

## 模具材料及热处理技术

# 7Cr7Mo2V2Si(LD)钢在冷摆辗模上的应用

郑州日产汽车有限公司(河南郑州 451450) 褚洪涛

## 1 前言

冷摆辗是当今世界上迅速发展起来的一种新型高精度、高效率的金属成型工艺。在国际上,瑞士、德国、日本等工业发达国家均采用该工艺生产轿车、摩托车、电器等有关零部件。我国在90年代也相继引进了具有国际先进水平的摆辗机,如瑞士SCHMID公司的T200、T400、T630冷成形摆辗机。我公司于1997年引进了瑞士SCHMID公司的T200和T630摆辗机各一台,用于直齿锥齿轮的冷摆辗成形,同时也开展了成形工艺的一系列研究。然而由于模具在冷摆辗过程中出现早期开裂,导致模具过早失效而成为冷摆辗工艺的制约因素。

## 2 选材

针对冷摆辗成型的特点、模具的受力情况以及对原Cr12MoV钢模具的失效形式以及金相分析,发现大部分模具失效损坏都是因钢中有严重的碳化物偏析,并呈网状分布,其共晶碳化物和网状碳化物级别都高达5~7级。严重的碳化物偏析和网状分布增加了材料的脆性,加之材料中存在一定数量的非金属夹杂物,就大大降低了材料的抗断裂韧性,导致模具早期失效。虽然也对Cr12MoV采用了六面锻造、三向墩粗和拔长

的联合工艺,但碳化物不均匀依然得不到显著的改善,超级现象依然严重,不能满足正常生产。在此情况下,改用了高强度、高韧性的7Cr7Mo2V2Si(LD)钢来制作冷摆辗模的模芯,进行工艺试验。

## 3 试验内容

### 3.1 摆辗产品 BJ130 半轴齿轮

摆辗件形状如图1所示,齿数16,模数5.4。

### 3.2 7Cr7Mo2V2Si(LD)钢的化学成份、物理性能及机械性能

LD钢的化学成份、临界点温度以及与Cr12MoV钢机械性能的对比分别见表1、表2、表3。

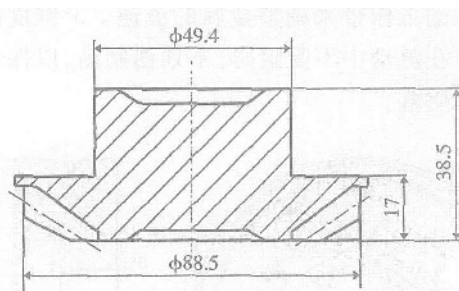


图1 摆辗件

(5)数控铣焊合室。

(6)钳工配钻各孔,修理打光焊合室和出口带、攻丝。

(7)淬火、二次回火,热处理后46~50HRC。

(8)与上模配车定位台阶孔。

(9)上、下模组装后,电火花加工型孔和模芯各尺寸,并加工型孔工作带尺寸。

(10)钳工抛光下模型孔和上模模芯,表面粗糙度值 $Ra \leq 0.8 \mu m$ ,打光去除各氧化处,并组装模垫。

(11)磨对厚度尺寸。

(12)精车各尺寸。

(13)钳工打光各处,清洗抛光型孔。

## 4 结束语

为防止上模模芯热处理时产生变形,对模芯采取了保护措施,用胎具(见图5)保护模芯,热处理后模芯的变形量为0.1mm。

模具的加工选用了合适的钢材,冷、热加工工艺,制造了专用铣刀,加工了尺寸精确的电火花触头。模具制造完成后,经试用并经调整精修后,挤压出了合格的轮子铝型材。

表 1 7Cr7Mo2V2Si(LD) 模具钢化学成分(%)

C	Cr	Mo	V	Si	Mn	S	P
0.7~0.8	6.5~7	2.0~2.5	1.7~2.2	0.7~1.2	0.5	0.03	0.03

表 2 7Cr7Mo2V2Si(LD) 钢的临界点(℃)

Ac <sub>1</sub>	Ac <sub>3</sub>	Ar <sub>1</sub>	Ar <sub>3</sub>	Ms
859	910	725	816	105

表 3 7Cr7Mo2V2Si(LD) 钢与 Cr12MoV 钢的机械性能对比

钢 号	抗压强度 MPa	抗弯强度 MPa	冲击韧性 J/cm <sup>2</sup>
7Cr7Mo2V2Si(LD)	2550~3020	5080~5990	94~123
Cr12MoV	2690	2950	44.2

### 3.3 模具结构

BJ130 半轴齿轮冷摆辗模具结构如图 2 所示,其中最易损坏的部件为模芯。

### 3.4 7Cr7Mo2V2Si(LD) 钢的预处理

7Cr7Mo2V2Si(LD) 钢经 1100℃ 加热后改锻,改锻时要反复墩拔,采用较高频率的轻打,以防锻裂。终锻温度要高于 860℃,锻后必须埋入干燥的砂中缓冷。改锻后进行球化退火,球化退火工艺为 860℃ 加热→保温 3h→降温至 740℃→等温 6h→再随炉冷至 500℃ 出炉。退火后硬度在 240HB 以下,碳化物不均匀度小于 1.5 级。

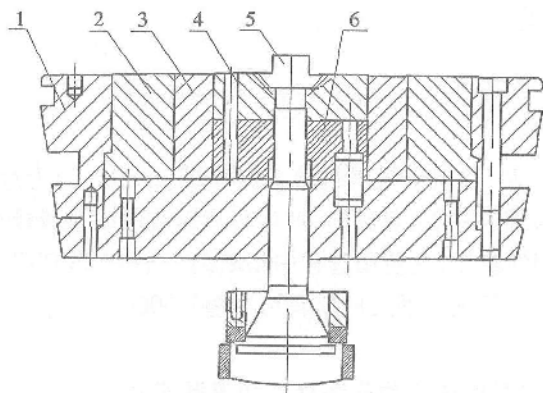


图 2 半轴齿轮冷摆辗模具结构

1.定位器 2.下模夹 3.下模内圈 4.模芯 5.工件 6.垫块

### 3.5 最终热处理

采用 ZC<sub>2</sub>-65 真空油淬气冷炉和真空淬火油进行

淬火。

根据模具的服役条件、受力情况以及模具失效分析,为了提高模具的强韧性和抗断裂韧性,选用 1080℃ 为最终加热温度,用 550℃ 和 850℃ 进行两段预热,回火选用 570℃,回火两次后再进行一次消除应力回火,其工艺曲线如图 3 所示。

### 4 7Cr2Mo2V2Si(LD) 冷摆辗模具的使用寿命

BJ130 半轴齿轮冷摆辗模具其模芯原采用 Cr12MoV 模具钢制造,平均使用寿命仅为 200~500 件。现采用 7Cr7Mo2V2Si(LD) 钢制造,并经上述热处理工艺处理,其使用寿命达到 1500~2000 件,提高 4~5 倍。

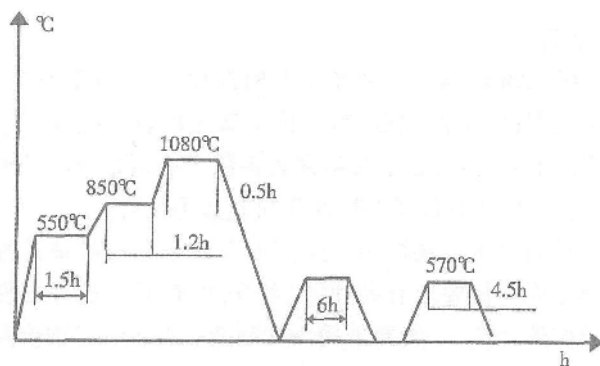


图 3 淬火工艺图

### 5 结束语

BJ130 半轴齿轮冷摆辗模服役条件苛刻,国产 Cr12MoV 钢因网状碳化物难以消除,所以大大降低了钢的抗断裂韧性,导致模具早期失效。所以必须选用高强度、高韧性的模具钢制造 BJ130 半轴齿轮冷摆辗模具。

7Cr7Mo2V2Si(LD) 钢强度和韧性都优于 Cr12MoV。由于 7Cr7Mo2V2Si(LD) 钢含碳量仅为 0.7%~0.8%,因此碳化物的数量较少,并呈细小颗粒状分布,其网状碳化物和共晶碳化物的级别在 2 级以下,保证了模具具有足够高的强韧性。

7Cr7Mo2V2Si(LD) 钢热处理采用了较低的淬火温度,获得了超细化组织晶粒,提高了模具的韧性。

7Cr7Mo2V2Si(LD) 钢冷摆辗模具的寿命比原 Cr12MoV 钢模具有了较大幅度的提高,但模具失效形式还是以脆性断裂方式出现,因此还需作进一步的提高。