

探讨石油天然气工艺管道安装技术

董一辰（中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司重庆气矿，重庆 400707）

才仁嘉（重庆长南天然气输配有限责任公司，重庆 401121）

摘要：石油和天然气的开采、输送和利用过程中，效率性以及环境友好性等问题逐渐凸显。在石油天然气工艺管道安装环节，做好技术有效应用能够提升系统运行稳定性。本文结合实际，对石油天然气工艺管道安装技术要点进行分析，提出石油天然气工艺管道施工要求，同时对管道安装工艺技术的操作方式与施工要点进行深入分析，希望论述后，能够给类似工程提供一些参考。

关键词：石油天然气；工艺管道；安装技术

0 引言

石油天然气工艺管道的安装技术在现代社会中扮演着至关重要的角色，为能源输送提供了可靠的血脉。随着能源需求的不断增长和能源运输的不断扩展，石油天然气工艺管道的安装技术变得愈加复杂和关键。其高效、可持续的安装过程，直接关系到能源供应的稳定性和国家经济的可持续发展。

1 石油天然气工艺管道施工要求

石油天然气工艺管道安装技术是一种关键性的工程方法，用于在石油和天然气开采、输送和加工过程中建设和安装管道系统的专业技术。这项技术的主要目标是确保石油和天然气在生产、输送和加工过程中能够安全、高效地流动，同时保障环境和人员的安全。石油天然气工艺管道安装技术涵盖了从管道设计、材料选择、施工准备到实际安装和验收等多个方面，需要高度的技术知识和专业技能。首先，石油天然气工艺管道安装技术需要进行全面的管道设计，确保管道系统在满足输送能力和安全性的前提下，能够适应不同地形和环境条件。在设计过程中，需要考虑到管道的直径、壁厚、材料等因素，以及管道的布置、支承和固定等细节，以确保管道的稳定性和安全性。其次，根据管道的用途和环境条件，需要选择适当的材料，如高强度钢管、防腐涂层等，以延长管道的使用寿命并减少维护成本。在材料采购过程中，需要严格把控质量，确保材料符合相关标准和规定。在实际安装阶段，石油天然气工艺管道安装技术要求严格遵循施工方案和安全规范，确保施工过程中不发生事故和泄漏。安装过程涉及到管道的焊接、连接、支承等工作，需要高度的技术熟练和严密的操作，以保障其长期稳定运行^[1]。

2 焊接工艺的选定

2.1 焊接工艺选择

通常情况下，在大口径长输管道的焊接过程中，主要采用以下两种焊接工艺：一是“纤维素型焊条手工根焊（下向）+自保护药芯焊丝半自动焊填充、盖面”焊，二是作为辅助的备选方案，“STT半自动根焊+自保护药芯焊丝半自动焊填充、盖面”焊。在需要进行返修时，通常采用手工焊接的方法，以确保焊接接头的质量符合标准要求。在使用纤维素焊条和自保护药芯焊丝进行焊接时，特别是在焊接温度较高的情况下，应注意采取一些措施来确保焊接质量。首先，应尽量减小线能量，提高焊接速度，以避免过高的焊接温度对焊接接头产生不良影响。其次，进行适当的预热处理，以提高焊接接头的可塑性和延展性，从而确保焊缝的质量和强度。这些措施有助于保证焊接接头的质量达到合格标准。

2.2 主线路焊接工艺

在主线路焊接阶段，采用了纤维素型焊条手工根焊+自保护药芯焊丝半自动焊填充、盖面的焊接工艺。在进行多层焊接时，严格控制焊接温度，确保温度维持在80℃以上，从而无需进行焊接热处理步骤。在坡口加工方面，严格按照设计方案进行操作，选择了V形坡口的形式，以确保焊接接头的质量达到合格标准。

3 石油天然气工艺管道安装技术

3.1 焊接材料选择和使用

手工焊接操作中，根焊焊接材料选择应用E6010焊条，其他焊道则应用E8018-G。半自动焊接根焊应用E6010焊条，其他采用E71T8-Ni1自保护药芯焊丝。焊接前进行焊接材料的质量性能检测，按照使用说明书进行材料的烘干处理，并做好现场烘干记录工作，

温度在合理的范围内,采取必要的保温措施。如果没有烘干的条件,则应将焊接材料存放在干燥通风的室内,达到干燥性要求。如果焊条经过质量检测存在偏心度大、药皮开裂、脱落等情况,禁止投入到焊接作业中应用^[2]。

3.2 对口施工

在进行管口组对的工作环节中,对于钢管的材质、规格以及防腐层等方面进行了详细的分析检测,以确保其周长和直径符合焊接作业的匹配要求,以及符合相关标准。在具体操作过程中,需要遵循以下步骤:

①使用专业工具对管道内部进行彻底清扫,若内部涂有涂层,还需加强对涂层的保护,以确保内部清洁且符合要求;②采用砂轮机、钢丝刷等工具对管口进行表面清理,以确保其没有任何杂物、铁锈、油漆等物质,从而使管口裸露出金属光泽。在管口清理与组对焊接的过程中,时间间隔不应超过 2h,以避免影响焊接质量,如超时则需要进行二次清理;③在距离管道端部 10mm 的范围内进行细致的清理和打磨处理,以确保焊缝的平滑过渡,从而有效防止焊接时出现应力集中的情况,提高焊接质量;④在错口发现的情况下,需要采用适当的方法进行校正,确保错口量符合要求,从而保证焊接接头的质量;⑤根据设计方案的要求,在管道长度的中心线位置进行标记,利用两台吊管设备平稳操作,同时借助对口器进行精确对正,以确保管道连接的效果达到合格标准。管墩采用土筑方式进行施工,然后进行适当的压实处理。错边量按照工艺方案的规定进行测量,根据现场情况稍作微调,以确保圆周对口量符合要求,接着进行根焊工作。焊接完成后,移动对口器,以防止受力不均导致开裂问题,通常需要在热焊结束后撤出对口器,确保移动过程平衡稳定;⑥坡度在 22° 以下时,采用吊管机控制现场操作,确保管道正确放置。随后,借助 10t 手拉葫芦等机械设备进行微调,通过逐步上移的方式使用对口器进行精细对正,以确保符合焊接作业的标准;⑦坡度在 22° 以上时,采用四步架、10t 手拉葫芦、千斤顶及其他机械设备进行现场调整,以达到精准对正的标准。对口操作完成后,经过工程技术标准的检验,进行根焊施工;⑧对于接头、弯管等位置,使用对口器进行连接。曲线段的连接较为困难,可以借助吊车等重型机械设备进行适当调整,但要注意操作力度,以免对结构造成不良影响。同时,应预留足够的操作空间,以满足焊接工作的需要。

3.3 焊接施工

目前在大口径的管道焊接中,半自动焊接工艺方案应用最为普遍,确保主管线焊接质量达标。

3.3.1 管道焊接

①根焊作为基础结构工序,需要调集 2 至 3 名专业焊工,焊接操作由上至下进行,以确保焊缝透彻并获得良好的外观效果。为防止焊接接头交叉区域出现叠加,应采用相邻焊接接头错位设置,间距保持约 30cm。对于第二层焊接,焊池较浅,可能出现熔渣未充分析出的情况,因此需进行焊缝打磨处理后再继续施工;②各焊道和焊缝的施工要保持连续进行,不得出现中断,确保焊池未完全冷却前,不进行下一层焊接,并确保相邻热焊之间的间隔不超过 10min。在焊接过程中,应采用直线推进的方式,使用延长的热焊丝并进行长度调整,以短路引弧法进行焊接,避免出现摆动。层间的温度需严格控制,若不符合要求,应进行加热处理,以确保焊接质量符合标准;③在层间焊接操作中,焊渣要及时清除,确保下一道焊接前焊缝区域清洁,以确保焊接品质。填充焊施工中,若坡口宽度较大,应适当增加焊丝摆动幅度,以防熔池溢出,避免气孔和夹渣等缺陷,确保焊接效果。填充焊时,盖面焊应足够宽,且在完成后整个断面上的焊缝应均匀分布。在进行盖帽焊操作之前,需先进行填充处理,剩余坡口宽度不应超过 1.6mm,并适当降低焊丝送丝速度;④焊接采取流水作业的方式,当日没有完成焊接,进行 3 遍以上焊接;⑤在现场焊接操作中,如出现质量问题,应迅速组织焊接人员进行修复处理,每次修复的长度不得超过 30mm;⑥若需进行后热或热处理,应严格按照焊接工艺要求执行,待合格后再进行相应的热处理。对于缓冷焊接后未能及时清理的药皮,应在缓冷后进行处理,确保清洁。针对修复工作,应根据焊接材料进行相应处理,加强保温措施,表面覆盖一层棉布,并在 30min 内完成保温;⑦每天下班前,对管线端部进行封堵处理,以防异物进入管道影响焊接质量。对于埋入沟槽的管道,还需采取防水措施,以保障管道的完整性^[3]。

3.3.2 焊缝检查

在进行焊缝检查时,首先进行外观质量的检验,合格后再进行无损检测。①外观质量检查环节应符合均匀性标准,确保焊缝部位不出现气孔、夹渣、未熔合、飞溅等严重问题;②焊缝表面高度不得低于母材表面,通常保持在 2mm 以内,局部位置不得超过 3mm。

对于超出 3mm 的区域, 应进行打磨处理, 确保打磨后与母材平滑过渡, 但不得损伤母材; ③焊缝宽度检测时, 每一侧应超出坡口边缘 0.5mm 至 2mm。

3.3.3 无损检测

按照设计图纸中的标注, 根据规定比例开展无损检测。

3.3.4 焊缝返修

采用手工电弧焊返修工艺: 手工上向焊根焊 + 手工上(下)向焊填充、盖面。

3.3.5 管道连头

管道接头应用手工焊、半自动焊的方式进行。①挖掘作业: 在接头两端进行管沟挖掘时, 每个部位都需进行连接头的检查, 并按照 1:0.75 的比例进行挖掘作业。同时, 结合实际情况, 加强坑底结构的质量检验, 确保坑底深度约低于管道 800mm, 以防影响管道的焊接和运行; ②管段制作: 在连接管道的制作过程中, 要遵循设计方案的要求。在现场施工沟的上部, 使用轨道半自动火焰切割器进行下料, 并加强下料过程的控制。随后, 应用角磨机进行打磨, 去除氧化皮, 确保坡口加工精度达标, 以防不利影响焊接质量; ③管道弯头连接: 针对弯头两侧的管段进行下沟后, 根据设计方案进行现场调整, 确保中心位置精度符合标准。在弯头两侧使用盲板进行封堵, 以防泥水进入内部影响质量。同时, 结合管道沟槽开挖情况, 强化切线与弧长的测量, 选定最佳的弯头结构; ④管段连接头的对口焊接: 在此环节中, 应使用履带吊协同施工, 并配合对口器操作, 以确保连接头的质量控制; ⑤死口连通: 对于管道连通部分的焊接中, 死口焊接极为重要, 尽量在直管段部分减少触碰死口, 降低施工作业难度。加强组对控制, 防止强力组对造成结构损坏; ⑥无损检测: 焊接结束后, 外观质量检测达标后开展无损检测, 一般按照 100% 超声和 10% 射线探伤检测, 并做好检测记录工作。

3.4 管道敷设

在进行管道敷设施工之前, 必须进行全面的施工前准备工作。首先, 要根据设计图纸和工程方案, 明确管道的敷设路线和起止点。然后, 对敷设区域进行勘察和测量, 确定地形、地貌、土质等情况, 以便制定合适的敷设方案。敷设施工的核心任务集中在管道的铺设和对接环节。操作者按照事先制定的敷设方案, 运用适当的设备和工具, 逐段将管道布设在地面或地下。

4 施工控制

①在开展管道安装之前, 需要进行全面的施工前准备。首先, 要制定详细的施工方案和工艺流程, 明确每个施工阶段的任务、要求和时间节点。其次, 要对施工人员进行培训, 确保他们熟悉并掌握相关的安全操作规程和质量标准。同时, 对所需材料、设备和工具进行充分检查, 确保其质量和性能符合要求; ②在管道材料到达施工现场后, 需要进行严格的检查和验收。检查材料的规格、质量证书和标识是否符合要求, 确保材料的合格性。对于钢管等材料, 还要进行外观检查, 查看是否有变形、损伤或腐蚀等问题。只有经过合格的材料才能用于施工; ③坡口的制备要按照设计要求进行, 确保坡口的尺寸、角度和形状符合标准。在对口操作中, 要保证管道的轴线对齐、坡口的匹配度和间隙符合要求, 使用专业的对口器进行精确对正; ④焊接是管道安装的核心环节, 焊接质量直接影响到管道的完整性和耐久性。在焊接过程中, 要选择适合的焊接方法和材料, 严格按照焊接工艺规程进行操作。焊工要经过培训并持有相应的资质证书, 确保焊接作业的技术水平和质量^[4-5]。

5 结语

总之, 石油天然气工艺管道的安装技术是一个高度复杂和综合性的领域, 其涵盖了土建工程、机械设备、材料科学、环境保护等多个方面。随着技术的不断进步和创新, 石油天然气工艺管道安装技术也在不断演进, 为能源运输提供更加高效手段。在实际应用中仍然一些从施工问题, 因此, 在往后项目开展时, 需要不断的研究和实践, 提升石油天然气工艺管道安装技术应用水平。

参考文献:

- [1] 廖建. 浅谈石油天然气管道在施工中的常见问题与对策[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(19): 42-43.
- [2] 姜崑. 石油天然气工艺管道安装技术的若干研究[J]. 中小企业管理与科技(中旬刊), 2016(08): 195-196.
- [3] 吴晓锋. 石油天然气管道隧道穿越施工技术探究[J]. 新型工业化, 2021, 11(08): 121-122.
- [4] 申金林. 石油化工工艺管道安装质量控制要点分析[J]. 化工管理, 2020(04): 183-184.
- [5] 闫莉. 石油天然气化工管道施工工艺[J]. 化工管理, 2016(26): 272.