

# 真空热处理设备的选择问题

五粮液(集团)普什模具有限公司 (四川宜宾 644007) 赵振东

随着机械产品要求的进一步提高,加工的智能化、自动化、高精度和稳定性是发展的必然趋势。热处理作为机械加工的重要环节,也必须与机械加工设备同步。我公司作为大型模具加工产业,立足高起点,实行高投入,力求尽快达到或超过世界级先进水平。由于高技术设备的投资费用高、风险大,必须慎重。近年来,我们在购置和使用设备的过程中有一些体会和感受,现介绍给同行,希望能够有所帮助和借鉴。

## 一、真空炉(渗碳、气淬)

真空热处理具有无氧化、脱碳、脱气、脱脂、变形小、热处理零件寿命长、无污染等特点,因此近年来,在我国获得了快速发展,其应用范围也在逐步扩大。但是,由于真空热处理设备的技术含量高,不同配置达到的指标等差异较大,在选择和了解不到位时,购置后将难以达到预期的效果,如果为了保守起见追求高指标,必然会增大投资而造成不必要的浪费。

根据我们的实践,真空加热炉的选择主要应考虑以下几个方面。

### 1. 真空度

真空度的选择要根据所要热处理的零件化学成分和加热温度,实现必须满足金属氧化物与一氧化碳平衡分解压的关系,并且要考虑一定的余地,不要追求高的真空度,真空度过高不仅会造成合金元素的挥发,而且会造成设备的配置提高,投资费用增加。一般认为,对于低合金钢、合金工具钢等淬火加热,真空度可以选择 $1.33 \sim 13.3 \text{ Pa}$ ,高合金钢的高温回火真空度可以选择 $1.33 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 。一般情况下,真空达到一定程度后,要充入一定量的氮气(分压处理),降低真空度,防止元素的挥发和粘接。

### 2. 冷却形式

真空炉的冷却有油冷和气冷。目前主要以气冷为主,因为气冷对热处理零件无任何污染和不良影响(油

冷有表面微渗碳问题,对质量有影响),处理后零件表面洁净不需要清洗,所以在满足冷却速度的条件下,一般以气冷淬火作为首选。图1为两种不同炉型内情况的比较。

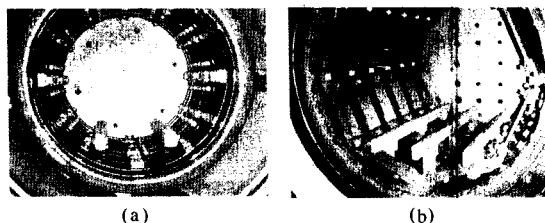


图1 不同炉型炉内情况比较

气冷的冷却速度主要受气压、流速与气流的形式和分布等因素的影响,在进行选择时要全面考虑。一般情况,气压高、流速大、冷却速度快,即冷却速度是直接受到气压和流速的影响。另外,气冷时换热器冷却水的流量大小对于实际冷却有明显的影。我们体会,同样的气压和流量条件比较,冷却水流量大者冷却速度明显加快。

冷却的均匀性十分重要,有一些真空炉喷嘴分布设计考虑不足(见图1b),靠炉门一侧未设置喷气嘴,使用中发现,冷却速度有明显差异(尤其是处理较大零件更为显著),导致淬火不足、均匀性变差。

### 3. 加热元件形式

真空炉加热元件的形式和材料有一定的不同,一般以板式和棒式为多,材料为高质量石墨。近年来,CFC(碳复合复合材料)的出现表现出较大的技术优势,有取代石墨的趋势。同样功率的情况下,CFC材料厚度薄,相对蓄热小,有利于提高冷却速度。加热元件和喷嘴形式对比如图2所示。

### 4. 功能

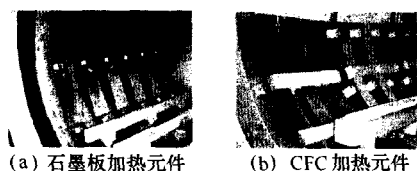
购置炉子要考虑工艺的通用性,即淬火+回火使用  
(下转第34页)

应用灵敏性、精密定位、自动控制能力,工件定位准确,运行平稳可靠。

由全固态晶体管感应加热电源和数控淬火机床组成的高频淬火系统具有很高的柔性,通过程序的编制,在淬火过程中变更程序的指令,能很容易自动调节电源的输出功率、通电和断电时间、喷液开始结束时间、工件加热冷却长度、工件的移动速度、延时加热冷却时间、提前喷液时间,这样对同一工件的不同部位(尺寸、位置)要求不同淬硬层深度的可用同一个感应器,采用一次装夹连续淬火的方式就能很容易达到技术要求,且可使硬化层连续过渡分布。该技术和热处理工艺结合,可完成盘类、齿轮类、套管类、轴类零件的内孔外表面的高频淬火,可实现连续淬火、同时淬火、同轴分段连续淬火、同轴分段同时淬火和同轴分段同时连续淬火工艺。

该技术特别适用于要求不同的直径段具有不同硬化层深度,且淬硬层连续或不连续的多台阶轴类零件的热处理,满足了多台阶轴类件各直径段的表面淬火硬度及淬硬层深度的特殊要求,且淬硬层在台阶处能呈连续过渡,以减少台阶处尖角应力和热应力的影响,保证了工件的强度,解决了汽车制造过程的关键技术问题。

(上接第31页)温度范围要宽。特别是处理高合金钢,回火温度较高,并且淬火后不出炉直接进行回火十分方便。



(a) 石墨板加热元件 (b) CFC 加热元件

图2 加热元件和喷嘴形式对比

## 5. 控制系统

控制系统是真空加热炉的核心部分,确保其可靠性和完善性及其重要。最好有监控和故障显示、记录功能,对于进口设备需要配备远程监控功能,这样可以保证故障处理的及时性,减少一定的维修费用。

## 6. 其他

密封性和真空系统配置的可靠性也是重要环节。设备选型时,不可从形式力求繁杂,一定要在对比的基础上,力求可靠。列举两种炉型炉门机构的比较(见图3),有些炉门设计刚性不足,使用过程结合密封部分会

## 3. 高频扭杆的工艺效果

目前,感应加热表面淬火在齿轮类、轴类零件、轴承套圈及其他只要求局部淬火的零件中应用相当普遍,而在弹簧类热处理中应用较少。扭杆高频感应加热淬火是一项新技术。高频感应加热淬火的扭杆与常规热处理(调质)的相比较,由于感应加热速度快、原始组织(高频感应加热淬火前扭杆经整体调质处理)中的碳化物的弥散度大、再加上加热温度易控制,因此可让扭杆在较低的加热温度下进行淬火,得到超细化晶粒。而晶粒超细,单位体积内的晶界越多,塑性变形时受到的晶界阻碍作用也越大,则扭杆的韧性也就越好。另外,试验表明,高频扭杆的表面残留应力,几乎和喷丸的相当,疲劳寿命比常规热处理高得多,松弛变形量也小,而且硬化层深度越大,则其松弛变形量越小。这样高频扭杆的长度可以缩短,直径可以变细,可实现扭杆的轻量化。

## 七、结语

(1) 变功率变移动速度感应加热淬火技术具有很高的柔性,可解决汽车等产品制造过程中的关键技术问题。

(2) 高频扭杆具有较高的强韧性和疲劳寿命,可实现扭杆的轻量化。热 (20060518)

发生难以察觉的位移影响密封效果泄漏率提高,无形中增加真空泵的负荷,设备实际利用率明显下降。



(a) 炉门支架刚性不足

(b) 炉门支架刚性好

图3 炉门专架结构比较

真空系统配置主要是真空泵组,进口设备大多配置了莱宝和斯道克真空泵,这两种品牌目前已被用户所认可,只要使用维护得当,可靠性就有一定保证。

近年来,国产真空炉技术水平提高迅速,尤其是合资企业利用成熟生产技术合理配置或组合进行国产化,质量可靠性提高,生产成本明显降低,推广应用有较大的优势,并逐步得到热处理炉生产企业的认可。可以相信,随着我国机械加工和产品质量的不断进步和提升,真空热处理的扩大和普及应用会得到迅猛发展。热 (20060628)