

3D 打印在新能源汽车电机壳体预防粘模上的应用

杨 军 张正来 凌支援 蔡朝新 张硕秋
(浙江华朔科技股份有限公司)

摘 要 针对新能源汽车电机壳体压铸件产生粘模缺陷的问题,从模具结构设计、3D 打印嵌件平衡模具温度,防止高温铝液破坏模具表面致密层等方面,在生产过程中对新能源电机壳体压铸件粘模缺陷进行改善,提出了应用 3D 打印嵌件的解决方案。

关键词 压铸件粘模;随型冷却;3D 打印;模具温度

中图分类号 TG249.2 文献标志码 A

DOI:10.15980/j.tzzz.2021.01.026

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Application of 3D Printing Technology in Solder of Die Casting Die for Motor Shell of New Energy Automotive

Yang Jun, Zhang Zhenglai, Ling Zhiyuan, Cai Chaoxin, Zhang Shuoqiu
(Zhejiang Huashuo Technology Co., Ltd.)

Abstract: Aiming at the issue of solder defects in shell die castings for new energy automobile motor, some measures were adopted from die structure design, 3D printing inserts to balance die temperature, preventing high temperature molten aluminum from destroying the dense layer of mould surface to improve the defect of solder during production. The solution to application of 3D printing insert was proposed.

Key Words: Solder of Die Casting, Random Cooling, 3D Printing, Mold Temperature

铝合金压铸过程中由于局部模具温度过高易产生粘模,导致压铸件缺料、拉裂等缺陷。在压铸生产过程中,当高温铝液进入模具直接与型腔接触时,会导致模具局部深腔温度过高,破坏模具表面的硬化层,并在化学反应和机械粘接共同作用下粘附到模具表面。传统的解决方式是增加运水进行点冷却,但无法实现随型冷却。为了避免粘模现象,本课题除了分析在压铸过程中形成粘模的原理之外,还提出应用 3D 打印模具运水水道,实现随型冷却,确保模具温度均匀恒定,克服粘模现象,延长模具的使用寿命,提高铸件的合格率。

1 压铸件粘模形成的原因

1.1 铝合金化学成分对压铸件的影响

铝合金中合适的 Fe 含量能减少粘模倾向,易于压铸。当铝合金中 Fe 含量低于 0.7%,则铝液与模具易粘合;Fe 含量太高时,易形成 β -FeSiAl₃ 或者 FeSiAl₉ 相,增加铸件的脆性,会产生裂纹^[1,2]。因此,压铸铝合金中 Fe 含量应控制在 0.7%~1.0%。对该电机壳体所

使用的 Al-12Si-1Cu-Fe 合金进行成分分析,经光谱实测分析,Fe 含量在 0.8%左右,符合标准要求。

1.2 压铸模结构设计对压铸件粘模的影响

电机壳体的壁厚差较大,局部型腔较深,蓄热能力很强,模具局部温度达到 300 ℃,导致模具表层热应力集中,过早疲劳失效,发生粘模现象,见图 1。

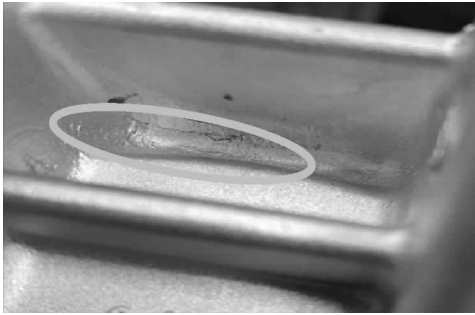


图 1 浇口附近本体粘模
Fig.1 Body solder near gate

通过模流分析,也验证了浇口处位置存在热节,见图 2。

收稿日期:2020-09-18;修改稿收到日期:2020-10-22

第一作者简介:杨军,男,1970 年出生,工程师,浙江宁波(315806),E-mail:j.yang@china-huashuo.com

通信作者:张正来,男,1971 年出生,高级工程师,浙江宁波(315806),E-mail:zhangzhenglai197@shuo.com

引用格式:杨军,张正来,凌支援,等. 3D 打印在新能源汽车电机壳体预防粘模上的应用[J]. 特种铸造及有色合金,2021,41(1):127-129.
YANG J, ZHANG Z L, LING Z Y, et al. Application of 3D printing technology in solder of die casting die for motor shell of new energy automotive[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2021, 41(1):127-129.

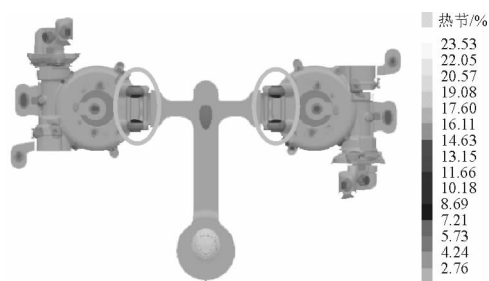


图2 模流分析浇口处热节

Fig.2 Mold flow analysis of hot spots at gate

1.2.1 传统的模具冷却水道设计

传统模具设计时,在局部模具温度过高的部位增加单个或一组冷却水道来进行点冷却。由于冷却水道只能是单个的而且是直孔,水道中心到模具的表面距离相差很大,导热能力相差较大,导致模具表面温度差异较大。由于模具型腔不规则,点冷却水道无法均匀排布,导致模具型腔的温度差异很大。

1.2.2 传统冷却水道加工方法

传统模具冷却水道只能采用深孔钻加工,进水孔是直孔而且孔径大小受模具型腔结构的限制,运水能力有限,冷却水道之间无法贯通。冷却水只能在冷却水道孔口同一侧进水和出水,降低了导热效果。

2 随型冷却嵌件设计与应用

2.1 设计 3D 打印模具随型冷却嵌件

为了减少粘模,一般通过降低铸造压力和进料速度来解决,但同时也增大了铸件内部缺陷的产生几率,铸件的不良率大幅提高,合适的铸造压力和进料速度是压铸工艺稳定性的前提。从粘模成因可以看出,模具温度越高,模具表面硬度失效越快,导致模具表面硬化层早期脱落、表面粗糙度增大,使铝合金与模具表面亲和力加强,造成粘模。解决铸件表面粘模缺陷最直接的方法是控制粘模位置的模具温度,保持温度均衡,因此,3D 打印嵌件的冷却水道可以解决电机壳体浇口位置的随型冷却问题,精准控制模具温度,避免粘模缺陷。

2.1.1 随型冷却嵌件结构设计

截取压铸模中浇口位置 3D 模型,依据产品形状和壁厚,设计模具型芯的内部 3D 随型冷却水道,设计有弧形转接过渡,确保水道中心到模具表面距离相等,进水口、出水口位置与模具型腔内的冷却水道位置须完全符合。

2.1.2 随型冷却嵌件冷却水道孔径设计

首先,根据模拟软件计算出压铸过程中模具最高温度,通过计算得出模具的总蓄热量,随后计算出确定运

水量。其次,根据成形时间来确定冷却水道的直径,确保在铸件成形时内冷却水道有足够的冷却水,实现系统冷却,精准控制使模具型芯温度在 200 °C 左右,见图 3。

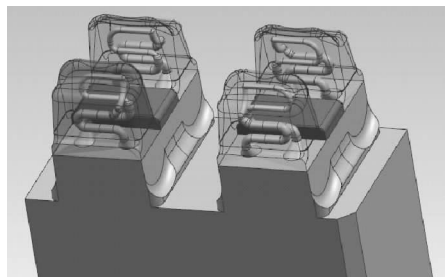
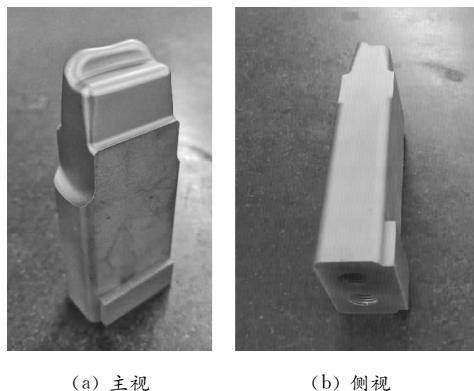


图3 随型冷却 3D 打印嵌件模型

Fig.3 3D printing insert with random shape cooling

2.2 随型冷却 3D 打印嵌件材料选取及制作

选取铁基粉末,采用熔融沉积法(FDM)结合激光选区烧结工艺(SLS)来制作该 3D 随型冷却嵌件,然后进行热处理,精密加工,最后对 3D 打印嵌件表面进行纳米涂层处理,以增强模具嵌件表面的抗粘模性能。同时,随型冷却嵌件制作出高压点冷螺纹接口,以便连接高压冷机水管,见图 4。



(a) 主视

(b) 侧视

图4 随型冷却 3D 打印嵌件

Fig.4 3D printing inserts with random shape cooling

2.3 随型冷却 3D 打印嵌件的使用前后效果

未使用 3D 打印随型冷却嵌件,在压铸喷涂前,进行模具温度检测,模具温度为 271.1~302.7 °C,温差为 31.6 °C,见图 5。使用 3D 打印随型冷却嵌件,在压铸喷涂前,进行模具温度检测,模具温度为 203.3~216.0 °C,温差为 12.7 °C,见图 6。没有使用 3D 打印随型冷却嵌件,在压铸喷涂后,模具温度为 210.9~230.3 °C,温差为 19.4 °C,见图 7。使用 3D 打印随型冷却嵌件,在压铸喷涂后,模具温度为 173.1~181.5 °C,温差为 8.4 °C,见图 8。

可以看出,使用 3D 打印随型冷却嵌件后,不但能明显降低模温,而且喷涂前后温差显著减小,并保持了模温均衡。

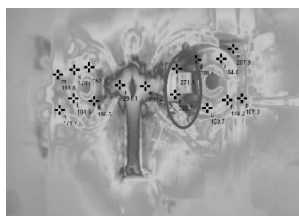


图 5 没有使用 3D 打印随型冷却嵌件喷涂前模温

Fig.5 The mold temperature before spraying without 3D printing random cooling inserts



图 6 使用 3D 打印随型冷却嵌件喷涂前模温

Fig.6 The mold temperature before spraying with 3D printing random cooling inserts

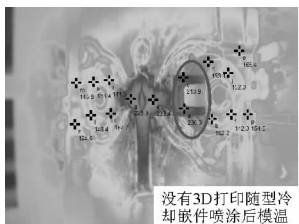


图 7 没有使用 3D 打印随型冷却嵌件喷涂后模温

Fig.7 The mold temperature after spraying without 3D printing random cooling inserts



图 8 使用 3D 打印随型冷却嵌件喷涂后模温

Fig.8 The mold temperature after spraying with 3D printing random cooling inserts

2.4 使用 3D 打印随型冷却嵌件的生产实际效果

使用 3D 打印随型冷却嵌件后,粘模不良现象得到

明显改善,降低了产品不良率和模具故障维保频次,提高了生产效率,见图 9。

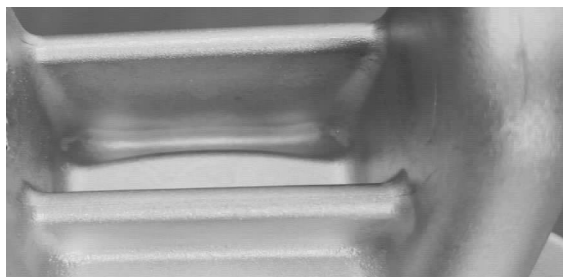


图 9 使用 3D 打印嵌件后浇口附近粘模现象得到改善

Fig.9 The solder improvement near gate after 3D printing random cooling insert

3 结 语

3D 打印随型冷却嵌件,冷却水道采用弧形过渡连接,冷却水道中心到嵌件表面距离均匀,嵌件散热均匀,嵌件的温度可以实现精准控制。嵌件表面进行纳米涂层处理,提高了嵌件表层硬度,增强了嵌件表面的抗粘模性能,粘模现象得到明显改善,降低了产品不良率和模具故障维保频次,提高了生产效率。

参 考 文 献

- [1] 吴春苗. 压铸技术手册(第二版)[M]. 广州:广东科技出版社,2007.
- [2] 高正宇. 改善压铸件表面粘模缺陷的方法和措施[J]. 铸造,2018,67(5):389-392.

(编辑:张正贺)

新型阴极和电解液研发成功,使高功率镁电池成为可能

长期以来,镁电池一直被认为是锂电池的理想代替品,因为其更安全、成本更低。但是由于电容量有限,镁电池的发展一直受限。

据外媒报道,休斯顿大学(University of Houston)和丰田北美研究所(Toyota Research Institute of North America)的研究人员已经研发出一种新型阴极和电解液,可用于制作高功率镁电池,使镁电池不仅可在室温下工作,功率密度也能媲美锂电池。而阴极和电解液之前一直是影响镁电池发展的限制性因素。

镁离子的电荷是锂离子的两倍,但二者离子半径却很接近。因此,在室温下,镁在电解质中的解离及在电极中的扩散过程(在插层阴极中发生的两个重要过程)都十分缓慢,进而导致其功率性能低。解决这些挑战的方法有:改进其在高温下的化学反应,或者以复杂形态存储镁离子,从而试图绕开这一难题,但是实际上,这两种方法都不可行。

美国休斯顿大学电子与计算机工程系教授 Yan Yao 表示,研究人员将有机醌阴极和定制的新型硼簇电解质溶液结合,取得了突破性成果。该教授表示:“我们通过一种异质烯化氧化还原化学方法,创建一个不受离子解离和固态扩散阻碍的阴极,从而不会再影响镁电池在室温下的有效运行。”这种新型的氧化还原反应不需要固态插层,而仅存储镁(而不再存储镁的复杂形态),从而为镁电池的电极设计开辟了一条新的途径。”

TRINA 研究人员在镁电池领域取得了巨大进步,包括开发了获高度认可的基于硼簇阴离子的高效电解质。但是,这种电解质对高电池循环速率仍有影响。TRINA 材料研究部门的首席科学家 Rana Mohtadi 指出:“我们认为,理论上,基于这些弱配位阴离子的电解质应该具有支持非常高循环速率的潜力,所以我们一直在努力改进其特性。当把研究重点放在溶剂上,研究如何降低溶剂与镁离子的结合,并提高整体运输动力时,就找到了解决方案。令我们兴奋的是,镀有改进后的电解质,镁即使在超高循环速率下仍能保持光滑。我们相信,这一发现预示着镁电池电化学领域的一个新方向。”

另一位研究人员表示:“这种新型镁电池的功率密度比之前的镁电池高出近 2 个数量级,能够以 82% 的容量保持率持续运行超 200 次循环,显示出了高稳定性。可以通过调整膜的性能,增强中间捕集能力,进一步提高循环稳定性。”

(摘自中国有色网)