

压力管道焊接技术与质量控制探析

薛宁超

石家庄通合电子科技股份有限公司

摘要：压力管道是指输送流体的钢管，具有承压能力高、安全性能好等优点，最高压力 $>100\text{MPa}$ ，最大允许流速 $<0.1\text{m/s}$ ，介质为气体和液化气体，通常用在石油化工、电力、冶金以及其他工业领域。在安装压力管道的过程中需要进行焊缝，而焊缝的好坏直接影响着整个管线的成败。要实现压力管道的安装和焊接工艺，就必须从早期的材料选择、中间的执行，最后到后期的检测和维护，通过科学、合理的作业方式实现对压力管道的提高。然而，在焊接作业中也有很多缺陷，对于这种缺陷，有关的管理人员应该采取各种对策，防止危险的出现。本研究为压力管道焊接工程提供了全面的焊接工艺和质量控制方案，相关结论和观点对于焊接行业及工程实践具有重要的理论意义和实用价值。

关键词：压力管道；焊接；质量

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2022.11.177

引言

压力管道作为工业设备中的重要组成部分，在生产过程中起着非常关键的作用。从当前我国压力管道检测技术现状来看，仍然存在诸多问题与不足，需要进一步优化。本文旨在深入研究压力管道焊接技术和质量控制的关键性，并提供给工程师和焊接专业人员实用的指导，以确保工程的可靠性、持久性和安全性。

一、压力管道工作原理

压力管道工作原理较为复杂，需内外压力同时进行。在实际的安装过程中，由于受到外界环境以及施工质量等因素的影响，很容易导致压力管道出现泄漏问题。压力管道输送功能不仅限于流体，还具有一定的储油能力和储存空间，通过科学合理的流量设置能有效保证压力管道运行稳定，从而避免因压力管道泄漏所引发的安全事故。总的来说，压力管道工作原理为利用外压作用于管内介质，使其发生形变或者流动状态发生变化，进而实现对管道内部液体或气体物质的运输与控制。流通过程中，需保证每个环节之间相互协调配合，并不断调整参数，以达到理想效果。压力管道作为1种系统化的生产线，管道的连接性、密封性及安全性是保障整个系统正常运作的基础条件。无论哪个节点出现故障，都会直接影响到整体生产活动。之所以会出现风险，究其根本源于压力管道的特殊结构，它是1个封闭且结构复杂的容器，承受着巨大的外载荷和内应力作用。大部分压力管道材质为金属材料，虽具备较好的抗疲劳性能，但若长时间在高温高湿的工况下使用，极易产生裂纹甚至断裂，造成设备损坏和人身伤亡事故。另外，管道还要承受自然的侵袭，如雷电冲击、地震袭击、冻雨侵蚀等自然灾害。故而，要想确保压力管道安全运行，就必须从材料选择、设计制造工艺方面入手，

加强日常维护管理，降低各种不确定因素对压力管道使用寿命的不利影响。设计初期，就应考虑到管道使用过程中可能存在的隐患，制定完善的设计方案，防止日后因为安全隐患而引起严重后果。根据现场情况，合理布置管道敷设位置，尽量将危险区域消除在萌芽阶段，提高压力管道建设效率。最后，还应做好管道泄漏检测处理，及时排除潜在威胁。

二、压力管道安装的特点

压力管道作为一种特种设备，相比其他非特种设备管道，其安装特点也不同，主要表现在：（1）管道及元器件种类多。压力管道安装，除了涉及管道自身外，还包括安全保护装置、紧固阀门、节流器、过滤器等配件。由于我国生产压力管道的企业有很多，同时缺乏统一的生产标准，因此管道及其元器件种类与规格繁多。（2）施工复杂。由于石油是易燃易爆物，因此管道运输介质操作较为复杂，所涉及的管道系统构件很多，再加上管支吊架规格不同，因此在管道安装中需要从多方面考量。（3）焊接点数量多。由于管道安装空间有限，因此压力管道分布较为密集，同时预制深度有限，这就需要增加焊接工序实现管道连接。（4）技术要求高。根据管道选材确定焊接技术，由于管道在高温高压条件下运输介质，同时介质带有一定的腐蚀性。一般情况下，在高温介质传输应选用铬钼钢材管道，高腐蚀介质应选用不锈钢材料管道，由于管道材料的差异，所选择的安装技术也要随之调整。

三、压力管道安装中的焊接工艺

1. 工艺概述

压力管道是一种很特殊的、很重要的装置，广泛应用于人们的日常生活和社会生产。例如，在很多重工业中，煤气输送管道是非常关键的，另外，日常生活中所

用的天然气管道也是有压力的。压力管道的安装配置及后续维修均要求按照有关规范进行，整个管线的安装配置及运行监控等环节较为烦琐。在压力管道的施工中，焊接是非常重要的环节。为了使整个压力管具有较大的可变性和较大的自由，在其接合处和转向处一般都要进行焊接。根据不同的钢种、不同的焊接最低的温度，和真实的环境温度，来决定预热温度、低温焊接温度、预热时间等条件。在所有的参数设置完毕后，就可以进行对焊接工艺的实体操作了，其在实施的时候往往会受到一些障碍，在进行焊接前要进行好的检测，这样才可以进行专业的焊接。一般情况下，都是要在设计图上进行标准化表达，并经过确认后，方可执行。在焊接中，经常会用到很多与工程学有关的零件，而那些零件也必须经过检验和评估后，方可投入生产中，而对熔化液的处理也必须按照焊接技术规范来进行。特别是，要确保很多重要情况下的专用压力管道具有更强的耐受性、抗压性、承载强度和抗风险性，需要对安装工程的焊接质量进行改进，按照规范对各种参数进行严格的规定，最大限度地确保安装和焊接的完成，增强对压力管道的安全的认识，并进一步改进施工工艺。

2. 影响压力管道安装焊接工程质量的主要原因

压力管道的安装焊接工程的质量受到多种因素的影响，在实施的具体工作中，最主要的因素就是管道的材料，它与对焊接技术的评价有很大的联系。由于材料的耐受性能、耐温度、耐压力、承载力等各个方面都存在差异，因此，在采用一定的焊接强度时，就会导致温度或者其他一些原因超过了管道材料的具体要求，从而产生了一系列的安全问题，并且还会给整个的安装工作带来很大的破坏。另外，焊接方式和焊接质量也与材料有关，在不同的环境中，恒流电源、恒流电源以及外界的温度和水分都会发生变化，所以焊接方式也会发生变化。另外，焊接工人的服务品质和技术水准也是影响产品品质的一个主要原因，很多工程中的压力管道焊接工人都没有专门的作业资质，采用了比较粗暴的方法，这种方法不仅会损伤到管道，还不能提高产品的品质，因为焊接的材质和环境都会对产品品质产生一定的影响。通常所用的焊料有焊丝线和焊条。在此过程中，由于金属间的相互作用，使得金属间化合物与金属间发生了一定程度的相互作用，从而导致了金属间化合物间的相互作用。对于焊接的环境并没有特别的规定，不过，在具体的情况下，温度也经常会影响焊缝的品质以及最后的色泽。由于在焊缝进行时，会发生机械特性的变化，从而对焊缝的施工产生一定的影响。综上所述，对焊接质量有多方面的影响，要想真正保证焊接工作的高

效和最终的收益，就必须对各种影响因素进行合理的平衡。

四、压力管道焊接技术缺陷分析

1. 焊缝背面问题

焊接接头的质量和可靠性至关重要。其中一个常见的焊接技术缺陷是与焊缝背面相关的问题，这包括正确选择适当的接头，确保其与相邻部分的钝边大小、坡口形式以及组对间隙的匹配。这一步骤的关键在于确保焊接的几何形状和尺寸，确保焊接位置的准确性。如果组对不当或者焊接位置偏移，就容易导致焊缝背面出现问题。

2. 坡口和组对问题

坡口的选择和组对的准确性对于焊接接头的质量至关重要。如果坡口设计不合理或组对不准确，可能会导致焊接接头的几何形状和质量出现问题。对于坡口，需要根据具体的要求来选择合适的形状和几何参数。坡口的设计必须符合标准，以确保焊接接头的质量。合适的坡口尺寸和形状是焊接成功的关键因素之一，选择的时候应重点关注。另外坡口和组对的选择至关重要。不合理的坡口设计或组对错误都可能导致焊接接头的质量问题。必须精确地控制这些因素，以确保焊接接头的几何形状和质量。

五、压力管道焊接工艺质量控制措施

1. 未焊透、未熔合问题的质量控制

按照焊接规程的要求，精确控制坡口的尺寸和钝边的厚度。这有助于确保焊接的几何形状符合标准，从而减少未焊透和未熔合的风险。并在焊接过程中准确调整和控制电流、焊接速度以及焊接角度，以确保电弧方向正确，从而避免未焊透和未熔合问题。为了增加熔深，可以适度提高电流，但必须确保不超出焊接规范的范围，以防止焊接过度。根据具体情况调整组对间隙，减小钝边厚度，以确保焊接的质量。在焊接过程中，定期清理焊缝沟槽的熔渣，以确保焊缝的质量，并避免未熔合问题。

2. 气孔、夹渣问题的质量控制

为确保焊接质量，焊材必须在使用前严格按照相关规范进行烘焙处理，并在现场焊接前进行适当的电加热，以防止吸潮。在焊接操作中，避免不良气体的入侵。针对缺陷位置的打磨要采用砂轮处理。此外防风措施也至关重要，尤其是对于低氢型焊材。为减少夹渣问题，可以通过调整组对的间隙，选择适当的工艺参数，确保焊接电流足够大以保证熔深，但焊速不能太快。打磨焊道时要适度，不得过度削薄，还要清除焊接过程中可能产生的熔渣。

3. 烧穿、咬边问题的质量控制

为避免烧穿，加工坡口时应有满足焊接的钝边，将钝边厚度控制在2mm左右，打底焊接的电流比其他层略小。当仰焊和平焊时，需对熔池温度施以严格控制，切勿让其升至过高的水平，同时采用短弧焊的方式。为控制咬边问题，可以在焊接施工参数内选择略小的电流，让电弧长度更均匀。在最后一次金属填充时，母材表面要稍高一点，从而有效控制咬边问题，提高外观成型质量。

4. 选择合适的管道焊接方法

(1) 常见的焊接方式包括电弧焊、氩弧焊、埋弧焊、CO₂保护焊、氧-乙炔焊以及其他焊接方式。采用什么样的工艺，要根据管材的材质、介质、管径等因素来确定。(2) 一般采用氧-乙炔、氧-液化烃、氧-氢或类似的工艺，用于薄且小的管（小于57mm），铜、铝和它们的合金的焊接。其优点是：可实现两面均焊；但是，这种方法存在火焰温度低，热量分散，焊接变形大，焊接质量低等缺点。(3) 人工钨电极-氩弧焊工艺为：无铅合金钢管（单侧焊）及纯铜钢管。与传统的气焊、埋弧焊和电渣焊比较，该工艺的线能更小，金相组织更细，热影响区更小，焊缝更好。

5. 压力管道焊接过程中的质量控制工作

(1) 管道材料以及焊材质量控制。在管道的焊接过程中，必须有一个健全的品质管理体系，以确保管道的型号和规格符合设计要求。(2) 对焊接场地的材料的质量管理。在将焊接材料送入焊接场所后，需要有专门的管理人员，严格依照购买单中材料的规格、名称和数量等内容，对其进行了现场的确认，并将其同时进行了现场的验收。在完成了对焊缝的检验工作后，必须将焊缝的检验结果存放在仓库中，并按照焊缝的特点，进行相应的记录。如果所用材料的规格和型号不符合规定，则应及时更换。对于焊条，使用同一牌子的产品，不得超过4小时，不然要重新烘干。(3) 各个工序间的材料质控。在压力管道的安装中，一些材质是需要进行多道的，如焊接件、管材等，都需要进行一套开孔、除锈、酸洗、去油等。而阀门，仪表，配件等必须严格检查，清洗，脱脂，各个步骤之间也必须有防护措施，保证各个步骤之间的交接合格，防止二次污染。(4) 对焊接过程进行评估。在管道的安装中，要对管道的连接材料进行评估，以保证它能够被充分地遮盖。保证相关部门对焊接钢管材料的评价，对工艺的评价是全面的。对于焊接施工人员，要按照压力管道设计图纸的要求和相应的安装焊接标准和规定，做好焊接工艺的评价工作，并结合现场的具体条件，建立一个统一的焊接标

准。在焊接技术评价工作完成后，要根据焊接现场的具体情况，编制一份标准的，合格的焊接技术使用说明书。在进行压力管道的安装焊接前，要对焊接作业人员进行事先的技术指导，包括焊接材料、工艺参数、层间和热处理的温度、时间和材料的管理。此外，在焊接技术操作说明书中，应当预先标注出压力管道的号码，并相应地为焊脚准备坡口，质检人员应当根据焊缝尺寸、坡口和组装的需要，对焊接的整个过程做出较为全面的评估，并对各个环节进行了严密的监控，从而保证了焊缝的质量。(5) 焊缝返修作业。在压力管道的安装和焊接中，往往存在微小的焊缝，为了保证管线的施工品质，必须对其进行补焊。焊接接头的回补操作，通常应控制在两个范围内。如果焊接过程中使用了加热焊接的方法，也要立即进行焊接。

6. 选择合适的焊接操作技术人员

当前，在国内，大部分的工业企业中，仍未将智能的机器人进行焊接操作，仍需人工操作。所以，在压力管道中，作业工的素质就成了一个重要的指标。除此之外，因为压力管道对焊接技术有着很高的需求，因此，在选择焊接操作技术人员的时候，要做好员工的训练和管理工作，保证参与作业的技术人员能够对压力管道的焊接流程和工艺都熟悉，并且具有丰富的实际操作经验。此外，要加强对焊接技术人员的规范化作业的认识，让他们能够持证上岗，并按照压力管道的焊接标准来进行。

结束语

总而言之，在压力管道的安装中，对管道的焊接是一个很大的关键步骤，在安装和焊接的时候，很容易产生一些问题，很有可能会对整个设备造成很大的破坏。本文通过深入探讨压力管道焊接技术及其潜在缺陷，并提出相应的质量控制措施，可以提高焊接质量和工程可靠性。将有助于确保压力管道焊接工程的安全性和可持续性，为工程领域的发展和进步作出积极贡献。

参考文献

- [1] 赵瑞云, 于真真. 压力管道焊接缺陷成因及对策[J]. 化工管理, 2022(32): 140-143.
- [2] 张国银. 压力管道工程焊接技术与质量控制[J]. 居舍, 2020(27): 82-83.
- [3] 赵朝贵. 压力管道焊接技术与质量控制探究[J]. 居舍, 2020(26): 84-85.
- [4] 赵卫雄. 影响压力管道安装焊接质量的原因及其控制措施[J]. 化工管理, 2021(21): 30-31.
- [5] 李兵. 压力管道安装焊接工艺质量控制策略探讨[J]. 居舍, 2019(10): 181.