

# 喀斯特地质条件下天然气长输管道施工风险及应对措施

罗鹏飞

国家管网集团新疆煤制天然气外输管道有限责任公司 北京 100020

**摘要:**近年来,我国在天然气领域的发展取得了巨大进展,人们对天然气资源的开发和利用也越来越重视,其长输管道施工也极其重要。因此开展地下管道施工前必须做好前期准备工作,做好施工风险及应对措施的分析工作。本文首先对喀斯特的地质情况进行分析,然后分析该地貌下天然气长输管道施工过程中存在的施工安全风险,针对施工风险提出有效规避方法建议。

**关键词:**喀斯特地质;天然气运输;长输管道;施工风险;应对措施

## Construction risks and countermeasures of long distance natural gas pipeline under karst geological conditions

Pengfei Luo

National Pipeline Network Group Xinjiang Coal to Natural Gas Pipeline Co., LTD. Beijing 100020

**Abstract:** In recent years, great progress has been made in the development of the natural gas field. People pay more and more attention to the development and utilization of natural gas resources, and the construction of a long-distance transportation pipeline is extremely important. Therefore, before carrying out underground pipeline construction, we must do well in the preliminary preparation and do well in the analysis of construction risks and countermeasures. This paper first analyzes the geological conditions of karst, then analyzes the construction safety risks existing in the construction process of the long-distance natural gas pipelines under this landform, and proposes effective ways to avoid the construction risks.

**Key words:** karst geology; natural gas transportation; long-distance pipeline; construction risk; countermeasures

我国天然气产业的快速发展,为人们提供大量的物质和能源,促进经济、社会及环境协调可持续发展。在当前全球气候变暖以及资源匮乏等问题日益严重情况下,我国开展管道建设工作具有十分重要意义。由于长输天然气管道建设距离长,途经各种地形地貌,复杂多变。喀斯特地貌就是其中一种,喀斯特地貌地面上往往崎岖不平,地表常见有石芽、石林、峰林、溶沟、漏斗等形态;地下则发育着地下河、溶洞,地址极其复杂,对长输天然气管道施工造成一定困难。喀斯特地貌在我国分布十分广泛,主要以贵州、广西、云南为主,是世界最大的喀斯特地貌之一。本文以喀斯特地质条件下为背景展开研究分析和探讨风险及应对措施,希望能够为以后类似工程提供参考依据以供借鉴。

### 一、喀斯特地区天然气长输管道概况

#### 1.1 地质灾害

在喀斯特地区,地质构造复杂,地层岩性多样,且地下水位较高,存在滑坡、泥石流、流砂、淤泥、喀斯特溶洞、断层、采空区、塌陷区,导致天然气在线路铺设过程中会出现各种管线的问题,对人类生命、财产造成严重损害<sup>[1]</sup>。由于地下管道建设时间不长,且在施工过程中存在着多种因素的影响。比如:在开挖沟槽时可能会造成局部地区出现水土流失等问题;另外由于施工

技术不到位、施工人员素质低等,也会对天然气输管理产生不良影响。此外还包括因地质勘探不足引起水文及环境变化,引发地震灾害、洪水灾害等情况下产生的各种自然灾害事件。因此,在进行管道施工前,对其地质条件加以研究和探讨是十分有必要的。

#### 1.2 水文

在喀斯特区内,由于地下水位埋藏较深,地下水的分布也较为复杂,使得天然气管道施工难度较大。由于地形、地貌等因素对地下水资源造成了一定程度上的污染。同时由于岩溶发育条件较差,以及地下水流动过程中所带来水压力较大,从而导致部分区域内出现大面积漏斗现象。另外因为区内降雨多集中于坡面以下地带,喀斯特地区地势起伏大并且较为平坦,降水少使得该区域中存在大量排洪和下沙区、泥石流沟等不良地质活动,在雨季的地形地貌下,天然气管道施工过程中也极易出现安全事故。

#### 1.3 喀斯特地区天然气长输管道施工状况

在天然气长输管道的施工过程中,由于受到自然条件和人为因素等多种不确定性的影响,往往会存在着诸多风险。首先是地质灾害。喀斯特地区属于干旱半干旱气候区。而喀斯特山地又有丰富多彩、地势平缓地带与地形起伏大以及植被稀少等特点;其次就是地下水位高

和地下水流失严重导致了天然气资源开采难度加大;再次就是因为岩土体含水层厚度较深且不均匀性较大,使得在施工过程中对管道的埋设产生一定影响最后就是水污染<sup>[3]</sup>。由于地下水位高,天然气管道的施工难度较大,而在喀斯特地区,其含水量非常大且温度较低。所以对地下水资源开采也有一定影响。

## 二、喀斯特地区天然气长输管道施工风险因素分析

### 2.1 环境

喀斯特地区天然气管道的施工环境较为复杂,包括地质、地形、地貌等多种因素,其中最为重要的是自然环境。在施工前必须要对现场周围的自然条件以及水文情况有所了解。比如:由于地层岩性比较软而引起地下水流失造成地面塌陷等问题都会影响天然气管道施工的顺利实施和安全运行,进而使得天然气长输管道埋设过程中产生一定程度上出现风险问题。要根据工程建设中不同阶段可能遇到的问题制定相应方案。例如:对于地下水位高而且处于地表以下时可以考虑采用抽采法或者是排灌井网方式;而当地下含水量比较小以及无地下水时则不能采取直接开挖或是通过回填或注浆进行处理埋设管道。在对天然气长输管道施工前必须要全面的勘察,包括地质情况、水文条件等,只有这样才能保证地下埋设工作顺利进行。

### 2.2 社会经济可行性

社会经济可行性主要是针对项目的建设是否符合国民经济的发展规律,在对项目进行设计时,要充分考虑到该项目所带来的环境问题,包括当地居民生活水平、基础设施等。由于喀斯特地区天然气输管道施工具有一定特殊性和复杂性。因此对于其建设方案应慎重选择;同时还需根据工程所处区域地质情况以及相关政策要求来确定风险评估方法与参数值及计算公式等内容与实际项目相适应程度,从而避免在日后使用过程中出现类似事故的发生,为日后的施工风险管理提供科学依据。

### 2.3 喀斯特地质条件下管道危险性预测

在对施工风险进行预测时,要充分考虑其影响因素,根据以往的经验以及相关专家学者们总结出来的结论和规律等来确定。但是由于我国国情所限、历史条件及技术水平有限等等诸多方面原因使得国内对于天然气长输管道建设过程中存在着很多无法避免的潜在危险。在实际操作过程中会因为各种客观因素导致风险发生。因此,为了使施工环节更加顺利进行并达到预期效果,必须要对其危险性加以控制和防范管理,同时由于天然气长输管道施工过程中存在着多种复杂的地质条件,在开展风险分析和评价时就需要充分考虑这些因素对其影响。

## 三、喀斯特地质条件下天然气长输管道施工风险评价

### 3.1 评价指标体系

评价指标体系是指在一定时间、空间范围内,对某一项目的总体目标进行系统的分析,并在此基础上确定其权重而形成的一个比较综合概念<sup>[1]</sup>。在风险识别过程

中通常采用层次结构模型来实现。该方法能够将定性因素和定量因素结合起来进行处理。同时还可以通过建立相应标准值与实际情况相适应,从而使评价结果更加客观准确。此外还能利用模糊数学对指标体系内各要素之间存在的关系及隶属度大小等问题加以解决,从而将定性因素的评价结果转化为定量分析数据,并根据实际情况对风险进行有效控制。

### 3.2 模糊综合评分法

模糊综合评分法是一种定性和定量相结合、系统化的风险评价方法。这种理论在我国地质灾害领域中已经得到了广泛的应用,并取得了良好效果。该模型将影响天然气长输管道施工过程因素划分为多个子系统,分别对各要素进行分析与评定后确定出各个功能模块所占比重最大的风险因子。然后根据专家经验以及结合相关资料计算得出每一个单项指标权重及综合评分值作为评价结果。该方法是在风险评价的基础上,建立一套完整的地下管道系统,并对其进行综合分析,从而得出相应结论。这种方法主要是将模糊数学中最简单且实用、方便理解和应用到天然气长输管道施工过程当中。

### 3.3 风险敏感度测算

在天然气长输管道施工过程中,由于各种因素的影响,往往会出现一定程度上的风险隐患。因此针对风险点进行具体分析和评价是非常有必要的。对可能发生问题、威胁较大、具有潜在危险源、存在重大安全事故危险、处于较高危险性区域应采取相应措施加以防范控制。对于已经出现了严重危害性事件或是存在较为重要后果的管道施工项目还应该及时做好预防工作,避免造成更大损失甚至导致更深程度上的人员伤亡。风险敏感度是指特定的时间、地点和条件下,某一具体事件对其他相关因素造成影响程度。在天然气长输管道施工过程中主要包括:地质环境变化引起地下水位波动,水文及地表物的物理性质改变导致地下水含水量发生变化等。这就要求对地质条件下的钻孔、井壁防渗漏等问题进行深入研究,并针对风险情况制定出有效的预防措施。

## 四、喀斯特地质条件下天然气长输管道施工风险应对策略

### 4.1 安全保障

4.1.1 在进行天然气长输管道建设时,首先必须做好现场作业人员、机械设备和施工人员的安全教育工作,严格按照相关要求开展操作<sup>[3]</sup>。同时还应加强对施工人员思想道德水平及技术素质等方面认知能力,对危险因素以及可能出现事故后存在的问题有所了解。另外要注重对员工职业素养培训,保证施工过程中能够做到“一机定人”“以人为本心动之才能动”、在发生事故时,及时采取有效应对措施,最大限度降低事故发生的损失。

4.1.2 建立完善施工安全生产管理体系和监督机制。确保在任何情况下都能保证施工现场的安全性,并对其进行有效控制及监管。在进行天然气长输管道建设时应

注意以下几点:其一要做好现场作业人员以及电气设施管理人员及施工人员之间相互监督;其二要制定合理有效地预防措施防止出现事故后的再处理工作;最后还应该建立健全施工过程中的应急救援体系以应对突发事件带来对整个工程造成影响和损失,确保施工过程中的安全。

#### 4.2 应急处置

(1) 在突发性事件发生后,应立即启动应急预案,迅速组织人员进行抢险救援并及时通知相关工作人员参与事故的调查处理工作。

(2) 根据现场情况制定相应应急处置方案<sup>[1]</sup>。首先应对紧急状况、灾害造成和人员伤亡等方面做出详细记录。其次针对突发灾难或重大损失采取有效措施妥善解决现场秩序混乱的局面;最后要在第一时间内向有关部门报告现场信息,以便尽快开展应急预案演练以提高防灾减灾能力及应变能力水平从而达到预防和减少事故的目的。

(3) 在紧急情况下,要立即组织人员、物资等到达现场,并迅速通知相关部门。

#### 4.3 应急预案

(1) 施工过程中的突发事件应对措施应按照具体情况进行必要调整并由相关人员组织抢险救援工作。

(2) 事故发生后的紧急处理措施应以现场应急领导小组下进行为主,其他部门及有关单位根据实际情况采取必要的应对方案。

(3) 当出现以上突发事件时,施工过程中应对相应措施要有针对性地加以完善和改进:①对事故造成人员伤亡、财产损失等各种不利后果做出合理处置方法;②在施工安全管理方面应制定出具体有效可行的防范措施并做好记录以便于日后参考借鉴;③在事故发生后及时

做好相应的处理措施以防止事故进一步扩大;④对现场应急处置方案进行优化完善,并根据实际情况,制定出科学合理、高效可行的预防和应对措施。

#### 4.4 建立完善的风险管理制度

①建立完善的风险管理制度,明确各部门及施工单位在天然气长输管道建设中可能出现问题的处理方法和应对措施<sup>[2]</sup>,并将其作为一项长期工作来抓。

②制定科学、合理和规范化操作程序。针对每道工序都要进行严格把关。对于操作人员来说必须做到持证上岗;对管理人员而言则要求他们具有专业知识与风险管理意识,同时还要具备丰富的实践经验以及较强责任心等才能胜任这项管理工作;而施工方面也需要建立健全完善的制度以保证施工安全和质量。

喀斯特地质条件下天然气长输管道施工常因施工过程中存在的风险因素及问题造成了严重后果。本文通过对风险因素及问题的分析,提出针对性建议以保证工程能够顺利开展。

另外,还需加强对风险因素及问题处理方法研究,以保证其能够发挥应有作用并具有可行性和可靠性。

#### 参考文献:

- [1] 桂巍,《天然气长输管道运行过程中风险控制技术措施探讨》[J],《中国石油和化工标准与质量》,2016(10)
- [2] 罗志鹏、毕磊,《天然气长输管道运行安全风险及措施分析》[U],《中国石油石化》,2017(11)
- [3] 崔红娟、王鹃,《天然气长输管道工程建设项目风险分析与管理研究》[J],《工业》,2015(21)
- [4] 李气林,《天然气长输管道建设施工质量控制要点分析》[J],《工业》,2016(6)