

# 山地光伏施工期间临时道路安全性评价与改进建议

张 源 魏海洋 张 浩

中建八局西南建设工程有限公司 四川 成都 610000

**摘 要：**本文聚焦于山地光伏施工期间临时道路的安全性问题。首先阐述了山地光伏项目的发展背景及临时道路在其中的重要性，接着从自然环境、施工活动、道路设计与管理等方面深入分析了影响临时道路安全性的因素，构建了包含道路状况、交通流量、安全设施、环境适应性等维度的安全性评价指标体系。最后，针对这些问题从优化道路设计、加强施工管理、完善安全设施、提升人员安全意识等方面提出了切实可行的改进建议，旨在提高山地光伏施工期间临时道路的安全性，保障施工顺利进行。

**关键词：**山地光伏；临时道路；安全性评价；改进建议

## 1 引言

随着全球对清洁能源需求攀升，太阳能受广泛关注，光伏发电技术迅猛发展。我国山地地区太阳能资源丰富且有大面积可开发土地，众多大型山地光伏电站相继规划建设，成为光伏发电重要部分，对缓解能源压力等意义重大。然而，山地光伏项目施工地形复杂、交通不便，为运输施工材料设备及满足人员通行，修建临时道路很关键。其质量和安全性影响施工进度、成本与人员安全，故对山地光伏施工期间临时道路安全性进行评价并提改进建议，现实意义重大。

## 2 影响山地光伏施工期间临时道路安全性的因素分析

### 2.1 自然环境因素

#### 2.1.1 地形地貌

山地地形起伏较大，坡度陡峭，地势复杂多变。这种地形条件使得临时道路的选线 and 设计面临诸多挑战。陡坡路段容易导致车辆行驶时制动距离延长、爬坡困难，增加了车辆失控的风险；急弯路段则限制了车辆的转弯半径，影响行车视线，容易引发侧翻或碰撞事故。此外，山地地区还可能存在悬崖、深谷等危险地段，进一步加剧了临时道路的安全隐患。

#### 2.1.2 地质条件

山地地质构造复杂，岩石种类繁多，土壤性质差异较大。在一些地质不稳定区域，如断层带、滑坡体、泥石流沟等，修建临时道路可能会破坏原有的地质平衡，引发地质灾害。例如，道路开挖可能导致边坡失稳，造成滑坡或塌方；在雨季，大量雨水渗入土壤，增加了土壤的含水量，降低了土壤的抗剪强度，进一步加大了地质灾害发生的可能性。这些地质灾害不仅会损坏临时道路，还可能对过往车辆和人员造成严重威胁。

#### 2.1.3 气象条件

山地气象条件多变，具有局部气候特征明显、天气变化剧烈等特点。强风、暴雨、暴雪、冰冻等恶劣天气频繁出现，对临时道路的安全性产生不利影响。强风可能吹倒道路上的临时标志、围挡等设施，甚至掀翻行驶中的车辆；暴雨会导致路面积水，降低轮胎与路面的摩擦力，引发车辆打滑、侧翻等事故，同时还可能引发山体滑坡、泥石流等次生灾害；暴雪和冰冻会使路面湿滑、结冰，增加车辆行驶的难度和危险性，容易导致刹车失灵、车辆追尾等事故。

### 2.2 施工活动因素

#### 2.2.1 材料运输

山地光伏施工需要运输大量的材料和设备，如光伏组件、支架、电缆、混凝土等。这些材料的重量和尺寸各不相同，对运输车辆的性能和道路的承载能力提出了较高要求。超载运输是常见的问题之一，过重的车辆会超过道路的设计承载能力，导致路面损坏、路基沉降，影响道路的平整度和稳定性，增加行车安全隐患<sup>[1]</sup>。此外，材料运输过程中如果装载不当，如货物捆绑不牢固、重心偏移等，也容易在行驶过程中发生货物掉落、车辆侧翻等事故。

#### 2.2.2 施工机械作业

在临时道路周边进行施工机械作业时，如挖掘机、推土机、起重机等设备的操作，可能会对道路造成破坏。例如，挖掘机在道路附近开挖土方时，如果操作不当，可能会挖断道路边缘，导致路基塌方；起重机在吊装作业时，如果吊臂摆动范围过大，可能会碰撞到道路上的车辆或设施。此外，施工机械在道路上的频繁行驶也会加速路面的磨损和破坏，影响道路的使用寿命和安全性。

#### 2.2.3 施工人员行为

施工人员的安全意识和行为习惯对临时道路的安全

性也有重要影响。部分施工人员可能缺乏必要的安全培训,对道路安全规则和操作规程不熟悉,存在违规行为。例如,在道路上随意停放车辆、堆放杂物,占用行车通道;不佩戴安全帽、不系安全带等个人防护用品;酒后驾车、疲劳驾驶等。这些违规行为不仅危及自身安全,也容易引发交通事故,影响其他车辆和人员的通行安全。

### 2.3 道路设计与管理因素

#### 2.3.1 道路设计不合理

临时道路设计时,如果对地形、地质、气象等自然条件考虑不充分,或者为了降低成本而简化设计,可能会导致道路的线形指标不符合安全要求。例如,平曲线半径过小、纵坡过大、视距不足等问题,都会增加车辆行驶的难度和危险性。此外,道路的宽度、路面结构、排水设计等如果不合理,也会影响道路的使用性能和安全性。

#### 2.3.2 道路养护不到位

在施工过程中,由于工期紧张、资金有限等原因,临时道路的养护工作往往容易被忽视。道路在使用过程中会受到车辆碾压、雨水冲刷、风吹日晒等多种因素的影响,逐渐出现路面破损、坑洼、裂缝等问题。如果不能及时进行养护和维修,这些问题会不断加重,影响道路的平整度和排水性能,增加行车安全隐患。此外,道路上的杂物、落石等如果不能及时清理,也会妨碍车辆正常行驶,容易引发事故。

#### 2.3.3 安全设施不完善

临时道路应配备完善的安全设施,如标志、标线、护栏、警示灯等,以引导车辆和行人安全通行。然而,在实际施工中,部分临时道路的安全设施存在缺失、损坏或设置不合理等问题。例如,标志牌模糊不清、标线磨损严重、护栏缺失或损坏等,都无法为驾驶员提供准确的信息和有效的防护,增加了事故发生的风险。

## 3 山地光伏施工期间临时道路安全性评价指标体系构建

### 3.1 评价指标选取原则

#### 3.1.1 科学性原则

评价指标应基于科学理论和实践经验,能够准确反映临时道路安全性的本质特征和影响因素。指标的定义、计算方法和数据来源应具有科学性和可靠性,确保评价结果的客观性和准确性。

#### 3.1.2 系统性原则

临时道路安全性是一个复杂的系统工程,涉及到多个方面的因素。评价指标体系应全面、系统地考虑这些因素,涵盖道路状况、交通流量、安全设施、环境适应

性等各个维度,避免指标遗漏或重复,以形成一个有机的整体。

#### 3.1.3 可操作性原则

评价指标应具有可操作性和可量化性,便于实际测量和计算。指标数据应易于获取,评价方法应简单易懂,能够在施工现场快速、有效地进行评价工作<sup>[2]</sup>。同时,评价指标应具有一定的灵活性,可根据不同项目的实际情况进行调整和完善。

#### 3.1.4 针对性原则

评价指标应针对山地光伏施工期间临时道路的特点和安全需求进行选取,突出重点影响因素。与一般道路相比,山地光伏临时道路在地形、地质、施工活动等方面具有特殊性,评价指标应充分考虑这些差异,确保评价结果能够真实反映临时道路的安全状况。

### 3.2 评价指标体系构成

基于上述原则,构建了包含道路状况、交通流量、安全设施、环境适应性四个一级指标,以及路面平整度、路基稳定性、道路宽度、日均车流量、车辆类型组成、标志标线完整性、护栏防护能力、地形适应性、地质适应性、气象适应性等十个二级指标的山地光伏施工期间临时道路安全性评价指标体系。

### 3.3 指标权重确定

采用层次分析法(AHP)确定各指标的权重。层次分析法是一种将定性与定量相结合的多准则决策方法,能够将复杂的问题分解为多个层次,通过两两比较确定各因素的相对重要性,进而计算出各指标的权重。具体步骤如下:

#### 3.3.1 建立层次结构模型

将临时道路安全性评价指标体系分为目标层、准则层和指标层。目标层为临时道路安全性评价,准则层为四个一级指标,指标层为十个二级指标。

#### 3.3.2 构造判断矩阵

邀请相关领域的专家对同一层次各指标的相对重要性进行两两比较,并根据9级标度法给出判断值,构造判断矩阵。

#### 3.3.3 层次单排序及一致性检验

计算判断矩阵的最大特征根及其对应的特征向量,将特征向量归一化后得到各指标的相对权重。同时,进行一致性检验,确保判断矩阵的一致性在可接受范围内。

#### 3.3.4 层次总排序及一致性检验

根据准则层各指标的权重和指标层各指标相对于准则层的权重,计算指标层各指标相对于目标层的总权重,并进行总排序一致性检验。

#### 4 山地光伏施工期间临时道路安全性改进建议

##### 4.1 优化道路设计

在道路选线时,应充分考虑地形、地质、气象等自然条件,尽量选择地势平坦、地质稳定、坡度较小的路线。避开断层、滑坡体、泥石流沟等不良地质地段,减少地质灾害对道路的影响。同时,要合理设置平曲线和竖曲线,确保道路的线形指标符合安全要求,提高车辆行驶的舒适性和安全性。根据道路的使用功能和交通流量,选择合适的路面结构类型。对于重型车辆较多的路段,可采用水泥混凝土路面或级配碎石基层加沥青混凝土面层的复合路面结构,提高路面的承载能力和耐久性。同时,要加强路面的防水、排水设计,设置合理的排水沟和截水沟,及时排除路面和路基积水,防止水毁病害的发生<sup>[3]</sup>。对于道路边坡,应根据边坡的高度、坡度、地质条件等因素,采用适当的防护措施。如采用浆砌片石护坡、植草护坡、锚杆框架梁护坡等,增强边坡的稳定性,防止边坡滑塌。同时,要设置边坡排水设施,如排水孔、截水沟等,及时排除边坡内的积水,降低边坡土体的含水量,提高边坡的抗滑能力。

##### 4.2 加强施工管理

加强对运输车辆的管理,严禁超载运输。在装载材料时,要确保货物捆绑牢固,重心稳定,防止货物在行驶过程中掉落或车辆侧翻。同时,要合理安排运输时间和路线,避免在交通高峰期和恶劣天气条件下进行运输作业,减少交通事故的发生。加强对施工机械操作人员的培训和管理,要求其严格按照操作规程进行作业。在进行道路附近施工机械作业时,要设置明显的警示标志,划定安全作业区域,防止施工机械对道路造成破坏。同时,要定期对施工机械进行维护和保养,确保机械性能良好,减少因机械故障引发的事故。定期组织施工人员进行安全教育培训,提高其安全意识和操作技能。培训内容包括道路安全规则、操作规程、个人防护用品的使用等。通过案例分析、现场演示等方式,让施工人员深刻认识到违规行为的危害性,自觉遵守安全规定。同时,要建立安全考核制度,对考核不合格的人员禁止上岗作业。

##### 4.3 完善安全设施

定期对道路上的标志标线进行检查和维护,及时修复模糊不清、磨损严重的标志标线,确保其清晰、醒目。根据道路实际情况和交通流量变化,合理调整标志标线的设置位置和内容,为驾驶员提供准确、有效的指示信息。对缺失或损坏的护栏要及时进行修复和更新,确保护栏的完整性和防护能力。根据道路线形和交通流

量情况,合理设置护栏的类型和高度,如在急弯、陡坡、临水临崖等危险路段,应设置加强型护栏,提高防护等级<sup>[4]</sup>。同时,要定期对护栏进行检查和维护,确保其牢固可靠。在道路危险路段,如急弯、陡坡、交叉路口等,应增设安全警示设施,如警示灯、反光镜、凸面镜等,提醒驾驶员注意安全。在恶劣天气条件下,如强风、暴雨、暴雪等,要及时设置临时警示标志,引导车辆安全通行。

##### 4.4 提升环境适应能力

建立完善的地质灾害监测体系,采用先进的监测设备和技术,对道路周边地质灾害隐患点进行实时监测。定期对监测数据进行分析 and 评估,及时掌握地质灾害的发展趋势。同时,要建立地质灾害预警机制,制定应急预案,在接到预警信息后,及时采取封锁道路、疏散人员等措施,确保人员和车辆安全。加强对气象信息的收集和分析,及时掌握天气变化情况。在恶劣天气来临前,提前做好防范措施,如对道路进行防滑处理、设置防风屏障等。在强风、暴雨、暴雪等天气期间,要安排专人对道路进行巡查,及时发现和处理道路安全隐患。同时,要根据天气情况合理调整施工计划,避免在恶劣天气条件下进行危险作业。

#### 结语

山地光伏施工期间临时道路的安全性关系到施工进度、施工成本和人员生命安全。本文通过对影响临时道路安全性的因素进行分析,构建了安全性评价指标体系,并运用层次分析法确定指标权重。从优化道路设计、加强施工管理、完善安全设施、提升环境适应能力等方面提出了改进建议。在实际项目中,应根据具体情况灵活运用这些建议,不断总结经验,持续改进临时道路的安全管理工作,确保山地光伏项目施工安全顺利进行。同时,随着技术的不断进步和管理理念的不断更新,未来还需要进一步深入研究临时道路安全性的评价方法和改进措施,以适应山地光伏项目发展的需求。

#### 参考文献

- [1]曹佳,刁元,胡春,等.论山地光伏施工全过程安全管理要点[J].生态与资源,2024,(11):120-122.
- [2]廖敬文.山地光伏电站项目施工管理对策研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(20):4-6.
- [3]周锐.浅谈山地光伏EPC项目设计与施工的现场管理[J].水电站设计,2024,40(01):18-22+62.
- [4]王西平.100 MW山地光伏发电项目施工工艺技术与管理——以湖北能源宜城东湾为例[J].光源与照明,2023,(07):111-113.