

二滩水电站厂内排水系统的设计

向升

(国家电力公司成都勘测设计研究院, 四川 成都 610072)

摘要: 二滩水电站地下厂房系统包括主厂房、主变室、尾水调压室、副厂房、交通洞、通风洞及电缆竖井等多个地下洞室, 如何迅速地排除各洞室的渗漏水、机组及设备漏水, 对保证高尾水的二滩水电站安全运行具有重要的意义。主要介绍二滩水电站厂内的渗漏排水系统、机组检修排水系统及尾水调压室和尾水隧洞的检修排水系统的设计情况。

关键词: 地下厂房; 渗漏排水; 机组检修排水; 尾调室及尾水洞检修排水

中图分类号: TV 731. 6

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2000)04-0056-03

1 前言

二滩水电站地下厂房内装设有6台550MW的水轮发电机组, 设置的渗漏排水系统主要排除厂房各洞室的渗漏水及机组和设备漏水, 所有漏水均汇集到渗漏集水井, 然后通过3台深井泵抽至尾水调压室。设置的检修排水系统主要在检修时排除机组遗留在流道中的积水及进、出口闸门的漏水, 并通

过切换阀门, 可排除1号尾水调压室和尾水隧洞或2号尾水调压室和尾水隧洞的积水, 从而实现尾水调压室和尾水隧洞的检修。所有的积水均汇集到检修集水井, 然后通过5台深井泵抽至2号或1号尾水调压室。

2 渗漏排水系统(见图1)

2.1 渗漏水量计算

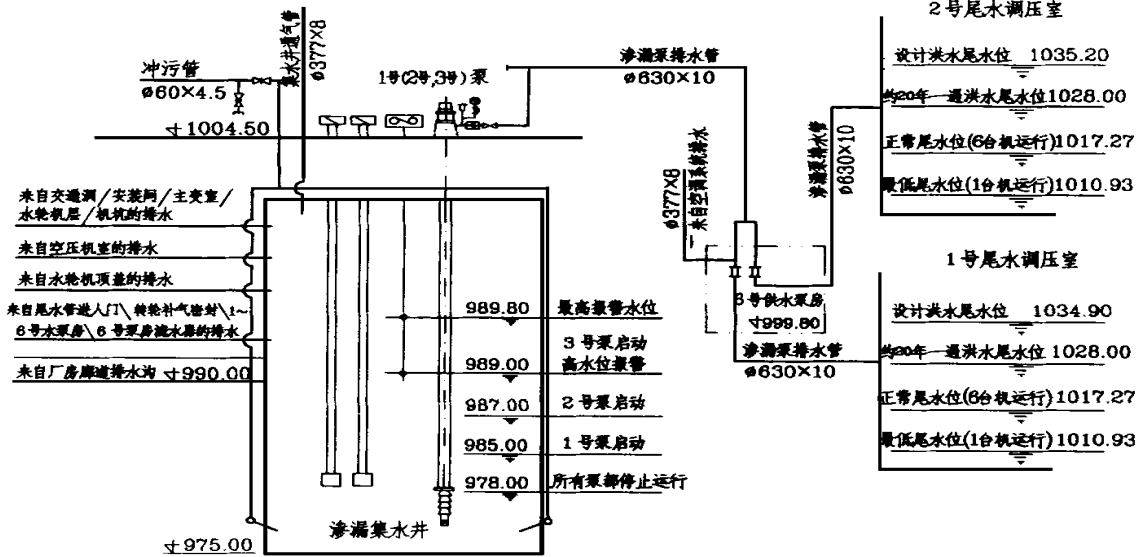


图1 渗漏排水系统示意图

本系统排除的渗漏水源主要有: 机组顶盖漏水、水轮机补气水封漏水、6号水泵房滤水器排污水、尾水管进人廊道地漏水、盘形阀操作廊道地漏水、6~1号水泵房地漏水、深井泵房地漏水、空压机室地漏水、水轮机层地漏水、主变室地漏水、安装间与交通洞口地漏水以及其它洞室通过1号、2号排水廊道汇入渗漏集水井的渗漏水。其中顶盖漏水量为3.6 m³/h, 6号水泵房滤水器排污水量为160.71 m³/h, 主、副房地漏排水量为150 m³/h, 主变室地漏排

水量为50 m³/h, 1号和2号排水廊道渗漏水量为178 m³/h, 故总的排水量约为548.91 m³/h。考虑留有一定余量, 设计渗漏水量为578 m³/h。

2.2 渗漏集水井的设置

根据地下厂房的布置, 渗漏集水井设置2个, 中间用廊道连通, 1个长6.55m、宽4m, 顶部用于布置渗漏排水泵, 另1个长6.55m、宽6.1m, 顶部布置6号水泵房, 渗漏集水井截面积为66.155 m²。集水井底部高程975.00m, 顶部高程998.00m, 集水井总容积为1521.565 m³。

收稿日期: 1999-10-29

考虑深井泵应淹没吸水口及叶轮的要求,取深井泵停止运行水位为 978.00 m,厂房各层最低高程为盘形阀操作廊道 995.00 m,考虑地下厂房的安全性,取最高报警水位为 989.80 m。一旦水位超过此值,将采取紧急措施。

2.3 渗漏排水泵的选择

排水泵房设在 1004.50 m 高程,与集水井底部高程差为 29.5 m,离心泵或潜水泵的安装方式及运行稳定性比深井泵差,故选用深井泵。渗漏集水井收集了厂房各洞室的渗漏水,及时排除渗漏水才能保证地下厂房的安全。宜设置 3 台泵,一台工作,两台备用(或一台工作,一台备用,一台检修),以提高水泵运行的灵活性及可靠性。考虑延长电机启动时间,尽量加大集水井的有效容积,确定 1 号泵启动水位 985.00 m,相应集水井有效容积为 463.1 m³,确定 2 号泵启动水位 987.00 m,3 号泵启动同时发高水位报警信号水位 989.00 m。

排水泵的扬程按设计尾水位(1035.20 m)计算,对整个排水系统进行水力计算,得系统水力损失约为 9 m,按停泵水位计算扬程 $HB > 66.2$ m,考虑

水泵扬程与流量的相对关系及本流量等级的深井泵扬程每级为 23 m,拟选用 3 级,即额定扬程为 69 m。

按 1.2 h 排干集水井有效容积,计算得深井泵的生产率为 963.9 m³/h。按当时深井泵型谱,额定 Q 有 900 m³/h 及 1500 m³/h 两档靠近,若 Q 选用 1500 m³/h,增加设备投资,且安装布置难度大。经综合比较,最终选用 500JC/K900-23X3 型深井泵。该泵的额定参数为:额定流量 900 m³/h,额定扬程 69 m、转速 1460 r/min、最高效率 > 82%、泵出口管径 $\Phi 377$ mm,电机型号 Y3552-4,工作电压 6 kV、功率 260 kW、绝缘等级 F 级,泵带电机总重 9.5 t。

深井泵通过水位计实现自动控制,考虑地下厂房的安全性及无人值班控制方式的要求,渗漏集水井设置两种不同型式的水位控制器,其中压力式水位计考虑冗余,设置两套;浮子式水位计专用于报警。

按照本系统的设置,可计算出集水井和深井泵的理论运行工况:每次蓄满集水井有效容积的时间(即深井泵每次停泵时间)为 48.1 min,深井泵每次持续工作时间为 86.3 min。

3 机组检修排水系统(见图 2)

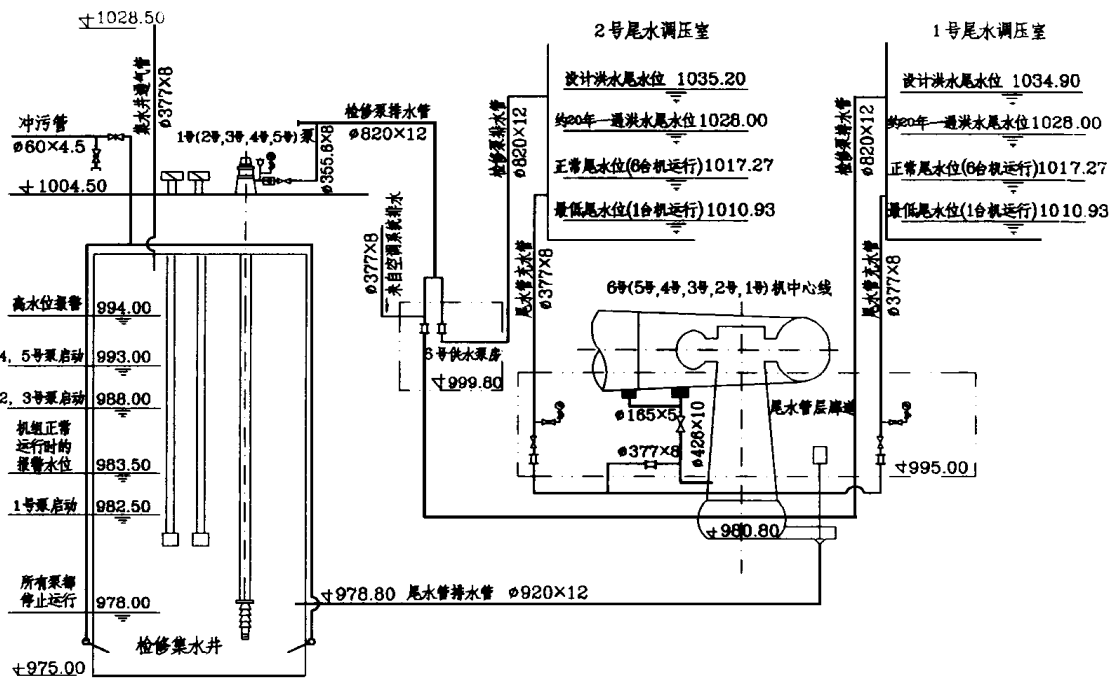


图 2 机组检修排水和充水,尾调室和尾水隧洞检修排水系统示意图

3.1 排水量计算

当某一机组检修时,应关闭取水口和尾水管出口的闸门,然后抽取两闸门之间流道的积水 and 漏水。1 台机组检修,其余 5 台机组满负荷运行时的尾水位为 1011.54 m。为确保机组及时检修并考虑汛期机组事故检修,取下游尾水位 1028.00 m (20 年一遇洪水尾水位) 为积水量计算水位。故机组检修排水

量为 1028.00 m 高程以下流道的积水及上、下游闸门的漏水。经计算,压力钢管积水为 5764.01 m³,转轮室积水为 88.29 m³,蜗壳积水为 907.38 m³,尾水管积水为 4996.18 m³,尾水管延长段积水为 7848.75 m³,故总需排除的积水为 19604.61 m³;取水口闸门漏水为 3 L/s,尾水管出口闸门漏水为 5 L/s,考虑安全系数后总的漏水量取为 144 m³/h。

3.2 检修集水井的设置

根据地下厂房的布置,检修集水井设置2个,中间用廊道连通。1个长13m、宽4m,顶部用于布置检修排水泵;另1个长13m、宽6.1m,顶部布置6号水泵房,检修集水井截面积为 131.3 m^2 。集水井底高程975.00m,顶高程998.00m,集水井总容积为 3019.9 m^3 。考虑洪水期机组事故检修,20年一遇洪水下游尾水位1028.00m,而深井泵房高程仅1004.50m,下游水位高出23.50m,故检修集水井设计成密封结构:深井泵泵座、集水井进人门、法兰式水位计均设计成能承受 0.6 MPa 的反向水压力。

考虑深井泵应淹没吸水口及叶轮的要求,取深井泵停止运行水位为978.00m;在无机组检修时,设报警水位983.50m,若达此水位说明盘形阀漏水严重;考虑深井泵的突然事故和闸门漏水不正常,取高报警水位为994.00m。在机组检修过程中一旦水位超过此值,将采取紧急措施。

3.3 检修排水泵的选择

与渗漏排水泵的选择相似,检修排水泵选用深井泵。按5h排干1台机组的积水,计算出排水泵的生产率为 $4064.9\text{ m}^3/\text{h}$ 。若按常规设置2台泵,每台流量达 $2032.5\text{ m}^3/\text{h}$,在当时存在制造的困难,并在厂房布置及安装难度很大,且本系统还将承担尾水调压室和尾水隧洞的检修排水,而流量 $900\text{ m}^3/\text{h}$ 的深井泵较为成熟。故综合考虑后,为及时排除积水,设置5台泵,以提高运行的灵活性及可靠性。确定1号泵启动水位982.50m,2号和3号泵启动水位988.00m,4号和5号泵启动水位993.00m。

排水泵的扬程考虑洪水期事故检修按设计尾水位(1035.2m)计算,对整个排水系统进行水力计算,得系统水力损失约为11.08m。按停泵水位计算扬程为68.28m;若机组正常检修时,遇20年一遇洪水尾水位为1028.00m,需扬程61.08m;考虑水泵扬程与流量的相对关系及本流量等级的深井泵扬程每级23m计算,拟选用3级,即额定扬程为69m。

经综合比较,最终选用500JC/K900-23X3型深井泵。该泵的额定参数为:额定流量 $900\text{ m}^3/\text{h}$ 、额定扬程69m、转速1460 r/min、最高效率 $> 82\%$ 、泵出口管径 $\varnothing 377$ 、电机型号Y3552-4、工作电压6kV、功率260kW、绝缘等级F级,泵带电机总重9.5t。

深井泵通过水位计实现自动控制,考虑地下厂房的安全性及无人值班控制方式的要求,检修集水井设置了冗余的压力式水位控制器。

按照本系统的设置,可计算出集水井和深井泵的理论运行工况:每次检修初期抽干积水用5台泵,

持续工作时间为4.5h,然后漏水至1号泵启动水位的时间(即深井泵每次停泵时间)为4.1h,深井泵每次持续工作时间为39.4min。

4 尾水调压室及尾水隧洞的检修排水(见图2)

尾水调压室及尾水隧洞的检修只考虑在枯水期进行,利用机组检修时排水用的设备,通过切换阀门来实现。本检修分两种情况:即1号尾水系统检修和2号尾水系统检修。

4.1 1号尾水系统的检修

1号尾水系统的检修包括排除1~3号机1号尾调室、1号尾水隧洞的积水量及1~3号机组取水口闸门和尾水洞出口闸门的漏水量。检修1号尾水系统时,1~3号机停机,以4~6号机满负荷运行尾水位1010.00m为计算水位,应排除1010.00m水位以下流道的积水,1~3号机流道总的积水量为 54878.5 m^3 ,1号尾调室积水量为 39327.6 m^3 ,1号尾水隧洞积水量为 214158 m^3 。1~3号机取水口闸门漏水量为 $162\text{ m}^3/\text{h}$,1号尾水洞出口闸门漏水量为 $135\text{ m}^3/\text{h}$,故1号尾水系统检修排除总的积水量为 308364.1 m^3 ,总的漏水量为 $297\text{ m}^3/\text{h}$ 。

所有需排除的积水及漏水均通过1~3号尾水管盘形阀排至检修集水井,然后由5台深井泵同时工作抽至2号尾水调压室,排干1号尾水系统的积水需73.37h,约3d多时间。

4.2 2号尾水系统的检修

2号尾水系统的检修与1号系统相似,即排除4~6号机、2号尾调室、2号尾水隧洞与2号尾水隧洞相接左岸导流洞未封堵部分的积水量及4~6号机取水口闸门和尾水洞出口闸门的漏水量。检修2号尾水系统时,4~6号机停机,以1~3号机满负荷运行尾水位1010m为计算水位,应排除1010m水位以下流道的积水,4~6号机流道总的积水量为 54878.5 m^3 ,2号尾调室积水量为 29782.5 m^3 ,2号尾水隧洞积水量为 52253 m^3 ,导流洞未封堵部分的积水量 36186.5 m^3 。4~6号机取水口闸门漏水量为 $162\text{ m}^3/\text{h}$,2号尾水洞出口闸门漏水量为 $117\text{ m}^3/\text{h}$,故2号尾水系统检修排除总的积水量为 173100.5 m^3 ,总的漏水量为 $279\text{ m}^3/\text{h}$ 。

所有需排除的积水及漏水均通过4~6号尾水管盘形阀排至检修集水井,然后由5台深井泵同时工作抽至1号尾水调压室,排干2号尾水系统的积水需38.29h,约1.5d时间。

5 结语

通过对二滩水电站厂内排水系统设计,对多洞
(下转第89页)

使用方法: 将该材料与水按 1 : 0.15 的水灰比充分拌和, 时间不少于 5 min; 灌注前, 先把填充空间清理干净、预湿; 灌注孔或小空洞时, 用人工插捣, 一定要把气体赶跑, 注意震捣时不能过震; 灌注完毕, 经 12 h 不间断洒水养护。

技术指标: 在标准实验条件下 (20℃、85% RH), 各项指标见表 2。

表 2 标准实验条件下材料指标表

水灰比 /%	泌水率 /%	扩散度 /mm	抗压强度/M Pa				抗折强度/M Pa				限制膨胀率/%							
			24 h		3 d		7 d		28 d		24 h		3 d		7 d		28 d	
0.16	0.00	250	32.3	62.0	74.4	90.2	7.4	8.4	9.9	0.02	0.024	0.04						

另外, 用直径 20 mm 的光面钢筋, 标准条件下 (20℃, 85% RH) 成型, 试件尺寸为 100 mm × 100 mm × 200 mm 的棱柱体, 水中养护至龄期, 测得钢筋握裹力大于 6.0 MPa。

3.1.4 BW 型止水条特性指标

特性: 在施工缝中遇水膨胀, 形成胶粘性密封胶, 封堵一切渗水孔隙, 截断压力水, 且有自粘性。

使用方法: 待混凝土施工缝界面硬化并干燥后, 将止水条沿施工缝延伸方向展开, 利用其自身粘性直接贴在施工缝上。

性能指标见表 3。

表 3 BW 型止水条性能指标表

品名指标	BW-91 型	BW-92 型
吸水膨胀率/%	300~500	300~500
耐水压力/M Pa	1.5	1.5
比重	1.45	1.4
耐温性能(-20 ~ ±150℃)	不流淌不发脆	不流淌不发脆
膨胀速率/100%	2 h	4 h

4 结 语

从上述各种材料性能指标看, 堵漏材料是一种近似于水泥类型的建筑材料, 由它做成的试件的试验结果均具有硅酸盐水泥同样的性质, 该材料的抗压、抗折、抗渗强度稍高于普通硅酸盐水泥 (525 号), 用于防渗堵漏能显现出其良好的防渗特征。堵漏取得成功的原因之一是在无压状态下, 将这种材料拌和成的砂浆成功地粘贴在建筑物表面并相互粘接紧密, 防止滴水渗透; 原因之二, 在各次序施工之前, 先涂刷一层稀释的堵漏王与水的混合物 (水料比: 1 : 1), 使得建筑物、堵漏层、防渗层、止水层、加

固层之间粘贴紧密, 形成统一的堵漏整体; 原因之三, 堵漏层次分明, 层层防护, 渗水无法突破各防护层到达建筑物表面。

防渗堵漏取得成功的另一方面, 是根据建筑物不同情况, 采用“堵”和“引”相结合的办法完成对建筑物的堵漏工作, 即当建筑物是均一、致密的结构时 (例如混凝土建筑物), 人为的施工缝、结构缝、冷缝等出现的渗水, 可根据现场实际情况或需要进行全部封堵或“堵”、“引”相结合, 两种办法完成堵漏施工; 当建筑物建在基岩或者糟糕的结构之上时, 渗水裂缝与其它裂缝在内部或者表面相连, 且岩石内部节理裂缝众多, 如果仅采用“堵”的办法, 渗水就会转而从其它部位的缝隙渗出。因此, 必须将在这类建筑物上的渗水集中处理, 然后沿建筑物导引到排水沟和安全地方, “堵”、“引”相结合, 才能从根本上解决问题。

防渗堵漏施工是一个破坏和建立的过程, 按其设计, 必须在建筑物上凿槽。对于内部有预埋件和各种管线的混凝土建筑物, 则不宜全部都要进行凿槽, 应根据实际情况采用 WGM 高强灌浆材料进行浅孔灌浆, 避免对建筑物预埋件的不必要损坏, 以期达到更好的堵漏效果。

地下工程灌浆填充建筑物内部孔隙, 使建筑物整体性、密实度得以加强, 在很大程度上对减少渗水, 防止对建筑物构件的侵蚀起到关键作用。但对有些不能进行灌浆处理的建筑物漏水点, 则采用表层堵漏的方法进行修补, 效果相得益彰, 值得推广。

本文介绍的防渗堵漏施工方法适用于基岩面和混凝土建筑物表面的渗水处理, 对于钢管及其他电器产品, 因其尺寸小, 精度高, 难于操作等特点, 目前尚未有施工的记录或不可能适用。该方法在云南鲁布革, 四川阿坝州理县、太平驿、映秀湾, 广西桂平、天生桥等电站均取得良好的实效。二滩电站堵漏完成一次性检查合格率达 95%, 剩下的 5%, 经过修补基本达到质量要求。

本文在编写过程中, 曾得到樊增祥先生的指导和帮助, 在此表示真挚感谢!

作者简介:

杨泽贵 (1964 年-), 男, 云南会泽人, 二滩水电开发有限责任公司工程师, 学士, 四川大学水电学院在职研究生, 从事土建工程监理工作。

作者简介:

向升 (1971 年-), 男, 重庆开县人, 国家电力公司成都勘测设计研究院机电处副总, 工程师, 从事水力机械设计工作。

(上接第 58 页)

室地下水电站的排水设计积累了一些经验, 这对以后的工作具有较大的指导意义。