

天然气长输管道山区段水工保护研究

李林波（江西省天然气管道有限公司，江西 南昌 330096）

摘要：随着全球对绿色能源的需求不断增加，天然气凭借其清洁、高效、安全等优势成为不可或缺的能源之一。然而，天然气的贮藏通常集中在地下深处，因此需要通过长输管道将其转运至能源需求较大的城市和工业区。然而，天然气长输管道的维护和保护却面临着许多挑战，尤其是在山区段。在天然气长输管道建设山区段中，由于地形起伏大、坡度陡、河谷纵横，施工过程中必然会对沿线山体、河道等造成较大扰动，对原始边坡地形地貌造成严重破坏。此外，管沟回填十多处干松散状态，使水土保持功能受到较大影响，水土流失加剧。如果不采取相应的防护措施，极易造成坡面水土流失，甚至导致管道裸露和悬空，严重威胁管道安全及周边区域的生态环境。因此，为了保证天然气的安全输送，需要对天然气长输管道山区段的水工保护进行深入研究。

关键词：长输管道；山区段；水工保护

0 引言

依据相应的统计数据，管道在运行期间，遭受洪水灾害、地震以及泥石流等不同的意外事件所产生的外力是导致管道受损的主要原因，且这些事件严重危害了管道的安全。尽管与地震、滑坡等事故相比，洪水灾害的发生具有某种程度的偶然性，每年进入汛期后，洪水灾害的发生率明显提高，可以提前采取相应的预防措施，但每次洪水灾害的发作强度却无法预测，因此，对于位于山区陡坡地段的管道而言，仍会带来相当严重的影响。考虑到这一实际情况，建议在山区陡坡地段建设长输管道时，应该根据当地地质条件，进行相应的水工保护，以最大限度地避免潜在的损害发生。

1 长输管道山区段施工特点

长输管道是输送石油、天然气等能源资源的主要手段之一，对于现代工业的发展起到了不可替代的重要作用。由于长输管道的种类繁多，本文主要着重探讨长输管道在山区段的施工特点。山区地形复杂，地势险峻，气候条件恶劣，这给长输管道的施工带来了不小的挑战。首先，在山区段的施工中需要特别注意管道的防腐蚀问题，因为在湿润的气候条件下，长时间暴露的管道经常会腐蚀、生锈，从而对输送材料造成安全隐患和经济损失。在防腐蚀上，常见的措施包括环氧涂层和防腐胶带。

其次，山区段的施工中要特别关注管道的稳定性和安全性。由于山区地形险峻，土地不平，地下水源失控，对管道的稳定性和安全性要求更高。在建设长输管道时，需要根据地形和地貌情况，进行设计和调查，选择合适的路线，并采取必要的支撑措施来确保

管道的稳定性。此外，在管道的运输和安装过程中，也需要采取针对性的措施。对于山区段，由于路况和交通不便，运输管道必须采用专用的车辆，同时对于大型的管材，更需要采用拆装的方式来确保安全。在施工中，还需要做好现场管理和施工作业的协调，避免施工过程中出现意外。

总之，山区段长输管道的施工具有复杂性、危险性和专业性，需要科学规划、合理设计和高效施工，以确保工程质量和安全。在山区长输管道的施工过程中，需要充分考虑地形地貌等自然环境的影响，采取适当的措施进行管道的防腐蚀、支撑和稳定，以及运输和安装等环节的专门协调工作。

2 天然气长输管道山区段的问题

天然气长输管道的山区段存在着诸多的问题，如管网中的钢管腐蚀，管道安全维护、管道泄露等问题，这些问题都严重影响了天然气资源的安全性和稳定性。其中，水工保护是天然气长输管道山区段面临的最大问题。随着天然气长输管道的建设和技术的不断进步，尽管对管道安全管理日趋完善，但管道水工保护的实现难度和代价仍然非常大。为了克服山区段建设中的地形复杂问题，可以采取以下措施：①调研各地地形和地质条件，制定相应的管道设计方案；②采用现代技术，如地道开挖机、隧道百叶窗、盾构机等，以减轻对管道周边环境的影响，并保证施工的安全性；③通过对地形的改造和路网的扩建，为管道的运输铺设道路；④加强对管道周边环境监测，确保安全生产，防止环境污染和生态破坏的发生。

3 长输管道山区段水工保护措施的原则

长输管道在山区段的建设中，水工保护措施是必

不可少的环节。为了保障管道的正常运行，必须要采取一系列的水工保护措施。这里主要从以下几个方面来探讨长输管道山区段的水工保护措施的原则。

3.1 地形地貌的综合分析

在进行水工保护时，首先需要对长输管道的所在地区的地理环境进行全面分析。这些分析包括地形、地貌、气候、水文等多个方面。只有全面分析才能确定所需采取的针对性措施。

3.2 保护区的划分

接下来需要将长输管道所在区域进行成不同的保护区。一般来说，管道的上、中、下游分别划分为保护区，然后针对每个保护区采取不同的水工保护措施。

3.3 根据地形和管道敷设原则选择布放方式

根据所在地区的地形和管道敷设的原则，选择合适的管道布放方式。一般来说有埋地、架空、直埋等不同的敷设方式。但需要注意的是，在山区段，根据地形的变化，需要进行调整，以确保管道的安全运行。

3.4 隧道和桥梁的加固

长输管道在山区段经常会穿越隧道和桥梁，这些地方容易存在风化和滑坡等问题。因此，需要进行加固处理，以保证隧道和桥梁的稳定和安全。

3.5 采用防滑措施

在大坡度的路段，需要进行防滑措施，以防止管道滑动和毁坏。一般采用的防滑措施包括加草坪或人工松软土壤等方式。

3.6 加强管道监测

对于管道的运行状态，需要进行实时监测，以确保及时发现问题并采取措施进行处理。同时，在进行水工保护时，也需要对管道的运行情况加强监测。

综上所述，长输管道山区段的水工保护措施的原则是多方面的。只有在进行全面分析的基础上，采取针对性的措施，才能保证长输管道在山区段的安全运行。

4 长输管道山区段常见的水工保护措施

为了解决天然气长输管道在山区段的水下保护问题，需要实施一系列的保护措施。首先，在建设管道时，需要考虑管道的选址和设计，以优化管道的敷设路线，并避免穿越山区景观，以最大程度降低对生态环境的影响。其次，在管道的检查和监管方面，应加强管道的日常巡查，定期检查管道的安全状况，并采取有效的措施进行改进。最后，在管道的维护中，应坚持预防为主的原则，及时清理管道内部的沉积物，保障管道的畅通，并及时修补管道的损伤，以保证管道的正

常运行。

4.1 山区陡坡段

4.1.1 截水墙

在山区陡坡地段铺设管线时，可能会遇到管沟回填土难以稳定、易被雨水冲刷形成冲沟等问题。为了应对这些问题，可以在管沟内每隔一定距离设置一道截水墙。截水墙需要嵌入到管沟两侧未扰动土体内，并从管沟底做起，露出地面适当高度。这样设计的目的是将坡面汇水排离管道两侧，防止管沟在陡坡地段被冲刷的情况发生。

4.1.2 挡土墙

为了确保管道安全运行，对于经过山体长陡坡段、横坡段或土质不稳定地段的管道，需要采取挡土墙进行保护。挡土墙一般以浆砌石形式施工，其基础应建立在坚硬的地基上，并要合理设置排水孔，以确保排水畅通。如果管道经过易滑坡或塌陷地段，挡土墙的高度和数量需要根据实际情况进行设计和确定，必要时可采用坚固的钢筋混凝土结构。此外，在山区梯田段，田坎也可以作为一种有效的构筑物，以保持土体的稳定性。因此，在设计挡土墙时，我们应该考虑将田坎与挡土墙结合起来，以发挥其更好的挡土效果，并且方便后续的梯田复垦和耕种工作。

4.1.3 截排水措施

利用排堵结合的方法可以有效避免管线附近的水流方向受到限制。针对现场的地形条件，可以进行适当的改变，采用纵向截排水沟或将截排水沟布置在横向方向，起到截流之效，避免来自上游的水流对管道的影 响。同时，将流经管道附近的冲沟或汇水通道纳入考虑范围，根据实际情况进行排堵，达到防护管道的目的。

4.1.4 护坡

在山区陡坡地段，护坡工程的重要性不可忽视。目前常见的护坡形式包括浆砌石护坡、石笼护坡、生态袋护坡和植被护坡等。不同地质环境需要采用不同的护坡方式，以达到合理、科学、经济的防护效果。然而，随着对生态环境保护的提高要求，浆砌石护坡作为传统方式已经无法满足人们的需要。这种方式因其运输困难、永久占地，政策处理难度大、工程投资高等原因，已经难以被广泛采用。此外，在周边生态环境方面也存在极大不协调性，时间一长，很难维护和更新，且弊端逐渐显现。因此，建议在条件允许的地段采用生态袋和植被复绿护坡方式。这种方式能够在不破坏生态环境的前提下，达到防治水土流失的效

果,减少后期运行维护的成本。随着植被的不断生长,还能逐渐修复因管道施工破坏的生态平衡。这种方式不仅经济实惠,而且环保绿色,是未来护坡工程的一种重要发展方向。

4.2 山区穿越河流冲沟段

4.2.1 稳管措施

管道在大开挖穿越山区段河流、湖泊、冲沟等股时,为防出水冲刷及浮力作用导致管线漂移或断裂,一般需要设置合理的管道埋深并采取压重块、混凝土连续覆盖、石笼压载等稳管措施。稳管措施并不是越重越好,而是要根据穿越地段的地质情况并进行水力计算来确定稳管形式和工程量,否则不但不能起到稳管作用,还会给管道增加较大的附加荷载,造成管道破坏。对于山区段冲沟地段,季节性特征明显,旱季基本没水,汛期山洪暴发猛烈,勘察设计时必须加大埋深并充分考虑稳管措施,否则汛期时极易冲刷露管造成安全隐患。

4.2.2 过水面和丁字坝

管道横穿河流或冲沟时,为确保管道埋深且减少对稳管设施的直接冲刷和下切,往往在管道上方设置混凝土或浆砌石过水面,因过水面往往抬高了原有河床面,因此上下游要与河道地形相结合,确保水流平顺。另外,可在穿河位置下游附近修建一条略高于河床面的丁字坝,迫使上游河道的泥沙淤积起来,从而增加管道埋设,减少冲刷。

4.2.3 平行堡坎

当管道顺河床或冲沟敷设时,为了确保管道的安全,既要采取稳管措施,也可采取修筑平行堡坎的形式,将管道保护在平行堡坎的内侧,减少水流的直接冲刷,必要时可以结合河床结构将河流改道或改变水流的方向。

4.3 合理的选线及设置管道埋深

在预防洪水灾害损害时,合理选线是最根本的方法。当在山区陡坡段中敷设管线时,应该避免在弯道处穿越河流,也不应该顺着弯道凹岸铺设管线,以尽可能减少陡坡对管线的影响。在建设长输管道时,适当的管道埋深可以最大限度地避免水流冲刷管道和管道裸露的现象发生。此外,管道埋深适当时,即使需要在管道上方动土,管道外防腐层及管道本身也不会受到破坏。对于陡坡地段的长输管道设计,应以冲刷线为基础,尽量埋设在其下方,并配合相应的水工保护措施。虽然水保护措施在山区陡坡上建设长输管道过程中非常重要,但如果仅仅采取水工保护措施并未

合理设置管道埋深,反而可能起到适得其反的作用。

4.4 科学的选择水工保护措施

在山区陡坡地段进行长输管道施工时,常常会给当地水土环境造成破坏。为了避免这种情况的发生,设计水工保护措施是非常必要的。这些措施应该根据具体情况进行科学选择。目前,水工保护措施主要包括三种类型:支挡防护、坡面防护和冲刷防护。其中,支挡防护措施包括挡土墙、实体护面等;坡面防护措施包括护坡、截水墙等;而冲刷防护措施包括河道护岸、地下防冲墙、压重块等。根据不同地形、土质等具体情况进行选择和实施,可最大程度减小施工对水土环境的影响。

5 结语

天然气长输管道山区段的安全性和可靠性是能源资源安全和国民经济发展的保障。通过深入研究天然气长输管道山区段的水工保护,我们不仅可以更好地防范管道安全隐患,还能够探索更高效、更安全的管道维护和保护方法,为我国长输管道建设提供科学依据和技术支持。天然气长输管道山区段地形地质情况复杂多样,水工保护和水土保持均要引起高度重视,要根据现场实际确定单独采用一项水保措施还是需多种水保措施相结合,将工程措施和生态措施有机的结合起来才能达到理想的治理效果。水工保护和水土保持不是一劳永逸的。是一项长期的工作,需要定期进行检查和维护,做到汛前预防、汛期观察、汛后检查和修复,只有这样才能确保长输管道的长久安全运行。

参考文献:

- [1] 张博,张国胜,袁博峰.长输管道在山区陡坡段水工保护的研究[J].中国石油和化工标准与质量,2017(9):37.
- [2] 邓玉涛,徐春明,于明友.浅谈长输管道工程中的水工保护[J].油气田地面工程,2008,27(5):70.
- [3] 李晓坤.浅谈水工保护在长输管道建设中的应用[J].中国高新技术企业,2013(35):55-56.
- [4] 曹奇林,卿太钢,冯宁波.石油天然气管道工程中的水工保护与水土保持设计[J].江汉石油职工大学学报,2013(06).
- [5] 陈璐.长输管线水工保护施工探讨[J].石化技术,2015(12).
- [6] 于博,武志明,庞丽娟.水工保护在管道建设中的实践[J].油气田环境保护,2012(03).
- [7] 曾多礼.格拉管道水工保护技术措施[J].油气储运,2005(09).