

# 灌浆技术在水利水电工程大坝施工中的应用分析

李雪峰

宾川县农村水利水电管理站 云南大理 671600

**【摘要】**灌浆技术作为灌浆加固方法，在大坝施工中扮演着关键角色，填充结构中裂缝孔隙，提高结构稳定性。基于此，本文探究灌浆技术在水利水电工程大坝施工中应用价值，对灌浆技术分类进行了详细介绍，分析灌浆技术在水利水电工程大坝施工中面临挑战，并对此提出针对性解决对策，以期对灌浆技术在水利水电工程大坝施工中发展提供理论支持。

**【关键词】**灌浆技术；水利水电工程；大坝施工

## 引言

随着水利水电工程发展大坝结构不断创新，灌浆技术在大坝施工中应用也日益广泛。过去几十年里，灌浆技术不断得到改进完善，从传统手工灌浆到机械化、自动化灌浆设备应用，使得灌浆技术在大坝施工中效率质量都得到了显著提升，随着新材料应用灌浆工艺不断创新，灌浆技术在大坝施工中适用范围也得到了扩展，应对复杂地质条件结构要求。因此，本文以灌浆技术在水利水电工程大坝施工中应用为研究方向，具有重要实际意义，为相关领域发展提供有益借鉴。

### 1 灌浆技术在水利水电工程大坝施工中的应用价值

大坝作为水利水电工程中的重要组成部分，其结构稳定性直接关系到工程安全运行。大坝结构中进行灌浆加固，填补混凝土裂缝、密实疏松地层，增强结构承载能力，从而提高大坝整体稳定性，降低因结构问题而导致安全风险。大坝结构中采用灌浆技术，填塞土石裂缝、岩石裂隙混凝土裂缝，提高大坝结构密封性，从而减少水库水位下降水资源浪费，保障水利工程正常运行水资源利用。随着大坝运行时间延长，其结构会出现裂缝、松动等问题，给工程维护带来挑战。采用灌浆技术对大坝进行定期检测加固，及时修复结构缺陷，延长大坝使用寿命，减少工程维护频率成本，提高水利水电工程经济效益可持续发展能力。传统大坝施工常常依赖于人工填充材料，施工效率低、质量难以保证。而采用灌浆技术，运用机械化、自动化施工设备进行施工，提高施工效率，保证施工质量，降低施工风险<sup>[1]</sup>。

### 2 水利水电工程大坝施工中的灌浆技术分类

#### 2.1 灌浆材料分类

混合性能优秀水泥浆充分填充大坝结构裂缝孔隙，从而提高结构整体稳定性，添加特殊剂，水泥浆凝结性得到提高，使其适用于复杂地质条件下施工，解决大坝结构中存在细小裂缝空隙问题，高强度水泥浆应用也为加固大坝混凝土结构提供了可行方案，显著提高混凝土结构抗压强度。聚氨酯聚合物浆具有较高粘结性，填充大坝结构中细小裂缝空隙，提高结构整体密实性<sup>[2]</sup>。丙烯酸聚合物浆则在水中形成胶体，具有良好填充效果防水性能，适用于大坝渗漏处理等场景，聚合物胶凝材料应用也为需要快速止水施工提供了可行选择，其快速凝固特性在短时间内形成稳固填充体，保障大坝结构安全性。

#### 2.2 灌浆方式分类

高压灌浆技术施加高压力把灌浆材料注入裂缝孔隙，适用于深层次、细小裂缝填充，其工作原理是利用高压力把灌浆材料强力推入目标区域，填充细小裂缝孔隙，从而加固结构并防止渗漏。中压灌浆技术采用中等压力进行灌浆，适用于一般混凝土结构加固密封，填充结构中裂缝空隙，提高结构整体稳定性。低压灌浆技术采用较低压力进行灌浆，适用于浅层次、宽大孔隙填充。低压灌浆技术通常用于填充大坝结构中较大空洞孔隙，其施工过程相对简单，成本较低。除了压力灌浆方式，重力灌浆也是常见施工方法。自由流灌浆技术利用重力把灌浆材料自上而下注入目标区域，适用于填充宽大空洞孔隙。漏斗灌浆技术采用漏斗结构把灌浆材料导向裂缝孔隙，实现精准灌浆，减少浪费。重力压裂灌浆技术结合重力压裂作用，把灌浆材料填充到目标区域，提高填充效果。溶液灌浆技术溶解于水中灌浆材料以液体形式注入目标区域，快速固化形成密封层<sup>[3]</sup>。

## 2.3 灌浆对象分类

土石灌浆主要应用于填充土体岩石结构中裂缝空洞，以提高土体岩体密实度，土体灌浆而言，向土体中注入适当浆料，填补土体中空隙裂缝，增强土体整体稳定性，提高其承载能力耐久性。而岩体灌浆则针对岩石结构中裂缝孔隙进行加固，灌浆填充岩体中裂缝孔隙，增强岩体抗压能力，提高其整体稳定性，针对地质条件较为复杂情况，采用岩土体灌浆方式，综合考虑土体岩石性质，灌浆加固提高工程整体稳定性<sup>[4]</sup>。大坝混凝土灌浆主要用于填充大坝混凝土结构中裂缝孔隙，以提高结构整体稳定性。把适当浆料注入混凝土结构中裂缝孔隙，加固密封混凝土结构，防止水渗漏结构损坏，保障大坝安全运行，针对大坝基础混凝土进行灌浆加固，填充基础混凝土结构中空隙裂缝，提高基础承载能力。对大坝各种结构部位混凝土进行灌浆加固，延长工程使用寿命，降低维护成本，提高工程经济效益。岩体裂缝灌浆主要用于填充岩体结构中裂缝孔隙，增强岩体整体稳定性，减少水渗漏地质灾害发生。而岩体空洞灌浆则主要用于填充岩体中空洞洞穴，防止水流侵蚀结构破坏，保障大坝工程安全运行，提高岩体承载能力，保障大坝结构安全稳定。

## 3 灌浆技术在水利水电工程大坝施工中面临的挑战

### 3.1 灌浆材料选择不当

选择灌浆材料时，若未充分考虑到工程实际需求，会导致选用材料无法满足工程填充效果要求，若选用灌浆材料流动性不佳，无法充分填满裂缝孔隙，导致灌浆效果不佳，甚至影响工程稳定性。灌浆施工中，若选用含有杂质、掺假掺水等灌浆材料，会直接影响到灌浆效果工程安全，材料质量不合格导致灌浆材料流动性变差、凝固时间不稳定等，从而影响施工质量工程稳定性。工程建设中，成本是重要考量因素，但过分追求低成本会牺牲材料质量性能，选择价格低廉但质量不稳定灌浆材料，会导致施工质量问题的，进而影响工程安全性。

### 3.2 灌浆施工质量控制不足

缺乏规范灌浆施工流程操作规范，导致施工人员在实际操作中缺乏统一标准指导，容易出现操作不当、流程混乱等问题，从而影响灌浆施工质量效果，灌浆施工中，一旦没有明确施工流程标准操作规范，施工人员无法正确选择灌浆材料、控制灌浆压力、进行灌浆均匀等，从而导致填充效果不佳或灌浆材料未能充分填充裂缝孔隙，影响工

程稳定性。由于施工人员缺乏相关技术培训经验积累，导致其在灌浆施工中无法熟练掌握操作技巧应对施工中各种复杂情况，从而影响了灌浆施工质量效果。缺乏监督管理措施，导致施工过程中存在部分隐患问题无法及时发现解决，施工现场存在安全隐患、环境污染等问题，但由于缺乏监管，问题长期存在而未发现解决，从而影响了施工质量工程安全。

### 3.3 灌浆压力不够或过大

当灌浆压力不足时，灌浆材料无法充分填充裂缝孔隙，导致填充效果不佳，无法达到预期加固密封效果，会使结构在应力作用下易于产生裂缝或局部渗漏，从而影响工程安全性。过大灌浆压力会使灌浆材料在填充过程中产生过大压力，导致结构承载能力超负荷，引发结构变形或破坏。过大灌浆压力使灌浆材料过量挤压，造成材料外溢或渗漏，进而加剧结构渗漏问题，增加了工程维护成本。施工过程中，若未能根据具体情况合理调节灌浆压力，导致灌浆压力过高或过低，从而影响灌浆效果结构稳定性，不同部位不同情况下，应根据结构实际情况以及灌浆材料性能特点合理调节灌浆压力，保障灌浆材料充分填充裂缝孔隙，避免因过大压力而造成结构损坏或渗漏问题。

### 3.4 灌浆设备故障频发

随着使用时间增长，灌浆设备会出现部件老化、磨损、腐蚀等现象，导致设备性能下降，甚至出现故障，灌浆泵密封件、阀门等易受磨损，长期使用后出现漏浆、泄漏等问题，影响施工质量工程安全。由于施工现场特殊环境工作条件，灌浆设备容易受到污染、颠簸等影响，一旦缺乏定期维护保养，设备故障率增加，未及时更换设备润滑油、清洗设备内部杂物等，都会导致设备运行不畅，增加故障发生率，一旦选择灌浆设备不合适，存在性能不稳定或故障率高问题，就会频繁出现故障，选择灌浆泵功率不足、灌浆管道不耐腐蚀等，都会影响设备正常运行，导致施工效率低下工程质量问题。

### 3.5 灌浆施工现场管理不到位

灌浆施工过程中，一旦缺乏安全管理措施，工人面临高空作业、化学品接触等安全风险，导致人身伤害或事故发生，严重影响施工进度工程质量。灌浆施工现场，会产生大量污水、废弃物等，一旦未能及时采取环境保护措施，污染物会直接排放到周边水体或土壤中，对周边生态环境造成严重影响，甚至引发环境污染事件。缺乏施工组织协

调,导致施工现场人员错位、设备混乱、工艺交叉等问题,严重影响施工进度施工质量。

#### 4 水利水电工程大坝施工灌浆技术中的应用建议

##### 4.1 灌浆材料选择优化

不同地质条件下大坝施工,面临着不同程度地质灾害风险,选择灌浆材料应适应工程所处地质环境,具有较强适用性。选择灌浆材料时,应优先考虑其流动性、凝结性、耐久性等性能指标,保障材料在不同工程条件下发挥良好填充作用,提高工程稳定性。性能优越灌浆材料价格较高,但在经济允许范围内,应尽量选择性、价格合理灌浆材料,以达到经济合理选择。灌浆材料选择过程中,考虑综合价格、性能施工效率等因素,保障选择材料在经济技术上达到最佳平衡点。

##### 4.2 强化灌浆施工质量控制

制定规范施工工艺流程操作规范,明确灌浆施工每个环节步骤,保障施工人员按照流程操作,避免疏漏错误,从而保障灌浆施工质量安全。对施工人员进行系统技术培训操作指导,提高其灌浆施工技术水平,使其熟练掌握灌浆工艺操作技巧,准确执行施工任务,保障施工质量达标。利用先进施工管理软件技术手段,实现对灌浆施工过程实时监控数据分析,及时发现解决施工中问题隐患,提高施工质量效率。

##### 4.3 精准控制灌浆压力

大坝结构具体情况灌浆目标确定后,必须根据工程要求对灌浆压力进行精准调节。不同结构目标需要不同灌浆压力,对灌浆压力调节必须精准到位,以保障灌浆效果达到预期要求。采用压力监测设备对灌浆压力进行实时监测,及时掌握灌浆过程中压力变化情况。根据监测结果,及时调整灌浆设备工作状态,精准控制灌浆压力,保障施工质量稳定性,实时监测调整方式应对施工现场环境变化灌浆工艺需要,提高施工效率质量水平。灌浆施工过程中,结合灌浆材料特性施工条件,必须对灌浆工艺参数进行优化调整,以使灌浆压力达到最佳效果,调整灌浆设备喷射速度、灌浆孔径等参数,以保障灌浆压力在合适范围内,并且充分填充目标区域,提高灌浆效果工程质量,优化灌浆工艺参数,最大限度发挥灌浆材料性能优势,实现施工精准控制优质完成。

##### 4.4 加强灌浆设备维护管理

建立健全设备维护保养制度,明确各项维护任务责任,

以保证灌浆设备长期稳定运行。定期检查液压系统、电气系统、机械部件等设备各项功能,以发现潜在故障并及时处理,对设备进行清洁润滑,保持设备清洁良好工作状态,延长设备使用寿命。一旦发现设备存在故障,必须立即停止使用,并及时调查故障原因。针对不同类型故障,需要采取相应排除修复措施,保障设备尽快恢复正常运行。及时处理设备故障,避免因设备故障导致施工延误质量问题,保证施工工程顺利进行。随着科技不断进步,灌浆设备也在不断更新换代,新型灌浆设备往往具有先进技术,适应工程需求,定期对灌浆设备进行更新升级,引进先进技术设备,提高施工效率、降低施工成本,并且提升工程质量水平,更新升级设备提高设备安全性,减少设备故障发生频率,提高工程施工安全性。

##### 4.5 加强施工现场管理

建立健全施工现场安全管理制度,明确安全责任、规范操作流程,并配备必要安全设施装备,以保障施工人员人身安全。制定详细高空作业、危险品使用等方面操作指南,使施工人员严格遵守安全规程,减少意外事故发生。合理布置施工场地、严格控制废水排放、妥善处理施工废弃物等,以防止污水废弃物对周边土壤、水体空气造成污染,定期进行环境监测评估,及时发现解决环境污染问题,保护周边生态环境。建立合理规划施工流程、优化资源配置、明确责任分工等高效施工协调机制,以保障施工各环节有序进行,避免施工中混乱延误。

#### 5 结论

综上所述,灌浆技术在水利水电工程大坝施工中具有重要应用价值,但也面临诸多挑战。为了克服挑战,需要加强灌浆材料选择优化、强化施工质量控制、精准控制灌浆压力等方面工作,提高工程质量、保障工程安全,为水利水电工程大坝施工贡献力量。

#### 参考文献:

- [1]王媛.灌浆技术在水利水电大坝施工中的应用分析[J].大众标准化,2023,(03):43-45.
- [2]董洪良.水利水电工程大坝施工中灌浆技术的应用分析[J].冶金管理,2022,(03):109-111.
- [3]赵永锋.灌浆技术在水利水电工程大坝施工中的应用分析[J].水电站机电技术,2021,44(06):79-81.
- [4]王家武,石伟,陈刚.水利水电工程大坝施工中灌浆技术的应用分析[J].居舍,2021,(13):57-58.