

# 基于硅碳棒加热的高温钎焊设备的研制

马尧胡敏

(西安航天发动机厂 工装设计所)

[摘 要] 本文主要介绍了采用硅碳棒作为加热元件的高温钎焊设备的结构设计,并对实现高温工作时所需的加热元件的设计和新型耐火材料的应用等关键技术进行了详细论述。

[关键词] 硅碳棒 高温 设备

中图分类号: TG454

文献标识码: A

文章编号: 1009-914X(2013)33-0402-02

## 1 前言

本文研制的高温钎焊设备需满足长期运行在1250℃高温环境中,能实现产品测温、炉膛测温、产品内腔抽真空、炉膛通氩气保护等多项功能。同时,需实现精确的温度控制,准确显示设备内环境温度和表面温度,并对各项监测数据实现计算机实时储存、打印、输出。这样的复杂工艺过程对所需钎焊设备的结构组成、各项功能提出了更高的设计要求。

## 2 设备组成

高温专用钎焊设备组成分为:

①炉体部分:包括炉门机构、炉子主体、加热元件

炉门机构:用来支撑炉门。

炉子主体:由炉壳和炉衬层组成。

加热元件:采用进口康泰尔U型硅碳棒,均布在炉体内左右两侧及后墙布置。

②加载装置:由真空系统、承载大轴、大轴驱动、小车驱动、及车体组成。

③电源部分:由中频电源和变压器组成。

④控制部分:由温度调节仪、温度记录仪、真空计、PLC以及通用的电流、电压、功率表组成,用于完成设备控温、炉门开、闭动作、小车进退及大轴旋转等功能。

⑤氩气保护系统:采用气瓶组集中供气,通过氩气控制柜给钎焊箱内充氩气。

⑥水冷系统:用于冷却小车上真空机组。

## 3 关键技术

### 3.1 加热元件的选取

作为高温钎焊设备的核心元件加热体,目前可选用的加热体为金属元件和非金属元件。选择满足工作温度要求的加热体,最重要的指标是工作温度和加热元件的表面负荷率。

根据加热设备使用经验,加热体工作温度一般要比设备内环境温度高100~200℃,如表1所示,如常用的金属元件0Cr27Al7Mo2,在1250℃时是极限工作温度下使用,严重影响使用寿命,而非金属元件的硅碳棒正常工作范围

表1 工作温度

	工作温度(℃)	极限工作温度(℃)
0Cr27Al7Mo2	1200~1300	1400
硅碳棒	1250~1400	1500

表2 不同温度的表面负荷率

材料	W <sub>g</sub> (W/cm <sup>2</sup> )						
	800℃	900℃	1000℃	1100℃	1200℃	1300℃	1400℃
0Cr27Al7Mo2	3.2	2.6	2	1.5	1	0.7	
硅碳棒			35	26	21	14	10

表3 耐火砖制品主要性能指标

材料名称	耐火度(℃)	荷重软化点(℃)	耐热急冷急热性	耐压强度(kg/cm <sup>2</sup> )	体积密度(g/cm <sup>3</sup> )	导热系数W/m·K
轻质耐火粘土制品	1610	1250	弱	400	0.4~1.3	0.92
重质耐火粘土制品	1670	1450	较强	25~45	2.1~2.75	1.55

表4 陶瓷纤维制品主要性能指标

指 标	成分	数值
体积密度, g/cm <sup>3</sup>	毯, 0.126; 组块, 0.22; 板, 0.25	
耐火度(℃)	1760	
荷重软化点(℃)	1600	
纤维直径, μm	2~3.2 (平均)	
纤维长度, mm	20~80	
重收缩率, %	<1 (1500℃/25h)	
比热, kJ/kg·K	1.24	
导热系数, W/m·K	温度	数值
	1200℃	0.28
	1400℃	0.36

1250~1400℃是热效率利用最佳温度区域。

加热元件的表面负荷率是单位面积所分配的功率,每种加热体根据使用要求都有最佳的表面负荷。表面负荷率越高,加热体本身的温度越高,有利于加快传热速度,但是同时加热体寿命会大幅降低。表面负荷率过低,将加热效率会降低同时增加电热元件消耗量,无法满足设备快速升温需求。根据表2两种加热体的不同温度的表面负荷率可以看出,金属元件0Cr27Al7Mo2在1300℃时,表面负荷率只有0.7W/cm<sup>2</sup>,而硅碳棒在1350℃时,表面负荷率是10W/cm<sup>2</sup>。

0Cr27Al7Mo2需要布置的面积是硅碳棒的10÷0.7=14.3倍,选用硅碳棒可以减少占用空间,炉体更加紧凑。

综合上述,在新研制的高温专用钎焊设备中应选择硅碳棒作为加热元件,这样满足加热使用要求。

### 3.2 新型耐火材料的应用

#### 3.2.1 耐火材料的选取

目前国内高温焊接设备广泛采用的是耐火粘土制品和陶瓷纤维制品。我厂现有钎焊炉炉衬基本为耐火砖制品,这些耐火材料使用温度较低,整体成型困难,这样就不避免的存在一些如耐压强度低、荷重软化点低、抗化学腐蚀性较差等缺陷,长时间使用会出现大面积开裂、坍塌,部分衬体砖高温下与加热器粘接在一起,无法满足正常生产使用。耐火砖制品主要性能指标如表3所示。

陶瓷纤维制品是国内近几年研制出来的一种由高纯度的硅酸铝纤维加入少量结合剂、用高温真空成型法制成的新型节能材料,可长期使用温度在1600℃左右,高温下收缩系数较大(1000℃时2%,1300℃时接近4%),属于不定形耐火隔热材料,主要制品有陶瓷纤维组块、陶瓷纤维板、陶瓷纤维毯。陶瓷纤维制品由于其体积小、导热系数低、重量轻、良好的隔热性能、可分块固定、更换等优点被广泛使用,逐渐取代了普通耐火粘土制品,主要性能指标见表4。

从上表3和表4可以看出,陶瓷纤维制品与耐火粘土制品相比,导热系数低,能更快速的升温,更加节能;使用温度高,炉衬使用寿命增加;体积密度小、减小了炉衬占用空间,并且产品形状上陶瓷纤维制品有毯、板、组块,可根据钎焊炉的要求进行组合安装,更换时只需将损坏处拆除,不需整体重做,降低了设备成本。

根据以上分析比较,炉衬耐火材料选择陶瓷纤维制品。

#### 3.2.2 隔热耐火层的结构设计

根据钎焊炉长期工作在1250℃的工况,如图1所示设计中钎焊炉两侧的耐火面和炉底的耐火层材料使用1400℃ γ=2.1的致密砖和γ=0.8的轻质高铝砖,保证内表面砌后平整。隔热保温层选用不同温度梯度的陶瓷纤维板、纤维毯组合成的全纤维结构,炉顶则采用1400℃陶瓷纤维组块。其密度低、导热系数小的性能可以大大减轻衬体重量、缩短升温、降温时间,同时具有良好的机械强度和抗气流冲刷性能,能满足工作过程中热态进、出炉要求。

根据《热处理设备及设计》手册,一般加热设备外表面冷面温度一般不高于室温以上60℃。按室温为25℃,冷面温度不应高于85℃,计算结果中冷面温度最高为炉底79℃,满足设计要求。

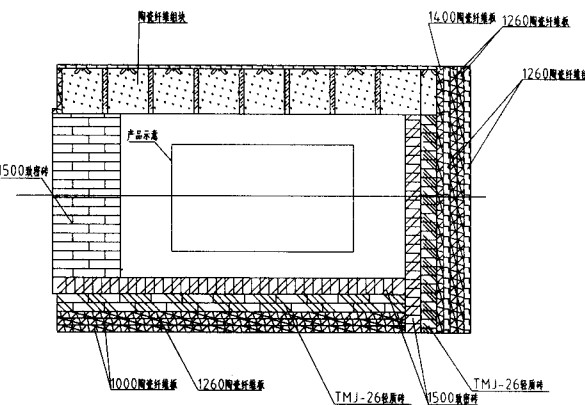


图1 炉衬示意图

