

· 生产技术 ·

# Cosworth 铸造工艺及其在汽车生产中的应用

赖华清

(常州信息职业技术学院, 江苏 常州 213164)

**摘要:**介绍了一种新型的金属成形工艺——Cosworth 铸造工艺,并概述了该工艺的工艺过程和工艺特点。介绍了该工艺在汽车铝合金铸件生产中的应用情况。

**关键词:** Cosworth 铸造工艺;汽车;应用

**中图分类号:** TG249 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004 - 6178(2005)06 - 0033 - 03

## Cosworth Foundry Technique and Its Application in Automobile Production

LAI Hua-qing

(Changzhou Information Vocational Technology Institute, Jiangsu, Changzhou 213164, China)

**Abstract** A new metal forming technology—cosworth foundry technique was introduced in this paper, and the process and technique characteristics of cosworth foundry technique was summarized. The application in automobile production with cosworth foundry technique was introduced.

**Key words:** cosworth foundry technique, automobile, application

Cosworth 铸造工艺 (也称砂型低压铸造工艺) 是一种先进的特种铸造工艺,由英国 Cosworth 铸造公司针对高性能轿车发动机薄壁铝合金铸件的生产需要研究发展起来,并申请了专利。该工艺采用铝砂与 SO<sub>2</sub> 固化呋喃树脂成型,采用可编程控制的电磁泵来实现可控压力下控制铝液充填铸型的速度,使铝液自下而上平稳地充填铸型。用 Cosworth 铸造工艺生产的铝合金铸件具有组织致密、含气孔极少、铸件表面光洁、尺寸精确、加工余量少等优点,因而这种工艺特别适合于生产质量要求较高、形状复杂的汽车铝铸件。

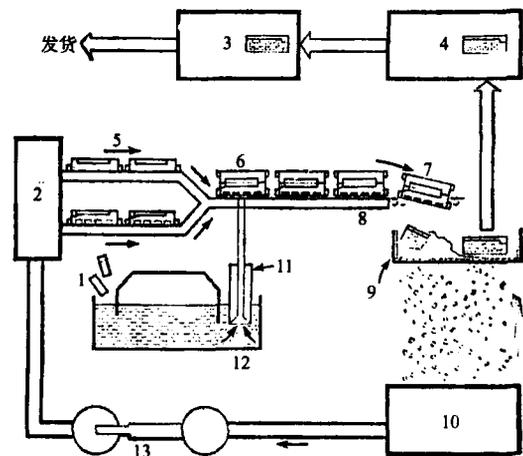
### 1 Cosworth 铸造工艺的工艺过程

Cosworth 铸造工艺的工艺过程如图 1 所示。

#### 1.1 合金熔化

Cosworth 铸造工艺使用的炉子是一种具有足够功率的熔化保温冶炼炉,具有升温、保温及调匀化学成分等功能,适合中等产量生产。如果产量很大,也可把熔化与保温分开,但要注意减少铝液从熔炼炉向保温炉输送时产生的湍流。为了减少铝液吸入气体形成氧化物夹杂,在保温炉上方配备了气体保护装置。根据铸件壁的厚薄程度,保温炉内铝液温度一般在 690 ~ 720 。与传统铝合金熔化相比, Cosworth 铸造工艺一般不需要用溶剂和化学处

理剂来进行除气和金属晶粒细化处理。



- 1 - 铝锭; 2 - 造型制芯; 3 - 热处理; 4 - 清理;
- 5 - 合模; 6 - 浇注工位的铸型; 7 - 铸件;
- 8 - 滚道; 9 - 落砂; 10 - 砂摩擦装置; 11 - 电磁泵;
- 12 - 熔化保温炉; 13 - 旧砂再生。

图 1 Cosworth 铸造工艺的工艺过程

#### 1.2 造型制芯

传统铸造工艺是采用普通硅砂为造型材料来制作铸型和砂芯。普通硅砂在铸铝的浇注温度范围内,由于石英突变为石英,铸型和砂芯的体积膨胀率为 3.0% - 4.5%,而铝合金凝固时却有约 6% 的体积收缩,两者之间产生的体积膨胀明显不同。基于以上考虑, Cosworth 铸造工艺采用铝砂取代硅砂制

收稿日期: 2005 - 10 - 22

作者简介:赖华清 (1964 - ),男,副教授,从事研究方向:铸造工艺、模具设计与制造。

作铸型与砂芯,采用冷硬树脂作粘结剂。锆砂具有非常低的且可预测的热膨胀性能,在铸型和型芯之间仅产生大约 0.05% 的相互移动,内外膨胀差异可以忽略,因而能保证铸件尺寸精度。使用锆砂的另一优点是其热容量产生的凝固速率类似于金属模,对铝合金的晶粒细化十分有利,可提高合金的力学性能。锆砂的密度与铝合金大致相同,充填时砂芯不会产生浮动偏移,这也有利于保证铸件精度,使大量生产的铸件尺寸稳定、精确。虽然锆砂价格较贵,但在铝合金的铸造温度下,锆砂具有稳定的晶粒结构和较好的耐熔性,重复使用性好,其型砂可以回收而减少损耗,锆砂的有效再生可弥补较高的首次投资,是一种比硅砂经济的造型材料。

### 1.3 浇注与凝固

铝合金铸件常见的缩孔、缩松、气孔和裂纹等缺陷,均是在浇注充型及凝固过程中引起的,该过程中最容易引起缺陷的是氧化铝粒子。所有的传统铸铝方法浇注时铝液的的传送过程都涉及的多级湍流传送,氧化层在金属流上不断形成,而后碎成片晶,被产生的湍流卷入铝液,造成大量的氧化粒子卷入,这些片状的氧化粒子不仅是最容易形成凝固缺陷的形核核心,而且其中的许多还会在浇注时产生重叠,而重叠的两个氧化粒子表面常常不能被润湿,从而形成裂纹源,对力学性能,特别是对疲劳寿命和断口韧性造成极其有害的影响。Cosworth 铸造工艺的最主要特点就是消除了铝合金液在输送与浇注时发生的湍流。

铸型输送机将装配在托板上的铸型准确送到电磁泵上方,气动夹具自动将电磁泵升液管嘴与铸型的浇注口压紧。电磁泵产生压力将金属液从铸型底部平缓的自下而上填充铸型型腔,在整个浇注过程中,金属液不破裂表面逐渐升高,表面氧化膜粘附到型壁上。电磁泵被浸没在保温炉的金属液中,浇注压头和注入压力由电磁泵提供,压头和流速均可精密控制,可保证铝合金液能够在不发生的湍流的情况下充填铸型。凝固时电磁泵维持一定压力以对铸件进行补缩,因而这种工艺铸件一般不需要采用补缩冒口。使用 Cosworth 公司自行设计制造的电磁泵升液,铝铸件的工艺成品率在 90% 以上。为进一步提高工作可靠性和降低生产成本, Cosworth 公司还研制了一简化的气压泵,以取代原来的电压泵。

### 1.4 铸件清理

浇注后,铸型经过冷却然后从托板上转到振动落砂机,通过振击清除掉铸件外部的残砂。清砂之后铸件被送到储存冷却系统中进一步冷却,落下

的型砂和芯砂通过带式输送机和提升机送往废砂再生处理系统进行处理,以便循环使用。由于采用锆砂和冷硬树脂砂作粘结剂制造的型砂和芯砂浇注后具有很好的溃散性,铸件易于清理,而且铸件产生的飞边毛刺极少,又没有冒口,因而大大减少了清理打磨的工作量。

### 1.5 铸件热处理

Cosworth 铸造工艺采用了先进的金属冶炼技术,铸件可以达到较高的铸态性能,铸件热处理周期短,与传统热处理相比,热处理周期可以缩短 2 h - 4 h,经过淬火后铝铸件应力很小,几乎没有变形。铸件热处理采用自动连续式热处理设备,铸件被垂直挂在推杆式悬链的专用挂具上,悬链从装料点输送到直线型淬火槽和时效炉,再进入冷却段进行冷却。铸件卸下之前,进入叶片式抛丸机进行最终抛丸清理。

### 2 Cosworth 铸造工艺的特点

用 Cosworth 铸造工艺生产铝铸件具有以下优点:  
(1) 铸件组织致密度高,含气孔极少,一般为 0.01% - 0.001%,而传统铸造工艺生产的铸件一般为 0.1%。铸件的综合力学性能得到提高,与传统砂型铝铸件相比,材质抗拉强度高出 30%,延伸率至少高出一倍。(2) 铸件的尺寸稳定且精确度高。如对大量生产的发动机缸体、缸盖等铝铸件,其加工面的加工余量仅为 1.5 mm - 2 mm,大大减少了机械加工时间和加工费用。(3) 由于铸件尺寸精确,壁厚减薄的原因,同样产品铸件的重量要比其他铸造工艺减轻约 10% - 15%。同时金属液的利用率高达 80% - 90%。(4) 铸件内不含氧化物夹渣,改善了铸件表面质量,铸件表面粗糙度低,也可使加工刀具的使用寿命延长。

由于以上优点, Cosworth 铸造工艺主要用采生产高性能、无缺陷、重量轻的铸件,特别是适于生产诸如气缸盖这类有致密性要求的复杂汽车铝铸件。随着现代汽车向高效率、低油耗的方向发展,汽车发动机零件的结构设计得更加复杂,对致密性的要求也越来越高, Cosworth 铸造工艺无疑将成为生产这类产品毛坯的有效方法。

### 3 Cosworth 铸造工艺在汽车生产中的应用

Cosworth 铸造工艺最初的产品是高性能发动机部件,如用于一级方程式赛车发动机缸体、缸盖及航空铸件的小批量生产。1978 年 Cosworth 铸造公司开始采用这项新工艺大量生产汽车铝铸件。1983 年该公司投资 100 万法郎,在英国中部地区兴建了一座以该工艺为基础的铸造车间,用于批量生产铝

合金气缸盖,年产量达5万件-6万件。1981以后欧洲和美国一些厂家也使用了该项专利,生产气缸体、气缸盖等铝铸件,如默谢台斯-奔驰190E型2.3L轿车4缸16阀铝缸盖就是典型的产品<sup>[2]</sup>。80年代中期美国福特汽车公司从英国引进这一技术,并对其加以改造成倾转式Cosworth铸造机,提高了该工艺的生产率,使之更适用于大批量生产。为此Ford公司于1988年投资580万美元兴建一“铸铝研究开发”车间,试浇注V-6及V-8轿车发动机缸体和缸盖。在工艺成熟的基础上,Ford汽车公司投资近6000万美元在1992年秋建成安装有3台倾转式Cosworth转盘铸造机的全自动铸铝厂。目前

该工艺已广泛应用于多气门的气缸体、气缸盖及其它汽车铝铸件的生产。近年国内有单位通过引进乌克兰的电磁泵低压铸造成套设备,采用锆砂/PEP-SET树脂自硬砂制芯技术进行的砂型低压铸造发动机铝缸盖应用研究,本质上也是Cosworth铸造工艺的改进<sup>[3]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 李应堂. 现代汽车铝铸件 [M]. 上海:上海科学技术出版社, 1990.
- [2] 李庆春. 铝缸盖铸造新工艺 [J]. 汽车工艺, 1989, (3): 11-13.
- [3] 杨晶, 觉惊知, 侯击波, 等. 电磁泵充型低压铸造复杂铝铸件技术研究 [J]. 车用发动机, 2002, (4): 47-49.

(上接第7页)

较小,载荷进一步增大时,体积较大的碳化物也开始承受较大的作用力,逐渐开始剥离基体(如图4),碳

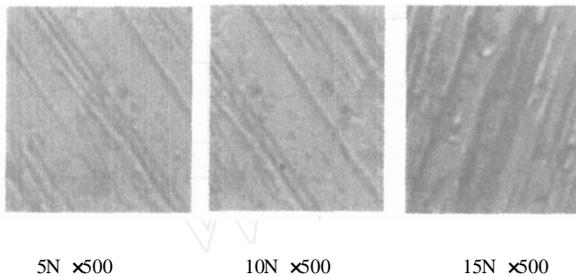


图2 磨损深度对照照片

化物的脱落不能很好的保护基体,这就造成磨损量急剧的增加(如图5),而且随着作用在碳化物上的力增加,使体积较大的脆性碳化物出现碎裂而剥落,进一步加剧材料的磨损,这种“尺寸效应”在文献[9]中也有分析。

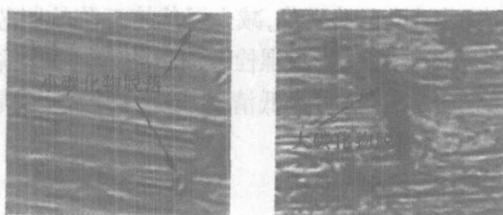


图3 磨损照片

图4 磨损照片

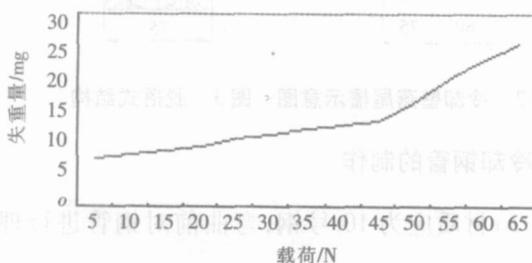


图5 载荷与失重的关系

#### 4 结论

1)高铬铸铁在载荷为45N左右时碳化物得到破坏,使材料的耐磨性急剧降低。

2)在载荷作用下,“尺寸较小”的碳化物首先被剥离基体,随着载荷的增加尺寸较大的碳化物也开始剥离基体,并出现碎裂。这就要求高铬铸铁中的碳化物不仅要分布均匀,碳化物的尺寸也要合适。

3)高铬铸铁中要有一定量的残留奥氏体,残留奥氏体可以更好的支撑碳化物,使其不易剥离。

#### 参考文献:

- [1] 王均,沈保罗,孙志平,等. 水泥磨机用高铬磨球的亚临界处理研究 [J]. 铸造设备研究, 2003, (6).
- [2] 邵荷生,曲敬信,许文棣,等. 摩擦与磨损 [M]. 北京:煤炭工业出版社, 1992.
- [3] 邵荷生,张清. 金属的磨料磨损与耐磨材料 [M]. 北京:机械工业出版社, 1988.
- [4] 苏俊义. 铬系耐磨白口 [M]. 北京:国防工业出版社, 1990. 1-2.
- [5] 王均. 合金元素对高铬耐磨铸铁凝固组织和亚临界硬化行为的影响 [J]. 四川大学学报, 2003, 11.
- [6] 谢敬佩,李卫,宋延沛,等. 耐磨铸钢及熔炼 [M]. 北京:机械工业出版社, 2003.
- [7] 郝石坚. 现代铸铁 [M]. 北京:冶金工业出版社, 2004. 285.
- [8] 彭晓春. 铸态奥氏体高铬铸铁抗磨料磨损特性研究 [J]. 西安公路学院学报, 1994, (2): 14.
- [9] 贺林,张长军,周卫星. 高铬铸铁中碳化物相抗磨作用的“尺寸效应” [J]. 热加工工艺, 1998, (4): 15.
- [10] 郝建民,张荣军. 镍硬铸铁与铬系白口铸铁抗磨料磨损特性比较 [J]. 热加工工艺, 2004, (6): 11.