

研究报告

教室噪声卫生标准的研究

——交通噪声对师生教学与健康的影响

王绍汉 蔡琳娜

(北京医科大学北京儿童青少年卫生研究所)

阎 辉

(北京市海淀区卫生防疫站)

韩云涛

(昆明医学院)

摘要 本课题选择受交通噪声影响轻重不同的三组中小学校, A校组(校园安静)、B校组(影响较重)、C校组(影响严重), 分别测量了教室噪声级与教师讲课声级;检查了教师声带有症率;调查了学生的学习和心理反应。对所得数据进行了统计处理, B、C校组与A校组比较, 均有显著性或非常显著性差异, 表明B、C校组师生的教学与健康受到了不同程度的影响与损害, 而A校组的师生教学与健康未受到影响, 认为教室噪声级的 L_{10} 为50dB是可容许的。上述研究结果为制订教室噪声卫生标准提供了科学依据。

关键词: 交通噪声;卫生标准;教室。

中小校园和教室是儿童青少年长期的学习环境和身心锻炼的重要基地。为保证师生进行正常的教学和儿童少年健康的成长, 教室和校园必须具有安静的环境。目前中小学校受到交通噪声的严重或比较严重的干扰, 直接影响到教学质量和师生健康。因此, 迫切需要制订《中小学校教室噪声卫生标准》, 为师生提供一个安静的教学环境。

许多国家都规定了校园与教室噪声卫生标准。日本文部省规定教室外源性噪声容许标准为50dB^[1];苏联在环境噪声标准中规定中学、幼儿园的校园环境噪声标准为45dB, 教室噪声标准为40dB;美国环境噪声标准建议值, 提出新建校园环境噪声标准为45dB, 老校为55dB;ISO规定非住宅室内噪声标准为35—45dB。

中国科学院声学研究所李炳光提出教室容许噪声级为35—45dB^[2];柳孝图等建议在关窗条件下, 教室内噪声临界值为 $Leq =$

40—45dB, 开窗时为50—55dB, 室外环境容许噪声级为60—65dB^[3], 但缺乏噪声对师生健康与教学影响的依据。

本课题研究目的, 为制订《教室噪声卫生标准》提供科学依据。

一、研究内容与方法

1. 研究对象的选择

在天津蓉三市选择校园安静学校8所(简称A校组)、交通噪声干扰比较严重学校8所(简称B校组)、交通噪声干扰严重的学校6所(简称C校组), 从每个学校选择有代表性的教室2—3个, 以上午2—3节课上课的男女师生为受试对象。

2. 研究指标

(1)测定教室噪声级和教师讲课声级;
(2)临床检查教师喉部的有症率;(3)调查交通噪声对学生学习和心理的影响。

3. 检测方法

(1) 采用经中国计量科学院声学室校准的ND₂型、ND₆型声级计测量教室噪声级和教师讲课声级(开窗条件),每节课各记录100个数据(dB值),并采用累计分布声级(L_n)(accumulated distribution level)^[4]方法统计出L₁₀、L₅₀、L₉₀的dB(A)值,计算出教室噪声级与讲课声级的差值,加以比较;

(2) 耳鼻喉科专家按统一方法检查任教5年以上的课任教师喉部症状,包括慢性喉炎、声带肥厚、小结、水肿、息肉、喉肌力弱的有症率

以及嘶哑率;(3)交通噪声对学生学习、心理活动影响的问卷,由主试按指导语说明答题要求,由学生按题号作答,均在上午2—3节课进行,回收答卷进行核对统计比较。

二、结果与分析

1. 教室噪声级与教师讲课声级结果分析

将所测得的教室噪声级与讲课声级,分别统计出其L₁₀、L₅₀、L₉₀的dB值及两种声级的差值列于表1及图1。

表 1 不同交通噪声级对中小学教室噪声级与教师讲课声级的影响

项目 校组	受试中小学(所)	教师(人)	教室噪声级 ^① $\bar{X}$ (dB)	教师讲课声级 ^② $\bar{X}$ (dB)	差 值 ②-①
A 校组	8 所	15	L ₁₀ 50	L ₁₀ 68	18
			L ₅₀ 47	L ₅₀ 64	17
			L ₉₀ 45	L ₉₀ 59	14
			范围值(52—40)	范围值(71—55)	
B 校组	8 所	14	L ₁₀ 61	L ₁₀ 71	10
			L ₅₀ 56	L ₅₀ 67	11
			L ₉₀ 52	L ₉₀ 62	10
			范围值(72—50)	范围值(72—60)	
C 校组	6 所	14	L ₁₀ 71	L ₁₀ 76	5
			L ₅₀ 66	L ₅₀ 72	6
			L ₉₀ 61	L ₉₀ 66	5
			范围值(75—58)	范围值(80—62)	

从表1和图1可见,C校组教室噪声级,其L₁₀、L₅₀、L₉₀的均值($\bar{X}$),分别为71dB、66dB、61dB(范围值为75—58dB),教师讲课声级,其L₁₀、L₅₀、L₉₀的均值($\bar{X}$),分别为76、72、66dB(范围值为80—62dB)。与相应的教室噪声级之间的差值为5—6dB。在这种交通噪声级干扰下,教师反映^[5]:尽管用尽气力提高嗓门讲课,学生也不能集中注意力听课,常听不清讲授内容和提问,为此,老师要多次重复讲授内容,耗费大量声能,导致过度疲劳;若遇教室噪声级连续为峰值时(外面连续通过高噪声车辆),课堂纪律涣散,就要停止讲课,重新维持秩序,日积月累,教师不能按时完成教案,学生的学习效率下降。

A校组的教室噪声级,其L₁₀、L₅₀、L₉₀的均值($\bar{X}$),分别为50、48、45dB(范围值为52—40dB),其相对应教师讲课声级,其L₁₀、L₅₀、L₉₀的均值,分别为68、64、59dB(范围值为71—55dB),二者之间的差值为14—18dB。在这样安静的教室,教师讲课不用提高嗓门,用正常声级讲课,学生听的清楚,课堂纪律井然,教与学效果良好,师生均无反映交通噪声干扰问题。可见教室噪声级的L₁₀为50dB时,教师讲课声级比教室噪声级高18dB,对师生教学无影响。这一点与T. Houtgast所提出的“当教室噪声级比教师在长时间里的语言声级低的数值不足15dB时,语言可懂度将受到破坏”^[6]的论点是最近似

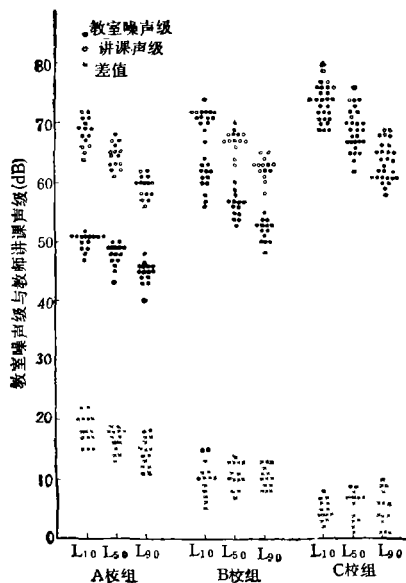


图 1 A、B、C 三校组教室噪声级与教师讲课声级之差值

的。

B 校组教室噪声级与讲课声级的差值为 10—11 dB, 师生的教与学效果仍受噪声干扰。

2. 不同交通噪声级对教师喉部有症率影响, A、B、C 三校组教师喉部检查结果列于表 2。

从表 2 可见, B 校组与 A 校组教师声带有症率检出结果比较, $u = 2.07$, $P < 0.05$, 说明 B 校组显著高于 A 校组; C 校组与 A 校组教师声带有症率检出结果, $u = 3.12$, $P < 0.01$, C 校组非常显著地高于 A 校组, 且 C 校组 77 人中, 一人检出两种症状者有 5 人, 而 A 校组 72 人中, 只有 1 人检出两种症状, 进而说明城市交通噪声干扰是导致教师声带有症率增高和加重的一个重要因素。B 校组与 C 校组之间, 经 u 检验, 未见显著差异。

教师声带有症率是否与教师任教年限有

表 2 不同交通噪声级对教师喉部有症率的影响

项 目 校 组	教室噪声级 (dB)	声带有症率(%)			慢性喉炎率(%)			嘶哑率(%)	
		受检人次	检出人次	检出率 (%)	受检人数	检出人数	检出率 (%)	检出人数	检出率 (%)
A 校组	$L_{10} = 50$ (52—40)①	73	8	10.96	72	5	6.90	9	12.50
B 校组	$L_{10} = 61$ (72—50)①	109	25	22.94②	107	7	6.50	23	21.50
C 校组	$L_{10} = 71$ (75—58)①	82	26	31.71③	77	7	9.10	15	19.48

① 范围值, ② $P < 0.05$, ③ $P < 0.01$ 。

关?

从图 2 可见, 超过 5、10、15 年三个任教年限段, 教师声带有症率: C 校组分别为 10.98%、7.32%、4.88%; B 校组分别为 6.40%、5.50%、1.83%; A 校组分别为 1.37%、1.37%、0.0%。C 校组分别高于 B 校组和 A 校组; B 校组高于 A 校组, 而 A 校组最低, 说明在任教 20 年以内的时间, 教师声带有症率增高的主要因素是噪声, 而任教年限起的作用很小。任教超过 20、25、30 年三个

任教年限段的 A 校组教师声带有症率有所升高, 但未见随任教年限延长逐渐升高趋势, 反而有所降低。B 校组、C 校组在超过 25、30 年两个任教年限段仍保持较高水平。说明任教年限起一定作用。

B 校组在 15 年以前的三个任教年限段和 C 校组在 20 年以前的四个任教年限段, 教师声带有症率有随任教年限延长而降低的趋势, 可能与教师对噪声有一定适应性有关。

从表 2 还可看出, 三校教师嘶哑率之间,

虽然统计处理结果未见显著差异,但 B 校组、C 校组比 A 校组仍有升高之趋势。

慢性喉炎检出率,三校间未见差异,其主要诱因因子与感染有关。

3. 不同交通噪声级对学生学习的影响

A、B、C 三个校组的学生,经问卷调查,结果列于表 3。

从表 3 可见,噪声干扰严重的 C 校组与校园安静的 A 校组的学生,对表 3 所列 6 项学习指标的答案结果,统计学 u 检验,表明均有非常显著性差异; B 校组与 A 校组学生答案,经 u 检验,4 项指标有非常显著差异,“经

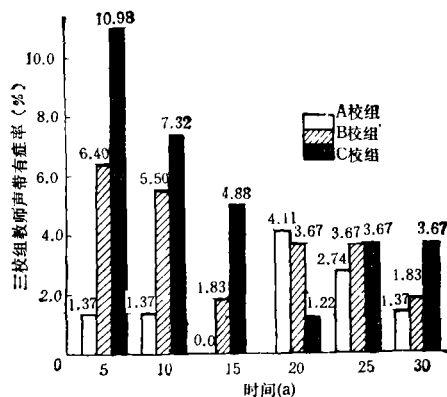


图 2 三校组教师声带有症率与任教年限的关系

表 3 不同交通噪声级对学生学习的影响

项目 校组	教室噪声级 (dB)	调查人数	经常听不清 讲课	吵得听不进 去	写作业常写 错	写作业写不 下去	考试时经常 打断思路	考试时计算 数字常出错
			人数 (%)	人数 (%)	人数 (%)	人数 (%)	人数 (%)	人数 (%)
A 校组	$L_{10} = 50$ (52-40)*	239	1 0.42	7 2.93	4 1.67	36 15.06	37 15.48	46 19.25
B 校组	$L_{10} = 61$ (72-50)*	223	6 2.69	29 13.0	13 5.83	75 33.63	65 29.15	80 35.87
C 校组	$L_{10} = 71$ (75-58)*	218	19 8.71	64 29.36	18 8.26	91 41.74	61 27.98	91 41.74
B 校组与 A 校组比较 (u 值)			2.00 ($P < 0.05$)	4.04 ($P < 0.01$)	2.37 ($P < 0.05$)	4.67 ($P < 0.01$)	3.54 ($P < 0.01$)	4.01 ($P < 0.01$)
C 校组与 A 校组比较 (u 值)			4.33 ($P < 0.01$)	7.70 ($P < 0.01$)	3.29 ($P < 0.01$)	6.36 ($P < 0.01$)	3.25 ($P < 0.01$)	5.24 ($P < 0.01$)
C 校组与 B 校组比较 (u 值)			2.73 ($P < 0.01$)	4.21 ($P < 0.01$)	1.00	1.76	0.27	1.26

* 范围值。

常听不清讲课”、“作业常写错”两项指标也有显著差异。这种差异表明,与交通噪声干扰有关,噪声级越高,影响越严重。

在交通噪声干扰下,学生“经常听不清讲课”、“吵得听不进去”等方面,其机理,可能由于交通车辆噪声与讲课声的声音信息,经学生们的听觉器官在向大脑的传递过程中,噪声干扰了讲课声信息,导致听觉区辨认错误或掩蔽了讲课声信息所造成的。“学生写作业常出错”、“写作业写不下去”、“考试时经常

打断思路”以及“考试时计算数字常出错”等方面,其机理可能与连续的交通车辆噪声刺激,导致大脑皮层内抑制障碍,而兴奋泛化,分辨性降低^[7]所致。这一看法与 H.C.wakely 所提出的“噪声能通过有限的输入信息通路产生干扰,需用更长时间鉴别有用信息”^[8]的论述,较为相近。说明了交通车辆噪声对学习或汇集信息以及对有用信息的分辨力均有破坏与降低作用,而且噪声级越高,影响越大。

在 A 校组,学生对表 3 所列 6 项学习项目中,前三项的回答阳性率为 0.42—2.93%,属正常范围,对“考试”的两项,学生回答阳性率为 15.48—19.25%,而 B、C 两校组阳性回答率也有同步增高的明显趋势,B、C 校组与 A 校组相比较在统计学上均有非常显著差异,除噪声因素外,似与学生在考试期间对教

室声环境要求高,并反应敏感有一定关系.在教室噪声级 L_{10} 为 50dB 时,学生学习的总趋势良好,教室噪声级 L_{10} 为 50 dB 是可容许的。

4. 不同交通噪声级对学生心理的影响

不同交通噪声级对学生上课时所引起的心理反应,经问卷调查,结果列于表 4。

表 4 不同交通噪声级对学生心理的影响

项目 校组	教室噪声级 (dB)	调查人数	反应非常吵	心烦	生气	听课时常走神	想看看外面是什么声音
			人数(%)	人数 (%)	人数 (%)	人数 (%)	人数 (%)
A 校组	$L_{10} = 50$ (52—40)*	239	4 1.70	73 30.50	25 10.46	11 4.60	38 15.90
B 校组	$L_{10} = 61$ (72—50)*	223	24 10.76	121 54.26	44 19.73	39 17.49	64 28.70
C 校组	$L_{10} = 71$	218	112 51.38	147 68.43	52 93.85	57 23.29	45 20.64
B 校组与 A 校组 比较 (u 值)			4.08 ($P < 0.01$)	5.17 ($P < 0.01$)	2.79 ($P < 0.01$)	4.46 ($P < 0.01$)	3.31 ($P < 0.01$)
C 校组与 A 校组 比较 (u 值)			12.19 ($P < 0.01$)	7.89 ($P < 0.01$)	3.82 ($P < 0.01$)	5.86 ($P < 0.01$)	1.31
C 校组与 B 校组 比较 (u 值)			9.23 ($P < 0.01$)	2.83 ($P < 0.01$)	1.05	1.54	1.96 ($P < 0.05$)

* 范围值。

从表 4 可见,学生在“反应非常吵”、“心烦”、“生气”、“听课时常走神”等 4 项答案中,经统计检验,B 校组、C 校组与 A 校组比较,均有非常显著差异,表明 B、C 两校组在交通车辆噪声干扰下,使教室噪声级明显增高(如表 4 所列),引起学生们不良的心理反应。学生们这种不良心理反应,可推测为连续的交通噪声传递到学生们大脑旧皮层区,激发学生们听课情绪上的急剧变化,使心理失去平衡,不仅影响了学习,心理健康也遭受了损害。

至于“想看看外面是什么声音”的答案,与前 4 项答案有所不同,B 校组与 A 校组相比,有明显差异,反应出受噪声干扰较严重的 B 校组学生们好奇心理出现率增加,而分散了学生学习的注意力。但受噪声干扰严重的 C 校组学生们的此项答案与 A 校组相比,则

无显著差异,可能与 C 校组学生们的好奇心,被严重噪声引起的急剧情绪变化所掩盖有关,从“反应非常吵”、“心烦”两项答案的 C 校组与 B 校组相比,出现非常显著差异则可说明此点。

三校组之间出现的学生们的心理反应差异,表明 A 校组教室噪声级对学生们心理干扰较小, L_{10} 为 50dB 的教室噪声级是可容许的。

三、小 结

本项研究课题,在京津蓉三市选择了 22 所中小学校,按交通噪声影响的轻重程度,分为 A、B、C 三个校组,测量了 43 名教师讲课声级及其相应的教室噪声级;检查了 264 名教师喉部有症率;调查了交通噪声对 780 名学生学习和心理影响,取得了以下几点结果:

1. 教师讲课声级的 $L_{10}(\bar{X})$, A、B、C 三校组分别为 68dB、71dB、76dB, 与其相对应的教室噪声级的 $L_{10}(\bar{X})$ 分别为 50dB、61dB、71dB。教师讲课声级高于教室噪声级的差值, 分别为 18dB、10dB、5dB。B、C 校组师生教学效果与健康, 在这种交通噪声级干扰下, 受到了较为严重与严重的影响, A 校组师生教学效果良好, 健康未受到影响, 其教室噪声级 L_{10} 为 50dB 时, 认为是可以容许的。

2. A、B、C 三校组教师声带有症率, 分别为 10.96%、22.94%、31.71%, 经统计学检验表明, B、C 校组与 A 校组相比, 有显著性或非常显著性差异, 这种差异, 经分析, 未见随教师任教年限的延长而明显增高的趋势, 在任教的前 20 年内, 职业性因素作用很小, 而交通噪声因素起主要作用。B、C 校组教师声带有症率的增高与交通噪声有关, 交通噪声对教师健康引起了损害, 为教室噪声卫生标准的制订提供了健康依据。

3. 交通噪声对学生的学习和心理反应的影响, 经对问卷答案统计检验表明, B、C 校组与 A 校组比较, 均有显著性或非常显著性差异, 说明交通噪声干扰了教师讲课信息的传递, 分散了学生的注意力, 诱发学生的情绪上急剧变化, 影响了学习效果、损害了心理健

康。

A 校组学生的学习与心理处于良好状态。也表明了其教室噪声级 L_{10} 为 50dB 是可容许的。

上述各项结果, 为制订中小学校教室噪声卫生标准提供了科学依据。

致谢 四川省与天津市卫生防疫站学校卫生科、北京医科大学第一附属医院耳鼻喉科参加了本课题的调研工作; 清华大学建筑物理教研室给予了热情的帮助, 特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 守田荣著, (新版) 騒音と騒音防止, 第 167—171 页, 第 3 版, オーム社, 1985 年。
- [2] 李炳光, 中国大百科全书《环境科学》, 第 221—222 页, 第 1 版, 中国大百科全书出版社, 北京·上海, 1983 年。
- [3] 柳孝图等, 南京工学院学报, (1), 1(1984)。
- [4] 车世光, 建筑声学设计手册, 第 9 页, 第 1 版, 中国建筑工业出版社, 1987 年。
- [5] 王绍汉, 环境保护, (7), 2(1985)。
- [6] Houtgast, T., *The Effect of Ambient Noise on Speech Intelligibility in Classrooms*. *Applied Acoustics*, (14), 15—25(1981)。
- [7] 李效基, 儿童少年卫生学, 第 106—107 页, 第 2 版, 人民卫生出版社, 1986 年。
- [8] Wakely, H.C., *Noise and Human Behaviour*. *In Proceedings of Symposium on Environmental Noise Its Human Economic Effects*, Chicago Hearing Society. pp.27—137.1970。

(收稿日期: 1989 年 9 月 25 日)

快速渗滤土地处理法去除污水中挥发卤代烃的效率研究

徐 美 正

(北京市环境保护科学研究所)

摘要 本文就不同周期和布水率对快速渗滤系统中挥发性有机物去除率的影响进行了探讨。通过该法与六种常用的污水处理技术对挥发性卤代烃去除率的比较, 表明快速渗滤土地处理法更为行之有效。

关键词: 快速渗滤; 土地处理; 污水; 挥发卤代烃。

土地处理是低成本、低能耗的水处理技术, 快速渗滤就是其中的一种。人们关注的

Influence of Traffic Noise on Teaching and the Teachers and Students' Health. Wang Shaohan, Cai Lina (Beijing Medical University); Yan Hui (Sanitation and Antiepidemic Station of Haidian District, Beijing); Han Yuntao (Kunming Medical College, Yunnan Province): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(4), 1990, pp. 2—7

This paper deals with a study on health standard of noise in the classrooms. Among the primary and middle schools in Beijing, Tianjin and Kunming, twenty two campuses were selected for monitoring noise. The campuses were divided into three groups according to the noise levels they suffered from traffic noise. Group A, composed of 8 campuses, was quiet (L_{10} less than 50dB); group B, 8 campuses, noisier (61 dB); group C, 6 campuses, noisiest (71 dB). The teachers' voice would get louder with noise level getting higher in the classrooms. The incidence of symptoms in the teachers' vocal cords and the students' psychological reactions were investigated as indices. The differences between group A and groups B and C were obvious or very obvious in accordance with statistical examination. The results demonstrated that traffic noise had affected teaching activities and people's health of groups B and C. So it is suggested that 50 dB as L_{10} of noise in the classrooms be appropriate to formulation of the health standard of noise in the classroom.

Key Words: traffic noise, health standard, classroom.

Removal of Volatile Halohydrocarbons in Sewage by Rapid Infiltration of Land Treatment. Xu Meizhen (Beijing Municipal Institute of Environmental Protection Sciences): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(4), 1990, pp.7—11

This paper focuses on the efficiency of removing volatile haloid organic compounds from sewage with the method of land infiltration, which was compared with six usual treatment techniques. The results showed that land infiltration method was more effective.

Key Words: rapid infiltration, land treatment, sewage, volatile halohydrocarbons.

Application of Environmental Effective Coefficient Matrix Method to the Research of the Optimal Pollution-Control Strategy for Urban Energy. Fang Dong, Wang Yaqiu (Institute of Nuclear Energy, Tsinghua University): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(4), 1990, pp.11—18

This paper presents a method to explain the interaction between energy and the environment in investigating into the optimal pollution-control strategy in cities. The method is called environmental coefficient matrix method. Its definition and generation of the matrix are formulated in detail. In a case study, the method has been used in the comprehensive assessment of energy on environmental impact in Harbin, a large city in Northeast China. It focuses on control strategy of air pollution caused by energy conversion and energy consumption. The result illustrates the method available.

Key Words: optimal pollution-control strategy, energy and environment, coefficient matrix.

Study on Chemical Stability of Heavy Metals in the Xiangjiang River. Luan Zhaokun, Tang Hongxiao (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(4), 1990, pp.18—25

In order to evaluate the chemical stability of heavy metals in the polluted river, a series of static and dynamic simulated experiments under different conditions has been performed with the sediment samples collected at S₁—S₅ sections in the Xiangjiang River. The content of metals and their releasing rates from sediments were obtained in the model experiment, and then the process of chemical transformation and transfer between sediment and water were discussed. The results showed that heavy metals in the River revealed higher chemical stability and their releasing contents in the polluted sediments were very limited.

Key Words: simulated experiments, heavy metals, chemical stability.

A Model Designed for Vegetation Controlling Air Pollution in Yiyang City. Wen Jianping (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(4), 1990, pp.26—30

According to the results of monitoring air pollution factors for one year in Yiyang City, Hunan Province, the variations of atmospheric environment were clarified by means of fuzzy mathematics. Meanwhile the artificial fumigation tests were carried out to select the higher tolerant plants and to measure the pollutant-absorption rate. In consideration of these factors, a vegetation controlling model for air pollution was put forward.

$f = 2.22 \times 10^{-4} (\bar{C}_i - \bar{C}) \cdot \alpha^{-1} \cdot h$ f —plant cover ratio; α^{-1} —SO₂-plant absorption rate; h —height of air mixing layer; $\bar{C}_i$ —real concentration; $\bar{C}$ —