



何欢 项目经理

铸钢用水玻璃型砂创新技术与装备

无锡锡南铸造机械股份有限公司 何欢, 朱以松
机械工业第九设计研究院有限公司 吴殿杰

目前,我国利用水玻璃砂型铸钢工艺用硅砂资源缺乏,难以满足大型水电、火力、核电、铁路摇枕、侧架、重机、泵阀等铸钢行业所需要的高质量、高精度、高性能铸件生产的需要,且水玻璃砂型铸造旧砂难以自然化解,就地排放将造成占用土地和环境污染等问题。因此,研发新技术与新装备,来解决铸钢水玻璃旧砂“清砂难”和“回收难”的问题。

一、水玻璃砂型砂工艺装备的改进升级

多年来,大型铸钢件如何实现机械化生产,一直困扰着铸造机械厂和铸造生产厂的研究人员,锡南铸机通过不断努力,终于攻克了这一难关,研制的80t/h子母式面背砂连续混砂机、60~100t砂型震实台、大型起模翻箱、大型起模翻转流涂多功能机械手等专业设备可组成大型水玻璃砂高速造型生产线,大大提高了大型铸钢件的生产效率和产品质量。相继投入生产的自硬砂装备如下。

1. 大型子母式面背砂连续混砂机

面背砂混砂工艺是自硬砂铸造

造型中的一种新的工艺,即一套装置设计成两台连续混砂机布置成一种子母式形式,通过操作这种混砂机同时获得面砂和背砂,从而满足造型、浇注和落砂工艺对贴近模样的面砂和远离模样的背砂不同灼烧减量及溃散性能的要求。

面背砂混砂工艺采用面砂和背砂两种粘结剂和不同加入量来保证面砂既能抵抗高温钢液又能保证良好透气性能,保证背砂既具有一定强度又有良好的落砂溃散性,总之面背砂混制工艺的关键性能是保证再生砂的灼烧减量。现有技术中,由于在造型时无法同时提供面背砂,故造型工必须先将面砂覆盖模样,而面对模样直立面,砂子的安歇角是 $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。以1m高模样为例,需要600mm左右厚的砂型,才

能确保面砂覆盖模样直立面。这样使得面砂使用量过大,造成生产成本居高不下。在有面背砂工序操作时,既混一定厚度面砂来覆盖模型,然后再混背砂覆盖面砂,这种人工操作方式既繁杂又难以保证砂型质量。子母式面背砂连续混砂机(见图1)是实现复合造型工艺的最佳选择。如:铬铁矿面砂+酯硬化水玻璃砂背砂工艺;碱酚醛面砂+酯硬化水玻璃砂背砂工艺;铬铁矿面砂+碱酚醛背砂工艺。

2. 大吨位大台面震实台

对于大型铸件及砂箱尺寸,必须保证砂型紧实度和砂型强度以便起模以防止铸造缺陷,必须采用大型震实台。在考虑整体刚性技术,振动电动机均匀平衡问题基础上,

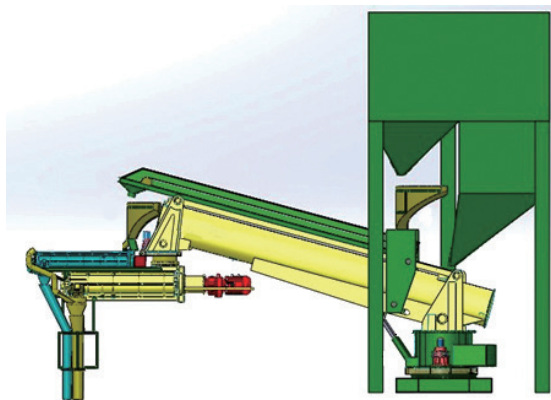


图1 子母式面背砂连续混砂机

无锡锡南铸造机械有限公司研制了砂箱尺寸在5000mm×8000mm的160t大型震实台，主要用于大型铸件的自硬砂造型和制芯。

大型铸件报废不起，大型铸件多是结构复杂的产品，选用大型震实台的格外重要。该大型震实台结构紧凑合理，操作方便，使用范围广；激振装置采用空气弹簧或橡胶减振垫支撑，运行平稳；激振力可根据工艺需要调整。经过浙江佳力、无锡侨联、江阴德哈克和江阴吉鑫等运行，每吨合格铸件节约粘结剂加入量10%左右，降低废品率30%左右，缩短操作时间30%，折合每吨合格铸件节能降耗节约资源为每吨300元左右。图2为江阴德哈克铸造有限公司使用的世界最大6.5m×7m的大型震实台。

3. 大型起模翻转流涂多功能机械手

目前，我国大部分自硬砂铸造企业，不论在手工地面造型或辊道造型圈生产线多数仍遵循着传统的起重机吊件输送作业方式。部分有改造成为悬挂吊箱式结构。但大型工件的翻转主要靠人工与桥式起重机配合完成，而这种方法劳动强度高，操作安全性差，由于翻转速度的不均匀极易破坏工件，造成工件报废，而且效率很低；或采用地面翻转机构翻转，地面翻转必须牵涉到土建，投资大且占有固定作业面积。

大型起模翻转多功能机械手的研制投产则是铸造向柔性化、精密化、智能化发展的必然趋势。如无锡锡南铸造机械股份有限公司根据铸件高端化大型化发展趋势而研发的60t大型起模翻转流涂机械手，采用了新颖的机械结构和双缸双链

式同步技术，采用先进的机电液一体化技术，检测传感技术，通过中央控制器程序控制实现自动或半自动操作，能完成大件造型的砂箱抓取、起模、翻转、工位转送、精确定位及合型等多道工序，大大提高了造型、制芯的生产效率，减轻了工人的劳动强度，为大型铸件造型提供了优良的机械装备，有广阔的应用前景和较大的经济效益。

图3为大型起模翻转流涂机械手在青岛海纳的操作示意。

4. 自动化立体库

近年来随着铸造车间自动化程度不断提高，不少铸造厂选择了以自动化立体仓库为存储单元，如模样和砂芯储存及输送系统。该系统的特点是自动化程度

高、生产效率高、易于管理和组织生产、能协调造型、制芯两大工部节拍并能及时自动为输送补给模样或砂芯，同时在输送线上及时为下一工位输送货物。控制采用手动、自动两种形式，更灵活处理输送时出现的问题。

5. 取件下芯机械手的应用

目前铸造车间砂芯取芯、下芯以及涂料工位已开始采用机器人。经验证明，使用机器人可以降低废品率和产品成本，提高设备利用率，降低误操作带来的风险。另外其带来一系列效益也是十分明显的，例如减少人工费用，减少设备损耗，加快技术创新速度，以及提高企业竞争力等。据了解，国内外铁路摇枕侧架铸钢件部分生产线目前采用机器人下芯工艺，提高了下



图2 德哈克风电6.5m×7m大型震实台

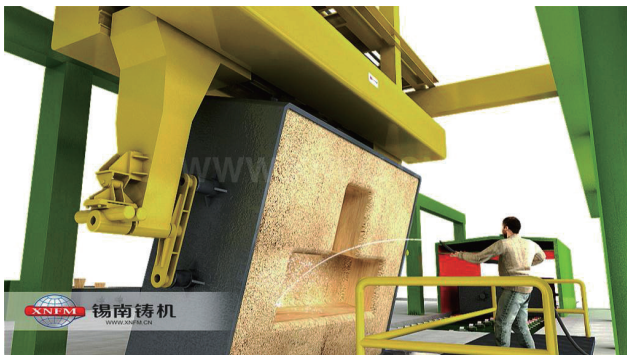


图3 大型起模翻转流涂机械手

芯的精准度和铸件的精度，使铸造用材减少了10%，生产过程能耗降低了8%，铸件综合废品率降低到1%以内，大大降低了铸件的重量、加工余量和生产成本。如国内四川眉山车辆新建成的酯硬化水玻璃铸钢生产线中引进了机器人（见图4），提高了下芯的精准度和铸件的精度，大大降低了铸件的重量、加工余量和生产成本。

6. 水玻璃砂造型制芯智能化生产线

随着企业对高品质铸钢件的需求越来越高，对铸件供货周期要求也越来越高。目前，地面造型在某种程度上有一定的局限性，不能满足铸件的工艺和工期要求，并且人工成本高，产品稳定性不高，使用环境恶劣，操作也不理想。一种高速及智能化环保节能的高速三套圈高速自硬砂造型线系统已研制成功。

采用智能化的检测和控制元器件的远程智能控制系统来保证三套圈高速造型线的工艺技术条件和动作要求以便提供一种模块化、低能耗、布置简洁、智能化控制的半自动自硬砂造型线，以对混砂质量、硬化时间、起模精度、硬化速度及合型精度进行控制，合理准确地控制时间、温度、精度，可以柔性化地应用在酯硬化水玻璃砂工艺的铸钢、铸铁和有色合金件的铸造生产，适用于各种规模的新建铸造车间和老车间的技术改造。

二、水玻璃砂型绿色铸造工艺升级及创新研发内容

（1）微波硬化水玻璃砂技术研究 使用微波硬化水玻璃砂的新



图4 取件下芯机械手

方法，微波硬化水玻璃加入量只需1.6%，相比CO₂硬化加入量8%及酯硬化改性水玻璃加入量3%，有着非常明显的效果，极大改善了水玻璃旧砂的溃散性和再生回用性。

（2）水玻璃纳米改性技术的研究 这一技术的主要原理是通过优化的材料物相相容设计和纳米材料改性，开发了适于酯硬化水玻璃砂的高性能改性水玻璃粘结剂，使水玻璃加入量由CO₂硬化的6%~8%下降到酯硬化的2%~3%、旧砂表面的残留粘结剂由连续玻璃化膜变成泡沫状多孔膜，溃散性提高了50%，可实现通过机械振动碎砂。解决了无机胶体水玻璃粘结剂与有机化学助剂不相容、铸造后旧砂烧结而玻璃化的难题。

（3）高性能新型水玻璃粘结剂的开发与应用 高性能的新型水玻璃粘结剂仍将是水玻璃砂技术研究和开发的重点，更新一代的水玻璃应具有高的硬化强度、好的溃散性、优异的抗吸湿性和表面稳定性。为此，需要多重改性（包括物理改性和化学改性、有机物改性与无机物改性的综合等）水玻璃、复合水玻璃（钠-钾水玻璃、钠-锂水玻璃等）的出现与采用。例如：采

用微波加热硬化时，水玻璃的加入量低、水玻璃砂的强度高，但硬化后的水玻璃砂型（芯）吸湿性大，研究开发适于微波加热硬化的抗吸湿性好的水玻璃粘结剂，具有重大的应用价值。

三、专业化、系列化和智能化水玻璃砂型铸造技术研发与工程化

目前，国家十三五规划纲要明确指出水玻璃砂是最有可能实现绿色铸造的铸造工艺，进一步加大水玻璃型砂工艺技术研发和自主创新能力，建立一整套高端水玻璃砂铸造装备制造工艺模块，以专业化、系列化和智能化为先导，以合理利用能源及资源化为出发点，建立水玻璃自硬砂型砂工艺装备等产品“产、学、研、用”技术中心基地。建立整套试验研发工艺和手段；用模拟仿真技术对大型水玻璃砂型铸造装备及工程进行标准化、系列化和智能化物联网远程控制系统等研发工作，从而实现水玻璃砂绿色铸造工艺装备及工程化的目标。MW