

桥梁工程监理安全风险识别与预控措施

谢明卫

云南云岭高速公路工程咨询有限公司，云南 昆明 650217

DOI:10.61369/ERA.2025120033

摘要：桥梁工程作为公路建设的关键组成部分，其施工安全直接关系到工程整体质量与人员生命财产安全。怒江美丽公路绿道建设工程沿线地形复杂、涉及范围广，涵盖主线280.880km及六库支线（4.422km）、丙中洛支线（3.978km）、日当半山酒店环线（9.546km），总规模达298.826km，串联泸水市、福贡县、贡山县3市县17乡镇，桥梁工程数量多且形式多样，施工环境特殊，给监理工作带来诸多安全风险挑战。本文以该工程为研究对象，系统识别桥梁工程监理过程中的安全风险，从自然环境、工程技术、人员设备等维度深入分析风险成因，并针对性提出预控措施，为类似复杂地形下桥梁工程监理安全管理提供参考。

关键词：桥梁工程；监理；安全风险识别；预控措施

Safety Risk Identification and Pre-Control Measures of Bridge Engineering Supervision

Xie Mingwei

Yunnan Yunling Expressway Engineering Consulting Co., LTD. Kunming, Yunnan 650217

Abstract : As a critical component of highway construction, bridge engineering directly impacts both project quality and the safety of personnel and property. The Nujiang Beautiful Highway Greenway Project features complex terrain spanning multiple areas, including the main route 280.880km, Liuku Branch Line (4.422 km), Bingzhongluo Branch Line (3.978 km), and Ridang Half Mountain Hotel Loop (9.546 km). Covering a total scale of 298.826km, this infrastructure connects 17 townships across three counties—Lushui City, Fugong County, and Gongshan County. The numerous bridges with diverse structural forms and challenging construction environments pose significant safety risks for supervision. This study systematically identifies safety risks in bridge engineering supervision processes, analyzes risk causes from dimensions including natural environment, technical engineering, and personnel/equipment factors, and proposes targeted preventive measures. These findings provide valuable references for safety management in bridge engineering supervision under similar complex terrain conditions.

Keywords : bridge engineering; supervision; safety risk identification; pre-control measures

引言

桥梁工程属于交通基础设施创建的关键组成部分，其施工安全监理是守护工程质量以及人员平安的主要屏障。伴随我国公路建造踏入复杂地形区域，怒江美丽公路绿道这一类穿越峡谷，横跨多个乡镇的大型工程出现后，其桥梁施工过程中所遭遇的状况自然愈发严峻。因为要应对苛刻又复杂的环境因素，技术和管理上的压力也接踵而至地扑来。该工程连3市县17乡镇，主线加支线、环线、桥梁类型多样，且各区域施工风险存在差异，传统监理方法难以满足工程需求。因此，系统对桥梁监理的安全风险予以识别，并针对性地制定预控措施，不仅能够为该桥梁工程的顺利推进奠定坚实基础，还可为后续其他复杂地形条件下的桥梁工程监理工作提供一定的科学依据，具有重要的现实意义。

一、工程概况

怒江美丽公路绿道建设工程与国道G219线丙六公路改建工程同岸并行布线，主线起于泸水市六库镇小沙坝中心服务区（二级

公路怒江桥头），途经泸水市六库镇、鲁掌镇、大兴地镇等6个乡镇，福贡县匹河乡、子里甲乡等6个乡镇，贡山县普拉底乡、茨开镇等5个乡镇，覆盖17个乡镇节点，止于贡山县丙中洛镇丙中洛观景台；支线及环线中，六库支线连接原小沙坝大桥环岛与

作者简介：谢明卫（1989.09-），男，云南文山人，工程师，本科，研究方向：工程监理。

主线起点，丙中洛支线衔接丙中洛观景台与甲生村，日当半山酒店环线由日当连接线（6.246km，连接甲生村与怒江第一湾）、日当酒店连接线（3.299km，连接日当连接线 K4+566.376 与主线 K276+591.003）组成。

工程沿线穿越怒江峡谷核心区域，地形起伏落差大、地质条件复杂，桥梁工程作为串联主线与支线、环线的关键节点，不仅需跨越怒江干流（如俄科底大桥），还需衔接支线与乡镇路段、环线内短途通道，部分桥梁位于陡峭山坡（如鲁掌镇、古登乡路段）或地质不稳定区域（如石月亮乡沿线），施工难度与安全风险随路段差异呈现梯度变化，对监理工作的针对性与精细化程度提出极高要求。

二、桥梁工程监理安全风险识别

（一）自然环境引发的安全风险

怒江美丽公路绿道沿线属于亚热带山地季风气候，降水集中且多暴雨天气，加上峡谷地形的影响，容易发生山洪、滑坡、泥石流等地质灾害，并且不同的路段其强度也不相同。沿线山体高耸，暴雨期间容易造成山体滑坡冲击到桥梁基础的风险；临江地段江水上涨导致基坑被淹没；悬崖峭壁较多，作业面积较小，桥梁高空作业安全隐患较大；吊装作业困难，强风等容易使施工机械失稳，导致构件坠落，从而提高安全事故发生率。

此外，工程沿线涉及的17个乡镇地质情况复杂，部分桥梁建设区域（如秤杆乡、子里甲乡）存在断层、破碎岩层等，在桩基施工过程中，容易发生涌水、塌孔等地质灾害，危及施工人员和桥梁施工安全，沿线桥梁分散，监理人员难以同时覆盖多个风险点，进一步放大了自然环境风险的管控难度。

（二）工程技术层面的安全风险

一方面，桥梁工程类型因路段功能不同而各异：主线跨越怒江的俄科底大桥不仅跨度大、荷载高，施工还要搭建大型缆索吊装系统，该系统包含索塔、主缆、吊具等众多重要构件，若索塔基础锚固深度不够、主缆张力计算有误或者吊具与钢梁连接节点不合理，都可能造成钢梁安装时，发生失稳甚至倒塌的重大事故。此外，再加上项目独有的悬挑桥设计在美丽公路外侧，均处在陡峭临江之处，其悬臂浇筑施工期间挂篮锚固系统是否可靠，以及混凝土浇筑能否做到对称平衡直接关系到结构安全，在这些情况下，如果出现挂篮移位、混凝土开裂等问题，会导致坠落风险显著增大^[1]。

另一方面，工程沿线路段长（总规模298.826km），项目桥梁施工点多达数十处，并且分布在17个乡镇不同地形区域。监理人员受人力空间限制，无法实时全面监管所有施工点。在夜间或者恶劣天气时段，对于隐蔽工程，如桩基钢筋笼安装、支座灌浆等的技术把控容易出现疏漏。此外，部分桥梁施工需要与既有公路交通保通同步进行，施工临时支架和通行道路的安全距离设计，以及临时结构的承载力验算一旦存在技术偏差，就会产生新的安全风险，使得安全管理工作的难度进一步加大。沿线地质条件复杂多变，强降雨、地震等自然灾害发生时，已建桥梁基础

和临时结构的稳定性受到严峻挑战，为安全风险管控工作增添新压力。

（三）人员与设备管理的安全风险

桥梁施工涉及高空作业、重型机械操作等高危环节，且不同路段对人员技能要求不一样，主线跨江大桥施工需专业技术人员开动大型设备（起重机）。若人员未受过专门培训就上岗，容易发生机械伤害事故，支线和环线的小型桥梁施工人员大多都是本地临时用工，安全意识比较差，高空作业时不系安全带、随便攀爬脚手架这些情况屡见不鲜，较容易引发坠落事故^{[2]-[3]}。

工程设备管理上，对长距离路段的工程设备调配需求大，部分机械由于长途运输而有磨损问题，设备保养设施不足，容易发生设备老化故障；施工场地狭小，起重机位于原美丽公路上，过往车车辆容易发生设备碰撞事故，保通工作压力也非常大。除此之外，监理人员若缺乏对不同路段桥梁施工的专项经验，或者对风险点认识不及时、执行安全检查制度不严格等情况，也会造成安全隐患失控^{[4]-[5]}。

三、桥梁工程监理安全风险预控措施

（一）强化自然环境风险防控

针对不同路段自然风险的差异，监理单位要与气象、地质部门共同创建“路段分层警报机制”。怒江美丽公路绿道建设工程项目中，将主线的古登乡—鹿马登乡段、丙中洛支线甲生村段列为一级风险区，地质条件比较复杂，容易出现滑坡、泥石流等地质灾害现象，在此需要布置相应的地质监测设备，实时检测地表移动情况，以及地下含水层位移状况。在暴雨时，强制要求所有建筑施工单位停止施工，疏散人员，日当、丙中洛镇等路段被划分为二级风险区，在大风警报时，严禁开展高处作业以避免高空坠物事故。将六库支线、主线六库镇段为三级风险区，虽然整体的风险是相对较小的，同时，需要做好日常排水系统的检查工作，避免积水造成安全隐患。

根据施工点分散的特点，采用分片负责制划分监理责任区，并在各片区内设专管员一名。专职监理人员需要有较多的地质勘察和风险辨识的经验，对桥梁施工区域的地况进行巡查，比如，每天至少一次对沿线桥梁桩基施工点查看地况。巡查时，要利用专业工具和方法，细致观察地质变化迹象，发觉地质异常，需立刻叫停施工单位的施工，组织专家评定，并制订改正方案，做到风险管控不留死角，绝不忽视任何隐患。同时，要创建自然环境风险预警体系，同当地气象、地质等部门紧密联系，及时获得暴雨、大风、地震等预警消息。一旦预警，通知各个施工点做好防范措施，对可能受影响的区域加强重点观察。

（二）完善工程技术风险管控

监理单位要按照桥梁的种类和路段的不同情况，实施“分类审核”制度。对于主线上的跨江大桥来说，由于其施工难度大、技术要求高。因此，在对施工方案进行审核时，重点审查缆索吊装系统设计，以及基础开挖等关键环节的技术参数，要求施工单位提交专门的安全验算报告，像索塔承载能力验算、稳定性验算

等，在理论上确保施工安全^[3]。组织专家复核，利用专家的专业知识和经验对施工方案进行深度把关，对于小型桥梁施工方案的重点审查场地规划，以及工艺匹配情况，比如，桥梁基础开挖支护方案，桥梁构件吊装路径设计等，确保施工流程符合场地条件，降低由于设计方案缺陷造成施工风险的发生概率。

施工时，根据不同路段进行差异化旁站。主线跨江大桥吊装等关键工序，需要全程旁站，监理人员必须全程监督，实时记录施工期间的数据及情况，并及时发现处理问题。对小型桥梁基础开挖、钢筋绑扎等工序，进行定点旁站，检查施工工艺是否规范，原材料是否合格，对桥梁钢筋制作及安装进行重点检查，发现质量问题应立即整改，不合格工序禁止进入下一个环节。建立“桥梁工程质量安全台账”，按照路段记录施工、监理情况，记录施工进度、质量检测结果、监理意见等信息，全过程可追溯，方便后续查阅和总结经验^{[6]-[7]}。

（三）加强人员与设备安全管理

监理单位要促使施工单位实行分层次教育。对于主线跨江大桥的施工人员而言，鉴于其所使用的机械设备庞大且结构复杂，同时施工难度较高，需要组织对他们的大型机械操作技能及安全知识进行专项培训，这些训练项目需涉及到机械设备的操作要求、相关的安全规定及意外发生后，应如何采取措施等内容，促使这些工人的技术，达到完全熟练的水平。对其余段落施工人员主要开展小型桥梁施工规范及应急处置技能培训，所有人员考核合格后上岗，每季度进行1次安全知识复训，偏远路段，可采取线上+线下方式培训，确保覆盖到位。同时，定期检查施工人员安全防护用品的佩戴情况、高空作业不系安全带等违规行为，要从重处罚，以严格的管理提升施工人员的安全意识^{[8]-[9]}。

设备管理过程中，监理人员要仔细核对机械设备进场、维护及使用三个阶段所留下的所有记录。当机械到达时，需要检查长途运输后产生的磨损情况。对于场地图运输的起重机，则必须出具一份维修保养报告，确保机器进入工地时完好无损。施工过程中，定期检查设备运行情况，施工设备每周至少1次全面检查，对设备的机械性能、零部件磨损及安全防护装置等情况进行检查，严禁使用老化、报废设备。对于狭窄场地，施工单位提供设备摆放方案，并确保有足够的作业空间，合理布置设备位置及行走路径，避免碰撞事件的发生，确保施工机械的安全运转^{[10]-[11]}。此外，监理人员还应督促施工单位及时更新老旧设备，根据工程进展和实际需求，合理调配设备资源，提高设备的利用率和使用效率。

四、结论

怒江美丽公路绿道建设工程桥梁监理工作面临自然环境、工程技术、人员设备等多方面安全风险，并且由于主线、支线、环线的不同路段存在较大差异。监理单位应运用“路段分级识别风险、分类制定对策、分片落实责任”这一方式，将路段长度、乡镇分布、环线细节等工程信息融合，减少安全事故发生的概率。在实际监理过程中，应依据各个路段施工进程以及风险的改变，及时地调节相应的控制措施，并加强对施工单位及建设单位的协作配合，确保桥梁施工安全和质量。本文提出“路段差异化监理”模式，可为同类长距离、多路段的公路桥梁工程监理工作给予有用参照，从而改进行业的安全管理水平。

参考文献

- [1] 周帆.城市道路桥梁施工安全管理措施分析[J].运输经理世界,2025,(21):94-96.
- [2] 杨佳林.道路桥梁施工阶段的安全风险识别与防控研究[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会,重庆建筑编辑部,重庆市建筑协会.智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集(一).浙江南北数智安全科技有限公司;,2025:1481-1484.
- [3] 张学堃.大型建设项目监理方风险管理能力评价研究[D].重庆交通大学,2023.
- [4] 石培磊.铁路桥梁转体结构风险因素及防控措施探析[J].工程机械与维修,2023,(01):134-136.
- [5] 孙达.市政道路桥梁施工质量防控措施[J].散装水泥,2022,(02):20-22.
- [6] 刘纹衡,姜磊,田雪飞.道路桥梁施工质量管理现状分析研究[J].冶金管理,2021,(13):109-110.
- [7] 丁菊.桥梁工程施工安全监理控制探析[J].住宅与房地产,2020,(04):166.
- [8] 张军.桥梁工程施工安全监理控制探析[J].城市建筑,2019,16(14):156-157.
- [9] 田浪.公路桥梁施工监理控制要点研究[J].低碳世界,2021,11(12):122-123.
- [10] 于小波.道路桥梁工程现场监理质量的提升方法[J].建材与装饰,2018,(30):282-283.
- [11] 王飒.桥梁工程施工安全监理控制分析[J].工程建设与设计,2016,(14):141-142.