



# 用 H13 代替 3Cr2W8V 提高 铝合金压铸模使用寿命

南京航空附件厂 高级工程师 成果

**[提要]** 本文介绍了制造铝合金压铸模用热作模具钢 H13 代替 3Cr2W8V 的优越性;阐述了影响压铸模质量的热处理方法;通过具体实例,说明用 H13 提高铝合金压铸模使用寿命所获得的经济效益。

**[ABSTRACT]** The advantages of replacing 3Cr2W8V with H13 (hot-work tool steel) for producing casting die of Al alloy is introduced. The heat treatment which influences the die quality is discussed. Some examples show that the benefits of die service life improvement can be achieved by using H13.

**关键词:** 铝合金 压铸模 热处理

## 一、前言



压铸是一种高效率的金属成形工艺。近年来,随着我国汽车、摩托车、家电等行业的发展,压铸工业也得到了很大的发展。

压铸件主要是铝合金。压铸模产值在模具总产值中通常占第三位,仅次于冲压模和塑料模。与工业发达国家相比,我国铝合金压铸模技术还很落后,主要表现在使用寿命低、尺寸精度差、表面粗糙度差以及制造周期长等方面。

我国压铸模使用寿命低的原因在于:

1. 模具材料(3Cr2W8V)落后,国外早已不用 3Cr2W8V 制造模具了。因该材料在正常的工作硬度(HRC45~55)下有很大的脆性倾向,容易产生裂纹,使用时难于采用水冷。另外,国产 3Cr2W8V 钢的纯洁度、致密度和成分均匀度等均比国外的低。

2. 设计结构落后。采用拼镶结构而不是整体结构,无冷却系统。

3. 加工方法落后。最终热处理(HRC44~48)后精加工能力低,使一部分模具未进行最终热处理。

## 二、选用 H13 代替 3Cr2W8V

压铸模型腔复杂,制造工序多,尺寸精度要求高,表面要求光洁,因而制造周期长,难度大。一套模具往往需几百到几千工时才能完成,所以价格较高。

材料本身的质量直接影响模具的寿命。所以要求

钢材的含硫量要低、纯洁度高、成分均匀、组织致密,非金属夹杂物少,钢材内部最好无发纹。另外,还要求钢材磨削和抛光性能、抗铝合金熔液腐蚀性能以及其塑性、韧性也较好。特别是型腔模块的力学性能各向差异要小,模块的等向性能要好。

美国 50 年代后期便开始使用含 Cr5% 的热作模具钢 H13 制造铝合金压铸模,经济效益显著。所以,我们选用美国的 H13 替代 3Cr2W8V 来制造压铸模。H13 是一种含 Cr、Mo、Si、V 的多元低合金工具钢。

H13 与 3Cr2W8V 相比有以下优点:

1. 抗热疲劳和抗热冲击性能好,压铸模不易产生裂纹。
2. 韧性和延展性好,改善了压铸模尖角和凸出部分的抗撞击能力。
3. 机加工和抛光性好,节省了模具制造工时,降低了压铸模的表面粗糙度。
4. 淬透性好,可进行空冷和气冷,避免了模块淬火冷却开裂。
5. 热处理变形小,尺寸稳定,提高了模具硬度。
6. 高温强度性能好。
7. 价格低。

多年来,美国压铸研究基金会(DCRF)一直致力于发展高质量的 H13 钢,并鼓励在压铸工业中使用,使高质量的 H13(01-83-086D)成为 DCRF 规范,并获得广泛承认。这种钢具有较高的塑性和韧性,保证了热处理性能更均匀并改善了热疲劳和对产生粗大裂纹的抗力,延长了模具的使用寿命。

根据我国目前技术状况,要求钢厂采用电渣重熔(ESR)的冶炼工艺或采用 VHD 炉外精炼以及钢包

“SL”喷粉精炼工艺来获得较高质量的 H13 钢。

### 三、H13 铝合金压铸模热处理

在选定理想的材料和加工方案后,要通过热处理获得所要求的显微组织和性能,从而延长模具的寿命。

H13 压铸模经淬火和回火最终热处理后,大、中型压铸模块最佳硬度为 HRC44~48,小压铸模块最佳硬度 HRC46~50。在上述硬度范围内模块具有最佳的强度和韧性组配。

#### 1. 球化退火

锻造时,需将毛坯反复镦粗和拔长,使偏析、夹杂等缺陷减少和力学方向性差异减轻。

锻造完毕,将锻件热装炉进行球化退火,热处理规范见图 1。要求退火后硬度 HB<235,组织为粒状珠光体。另外,不宜炉冷到 100℃ 以下,否则硬度太低,反而增加机械加工的困难。

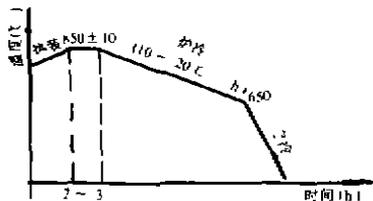


图 1 H13 球化退火规范

#### 2. 消除应力退火

粗加工后按图 2 的规范进行消除应力退火。

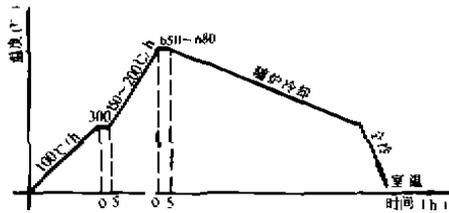


图 2 H13 消除应力退火规范

#### 3. 最终热处理——淬火和回火

##### (1) 淬火加热

在 500t、700t、850t 压铸机上使用的大、中型压铸模的加热制度为： $\xrightarrow{200\text{C}\cdot\text{h}}$  450~500℃, 保温 1h  $\xrightarrow{200\text{C}/\text{h}}$  800~850℃, 保温 1h  $\xrightarrow{150\sim 200\text{C}/\text{h}}$  1020~1030℃, 保温  $\left[\frac{l(\text{mm})}{2(\text{mm})} + 20\right]$  min。在淬火加热过程中应注意下列问题：

- a. 绝对禁止快速加热。

b. 在 450~500℃ 保温能减少热变形,在 800~850℃ 保温能充分发生相变,两次保温使模块表面及模块中心温度均匀。

c. 模具在 1020~1030℃ 淬火可获得最佳组织和性能。如淬火温度提高会使晶粒粗大、冲击值降低,影响使用寿命。

d. 淬火保温时间按模块厚度确定。如厚度为  $l$  (mm), 则保温时间为  $\left[\frac{l(\text{mm})}{2(\text{mm})} + 20\right]$  min。

e. 为防止模块脱碳,可采用下列方法中的一种进行淬火加热,即真空、中性盐槽、用纸包装或埋在经焙烧过的铸铁屑里,保护气氛。

##### (2) 淬火冷却

淬火冷却剂:真空(鼓风);油;空气或循环的气体;在 200~500℃ 马氏体等温槽内停留 1~100min,然后空冷。

当模块冷却到 70~100℃ 时,应立即回火。

淬火冷却方式如下:

a. 真空炉冷却:即充氮鼓风冷却。至 500℃ 左右时,冷却速度开始变慢,因此需再充氮冷却。

b. 油冷却:即从淬火温度淬入油槽中冷却到 530℃ 左右,然后在大气中鼓风或自然冷却。这种冷却方式速度快,网状碳化物少,而且晶粒均匀,残余奥氏体很少,韧性好,但变形大,易开裂。

c. 盐浴冷却:盐浴法冷却速度快,温度也容易控制,对于压铸中的小型零件淬火是最佳冷却方法,而且最适宜等温淬火,但不适于较大的零件。

d. 装箱淬火加热,鼓风冷却。

##### (3) 回火

在回火过程中,如操作不当,炉温不均匀,会使模具硬度不合格。当模具淬火冷却到常温时,必须迅速装入 200℃ 左右的回火炉中保温。回火炉的装炉量应与淬火炉的装炉量协调一致,以便进行流水连续作业。淬火所产生的残余奥氏体随回火温度的上升而减少。在 600℃ 回火时,大部分残余奥氏体会转变为马氏体。中、小型压铸模可以只进行两次回火,厚度 > 150mm 的大型压铸模则需进行三次回火。每次回

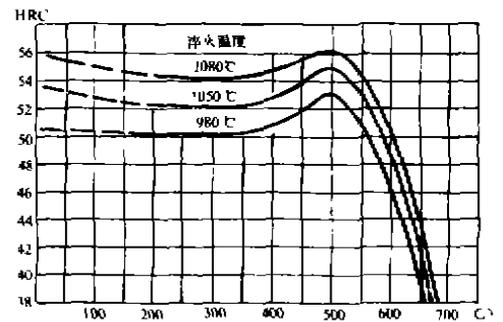


图 3 回火温度和硬度的关系

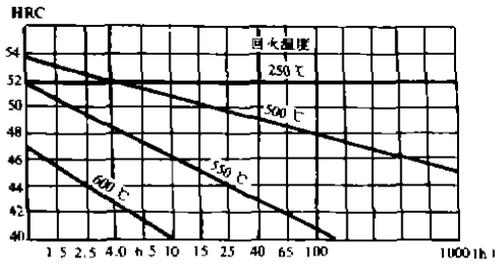


图4 回火总保温时间对硬度的影响

火时间不少于 2h。

回火参数通常根据瑞典乌德霍姆公司制度的回火曲线确定。选择合适的回火温度和保温时间以达到要求的硬度。回火温度和硬度的关系(回火保温时间 1h)、回火总保温时间对硬度的影响分别见图 3、图 4。

H13 压铸模热处理后往往有较大的变形,其变形包括尺寸变化和扭曲、弯曲两类。尺寸变化是伴随着加热、冷却的相变所产生的体积变化,而扭曲和弯曲等是由于冷却方法不当造成的。所以要注意使模具均匀冷却和防止模具自身重量偏置,从而减轻变形程度。对于复杂模具的热处理,为防止热应力与相变应力重叠,更应特别注意选择合适的冷却方法。

#### 4. 氮化

氮化可使压铸模块、压室等工具表面获得高硬层,还可提高工具的抗磨损和抗蚀性能。但氮化表面的疏松层会降低压铸模的耐磨性。氮化层有脆性,当压铸模受到机械或热冲击时,容易产生裂纹或剥落。渗

层越厚,危险性越大。调质时回火温度应比氮化温度高 50℃左右。

#### (1) 气体氮化

工件在  $NH_3$  中于 525℃下氮化,可使表面硬度达到 HV1 000~1 250。氮化时间与氮化层深度见表 1。压铸模块和顶杆、耐磨件的推荐渗氮层深度分别为 0.10~0.15mm 和 0.30mm。

表 1 氮化层深度和氮化时间的关系

氮化时间(h)	氮化层深度 <sup>*</sup> (mm)
10	0.125
20	0.180
40	0.250
60	0.300

\* 近似值

#### (2) 软氮化

软氮化在 570℃盐槽内进行。保温时间一般为 2h,处理后表面硬度可达 HV950~1 000。

#### 5. 补充回火

对已经淬火、回火的 H13 工件进行电火花加工,在加工后需进行补充回火,其温度较原回火温度低 25℃左右。

### 四、H13 压铸模热处理结果

1987 年,我厂在国内较早地开展了 H13 大中型压铸模块的热处理试验研究。试验在大型真空热处理炉中进行,几年来进行了 30 炉次的生产。H13 大、中型模块最终热处理工艺曲线见图 5。

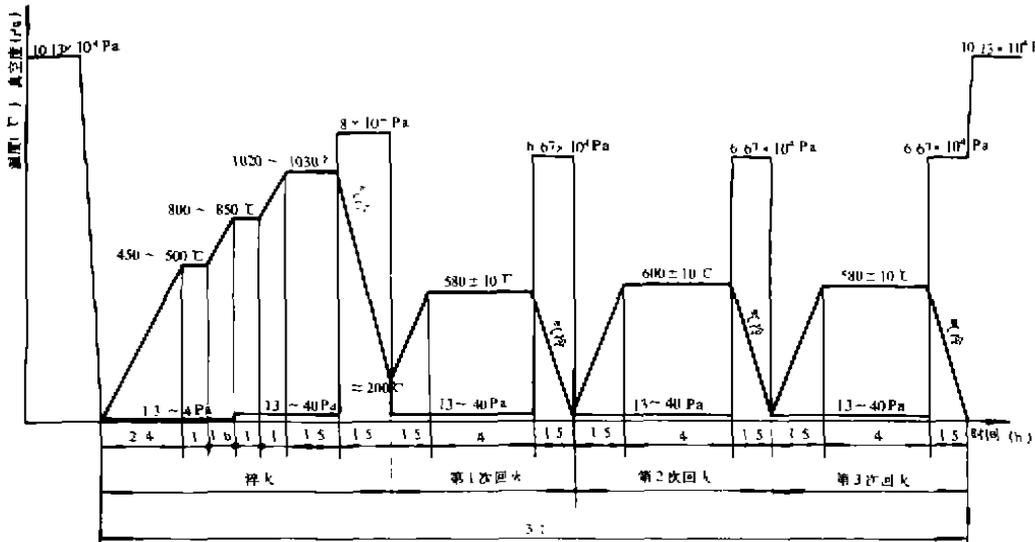


图 5 H13 压铸模最终热处理制度

# 钛及其合金电化学氧化工艺研究

成都飞机工业公司 杨川

**【摘要】** 本文研究了用电化学氧化方法在钛及其合金表面形成耐摩擦粘结及抗接触腐蚀氧化膜的工艺;分析讨论了电解液组成及工艺参数对氧化膜性能的影响。

**【ABSTRACT】** The technology that forms friction-resistant and contact corrosion-resistant oxide film on the surface of titanium and its alloys using the electrochemical oxidation method and the effects of bath composition and process factors are discussed in the paper.

**关键词:** 钛 钛合金 电化学 氧化

## 一、前言

目前,钛合金已成为航空、航天工业中十分重要的新型结构材料,其应用日趋广泛。但是,钛合金存在加工难度大、易产生摩擦粘结、诱发接触腐蚀等缺点。因此,解决钛合金防止粘结和接触腐蚀问题是当前表面处理的重要课题。

钛具有高度的化学活泼性,当它置于大气或任何含氧介质中时,表面立刻形成一层薄而致密的氧化膜,表现出极强的钝化性。但是,这类自然氧化膜不能满

如回火不在 ZC2-65 型双室油淬、气冷真空热处理炉中进行而移至保护气氛热处理炉时,回火制度仍参照图 5。

采用 H13 制造压铸模,提高了模具使用寿命,下面列举几个实例。

**1. 在“煤气调压阀下壳体小型压铸模”上的试验情况**



图 6 煤气调压阀下壳体外形

QF30-04 煤气调压阀下壳体(图 6)压铸模在我厂的压铸模中具有代表性。其压铸件年产量较大,通常为 20~30 万件,并要通过 1.5MPa 的密封性能试验。制作一套模具需 900 个工时, H13 压铸模加工工艺基本与 3Cr2W8V 相似,但 H13 加工性较好。模块的硬度相当于抗拉强度  $\sigma_b$  1471MPa,在压铸试模,划线检验合格后,对型腔模块进行表面软氮化处理。试验设备为苏州产 JLM-150 型卧式冷室压铸机,最大合模力为  $1.47 \times 10^6$ N,最大压射力为  $1.47 \times 10^5$ N。压

足工业要求。采用阳极氧化或电化学方法形成人工氧化膜的研究,国内资料报导不多,国外则自 60 年代开始做了大量研究,所用的电解液包括酸、碱、盐。从大量国外文献中可以看出,钛几乎可以在任意电解液中阳极氧化,甚至在水中也可生成氧化膜,似乎此工艺极易解决。其实恰恰相反,正是由于钛极易氧化生成稳定的氧化膜,在水或弱浸蚀性溶液中只能形成一层类似自然氧化膜的干涉膜,而在强浸蚀性溶液中,则形成疏松多孔、结合强度差的氧化膜,二者均不能满足工业上的要求。实际上,大多数文献所报导的工艺只能形

铸次数达到 23 万次以上,远高于当时国内水平。经检查模具型腔表面未发现裂纹,压铸出的零件表面光洁、尺寸稳定,还出现了愈压铸愈光洁的趋势。

当压铸总次数超过 23 万次后,定模块磨损较深,可修复后再使用。而动模和另一套 3Cr2W8V 定模配合起来继续使用。在压铸到 30 万次后,动模尚未产生裂纹。如按压铸 23 万次计,则一套 H13 压铸模的使用寿命是一套 3Cr2W8V 压铸模的 4 倍。由于 H13 压铸模使用中未出现裂纹,所以压铸件的表面质量也更好。

**2. 在电风扇后盖小型压铸模上的使用情况**

1986 年制作的一副电风扇后盖压铸模已使用 12 万次,型腔模块状况仍良好,未发现裂纹。压铸操作顺利,压铸件表面粗糙度数值低。后因产品改型,模具未继续使用。

**3. 摩托车车身及汽油机零件压铸模**

我厂为 AX100 摩托车车身及 JSIE50F 汽油机等已制作了 20 多副 H13 压铸模,如:前、后轮毂组件,前、后轮毂盖,离合器壳体,离合器盖,起动轴弹簧导套,磁电机盖,大链轮固定滚筒,离合器内套,车灯座前制动毂盖等压模。这些模具目前都在生产中使用,有的已压铸到 28 万次。使用情况良好,压铸件表面光洁,操作方便,未发现裂纹。这些模具大部分是属于大中型的。

参 考 文 献(略)