



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112098036 B

(45) 授权公告日 2021.02.09

(21) 申请号 202011316540.2

G01L 25/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.11.23

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 111638033 A, 2020.09.08

申请公布号 CN 112098036 A

CN 108254126 A, 2018.07.06

(43) 申请公布日 2020.12.18

CN 105784314 A, 2016.07.20

(73) 专利权人 中国空气动力研究与发展中心高速空气动力研究所

CN 109238630 A, 2019.01.18

CN 109556821 A, 2019.04.02

地址 621000 四川省绵阳市211信箱

CN 110595726 A, 2019.12.20

WO 2012046643 A1, 2012.04.12

(72) 发明人 刘大伟 郭洪涛 许新 苏继川
徐扬帆 熊贵天 王超 叶林
杨茵 谢易

US 2009272184 A1, 2009.11.05

US 4327581 A, 1982.05.04

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214

李强, 刘大伟, 许新, 陈德华, 魏志. “高速风洞中大型飞机典型支撑方式干扰特性研究”. 《空气动力学学报》. 2019, 第37卷 (第1期), 全文.

代理人 徐静

陈德华, 刘大伟 等. “2.4m跨声速风洞多功能支撑系统试验技术研究”. 《实验流体力学》. 2013, 第27卷 (第3期), 全文.

(51) Int. Cl.

G01M 9/04 (2006.01)

G01M 9/08 (2006.01)

审查员 鲍桂清

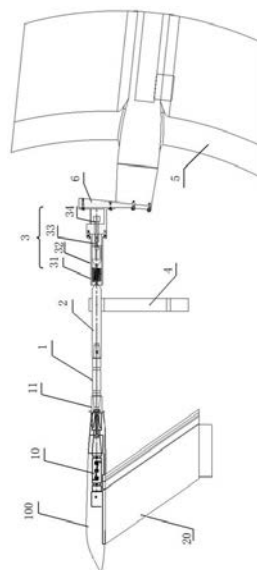
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种风洞试验叶片支撑装置干涉力校准装置及方法

(57) 摘要

本发明提供一种风洞试验叶片支撑装置干涉力校准装置及方法, 所述干涉力校准装置包括: 校准天平、尾支杆、轴向力加载装置、以及法向力加载装置; 校准天平的前端与试验模型连接, 校准天平的后端与尾支杆的前端连接; 尾支杆的后端与轴向力加载装置连接; 法向力加载装置与尾支杆的侧壁连接。本发明通过所述干涉力校准装置以及测力天平可以测得试验模型与叶片支撑装置之间的干涉力量值, 风洞试验后在试验数据中扣除所述干涉力量值, 从而可较好地避免试验模型与叶片支撑装置间隙太大带来较大的气动干扰, 同时又可有效扣除干涉力。



1. 一种风洞试验叶片支撑装置干涉力校准装置,其特征在于,包括:校准天平、尾支杆、轴向力加载装置、以及法向力加载装置;所述校准天平的前端与试验模型连接,所述校准天平的后端与尾支杆的前端连接;所述尾支杆的后端与轴向力加载装置连接;所述法向力加载装置与尾支杆的侧壁连接;

所述轴向力加载装置用于向尾支杆施加轴向力;所述法向力加载装置用于向尾支杆施加法向力;所述尾支杆用于将轴向力加载装置和法向力加载装置施加的轴向力和法向力传递至校准天平;所述校准天平用于测量传递来的轴向力和法向力;根据校准天平测值以及测量天平测值可得到试验模型与叶片支撑装置之间的干涉力量值;

所述轴向力加载装置包括导向筒、弯刀机构和偏角垫块,以及设置在导向筒内并依次连接的弹簧、球头杆和预紧螺栓;所述导向筒的前端开口,所述导向筒的中后段具有与预紧螺栓配合的螺纹孔,所述导向筒的后端通过偏角垫块与弯刀机构连接;所述弯刀机构用于将干涉力校准装置固定在风洞内,所述偏角垫块用于调节所述干涉力校准装置为水平方向;所述弹簧的前端与尾支杆的后端连接;所述弹簧为拉簧或压簧,所述预紧螺栓用于通过在螺纹孔中旋紧后经球头杆调节弹簧的推力,或者用于通过在螺纹孔中旋松后经球头杆调节弹簧的拉力。

2. 根据权利要求1所述的风洞试验叶片支撑装置干涉力校准装置,其特征在于,所述偏角垫块与所述导向筒的后端和弯刀机构均可拆卸连接。

3. 根据权利要求1所述的风洞试验叶片支撑装置干涉力校准装置,其特征在于,所述法向力加载装置的下端用于连接千斤顶或砝码,所述千斤顶用于通过法向力加载装置对尾支杆施加向上的法向力;所述砝码用于通过法向力加载装置对尾支杆施加向下的法向力。

4. 根据权利要求1所述的风洞试验叶片支撑装置干涉力校准装置,其特征在于,所述校准天平与试验模型连接处套设有锥套。

5. 一种风洞试验叶片支撑装置干涉力校准方法,其特征在于,所述干涉力校准方法为,风洞试验前利用权利要求1至4任一项所述的干涉力校准装置以及测量天平测得试验模型与叶片支撑装置之间的干涉力量值,风洞试验后在试验数据中扣除所述干涉力量值;

所述干涉力校准方法包括如下步骤:

S1,通过轴向力加载装置和法向力加载装置施加一系列的轴向力和法向力;

S2,利用校准天平测量施加的轴向力和法向力得到一系列的校准天平测值,并记录与一系列的校准天平测值对应的测量天平测值;

S3,根据一系列的校准天平测值以及对应的测量天平测值计算对应的干涉力量值;

S4,将一系列的测量天平测值作为自变量,并将对应干涉力量值作为因变量,绘制对应函数曲线;

S5,在风洞试验后,从试验测得的测量天平测值与所述对应函数曲线比对,通过代数插值即可得到试验模型受到的干涉力量值;

S6,在试验数据中扣除步骤S5得到的干涉力量值。

6. 根据权利要求5所述的风洞试验叶片支撑装置干涉力校准方法,其特征在于,步骤S3中根据一系列的校准天平测值以及对应的测量天平测值计算对应的干涉力量值的方法为:测量天平测值、校准天平测值和干涉力量值的矢量和为零。

一种风洞试验叶片支撑装置干涉力校准装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及风洞试验技术领域,具体而言,涉及一种风洞试验叶片支撑装置干涉力校准装置及方法。

背景技术

[0002] 叶片支撑是高速风洞喷流试验经常采用的一种试验模型支撑方式,支架不仅要支撑模型,还要为模型提供喷流介质通道。支架除满足强度、刚度要求外,还必须具有一定的通气面积,且支架干扰小,不对喷流产生二次气动干扰。在喷流试验技术研究中,支撑及其干扰研究是重要的研究内容之一。

[0003] 参见图1,风洞试验时,试验模型100通过测量天平与叶片支撑装置20连接,试验模型100与叶片支撑装置20之间要求保持一定的间隙,以确保二者在试验过程中不会发生干涉。由于测量天平是一个弹性体,在受力之后会发生弹性变形,因此,若试验模型100与叶片支撑装置20的间隙过小,在测量天平发生较大弹性变形时二者很可能会发生干涉,从而对试验模型100产生一个附加的作用力。这个作用力由试验模型100与叶片支撑装置20之间的摩擦力和挤压力构成,并不是试验模型100受到的气动载荷,对于风洞试验而言是需要扣除的。然而,风洞试验过程中测量天平只能测量试验模型100所承受的合力,无法有效区分出气动载荷与干涉力。如果要避免干涉,比较简单的方法是扩大间隙。但从气动干扰的角度而言,为了尽可能减小缝隙窜流对试验模型100气动力的干扰,在设计试验模型100时,又要求尽可能减小试验模型100与叶片支撑装置20之间的间隙。

发明内容

[0004] 本发明旨在提供一种风洞试验叶片支撑装置干涉力校准装置及方法,以解决模型与叶片支撑装置之间扩大间隙会发生干涉,缩小间隙会带来较大气动干扰的问题。

[0005] 本发明提供了一种风洞试验叶片支撑装置干涉力校准装置,包括:校准天平、尾支杆、轴向力加载装置、以及法向力加载装置;所述校准天平的前端与试验模型连接,所述校准天平的后端与尾支杆的前端连接;所述尾支杆的后端与轴向力加载装置连接;所述法向力加载装置与尾支杆的侧壁连接;

[0006] 所述轴向力加载装置用于向尾支杆施加轴向力;所述法向力加载装置用于向尾支杆施加法向力;所述尾支杆用于将轴向力加载装置和法向力加载装置施加的轴向力和法向力传递至校准天平;所述校准天平用于测量传递来的轴向力和法向力;根据校准天平测值以及测量天平测值可得到试验模型与叶片支撑装置之间的干涉力量值。

[0007] 进一步的,所述轴向力加载装置包括导向筒、弯刀机构和偏角垫块,以及设置在导向筒内并依次连接的弹簧、球头杆和预紧螺栓;所述导向筒的前端开口,所述导向筒的中后段具有与预紧螺栓配合的螺纹孔,所述导向筒的后端通过偏角垫块与弯刀机构连接;所述弯刀机构用于将干涉力校准装置固定在风洞内,所述偏角垫块用于调节所述干涉力校准装置为水平方向;所述弹簧的前端与尾支杆的后端连接;所述弹簧为拉簧或压簧,所述预紧螺

栓用于通过在螺纹孔中旋紧后经球头杆调节弹簧的推力,或者用于通过在螺纹孔中旋松后经球头杆调节弹簧的拉力。

[0008] 进一步的,所述偏角垫块与所述导向筒的后端和弯刀机构均可拆卸连接。

[0009] 进一步的,所述法向力加载装置的下端用于连接千斤顶或砝码,所述千斤顶用于通过法向力加载装置对尾支杆施加向上的法向力;所述砝码用于通过法向力加载装置对尾支杆施加向下的法向力。

[0010] 进一步的,所述校准天平与试验模型连接处套设有锥套。

[0011] 本发明提供一种风洞试验叶片支撑装置干涉力校准方法,所述干涉力校准方法为,风洞试验前利用上述的干涉力校准装置以及测量天平测得试验模型与叶片支撑装置之间的干涉力量值,风洞试验后在试验数据中扣除所述干涉力量值。

[0012] 进一步的,所述干涉力校准方法包括如下步骤:

[0013] S1,通过轴向力加载装置和法向力加载装置施加一系列的轴向力和法向力;

[0014] S2,利用校准天平测量施加的轴向力和/或法向力得到一系列的校准天平测值,并记录与一系列的校准天平测值对应的测量天平测值;

[0015] S3,根据一系列的校准天平测值以及对应的测量天平测值计算对应的干涉力量值;

[0016] S4,将一系列的测量天平测值作为自变量,并将对应干涉力量值作为因变量,绘制对应函数曲线;

[0017] S5,在风洞试验后,从试验测得的测量天平测值与所述对应函数曲线比对,通过代数插值即可得到试验模型受到的干涉力量值;

[0018] S6,在试验数据中扣除步骤S5得到的干涉力量值。

[0019] 进一步的,步骤S3中根据一系列的校准天平测值以及对应的测量天平测值计算对应的干涉力量值的方法为:测量天平测值、校准天平测值和干涉力量值的矢量和为零。

[0020] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:

[0021] 1、本发明可较好地避免试验模型与叶片支撑装置间隙太大带来较大的气动干扰,同时又可有效扣除干涉力。

[0022] 2、本发明不影响风洞试验,结构简单,容易实现。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0024] 图1为现有高速风洞喷流试验系统示意图。

[0025] 图2为本发明实施例1的风洞试验叶片支撑装置干涉力校准装置的结构示意图。

[0026] 图3为本发明实施例2的风洞试验叶片支撑装置干涉力校准方法的流程框图。

[0027] 图标:10-测量天平、20-叶片支撑装置、100-试验模型、1-校准天平、2-尾支杆、3-轴向力加载装置、31-导向筒、32-弹簧、33-球头杆、34-预紧螺栓、4-纵向力加载装置、5-弯刀机构、6-偏角垫块、11-锥套。

具体实施方式

[0028] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0029] 因此，以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0030] 实施例1

[0031] 参见图2，本实施例提出一种风洞试验叶片支撑装置20干涉力校准装置，包括：校准天平1、尾支杆2、轴向力加载装置3、以及法向力加载装置；所述校准天平1的前端与试验模型100连接，所述校准天平1的后端与尾支杆2的前端连接；所述尾支杆2的后端与轴向力加载装置3连接；所述法向力加载装置与尾支杆2的侧壁连接；

[0032] 所述轴向力加载装置3用于向尾支杆2施加轴向力；所述法向力加载装置用于向尾支杆2施加法向力；所述尾支杆2用于将轴向力加载装置3和法向力加载装置施加的轴向力和法向力传递至校准天平1；所述校准天平1用于测量传递来的轴向力和法向力；根据校准天平测值以及测量天平10测值可得到试验模型100与叶片支撑装置20之间的干涉力量值。

[0033] 其中，所述轴向力加载装置3包括导向筒31、弯刀机构5和偏角垫块6，以及设置在导向筒31内并依次连接的弹簧32、球头杆33和预紧螺栓34；所述导向筒31的前端开口，所述导向筒31的中后段具有与预紧螺栓34配合的螺纹孔，所述导向筒31的后端通过偏角垫块6与弯刀机构5连接；所述弯刀机构用于将干涉力校准装置固定在风洞内，所述偏角垫块6用于调节所述干涉力校准装置为水平方向；所述弹簧32的前端与尾支杆2的后端连接；所述弹簧32为拉簧或压簧，所述预紧螺栓34用于通过在螺纹孔中旋紧后经球头杆33调节弹簧的推力，或者用于通过在螺纹孔中旋松后经球头杆33调节弹簧的拉力。作为优选，所述偏角垫块6与所述导向筒31的后端和弯刀机构5均可拆卸连接，如通过法兰盘和螺钉连接，以便于更换合适的偏角垫块使所述干涉力校准装置保持水平。当要施加拉力时，所述弹簧32采用拉簧，旋松预紧螺栓34通过球头杆33拉动拉簧能够向尾支杆2施加拉力；当要施加压力时，所述弹簧32采用压簧，旋紧预紧螺栓34通过球头杆33推动压簧能够向尾支杆2施加推力，通过预紧螺栓34松紧度可以改变拉力或推理的大小，如此便可以实现通过尾支杆2向校准天平1施加轴向载荷。

[0034] 其中，所述法向力加载装置的下端用于连接千斤顶或砝码，所述千斤顶用于通过法向力加载装置对尾支杆2施加向上的法向力；所述砝码用于通过法向力加载装置对尾支杆2施加向下的法向力（即纵向力，也即俯仰力矩）。即，当所述法向力加载装置的下端连接千斤顶，通过千斤顶施加向上的法向力，可以通过调节千斤顶升降改变向上的法向力大小；当所述法向力加载装置的下端连接砝码，通过砝码施加向下的法向力，可以通过增加或减少砝码的质量来调节向下的法向力大小，如此便可以实现通过尾支杆2向校准天平1施加纵向载荷。

[0035] 作为优选，所述校准天平1与试验模型100连接处套设有锥套11，以加固连接稳定

性。

[0036] 实施例2

[0037] 本实施例提供一种风洞试验叶片支撑装置20干涉力校准方法,所述干涉力校准方法为,风洞试验前利用实施例1所述的干涉力校准装置以及测量天平10测得试验模型100与叶片支撑装置20之间的干涉力量值,风洞试验后在试验数据中扣除所述干涉力量值。

[0038] 也就是说,本发明中试验模型100设计时保留较小的试验模型100与叶片支撑装置20间隙,避免间隙太大带来较大的气动干扰,但允许风洞试验时试验模型100与叶片支撑装置20发生干涉,通过在风洞试验前采用其它间接方式(如实施例1的干涉力校准装置)测量出试验模型100与叶片支撑装置20之间的干涉力,试验结束后从测量天平测值中扣除这部分干涉力,达到既减小气动干扰又可有效扣除干涉力的目的,从而满足风洞喷流试验的高精度测量需求。

[0039] 参见图3,所述干涉力校准方法包括如下步骤:

[0040] S1,通过轴向力加载装置3和/或法向力加载装置施加一系列的轴向力和法向力;对于风洞试验而言,只需要测量试验模型100受到的轴向力和法向力(或俯仰力矩),因此本实施例只需要通过干涉力校准装置施加轴向力和法向力。通常试验单位会在风洞试验前提供试验模型100气动载荷的大致范围,用于试验单位选取适宜的测量天平10量程。由此本实施例也可以依据这个气动载荷的范围来施加一系列的轴向力和法向力,以模拟吹风试验时试验模型100受到的气动载荷。

[0041] S2,利用校准天平1测量施加的轴向力和/或法向力得到一系列的校准天平测值,并记录与一系列的校准天平测值对应的测量天平测值;也即通过前述模拟吹风试验时试验模型100受到的气动载荷,该步骤S2能够得到一系列模拟数据,包括校准天平测值以及对应的测量天平测值。

[0042] S3,根据一系列的校准天平测值以及对应的测量天平测值计算对应的干涉力量值;当在校准天平1后部施加轴向力或法向力时,其量值大小与校准天平测值相等。此时,若叶片支撑装置20与试验模型100之间没有接触,即干涉力量值等于零,则“测量天平测值+校准天平测值=0”(即测量天平测值与校准天平测值的矢量和为零);若叶片支撑装置20与试验模型100之间存在接触,即干涉力量值不等于零,则“校准天平测值+叶片支撑天平测值+干涉力量值=0”(即测量天平测值、校准天平测值和干涉力量值的矢量和为零),依据这个关系式,通过简单计算即可得到施加校准载荷时所对应的干涉力量值。

[0043] S4,将一系列的测量天平测值作为自变量,并将对应干涉力量值作为因变量,绘制对应函数曲线;该步骤S4能够建立测量天平测值与对应干涉力量值的对应关系。

[0044] S5,在风洞试验后,从试验测得的测量天平测值与所述对应函数曲线比对,通过代数插值即可得到试验模型100受到的干涉力量值;

[0045] S6,在试验数据中扣除步骤S5得到的干涉力量值。

[0046] 通过上述方式,本发明可较好地避免试验模型100与叶片支撑装置20间隙太大带来较大的气动干扰,同时又可有效扣除干涉力。

[0047] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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。

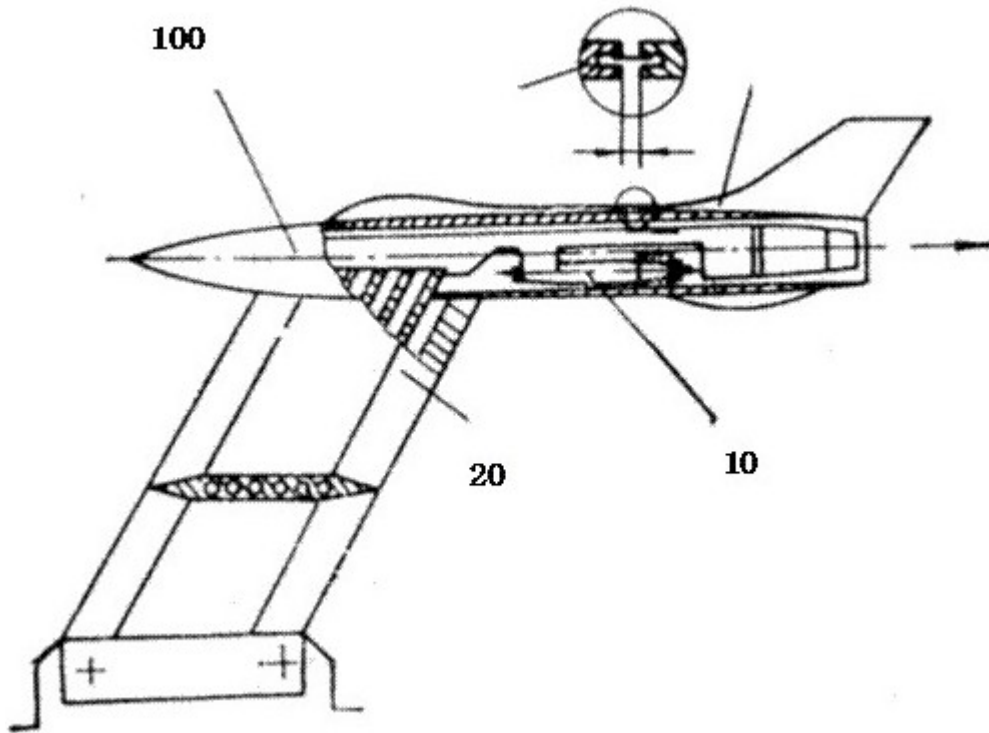


图1

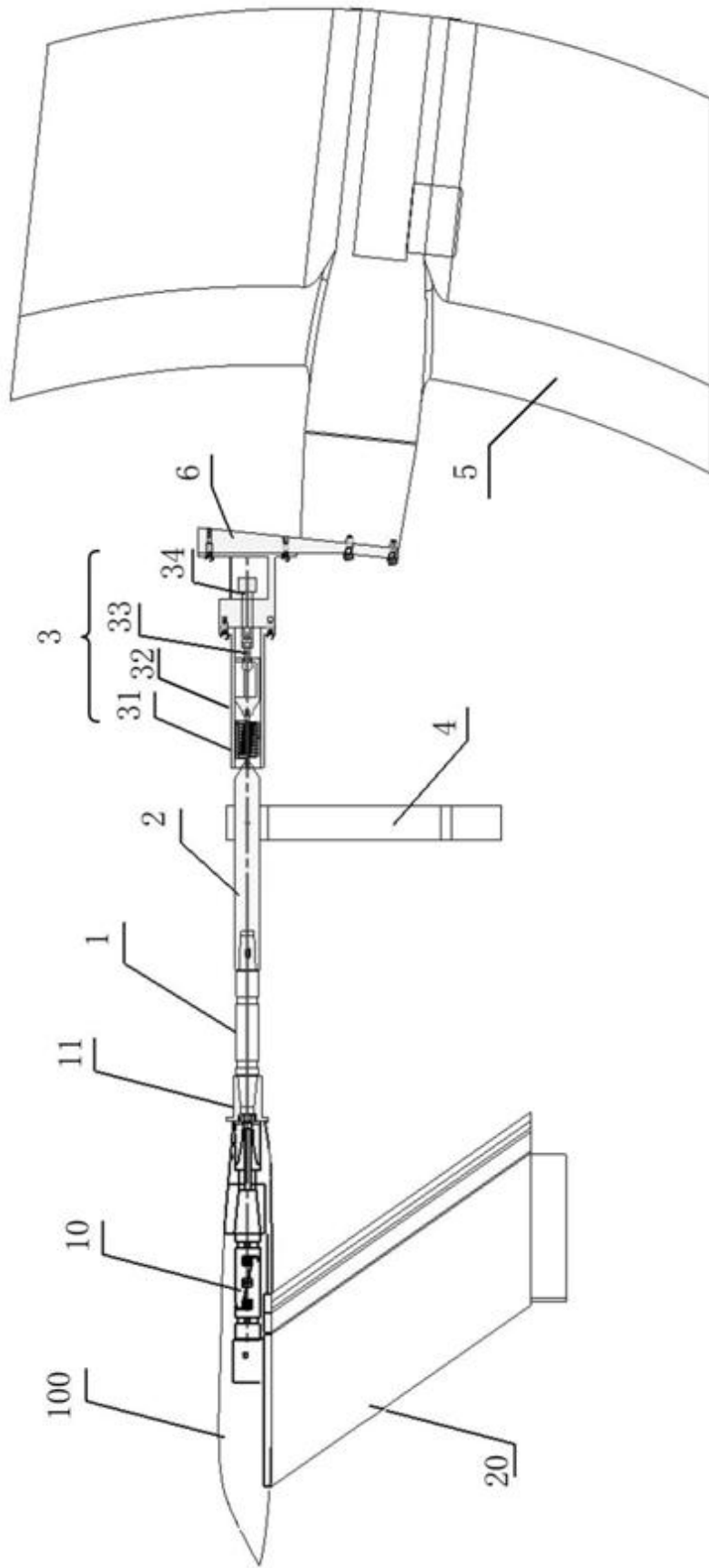


图2

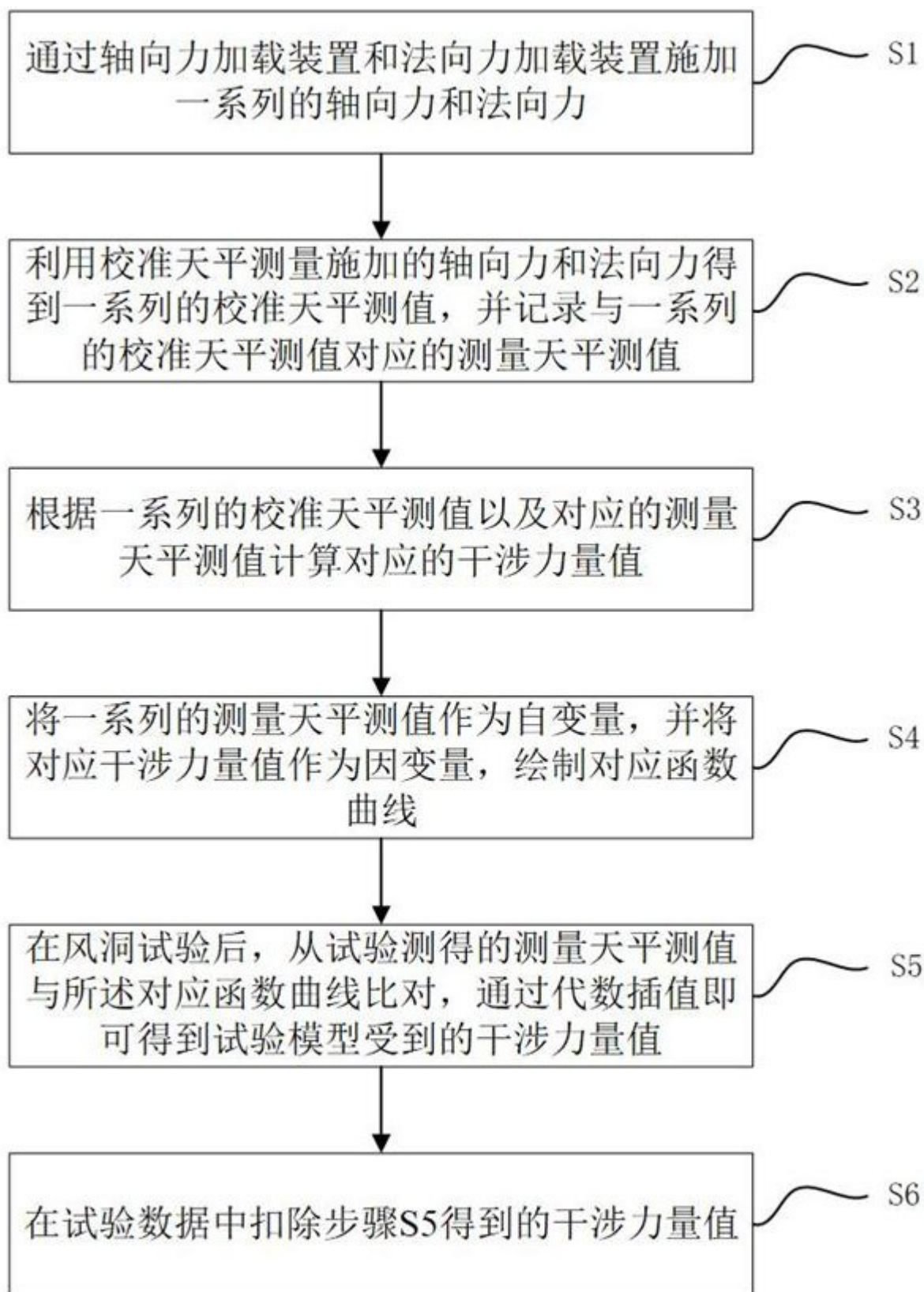


图3