



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114260588 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 09

(21) 申请号 202210020303.4

审查员 曹紫萱

(22) 申请日 2022.01.10

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114260588 A

(43) 申请公布日 2022.04.01

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 王红才

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理

事务所(普通合伙) 11390

专利代理师 吴迪

(51) Int. Cl.

B23K 26/362 (2014.01)

B23K 26/70 (2014.01)

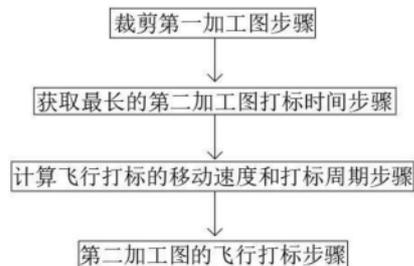
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种振镜式大幅面激光飞行打标方法

(57) 摘要

本发明涉及激光加工方法技术领域,提供了一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,包括裁剪第一加工图步骤,将第一加工图裁剪为振镜工作区面积1/2的多个第二加工图;获取最长的第二加工图打标时间步骤,将第二加工图放置在振镜工作区的一侧,获取各第二加工图的打标时间,从而获取最长的第二加工图打标时间;计算飞行打标的移动速度和打标周期步骤,根据最长的第二加工图打标时间及净移动距离计算飞行打标的移动速度和打标周期;第二加工图的飞行打标步骤,工件按飞行打标的移动速度移动,触发信号按打标周期同步启动,依次完成全部第二加工图的飞行打标;本发明能够实现高速、高效、大幅面的激光飞行打标,从而扩大飞行打标的应用范围。



1. 一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,其特征在于,包括下述步骤:

裁剪第一加工图步骤,将第一加工图裁剪为多个第二加工图,并且在所述第一加工图的长度>振镜工作区的边长时,将第一加工图裁切成 $n(\geq 1)$ 行 $m(\geq 1)$ 列的第二加工图;

所述第二加工图设置在振镜工作区靠近来料方向的一侧,所述第二加工图的长度为所述振镜工作区的边长,所述第二加工图的宽度满足以下条件:

$$l_1 = (l' + d_{11} - d_{12}) / 2;$$

$$v = (l' - d_{11} - d_{12}) / 2t;$$

其中, $l$ 为振镜工作区的边长, $l_1$ 为第二加工图的宽度, $l'$ 为打标开始时第二加工图左侧边与振镜工作区右侧边的距离, $d_{11}$ 为打标结束时第二加工图左侧边与打标开始时第二加工图右侧边的距离,也是本次打标的净移动距离, $d_{12}$ 为打标结束时第二加工图右侧边与振镜工作区右侧边的距离, $v$ 为飞行打标时工件移动的速度, $t$ 为第二加工图的打标时间。

2. 根据权利要求1所述的一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,其特征在于,还包括下述步骤:

减少第二加工图的数量,增加第二加工图的宽度。

3. 根据权利要求2所述的一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,其特征在于,还包括下述步骤:

所述第二加工图的宽度为长度的 $1/2$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,其特征在于,还包括下述步骤:

减少本次打标结束到下一次打标开始的延时时间,所述延时时间 $dt_1$ 的计算公式为: $dt_1 = d_{11} / v$ 。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,其特征在于,

还包括下述获取飞行打标的周期的步骤:

获取最长的第二加工图打标时间步骤,按静态打标的工艺参数测量或计算获取各所述第二加工图的打标时间,从而获取最长的第二加工图打标时间;

计算飞行打标的移动速度和打标周期步骤,根据最长的第二加工图打标时间及净移动距离计算飞行打标的移动速度和打标周期;

在全部第二加工图飞行打标时,工件移动的速度保持不变,将全部第二加工图飞行打标速度的最小值作为飞行打标的移动速度,飞行打标的周期满足以下条件:

$$T = l_1 / v_{\min} = l_1 t_{\max} / (l_1 - d_{11});$$

其中, $T$ 为飞行打标的周期, $v_{\min}$ 为第二加工图飞行打标速度的最小值, $t_{\max}$ 为第二加工图飞行打标时间的最大值。

6. 根据权利要求5所述的一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,其特征在于,设置 $d_{11} = 0$ , $T = t_{\max}$ 。

7. 根据权利要求5所述的一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,其特征在于,包括下述步骤:

获得第二加工图,以及飞行打标的移动速度和周期;

工件按所述移动速度移动,触发信号按所述周期同步启动,依次完成全部所述第二加工图的飞行打标。

8. 根据权利要求7所述的一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,其特征在于,所述触发信号包括 $n$ 个脉冲,触发脉冲的边沿同步触发振镜1至振镜 $m$ 的飞行打标,其中, $n \geq 1, m \geq 1$ 。

9. 根据权利要求7所述的一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,其特征在于,在所述第二加工图的飞行打标步骤中,所述工件匀速移动时,移动距离与移动时间为一一对应。

10. 根据权利要求7所述的一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,其特征在于,在所述计算飞行打标的移动速度和打标周期步骤中,所述净移动距离为0。

## 一种振镜式大幅面激光飞行打标方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及激光加工方法技术领域,具体涉及一种振镜式大幅面激光飞行打标方法。

### 背景技术

[0002] 振镜又称电流计扫描振镜,包括类电流计的摆动电机及其轴上安装的反射镜片。振镜通常用于激光扫描加工,驱动板与摆动电机组成了一套高精度、高速度的伺服控制系统。两套振镜与场镜可组成工作区为正方形的XY轴振镜模组,它与激光器、控制系统等组成一套振镜式激光打标系统。振镜式激光打标系统具有结构紧凑、加工速度快、使用方便等优点,广泛应用于各种材料的激光打标。

[0003] 通常的振镜式激光打标系统,工件相对场镜静止不动。针对流水线上工件的激光打标的需求,发展出振镜式激光飞行打标系统,其主要区别是,激光打标时工件相对场镜移动(通常是匀速移动)。飞行打标与静态打标相比,同一图形或图像的打标时间通常是相等的,只是振镜将工件移动的位移作了叠加。振镜式激光飞行打标系统不但适应流水线作业的需要,而且因连续自动上下料,能大幅提高加工效率,经济价值明显。

[0004] 由于受线宽、峰值功率等工艺参数的限制,振镜式激光打标系统的工作区不能太大。如加工图超出工作区,需将加工图裁剪为不超工作区的第二加工图,拼接加工。静态拼接比较简单,只要按工作区将加工图裁剪成第二加工图,每次按工作区的尺寸相对移动工件,再加工第二加工图即可。

[0005] 普通振镜式激光飞行打标,考虑到加工时工件相对场镜的移动,第二加工图的宽度(移动方向的尺寸)一般要小于振镜的工作区。如果加工图超出工作区,一个可行的方法是分块动态拼接加工。因此,现有技术中的普通振镜式激光飞行打标,无法实现高速、高效、大幅面的激光飞行打标,从而扩大飞行打标的应用范围。如何有效地解决上述技术难点,是目前本领域技术人员需解决的问题。

### 发明内容

[0006] 为了解决上述技术问题或者至少部分地解决上述技术问题,本发明提供振镜式大幅面激光飞行打标方法。

[0007] 一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,包括下述步骤:

[0008] 裁剪第一加工图步骤,将第一加工图裁剪为多个第二加工图,并且在所述第一加工图的长度>振镜工作区的边长时,将第一加工图裁切成 $n(\geq 1)$ 行 $m(\geq 1)$ 列的第二加工图;

[0009] 所述第二加工图设置在振镜工作区靠近来料方向的一侧,所述第二加工图的长度为所述振镜工作区的边长,所述第二加工图的宽度满足以下条件:

[0010]  $l1=(l'+d11-d12)/2$ ;

[0011]  $v=(l'-d11-d12)/2t$ ;

[0012] 其中,  $l$  为振镜工作区的边长,  $l_1$  为第二加工图的宽度,  $l'$  为打标开始时第二加工图左侧边与振镜工作区右侧边的距离,  $d_{l1}$  为打标结束时第二加工图左侧边与打标开始时第二加工图右侧边的距离, 也是本次打标的净移动距离,  $d_{l2}$  为打标结束时第二加工图右侧边与振镜工作区右侧边的距离,  $v$  为飞行打标时工件移动的速度,  $t$  为第二加工图的打标时间。

[0013] 进一步地, 还包括下述步骤:

[0014] 减少第二加工图的数量, 增加第二加工图的宽度。

[0015] 进一步地, 还包括下述步骤:

[0016] 减少本次打标结束到下一次打标开始的延时时间, 所述延时时间  $dt_1$  的计算公式为:  $dt_1 = d_{l1} / v$ 。

[0017] 进一步地, 还包括下述获取飞行打标的周期的步骤:

[0018] 获取最长的第二加工图打标时间步骤, 按静态打标的工艺参数测量或计算获取各所述第二加工图的打标时间, 从而获取最长的第二加工图打标时间;

[0019] 计算飞行打标的移动速度和打标周期步骤, 根据最长的第二加工图打标时间及净移动距离计算飞行打标的移动速度和打标周期;

[0020] 在全部第二加工图飞行打标时, 工件移动的速度保持不变, 将全部第二加工图飞行打标速度的最小值作为飞行打标的移动速度, 飞行打标的周期满足以下条件:

[0021]  $T = l_1 / v_{\min} = l_1 t_{\max} / (l_1 - d_{l1})$ ;

[0022] 其中,  $T$  为飞行打标的周期,  $v_{\min}$  为第二加工图飞行打标速度的最小值,  $t_{\max}$  为第二加工图飞行打标时间的最大值。

[0023] 进一步地, 还包括下述步骤:

[0024] 获得第二加工图, 以及飞行打标的移动速度和周期;

[0025] 工件按所述移动速度移动, 触发信号按所述周期同步启动, 依次完成全部所述第二加工图的飞行打标。

[0026] 进一步地, 所述触发信号包括  $n$  个脉冲, 触发脉冲的边沿同步触发振镜 1 至振镜  $m$  的飞行打标, 其中,  $n \geq 1, m \geq 1$ 。

[0027] 进一步地, 在所述第二加工图的飞行打标步骤中, 所述工件匀速移动时, 移动距离与移动时间为一一对应。

## 附图说明

[0028] 图1是本发明提供的振镜式大幅面激光飞行打标方法流程图;

[0029] 图2是本发明提供的第二加工图宽度与工件的移动速度之间的关系图;

[0030] 图3是本发明提供的第一加工图裁剪示意图;

[0031] 图4是本发明实施例提供的第一加工图裁剪示意图;

[0032] 图5是本发明实施例提供的第二加工图在振镜工作区的位置图;

[0033] 图6是本发明提供的时序图。

## 具体实施方式

[0034] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点, 下面结合附图和实施例

对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。以下实施例仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范畴。若未特别指明,实施例中所用的技术手段为本领域技术人员所熟知的常规手段。

[0035] 需要说明的是,在本文中,诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。术语“连接”、“相连”等术语应作广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接连接,也可以是通过中间媒介间接相连。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0036] 本发明提供了一种振镜式大幅面激光飞行打标方法,如图1所示,包括下述步骤:

[0037] 裁剪第一加工图步骤,将第一加工图裁剪为振镜工作区面积1/2的多个第二加工图,第二加工图的长度为振镜工作区的边长,宽度为长度的1/2;

[0038] 获取最长的第二加工图打标时间步骤,将第二加工图放置在振镜工作区的一侧,获取各第二加工图的打标时间,从而获取最长的第二加工图打标时间;

[0039] 计算飞行打标的移动速度和打标周期步骤,根据最长的第二加工图打标时间及净移动距离计算飞行打标的移动速度和打标周期;

[0040] 第二加工图的飞行打标步骤,工件按飞行打标的移动速度移动,触发信号按打标周期同步启动,依次完成全部第二加工图的飞行打标。

[0041] 在本发明中,通过裁剪第一加工图步骤、获取最长的第二加工图打标时间步骤、计算飞行打标的移动速度和打标周期步骤和第二加工图的飞行打标步骤,能够实现高速、高效、大幅面的激光飞行打标,从而扩大飞行打标的应用范围。

[0042] 如图2所示,单振镜飞行打标时,第二加工图宽度与工件的移动速度之间的关系式为:

$$[0043] \quad d_{11}=l_1-vt$$

$$[0044] \quad d_{12}=l'-(l_1+vt)$$

[0045] 可计算得

$$[0046] \quad l_1=(l'+d_{11}-d_{12})/2$$

$$[0047] \quad v=(l'-d_{11}-d_{12})/2t$$

[0048] 其中, $l$ 为振镜工作区的边长, $l_1$ 为第二加工图的宽度, $l'$ 为打标开始时第二加工图左侧边与振镜工作区右侧边的距离, $d_{11}$ 为打标结束时第二加工图左侧边与打标开始时第二加工图右侧边的距离,也是本次打标的净移动距离, $d_{12}$ 为打标结束时第二加工图右侧边与振镜工作区右侧边的距离, $v$ 为飞行打标时工件移动的速度, $t$ 为第二加工图的打标时间。

[0049] 为了拼接下一个第二加工图,如图2所示,下一次打标在本次打标结束再延时 $dt_1$ ( $=d_{11}/v$ )后开始,其中, $dt_1$ 为本次打标结束到下一次打标开始的延时时间, $v$ 为飞行打标时

工件移动的速度。

[0050] 下一次打标需在本次打标的第二加工图刚好离开图2中打标开始时第二加工图在振镜工作区位置时开始。

[0051] 如图2所示,在单振镜飞行打标时,为了提高打标的速度和效率: $t/(t+dt1)$ , 应尽量减少本次打标结束到下一次打标开始的延时时间,其中, $t$ 为第二加工图的打标时间, $dt1$ 为本次打标结束到下一次打标开始的延时时间。

[0052] 尽量减少本次打标结束到下一次打标开始的延时时间,也就是说,尽量减小打标结束时第二加工图左侧边与打标开始时第二加工图右侧边的距离,增加飞行打标时工件移动的速度。

[0053] 为了提高打标的效率,在单振镜飞行打标时,应减少第二加工图的数量,增加第二加工图的宽度。因为 $l' \leq 1$ ,当 $l' = 1$ , $d11=d12$ 且足够小时, $l1$ 接近最大,为 $1/2$ ,这时 $v=(1-2d11)/2t$ , $v$ 与 $t$ 成反比。

[0054] 本发明在计算飞行打标的移动速度和打标周期步骤中:

[0055] 在全部第二加工图飞行打标时,工件移动的速度保持不变,将全部第二加工图飞行打标速度的最小值作为飞行打标的移动速度,飞行打标的周期 $T=1/2v_{min}=lt_{max}/(1-2d11)$ ,其中, $v_{min}$ 为第二加工图飞行打标速度的最小值, $t_{max}$ 为第二加工图飞行打标时间的最大值, $d11$ 为净移动距离,与打标结束时第二加工图右侧边与振镜工作区右侧边的距离相等;

[0056] 当 $d11=0$ 时, $T=t_{max}$ 。

[0057] 本发明提供的实施例,假定净移动距离 $d11=2mm$ ,全部第二加工图飞行打标速度的最小值也即飞行打标的移动速度 $v_{min}=(1-2d11)/2t_{max}=1140mm/s$ 。飞行打标的周期 $T=1/2v_{min}=43.86ms$ 。

[0058] 本发明中,在第二加工图的飞行打标步骤中,触发信号包括 $n$ 个脉冲,触发脉冲的边沿同步触发振镜1至振镜 $m$ 的飞行打标,其中, $n \geq 1, m \geq 1$ 。

[0059] 在本发明中,触发信号的周期为 $T$ 。第一个脉冲触发完成小图 $P11$ 至 $Pm1$ 的飞行打标;第二个脉冲触发完成小图 $P12$ 至 $Pm2$ 的飞行打标;依次类推,第 $n$ 个脉冲触发完成小图 $P1n$ 至 $Pmn$ 的飞行打标。本发明提供的实施例,如图6所示,触发信号包括3个脉冲,其周期 $T$ 为 $43.86ms$ 。触发脉冲的上升沿同步触发振镜1至振镜3的飞行打标。第一个脉冲触发完成小图 $P11$ 至 $P31$ 的飞行打标;第二个脉冲触发完成小图 $P12$ 至 $P32$ 的飞行打标;第三个脉冲触发完成小图 $P13$ 至 $P33$ 的飞行打标。

[0060] 本发明在第二加工图的飞行打标步骤中,工件匀速移动时,移动距离与移动时间为一一对应。

[0061] 本发明提供的实施例,触发脉冲的间距 $T$ 对应工件移动的距离为 $Tv_{min}=1/2v_{min}=1/2=50mm$ 。触发脉冲也可通过测量装置测量工件移动的距离产生,每 $50mm$ 产生一个触发脉冲。其中,测量装置为编码器等现有技术中的测量装置。触发脉冲也可以由时钟产生。

[0062] 本发明提供的特例,如图1所示,在计算飞行打标的移动速度和打标周期步骤中,净移动距离为0。

[0063] 在本发明的裁剪第一加工图步骤中,如图3所示,阴影区为第一加工图,将第一加工图裁切成多个 $n(\geq 1)$ 行 $m(\geq 1)$ 列长 $l$ ,宽 $l/2$ 的第二加工图,用 $P11$ 至 $P1n$ 、 $P21$ 至 $P2n$ ... $Pm1$

至 $P_{mn}$ 表示,其中 $l$ 为振镜工作区的边长。用 $m$ 套振镜实现大图的飞行打标,也就是说,振镜数为 $m$ 。

[0064] 在获取最长的第二加工图打标时间步骤中,按静态打标的工艺参数测量或计算各第二加工图的打标时间,以获取各第二加工图的打标时间。如图3所示,各第二加工图的打标时间分别为 $t_{11}$ 至 $t_{1n}$ 、 $t_{21}$ 至 $t_{2n}$ ... $t_{m1}$ 至 $t_{mn}$ 。其中,最大值标记为 $t_{max}$ ,即为最长的第二加工图打标时间。

[0065] 在第二加工图的飞行打标步骤中,触发信号包括 $n$ 个脉冲,其周期为 $T$ 。触发脉冲的边沿同步触发振镜1至振镜 $m$ 的飞行打标。第一个脉冲触发完成第二加工图 $P_{11}$ 至 $P_{m1}$ 的飞行打标;第二个脉冲触发完成第二加工图 $P_{12}$ 至 $P_{m2}$ 的飞行打标;依次类推,第 $n$ 个脉冲触发完成第二加工图 $P_{1n}$ 至 $P_{mn}$ 的飞行打标。

[0066] 本发明可通过装备多套振镜而大幅提高激光打标的效率,具有显著的经济价值。

[0067] 以上所述并非是对本发明的限制,最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制。尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明。本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换,在不偏离本发明精神的基础上所做的修改或替换,均属于本发明要求保护的范围。

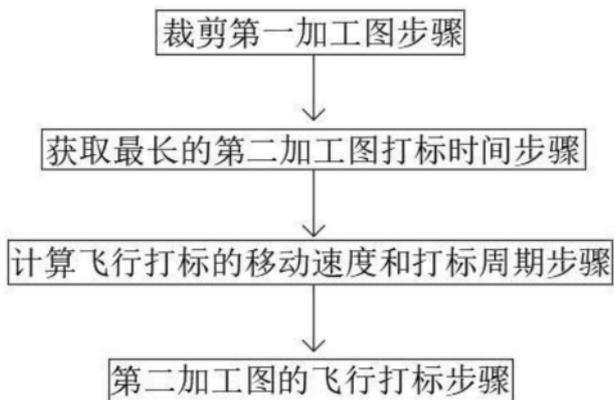


图1

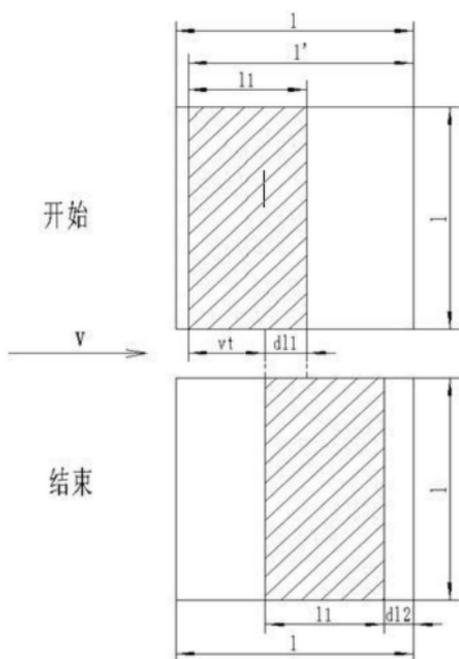


图2

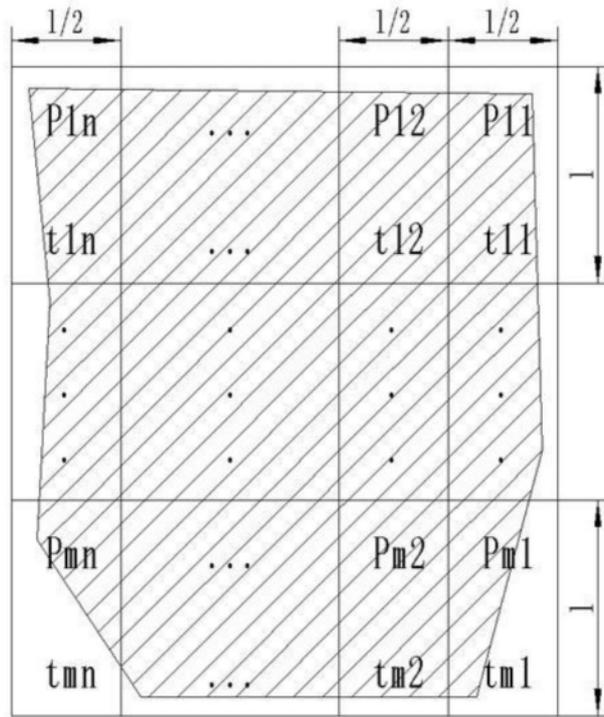


图3

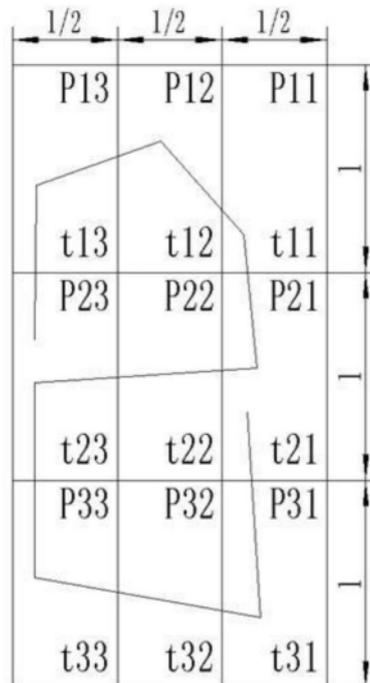


图4

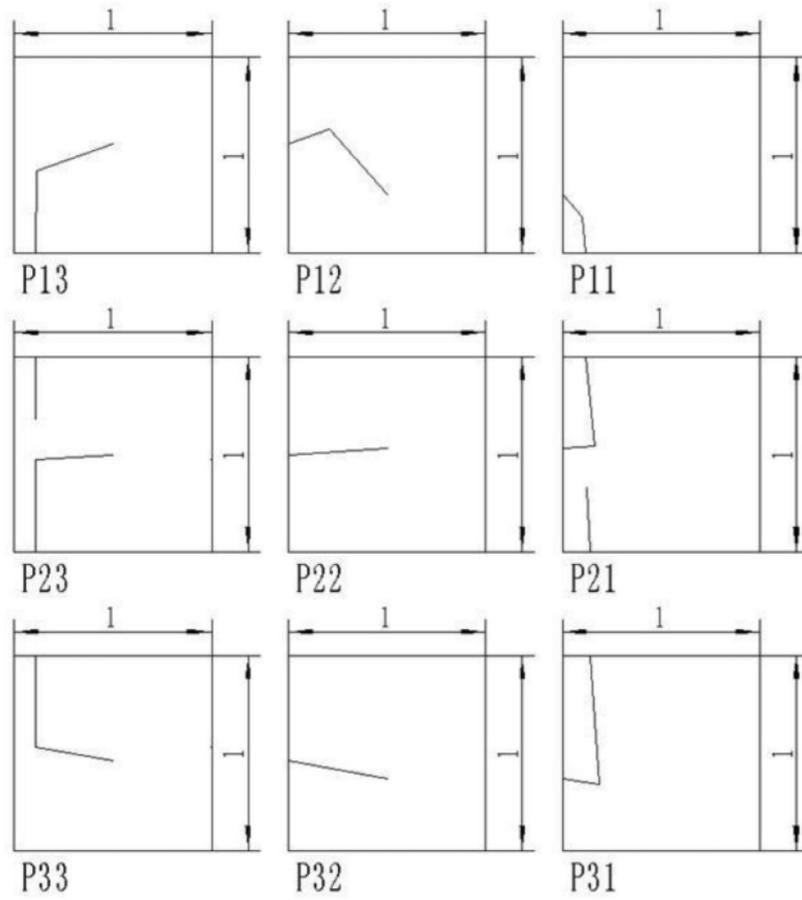


图5

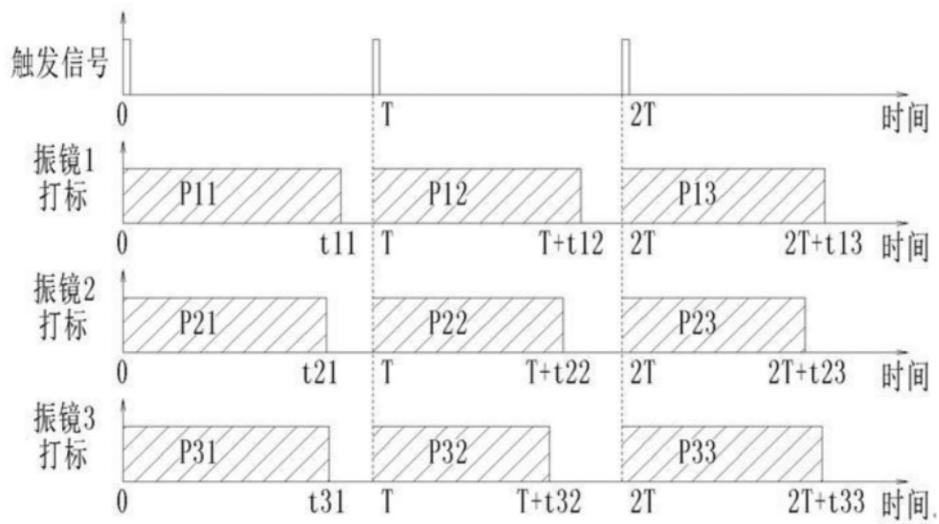


图6