

# 镁铝尖晶石粉醇基涂料在铸钢件上的开发应用

陈莉, 蔡安克, 郭亚辉

## 一、概述

近年来, 我国的铸钢件需求及产量快速上升, 质量要求也大为提高, 采用合理的涂料和施涂工艺来减少铸件的清理工作量, 改善铸件的表面质量, 提高铸件档次, 在铸造生产中是常用的一种措施。

目前, 铸造行业有三大种类的型砂, 即粘土砂、树脂砂、水玻璃砂。生产厚大铸钢件, 铸造厂通常采用水玻璃砂造型、制芯工艺。水玻璃砂的主要组成是原砂、水玻璃粘结剂和硬化剂, 根据硬化方式及所采用的硬化剂的不同, 水玻璃砂可分为CO<sub>2</sub>硬化水玻璃砂、液态有机酯自硬水玻璃砂、加热硬化水玻璃砂等。实际应用较多的水玻璃砂工艺是普通CO<sub>2</sub>硬化水玻璃砂和液态有机酯自硬水玻璃砂, 少量工厂采用的有VRH-CO<sub>2</sub>和粉末硬化水玻璃砂。水玻璃砂型、砂芯表面涂覆的涂料为醇基涂料, 这主要是由水玻璃砂的硬化机理和抗吸湿性差所决定的, 且通常在铸型、砂芯表面涂覆醇基锆砂粉涂料。由于锆石主要产地为澳大利亚、南非和美国, 而我国锆石产地较少, 资源有限, 近年随着铸造行业对锆石或粉需求量的增加, 其

价格居高不下。另外, 锆石中的伴生矿物独居石、磷钇石和钍石等具有较强的放射性。锆石密度较大(4.6~4.7g/cm<sup>3</sup>), 莫氏硬度高, 若采用一般悬浮剂和混制工艺很难获得优良的悬浮性。因此, 开发研制性能好、成本低、无放射性, 能替代锆砂粉醇基涂料的镁铝尖晶石粉醇基涂料, 不仅能够提高铸钢件的质量, 也将为我公司开拓外部市场起到积极的推动作用。

## 二、水玻璃砂型芯用涂料的特点

### 1. 水玻璃砂的硬化机理

水玻璃的基本组成物是硅酸钠和水, 而硅酸钠是SiO<sub>2</sub>和Na<sub>2</sub>O以不同比例组成的多种化合物的混合物。水玻璃砂的硬化机理是: 首先促使硅酸钠的水解不断进行, 以提高硅酸的浓度; 其次硅酸分子聚合成硅酸大分子形成硅酸溶胶; 最后硅酸溶胶发生凝聚形成硅酸凝胶。由于网状结构的硅酸凝胶将砂粒包裹起来使它们连接在一起, 最终使砂型具有一定强度。生产中通常采用加热和吹入CO<sub>2</sub>的方法实现上述过程。

加热和吹入CO<sub>2</sub>硬化水玻璃砂是一个脱水的过程, 其工作机理如下: 如在砂型或砂芯表面覆盖水基涂料, 硅酸钠强烈吸收涂料中的水, 凝胶转化成溶胶, 在其周围溶合许多水分子形成一层水化膜, 体积膨大, 砂型再度胶液化。再度胶液化的硅酸钠与涂料层脱水收缩的变化方向相反, 相互干扰, 当涂料层尚未建立起强度时, 已被再度胶液化的硅酸钠撑开, 使涂层产生裂纹。由于水玻璃砂的硬化机理, 因此对采用该造型工艺的砂型表面通常涂刷醇基涂料。

### 2. 水玻璃砂的抗湿性差

水玻璃砂的另一铸造工艺特点就是砂型、砂芯表面容易吸湿, 型芯吸湿后强度大幅降低, 表面容易脱落, 铸件易形成粘砂、气孔、砂眼等缺陷, 对于铸钢件尤其是厚大铸钢件, 砂型表面涂刷醇基涂料, 目的就是防止型芯由于吸湿而导致的铸造缺陷。

## 三、试验方法

在满足生产要求、降低铸件成本、保证铸件质量的前提下, 选用镁铝尖晶石粉取代锆砂粉, 加入助熔剂, 配制出性能优良的

醇基涂料。

### 1. 试验涂料的组成及材料

(1) 耐火填料 对于厚大铸钢件，金属液在进入砂型经冷却形成铸件的过程中，其对砂型的烘烤时间相对中小件要长，因此要求铸型涂料中耐火填料具有低膨胀、高熔点的特性，防止铸件产生夹砂、结疤和脉纹等铸造缺陷。通过电熔技术合成的镁铝尖晶石粉具备上述特点，可满足厚大铸钢件对涂料耐火骨料的要求，与锆砂粉相比具有明显的价格和资源优势。

(2) 粘结剂 其作用是将耐火填料颗粒粘结在一起，使涂料层具有一定强度，并使耐火填料颗粒牢固地附着在铸型、砂芯表面，防止涂层从铸型、砂芯表面脱落或开裂。由于涂层的工况条件非常苛刻，要求涂层不仅具有常温强度还要具有一定高温强度，因此一般选用常温和高温粘结剂配合使用，本试验涂料粘结剂选用固体酚醛树脂和膨润土。

(3) 悬浮剂 为了使固体物能均匀分散，并使之悬浮于载液中，通常在涂料配制时加入一定比例的悬浮剂。好的悬浮剂不仅具有使耐火填料悬浮的能力，还应使涂料具有良好的触变性。试验涂料在悬浮剂的选用时，选用无机悬浮剂锂基膨润土和有机悬浮剂聚乙烯醇缩丁醛(PVB)两种材料，其中PVB在醇基涂料使用还能起到高效增稠的作用。

### 2. 涂料的制备

(1) 涂料制备设备 试验室试验时采用SHN—5碾轮式混砂机、小型高速分散搅拌机；生产试验时采用S111碾轮式混砂机、

高速分散搅拌机。

(2) 制备方法 预处理：将粘结剂、悬浮增稠剂分别溶于一定量的有机溶剂中，充分溶解后待用；将悬浮剂先用水溶胀后，再加入一定量的有机溶剂溶解待用。混制：将耐火骨料、预处理好的粘结剂、悬浮剂、悬浮增稠剂根据设计要求含量顺次加入碾轮式混砂机中碾压混合，在碾压过程中加入适量有机溶剂，加入量以能使各组分碾压成软膏状为宜，将碾压好的软膏装入搅拌桶，再加剩余有机溶剂稀释搅拌成浆状，并对浆状涂料进行性能测试、调整。

### 3. 涂料的性能测试方法

(1) 涂料密度的测试 采用称量法测定涂料的密度。

(2) 涂料悬浮稳定性的测试 采用量筒测定沉积率的方法。

(3) 涂料浓度的测试 采用波美度计(生产现场用)。

(4) 涂料抗粘砂性测试 采用浇注铸件进行。

## 四、涂料配比及性能

### 1. 涂料配比

经过反复试验研究，设计了涂料的配比，见表1。

表1 涂料配比

组分	耐火骨料	粘结剂	悬浮剂	增稠剂	助熔剂	有机溶剂
材料	镁铝尖晶石粉	固体酚醛树脂	Li-P <sub>±</sub>	PVB	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	醇类
加入量(%)	100	1~3	2~4	0.1~0.5	5~10	适量

表2 涂料性能指标

名称	密度/g·mL <sup>-1</sup>	波美度Be	2h悬浮性(%)	24h悬浮性(%)	表面强度
自制	1.52~1.55	70~80	99	92	高
商品	1.84	80	96	85	较高

### 2. 性能指标

按照上述涂料配比和配制工艺制成涂料，经检测其性能指标见表2。

## 五、涂料浇注试验

涂料的生产浇注试验分别在两个铸钢厂进行。一个铸钢厂的生产性质是单件小批生产，采用的造型工艺是普通CO<sub>2</sub>硬化水玻璃砂，生产的铸件多为中小件。此次试验的铸件是密封板，材质为ZG4Cr22Ni4N耐热钢铸件，重量130kg，壁厚30mm，砂型、砂芯采用刷涂方法，共试验5件。打箱后，轻微震动铸件，涂料层便可整片从铸件表面剥落，铸件表面无粘砂，易清理。具体情况如图1、图2所示。



图1



图2



# 铸造涂料在船用铸件上的应用

王连杰

【摘要】介绍了砂型涂料涂料的分类、性质、作用，简述了涂料防粘砂原理，通过在船件生产中的应用，证明正确合理地使用涂料能大幅提高铸件质量，降低生产成本。

铸造涂料是涂刷在铸型表面的一层耐火涂层，从而改善铸型表面的耐火度、化学稳定性，以及抗冲刷、粘砂的特性。根据铸件的要求不同，涂刷厚度也有所区别。

铸件生产过程中，砂型芯的工作表面质量直接影响到铸件的外观质量，而浇注过程中砂型工作表面的强度对铸件表面质量的影响更突出。

造型过程中保证砂型工作表

面质量的基本措施有：一是面砂使用特种砂，保证造型、制芯过程中型砂的紧实度，以及采用合理的固化方式；二是根据铸件结构的不同在砂型表面合理地选用涂料，并且保证涂料的涂刷效果。

通过树脂砂生产过程中大量的试验数据统计表明，合理地涂刷耐火涂料可以保证铸件质量，在一定程度上可以缩短后续铸件清理落砂工期，降低材料消耗成本。

## 1. 涂料的分类及作用

根据不同铸造合金可分为铸钢、铸铁、铸铜、铸铝及铸镁等用涂料；根据耐火材料不同可以分成石墨粉、石英粉、镁砂粉及锆砂粉等涂料；根据不同载液可分为水基涂料、有机溶剂快干涂料、水基自干涂料、有机溶剂自干涂料等。

涂料的作用：在型芯表面制造一层保护气氛，有利于减少铸件机械粘砂和化学粘砂；降低金

另一个铸钢厂的生产性质也是单件小批生产，采用的造型工艺是普通CO<sub>2</sub>硬化水玻璃砂，生产的铸件多为中大件。此次试验的铸件有齿圈、轮带、中空轴，铸件材质为普碳钢和低合金钢，铸件重量3t左右。砂型、砂芯采用刷涂方法，共试验3件。打箱后，铸件表面落砂清理容易，无粘砂，如图3、图4所示。

## 六、结语

(1) 自主研发的镁铝尖晶石粉醇基涂料具有优良的悬浮稳

定性，波美度调节范围宽，涂刷性良好，便于施涂。

(2) 镁铝尖晶石粉醇基涂料涂刷在铸型（芯）表面，点燃干燥后强度高，可防止型芯由于吸湿而导致的铸造缺陷。

(3) 由于镁铝尖晶石粉醇基涂料中加入助熔剂，使耐火骨料在高温金属液进入铸型后被烧结合成烧结层，便于铸件的落砂清理。

(4) 采用镁铝尖晶石粉作为耐火骨料，与醇基锆砂粉涂料相比，生产成本大幅降低。



图3



图4

作者简介：陈莉、蔡安克、郭亚辉，第一拖拉机股份有限公司工艺材料研究所。

MW 20140810