中频感应电炉熔炼铸造铝合金工艺技术

中国航天科工集团 8511 研究所 （南京 210007） 金 雷

铸造铝合金因其良好的力学性能，常被广泛地用来制造航空仪表的外壳、气缸活塞、风机叶片以及在高温下承受冲击负荷的各种复杂结构的薄壁零件。虽然铸造铝合金具用各种优良特性，但由于不同的化学成分，其对应的熔炼工艺方法也是不同的。现就 ZL101A、ZL203 和 ZL303 三种典型的铸造铝合金的熔炼工艺作一简要介绍。

一、三种铸造铝合金的化学成分

三种铸造铝合金的化学成分见下表。

合金代号	化学成分（质量分数，%）					
	Si	Cu	Mg	Mn	Ti	Al
ZL101A	6.5～7.5	—	0.25～0.45	—	0.08～0.20	余量
ZL203	—	4.0～5.0	—	—	—	余量
ZL303	0.8～1.3	—	4.5～5.5	0.1～0.4	—	余量

二、铸造铝合金熔炼工艺实施要点

铸造铝合金熔炼的操作较为繁琐，在工作中一定要细心、仔细，其工艺流程及实施要点如下：

1.ZL101A 铸造铝合金加料顺序及实施要点

ZL101A 铸造铝合金回炉料→低温加钛→纯铝锭→铝硅锭→纯镁块（在除气前加入）。

（1）起动中频发电机组，并将中频炉预热至 500℃左右。

（2）加料如一次加不完，可分批加入，但要在前批料尚未熔化完时加入，同时要避免炉料由于熔焊而造成的“搭桥”现象。

（3）待炉料全部熔化完后，升温至 680～700℃，将镁块用钟罩压入铝液，并作缓慢搅拌，使之全部熔化。

（4）再次升温至 725℃，用占炉料总量 0.5%～0.6%的六氯乙烷（以 3:2 的比例与氟硅酸钠均匀混合，并用铝箔包好）进行精炼除气。

（5）精炼时，将精炼剂压入铝液中，并用钟罩作缓慢移动，使沸腾遍及整个液面，至沸腾停止，再取出钟罩，扒去熔渣。

（6）用冷凝法进行含气量检查，发现有气体析出时，可进行二次除气，含气量检查合格后，将温度调至 710～730℃，撇去铝液表面氧化皮，倒入占炉料总量 0.5%～1.0%的二元变质剂进行变质处理。

（7）变质处理 15～20min 后，进行断口结晶检查，如断口结晶致密、无气孔并呈银白色即为合格，不合格时则可进行二次变质处理。

2.ZL203 铸造铝铜合金加料顺序及实施要点

ZL203 铸造铝铜合金回炉料→纯铝锭→硅铜中间合金→铝硅合金锭。

（1）起动中频发电机组，并将中频炉预热至 500℃左右。

（2）炉料全部熔化后，升温至 720～730℃，用占炉料总重 0.5%左右的六氯乙烷（以 3:2 的比例与氟硅酸钠均匀混合）进行精炼除气。

（3）精炼方法与 ZL101A 铸造铝合金相同。

（4）沸腾停止后，取出钟罩，然后通氮气 8～10min，再静置 3～4min，并用漏勺撇去熔渣。

（5）静置后，进行含气量检查，如果含气量较高，应进行二次除气。

3.ZL303 铸造铝合金加料顺序及实施要点

ZL303 铸造铝镁合金回炉料→低温加锰→覆盖剂→纯铝锭→纯镁块（在除气前加入）。

（1）起动中频发电机组，并将中频炉预热至 500℃左右。

（2）待炉料全部熔化后，升温至 680～700℃，将镁块用钟罩压入铝液，并作缓慢搅拌，使之全部熔化。

（3）镁块全部熔化后，继续升温至 710～720℃，扒去覆盖剂，加入占炉料总重 0.7%左右的六氯乙烷（以 3:2 的比例与氟硅酸钠均匀混合，并用铝箔包好）进行精炼除气。

（4）精炼后，再均匀撒上刚捞出的覆盖剂和少量 CaF_2，保持 3～5min 后，用压瓢压入铝液中。

呋喃树脂自硬砂工艺性能及其控制

河北省宣化工程机械集团有限公司 (075100) 刘秀莲 任全喜

我公司从1992年全面采用呋喃树脂自硬砂工艺，主要生产箱体、轮毂及阀体类灰铸铁和球墨铸铁件，单重从几公斤到300kg，品种达300多种。在长期的工艺实践中，我们对呋喃树脂自硬砂强度、硬化时间及发气量的各种影响因素进行了大量试验和对比分析，总结出了一套完整的工艺参数及其控制方法。

一、呋喃树脂砂强度的影响因素及控制

1. 原材料的影响

(1) 树脂 这是决定强度的关键因素，树脂中糠醇含量及其粘度对型砂强度有很大的影响。加入量一定时，糠醇含量越高，强度越高，因此我们要求树脂中糠醇含量大于90%。当要求强度一定时，树脂粘度值的波动，直接影响树脂加入量。粘度越低，砂粒上树脂膜的厚度就越薄，树脂加入量也就越低。当粘度低于0.016Pa·s时，树脂加入量为0.65%，型砂混制均匀，终强度可达到0.7MPa；当粘度为0.02Pa·s时，树脂最低加入量必须为0.8%，才能保证型砂无混不匀现象。目前，树脂生产厂家众多，质量差别很大（主要是糠醇含量不同），针对不同厂家的树脂，我们作了以下对比试验（见表1）。所以每批树脂进厂后我公司都要进行工艺试验和粘度检测，要求树脂加入量为1%时，新砂抗拉强度大于0.7MPa，旧砂抗拉强度大于0.6MPa，粘度低于0.016Pa·s。

(2) 固化剂 在脱模时间合适的情况下，固化剂加入量对于强度无明显影响。但硬化太快或太慢均对强度不利，硬化太快时树脂膜脆化而使强度降低；硬化太慢时，树脂的粘结力则没有充分发挥，

(5) 把浮渣撇开，取样进行断口检查，若断口洁净、平整、结晶致密，则合金熔炼合格。

三、铸造铝合金熔炼工艺需注意的事项

使用中频感应电炉熔炼铸造铝合金的最大优点是升温快、热效率高，适用于大、中批量生产。如果是小批量生产，从熔炼成本、耗材等方面考虑，建议使用电阻炉熔炼。需注意的事项如下：

(1) 铸造铝合金回炉料的加入量不得超过炉料总量的40%。

(2) 所有炉料及熔剂必须清理干净，预热至400～450℃下保留2h以上方可使用，炉料从预热炉中取出后，应立即加入到熔炉中，不允许在炉外停留。

(3) 精炼用的六氯乙烷、氟硅酸钠必须保持干燥，使用前应放在150℃左右的烘箱中预热，如已受潮，严禁使用。

(4) 变质剂按67%NaF、33%NaCl的比例分别称量，并进行机械混合，然后放到中频炉中升温熔化，温度达到900℃左右时，除去结晶水，最后浇入锭模中，冷却后砸碎成≤20mm的块状，并将它储存在密封容器中或放置在干燥的场所，使用前需预热至400～450℃。

(5) 覆盖剂成分按下列配比配制：w_{KCl} = 50%，w_{NaCl} = 39%，w_{CaF_2} = 4.4%，$w_{Na_2SiF_6}$ = 6.6%。将上述材料分别称好并均匀混合后加入中频炉中升温熔化，温度达750～850℃，沸腾后保温至停止沸腾为止，然后浇入锭模中，凝固后敲成≤15mm的块状，存放在通风干燥的场所备用，使用前需预热至400～450℃。

(6) ZL303铸造铝镁合金在浇道和冒口上应同时撒上硫磺与硼酸（1:1）的混合物，但不可撒得过多。

(7) ZL303铸造铝镁合金易氧化，最好用电阻炉熔炼。如果使用中频炉熔炼，一般时间较长，且在炉前温度控制上要特别留意。ZL303铸造铝镁合金的炉前浇注温度为695～710℃，除气温度为710～720℃。

四、结语

用中频感应电炉熔炼铸造铝合金的工艺技术是行之有效的，经过几年来的批量生产实践也已经证明，该方法是切实可行的。

(20020910)