧砂浆抹面。②胸墙须拆除重建。③闸底板须向下凿去 10cm 混凝土;处理结合面后浇筑比原来底板混凝土强度高一级的混凝土,并于结合面处加结合筋。

3.2 输水洞

综合输水洞混凝土结构的情况,建议:对洞内数处渗漏点进行处理;对洞壁底部凹凸不平进行处理;采用丙乳砂浆在洞壁内抹面,施工时注意砂浆厚度的均匀性。

参考文献:

- [1] CECS 02:88,超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程[S].北京:中国建筑出版社,1989.
- [2] JGJ/T23—2001,回弹法检测混凝土抗压强度技术规程[S].北京:中国建筑出版社,2001.
- [3] CECS 03:88,钻芯法检测混凝土强度技术规程[S].北京:中国建筑出版社,1989.
- [4] 孙志衡,鲁一晖,岳跃真.水工混凝土建筑物的检测、评估与缺陷修补工程应用[M].北京:中国水利水电出版社,2002.

【责任编辑 王 琦】



【专题报道】

编者按:由水利部黄河水利委员会主办的第二届黄河国际论坛,于2005年10月18日~21日在郑州召开,来自全球60多个国家和地区的800多名专家学者参加了这次世界水利盛会。本次大会的中心议题是维持河流健康生命,分维持河流健康生命、流域水资源一体化管理及现代技术应用、河流工程与非工程技术、水环境与水生态保护、跨流域调水技术及水资源配置、水权水价及水市场政策等6个专题,共收到论文400多篇,在大会主会场和66个分会场,与会代表进行了充分的交流。本期杂志在全文刊发黄河国际论坛组委会主席、黄河水利委员会主任、教授级高级工程师李国英的主题报告《维持河流健康生命——以黄河为例》和图片报道的同时,从大会交流的论文中选编40篇论文的文摘,以尽可能多的篇幅介绍本次大会的盛况,希望能对广大读者有所裨益。需要说明的是,刊出的文摘在体例上与往期杂志有所不同,同时由于时间紧迫和篇幅所限,难免挂一漏万或存在差错,请会议论文作者及广大读者鉴谅。