

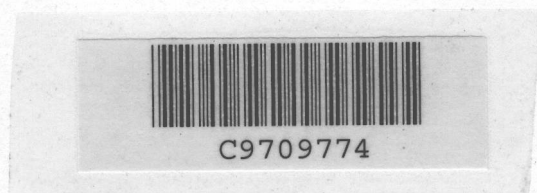


中华人民共和国国家标准

GB/T 16440—1996
neq ISO 5982:1981

振动与冲击 人体的机械驱动点阻抗

Vibration and shock—Mechanical driving point
impedance of the human body



1996-06-17 发布

1996-12-01 实施

国家技术监督局 发布

前 言

本标准非等效采用国际标准 ISO 5982:1981《振动与冲击——人体的机械驱动点阻抗》。

本标准规定了坐姿、立姿和卧姿人体的机械驱动点阻抗。当考虑机械振动与冲击对人体的作用时，必须了解人体的力学特性。人体机械驱动点阻抗是描述人体生物动力学响应的重要参数，是评价人体动力学特性的一种有效方法。通过它可以了解机械力对人体的输入规律。由于中国人与外国人在人体结构特性方面的不同，产生人体生物动力学响应方面的差异，因此，不能等同或等效采用国际标准。

本标准的编制原则是：(1)适合国情原则：在主要技术内容上以中国人的人体实验研究结果为依据。(2)国际性原则：在标准框架、编写方法和某些技术内容上尽可能与国际接轨，并结合我国的具体实际，“非等效采用”国际标准。

在应用本标准时，必须注意其使用限制条件和可能改变人体驱动点阻抗的影响因素。

本标准由全国机械振动与冲击标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：航天医学工程研究所。

本标准主要起草人：刘建忠。

中华人民共和国国家标准

振动与冲击 人体的机械驱动点阻抗

GB/T 16440—1996
neq ISO 5982:1981Vibration and shock—Mechanical driving point
impedance of the human body

1 范围

本标准规定了 z 轴向振动作用下坐姿、立姿人体的机械驱动点阻抗和 x 轴向振动作用下卧姿人体的机械驱动点阻抗。

本标准适用于 0.5~31.5 Hz 频率范围内上述轴向振动作用下,坐姿、立姿和卧姿人体的机械驱动点阻抗,可作为设计人-机系统与装置及评价其机械性能和采取振动控制措施的依据。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 2298—91 机械振动与冲击 术语

GB/T 13441—92 人体全身振动环境的测量规范

GB/T 15619—1995 人体机械振动与冲击术语

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 机械驱动点阻抗 mechanical driving point impedance

线性系统中同一点的激励力与速度的复数比。可表达为:

$$Z(f) = F(f)/V(f)$$

式中: $Z(f)$ ——机械驱动点阻抗, $N \cdot s \cdot m^{-1}$;

$F(f)$ ——激励力, N ;

$V(f)$ ——速度, $m \cdot s^{-1}$;

f ——频率, Hz 。

对于简谐振动,阻抗的模是力和速度的幅值比,其相角是力和速度之间的相角差。对于非简谐振动,阻抗可从力谱和速度谱计算得出。

3.2 线性系统 linear system

响应与激励大小成正比并且满足叠加原理的系统(见 GB/T 2298—91 中 2.20)。

3.3 刚度 stiffness

作用在弹性元件上的力(或力矩)的增量与相应的位移(或角位移)的增量之比(见 GB/T 2298—91 中 2.30)。

3.4 粘性阻尼系数 viscous damping coefficient

线性粘性阻尼力与速度的比值(见 GB/T 2298—91 中 3.102)。

3.5 全身振动 whole-body vibration

传递给整个身体的机械振动,通常是通过身体与支撑面(该面受振动)相接触的区域(例如臀部、双脚的底部和卧姿的背部等)传递的(见 GB/T 15619—1995 中 4.5)。

4 影响因素

影响人体机械驱动点阻抗的主要因素有:

- a) 振动作用方向(见 GB/T 13441—92 中 4.2)、人体姿势和肌肉紧张度;
- b) 振动激励与人体之间的机械耦合程度;
- c) 人体束缚系统的特性。

5 使用限制条件

5.1 频率范围

人体机械驱动点阻抗的适用频率范围是 0.5~31.5 Hz。

5.2 线性度

人体承受全身振动时,一般表现为非线性特征。在常重力条件下,若测定人体机械驱动点阻抗时应用的振动加速度不大于 $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}(\text{rms})$,则可忽略非线性特征,近似地视人体为线性系统。

5.3 身体姿势

阻抗与身体姿势及肌肉紧张度密切相关。它受人体活动的影响。当身体挺直或肌肉紧张时,由于人体刚度的增加使阻抗值增大和共振频率增加。反之,阻抗值和共振频率随着体姿的弯曲或肌肉的放松而减小。本标准的适用姿势是:坐姿为自然端坐,立姿为自然直立。卧姿为自然平卧。

5.4 座椅和安全带

人体的外部接触界面,诸如服装、座椅(包括背靠、臂靠、脚蹬和座垫)和安全带均会影响人体机械驱动点阻抗。本标准的条件为无背靠、无臂靠、无脚蹬、无座垫和无安全带。

6 人体机械驱动点阻抗的频率特性

坐姿或立姿人体机械驱动点阻抗具有如下一般特性:小于约 2.0 Hz,人体可视为刚体,其阻抗值随频率呈线性增加;2.0~8.0 Hz 频率范围,驱动点阻抗在 5.0 Hz 附近升至峰值,这是人体的主要阻抗区,它与人体躯干对 z 轴向激励响应的主共振现象有关,身体的响应是相同实验条件下刚体(非弹性体)响应值的 1.5~2.0 倍;大于峰值频率,阻抗值减小,人体响应特性如弹簧(坐姿)或弹簧-阻尼组合(立姿)特性;大于 8.0 Hz,坐姿人体的驱动点阻抗,在 8.0~12.0 Hz 之间出现第二峰,在 25.0 Hz 附近出现第三峰;而立姿人体的驱动点阻抗在 18.0~30.0 Hz 之间出现明显的第二峰,局部阻抗最大;大于第二或第三峰值频率,人体响应特性如弹簧(立姿)或弹簧-阻尼组合(坐姿)特性。

卧姿人体机械驱动点阻抗的一般特性与立姿人体的特性相似,而其第一峰值频率出现在 8.0 Hz 附近,这是卧姿人体的主要阻抗区,它与人体对 x 轴向激励响应的主共振现象有关。

坐姿、立姿和卧姿人体在 0.5~31.5 Hz 范围内的机械驱动点阻抗分别见图 1、图 2 和图 3。

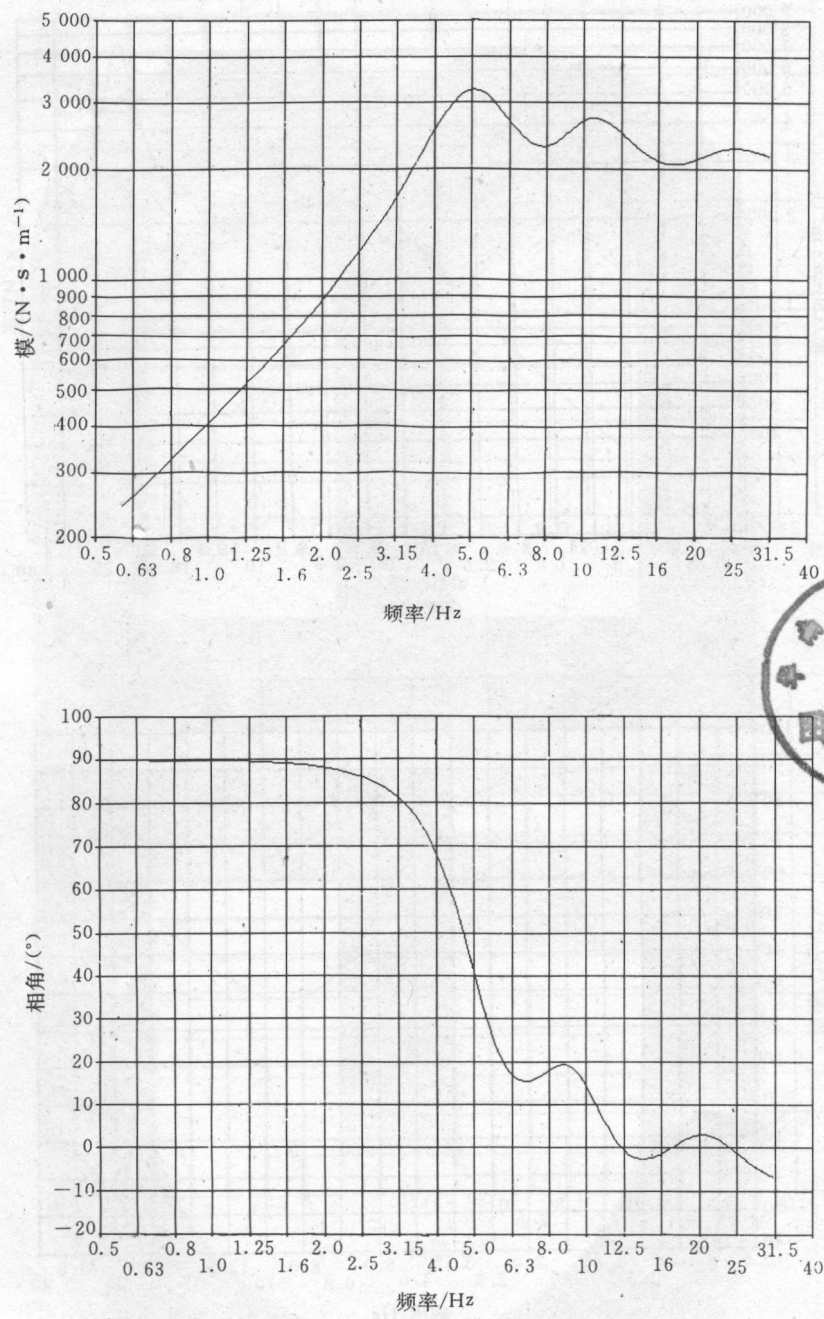


图 1 坐姿人体的机械驱动点阻抗
(根据 60 名受试者实测阻抗特性平均曲线拟合而成)

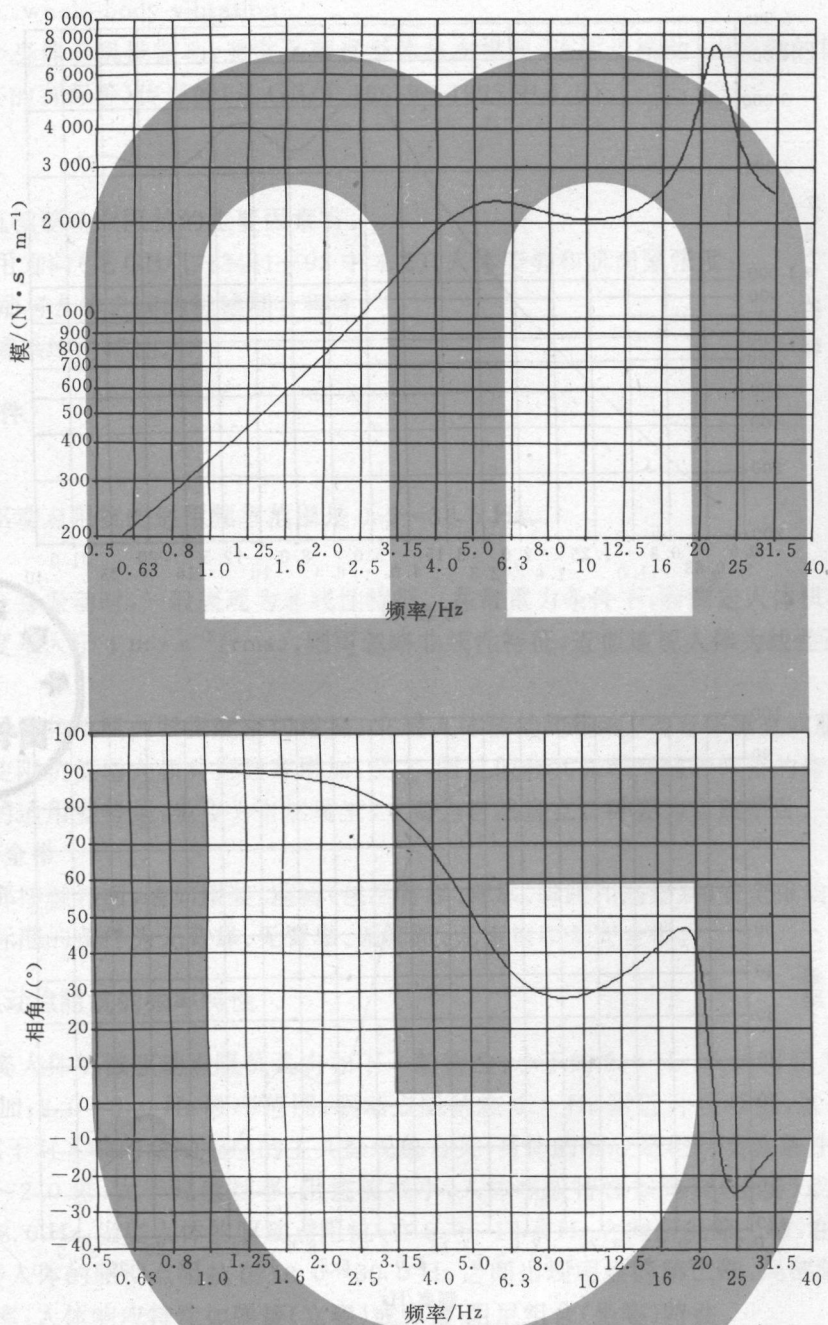


图 2 立姿人体的机械驱动点阻抗
(根据 50 名受试者实测阻抗特性平均曲线拟合而成)

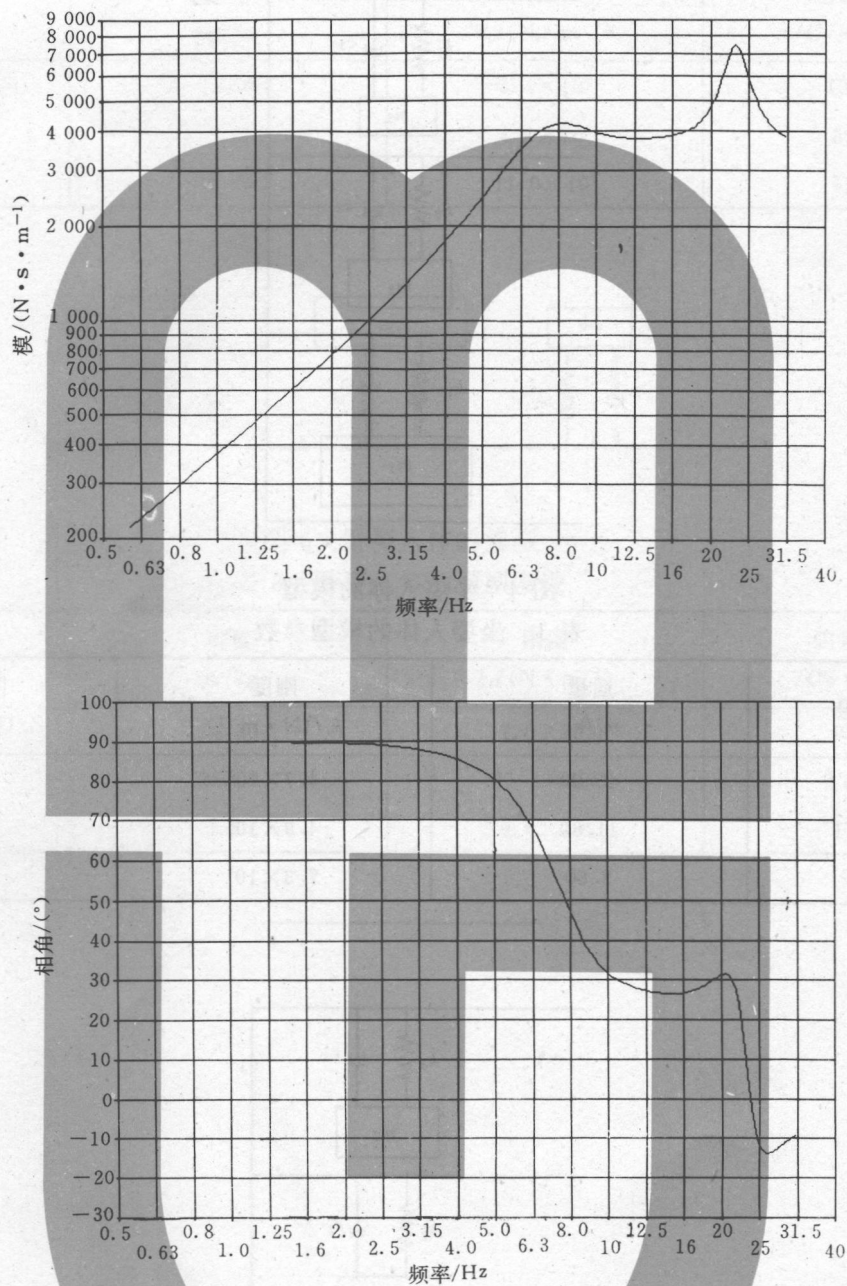


图 3 卧姿人体的机械驱动点阻抗
(根据 30 名受试者实测阻抗特性平均曲线拟合而成)

7 三种体姿下的人体模型

人体可视为由质量、弹性和阻尼元件构成的弹性系统。坐姿人体的模型及参数见图 4 和表 1。立姿人体的模型及参数见图 5 和表 2。卧姿人体的模型及参数见图 6 和表 3。

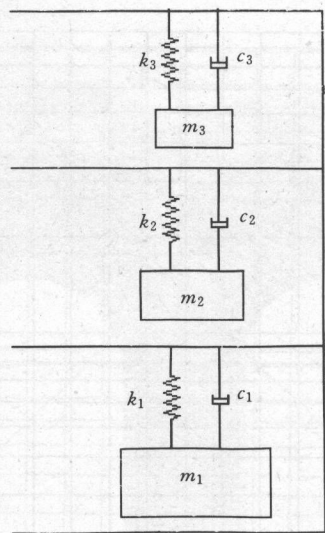


图 4 坐姿人体的模型

表 1 坐姿人体的模型参数

参数脚标号	质量 m_i/kg	刚度 $k_i/(\text{N} \cdot \text{m}^{-1})$	阻尼系数 $c_i/(\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1})$
1	45.90	4.7×10^4	860.0
2	11.80	4.9×10^4	440.0
3	3.60	7.3×10^4	390.0

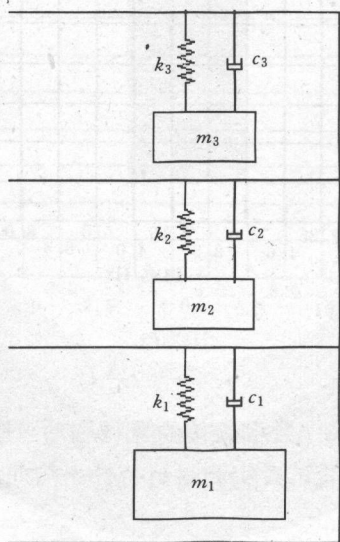


图 5 立姿人体的模型

表 2 立姿人体的模型参数

参数脚标号	质量 m_i/kg	刚度 $k_i/(\text{N} \cdot \text{m}^{-1})$	阻尼系数 $c_i/(\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1})$
1	43.00	4.4×10^4	1310.0
2	5.40	4.0×10^4	880.0
3	5.90	11.0×10^4	120.0

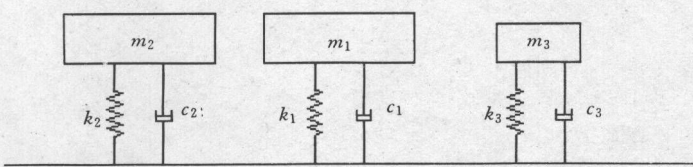
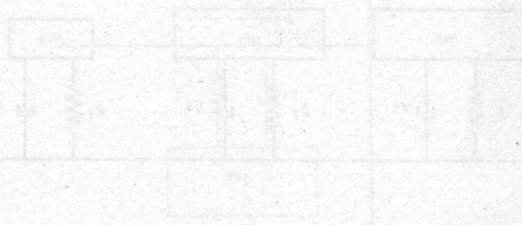


图 6 卧姿人体的模型

表 3 卧姿人体的模型参数

参数脚标号	质量 m_i/kg	刚度 $k_i/(\text{N} \cdot \text{m}^{-1})$	阻尼系数 $c_i/(\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1})$
1	29.30	7.0×10^4	930.0
2	25.20	11.1×10^4	2 270.0
3	4.50	9.6×10^4	110.0

频率范围 (Hz)	加速度 (m/s ²)	位移 (mm)	速度 (mm/s)
0.5-10	0.1-1.0	0.1-1.0	0.1-1.0
10-100	0.01-0.1	0.01-0.1	0.01-0.1
100-1000	0.001-0.01	0.001-0.01	0.001-0.01



频率范围 (Hz)	加速度 (m/s ²)	位移 (mm)	速度 (mm/s)
0.5-10	0.1-1.0	0.1-1.0	0.1-1.0
10-100	0.01-0.1	0.01-0.1	0.01-0.1
100-1000	0.001-0.01	0.001-0.01	0.001-0.01

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
振动与冲击 人体的机械驱动点阻抗
GB/T 16440—1996

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045
电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 14 千字
1996年12月第一版 1996年12月第一次印刷
印数 1—2 000

*

书号: 155066 • 1-13386 定价 6.00 元

*

标 目 302—48