

# 山区陡坡长输管道施工工效影响因素分析与改善路径

韩江平

中石化江汉油建工程有限公司 湖北 武汉 430000

**摘要：**本文聚焦山区陡坡长输管道施工工效问题。长输管道是能源输送关键设施，山区陡坡施工复杂。文章阐述了山区陡坡长输管道施工流程，分析了地形地质、设备技术、人员管理、天气环境、资源供应链等因素对工效的影响。并从技术创新、流程优化、地质勘察、安全环保、供应链保障等方面提出改善路径，旨在为提高山区陡坡长输管道施工工效、保障工程顺利实施提供参考。

**关键词：**山区陡坡；长输管道；施工工效；影响因素；改善路径

### 1 长输管道施工概述

长输管道作为现代能源输送的重要基础设施，承担着将石油、天然气等能源从产地高效、安全地输送到消费地的关键任务。其施工具有工程规模大、技术要求高、施工环境复杂等特点。长输管道施工不仅涉及多个专业领域的知识和技术，如土木工程、机械工程、焊接技术等，还需要考虑地质、气候、环境等多种因素对施工的影响。在长输管道施工中，不同地区的施工条件差异显著。山区陡坡地段的长输管道施工尤为复杂，相较于平原地区，山区陡坡的地形起伏大、地质条件复杂，给施工带来了诸多挑战<sup>[1]</sup>。例如，陡峭的地形增加了管沟开挖的难度，岩石等坚硬地质的分布使得挖掘工作需要更专业的设备和技术；同时，山区的交通不便也给施工设备和材料的运输带来了困难，增加了施工成本和工期风险。因此深入研究山区陡坡长输管道施工的特点和规律，提高施工工效，对于保障长输管道工程的顺利实施具有重要意义。

### 2 山区陡坡长输管道施工流程

#### 2.1 测量放线

测量放线是山区陡坡长输管道施工的首要环节，其准确性直接影响到后续施工的质量和进度。在山区陡坡环境下，测量放线面临着地形复杂、视线受阻等诸多困难。测量人员需要运用先进的测量仪器，如全站仪、GPS定位系统等，对管道的走向、高程等进行精确测量。由于山区地形起伏大，测量过程中需要不断调整仪器位置和角度，以确保测量数据的准确性。同时还需要考虑地质条件对管道敷设的影响，避开不稳定的地质区域，如滑坡体、泥石流易发区等。在测量放线过程中，要设置明显的标识，如木桩、彩旗等，为后续的施工提供清晰的指引。测量人员还需要与施工人员密切沟通，及时解决测量过程中出现的问题，确保测量放线工作能够顺利

完成，为整个施工流程奠定良好的基础。

#### 2.2 施工准备

施工准备阶段是确保山区陡坡长输管道施工顺利运行的关键环节。在人员组织方面，需要组建一支专业的施工队伍，包括管理人员、技术人员、施工人员等，并对其进行针对性的培训，使其熟悉山区陡坡施工的特点和要求。在设备材料准备上，要根据山区陡坡的地形和地质条件，选择合适的施工设备，如小型挖掘机、装载机、履带式起重机等，这些设备应具备良好的通过性和适应性。同时要确保管材、焊接材料等施工材料的质量和供应。在技术准备方面，要制定详细的施工方案和技术措施，针对山区陡坡可能出现的特殊情况，如岩石爆破、陡坡运输等，制定相应的应对方案，还需要办理好相关的施工手续，与当地政府部门和居民进行沟通协调，为施工创造良好的外部环境。

#### 2.3 管沟开挖

管沟开挖是山区陡坡长输管道施工中的关键环节，其难度较大。由于山区陡坡地形复杂，岩石分布不均，管沟开挖需要采用多种方法相结合。对于土质疏松的地段，可采用小型挖掘机进行开挖，但在陡坡作业时，要注意挖掘机的稳定性，采取必要的防护措施，如设置挡土板、拉设安全绳等。对于岩石地段，需要采用爆破或破碎锤等方法进行开挖。爆破作业必须严格按照安全规程进行，控制好炸药用量和爆破范围，避免对周边环境和管道造成损害。在管沟开挖过程中，要随时检查管沟的尺寸和坡度，确保符合设计要求。同时要注意对开挖出的土石方进行合理堆放，避免影响施工安全和交通。

#### 2.4 布管与焊接

布管与焊接是保证长输管道施工质量的关键环节。在山区陡坡布管时，由于地形限制，管材的运输和摆放面临较大困难。通常需要采用特殊的运输工具，如索

道、滑轮组等,将管材运送到指定位置。在布管过程中,要确保管材的摆放平稳,避免出现滚动和移位。焊接工作对技术要求较高,山区陡坡的环境条件增加了焊接的难度。焊接人员需要具备良好的操作技能和丰富的经验,能够适应不同地形和气候条件下的焊接工作。在焊接前,要对管材进行严格的检查和处理,确保管口平整、清洁<sup>[2]</sup>。焊接过程中,要严格控制焊接参数,如电流、电压、焊接速度等,保证焊接质量。同时要采取有效的防护措施,如搭建防风棚、使用保温设备等,减少环境因素对焊接质量的影响。焊接完成后,要进行无损检测,如射线检测、超声波检测等,确保焊缝质量符合标准要求。

### 2.5 管沟回填与地貌恢复

管沟回填与地貌恢复是山区陡坡长输管道施工的最后环节,也是保护管道和恢复生态环境的重要措施。管沟回填时,要分层夯实,确保回填土的密实度符合要求。在山区陡坡地段,回填土的稳定性尤为重要,要避免因回填不实导致管道受力不均或发生沉降。对于岩石地段的管沟回填,可采用碎石、砂砾等材料进行填充,提高回填土的透水性和稳定性。地貌恢复工作要按照“谁破坏、谁恢复”的原则进行,施工结束后,要及时清理施工现场,拆除临时设施,对破坏的植被进行恢复。可以采用植树、种草等方式,恢复山区的生态环境,减少施工对周边环境的影响。

## 3 山区陡坡长输管道施工工效影响因素分析

### 3.1 地形地质条件

山区陡坡的地形起伏大、坡度陡峭,给施工设备和人员的移动带来了极大困难。大型施工设备在陡坡上作业时,容易出现侧翻等安全事故,限制了施工效率。地质条件的复杂性也是影响工效的重要因素。山区常存在岩石、断层、溶洞等不良地质现象,岩石的坚硬程度和分布情况直接影响管沟开挖的进度和成本。例如,在花岗岩地区,管沟开挖需要采用爆破或破碎锤等高能耗、低效率的方法,导致施工周期延长。

### 3.2 施工设备与技术方法

施工设备的性能和适用性对工效有直接影响。山区陡坡施工需要选择具有良好通过性和适应性的设备,如小型化、轻量化的挖掘机、起重机等。然而,目前市场上适用于山区陡坡施工的专用设备相对较少,部分设备在山区作业时效率低下。技术方法的选择也至关重要。传统的施工方法在山区陡坡环境下可能不适用,如长距离管材运输采用传统的车辆运输方式,在陡坡路段效率低下且存在安全隐患。采用索道运输等新技术可以提高

运输效率,但需要投入较高的成本。

### 3.3 人员素质与管理水平

施工人员的技术水平和操作熟练程度直接影响施工工效。山区陡坡施工对施工人员的技能要求较高,如焊接人员需要掌握在复杂环境下的焊接技术,设备操作人员需要熟悉设备的性能和操作规程。然而目前部分施工人员缺乏山区陡坡施工经验,技术水平参差不齐,导致施工效率低下。管理水平的高低也直接影响工效。施工组织不合理、进度计划不科学、资源配置不当等问题,都会导致施工延误和成本增加。

### 3.4 天气与环境因素

山区气候多变,恶劣天气如暴雨、暴雪、大风等会严重影响施工进度。暴雨可能导致管沟积水、塌方,阻碍施工设备进入现场;暴雪会使道路结冰,增加设备运输和人员作业的难度。环境因素如生态保护要求也对工效产生影响。在生态敏感区域施工,需要采取严格的环保措施,如设置围挡、洒水降尘、控制施工时间等,这些措施虽然必要,但会增加施工成本和时间。同时为了减少对周边环境的影响,可能需要调整施工方案,采用更环保但效率较低的施工方法,从而影响工效。

### 3.5 资源调配与供应链

资源调配的合理性直接影响施工进度。山区陡坡施工需要大量的物资和设备,如管材、焊接材料、施工设备等。如果资源调配不及时,会导致施工中断。供应链的稳定性也是关键因素。山区交通不便,运输距离长,物资供应容易受到交通拥堵、自然灾害等因素的影响<sup>[3]</sup>。一旦供应链中断,施工将无法正常进行。供应商的服务质量也会影响工效,如供应商不能按时提供合格的物资,会导致施工延误。

## 4 山区陡坡长输管道施工工效改善路径

### 4.1 技术创新与设备升级

在山区陡坡长输管道施工中,技术创新与设备升级是提高施工工效的关键举措。针对山区陡坡复杂的地形条件,应加大研发力度,开发具有良好通过性和适应性的施工设备。同时积极采用先进的施工技术,如自动化焊接技术,它通过自动化设备完成焊接工作,减少人工操作,不仅能提高焊接速度,还能保证焊接质量的稳定性和一致性,有效减少焊接缺陷的产生。非开挖施工技术也是一项重要创新,它无需大规模开挖地面,减少对周边环境的破坏,同时也提高施工效率。利用物联网、大数据等前沿技术,对施工过程进行实时监控和管理。通过在设备和施工现场安装传感器,能够实时获取设备运行状态、施工进度等关键信息,管理人员可以根据这

些数据及时调整施工方案,优化资源配置,从而显著提高施工效率。

#### 4.2 优化施工流程与管理

优化施工流程与管理对于山区陡坡长输管道施工至关重要。首先,要制定科学合理的施工进度计划。充分考虑地形、地质、天气等多种因素对施工的影响,合理安排施工顺序和作业时间。例如,在雨季来临前,集中力量完成管沟开挖和管道铺设等关键工作,避免因暴雨等恶劣天气导致管沟积水、塌方,从而延误工期。建立健全现场管理制度,加强对施工人员的培训和考核。通过定期组织技能培训和安全教育,提高施工人员的操作技能和责任意识,确保施工过程规范、安全、高效。同时加强对施工设备和材料的管理,建立严格的设备维护保养制度和材料验收标准,确保设备和材料的质量可靠、供应充足。采用项目管理软件,对施工进度、质量、成本等进行全面管理。通过软件的数据分析功能,能够及时发现施工中存在的问题,如进度滞后、质量不达标等,并迅速采取相应的措施进行解决,确保施工项目能够按照预定目标顺利推进。

#### 4.3 加强地质勘察与风险评估

加强地质勘察与风险评估是保障山区陡坡长输管道施工顺利进行的重要环节。在施工前,必须进行详细的地质勘察工作。通过专业的地质雷达、钻探等手段,全面了解施工区域的地质条件、地形地貌等信息,准确掌握地下岩石的分布情况、土层的性质等,为施工方案的制定提供科学依据。建立完善的风险评估体系,对施工过程中可能出现的风险进行全面评估和预警。涵盖山体滑坡、泥石流等地质灾害风险,以及设备故障、人员伤亡等施工风险。制定详细的应急预案,并定期组织演练,提高施工队伍应对突发事件的能力。根据地质勘察和风险评估的实时结果,动态调整施工方案。如在施工过程中遇到坚硬岩石地段,及时调整开挖方法,采用更高效的破碎设备或优化爆破方案,确保施工安全和进度。

#### 4.4 强化安全管理与环境保护

强化安全管理与环境保护是山区陡坡长输管道施工中不可忽视的重要方面。建立健全安全管理制度,加强对施工人员的安全培训,通过定期组织安全知识讲座、案例分析等活动,提高施工人员的安全意识。在陡坡作业等危险区域,设置完善的安全防护设施,如安全网、

防护栏等,并安排专人进行安全监督,确保施工安全。制定全面的环境保护方案,采取有效的环保措施。加强对施工废弃物的分类处理和回收利用,实现资源的循环利用,降低对周边环境的影响。定期组织安全环保培训,不仅培训安全操作技能,还强化环保意识。建立严格的安全环保考核机制,将安全环保指标纳入绩效考核体系,对表现优秀的个人和团队进行奖励,对违规行为进行严肃处理,确保安全环保措施真正落实到位。

#### 4.5 完善供应链与资金保障

完善供应链与资金保障是山区陡坡长输管道施工顺利推进的重要支撑。建立稳定的供应链体系,与优质供应商建立长期合作关系,签订详细的供货合同,明确物资和设备的供应时间、质量标准等条款,确保物资和设备的及时供应。采用信息化手段,对供应链进行实时监控,通过供应链管理系统,及时掌握物资的运输状态、库存情况等信息,根据施工进度及时调整库存和采购计划,避免物资积压或短缺。合理安排施工预算,充分考虑设备采购、技术创新、人员培训等各项费用,确保资金充足。设立专项资金,用于关键设备的升级换代、新技术的研发应用以及施工人员的技能培训。加强资金监管,建立严格的财务审批制度,提高资金使用效率,杜绝资金浪费。除了企业自有资金外,积极争取政府补贴、银行贷款等多元化融资渠道。

#### 结束语

山区陡坡长输管道施工面临诸多挑战,施工工效受多种因素制约。通过深入分析影响因素,提出的技术创新与设备升级、优化施工流程与管理等改善路径具有重要实践意义。未来在实际施工中,应结合具体情况综合运用这些路径,持续提升施工工效,同时注重安全环保与资源合理利用,确保山区陡坡长输管道工程高效、优质、安全完成,推动能源输送事业发展。

#### 参考文献

- [1]郑达骏.山地地区天然气管道工程施工难点和应对措施[J].上海煤气,2023,(03):21-24.
- [2]雷阳.天然气长输管道山地陡坡段施工技术[J].全面腐蚀控制,2023,37(01):97-99.
- [3]杨孟.天然气长输管道山地陡坡段施工技术探讨[J].化工管理,2021,(03):68-69.