

三峡二期上游围堰安全监测

何宗彬 屈庆余

(葛洲坝集团公司城区管理建设局 湖北 宜昌 443002)

摘要 :为全面了解三峡二期上游围堰的工作状态 ,确保围堰运行安全 ,建立了外部变形监测、内部变形监测、渗流监测、应力应变监测、爆破影响监测等一系列安全监测系统 ,及时反馈了围堰堰体及防渗墙变形、应力应变、爆破震动、防渗墙渗漏量等监测成果 ,为围堰的安全运行和二期工程安全施工提供了可靠的数据和科学的依据 .文章详细介绍了安全监测项目的布置和安全监测仪器的埋设 ,并对部分监测成果进行了分析 .

关键词 :围堰 ;安全监测 ;三峡工程

中图分类号 :TV698.1 文献标识码 :B 文章编号 :1006-764X(2003)07-0025-03

三峡二期上游围堰是三峡工程二期导流的屏障 ,是最重要的临时建筑物之一 .围堰轴线全长 1439.6 m ,堰顶高程 88.5 m ,堰体材料主要由风化砂、石渣料、石渣混合料、块石料、过渡料等组成 .围堰防渗型式采用低双墙上接土工合成材料 ,墙底帷幕灌浆的防渗方案 .围堰最大堰高 82.5 m ,最大墙高 73.5 m ,围堰具有挡水水头高、工程规模大、围堰截流施工与长江航运关系密切和围堰运行时间长等特点 .在二期导流期间 ,二期上游围堰同下游土石围堰和混凝土纵向围堰共同担负二期基坑内安全施工的任务 .为全面了解二期围堰的工作状态 ,确保围堰运行安全 ,建立了较全面的安全监测系统 ,及时反馈观测资料 .本文主要就围堰安全监测实施情况进行总结 .

1 安全监测项目

- a. 外部变形监测 :包括堰体表面垂直位移和水平位移监测 .
- b. 内部变形监测 :包括防渗墙和堰体内部水平位移及沉降监测、土工膜应变监测、防渗墙顶端接缝监测、土石围堰与混凝土纵向围堰的相对位移监测 .
- c. 渗流监测 :包括堰体浸润线监测、堰体覆盖层渗流压力监测、围堰渗流量及渗流水质分析 3 个方面 .
- d. 应力应变监测 :包括防渗墙上下游两侧应力应变监测、防渗墙底部压应力监测和防渗墙两侧与堰体间的接触土压力监测 .
- e. 爆破影响监测 :主要监测基坑内在开挖爆破

时对堰体的影响 ,包括堰体表面和堰体内部监测 .

- f. 巡视检查 :包括正常情况下的巡查和汛期及出现异常时的重点、加密巡查 .

2 监测项目的布置

沿上游围堰堰顶背水侧距边线 2 m 每隔 80 m 埋设水平、垂直位移测点各 1 个 ,在深槽段的背水侧戗堤顶上埋设水平、垂直位移测点各 2 个 ,监测堰体表面水平位移和垂直位移 .另外对以下 6 个断面进行重点监测 :

- a. 0+133 断面 .位于长江左岸坡 ,采用高压旋喷墙接帷幕灌浆防渗 .该断面布置渗压渗流监测 ,监测高喷墙防渗效果和左岸坡绕渗情况 .
- b. 0+320 断面 .位于左岸漫滩段 ,基础覆盖层主要为厚度 2~5 m 架空块球体夹砂层 ,局部为砂卵石层 ,堰基为一定深度的强风华带 .该断面布置渗压渗流监测、爆破影响监测、防渗墙压应力监测 .
- c. 0+478 断面 :位于左岸河床陡坡段 ,基岩面倾角约 70° .该断面布置防渗墙内部变形监测、渗压监测 .
- d. 0+500 断面 .为长江主河床深槽 ,覆盖层厚约 20 m ,堰基承载力差 ,此段设置两道混凝土防渗墙 ,是围堰监测的关键断面 .该断面布置防渗墙内部变形监测、渗压渗流监测、防渗墙应力应变监测、土压力监测、土工膜应变监测、爆破影响监测 .
- e. 0+930 断面 .位于右岸深风华槽带 ,风化壳体约 30 m .该断面布置渗压渗流监测、防渗墙及堰体

作者简介 :何宗彬 (1969—) ,男 ,重庆人 ,工程师 ,从事水利工程施工管理工作 .

内部变形监测、防渗墙与堰体的土压力监测、防渗墙应力应变监测、爆破影响监测、土工膜应变监测。

f. 1+139 断面, 为与混凝土纵向围堰的结合处, 该断面布置渗压渗流监测、土位移监测, 监测围堰结合处的位移和渗流情况。

3 安全监测的实施

3.1 安全监测仪器的埋设

3.1.1 外部变形监测

在堰顶、戽堤顶埋设水平、垂直安全监测标志墩。

3.1.2 内部变形监测

a. 堰体及防渗墙内部分层水平位移及沉降监测, 采用在堰体和防渗墙内埋设测斜兼沉降管的方法进行监测。墙体内测斜兼沉降管埋设采用拔管成孔法, 即在浇筑防渗墙时预埋钢管, 当混凝土达到初凝时将钢管拔出成孔, 在孔内埋设测斜兼沉降管, 堰体内测斜管兼沉降管采用清水钻孔埋设。

b. 土工膜应变监测, 采用在土工膜上粘贴土工膜大应变计的方法进行监测。取一块约 2 m^2 的土工膜, 在室内将土工膜大应变计粘贴压紧, 干固后再与现场的土工膜粘接。

c. 土石围堰与混凝土纵向围堰的相对位移监测, 采用埋设 TW 土位移计和沉降板的方法进行监测。TW 土位移计监测水平位移, 沉降板监测垂直位移。将 TW 土位移计的一端焊接在混凝土纵向围堰的钢筋上, 另一端焊接一钢板后埋设在土石围堰堰体内。

d. 防渗墙接缝监测, 采用在防渗墙顶一期混凝土与二期混凝土的接缝处埋设测缝计的方法进行监测。即在接缝处埋设一只平行测缝和一只垂直测缝的测缝计, 分别监测接缝的张合和位移。

3.1.3 渗流渗压监测

a. 堰体浸润线监测, 堰体浸润线采用在堰体内埋设测压管的方法进行监测。测压管采用在堰体表面钻孔埋设, 钻孔时使用清水钻进并用钢管护壁。测压管的进水段埋于堰基覆盖层顶面以上 $2\sim 5\text{ m}$ 。

b. 堰基覆盖层渗流压力监测, 堰基覆盖层渗流压力用渗压计监测。渗压计与测压管同孔埋设, 渗压计埋设在测压管底覆盖层内约 3 m 深处。

c. 渗流量的监测, 结合现场情况在堰体背水侧根据渗漏水量制定渗流量的监测方案。可用量水堰法和积水坑法观测, 对大的渗流出水还要定期进行水质分析。

3.1.4 压力(应力)监测

a. 防渗墙两侧的土压力监测, 采用在防渗墙两侧埋设土压力计和水压力计的方法进行监测。土压力计和水压力计使用挂布法埋设, 即将土压力计

和水压力计固定在土工布上, 防渗墙槽孔施工完成后, 若槽内预埋灌浆管, 则将挂有土压力计和水压力计的土工布挂在固定灌浆管钢筋架的两侧随灌浆管一起下放到槽内, 若槽内不预埋灌浆管, 则在挂有土压力计和水压力计的土工布底部悬挂一与槽孔宽度相当的沉重块后放入槽内, 土工布从槽口一直至孔底并紧贴槽壁, 仪器就位后浇筑混凝土防渗墙。

b. 防渗墙应力应变监测, 采用在防渗墙两侧内埋设应变计的方法进行监测。应变计的埋设有两种情况: 若防渗墙内预埋灌浆管, 则在固定灌浆管钢筋架的两内侧从上至下拴一根尼龙绳, 将应变计绑在尼龙绳上随灌浆管一起放入槽内; 若防渗墙内无预埋灌浆管, 则在钢丝绳底端悬挂一与槽孔宽度相当的沉重块, 在重块上系一根尼龙绳, 应变计绑在尼龙绳上一起随重块放入槽内。应变计在槽内就位后浇筑混凝土防渗墙。

c. 压应力监测, 防渗墙底的压应力采用埋设压应力计的方法进行监测。压应力计在室内预制在一块与防渗墙材料一样的混凝土内, 埋设时将包含有压应力计的混凝土块固定在一块钢板上, 用钢丝绳将混凝土块吊起后放入防渗墙槽底, 然后再浇筑混凝土防渗墙。

3.1.5 爆破影响监测

基坑内开挖爆破对堰体的影响监测有堰体表面监测和堰体内部监测两种形式。堰体内部监测采用埋设动态渗压计和速度计的方法监测动水压力和震动波速度。动态渗压计和速度计的埋设采用清水钻孔钢管护壁, 成孔后将动态渗压计和速度计绑在一钢管上放入孔内, 然后拔起护壁钢管。堰体表面监测根据基坑爆破点的位置, 在就近的堰体表面临时布置速度计、拾震器、哈林传感器等仪器监测震动波速度及衰减特性。

3.2 安全监测的现场观测

在围堰安全监测仪器埋设完成之后立即实施观测。外部变形监测采用经纬仪、红外测距仪、水准仪等观测标点位移的方法, 防渗墙应力应变、堰体渗压、防渗墙接缝、土工膜应变等监测采用比例电桥测读电阻比再转换为应变的方法, 墙体及堰体内部变形监测采用现场读数仪自动记录再转入计算机换成位移量等的方法。观测的频次正常情况下外观变形每月一次, 其它项目每周一次, 在汛期和异常情况下加密观测。

4 安全监测成果分析

4.1 防渗墙及堰体变形监测成果分析

a. 根据测斜管资料, 上游围堰第一道墙虽因施

工工况不利变形较大,防渗墙最大变形达 597.98 mm,但其变形量绝大部分发生在限制性抽水期间,随后变形速率逐渐减缓并趋于稳定,其变形分布曲线平滑,没有明显的拐点和错位现象,防渗墙最大变形量在设计计算范围内,变形曲线见图 1.

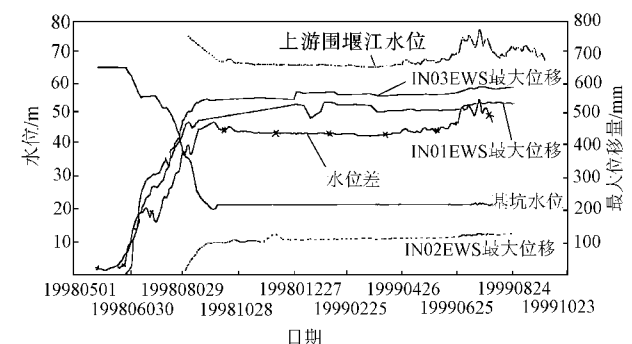


图 1 上游防渗墙变形曲线

b. 围堰堰体变形逐年稳定,堰体向基坑方向的水平变形与防渗墙水平变形基本一致,为整体变形.

4.2 渗流监测成果分析

基坑抽干后,围堰渗漏量较小,渗水量约 15 L/s,

根据浸润线显示,防渗墙防渗效果显著,上游围堰防渗墙削减水头 51.58 m,防渗墙后堰体内渗透比降较小,在粉细砂渗透允许比降范围内.

4.3 应力应变监测成果分析

上游围堰深槽段防渗墙内多为压应变,最大拉、压应变分别为 68×10^{-6} 和 -1.393×10^{-6} ,折算拉、压应力为 0.068 MPa 和 -1.393 MPa,其拉、压应力均在防渗墙混凝土材料允许强度范围内.当水位差稳定和没有外荷载变化时,防渗墙压应变缓慢增加,随堰体的稳定防渗墙的应变基本稳定,

4.4 爆破震动监测成果分析

对基坑开挖爆破对围堰的震动影响进行了监测,爆破最大单响药量为 300 kg.实测水平震速分别为 5.6 cm/s (距爆区 20 m,高差 8 m)、0.28 cm/s (距爆区 80 m,高差 15 m)、0.1 cm/s (距爆区 125 m,高差 32 m),可见基坑开挖爆破振动沿堰体边坡衰减较快,离爆区较远的测点实测振速较小,对围堰影响很小,未对围堰稳定造成威胁.

(收稿日期 2003-04-01 编辑 熊水斌)

(上接第 22 页)崩塌现象.应在广大农村实行植树造林责任承包制,建立森林生态效益补偿机制,改变森林经营只有投入而无效益的不合理状况.政府不仅要出台各项政策鼓励群众造林,还要加大林业投资力度,确保森林生态系统重建.

2.2 兴修水利

1949 年以来,宁国河沥溪附近河床已淤高 1.5 m;1984 年,旌德乔亭大溪河床一夜之间被泥石流抬高 12 cm.20 世纪 70 年代初兴建的广德芦村水库,库底已淤高 1.5 m.山区应根治病险水库,疏通河道,提高蓄洪、行洪能力,适当兴建中、小型水库,建立大、中、小相结合,蓄、引、排、灌相配套的水利网络.大力发展民办民营水利,鼓励和支持民办、大户承包、合股经营等多种形式办水利.

2.3 建设水文气象灾害的监测预报系统

水文气象灾害的监测预报系统、通讯信息系统、预警系统,设备与整体技术近些年来有很大发展,但离实际需要还有很大距离.目前需要引进新一代多普勒天气雷达,提高探测能力;引进高性能电子计算机,开展区域数值天气预报业务,提高预报水平,加强水文气象科学研究.目前,很多气象灾害发生规律、机制尚不清楚,预报水平有限,各级政府要加强水文气象科学研究经费的投入.

2.4 开展人工增雨

随着 20 世纪 90 年代后期农业产业结构的调整,粮食作物以一季单晚为主,单季晚稻生长关键期

在 7 月中下旬,这时作物生长特别需要水,而通常此时恰好为出梅后的晴热高温天气,常为伏旱或伏秋连旱,粮食生产受旱情影响而减产的可能性非常大.皖东南山区地处亚热带湿润季风气候区,即使在出梅以后,空中的云水资源仍很丰富,人工增雨不仅解决了山坡引水灌溉难的问题,而且从根本上解决了粮食生产受伏旱威胁的问题.2000 年,皖东南山区遇到历史上罕见的干旱天气,人工增雨高炮作业队在境内各炮点巡回作业,增雨效果明显,社会效益和经济效益显著.

参考文献:

[1] 吴有训,潘荣山,李生坤,等.皖东南地区春播期连续低温阴雨的气候分析[J].安徽农业大学学报,1996(4):606~609.
[2] 吴有训,张曙辉,郑光明,等.皖东南地区寒潮的气候特征[J].安徽农业大学学报,1997(2):209~212.

(收稿日期 2002-11-12 编辑 胡新宇)

