

树脂砂工艺在有色合金铸件生产中应用的初步研究

哈尔滨电机厂责任有限公司热加工事业部 (黑龙江 150040) 闫春泉 蒋东兵 段振伟 王清宇

摘要:介绍了碱性酚醛树脂砂在我公司有色合金铸件生产中的应用。主要包括树脂砂的混制工艺及原材料、典型铸件的生产实例及工艺特点三部分。

随着科技的进步和化工行业的发展以及用户对铸件质量要求的提高,造型材料在铸造生产中占据着越来越重要的地位。它与铸件的质量、成本以及生产效率、劳动条件都息息相关。造型材料的好坏直接关系到铸件产品的质量和生产成本,企业的经济效益与之有很大的关系。据有关资料介绍,铸件生产的成本有1/2与其有直接或间接关系。

近十几年来,树脂砂工艺在铸造生产中得到广泛的应用,其中碱性酚醛树脂砂的地位日益突出,被各铸造厂家广泛采用。我公司生产的有色合金铸件在批量上属于单件小批量生产,所用的型砂主要为粘土砂和碱性酚醛树脂砂(属自硬型砂)。

在采用树脂砂之前,我公司一直沿用传统工艺方法——粘土砂造型。这种型砂具有很多的优点:容易紧实,可使用时间长,来源广泛,回用性好,成本低廉;但不足之处也非常明显:砂型强度低,在搬运和浇注时容易掉砂,使铸件产生砂眼、包砂、表面结疤、突起和凹陷等缺陷。生产的铸件内在和外观质量不能让用户满意,尤其是结构特殊、复杂及质量要求高的铸件。另外,该工艺在混砂、落箱、清理等工序中会产生大量灰尘,对车间环境和操作工人的身体健康都有不利的影响。

近年来,我公司在有色合金铸件生产中逐步试验使用碱性酚醛树脂砂。同呋喃树脂砂相比具有以下优点:在同样可以保证铸件尺寸精度,加工余量均匀的情况下,铸件的性能、表面质量完全符合设计的要求。同时避免了呋喃树脂砂工艺生产中铸件热裂倾向大,型砂发气量大,混砂、造型、浇注过程有强烈刺激性气味,影响工人身体健康的问题。

根据实际生产状况,以下对酚醛树脂砂工艺在我公司典型有色合金铸件生产中的应用情况作一介绍。

一、混碾工艺及原材料

1. 原材料

(1) 硅砂 采用酚醛树脂砂工艺生产铸件对硅砂要求严格,含泥量(质量分数) $<0.2\%$,含水量 $<0.2\%$,微粉含量 $<0.5\%$ 。我公司原砂采用大林搓洗砂,其技术指标见表1、表2。

表1 大林搓洗砂的粒度组成

网孔尺寸 /mm	1.70	0.85	0.60	0.42	0.30	0.21	0.15	0.11	0.08	0.05
粒度组成 (%)	0	0.08	1.30	5.50	26.1	40.5	21.8	4.3	0.36	0.02

表2 大林搓洗砂的主要技术参数

含泥量 ^① (%)	酸耗值	角形系数	烧结点/℃	含水量 ^① (%)
0.1	3.8	1.30	1500	0.5

①为质量分数。

(2) 树脂和固化剂 树脂和固化剂均选用沈阳汇亚通铸造材料有限公司的产品。性能指标如表3、表4所示。

表3 碱性酚醛树脂性能指标

牌号	外观	粘度 /MPa·s	游离酚 (%)	游离醛 (%)	比强度 /MPa	使用温 度/℃
SYP-121	棕红色 粘性液体	150~300	≤ 1	≤ 2	0.6~ 0.9	≥ 25
SYP-122	棕红色 粘性液体	150~300	≤ 1	≤ 2	0.6~ 0.9	10~25
SYP-123	棕红色 粘性液体	150~300	≤ 1	≤ 2	0.6~ 0.9	≤ 10

表4 酯类固化剂性能指标

牌号	粘度 /MPa·s	密度 /g·cm ⁻³	酯含量 (%)	残酸量 (%)	使用温度 /℃
SYH-141	<100	1.1~1.2	90	≤ 2	快速 ≤ 10
SYH-142	<100	1.1~1.2	85	≤ 2	中速10~25
SYH-143	<100	1.1~1.2	80	≤ 2	慢速 ≥ 25

2. 工艺方法

(1) 工艺配比 工艺配比见表 5。

表 5 工艺配比

原砂 (%)	碱性树脂 (%)	酯固化剂 ^① (%)	原砂要求
100	1.4 ~ 1.5	20 ~ 30	角形系数 ≤ 1.25, 含泥量 ≤ 0.4%, 水分 ≤ 0.5%
100	1.5 ~ 2.5	20 ~ 30	角形系数 ≤ 1.35, 含泥量 ≤ 0.5%, 水分 ≤ 0.5%
100	2.0 ~ 2.5	20 ~ 30	角形系数 ≤ 1.45, 含泥量 ≤ 0.8%, 水分 ≤ 0.5%

① 固化剂占树脂量的 20% ~ 30%。

(2) 混砂设备 碾轮式混砂机。混砂前, 应将碾轮抬高 10 ~ 20mm, 混砂机内保持清洁, 与原砂接触的地方 pH 值尽可能为 7。

(3) 型砂工艺性能的调整控制 树脂加入量、固化剂种类及加入量受原砂种类、环境条件(温度、湿度)和砂温等影响较大。环境温度低、湿度大时, 树脂、固化剂加入量取上限; 原砂使用温度应控制在 10 ~ 15℃ 之间。

(4) 树脂砂混制工艺 原砂 + 固化剂(混 1.5 ~ 2min) → + 碱性酚醛树脂(混 1.5min) → 出砂。

二、典型铸件实例

1. 大型屏蔽环铸铜件

大型屏蔽环铸铜件结构如图 1 所示。本铸件(材质: ZCuZn16Si4)安装在汽轮发电机两端起固定线圈的作用, 铸件要求射线探伤。以前公司一直是外购, 原因是铸件重量太大(02A7338—1505kg, 02A7339—1350kg), 公司熔炼能力达不到, 更主要的是铸件性能无法满足用户要求。有色合金铸件生产以前一直采用粘土砂造型, 导致铸件的气孔、裂纹等内在缺陷及外观质量不好, 无法彻底解决; 由于铸型(芯)变形量大, 尺寸精度无法保证, 导致我公司在生产屏蔽环铸件中一直存在瓶颈。面对这一难题, 我们必须有所突破和创新, 以满足对产品的质量要求。

首先, 调配生产车间的设备, 充分发挥生产潜力。工频炉、煤气炉和中频炉同时起动, 合炉浇注, 解决了熔炼能力不足的问题。

其次, 由于工装、吊车等条件的限制, 工艺上

采用组芯造型的方法, 各芯均用碱性酚醛树脂砂制作, 浇注系统采用直浇道中心注入, 底返式浇注。

由于铸型的型腔是由砂芯组合而成, 各芯的精度以及组合操作误差都能影响铸件的尺寸精度。因此首先严格控制模样的尺寸精度, 并合理优化模样及芯盒的结构, 使之保证型芯质量和尺寸精度。

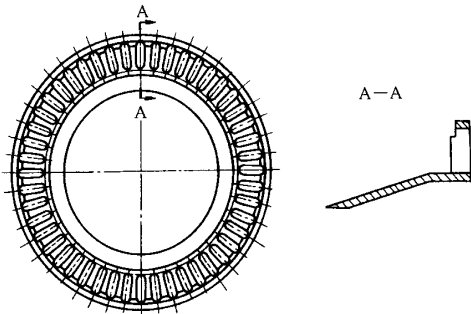


图 1 屏蔽环铸件简图

组芯合箱时用定位圈做基准, 控制各型芯的相对位置, 以保证型腔的尺寸, 同时起到外冷铁作用, 避免了铸件外法兰出现缩松, 并保证了铸件的结晶质量。利用下芯样板来检查和控制一些不便直接测量的尺寸, 保证铸型的精确, 使操作更加简便易行。

根据铸件的结构特点, 直浇道选在铸件中心进入, 通过过道进入环形横浇道, 再通过 8 个均布的内浇道进入型腔, 形成底返式浇注系统。这样浇道整洁, 通畅无异物, 并保证金属液在进入型腔后各部位温度较均匀, 避免了局部过热或过低现象造成局部缩松等缺陷。另外, 浇冒口系统均由砂芯带出, 造型方便。

根据检查记录卡所列的实测尺寸与图样中 7 个尺寸和 1 个角度, 与国家标准对照如表 6 所示(以 02A7339 为例)。根据表 6 可知, 只有第六号铸件壁厚尺寸超差, 但由于此厚度尺寸两侧仍保证有正常加工余量的一半以上, 通过划线调整, 加工后完全可以保证零件的设计尺寸。

表 6 铸件检查记录卡对照表 (mm)

编号	设计尺寸	工艺尺寸	毛坯尺寸	标准公差带
1	φ1670	φ1684	φ1680、φ1683	φ1676.5 ~ φ1691.5
2	φ1250	φ1264	φ1261、φ1264	φ1257.5 ~ φ1270.5
3	φ1180	φ1160	φ1164、φ1165	φ1152.5 ~ φ1166.6
4	85	102	100、102、103	98.5 ~ 105.5
5	60	77	78、79	74 ~ 80

(续)

编号	设计尺寸	铸件工艺尺寸	铸件毛坯尺寸	标准公差带
6	30	47	40、40	44~50
7	625.4	642.4	638、639	637~648
角度	15°	15°	14°42'	—

2. 铸铝件导风环

铸铝件导风环(见图2)是公司火电机组上的系列产品,批量较大。最大铸造尺寸可达 $\phi 3.4\text{m}$,重400kg。由于导风环结构复杂,在外环与内环之间由一组风叶联接。传统的生产工艺一直采用实样下芯、粘土砂造型工艺,芯子为整体芯,制芯时风叶埋于砂中,最后取出。由于风叶四周均被型砂紧紧包裹,在取出时砂型表面均有不同程度破损,致使铸件的外观质量极差,后道工序清理困难,虽可保证使用性能,但用户对表面质量意见很大。同时由于粘土砂芯强度低易于损坏,在翻芯、组芯及浇注过程中,费时费力,操作困难。

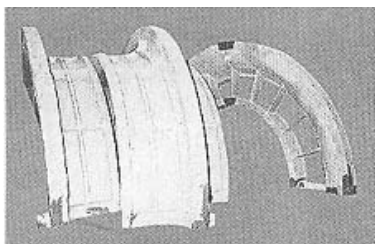


图2 铝铸件导风环

从2000年开始在工艺上采用树脂砂工艺制作分体芯,风叶由两块芯分别带出,每块芯上带一半,组合后形成完整的风叶。不仅使铸件的性能提高了许多,而且外观质量好,表面光滑无缺陷,即使有合箱时产生的飞边也很容易去除。

3. 铸铜件齿压板和压指板

齿压板(见图3)和压指板为电动机上用于固定硅钢叠片的铸件,亦属于系列产品,批量生产,最大铸造尺寸可达 $\phi 2\text{m}$,重300kg。板上的压指数目多且内部质量及尺寸精度要求高。采用金属模样、树脂砂工艺后,生产效率高且生产出的铸件外型规整,内部质量优良,很少出现以前的气孔、裂纹、夹杂和砂眼等铸造缺陷。公司和电站、电厂等用户均表示满意。不但废品率降低了,铸件的返修率和修复费用也大幅度下降。

经过统计,采用此工艺后经济效益显著:

(1) 废品率可降低40%多。

(2) 铸件质量提高,缺陷修复的质量成本可降低50%。

(3) 树脂砂可提高铸件的尺寸和形状精度,减少铸件“肥大”现象,减少机加工余量,降低毛坯重量。

此外,改为树脂砂工艺后,铸件形状尺寸精度提高,可大幅度减少机加工设备的工作量,显著降低铸件生产成本和公司产品的加工费用,提高机加工设备的工作效率。特别是精、大、稀设备工作效率提高,为公司产品缩短了生产周期,降低了生产成本,其潜在经济效益是巨大的。

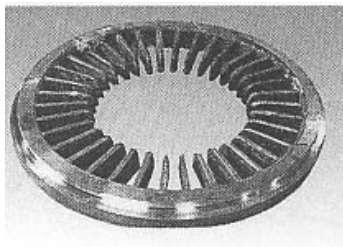


图3 铜铸件齿压板

三、工艺特点

这种树脂砂工艺具有许多独特之处:

(1) 型砂硬化性能好,起模时间可调,从几分钟到1h,尤其在冬季型砂硬透性好,起模时间短。

(2) 具有独特的高温特性,即型(芯)砂在高温时有热塑性和二次硬化特点,可有效防止铸件产生热裂、缩松等缺陷。

(3) 原砂适用性好,酸耗值高、低不影响使用效果。

(4) 具有较低的发气性和较好的溃散性。

(5) 操作环境好,在混砂、造型、硬化过程中无刺激性气味。

(6) 造型、制芯必须在可使用时间内完成,才能制作出保证质量的铸型(芯)。

(7) 型芯要多扎出气孔,这既有利于型芯水分的逸出,又利于浇注过程中排气。

(8) 砂型(芯)要捣紧,才能获得光滑、致密、强度高的砂型(芯)表面。

(9) 要防止砂型(芯)变形,由于砂型(芯)表面的硬化速度快于内部的硬化速度,所以当砂

铸造下心盘气缩孔缺陷的分析及对策

北车集团唐山机车车辆厂铸造车间 (河北唐山 063035) 贺增光

铸造下心盘属铁道机车车辆重要件, 材质为 ZG230—450, 铸件重 65kg。长期以来, 下心盘工作面 $\phi 410\text{mm}$ 、 $\phi 360\text{mm}$ 尺寸根部存在较多气缩孔, 补焊量大, 缺陷严重的清除后内外贯通, 造成报废。且该缺陷的存在, 对行车安全造成隐患。下表是一个生产批次的废品统计分析。

某生产批次废品统计分析表

缺陷名称	缩孔	胀箱	夹砂	尺寸不合格	浇不到	冷隔	裂纹	合计
废品数量/件	37	17	7	3	2	2	1	69
占总缺陷百分数 (%)	53.62	24.64	10.14	4.35	2.90	2.90	1.45	100

统计表明, 气缩孔是造成下心盘报废的主要原因, 提高铸件品质, 降低废品率, 解决气缩孔是关键。

1. 气缩孔缺陷

气缩孔通常是气孔与分散性缩孔伴生, 以形状和生成原因的特殊性区别于其他气孔。它的形状呈圆形、椭圆形, 尺寸 $\phi 1 \sim \phi 4\text{mm}$, 深 $1 \sim 8\text{mm}$, 气孔表面多被粘砂覆盖, 一般成片出现, 其气缩孔分型(芯)表面强度达到起模强度值而起模时, 砂型(芯)内部强度值还较低, 会产生重力变形和蠕变。为此需采取必要措施。

(10) 粘模性与粘附性大, 树脂砂粘模现象比较严重, 模样表面需刷脱模剂。

(11) 横浇道、内浇道最做出模样, 以便造型时直接成形。起模斜度应稍大些, 尽量避免修型。

四、存在问题

碱性酚醛树脂砂工艺在我公司有色合金铸件的生产过程中已广泛应用, 但实际生产中还存在一些问题。

(1) 树脂成本高。应在提高质量的前提下降低生产成本。

(2) 混碾设备落后, 致使树脂实际用量偏高,

布情况如图 1 示。

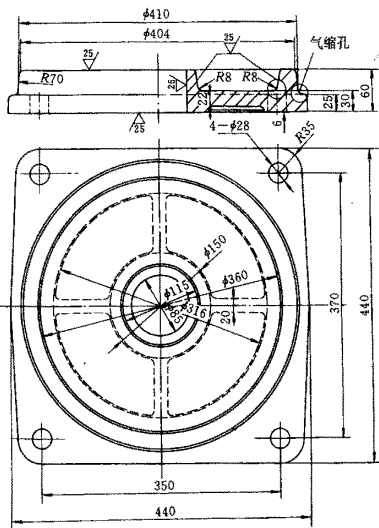


图 1

2. 气缩孔的成因分析

气缩孔是气孔和分散性缩孔的结合体, 在铸件热节及厚大部位, 热量多, 凝固时间长, 砂型受热程度大, 促使发气源迅速产生大量气体, 气体来不及排走被迫残留在铸件热节和厚大部位而生成气孔; 应进行设备改造。

(3) 没有旧砂回用设备, 原砂浪费严重。应购进新设备, 使旧砂可以循环使用。

五、结语

采用面砂、背砂工艺, 即砂型表面使用树脂砂, 用粘土砂做填充, 在生产中取得了良好的效果。

我公司通过新工艺的应用, 生产出了质量要求高, 尺寸要求精, 性能优的合格铸件, 技术水平和生产能力也跃上了一个新的高度。

以上是我们对生产过程中出现的各种问题所做的初步探讨。随着市场的扩大, 产品的增加, 生产工艺也会进一步的完善和提高。热

(20040806)