

西沥水库土坝渗流观测与坝体加固效果浅析

16
54-56

金可礼¹, 陈耀庭²

TV618.1
TV618.23

(1. 深圳市西沥水库管理处, 广东 深圳 518055; 2. 河海大学水文水资源及环境工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要:介绍西沥水库渗流观测设施布置, 并根据已有观测资料对大坝渗流进行初步分析, 结果表明: 大坝中间段防渗墙防渗效果较好, 两端高压定喷墙防渗效果较差; 1996年加固后坝体渗流水位大部分下降, 但加固过程中对坝前天然防渗铺盖扰动使坝基等部位渗流水位有所抬高。

关键词:土坝; 安全监测; 渗流分析; 坝体加固

中图分类号: TV641

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2000)03-0054-03

1 工程概况

西沥水库位于广东省珠江三角洲水系、深圳市南山区大沙河上游, 距深圳市中心约 25km。该工程由主坝、副坝、溢洪道、右岸引水隧洞及坝下引水涵管等建筑物组成。主坝为砂质砾质粘土坝, 坝顶高程 33.88m, 最大坝高 21.67m, 设计正常蓄水位 29.59m, 正常库容 2625 万 m³, 总库容 3412 万 m³。以前, 该工程以农田灌溉为主, 兼顾防洪、发电和养殖等综合利用; 深圳经济特区成立后, 该库功能已转化为城市供水和防洪。目前西沥水库是深圳市的主要水源工程之一, 特别是正在施工的深圳市城市供水网络干线工程建成后, 该库作为主要调蓄水库将发挥越来越重要的作用。

西沥水库始建于 1959 年冬, 由当地民工施工, 工程未按设计要求完成, 质量上也存在较多问题。主坝于 1990 年增设 0.6m 厚的防渗墙, 1996 年在对原设计重新复核后又进行了一次大规模的加固, 但完工后尚未经历过高水位运行的检验。因此, 通过采用原型观测手段对坝体安全状况进行分析评价, 为今后深圳市城市供水网络干线工程建成后提高西沥水库蓄水水位提供技术依据具有重要意义。

2 渗流观测设施布置

1989 年以前, 西沥水库除进行坝前水位和坝址雨量观测外, 没有其它观测设施。1989 年冬在主坝安装渗流观测设施, 开始进行坝体浸润线和渗流量观测。西沥水库主坝渗流观测分为两个阶段: 第一阶段为 1990 年至 1995 年, 采用人工观测; 第二阶段为 1997 年开始, 采用计算机自动监测。

人工观测测压管布置从左至右分成 a、b、c 共三个断面, 分别位于 0+293.6, 0+182.2, 0+101.4。每个断面设有 5 个观测孔, 从上游往下游, 1~3 号测孔每孔安装 3 根测压管, 4 号孔安装 2 根测压管, 5 号孔安装 1 根测压管。三个断面共 15 孔, 每孔均有 1 根管用于观测坝体渗流, 其余各管观测坝基渗流。

1996 年大坝加固时开发了“西沥水库管理信息系统”, 土坝渗流自动监测是该系统的一部分, 监测内容包括坝体渗压、坝基渗压、绕坝渗压及坝体渗流量、渗流监测设计根据坝体和坝基土质及渗流量情况确定。渗压计布置(见图 1)从左至右分成 E、A、B、C、D 共五个断面, 每个断面均有 3 个测孔, 分别位于坝顶防渗墙上游侧(1 号纵断面)、下游侧(2 号纵断面)和下游坝坡(3 号纵断面)。A、B 断面每孔埋设 1 个渗压计, 用于监测坝体渗压; C 断面每孔埋设 2 个渗压计, 用于监测坝体渗压和坝基原老河槽部位渗压; D 断面每孔埋设 2 个渗压计, 用于监测右坝端坝体与岸坡接触面渗压和坝体与基岩间砂砾石层渗压; E 断面每孔埋设 1 个渗压计, 用于监测左坝端坝体与岸坡接触面渗压。渗压计布置典型断面如图 2 所示。渗流量监测点布设在主坝下游右侧排水廊道末端, 采用直角三角形量水堰法, 量水堰槽长 2.5m, 宽 1.2m, 堰口高度 300mm。

渗压监测设备采用美国制造的 GK4500AL 振弦式传感器、GK8032 多路转换器和 MICR-10 数据采集器等; 渗流量堰上水位监测采用美国制造的 4580-3 型振弦式传感器, 这种传感器精度很高, 可以长期稳定工作。各断面渗压计和量水堰上的水位计通过四芯屏蔽电缆集中连接到多路转换器, 并通过多路转换器依

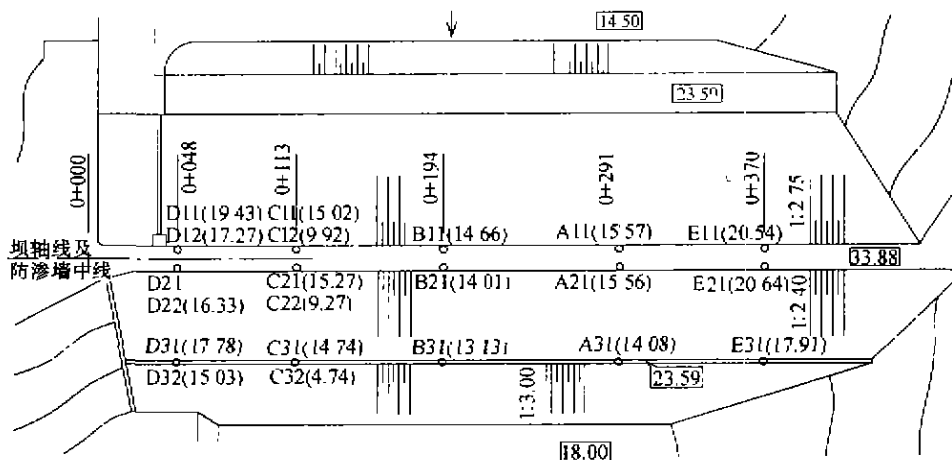


图1 渗压计平面布置(括号内数据为渗压计埋设高程)

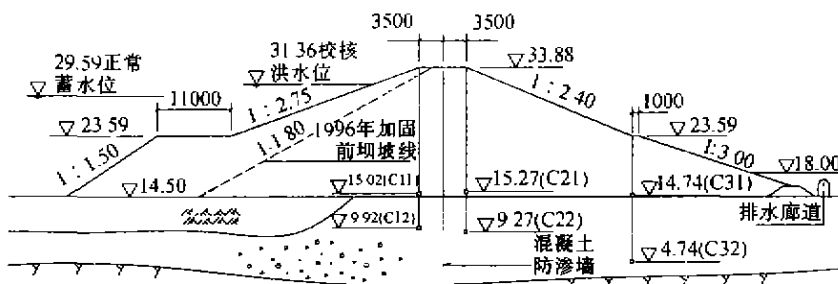


图2 C断面渗压计布置

次与中心监控室内的数据采集器、测控机、主控机和服务器连接.数据采集器通过编程可以定时对各测点进行自动巡回检测,也可通过主控机人工输入指令以应答方式随时采集某测点或某观测断面的渗压数据.

3 渗流分析

3.1 加固前后渗流变化情况与分析

西沥水库主坝于1996年进行加固处理,主要是从上游加厚坝体,坝坡由1:1.80放缓至1:2.75,坝顶宽由5.0m增加至7.0m,上游坝坡23.59m高程以下填筑石料形成11.0m宽的固基平台.由于加固前后渗流观测点的位置、高程以及观测方法不同,不能直接比较某个测点的数据,因此主要分析加固前后渗流水位的分布和总体变化趋势.

首先,以不同方式绘制坝体渗流水位过程线,例如将同一横断面不同测点或同一纵断面不同测点渗流水位过程线绘于同一图上,可以直观反映渗流水位的分布情况和变化过程.图3为防渗墙下游侧(2号纵断面)各测点加固后渗流水位过程线.从图中可以看出:加固后坝体渗流水位(图中A21, B21, C21)呈左高右低分布;左侧坝体渗流水位随库水位变化明显,而中部和右侧坝体渗流水位则相对变幅较小.同样绘制其它测点和加固前的渗流水位过程线,可以看出其分布规律与此基本相同.另外,加固前人工

观测与加固后自动监测数据分布规律的一致性也表明西沥水库主坝渗流自动监测系统监测数据可靠.

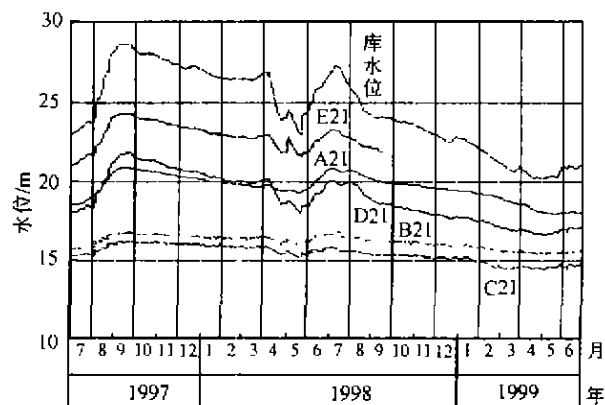


图3 渗流水位过程线

其次,通过计算不同时期各测点渗流水头占总水头的百分数即位势,并绘制位势过程线图,可以分析渗流条件的变化情况.表1为加固前后3年平均位势值.从表中可以看出:加固前防渗墙上游坝体各测点平均位势基本相同,防渗墙下游各测点平均位势左侧略高于右侧;加固后坝体各测点平均位势呈左高右低分布,因坝体加厚、渗径延长,大部分测点位势较加固前有所下降,但坝体左侧A断面和坝基位势增加,这表明加固后该部位在相同库水位下渗流水位抬高.分析其原因主要有以下几点:

表 1 加固前后 3 年平均位势 %

时 间	防渗墙上游				防渗墙下游			
	左	中	右	坝基	左	中	右	坝基
1993~1995 年 (加固前)	90.8	90.3	91.6	67.4	33.2	30.6	28.6	4.7
1997~1999 年 (加固后)	94.8	76.4	66.0	79.7	52.8	20.5	13.2	16.2

a. 西沥水库主坝加固前已经运用 35 年,长期的淤积在坝体上游形成了一道天然防渗铺盖,据有关分析资料,淤积厚度为 0.40~1.25 m,其中以坝前淤积厚度最大,大坝加固破坏了这道天然防渗铺盖,使得坝基渗漏增加。

b. 坝体左侧 A 断面防渗墙下游测点位势明显高于大坝加固前,说明该坝段加固后防渗墙的防渗效果变差。本次加固中在上游坝坡 23.59m 高程以下填筑石料形成 11.0m 宽的固基平台,施工时采用强夯法处理。施工过程中曾充分考虑了强夯可能对防渗墙的影响,并为此进行了必要的试验,但是由于该段防渗墙采用的是定喷板墙,墙体强度低,同样能级的强夯产生不同的振动,可能产生对定喷板墙的破坏。虽然目前不能肯定加固前后渗流水位的变化表明定喷板墙因强夯振动产生裂缝,但应该与此有一定关系。

c. 坝体各渗流监测点位势最高的是左侧 A 断面,加固完成后表面沉降量正好以该断面附近最大,说明该坝段填筑密实性较其它部位差。

3.2 防渗墙的防渗效果分析

西沥水库主坝于 1990 年增设防渗墙,坝体中间段 0+032 至 0+333 采用钻孔成槽后浇筑混凝土,左坝端 78m 和右坝端 32m 采用高压定喷板墙。

坝体中间段 0+032 至 0+333 防渗墙,根据加固前的观测资料计算,削减水头一般在 60% 左右,加固后左侧 A 断面位势增加,防渗墙削减水头为 45% 左右,其余与加固前相比无明显变化。因此,中间段防渗墙的防渗效果较好。

加固前无绕坝渗流观测点,根据加固后的观测数据计算,右坝端 D 断面防渗墙削减水头约为 40%,而左坝端 E 断面防渗墙削减水头仅 12%,说明大坝两端高压定喷板墙部分防渗效果较中间段差,特别是左坝端目前已基本上起不到防渗墙的作用。从历年运用情况看,每当库水位较高(27m 左右)时,左坝端下游岸坡 18.0~23.5m 高程之间有渗水流出,也说明该坝段防渗效果不理想。

3.3 渗流稳定性分析

按照深圳市城市供水网络干线工程建成后的运用要求,西沥水库将常年高水位运行。为了分析在高水位时各部位的渗透稳定性,选择几个代表性测点以加固后的观测资料进行回归分析,计算在正常蓄水位

29.59m,设计洪水位 30.72m 和校核洪水位 31.36m 时各测点渗流水位,结果见表 2。根据表中数据计算各部位实际最大渗透坡降分别为:坝体 0.68(C 断面防渗墙上游)、坝基 0.05(C 断面防渗墙上游)、右坝端 0.14(D 断面防渗墙上游)和左坝端 0.26(E 断面防渗墙上游),均小于根据钻孔试验资料所确定的允许渗透坡降,说明各部位都不会发生渗透破坏。

表 2 不同库水位条件下渗流水位预测值 m

库水位	坝 体			坝 基		
	A11	A21	A31	C12	C22	C32
29.59	28.41	20.76	17.87	26.93	16.41	16.09
30.72	29.41	21.08	18.02	27.91	16.57	16.20
31.36	29.98	21.26	18.10	28.46	16.66	16.26
库水位	右坝端			左坝端		
	D11	D21	D31	E11	E21	E31
29.59	28.49	22.51	19.89	28.04	25.25	23.15
30.72	29.70	23.23	20.46	28.99	25.77	23.62
31.36	30.38	23.64	20.79	29.53	26.06	23.88

4 结论与建议

西沥水库土坝渗流自动监测系统设计较合理,测点布置较好地反映了坝体、坝基以及坝体与两岸接触部位的渗流情况,系统设备运行稳定,监测数据可靠。根据现有监测数据分析,目前土坝渗漏存在的主要问题是:加固后坝基和坝体左侧 A 断面防渗墙下游渗流水位有所抬高;左右两端高压定喷防渗墙的防渗效果不理想,特别是左坝端目前已起不到防渗墙的作用。虽然目前安全没有问题,但还有待于高水位运用检验。因此建议采取逐步提高水位的方式运行,同时密切注意库水位抬高后渗流的变化情况,及时对监测数据进行分析,必要时对坝体两端与岸坡接触部位进行防渗灌浆处理。

(收稿日期:2000-02-21 编辑:熊水斌)

第 6 届国际土地沉降会议将在意大利召开

第 6 届国际土地沉降会议将于 2000 年 9 月 25 日至 29 日在意大利 Ravenna 市召开,会议将会聚科学界的成员回顾在地面沉降领域取得的进展,提出新的研究思想、交流经验和讨论解决对地面沉降的可持续途径,旨在寻求一种自然资源利用和减轻由于开发引起的负面影响之间的折中办法。会议议题包括:①天然陆地沉降;②人为陆地沉降;③沿海沉降和海面上升;④陆地沉降模拟预报模型;⑤检测陆地沉降的工具(GPS 等)、压紧测量技术(标记、电缆井等);⑥测量和预报的可靠性;⑦陆地沉降和资源开发之间的费用/效益分析和经济替代方案。

(摘自《国际水文计划信息》第 17 期)