

# 锅炉压力容器的焊接工艺与设备发展

王恩开

(德宏州质量技术监督综合检测中心, 云南 德宏 678400)

**摘要:** 锅炉压力容器作为工业生产中不可或缺的重要设备, 其使用环节涉及较广, 运行具有相应的危险性, 因此需对其制作工艺进行严格把控。工业化发展下, 我国锅炉压力容器焊接技术有了全新要求, 实际焊接中应采取适宜焊接方式、材料、设备及其工艺, 以此确保焊接质量。本文以锅炉压力容器焊接工艺与设备发展进行讨论, 分析锅炉压力容器焊接特点的基础上, 对锅炉压力容器焊接方法及其工艺、设备进行阐述, 结合时代发展, 提出锅炉压力容器焊接共育与设备展望。

**关键词:** 锅炉压力容器; 焊接工艺; 设备; 发展

中图分类号: TH49

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2021)08-0187-02

## 0 引言

锅炉压力容器在设计、材料、制造与管理等方面有极大的相似性, 且设备产品所使用的材料极其丰富, 设备现场使用环境复杂, 焊接更是千变万化, 锅炉压力容器焊接中采用焊接材料通常为低合金高强度材料, 此类材料含有元素较多, 焊接过程中较多元素会导致焊接钢板难度过高, 焊接效果无法实现预期目标。锅炉材料含有大量碳氢元素, 且焊接过程中无法析出元素, 对锅炉使用寿命造成一定影响。鉴于此, 对锅炉压力容器焊接工艺与设备应用探析, 对促进焊接工艺提升具有深远意义。

## 1 锅炉压力容器焊接工艺及其设备

### 1.1 手工电弧焊

具体是焊接部位经电弧产生高温熔化, 自然冷却后完成焊缝的具体焊接操作。手工电弧焊的重点在于对钢和焊接材料的选择, 焊条的选择和工艺操作具体如下:

#### 1.1.1 钢材与焊接材料

钢号需要在焊接前严格控制, 选择相应的焊接材料并确定合适的焊接工艺, 热处理工艺, 根据国家标准选择钢材。

#### 1.1.2 焊条选用

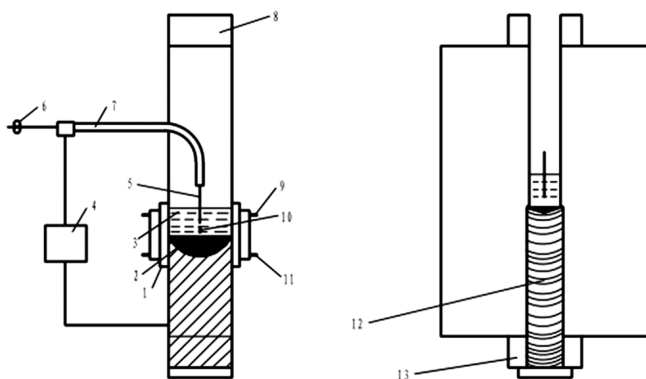
对母材化学成分、力学性能、焊接接头工艺及其抗裂、碳扩散、焊接热处理和使用条件等综合考虑。

手工电弧焊从严格意义上说非常简单, 只需手工就能完成, 具有很强的灵活性, 但是在实际焊接中, 焊接要求较高, 而熟练的手工电弧焊技术人员却很少, 限制手工电弧焊的效率。

### 1.2 电渣焊

采用电渣焊缝的锅炉压力容器焊接面较大, 能满足压力容器圆球焊缝的要求, 是一种高效的熔化焊方法。依靠高温液体熔渣产生电阻热形成热源, 焊接工具以及被熔融的金属, 在熔滴状的渣池下部聚集形成金属熔池。随着充填金属松紧、熔化, 熔池持

续上升, 下部金属铸件原理热源, 在冷却滑块作用下形成焊缝, 如图 1 所示。



1-水冷成形滑块; 2-金属熔池; 3-渣池; 4-焊接电源; 5-焊丝; 6-送丝轮; 7-导电杆; 8-引出板; 9-出水管; 10-金属熔滴; 11-进水管; 12-焊缝; 13-起槽槽。

图 1 电渣焊过程

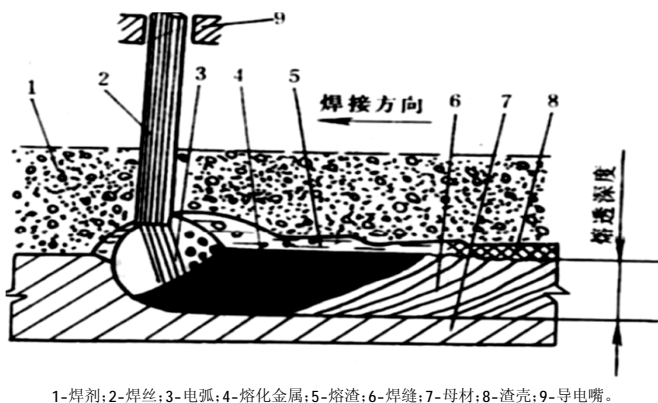
### 1.3 埋弧自动焊

依托焊剂保护采用电弧进燃烧焊接的焊接方式即埋弧焊。在使用过程中, 燃烧的是一层颗粒状可熔焊的助焊剂, 电弧被助焊剂覆盖后不会暴露出来, 与空气隔开, 焊接时不会产生弧光辐射, 减轻对操作人员身体的伤害, 对大型物品的加工和生产起着至关重要的作用。具体如图 2 所示。

其中, 对埋弧焊机划分将其归为两大类, 及半自动、全自动具体如下:

#### 1.3.1 半自动埋弧焊机

半自动埋弧焊及主要通过焊接校车、埋弧焊机组成, 校车前后可行走、速度可调, 导丝管连续不断地将焊丝送入电弧区, 传输焊接电流, 对焊接启动、停止进行控制, 并相焊接区铺施焊剂如图 3 所示。



1-焊剂;2-焊丝;3-电弧;4-熔化金属;5-熔渣;6-焊缝;7-母材;8-渣壳;9-导电嘴。

图2 埋弧焊过程



图3 半自动埋弧焊机

### 1.3.2 全自动埋弧焊机

全自动埋弧焊机是在半自动埋弧焊机性能基础上优化形成的埋弧焊机,主要通过辅助设备、埋弧焊机组成,具体如图4所示。可连续不断地向焊接区送进焊丝;在半自动埋弧焊机功能的基础上,实现了电弧沿接缝移动、控制电弧的主要参数以及焊接前调节焊丝端位置。根据工作需要,自动埋弧焊机常用的形状有:焊接型、悬挂型、机床型、悬臂型、门架型等。

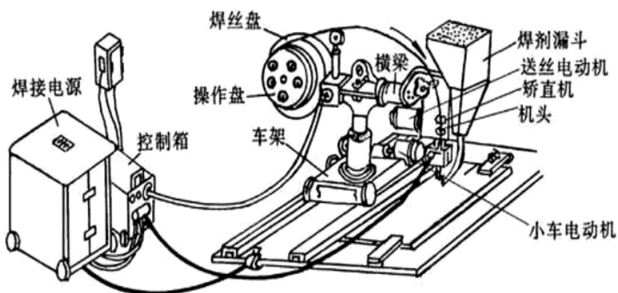


图4 全自动埋弧焊机

## 2 锅炉压力容器焊接工艺技术分析

### 2.1 底层焊接

底焊主要采用氢弧焊方式,焊接方式从上到下依次进行,采用电焊形式,保证底焊的均匀性,全面把控裂纹出现的可能性。

### 2.2 中层焊

在进行焊接之前,需要检查和清理已经焊接好的焊缝,如果有问题需要重焊,要保证焊接接头之间的距离不小于100mm。一般来说,中焊机选用3.2mm厚的焊条,中焊机的厚度大于中焊机直径8~12倍,可选用直线型焊条形式。

### 2.3 表层焊接

一般表面焊采用的焊条直径可以参考已焊缝厚度。每个焊

条的起弧点和收弧点应与中间焊缝的连接点相吻合,同时还应保证焊缝的光滑度和表面焊时的完整性。

### 2.4 热处理

热处理是完成焊接后最重要的一步,可以有效消除焊接残余应力,对焊接材料焊缝形状及其尺寸具有稳定效果,可规避冷裂纹,优化焊接接头综合力学性能。一般情况下,焊接后进行的热处理,可将其分为局部后热处理和整体后热处理两种,选择方式要根据现场实际情况确定。

## 3 锅炉压力容器的焊接工艺与设备展望

### 3.1 摩擦焊接技术

利用摩擦热能,摩擦焊技术能使材料达到塑性状态,实现固相连接材料在顶锻力作用下的焊接。焊缝质量高且稳定,焊缝的可焊性较广,适用性较强,焊缝尺寸精度、焊缝组合精度高,焊接效率高,在可持续发展下,其成本低,环保,无弧光,无烟尘等特点得到广泛的应用。轴摩擦焊适用于对结构件抽焊,而线性摩擦焊更适用于非抽焊。例如,某市焊接研究所研制出蛇形摩擦焊工艺,取代了传统的闪光焊工艺,使焊接接头及产品质量有了明显的提高,对提高生产工序的质量起积极作用。但是,从严格意义上讲,摩擦焊接技术在我国目前还处于发展阶段,主要原因是适用于大批量标准零件车间摩擦焊接的研究,其次锅炉和压力容器的生产环节多数是现场制作,摩擦焊接技术的潜力不能充分发挥。但是,随着我国不断发展和工业化的双重推进,人们对摩擦焊接技术的特点有更深刻的认识,大量生产出有规格尺寸的固定结构件,推动摩擦焊接技术的全面发展。

### 3.2 焊接过程的自动化、智能化、数字化、信息化

#### 3.2.1 以焊接智能工艺为核心的信息化、智能化焊接技术

焊工智能系统推广应用已然成为我国焊工智能发展的重要方向。今后的焊缝跟踪技术将采用智能模糊控制、神经网络等智能技术对焊缝进行跟踪控制,以提高非线性系统控制的精度,为实现焊接自动化、智能化奠定基础<sup>[2]</sup>。

#### 3.2.2 人工神经网络、焊接专家系统、智能控制等先进智能化技术

随着物联网、互联网技术的成熟与应用,大数据技术的出现,为锅炉压力容器的数字化、信息化制造奠定基础。在石化反应塔筒体数字化制造方面,山东大学进行有益的尝试,开发石化反应塔筒体数字化焊接制造系统。该系统实现了对多仁爱焊机、整个生产车间的协同控制,并以此为基础形成智能化模式,将各方单元链有机结合、建立联系,对生产质量进行实时监控,一方面可有效控制管理成本、生产过程,另一方面大幅提高其生产效率与效益。

#### 参考文献

- [1] 丁兆飞. 锅炉压力容器检验常见问题及解决措施研究[J]. 冶金管理, 2020(21): 47-48.
- [2] 黄亚飞. 锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题分析[J]. 冶金管理, 2020(21): 51, 94.

收稿日期: 2021-01-22

作者简介: 王恩开(1979—), 男, 汉族, 云南盈江人, 工程师, 本科, 主要从事特种设备检验工作。