

# 退火处理对紫铜组织和性能的影响\*

郭贵中

(平原大学 机电工程学院, 河南 新乡 453003)

**摘要:**对紫铜进行了退火处理,并进行了力学性能试验和金相组织分析,结果表明**退火处理能改善紫铜的组织 and 性能,对后续的锻造生产有指导意义。**

**关键词:**紫铜;退火处理;显微组织;力学性能

**中图分类号:**TG146.1+1 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3944(2006)03-0129-03

紫铜(即纯铜)具有优良的导电、导热性和塑性及良好的耐腐蚀性,在电子工业,仪器仪表和高压开关等工业中有广泛的应用。工业生产中,对紫铜制件的表面硬度和内部晶粒度要求比较苛刻,通常的退火处理工艺难以满足要求。高压开关元件——触指(如图 1 所示)。锻造生产过程中,由于其使用工况的特殊性,厂方对其组织性能和硬度指标有极严格的要求:合格的元件要求组织晶粒细小,硬度达到 HB70 以上。应用通常的退火处理工艺,会出现一些如晶粒粗大、硬度不够等缺陷,严重影响元件的寿命和工作效率。为解决此难题,我们对紫铜在各温度下的退火处理工艺进行了研究。通过试验,观察了试样的金相组织结构,测定了试样硬度,作出了硬度曲线,掌握了 T2 紫铜在不同温度下退火处理的金相组织及其硬度变化规律,并对紫铜的微观组织作了一定的研究和分析说明,分别从晶粒度和硬度两方面综合考虑,找到了最佳的退火处理工艺方案,为触指零件的生产做好准备。

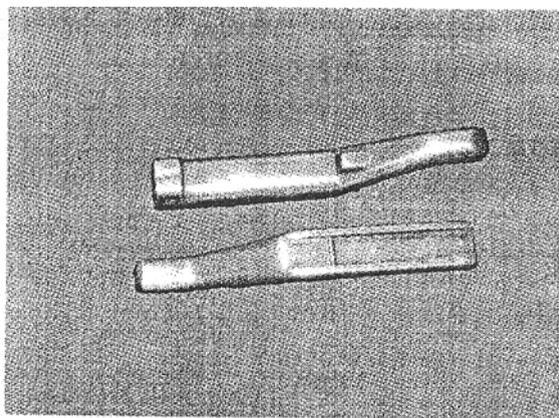


图 1 触指零件

## 一、材料制备及实验方法

### (一) 试验材料与设备

试验中采用 T2 紫铜作试验材料,其化学成分如表 1。

表 1 紫铜化学成分

	Cu	Pb	Bi	Fe	Sn	As
质量分数(%)	>99.9	0.005	0.002	0.005	0.005	0.002

取试样  $\phi 12 \times 15$  的铜棒,经 50% 拉拔变形,28 个,分 7 组。经退火处理后,每组中两个进行力学性能试验,两个进行金相试验,取其平均值。

试验设备:OLYMPUS(PMG3 型)光学金相显微镜及 IAS-4 图像分析仪系统;箱式电阻炉;布氏硬度实验机(HB3000)。

\* 收稿日期:2006-01-18 修回日期:2006-03-17

作者简介:郭贵中(1978-),男,河南新乡人,主要从事机电技术的教学与研究。

## (二) 试验方法

退火处理工艺如表 2 所示。

表 2 试验方法

序列	热处理工艺规范
1	300℃退火,保温 60min,水淬或炉冷
2	350℃退火,保温 60min,水淬或炉冷
3	400℃退火,保温 60min,水淬或炉冷
4	450℃退火,保温 60min,水淬或炉冷
5	500℃退火,保温 60min,水淬或炉冷
6	550℃退火,保温 60min,水淬
7	720℃退火,保温 60min,水淬

## 二、试验结果及分析

### (一) 力学性能

测量试样的布氏硬度,测量结果见表 3 和图 2。由图表可知,退火处理使紫铜的硬度有所降低,其中在 300℃~360℃区域,硬度曲线陡直,硬度随退火温度的升高而快速降低;360℃~550℃区域,硬度曲线开始变缓,退火温度升高对材料的硬度影响变小;550℃~720℃区域,硬度曲线近似平行与温度轴线,即这一阶段退火温度对材料硬度变化的影响微弱。

表 3 硬度测试结果

温度(℃)	压痕 d(mm)	硬度(HB)
300	1.716	105.3
350	2.280	57.9
400	2.285	57.6
450	2.338	54.9
500	2.281	57.8
550	2.295	57.1
720	2.342	54.7

变形退火影响紫铜硬度的主要因素是晶粒度。由于细晶强化的作用,晶粒越细,强度越高。通常用晶界位错塞积模型,位错塞积后,便对晶粒中间的位错源有一反作用力或背应力,这个反作用力随位错塞积的数目而增大,当增大到某一数值时,可使位错源停止动作。细晶粒的反作用力大,因为离位错源近,这样,当细晶粒中心的位错源已被迫停止时,粗晶粒中心的位错源还在不断的放出位错。因此,粗晶粒周围塞积位错多,产生的应力集中较大,更容易使相邻

晶粒的位错源开动,因而粗晶粒的屈服强度低,即在较低的外力下就开始塑性变形,因而强度较低。

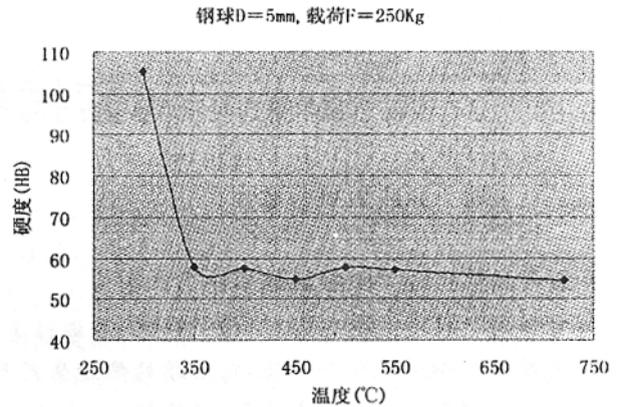
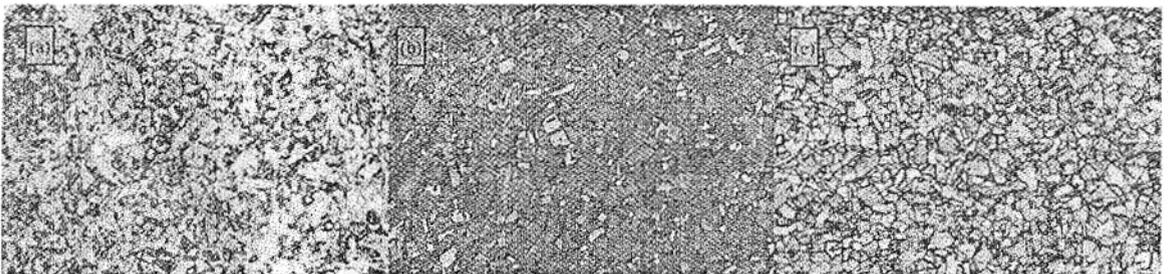


图 2 硬度曲线

### (二) 金相组织

用 3%FeCl<sub>3</sub>+10%HCL 水溶液作腐蚀剂侵蚀金相试样后,观察结果如图 3 所示。实验表明,退火温度低时,保温时间的影响较小;若退火温度高时则保温时间对晶粒度影响较大。所以在高温下退火应尽量缩短保温时间,以避免晶粒粗大。为了避免出现再结晶组织,退火前的冷变形度不应大于 40%~60%。冷变形度大,退火温度越高,再结晶组织越明显。从金相试验照片可看出,400℃退火与 700℃退火后金相组织有很大差别,前者比后者组织要细很多,适合压力加工。

影响晶粒度大小的因素主要有:退火温度,保温时间。实际晶粒度的大小,取决于具体的加热温度和保温时间,但主要取决于加热温度。在某一加热温度下,随保温时间的延伸晶粒不断长大,但长大到一定尺寸后,晶粒长大就极其缓慢了。在最高加热温度相同时,加热速度越快,晶粒越小。这是因为:加热速度快,转变温度高,形核率越高,大于长大速度的增加,使起始晶粒度细小;另外快速加热,保温时间短,晶粒来不及长大,最终获得的晶粒度也细小。



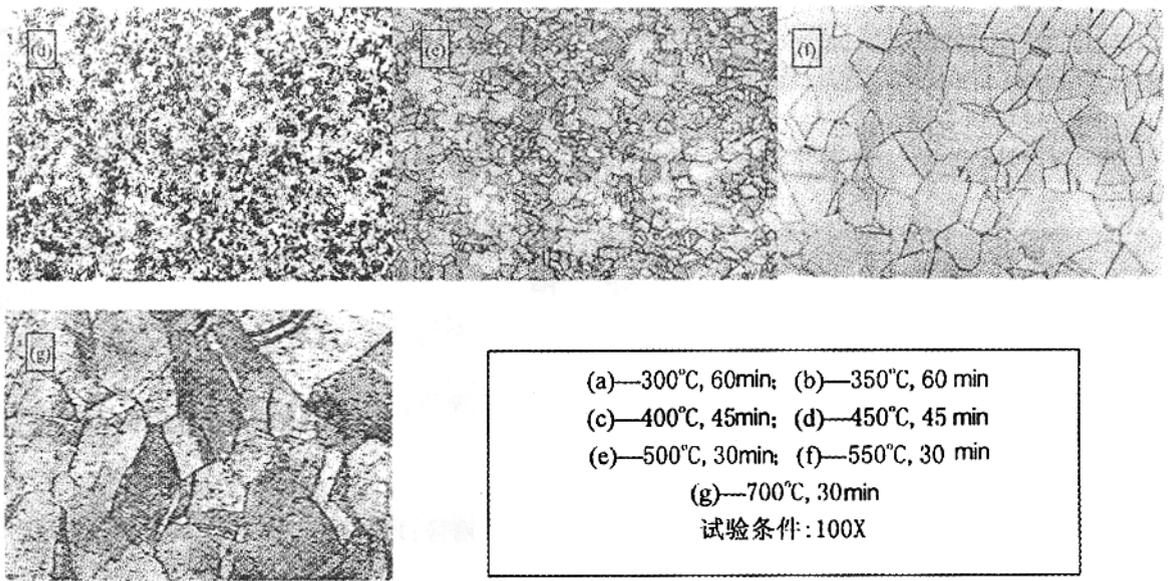


图3 不同退火工艺紫铜的金相显微组织

### 三、结束语

退火处理能改变紫铜组织晶粒度大小,从而影响紫铜的力学性能,提高其强度和硬度。由于退火温度不同,导致紫铜的微观组织和硬度不同。退火温度低的硬度高,组织细密,不易于压力加工;退火温度高的硬度低,组织粗大,易于压力加工。我们的目的是找一个最佳退火温度,确保晶粒细小且硬度适中。从硬度—温度曲线,可以找出适当的硬度对应的温度区间;再利用金相组织照片,可以找出适当晶粒度的温度区间,两者的交集,便是紫铜的最佳退火温度。由图表和金相照片可知:390℃退火处理,是紫铜用于锻造时前处理的首选温度。

### 参考文献:

- [1] 樊百林. 紫铜热塑性变形的研究[J]. 塑性工程学报, 2000, (9): 37—39.
- [2] 张智强, 杨忠. T2紫铜工艺品热变形脆裂分析[J]. 理化检验(物理分册), 2000, (5): 226—227.
- [3] 石德珂. 材料科学基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [4] 金属材料缺陷与金相图谱编写组. 金属材料缺陷与金相图谱[M]. 上海: 上海人民出版社, 1975.
- [5] 上海交通大学金相分析编写组. 金相分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 1982.
- [6] V·E·莱萨特. 硬度试验手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1981.
- [7] 李泉华. 热处理实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000: 53.

【责任编辑 李东风】

## Effect of Anneal Treatment on Microstructure and Property of Red Copper

GUO Gui-zhong

(Electronic and Mechanical College, Pingyuan University, Xinxiang, Henan 453003, China)

**Abstract:** The red copper has been treated with anneal treatment, the mechanical properties testing and microstructure analysis have been done. The results show that anneal treatment can improve the microstructure and properties of red copper.

**Keywords:** red copper; anneal treatment; micro structure; mechanical properties