

乡村振兴背景下水利工程施工中帷幕灌浆技术探析

贵州省黔西南州兴义市水务局 李顺波

摘要:乡村振兴战略规划中,水利工程建设有着极为重要的地位,作为基础民生工程,水利工程直接影响着农民群体的日常生活及经济收入。水利工程中,帷幕灌浆技术又是直接影响水利工程建设质量的核心技术,因此,有关部门需认真研究帷幕灌浆技术的实际应用及技术要点,提高水利工程质量,促进乡村振兴。

关键词:乡村振兴;水利工程;施工;帷幕灌浆技术

帷幕灌浆技术是水利工程防渗漏施工中的重点项目,直接关系到工程是否能够达到建设标准,发挥出应有的经济效益及社会价值。当前,水利工程中帷幕灌浆技术的应用范围较广,可以有效降低工程渗透量,控制坝基渗流坡降。但在实际建设过程中,若施工人员技术操作有误,则难以保障帷幕灌浆技术能发挥出其作用,因此,施工人员必须深入研究帷幕灌浆技术的要点,明确该技术的操作方式,按照施工工艺标准,规范个人行为,进一步提高水利工程建设质量。

一、乡村振兴与水利工程的关系

乡村振兴战略发展的过程中,水利工程建设极为重要。水利工程的质量问题及其工程效益,直接关系到农民群众是否能够真正奔向小康、改善当地农业经济、促进当地经济发展,因此,有关部门必须要真正意识到水利工程对乡村振兴的重要价值,从而提高水利工程建设质量,选用高效、先进的技术手段,使水利工程发挥出更高的经济效益及社会效益。此外,在乡村振兴计划之中,维护当地生态、保障民生是极为重要的一环。水利工程可以为农村或城市的居民正常生活提供必要的水源,充分发挥地的水源保障性优势,完善当地的水域治理工作,同时优化当地生态环境。

水资源的保护以及生态系统的维护工作,是国家的行政资源管理行为。在全新的社会形势下,我国政府机关号召民众依法保护水资源,也以此建立了更为健全的水资源保护法规体系及执法体系。于2002年10月1日,我国正式颁布并施行了新《中华人民共和国水法》,其中明确规定了江河、湖泊等均需根据水资源功能进行划分,以优化当地的水功能区管理工作,使其作为当地水资源保护的重要手段及主要策略。根据法定程序,完善水域治理工作。要求各地地方政府部门负责规划水功能区划,并积极推广宣传水资源保护工作,提高当地民众的自然生态保护意识。水利工程建设与发展,是保护水资源及合理开发、合理利用水资源的主要途径,依法制定乡村水利工程建设项目,完善水利工程计划,也是促进乡村发展、推进乡村振兴的重要组成

部分。

二、帷幕灌浆技术在水利工程中的应用原理、特点及方法

(一)帷幕灌浆技术施工原理

帷幕灌浆技术可以有效提高水利工程的防渗漏性能,从而强化工程质量。从技术手段上讲,施工人员会在水利工程底部的土层裂缝或岩石孔隙中注入混凝土浆液,使有缝隙或孔隙的土壤结构形成整体,形成具有一定阻水性能的连续性帷幕,以此方能有效降低水利工程下部的渗透压力及渗流量。

首先,施工人员需要使用地质钻机完成钻孔作业,打出灌浆孔洞,随后使用高压灌注法,将水泥浆液灌入孔内。高压灌注法可以有效提高水泥浆的渗透性,能够使水泥浆液进入地底土层的裂缝结构或岩石孔隙之中,可以提高帷幕灌浆技术的防渗性能。待注入的水泥浆液完全凝固、与地下土层结构充分结合后,形成的水泥浆柱便是防水帷幕。为保证凝固后的水泥浆液可以真正注入软弱的地下岩石土层结构之中,施工人员还可以选用液压或气压等其他方式,挤压软弱岩土层,以便防水帷幕形成稳定的整体性结构。此类结构体不仅能够有效提高水利工程的防渗漏性能,还能够起到加固作用,大大提高了地坝与边坡结构的稳定性。

二、帷幕灌浆技术的主要特点

(一)施工成本较低,经济性好

帷幕灌浆技术在建设过程中,具有低成本、易操作的特征。该项技术主要用于处理水坝基地位置的防渗漏问题,应用过程中,施工人员只需要在合适的位置钻孔并浇筑水泥,便可以形成具有极高防水性能、防腐性强的防水幕墙,能够有效解决大坝基地的渗水、漏水等问题。而帷幕灌注技术的主要材料以水泥为主,此类建材成本低廉,能够大大降低工程建设过程中的投资资金,且施工能耗较低,作用价值较高,是水利工程建设中极为优质的施工技术,十分适用于乡村振兴计划中的水利工程建设。

（二）工艺相对安全，可靠性高

帷幕灌浆技术在水利工程中应用多年，据实践验证表明，该工艺相对安全，具有极高的可靠性。帷幕灌浆技术将水泥浆液灌入土质结构后，能够使水泥浆液与土层结构形成坚固、稳定的防水幕墙，其防水、防渗漏性能极强，具有极高的耐腐蚀性，可以满足绝大部分水利工程建设要求。在实际应用前，设计人员需要根据当前水利工程建设规模以及当地的水文、地质情况，计算出基底处的河流水压，随后，设计合适的帷幕孔洞直径，便可以在后续的技术操作中，制作出具有极高抵抗力的防水幕墙。

（三）技术较为成熟，适用性强

帷幕灌浆技术在我国已经相对成熟，且常应用于各地的水利工程建设施工中，该项技术具有极高的价值，能够有效处理水利工程的渗漏问题。时至今日，该技术已经不仅应用于水利工程建设之中，也常应用于其他与水工相关的建筑工程中，能够有效提高工程建设质量，解决混凝土或岩石、土层等结构受水质侵害、腐蚀、冲刷导致坝基不稳等问题。从这一角度上说，该技术相对成熟，且具有极高的适用性，是当前国内较为有效的防渗漏处理技术之一。

（四）帷幕灌浆技术的主要方法

1. 分段式灌浆技术。分段式灌浆技术对当地地形及其气候环境无太大要求，适用性较强，在水利工程建设过程中较为常见。分段式灌浆技术，以分段施工的方式完成帷幕孔洞灌浆工作，根据施工顺序不同，可以分为自上而下的灌浆方式以及自下而上的灌浆方式两种。自上而下的帷幕灌浆时，需要施工人员根据当前的钻孔深度及孔位高低，布置灌浆区域、设计灌浆工序，要求施工人员严格按照灌浆顺序开展灌浆作业，避免工序错乱或孔位间距过大。灌浆时，应始终保持先灌注上部孔位、再灌注下部孔位的顺序，才能真正意义上提高灌浆质量。自下而上的灌浆方式则与上述操作恰好相反，先于下部孔位灌浆，随后再灌注上部孔位。通常，分段式灌浆技术应用于硬岩环境居多，可以有效避免在灌浆时出现冒浆现象。

2. 一次性灌浆技术。一次性灌浆技术又称全孔灌浆技术。在实际施工过程中，施工人员完成帷幕钻孔工作后，应同时在多个钻孔的孔内浇筑混凝土浆液，以一次性混凝土浇筑的方式，制成防水幕墙。一次性浇筑非常省时，该技术便捷、高效，能大大缩短工期，且可行性较高。但在实际应用中，一次性全孔灌浆技术需要针对所有孔洞位置，同时开展混凝土灌浆作业，因此，该技术对当地的地形、地势、水文特征有一定要求。若施工现场不满足一次性全孔灌浆技术的标准，但施工人员却采取了一次性全孔灌浆技术，则会严重影响防水幕墙的

质量，从而导致水利工程质量无法达标。通常，一次性全孔灌浆技术，应该用于地势较为平稳且当地水势流速较慢的环境中。

三、乡村振兴水利工程中的帷幕灌浆技术——以贵州省兴义市下窑水库工程为例

贵州省兴义市下窑水库工程，属于乡村振兴类工程，是当地的民生工程。该项工程主要由当地水源工程、供水灌溉工程以及湾塘河补水工程三部分组成。工程建设的主要目的，是为完善当地的农业、人畜供水工程以及河道生态工程，以灌溉为主，解决当地供水问题。下窑水库工程取水水源为白碗窑河的地表径流，工程建设期间，修建了拦河筑坝（图1），以抬高地表径流水位，并调整蓄水量，该水库总库容 1066 万立方米，兴利库容 824 万立方米，工程建设完毕后，可以有效保障该地取、用水效果。



图1 下窑水库坝址河段、坝线

（一）测量放线

正式施工前，施工人员需要使用全站仪，优化测量放线工作，确保施工现场的各项数据参数、点位的精准度和灌浆轴线的稳定性。测量放线工作应考虑到作业面的实际高度、钻孔孔位的布局以及项目工程在建设期间的各项数据参数这三大点。

（二）钻机打孔

打孔是帷幕灌浆技术的核心步骤，设计人员首先要基于此前对现场的地质考察结果，合理设置钻孔位置，提高孔洞精准性。其次，施工人员在现场施工时，应选择合适的钻孔方式，通常以回旋式、冲击式钻孔法为主，要求施工人员根据设计图纸中标记的孔位大小、孔位深度，选择适宜的钻孔方法完成钻孔施工。在打孔时，施工人员的技术操作对防水帷幕的质量具有极大影响，因此必须要确保孔位与设计图纸之间的偏差在合理范围内，且孔与孔之间的间距不宜过大，以小于 5m 为宜，保障钻孔孔位的斜侧偏差在合理范围内（表 1）。第三，钻孔前，需要施工人员清理操作平台，确保钻孔位置表面无杂物、灰尘、泥浆等影响钻孔精准度。最后，为保证钻孔尺寸的大小一致，施工人员应调整钻机高度和钻机角度，根据不同地理位置的岩石层强度及不

同的地质情况，及时调整并换用不同的钻头，提高钻孔工作的质量及效率。

表1 钻孔斜侧偏差最大值（单位：m）

钻孔深度/m	20	30	40	50	60	≥70
允许偏差/m	0.25	0.50	0.75	1.05	1.35	2.55

（三）冲孔作业

打孔结束后，需要施工人员使用高压水枪冲洗孔洞裂隙，确保孔内不存在杂质、泥浆，方能保障后续的灌浆作业可以顺利开展。使用高压水枪喷射出的高压水流，能够彻底洗净孔内及缝隙内壁的淤泥和其他杂质，也可以带出打孔时形成的孔壁残渣，能够大大降低灌浆时孔洞堵塞问题的概率，避免冒浆。在使用高压水枪冲洗孔洞时，单个孔洞的冲洗时长需控制在20min以内。一般冲洗至无肉眼可见的杂质自孔洞内流出后，再冲洗10min即可。

（四）压水试验

在正式灌浆之前，施工人员需对当前的孔洞开展压水试验，用以检测孔洞质量以及孔位能承受的灌浆压力。在部分水利工程建设的过程，为节约施工周期，施工人员会同时开展压水试验与冲孔作业。压水试验的方式较为简易，通常以自上而下的顺序开展即可。施工人员需要注意，在正式开展压水试验之前，应计算出当前孔位的预计承载压力，通常以水泥灌浆时所需压力的80%为准。施工人员需要根据孔洞的标准，制定压水试验计划，严格按照规定的压水时间以及注水量，完成试验过程。通常，压水试验的结果会通过孔洞透水率反应出来。在开展多孔压水试验时，采集透水率呈递减趋势时，便可判定当前孔洞的承压能力满足该工程的灌浆压力值，且灌浆后，可以明显提高水利工程的防渗漏性能，使该工程达到预定的防渗漏标准。

（五）水泥灌浆

水泥灌浆技术是帷幕灌浆技术中的核心步骤，也是最为关键的一步。首先，施工人员需要优化水泥浆液的配制工序，严格按照配制规范开展工作。在水泥材料的选择上，应尽量选用新制且无受潮、无明显结块的水泥材料，以提高水泥浆液的整体质量。施工人员可选用硅酸盐水泥，确保其达到P·042.5R强度等级即可。在水泥浆液配置过程中，应严格按照工程所需标准加入适量添加剂，严格控制添加剂规定剂量，既不可多加，也不可少放，才能提高水泥浆液的性能。

水泥浆液配置完成后，应正式开展帷幕灌浆。此时，施工人员需要根据当地的地形情况，选择一次性全孔灌浆或分段式灌浆。在灌浆过程中，要求施工人员时刻关注灌浆压力的变化波动情况，确保灌浆压力始终维

持在规定的压力范围内，避免压力失衡。同时，注意灌浆情况，一旦出现冒浆、漏胶或串浆等突发事件时，需施工人员及时停止灌浆，以封堵、限流等方式快速清理现场，提高灌浆质量。灌浆结束后，需要施工人员进行封口处理，使用置换或全孔压力灌浆封孔法，均可有效封堵孔洞。待孔洞内的水泥浆液自然凝结后，便可形成具有极高强度及抗水性能的水泥幕墙。

四、结束语

水利工程建设过程中，使用帷幕灌浆技术可以有效提高工程实际质量，真正为乡村居民做出贡献。在施工现场，施工人员需要根据设计图纸按规定施工，避免施工现场各类突发问题影响工程建设质量，保证帷幕灌浆施工技术及其质量满足工程的建设标准。不同的水利工程在使用帷幕灌浆技术时均有不同，因此施工人员在应用该技术前，应完成技术交底工作，根据现场实际情况，制定合理、可行的施工方案。要求施工人员全面掌握帷幕灌浆施工技术中的重点问题、难点操作，按规定完成施工，在不断创新、实践、总结的过程中，进一步提高水利工程帷幕灌浆施工技术水平，以助力乡村振兴，促进乡村发展。

参考文献：

- [1] 蔡国森. 水利工程中帷幕灌浆施工技术的重难点分析[J]. 工程技术研究, 2021(17): 109-110.
- [2] 黄磊栋. 水利工程中帷幕灌浆施工技术的有效运用[J]. 山西水利, 2021(03): 43-44+47.
- [3] 刘振路, 李臻. 水利工程施工中帷幕灌浆技术研究[J]. 中国新技术新产品, 2021(03): 110-112.
- [4] 袁胜利. 水利工程中帷幕灌浆施工技术的有效运用[J]. 四川建材, 2020(11): 118+135.
- [5] 齐翠阁, 杨坤, 田颖. 水利工程基础帷幕灌浆施工技术[J]. 四川水泥, 2020(01): 261.