

新型压铸用高强 Al-Si-Mg-Cu 合金的组织及力学性能

李云翔 夏 凯 方诗杰
(湖北航特装备制造股份有限公司)

摘 要 设计、开发出一种新型压铸用 Al-Si-Mg-Cu 合金,并对其压铸件进行了自然时效和在不同温度下人工时效。通过力学性能测试和金相观察,分析了合金元素及时效处理对合金性能的影响。结果表明,提高铝合金中的镁含量和增加一定量的 Cu、Zn、Ti 等元素,并通过 Sr 变质和时效处理后,合金的抗拉强度和伸长率均提高明显。进行成分优化后合金的铸态抗拉强度超过 310 MPa,伸长率可达 5.9%。成分一定时,人工时效对合金的抗拉强度及伸长率均有提升,当时效温度在 140~170 ℃内升高时,合金抗拉强度及伸长率均呈下降趋势;在 140 ℃时效 8 h 后,铝合金具有较好的综合力学性能,平均抗拉强度可达到 377.08 MPa,伸长率平均可达 3.42%。

关键词 压铸;Al-Si-Mg;化学成分;微观组织;力学性能

中图分类号 TG146.21;TG249.2 **文献标志码** A

DOI:10.15980/j.tzzz.2023.02.025 **开放科学(资源服务)标识码(OSID):**



Microstructure and Mechanical Properties of Die Casting High Strength Al-Si-Mg-Cu Alloy
Li Yunxiang, Xia Kai, Fang Shijie
(Hubei Hangte Equipment Manufacturing Co., Ltd.)

Abstract: A novel die casting Al-Si-Mg-Cu alloy was designed, which was natural-aged and artificial aged at different temperature. Based on the tensile testing and microstructure observation, effects of alloying element and aging treatment on the properties of the alloy prepared were investigated. The results reveal that with increasing in Mg content and adding Cu, Zn and Ti alloying element, as well as Sr modification treatment and aging treatment, the tensile strength and elongation of the alloy are improved greatly. After composition optimization, as-cast tensile strength and elongation of the alloy reach up to 310 MPa and 5.9%, respectively. At a given constituent, the tensile strength and elongation of the alloy are increased slightly, however with increasing in aging temperature at 140~170 ℃, tensile strength and elongation of the alloy are decreased. With aging at 140 ℃ for 8 h, the alloy presents the satisfied comprehensive mechanical properties, where the tensile strength and elongation are 377.08 MPa and 3.42%, respectively.

Key Words: Die Casting, Al-Si-Mg Alloy, Microstructure, Mechanical Properties

近年来,由于压铸技术的发展及汽车轻量化的要求不断提高,基于效率、成本、精度、质量及力学性能的综合考虑,越来越多的汽车零部件采用铝合金压铸成形,如汽车发动机缸体、凸轮轴支架、轮毂、变速箱壳体等^[1-2]。随着压铸工艺的不断发

展,对具有优良综合性能的压铸合金需求量越来越大。Al-Si 二元共晶合金,

收稿日期:2022-05-26;修改稿收到日期:2022-06-17
第一作者简介:李云翔,男,1973 年出生,高级工程师,湖北荆门(448000),E-mail: liyunxianghz@126.com
引用格式:李云翔,夏凯,方诗杰. 新型压铸用高强 Al-Si-Mg-Cu 合金的组织及力学性能[J]. 特种铸造及有色合金,2023,43(2):267-271.
LI Y X, XIA K, FANG S J. Microstructure and mechanical properties of die casting high strength Al-Si-Mg-Cu alloy[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2023, 43(2):267-271.

[2] 赵正任,贾征,王彤,等.氩气处理对 AZ91 镁合金高温力学性能的影响[J].特种铸造及有色合金,2020,40(4):445-448.

[3] 付彭怀,丁浩源,李德江,等.镁合金副车架压铸过程计算机仿真与工艺优化[J].特种铸造及有色合金,2021,41(2):231-235.

[4] 孙浩,周改超,崔恩强,等.镁合金横梁铸件铸造工艺设计与数值仿真分析[J].航天制造技术,2017,12(6):26-30.

[5] 彭勇,王顺成,郑开宏,等.高性能镁合金铸造技术研究进展[J].铸造技术,2013,34(2):203-204.

[6] 左铁镞.21 世纪的轻质结构材料-镁及镁合金发展[J].新材料产业,2007(12):22-25.

[7] 李新雷,郝启堂,介万奇.镁合金低压铸造专用混合保护气体系统[J].铸造,2011,60(3):268-270,275.

[8] 陈思涛.基于数值模拟的镁合金普通压铸和真空铸件性能分析[J].特种铸造及有色合金,2020,40(6):636-638.

[9] 崔恩强,刘颖卓,孙浩,等.大型耐热镁合金壳体低压铸造工艺模拟[J].特种铸造及有色合金,2020,40(10):1 103-1 106.

[10] 闫新飞,李少雨,马文治,等.砂型铸造用砂型热物性参数的研究[J].铸造,2015,64(11):1 113-1 115.

(编辑:张正贺)

其具有良好的流动性和气密性,较小的收缩率和热裂倾向性,且有良好的力学性能、物理性能和耐腐蚀性^[3-6],可以压铸薄壁及对致密性有要求但不受力的零件,如汽车仪表附件、盖板、机壳及有散热片的缸体壳体等。对于一般机加工要求高的承力铸件,一般采用 Al-Si-Mg 系及 Al-Si-Cu 系、Al-Si-Cu-Mg 系列合金^[7-11]。目前应用最多的是 Al-Si 系合金,主要合金元素有 Si、Mg、Cu、Ti、Zn 和 Fe 等,还可能含有 Cr、Zr、V、Sr、B、Sb 和 RE 等元素。

对于普通压铸而言,在压铸过程中,由于金属液填充型腔的速度很快,型腔中的气体没有机会逸出,会形成大量的气孔^[12-13],这些气体在随后的固溶处理中易受热膨胀,使铸件产生鼓包和变形,不能进行固溶处理,但可以在较低的温度时效,可以提高其强度,既消除了应力、稳定了尺寸,又发挥了压铸铝合金性能。

本课题设计、开发出一种新型压铸用 Al-Si-Mg-Cu 合金,并对合金进行了自然时效和人工时效处理。通过力学性能测试和金相观察,分析了合金元素及时效处理对压铸铝合金铸件性能的影响,旨在为其应用提供参考。

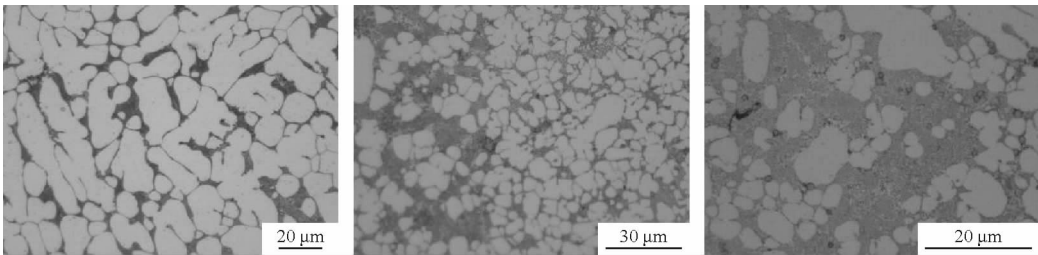
1 试验内容

1.1 试验材料及化学成分

新型压铸铝合金的名义成分(质量分数,下同)为:9%的 Si, 0.5%的 Mg, 0.5%的 Mn,0.5%的 Cu, 0.5%的 Zn,0.15%的 Ti,0.02%的 Sr,Fe≤0.3%,余量为 Al。原材料采用 Al-5Ti-B、Al-10Sr、Mg-10Al、纯 Zn 和纯 Cu 等,在井式电阻炉中熔炼。当合金液温度达到 720℃时,通入氮气进行除气处理。为防止熔炼过程中增 Fe,采用石墨坩埚,配料时需考虑元素的烧损,采用直读光谱仪测得的化学成分与设计值基本接近,见表 1。

表 1 新型压铸合金的化学成分

Tab.1 Chemical composition of a developed novel alloy %								
w _B								
Si	Cu	Fe	Mn	Mg	Zn	Ti	Sr	Al
9.26	0.62	0.253	0.456	0.634	0.525	0.138	0.022 3	余量



(a) YL104 合金 (b) Al-Si-Mg-Cu 合金,低倍 (c) Al-Si-Mg-Cu 合金,高倍

图 3 YL104 合金与 Al-Si-Mg-Cu 合金的金相组织照片

Fig.3 Microstructure of YL104 alloy and Al-Si-Mg-Cu alloy

1.2 压铸试样的制备

压铸试样参照标准设计,见图 1,试样尺寸见图 2,直径为 φ6.4 mm,标距为 50 mm,总长为 170 mm。采用 2800kN 卧式冷室压铸机,冲头直径为 40 mm。压铸工艺参数:浇注温度为 660~670℃,模具温度为 150℃。

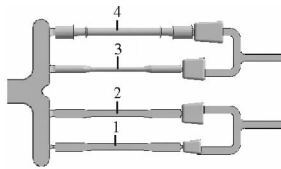


图 1 压铸试样图
Fig.1 Die-cast specimens

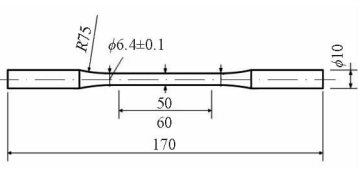


图 2 压铸拉伸试棒尺寸
Fig. 2 Dimension of the die cast tensile rod

1.3 时效处理

为比较自然时效和人工时效对合金力学性能的影响,各取 5 根试棒分别进行自然时效和在 140、155、170℃下人工时效,自然时效时间为 90 d,人工时效时间均为 8 h。

1.4 力学性能试验

拉伸测试在 AGS-X-50KN 材料万能试验机上进行,伸长率用引伸计测量。试验在室温下的加载速率为 5 mm/min,每组 5 个试样,取平均值。

1.5 微观组织观察

取试样相同部位制作金相试样,依次经 400、800、1200 和 2000 号砂纸打磨,随后用 2.5 μm 和 1.5 μm 金刚石抛光膏抛光,最后用 1%的 HF+1.5%的 HCl+2.5%的 HNO₃ 腐蚀液浸蚀 10~20 s 并用酒精清洗干净。制好的金相试样通过 Olympus GX51 金相显微镜和 JSM-6610 扫描电镜观察其微观组织,并通过能谱分析确定局部元素分布。

2 试验结果和讨论

2.1 合金微观组织

2.1.1 合金元素对微观组织的影响

图 3 为 YL104 铝合金和 Al-Si-Mg-Cu 铝合金的组

织。可以看出,两种合金中白色组织为 α -Al 基体,枝晶间灰色组织为共晶组织,但 Al-Si-Mg-Cu 合金中 α -Al 基体更加圆整,尺寸明显细化,最小可达到 $3\ \mu\text{m}$ 。图 3c 中能发现部分粗大的 α -Al,这部分粗大的枝晶应该是在压室内凝固、长大,最后被冲头压入型腔形成的。由于放大倍数的限制,还有部分黑色组织需进行更细微的分析。

根据 Al-Si-Cu 相图^[14],当 Mg 含量为 0.5%,Cu 含量 $\leq 0.5\%$ 时合金凝固后相组成为 $(\alpha\text{-Al} + \text{Si} + \text{Mg}_2\text{Si} + \text{Al}_5\text{Mg}_8\text{Cu}_2\text{Si}_6)$ 。由于 Mg、Cu、Zn 等合金元素含量较低,添加的 Mg、Cu 和 Zn 等合金元素大部分都溶解于 Al 基体中,因此在微观组织照片中很难发现以上元素形成的特征相。通过 EDS 分析发现, α -Al 基体中溶有 Mg、Cu、Zn 和 Si 等合金元素,起到固溶强化的作用,见图 4。

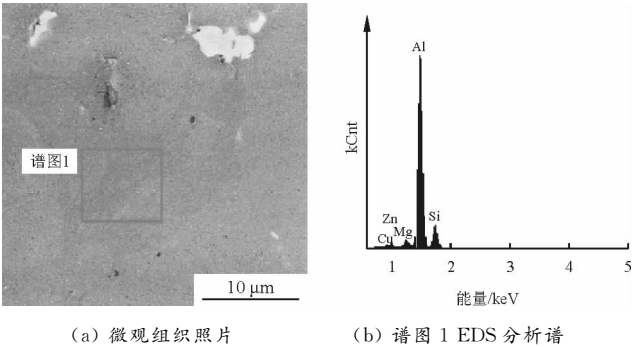
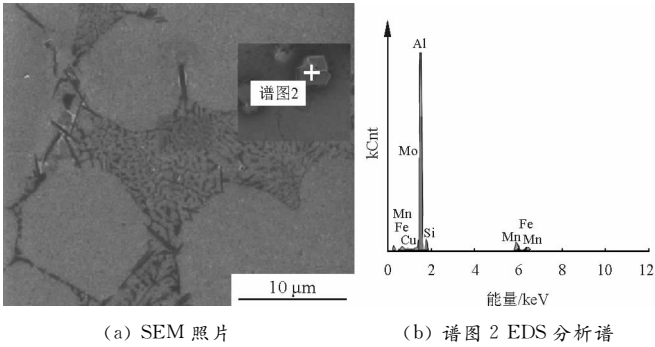


图 4 Al-Si-Mg-Cu 合金微观组织与 EDS 分析

Fig.4 OM observation and EDS analysis of Al-Si-Mg-Cu alloy

通过 SEM 进一步分析,可以观察到黑色的纤维状组织和块状的亮灰色组织,见图 5。经 EDS 分析(Al 的质量分数为 82.2%,Si 的质量分数为 16.2%),纤维状组织为共晶 Si。由于合金在熔炼阶段加入了 Sr 变质,Sr 将原本细长的板条状共晶 Si 变质为细小的纤维状结构^[15],细化后的共晶 Si 尺寸在 $2\ \mu\text{m}$ 左右,Sr 的加入极大地削弱了共晶 Si 对基体的割裂作用。亮灰色组织为 Fe 相。在 Al-Si 系合金中 Fe 相主要以汉字状 $\alpha\text{-AlFe-Si}$ 和针状 $\beta\text{-AlFeSi}$ 相存在^[16]。根据 SEM 观察,发现此 Fe 相为块状,判断此相并不是上述两种相。根据 LIN C 等^[17]研究,在 Al-Si 合金添加 Mn 后发现有块状

的 $\text{Al}_4(\text{Fe,Mn})\text{Si}_2$ 相生成,经过 T6 热处理后转变为块状的 $\text{Al}_5(\text{Fe,Mn})\text{Si}$ 相。Si 含量为 9%,通过 EDS 谱分析(Al 的摩尔分数为 74.52%,Fe 的摩尔分数为 4.49%,Mn 的摩尔分数为 8.23%,Si 的摩尔分数为 12.11%),综合铁相的形貌,认为此组织为 $\text{Al}_5(\text{Fe,Mn})\text{Si}$ 。由于 Mn 的影响^[18],该相形貌得到了改善,对于基体的割裂效果明显减弱。综上所述,铸态的合金微观组织主要由细化的 α -Al、纤维状的共晶 Si 和块状的 Fe 相组成。



(a) SEM 照片 (b) 谱图 2 EDS 分析谱

图 5 Al-Si-Mg-Cu 合金 SEM 照片和 EDS 分析

Fig.5 SEM observation and EDS analysis of Al-Si-Mg-Cu alloy

2.1.2 时效处理对微观组织的影响

图 6 为 $140\ ^\circ\text{C}$ 时效后 Al-Si-Mg-Cu 合金的微观组织和元素分布。可以观察到时效后的微观组织主要由初生 α -Al 和共晶 Si 相组成,对比图 3b,发现时效对于初生 α -Al 的形貌大小基本没有影响,都是由细小的 α -Al 枝晶和少数粗大的 α -Al 枝晶组成。通过 SEM 分析可以发现(图 6b),在 α -Al 相中出现了一些弥散分布的黑色组织,经 EDS 分析(见图 6c、图 6e),此组织主要由 Al 与 Mg 组成。胡祖麒等^[19]研究发现,Al-Mg-Si 系合金生成的 $\beta\text{-Al}_8\text{Mg}_5$ 相经过时效处理后会重新固溶到铝基体中,起到固溶强化作用,分析此组织为 $\beta\text{-Al}_8\text{Mg}_5$ 相。对时效后的组织进行了 EDS 分析,见图 7。从图 7a 可见,在共晶 Si 中间有一圈灰色的环状组织,组织主要构成元素为 Si 和 Mg,分析认为是 Mg_2Si 相;在图 7a 左上角和正中间位置还存在形状不规则的灰色组织,通过图 7b 的 EDS 分析(Mg 摩尔分数为 4.24%,Cu 摩尔分数为 1.10%)和元素分布图,发现该组织由 Al、Mg、Si、Cu 组成,且 Mg 与 Cu 摩尔比为 4 : 1,判断该组织为

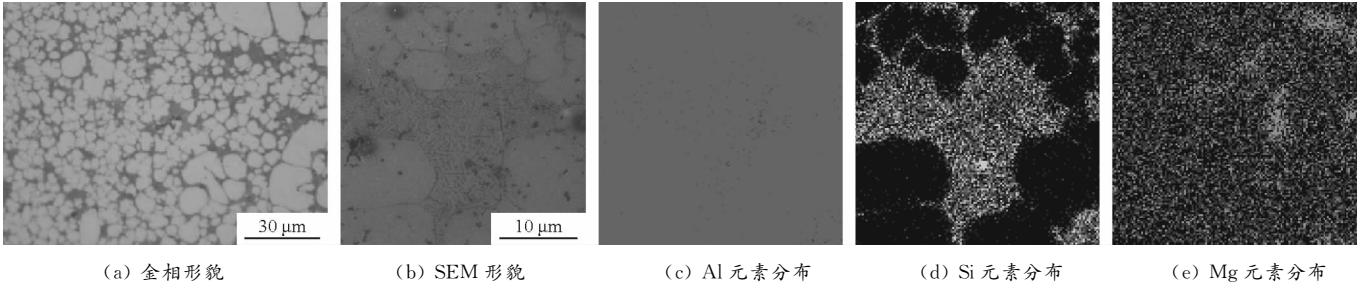


图 6 $140\ ^\circ\text{C}$ 时效后 Al-Si-Mg-Cu 合金的微观组织和元素分布

Fig.6 Microstructure and element distribution of Al-Si-Mg-Cu alloy after aged at $140\ ^\circ\text{C}$

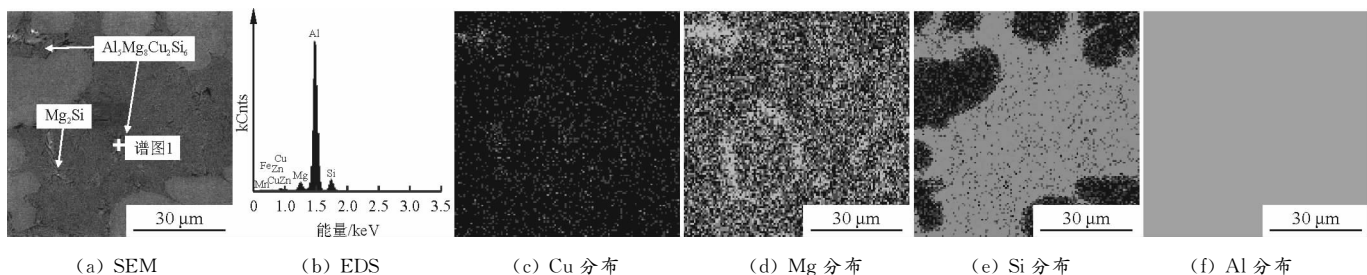


图 7 140 ℃时效后 Al-Si-Mg-Cu 合金的组织 and EDS 分析

Fig.7 Microstructure and EDS analysis of aged Al-Si-Mg-Cu alloy

$\text{Al}_5\text{Mg}_8\text{Cu}_2\text{Si}_6$ 相。在压铸时, Mg、Cu 等元素由于含量较少, 能够完全溶解于基体中, 经过时效处理, 溶解于基体的强化相析出起到弥散强化的作用。Zn 在铝中有很大的溶解度, 因此 Zn 主要起固溶强化的作用。综上所述, 时效处理后的合金组织主要有细小的 α -Al 相、均匀分布的钝化共晶 Si、弥散分布的 Mg_2Si 相和少量的 $\text{Al}_5\text{Mg}_8\text{Cu}_2\text{Si}_6$ 相组成。

2.2 力学性能

用电子拉力试验机分别对成分优化后合金的铸态、自然时效和人工时效后的试棒进行了拉力测试, 结果见图 8。可见铸态合金的平均抗拉强度为 306.316 MPa, 平均伸长率为 4.262%, 相对于 YL104 合金分别提高了 39.1% 和 100%。这主要是由于 Mg、Cu 和 Zn 含量都有提升, 同时加入少量 Ti 和 Sr。Mg、Cu 和 Zn 大部分溶解于 α -Al 中基体内, 在压铸过程中, 冷却速度快, 溶解于 α -Al 中的合金元素来不及完全析出, 较多地固溶在基体中起到了固溶强化作用; 当 Mg 与 Cu 含量由 0.3% 增加到 0.5% 时, Mg 能与 Si 可以形成 Mg_2Si 相, 当 $w(\text{Cu})/w(\text{Mg})$ 小于 2.5 时会生成强化相 $\text{Al}_5\text{Mg}_8\text{Cu}_2\text{Si}_6$ 相^[14], 时效处理后强化相析出, 起到弥散强化作用, 提高合金强度; Ti 可以与 Al 形成 TiAl_3 , 为合金提供异质形核质点, 添加 0.15% 的 Ti 能起到细化晶粒的作用; 添加 0.02% 的 Sr 进行变质处理, 能使共晶 Si 由粗大的针片状变为细小的纤维状, 减少了共晶 Si 对基体的割裂作用, 极大地提高了合金的塑性^[15]。Fe 可以改善压铸时的粘模现象, 但其对于合金的力学性能不利, 在将 Fe

含量控制在 0.3% 以内的同时加入 0.5% 的 Mn 可以使 Fe 相由针状或板条状变为对基体割裂作用很小的小块状, Mn 的加入使 Fe 相的危害大大减小, 从而提高了性能^[19]。

自然时效处理的试棒平均抗拉强度为 321.077 MPa, 平均伸长率为 2.842%; 经过不同温度的人工时效后发现, 在 140 ℃ 下人工时效处理的试棒平均抗拉强度最高, 为 377.081 MPa, 平均伸长率为 3.42%, 抗拉强度随人工时效温度提高呈下降趋势, 伸长率也降低。Al-Si-Mg-Cu 合金在凝固后主要相组成为 (α -Al + Si + Mg_2Si + $\text{Al}_5\text{Mg}_8\text{Cu}_2\text{Si}_6$), 时效处理对于 α -Al 相的形貌、大小影响不大, 但是时效处理过程促进了原子的移动和扩散, 改善了铸件因为局部冷却过快导致的局部成分偏析和局部应力, 同时也缓解了铸件内部的残余应力, 从而降低了铸件局部应力集中, 这使得合金强度上升的同时, 伸长率还能保持相对稳定。另外, 时效处理后会析出 Mg_2Si 相和少量的 $\text{Al}_5\text{Mg}_8\text{Cu}_2\text{Si}_6$ 相, 这些强化相弥散分布于晶界间, 起到弥散强化的作用从而提高强度。

随着时效温度提高, 强化相析出越多, 因此人工时效相对自然时效强度会提高, 但当温度达到一定值之后, 析出相会偏聚长大, 破坏基体完整性从而导致强度下降, 因此随着温度升高强度下降; 析出相增多导致合金在变形时阻力增大, 所以合金塑性降低, 伸长率也随时效温度升高下降。

3 结 论

(1) 新型压铸 Al-Si-Mg-Cu 铝合金组织主要是 α -Al 和共晶 Si, α -Al 晶粒细小, 最小达到 3 μm , 共晶 Si 形貌变为纤维状, 尺寸小于 2 μm 。

(2) 相比 YL104 合金, 所开发 Al-Si-Mg-Cu 合金抗拉强度提高了 39.1%, 伸长率提高了 1 倍, 力学性能明显提高。

(3) Al-Si-Mg-Cu 合金时效后金相组织中能发现少量 Mg_2Si 和 $\text{Al}_5\text{Mg}_8\text{Cu}_2\text{Si}_6$ 析出, 同时消除了铸件应力集中, 这使得合金强度上升的同时, 伸长率保持相对稳定。

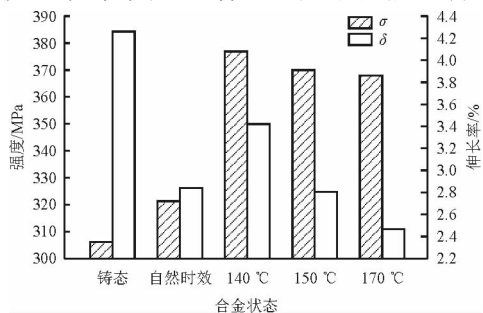


图 8 时效后合金的力学性能

Fig.8 Mechanical properties of the aged Al-Si-Mg-Cu alloy

(4) Al-Si-Mg-Cu 合金的抗拉强度和伸长率在人工时效超过 140 ℃ 时,均随时效温度升高而降低,所以适合的时效温度为 140 ℃,此温度下时效处理的合金相对于铸态抗拉强度提高了 23.2%,达到 377 MPa,但伸长率由 4.26% 降为 3.42%。

参 考 文 献

- [1] LUO A, SACHDEV K, ANIL R, et al. Advanced casting technologies lightweight automotive applications[J]. China Foundry, 2010 (3): 463-469.
- [2] YUAN X G, HE H J, LI R D, et al. Die casting technology developments—a commentary on the 5th China international die casting congress[J]. China Foundry, 2006(3): 322-324.
- [3] CHA G J, LI J G, XIONG S M, et al. Fracture behaviors of A390 aluminum cylinder liner alloys under static loading[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2013, 550: 370-379.
- [4] SHA M, WU S S, WANG X T, et al. Effects of Co addition on Fe-bearing intermetallic compounds and mechanical properties of Al-Si20Cu2Ni1Fe0.7% alloys[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2013, 551: 468-474.
- [5] HE K Z, YU F X, ZHAO D Z, et al. Characterization of precipitates in a hot-deformed hypereutectic Al-Si alloy[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2012, 539: 74-81.
- [6] AMMAR H R, SAMUEL A M, SAMUEL F H. Effect of casting imperfections on the fatigue life of 319-F and A356-T6 Al-Si casting alloys[J]. Materials Science and Engineering, 2008, A473: 65-75.
- [8] CESCHINI L, BOROMEI I, MORRI A, et al. Microstructure, tensile and fatigue properties of the Al-10Si-2Cu alloy with different Fe and Mn content cast under controlled conditions[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2009, 209: 5 669-5 679.
- [9] WANG Q G, APELIAN D, LADOS D A. Fatigue behavior of A356-T6 aluminum cast alloys. Part I. Effect of casting defects[J]. Journal of Light Metals, 2001(1): 73-84.
- [10] YI J Z, GAO Y X, LEE P D, et al. Effect of Fe-content on fatigue crack initiation and propagation in a cast aluminum-silicon alloy A356-T6[J]. Materials Science and Engineering, 2004, A386: 396-407.
- [11] HÉBERT G, DUBÉD, TREMBLAY R. Tensile and fatigue behaviour of thin-walled cast A383.0 components[J]. Materials Science and Engineering, 2012, A552: 89-96.
- [12] NIU X P, HU B H, PINWILL I, et al. Vacuum assisted high pressure die casting of aluminium alloys[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2000, 105: 119-127.
- [13] HEINZ A, HASZLER A, KEIDEL C, et al. Recent development in aluminium alloys for aerospace applications[J]. Materials Science and Engineering, 2000, A280: 102-107.
- [14] 张伟. 新型高强韧铸造 Al-Si-Cu-Mg 合金组织与性能研究[D]. 西安: 西安工业大学, 2008.
- [15] FABRIZI A, FERRARO S, TIMELLI G. The influence of Sr, Mg and Cu addition on the microstructural properties of a secondary AlSi9Cu3(Fe) die casting alloy[J]. Materials Characterization, 2013, 85(6): 13-25.

- [16] MRÓWKA-NOWOTNIK G, SIENIAWSKI J. Influence of heat-treatment on the microstructure and mechanical properties of 6005 and 6082 aluminum alloys[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2005, 162: 367-372.
- [17] LIN C, WU S S, LÜ S L, et al. Microstructure and mechanical properties of rheo-diecast hypereutectic Al-Si alloy with 2% Fe assisted with ultrasonic vibration process[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2013, 568: 42-48.
- [18] KUIJPERS N C W, VERMOLEN F J, VUIK C, et al. The dependence of the β -AlFeSi to α -Al(Fe, Mn)Si transformation kinetics in Al-Mg-Si alloys on the alloying elements[J]. Materials Science and Engineering, 2005, A394: 9-19.
- [19] 胡祖麒, 万里, 吴晗, 等. 时效处理对高强韧压铸 Al-Mg-Si-Mn 合金力学性能的影响[J]. 铸造, 2013, 62(1): 13-16.

(编辑: 张正贺)

《特种铸造及有色合金》征订启事

《特种铸造及有色合金》杂志是中国科学技术协会主管、中国机械工程学会铸造分会和武汉机械工艺研究所共同主办的全国性科技期刊,是对国内外公开发行的中文核心期刊,中国科技论文统计与分析用刊,SA、CA、MA、AJ、Scopus 等国内外权威数据库及检索系统收录期刊,并获得全国优秀科技期刊一等奖、国家期刊奖、新中国 60 年有影响力的期刊、湖北十大有影响力的自然学术期刊等。

本刊主要报道各种(黑色和有色合金)特种铸造方法、各种有色合金及复合材料成形的理论、工艺、设备、材料、测试与控制、计算机应用等方面的科技成果、生产技术和现场经验,并报道各相关学科和交叉学科,如挤压铸造(液态模锻)、半固态加工、电子封装、高熵合金、非晶合金(金属玻璃)、焊合、粉末冶金、合金化、热处理、表面处理等方面的学术研究和最新技术信息以及上述内容的国内外发展动向、行业活动、学术会议、消息动态等。

本刊诚征国内外广告,业务范围:铸造及有色合金材料、辅助材料、铸造及相关设备、铸造生产线、测控与控制设备、仪器仪表、计算机应用软件、铸造展会等。

本刊为月刊,标准(大)16 开,邮发代号 38-109。邮发订价每期 20 元,全年 240 元,如须快递,费用另计。全国各地邮局均可订阅,也可直接向本刊编辑部邮购,本刊还提供过刊、压铸宝典和年会专刊邮购服务。

特种铸造及有色合金杂志社(武汉)有限公司

地址:武汉市江岸区九万方路 26 号

邮编:430019

电话:027-85358206,85486024

传真:027-85358127

投稿网址:www.special-cast.com

邮箱:tzzz@special-cast.com

