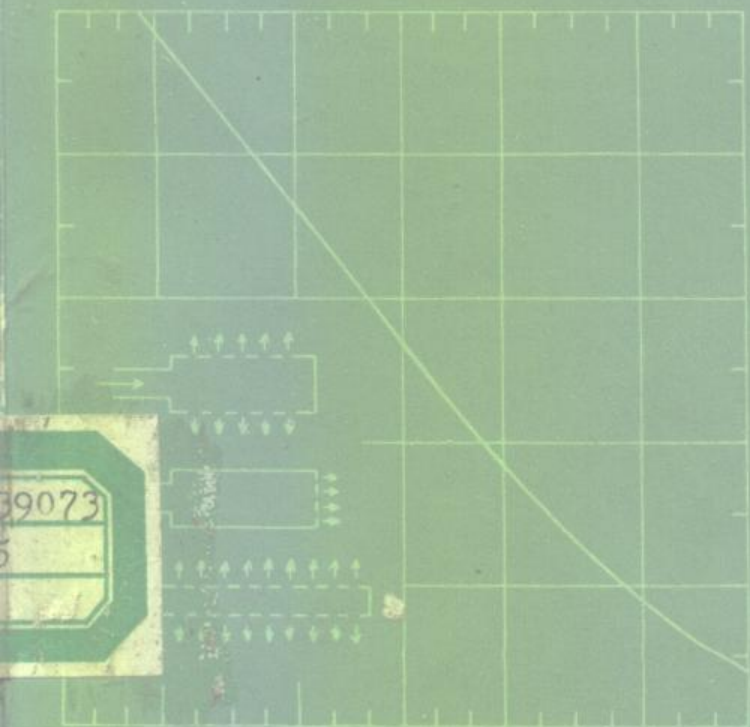


# 环境声学

## 袖珍手册

马大猷 编著



科学出版社

R53.539073

465

# 环境声学袖珍手册

马大猷 编著



科学出版社

1986

8610868

DT99/28

## 内 容 简 介

本手册收集环境声学(音质、噪声和振动控制)工作中常用的术语、名词、单位、常数、公式、图表、基本措施等,是环境保护工作的参考书。专供噪声污染控制方面的教师、学生、研究者、技术人员等在实际工作中日常参考使用。

### 环境声学袖珍手册

马大猷 编著

责任编辑 赵惠芝

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1986年7月第一版 开本:787×1092 1/48

1986年7月第一次印刷 印张:2 1/6

印数:0001—5,000 字数:56,000

统一书号:13031·3223

本社书号:4614·13—3

定价: 0.55 元

## 前 言

本书收集环境声学(音质、噪声和振动控制)常用的术语、名词、单位、常数、公式、图表、基本措施等,以供噪声污染控制方面的教师、学生、研究者、技术人员在实际工作中日常参考使用、内容力求简明扼要,易于检索。

本书采用国际单位制,有时须使用国际单位的倍数或分数(例如公里、毫米等),则均加注明。声压的基准值取为  $20 \mu\text{Pa}$ ,声功率基准值取为  $1\text{pW}$ ,除特殊情况外,一般不再说明。

本书的一个特点是在须用对数坐标时,不像普通标自然数并按其对数排列(用对数坐标纸)的办法,而是按对数等距排列(用方格坐标纸),并标以其反对数,即每一个十进位等分作十格,上面标度用ISO的R10优先数列:

1.25 1.6 2 2.5 3.15 4 5 6.3 8 10 这些数的对数近似为  $0.1, 0.2, 0.3, \dots, 1.0$ 。用这种坐标的好处是不必再用特殊的对数坐标纸,而且画图或读数都更简便,在一格中间(即上面数列中相邻两数之间),可用线性插入,不必区别对数或本数。例如,4的对数是  $0.602$ ,5的对数是  $0.699$ ,4.5的对数是  $0.653$ 。把4画在0.6上,5画在0.7上,4.5画在其中点0.65上,误差都不到5%,这在图

上分辨不出，画图、读数都准到两位或三位数，比用对数坐标纸更好。这个方法特别适用于声学图表，数列如果代表频率，则相隔为三分之一倍频程，每三格为一倍频程；数列如代表功率、强度等，每一格就是一分贝；数列如代表声压、电流等，每一格就是二分贝。在声学中已有使用这个方法的趋向，系统地用方格纸表示对数本书可能是首创。

此外，书中尽量采用已成为或正将成为公认标准的内容，ISO 代表国际标准化组织建议的标准，IEC 是国际电工委员会标准，GB 则是中国国家标准。

希望本书的出版将对读者有所裨益，书内的缺点和错误请指正，书中的图是柯豪、李芄同志协助描绘的。

# 目 录

术语 .....	1
一般术语 .....	1
振动和冲击 .....	7
听觉 .....	10
建筑声学 .....	13
噪声 .....	17
声学测量 .....	20
单位常数和符号 .....	24
国际单位制 SI .....	24
声学的量和单位 .....	26
单位转换 .....	28
声学常数 .....	29
主要声学量的级和基准值 .....	29
常用公式 .....	30
地区噪声评价标准 .....	35
分贝和比值 .....	37
噪声相加、减 .....	38
两个不相关噪声的结合 .....	39
声压和声压级 .....	40
声功率和声功率级 .....	40
振动 .....	41
正弦式量 .....	41
振动量关系图 .....	43
传递比图 .....	44

传递比与静态压缩的关系 .....	45
静态压缩与共振频率的关系 .....	45
动力吸振原理 .....	46
人体振动标准 .....	47
机器振动严重性评价 .....	48
振动对建筑物的影响 .....	49
<b>声学</b> .....	<b>50</b>
各种媒质中的声速 .....	50
标准大气中的压力和声速 .....	51
不同温度和湿度下的空气吸收 .....	52
空气中爆炸波的传播 .....	53
水下爆炸波的传播 .....	54
冷空气阻塞喷注噪声的归一化声压级和A声级··	55
等响线 .....	57
响度与响度级的关系 .....	58
噪声评价数 .....	59
A 声级和 C 声级的计权特性 .....	60
简正波频率空间 .....	62
半混响房间的内声场分布 .....	63
最佳混响时间 .....	65
吸声材料的典型特性 .....	66
微穿孔板吸声结构的设计 .....	67
典型隔声结构的隔声指数 .....	68
隔声指数 .....	69
楼板撞击声指数曲线 .....	70
隔壁上缝隙对隔声量的影响 .....	71
窗的隔声范围 .....	72
噪声环境中交谈距离 .....	72
噪声中的语言可懂度 .....	73

谈话质量 .....	73
城市区域噪声评价标准的比较 .....	74
噪声 适当范围.....	74
中国城市区域环境噪声标准(1981) .....	75
中国工业企业噪声卫生标准(1980) .....	75
冲击脉冲声安全标准(1982) .....	76
中国机动车噪声标准 GB 1496-79.....	76
<b>控制</b> .....	77
隔声屏障 .....	77
隔声罩的构造 .....	78
阻性消声器的构造 .....	79
阻性消声器的图表 .....	80
抗性消声器的构造和特性 .....	81
小孔消声器的降噪特性 .....	83
扩散消声器 .....	84
乐队壳的设计 .....	85
噪声控制构造 .....	86
噪声控制设计 .....	87
护听器降低噪声的范围 .....	88
汽车噪声的测量方法 .....	88
噪声控制基本措施 .....	89
<b>测量</b> .....	90
1/3 倍频带和倍频带滤波器 .....	90
声学测量中的常用频率 .....	92
噪声测量置信极限 .....	93
人耳的临界带宽 .....	94
冲击测量需要的频带 .....	95
新飞行器检证试验要求 .....	95



# 术 语

(部分引自《声学名词术语》GB 3947-83)

## 一 般 术 语

chao **超声** 频率高于可听声频率范围的声。

注 超声频率的下限大致为 20 kHz。

chong **冲击波** 冲击在媒质中的传播。其特点是经过冲击面时,空气压力、密度和温度有显著的突然变化。

注 突然变化从数学上说是由一个值跳到另一个值,但从物理意义上说,由于损耗力的存在,变化是连续的,只是发生在很短的距离(一般大约是十倍分子自由程)内。

ci **次声** 频率低于可听声频率范围的声。

注 次声频率的上限大致为 20 Hz。

fan **反射** 波阵面由两种媒质之间的表面返回的过程。向表面的人射角等于反射角。

fen **分贝(dB)** 贝[尔]的十分之一,贝是一种级的单位,其对数的底是 10,用于可与功率类比的量。

注 (1) 因此,分贝也是级的单位,其对数的底是 10 的 10 次方根,量与功率成类比。

(2) 可与功率类比的量。例如:电流平方,电压平方,质点速度平方,声强,声能密度,位移平方,速度平方,加速度平方,力平方以及功

率本身等等。用于声压时,分贝实际是声压平方级的单位,简称为声压级不会误解。

(3)分贝数可写作

$$\begin{aligned} N &= 10 \log(\omega_1/\omega_2) \text{dB} \\ &= 20 \log(p_1/p_2) \text{dB}, \end{aligned}$$

式中  $\omega_1/\omega_2$ ——功率比;

$p_1/p_2$ ——声压比。

**hong 轰声** 以超声速运动的物体所引起的冲击波噪声。

**注** 飞行体产生的冲击波有两个:飞行体前端产生的压缩冲击波和尾端产生的消失冲击波。

**ji 基频** a. 周期性振荡中与其周期相同的正弦式量的频率。

b. 振动系统的最低固有频率。

**级** 在声学中,一个量与同类基准量之比的对数。对数的底,基准量和级的类别应注明。

**注** (1)级的类别用名称表示,如声压级,声功率级等。

(2)对数的底以及任何比例常数用单位表示,如分贝、奈培等。

**jin 近场** 自由场中声源附近瞬时声压与瞬时质点速度不同相的声场。

**ke 可听声** a. 引起听觉的声波。

b. 声波引起的听觉。

**注** 可听声的频率范围大致为 20 Hz 至 20 kHz,可听声一般简称为声。

**kuo 扩散[声]场** 能量密度均匀、在各个传播方向

作无规分布的声场。

**li 力阻抗** 力与速度的复数比值。力阻抗是导纳的倒数。

**注** 力阻抗的实分量和虚分量分别称为力阻和力抗。

**mai 脉冲声** 短促的声音，由正弦波的短波列或爆炸声形成。

**sheng 声** 弹性媒质中传播的压力、应力、质点位移、质点速度等的变化或几种变化的综合。

**注** 在本手册中，除另有说明者外，声是指空气中的可听声。

**声场** 媒质中有声波存在的区域。

**声级** 用一定的仪表特性和 A、B、C 计权特性测得的计权声压级。所用的仪表特性和计权特性都必须说明，否则指 A 声级。基准声压也必须指明。

**注** 常用基准声压为  $20 \mu\text{Pa}$ 。

**声功率级** 声功率与基准声功率之比的、以 10 为底的对数乘以 10，以分贝计。基准声功率必须指明。

**注：** 常用基准声功率为  $1 \text{ pW}$ 。

**声强级** 声强与基准声强之比的、以 10 为底的对数乘以 10，以分贝计。基准声强必须指明。

**注** (1) 常用基准声强为  $1 \text{ pW/m}^2$ 。

(2) 在空气中的自由行波中，由于所选基准适当，声强级等于声压级。但在一般情况下，两者的关系复杂，无法由声压级求声强级。

**声学** 研究声波的产生、传播、接收和效应的科学。

**注** 环境声学是研究影响人们生活和工作的声学问题的科学。

**声压** 有声波时，媒质中的压力与静压的差值。声压的单位是帕(Pa)。

**注** (1)一般使用时，声压是有效声压的简称。有效声压是在一段时间内瞬时声压的方均根值，这段时间应为周期的整数倍或长到不影响计算结果的程度。

(2)声压的瞬时值、平均值、最大值或峰到峰值等应分别注明为瞬时声压、平均声压、最大(或峰值)声压、峰到峰值声压等。

**声压级** 声压与基准声压之比的以 10 为底的对数乘以 20，以分贝计。基准声压必须指明。

**注** 常用的基准声压为  $20 \mu\text{Pa}$ 。

**声阻抗** 媒质在波阵面的一定面积上的声压与通过这个面积的体积速度的复数比值。当考虑的是集总阻抗而不是分布阻抗时，某一部分媒质的声阻抗是真正驱动这部分媒质的声压差与体积速度的复数比值。声阻抗可以用力阻抗表示：等于力阻抗除以有关面积的平方。

**注** 声阻抗的实分量和虚分量分别称为声阻和声抗。

**声阻抗率** 媒质里某一点的声压与质点速度的复数比值。

**shui 衰变** 某量随时间逐渐降低的现象。其相对

降低率称为衰变常数，如以分贝表示则为衰变率。

**衰减** 幅值或强度的降低，常用分贝表示。

**注** 在声传播中，每单位距离的相对降低称为衰减系数，如用分贝表示，称为衰减率。一般由于声压的距离平方反比定律而降低的不算在衰减内。

**特性阻抗** 平面自由行波在媒质中某一点的有效声压与通过该点的有效质点速度的比值。

**注** 特性阻抗等于媒质的密度与声速的乘积。

**tong 统计能量分析** 在简正频率比较密集时，用统计概念对机械系统或声系统中的能量传递进行分析的方法。

**xi 吸收** 当声波通过媒质或射到媒质表面上时，声能减少的过程。

**xie 谐波** 周期性振荡中，频率等于基频的整数倍的正弦式量。

**注** 频率等于二倍基频的波称为二次谐波，三倍的称为三次谐波等。

**yan 衍射** 由于媒质中有障碍物或其它不连续性而引起的波阵面畸变。

**you 有限元法** 把一个连续体分作互相以弹性联系的单元、因而用常微分方程组描述一个复杂运动系统的近似计算方法。

**yuan 远场** 自由场中离声源远处瞬时声压与瞬时质点速度同相的声场。

**注** 在远场中的声波离声源呈球面发散，即声源在某

点产生的声压与该点至声源中心的距离成反比。

**zhi 质点速度** 媒质中某一尺度甚小于波长而甚大于分子尺度的质点，因声波通过而引起的相对于整个媒质的振动速度。

**注** 一般使用时，质点速度是有效质点速度的简称，用其它值时应加说明，如声压注(2)。

**指向性** 声源或接收换能器在某一方向集中其辐射或响应的程度。

**注** (1) 常指辐射或响应最大的方向。

(2) 用比值表示时为指向性因数；用分贝值表示时为指向性指数，或简单称为指向性。

**zhu 驻波** 由于频率相同的同类自由行波互相干涉而形成的空间分布固定的周期波。驻波的特点是具有固定于空间的节或次节和腹。

**注** (1) 幅值最大处是腹，最小处是节(最小为零)或次节(最小但不为零)。

(2) 腹或节的类别要说明，例如声压腹，质点速度腹等。

**主频** 一个包括很多不同频率成分的复信号中最主要的频率。

**注** 在被驱动系统中，主频就是驱动频率，而在一般语言、音乐等周期性信号中，主频就是基频。

**zu 阻抗** 一个拟力的量(如力，力矩，声压，电压，温度，电场强度等)与相应的拟速度的量(如相应的速度，角速度，体积速度，电流，热流，磁通量等)的复

## 数比值。

- 注** (1) 这个术语及与其相关的术语只适用于稳态下的单频率的量。这些量可用时间的复指数函数表示。在复数比值中的时间因数互相消掉，只剩下与时间无关的复数，表示拟力的量与拟速度的量之间的数量关系和相位关系。严格地讲，阻抗这概念应满足上述限制。在习惯上，有时把阻抗这概念引伸到非正弦或非线性系统中，当这样使用时应加说明。
- (2) 阻抗的实分量为阻，虚分量为抗。阻抗的复倒数是导纳，其实分量为导，虚分量为纳。阻与导，抗与纳并非一一对应。这些关系同样应用于电阻抗、力阻抗、声阻抗等。

## 振动和冲击

**bai 白手指** 使用手持工具而引起的手的疾病。手的感觉迟钝，调节温度的能力降低，严重时麻木或对低温敏感。称为“振动病”，“振动综合病”或“瑞脑式症”。

**chong 冲击 或机械冲击** 机械系统中的一种瞬态运动，随之具有力、位移、速度或加速度的非周期性突然变化。

**注** 突然变化的意义是变化时间甚快于系统固有振动的周期。

**冲击脉冲** 加速度在一短时间内由一恒值升起或衰变的重大扰动。冲击脉冲一般是把加速度作为时间的函数用图来表达。

**注** 短时间的意义是甚短于固有周期的时间。

**冲击脉冲持续时间** 脉冲的加速度由最大幅值的某一规定分数升起又衰变到同一值所需要的时间。规定分数应加说明。

**注** 规定分数常取峰值的  $1/10$ , 或低 20dB。

**chuan 传递比** 振动系统在稳态受迫振动中, 响应幅值与激励幅值的无量纲比值。传递比可以是力、位移、速度或加速度的比。

**注** 对于一台机器, 传递可由基础至机器, 也可由机器至基础, 两个方向的传递比相同。

**dong 动力吸振器** 把能量转移到调谐至振动频率的附加共振系统, 用以降低原系统振动的设备。附加系统的反作用力与原系统所受的力反相。

**注** 也称共振阻尼器。

**fan 反共振** 系统在受迫振动中, 激励的任何微小频率变化都使响应增加的现象。

**注** 响应可能是位移、速度或加速度, 三种反共振频率不同。有可能混淆时, 应说明反共振类别。

**fcng 峰值** 最大值。

**ge 隔振** 利用弹性支撑使一系统降低对外加激励起响应的能力。在稳定状态, 隔振用传递比的倒数表示。

**隔振器** 使系统与稳态激励隔离的弹性支撑。

**gong 共振** 系统在受迫振动时, 激励的任何微小



频率变化都使响应减小的现象。

**gu 固有频率** 系统自由振动时的频率。在多自由度系统中,固有频率是简正振动的频率,即简正频率。

**ji 机器平衡** 调整转子的质量平衡,使其轴套或轴承所受振动力降低或受到控制的步骤。

**激励** 加于一个设备或系统使以某种方式响应的外力(或其它输入)。

**jian 简正振动** 无阻尼系统的一种自由振动方式,系统的任何复合运动一般可分解为简正振动的和,简正振动的频率是简正频率。

**注** 简正振动也称简正波。

**li 力劲** 容性力抗乘以角频率。

**力顺** 力劲的倒数。

**ling 临界速度** 相应于转动系统共振频率的速度。

**临界阻尼** 使一个被移动的系统回复到原有位置而无振荡的最小阻尼。

**pin 品质因数** 单自由度机械或电系统共振尖锐度或频率选择性的度量。

**注** (1) 在机械系统中,这个值等于阻尼比倒数的一半。

(2) 这个值也称为共振放大倍数。

**shou 受迫振动** 由外加激励强迫的振动。如外加