

# 压力钢管制作过程中的焊接工艺及其质量控制

杨明江

中国水利水电建设工程咨询西北有限公司 陕西 西安 710100

**摘要:** 随着现代工业的飞速发展,压力钢管在各类工艺流程中的应用愈发广泛。焊接,作为压力钢管制作中的核心技术之一,对于确保钢管的密封性、强度以及整体性能具有至关重要的作用。本文将从焊接工艺的角度出发,详细探讨压力钢管制作过程中的焊接技术,并针对其质量控制进行深入分析,以期对相关行业提供更为详尽的理论支持和实践指导。

**关键词:** 压力钢管; 焊接工艺; 质量控制

## 引言

在现代工业生产中,压力钢管以其独特的优势被广泛应用于石油、化工、电力等多个领域。作为一种重要的流体传输设备,其制作过程中的焊接环节尤为重要。焊接质量的好坏不仅直接影响到钢管的使用寿命和安全性,还关乎整个工艺流程的稳定性和效率。因此,对焊接工艺及其质量控制进行深入、具体的研究,显得尤为迫切和重要。

## 1 压力钢管的焊接工艺分析

### 1.1 焊接前准备

在压力钢管的焊接工作启动之前,充分的准备工作是确保焊接质量的第一步。这一环节涉及多方面的细致考量与严格操作。首先,对钢管的清洁工作至关重要。钢管表面附着的油污、锈蚀和其他杂质都可能是焊接质量的潜在威胁。这些杂质在焊接过程中可能引发气孔、夹渣等缺陷,严重影响焊缝的强度和密封性。因此,必须采用适当的方法和工具,如砂纸打磨、化学清洗等,彻底清除这些表面污染物。其次,焊接材料的检验同样不容忽视。焊条、焊丝等焊接材料的质量直接关系到焊接接头的性能和可靠性。在焊接前,必须对这些材料进行严格的质量检查,确保其化学成分、直径、长度等关键参数符合国家标准或行业规范。任何不符合要求的材料都应被及时剔除,以免对焊接质量造成不良影响<sup>[1]</sup>。最后,对焊接设备的全面检查也是准备工作中不可或缺的一环。焊接设备的性能状态直接影响到焊接过程的稳定性和焊缝的质量。在焊接前,应对焊接电源、焊枪、送丝机构等关键部件进行细致的检查和调试,确保其处于良好的工作状态。同时,还应备足必要的易损件和备件,以便在焊接过程中出现故障时能够及时更换,确保焊接作业的连续性。

### 1.2 焊接方法选择

在压力钢管的焊接过程中,选择合适的焊接方法至关重要,它不仅关系到焊接质量,还直接影响到生产效率和成本。不同的焊接方法有其独特的适用场景和优势,因此必须根据钢管的材质、规格以及具体使用要求进行精准选择。手工电弧焊,作为一种传统的焊接方法,因其设备简单、操作灵活而被广泛应用于小型项目或现场维修工作中。这种方法特别适用于那些难以使用自动化设备的场合,而且它对操作人员的技能要求相对较高,但在熟练掌握后,能够灵活应对各种复杂的焊接需求。气体保护焊,则以其高效、高质量的焊接效果在现代工业生产中占据了重要地位。在这种方法中,通过向焊接区域输送保护气体,有效地防止了焊缝与空气的接触,从而减少了氧化和污染的可能性。这种方法特别适用于大规模生产,能够显著提高生产效率和焊接质量,因此在制造业中得到了广泛应用。埋弧焊,是一种自动化程度较高的焊接方法,特别适用于厚壁钢管的焊接。在这种方法中,焊丝和焊剂被自动送入焊接区域,通过电弧的热量完成焊接过程。由于埋弧焊的焊接速度快、焊缝质量高,且能够实现连续作业,因此在大型工程中具有显著的优势。在选择焊接方法时,除了考虑钢管的材质和规格外,还需综合考虑生产效率、成本预算以及操作人员的技能水平。

### 1.3 焊接参数设置

在焊接过程中,焊接参数的设置对于确保焊接质量和效率起着至关重要的作用。这些参数主要包括焊接电流、电压以及焊接速度,每一项都需要根据特定的焊接任务进行精细调整。焊接电流的大小直接影响到焊缝的熔深和熔宽。较大的电流会增加熔池的热量输入,使得焊缝熔深增加,但过大的电流也可能导致焊缝过热,产生焊接变形或内部应力,甚至可能烧穿材料。相反,电流过小则可能导致焊缝未完全融合,影响接头的强度和

密封性。焊接电压的高低则关系到电弧的稳定性和焊缝的外观质量。合适的电压能够确保电弧稳定燃烧,使得焊缝表面光滑、均匀。电压过高可能导致电弧不稳定,产生飞溅,影响焊缝质量;而电压过低则可能使得电弧难以维持,导致焊接过程中断。焊接速度也是影响焊接质量和效率的关键因素。较快的焊接速度可以提高生产效率,但也可能导致焊缝内部质量下降,因为过快的焊接速度可能使得熔池中的气体和杂质无法及时逸出,从而形成气孔或夹渣。相反,过慢的焊接速度则可能导致焊缝过热,增加焊接变形的风险<sup>[2]</sup>。在设置这些参数时,必须根据所选的焊接方法、材料的厚度以及接头的具体形式进行综合考虑。例如,对于厚壁钢管的焊接,可能需要使用较大的电流和较低的焊接速度以确保焊缝的熔深和质量;而对于薄壁钢管,则可能需要使用较小的电流和较高的焊接速度以防止材料烧穿。

#### 1.4 焊接过程控制

焊接过程控制是确保焊接质量的核心环节,它涉及到对焊接变形、裂纹等潜在缺陷的严格控制。这一过程需要综合考虑多个因素,包括焊接顺序、预热与缓冷措施以及焊接过程中的质量检测。合理的焊接顺序对于减少焊接变形至关重要。在焊接前,应对焊缝进行合理布局,按照优化的顺序进行焊接,以减少热量的局部积累和应力的产生。通常,建议从中心向两侧或从一端向另一端进行焊接,以避免焊缝处出现过大的热应力。预热措施是防止焊接裂纹产生的关键。特别是对于高强度钢或厚壁钢管的焊接,预热可以有效减少焊接过程中产生的温度梯度和冷却速度,从而降低焊接接头的残余应力。预热温度应根据材料的类型和厚度来确定,通常在100到300摄氏度之间。通过预热,可以确保焊接区域在焊接过程中保持相对均匀的温度分布,减少裂纹的产生。缓冷措施同样重要。焊接完成后,应采取适当的缓冷方法,使焊缝缓慢冷却,以避免因快速冷却而产生的内部应力。这可以通过使用保温材料覆盖焊缝区域或使用专门的缓冷设备来实现。缓冷过程中,应密切关注温度变化,确保冷却速度控制在合适的范围内。

### 2 压力钢管焊接质量控制的关键环节

#### 2.1 焊接材料筛选与检验

在压力钢管的焊接过程中,焊接材料的质量直接关系到焊接接头的性能和整个钢管结构的安全性。因此,对焊接材料进行严格的筛选与检验是至关重要的环节。首先,焊接材料的化学成分必须符合相关国家或行业标准。这是因为化学成分直接影响到焊接接头的强度、韧性、耐腐蚀性等关键性能。例如,碳含量过高可能导致

焊缝脆化,而硫、磷等有害元素的超标则可能降低焊缝的塑性和韧性。因此,必须对每一批次的焊接材料进行化学成分分析,确保其符合规定要求。其次,焊接材料的机械性能也是筛选与检验的重点。这包括抗拉强度、屈服强度、延伸率等指标。这些指标直接反映了焊接接头的承载能力和变形能力。为了确保焊接接头的质量,必须对焊接材料进行力学性能测试,确保其满足设计要求。此外,焊接材料的工艺性能也不容忽视。良好的工艺性能可以保证焊接过程的稳定性和焊缝的外观质量。例如,焊条的引弧性能、熔渣的流动性以及焊缝的脱渣性等都属于工艺性能的范畴。在筛选与检验过程中,应对这些性能进行综合评价,选择最适合当前焊接任务的焊接材料<sup>[3]</sup>。最后,值得一提的是,焊接材料的筛选与检验不仅要在材料入库前进行,还应在焊接过程中定期抽检。这是因为焊接材料在储存和使用过程中可能受到环境因素的影响而发生质量变化。通过定期抽检,可以及时发现并处理潜在的质量问题,确保焊接接头的质量和安全性。

#### 2.2 焊接工艺制定与优化

在压力钢管的制造与安装过程中,焊接工艺的合理性对焊接质量起着决定性作用。为了确保焊接接头的强度和密封性满足设计要求,必须对焊接工艺进行精细制定与优化。首先,焊接工艺的制定应基于深入的材料分析。不同材料的热导率、熔点、热胀冷缩系数等物理特性各异,这些特性直接影响到焊接过程中的热量分布、熔池形成和焊缝冷却行为。例如,对于高导热率的材料,需要更高的焊接能量输入以确保焊缝的充分融合;而对于热胀冷缩系数较大的材料,则需在焊接后采取适当的缓冷措施,以减少焊接变形和裂纹的产生。其次,接头的形式和尺寸也是制定焊接工艺时必须考虑的重要因素。不同形式的接头(如对接、角接、搭接等)对焊缝的受力状态和融合质量有着显著影响。同时,接头的尺寸(如板厚、管径等)也直接关系到焊接过程中热量传递和分布的效率。因此,在制定焊接工艺时,应根据接头的具体形式和尺寸来调整焊接参数(如电流、电压、焊接速度等),以确保焊缝的均匀性和强度。此外,生产环境对焊接质量同样具有重要影响。例如,在潮湿或低温环境中进行焊接时,需采取额外的预热和保温措施以防止焊缝中产生气孔和裂纹。同时,还应考虑生产现场的通风和除尘条件,以减少焊接过程中有害气体的积聚和飞溅物的扩散。优化焊接工艺不仅涉及对各项焊接参数的精细调整,还包括对焊接顺序、预热与缓冷措施、焊后热处理等辅助工艺的改进。通过综合运用

这些优化措施,可以进一步提高焊接接头的质量和可靠性,确保压力钢管在长期使用过程中的安全性和稳定性。

### 2.3 焊接操作人员培训与考核

在焊接质量控制中,焊接操作人员的技能水平和专业素养起着至关重要的作用。为了提升焊接质量并减少人为因素导致的焊接缺陷,必须对焊接操作人员进行专业的技能培训,并辅以定期的严格考核。针对焊接操作人员的培训,应涵盖理论与实践两个方面。在理论培训中,重点应放在焊接原理、材料科学、焊接工艺以及焊接安全等方面。操作人员需要深入理解焊接过程中的物理化学反应,以及不同材料在焊接过程中的行为特性。此外,对于各种焊接方法(如手工电弧焊、气体保护焊、埋弧焊等)的原理和操作要点,也应有详尽的讲解和示范。在实践培训中,操作人员应有机会在专家的指导下进行实际操作。通过不断地练习和经验积累,他们应能熟练掌握各种焊接技巧,包括焊条的选用与保管、焊接电流与电压的调节、焊接速度与角度的控制等。同时,对于焊接过程中可能出现的问题(如焊缝不直、焊渣未清理干净等)及其解决方案,也应有充分的了解和实践。在培训结束后,定期的考核是确保操作人员技能水平持续提升的关键。考核内容应既包括理论知识测试,也包括实际操作评估。通过理论知识测试,可以检验操作人员对焊接原理、工艺和安全知识的掌握程度;而实际操作评估则能更直观地反映他们的技能水平和应对突发情况的能力。此外,为了激励操作人员不断提升自身技能,可以将考核结果与绩效挂钩,设立相应的奖励机制。这样不仅能增强操作人员的责任感和质量意识,还能在团队中形成良好的学习氛围和竞争机制。

### 2.4 焊接质量检测与把控

焊接质量检测是确保焊接质量的关键环节,它不仅关乎产品的性能,更直接影响使用安全。在焊接完成后,必须对焊接接头进行全面的质量检测,这一过程涉及多个维度和多种技术手段。首先进行的是外观检查。这一步骤虽然基础,但至关重要。检查人员需对焊缝的

平整度、宽度、余高以及焊波等进行细致的观察和测量。任何不规则、裂纹、夹渣或未熔合等表面缺陷都应被记录下来,并作为质量评估的重要依据。紧接着是无损检测,它能够在不破坏焊接接头的情况下,探测其内部可能存在的缺陷。常用的无损检测技术包括X射线检测和超声波检测。X射线检测可以清晰地显示出焊缝内部的夹渣、气孔或裂纹等缺陷;而超声波检测则通过声波在材料中的传播特性,来识别和定位内部的不连续性。最后是力学性能测试,这是评估焊接接头机械性能的关键步骤。拉伸试验、弯曲试验和冲击试验等是常用的力学性能测试方法。这些试验能够模拟焊接接头在实际使用中可能遇到的受力情况,从而评估其强度、韧性和抗冲击能力是否满足设计要求<sup>[4]</sup>。这一系列严格的检测流程,确保了每一个焊接接头的质量都符合高标准。只有经过这一系列检测,并确保所有检测指标均达到或超过规定要求,才能判定焊接接头质量合格,从而保障整体结构的安全性和可靠性。

### 结语

本文通过对压力钢管制作过程中的焊接工艺及其质量控制进行深入研究,揭示了焊接工艺的关键环节和质量控制的重要性。随着科技的不断进步和工业的持续发展,我们期待未来能有更多新技术、新材料应用于焊接领域,进一步提升压力钢管的焊接质量和效率。同时,智能化、自动化的焊接技术也将成为未来发展的重要趋势,为压力钢管制作行业的持续创新和升级提供有力支持。

### 参考文献

- [1]崔晨曦,鲁永宏,郭金萍.大中型水电站压力钢管焊接技术及缺陷分析[J].人民黄河,2021,43(S2):160-161.
- [2]杨梦伟.某电站压力钢管焊接质量控制浅析[J].安装,2022(S2):100-102.
- [3]赵朝贵.浅谈压力管线的焊接工艺和质量控制.中国建筑学报,2020(2):84-85,44.
- [4]韩宁.浅谈压力管线的焊接工艺及质量管理.农业科技资讯,2020(11):117-118.