

压力管道焊接技术要点与质量控制实践

滕云杰（山东省特种设备检验研究院集团有限公司，山东 济南 250101）

摘要：压力管道在工业领域扮演着至关重要的角色，其主要作用在于输送物料，尤其在化工生产中。工业领域生产环境相对来说非常复杂又比较多变，所以对压力管道的整体要求比较高，压力管道要既稳定又安全，达到该目标的前提要提高压力管道的焊接质量，如果焊接质量不合格，压力管道的使用寿命会缩短，运行过程中也可能出现问题。基于此，探究压力管道的焊接技术要点和质量控制策略尤为重要。

关键词：压力管道；焊接技术；要点；质量控制

0 引言

压力管道影响工业生产质量，也关系到城市基础设施的建设，在压力管道施工中，焊接是非常重要的内容，只有保证焊接质量达到预期的要求，才能确保压力管道运行过程安全且稳定。一旦焊接不达标，压力管道会出现问题，进而引发各种事故，比如流体介质泄漏或爆炸，轻则造成经济损失，严重时可能导致人员伤亡，或是破坏生态平衡。由此可见，保证压力管道焊接质量具有极其重要的现实意义，对该课题展开研究也非常有必要。

1 压力管道焊接技术要点与质量控制的重要性

从安全方面来讲，压力管道运输的物质通常是易燃易爆，或是高温高压的，如果压力管道的质量不合格，势必引发一系列的重大安全事故，比如爆炸、泄露等等，除了造成财产损失之外，也可能导致人员伤亡。比如压力管道传输化学品，类型多、危险系数大，但是焊接接头有缺陷，比如裂纹较多、大量气孔，在工作的过程中，随着时间推移，各种问题会被放大，进而造成爆炸或泄漏。据有关数据显示，在所有的压力管道事故之中，因为焊接缺陷而造成的事故占比有60%左右。所以，控制好压力管道的质量是特别关键的，可以使安全事故发生概率下降、相关工作人员的安全得到保障^[1]。

从经济层面来看，采取高质量的焊接技术可以使得压力管道质量更高，适当延长其使用寿命，使维护更新成本下降。压力管道安装阶段需要投入大量资金，维护阶段亦是如此，整体成本支出较高，如果焊接过程中没有遵守相关规定和要求，致使焊接质量不理想，那么就会增加压力管道的更换或维修频率，而这样会增加企业的经济压力。以大型压力管道为例，建设成本通常超过了上亿元，如果出现以上问题，应用几年就要更新，企业的施工成本高、直接材料成本增加、

日常生产也无法运行，间接增加了损失。控制好焊接质量以及把控好技术要点可以让压力管道的寿命延长，保障压力管道正常使用，企业成本支出减少，则经济效益增加。

从环保的层面来看，目前可持续发展理念早已深入人心，各行各业都基于可持续理念运行，过去以牺牲环境为代价的经济发展模式已经不再适用，因为不仅会影响环境质量，而且会威胁子孙后代的生存与发展。压力管道的泄漏或爆炸会对环境带来负面影响，控制好焊接质量及采用合理的焊接技术能够让安全事故的发生概率下降，防止有毒、有污染的物质流入水源或土壤中，减少对环境的污染，实现环保目标。

2 压力管道焊接技术要点与质量控制中存在的问题

结合目前压力管道焊接现状来看，实践中总是会出现各种各样的问题，保证不了压力管道的正常使用，问题表现在以下几方面：

首先，选材不合格。不同压力管道的材质要求存在差异，输送介质对材料的要求也存在或多或少的不同，直接选用同样的材料必然会影响焊接接头的强度以及耐腐蚀性能。部分压力管道要求比较特殊，工作人员应当精选焊接材料，否则就会导致接头开裂、腐蚀等^[2]。

其次，焊接工艺参数不合理。压力管道的工艺参数非常复杂，比如电压、电流等等，这些参数都会直接影响焊接质量，以其中的电流为例，如果过大，焊接过程中会出现气孔问题，反之，会导致压力管道没有焊透。再例如电压，无论过高或过低，都会影响焊接质量。

最后，焊接人员能力不足。压力管道的焊接需要由专业人员进行，这是确保焊接质量的前提，但是通过了解实际情况发现，焊接人员素质参差不齐，技术水平差异也比较大，如果在实践过程中无法娴熟使用

焊接技术，则会影响焊接质量，进而导致压力管道投入使用之后出现各种问题。

3 压力管道焊接技术的要点分析

3.1 手工电弧焊

在压力管道的焊接中，手工电弧焊使用频率非常高，它是一种比较普遍且常用的方式，其优势在于操作非常便利、装置比较简单、适用性较好。在使用该技术时，前提是要根据施工需求选择合适的焊条，务必从多个维度来定，包括管道的材料、输送介质以及厚度等等。对于压力较低的管道来说，J422 焊条更加合适，在确定焊条直径时，要重点关注管道的厚度，如果其厚度没有大于 6mm，那么最佳的焊条直径应该是 2.5mm，如果厚度大于 6mm，但是没有超过 12mm，最佳的焊条直径应该是 3.2mm，若是厚度已经大于 12mm，此时则应优先选择直径是 4mm 的焊材。

在焊接之前，还需要对管道的坡口进行清理，防止其中有任何杂物，必须控制好坡口的形式与大小。通常情况下，坡口的角度和盾边的厚度应该维持在 $30^{\circ} - 45^{\circ}$ 之间以及 0.5–2mm 之间。在正式进行焊接时，要想让焊接质量达到预期的要求，务必控制好以下指标，分别是焊接速度、电流与电压。设定电压时要重点关注管道厚度以及焊条直径，最佳范围是 80 安培到 200 安培。电压应控制在 20V–30V 之间，焊接速率每分钟应控制在 8–15cm。

此外，焊接工作结束之后，要及时对外观展开检测，检测时要使用合理的方法，比如超声波检测、射线检测，若有问题，比如气孔或裂缝，必须在第一时间解决。力学性能测试也不容忽视，该阶段要进行弯曲试验以及拉伸试验，在任何指标不合格时，都应及时调整直至达标为止^[3]。

3.2 氩弧焊

氩弧焊方法应用范围也较广，该技术可以细分成两种类型，其中之一是钨极氩弧焊 (TIG)，另外一种是熔化极氩弧焊 (MIG)。对于前者而言，如果管道直径较小、厚度也比较低，则应该优先使用该方法，反之，若是管道的直径比较大、厚度也相对较高，则要使用 MIG。在焊接过程中，必须根据实际情况选择适当的氩气，要控制好其纯净度，以保证质量。应参考喷嘴直径、焊接电流、焊接速度等调整氩气流速，通常来说，每分钟的流速应达到 8–15L。

焊接之前同样需要将管道坡口处理干净，根据管道材质与厚度等指标设定坡口形式和大小，清理过程

中除了关注杂质以外，还要清洁油污和铁锈。在正式焊接时，同样需控制好各项关键指标，例如电流，要参考喷嘴及厚度等确定，通常要控制在 50–300 安培。电压要达到 10–20V，速率要达到每分钟 10–30cm。焊接结束之后的检测工作不容忽视，要重点检测外观以及表面质量，有问题及时更正，力学性能检测与手工电弧焊的检测相同。

4 压力管道焊接技术质量控制策略

4.1 焊前准备的检验

焊接准备阶段的工作会直接影响最终的焊接质量，要想让压力管道的焊接质量达到标准，就必须严格把关焊前准备，具体建议如下：

4.1.1 要严格检验焊接材料

压力管道焊接中涉及各种各样的材料，比如焊丝、焊条、保护气体等，不同焊接材料都有对应的质量证明书，相关单位和工作人员务必进行全面核对，确保所有的材料都符合要求。就其中的焊条而言，必须重点关注其外表，发现是否存在脱皮或潮湿现象。例如，焊条的直径是 3.2mm，那么要杜绝表面出现任何瑕疵，包括气泡和裂痕，四周还必须包裹药皮。再例如保护气的检测，为了提高检验效率，可以使用专门的气体分析仪，如果氩气纯度没有达到 99.99%，必须更换材料。

4.1.2 检验焊接设备

压力管道焊接中需要用到多种多样的设备，如果设备质量不合格，焊接质量同样会受到影响，所以对焊接设备进行检验非常有必要。例如检验电焊机，要重点关注电压、电流，确保其稳定性以及调节灵活性。再比如氩弧焊机，检验时要重点关注氩气流量调节器、高频引弧装置，确保所有设备的精度合理。

4.1.3 检验管道

管道检验时需重点关注大小、材质、规格，还要对表面进行检查，避免表面出现杂质或铁锈以及油污等。接下来要检查坡口，要重点关注其大小和形态，各项指标都要符合焊接要求。如果管道壁厚度达到了 10mm，最佳的坡口设计应当是 V 型的，同时要控制好坡口的角度，一般为 35 度，钝边厚度是 1.5mm。焊接环境也会影响焊接质量，检验焊接环境时要控制好场地的温度以及湿度，前者必须超过 5°C，而后者要控制在 90% 以内，此外，要控制好风速，应当在 2m/s 的水平。在焊接环境不符合焊接要求时，施工单位应该使用科学合理的措施调整，比如温度过低时可

以选择升温。

4.2 焊接过程参数监测

要提高压力管道的焊接质量，必须全面监测焊接过程的各项参数，建议如下：

第一，电流的监测，对于手工电弧焊、氩弧焊、气体保护焊技术而言，电流应该被分别限制在以下范围内，即 120–160 安培、80–150 安培、150–250 安培。为了让监测结果更精准，可以使用电流表。

第二，焊接电压的监测，过大或过小的焊接电压都是不可取的，所以需要科学调节电压。对于手工电弧焊、氩弧焊、气体保护焊技术而言，电压应该分别被限制在以下范围内，即 22–26V、10–15V、20–28V。

第三，焊接速度的监测。电压表的主要功能在于对电压进行实时监测，将该指标控制在合理的范围内，为提高焊接质量打好基础。一般，焊接速度也会影响焊接质量，在速度过快情况下，焊接缝的宽度会比较小，同时熔深也达不到预期。在速度太慢的情况下，焊接缝的宽度会比较大，还会造成热影响区过大。由此可见，控制好焊接的速度非常重要，单位可以使用专门的电压力表进行监测，对于手工电弧焊、氩弧焊、气体保护焊技术而言，焊接速度应该分别被限制在以下范围内，即每分钟 12–15cm、每分钟 10–18cm、每分钟 20–30cm。除了使用电压表之外，为了更有效的监测焊接速度，还可以应用刻度尺或者计时器，让监测效率更高。

第四，保护气体流动情况的监测。保护气体的流量也是影响焊接质量的一项关键要素，流量过大或过小都会影响最终的焊接质量。对于氩弧焊技术而言，要高度重视氩气的速度监测，通常情况下，每分钟应该控制在 8–15L。而对于气体保护焊技术来说，则需要重点监测保护气体的流速，该指标应该控制在每分钟 10–20 L。

4.3 控制好焊接速度

焊接速度也对压力管道的焊接质量具有影响，所以要提高焊接质量，必须将焊接速度控制在合理的范围内。分解速度影响的指标主要包括焊接热输入、焊接成型质量等等。控制焊接速度的建议如下：

第一，在使用手工电弧焊技术的过程中，控制焊接速度方法是：如果压力管道的直径达到了 100mm，在焊接速度大于每分钟 20cm 的情况下，压力管道可能并没有完全焊接，焊接质量并不达标。但是如果焊

接速度对过慢，同样会引发各种问题，比如管道变形、热影响区扩大等等。总之，焊接时要控制好速度，每分钟最低要达到 12cm，最高不能超过 15cm。当然，还可以适当的增加焊接电压或降低焊接电流，在增速的过程中，可以使用更高的运条速度。

第二，对于氩弧焊技术而言，如果压力管道的厚度达到了 10cm，但焊接速度没有达到每分钟 8cm 的时候，焊缝就会有非常明显的热影响，区域会比较大，不仅如此，这样的焊接速度还可能导致压力管道被腐蚀。所以，为了保证焊接质量达到预期，控制焊接速度时要参考材料情况，也要关注材料的厚度以及使用科学的焊接方法。焊接时每分钟最低要达到 10cm，最高不能超过 18cm。此外，也可以增大焊接电流或增大氩气流量，在控制速度时，可以采用匀速焊接手法。

第三，根据目前的焊接速度控制情况来看，许多单位比较倾向于使用自动化焊接设备，该设备能够帮助工作人员减轻压力，使控制的效果更好，焊接速度稳定一致。例如数控焊接机器人，该设备比较常用，如果应用该设备控制速度，设备中预设好了焊接程序，能够对焊接速度进行自动调节，让焊接质量达到既定的目标。总之，要确保焊接工艺质量，前提是要控制好速度，才能让压力管道力学性能及成型质量等更好，保证在投入使用后正常运行。

5 结语

伴随着社会各行各业竞争愈演愈烈，压力管道的焊接质量要求不断提高，只有持续优化焊接流程与技术，控制好焊接过程中的要点，才能让焊接质量更好。鉴于目前压力管道焊接仍存在各种各样的问题，相关单位必须正视问题，并对问题展开全面详细的剖析，指出问题出现的原因，并针对每一个问题提出对应的解决方案，同时在实践过程中选用合理的焊接技术和设备，在提高压力管道焊接质量方面付出持续性的努力，满足工业生产需求，促进相关行业可持续发展。

参考文献：

- [1] 郭啸晨 . 压力管道焊接技术要点与质量控制实践 [J]. 世界有色金属 ,2024(20):226-228.
- [2] 丁斌 , 林治鹏 , 林稳 . 压力管道工程焊接技术与质量控制研究 [J]. 造纸装备及材料 ,2024,53(06):109-111.
- [3] 贾振超 , 刘旭 , 吴荷祥 . 压力管道焊接技术与质量控制探析 [J]. 山西冶金 ,2024,47(01):233-234.