

油田管道全自动焊接施工质量及安全管理策略

李玉江（中国石油工程项目管理公司天津设计院，天津 300457）

朱东华（长庆油田分公司第十采油厂产建项目组，甘肃 庆阳 745100）

摘要：油田管道的输送距离长，管道的直径大，为了保证输送效率还需要管道具有比较强的耐压性。因此在油田管道的焊接和质量控制方面要求更高，焊接工艺、焊接材料以及设备等都需要进行严格的筛选和管理，加强对焊接施工质量控制。本文主要对油田管道全自动焊接施工存在的质量风险进行分析，并探究质量及安全管理策略。为油田管道的安全运行提供一定的参考。

关键词：油田管道；全自动焊接；施工质量；安全管理

中图分类号：TE973.3 文献标识码：A 文章编号：1674-5167（2025）029-0157-03

Quality and Safety Management Strategy for Fully Automated Welding Construction of Oilfield Pipelines

Li Yujiang (China Petroleum Engineering Project Management Corporation Tianjin Design Institute Tianjin 300457, China)

Zhu Donghua (Production and Construction Project Team of the Tenth Oil Production Plant of Changqing Oilfield Branch, Qingsyang Gansu 745100, China)

Abstract: The transportation distance of oilfield pipelines is long, and the diameter of pipelines is large. In order to ensure transportation efficiency, pipelines also need to have strong pressure resistance. Therefore, higher requirements are needed for welding and quality control of oilfield pipelines, and strict screening and management of welding processes, welding materials, and equipment are necessary to strengthen the quality control of welding construction. This article mainly analyzes the quality risks of fully automatic welding construction of oilfield pipelines and explores quality and safety management strategies. Provide a certain reference for the safe operation of oilfield pipelines.

Keywords: Oilfield pipeline; Fully automatic welding; Construction quality; Safety Management

油田管道全自动焊接质量直接关系着管道的输送安全和使用寿命，影响着油气工程的有序发展。因此需要进一步提升油田管道全自动焊接的质量和安全管控，保证工程输送标准。在油田管道全自动焊接管理中，要求焊接工作必须要严格按照行业标准和质量管控体系落实焊接操作。明确焊接施工中的重点和难点，保证全自动焊接质量。对全自动焊接中的质量风险进行有效分析，并加强风险管控。

1 油田管道全自动焊接施工存在的质量风险

油田管道施工中，管道焊接质量直接影响管道的运行安全和使用性能，因此在油田管道施工中需要加强对焊接质量的控制，首先在施工材料的风险管控中，要求焊接材料必须要满足管道材质和焊接要求^[1]。在焊接材料入场后，要对焊接材料的质量、规格等进行检测。比如，焊条的包装是否完整，是否存在受潮的情况，规格是否符合焊接要求等。其次，加强对焊接施工的设备风险管控。油田管道施工中，施工环境复杂，如果设备管控不到位，极容易造成设备故障风险及安全隐患。此外，油田管道焊接操作方面也会存在一定的风险，焊接人员对全自动焊接工艺不了解，专业

知识不足等，都可能会因为焊接操作不当，造成焊接缺陷问题。

2 油田管道全自动焊接技术应用的要点

2.1 全自动数据收集

油田管道的全自动焊接工作具有标准的流程化要求，要提前收集各项参数数据信息，但是在实际的应用中，数据收集存在一定的难度，大部分参数并没有设定明确的范围。同时企业对管道焊接的产品质量以及生产效率都提出明确的要求，进一步提升全自动焊接的难度。部分规模比较小的企业在全自动焊接技术的应用中会存在数据收集的难题，因此需要从数据收集方面进行技术优化。

2.2 全自动焊接操作

油田管道全自动焊接技术的应用中可能会存在一定的误差，出现误差的原因可能是因为焊接设备自身存在一定的问题，或者是操作人员在操作方面存在失误。此外，外部环境的影响也会导致焊接设备出现一定的变化。管道主要为金属材质，焊接高温下还可能会造成金属材料出现热胀冷缩变形的情况，也会对焊接的质量造成影响^[2]。全自动焊接的电压、温度都会

影响焊接质量，当前全自动焊接技术的发展尚有待继续完善，在应用中仍然存在一定的挑战，需要加强对焊接状态的关注，并及时采取有效的解决措施。

2.3 焊接夹渣

油田管道全自动焊接项目开展中，容易出现夹渣的情况。出现这种情况的主要原因为焊接人员在焊接工作中没有提前做好对坡口铁锈的清理，导致焊接过程中形成大量的杂质，出现夹渣情况。同时全自动焊接中，如果焊丝的质量不过关也可能会发生夹渣的问题。全自动焊接极容易因为夹渣影响焊接质量，因此在焊接开始前要先做好对焊接坡口的清理。同时，如果焊接的过程中焊材受潮、焊接的参数不准确，或者母材表面存在杂质还可能会出现气孔，影响焊接的质量。

3 油田管道全自动焊接施工质量管理策略

3.1 选择合理的焊接方式

油田管道全自动焊接施工中，比较常用的焊接方式为内焊机采用根焊的方式，外焊机则采用自动焊的方式，实现对焊接面的全面覆盖。针对弯管以及连接头等位置的焊接则采用全自动组合焊接的方式，内部采用氩弧焊的根焊方式，外焊同样采用全自动焊接的方式^[3]。针对变壁厚的直管件的焊接，可以结合管道应用的地形情况确定具体的焊接组合方式。

3.2 保证焊接轨道的稳定性

全自动焊接中需要利用焊接小车在轨道上运行完成焊接工作，因此轨道是为焊接车提供移动、走位功能的设备。焊接时需要保证稳定性才能使焊接的定位更精准，如果焊接轨道的架设不稳定或者位置摆放不合理，都可能会导致焊接出现质量不合格的问题，导致管道的整体质量受到影响。

3.3 形成集成化焊接模式

从我国当前油田管道的全自动焊接技术发展情况来看，焊接的操作标准以及规范方面仍然不够完善，没有发挥全自动焊接技术的功能，难以实现与不同领域的融合发展。科技水平不断提升的情况下，焊接自动化技术越来越成熟，技术水平也不断提升。为了更好的满足社会发展需求，全自动焊接技术还需要形成多方面的优化和创新，保证焊接质量和效率。在全自动焊接的发展中，尝试将未来焊接技术的发展为主要方向，利用全自动焊接技术对计算机设备和控制技术进行整合。同时系统控制模块，保证信息技术与软件技术的先进性。同时全自动焊接技术的应用中，需要按照油田管道的特点和输送需求，形成不同的设计思路，加强对焊接自动化系统权重的控制，有效缩短焊接周期，保证全自动焊接质量。

3.4 强化智能化技术应用

油田管道全自动焊接技术的应用中需要向智能化方向发展，对自动化焊接中的各项技术进行整合。利用传感器、识别技术等对焊接的位置进行精准定位，避免因为外界因素影响焊接质量和效果，满足不同环境的焊接质量控制要求。同时可以对焊接情况进行自动检测，一旦发现焊接故障或者焊接误差可以自动发出报警信息，由工作人员重新调整定位，避免后续出现质量问题时返工难度大。智能化技术能够模拟人的思维，可以针对焊接的情况进行综合分析，结合焊接提前设定的程序和参数等自行调整，保证全自动焊接质量^[4]。比如，油田管道焊接中会出现多种不同的焊接情况，包括直管和弯管等焊接位置，而且焊接的场所也会存在较大的差别。针对这种情况采用智能化技术手段，可以利用软件对焊接环境进行综合分析，保证焊接的精准性。在焊接中利用遥感技术对焊接的工件位置进行准确测量，自动调整焊接头的位置和距离，合理控制焊接的焊缝宽度。

3.5 加强焊接过程监控

油田管道全自动焊接作业为了保证焊接质量，需要做好焊接前以及焊接中的质量控制。首先在油田管道焊接作业开始前，对焊接区域的清洁情况进行检查，保证焊口位置以及周围的清洁性和平整性。可以提前利用砂轮机或者钢丝刷等进行清理，去除焊口位置的尘土、污渍以及钢管表面的结块等，能够有效预防焊口焊接不牢固或者出现裂缝等问题。同时如果焊接的位置温度未达到要求，要提前进行加热，保证焊口位置的温度达标。使焊接的过程中能够形成良好的熔合状态，在预热的过程中温度的控制要以全自动焊接技术为标准，避免因为冷热不均导致管道开裂。此外，焊接开始前先对焊接的参数进行调整，要求焊接的整个过程都要严格按照焊接工艺的操作手册完成，避免使用的电流过高导致焊接中形成大面积的熔池，进而引发气孔、咬边等问题。电流的调整也不能过低，如果电流无法满足焊接要求，容易造成焊接过程中形成的电弧不稳定，导致无法焊透或者出现焊瘤等问题。油田管道焊接的环节大部分是在露天的室外，容易受到气温环境、风速等方面的影响，为了有效预防环境的温度、湿度以及风速等对焊接的影响，需要在焊接的过程中做好防护措施，可以根据天气情况设置防护工具，比如防风棚用于对焊接的防护。同时在焊接的过程中还需要做好对焊接管道两头的封堵，避免管道灌入风。如果遇到风雨天气，空气的湿度过高，则可以利用防雨棚阻隔湿气，并在内部安装照明灯，焊接完的部分需要利用火焰进行烘干，并检查防风的质量。

要求焊缝表面清洁，不存在锈蚀的情况，附近不存在夹渣、裂缝以及焊瘤等问题。油田管道的盖面焊接中，后续的焊道对前面焊道的覆盖需要达到1/3。同时焊道间形成的沟槽也要比母材高。焊接完成后，对焊接质量进行检验，需要保证满足焊接标准，采用无损检查的方式检验焊接质量。无损检验不会对焊接材料造成破坏，更准确的查找焊接缺陷。常用的无损焊接质量检测中包括超声波探伤、射线探伤等多种检测方式。

4 油田管道全自动焊接施工质量及安全管理策略

油田管道输送的距离比较远，同时承受的冲击压力大，为了避免油田管道出现泄露风险，造成环境污染、经济损失或者引发严重的爆炸事故等。需要做好对油田管道焊接的安全管控，不仅要做好焊接质量管理，还需要做好焊接过程中各项工序操作的安全管控^[5]。保证整个施工过程都要严格遵守设计要求和施工规范，提升施工的安全性和焊接质量。

油田管道全自动焊接施工开始前要先对施工中应用到的所有机械设备和工具进行检查，保证所有设备和工具都处于正常的运行状态。如果发现设备或者工具出现损坏，要及时上报进行维修和更换，避免施工中存在安全隐患，识别焊接作业中的危险源(见表1)。在设备和工具的使用过程中也需要对设备和工具的运行情况进行观察，查看是否存在异常情况，比如设备的支座是否稳固，各项连接点是否松动等，及时排查安全问题。参与施工的人员都要佩戴相应的安装防护装置，焊接中需要上下沟槽时要详细检查梯子是否平稳，不得采用人工接抬的方式上下沟槽。在全自动焊接的过程中，机械的操作不能与沟槽发生碰撞，避免支撑松动。

操作人员进入到沟槽开展焊接工作前，安全人员

要对施工人员的装备进行检查，保证安全帽、防护口罩以及护目镜等配备齐备。并定期开展安全会议，提升施工人员的安全意识，针对现场不遵守安全制度的人员给予一定的惩罚。施工和检查人员上下沟槽时使用的工具，都要提前做好防滑处理，比如在起支撑作用的底部包裹亚麻布，并用绳索进行捆绑。所有用电的机械设备要提前做好漏电保护。

5 结语

综上所述，油田油气管道的输送压力大，对焊接的要求高，采用全自动焊接工艺可以提升焊接效率和质量，但是由于当前全自动焊接工艺的发展中工艺和技术都不够成熟，在焊接技术的应用时仍然无法全面实现对质量和安全的管控，容易引发质量和安全问题。针对这种情况还需要从技术手段以及管理方面进行优化，针对油气管道全自动焊接形成全生命周期管理，并向智能化和集成化方面发展，使焊接工作可以自动调整参数，达到更好的焊接效果。并做好对施工现场的管理，保证施工人员操作的规范性，避免施工中造成安全问题。

参考文献：

- [1] 姜昌亮.油气管道全生命周期质量管控与安全管理探讨[J].油气储运,2023,42(10):1081-1091.
- [2] 孙正卓.油田管道全自动焊接机组的管理现状分析[J].中国金属通报,2021(14):291-292.
- [3] 王军强,秦红斌,叶威.油田油气管道全自动焊技术及施工应用[J].当代化工研究,2021(13):48-49.
- [4] 闫伟.油田管道全自动焊接技术施工分析及应用建议[J].百科论坛电子杂志,2021(12):2860.
- [5] 李文.油田管道自动焊连续施工技术工艺分析[J].化工管理,2023(35):54-57.

表1 焊接作业危险源辨识表

危险源	危险情形	后果	风险程度
高温烫伤	焊接时高温引发烫伤	损害人员健康	高
火焰喷溅	焊接有火焰喷溅引发火灾可能	威胁人员安全	中
焊接烟尘	焊接产生的烟尘影响呼吸系统	损害人员健康	中
气体中毒	焊接过程中有毒气体产生	损害人员健康	高
电击	焊接电流造成触电	威胁人员安全	高
负重物体坠落	焊接区域负重物体有坠落可能	威胁人员安全	中