



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104972008 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 14

(21) 申请号 201510317660. 7

(22) 申请日 2015. 06. 10

(71) 申请人 南京邮电大学

地址 210023 江苏省南京市亚东新城区文苑路 9 号

(72) 发明人 徐丰羽 申景金 蒋国平

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 张惠忠

(51) Int. Cl.

B21D 43/00(2006. 01)

B21D 43/18(2006. 01)

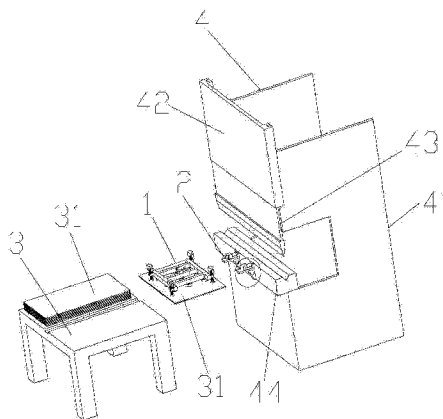
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种应用于自动化生产线的板材定位抓取系统及定位抓取方法

(57) 摘要

本发明公开了一种应用于自动化生产线的板材定位抓取系统及定位抓取方法,包括料架、机械手、取料手爪、定位装置、数控系统和折弯机。取料手爪包括取料架、若干个激振器、若干个电磁铁和若干个真空吸盘;每个激振器的固有频率均大于金属板材的固有频率。采用上述结构和方法后,真空吸盘与电磁铁交替使用,既满足分层中稳定性,又满足定位和折弯过程中的精准和高效。激振器与金属板材构成一个单自由度系统,当激振器的激励频率与板材的固有频率相等时,实现金属板材的分层。上述数控系统能判断是否存在“多抓”和“漏抓”问题,还能实时“感知”金属板材与手指间的接触情况,使定位装置的定位精度更高,而且不会产生机械干涉和碰撞。



1. 一种应用于自动化生产线的板材定位抓取系统,包括具有摆放区的料架、机械手和与机械手相连接的取料手爪,其特征在于:所述取料手爪包括取料架、设置于取料架边角上的若干个激振器、设置于取料架下表面上的若干个电磁铁和若干个真空吸盘;每个激振器均包括一根能沿取料架上下振动的竖向导杆,每根竖向导杆的底部均设置一个所述真空吸盘;每个激振器的固有频率均大于金属板材的固有频率;所述料架上还设置有抓取区。

2. 根据权利要求1所述的应用于自动化生产线的板材定位抓取系统,其特征在于:每个所述激振器均包括一个设置于竖向导杆顶部且具有两根输出轴的转子、设置于转子外周的定子和分别与转子的两根输出轴相连接的两块偏心质量块;位于取料架两侧的竖向导杆上均套装有一根弹簧。

3. 根据权利要求1所述的应用于自动化生产线的板材定位抓取系统,其特征在于:还包括数控系统,每个激振器均与该数控系统相连接。

4. 根据权利要求3所述的应用于自动化生产线的板材定位抓取系统,其特征在于:还包括至少两个定位装置和定位板材放置区,所有定位装置均相互平行地设置于定位板材放置区的前端侧边上;每个定位装置均包括一个固定设置于定位板材放置区上的压电传感器和设置于压电传感器前端的手指;每个压电传感器均与数控系统相连接。

5. 根据权利要求4所述的应用于自动化生产线的板材定位抓取系统,其特征在于:所述定位板材放置区为折弯机的下模。

6. 一种应用于自动化生产线的板材定位抓取方法,其特征在于:包括以下步骤:

第一步,抓取前准备:将金属板材整齐叠放于料架上的摆放区;

第二步,板料分层:机械手将取料手爪运行至第一步中摆放区的正上方,并向下移动,使取料手爪下方的真空吸盘压在待抓取金属板材上,真空吸盘动作、吸取待抓取金属板材,并向上提升;与此同时,位于取料手爪边角上的激振器启动,对待抓取金属板材进行激励,激振器的激励频率与金属板材的固有频率相等,待抓取金属板材在激振器的激励下,产生共振,实现与其相黏连的下层金属板材相分离;

第三步,板料抓取:机械手将第二步中与下层金属板材实现分离的待抓取金属板材,移动并放置在抓取区,后真空吸盘停止工作,电磁铁通电,将待抓取金属板材进行抓取。

7. 根据权利要求6所述的应用于自动化生产线的板材定位抓取方法,其特征在于:还包括第四步,板料定位:机械手将第三步中已经抓取的金属板材移送至定位装置处,并使金属板材的一条待定位侧边与其中至少两个定位装置的手指相触碰,金属板材的待定位侧边与每个手指的触碰力均在设定的偏差范围内。

8. 根据权利要求7所述的应用于自动化生产线的板材定位抓取方法,其特征在于:所述第四步板料定位过程中,当金属板材的待定位侧边仅与一个定位装置的手指相触碰时,与待定位侧边相触碰的定位装置的压电传感器产生触碰信号,并将触碰信号和检测的触碰力传递给数控系统,数控系统将接收的触碰信号和触碰力与设定的平行度误差进行比较、判定后,将指令机械手对金属板材的位置和姿态进行实时调整,直至金属板材的待定位侧边与其中至少两个定位装置的手指相触碰,且触碰力均在设定的偏差范围内。

9. 根据权利要求8所述的应用于自动化生产线的板材定位抓取方法,其特征在于:还包括第五步,翻转、定位步骤:当已经抓取的金属板材至少有两条侧边需要定位时,机械手将第四步中完成一条侧边定位的金属板材,进行翻转,依次对另外需要定位的侧边,按照第

四步的方法进行定位。

10. 根据权利要求 9 所述的应用于自动化生产线的板材定位抓取方法,其特征在于:所述第四步中,板料定位完成后,数控系统将自动记录已定位完成的坐标位置,并将该坐标位置作为下一块待定位金属板材的初定位坐标值。

## 一种应用于自动化生产线的板材定位抓取系统及定位抓取方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种金属板材加工生产线中的辅助装置及方法,特别是一种应用于自动化生产线的板材定位抓取系统及定位抓取方法。

### 背景技术

[0002] 汽车、电子、五金家电、电器、工程机械等领域需要大量的金属板材成型件,对国民经济诸多领域的发展具有举足轻重的作用。作为工业 4.0 宏观发展趋势在金属板材加工领域具体的拓展和延伸,近年来市场对金属板材自动化加工生产线的需求量与日俱增。与传统的单机加工模式相比,采用自动化生产线不仅节省劳动力成本,提高了工作效率,更重要的是对生产过程的产品质量,交货周期具有更好的可控性,这对于社会分工日益精细的现代化生产模式而言更为重要。

[0003] 金属板材自动化加工生产,在国外,尤其是汽车制造领域、五金家电领域早已经取得大规模的应用,技术也成熟。然而在国内,由于种种原因,起步相对较晚,只有少数规模较大的汽车制造企业取得应用,国内在该领域核心技术的缺乏是造成这种差距的主要因素之一。而加工过程中的板料精确定位与抓取技术就是其中的核心技术之一。

[0004] 在金属板材自动化生产线中,最后一道工序大多数情况下是以折弯成型结束的,而折弯成型前的板料抓取和精确定位对加工精度具有决定性影响。因此,本发明主要是应用于自动化生产线中,零件折弯前的精确定位和抓取,另外还可以应用于其他工序之中。

[0005] 目前生产线中定位抓取的现有技术主要存在以下几方面问题:

[0006] 1、板材定位精度不高

[0007] 一般采取的方法有如下几种:

[0008] 1) 如专利申请号为 201420133612.3 的专利申请,其采用一个独立的定位架,该定位架独立于送料机器人和折弯机,首先机械人将零件放置于定位架,定位后进行二次抓取,后再进行折弯。

[0009] 上述专利申请,一方面二次抓取过程本身存在误差,另一方面折弯精度还是依赖于机器人的重复定位精度,所以此方法的定位精度通常较差,而且工作效率很低。

[0010] 2) 在机械人上装有机械限位或者感应开关作为定位基准,此方法较方法 1) 虽然少了一个二次抓取过程,但是其定位精度仍然依赖于机器人的定位精度,精度较差。

[0011] 3) 通过数控折弯机自带的后挡料机构的挡指进行定位,该方法适合手工折弯操作,而当采用机器人进行自动上料时,极易出现机械碰撞,引发安全事故。

[0012] 上述现有技术的三种方法都没有能解决以下两个技术难点:

[0013] 1) 当板材发生平行度偏差(如板材与折弯模具刃口不平行)时,不能够有效地进行检测并及时纠正,更谈不上精确定位了。

[0014] 2) 有时零件需要进行换面加工时,换面过程会产生较大偏差,而上述任何一种方法都不能对换面产生的偏差进行及时快速的修正。

[0015] 2、板材黏连引起的误抓现象

[0016] 金属板料通常采用成摞堆放的方式摆放,板材间容易产生黏连效应粘连在一起,可能导致机械手错误地一次抓取多个板材零件进行加工,导致机器设备损毁和安全事故,这是生产当中必须严格杜绝的。

[0017] 现有技术通常,如申请号为 200420021412.5 的专利申请,其采用磁力分层技术,该技术通过几个具有较强磁场磁铁对成摞的板材进行磁化,使得板材表面间产生相互排斥的磁场力,进而达到分层的目的。

[0018] 然而上述技术存在的最大的问题就是,在磁铁周围存在较强磁场,当现场人员携带手机、电脑、手表、数码相机等电子产品靠近时,通常会损害这些电子仪器,另外还会对人体携带的心脏起搏器等医疗器械产生影响,甚至导致生命危险。另外上述采用该方法不能对抓取过程中的“多抓”和“漏抓”现象进行快速的检测。

[0019] 3、现有技术仅仅是将板材定位装置、抓取装置、分层装置简单机械地拼凑在一起,缺少一个系统、科学、高效的工作方法,使用效果欠佳。

## 发明内容

[0020] 本发明要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足,而提供一种应用于自动化生产线的板材定位抓取系统,该应用于自动化生产线的板材定位抓取系统能将金属板材的分层、抓取和定位进行有机整合,分层可靠,不会出现误抓,抓取精度高,且定位精度和效率高。

[0021] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

[0022] 一种应用于自动化生产线的板材定位抓取系统,包括具有摆放区的料架、机械手和与机械手相连接的取料手爪,其特征在于:所述取料手爪包括取料架、设置于取料架边角上的若干个激振器、设置于取料架下表面上的若干个电磁铁和若干个真空吸盘;每个激振器均包括一根能沿取料架上下振动的竖向导杆,每根竖向导杆的底部均设置一个所述真空吸盘;每个激振器的固有频率均大于金属板材的固有频率;所述料架上还设置有抓取区。

[0023] 每个所述激振器均包括一个设置于竖向导杆顶部且具有两根输出轴的转子、设置于转子外周的定子和分别与转子的两根输出轴相连接的两块偏心质量块;位于取料架两侧的竖向导杆上均套装有一根弹簧。

[0024] 还包括数控系统,每个激振器均与该数控系统相连接。

[0025] 还包括至少两个定位装置和定位板材放置区,所有定位装置均相互平行地设置于定位板材放置区的前端侧边上;每个定位装置均包括一个固定设置于定位板材放置区上的压电传感器和设置于压电传感器前端的手指;每个压电传感器均与数控系统相连接。

[0026] 所述定位板材放置区为折弯机的下模。

[0027] 本发明还提供一种应用于自动化生产线的板材定位抓取方法,该一种应用于自动化生产线的板材定位抓取方法能将金属板材的分层、抓取和定位进行有机整合,分层可靠,不会出现误抓,抓取精度高,且定位精度和效率高。

[0028] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

[0029] 一种应用于自动化生产线的板材定位抓取方法,包括以下步骤:

[0030] 第一步,抓取前准备:将金属板材整齐叠放于料架上的摆放区;

[0031] 第二步,板料分层:机械手将取料手爪运行至第一步中摆放区的正上方,并向下移动,使取料手爪下方的真空吸盘压在待抓取金属板材上,真空吸盘动作、吸取待抓取金属板材,并向上提升;与此同时,位于取料手爪边角上的激振器启动,对待抓取金属板材进行激励,激振器的激励频率与金属板材的固有频率相等,待抓取金属板材在激振器的激励下,产生共振,实现与其相黏连的下层金属板材相分离;

[0032] 第三步,板料抓取:机械手将第二步中与下层金属板材实现分离的待抓取金属板材,移动并放置在抓取区,后真空吸盘停止工作,电磁铁通电,将待抓取金属板材进行抓取。

[0033] 还包括第四步,板料定位:机械手将第三步中已经抓取的金属板材移送至定位装置处,并使金属板材的一条待定位侧边与其中至少两个定位装置的手指相触碰,金属板材的待定位侧边与每个手指的触碰力均在设定的偏差范围内。

[0034] 所述第四步板料定位过程中,当金属板材的待定位侧边仅与一个定位装置的手指相触碰时,与待定位侧边相触碰的定位装置的压电传感器产生触碰信号,并将触碰信号和检测的触碰力传递给数控系统,数控系统将接收的触碰信号和触碰力与设定的平行度误差进行比较、判定后,将指令机械手对金属板材的位置和姿态进行实时调整,直至金属板材的待定位侧边与其中至少两个定位装置的手指相触碰,且触碰力均在设定的偏差范围内。

[0035] 还包括第五步,翻转、定位步骤:当已经抓取的金属板材至少有两个侧边需要定位时,机械手将第四步中完成一条侧边定位的金属板材,进行翻转,依次对另外需要定位的侧边,按照第四步的方法进行定位。

[0036] 所述第四步中,板料定位完成后,数控系统将自动记录已定位完成的坐标位置,并将该坐标位置作为下一块待定位金属板材的初定位坐标值。

[0037] 本发明采用上述结构与方法后,具有如下有益效果:

[0038] 1. 取料手爪上设置有真空吸盘和电磁铁,真空吸盘由于自身存在一定的柔性,且不会使金属板材产生磁化黏连,用于分层过程中对金属板材的抓取;电磁铁由于吸取力大,动作响应迅速,不存在弹性变形,用在定位和折弯过程中对金属板材的抓取。真空吸盘与电磁铁交替配合使用,既满足分层过程中稳定性,又能够满足定位和折弯过程中的精准和高效。

[0039] 2. 取料手爪上设置的激振器与金属板材构成一个单自由度系统,当激振器的激励频率与板材的固有频率相等时,即能实现金属板材的分层,除此之外,上述数控系统还能根据电机的输出扭矩来判断是否存在“多抓”和“漏抓”问题。与现有技术相比,效率更高、可靠性更好,无强磁场干扰,因此安全性也更高。

[0040] 3. 上述定位装置的设置,具有如下几个显著优点:

[0041] 1) 通过压电传感器将金属板材与至少两个手指间的“接触力”实时反馈给数控系统,数控系统再根据反馈的“接触力”信号对金属板材的位置和姿态进行实时调整,整个定位和调整过程为实时的闭环控制,数控系统能够实时“感知”金属板材与手指间的接触情况,因此定位精度更高,而且不会产生机械干涉和碰撞。

[0042] 2) 由于至少两个手指可以分别感知板材与挡指间的“接触力”,因此能够实现对板材的平行度误差进行检测和调整。

[0043] 3) 定位装置作为定位基准,与折弯机的下模固定联接,相对于折弯机的坐标系固定,其定位精度不受机器人自身重复定位精度的影响,因此在生产过程中即便出现地基裂

缝（而这些因素在实际生产过程中总是不同程度的存在）、沉降等情况，即便机器人与折弯机间的相互位置发生变化，依然可以保证定位及加工精度。

[0044] 4) 数控系统将前一次定位对金属板材的坐标位置进行记录，并作为下一个工作循环金属板材定位的初定位坐标值，能够更加快速准确地实现金属板材的定位，对生产效率的提高非常明显。

[0045] 4. 本申请，对于自动化加工生产线而言，不仅仅是将各个功能模块机械地、简单地组合，更需要一个系统、科学的工作方法。否则不但不能将各个功能模块的效率最大程度发挥出来，反而会影响产品的精度、甚至引发安全事故。为此本发明在对板材摆放、抓取、分层、定位、折弯等功能模块进行合理划分后，提出一个更加系统的、科学的工作方法，采用该方法，可以最大限度地减小加工过程中冗余动作，能够最大程度地发挥出生产线的工作效率，同时还能保证加工精度和安全性。科学的工作方法决定各模块位置及布局，可减小占地面积。

### 附图说明

[0046] 图 1 显示了本发明一种应用于自动化生产线的板材定位抓取系统的结构示意图；

[0047] 图 2 显示了图 1 中取料手爪的放大结构示意图；

[0048] 图 3 显示了图 1 中圆圈区域内定位装置的放大结构示意图；

[0049] 图 4 显示了激振器的立体结构示意图；

[0050] 图 5 显示了激振器的内部剖视结构示意图；

[0051] 图 6 显示了单自由度动力学模型示意图；

[0052] 图 7 显示了偏心质量块所受周期性激励载荷随时间变化的关系；

[0053] 图 8 显示了金属板材随激振器振动的幅度与激励频率之间的变化关系；

[0054] 图 9 显示了板料分层时的结构示意图；

[0055] 图 10 显示了取料手爪将金属板材放置在料架的抓取区的结构示意图；

[0056] 图 11 显示了金属板材平行度调整的结构示意图；

[0057] 图 12 显示了金属板材沿 X 方向定位的示意图；

[0058] 图 13 显示了金属板材沿 Y 方向定位的示意图；

[0059] 图 14 显示了折弯过程中金属板材定位的示意图；

[0060] 图 15 显示了折弯过程中金属板材送料的示意图；

[0061] 图 16 显示了金属板材折弯的示意图；

[0062] 图 17 显示了一种应用于自动化生产线的板材定位抓取方法的流程示意图。

[0063] 其中有：

[0064] 1. 取料手爪；

[0065] 11. 取料架；111. 导向块；112. 导向块；

[0066] 12. 连接法兰；

[0067] 13. 电磁铁；

[0068] 14. 激振器；141. 定子；142. 转子；143. 偏心质量块；144. 竖向导杆；145. 弹簧；

[0069] 2. 定位装置；

[0070] 21. 压电传感器；22. 手指；23. 支架；

- [0071] 3. 料架；
- [0072] 31. 金属板材；311. X 向待定位侧边；312. Y 向待定位侧边；32. 摆放区；33. 抓取区；
- [0073] 4. 折弯机；
- [0074] 41. 机身；42. 滑块；43. 上模；44. 下模。

### 具体实施方式

[0075] 本申请的应用于自动化生产线的板材定位抓取系统和定位抓取方法，优选应用于零件折弯前的精确定位和抓取，当然，也还可以应用于其他工序之中。

[0076] 下面就零件折弯前的精确定位和抓取作为具体实施例，对本申请作进一步详细的说明。

[0077] 如图 1 所示，一种应用于自动化生产线的板材定位抓取系统，包括机械手、料架 3、取料手爪 1、至少两个定位装置 2、折弯机 4 和数控系统。

[0078] 上述折弯机 4 为现有技术，如图 1 所示，其包括机身 41、滑块 42、上模 43 和下模 44。其中，下模 44 位置固定，也即本申请中的定位板材放置区。上模 43 设置在滑块 42 上，能够上下滑动。

[0079] 如图 1 和图 4 所示，上述料架 3 包括摆放区 32 和抓取区 33，摆放区 32 内整齐叠放有若干片金属板材 31。

[0080] 如图 12 和图 13 所示，为后续方法说明的需要，本申请中每片金属板材 31 均具有一条 X 向待定位侧边 311 和一条 Y 向待定位侧边 312。当然，根据折弯过程的需要，金属板材 31 可以仅有一个 X 向定位侧边 311，也可以仅有一条 Y 向定位侧边 312，还可以有多条定位侧边。

[0081] 每个上述定位装置 2 均相互平行地设置于定位板材放置区（也即折弯机 4 的下模 44）的前端侧边上。定位装置 2 作为定位基准，与折弯机 4 的下模 44 固定联接，相对于折弯机 4 的坐标系固定，其定位精度不受机器人自身重复定位精度的影响，因此在生产过程中即便出现地基裂缝（而这些因素在实际生产过程中总是不同程度的存在）、沉降等情况，即便机器人与折弯机 4 间的相互位置发生变化，依然可以保证定位及加工精度。

[0082] 如图 3 所示，每个定位装置 2 均包括一个压电传感器 21、一个手指 22 和一个支架 23。支架 23 优选呈三角形，固定设置在下模 44 的前端侧边上。压电传感器 21 与数控系统相连接，上述手指 22 设置在压电传感器 21 的前端，手指 22 能与金属板材的待定位侧边相接触并碰撞。

[0083] 如图 2 所示，取料手爪 1 包括取料架 11、设置于取料架 11 边角上的若干个激振器 14、设置于取料架 11 下表面上的若干个电磁铁 13 和若干个真空吸盘 15。

[0084] 真空吸盘 15 由于自身存在一定的柔性，且不会使金属板材 31 产生磁化黏连，用于分层过程中对金属板材 31 的抓取；电磁铁 13 由于吸取力大，动作响应迅速，不存在弹性变形，用在定位和折弯过程中对金属板材的抓取。真空吸盘 15 与电磁铁 13 交替配合使用，既满足分层过程中稳定性，又能够满足定位和折弯过程中的精准和高效。

[0085] 所示取料架 11 的顶部设置有一个与机械手相连接的连接法兰 12。上述激振器 14 优选为四个。在取料架 11 的四个边角处分别固定设置有一个带有导向孔 112 的导向块



111,作为替换,也可直接在取料架 11 的四个边角处各设置一个导向孔即可。

[0086] 如图 4 和图 5 所示,每个激振器 14 均包括一根能沿取料架 11 上下振动的竖向导杆 144,每根竖向导杆 144 的底部均设置一个真空吸盘 15;每个激振器 14 的固有频率均大于金属板材 31 的固有频率。

[0087] 每个激振器 14 优选均包括一个设置于竖向导杆 144 顶部且具有两根输出轴的转子 142、设置于转子 142 外周的定子 141 和分别与转子 142 的两根输出轴相连接的两块偏心质量块 143,位于取料架 11 两侧的竖向导杆 144 上均套装有一根弹簧 145。

[0088] 进一步,每个激振器 14 均优选与该数控系统相连接。

[0089] 激振器 14 带动金属板材 31 进行板料分层的工作原理分析如下:

[0090] 激振器 14 和金属板材 31 能够简化为如图 6 所示的单自由度动力学模型。在图 6 中,m 代表模型质量块,其重量也即相当于本申请中激振器 14 的重量和金属板材 31 的重量之和。K 为弹簧刚度,C 代表阻尼,F(t) 代表转子 142 以  $\omega$  角速度旋转时,偏心质量块 143 的产生的周期激励载荷,且 F(t) 呈如图 7 所示的正弦波形变化,其中:

[0091]  $F(t) = A\sin(\omega t)$

[0092] 弹簧刚度 K 一般较大,而模型质量块 m 通常较小,因此该系统的固有频率通常较高,要较金属板材 31 自身的固有频率要高很多。

[0093] 该激振器 14 能够通过调整驱动电机(也即定子 141 和转子 142)的转速来调整固有频率,通常情况下,电机进行快速扫频,当激振器 14 的固有频率与金属板材 31 的固有频率相同时,金属板材 31 会产生共振。金属板材 31 共振时,会产生大幅度的振动,从而有利于实现金属板材 31 的分层。

[0094] 在图 8 中,f(n) 代表激振器 14 的固有频率,U 代表激振器 14 的激励频率低于激振器 14 的固有频率的工作范围。

[0095] 当激振器 14 的固有频率明显高于金属板材 31 的固有频率时,激振器 14 能够始终工作于其固有频率之下,即图 8 中“U”范围内,能够避免激振器 14 自身动力学特性对激励效果的影响,有利于提供稳定的激励力。

[0096] 一种应用于自动化生产线的板材定位抓取方法,如图 17 所示,包括以下步骤:

[0097] 第一步,抓取前准备:将金属板材 31 整齐叠放于料架 3 上的摆放区 32 内。

[0098] 第二步,板料分层:机械手将取料手爪 1 运行至第一步中摆放区 32 的正上方,并向下移动,使取料手爪 1 下方的真空吸盘 15 压在待抓取金属板材 31 上,真空吸盘 15 动作、吸取待抓取金属板材 31,并向上提升;与此同时,位于取料手爪 1 边角上的激振器 14 启动,对待抓取金属板材 31 进行激励,激振器 14 的激励频率与金属板材 31 的固有频率相等,待抓取金属板材 31 在激振器 14 的激励下,产生共振,如图 9 所示,实现与其相黏连的下层金属板材 31 相分离。

[0099] 上述板料分层步骤中,激振器 14 与金属板材 31 构成一个单自由度系统,通过激振器 14 产生的激励频率与金属板材 31 的固有频率相同,而使金属板材 31 产生共振实现的,一旦机器人错误地一次性吸取多个金属板材 31(或者没有吸取到金属板材 31),金属板材 31 的自振频率就会发生变化,电机的输出扭矩就会产生变化,数控系统将能根据这种变化,即刻判断金属板材 31 吸取错误,并发出错误报警,避免批量废品是安全事故的发生。也即,上述通过共振激励的方法对既能板料进行有效分层,还能够对板料抓取过程出现的“多抓”

或者“漏抓”等问题,进行监控和报警。

[0100] 第三步,板料抓取:机械手将第二步中与下层金属板材 31 实现分离的待抓取金属板材 31,移动并放置在抓取区 33,如图 10 所示。后真空吸盘 15 停止工作,电磁铁 13 通电,将待抓取金属板材 31 进行抓取。

[0101] 第四步,板料定位:机械手将第三步中已经抓取的金属板材 31 的一条待定位侧边,如图 12 所示的 X 向待定位侧边 311,移送至定位装置 2 处,并使 X 向待定位侧边 311 与其中至少两个定位装置 2 的手指 22 相触碰,且 X 向待定位侧边 311 与每个手指 22 的触碰力均在设定的偏差范围内。

[0102] 在进行板料定位折弯时,板料与模具刃口间的平行度误差时常存在,对加工精度影响很大,因此对这种平行度误差的自动化检测和调整意义重大。

[0103] 如图 11 所示,金属板材 31 的待定位侧边与下模 44 的刃口间存在平行度误差值,即为图 11 中的角度  $\alpha$ 。

[0104] 当取料手爪 1 抓取金属板材 31 进行定位时,金属板材 31 的待定位侧边仅能与一个定位装置 2 的手指相触碰,此时只有与待定位侧边相触碰的定位装置 2 的压电传感器 21 产生触碰信号,并将触碰信号和检测的触碰力传递给数控系统,数控系统将接收的触碰信号和触碰力与设定的平行度误差进行比较、判定后,将指令机械手对金属板材 31 的位置和姿态进行实时调整,直至金属板材 31 的待定位侧边与其中至少两个定位装置 2 的手指 22 相触碰,且触碰力均在设定的偏差范围内,平行度误差则调整完毕。

[0105] 板料定位完成后,数控系统将自动记录已定位完成的坐标位置,并将该坐标位置作为下一块待定位金属板材 31 的初定位坐标值。从而,能够更加快速准确地实现金属板材的定位,对生产效率的提高非常明显。

[0106] 第五步,翻转、定位步骤:当已经抓取的金属板材 31 至少有两个侧边需要定位时,机械手将第四步中完成一条侧边定位的金属板材 31,进行翻转,翻转后如图 13 所示,此时金属板材 31 的 Y 向待定位侧边 312 正对定位装置 2,然后,按照第四步的方法再次对 Y 向待定位侧边 312 进行定位。根据折弯等需要,如果还存其他需要的定位侧边,再依次对另外需要定位的侧边,按照第四步的方法进行板料定位。

[0107] 第六步,折弯过程中的板料定位与送料,工作过程如下:

[0108] 如图 14 所示,手指 22 最前端与下模 44 的刃口中心距离水平方向为  $d$ ,下模 44 的刃口在竖直方向为  $h$ ,其中  $d$  和  $h$  是经过测量和标定过的,其尺寸偏差被控制在合理的范围内。需要在距离金属板材 31 距离前端侧边为  $e$  值的距离上折一道  $90^\circ$  的弯。

[0109] 金属板材 31 在机器人的带动下,向上移动距离  $h$ ,再向右水平移动距离  $e+d$ ,与此同时折弯机 4 上的滑块 42 向下运动,直至上模 43 上的刃口刚好压在折弯线上,如图 15 所示。

[0110] 然后,如图 16 所示,滑块 42 继续向下运动,在上模 43 和下模 44 的共同作用下,将完成金属板材 31 的折弯成型。

[0111] 第七步,成品摆放:机械手将第六步完成折弯成型的金属板材 31,也即成品,进行整齐摆放。然后,重复第二步至第七步,完成自动化作业。

[0112] 对于自动化加工生产线而言,本申请不仅仅是将各个功能模块机械地、简单地组合,更需要一个系统、科学的工作方法。否则不但不能将各个功能模块的效率最大程度发挥

出来,反而会影响产品的精度、甚至引发安全事故。

[0113] 为此本发明在对金属板材摆放、抓取、分层、定位、折弯等功能模块进行合理划分后,提出一个更加系统的、科学的工作方法,采用该方法,可以最大限度地减小加工过程中冗余动作,能够最大程度地发挥出生产线的工作效率,同时还能保证加工精度和安全性。科学的工作方法决定各模块位置及布局,可减小占地面积。

[0114] 以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于上述实施方式中的具体细节,在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种等同变换,这些等同变换均属于本发明的保护范围。

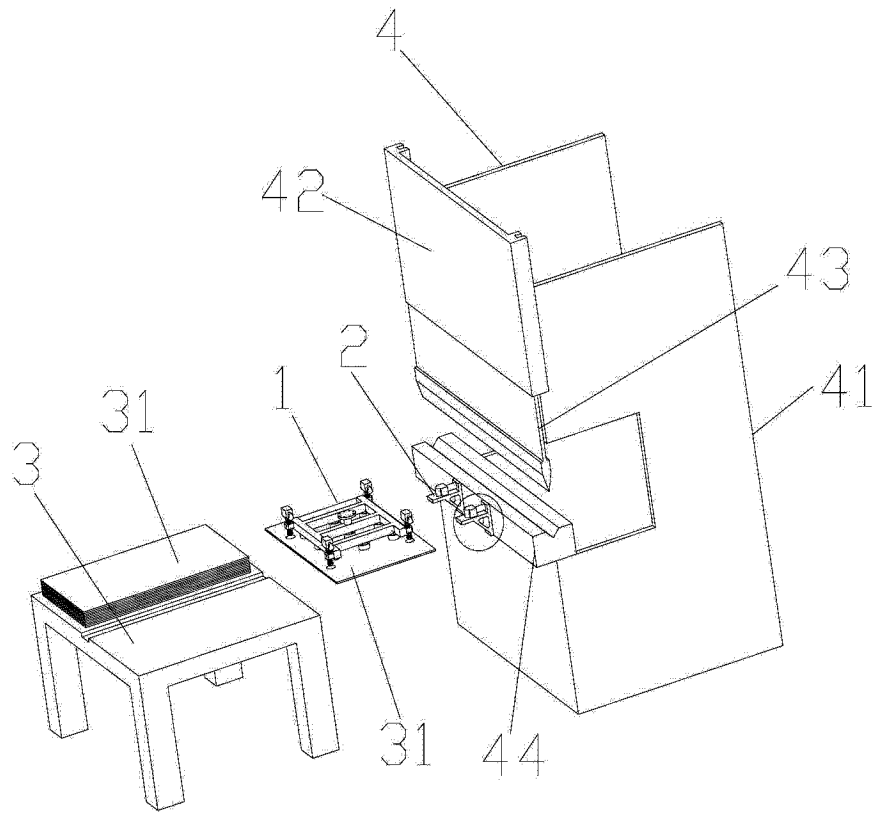


图 1

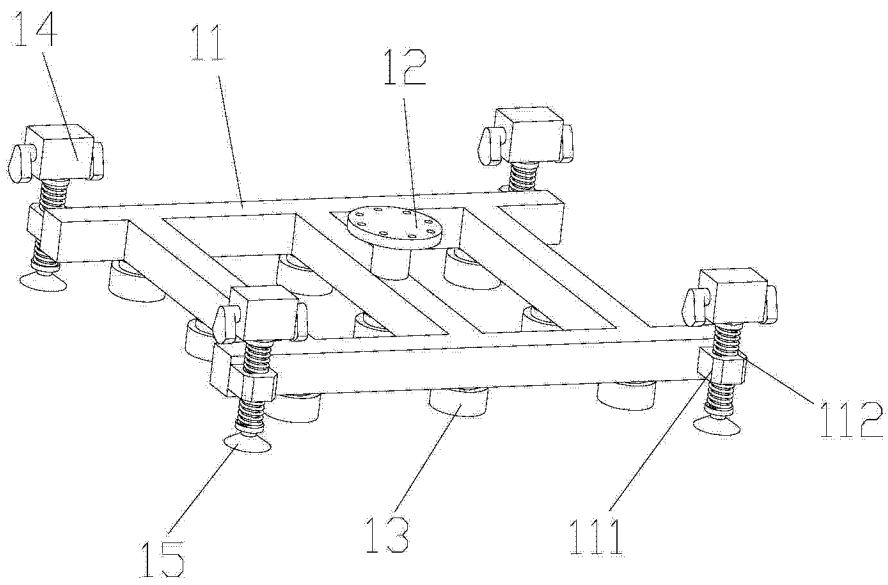


图 2

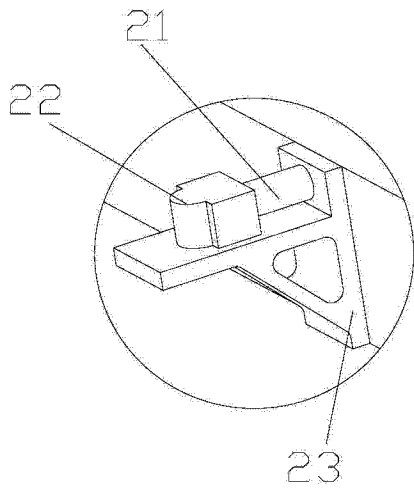


图 3

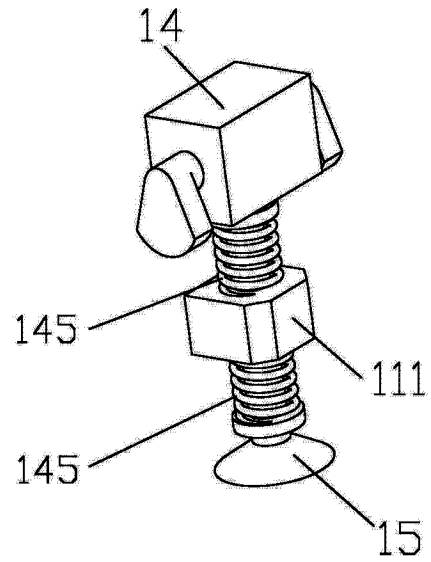


图 4

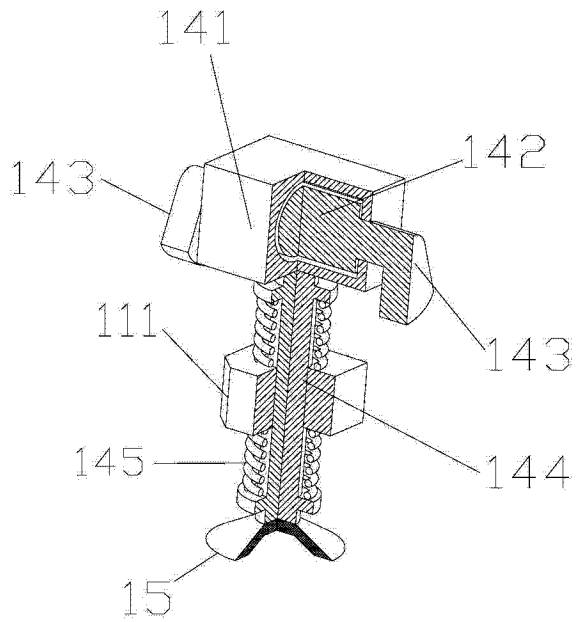


图 5

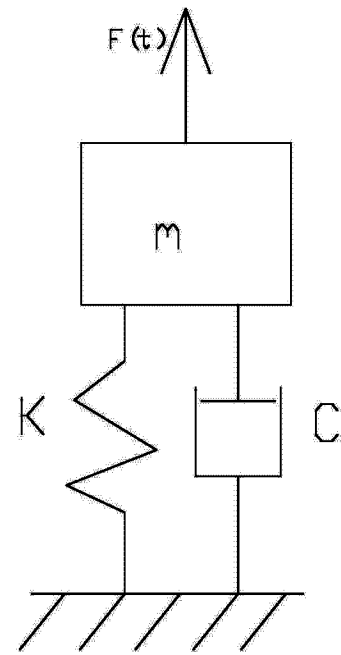


图 6

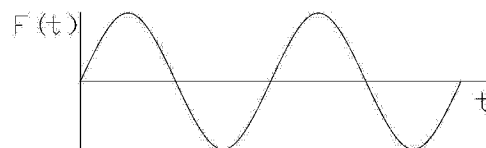


图 7

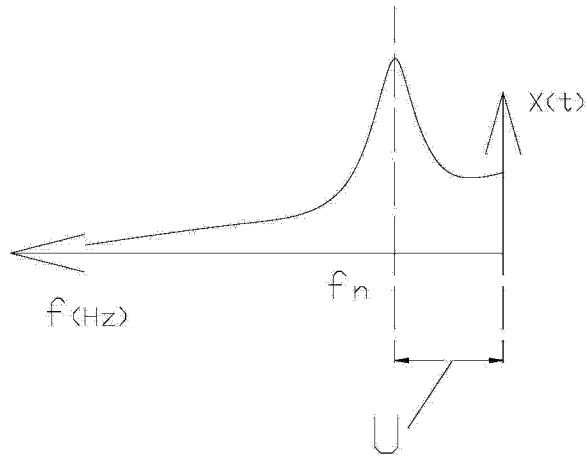


图 8

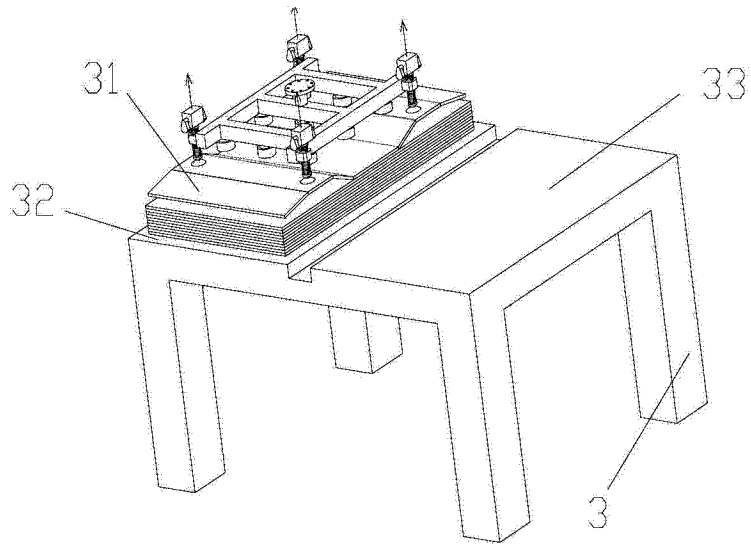


图 9

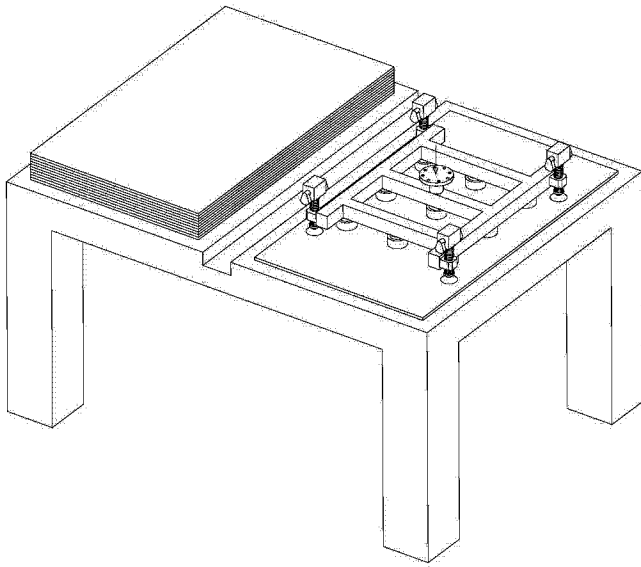


图 10

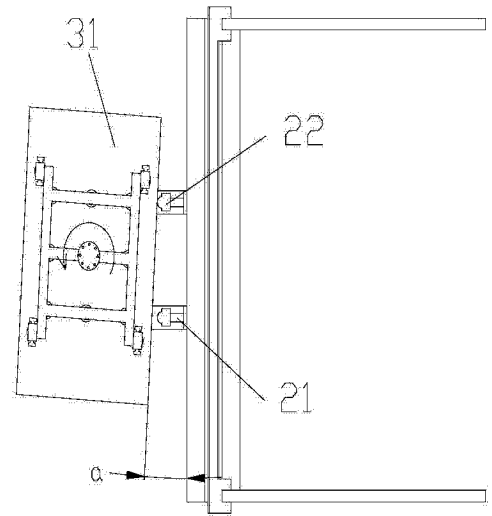


图 11

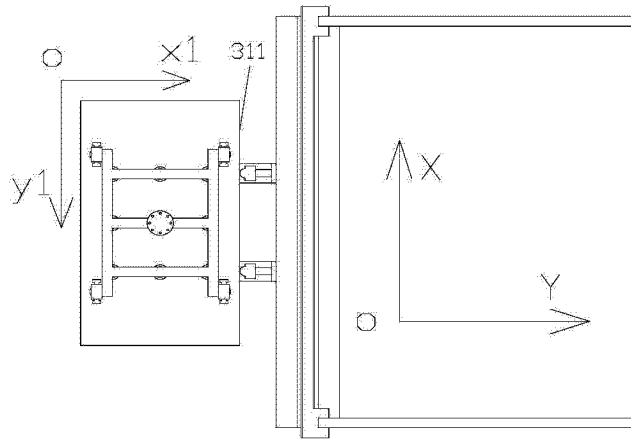


图 12

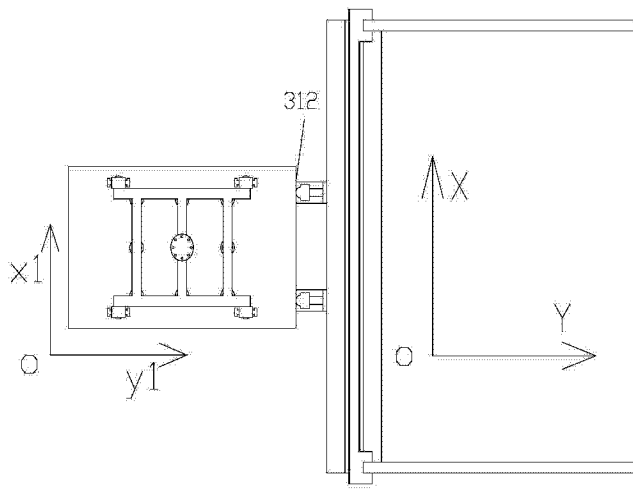


图 13

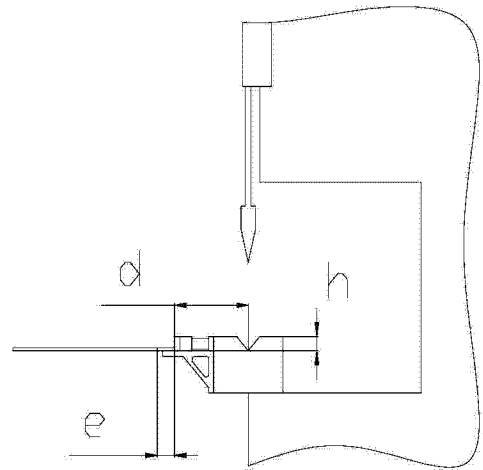


图 14

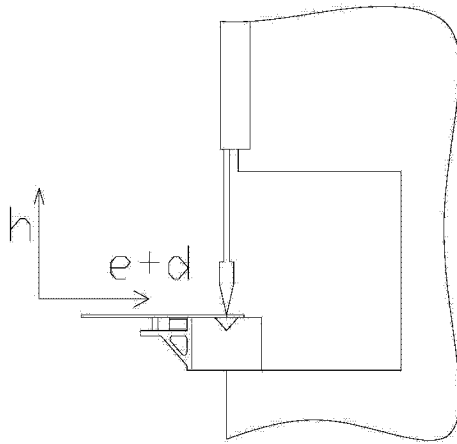


图 15

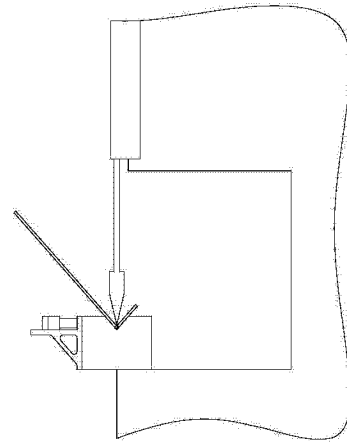


图 16



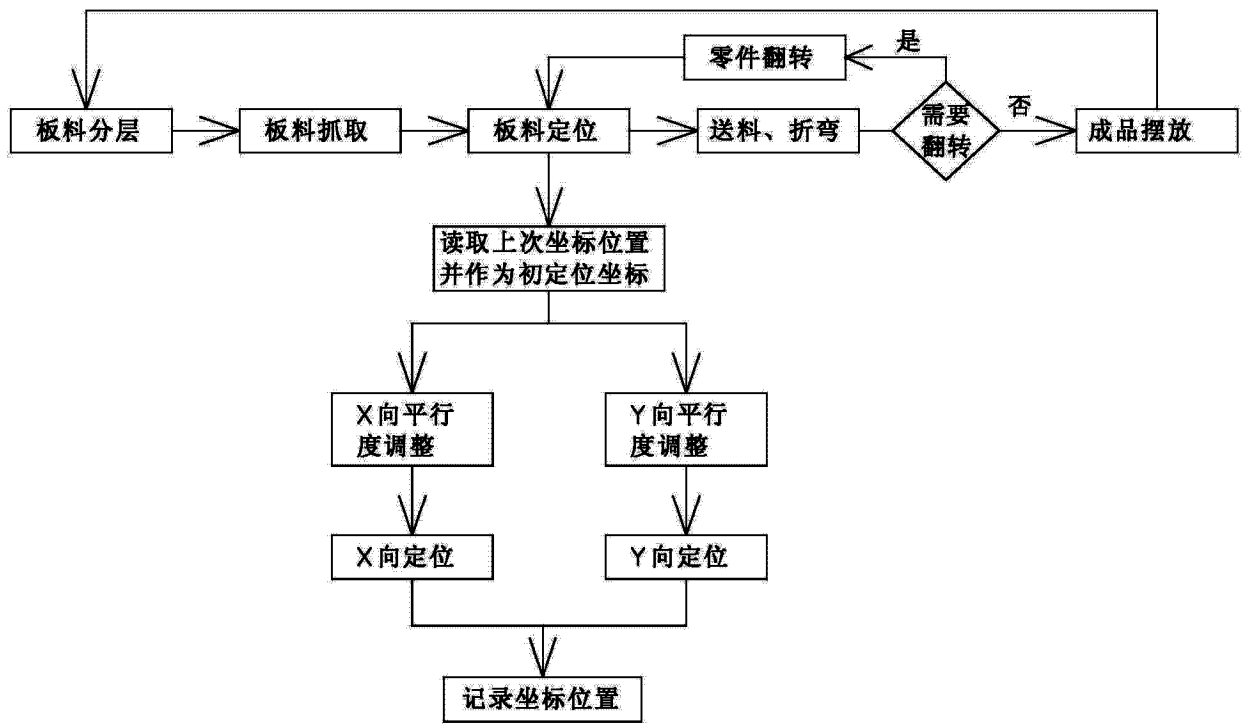


图 17