

化工管道焊接质量控制措施探讨

王发荣（陕西中天名远建设工程有限公司，陕西 西安 710014）

摘要：在城镇化进程加速背景下，化工可燃气体输送工程作为重要基础设施，其管道焊接质量至关重要。因焊接质量关乎输送安全、成本及管道寿命，故需深入研究控制措施，从焊接材料、工艺参数、焊工技能、焊接环境等方面剖析质量问题成因，提出严格把控材料质量、优化工艺参数、提升焊工技能、改善焊接环境等控制措施，并阐述强化质量监管、推动技术创新的方法。这些举措有助于提升管道焊接质量，保障工程安全稳定运行，减少安全事故，降低维护成本，延长管道使用寿命。

关键词：化工管道；焊接质量；质量控制；技术创新

中图分类号：TE973 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)022-0103-03

Discussion on Quality Control Measures for Gas Pipeline Welding

Wang Farong (Shaanxi Zhongtian Mingyuan Construction Engineering Co., Ltd. Xi'an Shaanxi 710014, China)

Abstract: Against the backdrop of accelerated urbanization, the quality of pipeline welding in gas engineering, as an important infrastructure, is crucial. As welding quality is related to gas transmission safety, cost, and pipeline life, it is necessary to conduct in-depth research on control measures, analyze the causes of quality problems from the aspects of welding materials, process parameters, welder skills, welding environment, etc., propose strict control of material quality, optimization of process parameters, improvement of welder skills, improvement of welding environment and other control measures, and explain methods to strengthen quality supervision and promote technological innovation. These measures help improve the welding quality of gas pipelines, ensure the safe and stable operation of gas engineering, reduce safety accidents, lower maintenance costs, and extend the service life of pipelines.

Keywords: gas pipeline; Welding quality; Quality Control; technological innovation

随着城市的快速发展，可燃气体在人们生活和工业生产中的应用愈发广泛，其工程规模也在不断扩大。管道作为气体输送的关键载体，其焊接质量直接决定了气体供应的可靠性与安全性，当下化工气体管道焊接面临着诸多挑战，焊接质量问题时有发生。在追求绿色、安全、高效发展的新趋势下，如何有效提升管道焊接质量成为亟待解决的问题。深入探究焊接质量控制策略，不仅能为化工行业的稳定发展筑牢根基，还能为相关领域提供极具价值的参考，推动行业技术革新与进步。

1 化工管道焊接质量问题成因

焊接材料若选择不当，其化学成分和机械性能与母材不匹配，如焊条含碳量过高会让焊缝硬脆，增加裂纹风险，焊丝脱氧能力不足易产生气孔。焊接工艺参数不合理同样危害极大，电流、电压、焊接速度稍有偏差，就会出现晶粒粗大、未焊透、咬边等多种缺陷^[1]。部分焊工因缺乏专业培训，操作技能不足，无法精准控制焊接角度、运条方法，层间清理和引弧收弧操作也容易出错。潮湿、大风、低温等不良焊接环境，会分别导致焊缝产生气孔、保护失效、淬硬组织等问题，严重威胁焊接质量。

2 化工可燃气体管道焊接质量问题危害

2.1 影响气体输送安全

在气体长期高压作用下，微小泄漏点犹如定时炸

弹，会逐渐扩大。一旦发生其他泄漏，大量宝贵的能源会白白流失，造成资源浪费。更严重的是，泄漏的气体与空气混合达到一定浓度后，遇明火极易引发火灾、爆炸等灾难性事故。在人口密集的城市，这些事故可能瞬间摧毁周边建筑，致使居民生命受到威胁，财产遭受巨大损失，给社会稳定和经济发展带来沉重打击。

2.2 增加管道维护成本

定期进行无损检测，借助专业设备排查管道内部缺陷，这一过程需要投入专业检测人员和先进设备，耗费大量人力和物力。一旦发现缺陷，修复工作同样繁琐，可能涉及局部更换管道或重新焊接。维修期间，不仅要投入更多的人力、物力，还需中断气体供应，影响居民的日常生活和企业的正常生产经营，导致间接经济损失，这些额外的投入使得管道维护成本大幅增加。

2.3 缩短管道使用寿命

在实际运行中，气体管道需承受气体压力波动、温度变化以及外部环境侵蚀等多重考验。焊接缺陷处更容易受到这些因素的影响，加速腐蚀进程，产生疲劳裂纹并不断扩展。腐蚀会削弱管道壁厚，降低其承压能力；疲劳裂纹则可能贯穿管壁，引发泄漏^[2]。这些问题相互作用，加速了管道的老化和损坏，导致管

道无法达到预期使用寿命，不得不提前更换，造成巨大的经济浪费。

3 化工管道焊接质量控制措施

3.1 严格把控焊接材料质量

建立完善的采购管理制度至关重要，应优先选择具备资质且信誉良好的供应商，他们在产品质量把控和生产规范方面更有保障。在采购时，必须要求供应商提供全面的质量证明文件，像化学成分分析报告、机械性能检验报告等，这些文件能直观反映焊接材料的质量特性，确保其符合相关标准和工程设计要求。对采购回来的焊接材料，要进行严格检验，通过外观检查查看是否有裂缝、砂眼等表面缺陷，利用理化性能检测手段，精准测定其化学成分、机械性能等指标，检查是否存在尺寸偏差。一旦发现不合格材料，坚决退货，绝不让其进入管道焊接环节，防止因材料问题埋下安全隐患。

3.2 优化焊接工艺参数

依据管道的材质、规格和采用的焊接方法，开展焊接工艺评定试验。在试验过程中，模拟实际施工条件，对不同的焊接电流、电压、焊接速度组合进行测试，观察焊接接头的质量情况，通过分析焊缝的外观、内部缺陷、力学性能等指标，确定最适宜的工艺参数，并据此制定详细的焊接工艺规程。在焊接过程中，利用先进的焊接参数监测设备，对焊接电流、电压等关键参数进行实时监控。一旦参数偏离设定范围，系统及时发出警报，操作人员需迅速调整，以维持焊接过程的稳定性，保证每一处焊缝质量的一致性，避免因工艺参数波动导致焊接缺陷。

3.3 提升焊工专业技能水平

定期组织焊工参加专业培训，培训内容涵盖焊接理论知识，让焊工深入理解焊接原理、金属材料特性等；明确焊接工艺要求，使焊工清楚不同管道焊接的规范和标准；进行操作技能训练，通过实际操作练习，让焊工熟练掌握各种焊接技巧。邀请行业内经验丰富的专家授课，借助案例分析讲解焊接过程中易出现的问题及解决方法，通过现场演示展示规范的操作流程，加深焊工对焊接技术的理解和掌握。鼓励焊工参加行业技能竞赛，为他们提供展示自我的平台，激发其提升技能的积极性。

建立严格的焊工资格认证制度，要求焊工必须取得相应资格证书才能从事管道焊接工作。定期对焊工进行考核，考核内容包括实际操作技能和理论知识，全面评估焊工的能力。对于考核不合格的焊工，暂停其焊接工作，安排再次培训和考核，直至达到合格标准，确保焊工队伍整体素质。

3.4 改善焊接环境条件

在焊接现场搭建防风棚，阻挡风力对焊接区域的干扰，确保保护气体能有效覆盖焊接熔池，防止空气侵入，避免焊缝中混入过多氧气、氮气而降低性能。在潮湿环境下，使用除湿设备降低空气湿度，减少焊缝产生气孔的风险。在低温环境时，对焊件进行预热，减缓焊接接头冷却速度，防止产生淬硬组织，降低裂纹敏感性^[3]。

安装环境监测设备，实时监测焊接现场的温度、湿度、风速等环境参数。设定合理的环境参数允许范围，一旦环境参数超出范围，自动暂停焊接作业，避免环境因素对焊接质量造成不良影响。待环境条件改善且符合要求后，再继续施工，确保焊接质量不受环境干扰。

4 强化管道焊接质量监管

4.1 构建全面监管体系

建设单位、施工单位、监理单位在质量控制中均扮演着不可或缺的角色。建设单位作为项目的发起者，不仅要为施工提供场地、水电等符合要求的施工条件，还要保障充足的资金，确保施工过程顺利推进，为焊接质量奠定基础。

施工单位承担着焊接施工的主体责任，必须严格依据施工规范和质量标准操作，从焊接材料的选用、焊接工艺的执行到现场的施工管理，每一个环节都要严格把控，确保焊接质量符合要求^[4]。监理单位则是质量监管的重要防线，需对焊接过程进行全程监督，凭借专业知识和丰富经验，及时发现并纠正施工过程中出现的质量问题，保障施工的规范性和安全性。为确保监管工作有序进行，还需制定详细的管道焊接质量监管流程。

在焊接前，要对施工单位的人员资质、焊接设备的性能、焊接材料的质量等准备工作进行严格检查，只有各项条件都满足要求，才能允许开工。焊接过程中，监理人员要及时监督，检查焊接工艺参数是否符合标准、焊工操作是否规范等，发现问题及时要求整改。

焊接完成后，按照质量验收标准对焊缝进行全面检验，包括外观质量、内部缺陷检测等，只有验收合格的焊缝才能进入下一道工序，实现对焊接质量的全过程控制。

4.2 建立考核奖惩机制

考核指标应涵盖焊缝的外观质量，如焊缝是否均匀、有无咬边、气孔等缺陷；内部缺陷检测结果，通过无损检测技术准确判断焊缝内部是否存在未焊透、裂纹等隐患；以及焊接工艺执行情况，考察施工单位

和焊工是否严格按照既定的焊接工艺规程进行操作。定期依据这些指标对施工单位和焊工的焊接质量进行考核评价，并进行排名和通报，让各参与方清晰了解自身的焊接质量水平以及在行业中的位置。对于焊接质量控制成效显著的施工单位和焊工，应给予充分的表彰和奖励。

通过颁发荣誉证书，提升其行业声誉，增强其职业荣誉感；给予经济奖励，让他们的努力得到物质回报，激励他们继续保持高质量的焊接工作。相反，对于焊接质量不合格、违反焊接工艺规范的单位和个人，必须依据相关规定进行严肃处罚。责令其限期整改，要求其分析问题产生的原因并制定切实可行的整改措施，确保后续焊接质量达标。对情节严重的，可进行罚款，增加其违规成本；甚至暂停其施工资格，直至其通过培训和整改达到要求，以此促使各方切实重视焊接质量，保障管道的安全稳定运行。

5 管道焊接质量控制技术创新与发展

5.1 引入先进焊接技术

自动化焊接技术是当前的重要发展方向，随着科技持续进步，其在管道焊接中前景广阔。自动化焊接设备配备高精度的控制系统，能精准调控焊接电流、电压、焊接速度等关键参数，极大地提高了焊接质量的稳定性和一致性。以轨道式自动焊接机为例，在进行管道环缝焊接时，它沿着管道轨道自动运行，通过预先设定的程序精确控制焊接路径和参数，避免了人工操作时因疲劳、技术水平差异等因素导致的焊接质量波动，有效减少人为因素对焊接质量的影响，在提升焊接效率的同时确保了焊缝质量达到更高标准^[5]。除了推广自动化焊接技术，积极探索新型焊接工艺也是推动行业进步的关键。像激光焊接和搅拌摩擦焊接等新型工艺，具有诸多传统焊接工艺无法比拟的优势。激光焊接能量高度集中，能量密度高，能够实现快速焊接，且热影响区极小，这意味着焊接过程中对管道母材的性能影响小，能有效减少焊接变形，保证管道的尺寸精度和结构完整性。搅拌摩擦焊接则是通过搅拌头与焊件之间的摩擦热使材料塑性变形并实现连接，这种工艺不仅焊接变形小，还能有效避免传统焊接中常见的气孔、裂纹等缺陷。通过开展大量的研究和试验，积累数据和经验，逐步将这些新型焊接工艺应用到实际管道工程中，有助于攻克传统焊接技术的瓶颈，推动管道焊接技术迈向新高度。

5.2 利用信息化技术辅助质量控制

焊接质量信息化管理系统依托先进的传感器和数据采集设备，能够实时采集焊接过程中的各类关键数据，涵盖焊接工艺参数、焊工信息以及焊缝检测结果

等。通过对这些海量数据进行深度分析，运用大数据技术和数据分析模型，能够及时发现焊接质量问题的潜在风险。通过对焊接工艺参数的连续监测和分析，如果发现参数出现异常波动，系统可以提前预警，提示可能存在的焊接质量隐患，为质量控制人员提供决策依据，使其能够及时采取措施调整焊接工艺，避免出现严重的焊接缺陷。

在无损检测方面，结合信息化技术采用先进的无损检测新技术，为确保管道焊接质量提供了更可靠的保障。数字化射线检测和超声相控阵检测等技术是无损检测领域的前沿成果。数字化射线检测利用数字化成像技术，相比传统射线检测，能够更清晰、准确地显示焊缝内部的缺陷形态、位置和大小，大大提高了检测精度。

超声相控阵检测则通过电子控制阵列探头的声波发射和接收，实现对焊缝多角度、全方位的检测，能够更有效地检测出复杂形状和位置的缺陷。这些无损检测新技术不仅检测效率高，而且检测结果以数字化形式存储和传输，方便进行质量追溯和管理。质量管理人员可以随时调取历史检测数据，对不同时间段、不同焊工、不同部位的焊接质量进行对比分析，总结规律，为持续改进焊接质量提供有力支持。

6 结语

工程管道焊接质量对气体输送安全、成本控制和管道使用寿命意义重大。焊接材料选择不当、工艺参数不合理、焊工技能不足和焊接环境不良等问题，会引发一系列危害。通过严格把控焊接材料质量、优化焊接工艺参数、提升焊工专业技能水平、改善焊接环境条件，以及强化质量监管、推动技术创新与发展等措施，可有效提升焊接质量。持续关注这些方面，不断完善管理和技术，是保障化工工程稳定运行、促进化工行业健康发展的关键。

参考文献：

- [1] 唐雪舰. 探讨现代燃气管道施工质量控制关键 [C]//《煤气与热力》杂志社有限公司. 中国燃气运营与安全研讨会（第十三届）论文集（下册）. 重庆燃气集团股份有限公司, 2024:209-212.
- [2] 叶剑. 燃气工程中管道焊接施工工艺要点分析 [J]. 新型工业化, 2021,11(04):120-121+124.
- [3] 孙立凯. 燃气工程管道焊接质量管理分析 [J]. 建材与装饰, 2020,(13):169+171.
- [4] 靳学堂, 黄斌, 林胜, 等. 城镇燃气管道接口的施工质量控制探微 [J]. 城市燃气, 2019,(08):35-37.
- [5] 杨忠敏. 管道焊接施工的质量控制 [J]. 上海煤气, 2018,(06):29-31.