



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103963993 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 06

(21) 申请号 201310034580. 1

(22) 申请日 2013. 01. 29

(71) 申请人 中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所

地址 710089 陕西省西安市阎良区人民东路  
1 号

(72) 发明人 常俊侠 李振水 陶刚

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008  
代理人 杜永保

(51) Int. Cl.

B64F 5/00 (2006. 01)

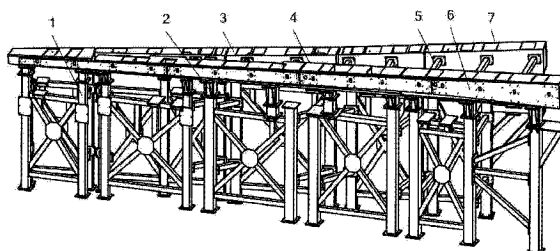
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

### (54) 发明名称

飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构

### (57) 摘要

本发明属于飞机飞行控制系统试验平台技术领域,特别是涉及一种飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构。本结构包括主支撑架、二面角支撑架、前梁盒形件、后梁盒形件、连接件、前缘模拟梁及后缘模拟梁,其中,主支撑架固定在地面上,二面角支撑架固定安装在主支撑架上,前梁盒形件、后梁盒形件固定安装在二面角支撑架上,前梁盒形件和后梁盒形件之间通过连接件连接,在前梁盒形件的前缘、后梁盒形件的后缘固定安装有前缘模拟梁及后缘模拟梁。本发明通过合理的结构分段、巧妙的部件组合,充分模拟了飞机机翼梁盒段,同时通过结构设计保证机翼段的位置精度要求,便于试验台的安装。



1. 飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构,其特征是,本结构包括主支撑架、二面角支撑架、前梁盒形件、后梁盒形件、连接件、前缘模拟梁及后缘模拟梁,其中,主支撑架固定在地面上,二面角支撑架固定安装在主支撑架上,前梁盒形件、后梁盒形件固定安装在二面角支撑架上,前梁盒形件和后梁盒形件之间通过连接件连接,在前梁盒形件的前缘、后梁盒形件的后缘固定安装有前缘模拟梁及后缘模拟梁。

2. 如权利要求1所述的飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构,其特征是,所述的主支撑架由若干立柱、横梁、斜支撑、上连接板及下连接板组成,其结构尺寸与飞机机翼外形匹配,将各立柱分布在前缘缝翼受力齿条、后缘襟翼滑轨之处,立柱之间通过斜支撑连接,立柱的上下两端分别安装有上连接板及下连接板。

3. 如权利要求2所述的飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构,其特征是,所述的上连接板的上表面、下连接板的下表面均与铁鸟试验台构造水平面平行。

4. 如权利要求1所述的飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构,其特征是,所述的二面角支撑架包括顶板、底板、中间支撑及加强筋,顶板上表面为二面角,各二面角支撑架沿翼展方向具有模拟机翼的上反角或者下反角的高度布局,沿飞机纵轴方向具有模拟机翼的安装角的高度布局,底板下表面与铁鸟试验台构造水平面平行。

5. 如权利要求1所述的飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构,其特征是,所述的前梁盒形件和后梁盒形件模拟机翼的翼型。

6. 如权利要求5所述的飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构,其特征是,所述前梁盒形件分为若干段,每段由下底板、上面板、前立板、后立板根据前梁的形状焊接而成,前梁平面沿航向缩小一定距离焊接一块悬挂安装板,悬挂安装板厚度视梁盒形件焊接变形量的大小而定,加工时仅加工后焊接的悬挂安装板,使其保证与前梁平面位置尺寸一样,大大减小了梁平面的机械加工工作量。

7. 如权利要求1所述的飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构,其特征是,所述的后梁盒形件分为若干段,每段盒形件由下底板、上面板、前立板、后立板根据后梁的形状焊接而成,后梁平面沿航向后缩焊接一块悬挂安装板,悬挂安装板厚度视梁盒形件焊接变形量的大小而定。

8. 如权利要求1所述的飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构,其特征是,前缘模拟梁及后缘模拟梁模拟机翼安装各操纵面悬挂和作动器悬挂的前缘梁平面和后缘梁平面。

## 飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构

### 技术领域

[0001] 本发明属于飞机飞行控制系统试验平台技术领域,特别是涉及一种飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构。

### 背景技术

[0002] 各种新研飞机都建有专用的功能试验台,即铁鸟试验台。目前铁鸟试验台机翼段大多采用框架结构,框架沿横向(翼展方向)分为若干段,纵向最多分为两层,在这种结构形式上安装的试验件只能采用激光跟踪仪、水准仪、经纬仪、长杆千分尺等作为测量工具,利用定位销、调整螺钉进行定位安装。对于悬挂支臂繁多的机翼段来说,这种框架结构及其试验件安装方式存在以下不足之处:

[0003] 1、对于机翼段本身来说,前后梁平面的位置和安装角、下反角及后掠角三个空间角度的位置,靠最终安装保证位置精度相当困难;

[0004] 2、机翼上试验件安装,需根据具体安装零件的形状和安装精度制造相应的工装,这部分工作量和成本相当大。对于安装连接位置较多的悬挂组件,不仅测量工作量大,还需来回反复调整,才可能达到最终的安装精度要求,费时费力,安装周期长。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的:

[0006] 本发明通过合理的结构分段、巧妙的部件组合,充分模拟了飞机机翼梁盒段,同时通过结构设计保证机翼段的位置精度要求,便于试验台的安装。

[0007] 本发明的技术方案:

[0008] 飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构包括主支撑架、二面角支撑架、前梁盒形件、后梁盒形件、连接件、前缘模拟梁及后缘模拟梁。主支撑架固定在地面上,二面角支撑架固定安装在主支撑架上,前梁盒形件、后梁盒形件固定安装在二面角支撑架上,前梁盒形件和后梁盒形件之间通过连接件连接,在前梁盒形件的前缘、后梁盒形件的后缘固定安装有前缘模拟梁及后缘模拟梁。

[0009] 所述的主支撑架由若干立柱、横梁、斜支撑、上连接板及下连接板组成,其结构尺寸与飞机机翼外形匹配,将各立柱分布在前缘缝翼受力齿条、后缘襟翼滑轨之处,立柱之间通过斜支撑连接,立柱的上下两端分别安装有上连接板及下连接板,上连接板的上表面、下连接板的下表面均与铁鸟试验台构造水平面平行。

[0010] 二面角支撑架包括顶板、底板、中间支撑及加强筋,顶板上表面为二面角,各二面角支撑架沿翼展方向具有模拟机翼的上反角或者下反角的高度布局,沿飞机纵轴方向具有模拟机翼的安装角的高度布局,底板下表面与铁鸟试验台构造水平面平行。

[0011] 前梁盒形件和后梁盒形件模拟机翼的翼型。前梁盒形件分为若干段,每段由下底板、上面板、前立板、后立板根据前梁的形状焊接而成,前梁平面沿航向缩小一定距离焊接一块悬挂安装板,悬挂安装板厚度视梁盒形件焊接变形量的大小而定,加工时仅加工后焊

接的悬挂安装板,使其保证与前梁平面位置尺寸一样,大大减小了梁平面的机械加工工作量。

[0012] 后梁盒形件分为若干段,每段盒形件由下底板、上面板、前立板、后立板根据后梁的形状焊接而成,后梁平面沿航向后缩焊接一块悬挂安装板,悬挂安装板厚度视梁盒形件焊接变形量的大小而定。

[0013] 前缘模拟梁及后缘模拟梁模拟机翼安装各操纵面悬挂和作动器悬挂的前缘梁平面和后缘梁平面。

[0014] 本发明所具有的优点:

[0015] 本发明利用主支撑架、二面角支撑架、前梁盒形件、后梁盒形件、连接件、前缘模拟梁及后缘模拟梁模拟梁组合模拟飞机机翼整体梁盒段,减小了梁盒段的结构尺寸,便于梁盒段机械加工,同时保证了安装精度。

[0016] 本发明的二面角支撑架设计时就模拟了机翼安装角和下反角,方便了机翼段的安装,并保证了安装精度。

## 附图说明

[0017] 图 1 为机翼整体结构示意图;

[0018] 图 2 为前后梁盒形件示意图;

[0019] 图 3 为前缘模拟梁示意图;

[0020] 图 4 为后缘模拟梁示意图;

[0021] 图 5 为主支撑架示意图;

[0022] 图 6 为二面角支撑架示意图;

[0023] 图 7 为每段梁盒形件示意图。

[0024] 其中,1-主体结构、2-二面角支撑架、3-前梁盒形件、4-后梁盒形件、5-连接件、6-前缘模拟梁、7-后缘模拟梁、8-立柱、9-横梁、10-斜支撑、11-上连接板、12-下连接板、13-顶板、14-底板、15-中间支撑、16-加强筋、17-下底板、18-上面板、19-前立板、20-后立板、21-加强筋板、22-悬挂安装板。

## 具体实施方式

[0025] 现就对本发明的详细实施过程进行以下说明。

[0026] 铁鸟试验台机翼段模拟结构包括主支撑架 1、二面角支撑架 2、前梁盒形件 3、后梁盒形件 4、连接件 5、前缘模拟梁 6 及后缘模拟梁 7,主支撑架 1 通过地脚螺栓固定在地面上,二面角支撑架 2 通过铰制孔螺栓固定安装在主支撑架 1 上,前梁盒形件 3、后梁盒形件 4 固定安装在二面角支撑架 2 上,前梁盒形件 3 和后梁盒形件 4 之间通过连接件 5 连接,在前梁盒形件的前缘、后梁盒形件的后缘固定安装有前缘模拟梁 6 及后缘模拟梁 7。

[0027] 主支撑架 1 由若干立柱 8、横梁 9、斜支撑 10、上连接板 11 及下连接板 12 组成,其结构尺寸根据所要模拟的飞机机翼外形和设备的机械加工能力而定,各立柱 8 分布在前缘缝翼 受力齿条、后缘襟翼滑轨之处,立柱 8 之间通过斜支撑 10 连接,立柱 8 的上下两端分别安装有上连接板 11 及下连接板 12,上连接板 11 的上表面、下连接板 12 的下表面均与铁鸟试验台构造水平面平行。

[0028] 二面角支撑架 2 包括顶板 13、底板 14、中间支撑 15 及加强筋 16, 顶板 13 上表面为二面角, 各二面角支撑架 2 沿翼展方向具有模拟机翼的上反角或者下反角的高度布局, 沿飞机纵轴方向具有模拟机翼的安装角的高度布局。底板 14 下表面与铁鸟试验台构造水平面平行。

[0029] 前梁盒形件 3 和后梁盒形件 4 模拟机翼的翼型。设计前梁盒形件 3 时, 根据飞机前缘上缝翼齿轮、齿条、作动线系、操纵面安装位置及其操纵面加载安装位置, 将前梁盒形件 3 分为若干段。每段由下底板 17、上面板 18、前立板 19、后立板 20 根据前梁的形状焊接而成, 考虑到前梁的机械加工情况, 将前梁平面沿航向缩小一定距离, 再根据前梁上各悬挂支臂的安装位置另外焊接一块悬挂安装板 22, 悬挂安装板 22 厚度视前梁盒形件 3 焊接变形量的大小而定, 加工时仅加工焊接的悬挂安装板 22, 使其保证与前梁平面位置尺寸一样, 从而大大减小了梁平面的机械加工工作量。为了增强前梁盒形件 3 的强度、刚度, 在前梁盒形件 3 内部根据梁平面上安装的结构件位置焊接了若干加强筋板 21, 在盒形件的顶部预留了方孔以便于零组件的安装。

[0030] 后梁盒形件 4 设计, 根据飞机后缘上襟翼滑轨、丝杠、作动线系、襟翼操纵面、副翼操纵面、机械备份线系、扰流板操纵面、各操纵面驱动作动筒及加载装置的安装位置, 将后梁盒形件 4 分为若干段。每段盒形件由下底板 17、上面板 18、前立板 19、后立板 20 根据后梁的形状焊接而成, 考虑到梁的机械加工情况, 将后梁平面沿航向缩小一定距离, 再根据后梁上各悬挂支臂的安装位置另外焊接一块悬挂安装板 22, 悬挂安装板 22 厚度视后梁盒形件 4 焊接变形量的大小而定, 加工时仅加工焊接的悬挂安装板 22, 使其保证与后梁平面位置尺寸一样。

[0031] 前缘模拟梁 6 及后缘模拟梁 7 模拟机翼安装各操纵面悬挂和作动器悬挂的前缘梁平面和后缘梁平面。

[0032] 本机翼模拟结构安装实施步骤如下: 第一, 利用激光跟踪仪安装好主支撑架 1; 第二, 将二面角支撑架 2 分别与前梁盒形件 3 及后梁盒形件 4 通过铰制孔螺栓固定在一起, 利用激光跟踪仪测量安装, 同时保证梁平面的位置及整个机翼的后掠角; 第三, 通过连接件 5 将前梁盒形件 3 及后梁盒形件 4 用过孔螺栓连接在一起, 使机翼段构成整体结构, 增加强度、刚度; 第四, 在前缘模拟梁 6 和后缘模拟梁 7 上的各操纵面悬挂及作动器悬挂在飞机型架上安装完成后, 通过其上的定位孔定位, 分别连接在前梁盒形件 3 和后梁盒形件 4 上; 第五, 将所有试验件安装到位。

[0033] 下面以在某型飞机铁鸟试验台机翼段设计为例, 对本发明作进一步详细说明。

[0034] 某型飞机铁鸟试验台机翼段模拟结构单侧包括 10 个主支撑架、28 个二面角支撑架、5 段前梁盒形件、5 段后梁盒形件、连接件若干、4 块前缘模拟梁及 5 块后缘模拟梁。

[0035] 主支撑架的设计, 主支撑架由若干立柱、横梁、斜支撑、上连接板及下连接板组成, 其结构尺寸根据飞机机翼外形和设备的机械加工能力而定, 各立柱基本都分布在前缘缝翼受力齿条、后缘襟翼滑轨之处, 立柱之间通过斜支撑连接, 立柱的上下两端分别安装有上连接板及下连接板, 上连接板的上表面、下连接板的下表面均与铁鸟试验台构造水平面平行。

[0036] 二面角支撑架设计, 机翼段设计时将地面到前后梁盒形件底面的支撑分为二层, 第一层为主支撑架, 第二层为二面角支撑架, 支撑架的上表面、前后梁盒形件底面及二面角支撑架的下表面均与铁鸟试验台水平构造面平行, 二面角支架的上表面是一个二面角, 该

二面角即为相应位置机翼梁的下反角及安装角,是在机械加工时通过工装来保证,减小了梁盒形件的安装难度。

[0037] 前梁盒形件设计,根据飞机前缘上缝翼齿轮、齿条、作动线系、操纵面(4块)安装位置及其操纵面加载安装位置,将前梁盒形件分为5段。每段盒形件由下底板、上面板、前立板、后立板根据后梁的形状焊接而成,考虑到梁的机械加工情况,将前梁平面沿航向缩小30mm,再根据前梁上各悬挂支臂的安装位置另外焊接一块悬挂安装板,悬挂安装板厚度视前梁盒形件焊接变形量的大小而定,加工时仅加工焊接的悬挂安装板,使其保证与前梁平面位置尺寸一样,大大减小了梁平面的机械加工工作量。为了增强前梁盒形件的强度、刚度,在盒形件内部根据梁平面上安装的结构件位置焊接了一些加强筋板,在盒形件的顶部预留了方孔以便于零组件的安装施工。

[0038] 后梁盒形件设计,根据飞机后缘上襟翼滑轨、丝杠、作动线系、襟翼操纵面(2块)、副翼操纵面(1块)、机械备份线系、扰流板操纵面(6块)、各操纵面驱动作动筒及加载装置的安装位置,将后梁盒形件分为5段。每段盒形件由下底板、上面板、前立板、后立板根据后梁的形状焊接而成,考虑到梁的机械加工情况,将后梁平面沿航向缩小30mm,再根据后梁上各悬挂支臂的安装位置另外焊接一块悬挂安装板,悬挂安装板厚度视后梁盒形件焊接变形量的大小而定,加工时仅加工焊接的悬挂安装板,使其保证与后梁平面位置尺寸一样。

[0039] 前缘模拟梁的设计,按缝翼舵面分离面将前梁模拟梁分为4段,以外形面最小边将上、下沿取成与梁平面垂直的平面,便于模拟梁的加工及梁平面上各定位孔、悬挂安装初孔位置精度的保证。每段模拟梁上制有与前梁盒形件在试验台坐标系位置相一致的6个 $\Phi 18H7$ 的定位孔,孔位置度 $\pm 0.1\text{mm}$ ,模拟梁厚度公差为 $-0.3\text{mm}$ 。

[0040] 后缘模拟梁的设计,按扰流板、副翼操纵面的位置将模拟梁分为5段。以模拟梁外形面最小边将上、下沿取成与梁平面垂直的平面,便于模拟梁的加工及梁平面上各定位孔、悬挂安装初孔位置精度的保证。每段模拟梁上制有与后梁盒形件在试验台坐标系位置相一致的4~6个 $\Phi 18H7$ 的定位孔,孔位置度 $\pm 0.1\text{mm}$ ,模拟梁厚度公差为 $-0.3\text{mm}$ 。

[0041] 机翼模拟结构的安装过程如下:首先将主支撑架安装到位,通过激光测量,按照每个主支撑架上表面激光测量OTP点定位安装。第二步是将二面角支撑架与前后梁盒形件连接在一起,通过前后梁每段盒形件前(或后)侧表面上的3个激光测量OTP点进行定位,保证前梁每段盒形件前侧表面距真实前梁平面的距离为 $30^{-0.2}\text{mm}$ ,后梁每段盒形件后侧表面距真实后梁平面的距离为 $30^{-0.2}\text{mm}$ ,在保证前后梁位置的同时还需保证整个机翼的后掠角。第三在模拟梁上的悬挂在飞机型架上安装完成后,通过其上的 $\Phi 18H7$ 定位孔定位,连接在梁盒形件上。最后将所有操纵面、作动器、高升力作动线系、机械备份线系等安装到位。

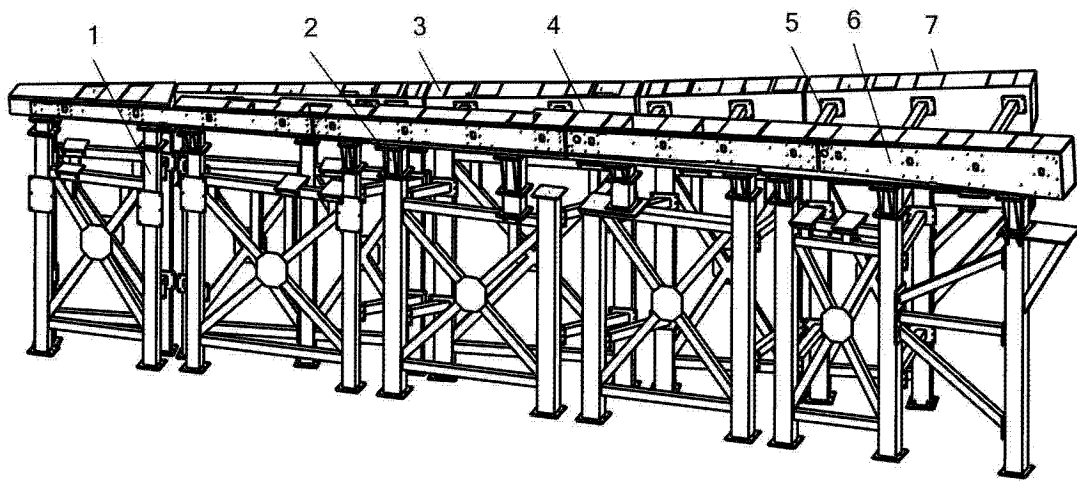


图 1

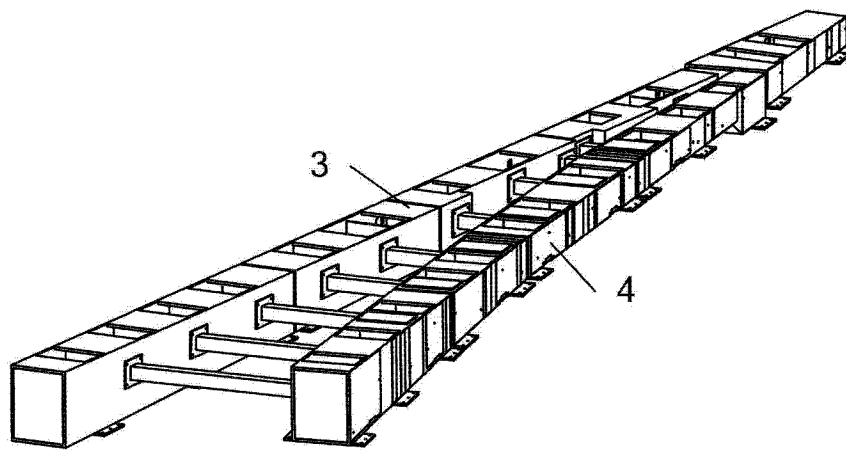


图 2

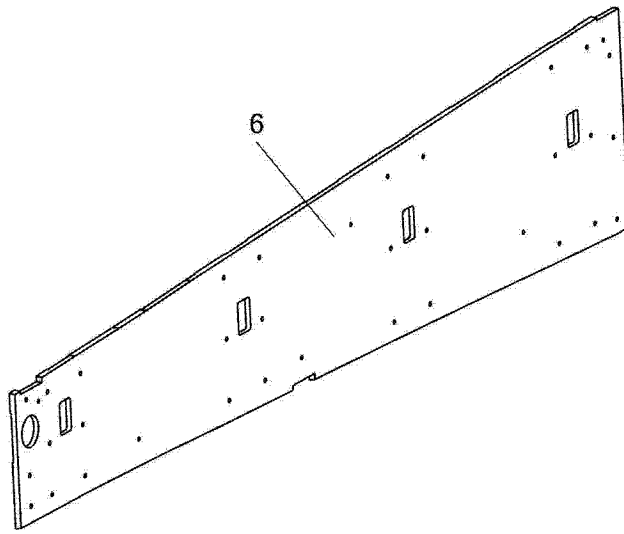


图 3

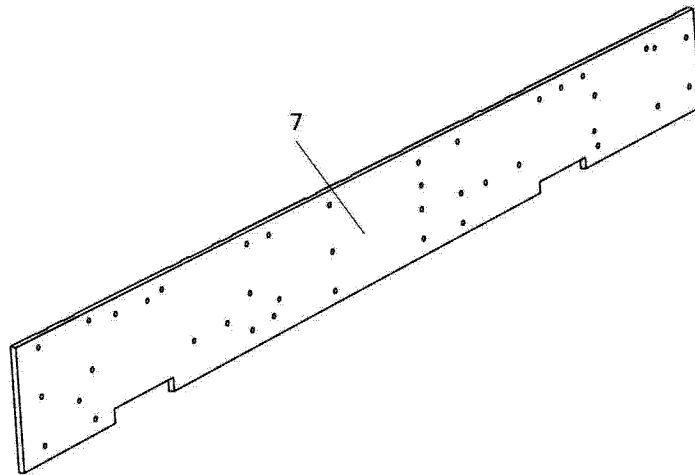


图 4

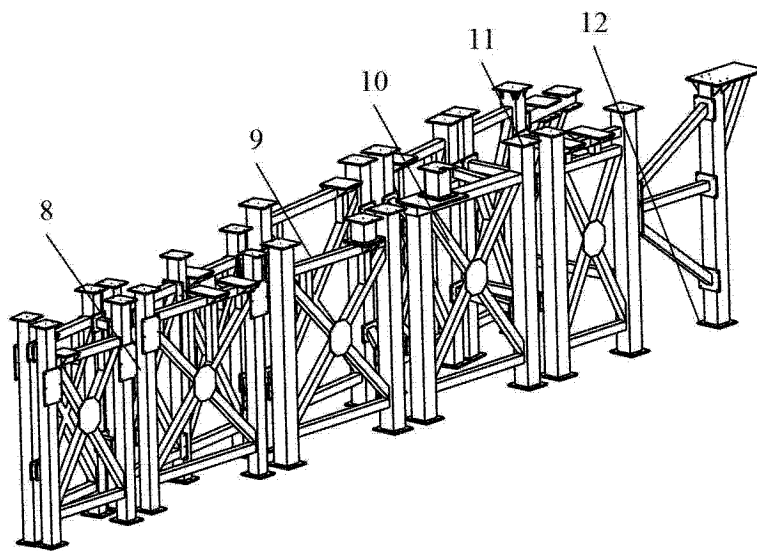


图 5

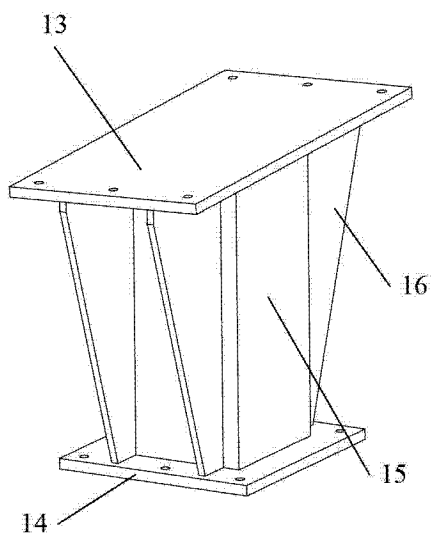


图 6

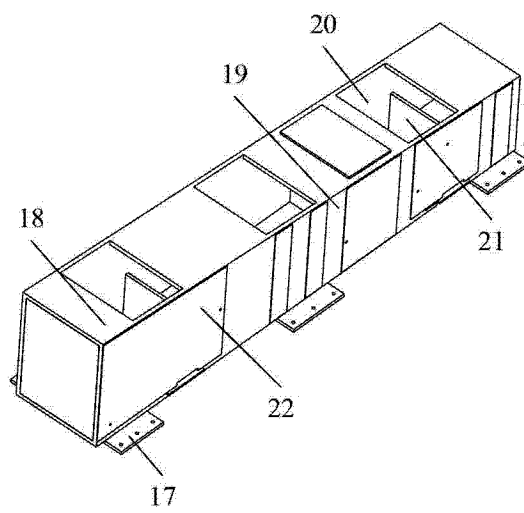


图 7