



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104897541 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201510229796. 2

(22) 申请日 2015. 05. 07

(71) 申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路
932 号

(72) 发明人 吴旺青 齐鹏程 蒋炳炎

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所
43114

代理人 邓建辉

(51) Int. Cl.

G01N 15/08(2006. 01)

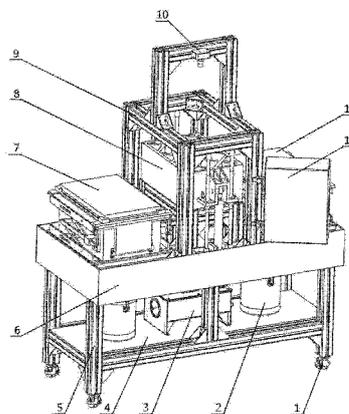
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置

(57) 摘要

本发明公开了一种组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置,包括福马轮、压力罐、液压站、底板、主机架、工作平台、一维测试单元、加载单元、副机架、可视化单元、二维测试单元、剪切变形框、加载单元运动系统和控制柜。所述工作平台安装在主机架上,工作平台上设有一维测试单元、二维测试单元、加载单元和加载单元运动系统;所述加载单元设于副机架中,其左侧设有一维测试单元,右侧设有二维测试单元,正上方设有可视化单元;本发明技术集成度高、加载单元刚性好,能精确实现纤维织物面内渗透率一维、二维组合式多功能综合测量,为系统评价纤维织物面内渗透率系列测试方法、规范其测试流程和建立相关测试标准奠定了基础。



1. 一种组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置,包括控制柜(12),其特征是:工作平台(6)安装在主机架(5)上,所述的工作平台(6)上设有一维测试单元(7)、二维测试单元(11)、加载单元(8)和加载单元运动系统,所述的加载单元运动系统包括加载单元平移机构和安装在所述的加载单元平移机构上的加载单元升降机构,所述的加载单元(8)为网状菱形结构,所述的加载单元(8)安装在所述的加载单元升降机构上且所述的加载单元(8)在所述的加载单元平移机构的运动下能分别对所述的一维测试单元(7)和二维测试单元(11)加压;副机架(9)安装在所述的加载单元平移机构上,所述的副机架(9)上设置有对正所述的加载单元(8)的可视化单元(10);还包括压力罐(2)和液压站(3),所述的压力罐(2)与所述的一维测试单元(7)和所述的二维测试单元(11)连接,所述的液压站(3)与所述的加载单元升降机构连接,所述的控制柜(12)通过数据线与所述的可视化单元(10)和所述的加载单元(8)通信连接。

2. 根据权利要求1所述的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置,其特征是:所述的主机架(5)的底部安装有福马轮(1)。

3. 根据权利要求1或2所述的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置,其特征是:所述的加载单元升降机构包括导向柱(18)、液压缸(19)和液压缸固定件(20),所述的导向柱(18)竖直安装在所述的加载单元平移机构上,所述的液压缸(19)的一端通过液压缸固定件(20)固定在所述的加载单元平移机构上,另一端的活塞杆与所述的加载单元(8)的耳柄相连,所述的加载单元(8)的前后两个耳柄分别滑动套在两根导向柱(18)上并沿其上下移动。

4. 根据权利要求1或2所述的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置,其特征是:所述的加载单元平移机构包括滑块(13)、直线滑轨(14)、副机架支撑板(15)和铝型材角码(16),所述的直线滑轨(14)水平安装在所述的工作平台(6)上,所述的滑块(13)滑动套装在所述的直线滑轨(14)上,所述的副机架支撑板(15)通过螺栓安装在所述的滑块(13)上,所述的副机架(9)通过所述的铝型材角码(16)安装在所述的副机架支撑板(15)上,在所述的工作平台(6)的两侧设置有限位板(17)以防止所述的加载单元平移机构在水平移动过程中超出安全行程。

5. 根据权利要求1或2所述的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置,其特征是:所述的一维测试单元(7)的结构是:纤维织物预成型体(35)铺设在一维下模板(30)上面,所述的一维下模板(30)设置在刚性模板支撑块(27)上面且与模板升降机构相连,所述的刚性模板支撑块(27)内部结构采用网状菱形,所述的一维下模板(30)一端设有一维注射口(31)另一端设有一维溢流口(36),在所述的纤维织物预成型体(35)的四周放置有多个一维模腔高度定义隔板(28),在所述的纤维织物预成型体(35)的上方依次设置有第一钢化玻璃板(32)和第一透明PC板(33),在所述的一维下模板(30)上还设置有模板限位块(29)来限制钢化玻璃板和透明PC板的位置,所述的第一透明PC板(33)的上表面设有电容传感器放置槽。

6. 根据权利要求1或2所述的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置,其特征是:所述的二维测试单元(11)的结构是:纤维织物预成型体铺设在二维下模板(40)上面,所述的二维下模板(40)设置在刚性模板支撑块(27)上面且与模板升降机构相连,所述的二维下模板(40)的中心设置有二维注射口(41),在纤维织物预成型体的四周放置有二

维模腔高度定义隔板 (42), 在纤维织物预成型体的上方依次设置有第二钢化玻璃板 (37) 和第二透明 PC 板 (38), 所述的第二透明 PC 板 (38) 的上表面设有电容传感器放置槽。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置, 其特征是: 所述的模板升降机构由固定铰支座 (21)、操作板 (22)、导向块 (23)、模板升降机构下支座 (24)、模板升降机构上支座 (241)、活动支架 (25) 和拉杆 (26) 组成, 所述的操作板 (22) 通过固定铰支座 (21) 铰接在所述的一维测试单元 (7) 和二维测试单元 (11) 的刚性模板支撑块 (27) 上, 所述的导向块 (23) 安装在所述的一维测试单元 (7) 和二维测试单元 (11) 的刚性模板支撑块 (27) 上, 所述的拉杆 (26) 穿过所述的导向块 (23) 两端分别与所述的操作板 (22) 和活动支架 (25) 铰接, 所述的活动支架 (25) 的上下两端分别连接在模板升降机构上支座 (241) 和模板升降机构下支座 (24) 上, 所述的一维测试单元和二维测试单元均通过模板升降机构下支座 (24) 安装在工作平台 (6) 上。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置, 其特征是: 还包括一个剪切变形框 (47), 剪切变形纤维织物预成型体 (46) 通过快速夹具 (43) 固定在所述的剪切变形框 (47) 上面, 所述的剪切变形框 (47) 采用角度可调的菱形结构, 通过调节螺栓 (44) 调节菱形的角度改变固定在所述的剪切变形框 (47) 上的所述的剪切变形纤维织物预成型体 (46) 的剪切角度。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置, 其特征是: 所述的控制柜 (12) 采用旋转调节操作角度方式安装在所述的副机架 (9) 的右侧。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置, 其特征是: 所述的主机架 (5) 上安装有底板 (4), 所述的压力罐 (2) 和所述的液压站 (3) 放置在所述的底板 (4) 上。

一种组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种面内渗透率综合测试装置,尤其是涉及一种用于纤维织物面内渗透率表征的组合式多功能综合测试装置。

背景技术

[0002] 近年来,随着节能减排发展战略的深入人心和高性能复合材料行业的蓬勃发展,纤维织物增强树脂基复合材料在航空航天、轨道交通以及运动休闲等领域已获得了广泛应用。树脂传递模塑成型技术是该类型复合材料实现低成本、高效率、高质量制造的关键技术,是高性能树脂基复合材料构件进一步推广应用所面临的主要瓶颈。其中,纤维织物的面内渗透率是树脂传递模塑成型中影响树脂流动行为的重要参数,主要反映树脂在纤维织物预成型体中流动的难易程度,显著影响复合材料构件成型模具、工艺设计和成型性能。准确表征纤维织物的面内渗透率对于促进树脂浸渍过程的数值模拟,推动计算机辅助制造技术在树脂基复合材料领域的应用,实现复合材料构件的低成本、高效率、高质量成型具有重要意义。

[0003] 国内外学者和研究机构针对纤维织物的面内渗透率测试方法进行了广泛的研究,并基于达西定律研制了多种纤维织物面内渗透率测试装置。根据数据获取方式的不同,已公开纤维织物面内渗透率测试装置可分为传感器式和图像式两类。专利号为CN201210301601.7,名称为一种纤维织物单向面内渗透率测试装置和测试方法的发明专利实现了纤维织物面内饱和渗透率的测试,包括上模、下模、模腔厚度拉杆和压电传感器。该装置主要利用注射口和溢流口的流量差和压力差来计算纤维织物面内饱和渗透率。专利公开号为CN203350161U,名称为天然纤维织物面内渗透率的测量装置,包括测试液容器,微型齿轮泵,模具,数据采集装置和摄像装置。该装置可实现天然纤维织物面内饱和或非饱和渗透率的快速、准确测量。专利公开号为DE10004146.A1,名称为Resin flow front measuring system for use with electrically conductive reinforcement determines capacitance changes between a condensor plate and reinforcement的专利包含上模、下模、模腔厚度拉杆,采用电容式传感器监测测试流体流动前沿位置,实现了纤维织物面内渗透率的二维测量。

[0004] 由于纤维丝束本身较高的柔韧性及其相互间细微结构的不均匀性,纤维织物面内非饱和渗透率对测试条件极为敏感,因上述专利所采用的纤维织物面内渗透率测试方法,测试装置以及测试条件均有所不同,导致同种材料的测试结果也存在较大差异,至今没有形成统一的、国内外广泛认可的测试标准。为推动纤维织物面内渗透率测试相关标准的建立,亟需在相同的测试装置和测试条件下规范其测试流程,以对相关的系列测试方法进行综合评价。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种能实现纤维织物面内渗透率的一维和二

维组合式综合比较测量、图像式和传感器式纤维织物面内渗透率的组合式综合比较测量、不同剪切变形条件下纤维织物预成型体面内渗透率的测量和测试流体一维流动前沿位置精确测量的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置,包括控制柜,工作平台安装在主机架上,所述的工作平台上设有一维测试单元、二维测试单元、加载单元和加载单元运动系统,所述的加载单元运动系统包括加载单元平移机构和安装在所述的加载单元平移机构上的加载单元升降机构,所述的加载单元为网状菱形结构,所述的加载单元安装在所述的加载单元升降机构上且所述的加载单元在所述的加载单元平移机构的运动下能分别对所述的一维测试单元和二维测试单元加压;副机架安装在所述的加载单元平移机构上,所述的副机架上设置有对正所述的加载单元的可视化单元;还包括压力罐和液压站,所述的压力罐与所述的一维测试单元和所述的二维测试单元连接,所述的液压站与所述的加载单元升降机构连接,所述的控制柜通过数据线与所述的可视化单元和所述的加载单元通信连接。

[0007] 所述的主机架的底部安装有福马轮。

[0008] 所述的加载单元升降机构包括导向柱、液压缸和液压缸固定件,所述的导向柱竖直安装在所述的加载单元平移机构上,所述的液压缸的一端通过液压缸固定件固定在所述的加载单元平移机构上,另一端的活塞杆与所述的加载单元的耳柄相连,所述的加载单元的前后两个耳柄分别滑动套在两根导向柱上并沿其上下移动。

[0009] 所述的加载单元平移机构包括滑块、直线滑轨、副机架支撑板和铝型材角码,所述的直线滑轨水平安装在所述的工作平台上,所述的滑块滑动套装在所述的直线滑轨上,所述的副机架支撑板通过螺栓安装在所述的滑块上,所述的副机架通过所述的铝型材角码安装在所述的副机架支撑板上,在所述的工作平台的两侧设置有限位板以防止所述的加载单元平移机构在水平移动过程中超出安全行程。

[0010] 所述的一维测试单元的结构是:纤维织物预成型体铺设在一维下模板上面,所述的一维下模板设置在刚性模板支撑块上面且与模板升降机构相连,所述的刚性模板支撑块内部结构采用网状菱形,所述的一维下模板一端设有一维注射口另一端设有一维溢流口,在所述的纤维织物预成型体的四周放置有多个一维模腔高度定义隔板,在所述的纤维织物预成型体的上方依次设置有第一钢化玻璃板和第一透明 PC 板,在所述的一维下模板上还设置有模板限位块来限制钢化玻璃板和透明 PC 板的位置,所述的第一透明 PC 板的上表面设有电容传感器放置槽。

[0011] 所述的二维测试单元的结构是:纤维织物预成型体铺设在二维下模板上面,所述的二维下模板设置在刚性模板支撑块上面且与模板升降机构相连,所述的二维下模板的中心设置有二维注射口,在纤维织物预成型体的四周放置有二维模腔高度定义隔板,在纤维织物预成型体的上方依次设置有第二钢化玻璃板和第二透明 PC 板,所述的第二透明 PC 板的上表面设有电容传感器放置槽。

[0012] 所述的模板升降机构由固定铰支座、操作板、导向块、模板升降机构下支座、模板升降机构上支座、活动支架和拉杆组成,所述的操作板通过固定铰支座铰接在所述的一维测试单元和二维测试单元的刚性模板支撑块上,所述的导向块安装在所述的一维测试单元和二维测试单元的刚性模板支撑块上,所述的拉杆穿过所述的导向块两端分别与所述的操

作板和活动支架铰接,所述的活动支架的上下两端分别连接在模板升降机构上支座和模板升降机构下支座上,所述的一维测试单元和二维测试单元均通过模板升降机构下支座安装在工作平台上。

[0013] 还包括一个剪切变形框,剪切变形纤维织物预成型体通过快速夹具固定在所述的剪切变形框上面,所述的剪切变形框采用角度可调的菱形结构,通过调节螺栓调节菱形的角度改变固定在所述的剪切变形框上的所述的剪切变形纤维织物预成型体的剪切角度。

[0014] 所述的控制柜采用旋转调节操作角度方式安装在所述的副机架的右侧。

[0015] 所述的主机架上安装有底板,所述的压力罐和所述的液压站放置在所述的底板上。

[0016] 采用上述技术方案的组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置包括福马轮、压力罐、液压站、底板、主机架、工作平台、一维测试单元、加载单元、副机架、可视化单元、二维测试单元、控制柜和加载单元运动系统。工作平台安装在主机架上,工作平台上设有一维测试单元、二维测试单元、加载单元和加载单元运动系统;所述一维、二维测试单元都包括模板升降机构、三块模板和模腔高度定义隔板,纤维织物预成型体和模腔高度定义隔板放置在下模板上,其上方依次设有钢化玻璃板和透明 PC 板;所述加载单元设置于副机架中,其左侧设置有一维测试单元,右侧设置有二维测试单元,正上方设置有可视化单元;所述加载单元运动系统包括加载单元升降机构和加载单元平移机构;控制柜固定在副机架的右侧;剪切变形框与二维测试单元结合可实现纤维织物在不同剪切角度下的面内渗透率。所述模板升降机构包括固定铰支座、操作板、导向块、模板升降机构下支座、模板升降机构上支座、拉杆和活动支架。

[0017] 加载单元升降机构包括液压缸、导向柱和液压缸固定件。液压站固定在底板上,液压站通过油管连接液压缸为其提供动力,液压缸一端通过液压缸固定件固定在副机架上,另一端通过销钉与加载单元的耳柄相连,以实现加载单元的上下移动和加载过程,前后两个耳柄分别套在两根导向柱上随着液压缸活塞杆的伸缩而上下移动,保证了加载单元升降机构的对中稳定性。

[0018] 加载单元平移机构包括直线滑轨、滑块、副机架支撑板、铝型材角码和副机架。直线滑轨的截面形状为圆形,滑块上设有圆孔且与滑轨的截面形状吻合并预留一定的间隙供滑块内壁的滚珠滚动,副机架支撑板通过螺栓固定在滑块上面并通过铝型材角码和副机架相连,滑块可以套在直线滑轨上左右滑动以实现副机架的水平运动。所述工作平台两侧均设置有限位挡板来防止副机架在水平移动过程中超出安全行程。

[0019] 加载单元和刚性模板支撑块均为铝合金制造,均采用网状菱形结构以提高刚度和减轻重量。

[0020] 所述可视化单元固定在副机架上端的横梁上,位于加载单元的正上方,可以依次透过网状菱形的加载单元、透明 PC 板和钢化玻璃板来实现测试过程的可视化。

[0021] 透明 PC 板放置在钢化玻璃板上方,一维测试单元中的第一透明 PC 板设有三个条形的传感器放置槽用于放置条形电容传感器以实现在一维测试过程中测试流体前沿位置的测定,二维测试单元中的第二透明 PC 板设有米字型的传感器放置槽用于放置条形电容传感器以实现二维测试过程中测试流体前沿位置的测定。

[0022] 一维测试单元模板的四周设置有六个模腔高度定义隔板,合模状态下,将可重复

加热熔融的密封凝胶从纤维织物预成型体两侧相邻模腔高度定义隔板之间的预留缝隙注入纤维织物预成型体两侧,密封凝胶部分浸入纤维织物预成型体并冷凝实现密封。

[0023] 本发明的优点是:

[0024] (1) 能够实现纤维织物面内渗透率的一维和二维组合式综合比较测量:通过加载单元平移机构可以实现加载单元的左右水平运动,移到左边时能进行纤维织物面内渗透率的一维测量,移到右边时能进行纤维织物面内渗透率的二维测量;

[0025] (2) 能够实现图像式和传感器式纤维织物面内渗透率的组合式综合比较测量:通过设计加载单元为网状菱形结构可使可视化单元透过加载单元对测试流体流动前沿拍摄来进行图像式测量,同时还能通过设置在透明 PC 板上的电容传感器来实现传感器式的测量;

[0026] (3) 能够实现不同剪切变形条件下纤维织物预成型体面内渗透率的测量:剪切变形纤维织物预成型体由快速夹具固定在剪切变形框上,通过调整剪切变形框的角度可以改变纤维织物预成型体的剪切角从而实现对不同剪切变形条件下的纤维织物面内渗透率的测量;

[0027] (4) 能够实现测试流体一维流动前沿位置的精确测量:在一维测试单元中纤维织物预成型体的四周放置 6 个模腔高度定义隔板,然后将可重复加热熔融的密封凝胶通过模腔高度定义隔板之间的缝隙注入纤维织物预成型体两侧,密封凝胶部分浸入纤维织物预成型体并冷凝实现密封,从而避免测试过程中测试流体在纤维织物预成型体两侧的流道效应,获得精确的一维流动前沿位置;

[0028] (5) 能够实现高刚度加载单元与可视化单元的一体化设计:加载单元和刚性模板支撑块均设计为网状菱形结构,这样不仅能够实现测试过程的可视化,还能够在保证足够刚度的条件下减轻加载单元和刚性模板支撑块的重量。

附图说明

[0029] 图 1 为组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置整体结构图。

[0030] 图 2 为组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置加载单元运动系统局部视图。

[0031] 图 3 为组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置一维测试单元结构图。

[0032] 图 4 为组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置二维测试单元结构图。

[0033] 图 5 为组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置剪切变形单元结构图。

[0034] 图中:

[0035] 1- 福马轮, 2- 压力罐, 3- 液压站, 4- 底板, 5- 主机架, 6- 工作平台, 7- 一维测试单元, 8- 加载单元, 9- 副机架, 10- 可视化单元, 11- 二维测试单元, 12- 控制柜, 13- 滑块, 14- 直线滑轨, 15- 副支架支撑板, 16- 铝型材角码, 17- 限位板, 18- 导向柱, 19- 液压缸, 20- 液压缸固定件, 21- 固定铰支座, 22- 操作板, 23- 导向块, 24- 模板升降机构下支座, 241- 模板升降机构上支座, 25- 活动支架, 26- 拉杆, 27- 刚性模板支撑块, 28- 一维模腔高度定义隔板, 29- 模板限位块, 30- 一维下模板, 31- 一维注射口, 32- 第一钢化玻璃板, 33- 第一透明 PC 板, 34- 条形电容传感器放置槽, 35- 纤维织物预成型体, 36- 一维溢流口, 37- 第二钢化玻璃板, 38- 第二透明 PC 板, 39- 米字型电容传感器放置槽, 40- 二维下模板, 41- 二维注射口, 42- 二维模腔高度定义隔板, 43- 快速夹具, 44- 调节螺栓, 45- 阵列针板, 46- 剪切变

形纤维织物预成型体,47- 剪切变形框。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0037] 如图 1 所示,一种组合式多功能纤维织物面内渗透率综合测试装置,包括福马轮 1、压力罐 2、液压站 3、底板 4、主机架 5、工作平台 6、一维测试单元 7、加载单元 8、副机架 9、可视化单元 10、二维测试单元 11、控制柜 12 和加载单元运动系统,工作平台 6 安装在主机架 5 上,工作平台 6 上设有一维测试单元 7、二维测试单元 11、加载单元 8 和加载单元运动系统,所述的一维测试单元 7 和二维测试单元 11 均安装在模板升降机构上,加载单元运动系统包括加载单元平移机构和安装在加载单元平移机构上的加载单元升降机构,加载单元 8 为网状菱形结构,加载单元 8 安装在加载单元升降机构上且加载单元 8 在加载单元平移机构的运动下能分别对一维测试单元 7 和二维测试单元 11 加压;副机架 9 安装在加载单元平移机构上,副机架 9 上设置有位于所述的加载单元 8 的正上方的可视化单元 10;所述的主机架 5 上安装有压力罐 2 和液压站 3,所述的压力罐 2 与所述的一维测试单元 7 和所述的二维测试单元 11 连接,所述的液压站 3 与所述的加载单元升降机构连接。一维测试单元 7 设置在副机架 9 左侧,二维测试单元 11 设置在副机架 9 右侧,副机架 9 正上方设置有位于加载单元 8 的正上方的可视化单元 10;控制柜 12 固定在副机架 9 的右侧。主机架 5 的底板 4 上安装有压力罐 2 和液压站 3。主机架 5 的底部安装有福马轮 1。

[0038] 如图 2 所示,加载单元升降机构包括导向柱 18、液压缸 19 和液压缸固定件 20,导向柱 18 竖直安装在加载单元平移机构上,液压站 3 通过油管连接液压缸 19 的进油口和出油口为液压缸 19 提供动力,液压缸 19 的一端通过液压缸固定件 20 固定在加载单元平移机构上,另一端的活塞杆与加载单元 8 的耳柄相连,从而由液压缸 19 的活塞的上下伸缩运动实现加载单元 8 的上下移动,加载单元 8 的前后两个耳柄分别滑动套在两根导向柱 18 上并沿其上下移动,保证了加载单元升降机构的对中稳定性。加载单元平移机构包括滑块 13、直线滑轨 14、副机架支撑板 15 和铝型材角码 16,两根直线滑轨 14 水平安装在工作平台 6 上,直线滑轨 14 的截面形状为圆形,滑块 13 上设有圆孔且二者的截面形状吻合并预留有一定的间隙供滑块内壁的滚珠滚动,六个滑块 13 分别套在前后两根直线滑轨 14 上以实现左右滑动,副机架支撑板 15 通过螺栓安装在滑块 13 上,副机架 9 通过铝型材角码 16 安装在前后两块副机架支撑板 15 上,通过滑块 13 在直线滑轨 14 上的水平滑动可以实现安装在加载单元升降机构上的加载单元 8 的水平运动,在工作平台 6 的两侧设置有限位板 17 以防止加载单元平移机构在水平移动过程中超出安全行程。

[0039] 如图 3 所示,一维测试单元 7 包括三块模板、刚性模板支撑块和模板升降机构。纤维织物预成型体 35 铺设在一维下模板 30 上面,一维下模板 30 设置在刚性模板支撑块 27 上面且与模板升降机构上支座 241 相连,刚性模板支撑块 27 内部结构采用网状菱形,且一维下模板 30 一端设有一维注射口 31 另一端设有一维溢流口 36,测试流体在压力罐 2 中的压力作用下由一维注射口 31 浸渍纤维织物预成型体 35 后流入另一端的溢流口 36,在纤维织物预成型体 35 的四周放置有六个一维模腔高度定义隔板 28,此外在纤维织物预成型体 35 的上方依次设置有第一钢化玻璃板 32 和第一透明 PC 板 33,在一维下模板 30 上还设置有模板限位块 29 来限制钢化玻璃板和透明 PC 板的位置。模板升降机构由固定铰支座 21、

操作板 22、导向块 23、模板升降机构下支座 24、模板升降机构上支座 241、活动支架 25 和拉杆 26 组成,其中操作板 22 通过固定铰支座 21 铰接在刚性模板支撑块 27 上,可上下转动,导向块 23 安装在刚性模板支撑块 27 上,拉杆 26 穿过导向块 23 连接两端分别与操作板 22 和活动支架 25 铰接,活动支架 25 的上下两端分别连接在模板升降机构上支座 241 和模板升降机构下支座 24 上,模板升降机构下支座 24 和刚性模板支撑块 27 均安装在工作平台 6 上,通过转动操作板 22 可以拉动拉杆 26 以调节活动支架 25 的菱形角度从而改变一维下模板 30 的高度。

[0040] 如图 4 所示,二维测试单元 11 包括三块模板、刚性模板支撑块 27 和模板升降机构。纤维织物预成型体铺设在二维下模板 40 上面,二维下模板 40 设置在刚性模板支撑块 27 上面且与模板升降机构上支座 241 相连,二维下模板 40 的中心设置有二维注射口 41,测试流体在压力罐 2 中的压力作用下由二维注射口 41 浸渍纤维织物预成型体,在纤维织物预成型体的四周放置有一个回形的二维模腔高度定义隔板 42,此外在纤维织物预成型体的上方依次设置有第二钢化玻璃板 37 和第二透明 PC 板 38。

[0041] 如图 5 所示,剪切变形纤维织物预成型体 46 通过快速夹具 43 固定在剪切变形框 47 上面,剪切变形框 47 采用角度可调的菱形结构,通过调节螺栓 44 调节菱形的角度可以改变固定在剪切变形框 47 上剪切变形纤维织物预成型体 46 的剪切角度。

[0042] 一维测试单元 7 中的第一透明 PC 板 33 上表面设置有三个平行的条形电容传感器放置槽 34,二维测试单元 11 中的第二透明 PC 板 38 的上表面设置有米字型电容传感器放置槽 39,电容传感器可以放置在条形电容传感器放置槽 34 和米字型电容传感器放置槽 39 中以实现传感器式测量。

[0043] 可视化单元 10 固定在副机架 9 的横梁上,位于加载单元 8 的正上方,可视化单元 10 依次透过网状菱形结构的加载单元 8、透明 PC 板和钢化玻璃板对测试流体流动前沿进行定时拍照以实现测试过程的可视化。

[0044] 控制柜 12 固定在副机架 9 的右侧,可旋转调节操作角度,并通过数据线与可视化单元 10 和加载单元 8 相连接,以实现可视化单元 10 的控制以及加载单元 8 的升降和加载的自动化。

[0045] 压力罐 2 与液压站 3 放置在底板 4 上,底板 4 焊接在主机架 5 上,在主机架 5 的下方安装有 4 个福马轮 1,通过调节福马轮 1 可实现该测试装置的整体移动。

[0046] 参见图 1、图 2、图 3、图 4 和图 5,本发明在工作使用时:

[0047] 1、纤维织物面内渗透率的一维测试:

[0048] (1) 转动一维测试单元 7 上的操作板 22 来调节一维测试单元 7 中一维下模板 30 的高度使一维下模板 30 与刚性模板支撑块 27 之间能够具有一定的空隙,通过该空隙将一维注射口 31 与压力罐 2、一维溢流口 36 与测试流体回收容器相连接,完成后转动操作板 22 使一维下模板 30 恢复原来的高度。

[0049] (2) 将大小形状合适的待测纤维织物预成型体 35 放置于一维测试单元 7 的一维下模板 30 上,使纤维织物预成型体 35 的后端对应一维测试单元的一维注射口 31,前端对应一维测试单元 7 的一维溢流口 36,然后依次在纤维织物预成型体 35 的上方放置第一钢化玻璃板 32 和第一透明 PC 板 33。

[0050] (3) 打开液压站 3,提供压力油使液压缸 19 的活塞杆外伸,从而将加载单元 8 提起

至第一透明 PC 板 33 上表面以上。推动副机架 9 使其沿着直线滑轨 14 滑到工作平台 6 左侧,使加载单元 8 正对着一维测试单元 7 的上方。通过液压系统换向阀使液压缸 19 的活塞杆收缩,从而使加载单元 8 下降到一维测试单元 7 上方的第一透明 PC 板 33 上,最后调节液压站 3 的压力使加载单元 8 对一维测试单元 7 能够保持所需的压力。

[0051] (4) 将可重复熔融的密封凝胶通过纤维织物预成型体 35 左右两侧两个一维模腔高度定义隔板 28 之间的缝隙注入纤维织物预成型体 35 的左右两侧,待密封胶冷却凝固后粘在纤维织物预成型体 35 的左右两侧,能够实现面内纤维渗透率测试过程中对测试流体的密封作用,避免边缘流道效应对测试流体流动的影响。

[0052] (5) 打开控制柜 12 的相应开关,使可视化单元 10 和电容传感器处于工作状态,打开压力罐 2,使压力罐 2 中的测试流体进入一维测试单元 7 的一维注射口 31,待一维注射口 31 处充满测试流体后,测试流体会在压力的作用下从一维注射口 31 处浸渍纤维织物预成型体 35 后流向一维溢流口 36。测试过程中可同时获得可视化单元 10 和电容传感器采集的测试流体流动前沿位置数据。

[0053] (6) 可视化单元 10 和电容传感器将采集的实验数据传给控制柜 12 中的数据存储模块,经过软件数据处理后即可获得该纤维织物预成型体 35 的一维面内渗透率。

[0054] (7) 在测试过程中可只采用可视化单元 10 或电容传感器对测试流体的流动前沿进行数据采集,从而实现单独的图像式或传感器式的纤维织物面内渗透率的一维测试。

[0055] 2、纤维织物面内渗透率的二维测试:

[0056] (1) 转动二维测试单元 11 上的操作板来调节二维测试单元 11 中二维下模板 40 的高度使二维下模板 40 与刚性模板支撑块 27 之间能够具有一定的空隙,通过该空隙将二维注射口 41 与压力罐 2 相连接,完成后转动操作板使模板恢复原来的高度。

[0057] (2) 将大小形状合适、中心位置冲孔的待测纤维织物预成型体铺到二维测试单元 11 的二维下模板 40 上,然后依次在纤维织物预成型体的上方铺上第二钢化玻璃板 37 和第二透明 PC 板 38。

[0058] (3) 打开液压站 3 将加载单元 8 提起一定的高度,推动副机架 9 滑到工作平台 6 右侧,使加载单元 8 正对着二维测试单元 11 的上方。控制液压站 3 使加载单元 8 下降到二维测试单元 11 上方的第二透明 PC 板 47 上,然后调节液压站 3 的压力使加载单元 8 对二维测试单元 11 能够保持所需的压力。

[0059] (4) 打开控制柜 12 的相应开关,使可视化单元 10 和米字型电容传感器放置槽 39 处的传感器处于工作状态,打开压力罐 2,使压力罐 2 中的测试流体注入二维测试单元 11 的二维注射口 41,测试流体在压力的作用下从二维注射口 41 向四周扩散浸渍纤维织物预成型体。测试过程中可同时获得可视化单元 10 和电容传感器采集的测试流体流动前沿位置数据。

[0060] (5) 待测试流体的流动前沿即将到达纤维织物预成型体边缘时关闭压力罐 2,可视化单元 10 和压力传感器会将采集的数据传给控制柜 12 中的数据存储模块,经软件数据处理后即可获得该纤维织物预成型体的二维面内渗透率。

[0061] (6) 在测试过程中还可以只采用可视化单元 10 或电容传感器对测试流体的流动前沿进行数据采集,从而实现单独的图像式或传感器式的纤维织物面内渗透率的二维测试。

[0062] 3、不同剪切角度纤维的二维面内渗透率测试：

[0063] 采用快速夹具 43 将大小形状合适中心冲孔的待测剪切变形纤维织物预成型体 46 固定到剪切变形框 47 上,通过改变菱形的剪切变形框 47 的夹角大小可使剪切变形纤维织物预成型体 46 具有不同的剪切角,待调好角度后拧紧调节螺栓 44,将剪切变形纤维织物预成型体 46 放置在二维测试单元 11 的二维下模板 40 上后用阵列针板 45 固定好,然后将快速夹具 43 打开取下剪切变形框 47,接着在固定好的剪切变形纤维织物预成型体 46 上依次放置第二钢化玻璃板 37 和第二透明 PC 板 38,然后采用上述二维面内纤维渗透率测试方法即可测得不同剪切角度纤维织物预成型体的二维面内渗透率。

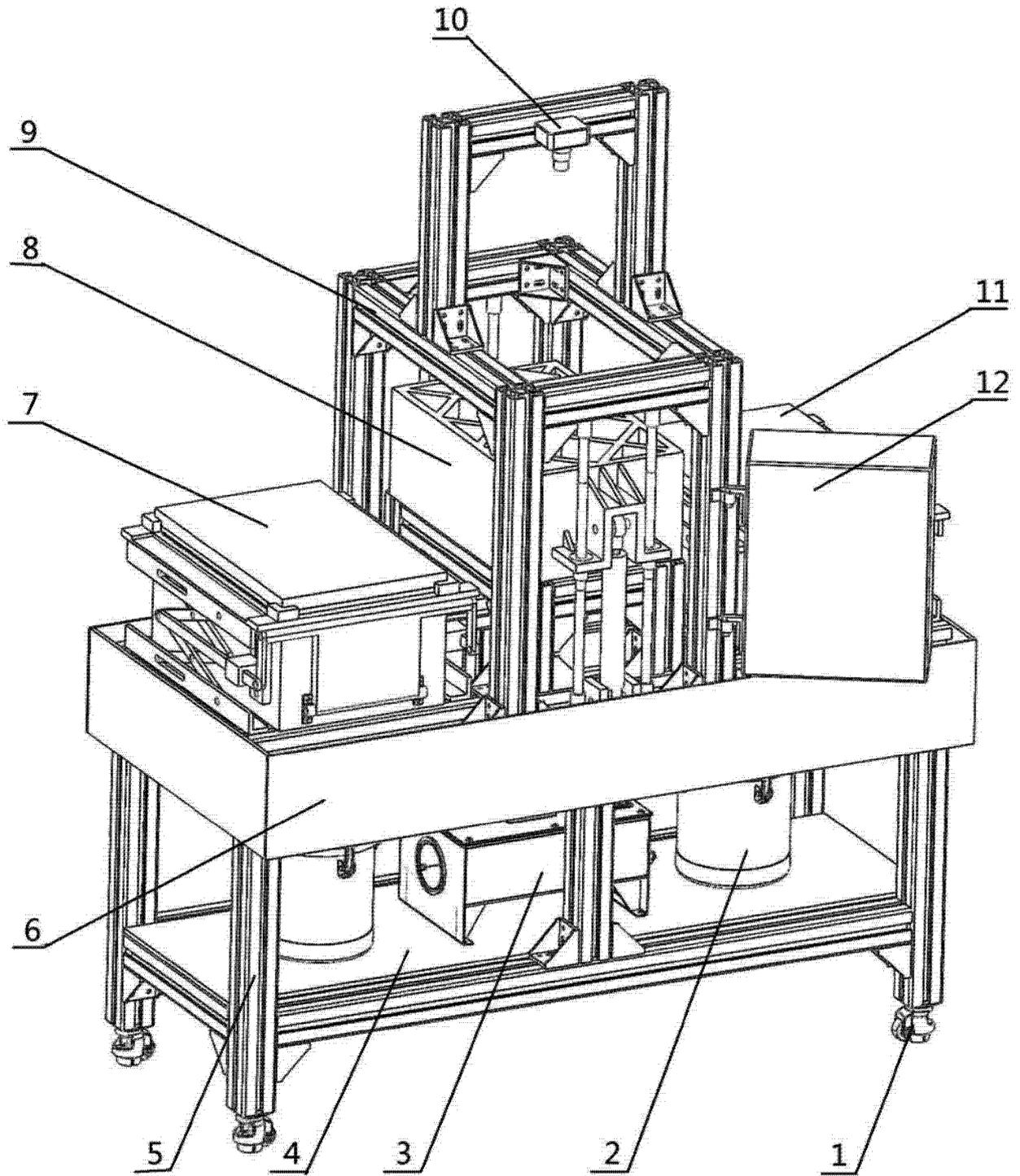


图 1

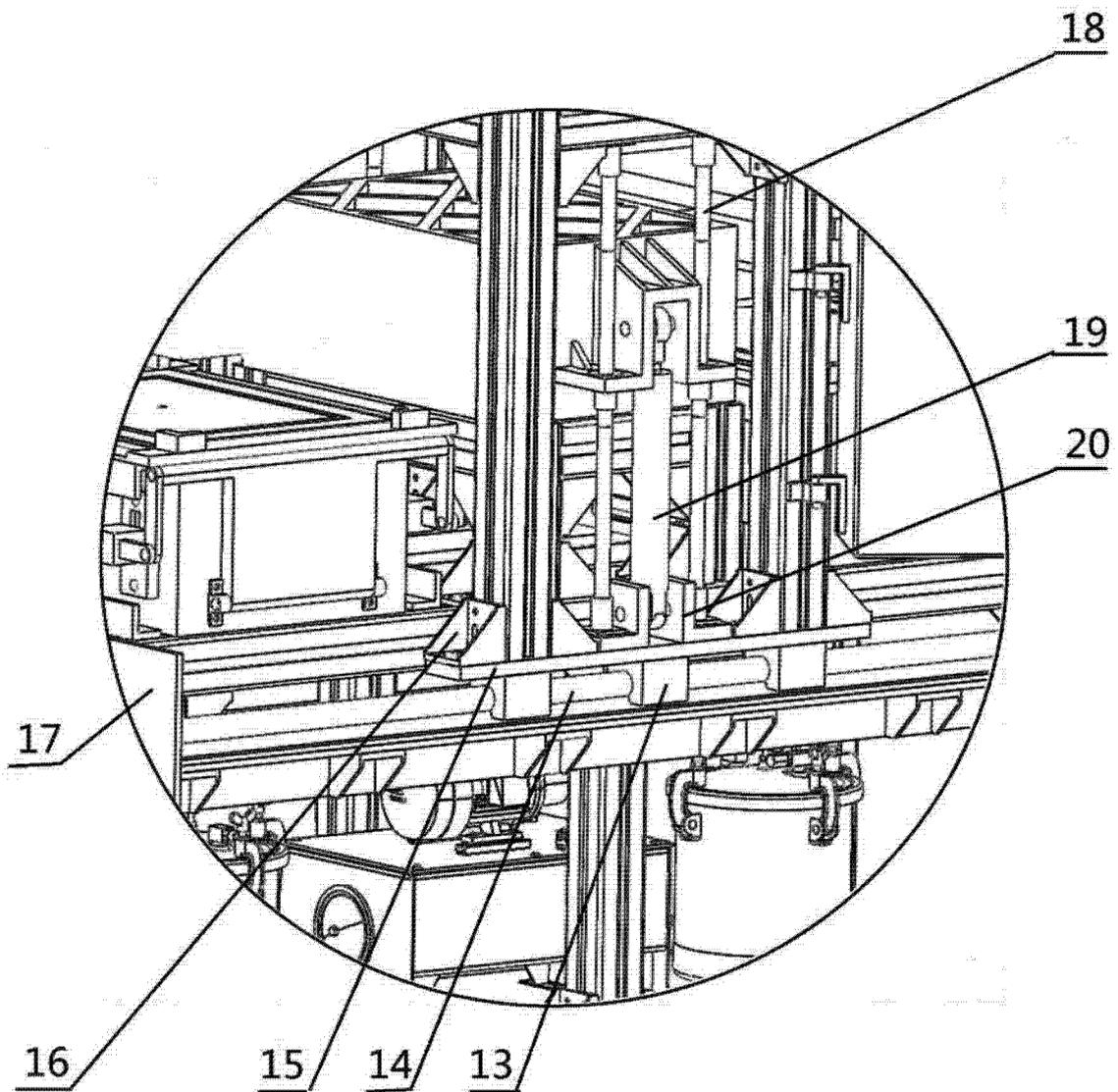


图 2

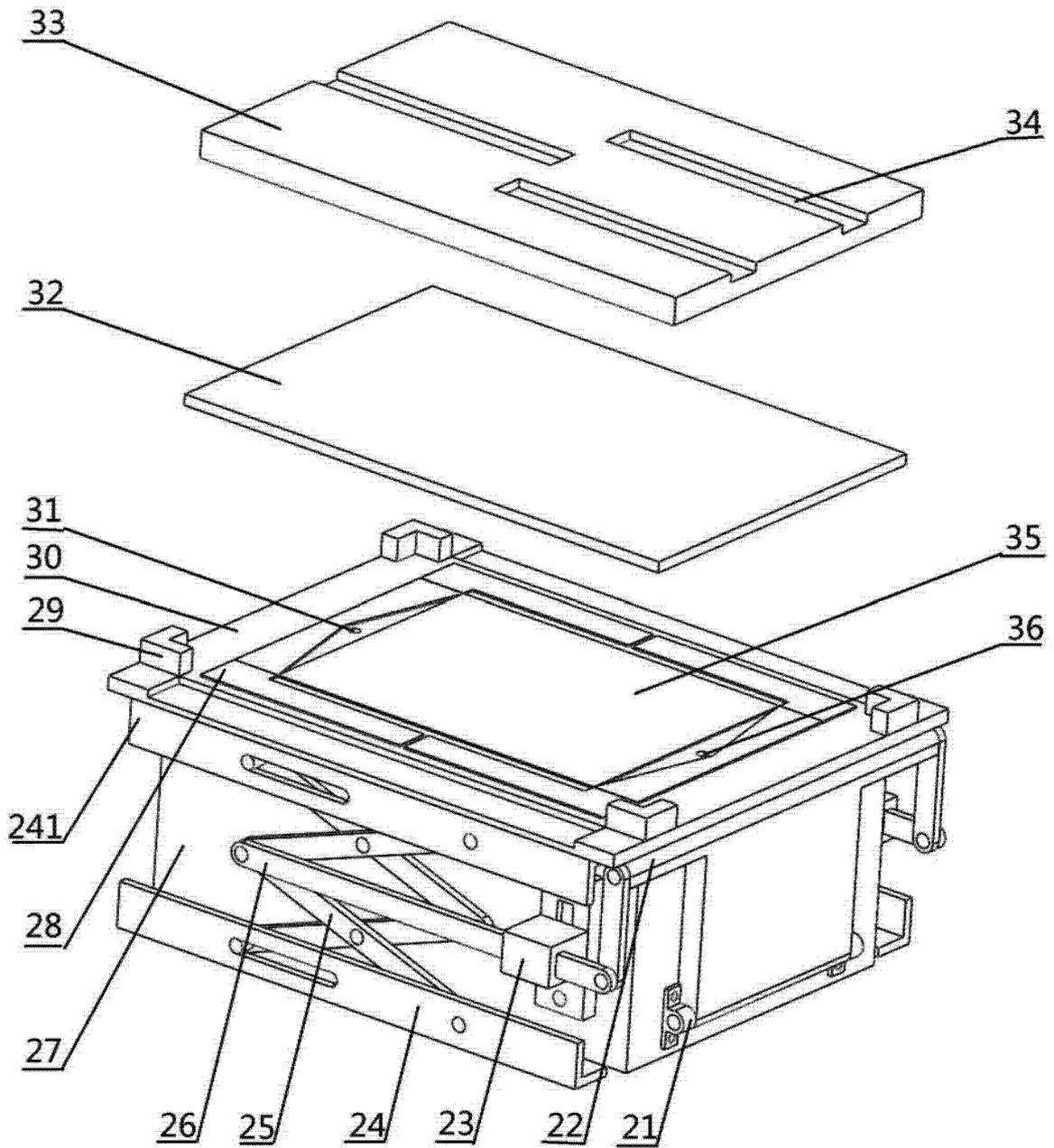


图 3

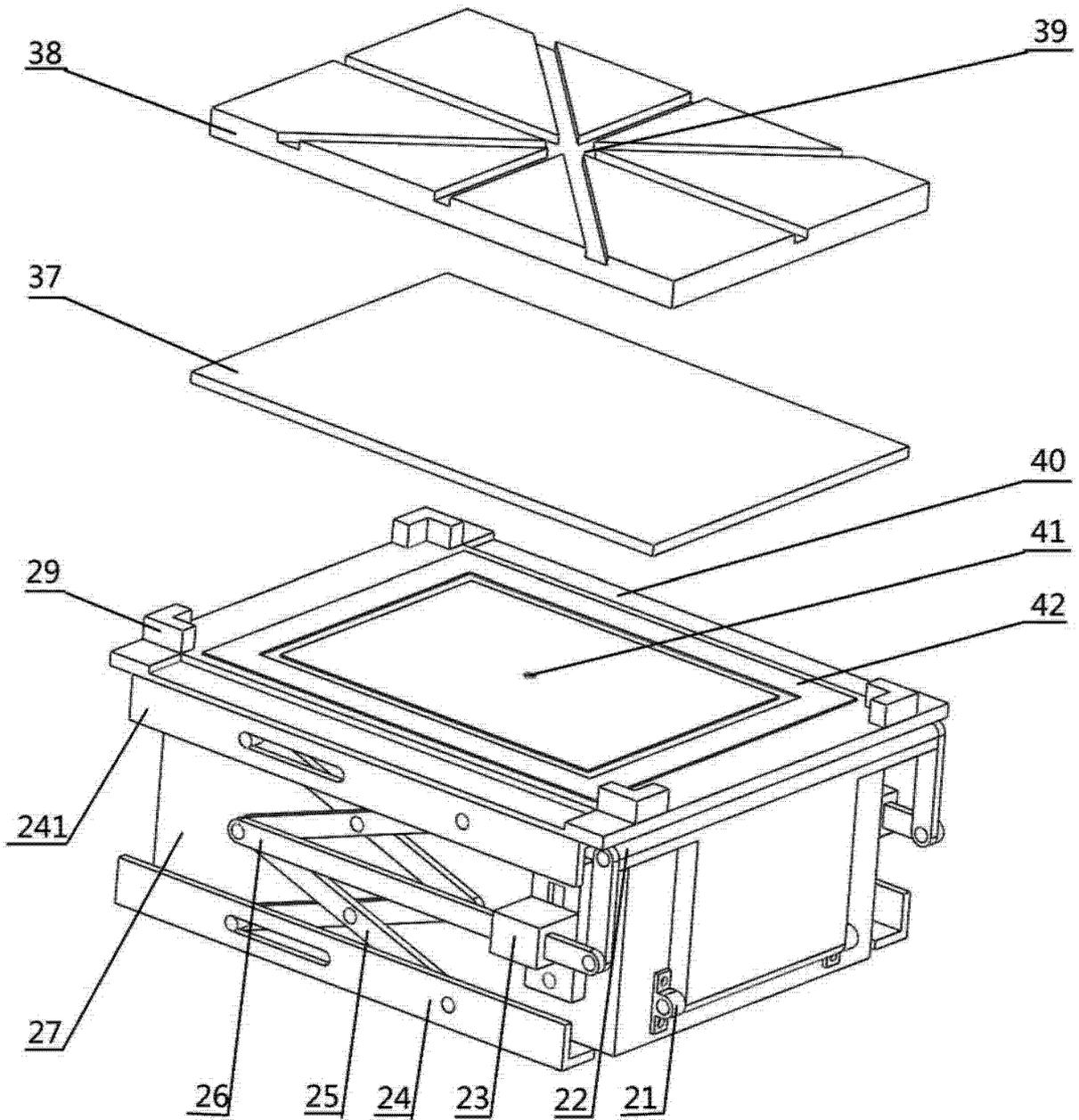


图 4

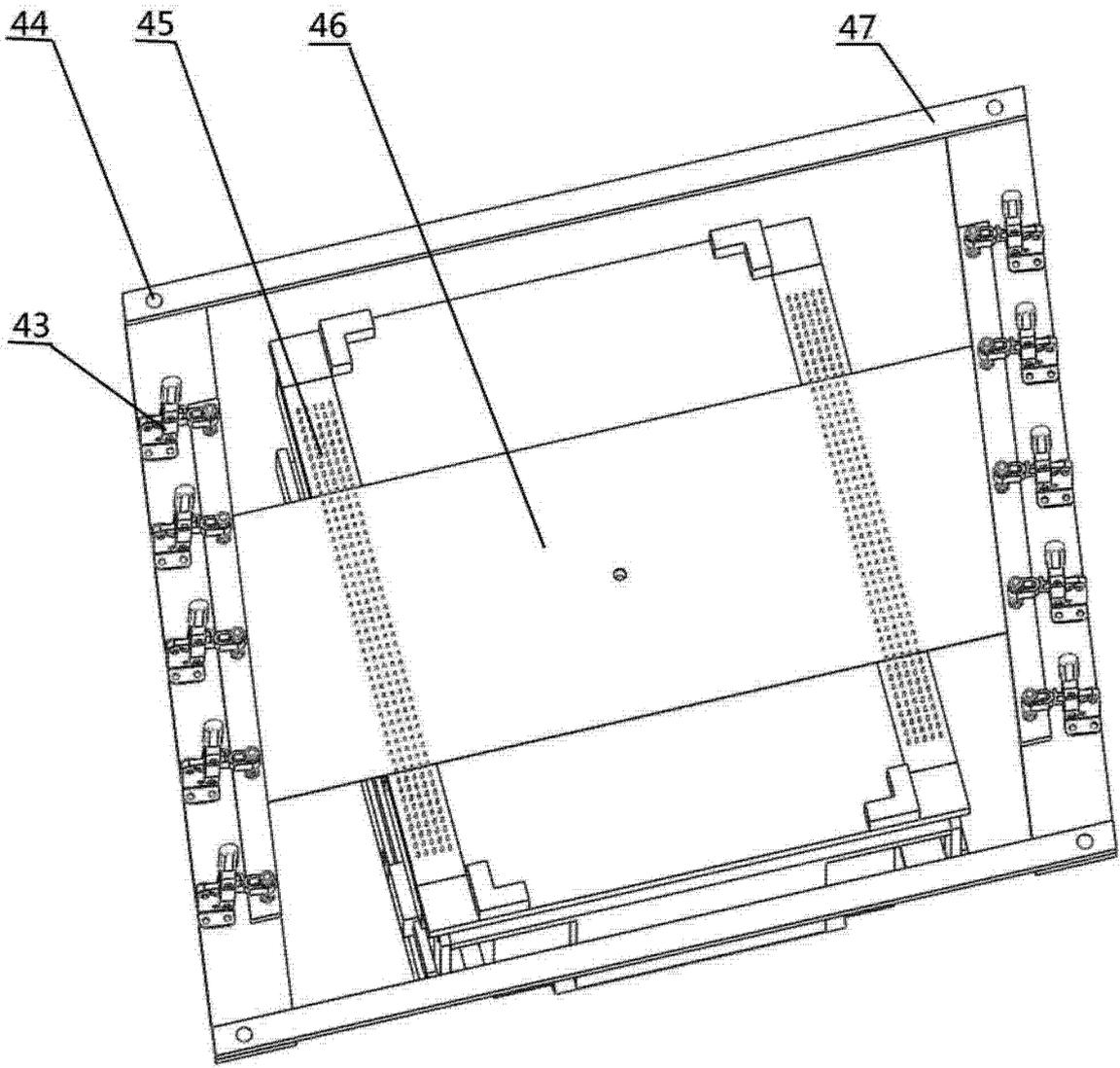


图 5