

# “一体两机”立式真空炉设计要点

李春辉

兰州真空设备有限责任公司

DOI:10.12238/etd.v5i6.10920

**[摘要]** 为了深入探讨“一体两机”式立式真空炉设计要点,本文通过梳理立式真空炉的特点,然后从真空炉的炉体设计、加热室设计、传动系统设计、新风管设计等方面进行探究,通过采用“一体两机”式立式真空炉,实现精准的温度控制,有效减少能耗,满足不同工业需求。

**[关键词]** 一体两机; 立式真空炉; 真空系统

**中图分类号:** TG232.6 **文献标识码:** A

## Design points of "integrated two machine" vertical vacuum furnace

Chunhui Li

Lanzhou Vacuum Equipment Co., Ltd.

**[Abstract]** In order to explore the design points of the "integrated two machine" vertical vacuum furnace in depth, this article summarizes the characteristics of the vertical vacuum furnace, and then explores the furnace body design, heating chamber design, transmission system design, and fresh air duct design of the vacuum furnace. By adopting the "integrated two machine" vertical vacuum furnace, precise temperature control is achieved, energy consumption is effectively reduced, and different industrial needs are met.

**[Key words]** integrated two machines; Vertical vacuum furnace; vacuum system

### 前言

在工业生产的不断发展中,人们对材料性能提出更高的要求,真空热处理技术以其特有的优点得到广泛应用。真空炉在航空领域应用较多,但在实际生产过程中,由于一个零部件的生产往往需要多种工艺,如热处理、钎焊等,需要多台真空炉进行生产,不仅增加设备成本,还可能影响生产效率和产品质量的一致性。对此,本文提出“一体两机”式立式真空炉,通过对其设计要点进行深入探讨,以供有关专业技术人员参考。

### 1 立式真空炉特点

真空炉是指通过真空系统(由真空泵、真空测量装置、真空阀门等构成),使得炉室中的压力降低到标准气压以下,达到真空状态<sup>[1]</sup>。真空系统可以在生产中达到各种级别的真空水平,真空水平的表达方式与压力水平相反,高真空意味着低压力。如表1所示,为常用的真空水平。

立式真空炉的最高温度范围可以从几百摄氏度到几千摄氏度不等,其主要是采用不锈钢电热管直接加热,使用耐高温密封圈对密封部位进行密封,无需水冷却保护,所以加热功率比较小,热效率非常高,具有良好的散热性能<sup>[2]</sup>。

### 2 “一体两机”式立式真空炉设计要点

“一体两机”式立式真空炉主要包括真空回火炉体、高温真空钎焊炉体两个部分,可用于高温真空钎焊、真空回火两个热

处理工艺,该设备主要分为抽真空系统、炉体、传动系统、风管组件、冷却系统、操作与控制系统。设备采用国际上先进设计思想,成熟的制造技术,具有优良的品质和可靠性,良好的操作性、方便的维修性以及安全性,符合相应的标准。现将各系统的基本结构分项说明<sup>[3]</sup>。如图1所示,真空炉抽真空系统由扩散泵、罗茨泵、机械泵组成三级抽气系统。

表1 常用的真空水平

|      |                                     |
|------|-------------------------------------|
| 低真空  | 大气压-10托                             |
| 中真空  | 100托-10 <sup>2</sup> 托              |
| 高真空  | 10 <sup>3</sup> 托-10 <sup>5</sup> 托 |
| 极高真空 | 10 <sup>6</sup> 托-10 <sup>8</sup> 托 |
| 超高真空 | 10 <sup>9</sup> 托-更低                |

#### 2.1 总体结构设计

##### 2.1.1 炉体结构

真空回火炉体、高温真空钎焊炉体采用垂直布局,下开门设计,双层夹套水冷结构,在炉体上,设置水冷电极、控温电偶座、真空度检测装置等,精准监测并调控炉内的每一个细微变化,保



表3 X-750镍铬奥氏体合金和321不锈钢硬度、拉伸试验结果

| 指标       | X-750镍铬奥氏体合金     |       | 321不锈钢 |      |      |
|----------|------------------|-------|--------|------|------|
|          | 氩气               | 氮气    | 氩气     | 氮气   |      |
| 硬度 (HRB) | 104.9            | 103.2 | 69.1   | 70.1 |      |
| 平均标准偏差   | 0.36             | 0.98  | 3.57   | 3.63 |      |
| 拉伸试验     | 极限抗拉强度 (千磅/平方英寸) | 166   | 152    | 84.5 | 83.5 |
|          | 屈服强度 (千磅/平方英寸)   | 106   | 89.5   | 26   | 28.1 |
|          | 延伸率 (%)          | 30    | 34     | 60   | 57   |

### 2.2.2 气体循环系统

在进气口、出气口的布局上,进气口应该设在工件上方或侧方,便于气体对被加工表面进行垂直或倾斜撞击;出气口设置在工件下方或另一侧,将带有热量气体排出。气体分布管设计包括多层管道和喷嘴结构,通过合理规划,使送风气流均匀地分布在被送风区域内。对于流量和压力,通过调整进气阀与流量计,实现流量的控制。

### 2.2.3 热交换器设计

常用的热交换器有管壳式换热器、板式换热器等,每一种热交换器有各自的优点和局限性。在真空炉的冷却系统中,一般选择耐腐蚀、耐高温和高传热的热交换器。在具体布置中,将热交换器安装在气体循环系统内,使其能够高效地向外制冷介质传热,如水、空气等。热交换器的布置要以气流通道顺畅、传热效率最大为原则,通过对热交换器进行有效传热,并对其进行流道设计,以提高换热效果,采用较低温度或较高流量的外界冷却介质,提高换热效率。如图3所示,在气体淬火流程中,通过设置热交换器,将冷却气体中的热量传递给外部冷却介质,从而实现热量的有效转移。

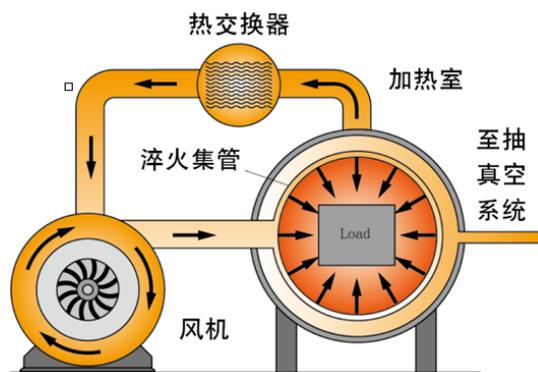


图3 气体淬火示意图

## 3 结语

“一体两机”式立式真空炉设计旨在解决传统真空炉执行单一热处理这一工艺限制,通过借助两台高阀分别连接两台立式炉体,电气控制每台高阀的开关,以此控制立式炉的开启,可以在同一设备上执行多种热处理工艺。在实际设计中,主要从总体结构设计、冷却系统设计切入进行分析,并提出采用瓷件风管代替金属风管这一优化措施,通过合理设计,在降低维护成本的同时,提升整体设备的使用性能。

### [参考文献]

- [1]涂长志,黄帅,令永功.一种新型高温真空焙烧炉的结构设计[J].化工机械,2023,50(01):98-100+118.
- [2]戴晨,南海娟,盛小洋,等.金属多孔材料真空烧结炉控制系统设计改造[J].真空,2021,58(04):63-66.
- [3]龙国梁,王智荣,胡浩,等.关于真空炉强冷换向系统的设计探讨[J].真空,2020,57(04):24-27.

### 作者简介:

李春辉(1982--),男,汉族,甘肃永登人,本科,中级工程师,研究方向:真空应用。