● 工艺技术 Technology ●

DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.05.009

某型薄壁镁合金铸件铸造工艺设计

陈 涛[1],张飞场[2]

(1.西安航空制动科技有限公司,陕西 兴平 713106; 2. 中国船舶重工集团公司第十二研究所,陕西 兴平 713102)

摘 要:根据薄壁壳体镁合金铸件结构特点及使用要求,结合高强度 ZM5 镁合金的工艺特性,分析了薄壁壳体铸件铸造工艺要点,研究了试制过程中出现的若干工艺问题及其解决措施。结果表明,生产的 ZM5 合金薄壁壳体铸件各项技术要求指标达到设计要求,铸件合格,按期交付客户。

关键词:高强度镁合金;优质铸件;工艺设计;改进方案

中图分类号:TG292 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8365(2020)05-0447-03

Casting Method of a Thin Wall Casting Part

CHEN Tao[1], ZHANG Feichang[2]

(1.Xi'an Aviation Brake Technology Co., Ltd., Xingping 713106, China; 2. No.12 Research Institute, China Shipbuilding Industry Corporation, Xingping 713102, China)

Abstract: According to the structural characteristics and application requirements of thin-walled shell magnesium alloy castings and the process characteristics of high-strength ZM5 magnesium alloy, the key points of casting process of thin-walled shell castings were analyzed. Some technological problems in the process of trial production and their solutions were studied. The results show that the technical requirements of ZM5 alloy thin-wall shell casting meet the design requirements, the casting is qualified, and the casting is delivered to the customer on time.

Key words: high strength magnesium alloy; premium casting; process planning; improvement scheme

镁合金作为最轻的工程金属材料,被誉为“21世纪的绿色工程材料”。随着科技技术的快速发展,和现代生产工艺的广泛应用,研究发现在纯镁中加入某些有用的合金元素可获得不同的镁合金,它们不仅具有镁的各种特性,而且能大大改善镁的物理、化学和力学性能,扩大其应用领域。本文所描述的 Mg-Al-Zn 系镁合金,即镁合金 ZM5,是工业上应用最广的一种镁合金,该合金的特点是强度高、塑性好、铸造性能好,通过 Mg-Al-Zn 等温截面相图可知,ZM5 的平衡组织为 $\delta+\gamma$,δ 相是以镁为基同时溶入铝和锌的固溶体,γ 相为 $Mg_{17}Al_{12}$[1]。

1 铸件简介及工艺方法的确定

图 1 为一种 ZM5 镁合金铸件示意图,该零件是飞机某装配连接件,铸件内腔有很多的小凸台,上面均有小孔,铸件内腔结构复杂,轮廓尺寸为 378 mm×330 mm×210 mm,铸件基本壁厚 3 mm,上面端面各

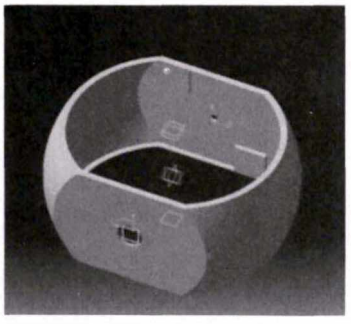


图 1 铸件示意图

Fig.1 Schematic diagram of casting

施放 3 mm 加工余量,其余不加工,技术要求:按 HB7780 Ⅱ类验收、尺寸公差 HB6103 CT9。我们通过对铸件结构的分析,结合 ZM5 镁合金的合金凝固特点,确定选用立筒隙缝式开放浇注系统,上下两箱造型,浇注系统比例:$F_{直}:F_{横}:F_{内}=1.0:6.3:2.5$。如图2。

2 工艺试制

2.1 造型

按照上图所示工艺方法图进行填砂造型。

2.2 下芯

将制芯工段制作好的型芯 X-1(图 3),在立式烘烤炉进行烘烤一周期,放置于工段生产现场,打磨其尖角及有棱线的地方,使之表面圆滑过渡,缺肉部分

收稿日期:2020-03-17

作者简介:陈 涛(1985-),陕西礼泉人,工学学士,工程师.主要从事镁合金、铝合金的铸造工艺研究方面的工作.

通讯作者:张飞场(1985-),陕西兴平人,工学学士,工程师.主要从事铸铁的铸造工艺研究方面的工作.

电话:029-38249613,E-mail:410051327@qq.com

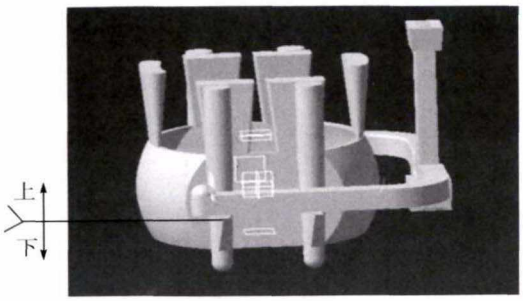


图 2 铸件浇注系统方法立体示意图

Fig.2 Three-dimensional schematic diagram of casting gating system method

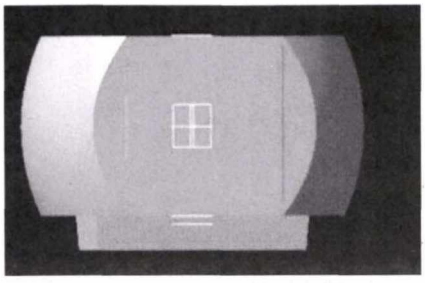


图 3 X-1 砂芯立体示意图

Fig.3 Three-dimensional diagram of X-1 sand core

用修补剂修补。将处理好的砂芯用吊车将其吊于砂芯下箱上端，将其慢慢落于下箱芯座处，放稳，放平。使用高度样板沿分型面测量下芯 高度 h=110 mm，使用 ϕ=8 mm 的棒状塞尺测量铸件平面壁厚，样板使用方法见图 4，确保下芯过程符合毛坯尺寸要求。

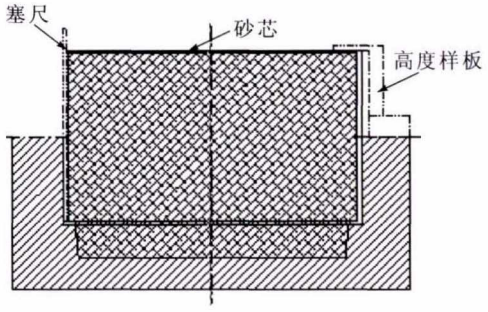


图 4 用高度样板和塞尺定位砂芯

Fig.4 Core setting with feeler guage and height template ruler

2.3 合型

下芯结束后，合上箱，将处理好的上型腔，用吊车吊于下箱上方，慢慢将其落下，到一定高度后，利用定位和定向导销合箱，待上箱完全合好后，拔出导销，放置浇口杯。

2.4 浇注

(1)合金配制依据 HB7780 相关规定，见表 1。

表1 化学成分 w(%)

Tab.1 Nominal of chemical composition

Al	Zn	Mn	Mg
7.5～9.0	0.2～0.8	0.15～0.50	余量

(2)熔炼、浇注

合金配制好后，需进行精炼变质处理，精炼剂采用：菱镁矿，精炼的目的是除气、除渣，变质的目的是细化精粒。浇注合金金属液温度 720～730 ℃，浇注时浇口杯需处于充满状态，等金属液浇注到冒口附近时，从冒口处补浇，延缓冒口冷却速度，增强冒口的补缩作用，并撒硫磺粉防止燃烧。

3 试制生产过程中出现的主要问题

(1)铸件的尺寸问题(底端壁薄 3 mm，不能满足毛坯要求 6 mm 的要求)。

(2)铸件的冶金缺陷(铸件侧壁平面出现疏松)。

(3)铸件的冶金缺陷(立筒对面出现裂纹)。如图5。

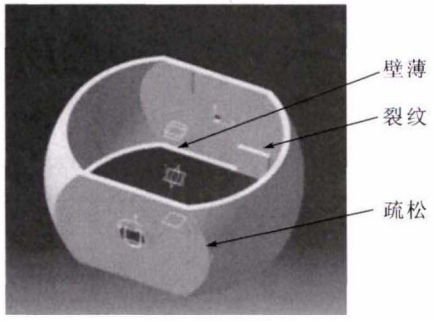


图 5 缺陷分布图

Fig.5 Defect Distribution diagram

4 问题产生的原因及分析

4.1 尺寸问题产生的原因及分析

通常来说，导致铸件出现尺寸问题的主要原因有两个方面：一是由于模具本身尺寸存在错误所造成；二是工艺设计不合理或者操作者在操作过程中操作不当所引起。

经仔细核对模具，发现模具尺寸准确，满足使用要求，通过分析研究，确认产生尺寸偏差的原因是：铸件砂芯太沉，造成下芯后，砂芯整体下沉，以及分型面不平整造成测量误差所致。

4.2 冶金问题产生的原因及分析

裂纹：首先，由于铸件的结构属于平面与圆弧面直接连接，壁厚不均匀，金属液在凝固时，受拉应力的影响以及砂芯的退让性的影响，容易在拐角处产生裂纹，形态是一条肉眼可以看见的裂纹。其次，立筒连接的位置，在其背面形成裂纹的原因是金属液冷却慢所造成[2]。

疏松：由于铸件侧壁较厚，金属液从立筒进入型腔时，在立筒对面常形成疏松缺陷，产生原因是因为金属液通过立筒进入型腔，造成该处温度较高，导致此处金属液凝固相对较慢，最后凝固，此时冒口及立

筒来不及补缩，造成疏松缺陷。

5　工艺改进

5.1　尺寸问题的工艺改进：

在 X-1 主砂芯下部增加垫铁（图 6），并改为中空式砂芯，减少了砂芯重量，有效的防止了砂芯下沉，造成铸件底端壁薄。其次检测下芯高度时，将高度样板更换为底部壁厚塞尺厚度 h=7 mm（如图 7）。

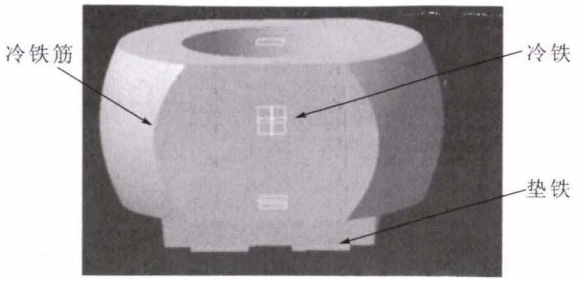


图 6 改进示意图

Fig.6 Improved schematic diagram

5.2　冶金问题的工艺改进：

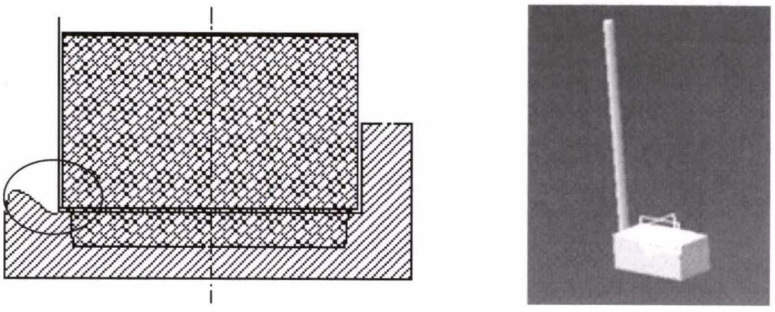


图 7 塞尺（右图为塞尺放大图）

Fig.7 Feeler Gauge (right, enlarge feeler gauge)

在制芯过程中需增加冷铁来增强其激冷作用，冷铁表面需处理（刷桐油，并附着一层很薄的石英砂），然后将其烘烤，待冷却后使用。其次，在砂芯的拐角处拉冷却筋（宽度 X 深度：2 mm×2 mm），在金属液凝固时可起到加强铸件强度防止拉裂的作用。

根据零件的具体结构，采用外冷铁，用来调节凝固顺序，形成自下而上的凝固次序，能有效的防止铸件疏松，裂纹等缺陷，同时可延长冒口的补缩，并使组织致密均匀，减少局部偏析，对金相组织和力学性都能得到较好的改善。

6　结语

通过严格控制合金的熔炼过程，采用冷铁与冷却筋在砂芯上的联用，可有效消除因金属液在固态收缩过程中所产生的铸造冶金缺陷，同时采取砂芯底部增加垫铁及改变测量检测方式可有效的避免形成砂芯下座的现象，经过检测，铸件各项技术指标均达到设计要求，目前已经按时交付客户，取得了较好的社会效益及技术经济效益。

参考文献：

[1] 王文清，李魁盛. 铸造工艺学[M]. 北京：机械工业出版社，2011.

[2] 刘伯操. 铸造手册，铸造非铁合金. 第 3 卷[M]. 北京：机械工业出版社，2002.

技术资料邮购

《铸造实用生产技术集锦》

《铸造实用生产技术集锦》本书由李德臣教授级高工编著。共七章：1、重大铸件生产技术；2、耐热耐磨产品生产技术；3、耐蚀耐磨产品生产技术；4、耐磨产品生产技术；5、铸造工艺设计；6、铸造用辅助产品生产技术；7、铸造与哲学。特快专递邮购价：97元。

邮购咨询：李巧凤　　电话/传真：029-83222071