



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108673884 A

(43)申请公布日 2018.10.19

(21)申请号 201810829866.1

B33Y 40/00(2015.01)

(22)申请日 2018.07.25

B33Y 50/00(2015.01)

(71)申请人 沈阳精合数控科技开发有限公司

地址 110000 辽宁省沈阳市沈北新区财落街道三家子社区

(72)发明人 李洽 李广生 路鹏 李澄

龚天才 孙升斌 李波 闫琦

郑闯 其他发明人请求不公开姓名

(74)专利代理机构 北京知迪知识产权代理有限公司

11628

代理人 王胜利

(51)Int. Cl.

B29C 64/153(2017.01)

B29C 64/321(2017.01)

B29C 64/386(2017.01)

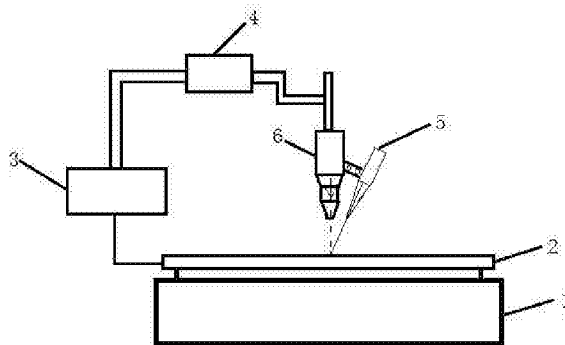
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种控制同轴送粉组织一致性的3D打印方法及装置

(57)摘要

本发明涉及一种控制同轴送粉组织一致性的3D打印方法及装置,装置包括称重传感器、工作平台、数据处理单元、控制中心、同轴送粉装置和激光熔覆装置;所述同轴送粉装置和激光熔覆装置置于所述工作平台的上方,所述同轴送粉装置用于向工作平台输送激光打印原料,并经激光熔覆装置熔覆成型;所述称重传感器置于所述工作平台的下方,用于称量工作平台上的打印的零件的实时成型重量;所述称重传感器还与所述数据处理单元相连;所述数据处理单元与所述控制中心相连;所述控制中心与所述同轴送粉装置、激光熔覆装置相连。采用本发明可以达到实时调整出粉量、激光功率的目的,不仅会提高产品的成型效率,还可以提高3D打印产品的打印精度、打印效果的优点。



1. 一种控制同轴送粉组织一致性的3D打印方法,其特征在于,包括步骤:

S1、在3D打印开始前清理所述工作平台(2),激活称重传感器(1)并清零,在数据处理单元(3)中设置基材需求成型速度 $V_{FR}$ 、成型标准件重量 $W_S$ 、成型速度允许误差量 $\epsilon$ 、重量误差量 $\delta$ 、单位时间 $t$ ,以及激光送粉装置(5)的最小粉末速度 $VP_{min}$ 和最大粉末速度 $VP_{max}$ ,激光熔覆装置(6)的最小工作功率 $P_{min}$ 和最大工作功率 $P_{max}$ ,此时,第 $k$ 个单位时间的激光送粉装置(5)的粉末速度 $VP_k$ 、激光熔覆装置(6)的功率 $P_k$ 、成型重量 $W_k$ 均为0, $k$ 为自然数;

S2、3D打印过程中,数据处理单元(3)获取 $P_k$ 、 $VP_k$ 、 $W_k$ ,计算实际成型速度 $VF_k$ ;

S3、数据处理单元(3)判断 $W_S$ 与 $W_k$ 的差值是否小于 $\delta$ ,如果差值小于 $\delta$ ,则进入步骤S7,如果差值大于 $\delta$ 则进入步骤S4;

S4、判断 $VF_k$ 和 $V_{FR}$ 的差值的绝对值是否小于 $\epsilon$ ,若差值的绝对值小于 $\epsilon$ ,则返回步骤S2,若差值的绝对值大于 $\epsilon$ ,则进入步骤S5;

S5、数据处理单元(3)根据 $VP_k$ 、 $P_k$ 、 $VF_k$ 和 $V_{FR}$ 计算调节功率 $\Delta V_k$ 、 $\Delta P_k$ ;

S6、对第 $k+1$ 时刻的 $VP_{k+1}$ 、 $P_{k+1}$ 进行调节,并返回步骤S2;

S7、结束3D打印。

2. 如权利要求1所述的3D打印方法,其特征在于,步骤S2中根据公式

$$VF_k = (W_k - W_{k-1}) / t$$

计算实际成型速度 $VF_k$ 。

3. 如权利要求1所述的3D打印方法,其特征在于,步骤S5具体为,

若 $VF_k - V_{FR} \geq |\epsilon|$ ,则 $\Delta V_k = |VP_k \times (1 - V_{FR}/VF_k)|$ ,  $\Delta P_k = |P_k \times (1 - V_{FR}/VF_k)|$ ;

若 $V_{FR} - VF_k \geq |\epsilon|$ ,则 $\Delta V_k = |VP_k \times (1 - VF_k/V_{FR})|$ ,  $\Delta P_k = |P_k \times (1 - VF_k/V_{FR})|$ 。

4. 如权利要求1所述的打印方法,其特征在于,步骤S6中对 $VP_{k+1}$ 、 $P_{k+1}$ 进行调节具体为:

如果 $VF_k > V_{FR}$ ,则 $VP_{k+1} = VP_k - \frac{1}{2} \Delta V_k$ ,  $P_{k+1} = P_k - \frac{1}{2} \Delta P_k$ ;

如果 $VF_k < V_{FR}$ ,则 $VP_{k+1} = VP_k + \frac{1}{2} \Delta V_k$ ,  $P_{k+1} = P_k + \frac{1}{2} \Delta P_k$ 。

5. 如权利要求4所述的3D打印方法,其特征在于,步骤S6还包括,判断 $VP_{k+1}$ 是否小于 $VP_{min}$ 或大于 $VP_{max}$ , $P_{k+1}$ 是否小于 $P_{min}$ 或大于 $P_{max}$ ,

若 $VP_{k+1} \leq VP_{min}$ ,则 $VP_{k+1} = VP_{min}$ ,若 $VP_{k+1} \geq VP_{max}$ ,则 $VP_{k+1} = VP_{max}$ ;

若 $P_{k+1} \leq P_{min}$ ,则 $P_{k+1} = P_{min}$ ,若 $P_{k+1} \geq P_{max}$ ,则 $P_{k+1} = P_{max}$ 。

6. 一种使用权利要求1-5所述3D打印方法的控制同轴送粉组织一致性的3D打印装置,其特征在于,包括称重传感器(1)、工作平台(2)、数据处理单元(3)、控制中心(4)、同轴送粉装置(5)和激光熔覆装置(6);所述同轴送粉装置(5)和激光熔覆装置(6)置于所述工作平台的上方,所述同轴送粉装置(5)用于向工作平台输送激光打印原料,并经激光熔覆装置(6)熔覆成型;所述称重传感器置于所述工作平台(2)的下方,用于称量工作平台上的打印的零件的实时成型重量;所述称重传感器(1)还与所述数据处理单元(3)相连;所述数据处理单元(3)与所述控制中心(4)相连;所述控制中心(4)与所述同轴送粉装置(5)、所述激光熔覆装置(6)相连。

7. 如权利要求6所述的3D打印装置,其特征在于:所述称重传感器(1)用于将称量的重量数据实时传输至所述数据处理单元(3)。

8. 如权利要求6所述的3D打印装置,其特征在于:所述数据处理单元(3)用于将处理后的数据传输至所述控制中心(4)。

9. 如权利要求6所述的3D打印装置,其特征在于:所述控制中心(4)用于根据传输的数据实时控制同轴送粉装置(5)的送粉量和激光熔覆装置(6)的功率。

## 一种控制同轴送粉组织一致性的3D打印方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种控制同轴送粉组织一致性的3D打印方法及装置,属于快速成型技术领域。

### 背景技术

[0002] 3D打印是一种以数字模型文件为基础,运用特殊蜡材、粉末状金属或塑料等可粘合材料,通过逐层打印的方式来构造物体的技术。常常在模具制造、工业设计等领域被用于制造模型或者用于一些产品的直接制造。在3D打印过程中,通常会对激光熔覆装置设置一定的激光功率,激光功率与粉末成形速度成正比,还会对同轴送粉装置设置一定的出粉速度。然而成型过程中,实际需求成型速度常常与激光功率、出粉速度不一致。如何精准控制激光熔覆装置的激光功率、同轴送粉装置的出粉速度与成型速度相匹配,是本领域技术人员急需解决的技术问题。

### 发明内容

[0003] 针对上述技术问题,本发明提供一种控制同轴送粉组织一致性的3D打印方法

为解决上述技术问题,本发明所采取的技术方案是:一种控制同轴送粉组织一致性的3D打印方法包括步骤:

S1、在3D打印开始前清理所述工作平台,激活称重传感器并清零,在数据处理单元中设置基材需求成型速度 $V_{FR}$ 、成型标准件重量 $W_S$ 、成型速度允许误差量 $\epsilon$ 、重量误差量 $\delta$ 、单位时间 $t$ ,以及激光送粉装置的最小粉末速度 $V_{P_{min}}$ 和最大粉末速度 $V_{P_{max}}$ ,激光熔覆装置的最小工作功率 $P_{min}$ 和最大工作功率 $P_{max}$ ,此时,第 $k$ 个单位时间的激光熔覆装置的功率 $P_k$ 、激光送粉装置的粉末速度 $V_{P_k}$ 、成型重量 $W_k$ 均为0, $k$ 为自然数;

S2、3D打印过程中,数据处理单元获取 $V_{P_k}$ 、 $P_k$ 、 $W_k$ ,计算实际成型速度 $V_{F_k}$ ;

S3、数据处理单元判断 $W_S$ 与 $W_k$ 的差值是否小于 $\delta$ ,如果差值小于 $\delta$ ,则进入步骤S7,如果差值大于 $\delta$ 则进入步骤S4;

S4、判断 $V_{F_k}$ 和 $V_{FR}$ 的差值的绝对值是否小于 $\epsilon$ ,若差值的绝对值小于 $\epsilon$ ,则返回步骤S2,若差值的绝对值大于 $\epsilon$ ,则进入步骤S5;

S5、数据处理单元根据 $V_{P_k}$ 、 $P_k$ 、 $V_{F_k}$ 和 $V_{FR}$ 计算调节功率 $\Delta V_k$ 、 $\Delta P_k$ ;

S6、对第 $k+1$ 时刻的 $V_{P_{k+1}}$ 、 $P_{k+1}$ 进行调节,并返回步骤S2;

S7、结束3D打印。

[0004] 进一步地,步骤S2中根据公式

$$V_{F_k} = (W_k - W_{k-1}) / t$$

计算实际成型速度 $V_{F_k}$ 。

[0005] 进一步地,步骤S5具体为,

$$\text{若 } V_{F_k} - V_{FR} \geq \epsilon, \text{ 则 } \Delta V_k = |V_{P_k} \times (1 - V_{FR}/V_{F_k})|, \Delta P_k = |P_k \times (1 - V_{FR}/V_{F_k})|;$$

若  $VF_R - VF_k \geq |\varepsilon|$ , 则  $\Delta V_k = |VP_k \times (1 - VF_k / VF_R)|$ ,  $\Delta P_k = |P_k \times (1 - VF_k / VF_R)|$ 。

[0006] 进一步地, 步骤S6中对  $VP_{k+1}$  和  $P_{k+1}$  进行调节具体为:

如果  $VF_k > VF_R$ , 则  $VP_{k+1} = VP_k - \frac{1}{2} \Delta V_k$ ,  $P_{k+1} = P_k - \frac{1}{2} \Delta P_k$ ;

如果  $VF_k < VF_R$ , 则  $VP_{k+1} = VP_k + \frac{1}{2} \Delta V_k$ ,  $P_{k+1} = P_k + \frac{1}{2} \Delta P_k$ 。

[0007] 进一步地, 步骤S6还包括判断  $VP_{k+1}$  是否小于  $VP_{\min}$  或大于  $VP_{\max}$ ,  $P_{k+1}$  是否小于  $P_{\min}$  或大于  $P_{\max}$ ,

若  $VP_{k+1} \leq VP_{\min}$ , 则  $VP_{k+1} = VP_{\min}$ , 若  $VP_{k+1} \geq VP_{\max}$ , 则  $VP_{k+1} = VP_{\max}$ ;

若  $P_{k+1} \leq P_{\min}$ , 则  $P_{k+1} = P_{\min}$ , 若  $P_{k+1} \geq P_{\max}$ , 则  $P_{k+1} = P_{\max}$ 。

[0008] 本发明还提供一种控制同轴送粉组织一致性的3D打印装置包括称重传感器、工作平台、数据处理单元、控制中心、同轴送粉装置和激光熔覆装置; 所述同轴送粉装置和激光熔覆装置置于所述工作平台的上方, 所述同轴送粉装置用于向工作平台输送激光打印原料, 并经激光熔覆装置熔覆成型; 所述称重传感器置于所述工作平台的下方, 用于称量工作平台上的打印的零件的实时成型重量; 所述称重传感器还与所述数据处理单元相连; 所述数据处理单元与所述控制中心相连; 所述控制中心与所述同轴送粉装置、所述激光熔覆装置相连。

[0009] 进一步地, 所述称重传感器用于将称量的重量数据实时传输至所述数据处理单元。

[0010] 进一步地, 所述数据处理单元用于将处理后的数据传输至所述控制中心。

[0011] 进一步地, 所述控制中心用于根据传输的数据实时控制同轴送粉装置的送粉量和激光熔覆装置的功率。

[0012] 本发明由于采用以上技术方案, 其达到的技术效果为:

本发明通过在工作平台下方设置称重传感器, 对激光成型过程中实时监控成型重量, 通过对实际成型速度与需求成型速度进行比对, 实际成型速度大时, 降低激光功率和送粉速度, 成型速度小时, 增加激光功率和送粉速度, 可以达到实时调整激光功率的目的, 不仅会提高产品的成型效率, 还可以提高3D打印产品的打印精度、打印效果的优点。

## 附图说明

[0013] 下面结合附图对本发明作进一步说明:

图1是本发明的打印方法的流程图;

图2是本发明的整体结构示意图。

[0014] 具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0015] 如图1所示, 一种通过调节激光功率控制成型速度的打印方法, 包括步骤:

S1、在3D打印开始前清理所述工作平台2, 激活称重传感器1并清零, 在数据处理单元3中设置基材需求成型速度  $VF_R$ 、成型标准件重量  $W_S$ 、成型速度允许误差量  $\varepsilon$ 、重量误差量  $\delta$ 、单位时间  $t$ , 此时, 第  $k$  个单位时间的激光熔覆装置的功率  $P_k$ 、成型重量  $W_k$  均为0,  $k$  为自然数。

[0016] 其中需求成型速度  $VF_R$  范围为0.5-1kg/h, 成型标准件重量  $W_S$  范围为50-200kg、激光

功率 $P_k$ 范围为5-10kw,粉末速度 $VP_k$ 范围为1-3kg/h,单位时间 $t$ 范围为1-5min,成型速度允许误差量 $\epsilon$ 为需求成型速度 $VF_R$ 的5%-10%,重量误差量 $\delta$ 为相对误差,为成型标准件重量 $W_s$ 的0.1%-0.5%。

[0017] 清理工作平台可以采用吹气或吸尘的方式,使工作平台2表面清洁,不存在打印原料粉末或杂物,然后将称重传感器1数值清零。

[0018] S2、3D打印过程中,数据处理单元3获取 $VP_k$ 、 $P_k$ 、 $W_k$ ,计算实际成型速度 $VF_k$ 。

[0019] 为了能够更准确的控制基材的成型速度,数据处理单元3每隔一个单元时间就对获取一次 $VP_k$ 、 $P_k$ 、 $W_k$ ,计算实际成型速度 $VF_k$ ,计算公式为 $VF_k = (W_k - W_{k-1}) / t$ 。

[0020] S3、数据处理单元3判断 $W_s$ 与 $W_k$ 的差值是否小于 $\delta$ ,如果差值小于 $\delta$ ,说明基材成型重量接近标准件重量,打印已经完成,进入步骤S7;如果差值大于 $\delta$ 则说明打印尚未完成,继续执行3D打印,返回步骤S4;

S4、判断 $VF_k$ 和 $VF_R$ 的差值的绝对值是否小于 $\epsilon$ ,若差值的绝对值小于 $\epsilon$ ,则返回步骤S2,若差值的绝对值大于 $\epsilon$ ,则进入步骤S5。

[0021] 若 $VF_k$ 和 $VF_R$ 的差值是小于 $\epsilon$ 说明成型速度在允许范围内,不用对 $VP_k$ 、 $P_k$ 进行调整,若差值大于 $\epsilon$ ,说明存在的偏差较大,此时通过调节 $VP_k$ 、 $P_k$ 达到控制 $VF_k$ 的目的。

[0022] S5、数据处理单元3根据 $VP_k$ 、 $P_k$ 、 $VF_k$ 和 $VF_R$ 计算调节速度 $\Delta V_k$ 、 $\Delta P_k$ 。

[0023] 若 $VF_k - VF_R \geq |\epsilon|$ ,则 $\Delta V_k = |VP_k \times (1 - VF_R / VF_k)|$ ,  $\Delta P_k = |P_k \times (1 - VF_R / VF_k)|$ ;  
若 $VF_R - VF_k \geq |\epsilon|$ ,则 $\Delta V_k = |VP_k \times (1 - VF_k / VF_R)|$ ,  $\Delta P_k = |P_k \times (1 - VF_k / VF_R)|$ 。

[0024] S6、对第 $k+1$ 时刻的 $VP_{k+1}$ 、 $P_{k+1}$ 进行调节,并返回步骤S2。

[0025] 调节具体为:

如果 $VF_k > VF_R$ ,说明实际成型速度大于设定的需求成型速度,需要降低成型速度,则

$$VP_{k+1} = VP_k - \frac{1}{2} \Delta V_k, P_{k+1} = P_k - \frac{1}{2} \Delta P_k;$$

如果 $VF_k < VF_R$ ,说明实际成型速度小于设定的需求成型速度,需要提高成型速度,则

$$VP_{k+1} = VP_k + \frac{1}{2} \Delta V_k, P_{k+1} = P_k + \frac{1}{2} \Delta P_k,$$

进一步判断 $VP_{k+1}$ 是否小于 $VP_{min}$ 或大于 $VP_{max}$ , $P_{k+1}$ 是否小于 $P_{min}$ 或大于 $P_{max}$ ,

若 $VP_{k+1} \leq VP_{min}$ ,则 $VP_{k+1} = VP_{min}$ ,若 $VP_{k+1} \geq VP_{max}$ ,则 $VP_{k+1} = VP_{max}$ ;

若 $P_{k+1} \leq P_{min}$ ,则 $P_{k+1} = P_{min}$ ,若 $P_{k+1} \geq P_{max}$ ,则 $P_{k+1} = P_{max}$ ;

S7、结束3D打印。

[0026] 如图2所示,本发明一种精确控制出粉量的3D打印装置,包括称重传感器1、工作平台2、数据处理单元3、控制中心4、同轴送粉装置5和激光熔覆装置6;所述同轴送粉装置5和激光熔覆装置6置于所述工作平台的上方,所述同轴送粉装置5用于向工作平台输送激光打印原料,并经激光熔覆装置6熔覆成型;所述称重传感器置于所述工作平台2的下方,用于称量工作平台上的打印的零件的实时成型重量;所述称重传感器1还与所述数据处理单元3相连,用于将称量的重量数据实时传输至所述数据处理单元3;所述数据处理单元3与所述控制中心4相连,用于将处理后的数据传输至所述控制中心4,本发明中所述数据处理单元可以为任意可实现数据处理的系统,例如西门子828D机床数控系统;所述控制中心4与所述同轴送粉装置5、所述激光熔覆装置6相连。所述控制中心4用于根据传输的数据实时控制同轴

送粉装置5的送分量、激光熔覆装置6的激光功率。

[0027]

实施例1:

在数据处理单元3中设置 $V_{FR}=1\text{kg/h}$ ,初始激光功率 $5\text{kw}$ ,初始送粉速度 $2\text{kg/h}$ , $W_S=100\text{kg}$ , $\varepsilon=0.1\text{kg/h}$ , $\delta=0.1\text{kg}$ , $t=5\text{min}$ 。

[0028] 此时 $k=0$ , $VP_0=0$ , $P_0=0$ , $W_0=0$ 。

[0029] 当 $k=1$ 时,

$P_1=5\text{kw}$ , $VP_1=2\text{kg/h}$ ,测得 $W_1=0.05\text{kg}$ ;

由于 $|W_S-W_1|>\delta$ ,打印继续进行;

根据计算公式 $VF_1=(W_1-W_0)/t$ 获得 $VF_1=(0.05-0)/5\text{min}=0.6\text{kg/h}$ ;

$|VF_1-V_{FR}|>\varepsilon$ 需要调整粉末速度;

由于 $V_{FR}-VF_1=1-0.6=0.4\geq|\varepsilon|$

所以 $\Delta V_1=|VP_1\times(1-VF_1/V_{FR})|=0.8\text{kg/h}$ , $\Delta P_1=|P_1\times(1-VF_1/V_{FR})|=2\text{kw}$ ;

由于 $VF_1<V_{FR}$ ,说明实际成型速度小于设定的需求成型速度,需要提高成型速度,由于 $VP_{\min}\leq VP_2\leq VP_{\max}$ , $P_{\min}\leq P_2\leq P_{\max}$ ,

则 $VP_2=VP_1+\frac{\Delta V_1}{2}=2.4\text{kg/h}$ , $P_2=P_1+\frac{\Delta P_1}{2}=6\text{kw}$ 。

[0030]

当 $k=2$ 时,

测得 $W_2=0.155\text{kg}$ ;

由于 $|W_S-W_2|>\delta$ ,打印继续进行;

通过计算公式获得 $VF_2=(0.155-0.05)/5\text{min}=1.26\text{kg/h}$ ;

$|VF_2-V_{FR}|>\varepsilon$ 需要调整粉末速度;

由于 $VF_2-V_{FR}=1.26-1=0.26\geq|\varepsilon|$

$\Delta V_2=|VP_2\times(1-VF_2/V_{FR})|=0.5\text{kg/h}$ , $\Delta P_2=|P_2\times(1-VF_2/V_{FR})|=1.24\text{kw}$ ;

由于 $VF_2>V_{FR}$ ,说明实际成型速度大于设定的需求成型速度,需要降低成型速度,由于 $VP_{\min}\leq VP_3\leq VP_{\max}$ , $P_{\min}\leq P_3\leq P_{\max}$ ,则 $VP_3=VP_2-\frac{\Delta V_2}{2}=2.15\text{kg/h}$ , $P_3=P_2-\frac{\Delta P_2}{2}=5.38\text{kw}$ ,

当 $k=3$ 时,

测得 $W_3=0.245\text{kg}$ ;

由于 $|W_S-W_3|>\delta$ ,打印继续进行;

通过计算公式获得 $VF_3=1.08\text{kg/h}$ ;

$|VF_3-V_{FR}|<\varepsilon$ ,不需要调整粉末速度;

则 $VP_4=VP_3=2.088\text{kg/h}$ , $P_4=P_3=5.22\text{kw}$ 。

[0031] ...

当 $k=n$ 时,

测得 $W_n=100.02\text{kg}$ ,

此时 $|W_S-W_n|<\delta$ ,3D打印结束。

[0032] 上述实施方式旨在举例说明本发明可为本领域专业技术人员实现或使用,对上述

实施方式进行修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,故本发明包括但不限于上述实施方式,任何符合本权利要求书或说明书描述,符合与本文所公开的原理和新颖性、创造性特点的方法、工艺、产品,均落入本发明的保护范围之内。



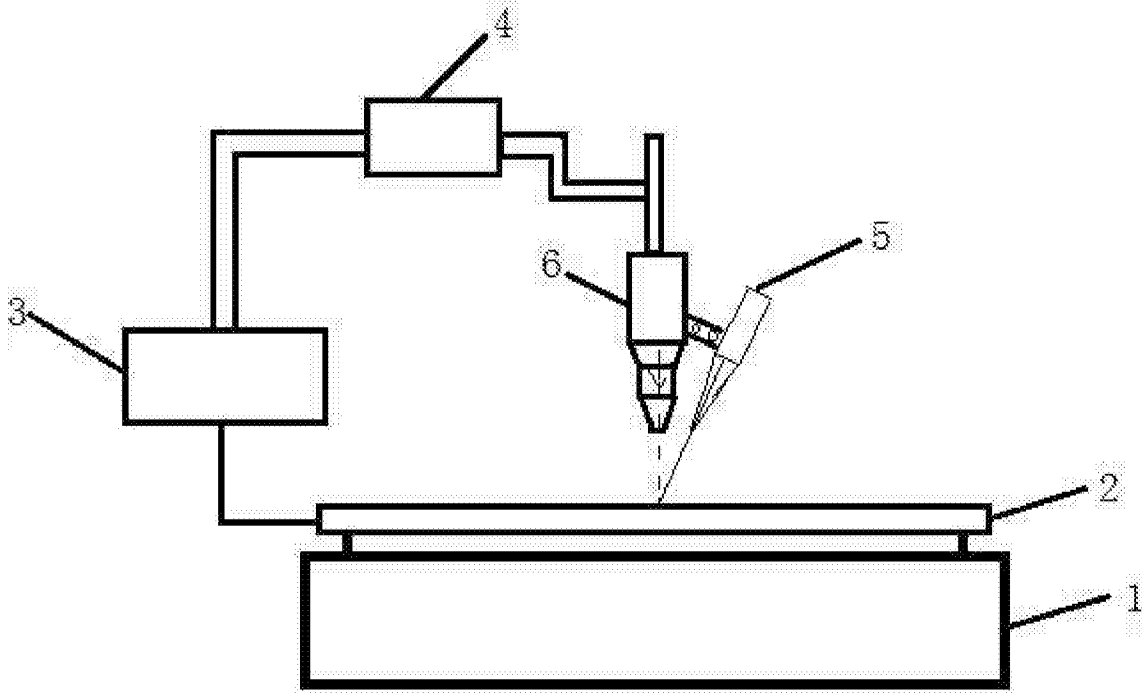


图1

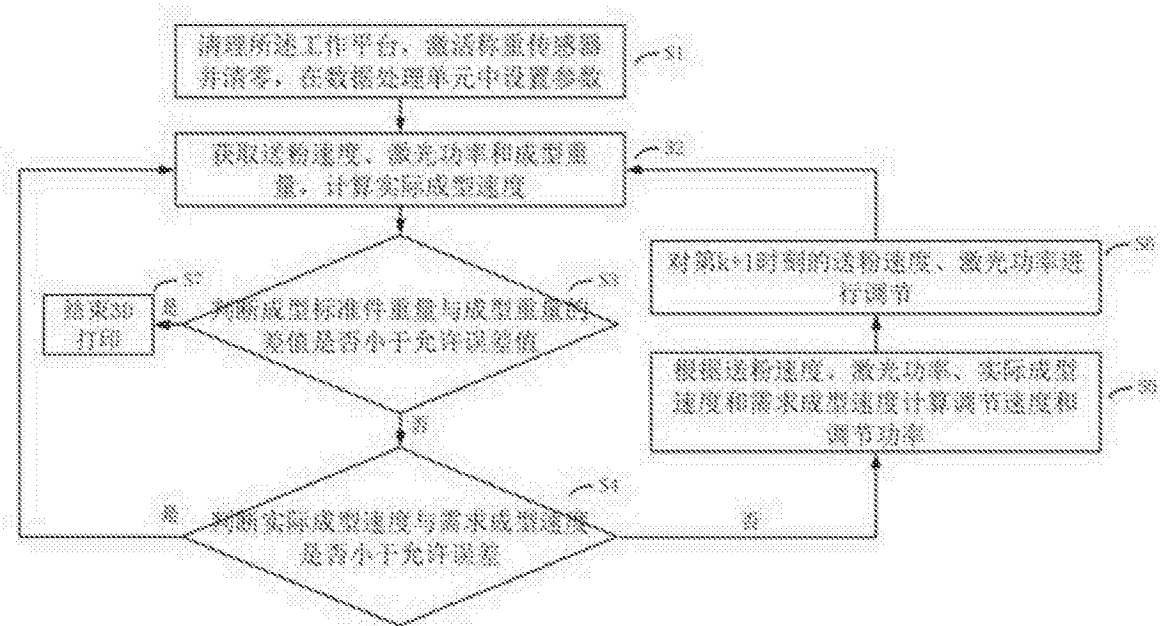


图2