



中华人民共和国国家标准

GB/T 11349.3—2006/ISO 7626-5:1994
代替 GB/T 11349.3—1992

振动与冲击 机械导纳的试验确定 第3部分：冲击激励法

**Vibration and shock—Experimental determination of mechanical mobility—
Part 3: Measurement using impact excitation**

(ISO 7626-5:1994, Vibration and shock—
Experimental determination of mechanical mobility—
Part 5: Measurements using impact excitation with
an exciter which is not attached to the structure, IDT)

2006-09-08 发布

2007-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 冲击测量的一般特性	2
5 在试验中结构的支承	4
6 冲击激励	4
7 传感器系统	7
8 传感器信号的处理	9
9 测量有效性的检验	16
附录 A(规范性附录) 导纳测量中指数窗影响的修正	18
参考文献	19

前 言

《振动与冲击 机械导纳的试验确定》系列标准共由三个部分组成：

- 第 1 部分：基本定义和传感器；
- 第 2 部分：用激振器作单点平动激励测量；
- 第 3 部分（本部分）：冲击激励法。

本部分是关于机械导纳测量的系列标准的第 3 部分。本部分等同采用 ISO 7626-5:1994《振动与冲击 机械导纳的试验确定 第 5 部分：用不与结构相连的激振器进行冲击激励测量》（英文版）。

为便于使用，本部分对 ISO 7626-5:1994 的有关部分作了如下编辑性修改：

- a) 用“本部分”代替“本国际标准”；
- b) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”；
- c) 删去国际标准的前言；
- d) 用采用国际标准的我国标准代替对应的国际标准。

本部分代替 GB/T 11349.3—1992。

本部分与 GB/T 11349.3—1992 的主要变化是：

- 增加了第 5 章，试验中的结构支承状态：悬挂状态和落地状态；
- 在第 3 章中增加频率响应函数、关注的频率范围、频率平均的导纳幅值等 3 条术语；
- 8.6 平均技术中的注改变为正文。

本部分的附录 A 和附录 B 均是资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国机械振动与冲击标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：中国兵器工业第二〇二研究所、郑州机械研究所。

本部分主要起草人：顾国富、韩国明、焦明纲。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 11349.3—1992。

引 言

结构的动态特性可以由导纳测量得到的频率响应函数来确定,或由与频率响应函数有关的加速度导纳和位移导纳来确定。每个频率响应函数都是结构平动或转动响应对单点激励的力和运动之比,这些比值的大小和相位是频率的函数。加速度导纳、位移导纳与导纳的区别仅在于分别用加速度或位移替代速度表示运动的响应。为简便起见,在 GB/T 11349 各部分仅使用“导纳”这一术语。当然,所有的试验方法和要求均适用于加速度导纳和位移导纳的确定。

导纳测量的典型应用是:

- 预示结构对已知或假定输入激励的动态响应;
- 确定结构的模态特征(固有频率、振型和阻尼比);
- 预示相连结构的动态相互作用;
- 检查结构数学模型的正确性并改善其精度;
- 确定单一或复合材料的动力学特性(即复弹性模量)。

对某些应用,可能要求测量沿三个相互垂直轴的力和运动以及绕这三个轴的力矩和转动来完整地描述动力学特性。对每个关注的点这些测量给出一个 6×6 的导纳矩阵。对于结构上的 N 个点,系统有一个 $6N \times 6N$ 阶的完整导纳矩阵。对大多数实际应用来说,没有必要知道完整的 $6N \times 6N$ 矩阵,通常只须用单点单方向加激振力,在结构的关键点用测平动响应的办法测量驱动点导纳和传递导纳就已足够了。在另一些应用中,可能关注的仅是旋转导纳。

为了简化,实际遇到的各种导纳测量任务可使用 GB/T 11349 的不同部分,GB/T 11349 将作为 3 个独立的部分颁布。

GB/T 11349.1 基本定义和传感器。这部分内容对大多数导纳测量任务是通用的。

GB/T 11349.2 用激振器作单点平动激励测量。

GB/T 11349.3 (即本部分)冲击激励法。

机械导纳定义为由平动或转动的速度相量与施加的激振力或力矩相量之比构成的频率响应函数,如果响应是用加速度计测量的,还要转换成速度以获得导纳。另外,也可以用被称为加速度导纳的加速度与力之比描述结构的特性。在另一些情况下,还可以用位移导纳,即位移与力之比。

注:历史上,结构的频率响应函数常常表示为上述名称的动力特性之一的倒数,机械导纳的倒数常常称为机械阻抗。然而,应当注意,由于导纳的倒数通常并不表示结构阻抗矩阵的任一元素,不要混淆。导纳试验的数据不能直接用作结构分析阻抗矩阵的任一元素。为了获得数据和模型的兼容性,模型的阻抗矩阵必须转换成导纳矩阵,反之亦然。这一点的详细描述见 GB/T 11349.1 的附录。

关于 GB/T 11349 本部分的介绍

冲击激励已成为测量结构频率响应函数的一个常用方法,这是由于其固有的快速和相对低廉的价格。然而使用冲击方法,导纳测量的精度很大程度上依赖于试验结构的特性和使用的试验技术。对冲击激励而言,在某些情况下,要获得与使用一个连接结构的激振器连续激励所得到的测量精度可能是困难的或者是不可能的,冲击激励方法将带来增加显著测量误差的危险(见参考文献[7])。尽管有这些限制,只要使用得当,冲击试验方法可能仍是一种极其有用的激励技术。

本部分为使用冲击激励的导纳测量提供指导。精确的导纳测量总是要求特别注意仪器的选择以及使用的测量技术;当使用冲击激励时,这些因素特别重要。此外,试验结构的特性,特别是它的非线性程度,将限制其结果的测量精度。4.2 描述了有关冲击激励的一些限制。

由于激振器并不连接到结构上,该方法实际是移动激振器连续地敲击结构上每一个要求的位置,而运动响应传感器保持在结构的某一固定点和固定方向上,测量结构的一系列传递导纳。基于动力学互

易原理,在线性情况下,这样测量得到的导纳与使用连到结构上同一固定位置和方向上的激振器,将响应传感器放到结构上某一要求的点所得的导纳应该是相等的。然而在结构的某一特定位置,在所有要求的方向上敲击结构可能是困难的,在这种情况下,更实际的方法是在结构某一固定位置和方向上使用锤击激励,而在结构要求位置上装一个多轴响应的传感器。

注:在一个固定位置使用一个多轴响应传感器并不能提供其他位置多轴响应的信息。例如,假定在模态分析试验中利用一个固定响应传感器进行测量,并且假定冲击仅作用在每一点的一个方向上,那么,只能获得该方向上的模态分量。

振动与冲击 机械导纳的试验确定

第3部分:冲击激励法

1 范围

本部分规定了如何用一个与结构不相连的冲击激振器激励结构来测量其机械导纳和其他频率响应函数的方法。

对于导纳、加速度导纳、位移导纳的测量,无论是驱动点测量还是传递测量,均可使用冲击激励。其他一些激励方法,如阶跃释放和瞬态随机方法,其信号处理要求类似于冲击数据。然而,这些方法由于它们要使用一个连到结构上的激励器,已超出本部分的范围。

涉及的信号分析方法是基于离散傅里叶变换,其应用范围受到实现这些方法的仪器的功能和和使用经验的限制,并不排斥使用当前正在开发的其他方法。

冲击激励也广泛用以获得未校准的频响信息。例如,一个获得近似固有频率和振型的快速的冲击试验,对确定为获得精确导纳测量的随机或正弦试验激励是非常有帮助的。然而,这一为获得定性结果的冲击激励不应与用作导纳测量的冲击激励相混淆。

本部分仅限于为获取精确的导纳测量而使用的冲击激励技术。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 11349 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 11349.1—2006 振动与冲击 机械导纳的试验确定 第1部分:基本定义和传感器

GB/T 11349.2—2006 振动与冲击 机械导纳的试验确定 第2部分:用激振器作单点平动激励测量

ISO 2041:1990 振动与冲击 术语

3 术语和定义

下列引自 ISO 2041 的术语和定义适用于本部分。

3.1

频率响应函数 frequency-response function

与频率相关的运动响应相量与激励力相量之比。

注1:频率响应函数是线性动力学系统的特性,它与激励函数的类型无关,激励力可以是简谐、随机或瞬态的时间函数,以某一类型激振器获得的试验结果也可以用以预示系统对任何其他类型激励的响应。

注2:系统线性是取决于系统的类型以及输入幅值的一种状态,实际上线性只能是近似满足。当应用冲击激励时,必须注意避免非线性影响,当已知一些结构是非线性时(例如:某些铆接结构)应不使用冲击激励进行试验,并且当利用随机激励对这些结构试验时,也必须特别注意。

注3:运动可以用速度、加速度或位移表示,相应的频率响应函数则为导纳、加速度导纳或位移导纳,或分别叫阻抗、有效质量和动刚度。

注4:假定为线性,对瞬态法激励的频率响应函数可以等效地定义为运动响应的傅里叶变换与激励力傅里叶变换的复数比。实践中,使用离散傅里叶变换(DFT)作为连续傅里叶变换的一个近似。这一近似的误差可以减小到其他误差之下。因此,使用 DFT 不会影响测量的精度。