

油气管道输送中水工保护技术的研究

巩向雨（上海能源建设工程设计研究有限公司天津分公司，天津 300450）

摘要：油气管道作为现代能源输送的主要动脉，其安全性和稳定性对于全球能源供应具有举足轻重的作用。为了保护这些关键能源通道的安全，水工保护技术的研究与应用显得尤为重要。本文即着眼于此，深入探讨了油气管道输送过程中的水工保护技术，着重分析了不同地形地貌下水工保护设计的要点，并详细阐述了具体的保护措施。在油气管道穿越复杂地形地貌的过程中，如河道周边、水网地段、山区地段以及冲刷平原地区，水工保护技术发挥着至关重要的作用。针对这些不同地形地貌的特点，水工保护设计需考虑诸多因素，如水流冲刷、河床变迁、山体滑坡、泥石流等自然灾害的影响。因此，在设计中需充分运用土木工程、水利工程、地质工程等多学科的知识，确保保护措施的科学性和有效性。

关键词：油气管道；水工保护；冲刷防护；加固措施

0 引言

油气管道的安全稳定运行对于保障全球能源供应具有不可估量的价值。这些绵延数千公里的管道需要穿越各种复杂多变的地形地貌和水文环境，面临着来自大自然的种种挑战。特别是在那些河道纵横、水网密布、山峦叠嶂以及广袤的冲刷平原地区，油气管道更是时刻承受着水流冲刷、河床变迁、山体滑坡、泥石流等自然灾害的严峻考验。因此，研究和发​​展水工保护技术，对于保障油气管道的安全运行具有重要意义。

1 管道水工保护设计

1.1 河道周边输送管道施工设计

河道周边输送管道施工设计的核心在于防止水流冲刷对管道造成损害。为了实现这一目标，设计人员需要对水流速度、流向、水位变化等河道的水文特性进行深入分析。还需对河道周边的地形地貌进行详细勘察，了解河岸的稳定性、河床的变迁规律以及可能存在的山体滑坡、泥石流等自然灾害风险。在充分掌握河道及周边环境信息的基础上，设计人员可以运用土木工程、水利工程、地质工程等多学科的知识，进行综合性的施工设计。设计过程中，应优先考虑采用天然防护措施，如利用河岸植被、天然石块等构建防护带，减缓水流冲刷速度。当天然防护措施无法满足要求时，可以考虑采用人工防护措施，如修建护坡、护岸工程，提高河岸的稳定性。

1.2 水网地段水工保护设计

在进行水网地段水工保护设计时，首要的任务是对该区域的水文地质条件如河流的流量、水位、流速等水文参数进行全面的勘察和分析。考虑到水网地段

的特殊性，水工保护设计需采取多种措施以确保管道安全。其中，护坡和护岸工程是常见的保护措施。通过修建护坡，可以有效地减缓水流对河岸的冲刷，保护河岸的稳定。而护岸工程则可以进一步加固河岸，防止因水流冲刷而导致的河岸崩塌。除了护坡和护岸工程外，还可以考虑在管道上方设置专门的保护结构，如防护罩、防护网等。为了增强管道的抗冲刷能力，还可以在管道周围设置一些辅助设施，如石块、混凝土块等，以增加管道的稳定性。

1.3 山区地段水工保护设计

山区地段水工保护设计的核心在于防止山体滑坡、泥石流等自然灾害对管道造成损害。为了实现这一目标，设计人员需要对山区的地形地貌和地质构造进行深入的分析和研究。他们需要详细勘察山体的稳定性、岩石的坚固性、山坡的坡度以及可能存在的地质灾害风险点等，为后续的保护设计提供准确的基础数据。在充分掌握山区环境信息的基础上，设计人员可以运用土木工程、地质工程、水利工程等多学科的知识，进行综合性的水工保护设计。他们需要根据山区的具体情况，制定针对性的保护措施。例如，在滑坡风险较高的地段，可以考虑采用抗滑桩、挡土墙等结构来加固山体，防止滑坡的发生；在泥石流易发区域，可以设置排导槽、拦沙坝等设施来引导和分散泥石流，降低其对管道的冲击力。

1.4 冲刷平原地区保护施工设计

冲刷平原地区的保护施工设计，应始于对地形地貌、水文气象等自然环境条件的全面了解和深入分析。设计人员需详细掌握该地区的土壤类型、地下水位、降雨强度以及河流、水渠等水体的水位变化和流速等

信息。针对冲刷平原地区的特点,保护施工设计应注重防止土壤侵蚀和水流冲刷对管道造成的损害。

一方面,可以采取地表覆盖措施,如铺设草皮、种植行树等,增加地表植被的覆盖度,降低土壤侵蚀的风险。设置沙袋、石笼等临时或永久性防护结构,可有效抵御水流冲刷对管道的直接威胁。

另一方面,对于埋设在地下的油气管道,应加强管道的防腐和保温措施。选择耐腐蚀、耐磨损的管材,并对管道外壁进行防腐涂层处理,可显著延长管道的使用寿命。合理设计管道的埋设深度和走向,避免穿越冲刷严重的区域,也是降低安全风险的有效手段。

2 油气输送管道水工保护具体措施

2.1 稳管措施

稳管措施的核心在于提高管道的稳定性和抗冲刷能力。这需要通过管道周围环境的深入分析和研究,以及对管道自身的结构和材料进行优化设计来实现。具体来说,稳管措施包括多个方面,如地基处理、管道加固、防冲刷保护等。地基处理是稳管措施中的重要一环。在管道铺设前,必须对地基进行充分的勘察和处理,以确保其承载力和稳定性满足要求。对于软弱地基或不良地质条件,可以采取换填、夯实、加固等方法进行改善。合理设置管道的埋设深度和走向,避免穿越不良地质区域,也是提高管道稳定性的有效手段。管道加固是稳管措施中的另一项关键内容。根据管道所处的。对于穿越河流、湖泊等水域的管道,还需要特别注意防腐和防冲刷保护,以延长管道的使用寿命。

除了地基处理和管道加固外,防冲刷保护也是稳管措施中不可或缺的一部分。在河流、湖泊等水域附近,水流冲刷作用强烈,容易导致管道裸露、悬空甚至断裂。为了防止这种情况的发生,可以采取多种防冲刷保护措施,如设置护坡、护岸、挡土墙等工程结构,以及采用抛石、沉排等防冲刷材料。这些措施可以有效地减缓水流冲刷速度,保护管道免受侵蚀和破坏。

2.2 打桩加固

在实际施工中,打桩加固的施工流程主要有桩位放样、桩机就位、桩体打入等步骤。每个步骤都需要严格按照施工规范和设计要求进行操作,以确保加固效果达到预期。施工过程中还需要加强质量监控和安全管理,确保施工质量和人员安全。打桩加固的优点在于其加固效果显著、适用范围广泛且施工相对简便。

通过合理的桩体布置和施工控制,可以有效地提高管道的稳定性和抗冲刷能力。然而,打桩加固也存在一定的局限性,如施工噪音、振动对周围环境的影响以及桩体材料的消耗等。

因此,在选择打桩加固作为稳管措施时,需要综合考虑其优缺点以及具体工程需求。除了传统的打桩加固方法外,一些新型的加固方法也逐渐应用于油气管道工程中。例如,采用高强度复合材料制成的桩体具有更高的承载力和耐久性;采用液压静力压桩技术可以减少施工噪音和振动对周围环境的影响等。这些新型加固方法的出现为油气管道工程提供了更多的选择和优化空间。

2.3 锚筋加固

锚筋加固的核心在于利用锚筋的高强度和良好锚固性能,将管道与周围介质紧密连接,形成一个整体受力的结构体。在实施锚筋加固时,首先需要对管道周围的环境进行细致的地质勘察,充分了解土层的性质、分布情况以及潜在的不良地质因素。在设计阶段,除了考虑地质条件外,还需要根据管道的实际情况,如管径、壁厚、工作压力等,进行综合分析和计算。设计出的锚筋布置方案应确保在各种可能的工况下,管道均能保持稳定和安全^[7]。

方案还需要考虑施工的可行性、经济性以及对环境的影响等多方面因素。施工过程中,锚筋的安装质量直接关系到加固效果的好坏。因此,必须选择经验丰富、技术熟练的施工队伍,并严格按照设计方案和规范要求进行操作。在安装锚筋时,需要确保锚筋的位置准确、深度足够、锚固牢靠。还需要对施工过程中的各项参数进行实时监控和调整,确保施工质量符合要求。

2.4 过水堤

过水堤的主要功能是在洪水期间,通过堤坝的阻挡作用,将洪水引导至管道上方或两侧,避免直接冲刷和冲击管道。过水堤还能在一定程度上调节水流速度和水位,减轻洪水对周围环境的破坏。为了实现这些功能,过水堤通常采用坚固耐用的材料建造,如混凝土、石块等,以确保其能够承受洪水的巨大压力。在过水堤的建设过程中,施工质量和安全管理是至关重要的。由于过水堤直接关系到油气管道的安全和周围环境的稳定,因此必须严格按照设计要求和施工规范进行施工。还需要加强施工现场的监控和管理,确保施工质量和人员安全。

除了传统的过水堤外,一些新型的过水堤也逐渐应用于油气管道工程中。例如,采用高强度复合材料建造的过水堤具有更高的承载力和耐久性;采用生态护坡技术的过水堤则能够更好地保护周围环境的生态平衡。

2.5 丁坝、顺坝

丁坝是一种突出的堤坝结构,通常垂直于河岸或管道轴线布置。它的主要作用是将水流挑离河岸或管道,减少水流对河岸的冲刷和对管道的直接作用力。丁坝的设计和建设需要充分考虑河流的水文特性、地质条件以及管道的安全要求。其长度、高度和间距等参数都需要经过精心计算和设计,以确保其能够有效地发挥防护作用。在实际应用中,丁坝的材质和结构形式多种多样,可以是混凝土、石块或其他合适的材料,具体选择需根据工程实际情况而定。

与丁坝不同,顺坝则是沿着河岸或管道轴线布置的堤坝。它的主要作用是引导水流,使其更加顺畅地通过河道,同时减少水流对河岸和管道的冲刷。顺坝的设计和建设同样需要考虑多种因素,包括河流的水文特性、地质条件、河道形态以及管道的安全要求等。通过合理设置顺坝的高度、宽度和位置等参数,可以有效地调整水流方向和水位,从而达到保护管道的目的。

在油气管道工程中,丁坝和顺坝的应用通常需要根据具体情况进行灵活选择。对于水流较急、冲刷严重的河段,可以考虑设置丁坝来挑离水流;而对于河道较宽、水流较缓的河段,则可以考虑设置顺坝来引导水流。有时,为了更好地发挥防护作用,还可以将丁坝和顺坝结合起来使用,形成更加完善的防护体系。

2.6 排堵结合的方法

在油气管道工程中,流体(如油、气、水等)的流动状态对管道的安全性和稳定性具有重要影响。当流体流动出现异常,如流速过快、压力过高或过低、杂质堵塞等情况时,都可能对管道造成损害甚至引发安全事故。因此,采取排堵结合的方法对流体流动进行有效调控至关重要。排放措施主要是通过设置合理的排放口和排放系统,将管道内部多余的流体或有害气体及时排出,以维持管道内部的正常压力和平稳流动。

这不仅可以防止管道因压力过高或过低而受损,还能减少流体对管道内壁的冲刷和腐蚀作用,从而延长管道的使用寿命。在实施排放措施时,需要根据管

道的实际运行情况和流体的性质进行合理设计,确保排放口的位置、数量和尺寸等参数能够满足排放需求,同时避免对环境造成不良影响。堵塞措施则是通过采用适当的堵塞材料和技术手段,对管道内部或外部的漏洞、裂缝等缺陷进行封堵,以防止流体泄漏或外界杂质侵入。堵塞材料的选择应根据漏洞的大小、位置和流体的性质等因素进行综合考虑,确保堵塞效果可靠且持久。在实施堵塞措施时,需要注意操作的安全性和精准性,避免对管道造成二次损害或影响正常的流体流动。

3 结语

简而言之,油气管道,作为现代社会能源动脉的重要组成部分,其安全稳定运行对于经济社会的持续健康发展具有不可估量的意义。然而,这些管道所穿越的地形地貌及水文环境之复杂多变,无疑给其安全带来了严峻考验。在此背景下,水工保护技术的出现与发展,便成为了一种必然的选择。经过数代工程师与科研人员的共同努力,水工保护技术已经从最初的简单稳管措施,逐步发展成为一门融合多学科知识、具备高度综合性的工程技术。无论是河道周边的精心施工设计,还是水网地段的巧妙布局;无论是山区地段的针对性防护,还是冲刷平原地区的综合治理,都充分展现了水工保护技术在应对不同挑战时的灵活性与有效性。通过针对不同地形地貌和水文条件的设计和施工措施,可以有效地保护油气管道免受冲刷、侵蚀等威胁,确保能源输送的安全性和稳定性。

参考文献:

- [1] 徐江,罗本全,李卿辰等.油气管道水工保护工程有效性评价方法研究[J].科技创新与应用,2023,13(27):129-133.
- [2] 王珀,姜垣良,刘英吉.中缅油气管道(缅甸段)地质灾害防治工程管理与实践[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(01):92-94.
- [3] 邵天翔.油气管道输送中水工保护技术的研究[J].化工管理,2020,(25):152-153.
- [4] 段含斌.油气管道第三方破坏的防治策略[J].广州化工,2020,48(10):141-142+155.
- [5] 李枢一.黄土地区油气管道河沟道水毁灾害分析及防治[J].石化技术,2020,27(04):286-288.
- [6] 康春景,高轩,何旭麒.湿陷性黄土地区长输管道工程地质灾害分析及管控[J].中国资源综合利用,2020,38(03):119-121.