

# 水利水电建筑工程中的基础灌浆施工技术研究

张巧云

(甘肃省安装建设集团有限公司, 甘肃 兰州 730050)

**摘要:** 本文在明确是何因素对水利水电建筑工程质量造成影响的基础上, 探讨不同类型水利水电建筑工程领域内基础灌浆技术施工方案, 同时从施工流程层面入手, 总结具体技术应用方法, 旨在为水利水电行业内施工技术人员与现场管理人员提供工作参考。

**关键词:** 水利水电; 建筑工程; 基础灌浆技术

**中图分类号:** TV543 **文献标志码:** A



作为同能源安全联系密切的大型建筑工程, 水利水电建筑施工现场占地面积较大, 同时对施工区域内地质结构条件表现高度依赖, 在多方自然地理因素制约下, 此类建筑在施工及竣工使用阶段时常在坝体表面及深层地基区域出现孔隙类与裂缝型病害。为规避上述施工问题, 应最大限度地保障目标建筑在投入使用后整体建筑平衡性的表现, 切实发挥使用过程中建筑的防水、防渗透性能。在实际施工过程中对基础灌浆技术的应用是十分有必要的, 目前亟须学术界与行内从业人员对基础灌浆施工进行技术类型总结与全过程施工方法归纳。

## 1 影响水利水电工程建筑质量的因素

水利水电大型建筑在日常运行中以水资源作为媒介依托, 因此整体建筑相较其他类型建筑, 需要在日常承担更为复杂的水压环境, 随着建筑使用年限的增长, 最终可能对建筑的地基平衡性与稳定性造成影响<sup>[1]</sup>。如果在施工过程中缺乏相应防水防渗技术设计, 不但无法保证工程竣工后实际运行过程中的安全性表现, 而且将直接危害施工现场的安全指标参数。从水利水电大型建筑工程的建筑结构层面分析, 此类建筑一方面对地基结构的牢固性有相当严苛的要求, 另一方面要求建筑外形结构致密光滑, 其具体建筑质量参照标准涉及施工选址、建筑寿命、功能发挥等多个层面。

另外, 若在实际水电水利大型建筑施工设计中承包团队忽视防水防渗技术的细节设计, 在大量水分浸泡环境及高强度压力空间中, 此类建筑中的部分结构容易出现裂痕与破碎, 严重时甚至引发建筑垮塌等事故病害<sup>[2]</sup>。此类问题一方面会危害蓄水池的稳定性, 致使人为洪灾出现, 严重影响下游区域范围内居民的人身财产安全, 另一方面不利于公共建筑及能源实力

的形象营造, 因此一定要尽最大可能予以规避。从建筑成本层面考量, 工程任务数量繁多、施工时间跨度漫长的水利水电大型建筑工程在实际建设过程中需要投入较大的成本预算资金, 若仅以防水防渗技术施工的欠缺便造成整个工程前功尽弃, 将对区域乃至财产资源造成浪费, 严重拖慢区域现代化能源供应体系的建设, 背离当下倡导的可持续发展理念, 直接对地方经济造成打击。

## 2 水利水电建筑工程中的基础灌浆施工技术应用类型

### 2.1 常规灌浆型加固方案

一般条件下, 常规灌浆加固技术方案在实际施工中可包括坝体结构常规灌浆作业、水坝结构上游范围灌浆封闭作业以及整体水坝结构帷幕型灌浆作业等多种形式。在实际施工过程中对上述多元加固技术方案进行运用, 需要遵循以下技术要点: 第一, 施工人员应在施工前仔细记录并认真核对施工数据, 同时施工前期水利单位应积极配合将内部蓄水水位控制在施工标准要求范围内。第二, 施工人员应密切关注灌浆钻孔周边的作业环境是否干净, 同时要及时对施工区域内的裂隙结构进行杂质清理。第三, 施工人员在正式施工前的清洁作业阶段, 需要严格控制冲水器内的水压数值, 其具体冲洗是否彻底的衡量标准应参照冲洗用水最终的清浊表现确定<sup>[3]</sup>。

此外, 在正式灌浆施工作业阶段, 现场施工团队需要参照由稀汤到浓稠的渐进式原则逐步进行施工, 在将水压视为标准参照的同时逐渐提升灌浆所用的浆体浓度, 此外必须保证浆体建材中的水灰配比在科学配比数值范围内。在具体比例调和时现场技术人员可以将石英碎屑与金属铝粉作为混合剂的形式添加进去, 实现对目标浆体在灌注过程中的浓度增加处理。

另外现场施工团队还可以在壁孔区域对灌浆操作进行技术性调节,使灌浆作业的流速与流量变动趋于平滑稳定。在此基础上技术人员还可以借助橡皮管建材的弹性辅助能力,在标准大气压的控制下使浆体灌注实现自动化作业。执行完以上技术手段后,现场技术人员还需要相应加强灌浆作业的压力系数,将空气压入混凝土材质的毛细管体系内,在混凝土建材自然呼吸的作用下对浆体建材内部的空气气泡进行消解。

## 2.2 高压喷射型灌浆防渗方案

在水利水电大型建筑工程的灌浆作业环节采用高压喷射型灌浆防渗方案时,可以以最小的作业开挖数量与施工成本,在便捷、灵活的现场施工中达成预期施工效果。同时,相比其他灌浆施工方案而言,该技术在施工现场的实际应用期间所需作业面积较小,因此对周边环境产生的生态影响相对较小。其具体施工应用图纸设计模型如图1所示。

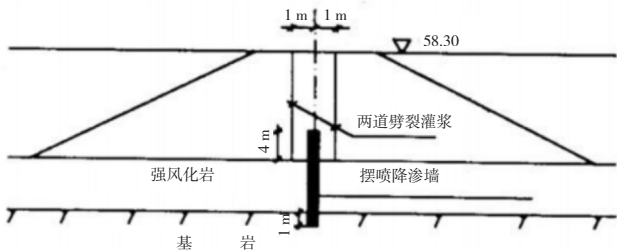


图1 高压喷射型灌浆防渗方案施工应用图示

根据施工实际经验可知,高压喷射型灌浆防渗方案的启用在提升建筑结构防水防渗能力的同时,还具有均衡建筑结构水压受力的有益效果,在实际水利水电大型建筑工程灌浆作业操作中,该技术方案的运用需要遵循以下关键环节:

第一,在钻孔准备期间,机械设备的钻进需要同套管作业同步开展,为施工过程中的良性孔循环提供良好环境,同时在实际钻孔作业进行期间,现场施工人员需要时刻观察监控钻孔作业状态,在保证钻头同基岩呈现 $90^\circ$ 夹角状态的前提下,在喷射管预埋的操作阶段,于孔洞缝隙结构深层按需植入封闭式泥浆钻孔桩。第二,在高压灌浆设备正式运行期间,现场人员可以对先序孔结构目标的灌浆设备进行提速,然后将灌注速度放缓,同时以慢速灌注的作业形式持续一段时间,此时若孔内浆体反流速度相较之前有所放缓,则能再次对灌浆速度进行提速。第三,在灌浆作业全程,现场施工人员需要严格控制灌浆设备内部的浆体压力、流量以及各项速度指标,使其始终处于可供、可调、可停范围内,这是高压喷射型灌浆防渗方案有序开展的关键,有助于水利水电大型建筑工程的稳定性施工指标的达成。

围井抽水测试法是一种在施工现场使用高压喷射型灌浆防渗方案时技术人员测定防渗帷幕渗透系数的方法。在实际施工过程中需要首先确定井底高程,然后通过四个施工灌浆孔,定向构筑四面封闭且相互垂

直的板墙结构,在井中间造孔,在井底高程进行旋喷达到封底目的。成井后可采用开挖井并进行抽水试验,测定渗透系数值。某案例施工中随记载的具体计算过程如下,其工程示意图如图2所示:

(1) 计算作用水头,井外稳定高水位:

$$H_1=200.41 \text{ m}, \text{ 井内稳定低水位 } H_2=197.92 \text{ m}, \\ \Delta H=H_1-H_2=200.41-197.92=2.49 \text{ (m)}。$$

(2) 将渗透量 $Q$ 恒定取值 $Q=142.44 \text{ cm}^3/\text{s}$ 。

(3) 测量渗透面积 $F$ ,即井外稳定高水位之下,四壁结石板墙及底面积(除集水坑)之和,将其恒定取值 $F=127520 \text{ cm}^2$ 。

(4) 测量水泥结石板墙厚 $\Delta L$ ,实测最大厚度为39 cm,平均一般厚度为25 cm。

(5) 将数值带入公式,其具体运算流程如下所示:

$$K = \frac{Q}{tF} = \frac{Q}{\Delta H / \Delta L \cdot F} = \frac{142.44}{249/25 \times 127520} = 1.1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s} \\ K=9.5 \times 10^3 \text{ m/d}$$

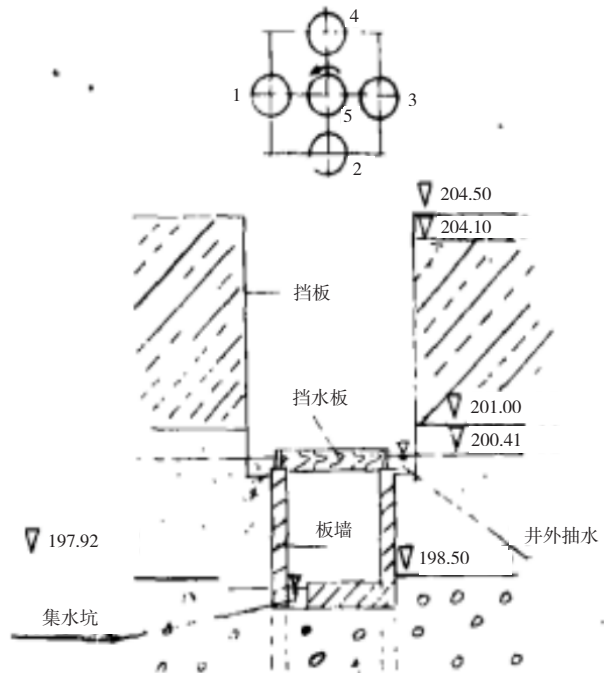


图2 围井开挖示意图

## 2.3 引导式灌浆方案

引导式灌浆方案是水利水电大型基础设施建设工程实践中应用频率较高的基础灌浆施工技术。该技术的使用原理在于以工程实际现场情况与设计图纸中的细节要求参数为搭建帐篷式灌浆作业的依据,实现分散泥土对基层水压和抗击流水侵蚀渗透的目的。此外该技术对浆体建材开展的抗流动性设计在整体技术施工过程中,不仅可以对灌浆工作中的浆体质量提供有效保障,而且在竣工后将为目标水利水电大型建筑工程的基础稳定性提供坚实技术支撑,在目标工程质量管理控制中起到突出的作用。实际上,随着我国工程建筑产业的现代化发展,当下基础设施建筑时常涌现大量的新型引导式灌浆方案技术设计,用以适应国

家水利水电工程建设复杂且多元的地质基础。在科学而合理的选用安排后,该技术有助于施工团队缩短预交付工期以及提升作业质量。

#### 2.4 混凝土建材裂缝填补式灌浆方案

混凝土建材裂缝填补式灌浆方案在实际使用过程中,可最大限度地避免水利水电大型建筑工程地基结构处脆弱与失衡现象的发生。就技术应用历史而言,该技术起初广泛应用于堤坝防洪设施修缮工程,然后因其展现出的经济优势和稳定性特征,在现阶段同大型建筑工程施工技术相结合,被引入水利水电大型建筑工程的施工现场,成为基础灌浆作业环节内的重要技术方案。该技术具有耐寒抗冻的特性,尤其适用于北部寒冷区域,一方面可以为目标建筑工程的地基处防渗防水能力提供保障,另一方面将大幅提升目标建筑工程竣工使用阶段的安全性能。

### 3 水利水电建筑工程中的基础灌浆施工技术应用流程

#### 3.1 前期施工准备

对水利水电大型建筑工程而言,开展灌浆施工前在施工准备阶段所表现的严谨态度将直接对实际灌浆作业质量造成影响,因此需要施工承包单位对此给予高度重视。第一,灌浆作业的开展需要施工现场给予优质的施工环境地质条件。在安全施工理念的指引下,为减小施工阶段出现的突发事故风险,于现场内进行的地质数值实地测绘勘探作业十分重要。从调查范围层面看,现场调查人员最终生成的地质报告数据包括施工现场内的水文条件、土层结构以及区域工期内的气候等多个方面。同时从调查质量层面看,现场调查人员必须尽可能提升数据记录的精度,以免在实际灌浆施工过程中产生因外部因素造成的技术性误差。第二,若灌浆作业区域同水利水电大型建筑的地基施工区域发生重合,那么便需要现场技术人员重点测量并着重估算现场深层岩石地质构成以及地下水文布局条件。第三,针对水利水电大型建筑工程灌浆作业建材配比,需要顺应因地制宜的原则,结合施工现场实际需要,灵活完成各类半成品建筑材料的混合,实现对灌浆作业中操作深度、浆体压力、建材用量等细节参数的调节优化。同时在正式施工过程中,现场施工人员应避免在工期压力影响下盲目加速,在保证施工安全的同时还应将工程建筑材料的实际功效充分发挥出来,在可持续发展思维理念的指导下,避免现场施工对周边环境产生影响与破坏。

#### 3.2 优化钻孔技术机械化操作质量

针对使用机械化设备进行钻孔作业时的速度及精度,在一定程度上对浆体建材的灌注速率造成影响,最终成为整个灌浆作业施工效率高低的决定性因素。第一,灌浆作业正式开展前,施工管理人员必须通过

前期勘探获取目标建筑施工工程中孔隙与裂痕的准确分布位置与实际数据,提前完成高标准的基线测绘作业。第二,结合技术人员与现场勘探人员精准测算出的灌浆空洞参数,在施工现场准备大小相应、深度匹配的钻孔机械设备。使用现代化机械设备完成的高质量钻孔操作可以将钻孔细节参数误差控制在最小,同时不会对后续灌浆作业的实施带来干扰与麻烦。第三,现场管理人员需要指导施工人员在灌浆作业与钻孔作业之间预留一定时间间隔,使钻孔机械设备有序退场,同时现场施工人员应及时在钻孔作业完成后对孔隙中的碎屑、灰尘进行清理,避免此类杂质在实际灌浆过程中混入浆体建材内,影响最终灌浆工作的密度与强度。

#### 3.3 技术要点总结

明确灌浆操作技术指标及具体数据方案后,在项目施工现场进行灌浆操作的工程人员还应在作业期间关注以下三项技术要点:第一,灌浆数量设计。尽管在实际动工前技术人员同勘探人员已经做出较为精确的数值预设,但考虑到水利水电建筑工程工程量大、耗时长长的特点,在现场灌浆期间施工人员同样需要注意观察施工条件的变动,应结合现场实际对灌浆数量做出适当改动。第二,灌浆压力控制。灌浆压力大小可以影响浆体注入缝隙深度与整体施工操作时间。为提升灌浆质量控制的精度以及灌浆周期控制的准确度,需要施工人员在具体施工中对该项指标进行多次科学性演算以及严苛的标准化执行。第三,判定灌浆作业有效性。以力学原理与实践工作经验为参考,现阶段针对水利水电大型建筑工程进行的灌浆作业有效性规律总结如下:如果测速器在缝隙区域检测到浆体建材经注浆钻孔到达缝隙底部的速度高于 $0.51/\text{min}$ ,在保持上述速度进行连续施工 $30\text{ min}$ 时,便可视为达成工程作业标准,即刻结束施工。

### 4 结束语

综上所述,基础灌浆技术的应用,是当下水利水电大型建筑工程防水防渗性能与其竣工后运行稳定性表现的决定性因素。因此,在正式施工中,一方面要重视技术类型选用的科学性,另一方面要加强该技术施工全流程的管控意识,最大限度地提升水利水电大型建筑工程灌浆施工现代化技术能力。

#### 参考文献

- [1] 鞠鹏.水利水电建筑工程中的基础灌浆施工技术研究[J].现代物业(新建设),2020(28):178.
- [2] 于军.水利水电建筑工程中的基础灌浆施工技术研究[J].工程建设,2020(4):109-110.
- [3] 代世超.水利水电建筑工程中的基础灌浆施工技术研究[J].水电水利,2019(8):70-71.