镁合金消失模-壳型复合铸造的快速制壳工艺

赖春明，谭海林，吴兴欢

摘要：通过对制壳工艺特点的分析，将高吸水树脂与型壳中的骨料砂粒通过充分搅拌后烘干制得吸水砂，并用其代替原有的普通骨料砂粒撒在涂料表面，可有效加快型壳硅溶胶涂层凝胶速度，从而缩短涂层的干燥速度，提升制壳效率。

关键词：制壳工艺；铸造；消失模；镁合金

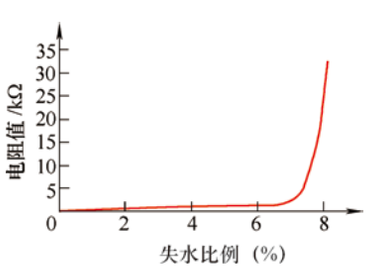
消失模-壳型复合镁合金铸造工艺是将消失模铸造所用EPS模样作为熔模，并采用熔模铸造成壳技术来制作型壳，工艺操作过程相对简单，且可有效地避免由于镁合金热容较小而在消失模铸造中经常出现的浇不足与冷隔缺陷发生。而在实际的制壳过程中，当涂料涂挂撒砂完成后，需要进行充分的干燥以保证型壳质量。因为干燥时间如果不足，涂层中水分较大，硅溶胶并未开始凝胶，SiO_2粒子之间并未开始发生连结网络，还不能对涂料中的内火粉料和骨料砂粒产生固定作用。如果此时就进行下一层涂料涂挂，则会使上一层涂料发生回溶，并冲掉面层骨料砂粒。只有当涂层失水率达到70%～90%或以上时，SiO_2粒子间才会相互连结，并在粒子间的接触面产生硅醇脱水而形成硅氧键的反应，从而形成由SiO_2粒子堆积而成的立方体网络结构，才能产生不可逆的黏结作用。

目前，最主要的硅溶胶涂料干燥方法是通风加温干燥，但是利用该种干燥方法必须将涂料的干燥温度控制在20～28℃，风速不超过4～5m/s，因为干燥温度过高会使涂料内水分挥发过快，导致硅溶胶涂料出现鼓胀蓬松，破坏涂层强度与尺寸精度；而风速过大则会在涂层表面形成“湍流”现象，将涂层表面的砂粒带走。以上各种限制，使得硅溶胶涂料干燥时间通常需要8～10h，这样就大幅降低了型壳的制备效率。本文通过分析型壳的制壳工艺特点，研究提高型壳干燥速度的有效方法，从而为提高制壳效率提供指导。

1. 试验方案

要提高涂层的干燥速度，首先需要了解涂料的干燥特性。因为刚涂挂完的涂层中含有大量的自由水分，电阻较小。但当其转变成凝胶后，水分的丧失使得其导电能力降低，电阻增大。因此，在硅溶胶涂料中浸涂的型壳涂料层是一种良好的导电体，其导电性显然随着水分的排除和硅溶胶转变成凝胶而降低。通过测量在25℃无风条件下干燥的型壳涂料层的电阻值的变化，就可以测定型壳的干燥速率以及干燥程度。根据航空标准中的熔模铸造用硅溶胶型壳干燥度测定方法（如图1a所示），利用灵敏电阻表测量涂层电阻值，利用电子天平测量型壳失水比例得到涂层干燥曲线（如图1b所示）。可以

（a）型壳干燥度测定方法



（b）涂层干燥曲线

图1　干燥曲线测量方法及涂层干燥曲线

发现，随着涂层内水分的不断减少，电阻值呈不断增大趋势，可以较为准确地反映出涂层的干燥过程。

由于消失模-壳型的制壳工艺与熔模铸造相似，即在每层涂料涂挂完后要在涂料表面撒上砂粒以充当涂料中的骨料。因高吸水树脂是一种高分子材料，其具有大量的亲水基团，所以具有吸收自身重量几百倍到几千倍的高吸水功能，且吸水后保水性能优良，典型的性能指标见附表。

利用这一特点，我们在撒砂材料中加入一定含量的高吸水树脂，以提高涂料的吸水性，通过吸水树脂的吸水性和毛细原理的共同作用，将涂层内大部分的自由水分固于涂层表面，不仅能平稳快速地促进涂料中硅溶胶的凝胶，也减少了在干燥过程中由于涂层内部水分挥发过快而形成的鼓胀缺陷。由于面层涂料的骨料比较细小，所以为了使高吸水树脂与撒砂材料能充分混合均匀，首先需将一定量的吸水树脂溶于水中，然后加入骨料砂粒充分搅拌，直到高吸水树脂与骨料砂粒呈均匀的糊状，这样就能使吸水树脂均匀地附在砂粒表面，最后将混合物烘干碾碎，即成为具有吸水作用的吸水砂。

为了确定吸水树脂最佳的配比含量，分别将吸水树脂含量为0.75%、1.5%、2.25%、3.0%、3.75%、4.5%的吸水砂撒在涂层表面，测量得到涂层的干燥曲线，判断吸水树脂的加入对型壳干燥的影响。

2. 结果分析与讨论

试验测得不同吸水树脂含量涂层的干燥曲线如图2所示。从图2可以看出，加入吸水树脂可以明显地提高涂层的干燥时间。按照电阻值达到4kΩ为干燥的判断依据，当不加入吸水树脂时，涂层的干燥所需要的时间约为10h。加入3.75%的高吸水树脂后，涂层的干燥时间缩短到约3h。这是由于当含有高吸水树脂的骨料撒到涂层表面时，通过高吸水树脂的吸水性（吸水量通常在高吸水树脂自身重量的100倍以上）和毛细作用，可以在较短的时间内将涂料中大部分的水分固定在涂料表面，减少涂料内部的凝胶作用所需要的时间。

当高吸水树脂的含量为0～2.25%时，由于涂层中水分被吸收量的不同，涂层的干燥曲线随着高吸水树脂含量的增加，凝胶转变点明显地向左移动。而当高吸水树脂含量为3%～4.5%时，涂层达到凝胶转变点的时间大致相同（2～3h），并没有随着高吸水树脂的增加而明显地向左移动。这主要是因为硅溶胶在干燥过程中，即使高吸水树脂的加入量再大也并不能将涂层中的自由水完全抽离，仍有部分的自由水会保存在涂层中。图2结果表明，当吸水树脂的含量达到3%左右时，吸水树脂在涂层中所能吸取的水分已达到最大值，因而即使再加大吸水树脂的含量也不能进一步吸收更多的水分。

通过该试验可以说明，在制壳骨料砂粒中混入3%的高吸水树脂，可以有效地提高制壳涂层的干燥速度。

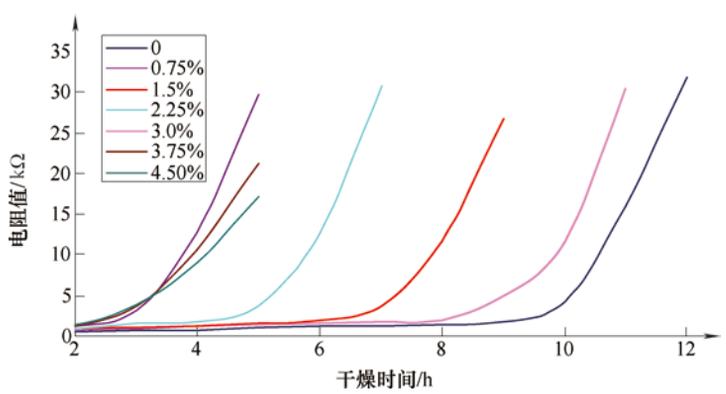


图2　吸水树脂含量对型壳干燥速度的影响

高吸水树脂性能指标

类型	主要成分	pH	吸蒸馏水倍数	颗粒度
混合型	聚丙烯酸钠	6.8～7.5	≥550	60～120目

3. 结语

型壳的制备是消失模-壳型复合铸造中关键的一环，本文通过对制壳工艺特点的分析，将高吸水树脂与型壳中的骨料砂粒通过充分搅拌后烘干制得吸水砂，并用其代替原有的普通骨料砂粒撒在涂料表面，可以有效地缩短涂层的干燥速度，提升制壳效率。当高吸水树脂含量为3.0%时，可以将面层的制壳时间由原来的10h缩短为3h。对于制作3层半的复合型壳来说，总制壳工时由原来的12h缩短为5h，制壳效率提

大型蜗壳铸件工艺方法的研究

缑鹏森，于苏杭

摘要：通过对大型蜗壳铸件产品的性能和结构的分析，研究了一种可以适用于大型蜗壳类铸件的工艺生产方法；通过现场验证，此方法可以成功地应用于蜗壳类铸件的批量生产。

关键词：蜗壳铸造；工艺方法；生产过程；质量控制

大型蜗壳作为高效涡轮式离心压缩机的核心部件，整体外观及内腔呈“蜗旋”状的流线型设计。蜗壳的作用是将流体吸入其内部，并在排出的过程中将流体的动能转换为压力，从而实现压缩机整体的压力平衡。因此，蜗壳要有一定的壁厚来承受压力，且其内腔面必须光滑无凸起，以避免紊流。由于蜗壳的使用环境是高压、高速流体，故在使用前必须进行水压强度试验和气压渗漏性试验，以防止蜗壳在使用过程中因压力造成其变形、破裂或者泄漏而损坏失效。

由于蜗壳产品结构的特殊性及其质量的高要求，使得在实际铸造过程中存在很大的困难，本文通过一种大型蜗壳产品（见图1）的生产，研究了一种蜗壳产品高效稳定的工艺方法。

一、产品参数

1. 基本信息

铸件轮廓尺寸4496mm×4457mm×1346mm；铸件材质EN-GJS-400-18；铸件单重10 000kg；浇注温度1350℃；主体壁厚38.1mm。

2. 质量要求

根据用户规范要求，此产品的主要质量指标见附表。

图1 蜗壳铸件三维结构示意

升了60%左右，与传统制壳工艺相比大幅节省了工艺时间，降低了生产成本。

参考文献

[1] 赵忠，樊自田，唐波，等．镁合金消失模铸造压力凝固工艺研究[J]．铸造，2010，59(1)：12-15.

[2] 张新，张奎，李兴刚，等．AZ91D镁合金半固态成形技术研究进展[J]．铸造，2010，59(8)：790-795.

[3] 李海涛，朱永长，孙鹏飞．镁合金铸造常见缺陷及防止措施[J]．特种铸造及有色合金，2010，30(5)：429-431.

基金项目：湖南化工职业技术学院院级课题：“镁合金消失模-壳型复合铸造的型壳材料及其制备工艺研究”，课题编号：HNHY2015001。

作者简介：赖春明、谭海林、吴兴欢，湖南化工职业技术学院机电工程学院。

MW 20170618