

斜孔复勘技术在黄登水电站帷幕灌浆中的应用

常昊天¹, 董立安²

(1. 水电水利规划设计总院, 北京 100120; 2. 华能澜沧江水电股份有限公司, 云南昆明 650214)

摘要:斜孔复勘技术是指在大坝帷幕灌浆施工过程中两岸灌浆平洞端头掌子面斜向下施工的地质复勘孔, 通过对该孔进行压水试验, 检查该部位实际地质参数与设计地质参数是否相符或相差多少的地质复勘技术。如果复核结果与原设计预期有偏差或偏差较大, 即存在绕坝渗流的风险, 可据此提前决策, 采取主动措施, 避免后期的被动调查和处理。黄登水电站工程在帷幕灌浆生产性试验过程中采用斜孔复勘技术, 查明、补充了灌浆区域的地质资料, 在施工期调查、解决了工程隐患, 具有重要的借鉴意义。

关键词:黄登水电站; 帷幕灌浆; 斜孔复勘技术

中图分类号: TV7; TV543+.5; TV543; TV523

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2016)05-0085-03

1 工程概况

黄登水电站位于云南省兰坪县境内, 采用堤坝式开发, 是澜沧江上游曲孜卡至苗尾河段水电梯级开发方案中的第六级水电站, 以发电为主。上游与托巴水电站、下游与大华桥水电站相衔接。控制流域面积 $9.19 \times 10^4 \text{ km}^2$, 多年平均流量 $908 \text{ m}^3/\text{s}$ 。水库正常蓄水位高程 $1\ 619 \text{ m}$, 总库容 16.7 亿 m^3 ; 电站装机容量 $1\ 900 \text{ MW}$, 年发电量 $85.78 \text{ 亿 kW} \cdot \text{h}$ 。拦河大坝为碾压混凝土重力坝, 坝顶高程 $1\ 625 \text{ m}$, 最大坝高 203 m , 坝顶长度 464 m 。坝体总工程量约为: 常态混凝土 $92 \times 10^4 \text{ m}^3$ 、碾压混凝土 $275 \times 10^4 \text{ m}^3$, 帷幕灌浆基岩段钻孔约 7 万 m 。

2 帷幕灌浆施工采用斜孔复勘技术的必要性

《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》^[1] (DL/T 5148-2012) 5.1.4 条中明确: “在帷幕的先灌排或主帷幕孔中宜布置先导孔。先导孔应在一序孔中选取, 其间距宜为 $16 \sim 24 \text{ m}$, 或按该排孔数的 10% 布置。” 先导孔是在灌浆工程中用于查明验证或补充灌浆区域地质资料的、最先施工的少数灌浆孔。先导孔的主要作用是检查实际地质参数与设计地质参数是否相符, 或相差多少, 也就是复核设计防渗帷幕的垂直深度是否满足蓄水后的防渗需要; 但其主要是对设计防渗底线的复核, 而对防渗帷幕边线未强制或建议采取复核措施。在工程实践中, 工程参建各方往往比较重视深度方向的坝基渗漏情况, 目前很多大型水利水

电工程在施工过程中甚至引入了第三方质量检测机构对灌后质量进行复查和效果评价^[2], 但对因防渗边线深度不足而引起的绕坝渗流问题在工程施工过程中的关注相对较少。当工程蓄水后通过渗流观测设施发现绕坝渗流问题时, 最佳的处理时机已经错过。这时, 为了保证灌浆质量和灌浆效果, 通常需要先降低库水位后再进行灌浆施工。这种“后期补救”的处理方式, 加大了处理难度, 增加了经济投入, 容易造成工程蓄水和发电的滞后, 与蓄水前在施工过程中即进行处理相比效果偏差。

大坝帷幕灌浆施工过程中通常可选择在进行帷幕灌浆生产性试验时, 在两岸灌浆平洞端头掌子面斜向下施工地质复勘孔, 孔深采取洞深的二分之一(建议值), 这样实施可充分利用帷幕灌浆的风、水、电管线及人员、设备, 在设计帷幕灌浆的区域外, 调查、复核设计防渗帷幕边线是否符合设计预期。如果复核结果与原设计预期有偏差或偏差较大时可提前决策, 采取主动措施, 避免后期的被动调查和处理。综上所述, 采用帷幕灌浆钻孔复勘技术, 特别是斜孔复勘技术, 在施工期调查、解决工程隐患时具有重要的应用价值。

3 斜孔复勘技术在黄登水电站施工中的应用

3.1 黄登水电站大坝帷幕灌浆设计

黄登水电站碾压混凝土重力坝在坝高大于 70 m 的坝段(即 4~19 号坝段)上游设双排帷幕, 其余坝段上游设单排帷幕。上游主帷幕最大孔深

收稿日期: 2016-06-06

130 m,副帷幕孔深为主帷幕孔深的0.6倍。主、副帷幕孔之间的排距为1 m,所有帷幕孔孔距均为2 m,梅花形布置。

在建基面高程低于1 520 m(左岸)/1 506 m(右岸)的坝段(6~16号坝段)坝趾附近设置单排帷幕,下游帷幕的底线按下游校核水深的0.5倍及帷幕孔深不小于25 m进行双控制,孔距2 m。下游帷幕通过6号及16号横向廊道与主帷幕连接封闭。

左岸布置3条灌浆洞,右岸布置2条灌浆洞。左、右岸坝顶灌浆平洞均沿坝轴线布置,左岸最底层灌浆洞高程为1 463.5 m,灌浆孔最深约110 m,右岸岸坡坝段灌浆孔最深约94 m。灌浆洞内的衔接帷幕设置两排,孔深15 m左右。

因黄登水电站工程规模大、地质条件复杂,在可行性研究阶段,右岸灌浆平洞深度按照1 Lu线和地下水位线双重标准进行控制。黄登水电站大坝上游帷幕灌浆设计情况见图1。

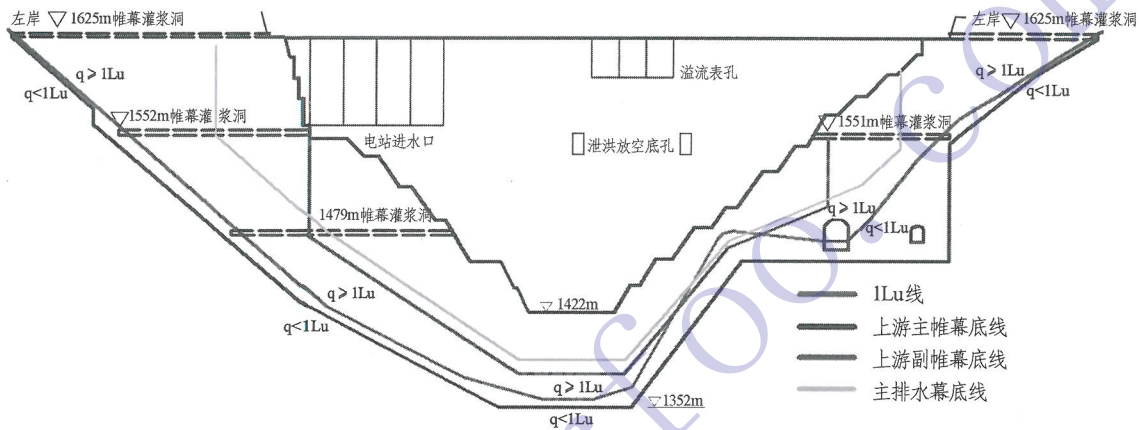


图1 黄登水电站上游帷幕中心线展示简图

黄登水电站帷幕灌浆质量检查以分析检查孔压水试验成果为主,结合钻孔、岩芯资料、灌浆记录、测试成果等评定其质量。根据水头不

同、位置不同该工程采用不同的透水率及合格标准(表1)。

3.2 右岸高程1 625 m平洞帷幕灌浆生产性试验

表1 黄登水电站帷幕灌浆压水试验合格标准表

序号	帷幕位置	透水率合格标准
1	两岸高程1 625 m帷幕灌浆洞;1~3号坝段、20号坝段的上游帷幕	$q \leq 3 Lu$ 。接触段及其下段100%合格,再以下各段合格率应大于90%,不合格段的透水率值不超过4.5 Lu且不得集中
2	其它位置	$q \leq 1 Lu$ 。接触段及其下段100%合格,再以下各段合格率应大于90%,不合格段的透水率值不超过1.5 Lu且不得集中

根据黄登水电站大坝帷幕灌浆施工技术要求,帷幕灌浆初期的施工应在坝基灌浆廊道及坝肩灌浆洞内选2~3个单元进行生产性试验。该工程第一次帷幕灌浆生产性试验^[3]选择在右岸高程1 625 m帷幕灌浆洞,按单排灌浆孔布置,孔间距为2 m;帷幕灌浆孔钻孔顶角为4°(倾向上游),方位角为垂直于洞轴线。I、II、III序孔施工均采用“孔口封闭、孔内循环、自上而下分段灌浆”的施工方法。另外选取了2个I序孔作为先导孔兼声波测试孔。试验灌浆检查布设了3个检查孔和2个加密第三方检查孔。

此外,鉴于右岸F11断层在坝肩开挖施工过程中被揭露出来(图2),现场地质工程师和施工



图2 黄登水电站右岸坝肩开挖面貌图
管理人员在分析其走向后判断该断层可能会与右

岸帷幕灌浆洞相交,然而,在该洞开挖过程中并未遇见该断层。鉴于此情况,进行生产性试验时在右岸高程1625 m帷幕灌浆洞最里端增设了2个地质复勘孔及1个I序孔,以进一步检查实际地质参数与设计地质参数是否相符?在右坝肩深处是否存在渗漏通道的可能性。

其中,2个地质复勘孔中重点设置了1个斜孔(孔号:DZFK-1),孔深55.2 m,孔径91 mm,孔向为平行于坝轴线、朝向右岸下倾45°。采用“单点法”压水试验,自上而下分段进行,透水率计算依据该段的实际段长计。斜孔复勘属于灌前检查(灌浆前对岩石进行质量检查),主要包括钻孔、压水等项目,其中钻孔主要是通过岩芯判断岩体质量,压水主要是通过透水率判断岩体裂隙发育情况,压水试验成果见表2。

表2 复勘斜孔(DZFK-1)压水试验成果表

段次	段顶 /m	段底 /m	段长 /m	压水压力 /MPa	透水率 /Lu
1	0.2	5.2	5	0.55	30.04
2	5.2	10.2	5	0.47	34.34
3	10.2	15.2	5	0.97	0.89
4	15.2	20.2	5	1.07	0.93
5	20.2	25.2	5	1.02	7.63
6	25.2	30.2	5	1.06	6.58
7	30.2	35.2	5	1.02	5.59
8	35.2	40.2	5	1.02	5.16
9	40.2	45.2	5	1.07	4.73
10	45.2	50.2	5	1.09	0.81
11	50.2	55.2	5	1.05	2.36

3.3 右岸帷幕灌浆施工方案的及时修正

前期地勘资料显示,右岸高程1625 m帷幕灌浆洞最里端的透水率均在1 Lu以下(图1),施工技术要求也明确该部位透水率应小于、等于3

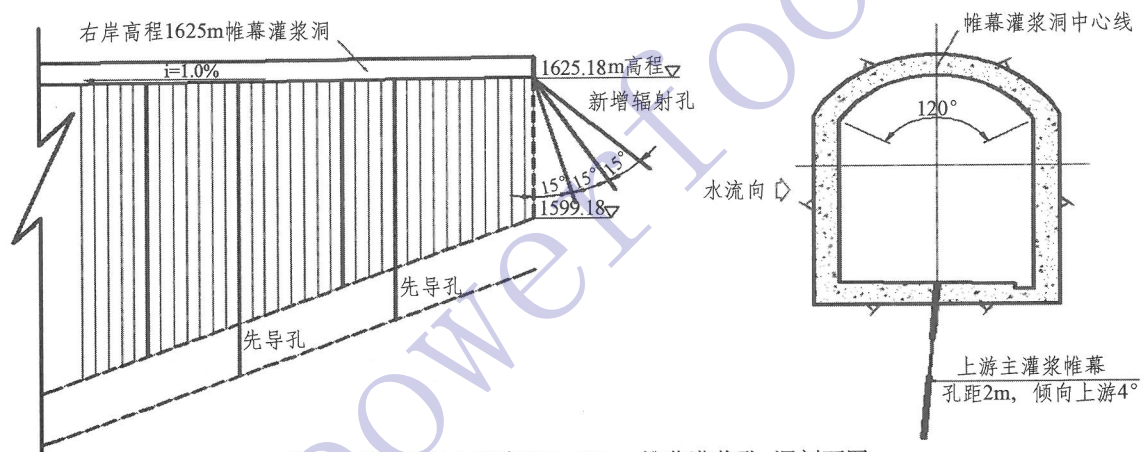


图3 修正后的右岸高程1625 m帷幕灌浆孔、洞剖面图

Lu。然而,通过复勘斜孔的压水检查,发现实测透水率成果较可行性研究阶段的设计资料有较大出入。为了满足渗控要求,保证工程质量,经分析论证,及时对该部位防渗帷幕线进行了调整、修正,即:增加右岸高程1625 m灌浆洞最里端部位垂直灌浆孔的深度,同时增设了3条深度约25 m的辐射状斜孔^[4](图3)。此外,为保险起见,对左岸高程1625 m灌浆洞的帷幕线也进行了相应的修正。

4 结语

澜沧江黄登水电站工程帷幕灌浆大规模施工前,在两岸灌浆平洞端头补打了地质复勘孔(特别是斜向孔),复核了大坝两岸实际防渗帷幕边线以外的透水率指标是否达到设计预期,利用施工期的有利时机发现工程隐患并通过增加辐射灌

浆孔等施工手段,避免了蓄水过程中或蓄水后该部位出现绕坝渗流问题。斜孔复勘技术在黄登水电站中的成功应用,对其它在建和拟建大型水电工程帷幕灌浆施工具有重要的借鉴意义。

参考文献:

- [1] DL/T 5148-2012, 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S].
- [2] 李维朝,梁 铎,等. 坝帷幕灌浆效果评价[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2012, 10(3): 214-218.
- [3] 雷厚斌,周林勇. 枕头坝一级水电站防渗帷幕灌浆生产性试验研究[J]. 水力发电, 2015, 41(8): 79-81, 101.
- [4] 脱云飞,王克勤,等. 斜孔帷幕灌浆在病险水库防渗处理中的应用[J]. 南水北调与水利科技, 2011, 9(1): 145-147.

作者简介:

常昊天(1986-),男,辽宁凌源人,工程师,博士,从事水电工程施工质量控制与质量监督研究;
董立安(1982-),男,河南信阳人,工程师,学士,从事水电工程施工质量管控研究。

(责任编辑:李燕辉)