



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103639527 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 02

(21) 申请号 201310722395. 1

B23D 47/12(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 12. 24

审查员 王赛香

(73) 专利权人 湖北工业大学

地址 430068 湖北省武汉市武昌区南湖李家墩1村1号

(72) 发明人 钱应平 欧阳知宇 黄菊华  
郝学志 周细枝 王定华 许万  
黄旭 刘丹 程成 曾巍

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 42222  
代理人 张火春

(51) Int. Cl.

B23D 47/00(2006. 01)

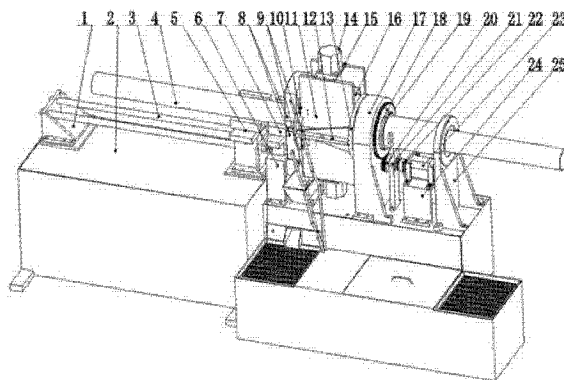
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种薄壁不锈钢管双刀对称行星式自动切割的装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种薄壁不锈钢管双刀对称行星式自动切割的装置及方法,本发明的切割刀具固定在自转电机上,自转电机采用伺服电机,切割进给同样采用伺服电机,这样可以实现切割转速和进给速度的无极调速。采用导轨将旋转刀盘和控制铣刀自转的伺服电机相连,起到进刀导向和绕管旋转切割的作用;采用双刀对称布置,切削过程中双刀不仅提高切削效率,降低刀具的磨损速度,管件受到对称的切削力,塑性变形相对均匀,切口垂直度得到改善;本发明采用PLC控制,根据切削材质,管径大小,壁厚,自动调节刀具自转、公转及进刀的切削速度,解决电线缠绕的问题,同时避免采用碳刷这种形式引起的接触不良,磨损、氧化、寿命短等问题。



1. 一种利用薄壁不锈钢管双刀对称行星式自动切割装置进行薄壁不锈钢管切割的方法,所述的装置包括:导柱支架(1)、床身(2)、导柱(3)、管件(4)、送料装置(5)、夹具支架(6)、夹具(7)、第一刀盘(10)、两块第一刀盘支撑板(11)、两块第二刀盘支撑板(12)、第二刀盘(13)、两台第一电机(14)、两块第一电机固定板(15)、两台切削电机(16)、第一轴承支撑座(17)、从动齿轮(18)、空心轴(19)、主动齿轮(20)、第二轴承支撑座(21)、第一联轴器(22)、第二电机(23)、第二电机固定架(24)、支撑座(25)、两片锯片铣刀(31)、四组直线进给导轨(32)、两块支撑板(34)、两根丝杆(35)、两块切削电机固定板(36)、两台第二联轴器(37)、轴承(38)、导滑管(39);

所述的导柱(3)固定安装在所述的导柱支架(1)上,所述的导柱支架(1)固定安装在所述的床身(2)上,所述的送料装置(5)可滑动地安装在所述的导柱(3)上;所述的夹具(7)上部水平方向与送料装置(5)的上部水平方向对齐、垂直方向与送料装置(5)垂直方向平行地固定安装在所述的夹具支架(6)上,所述的夹具支架(6)与所述的送料装置(5)固定安装在所述的床身(2)上;

所述的两块第一刀盘支撑板(11)并行设置、上下分别通过所述的两块第一电机固定板(15)连接在一起,所述的两块第二刀盘支撑板(12)分别安装在所述的两块第一刀盘支撑板(11)中部,所述的两块第一刀盘支撑板(11)、两块第二刀盘支撑板(12)、两块第一电机固定板(15)构成刀盘架,所述的第一刀盘(10)、第二刀盘(13)分别固定安装在所述的刀盘架左右两边上,两台第一电机(14)分别固定安装在所述的两块第一电机固定板(15)上,所述的两台切削电机(16)分别固定安装在所述的两块切削电机固定板(36)上,所述的两块切削电机固定板(36)分别通过所述的两根丝杆(35)、两台第二联轴器(37)和两块支撑板(34)与所述的两台第一电机(14)的主轴连接,所述的两块支撑板(34)对称安装在所述的刀盘架内壁上,所述的两台切削电机(16)的转轴分别穿过设置在所述的第一刀盘(10)上的两个安装槽与所述的两片锯片铣刀(31)分别固定连接,所述的第二刀盘(13)固定安装在所述的空心轴(19)上;

所述的刀盘架内壁上下左右对称设置有四组直线进给导轨(32)、所述的两台切削电机(16)可以沿着所述的四组直线进给导轨(32)上下运动;

所述的第一轴承支撑座(17)固定安装在所述的床身(2)上,所述的轴承(38)固定安装在所述的第一轴承支撑座(17)上,所述的空心轴(19)固定安装在所述的轴承(38)上,所述的从动齿轮(18)固定安装在所述的空心轴(19)上,并与所述的主动齿轮(20)啮合连接,所述的主动齿轮(20)通过所述的第一联轴器(22)与所述的第二电机(23)连接,并通过所述的第二轴承支撑座(21)支撑,所述的第二电机(23)固定安装在所述的第二电机固定架(24)上,所述的第二电机固定架(24)固定安装在所述的床身(2)上,所述的导滑管(39)固定在所述的支撑座(25)上,所述的支撑座(25)固定安装在所述的床身(2)上;

所述的管件(4)依次穿过所述的导滑管(39)、第二刀盘(13)、刀盘架、第一刀盘(10)后吻合搁置在所述的夹具(7)和送料装置上,便于进行切割;

所述的装置还包括:挡水箱(8)、冷却水管(9)、冷却水箱(26)、出水槽(28)、冷却水收集漏斗(29),所述的挡水箱(8)通过固定安装在所述的刀盘(10)上,随刀盘(10)一起转动;所述的冷却水箱(26)安装在所述的床身(2)侧部,所述的冷却水收集漏斗(29)安装在所述的挡水箱(8)下部,所述的出水槽(28)安装在所述的冷却水收集漏斗(29)下部,并

位于所述的冷却水箱(26)上部,所述的冷却水管(9)中的冷却水通过所述的冷却水管(9)导入到所述的挡水箱(8)中,并经过所述的冷却水收集漏斗(29)和出水槽(28)回流到所述的冷却水箱(26)中;

所述的装置还包括:过滤网(27)、切屑收集器(30),所述的切屑收集器(30)安装在所述的挡水箱(8)下部出水口处,位于所述的冷却水收集漏斗(29)上部,用于收集切削过程中的切屑;所述的过滤网(27)安装在所述的冷却水箱(26)进水口处,用于过滤掉冷却水中的切屑;

其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:PLC控制所述的送料装置(5)按照设定的长度送料,利用所述的夹具(7)夹紧;

步骤2:所述的切削电机(16)启动,带动所述的锯片铣刀(31)旋转;

步骤3:所述的第一电机(14)启动,在所述的四组直线进给导轨(32)的导向下,带动所述的切削电机(16)进给,切割所述的管件(4),直至切穿管壁;

步骤4:所述的第二电机(23)启动,带动所述的第一刀盘(10)和第二刀盘(13)绕所述的管件(4)旋转,从而带动所述的切削电机(16)和锯片铣刀(31)绕所述的管件(4)旋转切割所述的管件(4),旋转180度,至所述的管件(4)切断;

步骤5:所述的第二电机(23)反转,带动所述的第一刀盘(10)和第二刀盘(13)绕所述的管件(4)旋转复位后停止,起到消除断面毛刺的作用;

步骤6:所述的切削电机(16)停止;

步骤7:所述的第一电机(14)反转,在所述的四组直线进给导轨(32)的导向下,带动所述的切削电机(16)复位,为下一个切割周期准备。

## 一种薄壁不锈钢管双刀对称行星式自动切割的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于机械设备领域,涉及一种薄壁不锈钢管切断的装置及方法,具体说是壁厚 1mm 左右的薄壁不锈钢管对称行星式自动切断的装置及方法。

### 技术背景

[0002] 随着汽车、航空、航天、石油、化工和食品等工业的蓬勃发展,不锈钢管已得到广泛应用。与一般钢材相比,不锈钢的强度、硬度并不高,但由于不锈钢含有大量的  $C_r$ 、 $N_i$ 、 $M_n$  等元素,韧性较好、热强度高、导热系数低、切削时塑性变形大、加工硬化严重、切削产生的热量多、散热困难等原因,不锈钢管在切削时,极易造成刀具刃口处切削温度高、切屑粘附刃口严重、容易产生积屑瘤,既加剧刀具的磨损,又影响加工表面的光洁度。此外,由于切削不易卷曲和折断,也会损伤已加工表面,影响工件的断面质量。针对上述不锈钢难以切削的特点,业内人士纷纷开展相关的研究并研制了不同类型的切管机。

[0003] 美国 PMC 公司 (PIPE MACHINE COMPANY) 在世界上首次研发成功了钢管固定不动、刀具旋转进给的管子车丝机,并使用硬质合金刀具加工管端螺纹,使油套管加工的生产率和产品质量都有了显著提高。随后美国 PMC 公司又进行了技术的改进和创新,将此技术应用到切管机、接箍切断机等管加工机床上。但由于该切管机采用强力切削技术,切削工件容易变形,切削情况也不理想,同时机床对管件的几何尺寸要求较严格,不适合薄壁钢管的切割。意大利的钢管加工设备公司 TTM (Tube Tech Machinery) 设计、制造的新型切管机—SPEEDFLY5 采用了激光技术。由于激光束的指向性高,具有较高的功率密度和很好的聚焦特性,因此切割效率高,对管件不会产生机械作用力,避免工件的机械变形,而且可切割的材料范围广。但由于激光切割是利用聚集的能量使金属材料局部瞬时气化,容易产生飞渣,且切割断面光洁度不高,难以满足高精度、高表面光洁度切割断面的要求,同时,设备的投入成本较高,一般企业难以承受。

[0004] 法国 AXXAIR 行星式不锈钢管切割机,利用人工或者简单电机驱动自转的刀片绕着管子公转进行切割。即管子被加紧在自定心卡盘上,手动使进刀手柄先进给切透钢管,然后固定进刀位置,接着人工旋转手轮,使其绕管件旋转一周,从而切断管件。该方法切割的管件断面质量较好,但由于是人工驱动,自动化程度不高,劳动强度大,效率低,对工人要求较高,难以实现工业化生产的要求。

[0005] 国内在薄壁不锈钢管切割方法的研究及设备开发方面,与国外相比还有较大差距。国内切管机大部分为仿前苏联的产品,这些切管机主要采用高速钢切刀、凸轮机构进刀、弹簧卡爪卡紧。这类设备切割效率低、进刀不平衡、定心精度差、并且卡爪极易被铁屑卡死,甚至有些管子是在车床上进行切割加工,80 年代初,国内研制开发的专用液压切管机虽在卡紧、进刀技术上前进了一步,但同样存在着进刀平衡差、切管效率低等弱点,不适宜于薄壁管件的切割。而且,目前国内还没有专门用于切割薄壁不锈钢管的行星式全自动切管机。

## 发明内容

[0006] 为了解决上述的技术问题,本发明提出了一种薄壁不锈钢管双刀对称行星式自动切割的装置及方法。

[0007] 本发明的装置所采用的技术方案是:一种薄壁不锈钢管双刀对称行星式自动切割的装置,其特征在于,包括:导柱支架、床身、导柱、管件、送料装置、夹具支架、夹具、第一刀盘、两块第一刀盘支撑板、两块第二刀盘支撑板、第二刀盘、两台第一电机、两块第一电机固定板、两台切削电机、第一轴承支撑座、从动齿轮、空心轴、主动齿轮、第二轴承支撑座、第一联轴器、第二电机、第二电机固定架、支撑座、两片锯片铣刀、四组直线进给导轨、两块支撑板、两根丝杆、两块切削电机固定板、两台第二联轴器、轴承、导滑管;

[0008] 所述的导柱固定安装在所述的导柱支架上,所述的导柱支架固定安装在所述的床身上,所述的送料装置可滑动地安装在所述的导柱上;所述的夹具上部水平方向与所述送料装置的上部水平方向对齐、垂直方向与送料装置垂直方向平行地固定安装在所述的夹具支架上,所述的夹具支架与所述的送料装置固定安装在所述的床身上;

[0009] 所述的两块第一刀盘支撑板并行设置、上下分别通过所述的两块第一电机固定板连接在一起,所述的两块第二刀盘支撑板分别安装在所述的两块第一刀盘支撑板中部,所述的两块第一刀盘支撑板、两块第二刀盘支撑板、两块第一电机固定板构成刀盘架,所述的第一刀盘、第二刀盘分别固定安装在所述的刀盘架左右两边上,两台第一电机分别固定安装在所述的两块第一电机固定板上,所述的两台切削电机分别固定安装在所述的两块切削电机固定板上,所述的两块切削电机固定板分别通过所述的两根丝杆、两台第二联轴器和两块支撑板与所述的两台第一电机的主轴连接,所述的两块支撑板对称安装在所述的刀盘架内壁上,所述的两台切削电机的转轴分别穿过设置在所述的第一刀盘上的两个安装槽与所述的两片锯片铣刀分别固定连接,所述的第二刀盘固定安装在所述的空心轴上;

[0010] 所述的刀盘架内壁上下左右对称设置有四组直线进给导轨、所述的两台切削电机可以沿着所述的四组直线进给导轨上下运动;

[0011] 所述的第一轴承支撑座固定安装在所述的床身上,所述的轴承固定安装在所述的第一轴承支撑座上,所述的空心轴固定安装在所述的轴承上,所述的从动齿轮固定安装在所述的空心轴上,并与所述的主动齿轮啮合连接,所述的主动齿轮通过所述的第一联轴器与所述的第二电机连接,并通过所述的第二轴承支撑座支撑,所述的第二电机固定安装在所述的第二电机固定架上,所述的第二电机固定架固定安装在所述的床身上,所述的导滑管固定在所述的支撑座上,所述的支撑座固定安装在所述的床身上;

[0012] 所述的管件依次穿过所述的导滑管、第二刀、刀盘架、第一刀盘后吻合搁置在所述的夹具和送料装置上,便于进行切割。

[0013] 作为优选,所述的装置还包括:挡水箱、冷却水管、冷却水箱、出水槽、冷却水收集漏斗,所述的挡水箱通过固定安装在所述的刀盘上,随刀盘一起转动;所述的冷却水箱安装在所述的床身侧部,所述的冷却水收集漏斗安装在所述的挡水箱下部,所述的出水槽安装在所述的冷却水收集漏斗下部,并位于所述的冷却水箱上部,所述的冷却水管中的冷却水通过所述的冷却水管导入到所述的挡水箱中,并经过所述的冷却水收集漏斗和出水槽回流到所述的冷却水箱中。

[0014] 作为优选,所述的装置还包括:过滤网、切屑收集器,所述的切屑收集器安装在所

述的挡水箱下部出水口出,位于所述的冷却水收集漏斗上部,用于收集切削过程中的切屑;所述的过滤网安装在所述的冷却水箱进水口处,用于过滤掉冷却水中的切屑。

[0015] 利用本发明所述的薄壁不锈钢管双刀对称行星式自动切割装置进行薄壁不锈钢管切割的方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0016] 步骤 1:PLC 控制所述的送料装置按照设定的长度送料,利用所述的夹具夹紧;

[0017] 步骤 2:所述的切削电机启动,带动所述的锯片铣刀旋转;

[0018] 步骤 3:所述的第一电机启动,在所述的四组直线进给导轨的导向下,带动所述的切削电机进给,切割所述的管件,直至切穿管壁;

[0019] 步骤 4:所述的第二电机启动,带动所述的第一刀盘和第二刀盘绕所述的管件旋转,从而带动所述的切削电机和锯片铣刀绕所述的管件旋转切割所述的管件,旋转 180 度,至所述的管件切断;

[0020] 步骤 5:所述的第二电机反转,带动所述的第一刀盘和第二刀盘绕所述的管件旋转复位后停止,起到消除断面毛刺的作用;

[0021] 步骤 6:所述的切削电机停止;

[0022] 步骤 7:所述的第一电机反转,在所述的四组直线进给导轨的导向下,带动所述的切削电机复位,为下一个切割周期准备。

[0023] 本发明的主要创新点在于:

[0024] 1. 根据研究不锈钢切割过程中产生金属塑性变形的规律,提出双刀对称行星式运动切割,使切割过程中的塑性变形力对称相抵消,降低断面的变形,从而提高断面的平面度;

[0025] 2. 为了规避采用碳刷导电易磨损、易氧化、寿命短等缺点,同时为了解决采用导线在旋转过程中易缠绕的问题,提出了切割刀具公转半周的方法,提高了切割效率;

[0026] 3. 刀具的自转、直线进给运动和行星运动均采用单独伺服电机控制,可以实现无极调速,从而根据钢管的材质、管径大小、壁厚等调整速度,实现高质量管材的高效切割所需的最佳参数匹配。

[0027] 本发明采用 PLC 控制伺服电机驱动,可以实现切削、进给、绕管旋转无极调速,因而可以根据钢管的材料、管径、壁厚等进行调节各速度,达到最佳切割质量和效率,广泛应用于汽车、航空航天、石油化工、食品等行业。本发明中设计的刀具对称摆放,解决了不锈钢在切削加工中因收缩不均,或振动等原因导致切口垂直度、平滑度不高的问题,同时也提高了切割加工的效率。

## 附图说明

[0028] 图 1:本发明实施例的装置外部结构图。

[0029] 图 2:本发明实施例的装置内部结构图。

[0030] 图 3:本发明实施例的装置切削电机安装结构图。

[0031] 图 4:本发明实施例的装置第一电机安装结构图。

[0032] 图 5:本发明实施例的装置第二电机安装结构图。

## 具体实施方式

[0033] 下面结合参考附图进一步描述本技术方案,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件,但该描述仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0034] 请见图 1、图 2、图 3、图 4 和图 5,本发明的装置所采用的技术方案是:一种薄壁不锈钢管双刀对称行星式自动切割的装置,包括:导柱支架 1、床身 2、导柱 3、管件 4、送料装置 5、夹具支架 6、夹具 7、挡水箱 8、冷却水管 9、第一刀盘 10、两块第一刀盘支撑板 11、两块第二刀盘支撑板 12、第二刀盘 13、两台第一电机 14、两块第一电机固定板 15、两台切削电机 16、第一轴承支撑座 17、从动齿轮 18、空心轴 19、主动齿轮 20、第二轴承支撑座 21、第一联轴器 22、第二电机 23、第二电机固定架 24、支撑座 25、冷却水箱 26、过滤网 27、出水槽 28、冷却水收集漏斗 29、切屑收集器 30、两片锯片铣刀 31、四组直线进给导轨 32、两块支撑板 34、两根丝杆 35、两块切削电机固定板 36、两台第二联轴器 37、轴承 38、导滑管 39;导柱 3 固定安装在导柱支架 1 上,导柱支架 1 固定安装在床身 2 上,送料装置 5 可滑动地安装在导柱 3 上;夹具 7 上部水平方向与送料装置 5 的上部水平方向对齐、垂直方向与送料装置 5 垂直方向平行地固定安装在夹具支架 6 上,夹具支架 6 与送料装置 5 固定安装在床身 2 上;两块第一刀盘支撑板 11 并行设置、上下分别通过两块第一电机固定板 15 连接在一起,两块第二刀盘支撑板 12 分别安装在两块第一刀盘支撑板 11 中部,两块第一刀盘支撑板 11、两块第二刀盘支撑板 12、两块第一电机固定板 15 构成刀盘架,第一刀盘 10、第二刀盘 13 分别固定安装在刀盘架左右两边上,两台第一电机 14 分别固定安装在两块第一电机固定板 15 上,两台切削电机 16 分别固定安装在两块切削电机固定板 36 上,两块切削电机固定板 36 分别通过两根丝杆 35、两台第二联轴器 37 和两块支撑板 34 与两台第一电机 14 的主轴连接,两块支撑板 34 对称安装在刀盘架内壁上,两台切削电机 16 的转轴分别穿过设置在第一刀盘 10 上的两个安装槽与两片锯片铣刀 31 分别固定连接,所述的第二刀盘 13 固定安装在所述空心轴 19 上;刀盘架内壁上下左右对称设置有四组直线进给导轨 32、两台切削电机 16 可以沿着四组直线进给导轨 32 上下运动;第一轴承支撑座 17 固定安装在床身 2 上,轴承 38 固定安装在第一轴承支撑座 17 上,空心轴 19 固定安装在轴承 38 上,从动齿轮 18 固定安装在空心轴 19 上,并与主动齿轮 20 啮合连接,主动齿轮 20 通过第一联轴器 22 与第二电机 23 连接,并通过第二轴承支撑座 21 支撑,第二电机 23 固定安装在第二电机固定架 24 上,第二电机固定架 24 固定安装在床身 2 上,导滑管 39 固定在支撑座 25 上,支撑座 25 固定安装在床身 2 上;挡水箱 8 通过固定安装在刀盘 10 上,随刀盘 10 一起转动;冷却水箱 26 安装在床身 2 侧部,冷却水收集漏斗 29 安装在挡水箱 8 下部,出水槽 28 安装在冷却水收集漏斗 29 下部,并位于冷却水箱 26 上部,冷却水管 9 中的冷却水通过冷却水管 9 导入到挡水箱 8 中,并经过冷却水收集漏斗 29 和出水槽 28 回流到冷却水箱 26 中;切屑收集器 30 安装在挡水箱 8 下部出水口出,位于冷却水收集漏斗 29 上部,用于收集切削过程中的切屑;过滤网 27 安装在冷却水箱 26 进水口处,用于过滤掉冷却水中的切屑;管件 4 依次穿过导滑管 39、第二刀盘 13、刀盘架、第一刀盘 10 后吻合搁置在夹具 7 和送料装置上,便于进行切割。

[0035] 本发明的方法所采用的技术方案是:利用本发明薄壁不锈钢管双刀对称行星式自动切割装置进行薄壁不锈钢管切割的方法,包括以下步骤:

[0036] 步骤 1:PLC 控制送料装置 5 按照设定的长度送料,利用夹具 7 夹紧;

[0037] 步骤 2:切削电机 16 启动,带动锯片铣刀 31 旋转;

[0038] 步骤3:第一电机14启动,在四组直线进给导轨32的导向下,带动切削电机16进给,切割管件4,直至切穿管壁;

[0039] 步骤4:第二电机23启动,带动第一刀盘10和第二刀盘13绕管件4旋转,从而带动切削电机16和锯片铣刀31绕管件4旋转切割管件4,旋转180度,至管件4切断;

[0040] 步骤5:第二电机23反转,带动第一刀盘10和第二刀盘13绕管件4旋转复位后停止,起到消除断面毛刺的作用;

[0041] 步骤6:切削电机16停止;

[0042] 步骤7:第一电机14反转,在四组直线进给导轨32的导向下,带动切削电机16复位,为下一个切割周期准备。

[0043] 本发明的薄壁不锈钢管双刀对称行星式自动切割的装置:

[0044] (1) 第二刀盘13固定在空心轴19上,空心轴19的转动靠一对减速齿轮副传动,提供第二刀盘13公转的第二电机23布置在电机固定架24上,电机固定架24与空心轴19间隙配合;

[0045] (2) 切割刀具锯片铣刀31固定在切削电机16上,自转电机采用伺服电机,切割进给同样采用伺服电机,这样可以实现切割转速和进给速度的无极调速;

[0046] (3) 采用四组直线进给导轨32将旋转刀盘10、13和控制锯片铣刀31自转的切削电机16相连,起到进刀导向和绕管旋转切割的作用;

[0047] (4) 采用双刀对称布置,切削过程中双刀不仅提高切削效率,降低刀具的磨损速度,管件受到对称的切削力,塑性变形相对均匀,切口垂直度得到改善;

[0048] (5) 刀盘10、13顺时针旋转180度,然后逆时针旋转180度复位,这样解决电线缠绕的问题,同时避免采用碳刷这种形式引起的接触不良,磨损、氧化、寿命短等问题;

[0049] (6) 采用PLC控制,根据切削材质,管径大小,壁厚,自动调节切割刀具锯片铣刀31自转、公转及进刀的切削速度,是一种真正意义上的全自动新型切管机。

[0050] 以上仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围,因此,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



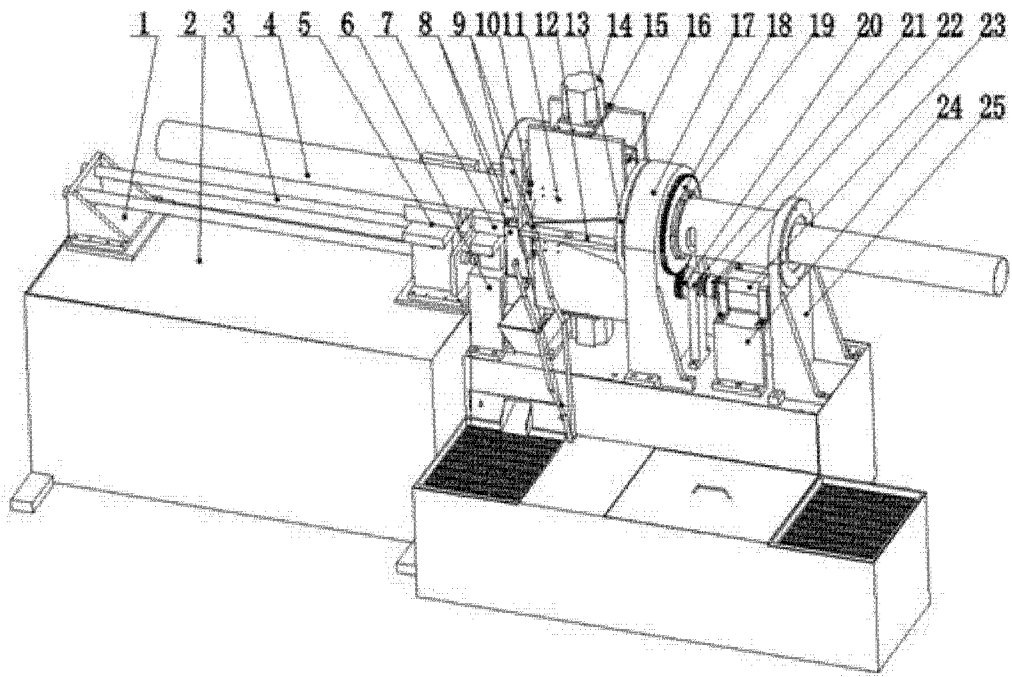


图 1

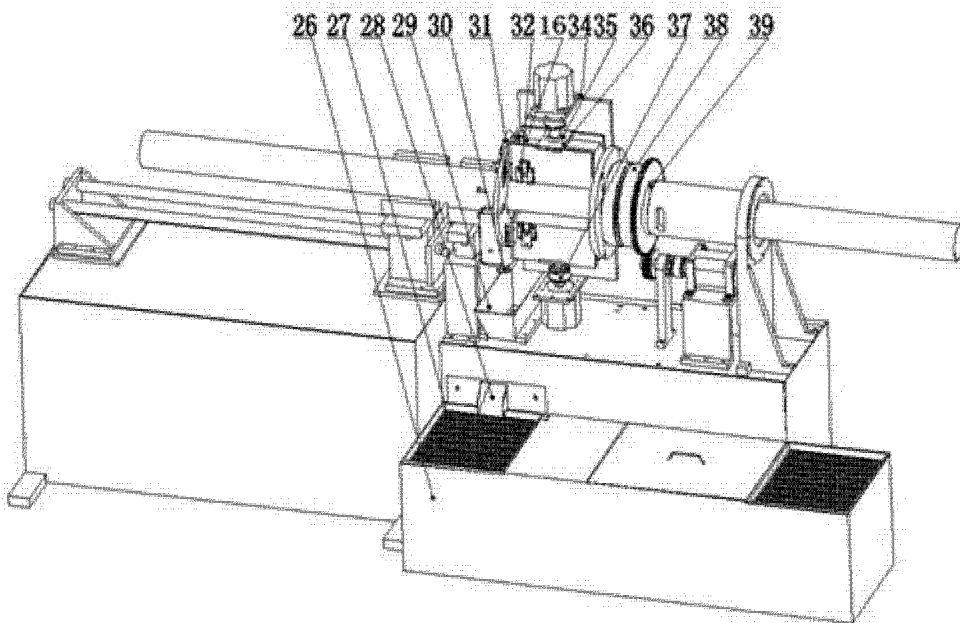


图 2

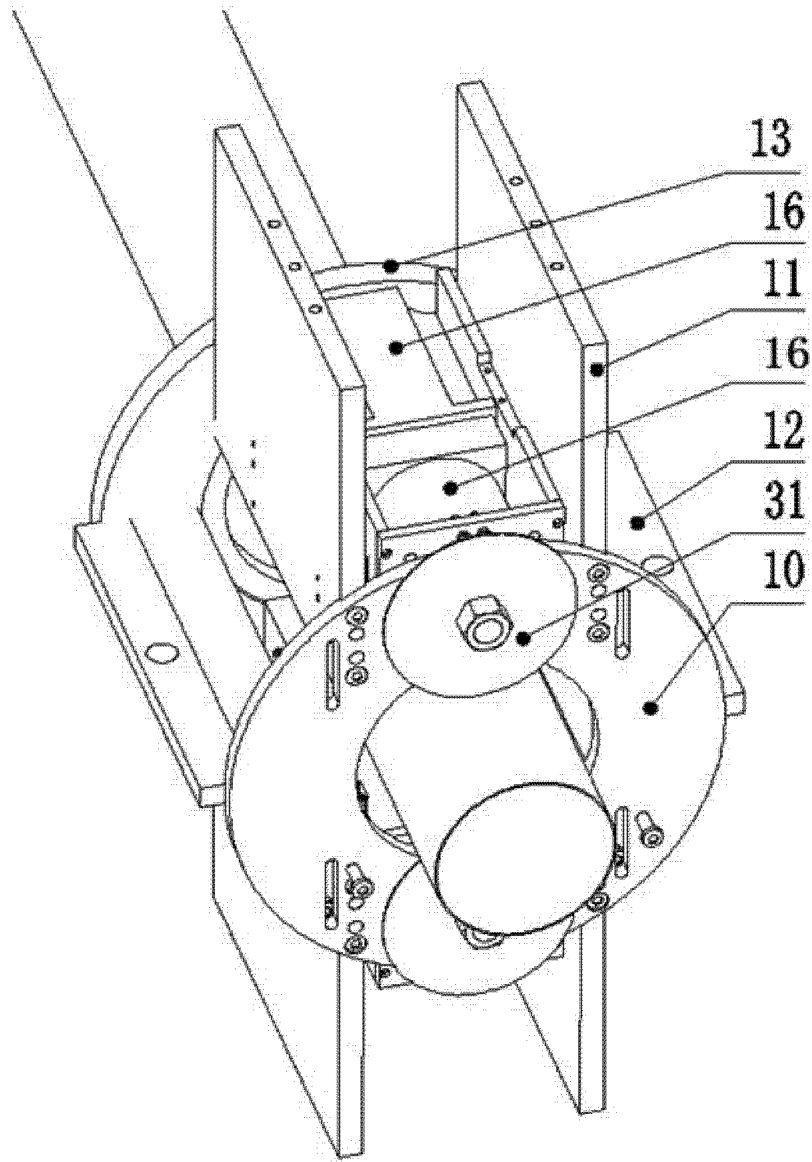


图 3

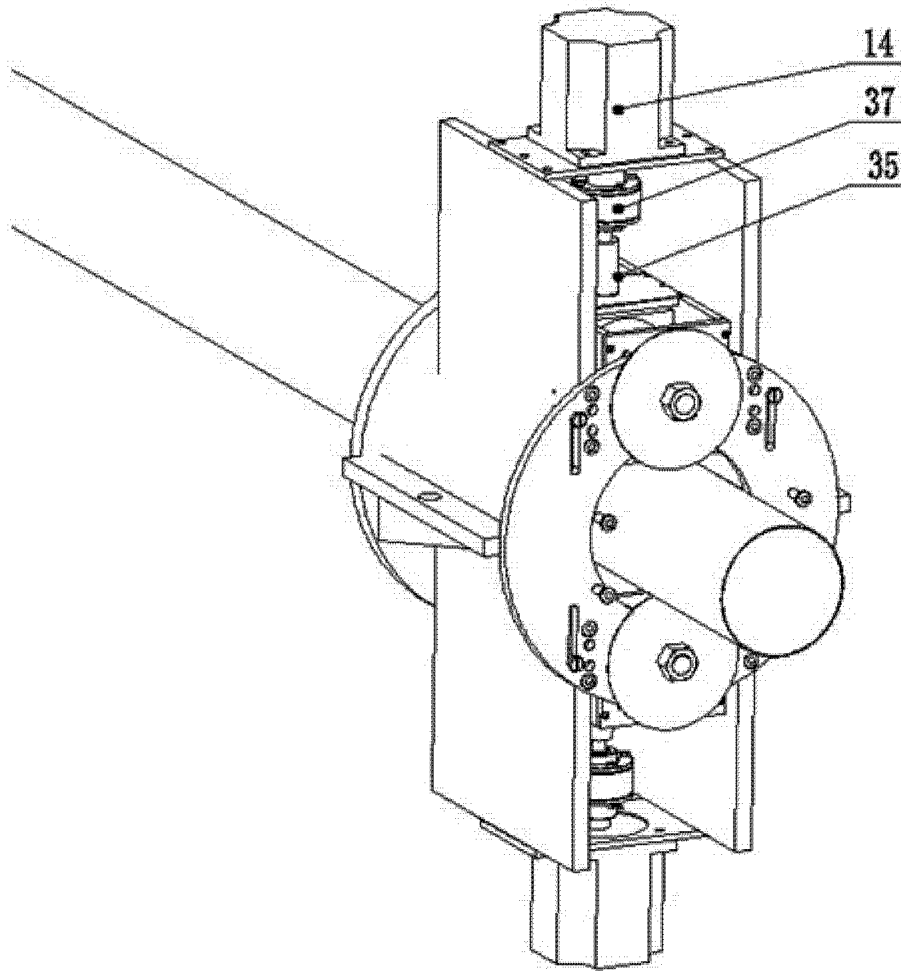


图 4

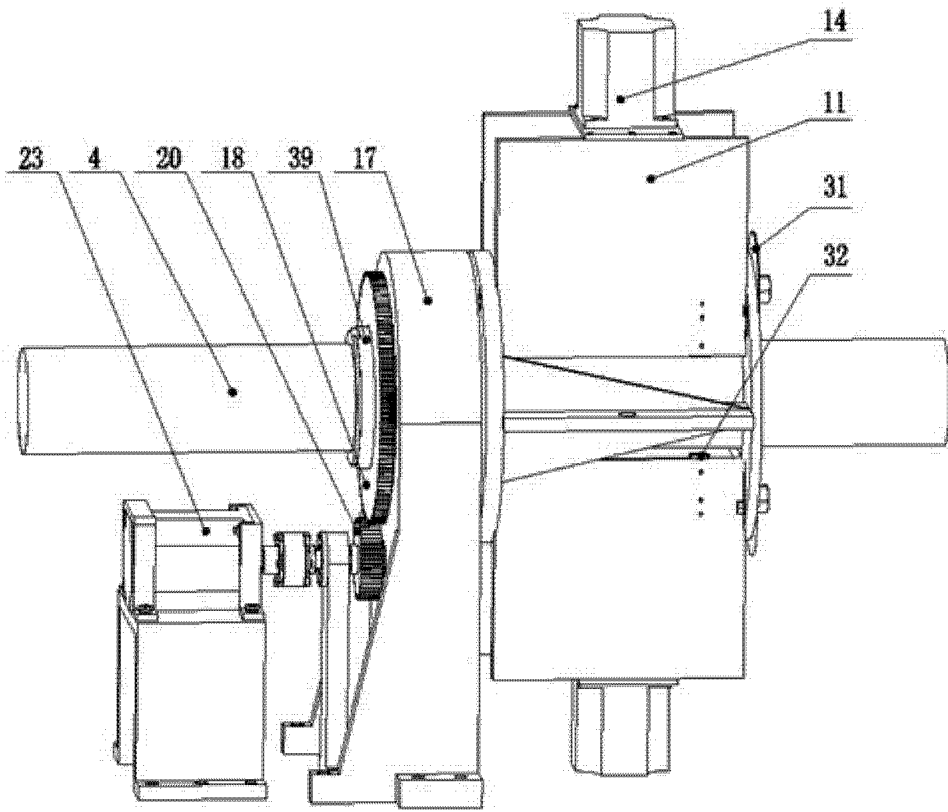


图 5