

# 噪声控制的研究与应用

(资料选编)

北京经济学院图书馆

1980年10月

# 噪声控制的研究与应用

## 目 录

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 1. 社论: 认真做好噪声防治工作                      | 1   |
| 2. 卫生部、国家劳动总局关于颁发《工业企业噪声卫生标准》(试行草案)的通知 | 3   |
| 3. 《工业企业噪声检测规范》草案                      | 3   |
| 4. 等效连续声级及其测量方法                        | 9   |
| 5. 工业噪声标准研究                            | 18  |
| 6. 马大猷教授谈控制噪声                          | 30  |
| 7. 简谈噪声控制                              | 31  |
| 8. 用声学处理顶棚和墙壁降低工业厂房噪声                  | 37  |
| 9. 纺织噪声的特性与控制                          | 44  |
| 10. 织机侧板的振动与噪声控制理论                     | 55  |
| 11. 纺织车间吸声平顶对降低噪声的作用                   | 62  |
| 12. 高压阻塞喷注的湍流噪声                        | 71  |
| 13. 阻塞喷注的冲击噪声                          | 83  |
| 14. 隔声罩的隔声性能及其应用——介绍一种控制<br>工厂机回噪声的方法  | 100 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 15. 狭缝声额门和波形纸板隔声吸声性能的研究 | 108 |
| 16. 阻尼涂料及其在振动噪声控制中的应用   | 114 |
| 17. 排气噪声及其控制方法          | 119 |
| 18. 矿山轴流式扇的噪声控制         | 124 |
| 19. 粉碎机的噪声降低            | 127 |
| 20. 多级降压消声阻节流孔积的计算      | 137 |
| 21. 控制罗茨鼓风机噪声的方法        | 144 |
| 22. 回转鼓风机噪声控制           | 150 |
| 23. 消除了小水泥生产的噪声危害       | 154 |
| 24. 锅炉安全阀排气噪声的治理        | 158 |
| 25. 几种新型消声器             | 162 |

## 认真做好噪声防治工作

《工业企业噪声卫生标准》(以下简称《标准》)最近由卫生部和国家劳动总局颁发试行。这是我国劳动保护和环境保护上的一项重大措施。体现了党和政府对广大劳动人民的关怀和爱护,反映了广大劳动人民的利益和愿望。

随着现代工业的发展,噪声已成为一项公害,危害工人健康,干扰人民的的生活和工作。我们是社会主义国家,防治噪声的公害,是我们应尽的职责,也是劳动人民精力充沛地进行社会主义建设的一个重要保证。因此,做好防治噪声工作,决不是什么可有可无的“小事”,而是关系到广大劳动人民健康、造福子孙后代的百年大计,是促进社会主义建设;加速实现四个现代化的大事。《标准》的颁发试行,也标志着我国的噪声防治工作将由无政府状态过渡到有章可循,有法可依的新时期。我们一是要抓住这个大好时机,充分利用这个有利条件,采取切实可行的措施,认真贯彻执行《标准》的各项规定,在治理噪声上做出显著成绩。

噪声公害虽然严重,但决不是不可防治的。有些企业,如北京耐火材料厂、上海二农动力机厂等已经基本上消除了噪声的公害,为我们做出了榜样。经验证明,做好防治噪声工作,关键在领导。有些领导同志搞生产多年,却很不重视噪声防治工作,认为“那个机口不动响,声音大点怕啥”;“生产还忙不过来,哪有时间防噪声”。有些同志强调自己的单位特殊,不愿受《标准》的约束。甚至还说,到二〇〇〇年也做不到。因此,这些单位的噪声越来越大,吵得工人心烦意乱,四邻不安。希望这些同志好好学习中央、国务院有关加强劳动保护的指示

和《标准》，坚决抛弃错误思想。转变作风，把防治噪声的工作扎扎实实地开展起来。

各企业主管部门和企业单位都要加强领导，培训骨干，落实措施，具体解决防治噪声所需的资金、物资等问题，各级卫生、劳动部门也要以无所畏惧地为保护劳动人民健康而斗争的精神，尽到监督检查的职责，特别要把新建（包括引进项目）、改建、扩建企业和挖潜、革新、改造工程项目的设计审查及竣工验收这个关口，做到防患于未然。对执行《标准》好的企业，应该及时表扬、奖励，推广其先进经验；对有条件达到《标准》而不积极采取防治措施，造成严重危害的，必须严肃处理，建议有关部门给予批评、处分，直至追究法律责任。

治理噪声危害的号角已经吹响了，我们相信，只要大家团结协作、共同努力，充分发挥群众，实现《标准》的要求，是完全可以办到的。

# 卫生部、国家劳动总局 关于颁发《工业企业噪声卫生 标准》(试行草案)的通知

为适应四个现代化建设的需要,防止噪声危害,保障职工的安全健康,北京市劳动保护科学研究所和北京市耳鼻喉科研究所同北京医学院、北京市卫生防疫站、中国科学院心理研究所协作,共同研究编制了《工业企业噪声卫生标准》(试行草案)。现批准颁发。从一九八〇年一月一日起试行。

望各单位要认真组织试行,注意总结经验。如发现需要修改之处,请将意见和资料寄卫生部并抄送北京市劳动保护科学研究所、耳鼻喉科研究所,以便研究修订。

一九七九年八月三十一日

## 《工业企业噪声卫生标准》 (试行草案)

第一条 为了贯彻安全生产和“预防为主”的方针,防止工业企业噪声的危害,保障工人身体健康,促进工业生产技术的发展,特制定标准。

第二条 本标准适用于工业企业的生产车间或作业场所(脉冲声除外)。

第三条 本标准由各级人民政府卫生、劳动保护主管部门监督执行。

第4条 本标准由中华人民共和国卫生部和国家劳动总局负责解释。

第5条 工业企业的生产车间和作业场所的工作地点的噪声标准为85分贝(A)。现有工业企业经过努力暂时达不到标准时、可适当放宽、但不得超过90分贝(A)。

第6条 对每天接触噪声不到八小时的工种，根据企业种类和条件，噪声标准可按表1、2相应放宽。

第7条 工业噪声检测方法、按《工业企业噪声测试规范》进行。

第8条 对产生噪声的生产过程和设施，要采用新技术、新工艺、新设备、新材料以及机械化、自动化、密闭化措施，用低噪声的设备和工艺代替强噪声的设备和工艺，从源头上根治噪声。

表1 新建、扩建、改建企业，参照表

| 每个工作日接触噪声<br>时间<br>小时 | 允许噪声<br>[分贝(A)] |
|-----------------------|-----------------|
| 8                     | 85              |
| 4                     | 88              |
| 2                     | 91              |
| 1                     | 94              |
| 最高不超过115              |                 |

第9条 新建(包括引进项目)、扩建和改建的工业企业，必须把噪声的控制设施与主体工程同时设计，同时施工，同时投产。各主管部门必须会同工业企业的所在省、市、自治区卫生、劳动和有关个门合理选择厂址、认真审查设计，做好竣工验收，严格把关。没有卫生劳动部门签字盖章，不准施工和投产。

表2 现有企业暂时达不到标准,参照数

| 每日工作日接触噪声时间<br>(小时) | 允许噪声<br>[分贝(A)] |
|---------------------|-----------------|
| 8                   | 90              |
| 4                   | 93              |
| 2                   | 96              |
| 1                   | 99              |
| 最高不得超过 115          |                 |

第10条 在现有工业企业中,凡噪声超过本标准规定的生产声间和作业场所,必须采取行之有效的控制措施,限期达到本标准要求。在未达标前,厂矿企业必须发放个人防护用品,以保证工人健康。

第11条 各机械制造部门,要提高产品质量,在产品标准中应有噪声卫生标准的要求。

## 《工业企业噪声检测规范》

(草案)

### 一、测量仪器

- (一) 噪声测量使用声级计,声级计应符合国家标准。
- (二) 声级计和声级校准器每年应送计量单位校准。
- (三) 声级计使用前应进行校准。

### 二、测量的单位和读数方法

#### (一) 测量的声

1. 稳态噪声,测量A声级,测量值后应标记dBA,如80dBA。

2. 不稳定噪声，测得等效连续A声级；或测得不同A声级下的暴露时间，计标等效连续A声级。

### (二) 读数方法

测得时，使用慢档，取平均读数。

### 三、测点选择

测得时，应将传声器放置在操作人员的耳朵位置（人离开）。

(一) 若车间内各处A声级差别不大（小于3分贝），则只需在车间内选择1~3个测点。

(二) 若车间内各处声级波动较大（大于3分贝）则需要声级大小，将车间分成若干区域，任意两个区域的声级差应大于或等于3分贝；每个区域内的声级波动必须小于3分贝，每个区域取1~3个测点。这些区域必须包括所有工人为观察或管理生产过程而经常工作、活动的地点和范围。

### 四、减少环境因素对测得结果的影响

噪声测得时，要注意避免或减少气流、电焊机温度等因素对测得结果的影响。

### 五、测得记录表格

工业企业噪声测量记录表

厂 车间 厂址 年 月 日

|        |      |      |      |          |      |     |     |     |    |    |    |    |
|--------|------|------|------|----------|------|-----|-----|-----|----|----|----|----|
|        | 名称   | 型号   | 校准方法 |          | 备注   |     |     |     |    |    |    |    |
|        |      |      |      |          |      |     |     |     |    |    |    |    |
|        |      |      |      |          |      |     |     |     |    |    |    |    |
|        |      |      |      |          |      |     |     |     |    |    |    |    |
| 车间设备状况 | 机台名称 | 型号   | 功率   | 运转状态     |      | 备注  |     |     |    |    |    |    |
|        |      |      |      | 开(台)     | 行(台) |     |     |     |    |    |    |    |
|        |      |      |      |          |      |     |     |     |    |    |    |    |
|        |      |      |      |          |      |     |     |     |    |    |    |    |
| 测点示意图  |      |      |      |          |      |     |     |     |    |    |    |    |
| 数据记录   | 测点   | 声级dB |      | 倍频程声压级dB |      |     |     |     |    |    |    |    |
|        |      | A    | C    | 31.5     | 63   | 125 | 250 | 500 | 1K | 2K | 4K | 8K |
|        |      |      |      |          |      |     |     |     |    |    |    |    |
|        |      |      |      |          |      |     |     |     |    |    |    |    |
|        |      |      |      |          |      |     |     |     |    |    |    |    |

测录人

等效连续声级记录表

| 暴露<br>时<br>间<br>(分) | 测<br>点 | 中心声级 dBA |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 等效<br>连续<br>A<br>级 |
|---------------------|--------|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------------|
|                     |        | 20       | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 |                    |
|                     |        |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                    |
|                     |        |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                    |
|                     |        |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                    |
|                     |        |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                    |
|                     |        |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                    |
| 备<br>注              |        |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                    |

说明：测量的A声级的暴露时间时必须填入与之对应的中心声级下面，以便统计。如：70—82 dBA 的暴露时间填入中心声级80之下，83—87 dBA 的暴露时间在中心声级85之下。

# 等效连续声级及其测量方法

孫家麒

(北京市劳动保护科学研究所)

卫生部、国家劳动总局颁发的《工业企业噪声检测规范》规定对于不稳定噪声要求测量等效连续声级，并原则上提出了等效连续声级的测量方法。(1) 本文想谈一谈等效连续声级的总义，阐明《规范》中等效连续声级的近似计算公式，并结合工厂实际，具体介绍等效连续声级的两种测量方法。

## 一、等效连续声级

某段时间内一个非稳定噪声对人体的影响与一个连续稳定噪声在同样时间内的影响效果一样，则称后者声级是前者的等效连续声级，如图1所示。目前国内外普遍采用A声级评价生产环境和社会环境噪声，所以全称是等效连续A声级，一般简称等效连续声级。

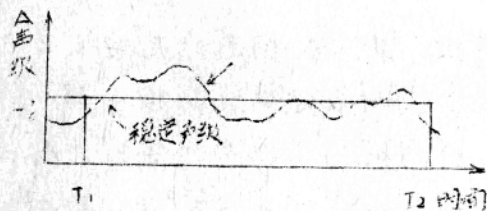


图1 变动声级  $L(t)$  的等效声级  $L_{eq}$

等效连续声级，本文以后均简称为等效声级。

关于“等效”的总义，如上所述，是就对人体影响而言，这是毫无争议的。但是，噪声对人体影响的“等效作用”，在国际上仍有两种不同的争议：(2) 一种基于“等能量”原理，(3) 即噪声对人耳听力的损伤程度主要取决于噪声能量；另一种基于“等暂时效应”，(4) 是噪声引起的听力损伤主要取决于人耳

的暂时性听力位移。这两种等效声级都可以用公式表示为：

$$L_{eq} = \frac{Q}{10^2} 10 \frac{\int_{T_1}^{T_2} \frac{10^2}{Q} L(t) dt}{T_2 - T_1} \quad (1)$$

式中  $T_1$ 、 $T_2$  分别表示噪声暴露的起、止时刻；参数  $Q$  对于两种等效声级取不同数值。当  $Q = 3$ ，为“等效”原理的等效声级：

$$L_{eq} = 10 \lg \frac{\int_{T_1}^{T_2} 0.1 L(t) dt}{T_2 - T_1} \quad (2)$$

当  $Q = 5$ ，则 (1) 式变为“等效效应”的等效声级：

$$L_{eq} = 16.7 \lg \frac{\int_{T_1}^{T_2} \frac{L(t)}{16.7} dt}{T_1 - T_2} \quad (3)$$

《规范》中的“等效连续声级”和 ISO 推荐的是按 (2) 式进行计标的，美国则采用 (3) 式所示的等效声级。(5)

(2) 式所示等效声级，亦可理解为“能量”等效。即二种不同特性的噪声，在相同的时间内，作用于人耳的能量相等，则可称此二种噪声是等效的。本文以后所述均是指能量等效声级。

《规范》中等效声级的近似计标公式，由于种种条件的限制，与 (2) 式差别较大，现对 (2) 式进行简化和推演如下。

$$L_{eq} = 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m 0.1 L_i \Delta t_i}{\sum_{i=1}^m \Delta t} \quad (4)$$

式中  $i = 1, 2, 3, \dots, m$  为有限 ( $m$ ) 个不同声级  $L_i$  的排列序号,  $\Delta t_i$  为声级  $L_i$  的占有时间。公式 (4) 是实际测量等效连续声级的通用公式, 常用等效声级测量仪亦是按 (4) 式的数学模型进行设计和工作的。又《规范》规定把测量到的声级从小到大顺序排列, 分成 5 分贝一段, 用中心声级表示。为避免上述各式中任意取值的  $L_i$  与中心声级混淆, 设中心声级为  $L_n$ , 且中心声级低于 80 分贝的不予考虑, 则  $L_n = 80, 85, 90$  分贝  $\dots$ , 并以  $T_n$  代换  $\Delta t_i$ , 令  $T = \sum_{i=1}^m \Delta t_i$ , 则 (4) 式变为:

$$L_{eq} = 10 \lg \frac{\sum_n 10^{0.1 L_n} T_n}{T} \quad (5)$$

令  $L_n = 80 + 1n$ ,  $1n$  取  $0.5, 1.0, \dots$ , 则  $1n = 5(n-1)$ 。式中  $n = 1, 2, 3, \dots$ , 表示相应于中心声级 80、85、90 分贝  $\dots$  的声级组序号, (5) 式变为

$$L_{eq} = 10 \lg \frac{\sum_n 10^{0.1(80 + 1n)} T_n}{T} \quad (6)$$

$$\frac{n-1}{2}$$

$$L_{eq} = 80 + 10 \lg \frac{\sum_n 10^{1n} T_n}{T}$$

若以一个工作日 (480 分钟) 计称等效声级, 则取  $T = 480$  (分)。(6) 式则是《规范》中的近似计称公式。

## 二. 等效声级的测量方法

用等效声级测量仪,如噪声剂量仪或积分声级计,可以直接测量任意一段时间(从几分钟到24小时)的等效声级。在没有这些专用设备的情况下,使用声级计测量声级,同时对不同声级环境下的工作时间进行统计,或进行取样测量,可以近似计算等效声级。下面介绍两种测量方法。

### 1. 《规范》推荐的测量方法

由于工作程序的变化、机台工况的变化或流动作业,常常使工人在一个工作日内处于不同的噪声环境。在这种情况下应当使用声级计测量不同环境的A声级,并记录各种声级下的暴露时间。按《规范》附录“等效连续声级的计算方法”计算等效声级。下面举一例说明这种计算方法。

例:经测量得知某工种在八小时工作日内,暴露在111分贝(A)声级下10分钟,93分贝(A)下0.5小时,87分贝(A)下4小时,其余时间暴露低于80分贝(A),求该工种一个工作日内内的等效声级为多少?

解:暴露的各个声级111、93、87、80分贝分别属于中心声级为110、95、85、80分贝的各个声级组,将这些已知声级和相应的暴露时间填入等效噪声统计表:

表1

等效噪声统计表

| 中心声级<br>序号 n      | 1   | 2   | 3  | 4  | 5   | 6   | 7   | 8   |  |
|-------------------|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|--|
| 中心声级(分贝)          | 80  | 85  | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 |  |
| 暴露时间<br>$T_n$ (分) | 200 | 240 | 0  | 30 | 0   | 0   | 10  | 0   |  |

并板(6)式计算等效声级:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{eq}} &= 80 + 10 \lg \frac{10^{\frac{1-1}{2}} \times 200 + 10^{\frac{2-1}{2}} \times 240 + 10^{\frac{4-1}{2}} \times 30 + 10^{\frac{7-1}{2}} \times 10}{480} \\
 &= 80 + 10 \lg \frac{200 + 3.16 \times 240 + 758.95 \times 30 + 1000 \times 10}{480} \\
 &= 80 + 10 \lg 24.8 \approx 94 \text{ (分贝)}
 \end{aligned}$$

如果需要大量测算等效声级、或声级变化幅度大,利用(6)式计算就不大方便,为实用方便起见,将(6)式分解为两个待查的表格:部分噪声暴露指数表;合成噪声暴露指数与等效声级变换表(见表2、表3)。其中部分暴露指数是(6)式中求和符号中的各个分项与 $T=480$ 相除的商数,即:

表2 部分噪声暴露指数表

| 中心声级 dBA<br>部分噪声暴露指数<br>暴露时间 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110  | 115  |
|------------------------------|----|----|----|-----|-----|------|------|
| 5分                           |    |    |    | 1   | 3   | 10   | 33   |
| 10分                          |    |    |    | 2   | 7   | 21   | 66   |
| 15分                          |    |    | 1  | 3   | 10  | 31   | 99   |
| 20分                          |    |    | 1  | 4   | 13  | 42   | 133  |
| 30分                          |    |    | 2  | 6   | 20  | 63   | 198  |
| 1小时                          |    | 1  | 4  | 13  | 40  | 125  | 395  |
| 1.5小时                        |    | 2  | 6  | 19  | 59  | 186  | 593  |
| 2小时                          |    | 3  | 8  | 25  | 79  | 250  | 791  |
| 3小时                          | 1  | 4  | 12 | 38  | 119 | 375  | 1186 |
| 4小时                          | 2  | 5  | 16 | 50  | 158 | 500  | 1531 |
| 5小时                          | 2  | 6  | 20 | 63  | 198 | 625  | 1971 |
| 6小时                          | 2  | 8  | 24 | 75  | 237 | 750  | 2371 |
| 7小时                          | 3  | 9  | 28 | 88  | 277 | 875  | 2767 |
| 8小时                          | 3  | 10 | 32 | 100 | 316 | 1000 | 3162 |

表3 合成噪声暴露指数与等效连续A声级变换表

| 等效连续A声级 (dB) | 合成噪声暴露指数 D |
|--------------|------------|
| 83           | 2          |
| 85           | 3          |
| 86           | 4          |
| 87           | 5          |
| 88           | 6          |
| 89           | 8          |
| 90           | 10         |
| 92           | 16         |
| 94           | 25         |
| 95           | 32         |
| 97           | 50         |
| 100          | 100        |
| 102          | 160        |
| 105          | 316        |
| 107          | 500        |
| 110          | 1000       |
| 113          | 1585       |
| 115          | 3162       |

$$\text{部分暴露指数} = \frac{10^{\frac{n-1}{2}} T_n}{480} \quad (7)$$

而合成暴露指数等于所有部分暴露指数之和，即：

$$D = \frac{\sum_{n=1}^N 10^{\frac{n-1}{2}} T_n}{480} \quad (8)$$

等效声级则为：

$$L_{eq} = 80 + 10 \lg D \quad (9)$$

式中 D 为合成暴露指数。