

# 复杂地形条件下成品油长输管道施工安全控制策略

钟家勇（国家石油天然气管网集团有限公司广西分公司，广西 南宁 530015）

**摘要：**在能源输送领域，复杂地形条件给成品油长输管道施工安全带来诸多挑战。本研究聚焦于此，深入分析地形地貌、气候及周边环境引发的安全风险，从人员、设备、技术、环境及管理体系多维度提出安全控制策略，包括人员技能培训、设备选型维护、技术方案优化等，旨在全面保障施工安全，降低事故发生率，确保成品油长输管道建设平稳推进。

**关键词：**复杂地形；成品油长输管道；施工安全；控制策略

中图分类号：TE88 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)015-0141-03

## Safety control strategy for long-distance pipeline construction of refined oil products under complex terrain conditions

Zhong Jiayong (Guangxi Branch of National Petroleum Pipeline Network Group Co., Ltd, Nanning Guangxi 530015, China)

**Abstract:** In the field of energy transmission, complex terrain conditions pose many challenges to the safety of long-distance pipeline construction for refined oil products. This study focuses on this and deeply analyzes the safety risks caused by topography, climate, and surrounding environment. Safety control strategies are proposed from multiple dimensions including personnel, equipment, technology, environment, and management system, including personnel skill training, equipment selection and maintenance, and technical scheme optimization. The aim is to comprehensively ensure construction safety, reduce accident rates, and ensure the smooth progress of long-distance pipeline construction of refined oil products.

**Keywords:** complex terrain; Long distance pipelines for refined oil products; Construction safety; Control Strategy

成品油长输管道作为能源输送的关键脉络，对国家能源供应和经济发展起着举足轻重的作用。然而，当管道施工遭遇复杂地形，如崇山峻岭、广袤沙漠或湿地沼泽等，施工难度和安全风险急剧攀升。复杂的地形地貌、恶劣的气候条件以及复杂的周边环境，都可能引发一系列安全问题，威胁施工人员生命安全，影响工程进度与质量。因此，探寻有效的安全控制策略迫在眉睫，这不仅关乎施工的顺利进行，更是对人员生命和生态环境的有力保障。

### 1 复杂地形下成品油长输管道施工安全风险分析

#### 1.1 地形地貌带来的风险

在山地、丘陵地区，地势起伏大，管道敷设需克服高差难题，增加了管道铺设的技术难度和施工风险。例如，在陡峭山坡上进行管道吊运和安装，极易因地形复杂导致吊运设备失衡，引发安全事故。同时，山地的地质条件不稳定，可能存在山体滑坡、泥石流等地质灾害隐患，对已敷设的管道造成破坏。而在沼泽、湿地等地形，土壤承载能力低，施工设备容易陷入，影响施工进度。此外，软土地基可能导致管道基础沉降不均，使管道发生变形、破裂，从而引发成品油泄漏风险，对周边环境造成严重污染。

#### 1.2 气候条件引发的风险

暴雨天气会使施工现场积水严重，影响施工设备

的正常运行，增加触电、滑倒等安全事故发生几率。同时，强降雨可能引发山体滑坡、洪水等自然灾害，冲毁施工便道和临时设施，威胁施工人员生命安全。风沙天气不仅会降低能见度，影响施工视线，还可能对施工设备的精密部件造成磨损，缩短设备使用寿命。在严寒地区，低温会使管道材料变脆，降低其韧性和抗冲击能力，增加管道在施工过程中破裂的风险。此外，冬季的冰雪天气还会导致道路结冰，影响施工物资的运输安全。

#### 1.3 周边环境衍生的风险

复杂地形区域周边若人口密集，施工过程中的噪声、粉尘等污染容易引发周边居民的不满和抵触情绪，可能导致第三方破坏行为，如故意损坏施工设备、干扰施工进度等。同时，在生态脆弱地区进行管道施工，若保护措施不当，可能对当地生态环境造成破坏，如破坏植被、影响野生动物栖息地等。此外，一些复杂地形区域可能存在军事设施、文物古迹等特殊区域，施工过程中若未提前探明并采取相应保护措施，可能引发严重后果。

### 2 基于人员管理的安全控制策略

#### 2.1 专业技能培训与考核

复杂地形下的成品油长输管道施工，对施工人员的专业技能要求极高。针对不同地形的施工特点，需

开展有针对性的培训。例如，在山地施工中，培训施工人员掌握山地管道敷设的特殊技巧，如如何利用地形进行管道的分段组装和吊运，以及如何在陡峭山坡上搭建安全稳固的施工平台。对于设备操作，要确保施工人员熟练掌握适应复杂地形的各类设备操作方法，如全地形起重机、山地挖掘机等。培训结束后，建立严格的考核机制，通过理论考试和实际操作考核，检验施工人员对专业技能的掌握程度，只有考核合格者才能参与施工，从源头上保障施工人员具备应对复杂地形施工的能力。

## 2.2 安全意识教育与强化

安全意识是保障施工安全的重要基础。通过定期举办安全知识讲座，邀请安全专家讲解复杂地形施工中的安全要点和注意事项，如在沼泽地施工时如何预防设备下陷和人员溺水，在风沙天气中如何做好个人防护等。同时，结合实际案例进行分析，让施工人员深刻认识到安全事故的严重后果。例如，剖析因忽视安全规定导致的管道泄漏事故，使施工人员明白每一个安全细节都关乎生命和财产安全。此外，在施工现场设置安全宣传栏，张贴安全标语和警示图片，营造浓厚的安全氛围，时刻提醒施工人员保持警惕，强化安全意识。

## 2.3 人员健康与体能保障

复杂地形作业对施工人员的身体健康和体能是巨大考验。因此，要关注施工人员的身体状况，定期组织健康检查，特别是针对在高温、高海拔等特殊环境下作业的人员，重点检查心肺功能、血压等指标，确保其身体条件适合相应的施工环境。为施工人员配备必要的防护用品，如在严寒地区提供保暖衣物、防滑鞋，在风沙地区配备防风沙面罩、护目镜等。合理安排施工人员的工作时间和休息制度，避免长时间连续作业导致疲劳作业。在施工现场设置休息区，提供充足的饮用水和防暑降温、防寒保暖等物资，保障施工人员的身体健康和体能，确保施工安全。

## 3 设备管理与维护的安全控制策略

### 3.1 适用设备选型与配置

根据复杂地形条件的特点，选择合适的施工设备至关重要。在山地施工中，应选用具有良好爬坡能力和稳定性的起重机，如履带式起重机，其能够在崎岖地形上灵活移动，确保管道吊运的安全。对于沼泽地施工，可选用专门的沼泽地管道铺设设备，这类设备通常具有宽大的履带或浮筒，能有效分散设备重量，避免陷入泥潭。同时，要根据施工规模和进度要求，合理配置设备数量，确保施工过程中设备能够满足施工需求，避免因设备不足导致施工停滞或因设备过多

造成资源浪费。此外，还需考虑设备之间的配套性，确保各设备之间能够协同作业，提高施工效率。

### 3.2 设备日常巡检与维护

建立完善的设备日常巡检制度，是确保设备安全运行的关键。安排专业的设备巡检人员，按照规定的巡检路线和时间间隔，对施工设备进行全面检查。巡检内容包括设备的外观、运行参数、润滑情况、连接部件等。例如，检查起重机的钢丝绳是否有磨损、断丝现象，设备的制动系统是否灵敏可靠；检查管道焊接设备的电流、电压是否正常，焊接参数是否符合要求。对于发现的问题，及时记录并安排维修人员进行处理，将设备故障隐患消除在萌芽状态。同时，定期对设备进行维护保养，如更换润滑油、滤清器，紧固螺栓等，确保设备始终处于良好的运行状态，延长设备使用寿命。

### 3.3 设备应急维修与备份

制定详细的设备应急维修预案，明确设备在突发故障时的应急处理流程。当设备出现故障时，维修人员能够迅速响应，按照预案进行故障诊断和修复。例如，对于关键设备，如管道焊接机、起重机等，要建立故障数据库，记录常见故障类型、原因及解决方法，以便维修人员快速查找和处理故障。同时，准备关键设备的备份，当主设备出现故障且短时间内无法修复时，及时启用备份设备，保障施工的连续性。备份设备要定期进行维护和调试，确保其处于备用状态，随时能够投入使用。此外，与设备供应商建立良好的合作关系，确保在设备出现重大故障时，能够及时获得技术支持和零部件供应。

## 4 施工技术应用的安全控制策略

### 4.1 针对性施工技术选择

针对不同的复杂地形，选择合适的施工技术是保障施工安全的核心。在穿越河流、山谷等障碍时，定向钻穿越技术是一种常用且有效的方法。它通过在地下钻出一条曲线孔道，将管道从一端牵引至另一端，避免了大规模的地面开挖，减少了对周边环境的影响，同时也降低了施工安全风险。对于隧道施工，盾构法具有安全、高效的优点，能够在复杂地质条件下快速掘进，确保施工人员和管道的安全。在沙漠地区，可采用装配式管道施工技术，将管道在工厂预制好，然后运输到施工现场进行组装，减少现场施工时间和安全风险。总之，要根据具体地形条件和施工要求，科学合理地选择施工技术。

### 4.2 技术方案优化与论证

对选定的施工技术方案进行优化，是确保施工安全可靠的重要环节。组织相关领域的专家，对技术方

案进行全面论证。从技术可行性、安全可靠性、经济合理性等多个方面进行评估。例如，对于管道穿越山体的施工方案，专家要分析地质条件对施工技术的影响，评估隧道支护方案是否能够有效防止山体坍塌，确保施工过程中人员和设备的安全。同时，对施工技术方案中的各个环节进行细化和优化，如合理安排施工顺序，优化施工工艺参数等。通过专家论证和方案优化，确保施工技术方案科学合理，能够有效降低施工安全风险，提高施工质量和效率。

#### 4.3 新技术应用与风险评估

在施工过程中，适时引入新技术能够提高施工效率和安全性，但同时也带来了一定的风险。因此，在应用新技术前，要进行全面的风险评估。例如，对于新型的管道焊接技术，要评估其对焊接质量的影响，以及在复杂地形条件下的可操作性和稳定性。分析新技术可能带来的风险，如操作人员对新技术不熟悉导致的操作失误风险，新技术与现有施工设备的兼容性风险等。针对评估出的风险，提前制定应对措施，如对施工人员进行新技术培训，确保其熟练掌握操作技能；对新技术与现有设备进行兼容性测试，必要时对设备进行改造或升级。通过全面的风险评估和有效的应对措施，降低新技术应用带来的风险，确保施工安全。

### 5 施工环境与管理体系的安全控制策略

#### 5.1 环境监测与应对措施

建立完善的施工环境监测系统，实时掌握地形、气候等环境变化情况。在山区施工时，利用地质监测设备，监测山体的稳定性，及时发现山体滑坡、泥石流等地质灾害的前兆。在气象方面，安装气象监测站，实时监测风速、风向、降水等气象参数。当监测到恶劣天气即将来临时，如暴雨、台风等，及时发布预警信息，采取相应的应对措施。

例如，在某山区的成品油长输管道施工项目中，施工团队在施工现场周边安装了高精度的地质位移监测仪和雨量传感器等设备。一天，地质位移监测仪显示某段山体的位移数据出现异常变化，同时雨量传感器监测到降雨量急剧增加。结合这两个数据，监测系统迅速判断该区域可能发生山体滑坡。施工团队立即发布预警信息，停止了附近的所有户外施工活动，组织施工人员迅速撤离到安全地带。

同时，安排专人负责将易受影响的施工设备，如起重机、焊接设备等，转移至地势较高且稳定的区域，并对设备进行了加固处理。对于施工现场的临时工棚、物料堆放区等临时设施，采用钢缆加固、增加支撑等方式进行防护。由于预警及时、应对措施得当，成功

避免了可能因山体滑坡造成的人员伤亡和设备损坏，保障了施工安全。对于地形变化可能导致的安全风险，如地面沉降、塌陷等，及时调整施工方案，确保施工安全。

#### 5.2 安全管理制度完善

建立健全安全管理制度，明确各部门、各岗位在施工安全管理中的职责。从项目经理到一线施工人员，都要清楚自己的安全责任。制定详细的施工安全操作流程，规范施工人员的操作行为。例如，在管道焊接作业中，明确焊接前的准备工作、焊接过程中的操作要点以及焊接后的质量检查标准。建立安全监督机制，定期对施工现场进行安全检查，及时发现和纠正不安全行为和隐患。对违反安全管理制度的行为，要严肃处理，确保安全管理制度的严肃性和权威性。通过完善的安全管理制度，为施工安全提供制度保障。

#### 5.3 应急预案制定与演练

针对复杂地形条件下可能发生的安全事故，如管道泄漏、山体滑坡、火灾等，制定详细的应急处置方案。明确应急响应流程、各部门和人员的职责分工、应急救援措施等。例如，在管道泄漏应急预案中，要规定如何迅速封锁泄漏现场，防止成品油扩散，同时组织专业人员进行泄漏点修复和污染物清理。定期组织应急演练，让施工人员熟悉应急处置流程，提高应急响应能力和协同作战能力。通过演练，检验应急预案的可行性和有效性，及时对应急预案进行修订和完善，确保在突发安全事故发生时，能够迅速、有效地进行应对，最大限度地减少事故损失。

### 6 结论

复杂地形条件下成品油长输管道施工安全控制是一项系统而复杂的工程，涉及人员、设备、技术、环境及管理等多个方面。通过全面分析施工过程中存在的安全风险，从人员管理、设备管理与维护、施工技术应用、施工环境监测以及管理体系完善等维度制定并实施有效的安全控制策略，能够显著降低施工安全风险，保障施工人员的生命安全和身体健康，确保成品油长输管道工程顺利进行。

#### 参考文献：

- [1] 符向阳 . 成品油长输管道的自动化控制系统研究分析 [J]. 当代化工研究 ,2023,(20):191-193.
- [2] 夏艳梅 , 刘北 . 长输成品油管道主输泵电机变频器的应用探讨 [J]. 石油库与加油站 ,2022,31(06):1-5.

#### 作者简介：

钟家勇（1978.04-），男，汉族，广西北流市，硕士研究生，中级工程师，研究方向：长输管道运行与管理。