



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108994257 A

(43)申请公布日 2018.12.14

(21)申请号 201810988523.X

(22)申请日 2018.08.28

(71)申请人 宝鸡高新智能制造技术有限公司
地址 721000 陕西省宝鸡市高新开发区书香路南段95号17栋

(72)发明人 程永丽 王红娟

(74)专利代理机构 北京精金石知识产权代理有限公司 11470
代理人 强红刚

(51) Int. Cl.
B22C 9/02(2006.01)
B22C 9/10(2006.01)
B33Y 10/00(2015.01)

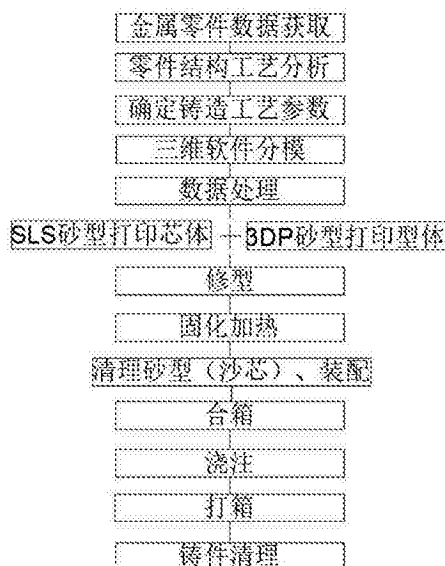
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54)发明名称

一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法

(57)摘要

本发明涉及铸造方法技术领域,尤其是一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,包括以下步骤:S1、金属构件数据获取;S2、铸件图及铸造工艺准备;S3、模型拆分:对铸件图进行分析,并拆分为多个独立的砂型和砂芯;S4、3D打印SLS模型;S5、模型的修整处理;S6、进行铸造;S7、铸件的检测;S8、后续处理。本发明解决了大型精细复杂内腔金属构件精铸的难题;发挥了SLS激光烧结以及3DP喷射成型的各自的优势,及保证了打印精度,又提高了打印效率,实现了3D打印砂型和复杂芯体的完美融合。



1. 一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、金属构件数据获取:通过正向设计或逆向工程设计获取金属构件三维数据;

S2、铸件图及铸造工艺准备:通过三维模拟的方式对金属构件进行工艺分析,按照传统的铸造工艺进行设计,将零件图转换为铸件图,考虑装配影响因素对型、芯分离,并分析铸造工艺性能,将浇注系统和补缩系统、冷铁等安放在铸件图上;

S3、模型拆分:对铸件图进行分析,并拆分为多个独立的砂型和砂芯,拆分时按照如下原则:

A1、将体积占比大、形状简单占主体的大型砂型和砂芯单独拆分出来;

A2、将精细复杂,加工精度高的砂型和砂芯拆分出来;

A3、按照加工精度要求的不同,对于能通过3DP直接打印成型的不进行拆分,对于不能通过3DP直接打印成型的,对需要特别保证精度的部分进行拆分;

S4、3D打印SLS模型:对于经过上一步拆分后精细复杂的砂型和砂芯在SLS设备上打印;

对于经过上一步拆分后大型或者精度要求不高的砂型和砂芯,在3DP设备上打印;

S5、模型的修整处理:对打印好的砂型砂芯进行修型、加热再固化,然后清理砂型砂芯、上涂料、烘干、组装;

S6、进行铸造:将组装好的砂型砂芯放入沙箱中合箱进行浇注,浇注完成后清砂、切浇冒口、初检铸件,合格后进行下一步工序;

S7、铸件的检测:根据零件图的要求对铸件进行热处理及各项检测,热处理以铸件材质要求进行各种检测:尺寸检测、X光探伤、气密性试验、荧光检测;

S8、后续处理:金属构件清理、打磨、抛丸后,得到铸件。

2. 根据权利要求1所述的一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,其特征在于,S2中按照传统的铸造工艺进行设计,包括如下要求:

B1、明了零件图的技术要求、检测要求以及材质、热处理状态等信息;

B2、分析零件的加工要求、及铸件结构,研究铸造工艺性能,及时和客户沟通,将铸件不合理的结构进行修改;

B3、删除零件上不需要铸出的孔和槽,施放加工余量,形成铸件图;

B4、施放合理的缩尺;

B5、确定铸造浇注位置、分型面;

B6、设计浇注系统和冒口补缩系统,相关的冷铁。

3. 根据权利要求1所述的一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,其特征在于:S2中对浇注系统和补缩系统是否合理进行模拟分析,不合理就修改铸造工艺,直到合理为准。

4. 根据权利要求1所述的一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,其特征在于,SLS设备上打印包括以下步骤:在工作台上铺一层粒径为5-20微米的覆膜砂,由激光器发出的激光束在3D打印机的控制下,对经过分层处理的与设计金属构件芯体的三维实体数据模型一体打印成型,得到设计要求的芯体。

5. 根据权利要求1所述的一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,其特征在于,3DP设备上打印包括以下步骤:由型体CAD模型的STL文件分层,得到截面图形,再以层面信息产生控制信息,造型时,让催化剂均匀的与原砂搅拌,喷头按照截面图形精确的喷射

粘结剂,粘结剂与催化剂发生胶联反应,一层层固化型砂而堆积成形,粘接剂和催化剂共同作用的地方型砂被固化在一起,其它地方型砂仍为颗粒态,固化完一层后再粘接下一层,所有的层粘接完之后就得到所需的型体。

6. 根据权利要求1所述的一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,其特征在于:S3中设计时考虑砂芯的定位、间隙、排气等问题,需要仔细检查结构,有无薄壁单边悬空,若有,需要增加一些支撑,以便打印时起到加固、防止小结构刮跑、便于放置及运输等作用。

7. 根据权利要求1所述的一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,其特征在于:对S5中刚打印的砂模进行二次固化,二次固化是将打印后的砂模放置在保温炉中,设定温度为220℃-240℃,保温2-4小时,待冷却到室温取出,二次固化时应要用玻璃珠砂将砂模预埋固定好,以防止加热过程中砂模塌陷。

8. 根据权利要求1所述的一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,其特征在于:S5中固化后的砂模需要用细砂纸等工具进行打磨以去除层间效应,打磨好的砂芯还需要浸涂涂料,涂料种类需要根据浇注合金的不同选择不同的涂料,调配好涂料后,要用波美度测粘度值,或用小砂芯反复测试,满意后方可进行涂料作业,浸涂好的涂料的砂芯需要进行烘干,加热炉温110-130℃保温1-2小时,冷却到室温即可,烘干后的砂芯需要仔细检查,打磨掉局部堆积的涂料与留痕,之后进行组装,等待浇注。

9. 根据权利要求1所述的一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,其特征在于:S6中浇注的金属液为铸铁合金液、碳钢合金液、钛钢合金液、不锈钢合金液中的任意一种。

一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及铸造方法技术领域,具体而言,涉及一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法。

背景技术

[0002] 制造业的发展已慢慢从大规模大批量的生产方式逐步向小规模小批量的个性化定制过度。3D打印机以市场需求为导向,应运而生。

[0003] 3D打印给传统铸造提供了创新的手段,生产过程大为简化,从零件图纸到工艺设计铸型型芯的装配都有计算机完成。通过3D数字化无模铸造技术给传统铸造企业带来技术上的革新。大大缩短铸造的时间周期和铸造成本,而且铸件尺寸精度高,非常复杂铸件都可制造,免去制作模具周期和成本,减小开发风险。所以快速铸造对于复杂单件小批量铸件和新产品开发试制件特别适用。

[0004] 目前我国铸造行业的状况是新产品研发周期长、成本高、市场响应慢、柔性化差。影响其中一个很大的因素是我国数字化制造、新材料、计算机技术、自动化技术、精密铸造技术、数值分析和模拟技术等多学科研究成果的转化力度差。有论文,没产品。例如发动机排气管、发动机缸体和缸盖、液压类阀体件、水泵叶片等,这些零部件开发与制造能力不足是我国产品与国外产品竞争中的根本差距。

[0005] 目前,快速铸造在市场上有两种方式打印砂型,激光选取烧结(SLS)以及微滴喷射成形(3DP)。SLS具有精度高,细小复杂结构成形特征明显,但是打印效率低,而3DP打印效率高,但是精细度不足。本发明把两种工艺结合起来,把金属构件的型、芯分开制作,用3DP打印简单大尺寸型体,SLS打印小而复杂的砂芯,两者结合起来进行快速铸造,不需要拔模斜度和模具,既满足精度要求,也提高打印效率,缩短铸造周期。

[0006] 这两者的结合大大缩短传统铸造的时间周期和铸造成本,而且铸件尺寸精度高,非常复杂铸件都可制造,免去制作模具周期和成本,减小开发风险。解决了工艺人员需要考虑分型合块、拔模斜度等问题。所以快速铸造对于复杂单件小批量铸件和新产品开发试制件特别适用。

发明内容

[0007] 本发明的目的是为了解决现有技术中存在的缺点,而提出的一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:

[0009] 一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,包括以下步骤:

[0010] S1、金属构件数据获取:通过正向设计或逆向工程设计获取金属构件三维数据;

[0011] S2、铸件图及铸造工艺准备:通过三维模拟的方式对金属构件进行工艺分析,按照传统的铸造工艺进行设计,将零件图转换为铸件图,考虑装配影响因素对型、芯分离,并分析铸造工艺性能,将浇注系统和补缩系统、冷铁等安放在铸件图上;

[0012] S3、模型拆分：对铸件图进行分析，并拆分为多个独立的砂型和砂芯，拆分时按照如下原则：

[0013] A1、将体积占比大、形状简单占主体的大型砂型和砂芯单独拆分出来；

[0014] A2、将精细复杂，加工精度高的砂型和砂芯拆分出来；

[0015] A3、按照加工精度要求的不同，对于能通过3DP直接打印成型的不进行拆分，对于不能通过3DP直接打印成型的，对需要特别保证精度的部分进行拆分；

[0016] S4、3D打印SLS模型：对于经过上一步拆分后精细复杂的砂型和砂芯在SLS设备上打印；

[0017] 对于经过上一步拆分后大型或者精度要求不高的砂型和砂芯，在3DP设备上打印；

[0018] S5、模型的修整处理：对打印好的砂型砂芯进行修型、加热再固化，然后清理砂型砂芯、上涂料、烘干、组装；

[0019] S6、进行铸造：将组装好的砂型砂芯放入沙箱中合箱进行浇注，浇注完成后清砂、切浇冒口、初检铸件，合格后进行下一步工序；

[0020] S7、铸件的检测：根据零件图的要求对铸件进行热处理及各项检测，热处理以铸件材质要求进行各种检测：尺寸检测、X光探伤、气密性试验、荧光检测；

[0021] S8、后续处理：金属构件清理、打磨、抛丸后，得到铸件。

[0022] 优选的，S2中按照传统的铸造工艺进行设计，包括如下要求：

[0023] B1、明了零件图的技术要求、检测要求以及材质、热处理状态等信息；

[0024] B2、分析零件的加工要求、及铸件结构，研究铸造工艺性能，及时和客户沟通，将铸件不合理的结构进行修改；

[0025] B3、删除零件上不需要铸出的孔和槽，施放加工余量，形成铸件图；

[0026] B4、施放合理的缩尺；

[0027] B5、确定铸造浇注位置、分型面；

[0028] B6、设计浇注系统和冒口补缩系统，相关的冷铁。

[0029] 优选的，S2中对浇注系统和补缩系统是否合理进行模拟分析，不合理就修改铸造工艺，直到合理为准。

[0030] 优选的，SLS设备上打印包括以下步骤：在工作台上铺一层粒径为5-20微米的覆膜砂，由激光器发出的激光束在3D打印机的控制下，对经过分层处理的与设计金属构件芯体的三维实体数据模型一体打印成型，得到设计要求的芯体。

[0031] 优选的，3DP设备上打印包括以下步骤：由型体CAD模型的STL文件分层，得到截面图形，再以层面信息产生控制信息，造型时，让催化剂均匀的与原砂搅拌，喷头按照截面图形精确的喷射粘结剂，粘结剂与催化剂发生胶联反应，一层层固化型砂而堆积成形，粘接剂和催化剂共同作用的地方型砂被固化在一起，其它地方型砂仍为颗粒态，固化完一层后再粘接下一层，所有的层粘接完之后就得到所需的型体。

[0032] 优选的，S3中设计时考虑砂芯的定位、间隙、排气等问题，需要仔细检查结构，有无薄壁单边悬空，若有，需要增加一些支撑，以便打印时起到加固、防止小结构刮跑、便于放置及运输等作用。

[0033] 优选的，对S5中刚打印的砂模进行二次固化，二次固化是将打印后的砂模放置在保温炉中，设定温度为220℃-240℃，保温2-4小时，待冷却到室温取出，二次固化时应要用

玻璃珠砂将砂模预埋固定好,以防止加热过程中砂模塌陷。

[0034] 优选的,S5中固化后的砂模需要用细砂纸等工具进行打磨以去除层间效应,打磨好的砂芯还需要浸涂涂料,涂料种类需要根据浇注合金的不同选择不同的涂料,调配好涂料后,要用波美度测粘度值,或用小砂芯反复测试,满意后方可进行涂料作业,浸涂好的涂料的砂芯需要进行烘干,加热炉温110-130℃保温1-2小时,冷却到室温即可,烘干后的砂芯需要仔细检查,打磨掉局部堆积的涂料与留痕,之后进行组装,等待浇注。

[0035] 优选的,S6中浇注的金属液为铸铁合金液、碳钢合金液、钛钢合金液、不锈钢合金液中的任意一种。

[0036] 本发明提出的一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,有益效果在于:本发明解决了大型精细复杂内腔金属构件精铸的难题;发挥了SLS激光烧结以及3DP喷射成型的各自的优势,及保证了打印精度,又提高了打印效率,实现了3D打印砂型和复杂芯体的完美融合,解决了大型精细复杂内腔金属构件的快速生产等问题,将大型精细复杂内腔金属构件生产周期从3-6个月缩短为7-10个工作日内。

附图说明

[0037] 图1为本发明提出的一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法的工艺流程图。

具体实施方式

[0038] 下面对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0039] 实施例1

[0040] 一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,包括以下步骤:

[0041] S1、金属构件数据获取:通过正向设计或逆向工程设计获取金属构件三维数据;

[0042] S2、铸件图及铸造工艺准备:通过三维模拟的方式对金属构件进行工艺分析,按照传统的铸造工艺进行设计,将零件图转换为铸件图,考虑装配影响因素对型、芯分离,并分析铸造工艺性能,将浇注系统和补缩系统、冷铁等安放在铸件图上;

[0043] S3、模型拆分:对铸件图进行分析,并拆分为多个独立的砂型和砂芯,拆分时按照如下原则:

[0044] A1、将体积占比大、形状简单占主体的大型砂型和砂芯单独拆分出来;

[0045] A2、将精细复杂,加工精度高的砂型和砂芯拆分出来;

[0046] A3、按照加工精度要求的不同,对于能通过3DP直接打印成型的不进行拆分,对于不能通过3DP直接打印成型的,对需要特别保证精度的部分进行拆分;

[0047] S4、3D打印SLS模型:对于经过上一步拆分后精细复杂的砂型和砂芯在SLS设备上打印;

[0048] 对于经过上一步拆分后大型或者精度要求不高的砂型和砂芯,在3DP设备上打印;

[0049] S5、模型的修整处理:对打印好的砂型砂芯进行修型、加热再固化,然后清理砂型砂芯、上涂料、烘干、组装;

[0050] S6、进行铸造:将组装好的砂型砂芯放入沙箱中合箱进行浇注,浇注完成后清砂、

切浇冒口、初检铸件,合格后进行下一步工序;

[0051] S7、铸件的检测:根据零件图的要求对铸件进行热处理及各项检测,热处理以铸件材质要求进行各种检测:尺寸检测、X光探伤、气密性试验、荧光检测;

[0052] S8、后续处理:金属构件清理、打磨、抛丸后,得到铸件。

[0053] S2中按照传统的铸造工艺进行设计,包括如下要求:

[0054] B1、明了零件图的技术要求、检测要求以及材质、热处理状态等信息;

[0055] B2、分析零件的加工要求、及铸件结构,研究铸造工艺性能,及时和客户沟通,将铸件不合理的结构进行修改;

[0056] B3、删除零件上不需要铸出的孔和槽,施放加工余量,形成铸件图;

[0057] B4、施放合理的缩尺;

[0058] B5、确定铸造浇注位置、分型面;

[0059] B6、设计浇注系统和冒口补缩系统,相关的冷铁。

[0060] S2中对浇注系统和补缩系统是否合理进行模拟分析,不合理就修改铸造工艺,直到合理为准。

[0061] SLS设备上打印包括以下步骤:在工作台上铺一层粒径为5-20微米的覆膜砂,由激光器发出的激光束在3D打印机的控制下,对经过分层处理的与设计金属构件芯体的三维实体数据模型一体打印成型,得到设计要求的芯体。

[0062] 3DP设备上打印包括以下步骤:由型体CAD模型的STL文件分层,得到截面图形,再以层面信息产生控制信息,造型时,让催化剂均匀的与原砂搅拌,喷头按照截面图形精确的喷射粘结剂,粘结剂与催化剂发生胶联反应,一层层固化型砂而堆积成形,粘接剂和催化剂共同作用的地方型砂被固化在一起,其它地方型砂仍为颗粒态,固化完一层后再粘接下一层,所有的层粘接完之后就得到所需的型体。

[0063] S3中设计时考虑砂芯的定位、间隙、排气等问题,需要仔细检查结构,有无薄壁单边悬空,若有,需要增加一些支撑,以便打印时起到加固、防止小结构刮跑、便于放置及运输等作用。

[0064] S5中刚打印的砂模强度很低,必须经过二次固化,才能将抗拉强度提高到3MPa以上,二次固化是将打印后的砂模放置在保温炉中,设定温度为220℃,保温2小时,待冷却到室温取出,二次固化时应要用玻璃珠砂将砂模预埋固定好,以防止加热过程中砂模塌陷。

[0065] S5中固化后的砂模有很好的强度和硬度,但表面往往有打印时留下的层间效应,在曲面上看起来不是很光滑,需要用细砂纸等工具进行打磨以去除层间效应,打磨好的砂芯还需要浸涂涂料,涂料种类需要根据浇注合金的不同选择不同的涂料,调配好涂料后,要用波美度测粘度值,或用小砂芯反复测试,满意后方可进行涂料作业,浸涂好的涂料的砂芯需要进行烘干,加热炉温110℃保温1小时,冷却到室温即可,烘干后的砂芯需要仔细检查,打磨掉局部堆积的涂料与留痕,之后进行组装,等待浇注。

[0066] S6中浇注的金属液为铸铁合金液、碳钢合金液、钛钢合金液、不锈钢合金液中的任意一种。

[0067] 实施例2

[0068] 一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,包括以下步骤:

[0069] S1、金属构件数据获取:通过正向设计或逆向工程设计获取金属构件三维数据;

[0070] S2、铸件图及铸造工艺准备：通过三维模拟的方式对金属构件进行工艺分析，按照传统的铸造工艺进行设计，将零件图转换为铸件图，考虑装配影响因素对型、芯分离，并分析铸造工艺性能，将浇注系统和补缩系统、冷铁等安放在铸件图上；

[0071] S3、模型拆分：对铸件图进行分析，并拆分为多个独立的砂型和砂芯，拆分时按照如下原则：

[0072] A1、将体积占比大、形状简单占主体的大型砂型和砂芯单独拆分出来；

[0073] A2、将精细复杂，加工精度高的砂型和砂芯拆分出来；

[0074] A3、按照加工精度要求的不同，对于能通过3DP直接打印成型的不进行拆分，对于不能通过3DP直接打印成型的，对需要特别保证精度的部分进行拆分；

[0075] S4、3D打印SLS模型：对于经过上一步拆分后精细复杂的砂型和砂芯在SLS设备上打印；

[0076] 对于经过上一步拆分后大型或者精度要求不高的砂型和砂芯，在3DP设备上打印；

[0077] S5、模型的修整处理：对打印好的砂型砂芯进行修型、加热再固化，然后清理砂型砂芯、上涂料、烘干、组装；

[0078] S6、进行铸造：将组装好的砂型砂芯放入沙箱中合箱进行浇注，浇注完成后清砂、切浇冒口、初检铸件，合格后进行下一步工序；

[0079] S7、铸件的检测：根据零件图的要求对铸件进行热处理及各项检测，热处理以铸件材质要求进行各种检测：尺寸检测、X光探伤、气密性试验、荧光检测；

[0080] S8、后续处理：金属构件清理、打磨、抛丸后，得到铸件。

[0081] S2中按照传统的铸造工艺进行设计，包括如下要求：

[0082] B1、明了零件图的技术要求、检测要求以及材质、热处理状态等信息；

[0083] B2、分析零件的加工要求、及铸件结构，研究铸造工艺性能，及时和客户沟通，将铸件不合理的结构进行修改；

[0084] B3、删除零件上不需要铸出的孔和槽，施放加工余量，形成铸件图；

[0085] B4、施放合理的缩尺；

[0086] B5、确定铸造浇注位置、分型面；

[0087] B6、设计浇注系统和冒口补缩系统，相关的冷铁。

[0088] S2中对浇注系统和补缩系统是否合理进行模拟分析，不合理就修改铸造工艺，直到合理为准。

[0089] SLS设备上打印包括以下步骤：在工作台上铺一层粒径为5-20微米的覆膜砂，由激光器发出的激光束在3D打印机的控制下，对经过分层处理的与设计金属构件芯体的三维实体数据模型一体打印成型，得到设计要求的芯体。

[0090] 3DP设备上打印包括以下步骤：由型体CAD模型的STL文件分层，得到截面图形，再以层面信息产生控制信息，造型时，让催化剂均匀的与原砂搅拌，喷头按照截面图形精确的喷射粘结剂，粘结剂与催化剂发生胶联反应，一层层固化型砂而堆积成形，粘接剂和催化剂共同作用的地方型砂被固化在一起，其它地方型砂仍为颗粒态，固化完一层后再粘接下一层，所有的层粘接完之后就得到所需的型体。

[0091] S3中设计时考虑砂芯的定位、间隙、排气等问题，需要仔细检查结构，有无薄壁单边悬空，若有，需要增加一些支撑，以便打印时起到加固、防止小结构刮跑、便于放置及运输

等作用。

[0092] S5中刚打印的砂模强度很低,必须经过二次固化,才能将抗拉强度提高到3MPa以上,二次固化是将打印后的砂模放置在保温炉中,设定温度为230℃,保温3小时,待冷却到室温取出,二次固化时应要用玻璃珠砂将砂模预埋固定好,以防止加热过程中砂模塌陷。

[0093] S5中固化后的砂模有很好的强度和硬度,但表面往往有打印时留下的层间效应,在曲面上看起来不是很光滑,需要用细砂纸等工具进行打磨以去除层间效应,打磨好的砂芯还需要浸涂涂料,涂料种类需要根据浇注合金的不同选择不同的涂料,调配好涂料后,要用波美度测粘度值,或用小砂芯反复测试,满意后方可进行涂料作业,浸涂好的涂料的砂芯需要进行烘干,加热炉温120℃保温1.5小时,冷却到室温即可,烘干后的砂芯需要仔细检查,打磨掉局部堆积的涂料与留痕,之后进行组装,等待浇注。

[0094] S6中浇注的金属液为铸铁合金液、碳钢合金液、钛钢合金液、不锈钢合金液中的任意一种。

[0095] 实施例3

[0096] 一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法,包括以下步骤:

[0097] S1、金属构件数据获取:通过正向设计或逆向工程设计获取金属构件三维数据;

[0098] S2、铸件图及铸造工艺准备:通过三维模拟的方式对金属构件进行工艺分析,按照传统的铸造工艺进行设计,将零件图转换为铸件图,考虑装配影响因素对型、芯分离,并分析铸造工艺性能,将浇注系统和补缩系统、冷铁等安放在铸件图上;

[0099] S3、模型拆分:对铸件图进行分析,并拆分为多个独立的砂型和砂芯,拆分时按照如下原则:

[0100] A1、将体积占比大、形状简单占主体的大型砂型和砂芯单独拆分出来;

[0101] A2、将精细复杂,加工精度高的砂型和砂芯拆分出来;

[0102] A3、按照加工精度要求的不同,对于能通过3DP直接打印成型的不进行拆分,对于不能通过3DP直接打印成型的,对需要特别保证精度的部分进行拆分;

[0103] S4、3D打印SLS模型:对于经过上一步拆分后精细复杂的砂型和砂芯在SLS设备上打印;

[0104] 对于经过上一步拆分后大型或者精度要求不高的砂型和砂芯,在3DP设备上打印;

[0105] S5、模型的修整处理:对打印好的砂型砂芯进行修型、加热再固化,然后清理砂型砂芯、上涂料、烘干、组装;

[0106] S6、进行铸造:将组装好的砂型砂芯放入沙箱中合箱进行浇注,浇注完成后清砂、切浇冒口、初检铸件,合格后进行下一步工序;

[0107] S7、铸件的检测:根据零件图的要求对铸件进行热处理及各项检测,热处理以铸件材质要求进行各种检测:尺寸检测、X光探伤、气密性试验、荧光检测;

[0108] S8、后续处理:金属构件清理、打磨、抛丸后,得到铸件。

[0109] S2中按照传统的铸造工艺进行设计,包括如下要求:

[0110] B1、明了零件图的技术要求、检测要求以及材质、热处理状态等信息;

[0111] B2、分析零件的加工要求、及铸件结构,研究铸造工艺性能,及时和客户沟通,将铸件不合理的结构进行修改;

[0112] B3、删除零件上不需要铸出的孔和槽,施放加工余量,形成铸件图;

[0113] B4、施放合理的缩尺；

[0114] B5、确定铸造浇注位置、分型面；

[0115] B6、设计浇注系统和冒口补缩系统，相关的冷铁。

[0116] S2中对浇注系统和补缩系统是否合理进行模拟分析，不合理就修改铸造工艺，直到合理为准。

[0117] SLS设备上打印包括以下步骤：在工作台上铺一层粒径为5-20微米的覆膜砂，由激光器发出的激光束在3D打印机的控制下，对经过分层处理的与设计金属构件芯体的三维实体数据模型一体打印成型，得到设计要求的芯体。

[0118] 3DP设备上打印包括以下步骤：由型体CAD模型的STL文件分层，得到截面图形，再以层面信息产生控制信息，造型时，让催化剂均匀的与原砂搅拌，喷头按照截面图形精确的喷射粘结剂，粘结剂与催化剂发生胶联反应，一层层固化型砂而堆积成形，粘接剂和催化剂共同作用的地方型砂被固化在一起，其它地方型砂仍为颗粒态，固化完一层后再粘接下一层，所有的层粘接完之后就得到所需的型体。

[0119] S3中设计时考虑砂芯的定位、间隙、排气等问题，需要仔细检查结构，有无薄壁单边悬空，若有，需要增加一些支撑，以便打印时起到加固、防止小结构刮跑、便于放置及运输等作用。

[0120] S5中刚打印的砂模强度很低，必须经过二次固化，才能将抗拉强度提高到3MPa以上，二次固化是将打印后的砂模放置在保温炉中，设定温度为235℃，保温3小时，待冷却到室温取出，二次固化时应要用玻璃珠砂将砂模预埋固定好，以防止加热过程中砂模塌陷。

[0121] S5中固化后的砂模有很好的强度和硬度，但表面往往有打印时留下的层间效应，在曲面上看起来不是很光滑，需要用细砂纸等工具进行打磨以去除层间效应，打磨好的砂芯还需要浸涂涂料，涂料种类需要根据浇注合金的不同选择不同的涂料，调配好涂料后，要用波美度测粘度值，或用小砂芯反复测试，满意后方可进行涂料作业，浸涂好的涂料的砂芯需要进行烘干，加热炉温120℃保温1.5小时，冷却到室温即可，烘干后的砂芯需要仔细检查，打磨掉局部堆积的涂料与留痕，之后进行组装，等待浇注。

[0122] S6中浇注的金属液为铸铁合金液、碳钢合金液、钛钢合金液、不锈钢合金液中的任意一种。

[0123] 实施例4

[0124] 一种3D打印成型大型精细复杂内腔构件的铸造方法，包括以下步骤：

[0125] S1、金属构件数据获取：通过正向设计或逆向工程设计获取金属构件三维数据；

[0126] S2、铸件图及铸造工艺准备：通过三维模拟的方式对金属构件进行工艺分析，按照传统的铸造工艺进行设计，将零件图转换为铸件图，考虑装配影响因素对型、芯分离，并分析铸造工艺性能，将浇注系统和补缩系统、冷铁等安放在铸件图上；

[0127] S3、模型拆分：对铸件图进行分析，并拆分为多个独立的砂型和砂芯，拆分时按照如下原则：

[0128] A1、将体积占比大、形状简单占主体的大型砂型和砂芯单独拆分出来；

[0129] A2、将精细复杂，加工精度高的砂型和砂芯拆分出来；

[0130] A3、按照加工精度要求的不同，对于能通过3DP直接打印成型的不进行拆分，对于不能通过3DP直接打印成型的，对需要特别保证精度的部分进行拆分；

- [0131] S4、3D打印SLS模型：对于经过上一步拆分后精细复杂的砂型和砂芯在SLS设备上打印；
- [0132] 对于经过上一步拆分后大型或者精度要求不高的砂型和砂芯，在3DP设备上打印；
- [0133] S5、模型的修整处理：对打印好的砂型砂芯进行修型、加热再固化，然后清理砂型砂芯、上涂料、烘干、组装；
- [0134] S6、进行铸造：将组装好的砂型砂芯放入沙箱中合箱进行浇注，浇注完成后清砂、切浇冒口、初检铸件，合格后进行下一步工序；
- [0135] S7、铸件的检测：根据零件图的要求对铸件进行热处理及各项检测，热处理以铸件材质要求进行各种检测：尺寸检测、X光探伤、气密性试验、荧光检测；
- [0136] S8、后续处理：金属构件清理、打磨、抛丸后，得到铸件。
- [0137] S2中按照传统的铸造工艺进行设计，包括如下要求：
- [0138] B1、明了零件图的技术要求、检测要求以及材质、热处理状态等信息；
- [0139] B2、分析零件的加工要求、及铸件结构，研究铸造工艺性能，及时和客户沟通，将铸件不合理的结构进行修改；
- [0140] B3、删除零件上不需要铸出的孔和槽，施放加工余量，形成铸件图；
- [0141] B4、施放合理的缩尺；
- [0142] B5、确定铸造浇注位置、分型面；
- [0143] B6、设计浇注系统和冒口补缩系统，相关的冷铁。
- [0144] S2中对浇注系统和补缩系统是否合理进行模拟分析，不合理就修改铸造工艺，直到合理为准。
- [0145] SLS设备上打印包括以下步骤：在工作台上铺一层粒径为5-20微米的覆膜砂，由激光器发出的激光束在3D打印机的控制下，对经过分层处理的与设计金属构件芯体的三维实体数据模型一体打印成型，得到设计要求的芯体。
- [0146] 3DP设备上打印包括以下步骤：由型体CAD模型的STL文件分层，得到截面图形，再以层面信息产生控制信息，造型时，让催化剂均匀的与原砂搅拌，喷头按照截面图形精确的喷射粘结剂，粘结剂与催化剂发生胶联反应，一层层固化型砂而堆积成形，粘接剂和催化剂共同作用的地方型砂被固化在一起，其它地方型砂仍为颗粒态，固化完一层后再粘接下一层，所有的层粘接完之后就得到所需的型体。
- [0147] S3中设计时考虑砂芯的定位、间隙、排气等问题，需要仔细检查结构，有无薄壁单边悬空，若有，需要增加一些支撑，以便打印时起到加固、防止小结构刮跑、便于放置及运输等作用。
- [0148] S5中刚打印的砂模强度很低，必须经过二次固化，才能将抗拉强度提高到3MPa以上，二次固化是将打印后的砂模放置在保温炉中，设定温度为240℃，保温4小时，待冷却到室温取出，二次固化时应要用玻璃珠砂将砂模预埋固定好，以防止加热过程中砂模塌陷。
- [0149] S5中固化后的砂模有很好的强度和硬度，但表面往往有打印时留下的层间效应，在曲面上看起来不是很光滑，需要用细砂纸等工具进行打磨以去除层间效应，打磨好的砂芯还需要浸涂涂料，涂料种类需要根据浇注合金的不同选择不同的涂料，调配好涂料后，要用波美度测粘度值，或用小砂芯反复测试，满意后方可进行涂料作业，浸涂好的涂料的砂芯需要进行烘干，加热炉温130℃保温2小时，冷却到室温即可，烘干后的砂芯需要仔细检查，

打磨掉局部堆积的涂料与留痕,之后进行组装,等待浇注。

[0150] S6中浇注的金属液为铸铁合金液、碳钢合金液、钛钢合金液、不锈钢合金液中的任意一种。

[0151] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。



图1