

# 低温工业管道施工中自动焊技术运用研究

王筱宇 (中石油京唐液化天然气有限公司, 河北 唐山 063200)

**摘要:** 随着我国科学技术的不断发展与进步, 各行各业都迎来了新的发展机遇与挑战, 通过实现各种先进技术的应用, 就能够为自身赢得更加广阔的发展前景。LNG 接收站想要实现自身的高质量发展, 在工程建设中要注重低温工业管道施工中的优化, 合理使用 LNG 管线和 NG 管线。本文先阐述了自动焊技术和低温工业管道施工优化的重要性, 并从合理选择低温工业管道、自主研发低温工业管道等多方面概括了低温工业管道施工中自动焊技术运用策略, 希望能够具有一定的参考价值。

**关键词:** LNG 接收站; 低温; 工业管道; 焊接技术

**中图分类号:** TE973 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 009-0118-03

## Research on the Application of Automatic Welding Technology in Low-Temperature Industrial Pipeline Construction

Wang Xiaoyu (PetroChina Jingtang LNG Co., Ltd., Tangshan Hebei 063200, China)

**Abstract:** With the continuous development and advancement of China's science and technology, all industries are facing new opportunities and challenges for development. By applying various advanced technologies, they can secure broader prospects for growth. For LNG receiving terminals aiming to achieve high-quality development, optimizing the construction of cryogenic industrial pipelines is essential in engineering projects, along with the rational use of LNG and NG pipelines. This paper first elaborates on the importance of automatic welding technology and the optimization of cryogenic industrial pipeline construction. It then summarizes strategies for applying automatic welding technology in cryogenic industrial pipeline construction, covering aspects such as the rational selection of cryogenic industrial pipelines and independent research and development of such pipelines, with the hope of providing valuable reference.

**Keywords:** LNG receiving terminal; cryogenic; industrial pipeline; welding technology

在我国新时代背景下, 自动化技术已经被广泛地应用于多个领域当中, 发挥出了较高的应用价值和优势。LNG 接收站也重视到了先进技术在管道施工中的应用。但是由于以往低温工业管道施工的过程中, 都是采用较为传统的施工理念和设备, 导致实际的施工效果不佳。自动焊技术在低温工业管道施工中的应用能够有效解决以往施工中存在的问题, 通过实现高质量焊接优化整体的施工质量。

### 1 自动焊技术

自动焊技术是指基于自动化生产实现的一种先进技术, 能够优化焊接的全生产过程, 摆脱传统手工焊接带来的局限性, 确保焊接工作能够高效精准地开展, 尽量降低人为因素带来的影响。自动焊技术的应用范围十分广泛, 可以应用到金属加工、五金家电等多个领域当中, 实现多个领域生产效率和劳动环境的优化。自动焊技术的类型十分多样, 施工人员可以根据不同的焊接工艺选择合适的类型, 确保能够满足不同产品尺寸、材质等多样化的生产需求, 如: 施工人员想要实现不锈钢金属材料的焊接, 可以采用熔化极气体保护焊技术, 确保发挥技术适应性强、焊接效率高的特点。自动焊技术在多种不同的焊接环境和条件下都能够充分体现其性能, 推动多个领域的现代化发展。自

动焊技术的发展趋势主要可以概括为以下几个方面:

①可靠性工艺突破。这一方面是指自动焊技术能够有效解决传统焊接过程中存在的氧化、气孔等问题, 确保能够满足更多领域的高要求, 实现工艺可靠性最大程度的提升<sup>[1]</sup>。②智能化与 AI 深度集成。这一方面是指自动焊技术未来将会与 AI 技术共同发展, 能够随着生产数据的积累实现其全方面的优化, 让技术发挥更大的应用优势。③专业化与细分领域深耕。这一方面是指自动焊技术能够在特殊的应用场景发挥出更大的优势, 确保能够满足多样化的生产需求, 且通过开发出特殊的专用回流焊系统, 满足独特的管理要求。

### 2 低温工业管道施工优化的重要性

低温工业管道施工是指在石油化工领域为了输送 LNG、NG 原料等化工原料开展的管道系统建设活动, 确保能够构建足够高效安全的输送网络, 推动石油化工生产流程的可持续性开展。低温工业管道使用的材料必须具备低温韧性的特点, 不会在低温的情况下变脆, 如: 不锈钢、镍合金和一些经过特殊的低温碳钢, 都属于其常用的材料, 不容易出现断裂的情况。低温工业管道对施工的要求十分严格, 其优化十分重要, 具体可以概括为以下几点: ①低温工业管道施工优化有利于保证施工的效率, 通过将更多先进的技术和设

备应用到施工当中,就能够有效缩短工期,让施工人员可以通过更加智能的管理提高整体的施工效率,实现对施工工艺与环境的精细化控制,保证焊缝的一致性和高质量,避免因低温环境或人为因素的影响导致二次返工等问题。②低温工业管道施工优化有利于提高施工的质量,通过采取适当的优化措施,就能够让施工更好地满足新时代的标准要求,实现高度精密的管道组装和焊接,降低施工过程中各项风险产生的概率。低温工业管道施工优化的情况下,施工人员可以结合实际的施工需求进行放冷缩设计或预留间隙支撑等工作,就能够保证施工在低温环境下的高质量开展,不会破坏管道的保冷效果。③低温工业管道施工优化有利于降低施工的风险,通过采用智能化的质量检验措施,实现施工过程中质量的精准检验,及时发现低温环境下可能存在的焊接缺陷或问题,从而及时采取相应的解决措施,避免导致严重的后果<sup>[2]</sup>。

### 3 低温工业管道施工中自动焊技术运用策略

#### 3.1 合理选择低温工业管道施工中运用自动焊技术的焊接方法

低温工业管道施工中运用自动焊技术的过程中,合理选择焊接方法就能够根据实际的施工需求运用合适的自动焊技术类型,确保能够实现技术的有效运用。低温工业管道施工中运用自动焊技术时可以采用的焊接方法主要有以下几种:

①窄间隙焊接方法。这种方法是指采用U型坡口的方法进行焊接,从而有效节约焊接的材料,在保证焊接质量的同时尽量减少焊接成本,提高焊接的抗疲劳性能。低温工业管道施工中采用窄间隙焊接方法时,为了发挥自动焊技术的最大作用,应确保建立完善的三维跟踪系统,通过以这一系统为基础运用技术,就能够实现对焊丝与坡口侧壁间距的实时调整,保证实际的施工质量。

②中部结构焊接方法。这种方法是指通过利用焊接专机和机器人进行自动焊接,就能够进一步提高焊接的速度和质量,节省整体的焊接时间。低温工业管道施工中采用中部结构焊接方法时,为了发挥自动焊技术的最大作用,可以采用管道两侧同步焊接的方法,就能够保证实际的焊接效率,尽量避免因人为因素的影响导致焊接变形等情况的出现。

③组合焊接方法。这种方法是指通过实现“手工焊接+自动焊填充”的方法,提高整体的焊接质量,充分发挥两种不同焊接方法的优势<sup>[3]</sup>。低温工业管道施工中采用组合焊接方法时,为了发挥自动焊技术的最大作用,应确保两种不同焊接方法的参数匹配,确保两种不同的焊接方法能够达到统一的焊接目标,并

根据实际的施工需求进行参与灵活切换。

#### 3.2 自主研发低温工业管道施工中运用自动焊技术的配套设施

低温工业管道施工中运用自动焊技术的过程中,配套设施的完善可以进一步优化技术的运用效果,确保能够有效解决以往技术运用时存在的技术水平低、可靠性差等问题,让技术在运用的同时得到进一步的优化和创新。低温工业管道施工中运用自动焊技术时配套设施的自主研发内容如下:

①配套设备的自主研发。这一方面是指低温工业管道施工中运用自动焊技术时,可以通过自主研发更高精度的机械设备,为技术的运用奠定基础。天津一新管道设备有限公司始终聚焦行业需求,致力于将先进的管道自动焊技术转化为实际工程价值,通过使用先进的管道自动焊设备,可以在零下低温、潮湿多尘、陡坡丘陵等复杂场景,通过智能温控系统与防护设计,确保焊接过程不受环境干扰。如:可以采用熊谷全自动焊接机,在零下40℃测试中仍能稳定工作,并保证一次焊接合格率超过95%。

②配套材料的自主研发。这一方面是指低温工业管道施工中运用自动焊技术时,可以通过研发高端的焊接材料,让材料与技术足够匹配的同时,还不会导致企业使用过高的成本,高端材料研发的过程中,应确保结合自动焊技术的特点进行材料材质等方面的原则,确保在坚持质量第一原则的基础上,尽量压缩材料成本<sup>[4]</sup>。

③配套系统的自主研发。这一方面是指低温工业管道施工中运用自动焊技术时,需要使用控制、回收、冷却等多个系统,通过对系统进行自主研发,就能够进一步实现系统的完善,从而为技术的运用提供更加稳固的保障,系统自主研发的过程中,要注重远程监测、物联网、AI等先进技术在其中的应用,确保能够推动技术的持续落实<sup>[5]</sup>。

#### 3.3 全面提升低温工业管道施工中运用自动焊技术的人员能力

低温工业管道施工中运用自动焊技术的过程中,施工人员的能力会对技术的实际运用效果产生影响,通过全面提升人员的能力,为技术的运用提供可靠的人才支撑,确保技术的运用能够发挥最佳效果。低温工业管道施工中运用自动焊技术时,施工人员应具备以下几个方面的能力:

①自动化焊接设备操作能力。这一能力是指施工人员在低温工业管道施工时,应确保掌握自动焊技术的运用要点,通过学会科学地使用各种设备,确保整个焊接过程的稳定性和科学性。如:施工企业应建立

统一的培训体系，对全部参与到低温工业管道施工的人员进行统一的培训，使其在掌握基础的知识和操作技能后，并通过考核检验其是否符合岗位需求，确保其能够在之后施工的过程中，实现对自动焊接设备材质、管径等焊接工艺参数的设定和调试<sup>[6]</sup>。

②团队沟通和协作能力。这一能力是指施工人员在低温工业管道施工时，应确保与其他的施工人员进行高效的交流和沟通，为自动焊技术的运用奠定良好的基础，避免因信息不对称导致技术运用受到限制。如：施工企业可以采用师徒制度，通过让经验丰富的自动焊操作人员传授新人员相关技能，就能够在帮助新员工掌握新知识的同时，拉近双方之间的距离，最终团队整体的沟通和协作效率都能够得到提升，可以实现团队整体技术运用水平的优化。

③适应性与创新能力的。这一能力是指施工人员在低温工业管道施工时，应具备足够优秀的的能力，可以应对各种特殊的环境，并通过积极学习最新的知识，更好地适应自动焊技术的施工方法<sup>[7]</sup>。如：施工企业可以建立线上线下同步教学的方法，让施工人员随时随地学习最新的知识，能够在参与施工的同时对自动焊技术有更加深刻的了解和理解，为后续施工中技术的运用做足准备，并根据实际的施工需求进行适当的技术运用创新。

### 3.4 规范开展低温工业管道施工中运用自动焊技术的质量控制

低温工业管道施工中运用自动焊技术的过程中，应注重质量控制工作的规范开展，通过做好这一工作，就能够为技术的运用提供更加稳固的保障，确保技术能够发挥最大的作用。低温工业管道施工中运用自动焊技术的质量控制应包括以下几个方面：

①工艺质量控制。这一方面是指低温工业管道施工中运用自动焊技术时，应确保选择的工艺与实际的施工质量相符合，通过按照施工的相关标准进行工艺的评定，就能够确保为施工的开展提供规范依据<sup>[8]</sup>。如：天津一新管道设备有限公司研发了自动焊设备搭载的智能控制系统，可根据管道材质、壁厚等参数自动匹配最优焊接方案，精准控制电流、电压、焊接速度与保护气体流量。

②过程质量控制。这一方面是指低温工业管道施工中运用自动焊技术时，应对整个焊接过程进行控制，确保能够为施工的高质量开展创建良好的环境条件，保证施工的高质量开展。施工人员在过程进行质量控制时，应确保整个控制过程的连续性，让焊接区域的防风、防雨情况等方面符合实际需求，能够推动施工的顺利开展。

③缺陷质量控制。这一方面是指低温工业管道施工中运用自动焊技术时，应注重对整个焊接过程中缺陷的控制，尽量避免因焊接过程中出现的裂纹、气孔等缺陷导致施工受到影响。如：深圳麦格米特电气股份有限公司为了确保焊接质量，特意利用麦格米特系统对焊缝进行百分百的无损探伤检测，确保焊缝内部无缺陷，探伤合格后还需要进行压力测试，测试压力为设定压力的1.2-1.5倍，以验证焊缝的强度和密封性。

④技术质量控制。这一方面是指低温工业管道施工中运用自动焊技术时，应确保对技术的运用提供相应的质量控制措施，使其符合标准的使用规范，尽量消除技术运用时存在的困点或难点。施工人员在技术进行质量控制时，应保证技术运用流程的规范性，按照规范步骤实现技术操作的精准落实，就能够使其更好地符合焊接需求。

## 4 结论

综上所述，低温工业管道施工中自动焊技术的运用十分重要，可以为低温工业管道施工的高质量开展提供可靠的技术支撑，通过对材料、设计、施工技术和管理都提出了远高于常温管道的高标准，确保施工的规范开展。尤其是在我国科学技术持续发展的背景下，自动焊技术也会得到相应的优化与创新，能够满足新时代低温工业管道施工的标准需求。LNG接收站也要明确自动焊技术的应用价值，可以通过精准控制焊接参数来保证焊缝质量，实现焊接效率的质量的全面优化。

### 参考文献：

- [1] 赵龙一,汪凤,路兴才,周聪,高雅楠,谌康,苏冠侨.X80管道自动焊环焊接头韧性离散性影响机理研究[J].热加工工艺,2025,54(24):198-205+212.
- [2] 杨大慎,刘剑,牛虎理,孙欣妍,张以诺.不同自动焊工艺下X80管道环焊缝性能对比分析[J].焊管,2025,48(07):60-66.
- [3] 李然辉.油气管道自动焊技术的发展探究[J].模具制造,2025,25(07):127-129.
- [4] 马小勇.管道自动焊碳钢实芯焊丝焊接工艺分析[J].全面腐蚀控制,2025,39(04):247-250.
- [5] 刘白云.石油化工管道施工中的焊接技术及质量控制研究[J].石化技术,2025,32(04):107-109.
- [6] 孙晓晨.全位置自动焊技术在国际大型石油化工装置中的应用[J].石油化工设备技术,2025,46(01):55-60+78.
- [7] 辛燕舞.自动焊技术在石油化工管道施工中的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(24):184-186.
- [8] 张宁辉.自动化焊接工艺在油气场站管道施工中的研究及应用[J].焊接技术,2024,53(09):37-40.