

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610019544.8

*B23P 23/04 (2006.01)*

*B23D 15/06 (2006.01)*

*B23K 26/24 (2006.01)*

*B23K 26/42 (2006.01)*

*B23K 26/04 (2006.01)*

*B23K 26/06 (2006.01)*

[45] 授权公告日 2009年9月30日

[11] 授权公告号 CN 100544882C

[22] 申请日 2006.7.4

[21] 申请号 200610019544.8

[73] 专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路  
1037号华中科技大学激光技术与  
工程学院

[72] 发明人 陈培锋 王英 王磊

[56] 参考文献

JP60-118417A 1985.6.25

US4626651 1986.12.2

CN1183740A 1998.6.3

CN2920517Y 2007.7.11

CN1368418A 2002.9.11

审查员 刘文镐

[74] 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司

代理人 王守仁

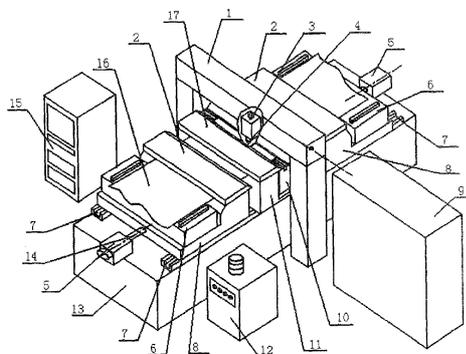
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

[54] 发明名称

卷板在线激光焊接工艺及其设备

[57] 摘要

本发明提供了卷板在线激光焊接工艺及其设备。其工艺为：由上剪床(10)向下冲切工件(16)，与下剪床(11)一起完成剪切后，上剪床直接沉入下剪床且与下剪床顶面保持平行，然后两侧平整压板(17)上抬松开，两侧活动小车(8)同时推进使被剪切的工件切缝拼合，两侧平整压板向中间靠拢，尽量贴近拼缝并下压，使工件压紧在上剪床的刀背顶部，再由激光头(4)沿着拼缝进行焊接。其设备包括剪切和激光焊接装置，剪切装置包括双刃剪床、工件夹具、有轨送料小车(8)及其驱动机构；激光焊接装置包括导光系统(3)、激光头(4)、X和Y轴部件。本发明工艺步骤简单，设备结构紧凑、成本较低，适合冶金行业中小企业的卷板在线焊接生产。



1. 一种卷板在线激光焊接工艺, 包括剪切、激光焊接步骤, 其特征在于: 由双刃剪床的上剪床(10)向下冲切, 与下剪床(11)一起完成对钢带卷板即工件(16)的剪切; 剪切完成后, 上剪床直接沉入下剪床内, 且上剪床的刀背顶部与下剪床顶面保持平行, 利用上剪床刀背作为焊接时钢带卷板的基础, 然后两侧平整压板(17)上抬松开, 两侧活动小车(8)同时推进使被剪切的工件切缝拼合, 两侧平整压板向中间靠拢, 尽量贴近拼缝并下压, 使工件压紧在上剪床的刀背顶部, 再由激光头(4)沿着由拼缝与所述上剪床的刀背的中间小槽形成的焊槽进行焊接。

2. 根据权利要求1所述的卷板在线激光焊接工艺, 其特征在于: 采用偏心回旋光束激光焊接方式对被冲切的工件(16)进行激光焊接拼接, 焊接时激光束应螺旋式前移, 以增大焊接熔化宽度。

3. 根据权利要求2所述的卷板在线激光焊接工艺, 其特征在于: 聚焦光斑的回旋运动的半径按照  $p = 2\pi fr/v$  公式测定, 其中,  $f$  为回转频率 rev/s;  $r$  为回旋运动的半径, 单位 mm,  $v$  为焊件速度 mm/s;  $p$  为运动时的轨道重叠参数。

4. 根据权利要求3所述的卷板在线激光焊接工艺, 其特征在于所述的聚焦光斑, 其回旋运动的半径为 0.4~0.8mm。

5. 根据权利要求1所述的卷板在线激光焊接工艺, 其特征在于: 在激光焊接拼接时, 采用一个同步送粉装置向焊缝处送入与工件(16)同种材料的粉末。

6. 根据权利要求5所述的卷板在线激光焊接工艺, 其特征在于: 工件(16)为 2~4mm 厚时, 其被剪切后的拼缝间隙为 0.2~0.3mm。

7. 一种卷板在线激光焊接设备, 包括剪切和激光焊接装置, 其特征在于:

剪切装置装在基础工作平台(13)上, 其包括双刃剪床、工件夹具、有轨送料小车(8)及其驱动机构; 双刃剪床完成冲切工件(16)后, 上剪床(10)直接沉入下剪床(11)且其刀背顶部与下剪床顶面保持平行, 上剪床的刀背中间开有小槽,

激光焊接装置装在横跨基础工作平台的龙门床身(1)上, 其包括导光系统(3)、激光头(4)、X轴部件(18)和Y轴部件(19); X轴部件由伺服电机(5)、丝杠(14)、直线导轨(7)组成, 驱动Y轴部件横向移动进行焊接; 导光系统装在Y轴部件上; 激光头连接导光系统; 在激光头上并列安装有送粉器(20), 其在焊接时沿着由被冲切的工件(16)的拼缝与所述刀背中间的小槽一起形成的焊槽同步送粉。

8. 根据权利要求7所述的卷板在线激光焊接设备, 其特征在于: 上剪床(10)的刀背中间开有 10~20mm 小槽。

9. 根据权利要求7所述的卷板在线激光焊接设备, 其特征在于: 激光头(4)设有一个由高速电机带动旋转的平镜片, 该镜片倾斜角度为 10~18°, 加装在聚焦镜下。

10. 根据权利要求9所述的卷板在线激光焊接设备, 其特征在于: 平镜片为 KCl 镜片, 其尺寸为厚 5~8mm、直径 30~80mm。

## 卷板在线激光焊接工艺及其设备

### 技术领域

本发明属于激光焊接加工技术领域，特别涉及冶金行业中利用激光进行卷板在线焊接的加工工艺及其设备。

### 背景技术

在冶金工业中，热（冷）轧卷板的拼焊联接机组是连续冷轧生产、酸洗和涂层生产线中的关键技术装备。目前我国绝大多数连续冷轧、酸洗和涂层生产线所采用的是闪光焊机等传统焊接方式。生产实践表明：闪光焊机焊缝不能正常通过轧机，致使焊缝通过轧机必需抬辊造成超差长度过长，成材率大大降低；闪光焊缝通过轧机时断带次数多，一般断带率高于 2.5%，所造成的冷轧机组的停机时间占整个生产周期高达 5~10%，显著降低了生产效率。采用激光进行卷板焊接焊缝断带率一般都低于 1/5000，极大提高了冷轧生产线的生产效率和冷轧钢板成材率。

激光焊接是采用高能密度激光束使金属材料熔融并连接，具有焊缝狭小、无变形、接头性好并且易于实现自动化。由于激光焊接激光聚焦点很小，焊接又属于自熔焊，因此要求待焊接的板边具有极高的直线度和端面质量，从而确保连接板之间的间隙极小，保证焊接后焊缝饱满连接强度达到与母材相当。为了保证接头质量，目前国际上通常采用高精剪预加工，采用高精双刃剪将钢卷的头尾同时剪切达到激光焊接的要求，但由于高精双刃剪技术复杂设备价格昂贵，国内大部分中小冶金企业无法承受。也有采用普通剪床剪切板边，在焊接过程中用压力滚轮压填对缝间隙，但也存在设备复价格昂贵的问题。

### 发明内容

本发明所要解决的技术问题是：提供一种卷板在线激光焊接工艺及其设备，该工艺易于推行，特别适合中窄带冷轧、酸洗和涂层生产线中的卷板焊接。所涉及的焊接设备结构合理，且价格降低。

本发明解决其技术问题采用以下的技术方案：

本发明提供的卷板在线激光焊接工艺，包括剪切、激光焊接步骤，具体是：由双刃剪床的上剪床向下冲切，与下剪床一起完成对钢带卷板即工件的剪切；剪切完成后，上剪床直接沉入下剪床且与下剪床顶面保持平行，利用上剪床刀背作为焊接时钢板的基础，然后两侧平整压板上抬松开，两侧活动小车同时推进使被剪切的工件切缝拼合，两侧平整压板向中间靠拢，尽量贴近拼缝并下压，使工件压紧在上剪床的刀背顶部，再由激光头沿着由拼缝与所述刀背的中间小槽形成的焊槽进行焊接。

本发明提供的卷板在线激光焊接设备，包括剪切和激光焊接装置，具体是：

剪切装置装在基础工作平台上，其包括双刃剪床、工件夹具、有轨送料小车及其驱动机构；双刃剪床完成冲切工件后，上剪床直接沉入下剪床且其刀背顶部与下剪床顶面保持

平行，上剪床的刀背中间开有小槽。

激光焊接装置装在横跨基础工作平台的龙门床身上，其包括导光系统、激光头、X轴部件和Y轴部件。X轴部件由伺服电机、丝杠、直线导轨组成，驱动Y轴部件横向移动进行焊接。导光系统装在Y轴部件上。激光头由电缆连接导光系统。在激光头上并列安装有送粉器，其在焊接时沿着由被冲切的工件的拼缝与所述刀背中间的小槽一起形成的焊槽同步送粉。

本发明与现有技术相比，具有的主要优点是：由于采用普通双刃剪工艺取代高精剪工艺，利用其双刃剪直接下沉并利用其刀背作为焊接底座，因此，在剪切后不需要整体移出焊接区域，使本设备整体结构简单、合理。同时采用同步送粉焊接方式后，对剪切质量的要求大大降低，可用普通双刃剪代替高精度双刃剪，降低了成本。由于采用偏心回旋光束激光焊接，降低对拼缝的装配要求，利用其生产的钢带可达到与高精剪预加工焊接技术生产的钢带同等质量水平，而且设备结构紧凑，成本更低。

#### 附图说明

图1为本发明加工设备整体示意图。

图2为激光焊接头装置示意图。

图3为双刃剪剪切钢带工艺过程示意图。

图4为激光焊接拼接钢带工艺过程示意图。

图5为偏心回旋光束轨道图。

图6为偏心回旋光束焊接的效果比较图。

图中：1. 龙门床身； 2. 料头夹送压板； 3. 导光系统； 4. 激光头； 5. 伺服电机； 6. 对中机构； 7. 直线导轨； 8. 活动小车； 9. 激光器； 10. 上剪床； 11. 下剪床； 12. 液压系统； 13. 主体机架； 14. 丝杠； 15. 控制系统； 16. 工件（钢带卷板）； 17. 平整压板； 18. X轴部件； 19. Y轴部件； 20. 送粉器； 21. 油缸； 22. 焊缝线； 23. 光束聚焦光斑直径； 24. 有效加热直径。

#### 具体实施方式

本发明提供的一种卷板在线激光焊接工艺，其基本激光焊接工艺步骤为：（1）系统回原位。（2）生产流程中的钢带头尾引入激光焊接设备的前后料头传送机构，前后料头夹送压板压紧钢带，由送料小车从剪床两侧同时将钢带头尾送入剪切区域，并由对中机构对中，前后平整压板压紧钢带保证剪切时钢带平整。（3）上剪床冲切钢带卷板头尾，冲切后直接沉入下剪床，使剪身背面与钢带水平对齐。（4）前后平整压板松开并向中间送进，前后夹送压板送进钢带对中拼缝，前后平整压板下压保证焊接时钢带平整。（5）激光加工头沿拼缝直线前移进行焊接，高频退火，挖边剪切。（6）焊接完毕，前后夹具松开并返回原位，钢带前移后双刃剪上升回原位。（7）系统回原位。

现结合图1叙述卷板在线激光焊接工艺：由双刃剪床的上剪床10向下冲切，与下剪

床 11 一起完成对钢带卷板即工件 16 的剪切；剪切时可以利用平整压板 17 将工件压紧在下剪床的顶部保证剪切时钢带的平整。剪切完成后，上剪床直接沉入下剪床且与下剪床顶面保持平行，利用上剪床刀背作为焊接时钢板的基础，因此双刃剪床在完成剪切任务后不需横向拖出，这样就省去了完成剪床运动的一个大型运动机床，使结构简单。然后两侧平整压板 17 上拾松开，两侧活动小车 8 同时推进使被剪切的工件切缝拼合，两侧平整压板向中间靠拢，尽量贴近拼缝并下压，使工件压紧在上剪床的刀背顶部，保证焊接时钢带平整。再由激光头 4 沿着由拼缝与所述刀背的中间小槽形成的焊槽进行焊接。

焊接时，可采用偏心回旋光束激光焊接方式对被冲切的工件 16 进行激光焊接拼接，焊接时激光束应螺旋式前移，以增大焊接熔化宽度，并且采用一个同步送粉装置（送粉器 20）向焊缝处送入与工件 16 同种材料的粉末，目的是克服采用普通双刃剪床剪切钢带头尾断面不平整，致使焊缝不饱满的缺陷。激光焊接激光聚焦点很小，因此要求确保钢带拼缝间隙极小，当采用普通双刃剪床剪切钢板头尾时，钢板头尾断面容易出现不平整，使拼缝间隙较大，导致焊缝不饱满，本工艺在激光焊接时同步向焊接处送入与钢板同种材料的金属粉末，从而保证焊缝的饱满和焊接强度。

焊接时，激光焊接聚焦光斑直径一般要小于 0.2mm，因此对焊件装配间隙要求较高，装配间隙较大时，当光斑对准间隙中线时光束便穿过间隙而不能使焊件熔化，要求装配间隙小于 0.1mm，在生产中有时很难保证。而本发明采用偏心回旋光束激光焊接方式，焊接时激光束螺旋式前移，增大了焊接熔化宽度，可以降低对装配的要求。

本发明提供的卷板在线激光焊接设备，包括剪切和激光焊接装置，具体是：

剪切装置装在基础工作平台 13 上，其包括双刃剪床、工件夹具、有轨送料小车 8 及其驱动机构；双刃剪床完成冲切工件 16 后，上剪床 10 直接沉入下剪床 11 且其刀背顶部与下剪床顶面保持平行，上剪床的刀背中间开有与焊缝方向一致的 10~20mm 小槽。

激光焊接装置装在横跨基础工作平台的龙门床身 1 上，其包括导光系统 3、激光头 4、X 轴部件 18 和 Y 轴部件 19。X 轴部件由伺服电机 5、丝杠 14、直线导轨 7 组成，驱动 Y 轴部件横向移动进行焊接。导光系统装在 Y 轴部件上。激光头由电缆连接导光系统。在激光头上并列安装有送粉器 20，其在焊接时沿着由被冲切的工件 16 的拼缝与所述刀背中间的小槽一起形成的焊槽同步送粉。

激光头 4 设有一个由高速电机带动旋转的平镜片，该镜片倾斜角度为 14~16°，加装在聚焦镜下；平镜片为 KCl 镜片，其尺寸为厚 5~8mm、直径 30~80mm。用这种方法可在不影响焦斑尺寸和形状的条件下使聚焦光斑偏离原中心 0.4~0.8mm，当镜片转动时，激光焊接聚焦光斑便以 0.4~0.8mm 的半径作回旋运动。该半径可以按照  $p = 2\pi fr/v$  公式测定：f 为回转频率 rev/s；r 为回旋运动的半径，单位 mm，v 为焊件速度 mm/s；p 为运动时的轨道重叠参数。

在厚 2mm 及 4mm 的低合金高强度钢板上进行的试验证明，光束作偏心回旋的效果：在

2mm 厚的钢板上，能将拼缝间隙（容许装配间隙）从 0.14mm 增大到 0.20mm；在 4mm 厚的钢板上，从 0.23mm 增大到 0.3mm。焊缝凹陷高度不超过钢板厚度的 15%。并使光束中心与焊缝中心的对准容许误差每边至少为 0.5mm，而不回旋时则只有 0.1~0.2mm。

以下结合附图对本发明作进一步详细说明。

本发明提供的卷板在线激光焊接设备，由激光器 9、激光焊接头装置 4、导光系统 3、辅助送料夹具、液压系统、主体机架、双刃剪床、控制系统、送粉器 20、偏心回旋装置等部分组成。请见下述：

如图 1 所示：导光系统 3 和激光头 4 安装在龙门床身 1 上，龙门床身 1 横跨焊接设备固定在地基上。主体机座 13 为钢板焊接或铸铁结构，机架间通过螺栓联接成一整体机架，跨在设备地坑上并固定在地基上，承受整个设备重量及全部机械压力，作为整个设备的基础工作平台。双刃剪床安装在主体机架中间，由双刃剪（包括上剪床 10 和下剪床 11）、前后钢带平整压板组成。剪床前后两侧有辅助送料夹具装置，由活动小车 8、对中机构 6、料头夹送压板 2 组成，活动小车 8 由固定在主体机架 13 上的伺服电机 5、丝杠 14 和直线导轨 7 驱动左右移动送料。序号 16 为待焊接的钢带卷板，在激光头 4 两侧有前后两个平整压板 17 安装在下剪床 11 上，作用是钢带卷板 16 切割或焊接时压紧钢带，保证钢带平整。设备还包括激光器 9、液压系统 12、控制系统 15。激光器 9 可以根据所焊接卷板的厚度选择 1kW 至 10kW 的高功率连续激光器，例如选择纵流 CO<sub>2</sub> 激光器、横流 CO<sub>2</sub> 激光器，或 YAG 激光器，等等。

所述的辅助送料夹具在激光焊接头装置两侧均有，由活动夹板小车 8、钢带对中装置 6 组成。活动夹板小车装在主体机座上，由固定在主体机座上的伺服电机和滚珠丝杠副驱动；小车上设置送料压板机构 2，由液压缸驱动向下垂直压紧钢带，钢带对中装置 6 固定在主体机座上，由液压缸驱动进行对中。

图 2 描述激光焊接头装置结构，其由龙门床身 1、X 轴部件 18、Y 轴部件 19、激光头 4 构成。龙门床身上装有水平运动 X 轴和上下运动 Y 轴部件。X 轴和 Y 轴部件均由伺服电机、滚珠丝杠、直线导轨组成。由伺服电机、滚珠丝杠副驱动 X 轴部件横向移动，驱动 Y 轴部件上下移动。导光系统 3 安装在 Y 轴部件上。激光束经光路传到 Y 轴部件上的导光系统，导光系统将激光传输到固定在 Y 轴部件上的激光头 4 上。在激光头 4 上可以并列安装一送粉器 20，送粉器 20 在焊接时向焊缝同步送粉，保证焊缝饱满。

图 3 描述主体机架详细结构及双刃剪剪切钢带工艺过程。双刃剪床的上剪床 10 和下剪床 11 安装在主体机架 13 上面的中间位置，在双刃剪床两侧对称置有平整压板 17、辅助送料夹具装置，由安装在主体机架 13 上的直线导轨 7、伺服电机 5、丝杠 14、活动小车 8、对中机构 6、料头夹送压板 2 组成。活动小车 8 由伺服电机 5 丝杠 14 驱动在直线导轨 7 上左右移动。伺服电机 5 固定在主体机架 13 上，伺服电机 5 与丝杠 14 相连，活动小车 8 上装有对中夹紧机构 6 和料头夹送压板 2，料头夹送压板 2 由液压缸驱动压紧钢带卷

板 16。

剪切加工过程为：先将加工钢带卷板 16 从双刃剪床两侧同时送入辅助送料夹具装置，从而尽量节约所需时间；在钢带进入切割区域之前，由对中机构 6 对中，使钢带头尾中线对齐，保证钢带头尾左右对中。再由料头夹送压板 2 夹紧钢带卷板 16，两侧活动小车 8 同时向中间送进钢带卷板 16 到剪切区域，平整压板 17 下压压紧，保证钢带卷板 16 平整，双刃剪上剪床 10 向下冲切，完成剪切。

图 4 为激光焊接拼接钢带工艺过程。上剪床 10 完成剪切后直接沉入下剪床 11，与下剪床 11 顶面保持平行，两侧平整压板 17 上抬松开，两侧活动小车 8 同时向中间送进钢带卷板 16 致切缝拼合，两侧平整压板 17 向中间靠拢，尽量贴近拼缝，平整压板 17 下压，将钢带卷板 16 压紧在上剪床 10 刀背顶部，激光头 4 沿拼缝进行焊接。

图 5 为偏心回旋光束焊接轨道图。偏心回旋光束激光焊接为在聚焦镜下加一个厚 6--8mm、直径 30-80mm 的平镜片，倾斜约  $10\sim 18^\circ$ ，由一个高速电机带动镜片旋转，使激光束轨迹成螺旋形以速度  $v$  前进，轨迹 A 和轨迹 B 为不同转速下的光束轨迹，轨迹 A 转速较低，轨迹 B 转速较高。在本例中，轨迹 A 和 B 的聚焦光斑，其回旋运动的直径为 1mm。

图 6 为偏心回旋光束焊接的效果比较图，光束聚焦光斑直径 23 为 0.25mm，利用偏心回旋光束焊接，可将有效加热直径 24 增大为 0.5mm。

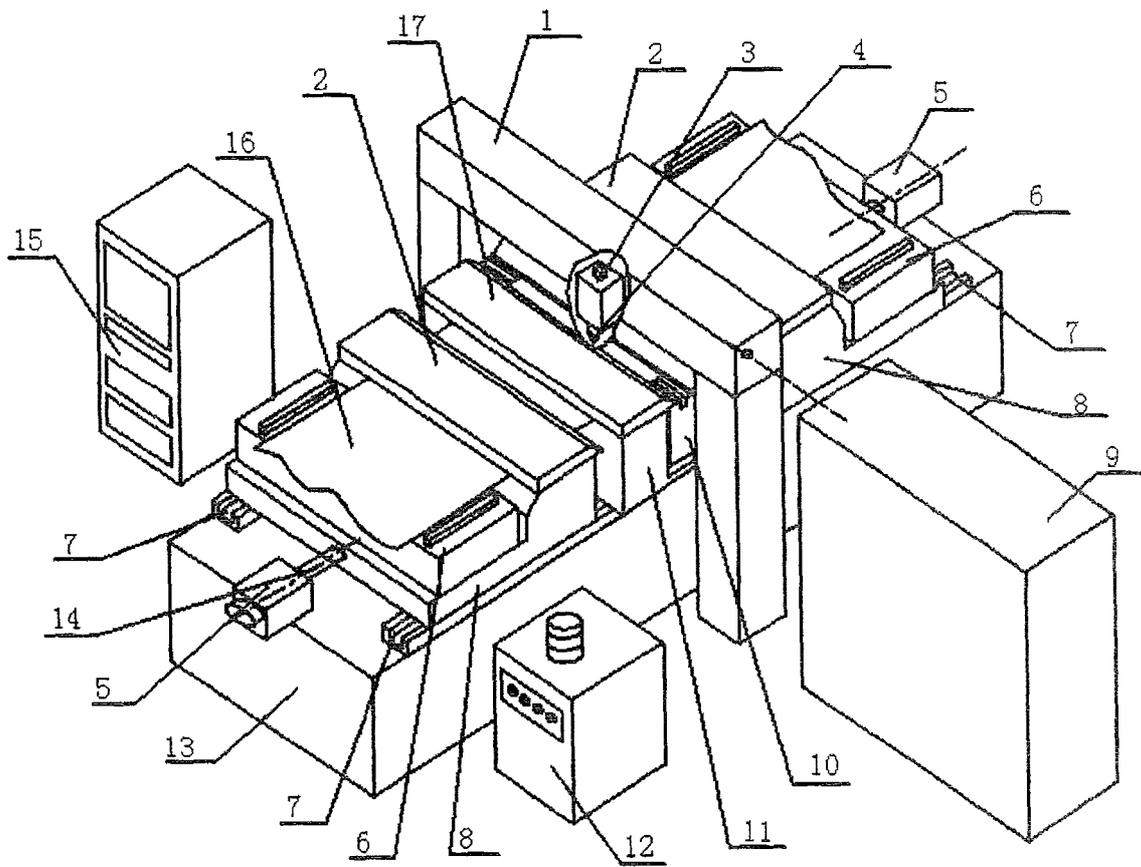


图 1

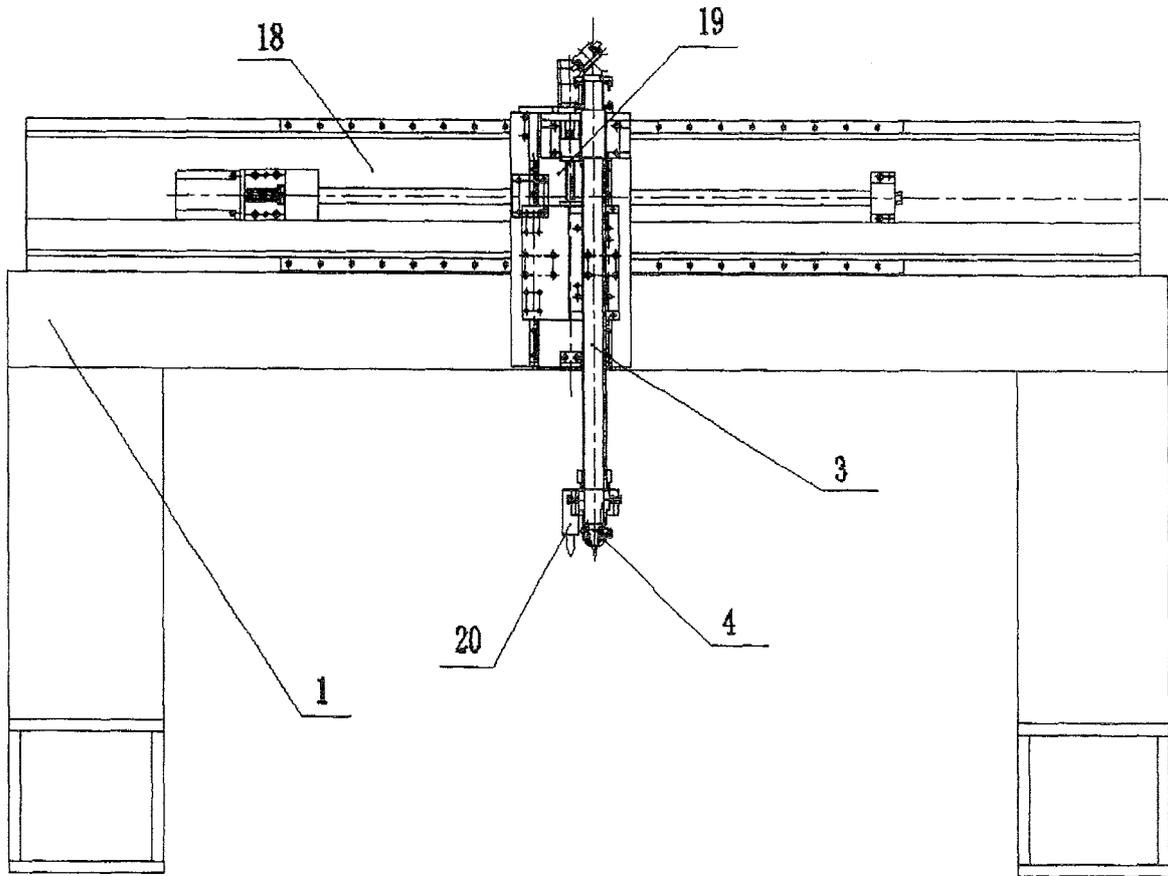


图 2

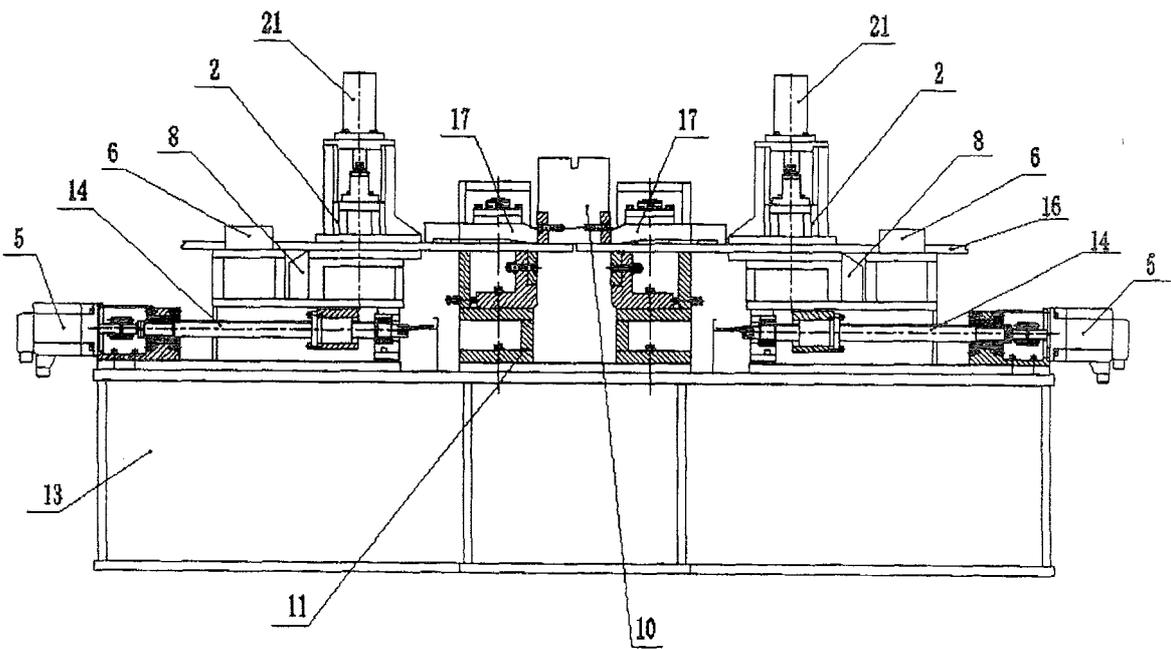


图 3

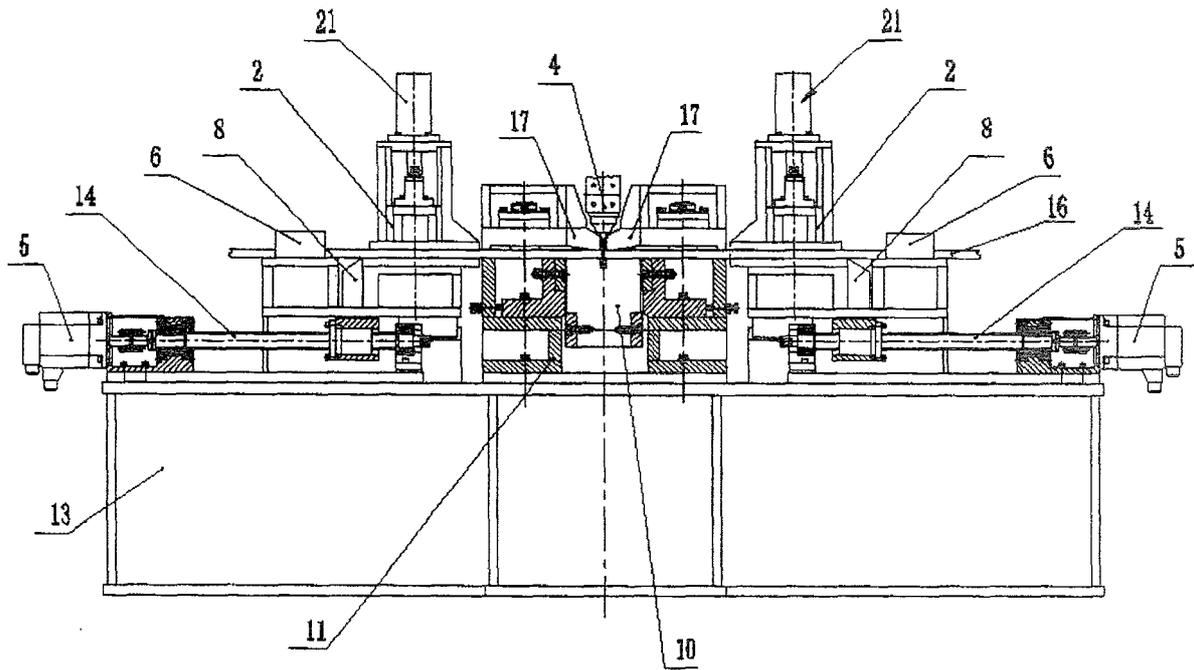


图 4

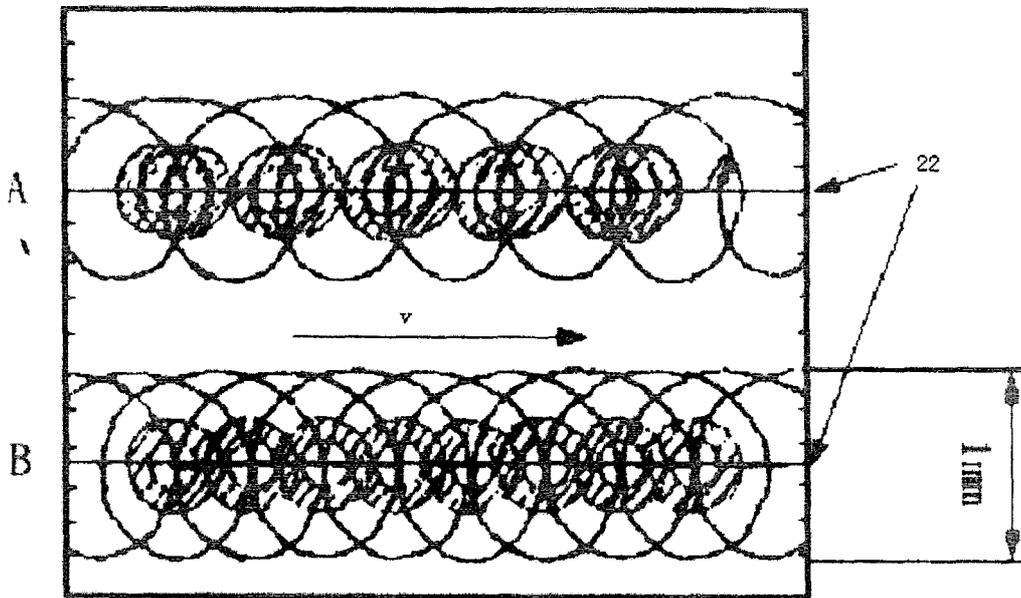


图 5



图 6