

云荞水库面板堆石坝震后安全检测及 整治研究与实践

谢廷东

(云南省永善县云荞水库工程管理局, 云南 永善 657300)

摘要: 云南省永善县云荞水库自建成蓄水以来运行良好, 2008 年 5 月 12 日, 四川省汶川县发生 8.0 级地震, 云荞水库震感强烈, 水库内水浪约 1.0m 高, 水库受损, 面板裂缝加大; 震后云荞水库工程管理局高度重视云荞水库的安全问题, 特请某水利水电勘测设计研究院对面板进行健全性检测, 管理局根据检查单位对大坝面板的整体性能做出的评价及提出相应的处理意见, 对面板裂缝进行了化学灌浆和表面封闭处理, 至今运行良好。

关键词: 混凝土面板堆石坝; 安全检测; 裂缝处理

中图分类号: TU 19

文献标识码: A

1 水库工程概况

云荞水库位于云南省昭通市永善县境内金沙江的一级支流井底小河上段, 坝址位于永善县城南直线距离 15 km, 距金沙江溪洛渡水电站直线距离约 18 km, 是一座以灌溉为主, 兼顾生活及工业用水的综合利用的中型水利工程, 水库总库容 1043 万 m^3 。工程枢纽主要由拦河大坝、右岸开敞式溢洪道和左岸输水洞等主要建筑物组成。大坝为混凝土面板堆石坝, 最大坝高 80 m, 坝顶长 320 m, 坝顶宽 10 m。设计灌溉面积 3.61 万亩, 城市年供水量为 380 万 m^3 , 解决供水人口 5 万人, 总投资 15039 万元。工程于 1998 年 7 月动工兴建, 2003 年 7 月通过蓄水安全鉴定, 2003 年 9 月下闸蓄水, 2004 年 9 月蓄水首次达到正常蓄水位, 2006 年 8 月工程通过竣工验收并投入运行。大坝剖面如图 1 所示。

2008 年 5 月 12 日, 四川省汶川县发生 8.0 级地震, 云荞水库震感强烈, 水库内水浪约 1.0 m 高, 水库受损, 导致边坡部分跨石塌方、原施工期出现的面板裂缝明显加大, 渗水明显增大, 在此情况下, 云荞水库工程管理局高度重视云荞水库的安全问题, 因大坝的安全直接关系到下游人民群众的安危和正在建设中的溪洛渡电站, 为搞清四年运行及汶川 8.0 级地震对云荞水库大坝面板的影响情况, 6 月上旬云荞水库工程管理局特委托某水利水电勘测设计研究院对云荞水库面板进行脱空和裂

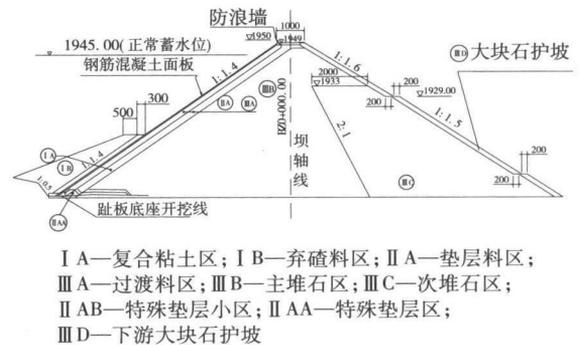


图 1 大坝剖面示意图

缝贯穿性检查。在此基础上, 制定了水库的整治方案。

2 检测范围及内容

检测开始时, 云荞水库水位在 1917m, 1917m 以下面板淹没在水下, 在此水位时, 大坝坝脚及下游没有发现渗漏异常情况, 所以就确定对水库 1917m 水位以上的 27 块面板 9000 多 m^2 进行裂缝检测。如图 2 所示。

2.1 大坝面板脱空测试方法

采用振动诱导法和弹性波(声波)反射法。对于钢筋混凝土面板后的脱空、损伤病害, 以采用振动诱导法为主, 对水位线以上坝段进行详细全面检测。并根据实际状况, 采用弹性波(声波)反射法进行补测, 力求给出可信、可靠和满意的结果。

通过激励装置诱导面板的自由振动, 分析其振动特

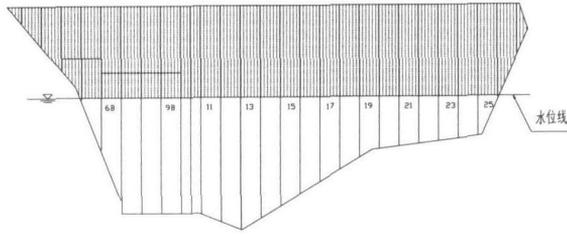


图 2 堆石坝上游钢筋混凝土面板形状
以及测点分布

性(主要以卓越频率和持续时间为主,从而对面板健全性(脱空、损伤等进行评价。

脱空(剥离)的混凝土面板与健全性(没有脱空)混凝土面板相比较,测试的振动特性会发生以下变化:

- (1)混凝土结构刚性显著降低,卓越周期变长。
- (2)弹性波的能量逸散推迟,振动的持续时间变长。

根据检测结果,面板与垫层虽有局部脱空,但总体上脱空范围不大,程度不深,可不作专门处理。

2.2 裂缝测试方法

裂缝深度,采用表面波法,它的适用范围广,受钢筋等影响程度小,适应于钢筋混凝土结构中裂缝的测试,而传统的超声波法测试裂缝深度,只适应于较浅的裂缝(一般小于 0.2m)。裂缝宽度,采用测宽仪测试。裂缝长度,采用卷尺测试。

表面波的波头在传播过程中,单位面积的能量密度减少。由于混凝土材料存在粘性,使表面波在传播过程中存在衰减。通过对衰减进行修正,则波的振幅(或能量)为一常值。

对于有裂缝的场合,裂缝隔断表面波,能量减少。因此,有裂缝存在,波在其前后的能量要发生变化。裂缝越深表面波的波长越短,其能量衰减越大。表面波的基本原理则是通过对裂缝前后弹性波衰减以及波长的测试,来推定裂缝的深度。

- (1)表面波法拥有的特征。

①其他方法往往采用 P 波、S 波等实体波,而本方法采用的是表面波中的瑞利波。

②与初始时刻或相位相比较,采用的是波能量的衰减。

(2)表面波(主要是瑞利波)适合裂缝的测定,瑞利波有的特征。

①瑞利波是在结构物表面传播中最重要的波,可通过打击结构物表面来产生。

②弹性体中的瑞利波主要依存于材料的剪切特性。

③瑞利波的影响伴随深度的增加急剧减少,其影响范围一般在 1 倍波长左右。

(3)表面波的衰减特性受填充物、钢筋的影响很小,并可修正。

①水的剪切刚度为零,因此裂缝面中的水几乎不对

其产生影响。

②裂缝中的钢筋,由于面积比较少,认为影响也比较小并可利用面积比加以修正。

3 检测结果

共对 1917m 水位线上 9000 多 m^2 的面板进行检测。检查结果认为:面板局部脱空,裂缝有几条接近中性轴和几乎贯穿,其余为浅表层裂缝,需要尽快进行处理。并在此基础上,对大坝面板的整体性能做出评价以及提出相应的处理意见。

受汶川 8.0 级地震影响,面板裂缝情况:

(1)20 至 25 坝段的裂缝较深,均接近或超过面板的中性轴。

(2)20 至 22 坝段有部分的裂缝贯穿面板。

(3)右岸部分坝段发现有部分裂缝在地震后有发展的现象,具体体现在根据对裂缝的修补痕迹及裂缝的新鲜程度的观测,部分裂缝的长度有增长的趋势;右岸面板的许多裂缝的深度有加深的趋势;右岸面板的大部分裂缝较深,均达到面板的中间部位。

(4)其余坝段裂缝较浅。

各类裂缝统计如下:浅层裂缝 60 条 517.6m;深层裂缝 21 条 209.3m;贯穿裂缝 6 条 46.5m。根据检测结果,面板上裂缝共 87 条,部分裂缝在地震后有所发展,为了防止钢筋的锈蚀和减少漏水,因此需要对裂缝进行表面处理。

4 裂缝处理

4.1 裂缝处理方案

针对云莽水库面板出现的混凝土裂缝,水利部四川水利水电勘测设计研究院在《云莽水库主坝混凝土面板健全性检测及评价报告》中列出了面板裂缝处理通常的修复措施:表面覆盖法、灌浆注入法、嵌缝封堵法和浸透型防水剂涂抹法,经研究,决定采用已在北京十三陵抽水蓄能电站面板裂缝处理工程中得到成功应用的化学灌浆与表面封闭相结合的处理方案对面板裂缝进行处理。

对于开度在 0.2mm 以上或深层及贯穿裂缝,先进行化学灌浆处理,一方面对裂缝起到防渗作用,另一方面,可以恢复被破坏混凝土面板的整体性。然后,在灌浆的裂缝表面涂刷单组分聚脲,对裂缝进行双重防护。开度在 0.2mm 以下的干燥裂缝或浅层裂缝,在裂缝基面清理后,直接涂刷单组分聚脲对裂缝进行封闭和防护。如图 3 图 4 所示。

4.2 化学灌浆材料

采用水溶性聚氨脂化学灌浆材料,该材料是一种在防水工程中普遍使用的灌浆材料,其固结体具有遇水膨胀和较好弹性止水的特性,以及吸水后再次膨胀止水的

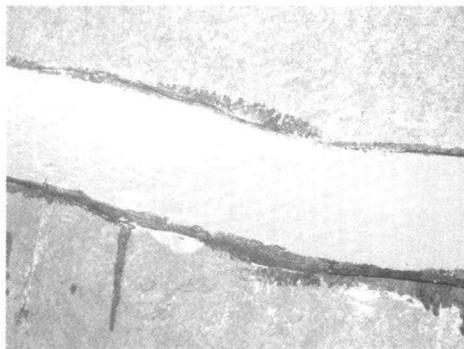


图 3 裂缝表面涂刷情况



图 4 裂缝化学灌浆情况

双重止水功能, 尤其适用于变形缝的漏水处理。该灌浆材料可灌性好, 强度高, 无毒性, 当聚氨脂被灌入含水的混凝土裂缝中时, 迅速与水反应, 形成不溶于水和不透水的凝胶体及二氧化碳气体, 这样边凝固边膨胀, 体积膨胀几倍, 形成二次渗透扩散现象 (灌浆压力形成一次渗透扩散), 从而达到堵水止漏、补强加固作用。化学灌浆材料的性能指标见表 1。

表 1 聚氨酯化学灌浆材料主要性能指标

试验项目	技术要求	实测值
粘度 (25℃, mpa·s)	40-70	45
凝胶时间 (min)		
浆液: 水 = 100:3	≤ 20	7.7
粘接强度 (MPa) (干燥)	≥ 2.0	2.6

4.3 裂缝表面涂刷单组份聚脲材料

单组分聚脲由含多异氰酸酯—NCO 的高分子预聚

体与经封端的多元胺 (包括氨基聚醚) 混合, 并加入其它功能性助剂所构成。单组份聚脲弹性体材料的主要性能技术指标见表 2。

聚脲涂层与底材的粘接面采用 BE14 专用界面剂处理, 这是一种 100% 固含量的环氧底漆, 该底漆可在饱和和干表面施工。它是一种特种高性能环氧树脂, 含有排湿基团, 因此能够在饱和水表面涂装, 且具有良好的粘接力, BE14 界面剂涂刷后固化时间一般在 7 小时以上, 干燥面的粘接强度较潮湿面略高, 粘接强度均大于 3MPa, 7 天龄期的粘接强度就接近最大值。

表 2 单组份聚脲材料的主要技术指标

项目	拉伸强度	扯断伸长率	撕裂强度	硬度 (邵 A)	附着力 (潮湿面)	耐磨性 (阿克隆法)	颜色
指标	大于 16MPa	大于 400%	大于 70 kN/m	40 至 50	大于 2MPa	小于 15mg	浅灰色

4.4 工程施工完成情况

经裂缝化学灌浆、表面封闭处理。工程于 2008 年 8 月 4 日开工, 8 月 21 日完工。对 1917m 高程 (以下为水淹部分) 以上的贯穿性裂缝进行化学灌浆, 对浅层裂缝、深层裂缝进表面涂刷聚脲封闭。

5 处理结果

根据裂缝检查结果提出的处理建议, 对面板采用化学灌浆、表面封闭处理。工程结束后, 水库蓄水恢复运行, 水库渗流明显减小, 在下游渗流堰观测到的渗流恢复到地震前的水平, 一直保持至今, 无异常情况发生。化学灌浆、表面封闭处理有效的控制了云养水库面板裂缝的渗漏, 使坝体得以稳定和安全运行。

参考文献:

- [1] DL/T5115-2008 混凝土面板堆石坝接缝止水技术规范 [S].
- [2] SL228-98, 混凝土面板堆石坝设计规范 [S].
- [3] DL/T5128-2001 混凝土面板堆石坝施工技术规范 [S].
- [4] SL203-97, 水工建筑物抗震设计规范 [S].
- [5] DL5010-92 水利水电工程物探规程 [S].

Checking and Practice on Yunqiao CFRD after Earthquake

XIE Tingdong

(Administration of Yunqiao Reservoir of Yongshan County of Yunnan Province, Yongshan 657300, China)

Abstract Since the construction of Yunqiao reservoir, the dam works well. On May 12, 2008, earthquake of magnitude 8.0 happened in Wenchuan County of Sichuan Province, the wave of Yunqiao reservoir is about 1.0 meter. The crack of concrete dam was enlarged, the administration of Yunqiao reservoir invited some water conservancy academe specially surveyed and detected the concrete face. The administration appraised and brought forward the corresponding treatment. The chemistry injection and surface close had been carried out. It works well to now.

Key words CFRD; security checking; treatment on crack