

二滩水电站地下厂房防渗排水系统设计

范 湘 蓉

(国家电力公司成都勘测设计研究院,成都,610072)

摘 要 针对二滩水电站地下厂房区域的岩体特性,介绍地下厂房防渗排水系统的方案选取及布置设计。二滩水电站目前的运行实践表明,地下厂房防渗排水系统设计完全能满足渗流控制要求,是安全、合理的。

关键词 二滩水电站 地下厂房 防渗排水 帷幕

1 概 述

二滩水电站坝址位于雅砻江下游二滩沟至三滩沟之间的峡谷中,两岸岩体陡峭,左岸坡坡角为 25~40°,右岸坡坡角 35~45°,坡高达 400~500m,呈基本对称的 V 型河谷。地下厂房位于雅砻江左岸金龙沟至中滩沟的山体内,处于川滇南北向构造带的中段西部相对稳定的共和断块上,厂房岩体主要由正长岩、辉长岩及蚀变玄武岩组成。

枢纽区基岩为典型的裂隙含水岩体,水量不丰,含水性不均一,主要受大气降水补给,向河流排泄。地下水在雨季大多集于卸荷带内,相对抗水层埋藏不深。从厂区勘探平洞揭露情况表明,厂房范围内岩体新鲜完整,局部有绿泥石化玄武岩。洞室一般均较干燥,未见地下水出露,属相对抗水岩体,岩体的透水性受风化卸荷裂隙影响,其分布沿垂直向有明显地随深度增加而减弱的特征,见表 1,仅个别地段沿裂隙有渗水、滴水现象,局部有囊状承压水分布,并具有初始流量大、压力高的特点,但随时间的增长,流量和压力不断减小。

表 1 岩体透水性表

岩体透水性分区	强透水区	中等透水区	弱透水区	相对抗水区
单位吸水率 $/L \cdot (min \cdot m \cdot m)^{-1}$	>0.1	0.1~0.05	0.05~0.01	<0.01
渗透系数 K $/cm \cdot s^{-1}$	5.44×10^{-4}	1.088×10^{-4}	5.44×10^{-5}	1.74×10^{-5}

厂房洞室靠近水库和水垫塘泄洪区,距水库岸坡最小距离仅 145 m。水库蓄水后厂区地下水位普遍提高,将使地下厂房下部岩体长期处于地下水位以下,导致裂隙和软弱岩体软化,从而降低岩体强度;岩体遇水后的软化特性是影响洞室稳定的主要因素。为保证洞室围岩的稳定,减少渗漏水对厂内电气设备正常运行的不利影响,必须在厂区三大洞室的四周合理设置防渗排水系统,封堵地质探洞,以防止地下水渗入厂区。

2 防渗排水布置设计

2.1 设计原则

通过对二滩水电站枢纽地基三维渗流的有限元计算分析:上游水位为 1200.0 m,下游水位为 1013.8 m;防渗帷幕、排水均有效;考虑山体的地下水影响,其地下水位线见图 1。由于地下厂房区排水

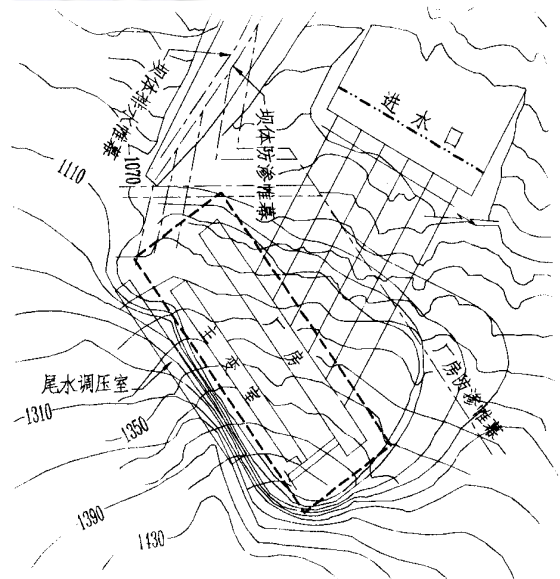


图 1 三维渗流分析地下水位线图

系统的作用,使该区形成了一个方漏斗形的区域。因厂区排水出口高程较低,而地下厂房左岸山体的地下水位边界较高,又紧挨着库区,因此流态变化急剧,水力比降大。帷幕降低扬压力的作用很小,渗流场的水头分布基本上受排水系统控制。因此,在地下洞室中起主要作用的因素将是排水系统。渗控措施应“防排结合,以排为主”。当厂房的排水系统失效 50%时,该区的地下水位一般抬高 4~20 m,平均抬高 8 m。当加强厂房区域的排水措施后,厂房附近的地下水位一般在 1022.0~1038.0 m 高程。从

而也验证了厂外排水系统的重要性。

由于地下厂房周边岩体大部分完整,渗透性相对较弱,灌浆起作用的部位是在裂隙发育的岩体和断层带中。帷幕效果虽然不大,但鉴于厂房位置紧靠水库,故依旧设置了地下厂房上游防渗系统,使帷幕与坝体防渗帷幕相连接。

地下厂房为独立的排水系统,在洞室周围布置排水幕,通过分层廊道施工。其主要作用是为减少地下水作用在围岩上的外水压力,防止地下水渗流进建筑物内。

二滩水电站地下厂房系统排水设计,采用了“厂外排水为主,厂内排水为辅”的排水设计原则。

排水的效果将主要取决于两个因素:廊道内排水孔的布置形式;对排水孔的维护。在裂隙岩体中,水流的通道是在裂隙中,每一条裂隙都是一条渗漏途径,因此,很难使排水与各通道相交,排水孔的数量比它们的直径更重要,廊道尺寸应能满足施

工及排水孔设置的要求。

2.2 防渗排水方案研究

二滩水电站地下厂房防渗排水设计,重点对全封闭式防渗排水方案和半封闭式防渗排水方案进行研究。

(1) 全封闭方案

在初步设计阶段,受前期地勘工作量的限制,对地下厂房的防渗排水设计,重点进行全封闭方案的布置研究。

首先,在厂房与进水口之间设一道与左坝肩相接的防渗帷幕,它由五层灌浆平洞的帷幕灌浆及左岸8号公路灌浆帷幕组成,从高程959.0~1205.0m,截住库区渗漏水。然后在三大洞室的四周设置封闭式的地下排水幕,排除未截住的渗漏水。

厂外排水系统由不同高程的四层排水廊道、排水孔及联系各层廊道的竖井组成。排水廊道断面为

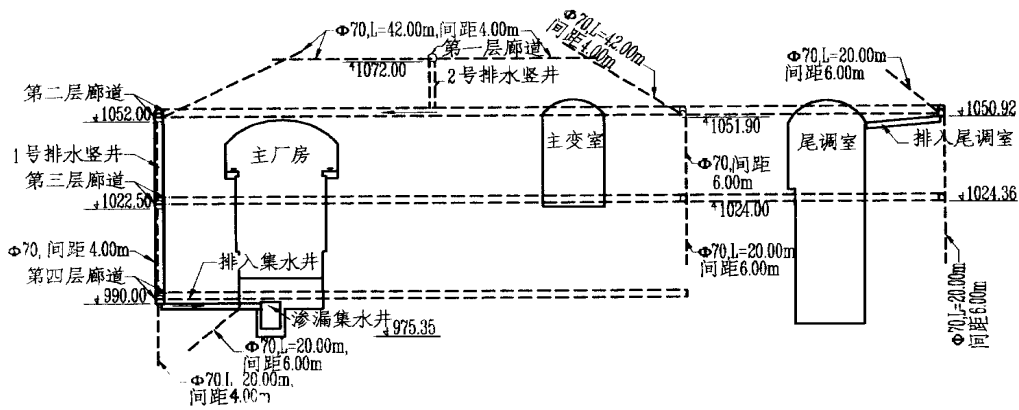


图2 三大洞室排水系统横剖面图

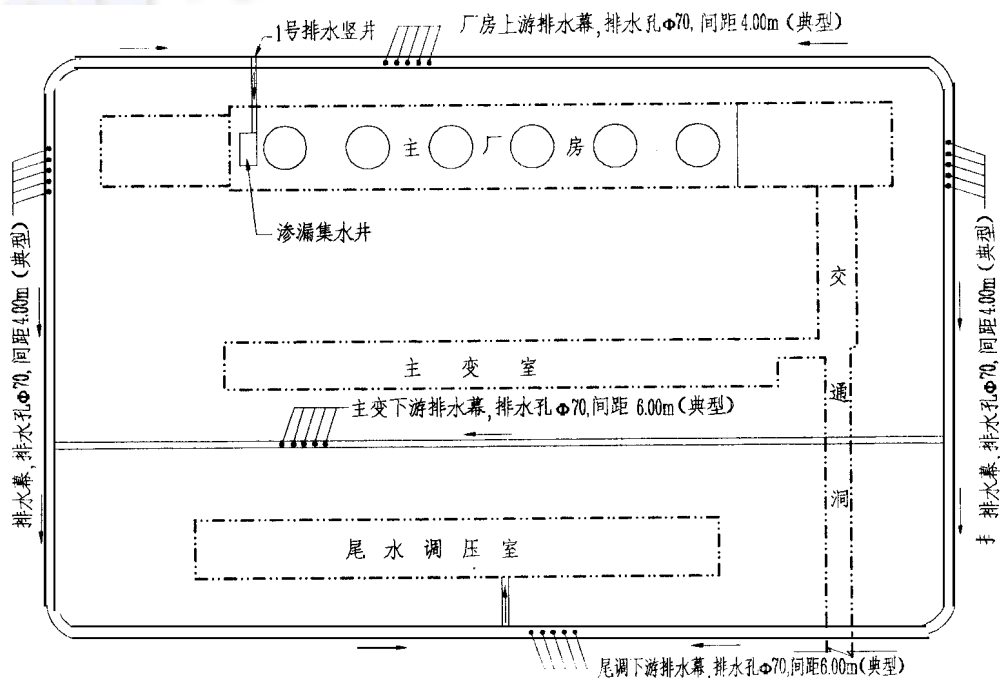


图3 排水廊道平面布置图

2.5 m ×3.0 m,廊道坡度除局部地段采用特殊坡度外,一般均为0.5%。其流向是:顶部一、二层位于厂房顶拱和尾水调压室最高涌浪水位以上,大部分渗水排入尾水调压室,小部分上游面排水廊道内的渗水通过竖井排入下层廊道;底部三、四层廊道渗水全部通过竖井,集中排入6号机组段的渗漏集水井内并抽出厂外。

为了保证主变、开关室不受尾水调压室渗水的影响和保证尾水调压室高边墙的稳定,在两洞室之间也设置了一道排水幕。排水幕的孔径为70 mm,孔距视不同渗漏情况分别采用4 m和6 m,布置设计见图2和图3。

厂内排水布置视岩壁地下水渗漏情况,按“渗水大、多布孔;渗水小、少布孔”的原则,在岩壁上设排水孔,渗水经防潮隔墙与岩壁间的通道,汇集后流入渗漏集水井。厂内防潮采用设于厂房四壁的防潮隔墙与顶棚衔接,形成厂内防潮体系。

(2) 半封闭方案

随着地勘工作的不断深入,根据地质探洞揭示,二滩水电站枢纽岩体中地下水很少,鉴于此,对厂区防渗排水设计,进行了优化,提出了半封闭式方案。

在进水口前沿紧靠水库设防渗帷幕一道,从高程1205.0 m至960.0 m,总深245 m,与厂房纵轴线平行,距厂房上游边墙约65 m,嵌入不透水层。帷幕上游端延伸超过厂房端头30.0 m,下游端与坝体防渗帷幕线连接,构成左岸防渗线。厂房防渗帷幕线的立面上,设5层灌浆廊道,在高程1149.8 m以上为单排灌浆孔,以下为双排灌浆孔,灌浆孔与铅直面呈5°夹角,间距2.0 m,排距1.5 m,灌浆压力为3.5~6.5 MPa。紧接帷幕之后,在灌浆廊道的下游侧设置140 mm向上钻孔,倾向下游,与铅直方向夹角15°,孔距为3.0 m的排水幕一道,防止库水向厂房渗漏;地下厂房排水自成系统,分厂外和洞室内排水两部分。

厂外排水:排水廊道分两层布设在厂房上游32.50 m处的岩体内,即可防止由水库绕岸渗漏水的水,亦可防止坝下游岸坡渗漏之水。1号排水廊道总长464.93 m,兼作压力管道竖井施工的运输通道,其断面为5.0 m ×5.0 m,顶拱排水孔尺寸为76 mm、长35.0 m、间距4.0 m,廊道始端底高程为1035.04 m,出口底高程为1019.0 m,在厂房安装间上游墙,与主层同高,大部分渗水通过连接1号、2号排水廊道的76 mm排水孔流入2号排水廊道,小部分渗水进入厂房排水沟,汇入厂内排水系统。2

号排水廊道总长416.74 m,断面尺寸为2.5 m ×2.0 m,底板排水孔尺寸为76 mm、长20.0 m、间距4.0 m。渗水全部汇集于990.07 m高程,通过渗漏集水井连接洞排入厂房渗漏集水井。三层排水孔均满布于排水廊道。

洞室内排水:厂房顶拱及中上部边墙、主变室顶拱及边墙系统设置了48 mm、长6.0 m、间排距为4.0 m的排水孔,主要目的是排除支护范围内的渗水,减小渗透压力。主厂房、主变室的特殊部位如蜗壳层墙角、尾水管层墙角也设置了76 mm、长20.0 m、间排距为4.0 m的排水孔,以解除下部混凝土结构的渗水压力,消除渗水对厂房及主变室结构和电气设备的威胁。

厂内防潮由厂房、主变室四壁的防潮隔墙与顶棚衔接,形成厂内防潮体系。通过探洞揭示、工程类比及工程投资比较,经过反复论证、分析,最终选定了半封闭式方案,见图4和图5。

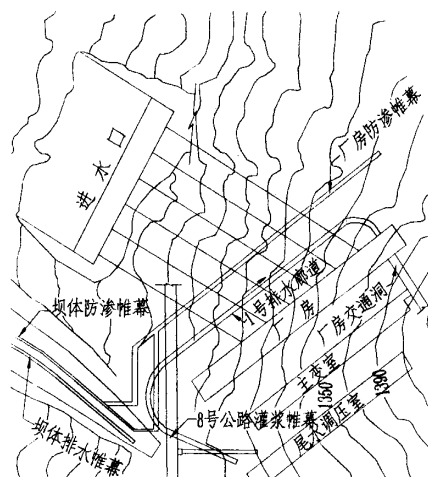


图4 厂房防排排水系统平面图

3 结 论

二滩水电站地下厂房洞室群于1991年1月开始主体工程开挖,1997年6月底开挖完成。在开挖过程中,厂区岩体渗水很少,洞室较干燥。1998年5月大坝开始挡水,水库蓄水最高水位1182.11 m。同年,在电站枢纽区域,也发生过多次特大暴雨,从地下厂房洞室排水设施观测结果表明围岩透水性微弱,厂房1号排水廊道全洞渗水很少,厂房顶拱绝大部分岩面干燥,仅绿泥石化玄武岩区有少量滴水现象。由此表明,二滩水电站的防渗排水设计是成功的,即控制了工程投资,又安全可靠。

(下转第38页)

安全起见,因此牵引设备选用两台起重量为5t的卷扬机加套滑车,总起重量为40t。

5 结 语

通过有轨滑模和无轨滑模在中孔溢流面处施工运用和经验总结中可以得到,当近似坡比大于1:1时选用有轨滑模施工;当坡比小于1:1时,选用无轨

滑模施工,这样做的结果,不但经济、适用,而且能保证施工质量,为确保1997年宝珠寺电站安全渡汛打下了稳固的基础。

作者简介

常明云 男 中国水利水电第五工程局一处管理科 工程师

(收稿日期:1997-09-05)

(上接第23页)

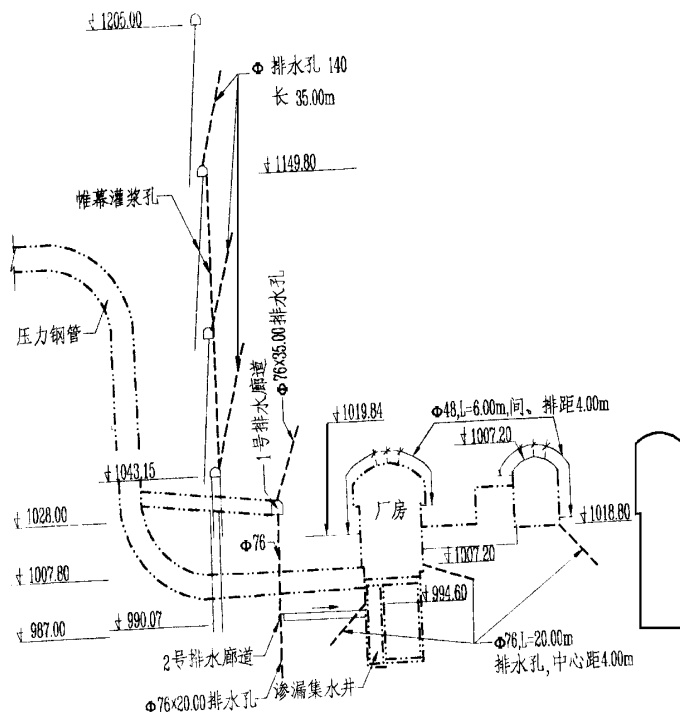


图5 厂房防渗排水系统典型横剖面图

在将来电站的长期运行中,需要对失效的排水孔进行维修,以防止排水被泥沙或化学凝结物堵塞,应使排水系统经常处于良好的工作状态,发挥其正常作用。

本文得到李杰高级工程师的大力支持,在此深表感谢。

作者简介

范湘蓉 女 国家电力公司成都勘测设计研究院 工程师

(收稿日期:1999-02-25)

映秀湾电厂推行安全生产管理目标责任制

为适应电力模拟市场运营的需要,进一步搞好安全生产,映电总厂根据电力企业“三级”安全目标控制的要求和有关责任制的规定,于1999年2月1日起实行安全生产管理目标责任制。总厂与厂属职能部室、生产单位行政负责人签定了“映秀湾水力发电总厂安全生产管理目标责任书。”

责任书明确了双方应履行的责任和义务,规定各单位根据责任书确定的安全管理目标,每半年为一时段进行一次自查、自评,按完成的责任目标填写自查申报表,由总厂安监部对申报内容进行考核评审,并根据考核评审的结果兑付应给的奖励。

针对1998年总厂安全生产的严峻形势和安全管理中的薄弱环节,兔年伊始,总厂决心在切实贯彻安全生产责任制、严格执行各项安全规章制度等方面真抓实干,通过责任书的签定,做到“管生产必须管安全”,在计划、布置、检查、总结、评比生产工作的同时,计划、布置、检查、总结、评比安全工作。以点带面,将安全目标层层分解,树立全员安全意识,在全厂真正形成安全生产人人保,责任目标层层包的良好氛围,以确保总厂安全控制目标的全面完成,使各级安全责任制切实落到实处,努力开创安全生产新局面。

映秀湾水力发电总厂 李红霞

Design of Impervious and Drainage Systems for Underground Powerhouse at Ertan Hydropower Station

Fan Xiangrong

(Chengdu Hydroelectric Investigation and Design Research Institute ,State Power Company ,Chengdu ,610072)

Abstract Design of impervious and drainage systems for underground powerhouse at Ertan hydropower station is presented. The underground powerhouse complex is a gigantic project ,powerhouse is immediately adjacent to reservoir and seepage flow conditions are complex. Therefore , it is essential to take seepage control measures for cavern rock stability and safe operation of the power station.

Key words Ertan hydropower station ,underground powerhouse ,seepage control and drainage ,curtain

Deformation and Supporting of Surrounding Rock in Caverns of Underground Powerhouse complex at Ertan Hydropower Station

Li Zhenggang

(Ertan Engineering Corporation ,Panzihua ,Sichuan ,617000)

Abstract Caverns in underground powerhouse complex at Ertan is of a massive scale with the longest span and length in the world. Due to high in situ stress in the powerhouse area ,important deformation of local surrounding rock ,rock burst ,shotcrete spalling occur during excavation. Systematic rock bolt support and shotcrete were carried out for the surrounding rock and reinforcement was done locally for rock stability. Supporting force for surrounding rock is determined by Q value of rock quality. It is an example for design of supporting strength.

Key words Ertan hydropower station ,underground powerhouse ,high in situ stress ,deformation of surrounding rock ,rock bolt support and shotcrete ,support strength

Tension Test and Result Analysis on 3000 kN Anchorage Cable on Upstream Slope of Stilling Basin at Xiaolangdi Waterconservancy Project

Li Xiangdong Ma Bangkai

(The 7th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering of China ,Pixian ,Sichuan ,611730)

Abstract Installation of anchorage cable on upstream slope of stilling basin at Xiaolangdi project was carried out under difficult geological conditions. Insitu tension test was conducted first to ensure anchorage meeting design requirements. From test ,the relationship of cable free end , anchor pier ,foundation deformation and cable creep with load is revealed and rational design force for anchorage cable is proved.

Key words rock anchor with prestress without bond ,tension test ,creep degree

Problem of Drainage in Dam Foundation of High Arch Dam

Zhang Wenzhuo

(Kunming Hydroelectric Investigation and Design Research Institute ,State Power Company ,Kunming ,650051)

Abstract By analysis on example of project defeats and on the Casagrande Theory ,a elementary introduction on purpose ,arrangement ,mode and parameters for drainage in dam foundation of high arch dam is presented. The drainage parameters are so difficult to be determined that data from some projects in China and abroad are analyzed. Preliminary knowledge is gained finally and suggestions are proposed.

Key words arch dam ,dam foundation ,drainage ,seepage pressure ,grout

Long - term Study on Autogenous Deformation of Concrete Added with MgO

Li Chengmu

(Chengdu Hydroelectric Investigation and Design Research Institute ,State Power Company ,Chengdu ,610072)

Abstract Test and experiment for autogenous deformation of concrete added with lightly burnt MgO and inside MgO observed for 10 years and 20 years are provided. Test of mechanical and deformation properties during 12 years proves that long - term mechanical property for concrete with MgO is stable and not so much effected by slight expansion.

Key words added MgO ,inside MgO ,autogenous deformation ,concrete with MgO ,deformation by expansion