**UDC**

**中华人民共和国行业标准 JGJ**

**JGJ/T××―20××**

**备案号J××××―20××**

**P**

**工程振动术语和符号标准**

**（征求意见稿）**

**20XX-XX-XX 发布 20 XX-XX-XX 实施**

**中华人民共和国住房和城乡建设部发布**

**中华人民共和国行业标准**

**工程振动术语和符号标准**

JGJ/T××―20××

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 × × 年 × × 月 × × 日

**中国XXXX出版社**

**20XX 北 京**

**前 言**

本标准是根据住房和城乡建设部《关于印发2015年工程建设标准规范制订、修订计划的通知》（建标[2014]189号的要求），由中国机械工业集团有限公司会同有关设计、科研、生产和教学单位共同编制而成。

在本标准编制过程中，编制组开展了专题研究，进行了广泛的调查分析，认真总结近年来我国在工程振动设计中的实践经验，参考有关国内标准和国际标准，与国际先进标准进行了比较和借鉴，在此基础上以多种方式进行了广泛讨论，形成了标准征求意见稿。

本标准共分10章1个附录，主要内容包括：1、总则；2、通用术语；3、振动作用术语；4、振动传播术语；5、振动分析术语；6、振动影响术语；7、振动测量术语；8、振动控制术语；9、噪声控制术语；10、工程振动符号等。

主编单位：中国机械工业集团有限公司

参编单位：中国铁道科学研究院、中国汽车工业工程有限公司、中国中元国际工程有限公司、隔而固（青岛）振动控制有限公司、中国电子工程设计院、军委后勤保障部工程兵科研三所、合肥工业大学、清华大学、哈尔滨工业大学

本标准主要起草人员：（略）

本标准主要审查人员：（略）

目次

**[1 总则](#_Toc457400031)** [1](#_Toc457400031)

**[2 通用术语](#_Toc457400032)** [2](#_Toc457400032)

[2.1 振动体系 2](#_Toc457400033)

[2.2 振动特性 3](#_Toc457400034)

**[3 振动作用术语](#_Toc457400035)** [5](#_Toc457400035)

[3.1 自然振动 5](#_Toc457400036)

[3.2 机器振动 9](#_Toc457400037)

[3.3 交通振动 10](#_Toc457400038)

[3.4 施工振动 11](#_Toc457400039)

[3.5 爆破振动 12](#_Toc457400040)

[3.6 人行振动 13](#_Toc457400041)

**[4 振动传播术语](#_Toc457400042)** [15](#_Toc457400042)

**[5 振动分析术语](#_Toc457400043)** [17](#_Toc457400043)

[5.1 振动参数 17](#_Toc457400044)

[5.2 振动分析 19](#_Toc457400045)

[5.3 振动响应 23](#_Toc457400046)

[5.4 振动评价 17](#_Toc457400047)

**[6 振动影响术语](#_Toc457400048)** [26](#_Toc457400048)

[6.1 人体舒适影响 26](#_Toc457400049)

[6.2 振敏设备影响 27](#_Toc457400050)

[6.3 建筑结构影响 28](#_Toc457400051)

**[7 振动测量术语](#_Toc457400052)** [32](#_Toc457400052)

[7.1 测量仪器 32](#_Toc457400053)

[7.2 仪器性能指标 34](#_Toc457400054)

[7.3 仪器的检定、校准 35](#_Toc457400055)

[7.4 数据处理 36](#_Toc457400056)

[7.5 振动试验及激励 37](#_Toc457400057)

**[8 振动控制术语](#_Toc457400058)** [40](#_Toc457400058)

[8.1 主动隔振 40](#_Toc457400059)

[8.2 被动隔振 40](#_Toc457400060)

[8.3 减振与智能控制 41](#_Toc457400061)

[8.4 控制装置 41](#_Toc457400062)

**[9 噪声控制术语](#_Toc457400063)** [48](#_Toc457400063)

[9.1 噪声基础 48](#_Toc457400064)

[9.2 噪声测量与评价 49](#_Toc457400065)

[9.3 噪声控制 50](#_Toc457400066)

**[10 工程振动符号](#_Toc457400067)** [51](#_Toc457400067)

[10.1 一般规定 51](#_Toc457400068)

[10.2 通用符号 51](#_Toc457400069)

**[附录A 术语索引](#_Toc457400070)** [57](#_Toc457400070)

**[附：条文说明](#_Toc457400031)** [70](#_Toc457400031)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc457323274)

[2 Cormmon Terms 2](#_Toc457323275)

[2.1 Vibration System 2](#_Toc457323276)

[2.2 Vibration Characteristics 3](#_Toc457323277)

[3 Terms for Vibration Effect 5](#_Toc457323278)

[3.1 Natural Vibration 5](#_Toc457323279)

[3.2 Machine Vibration 9](#_Toc457323280)

[3.3 Traffic Vibration 10](#_Toc457323281)

[3.4 Construction Vibration 11](#_Toc457323282)

[3.5 Blasting Vibration 12](#_Toc457323283)

[3.6 Pedestrian Vibration 13](#_Toc457323284)

[4 Terms for Vibration Transmission 15](#_Toc457323285)

[5 Terms for Vibration Analysis 17](#_Toc457323286)

[5.1 Vibration Parameters 17](#_Toc457323287)

[5.2 Vibration Analysis 19](#_Toc457323288)

[5.3 Vibration Response 22](#_Toc457323289)

[5.4 Vibration Evaluation 24](#_Toc457323290)

[6 Terms for Vibration Influence 25](#_Toc457323291)

[6.1 Influence of Human Comfort 25](#_Toc457323292)

[6.2 Influence of Sensitive Equipment 26](#_Toc457323293)

[6.3 Influence of Building Structures 27](#_Toc457323294)

[7 Terms for Vibration Measurement 31](#_Toc457323295)

[7.1 Measuring Instrument 31](#_Toc457323296)

[7.2 Performance Indicators of Instrument 33](#_Toc457323297)

[7.3 Verification and Calibration of Instrument 34](#_Toc457323298)

[7.4 Data Processing 35](#_Toc457323299)

[7.5 Vibration Test and Excitation 36](#_Toc457323300)

[8 Terms for Vibration Control 39](#_Toc457323301)

[8.1 Active Isolation 39](#_Toc457323302)

[8.2 Passive Isolation 39](#_Toc457323303)

[8.3 Vibration Suppression and Intelligent Control 40](#_Toc457323304)

[8.4 Vibration Control Device 45](#_Toc457323305)

[9 Terms for Noise Control 48](#_Toc457323306)

[9.1 Fundamentals of Noise 48](#_Toc457323307)

[9.2 Measurement and Evaluation of Noise 49](#_Toc457323308)

[9.3 Noise Control 50](#_Toc457323309)

[10 Symbols for Engineering Vibration 51](#_Toc457323310)

[10.1 General Requirements 51](#_Toc457323311)

[10.2 Common Symbols 51](#_Toc457323312)

[Appendix A Index for Terms 57](#_Toc457400070)

[Addition: Explanation of Provisions 70](#_Toc457400070)

**1 总则**

**1.0.1**为统一我国工程振动的基本术语和符号，制定本标准。

**1.0.2**本标准适用于土木工程相关的工程振动术语和符号的使用，本标准不适用于地震引起的振动。

**1.0.3**工程振动所采用的基本术语和符号除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**2 通用术语**

## 2.1 振动体系

**2.1.1 振动vibration**

物体或质点围绕某一平衡点做周期性的或随机的运动。

**2.1.2 振动系统 vibration system**

由质量、刚度、阻尼等振动元素组成的力学系统。

**2.1.3 动刚度 dynamic stiffness**

在动态条件下作用力的变化与位移的变化之比，反应在一定频率下材料或结构抵抗弹性变形的能力。

**2.1.4 阻尼damping**

由于外界作用和（或）系统本身固有的原因引起的振动幅度逐渐下降的特性，反应运动过程中系统能量的耗散作用。

**2.1.5 阻尼系数damping coefficient**

在粘性阻尼条件下，阻尼力与速度的比值。

**2.1.6 阻尼比 damping ratio**

实际的粘性阻尼系数与临界阻尼系数之比。

**2.1.7 自由度degree of freedom**

完整地描述一个力学系统运动所需要独立变量的个数。

**2.1.8 单自由度系统 single-degree-of-freedom system**

只有一个独立变量的力学系统。

**2.1.9 多自由度系统 multi-degree-of-freedom system**

有两个或两个以上独立变量的力学系统。

**2.1.10 离散系统 discrete system**

具有有限自由度的力学系统，也称集总系统。

**2.1.11 连续系统 continuous system**

具有无限自由度的力学系统，也称分布系统。

**2.1.12 激励 excitation**

作用于振动系统上的外力或其它激振形式，使系统以某种方式产生振动响应。

**2.1.13 响应 response**

振动系统受外部作用后的输出。

## 2.2 振动特性

**2.2.1 自然振动 natural vibration**

系统在不受到与时间有关的外界作用，且阻尼又可忽略的情况下所发生的振动。

**2.2.2 自由振动free vibration**

激励或约束去除后系统出现的振动。

**2.2.3 受迫振动 forced vibration**

由一个与时间有关的外力所激发的系统振动。

**2.2.4 自激振动self-excited vibration**

由机械系统内的能量转换成振荡激励而形成的振动。

**2.2.5共振 resonance**

在简谐激励下受迫振动系统中，当激励频率接近某阶固有频率时，其振动响应达到极大值的现象。

**2.2.6耦合振动 coupled vibration**

由于振动系统各部分间的能量传递产生不独立且相互影响的振动。

**2.2.7简谐振动 harmonic vibration**

用时间为自变量的正弦函数来描述的系统振动。

**2.2.8周期振动 periodic vibration**

振动物理量随时间自变量在经过某一相同增量后能重复出现的振动。

**2.2.9随机振动 random vibration**

对未来任意给定时刻，其瞬时值不能预先确定的振动。

**2.2.10稳态振动 steady vibration**

周期、准周期或其组合后的连续振动。

**2.2.11瞬态振动 transient vibration**

非稳态、非随机的短暂存在的振动。

**2.2.12线性振动linear vibration**

系统中构件的弹性服从胡克定律，运动时产生的阻尼力与速度的一次方成正比的振动。

**2.2.13非线性振动non-linear vibration**

系统中某个或几个参数具有非线性值，反应为恢复力与位移不成正比或阻尼力与速度一次方不成正比的振动。

**2.2.14冲击振动shock vibration**

在冲击激励作用下系统的振动过程。

**2.2.15脉冲函数 impulse function**

以时间为自变量的振动作用分布函数，用来判断振动作用状态。

**2.2.16振幅 amplitude**

振动过程中物体偏离平衡位置的最大值。

**2.2.17相位 phase**

振动物理量随时间做简谐运动时，任意时刻所对应的角变量。

**2.2.18均值 mean value**

表示一组数据集中趋势的量值，指算术平均值。

**2.2.19峰值 peakvalue**

在给定区间的振动量的最大值。

**2.2.20峰峰值 peak-peakvalue**

一个周期内振动量最高值和最低值之间的差值，就是最大值和最小值之间的范围。

**2.2.21峰值因数Crest Factor**

峰值因数是指振动信号波形的峰值与有效值之比。

**2.2.22均方根值 root mean square value**

将N个数项的平方和除以N后开平方的结果。

**3 振动作用术语**

## 3.1 自然振动

**3.1.1环境振动environmental vibration**

凡由外界各种不同振源，所引起对周围环境产生随时间而变化的不同频率谱的振动效应，发生规则或不规则的振动和随机振动。

**3.1.2 地脉动microtremor**

由气象、海洋、地壳构造活动的自然力和交通等人为因素所引起的地球表面固有的微弱振动。

**3.1.3常时微动regular fretting**

为短周期地脉动，一般为0.1～1 s，波长较短，是地脉动信号中反映场地土动态特性的成分，主要是近距离的人类活动、交通运输、机械振动等人工振动源引起的。

**3.1.4脉动pulsation**

为中长周期地脉动，一般为1 s至几十秒，波长较长，是地微动中反映振源特性的分量，主要是由海浪、风雨、气候、雷电、火山、地震等自然现象变化引起的，由较远距离的振源或海洋波浪、大气环流及地球深部构造运动激发，相对于常时微动而言，是一短期内的振动现象。

**3.1.5 卓越周期predominant period**

振动出现最大振幅的周期。

**3.1.6 卓越频率predominant frequency**

振动出现最大振幅的频率。

**3.1.7 平均风average wind**

在给定的时间间隔内，把风对建筑物或构筑物的作用力的速度、方向以及其它物理量都看成不随时间而改变的量，考虑到风的长周期远远地大于一般结构的自振周期，因而这部分风虽然其本质是动力的，但其作用与静力作用相近，其作用性质相当于静力。

**3.1.8脉动风fluctuating wind**

是由于风的不规则性引起的，它的强度随时间按随机规律变化，周期较短，其作用性质完全是动力的。

**3.1.9风压wind pressure**

当风以一定的速度向前运动遇到阻塞时，将对阻塞物产生压力。风压是在最大风速时，垂直于风向的平面上所受到的压力。

**3.1.10风振wind-induced vibration**

指风压的动态作用。

**3.1.11 风振系数wind-induced vibration coefficient**

脉动风压引起高耸建筑物的动力作用。风振系数与风速、脉动结构的尺度、结构固有频率、振型、结构组织以及地面粗糙度等有关。

**3.1.12 风力wind power**

用风级表示的风的强度。

**3.1.13风级wind scale**

表示风力的一种方法，通常采用蒲福风级。

**3.1.14 风向wind direction**

风的来向，包括横风向和顺风向。

**3.1.15 风速wind speed**

空气水平运动的速度。

**3.1.16 基本风速basic wind speed**

不同地区气象观测站通过风速仪的大量观察、记录，并按照我国规定标准条文下的记录数据进行统计分析进而得到该地的最大平均风速。

**3.1.17基本风压basic wind pressure**

风荷载的基准压力，一般按当地空旷平顶地面上10m高度处10min平均的风速观测数据，经概率统计得出50年一遇最大值确定的风速，再考虑响应的空气密度，按贝努利公式确定的风压。

**3.1.18 地面粗糙度ground roughness**

风在到达结构物以前吹越过2km范围内的地面时，描述该地面上不规则障碍物分布状况的等级。

**3.1.19 风压高度变化系数height variation coefficient of wind pressure**

反映风压随不同场地、地貌和高度变化规律的系数。

**3.1.20 风荷载体型系数shape coefficient of wind load**

反映不同形状和尺寸的建筑物表面上风荷载分布的系数，为建筑物表面某点的实际风压力或风吸力与自由气流形成风压的比值。

**3.1.21 雷诺数Reynolds number**

流体内惯性力与黏滞阻力的比值。

**3.1.22涡激振动vortex-induced vibration**

当结构物上有风作用时，就会在该结构物两侧背后产生交替的旋涡，且将由一侧然后向另一侧交替脱落，形成所谓的卡门涡列。卡门涡列的发生会使建筑物表面的压力呈周期性变化，其结果是使建筑物上作用有周期性变化的力，作用方向与风向垂直，称为横风向作用力或升力。这种由交替涡流引起且与风向垂直的振动，按发生原因称为涡激振动。

**3.1.23 驰振galloping**

弹性结构受非流线型结构的流体（气动力是角度的非线性函数）诱发作用而产生的自激振动。

**3.1.24 颤振flutter**

弹性体在气流中发生的不稳定振动现象。

**3.1.25 抖振buffeting**

边界层分离或湍流激起结构或部分结构的不规则振动。

**3.1.26波浪要素essential factors of wave**

表示波浪形态和运动特征的主要物理量，一般指波高、波长、波浪周期、波速等。

**3.1.27 潮位tidal level**

受潮汐影响而产生周期性涨落的水位，在某一地点及某一时刻相对于基准面的高程。

**3.1.28液体自由表面波free surface wave of liquid**

液体自由表面受扰后出现的此起彼伏的波浪运动。

**3.1.29液体自由表面进行波free surface travelling wave of liquid**

波形在空间传播的液体自由表面波。有空间和平面进行波。空间进行波为沿液体各方向传播，波幅随传播距离而减小。平面进行波为沿一个方向传播，波幅为常量。

**3.1.30液体自由表面驻波free surface standing wave of liquid**

波幅随时间周期性变化，波峰、波谷和其它各相位点位置不变的液体自由表面波。

**3.1.31 波浪谱wave spectrum**

波浪可视作由无限多个振幅不同、频率不同、方向不同、位相杂乱的波组成。这些波便构成波浪谱。

**3.1.32波浪能wave energy**

是指海洋表面波浪所具有的动能和势能。

**3.1.33波浪破碎wave breaking**

波浪发生显著变形，波峰水质点水平分速达到或超过波速，使波形发生破碎的现象。

**3.1.34 浪压力wave pressure**

波浪对水工建筑物产生的作用，也称波浪力。

**3.1.35 水压力water pressure**

水在静止或流动时，水体对其接触的建筑物表面产生的法向作用。

**3.1.36 动水压强hydrodynamic pressure**

流动水体中某点的压强。

**3.1.37 压力梯度pressure gradient**

压力沿某一方向的变化率。

**3.1.38 位置水头positionhead**

水体中某点到基准面的高度。

**3.1.39 水力坡度hydraulic gradient**

水体单位流程上的水头损失，也称水力比降。

**3.1.40近海结构振动 vibration of offshore structures**

由风、海浪、海流以及海上平台机械设备等作用下，引起的海上或者近海构筑物振动。

**3.1.41风海流 wind-induced drift current**

海洋中由风和海水面摩擦产生的水体流动。

**3.1.42表面重力波 surface gravity wave**

在海洋流体中存在的一种以重力为恢复力的波，通常存在于两种不同流体（例如空气和海水）的分界面上。

## 3.2 机器振动

**3.2.1 机器振动作用vibration effect of machine**

机器在运行和工作时，对其支承结构及周边环境影响的动力效应。

**3.2.2 锻锤打击力striking force of hammer**

落锤经过下落过程积蓄能量，在接触锻件瞬间释放能量产生的作用力。在打击锻件的同时，也会产生较大振动，影响环境。

**3.2.3 压力机振动作用vibration effect of presses**

压力机工作时产生的振动。

**3.2.4 往复式机器振动作用vibration effect of reciprocating machine**

往复式机器工作时，产生的往复惯性力和旋转惯性力。

**3.2.5 旋转式机器振动作用vibration effect of rotary machine**

旋转式机器工作时，由于不平衡质量引起的旋转惯性力以及造成横向振动的激振扰力。

**3.2.6 离心机振动作用vibration effect of centrifuge**

离心机工作时，转鼓体质量及转鼓内物料质量在旋转运动中产生的离心力。

**3.2.7 冲击脉冲shock pulse effect**

机器作用力在短持续时间内突变，随后又迅速返回其初始值的物理量变化过程，通常冲击激励的作用时间比系统固有周期的时间小。

**3.2.8 脉冲波形pulse waveform**

冲击脉冲信号的形状，常见的脉冲波形有，矩形、正弦半波、正矢脉冲、三角形等。

**3.2.9 脉冲宽度pulse width**

单个脉冲持续作用的时间长度。

**3.2.10 脉冲峰值peak value of pulse**

单个脉冲在作用时间内的最大值。

**3.2.11 往复惯性力reciprocating inertia force**

活塞组件和连杆小头在活塞缸中作往复直线运动时所产生的惯性力，其方向与加速度的方向相反。分析时经常采用一阶往复惯性力和二阶往复惯性力。

**3.2.12 旋转惯性力rotational inertia force**

旋转式设备由于旋转部分存在质量偏心，工作时转轴做旋转运动所产生的离心力。

**3.2.13 平衡精度等级balance accuracy grade**

国际标准化组织将旋转机器转子平衡等级分为11个级别，用以检验和评估机器平衡精度。平衡精度等级可用于计算旋转式机器工作时的旋转惯性力。

## 3.3 交通振动

**3.3.1 列车竖向动力作用 vertical dynamic effect of train**

列车运行时对桥梁等结构产生的竖向动力作用。

**3.3.2 列车离心力 centrifugal force of train**

列车运行在曲线上产生的倾向曲线外侧的水平力。

**3.3.3 列车制动力 braking force of train**

运行的列车制动时，对轨下结构产生的与运行方向相同的水平力。

**3.3.4 列车牵引力traction force of train**

列车启动时，对轨下结构产生的与运行方向相反的水平力。

**3.3.5 列车摇摆力swing force of train**

列车运行时对钢轨顶面产生的左右摇摆力。

**3.3.6 轨道不平顺 track irregularity**

轨道几何尺寸相对于设计位置的偏差，主要包括方向、高低、水平和轨距等。

**3.3.7 长波不平顺 longwave irregularity**

管理波长为数十米以上的轨道不平顺。

**3.3.8 短波不平顺 shortwave irregularity**

管理波长小于数米的轨道不平顺，一般小于3m。由轨面的凹凸不平及轨道支承的不均匀引起。

**3.3.9 三角坑 twist of track**

在规定长度内左右两股钢轨交替出现的水平差超过规定值的状态。

**3.3.10 轴重 axle load**

机车车辆在载重状态下，每条轮轴分担的载重量。

**3.3.11 轮轨相互作用wheel-rail interaction**

机车车辆在铁路线路上运行时，受线路不平顺的影响产生振动；机车车辆的重力和运行中产生的其它载荷通过车轮作用在钢轨上，又引起钢轨弹性变形和轨道下沉，从而使线路的不平顺加剧。

**3.3.12 钢轨波磨 rail corrugation**

铁路钢轨接触表面出现的波状磨损现象，简称波磨。

**3.3.13 车–桥耦合振动train–bridge coupling vibration**

车辆与桥梁之间相互作用、相互影响的耦合振动。

**3.3.14轨道不平顺谱PSD of track irregularity**

轨道不平顺信号的单边功率谱密度，简称轨道谱。

**3.3.15轨道衰减率decay rate of track**

描述沿轨道方向钢轨振动幅值随距离衰减现象的参数。

## 3.4 施工振动

**3.4.1 振动质量 vibration mass**

参加振动的所有部件质量的总和。

**3.4.2 偏心质量 eccentricity**

偏心块的质量。

**3.4.3 偏心距 eccentric radius**

偏心块质心到旋转中心的距离。

**3.4.4偏心力矩 eccentric moment**

偏心质量与偏心距的乘积。

**3.4.5激振力 centrifugal force**

振动轴旋转时产生的离心力，与偏心力矩和频率相关。

**3.4.6冲击质量impact mass**

冲击体的质量。

**3.4.7冲程 stroke**

冲击体工作时从起点到终点所移动的距离。

**3.4.8冲击频率 impact frequency**

单位时间内，冲击体往复冲击的次数。

**3.4.9冲击能量 impact energy**

冲击体在规定条件下，冲击达到工作位置时所具有的能量，为冲击质量与冲程之积。

## 3.5 爆破振动

**3.5.1 爆破blasting**

利用炸药的爆炸能量对介质做功，以达到预定工程目标的作业。

**3.5.2 爆炸explosion**

在有限空间和极短时间内，大量能量迅速释放或急骤转化的物理、化学过程。通常可分为三类：化学爆炸、核爆炸和物理爆炸。

**3.5.3 炸药 dynamite**

一种能把所集中的能量在瞬间释放出来的物质，可在一定外能作用下，发生高速化学反应、放出大量热和生成大量气体。

**3.5.4 爆破作用blasting effect**

炸药的爆轰产物和冲击波对介质或目标破坏的一种功能。

**3.5.5 爆破地震效应 blasting seismic effect**

炸药在岩土等介质中爆炸时，其中部分能量以弹性波的形式在地壳中传播而引起爆区附近地层振动的现象。

**3.5.6 爆破振动监测vibration monitoring for blasting**

测试地面周围爆破振动或者爆区附近空气压力的技术。

**3.5.7 装药量main charge mass**

炸药装药的质量。

**3.5.8 等效当量 equivalent**

同一介质、同一距离上产生相同应力波参数峰值的两种爆炸源或爆炸方式进行当量比较时，定义其中研究比较深入的一种爆炸源或爆炸方式的当量为另一种的等效当量。通常等效为TNT的当量。

**3.5.9 冲击波 shock wave**

在介质中以超声速传播的并具有压力突然跃升然后缓慢下降特征的一种高强度压力波。

**3.5.10 地冲击 ground shock**

爆炸在岩体介质中产生的应力波引起的冲击效应。

**3.5.11 直接地冲击 direct ground shock**

由爆心处直接耦合入地的能量所产生的地冲击。

**3.5.12 感生地冲击 induced ground shock**

空气冲击波拍击地面，在地层中引起的地冲击。

**3.5.13 自由场 free field**

在爆炸工程效应研究中，研究点附近没有构筑物存在的区域。

**3.5.14 超地震区 super-seismic zone**

接近地面爆炸时，空气冲击波传播速度大于下伏地层的胀缩波速度的地表区域。

**3.5.15 跨地震区 transitional-seismic zone**

在超地震区以外，空气冲击波传播速度小于下伏地层的胀缩波速度而大于其剪切波速度的地表区域。

**3.5.16 亚地震区 sub-seismic zone**

在跨地震区以外，空气冲击波传播速度比下伏地层的胀缩波速度和剪切波速度都小的区域。

## 3.6 人行振动

**3.6.1人行荷载 people walking load**

由人行走引起建筑楼盖振动的激励荷载。

**3.6.2人群自由行走 people walking freely**

多人参与但无固定韵律的行走活动。

**3.6.3人群有节奏运动 people rhythmic motion**

跳舞、演唱会、体育比赛、有氧健身操等随着一定韵律、多人参与的活动。

**3.6.4有效均布活荷载 effective distributed live load**

用于舒适度计算的楼盖上随机摆放的家具、桌椅等荷载。

**3.6.5动力因子 dynamic coefficient**

第阶动荷载幅值与人体重量的比值。

**3.6.6人行天桥振动 footbridge vibration**

一定密度的人群通过天桥时，步行激励荷载所产生的天桥振动。

**3.6.7 步行频率walking frequency**

在人行桥或结构上行走时，步行激励荷载的主频。

**4 振动传播术语**

**4.0.1 振源vibration source**

由振动产生的、未经传播路径衰减的原始位置。

**4.0.2 近场near field**

距振源一个波长范围内的振动场。

**4.0.3 远场far field**

一般认为在10个波长范围外的振动场，可以忽略近场传播的特性。

**4.0.4 弹性介质elastic medium**

在外力作用下产生形变，且可以恢复原状的介质。

**4.0.5 弹性半空间elastic half space**

将场地假设为被一个平面一分为二的无穷大的弹性体。

**4.0.6波动wave motion**

振动在弹性介质中的传播。

**4.0.7波动方程wave equation**

用于描述自然界中波动现象的一组微分方程。

**4.0.8 弹性波elastic wave**

是应力波的一种，扰动或外力作用引起的应力和应变在弹性介质中的传递形式。

**4.0.9 压缩波compression wave**

在弹性介质中传播的压缩或拉伸应力波。

**4.0.10 剪切波shear wave**

在弹性介质中传播的剪切应力波。

**4.0.11 瑞利波 Rayleigh wave**

沿半无限弹性介质自由表面传播的偏振波。

**4.0.12等效剪切波速 equivalent shear wave velocity**

在地面以下20米深范围内或小于20米的覆盖层土层剪切波的传播速度。

**4.0.13多普勒效应doppler effect**

波长因为振源和观测者的相对运动而产生变化的一种现象。

**4.0.14 驻波standing wave**

频率相同、传播方向相反的两种振动波，沿传播方向形成的一种分布状态。

**4.0.15 拍振beat vibration**

两个频率相近、幅值相近的振动信号叠加在一起，所形成的时强时弱的振动。

**4.0.16 振动衰减 vibration attenuation**

振源产生的振动波，受地基土等传递路径的影响，波的能量随着离开振源的距离逐渐减小的现象。

**4.0.17 防振距离vibration-proof distance**

振源产生的振动经设备基础和土介质向外传播而逐渐衰减，当达到一定距离后，在不采取任何防振措施的情况下传来的地面振动已不能影响防振对象的距离。

**4.0.18衰减系数attenuation coefficient**

传播系数的实数部分，又称衰减常数。

**4.0.19 传播系数propagation coefficient**

是一个复数，其实部描述振动波在传播方向幅度随距离的变化情况。

**4.0.20 传递阻抗transfer impedance**

介质阻尼产生的、影响振动波向外传播的阻力。

**5 振动分析术语**

## 5.1 振动参数

**5.1.1 频率frequency**

质点运动中在单位时间内的循环次数，单位为赫兹（Hz）。

**5.1.2 角频率angular frequency**

又称圆频率，一个周期量的角频率大小是频率的2π倍，以单位时间内的弧度数为单位。

**5.1.3 固有频率natural frequency**

由系统本身质量、刚度和边界条件所决定的振动频率，称固有频率。

**5.1.4 基频 fundamental frequency**

周期量的基频指具有与周期量相同周期的正弦量的频率；一个振动系统的基频是组成部分中最小的固有频率。与基频相关的主振型称为基谐振型。

**5.1.5 阻尼固有频率damped natural frequency**

阻尼线性系统自由振动的频率。

**5.1.6非线性阻尼non-linear damping**

由与速度不成正比而与速度方向相反的力或力矩所产生的阻尼。

**5.1.7 线性阻尼linear damping**

又称粘滞阻尼，由与速度成比例而与其方向相反的力所产生的阻尼。

**5.1.8线性阻尼系数linear damping coefficient**

线性阻尼力与速度之比。

**5.1.9 库伦阻尼[coulomb damping](http://www.baidu.com/link?url=tYGl0TqWeAewMZQ0iPsOdIAfaWiBpF58icfGmzSiGGoeU49BqugZ16OYbK9T-hk-5MwNWBWOZ1uuyWUwD7L_Qbfy4MnXyFBJggoO1BELOK6d4HPhd5iN2pHmH8E26HSb" \t "_blank)**

当振动系统中的质点受到大小与位移和速度无关，而方向与质点速度相反的力的阻碍时而发生的能量耗散。

|  |  |
| --- | --- |
| **5.1.10 临界阻尼** | **[critical damping](http://www.baidu.com/link?url=UDTzYJJXhjI-SrX3x9Y-OX0M1lYNCI_oMd8bvIWoAlCXT2ziN0ub5yVKS93q5gPETdSGSaqo9tlFefMzzc_W-8CCdgDv3FQf9kClaQRN7lPKgDldzq3kjJtL2hnh1qKd" \t "_blank)** |

振动从周期性到失去周期性的极限状态时的阻尼。

**5.1.11振型mode shape of vibration**

机械系统以特定的频率作简谐振动时各点所呈现的运动形态，又称“模态”。当系统作固有振动时，其振型称为“固有振型”或“固有模态”。固有振型具有正交性，即系统的所有各阶固有振型组成正交系，是模态分析方法的基础。

**5.1.12 振动模态vibration mode**

系统中每个质点做相同频率的简谐振动时的特征模式。一个多自由度系统可能同时存在两个或多个模态。一个多自由度系统的模态数等于其自由度数。

**5.1.13 自功率谱密度auto-power-spectrum density**

每单位带宽的极限均方值（如加速度、速度、位移、应力或其它随机变量的极限均方值），即对于一个给定的矩形带宽，当带宽趋于零时均方值除以带宽的极限值。也称为功率谱密度。

**5.1.14临界转速[critical rotation speed](http://www.baidu.com/link?url=9PHL-XxDmmPmWJiySHm7fPTMxIE04EEfWo_jkGPlgxLhvaCaN7bvYU0W-npESRxcCdxsydCMPs-P-l_mkbh5f0Vs9oFlSWiuR8v7jDnZSnHMgDSsSN7x6YPvRAxmLT-B" \t "_blank)**

与旋转系统共振频率相对应的系统速度。

**5.1.15波长wave length**

两相邻波峰（或波谷）间的水平距离。

**5.1.16波峰因数 crest factor**

波峰与均方根值（有效值）之比，又称波高率、峰值因数。

**5.1.17波形因数waveform factor**

在两个相继过零的半循环中，其均方根值（有效值）与均值之比。

**5.1.18振动位移 vibration displacement**

物体相对于某一参考坐标位移变化的矢量。

**5.1.19振动速度vibration velocity**

单位时间内振动位移变化量。

**5.1.20振动加速度vibration acceleration**

单位时间内振动速度变化量。

**5.1.21有效加速度effective acceleration**

简谐运动过程中力与加速度的复合比。

**5.1.22宽频带随机振动wide band random vibration**

频率成分分布于宽频带内的随机振动。

**5.1.23谐波[harmonic wave](http://www.baidu.com/link?url=dasGvUfXFA9t__gbkEX9m3BvVbKIPq2pI44809vRzhANaW3dI2oxyFI0sSrGx5aAaMoVfEhCIWSAdrE4eSE_bwWQ8oHt8g7x9y9SGrOVvRbDY2JVSDpV05vfrbgvd_5_" \t "_blank)**

频率为基频或基频之整数倍的正弦波。

**5.1.24对数衰减率logarithmic decrement**

单自由度系统在阻尼固有频率振动时，任意两个相继的振动量最大值之比的自然对数。

**5.1.25方差 variance**

用来衡量随机变量和其数学期望（均值）之间偏离程度的度量值。

**5.1.26协方差 covariance**

用来衡量两个变量的总体误差的度量值。两个变量为不同信号时，称为互协方差；当两个变量为同一信号的不同时间延迟时，称为自协方差。

**5.1.27倍频程octave band**

使用频率f与基准频率f0之比等于2的n次方，即$\frac{f}{f\_{0}}=2\^n$,则f称f0的n此倍频程。

## 5.2 振动分析

**5.2.1时域分析[timedomain analysis](http://www.baidu.com/link?url=Ej_nks87OI-Ls5RQcIyWgZ2gZBzCILD45MZMovd169i3k2ka9DKyavV28jM9Yf0rpcSS-rBlDb0anVUfyUswzvwLm2iK7mNWi0UBg1yNIHLwG1n_NZDDYhY-AkUywGLA" \t "_blank)**

把信号作为时间的函数来分析，此时主要反映电信号的幅度随时间变化的情况。时域分析通常由示波器来完成，示波器可以给出信号的峰值电压、上升时间和周期等专门信息。

**5.2.2频域分析frequency domain analysis**

把信号作为频率的函数来分析，此时主要反映在所研究的信号频谱内，各个频率下能量的幅度和相对相位。频域分析通常由频谱分析仪来完成，它能给出有关频率、谐波、失真、频率稳定度、频谱纯度以及寄生信号等专门信息。

**5.2.3模态分析modal analysis**

基于叠加原理的振动分析方法，用复杂结构系统自身的振动模态，即固有频率、模态阻尼和模态振型来表示其振动特性。

**5.2.4 傅里叶变换Fourier transform**

在一定条件下，由傅氏级数可直接导出傅氏积分



根据以上两式，已知时间函数f(t)可唯一求出它的频率函数F(ω)（频谱），反之亦然。以上两式一一对应，可称为一对傅里叶变换。

**5.2.5快速傅里叶变换fast Fourier transform**

可从的周期性和对称性两方面加快运算，大致分为时间抽样法和频率抽样法。

**5.2.6离散傅里叶变换discrete Fourier transform**

一种数字变换方法，某有限时域序列x(n)的离散傅里叶变换X(k)定义为

X(k)=x(n)·WknN，

式中k=0～N-1，WN＝e-j2π/N，时域序列x(n)的长度为N，频域序列X(k)的长度为N，上式通常称为N点离散傅里叶变换。

**5.2.7谐响应分析harmonic response analysis**

主要用于确定[线性结构](http://baike.baidu.com/subview/390966/390966.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)在承受随时间按正弦（简谐）规律变化的载荷时的[稳态响应](http://baike.baidu.com/subview/1254143/1254143.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)，分析过程中只计算结构的稳态受迫振动，不考虑激振开始时的瞬态振动，谐响应分析的目的在于计算出结构在几种频率下的响应值（通常是位移）对频率的曲线，从而使设计人员能预测结构的持续性动力特性，验证设计是否能克服共振、疲劳以及其它受迫振动引起的有害效果。

**5.2.8模态坐标modal coordinates**

在该坐标体系下进行振动分析，可以利用其正交特性独立求解未知数，克服了自然空间坐标系下，振动体系各个未知数耦合、难以求解的不足。

**5.2.9模态参数modal parameter**

模态的特征参数，即振动系统的各阶固有频率、振型、模态质量、模态刚度与模态阻尼。

**5.2.10频率分析frequency analysis**

用于数学、物理学和信号处理中，可获得函数、波形或者信号的频率组成，以获取频谱的方法。

**5.2.11频率分辨率frequency resolution**

进行离散傅里叶变换时可将两个相邻谱峰分开的能力，表现为频率轴上所能得到的最小频率间隔。

**5.2.12 傅氏级数Fourier series**

大多数连续周期信号都可以分解为一组正弦波的组合，用来表达正弦波间幅度和相位关系的数学公式。

**5.2.13 离散频谱discrete spectrum**

反映连续周期信号频率特性的频谱为非周期的离散频谱。

**5.2.14振动系统识别vibration system identification**

用试验与数学分析相结合的方法确定系统的数学模型的过程，该模型应反映系统的实际振动特性。求取模态参数、建立模态参数模型的过程为模态参数识别，为结构动力学系统识别中的常用方法。

**5.2.15幅值分析amplitude analysis**

用来确定振动幅值随时间变化的分析方法。

**5.2.16 统计分析statistical analysis**

为了确定信号的各种时间函数的统计特性，运用数学统计方法，从定量与定性的结合上进行分析的方法。

**5.2.17 概率分布函数 probability distribution function**

表示一个随机变量取给定值或属于某给定值的概率所确定的函数。简称概率分布或分布。

**5.2.18 概率密度函数 probability density function**

概率分布函数的微商（导数），简称密度函数或密度。

**5.2.19 相关分析correlation analysis**

研究变量之间是否存在某种依存关系，并对具体有依存关系的变量探讨其相关方向以及相关程度的一种[统计方法](http://baike.baidu.com/view/1379337.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)。

**5.2.20 自相关函数autocorrelation function**

用于定量地确定信号x(t)与其时移副本x(t-$τ$)的差别或相似程度的方法。

**5.2.21 自相关系数autocorrelation coefficient**

一个量的自相关函数与其均方值之比。

**5.2.22 互相关函数cross-correlation function**

用于表述两个时间序列之间的相关程度的方法。

**5.2.23 互相关系数cross-correlation coefficient**

两个量的互相关函数与各自的均方值乘积的正平方根之比。

**5.2.24 相干函数coherence function**

两个振动信号在各频率成分上的线性相关程度。

**5.2.25 短时傅里叶变换 short-time Fourier transform**

一种固定时间窗的时频分析方法，其基本思想是用窗函数来截取信号，假定信号在窗内是平稳的，采用傅里叶变换分析窗内的信号，以确定窗内存在的频率成分，然后沿着信号时间方向移动窗函数，得到频率随时间的变化关系，即所需要的时频分布。

**5.2.26 小波变换wavelet transform**

一种多分辨分析的时频分析方法，通过伸缩平移运算，针对高频、低频信号分别采用窄时窗和宽时窗，对信号逐步进行多尺度细化，最终达到高频处时间细分，低频处频率细分，从而可聚焦到信号的任意细节。

**5.2.27 魏格纳分布Wigner distribution**

一种双线性形式的时频分布，可用信号的二次时频进行表示，又称Wigner－Ville分布，具有较高的时频分辨率。

**5.2.28平稳过程sationary process**

统计特性呈现不随时间推移而改变的重要随机过程。

**5.2.29信号处理signal processing**

对各种类型的电信号，按各种预期的目的及要求进行加工过程的统称。

**5.2.30 采样sampling**

把[时间域](http://baike.baidu.com/view/738025.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)或空间域的连续量转化成离散量的过程。

**5.2.31模数转换analogue-to-digital conversion**

将模拟信号进行采样，通过A/D转换器转化为二进制数字信号。

**5.2.32数模转换digital -to-analogue conversion**

数模转换是模数转换的逆过程，就是将离散的数字量转换为连接变化的模拟量。

**5.2.33混叠aiasing**

对连续信号进行等间隔采样时，如果不能满足采样定理，采样后信号的频率就会重叠，即高于采样频率一半的频率成分将被重建成低于采样频率一半的信号，频谱的重叠导致的失真称为混叠。

## 5.3 振动响应

**5.3.1谐波响应harmonic response**

振动系统处于激励频率倍频时显示出的共振特征的周期响应。

**5.3.2瞬态响应transient response**

指系统在某一典型信号输入[作用](http://baike.baidu.com/subview/362399/8049930.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)下，其系统输出量从初始状态到稳定状态的变化过程，也称[动态响应](http://baike.baidu.com/subview/9578754/9689403.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)或[过渡过程](http://baike.baidu.com/subview/3827687/3827687.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)或暂态响应。

**5.3.3稳态响应steady-state response**

系统在激励的持续作用下所进行的不衰减的等幅振动，通常指系统对简谐干扰力和一般周期性干扰力的响应，前者是频率等于干扰力频率的简谐振动；后者是无穷多个不同频率的简谐振动的叠加。

**5.3.4 传递函数transfer function**

线性时不变系统输入与输出之间的数学表达式。

**5.3.5频率响应函数frequency response function**

线性系统中，以频率为自变量的运动响应的傅里叶变换与激励的傅里叶变换之比，简称频响函数。

**5.3.6谱spectrum**

将一个量作为频率或波数的函数的描述，也称频谱。

**5.3.7连续谱 continuous spectrum**

谱分量连续分布在某一频率范围内的谱。

**5.3.8幅值谱 amplitude spectrum**

将傅里叶变换所得的复函数的模作为频率的函数来描述的频谱。

**5.3.9相位谱 phase spectrum**

将傅里叶变换所得的复函数的相角（相位角）作为频率的函数来描述的频谱。

**5.3.10均方根谱RMS spectrum**

幅值谱被用于对正弦彼、谐波和非谐波信号的成分进行量化。

**5.3.11能量谱密度 energy spectral density**

用于表示单位频带内的信号能量。

**5.3.12功率谱密度 power spectral density**

随机信号x(t)通过中心频率为f1带宽为△f的窄带滤波器后的均方值，当带宽趋于零，平均时间趋于无穷大时，该值的极限即为随机信号x(t)的功率谱密度。

**5.3.13互功率谱密度cross-power spectral density**

两信号在频率内关系的量值，简称互谱密度。

**5.3.14冲击响应谱shock response spectrum**

一系列均匀阻尼的单自由度系统对施加的冲击输入的最大响应。

**5.3.15机械阻抗mechanical impedance**

线性定常机械系统中简谐激振力与简谐运动响应两者的复数式之比。

**5.3.16角机械阻抗angular mechanical impedance**

又称转动机械阻抗，包含扭矩与角速度之比的阻抗。

**5.3.17机械导纳mechanical admittance**

机械阻抗的倒数。

**5.3.18放大系数magnification factor**

主动隔振体系在扰力作用下的输出振动线位移与静位移之比。

**5.3.19均方根值速度谱RMS velocity spectrum**

均方根速度随中心频率变化而形成的均方根谱。

**5.3.20传递比transmissibility**

又称传递率，是振动系统在稳态受迫振动时，响应幅值与外加激励幅值的比值。可以是力、位移、速度或加速度的比。可用于度量隔振器的效率。它与阻尼比、固有频率和激励频率有关。

## 5.4 振动评价

**5.4.1 振动加速度级vibration acceleration level**

加速度与基准加速度之比的以10为底的对数乘以20，记为VAL。

**5.4.2 Z振级Z vibration level**

按ISO2631-1-1997规定的全身振动Z计权因子修正后得到的振动加速度级，记为VLz。

**5.4.3 累计百分之十Z振级cumulative ten percent Z vibration level**

在规定的测量时间T内，有10%时间的Z振级超过某一VLz10值，这个VLz10值叫做累积百分之十Z振级，记为VLz10。

**5.4.4最大Z振级maximum Z vibration level**

在测量时间内所出现的Z振级的最大值，记为VLzmax。

**5.4.5分频最大振级frequency division maximum vibration level**

按ISO2631-1规定的全身振动Z计权因子修正后得到的各1/3倍频程中心频率上的最大振动加速度级，记为VLmax。

**6 振动影响术语**

## 6.1 人体舒适影响

**6.1.1 人体舒适性 human comfort**

人体对所暴露的振动环境，主观状态良好，在身体或心理上没有感到困扰和不安的程度。

**6.1.2 等振感曲线equal vibration sensation contour**

振动感觉大小相等的一组振动值，以频率的函数表示。

**6.1.3敏感点sensitive point**

某区域内对环境振动噪声控制要求较高的单体建筑物以及对振动或噪声控制要求特别高的特殊建筑物。

**6.1.4 敏感区sensitive area**

对环境振动噪声控制要求较高的区域。

**6.1.5 振动限度vibration limit**

又称冲击限度，根据特定的准则（例如，当准则是防止伤害或疾病时，为安全暴露界限）推荐的机械振动（冲击）的最大强度或烈度的定量表达。

**6.1.6 暴露时间exposure time**

暴露于振动作用下的时间。

**6.1.7 工作时间 work time**

由一天内开始和结束时刻确定的振源活动周期或作用时间。

**6.1.8全身振动whole-body vibration**

又称全身冲击，传向整个人体的机械振动（冲击），通常是通过与振动（或受冲击运动）的支撑表面相接触的人体区域（例如臀部、脚底、背部）传递。

**6.1.9 局部振动segmental vibration**

又称局部冲击，施加于或传递到人体某一特定局部、区域或部位，例如手臂系统或头部（通常用来区别于全身输入）的机械振动（冲击）。

**6.1.10 方向性振动directional vibration**

又称方向性冲击，作用于人体全身或局部（例如手、头或肢体）的直线或旋转机械振动（冲击）。

**6.1.11 振动准则vibration criterion**

又称冲击准则，以规定人体振动（冲击）的限度或界限为目的（如保护健康、工作效率）的表达。

**6.1.12振动耐限vibration tolerance**

又称冲击耐限或撞击耐限，按规定振动（冲击或撞击）准则得出个体或者特定人群或组中的平均可耐受最大的机械振动（冲击或撞击）的烈度。

**6.1.13 疲劳与熟练程度降低fatigue and decreased proficiency**

又称疲劳或熟练程度降低，由机械振动（冲击）引起的疲劳与（或）人的活动能力或工效降低。

**6.1.14 间断性暴露interrupted exposure**

被具有特定时间过程（发生次数与持续时间）的无振动期中断的人体的准稳态或连续性振动暴露（通常出现在职业性手传性振动场合）。

**6.1.15 长时间振动暴露long-duration vibration exposure**

又称重复性冲击暴露，作用于人体且持续1h以上的连续振动（重复性冲击）。

**6.1.16 影响人体的机械振动碎发burst of mechanical vibration affecting human**

在人体或人体局部的驱动点的一系列离散且连续（但通常是短暂的）振动变换。

**6.1.17 影响人体的间歇性振动intermittent vibration affecting human**

为间歇所分隔的若干段重复性连续振动，间歇期间振动停止或在幅度和（或）特性上有明显变化。

## 6.2 振敏设备影响

**6.2.1失效invalid**

机械零件、机械装置或机械系统由于某些原因失去原定设计功能的现象。例如产品良品率下降，设备装置和仪器精度降低、运行故障提高、加工精度下降、计量不准等。

**6.2.2机械损伤mechanical damage**

机械系统正常工作时，各构件因机械摩擦、碰撞等因素产生的损伤。

**6.2.3 工作频率operating frequency**

机械系统正常工作时产生的振动频率。

**6.2.4 位移共振displacement resonance**

当驱动力的频率等于系统的固有频率时，位移幅值达到极大值的现象。

**6.2.5 速度共振velocity resonance**

当驱动力的频率等于系统的固有频率时，速度幅值达到极大值的现象。

**6.2.6共振频率resonance frequency**

系统发生共振的频率。

**6.2.7机械寿命mechanical life**

系统从开始投入使用时起，直到因系统功能丧失而退出使用的时间长度。

## 6.3 建筑结构影响

**6.3.1 恢复力restoring force**

结构发生弹性变形时产生的反作用力。

**6.3.2 惯性力inertial force**

质量被加速时所产生的反作用力。

**6.3.3 轴向力axial force**

作用引起的结构或构件某一正截面上的法向拉力或压力，当法向力通过截面形心时，称轴心力。

**6.3.4 剪力shear force**

作用引起的结构或构件某一截面上的切向力。

**6.3.5 弯矩bending moment**

作用引起的结构或构件某一截面上的内力矩。

**6.3.6 扭矩torque**

作用引起的结构或构件某一截面上的剪力所构成的力偶矩。

**6.3.7 应力stress**

作用引起的结构或构件中某一截面单位面积上的力。

**6.3.8 正应力normal stress**

作用引起的结构或构件某一截面单位面积上的法向拉力或压力。前者称拉应力，后者称压应力。

**6.3.9 剪应力shear stress**

作用引起的结构或构件某一截面单位面积上的切向力，也称切应力。

**6.3.10 主应力principal stress**

物体内任一点剪应力为零的主截面上的正应力，对三维体系存在三个正交的主应力。

**6.3.11 应变strain**

作用引起的结构或构件中各种应力所产生相应的单位变形。

**6.3.12 线应变linear strain**

作用引起的结构或构件中某点单位长度上的拉伸或压缩变形。前者称拉应变，后者称压应变，对应于正应力的线应变亦称正应变。

**6.3.13 剪应变shear strain**

作用引起的结构或构件中某点处两个正交面夹角的变化量，也称切应变。

**6.3.14 主应变principal strain**

作用引起的结构或构件中某点处与主应力对应的最大或最小正应变。当为拉应变时称主拉应变，当为压应变时称主压应变。

**6.3.15 极限应变ultimate strain**

材料受力后对应于最大应力的应变。

**6.3.16 位移displacement**

作用引起的结构或构件中某点位置的改变，或某线段方向的改变。前者称为线位移，后者称为角位移。

**6.3.17 挠度deflection**

在弯矩作用平面内，结构构件轴线或中面上某点由挠曲引起垂直于轴线或中面方向的线位移。

**6.3.18 变形deformation**

作用引起的结构或构件中各点间的相对位移。

**6.3.19 弹性变形elastic deformation**

作用引起的结构或构件的可恢复变形。

**6.3.20 塑性变形plastic deformation**

作用引起的结构或构件的不可恢复变形。

**6.3.21构件变形容许值allowable deformation of structural components**

结构构件达到某一极限状态时所能允许的最大变形值。

**6.3.22构件挠度容许值allowable deflection of structural components**

由结构构件的使用功能、非结构构件的影响以及观感因素等的正常使用极限状态要求所确定的竖向位移限值。

**6.3.23 动力系数 dynamic coefficient**

承受动力荷载的结构或构件，按静力设计时所采用的系数，其值为结构或构件的最大动力效应与相应的静力效应的比值。

**6.3.24动应力dynamic stress**

在动荷载作用下构件产生的内力。结构或构件除了静荷载产生的应力外，在动力荷载作用下，产生随时间而变化的附加动力影响，所产生的应力称动应力，当动应力很微小并小于5%，一般可不计。

**6.3.25疲劳fatigue**

循环加载下，发生在材料或结构某点的局部、永久性的损伤递增过程。

**6.3.26疲劳应力fatigue stress**

在规定的循环应力幅值和大量重复次数下，材料所能承受的最大交变应力。

**6.3.27疲劳裂纹扩展fatigue crack propagation**

在循环荷载作用下，含裂纹物体中裂纹不断扩展的现象。

**6.3.28疲劳损伤fatigue damage**

在交变荷载作用下材料性质的逐渐劣化。

**6.3.29疲劳破坏fatigue failure**

在远低于材料强度极限的交变应力作用下，材料发生破坏的现象。

**6.3.30应力集中stress concentration**

指物体中应力局部增高的现象，一般出现在物体形状急剧变化的地方，如缺口、孔洞、沟槽以及有刚性约束处。

**6.3.31应力松弛stress relaxation**

受拉预应力在恒定温度下，拉应力随时间推移而降低的现象。

**6.3.32共振应力resonance stress**

属动应力，当动荷载的干扰频率接近于结构某一部位的自振频率，将发生共振，此时将大幅度地增加动应力。共振应力一般可能发生成倍至数倍甚至数十倍的动应力增加。

**6.3.33沉降不均uneven settlement**

当振动超过基础的容许振动加速度时，可使建筑物和设备基础发生沉降和倾斜，柱基将产生不同程度的不均匀沉降。

**6.3.34构件开裂cracking of structural components**

当振动引起构件产生过大的动应力和变形时，动静应力之和超过支承构件的抗裂强度，将出现裂缝。

**6.3.35龟裂crack**

振动引起的出现龟甲纹状的裂纹。

**6.3.36倒塌collapse**

由于振动过大导致建筑物关键构件破坏而出现坍塌现象。

**6.3.37连续倒塌progressive collapse**

初始的局部破坏，从构件到构件扩展，最终导致整个结构倒塌，或与起因不相称的一部分结构倒塌。

**6.3.38砂土液化liquefaction of sand soil**

砂土层中的空隙水来不及排出，空隙压突然升高，致使砂土层突然呈现出液态的物理形状。

**6.3.39稳定性stability**

结构或构件保持稳定状态的能力。

**6.3.40脆性破坏brittle failure**

结构或构件在破坏前无明显变形或其它预兆的破坏类型。

**6.3.41延性破坏ductile failure**

结构或构件在破坏前有明显变形或其它预兆的破坏类型。

**7 振动测量术语**

## 7.1测量仪器

**7.1.1传感器transducer/sensor**

能感受被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置。

**7.1.2振动传感器 vibration transducer**

能感受运动振动参量（如振动速度、频率、加速度等）并转换成可用输出信号的传感器。

**7.1.3冲击传感器 shock transducer**

能感受冲击量并转换成可用输出信号的传感器。

**7.1.4绝对式传感器 absolute transducer**

所测量是以地球（惯性系统）为参考系的绝对运动量的传感器。

**7.1.5相对式传感器 relative transducer**

所测量是以任一物体为参考系的相对运动量的传感器。

**7.1.6加速度传感器/加速度计acceleration transducer/ accelerometer**

能感受加速度并转换成可用输出信号的传感器。

**7.1.7振动速度传感器 vibration velocity transducer**

能感受振动速度并转换成可用输出信号的传感器。

**7.1.8位移传感器displacement transducer**

能感受位移量并转换成可用输出信号的传感器。

**7.1.9 IEPE 传感器integrated electronics piezo electric transducer**

一种内装集成电路的具备电荷/电压转换功能和放大功能，并由外部电源供电的压电传感器。

**7.1.10检波器seismic geophone**

一种将地面振动转变为电信号的传感器，也称地震检波器，是地震（振）动测量的专用传感器。

**7.1.11无线传感器网络wireless sensor network**

由大量的静止或移动的[传感器](http://baike.baidu.com/view/16431.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)通过无线通信方式形成的一个多跳的自组织的网络系统，可以协作地感知、采集、处理和传输网络覆盖地理区域内被感知对象的信息，并最终把这些信息发送给网络的所有者。

**7.1.12应变放大器[strain](http://cn.bing.com/dict/search?q=strain&FORM=BDVSP6&mkt=zh-cn) [amplifier](http://cn.bing.com/dict/search?q=amplifier&FORM=BDVSP6&mkt=zh-cn)**

将电阻应变计或以电阻应变计为传感元件的传感器的输出电阻转换为电压并进行放大和调理的仪器。

**7.1.13电荷放大器charge amplifier**

将压电式传感器输出的电荷转换为电压并进行放大和调理的仪器。

**7.1.14压电集成电路传感器放大器integrated electronics piezo electric amplifier**

给IEPE型传感器提供恒定电流供电，并对传感器输出信号进行放大和调理的仪器。

**7.1.15光纤传感器信号解调仪 fiber optical sensing interrogator**

将光纤传感器输出的调制有被测量信息的光信号转变成电信号并还原为被测量的仪器。

**7.1.16滤波器filter**

利用通过或增强输入信号中某些频率分量，抑制或衰减输入信号中另一些频率分量的方式来分离并取舍信号成分的装置。

**7.1.17抗混迭滤波器 anti-aliasing filter**

防止分析中出现频率混迭现象，滤除（为A/D采样间隔）以上的频率成分的滤波器。

**7.1.18数据采集仪 data acquisition instrument**

将输入的模拟信号采集后数字化并能够存储在自带的存储介质或配套连接的计算机硬盘内的一种仪器。

**7.1.19数字存储示波器digital storage oscilloscope**

将被测电信号进行模数转换、存储、处理后，再进行显示的一种示波器。

**7.1.20 冲击测量仪 shock measuring instrument**

用于测量冲击加速度波形和脉冲持续时间的仪器，它一般是由传感器、信号适调器、信号处理和保持及显示部分组成。

**7.1.21无线数据采集仪wireless data acquisition instrument**

采用无线传输技术进行数据采集的仪器，它一般由具有模数转换、控制器、存储器的采集部分和利用[ZIGBEE](http://baike.baidu.com/subview/117166/117166.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)、WIFI或3G等无线通信技术的[无线传输](http://baike.baidu.com/subview/282926/282926.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)部分组成。

**7.1.22动态信号分析仪 dynamic signal analyzer**

基于快速傅里叶变换原理和数字信号处理技术的对动态信号进行分析的仪器。它可对信号进行时域分析、时差域分析(相关分析)、频域分析(功率谱、频响函数等分析)和幅值域分析(直方图、概率密度等分析)等。分析仪还具有齐全的辅助功能如加窗、平均、细化、重叠、内装信号源等。

## 7.2仪器性能指标

**7.2.1测量范围 measuring range**

在允许误差限内由被测量的两个值确定的区间。

**7.2.2灵敏度sensitivity**

输出量的变化值与相应的被测量的变化值之比。

**7.2.3横向灵敏度 transverse sensitivity**

传感器在与其灵敏轴垂直的方向被激励时的灵敏度。

**7.2.4横向灵敏度比transverse sensitivity ratio**

传感器或振动设备的最大横向灵敏度与沿灵敏轴方向的灵敏度之比，用百分数表示。

**7.2.5 准确度accuracy**

测量得到的结果与被测量的真值之间的一致程度，表征仪器的指示值与相应的真值的接近程度。

**7.2.6漂移drift**

在一定的时间间隔内，输出中与被测量无关的变化量。测量仪器的漂移包括零点漂移、灵敏度漂移、温度漂移等。

**7.2.7 测量仪器稳定性 stability of measuring instrument**

测量仪器保持其特性随时间恒定的能力。它一般用测量仪器某个规定的特性经规定的时间量值所发生的变化率表示，如灵敏度年稳定性。

**7.2.8动态范围dynamic range**

在测量仪器内，不受各种噪声的影响而能获得准确测量结果的输入信号范围，是最大允许信号级与噪声级之比，一般以dB表示。

**7.2.8上升时间rise time**

由于被测量的阶跃变化，传感器输出从规定最终值一个小的百分率上升到一个大的百分率的持续时间。

**7.2.9响应时间response time**

按规定的量值施加激励至响应达到并保持在规定误差范围内所需要的时间。

**7.2.10时间常数time constant**

由于被测量的阶跃变化，测量仪器输出上升到最终值的63%时所需要的持续时间。

**7.2.11谐振频率resonant frequency**

传感器具有最大输出幅值增益的被测量频率。

**7.2.12安装谐振频率 mounted resonant frequency**

加速度计安装到结构物上所呈现的谐振频率，又称安装共振频率。

**7.2.13失真 distortion**

输出的信号波形中不希望有的变化。它又分为幅值失真、频率失真和相位失真。对失真程度的度量采用失真度表示。

**7.2.14通道一致性channel consistency**

多通道测量或分析系统，在输入同一信号时，各通道之间输出的差异程度。包括幅值一致性和相位一致性，幅值一致性常用dB表示，相位一致性常用角度来表示。

**7.2.15通频带 pass-band**

上、下截止频率的差值，又称为带宽。

**7.2.16 3dB带宽3dB bandwidth**

标称上下截止频率的响应比最大响应降低3dB（半功率点）的带宽，又称半功率带宽。

## 7.3 仪器的检定、校准

**7.3.1检定 verification**

由计量技术机构确定并证实被测对象是否满足规定要求而做的全部工作。

**7.3.2校准calibration**

在规定条件下，为确定测量仪器或测试系统所指示的量值与对应的测量标准所复现的量值之间关系所进行的一组操作。

**7.3.3 测量不确定度measurement uncertainty**

表征合理地赋予被测量之值的分散性，与测量结果相联系的参数。

**7.3.4测量误差measurement error**

测得的量值减去参考量值，简称误差。

**7.3.5最大允许误差maximum permissible error**

由测量仪器相应的规范或规程所允许的，相对于己知参考量值的测量误差的极限值，是测量仪器所规定误差的两个极值。也称误差限。

**7.3.6准确度等级accuracy class**

在规定工作条件下，使测量误差或仪器的测量不确定度保持在规定极限内的测量仪器的等别或级别。

**7.3.7校准曲线calibration curve**

根据校准数据所绘制出的表征输入-输出关系的曲线。

**7.3.8绝对法校准absolute calibration**

按照运动量的基本单位（如长度和时间）来进行测量的校准方法。

**7.3.9比较法校准comparison calibration**

通过标准传感器与被校传感器的比较而获得被校传感器性能的校准方法。

## 7.4数据处理

**7.4.1数据data**

对某物理量进行测量的采样值。

**7.4.2数据长度data length**

又称记录长度，一系列不间断采样数据点组成的集合中数据点的个数。

**7.4.3数据预处理 data preprocessing**

在进行数据分析之前进行的数据处理。

**7.4.4去趋势项 detrending**

在时域内消除或减小周期大于记录长度的频率成分的全部处理过程。

**7.4.5平滑 smoothing**

将数据块移动和平均的运算过程，也称滑动平均。

**7.4.6平均averaging**

对各个测试数据进行加权处理的方法。

**7.4.7计权weighting**

对信号进行变换或约束的一种方法，其基本点是突出信号中的某些成分，抑制信号中的另一些成分。

**7.4.8数字滤波digital filtering**

通过一定的算法，对采集后的信号进行处理，将某个频段的信号进行滤除，得到新的信号的过程。

**7.4.9窗函数window function**

为了减少因数据截断造成的信号频谱能量泄漏，对信号进行截断处理时所用的权函数，简称窗。

**7.4.10泄漏leakage**

在信号处理过程中，由于对时域波形加了不合适的窗函数（例如对信号进行突然截断的矩形窗）而导致在频域中出现很多旁瓣影响即起伏波动延伸到很宽范围的频率分量的现象。

**7.4.11栅栏效应 picket fence effect**

对于频谱连续的非周期信号，经采样截断后，进行离散傅里叶变换分析时，得到的仅仅是连续信号频谱上的有限个点，而有一部分频谱分量将被挡住，好像是通过栅栏观察频谱，这种现象称为栅栏效应。

**7.4.12吉布斯效应Gibbs effect**

将具有不连续点的周期函数（如[矩形脉冲](http://baike.baidu.com/subview/1379669/1379669.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)）进行傅里叶级数展开后，选取有限项进行合成。当选取的[项数](http://baike.baidu.com/view/1530405.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)越多，在所合成的波形中出现的峰起越靠近原信号的不连续点。当选取的项数很大时，该峰起值趋于一个常数，大约等于总跳变值的9%，这种现象称为[吉布斯](http://baike.baidu.com/view/131628.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)效应。

**7.4.13采样频率sampling frequency**

对于均匀的采样数据，单位时间内采样的点数。

**7.4.14 奈奎斯特频率 Nyquist frequency**

以给定的采样速率采集的数据的最大可用频率。

## 7.5 振动试验及激励

**7.5.1振动环境试验vibration environment test**

为了解试验对象在使用等过程中对于承受各种外来振动或由于自身运行而产生的振动时性能是否符合要求、是否会破坏、达到预期寿命前是否会失效；或为了寻找薄弱环节所做的各种试验。

**7.5.2动态特性测定试验dynamic characteristic test**

为了解试验对象的动态特性和验证设计时采用的力学模型是否正确所做的试验。

**7.5.3载荷识别试验 load identification test**

为了确定振源的位置、性质、时间历程或谱特性及传递途径等所做的试验。

**7.5.4共振试验resonance test**

为检验试验对象是否会因共振发生破坏，在对象的共振频率时以规定幅值的加速度或位移，在规定时间内所做的振动试验。共振试验是振动环境试验的一种。

**7.5.5耐振试验 vibration endurance test**

为检验试验对象在规定的振动条件下的动强度、疲劳性能及工作性能所做的试验。耐振试验是振动环境试验的一种。

**7.5.6模态试验modal test**

为确定系统模态参数所做的振动试验。通常先由激励和响应关系得出频率响应矩阵，再由曲线拟合等方法识别出各阶模态参数。模态试验是动态特性测定试验的一种。

**7.5.7冲击试验shock test**

为检验对象承受冲击载荷能力而做的试验。

**7.5.8综合试验comprehensive test**

两种或多种试验环境同时作用于试验对象的试验。例如对试验对象同时进行振动、压力、温度、湿度的试验。

**7.5.9加速试验 accelerating test**

为加快试验速度、减少试验时间，采用提高应力水平的方法而采取的提高振动量级的试验。

**7.5.10正弦激励 sinusoidal excitation**

单个离散频率的正弦信号，以固定频率或频率逐步改变的方式进行的激励。

**7.5.11扫描正弦激励 sweeping sinusoidal excitation**

正弦信号在试验(测试)频率范围内，从下限频率到上限频率以连续扫描的方式进行的激励。

**7.5.12纯随机激励pure random excitation**

具有一定谱型和带宽的、概率密度为高斯分布的随机信号进行激励的方式，它可同时激起该段频率范围内的所有模态。

**7.5.13伪随机激励 pseudo random excitation**

一段随机信号以固定周期重复出现的激励方式。

**7.5.14周期随机激励 periodic random excitation**

在第一个随机激励后，在第二个周期稳定均衡后，在第三个周期进行测量；再重复此伪随机过程，但每个伪随机过程是随机的、互不一样的激励方式，它具有伪随机和纯随机的优点。

**7.5.15瞬态随机激励 transient random excitation**

只在测量周期的初始一段输出瞬态的随机信号，其占用时间可任意调节，以适应不同的阻尼结构的激励；每一个样本都具有不同的统计特性，经平均处理可以消除非线性影响。因此，这种激励方法兼有瞬态和随机双重优点。

**7.5.16冲击激励 shock excitation**

用经过选择的瞬态的各种冲击波形进行激励的方式。冲击可以是单次的，也可以是多次重复的，常称单次的为冲击激励，多次的为碰撞。

**7.5.17环境激励 environment excitation**

利用自然环境的扰动(例如大地脉动、路面凹凸，海浪、噪声、风动以及湍流等)作为激励源的方法，它存在频率分量难以充分等缺陷。

**7.5.18激振器 vibration exciter**

用以产生振动力，并能将这种振动力加到其它设备或被试结构上的振动激励装置。激振器是通常附加在设备或结构上的以提供所要求的输入力的设备。常用的激振器根据产生激振力的原理不同分为电动式、电磁式、电液式、磁致伸缩式、压电式。

**7.5.19振动试验台vibration generator/ vibration machine**

专门设计用于产生振动的、具有台面能够固定试验样品进行振动试验的机器，其振动参数是可控制和可重现的，简称振动台，也称振动发生器。

**7.5.20力锤 force hammer**

由刚性质量块、紧固在质量块一端的力传感器和紧固在力传感器另一端的锤头组成的冲击激励试验用的锤形工具。

**7.5.21阻抗头 impedance head**

把加速度传感器和力传感器组装在一起，用来进行驱动点机械阻抗测量的装置。

**8 振动控制术语**

## 8.1 主动隔振

**8.1.1隔振vibration isolation**

采用弹性元件（常配有阻尼元件）以减小振动传递的措施。

**8.1.2 隔振体系 vibration isolation system**

由隔振对象、台座结构、隔振器和阻尼器组成的体系。

**8.1.3隔振对象vibration isolated object**

需要采取隔振措施的机器、仪器仪表、建筑物等。

**8.1.4 主动隔振 active vibration isolation**

为了减小动力机器或其它振源产生的振动，而对其采取的隔振措施，以减少其对周围环境、设备、建筑物与人等的有害影响。

**8.1.5主动隔振系数active vibration isolation coefficient**

又称主动隔振传递率，为隔振体系在扰力作用下传递到基础上的动力幅值与扰力幅值之比。

**8.1.6冲击隔离shock isolation**

为减轻冲击影响而对某些设施或仪器采取的防护措施。

**8.1.7单层隔振single-resilient mounting**

在设备与基座之间设置单层弹性元件，以控制设备本身的振动及其传播的隔振方法。

**8.1.8双层隔振double-resilient mounting**

在设备与基座之间设置一个中间框架，在设备与中间框架和中间框架与机座之间分别设置弹性元件，以控制设备本身的振动及其传播的隔振方法。

## 8.2 被动隔振

**8.2.1 被动隔振passive vibrationisolation**

为减小振动敏感的仪器、仪表或建筑受外界的振动影响，而对其采取的隔振措施。

**8.2.2 被动隔振系数passive vibration isolation coefficient**

又称被动隔振传递率，为隔振体系的输出振动线位移振幅与受外界干扰振动线位移振幅之比。

**8.2.3隔振效率 vibration isolation efficiency**

振动体系采用隔振后被隔离的振动响应与隔振前的响应之比。

**8.2.4隔振垫vibration isolating mattress**

通过由海绵、橡胶、软木、毛毡等弹性材料制成的垫子，直接安置在动力设备或精密设备、精密仪器仪表的底座下起一定减振作用。

**8.2.5屏障隔振screen vibration isolation**

利用屏障以减弱地面振动传递的影响。

**8.2.6隔振沟isolation trench**

在设备基础与环境振源或动力机器基础与被保护对象之间设置的可以减小振动传递的连续沟槽，沟槽内可填充减少振动传递的材料。

**8.2.7隔振桩墙isolation pile wall**

在设备基础与环境振源或动力机器基础与被保护对象之间设置的可以减小振动传递的排桩或地下连续墙。

**8.2.8 浮筏floating raft**

专门用来安装机械设备，通过与基座弹性连接具有减振降噪作用的公共机架来达到减振的目的。

**8.2.9屈曲约束支撑buckling restrained brace**

通过钢材的拉压塑性变形消耗振动能量达到隔振的作用。

**8.2.10负刚度减振negative stiffness vibrationsuppression**

运用隔振装置的设置，达到减小隔振体系的刚度，以此降低固有频率，从而达到低频隔振的效果。

## 8.3 减振与智能控制

**8.3.1 主动控制 active control**

通过测量控制对象的振动或干扰，根据控制理论给控制对象主动施加控制力的控制方法。

**8.3.2 半主动控制 semi-active control**

通过测量控制对象的振动或干扰，根据控制理论给控制对象被动施加控制力的控制方法。

**8.3.3 智能控制intelligent control**

采用智能控制算法或智能驱动/阻尼装置的振动控制。

**8.3.4 混合控制 hybrid control**

将主动控制、被动控制或智能控制等两种或两种以上控制方式，同时施加在同一结构上的振动控制形式。

**8.3.5减振vibration suppression**

由于振源干扰力或系统的传递特性改变而导致的振动的减小。

**8.3.6被动消能减振技术 passiveenergy dissipation technology**

在控制对象上安装消能器，通过消能器消耗振动能量，提高抗振能力的技术。

**8.3.7被动吸能减振技术passive energy absorption technology**

在控制对象上安装吸能器，通过吸能器转移、吸收和消耗振动能量，提高抗振能力的技术。

**8.3.8 PID控制PID control**

根据控制对象某个状态和参考值的误差，采用误差的比例、积分或微分项确定控制力的一种闭环控制技术。

**8.3.9线性二次型调节器控制linear quadratic regulatorcontrol**

针对线性振动控制体系，选取系统状态和控制输入的二次型函数的积分作为性能指标函数的最优控制问题。

**8.3.10振动控制系统vibration control system**

安装在控制对象上为控制对象提供控制力、改变阻尼或刚度的元件和装置。

**8.3.11可变刚度系统variable stiffness system**

利用变刚度控制装置来改变控制对象的附加刚度，使结构的自振频率远离振源的卓越频率，避免控制对象发生共振从而达到减少振动反应的目的。

**8.3.12可变阻尼系统 variable damping system**

通过调节变阻尼装置的阻尼力，使其等于或接近主动控制力，从而达到与主动控制接近的控制效果。

**8.3.13变刚度变阻尼系统 variable stiffness and variable damping system**

可变刚度与可变阻尼的联合使用。

**8.3.14电液隔振系统electrohydraulic vibration isolation system**

以液压缸和电动机两者为主构成的伺服控制（液压伺服和电机伺服）隔振系统。

**8.3.15控制对象 vibration control object**

安装了振动控制系统的工程结构或部件。

**8.3.16智能控制算法intelligent control algorithm**

采用模糊控制、神经网络控制和遗传算法等人工智能计算方法的控制算法。

**8.3.17模糊控制fuzzy control**

基于模糊逻辑系统，采用语言描述的模糊规则和模糊推理确定控制决策的一种智能控制算法。

**8.3.18神经网络控制neural network control**

基于神经网络，对控制对象进行辨识并预测反应，进而采取控制决策的一种智能控制算法。

**8.3.19遗传算法genetic algorithm**

建立在自然选择和自然遗传学机理基础上的迭代自适应概率搜索方法。

**8.3.20自适应控制算法adaptive control algorithm**

根据控制对象和环境的改变或不确定性自动调节控制系统，并仍满足期望控制性能的控制算法。

**8.3.21颤振抑制flutter suppression**

利用反馈控制附加控制面（或原操纵面）运动以达到提高颤振临界速度的一种主动控制技术。

**8.3.22磁流变阻尼控制系统magnetorheological damping control system**

通过施加电流调节磁场改变阻尼力的一种智能阻尼系统。

**8.3.23振动控制系统稳定性stability of vibration control system**

振动控制体系在体系平衡点邻域的局部特性，根据体系自由响应是否有界来定义。

**8.3.24振动控制系统鲁棒性robustness of vibration control system**

振动控制体系中控制对象和环境的改变或存在不确定性时，体系仍满足期望控制性能，分为稳定鲁棒性和性能鲁棒性。

**8.3.25振动控制系统设计位移design displacement of vibration control system**

振动控制系统预期达到的最大位移；对吸能器和主动质量驱动控制系统，也称为设计行程。

**8.3.26振动控制系统设计速度design velocityof vibration control system**

振动控制系统预期达到的最大速度。

**8.3.27振动控制系统设计加速度design acceleration of vibration control system**

振动控制系统预期达到的最大加速度。

**8.3.28设计控制力和设计阻尼力design control force/design damping force**

在设计荷载下振动控制系统预期达到的最大控制力；对施加以阻尼力为主的振动控制系统，设计控制力也称为设计阻尼力。

**8.3.29振动控制系统极限位移displacementcapacity of vibration control system**

振动控制系统允许的最大位移。

**8.3.30振动控制系统极限速度velocitycapacityof vibration control system**

振动控制系统允许的最大速度。

**8.3.31振动控制系统极限加速度accelerationcapacityof vibration control system**

振动控制系统允许的最大加速度。

**8.3.32极限控制力和极限阻尼力control force/damping forcecapacity**

振动控制系统允许的最大控制力；对施加以阻尼力为主的振动控制系统，极限控制力也称为极限阻尼力。

## 8.4 控制装置

**8.4.1隔振器 vibration isolator**

隔离振动传递的弹性装置（常配有阻尼装置）。其原理是利用弹性改变系统的固有频率以减少振动或冲击传递，并利用阻尼减少振动体的振动幅值。

**8.4.2阻尼器damper**

通过能量耗散的方法来减少冲击或振动幅值的装置。

**8.4.3调谐质量减振器dynamic vibration absorber**

一种把能量转移到可调谐的附加子系统上以减小原系统振动幅值的装置。该装置可为无动力源的质量弹簧系统，也可为有动力源的质量弹簧系统。

**8.4.4冲击隔离器shock isolator**

能隔离或吸收冲击能量，减轻冲击对人、物影响的装置。

**8.4.5圆柱形螺旋钢弹簧隔振器cylindrical spiral steel springvibration isolator**

以圆柱形螺旋弹簧组成的隔振器，常配有阻尼装置。

**8.4.6板簧隔振器plate spring vibration isolator**

将板片弹簧叠合或并排组成的隔振器。

**8.4.7碟形弹簧隔振器dished spring vibration isolator**

将碟形弹簧叠合或并排组成的隔振器。碟形弹簧正叠合可增加其承载能力，反叠合可降低刚度；当既需增大承载能力又要降低刚度时，可采用正叠合和反叠合复合式组合。

**8.4.8空气弹簧隔振器air spring vibration isolator**

在密闭的带有弹性气囊的容器中充入压缩气体而制成的隔振器。

**8.4.9橡胶隔振器rubber vibration isolator**

用橡胶材料为主制成的隔振器。橡胶隔振器既可使用在压缩状态，又可使用在剪切状态，因而又分剪切式、压缩式橡胶隔振器。

**8.4.10钢丝绳隔振器 wire rope vibration isolator**

将上、下两块金属板与多股紧密缠绕的钢丝绳组合在一起，利用各股钢丝绳之间的干摩擦阻尼吸收且耗散振动能量的减振器。

**8.4.11智能材料intelligent materials**

又称机敏材料。一种具有生物特性的无生命材料。其特点是能感知外界信息，并通过自身或外界的某种反馈机制适时地改变材料本身的某些性质，从而对外界信息作出人们所期望的响应。

**8.4.12 金属阻尼器metal damper**

利用金属材料良好的塑性和滞回性能制造的耗能阻尼装置。

**8.4.13 电流变液体阻尼器electro-rheological fluid damper**

利用电流变效应，通过改变其两电极上的电压而调节其阻尼大小的耗能装置。

**8.4.14 磁流变阻尼器magnetorheological fluid damper**

一种采用磁流变液、由电流驱动磁场调节的可调阻尼参数的智能控制装置。

**8.4.15 电涡流阻尼器 eddy current damper**

利用导体在磁场中运动产生电涡流效应的原理形成非接触式阻尼装置；利用导体在恒定磁场中运动或者利用时变电磁场在导体上产生电涡流力的原理所形成的电阻尼装置。

**8.4.16黏弹性阻尼器viscoelastic damper**

由钢板和黏弹性材料黏合在一起，依靠黏弹性材料的剪切变形产生阻尼、滞回特性耗散能量的一种控制装置。

**8.4.17压电材料piezoelectric material**

具有压电效应的材料，是一种既能作为驱动材料又能作为传感材料的智能材料。压电效应是指由应力诱导出电极化(或电场)或由电场诱导出应力(或应变)的现象。前者称正压电效应，后者称负压电效应。

**8.4.18摩擦阻尼器friction damper**

摩擦阻尼器是通过摩擦材料之间的滑动摩擦消耗振动能量的一种控制装置。

**8.4.19 形状记忆合金阻尼器shape memory alloy damper**

由具有形状记忆和大应变超弹性特性的合金材料制造成的耗能装置。

**8.4.20 黏滞阻尼墙viscous damping wall**

由充满黏性介质的容器和插入其中的动板所构成，利用动板与容器因相对运动所产生的黏滞力而耗能的装置。这种装置的阻抗力（阻尼力）与阻抗板相对运动速度一般成非线性比例关系。

**8.4.21隔振垫vibration isolating mattress**

由海绵、橡胶、软木、毛毡等弹性材料制成，直接安置在动力设备或精密设备、精密仪器仪表的底座下起一定减振作用的垫。

**8.4.22刚性减振rigid vibration suppression**

在振源区或精密设备区的支承结构，采取整体或局部加大断面，以此改变结构刚度和固有频率，避免共振，达到减弱振源振动输出和精密设备处外界振动的输入。

**8.4.23浮筏floating raft**

专门用来安装机械设备，与基座弹性连接的具有减振降噪作用的公共机架。

**8.4.24柔性管接头floating flange expansion joints**

设备与相连的管路之间具有弹性的连接接头。

**8.4.25屏障隔振screen vibration isolation**

利用屏障以减弱地面振动传递的影响。

**8.4.26隔振沟isolation trench**

在设备基础与环境振源或动力机器基础与被保护对象之间设置的可以减小振动传递的连续沟槽，沟槽内可填充减少振动传递的材料。

**8.4.27隔振桩墙isolation pile wall**

在设备基础与环境振源或动力机器基础与被保护对象之间设置的可以减小振动传递的排桩或地下连续墙。

**8.4.28屈曲约束支撑buckling restrained brace**

通过钢材的拉压塑性变形消耗振动能量的一种控制装置。

**8.4.29智能驱动/阻尼装置intelligent actuator/damping device**

采用智能驱动材料制作电、磁或温度等调节的驱动装置和变阻尼装置。

**8.4.30主动调谐质量减振器active tuned mass absorber (ATMD)**

由传感器（包括数据采集）、控制决策器和调谐质量减振器等三部分组成。ATMD系统实施控制时，传感器子系统测量结构的干扰或/和反应，并反馈至控制器；控制器按照某种主动控制算法，实时计算主动控制力，并驱动ATMD系统的作动器；然后作动器推动ATMD的惯性质量运动，对结构施加控制力。

**8.4.31消能器energy dissipation device**

安装在控制对象上，以消耗控制对象振动能量的装置。

**8.4.32消能部件energy dissipation subassemblage**

消能器及其与控制对象连接的构件组成的部件。

**8.4.33智能阻尼器intelligent damper**

通过调节阻尼力主动地利用结构振动的往复相对变形或相对速度尽可能地实现主动最优控制力。主要有磁流变液阻尼器、压电变摩擦阻尼器。

**9噪声控制术语**

## 9.1 噪声基础

**9.1.1噪声 noise**

紊乱断续或统计上随机的声振荡。

**9.1.2无规噪声 random noise**

瞬时值不能预先确定的声振荡。无规噪声的瞬时值对时间的分布值服从一定统计分布规律。

**9.1.3噪声级 noise level**

在空气中噪声的声级。

**9.1.4频带噪声级 band noise power level**

在有限频带内，空气中噪声的声级。频带宽度常使用1/3倍频程或倍频程。

**9.1.5空气声 air-borne noise**

建筑中经过空气传播而来的噪声。

**9.1.6结构声 structure-borne noise**

建筑中机械振动引起结构振动及传播而导致的声音。

**9.1.7二次辐射噪声 secondary noise, secondary air-borne noise in buildings**

建筑结构因受振动源激励而辐射的噪声。通常二次辐射噪声用于城市轨道交通振动而产生的建筑室内噪声。在《JGJ/T 170-2009 城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》中二次辐射噪声专指：被激励产生振动的建筑构件，其固体表面振动向周围空气介质辐射的低频噪声。

**9.1.8 撞击声 impact sound**

在建筑结构上撞击而引起的噪声。脚步声是最常听到的撞击声。

**9.1.9白噪声 white noise**

在很宽的频率范围内频谱连续且单位带宽能量与频率无关的噪声信号。当频率轴为线性标度时，白噪声的频谱图为一条水平线；频率轴为对数标度时，则为一条上升的斜线，斜率为每倍频程3dB。

**9.1.10粉红噪声 pink noise**

在很宽的频率范围内频谱连续且单位带宽能量与频率成反比的噪声信号。当频率轴为对数标度时，粉红噪声的频谱图为一条水平线。

**9.1.11窄带噪声 narrowband noise**

带宽较窄的非纯音噪声，常用的带宽是1/1倍频程和1/3倍频程。

**9.1.12声功率级 sound power level**

声功率指单位时间内声源辐射的空气声能量。基准声功率为1pW。

**9.1.13声压级 sound pressure level**

声压指有声波时，媒质中的压强与静压的差值。

## 9.2噪声测量与评价

**9.2.1传声器 microphone**

将声信号转换为相应电信号的电声换能器。

**9.2.2全指向传声器 omnidirectional microphone**

灵敏度基本上与入射声波方向无关的传声器。亦称为无指向传声器。

**9.2.3声级计 sound level meter**

预加校准的，包括传声器、放大器、衰减器、适当计权网络和具有规定动态特性的指示仪表的仪器，用以测量声级。

**9.2.4等效连续声压级 equivalent continuous sound pressure level**

在规定的时间内，某一连续稳态声的声压，具有与时变的噪声相同的均方声压，则这一连续稳态声的声级就是此时变噪声的等效声级。单位为贝[尔]，B。但通常用dB为单位。

**9.2.5计权有效连续感觉噪声级 weighted effective continuous perceived noise level**

考虑了白天、晚上、夜间不同时间的影响而修正后的有效感觉噪声级。单位为贝[尔]，B。但通常用dB为单位。常用于飞机噪声的评价。

**9.2.6计权隔声量 weighted sound reduction index**

将测得的构件空气声隔声频率曲线与国家标准GB/T 50121-2005《建筑隔声评价标准》规定的空气声隔声参考曲线按照规定的方法相比较而得出的单值隔声评价量。用Rw表示，单位为贝[尔]，B，但通常用dB为单位，取整数。

**9.2.7计权规范化撞击声压级 weighted normalized impact sound pressure level**

按国家标准GB/T 50121-2005《建筑隔声评价标准》规定的方法将测得的规范化撞击声压级频率特性曲线与规定的撞击声参考曲线相比较而得出的评价撞击声隔声的单值评价量。

**9.2.8计权标准化撞击声压级 weighted standardized impact pressure level**

按国家标准GB/T 50121-2005《建筑隔声评价标准》规定的方法将测得的标准化撞击声压级频率特性曲线与规定的撞击声参考曲线相比较而得出的评价撞击声隔声的单值评价量。

## 9.3 噪声控制

**9.3.1降噪系数noise reduction coefficient**

对某种材料在250、500、1000、2000Hz测得的吸声系数平均值，算到小数点后两位，末位取0或5。

**9.3.2插入损失insertion loss**

采取某种降噪措施前后，某一噪声敏感点的噪声级差值。

**9.3.3 整体结构隔振 whole structure insolation**

在建筑基础与大地之间插入弹性垫层以隔离振动的传播，并降低二次辐射噪声。

**10工程振动符号**

## 10.1 一般规定

**10.1.1**工程振动采用的符号，应由主体符号或主体符号带上、下标构成，形如

或

其中为主体符号，a为上标，b、c、d为下标。

**10.1.2**主体符号代表一般物理量；上、下标代表物理量或物理量以外的术语、说明语，用于进一步阐明主体符号的涵义。

**10.1.3**符号宜简明。当主体符号的涵义不致混淆时，宜少用或不用上、下标；当采用上、下标时，宜有限采用下标，少采用上标；上标宜采用一个，下标可采用一个或多个，不超过三个。

**10.1.4**工程振动采用的符号的书写和印刷字体，应符号下列规定：

**1**主体符号应采用斜体字母；

**2**上、下标的字母、数字或标记，除代表序号的字母（*i*，*j*，*m*，*n*）应采用斜体外，均应采用正体；

**3**以小写拉丁字母l作下标时，在印刷时可采用大写拉丁字母L代替。

**10.1.5**单个拉丁字母*O*不应作为主体符号和下标；小写希腊字母、、、、不宜作为主体符号和上下标。

**10.1.6**工程振动符号中，代表材料强度等级的符号，应以材料的符号（一个或多个大写正体拉丁字母）和规定的材料强度值（以“N/mm2”或“MPa”计）等共同表示。

**10.1.7**工程振动中采用的数学符号，应符合现行国家标准《物理科学和技术中使用的数学符号》GB3102.11的规定。

**10.1.8**工程振动中采用的计量单位符号，应符合《中华人民共和国法定计量单位》的规定。

**10.1.9**工程振动中与三维坐标方向有关的符号，未作特殊说明，统一用小写下标x、y、z表示。

## 10.2 通用符号

**10.2.1** 工程振动中与振动特性有关的符号及其涵义，应符合表10.2.1的规定。

**表10.2.1工程振动中与振动特性有关的符号及其涵义**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **符号** | **涵义** | **符号** | **涵义** |
| *m* | 质量 | *A* | 振幅 |
| *k* | 刚度 | *φ* | 相位角、振型 |
| *f* | 柔度、频率 | **M** | 质量矩阵 |
| *c* | 阻尼 | **K** | 刚度矩阵 |
| *ξ* | 阻尼比 | **C** | 阻尼矩阵 |
| *T* | 周期、动能 | **f** | 柔度矩阵 |
| *ω* | 圆频率、角速度 |  |  |

**10.2.2**工程振动中与振动激励、振动作用有关的符号及其涵义，应符合表10.2.2的规定。

**表10.2.2工程振动中与振动激励、振动作用有关的符号及其涵义**

|  |  |
| --- | --- |
| **符号** | **涵义** |
| *F* | 一般力、作用 |
| *M* | 力矩 |
| *g（G）* | 永久作用、恒荷载、重力 |
| *q（Q）* | 可变作用、活荷载 |
| *a*（*A*） | 偶然作用 |
| *I* | 脉冲 |
| *w*（*W*） | 风荷载 |

**10.2.3**工程振动中与振动效应有关的符号及其涵义，应符合表10.2.3的规定。

**表10.2.3工程振动中与振动效应有关的符号及其涵义**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **符号** | **涵义** | **符号** | **涵义** |
| *u* | 位移 | *M* | 弯矩 |
| *θ* | 位移角 | *T* | 扭矩 |
| *v* | 速度 | *σ* | 正应力 |
| *a* | 加速度 | *τ* | 剪应力 |
| *N* | 轴力 | *ε* | 正应变 |
| *V* | 剪力 | *γ* | 剪应变 |

**10.2.4**工程振动中与受力状态有关的符号及其涵义，应符合表10.2.4的规定。

**表10.2.4 表示受力状态的小写正体拉丁字母下标**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **受力状态** | **拉** | **压** | **弯** | **剪** | **扭** | **局部受压** | **弯拉** |
| **符号** | t | c | m | v | tor | cl | tm |

**10.2.5** 工程振动中与振动计算和分析有关的符号及其涵义，应符合表10.2.5的规定。

**表10.2.5工程振动中与振动计算和分析有关的符号及其涵义**

|  |  |
| --- | --- |
| **符号** | **涵义** |
| *β* | 动力放大系数 |
| *γ* | 振型参与系数 |
| *φ* | 质量参与系数 |
| *TR* | 传导比 |
| *E* | 能量 |
| *μ* | 摩擦系数 |
| *W* | 功 |
| *ψ* | 曲率 |
| *δ* | 对数衰减率 |
| *δu* | 虚位移 |
| *δW* | 虚功 |

**10.2.6** 工程振动中与振动传播和振动评价有关的符号及其涵义，应符合表10.2.6的规定。

**表10.2.6工程振动中与振动传播和振动评价有关的符号及其涵义**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **符号** | **涵义** | **符号** | **涵义** |
| **λ** | 波长 | *VAL* | 振动加速度级 |
| [*u*] | 建筑工程的容许振动位移 | *VL* | 振动计权加速度级 |
| [*v*] | 建筑工程的容许振动速度 | *a*zw | 瞬时竖向加速度 |
| [*a*] | 建筑工程的容许振动加速度 | *a*0 | 基准加速度 |
| *VDV*z | 竖向四次方振动剂量值 |  |  |

**10.2.7**工程振动中与振动信号处理有关的符号及其涵义，应符合表10.2.7的规定。

**表10.2.7工程振动中与振动信号处理有关的符号及其涵义**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **符号** | **涵义** | **符号** | **涵义** |
| *f* | 频率 | *vx*(*n*) | 非平稳信号*x*(*n*)的方差 |
| Δ*f* | 频率分辨率 | *vx* | 平稳信号*x*(*n*)的方差 |
| *m* | 离散后信号的频率或尺度指标 | $$σ\_{x}^{2}$$ | 统计方差 |
| *t* | 时间=*n*Δ*t* | *X*(*m*)、*Y*(*m*) | *x*(*n*)、*y*(*n*)的离散傅里叶变换 |
| Δ*t* | 采样周期 | *w*(*n*) | 窗函数 |
| *n* | 离散后信号的时间指标 | *Sx*(*m*,*n*) | 信号*x*(*n*)的短时傅里叶变换 |
| *f*s | 采样频率=1/Δ*t* | *Ox*(*m*,*n*) | 信号*x*(*n*)的小波变换 |
| *f*N | 奈奎斯特频率 | *Ωx*(*m*,*n*) | 信号*x*(*n*)的魏格纳分布 |
| *f*0 | 单自由度系统的固有频率 | *H*(*m*) | 频率响应函数 |
| *i* | 数据块指标 | *Pxx*(*m*) | 信号*x*(*n*)的功率谱密度 |
| *I* | 数据块的数目 | *Pxy*(*m*) | 信号*x*(*n*)与*y*(*n*)之间的互功率谱密度 |
| *N* | 一个数据块的长度或被转换的采样点的数目 | *Rxx*(*m*) | 信号*x*(*n*)的均方根谱 |
| *T* | 一个数据块的总时间= *N*Δ*t* | *γ2xy*(*m*) | 相干函数 |
| *k* | 时间变换指标 | *exx*(*m*) | 信号*x*(*n*)的能量谱密度 |
| *l* | 求和指标 | *exy*(*m*) | 信号*x*(*n*)和*y*(*n*)的互能量谱密度 |
| *B* | 信号带宽 | *cxx*(*k,n*) | 信号*x*(*n*)的自协方差 |
| *B*e | 等效噪声带宽 | *cxy*(*k,n*) | 信号*x*(*n*)与*y*(*n*)的互协方差 |
| *E*{ } | 计算统计平均值或平均值的期望算子 | *rxx*(*k,n*) | 非平稳信号*x*(*n*)的自相关 |
| *x*(*n*)、*y*(*n*) | 信号在时域内的采样数据 | *rxx*(*k*) | 平稳信号*x*(*n*)的自相关 |
| $$\overbar{x(n)}$$ | 非平稳信号*x*(*n*)的平均值 | *rxy*(*k,n*) | 非平稳信号*x*(*n*)与*y*(*n*)的互相关 |
| $$\overbar{x}$$ | 平稳信号*x*(*n*)的平均值 | *rxy*(*k*) | 平稳信号*x*(*n*)与*y*(*n*)的互相关 |

**10.2.8**工程振动中与机械振动有关的符号及其涵义，应符合表10.2.8的规定。

**表10.2.8 工程振动中与机械振动有关的符号及其涵义**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **符号** | **涵义** | **符号** | **涵义** |
| *Sv* | 振动荷载效应 | *Mvx* | x轴振动作用力矩 |
| *Svmax* | 振动荷载效应最大值 | *Mvy* | y轴振动作用力矩 |
| *Svσ* | 振动荷载效应均方根值 | *Mvz* | z轴振动作用力矩 |
| *μv* | 振动荷载效应比$μ\_{v}=\frac{S\_{v}}{S\_{j}}$ | *f* | 振动频率 |
| *Sj* | 静力荷载效应 | *ω* | 旋转机器角速度或振动圆频率 |
| βv | 振动荷载动力系数 | *e* | 旋转机器质量偏心距 |
| *Fv* | 振动作用力 | *Gn* | 旋转机器平衡精度等级 |
| *Fvx* | x轴向振动作用力 | *m* | 旋转机器旋转部分质量 |
| *Fvy* | y轴向振动作用力 | *θ* | 振动作用初始相位 |
| *Fvz* | z轴向振动作用力 | *n* | 机器转速 |
| *Mv* | 振动作用力矩 | *t* | 振动作用时间 |
| *Mvx* | x轴振动作用力矩 | *v* | 车辆行驶速度，机器运转速度或振动速度 |

**10.2.9**工程振动中与波浪振动有关的符号及其涵义，应符合表10.2.9的规定。

**表10.2.9 工程振动中与波浪振动有关的符号及其涵义**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **符号** | **涵义** | **符号** | **涵义** |
| *Ud* | 风海流速度 | *Ut* | 潮流速度 |
| *Uc* | 低频长期循环流速 | *U* | 海流速度 |
| *Sc* | 海洋波谱密度 | *NKC* | Keulegan –Carpenter数 |
| *Ns* | Strouhal数 | *Fd* | 海流阻尼力 |
| *FI* | 海流惯性力 | *Fc* | 作用在海上结构上的振动荷载 |
| *Fo* | 作用在近海结构上的振动荷载 |  |  |

**10.2.10**工程振动中与爆破有关的符号及其涵义，应符合表10.2.10的规定。

**表10.2.10 工程振动中与爆破有关的符号及其涵义**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **符号** | **涵义** | **符号** | **涵义** |
| *Q* | 装药量 | *C* | 凝聚力，凝聚应力 |
| *W* | 装药的TNT当量 | *C*p | 定压比热 |
| *ΔP* | 冲击波超压 | *C*v | 定容比热 |
| *ΔP*m | 冲击波超压峰值 | *v* | 质点振动速度 |
| *p*d | 爆轰压力 | *v*b | 爆破层移动速度 |
| *p*i | 入射压力 | *v*max | 通常在垂直方向测定的最大(峰值)质点振动速度 |
| *p*r | 反射压力 | *v*R | 合成地面质点振动速度 |
| *t+* | 冲击波正压作用时间 | *v*Rmax | 地面质点振速互相垂直的两个分量的最大合成速度 |
| *c* | 波传播速度 | *v*Smax | 质点振速分量S波的最大值 |
| *c*p | P波或纵波传播速度 | *v*vmax | 质点振速垂直分量的最大值(峰值) |
| *c*s | S波或横波传播速度 | *v*hmax | 质点振速水平分量的最大值(峰值) |
| *c*r | 瑞利波传播速度 | *R* | 测震点与炮孔或爆源的距离(m) |
| *c*sh | 冲击波传播速度 | *D* | 地面振动的比例距离 |
| *Z* | 声阻抗 |  |  |
| *Z*i | 入射波介质的声阻抗 |  |  |
| *Z*t | 透射波介质的声阻抗 |  |  |

**10.2.11**工程振动中与交通有关的符号及其涵义，应符合表10.2.11的规定。

**表10.2.11 工程振动中与交通振动有关的符号及其涵义**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **符号** | **涵义** | **符号** | **涵义** |
| *F*0 | 单边静轮重 | *l*i | 轨道几何高低不平顺的波长 |
| *l*s | 扣件节点间距 | *a*i | 轨道几何高低不平顺的矢高 |
| *a*s | 扣件节点间距的高低不平顺矢高 | *m*0 | 列车簧下质量的一半 |

**10.2.12**工程振动中与施工振动有关的符号及其涵义，应符合表10.2.12的规定。

**表10.2.12 工程振动中与施工振动有关的符号及其涵义**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **符号** | **涵义** | **符号** | **涵义** |
| *m*b | 振动锤的振动质量 | *Mk* | 偏心力距 |
| *r* | 偏心距 | *A*0 | 激振器振幅 |

**10.2.13**工程振动中与噪声控制有关的符号及其涵义，应符合表10.2.13的规定。

**表10.2.13 工程振动中与噪声控制有关的符号及其涵义**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **符号** | **涵义** | **符号** | **涵义** |
| *C* | 粉红噪声频谱修正量 | *L*pa | 各倍频带允许声压级 |
| *C*tr | 交通噪声频谱修正量 | *NR* | 噪声评价数 |
|  | 计权标准化声压级差 | *L*A | 噪声限值 |
|  | 等效[连续A计权]声级 | *TL*a | 各倍频带所需隔声量 |
|  | 计权规范化撞击声压级 | *IL* | 各倍频带的插入损失 |
|  | 计权标准化撞击声压级 | *TL*0 | 隔声构件各倍频带的固有吸声量 |
| *NRC* | 降噪系数 | *S*z | 隔声构件的透声面积 |
| *R*w | 计权隔声量 | *L*p1 | 车间内部各倍频带的声压级 |
| *S*Gi | 组合隔声构件中某一构件的面积 | *L*p2 | 车间外部各倍频带的允许声压级 |
| *τ*i | 与构件SGi对应的透射系数 | *TL* | 隔声间的组合隔声量 |
| *L*p | 受声点各倍频带声压级 |  | 隔声间的平均透射系数 |
| *L*w | 声源各倍频带声功率级 | *M* | 消声器内无气流情况下的消声量 |
| *Q* | 声源指向性因素 |  | 消声系数，由法向吸声系数α0决定 |
| *r* | 声源至受声点的距离 | *P* | 消声器通道内吸声材料的饰面周长 |
| *r*0 | 混响半径 | *l* | 消声器的有效长度 |
| *R* | 房间常数 | *S*x | 消声器通道截面积 |
| *S* | 房间内总表面积 | *f* | 上线截止频率 |
|  | 房间内某个倍频带的平均吸声系数 | *c* | 声速 |
| *S*i | 房间内某一表面积 | *D* | 消声器通道截面的当量直径 |
| *αi* | 房间内与Si对应的吸声系数 | Δ*L*p | 吸声降噪量、声压级的改变量 |
| *A* | 房间内某个倍频带的总吸声量 | Δ*L*v | 振动速度级的改变量 |
|  | 吸声处理前的室内平均无规入射吸声系数 | *T* | 隔振系统的传递率 |
|  | 吸声处理后应有的室内平均无规入射吸声系数 | *L*a | 振动加速度级 |
| *L*Aeq | 等效A声压级 | *VL*max | 分频最大振级 |

**附录A 术语索引**

（以汉语拼音为序）

|  |  |
| --- | --- |
|  | **A** |
| 1 | 安装谐振频率 mounted resonant frequency (7.2.12) |
|  | **B** |
| 2 | 白噪声 white noise (9.1.9) |
| 3 | 板簧隔振器 plate spring vibration isolator (8.4.6) |
| 4 | 半主动控制 semi-active control (8.3.2) |
| 5 | 半主动控制技术 semi-active control technology (8.3.9)  |
| 6 | 暴露时间 exposure time (6.1.6) |
| 7 | 爆破 blasting (3.5.1) |
| 8 | 爆破地震效应 blasting seismic effect (3.5.5) |
| 9 | 爆破振动监测 vibration monitoring for blasting (3.5.6) |
| 10 | 爆破作用 blasting effect (3.5.4) |
| 11 | 爆炸 explosion (3.5.2) |
| 12 | 被动隔振 passive vibration isolation (8.2.1) |
| 13 | 被动隔振传递率passive vibration isolation transmissibility (8.2.2)  |
| 14 | 被动吸能减振技术 passive energy absorption technology (8.3.7) |
| 15 | 被动消能减振技术 passive energy dissipation technology (8.3.6) |
| 16 | 比较法校准 comparison calibration (7.3.9)  |
| 17 | 变刚度变阻尼系统 variable stiffness and variable damping system (8.3.15) |
| 18 | 变形 deformation (6.3.18) |
| 19 | 表面重力波 surface gravity wave (3.1.42) |
| 20 | 波动 wave motion (4.1.6) |
| 21 | 波动方程 wave equation (4.1.7) |
| 22 | 波峰因数 crest factor (5.1.16) |
| 23 | 波浪能 wave energy (3.1.32) |
| 24 | 波浪破碎 wave breaking (3.1.33) |
| 25 | 波浪谱 wave spectrum (3.1.31) |
| 26 | 波浪要素 essential factors of wave (3.1.26) |
| 27 | 波形因数 waveform factor (5.1.17) |
| 28 | 波长 wave length (5.1.15) |
| 29 | 步行频率 walking frequency (3.6.7) |
|  | **C** |
| 30 | 采样频率 sampling frequency (7.4.13) |
| 31 | 测量不确定度 measurement uncertainty (7.3.3) |
| 32 | 测量范围 measuring range (7.2.1) |
| 33 | 测量误差measurement error (7.3.4) |
| 34 | 插入损失 insertion loss (9.3.2) |
| 35 | 颤振 flutter (3.1.24 ) |
| 36 | 颤振抑制 flutter suppression (8.3.23) |
| 37 | 常时微动 regular fretting (3.1.3) |
| 38 | 超地震区 super-seismic zone (3.5.14) |
| 39 | 潮位 tidal level (3.1.27) |
| 40 | 车-桥耦合振动 train–bridge coupling vibration (3.3.14) |
| 41 | 沉降不均 uneven settlement (6.3.32) |
| 42 | 驰振 galloping (3.1.23) |
| 43 | 冲程 stroke (3.4.6) |
| 44 | 冲击波 shock wave (3.5.9) |
| 45 | 冲击测量仪 shock measuring instrument (7.1.20) |
| 46 | 冲击传感器 shock transducer (7.1.3) |
| 47 | 冲击隔离 shock isolation (8.1.6) |
| 48 | 冲击隔离器 shock isolator (8.4.4) |
| 49 | 冲击激励 shock excitation (7.5.16 ) |
| 50 | 冲击脉冲 shock pulse (3.2.7) |
| 51 | 冲击能量 impact energy (3.4.8) |
| 52 | 冲击频率 impact frequency (3.4.7) |
| 53 | 冲击试验 shock test (7.5.7) |
| 54 | 冲击响应谱 shock response spectrum (5.3.14) |
| 55 | 冲击振动 shock vibration (2.2.13) |
| 56 | 冲击质量 impact mass (3.4.5) |
| 57 | 传播系数 propagation coefficient (4.1.19) |
| 58 | 传递比 transmissibility (5.3.20) |
| 59 | 传递函数 transfer function (5.3.4) |
| 60 | 传递阻抗 transfer impedance (4.1.20) |
| 61 | 传感器 transducer/sensor (7.1.1) |
| 62 | 传声器 microphone (9.2.1) |
| 63 | 窗函数 window function (7.4.9) |
| 64 | 纯随机激励 pure random excitation (7.5.12) |
| 65 | 磁流变液体阻尼器 magnetorheological fluid damper (8.4.14) |
| 66 | 磁流变阻尼控制系统 magnetorheological damping control system (8.3.25) |
| 67 | 脆性破坏 brittle failure (6.3.39) |
| 68 | 长波不平顺 longwave irregularity (3.3.7) |
| 69 | 长时间振动暴露 long-duration vibration exposure (6.1.15) |
|  | **D** |
| 70 | 单层隔振 single-resilient mounting (8.1.7) |
| 71 | 单自由度系统 single-degree-of-freedom system (2.1.8) |
| 72 | 弹性半空间 elastic half space (4.1.5) |
| 73 | 弹性变形 elastic deformation (6.3.19) |
| 74 | 弹性波elastic wave (4.1.8) |
| 75 | 弹性介质 elastic medium (4.1.4) |
| 76 | 倒塌 collapse (6.3.35) |
| 77 | 等效当量 equivalent (3.5.8) |
| 78 | 等效剪切波速 equivalent shear wave velocity (4.1.12) |
| 79 | 等效连续声压级 equivalent continuous sound pressure level (9.2.4) |
| 80 | 等振感曲线 equal vibration sensation contour (6.1.2) |
| 81 | 地冲击 ground shock (3.5.10) |
| 82 | 地脉动 microtremor (3.1.2) |
| 83 | 地面粗糙度 ground roughness (3.1.18) |
| 84 | 电荷放大器 charge amplifier (7.1.13) |
| 85 | 电流变液体阻尼器 electro-rheological fluid damper (8.4.13) |
| 86 | 电涡流阻尼器 eddy current damper (8.2.15) |
| 87 | 电液隔振系统 electrohydraulic vibration isolation system (8.3.16) |
| 88 | 碟形弹簧隔振器 dished spring vibration isolator (8.4.7) |
| 89 | 动刚度 dynamic stiffness (2.1.3) |
| 90 | 动力系数 dynamic factor, impact factor (3.3.12) |
| 91 | 动力因子 dynamic coefficient (3.6.5) |
| 92 | 动水压强 hydrodynamic pressure (3.1.36) |
| 93 | 动态范围 dynamic range (7.2.7) |
| 94 | 动态特性测定试验 dynamic characteristic test (7.5.2) |
| 95 | 动态信号分析仪 dynamic signal analyzer (7.1.22) |
| 96 | 动应力 dynamic stress (6.3.23) |
| 97 | 抖振 buffeting (3.1.25 ) |
| 98 | 短波不平顺 shortwave irregularity (3.3.8) |
| 99 | 短时傅里叶变换 short-time Fourier transform (5.2.25) |
| 100 | 锻锤打击力 striking force of hammer (3.2.2) |
| 101 | 对数衰减率 logarithmic decrement (5.1.24) |
| 102 | 多普勒效应 Doppler effect (4.1.13) |
| 103 | 多自由度系统 multi-degree-of-freedom system (2.1.9) |
|  | **E** |
| 104 | 二次辐射噪声 secondary noise, secondary air-borne noise in buildings (9.1.7) |
|  | **F** |
| 105 | 方差 variance (5.1.25) |
| 106 | 方向性振动(冲击) directional vibration (6.1.10) |
| 107 | 防振距离 vibration-proof distance (4.1.17) |
| 108 | 放大系数 magnification factor (5.3.18) |
| 109 | 非线性振动 non-linear vibration (2.2.12) |
| 110 | 非线性阻尼 non-linear damping (5.1.6) |
| 111 | 分频最大振级 frequency division maximum vibration level (5.4.5) |
| 112 | 粉红噪声 pink noise (9.1.10) |
| 113 | 风海流 wind-induced drift current (3.1.41) |
| 114 | 风荷载体型系数 shape coefficient of wind load (3.1.20) |
| 115 | 风级 wind scale (3.1.13) |
| 116 | 风力 wind power (3.1.12) |
| 117 | 风速 wind speed (3.1.15) |
| 118 | 风向 wind direction (3.1.14) |
| 119 | 风压 wind pressure (3.1.9) |
| 120 | 风压高度变化系数 height variation coefficient of wind pressure (3.1.19) |
| 121 | 风振 wind-induced vibration (3.1.10) |
| 122 | 风振系数 wind-induced vibration coefficient (3.1.11) |
| 123 | 峰峰值 peak-peak value (2.2.19) |
| 124 | 峰值 peak value (2.2.18) |
| 125 | 浮筏 floating raft (8.2.9) |
| 126 | 幅值分析 amplitude analysis (5.2.15) |
| 127 | 幅值谱 amplitude spectrum (5.3.8) |
| 128 | 负刚度减振 negative stiffness vibrationsuppression (8.2.11) |
| 129 | 傅里叶变换 Fourier transform (5.2.4) |
| 130 | 傅氏级数 Fourier series (5.2.12) |
|  | **G** |
| 131 | 概率分布函数 probability distribution function (5.2.17) |
| 132 | 概率密度函数 probability density function (5.2.18) |
| 133 | 感生地冲击 induced ground shock (3.5.12) |
| 134 | 刚性减振 rigid vibration suppression (8.4.21) |
| 135 | 钢轨波磨 rail corrugation (3.3.13) |
| 136 | 钢丝绳隔振器 wire rope vibration isolator (8.4.10) |
| 137 | 隔振 vibration isolation (8.1.1) |
| 138 | 隔振垫 vibration isolating mattress (8.2.5) |
| 139 | 隔振对象 vibration isolated object (8.1.3) |
| 140 | 隔振沟 isolation trench (8.2.7) |
| 141 | 隔振器 vibration isolator (8.4.1) |
| 142 | 隔振体系 vibration isolation system (8.1.2) |
| 143 | 隔振效率 vibration isolation efficiency (8.2.3) |
| 144 | 隔振桩墙 isolation pile wall (8.2.8) |
| 145 | 工作频率 operating frequency (6.2.3) |
| 146 | 工作时间 work time (6.1.7) |
| 147 | 功率谱密度 power spectral density (5.3.12) |
| 148 | 共振 resonance (2.2.4) |
| 149 | 共振频率 resonance frequency (6.2.6) |
| 150 | 共振试验 resonance test (7.5.4) |
| 151 | 共振应力 resonance stress (6.3.31) |
| 152 | 构件变形容许值 allowable deformation of structural components (6.3.21) |
| 153 | 构件开裂 cracking of structural components (6.3.33) |
| 154 | 构件挠度容许值 allowable deflection of structural components (6.3.22) |
| 155 | 固有频率 natural frequency (5.1.3) |
| 156 | 惯性力 inertial force (6.3.2) |
| 157 | 光纤传感器信号解调仪 fiber optical sensing interrogator (7.1.15) |
| 158 | 龟裂 crack (6.3.34) |
| 159 | 轨道不平顺 track irregularity (3.3.6) |
| 160 | 轨道不平顺谱 PSD of track irregularity (3.3.15) |
| 161 | 轨道衰减率 decay rate of track (3.3.16) |
|  | **H** |
| 162 | 横向灵敏度 transverse sensitivity (7.2.3) |
| 163 | 横向灵敏度比 transverse sensitivity ratio (7.2.4) |
| 164 | 互功率谱密度 cross-power spectral density (5.3.13) |
| 165 | 互相关函数 cross-correlation function (5.2.22) |
| 166 | 互相关系数 cross-correlation coefficient (5.2.23) |
| 167 | 环境激励 environment excitation (7.5.17) |
| 168 | 环境振动 environmental vibration (3.1.1) |
| 169 | 恢复力 restoring force (6.3.1) |
| 170 | 混合控制 hybrid control (8.3.4) |
|  | **J** |
| 171 | 机器振动作用 vibration effect of machine (3.2.1) |
| 172 | 机械导纳 mechanical admittance (5.3.17) |
| 173 | 机械寿命 mechanical life (6.2.7) |
| 174 | 机械损伤 mechanical damage (6.2.2) |
| 175 | 机械阻抗 mechanical impedance (5.3.15) |
| 176 | 基本风速 basic wind speed (3.1.16) |
| 177 | 基本风压 basic wind pressure (3.1.17) |
| 178 | 基频 fundamental frequency (5.1.4) |
| 179 | 激励 excitation (2.1.12) |
| 180 | 激振器 vibration exciter (7.5.18) |
| 181 | 吉布斯效应 Gibbs effect (7.4.12) |
| 182 | 极限控制力和极限阻尼力 control force/damping force capacity (8.3.40) |
| 183 | 极限应变 ultimate strain (6.3.15) |
| 184 | 计权 weighting (7.4.7) |
| 185 | 计权标准化撞击声压级 weighted standardized impact pressure level (9.2.8) |
| 186 | 计权隔声量 weighted sound reduction index (9.2.6) |
| 187 | 计权规范化撞击声压级 weighted normalized impact sound pressure level (9.2.7) |
| 188 | 计权有效连续感觉噪声级 weighted effective continuous perceived noise level (9.2.5) |
| 189 | 加速度传感器/加速度计 acceleration transducer/ accelerometer (7.1.6) |
| 190 | 加速试验 accelerating test (7.5.9) |
| 191 | 间断性暴露 interrupted exposure (6.1.14) |
| 192 | 检波器 seismic geophone (7.1.10) |
| 193 | 检定 verification (7.3.1) |
| 194 | 减振 vibration suppression (8.3.5) |
| 195 | 剪力 shear force (6.3.4) |
| 196 | 剪切波 shear wave (4.1.10) |
| 197 | 剪应变 shear strain (6.3.13) |
| 198 | 剪应力 shear stress (6.3.9) |
| 199 | 简谐振动 harmonic vibration (2.2.6) |
| 200 | 降噪系数 noise reduction coefficient (9.3.1) |
| 201 | 角机械阻抗angular mechanical impedance (5.3.16) |
| 202 | 角频率 angular frequency (5.1.2) |
| 203 | 结构声 structure-borne noise (9.1.6) |
| 204 | 金属阻尼器 metal damper (8.4.12) |
| 205 | 近场 near field (4.1.2) |
| 206 | 近海结构振动 vibration of offshore structures (3.1.40) |
| 207 | 局部振动segmental vibration (6.1.9) |
| 208 | 绝对法校准 absolute calibration (7.3.8) |
| 209 | 绝对式传感器 absolute transducer (7.1.4) |
| 210 | 均方根谱 RMS spectrum (5.3.10) |
| 211 | 均方根值 root mean square value (2.2.20) |
| 212 | 均方根值速度谱 RMS velocity spectrum (5.3.19) |
| 213 | 均值 mean value (2.2.17) |
| 214 | 校准 calibration (7.3.2) |
| 215 | 校准曲线 calibration curve (7.3.7) |
|  | **K** |
| 216 | 抗混迭滤波器 anti-aliasing filter (7.1.17) |
| 217 | 可变刚度系统 variable stiffness system (8.3.13) |
| 218 | 可变阻尼系统 variable damping system (8.3.14) |
| 219 | 空气弹簧隔振器 air spring vibration isolator (8.4.8) |
| 220 | 空气声 air-borne noise (9.1.5) |
| 221 | 控制对象 vibration control object (8.3.17) |
| 222 | 库伦阻尼 coulomb damping (5.1.9) |
| 223 | 跨地震区 transitional-seismic zone (3.5.15) |
| 224 | 快速傅里叶变换 fast Fourier transform (5.2.5) |
| 225 | 宽频带随机振动 wide band random vibration (5.1.22) |
|  | **L** |
| 226 | 浪压力 wave pressure (3.1.34) |
| 227 | 雷诺数 Reynolds number (3.1.21) |
| 228 | 累计百分之十Z振级 cumulative ten percent Z vibration level (5.4.3) |
| 229 | 离散傅里叶变换 discrete Fourier transform (5.2.6) |
| 230 | 离散频谱 discrete spectrum (5.2.13) |
| 231 | 离散系统 discrete system (2.1.10) |
| 232 | 离心机振动作用 vibration effect of centrifuge (3.2.6) |
| 233 | 力锤 force hammer (7.5.20) |
| 234 | 连续倒塌 progressive collapse (6.3.36) |
| 235 | 连续谱 continuous spectrum (5.3.7) |
| 236 | 连续系统 continuous system (2.1.11) |
| 237 | 列车离心力 centrifugal force of train (3.3.2) |
| 238 | 列车牵引力 traction force of train (3.3.4) |
| 239 | 列车竖向动力作用 vertical dynamic effect of train (3.3.1) |
| 240 | 列车摇摆力 swing force of train (3.3.5) |
| 241 | 列车制动力 braking force of train (3.3.3) |
| 242 | 临界转速 critical rotation speed (5.1.14) |
| 243 | 临界阻尼 critical damping (5.1.10) |
| 244 | 灵敏度 sensitivity (7.2.2) |
| 245 | 轮轨相互作用 wheel-rail interaction (3.3.11) |
| 246 | 滤波器 filter (7.1.16) |
|  | **M** |
| 247 | 脉冲波形 pulse waveform (3.2.8) |
| 248 | 脉冲峰值 peak value of pulse (3.2.10) |
| 249 | 脉冲函数 impulse function (2.2.14) |
| 250 | 脉冲宽度 pulse width (3.2.9) |
| 251 | 脉动 pulsation (3.1.4) |
| 252 | 脉动风 fluctuating wind (3.1.8) |
| 253 | 敏感点 sensitive point (6.1.3) |
| 254 | 敏感区 sensitive area (6.1.4) |
| 255 | 模糊控制 fuzzy control (8.3.19) |
| 256 | 模态参数 modal parameter (5.2.9) |
| 257 | 模态分析 modal analysis (5.2.3) |
| 258 | 模态试验 modal test (7.5.6) |
| 259 | 模态坐标 modal coordinates (5.2.8) |
| 260 | 摩擦阻尼器 friction damper (8.4.18) |
|  | **N** |
| 261 | 奈奎斯特频率 Nyquist frequency (7.4.14) |
| 262 | 耐振试验 vibration endurance test (7.5.5) |
| 263 | 挠度 deflection (6.3.17) |
| 264 | 能量谱密度 energy spectral density (5.3.11) |
| 265 | 黏弹性阻尼器 viscoelastic damper (8.4.16) |
| 266 | 黏滞阻尼墙 viscous damping wall (8.4.20) |
| 267 | 扭矩 torque (6.3.6) |
|  | **O** |
| 268 | 耦合振动 coupled vibration (2.2.5) |
|  | **P** |
| 269 | 拍振 beat vibration (4.1.15) |
| 270 | 疲劳 fatigue (6.3.24) |
| 271 | 疲劳裂纹扩展 fatigue crack propagation (6.3.26) |
| 272 | 疲劳破坏 fatigue failure (6.3.28) |
| 273 | 疲劳损伤 fatigue damage (6.3.27) |
| 274 | 疲劳应力 fatigue stress (6.3.25) |
| 275 | 疲劳与熟练程度降低 fatigue and decreased proficiency (6.1.13) |
| 276 | 偏心距 eccentric radius (3.4.3) |
| 277 | 偏心力矩 eccentric moment (3.4.4) |
| 278 | 偏心质量 eccentric mass (3.4.2) |
| 279 | 漂移 drift (7.2.6) |
| 280 | 频带噪声级 band noise power level (9.1.4) |
| 281 | 频率 frequency (5.1.1) |
| 282 | 频率分辨率 frequency resolution (5.2.11) |
| 283 | 频率分析 frequency analysis (5.2.10) |
| 284 | 频率响应函数 frequency response function (5.3.5) |
| 285 | 频域分析 frequency domain analysis (5.2.2) |
| 286 | 平衡精度等级 balance accuracy grade (3.2.13) |
| 287 | 平滑 smoothing (7.4.5) |
| 288 | 平均 averaging (7.4.6) |
| 289 | 平均风 average wind (3.1.7) |
| 290 | 屏障隔振 screen vibration isolation (8.2.6) |
| 291 | 谱 spectrum (5.3.6) |
|  | **Q** |
| 292 | 屈曲约束支撑 buckling restrained brace (8.2.10) |
| 293 | 去趋势项 detrending (7.4.4) |
| 294 | 全身振动 whole-body vibration (6.1.8) |
| 295 | 全指向传声器 omnidirectional microphone (9.2.2) |
|  | **R** |
| 296 | 人行荷载 people walking load (3.6.1) |
| 297 | 人行天桥振动 footbridge vibration (3.6.6) |
| 298 | 人群有节奏运动 people rhythmic motion (3.6.3) |
| 299 | 人群自由行走 people walking freely (3.6.2) |
| 300 | 人体舒适性 human comfort (6.1.1) |
| 301 | 柔性管接头 floating flange expansion joints (8.4.22) |
| 302 | 瑞利波 Rayleigh wave (4.1.11) |
|  | **S** |
| 303 | 三角坑 twist of track (3.3.9) |
| 304 | 扫描正弦激励 sweeping sinusoidal excitation (7.5.11) |
| 305 | 沙土液化 liquefaction of sand soil (6.3.37) |
| 306 | 上升时间 rise time (7.2.8) |
| 307 | 设计控制力和设计阻尼力 design control force/design damping force (8.3.31) |
| 308 | 神经网络控制 neural network control (8.3.20) |
| 309 | 声功率级 sound power level (9.1.12) |
| 310 | 声级计 sound level meter (9.2.3) |
| 311 | 声压级 sound pressure level (9.1.13) |
| 312 | 失效 invalid (6.2.1) |
| 313 | 失真 distortion (7.2.13) |
| 314 | 时间常数 time constant (7.2.10) |
| 315 | 时域分析 time domain analysis (5.2.1) |
| 316 | 受迫振动 forced vibration (2.2.3) |
| 317 | 数据 data (7.4.1) |
| 318 | 数据长度 data length (7.4.2) |
| 319 | 数据采集仪 data acquisition instrument (7.1.18) |
| 320 | 数据预处理 data preprocessing (7.4.3) |
| 321 | 数字存储示波器 digital storage oscilloscope (7.1.19) |
| 322 | 数字滤波 digital filtering (7.4.8) |
| 323 | 衰减系数 attenuation coefficient (4.1.18) |
| 324 | 双层隔振 double-resilient mounting (8.1.8) |
| 325 | 水力坡度 hydraulic gradient (3.1.39) |
| 326 | 水压力 water pressure (3.1.35) |
| 327 | 瞬态随机激励 transient random excitation (7.5.15) |
| 328 | 瞬态响应 transient response (5.3.2) |
| 329 | 瞬态振动 transient vibration (2.2.10) |
| 330 | 速度共振 velocity resonance (6.2.5) |
| 331 | 塑性变形 plastic deformation (6.3.20) |
| 332 | 随机振动 random vibration (2.2.8) |
|  | **T** |
| 333 | 调谐质量阻尼器 tuned mass damper (8.4.3) |
| 334 | 通道一致性 channel consistency (7.2.14) |
| 335 | 通频带 pass-band (7.2.15) |
| 336 | 统计分析 statistical analysis (5.2.16) |
|  | **W** |
| 337 | 弯矩 bending moment (6.3.5) |
| 338 | 往复惯性力 reciprocating inertia force (3.2.11) |
| 339 | 往复式机器振动作用 vibration effect of reciprocating machine (3.2.4) |
| 340 | 伪随机激励 pseudo random excitation (7.5.13) |
| 341 | 位移 displacement (6.3.16) |
| 342 | 位移传感器 displacement transducer (7.1.8) |
| 343 | 位移共振 displacement resonance (6.2.4) |
| 344 | 位置水头 position head (3.1.38) |
| 345 | 魏格纳分布Wigner distribution (5.2.27) |
| 346 | 稳定性 stability (6.3.38) |
| 347 | 稳态响应 steady-state response (5.3.3) |
| 348 | 稳态振动 steady vibration (2.2.9) |
| 349 | 涡激振动 vortex-induced vibration (3.1.22) |
| 350 | 无规噪声 random noise (9.1.2) |
| 351 | 无线传感器网络 wireless sensor network (7.1.11) |
| 352 | 无线数据采集仪 wireless data acquisition instrument (7.1.21) |
|  | **X** |
| 353 | 吸能器 energy absorption device (8.3.34) |
| 354 | 吸振 vibration absorption (8.2.4) |
| 355 | 线性二次型调节器控制 linear quadratic regulator control (8.3.11) |
| 356 | 线性振动 linear vibration (2.2.11) |
| 357 | 线性阻尼 linear damping (5.1.7) |
| 358 | 线性阻尼系数 linear damping coefficient (5.1.8) |
| 359 | 线应变 linear strain (6.3.12) |
| 360 | 相对式传感器 relative transducer (7.1.5) |
| 361 | 相干函数 coherence function (5.2.24) |
| 362 | 相关分析 correlation analysis (5.2.19) |
| 363 | 相位 phase (2.2.16) |
| 364 | 相位谱 phase spectrum (5.3.9) |
| 365 | 响应 response (2.1.13) |
| 366 | 响应时间 response time (7.2.9) |
| 367 | 橡胶隔振器 rubber vibration isolator (8.4.9) |
| 368 | 消能部件 energy dissipation subassemblage (8.3.35) |
| 369 | 消能器 energy dissipation device (8.3.33) |
| 370 | 小波变换 wavelet transform (5.2.26) |
| 371 | 协方差 covariance (5.1.26) |
| 372 | 谐波 harmonic wave (5.1.23) |
| 373 | 谐波响应 harmonic response (5.3.1) |
| 374 | 谐响应分析 harmonic response analysis (5.2.7) |
| 375 | 谐振频率 resonant frequency (7.2.11) |
| 376 | 泄漏 leakage (7.4.10) |
| 377 | 形状记忆合金阻尼器 shape memory alloy damper (8.4.19) |
| 378 | 旋转惯性力 rotational inertia force (3.2.12) |
| 379 | 旋转式机器振动作用 vibration effect of rotary machine (3.2.5) |
|  | **Y** |
| 380 | 压电材料 piezoelectric material (8.4.17) |
| 381 | 压电集成电路传感器放大器 integrated electronics piezo electric amplifier (7.1.14) |
| 382 | 压电陶瓷材料 piezoelectric ceramic material (8.4.23) |
| 383 | 压力机振动作用 vibration effect of presses (3.2.3) |
| 384 | 压力梯度 pressure gradient (3.1.37) |
| 385 | 压缩波 compression wave (4.1.9) |
| 386 | 亚地震区 sub-seismic zone (3.5.16) |
| 387 | 延性破坏 ductile failure (6.3.40) |
| 388 | 液体自由表面波 free surface wave of liquid (3.1.28) |
| 389 | 液体自由表面进行波 free surface travelling wave of liquid (3.1.29) |
| 390 | 液体自由表面驻波 free surface standing wave of liquid (3.1.30) |
| 391 | 遗传算法 genetic algorithm (8.3.21) |
| 392 | 影响人体的机械振动碎发 burst of mechanical vibration affecting human (6.1.16) |
| 393 | 影响人体的间歇性振动 intermittent vibration affecting human (6.1.17) |
| 394 | 应变 strain (6.3.11) |
| 395 | 应变放大器strain amplifier (7.1.12) |
| 396 | 应力 stress (6.3.7) |
| 397 | 应力集中 stress concentration (6.3.29) |
| 398 | 应力松弛 stress relaxation (6.3.30) |
| 399 | 有效加速度 effective acceleration (5.1.21) |
| 400 | 有效均布活荷载 effective distributed live load (3.6.4) |
| 401 | 圆柱形螺旋钢弹簧隔振器 cylindrical spiral steel spring vibration isolator (8.4.5) |
| 402 | 远场 far field (4.1.3) |
|  | **Z** |
| 403 | 载荷识别试验 load identification test (7.5.3) |
| 404 | 噪声 noise (9.1.1) |
| 405 | 噪声级 noise level (9.1.3) |
| 406 | 栅栏效应 picket fence effect (7.4.11) |
| 407 | 炸药 dynamite (3.5.3) |
| 408 | 窄带噪声 narrowband noise (9.1.11) |
| 409 | 振动 vibration (2.1.1) |
| 410 | 振动限度 vibration limit (6.1.5) |
| 411 | 振动准则 vibration criterion (6.1.11) |
| 412 | 振动耐限 vibration tolerance (6.1.12) |
| 413 | 振动传感器 vibration transducer (7.1.2) |
| 414 | 振动环境试验 vibration environment test (7.5.1) |
| 415 | 振动加速度 vibration acceleration (5.1.20) |
| 416 | 振动加速度级 vibration acceleration level (5.4.1) |
| 417 | 振动控制系统 vibration control system (8.3.12) |
| 418 | 振动控制系统极限加速度 acceleration capacity of vibration control system (8.3.39) |
| 419 | 振动控制系统极限速度 velocity capacity of vibration control system (8.3.38) |
| 420 | 振动控制系统极限位移 displacement capacity of vibration control system (8.3.37) |
| 421 | 振动控制系统鲁棒性 robustness of vibration control system (8.3.27) |
| 422 | 振动控制系统设计加速度 design acceleration of vibration control system (8.3.30) |
| 423 | 振动控制系统设计速度 design velocity of vibration control system (8.3.29) |
| 424 | 振动控制系统设计位移 design displacement of vibration control system (8.3.28) |
| 425 | 振动控制系统稳定性 stability of vibration control system (8.3.26) |
| 426 | 振动模态 vibration mode (5.1.12) |
| 427 | 振动试验台vibration generator/ vibration machine (7.5.19) |
| 428 | 振动衰减 vibration attenuation (4.1.16) |
| 429 | 振动速度 vibration velocity (5.1.19) |
| 430 | 振动速度传感器 vibration velocity transducer (7.1.7) |
| 431 | 振动位移 vibration displacement (5.1.18) |
| 432 | 振动系统 vibration system (2.1.2) |
| 433 | 振动系统识别 vibration system identification (5.2.14) |
| 434 | 振动质量 vibration mass (3.4.1) |
| 435 | 振幅 amplitude (2.2.15) |
| 436 | 振型 mode shape of vibration (5.1.11) |
| 437 | 振源 vibration source (4.1.1) |
| 438 | 整体结构隔振 whole structure insolation (9.3.3) |
| 439 | 正弦激励 sinusoidal excitation (7.5.10) |
| 440 | 正应力 normal stress (6.3.8) |
| 441 | 直接地冲击 direct ground shock (3.5.11) |
| 442 | 智能材料 intelligent materials (8.4.11) |
| 443 | 智能控制 intelligent control (8.3.3) |
| 444 | 智能控制算法 intelligent control algorithm (8.3.18) |
| 445 | 智能驱动/阻尼装置 intelligent actuator/damping device (8.3.24) |
| 446 | 智能阻尼器 intelligent damper (8.3.36) |
| 447 | 周期随机激励 periodic random excitation (7.5.14) |
| 448 | 周期振动 periodic vibration (2.2.7) |
| 449 | 轴向力 axial force (6.3.3) |
| 450 | 轴重 axle load (3.3.10) |
| 451 | 主动隔振 active vibration isolation (8.1.4) |
| 452 | 主动隔振系数 active vibration isolation coefficient (8.1.5) |
| 453 | 主动控制 active control (8.3.1) |
| 454 | 主动控制技术 active control technology (8.3.8) |
| 455 | 主动调谐质量阻尼器active tuned mass damper (ATMD) (8.3.32) |
| 456 | 主应变 principal strain (6.3.14) |
| 457 | 主应力 principal stress (6.3.10) |
| 458 | 驻波 standing wave (4.1.14) |
| 459 | 装药量 main charge mass (3.5.7) |
| 460 | 撞击声 impact sound (9.1.8) |
| 461 | 准确度 accuracy (7.2.5) |
| 462 | 准确度等级 accuracy class (7.3.6) |
| 463 | 卓越频率 predominant frequency (3.1.6) |
| 464 | 卓越周期 predominant period (3.1.5) |
| 465 | 自功率谱密度 auto-power-spectrum density (5.1.13) |
| 466 | 自然振动 natural vibration (2.2.1) |
| 467 | 自适应控制算法 adaptive control algorithm (8.3.22) |
| 468 | 自相关函数 autocorrelation function (5.2.20) |
| 469 | 自相关系数 autocorrelation coefficient (5.2.21) |
| 470 | 自由场 free field (3.5.13) |
| 471 | 自由度 degree of freedom (2.1.7) |
| 472 | 自由振动 free vibration (2.2.2) |
| 473 | 综合试验 comprehensive test (7.5.8) |
| 474 | 阻抗头 impedance head (7.5.21) |
| 475 | 阻尼 damping (2.1.4) |
| 476 | 阻尼比 damping ratio (2.1.6) |
| 477 | 阻尼固有频率 damped natural frequency (5.1.5) |
| 478 | 阻尼器 damper (8.4.2) |
| 479 | 阻尼系数 damping coefficient (2.1.5) |
| 480 | 最大Z振级 maximum Z vibration level (5.4.4) |
| 481 | 最大允许误差 maximum permissible error (7.3.5) |
|  | **其它** |
| 482 | 3dB带宽 3dB bandwidth (7.2.16) |
| 483 | IEPE 传感器integrated electronics piezo electric transducer (7.1.9) |
| 484 | PID控制 PID control (8.3.10 ) |
| 485 | Z振级 Z vibration level (5.4.2) |

**中华人民共和国行业标准**

**工程振动术语和符号标准**

**（征求意见稿）**

**JGJ/T XX―20XX**

**条文说明**

**2016年10月 北 京**

**制 订 说 明**

《工程振动术语和符号标准》JGJ/T××―20××，经住房和城乡建设部20××年×月×日以第×号公告批准、发布。

由于工程振动涉及的学科、领域宽广，涵盖的内容广泛，在标准编制过程中，编制组进行了全面广泛的调查研究和术语搜索，总结了我国工程振动术语的应用实践，吸收了近年来国内外与工程振动有关的标准规范、专著论文中有关词汇。

为便于广大工程技术人员及工程管理人员在使用标准时能正确理解和执行条文规定，编制了本条文说明。条文说明对条文规定的目的、依据以及在使用中需注意的有关事项进行了阐述，供使用者作为理解和把握标准规定时参考。

目次

**[1 总则](#_Toc457323313)** [73](#_Toc457323313)

**[2 通用术语](#_Toc457323314)** [73](#_Toc457323314)

**[3 振动作用术语](#_Toc457323317)** [74](#_Toc457323317)

**[4 振动传播术语](#_Toc457323324)** [77](#_Toc457323324)

**[5 振动分析术语](#_Toc457323325)** [78](#_Toc457323325)

**[6 振动影响术语](#_Toc457323330)** [83](#_Toc457323330)

**[7 振动测量术语](#_Toc457323334)** [84](#_Toc457323334)

**[8 振动控制术语](#_Toc457323340)** [90](#_Toc457323340)

**[9 噪声控制术语](#_Toc457323345)** [91](#_Toc457323345)

**[10 工程振动符号](#_Toc457323345)** [93](#_Toc457323345)

**1总则**

**1.0.1～1.0.3** 工程的振动问题包括地震、风振等自然振动以及机械振动、交通振动、人行振动等人为振动，本标准的工程振动是指除地震外的其它各类振动。

本标准中术语及其涵义包括通用类、振动作用、振动传播、振动分析、振动影响、振动测量、振动控制、噪声控制等，来源于工程应用、标准规范、论文专著、百科全书、外文资料中常用词汇。符号来自工程设计、标准规范等常用符号。

本标准给出了每个术语的涵义，同时给出了相对应的英文术语以便与国际标准接轨，鉴于编制工程振动类术语符号标准在我国乃至国际上尚属首次，必会存在诸多不妥之处，希望通过在今后实践中不断完善。

为了便于检索，对每个条目按对应的汉语拼音音序排列，在本标准附录中列出“术语索引”。

**2 通用术语**

**2.1 振动体系**

**2.1.6**阻尼比也常用临界阻尼替代。“临界阻尼”是指当阻力使振动物体刚好能不做周期性振动而又能最快地回到平衡位置的情况。当阻尼比为1时，其阻尼系数称为“临界阻尼系数”。阻尼比为无量纲参量。

**2.1.7**自由度的术语解释通常基于三种系统：力学系统、机械系统、物理学系统。工程振动更接近力学系统。基于机械系统的自由度解释来自机械振动、冲击与状态监测第2.27。

**2.2 振动特性**

**2.2.5**共振是力学系统在特定频率下，相比其他频率以更大的振幅做振动的情形；这些特定频率称之为共振频率。与共振相关的概念还有：

**1反共振antiresonance**

在简谐激励下的受迫振动系统中，当激励频率等于某特定值时，激振点的稳态响应振幅达到极小值的现象。

**2亚谐共振subharmonic resonance**

受周期激励的非线性系统，当激励频率接近固有频率整数倍时产生的大振幅振动。

**3超谐共振subharmonic resonance**

受周期激励的非线性系统，当激励频率接近固有频率1/n时产生的大振幅振动。

**2.2.17**相位对应的是正弦信号公式中自变量的值。

x(t)=Asin(ωt+φ)，当t=0时，φ即为**初相位**initial phase。

**相位差** phase difference是指两组简协振动任意时刻所对应的角变量的差值。即：(ω1t+φ1)- (ω2t+φ2)

**2.2.21峰值因数**通常用CF表示，是CREST FACTOR的缩写，CF是指振动信号波形的峰值与有效值之比。

正弦波的峰值因数是1.414；方波的峰值因数是1.00；三角波的峰值因数是1.73。实际测试的振动信号波形会产生畸变，畸变的信号波形的峰值因数可能大于1.414。通常情况，比较好的实测正弦振动信号的峰值因数不超过3，对于平稳随机过程的峰值因数可达6，而对于间歇振动，或者冲击振动峰值因数就可能超过9。

**2.2.22**均方根值的公式为

 （2-1）

图2-1表示时域信号特征值的相互关系。



图2-1 时域信号特征值的相互关系

**3 振动作用术语**

## 3.1 自然振动

**3.1.1**环境振动可以由自然原因造成，也可以由人为因素造成，例如风、海浪、交通干扰、机械振动以及施工振动等。

**3.1.2** 地脉动一般是由随机振源激发并经场地不同性质的岩土层界面多次反射和折射后传播到场地地面的振动，随机振源可以是自然原因造成的振动，例如风、海浪等；也可以是人为因素造成的振动，例如交通干扰、机械振动以及施工振动等。

**3.1.3** 严格意义上，地球表面的任何地点、任何建筑，都在发生常时微动。测量常时微动可应用于地基土划分、建筑性能评价以及地质调查等方面，可为工程振动提供基础性资料。

**3.1.4** 中长周期地脉动信号主要来源于海洋的浪潮和风暴等自然现象，信号十分微弱，振幅一般只有几微米。因此，振动信号的测量仪器要求具有频带宽、灵敏度高及噪声低的特性，以采集到高保真的有效波形。

**3.1.5** 卓越周期的发生实际上是共振现象，即激励周期与自振周期相同时，由于共振作用使振动加强。

**3.1.6** 卓越周期对应的频率。

**3.1.7** 在进行数学统计分析时，通常将平均风描述为分布特征不随时间变化的随机变量模型，而反映大气边界层紊流特征的脉动风则被模拟成均值为零的具有各态历经特性的平稳随机过程。在近地风的两种成分对建筑结构的作用中，平均风的作用是分析结构静风响应和风致振动的基础，而分析平均风对结构作用的前提就是确定合理的基本风速。

**3.1.8**一般地，地面粗糙度大时，脉动风的幅值大且频率高。在实际工程中，可假定脉动风速为零均值的正态平稳随机过程。

**3.1.9**风压可根据伯努利（Bernoulli）方程进行计算。

**3.1.10** 风振会导致建筑物振动，如桥梁、高层建筑以及高耸构筑物等的振动。

**3.1.11** 风振系数的计算可参照现行国家标准《建筑结构荷载规范》（GB50009）。

**3.1.12~3.1.13**风的级别是根据风对地面物体的影响程度而确定。目前，一般按风力大小可以划分为十二个等级。12级以上的风叫飓风，摧毁力巨大，陆地少见。

**3.1.14**顺风向风效应主要是由平均风速引起的平均风压和风速脉动引起的脉动风压所导致。横风向风效应的产生机理非常复杂（如：来流紊流、尾流激励和气动反馈等），研究成果还不成熟，在世界范围内的荷载设计规范或建议中，也只有日本和澳大利亚等极少数国家规范给出了简单的关于横风向风荷载的内容。

**3.1.15** 风速是风力等级划分的依据。一般来讲，风速越大，风力等级越高，风的破坏性越大。

**3.1.16~3.1.17**基本风速或基本风压应由标准高度、标准地貌、平均风速的时距、最大风速的样本、最大风速的重现期以及最大风速的概率分布或概率密度曲线（线型）等多因素确定。

**3.1.18**地面粗糙度可分为A、B、C、D四类：A类指近海海面和海岛、海岸、湖岸及沙漠地区；B类指田野、乡村、丛林、丘陵以及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区；C类指有密集建筑群的城市市区；D类指有密集建筑群且房屋较高的城市市区。

**3.1.19** 风压高度变化系数可根据地面粗糙度，参照《建筑结构荷载规范》（GB50009）计算。

**3.1.20** 风荷载体型系数可参照现行国家标准《建筑结构荷载规范》（GB50009）进行计算。

**3.1.21** 雷诺数是流体力学中表征粘性影响的相似准则数，无量纲。

**3.1.22** 涡激振动的具有自激、强迫和有限振幅的特点，并具有频率锁定和风速锁定特性。

**3.1.23** 驰振即在风荷载作用下结构的横风向振动现象，主要发生于细长型结构，如结冰状态的输电线、桥塔及高层建筑等。驰振为发散性自激振动。

**3.1.24**在各种风致振动中，对建筑（如桥梁等）稳定、安全和使用性能影响最大的就是自激振动，特别是会导致建筑毁坏的颤振失稳，因此，必须绝对保证结构颤振临界风速高于颤振检验风速。当不能达到这个要求时就需要施加有效的颤振控制措施以改善气动稳定性能。

**3.1.25**抖振是由紊流风荷载作用于结构物而引起的一种不可避免的强迫振动形式，不同于颤振，其通常不会引起结构的直接破坏，但会导致结构的功能性降低，也需要引起足够重视。

**3.1.26** 波浪要素主要包括平均波长、平均波高、有效波高、波周期、波浪压力等，据统计，波浪要素的计算方法有几十种，因各种方法考虑因素的差异，使得它们的适用范围和计算精度出入很大。目前我国主要采用莆田试验站公式、官厅水库公式、鹤地水库公式、安德列扬诺夫公式等半理论半经验公式来计算波浪要素。

**3.1.27** 潮位与设计潮位过程线的计算密切相关，后者是具有一定设防标准的潮位过程线，可作为设计条件下河口海岸地区水动力、泥沙数学模型和物理模型的外海边界条件。对于河口海岸防洪潮而言，高潮位是关键因素，而潮差反应了潮汐动力的强弱，不同的潮差对泥沙运动和建筑物附近的冲刷也会产生不同的影响。

**3.1.28** 液体自由表面是指江河湖海和开口容器中的液体等接触大气的液面。静止液体自由表面是水平的，受扰后液体质点离开其平衡位置，同时重力和表面张力发挥回复力作用促其返回平衡位置，然后质点在惯性作用下继续向另一侧运动，从而形成液体质点的振动和因振动传播而产生的自由表面波。

**3.1.29** 表面进行波的波形为：*z=a sin (kx-ωt）*，式中，*z*为液体自由表面离开其平衡位置的位移；*a*为波幅；*k*为波数；*ω=2πf*为振动圆频率。

**3.1.30** 表面驻波可由两个完全相同但在相反方向传播的表面进行波叠加得到。驻波有周期性变化的波幅和固定不动的波节点。驻波的质点运动轨迹是直线，即液体质点在各自的平衡位置作直线振动，轨迹直线在波峰和波谷处是垂直于水平的，随着向波节点靠近，轨迹直线与水平的夹角逐渐变小，至波节点处变为零，成为水平。质点振动的振幅，在液体自由面上等于波幅，随质点所处自由面下深度的增加而迅速递减。

**3.1.31** 波浪是近岸区域关键的水动力要素，不仅影响港工建筑物的安全和船舶泊稳，也是近岸物质输运的主要动力要素。外海向近岸传播来的波浪随机性较强，受近岸水深、岸线、海岸建筑物等影响，波浪的折射、绕射、汇聚等各种效应异常显著，在海岸工程中需要分析研究不规则波浪在近岸的传播分布。为便于对不规则波进行处理，通常采用波浪谱将不规则波浪分解为由无限多个振幅不同、频率不同、方向不同、位相杂乱的规则波组成。

**3.1.32** 随着经济和社会的发展，人类对能源的需求量越来越大，而全球的能源储备量却是有限的。为了解决能源供应在社会发展中的瓶颈问题，寻找替代的可再生能源已经成为全球的共识。由于海洋面积约占全球面积的70％，其中蕴藏着巨大的能量，这就使它吸引了人们的目光，并使世界上许多国家都着手对波浪能进行研究。近年来，各国先后提出了约340多种不同设计方案的科学设想，并设计出了许多精妙而有趣的波能发电装型。目前波浪能发电装置的主要形式有活动点头鸭、波面筏、振荡水柱型、水流型和压力柔性袋型等装置。

**3.1.33** 波浪破碎是海洋中常见的现象，是许多海洋工程和海岸工程问题的重要影响因素。深水波浪（主要是风浪）发生破碎，会产生白浪，破碎波若遇到建筑物会产生很大的冲击力**。**

**3.1.34** 波浪产生的振动作用力会对海堤、护岸等海岸建筑物造成破坏。如果波浪水体较大，则可能会形成比较大的波浪冲击压力，造成海上建筑物、场地的破坏。

**3.1.35~3.1.36**水压力是指水或其他液体垂直作用于其界面并指向作用面的力。界面可以是两部分液体之间的分界面，也可以是液体与固体或气体的接触面。单位面积上的压力叫做压强。按液体静止或流动区分为静水压强与动水压强。在水力学及工程学科中也有将压强称为压力。

**3.1.37** 压力梯度反应沿流体流动方向，单位路程长度上的压力变化。

**3.1.38** 位置水头表征单位重量水流所具有的势能。

**3.1.39** 水力坡度反应水流单位距离的落差。

**3.1.40**近海结构所处的海洋环境比较复杂，引起其振动的因素也较多。一般不可能准确得到作用在近海结构上的振动荷载。近年来，专家和学者也开始对近海结构的振动控制展开研究，其目的是采用一定的控制措施，减轻和抑制结构在各种振动荷载作用下的响应，以提高结构抵抗环境振动荷载和工作振动荷载的能力，以满足近海结构的安全性、可靠性及使用性要求。

**3.1.41**风荷载作用下而产生的风对海水的振动效应，其振动荷载施加在海面迎风面上，并形成稳定的海流。

**3.1.42**在海洋环境中，假设大气的密度均匀，且有一个[自由表面](http://baike.baidu.com/view/2334363.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)，其自由表面发生扰动时，[空气微团](http://baike.baidu.com/view/583209.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)会偏离其平衡位置，产生垂直方向上的震荡，扰动在水平方向上传播而形成的波动，这类波即为表面重力波。

## 3.2 机器振动

**3.2.7** 工程振动中所说的冲击脉冲是指冲击式机器工作时，例如锻锤打击锻件的激励，压力机冲裁时，所产生的冲击脉冲作用，其脉冲的特性参数主要包括脉冲形状、脉冲宽度、脉冲幅度和重复频率等。其中：

1矩形脉冲rectangular shock pulse

时间历程曲线为自零开始瞬间上升到一给定值并保持脉冲期间该定值不变，随后瞬间降落到零的冲击脉冲。常见于热模锻起始阶段水平力FH和锻压阶段竖向力Fv。

2半正弦脉冲half-sine shock pulse

时间历程曲线为一个周期正弦波的正半周期（或负半周期）的冲击脉冲。常见于热模锻起始阶段力矩M和摩擦螺旋竖向力Fv。

3正矢脉冲versine shock pulse

时间历程曲线为一个自零开始的正矢（正弦平方）曲线的冲击脉冲。常见于锻锤打击力Fv和热模锻起始阶段力矩M。

4三角形脉冲triangular shock pulse

时间历程曲线为等腰三角形的冲击脉冲。常见于热模锻起始阶段水平力FH和锻压阶段竖向力Fv。

5梯形脉冲trapezoidal shock pulse

时间历程曲线为自零开始线性上升到一给定值并保持一段时间该定值不变，随后线性地降落到零的冲击脉冲。

**3.2.13** 国际标准化组织(ISO)于1940年制定了世界公认的ISO1940平衡等级，它将转子平衡等级分为11个级别，每个级别间以2.5倍为增量，平衡机从要求最高的G0.4到要求最低的G4000。

## 3.3 交通振动

**3.3.1** 交通大致可以分为陆运、海运和空运，广义上包括各种交通工具—轮船、飞机、轨道交通和橡胶轮胎车辆等，各种类型交通运输工具的振动作用包含的原理各不相同并且十分广泛，本标准中涉及的为轨道交通振动作用主要是轨道交通车辆正常行驶、加速、制动、转向中施加在结构物上的力的响应。

**3.3.2** 离心力和向心力都是经典力学中的重要概念。离心力是指当物体做圆周运动时，向心加速度会在物体的坐标系产生如同力一般的效果，类似于有一股力作用在离心方向，它是一种假想的惯性力，现实中不存在。而向心力是物体沿着圆周或者曲线轨道运动时的指向圆心的合外力作用力，是一种真实存在的力。本标准列车离心力特指列车运行在曲线上产生的倾向曲线外侧的水平力。

**3.3.11**轮轨相互作用是研究机车车辆在线路上的运动和运动中轮轨间的相互作用力，通常按竖向、横向、纵向分别研究。

**3.3.15** 轨道不平顺谱包括高低、轨向、轨距和水平四种轨道不平顺谱。采用空间频率的单边功率谱密度描述，主要用于描述轨道不平顺随机部分。

## 3.4 施工振动

**3.4.1**施工振动是研究建筑施工引起的振动，主要包括打桩、打夯、地基处理、岩土爆破等。

**3.4.5~3.4.8**打桩设备通常利用桩锤的冲击作用将桩贯入底层。

**3.5爆破振动**

**3.5.1**爆破主要用于土石方工程、建筑物（构筑物）的拆除、军事上的破障、摧毁军事目标等，涉及爆炸材料（炸药、起爆材料及其药剂）的应用、爆破作用和爆破方法的研究以及爆破作业的组织与实施等。爆破产生的振动对周围环境和构筑物造成不利影响，爆破振动是工程上常见的振动之一。

**3.5.3**炸药按物理状态可分为固体炸药、液体炸药和胶质炸药。在矿山、铁道、水利、建材等部门使用的炸药通常称为工业炸药，工业炸药按炸药主要化学成分分类主要有四类：硝铵类炸药，硝化甘油类炸药，芳香族硝基化合物类炸药，液氧炸药。

**3.5.4** 炸药在岩土中爆炸时，一部分能量对炸药周围的介质引起扰动，并以波动形式向外传播。通常认为：在爆炸近区（药包半径的10~15倍）传播的是冲击波，在中区（药包半径的15~400倍）传播的是应力波。应力波到达界面产生反射和折射叠加形成地震波。地震波是一种弹性波，它包含在介质内部传播的体波和沿地面传播的面波。爆破过程中造成岩石破裂的主要原因是体波的作用，而造成爆破地震破坏的主要原因是面波的作用。

**3.5.5** 爆破地震效应主要描述爆破地震波引起的破坏现象及后果，爆破地震波的特征一般用振幅A、频率f0（或周期T0）和持续时间TE三个基本参数表示。爆破地震效应是一个比较复杂的问题，受到各种因素的影响。如爆源的位置、炸药量的大小、爆破方式、传播介质和地形条件等。对建筑物的破坏，爆破地震波仅是外部条件，而建筑物的结构特性和材料特性是其内部条件，且与地基特性和约束条件以及施工质量等因素有关。因此，爆破地震效应是一个包含建（构）筑物本身以及爆破地震波多种因素的综合性的现象。

**3.5.6** 为减小爆破地震效应的危害，需对爆破地震效应进行大量的研究。主要研究问题可以归纳为两个方面：（1）爆破地震波的特征及传播规律；（2）爆破地震波对建筑物的影响。爆破振动监测是研究爆破地震效应的基本手段和方法。

**3.5.8** TNT当量，又称爆炸当量，是一个计算单位，用于估算爆炸释放的能量，以质量为单位，通常以千克或吨来表示。1吨TNT释放能量相等于4.52千兆焦耳。

## 3.6 人行振动

**3.6.1**人行荷载包括人群自由行走和有节奏运动引起建筑楼盖振动的荷载，也包括人行天桥构筑物的振动荷载等。

**3.6.2~3.6.3**人群自由行走发生的场合可以是汽车站、火车站、机场等候大厅以及办公楼、教学楼等具有公共用途的建筑，也可以是实验楼、洁净室等具有特殊用途的建筑，无固定韵律。人群有节奏运动一般由跳舞、演唱会、体育比赛、有氧健身操等具有一定韵律的运动引起。两者引起的工程振动比较广泛，在实际工程中，根据振动控制要求，一般考虑建筑舒适度及微振动控制（如人行引起精密设备振动）进行计算。

**3.6.4** 对于办公楼，主要考虑桌椅、文件柜等的重量；对于住宅楼，主要考虑家具等的重量，相对较轻；对于商场等大空间建筑，家具较少，有效均布荷载的数值较小，可忽略不计。

**3.6.6**人行天桥的人行振动荷载应包括竖向人行振动荷载、纵桥向人行振动荷载和横桥向人行振动荷载，与人群密度及人行天桥采用的结构类型密切相关，如：钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构、钢-混凝土组合结构及钢结构等。

**4 振动传播术语**

**4.0.1**振源可分为：

点振源，振源可简化为一个运动质点，例如机器设备产生的振动；

线振源，振源可简化为一条直线上分布的运动质点，例如公路和轨道交通产生的振动；

面振源，由无数个等强度或不等强度的点振源组成的平面或曲面。

**4.0.5** 弹性半空间在一个平面中表示时称为半无限弹性体，如图4-1表示。



图4-1 弹性半空间示意图

**4.0.9** 压缩波又称为体波、纵波，典型的有P波**、**爆炸产生的冲击波。

**4.0.10** 剪切波又称为面波、横波，典型的有瑞利波、勒夫波。

**4.0.15**拍振是指一质点同时参与两个同方向、不同频率简谐运动，则t时刻位移分别为：

X1=A·cos(ω1t) 和 X2=A·cos(ω2t) （4-1）

则该质点的和位移为：

X=X1+X2=2A·cos[(ω1-ω2)t/2]·cos[(ω1+ω2)t/2] （4-2）

****图4-2 两个信号的叠加

图4-2是这样两个信号的叠加。这样时强，时弱的信号即是拍。这样的信号可以是任何形式的信号，如结构的振动信号，地磁波的震荡信号，声音等。事实上，“拍”这个名词是来源于音乐方面的术语。

**4.0.17 防振距离**通常是规划设计中要考虑的指标之一。是指振源产生的振动经设备基础和土介质向外传播而逐渐衰减，当达到一定距离后，在不采取任何防振措施的情况下传来的地面振动已不能影响防振对象的距离。现行国家标准《电子工业防微振工程设计规范》给出了防振距离计算公式，现行国家标准《动力机器基础设计规范》给出了振动在地基土中衰减估算方法。

**5振动分析术语**

## 5.1 振动参数

**5.1.5**单自由度无阻尼线性系统的固有频率为，单自由度阻尼线性系统的固有频率为。因此，阻尼线性系统的固有频率小于无阻尼线性系统的固有频率。

**5.1.10**临界阻尼状态是系统是否振动的分界状态。当阻尼小于临界阻尼时，系统是振动的。反之，系统就不作振动了。

**5.1.13**自功率谱密度表征能量按频率的分布情况。自功率谱密度函数曲线下面的面积等于振动量在τ等于零时的自相关函数。如果信号可以看作是平稳随机过程，那么自功率谱密度和自相关函数互为傅里叶变换对。

**5.1.22**宽带的界定是相对于所讨论的问题而言的，其宽度通常等于或者大于一个倍频程。

**5.1.25**方差也称为[随机变量](http://baike.baidu.com/view/45329.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)的二阶矩，其定义为：

 （5-1）

如果信号是平稳的，那么均值和方差不是随时间变化的函数，如果信号是平稳的且各态历经的，那么期望算子是对个时间样本值取平均：

 （5-2）

如果一个非平稳信号在个样本点的时间间隔内被认为是广义平稳的且各态历经的，那么期望算子是对个时间样本值的平均：

 （5-3）

如果被认为是广义平稳的信号的样本个数以及的值均不充分大，则应进行次统计独立的测量，，并通过以下计算得到平均值：

 （5-4）

**5.1.26**协方差的定义如下

对于一个确定性的非周期瞬态信号，自协方差为：

 （5-5）

对于两个确定性的非周期录态信号，互协方差为：

 （5-6）

对干随机的非平稳瞬态信号，自协方差为：

 （5-7）

对干两个随机的非平稳瞬态信号，互协方差为：

 （5-8）

## 5.2 振动分析

**5.2.2**时域分析与频域分析是对模拟信号的两个观察面。时域分析是以时间轴为坐标表示动态信号的关系；频域分析是把信号变为以频率轴为坐标表示出来。动态信号从时间域变换到频率域主要通过傅立叶级数和傅立叶变换实现。周期信号可由傅立叶级数实现，非周期信号可由傅立叶变换实现。

**5.2.3**模态分析过程如果是由有限元计算的方法取得的，则称为计算模态分析；如果通过试验将采集的系统输入与输出信号经过参数识别获得模态参数，称为试验模态分析。

**5.2.4**傅里叶变换是基于傅里叶原理而来，即：任何连续测量的时序或信号，都可以表示为不同频率的正弦波信号的无限叠加。

**5.2.5** 快速傅里叶变换（FFT）能够将计算离散傅里叶变换（DFT）的复杂度从只用DFT定义计算需要的降低到。FFT和DFT是等效的。

**5.2.7**对于承受随时间变化简谐外力的结构，其动力学方程为：

 （5-9）

定义位移矢量为，外力矢量为。

其中是位移矢量的实部，为位移矢量的虚部，为外力矢量的实部，为外力矢量的虚部。为载荷的圆频率。将位移矢量及外力矢量代入动力学方程可以得到：

 （5-10）

对于每一个节点的位移，可以有两种输出形式，即实部和虚部的输出形式及幅值和相位角的输出形式。

谐响应分析方法有完全法、缩减法及模态叠加法。

**5.2.8**模态参数是结构固有的一种特性，它只与结构的质量、刚度、约束形式等有关，而与其他输入无关。

对于质量矩阵M，刚度矩阵K的n自由度无阻尼线性系统，其广义特征值问题为：

 （5-11）

它是一个齐次线性代数方程组，其非零解的条件是系数矩阵行列式等于零。即：

 （5-12）

方程可以求解得到特征值或者固有角频率。

把任意一个特征值代入其次方程就可以得到与之对应的特征向量。特征向量表征了各个坐标在以固有角频率做简谐振动是各个坐标幅值的相对大小，称之为系统的第i阶固有模态或固有振型。n自由度线性系统含有n个模态，且的各阶模态应满足双正交性。

把求得的n个特征向量也就是n个模态按列排列，组成的矩阵称为模态矩阵。

**5.2.9**根据模态的正交性，可以证明模态之间时线性无关的。因此，n自由度系统的n个模态构成n维向量空间的一组正交基，于是改n维空间的任意一个向量都可以用这组正交基开表示。以该正交基作为基底的坐标系称为模态坐标系，因此有：

 （5-13）

上式中，列向量称为模态坐标，也可以称为模态位移，其元素称为系统的模态坐标或主坐标。上式实现了模态坐标与物理坐标之间的转换，模态矩阵也称为坐标转换矩阵。

**5.2.14**频率分辨率可以理解为在应用离散傅里叶变换（DFT）时，所得到的频谱图中相邻谱线的最小频率差，即

 （5-14）

式中，为频率分辨率，为[采样频率](http://baike.baidu.com/subview/82683/82683.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)，*N*为采样点数，为采样间隔，所以就是采样前模拟信号的时间长度*T*，因此信号长度越长，频率分辨率越好，如果要提高频率分辨率，可在不改变[采样频率](http://baike.baidu.com/subview/82683/82683.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)时，增加数据采样点数N。

**5.2.14**模态系统识别可分为为频域法、时域法、时-频方法及基于模拟进化的方法四大类。

**5.2.17**对于一维实随机变量X，设它的累积分布函数是。如果存在可测函数，满足：

存在，

 （5-15）

那么X是一个连续型随机变量，且是它的概率密度函数。

概率分布函数为：

 （5-16）

**5.2.18**连续随机变量的概率密度函数为：

 （5-17）

式中是概率元。

随机变量的概率密度函数为：

 （5-18）

式中是随机变量的全部可能值中落在与的相对比率。

**5.2.19**振动相关分析是通过将某个时刻的振动值与另一个时刻的振动值进行比较，以确定一个独立的平稳振动时间历程的某些特征或多个不同的平稳时间历程间关系的一种方法。如果信号是随机的并且是平稳的，那么相关性仅和时间差有关。如果信号是随机的并且是非平稳的，那么相关性与每一个时间点都有关。

**5.2.20**对子非平稳信号，自相关函数是信号在时间和延迟时的乘积的平均值：

 （5-19）

其中平均是对各独立的数据块取。参与平均的数据块数目一定要充分大。

如果信号是平稳的，自相关函数是时间延迟的函数：

 （5-20）

如果信号是非各态历经的，平均是对各独立的数据块取。

如果信号是各态历经的，自相关函数通过对整个数据记录进行平均得到：

 （5-21）

其中，；；；

数据长度必须充分长，才能使的平均在统计上是充分的。

**5.2.22**对于非平稳的信号，互相关函数是信号在时间和延迟时的乘积的平均值：

 （5-22）

其中平均是对各独立的数据块取。参与平均的数据块数目一定要充分大。

如果是平稳信号，互相关函数是时间延迟的函数：

 （5-23）

如果信号是非各态历经的，平均是对各独立的数据块取。

如果信号是各态历经的，自互相关函数通过对整个数据记录进行平均得到：

 （5-24）

其中，；；；

数据长度必须充分长，才能使的平均在统计上是充分的。

**5.2.24**对于由能量谱密度表示的信号，其相干函数为：

（） （5-25）

对于由功率谱密度表示的信号，其相干函数为：

（） （5-26）

注：相干函数的取值介于0和1之间。

**5.2.25**信号的短时傅里叶变换由以下公式给出：

（） （5-27）

其中含有个样本的窗函数应事先指定。时间指数可从1开始增加，范围通常取窗的长度或一半的长度。

短时傅里叶变换不能兼顾频率与时间分辨率的需求，使用长时间滑动窗，在频域获得高精度，但时域精度降低；反之，使用短时间滑动窗，在时域获得高精度，又会使频域精度降低。

**5.2.26**信号的连续小波变换表示为：

 （5-28）

式中，是的复共轭，是满足容许条件的母小波函数，为尺度因子，表示与频率相关的伸缩，为时间平移因子。

多分辨分析是为了平衡时间分辨率和频率分辨率这个矛盾，采取的对存在高频分量的部分采用高的时间分辨率和低的频率分辨率，而对于低频分量则采用高的频率分辨率和低的时间分辨率的分析方法。

**5.2.27**信号的魏格纳分布定义为：

 （5-29）

**5.2.28**平稳过程，又称严格平稳过程或强平稳过程是一种特殊的随机过程。如果有一个信号x对于所有k都满足以下条件，则它就是一个平稳过程：

 （5-30）

也就是说，x[n]和x[m]的联合概率分布，只和m和n的时间差有关，和其他参数都没有关系。

**5.2.30**在信号处理领域，采样是将信号从连续时间域上的模拟信号转换到离散时间域上的离散信号的过程，以采样器实现。通常采样与量化联合进行，模拟信号先由采样器按照一定时间间隔采样获得时间上离散的信号，再经模数转换器（ADC）在数值上也进行离散化，从而得到数值和时间上都离散的数字信号。很多情况下所说的“采样”就是指这种采样与量化结合的过程。通过采样得到的信号，是连续信号的离散形式。连续信号通常每隔一定的时间间隔被模数转换器（ADC）采样，时间点上的连续信号的值被表现为离散的，或量化的值。

**5.2.33**混叠主要来自于对连续时间信号作取样以数字化时，取样频率低于两倍奈奎斯特频率。在统计、信号处理和相关领域中，混叠是指取样信号被还原成连续信号时产生彼此交叠而失真的现象。当混叠发生时，原始信号无法从取样信号还原。而混叠可能发生在时域上，称做时间混叠，或是发生在频域上，被称作空间混叠。

**5.3 振动响应**

**5.3.4**通常传递函数是一个复变函数，定义为线性时不变系统输出与输入的拉普拉斯变换之比。传递函数通常以频率函数的形式给出，且为复变函数。传递函数是指零初始条件下线性系统响应（即输出）量的拉普拉斯变换（或z变换）与激励（即输入）量的拉普拉斯变换之比。

**5.3.5**激励可以是时间的简谐、瞬态或随机函数。简谐激励时，为稳态输出量与输入量之比，瞬态激励时，输出的傅里叶变换与输入的傅里叶变换之比，平稳随机激励时，输出和输入的互谱与输入的自谱之比。

运动可以用速度、加速度或位移来表示，其相应的频响函数分别为导纳、加速度导纳和位移导纳，或分别为阻抗、有效质量（即视在质量）和动刚度。

频响函数是线性定常系统的固有特性，它与输入函数的类型无关，一种激励形式下获得的结果能够用于预测系统对其它任意形式激励的响应。

**5.3.10**均方根谱定义为：

 （5-31）

（） （5-32）

式中：——采样频率；

——振幅比例因子；

——数据块的采样数；

——的离散傅里叶变换；

——信号的均方根谱。

**5.3.11**对于一个确定性非平稳瞬态信号，其能量谱密度为：

（） （5-33）

如果瞬态信号是随机的，则能量谱密度定义为：

（） （5-34）

这里平均是对充分多的独立的数据块求取。

**5.3.12**功率谱密度的计算公式如下：

（） （5-35）

这里平均是在一个长的时间记录中对不同的时间段求取。功率谱密度的单位是。如果信号是非各态历经的。则期望值需对整个独立数据块求取。

功率谱密度是一个通用术语，使用时不考虑时间历程所代表的物理过程。对于涉及到的物理过程，根据特定的数据加以说明。例如，当描述加速度谱时，用“加速度功率谱密度”或“加速度谱密度”术语来代替功率谱密度。

**5.3.13**对于用能量谱密度表示的信号，其互谱密度为：

（） （5-36）

对于用功率谱密度表示的信号，其互谱密度为：

（） （5-37）

互谱密度是复数，其幅值和相位可表示为频率的复函数。

**5.3.14**冲击响应谱是一般性术语，需要附加修饰词使其含义明确，比如加速度、速度或位移冲击响应谱。

如果没有给定系统阻尼的大小和类型，就假定为无阻尼。除非另外说明，冲击响应为最大绝对值，它与最大值的符号和出现的时刻无关。该响应经常被称为最大冲击响应谱。若提及的是其它类型的冲击响应谱，则需要特别说明。

在振动发生系统上测试施加特定地震运动得到的结构冲击响应谱，称之为地面响应谱。

**5.3.15** 机械阻抗为复数或复矢量。机械阻抗根据所选取的运动量可分为位移阻抗（又叫动刚度）、速度阻抗和加速度阻抗(又叫有效质量)三种。

假设系统的激振力为：

 （5-38）

其稳态响应为：

 （5-39）

则该系统的机械阻抗Z可以定义为：

 （5-40）

其幅值为，相位角为。

**5.3.17**机械导纳可以表示为：

 （5-41）

机械阻抗的幅值与机械导纳的幅值互为倒数，但它们的相位角数值相同，仅相差一个负号。

**5.4 振动评价**

**5.4.1**振动加速度级的计算方法为：

VAL=20log(a/a0) (dB) （5-42）

式中： a——振动加速度有效值，m/s2，

 a0——基准加速度，10-6/s2。

**5.4.3**累计百分之十Z振级为测量无规振动的评价量。连续测量时间不应少于1000s。

**5.4.4**最大Z振级为测量冲击振动和铁路振动的评价量。对冲击振动而言，应以10次冲击的最大Z振级的算数平均值为评价量。对铁路振动而言，应为20次列车通过的最大Z振级的算数平均值为评价量。

**5.4.5**分频最大振级是城市轨道交通引起建筑物振动的评价量，所采用的频率范围是4~200Hz1/3倍频程。

**6 振动影响术语**

## 6.1 人体舒适影响

**6.1.5** 关于人体暴露于机械振动和冲击的标准通常规定了人体响应的评价方法，而在有些场合专门的剂量反应关系已经给出。作为一般规则，规定绝对的暴露限度对于国际标准而言不是合适的。在有些成员国中，振动（冲击）限度有时由立法或行政机构颁布。在这种情况下，宜鼓励使用同国际上认可的或同类国家一致的评价方法和数据。

**6.1.10** 传入人体或人体的模拟体的机械振动和冲击可以按照解剖学和（或）几何中心或基本中心坐标系描述，采用何种方法取决于其是否最适合测量人体响应或评价的方法。然而作为一般规律推荐优先采用解剖学坐标系。

**6.1.11** 作为完整的表达，准则应规定被保护人群的比率或百分数。

**6.1.13** 该术语体现两个意义，因为一方面它是一个不被人类工效生理方面的专家普遍接受和承认的概念，而另一方面，它已在国际标准和同类文献中采用。“熟练程度”(proficiency)一词收入本标准在某些方面是一种不得已的选择，因为在规范的英语用法中，严格地说，它的含义指未必有当前正在执行的任务的效率（efficiency）的意思（效率同时可能被振动或冲击运动降低），但同时可获得技能或经验，这个术语主要是由受过训练的个人使用，但没有考虑暂时的不良环境因素的作用。

该术语在科技文献甚至在一些英文版的生物动力学标准中被广泛不适当地写成“疲劳—降低熟练程度”（不推荐这种代替方式）。使用这种连字符的形式错误地表示全部的工效被“疲劳”降低，即被依赖于时间的振动或冲击运动的不利生理作用所降低。事实上，人的许多形式的活动和工效，是在被振动或冲击运动引起的直接机械干扰瞬时降低，而未必是与在持续暴露期间的任何后续生理上的疲劳影响有关。

**6.1.16** 影响人体的振动碎发的典型情况包括在人体共振系统受到冲击输入后引发的振幅按指数规律衰减（通常为“钟型”）的准谐波振动，或是幅值包络线起伏的振动（例如，由重型车辆通过而激发的桥面振动），或是短暂的随机振动，如同飞机对孤立的一阵空气紊流响应或船在波浪巨大的海中航行引起的船体响应一样。

碎发通常是与大多数人体反应相关的短暂时间。振动碎发的持续时间足够长到能作为短时间连续振动处理的关键将依赖于环境和引起的人体响应。

**6.1.17** 本术语经常指的一种振动突然或无规律的恢复，因而可能引起作为振动接受器的人的吃惊和烦恼。

## 6.2 振敏设备影响

**6.2.4**对应位移振幅极大值的频率为位移共振频率。对于固有频率为，阻尼比为的单自由度系统，位移共振频率为：

 （6-1）

有阻尼系统的位移共振频率小于固有频率。对应位于共振频率的动力放大系数为：

 （6-2）

**6.2.5**速度共振频率等于系统的固有频率。

## 6.3 建筑结构影响

**6.3.1** 恢复力的受力方向一般指向平衡位置，并使物体回到平衡位置。

**6.3.2** 惯性力是指当物体有加速度时，物体具有的惯性会使物体有保持原有运动状态的倾向，而此时若以该物体为参考系，并在该参考系上建立坐标系，看起来就仿佛有一股方向相反的力作用在该物体上令该物体在坐标系内有发生位移的趋向，因此称之为惯性力。

**6.3.4**剪力，又称剪切力。“剪切”是在一对相距很近，大小相同，指向相反的横向外力作用下，材料的横截面沿该外力作用方向发生的相对错动变形现象。能够使材料产生剪切变形的力称为剪力或剪切力。发生剪切变形的截面称为剪切面。判断是否“剪切”的关键是材料的横截面是否发生相对错动。

**6.3.5**弯矩是受力构件截面上内力矩的一种，即垂直于横截面的内力系的合力偶矩。其大小为该截面截取的构件部分上所有外力对该截面形心矩的代数和，其正负约定为是构件下凹为正，上凸为负(正负区分标准是构件上部受压为正，下部受压为负；反之构件上部受拉为负，下部受拉为正)。

**6.3.6**扭矩可以使物体发生转动，是一种特殊的力矩。

**6.3.7~6.3.9**同截面垂直的应力称为正应力或法向应力，同截面相切的应力称为剪应力或切应力。

**6.3.10**主应力指的是物体内某一点以法向量的微面积元上剪应力为零时的正应力。这时，法向量的方向称为应力主方向。

**6.3.11~6.3.15**结构或构件在受到外力作用下会产生一定的变形，变形的程度体现的意义即为应变。应变有线应变、剪应变和主应变，材料受力后对应于最大应力的应变称为极限应变。

**6.3.17**细长物体（如梁或柱）的挠度是指在变形时其轴线上各点在该点处轴线法平面内的位移量。薄板或薄壳的挠度是指中面上各点在该点处中面法线上的位移量。物体上各点挠度随位置和时间变化的规律称为挠度函数或位移函数。

**6.3.18~6.3.20** 弹性变形的重要特征是其可逆性，即受力作用后产生变形，卸除载荷后,变形消失。料在外力作用下产生形变，而在外力去除后，弹性变形部分消失，不能恢复而保留下来的的那部分变形即为塑性变形。

**6.3.21~6.3.22** 构件变形容许值和构件挠度容许值是结构或构件满足其极限状态要求的最大值。

**6.3.23**试验表明动应力小于比例极限时，胡克定律仍然适用，并且动弹性模量与静载时相同。

**6.3.24~6.3.28** 承受振动荷载的结构或元件，会产生微小的裂纹，裂纹将随着振动荷载周次的增加而逐渐扩展。随着裂纹尺寸增大，结构或元件的剩余强度逐步减小，最后导致断裂。疲劳裂纹的萌生从宏观而言，总是起源于应力集中区、高应变区、强度最弱的基体、结构拐角、加工切削裂焊缝、腐蚀坑等区域。从微观而言可分为滑移带开裂、晶界开裂、非金属夹杂（或第二相）与基体界面开裂三种机制。具有初始裂纹或缺陷的构件，即使这些初裂纹或缺陷未达到失稳扩展的临界尺寸，但是在振动荷载作用下，也会逐渐扩展，导致疲劳破坏。对于没有宏观裂纹的试件，在振动荷载作用下，也可能萌生裂纹，最后裂纹扩展直到断裂。因此，疲劳破坏时的应力远比静载荷破坏应力低，而且疲劳破坏时一般都没有明显的塑性变形，对工程结构的危害很大，这是要努力避免的。

**6.3.29**应力集中能使物体产生疲劳裂纹，也能使脆性材料制成的零件发生静载断裂。在应力集中处，应力的最大值（峰值应力）与物体的几何形状和加载方式等因素有关。局部增高的应力随与峰值应力点的间距的增加而迅速衰减。由于峰值应力往往超过屈服极限（见材料的力学性能）而造成应力的重新分配，所以，实际的峰值应力常低于按弹性力学计算得到的理论峰值应力。

**6.3.30**结构材料在恒定高温的承载状态下，总应变（弹性应变加塑性应变）保持不变，而应力随时间的延长逐渐降低的现象，简称松弛。松弛和蠕变是一个问题的两个方面。结构材料在恒定高温下工作，当保持应力恒定就产生蠕变，而当保持总应变恒定就产生松弛。

**6.3.32**当振动引起建筑物或基础的不均匀沉降达到一定的限度时,在建筑物或基础的不同位置会造成裂缝，裂缝扩展严重时，会引起建筑物或基础发生破坏。

**6.3.33**对钢筋混凝土结构来说,正常使用阶段中由各种振动荷载引起的横向裂缝属于正常现象。通常,适当的横向裂缝不会影响到结构构件的承载能力,可以认为是无害裂缝。但在振动剧烈或其它恶劣环境下,横向裂缝对混凝土结构耐久性的影响就会显现出来,其中的一个主要方面就是，持续的有害振动会造成裂缝的快速发展,使结构提前发生破坏的可能性增大,继而影响到结构的承载能力和安全性。

**6.3.34**“龟裂”的特征主要体现在形状方面：其裂缝呈龟壳状和鱼鳞状，一般稍短、细、浅、密。振动引起的“龟裂”破坏，需要在结构设计中做好充分考虑，如减少水泥中的有害物质，清洗骨料，搞好骨料级配等。

**6.3.35~6.3.36**倒塌或连续倒塌是振动引起建筑物或构筑物破坏的最不利情况，是需要在实际工程中坚决予以杜绝的现象。当振动荷载持续施加在建筑物或构筑物时，一定要做好整体和构件细部的振动水平测量工作，并进行容许振动值的对比，当发现达到、超过容许振动水平或结构构件发生明显破坏时，应立即采取防护措施，避免造成生命、财产的损失。

**6.3.37**在强振动荷载（如强夯）作用下，处于地下水位以下的沙土，其性质可能发生明显的变化，致使它的表现具有类似液体的特征，这种现象，人们称之为沙土液化灾害现象，也称喷砂现象。沙土液化会致使沙土层突然呈现出液态的物理形状，导致地基承载力大大下降，使地面建筑物在形成的流砂中下沉，产生极大的破坏。

**6.3.39~6.3.40**塑性破坏是由于变形过大，超过了材料或构件可能的变形能力而产生的，仅在构件的应力达到其极限强度后才发生。塑性破坏前，总有较大的塑性变形发生，且变形持续的时间较长，很容易及时发现而采取措施予以补救，不致引起严重后果。脆性破坏前塑性变形很小，甚至没有塑性变形，计算应力可能小于结构或构件的屈服点，断裂从应力集中处开始。由于脆性破坏前没有明显的预兆，无法及时觉察和采取补救措施，而且个别构件的断裂常引起整个结构塌毁。在设计、施工时，要特别注意防止出现脆性破坏。

**7 振动测量术语**

## 7.1测量仪器

**7.1.1**传感器通常由敏感元件和转换元件组成，其中的敏感元件是指能直接感受或响应被测量的部分，转换元件是指能将敏感元件感受或响应的被测量转换成适于传输或测量的电信号部分。

当传感器的输出为规定的标准信号时，则称为变送器。

工程振动测量中传感器主要有测量工程运动状况的加速度传感器、速度传感器、位移传感器，测量工程受力状况的力传感器、压力传感器、力矩传感器、扭矩传感器，测量工程变形状况的应变传感器、应力传感器等。

**7.1.6**加速度传感器分为线加速度传感器和角加速度传感器，如未加说明，加速度传感器一般是指线加速度传感器。

加速度传感器按能感受空间上方向的多少分为单轴加速度传感器和三轴加速度传感器，三轴加速度传感器能够感受空间上三个互相垂直方向，且其中一个是垂直方向，另两个是水平方向的加速度传感器。

工程上常用的加速度传感器主要有：压电式加速度传感器、IEPE/ICP加速度传感器、压阻式加速度传感器、电容式加速度传感器、应变式加速度传感器、光纤式加速度传感器、谐振式加速度传感器等。

**7.1.7**振动速度传感器分为振动线速度传感器和振动角速度传感器，如未加说明，振动速度传感器一般是指振动线速度传感器。

工程上常用的振动速度传感器主要有：磁电式速度传感器、动圈式速度传感器、光电式速度传感器等。

**7.1.8**位移传感器分为线位移传感器和角位移传感器，如未加说明，位移传感器一般是指线位移传感器。

工程上常用的位移传感器主要有：差动变压器式位移传感器、电感式位移传感器、电涡流式位移传感器、电容式位移传感器、电阻式（拉线式、滑动电阻式）位移传感器、应变式位移传感器、磁致伸缩式位移传感器、光电式速度传感器等。

**7.1.10**工程上常规地震检波器主要有动圈式检波器、涡流式检波器、压电式检波器，其中动圈式检波器又可细分为动圈式速度检波器和动圈式加速度检波器。新型地震检波器有利用MEMS（微电子机械系统）技术的数字检波器和利用光纤传感技术的FBG（光纤Bragg光栅）检波器。

根据工作任务的不同，可以采取单体封装型式成为单分量检波器，也可以采取三个封装在一起成为三分量检波器，还可以进行串并联组合成为检波器串。

**7.1.11**无线传感器网络主要由节点、网关和软件三个部分组成，空间分布的测量节点通过与传感器连接实现对参数的测量。测量到的数据无线发送至网关，网关可以与有线系统相连接，通过软件对数据进行采集、加工、分析和显示。传感器节点是无线传感器网络的重要部分，它是由传感器模块、处理器模块、无线通信模块和能量供应模块四部分组成。由于无线传感器网络在无线传输、大范围分布式布设等方面的优势，其在工程振动测量上得到越来越广泛的应用。

**7.1.12**应变放大器也称为应变仪，按其测量应变变化频率范围分为静态应变仪和动态应变仪，按应变仪内部供桥电压的不同，分为直流供桥型和交流供桥型。

工程上常用的静态应变仪为直接将电阻应变计测量的应变转换为数字显示的数字式应变仪。

工程上常用的动态应变放大器有两种形式：具有多个通道的单台动态应变仪和将应变放大电路（或称应变适调仪）与计算机集成的动态应变采集仪。单台动态应变仪各通道通常具有多个增益档、低通滤波档以及内部标定器，其性能指标主要有非线性误差、标定值误差、增益档误差、频响误差、低通滤波器滤波特性、零位漂移、示值稳定性等。

**7.1.13**工程上常用的电荷放大器有两种形式：具有多个通道的单台电荷放大器和将电荷放大电路（或称电荷适调仪）与计算机集成的电荷采集仪。单台电荷放大器各通道通常具有多个增益档、低通滤波档、高通滤波档以及归一化档（也叫传感器灵敏度档）和积分放大器档，其性能指标主要有非线性误差、归一化误差、增益档误差、频响误差、上限频率、下限频率、失真度、输入等效电荷噪声等。

**7.1.14** IEPE放大器通常具有多个增益档、低通滤波档、高通滤波档以及归一化档（可选），其性能指标主要有非线性误差、归一化误差、增益档误差、频响误差、高通滤波器截止频率、低通滤波器截止频率、失真度等。

**7.1.15**目前光纤传感器信号解调仪主要有光纤光栅解调仪、光纤法-珀（FP）解调仪、干涉型光纤传感器解调仪等。其性能指标主要有解调频率范围、频响误差、非线性误差等。

**7.1.16**滤波器按构造方法可分为模拟滤波器和数字滤波器。模拟滤波器是用电子元器件等硬件组成的滤波器，如由电阻、电容、电感组合电路构成的无源滤波器，由运算放大器、电阻、电容等组合电路构成的有源滤波器。

滤波器可以是单独的仪器，也可以是测量仪器的一部分或测量系统中的一个组件。这些作为器件的滤波器一般为模拟滤波器。

滤波器按通带的频率范围分为低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器和带阻滤波器。

**7.1.18**数据采集仪一般有多个输入通道，通道最大采集速率、模数转换器位数、存储深度、输入通频带等是选择和使用数据采集仪的主要参数。

**7.1.19**数字存储示波器一般应包括输入通道、采集控制与数据存储装置、显示装置、输出接口、适配器等部件。

**7.2仪器性能指标**

**7.2.1**被测量的最高、最低值分别称为测量范围的“上限值”、“下限值”。测量范围上、下限值之间的代数差称为测量仪器的量程。

**7.2.3**直线传感器在测量运动方向上的灵敏度应为其最大灵敏度，对应的轴向为传感器的灵敏轴。与灵敏轴垂直的方向称为传感器的横向轴，传感器在横向轴方向的灵敏度称为横向灵敏度。传感器存在横向灵敏度，对于测量方向上的感知信号是一种干扰，因此要求传感器的横向灵敏度与灵敏轴向灵敏度之比（即横向灵敏度比）越小越好。

**7.2.5**测量准确度是概念性的术语，不是一个量，不给出有数字的量值，当测量提供较小的测量误差时就说该测量是较准确的。在我国工程领域中准确度有时称为精确度或精度。测量准确度不应与“测量正确度”、“测量精密度”相混淆，“测量正确度”是指无穷多次重复测量所得量值的平均值与一个参考量值间的一致程度；“测量精密度” 是指在规定条件下，对同一或类似被测对象重复测量所得示值或测得值间的一致程度。

**7.2.7**动态范围也用于模拟式振动控制系统和随机振动控制系统中，其中在模拟式振动控制系统中，动态范围是指可以控制的最大信号和最小信号之比，一般以dB表示，该参数与振动台、控制系统以及整个电路的干扰噪声有关；在随机振动控制系统中，动态范围是指在给定的频率范围内，系统最大输出的功率谱密度与本底噪声功率谱密度之比的对数，以dB表示。动态范围越大，系统的控制能力越强，控制效果越好。

**7.2.8**除非另有规定，上升时间中的百分率分别假定为终值的10％和90％。

**7.2.11**谐振是指沿传感器灵敏轴向施加振动时，从输出端可观察到的传感器部件在窄频带范围内的被放大的振动。传感器的性能指标中有时也用到固有频率或振铃频率，固有频率是指在无阻尼时，传感器的自由（不加外力）振荡频率；振铃频率是指当被测量为阶跃变化时，在传感器输出中瞬时出现的自由振荡频率。

**7.2.13**幅值失真是指在给定的某一频率上，测量仪器的输出与输入之比（即灵敏度）随输入幅值而变化时所呈现的失真；频率失真是指在给定的频率范围内，对于给定的激励幅值，当测量仪器的灵敏度随频率而变时所呈现的失真；相位失真是指输出与输入间的相移不是频率的线性函数时所呈现的失真。

国际标准化组织(ISO)对于模拟式测量仪器的失真度采用总谐波失真度表示，按下式计算：

 （7-1）

式中：—失真度；

 —谐波幅值。

用此式计算时，总谐波方均根值同背景噪声之比应不低10dB。

对于数字式测量仪器的失真度采用基波失真度表示，按下式计算：

 （7-2）

式中：—基波幅值。

**7.2.15**测量仪器的截止频率一般是指当保持输入信号的幅度不变，改变频率使输出信号降至最大值的0.707倍，即用频响特性来表述即为-3[dB](http://baike.baidu.com/subview/53484/10548643.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)点处的频率，它是用来说明[频率特性](http://baike.baidu.com/view/675521.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)指标的一个特殊频率。如在高频端和低频端各有一个[截止频率](https://www.baidu.com/s?wd=%E6%88%AA%E6%AD%A2%E9%A2%91%E7%8E%87&tn=44039180_cpr&fenlei=mv6quAkxTZn0IZRqIHckPjm4nH00T1d9uWbvujD3nvD1nAfzPjR10ZwV5Hcvrjm3rH6sPfKWUMw85HfYnjn4nH6sgvPsT6KdThsqpZwYTjCEQLGCpyw9Uz4Bmy-bIi4WUvYETgN-TLwGUv3EnW6vrHDsn10v" \t "_blank)，则分别称为上[截止频率](https://www.baidu.com/s?wd=%E6%88%AA%E6%AD%A2%E9%A2%91%E7%8E%87&tn=44039180_cpr&fenlei=mv6quAkxTZn0IZRqIHckPjm4nH00T1d9uWbvujD3nvD1nAfzPjR10ZwV5Hcvrjm3rH6sPfKWUMw85HfYnjn4nH6sgvPsT6KdThsqpZwYTjCEQLGCpyw9Uz4Bmy-bIi4WUvYETgN-TLwGUv3EnW6vrHDsn10v" \t "_blank)和下截止频率。测量仪器的通频带（或带宽）可以用三种方式表示：

1以赫兹（Hz）为单位表示；

2以倍频程为单位的上下标称截止频率间的区间表示；

3以通带中心频率的百分比表示。

**7.3 仪器的检定、校准**

**7.3.1**检定是查明和确认测量仪器是否符合法定要求的活动，它包括检查、加标记和/或出具检定结果，检定结果要给出被测对象合格或不合格的结论。

**7.3.2**校准首先是得到校准值，然后是利用校准值获得修正值或修正因子，即由测量标准提供的量值就是被校仪器示值的标准值，标准值与示值之差是被校仪器示值的修正值，标准值与示值之比是被校仪器示值的修正因子。校准结果是给出校准值(包括校准函数、校准图、校准曲线或校准表格)，也可以给出修正值或修正因子。

校准按时域状态分类，有：

1静态校准：在校准过程中，各输入量不随时间而变化，称为静态校准。例如：重力场校准、静态力校准等。

2动态校准：与被测量随时间（或其它影响量）变化有关的校准过程，称为动态校准。

3稳态校准：校准源的运动参数在校准时间段不随时间变化(或周期性变化)的校准称为稳态校准。例如：单双离心机校准、正弦振动校准，互易法校准等。

4瞬态校准：当系统的输入量或初始状态在某一瞬间发生突然变化时，描述系统的一些特征量随时间立刻产生显著变化，然后逐渐趋于稳定，这个过程称为“瞬态”。在瞬态过程中进行的校准称为瞬态校准。例如冲击校准、激波阶跃压力校准等。

**7.3.3** 测量不确定度一般由多个分量组成。其中一些分量可以根据一系列测量值的统计分布进行测量不确定度的A类评定，用实验标准偏差表征。而另一些分量则可以根据经验或其它信息假设的概率分布进行测量不确定度的B类评定，用标准偏差表征。

**7.3.4**当存在单个参考量值，且参考量值是约定量值或是测量标准的标准值时，如测量不确定度可忽略，则测量误差是己知的；当参考量值为未知真值或一组直值时，测量误差是未知的。

**7.3.6**准确度等级是对测量仪器仪表的分级，通常用约定的数字或符号表示。各级准确度等级的测量仪器应符合相应不确定度的计量要求。

**7.3.8**互易校准法也是一种绝对校准方法，它是利用传感器（例如压电式、磁电式传感器、动圈式速度计、电动式振动台的动圈等）的机-电可逆性（也称双向性）、线性和无源性，对振动传感器进行校准的方法。它除了质量测量是机械量测量外，主要取决于电测精度，避免了直接测量加速度、速度、位移等振动计量中大的直接误差源，校准测量准确度高。

**7.3.9**振动比较法校准是通过标准传感器与被校传感器的比较而获得被校传感器的特性，校准时通常在标准振动台上同时“背靠背”地安装标准传感器和被校传感器。最常用的比较法为；

1正弦比较法：振动台产生一定频率和幅值的正弦激励，对两个传感器的输出进行比较。

2随机比较法：由标准传感器套组、标准振动台、动态信号分析仪、随机振动控制器组成校准系统，其中随机振动控制器闭环控制振动台，并产生所需的各种加速度谱密度的谱型激励振动台，然后对标准传感器和被校传感器的输出采用一定的方法进行比较。

## 7.4数据处理

**7.4.4**测试信号中的趋势项一般是指信号中周期大于记录长度的成分。提取、消除测试信号中的趋势项是数据处理中的一个重要环节。趋势项的存在，会使时域中的相关分析或频域中的功率谱分析产生很大的误差。

**7.4.5**平滑一般采用线性平滑公式，例如，三个数据点用下式来做平滑：

 （7-3）

**7.4.6**平均可分为：

1线性平均：对新、旧数据作相同的加权，通常用于平稳随机数据，其公式为：

 （7-4）

式中，—第个测试数据。

2指数平均：对新数据的加权大于旧数据，通常用于非平稳随机数据，其公式为：

 （7-5）

式中，—第个测试数据；—总加权数。

3有效值平均：对各测试数据的有效值进行平均处理，也称功率平均或RMS平均，其公式为：

 （7-6）

式中，—各测试数据有效值。

**7.4.7**对信号不同成分所乘的比例因子称为计权函数，根据计权函数设计的电网络，用以达到对信号进行预期变换的目的，称为计权网络。例如，声级计的A计权是频率计权，时间窗和滞后窗是时域计权，谱窗则是频域计权。计权函数又称为加权函数，简称权函数。

**7.4.9**理想的窗函数的傅里叶谱的主瓣应很窄（分辨率高），旁瓣应很低（泄露少），实际窗函数不可能同时兼顾这两项指标。窗分为时域窗和频域窗，常使用时域窗，将其与数据块相乘以改善频率的某些特性，减小数据点的误差。常用的时域窗有：

1矩形窗：在窗内对所有的样值都给以等计权的窗函数，这种窗的优点是主瓣比较集中，缺点是旁瓣较高，并有负旁瓣，导致变换中带进了高频干扰和泄漏，甚至出现负谱现象。其表达式为

 （7-7）

2汉宁窗：又称升余弦窗，可以看作是3个矩形窗的频谱之和，主瓣加宽并降低，旁瓣相互抵消而显著减小，从减小泄漏观点出发，汉宁窗优于矩形窗．但汉宁窗主瓣加宽，相当于分析带宽加宽，[频率](http://baike.baidu.com/view/30964.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)分辨力下降。其表达式为

 （7-8）

3海明窗：余弦窗函数的一种，又称改进的升余弦窗，其加权的系数能使旁瓣达到更小。其表达式为

 （7-9）

4布拉克曼窗：二阶升余弦窗，主瓣宽，旁瓣较低，但等效噪声带宽比汉宁窗大，波动却小一些。[频率](http://baike.baidu.com/view/30964.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)识别精度低，但幅值识别精度高，有更好的选择性，常用于检测两个频率相近幅度不同的信号。

 （7-10）

5平顶窗：主瓣平坦，“栅栏效应”最小，其表达式为

 （7-11）

6巴特利特窗：一种逐渐过渡的三角窗，可消除由于矩形窗突变的过渡带造成的吉布斯现象。它是两个矩形窗的卷积，与矩形窗相比，主瓣宽约为其宽度的两倍，但旁瓣小，无负旁瓣。其表达式为

 （7-12）

7凯瑟窗：由定义的一组可调的由零阶贝塞尔函数构成的窗函数，通过调整参数可以在主瓣宽度和旁瓣衰减之间自由选择它们的比重。对于某一长度的Kaiser窗，给定，则旁瓣高度也就固定了。凯瑟窗函数的时域形式可表示为

 （7-13）

其中，是第1类变形零阶贝塞尔函数，是窗函数的形状参数，由下式确定：

 （7-14）

其中，为凯瑟窗函数的主瓣值和旁瓣值之间的差值。改变的取值，可以对主瓣宽度和旁瓣衰减进行自由选择。的值越大，窗函数频谱的旁瓣值就越小，而其主瓣宽度就越宽。

8高斯窗：一种指数窗，主瓣较宽，故而频率分辨力低；无负的旁瓣，第一旁瓣衰减达-55dB。常被用来截短一些非周期信号，如指数衰减信号等。指数窗可使小阻尼系数采样结束时，尚未衰减完的响应变为零，以避免泄露，对响应大处加大权，响应小处加小权，以提高信噪比。其表达式为

 （7-15）

式中，为函数的标准差。

9切比雪夫窗：一种局部优化的时窗函数，它满足窗函数的最大振幅比准则，也称为最大振幅比时窗函数。其表达式为

 （7-16）

**7.4.14**奈奎斯特频率，其中为采样频率。

## 7.5 振动试验及激励

**7.5.11**扫描正弦激励有三种形态：在扫描过程中，可以停留在某个或几个频率上作定频振动，则称为正弦驻留；扫描的周期以及结构的脉冲响应衰减时间小于测量数据的周期T，则称为快速正弦扫描激励，它也是一种瞬态随机激励；否则，则称为慢速正弦扫描激励，适用于稳态响应的获得。

**7.5.12**随机激励产生的振动根据信号的频率范围分为窄带随机振动和宽带随机振动。窄带随机振动的频率分量仅仅分布在某一窄频带内，其带宽与所研究的问题有关，但通常等于或小于1/3倍频程。窄带随机振动的波形类似于正弦振动，但其振幅和相位是随机变化的；宽带随机振动的频率分量分布在较宽频带内，通常等于或大于一个倍频程。

**7.5.13**为保证随机激励信号是各态历经的，对随机信号的主要三种特性进行检验，检验方法为：

（1）周期性：用谱分析和自相关函数的方法定量地测试周期信号是否存在；用倒频谱测量的方法检查小振幅的周期信号；用（卡埃平方）分布定量地检验周期性。

（2）平稳性：轮次法检验平稳性；检测平均值波动、波形峰谷变化均匀程度、频率结构异常、不同样本均方值的等效性等来检验平稳性。

（3）正态性：用分布定量地进行拟合优度检验；检测概率密度曲线的对称性、有无断痕和尖峰等来定量计算。

**7.5.19**振动试验台从广义上分为可产生直线振动的振动台、可在某一频率范围内绕回转轴作某种摆动的角振动台以及产生碰撞的冲击台。直线振动台根据激励源的工作原理可分为机械振动台、电动振动台、电磁振动台、压电振动台、磁致伸缩振动台、液压（伺服）振动台以及标准振动台。其中标准振动台是产生标准振动激励用来对振动传感器和测量仪进行检定校准的振动台。振动试验台的主要性能参数包括最大推力、额定负载、额定频率范围、额定加速度（速度、位移）、总谐波失真度、台面横向振动比、台面加速度幅值均匀度、台面加速度信噪比、漏磁等。

**7.5.20**力锤的激励带宽是由锤头的刚度和冲击锤的质量来控制的，可以用减小锤头刚度或增加力锤的质量来减缩力锤的频率范围。但实际获得的频率范围还与试验结构在冲击点有效刚度和有效质量有关，对刚度低的结构难以用增加锤头刚度的办法来增加频率范围，此时用减小力锤质量的方法更加有效。使用力锤获得的精度取决于操作者保持冲击正确位置和方向的技巧。对小试验结构，可能需要一个合适的机械装置保持力锤在结构的某一指定位置和方向上激励。对需要较高能量的大试验结构，可以把大质量的锤用缆绳吊起来，靠质量的自由下落或摆动进行冲击激励，也可以用弹簧、电磁吸铁或其他方法将较小的质量块加速到较高的撞击速度。锤头的表面积应足以承受施加的最大冲击力，而又不使锤头和试验结构产生永久变形。另外，如果冲击位置要精确定位，则锤头的面积要小。力锤在冲击瞬间，速度矢量应该与力传感器的灵敏轴在同一条线上，并垂直于试验结构表面，其偏差应小于10度，细长的力锤容易保持合适的冲击方位。

**7.5.21**阻抗头中应避免加速度传感器对作用力的交叉影响，同时阻抗头与被测试结构连接时应当满足：阻抗头内部加速度传感器与被试结构之间的总柔度应当很小，因为大的柔度将会引起加速度测量误差；阻抗头的有效端部质量(即传感器的力敏感元件与结构之间的质量)相对于被试结构的自由有效质量(加速度阻抗)应当很小；阻抗头相对于连接平面内的轴惯性矩应足够小，使其绕该轴的转动引起的结构附加载荷最小。

**8 振动控制术语**

## 8.1 主动隔振

**8.1.1**隔振分两种：一种是指对动力机器的振动进行主动隔离，一种是对附近的精密仪器进行被动隔振。

**8.1.4**主动隔振的原理如图8-1所示。主动隔振的目的是为了减少设备振动荷载向地基传播。



图8-1 主动隔振

**8.1.5**隔振体系在简谐扰力作用下的主动隔振系数的计算公式为：

 （8-1）

其中，固有角频率：

阻尼比：

调谐比：

**8.1.8**采用双层隔振，可显著降低隔振体系的固有频率，提高其隔振效率。

## 8.2 被动隔振

**8.2.1** 被动隔振的原理如图8-2所示。被动隔振的目的是为了减小周围环境的振动对被隔振对象的影响。

****

图8-2 被动隔振

**8.2.2** 假设地基作简谐振动，隔振体系被动隔振系数的计算公式为：

 （8-2）

当振源为简谐激励时，主动隔振的力传递率和被动隔振的位移传递率表达式相同。

**8.2.3**隔振效率以百分比计算，简谐激励下振动位移的隔振效率计算公式为：

 （8-3）

若不计阻尼：

 （8-4）

**8.2.6**主要利用土体内弹性波传播时遇到屏障物，根据波的反射、散射和衍射原理，而获得消耗振动波的能量达到隔振的目的。

## 8.3 减振与智能控制

**8.3.1**主动控制需要实时测量控制对象的响应或干扰激励，在控制对象反应观测基础上实现的主动控制称为反馈控制，在干扰激励观测基础上实现的主动控制称为前馈控制。

**8.3.2**半主动控制与主动控制的原理基本相同，只是实施控制力的作动器需要少量的能量调节，而且依靠控制装置的相对变形或速度实现期望的控制力，实现控制力的方式和方向受限制。

**8.3.3**智能控制通过智能控制算法确定控制力，控制力实现方式与主动控制相同，也可以控制原理与主动控制相同，实施控制力的作动器是智能驱动器或阻尼器。

**8.3.11**可变刚度系统通过变刚度控制装置中的刚度元件变形吸收和存储部分振动能量，然后释放其吸收的弹性变形能（实际转换为伺服系统的热能）。

**8.3.12**可变阻尼装置可在液压流体阻尼器或粘滞流体阻尼器的基础上，设置可控伺服阀或装置以构成具有控制流体流量的变阻尼装置。

**8.3.14**主要用来操纵各种类型的调节阀，也可用作阻尼器，以及调节排气孔和变阻器的参数。

**8.3.17**模糊逻辑系统由四部分组成：模糊化、模糊规则库、模糊推理机和解模糊化。模糊化是将精确输入量用模糊化的语言来描述，转换为与模糊规则库相匹配的语言，以供模糊推理机进行模糊推理；模糊规则库是一些列基于专家知识的语言描述，是模糊逻辑系统的核心部分，通常采用IF-THEN规则形式；模糊推理机是模糊逻辑系统的大脑，用来根据系统输入和模糊规则库进行推理分析做出决策，把模糊规则合成为一个从输入空间的模糊子集到输出空间模糊子集的映射；解模糊化是将模糊推理的结果转换为精确量。相比于传统的振动控制算法，模糊控制不依赖于控制对象的精确计算模型。

**8.3.18**神经网络具有通过学习逼近非线性映射的能力，可对非线性系统模型进行辨识，是非线性系统控制的前提和基础。

**8.3.19**遗传算法可分为初始化、选择、交叉和突然变异四个部分，具有并行搜索和全局优化的能力。

**8.4 控制装置**

**8.4.2**虽然阻尼器本身就是一种减小振动和冲击的控制装置，但也可作为隔振器或调谐质量减振器中的部件使用。

**8.4.3**调谐质量减振器也称之为动力吸振器。

调谐质量减振器可以是有阻尼的或无阻尼的，因其减振作用主要通过质量块相对于主结构的反向振动来实现。

无阻尼调谐质量减振器犹如动态振动调和器，它只将能量反给振源，而并不吸收。

**8.4.15** 电涡流阻尼器不需要外部电源，并且无摩擦无附加刚度。

**9噪声控制术语**

## 9.1 噪声基础

本节共13个名词术语，主要来源于国家标准《声学名词术语》GB/T 3947及行业标准《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》JGJ/T 170。本节列出了与工程振动相关的各类噪声名称以及最基础的噪声评价量。

**9.1.1噪声**

噪声可以从三个层面上进行解释。

a. 紊乱断续或统计上随机的声振荡；

b. 不需要的声音，可引申为在一定频段中任何不需要的干扰；

c. 超过国家法规或业界标准限值的声音。

**9.1.2 无规噪声**

无规噪声通常在很宽频率范围内具有连续的频谱，但不一定是均匀的，即不一定是白噪声，但白噪声是一种无规噪声。

**9.1.5 空气声**

空气声的声源发生振动，引起周围空气质点的振动，并以疏密相间的纵波形式向四周传播。与声源相接触的传播介质为空气。

**9.1.6结构声**

与结构声的声源相接触的传播介质为建筑结构。二次辐射噪声和撞击声都属于结构声。结构声也指沿着建筑结构传播的声音，建筑结构为声音传播的介质。

**9.1.7 二次辐射噪声**

行业标准《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》JGJ/T 170中规定，二次辐射噪声指考虑16~200Hz频率的噪声，二次辐射噪声的评价指标为等效A声级。二次辐射噪声属于结构声。

**9.1.8撞击声**

撞击声属于结构声。

**9.1.9 白噪声**

白噪声是一种无规噪声。白噪声广泛用于环境[声学测量](http://baike.baidu.com/view/1819004.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)中。

**9.1.10 粉红噪声**

[粉红](http://baike.baidu.com/subview/163162/8240116.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)[噪声](http://baike.baidu.com/view/21385.htm%22%20%5Ct%20%22_blank)是自然界最常见的噪音。粉红噪声的频率分量功率主要分布在中低频段，常用于进行声学测试的声音。

**9.1.11窄带噪声**

可听纯音及窄带噪声均属于有调声。可听纯音的带宽为1Hz，窄带噪声的带宽不定，但非1Hz。

**9.2 噪声测量与评价**

本节共8个名词术语，主要来源于国家标准《声学名词术语》GB/T 3947。本节列出了噪声测量中最基本的级中测量仪器名称和与工程振动相关的噪声评价量的名称及其定义。

**9.2.1 传声器**

由于所用环能原理或元件不同，传声器可分为碳粒、电容（静电、驻极体）、电磁、电动（动圈）、铝带、热线、压电（晶体、陶瓷）、磁致伸缩、电子、半导体等多钟类型。

**9.2.2全指向扬声器**

全指向扬声器通常为自由场传声器。自由场传声器所测得的声压是消除了传声器对声场影响后的声压，其自由场灵敏度平直。最主要用于消声室等自由场测试，它能比较真实地测量出传声器放入前，该侧点的自由场声压。
与自由场传声器相对应的称为压力场传感器。压力场床干起所测得的传声器振膜表面上的声压级，包括了由于传声器本身的存在而引起的声场的变化。常应用于测量边界或壁面上的声压级，在这种场合，传声器构成壁面的一部分，因此测量得到的是壁面自身上的声压级。

**9.2.4 等效连续声压级**

等效连续声级的公式是：

$L\_{eq,T}=10lg⁡[\frac{1}{t\_{2}-t\_{1}}\int\_{t\_{1}}^{t\_{2}}\frac{p\_{A}^{2}\left(t\right)}{p\_{0}^{2}}dt]$ （9-1）

式中：Leq,T——等效声级，dB；

 t2-t1——规定的时间间隔，s；

pA(t)——噪声瞬时A[计权]声压，Pa；

 p0——基准声压（20μPa）。

**9.2.5 计权有效连续感觉噪声级**

计权有效连续感觉噪声级用于评价飞机噪声，其最大特点是与飞机昼夜飞行的次数有关。计权有效连续感觉噪声级的计算方法详见国家标准《机场周围飞机噪声测量方法》GB 9661。

**9.2.7计权规范化撞击声声压级**

对测量得到的楼板表观隔声量进行修正时，利用接受房间的吸声量进行修正。常应用在实验室测量楼板撞击声的情况。

**9.2.8计权标准化撞击声声压级**

对测量得到的楼板表观隔声量进行修正时，利用接受房间的混响时间进行修正。常应用在现场测量楼板撞击声的情况。

**9.3 噪声控制**

**9.3.1降噪系数**

降噪系数与平均吸声系数的区别是，前者是250~2000Hz共4个倍频带的吸声系数平均值，后者为100 Hz ~4000Hz 1/3倍频带或倍频带的吸声系数平均值。

**9.3.2插入损失**

插入损失是针对某一测点或一个噪声敏感区域而言的，测量采取降噪措施前后的差值，前后两侧测量的测点位置不变。而隔声量是测量墙体或楼板两侧，测点布置在墙体或楼板的两边。

**9.3.3 整体结构隔振**

整体结构隔振主要应用于轨道交通对建筑物的干扰问题。虽然处理方式为隔振，但是可同时改善轨道交通对建筑物内的振动及二次辐射噪声影响。

**10工程振动符号**

## 10.1 一般规定

**10.1.1** 工程振动符号一般由单个主体符号表示，或当主体符号需要进一步阐明其含义时应在主体符号右边上、下部位另加代表相应术语或说明语或专用标记的上标或下标共同表示。当在工程振动设计中使用数学符号或计量单位符号时，则应分别按照表示数学符号的国家标准，或表示法定计量单位的国家法令规定，不受本标准的约束。

## 10.2 通用符号

**10.2.1**表10.2.1列出了工程振动中与振动特性有关的常用符号，印刷黑体**M**，**K**，**C**和**f**代表矩阵，与柔度、频率*f*作出区别。其中，部分符号既为工程结构设计中的通用符号，也为工程振动中的通用符号，如质量*m*，可参见《工程结构设计通用符号标准》GB/T 50132-2014。

**10.2.2** 表10.2.2列出了工程振动中与振动激励、振动作用有关的符号，作用的代表值为作用的标准值、作用的组合值等的总称。振动荷载组合计算，可参考《建筑振动荷载规范》（报批稿）进行计算。当一般力、作用*F*，力矩*M*，为矩阵形式时，需要写成黑体**F**，**M***。*永久作用、恒荷载、重力*g（G），*可变作用、活荷载*q（Q）*，以及偶然作用*a*（*A*），括号里面的大写字母是为了在特定情况下，可能与其它符号容易产生混淆时，容许用相应的大写字母；此外，对应的小写字母也可以表示分布荷载，如分布恒荷载*g*，分布可变作用、活荷载*q*，以及分布偶然作用*a*。

**10.2.3** 表10.2.3列出了工程振动中与振动效应有关的符号，振动作用效应指结构构件在振动荷载作用下，构件内部所产生的内力矩和各种内力。振动荷载效应的计算，可参考《建筑振动荷载规范》（报批稿）进行计算。关于位移符号，应按*x*，*y*，*z*轴分别采用相应*u*的带下标表示，即*ux*，*uy*，*uz*。关于速度、加速度符号，按*x*，*y*，*z*轴分别采用相同做法，采用*v*或*a*的带下标表示，即*vx*，*vy*，*vz*以及*ax*，*ay*，a*z*。

**10.2.5**表10.2.5列出了工程振动中与振动计算和分析有关的符号，其中，传导比TR，为英文名称“Transmission Ratio”的首字母缩写；能量E，为英文名称“Energy”的首字母缩写；功W，为英文名称“Work”的首字母缩写。

**10.2.6**表10.2.6列出了工程振动中与振动传播和振动评价有关的符号，其中，振动加速度级*VAL*，为英文名称“Vibration Acceleration Level”的首字母缩写；竖向四次方振动剂量值*VDV*z，中的“D”，为英文名称“Dose”的首字母缩写，其它两个“V”，分别是英文名称“Vertical”和“Vibration”的首字母缩写。

**10.2.7**表10.2.7列出了工程振动中与振动信号处理有关的符号，其中，时间*t*=*n*Δ*t*表示*n*个离散化的采样周期Δ*t*组成整个时间*t*，这在振动数值模拟和实际振动测量中普遍使用。表中列出的宜在振动信号处理中使用的相关符号，如数据块的数目*I*，时间变换指标*k*，当与表10.2.1中的刚度*k*以及表10.2.2中的脉冲*I*使用时发生冲突或易混淆时，应尽量通过上下标，做出区分。

**10.2.8**表10.2.8列出了工程振动中与机械振动有关的符号，可参考《建筑振动荷载规范》（报批稿）中关于各类机器振动荷载计算的相关符号。

**10.2.11**表10.2.11列出了工程振动中与交通有关的符号，可参考《建筑振动荷载规范》（报批稿）中关于轨道交通振动荷载计算的相关符号。