

老挝南湃面板堆石坝电磁沉降管弯管施工工艺

李江华, 肖仕进

(中国水利水电第十工程局有限公司勘测设计院工程安全监测中心, 四川 成都 610072)

摘要:混凝土面板堆石坝是以堆石体为支承结构,在其上游表面浇筑钢筋混凝土面板作为防渗结构的堆石坝。堆石坝的沉降变形关系到大坝的安全,是判定大坝运行状况的重要指标。为了解决混凝土面板堆石(砂砾石)坝面板下部的电磁沉降管在面板施工时被废弃的问题,本文介绍了一种成工的电磁沉降管弯管施工工艺。通过对该工艺的运用,南湃水电站电磁沉降管成活率高,同时节约了大量的经济成本。

关键词:面板堆石坝;电磁沉降仪;仪器布置;安装埋设

中图分类号:TV641.4+3;[TU196.2];U227.4

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)03-0078-03

Construction Technology for Electromagnetic Settlement Pipe Bending at Nam Phay CFRD in Laos

LI Jianghua, XIAO Shijin

(Engineering Safety Monitory Center, Survey and Design Institute, Sinohydro Bureau 10 Co.,
LTD, Dujiangyan, Sichuan, 610072)

Abstract: CFRD is a rockfill dam with rockfill body as supporting structure and reinforced concrete face slab as impervious structure on its upstream surface. The settlement and deformation of rockfill dam is related to the safety of the dam, which is an important index to determine the operation status of the dam. In order to solve the problem of destroying the electromagnetic settlement pipe in the lower part of concrete face rockfill (gravel) dam during the construction of face slab, this paper introduces a successful construction technology of electromagnetic settlement pipe bending. By applying of this technology, the survival rate of the electromagnetic settlement pipe of Nam Phay Hydropower Station becomes higher, and much economic costs are saved.

Key words: CFRD; electromagnetic settlement instrument; instrument layout; installation and burying

0 引言

坝体沉降量是土石坝的一个重要指标,对于监测土石坝坝体沉降的方法有许多,最常见的方法是采用水管式沉降仪和电磁式沉降管。然而,水管式沉降仪所测沉降只能代表坝体某个点的沉降,并不能代表整个坝体的沉降量,而且,水管式沉降仪由于施工原因及观测房修建不能同步等因素,可能导致数据缺测、漏测现象。而采用电磁沉降管能够避免水管式沉降仪中出现的不足。

混凝土面板堆石坝是一种普遍常见的水电站坝型,沉降数据对于堆石坝运行状况又至关重要。特别是面板下部的沉降与面板变形有着密不可分的关系。常规的电磁沉降管都是由大坝基坑开始

坝面板下部的沉降,提出一种沉降管弯管的施工方法。

本文通过老挝南湃水电站的实例应用,介绍了电磁式沉降管弯管段采用弦长代替弧长的沉降管弯管施工工艺及取得的效果。

1 工程概况

南湃(Nam Phay)水电站位于老挝万象省北部 Phoun 区,坝址位于南俄河(Nam Ngum)支流南湃河(Nam Phay)上游峡谷,南俄河(Nam Ngum)又是湄公河的 I 级支流。电站厂房位于南噶河左岸。

电站为高水头、长引水式电站,主要任务是发电,水库正常蓄水位 1 140.00 m,总库容 2.059 亿 m^3 ,电站额定水头 721 m,设计引用流量 14.03 m^3/s ,总装机容量 86 MW。厂房下

收稿日期:2019-03-28

游接南俄2水库。

工程为大Ⅱ型,混凝土面板堆石坝为Ⅱ级水工建筑物,泄洪和引水发电系统为Ⅲ级水工建筑物。枢纽建筑物主要由混凝土面板堆石坝、坝口溢洪洞等、电站进水口、11.5 km长的长引水隧洞、电站厂房及开关站等组成。

坝址区50 a超越概率10%的基岩地震动峰值加速度为0.10 g,相应场地地震基本烈度按Ⅵ度考虑,挡水建筑物设防烈度为Ⅶ度。

2 电磁式沉降仪原理

电磁式沉降仪是安装埋设在堤坝、土石坝、地基内部或外表面,用来监测竖向向不同高程垂直位移变化。电磁式沉降仪通过测读测头经过测体内铁环(板)或磁环时,测头距离沉降管管口的距离来计算测点高程变化,进而计算出坝体内的固结度和沉降量的仪器。

电磁沉降仪适用于土石坝、边坡、填土的分层沉降监测。常用的电磁式沉降仪仪器由含有导线的钢带尺、不锈钢磁性探头、声光指示器电路及平

尺卷轴等组成。当探头接近安装有磁性沉降环的区域时,将感应到磁信号并通过导线传递至卷轴内的声光指示器指示。

平尺的截面采用狗骨形设计,防止粘附在潮湿的测井或钻孔的表面,高质量铝合金卷轴及烤漆涂层的增强型支架具有良好的防腐特性,适合在安装有沉降磁环、或磁性沉降盘的沉降管、测斜管、测压管及其类似装置一起使用。

3 观测仪器布置

坝体内部位移采用电磁式沉降仪和杆式水平位移计监测,共布设三个监测断面(典型监测断面见图1),分别位于坝体DL0+81.0 m、DL0+125.0 m和DL0+150.0 m位置处。三个断面共布设沉降管9套(坝基设基准环,坝体内部每隔6~7 m高程设置一沉降磁盘),其中DL0+81.0 m共2套沉降管存在弯管段,DL0+125.0 m和DL0+150.0 m分别有1套电磁沉降管存在弯管段。累计共83个电磁沉降盘和9个沉降基准环,杆式水平位移计共计30个测点。

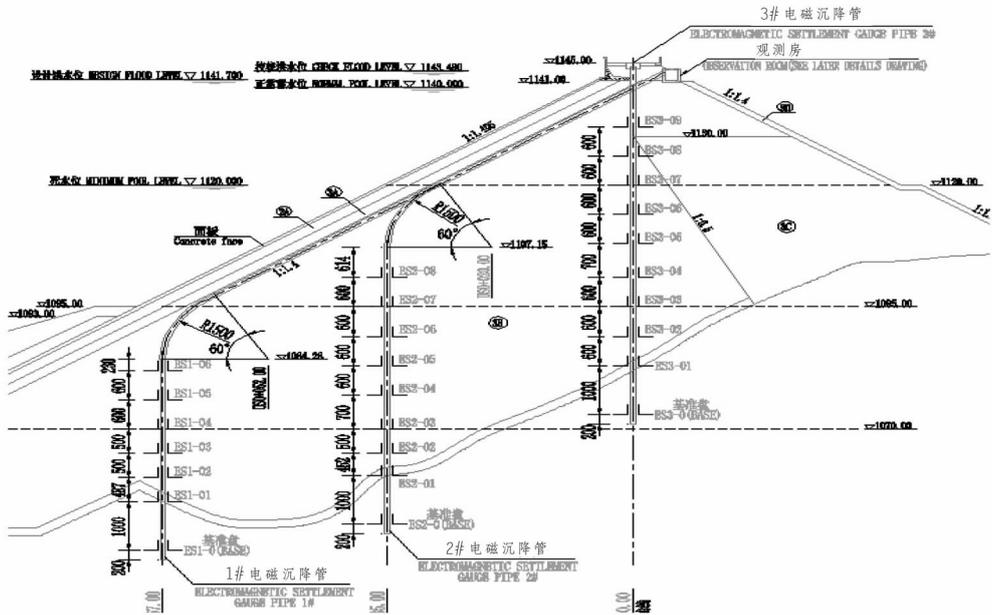


图1 老挝南湃水电站大坝DL0+81.0 m电磁沉降管布置图

4 仪器安装埋设

4.1 无弯管段电磁沉降管埋设

(1)在清基完毕后钻孔,孔深比基准环深度超1.5 m以上,预留施工过程中碎石等杂质调入管中的沉积空间。成孔及清孔后,将沉降管底部做密封处理,然后装有爪式沉降磁基准环的沉降管

下入孔内,用水泥浆回填封孔,孔口以上约0.5 m回填筑坝材料并予以夯实。埋设完成后需要做一个保护架把沉降管围在中间,并在保护架外围贴上反光条;

(2)随着坝体填筑,同步连接沉降管,连接管处用PVC胶及铆钉加固好。当填筑至需要安装

电磁沉降环时,需用细料整平,沉降环(板)需水平放置且与沉降管铅直,人工回填细料夯实,避免冲击管身,保持沉降管顺直,并需要在填筑过程中定期校正,调整其铅直度。埋设过程中要高度注意,勿将石块或者杂物掉入管内,堵塞测管;

(3)坝体填筑过程中,机械设备较多,测管保护工作难度非常大,需与施工单位做好协调配合,并派专人 24 h 看守;

(4)重复以上操作,直至埋设至设计高程,做好孔口保护装置。

4.2 有弯管段电磁沉降管埋设

一般位于大坝横轴线上游位置的沉降管当填筑至一定高程时,铅直往上施工就要与面板相交,从面板表面穿出,这样后期就无法采集到沉降数据,因此,就需要采用弯曲埋设与面板平行施工至

大坝顶部。

(1)竖直段埋设方法与无弯管段埋设方法一致;

(2)沉降管弯管技术目前在监测行业还不是很普遍,因为常用沉降管为 ABS 管,管材脆性度较大,柔韧度较低,弧形弯曲程度很难控制。因此,在这里提出一种用弦长代替弧长的方法,根据沉降管的规格而定。采用每根沉降管弯曲少许角度的方法来实现沉降管的弯曲;

(3)弯管段完成后,沉降管与大坝挤压边墙处于平行状态。此时需要用一个与挤压边墙坡度一致的保护架支撑起沉降管,随着坝体的填筑和挤压边墙的施工,电磁式沉降管安装至大坝顶部,在孔口处设置保护装置进行观测。

老挝南湃水电站大坝电磁沉降管弯曲段示意图如图 2。

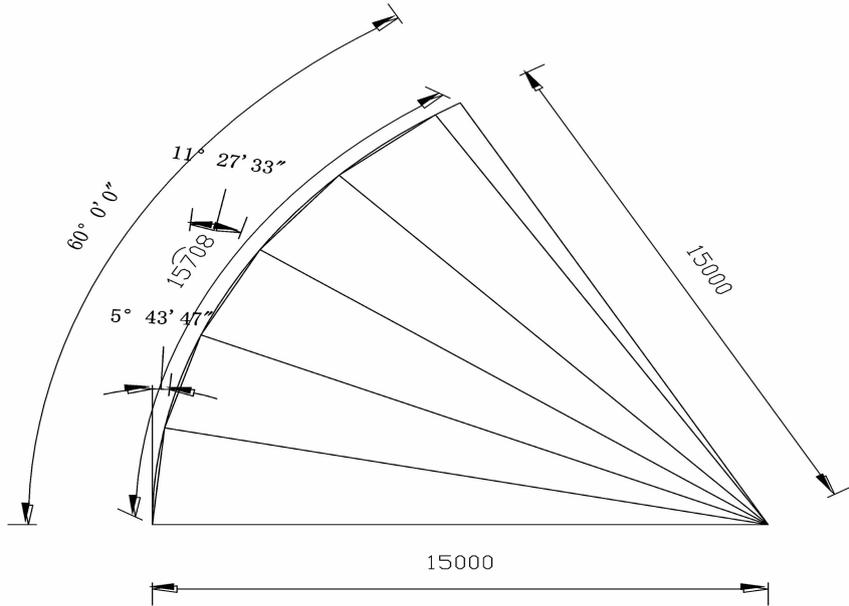


图 2 老挝南湃水电站大坝电磁沉降管弯曲段示意图

通过老挝南湃水电站监测室的探索,使用一种用弦长代替弧长的方法进行施工埋设。首先根据厂家提供的一根长 3 m 的沉降管,在 CAD 软件中计算并画出图形,由图中可以看出第一根弯曲的沉降管与竖直面偏差近 6° ,根据沉降管及接头材质是可以做到的(管子自身也可以弯曲一部分),第二根管子及后面管子相对需要偏差近 11° 多,在 ES1 管上进行了试验。即每根进入弯管段的管子施工时,都根据填筑高程,作出一定计算,并在现场施工时用全站仪准确进行测管角度校正。每加长一根管子,都用电磁沉降仪检测测管

的有效孔径是否能保证探头灵活下放,并能准确检测到下部沉降数据。在监测人员的共同努力下,最终 ES1 号管安全度过弯管段,此后沉降管与大坝挤压边墙处于平行状态。

南湃水电站共设计 4 套有弯管段的沉降管。目前大坝已经填筑完成,装入弯管段的电磁式沉降管中的活动式电磁式沉降仪,能顺利进行观测,同时,通过对采集到的沉降数据进行分析,数据可信度高,与土石坝沉降规律相符,由此判断沉降管的成活率 100%。

(下转第 83 页)

3.2.3 网格法参数优选

网格法的顺利进行需要优选的参数主要有：网格大小、搜索半径 r ，参证站的数量 N 。网格大小决定计算的时间和精度，根据项目实际情况选择。搜索半径 r 的大小直接关系到参证站的数量 N ，而参证站对插值结果有着决定性的作用。

笔者以甘再河流域为研究对象，运用交叉验证的方法，先分析降雨影响半径和参证站的数量对插值结果的影响，并且将降雨影响半径作为初始搜索半径进行反复试算，最后得到最优搜索半径。

3.2.4 流域分块面雨量计算方法

新安江模型是国内比较成熟的一款分散型水文预报模型，它是将全流域划分为许多单元块分别进行模拟产汇流计算。面雨量作为新安江模型的主要输入因子，对洪水预报产生决定性的影响。流域平均面雨量的大小和分布情况分别影响次洪洪量的大小和洪水过程线。传统的泰森多边形分块方法，在本项目遥测站数目过少的情况下，很难得到理想的结果。在地形图上仔细分别每个网格的地形和高差，确定汇流方向，并按顺序首尾连接形成流域汇流线路。最后得出比较理想的流域分块结果。各单元块的面平均雨量的求解方法是，先求单元块内各网格的面平均雨量，再求其算术平均值，即为流域单元块面平均雨量。网格平均雨量计算公式如下：

$$P_{\text{网格}} = \frac{\sum_{k=1}^n \omega_k p_k}{n} \quad (7)$$

式中 n 为各网格点处于流域单元块界内的角点
(上接第 80 页)

5 结 语

通过对老挝南湃水电站混凝土面板堆石坝 9 套电磁式沉降管(其中 5 套不带弯管,4 套存在弯管段)的施工,当前均已投入运行,弯管段电磁式沉降管能顺利放入并采集数据,弯管段的施工工艺效果良好。

该工程采用弦长代替弧长的电磁式沉降管弯管施工工艺,很好地解决了电磁式沉降管弯管段的施工难题,避免了面板施工采集不到面板以下坝体沉降数据的情况。通过对 4 套弯管的施工,取得了很好的施工效果,为以后老挝南俄 3 水电站 200 多 m 高混凝土面板堆石坝等项目电磁式

数量($n=1,2,3,4$); P_k 为网格点角点的降雨量

4 结论和展望

水情测报系统是传统的水文测量向自动化过渡的标志,大大减轻了工作量,提高了工作效率。在当今水利水电工程项目兴起的时代,水情测报系统已经是项目不可分割的一部分。研究出合适的水文模型、辅以先进的计算公式、精密的仪器设备,是水情测报系统得以实施和发展的必要条件。

笔者以柬埔寨甘再河流域为研究对象,着重对网格法的计算方案以及网格大小、搜索半径、参证站数目进行研究。目前对于分散式洪水预报模型来说,实测水情信息的不足和不准确依然是应用于项目的最大障碍。在今后的工作中可进一步研究的方向有:开发更多合理的计算方法;将流域的地形、气候、降雨类型等因素考虑进去,等等,以形成更准确、更有代表性的预报模型。

参考文献:

- [1] 杜迎燕.基于网格的面雨量实时计算方法研究[D].南京:河海大学研究生院,2006.6.
- [2] 包为民.水文预报(第4版)[M].北京:中国水利水电出版社,2011.
- [3] 詹道江,徐向阳,陈元芳.工程水文学(第4版)[M].北京:中国水利水电出版社,2012.
- [4] NB/T 35003—2013,水电工程水情自动测报系统技术规范[S].北京:中国电力出版社,2013.

作者简介:

张茜钧(1989-),男,四川成都人,工程师,学士,从事水利水电工程安全监测和水情自动测报系统设计运行工作;
聂家兵(1989-),男,四川富顺人,工程师,学士,从事水电工程技术及合同、工程造价管理工作。(责任编辑:卓政昌)

沉降管施工打下了良好的基础。

参考文献:

- [1] GB/T 21440.2《大坝监测仪器 沉降仪》[M].2008.
- [2] 张秀丽,杨泽艳,水工设计手册(第2版)第11卷,水工安全监测[S].中国水利水电出版社.2013.
- [3] 雷永琴.电磁沉降管施工技术应用[J].青海水力发电.2017.
- [4] 陈念水等.电磁式沉降管在公伯峡面板堆石坝变形观测中的应用[J].监测技术.西北水电.2007年第4期.
- [5] 陈树联,黄燕妮,王康柱.电磁沉降管弯曲埋设装置[J].

作者简介:

李江华(1988-),男,河南南阳人,工程师,学士,从事安全监测工程施工技术与管理工作;
肖仕进(1989-),男,贵州普安人,工程师,学士,从事安全监测工程施工技术与管理工作。(责任编辑:卓政昌)