

论水利水电工程灌浆施工技术与管理对策

刘红娟

长江陆水枢纽工程局有限公司 湖北咸宁 437300

摘要：为了提高水利水电工程的整体质量和安全性，灌浆施工技术成为了一种关键的工艺手段。通过对灌浆施工技术的特点和质量管理对策的深入探讨，本文旨在为水利水电工程的建设提供有效的指导，确保施工过程中的防渗能力和结构稳定性。

关键词：水利水电；灌浆技术；质量管理；策略

水利水电工程是我国基础设施建设重要组成部分，其建设优劣对我国的经济与社会发展具有重大意义。灌浆施工技术是一种改善建筑物稳定和防止渗漏的有效方法，已被越来越多的水利水电工程建设所采用。但是在灌浆过程中，怎样保证灌浆的质量是一项艰巨的任务。通过对灌浆工艺的研究，提出了相应的解决方案，可供类似工程借鉴。

一、水利水电工程灌浆施工技术分析

（一）地质条件分析

在水利水电工程灌浆施工前，对地质条件的详尽调查是至关重要的。对岩土工程的研究，主要是对岩土的类别、结构、强度和渗透性的研究。不同的地质条件会影响灌浆的选用和其流动性，比如对于沙砾层，为了确保更好的渗流作用可以采用低粘性灌注液；对于泥页岩地层，为了避免损失必须使用高粘性物质。岩土的结构性是决定灌浆压力的关键因素，其结构特性决定了灌浆时的应力分配差异，从而对灌浆的有效性产生一定的影响^[1]。对于高强度岩体，为了取得理想的灌浆结果，往往要求更高的灌浆压力。另外渗透率也是影响灌浆效果的一个重要参数，如低渗岩需对其进行预处理以提高其渗透性，而高渗岩体在灌浆过程中必须使用特种填料以保证灌浆效果。在此基础上提出了一种新的灌浆方法，并将其应用于实际工程中。

（二）材料选择

在水利水电工程中选择合适的灌浆材料是确保工程质量的关键步骤。灌浆材料的选用应从其物化性能、养护时间和使用寿命三个方面进行分析。灌浆材料的物化性能主要有密度、粘度和膨胀率等，它们的性能将决定灌浆材料是否能够成功地灌注到靶孔中。比如高粘性物

质对大裂纹有很好的密封作用，而低粘性物质对小裂纹有很好的作用。养护时间是影响工程建设和工程造价的又一关键问题。用快养护的原料可以减少养护周期，但也会提高建设费用；而养护缓慢的原料，尽管可以减少费用，但也会造成施工时间的加长。另外灌浆材料的耐久性也是评价灌浆材料的一项关键技术，尤其是在高压、强腐蚀等苛刻条件下，对灌浆材料的耐久性提出了更高的要求。在保证施工安全的前提下合理地选用适宜的灌浆材料，是保证施工质量、提高经济效益的关键。

（三）施工流程

在水利水电工程中，灌浆施工是一项技术要求极高的作业，主要包括钻孔、清洗、注浆和封堵等关键环节。作为工程建设的首要环节，必须对施工流程进行精密的测绘与定位，并根据地层构造的不同对其进行适当的调节。清理钻孔是为了清理钻孔中的碎片、杂物，确保钻孔顺利进行，通常采用的清洁方式有：高压水、压缩气体等。要知道灌浆是施工中的关键环节，应按实际需要选用合适的浆液，对浆液的压力、流速进行严格的控制，保证浆液在浆液中的分散不会引起地层损伤。灌浆施工是施工中的一道工序，采用在钻孔内安装堵漏设备，以阻止灌浆介质的渗漏，保证灌浆质量。在整个过程中，每一道工序都要遵守一定的工艺规程，稍有差错就会导致整个结构的质量下降。为此需要对建筑工人进行专门训练，并具备相应的理论与技术，才能保证各项工作的顺利进行。

（四）质量监控

在水利水电工程的灌浆施工过程中，实施有效的质量监控至关重要。它包括对灌浆过程进行实时监控，并利用各种先进的测试仪器和方法对灌浆效果进行评价。

该软件能够对灌浆压力、流量和物料的消耗量进行动态跟踪,使施工人员能够及时地察觉到问题,做出相应的调整^[2]。另外利用声波透射法和地震反射法等无损检测方法,对灌浆部位进行仔细检测,确定灌浆部位无孔洞或无充填物。该技术可反映灌浆地层的完整性和与周边岩体的胶结情况。同时利用计算机图像处理和3D模型,对灌浆的影响进行可视化研究,从而达到改善灌浆质量的目的。在保证工程质量达到或超过设计要求的前提下,对资料的处理与解译提出了新的要求。为了保证工程的整体质量,必须聘请资深工程师进行现场监测及资料分析。

二、具体灌浆方法的实施策略

(一) 前期准备充分

在开展任何土木工程项目之前,前期准备工作是至关重要的环节,它直接关系到整个项目的成功与否。要保证项目的成功实施,就必须采用一套严格、科学的方法。开展精细的地质勘察工作,通过钻孔取样、物探等手段,获得岩石的渗透系数、抗压强度等物理特性,从而实现了对地层的精确评价^[3]。近几年在遥感、无人机等多种手段的运用下,利用高分影像及航空影像进行地表覆盖辨识与解析,大大提升了地震资料的搜寻效能与精度。根据勘察成果编制出一系列的建设方案。该程序既包含了技术备选方案的选取,也包含了对项目实施中存在的各种危险因素的评价与对策制订。如在复杂的地质环境中,通过预加筋加固能够对坡体及建筑物的稳定进行有效控制;对于软土地区为了提高其承载能力,可以采取灌注桩、高压旋喷等方法。在此基础上提出了一种基于计算机辅助设计的新方法,即通过计算机辅助设计提高系统的运行效率。为确保工程项目的顺利进行,各专业人士应经过足够的专业训练,熟悉工程程序。这就要求项目部在开工之前必须召开专项训练会,以保证每个员工对工程图及工艺要求的熟悉。另外通过推行ISO 9001等国际标准品质管理系统,以及通过经常性检讨及不断改善的制度,使工程品质得以继续提高。采取以上各项措施,既可减少工程建设的风险,又可对工程造价进行有效的控制,保证工程按时完工。因此为保证该项目的成功实施,必须先做好充分的前期工作。

(二) 精细化施工管理

精细化施工管理对于确保水利工程的质量至关重要。为了达到这个目的,建设方必须采用一套科学、严密的手段,对工程的各个环节进行控制。比如在钻井过程中,

采用GPS及激光导引等方法,对井眼方向及位置进行准确控制,以保证成孔的精度及方位准确,并减小了误差。在此基础上,设计了一套自动检测装置,对钻速、扭矩等进行了实时的监测,并根据实际情况对钻速进行了相应的调节。在灌浆时采用智能控制技术对灌浆的压力及流量进行准确调整,保证灌浆物料能够准确地注入到指定部位,防止由于灌浆压力过大而引起的地层损伤或由于灌浆压力不够而引起的不致密^[4]。另外,利用超声探测及CT成像等手段,对灌浆部位进行非破坏性测试,能够精确评价灌浆效果,保证施工质量。要想进一步提升工程准确性,就必须要有健全的工程管理制度,比如要成立工地实验室,对工程所用的原材料进行定期检测,以保证工程的各项指标达到设计指标;同时对建筑工人进行职业技术训练,增强其技术水平,增强其安全意识。在此基础上将BIM作为一种新型的工程项目,通过对项目实施全流程的模拟,实现对工程项目的最优调度,降低工程造价。并提出一系列改进方案,使项目的建设质量得到了进一步的提高,同时也减少了一些安全风险,保证了项目的正常进行。

(三) 选用合适的灌浆材料

选用合适的灌浆材料对于确保水利工程的耐久性和稳定性至关重要。为了达到这个目的建设方必须采用一套严格的科学方法,以保证所选用的建材符合当地实际情况。开展野外调查工作采集野外土样,对土样进行孔隙率、渗透系数等物性参数进行测试。同时根据实际情况,如防渗、补强等要求,选择合适的灌浆材料。在选定了初步的选材计划之后,再通过室内试验来检验该方法的可行性。开展室内灌浆试验,利用高压灌浆机进行室内灌浆试验,评价其在工程实践中的流动性能及固化性能,以保证其在特殊的工程应用需求。还要通过对灌浆材料与周边岩土界面行为进行分析,揭示灌浆材料与周边岩土的作用机理,从而解决灌浆材料在岩土中存在的问题。只有在野外进行灌浆实验,才能更好地证实该工程的施工性能。通过搭建小规模灌浆实验场,通过对优选出的灌浆材料进行试灌,测试其流动性能及养护效应,结合超声波、雷达扫描等非破坏性测试方法评价灌浆效果。通过对不同类型灌浆料的配比进行反复的修改,直到最终确定出最优的配比为止。并对灌浆的选材与校验,既保证了灌浆材料的适应性,又能有效地提升灌浆的成功率,从而保障整个水利工程的安全性和使用寿命。

(四) 强化质量检测

强化质量检测是确保灌浆工程质量的关键环节,利用现代检测技术和设备对灌浆效果进行定期检查,可以有效监控施工质量和安全,及时发现并解决潜在问题。为此,利用超声、地质雷达、电磁感应等非破坏性探测手段,对灌浆部位进行全方位探测,并根据回波波强的改变来判定灌浆的完整性及压实度^[5]。采用声发射(AE)对灌浆施工中裂缝的发育进行监控,保证灌浆物质在孔隙中的分布和填充。其次采用钻孔采样方法,对灌浆部位进行钻孔采样,并对灌浆材料的抗压强度、弹性模量等物理机械性质进行评价,同时对灌浆层与周边岩土的结合强度进行评估,保证灌浆质量达到设计指标。除此之外采用渗透试验方法评价灌浆层的抗渗能力,并在灌浆过程中加入指示剂,观测其在岩土中的扩散状况,从而判定灌浆层的完整性。结合物联网等先进的传感技术,构建灌浆过程中的温度、湿度、应力等重要物理量的在线监测,并结合大数据分析等手段,对灌浆过程进行动态评价。更重要的是利用人工智能的方法,对产品出现的问题进行检测和报警,使工程人员能够对产品进行有效的预防和控制。采用以上综合测试手段与技术,既可保证灌浆项目的质量管理水平,又可明显地提升施工效率、减少维修费用、延长施工周期。

(五) 持续的技术培训与交流

持续的技术培训与交流对于提升施工队伍的专业技能和施工效率至关重要。因此,必须制订一项完整的、有系统性的训练方案,将理论与实际工作有机地联系起来,使每个工作人员了解到最新的工程技术及安全规程。我们将举办一系列的技术讲座及专题座谈会,邀请业内专业人士为大家介绍智能灌浆技术、远程监控系统的运用等先进技术,并以实际案例让员工们更好地认识到这项技术的优越性。鼓励员工参与国际交流项目,学习国外先进的施工管理经验,以开阔自己的眼界,推动科技创新。其次构建基于数字技术的网络教育体系,通过视频教程、三维模拟演示、虚拟现实体验等多种多媒体教学资源,帮助企业在任何时间、任何地点进行自主发展。通过建立在线答疑、个案交流等方式,促进企业内部人员在处理疑难问题时,相互交流心得及最佳做法,促进

企业间的共同学习与交流,促进企业的创造性思考。同时通过建立业绩激励制度,对主动参加公司培训、业绩突出的人员,如晋升机会、奖金或带薪休假等,提高其学习动机和自我责任意识^[6]。并在此基础上,通过对企业内部人员的评价与建议,对其进行持续的改进,使其能够更好地满足企业的需要与科技发展的最新动态。采取上述多种手段,既可以不断地增强建设团队的业务素质,又可以有效地改善建设工作的效率与品质,从而使企业在市场上获得更大的竞争优势。通过这种方式,可以创造一种积极的企业文化环境,提高职工对工作的认同感和满意度,为公司长期发展打下良好的人力资源。

总结语

综上所述,灌浆施工技术在水利水电工程中的应用能够显著提升工程的防渗性能和结构稳定性。通过深入分析灌浆施工技术的特点,并采取有效的质量管理措施,可以有效避免因渗漏等问题造成的经济损失和安全风险。未来,随着新材料、新技术的不断涌现,灌浆施工技术也将得到进一步发展和完善,为水利水电工程的安全运行提供更有力的支持。同时,持续的技术创新和质量管理体的优化将是提高水利水电工程灌浆施工水平的关键所在。

参考文献

- [1]周滔.水利水电工程灌浆施工技术与质量管理对策探析[J].中国住宅设施,2024,(03):163-165.
- [2]陈静林.水利水电工程灌浆施工技术与质量管理对策研究[J].中国设备工程,2024,(05):255-258.
- [3]贾绪锦.水利水电工程灌浆施工技术与质量管理对策探析[J].工程建设与设计,2022,(18):124-126.
- [4]李四红.水利水电工程灌浆施工技术与质量管理措施分析[J].湖南水利水电,2022,(01):31-33.
- [5]童利勇.水利水电工程灌浆施工技术与质量管理的策略分析[J].绿色环保建材,2021,(11):170-171.
- [6]周泽军,黄玉红.水利水电工程灌浆施工技术与质量管理的策略分析[J].工程建设与设计,2021,(07):169-170+173.