

浅谈岩溶地区水库防渗处理

黄国芳 李自翔 高位

(云南省水利水电工程有限公司,云南昆明 650000)

【摘要】 在岩溶地区修建水库,岩溶通道的渗漏严重影响着水库运行安全和效益发挥。本文结合云南岩溶地区水库防渗处理工程实践,重点介绍了防渗帷幕的设计、施工、选材的经验,以及大漏段处理的方法。

【关键词】 岩溶地区;水库防渗;帷幕

中图分类号: TV223.4

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2018)06-007-04

Brief analysis on reservoir impermeability in karst area

HUANG Guofang, LI Zixiang, GAO Wei

(Yunnan Water Conservancy and Hydropower Engineering Co., Ltd., Kunming 650000, China)

Abstract: A reservoir is constructed in karst area. Karst channel leakage problems seriously affect the reservoir operation safety and efficiency. Based on the practice of reservoir anti-seepage treatment project in karst area of Yunnan province, this paper mainly introduces the experience of design, construction, material selection of anti-seepage curtain and treatment methods of large leakage section.

Key words: karst area; reservoir impermeability; curtain

1 引言

云南省境内碳酸盐岩分布广泛,全省碳酸盐岩总分布面积约为9.7万 km^2 ,约占云南省总面积的26%。主要集中在滇东、滇西、滇东南等地区。这些地区修建水库的地形条件较好,但存在严重的渗漏缺陷,常常在水库建成后,因渗漏带来许多工程安全危害,如渗漏淘蚀坝体、库底塌陷落水、库岸坍塌渗漏等,严重影响了水库运行安全和效益的正常发挥。

自20世纪60年代起,云南省先后在岩溶地区修建中、小型水库八十余座,但由于这些水库在修建时,限于当时条件,多数未经详细的地质勘察和设计而修建,工程地质和水文地质工作较薄弱,大部分水库都存在

严重的渗漏问题。为了促使这些水库的水资源得到充分利用,更好地造福于民,云南省在岩溶地区水库渗漏处理上进行大胆探索,采取了许多种方法对水库渗漏进行处理,取得了一些防渗处理的资料,总结出了一些成功的经验。本文结合近年来云南省岩溶地区水库的防渗处理工程实践,谈谈在岩溶水库防渗帷幕设计、施工上的几点体会。

2 防渗帷幕的设计原则

所谓岩溶地区水库的防渗帷幕,是指在水库坝址区拟定的防渗轴线上,采用钻机钻孔,孔内灌注浆液的手段,以封闭渗漏的溶蚀裂隙、洞穴或岩溶管道,在岩石内形成连续的阻水体,起到防止水库渗漏的作用。

2.1 查清防渗处理区的工程地质和水文地质条件

设计防渗帷幕之前,应查明水库渗漏存在的部位。设计帷幕时,应通过各种勘察手段,摸清岩溶发育的基本规律、发育特征和深度,查清防渗处理区的工程地质和水文地质条件,才能有的放矢。

2.2 充分利用水库坝址区有利的地质条件

设计时,应充分利用水库坝址区有利的隔水层,选择在技术上先进、施工上可行、经济上合理的帷幕布置形式,必要时通过物探手段或钻孔连通试验,勘察渗漏集中的确切位置,帷幕定线要力求阻塞全部渗水通道,帷幕与隔水层(段)应以最短的直线相接,使之达到最佳防渗效果。

2.3 选择合理的防渗帷幕灌浆设计参数

在拟定灌浆区,选择有代表性的地段,通过不同孔、排距、不同灌浆压力、灌浆工艺方法进行实地试验,确定适宜的灌浆参数。同一水库灌浆帷幕设计的孔、排距,应不局限于一种孔排距,而应视各地段地质情况而定,疏密结合。

2.4 依据渗漏区实际情况布置防渗帷幕

首先查清渗漏区的构造特征,力求使帷幕轴线通过构造比较简单的地段,尽可能垂直构造破碎带,尽量避免帷幕轴线沿断层走向通过,尤其是岩溶洞穴发育的地带。如必须通过岩溶暗河或岩溶管道时,帷幕线应力求与其垂直,同时还应考虑帷幕线与地下水位线相垂直,以缩短长度,否则会增加钻孔难度,影响帷幕效果。

3 防渗帷幕的布置方式

根据帷幕轴线与拦河大坝之间的位置关系,防渗帷幕通常可以采用以下几种布置形式。

3.1 平面帷幕布置方式

3.1.1 直线式

直线式是帷幕垂直于河谷,平行大坝轴线方向。

适用于坝基渗漏和绕坝渗漏,直接隔断渗水通道,是坝基防渗采用较多的一种形式,往往达到立杆见影的效果。如:曲靖市花山水库、师宗县溜子田水库、寻甸凤龙湾水库、蒙自县庄寨水库、师宗县东风水库等防渗帷幕轴线就是此种形式。

3.1.2 前倾式

前倾式是帷幕轴线向上游倾斜一定的角度,适用于上游坝基绕坝渗流。前倾式的优点是:可以直接切断渗水岩层,防止渗水沿坝肩淘蚀坝体,起到防渗保坝作用。如:弥勒县洗洒水库,右岸坝外帷幕轴线斜向上游,与坝轴线交角 23° ,直接隔阻右岸岩层渗水,有效地阻止了绕坝渗漏。

3.1.3 后倾式

后倾式是岸坡帷幕轴线斜向下游,此种形式是在绕坝渗漏水源来程较远,而与近坝肩、坝基渗水关联不大时采用,通常是防止渗水回流冲刷淘蚀坝体,起到保护坝体的作用。如:洱源县海西海水库Ⅱ号渗漏带,在左坝脚外有三个集中渗漏出溢点,渗水总量达 143.64L/s ,筑坝时采用砂管将渗水引排坝外,但水库1993年扩建加高大坝后,Ⅱ号渗漏带渗水明显加大,并回流对坝体产生直接侵害。设计在充分查明渗漏通道后,帷幕轴线依据渗漏带分布位置,在左坝肩部帷幕轴线与坝轴线帷幕相接,左岸坝外帷幕轴线则倾向下游,并沿河岸向下游延伸 246m ,目的是直接将渗水阻拦出坝外一定距离,达到保坝的目的。

3.2 剖面帷幕布置方式

3.2.1 悬挂式帷幕

悬挂式帷幕适用于隔水层埋藏较深,帷幕底不能深入到隔水层或相对隔水层的情况。帷幕有一定深度,悬挂在相对弱透水层中,如:蒙自庄寨水库、洱源海西海水库、祥云新兴直水库等防渗帷幕设计。对于悬挂式帷幕设计,应力求深入到弱透水层中,帷幕深度应削减坝前水头至少一半以上为原则,以达到延长渗径,降低渗透水流速的作用。

3.2.2 接地式帷幕

接地式帷幕幕底深入到隔水层或相对隔水层中,取决于隔水层的可靠性,此种形式在隔水层或相对隔水层埋藏不太深的坝基渗漏处理中适用。隔水层或相对隔水层埋藏较深,多采用悬挂式。

4 防渗帷幕的结构设计

4.1 孔距与排距

孔距与排距的选择,根据云南省的岩溶地区水库渗漏处理及资料分析来看,孔距一般为1~3m,最小的孔距可达0.50m,孔排距的确定,依据设计帷幕厚度,通过灌浆试验确定。灌浆试验,可得到浆液扩散的有效半径,在岩溶地区,由于溶蚀裂隙和溶蚀洞穴是无规律的,其扩散特点在不同部位是不规则的,因此,灌浆试验十分必要,只有通过不同孔、排距试验,才能取得可靠的灌浆技术数据。

4.2 孔序与排序

按先堵后排和逐序加密的原则,一般孔序按三个次序(也有个别水库按四个次序)进行排序,即:先施工下游排孔,再施工上游排孔,最后加密施工中间排孔,依次进行灌浆施工。

4.3 分层帷幕的设计

分层帷幕多适用于透水层较厚的防渗处理,即采用开挖分层廊道的办法,分层构筑防渗帷幕。廊道的高差和层数视河谷形态、坝高和地质条件而定。在岩溶地质条件复杂的情况下,层间高差宜小些,如:蒙自市五里冲水库,层高60~80m,分三层廊道;在岩溶地质条件简单的情况下层高可大些,如:富宁县青华洞水库,层高为80~100m。廊道的布设,除了有利于钻孔灌浆的要求以外,还应有一些特殊要求,廊道尺寸应大些,满足多排孔灌浆的要求,同时廊道应设通风口,最好一层廊道设有多个出口。

5 灌浆材料的试验与选用

岩溶地区的水库,其渗漏特点是常常产生集中渗

漏,灌注时浆液注入量在平面和立面的不同位置均有所不同,而有的孔段往往耗浆量极大,常常采用一些特殊的灌浆材料。云南省多采用水泥浆、水泥和水玻璃浆、水泥黏土浆、化学浆液(甲凝、丙凝、聚氨酯等)、水泥砂浆、细石混凝土等作为灌浆材料。通常情况下使用混合浆液,可就地取材、节约水泥,且掺用其他材料,可调节浆液的和易性,以促使浆液在裂隙中扩散充填,对改善灌浆效果有利,应用实例详见表1。

表1 云南岩溶地区水库灌浆使用材料情况

水库名称	地点	使用浆材	效果
花山水库	云南曲靖	水泥、水玻璃浆化学浆液(丙凝、聚氨酯)水泥、黏土浆	形成帷幕
蒿枝坝水库	云南永善县	水泥、黏土浆	形成帷幕
五里冲水库	云南蒙自	水泥浆	形成帷幕
青华洞水库	云南富宁	水泥砂浆水泥浆、细石混凝土	形成帷幕
柴石滩水库	云南宣良	水泥浆	形成帷幕
暮底河水库	云南文山	水泥浆	形成帷幕
风龙湾水库	云南寻甸	水泥黏土浆	形成帷幕
庄寨水库	云南蒙自	水泥浆、水泥砂浆	形成帷幕
海西海水库	云南洱源	水泥、水玻璃浆水泥浆、水泥砂浆	形成帷幕
芒海水库	云南临沧	水泥浆	形成帷幕
水城水库	云南曲靖	水泥浆	形成帷幕

曲靖花山水库曾采用水泥浆液、化学浆液(丙凝、聚氨酯)、水泥和水玻璃浆液在主坝、I副坝、II副坝分段采取不同浆液,进行多次灌浆试验。根据不同的渗漏特征,采取不同类型的浆液灌浆。对岩溶集中渗漏通道,采用水泥、水玻璃浆液灌注;对主坝右岸绕渗,渗水速率较快的地段,采用聚氨酯浆液灌注,封堵住大通道后,再用水泥浆液灌注补强;而对坝体与基岩接触带则采用1:1的水泥、黏土混合浆灌注;坝体渗漏,则采用1:3水泥黏土浆劈裂灌浆法灌浆。由于该工程因地制宜制定切实可行的灌浆方案,采取适合的浆液灌注,有效地封闭了岩溶渗漏通道,取得了良好的灌浆效果。

寻甸县凤龙湾水库,采用纯水泥浆和水泥、水玻璃浆液,对右岸岩溶渗漏通道进行灌浆,有效地阻塞了右岩绕坝渗漏。

永善县嵩枝坝水库,左岸坝基岩溶发育,建库蓄水后,渗漏总量达 117L/s,而最大的渗漏点为 73L/s,根据渗漏特点,采用右岸黏土制成黏土浆,再按水泥:黏土比例为1:3配制成混合浆液进行灌浆,取得明显防渗效果,灌浆结束后,整个坝址区渗水减少至 0.35L/s。

6 岩溶水库大漏段的处理

岩溶水库由于存在溶蚀空洞和岩溶管道,常产生集中渗水通道,灌浆时可采取特殊的办法进行处理。

6.1 地下水位以上大漏段处理

当 1:0.5 的纯水泥浆液灌入 4~6t 后仍无压时,水泥浆中可逐级加入 5%、10%、15%、20% 的细沙,通过搅拌桶搅拌,用砂浆泵压入孔内。如仍无压,可灌入胶凝时间 10~15min 的水泥—水玻璃浆液,在搅拌桶内混合,用泥浆泵压入孔内,如灌入 2~3t 水泥后仍无压,则采用间歇或停歇法灌浆,直至达到设计压力结束灌浆。

6.2 地下水位以下的大漏段处理

先按地下水位以上大漏段的工序操作,无效时选用水泥—水玻璃浆液,胶凝时间为 2~5min,采用双管双液法,孔内混合,直到瞬时胶凝的浆液配比,进行灌浆。

6.3 遇有大孔洞且流速大的孔段处理

可投沙、石(小于 1cm)入孔内,使孔底垫起 0.50~1m,用高压水枪装置将其冲出孔外再灌浆,反复投石灌浆,根据孔内情况反复进行,直至封堵密实

(详见表 2)。

表 2 水泥-水玻璃浆液配比与胶凝时间关系

水泥浆水灰比	水玻璃浓度/ Be	水玻璃占水泥 重/%	胶凝时间/ min
1:1	35	30,40,50	2~5
0.8:1	35	20	2~5
0.8:1	40	20	2~5
1:1	35	40,50	10~15
0.8:1	40	20,30,40	10~15
1:1	35	30以上	瞬时 0.1~0.4
0.8:1	35	20以上	0.1~0.2
0.8:1	40	10以上	0.1

注 温度 19℃~24℃,水泥强度等级 42.5 级。

此表中数据依据洱源县海西海水库灌浆用 42.5 级普通硅酸盐水泥和水玻璃室内配制试验而得,具体使用时应根据水泥标号、水玻璃浓度、气温进行现场试验而定。

7 小 结

实践证明,防渗帷幕是岩溶水库渗漏处理中最有效、最具普遍适用意义的措施和方法。在今后的工程施工中,需进一步探讨先进的电探、物探等探测技术,研究先进的灌注施工工艺和方法,借助风动冲击型大口径(200~500mm)钻机等先进的施工设备,有效提高岩溶水库防渗处理中技术水平和防渗处理效果,彻底消除水库渗漏安全隐患,使水库工程真正发挥应有效益。◆

参考文献

邹成杰. 水利水电岩溶工程地质[M]. 北京: 水利水电出版社, 1994.