



环境保护科普丛书

# 震动

——被忽视的环境公害

[日]守田 荣等著



科学出版社

# 振动——被忽视的环境公害

〔日〕守田 一等著

译

科学出版社

1 9 8 5

## 内 容 简 介

本书系统地介绍了振动公害概论、振动法令、振动性质、防止振动技术和测量技术等，是一本较全面论述振动对环境危害的科普读物。内容深入浅出，通俗易懂。

本书附有围绕其内容的许多习题，并在每章后附有习题正确答案。这些习题都是根据日常生活中所接触的实例而提出的，应用性强，能解决实际问题。

守田 荣 等著

振動編

——公害防止管理者国家試験講座

日本工業新聞出版局，1978.7

## 振动——被忽视的环境公害

〔日〕 守田 荣 等著

高 鹏 徐承沼 译

责任编辑 张锡声

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院开封印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1985年2月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1985年2月第一次印刷 印张：4 1/4

印数：0001—5,400 字数：95,000

统一书号：13031·2834

本社书号：3908·13-18

定价：0.82元

## 译者序

随着现代工业的迅速发展,振动对生活环境和生产环境的影响引起了人们的普遍重视,国外已把振动与噪声并列为七大公害之一,并着手研究振动污染规律、振动产生的原因、传播途径与控制方法以及对人体的危害等等。

我国政府对环境保护极为重视,颁布了环境保护法,对振动给环境带来的污染也越来越关注。为适应这一需要,现将日本“防止公害管理人员国家考试讲义”中的有关振动部分翻译出版,供有关人员参考。

本讲义中有关振动部分由振动公害概论、振动法令、振动性质、防止振动技术和测量技术等五篇文章组成,前后连贯,是一本较全面地论述振动对环境危害的通俗读物。作者是现任日本大学工学部讲师、航空公害研究中心主任守田荣博士以及中野有朋、丰田荣次、国枝正春等四人。

本书围绕内容附有许多习题,并在每章后有习题的正确答案。这些习题都是根据日常生活中所接触到的实际问题而提出的,对加深理解内容及在实际应用中将起一定的作用。

本书译稿承蒙中国科学院声学研究所程明昆、宋美珍两位同志详为审阅并得到有关同志的热情支持和帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于水平所限,译文难免有错误和不当之处,欢迎同志们批评指正。

译者

1982.10

# 目 录

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| 译者序 .....                           | ( iii ) |
| 一 振动公害概论 .....                      | ( 1 )   |
| (一) 振动公害的现状 .....                   | ( 1 )   |
| (二) 振动感受和人体反应 .....                 | ( 1 )   |
| (三) 振动的影响 .....                     | ( 3 )   |
| (四) 振动的评价 .....                     | ( 7 )   |
| (五) 主要振动发生源 .....                   | ( 11 )  |
| 〈问题答案〉 .....                        | ( 14 )  |
| 二 关于振动法令 .....                      | ( 16 )  |
| (一) 前言 .....                        | ( 16 )  |
| (二) 振动公害对策基本法 .....                 | ( 17 )  |
| (三) 限制振动法 .....                     | ( 31 )  |
| (四) 在特定工厂设置防止振动公害的组织的<br>有关法律 ..... | ( 39 )  |
| 〈问题答案〉 .....                        | ( 53 )  |
| 三 振动的性质 .....                       | ( 55 )  |
| (一) 振动及波 .....                      | ( 55 )  |
| (二) 简单振动系统 .....                    | ( 58 )  |
| (三) 振动级的表示 .....                    | ( 64 )  |
| (四) 波动及其传播 .....                    | ( 71 )  |
| 〈问题答案〉 .....                        | ( 74 )  |
| 四 防止振动技术 .....                      | ( 75 )  |
| (一) 防止振动的计划 .....                   | ( 75 )  |
| (二) 防止振动的一般方法 .....                 | ( 76 )  |

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| (三) 在振动源处减轻激振力的方法.....      | ( 81 )  |
| (四) 研究由于地基机械振动所造成的增幅问题..... | ( 83 )  |
| (五) 使用弹性支承的防振措施.....        | ( 85 )  |
| (六) 防振材料的种类和特性.....         | ( 94 )  |
| (七) 结论.....                 | ( 99 )  |
| 五 振动测量技术.....               | ( 100 ) |
| (一) 公害振动测定概论.....           | ( 100 ) |
| (二) 测量振动的仪器.....            | ( 102 ) |
| (三) 振动的测量方法.....            | ( 116 ) |
| 《问题答案》.....                 | ( 129 ) |

# 一 振动公害概论

## (一) 振动公害的现状

### 1. 公害振动的定义和振动公害的特征

公害振动是有害振动的总称。振动公害的特征如下：

- 1) 具有主观性；
- 2) 以心理和感觉的影响为主，物体本身受害很少；
- 3) 属于局部和多发性的；
- 4) 无二次公害（无任何残余处理物）。

### 2. 对振动公害反映的趋势

以向自治团体（警察局除外）提出的申诉来看，1973年对噪声和振动的意见达到顶峰，虽然现在有减少的倾向，但仍占全部公害的30%，属于典型的七大公害中最的一种。根据振动公害有关的申诉分析振动发生源，对工厂、企业的振动源意见最多，公路交通次之（两者约占全部申诉的2/3）。但工厂、企业和建筑工程引起的意见也具有逐年减少的趋向。

## (二) 振动感受和人体反应

### 1. 向人体传递的振动

有以下三种情况：

- 1) 人体沉浸在振动的介质中;
  - 2) 从支持人体的物体表面向人体传递振动(全身振动);
  - 3) 振动作用于人体的局部(如手和足等为局部振动)。
- 作为振动公害, 有问题的是全身振动。

## 2. 振动的传递方向

ISO (国际标准化机构) 以心脏为原点, 将人体划分为三个座标。即X轴: 背—胸, Y轴: 右侧—左侧, Z轴: 脚(或臀部)—头部。

在振动规定法中, 规定以与地表面垂直方向的振动为对象。

## 3. 振动的内容

一旦受到外部刺激, 振动感受器官便向人体传递振动。这些振动感受器官分布在全身的知觉神经末梢。有代表性的感受器是帕西尼氏小体, 它广泛地分布在关节、骨膜、筋、血管壁、肠间膜、腹膜、胸膜、肾脏、淋巴结、交感神经等部位。另外, 触觉小体是触觉、压觉的感受器, 它与振动感觉有关系。

## 4. 人体的生理反应

生理反应是来自于网状体的活化作用, 而活化作用是由振动引起的, 但也有非振动刺激而引起的活化作用。



## 5. 人体的物理反应

把人体用质量、阻力和弹簧的机械联接作为振动体系模型，可以对来自外界的振动作出物理反应。人体的臂部和足部的共振是在4—8赫兹附近，而头部的共振是在20—30赫兹附近。

### (三) 振动的影响

#### 1. 振动的感觉

随着频率变化，振动的感觉也有差别，感觉与频率和振

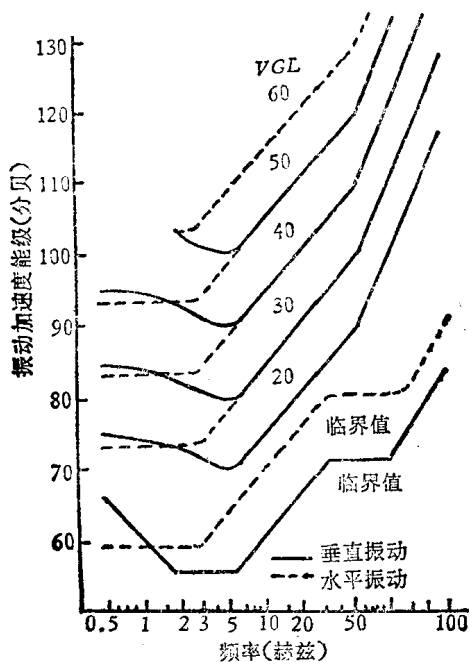


图1.1 正弦振动的等感曲线

幅有关。对各个频率的感觉加速度有等感度曲线。图1.1所示为垂直和水平振动时足部和臀部的等感曲线。

振动感觉的临界值是指在此以下的加速度时没有振动感觉的界限值，约为50—60分贝。

## 2. 振动的生理影响

公害振动不考虑妨碍睡眠以外的生理影响。对人体发生生理影响的振感开始在90分贝以上。如果房屋的振动增大量为5分贝时，则地表面的值大约为85分贝以上。

当地表面的值为55分贝时，对睡眠无影响，60—64分贝左右时对轻睡眠有些影响，一旦到69分贝以上时，即使对睡得很熟的人也开始有感觉。

## 3. 振动的心理影响

振动级高时，“稍微感觉”和“明显感觉”的判断率很高。

工厂、公路交通以及新干线铁路的振动级约增加5分贝时，很容易感觉到的人的比例将增加10%。振动级在50—90分贝的范围内时，则居民讨厌振动的上诉率和容易感觉振动的上诉率很一致。居民容易感觉振动的上诉率达到50%时，则振动级大约超过70分贝。因公路交通振动的诉苦内容和其它诉苦件数最多的是妨碍睡眠，其次是有碍精神和损坏房屋。

## 4. 振动对工作的影响

对工作效率的影响是考虑机械影响和生理影响所共同起

表1.1 与振动影响有关的主要因素

- 
- 1.振动的物理特性
    - (1) 频谱  
单独(单一或不复合)、窄带域、宽带域
    - (2) 振动强度  
加速度、速度、振幅或振动级
    - (3) 振动方向  
上下、左右、前后
    - (4) 变动性  
恒定、间歇
    - (5) 冲击性
    - (6) 间断性
    - (7) 暴露时间
  - 2.与振动传递有关的结构特性
    - (1) 振动发生源的种类
    - (2) 地基状况
    - (3) 建筑物的结构
    - (4) 离发生源的距离
  - 3.暴露在振动中人员特点
    - (1) 性别
    - (2) 年龄
    - (3) 健康状况
    - (4) 性格、知能状况
    - (5) 暴露在振动中的姿态
    - (6) 适应性习惯
  - 4.有关生活特点
    - (1) 生活状况  
劳动、学习、游玩、休养、睡眠等
    - (2) 时间  
白天、夜间、早晨、傍晚等
    - (3) 地区  
居住地区、工商业地区等
    - (4) 社会心理学的因素
- 

到的影响，它的振动级比任何成为振动公害对象的都高。

## 5. 对结构物的影响

木造房屋的板间和地表面的振动关系是衰减的，所以最高增加到15分贝左右。平均房屋的振动增加量考虑为5分贝左右较好。

关于因地基振动使构造物受害的问题，物体不产生被害感的界限值为70分贝左右。

## 6. 有关振动影响的主要因素

如表1.1中所示。

问题1. 在下面有关振动感觉的叙述中，哪个是错误的？

- (1) 振动级为55分贝以下的振动，几乎无感觉。
- (2) 垂直方向和水平方向的振动感觉有差别。
- (3) 人体全身振动的感觉因频率而异，当频率为10赫兹以上时，对振动加速度为一定值的振动，感觉大致相同。
- (4) 当振动频率为2赫兹并加速度相等时，则对水平方向振动的感觉比对垂直方向振动感觉大。
- (5) 振动感觉是由于振动刺激加在振动受容器上所产生的。

问题2. 在下面有关振动对人体影响的叙述中，哪个是正确的？

- (1) 公害振动的生理影响比心理影响为大。
- (2) 振动作用到身体上时，在全部身体表面上衰减，不传达到身体内部。
- (3) 产生摇摆病（如晕船现象）的频率数为20赫兹。
- (4) 人体可视为一种振动体系，即由质量、阻力和弹

簧的机械结合的模式，并用以说明人体的物理反应。

(5) 换算为地面值的振动级为70分贝时，对睡眠完全无影响。

问题3. 对人来讲，最容易感觉到的垂直振动的频率是下面中的哪一个？用振动加速度表示。

(1) 1—2；      (2) 2—4；      (3) 4—8；

(4) 8—16；      (5) 16—31.5。

## (四) 振动的评价

### 1. 对人体影响的评价

以国际公认的ISO2631号有关全身振动暴露的评价为标准。

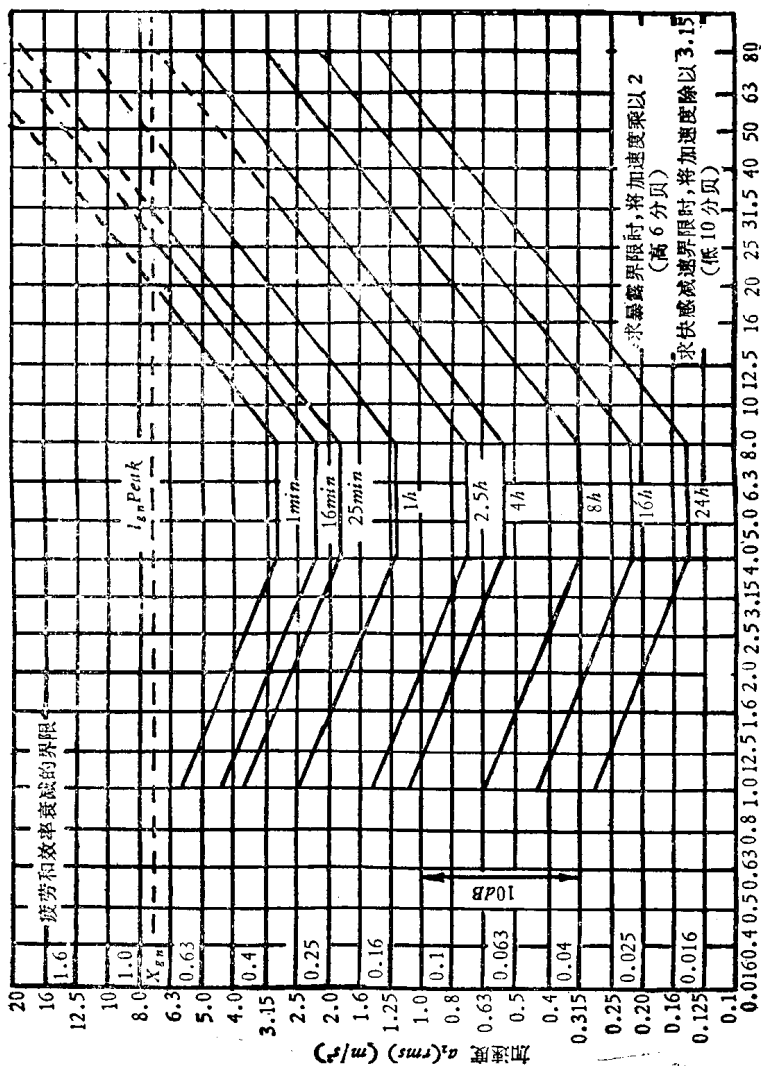
### 2. ISO 的评价法

规定了以下三个容许界限：

1) 保持工作效率（疲劳、效率减退界限）（图1.2和图1.3）。

2) 保持健康和安全（暴露界限）——在—项中加6分贝，约为因振动暴露而产生痛的临界值的一半。

3) 保持快速适应性（舒适感减退界限）——在—项中减10分贝。对频谱的评价，频率成分为单一的时，如图1.2所示。若为复合正弦振动时，则对各单一频率成份的加速度有效值进行个别评价。另外，对1/3倍频以下的窄带域间歇振动，则用分析器的加速度有效值和该分析器的中心频率所对应的界限相比较来评价。对宽带域振动来说，将各自分析



1/3 倍频带中心频率(赫兹)

图1.2 垂直方向的振动暴露标准 (ISO)

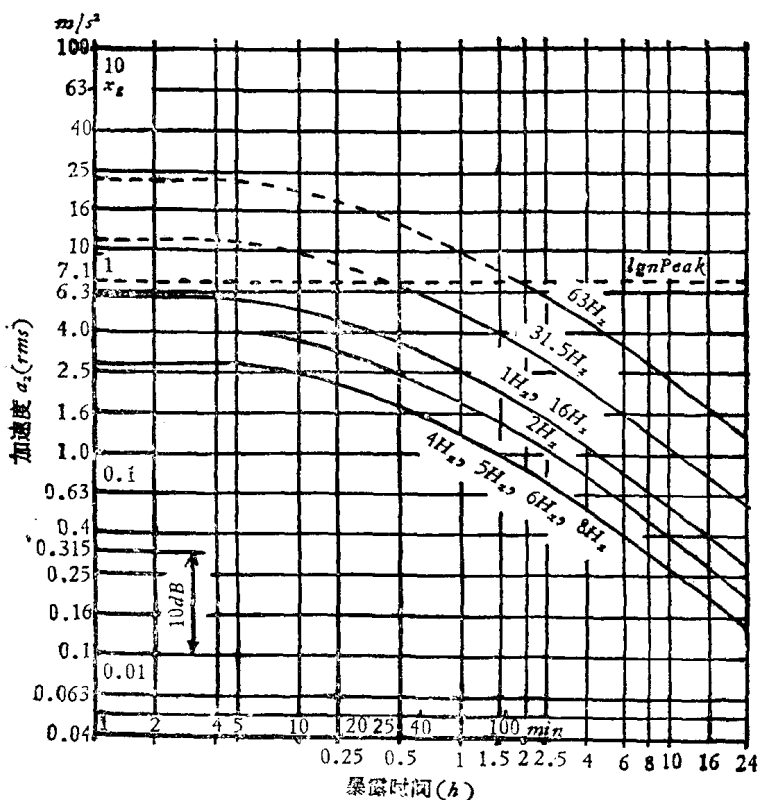


图1.3 垂直方向的振动暴露标准 (ISO)

器的加速度有效值和分析器中心频率相对应的界限相比较分别评价。测定振动级并与ISO标准值相比较时，图1.2，图1.3为4—8赫兹，水平振动时要和1—2赫兹标准值相比较。

问题4. 利用ISO制定的全身振动暴露的评价方法中规定的容许界限来回答下列问题。

1. 在决定影响人体的物理因素组成中，下面的答案哪个是正确的？

表1.2 主要振动发生源

| 发 生 源 | 设 备 和 操 作 名 称 等                              |
|-------|----------------------------------------------|
| 工厂、企业 | 锻造机、机械压力机、液压力机、剪床、合成树脂用挤压成型机、压气机、橡胶滚压机、纺织机械等 |
| 建筑工程  | 柴油打桩机、振动式打桩机和拔桩机，为使建筑物解体用钢球破碎机、铺装板破碎机、破碎机等   |
| 公路交通  | 在高速公路和一般公路上的汽车交通                             |
| 铁 路   | 新干线铁路、普通铁路                                   |

附注：据环境厅调查

(1) 频率——振动加速度——离开振动源的距离——  
振动方向

(2) 频率——振动加速度——振动方向——持续时间  
(暴露时间)

(3) 频率——振动加速度——持续时间(暴露时间)  
——每日暴露次数

(4) 频率——振动加速度——每日暴露次数——变动  
性

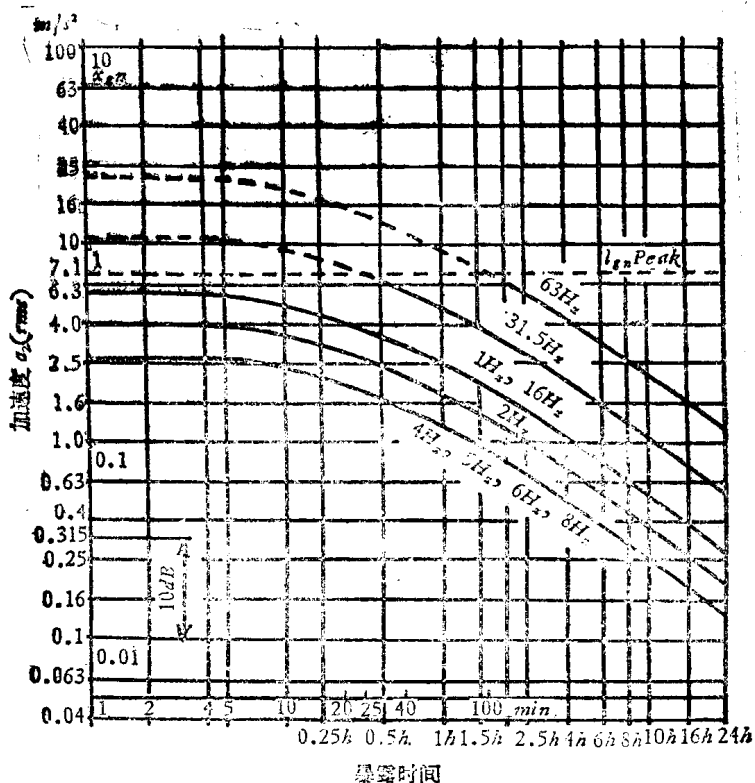
(5) 频率——振动加速度——离开振动源的距离——  
变动性

2. 在工作场地，8小时垂直振动的容许暴露标准的振动级是多少分贝？

(1) 50; (2) 60; (3) 70; (4) 80; (5) 90

3. 用振动计测量正在施工的某工作场地上地板的垂直振





动，其振动级为100分贝。参照上图，问该场地的容许暴露时间约为多少小时？

- (1) 6; (2) 4; (3) 2.5; (4) 1.5; (5) 1

## (五) 主要振动发生源

### 1. 振动公害的实际情况

从近十年来涉及到对七种典型公害上诉件数变化来看，噪声和振动的上诉事件每年都是最多的。在总上诉件数中，