DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.11.016

底座体铸件铸造工艺技术改进

刘小华
(中国工程物理研究院 机械制造工艺研究所,四川 绵阳 621900)

摘　要:针对铸件结构和使用要求,分析了铸件铸造技术难点和需解决的关键问题,在总结原工艺生产遗留问题的基础上,进一步改进、优化了工艺措施,生产证明,对于薄壁、不加工面较多的铸铝件,正确选择铸造工艺方案及适宜的参数设计,并结合树脂砂造型,可生产出尺寸精度高,表面光洁的高品质铸件。

关键词:铸件结构;技术难点;工艺措施

中图分类号:TG292　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)11-1198-03

Technical Improvements in the Base Casting Process

LIU Xiaohua
(Inistitute of Mechanical Manufacturing Technology, CAEP, Mianyang 621900, China)

Abstract: According to the casting structure and application requirements, the technical difficulties of casting and the key problems to be solved were analyzed. On the basis of summarizing the remaining problems of the original process, the process measures were further improved and optimized. The results show that for the aluminum casting with thin wall and less processing surface, the casting process plan and appropriate parameter design, combined with resin sand molding, can produce high quality casting with high size accuracy and smooth surface.

Key words: structure of castings; technical difficulties; technical measures

铝合金底座体铸件,结构复杂壁薄,不加工面多,尺寸精度较高,且要求不加工面达到CT9级。过去我们采用传统的铸造方式生产,生产的铸件表面较粗糙,铸件轮廓尺寸精度低,飞边毛刺难清理。此次批生产,对不加工铸件我们首次采用树脂砂新工艺方案,生产的铸件表面光洁,轮廓尺寸精度较高,满足CT9级技术要求,且铸件质量稳定。

1　工艺技术难点

1.1　零件结构及技术要求

大型复杂底座体为ZL101材质,零件最大尺寸ϕ610 mm×44 mm,内腔筋多,平均壁厚7～13 mm,属于典型薄壁件,内腔中间有一个ϕ544 mm×7 mm隔板把内腔分成两部份,ϕ564 mm侧面有8个厚23 mm的凸台,铸件净重约30 kg,整个铸件除了上下两个端面加工外,其余都不加工,底座体结构如图1。技术要求:单个孔洞最大直径不大于1.5 mm,且孔洞数量不大于3处,非加工面尺寸公差达到GB6414,CT9级规定。

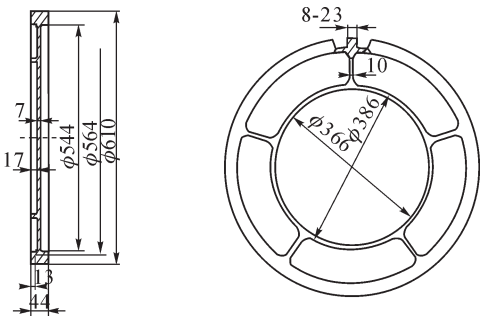

图1　底座体结构图
Fig.1　The structure drawing of the base

1.2　技术难点及解决关键问题

1.2.1　铸件成形困难

ZL101合金虽然有较好的流动性,但是液态金属在薄壁、狭长的通道中如果流程较远,冷却速度快就不易充满型腔,中间7 mm隔板及5个10 mm筋很容易产生冷隔变形、甚至穿透性孔洞。

1.2.2　铸件补缩困难

铸件尺寸大,薄壁,热节分散,冷却速度快,很不利于ZL101合金的顺序凝固特点,需采取补缩措施保证铸件端面及分散性热节无缩孔及夹渣缺陷。

1.2.3　内腔尺寸控制难度大

由于中间隔板尺寸较大,只有7 mm还不加工,稍有不平整或倾斜,就会造成整个铸件内腔尺寸不均匀。需采取措施解决整个铸件不加工面尺寸精度

收稿日期:2019-07-24
作者简介:刘小华(1965-),四川绵阳人,工程师.主要从事铝合金铸造工艺设计方面的工作.电话:18989297650

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

问题，使其满足 CT9 级要求。

1.2.4　生产过程复杂

由于零件的特殊结构造就了工艺措施，必须有吊胎和座胎，内腔的不加工决定了操作过程中翻箱、量壁厚、浇注系统定位等多种工序必须仔细操作。

2　生产条件

生产条件为单件小批手工砂型铸造生产，熔化设备采用 300 kg 电阻坩锅炉。

ZL101 合金配料：配料化学成分 w(%)为：7.0～7.2 Si；0.38%Mg；<0.3%Fe。

精炼工艺：精炼剂为“氩气+复合溶剂”，精炼温度为 710～720 ℃，通气时间为 10 min，静置 10 min，浇注铸件和试块、试棒，试块用以检测化学成分，试棒检测力学性能。

3　原工艺生产及新的工艺设想

过去由于批生产数量少，我们都采用传统粘土砂造型生产，其结果铸件表面较粗糙，不加工面达不到 CT9 级，满足不了铸件验收要求。为了提高表面尺寸精度，与加工车间协商，铸件改成全部加工。

新的工艺采用树脂砂，其特点为：成型好，砂型轮廓清晰，浇注时型壁位移小，铸件尺寸精度高[1]。故针对原来生产遗留的问题及今年铸件数量较多情况，决定采用树脂砂代替传统的粘土砂造型生产，以达到不经过加工处理，就能生产出非加工面尺寸精度高，表面光洁的高品质铸件。

4　树脂砂生产工艺技术

针对树脂砂的特点，其工艺设计思路，参数选择及生产方式也要作相应改变，解决整个铸件的补缩、浇注成型及整个铸件的尺寸精度控制，是其工艺设计的关键。

4.1　铸造工艺方案设计

4.1.1　浇注位置选择

根据零件特殊结构，浇注位置选择法兰朝上的顶注工艺，浇注时高温金属液在上，低温金属液在下，有利于金属液充型补缩，可避免冷镉，浇不足缺陷，较好的解决铸件成型困难问题，而且整个铸件都在一个箱形成，不容易错箱，尺寸精度易控制。综合考虑，底座体浇注位置选择法兰朝上的顶注工艺。

4.1.2　浇注系统设计

浇注系统设计既要满足薄壁件的充型，又要适合金属液平稳流动，同时还要考虑铸件外侧面不加工特点，故浇注系统设计为顶注开放式[2,3]，其位置置于上箱法兰加工面上，浇注系统的分布如图 2 所示，设计参数为：浇注系统选取比例为：$F_{直}:F_{横}:F_{内}$=1:2.5~3.5:3.5~4.5；直浇道采用直立式园断面直浇道，其根部尺寸为 ϕ25 mm；横浇道采用梯形断面横浇口，截面尺寸：(23/30 mm)×30 mm，双向；靠近直浇道两侧，设置过滤网；内浇道在直浇道两侧对称分布，采用 6 道扁平内浇道，每个内浇道尺寸为 60 mm×5 mm，内浇道长度选取为 45 mm。

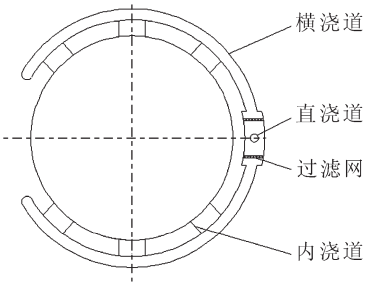

图 2　浇注系统分布示意图

Fig.2　Schematic diagram of pouring system

4.1.3　冒口设计

冒口设计不仅要考虑对铸件周长方向补缩，而且还要考虑对 8 个凸台的补缩，故在靠近 8 个凸台位置设置 5 个腰形冒口，以保证对整个铸件的补缩，保证 ϕ610 mm 法兰端面无缩孔。腰形冒口设计参数为{(50 mm×160 mm)/(32 mm×140 mm)}×150 mm；5 个 10 mm 筋处为 5 个局部分散性热节，设置 5 个对应出气冒口对热节处补缩，以保证此处无缩孔及缩松缺陷，出气冒口设计参数为(ϕ33 mm/ϕ23 mm)×150 mm。

4.1.4　模样及冷铁设计

根据树脂砂的特点，模样设计为实样制作，拔模斜度参数取为 1:20。ϕ570 mm 外侧面有 8 个壁厚 23 mm 凸台，为局部厚大处，此处需要补缩，设置 8 个厚 30 mm 石墨冷铁以平衡此处壁厚差，并与腰形冒口联合使用，以消除该面的气孔，缩孔等缺陷[2,3]。

底座体树脂砂生产工艺方案示意图如图 3。

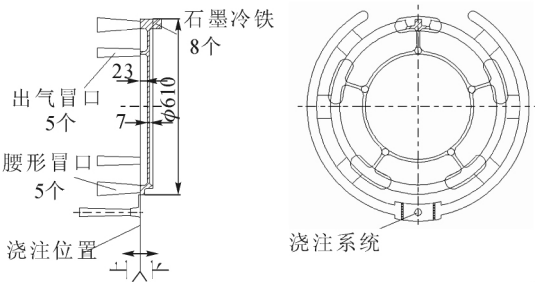

图 3　底座体工艺方案示意图

Fig.3　Schematic diagram of pouring system

4.2　自硬树脂砂工艺技术

4.2.1　原砂的选用

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

砂子必须干燥，杂质少，否则型砂硬化时间长，强度低直接影响硬化性能，故要求 SiO_2 含量不小于90%；含泥量及含水量均不超过 0.5%；选用 50/100、70/140，两种粒度的水洗砂混合使用。

4.2.2 树脂选择

碱性酚醛树脂砂与呋喃树脂砂相比其优点：体系中只含有 C、H、0 元素，可减少针孔等铸造缺陷；高温下的热塑性避免了砂型强度低，过早溃散而产生的冲砂、夹渣等缺陷，综合考虑选择碱性酚醛树脂。

4.2.3 固化剂选择

生产过程中严格控制树脂和固化剂的技术指标，用甲苯磺酸作固化剂制得的砂型 强度高，硬化性能好，所以固化剂选择采用有机磺酸液。

4.2.4 脱模剂与涂料选择

树脂砂造型后随着树脂砂在砂箱自硬，使型砂可塑性变得较差，型砂与模型粘结在一起造成难以脱模，故选择银粉浆作脱模剂，在脱模后的型腔中选择涂刷一层锆英粉醇基快干涂料，合箱前用喷灯适当烘烤，以保证铸件形状清晰，非加工面尺寸精确更高。

4.2.5 混砂工艺和脱模时间参数

先将一定量干燥石英砂倒人混砂机中，开动混砂机，然后加人固化剂，树脂加人量占原砂重的 1.8%～2.0%，固化剂加人量占树脂重的 25%～30%，混砂时间约为 40 s 至 60 s，选取底座体脱模时间控制在 30 min 左右。

5 效果和体会

经上述改进后工艺措施多批次生产，铸件无缩孔、夹渣缺陷，铸件表面光洁，非加工面尺寸精度准确，满足 GB6414，CT9 级技术要求，铸件经检验全部合格[4]。

生产证明，树脂砂成型好，先硬化后起模，具有明显提高铸件尺寸精度和表面质量的优势，因此采用树脂砂造型并结合完善的铸造工艺设计，对提高复杂薄壁不加工铸件的表面质量及尺寸精度，是一种较好的技术途径。

参考文献：

[1] 黄天佑. 铸造手册第四卷造型材料[M]. 北京：机械工业出版社，1994.
[2] 姜希尚. 铸造手册第五卷铸造工艺[M]. 北京：机械工业出版社，1994.
[3] 《铸造有色合金手册》编写组. 铸造有色合金手册[M]. 北京：机械工业出版社，1984.
[4] 全国铸造标准化技术委员会编. 最新铸造标准应用手册[M]. 北京：机械工业出版社，1994.

2020 年《铸造技术》杂志征订启事

《铸造技术》杂志，月刊，1979 年创刊，中国铸造协会会刊，中文核心期刊，国内外公开发行，国内邮发代号：52-64，国外发行号：M855，中国标准刊号：ISSN1000-8365/CN61-1134/TG.

报道范围：报道国内外铸造领域的先进科技成果、应用技术、生产管理经验及信息和铸造设备，覆盖铸铁、铸钢和有色合金等铸造领域，包括砂型铸造、熔模铸造、金属型铸造、消失模铸造和压铸等特种铸造技术。

主要栏目：试验研究、工艺技术、生产技术、特种铸造、装备技术、实用成型技术、材料改性、材料开发、材料保护及表面工程、材料失效分析、应力控制与理化测试技术、今日铸造等。

发行对象：国内外铸造企业，科研院所，高等学校，铸造原辅材料厂商，设备、仪器厂商，铸件采购商等。

广告范围：刊登铸造原辅材料、铸造设备、熔炼设备、热处理设备、环保设备、检测仪器以及铸件生产、科研成果转让、企业形象宣传等相关广告。

订阅方式：请从当地邮局订阅，也可以直接从铸造技术杂志社订阅。全年 12 期，每期定价 25 元，平寄全年 300 元（含邮费），挂号全年 336 元，快递全年 420 元。

欢迎订阅、欢迎投稿、欢迎刊登广告

地址：陕西省西安市碑林区友谊西路 127 号西北工业大学凝固楼 301 室　邮编：710048
联系人：李巧凤　029-83222071
电话/传真：029-82312140　网址：www.zhuzaojishu.net　E-mail：zzjs@263.net.cn
银行汇款：户　名：陕西铸造技术杂志社有限责任公司
账　号：3700 0235 0920 0091 309
开户行：中国工商银行西安市互助路支行

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