



压力铸造用镁合金熔炼炉的关键装置与技术

■ 勾建勇, 崔美卿

摘要: 镁合金的熔炼炉作为镁合金压铸生产的一种重要设备, 在镁合金的压铸过程中起着重要的作用, 结合镁合金压铸生产需要, 对镁合金熔炼炉的关键装置与技术进行详细介绍。

关键词: 镁合金; 压力铸造; 熔炼装置; 定量供料

一、镁合金熔炼炉的特点

由于镁合金的熔炼过程中不但要防止氧化, 还要具备避免燃烧、爆炸等安全措施, 镁合金的熔炼必须在保护气氛下进行, 因此镁合金压铸需要配备特殊的熔炉, 熔炼也是镁合金压铸中的关键环节。对于热室机来说, 所用的镁合金熔炼炉除了要满足比锌合金温度高的要求外, 还要具备输入保护气体的通道以及熔炉的密封机构 (见图1); 对于冷室机, 镁合金熔炼炉要配备定量供料系统 (见图2)。

二、镁合金熔炼定量炉的关键装置与技术

1. 气体保护装置

1970年以前, 镁合金的熔炼主要是采用熔剂进行保护, 主要成分为一些含氟的盐类, 这种方法虽然能够起到良好的阻燃作用, 但是容易产生夹渣, 导致产

品力学性能和耐蚀性下降, 而且熔剂与镁液反应产生腐蚀性气体, 对坩埚和压铸设备造成严重的腐蚀, 影响设备寿命, 恶化工作环境。

近代的镁合金熔炼主要采用气体保护技术, 其中保护气体 SF_6 的应用, 对于镁合金工业的发展有着重要的意义, 目前世界上多数镁合金压铸厂都采用气体保护熔炼方法。

保护气体的阻燃机理主要是气体与镁液反应, 在熔体表面生成不同防护作用的表面膜, 这些膜致密度大, 能够阻止反应继续进行, 也能够阻止镁液的蒸发。另外, 这些气体密度大于空气, 在一定程度上隔绝镁与氧的反应, 如图3所示。

(1) 混气装置 在实际生产中, SF_6 常和其他气体混合在一起通入到熔炉, 常用的混合方式有: Air/SF_6 、 SF_6/N_2 、 $\text{Air/CO}_2/\text{SF}_6$, 混气装置的作用就是将这些气体精确地按一定比例混合后送入熔炉。



图1 热室压铸机用镁合金熔炉

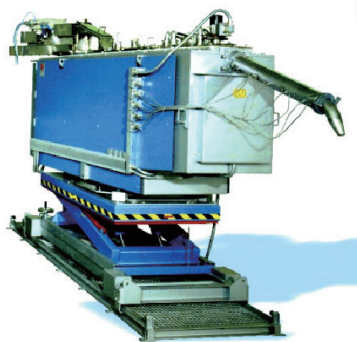


图2 冷室压铸机用镁合金熔炉

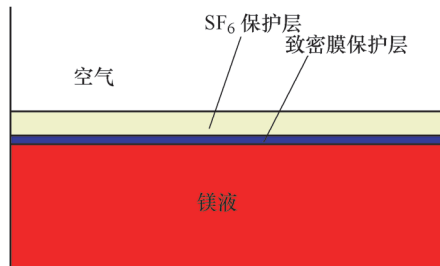


图 3

SF₆是一种无色、无味、无毒气体，比空气重4倍，具有化学惰性结构，在常温下极稳定，通常将SF₆气体加高压后变成液态，储存于专用的高压钢瓶中。

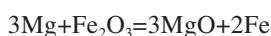
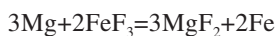
试验表明，0.01%的SF₆浓度即可有效保护镁液，但实际采用的浓度要大，这主要是因为SF₆会与镁液反应和泄漏损失，随着输入浓度含量的增加，液面上方SF₆浓度也增加，但与输入浓度相比，消耗量呈增大趋势，所以镁合金熔炉装置必须有效密封，这样SF₆控制到一定浓度才成为可能。一般SF₆浓度不宜超过1%，这时不仅抗氧化效果下降，而且气氛对设备具有严重腐蚀作用。因此，保护气体的供应优化是系统设计和操作时的重要任务。混气装置应能精确配比和混合气体成分，保护气体的浓度和数量必须适应熔液表面条件，达到耗气量少，同时做到环保、安全、经济。图4为Rauch公司镁合金熔炉保护气混气、供气示意。

SF₆和N₂通过减压阀和一个流量控制阀，即混合在一起，混合气通过一个流量计分别独立地供应泵室和熔室，泵室和熔室的气体流量可以分别独立调节，还可以通过PLC对泵室的流量在各个阶段进行控制，如在注料阶段可加大气体流量，从而更经济、安全地保证气体供应。保护气体在进入熔炉时采用多管道多出口分配，尽量接近液面且分配均匀。现实生产中，这种供气已较为成熟，且SF₆耗量也较低。附表为Rauch公司的几种熔炉的保护气耗量参数。

(2) 当前气体保护装置存

在的不足 SF₆在镁合金压铸生产中应用较为普遍，但也存在着一些问题，比如安全、环保等方面，如何解决这些问题，也是镁合金产业面临的一个课题。

保护气体可能与设备发生反应，如SF₆与坩埚反应形成孔状FeF₃和Fe₂O₃，SF₆浓度过高会使坩埚起皮增加，起皮会进一步与镁液发生剧烈反应。



此外，反应还可能生成SO₂和SO₂F₂，它们会与水蒸气发生反应，然后被起皮吸收，进一步腐蚀坩埚。温度升高和SF₆浓度增加会使腐蚀加剧，因而应避免纯净的SF₆气体通入坩埚。

SF₆气体虽然无毒，但密度大，如果在车间沉积过多，有可能引起缺氧，产生窒息，因此车间现场必须注意通风。

SF₆具有很强的吸收长波能力，而且在空气中的滞留时间长，其温室效应为CO₂的23900倍。1997年，世界上160个国家在日本召开会议，达成包括SF₆的6种温室气体，2010年排放量比1990年减少5.2%。SO₂气体的使用由于其特性（毒性气体）而受到限制，国外在使用SF₆已开发出一种回收设备，但由于成本昂贵，推广受到了一定限制。因此，开发一种替代SF₆的保护气体也是镁合金产业亟待解决的问题。

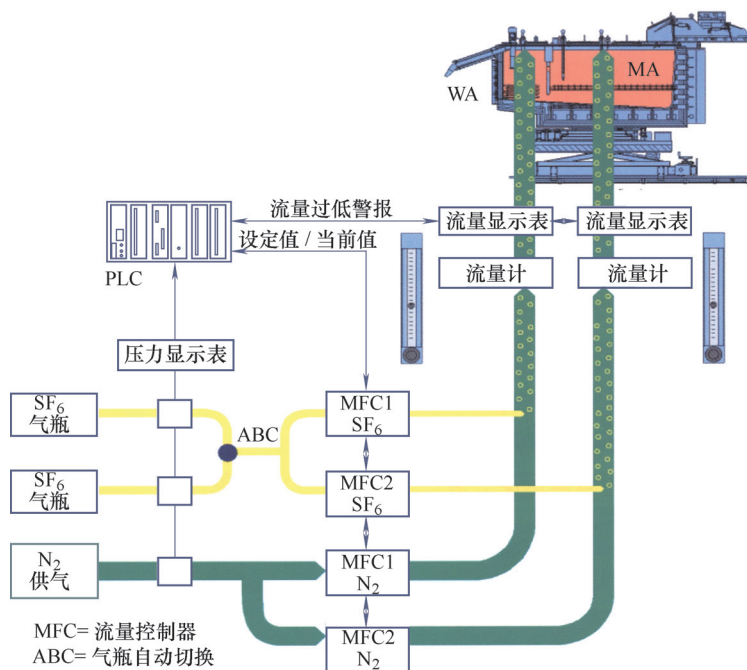


图4 Rauch公司镁合金熔炉保护气混气、供气

Rauch公司的几种熔炉的保护气耗量参数

定量炉	N ₂ 耗量/L·h ⁻¹	SF ₆ 耗量/（占N ₂ 比，%）	混合气耗量/g·t ⁻¹ 镁液
MDO 70	400	0.16~0.25	22
MDO 250	700	0.16~0.25	18
MDO 500	800	0.16~0.25	12
MDO 700	1000	0.16~0.25	9

2. 熔化装置

(1) 炉室 先进的镁合金熔炼炉都采用双室结构(见图5), 即熔炼室与保温室分开, 这样设置可避免保温区金属液温度的大幅波动, 同时上下挡板的位置可避免熔渣进入压室, 影响铸件品质, 设计熔炉时, 要使镁液表面与体积比最小, 坩埚和盖子之间要很好地配合与密封。

(2) 炉体 镁合金熔炉的炉体一般采用双层材料(见图6), 内层为耐腐蚀的不锈钢材料, 一般选用不含Ni的不锈钢, 因为即使少量的Ni进入镁合金中, 也会造成镁原料抗腐蚀能力大幅下降, 外层为耐热钢材, 最好通过焊接结合在一起。

3. 定量浇注系统

由于镁合金的熔炼是在密闭的条件下进行, 对于热室压铸机来说, 料壶和打料系统也浸在镁液中, 可以实现供料及打料的自动化; 对于冷室压铸机来说, 则需要定量浇注系统从熔炉中向压铸机压室浇注。目前, 已经开发应用的镁合金定量浇注系统有叶轮式、气压式、活塞式等几种。

4. 镁合金熔炼炉的其他装置

为了便于镁合金熔炉和压铸机连接并便于生产, 还需要一些其他装置, 如用于冷室压铸机熔炉的三维定位装置, 可以实现熔炉的旋转、平移、升降, 以方便与压铸机的配套与日常维护、保养。

对于镁合金热室压铸机, 料壶、冲头环等热作件也是重要的一点, 镁合金热室压铸温度一般在630~650℃, 温度远高于锌合金。热作件工作在高温的镁合金

液中, 不但要具有良好的高温强度, 而且要有耐镁合金液的腐蚀性能。由于工作条件非常恶劣, 因此对所用材料有特殊的要求。镁合金本身化学性质活泼, 对热作件材料有腐蚀作用, 在生产中又有保护气体的腐蚀, 另外其工作温度高, 压射速度快等, 对热作件材料的高温性能有更高的要求。压铸镁合金熔炉热作件材料的研究成为影响压铸镁合金发展

的重要因素之一。

另外镁锭在加入熔炉以前, 一定要预热到150℃以上, 以去除镁锭中的水气, 以免加入熔炉时引起爆炸的危险, 镁锭预热以后加入还可以避免引起镁液温度大的波动, 增加熔化炉的熔化效率。因此, 镁合金熔炉要配置保温炉式自动预热装置, 还可以连接自动喂料装置, 将预热后的镁锭自动加入熔炉中。

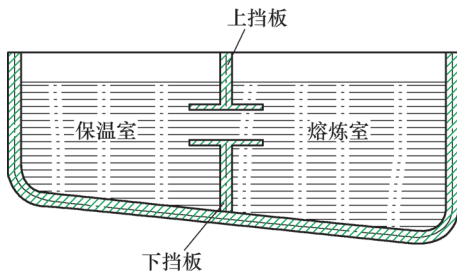


图5 双室结构

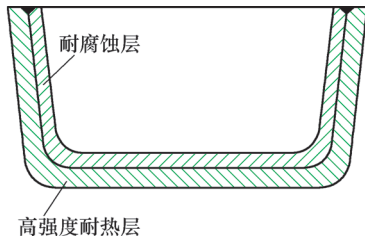


图6 炉体结构

三、结语

随着镁合金压铸在国内外的迅速发展, 镁合金熔炼定量炉也越来越引起重视。我国的镁熔炉经历了从使用覆盖剂到引进先进的国外气体保护定量炉的转变, 进口熔炼炉价格较高, 维修备件也有一定的周期且费用较高。镁合金压铸行业的快速发展推动了熔炼炉的技术更新, 目前国内已有一些厂家生产出气体保护镁熔炼定量炉, 但在可靠性方面还有待改善。因此, 开发出一种性能可靠的、安全的、适合我国国情的镁合金熔炼定量炉是镁合金产业面对的一项重要任务。

参考文献

- [1] 汤定国, 等. 镁合金压铸应用技术手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [2] 吴秀铭. 中国镁工业的现状与展望[J]. 有色金属加工, 2002, 31 (2): 1-3.
- [3] 吴炳尧. 镁合金压铸技术分析[J]. 铸造, 2000, 49 (8): 443-448.

作者简介: 勾建勇、崔美卿, 扬州嵘泰工业发展有限公司。

MW 20160313