



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105710367 A

(43)申请公布日 2016.06.29

(21)申请号 201610120757.3

(22)申请日 2016.03.03

(71)申请人 中研智能装备有限公司

地址 050035 河北省石家庄市高新区湘江道319号天山科技园025-108

(72)发明人 华云峰 程国君 郝勇 魏志宇

(74)专利代理机构 西安创知专利事务所 61213

代理人 景丽娜

(51) Int. Cl.

B22F 3/105(2006.01)

B33Y 30/00(2015.01)

B33Y 10/00(2015.01)

B33Y 50/02(2015.01)

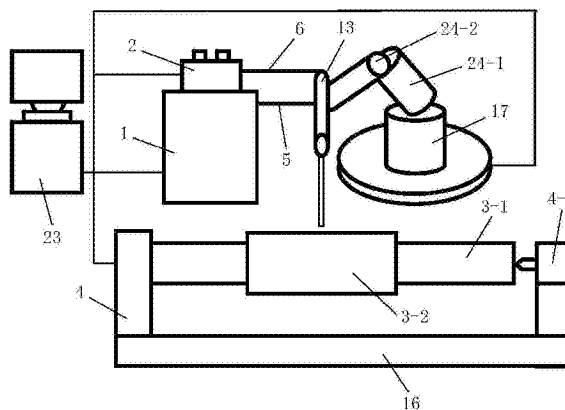
权利要求书5页 说明书18页 附图6页

(54)发明名称

一种轧辊等离子3D打印设备及方法

(57)摘要

本发明公开了一种轧辊等离子3D打印设备及方法,该设备由监控系统、等离子束流加工系统和水平打印台组成,等离子束流加工系统由等离子体发生器、打印位置调整装置、供气装置和送粉器组成,打印位置调整装置包括水平移动装置和打印距离调节装置;监控系统包括水平移动控制器、温度检测单元、距离检测单元、打印距离调节控制器和旋转控制器,温度检测单元与打印距离调节控制器组成温度调控装置;该方法包括步骤:一、三维立体模型获取及分层切片处理;二、扫描路径填充;三、打印路径获取;四、由内至外逐层打印。本发明设计合理、操作简便且成型效率高、使用效果好,成型过程直接在大气环境下进行,所成型轧辊质量好。



1. 一种轧辊等离子3D打印设备,其特征在于:由监控系统、等离子束流加工系统和供待成型轧辊放置的水平打印台组成,所述待成型轧辊包括辊芯(3-1)和布设在辊芯(3-1)中部外侧的辊身外层(3-2),辊身外层(3-2)与辊芯(3-1)呈同轴布设;所述水平打印台包括水平支撑机构(16)和固定安装在水平支撑机构(16)上且带动辊芯(3-1)绕其中心轴线进行旋转的水平旋转机构(4),所述水平旋转机构(4)位于水平支撑机构(16)上方,所述辊芯(3-1)呈水平布设且其安装于水平旋转机构(4)上;

所述等离子束流加工系统由安装有喷头且用于产生等离子束的等离子体发生器、对所述等离子体发生器的位置进行调整的打印位置调整装置、为所述等离子体发生器提供工作气体的供气装置(1)和用于连续向所述等离子体发生器内送入打印材料的送粉器(2)组成,所述等离子体发生器位于水平旋转机构(4)上方;所述供气装置(1)通过供气管(5)与所述等离子体发生器上所开的进气口连接;所述等离子体发生器内设置有供所述粉末流通的粉末流通通道(14),所述粉末流通通道(14)与所述等离子体发生器内的放电室(13-4)内部相通且其与所述进气口连通,所述粉末流通通道的外端口为进粉口(22),所述送粉器(2)的送粉口通过送粉管(6)与进粉口(22)连接;所述打印位置调整装置包括带动所述等离子体发生器在水平面上进行移动的水平移动装置和带动所述等离子体发生器与所述水平移动装置同步移动并相应对所述喷头的出口与辊芯(3-1)之间的距离进行调节的打印距离调节装置,所述等离子体发生器安装在所述水平移动装置上,且所述水平移动装置安装在所述打印距离调节装置上;

所述监控系统包括对所述水平移动装置进行控制的水平移动控制器(24)、对辊身外层(3-2)的外表面温度进行实时检测的温度检测单元(9)、对所述喷头的出口与辊芯(3-1)之间的距离进行实时检测的距离检测单元(8)、对所述打印距离调节装置进行控制的打印距离调节控制器(10)、对辊芯(3-1)的旋转角度进行实时检测的旋转角度检测单元(26)和对水平旋转机构(4)进行控制的旋转控制器(15),所述水平移动控制器(24)与所述水平移动装置连接,所述打印距离调节控制器(10)与所述打印距离调节装置连接,所述温度检测单元(9)和距离检测单元(8)均与打印距离调节控制器(10)连接;所述温度检测单元(9)与打印距离调节控制器(10)组成温度调控装置;所述旋转角度检测单元(26)与旋转控制器(15)连接。

2. 按照权利要求1所述的一种轧辊等离子3D打印设备,其特征在于:所述监控系统还包括对所述等离子体发生器进行控制的等离子发生控制器(7)、对供气管(5)的气体流量进行实时检测的气体流量检测单元(11)和对供气管(5)上安装的流量调节阀(25)进行控制的气体流量控制器(12),所述等离子发生控制器(7)与所述等离子体发生器连接,所述气体流量检测单元(11)与气体流量控制器(12)连接。

3. 按照权利要求1或2所述的一种轧辊等离子3D打印设备,其特征在于:所述等离子体发生器包括等离子枪(13),所述喷头为等离子枪(13)前端的阳极喷嘴(13-2);所述等离子枪(13)包括开有所述进气口的枪体(13-1)、位于枪体(13-1)正前方的阳极喷嘴(13-2)和插装于枪体(13-1)内的阴极(13-3),所述阳极喷嘴(13-2)位于阴极(13-3)前侧,所述放电室(13-4)位于阴极(13-3)前侧且其位于阳极喷嘴(13-2)的后部内侧,所述阳极喷嘴(13-2)的前部内侧为喷口(13-5)。

4. 按照权利要求3所述的一种轧辊等离子3D打印设备,其特征在于:所述阳极喷嘴(13-

2)、阴极(13-3)和放电室(13-4)均与枪体(13-1)呈同轴布设;所述粉末流通通道(14)与枪体(13-1)呈倾斜布设且其前端伸入至喷口(13-5)内,所述粉末流通通道(14)为直线式通道且其包括布设在枪体(13-1)内的后侧通道和布设在阳极喷嘴(13-2)内的前侧通道;所述进气口位于枪体(13-1)后侧,所述喷口(13-5)与枪体(13-1)呈同轴布设或与粉末流通通道(14)呈同轴布设。

5.按照权利要求1或2所述的一种轧辊等离子3D打印设备,其特征在于:所述等离子体发生器产生的等离子束的中心轴线与竖直面之间的夹角不大于 45° ;所述打印距离调节装置为沿所述等离子束的中心轴线对所述喷头进行上下调整的上下调整装置(17),所述距离检测单元(8)为对沿所述等离子束的中心轴线从所述喷头的出口到辊芯(3-1)之间的距离进行实时检测的距离检测装置。

6.按照权利要求1或2所述的一种轧辊等离子3D打印设备,其特征在于:所述水平旋转机构(4)包括左右两个均固定安装在水平支撑机构水平支撑机构(16)上的旋转支撑座(4-1)和带动辊芯(3-1)进行旋转的旋转驱动机构(4-2),所述辊芯(3-1)的两端分别安装在两个所述旋转支撑座(4-1)上且其两端与两个所述旋转支撑座(4-1)之间均通过轴承进行连接;所述旋转驱动机构(4-2)为电动旋转驱动机构且其与辊芯(3-1)进行传动连接,所述旋转驱动机构(4-2)由旋转控制器(27)进行控制且其与水平旋转机构(4)连接;

所述水平支撑机构(16)为固定式支撑结构或能上下移动的移动平台。

7.按照权利要求1或2所述的一种轧辊等离子3D打印设备,其特征在于:所述送粉器(2)包括上部开有进料口的外壳和安装在所述外壳内的送粉轮,所述送粉轮由驱动电机(19)进行驱动;所述送粉口位于所述外壳下部;

所述监控系统还包括对送粉管(6)的送粉流量进行实时检测的粉末流量检测单元(18)和对驱动电机(19)进行控制的送粉流量控制器(20),所述粉末流量检测单元(18)与送粉流量控制器(20)连接。

8.一种利用如权利要求1所述等离子3D打印设备对待成型轧辊进行等离子3D打印的方法,其特征在于:该方法包括以下步骤:

步骤一、三维立体模型获取及分层切片处理:采用数据处理设备且调用图像处理模块获取待成型轧辊的辊身外层(3-2)的三维立体模型,再调用分层切片模块对辊身外层(3-2)的三维立体模型进行分层切片,并获得多个分层截面图像;

多个所述分层截面图像为对辊身外层(3-2)的三维立体模型进行分层切片后获得多个分层截面的图像,多个所述分层截面由内至外均匀布设;

步骤二、扫描路径填充:采用数据处理设备且调用所述图像处理模块,对步骤一中多个所述分层截面图像分别进行处理,并完成多个所述分层截面的扫描路径填充过程,获得多个所述分层截面的扫描路径;

步骤三、打印路径获取:所述数据处理设备根据步骤二中获得的多个所述分层截面的扫描路径,获得多个所述分层截面的打印路径;每个所述分层截面的打印路径均与该分层截面的扫描路径相同;

步骤四、由内至外逐层打印:先将预先加工成型的待成型轧辊的辊芯(3-1)安装于水平旋转机构(4)上,再根据步骤三中获得的多个所述分层截面的打印路径,在辊芯(3-1)上由内至外逐层对辊身外层(3-2)进行打印,获得由多个成型层由内至外堆叠而成的辊身外层

(3-2);所述成型层的数量与步骤一中所述分层截面的数量相同,多个所述成型层的布设位置分别与多个所述分层截面的布设位置一一对应且其层厚均相同,所述成型层的层厚与相邻两个所述分层截面之间的距离相同,步骤三中多个所述分层截面的打印路径分别为多个所述成型层的打印路径;对辊身外层(3-2)进行打印时,过程如下:

步骤401、底层打印:根据步骤三中所获取的当前所打印成型层的打印路径,通过旋转控制器(15)控制水平旋转机构(4)带动辊芯(3-1)绕其中心轴线进行旋转,且辊芯(3-1)旋转过程中,所述水平移动控制器(24)对所述水平移动装置进行控制并带动所述等离子体发生器在水平面上进行移动;所述等离子体发生器移动过程中,所述等离子束流加工系统将内带熔融液滴的等离子束流连续喷至辊芯(3-1)的外表面上;待辊芯(3-1)旋转一周且所述等离子束流加工系统所喷熔融液滴均凝固后,完成当前所打印成型层的打印过程;

本步骤中,当前所打印成型层为多个所述成型层中位于最内侧的成型层;

步骤402、下一层打印,包括以下步骤:

步骤4021、等离子体发生器上移:通过打印距离调节控制器(10)控制所述打印距离调节装置,带动所述等离子体发生器在竖直方向上进行一次向上移动且向上移动高度与所述成型层的层厚相同;

移动到位后,对所述等离子体发生器的高度进行记录,此时所述等离子体发生器的高度为当前所打印成型层的基础打印高度;

步骤4022、打印及同步温控:根据步骤三中所获取的当前所打印成型层的打印路径,通过旋转控制器(15)控制水平旋转机构(4)带动辊芯(3-1)绕其中心轴线进行旋转,且辊芯(3-1)旋转过程中,所述水平移动控制器(24)对所述水平移动装置进行控制并带动所述等离子体发生器在水平面上进行移动;所述等离子体发生器移动过程中,所述等离子束流加工系统将内带熔融液滴的等离子束流连续喷至当前已打印好的上一个所述成型层的外表面上;待辊芯(3-1)旋转一周且所述等离子束流加工系统所喷熔融液滴均凝固后,完成当前所打印成型层的打印过程;

本步骤中,所述等离子体发生器移动过程中,通过温度检测单元(9)对当前已打印好的上一个所述成型层的外表面温度进行实时检测并将所检测温度信息同步传送至打印距离调节控制器(10),同时通过距离检测单元(8)对所述喷头的出口与辊芯(3-1)之间的距离进行实时检测并将所检测的距离信息同步传送至打印距离调节控制器(10);所述打印距离调节控制器(10)根据温度检测单元(9)所检测的温度信息且通过控制所述打印距离调节装置对所述喷头的出口与辊芯(3-1)之间的距离进行调节,使当前已打印好的上一个所述成型层的外表面温度不高于辊身外层(3-2)的材质熔点的0.6倍;

步骤401和步骤4022中所述等离子体发生器在水平面上移动时,所述等离子体发生器均沿辊芯(3-1)的中心轴线进行移动;步骤401和步骤4022中所述等离子体发生器移动过程中,所述送粉器(2)将所述打印材料连续送至所述等离子体发生器内,且在所述工作气体的作用下送入所述等离子体发生器内的打印材料被送至所述等离子体发生器内产生的等离子束内并熔化为熔融液滴,所述熔融液滴均匀分布于所述等离子束内,并形成内带熔融液滴的等离子束流;所述打印材料为粉末状材料;

步骤4023、等离子体发生器移动复位:通过打印距离调节控制器(10)控制所述打印距离调节装置,带动所述等离子体发生器在竖直方向上进行上下移动,直至将所述等离子体

发生器的高度调整为步骤4021中当前所打印成型层的基础打印高度；

步骤403、多次重复步骤402，直至完成辊身外层(3-2)所有成型层的打印过程。

9.按照权利要求8所述的对待成型轧辊进行等离子3D打印的方法，其特征在于：步骤四中由内至外逐层打印之前，步骤一中所述数据处理设备先根据预先建立的材质熔点及打印距离数据库，并结合通过参数输入单元预先输入的辊身外层(3-2)的材质名称，对辊身外层(3-2)的基础打印距离进行确定；所述参数输入单元与所述数据处理设备相接；

所述材质熔点及打印距离数据库中存储有多种材质的材质熔点及打印距离信息，每种所述材质的材质熔点及打印距离信息均包括该种材质的名称、熔点和基础打印距离D；所述基础打印距离D为5mm~1000mm，且材质熔点越高，基础打印距离D越近；

步骤401中进行底层打印之前，所述打印距离调节控制器(10)根据距离检测单元(8)所检测的距离信息且通过控制所述打印距离调节装置将所述喷头的出口与辊芯(3-1)之间的距离调节为 $D+r$ ，其中 r 为辊芯(3-1)的半径，所述喷头的出口与辊芯(3-1)之间的距离为所述喷头的出口与辊芯(3-1)的中心轴线之间的距离；步骤401中底层打印过程中，所述喷头的出口与辊芯(3-1)之间的距离为 $D+r$ ；

步骤4022中进行打印及同步温控之前，所述打印距离调节控制器(10)根据距离检测单元(8)所检测的距离信息并结合当前已打印完成所述成型层的层数 N ，且通过控制所述打印距离调节装置将所述喷头的出口与辊芯(3-1)之间的距离调节为 $D+r+N \times d$ ，其中 d 为所述成型层的层厚；步骤4022中对所述喷头的出口与辊芯(3-1)之间的距离进行调节时，所述打印距离调节控制器(10)根据温度检测单元(9)所检测的温度信息并结合距离检测单元(8)所检测的距离信息对所述喷头的出口与辊芯(3-1)之间的距离进行调节，使当前已打印好的上一个所述成型层的外表面温度控制在辊身外层(3-2)的材质熔点的0.1倍~0.6倍之间；并且，对所述喷头的出口与辊身外层(3-2)之间的距离进行调节时，调节幅度为5mm~60mm，且材质熔点越高，调节幅度越小。

10.按照权利要求8或9所述的对待成型轧辊进行等离子3D打印的方法，其特征在于：所述送粉器(2)包括上部开有进料口的外壳和安装在所述外壳内的送粉轮，所述送粉轮由驱动电机(19)进行驱动；所述送粉口位于所述外壳下部；所述监控系统还包括对所述等离子体发生器进行控制的等离子发生控制器(7)、对供气管(5)的气体流量进行实时检测的气体流量检测单元(11)、对供气管(5)上安装的流量调节阀(25)进行控制的气体流量控制器(12)、对送粉管(6)的送粉流量进行实时检测的粉末流量检测单元(18)和对驱动电机(19)进行控制的送粉流量控制器(20)，所述等离子发生控制器(7)与所述等离子体发生器连接，所述气体流量检测单元(11)与气体流量控制器(12)连接；所述粉末流量检测单元(18)与送粉流量控制器(20)连接；所述距离检测单元(8)与气体流量控制器(12)连接；

步骤四中由内至外逐层打印之前，步骤一中所述数据处理设备先根据预先建立的气体及粉末流量数据库，并结合预先设定的所述成型层的层厚，对供气管(5)的基础气体流量和送粉管(6)的送粉流量进行确定；

所述气体及粉末流量数据库内存储有多种不同层厚的成型层所需的送粉流量和基础气体流量；所述基础气体流量为50ml/min~15000ml/min，且送粉管(6)的送粉流量越大，所述基础气体流量越大；

步骤401和步骤4022中所述等离子体发生器移动过程中，所述粉末流量检测单元(18)

对送粉管(6)的送粉流量进行实时检测并将所检测信息同步传送至送粉流量控制器(20), 所述送粉流量控制器(20)根据预先确定的送粉管(6)的送粉流量并结合粉末流量检测单元(18)所检测信息对驱动电机(19)进行控制, 使送粉管(6)的送粉流量均与预先确定的送粉流量相同;

步骤401中进行底层打印之前, 所述气体流量控制器(12)根据气体流量检测单元(11)所检测信息且通过控制流量调节阀(25)将供气管(5)的气体流量调整为所述基础气体流量; 步骤401中底层打印过程中, 所述供气管(5)的气体流量为所述基础气体流量;

步骤4022中进行打印及同步温控过程中, 所述气体流量控制器(12)根据气体流量检测单元(11)所检测信息并结合距离检测单元(8)所检测距离信息, 且通过控制流量调节阀(25)对供气管(5)的气体流量进行增减调整; 并且, 所述喷头的出口与辊芯(3-1)之间的距离越大, 所述供气管(5)的气体流量越大。

一种轧辊等离子3D打印设备及方法

技术领域

[0001] 本发明属于快速成型技术领域,尤其是涉及一种轧辊等离子3D打印设备及方法。

背景技术

[0002] 轧辊是轧钢厂轧钢机上的重要零件,利用一对或一组轧辊滚动时产生的压力来轧碾钢材。它主要承受轧制时的动静载荷,磨损和温度变化的影响。轧辊主要包括芯部(也称辊芯,包括辊轴和辊颈)和同轴布设在芯部外侧的辊身外层(也称外层或工作层)。复合轧辊的辊身外层和芯部用不同材质制作,两种材质之间为冶金结合,辊身外层为工作层且其外表面为辊面,轧辊既能满足轧机对辊身耐磨性、抗热疲劳等性能的要求,同时又保证了芯部和辊颈的强韧性。复合轧辊的辊身外层和芯部材质主要根据轧辊所在机架对其使用性能的具体要求选定。常用的复合轧辊的辊身外层材料有冷硬铸铁、无界冷硬铸铁、球墨铸铁、高铬铸铁、合金钢、半钢、高铬钢、高速钢、硬质合金等;芯部常用材料为灰铸铁、球墨铸铁、铸钢、锻钢。

[0003] 目前,国内外制造轧辊(尤其是复合轧辊)主要采用的是离心铸造方法。如1993年3月31日公开的公开号为CN1070433A的发明专利“轧辊外层材料和离心铸造的复合轧辊”中公开了一种采用普通铸铁或锻造铁质作为轴芯进行离心铸造制造复合轧辊的方法,2012年8月1日公开的公开号为CN102615107A的发明专利“高硫合金离心复合球墨铸铁轧辊及其制造方法”中公开了一种复合高硫球墨铸铁轧辊的离心铸造方法,2010年1月13日公开号为CN101623751A的发明专利“一种含硼低合金高速钢轧辊的制备方法”中公开了一种采用球墨铸铁作为辊芯进行离心铸造制造含硼低合金高速钢轧辊的方法。但目前所采用的离心铸造制备轧辊的方法,主要存在以下三方面问题:

[0004] 第一、采用离心铸造方法制造轧辊时,首先需要进行钢水冶炼,冶炼过程中钢包耐火材料的剥落以及钢水脱氧与扒渣的不充分等问题均可能对钢水造成污染,导致轧辊性能降低或报废;

[0005] 第二、离心铸造过程中元素因比重不同易造成偏析,导致轧辊性能降低;

[0006] 第三、离心铸造的轧辊铸造完成后需要进行热处理,工艺复杂,而且现有的热处理制度容易造成轧辊产生微裂纹、开裂甚至报废。

[0007] 目前,国内外金属零件快速成型技术主要是选区激光熔化快速成型技术(Selective laser melting, SLM)。选区激光熔化快速成型设备的基本工作原理是:先在计算机上利用Pro/e、UG、CATIA等三维造型软件设计出零件的三维实体模型(即三维立体模型),然后通过切片软件对该三维模型进行分层切片,得到各截面的轮廓数据,由轮廓数据生成填充扫描路径,在工作缸内平铺一定厚度的粉末,依照计算机的控制,激光束通过振镜扫描的方式按照三维零部件图形的切片处理结果选择性地熔化预置粉末层;随后,工作缸下降一定距离并再次铺粉,激光束在振镜的带动下再次按照零部件的三维图形完成零部件下一层的制造;如此重复铺粉、扫描和工作缸下降等工序,从而实现三维零部件的制造。现如今,选区激光熔化快速成型技术主要存在以下三方面问题:第一、选区激光熔化快速成型

技术需要保护气氛或真空环境,以避免成型过程中金属零件的氧化。这使选区激光熔化快速成型设备结构复杂,成型零件尺寸受到限制,能量源激光器系统价格高,成型设备价格昂贵;第二、选区激光熔化快速成型技术需要铺粉的成型缸系统。这使选区激光熔化快速成型设备结构复杂,不但成型零件尺寸受到限制,而且成型效率较低;第三、为了保障零件力学性能,选区激光熔化快速成型技术需要流动性好的球形金属粉末。这使选区激光熔化快速成型设备运行成本很高。

[0008] 另外,金属零件快速成型技术中还有电子束快速成型技术。但目前,选区电子束快速成型技术主要存在以下三方面问题:第一、电子束快速成型技术需要真空环境,以形成能量源电子束和避免成型过程中金属零件的氧化。这使电子束快速成型设备结构复杂,成型零件尺寸受到限制,成型设备价格昂贵;第二、电子束快速成型技术需要铺粉系统或成型材料供给系统。这使电子束快速成型设备结构复杂,不但成型零件尺寸受到限制,而且成型效率较低;第三、为了保障零件力学性能,电子束快速成型技术需要流动性好的球形金属粉末。这使选区激光熔化快速成型设备运行成本很高。

发明内容

[0009] 本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术中的不足,提供一种轧辊等离子3D打印设备,其结构简单、设计合理且使用操作简便、成型效率高、使用效果好,无需密闭成型室,成型过程直接在大气环境下进行,所成型轧辊质量好。

[0010] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:一种轧辊等离子3D打印设备,其特征在于:由监控系统、等离子束流加工系统和供待成型轧辊放置的水平打印台组成,所述待成型轧辊包括辊芯和布设在辊芯中部外侧的辊身外层,辊身外层与辊芯呈同轴布设;所述水平打印台包括水平支撑机构和固定安装在水平支撑机构上且带动辊芯绕其中心轴线进行旋转的水平旋转机构,所述水平旋转机构位于水平支撑机构上方,所述辊芯呈水平布设且其安装于水平旋转机构上;

[0011] 所述等离子束流加工系统由安装有喷头且用于产生等离子束的等离子体发生器、对所述等离子体发生器的位置进行调整的打印位置调整装置、为所述等离子体发生器提供工作气体的供气装置和用于连续向所述等离子体发生器内送入打印材料的送粉器组成,所述等离子体发生器位于水平旋转机构上方;所述供气装置通过供气管与所述等离子体发生器上所开的进气口连接;所述等离子体发生器内设置有供所述粉末流通的粉末流通通道,所述粉末流通通道与所述等离子体发生器内的放电室内部相通且其与所述进气口连通,所述粉末流通通道的外端口为进粉口,所述送粉器的送粉口通过送粉管与进粉口连接;所述打印位置调整装置包括带动所述等离子体发生器在水平面上进行移动的水平移动装置和带动所述等离子体发生器与所述水平移动装置同步移动并相应对所述喷头的出口与辊芯之间的距离进行调节的打印距离调节装置,所述等离子体发生器安装在所述水平移动装置上,且所述水平移动装置安装在所述打印距离调节装置上;

[0012] 所述监控系统包括对所述水平移动装置进行控制的水平移动控制器、对辊身外层的外表面温度进行实时检测的温度检测单元、对所述喷头的出口与辊芯之间的距离进行实时检测的距离检测单元、对所述打印距离调节装置进行控制的打印距离调节控制器、对辊芯的旋转角度进行实时检测的旋转角度检测单元和对水平旋转机构进行控制的旋转控制

器,所述水平移动控制器与所述水平移动装置连接,所述打印距离调节控制器与所述打印距离调节装置连接,所述温度检测单元和距离检测单元均与打印距离调节控制器连接;所述温度检测单元与打印距离调节控制器组成温度调控装置;所述旋转角度检测单元与旋转控制器连接。

[0013] 上述一种轧辊等离子3D打印设备,其特征是:所述监控系统还包括对所述等离子体发生器进行控制的等离子发生控制器、对供气管的气体流量进行实时检测的气体流量检测单元和对供气管上安装的流量调节阀进行控制的气体流量控制器,所述等离子发生控制器与所述等离子体发生器连接,所述气体流量检测单元与气体流量控制器连接。

[0014] 上述一种轧辊等离子3D打印设备,其特征是:所述等离子体发生器包括等离子枪,所述喷头为等离子枪前端的阳极喷嘴;所述等离子枪包括开有所述进气口的枪体、位于枪体正前方的阳极喷嘴和插装于枪体内的阴极,所述阳极喷嘴位于阴极前侧,所述放电室位于阴极前侧且其位于阳极喷嘴的后部内侧,所述阳极喷嘴的前部内侧为喷口。

[0015] 上述一种轧辊等离子3D打印设备,其特征是:所述阳极喷嘴、阴极和放电室均与枪体呈同轴布设;所述粉末流通通道与枪体呈倾斜布设且其前端伸入至喷口内,所述粉末流通通道为直线式通道且其包括布设在枪体内的后侧通道和布设在阳极喷嘴内的前侧通道;所述进气口位于枪体后侧,所述喷口与枪体呈同轴布设或与粉末流通通道呈同轴布设。

[0016] 上述一种轧辊等离子3D打印设备,其特征是:所述等离子体发生器产生的等离子束的中心轴线与竖直面之间的夹角不大于 45° ;所述打印距离调节装置为沿所述等离子束的中心轴线对所述喷头进行上下调整的上下调整装置,所述距离检测单元为对沿所述等离子束的中心轴线从所述喷头的出口到辊芯之间的距离进行实时检测的距离检测装置。

[0017] 上述一种轧辊等离子3D打印设备,其特征是:所述水平旋转机构包括左右两个均固定安装在水平支撑机构上的旋转支撑座和带动辊芯进行旋转的旋转驱动机构,所述辊芯的两端分别安装在两个所述旋转支撑座上且其两端与两个所述旋转支撑座之间均通过轴承进行连接;所述旋转驱动机构为电动旋转驱动机构且其与辊芯进行传动连接,所述旋转驱动机构由旋转控制器进行控制且其与水平旋转机构连接;

[0018] 所述水平支撑机构为固定式支撑结构或能上下移动的移动平台。

[0019] 上述一种轧辊等离子3D打印设备,其特征是:所述送粉器包括上部开有进料口的外壳和安装在所述外壳内的送粉轮,所述送粉轮由驱动电机进行驱动;所述送粉口位于所述外壳下部;

[0020] 所述监控系统还包括对送粉管的送粉流量进行实时检测的粉末流量检测单元和对驱动电机进行控制的送粉流量控制器,所述粉末流量检测单元与送粉流量控制器连接。

[0021] 同时,本发明还公开一种方法步骤简单、设计合理且实现方便、使用效果好的轧辊等离子3D打印方法,其特征是:该方法包括以下步骤:

[0022] 步骤一、三维立体模型获取及分层切片处理:采用数据处理设备且调用图像处理模块获取待成型轧辊的辊身外层的三维立体模型,再调用分层切片模块对辊身外层的三维立体模型进行分层切片,并获得多个分层截面图像;

[0023] 多个所述分层截面图像为对辊身外层的三维立体模型进行分层切片后获得多个分层截面的图像,多个所述分层截面由内至外均匀布设;

[0024] 步骤二、扫描路径填充:采用数据处理设备且调用所述图像处理模块,对步骤一中

多个所述分层截面图像分别进行处理,并完成多个所述分层截面的扫描路径填充过程,获得多个所述分层截面的扫描路径;

[0025] 步骤三、打印路径获取:所述数据处理设备根据步骤二中获得的多个所述分层截面的扫描路径,获得多个所述分层截面的打印路径;每个所述分层截面的打印路径均与该分层截面的扫描路径相同;

[0026] 步骤四、由内至外逐层打印:先将预先加工成型的待成型轧辊的辊芯安装于水平旋转机构上,再根据步骤三中获得的多个所述分层截面的打印路径,在辊芯上由内至外逐层对辊身外层进行打印,获得由多个成型层由内至外堆叠而成的辊身外层;所述成型层的数量与步骤一中所述分层截面的数量相同,多个所述成型层的布设位置分别与多个所述分层截面的布设位置一一对应且其层厚均相同,所述成型层的层厚与相邻两个所述分层截面之间的距离相同,步骤三中多个所述分层截面的打印路径分别为多个所述成型层的打印路径;对辊身外层进行打印时,过程如下:

[0027] 步骤401、底层打印:根据步骤三中所获取的当前所打印成型层的打印路径,通过旋转控制器控制水平旋转机构带动辊芯绕其中心轴线进行旋转,且辊芯旋转过程中,所述水平移动控制器对所述水平移动装置进行控制并带动所述等离子体发生器在水平面上进行移动;所述等离子体发生器移动过程中,所述等离子束流加工系统将内带熔融液滴的等离子束流连续喷至辊芯的外表面上;待辊芯旋转一周且所述等离子束流加工系统所喷熔融液滴均凝固后,完成当前所打印成型层的打印过程;

[0028] 本步骤中,当前所打印成型层为多个所述成型层中位于最内侧的成型层;

[0029] 步骤402、下一层打印,包括以下步骤:

[0030] 步骤4021、等离子体发生器上移:通过打印距离调节控制器控制所述打印距离调节装置,带动所述等离子体发生器在竖直方向上进行一次向上移动且向上移动高度与所述成型层的层厚相同;

[0031] 移动到位后,对所述等离子体发生器的高度进行记录,此时所述等离子体发生器的高度为当前所打印成型层的基础打印高度;

[0032] 步骤4022、打印及同步温控:根据步骤三中所获取的当前所打印成型层的打印路径,通过旋转控制器控制水平旋转机构带动辊芯绕其中心轴线进行旋转,且辊芯旋转过程中,所述水平移动控制器对所述水平移动装置进行控制并带动所述等离子体发生器在水平面上进行移动;所述等离子体发生器移动过程中,所述等离子束流加工系统将内带熔融液滴的等离子束流连续喷至当前已打印好的上一个所述成型层的外表面上;待辊芯旋转一周且所述等离子束流加工系统所喷熔融液滴均凝固后,完成当前所打印成型层的打印过程;

[0033] 本步骤中,所述等离子体发生器移动过程中,通过温度检测单元对当前已打印好的上一个所述成型层的外表面温度进行实时检测并将所检测温度信息同步传送至打印距离调节控制器,同时通过距离检测单元对所述喷头的出口与辊芯之间的距离进行实时检测并将所检测的距离信息同步传送至打印距离调节控制器;所述打印距离调节控制器根据温度检测单元所检测的温度信息且通过控制所述打印距离调节装置对所述喷头的出口与辊芯之间的距离进行调节,使当前已打印好的上一个所述成型层的外表面温度不高于辊身外层的材质熔点的0.6倍;

[0034] 步骤401和步骤4022中所述等离子体发生器在水平面上移动时,所述等离子体发

生器均沿辊芯的中心轴线进行移动；步骤401和步骤4022中所述等离子体发生器移动过程中，所述送粉器将所述打印材料连续送至所述等离子体发生器内，且在所述工作气体的作用下送入所述等离子体发生器内的打印材料被送至所述等离子体发生器内产生的等离子束内并熔化为熔融液滴，所述熔融液滴均匀分布于所述等离子束内，并形成内带熔融液滴的等离子束流；所述打印材料为粉末状材料；

[0035] 步骤4023、等离子体发生器移动复位：通过打印距离调节控制器控制所述打印距离调节装置，带动所述等离子体发生器在竖直方向上进行上下移动，直至将所述等离子体发生器的高度调整为步骤4021中当前所打印成型层的基础打印高度；

[0036] 步骤403、多次重复步骤402，直至完成辊身外层所有成型层的打印过程。

[0037] 上述对待成型轧辊进行等离子3D打印的方法，其特征是：步骤四中由内至外逐层打印之前，步骤一中所述数据处理设备先根据预先建立的材质熔点及打印距离数据库，并结合通过参数输入单元预先输入的辊身外层的材质名称，对辊身外层的基础打印距离进行确定；所述参数输入单元与所述数据处理设备相接；

[0038] 所述材质熔点及打印距离数据库中存储有多种材质的材质熔点及打印距离信息，每种所述材质的材质熔点及打印距离信息均包括该种材质的名称、熔点和基础打印距离D；所述基础打印距离D为5mm~1000mm，且材质熔点越高，基础打印距离D越近；

[0039] 步骤401中进行底层打印之前，所述打印距离调节控制器根据距离检测单元所检测的距离信息且通过控制所述打印距离调节装置将所述喷头的出口与辊芯之间的距离调节为 $D+r$ ，其中 r 为辊芯的半径，所述喷头的出口与辊芯之间的距离为所述喷头的出口与辊芯的中心轴线之间的距离；步骤401中底层打印过程中，所述喷头的出口与辊芯之间的距离为 $D+r$ ；

[0040] 步骤4022中进行打印及同步温控之前，所述打印距离调节控制器根据距离检测单元所检测的距离信息并结合当前已打印完成所述成型层的层数 N ，且通过控制所述打印距离调节装置将所述喷头的出口与辊芯之间的距离调节为 $D+r+N \times d$ ，其中 d 为所述成型层的层厚；步骤4022中对所述喷头的出口与辊芯之间的距离进行调节时，所述打印距离调节控制器根据温度检测单元所检测的温度信息并结合距离检测单元所检测的距离信息对所述喷头的出口与辊芯之间的距离进行调节，使当前已打印好的上一个所述成型层的外表面温度控制在辊身外层的材质熔点的0.1倍~0.6倍之间；并且，对所述喷头的出口与辊身外层之间的距离进行调节时，调节幅度为5mm~60mm，且材质熔点越高，调节幅度越小。

[0041] 上述对待成型轧辊进行等离子3D打印的方法，其特征是：所述送粉器包括上部开有进料口的外壳和安装在所述外壳内的送粉轮，所述送粉轮由驱动电机进行驱动；所述送粉口位于所述外壳下部；所述监控系统还包括对所述等离子体发生器进行控制的等离子发生控制器、对供气管的气体流量进行实时检测的气体流量检测单元、对供气管上安装的流量调节阀进行控制的气体流量控制器、对送粉管的送粉流量进行实时检测的粉末流量检测单元和对驱动电机进行控制的送粉流量控制器，所述等离子发生控制器与所述等离子体发生器连接，所述气体流量检测单元与气体流量控制器连接；所述粉末流量检测单元与送粉流量控制器连接；所述距离检测单元与气体流量控制器连接；

[0042] 步骤四中由内至外逐层打印之前，步骤一中所述数据处理设备先根据预先建立的气体及粉末流量数据库，并结合预先设定的所述成型层的层厚，对供气管的基础气体流量

和送粉管的送粉流量进行确定；

[0043] 所述气体及粉末流量数据库内存储有多种不同层厚的成型层所需的送粉流量和基础气体流量；所述基础气体流量为50ml/min~15000ml/min,且送粉管的送粉流量越大,所述基础气体流量越大；

[0044] 步骤401和步骤4022中所述等离子体发生器移动过程中,所述粉末流量检测单元对送粉管的送粉流量进行实时检测并将所检测信息同步传送至送粉流量控制器,所述送粉流量控制器根据预先确定的送粉管的送粉流量并结合粉末流量检测单元所检测信息对驱动电机进行控制,使送粉管的送粉流量均与预先确定的送粉流量相同；

[0045] 步骤401中进行底层打印之前,所述气体流量控制器根据气体流量检测单元所检测信息且通过控制流量调节阀将供气管的气体流量调整为所述基础气体流量；步骤401中底层打印过程中,所述供气管的气体流量为所述基础气体流量；

[0046] 步骤4022中进行打印及同步温控过程中,所述气体流量控制器根据气体流量检测单元所检测信息并结合距离检测单元所检测距离信息,且通过控制流量调节阀对供气管的气体流量进行增减调整；并且,所述喷头的出口与辊芯之间的距离越大,所述供气管的气体流量越大。

[0047] 本发明与现有技术相比具有以下优点：

[0048] 1、所采用的轧辊等离子3D打印设备结构简单、设计合理且投入成本较低、加工制作及安装布设方便。

[0049] 2、所采用的轧辊等离子3D打印设备无需密闭成型室,并且不需要保护气氛或真空环境,工件成型过程直接在大气环境下进行。因而,结构非常简单,并且成型零件尺寸不受限制,设备价格较低。

[0050] 3、轧辊等离子3D打印设备的打印材料供给在能量源等离子束中(材料的液滴等离子束流),不需要铺粉的成型缸系统不需要铺粉系统,仅需一个送粉器即可,结构大幅度简化。

[0051] 4、所采用的轧辊等离子3D打印设备使用操作简便、智能化程度且成型效率高、使用效果好,所成型轧辊质量好。所采用的监控系统包括对水平移动装置进行控制的水平移动控制器、对辊身外层外表面温度进行实时检测的温度检测单元、对喷头的出口与辊芯之间的距离进行实时检测的距离检测单元、对打印距离调节装置进行控制的打印距离调节控制器、对辊芯的旋转角度进行实时检测的旋转角度检测单元和对水平旋转机构进行控制的旋转控制器,打印距离调节控制器与打印距离调节装置连接,温度检测单元和距离检测单元均与打印距离调节控制器连接；温度检测单元与打印距离调节控制器组成温度调控装置,旋转角度检测单元与旋转控制器连接。

[0052] 实际使用过程中,温度调控装置中的打印距离调节控制器根据温度检测单元所检测信息对打印距离调节装置进行控制,使得打印距离能自适应调节,这样既能防止因打印距离过近造成已打印完成的成型层再出现熔化的问题,并且也能防止因打印距离过远造成的成型精度较低、熔融液滴在喷至上一个打印层外表面之前发生凝固等问题,使得成型过程易于控制,且实现方便,同时能有效防止轧辊辊身外层的表面发生氧化,因而无需设置密闭的真空环境。另外,所采用的监控系统还包括气体流量自适应调节和粉末流量自适应调节功能,智能化程度高。

[0053] 5、轧辊等离子3D打印设备采用的能量源为等离子束,等离子束功率可达数十千瓦,能熔化陶瓷材料,实现金属、金属陶瓷和陶瓷零件的等离子浇铸快速成型。产生等离子束的等离子发生器(具体是等离子枪)结构简单,运行维护成本低,等离子浇铸快速成型设备成本低。

[0054] 6、轧辊等离子3D打印设备所打印材料的液滴在等离子束流中,等离子束本身具有保护作用,再加上工作气体的作用,能有效防止打印材料的氧化,该设备不需要保护气氛或真空环境,直接在大气环境下使用,具有设备结构简单、运行成本低、成型零件尺寸不受限制等优点。

[0055] 7、轧辊等离子3D打印设备采用直流电机带动粉轮旋转并通过工作气体辅助将粉末送至等离子束中,可使用一次粉末或造粒粉末,不需要球形粉末。该设备打印材料成本低。

[0056] 8、轧辊等离子3D打印设备打印时材料状态由液态凝固成固态,工艺过程简化,降低了3D打印的工艺难度和成本。同时,在工作气体(等离子束内含未电离的工作气体)的作用下粉末进入等离子束内,并在所述等离子束内加速、加热并熔化成熔融状态形成微小的液滴,该液滴随等离子束一并喷出,形成内带熔融液滴的等离子束流;粉未经熔化后形成的熔融液滴随等离子束喷出后,形成由均匀分布有打印材料的熔融液滴的微液流,形成浇铸式成型,避免了熔滴冷却凝固成型时产生的圆形收缩现象,零件力学性能高,表面光滑,降低了快速成型的工艺难度。

[0057] 9、所采用的轧辊等离子3D打印方法步骤简单、设计合理且实现方便、使用效果好,通过对等离子枪结构进行改进将粉末直接送入等离子束中使粉末熔化,形成所打印材料的液滴等离子束流。等离子束具有保护作用,不需要保护气氛或真空环境,直接在大气环境下进行打印。并且,打印材料供给在能量源等离子束中(材料的液滴等离子束流),不需要铺粉的成型缸系统。另外,采用直流电机带动粉轮旋转并通过工作气体辅助将粉末送至等离子束中,可使用一次粉末或造粒粉末,不需要球形粉末。打印时,材料状态由液态凝固成固态,工艺过程简化,降低了3D打印的工艺难度和成本,并且打印零件不再受尺寸限制。由上述内容可知,本发明对传统的等离子堆焊方法进行本质上改进,现有的等离子堆焊方法一般均设置有等离子弧压调高器,等离子枪与工件表面的距离不大于15mm,适用范围受限。而本发明中,打印距离能在大范围内进行调节,适应不同材质打印需求,并且能有效保证工件(即轧辊辊身外层)成型质量,尤其适用于复合轧辊的制造。

[0058] 采用本发明所述的轧辊等离子3D打印设备及对应的打印方法,能有效解决选区激光熔化快速成型技术和电子束快速成型技术存在的上述问题,并且为轧辊提供了一种全新的制造方法,能有效解决现有离心铸造制备轧辊的方法存在的多种问题,在预先加工成型的辊芯上一次加工成型辊身外层,具有成型效率高、成型质量好、辊芯与辊身外层间连接强度高、所加工成型轧辊质量好等优点。

[0059] 10、轧辊的辊身材料在等离子束中熔化形成液滴,等离子束具有保护和提纯作用,避免了离心铸造辊身材料冶炼和浇铸过程中的污染,轧辊性能稳定;并且,辊身材料分层打印过程中,液滴凝固速度快,辊身材料晶粒细小,也不会造成元素偏析,所成型轧辊的性能好;采用本发明打印轧辊时,下一层辊身材料打印过程中,等离子束流能够对上一层打印材料进行同步热处理,辊身热应力小,不会出现微裂纹或开裂,成品率可以达到百分之百;采

用本发明打印轧辊时,工艺过程简单,工艺流程短,设备成本低,与离心铸造方法相比,降低了工艺难度和成本。并且,本发明所公开的轧辊等离子3D打印设备能直接在大气环境下使用,成型时可将轧辊材料熔化成液流,实现连续微浇铸快速成型,工艺过程简化,降低了传统复合轧辊制造的工艺难度和成本,提高了复合轧辊的性能。

[0060] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0061] 图1为本发明轧辊等离子3D打印设备的结构示意图。

[0062] 图2为本发明实施例1中等离子枪的结构示意图。

[0063] 图3为本发明监控系统的电路原理框图。

[0064] 图4为本发明进气环的结构示意图。

[0065] 图5为本发明进气环本体的结构示意图。

[0066] 图6为本发明轧辊等离子3D打印方法的流程框图。

[0067] 图7为本发明实施例2中等离子枪的结构示意图。

[0068] 附图标记说明:

- | | | | |
|--------|---------------|--------------|-------------|
| [0069] | 1—供气装置; | 2—送粉器; | 3-1—辊芯; |
| [0070] | 3-2—辊身外层; | 4—水平旋转机构; | 5—供气管; |
| [0071] | 6—送粉管; | 7—等离子发生控制器; | |
| [0072] | 8—距离检测单元; | 9—温度检测单元; | |
| [0073] | 10—打印距离调节控制器; | 11—气体流量检测单元; | |
| [0074] | 12—气体流量控制器; | 13—等离子枪; | 13-1—枪体; |
| [0075] | 13-2—阳极喷嘴; | 13-3—阴极; | 13-4—放电室; |
| [0076] | 13-5—喷口; | 13-6—绝缘层; | 14—粉末流通通道; |
| [0077] | 15—旋转控制器; | 16—水平支撑机构; | 17—上下调整装置; |
| [0078] | 18—粉末流量检测单元; | 19—驱动电机; | 20—送粉流量控制器; |
| [0079] | 21—进气环; | 21-1—进气环本体; | 21-2—环形密封盖; |
| [0080] | 21-3—环形进气槽; | 21-4—外侧进气孔; | 21-5—内侧进气孔; |
| [0081] | 22—进粉口; | 23—PC机; | 24—水平移动控制器; |
| [0082] | 24-1—X轴移动机构; | 24-2—Y轴移动机构; | |
| [0083] | 25—流量调节阀; | 26—旋转角度检测单元。 | |

具体实施方式

[0084] 实施例1

[0085] 如图1所示的一种轧辊等离子3D打印设备,由监控系统、等离子束流加工系统和供待成型轧辊放置的水平打印台组成,所述待成型轧辊包括辊芯3-1和布设在辊芯3-1中部外侧的辊身外层3-2,辊身外层3-2与辊芯3-1呈同轴布设。所述水平打印台包括水平支撑机构16和固定安装在水平支撑机构16上且带动辊芯3-1绕其中心轴线进行旋转的水平旋转机构4,所述水平旋转机构4位于水平支撑机构16上方,所述辊芯3-1呈水平布设且其安装于水平旋转机构4上。

[0086] 所述等离子束流加工系统由安装有喷头且用于产生等离子束的等离子体发生器、对所述等离子体发生器的位置进行调整的打印位置调整装置、为所述等离子体发生器提供工作气体的供气装置1和用于连续向所述等离子体发生器内送入打印材料的送粉器2组成,所述等离子体发生器位于水平旋转机构4上方。所述供气装置1通过供气管5与所述等离子体发生器上所开的进气口连接。结合图2,所述等离子体发生器内设置有供所述粉末流通的粉末流通通道14,所述粉末流通通道14与所述等离子体发生器内的放电室13-4内部相通且其与所述进气口连通,所述粉末流通通道的外端口为进粉口22,所述送粉器2的送粉口通过送粉管6与进粉口22连接;所述打印位置调整装置包括带动所述等离子体发生器在水平面上进行移动的水平移动装置和带动所述等离子体发生器与所述水平移动装置同步移动并相应对所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离进行调节的打印距离调节装置,所述等离子体发生器安装在所述水平移动装置上,且所述水平移动装置安装在所述打印距离调节装置上。所述打印材料为粉末状材料(即粉末),并且,所述打印材料为待成型轧辊的辊身材料,即辊身外层3-2所用的材料。所述等离子束流加工系统为在辊芯3-1上加工辊身外层3-2的加工系统。

[0087] 如图3所示,所述监控系统包括对所述水平移动装置进行控制的水平移动控制器24、对辊身外层3-2的外表面温度进行实时检测的温度检测单元9、对所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离进行实时检测的距离检测单元8、对所述打印距离调节装置进行控制的打印距离调节控制器10、对辊芯3-1的旋转角度进行实时检测的旋转角度检测单元26和对水平旋转机构4进行控制的旋转控制器15,所述水平移动控制器24与所述水平移动装置连接,所述打印距离调节控制器10与所述打印距离调节装置连接,所述温度检测单元9和距离检测单元8均与打印距离调节控制器10连接;所述温度检测单元9与打印距离调节控制器10组成温度调控装置;所述旋转角度检测单元26与旋转控制器15连接。所述旋转角度检测单元26安装在辊芯3-1上。

[0088] 本实施例中,所述温度检测单元9为对所述等离子束流加工系统在辊身外层3-2上的打印位置处(即加工位置处)温度进行实时检测的红外温度传感器。所述距离检测单元8为激光测距传感器。

[0089] 实际布设安装时,所述温度检测单元9位于辊芯3-1上方。本实施例中,所述温度检测单元9位于辊芯3-1的正上方。因而,通过温度检测单元9对辊身外层3-2上表面的温度进行实时检测。

[0090] 所述喷头的出口位于辊芯3-1的正上方,并且所述等离子体发生器与辊芯3-1布设在同一竖直面上。

[0091] 需说明的是:所述距离检测单元8检测出的所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离为所述喷头的出口与辊芯3-1的中心轴线之间的距离。

[0092] 本实施例中,所述水平移动装置包括带动所述等离子体发生器在X轴方向上进行水平移动的X轴移动机构24-1和带动所述等离子体发生器在Y轴方向上进行水平移动的Y轴移动机构24-2,因而所述水平移动装置为X-Y轴移动装置。其中,X轴方向为辊芯3-1的中心轴线方向。

[0093] 并且,所述等离子体发生器安装在Y轴移动机构24-2上,所述Y轴移动机构24-2安装在X轴移动机构24-1上,所述X轴移动机构24-1安装在所述打印距离调节装置上。实际使

用过程中,通过Y轴移动机构24-2带动所述等离子体发生器在Y轴方向上进行水平移动,通过X轴移动机构24-1带动Y轴移动机构24-2与所述等离子体发生器同步在X轴方向上进行水平移动,并且通过所述打印距离调节装置带动所述水平移动装置与所述等离子体发生器同步在所述等离子束的中心轴线上进行移动。

[0094] 本实施例中,所述Y轴移动机构24-2、X轴移动机构24-1和所述打印距离调节装置组成带动所述等离子体发生器(具体是等离子枪13)进行三维运动的机械手。

[0095] 本实施例中,所述监控系统还包括对所述等离子体发生器进行控制的等离子发生控制器7、对供气管5的气体流量进行实时检测的气体流量检测单元11和对供气管5上安装的流量调节阀25进行控制的气体流量控制器12,所述等离子发生控制器7与所述等离子体发生器连接,所述气体流量检测单元11与气体流量控制器12连接。

[0096] 本实施例中,如图2所示,所述等离子体发生器包括等离子枪13,所述喷头为等离子枪13前端的阳极喷嘴13-2;所述等离子枪13包括开有所述进气口的枪体13-1、位于枪体13-1正前方的阳极喷嘴13-2和插装于枪体13-1内的阴极13-3,所述阳极喷嘴13-2位于阴极13-3前侧,所述放电室13-4位于阴极13-3前侧且其位于阳极喷嘴13-2的后部内侧,所述阳极喷嘴13-2的前部内侧为喷口13-5。

[0097] 实际使用时,所述等离子枪13安装在Y轴移动机构24-2上。

[0098] 实际使用时,所述水平移动装置也可以仅为带动所述等离子体发生器在X轴方向上进行水平移动的X轴移动机构24-1。此时,所述等离子枪13安装在X轴移动机构24-1上。

[0099] 本实施例中,所述阳极喷嘴13-2、阴极13-3和放电室13-4均与枪体13-1呈同轴布设;所述粉末流通通道14与枪体13-1呈倾斜布设且其前端伸入至喷口13-5内,所述粉末流通通道14为直线式通道且其包括布设在枪体13-1内的后侧通道和布设在阳极喷嘴13-2内的前侧通道。

[0100] 并且,所述进气口位于枪体13-1后侧,所述喷口13-5与枪体13-1呈同轴布设或与粉末流通通道14呈同轴布设。

[0101] 本实施例中,所述阳极喷嘴13-2和枪体13-1之间设置有绝缘层13-6。

[0102] 本实施例中,如图2所示,所述喷口13-5与枪体13-1呈同轴布设。

[0103] 本实施例中,所述供气管5通过进气环21与所述等离子体发生器上所开的进气口连接。并且,通过进气环21向所述等离子体发生器内均匀供气。

[0104] 如图4、图5所示,所述进气环21为圆环形且其包括进气环本体21-1和盖装在进气环本体21-1上的环形密封盖21-2,所述进气环本体21-1为圆环形且其内侧壁上开有一个环形进气槽21-3,所述进气环本体21-1上开有一个与供气管5相接的外侧进气孔21-4且其内侧开有多个内侧进气孔21-5,多个所述内侧进气孔21-5沿圆周方向均匀布设且其均位于环形进气槽21-3内侧,所述外侧进气孔21-4位于环形进气槽21-3外侧,所述外侧进气孔21-4和多个所述内侧进气孔21-5均与环形进气槽21-3内部相通。

[0105] 并且,所述枪体13-1上沿圆周方向开有多个分别与多个所述内侧进气孔21-5相通的枪体进气孔。

[0106] 实际使用时,所述粉末流通通道14也可以与所述工作气体的进气通道采用同一通道。

[0107] 本实施例中,所述粉末流通通道14的出粉口位于放电室13-4前侧且其位于喷口

13-5的内部后侧。

[0108] 如图2所示的等离子枪13使用过程中,所述放电室13-4内产生等离子体,所产生的等离子体形成等离子束并经喷口13-5喷出;与此同时,所述粉末通过粉末流通通道14倾斜向进入喷口13-5,并且在所述工作气体的作用下所述粉末进入所述等离子束内,并在所述等离子束内加速、加热并熔化成熔融状态形成微小的液滴,该液滴随等离子束一并喷出,形成内带熔融液滴的等离子束流;粉未经熔化后形成的熔融液滴随等离子束喷出后,形成由均匀分布有打印材料的熔融液滴的微液流。因而,所述打印材料为粉末,对粉末的形状无特殊要求。

[0109] 本实施例中,所述工作气体为惰性气体或 H_2 气。

[0110] 其中,惰性气体为Ar气、He气和 N_2 气。

[0111] 实际使用时,所述水平支撑机构16为固定式支撑结构或能上下移动的移动平台。

[0112] 当所述水平支撑机构16为移动平台时,所述监控系统还包括对所述移动平台进行控制的位置调整控制器,所述位置调整控制器与所述移动平台连接。实际使用时,所述移动平台可以为三轴数控机床。并且,所述位置调整控制器为三轴数控机床的控制器。实际使用时,所述移动平台也可以采用其它能完成X、Y和Z轴三个方向运动的装置或能在竖直方向上进行上下移动的竖向移动装置。

[0113] 本实施例中,所述水平支撑机构16为位置固定不动的固定式支撑结构。

[0114] 实际使用过程中,所述等离子体发生器产生的等离子束的中心轴线与竖直面之间的夹角不大于 45° ;所述打印距离调节装置为沿所述等离子束的中心轴线对所述喷头进行上下调整的上下调整装置17,所述距离检测单元8为对沿所述等离子束的中心轴线从所述喷头的出口到辊芯3-1之间的距离进行实时检测的距离检测装置。

[0115] 本实施例中,所述上下调整装置17为Z轴方向调整装置,其中Z轴方向为竖直方向。

[0116] 并且,所述上下调整装置17为伸缩液压缸。

[0117] 本实施例中,所述等离子体发生器产生的等离子束的中心轴线呈竖直向布设。实际使用时,可根据具体需要,对所述等离子体发生器产生的等离子束的中心轴线与竖直面之间的夹角进行相应调整。

[0118] 本实施例中,所述送粉器2包括上部开有进料口的外壳和安装在所述外壳内的送粉轮,所述送粉轮由驱动电机19进行驱动;所述送粉口位于所述外壳下部。

[0119] 如图3所示,所述监控系统还包括对送粉管6的送粉流量进行实时检测的粉末流量检测单元18和对驱动电机19进行控制的送粉流量控制器20,所述粉末流量检测单元18与送粉流量控制器20连接。

[0120] 本实施例中,所述驱动电机19为直流电机。实际使用过程中,通过改变所述直流电机的转速,对送粉管6的送粉流量进行简便、快速调整。

[0121] 本实施例中,所述监控系统还包括分别对Y轴移动机构24-2在Y轴方向上的水平位移、对X轴移动机构24-1在X轴方向上的水平位移和对上下调整装置17在Z轴方向上的位移进行实时检测的第一位移检测单元、第二位移检测单元和第三位移检测单元,所述第一位移检测单元和第二位移检测单元均与水平移动控制器24连接,所述第三位移检测单元与打印距离调节控制器10连接。

[0122] 本实施例中,所述等离子发生控制器7、气体流量控制器12、旋转控制器15、打印距

离调节控制器10、送粉流量控制器20和水平移动控制器24均与所述数据处理设备相接,所述数据处理设备为PC机23。所述供气装置1由PC机23进行启停控制。

[0123] 本实施例中,所述水平旋转机构4包括左右两个均固定安装在所述水平支撑机构上的旋转支撑座4-1和带动辊芯3-1进行旋转的旋转驱动机构4-2,所述辊芯3-1的两端分别安装在两个所述旋转支撑座4-1上且其两端与两个所述旋转支撑座4-1之间均通过轴承进行连接;所述旋转驱动机构4-2为电动旋转驱动机构且其与辊芯3-1进行传动连接,所述旋转驱动机构4-2由旋转控制器27进行控制且其与水平旋转机构4连接。

[0124] 并且,两个所述旋转支撑座4-1均为轴承座且二者均呈竖直向布设,所述旋转驱动机构4-2安装在一个所述旋转支撑座4-1上且其与辊芯3-1的一端进行传动连接。

[0125] 实际使用时,所述旋转驱动机构4-2的数量也可以为两个,两个所述旋转驱动机构4-2分别安装在两个所述旋转支撑座4-1上且二者分别与辊芯3-1的两端进行传动连接。

[0126] 如图6所示的一种轧辊等离子3D打印方法,包括以下步骤:

[0127] 步骤一、三维立体模型获取及分层切片处理:采用数据处理设备且调用图像处理模块获取待成型轧辊的辊身外层3-2的三维立体模型,再调用分层切片模块对辊身外层3-2的三维立体模型进行分层切片,并获得多个分层截面图像;

[0128] 多个所述分层截面图像为对辊身外层3-2的三维立体模型进行分层切片后获得多个分层截面的图像,多个所述分层截面由内至外均匀布设;

[0129] 步骤二、扫描路径填充:采用数据处理设备且调用所述图像处理模块,对步骤一中多个所述分层截面图像分别进行处理,并完成多个所述分层截面的扫描路径填充过程,获得多个所述分层截面的扫描路径;

[0130] 步骤三、打印路径获取:所述数据处理设备根据步骤二中获得的多个所述分层截面的扫描路径,获得多个所述分层截面的打印路径;每个所述分层截面的打印路径均与该分层截面的扫描路径相同;

[0131] 本实施例中,每个所述分层截面的打印路径均包括所述等离子体发生器在水平面上的移动路径和辊芯3-1旋转一周的旋转路径;

[0132] 步骤四、由内至外逐层打印:先将预先加工成型的待成型轧辊的辊芯3-1安装于水平旋转机构4上,再根据步骤三中获得的多个所述分层截面的打印路径,在辊芯3-1上由内至外逐层对辊身外层3-2进行打印,获得由多个成型层由内至外堆叠而成的辊身外层3-2;所述成型层的数量与步骤一中所述分层截面的数量相同,多个所述成型层的布设位置分别与多个所述分层截面的布设位置一一对应且其层厚均相同,所述成型层的层厚与相邻两个所述分层截面之间的距离相同,步骤三中多个所述分层截面的打印路径分别为多个所述成型层的打印路径;对辊身外层3-2进行打印时,过程如下:

[0133] 步骤401、底层打印:根据步骤三中所获取的当前所打印成型层的打印路径,通过旋转控制器15控制水平旋转机构4带动辊芯3-1绕其中心轴线进行旋转,且辊芯3-1旋转过程中,所述水平移动控制器24对所述水平移动装置进行控制并带动所述等离子体发生器在水平面上进行移动;所述等离子体发生器移动过程中,所述等离子束流加工系统将内带熔融液滴的等离子束流连续喷至辊芯3-1的外表面上;待辊芯3-1旋转一周且所述等离子束流加工系统所喷熔融液滴均凝固后,完成当前所打印成型层的打印过程;

[0134] 本步骤中,当前所打印成型层为多个所述成型层中位于最内侧的成型层;

[0135] 步骤402、下一层打印,包括以下步骤:

[0136] 步骤4021、等离子体发生器上移:通过打印距离调节控制器10控制所述打印距离调节装置,带动所述等离子体发生器在竖直方向上进行一次向上移动且向上移动高度与所述成型层的层厚相同;

[0137] 移动到位后,对所述等离子体发生器的高度进行记录,此时所述等离子体发生器的高度为当前所打印成型层的基础打印高度;

[0138] 步骤4022、打印及同步温控:根据步骤三中所获取的当前所打印成型层的打印路径,通过旋转控制器15控制水平旋转机构4带辊芯3-1绕其中心轴线进行旋转,且辊芯3-1旋转过程中,所述水平移动控制器24对所述水平移动装置进行控制并带动所述等离子体发生器在水平面上进行移动;所述等离子体发生器移动过程中,所述等离子束流加工系统将内带熔融液滴的等离子束流连续喷至当前已打印好的上一个所述成型层的外表面上;待辊芯3-1旋转一周且所述等离子束流加工系统所喷熔融液滴均凝固后,完成当前所打印成型层的打印过程;

[0139] 本步骤中,所述等离子体发生器移动过程中,通过温度检测单元9对当前已打印好的上一个所述成型层的外表面温度进行实时检测并将所检测温度信息同步传送至打印距离调节控制器10,同时通过距离检测单元8对所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离进行实时检测并将所检测的距离信息同步传送至打印距离调节控制器10;所述打印距离调节控制器10根据温度检测单元9所检测的温度信息且通过控制所述打印距离调节装置对所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离进行调节,使当前已打印好的上一个所述成型层的外表面温度不高于辊身外层3-2的材质熔点的0.6倍;

[0140] 步骤401和步骤4022中所述等离子体发生器在水平面上移动时,所述等离子体发生器均沿辊芯3-1的中心轴线进行移动;步骤401和步骤4022中所述等离子体发生器移动过程中,所述送粉器2将所述打印材料连续送至所述等离子体发生器内,且在所述工作气体的作用下送入所述等离子体发生器内的打印材料被送至所述等离子体发生器内产生的等离子束内并熔化为熔融液滴,所述熔融液滴均匀分布于所述等离子束内,并形成内带熔融液滴的等离子束流。并且,所述熔融液滴在所述工作气体(等离子束内含未电离的工作气体)的作用下沿所述等离子束的中心轴线移动;所述打印材料为粉末状材料;

[0141] 步骤4023、等离子体发生器移动复位:通过打印距离调节控制器10控制所述打印距离调节装置,带动所述等离子体发生器在竖直方向上进行上下移动,直至将所述等离子体发生器的高度调整为步骤4021中当前所打印成型层的基础打印高度;

[0142] 步骤403、多次重复步骤402,直至完成辊身外层3-2所有成型层的打印过程。

[0143] 本实施例中,步骤一中所述辊芯3-1为圆柱形,所述辊身外层3-2为圆筒形,多个所述分层截面均为圆柱面。

[0144] 本实施例中,步骤一中所述分层切片模块为分层切片软件。所述分层切片软件为3D打印采用的常规分层切片软件,如Cura、Xbuilder、Makerbot等。

[0145] 本实施例中,步骤401和步骤4022中所述等离子体发生器移动过程中,所述等离子体发生器均沿辊芯3-1的中心轴线进行左右移动。并且,步骤401和步骤4022中,通过旋转控制器15控制水平旋转机构4带辊芯3-1绕其中心轴线进行旋转时,所述辊芯3-1由先至后分M次进行旋转,每一次旋转到位后所述辊芯3-1均停止旋转,之后所述水平移动控制器24

对所述水平移动装置进行控制并带动所述等离子体发生器沿辊芯3-1的中心轴线进行向左或向右进行一次移动。其中,M的数量与当前所打印成型层的打印路径中所述等离子体发生器沿辊芯3-1的中心轴线进行向左与向右移动的总次数相同。

[0146] 因而,M的数量根据当前所打印成型层的周长(即打印总宽度)、所述等离子束流的喷洒宽度(即扫描宽度)与前后相邻两个所述等离子束流之间的搭接宽度进行确定。

[0147] 步骤401中所述等离子束流加工系统将内带熔融液流的等离子束流连续喷至辊芯3-1的外表面上时,内带的熔融液流同步流至辊芯3-1的外表面上。步骤4022中所述等离子束流加工系统将内带熔融液流的等离子束流连续喷至当前已打印好的上一个所述成型层的外表面上时,内带的熔融液流同步流至当前已打印好的上一个所述成型层的外表面上。

[0148] 本实施例中,步骤四中由内至外逐层打印之前,步骤一中所述数据处理设备先根据预先建立的材质熔点及打印距离数据库,并结合通过参数输入单元预先输入的辊身外层3-2的材质名称,对辊身外层3-2的基础打印距离进行确定;所述参数输入单元与所述数据处理设备相接;

[0149] 所述材质熔点及打印距离数据库中存储有多种材质的材质熔点及打印距离信息,每种所述材质的材质熔点及打印距离信息均包括该种材质的名称、熔点和基础打印距离D;所述基础打印距离D为5mm~1000mm,且材质熔点越高,基础打印距离D越近;

[0150] 步骤401中进行底层打印之前,所述打印距离调节控制器10根据距离检测单元8所检测的距离信息且通过控制所述打印距离调节装置将所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离调节为 $D+r$,其中 r 为辊芯3-1的半径(具体为辊芯3-1上辊身外层3-2的布设位置处的半径),所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离为所述喷头的出口与辊芯3-1的中心轴线之间的距离;步骤401中底层打印过程中,所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离为 $D+r$;

[0151] 步骤4022中进行打印及同步温控之前,所述打印距离调节控制器10根据距离检测单元8所检测的距离信息并结合当前已打印完成所述成型层的层数 N ,且通过控制所述打印距离调节装置将所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离调节为 $D+r+N \times d$,其中 d 为所述成型层的层厚;步骤4022中对所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离进行调节时,所述打印距离调节控制器10根据温度检测单元9所检测的温度信息并结合距离检测单元8所检测的距离信息对所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离进行调节,使当前已打印好的上一个所述成型层的外表面温度控制在辊身外层3-2的材质熔点的0.1倍~0.6倍之间;并且,对所述喷头的出口与辊身外层3-2之间的距离进行调节时,调节幅度为5mm~60mm,且材质熔点越高,调节幅度越小。

[0152] 本实施例中,步骤四中由内至外逐层打印之前,步骤一中所述数据处理设备先根据预先建立的气体及粉末流量数据库,并结合预先设定的所述成型层的层厚,对供气管5的基础气体流量和送粉管6的送粉流量进行确定;

[0153] 所述气体及粉末流量数据库内存储有多种不同层厚的成型层所需的送粉流量和基础气体流量;所述基础气体流量为50ml/min~15000ml/min,且送粉管6的送粉流量越大,所述基础气体流量越大;

[0154] 步骤401和步骤4022中所述等离子体发生器移动过程中,所述粉末流量检测单元18对送粉管6的送粉流量进行实时检测并将所检测信息同步传送至送粉流量控制器20,所述送粉流量控制器20根据预先确定的送粉管6的送粉流量并结合粉末流量检测单元18所检

测信息对驱动电机19进行控制,使送粉管6的送粉流量均与预先确定的送粉流量相同;

[0155] 步骤401中进行底层打印之前,所述气体流量控制器12根据气体流量检测单元11所检测信息且通过控制流量调节阀25将供气管5的气体流量调整为所述基础气体流量;步骤401中底层打印过程中,所述供气管5的气体流量为所述基础气体流量;

[0156] 步骤4022中进行打印及同步温控过程中,所述气体流量控制器12根据气体流量检测单元11所检测信息并结合距离检测单元8所检测距离信息,且通过控制流量调节阀25对供气管5的气体流量进行增减调整;并且,所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离越大,所述供气管5的气体流量越大。

[0157] 本实施例中,获取辊身外层3-2的三维立体模型时,利用pro/e、UG、CATIA等三维制图软件设计出辊身外层3-2的三维立体模型(即三维实体模型),或者利用反求工程求解出辊身外层3-2的三维立体模型;再通过所述分层切片模块对该三维立体模型进行分层切片,并得到各截面的轮廓数据,由轮廓数据生成填充扫描路径,相应获得所述等离子束流加工系统的打印路径(即各分层截面的打印路径)。因而,步骤一和步骤二中所采用的方法,与常规激光选区熔化成型或电子束选区熔化成型采用的方法相同。之后,根据所获得的打印路径在水平面上进行X轴方向运动过程中,所述等离子束流加工系统将内带熔融液滴的等离子束流连续喷至辊芯3-1上或当前已打印好的上一个所述成型层的外表面上;待所喷熔融液滴均凝固后,完成一个成型层的打印过程;然后,进行下一个成型层的打印,这样逐层打印,从而完成辊身外层3-2的打印过程。

[0158] 由于水平支撑机构16可以为三轴数控机床,因而步骤三中所获取的每个所述分层截面的打印路径中所述等离子体发生器在水平面上的移动路径也可以均为三轴数控机床16的加工路径,此时所述等离子束流加工系统在水平面上不发生移动,而是由水平支撑机构16在水平面上发生移动,从而完成各成型层的打印过程。

[0159] 实际加工时,所述辊芯3-1预先加工成型,并且辊芯3-1能采用轧辊中辊芯的常规加工方法进行加工,如铸造法等;也可以采用常规的3D打印方法对辊芯3-1进行成型。另外,也可以采用本发明所述的轧辊等离子3D打印设备对辊芯3-1进行成型,过程如下:

[0160] 步骤A、三维立体模型获取及分层切片处理:采用数据处理设备且调用图像处理模块获取辊芯3-1的三维立体模型,再调用分层切片模块对辊芯3-1的三维立体模型进行分层切片,并获得多个分层截面图像;

[0161] 多个所述分层截面图像为对辊芯3-1的三维立体模型进行分层切片后获得多个分层截面的图像,多个所述分层截面沿辊芯3-1的中心轴线由下至上均匀布设;

[0162] 步骤B、扫描路径填充:采用数据处理设备且调用所述图像处理模块,对步骤A中多个所述分层截面图像分别进行处理,并完成多个所述分层截面的扫描路径填充过程,获得多个所述分层截面的扫描路径;

[0163] 步骤C、打印路径获取:所述数据处理设备根据步骤B中获得的多个所述分层截面的扫描路径,获得多个所述分层截面的打印路径;每个所述分层截面的打印路径均与该分层截面的扫描路径相同;

[0164] 步骤D、由下至上逐层打印:根据步骤C中获得的多个所述分层截面的打印路径,由下至上逐层对辊芯3-1进行打印,获得由多个成型层由下至上堆叠而成的辊芯3-1;所述成型层的数量与步骤A中所述分层截面的数量相同,多个所述成型层的布设位置分别与多个

所述分层截面的布设位置一一对应且其层厚均相同,所述成型层的层厚与相邻两个所述分层截面之间的距离相同,步骤C中多个所述分层截面的打印路径分别为辊芯3-1中多个所述成型层的打印路径;辊芯3-1中多个所述成型层的打印方法均相同;对辊芯3-1进行打印时,过程如下:

[0165] 步骤D1、底层打印:所述水平移动控制器24根据步骤C中所获取的当前所打印成型层的打印路径,对所述水平移动装置进行控制并带动所述等离子体发生器在水平面上进行移动;所述等离子体发生器移动过程中,所述等离子束流加工系统将内带熔融液滴的等离子束流连续喷至水平支撑机构16上;待所喷熔融液滴均凝固后,完成辊芯3-1中当前所打印成型层的打印过程;

[0166] 本步骤中,当前所打印成型层为辊芯3-1的多个所述成型层中位于最底部的成型层;

[0167] 步骤D2、上一层打印,包括以下步骤:

[0168] 步骤D21、水平支撑机构下移:将水平支撑机构16在竖直方向上进行一次向下移动且向下移动高度与辊芯3-1中所述成型层的层厚相同;

[0169] 步骤D22、打印及同步温控:所述水平移动控制器24根据步骤C中所获取的当前所打印成型层的打印路径,对所述水平移动装置进行控制并带动所述等离子体发生器在水平面上进行移动;所述等离子体发生器移动过程中,所述等离子束流加工系统将内带熔融液滴的等离子束流连续喷至当前已打印好的下一个所述成型层的上表面上;待所喷熔融液滴均凝固后,完成当前所打印成型层的打印过程;

[0170] 本步骤中,所述等离子体发生器移动过程中,通过温度检测单元9对辊芯3-1中当前已打印好的下一个所述成型层的上表面温度进行实时检测并将所检测温度信息同步传送至打印距离调节控制器10,同时通过距离检测单元8对所述喷头的出口与水平支撑机构16之间的距离进行实时检测并将所检测的距离信息同步传送至打印距离调节控制器10;所述打印距离调节控制器10根据温度检测单元9所检测的温度信息且通过控制所述打印距离调节装置对所述喷头的出口与水平支撑机构16之间的距离进行调节,使当前已打印好的下一个所述成型层的上表面温度不高于辊芯3-1的材质熔点的0.6倍;

[0171] 步骤D1和步骤D22中所述等离子体发生器移动过程中,所述送粉器2将所述打印材料连续送至所述等离子体发生器内,且在所述工作气体的作用下送入所述等离子体发生器内的打印材料被送至所述等离子体发生器内产生的等离子束内并熔化为熔融液滴,所述熔融液滴均匀分布于所述等离子束内,并形成内带熔融液滴的等离子束流。并且,所述熔融液滴在所述工作气体(等离子束内含未电离的工作气体)的作用下沿所述等离子束的中心轴线移动;所述打印材料为粉末状材料;

[0172] 步骤D3、多次重复步骤D2,直至完成辊芯3-1中所有成型层的打印过程,获得加工成型的辊芯3-1。

[0173] 由于辊芯3-1与水平支撑机构16的相对位置不变,因而根据距离检测单元8检测出的所述喷头的出口与辊芯3-1之间的距离,并结合辊芯3-1与水平支撑机构16的位置关系,能直接得出所述喷头的出口与水平支撑机构16之间的距离。因此,通过距离检测单元8也能检测出的所述喷头的出口与水平支撑机构16之间的距离。

[0174] 本实施例中,步骤D中由下至上逐层打印之前,步骤A中所述数据处理设备先根据

预先建立的材质熔点及打印距离数据库,并结合通过参数输入单元预先输入的辊芯3-1的材质名称,对辊芯3-1的基础打印距离进行确定;所述参数输入单元与所述数据处理设备相接;

[0175] 步骤D1中进行底层打印之前,所述打印距离调节控制器10通过控制所述打印距离调节装置将所述喷头的出口与水平支撑机构16之间的距离调节为所述基础打印距离;步骤D1中底层打印过程中,所述喷头的出口与水平支撑机构16之间的距离为所述基础打印距离;

[0176] 步骤D22中进行打印及同步温控之前,所述打印距离调节控制器10通过控制所述打印距离调节装置将所述喷头的出口与辊芯3-1中当前已打印好的下一个所述成型层的上表面之间的距离调节为所述基础打印距离;步骤D22中对所述喷头的出口与水平支撑机构16之间的距离进行调节时,还需通过温度检测装置对辊芯3-1中当前已打印好的下一个所述成型层的上表面温度进行实时检测,所述打印距离调节控制器10根据所述温度检测装置所检测的温度信息对所述喷头的出口与水平支撑机构16之间的距离进行调节,使辊芯3-1中当前已打印好的下一个所述成型层的上表面温度控制在辊芯3-1的材质熔点的0.1倍~0.6倍之间;并且,对所述喷头的出口与水平支撑机构16之间的距离进行调节时,调节幅度为5mm~60mm,且辊芯3-1的材质熔点越高,调节幅度越小。

[0177] 本实施例中,步骤D中由下至上逐层打印之前,步骤A中所述数据处理设备先根据预先建立的气体及粉末流量数据库,并结合预先设定的辊芯3-1中所述成型层的层厚,对供气管5的基础气体流量和送粉管6的送粉流量进行确定;

[0178] 步骤D1和步骤D22中所述等离子体发生器移动过程中,所述粉末流量检测单元18对送粉管6的送粉流量进行实时检测并将所检测信息同步传送至送粉流量控制器20,所述送粉流量控制器20根据预先确定的送粉管6的送粉流量并结合粉末流量检测单元18所检测信息对驱动电机19进行控制,使送粉管6的送粉流量均与预先确定的送粉流量相同;

[0179] 步骤D1中进行底层打印之前,所述气体流量控制器12根据气体流量检测单元11所检测信息且通过控制流量调节阀25将供气管5的气体流量调整为所述基础气体流量;步骤D1中底层打印过程中,所述供气管5的气体流量为所述基础气体流量;

[0180] 步骤D22中进行打印及同步温控过程中,所述气体流量控制器12根据气体流量检测单元11所检测信息并结合距离检测单元8所检测距离信息,且通过控制流量调节阀25对供气管5的气体流量进行增减调整;并且,所述喷头的出口与水平支撑机构16之间的距离越大,所述供气管5的气体流量越大。

[0181] 本实施例中,本发明所述的轧辊等离子3D打印设备还包括对待成型轧辊进行机加工的机加工装置,所述机加工装置位于水平支撑机构16上方。

[0182] 实际安装时,所述机加工装置安装在一个三轴移动机构上,所述三轴移动机构为能带动机加工装置在X轴、Y轴和Z轴方向上进行移动的移动机构,如三轴移动平台、三维机械手、三轴调节支架、万向架等。本实施例中,所述三轴移动机构位于水平旋转机构4上方。

[0183] 本实施例中,所述三轴移动机构为三轴调节支架,所述三轴调节支架包括底座、安装在所述底座上的Z轴调节臂、安装在所述Z轴调节臂上的X轴调节臂和安装在所述X轴调节臂上的Y轴调节臂,所述Y轴调节臂安装有一个竖向安装杆,所述机加工装置安装在所述竖向安装杆上。

[0184] 本实施例中,所述机加工装置与数据处理设备连接,所述三轴移动机构29由所述数据处理设备进行控制且其与数据处理设备连接。

[0185] 本实施例中,所述机加工装置包括打磨器具和去除工具,所述去除工具为钻具或切割刀具。

[0186] 实际安装时,所述打磨器具和去除工具可以均安装在一个多功能刀架盘上。

[0187] 本实施例中,步骤四中完成打印后,获得打印成型轧辊;之后,通过旋转控制器15控制水平旋转机构4带动辊芯3-1绕其中心轴线进行旋转,且所述待修复轧辊旋转过程中,采用机加工装置对所述修复后轧辊进行精加工。

[0188] 采用机加工装置对所述打印成型轧辊进行精加工时,具体对所述打印成型轧辊的尺寸进行精加工或对所述打印成型轧辊的外表面进行打磨,通过对所述打印成型轧辊的尺寸进行精加工使其尺寸能满足轧辊成品的尺寸要求,通过对所述打印成型轧辊的外表面进行打磨使其表面粗糙度能满足轧辊成品的要求,从而使得所述打印成型轧辊能直接应用于轧钢生产线上。

[0189] 本实施例中,采用机加工装置对所述打印成型轧辊进行精加工时,采用机加工装置仅对所述打印成型轧辊的外表面进行打磨,使其表面粗糙度能满足轧辊成品的要求。

[0190] 实施例2

[0191] 本实施例中,如图7所示,所采用的轧辊等离子3D打印设备与实施例1不同的是:所述喷口13-5与粉末流通通道14呈同轴布设。

[0192] 这样,通过喷口13-5对所述等离子束的方向进行改变后,能有效减少等离子射流对阳极喷嘴13-2产生的热负荷冲击,改善了阳极烧蚀状况。同时,由于喷口13-5与粉末流通通道14呈同轴布设,因而不会影响粉末的加速、加热与熔化过程,使用效果非常好。

[0193] 本实施例中,所采用轧辊等离子3D打印设备的其余部分结构、连接关系和工作原理均与实施例1相同。

[0194] 本实施例中,所采用的轧辊等离子3D打印方法与实施例1相同。

[0195] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明作任何限制,凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化,均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

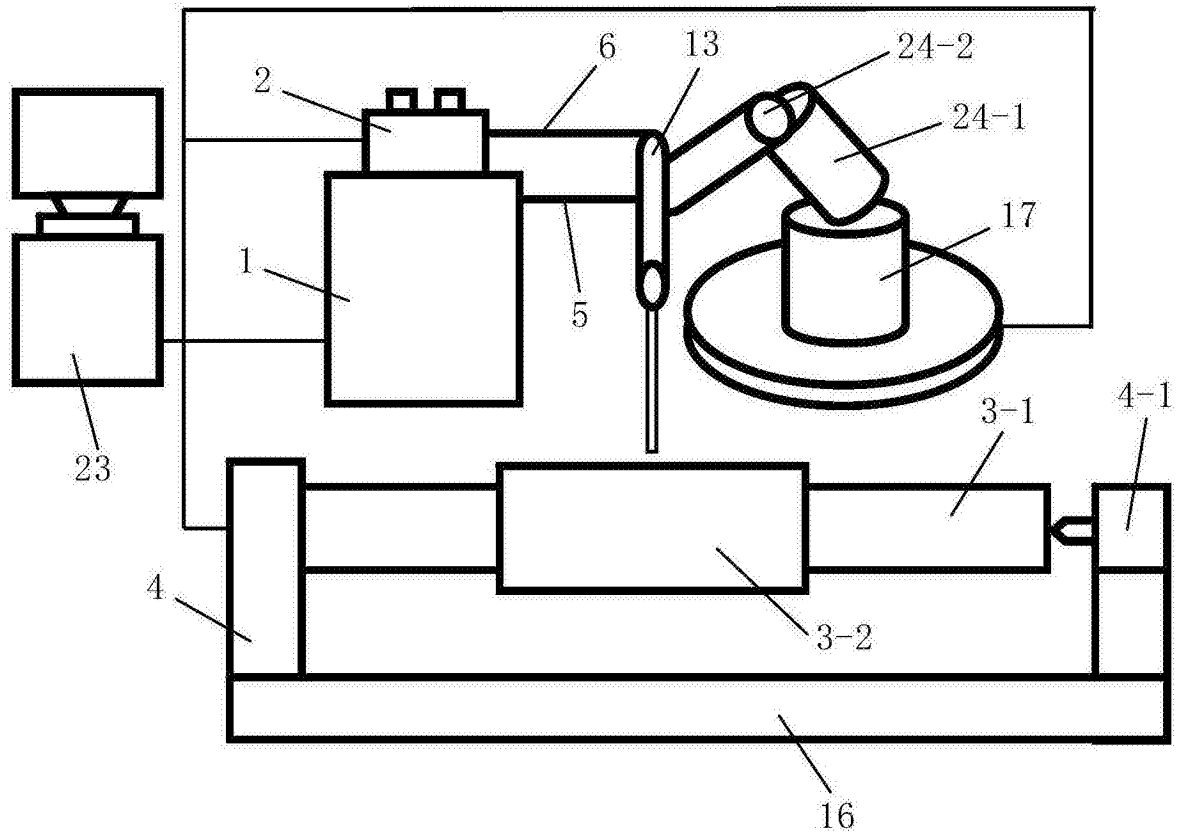


图1

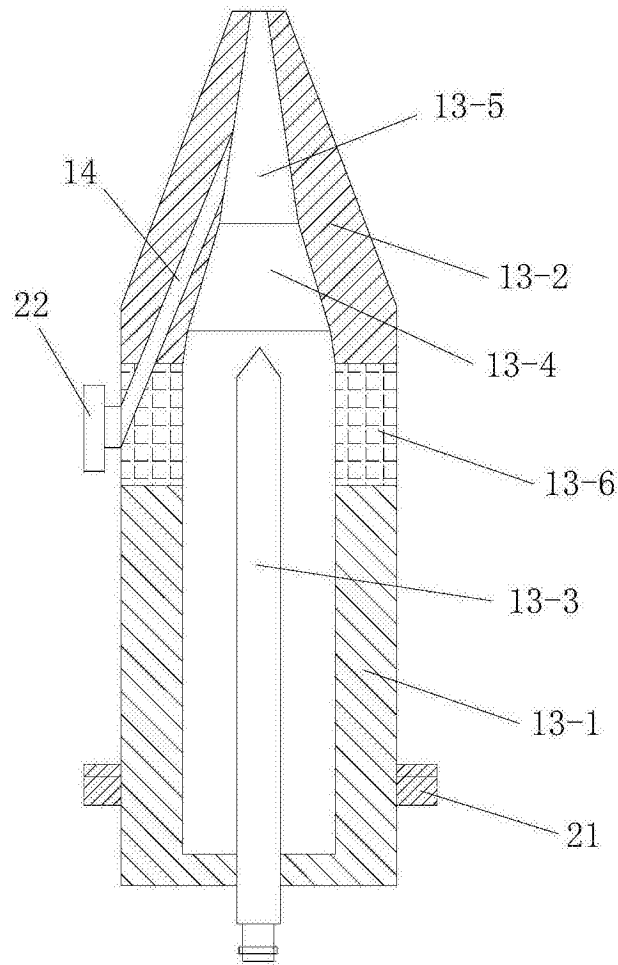


图2

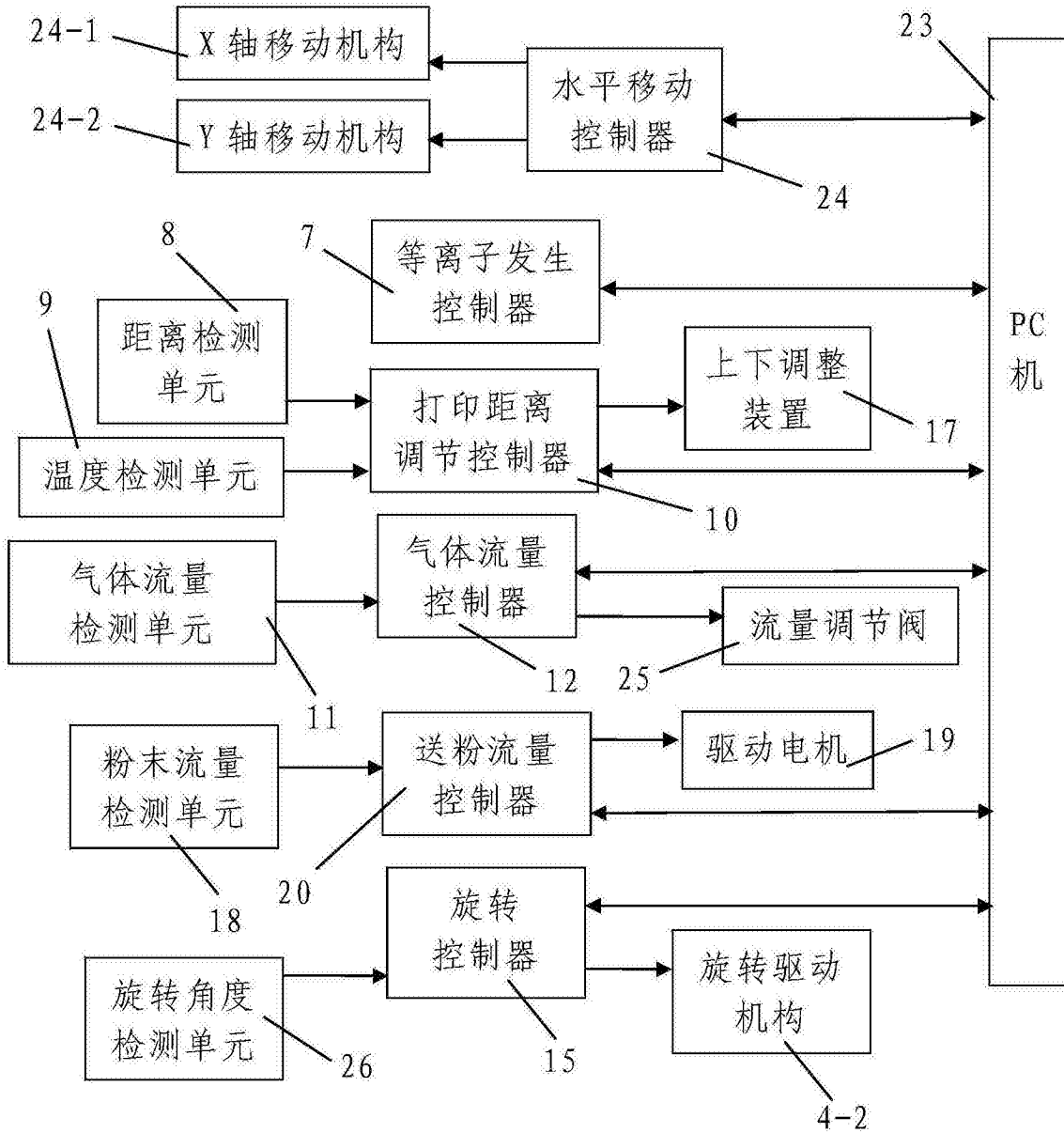


图3

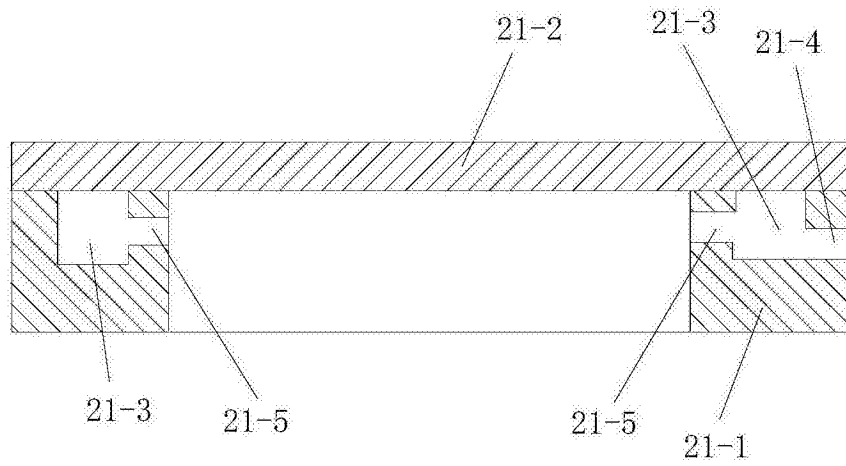


图4

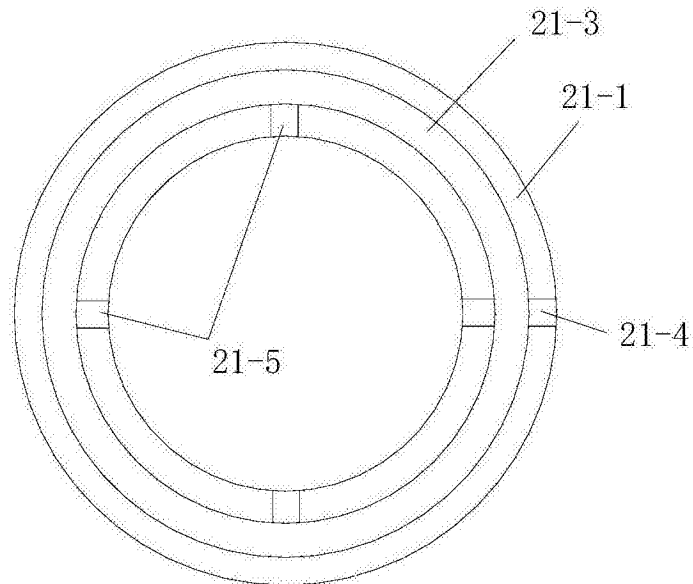


图5

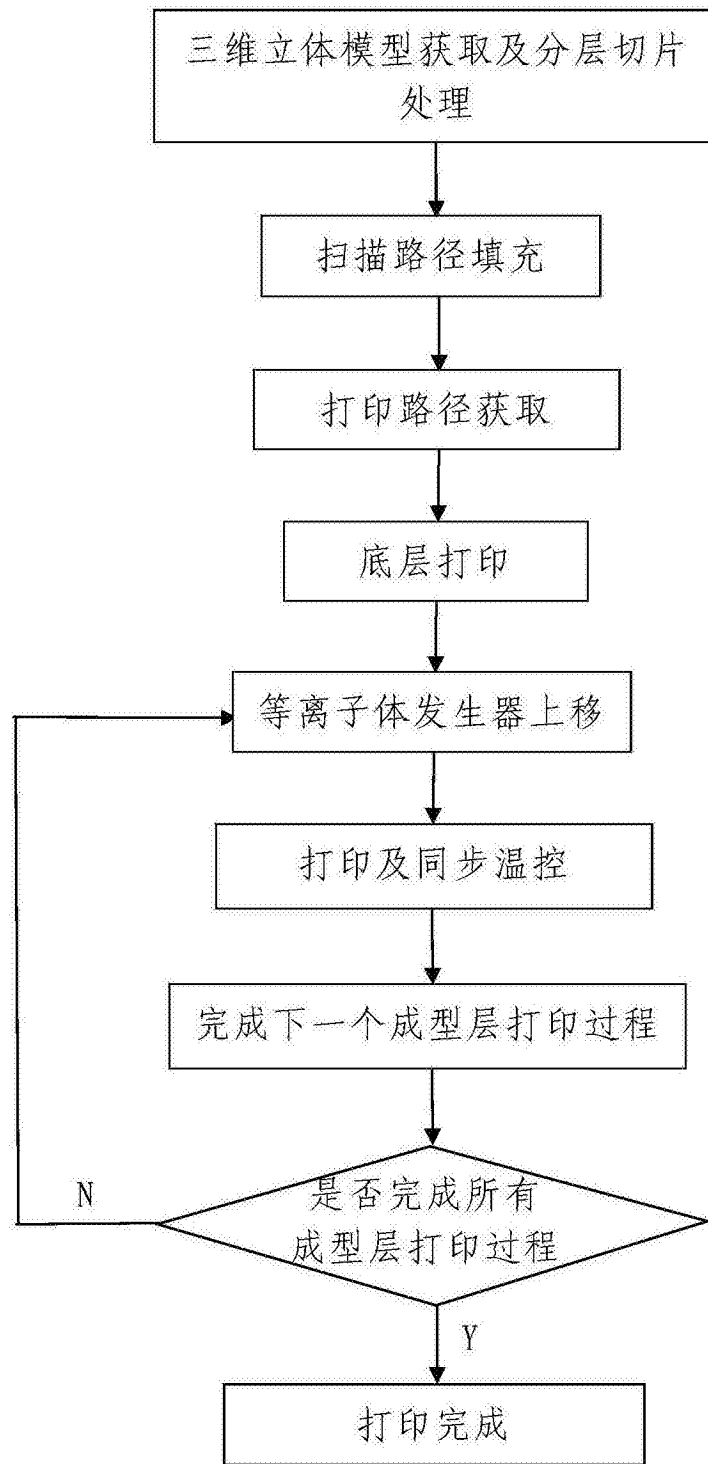


图6

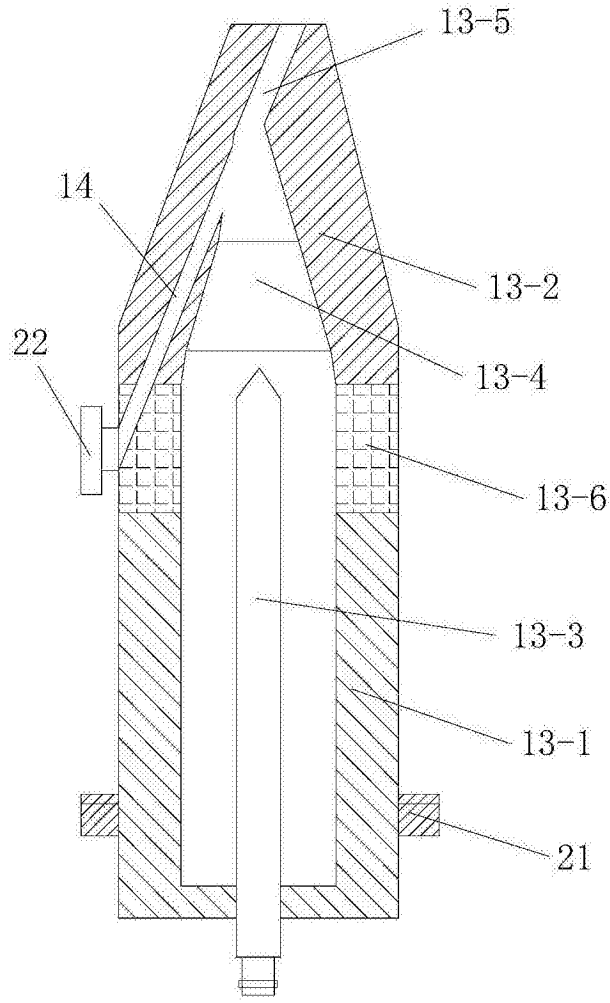


图7