

# 浅析锅炉压力容器的焊接工艺与质量管理

杜红卫

国家能源集团煤焦化有限责任公司西来峰分公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i11.7381

**[摘要]** 随着工业领域的不断发展和进步，对于焊接技术的要求也越来越高。这就需要加强对焊接技术的研究和探讨，促进压力管道工程焊接技术水平的提高，保障管道系统的安全运行。

**[关键词]** 锅炉压力容器；焊接工艺；质量管理

## Analysis of Welding Process and Quality Management of Boiler Pressure Vessels

Du Hongwei

Xilaifeng Branch of National Energy Group Coal Coking Co., Ltd

**[Abstract]** With the continuous development and progress of the industrial field, the requirements for welding technology are also increasing. This requires strengthening research and exploration of welding technology, promoting the improvement of welding technology level in pressure pipeline engineering, and ensuring the safe operation of pipeline systems.

**[Key words]** boiler, pressure vessel; Welding process; Quality Assurance

### 引言

锅炉具备承压功能，运行中一旦有故障产生，可能引起严重的爆炸等事故，不仅经济损失巨大，且会引起人员伤亡的情况。为控制锅炉质量问题发生的概率，在制造环节中必须妥善把控制造工艺，重视工人责任、安全意识的提高，按照规定工艺要求严格把控整个制造环节，提高锅炉制造质量。

### 1 锅炉制造及焊接技术

#### 1.1 锅炉制造概述

锅炉是一种转化热能的设备，通过燃烧室、受热面管道，将水加热转化成热水和蒸汽。利用蒸汽动力装置转化为机械能。它广泛应用于供暖、发电等领域。它的制造过程包括设计、选材、加工制造阶段、组装与检验、安装与调试、试运行与验收等步骤。质量控制从始至终贯穿整个制造过程，因此需要建立健全质量管理体系。此外，在设计、制造过程中，工作人员需严格遵守相关法律、法规、规章和行业标准的要求，有效保证锅炉的制造质量。

#### 1.2 锅炉制造焊接技术

从锅炉压力容器的制作、生产过程分析，焊接质量对锅炉的生产质量起着至关重要的影响。而焊接技术决定了焊接质量优劣。由于我国焊接技术发展较晚，因此以往经常出现锅炉质量不达标的情况，加上焊工的专业性不高、技术水平较低等，易引发锅炉生产事故。这不会造成一定的经济损失，而且可能会出现人员伤亡。经过多年的发展，我国焊接技术不断进步，自动化焊接技术不断普及应用，为锅炉生产保质保量奠定了基础，同时大大提升了产品性能。

### 2 锅炉压力容器的焊接工艺

#### 2.1 焊前预热和焊接材料选择

焊前预热是指在进行焊接前，通过加热工件局部或整体使其达到一定温度的过程，其目的是为了减小焊接接头的冷却速度，避免产生淬硬组织，减小焊接应力和变形。在压力容器焊接中，预热是不可或缺的环节，因为压力容器在工作中承受着巨大的压力和应力，如果焊接时没有进行预热，会导致焊缝和周围材料的热应力差异过大，容易引起裂纹和变形。尤其是锅炉制造中经常会用到高合金耐热钢，预热可以使焊接材料的组织变得更为均匀，减少硬化层的形成，提高焊接接头的韧性和耐腐蚀性，增加焊接接头的寿命。在选择焊接材料时，需要考虑基础材料和填充材料。基础材料是指要进行焊接的工件材料，填充材料是指用来填充焊缝的材料，两者的选择对焊接质量和性能有着重要的影响。根据压力容器的工作环境和要求，选择适当的基础材料可以提高焊接接头的强度和耐腐蚀性，确保压力容器的安全运行，并且还需考虑其力学性能、化学成分以及耐腐蚀性等因素。选择填充材料则需考虑与基础材料的相容性和匹配性，它应具有与基础材料相似的力学性能和化学成分，以保证焊接接头稳定，并且还应考虑其可焊性和易操作性，以便焊接过程的顺利进行。

#### 2.2 焊接工艺选择

焊接工艺是指在焊接过程中使用的具体方法和技术，常见的焊接方法包括：手工电弧焊、气体保护焊、埋弧焊等。手工电弧焊是一种较为传统的焊接工艺，使用电弧将焊条与工件进行熔合，适用于各种材料的焊接，操作简单灵活。气体保护焊是利用保护气体将焊接区域与外界隔离，常见的有惰性气体保护焊，氩弧焊是应用最广泛的惰性气体保护焊。它能够保护焊缝不受周围气氛的影响，能提高焊接质量，适用于有色金属和黑色金属的高品质焊接。埋弧焊是电弧在焊剂层下燃烧进行焊

接的方法，具有高效、高质量的特点，适用于大型钢结构和压力容器的焊接作业。对比各种焊接工艺，它们各具优缺点。手工电弧焊操作简单易学，适用于各种材料和各种位置的焊接，但较为繁琐且产生大量的飞溅和氧化物，对焊工的技术水平要求极高。气体保护焊可提供良好的焊接质量和良好的外观，但需要专用的设备和保护气体。埋弧焊具有高效、高质量的特点，适用于大型的钢结构和压力容器焊接，但需要较为复杂的设备和自动化系统。在压力容器焊接中，需要根据实际情况选择适合的焊接工艺，合理平衡焊接质量、生产效率和成本，以确保焊接接头的质量和安全性。

### 2.3 焊接工艺参数控制

焊接工艺参数直接影响焊接接头的质量和性能。焊接工艺参数控制包括焊接电流、电压、焊接速度和焊接温度等参数的调节和监控。在实际焊接中，需要根据焊接材料的类型、厚度和焊接位置等因素，合理设定焊接工艺参数。选择合适的焊接电流和电压、控制好焊接速度是确保焊接接头质量的基本保障。同时，根据焊缝的设计要求调整焊接层间温度和预热温度，以确保焊接接头的组织结构和力学性能符合标准要求。采用先进的焊接设备和自动化焊接技术，对焊接参数进行精准控制和实时监测，能够有效提高焊接质量和生产效率。因此，焊接工艺参数的合理控制对于提高压力容器的焊接质量至关重要，关乎设备的安全可靠运行，同时也关系到人员的安全和环境的影响。

### 2.4 打底层焊接

打底层焊接是焊接接头的第一道工序，决定了整个焊接接头的密封性和安全性。高质量的打底层焊接，能够有效地防止管道内部介质腐蚀和泄漏，确保管道的正常安全运行。通过打底层焊接，控制根部焊缝的余高，确保焊接接头的强度和稳固性，有效承受着管道内部介质的压力，从而提高管道的承载能力和减少介质阻力。要获得高质量的打层焊接，就要确保焊接电流、电压、焊接速度等焊接参数的稳定和准确，选择合适的焊接方法和焊接材料，注意焊接工艺和焊接技术，确保焊接过程的稳定性和可靠性。如果打底层焊接出现质量问题，就会导致焊缝出现缺陷，进而导致安全事故的发生。在试焊过程中，需要确认焊接设备的工作状态，做好气体的保护工作，监控环境中湿度、风速，对焊接参数以及操作方法进行控制，确保具有良好的焊接环境。通过打磨坡口和焊缝，可以清除焊接过程中产生的气孔、夹杂、咬边等缺陷。

## 3 锅炉压力容器的焊接质量控制

### 3.1 加强焊接前的质控

第一，加强对焊接材料的质控。检查焊接材料是否具有质量合格证明、是否符合使用标准，并且购入后应注意材料的储存。例如，要保持储存环境干燥、通风，并对其进行防腐预防工作等。第二，加强对焊接设备的管理。需要安排专业人员按照相关规范要求管理设备，定期检查、维护保养设备，避免设备提前老化，保持其具有良好的稳定性。同时，需要及时处置老旧、质量不达标的设备，确保设备在生产过程中保持良好的工作状态。第三，加强焊条管理工作。需要安排专门人员管理

焊条，做好焊条分类工作，并依次进行标号，以便焊条按照先入库先使用的原则消耗。当发现焊条时间超过 12 个月时，需要及时对其进行复检工作，确保其使用性达标。在烘焙前要求焊工熟知说明要求，并对烘焙时间、温度等指标做好记录。第四，焊前预热与焊后热处理的质量控制。焊前预热与焊后热处理在工业锅炉制造中十分重要，尤其是通过人工火焰加热时，温度控制的精确程度和加热的均匀程度是质量控制的核心所在。针对不同钢种和壁厚，尤其是 C 含量在 0.45% 以上的钢材，必须实施预热处理，防止焊接缺陷。在热处理环节，预热件在炉内合理布局，精确设置热电偶测温点与试板位置，可以保证加热过程均匀一致，保证锅炉制造质量和安全性能。

### 3.2 保证容器焊接施工质量

在保证容器焊接施工质量的实施中，关键在于采用多种施工技术和方法，并对焊缝进行精准控制。首先，要确保焊接技术人员具备充足的专业知识和经验，通过培训提升其焊接技能，以应对焊接中可能遇到的问题。对于焊接参数，需要进行合理的调整和测试，确保焊接过程的精准控制。焊接过程、焊接设备的使用以及焊缝质量都需进行严格的控制，以保障焊接效率 and 安全性。对于焊缝标准的评定，要按照焊缝技术要求进行审核和管理，对于不合格的焊缝，严格按照规范进行返修，保证每一道焊缝都符合验收标准。

### 3.3 焊接记录管理

焊接记录管理是焊接质量管理中重要的一环。详细记录焊接过程中的关键参数、程序、材料使用情况等信息。其中，焊接过程中的关键参数包括焊接设备的型号、焊接电流、电压、速度、预热温度等，对质量控制、事后分析和追溯等。焊接程序的记录包括焊接工艺规程、程序评定报告等，确保焊接符合标准要求、实施过程中遵循正确的程序。材料的使用情况也需要详细记录，包括焊接材料合格证、存储和使用情况等。通过焊接记录管理，可以确保焊接过程的可追溯性、可控制性和可持续性，有效管理焊接质量，提高焊接质量的稳定性和一致性。

### 3.4 加强工作人员培训

在加强工作人员培训的环节，实施的关键在于建立全面而系统的培训计划。首先，需要制定培训大纲，明确压力容器的设计、制造工艺、质量控制标准等方面的培训内容。其次，通过专业培训机构或内部专家进行理论和实操培训，确保工作人员熟练掌握岗位所需知识和操作技能。培训过程中，强调安全操作规范，增强工作人员的安全意识。同时，定期组织培训评估，确保培训效果的监控和反馈。此外，推行知识分享和经验交流机制，促使团队共同进步。

### 3.5 严格把控材料质量

为了保证压力容器的材料质量，首先需要制定详细的质量评定标准，以确保材料的合规性。对于关键部位的材料，应采用更为严格的质量控制标准，确保其性能符合设计要求。同时还要提升工作人员的专业知识水平，通过培训和学习，使其深刻理解不同材质对产品使用寿命和稳定性的影响。在材质选择上，要根据国内和国际压力容器产品的标准和准则进行合理选择，结合产品用途和环境特性，确保选用最适合的材质。定期

进行质量检验和审核,对不合格材料及时淘汰,并对相关人员进行反馈和培训。

### 3.6 无损检测

检测前必须将需要检测的焊缝按容器、管道和钢结构汇总,以总委托的形式向监理、检测单位提交。无损检测必须保证焊接完成后的焊缝,外观检查、标识、技术资料等合格有效,如实提交焊接记录及其对应的管道图。在确定检测的焊缝上进行标识,专业工程师必须现场配合确认检测条件,确保受检测部位在标准要求的比例(包括固定口比例)、焊工的覆盖性、焊口的代表性、外观的合格性、位置的可探到性等方面符合要求。检测由施工方出具检验委托书,检验委托书的内容应当完整,并有双方的签名。由于特殊原因未能完工的,项目部要与监理单位联系,向检验公司确认未完工原因和工程量。项目部应第一时间了解无损检测结果,并索要检测结果通知单和检测报告。

### 结束语

在锅炉的制造生产过程中,焊接质量直接影响锅炉制造生产质量和产品安全,而影响焊接质量的因素多种多样。因此,要在实际生产中积极寻找问题的原因,从而有针对性地进行优

化和改进。锅炉制造生产企业应从加强焊接的事前质控、事中质控、事后质控,健全质量管理体系,加强技术更新等方面,提出提高锅炉制造生产质量的对策,保证锅炉制造生产质量与安全。

### [参考文献]

- [1]任获胜.浅谈锅炉压力容器焊接质量控制[J].轻工标准与质量,2020,(6):123-124.
- [2]扎西平措,次仁欧珠,阿旺顿珠.锅炉压力容器焊接质量控制[J].中国设备工程,2020,(20):123-124.
- [3]李其伟.锅炉压力容器焊接的自动化技术运用[J].广西农业机械化,2020,(2):44-45.
- [4]于瑛琦,占杰龙,陈毅磊.锅炉压力容器焊接方法及焊接工艺探讨[J].科技创新导报,2020,17(7):107-108.
- [5]安栋,白宁,王南.超临界锅炉安装过程中焊接工艺评定探讨[J].中国特种设备安全,2020,36(11):24-27.

作者简介:杜红卫,男,1980年4月9日出生于内蒙古乌海市,大专,焊工高级技师,煤炭行业技能大师,主要从事煤化工维修焊接工作。

### 上接第79页

员培训。浅埋暗挖技术人员需要掌握丰富的工程理论、施工技巧与正确的紧急避险方法,为施工人员播放真实事故新闻,使开挖人员发现事故时能在第一时间做出反应,保护个人安全。同时,还应定期检查暗挖设备,由专人维护,做好文字记录,若在施工中暗挖设备出现问题,应及时调取记录,停止施工,以免造成人员伤亡;第三,关注浅埋暗挖技术应用环节。上文提到,地铁站开挖期间,会造成环境破坏、地下水管渗漏等问题,应立足技术应用的各个环节,优化施工流程,制定详细的施工方案,并对重难点问题做出预案,体现工程施工管理的组织性。

此外,还可以使用以下两种技术:第一,岩石锚固技术。岩石锚固技术是浅埋暗挖技术的辅助性措施,常用于地铁深基坑设计,加装锚杆或锚索,使岩土出现应力封闭,在承压、抗风、抗滑移等方面有着显著作用;第二,水平冻结技术。水平冻结技术是一种新技术,多使用于斜井等施工中,在市政隧道现场土体含水粉细砂层较多时应用效果较好。

### 三、市政工程隧道工程浅埋暗挖技术应用实例

巴西圣保罗地铁2号线项目位于南美洲国家巴西东南部圣保罗市区,主要进行地铁车站及主线过渡隧洞施工,其中隧洞长度约2km,隧洞断面尺寸152.8m<sup>2</sup>-303m<sup>2</sup>。隧洞地点主要以砂土地质为主,地下水富集;地面有较多居民住房,市政管网密布。

首先,对工程进行前期勘察,将重点放在围岩与明暗洞交接、隧道线与过道重叠隧道段。一方面,了解隧道内部岩面断层,发现岩面有较大裂痕、破碎部分,地下水渗透现象严重,围岩结构与应力强度存在问题,施工时应配备安全防护工具;其次,使用管棚支护与双侧壁导坑法相结合的施工方案,先根

据土质条件完成土质加固,在两侧位置开挖,在导坑上部,将循环进尺的数值控制在0.5m左右,选用高质量水泥材料,确保初喷混凝土材料厚度在5.5cm左右。然后完成台阶支护工作,安装格栅架,进行混凝土复喷。导坑下部时,隧道两侧循环尺数值在1.0m左右,初喷与复喷混凝土与上部相等;最后,在隧道中间位置开挖过程中,需要注意格栅安装连接筋为纵向,挖掘结束后检查隔板支撑效果,控制变形程度,标出数据,自上而下完成开挖任务。

### 四、结语

综上所述,如今,浅埋暗挖技术已经广泛应用于市政工程隧道施工项目中,深受施工人员喜爱,有着拆卸小、成本低、效率高、总工期长的特点。需要施工企业明确隧道施工的特殊性,掌握隧道施工常出现的集中风险问题,科学应用浅埋暗挖技术,从上台阶与下台阶施工、既有建筑物保护、地面沉降与混凝土裂缝控制、地下水抽排、管棚支护与双侧壁导坑法应用、工程测量监控、组织管理等方面出发,为城市居民出行提供便利,为国家经济发展贡献一份力量。

### [参考文献]

- [1]赵义好.浅埋暗挖技术在市政工程隧道工程中的应用[J].科技创新与应用,2023,13(17):185-188.
- [2]朱明德.浅埋暗挖技术在市政工程隧道施工中的应用探讨[J].四川建材,2021,47(10):129+131.
- [3]辛弘峰.浅埋暗挖技术在市政工程隧道施工中的应用[J].建筑技术开发,2020,47(15):97-98.
- [4]高冬梅.市政隧道施工浅埋暗挖技术的应用探究[J].居舍,2022,(01):44-46.

作者简介:舒良良(1995.12),男,汉族,河南信阳人,助理工程师职称,学士学位,专业:农业水利工程。