

灌区工程施工安全风险分析与防控措施

李 云

云南红河弥勒灌区资产管理有限公司 云南 红河 661100

摘 要：灌区工程作为国家粮食安全和乡村振兴战略的重要基础设施，其建设规模庞大、施工环境复杂、作业工种繁多，安全生产形势严峻。本文旨在系统性地分析灌区工程施工过程中存在的各类安全风险，深入剖析其成因，并据此提出一套科学、系统、可操作的综合防控措施。文章首先阐述了灌区工程的特点及其对安全管理带来的挑战；其次，从人员、设备、环境和管理四个维度，详细识别并评估了高处坠落、物体打击、机械伤害、触电、坍塌、溺水等主要安全风险；再次，从健全安全管理体系、强化人员教育培训、加强现场过程控制、推广科技兴安以及完善应急管理五个方面，构建了全方位的风险防控体系。研究表明，唯有坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，将风险管理贯穿于工程全生命周期，才能有效遏制事故发生，保障灌区工程高质量、高效率、安全平稳推进。

关键词：灌区工程；施工安全；风险分析；风险识别；防控措施

引言

水是农业命脉与经济社会发展的基础资源，灌区作为农业生产核心载体，责任重大。近年来，国家重视粮食安全与现代农业发展，大规模灌区续建配套与现代化改造工程加速推进，涉及渠道衬砌、建筑物改建、泵站更新等多项内容，具有点多、线长、面广等特点。但灌区工程施工环境复杂，作业活动多样，安全隐患不容忽视。施工现场地处偏远，地质多变，水文气象影响大，且部分参建单位安全投入不足、人员安全意识淡薄、管理粗放，导致事故频发，造成人员伤亡、财产损失，延误工期，影响工程质量与效益，甚至引发社会不稳定因素。因此，系统分析施工安全风险并制定防控措施十分必要。本文将结合灌区工程实际，运用风险管理理论剖析潜在危险源，为相关单位提供安全管理思路与方法，提升整体安全管理水平。

1 灌区工程施工特点与安全管理挑战

灌区工程作为独特的“线性工程”，其施工特点给安全管理带来诸多挑战。它施工战线长、作业点分散，覆盖范围可达数十甚至上百公里，安全管理力量难集中，指令传达、监督检查及应急响应效率低，易出现监管盲区；施工环境复杂多变，野外作业受地质、水文气象影响大，且与既有灌溉系统交叉，存在多种风险；施工工序交叉、作业类型多样，不同专业队伍相互干扰大、协调难，易引发事故；从业人员素质参差不齐，农民工多，文化程度低、流动性大，缺乏安全培训，习惯性违章作业普遍，部分施工单位安全投入不足；既有设施干扰与社会环境影响大，施工易引发扰民纠纷，处理不当影响农户生产，间接威胁现场安全秩序。这些特点要求管理者采取更有针

对性、精细化的风险管控策略。

2 灌区工程施工主要安全风险识别与分析

基于上述特点，运用工作危害分析法（JHA）和安全检查表法（SCL），可以从“人、机、料、法、环”五个方面，重点识别出以下几类高发、高危的安全风险。

2.1 高处坠落风险

这是灌区工程中最常见、最致命的风险之一。风险源主要集中在：（1）渠系建筑物施工：在渡槽、倒虹吸、节制闸等建筑物的墩台、梁板上进行钢筋绑扎、模板支设、混凝土浇筑等作业时，临边、洞口防护不到位或作业人员未正确佩戴安全带，极易发生坠落。（2）深基坑作业：开挖深度超过2米的泵房、闸室等基坑，若未按规定设置防护栏杆、安全网或上下通道，人员在坑边行走或作业时存在坠入风险^[1]。（3）脚手架及操作平台：搭设不规范、材质不合格、超载使用或未经验收的脚手架和移动式操作平台，在使用过程中可能发生倾覆或垮塌，导致人员高处坠落。

2.2 物体打击风险

由于交叉作业频繁，物体打击风险贯穿施工始终。（1）垂直交叉作业：上层进行模板拆除、材料吊运时，下层有人员作业，若无可靠的隔离防护措施（如硬质防护棚），掉落的工具、材料、混凝土块等会对下方人员造成严重伤害。（2）起重吊装作业：吊物捆绑不牢、信号指挥不清、吊臂旋转半径内有人停留、吊具索具老化断裂等，都可能导致重物坠落伤人。（3）边坡失稳：渠道开挖形成的高陡边坡，若支护不及时或雨水冲刷，可能发生局部坍塌，滚落的土石对下方作业人员构成威胁。

2.3 机械伤害风险

灌区工程施工离不开大量机械设备,如挖掘机、推土机、装载机、混凝土泵车、钢筋加工机械等。(1)设备操作不当:操作人员无证上岗、疲劳驾驶、违反操作规程,尤其是在狭窄场地或视线不良区域作业时,极易碰撞、碾压现场人员。(2)设备维护缺失:机械设备带病运行,安全防护装置(如传动部位的防护罩、紧急停止按钮)失效或被拆除,增加了卷入、挤压、切割等机械伤害的可能性。(3)场内交通混乱:施工便道狭窄、泥泞,人车混行,缺乏明确的交通标识和引导,车辆伤害事故风险高。

2.4 触电风险

施工现场临时用电是触电事故的主要来源。(1)临时用电不规范:未采用TN-S接零保护系统,电缆线随意拖地、浸泡在水中,配电箱无门无锁、一闸多机,漏电保护器失灵或未安装等,都极易导致人员触电。(2)与高压线安全距离不足:在靠近架空高压输电线路区域进行吊装、泵车伸展等作业时,若未保持足够的安全距离或未采取绝缘隔离措施,可能发生电弧放电或直接接触,后果极其严重。(3)潮湿环境作业:在渠道、泵房等潮湿环境中使用电动工具,若工具绝缘性能下降或未使用安全电压,触电风险显著增加。

2.5 坍塌风险

主要指土方、模板支撑体系的失稳破坏。(1)基坑(槽)坍塌:在软弱土层或地下水位较高的区域开挖深基坑,若未按方案进行放坡或支护,或支护结构强度、稳定性不足,遇降雨或振动荷载时极易发生整体或局部坍塌,造成群死群伤。(2)模板支撑体系坍塌:大体积混凝土结构(如渡槽槽身)的模板支撑体系,若设计方案不合理、立杆间距过大、水平拉结不足、地基不牢或过早拆模,可能在混凝土浇筑过程中突然失稳垮塌^[2]。

2.6 溺水风险

这是灌区工程特有的、极易被忽视的重大风险。(1)邻近水域作业:在已通水或季节性有水的渠道、水库、河流旁进行施工作业,人员不慎落水,若无救生设备或救援不及时,极易溺亡。(2)基坑积水:雨后基坑内积水未及时抽排,形成深水坑,对进入基坑的人员构成溺水威胁。(3)夜间或能见度低时作业:在水边作业,因光线不足无法看清边界,增加了落水风险。

2.7 其他风险

此外,还存在火灾爆炸(如氧气乙炔瓶违规存放)、中毒窒息(如在封闭的倒虹吸管道内作业通风不良)、职业健康(如粉尘、噪音)等风险,同样需要引起重视。

3 灌区工程施工安全风险成因剖析

上述风险的产生并非偶然,其背后有着深刻的管理和技术原因。(1)人的不安全行为是直接诱因。这是最活跃、最难以控制的因素。具体表现为:安全意识淡薄,存在侥幸心理;安全技能不足,不懂如何规避风险;为赶工期而违章指挥、冒险作业;个人防护用品(PPE)不佩戴或佩戴不规范。(2)物的不安全状态是物质基础。安全防护设施投入不足,临边洞口无防护或防护失效;机械设备老旧,安全装置缺失;临时用电线路混乱,不符合规范;个人防护用品质量不合格等。(3)环境的不安全条件是客观因素。复杂多变的自然环境(地质、水文、气象)是固有的风险源。同时,混乱的现场管理,如材料堆放杂乱、道路泥泞、照明不足、警示标识缺失等,也恶化了作业环境。(4)管理缺陷是根本原因。这是所有风险得以滋生的土壤。主要体现在:安全责任体系不健全,建设、施工、监理三方安全职责边界不清,存在推诿扯皮现象。安全管理制度流于形式,虽有制度,但执行不严,检查走过场,隐患整改不闭环。安全教育培训不到位,培训内容枯燥、缺乏针对性,考核不严格,未能真正提升人员安全素养。风险预控机制缺失,未能在施工前进行充分的风险辨识和评估,未针对高风险作业编制专项方案并进行交底。应急管理薄弱,应急预案照搬照抄,缺乏演练,应急物资储备不足,一旦事发,手忙脚乱。

4 灌区工程施工安全风险综合防控措施

针对以上风险及成因,必须构建一个全员参与、全过程覆盖、全方位管控的综合防控体系。

4.1 健全安全管理体系,压实各方主体责任

(1)明确责任链条:严格落实建设单位首要责任、施工单位主体责任、监理单位监理责任。建设单位应牵头成立项目安全生产领导小组,定期召开安全例会;施工单位项目经理是第一责任人,必须保证安全投入;监理单位要切实履行安全监理职责,对危险性较大的分部分项工程实行旁站监理。(2)完善制度建设:制定符合灌区工程特点的《安全生产责任制》、《危险性较大分部分项工程管理制度》、《交叉作业安全管理办法》、《临时用电安全管理制度》等,并确保制度落地生根。(3)推行网格化管理:针对“线长面广”的特点,将整个施工区域划分为若干个安全责任网格,每个网格指定专人负责,实现安全管理的全覆盖、无死角。

4.2 强化人员安全教育培训,提升本质安全水平

(1)实施差异化培训:对管理人员,重点培训法律法规、风险管控、应急管理等内容;对特种作业人员,必须持证上岗,并定期复审;对一线作业人员,采用通俗易懂、图文并茂的方式,重点培训岗位风险、操作规程

和应急处置。(2) 创新培训形式: 推广VR安全体验馆, 让工人身临其境地感受事故后果; 利用班前会进行“5分钟安全教育”, 强调当日作业风险; 设立“安全积分”制度, 对遵章守纪行为进行奖励。(3) 加强安全文化建设: 通过悬挂安全标语、播放安全警示片、开展安全知识竞赛等活动, 营造“人人讲安全、事事为安全”的浓厚氛围。

4.3 加强现场过程控制, 狠抓关键环节管理

(1) 高风险作业专项管控: 对深基坑、高支模、起重吊装、高处作业等危险性较大的分部分项工程, 必须编制专项施工方案, 组织专家论证, 并进行逐级安全技术交底。作业前严格执行审批和验收程序。(2) 标准化防护设施: 临边、洞口必须设置定型化、工具式的防护栏杆和盖板; 交叉作业区域必须搭设硬质隔离防护棚; 高处作业必须确保生命线、安全带等防护措施到位。(3) 规范临时用电管理: 严格执行“三级配电、两级保护”原则, 电缆线架空或穿管保护, 配电箱上锁管理, 电工每日巡检^[3]。(4) 强化大型设备管理: 所有进场设备必须验收合格, 操作人员持证上岗, 定期进行维护保养, 严禁设备带病运行。(5) 落实防溺水措施: 在所有邻近水域的作业点, 设置醒目的警示标识, 配备救生圈、救生绳等应急救援器材, 并安排专人进行巡视。

4.4 推广“科技兴安”, 提升智能化监管水平

(1) 应用智慧工地平台: 利用物联网、大数据、AI视频分析等技术, 对施工现场进行全天候、全方位监控。例如, 通过智能安全帽定位人员位置, 防止进入危险区域; 通过AI摄像头自动识别未戴安全帽、未系安全带等违章行为并实时报警。(2) BIM技术辅助安全管理: 在施工前利用BIM模型进行施工模拟和碰撞检查, 提前发现空间冲突和安全隐患, 优化施工方案和安全措施。(3) 无人机巡检: 利用无人机对长距离渠道、高耸建筑物等难以到达的区域进行安全巡查, 提高检查效率和覆盖面。

4.5 完善应急管理, 筑牢最后一道防线

(1) 制定针对性预案: 结合灌区工程特点, 编制高

处坠落、坍塌、触电、溺水等专项应急预案, 明确应急组织、处置流程、救援方法和联系方式。(2) 配足应急物资: 在项目部及各主要施工点, 配备急救药箱、担架、灭火器、抽水泵、救生衣等必要的应急救援物资, 并定期检查维护^[4]。(3) 常态化应急演练: 定期组织实战化应急演练, 特别是防溺水、防坍塌演练, 让所有人员熟悉应急程序, 检验预案的有效性, 锻炼应急队伍的快速反应能力。

5 结语

灌区工程施工安全是复杂的系统工程, 风险多样、隐蔽且动态。本文剖析工程特点, 识别出高处坠落等六大核心安全风险, 并深挖“人、物、环、管”四重成因。据此, 提出构建“健全管理体系、强化教育培训、加强过程控制、推广科技兴安、完善应急管理”五位一体的综合防控体系。灌区工程安全管理不能靠运动式、突击式整治, 需建立长效机制。所有参建方要树立“红线”意识和“底线”思维, 将安全理念融入工程各环节。通过持续风险辨识、科学评估、精准防控和有效应急, 把事故隐患消灭在萌芽状态, 为关乎国计民生的灌区工程保驾护航, 达成经济效益、社会效益与安全效益的有机统一。

参考文献

- [1]唐钟凯.水利工程施工现场安全监理的标准化流程设计与执行效果分析——基于百色水库灌区工程的实践[C]//江西省汽车工程学会,江西省工程师联合会.工程技术与新能源经济学术研讨会论文集(三).广西桂能工程咨询集团有限公司,2025:571-573.
- [2]李军,陈秀珍,赵汗青.位山灌区工程施工安全监管现状及对策[J].山东水利,2020,(10):72-73.
- [3]陆云松,张辉.灌区骨干工程现代化设计与施工关键技术分析[J].治淮,2026,(01):46-48.
- [4]钟德煌.灌区水利工程管理方法及堤防技术研究[J].水上安全,2025,(15):120-122.