

# 高性能气阀的工艺试验及其应用

**摘要：**针对柴油机气阀在工作过程中，盘锥面容易受到损坏的特征，采用真空熔焊和挤压硬化技术，制造出高性能气阀，其特点是气阀盘锥面上堆焊合金金属组织变得致密，耐高温腐蚀、耐磨、抗冲击性能得到大幅度提高。尤其是挤压硬化技术还能广泛地应用于核工业、国防冶金、电站、交通、石油等其他行业。

**关键词：**气阀盘锥面；真空熔焊；挤压硬化

## 1. 概况

柴油机气阀在工作过程中，气阀盘锥面在长期的高温、高压、交变应力和冲击的作用下最易受到损坏，在气阀盘锥面与阀座闭合时，由于受到盘锥面硬度的制约，盘锥面易发生磨损。此外，气阀承受着很高的热负荷，一般为 $350\sim700^{\circ}\text{C}$ ，强化机中可达 $900^{\circ}\text{C}$ ，在排气开始阶段，废气可以很高的流速（一般达到 $800\text{m/s}$ ）冲刷气阀，燃重油时伴有硫或其他腐蚀性物质，渗入强度相对较弱的晶界破坏晶体组织，产生强烈的腐蚀作用。在这样的工作条件下，气阀出现烧损等损坏现象。针对上述气阀主要损坏现象，本公司采取了针对性的措施，成功地研制出中高速柴油机高性能气阀，在气阀的耐磨性和耐高温腐蚀方面，取得了较好的效果。

## 2 高性能气阀工艺的试验

高性能气阀工艺的试验主要是通过改进工艺，即采用真空熔焊和挤压硬化相结合的新工艺技术。首先利用真空熔焊技术来保证盘锥面上堆焊合金的堆焊质量；再利用挤压技术，对盘锥面上的堆焊合金进行高强度的挤压，使金属在塑性变形中，提高金属的强度指标（如屈服点、硬度等），使金属表面冷作硬化。经过这样两种技术的综合运用，使其盘锥面上堆焊合金质量有较大的提高，尤其是气阀堆焊合金组织的晶粒度和堆焊合金表面硬度得到较大的提高。下面介绍工艺试验过程及盘锥面硬化质量控制方法。

### 2.1 真空熔焊

要有良好的气阀盘锥面质量，首先要有好的盘锥面堆焊合金工艺。目前气阀制造行业里，气阀盘锥面堆焊合金的常用工艺有两种，一种为钨极氩弧堆焊工艺，另一种为等离子弧堆焊工艺。这两种工艺对堆焊质量的影响主要有堆

焊电流、堆焊速度送丝速度和焊枪摆动等工艺参数等因素。高性能气阀的盘锥面堆焊是采用“真空熔焊工艺”，首先是将合金粉料与溶剂均匀地调制成较稠的糊状，然后将其堆放在气阀的堆焊槽中，待糊状的粉料晾干、预热后，放在真空炉中绕结，由于采用真空泵，高真空炉中基本上没有空气，堆焊中没有物质被氧化，绕结的过程中仅受电流和时间的影响，需要控制的因素较少，质量容易保证，这为以后的盘锥面挤压硬化打下了良好的基础。

表1 常用堆焊工艺比较

堆焊工艺	钨极氩弧焊	等离子弧焊	真空熔焊
焊材	焊丝	粉料	粉料
质量影响因素	电流、送丝速度、焊枪摆幅	电流、送粉速度、焊枪摆幅	电流、时间
稀释率	较小	可调	较小
冶金影响	合金元素烧损、收尾缩孔裂纹	温度梯度大、易产生裂纹	无
效率	较低	较高	较高

从表中可以看出，“真空熔焊工艺”也是在传统的堆焊工艺之外可供选择的一种先进的堆焊工艺。

### 2.2 挤压硬化

由于硬化过程需要对堆焊层进行挤压，挤压可以是热挤压或冷挤压，如堆焊的是镍基材料，经过冷挤压后回火来提高盘锥面的硬度。如堆焊的是钴基材料，必须对堆焊合金进行加热，加热温度应达到可对堆焊层进行热加工的温度（ $600^{\circ}\text{C}$ 以上），然后依靠液压力挤压气阀堆焊层表面，使金属组织变得致密，使其内部粗大晶粒破碎，细化和改变夹杂物的分布，提高其机械性能，当气阀堆焊层温度慢慢地降低到一定的温度（ $400^{\circ}\text{C}$ 以下）时，液压力继续挤压堆焊层表面，使其表面冷作硬化。在以上硬化

过程中，除了选择合适的堆焊工艺外，还应注意合适的加热温度、挤压压力等工艺参数。

### 2.3 质量控制

对堆焊合金加热的最高温度和开始冷作硬化时的温度必须加以控制，因为它对硬化效果有较大的影响，因此需要控制过程中各个阶段的温度。开始挤压堆焊层表面时，温度不宜过高、挤压压力不宜过大，由于气阀盘锥面处结构相对较薄，在挤压压力作用下，温度过高、挤压压力过大，容易引起盘锥面变形，温度过低、挤压压力过小则起不到消除堆焊工艺留下的堆焊缺陷。同样，开始冷作硬化时的挤压压力不宜过高或过低，由于盘锥面上堆焊的钴基合金相当硬脆，挤压压力过高容易引起盘锥面上堆焊的钴基合金裂开，挤压压力过小则起不到冷作硬化的作。挤压头头部 R 的大小及挤压头对堆焊层的进给速度，也对盘锥面的硬化质量有较大影响。

### 2.4 试验设备

真空熔焊是在真空炉中进行，真空炉由真空泵、真空炉体、旋转机构、上下移动机构、高频加热机构和电控装置等组成。炉体的体积不宜过大，以减少抽真空的时间，真空熔焊时，真空炉内的真空度不得大于 50Pa，否则，会影响真空熔焊质量。

挤压硬化的挤压机(已获得实用新型专利证书:ZL200620042677.2)由机架、气阀旋转机构、气阀夹持机构、液压挤压机构、安全保护装置和电控装置等组成。液压挤压压力必须保持在  $1.5 \times 10^5 N$  以上，挤压的线速度大于 20 m/s。

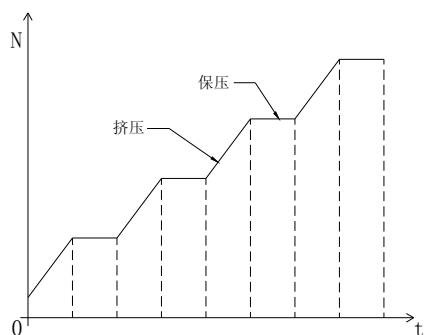


图 1 挤压压力与挤压过程关系

### 2.5 盘锥面质量对比

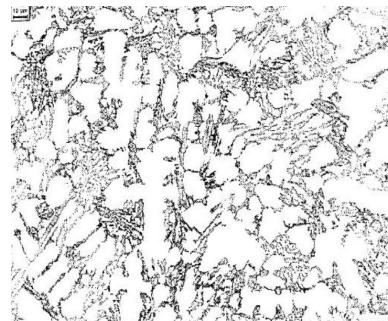


图 2 没有经过硬化处理的堆焊层组织形貌(X500)

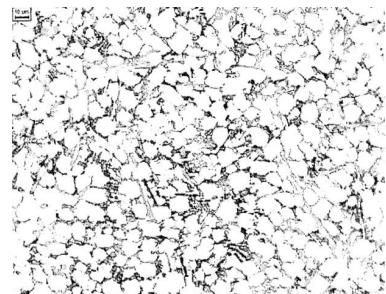


图 3 经过硬化处理的堆焊层组织形貌(X500)

表 2 非硬化处理与硬化处理盘锥面质量对比

	非硬化处理	硬化处理
合金层 金相组织	白色钴基 α 固溶体+呈枝晶分布的共晶碳化物(图 2)	白色钴基 α 固溶体+共晶碳化物(图 3)
金相组织 晶粒度(级)	≤8	>10
堆焊层合金 硬度 HRC	45~50	53~58

### 3 高性能气阀工艺的应用

由于高性能气阀工艺的先进性，改变了常规生产工艺，改变了原有材料金相组织，提高了气阀的强度与硬度和耐磨性，可大大提高气阀的使用寿命，该工艺应用范围非常广泛，也可用在核工业、国防冶金、电站、交通、石油等行业有耐高温腐蚀、耐磨、抗冲击要求的场合，比如：

电站阀门的工作状态与柴油机气阀类似，还有钢材连铸机的轧辊、塑料注塑机和塑料挤出机中的螺杆，它们虽然没有密封要求，但它们工作时都处于高温、高压之下，它们的耐高温腐蚀和耐磨性问题同样非常突出，应用高性能气阀工艺制造连铸机的轧辊、塑料机械中的螺杆，能有效的提高它的使用寿命。

石油钻具、金属切削刀具，也可以采用高性

能气阀工艺制造，较低级的合金钢经过硬化处理可以获得较高级合金钢的机械性能,提高其硬度和耐磨性,进一步发掘了材料的潜能。由此可见，机械零件中只要有耐磨、耐高温腐蚀、抗冲击等要求较高的场合一般都能使用，而且效果会非常明显。

参考文献:

- [1] 金属材料及热处理编写组. 金属材料及热处理. 人  
民出版社. 上海. 1974
- [2] 机械工业材料质量检测中心. 检测报告  
[R]. 2006-W-0622. 上海. 2006.
- [3] 上海科学技术情报研究所. 水平查新检索报告  
[R]20060885SH. 上海. 2006.