

浅谈泸定水电站坝基高水头覆盖层帷幕灌浆施工技术

王海波, 袁冲

(中国水电基础局有限公司 三公司, 四川 成都 610231)

摘要:针对泸定水电站库区蓄水后坝前水位抬高、坝后渗流、渗压计数值出现偏高等异常情况,参建各方经研究论证决定进行帷幕灌浆补强处理。鉴于所选择的方案是在高水头下的覆盖层内进行,国内可供借鉴的类似项目的成功经验较少,通过采取一系列有针对性的措施,克服了钻孔涌水、覆盖层成孔工效低及承压条件下施工困难等难点,施工后达到了一定的施工效果。该工程特性、难点及所采取的处理措施对于类似高承压水工况下覆盖层帷幕灌浆施工具有一定的借鉴意义。

关键词:泸定水电站;坝基;高水头;覆盖层;帷幕灌浆

中图分类号:TV7;TV543;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)增1-0071-03

1 工程概述

泸定水电站位于四川省甘孜藏族自治州泸定县境内,正常蓄水位高程1 378 m,总库容2.4亿 m^3 ,装机容量为920 MW。泸定水电站蓄水后上游库区水位抬高,坝后开始出现渗流、渗压计数值偏高等情况。结合坝后出现的异常情况,经现场参建各方分析商讨,决定进行补强灌浆。鉴于坝前水位已至高程1 370 m,坝基承压水位随之升高,且其坝基覆盖层深厚,地质条件复杂,因而钻孔灌浆施工难度亦随之增大,加之工作面位于廊道内,工程施工难度在国内较为罕见。

2 工程难点

鉴于该工程所采取的处理方案是施工在库区蓄水后进行,地下承压水丰富,灌浆孔口高程为1 310 m,库区水位高程为1 370 m,水头净高产生的压力为0.6 MPa,且其施工部位地质条件复杂,主要以漂卵砾石为主,最大孔深达150 m。因此,施工承受水头高、覆盖层深厚等特点加大了该工程的施工难度,归纳起来存在以下施工难点。

难点1:施工过程中涌水、涌砂现象频繁,且涌水压力、涌水流量大,封堵困难,钻进缓慢,工效低。

难点2:坝基覆盖层主要以砂砾、堆积层、卵石地质结构为主且极为深厚,地层结构复杂多变,部分地层存在架空现象。钻进过程中塌孔、埋钻率高,孔故频发,钻进进尺少,灌浆成孔率低。

难点3:由于钻孔是在覆盖层内进行,钻孔孔斜控制难度较大。若不加强孔斜控制,采取有效措施,易造成钻孔偏斜而导致钻孔报废;灌浆结束待凝后再次扫孔钻进,扫偏现象时有发生。

3 所采取的钻孔与灌浆施工技术

泸定水电站高水头下覆盖层帷幕灌浆由于承受水头高,钻孔过程中出现不同程度的涌水,涌水对钻孔造成成孔率低、降低工效等影响。施工过程中,项目部对常规钻孔工艺进行了改进和优化,有效减少了涌水对钻孔的影响,提高了在高承压水工况下的成孔率。

3.1 钻孔

(1) 钻孔及镶管。

鉴于廊道空间有限,最终选用XY-2型地质钻机,采用金刚石钻头、复合片钻头回转钻进。

廊道混凝土底板厚4.5 m,首先镶铸 $\phi 108$ 孔口管,伸入混凝土盖板4 m,一旦出现涌水,可方便地进行封闭灌浆处理;然后采用 $\phi 91$ 钻头继续钻进至10 m位置,镶筑 $\phi 89$ 孔口管,其目的是防止后续施工对上部孔壁的扰动,最后改用 $\phi 75$ 钻头施工直至终孔。

(2) 涌水情况下采取的钻孔处理措施。

常规灌浆项目施工中钻孔涌水是不多见的,钻孔过程较为连续,而高水头作用下地下承压水呈现压力大、流量大的特点,由于涌水、涌砂压力较大,钻进将被迫中断,需采取措施进行封堵。若封堵不及时将造成地层中的大量砂砾料

被带出而形成架空层,从而产生沉降,威胁廊道及大坝的结构安全,因此,发生涌水时应先封堵孔口。大压力涌水条件下,机组人员无法近距离操作,如安装孔口封闭器或压盖木板等,既使是小压力下能够压盖木板,但压盖木板后仍无法进行预灌,因此,需考虑既能封堵孔口,又能进行后续灌浆的装置。孔口封堵完成后,需对涌水通道进行预灌。预灌不同于正式灌浆,预灌的目的在于降低涌水压力和流量,以便继续钻进。预灌的方式采用纯压式,达到减小涌水或遏制涌水的目的即可,预灌达到目的后即可终止并进行短暂闭浆处理。经现场多次实践认为最佳闭浆时间约为 1~2 h,其后再次扫孔至原灌浆孔深,下设射浆管,实施复灌。

3.2 灌 浆

(1) 覆盖层灌浆浆液及比级的选定。

泸定水电站坝基覆盖层地质结构主要以砂砾层为主,地层含水丰富,具有一定的流动性,空隙率大,为保证灌浆浆液的耐久性 & 浆液的可灌性,

同时兼顾灌浆量大、可灌性等特点,覆盖层帷幕灌浆浆液统一采用 0.5:1:0.05 膏状浆液,主要以水泥浆液为主,掺入该比级纯水水泥质量 5% 的膨润土搅拌而成。基岩灌浆浆液水灰比的选择根据压水试验透水率的大小取定,分 3:1、2:1、1:1、0.8:1、0.5:1 五个比级。

(2) 灌浆段长。

灌浆段自盖板以下起灌,起始段长度为 1.5 m,第二段及以下段长度均为 3 m。遇地质条件较为复杂、涌水流量大、压力高等因素难以成孔时,灌浆段长可不按规定执行,视具体情况而定。

(3) 灌浆压力。

受高水头、地下承压水影响,灌浆孔涌水压力高、流量大,灌浆压力的取定对帷幕灌浆质量、成孔、下段施工至关重要。通过生产性试验及对先导孔地下水位、涌水压力、流量的测定,经综合计算后规定起灌压力不得低于 0.8 MPa,灌浆压力遵循由上至下逐渐加大的原则(具体规定见表 1)。

表 1 帷幕灌浆设计压力表

项目	深 度 /m						终孔段 (不大于 6 m)
	0~10	10~20	20~30	30~40	40~100	>100	
压力 /MPa	0.8	1.2	1.6	2	2.5	3	3

(4) 有压灌浆下的压力控制。

复灌过程中,由于在灌浆压力的作用下易再次发生涌水情况,当涌水压力反作用于灌浆段时,实际灌浆压力受到衰减,势必对灌浆质量产生影响,为保证灌浆压力满足设计要求,需先根据回浆情况判断是否发生涌水,如发生涌水,应立即对灌浆压力进行调整,以确保灌浆过程中的灌浆压力符合设计要求。

(5) 浆液变换原则。

由于该工程的特殊性并考虑到覆盖层涌水丰富,按照设计要求,覆盖层统一采用膏状浆液灌注,不再进行浆液变换;基岩浆液的变换原则按以下要求执行:

①当灌浆压力保持不变、注入率持续减少时或注入率不变而压力持续升高时,不得改变水灰比。

②当某一比级浆液的注入量已达 1 000 L 以上或灌注时间已达 1 h,而灌浆压力和注入率均无改变或改变不显著时,应改浓一级施灌。

③当注入率大于 30 L/min 时,可根据具体情

况越级变浓。

(6) 结束标准。

鉴于该工程覆盖层深厚,加之受高水头影响,灌浆具有吸浆量大、难以结束等特点,为保证灌浆质量,缩短灌浆时间,要求灌浆段在最大设计压力下,覆盖层注入率不大于 2 L/min,延续灌注 30 min 灌浆即可结束;基岩注入率不大于 1 L/min,持续灌注 30 min 即可结束。

(7) 闭 浆。

由于灌浆段承受较大压力的地下承压水,灌浆结束后需进行闭浆。闭浆的过程尤为重要,若射浆管起拔过早,浆液尚未初凝即被大压力涌水再次冲开而导致灌浆过程反复,灌浆质量难以保证;若射浆管起拔过迟,浆液凝固将造成铸钻事故。经现场实践验证:闭浆时间在 60~90 min 之间效果较好。

(8) 终孔验收及封孔。

①帷幕灌浆孔钻至设计终孔深度后,采用钻杆进行孔深验收,控制终孔孔深误差为 ± 20 cm,

并进行终孔斜验收。

②终孔段灌浆结束后,采用“置换和压力灌浆封孔法”进行纯压式灌浆封孔,封孔采用0.5:1水泥浆,在最大设计压力下,延灌30 min即可结束。

表2 灌浆前后渗压计变化情况表

渗压计测点名称	桩号/m	施工前渗压计水位高程/m	施工后渗压计水位高程/m	变化值/m
P5	0+80	1 330.96	1 317.39	13.57
P12	0+105	1 328.69	1 317.4	11.29
P13	0+129.5	1 325	1 317.09	7.91
P14	0+170	1 317.76	1 316.45	1.31

5 结语

泸定水电站坝基高水头覆盖层帷幕灌浆施工不同于常规帷幕灌浆,施工是在高水头下进行,地下承压水丰富。由于该工程覆盖层深厚,地质结构复杂,在砂卵石地层钻孔、涌水封堵、有压灌浆施工、闭浆等方面国内尚无成功经验可借鉴,工程施工综合难度较大。笔者建议:若在条件允许

(上接第67页)

通过去学水电站调压井滑模的设计,笔者总结了以下几点在滑模设计中应注意的问题:

(1)防卡死措施。

当滑模因意外原因卡死在滑升过程中时,必须有相应的拆模方式使模板脱离混凝土面,而后重新调整模体再次滑升。解决这种情况发生的办法通常是在面板上设计两个以上楔形块模板,当卡死时将围圈割去一小段,楔形模板会自动掉出,此时模板失去了整体拱作用,即可重新进行模板的调整。而本设计采用的是模板企口设计加调节托架的方法,可以轻松解决模板卡死的问题。

(2)模板斜度的控制。

滑模应设计成上大下小的结构,模板的斜度不足时混凝土会拉裂;斜度过大,所产生的漏浆会

4 灌后渗流渗压的监测情况

经过补强灌浆,大坝渗流、渗压监测数据显示:灌后渗压计读数明显下降(具体情况见表2)。

的情况下,降低坝前水位施工,将大大降低施工难度,提高质量保证率。

作者简介:

王海波(1979-),男,山东滨州人,副经理,工程师,从事基础处理施工技术与管理工;

袁冲(1983-),男,四川广安人,项目总工程师,工程师,从事基础处理施工技术与管理工。(责任编辑:李燕辉)

使混凝土表面粗糙。在设计规范中对滑模的斜度有规定范围,一般设计取5‰,但如此小的斜度在加工过程中很容易被加工误差忽略掉,因而本设计通过在上围圈上加垫板,将模板设计成企口形式,使面板很容易调节成需要的斜度。

(3)爬杆的选择。

当结构物的主筋能用 $\varphi 25$ 钢筋替代,应优先采用 $\varphi 25$ 钢筋作爬杆,以节约爬杆的材料投入;当结构物主筋远小于 $\varphi 25$ 或为素混凝土时,应优先选用 $\varphi 48$ 钢管,因其顶升承载力是 $\varphi 25$ 钢筋的二倍,支撑杆数量可大大减少并有利于千斤顶的同步控制。

作者简介:

刘红岩(1974-),女,辽宁昌图人,教授级高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工。(责任编辑:李燕辉)

成都院与西门子能源管理集团探讨国外项目合作

5月20日,成都院机电处相关负责人与西门子能源管理集团(下称西门子公司)就海外项目合作模式进行了深入的交流和探讨。会上,双方分别介绍了各自在海外的机电项目开展情况及未来的发展方向,表示了今后将资源信息共享、优势互补共同争取国外机电EPC项目,并就项目合作方式进行了深入探讨。双方均表示希望在海外机电EPC项目有新的合作,达到共赢的局面。为了积极融入成都院海外项目发展战略,为海外项目开拓贡献力量,机电处积极与相关单位沟通交流,主动出击寻求潜在的合作机会,近期先后与哈电国际、东方电气国际合作有限公司、南瑞集团、西门子集团等窗口单位或设备厂家开展了海外合作项目探讨。西门子公司是世界最大的机电类公司之一,在海外市场具有较强的品牌影响力和竞争力,目前除了提供电气设备,还积极介入国外变电站、输电线路、燃油电站等EPC服务,并成立了融资租赁公司。而成都院已完成多个海外机电项目,在电力规划及设计上具有占位优势,与西门子公司在海外机电项目EPC、FEPC等具有较大的合作空间。