

查龙水电站观测仪器埋设及大坝安全监测

杨世平

(中国水利水电第七工程局,四川郫县,611730)

摘要 本文介绍了西藏查龙水电站原型观测仪器的总体布设、埋设施工及安全监测情况,分析了电站蓄水和竣工验收时的观测成果。对原型观测资料的分析整理,不仅对电站本身的安全有指导作用,而且对科研和工程设计也具有重要意义。

关键词 查龙水电站 原型观测 仪器埋设 渗流观测 安全监测

1 工程特点及观测仪器总体布设

查龙水电站位于藏北高原那曲县境内。坝址海拔高程在4 350 m以上,坝址区气候严寒缺氧,冬季漫长,最低气温可达 -41.2°C ,河道9月下旬出现岸冰,10月下旬流冰花,12月下旬全河封冰,冰厚约1 m。坝址区域地质构造复杂,坝址区地震基本烈度为8级。电站拦河主坝为钢筋混凝土面板堆石坝,最大坝高39 m,坝顶高程4 388 m。坝体采用天然砂砾料填筑,面板厚40 cm。

根据工程特殊的地理、气候环境,原型观测仪器布设以工程安全监测为主,重点了解工程建筑物在施工期和蓄水期的工作状态以确保电站安全运行,同时兼有设计反馈、科研作用。

查龙水电站内观仪器重点布设在混凝土面板及原河床的最大横断面、桩号为坝0+44.00 m的主观测断面上。从1994年6月坝基渗压计埋设至1995年9月内观仪器埋设竣工并移交查龙电厂,整个工程共埋设各类观测仪器285支。其中混凝土面板内152支,主观测断面61支,主、副坝体、溢流坝等其他部位72支。

2 观测仪器的分类及埋设

2.1 坝体位移变形观测

2.1.1 沉降及水平位移观测

在主观测断面4 362 m高程分别埋设了6组水管式沉降仪和引张线式水平位移计;在4 375 m高程分别埋设了4组水管式沉降仪和引张线式水平位移计。

2.1.2 土位移观测

为了监测主坝填筑体与右坝肩岩坡的相对位移

及副坝填筑体与混凝土体挡墙、溢洪道边墙的相对位移,在主坝右坝肩、副坝混凝土挡墙及溢洪道右边墙共安装埋设了5组土位移计。

2.2 坝体温度观测

为了监测工程所处的藏北高寒地区的气温骤变引起坝体内温度梯度的变化,在主观测断面沿垫层区、排水区、主填筑区的不同高层共埋设了5层、27支电阻式温度计。

2.3 混凝土面板变形观测

2.3.1 周边缝变形观测

面板与趾板间的周边缝是防渗结构的薄弱环节,其止水的可靠与否直接关系到坝体的安全。为了加强对周边缝的变形观测,在主观测断面、岸坡1/3、2/3坝高处以及河床与岸坡的突变部位的周边缝上共安装埋设了11组三向测缝计,以监测其开合度,垂直于面板方向的相对沉降以及剪切方向的位移。

2.3.2 垂直缝的变形观测

为了监测混凝土面板垂直缝的开合度,了解张性缝与压性缝的范围及其随库水位的变化规律,在不同高程的张性缝、压性缝及过渡区共埋设了30支大量程($-1\sim 40\text{ mm}$)测缝计。

2.4 混凝土面板的应力、应变及温度观测

在位于主观测断面的第五号面板内,沿不同高程共埋设了5组三向应变计组。在桩号0+12.5 m、0+42.0 m、0+100 m面板钢筋上安装了26支钢筋计,对混凝土面板的应力、应变,钢筋的应力以及温度作综合监测。

2.5 渗流观测

2.5.1 渗流汇集流量观测

在厂房右截水墙顶部厂0+51.5 m位置设置三角形量水堰,观测主坝汇集渗水量。在左岸山梁排水洞集水沟内设置矩形量水堰,观测副坝基础山梁

岩体汇集渗流量的大小。

2.5.2 坝体和坝基渗流观测

在桩号 0+44.0 m 和 0+100 m 建基面上埋设 12 支渗压计观测坝基渗流,在主观测断面分 3 层又埋设了 7 支渗压计以观测坝体渗流。为了观测副坝基础灌浆帷幕的防渗效果及溢洪道基础扬压力分布情况,在相应的位置埋设了 23 支渗压计。为了监测周边缝止水及灌浆帷幕的防渗效果,在与三向测缝计相应的面板下垫层料中埋设了 7 支渗压计。

2.6 其他监测

2.6.1 冰压力监测

为了监测库水结冰对工程建筑物的冰压力作用,在桩号 0+56.0 m 面板及泄洪洞进水塔胸墙表面埋设了界面式土压力计 36 支。

2.6.2 地震监测

在桩号 0+56 m、0+128 m、0+270 m、进水塔顶及中央观测室共埋设了 8 点、12 个分量的地震拾震器。其中主坝坝顶、中央观测室为空间三分量,其余为水平(平行于坝轴线方向)单分量,从而建立坝区地震总体反应监测网。

2.7 仪器埋设

根据《土石坝安全监测技术规范》及《混凝土大坝安全监测技术规范》要求,在仪器安装埋设前对其力学、温度及防水性能进行了严格的检验。根据查龙电站所处的高寒的地理环境,对仪器生产厂家的生产工艺提出特殊要求。如将仪器的传压油改为硅油,对焊锡的配方也做了改进,从而大大提高了仪器的耐低温性能。

仪器的安装埋设吸取了西北口、成屏、铜街子水电站等混凝土面板堆石坝的观测仪器埋设经验。从 1994 年 6 月至 1995 年 9 月,查龙水电站共安装埋设各类观测仪器 285 支(组)。到 1996 年 9 月 1 日,损坏、失灵 24 支,完好率为 91.6%。

在坝体填筑过程中,仪器电缆被损坏是观测仪器失效的主要原因。在施工后期尽可能采用预留孔埋设技术及电缆加保护管措施,大大提高了仪器埋设的完好率。

3 蓄水及竣工验收观测成果

查龙水电站于 1995 年 8 月 1 日下闸蓄水,9 月 16 日第一台机组发电,1995 年 9 月 20 日原型观测仪器移交给电厂。1996 年 9 月由查龙电厂提供观测仪器自动采集数据及部分手工测试数据 7 000 余组。根据这批数据及有关规范分析如下:

3.1 坝体沉降观测成果分析

自 1994 年 8 月至 1996 年 9 月,坝体最大沉降 59 mm。由沉降过程线与填筑过程线对比可得,坝体沉降速率与填筑强度相关。最大沉降率为 10 mm/10 d。

3.2 渗流量观测成果分析

坝体、坝基最大渗水量为 58.9 L/s,随时间的推移呈下降趋势。剔除右岸坡雨水及施工集水的因素,实际最大渗水量约为 30 L/s。

3.3 坝基渗压观测成果分析

1995 年 8 月 1 日至 11 日库水位升高 9 m,而坝基渗压仅增加 15~20 kPa;从 11 日至 16 日库水位升高了 22.8 m,而坝基渗压仅增加 25~30 kPa。说明防渗帷幕及各道止水已起到良好的防渗效能。从 1995 年 10 月至 1996 年 9 月,坝基渗压基本稳定。

3.4 面板应力、应变观测成果分析

从 1995 年 5 月至 1996 年 9 月的观测成果表明,面板应力随温度变化而有规律的变化。温度下降,应力由压向拉的方向发展,温度上升,应力由拉向压方向发展。到 1996 年 9 月 1 日,最大拉应力为 0.5 MPa。

3.5 周边缝及纵缝观测成果分析

从 1995 年 8 月 10 日至 1996 年 9 月 1 日,周边缝最大变形 15.2 mm,1995 年 10 月以来变形已基本稳定。面板纵缝的开合度为 1~4 mm,而且随温度的变化而呈规律性变化。温度升高开合度缩小。温度下降开合度增大。

4 评估与建议

(1)查龙水电站共埋设各类观测仪器 285 支(组),到 1996 年 9 月 1 日,失效 24 支,其余 261 支(组)都处于正常运行之中。这些仪器的正常运行是查龙水电站安全运行的重要保证。

(2)查龙水电站大坝总体沉降 59 mm。坝基及坝体最大渗流量约为 30 L/s。混凝土面板承受的最大拉应力为 0.5 MPa;面板纵缝为 1~4 mm,周边缝最大变形为 15.2 mm。

(3)建议进一步加强对查龙水电站大坝安全监测工作的管理。如对有关技术人员的培训、对观测设备的维护保养以及原始观测记录的存档等。查龙水电站的观测资料不仅对电站本身的安全有指导意义,而且对设计反馈和科研也极为重要。

作者简介
杨世平 男 中国水利水电第七工程局科研所 副所长 高级工程师
(收稿日期:1997-02-15)



■ 考察瀑布沟坝址 江宇 摄



■ 考察深溪沟坝址 江宇 摄

由四川省电力局和四川省水力发电工程学会倡议，四川省人民政府组织的大渡河水电考察团于1998年5月11日至5月16日对大渡河进行了考察。



■ 《四川水力发电》召开四届二次编委会 (1998.4.20-21)

活动
掠影



■ 省学会召开常务理事扩大会议 (1998.3.20)



■ 马怀新理事长讲话

摄影报道：李燕辉