



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102538941 B

(45) 授权公告日 2014.06.11

(21) 申请号 201210002588.5

G01H 1/14(2006.01)

(22) 申请日 2012.01.06

G01M 9/02(2006.01)

(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

审查员 张洁

地址 621000 四川省绵阳市 211 信箱

(72) 发明人 谢艳 吴军强 李平 易凡 范长海 蒋鸿 薛江平 王春 唐亮 孙宁 钟世东 师建元 毛代勇 郭秋亭 金志伟

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214

代理人 卿诚 吴彦峰

(51) Int. Cl.

G01H 1/06(2006.01)

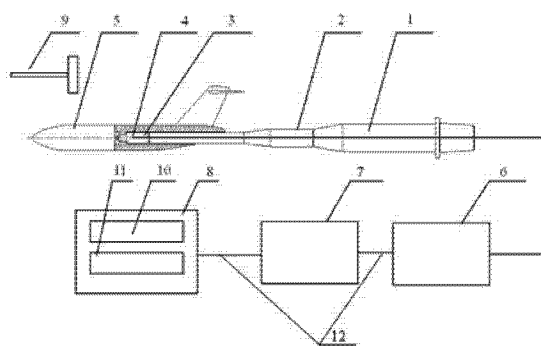
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

常规天平测量风洞中悬臂支撑模型固有频率的装置及方法

(57) 摘要

本发明为常规天平测量风洞中悬臂支撑模型固有频率的装置及方法,涉及一种风洞模型固有频率的测量装置及利用该装置进行测量的方法。本发明的目的是解决现有技术中操作繁琐、效率低、测量不准确且成本高的问题。当风洞中悬臂支撑的模型受到某种振动激励后,会产生一个阻尼振动,同时天平的相应分量会感受到此振动信号,数据采集系统及数据采集软件连续采集常规天平的输出信号,信号处理分析软件对天平各分量信号进行分析处理,求出模型及其支撑系统的固有频率。该装置及方法充分利用风洞常规试验设备测试出悬臂支撑模型的固有频率,具有操作简便、运行可靠、效率高、测值准确可靠等特点,常规风洞均可以使用。



1. 常规天平测量风洞中悬臂支撑模型固有频率的装置的测量方法,其特征在于包括接头、支杆、常规天平、天平引出电缆、模型、信号调理器、风洞数据采集系统、数据采集系统监控计算机、橡胶榔头、数据连续采集软件、离散数据频谱分析软件和电缆,其中支杆联接在接头上,常规天平安装在支杆上,风洞模型与常规天平配装,天平引出电缆一端连接常规天平,一端与信号调理器连接,信号调理器用于调理常规天平的信号并通过电缆将信号输送到风洞数据采集系统,数据采集系统监控计算机通过电缆与风洞数据采集系统连接用于监控管理风洞数据采集系统,数据连续采集软件设置在数据采集系统监控计算机上用于实现连续采集常规天平输出的模拟信号,离散数据频谱分析软件设置在数据采集系统监控计算机上用于对连续采集到的天平信号数据进行频谱分析计算并绘出信号的频谱曲线,橡胶榔头位于模型位置用于敲击模型的各个方向,所述方法包括下列步骤:

a、模型及常规天平按常规试验要求安装在风洞中,连接到常规天平的信号调理器的滤波设置为不滤波输出或者为宽带输出;

b、模型置于迎角、侧滑角、滚转角均为零度的状态,启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件,连续采集常规天平输出信号,采集结束后保存为静态天平数据;

c、模型置于迎角、侧滑角、滚转角均为零度的状态,再次启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件,连续采集常规天平输出信号,启动后,用橡胶榔头敲击模型头部上方位置使之产生纵向振动,振动衰减后,停止采集,保存为纵向敲击天平数据;

d、模型置于迎角、侧滑角、滚转角均为零度的状态,再次启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件,连续采集常规天平输出信号,启动后,用橡胶榔头敲击模型头部左侧位置使之产生横向振动,振动衰减后,停止采集,保存为横向敲击天平数据;

e、模型置于迎角、侧滑角、滚转角均为零度的状态,再次启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件,连续采集常规天平输出信号,启动后,用橡胶榔头敲击模型左机翼上方中部位位置使之产生滚转振动,振动衰减后,停止采集,保存为滚转敲击天平数据;

f、启动离散数据频谱分析软件对上述四次连续采集的数据进行频谱分析,结果分别保存为静止天平频谱结果、纵向敲击天平 M_z 元频谱结果、横向敲击天平 M_y 元频谱结果、滚转敲击天平 M_x 元频谱结果,其中静止天平频谱结果包括静止天平 M_z 元频谱结果、静止天平 M_y 元频谱结果、静止天平 M_x 元频谱结果;

g、比较分析:求出纵向敲击天平 M_z 元频谱结果与静止天平 M_z 元频谱结果的差量,为模型纵向振动的固有频率;求出横向敲击天平 M_y 元频谱结果与静止天平 M_y 元频谱结果的差量,为模型横向振动的固有频率;求出滚转敲击天平 M_x 元频谱结果与静止天平 M_x 元频谱结果的差量,为模型滚转方向振动的固有频率。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于所述步骤b中,连续采集常规天平输出信号的时间 T 取 3 ~ 6 个激振衰减周期,即连续采集时间 T 取 100 秒。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于所述步骤c中,连续采集常规天平输出信号的时间为 100 秒,并且在启动连续采集 3 ~ 10 秒后,用橡胶榔头敲击模型头部上方位置使之产生纵向振动,敲击两次,间隔时间为 15 秒钟,采集结束后保存为纵向敲击天平数据。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于所述步骤d中,连续采集常规天平输出信号的时间为 100 秒,并且在启动连续采集 3 ~ 10 秒后,用橡胶榔头敲击模型头部左侧位置使之产生横向振动,敲击两次,间隔时间为 15 秒钟,采集结束后保存为横向敲击天平数据。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于所述步骤e中,连续采集常规天平输出信号的时间为100秒,并且在启动连续采集3~10秒后,用橡胶榔头敲击模型左机翼上方中部位置使之产生滚转振动,敲击两次,间隔时间为15秒钟,采集结束后保存为滚转敲击天平数据。

6. 根据权利要求2-5其中之一所述的方法,其特征在于所述步骤g中,求出敲击天平频谱结果与静止天平频谱结果的差量,其方法为两条频谱曲线在相同频率位置幅值相减,若幅值的最大差量为平均差量的3倍以上,则幅值的最大差量所对应的频率为该方向振动的固有频率。

7. 根据权利要求6所述方法,其特征在于所述数据连续采集软件连续采集常规天平的模拟信号,其采样率为300~1000Hz。

常规天平测量风洞中悬臂支撑模型固有频率的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种风洞模型固有频率的测量装置及利用该装置进行测量的方法,特别是涉及一种利用常规天平对风洞中悬臂支撑模型的固有频率进行测量的装置以及利用该装置进行测量的方法。

背景技术

[0002] 风洞是研制各种航空航天飞行器的摇篮,而各种飞行器模型在风洞试验中大多采用悬臂支撑方式进行测力及其它试验,但是采用悬臂支撑的模型在风洞试验中容易产生振动,对试验数据带来干扰和影响。为了克服干扰、排除影响,需要测量出模型在悬臂支撑状态下的固有频率。目前,国内风洞测量悬臂支撑模型固有频率的方法,通常是采用专用的振动测量系统进行测量,常规的振动测量系统主要由加速度传感器、力锤、高速数据采集系统和信号处理分析软件等组成。测试时先将加速度传感器按测试要求固定在模型腔体内或表面,然后用力锤敲击模型,使其产生振动,高速数据采集系统采集模型腔体内或表面加速度传感器的信号,信号处理分析软件通过对模型腔体内或表面加速度传感器信号的分析处理,求出模型的固有频率。

[0003] 现有的风洞固有频率测试技术的主要缺点是:

[0004] 需要购置价格昂贵的专用振动测量和分析设备;加速度传感器的安装困难。加速度传感器通常采取两种方法安装,一种是在模型腔体内安装,另一种是固定在模型表面,在模型腔体内安装,需要预留传感器在模型内部的安装空间和电缆导线走线的空间,这会增加模型及支杆设计的难度,有时还会因为模型或支杆的诸多限制条件而无法实现传感器在模型腔体内安装;当加速度传感器固定在模型表面,其电缆会牵绊模型影响模型自由振动,还会破坏模型表面的型面;使用成本高。由于装卸加速度传感器、连接调试专用的振动测量系统都会增加许多工作,所以费时费力且占用风洞时间长,使完成一次模型固有频率的测试成本升高;测试结果影响因素多。此方法要么改变了模型的质量分布,要么就有电缆牵绊模型,这两点都会引起模型固有频率发生少量的改变,因此会降低固有频率测量的精准度。

发明内容

[0005] 本发明的目的是解决现有技术中操作繁琐、效率低、测量不准确且成本高的问题,提供一种利用常规天平测量风洞中悬臂支撑模型固有频率的装置及方法,该装置及方法充分利用风洞常规试验设备测试出悬臂支撑模型的固有频率,具有不需要增加购置和安装专用设备且操作简便、运行可靠、效率高、测值准确可靠等特点,常规风洞均可以使用。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:常规天平测量风洞中悬臂支撑模型固有频率的装置,包括接头、支杆、常规天平、天平引出电缆、模型、信号调理器、风洞数据采集系统、数据采集系统监控计算机、橡胶榔头、数据连续采集软件、离散数据频谱分析软件和电缆,其中支杆联接在接头上,常规天平安装在支杆上,风洞模型与常规天平配装,天平引出电缆一端连接常规天平,一端与信号调理器连接,信号调理器用于处理常规天平的信

号并通过电缆将信号输送到风洞数据采集系统,数据采集系统监控计算机通过电缆与风洞数据采集系统连接用于监控管理风洞数据采集系统,数据连续采集软件设置在数据采集系统监控计算机上用于实现连续采集常规天平输出的模拟信号,离散数据频谱分析软件设置在数据采集系统监控计算机上用于对连续采集到的天平信号数据进行频谱分析计算并得到信号的频谱曲线,橡胶榔头位于模型位置用于敲击模型各个方向。

[0007] 利用上述装置测量风洞中悬臂支撑模型固有频率的方法,包括下列步骤:

[0008] a、模型及常规天平按常规试验要求安装在风洞中,连接到常规天平的信号调理器的滤波设置为不滤波输出或者为宽带输出;

[0009] b、模型置于迎角、侧滑角、滚转角均为零度的状态,启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件,连续采集常规天平输出信号,采集结束后保存为静态天平数据;

[0010] c、模型置于迎角、侧滑角、滚转角均为零度的状态,再次启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件,连续采集常规天平输出信号,启动后,用橡胶榔头敲击模型头部上方位置使之产生纵向振动,振动衰减后,停止采集,保存为纵向敲击天平数据;

[0011] d、模型置于迎角、侧滑角、滚转角均为零度的状态,再次启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件,连续采集常规天平输出信号,启动后,用橡胶榔头敲击模型头部左侧位置使之产生横向振动,振动衰减后,停止采集,保存为横向敲击天平数据;

[0012] e、模型置于迎角、侧滑角、滚转角均为零度的状态,再次启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件,连续采集常规天平输出信号,启动后,用橡胶榔头敲击模型左机翼上方中部位位置使之产生滚转振动,振动衰减后,停止采集,保存为滚转敲击天平数据;

[0013] f、启动离散数据频谱分析软件对上述四次连续采集的数据进行频谱分析,结果分别保存为静止天平频谱结果、纵向敲击天平 M_z 元频谱结果、横向敲击天平 M_y 元频谱结果、滚转敲击天平 M_x 元频谱结果,其中静止天平频谱结果包括静止天平 M_z 元频谱结果、静止天平 M_y 元频谱结果、静止天平 M_x 元频谱结果;

[0014] g、比较分析:求出纵向敲击天平 M_z 元频谱结果与静止天平 M_z 元频谱结果的差量,为模型纵向振动的固有频率;求出横向敲击天平 M_y 元频谱结果与静止天平 M_y 元频谱结果的差量,为模型横向振动的固有频率;求出滚转敲击天平 M_x 元频谱结果与静止天平 M_x 元频谱结果的差量,为模型滚转方向振动的固有频率。

[0015] 在上述技术方案中,所述步骤 b 中,连续采集常规天平输出信号的时间 T 取 3 ~ 6 个激振衰减周期,即连续采集时间 T 取 100 秒。

[0016] 在上述技术方案中,所述步骤 c 中,连续采集常规天平输出信号的时间为 100 秒,并且在启动连续采集 3 秒 ~ 10 秒后,用橡胶榔头敲击模型头部上方位置使之产生纵向振动,敲击两次,间隔时间约为 15 秒钟,采集结束后保存为纵向敲击天平数据。

[0017] 在上述技术方案中,所述步骤 d 中,连续采集常规天平输出信号的时间为 100 秒,并且在启动连续采集 3 秒 ~ 10 秒后,用橡胶榔头敲击模型头部左侧位置使之产生横向振动,敲击两次,间隔时间约为 15 秒钟,采集结束后保存为横向敲击天平数据。

[0018] 在上述技术方案中,所述步骤 e 中,连续采集常规天平输出信号的时间为 100 秒,并且在启动连续采集 3 秒 ~ 10 秒后,用橡胶榔头敲击模型左机翼上方中部位位置使之产生滚转振动,敲击两次,间隔时间约为 15 秒钟,采集结束后保存为滚转敲击天平数据。

[0019] 在上述技术方案中,所述步骤 g 中,求出敲击天平频谱结果与静止天平频谱结果

的差量,其方法为两条频谱曲线在相同频率位置幅值相减,若幅值的最大差量为平均差量的 3 倍以上,则幅值的最大差量所对应的频率为模型该方向振动的固有频率。

[0020] 在上述技术方案中,所述数据连续采集软件连续采集常规天平的模拟信号,其采样率为 300 ~ 1000Hz。

[0021] 从上述本发明的各项技术特征可以看出,其优点是:

[0022] 不需要价格昂贵的专用的振动测试和分析设备,只需要常规测力试验用的常规天平和采集设备即可;

[0023] 测试时,不需要在模型内部或者外部安装加速度传感器,省去了安装加速度传感器的过程;

[0024] 此方法不改变模型的质量分布也没有电缆牵绊模型,与风洞试验时状态一致性较好,所以测试结果更加精准可靠;

[0025] 与传统方法相比,测试简便快捷,省时省力,效率明显提高;

[0026] 本发明的测试方法是充分利用风洞常规试验设备测试出悬臂支撑模型的固有频率,具有操作简便、运行可靠、效率高、测值准确可靠等特点,常规风洞均可以使用。

[0027] 附图说明

[0028] 图 1 是本发明测量装置及其原理示意图;

[0029] 其中附图标记 1 是接头 2 是支杆 3 是常规天平

[0030] 4 是天平引出电缆 5 是模型 6 是信号调理器

[0031] 7 是风洞数据采集系统 8 是数据采集系统监控计算机

[0032] 9 是橡胶榔头 10 是数据连续采集软件

[0033] 11 是离散数据频谱分析软件 12 是电缆。

具体实施方式

[0034] 下面通过具体实施例并结合附图对本发明做进一步的说明:

[0035] 如图 1 所示,本发明的常规天平测量风洞中悬臂支撑模型固有频率的装置,包括接头、支杆、常规天平、天平引出电缆、模型、信号调理器、风洞数据采集系统、数据采集系统监控计算机、橡胶榔头、数据连续采集软件、离散数据频谱分析软件和电缆,其中支杆连接在接头上,常规天平安装在支杆上,风洞模型与常规天平配装,天平引出电缆一端连接常规天平,一端与信号调理器连接,信号调理器用于处理常规天平的信号并通过电缆将信号输送到风洞数据采集系统,数据采集系统监控计算机通过电缆与风洞数据采集系统连接用于监控管理风洞数据采集系统,数据连续采集软件设置在数据采集系统监控计算机上用于实现连续采集常规天平输出的模拟信号,离线数据频谱分析软件设置在数据采集系统监控计算机上用于对连续采集到的天平信号数据进行频谱分析计算并得到信号的频谱曲线,橡胶榔头位于模型的上方用于敲击模型的各个方向。

[0036] 本发明测量的原理是:如图 1,当风洞中悬臂支撑的模型受到某种振动激励后,会产生一个阻尼振动,同时天平的相应分量会感受到此振动信号,数据采集系统即数据连续采集软件连续采集常规天平的输出信号,信号处理分析软件对天平各分量信号进行分析处理,求出模型及其支撑系统的固有频率。在本发明中,常规天平是指风洞常规测力试验时安装在模型内部的能测量加载在模型体上的力和力矩的传感器设备,一般有六个分量,分别

是升力元 Y , 俯仰力矩元 M_z , 阻力元 X , 滚转力矩元 M_x , 侧力元 Z , 偏航力矩元 M_y , 所述信号调理器即常规的信号滤波放大器, 常规测力试验时, 需要将天平信号进行滤波放大处理设置, 而在本发明中测量悬臂支撑模型的固有频率时, 只将天平信号放大, 不作滤波处理, 风洞数据采集系统, 是指风洞试验时采集风洞流场参数传感器信号、常规天平信号及模型姿态角传感器信号的 A/D 转换系统; 数据连续采集软件运行在数据采集系统监控计算机上, 能够实现采样率从 300Hz ~ 1000Hz 的数据采集; 离散数据频谱分析软件能够对采集到的天平数据进行频谱分析计算, 得到信号的频谱曲线。

[0037] 利用上述装置进行测量时, 其过程为:

[0038] 将支杆安装在接头上, 将常规天平安装在支杆上, 将常规天平引出电缆连接到信号调理器上, 将模型安装在常规天平上;

[0039] 调整模型姿态, 使迎角、侧滑角、滚转角均等于零度;

[0040] 设置连接到常规天平的信号调理器的滤波设置为不滤波输出或者为宽带输出;

[0041] 模型静止不动, 首次启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件, 连续采集常规天平输出信号 100 秒, 采集结束后保存为静态天平数据;

[0042] 第二次启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件, 连续采集常规天平输出信号 100 秒, 但是当启动连续采集 3 ~ 10 秒后, 用橡胶榔头敲击模型头部上方位置两次, 两次间隔时间约 15 秒, 采集结束后保存为纵向敲击天平数据;

[0043] 第三次启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件, 连续采集常规天平输出信号 100 秒, 但是当启动连续采集 3 ~ 10 秒后, 用橡胶榔头敲击模型头部左侧, 敲击两次, 两次间隔时间约 15 秒, 采集结束后保存为横向敲击天平数据;

[0044] 第四次启动数据采集系统监控计算机上的数据连续采集软件, 连续采集常规天平输出信号 100 秒, 但是当启动连续采集 3 ~ 10 秒后, 用橡胶榔头敲击模型左机翼上方中部, 敲击两次, 两次间隔时间约 15 秒, 采集结束后保存为滚转敲击天平数据;

[0045] 启动离散数据频谱分析软件对上述 4 次连续采集的数据进行频谱分析, 结果分别保存为静止天平频谱结果、纵向敲击天平 M_z 元频谱结果、横向敲击天平 M_y 元频谱结果、滚转敲击天平 M_x 元频谱结果;

[0046] 比较分析, 求出纵向敲击天平 M_z 元频谱结果与静止天平 M_z 元频谱结果的差量, 为模型纵向振动固有频率;

[0047] 比较分析, 求出横向敲击天平 M_y 元频谱结果与静止天平 M_y 元频谱结果的差量, 为模型横向振动固有频率;

[0048] 比较分析, 求出滚转敲击天平 M_x 元频谱结果与静止天平 M_x 元频谱结果的差量, 为模型滚转方向振动固有频率。

[0049] 本说明书中公开的所有特征, 除了互相排斥的特征以外, 均可以以任何方式组合。

[0050] 本说明书(包括任何附加权利要求、摘要和附图)中公开的任一特征, 除非特别叙述, 均可被其他等效或具有类似目的的替代特征加以替换。即, 除非特别叙述, 每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

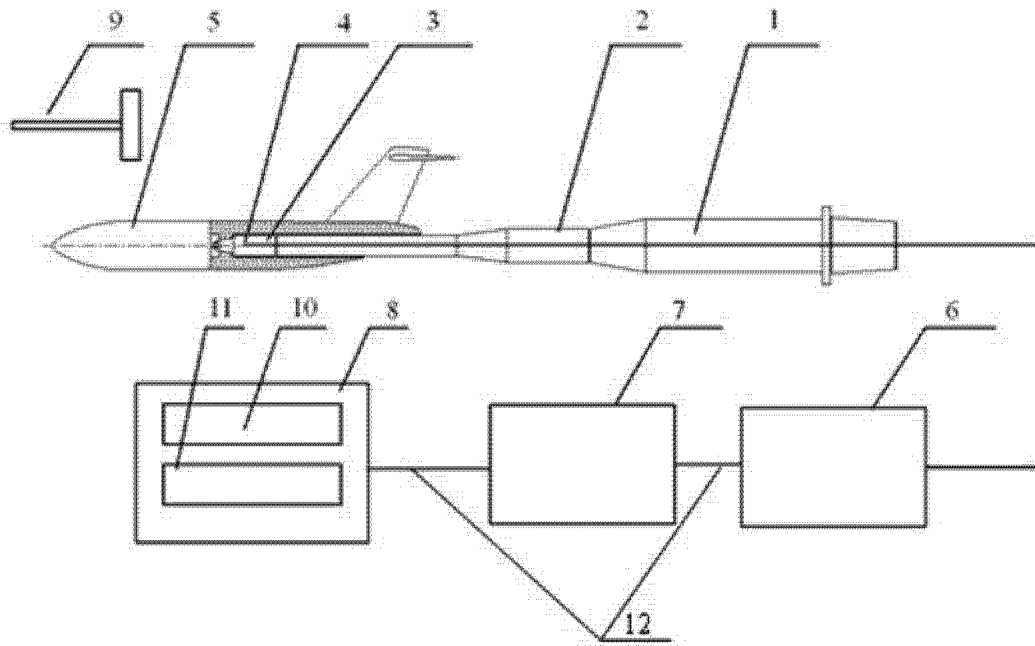


图 1