DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.12.026

均匀化处理对6082铝合金冲击性能影响的研究

谭国寅[1,2],李　恒[1,2],孙彦华[1,2],岳有成[1,2],陈　越[1,2],冯绍棠[1,2]
(1. 昆明冶金研究院,云南 昆明 650031;2. 共伴生有色金属资源加压湿法冶金技术国家重点实验室,云南 昆明 650031)

摘　要:采用光学显微镜、SEM和冲击试验机研究了均匀化处理后的6082铝合金的组织与冲击性能。结果表明,6082铝合金铸锭组织晶粒比较细小,晶界存在大量网状非平衡析出相。均匀化处理后,析出相的数量大幅减少、晶粒尺寸增大、偏析消除、非平衡相溶解、晶界上的网状化合物部分被溶解。铸态组织中析出的Al(MnFe)Si相具有较好的热稳定性。随着均匀化过程的进行,析出相逐渐球化,铸态网状析出相的溶解提高了试样的抗冲击性能。均匀化热处理后合金的综合性能得到了改善,有利于在恶劣的服役环境下使用。

关键词:均匀化处理;析出相;冲击性能

中图分类号:TG166.3　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)12-1337-03

Effect of Homogenization on Impact Property of 6082 Aluminum Alloy

TAN Guoyin[1,2], LI Heng[1,2], SUN Yanhua[1,2], YUE Youcheng[1,2], CHEN Yue[1,2], FENG Shaotang[1,2]
(1.Kunming Metallurgical Institute ,Kunming 650031, China; 2. State key laboratory of Pressure Hydrometallurgical Technology of Associated Nonferrous Metal Resources, Kunming 650031, China)

Abstract: The microstructure and impact properties of 6082 aluminum alloy by homogenization treated were studied by optical microscope, SEM and impact testing machine. The results show that the grain structure of 6082 aluminum alloy ingots is relatively small, and there are a lot of non-equilibrium precipitates in grain boundary. After homogenization process, the number of precipitated phases is greatly reduced, the grain size increase, segregation is eliminated, non-equilibrium phase dissolve, and the reticular compound on the grain boundary is partially dissolved. The precipitated Al(MnFe)Si phase in the as-cast structure has good thermal stability. The precipitated phase gradually spheroidized with the homogenization process, and the dissolution of the cast mesh precipitated phase improved the impact resistance of the sample. After homogenized heat treatment, the comprehensive properties of the alloy have been improved, which is beneficial to use in harsh service environment.

Key words: homogenization treatment; precipitated phase; impact properties

6082铝合金由于具有极佳的加工性能、优良的可焊接性、挤出性及良好的抗腐蚀性、韧性等诸多优点而被广泛应用于建筑型材、灌溉管材、供车辆、台架、家具、升降机、栅栏等用的管、棒、型材[1-3]。随着我国经济的不断发展和城市化水平的不断提高,高速公路、铁路和城市轨道交通建设将迎来一个高峰期,这也对交通运输业所用铝合金的性能也提出了更高的要求,特别在耐冲击和疲劳寿命及承载能力等方面[4,5]。

均匀化处理是铝合金材料生产中的一个重要工艺,作为铝合金加工前的预备工序,对整个加工过程及产品性质具有很大的影响。6082铝合金广泛应用于交通运输行业,往往需要承受较大的冲击载荷,因此开发出与之相适应的均匀化处理工艺就显得尤为必要。本文主要通过研究均匀化处理工艺,探讨均匀化处理对6082铝合金冲击性能影响,以期提高6082铝合金的综合性能,满足交通运输行业的材料要求。

1　试验条件

1.1　试验材料与熔铸

实验6082铝合金化学成分见表1。所采用的浇铸工艺为:将高纯铝升温至750～760 ℃熔化,添加铝硅合金并保温9～11 min,然后降温至730～750 ℃加入锰剂保温5～8 min,最后降温至700～730 ℃加入金属镁,经除渣并通入氩气除气13～17 min,最后

表1 实验用6082铝合金成分 w(%)
Tab.1 The chemical component of 6082 aluminum alloy in the experiment

元素	Si	Cr	Mg	Mn	Fe	Zn	Al
含量	1.10	0.10	0.70	0.50	≤0.25	≤0.10	余量

收稿日期:2019-08-25
基金项目:云南省重大科技专项计划(2018ZE005)
作者简介:谭国寅(1986-),湖南衡阳人,工程师.主要从事金属材料加工方面的工作.E-mail:80982250@163.com

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

浇铸成 L=250 mm，ϕ25 mm 的铸棒。

1.2 均匀化处理

均匀化处理工艺为：550 ℃×保温 2.0 h+575 ℃×保温 3.5 h，强风冷却至 200 ℃后水冷[6]。均匀化后的试样在光学显微镜和 SEM 下观察显微组织，在 JB-300C 摆锤式冲击试验机上进行冲击性能测试。标准冲击试样尺寸为10 mm×10 mm×55 mm，在标准试样上用拉床预制好 V 型缺口，如图 1。

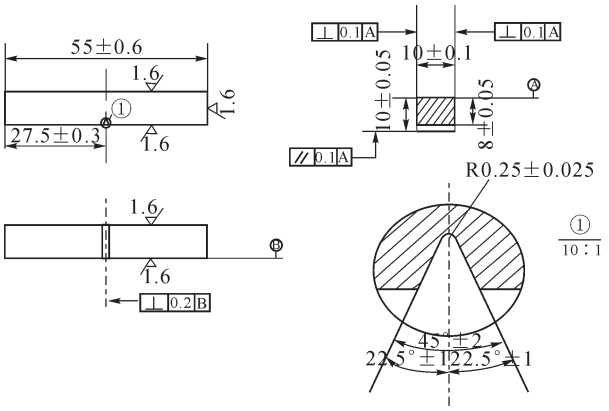


图 1 标准冲击试样尺寸
Fig.1 Size of standard impact specimen

2 试验结果与讨论

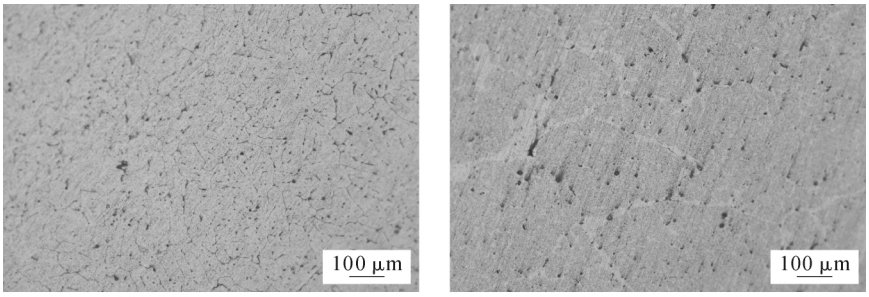
2.1 均匀化热处理对合金组织的影响

从图 2 看出，原始的铸态组织晶粒比较细小，并且在晶界存在大量的网状非平衡析出相。这是由于在合金凝固时不同元素的熔点不同，这种先后凝固现象导致了晶内的溶质成分不均匀，具体表现为在晶界处产生大量的网状析出相。而在经过均匀化处理后的显微组织中，析出相的数量大量减少，并且晶粒尺寸同步增加，这是由于在高温作用下原子的扩散增强，铸锭中发生了偏析消除和非平衡相溶解，因此晶界上的网状化合物出现了部分溶解。

通过 SEM 分析可知，如图 3，选取该析出相的不同部位进行 EDS 分析，确认该析出相为 Al(MnFe)Si 相。在合金铸造时大量形成了含 Mn 的析出相，而且还有一部分保留在过饱和固溶体中，经过高温长时间均匀化处理，这些过饱和于基体中的 Mn 以含 Mn 的化合物形式析出。由于该析出相含有 Mn 元素，具有较好的热稳定性，因此能在视场中观察到较多的该析出相，并且随着原子扩散的加剧，Al(MnFe)Si 相粒子逐渐表现出球化特征。

2.2 固溶时效制度对冲击性能的影响

将均匀化热处理之后的试样进行夏比冲击试验，试验结果如表 2。可以发现均匀化热处理后，试样的抗冲击性能得到了进一步的提高。这是由于均匀化后，原本在晶界处存在的网状析出相溶解，提高了试样的综合力学性能。同时稳定存在的耐热相 Al(MnFe)Si 相进一步球化，可以更好的钉扎位错，使得宏观条件下试样表现出拥有更高的冲击吸收功。表明整个铸件在经过均匀化热处理后综合性能得到了改善，更加有利于对抗恶劣的服役环境。



(a)铸态　　(b)均热态

图 2 不同状态下的显微组织
Fig.2 The microstructure of different status

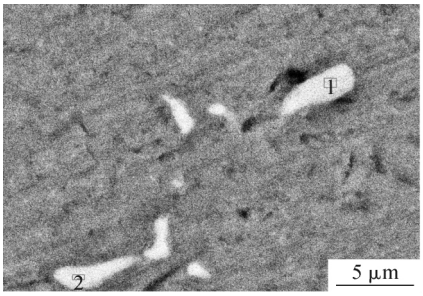


图 3 均热态中的析出相粒子
Fig.3 The precipitated phase in homogenization status

表2 冲击试验结果
Tab.2 The results of impact test

状态	铸态	均热态
冲击吸收功 /J	4.0	13.8

3 结论

(1)6082 铝合金铸锭组织晶粒比较细小，在晶界处存在大量的网状非平衡析出相。经均匀化处理后，显微观察发现析出相的数量大量减少，并且晶粒尺寸同步增加。铸锭中发生了偏析消除和非平衡相溶解，晶界上的网状化合物出现了部分溶解。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（2）合金铸造时产生了 Al(MnFe)Si 析出相，该析出相含有 Mn 元素，具有较好的热稳定性，随着均匀化过程的进行析出相粒子逐渐表现出球化特征。

（3）经过均匀化热处理后，网状析出相的溶解提高了试样的综合力学性能，试样的抗冲击性能得到了进一步的提高。表明整个铸锭在经过均匀化热处理后综合性能得到了改善，更加有利于对抗恶劣的服役环境。

参考文献：

[1] 李平，王祝堂. 汽车压铸及铸造铝合金 [J]. 轻合金加工技术，2011，39(12):1-19.

[2] 王伟. 交通运输用铝合金铸件生产工艺及市场 [J]. 有色金属加工，2017，46(3):1-4.

[3] 丛福官，林森，刘世雷，等. 我国轨道交通的发展及其对铝材的需求[J]. 轻合金加工技术，2017(7):6-8.

[4] 张蔚，刘兰俊，陈勇. 热处理工艺对 6082 铝合金组织和性能的影响[J]. 铸造技术，2017，38(6):91-93.

[5] 刘胜胆，陈小连，张端正，等. 固溶温度对 6082 铝合金显微组织与性能的影响[J]. 中国有色金属学报，2015，25(3):582-588..

[6] 黄继武，孙瑜，赵毅，等. 均匀化处理温度对 6082 铝合金组织和性能的影响 [J]. 中南大学学报(自然科学版)，2012，43(3):911-917.

招贤纳士

襄阳聚力新材料科技有限公司

一、招聘销售工程师

任职要求：

1. 本科及以上学历，铸造、耐火材料、冶金、有色金属专业，熟悉二维、三维绘图软件者优先考虑。
2. 2 年以上铸造行业耐火材料销售或铸造涂料销售经验者。
3. 2 年以上铸造行业用中频炉或压铸行业工业炉销售经验者。
4. 2 年以上铸造行业铁合金生产或销售经验者。
5. 2 年以上耐火材料技术研发或产品应用经验者。
6. 2 年以上铸造涂料技术研发或产品应用经验者。
7. 2 年以上有在铸造厂工作经验，对中频炉熔炼或造型工艺熟悉者。
8. 在压铸厂或铝厂工作 2 年以上，对有色金属铜铝熔炼工艺流程熟悉者。

二、招聘销售经理

任职要求：

1. 大专及以上学历，铸造、耐火材料、冶金、有色金属专业，熟练掌握办公软件，懂产品市场宣传，营销策划者优先考虑。
2. 5 年以上铸造行业耐火材料销售、铸造涂料或类似工业品销售经验者。
3. 5 年以上铸造行业用中频炉或压铸行业工业炉销售经验者。
4. 性格外向，诚信可靠，乐观向上，抗压力强。
5. 逻辑思维清晰，做事干净利落，工作效率高。
6. 善于多部门或多层次沟通协调。

三、销售助理

任职要求：

1. 男性，30 岁以下，本科学历，身体健康，适合经常出差。
2. 性格外向，诚信可靠，乐观向上，抗压力强。
3. 逻辑思维清晰，做事干净利落，工作效率高。
4. 善于多部门或多层次沟通协调。

有意向者请将简历发送至邮箱 wuhaiyan@xyjllc.com

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net