文章编号:1673-9981(2007)04-0286-04

工艺参数对压铸AM60B镁合金组织缺陷的影响*

张玉海[1], 阎峰云[2]

(1. 兰州理工大学甘肃省有色金属新材料省部共建国家重点实验室, 甘肃 兰州 730050;
2. 兰州理工大学有色金属合金及加工教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730050)

摘 要: 对采用液态压铸技术,研究了压铸工艺参数对AM60B镁合金组织缺陷的影响.试验结果表明,当浇注温度为680℃、模具温度为180℃、压射速度为3.0 m/s及压射比压为75 MPa时,可以获得组织均匀细小、表面光滑、缺陷极少的AM60B镁合金铸件.

关键词: 工艺参数; AM60B镁合金; 显微组织; 缺陷
中图分类号: TG292; TG249.2 **文献标识码**: A

镁合金在熔融态具有极高的流动冲型能力,采用压铸法最能充分发挥镁合金的优异特性[1].近年来,镁合金压铸业在国内的发展迅速,但是由于生产工艺还不成熟,铸件的缺陷较多,主要是气孔、缩孔、疏松、热裂纹、胀型、飞边毛刺、内部裂缝、表面流痕和冷隔等缺陷[2].这些缺陷会破坏组织的连续性,降低材料的强度和塑性,并且易造成应力集中,在较低的应力下缺陷处就会产生裂纹.铸件中的裂纹是镁合金压铸件的致命缺陷,裂纹会大大降低铸件的力学性能,甚至使压铸件报废[3].本文采用液态压铸技术,研究了压铸工艺参数对AM60B镁合金组织缺陷的影响,分析了其产生的机理,并提出了相应的解决措施.

1 实验材料和方法

压铸试验所采用的材料为AM60B镁合金,其化学成分列于表1.在全封闭坩埚电阻炉内熔炼合金,并通入Ar气保护.在德国富来(FRECH)公司生产的DAK 450-54型全自动冷室压铸机上制备试样,用MeF_3金相显微镜对试样组织进行观察.

表1 AM60B合金的成分

Table 1 Chemical compositions of AM60B alloy

元素	Al	Zn	Mn	Si	Cu	Ni	Fe	其它杂质	Mg
含量 w/%	5.6~6.4	≤0.20	0.26~0.5	≤0.05	≤0.008	≤0.001	≤0.004	0.02	余量

2 试验结果与分析

2.1 浇注温度

随浇注温度升高,合金液体中的氢含量增加,合金的密度下降.当浇注温度从640 ℃升到725 ℃时,氢气在镁合金中的溶解度提高2倍,达到100 cm^3/kg;在凝固过程中,氢气的溶解度又降到24 cm^3/kg.这时过量的氢气在型腔中释放,其中一部分以氢气孔的形式保留在合金中,这些氢气孔的

收稿日期:2007-09-12
* 基金项目:甘肃省自然科学基金资助项目(ZS031-A25-029-C);
甘肃省有色金属新材料省部共建国家重点实验室开放基金资助项目(SKL03001)
作者简介:张玉海(1972-),男,山东青岛人,工程师,硕士.

万方数据

数量和尺寸会随着浇注温度的升高而增大[4]. 当浇注温度高于 710 ℃时，合金液在浇注时氧化加剧，易混入氧化夹杂(图 1(a))，使铸件的致密度降低. 这些杂质的聚集增大了裂纹出现的几率. 浇注温度过高还易发生飞溅和产生毛刺；合金收缩大，铸件内部容易出现缩孔、疏松、裂纹等缺陷，使铸件的力学性能降低. 当浇注温度低于 650 ℃时，不利于冲型，容易产生冷隔、表面流纹、充型不满等缺陷(图 1(b)). 适宜的浇注温度可以使合金液体获得很好的充型能力，使铸件的性能优良. 实验结果表明，AM60B 合金的浇注温度为 680 ℃比较适宜(图 1(c)).

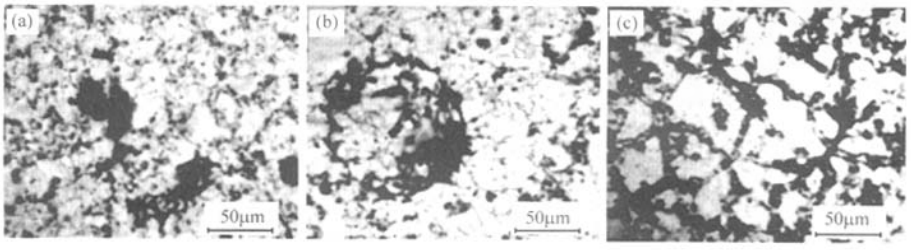

图 1　不同浇注温度下铸件的形貌

(a)710℃；(b)650℃；(c)680℃

Fig. 1　Morphologies of the castings prepared at different pouring temperatures

2.2　模具温度

模具温度直接影响模具的激冷能力，进而影响合金的力学性能和铸件的品质. 合适的模具温度可以避免高温液态金属对冷压铸模的“热冲击”，延长压铸模的使用寿命. 在压铸过程中，高温金属液直接冲击型腔，会使模具的温度产生周期性的变化. 如果模具温度的变化幅度过大，在热应力的作用下模具会过早疲劳失效. 模具温度过高时，激冷效果差，铸件的晶粒变粗大，力学性能降低，铸件与模具之间的粘着力增大，脱模困难，铸件容易粘模和拉伤. 模具温度低时，使预先凝固的金属壳层受到模具的激冷，凝固过程中的温度梯度大，加快了铸件的凝固速度，使晶粒较为细小，组织比较致密(图 2(a))，力学性能也比较好. 模具温度过低(低于 150 ℃)，使瞬间凝固产生的应力无处释放，导致表面产生裂纹；快速凝固时由于不能及时补缩，以致产生缩孔[5]，同时产生冷隔及浇不足等缺陷(图 2(b)). 实验结果表明，模具温度为 180 ℃比较合适(图 2(c)).

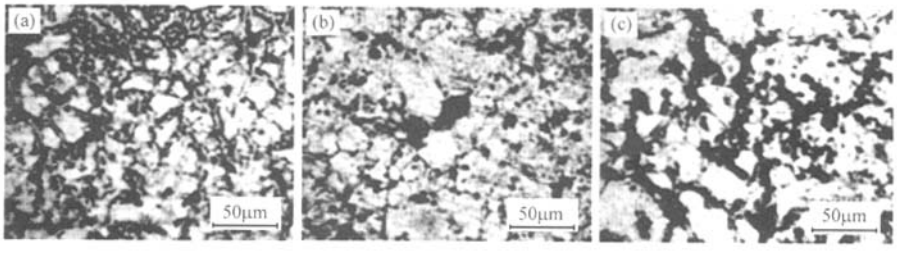

图 2　不同模具温度下铸件的形貌

(a)210℃；(b)150℃；(c)180℃

Fig. 2　Morphologies of the castings prepared at different mold temperatures

2.3　压射速度

由于镁的结晶潜热小，结晶时释放的热量相对较少，且铸件与型腔界面接触紧密，导热良好，所以镁合金压铸时的冲头速度较一般金属要快. 这种快速凝固行为在一定程度上限制了来自于浇道中的金属液的补缩流动. 冲头速度过低，金属液的流动较

万方数据

慢，致使远离浇道处的收缩得不到充分补偿，从而形成较多的疏松、浇不足等缺陷. 另一方面，铸件心部的凝固速度比表面慢得多，其晶粒也比表面的粗大. 外部壳层与心部凝固速度的不同导致这两处不能同时收缩，收缩速度也不一致. 由于心部金属液的凝固体积远大于壳层，因此心部的凝固收缩量也大于壳层. 这样，就会在预先凝固的金属和后来填充的金属之间形成热应力，如果没有足够的冲头速度使金属液补充心部收缩的话，热应力将会导致铸件表层形成大量裂纹[6]. 图 3(a)为压射速度低于 2.0 m/s 时，铸件的组织形貌. 由图 3(a)可见，铸件含有气孔且疏松. 压射速度过高会导致气体和夹杂物的混入，使铸件的密度降低(图 3(b)). 这些杂质和气孔的聚集会增加裂纹出现的几率，导致铸件的力学性能降低. 试验结果表明，压射速度为3.0 m/s较合适(图 3(c)).

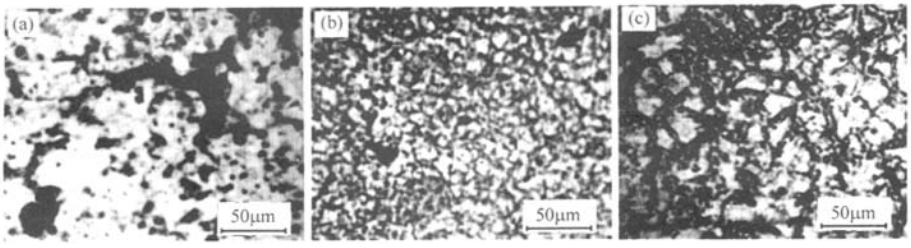

图 3 不同压射速度下铸件的形貌

(a)2.0 m/s;(b)3.5 m/s;(c)3.0 m/s

Fig. 3 Morphologies of the castings prepared at different injection speeds

2.4 压射比压

图 4 为不同压射比压下的铸件形貌. 由图 4 可知，压射比压对凝固组织与性能缺陷的影响较大. 在一定的压力范围内，较大的压力能够消除铸件内的疏松和缩孔，提高合金的致密度，还能改善铸件组织，细化晶粒，铸件的力学性能得到了提高. 液态金属在较高的压力下凝固，有利于合金补缩和抑制气体析出，提高了合金的致密度；较高的压力加快了铸件的凝固速度，并在液态金属凝固前沿产生较大的过冷度，使合金的晶粒细化；此外，树枝晶的破碎与脱落，使得晶核数量明显增多，也起到了细化晶粒的作用[7].

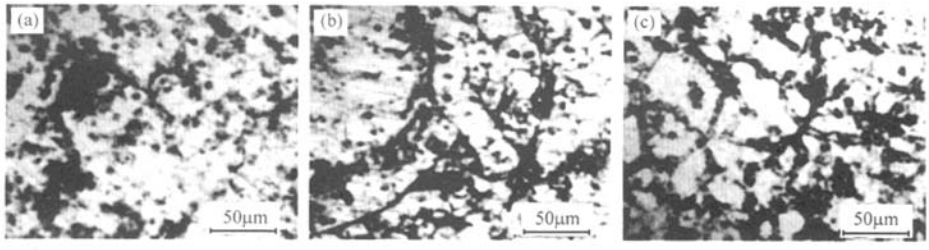

图 4 不同压射比压下的铸件形貌

(a)55 MPa;(b)95 MPa;(c)75 MPa

Fig. 4 Morphologies of the castings prepared at different injection pressures

注射填型时如果压射速度过快，金属液会从压室进入截面较小的内浇道，这时高的压射比压将导致金属液进入型腔后形成喷射紊流，在铸件中混入气体和夹杂物，使压铸件的密度减小，导致内部缺陷和内部应力的产生. 另外，以喷射方式急速进入型腔内的金属液，会附着在型腔内部. 由于金属模具温度较低且模具的吸热导热极快，使附着在型腔壁上的金属液急速冷却凝固形成一层非常薄的金属壳，冷

万方数据

却凝固时产生的收缩应力完全由此金属壳承担，当应力超过金属壳的极限强度后，金属壳被撕裂. 当后续填充的高温金属液从金属壳的表面流过时，将裂纹的深处焊合，形成了表面裂纹(图 4(b)). 试验结果表明，压射比压为75 MPa时得到的合金组织均匀，晶粒细小，无缺陷(图 4(c)).

3 结 论

(1)浇注温度低于 650 ℃时，容易产生充型不足等缺陷，而高于 710 ℃时，则易产生缩孔、疏松和裂纹等缺陷.

(2)压射速度低于 2.0 m/s 时，容易产生疏松和浇不足等缺陷，而高于 3.5 m/s 时，则易产生气孔和夹杂等缺陷.

(3)模具温度低于 150 ℃时，容易产生裂纹、缩孔和浇不足等缺陷，而高于 210 ℃时，则易产生晶粒粗大、粘模拉伤等缺陷.

(4)在一定的压力范围内，压射比压越大，压铸件的组织越致密. 当压射比压低于 55 MPa 时，铸件组织出现疏松和缩孔等缺陷；高于 95 MPa 时，组织含有气孔和夹杂物，并且容易导致内部应力的产生.

(5)在浇铸温度 680 ℃、模具温度 180 ℃、压射速度 3.0 m/s，压射比压 75 MPa 的条件下，可以制备出组织比较均匀细小、表面比较光滑、组织缺陷极少的 AM60B 镁合金压铸件.

参考文献：

[1] 刘志勇，许庆彦，柳百成，等. 压铸工艺参数对镁合金组织性能影响的研究[J]. 铸造，2004(8)：652-654.

[2] 王广生，石康才，周敬恩，等. 金属热处理缺陷分析及案例[M]. 北京：机械工业出版社，2002.

[3] 刘正. 镁合金压铸及其铸件低周疲劳行为与裂纹扩展的研究[D]. 北京：中国科学院博士学位论文，2001：55-65.

[4] 曾小勤，瞿春泉，朱燕萍，等. 镁合金锭品质控制[J]. 特种铸造及有色合金，2000，20(z1)：12-18.

[5] 廖慧敏，龙思远，曹韩学，等. 镁合金压铸热裂纹形成机制及工艺对策[J]. 特种铸造及有色合金，2006，26(6)：350-352.

[6] 夏明许，袁森，蒋百灵，等. 镁合金压铸件收缩缺陷分析及对策[J]. 特种铸造及有色合金，2002，22(6)：23-25.

[7] 刘文辉，张新平，熊守美. 孔洞对 AZ91D 镁合金压铸件性能的影响[J]. 稀有金属材料与工程，2005，34(6)：872-875.

Influence of process parameters on microstructure defects of die casting AM60B magnesium alloy

ZHANG Yu-hai[1], YAN Feng-yun[2]

(1. *State Key Laboratory of Gansu Advanced Non-ferrous Metal Materials, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China*; 2. *Key Laboratory of Non-ferrous Metal Alloys and Processing, The Ministry of Education, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China*)

Abstract: The effect of die casting processing variables on microstructure defects of AM60B magnesium alloy has been studied by liquid die casting technology. The result of experiment shows that the castings of AM60B magnesium alloy with uniform fine microstructure, relatively smooth surface and little defect can be made by controlling pouring temperature at 680℃, mold temperature at 180℃, injecting speed of 3.0 m/s and injecting pressure at 75 MPa.

Key words: process parameters; AM60B magnesium alloy; microstructure; defects

万方数据