

成品油长输管道焊接质量控制

宋晓恒 中国航空油料有限责任公司贵州分公司

【摘要】文章先分析了长输管道特征和长输管道的焊接特征，随后介绍了成品油长输管道的焊接质量问题以及成因，包括气孔问题、未完全熔合问题、夹渣现象以及烧穿问题，最后提出了成品油对应长输管道的焊接质量控制措施，包括做好焊接准备、加强管道焊接过程质量控制、做好焊缝返修处理、冬季焊接防护，希望能给相关人士提供有效参考。

【关键词】成品油；长输管道；焊接质量；控制策略

【DOI】 10.12316/j.issn.1674-0831.2022.06.011

引言

随着社会经济持续发展，人们生活质量持续提升，对于成品油的应用需求相继扩大，为了进一步降低成品油的运输成本，提升成品油的运输可靠性，我国相继创建多种成品油运输管道，为满足各行业成品油的使用需求，促进成品油相关长输管道实现稳定、安全传输，需要在管道初期建设阶段，加强焊接质量控制，这也是管道质量管理的重要内容，最终提升管道焊接质量。

一、长输管道特征分析

长输管道作为我国运输领域中的一种独立系统，不同于其他运输系统，第一是管道和传输介质之间的相对流动，为此需要保证整个长输管道内部维持良好光滑度，有效减少管道内部成品油传输中的摩擦阻力。除此之外，联系传输介质所存在的某种腐蚀特性，针对长输管道实施综合设计中需要适当扩大裕量。整个成品油的长输管道因为处于一种相对固定的状态，即便在地下埋设管道，除了铺设全新管道线路以及对原有管道实施综合改造之外，通常不会产生管道位移问题。成品油的长输管道在介质传送中存在传输连续性，一旦成功建设管道，并投产运行后，大部分条件下需要保持连续运行，进一步扩大了整个管道不停输带压运维难度，提升管道维系危险性和处理难度。

其中某些处于运行状态中的长输管道容易对特定区域和地面构筑物形成一定威胁，存在较大易燃性，产生巨大威胁。同时在长输管道施工中，除了部分特殊地形之外，通常主要是以地下铺设方式为主，在长输管道实际运行中无法轻易发现其中各种潜在威胁，特别是管道建设中未能顺利检测出来的缺陷问题。结合具体分析发现，证明长输管道的运行质量会直接影响其应用寿命和传输安全。为此需要注重加强长输管道的焊接质量控制，优化管道焊接效果。

二、长输管道中的焊接特征分析

在长输管道的整体焊接施工中主要会受到以下因素影响：

第一，流动性施工对于管道焊接质量的影响，长输管道中的不同施工作业点会随施工进度变化而产生一定迁移，比起工厂中的产品生产，进一步扩大了质量管理、安全管理以及质量管理难度，所以管道焊接作业整体呈现出流动状态，增加了管道质量控制难度。

第二，地形地貌因素对于长输管道焊接过程的质量影响。相关施工单位通常无法选择施工场地，特别是长输管道容易遇到多样的地形环境，比如水网、山区、沙漠以及戈壁等环境，而不同地形条件还会从不同程度上影响焊接质量，为此需要坚持因地制宜的基础原则，选择适合焊接对策，提升工程焊接质量。

第三，外部环境因素对于管道焊接质量的影响，主要包括湿度、温度以及风雨等元素对于自然环境的影响，从而某种程度上会影响焊接效果。除了现场管道焊接之外，在焊接施工中所用的各种材料、工艺技术以及机械设备等因素同样会从不同程度影响管道焊接质量，为此需要针对长输管道的焊接质量问题进行系统分析，找准入手点，形成有效地质量控制措施。

三、成品油长输管道焊接问题分析

1.气孔问题

气孔属于长输管道焊接中的常见问题之一，普遍存在在实施焊接处理中，熔池内部气泡于金属熔化凝固环节中，没有顺利逸出，最终导致产生气泡现象，主要表现形式包括球形气孔、密集气孔、柱形气孔以及条形气孔等。而导致管道产生焊接气泡的重要原因可以分为以下几种影响因素：

第一，在开始焊接前，坡口两端存在残留铁锈以及油污等物质。

第二，处于焊条受潮条件下，开始正式焊接处理前，没有进行彻底烘干。

第三，焊条芯产生锈蚀问题。

第四，电弧整体长度过长，导致存在一定空气渗透焊接熔池内产生气孔现象。

第五，因为焊接中所形成的高温电弧影响，产生一

定作用，使得焊接材料释放大量气体，融入焊接熔池内构成气孔问题。

第六，为了追赶工期，不断加快焊接速度，扩大焊接施工电流以及增加电弧电压等条件下，都会进一步扩大气孔形成概率。

2.未完全熔合

长输管道在焊接中产生未完全熔合的主要原因是在实际焊接处理中，焊道和母材的坡口以及下层焊道、上层焊道之间未能实现全面融合，最终留下一定缺陷问题。而形成未熔合的原因具体包括以下几点：第一是对于连接层之间的残留清渣没能进行彻底清理，第二是管道焊接中所用焊接电流相对较小，第三是长输管道对应焊接处理工人的技术水平低，焊接手法操作不合理，导致焊条产生偏心问题，同时焊接中对应焊条摆动范围过大。

3.夹渣现象

在长输管道的焊接处理中也经常能够看到夹渣问题，而夹渣现象主要是管道焊接处理后，在焊缝部位的残留熔渣。出现夹渣问题的形成原因主要包括以下几点因素：

第一，整体焊接速度相对较快，导致忽略其中某些细节部分，熔渣没能及时浮起。

第二，管道焊接中所用焊接电流相对较低，从而无法准确区分熔渣部分以及液态金属。

第三，没有对管道层间实施彻底清理。

第四，应用焊条实施管道焊接处理中，没有对准焊接角度，同时焊缝成型系数过低等问题。

4.烧穿问题

烧穿问题主要是在长输管道焊接处理中，因为多种因素影响，导致熔池在开始被熔穿前一层金属焊道，焊接中的熔化金属顺着坡口背面溢出，产生穿孔问题。而导致焊接烧穿问题的主要成因如下：

第一，管道焊接中缺少合理调节，导致所用焊接电流过高，整体热输入参数相对较大。

第二，焊接中的停留时间相对较长，整体摆动速度相对较慢。

第三，在焊接中对管道层间实施过度打磨处理，进一步减少前层焊道整体厚度。通过针对成品油长输管道实施焊接故障分析，准确剖析焊接问题成因，有助于为制定针对性解决措施和加强质量控制提供有效参考。

四、成品油长输管道焊接质量控制策略

1.做好焊接准备

通过系统分析成品油长输管道相关焊接缺陷以及故障成因，考虑成品油管道实际运行状况，针对管道焊接不同环节实施有效地质量控制措施，通过从焊缝返修处理、焊接工艺控制、焊接前准备工作以及焊接工人专业

技能培训等层面入手，加强质量控制，从而实现提升长输管道焊接效果目标。长输管道的焊接人员技术水平和操纵技能会直接影响管道焊接质量，为此需要进一步优化焊接工人的专业操作技能，面向管道焊接工人实施焊接作业指导，进行技术交底工作，全面交代基础焊接工艺流程，同时需要各个焊接工作能够熟练掌握长输管道中的焊接参数以及所用工艺。对于焊接施工中频繁出现大量返修焊缝的焊接工人，可以辅助其针对具体原因进行系统分析，明确焊接质量问题成因，进一步强化焊接人员的操作技能培训，注重提升所有焊接人员的操作技能和焊接水平。

充分做好前期焊接准备工作，可以参考以下几点措施：

第一，严格按照成品油长输管道相关工程验收规范以及施工标准具体要求实施，在开始管道焊接施工前，针对整个长输管道实施彻底清理，保证管道内部没有其他杂物存在。

第二，针对整个长输管道的坡口部位以及相距坡口边缘大概10mm之内的位置实施全面修口以及清理，确保整个管道口部位达到完好无损的状态，不会产生任何毛刺、油污以及铁锈腐蚀等问题。

第三，在长输管道整体焊接施工中，需要严格按照相关焊接技术标准以及工艺流程具体要求实施相关操作，同时对整个坡口角度、组对间隙、错边、钝边等参数实施合理控制。

第四，在正式焊接施工前，需要充分做好焊前预热工作，比如某项管道工程的焊接工艺评定需要把预热温度控制在80度到120度之间，所以在正式开始管道焊接工作前，则需要焊接人员按照上述要求实施预热处理。

2.加强管道焊接过程质量控制

长输管道焊接施工过程作为质量控制的重要环节，需要技术人员和管理人员提高重视，加强过程质量控制，为此可以进一步按下列要求实施：

第一，联系管道焊接相关工艺评定文件要求以及焊接工艺规程，对管道焊接不同环节的工艺参数实施合理控制，相关焊接工艺参数主要涵盖焊接速度、焊接电压以及焊接电流等内容。

第二，针对管道的多层焊接焊道实施有效地中间检查工作，在结束根焊处理后，需要进一步细致检测整个焊道的清渣状况以及焊道形成状态，避免在管道焊接中产生裂纹、气孔、夹渣、未能彻底焊透以及无法熔合等问题，对于不达标以及不合格焊缝问题需要继续实施重新处理，等待焊缝彻底达标后才能继续实施焊接操作。

第三，在清根处理环节中的质量控制措施，清根处理环节的质量控制也是保障整体焊接质量的基础环节，假如没有彻底实施清根处理，便会导致焊缝内产生残留夹渣以

及出现无法熔合气孔问题等焊接缺陷，同时在后续处理中，于内部埋设焊道，产生严重的焊缝质量故障。第四是管道焊接处理中，需要严格按照标准工艺流程和焊接技术要求，对焊接环节的层间温度实施合理控制，将层间温度控制在标准范围内。第五是针对长输管道焊接中所用各种机械设备实施科学管理以及有效维护保养工作，确保各种焊接设备能够维持在最佳性能状态，同时对焊接设备中的电压表以及电流表进行频繁检测，确保相关数值和焊接工艺标准要求维持一致状态，一旦发现其中存在各种故障问题，则需要进行有效处理。

3. 焊缝返修处理

长输管道焊接施工中，需要重点关注焊缝返修处理，在不定期检查中，一旦发现其中存在未达标故障焊缝，则需要严格按照标准焊接工艺规程要求实施返修处理，具体可以参考以下几项措施：

第一，管道焊缝的返修处理不同于核心管道主体部位的焊接工艺要求，同时管道主体填充焊条和盖面焊接焊条也不同于返修焊条，为此在开始针对焊缝部位实施返修处理前，需要结合生产厂家提供的产品说明书，联系具体型号、质量要求针对焊条实施烘干处理，正式应用前，需要将其放于保温筒当中进行有效保存管理。

第二，对于管道焊缝的返修环节需要选择拥有较高操作技能和专业技术的焊接工人实施返修焊接。

第三，和管道焊接相关质量检测人员进行有效合作，准确定位长输管道中的故障位置和缺陷部位，明确焊接缺陷具体类型以及范围大小等参数，从而将管道内部焊接缺陷彻底清除干净。

第四，在长输管道的焊接返修中，需要严格参考焊接返修相关操作标准以及技术要求实施焊接处理，并对焊接管道不同层间温度实施合理控制，保证焊接处理中的收弧以及引弧质量，每结束一层焊接返修处理后，需要对相关部位的焊接质量进行细致检查，在检测不存在任何缺陷问题后继续开始下一阶段焊接处理。

第五，在结束所有的焊缝返修焊接处理后，需要进一步对返修区实施细致检测，一旦发现其中存在某些质量缺陷，则需要立刻重新实施返修处理，但整体返修次数不能超出设计要求的次数标准。

第六，在彻底结束管道的返修处理后，需要进一步按照初期设计要求实施管道探伤检测，准确判断是否依然残留质量问题，在管道焊接质量达到无损探伤要求后继续进行下一环节。

4. 冬季焊接防护措施

在冬季针对长输管道实施焊接处理中，因为所处环境温度较低，使母材因为气温影响，容易产生冷裂纹，由于恶劣的气候环境影响，还会产生夹杂以及气孔等问

题。为此需要针对管道焊接中的质量问题采取有效解决措施，加强焊接质量控制。成品油的长输管道焊接施工中，可以设置防风棚，这也是一种应用频繁的防护对策，能够帮助改善焊接环境，优化焊接质量，进一步削弱外部环境因素对整个长输管道施工的不良影响。冬季施工中，因为整体气温较低，为改善冷裂纹等焊接故障以及应力集中问题，减少后续试压等处理工序面临风险，可以选择焊前预热措施。借助有效地预热处理，科学确定预热温度，能够控制冷裂纹故障发生。焊接中还需要对层间温度实施合理控制，开始实施焊接处理前，需要针对冷却焊道实施有效加热处理，提升整个焊缝的受热均匀度。焊接施工中，管道部件的冷却速度和加热速度相对较快，容易针对金属相变形成一定影响。冬季处于温度较低条件下实施焊接处理，因为焊接后冷却速度加快，会使金属相变产生更大变化。为了进一步控制焊接热影响区组织，可以选择相应的后热保温处理对策，对管道冷却速度实施合理控制，在实际施工建设中，可以借助环形加热器实施后热处理，在结束后热处理后，应用保温套做好焊接后的保温工作，对应保温时间是24小时。制作保温套过程中，可以将石棉网填入耐热帆布当中，该种制作方法更为经济实用。在冬季的长输管道焊接施工中，还可以借助挡板封堵，开始正式组对焊接前，可以借助可拆卸自制钢挡板对管端实施彻底封堵，对管道内部风速实施合理控制，预防因为管道内部风速过高所导致的焊接缺陷。

五、结语

综上所述，在针对成品油相关长输管道实施系统分析，深入研究管道焊接质量问题以及具体成因基础上，立足于焊接过程、焊前准备、焊工技能以及管道返修等层面入手选择有效处理措施，注重提升管道整体焊接质量，保障整个长输管道的稳定运行，促进管道顺利投运，提高成品油的运输安全性，满足成品油使用要求。

参考文献：

- [1] 邝江.长输管道成品油顺序输送质量保证对策研究[J].中国石油和化工标准与质量, 2021.
- [2] 朱中文.成品油长输管道站场设备维修管理探讨[J].中国石油和化工标准与质量, 2021.
- [3] 王现中.基于风险管理的长输成品油管道管理体系构建与实践[J].石油化工高等学校学报, 2021.
- [4] 杜威.智能化管道管理系统在成品油长输管道完整性管理中的应用[J].石油库与加油站, 2020.
- [5] 朱利松.降低成品油长输管道管输损耗的有效途径分析[J].中国石油和化工标准与质量, 2020.

作者简介：宋晓恒（1972—），男，汉族，贵州黔南布依族苗族自治州人，硕士研究生，工程师，研究方向：石油化工。