

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] 姜崴. 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.