

小天都水电站气垫式调压室交通洞封堵 化学灌浆设计

徐威¹, 殷佳霞²

(1. 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 610072;
2. 中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司, 四川 成都 610021)

摘要:小天都水电站是我国较早采用气垫式调压室的工程之一,该工程气垫式调压室经多方论证研究采用“以水幕防渗为主,围岩防渗为辅,水幕上布置灌浆帷幕”的联合防渗结构型式。为更好地解决我国复杂地质条件下气垫式调压室高压气体渗漏问题,小天都水电站率先在国内气垫式调压室高压气体封堵中引入并成功应用化学灌浆技术,对化学灌浆技术的推广及气垫式调压室的封堵技术研究具有重要意义。介绍了化学灌浆技术在小天都水电站气垫式调压室交通洞封堵防渗的应用设计,可供类似工程参考。

关键词:化学灌浆;气垫式调压室;闭气防渗;设计;小天都水电站

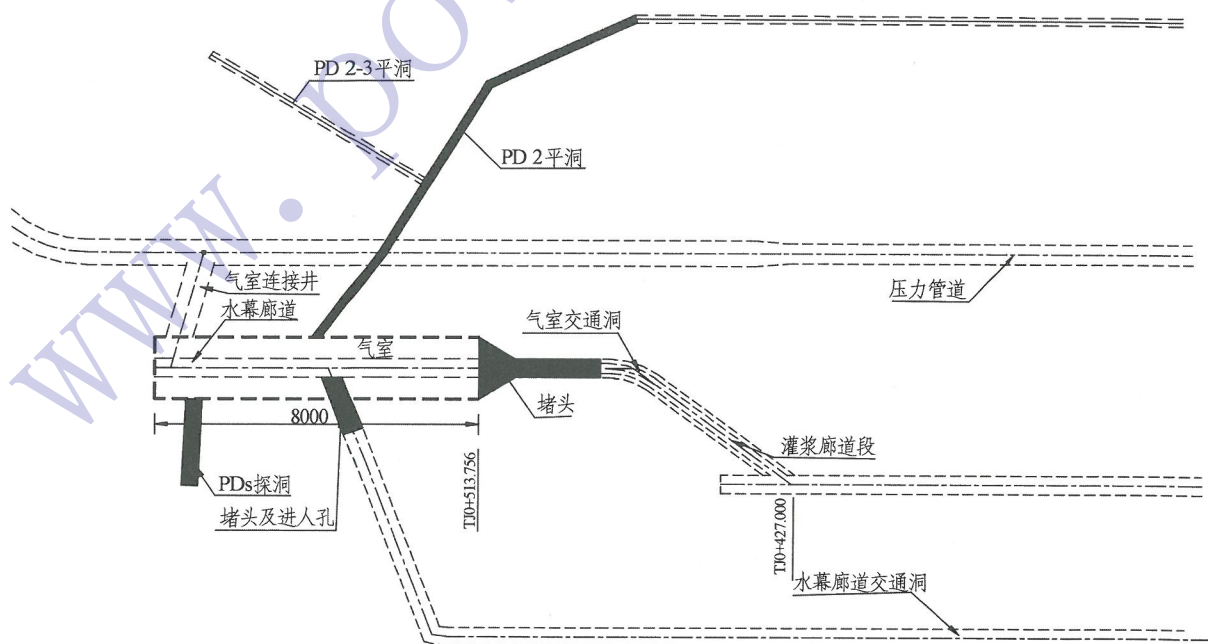
中图分类号:TV7;TV22;TV543+.2;TV543+.3;TV554 **文献标识码:** B

文章编号:1001-2184(2016)05-0074-03

1 工程概述

小天都水电站系瓦斯河干流梯级开发的第二级电站,采用引水式开发,调压室采用气垫式调压室。调压室区山体较雄厚,岩体为晋宁~澄江期斜长花岗岩 [$\gamma 02(4)$] 及少量辉绿岩脉 ($\beta\mu$),围岩以 II 类为主。调压室交通洞结合地下厂房进厂交通洞布置,长 513.756 m,施工期作为施工通道,施工完建后,设置混凝土堵头封堵。调压室交

通洞原设计断面为 4.8 m × 5.85 m (宽 × 高),城门洞型,堵头段埋在水垫下以利于堵头段的闭气,后因施工原因现场调整为宽 4.8 m,高 5.85 ~ 10.82 m 的渐变城门洞型,堵头段亦大部分暴露于水垫以上,开挖揭示调压室交通洞靠近气室的 40 m 内发育有三条断层,地质条件很不理想,从而大大增加了封堵闭气的难度。小天都水电站气垫式调压室布置情况见图 1。



收稿日期:2016-03-08

图 1 小天都水电站气垫式调压室布置简图

2 采用化学灌浆的必要性分析

小天都水电站气垫式调压室最大气体压力 $P_{\max} = 4.48 \text{ MPa}$, 交通洞的封堵任务为封堵高压气体和高压水。开挖揭示靠近交通洞气室的 40 m 范围内发育有三条小断层, 从而大大增加了其防渗、闭气难度。该工程防渗、闭气设计时充分考虑了相关工程的经验教训, 经分析认为: 高压水泥灌浆技术在封堵高压水方面经验较成熟, 但对封闭高压气体效果并不理想; 岩石中高压水泥灌浆处理后未封闭的微小裂隙是气体渗漏的主要通道。化学灌浆浆材为真溶液, 相对于水泥浆液具有粘度小, 流动性、可灌性好等优势, 对于水泥灌浆无法封闭的微细裂缝, 化学灌浆的封闭效果要比前者好许多。因此, 采用水泥灌浆与化学灌浆相结合的方式对小天都工程气垫式调压室主要漏气通道进行帷幕灌浆将有效封闭岩石中的微细裂缝, 达到封闭高压水、气体的目的。

3 调压室交通洞封堵设计

3.1 封堵防渗方案

该工程调压室交通洞封堵防渗方案设计主要依据相关计算成果并结合已有工程经验及工程实际地质条件, 综合稳定与防渗、闭气要求, 堵头封

堵及衬砌段总长度为 86.76 m, 即桩号 TJ0 + 513.756 ~ TJ0 + 427.000。笔者对各分段设计方案简述如下:

(1) TJ0 + 513.756 ~ TJ0 + 503.756 段先进行全断面系统无盖重高压固结灌浆, 再进行全断面素混凝土封堵, 之后进行回填灌浆; 在堵头两端各设置一排伞状有盖重高压固结灌浆及一排伞状化学灌浆(灌浆孔孔深分别为 8 m 和 10 m)。

(2) TJ0 + 503.756 ~ TJ0 + 483.756 段先进行灌浆廊道混凝土衬砌施工, 再进行回填灌浆及全断面系统高压固结灌浆。在距气室 20 ~ 25 m 处布置四排常规帷幕灌浆和三排化学灌浆以提高闭气效果, 帷幕灌浆孔深入基岩 20 m, 排距 1.5 m, 梅花型布置, 待灌浆结束后对该段灌浆廊道进行二期混凝土封堵。

(3) TJ0 + 483.756 ~ TJ0 + 427.000 段先进行灌浆廊道混凝土衬砌施工, 再进行回填灌浆及全断面系统高压固结灌浆。

(4) 气室交通洞灌浆压力均为 5 MPa, 灌浆防渗标准采用灌后渗透系数小于 1Lu (通过压水试验检查), 灌浆方案见图 2。

3.2 化学灌浆材料的选取

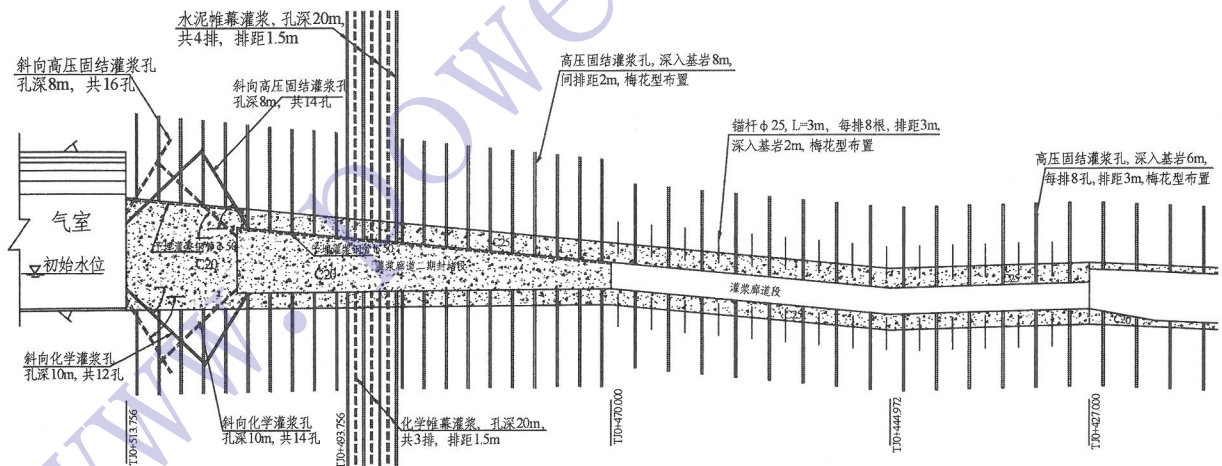


图2 气垫式调压室交通洞纵剖面及灌浆布置简图

目前, 国内外化学灌浆材料品种较多, 性能各异, 最常用的化学灌浆材料可分为两大类: 一是防渗类, 有水玻璃、丙烯酸盐、水溶性聚氨酯、弹性聚氨酯和木质素浆等; 二是加固补强类, 有环氧树脂、甲基丙烯酸甲脂、非水溶性聚氨酯浆等。根据该工程对化学帷幕灌浆的实际要求(即封闭水泥灌浆效果不理想的微细裂缝通道), 所需要的灌浆材料既

能防渗, 又要具有很高的强度。因此, 经分析研究后决定采用环氧树脂材料进行化学灌浆。所采用的环氧系列浆材需达到的主要性能指标见表 1。

另外, 在水库蓄水发电后, 对交通洞混凝土衬砌表面裂缝的封堵采用了聚氨酯等防渗类浆材。

3.3 化学灌浆技术要求

在选择适合工程实际要求的灌浆材料后,

表 1 化学灌浆材料主要性能指标表

黏度 ($10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$)	抗压强度 /MPa			抗拉强度 /MPa	
	28 d	90 d	1 a	90 d	
10 ~ 15	40 ~ 50	60 ~ 70	80 ~ 100	8 ~ 10	

设计单位对化学灌浆的实施也提出了一定的技术要求,主要要求如下:

(1) 一般规定。

① 化学灌浆应在水泥灌浆施工完成 72 h 后进行。

② 灌浆压力为 5 MPa。

③ 灌浆前应采用丙酮、稀浆等赶水。

④ 化学灌浆采用自孔口向内分段钻灌、孔口封闭、纯压式灌浆。

⑤ 设计压力下灌浆满足注入率每 m 小于 0.01 L/min 时,延续灌注时间不小于 60 min,灌浆即可结束。环氧系列浆材灌浆结束后分两个阶段待凝,第一阶段以灌浆结束时的压力屏浆约 4 h,第二阶段闭浆直至浆液固化。

⑥ 全孔结束并经检验合格后,应及时采用“置换或压力灌浆法”进行压力灌浆封孔,封孔灌浆压力为 5 MPa。对于上仰孔,应采用可靠的排气措施,以保证灌浆充填密实。封孔采用加入微膨胀剂的、水灰比为 0.5:1 的水泥浆液做好封填工作;孔口未封满部分,采用标号不低于 C25 的水泥砂浆抹平。

(2) 特殊情况的处理。

① 化学灌浆过程中若发现冒浆、漏浆,应根据具体情况采用换水泥浆液灌注、嵌缝、表面封堵、低压、限流、限量、加浓浆液等方法进行处理。

② 灌浆过程中发生串浆时,若串浆孔具备灌浆条件,可以同时进行灌浆,但应一泵灌一孔,否则应立即在串浆孔内串浆部位以上用灌浆塞塞住,待灌浆孔灌浆结束后,串浆孔再继续钻进和灌浆。

③ 灌浆工作必须连续进行,若因故中断,须按以下原则进行处理:

a. 尽可能缩短中断时间,尽早恢复灌浆;

b. 若中断时间较长(接近浆液固化时间),应立即冲洗钻孔并换新浆;

c. 恢复灌浆时,应采用开灌比级的浆液进行灌注。若吸浆量与中断前相似,即可采用中断前

的浆液配比;若吸浆量较中断前减少不多,则浆液应逐渐加浓;

d. 恢复灌浆后,若吸浆量较中断前减少很多且在极短时间内停止吸浆,应重新在附近开孔灌浆,新孔位置应征得工程师同意并按封孔要求将原孔封好。

④ 大量耗浆孔段的处理。

首先应酌情采取降低灌浆压力、提高浆液浓度或缩短固化时间等措施予以解决。若耗浆量仍较大且无漏浆现象,则应停止化学灌浆,改用水泥浆液灌注后再进行化学浆材的灌注。

(3) 化学帷幕灌浆。

① 化学帷幕灌浆按分序加密的原则进行。该工程采用先进行上游排施工,接着进行下游排施工,最后进行中间一排施工的方式进行化学帷幕灌浆。

② 化学帷幕各灌浆段应采用逐级加压的方法达到设计允许压力。

4 结 语

小天都水电站于 2003 年 5 月开工,2005 年 12 月实现并网发电,在实施以上设计方案后,闭气效果满足设计要求,至今气垫式调压室运行正常。化学灌浆技术在小天都水电站气垫式调压室交通洞封堵中的成功运用,证明了我国现有化学灌浆施工设备及灌浆材料已能够满足封堵高压气体的要求,达到了水泥灌浆很难达到的闭气标准,为气垫式调压室在我国的推广应用起到了一定作用。我们有理由相信:随着毒性低(甚至无毒)、粘度小、价格低廉的化学灌浆材料研究的不断进步,化学灌浆技术在高压水气封堵工程中是具有发展与应用前途的。

作者简介:

徐 威(1977-),男,辽宁鞍山人,副主任,高级工程师,学士,从事水工设计及勘测设计管理工作;

殷佳霞(1978-),女,重庆长寿人,高级工程师,学士,从事水工设计工作。

(责任编辑:李燕辉)