



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106424873 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201611237410.3

(22)申请日 2016.12.28

(71)申请人 中航沈飞民用飞机有限责任公司  
地址 110169 辽宁省沈阳市浑南新区世纪路1号

(72)发明人 刘振山 贾晓亮 金加奇 王超  
李论 李艳军

(74)专利代理机构 沈阳杰克知识产权代理有限公司 21207

代理人 孙玲

(51)Int.Cl.  
B23C 3/00(2006.01)

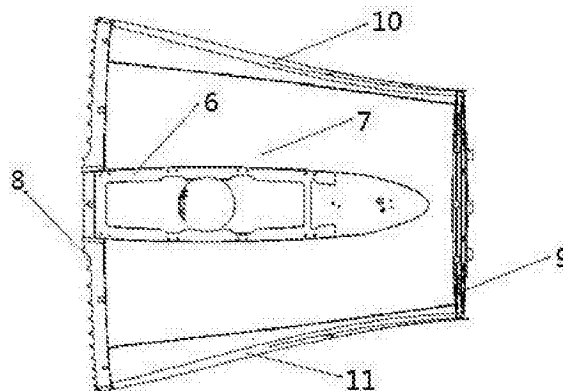
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

## (54)发明名称

一种连接平面碳纤维牺牲层铣切加工方法

## (57)摘要

本发明公开一种连接平面碳纤维牺牲层铣切加工方法,用于飞机复合材料后机身与垂尾连接的对接平面碳纤维牺牲层的铣切加工,包括如下步骤:(1)将后机身前段装配件进行定位,后机身前段产品装配完成后不下架,与装配工装一起在平面铣切设备的加工区域内进行定位;(2)选择平面铣切的加工刀具,刀具样式为盘式铣刀,刀具材料为硬质合金;(3)确定加工工艺,利用铣切设备进行对刀、确定铣切余量、确定刀具加工的进给方向;(4)确定加工工艺参数;(5)使用铣切设备对接接平面进行铣切,使用激光跟踪仪检查对接平面的轮廓度。保证后机身前段与垂尾连接平面轮廓度要求,实现后机身前段与垂尾顺利对接。



1. 一种连接平面碳纤维牺牲层铣切加工方法,用于飞机复合材料后机身与垂尾连接的对接平面碳纤维牺牲层的铣切加工,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 将后机身前段装配件进行定位,后机身前段产品装配完成后不下架,与装配工装一起在平面铣切设备的加工区域内进行定位;

(2) 选择平面铣切的加工刀具,刀具样式为盘式铣刀,刀具材料为硬质合金;

(3) 确定加工工艺,利用铣切设备进行对刀、确定铣切余量、确定刀具加工的进给方向;

(4) 确定加工工艺参数;

(5) 使用铣切设备对接平面进行铣切,使用激光跟踪仪检查对接平面的轮廓度。

2. 如权利要求1所述的铣切加工方法,其特征在于,步骤(1)中定位具体为:采用杯锥定位器进行定位,在加工区域布置锥定位器、在产品上和/或装配工装上布置杯定位器,定位时利用杯定位器落到锥定位器上,实现产品/装配工装的定位。

3. 如权利要求2所述的铣切加工方法,其特征在于,至少采用4套杯锥定位器进行定位,其中1套杯锥定位器约束产品的X轴,1套杯锥定位器约束产品的Z轴,两套杯锥定位器约束产品的Y轴。

4. 如权利要求1所述的铣切加工方法,其特征在于,步骤(2)的刀具直径为 $\phi 50-60\text{mm}$ ,刀片数量为5-6片。

5. 如权利要求1所述的铣切加工方法,其特征在于,步骤(3)中对刀采用坐标转换方式进行对刀,取装配工装/产品上的3点,对装配工装/产品进行找正;所述确定铣切余量为使用铣切设备所配套的探头分别在牺牲层和产品表面进行厚度测量;所述厚度测量为牺牲层和产品表面各取80个点来计算铣切平面深度;确定刀具加工的进给方向为延航向方向加工。

6. 如权利要求1所述的铣切加工方法,其特征在于,步骤(3)还包括利用支撑机构工装防止加工过程中产品/装配工装发生震颤;所述支撑机构工装设置在机身内部,采用一端通过与产品/装配工装连接,另一端固定在加工区工作平台上,避免加工过程中产品变形/震颤。

7. 如权利要求6所述的铣切加工方法,其特征在于,所述支撑机构工装具有底座;底座上安装伸缩杆,用于调节该支撑机构工装的高度;伸缩杆上安装锁紧装置,用于锁定高度;锁紧装置上安装角度调整装置,用于调整并锁定该支撑机构工装的角度;角度调整装置上安装有用于连接产品/装配工装的夹具机构。

8. 如权利要求7所述的铣切加工方法,其特征在于,所述夹具机构包括用于和飞机上壁板连接的真空吸盘,用于连接飞机框架的框夹紧装置,和用于连接固定飞机垂尾的垂尾对接孔连接螺栓。

9. 如权利要求1所述的铣切加工方法,其特征在于,步骤(4)选择刀具转速为3500-4000转/分,每刀进给量为0.2-0.4mm,进给速度为0.1-0.2米/分的工艺参数进行铣切加工。

## 一种连接平面碳纤维牺牲层铣切加工方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于航空铣切加工领域,具体涉及一种连接平面碳纤维牺牲层铣切加工方法。

### 背景技术

[0002] 飞机后机身前段与垂尾连接方式采用平面对接和螺栓紧固的方法,对接平面位于后机身前段上壁板上表面,材料为碳纤维复合材料。由于碳纤维复合材料零件成形后变形大,零件厚度不易控制,厚度公差为 $\pm 5\%$ ,很难保证工程对对接平面0.25轮廓度的要求。为了保证轮廓度要求,确保后机身前段和垂尾顺利对接,工程对对接平面预留2mm牺牲层,采用装配后精加工铣切对接平面的工艺方法,以满足工程轮廓度要求,此种工艺方法在国内尚属首例。

### 发明内容

[0003] 本发明目的是提供一种连接平面碳纤维牺牲层铣切加工方法,用于飞机复合材料后机身与垂尾连接平面,保证后机身前段与垂尾连接平面轮廓度要求,实现后机身前段与垂尾顺利对接,使用铣切设备,研究铣切工艺方法和工艺参数,用于对接平面铣切,保证对接平面轮廓度。

[0004] 本发明采用的技术方案为:

[0005] 一种连接平面碳纤维牺牲层铣切加工方法,用于飞机复合材料后机身与垂尾连接的对接平面碳纤维牺牲层的铣切加工,包括如下步骤:

[0006] (1) 将后机身前段装配件进行定位,后机身前段产品装配完成后不下架,与装配工装一起在平面铣切设备的加工区域内进行定位;

[0007] (2) 选择平面铣切的加工刀具,刀具样式为盘式铣刀,刀具材料为硬质合金;

[0008] (3) 确定加工工艺,利用铣切设备进行对刀、确定铣切余量、确定刀具加工的进给方向;

[0009] (4) 确定加工工艺参数;

[0010] (5) 使用铣切设备对接对接平面进行铣切,使用激光跟踪仪检查对接平面的轮廓度。

[0011] 所述的铣切加工方法,步骤(1)中定位具体为:采用杯锥定位器进行定位,在加工区域布置锥定位器、在产品上和/或装配工装上布置杯定位器,定位时利用杯定位器落到锥定位器上,实现产品/装配工装的定位。

[0012] 所述的铣切加工方法,至少采用4套杯锥定位器进行定位,其中1套杯锥定位器约束产品的X轴,1套杯锥定位器约束产品的Z轴,两套杯锥定位器约束产品的Y轴。

[0013] 所述的铣切加工方法,步骤(2)的刀具直径为 $\phi 50-60\text{mm}$ ,刀片数量为5-6片。

[0014] 所述的铣切加工方法,步骤(3)中对刀采用坐标转换方式进行对刀,取装配工装/产品上的3点,对装配工装/产品进行找正;所述确定铣切余量为使用铣切设备所配套的探头分别在牺牲层和产品表面进行厚度测量;所述厚度测量为牺牲层和产品表面各取80个点

来计算铣切平面深度;确定刀具加工的进给方向为延航向方向加工。

[0015] 所述的铣切加工方法,步骤(3)还包括利用支撑机构工装防止加工过程中产品/装配工装发生震颤;所述支撑机构工装设置在机身内部,采用一端通过与产品/装配工装连接,另一端固定在加工区工作平台上,避免加工过程中产品变形/震颤。

[0016] 所述的铣切加工方法,所述支撑机构工装具有底座;底座上安装伸缩杆,用于调节该支撑机构工装的高度;伸缩杆上安装锁紧装置,用于锁定高度;锁紧装置上安装角度调整装置,用于调整并锁定该支撑机构工装的角度;角度调整装置上安装有用于连接产品/装配工装的夹具机构。

[0017] 所述的铣切加工方法,所述夹具机构包括用于和飞机上壁板连接的真空吸盘,用于连接飞机框架的框夹紧装置,和用于连接固定飞机垂尾的垂尾对接孔连接螺栓。

[0018] 所述的铣切加工方法,步骤(4)选择刀具转速为3500-4000转/分,每刀进给量为0.2-0.4mm,进给速度为0.1-0.2米/分的工艺参数进行铣切加工。

[0019] 本发明具有以下有益效果:

[0020] 为保证对接平面的轮廓度,实现垂尾顺利对接,使用铣切设备对对接平面进行铣切,由于设备具有很高的稳定性、加工精度高、铣切进给速度恒定等优点,因此能够保证对接平面的工程要求。

[0021] 为了满足对接平面的工程要求,采用装配完成后精加工平面的方法,后机身前段装配完成后不下架,连同装配工装一起定位到铣切设备区域,减少了二次定位造成的误差;由于复合材料属于难加工材料,且极易造成损伤和分层等质量缺陷,因此要选择好铣切刀具的材料和样式,确定铣切工艺方法和设备加工工艺参数,以上技术问题确定后要使用试验件进行多次试切,试验合格后再进行产品加工,最后使用激光跟踪仪进行平面轮廓度的测量,检查是否合格。这样才可以保证对接平面轮廓度的要求。

[0022] 保证后机身前段与垂尾连接平面轮廓度要求,实现后机身前段与垂尾顺利对接。通过优化铣切工艺方法和工艺参数,用于对接平面铣切,保证对接平面轮廓度。此种加工方法,不但可以满足对接平面轮廓度的要求,同时提高对接平面表面质量,提升客户和适航满意度,最终交付给客户合格的产品,每架份为公司创造收入大约200万元。

## 附图说明

[0023] 图1为铣切对接平面的结构示意图。

[0024] 图2为图1所示铣切对接平面的放大图。

[0025] 图3为杯锥定位器的结构示意图。

[0026] 图4为盘式刀具的结构示意图。

[0027] 图5为支撑机构工装的结构示意图。

## 具体实施方式

[0028] 如图1-2所示,飞机后机身前段与垂尾连接方式采用平面对接和螺栓紧固的方法,对接平面6位于后机身前段上壁板7上表面,上壁板7前侧有压力框8,后侧有79框9,右侧为右壁板10,左侧为左壁板11。对接平面6材料为碳纤维复合材料,工程要求对接平面6轮廓度为0.25,为了保证轮廓度要求,确保后机身前段和垂尾顺利对接,工程对对接平面6预留2mm

牺牲层。由于轮廓度公差仅为0.25mm,铣切区域长2米,宽0.6米,铣切难度很大,因此采用本发明的铣切加工方法,为保证对接平面6的轮廓度,实现垂尾顺利对接,使用自动钻铣设备对对接平面6进行铣切,由于自动钻铣设备具有很高的稳定性、加工精度高、铣切进给速度恒定等优点,因此能够保证对接平面6的工程要求。

[0029] 一种连接平面碳纤维牺牲层铣切加工方法,包括如下步骤:

[0030] 1) 后机身前段装配件的定位

[0031] 后机身前段装配完成后不下架,与装配工装一起在平面铣切设备的加工区域内使用4套如图3所示的杯锥定位器进行定位,减少了机身二次定位造成的误差。具体地,在平面铣切加工区域布置4个锥定位器2,在装配工装上布置4个杯定位器1;定位时,4个杯定位器1落到4个锥定位器2上,实现装配工装和产品(后机身前段)的定位。这4套杯锥定位器,其中1套杯锥定位器用于约束产品(或装配工装)的X轴和Z轴,1套定位器用于约束产品(或装配工装)的Z轴,两套定位器用于约束产品(或装配工装)的Y轴,避免了产品(或装配工装)的过定位。

[0032] 2) 设计平面铣切加工刀具

[0033] 碳纤维复合材料属于难加工材料,硬度高、容易损伤和分层。因此,刀具材料的选择、刀具样式的设计至关重要。经过多次的铣切试验,最终确定了刀具的参数如下:如图4所示刀具样式为盘式铣刀,具有刀柄3,盘式刀体4和刀片5;该刀具的材料为硬质合金,盘式刀体4的直径为 $\phi 50\text{mm}$ ,刀片数量为5片。

[0034] 3) 确定加工工艺方法

[0035] 产品定位后设备要进行对刀、确定铣切余量大小、采取措施防止加工过程中材料的震颤造成轮廓度超差以及选择进给方向。具体地,对刀方法:在加工前需要通过坐标转换(取装配工装/后机身前段上壁板上的3点)对产品进行找正,之后进行加工。确定铣切余量大小:使用设备所配套的探头分别在牺牲层和产品表面进行厚度测量,牺牲层和产品表面各取80个点来计算铣切平面(深度)。

[0036] 为防止材料震颤的方法为在机身内部设置支撑机构工装如图5所示,该支撑机构工装具有底座12;底座12上安装伸缩杆13,用于调节该支撑机构工装的高度;伸缩杆13上安装锁紧装置14,用于锁定高度;锁紧装置14上安装角度调整装置15,用于调整并锁定该支撑机构工装的角度;角度调整装置15上安装有夹具机构,该夹具机构包括用于和上壁板7连接的真空吸盘16,用于连接74、75、76框的框夹紧装置17,用于连接固定垂尾的垂尾对接孔连接螺栓18。利用该支撑机构工装一端的夹具机构与产品连接,另一端固定在加工区工作平台上,起到在加工过程中的避免产品变形(震颤)的功能。

[0037] 刀具加工的进给方向为延航向方向加工。

[0038] 4) 确定加工工艺参数

[0039] 自动钻铣设备加工参数设置的是否合理对于平面加工后的轮廓度、粗糙度影响很大,并且加工参数设置不合理也有造成碳纤维材料过烧的故障,带来产品报废的风险。经过大量的铣切加工试验,摸索出了加工工艺参数,刀具转速为3500转/分,每刀进给量为0.2mm,进给速度为0.1米/分。

[0040] 5) 使用自动钻铣设备对接平面6进行铣切,使用激光跟踪仪检查对接平面6的轮廓度。

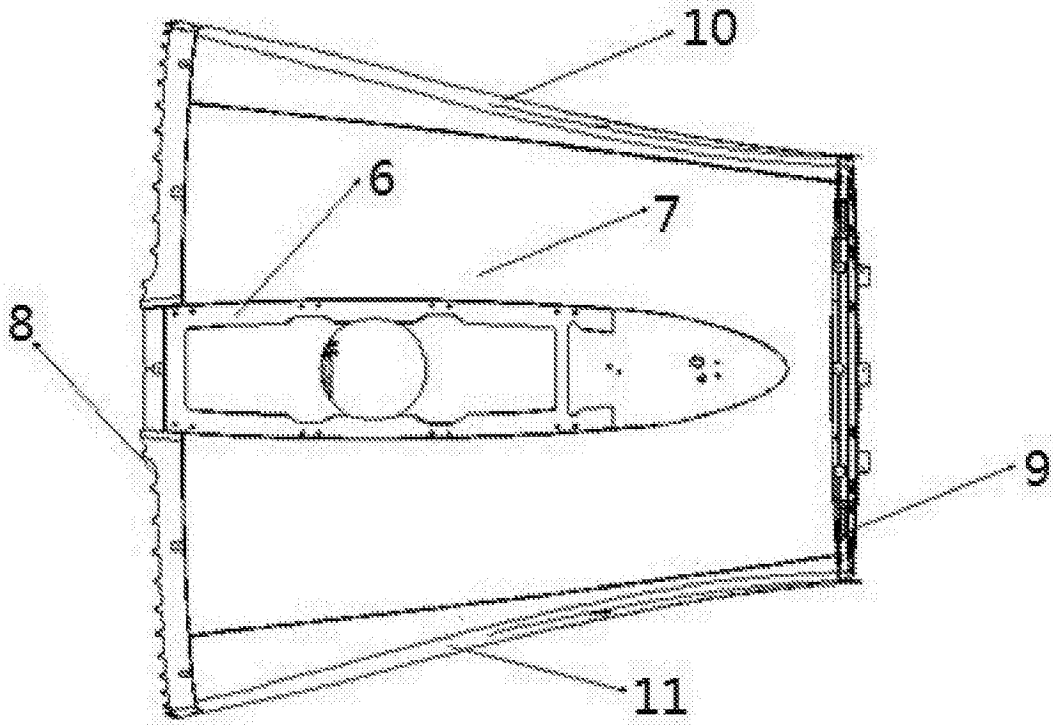


图1

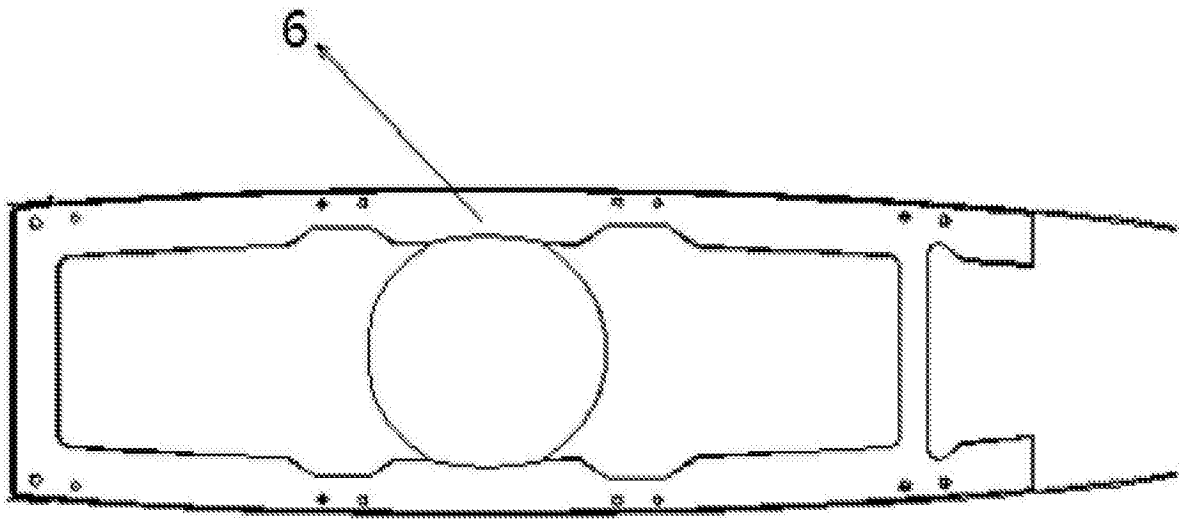


图2

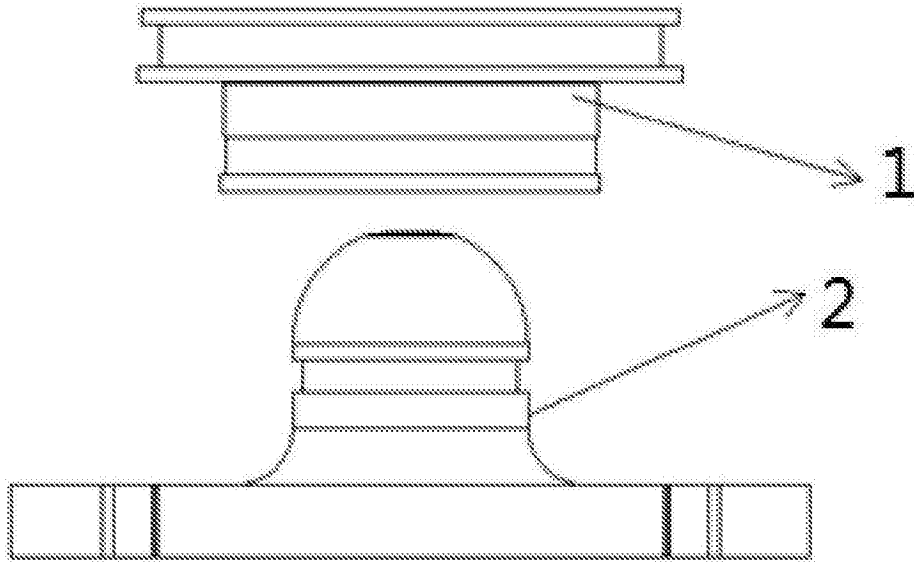


图3

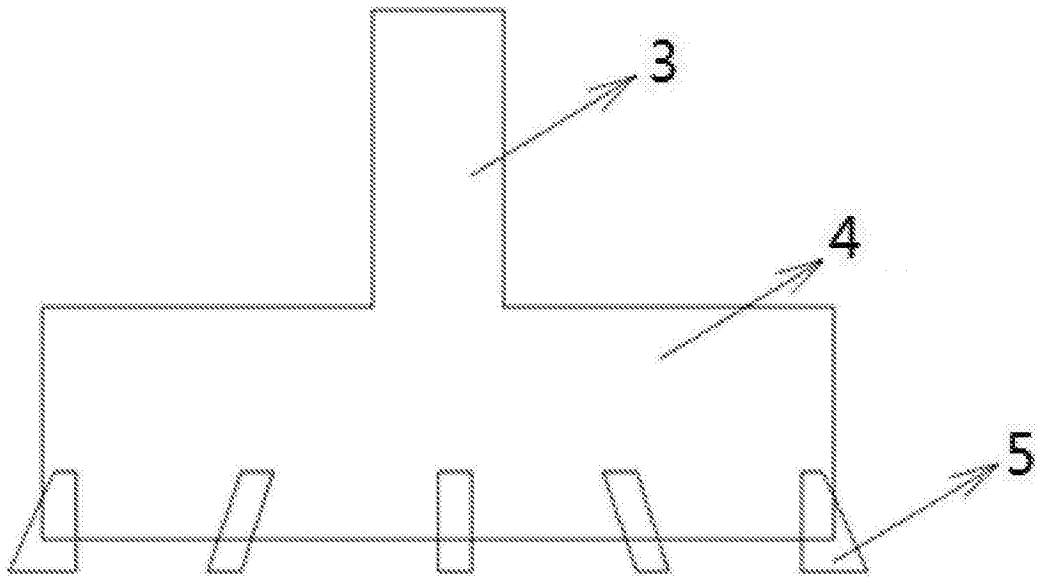


图4

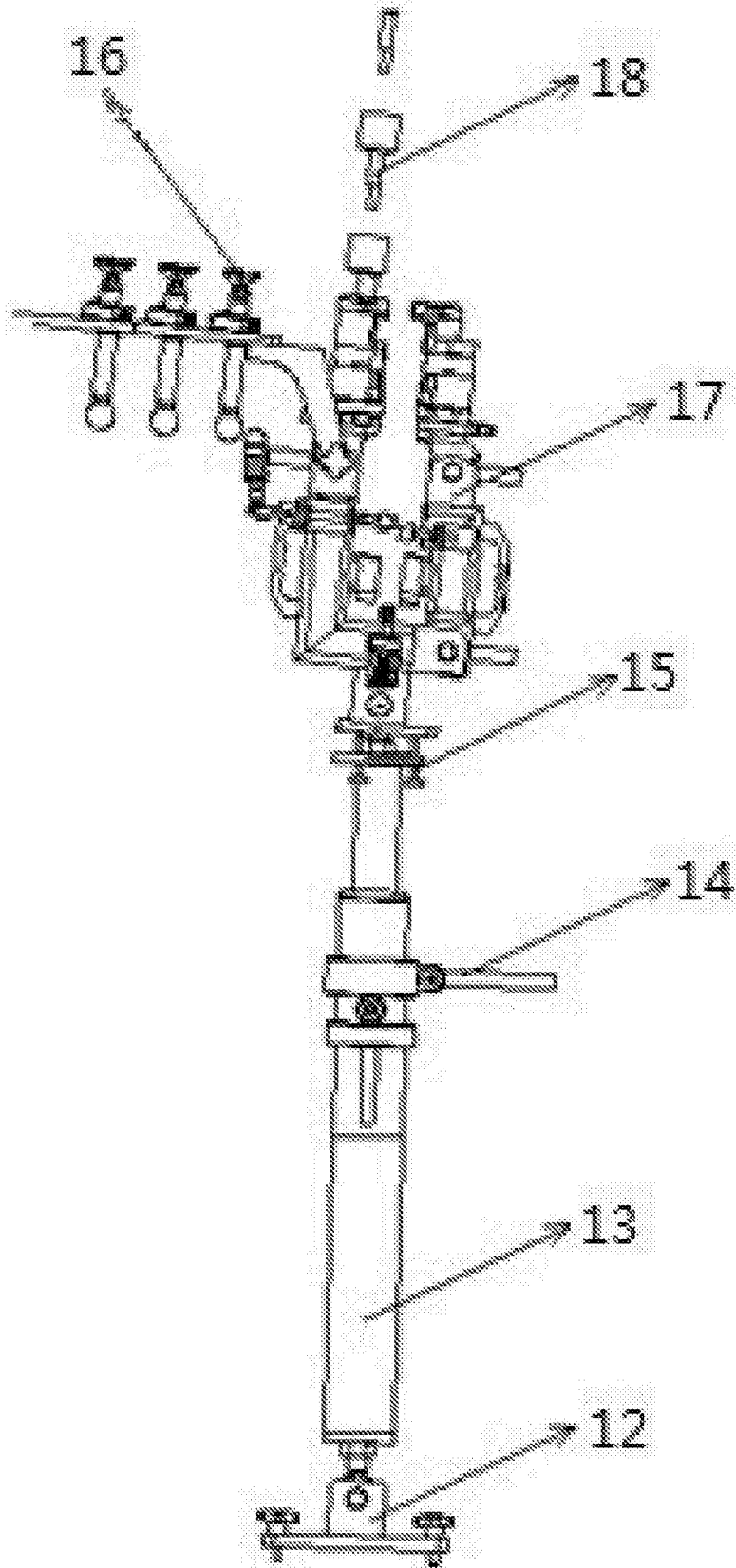


图5