

水工建筑工程的施工技术与质量控制

甘志文¹ 谭金敏²

1. 珠江水利委员会西江局西江水利综合技术中心 广西 南宁 530000

2. 广西珠委南宁勘测设计院有限公司 广西 南宁 530000

摘要：水工建筑工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，对于保障水资源合理利用、防洪减灾、发电航运等方面发挥着关键作用。其施工技术的科学运用与质量控制的有效实施，直接关系到工程的安全性、耐久性和使用功能的正常发挥。本文深入探讨了水工建筑工程中常见施工技术要点，并提出了加强质量控制的策略与措施，旨在为提升水工建筑工程整体质量水平提供理论参考与实践指导。

关键词：水工建筑工程；施工技术；质量控制

1 引言

水工建筑工程涵盖了水库、水坝、水电站、堤防、渠道等众多类型，这些工程通常处于复杂的水文地质环境中，面临着水流冲刷、渗透、地震等自然力的作用以及长期运行过程中的老化、磨损等问题。因此，在施工过程中，必须采用先进、合理的施工技术，并建立严格的质量控制体系，以确保工程能够抵御各种不利因素的影响，安全稳定地运行。随着科技的不断发展，水工建筑工程施工技术不断创新，质量控制理念和方法也在持续完善，但同时也面临着新的挑战和问题，如复杂地质条件下的施工难题、新型材料与工艺的应用质量控制等。深入研究水工建筑工程的施工技术与质量控制，对于推动行业技术进步、保障国家水安全具有重要意义。

2 水工建筑工程常见施工技术要点

2.1 地基处理技术

2.1.1 换填垫层法

适用于浅层软弱地基及不均匀地基的处理。施工时，先将基础底面以下一定范围内的软弱土层挖去，然后回填强度较高、压缩性较低且无侵蚀性的材料，如砂、碎石、灰土等，并分层夯实至设计要求的密实度。通过换填垫层，可提高地基承载力，减少地基沉降量。例如，在一些小型水库的坝基处理中，对于局部软弱土层，采用换填砂石垫层的方法，有效改善了地基性能，为坝体施工提供了稳定的基础。

2.1.2 强夯法

利用重锤自由落下的巨大冲击能来夯实浅层地基，使其表面形成一层较为均匀的硬壳层，从而提高地基承载力，降低压缩性。强夯法适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土、湿陷性黄土、素填土和杂填土地基。在大型堤防工程的地基处理中，强夯法常被

用于加固堤基，增强堤基的稳定性，防止堤防在长期水流作用下发生不均匀沉降。施工时，需根据地基土的性质和设计要求，合理确定夯击能、夯击次数、夯击遍数及夯点间距等参数，并通过现场试夯来确定最佳施工参数。

2.1.3 水泥搅拌桩法

利用水泥作为固化剂的主剂，通过特制的深层搅拌机械，在地基深处就地将软土和固化剂强制搅拌，使软土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的优质地基。该技术适用于处理正常固结的淤泥与淤泥质土、粉土、饱和黄土、素填土、黏性土以及无流动地下水的饱和松散砂土等地基^[1]。在水电站厂房的地基处理中，对于软土地基，采用水泥搅拌桩法可有效提高地基承载力，减少地基沉降，保证厂房结构的稳定性。施工过程中，要严格控制水泥掺入比、搅拌提升速度、复搅次数等关键参数，确保搅拌桩的成桩质量。

2.2 土石方施工技术

2.2.1 土方开挖

根据工程规模、地形地质条件和施工要求，选择合适的开挖方法，如人工开挖、机械开挖等。对于大面积的土方开挖，常采用挖掘机、装载机等机械设备进行施工，以提高开挖效率。在开挖过程中，要严格按照设计边坡坡度进行开挖，防止边坡失稳。同时，要做好排水措施，及时排除开挖区域内的积水，避免地基土受水浸泡而降低承载力。对于深基坑开挖，还需进行边坡支护设计，采用如土钉墙、排桩支护、地下连续墙等支护结构，确保基坑施工安全。

2.2.2 石方爆破

在石方开挖工程中，当遇到坚硬岩石时，常采用爆破方法进行施工。爆破施工前，要进行详细的爆破设计，根据岩石的性质、地形条件、周边环境等因素，合

理确定爆破参数,如炸药单耗、孔网参数、装药结构、起爆方式等。爆破过程中,要严格遵守爆破安全规程,设置安全警戒范围,确保人员和设备的安全。同时,要控制爆破飞石、振动、冲击波等有害效应,避免对周边建筑物和设施造成破坏。近年来,随着爆破技术的不断发展,一些新的爆破技术如预裂爆破、光面爆破等在水工建筑工程中得到了广泛应用,这些技术可有效控制开挖轮廓,减少超欠挖,提高工程质量。

2.2.3 土石方填筑

土石方填筑质量直接影响到工程的稳定性和防渗性能。填筑前,要对填筑料进行检验,确保其质量符合要求。填筑时,应分层进行,每层填筑厚度应根据压实机械的性能和填筑料的性质确定,一般不超过30-50cm。采用合适的压实设备,如振动碾、羊足碾等进行压实,压实过程中要控制压实遍数和压实度,确保填筑体达到设计要求的干密度。对于不同性质的填筑料,如土料与石料、不同粒径的石料等,要分层分段填筑,避免混杂。在填筑过程中,还要做好排水措施,防止雨水等渗入填筑体内,影响压实效果和工程质量。

2.3 防渗施工技术

2.3.1 垂直防渗技术

混凝土防渗墙:混凝土防渗墙是在地基中连续造孔成槽,在槽内浇筑混凝土而建成的地下连续防渗墙体。它具有防渗性能好、适应性强、耐久性好等优点,广泛应用于各类水工建筑物的地基防渗处理^[2]。施工时,先采用抓斗、冲击钻等设备成槽,然后进行清孔换浆,确保槽内泥浆性能符合要求,最后浇筑混凝土。在浇筑过程中,要严格控制混凝土的上升速度,防止混凝土绕塞,保证墙体的连续性和完整性。

高压喷射灌浆防渗墙:高压喷射灌浆是利用钻机把带有喷嘴的注浆管钻至土层的预定位置后,以高压设备使浆液或水成为20-40MPa的高压射流从喷嘴中喷射出来,冲击破坏土体,同时钻杆以一定速度渐渐向上提升,将浆液与土粒强制搅拌混合,浆液凝固后,在土中形成一个具有一定强度的固结体,从而起到防渗作用。高压喷射灌浆防渗墙适用于砂土、黏性土、粉土、黄土和人工填土等地基的防渗处理。施工时,要根据地质条件和设计要求,合理选择喷射形式(如定喷、摆喷、旋喷)、喷射压力、提升速度等参数,并通过现场试验确定最佳施工工艺。

2.3.2 水平防渗技术

土工膜防渗:土工膜是一种高分子聚合物柔性防水材料,具有防渗性能好、重量轻、施工方便等优点。在

水工建筑工程中,常将土工膜铺设在坝体、渠道等部位作为防渗层。铺设前,要对基础面进行平整、清理,确保无尖锐物和杂物,防止刺破土工膜。铺设时,土工膜应平整顺直,搭接宽度应符合设计要求,一般采用热熔焊接或胶粘接等方法进行连接,确保接缝处的防渗性能。在土工膜上还需铺设保护层,防止其受到外界因素的破坏。

沥青混凝土防渗:沥青混凝土具有良好的防渗性、柔韧性和耐久性,适用于水工建筑物的面板、斜墙等部位的防渗处理。施工时,先将沥青加热融化,然后与矿料按一定比例拌和制成沥青混凝土,采用摊铺机进行摊铺,并用振动压路机等设备进行压实。在摊铺和压实过程中,要严格控制温度、厚度、平整度等指标,确保沥青混凝土防渗层的质量。

3 加强水工建筑工程质量控制的策略与措施

3.1 建立健全质量管理体系

制定一套完善的质量管理制度,明确各部门、各岗位在质量管理中的职责和权限,规范质量管理流程。例如,建立质量检验制度,对原材料、构配件、半成品和工程实体进行严格的检验和验收,不合格的材料不得进入施工现场,不合格的工程不得进行下一道工序施工;建立质量事故报告和处理制度,一旦发生质量事故,要及时报告,并按照规定程序进行处理,分析原因,采取有效的纠正和预防措施,防止类似事故再次发生。在工程开工前,组织相关人员进行质量策划,根据工程特点、设计要求和相关标准规范,制定详细的质量目标和质量控制计划。质量目标应具有可衡量性、可实现性和时限性,质量控制计划应明确质量控制要点、质量检验方法和频率、质量保证措施等内容。通过质量策划,为工程质量管理提供明确的指导方向。建立独立的质量监督机构,配备专业的质量监督人员,对工程施工全过程进行监督检查。质量监督人员要深入施工现场,定期或不定期地对工程质量进行检查,发现问题及时下达整改通知,并跟踪整改情况,确保问题得到彻底解决。同时,建立质量考核机制,将工程质量与部门、个人的绩效挂钩,对在质量管理工作中表现突出的单位和个人进行表彰和奖励,对违反质量管理制度、造成质量事故的单位和个人进行严肃处理,以激励全体人员积极参与质量管理,提高工程质量水平。

3.2 严格材料质量控制

选择信誉良好、质量可靠的供应商进行材料采购。在采购前,要对供应商的资质、生产能力、产品质量等进行考察和评估,建立合格供应商名录。采购过程中,

要严格按照设计要求和相关标准规范选择材料规格和型号,并与供应商签订详细的采购合同,明确材料质量标准、交货时间、验收方法等条款,确保采购的材料符合质量要求。材料进场时,要严格按照规定的检验项目和检验方法进行检验和验收。对于钢材、水泥等重要原材料,要进行见证取样送检,由具有相应资质的检测机构进行检测,检测合格后方可使用^[3]。对于构配件和半成品,要检查其产品质量证明文件,并进行外观检查和必要的性能检测。同时,要做好材料的标识和储存管理工作,不同规格、不同批次的材料要分开存放,并设置明显的标识牌,防止材料混淆和误用。对于易受潮、易变质的材料,要采取有效的防护措施,确保材料质量不受影响。

3.3 合理选用和维护机械设备

在工程施工前,要根据工程特点、施工工艺和质量要求,合理选择机械设备。设备的型号、规格和性能应满足施工需要,同时要考虑设备的可靠性、经济性和环保性。例如,在大体积混凝土施工中,应选用搅拌能力强、计量准确的混凝土搅拌设备,以及运输能力匹配的混凝土运输设备,确保混凝土供应的连续性和质量稳定性。建立完善的机械设备维护保养制度,定期对设备进行检查、保养和维修,确保设备处于良好的运行状态。设备操作人员要严格按照操作规程使用设备,并做好设备的日常维护保养工作,如清洁、润滑、紧固等。对于关键设备,要制定详细的维护保养计划,定期进行全面的检修和保养,及时更换磨损严重的零部件,防止设备带病运行,影响施工质量和进度。

3.4 优化施工方法与工艺

在编制施工方案时,要充分考虑工程特点、地质条件、施工环境等因素,结合企业的技术水平和施工经验,选择合理的施工方法和工艺流程。施工方案应具有针对性、可行性和经济性,要明确各工序的施工顺序、质量要求和控制要点。例如,在水下混凝土施工中,要根据水深、水流速度等因素,选择合适的导管法施工工艺,并制定详细的质量控制措施,确保混凝土浇筑质量。鼓励企业积极推广应用新技术、新工艺、新材料、新设备,提高施工质量和效率。例如,采用信息化施工技术,如BIM技术、智能监测技术等,实现对工程施工过程的实时监控和精细化管理,及时发现和解决质量问题;采用新型防水材料和防渗工艺,提高工程的防渗性能^[4]。在推广应用新技术、新工艺时,要加强对技术人员的培训,使其掌握新技术的原理和操作方法,确保新技术能够得到有效应用。在每道工序施工前,技术人员要

向施工人员进行详细的技术交底,使施工人员了解施工工艺、质量标准、安全注意事项等内容。技术交底要具有针对性和可操作性,要采用通俗易懂的语言和方式,确保施工人员能够理解并掌握。在施工过程中,技术人员要深入现场进行指导,及时解决施工人员遇到的技术问题,确保施工工艺的正确实施。

3.5 加强施工环境管理

针对自然环境对工程质量的影响,采取有效的措施进行改善。例如,在雨季施工时,要做好施工现场的排水工作,设置排水沟、集水井等设施,及时排除雨水,防止积水浸泡地基和施工场地;在高温季节施工时,要采取遮阳、降温、保湿等措施,如搭建遮阳棚、喷水降温、覆盖保湿材料等,减少混凝土水分蒸发,防止混凝土出现干缩裂缝;在冬季施工时,要做好保温防冻措施,如采用暖棚法、蓄热法等,确保混凝土在低温环境下不受冻害。加强与周边居民、单位和相关部门的沟通与协调,建立良好的社会关系。在施工前,要向周边居民宣传工程建设的重要性和意义,争取他们的理解和支持;施工过程中,要尽量减少施工对周边居民生活的影响,如控制施工噪音、粉尘排放等。对于因施工给周边居民造成的损失,要及时给予合理的补偿,避免发生纠纷,确保工程施工顺利进行。

结语

水工建筑工程的施工技术与质量控制是一个系统工程,涉及到多个方面和环节。通过深入研究和掌握各种施工技术的要点,采取有效的质量控制策略与措施,能够显著提高水工建筑工程的质量水平,确保工程安全稳定运行,发挥其应有的经济效益和社会效益。在未来的水工建筑工程建设中,随着科技的不断进步和工程需求的不断提高,施工技术将不断创新和发展,质量控制理念和方法也将进一步完善。我们应持续关注行业动态,加强技术研发和应用,不断提高施工技术和质量控制水平,为我国水工建筑工程事业的发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]胡海涛.水工建筑混凝土结构施工技术及其应用[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(07):116-118.
- [2]陈芳红.水工建筑施工技术的发展趋势研究[J].工程与建设,2023,37(04):1285-1287.
- [3]张敬艺.水工建筑施工中常见的问题及应对措施探讨[J].房地产世界,2022,(24):137-139.
- [4]徐加兴.水工建筑结构设计及施工质量控制研究[J].工程技术研究,2022,7(17):173-175.