

水工建筑防渗漏处理中的帷幕灌浆施工技术分析

刘 斌

(深圳市广汇源环境水务有限公司河源分公司, 广东 河源 517000)

摘要 目的: 分析帷幕灌浆施工技术在水工建筑防渗漏处理中实际应用流程与质量提升方法。方法: 本文立足帷幕灌浆施工技术优势, 采用实例分析法阐述技术要点, 通过钻孔、浆料制作、灌浆、封孔验收等施工技术, 妥善解决水工建筑渗漏问题, 并利用落实施工准备事项、强化施工测量质量、细化优化处理方案等举措保障施工质量。结果: 水工建筑防渗漏处理中应用帷幕灌浆施工技术, 有利于应对水工建筑物渗漏风险, 且各项措施落实后可提升施工质量。结论: 帷幕灌浆施工技术在水工建筑防渗漏处理中具有显著作用, 值得扩大应用范围。

关键词 水工建筑物; 防渗漏处理; 帷幕灌浆施工技术; 钻孔; 封孔

中图分类号: TV5

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)09-0052-03

水工建筑物实则是具有水流调控功能的兴利除害建筑物, 在实际建设阶段, 很容易因漏浆、串浆等施工问题引发渗漏病害, 不但危及建筑物使用年限, 而且还会削弱止水、控水性能, 故此应充分运用帷幕灌浆施工技术改善水工建筑结构稳定性, 依托工况条件制定完善的技术优化施工方案, 便于在此项技术助力下优化水利建设环境, 为我国水资源合理调度提供重要保障。

1 水工建筑防渗漏处理中帷幕灌浆施工技术优势

1.1 易于操作

水工建筑防渗漏处理中灌浆施工技术多包含固结灌浆与帷幕灌浆技术, 且每项技术均有鲜明特征。此次研究以灌浆深度更大的帷幕灌浆施工技术为主。该技术在实际应用阶段具有易于操作优势, 它主要需要施工人员按照既定孔距排列钻孔, 而后向孔洞内注入浆料, 并在搭接作用下形成具备止水功能的防渗墙。该技术既能减小水流渗透率, 又能起到水工建筑加固作用。只要施工人员先期做好准备工作, 而后按照标准流程落实施工内容, 即可顺利竣工。因此, 与5m到8m孔深不一的固结灌浆技术比较, 帷幕灌浆施工更为简便。

1.2 安全稳定

帷幕灌浆施工技术应用期间, 本身涉及的施工流程较为简便, 无论是浆料制作还是钻孔作业, 基本属

于无危险系数的施工内容。所以, 此项技术施工安全性更强。同时, 该技术在使用岩芯钻机钻进孔洞时, 还具有标准的钻孔深度要求, 即对准孔洞进行钻进行业, 对应的水平偏差为10cm, 而后在冲洗与压水试验中能够改善孔位准确度与孔洞稳定性。尤其在冲洗孔洞时, 其中岩芯残留深度低于0.2m, 每五分钟测量一次压水试验结果时, 只有五次测量结果最大最小值误差值都在10%以下, 参照下列公式确定透水率(q)数值, 方可认定为质量合格, 从根本上保障帷幕灌浆施工质量。对此, 以此技术建成的水工建筑物防渗墙更加安全可靠。

$$q = \frac{Q}{PL} \quad \text{公式(1)}$$

其中Q为每分钟注水量(L/min), P为水压(MPa), L为试验段长度(m)。求取q值后需对照水工建筑防渗标准判定帷幕灌浆施工质量合格情况, 通常需要保持在1Lu到5Lu以内, 也可参照渗透系数(K)与q的相关性评估帷幕灌浆施工技术防渗漏处理效果。

$$K = q \times 1.5 \times 10^{-5} \quad \text{公式(2)}$$

K(cm/s)除了可根据q予以计算外, 还可结合注入水体密度(ρ)、介质空隙率k, 以及水体注入率(g L/min)、土层粘滞系数(η)进行取值。

$$K = \frac{k\rho g}{\eta} \quad \text{公式(3)}$$

由此参照渗透系数计算结果衡量水工建筑渗漏情况, 亦能用于评估帷幕灌浆施工后防渗漏效果。

1.3 经济性强

考虑到水工建筑防渗漏处理难度较大,且涉及规模广泛,若能运用帷幕灌浆施工技术,有利于借助低成本优势展现防渗漏处理经济性价值。一方面,源于该技术操作简便,无需投入过多人力、材料成本。另一方面,钻机型号选择性较强,可从多个钻机设备中依据工况需求选择性价比高的钻机设备,由此达到有效控制施工成本的目的。帷幕灌浆施工中多包含机械费(钻机、灰浆搅拌机、灌浆泵)、人工费(高级工、初级工)、材料费(水泥、砂浆、钢筋、排水管等),因材料费占比在 70% 左右,而此技术主要材料为水泥。故此能够合理减少投入成本,与其它技术方案比较有助于控制工程造价,帮助施工企业节省投入成本,以期在防渗漏处理中取得更高的经济效益^[1]。

2 水工建筑防渗漏处理中帷幕灌浆施工技术要点

2.1 钻孔施工技术

帷幕灌浆施工技术应用于水工建筑防渗漏处理中,能有效消除水工建筑渗漏病害。其中在技术应用阶段,应先行利用钻孔施工技术钻进水工建筑,通过钻机设备为后期灌浆施工事项提供精准孔位。关于钻机钻孔深度相关要求,应结合(表 1)所述要求控制好钻孔偏差,以免影响钻进质量,破坏整个帷幕防渗墙结构稳定性。在钻孔施工阶段,施工人员务必将孔底偏差控制在 2.5% 孔深以内,最大不可超出 100mm,否则将难以保障帷幕钻孔施工质量。与此同时,在结合上文提及的压水试验内容冲洗孔洞并进行测压时,还要观察冲洗作业中其投放的孔洞冲洗用水澄清度,对应的孔洞沉积厚度应低于 200mm,其冲洗水压应为 4/5 灌浆压力。如若冲洗水压在 1MPa 以上,要求冲洗风压为 1MPa,未达到 1MPa,多以 0.5MPa 风压为主。同时,钻孔施工时,还要选择适合的钻进方法。

表 1 帷幕灌浆施工阶段钻孔孔底允许偏差标准

孔深 (m)	允许偏差 (m)	孔深 (m)	允许偏差 (m)
< 20m	0.3	50	1.15
20	0.25	60	1.25
30	0.50	100	1.25
40	0.80	/	/

如某小水电水库大坝,其坝基建于软弱基岩上,为提升建设稳定性,专门采取帷幕灌浆技术处理大坝基础。并选择在砂砾地基处进行帷幕灌浆施工,由此

实现防渗漏管理。该工程中针对透水率高于 5Lu 的工段按照 2m 孔距进行钻孔。而 5Lu 以下工段则将孔距设置为 5m,并且将先导孔间距设于 16m 左右,孔深高于 5m,进而在此方法下促进钻机平稳运行。施工人员需对小规模内施工区域的地质环境展开细致观察,保证选用的钻机型号符合现场条件。

2.2 浆料制作技术

帷幕灌浆施工技术应用阶段,最主要的是选择质量优良的浆料制作材料,以此增强帷幕灌浆防渗墙稳定性。通常情况下,以普通硅酸盐水泥为主,并将水灰比控制在 1:2 到 5:1 之间,结合具体工况确定浆料配比。同时,相关人员在浆料制作环节,还要尽量将水泥材料强度控制在 P42.5 左右,且掺入的黏土等辅料,塑性指数至少为 17,黏粒含量应在 40% 以上。在使用搅拌机进行制作时,也应当尽量选用低速运转搅拌机,并将搅拌时间控制在至少 30s。在浆料制作期间,还要安排试验员准确测量并记录浆料参数,包括黏度、吸水率以及密度、温度等,达到施工方案规范后方可认定浆料制作完成。此外,还可以选用自密实压浆材料作为浆料,此产品水胶比在 0.26:1 到 0.28:1 以内,3d 抗压强度可达到 20MPa,28d 抗压强度为 50MPa,初期使用时浆料流动度为 10S,1h 后流动度为 25S,经过使用该产品即可为帷幕灌浆施工提供优质浆料^[2]。

2.3 灌浆施工技术

灌浆施工技术是决定帷幕灌浆施工质量的关键技术,在应用灌浆施工技术时,施工人员应当结合灌浆段以上岩层厚度(D)先行确定灌浆压力(P)。

$$P = P_0 + mD \quad \text{公式(4)}$$

其中 P_0 表示基岩表层段灌浆压力允许值, m 代表表层段以下每深入基岩 1m 对应的压力增加值。

而后根据工况特征设置帷幕厚度。借鉴陈保增^[3]学者的相关研究内容,在以集雨面积 67.64km²且库容量 27.6 万 m³ 的水库水工建筑为研究对象时,此工程中坝高 18.62m,长度 47m,上下游坝坡比分别为 1:0.1 与 1:0.836。此工程进行灌浆施工时,需利用下列公式求取帷幕厚度(T)和孔距(D)。

$$T = \frac{\delta}{J} H \quad \text{公式(5)}$$

$$D = \frac{T}{0.87N - 0.29} \quad \text{公式(6)}$$

其中 δ 、 J 、 H 分别指代的是帷幕水头衰减系数(该工程中取值 0.7)、帷幕允许比降(10)、最大作用水头(22.25m)。N 代表帷幕钻孔排列数量(m),代入数据后该工程中帷幕孔距取值 2.41m,最终结合水工建

筑防渗漏处理标准将钻孔钻进深度设置在4m,并按照2m的间距排列孔位,以0.4MPa灌浆压力开展灌浆作业,其余孔深条件下灌浆压力规范如(表2)所示。

表2 帷幕灌浆施工技术孔深范围与帷幕灌浆压力相关规范

孔深范围(m)	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25
帷幕灌浆压力(MPa)	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2

2.4 封孔验收技术

当施工人员完成灌浆施工任务后,需应用封孔验收技术进行帷幕灌浆施工收尾,并在封孔前确定灌浆质量达标,即持续三次未见吸浆现象或灌浆量符合既定标准。之后利用上提法将孔内灌浆管抽离出来,对准已无灌浆管的孔洞使用浆料密度控制在1.5t/m以上的浆料,并将其灌注到同顶面平行,此时利用回填材料对孔洞实施完整封闭处理,促使在浆料作用下形成均匀分布的防渗墙。水工建筑防渗漏处理结果进入验收环节,则至少需在建成防渗墙30d后予以验收,并整理好竣工验收资料递交给业主,等待验收合格后进入工程保修阶段。

3 水工建筑防渗漏处理中帷幕灌浆施工质量保障措施

3.1 落实施工准备事项

表3 帷幕灌浆施工阶段所用灌浆材料最佳选择

指标	区间	水泥基灌浆材料型号
地脚螺栓表面同孔壁净间距(mm)	15-20	CGM340, CGM300
	50-100	CGM300, CGM270
	> 100	CGM270
	20-100	CGM340
灌浆层厚度(mm)	100-200	CGM300
	> 200	CGM270

帷幕灌浆施工技术虽然在水工建筑防渗漏处理中具有深刻的应用价值,但为了进一步提升施工质量,延长水工建筑物使用年限,还需要采取有效措施创造有利的帷幕灌浆施工条件。结合相关研究:该项技术理应在应用前做好准备事项,无论是材料准备还是机械准备,都将影响后期施工质量。因此,可结合不同参数范围选择适合的材料与机械设备,如(表3)所示。若施工人员使用的地脚螺栓与孔壁净间距在15mm到20mm以内,选择水泥材料时,多以CGM340与CGM300

型号水泥为主,且灌浆层厚度在200mm以下同样以此两类材料为最佳选择。至于机械设备的准备,理应选用低速搅拌机,且灌浆机也要充分检测其实际性能^[4]。

3.2 强化施工测量质量

针对水工建筑渗漏问题,要求技术员应先行前往现场进行放样测量工作,包括确定适合的孔距、孔深等参数,而且还要事先标记好孔位,辅助钻孔人员在实际施工中精准控制钻进方向。同时技术员在测量期间还应当正确区分灌浆孔类型,利用不同孔洞特点准确进行测量,而后整合测量信息,以供相关人员出具完善的帷幕灌浆施工参数设计规划。

3.3 细化应急处理预案

因帷幕灌浆施工中多面临漏浆、串浆等问题,造成整体施工质量下降。故此需在施工前出具细致的应急处理预案,以便规避施工风险。比如针对漏浆现象,当浆料中水泥原材料受水化反应影响出现升温现象,将减少浆料凝结所需时间,从而破坏施工质量。于应急预案中理应保证每分钟浆料注入量在30L到40L范围内,严控灌浆压力。而串浆问题则需要提前备好灌浆塞,进而在有效封堵下提升帷幕灌浆施工质量,充分利用完善的应急预案达到提质目标。

4 结论

综上所述,因帷幕灌浆施工技术在水工建筑防渗漏处理过程中具有易于操作、安全稳定、经济性强优势,故而若能加强钻孔、浆料制作、灌浆、封孔验收技术要点的有效应用,即可强化水工建筑物抗渗漏能力,并从施工准备、施工测量、应急预案等方面确定质量提升方向,以期该技术实践应用后,可以维护水工建筑物建设质量,为我国水资源合理分配、水利加固施工项目给予重要指引。

参考文献:

- [1] 陈玲.水工建筑工程施工中帷幕灌浆施工技术运用研究[J].中国高新科技,2022(19):118-120.
- [2] 刘耀.水工建筑施工中帷幕灌浆技术工艺的运用与实施要点研究[J].珠江水运,2021(21):57-58.
- [3] 陈保增.水库大坝除险加固工程中帷幕灌浆施工技术的运用分析[J].工程技术研究,2022,07(23):70-73,79.
- [4] 严强.水工建筑工程施工中帷幕灌浆施工技术的运用探析[J].建材与装饰,2019(07):285-286.