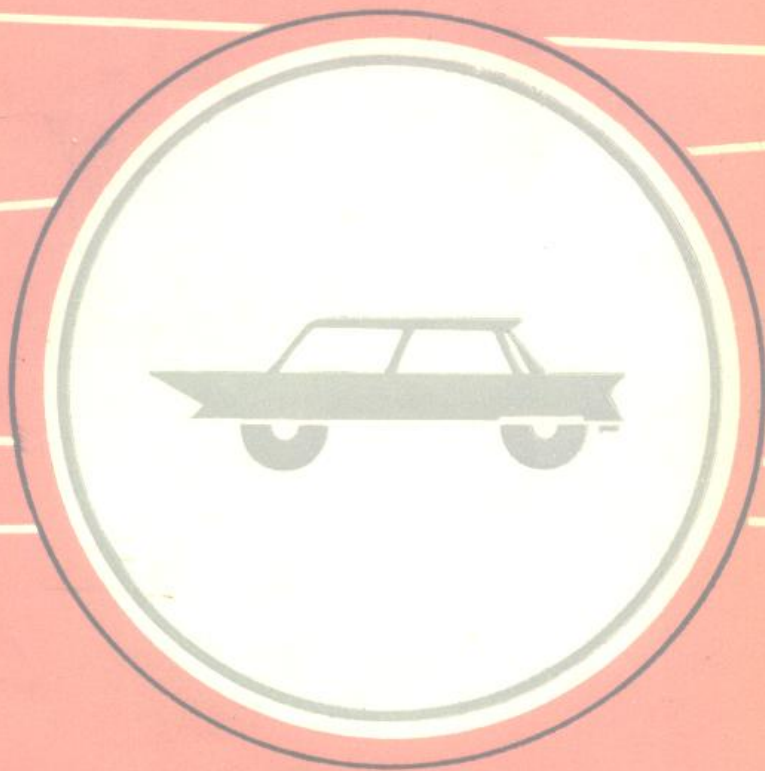
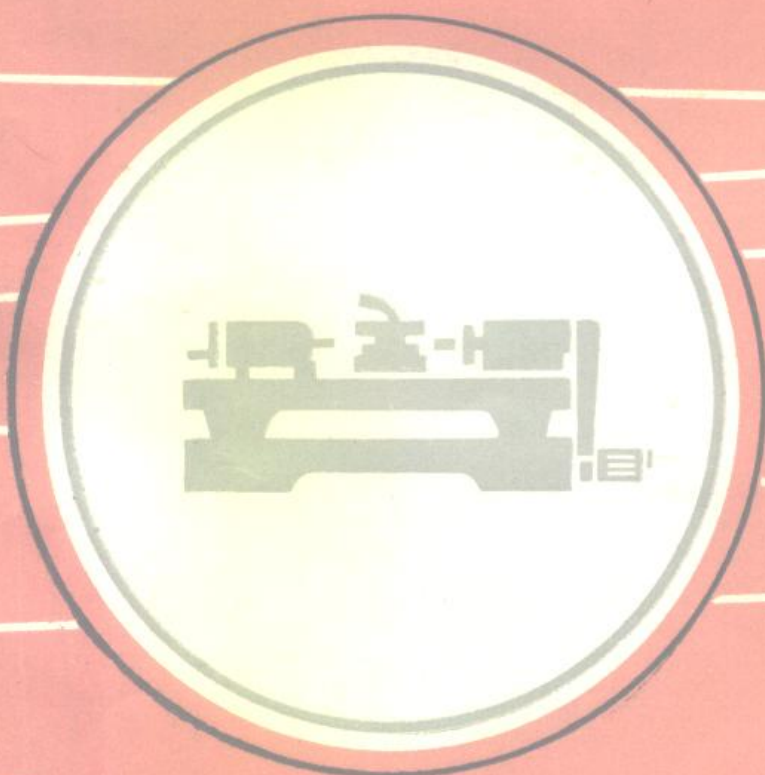




噪声控制

(译文集)



噪声控制译文集

同济大学声学研究室 编

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海高安路六弄一号)

新华书店上海发行所发行

江苏宜兴南漕印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/16 印张7 字数177,000

1981年9月第1版 1981年9月第1次印刷

印数: 1—5150

书号: 15192·138 定价: 0.90元

◀科技新书目▶136—146

71.543083
195
12

0.54-5004

前 言

近年来,噪声的危害日见严重。

许多国家为了保护公众的健康和环境安静,都制订了法律以限制工业部门的噪声;对飞机、卡车和其它运输工具的噪声亦有所限制,即使一些家用设备的噪声亦已成为产品的重要指标,所以噪声控制是一项涉及面很广的工程技术。从环境卫生和劳动保护方面来看,它又和研究人们的生理、心理反应有关;要达到噪声治理,必然还有管理和法规等方面要考虑。

就噪声控制措施而言,降低声源的发声强度当然是最根本的,但大量的工作往往还要依靠在传声途径上采取降低声音的措施才能收效。

声源种类繁多,产生噪声的根源又往往各不相同,如冲击或碰撞、摩擦或挤压、旋转或滚动、气流或液流的运动、电磁感应,等等。要经济而有效地解决这些问题,除要具备一定的声学知识外,必然还涉及设计、制造、材料和加工工艺等等。在传声途径方面又有构件隔声、界面吸声、管道消声、屏障遮挡等多种手段要研究。在评价噪声控制标准方面则因声源性质和所考虑的对象而异。凡此种种,均说明噪声控制技术的内容极为广泛。

我们面临着工业飞跃发展而噪声日益严重的时代,噪声污染和治理的问题已越来越突出,这就要求各行各业,包括工业生产部门、交通运输、城市建设、房屋建筑、劳动保护和环境管理等部门必须重视这一问题。

近二十年来,国外对噪声控制的研究工作很重视,有很大进展,并已逐渐形成一门专门技术。为了推动国内工作,我们从国外有关图书、期刊上选译了二十二篇文献,内容有:(1)噪声的危害、评价和法律;(2)工业噪声及控制措施;(3)城市噪声及治理;(4)厂房内降低噪声的措施,等等,以供有关方面参考。限于编译者的水平,错误与不妥之处在所难免,望广大读者批评、指正。

本书由同济大学声学研究室王季卿同志负责审稿,特此致谢。

编 者 1980年3月

目 录

噪声对人体危害的研究进展(综述).....	(1)
美国噪声控制条例的现状.....	(8)
为规划人员用的一种城市噪声模式.....	(15)
住宅内环境噪声的实验性调查研究.....	(17)
汽车噪声和道路结构.....	(21)
交通噪声与城市规划.....	(33)
工厂围护结构的隔声(实验室与现场测量结果).....	(39)
一种新的宽频带吸声体.....	(41)
工厂车间内吸声平顶和墙面的减噪.....	(44)
工业厂房大厅内噪声控制概要.....	(48)
声屏障衰减室内噪声的特性及实例.....	(54)
冲床降噪的实用方法.....	(65)
冲床冲压噪声的起源.....	(69)
降低热锻噪声源的实用方法.....	(71)
水泵和油压机械的噪声控制措施.....	(74)
齿轮的噪声.....	(78)
论排风口消声器的特性.....	(84)
应急柴油发电机组消声器的设计和评价.....	(86)
确定固体声控制的新图解法.....	(88)
离心泵脉动压力降低措施.....	(92)
研究降低纺纱机械噪声方面的成就.....	(97)
降低机床及机床厂噪声的措施.....	(102)

噪声对人体危害的研究进展(综述)

研究噪声对人体危害的主要意义在于提高人们对噪声危害性的认识,引起社会公众和有关部门的重视,把它作为一种公害,采取有力措施加以控制或消除,以保障人民健康,有利生产发展。到目前为止,各国学者在这方面的论文著述是相当多的,尽管在噪声危害人体的机理及如何评价噪声实际危害程度上存在某些争论和分歧,但谁都不否认噪声的实际危害性。噪声对人体的危害大体可分两个方面:(1)听觉损害;(2)生理上和心理上的影响。

噪声对听觉损害已有很详尽的研究,并在预防措施和病理机制上提供有价值的见解和建议,但噪声对全身某些系统的损害尚缺少有力的客观证据,这倒并不是无重要脏器的病理可发现,而常是有其它损害因素或致病因子掺杂一起,使得较难对噪声危害作出单一评价的缘故。大凡暴露于噪声久长者多半是工作环境恶劣、居住生活条件较差或文化素养不足、个人有不良嗜好者。这些人接触其它致病因素(高温、尘埃、嗜酒、失眠和精神创伤等)当然多得多,而不仅是单一噪声。因此在研究噪声对全身性损害方面要更多地依靠能加以控制的对照性研究和动物实验。

噪声对听觉的危害

噪声损害耳蜗柯替氏器引起神经-感音性聋已属众所周知的事实,这方面累积的资料相当可观。近年的研究动向是进一步调查在既定噪声标准下噪声性聋的发病情况,以检验噪声标准的适用程度;加强噪声性聋的基础理论研究,从超微结构、分子水平等方面

探讨噪声损害柯替氏器(听觉末梢器官)的机理。

噪声危害听力的调查研究

美国有关部门在1971年^[1]曾指定90分贝(A)作为最大允许工业噪声标准(以每天工作八小时、一年为期作为对象),后又认为此一规定比较含糊,而于1973年由劳动部组织有关单位重新研究,作出新规定,列出工人在一定噪声声压级下的允许时间(见表1)。

表 1

声压级 (分贝)	允许时间 (时:分)	声压级 (分贝)	允许时间 (时:分)
85	16:0	101	1:44
86	13:56	102	1:31
87	12:8	103	1:19
88	10:34	104	1:9
89	9:11	105	1:0
90	8:0	106	0:52
91	6:58	107	0:46
92	6:4	108	0:40
93	5:17	109	0:34
94	4:36	110	0:30
95	4:0	111	0:26
96	3:29	112	0:23
97	3:2	113	0:20
98	2:50	114	0:17
99	2:15	115	0:15
100	2:0		

日本 Nishizen^[2]纺织厂织布车间平均噪声级为94分贝(A),频谱高峰范围在2000~3000赫。有1052名工人诉述耳科症状。工人年龄为20~70岁、工龄2~40年,男女比例为2:3。诉述耳鸣的60%、听力减退30%、眩晕8%。发病以40岁10年工龄者为最多。纯音听力曲线多数出现C₅(4096赫)“V”

形切迹。平均听力损失 >40 分贝为25%。小于20年工龄的,工龄和听力损害有一定比例关系。工龄20年以上的,与听力损害程度相关性就不太显著。

Sakai^[3]等对造纸厂404个工人使用标准测听计及高频测听计检查听力。车间噪声为80分贝(A)。87例(20%)出现 C_5 切迹,其中24例为单耳,63例为双耳。 C_5 切迹的出现与年龄无关,但与工龄及噪声强度有关。高频10千赫以上听力均无异常。

上述报告表明90分贝(A)左右的噪声级仍有相当数量的听力损害出现。故有的国家,如美国环境保护局EPA在1973年曾有提议以85分贝(A)作为噪声标准,因实际困难较大未作规定。但总的看来有过渡到85分贝(A)的趋势。

Lebo^[4]认为噪声性聋合并年龄因素等造成的老年性聋很难用纯音曲线和其它听力试验方法加以鉴别。如何估计确因噪声致聋的百分数涉及到医学法律问题,是与劳资双方利益有关的实际问题。Jatho等认为老年性聋和噪声性聋系各自独立的病理过程,两者耳聋程度可简单叠加,故如已测知通常老年聋的年龄-听力函数关系,就不难以简单减法将老年聋成分扣除即可得知。Schmidt等认为老年聋与噪声聋之间的病理形成关系十分复杂,诸如不同年龄对噪声有不同的易感性,老年聋本身有多种多样的病理过程等。老年聋可有感音性、神经性、代谢性和机械物理性等四型。各型对噪声的易感性或耐受性有很大差异。Lebo提出 $m_2 = m_1 \left(\frac{V-C}{V} \right)$ 的校正公式。式中 m_1 为未校正时的听力损失百分数 $\left[m_1 = 1.5 \left(\frac{V}{n} - 25 \right) \right]$, m_2 为校正后(即扣除老年聋成分)的听力损失百分数, V 为规定频率听阈之和(ANSI-1969标准取500、1000、2000、3000赫的听阈总值;ASA-1954标准取500、1000、2000赫听阈总值,频率数

n 分别为4或3,根据所用标准而定)。 C 为上述频率老年聋听力损失之和,可由图1、2查得。如男性、50岁、 $V=200$ 分贝、 $n=4$,查图知 $C=75$ 分贝,则:

$$m_1 = 1.5 \left(\frac{200}{4} - 25 \right) = 37.5\%$$

$$m_2 = 37.5\% \left(\frac{200-75}{200} \right) = 23.4\%$$

即在未扣除老年聋成分前,听力损失百分数为37.5%,扣除后为23.4%。

Dieroff认为在噪声环境工作达10年以上,听力下降已达饱和点,不会继续下跌,因此可留在原岗位上,调换工种是不必要的。Irion^[5]对此持不同意见,他对某厂10年工龄以上、噪声60~100分贝(A)的工人听力追踪两年,发现听力仍有继续下降。Tomarek^[6]也发现噪声聋工人离开噪声工作环境,可避免听力继续恶化。

Baldus^[7]指出噪声引起的柯替氏器毛细血管损害是不可逆转的,多年全日工作在90分贝的工人有很大比例出现听力损害,提出凡车间噪声级达到90分贝(A),而降低噪声无可能者,必须强调使用个人防护器,并对这些工人进行定期监护性听力检查。

Sulkowski^[8]等用Bekesy测听计检查噪声性聋64例,发现都为II型和I型听力曲线。II型为耳蜗柯替氏器病变,I型见于正常听力和传导性聋,I型的出现也许表明损害轻微,或有恢复正常的可能。

牙科医务人员也受噪声之害,应加注意。Welleschik^[9]调查老式牙科电钻,其噪声可达80分贝(A),其中1/3频谱在容易损害听力的1000~6000赫,1/3在危害听力较小的10,000~20,000赫,另1/3则在两者之间。作者认为在无设备替换情况下,应提请牙科医务人员间断使用牙钻,以此提高耳对噪声的耐受性。

耳科手术电钻也可损伤病人听力。Kylén^[10]报告耳科手术电钻噪声级与电钻大

小形状有关。6毫米切割钻产生88~108分贝；4毫米切割钻可减少1~6分贝；2毫米切割钻减少5~16分贝。金刚石电钻比切割钻平均噪声级低5~11分贝，电钻转速快慢只有0~5分贝差距，电钻位置改变仅能减少1.8分贝，因此关键还在于缩短使用电钻的时间。小型电钻虽可减少噪声，但切骨速度太慢，延长手术时间。

噪声性聋的机理研究

近年对噪声性聋的病理研究积累了相当数量的人耳资料，较之以往动物造模式病理研究又更接近实际情况。Johnson^[11]等研究6对噪声性聋患者死后的颞骨病理，发现生前听力曲线4000赫有切迹者，其最常见的损害是在耳蜗基圈第2¼段上(离蜗窗9~13

毫米区)有较广泛的变性。较严重的此段可完全变性，并向顶圈扩展，也就是向低频感受区发展。生前听力曲线表现为陡降型者则变性改变出现在耳蜗第二圈或第一基圈第1¼段上，有时向基圈继续扩展。

McGill^[12]等报告14耳的噪声性聋颞骨病理学检查，发现9~13毫米区柯替氏器有严重的毛细胞损害。在损害明显部位，外毛细胞较内毛细胞有更多的丧失。损害部位和纯音听力图有明确的对应关系，即频率-部位相关性。除了毛细胞损害外，邻旁的其它细胞，如Claudius细胞、Deiter细胞、Hensen细胞及内外柱细胞也与内外毛细胞呈比例地缺失。

Schuknecht等认为噪声损伤毛细胞是通过耳蜗隔膜的机械应力。机械应力可以质量×加速度/每单位区表示。耳蜗隔膜的质量在各个单位区仅有极微小的差别，因此实

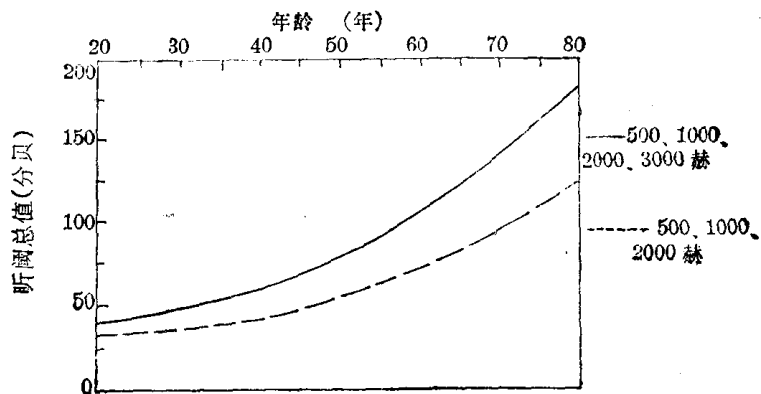


图1 男性老年聋听阈总值与年龄曲线图

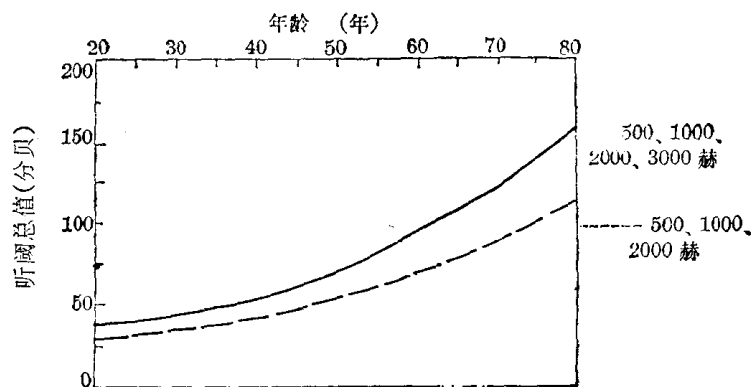


图2 女性老年聋听阈总值与年龄曲线图

际上可视为相等。所以，耳蜗隔膜的机械应力直接正比于每单位区的振动加速度，而振动的加速度显然是随频率而异。根据此理论，不难解释，为什么高频造成的听力损害较低频为甚。换言之，高频声波在耳蜗内产生的应力较低频为大，所造成的毛细胞损害也较低频为重。

另一种观点是毛细胞代谢物质耗尽理论。由于长期受到足够强度的声刺激，毛细胞内酶等生化代谢必需物质渐被耗尽，在低达一定程度代谢率时可造成不可逆转的毛细胞损害，迫使毛细胞走上变性、死亡、分解、丧失的道路。这种理论为最近超微结构的研究所支持。最早期的毛细胞噪声损害变化是外毛细胞顶部的深色包涵物数量增加，此物是氧化代谢过盛的产物，持续长时期刺激则出现各种退行性(degeneration)形态学改变，表现出氧的利用机能衰退，而氧的利用全赖酶

等物质的足量存在。以上变化在外毛细胞中更为突出。

以上两种机制的理论可相互补充,并不矛盾。机械应力观点解释何以高频易使听力受损,代谢物质耗尽理论支持听力损害与噪声作用时程有关,并提供外毛细胞易致损害的组织学依据。

Stockwell^[13]在豚鼠耳蜗超微结构研究中进一步查明在高频声刺激时,机械应力对于毛细胞的损伤起重要作用,无论内外毛细胞均受损伤,外毛细胞更多一些。同一声级的低频刺激,因其所产生的机械应力较弱,因此对毛细胞损害来说,重要性较差。一般内毛细胞常可继续存活于低频声损害后,而外毛细胞的损伤则是与低频声强度成一定比例增加。

Wright^[14]用8000赫窄频带噪声对豚鼠进行研究。发现在118或120分贝声压级作用24小时后,就可发现柯替氏器破坏,神经纤维出现脱髓鞘破坏性变性。这种神经变性不仅在有毛细胞损害的部位可查到,毛细胞正常部位也可出现。有趣的是豚鼠存活两个月后检查,有少数豚鼠出现神经再生,并伸入到毛细胞破坏区里。Lim^[15]用强声刺激的超微结构实验中也有类似发现。不过Lim认为神经末梢和神经纤维对强声的抗力要比毛细胞强,它们的变性乃是毛细胞损伤后的继发性改变,因而即或有神经再生也无助于听力恢复。因为无毛细胞的受激兴奋是谈不上神经兴奋传导的。Lim还发现维持耳蜗内淋巴电位所必须的前庭血管纹在强声作用下也有组织学改变,不过还未能详察它的实际影响程度。

Bobbin^[16]使用氨基含氧醋酸(AOAA, Amino-Oxyacetic acid)发现可降低因噪声所致毛细胞损失的发生率。现仅知AOAA可降低内淋巴电位,其保护耳蜗免受噪声损害的机理尚不清楚,但似乎引起了人们对可应用药物防治噪声聋的憧憬。

噪声对全身的危害

无论在人体检查或动物实验中,短时程强噪声所引起的非听觉效应,也即全身某些系统的反应是比较容易察知的,重复实验可验证,也可进行定量测定。许多学者均同意突然出现的足够强度的噪声可引起随意肌活动的改变、外周血管收缩、心率改变、血压波动、呼吸速率异常、胃肠道蠕动失常、消化腺分泌抑制、内分泌功能障碍和血液里某些生化指标迁动等。这些反应,不少学者认为这是一种激起反应,不一定是噪声所独具的,系一种非特异性反应。其它刺激,如光、热、电、机械力等只要达到足够强度也可出现类似的激起反应。换言之,对于激起反应来说,刺激物本身虽有差别,作用的感官也可不一,但激起反应极其酷似,只是程度、持续时间和后遗现象等有所差异。问题在于噪声与其它刺激物不同。其它刺激物是偶尔或意外遇到,频数很低,而噪声则是人长期接触难以避免的刺激物。尽管大多数人在日常生活和工作中所接触到的噪声比不上动物实验或人在某些特定条件下的噪声那么强,但长期反复的刺激是可引起人体生理机能甚至形态学上的改变,危害机体健康,造成或促成某些疾病的发生。

Schiff^[17]将噪声对人的非听觉效应归纳为:(1)生理反应(心血管、内分泌、呼吸、神经和平衡功能);(2)心理反应(惊吓、个性改变);(3)烦恼(睡眠中断、干扰休息);(4)影响语言清晰度、妨碍交谈社交;(5)工作学习效率低落。

Kossi^[18]则认为许多全身反应是通过植物神经系统,因此他把心血管、内分泌、胃肠道等系统功能失常甚至睡眠都归结到植物神经反应项下。另列两项反应是烦恼和人际交往关系干扰。

事实上,上述种种反应之间并无绝对界线,例如睡眠,既是大脑机能上的,也与一定

的植物神经张力有关。一切心理反应离不开生理基础。因此孤立地讨论噪声对各系统的影响是不妥当的。我们应从相对的角度来对待下文所提到的各学者的临床和实验观察。

噪声对人体全身影响比较突出的是心血管、内分泌和睡眠。本文将重点介绍这方面的文献报告。

噪声对心血管系统的影响

Lehmann 等发现噪声可使周围动脉阻力增加,但对脉搏、血压无明显影响。

Meyer 等查得 90 分贝 20 秒噪声就足可使动脉阻力增加,表明外周动脉处于收缩或痉挛状态。

Jansen^[19]较大规模调查德国工人的周围循环、心脏病和平衡障碍问题,发现噪声大的工厂较噪声小的工厂为多。44 例有噪声性聋工人 (≥ 65 分贝/3000、4000、6000 听力损失平均值)均明显升高 ($\geq 160/100$ 毫米汞柱),而 74 例听力正常,同年龄组的工人血压却在正常范围。提示噪声性聋者,心血管机能易致失常。

Porvizpoor^[20]调查 821 名纺织工人血压,有 8.5% 工人出现高血压,12.4% 为临界高血压。经统计学处理,与对照组比较有显著性。并且指出那些高血压和临界高血压的工人与其工龄有关,强调对噪声环境工作工人应进行血压定期检查的重要性。

苏联方面关于噪声对心血管关系的调查报告,大部分意见是高血压居多,但有部分工人反出现低血压。对此未作明确说明,只说可能与其它因素或血管紧张度改变有关。心电图检查有报告可能存在心肌营养不良性改变。

Ising^[21]等在鼠的实验中发现,如以不大的噪声,同时结合营养性缺镁,可造成鼠的心肌胶原纤维形成增加。但单纯缺镁,不给噪声或单给噪声,不缺镁则无此效应。只有两者结合才能造成有害结果。这一实验还发现心肌胶原纤维增加和小便儿茶酚增加有联

系。

噪声对内分泌系统的影响

Persky 检查血浆氢化考的松和小便的羟皮质酮在噪声影响下要比平常大 60% 和 70%,表明人在噪声影响下处于应激状态。

Argnelles 等检查 5 个正常人、12 个有心肌梗死史患者、12 个高血压病人、12 个精神病人,给予 2000 赫 90 分贝、30 分钟的连续声刺激,发现小便儿茶酚均有增加,但血浆皮质酮在精神病和心肌梗死史病人无改变。高血压病人的血浆皮质酮反降低。认为强声引起的惊觉反应主要通过交感神经系统兴奋,扰乱植物神经系统,而与肾上腺皮质功能关系不大,表明噪声并非通过人的应激机能发生作用。另外胆固醇也无特殊改变。

但 Henkin 等的动物实验支持应激机制说。用 130 分贝 220 赫 48 小时声音刺激白鼠,发现皮质酮 30 分钟时为正常人两倍;60 分钟时为三倍,并维持几小时,之后才逐渐降到正常左右水平。

某些动物实验结果涉及到代谢、生殖等系统,Fridman 用 102 分贝白噪声连续刺激 10 周,发现血浆胆固醇增加,主动脉弓硬化,虹膜上有胆固醇色素沉着,说明较长期累积的噪声刺激可导致代谢障碍及心血管系统的机质性改变。

Anderson 用间断噪声对白鼠进行长期慢性实验,发现可致双心室肥厚,肾上腺皮质和肾的重量增加,卵巢重量则降低。

Schumacher 等用纯音、脉冲声和交通噪声刺激孕鼠,发现可抑制胚胎顺利发育。

据 Mason 的实验,刺激视丘,可引起垂体 $\rightarrow$ 肾上腺皮质活动增加 $\rightarrow$ 血浆 17 羟皮质酮上升的系列改变,不少学者认为噪声引起的某些全身性变化也是通过这一类似经路。即:噪声 $\rightarrow$ 中枢听神经核 $\rightarrow$ 网状结构 $\rightarrow$ 视丘核 $\rightarrow$ 脑垂体 $\rightarrow$ 内分泌效应。由内分泌机能失常而形成脏器功能失常。有的学者把此一经路简称为听-视丘-脑垂体-内分泌经路。

动物实验的结果不能简单用于人体。这不仅是因为人和动物之间存在生物差异性,而且是多数动物实验时的人造噪声环境与人在实际生活工作环境中的噪声大不相同,一般来说,要强得多,暴声时间也特别长。所以动物实验中所见到的严重反应,在对一般噪声环境工作工人进行普查时就不那么显著。即使发现某些较严重反应,也还存在其它致病因素需待排除。但动物实验提供的噪声危害机体的机理及其可达到的严重程度却是令人瞩目的。今后模拟人的实际噪声环境下的动物实验还需深入研究。

噪声对睡眠的影响^[18]

噪声对睡眠的影响是居民反应最强烈的问题。根据一般调查,人们对工作时一定强度的噪声尚可因种种原因予以忍受或谅解,而期望在休息,尤其是睡眠时刻得到安宁和恢复疲劳,如仍继续有噪声干扰,如城市交通噪声或邻近有工厂或其它噪声源,则往往是十分烦恼和气愤的,往往会引起纠纷或事故。

Thiessen 对交通噪声影响睡眠作了较详细的调查。载货卡车平均噪声 40 分贝(A)可使 5% 人在熟睡中醒来,70 分贝(A)可惊醒 30%。测定这两种强度噪声作用下的脑电图,发现睡眠深度显著下跌可达 10% 和 60%。

Schieber 指出偶尔出现的、较背景噪声为大的较强而连续的噪声更易影响睡眠,而这正是一般城市交通噪声的特点。

Ossipov 指出在交通噪声 50 分贝(A)下睡觉,需要 1½ 小时才能入睡,熟睡期很短,而且醒来感到全身疲劳。Ossipov 认为睡眠最佳噪声级是 35 分贝(A),20 分钟就足够保证入睡,熟睡期可达 2½ 小时。

Cantrell 认为随着各人的体质差异,影响睡眠的噪声强度为 35~93 分贝(白噪声)。汽车噪声达 40 分贝(A)时,有 10% 以上的人睡眠不足或被惊醒。

William 指出噪声对每人睡眠影响程度不等的因素是多种多样的,与脑电图睡眠相

期、睡眠累积时间、睡眠周期、对噪声的习惯性以及年龄等多种因素有关。因此分析噪声对人睡眠影响不能只就噪声强度这一方面来看。

Fife^[23]等曾作较有趣的统计,从单一白内障手术的住院期比较两组病人。一组病人恰好在有建筑施工噪声时住院,另一组同往常一样无特别噪声住院,作为对照组。结果发现有建筑施工噪声组的住院期显著延长,认为噪声影响住院病人休息、睡眠、食欲等从而影响手术效果。

噪声对其它系统的影响

噪声对其它系统的影响虽较广泛,但报告比较分散,有的还纯属实验室研究阶段,无确切实际结论。对视觉、消化功能等影响还有待进一步研究。

Litvinenkove^[24]用 85 分贝(A)噪声及智力测验同时进行,观察学龄儿童的姿势调节,智力测验本身可使儿童不自觉端正姿势,如注意力分散,不专心于测验则姿势就可有各种各样的歪斜。在试验开始时,姿势都能尽量摆正,表示正集中精力于智力测验。45 分钟后,姿势歪斜数逐步提高。对照无噪声时智力测验的姿势歪斜数,有噪声的一组要多。说明噪声对脑智力功能的影响。

Ostapovich^[25]对内燃机车驾驶员进行前庭平衡器功能研究,发现振动和噪声能影响前庭分析器的生理状态。出现诱发性眼震时程变短,旋转试验和冷热试验结果不一致,即分离现象和某些中枢前庭病的症状。但上述变化还不成其为病,也未有因而丧失工作能力的。

Hood^[26]发现虹膜的黑素与 TTS(暂时性阈移)的敏感度有直接关系,110 分贝噪声以下虹膜色素含量与听适应有关,110 分贝以上则与听疲劳有关。

噪声对人的危害或影响是相当广泛的,有些可用科学实验、临床观察、流行病学方法来加以调查验证,有的则比较困难,还无有效

的客观的方法去调查分析,尤其是某些心理上的影响,尽管受害者诉述甚多,还只能采取一般性调查的手段,而这里难免掺杂各种人为的或生理的因素。曾有报告^[27]伦敦某机场附近居民因飞机噪声频繁,住精神病院的人较远离机场的为多,这一报告难免会引起轩然大波。后来查明,住精神病院者多为45岁以上妇女。统计男性或其他妇女的精神病院率两者并无差异。分析45岁以上女性住院患者多为寡妇、离婚妇女和老处女,再加上经济条件和社会救济等问题,因此很难说飞机噪声是唯一或主要造成精神病的原因。

另一方面,有些噪声受害者,尽管听力损害已很明确,已有一定临床症状诉述,如失眠、头昏、胃纳不良、眼花胸闷、乏力等,但医学检查却未能反映全身哪个系统或脏器有损害的客观证据。我们不能认为这可以排除噪声对人体的实际损害或潜在损害的可能性。要知道,我们目前不少的医学检查未必都是十分灵敏或有特异性的。如Brown检查一批飞行达6000小时的飞行员,飞机噪声是足够大的,听力损害和临床诉述者不少,经过心率、血压、胆固醇、血糖等检查,并无有意义的异常改变,但作者不认为可以排除噪声所致的机体损害,而是这些检查项目的灵敏度太差。因此,今后还需设计更精确、具有相对特异性的检查方法,从临床、实验室和流行病学等方面作更加深入的研究。

参 考 文 献

- [1] Sataloff J., Otology and industrial hearing conservation. *Ann. Otol.* 84:527 1975.
- [2] Takenouchi S., et al., Hearing impairment in the Nishizen textile weavers. *Audiol. Jap.* 19:110 1976.
- [3] Sakai K., et al., High frequency audiometry in C₅ dip cases *Audio, Jap.* 19:106 1976.
- [4] Lebo C. P., The presbycusis component in occupational hearing loss. *Laryngoscope* 82:1389 1972.
- [5] Irion H., et al., Longitudinal audiometric studies concerning progression of noise induced hearing loss. *Laryng. Rhinol. Otol. Grenzgeb.* 55:359 1976.
- [6] Tomarek R., Otologic and audiologic criteria in the assessment of occupational disorders of hearing. *Pracov. Lek.* 23:9 1976.
- [7] Baldus S., Occupational noise deafness. *Z.Allz. Med.* 52:32 1976.
- [8] Sulkowski W., Bekesy audiometry in the assessment of induced hearing loss. *Pol. Med.* 25:6 1974.
- [9] Welleschik B., Noise risk due to dental turbines. *Laryng. Rhinol. Otol. Grenzgeb* 53:615 1976.
- [10] Kylen P., Variables affecting the drill-generated noise levels in ear surgery. *Acta, Otolaryng.* 84:252 1977.
- [11] Johnson L. G., Degeneration pattern in human ears exposed to noise. *Ann. Otol.* 85:725 1976.
- [12] McGill J. I., Human cochlear changes in noise induced hearing loss. *Laryngoscope* 86:1293 1976.
- [13] Stockwell C. W., Pattern of hair cell damage after intense auditory stimulation. *Ann. Otol.* 78:1145 1969.
- [14] Wright C. G., Neural damage in the guinea pig cochlear after noise exposure. A light microscopic study. *Acta Otolaryng.* 82:82 1976.
- [15] Lim D. J., Ultrastructural cochlear changes following acoustic hyperstimulation and ototoxicity. *Ann. Otol.* 85:740 1976.
- [16] Bobbin R. P., An examination of an eletrochemical mechanism for noise induced hair cell loss. Noise with amino-oxyacetic acid (AOAA) *Trans. Amer. Acad. Ophthal. Otolaryng.* 82:31 1976.
- [17] Schiff M., Non-auditory effects of noise. *Tran. Amer. Acad. Ophthal. Otolaryng.* 77:384 1973.
- [18] Kossi G., Urban traffic noise. Auditory and extra-auditory effects. *Acta. Otolaryng. Suppl.* 339:5 1976.

(王正敏 综述)

美国噪声控制条例的现状

William W. Lang

前言

最近几年,美国国内在制定和履行一系列环境噪声控制条例方面,有了相当大的进展。1972年的噪声控制法令,可以说是对美国噪声控制和噪声条例的颁布具有重大影响的最重要的一项法案。本文介绍了美国噪声条例的现状,着重介绍了联邦政府的有关活动。美国政府花了不少时间和精力来制订这些条例,许多重要的条例尚有待解决。然而,在1975年中期,回顾过去十年中制定条例方面的成就,包括对那些尚未决定公布的条例作一个简要说明,确是很合适的。

联邦政府制订条例的过程

简言之,联邦政府制订条例的过程是:美国国会通过的一个提案(一项法案),经总统签署以后,这个提案就成为一条法律。法律可以指定联邦政府一个或几个行政机构,负责准备和公布一些为了执行这个法律的条例。按正常程序,执行部门发表试行条例预告,在行政机关每日出版的公报上公布。试行条例预告包括试行的联邦条例正文和邀请公众参与制定条例。将公众和有关团体的意见加以汇录。在考虑了这些意见并可能经过公众的听证会以后,执行部门在联邦公报中颁布试行条例公告,如果试行条例公告没有大的反对意见,那么,联邦条例就正式颁布和实施。执行部门除了颁布条例以外,国会还可以要求它公布报告、指导研究以及采取其它必要的步骤,向公众传播噪声知识和促进

噪声控制技术的发展。每隔一年左右,国会将仔细听取执行部门汇报在完成法律规定的任务中工作进展的情况。

联邦噪声法律

自1968年起,已制定了五种主要法律,见表1。

表1 联邦噪声法律

- | |
|---------------------------------------|
| ☐ 1968年航空噪声控制法令 |
| ☐ 1969年国家环境政策法令 |
| ☐ 1970年噪声污染和抑制法令 |
| ☐ 1970年职业性安全与健康法令 |
| ☐ 1972年噪声控制法令 |

联邦制订条例的机构

根据表1中的联邦法律,被指定颁布噪声控制条例的主要机构如表2所示。

表2 制订条例的主要机构

- | |
|-----------------------------|
| ☐ 环境保护局 |
| ☐ 劳动部 |
| ☐ 运输部 |
| ——联邦航空局 |
| ——联邦公路局 |

还有许多联邦政府其它制订条例的机构,负责颁布噪声控制条例。表3所列机构,它所颁布的条例适用范围通常是局部地区(如煤矿),或用于特殊目的(如联邦政府的订货)。

表3 联邦政府其它制订条例的机构

- | |
|--------------------------------------|
| ☐ 国防部 |
| ——陆军 |
| ——海军 |
| ——空军 |
| ☐ 住房和城市建设部 |
| ☐ 内政部 |
| ☐ 能源局(以前是原子能委员会) |
| ☐ 通用事业局 |

联邦法律概要

1968 年航空噪声控制法令修正 1958 年联邦航空法令, 以应制定航空噪声抑制条例的要求。联邦航空局被授权规定航空噪声和声震的测量标准, 以及提供控制与降低航空噪声和声震的办法。

1969 年, 国家环境政策法令要求每一项使用联邦资金的任何建设工程, 都要准备和提交一份环境影响报告。用联邦资金建设的每一条公路、每一个机场、污染控制设施等, 必须准备一份环境影响报告, 以评定由此工程发生的噪声对公众带来的影响。

1970 年噪声污染和抑制法令, 规定环境保护局设立噪声抑制和控制处, 指令该处就噪声对公众健康和福利的影响, 进行全面深入的调查。

制定 1970 年职业性安全与健康法令, 是为了保证男女工人有安全和健康的工作条件。根据这个法令, 劳动部在 1971 年 5 月公布了噪声曝露标准。这些标准规定产业工人可允许的噪声曝露量 (见下述有关听力保护一节)。

1972 年的噪声控制法令可以说是最重要的一项联邦噪声法规, 法令的前言表明国会对环境噪声控制的重视。

国会认为:

(1) 没有得到适当控制的噪声越来越危害到美国人民(特别是城市居民)的健康和福利;

(2) 主要噪声源包括运输车辆和设备、机械、器具和其它商业活动中的产品。

(3) 虽然, 控制噪声主要应由州和地方政府负责, 但是联邦政府对商业活动中的主要噪声源必须采取措施, 并对主要噪声源的噪声控制, 需要有国家统一处理的办法。

国会宣告, 美国政府的政策是要改进环境, 使人民的健康和福利不受噪声的危害。为此, 这个法令的目标是建立一种办法来有效地配合国家的控制、研究和活动, 也就是授权

制定有关商业产品的国家噪声标准, 以及对公众提供这些产品产生噪声和降低噪声特性的知识。

1972 年噪声控制法令

这条法律指定环境保护局(EPA)为控制环境噪声的主要机构(第 4 节)。环境保护局必须协调国家噪声控制的研究规划, 要求其它机构在规定噪声条例以前与局方协商。环境保护局可以要求公众按局方认为可行范围来对任何被认为不足以保护公众健康和福利的条例进行评议。

第 5 节, 主要噪声源的鉴定, 噪声标准和控制技术, 要求环境保护局: 发布标准, 鉴定噪声对于公众健康和福利的影响, 出版有关保护公众健康和福利应有的合适安全界限所需达到的环境噪声级资料, 和公布鉴定主要噪声源的报告。

第 6 节, 商业产品的噪声标准, 授权环境保护局对定为主要噪声源的任何产品或产品等级建立噪声标准, 厂商必须保证其所管理的产品在出售时符合标准。禁止各州和下级地方政权制订不同于环境保护局所公布的噪声标准, 但各州和下级地方政权仍可以有管理产品的使用、运转和流通的权利。

第 7 节, 航空噪声标准, 保留联邦航空局有制订飞机噪声条例的权利, 但要求环境保护局向航空局推荐必要制订的任何条例。

第 8 节, 标定, 授权环境保护局对于产品的噪声发生特性或在降低噪声方面的有效能力进行标定。划定标准和核准标定不仅适用于国内产品, 而且也适用于进口产品(第 9 节)。禁止厂商流通不符合标定规定的产品(第 10 节)。出售不符合标定规定或标定错误产品的厂商或进口商, 每次违章最高罚款 25,000 美元和判处最长达一年的徒刑(第 11 节)。

厂商必须做好记录和提供资料, 包括必要时从产品装配线中提供产品给环境保护局进行试验(第 13 节)。

环境保护局被授权进行研究,对州和地方政府进行技术援助,推广关于噪声影响、允许噪声级、噪声测量技术和噪声控制等方面的普及知识(第14节)。

第15节,发展低噪声产品,供应给国家订货的产品应是低噪声产品。低噪声产品的含义是:任何产品发出的噪声明显低于根据第6节公布的噪声标准所规定的噪声级。

在同运输部洽商下,环境保护局必须公布铁路的噪声标准(第17节)和机动运输车辆噪声标准(第18节)。

国家听力保护条例

劳动部噪声曝露标准最初是根据1969年Walsh-Healey招工法令公布的。1970年职业性安全与健康法令采用了相同的标准,把使用范围扩展到所有那些从事州间商业活动的美国工人。按现行标准,可允许的噪声曝露列于表4。

表4 允许的噪声曝露
(职业性安全与健康法令)

每日接触噪声时间(小时)	声级,分贝(A)(慢响应)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25或更少	115

联邦政府以及几个已有监测机构的州政府都难以实行劳动部噪声曝露标准,于是在1975年中期,安排了一系列公众听证会,允许公众和其它有关团体,就现行标准是否合适和需要一个修订标准的问题提出意见。下述这些在工业部门、劳动部门、政府机构和公众之间的各方面的分歧,可能在听证会中会被考虑:

(1) 8小时连续噪声曝露工作的工人,听力保护是85分贝(A)还是90分贝(A);

(2) 符合85分贝(A)还是符合90分贝(A)的投资问题;

(3) 从技术角度还是从经济角度来决定“现实性”的含义;

(4) 用听力保护器以代替工程控制作为一种可以接受的长期解决办法;

(5) 能达到符合标准的期限:一年、十年、廿五年;

(6) 工作时间减半,标准噪声允许增加3分贝(A),还是5分贝(A);

(7) 逐个行业地贯彻标准;

(8) 关于85分贝(A)测听试验要求的管理和经费问题。

虽然,现在预计听证会的结果还为时过早,但是,将由劳动部即将颁布的新条例应该反映出不花过多的钱,来实现必要的安全工作环境,并能用明确的术语来说明条例,不需要进一步澄清和修正。

环境保护局规划

为了贯彻1972年噪声控制法令,环境保护局已建立一个评价所有环境噪声源对环境影响的总机构。第一步,是在1972年2月准备了“致总统和国会有关噪声的报告”,这个报告提供了有关适用于各种产品类型的噪声降低技术、环境噪声级以及公众健康和福利有关标准的原始资料。第二步,是在1973年7月,按照1972年噪声控制法令第5节的要求发布“噪声标准”文件,这个文件对于制订环境保护局噪声标准和为1972年噪声控制法令所要求的条例,提供了部分基础。这个文件反映了“最有用的科学知识,表明噪声对于公众健康和福利影响的性质和范围,而这种影响是可以鉴定的,可由噪声量和质的不同加以预计”。第三步是在1974年4月发布“噪声级”文件,这个文件也是为1972年噪声控制法令所要求的。

“噪声级”文件中所确定的噪声级是以噪声污染危害公众健康和福利这一指标为依

据, 不考虑经济或技术上的可行性。为了确定噪声级, 环境保护局选择两种累计能量的测量方法, 对人体响应有关的噪声暴露进行定量测定。

(1) L_{ep} , 选用 A 计权等能量声级 [就是以分贝(A) 表示和在一给定时间内实际上随时间涨落的声音具有相同声能的声级] 来表示噪声对长时间听力危害的关系。

(2) L_{dn} , 日夜噪声级 (24 小时等能量声级, 规定在夜间 10 点到清晨 7 点测得的等能量声级应当加 10 分贝的校正值), 用它来表示噪声对于人的正常活动干扰的关系, 例如交谈、睡眠和其它可以引起烦扰的因素。在表 5 中摘要列出所确定的噪声级。

表 5 保护公众健康和福利的噪声级
(环境保护局)

人体响应	L_{ep}	L_{dn}
听力损失(8 小时)	75 分贝(A)	
听力损失(24 小时)	70 分贝(A)	
室外干扰和烦扰		55 分贝(A)
室内干扰和烦扰		45 分贝(A)

为了达到 1972 年噪声控制法令第 7 节的要求, 环境保护局检查了: (1) 联邦航空局的飞机飞行和运转噪声控制是否恰当; (2) 新的和现有飞机噪声标准是否合适, 并结合改造和逐步淘汰现有飞机作出建议; (3) 为鉴定机场周围累计噪声级和达到标准的各项措施内容; (4) 可供机场工作人员和地方政府控制航空噪声的其它措施。

在环境保护局的几个调查组编写了详细报告以后, 环境保护局提交给联邦航空局的试行条例如下: 小型螺旋桨飞机噪声标准 (1974 年 12 月 31 日), 喷气式飞机在航空站地区为噪声抑制而定出的最低飞行高度 (1974 年 12 月 31 日); 民用亚音速喷气式飞机: 从噪声上翻新改进的要求 (1975 年 3 月); 机群的噪声级要求 (1975 年 3 月); 飞机噪声要求: 民用超音速飞机 (1975 年 2 月 28 日)。

为了实现 1972 年噪声控制法令第 18 节的规划, 1973 年 7 月环境保护局在联邦公报中发表了从事州间商业活动的机动运输车辆噪声试行标准公告。1974 年 10 月 29 日颁布了从事州间商业活动的机动运输车辆最后的噪声标准。这个标准声称: 没有一辆机动运输车辆……可驾驶的任何机动车……在任何时间或任何公路坡度、载荷、加速或减速的情况下, 可发出一个超过 86 分贝(A)的声级, 这个声级是指车速限制在每小时 55 公里或者更低时, 在距车辆通过公路通道的中心线 15 米处, 在空旷地上用声级计快档测得的。当车速超过每小时 55 公里时, 声级不准超过 90 分贝(A), 测量方法同上。

1974 年 10 月 30 日, 环境保护局颁布了一个试行规定公告, 这个公告建议重量为 10,000 磅(4,540 公斤)以上的中型和重型卡车噪声标准要降到下列数值: 1977 年 1 月 83 分贝(A), 1982 年 1 月 80 分贝(A), 1983 年 1 月 75 分贝(A), 并按汽车工程师协会标准 J366B 的程序进行测量。

航空噪声控制规划

联邦航空局的职责已在 1968 年航空噪声控制法令和 1972 年噪声控制法令中说明。按 1972 年法令, 要求联邦航空局在制定航空噪声控制条例方面与环境保护局密切协作。联邦航空局制定条例的内容重点包括: (1) 发动机噪声控制; (2) 今后的飞机条例; (3) 低噪声驾驶规程; (4) 飞机噪声研究。

发动机噪声控制

1969 年, 联邦航空局颁布的联邦航空条例中第 36 节“噪声标准: 飞机型号证明书”, 要求新的亚音速喷气飞机在规定的起飞、着陆以及垂直升降的情况下, 需要具有允许噪声的型号证明 (目的是为了控制边缘区域的噪声)。在规定测量点, 飞机噪声级应在 108 EPN 分贝以下, EPN 分贝是有效感觉噪声级单位, 它是按照有分离频率出现和时间变

化而调整的数值。至今,已有 300 种以上的飞机型号被证明符合联邦航空条例第 36 节的要求。

1973 年 10 月对联邦航空条例第 36 节作了修正:要求在该条例发表前已开始生产的老型号飞机,在新近制造时,也应符合规定的噪声标准。

除了联邦航空条例第 36 节以外,联邦航空局还颁布了许多降低发动机噪声的试行条例预告和公告。

今后的飞机噪声控制

对于所有商用飞机,包括能垂直起飞和着陆的飞机以及具有短距离起飞和着陆能力的飞机,将由联邦航空局在后阶段再行编制新的条例建议。

低噪声驾驶规程

联邦航空局要求飞行员积极控制飞机噪声,以遵循低噪声驾驶规程。这里包括:起飞和着陆、最低飞行高度、进出跑道、选定对噪声要求不高的航线和航空站。为了履行这些试行的低噪声驾驶规程,已发出了很多联邦航空局的咨询通报和试行条例预告。

飞机噪声研究

为了对制定条例提供依据,联邦航空局正在积极组织下述各项研究和发展计划:

- (1) 噪声源噪声的预计和降低;
- (2) 发动机芯部噪声控制;
- (3) 飞机构造型式对噪声的影响;
- (4) 一般飞机噪声;
- (5) 商用和官方的喷气式飞机改型的可能性;
- (6) 能垂直起飞、着陆和短距离起飞、着陆的喷气式飞机和旋转式喷气发动机的噪声控制;
- (7) 运行噪声控制;
- (8) 噪声测量装置;
- (9) 噪声曝露评价和居民区反应;
- (10) 噪声鉴定标准;
- (11) 声震降低和控制。

卡车和公路噪声规划

除了环境保护局正在按 1972 年噪声控制法令第 18 节执行规划以外,运输部正在着手进行卡车和公路噪声的控制规划。

运输部公布它的降低卡车噪声的四点规划,取得了很大进展。为了减少公路噪声,要使卡车噪声的最大值控制在 75 到 78 分贝(A)。运输部为控制公路车辆噪声,进行下述四个方面的研究:

- (1) 卡车轮胎噪声研究;
- (2) 柴油卡车噪声降低的示范计划;
- (3) 柴油卡车消声器和风扇的最佳特性;
- (4) 公路巡逻训练和仪器准备。

制定这四点规划的目的是为了发展卡车噪声的控制技术,使卡车噪声级显著降低。

联邦公路局作为运输部的一个部门,负责提供噪声标准和规程,指导州的公路机构和联邦公路局的公路规划和设计。公路局的职责是保证所采取的测量方法考虑到全体公众利益,使公路噪声级适合不同地区使用,并对其它社会的、经济的和环境的影响也给予相当考虑。

1973 年 6 月,联邦公路局颁布了“公路噪声控制标准与规程”,这些标准给出设计噪声级,它在设计阶段,用来决定不同地区或活动范围的公路运输噪声。表 6 给出以 L_{10} 表示的设计噪声级和土地使用的关系, L_{10} 是指出现 10% 次数以上的 A 计权声压级。

表 6 设计噪声级和土地使用的关系
(联邦公路局)

设计噪声级: L_{10}	地区类别
60 分贝(A)(外部)	需要特别安静地区
70 分贝(A)(外部)	住宅、汽车旅馆、学校、教堂、医院等
75 分贝(A)(外部)	除了上述地区以外的发达地区
55 分贝(A)(内部)	建筑物内部

1973 年 11 月联邦公路局颁布了一个条例，它要求机动车辆驾驶员位置处声级不超过 90 分贝(A)。

产品噪声和噪声源辐射

1972 年噪声控制法令考虑到联邦、州和地方政府间的权力划分，联邦的主要职责是噪声源的控制。州和地方政府保留下列权利，即通过规定噪声源的使用、运转或流通以及制定其所在环境的允许噪声级等方面来制定和督促执行环境噪声的控制。第一步，为公布新产品噪声标准，需要确定那些主要噪声源的产品。1972 年噪声控制法令确定环境保护

局在噪声条例方面所必须考虑的四类产品：

- (1) 土建施工设备；
- (2) 运输设备（包括娱乐用车辆和有关设备）；
- (3) 任何汽车或发动机（包括作为一台发动机或一台汽车的一个整体组成部分的任何设备）；
- (4) 电力和电子设备。

在 1974 年 6 月，环境保护局确定下列产品为主要噪声源：中型和重型卡车、移动式空气压缩机，并公布了由这些主要噪声源产生的噪声控制的试行条例。

1975 年 5 月，环境保护局发表了一个可能作为主要噪声源的产品目录，如表 7 所示。

表 7 可能作为主要噪声源的产品种类（环境保护局）

地面运输	娱乐用车辆
汽车(包括赛车、小型汽车和一般轿车)	履带式雪上汽车
公共汽车	汽艇
中型和重型卡车(已确定为主要噪声源)	越野机器脚踏车(包括小型摩托车)
轻型卡车	其它公路外交通工具
机器脚踏车	草地维护设备
铁路机车	修边器
高速铁路	园艺用手扶拖拉机
卡车上的特殊辅助设备	矮树篱剪
轮胎	家用拖拉机
空中运输(在条例第 6 节中不是候选产品)	草地割草机
商业用喷气式飞机	雪和树叶吹送器
商业用亚音速喷气式飞机	耕作机具
商业上的超音速喷气式飞机	剪切工具
直升飞机	家庭用具
螺旋桨小飞机	空气调节器
短途运输飞机	烘干机
土建施工与工业设备	干燥机
空气压缩机(已确定)	器皿洗涤机
反向铲	电动开罐机
链锯机	电加热器
混凝土振动机	电动刀
转臂起重机	电动磨刃器
移动式起重机	电动剃须刀
推土机(车和车轮)	电动牙刷
发动机带动的工业设备	排气风扇
发电机	落地风扇
平路机	食物搅拌机
装卸机(导向装置和车轮)	食物粉碎机
搅拌机	食物混和机
路面碎石机	冰箱
铺路机	理发剪
打桩机	头发干燥器
风动和液压工具	家用工场工具
电锯	增湿器
泵	冷藏冰箱
钻岩机	缝纫机
压路机	幻灯机及电影放映机
铲土机	真空除尘器
挖土机	窗式风扇