工程与管理科学
Engineering and Management Science
第 8 卷◆第 10 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2705-0637(P) / 2705-0645(O)

石油天然气工程地面管道铺设技术的应用研究

刘宝军
中石化中原油建工程有限公司　河南省濮阳市　457000

DOI：10.32629/ems.v8i10.22576

［摘　要］石油天然气工程地面管道铺设技术融合了管材选型、焊接工艺、防腐处理与敷设方式等关键环节，凭借输送安全可靠、工程效益显著、支撑资源规模化开发等特点，已成为油气集输网络建设的重要技术支撑。随着油气开发规模扩大与地形环境日趋复杂，地面管道铺设技术的科学运用直接影响工程质量与输送安全。基于此，本文首先阐述了地面管道铺设技术的应用意义，随后分析了该技术的具体应用，最后从四个维度介绍了地面管道铺设技术优化的具体措施，旨在为石油天然气工程地面管道铺设的规范化、高效化开展提供实践参考。

［关键词］石油天然气工程；地面管道铺设技术；应用策略

引言

石油天然气作为国民经济的重要能源支撑，其开发与输送始终依赖于完备的基础设施体系。在地面工程建设中，管道铺设承担着将井口产出的油气输送至集输站场与处理厂的核心职能，构成了整个集输网络的基础骨架。随着油气田开发规模的持续扩大以及开发区域的不断拓展，地面管道铺设所面临的地形条件、气候环境与介质特性日趋复杂，这对施工技术提出了更高要求。在这一背景下，系统研究石油天然气工程地面管道铺设技术的应用，不仅有助于厘清当前技术应用的实际状况，更能为提升施工质量与输送安全提供切实可行的技术路径。

一、石油天然气工程地面管道铺设技术的应用意义

（一）保障油气输送的安全性与稳定性

地面管道是油气从井口向站场流转的主要通道，其铺设质量直接决定了输送过程的安全程度。通过科学的管材选型与严格的焊接控制，铺设技术能够有效降低管道在运行过程中发生泄漏与破裂的风险，从而保障油气资源得以持续、稳定地输送。同时，规范的防腐处理能够抵御土壤与介质的侵蚀，延长管道的安全服役周期，避免因管道失效而引发的安全事故，从而为油气生产的安全运行奠定坚实基础。从运行管理的角度来看，铺设技术对安全性的保障作用还体现在管道的可维护性上。高质量的铺设能够使管道的运行状态保持相对平稳，减少突发性故障的发生频率，从而降低现场巡检与抢修的作业强度。这种稳定运行的状态，有助于维护人员将更多精力投入到预防性维护之中，进一步提升整个集输系统的安全水平。

（二）提升工程建设的整体效益

地面管道铺设技术能够通过优化施工工艺与组织流程，显著提高施工效率，从而缩短工程的建设周期。其一，合理的铺设方式能够降低土石方开挖量与材料损耗，减少不必要的资源投入，从而控制工程造价。其二，高质量的铺设减少了管道投产后频繁维修与更换的支出，从全生命周期角度提升了工程的经济效益，从而使有限的资源得到更为充分的利用。其三，管道铺设质量越高，其投产运行后的故障率越低，相应的停工损失与检修费用也随之降低。其四，能够加快工程投运进程，使油气资源尽早进入输送环节，从而为项目方尽早获得产出回报创造条件。

（三）支撑油气资源的规模化开发

油气田的高效开发有赖于完善的集输网络，而地面管道铺设技术正是构建这一网络的直接手段。借助先进的铺设工艺，管道能够适应平原、山地、沼泽等多种复杂地形，并将分散的井口资源有效汇聚起来，从而实现油气资源的集中输送与处理。这种规模化、网络化的输送能力，能为油气田的扩产增效与长远发展提供有力支撑，推动能源产业的持续进步。与此同时，铺设技术的进步能够拓展油气资源的可开发范围。对于分布偏远或地质条件复杂的油气区块，可靠的管道铺设能够将产出的油气顺利纳入集输系统，使原本难以利用的资源得以开发利用。如此不仅能增强油气田对资源的统筹调配能力，也为形成稳定的产能规模提供了基础条件，进而助力油气产业的可持续增长。

二、石油天然气工程地面管道铺设技术的具体应用

（一）管材选型与管道预制

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

管材选型是地面管道铺设的首要环节，直接决定管道的运行性能与使用寿命。选型时应依据输送介质的压力、温度与腐蚀特性，并结合沿线地形与气候条件，来综合确定管材的材质、壁厚与规格。对于输送含硫、含水等腐蚀性介质的管道，宜选用耐腐蚀性能优良的合金钢管材；对于穿越河流、沼泽等特殊地段的管段，则应适当提高壁厚等级并加强防护。管材确定后，应集中开展管道预制，将管段在预制场地完成组对、焊接与防腐作业，再统一运至现场敷设。通过工厂化预制，能够减少现场焊接量，降低野外环境对焊接质量的不利影响，从而有利于控制焊接缺陷的产生。

（二）焊接工艺与焊口质量检验

焊接工艺是连接管段、形成完整输送通道的核心手段。施工前应依据管材材质与壁厚开展焊接工艺评定，以确定匹配的焊接方法与工艺参数。施焊过程中，焊工需严格按评定参数操作，控制好焊接电流、电压与层间温度，防止产生气孔、夹渣等缺陷。对于大口径、厚壁管道，可采用半自动或自动焊接方式，以提高效率并保证焊缝质量稳定。焊接完成后，应先进行外观检查，再运用无损检测手段对焊缝内部质量进行评定，对不合格焊口应及时返修并重新检测，直至达到合格要求。

（三）防腐处理与阴极保护

防腐处理是延长地面管道使用寿命、保障长期安全运行的关键措施。管道埋地后长期处于土壤、水分与大气介质的共同作用下，极易发生电化学腐蚀，因此必须在敷设前完成系统的防腐处理，比如选用性能稳定的防腐涂层材料，并严格控制涂装工艺，以确保涂层厚度均匀、附着力强且无针孔与漏点。对于管段连接部位的现场补口，则应执行专项施工要求，防止补口成为腐蚀的薄弱环节。在涂层防腐基础上，还应同步设置阴极保护系统，并通过外加电流或牺牲阳极的方式提供持续的电化学保护。除此之外，阴极保护投运后，需定期检测保护电位并调整参数，确保涂层破损部位仍能获得有效防护[1]。

（四）管道敷设方式与回填

管道敷设是地面管道铺设施工的核心工序，其方式选择直接关系到施工效率与工程质量。常用敷设方式主要有埋地敷设与地面敷设两种，具体应依据地形地貌、地下水位及冻土深度等因素综合确定。在平原地区，多采用开挖沟槽、机械布管、逐段下沟的埋地敷设方式，该方法能保护管道免受外力破坏，便于后续巡检维护。在山地、坡地等复杂地形条件下，则需灵活调整敷设方案，采取顺坡敷设或分段处理等措施，确保管道沿线受力均匀。管道下沟就位后，需选用不含尖锐石块与杂物的回填材料，并按分层回填、逐层夯实的工艺要求施工，避免损伤防腐层。

三、石油天然气工程地面管道铺设技术应用优化的措施

（一）优化施工组织设计，提升施工整体效率

施工组织设计的科学性是保障管道铺设顺利进行的前提。首先，应在施工前开展详尽的地形勘察与地质调查，全面掌握沿线地形起伏、土壤类别与地下障碍物分布情况，为敷设方式的选择与施工方案的制定提供准确依据。其次，应合理划分施工段并优化工序衔接，避免因工序交叉或衔接不畅造成的停工与窝工，确保开挖、布管等环节可以紧密配合、有序推进。再次，应统筹配置机械设备与人员力量，根据工程进度来动态调整资源投入，减少设备闲置与人力浪费。通过系统的组织优化，可以有效压缩施工周期、降低施工成本，从而为管道铺设的高效开展创造有利条件。再者，施工组织设计还应充分考虑季节与气候因素对施工的影响，在雨雪频繁或气温骤变的时段，应合理安排作业内容，将受天气制约较大的工序调整至适宜时期实施，降低不利气候对施工进度的干扰。最后，应建立施工进度的动态跟踪与反馈机制，并依据实际进展情况及时修正施工计划，确保各施工段之间的进度保持协调。通过完善的施工组织设计，不仅能够保障工程按期完成，还能为后续各项工序的规范开展奠定秩序基础，使整个铺设过程始终处于有序、可控的状态[2]。

（二）强化焊接质量控制，确保管道密封性能

焊接质量是地面管道铺设技术的关键环节，直接关系到管道的承压能力与输送安全。为此，相关人员应建立覆盖焊接全过程的质量控制体系。在焊前阶段，需对焊材进行严格的烘干与保管，对坡口形式与组对间隙进行精确检查，并依据管材材质与壁厚来确定合理的预热温度。在焊接过程中，应严格执行焊接工艺评定确定的参数，并严格控制焊接电流、电压与速度，保持层间温度的稳定，防止产生气孔、夹渣与未熔合等缺陷。在焊后阶段，则需对焊缝进行外观检查与无损检测，并运用射线检测、超声检测等手段及时发现并处理超标缺陷。通过焊前、焊中、焊后的全流程控制，可以从根本上保障焊缝质量的稳定与可靠。除此之外，焊接质量控制的有效落实，还依赖于焊工队伍的专业素养与管理制度的健

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

全。因此，施工企业应当对焊工进行严格的资格审核与技能培训，确保每一名上岗人员均具备与工程要求相匹配的操作能力。在此其础上，还应建立完善的焊接质量追溯制度，并对每一道焊缝的施工人员、工艺参数与检测结果进行完整记录，从而使焊缝质量能够追溯到具体的操作环节。如此可在出现质量问题时，可以依据记录迅速定位原因并采取纠正措施。通过人员素质与制度保障的双重支撑，焊接质量的控制可以得到有效落实，从而为管道的长期安全运行提供坚实保障[3]。

（三）完善防腐保护体系，延长管道使用寿命

鉴于腐蚀是影响地面管道长期安全运行的主要因素，因而需构建多层次的防腐保护体系。一方面，应选用性能优良的防腐涂层材料，并严格规范涂层的施工工艺，确保涂层厚度均匀、附着力强、无漏点，从而有效屏蔽腐蚀介质。另一方面，需科学设置阴极保护系统，合理确定保护电位并定期检测运行参数，使管道在涂层破损部位仍能获得有效的电化学保护。除此之外，还应建立定期的腐蚀检测与评价机制，运用检测技术掌握管道腐蚀状况，以便及时发现薄弱环节，并采取针对性措施，从而切实延缓管道的腐蚀进程，延长其安全服役年限。不仅如此，防腐保护体系的完善，还需注重防腐施工与主体工程之间的工序协调：一方面，防腐作业应在管段组对与焊接完成之后、下沟回填之前集中开展，确保防腐层能够在管道埋设前得到充分固化；另一方面，对于现场补口等薄弱部位，则要严格执行专项施工工艺，防止因补口质量不佳而成为腐蚀的突破口。在管道投入运行后，运维人员需持续开展腐蚀状况的跟踪监测，并依据检测结果来动态调整保护参数与维护计划。通过将施工阶段的规范作业与运行阶段的持续监测结合起来，可以使防腐保护体系持续发挥防护效能，从而延长管道的安全使用年限[4]。

（四）推进数字化与信息化管理，提高施工管理效能

随着信息技术的快速发展，数字化手段正逐步融入地面管道铺设的全过程，已成为提升管理效能的重要途径，具体可从以下几点推进。在施工管理方面，可借助地理信息系统与数字化设计平台，实现管道线路的三维建模与可视化交底，从而使施工人员直观、准确地理解设计意图，减少因理解偏差导致的施工错误。在过程管控方面，可利用物联网技术对焊接参数、防腐数据与材料信息进行实时采集与上传，构建出管道施工的数字化档案，以实现施工质量的可追溯管理。在运行维护方面，则可依托数据平台对管道运行状态进行动态监测与分析，为后续的维护决策提供数据支撑。随着数字化管理的深入推进，还需以统一的数据标准与互联互通的信息平台作为支撑。首先，施工企业应建立健全数据采集与录入的规范流程，确保各类施工信息的准确性与完整性，避免因数据缺失或口径不一致而影响后续分析。其次，应加强不同业务环节之间的信息共享，使设计、施工与监理各方能够依托同一平台协同工作，如遇问题，应及时沟通并采取针对性措施。再者，可进一步探索智能识别与辅助决策技术的应用，为施工过程的动态优化提供支持。通过数据基础、平台建设与智能应用的循序推进，数字化管理可以为地面管道铺设技术的持续改进提供有力支撑[5]。

四、结束语

石油天然气工程地面管道铺设技术是保障油气安全输送、提升工程效益与支撑资源开发的重要基础。当前，该项技术在管材选型、焊接工艺、防腐处理与敷设方式等方面已取得显著进展，形成了较为完备的技术体系。然而面对日益复杂的地质环境与不断提高的质量要求，仍需在施工组织、焊接控制等方面持续优化与创新。未来，相关人员仍需将先进技术手段与科学管理理念深度融合，让地面管道铺设技术发挥出更多的应用价值，从而为石油天然气工程的高质量建设提供坚实的技术保障。

[参考文献]

[1]张驰.石油天然气工程地面管道铺设技术要点[J].中国化工贸易,2025(1):55-57.

[2]李瑞芳.石油天然气工程地面管道铺设技术的经济性分析[J].行车指南,2026(6):0070-0072.

[3]张庆杰.石油天然气工程地面管道的铺设技术分析[J].石油石化物资采购,2025(21):103-105.

[4]阮海军,李紫薇.天然气工程地下管道的铺设技术[J].福建化工,2022(4):78-79.

[5]朱亚辉.天然气工程地下管道铺设技术探究[J].中国化工贸易,2025(7):126-128.

作者简介：刘宝军（1975.02-），男，汉族，本科，河北徐水，工程师，主要研究方向：地面工程建设。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.