

高速公路路基扩建工程施工安全管理措施

何泓坪

云南交投集团云岭建设高原养护工程有限公司，云南昆明，650000；

摘要：高速公路工程的路基扩建工程存在作业面较为分散、交叉施工以及既有道路通行干扰等风险问题，加之受到区域地质灾害以及复杂气候条件的影响，很大程度上提升了路基扩建施工的难度，施工安全风险的防控难度也相对较大。基于此，本文主要结合云南当地的地质特点，分析高速公路路基扩建施工中面临的主要风险问题，并且提出相应的安全管理措施，以期降低施工安全风险，保障路基扩建工程项目的安全推进。

关键词：高速公路；路基扩建工程；安全管理

DOI：10.69979/3029-2727.26.02.005

与常规的路基施工不同，路基扩建施工需要在既有道路上开展施工作业，施工中需要面临新旧路基衔接问题，施工区域与通行区域交叉干扰问题以及地质和气候条件的侵扰影响。施工过程中的安全风险众多，安全管控难度偏大，特别是云南当地的地质条件和气候条件复杂，如不能选对施工操作方法，并加强现场安全管控，则很可能引发边坡滑塌和沉降等质量问题，不仅增加资金投入，还可能危及现场作业人员的人身安全。因此，需要加强对高速公路路基扩建工程施工安全管理工作 的重视。

1 高速公路路基扩建工程施工的安全风险

1.1 地质构造引发的安全风险

云南地区的地质条件十分复杂，山地峡谷、岩溶地质地貌分布较为广泛，由于岩体类型的复杂性和地质构造的活跃性，导致局部地质灾害频发。这主要是由于云南坐落于青藏高原东缘与云贵高原过渡带，地质构造复杂，其地震活动主要受印度板块与欧亚板块碰撞挤压的驱动，形成了8条主要地震带，是中国大陆地震活动最频繁、灾害最严重的省份之一，在雨季较为集中的5月~10月受到强降雨因素影响极易产生滑坡和泥石流等地质灾害。而路基扩建施工区域多处于山体边坡和沟谷地带，一旦发生滑坡问题和泥石流势必会影响相关作业安全，甚至可能造成作业面被掩埋的风险，对于施工设备和人员安全也具有极大威胁。

1.2 交叉施工与通行干扰风险

对既有公路路基进行扩建时，为保障交通正常通行，会采取半幅施工的作业方案。通常是利用隔离设施将施工区域和既有道路分离开来。在施工过程中，经常出现施工车辆与社会车辆混行的现象，一定程度增加了交通

事故的发生率。此外，在进行路基开挖作业、填筑作业和对已有管线进行改迁时，交叉施工的现象十分常见，人员和设备调配作业较为复杂，一旦某一环节出错便会产生作业冲突，带来一系列施工安全风险。

1.3 开挖、填筑和支护风险集中

路基扩建的过程中开挖、填筑和支护的作业量较大，在云南这种地质地貌条件下，开挖和填筑作业的风险偏高。开挖作业环节中以高边坡和深路堑为主，在开挖作业中极易出现岩体失稳问题，且采取爆破开挖作业手段时容易产生飞石伤人和边坡震裂等现象；填筑环节的风险表现为，在进行新旧路基的衔接处理时，如未能全面彻底清理衔接作业面或者出现台阶挖设不到位的状况，则容易引发路基滑移问题。此外，填料压实度不足还可能埋下不均匀沉降的隐患；支护作业中以深基坑作业和高空作业为主，遇到多雨气候时，容易造成基坑涌水现象和边坡滑坡、坍塌等现象，严重影响现场作业安全。

1.4 人员和设备安全风险众多

高速路基扩建工程多分布在偏远的山区，施工场地相对分散，人员流动性较大，部分施工人员因未经过集中培训、自身安全意识较为薄弱，很难认清复杂地质条件下存在的风险问题，致使施工中频繁出现违规操作状况，导致现场施工安全难以保障。此外，由于作业空间和场地相对狭窄，一些大型施工机械的作业受限，如山区路段的坡度偏大，机械行驶过程中易出现侧翻和倾覆等问题。同时，现场作业条件较差，机械设备需长期处于潮湿和扬尘的作业环境下，设备故障几率较大，易于引发施工安全事故。

2 高速公路路基扩建工程施工安全管理措施

2.1 高边坡开挖与防护的安全管理措施

云南的地质构造较为复杂，高速公路路基扩建施工中高边坡开挖作业十分常见，岩体稳定性较差。在具体施工中应严格按照开挖操作流程进行，并且做好施工防护措施，避免出现坍塌和滑坡等人为造成的地质灾害。结合以往的施工经验，可以采取如下措施保障高边坡开挖作业安全。

一是采取分层开挖、分级防护的措施，提高边坡结构稳固性。施工中严禁出现顺坡开挖以及掏底开挖的作业行为，应根据岩体结构类型和地质构造特征确定好开挖坡比。例如，风化岩体的边坡坡比不得大于1:1，粉质黏土的边坡坡比不得大于1:1.5，且每开挖2m~3m便进行一次临时支护，谨防岩体结构长期暴露在雨水冲刷之下，出现滑坡问题。

二是基于破碎型岩体边坡可以采取预裂爆破或是光面爆破技术，尽可能降低爆破作业对边坡岩体结构的扰动影响。需要特别注意的是，在进行爆破施工之前，先要将边坡部位的危险岩石清除，同时划分好安全警戒区域，设置安全警示标志，严禁无关人员进入。同时，应避开雨季施工，以免雨水大量渗透造成边坡滑坡问题。

三是结合岩体结构特点，择优选择边坡防护工艺。对于呈现裂隙发育特征，浅层结构不够稳定的边坡，可以选用锚喷支护工艺，将锚杆置于稳定岩层3m左右，可以起到一定的锚固作用，杜绝出现滑坡风险。而对于存在深层滑移风险的边坡，则可采取设置抗滑桩或者锚索框架梁的方式加固边坡结构。在抗滑桩施工中应首先做好基坑排水工作，谨防因基坑涌水造成塌孔问题。而在锚索张拉施工中应按步骤依次进行，尽可能保障锚固力达到支护标准要求。

2.2 新旧路基衔接安全管理措施

云南局部地质以混合岩土和红黏土为主遇水便会软化，极易发生路基沉降和滑移等问题，在进行新旧路基衔接施工中，如操作不当，很可能产生结合面开裂的现象。因此，需要在填筑施工中科学处理新旧路基衔接面。

一是要严格控制填料质量，选择一些级配良好的碎石、卵石作为主要填筑材料，其中不得掺杂粉质粘土和腐殖土。如遇到红黏土地质则需先对填筑材料进行晾晒处理，将其含水量降低至合理范围内，并且在填料中掺入部分石灰进行改良，以强化填筑材料压实后的承载力以及抗剪强度，谨防出现遇水软化的现象。

二是规范填筑流程，采取分层填筑和分层压实的施工工艺，每完成一层填筑作业便立即进行压实处理，每

层填筑厚度应控制在30cm左右，压实度至少要达到96%。压实施工中可优先选择重型压路机，以提高压实作业的效率。对于作业区域较为狭窄的部位，可以使用小型夯实设备进行补压，严禁出现缺漏。与此同时，还需做好路基排水工作，即在填筑层的两侧分别设置好排水坡，以免雨水滞留影响路基填筑质量。

三是提高新旧路基衔接安全性，主要作业方法为，先将既有路基边坡结构的硬壳去除，再开挖出宽度在1m左右的台阶。台阶开挖作业中应使其向内倾斜2%~4%，以增强衔接面的摩擦力，提高衔接效果。为能进一步强化新旧路基衔接作业的质量，还需优先选用透水性较好的填筑材料，并且采取分层压实措施。必要时可以在其中增设土工格栅，目的是提升新旧路基的整体性，谨防在后期使用中出现滑移、开裂的问题。

2.3 特殊地质的专项安全管理措施

鉴于云南的地质条件较为复杂，经常出现泥石流和滑坡等地质灾害，在针对高速公路路基扩展工程进行项目施工时，应形成专项安全管控方案，基于区域风险类型和特点，制定针对性较强的安全防控方案，致力于精准化解区域安全风险，提高路基扩建施工的安全作业水平。

(1) 岩溶区域的施工管控要点。正式施工前均采用地质雷达和钻探技术针对溶洞分布情况和规模等进行精准探查。施工作业过程中如出现溶洞涌水问题，应立即停止施工，同时启动排水预案，借助抽水设备快速降低水位，并通过修建围堰的方式避免水流再次进入溶洞。待溶洞内的积水抽除干净后，再对溶洞进行填充处理。施工中应杜绝在未探明溶洞分布特点的情况下盲目填筑和施工的状况，以免埋下安全隐患，造成路基坍塌的严重后果。

(2) 滑坡高发区域的施工管控要点。在针对滑坡问题高发区域的公路路基工程进行扩建施工时，应尽可能避开雨季，且严禁出现大规模的开挖施工作业，必要时需在滑坡体之上提前布设截水沟，并在下方设置好排水沟，阻断雨水渗入。施工中如发现滑坡体产生裂缝，则应立即回填裂缝并且通过增设抗滑桩以及挡土墙等方式加固滑坡体，如有必要，可以采取削坡减载措施降低滑坡风险。

(3) 泥石流高发区的施工管控要点。为能有效控制泥石流灾害的影响，在路基施工前，应先在沟谷上游设置好拦挡坝，并在下游同时设置好排导槽，谨防泥石流冲击施工区域。如是雨季施工，则需安排专人进行全

时段值守，密切关注气象预警信息，一旦发布暴雨预警，则需立即组织施工人员全面撤离，并将设备运输至安全区域，暂停所有施工作业。

2.4 交叉施工与施工安全管控措施

高速公路路基扩建施工的场地相对狭窄，经常出现交叉施工状况，为能提高现场作业安全性。除了要加强施工作业和交通通行的协同管控以外，还需杜绝交叉作业带来的安全作业风险。

一方面，要对作业区域和通行区域进行科学划分，最好是使用硬质隔离装置进行阻隔，并且设置好警示标识，确保将施工区域和通行区域完全分隔开。在施工路段应增设减速带和限速标识，同时设置好夜间反光标识，提醒过往车辆注意安全通行。在施工期间，还需安排专职交通疏导员在现场指挥施工车辆与社会车辆，严禁出现不按交通指示随意通行的状况，施工车辆则不得随意在既有道路上穿行。

另一方面，应优化交叉作业流程。对路基开挖、填筑、管线改迁等作业的顺序进行合理规划。现场施工中严格按照施工组织规划执行，应杜绝在同一区域进行多工序施工的状况。如存在高空作业情况，则应与地面作业保持安全距离，即高空作业不得处于地面作业的正上方。同时，在高空作业的范围内设置好安全防护网，谨防出现高空坠物的伤人事件。

2.5 施工安全应急管理措施

首先，应构建多级应急响应机制，指的是根据云南地区的地质灾害发生特点和高速公路工程扩建施工需求，构建包括施工标段、项目部和区域指挥所的三级响应机制，对各层级的安全管理职责和响应任务加以明确，制定出针对性较强的应急救援预案。结合当地的路基施工安全风险，应分别制定针对坍塌事故、泥石流、洪涝灾害、机械倾覆以及人员伤亡等安全事故的应急预案，并且确定好预案启动的条件，确保在发生安全风险时能够第一时间启动应急预案，做好救援分配工作。同时，应与当地应急救援部门和附近的乡镇卫生院构建起联动机制，保障在发生突发性安全事故时能够第一时间得到救援支持，缩短响应时间，降低安全事故的影响。

其次，要加强应急演练，目的是提高安全事件的处理能力。具体做法为，定期组织开展应急演练活动，所有演练内容均需围绕当地地质灾害特点，重点进行泥石流、溶洞涌水以及边坡坍塌等场景的撤退和救援演练，目的是提升施工人员的自救能力和协同配合能力。演练

结束后，还需召集所有员工进行总结和复盘，不断优化应急撤离和救援方案。此外，还需建立与气象和地质预警联动机制，指派专人对接气象部门和自然资源部门，力争及时获取有效极端天气和地质灾害预警信息，并快速评估风险等级，启动对应的应急响应预案，必要时组织施工人员停工撤离。

最后，完善应急保障机制，在各个施工标段应建立起应急避难场所，对于避难所建设位置的选择应避开高边坡结构和沟谷结构，并且配备充足的应急物资，如发电机、急救箱、饮用水、抽水机和食品等。由专人管理应急物资，及时更换食品与饮用水，使其均处于有效期之内，并检查发电机和抽水机是否运行可靠。考虑到发生地质灾害时可能影响通讯信号，还需配备卫星电话，确保在发生安全风险时能够与外界保持畅通交流。事故发生后，应立即启动应急预案，组织现场施工人员撤离，并且及时开展救援工作。事故处理完成后，及时排查事故成因，对于施工中存在的漏洞和隐患进行及时排查，不断强化安全管理措施，尽可能避免再次发生同类型的安全事件。

3 结语

云南地区复杂的地质条件和气候条件致使高速公路路基扩建工程施工中需要面临众多安全风险威胁，只有加强施工安全管控，做足应急准备工作，才能降低施工安全风险，并且减轻地质灾害对公路路基扩建施工的威胁。考虑到地质灾害存在突发性特征，除加强施工过程的安全管控以外，还需制定应急响应预案，以提升施工单位对突发事件的应急响应速度，减轻对现场施工作业安全和人员安全的威胁，切实提升高速公路路基扩建工程的施工安全水平。

参考文献

- [1] 朱绍勇. 既有高速公路路基改扩建土石方施工及安全控制措施研究[J]. 工程技术研究, 2025, 10(11): 159-161.
- [2] 吕洲, 王博, 俞腾翔. 高速公路改扩建工程施工安全风险管理要点[J]. 新材料·新装饰, 2025(23): 154-158.
- [3] 冯真送. 高速公路路基施工安全管理控制[J]. 新潮电子, 2025(5): 184-186.
- [4] 周槐炀. 互通密集型高速公路改扩建工程施工安全评价与对策研究[D]. 华南理工大学, 2022.