

一种金属线自动折弯机及其自动折弯方法

5 技术领域

本发明涉及一种金属加工技术，特别是一种金属线自动折弯机及其自动折弯方法。

背景技术

10 现有技术中由金属线折弯成型的吊耳产品，其通过采用定长的直线金属线材，经过几次折弯后最终成型；吊耳产品最初是采用人工利用折弯台钳等简陋工装生产，随着产量的增加，生产过程需要投入更多人力，自动化程度也不高，生产效率低，而且生产产品的质量也不稳定。现有技术存在人工折弯生产吊耳费时费力，工作强度高；生产效率低；质量不稳定及不能实现按节拍自动化生产等缺陷。迫切需要一种能按照一定生产节拍自动化折弯成型的金属线自动折弯机，实现定长的直线金属线材按节拍上料定位，按节拍折弯成型下线，并能满足后续自动化设备接口，即吊耳产品按节拍下线，后续设备可以按节拍自动抓取进入下道工序生产。

20 发明内容

本发明所要解决的技术问题是针对现有技术的上述缺陷，提供一种金属线自动折弯机及其自动折弯方法。

为了实现上述目的，本发明提供了一种金属线自动折弯机，其中，包括：
步进搬运机构，包括主机架、升降机构和平移机构，所述升降机构安装在
25 所述主机架上并沿所述主机架上下移动，所述平移机构与所述升降机构连接，所述平移机构相对于所述主机架分别在顺序设置的第一工位、第二工位、第三工位、第四工位和移出工位之间水平切换，所述平移机构上相对于所述第一工位、第二工位和第三工位分别设置有第一搬运手爪，相对于所述第四工位设置有第二搬运手爪；

30 第一折弯机构，设置在所述第一工位上，用于将定长金属直线对称折弯成

U 型金属线；

第二折弯机构，设置在所述第二工位上，用于将所述步进搬运机构搬运至所述第二工位的所述 U 型金属线的端部对称折弯成外翻结构；

第三折弯机构，设置在所述第三工位上，用于将所述步进搬运机构搬运至
5 所述第三工位的端部为外翻结构的所述 U 型金属线对称内折成型；以及

第四折弯机构，设置在所述第四工位上，用于将所述步进搬运机构搬运至所述第四工位的内折成型的所述 U 型金属线折弯成型为吊耳成品。

上述的金属线自动折弯机，其中，所述升降机构包括升降框架、升降缸、升降导轨、升降滑块和升降限位件，所述升降导轨安装在所述主机架上，所述
10 升降框架通过所述升降滑块与所述升降导轨连接，所述升降缸安装在所述主机架的底部并与所述升降框架连接，以带动所述升降框架相对于所述主框架上下移动；所述升降限位件对应于所述升降导轨的底端安装在所述主机架上，以保证所述升降框架的下降高度与工件的抓取位置高度适配。

上述的金属线自动折弯机，其中，所述平移机构包括：平移缸、平移横梁、
15 平移导轨、横移滑块、平移挡块和平移限位件，所述平移横梁安装在所述平移导轨上，平移导轨与所述横移滑块连接，所述横移滑块安装在所述升降框架的前面板上，所述平移缸与所述平移横梁连接并带动所述平移横梁往返水平移动，所述平移挡块安装在所述平移横梁下端，与所述平移限位件配合以保证平移的步进距离，所述平移横梁的前侧分别对应于所述第一工位、第二工位和第三
20 工位安装有所述第一搬运手爪，对应于所述第四工位安装有所述第二搬运手爪。

上述的金属线自动折弯机，其中，所述第一折弯机构包括：

框架平台，设置在所述第一工位处，所述框架平台的台面上设置有导引槽；

举升机构，包括举升梁、举升缸和导引口，所述导引口安装在所述导引槽
25 的一侧，所述举升梁位于所述框架平台的台面下方并正对所述导引槽设置，所述举升缸安装在所述框架平台上并与所述举升梁连接；

第一定位机构，包括成型定位块、动态成型块和折弯压板，所述成型定位块安装在所述框架平台的台面上并位于所述导引槽的一侧，对应于所述成型定位块设置有第一凹槽；所述折弯压板通过压板滑轨安装在所述框架平台的台面
30 上并位于所述导引槽的另一侧；所述动态成型块对应于所述成型定位块对称设

置并与所述折弯压板铰接,所述动态成型块具有与所述成型定位块适配的成型表面;以及

第一成型机构,包括第一折弯加压缸和压力摆臂,所述第一折弯加压缸安装在所述框架平台上并与所述压力摆臂连接,所述压力摆臂通过压板横梁与所述折弯压板连接。

上述的金属线自动折弯机,其中,所述折弯压板上还设置有弹性驱动件,包括成型弹性压块、弹簧调整杆和弹簧,所述弹簧调整杆安装在所述折弯压板上,所述成型弹性压块的前端与所述动态成型块的后端抵接,所述弹簧的两端分别与所述弹簧调整杆和成型弹性压块的后端抵接。

上述的金属线自动折弯机,其中,所述第二折弯机构包括:
安装基板,设置在所述第二工位上;

第二定位机构,包括定位块、折弯固定块、折弯移动块和中间限位块,所述定位块设置在所述安装基板上,所述中间限位块对应于所述定位块设置,所述折弯固定块对称设置在所述中间限位块的两侧,所述折弯移动块对应于所述折弯固定块对称设置在所述中间限位块的一端,所述折弯移动块与所述折弯固定块上分别设置有互相适配的加工面;所述安装基板上对应于所述定位块设置有第二凹槽;以及

第二成型机构,包括第二折弯加压缸、第二折弯滑板、第二折弯导轨、第二移动折弯底座滑块、第二折弯滑板导轨和第二折弯连杆,所述第二折弯加压缸与所述第二折弯滑板连接,所述第二折弯滑板通过所述第二折弯滑板导轨安装在所述安装基板的底面上,对称设置的所述第二折弯连杆的一端分别与所述第二折弯滑板铰接,所述第二折弯连杆的另一端分别与所述第二移动折弯底座滑块连接,所述第二移动折弯底座滑块通过所述第二折弯导轨安装在所述安装基板的底面上,所述第二折弯底座滑块分别与所述折弯移动块连接,并带动所述折弯移动块同步相向或相背移动。

上述的金属线自动折弯机,其中,所述第三折弯机构包括:
基板,设置在所述第三工位上;

第三定位机构,安装在所述基板上,包括定位件、折弯固定件、折弯移动件和中间限位件,所述定位件设置在所述基板上,所述中间限位件对应于所述定位件设置,所述折弯固定件对称设置在所述中间限位件的两侧,所述折弯移

动件对应于所述折弯固定件对称设置在所述中间限位件的两侧，所述折弯移动件和所述中间限位件上分别设置有互相适配的加工面；所述基板上对应于所述定位件设置有第三凹槽；以及

第三成型机构，包括第三折弯加压缸、第三折弯滑板、第三折弯滑块、第三折弯摆杆、第三折弯连杆，所述第三折弯加压缸与第三折弯滑板连接，所述第三折弯滑板通过第三折弯滑板导轨安装在所述基板的底面上，所述第三折弯滑块通过第三折弯滑块导轨安装在所述基板上，对称设置的所述第三折弯连杆的一端分别与第三折弯滑板铰接，所述第三折弯连杆的另一端分别与第三折弯摆杆的一端连接，所述第三折弯摆杆的另一端与第三折弯滑块连接，所述第三折弯滑块与折弯移动件连接，并带动所述折弯移动件同步相向或相背移动。

上述的金属线自动折弯机，其中，所述第四折弯机构包括：

立式框架，设置在所述第四工位上，包括底座和立柱；

第四定位机构，设置在所述底座的上表面，包括端部折弯块和固定块，所述固定块上设置有第四凹槽；

上成型机构，包括上折弯加压缸、上折弯滑板和上折弯滑块，所述上折弯加压缸安装在所述立柱上，所述上折弯滑板通过上折弯滑板导轨安装在所述立柱上，所述上折弯滑块通过上折弯滑块导轨安装在所述上折弯滑板上，所述上折弯滑板的底部设置有端部折弯压块；以及

下成型机构，对应于所述第四定位机构设置在所述底座的倾斜面上，包括下折弯加压缸和下折弯滑块，所述下折弯加压缸与下折弯滑块连接，所述下折弯滑块通过下折弯滑块导轨安装在所述底座上。

上述的金属线自动折弯机，其中，所述上成型机构还包括弹性调节机构，包括调整螺套定位块、上限位螺杆和上折弯弹簧，所述上限位螺杆通过上弹簧调整螺套安装在所述调整螺套定位块内并与所述上折弯滑块的顶部连接，所述上折弯弹簧的两端分别抵接在所述上折弯滑块的顶面和所述上弹簧调整螺套的底端。

为了更好地实现上述目的，本发明还提供了一种金属线自动折弯方法，其中，包括如下步骤：

S100、将定长金属直线在金属线自动折弯机的第一工位上定位，第一折弯

机构将所述金属直线对称折弯成 U 型金属线；

S200、步进搬运机构将所述 U 型金属线搬运到第二工位，第二折弯机构将所述 U 型金属线的端部对称折弯成外翻结构；

5 S300、所述步进搬运机构将端部为外翻结构的所述 U 型金属线搬运到第三工位，第三折弯机构将所述 U 型金属线对称内折成型；

S400、所述步进搬运机构将内折成型的所述 U 型金属线搬运到第四工位，第四折弯机构将所述 U 型金属线折弯成型为吊耳成品；以及

S500、所述步进搬运机构将所述吊耳成品搬运下线。

本发明的技术效果在于：

10 本发明可以自动实现金属吊耳的折弯生产，该自动折弯机实现了结构机构的块化，整体结构简单紧凑，方便操作、维修和维护；能实现标准直径的金属线材自动化折弯，可实现金属线材铝、铜、铁等金属材质以及复合材料线材的自动化折弯。

15 以下结合附图和具体实施例对本发明进行详细描述，但不作为对本发明的限定。

附图说明

图 1A、1B 为本发明一实施例的结构示意图；

图 2 为本发明一实施例的自动化折弯工艺过程图；

20 图 3 为本发明一实施例的第一折弯机构结构示意图；

图 4 为图 3 的剖视图；

图 5A、5B 为第一折弯机构工作过程示意图；

图 6A 为本发明一实施例的第二折弯机构结构示意图；

图 6B 为图 6A 的另一面结构示意图；

25 图 7A、7B 为第二折弯机构工作过程示意图；

图 8A 为本发明一实施例的第三折弯机构结构示意图；

图 8B 为图 8A 的另一面结构示意图；

图 9A、9B 为第三折弯机构工作过程示意图；

图 10 为本发明一实施例的第四折弯机构结构示意图；

30 图 11 为图 10 的剖视图；

图 12 为图 10 另一工位加工剖视图；
图 13A 为本发明一实施例的步进搬运机构结构示意图；
图 13B 为图 13A 的俯视图。
其中，附图标记

- 51 第一折弯机构
- 11 框架平台
- 12 第一定位机构
- 121 动态成型块
- 122 成型定位块
- 10123 折弯压板
- 1231 压板滑轨
- 1232 压板横梁
- 124 弹簧压片
- 13 举升机构
- 15131 导引口
- 132 举升梁
- 133 举升缸
- 14 第一成型机构
- 141 第一折弯加压缸
- 20142 压力摆臂
- 143 摆臂中间轴
- 144 承压滑块
- 145 缸杆销轴
- 146 限位螺栓
- 25147 弹簧
- 148 弹簧调整杆
- 149 成型弹性压块
- 15 第一凹槽
- 2 第二折弯机构
- 3021 安装基板

	22	第二定位机构
	221	定位块
	222	折弯固定块
	223	折弯移动块
5	224	中间限位块
	23	第二成型机构
	231	第二折弯加压缸
	232	第二折弯滑板
	233	第二折弯导轨
10	234	第二移动折弯底座滑块
	235	第二底座滑块销轴
	236	第二折弯滑板导轨
	237	第二折弯连杆
	238	第二限位螺杆
15	24	第二凹槽
3		第三折弯机构
	31	基板
	32	第三定位机构
	321	定位件
20	322	折弯固定件
	323	折弯移动件
	324	中间限位件
	33	第三成型机构
	331	第三折弯加压缸
25	332	第三折弯滑板
	3321	第三折弯滑板导轨
	333	第三折弯滑块
	3331	第三折弯滑块导轨
	3332	第三折弯滑块转接块
30	334	第三限位螺杆

	335	第三折弯连杆
	3351	第三连接销轴
	336	第三折弯摆杆
	3361	第三固定转轴
5	3362	第三折弯滑块销轴
	337	第三对中限位滑块
	34	第三凹槽
4		第四折弯机构
	41	立式框架
10	42	第四定位机构
	421	端部折弯块
	422	固定块
	43	上成型机构
	431	上折弯加压缸
15	432	上折弯滑板
	4321	上折弯滑板导轨
	433	上折弯滑块
	4331	上折弯滑块导轨
	434	端部折弯压块
20	435	上限位螺杆
	436	上弹簧调整螺套
	437	调整螺套定位块
	438	上折弯弹簧
	44	下成型机构
25	441	下折弯加压缸
	442	下折弯滑块
	443	下折弯滑块导轨
	45	第四凹槽
5		步进搬运机构
30	51	主机架

	52	升降机构
	521	升降导轨
	522	升降滑块
	523	升降框架
5	524	升降限位件
	525	升降缸
	53	平移机构
	531	平移横梁
	532	平移挡块
10	533	平移限位件
	534	平移缸
	535	平移导轨
	536	横移滑块
	54	第一搬运手爪
15	55	第二搬运手爪
	6	金属线
	7	吊耳
	A	第一工位
	B	第二工位
20	C	第三工位
	D	第四工位
	E	移出工位

具体实施方式

25 下面结合附图对本发明的结构原理和工作原理作具体的描述：

 参见图 1A 及图 1B，图 1A、1B 为本发明一实施例不同工作状态的结构示意图。本发明的金属线自动折弯机，用于实现金属吊耳 7 产品的自动化生产，该金属线自动折弯机包括：步进搬运机构 5，包括主机架 51、升降机构 52 和平移机构 53，所述升降机构 52 安装在所述主机架 51 上并沿所述主机架 51 上

30 下移动，所述平移机构 53 与所述升降机构 52 连接，所述平移机构 53 相对于

所述主机架 51 分别在顺序设置的第一工位 A、第二工位 B、第三工位 C、第四工位 D 和移出工位 E 之间水平切换，所述平移机构 53 上相对于所述第一工位 A、第二工位 B 和第三工位 C 分别设置有第一搬运手爪 54，相对于所述第四工位 D 设置有第二搬运手爪 55；第一折弯机构 1，设置在所述第一工位 A 上，用于将定长金属直线对称折弯成 U 型金属线 6；第二折弯机构 2，设置在所述第二工位 B 上，用于将所述步进搬运机构 5 搬运至所述第二工位 B 的所述 U 型金属线 6 的端部对称折弯成外翻结构；第三折弯机构 3，设置在所述第三工位 C 上，用于将所述步进搬运机构 5 搬运至所述第三工位 C 的端部为外翻结构的所述 U 型金属线 6 对称内折成型；以及第四折弯机构 4，设置在所述第四工位 D 上，用于将所述步进搬运机构 5 搬运至所述第四工位 D 的内折成型的所述 U 型金属线 6 折弯成型为吊耳 7 成品。

参见图 2，图 2 为本发明一实施例的自动化折弯工艺过程图。本发明的金属线 6 自动折弯方法，包括如下步骤：

步骤 S100、将定长金属直线在金属线自动折弯机的第一工位 A 上定位，
15 第一折弯机构 1 将所述金属直线对称折弯成 U 型金属线 6；

步骤 S200、步进搬运机构 5 将所述 U 型金属线 6 搬运到第二工位 B，第二折弯机构 2 将所述 U 型金属线 6 的端部对称折弯成外翻结构；

步骤 S300、所述步进搬运机构 5 将端部为外翻结构的所述 U 型金属线 6 搬运到第三工位 C，第三折弯机构 3 将所述 U 型金属线 6 对称内折成型；

20 步骤 S400、所述步进搬运机构 5 将内折成型的所述 U 型金属线 6 搬运到第四工位 D，第四折弯机构 4 将所述 U 型金属线 6 折弯成型为吊耳 7 成品；
以及

步骤 S500、所述步进搬运机构 5 将所述吊耳 7 成品搬运下线。

参见图 3-图 5B，图 3 为本发明一实施例的第一折弯机构 1 结构示意图，
25 图 4 为图 3 的剖视图，图 5A、5B 为第一折弯机构 1 工作过程示意图。本实施例中，所述第一折弯机构 1 包括：框架平台 11，设置在所述第一工位 A 处，所述框架平台 11 的台面上设置有导引槽；举升机构 13，包括举升梁 132、举升缸 133 和导引口 131，所述导引口 131 安装在所述导引槽的一侧，所述举升梁 132 位于所述框架平台 11 的台面下方并正对所述导引槽设置，所述举升缸 133 安装在所述框架平台 11 上并与所述举升梁 132 连接；第一定位机构 12，
30

- 包括成型定位块 122、动态成型块 121 和折弯压板 123，所述成型定位块 122 安装在所述框架平台 11 的台面上并位于所述导引槽的一侧，框架平台 11 上对应于所述成型定位块 122 设置有第一凹槽 15，为手爪抓取放置预留空间；所述折弯压板 123 通过压板滑轨 1231 安装在所述框架平台 11 的台面上并位于所述导引槽的另一侧；所述动态成型块 121 对应于所述成型定位块 122 对称设置并与所述折弯压板 123 铰接，所述动态成型块 121 具有与所述成型定位块 122 适配的成型表面；以及第一成型机构 14，包括第一折弯加压缸 141 和压力摆臂 142，所述第一折弯加压缸 141 安装在所述框架平台 11 上并与所述压力摆臂 142 连接，所述压力摆臂 142 通过压板横梁 1232 与所述折弯压板 123 连接。
- 其中，所述折弯压板 123 上还设置有弹性驱动件，包括成型弹性压块 149、弹簧调整杆 148 和弹簧 147，所述弹簧调整杆 148 安装在所述折弯压板 123 上，所述成型弹性压块 149 的前端与所述动态成型块 121 的后端抵接，所述弹簧 147 的两端分别与所述弹簧调整杆 148 和成型弹性压块 149 的后端抵接。框架平台 11 下方对应于压力摆臂 142 还设置有限位螺栓 146。
- 定长输送设备将定长切断好并调直的金属线 6 经过导引口 131，输送到举升梁 132 上方到位，该举升梁 132 在举升缸 133 的举升到达与框架平台 11 的上表面持平，两端的弹簧压片 124 有微小弹力将金属线 6 压住保持稳定不动；第一折弯加压缸 141 的缸杆伸出，缸杆销轴 145 带动压力摆臂 142 沿摆臂中间轴 143 摆动，该压力摆臂 142 上方的承压滑块 144 内面推动压板横梁 1232，带动折弯压板 123 沿压板滑轨 1231 向前移动；对称设置的两动态成型块 121 的前端首先接触定长金属直线，在成型定位块 122 的反作用力下，金属直线开始被折弯，最终两动态成型块 121 的内弧面将成型定位块 122 的外弧面完全包裹，定长金属直线被对称折弯成 U 型金属线 6。
- 成型弹性压块 149 在弹簧 147 的作用下，该成型弹性压块 149 的前端始终顶着两动态成型块 121 的后端面，以防止在折弯过程中对称折弯成 U 型金属线 6 底部的反变形，保证折弯成型的质量，弹簧 147 的弹力可通过弹簧调整杆 148 调整。举升缸 133 和第一折弯加压缸 141 返回原位后，步进搬运机构 5 上的第一搬运手爪 54 可以从第一凹槽 15 处，将对称折弯成 U 型金属线 6 的工件取走放到第二折弯机构 2 进行下一步折弯。
- 参见图 6A-7B，图 6A 为本发明一实施例的第二折弯机构 2 结构示意图，

图 6B 为图 6A 的另一面结构示意图，图 7A、7B 为第二折弯机构 2 工作过程示意图。所述第二折弯机构 2 包括：安装基板 21，设置在所述第二工位 B 上；第二定位机构 22，包括定位块 221、折弯固定块 222、折弯移动块 223 和中间限位块 224，所述定位块 221 设置在所述安装基板 21 上，所述中间限位块 224 对应于所述定位块 221 设置，所述折弯固定块 222 对称设置在所述中间限位块 224 的两侧，所述折弯移动块 223 对应于所述折弯固定块 222 对称设置在所述中间限位块 224 的一端，所述折弯移动块 223 与所述折弯固定块 222 上分别设置有互相适配的加工面；所述安装基板 21 上对应于所述定位块 221 设置有第二凹槽 24，为手爪抓取放置预留空间；以及第二成型机构 23，包括第二折弯加压缸 231、第二折弯滑板 232、第二折弯导轨 233、第二移动折弯底座滑块 234、第二折弯滑板导轨 236 和第二折弯连杆 237，所述第二折弯加压缸 231 与所述第二折弯滑板 232 连接，所述第二折弯滑板 232 通过所述第二折弯滑板导轨 236 安装在所述安装基板 21 的底面上，对称设置的所述第二折弯连杆 237 的一端分别与所述第二折弯滑板 232 铰接，所述第二折弯连杆 237 的另一端分别与所述第二移动折弯底座滑块 234 连接，所述第二移动折弯底座滑块 234 通过所述第二折弯导轨 233 安装在所述安装基板 21 的底面上，所述第二折弯底座滑块分别与所述折弯移动块 223 连接，并带动所述折弯移动块 223 同步相向或相背移动。

第一折弯机构 1 将折弯完成的工件，被第一搬运手爪 54 抓取到第二折弯机构 2 后，在定位块 221 处定位，第二折弯加压缸 231 开始动作，缸杆伸出，带动第二折弯滑板 232 沿第二折弯滑板导轨 236 移动，该第二折弯滑板 232 前端的销轴与对称的两个第二折弯连杆 237 连接，该第二折弯连杆 237 通过第二底座滑块销轴 235 与第二移动折弯底座滑块 234 连接，从而带动该第二移动折弯底座滑块 234 沿第二折弯导轨 233 向两侧移动，移动第二折弯底座滑块的另一侧安装有第二折弯移动块 223，两第二折弯移动块 223 对称向两侧移动，对称折弯成 U 型金属线 6 的工件端部开始被折弯，由于对称设置的两折弯固定块 222 的限位作用以及中间限位块 224 的防金属线 6 变形作用，最后对称设置的两折弯移动块 223 的斜端面与折弯固定块 222 压到位，工件被折弯成端部对称外翻结构；第二限位螺杆 238 起到移动限位的作用；之后第二折弯加压缸 231 带动机构退回原位，第一搬运手爪 54 在第二凹槽 24 位置将其抓取离开，

放置在第三折弯机构 3 进行下一步折弯。

参见图 8A-9B，图 8A 为本发明一实施例的第三折弯机构 3 结构示意图，图 8B 为图 8A 的另一面结构示意图，图 9A、9B 为第三折弯机构 3 工作过程示意图。本实施例的所述第三折弯机构 3 包括：基板 31，设置在所述第三工位 C 上；第三定位机构 32，安装在所述基板 31 上，包括定位件 321、折弯固定件 322、折弯移动件 323 和中间限位件 324，所述定位件 321 设置在所述基板 31 上，所述中间限位件 324 对应于所述定位件 321 设置，所述折弯固定件 322 对称设置在所述中间限位件 324 的两侧，所述折弯移动件 323 对应于所述折弯固定件 322 对称设置在所述中间限位件 324 的两侧，所述折弯移动件 323 和所述中间限位件 324 上分别设置有互相适配的加工面；所述基板 31 上对应于所述定位件 321 设置有第三凹槽 34，为手爪抓取放置预留空间；以及第三成型机构 33，包括第三折弯加压缸 331、第三折弯滑板 332、第三折弯滑块 333、第三折弯摆杆 336、第三折弯连杆 335，所述第三折弯加压缸 331 与所述第三折弯滑板 332 连接，所述第三折弯滑板 332 通过第三折弯滑板导轨 3321 安装在所述基板 31 的底面上，所述第三折弯滑块 333 通过第三折弯滑块导轨 3331 安装在所述基板 31 上，对称设置的所述第三折弯连杆 335 的一端分别与所述第三折弯滑板 332 铰接，所述第三折弯连杆 335 的另一端分别与所述第三折弯摆杆 336 的一端连接，所述第三折弯摆杆 336 的另一端与所述第三折弯滑块 333 连接，所述第三折弯滑块 333 与所述折弯移动件 323 连接，并带动所述折弯移动件 323 同步相向或相背移动。对应于第三折弯滑板 332 还设置有第三对中限位滑块 337。

第二折弯机构 2 将折弯完成的工件，被第一搬运手爪 54 抓取到第三折弯机构 3 后，在定位件 321 处定位，第三折弯加压缸 331 开始动作，缸杆伸出，带动第三折弯滑板 332 沿第三折弯滑板导轨 3321 移动，该第三折弯滑板 332 前端的销轴与对称的两个第三折弯连杆 335 连接，该第三折弯连杆 335 通过第三连接销轴 3351 与第三折弯摆杆 336 连接，该第三折弯摆杆 336 沿第三固定转轴 3361 摆动，第三折弯摆杆 336 又带动第三折弯滑块转接块 3332 移动，第三折弯滑块转接块 3332 又通过第三折弯滑块销轴 3362 与第三折弯滑块 333 连接，从而带动该第三折弯滑块 333 沿第三折弯滑块导轨 3331 相向移动，第三折弯滑块 333 的另一侧安装有折弯移动件 323，两折弯移动件 323 对称相向

移动，工件开始被折弯，由于两对称设置的折弯固定件 322 的防金属线 6 变形作用，以及中间限位件 324 的限位作用，最后折弯移动件 323 的斜端面与中间限位件 324 压到位，工件被对称内折成型；第三限位螺杆 334 起到移动限位的作用；之后第三折弯加压缸 331 带动机构退回原位，第一搬运手爪 54 在第三凹槽 34 位置将其抓取离开，放置在第四折弯机构 4 进行下一步折弯。

参见图 10-12，图 10 为本发明一实施例的第四折弯机构 4 结构示意图，图 11 为图 10 的剖视图，图 12 为图 10 另一工位加工剖视图。本实施例中，所述第四折弯机构 4 包括：立式框架 41，设置在所述第四工位 D 上，包括底座和立柱；第四定位机构 42，设置在所述底座的上表面，包括端部折弯块 421 和固定块 422，所述固定块 422 上设置有第四凹槽 45，为手爪抓取放置预留空间；上成型机构 43，包括上折弯加压缸 431、上折弯滑板 432 和上折弯滑块 433，所述上折弯加压缸 431 安装在所述立柱上，所述上折弯滑板 432 通过上折弯滑板导轨 4321 安装在所述立柱上，所述上折弯滑块 433 通过上折弯滑块导轨 4331 安装在所述上折弯滑板 432 上，所述上折弯滑板 432 的底部设置有端部折弯压块 434；以及下成型机构 44，对应于所述第四定位机构 42 设置在所述底座的倾斜面上，包括下折弯加压缸 441 和下折弯滑块 442，所述下折弯加压缸 441 与所述下折弯滑块 442 连接，所述下折弯滑块 442 通过下折弯滑块导轨 443 安装在所述底座上。

其中，所述上成型机构 43 还包括弹性调节机构，包括调整螺套定位块 437、上限位螺杆 435 和上折弯弹簧 438，所述上限位螺杆 435 通过上弹簧调整螺套 436 安装在所述调整螺套定位块 437 内并与所述上折弯滑块 433 的顶部连接，所述上折弯弹簧 438 的两端分别抵接在所述上折弯滑块 433 的顶面和所述上弹簧调整螺套 436 的底端。

第三折弯机构 3 折弯完成的工件，被第一搬运手爪 54 抓取到第四折弯机构 4 后，手爪移动到第四凹槽 45 处，将其放置到位，上折弯加压缸 431 开始动作，缸杆伸出，带动上折弯滑板 432 沿上折弯滑板导轨 4321 向下移动，上折弯滑块 433 先接触工件，上折弯滑板 432 继续下行，上折弯弹簧 438 收缩对上折弯滑块 433 起到压力作用，上折弯弹簧 438 的压力也可通过上弹簧调整螺套 436 进行调节，上限位螺杆 435 对上折弯弹簧 438 起导向限位作用；上折弯滑板 432 的继续下行使端部折弯压块 434 开始接触工件，在端部折弯块 421、

折弯固定块 222 的共同夹持下完成端部折弯；下折弯加压缸 441 开始动作，下折弯滑块 442 沿下折弯滑块导轨 443 斜向上移动，下折弯滑块 442 与工件接触后再与上折弯滑块 433 共同作用将工件的前端完成直立折弯；上折弯加压缸 431 和下折弯加压缸 441 退回原位，第二搬运手爪 55 在第四凹槽 45 位置将其
5 抓取离开，并移出折弯机下线。

参见图 13A、13B，图 13A 为本发明一实施例的步进搬运机构 5 结构示意图，图 13B 为图 13A 的俯视图。本实施例的所述升降机构 52 包括升降框架 523、升降缸 525、升降导轨 521、升降滑块 522 和升降限位件 524，所述升降导轨 521 安装在所述主机架 51 上，所述升降框架 523 通过所述升降滑块 522
10 与所述升降导轨 521 连接，所述升降缸 525 安装在所述主机架 51 的底部并与所述升降框架 523 连接，以带动所述升降框架 523 相对于所述主框架上下移动；所述升降限位件 524 对应于所述升降导轨 521 的底端安装在所述主机架 51 上，以保证所述升降框架 523 的下降高度与工件的抓取位置高度适配。其中，所述
15 平移机构 53 包括：平移缸 534、平移横梁 531、平移导轨 535、横移滑块 536、平移挡块 532 和平移限位件 533，所述平移横梁 531 安装在所述平移导轨 535 上，平移导轨 535 与所述横移滑块 536 连接，所述横移滑块 536 安装在所述升降框架 523 的前面板上，所述平移缸 534 与所述平移横梁 531 连接并带动所述
20 平移横梁 531 往返水平移动，所述平移挡块 532 安装在所述平移横梁 531 下端，与所述平移限位件 533 配合以保证平移的步进距离，所述平移横梁 531 的前侧分别对应于所述第一工位 A、第二工位 B 和第三工位 C 安装有所述第一搬运手爪 54，对应于所述第四工位 D 安装有所述第二搬运手爪 55。

步进搬运机构 5 用于搬运第一到第四工位 D 的折弯工件，并实现工件的步进输送，最终实现整机的折弯搬运自动化；主机架 51 的下方安装有升降缸 525，可以顶起升降框架 523 实现其升降，两个升降限位件 524 可以保证其下
25 降高度满足手爪对工件的抓取位置高度；升降导轨 521 与升降滑块 522 保证升降路径稳定。

升降框架 523 的前面板安装有横移滑块 536，平移导轨 535 与之配合装配，平移横梁 531 安装在平移导轨 535 上，平移缸 534 杆的伸缩能实现平移横梁 531 的往返水平移动；横梁下端安装平移挡块 532，其在往返移动时与两端的
30 平移限位件 533 接触到位，以保证平移的步进距离；平移横梁 531 前端分别安

装有四组搬运手爪，分别与四个折弯机构一一对应。

最初步进搬运机构 5 的升降框架 523 在升降限位件 524 处停止定位，四个折弯机构上部的第一搬运手爪 54 和第二搬运手爪 55 同步处在低位，手爪张开，根据各工位自动折弯完成后手爪闭合抓住工件，升降缸 525 的缸杆顶升，升降
5 框架 523 提升，平移横梁 531 前端的第一搬运手爪 54 和第二搬运手爪 55 分别将工件提起，平移缸 534 动作，缸杆伸出，平移横梁 531 向右侧水平移动一个工位距离，即第一、二、三、四工位的工件被同时移动一个工位，之后升降缸 525 下落，第一、二、三、四折弯机构的工件被分别放置在了第二、三、四机构和移出工位 E，第一搬运手爪 54 和第二搬运手爪 55 松开，升降缸 525 的缸
10 杆再次顶升，空搬运手爪提升，平移缸 534 的缸杆收回，平移横梁 531 返回原位，升降缸 525 的缸杆再次下落，第一搬运手爪 54 和第二搬运手爪 55 返回原位，至此步进搬运机构 5 完成一个步进搬运循环，下一个搬运过程按上述进行。

该金属线自动折弯机的前端与金属线定长输送设备配合使用，即定长输送设备将定长切断好并调直的金属线 6 输送到金属线自动折弯机上进行自动折
15 弯；后端可与自动机械手配合使用，即折弯成型的吊耳 7 被步进搬运机构 5 输送出来放置后，机械手可以将其自动取走。通过自动化动作，完成从定长金属直线到吊耳 7 成品的自动折弯过程，最终折弯成型为合格的金属吊耳 7 产品。

本发明可以自动实现金属吊耳 7 的折弯生产，该自动折弯机实现了结构机构的块化，整体结构简单紧凑，方便操作、维修和维护；能实现标准直径的金属
20 线材自动化折弯，可实现金属线材铝、铜、铁等金属材质以及复合材料线材的自动化折弯。

当然，本发明还可有其它多种实施例，在不背离本发明精神及其实质的情况下，熟悉本领域的技术人员当可根据本发明作出各种相应的改变和变形，但这些相应的改变和变形都应属于本发明所附的权利要求的保护范围。

25

权 利 要 求 书

1、一种金属线自动折弯机，其特征在于，包括：

5 步进搬运机构，包括主机架、升降机构和平移机构，所述升降机构安装在所述主机架上并沿所述主机架上下移动，所述平移机构与所述升降机构连接，所述平移机构相对于所述主机架分别在顺序设置的第一工位、第二工位、第三工位、第四工位和移出工位之间水平切换，所述平移机构上相对于所述第一工位、第二工位和第三工位分别设置有第一搬运手爪，相对于所述第四工位设置有第二搬运手爪；

10 第一折弯机构，设置在所述第一工位上，用于将定长金属直线对称折弯成U型金属线；

第二折弯机构，设置在所述第二工位上，用于将所述步进搬运机构搬运至所述第二工位的所述U型金属线的端部对称折弯成外翻结构；

15 第三折弯机构，设置在所述第三工位上，用于将所述步进搬运机构搬运至所述第三工位的端部为外翻结构的所述U型金属线对称内折成型；以及

第四折弯机构，设置在所述第四工位上，用于将所述步进搬运机构搬运至所述第四工位的内折成型的所述U型金属线折弯成型为吊耳成品。

20 2、如权利要求1所述的金属线自动折弯机，其特征在于，所述升降机构包括升降框架、升降缸、升降导轨、升降滑块和升降限位件，所述升降导轨安装在所述主机架上，所述升降框架通过所述升降滑块与所述升降导轨连接，所述升降缸安装在所述主机架的底部并与所述升降框架连接，以带动所述升降框架相对于所述主框架上下移动；所述升降限位件对应于所述升降导轨的底端安装在所述主机架上，以保证所述升降框架的下降高度与工件的抓取位置高度适配。

25 3、如权利要求2所述的金属线自动折弯机，其特征在于，所述平移机构包括：平移缸、平移横梁、平移导轨、横移滑块、平移挡块和平移限位件，所述平移横梁安装在所述平移导轨上，平移导轨与所述横移滑块连接，所述横移滑块安装在所述升降框架的前面板上，所述平移缸与所述平移横梁连接并带动所述平移横梁往返水平移动，所述平移挡块安装在所述平移横梁下端，与所述
30 平移限位件配合以保证平移的步进距离，所述平移横梁的前侧分别对应于所述

第一工位、第二工位和第三工位安装有所述第一搬运手爪，对应于所述第四工位安装有所述第二搬运手爪。

4、如权利要求 1、2 或 3 所述的金属线自动折弯机，其特征在于，所述第一折弯机构包括：

- 5 框架平台，设置在所述第一工位处，所述框架平台的台面上设置有导引槽；
举升机构，包括举升梁、举升缸和导引口，所述导引口安装在所述导引槽的一侧，所述举升梁位于所述框架平台的台面下方并正对所述导引槽设置，所述举升缸安装在所述框架平台上并与所述举升梁连接；

- 10 第一定位机构，包括成型定位块、动态成型块和折弯压板，所述成型定位块安装在所述框架平台的台面上并位于所述导引槽的一侧，对应于所述成型定位块设置有第一凹槽；所述折弯压板通过压板滑轨安装在所述框架平台的台面上并位于所述导引槽的另一侧；所述动态成型块对应于所述成型定位块对称设置并与所述折弯压板铰接，所述动态成型块具有与所述成型定位块适配的成型表面；以及

- 15 第一成型机构，包括第一折弯加压缸和压力摆臂，所述第一折弯加压缸安装在所述框架平台上并与所述压力摆臂连接，所述压力摆臂通过压板横梁与所述折弯压板连接。

- 20 5、如权利要求 4 所述的金属线自动折弯机，其特征在于，所述折弯压板上还设置有弹性驱动件，包括成型弹性压块、弹簧调整杆和弹簧，所述弹簧调整杆安装在所述折弯压板上，所述成型弹性压块的前端与所述动态成型块的后端抵接，所述弹簧的两端分别与所述弹簧调整杆和成型弹性压块的后端抵接。

6、如权利要求 1、2 或 3 所述的金属线自动折弯机，其特征在于，所述第二折弯机构包括：

安装基板，设置在所述第二工位上；

- 25 第二定位机构，包括定位块、折弯固定块、折弯移动块和中间限位块，所述定位块设置在所述安装基板上，所述中间限位块对应于所述定位块设置，所述折弯固定块对称设置在所述中间限位块的两侧，所述折弯移动块对应于所述折弯固定块对称设置在所述中间限位块的一端，所述折弯移动块与所述折弯固定块上分别设置有互相适配的加工面；所述安装基板上对应于所述定位块设置
30 有第二凹槽；以及

第二成型机构，包括第二折弯加压缸、第二折弯滑板、第二折弯导轨、第二移动折弯底座滑块、第二折弯滑板导轨和第二折弯连杆，所述第二折弯加压缸与第二折弯滑板连接，所述第二折弯滑板通过第二折弯滑板导轨安装在所述安装基板的底面上，对称设置的所述第二折弯连杆的一端分别与第二折弯滑板铰接，所述第二折弯连杆的另一端分别与第二移动折弯底座滑块连接，所述第二移动折弯底座滑块通过第二折弯导轨安装在所述安装基板的底面上，所述第二折弯底座滑块分别与折弯移动块连接，并带动所述折弯移动块同步相向或相背移动。

7、如权利要求 1、2 或 3 所述的金属线自动折弯机，其特征在于，所述第三折弯机构包括：

基板，设置在所述第三工位上；

第三定位机构，安装在所述基板上，包括定位件、折弯固定件、折弯移动件和中间限位件，所述定位件设置在所述基板上，所述中间限位件对应于所述定位件设置，所述折弯固定件对称设置在所述中间限位件的两侧，所述折弯移动件对应于所述折弯固定件对称设置在所述中间限位件的两侧，所述折弯移动件和所述中间限位件上分别设置有互相适配的加工面；所述基板上对应于所述定位件设置有第三凹槽；以及

第三成型机构，包括第三折弯加压缸、第三折弯滑板、第三折弯滑块、第三折弯摆杆、第三折弯连杆，所述第三折弯加压缸与第三折弯滑板连接，所述第三折弯滑板通过第三折弯滑板导轨安装在所述基板的底面上，所述第三折弯滑块通过第三折弯滑块导轨安装在所述基板上，对称设置的所述第三折弯连杆的一端分别与第三折弯滑板铰接，所述第三折弯连杆的另一端分别与第三折弯摆杆的一端连接，所述第三折弯摆杆的另一端与第三折弯滑块连接，所述第三折弯滑块与折弯移动件连接，并带动所述折弯移动件同步相向或相背移动。

8、如权利要求 1、2 或 3 所述的金属线自动折弯机，其特征在于，所述第四折弯机构包括：

立式框架，设置在所述第四工位上，包括底座和立柱；

第四定位机构，设置在所述底座的上表面，包括端部折弯块和固定块，所述固定块上设置有第四凹槽；

上成型机构，包括上折弯加压缸、上折弯滑板和上折弯滑块，所述上折弯加压缸安装在所述立柱上，所述上折弯滑板通过上折弯滑板导轨安装在所述立柱上，所述上折弯滑块通过上折弯滑块导轨安装在所述上折弯滑板上，所述上折弯滑板的底部设置有端部折弯压块；以及

- 5 下成型机构，对应于所述第四定位机构设置有所述底座的倾斜面上，包括下折弯加压缸和下折弯滑块，所述下折弯加压缸与所述下折弯滑块连接，所述下折弯滑块通过下折弯滑块导轨安装在所述底座上。

- 9、如权利要求 8 所述的金属线自动折弯机，其特征在于，所述上成型机构还包括弹性调节机构，包括调整螺套定位块、上限位螺杆和上折弯弹簧，所述
10 所述上限位螺杆通过上弹簧调整螺套安装在所述调整螺套定位块内并与所述上折弯滑块的顶部连接，所述上折弯弹簧的两端分别抵接在所述上折弯滑块的顶面和所述上弹簧调整螺套的底端。

10、一种金属线自动折弯方法，其特征在于，包括如下步骤：

- S100、将定长金属直线在金属线自动折弯机的第一工位上定位，第一折弯
15 机构将所述金属直线对称折弯成 U 型金属线；

S200、步进搬运机构将所述 U 型金属线搬运到第二工位，第二折弯机构将所述 U 型金属线的端部对称折弯成外翻结构；

S300、所述步进搬运机构将端部为外翻结构的所述 U 型金属线搬运到第三工位，第三折弯机构将所述 U 型金属线对称内折成型；

- 20 S400、所述步进搬运机构将内折成型的所述 U 型金属线搬运到第四工位，第四折弯机构将所述 U 型金属线折弯成型为吊耳成品；以及

S500、所述步进搬运机构将所述吊耳成品搬运下线。