

化工石油管道施工质量控制探讨

缪绍峰（宁波大榭开发区信海油品仓储有限公司，浙江 宁波 315812）

摘要：由于石油化工管道系统的重要性，其施工质量在工程建设中具有十分重要的作用。本文通过分析化工石油管道的特点和施工要求，介绍了焊接、热处理、压力试验、无损检测等管道安装工序的质量控制要点，并以某石油仓储配套炼厂技改项目工艺管线为例，详细阐述了管道施工过程中所遇到的问题及解决方法。通过对该项目管道焊接质量的控制研究发现，采用“TIG 焊 + 手工电弧焊”工艺可以有效提高管道焊接质量，同时采用“射线检测 + 超声检测 + 磁粉检测”综合检测手段能保证管道无损检测结果的准确性，从而保障工艺管道安全可靠运行。实践证明，科学合理地安排管道安装工序，严格落实质量控制措施是保证化工石油管道系统质量的关键。

关键词：化工石油；管道施工；质量控制

0 引言

随着我国石化行业的不断发展，对能源的需求越来越高。石油化工行业所使用的管道作为生产过程的重要组成部分，其质量好坏直接影响着整个化工系统的安全稳定运行，因此如何保证石油化工管道的质量，是化工企业关注的重点。

在化工石油管道施工过程中，施工单位、监理单位和设计单位等各方都应该重视管道的施工质量问题，制定相应的控制措施，确保管道工程顺利进行。本文以某石油仓储配套炼厂技改项目工艺管线安装为例，介绍管道安装各工序的质量控制要点及常见问题的解决方法。

1 项目概况

某石油仓储配套炼厂技改项目工艺管线安装，该项目包含新建管沟、安装管道、防腐保温、设备基础、电缆桥架、工艺仪表安装、电气仪表调试等内容。其中，新建管道为 1.6MPa–5.0MPa 种压力等级的钢管及管件。由于某石油仓储为老厂技术改造项目，部分管道已有腐蚀现象，存在较大的隐患，因此项目实施前需要对管道进行检测。根据现场实际情况，对管道采用了射线探伤 + 超声探伤 + 磁粉探伤的综合检测手段。

2 化工石油管道施工技术

2.1 管道材料质量要求

首先，焊接材料的选择。在化工石油管道安装工程中，管道所用钢材主要包括有碳素结构钢、低合金钢和不锈钢等，如 20#、Q345B、16Mn、0Cr18Ni9Ti、1Cr17Ni12Mo2、25CrMo、45# 钢、1Cr18Ni9Ti、40Cr、X42、X52、X56、X60、X65、X70、X80 等。

其次，管道连接材料的选用。连接管道的管件材

料种类繁多，有管接头、弯管、三通、异径管、阀门、法兰、封头、垫片等。在管道连接中，特种设备压力管道常用的连接方式是对焊，即将管子打磨坡口对接后再进行焊接。根据设计图纸上的要求及现场施工情况，本项目所有工艺管道采用对焊形式。

另外，由于大部分管件需要预制通过吊车进行吊装组装，因此在这些管件的生产过程中必须严格控制其外形尺寸精度。

2.2 焊接工艺设计及验证

2.2.1 焊接工艺设计

①焊接参数的设置直接影响焊缝的质量和效率，焊接参数设计如下：

接管采用 GTAW 焊接方法，焊接材料：TIG-50（GB/T39280 ER50-6） Φ 2.5；电流（A）：90–110，电压（V）：12–18，焊接速度（cm/min）：6–12，焊评选用：201630AW。

接管 + 法兰采用 SMAW 焊接方法，焊接材料：J427（GB/T5117 E4315） Φ 3.2、 Φ 4.0；电流（A）：80–100，电压（V）：14–18，焊接速度（cm/min）：5–8，焊评选用：0867AWV-BV。

②新增技改项目工艺管道的焊接通常采用多层多道焊，以确保焊缝的致密性和强度。焊接层次和顺序需根据管道尺寸、壁厚及焊接工艺评定结果来确定。一般情况下，焊接层次分为正面和反面各一层，焊接顺序需遵循先打底焊、后填充焊、最后盖面焊的原则。

③焊接前准备。根据焊接工艺要求，对管道进行坡口加工，确保坡口角度、钝边和间隙符合规定；清除坡口两侧内外表面 20mm 范围内的油污、锈蚀、尘土等杂质，露出金属光泽；根据材料特性和环境温度，

必要时进行预热和后热处理，以防止焊接裂纹等缺陷的产生。

2.2.2 验证

为了验证焊接工艺设计的有效性和焊缝质量，需要进行一系列的实验和检测，部分验证结果如下：焊缝外观检查：无裂纹、夹渣、未融合等缺陷，合格；射线探伤(RT)：Ⅱ级及以上，合格；超声波探伤(UT)，无缺陷显示，合格；硬度测试：符合设计要求，合格；拉伸试验：断裂在母材，合格；弯曲试验，无裂纹，合格。

2.2.3 质量控制

①在管道焊口的焊接过程中，要根据施工图纸和相关技术文件要求进行焊接工艺计算。首先是确定合理的施焊顺序，即先施焊主焊缝，后施焊辅助焊缝；其次是选择合适的焊接工艺参数，例如焊接电流、电压等；最后是正确选用焊接材料和焊材的种类及规格，如焊丝、药芯焊条、焊剂等。

②对所有管线进行详细检查，确保其符合施工标准和规范要求。对于所有发现的缺陷均应记录并及时

采取有效措施加以解决。同时，还要对现场实际情况进行调查，以便于进一步优化施工方案。

③严格按照国家有关规范、标准和施工工艺规定进行管道焊接，保证每条焊缝质量合格。如果需要进行补焊，则必须经过公司项目部、监理单位批准复核再委托第三方检测机构进行复测。

④在施工过程中，必须对焊接操作人员进行专业培训，使其能够熟练掌握各种焊接技能，从而提高焊接质量。此外，还应加大焊接监督力度，及时纠正不规范行为，确保施工质量达到预期目标。

⑤定期开展质量检查工作，对已完成的工程项目进行全面的检查与评估，及时发现存在的问题，并制定相应的整改措施。通过这种方式可以提高管道安装的质量，为企业带来更大的经济效益。

2.3 热处理及压力试验质量控制

2.3.1 热处理

①管道热处理是消除焊缝及热影响区缺陷，改善钢的性能，提高机械强度和塑性、韧性的关键工序。

②热处理工艺参数的确定应符合 GB50236-2011

表 1 无损检测结果

序号	检测部位	管道规格 (mm)	检测方法	检测标准	检测结果	备注
1	主管道 A 段	DN300,Sch40	RT	ASME Sec.V,Article2,ClassII	无裂纹、未融合等缺陷	符合
2	主管道 B 段焊缝	DN250,Sch80	RT	EN1435,Level2	少量夹渣，不影响安全使用	备注 1
3	支管 C 连接处	DN100,Sch40	UT	ASME B31.1,AppendixI,SectionIWA-1	无缺陷显示	符合
4	弯头 D 外表面	DN200,Sch60	MT	ASTME709,MethodI	少量表面裂纹已修复	备注 2
5	阀门 E 安装焊口	DN150,Sch80	RT+UT	API578,Appendix6	RT：无缺陷；UT：发现微小气孔，已处理	符合
6	管道 F 法兰对接	DN350,Sch40	MT	ISO23278,Class1	无裂纹、夹杂等缺陷	符合
7	支撑架 G 附近	DN250,Sch60	UT	ASME Sec.V,Article4	检测到轻微壁厚减薄，不影响安全	监控
8	主管道 H 段全段	DN400,Sch80	RT	GB/T11345,LevelB	总体合格，个别焊缝需复检	备注 3

《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》规定。

③在热处理过程中,发现管材温度与设计不符时,及时调整加热炉温度;发现热处理后的钢材出现裂纹、未达到预期尺寸等质量问题时,需重新进行热处理。

2.3.2 压力试验

根据GB50235-2010《工业金属管道工程施工规范》要求,对每根焊接管均需进行压力试验。

①压力试验前,应按设计要求提供完整的资料。

②试压前应认真检查管路系统内阀门、仪表、管件等有无影响试验的异常情况。

③试验开始前,应将管路中的介质放空,并做好相应的安全措施。

④试压时应使用压力表、量具等测量设备,并确保其精度合格。

⑤试压记录应详细准确,内容包括:管道名称、规格、壁厚、材质、编号、外径、内径、压力值、时间、试压部位、见证人员、检查人、操作人等信息,且相关签字人员要与原始记录一致。

⑥试压完成后,应做好记录,包括试压组数、水压试验压力、试压时间、泄漏量、返修次数、返修时间、返修率等。

2.3.3 无损检测质量控制

①在化工石油管道安装中,无损检测是管道焊接后的一项重要检查内容,其目的是检查焊缝、管壁的缺陷情况,以便及时采取相应措施进行处理。根据《石油化工企业设计安全规程》(DDEP)第7.12条:“对于大型设备、管道和储罐的焊接接头,应进行射线照相或超声相结合的检验”。同时,技改项目新建管道、新老管线碰头采用了“射线检测+超声检测+磁粉检测”的综合检测手段。

在该项目施工时,发现管径处存在两处超差区域,其中一处为焊缝处,另一处位于管壁中间位置,该超差区域内有大量气孔,且个别气孔中有未焊透的情况发生。

②基于射线探伤+超声探伤+磁粉探伤三种无损检测方法的检测及结果如表1所示。

备注1发现的夹渣位于焊缝边缘,经评估不影响管道的结构完整性和安全运行,故决定不做进一步处理,但需加强后续监测;备注2表面裂纹已通过打磨和重新焊接的方式修复,并经复检确认无缺陷;备注3发现个别焊缝因成像质量不佳,需重新进行射线探伤以确认其完整性。

③针对上述问题,项目部组织开展了专题会议研究讨论,制定了如下解决方案:a对超差区域进行返修;b增加内检数量,重点关注焊缝区及管壁中间位置,并将检测频次由每道焊后一次增加到两道焊后一次,以保证检测结果的准确性;c加大现场巡检力度,特别是对于重点部位的焊接接头要反复跟踪检查,防止漏检;d在焊接工艺评定阶段,应将射线照相、超声波检测、磁粉检测作为必要的辅助手段,提升管道验收质量。通过上述措施,最终成功解决了管径处超差的问题,确保了整个管道系统的施工质量。

3 结语

综上所述,在化工石油管道施工中,应严格执行施工前的设计交底和技术培训工作;按工艺管道、仪表管道、设备管道以及公用工程管道顺序进行分段施工,确保各专业之间接口不发生矛盾;采用合理的焊接方法、焊接参数、焊接材料,同时严格控制现场焊接质量。通过上述措施可以有效避免因焊接不当造成的管道泄漏等质量问题。对于化工企业来说,在生产过程中需要消耗大量能源,因此有必要对各种能源进行充分利用,并提高其利用率。近年来,随着科学技术的不断提高,我国在石油化工方面取得了很大进步。例如,在石油开采、提炼、运输等领域都采用了管道输送系统。该系统具有体积小、重量轻、输送量大、造价低、维修方便等优点,已经成为现代石油化工行业不可缺少的重要组成部分。

与此同时,在实际施工过程中,由于受到多种因素影响,使得管道施工质量存在一定的问题,严重时威胁到石油化工企业的生产安全。鉴于此,本文以某配套炼厂常减压装置技改石油仓储项目为例,重点分析了管道施工质量控制中遇到的一些常见问题及相应的解决方法,以期为同类项目提供参考。但值得注意的是,在实际施工中,除了要考虑上述内容外,还应根据工程特点、施工要求等多个方面来综合制定具体的质量控制措施,从而有效保证石油化工管道施工质量,提升其安全性。

参考文献:

- [1] 赵阳光,王永滨.石油化工工艺管道安装工程施工质量管理研究[J].工程建设和设计,2024(9):263-265.
- [2] 路明博.石油化工压力管道安装工艺及质量控制重点的研究[J].新疆有色金属,2024,47(2):103-104.
- [3] 刘豪.工业管道工程加强施工管理的具体措施探讨[J].工程管理与技术探讨,2024,6(6).