水利工程施工技术与安全风险防控方法的研究

魏　宁

河南省水利第一工程局集团有限公司　河南　郑州　450000

摘　要：水利工程建设意义不小，施工过程中的技术运用和安全风险防控都挺关键。本文探讨了利工程的施工技术和安全风险防控。施工技术方面，土方、混凝土、基础处理、灌浆这些环节都有严格的操作要求。安全风险防控遵循预防、全面、动态几个原则，方法则包括风险识别、评估，以及制定规避、减轻、转移、自留等应对策略。同时强调加强安全管理与培训，把制度体系健全起来，落实巡查监督，组织全员培训，这样才能把施工安全和质量保障住。

关键词：水利工程；施工技术；安全风险；防控方法

引言

水利工程关乎国计民生，其建设质量与施工安全意义重大。在水利工程施工中，施工技术与安全风险防控是两大关键要素。施工技术涵盖土方、混凝土、基础处理、灌浆等多个方面，每一环节都关乎工程结构的稳定性与耐久性。而安全风险防控则需遵循预防、全面、动态原则，通过科学识别、评估风险，制定有效应对策略，并强化安全管理与培训。本文将深入探讨水利工程施工技术与安全风险防控方法，为工程实践提供参考。

1 水利工程施工技术

1.1 土方工程施工技术

土方工程是水利工程建设的基础活儿，核心工序包括土方开挖和土方填筑两大块，整体施工质量直接决定了水利工程基础结构稳不稳、能用多久。在土方开挖阶段，施工人员要结合现场实际地质状况、工程建设标准和施工规范，选对开挖施工模式，适配不同场地的需求。如果施工现场地质结构复杂、地下水位偏高，必须提前布好配套排水系统，常态化做好排水作业，防止基坑底部积水、土体软化这些问题，把积水带来的施工隐患杜绝掉，保障现场施工安全，也保证施工进度能跟上。到了土方填筑环节，要先核查进场的土料各项指标，严格把关土料性能参数，确保土料质量完全符合工程设计标准，不合格的土料一律不许用。填筑作业要按分层原则来，一层一层地铺填、碾压压实，每一层填完后检测密实度，确保密实参数都符合规范要求，这样整体上才能把土方填筑结构的整体性和稳定性提上去，从基础层面保障水利工程的整体施工质量，满足工程后续运行的安全标准。

1.2 混凝土工程施工技术

混凝土是水利工程核心建筑材料，施工质量直接决定水利工程整体结构强度与长期使用耐久性。混凝土制备作业阶段，工作人员需严格把控各类原材料质量，核验水泥、砂石、拌合水等主材的各项指标，按照工程设计标准精准核定材料配合比，杜绝配比偏差影响混凝土基础性能。混凝土搅拌作业需固定标准搅拌时长，全程保障物料拌合均匀，规避局部物料配比失衡、拌合不充分等问题，稳定混凝土整体工作性能与力学性能[1]。混凝土浇筑作业需结合工程实际结构形态、施工体量及施工场景，选用适配的浇筑施工方式，同步落实振捣作业工序，彻底排出混凝土内部积存气泡，提升浇筑结构整体密实度，减少蜂窝、麻面等施工病害。混凝土养护是保障结构成型质量的重要工序，施工人员需结合施工现场温度、湿度等环境条件，对照混凝土设计强度标准，落实对应的养护作业，通过规范养护作业保障混凝土强度稳步提升，满足水利工程结构施工的各项质量标准。

1.3 基础处理施工技术

水利工程施工，基础处理是个核心环节，整个结构稳不稳、使用安不安全，全看它，也是施工质量管控的关键所在。目前水利工程地基施工，主流的基础处理方式有三种：桩基础施工、换填垫层施工、强夯施工。不同工艺，适用场景和施工原理都不一样。桩基础施工主要用在地质条件差、地基原本承载力达不到工程建设标准的地方，靠打入式或灌注式桩体工艺，把地基的整体承载性能提上去，改善受力条件，避免沉降、变形这些问题。换填垫层施工，得先把场地里原有的软弱土层挖掉，然后回填高强度、稳定性好的填筑材料，重新塑造地基土层结构，保证地基承载均匀。强夯施工，靠重锤自由落体产生的冲击荷载，对地基土层反复夯实，把土

层密实度提上来，地基承载力和结构稳定性自然就上去了。实际施工前期，要对施工现场做全面地质勘察，结合工程建设标准、施工规模和使用需求，合理选用对应的基础处理工艺，也可以根据现场情况把几种工艺组合起来用，这样地基施工质量才能把得住。

1.4 灌浆施工技术

灌浆施工是水利工程基础施工的核心技术，核心作用是提升施工现场岩土体结构强度，增强岩土体防渗能力，保障水利构筑物基础结构稳定。现阶段水利工程施工中，主流灌浆施工工艺包含帷幕灌浆与固结灌浆两种基础类型，两种工艺的施工原理和应用目的存在明确区分。帷幕灌浆主要应用于大坝坝基及河道两岸基础施工环节，通过连续注浆作业构建完整的防渗帷幕结构，阻断地下水渗透通道，规避渗透压力对坝体结构造成的破坏，保障大坝长期稳定运行。固结灌浆主要针对岩体结构施工，将水泥浆液注入岩体内部，利用浆液填充岩体自身存在的裂隙、孔隙等缺陷结构，黏合松散岩体结构，增强岩体整体完整性，提升岩体承载强度[2]。灌浆施工整体质量取决于全过程参数管控，施工期间需全程把控浆液配比、灌浆压力、灌浆时长等关键核心参数，严格遵循施工规范开展标准化作业，做好各施工环节质量管控与验收工作，杜绝参数偏差引发的施工质量问题，确保灌浆施工成型效果达标。

2 水利工程施工安全风险防控原则

2.1 预防为主原则

预防为主是水利工程施工安全风险防控的核心原则，防控工作需围绕该原则落实各项基础安全工作。施工单位需常态化开展安全教育培训工作，稳步提升所有现场施工人员的安全认知与实操技能。完善落实施工现场安全管理体系，细化各级岗位安全职责，落实全员安全责任制度，明确各环节安全管控要求。同时常态化开展施工现场安全巡查与监督工作，全面排查施工全过程中存在的各类安全隐患，及时整改消除隐患问题。通过前置各项安全管控举措，从源头规避施工安全风险，提前遏制各类安全事故发生，有效降低水利工程施工安全事故发生率，保障施工环节整体安全稳定。

2.2 全面性原则

全面性原则是水利工程施工安全风险防控的重要基本原则，要求安全管控工作覆盖工程全部流程与所有作业板块。安全风险防控不能局限于单一施工阶段，必须贯穿水利工程从前期筹备到后期运维的完整周期。工程前期的规划编制、方案设计阶段，需要同步开展安全风险研判与管控部署。施工实施阶段的物资采购、机械设备运维、现场人员作业等各项工作，均需纳入安全风险管控范围，落实常态化风险排查与管控措施。工程完工后的竣工验收环节，以及后续长期运维阶段，也要持续开展安全风险评估与隐患管控。通过全阶段、全方位的安全防控模式，补齐各环节安全管理短板，杜绝安全管控盲区，保障水利工程整体施工及运行状态安全稳定。

2.3 动态性原则

动态性原则是水利工程施工安全风险防控的关键原则，契合工程施工风险的变动特性。水利工程整体施工周期较长，现场作业条件并非固定不变，各类安全风险会随施工推进持续发生变动[3]。施工进度持续推进、现场作业环境持续改变、施工工艺及相关技术不断更新应用，都会催生原有风险变化以及全新的安全风险。固定的防控模式无法适配全程施工安全管理需求，必须落实动态化安全防控机制。施工单位需实时跟进施工现场各类变动情况，持续监测现场安全风险的变化趋势，结合工程实际施工状态，及时调整、优化对应的风险防控方案与管控措施。通过动态调整管控手段，精准应对各类新增及变动风险，持续贴合现场安全管控需求，保障施工安全管理工作的有效性与及时性。

3 水利工程施工安全风险防控方法

3.1 安全风险识别

安全风险识别是水利工程施工安全风险防控的基础环节，关键是把标准化体系搭起来，再用多种识别方式把工作落到实处。施工单位要先建一套完整的风险识别工作体系，把工程技术、安全管理等岗位的人员拢到一起，组成专项工作团队，定好规范化的工作流程和技术方法，给风险识别提供制度和人员上的保障。工作人员要系统梳理施工图纸、地质勘察资料、专项施工方案这些核心技术文件，再结合现场实际作业条件，把施工全流程里可能存在的安全风险逐个排查到位。体系搭好之后，还要结合多种专业方法开展综合风险识别，主要用头脑风暴法、德尔菲法、检查表法这三类核心方式。每种方法各有侧重、互相补充——通过集体研讨挖出那些隐蔽的风险，靠专业评估来做风险预判，再借鉴行业过往工程的经验把固有风险排查清楚，这样全方位、无死角地把水利工程施工安全风险识别工作做到位。

3.2 安全风险评估

安全风险评估是水利工程施工安全管控的核心步骤。先把评估指标体系搭起来，再选合适的评估方法，对识别出来的风险做量化判定。施工单位依据前期梳理出的各类

安全风险内容，建一套标准化的风险评估指标体系。这套体系主要看两个东西：一个是风险发生的概率，一个是风险造成损失的程度。把各项指标算一算、分析一下，就能准确判定各类施工安全风险的等级和影响范围。指标体系搭好后，工程施工主要用层次分析法、模糊综合评价法、蒙特卡罗模拟法来做风险评估。层次分析法用来拆解复杂的风险要素，分层对比各项影响因素的权重，算出风险的综合评分。模糊综合评价法针对那些不确定性较强的施工风险做综合研判，把多维度影响因素整合起来完成整体评估[4]。蒙特卡罗模拟法靠随机抽样，模拟风险发展的过程，测算风险发生的概率和对应的影响结果。几种评估方法配合着用，评估结果更准、更全面，后续制定风险管控措施也有可靠依据。

3.3 安全风险应对策略

（1）风险规避。针对发生概率高、损失危害大，且无法通过常规手段有效处置的施工安全风险，重点涵盖地质条件恶劣且无有效整改措施的施工地段，通过调整原有施工方案或终止对应施工内容的方式，从根源上杜绝安全风险引发的各类事故。（2）风险减轻。针对无法规避的各类施工安全风险，落实针对性防控处置手段，降低风险发生概率及事故造成的损失，通过强化前期地质勘察工作、落实边坡及排水防护施工、紧盯气象动态、加固现场临时设施、移位安置施工设备等方式，全方位弱化各类风险隐患影响。（3）风险转移。依托合规商业及合同方式拆分转移施工安全风险，通过购置工程保险，转嫁自然灾害、施工意外事故造成的经济损失，同时在分包合同条款中明确分包单位安全管理职责，拆分转移部分现场施工安全风险。（4）风险自留。针对发生概率低、事故损失较小的轻微安全风险，由施工单位自行承担风险损失，同时提前预留专项风险处置资金，保障风险事故发生后能够及时开展处置补救工作，保障施工项目有序推进。

3.4 加强安全管理与培训

项目施工阶段需全面落实安全管理与人员培训工作，健全施工现场安全管理制度体系，明确各部门、各岗位安全职责，落实全员岗位安全责任制。结合施工实际制定现场安全操作流程、作业规范及考核标准，细化各项考核与执行细则。落实施工现场常态化安全巡查、专项检查和全过程安全监督，执行安全奖惩制度，对规范履职的作业人员及班组进行奖励，对违规作业、履职失职人员进行追责，保障安全管理制度落地。项目全程组织全员安全教育培训，定期开展系统性安全学习工作，培训内容包含安全法律法规、现场操作规范、施工风险防控、应急救援技能等核心内容[5]。通过常态化培训，提升施工人员安全意识、风险辨识能力与标准化操作能力，让作业人员掌握各施工环节安全隐患、风险点及处置办法，熟练完成标准化作业和应急处置，从源头管控施工安全风险，夯实现场安全作业保障基础。

结语

综上所述，水利工程施工技术与安全风险防控，这两样东西是拆不开的。施工技术是工程质量的底子，安全风险防控则是施工能不能顺当推进的保障。从土方、混凝土这些基础施工，到基础处理、灌浆等关键技术，每一个环节都马虎不得。遵循预防、全面、动态这几个原则，通过风险识别、评估、应对策略，再加上强化安全管理与培训这些手段，把安全风险防控体系搭起来。技术和安全两手都抓好，水利工程的高质量建设和安全运行才稳当。

参考文献

[1] 王永亮. 水利工程施工技术措施与水利工程施工技术管理 [J]. 水上安全,2025(2):22-24.

[2] 裴浩, 赵洪明. 水利工程施工技术措施及水利工程施工技术管理的研究 [J]. 水上安全,2025(14):58-60.

[3] 刘然圣, 侯龙飞. 水利工程施工技术及质量控制措施 [J]. 大众科学,2025,46(6):154-156.

[4] 赵娟娟. 水利工程施工安全风险预测与管控方法研究 [J]. 水上安全,2025(23):143-145.

[5] 李甜畅. 水利工程施工安全风险评估与控制技术研究 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A,2025(3):164-167.