

提高城镇天然气管道焊接技术水平的路径

钱一冰（中国石油天然气股份有限公司天然气销售分公司，北京 100101）

摘要：随着我国城镇化进程的加快，天然气需求量不断上升，天然气管道成为城镇能源输送和储存的重要基础设施。天然气管道的焊接质量直接影响着天然气输送的安全性、稳定性及经济效益。尤其是在城镇天然气管道建设中，焊接技术的提升显得尤为重要。本文探讨了提升城镇天然气管道焊接技术的路径，减少天然气运输过程中的安全隐患，保障城市居民用气安全。

关键词：城镇；天然气管道；焊接技术

近年来，随着社会经济的快速发展，城镇对天然气的需求持续增长。作为重要的能源载体，天然气不仅广泛应用于居民生活、商业及工业领域，而且在提升城市环境质量和能源结构调整中也发挥着关键作用。天然气管道是连接各大气源与城市消费端的核心设施，其安全性和稳定性对城市的能源供应至关重要。而天然气管道的焊接质量直接决定了管道的运行安全性和使用寿命，因此，提升天然气管道焊接技术水平是保障城镇天然气供应安全的迫切任务。

1 做好管道焊接前准备工作

1.1 合理选择焊接材料

焊接材料的选择是焊接工艺成功与否的关键。油气企业需根据管道的设计要求、环境条件及压力需求，合理选择焊接材料，并进行全面的技术评估。同时，在焊接过程中，企业要严格控制焊接速度、温度、接头形式等关键参数，确保焊接质量的稳定性。特别是在进行高压天然气管道焊接时，接头的质量直接影响到管道的整体安全性。因此，在焊接前，企业必须对所有焊接材料进行严格检验，确保其符合标准要求。

1.2 焊前检查

根据设计文件对施工环境进行详细检查，确保机械设备和焊接材料的质量符合标准要求。焊接设备的选择至关重要，工作人员需要根据现场的实际环境来选择合适的焊接设备。在焊接设备投入使用之前，工作人员需要对设备的各项参数进行检查，确保焊机的电流、电压、频率等稳定可靠，避免因设备不稳定导致焊接质量不达标。焊条作为焊接过程中的主要消耗材料，必须严格管理。在选择焊条时，工作人员应根据管道材料的不同要求，选择符合标准的焊条。同时，焊条的储存条件也需要特别注意。油气企业要保证仓库的温湿度、通风等环境条件，确保焊条在使用前没有受潮或老化。焊条在使用之前，必须经过烘干处理，

确保其在焊接过程中发挥最佳效果。焊条的管理需要制定详细的管理规定，确保每一根焊条在使用前都经过严格检查。每天焊接人员需签写焊条的烘干、发放、回收记录，确保焊条管理的有序进行，减少因焊条质量问题带来的焊接缺陷。

1.3 焊接工艺评定

根据实际施工需求选择焊接工艺，在管道承压、承温等条件下保持稳定。在焊接过程中，工作人员需严格按照操作流程进行作业，并根据现场的具体情况调整焊接参数，确保每个环节都严格遵守规范^[1]。工作人员需要详细记录焊接过程中的各项数据，包括焊接温度、电流、电压、焊接速度等，以便后续的质量追溯和分析。

2 提高焊接施工人员综合素质

2.1 完善的管理制度

每位焊接人员不仅要具备基础的焊接技能，还应具备良好的工艺知识、质量控制意识和安全操作技能。企业可以通过定期开展技术培训、技能考核等方式，进一步提升焊接人员的专业水平。同时，建立健全的考核机制，对焊接人员进行技术水平、工作态度、安全意识等方面的综合考评，确保每位焊接人员都能严格按照要求执行焊接工作，确保焊接质量。

2.2 落实技术交底工作

通过技术交底，焊接人员能够充分了解项目的具体要求、施工技术标准以及各项安全措施。技术交底不仅要涵盖焊接工艺和施工方案，还应涉及设备的使用、焊接材料的选择、施工环境的要求等方面，确保每一位焊接人员在实际操作中不出现盲点和失误^[2]。此外，焊接人员的岗前培训考核至关重要。企业应组织专项培训，详细讲解焊接技术规范、操作流程和安全要求，并通过理论与实践相结合的方式，确保焊接人员在技术能力和操作熟练度上达到预定标准。岗前

考核可以帮助企业检验焊接人员的能力，为后续的焊接工作打下坚实的基础。

2.3 加强人员沟通与协作

焊接工作并非是孤立的操作，而是需要团队协作的过程。在天然气管道焊接过程中，焊接人员之间应积极交流，分享各自的经验与技术难题，优化焊接工艺方案。这种交流不仅能解决施工中出现的技术问题，还能促进焊接工艺的持续改进。例如，在焊接接头的设计、焊接顺序、焊接速度等方面，通过团队讨论，焊接人员根据具体情况提出合理化建议，以提高焊接效率和质量。在焊接过程中，焊接技术人员应严格控制焊接质量，确保每一道焊接接头都符合设计要求。焊接质量不仅仅是焊接人员操作的直接结果，还与焊接设备的运行状态、环境因素、焊接材料的选择等密切相关。因此，技术人员不仅要精通焊接技能，还要具备对焊接质量进行实时监控和分析的能力。在焊接工作进行时，技术人员要做好焊接数据记录，记录焊接过程中使用的设备参数、焊接工艺、操作情况等，以便对焊接质量进行后续分析和评估。同时，技术人员还需对焊接后的管道进行严格检查，包括外观检查、硬度测试、气密性测试等，确保焊接接头符合标准要求，保障天然气管道的安全运行。

2.4 建立教育和培训机制

随着焊接技术的不断发展，焊接人员需要及时掌握最新的技术动态，以适应日益复杂的天然气管道焊接任务。因此，企业可以定期组织技术交流会、技能比赛等活动，提升焊接人员的技术水平和创新能力。同时，企业还应鼓励焊接人员参加各种专业认证考试，不断提高个人的职业资格，增强其综合素质。天然气管道的焊接作业具有一定的危险性，焊接人员必须具备高度的安全责任感。企业应定期开展安全教育和培训，使焊接人员在工作中始终保持高度警觉，确保每一项焊接工作都按照安全规范进行操作，避免因操作不当造成安全事故。

3 严格控制城镇天然气管道焊接过程

3.1 控制焊接电流

在天然气管道焊接过程中，焊接电流直接影响焊条的融化速率、母材的熔深以及焊缝的均匀性等重要参数。如果焊接电流过大，可能导致母材的过度熔化，进而引发基材坡口形变，影响焊缝质量^[3]。相反，电流过小则可能导致焊接不完全，影响焊接强度。因此，工作人员必须根据天然气管道基材的材质、厚度以及焊接工艺的要求，精确控制焊接电流，确保焊接电流

处于合理范围内，从而避免电流过大或过小导致的焊接缺陷。

3.2 确保焊接接头的均匀性

焊接强度的提高，能够有效增强管道的抗压性和抗腐蚀性，从而保证天然气管道在运输和存储过程中的安全性。为此，焊接过程中需要保证焊缝的均匀性，确保每一层焊道的焊接质量。工作人员可以通过控制焊接电流的稳定性、焊接速度的均匀性、焊缝的形成等方面来实现焊接接头的均匀性。例如，在多层焊接作业中，控制每一层焊道的起弧和收弧的间距，避免因起弧和收弧不当而产生不均匀的焊接接头，确保最终焊接质量。

3.3 优化焊接环境

在天然气管道焊接过程中，外部环境的变化，特别是空气流速的增加，容易引起焊缝冷却速度的变化，进而导致裂纹的产生。为避免焊缝出现裂纹，工作人员需要采取科学的防控措施，如在焊接过程中设置遮挡装置，避免产生穿堂风，以控制空气流速，从而保证焊接质量。此外，焊接过程中还需要严格控制焊接工艺的顺序，避免因操作不当导致焊接质量的波动。例如，在多层焊接中，每层焊道的起弧位置和收弧位置要保证在坡口以内进行，确保每层焊接的衔接顺畅。

3.4 焊条状态管理

焊条是焊接质量的关键材料之一，如果焊条出现问题，可能导致焊接质量的严重下降。在焊接过程中，工作人员需要实时观察焊条的状态，确保焊条没有出现易粘条、烧焦等问题。如果发现焊条出现异常，应及时更换焊条，确保焊接过程顺利进行^[4]。此外，对于已经使用过的焊条，工作人员需要进行修磨处理，确保其继续使用时仍具备良好的焊接性能，避免因焊条问题导致焊接缺陷。特别是在使用纤维素焊条时，焊接人员还需要特别注意焊条摆动的幅度控制。焊条摆动的幅度直接影响焊缝的成型和焊接接头的均匀性。在进行焊接操作时，工作人员需要合理调整焊条摆动幅度，避免过度摆动导致焊缝宽度过大或出现烧穿现象。同时，焊条的摆动要均匀稳定，以确保焊缝的质量和焊接强度。

3.5 合理安排焊接顺序

合理的焊接顺序能够确保焊接过程中产生的热量分布均匀，减少热应力对管道的影响，避免因热应力不均而导致的裂纹或变形。因此，工作人员在进行多层焊接时，需要严格按照既定的顺序进行每一层焊接，确保焊接过程的顺畅和质量的稳定。加强对焊接过程

的实时监控和质量检查。在焊接工作进行过程中，技术人员需要全程跟踪焊接操作，并对焊接质量进行严格监督。每完成一层焊接，技术人员都应对焊缝的外观、焊接强度、焊接尺寸等进行检查，确保符合设计要求。通过实时监控与质量检查，能够及时发现焊接中的问题，防止缺陷扩展，确保焊接质量达标。

4 控制城镇天然气管道焊接后的质量

4.1 全面质量检查

对焊缝的外观质量进行仔细观察，这一检查的重点包括咬边、焊缝宽度不足、焊缝余高过高等常见缺陷。焊缝的外观质量检查是最直观的质量判定方法，它能够直接反映焊接工艺的执行情况。如果发现焊缝存在明显的质量问题，如咬边现象或焊缝过宽过薄等，必须立即进行处理和修复^[5]。比如，焊缝宽度不足或咬边现象可能会导致管道的泄漏或承压不均，增加管道破裂的风险。在这种情况下，技术人员需要根据具体的缺陷类型，采取焊接返修或其他修复措施，确保焊接接头的质量达到设计要求。除了外观质量检查，焊接的内部质量同样不能忽视。为了保证焊缝的结构完整性和可靠性，必须采用高效的无损检测技术进行内部质量检测。常用的无损检测技术包括超声波探伤、射线探伤等。这些技术能够有效识别焊缝内部的气孔、裂纹、未融合区域等缺陷，而不对管道结构造成任何破坏。通过这些检测手段，能够更为精准地评估焊接质量，确保管道焊接处不会存在影响其安全性能的潜在问题。对于发现的质量问题，工作人员要及时返修，避免因小问题而引发更大隐患。在返修过程中，必须按照焊接工艺要求进行严格操作，确保修复后的焊接质量与原焊接质量相同，甚至更为完善。返修后，焊缝区域必须重新进行无损检测，确保所有缺陷已被有效消除，并符合质量标准。

4.2 焊缝保护工作

焊缝作为天然气管道最脆弱的部分之一，容易受到环境因素的影响，如湿气、酸碱腐蚀等。为了延长焊接接头的使用寿命，防止焊接部位发生锈蚀或腐蚀，必须采取有效的防护措施。常见的防护措施包括对焊缝区域进行金属材料保护层的覆盖，或者通过涂层、包裹等方式进行隔离，避免焊接部位直接暴露于外界环境。此外，还可以采用防腐涂层对焊接部位进行处理，进一步提高管道的耐腐蚀性和抗老化性能。在质量控制方面，油气企业还应定期开展焊接质量讲评会，总结焊接经验，交流焊接过程中的成功做法和遇到的问题。通过讲评会，技术人员可以分享焊接中的最佳

实践，并针对存在的问题制定改进措施。定期的质量讲评会不仅能够提升技术人员的焊接技能和质量意识，还能够帮助团队持续改进工艺流程，进一步提高天然气管道焊接的整体技术水平。

4.3 建立质量管理体系

加强质量责任制，明确每个环节的质量控制责任。焊接质量管理不仅仅是技术层面的把控，更是一个全员参与、全程监督的系统工程。质量管理体系应涵盖从焊接前的准备工作、焊接中的过程控制，到焊接后的质量检查和后期维护的各个环节，确保质量控制的每个环节都得到落实^[6]。天然气管道焊接后的质量控制不仅仅是对焊接接头的外观检查，更需要通过严格的无损检测技术进行内部质量评估，发现问题后及时返修处理。通过定期的质量总结和不断的技术人员培训，提升城镇天然气管道焊接的技术水平，保障天然气管道的安全稳定运行。

5 结语

综上所述，提高城镇天然气管道焊接技术水平，不仅有助于减少天然气运输中的安全隐患，也能有效提升能源供应的安全性和稳定性。通过优化焊接工艺、改进技术设备、加强焊接技术人员的培训以及完善质量控制体系，油气企业能够提升天然气管道建设和维修工作的质量，推动城镇天然气产业的高效、安全发展。焊接技术水平的提高还可以减少故障发生率，提升企业经济效益，从而为城镇居民提供更安全、稳定的天然气供应，促进社会经济的可持续发展。

参考文献：

- [1] 李娟娟,王寒冰,齐建涛,等.沿海城镇天然气管道焊接接头腐蚀与防护的研究进展[J].腐蚀与防护,2024,45(11):69-76+84.
- [2] 李攀,高龙,张纯志,等.城市建设中天然气管道安装施工技术[J].安装,2024,(09):25-27.
- [3] 牛玉峰.低温环境下天然气长输管道安装焊接质量提升策略[J].化工设计通讯,2024,50(05):48-51.
- [4] 刘苗.天然气高压管道焊接残余应力与变形的有限元分析[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(07):126-128.
- [5] 袁常轩,曹延双工匠创新工作室.全自动焊在天然气管道中连头中的应用[J].化学工程与装备,2023(11):91-93.
- [6] 徐调能.天然气长输管道项目建设中的质量管理对策分析[J].工程建设与设计,2022,(24):250-252.