



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03157060.7

[43] 公开日 2005年3月16日

[11] 公开号 CN 1593811A

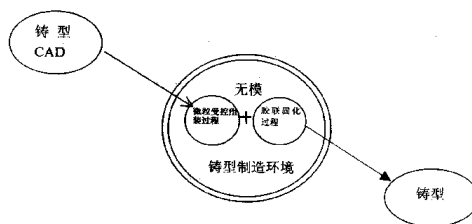
[22] 申请日 2003.9.12 [21] 申请号 03157060.7  
 [71] 申请人 北京殷华激光快速成形与模具技术有限公司  
 地址 100084 北京市海淀区清华园街道十三区  
 [72] 发明人 颜永年 郭戈 杨伟东 唐果林  
 林峰 张人佶 卢清萍 吴任东  
 颜旭涛

权利要求书1页 说明书6页 附图3页

[54] 发明名称 无木模砂型制造方法

[57] 摘要

本发明将基于离散/堆积成形原理的快速原型(RP - Rapid Prototyping)方法与型砂自硬化原理相结合提出一种新的砂型制造原理和方法, 根据铸型CAD模型, 无需木模, 选择性地将砂粒通过缩和/聚会反应固化连接, 直接形成铸型, 为砂型的制造自动化与CAD/CAE和信息技术相集成开创一条新路。



1. 一种无木模砂型制造方法，该方法包括以下步骤：  
利用计算机构建出所要制造的砂型的CAD模型；  
5 通过多个喷头沿着由砂型的CAD模型所规定的扫描路径分别喷射出砂粒、粘结剂以及固化剂，从而形成一层固化砂型；并且  
通过多个喷头根据所述砂型的CAD模型以上述方式不断重复形成砂型层，直到将多层砂层堆积形成最终的砂型。
- 10 2. 如权利要求1所述的无木模砂型制造方法，其中将砂粒和粘结剂混合在一起，然后通过一个喷头喷射出。
3. 如权利要求1所述的无木模砂型制造方法，其中喷射砂粒、粘结剂和固化剂是利用各个喷头依次喷射出。
4. 如权利要求1所述的无木模砂型制造方法，其中首先喷射出砂粒，然后通过两个喷头同时喷射粘结剂和固化剂。
- 15 5. 如权利要求1至4中任一项所述的无木模砂型制造方法，其中喷射固化剂是连续进行的。
6. 如权利要求1至4中任一项所述的无木模砂型制造方法，其中喷射固化剂是离散进行的。

## 无木模砂型制造方法

### 5 技术领域

本发明涉及一种砂型制造方法，尤其涉及一种不使用木模来制造砂型的方法。

### 背景技术

10 铸造工业中，采用砂型浇铸熔化的高温液态金属以获得合格的铸件是主要的工艺方法；采用陶瓷型则是次要的工艺方法，前者约占 70%；后者仅占 30%。因而砂型的制造工艺(俗称翻砂)是工业界，特别是金属成形加工界极为关注的工艺方法。砂型铸造广泛应用于汽车工业、机床工业、重型机器、航空工业、电机及气轮机、燃气机、造船  
15 等极为重要的工业领域。如何设计和制造性能优良的砂型(发气量小，耐火度高，强度、溃散性和透气性好，成本低廉等)一直是学术界和工业界进行研究的课题。

上世纪 80 年代中期研制出快速原型(RP-Rapid Prototyping)技术，该技术将成形件(如砂型、非金属和金属零件等具有功能的三维实体)  
20 进行分层离散(在计算机中，采用专用数据处理软件完成)，获得材料微滴组装(堆积)模型，通过专用设备(RP 等设备)，根据已获得的堆积模型，在计算机控制下堆积材料微滴而成形。

砂粒(如水洗砂、擦洗砂等)是离散的固体颗粒状物质，其平均直径为 70~400 $\mu\text{m}$ 。如将粘结剂(如树脂等)和固化剂(又称固化剂)裹覆  
25 砂粒，则随着粘结剂与固化剂固化反应，粘结剂逐渐强化而将各砂粒固结在一起而形成固态的结构——三维实体。如图 1 所示，砂粒外表面被粘结剂和固化剂所裹覆，随着自硬反应的进行，裹覆层强度提高形成足以连接两粒砂的连接膜，从而使整个砂粘连接起来。

如不采用固化剂(固化剂)仅用粘结剂(如胶，树脂等)，交联反应地  
30 粘结砂粒则强度很低，无法获得浇铸钢(铁)水所需的机械强度和耐热强度。但被粘结的三维结构可作为所设计零件的原型，即快速原型使

用，这就是美国麻省理工学院(MIT)机械系教授 Dr. Sachs 的专利——**3DP**，其成形的材料、原理与目的均与本发明不同：

(1)**3DP**：使用粉末材料，颗粒细小，其直径约为  $\Phi \approx 10 \sim 20 \mu\text{m}$ ；

本发明：材料为砂粒，颗粒比较粗大为型砂， $\Phi \approx 100 \sim$

5 **200** $\mu\text{m}$ ；

(2)**3DP**：粉末通过粘结剂粘在一起，成形件不具备抵抗高温液态金属的冲击力，无耐火度可言；

本发明：砂粒(型砂)通过固化剂与粘结剂的缩和/聚合反应而被牢固地粘结、固化在一起而形成铸型，可以承受钢水的冲刷，具有很高的强度和很好的耐火度；

10

(3)**3DP**：制造三维原型，此原型可作为设计检验的模型，或进一步加工成机器零件和生物制品；

本发明：在于制造可直接用于铸件生产(浇铸)的砂型。

传统的自硬树脂砂工艺通过自硬过程固化砂粒，制造铸型，如图  
15 **2**所示。

自硬树脂砂是通过木模来获得砂型的尺寸，形状和精度，因而首先需根据铸件图设计木模，再通过加工，装配和检验等工序获得与铸件相对应的木模。

将型砂与粘结剂和固化剂在搅拌机中充分混合均匀，使混合均匀的  
20 的尚未固化的型砂很方便地注入置于砂箱中之木模的四周，经充砂，填实等工序便形成以木模为依托的型腔。经充分地固化胶联后翻转砂箱，取出木模便获得所要求砂型的主要部分——型腔，再下芯和浇冒口安装、合箱等便成为可供浇铸的铸型。

此类自硬树脂砂工艺在生产中已应用了许多年，是当代精密砂型  
25 铸造的主要工艺方法。

由图 2 之流程可清楚看出，由于对于木模的需要，使该工艺丧失了宝贵的“柔性”，即使生产一个铸件，也需要设计制造一个木模，而木模的设计制造常需占用许多时间。特别对大型铸件，木模的设计制造周期长，往往木模制造占用 1~2 个月时间；造型(用木模和型砂  
30 完成可供浇铸的砂型之过程)则需 5~10 天时间；浇铸 4 个小时(包括一定的辅助工作)；清砂 2~3 天。可见木模的设计和制造占用了生产

周期的绝大部分。对小批量、单件、多品种的铸造生产，特别是重型机械生产，木模制造是制约生产发展的主要因素。在大批量铸件生产的试制阶段(如汽车缸体，缸盖等铸件大批量生产的试制阶段)，由于产品尚未定型，更改结构和尺寸是极为普遍的，此时木模对试制的制约也是十分明显的，木模往往成为产品研发速度的限制因素之一。现代产品生产，生命周期不断缩短，批量越来越小，品种花色种类要求迅速跟上市场需求变化，甚至出现像汽车这种大型消费品的个性化需求。铸件生产的柔性化要求已成为工业界普遍追求的目标，省略木模，直接由铸型 CAD 模型获得铸型，已正是为适应学术界、工业界和市场需求

#### 发明内容

本发明将基于离散/堆积成形原理的快速原型(RP-Rapid Prototyping)方法与型砂自硬化原理相结合提出一种新的砂型制造原理和方法，根据铸型 CAD 模型，无需木模，选择性地将砂粒通过缩和/聚会反应固化连接，直接形成铸型，为砂型的制造自动与 CAD/CAE 和信息技术相集成开创一条新路。

为了实现上述目的，本发明涉及一种无木模砂型制造方法，该方法包括以下步骤：

20 利用计算机构建出所要制造的砂型的CAD模型；

通过多个喷头沿着由砂型的CAD模型所规定的扫描路径分别喷射出砂粒、粘结剂以及固化剂，从而形成一层固化的砂层；并且

通过多个喷头根据所述砂型的 CAD 模型以上述方式不断形成砂层，直到将多层砂层堆积形成最终的砂型。

25 可选的是，首先将砂粒和粘结剂混合，然后通过不同喷头来喷射砂粒-粘结剂混合物以及固化剂。

或者，可以无需进行预先混合，分别通过不同喷头喷射砂粒、粘结剂和固化剂。

30 另外，可以根据粘结剂与固化剂粘度与渗透性的差异，从而同时或者依次通过不同喷头喷射粘结剂和固化剂。

另外，喷射固化剂可以是连续进行的或者离散进行的。

## 附图说明

图 1 为砂粘连接示意图，显示出由粘结剂和固化剂粘接在一起的两粒砂子；

- 5 图 2 为用于精密砂型铸造的自硬树脂砂造型工艺的流程圖；  
图 3 为微滴受控组装过程与自硬固化过程相结合的示意图；  
图 4 为胶联固化组装(堆积)的制造示意图；并且  
图 5 为干砂直接自硬固化的示意图。

## 10 具体实施方式

无木模铸型制造工艺(PCM-Patternless Casting Manufacturing)将快速原型(RP)原理的微滴受控组装(堆积)过程与固化剂与粘结剂的自硬强化过程结合起来，形成砂粒的受控选择性自硬固化之独特工艺方法，如图 3 所示：

- 15 上图中，微粒即 RP 原理中的微滴，它是表面均匀裹覆了粘结剂(树脂)的砂粒(型砂)，当催化剂喷射到此种型砂之上后，即刻发生固化作用而互相连接在一起。随着催化剂喷头的扫描，喷射催化剂，所到之处即固化，如此便可完成一个层面上的选择性固化。在其上再铺一层型砂，重复上面的步骤直至完成复杂的三维实体——铸型之型腔和型  
20 芯。铸型成形过程见图 4 所示：

- 图 4 左图中，1 为砂层，其中的砂粒虽然裹覆了粘结剂，但如没有催化剂的固化作用，它们仍无法互相连接在一起，无法完成微粒组装过程，因而无法形成三维结构。催化剂 3 通过喷头 4 喷出。采用 RP 的数据处理系统(生成喷射的路径)和数控扫描系统，适时地启动喷头  
25 沿计算机中生成的路径进行催化剂喷射，可使催化剂 3 沿规定的路径，按要求的数量，连续或离散地喷射。路径以外的砂层不被喷射，这就是选择性喷射。在被喷射了催化剂(固化剂)的路径上，发生固化反应，立刻固化粘结，从而使微粒“组装”在一起进行堆积成形过程。正是离散/堆积过程与固化过程的结合，才完成一层铸型之制造，如  
30 此过程反复进行，即层层固化就形成一个铸型。图 4 右图为所完成铸型型腔之 1/4。

上述过程可清楚地看出，木模的设计、加工等过程已完全地省去，**充砂**造型过程由铺砂、喷射催化剂的自动化过程所代替，大大提高铸型制造的柔性和自动化程度。

图 5 显示了另一类固化方式——干砂直接固化，即用两个装在 RP  
5 扫描系统上的喷头：1 和 2，前者喷射粘结剂，后者喷射固化剂(催化  
剂)。喷头的安装使两股被喷出的射流汇集在扫描路径上(某一移动点  
上)，该处的砂粒被粘结剂和固化剂所覆盖和包裹，由于粘结剂与固  
化剂的缩和/聚合反应将扫描路径上的砂粒固化在一起。该固化方式  
10 的特点在于取消了砂粒预先裹覆粘结剂的混砂过程，直接用干砂造  
型；此外需特殊性能的粘结剂：必须具有良好的喷射黏度和裹覆性能，  
燃烧时的发气量小。对于此种方式又可细分为“同时汇集”、“先后  
汇集”以及“重复扫描汇集”三种扫描方式，如图 5 所示：

图 5-a 中，喷头 1 为粘结剂喷头，喷头 2 为固化剂喷头。在控制  
软件控制下，该两喷头同时按指令沿扫描路径喷射，在扫描路径中，  
15 即刻发生固化反应，即“同时汇集”扫描方式。

显然，扫描机构应保证喷头 1 和喷头 2 的速度相等，即

$$\begin{aligned} V_x &= V_x' \\ V_y &= V_y' \end{aligned}$$

为保证扫描轨迹的光顺性和等宽，喷头 1 和喷头 2 中心之连线(即  
20 两射流束的中心连线)N-N 应适时与扫描路径垂直。当扫描路径方向  
改变时，中心连线方向也随之改变，如从 N-N 变为 N'-N'，显然喷  
头除了 X、Y 方向运动外，还应有旋转运动。

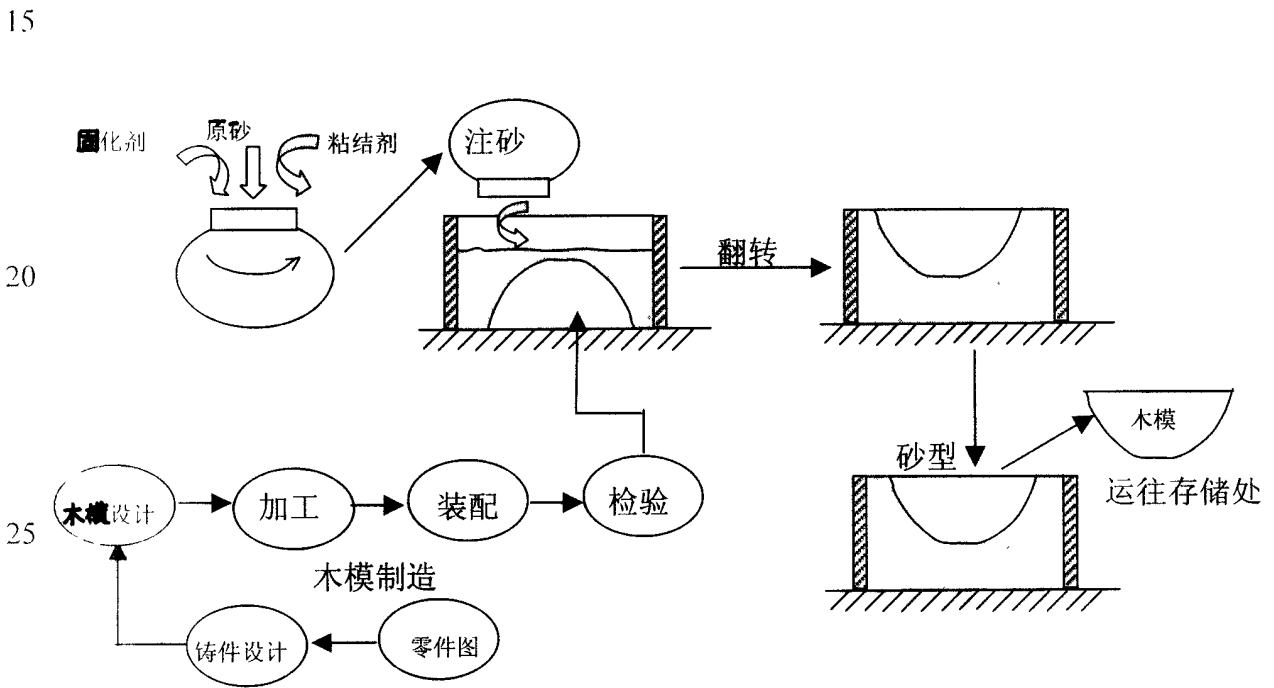
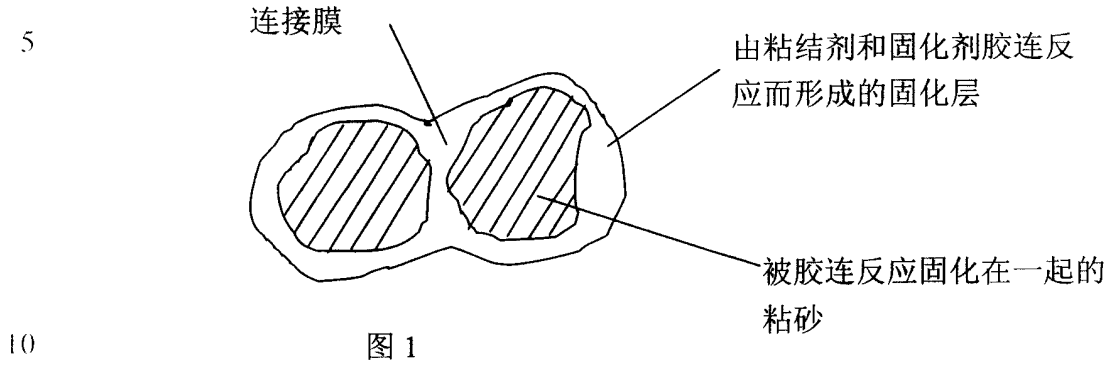
图 5-b 中，喷头中心连线 N-N 始终保持在与扫描路径相切的方向  
向上。此种方式优点在于喷射之射流与砂层面垂直。对砂粒的固化来  
25 说，先接受粘结剂/固化剂(喷头 1 在扫描路径前进方向的前端)，后接  
受**固化剂/粘结剂**(喷头 2 在扫描路径前进方向的后端)，这就是“先后  
汇集”扫描方式。

为了省略喷头的旋转运动(使数据系统简化)，可先启动喷头 1(关  
闭喷头 2)，按扫描路径扫描(图 5-b)；然后再启动喷头 2，关闭喷头  
30 1，按与喷头 1 相同的路径或略加修改的路径(考虑到粘结剂与固化剂  
粘度与渗透性的差异，扫描路径略有不同)重复扫描一次。当两次扫

描完成后，即沿扫描路径发生固化，这就是“重复汇集”扫描方式。

对于本领域技术人员来说可以有其他的优点和改进。因此，本发明在其广义的方面不限于此处所示和所描述的细节和代表性实施方案。因此，可以在不脱离本发明如所附权利要求和其等同方案所限定的精神或范围的情况下对本发明作出各种改进。





30

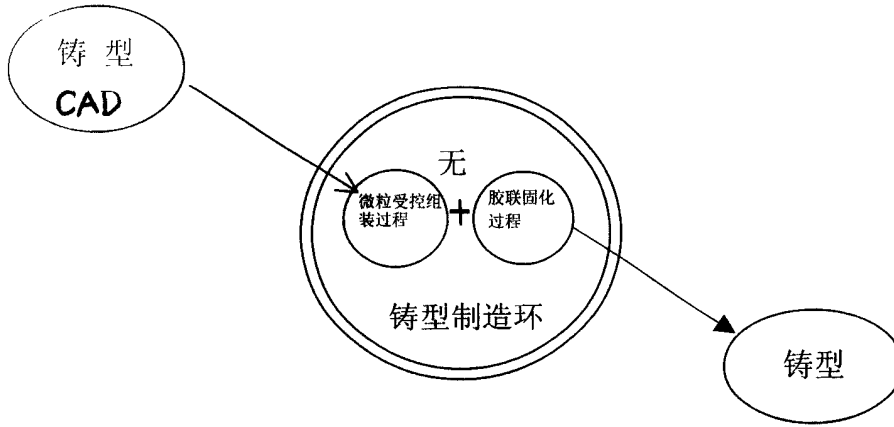


图 3

5

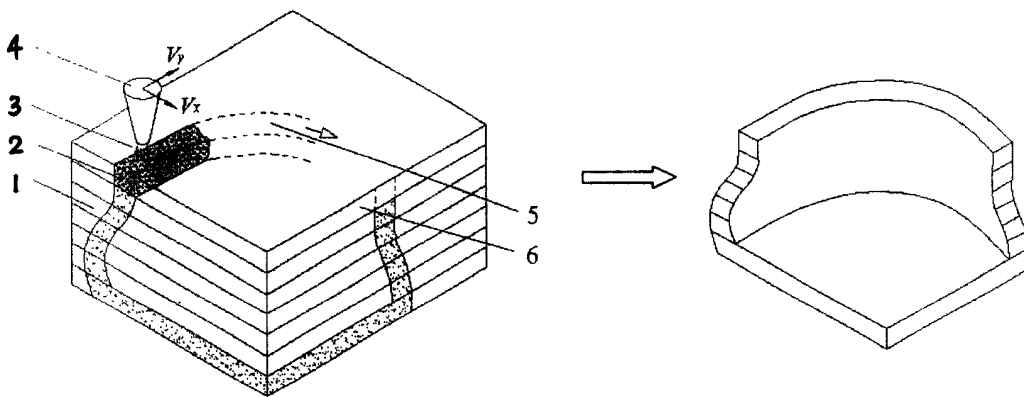


图 4

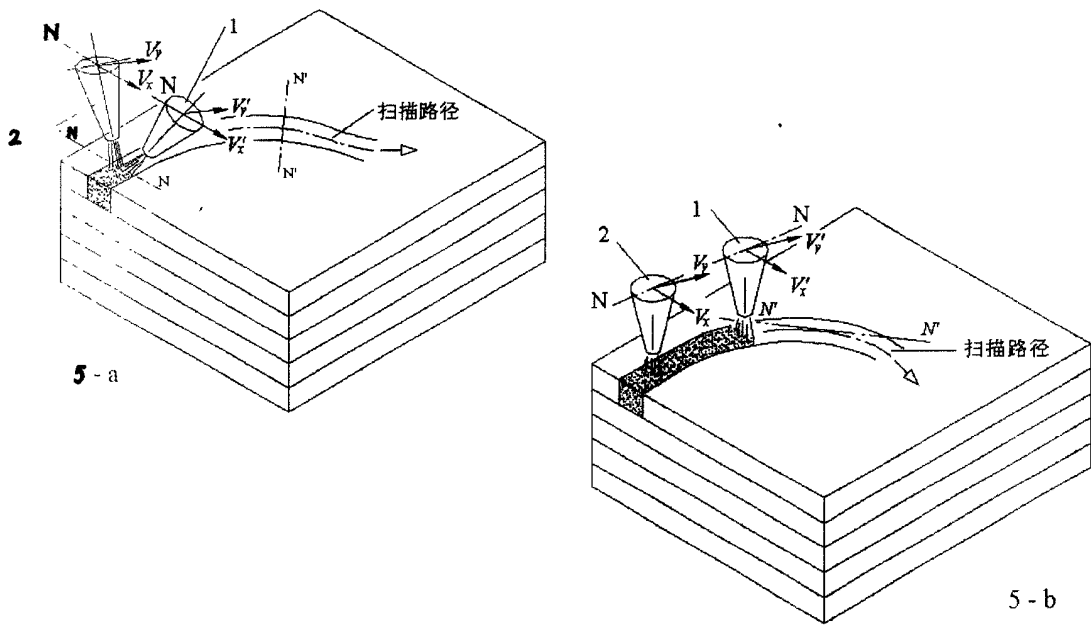


图 5