

水利水电施工技术和灌浆施工应用分析

许向群

郴州市水电建设公司 湖南 郴州 423000

摘 要：水利水电项目是国家经济基础设施建立的主要部分，其施工工艺水准和灌浆运用成效直接关乎工程的质量与安全。本论文开篇论述水利水电项目在防洪、灌溉供水、能源供应、生态维护以及推动经济与社会进步等方面的主要意义。其次说明基础处置、混凝土施工作业、土石方施工作业三大技术主要，包含地基挖掘清理加固防渗、混凝土原材料配合比浇筑养护、土石方挖掘填筑爆破等方面内容。随后分析灌浆技术在地基处理、混凝土缺陷修复、水工建筑物防渗方面的运用，包括帷幕灌浆、固结灌浆、裂缝灌浆、蜂窝麻面灌浆、坝体灌浆、隧洞灌浆等，点明各项技术需严格把控参数且做好质量检验，以保障工程安全运转。

关键词：水利水电；施工技术；灌浆施工；应用分析

引言

水利水电项目关系到国家水资源的调配、能源的供应以及粮食生产的安全，是保障民生与推动社会发展的基础工程，在防洪抗灾、农田灌溉、水力发电、水生态治理等方面起着非常重要的作用。本文把水利水电工程施工体系当作研究目标，梳理基础处理、混凝土施工、土石方施工的主要技术，有针对性地分析灌浆施工技术在工程地基处理、混凝土缺陷修复、水工结构防渗方面的实际操作应用，为水利水电工程提高质量与效率、开展标准化施工提供实际操作参考。

1 水利水电工程的重要性

其一筑牢防洪、灌溉及供水的民生根基。基于建造水库、堤防、输水渠道等水利工程，能够有效调节天然河道的水量分布，削减汛期的洪峰流量，明显降低流域内发生洪涝灾害的风险，全面保障沿岸居民的生命与财产安全。同时依靠水库蓄水、跨地区调水等工程措施，能够精确输送水资源到农田种植地带，有效化解农业灌溉缺水难题，稳固粮食生产能力。通过净水处理、管网输送的水资源，能够满足城镇生活用水以及工业生产用水的需求，切实改善水资源在时空分布上不均衡的状况，缓解区域季节性、结构性的缺水难题。第二推动清洁能源供应和水生态维护。水力发电基于天然水流的落差实现能量转换，属于清洁且可再生的能源。在发电的整个过程中，不会排放废气和废渣，能够确实取代传统的化石能源，降低碳排放，这对于优化国内的能源结构、推动绿色低碳发展有着主要的促进作用。大型和中型水电站装机容量大、发电稳定性佳、运维费用低，能

够为电网提供稳定的基础电力保障，确保电力系统安全稳定运行^[1]。第三推动区域经济增长以及社会平稳发展。水利水电工程建造产业链条长、投资规模大、建设周期长，能够带动工程设计、建材生产、设备制造、交通运输等上下游产业共同发展，创造众多就业岗位，有力激发地方经济活力。

2 水利水电施工技术要点

2.1 基础处理技术

(1) 在地基挖掘与清理作业时，要根据施工现场的地质状况、水文特点拟定合理的开挖规划，选用合适的施工器械。对于承载能力较弱的软弱地基，要运用分层开挖的方法，严格把控单次开挖的深度，避免出现超挖、欠挖以及基底土体受扰动情况。挖掘作业结束后，要全面清除基底表面的杂物、浮土以及软弱夹层，确保基底平整、土体紧实，为后续的施工流程提供达标的作业基面。(2) 常用的工艺有换填工艺、强夯工艺、桩基础工艺这三种。换填法大多适用于浅层的软弱地基，把劣质软弱的土层挖去，回填具备高强度、高稳定性的填料，并且进行分层压实，从而提高地基的承载能力；强夯法基于重锤从高空坠落产生的冲击力来夯实土体，压缩土体的孔隙，能够有效减少地基沉降变形的量；桩基础方法是通过桩体结构，将上部工程的荷载传递到深层稳定的土体或者岩体，明显提高地基的整体稳定性。(3) 防渗漏处理是防止地基出现渗漏、确保工程安全的要点，分为竖向防渗和横向防渗两类。竖向防渗将帷幕灌浆、高压喷射灌浆作为主要工艺，在地基内部打造连续且完整的防渗帷幕，截断地下水的渗透路径；

横向防渗是基于铺设防渗铺盖、浇筑防渗墙等构造,搭建水平防渗层,降低地基的渗水量。

2.2 混凝土施工技术

水泥要严格按照国家标准,结合工程结构特点、施工环境来挑选适宜的品种和强度等级;粗细骨料要确保级配恰当、粒形规则,严格把控含泥量、泥块含量等主要参数;外加剂要根据混凝土性能要求精确选型,严格控制掺加比例。全部进场的原材料都要进行抽样检测、试验验证,质量达标后方可投入到施工中,不合格的材料要全部清退出场。在设计流程中要全面权衡工程结构的荷载需求、施工工艺的特性、现场环境的状况,经过多次测试来明确水胶比、砂率等主要参数,保证混凝土同时具备良好的和易性、抗压强度以及耐久性能^[2]。与此同时,要全面考量混凝土收缩、徐变这类变形特性,避免结构变形超出标准而引发的安全风险。配合比初步确定之后,要开展现场试配验证工作,各项指标合格后方可批量运用;要是施工期间原材料性能、环境状况出现改变,需马上优化调整配合比并重新开展试验,确保混凝土质量稳定一致。灌注与养护属于把控混凝土成型品质的主要流程。在正式进行浇筑操作之前,要对模板以及钢筋的安装精准度和牢固程度展开全面检查,只有验收通过之后才能开始施工。混凝土浇筑实施分层分段的施工方式,精准把控分层的厚度以及浇筑的速率,切实防止施工冷缝的出现。与此同时规范地开展振捣操作,合理掌控振捣间距和振捣时长,避免出现漏振、过振的状况,确保混凝土结构密实且均匀。完成浇筑后要及时进行养护工作,根据混凝土种类以及现场的气温、湿度状况,挑选恰当的养护方法,让结构表面始终保持湿润,避免表面出现开裂。

2.3 土石方施工技术

大规模土方挖掘能运用挖掘机、装载机以及自卸汽车协同作业,提高施工效能。在挖掘过程中要严格把控边坡的坡度,做好边坡的防护工作,避免边坡出现坍塌情况;对于深基坑的开挖,需要配套运用排桩支护、地下连续墙支护等防护技术,以规避基坑失稳的风险。同时在进行开挖作业前,要预先设置排水体系,及时排掉地表水和地下水,防止水体对开挖基面造成浸泡、对基底土体产生扰动。掌控填料品质与压实成效。在开展填筑作业之前,要对填筑所用的物料开展质量检测工作,挑选出符合设计标准要求的填料。施工运用分层铺填、分层压实的作业方式,根据压实设备性能、填料土质特点来明确每层铺填厚度。在压实操作时,要调节填料的含水量到最优范围,以确保压实的密实程度。不同特性

的填料禁止混合填筑,要分层分阶段有序开展施工,填筑面预留恰当的排水坡度,防止积水浸泡。每一层填筑压实结束后,要开展密实度检验,检验合格之后才能够进行上一层填筑作业。在进行爆破作业前,要根据施工现场的岩体特征、施工区域来拟定专项爆破方案,精确明确各项爆破参数^[3]。爆破施工全过程严格根据安全操作规范执行,划定专门的安全警戒范围,确保施工人员以及周边建(构)筑物的安全。与此同时精确把控爆破振动以及飞石范围,减少爆破作业给周边岩体、设施带来的扰动和损坏。爆破结束后,要全方位排查作业区域,完全清理松动的岩体以及碎石,对作业基面进行修整,保证施工面符合后续施工的标准。

3 灌浆施工技术在水利水电工程中的应用

3.1 在地基处理中的应用

帷幕灌浆主要是用来建立地基的防渗体系,在地基的岩体、土体里钻孔,以高压注入水泥浆液,让浆液把地基的孔隙和渗流通道填满,固化之后形成连续且密闭的防渗帷幕,能够有效减少地基的渗流量、控制地下水位,适用于各种岩土质地基,特别是在深层地基、复杂地质状况的防渗处理中应用成效明显。施工期间要按照地质勘察报告以及设计规范,精确设置灌浆孔的位置,控制好孔的深度与灌浆压力,稳妥掌握浆液的浓度和注浆的速率,保证防渗帷幕完整连贯,没有断点、不存在薄弱地带,全方位加强地基的防渗性能。固结灌浆的主要作用为加固基础,基于向松散土体、破碎岩体的缝隙及孔洞里灌注水泥浆液,让松散岩土体黏结成整体,切实提高基础强度与变形模量,降低基础不均匀沉降,常应用于软弱基础、破碎岩体的加固处置。施工期间要根据地基实际状况挑选灌浆材料和施工工艺,精确把控灌浆压力以及浆液扩散区域,防止浆液过度流失或者局部堆积,切实改善地基物理力学特性,提高地基整体稳固性^[4]。在实际的工程项目中,帷幕灌浆和固结灌浆常常配合运用,帷幕灌浆可解决地基渗流以及渗漏方面的问题,固结灌浆能加强地基的承载性能,二者相互协作,从各个方面优化地基的施工质量。施工前期要基于压水试验来检测地层的渗透特性,以其为根据对灌浆参数进行优化;施工期间严格把控孔位精度、注浆压力以及浆液均匀度,防止因参数出现偏差而造成施工缺陷;施工结束后,利用钻孔取芯、压水试验、物探检测等手段核验施工成效,对不符合要求的区域及时开展补灌修复工作。

3.2 在混凝土缺陷修补中的应用

缝隙灌浆主要用于修补混凝土结构多种裂缝瑕疵。

混凝土裂缝会损害结构的整体性,造成渗水、钢筋生锈、结构强度降低等一系列状况,要运用压力灌浆技术,把水泥浆或者化学浆液精确注入裂缝里面,填充裂缝的空隙,固化之后恢复结构的完整性和承载能力。施工之前要全方位排查裂缝情况,精确了解裂缝的宽度、深度以及走向等各项参数,根据裂缝的规格和结构所处位置,合理挑选灌浆材料与注浆压力,保证浆液能够充分填满裂缝,且不存在外溢和空缺的现象。灌浆结束后要逐个检查修补部位,确保不存在渗漏风险。蜂窝麻面灌注浆液适用于混凝土表面大范围蜂窝、麻面以及空洞等缺陷。针对轻微、小范围的蜂窝麻面,可运用常规的表面修补工艺来处理;对于缺陷深度较大、范围较广的区域,一定要采用灌浆工艺进行修复。施工之际先全面清理缺陷之处,去除松散的混凝土、浮渣以及杂物,接着采用钻孔注浆的办法,把适配的灌浆材料注入缺陷空隙里,让浆液和周边密实的混凝土紧密相连、固化成型。施工时要优先选用和原混凝土相容性佳的灌浆材料,合理把控注浆压力,防止压力过大导致浆液扩散超出标准,或者压力不足造成填充不紧实。修复完成之后迅速对作业面进行平整处理,确保结构表面的平整度和整体质量,切实恢复混凝土结构的使用性能与耐久性能。

3.3 在水工建筑物防渗中的应用

根据坝体的类型以及渗漏特点,坝体灌浆运用有差别的施工工艺。土石坝渗漏治理主要运用充填灌浆和劈裂灌浆。充填灌浆基于注浆来填充坝体内部的孔隙、裂缝等渗漏通道,以此封堵渗水路径;劈裂灌浆依靠可控压力沿着坝体轴线劈裂土体,注入浆液使其固化,进一步形成垂直防渗帷幕,明显提高坝体的防渗性能。这两种工艺能够根据坝体的破损状况单独使用或者组合运用。混凝土坝常运用接触灌浆技术,着重加固坝体和基岩的接触面,填充接触面的缝隙,封堵基础的渗漏通道。施工期间要精确把控灌浆压力,避免压力过大对坝

体和基岩结构造成损伤,确保防渗加固成效。隧洞灌浆作为处理隧洞衬砌渗漏、加固围岩的主要方法,包括回填灌浆和固结灌浆这两种技术^[5]。回填灌浆主要应用于隧洞衬砌和围岩之间的间隙,基于注浆填充空洞,使衬砌结构和围岩紧密结合,消除间隙渗漏风险;固结灌浆是针对松散、破碎的隧洞围岩,通过注浆加固岩体,加强围岩的强度与稳定性,降低围岩变形对衬砌结构的挤压损害,同时辅助提高隧洞整体的防渗性能。在隧洞灌浆作业开展前,要精确测定衬砌背后空隙的位置和大小,合理设置灌浆孔的位置,把控好钻孔的深度。

结语

综上所述水,水利水电项目在防洪抗灾、清洁能源供应、农田浇灌、生态整治以及区域经济进步中有着不可取代的战略意义,项目施工品质是确保国家水资源安全、能源安全和民生安稳的核心。基础处理、混凝土作业、土石方作业这三项主要技术,构成水利水电工程建造的工艺根基,而灌浆作业技术在地基加固防渗漏、混凝土缺陷修复、水工结构防渗漏中的标准化运用,是提高工程质量、消除运行隐患的主要保障。

参考文献

- [1] 曾德林,余杰,刘东川.水利水电施工技术和灌浆施工分析研究[J].区域治理,2025(18):0106-0108.
- [2] 李波.灌浆技术在水利水电工程施工中的应用探讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(3):125-127.
- [3] 侯绍祥.灌浆技术在水利水电工程施工中的应用[J].中国厨卫,2025,24(3):235-237.
- [4] 谭泽浩.灌浆施工技术在水利水电工程施工中的应用研究[J].水上安全,2025(20):184-186.
- [5] 甘波.水利水电工程中的灌浆施工技术要点分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(7):142-145.