



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111483609 B

(45) 授权公告日 2024.06.04

(21) 申请号 202010421417.0

(22) 申请日 2020.05.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111483609 A

(43) 申请公布日 2020.08.04

(73) 专利权人 西安爱生技术集团公司

地址 710065 陕西省西安市沣惠南路34号

专利权人 西北工业大学

(72) 发明人 李河清 赵景丽 李政辉 马斌

(74) 专利代理机构 西安凯多思知识产权代理事

务所(普通合伙) 61290

专利代理师 高凌君

(51) Int. Cl.

B64F 5/10 (2017.01)

(56) 对比文件

CN 103101632 A, 2013.05.15

CN 109703776 A, 2019.05.03

CN 1252754 A, 2000.05.10

CN 212290383 U, 2021.01.05

RU 2720124 C1, 2020.04.24

审查员 许晓杰

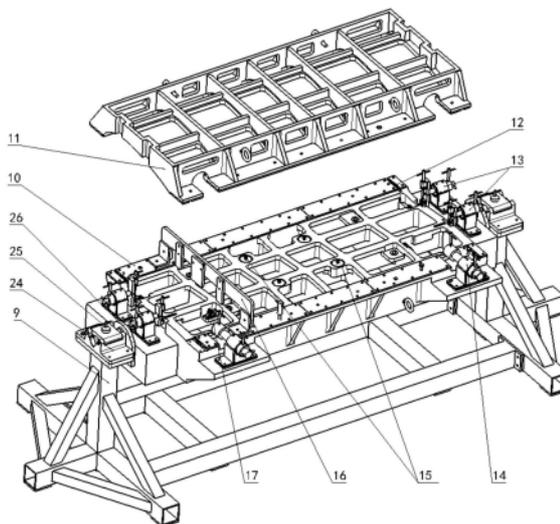
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种中小型无人机中翼部件胶接合拢工装

(57) 摘要

本发明公开了一种中小型无人机中翼部件胶接合拢工装,由旋转支架、底座、压框和底座上安装的定位器组成。其中,旋转支架用于支撑旋转底座和压框,通过销轴的插拔可快速实现与底座的结合与分离。底座用于支撑下板件,定位、安装各定位器。压框用于定位上板件和测量间隙,均匀施加胶接压力。水平测量点定位器用于在中翼部件前后缘钻孔导向并定位水平测量点。中翼前后接头定位器用于定位中翼前后接头,并作为接头孔精加工平台,消除装配应力。中翼部件胶接合拢工装通过合理进行容差分配,控制胶接间隙、胶接压力,并通过模具的旋转,提高产品制造精度及胶接可靠性;在产品下架前进行精加工,消除其装配应力,使部件达到互换性要求。



1. 一种中小型无人机中翼部件胶接合拢工装,包括下板件、上板件、中翼前后接头、中翼前后梁、翼身前后接头、中翼肋、尾撑接头、后发射支点、旋转支架、底座、压框、水平测量点定位器、中翼前后接头定位器、尾撑接头定位器、翼身前后接头定位器、中翼肋定位器、后发射支点定位器、接头定位器、衬套、定位销、圆形底座、螺栓和托板螺母,其特征在于:所述旋转支架包括转动连接机构,旋转支架用于支撑底座,并通过转动连接机构带动底座、压框旋转,合拢时使胶液充满上下两侧胶接间隙,形成胶接胶瘤,旋转支架可与底座分离;转动连接机构包括轴套、锁紧螺栓和转轴,轴套分为上下两部分,通过销轴连接为一个整体,轴套位于旋转支架上,转轴一端固定在底座上,轴心通过底座和压框对合后形成的重心,转轴另一端镶嵌在轴套中,转轴与锁紧螺栓相接触的外圆表面加工有平面,通过锁紧螺栓的松开与锁紧,将工装固定在四个角度;所述底座用于支撑下板件,底座型面与下板件翼型相同,且型面、翼型精度一致,两侧水平方向向外延伸作为与压框的对合基准面,基准面上设有多个定位孔和螺栓孔,底座上部安装有水平测量点定位器、中翼前后接头定位器、尾撑接头定位器、翼身前后接头定位器、中翼肋定位器和后发射支点定位器;所述压框型面与上板件翼型相同,两侧水平方向向外延伸作为与底座对合基准面,宽度与底座相同,基准面上设有多个定位孔和螺栓孔,压框用于定位上板件保证上翼面翼型精度和用于测量间隙,控制中翼上下板件与中翼前后梁、中翼肋胶接间隙在 $0.1 \sim 0.3\text{mm}$ 之间,同时施加压力,保证胶接压力均匀可靠;所述水平测量点定位器用于在中翼部件前后缘钻孔导向并定位水平测量点;所述中翼前后接头定位器由接头定位器、衬套、定位销组成,用于定位中翼前后接头,并作为接头孔加工平台,保证接头孔位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ ;其中,接头定位器由双耳部分限制中翼前后接头上下位置,衬套选用耐磨材料,过盈配合压入接头定位器上下两孔中,用于定位销定位,同时作为中翼部件下架前中翼前后接头进行钻铰孔加工的前后引导,所述定位销与接头定位器、衬套相互配合,可定位中翼前后接头;所述尾撑接头定位器用于定位尾撑接头,保证接头位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ ,尾撑接头定位器前端外形尺寸与尾撑接头内型尺寸一致,垂直轴线方向设有销钉孔,位置与尾撑接头一致;所述翼身前后接头定位器由圆形底座、螺栓、托板螺母组成,用于定位翼身前后接头,保证接头位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ ;圆形底座孔径大小与翼身前后接头相同;螺栓与圆形底座采用间隙配合;所述中翼肋定位器用于定位中翼肋平面;后发射支点定位器用于定位后发射支点,保证后发射支点位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ ;

所述中翼前后接头定位器、尾撑接头定位器、翼身前后接头定位器安装时根据量规或激光跟踪仪用快干水泥塑造,其余定位器定位精度由数控加工保证;

所述旋转支架支撑底座上表面距地面 $720 \sim 750\text{mm}$ 。

## 一种中小型无人机中翼部件胶接合拢工装

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无人机翼部件合拢工装技术,具体地说,涉及一种用于中小型无人机中翼部件合拢工装。

### 背景技术

[0002] 目前无人机机体多数零部件采用复合材料非一体化制造,部件间连接采用胶接方式,其既减轻了无人机重量,提高无人机性能指标,又有效地减少零部件和紧固件数量,降低了生产成本。

[0003] 发明专利CN103101632 B公开了“一种无人机机体模块化合拢工装平台及其使用方法”,该工装以铸铁基础平台为基准,通过模块化组合设计,根据不同机体结构特点快速组装,满足研制阶段无人机快速多变的特点。但在无人机定型后生产时,其不足显露无疑,其尺寸链环节多,累积误差大,飞机接头零件定位精度低,影响飞机总体性能指标;胶接压力不均匀,胶接强度分散,可靠性差;仅对无人机外型进行局部定位,飞机翼型精度低;工装较重,无法翻转,上型面胶接时易形成空腔,胶接质量无法保障;热容量较大,移动困难,只能常温固化,生产周期长。

### 发明内容

[0004] 为了避免现有技术存在的不足,本发明提出一种中小型无人机中翼部件胶接合拢工装;该中翼部件胶接合拢工装结构可旋转、移动,且互换性强,可做检测工装;利用该工装生产中翼部件其翼型精度高、胶接强度可靠,产品质量一致性好,适用于批量生产。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:包括下板件、上板件、中翼前后接头、中翼前后梁、翼身前后接头、中翼肋、尾撑接头、后发射支点、旋转支架、底座、压框、水平测量点定位器、中翼前后接头定位器、尾撑接头定位器、翼身前后接头定位器、中翼肋定位器、后发射支点定位器、接头定位器、衬套、定位销、圆形底座、螺栓和托板螺母,其特征在于:所述旋转支架包括转动连接机构,旋转支架用于支撑底座,并通过转动连接机构带动底座、压框旋转,合拢时使胶液充满上下两侧胶接间隙,形成胶接胶瘤,旋转支架可与底座分离;转动连接机构包括轴套、锁紧螺栓和转轴,轴套分为上下两部分,通过销轴连接为一个整体,轴套位于旋转支架上,转轴一端固定在底座上,轴心通过底座和压框对合后形成的重心,转轴另一端镶嵌在轴套中,转轴与锁紧螺栓相接触的外圆表面加工有平面,通过锁紧螺栓的松开与锁紧,可将工装固定在四个角度;

[0006] 所述底座用于支撑下板件,底座型面与下板件翼型相同,且型面、翼型精度一致,两侧水平方向向外延伸作为与压框的对合基准面,基准面上设有多个定位孔和螺栓孔,底座上部安装有水平测量点定位器、中翼前后接头定位器、尾撑接头定位器、翼身前后接头定位器、中翼肋定位器和后发射支点定位器;

[0007] 所述压框型面与上板件翼型相同,两侧水平方向向外延伸作为与底座对合基准面,宽度与底座相同,基准面上设有多个定位孔和螺栓孔,压框用于定位上板件保证上翼面

翼型精度和用于测量间隙,控制中翼上下板件与中翼前后梁、中翼肋胶接间隙在0.1~0.3mm之间,同时施加压力,保证胶接压力均匀可靠;

[0008] 所述水平测量点定位器用于在中翼部件前后缘钻孔导向并定位水平测量点;所述中翼前后接头定位器由接头定位器、衬套、定位销组成,用于定位中翼前后接头,并作为接头孔加工平台,保证接头孔位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ ;其中,接头定位器由双耳部分限制中翼前后接头上下位置,衬套选用耐磨材料,过盈配合压入接头定位器上下两孔中,用于定位销定位,同时作为中翼部件下架前中翼前后接头进行钻铰孔加工的前后引导,所述定位销与接头定位器、衬套相互配合,可定位中翼前后接头;所述尾撑接头定位器用于定位尾撑接头,保证接头位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ ,尾撑接头定位器前端外形尺寸与尾撑接头内型尺寸一致,垂直轴线方向设有销钉孔,位置与尾撑接头一致;所述翼身前后接头定位器由圆形底座、螺栓、托板螺母组成,用于定位翼身前后接头,保证接头位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ ;圆形底座孔径大小与翼身前后接头相同;螺栓与圆形底座采用间隙配合;所述中翼肋定位器用于定位中翼肋平面;后发射支点定位器用于定位后发射支点,保证后发射支点位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

[0009] 所述中翼前后接头定位器、尾撑接头定位器、翼身前后接头定位器安装时根据量规或激光跟踪仪用快干水泥塑造,其余定位器定位精度可由数控加工保证。

[0010] 有益效果

[0011] 本发明提出的一种中小型无人机中翼部件胶接合拢工装,由旋转支架、底座、压框和底座上安装的水平测量点定位器、中翼前后接头定位器、尾撑接头定位器、翼身前后接头定位器、中翼肋定位器、后发射支点定位器组成。其中,旋转支架用于支撑、旋转底座和压框,通过销轴的插拔可快速实现与底座的结合与分离。底座用于支撑下板件,定位、安装各定位器。压框一方面用于定位上板件,另一方面用于测量间隙,均匀施加胶接压力。水平测量点定位器用于在中翼部件前后缘钻孔导向并定位水平测量点。中翼前后接头定位器用于定位中翼前后接头,并作为接头孔最后精加工平台,消除装配应力。尾撑接头定位器用于定位尾撑接头。翼身前后接头定位器用于定位翼身前后接头。中翼肋定位器用于定位中翼肋。后发射支点定位器用于定位后发射支点。中翼部件胶接合拢工装通过合理进行容差分配,控制胶接间隙、胶接压力,并通过模具的旋转,提高了产品制造精度及胶接可靠性;在产品下架前进行精加工,消除了装配应力,使部件达到互换性要求。旋转支架与底座实现快速分离,产品可在加温间进行固化,生产周期短,可满足批量生产要求。

[0012] 中翼部件胶接合拢工装可旋转、移动,互换性强,可做检测工装;利用该工装生产中翼部件其翼型精度高、胶接强度可靠,产品质量一致性好,适用于批量生产,提高其生产效率。

## 附图说明

[0013] 下面结合附图和实施方式对本发明一种中小型无人机中翼部件胶接合拢工装作进一步详细说明。

[0014] 图1为中小型无人机中翼部件结构爆炸图。

[0015] 图2为本发明中小型无人机中翼部件胶接合拢工装爆炸图。

[0016] 图3为本发明中小型无人机中翼部件胶接合拢工装的底座示意图。

[0017] 图4为图3的C-C向局部剖视图。

[0018] 图5为图3的D-D向局部剖视图。

[0019] 图6为图3的E-E向局部剖视图。

[0020] 图7为图3的F-F向局部剖视图。

[0021] 图中

[0022] 1.下板件 2.上板件 3.中翼前后接头 4.中翼前后梁 5.翼身前后接头 6.中翼肋 7.尾撑接头 8.后发射支点 9.旋转支架 10.底座 11.压框 12.水平测量点定位器 13.中翼前后接头定位器 14.尾撑接头定位器 15.翼身前后接头定位器 16.中翼肋定位器 17.后发射支点定位器 18.接头定位器 19.衬套 20.定位销 21.圆形底座 22.螺栓 23.托板螺母 24.轴套 25.锁紧螺栓 26.转轴

### 具体实施方式

[0023] 本实施例是一种中小型无人机中翼部件胶接合拢工装。

[0024] 参阅图1~图7,本实施例以某型无人机中翼部件参数目标进行设计:

[0025] 某无人机中翼部件主要参数表

项目	翼展 (mm)	弦长 (mm)	翼型最大厚度 (mm)	产品主要原材料	成型方式
[0026] 参数	1939	604	105	碳纤维预浸料、玻璃纤维预浸料、玻璃布	胶接合拢成型

[0027] 本实施例中底座、压框原材料为ZL101,热处理采用淬火、人工时效;经常进行插拔的定位器原材料为30CrMnSiA,HRC30~35;其它材料选用Q235;定位、紧固件选用国家标准。

[0028] 本实施例无人机中翼部件胶接合拢工装由旋转支架9、底座10、压框11,底座10上安装有水平测量点定位器12、中翼前后接头定位器13、尾撑接头定位器14、翼身前后接头定位器15、中翼肋定位器16、后发射支点定位器17组成。其中,旋转支架9用于支撑底座,并带动底座、压框旋转,合拢时使胶液充满上、下两侧胶接间隙,形成有效胶瘤;旋转支架可与底座快速结合与分离,便于将合拢后的工装通过模具车推入加温间快速固化。底座10用于支撑下板件,保证下翼面翼型精度在0.2mm以内,同时定位、安装各定位器。压框11一方面用于定位上板件,保证上翼面翼型精度在0.2mm以内,另一方面用于测量间隙,控制中翼上、下板件与中翼前后梁、中翼肋胶接间隙在0.1~0.3mm之间,同时施加压力,保证胶接压力均匀,使胶接强度高且可靠。水平测量点定位器12用于在中翼部件前后缘钻孔导向并定位水平测量点。中翼前后接头定位器13用于准确定位中翼前后接头,并作为接头孔最后精加工平台,保证接头孔位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ 。尾撑接头定位器14用于准确定位尾撑接头,保证接头位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ 。翼身前后接头定位器15用于准确定位翼身前后接头,保证接头位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ 。中翼肋定位器16用于准确定位中翼肋。后发射支点定位器17用于准确定位后发射支点,保证后发射支点位置精度 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

[0029] 旋转支架9包括转动连接机构;转动连接机构由轴套24、锁紧螺栓25和转轴26组成,轴套24分为上下两部分,用销轴连接为一个整体,将销轴拆卸,可实现上下部分快速分离,轴套24固定安装在支撑架上;转轴26一端固定安装在底座10上,轴心通过底座10和压框11对合后形成的重心,另一端镶嵌在轴套24中,转轴26与锁紧螺栓25相接触的外圆表面加

工有4个平面,通过锁紧螺栓25的松开与锁紧,可将整套工装固定在四个角度,旋转支架9支撑底座10上表面距地面720~750mm,方便工人进行操作。

[0030] 底座10型面与下板件1翼型相同,型面精度-0.1~0mm,两侧水平方向向外延伸80~100mm,作为与压框11的对合基准面,基准面上有多个定位孔和螺栓孔;根据模具选材的不同,底座10型面采取不同的壁厚,钢材壁厚一般为12~15mm,铸铝壁厚一般为25~30mm,为便于移动、旋转,减少热容量,需在上型面设计减轻孔,减轻孔设计的基本原则是根据中翼前后梁4、中翼肋6在型面投影的位置,向两侧分别扩展5~10mm;根据旋转支架9、中翼前后接头定位器13、尾撑接头定位器14、翼身前后接头定位器15、后发射支点定位器17安装定位需求,在相应部位设计安装平台;根据量规或激光跟踪仪安装方法的不同,在底座10上设计标高或基准点;在中翼前后梁4、中翼肋6、中翼前后缘相应位置,设计加强筋,根据模具选材的不同,加强筋采取不同的厚度,钢材厚度一般为8~12mm,铸铝厚度一般为20~25mm;取3倍重量系数,以两端为支点,构建力学模型,计算底座10刚性变形,要求最大挠度小于0.1mm,以此确定加强筋高度。

[0031] 压框11型面与上板件2翼型相同,型面精度-0.1~0mm,两侧水平方向向外延伸作为与底座10对合基准面,宽度与底座10相同,基准面上有多个定位孔和螺栓孔;根据模具选材的不同,压框11型面采取不同的壁厚,钢材壁厚一般为10~15mm,铸铝壁厚一般为20~25mm,为便于在合拢时进行间隙测量以及移动、旋转,减少热容量,需在上型面设计减轻孔,减轻孔设计的基本原则是根据中翼前后梁4、中翼肋6在型面投影的位置,向两侧分别扩展2~5mm;在中翼前后梁4、中翼肋6、中翼前后缘相应位置,设计加强筋,根据模具选材的不同,加强筋采取不同的厚度,钢材厚度一般为8~12mm,铸铝厚度一般为20~25mm;取1倍重量系数,以两端为支点,构建力学模型,计算压框11刚性变形,要求最大挠度小于0.2mm,确定加强筋高度为150mm。

[0032] 本实施例中,水平测量点定位器12安装在底座10上,用于下架前在中翼部件前后缘处安装水平测量点。水平测量点定位器12中间孔用于在中翼部件前后缘钻制小孔时导向,销轴用于定位水平测量零件中心。

[0033] 中翼前后接头定位器13用于定位中翼前后接头3,由接头定位器18、衬套19、定位销20组成,安装在底座10上,安装精度 $\pm 0.1\text{mm}$ ,安装时须与外翼部件接头位置协调;接头定位器18由双耳部分限制中翼前后接头3上下位置,零件精度比中翼前后接头3的精度高1级;衬套19选用耐磨材料,内孔精度为H6级,外圆精度为r6级,过盈配合压入接头定位器18上、下两孔中,用于定位销20定位,同时作为中翼部件下架前中翼前后接头3进行钻铰孔精加工的前后引导。

[0034] 定位销20与接头定位器18、衬套19相互配合,可精确定位中翼前后接头3。尾撑接头定位器14用于定位尾撑接头7,将接头形式设计成前端大后端小,可防止脱模时工人误操作损坏工装,前端外形尺寸与尾撑接头7内型尺寸一致,采用H7/h6配合,垂直轴线方向设计销钉孔,位置与尾撑接头7一致。翼身前后接头定位器15用于定位翼身前后接头5,由圆形底座21、螺栓22、托板螺母23组成;圆形底座21孔径大小与翼身前后接头5相同,精度等级相同或高一级;螺栓22与圆形底座21采用间隙配合;螺栓22、托板螺母23的组合使用,保证定位可靠,减少模具翻转次数,降低操作难度。

[0035] 中翼肋定位器16用于定位中翼肋6平面,根据操作人员数量与操作空间的大小,可

制作1到n组,n由中翼肋6数量确定,其位置由两侧L型角材和底座10上销钉孔位置确定。后发射支点定位器17用于定位后发射支点8。定位方式采用孔、面结合方式进行定位。中翼前后接头定位器13、尾撑接头定位器14、翼身前后接头定位器15安装时可根据量规或激光跟踪仪采用快干水泥塑造,其余定位器定位精度可由数控加工保证。

[0036] 模具使用方法

[0037] a. 清理工装、产品零件表面,在工装零件表面涂刷脱模剂;

[0038] b. 将底座10水平安装在旋转支架9上,将下板件1放置于底座10型面上,在下板件1梁槽、肋槽位置粘贴胶布,胶布厚度约0.1mm,模拟胶层厚度;

[0039] c. 将中翼前后接头3插入接头定位器18,用定位销20定位;将中翼前后梁4放入梁槽,前后移动其位置,使相应面与中翼前后接头3贴合,将翼身前后接头5放置到圆形底座21上,贴合中翼前后梁4,用螺栓22固定;根据工艺技术要求,将中翼前后接头3、中翼前后梁4、翼身前后接头5分别进行连接;

[0040] d. 根据销孔位置,将中翼肋定位器16安装到底座10上,对中翼肋6进行定位,根据工艺技术要求,将中翼肋6与中翼前后梁4分别进行连接;

[0041] e. 将后发射支点8根据后发射支点定位器17进行定位,将后发射支点8与尾撑接头7进行连接;将尾撑接头7根据尾撑接头定位器14进行定位,将尾撑接头7与中翼前后梁4分别进行连接;为便于操作,可将底座10进行翻转;至此,中翼前后接头3、中翼前后梁4、翼身前后接头5、中翼肋6、尾撑接头7组合成一个骨架,方便后续操作;

[0042] f. 根据销孔位置,将压框11与底座10进行对合,使用塞尺测量各中翼肋6、中翼前后梁4与压框11的间隙,并进行记录;

[0043] g. 测量上板件2与各中翼肋6、中翼前后梁4对应位置处的厚度,并进行记录;

[0044] h. 数据分析及处理:根据上板件2与各中翼肋6、中翼前后梁4对应位置处的厚度以及各中翼肋6、中翼前后梁4与压框11间隙的测量结果,分析上板件2与各中翼肋6、中翼前后梁4对应位置处的间隙,为各中翼肋6、中翼前后梁4上设计合拢前加贴玻璃布方案,精确控制胶结厚度0.1~0.3mm。

[0045] i. 拆除压框11,将骨架从下板件1上取下,撕下粘结在下板件1梁槽、肋槽位置粘贴的胶布,清理梁槽、肋槽,准备合拢;

[0046] j. 在下板件1梁槽、肋槽以及骨架与之对应面上涂刷胶液,保证涂刷均匀,无缺胶;

[0047] k. 根据中翼前后接头定位器13、尾撑接头定位器14、翼身前后接头定位器15将骨架放入下板件1上,插入、锁紧各定位销;

[0048] l. 根据数据分析及处理结果,在骨架中翼前后梁4、中翼肋6上表面不带胶加贴玻璃布,用0.1mm厚胶布固定;

[0049] m. 将上板件2放置在骨架上,压框11按销孔位置与底座10对合,通过用螺栓压紧,间接给骨架与下板件1均匀施加胶接压力;

[0050] n. 常温状况下等待半小时,将压框11与底座10分离,清理下板件1梁槽、肋槽处溢出的多余胶液;

[0051] o. 根据数据分析及处理结果,在上板件2梁槽、肋槽带胶加贴玻璃布,在骨架中翼前后梁4、中翼肋6上表面以及下板件1、上板件2前后缘对接处涂刷胶液,将上板件2放到骨架上,压框11按销孔位置与底座10相对合,通过用螺栓压紧,给下板件1、上板件2与骨架均

匀施加胶接压力；

[0052] p. 松开锁紧螺栓25, 将底座10、压框11翻转180°, 使胶液充满上板件2与骨架的胶接间隙, 形成有效胶瘤；

[0053] q. 固化: 拔掉轴套24上销轴, 拆除轴套24上部分, 将底座10、压框11通过模具车移到加温间高温固化；

[0054] r. 精加工: 固化完成后, 将底座10、压框11重新吊装到旋转支架9上, 进行翻转, 使底座10在下; 拆除压框11、定位销20, 以中翼前后接头定位器13为导向, 用定制钻头、铰刀对中翼前后接头3进行精加工; 根据水平测量点定位器12钻孔并安装水平测量点；

[0055] s. 脱模: 将水平测量点定位器12、中翼前后接头定位器13、尾撑接头定位器14、翼身前后接头定位器15、后发射支点定位器17从定位位置处拆除或后退, 取下合拢部件, 清理周边的胶瘤, 得到中翼部件。

[0056] 本实施例工装合拢的中翼部件, 翼型精度高, 胶接强度好, 产品一致性好, 互换性强, 生产周期短, 可满足批量生产要求。

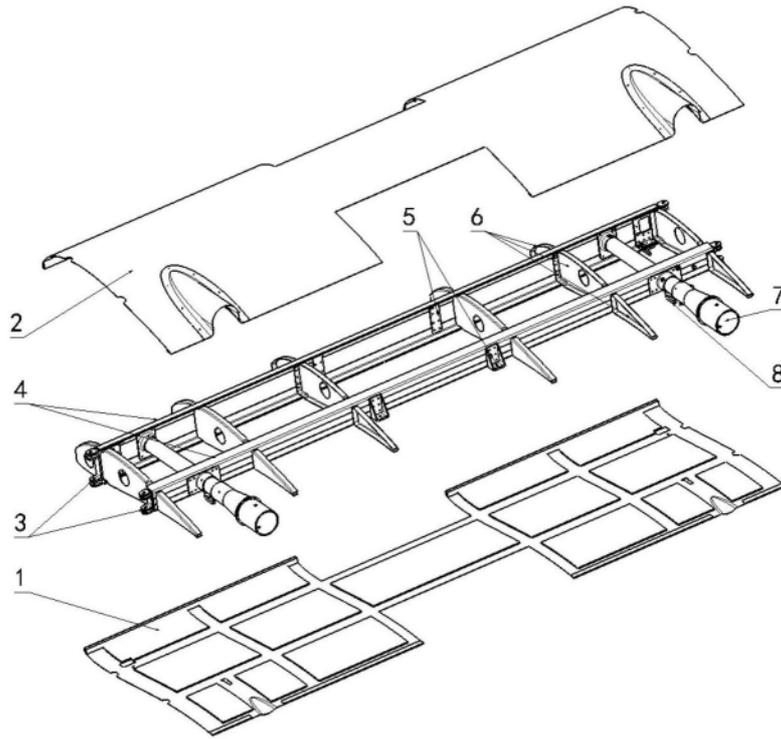


图1

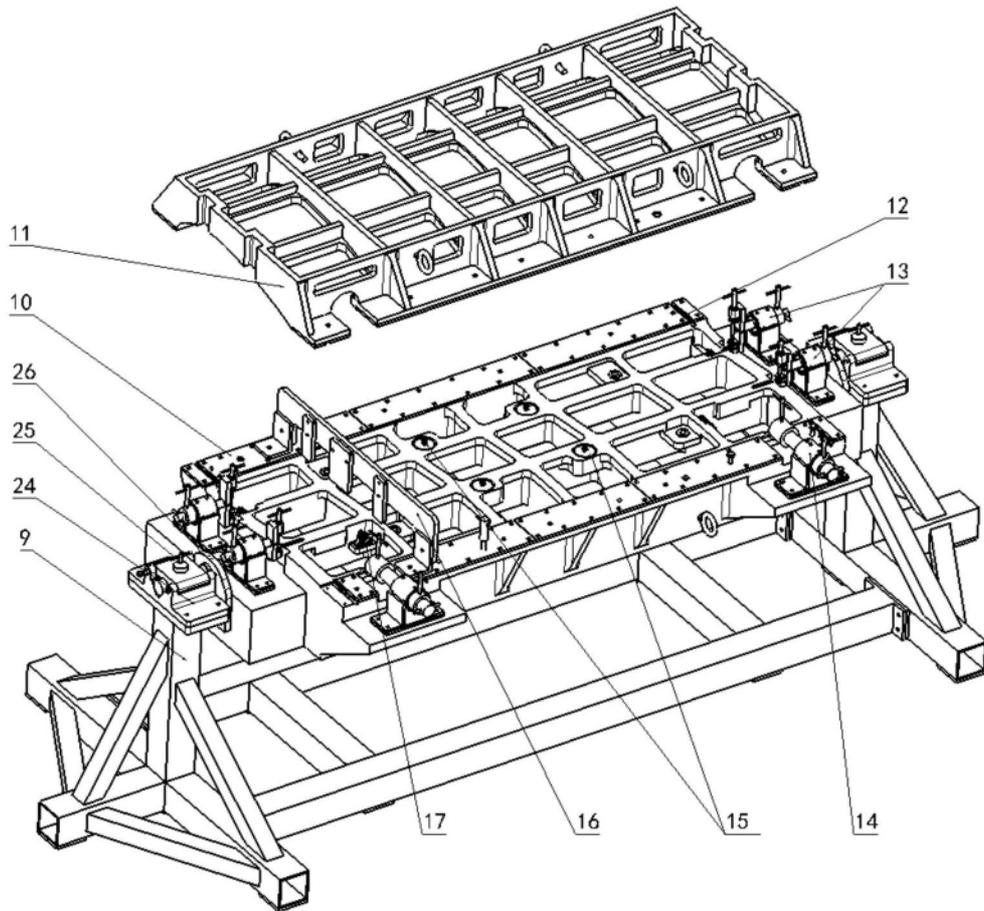


图2

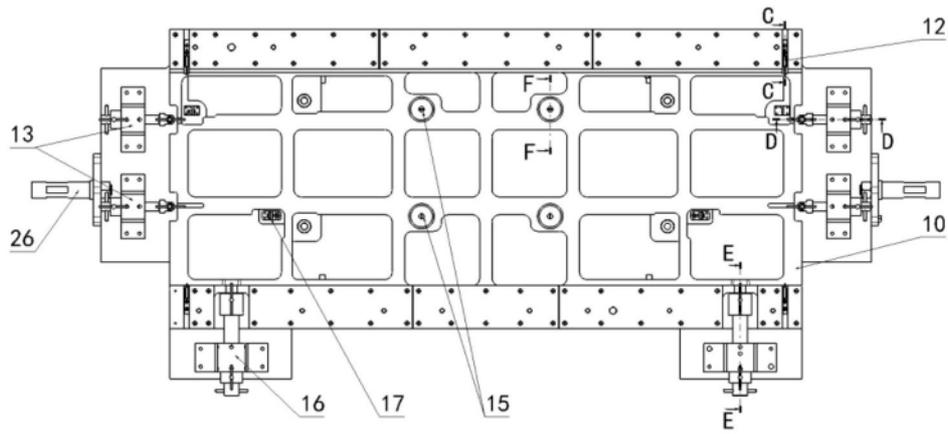


图3

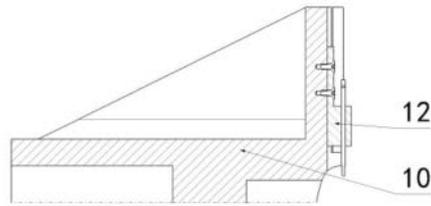


图4

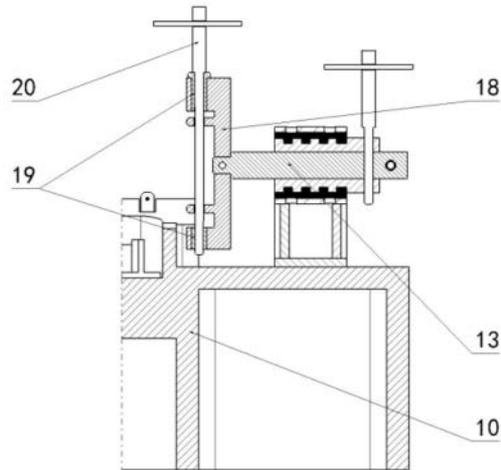


图5

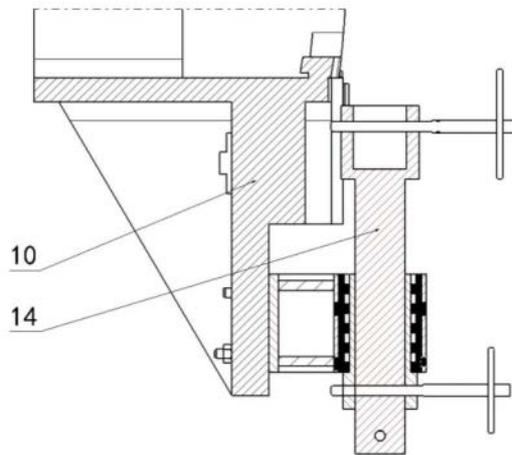


图6

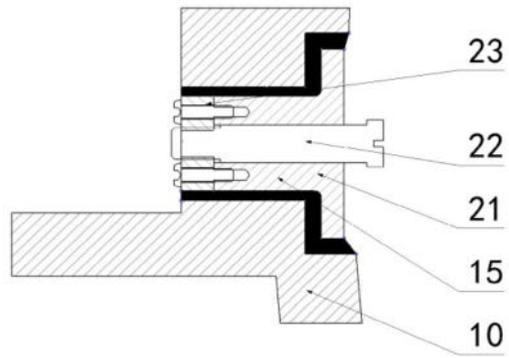


图7