

热处理工艺对车用减震板组织和性能的影响

徐晶晶

(六安职业技术学院 汽车技术系, 安徽 六安 237158)

摘要:通过对不同热处理和时效处理工艺的 Mn-Cu 合金的 X 射线分析、微观组织分析和阻尼性能测试,分析了热处理冷却方式、时效处理时间对合金组织和阻尼性能的影响。研究表明,时效处理不会产生新相,随着时效处理时间的增加,晶粒尺寸增大,阻尼性能提高,但超过一定时间,阻尼性能反而降低,其中时效处理 8 h 能够获得最佳的阻尼性能。

关键词:热处理;时效处理;合金微观组织;阻尼性能

中图分类号:TG156;TG142.33 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2020)06-0042-04

DOI:10.16160/j.cnki.tsxyxb.2020.06.009

The Influence of Heat Treatment Technology on the Structure and Performance of Automobile Damping Plate

XU Jing-jing

(Department of Automotive Technology, Lu'an Vocational Technical College, Lu'an 237158, China)

Abstract: Through X-ray analysis, microstructure analysis and damping performance test for Mn Cu alloy with different heat treatment and aging treatment technologies, the effects of heat treatment cooling method and aging treatment time on the alloy structure and damping performance are analyzed. The experiment shows that aging treatment does not produce new phases. With the increase of aging treatment time, the grain size and the damping performance also increase. However the damping performance will decrease if the time goes beyond a certain point, where the best damping performance can be obtained with the aging treatment for 8 hours.

Key Words: Heat treatment; aging treatment; alloy microstructure; damping performance

随着人民生活水平的提高和汽车科技的不断发展,人们对乘车舒适度有了更高要求,汽车的减震效果越来越受到关注,逐渐成为选车用车的重要依据。传统车用减震装置一般采用橡胶制品,耐腐蚀性和减震性较好,但是强度太低,容易老化,因此在对减震板有强度要求的部位(如发动机隔板)一般要采用复合材料,且需要经常更换^[1-2]。Mn-Cu 合金具有良好的刚度、硬度、耐腐蚀性,并能减振降噪,是车用减震

板的理想材料,能够克服橡胶材料刚度和强度差的缺点^[3-4]。本文通过研究热处理工艺对 Mn-Cu 材料合金组织与阻尼性能的影响,揭示阻尼性能与材料显微组织之间的关系,以期开发出具有较高阻尼性能的车用减震材料提供技术参考。

1 试验材料与工艺

1.1 试验工艺流程

本试验具体的工艺流程如图 1 所示。

基金项目:安徽省自然科学基金重点项目(KJ2019A1063)

作者简介:徐晶晶(1983—),女,安徽六安人,讲师,硕士,主要从事材料成型及控制工程研究。

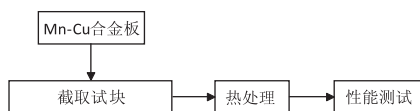


图 1 试验流程图

1.2 材料成分

试验用 Mn-Cu 合金材料的化学成分如表 1 所示。

表 1 试验用 Mn-Cu 合金材料的化学成分 wt%

Mn	Cu	Ni	Al	Fe	Si	S+P
52.38	40.15	1.57	3.66	2.12	<0.1	<0.02

1.3 热处理工艺

试样尺寸为 30 mm×10 mm×2 mm, 从 Mn-Cu 轧制板材上采用线切割方法截取。对试样进行热处理, 其工艺如表 2 所示。

表 2 试验热处理工艺

分类	热处理温度/℃	保温时间/h	冷却方法
1	835	0.5	炉冷
2	835	0.5	水冷

其中对第 2 类试样再进行时效处理, 温度为 425 ℃, 分别保温 4 h, 8 h, 12 h, 16 h 后炉冷至室温。热处理后的试样通过线切割加工制备阻尼测试片, 尺寸为 30 mm×5 mm×1 mm。

1.4 分析测试

阻尼测试片经砂纸打磨和清洗吹干后, 采用 X 射线衍射仪、扫描电子显微镜、动态机械热分析仪等进行性能测试和分析。试验中各工序所使用的设备及型号见表 3。

表 3 试验设备总表一览

设备名称	设备型号
中走丝线切割机	DK7763H
小型热处理炉	自制
X 射线衍射仪	Axios mAX 型
扫描电子显微镜	VEGAI LMU
动态机械热分析仪	Q800

2 结果与分析

2.1 X 射线分析

对轧制态、热处理炉冷和热处理水冷试样进行 X 射线分析, 结果如图 2 所示。原料轧制态试样为面心立方结构的单相, 衍射峰出现在 (111)(200)(220)(311)(222) 晶面。经热处理

后, 水冷试样(222)晶面的衍射峰基本消失, 炉冷试样(222)晶面的衍射峰完全消失, 说明进行热处理能明显降低轧制态原料板材的畸变, 炉冷相对水冷而言冷却速度较慢, 消除畸变的效果更好。同时, 水冷试样的衍射峰相对炉冷明显往左侧偏移, 这是由于冷却速度较快产生的晶格畸变导致的^[5]。

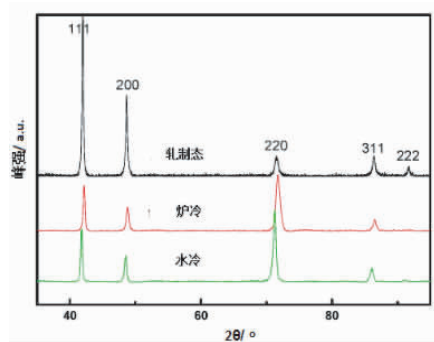


图 2 轧制态、热处理炉冷和热处理水冷试样的 X 射线分析

热处理水冷和水冷后时效处理试样的 X 射线衍射分析结果如图 3 所示。

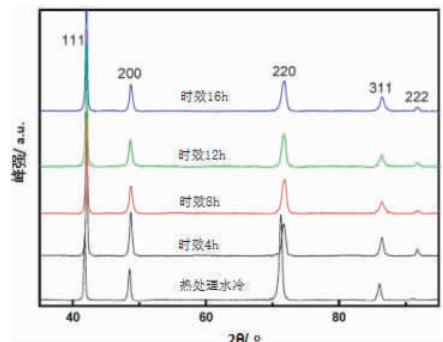


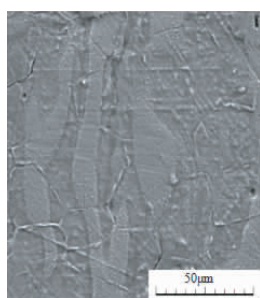
图 3 热处理水冷和水冷后时效处理试样的物相分析

和图 2 作对比, 可以发现不同时间时效处理试样的衍射峰没有明显变化, 说明时效处理没有产生第二相。

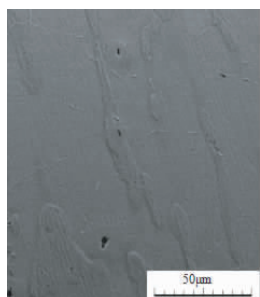
2.2 微观组织分析

轧制态、热处理炉冷和热处理水冷试样的微观组织如图 4 所示。轧制态试样图 4(a)中的显微组织为典型轧制板材的显微形貌, 轧制方向存在明显的晶粒破碎现象, 晶粒尺寸分布差异非常大; 热处理炉冷试样图 4(b)中为单一亚稳 γ 相, 晶界不明显; 热处理水冷试样 4(c)也基本为单一

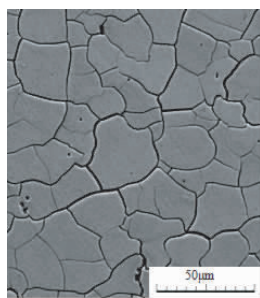
相,但是晶界明显,有细小晶粒,存在少量孪晶,可能是由于水冷速度较快,细小晶粒得以保留。



(a) 轧制态



(b) 炉冷



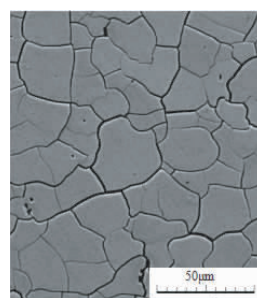
(c) 水冷

图 4 轧制态、热处理炉冷和热处理水冷试样的 SEM 形貌

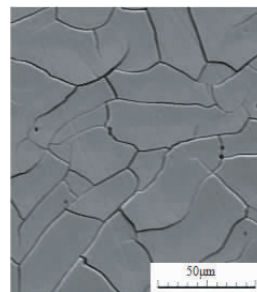
热处理水冷、水冷后时效处理 4 h, 8 h, 16 h 试样的微观组织如图 5 所示。所有试样的微观结构基本相似,不同的是晶粒尺寸有所不同,随着时效处理时间的增加,晶粒尺寸逐渐增大,晶粒尺寸如表 4 所示。Mn 的集聚现象在时效处理 8 h 和 16 h 后逐渐明显,已经有了集聚 Mn 凸起。

表 4 热处理水冷、水冷后时效处理 4 h, 8 h, 16 h 试样的晶粒尺寸 μm

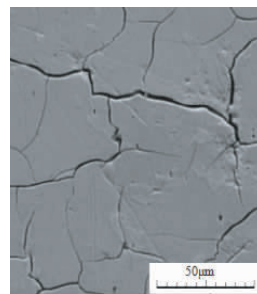
水冷	时效 4 h	时效 8 h	时效 16 h
41	52	61	79



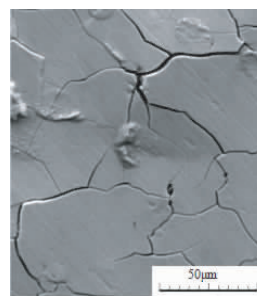
(a) 热处理水冷



(b) 时效 4 h



(c) 时效 8 h



(d) 时效 16 h

图 5 热处理水冷和不同时效处理时间试样的 SEM 形貌

2.3 阻尼性能分析

轧制态、热处理炉冷和热处理水冷试样的阻尼性能测试结果如图 6 所示。三种试样的阻尼值随应变振幅变化规律相同,都是随着应变振幅的增加而增大,且都是轧制态试样最大,炉冷次之,水冷最小。在较低应变振幅下,三者的

阻尼值差距不大,随着应变振幅的加大,阻尼值差距逐渐拉大,特别是轧制态试样,阻尼值要明显高于其他两种试样。

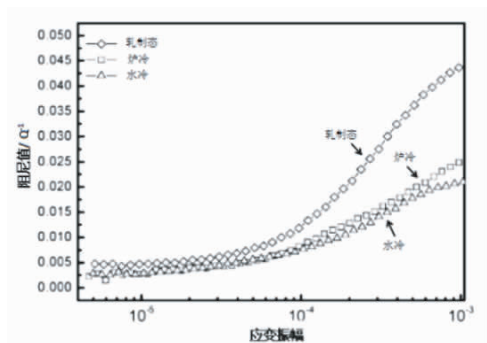


图6 轧制态、热处理炉冷和热处理水冷试样的阻尼值随应变振幅的变化曲线

热处理水冷、水冷后时效处理 4 h, 8 h, 12 h, 16 h 试样的阻尼性能如图 7 所示。所有试样的阻尼值随应变振幅变化规律相同, 都是随着应变振幅的增加而增大。在相同应变振幅下, 经时效处理的试样阻尼值明显高于热处理水冷试样, 且随着应变振幅的增大阻尼值差距不断加大。相同热处理工艺制备的试样, 时效处理时间不同, 阻尼性能也不同, 其中时效处理 8 h 试样的阻尼性能要高于其他时效处理试样, 可见并不是时效处理时间越长越好, 虽然时效处理时间越长晶粒尺寸越大, 晶界密度降低, 阻尼性能会有所增加, 但是从前文的微观组织分析发现, 时效处理 12 h 和 16 h 后, 已经发生了明显的 Mn 偏聚, 反而会降低阻尼性能^[6-7]。

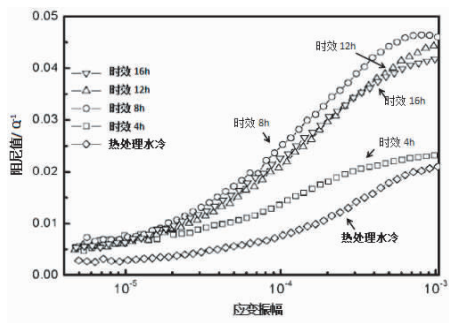


图7 热处理水冷、水冷后时效 4 h, 8 h, 12 h, 16 h 试样的阻尼值随着应变振幅的变化曲线

3 结论

本文以 Mn-Cu 合金为研究对象, 研究了热

处理工艺对合金组织和性能的影响, 以期研发一种性能更为优良的车用减震板。试验发现:

(1) 经热处理和时效处理后, Mn-Cu 合金中的 (222) 晶面的衍射峰基本消失, 时效处理后试样和未经时效处理试样衍射峰相近, 时效处理未产生新相。

(2) 时效处理过程中, 随着时效处理时间增加, Mn-Cu 合金试样晶粒尺寸增大, 且时效处理 12 h 和 16 h 后出现了明显的 Mn 偏聚。

(3) 时效处理可以明显提高 Mn-Cu 合金的阻尼性能, 其中时效处理时间为 8 h 可以获得最佳阻尼性能。

参考文献:

- [1] 郭建华. 基于动态吸振器优化车辆 NVH 性能[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版), 2019, 37(6): 961-963.
- [2] 曾广劲, 郭一鸣. 动力吸振器在汽车半轴减振减噪上的应用[J]. 湖北汽车工业学院学报, 2019, 33(4): 11-15.
- [3] 崔雄, 李鹏, 赵苗苗, 等. 减振阻尼材料设计方法研究[J]. 应用力学学报, 2020, 37(2): 642-646.
- [4] 赵建轩, 王增伟, 刘钊, 等. 车身阻尼材料的布置优化方法[J]. 上海交通大学学报, 2017, 51(9): 1036-1042.
- [5] YIN F X, IWASAKI S, SAKAGUCHI T. The improved damping behavior of Mn-Cu high damping alloy obtained by solidification process control [J]. Progress in Physics, 2006, 26(3-4): 323-330.
- [6] WENG D, LIU S. The internal and external situation of manganese based damping alloys in research and industries[J]. Journal of Science and Technology, 2014, 32(3): 77-83.
- [7] YIN F X. Damping behavior characterization of the M2052 alloy aimed for practical application[J]. Acta Metallurgica Sinica, 2003, 39(11): 1139-1144.

(责任编辑: 夏玉玲)