

# 某露天开采铁矿厂个体噪声暴露测量结果分析

柴栋良<sup>1</sup>, 李楠<sup>2</sup>, 李会娟<sup>2</sup>, 宋士俊<sup>1</sup>, 南培宏<sup>1</sup>, 曾琳<sup>2</sup>, 赵一鸣<sup>2\*</sup>

(1. 太原钢铁公司疾病预防控制中心, 山西 太原 030003 2 北京大学第三医院, 北京 100083)

**摘要:** 目的 了解某露天铁矿厂主要噪声暴露工人的噪声暴露水平。方法 测量对象包括此铁矿厂主要噪声暴露工人, 使用 25 台个人声暴露计对每个噪声作业工种进行至少一个班次个体噪声暴露测量; 计算每名工人 40 h 工作时间的等效连续 A 声级 ( $L_{Aeq, 40h}$ )。用 SPSS13.0 软件计算各工种平均噪声水平, 绘制噪声时间曲线。结果 整个矿山的噪声作业工人平均接触噪声水平为 88.8 dB(A), 除选矿作业区为稳态噪声, 其余 5 个作业区为非稳态噪声。选矿作业区球磨工噪声水平最高, 为 92.8 dB(A), 破碎作业区皮带工及检修作业区维修工噪声水平次之。穿爆、采矿及运输作业区 3 种司机噪声暴露水平最低, 未超过国家标准 85 dB(A)。与环境噪声测量结果比较, 个体噪声暴露测量更准确。结论 此铁矿厂选矿、破碎及检修作业区噪声水平超过国家标准, 这些工人应重点加强个体噪声防护。

**关键词:** 噪声; 职业性噪声; 职业暴露; 个人声暴露计; 铁矿厂

中图分类号: TB53 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2009)03-0181-04

Analysis on the personal noise exposure in an outdoor iron mine factory

CHAI Dongliang, LI Nan, LI Huijuan, SONG Shijun, NAN Peihong, ZENG Lin, ZHAO Yiming\*

(1. Center for Disease Control & Prevention, Taiyuan Iron & Steel Company LTD, Taiyuan 030003, China; 2. Peking University Third Hospital, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Objective To comprehend the noise exposure level in such an outdoor iron mine factory. Methods The subjects were chosen from the main work types in the factory, 25 individual noise dosimeters were used to measure the noise exposure levels at least one work shift of each work type in the factory were measured. Then, the equivalent continuous A sound level in 40 hours weekly working time ( $L_{Aeq, 40h}$ ) and mean noise levels were calculated by using software SPSS13.0. Results The results showed that the average noise level in the iron mine factory was 88.8 dB(A), the noise in all the workshops was nonstationary noise except ore dressing operating area. The highest noise exposure was in the milling workers of ore dressing operating area, which reached 92.8 dB(A); secondary were the belt conveyor workers in crushing workshop and the maintain workers in maintaining workshop, which were 89.2 dB(A) and 88.5 dB(A) respectively. The lowest exposure to noise was in the drivers of blasting mining and transportation workshops, the mean exposure levels were lower than the national hygienic standard [85 dB(A)]. Generally comparing with the environmental noise measurement, the individual noise measurement seemed more accurate. Conclusions The results suggested that the noise exposure levels of workers in ore dressing, crushing and maintaining workshop exceeded national hygienic standard [85 dB(A)], therefore, the hearing protection measures should be taken in these workers.

**Key words:** Noise; Occupational noise; Occupational exposure; Individual noise dosimeter; Iron mine factory

噪声是铁矿开采企业的主要环境有害因素之一, 但以往关于矿山工业噪声测量的研究不多。铁矿生产线较长, 不同工种接触噪声声质及工作特点不同, 接触噪声暴露较复杂。本次研究中我们使用噪声个体计量仪, 对某铁矿厂的主要噪声作业工人进行了全面的个体噪声暴露测量, 初步探索个体噪声暴露测量的基本原则, 为铁矿开采企业的噪声危害评价和噪声治理提供可信的、真实的基础数据。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

本研究所选某铁矿厂为露天开采铁矿, 运输方式采用汽车由采区直接将铁矿石倾倒入竖井, 然后经平峒胶带运送至选矿。采区面积 4.6746 km<sup>2</sup>, 海拔标高 2 170~1 528 m。铁矿厂主要分六个作业区: 穿爆作业区、采矿作业区、运输作业区、破碎作业区、选矿作业区及检修作业区, 主要工艺为穿爆、采矿、运输, 最后矿石经破碎、磨选, 以精矿粉为成品出厂。本次研究以该铁矿厂六个作业区主要噪声暴露工人为研究对象, 进行全面的个体噪声暴露测量。该铁矿厂的主要工艺流程见图 1。

### 1.2 方法

收稿日期: 2008-08-19 修回日期: 2009-01-12

基金项目: 国家自然科学基金 (30640085); 国家“十一五”科技计划卫生部公益性行业科研专项基金 (200802075)

作者简介: 柴栋良 (1971-), 男, 副主任医师, 研究方向: 物理因素危害与健康关系。

\* 通讯作者, yimingzhao115@163.com

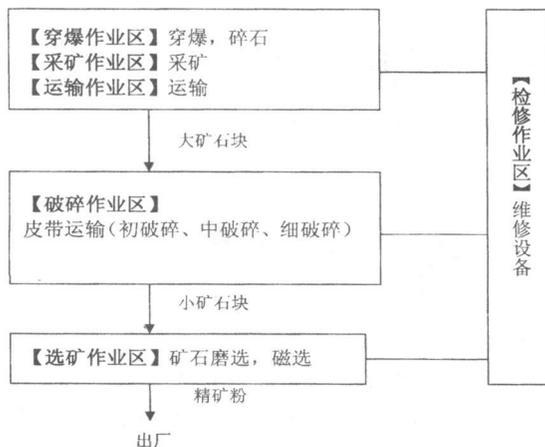


图 1 主要工艺流程图

噪声测量前通过访谈及现场调查等方法了解劳动卫生现场情况，工人接触噪声暴露情况及工人倒班制度。

噪声测量时，使用 25 台 AWA5610E 型笔式个人声暴露计（杭州爱华仪器有限公司生产）进行测量。AWA5610E 采用的是数字检波技术，对噪声的采样频率是 32 kHz，采样时间间隔 1/32 000 秒，每采集到 64 个数据进行一次有效值计算，每 2 秒记录一次等效声级。测量前使用声校准器进行校准。工人上班前佩戴仪器，下班回收。该仪器安放在测量对象的上衣口袋里，仪器随工人移动。在测量个体噪声暴露的同时，工人在工时记录调查表中如实记录工种、岗位及测量期间的工作内容、工作区域、相应工作的起止时间。

穿爆、采矿及运输作业区分布在矿山露天开采区域，主要开采时间在下午及夜间，因此本次这 3 个作业区只测量 16:00~24:00 作业的工人；破碎和选矿作业区为主要生产工人，因此对白天（8:00~20:00）和夜班（20:00~次日 8:00）工人进行了连续的个体噪声暴露测量；检修作业区工人为白天，没有倒班，进行个体噪声暴露时间为 8:00~16:00。

破碎及选矿作业区工人每周实际接触噪声 56 h，穿爆、采矿及运输作业区工人每周工作 42 h，但由于白天矿区一般不开采，每周实际接触噪声时间为 28 h。检修作业区工人每周实际接触噪声时间为 40 h。采用下列公式将所测噪声转换为每周 40 h 等效连续 A 声级 ( $L_{Aeq,40h}$ )，其中  $T_c$  是实际噪声暴露时间， $T_0$  为 40 h。

$$L_{Aeq,40h} = L_{Aeq,Tc} + 10 \lg\left(\frac{T_c}{T_0}\right)$$

用 SPSS13.0 软件进行统计分析。计算各工种噪声  $L_{Aeq,40h}$  均值、标准差、最大值、最小值。

## 2 结果

### 2.1 现场调查结果及噪声测量情况

穿爆作业区、采矿作业区及运输作业区为露天作业，工人倒班制度为四班三运转，每个班次工作 8 h。这三个作业区工种分别为钻机司机、电铲司机及推土机司机，噪声源为钻机、电铲电机及推土机运行，接触噪声为非稳态噪声。破碎作业区生产线最长，工人倒班制度为三班两运转，每个班次工作 12 h。主要工种为皮带工，主要噪声源为皮带电机及皮带运行、破碎机等，接触噪声为非稳态噪声。选矿作业区工人倒班制度为三班两运转，每个班次工作 12 h。主要工种为球磨工，工人集中在一个封闭的厂房内，厂房内全天噪声水平稳定，噪声强度高。检修作业区负责全厂其他各作业区的维修工作，主要工种为维修工，工人检修地点不固定。

本研究以不同作业区分组进行测量，对 6 个作业区主要噪声作业工人进行了全面噪声暴露测量，每组接触噪声工人都佩戴了至少一个班次的个体噪声暴露计，共测量 339 人次。除选矿作业区球磨工接触噪声为稳态噪声外，其余工人接触噪声均为非稳态噪声外。具体测量情况见表 1。

表 1 个体噪声测量一般情况

作业区	工种	噪声性质	主要噪声源	噪声测量人数	噪声测量人次
穿爆	钻机司机	非稳态噪声	钻机	9	22
采矿	电铲司机	非稳态噪声	电铲车	7	20
运输	推土机司机	非稳态噪声	推土机	7	14
破碎	皮带工	非稳态噪声	皮带电机、破碎机	72	176
选矿	球磨工	稳态噪声	电机、球磨机	30	70
检修	维修工	非稳态噪声	生产线所有噪声源	18	37
合计				143	339

### 2.2 各作业区噪声暴露特点

不同作业区的工人生产类型不同、噪声源不同、工人工作内容各异，因此工人个体噪声暴露的特点也不同。根据 6 个作业区正常作业的工人个体噪声暴露测量记录，绘制工人一日接触噪声变化曲线，见图 2。由图 2 可见，选矿作业区噪声作业工人接触噪声最高、最稳定，除短暂休息时间外，整个班次接触噪声基本都在 93 dB(A) 左右。其余 5 个作业区工人接触噪声波动较大，特点各不相同。穿爆、采矿及运输作业区的司机开车时间不稳定，接触噪声特点根据司机当天工作安排而有所不同，司机开车时接触噪声较高，不开车时噪声低，记录的主要为工人说话时的声音大小。破碎作业区皮带工每人看管自己责任区内的生产线，最长可达 1~2 km，其接触噪声大小随工人移动而变化。检修作业区维修工在各生产线巡检维修，不同厂房不同设备旁噪声不同。

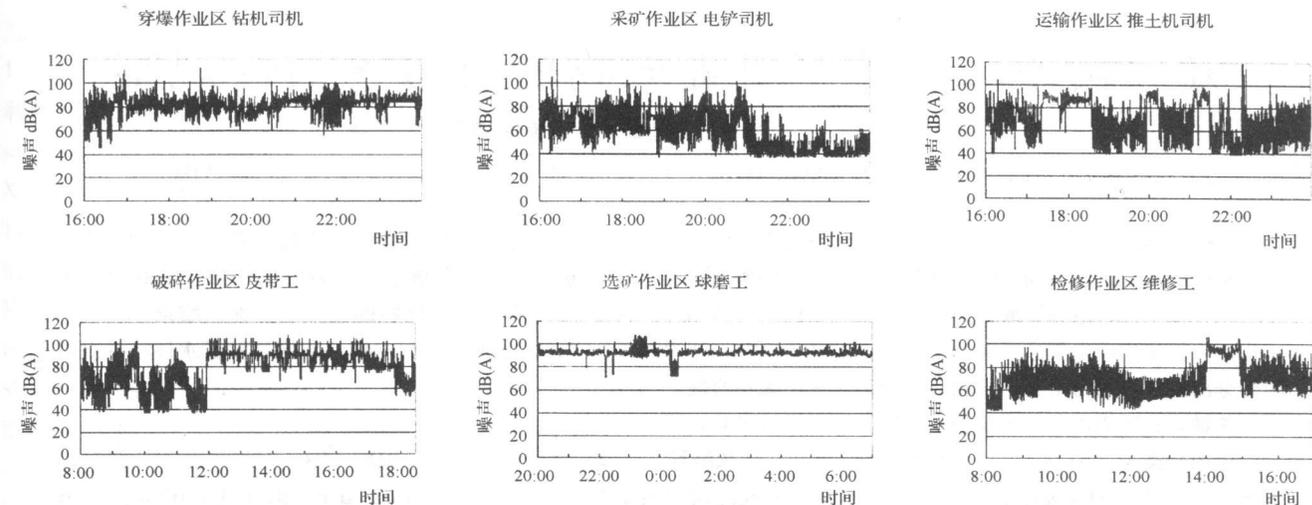


图 2 铁矿 6 个作业区工人一日接触噪声变化曲线

2.3 个体噪声暴露测量结果

表 2 总结了该铁矿厂 6 个作业区不同工种个体噪声暴露测量情况。整个矿山的噪声作业工人平均接触噪声水平为 88.8 dB(A), 最大为 114.5 dB(A), 最小为 70.7 dB(A)。选矿作业区球磨工接触噪声最大, 平均为 92.7 dB(A), 破碎、选矿及检修作业区的工人接触噪声均超过 85 dB(A), 穿爆、采矿、运输作业区司机为露天作业, 接触噪声水平均低于 85 dB(A)。采矿作业区电铲司机接触噪声最小, 平均为 82.0 dB(A)。破碎作业区皮带工生产线最长, 接触噪声变异最大, 标准差为 6.2 高于其他工种。

表 2 某铁矿厂个体噪声暴露测量结果  $L_{Aeq,40h}$  dB(A)

作业区	工种	测量人次	$\bar{x} \pm s$	最小值	最大值
穿爆	钻机司机	22	82.5 ± 4.1	70.7	87.8
采矿	电铲司机	20	82.0 ± 4.5	77.9	97.6
运输	推土机司机	14	83.3 ± 4.0	78.0	91.4
破碎	皮带工	176	89.2 ± 6.2	73.3	114.5
选矿	球磨工	70	92.8 ± 4.5	77.7	98.2
检修	维修工	37	88.5 ± 3.6	82.7	102.0
合计		339	88.8 ± 6.2	70.7	114.5

2.4 环境噪声测量与个体噪声暴露测量结果比较

本研究也收集了当地职业卫生技术服务机构对此铁矿厂进行环境噪声测量的结果。环境噪声监测点中包含了破碎作业区及选矿作业区工人的操作室兼休息室, 操作室噪声在 59~75 dB(A)之间。由于这两个作业区的工人在操作室内时间很短, 所以计算超标率时未将这些操作室监测点列入计算。

表 3 比较了该铁矿厂环境噪声监测点超标比例与个体噪声暴露测量的超标比例。检修作业区的工人没有固定岗位, 所以未设环境噪声监测点。穿爆作业区监测点噪声未超标, 其余均 100%超标。个体噪声暴露测量的超标人数比例最高的是选矿作业区为 93%。检修、破碎

作业区次之, 穿爆、采矿及运输作业区司机最低。

表 3 环境噪声测量与个体噪声暴露测量结果比较 dB(A)

作业区 工种	环境监测		个体噪声暴露测量	
	超标点数	比例 (%)	超标人数	比例 (%)
穿爆 钻机司机	0/1	0	4/22	18
采矿 电铲司机	1/1	100	2/20	10
运输 推土机司机	1/1	100	5/14	36
破碎 皮带工	6/6	100	133/176	76
选矿 球磨工	2/2	100	65/70	93
检修 维修工	无监测点	—	31/37	84

3 讨论

国内外文献关于铁矿开采企业个体噪声暴露情况的报道较少<sup>[1-8]</sup>。本研究对某铁矿厂进行了全面的个体噪声暴露测量, 对其主要噪声暴露工种至少进行了一个班次的个体噪声暴露测量。结果显示, 此铁矿厂破碎、选矿及检修作业区工人接触噪声以周 40 h 等效 A 声级比较 ( $L_{Aeq,40h}$ ) 超过国家标准 85 dB(A)。选矿作业区球磨工噪声暴露水平最高, 为 92.8 dB(A)。穿爆、采矿、运输 3 个作业区噪声  $L_{Aeq,40h}$  相对较低, 均未超标。

文中比较了环境噪声测量结果与个体噪声暴露测量结果。环境噪声测量点中没有检修作业区, 因为检修作业区维修工没有固定工作岗位, 无法采用环境噪声监测的方法进行监测。同时, 环境噪声检测时, 接噪时间调查的困难性也给环境噪声监测结果造成了一定的局限性。个体噪声暴露测量的方法弥补了以往环境噪声测量的不足, 通过携带个人声暴露计, 可以对维修工进行较全面的噪声暴露评价。

穿爆、采矿及运输作业区环境噪声测量结果在 85 dB(A) 上下, 但由于工人工作时间不固定, 很难精确评价司机实际的噪声暴露结果。通过个体噪声

(下转第 187 页)

并将小牛血清用活性炭 葡聚糖进行了相应的去激素处理, 消除了血源雌激素的影响, 从而保证了研究结果的可靠性和准确性。

本实验结果发现, 赣江 (赣州段) 上游、中游和下游各采样断面的水样均具有刺激人乳腺癌 MCF-7 细胞增殖的雌激素活性。但各水样的雌激素活性在江面的纵向及横向分布上存在着差异, 基本上呈现上游高于下游, 江边高于江心的特征。上游水样雌激素活性高于下游主要是由于赣江是由流经赣州市区的章江和贡江汇合而成的, 因此在赣江的上游水体吸纳了市区排污口所排出的工业废水和生活污水, 此后经过一段距离的水体稀释和自净作用后, 水体中 EDC 的浓度呈现逐渐降低的趋势。而江边水样的雌激素活性高于江心则是由于江边较之江心更易受到岸上各种 EDCs (工业、农业及生活废弃物等) 的污染, 以及流速慢、污染物不易稀释, 从而在岸边形成较高浓度污染带的缘故。此外, 本研究还发现, 丰水期水样的雌激素活性高于枯水期; 其原因可能是在丰水期雨水充足, 将沿江两岸的有机污染物带入赣江水体, 导致水体中有机污染物的浓度增加; 或者与各种污染源的季节性排污的差异性有关。总之, 本研究提示, 赣江赣州段水体已受到 EDC 的污染, 但是水体中的 EDC 到底是哪些物质、其污染源在哪、水体 EDC 的实际污染量能否对沿江人群的健康产生影响, 这些问题还有待进一步的研究加以证实。

#### 参考文献:

[ 1 ] Kavlock R J. Overview of endocrine disruptor research activity in the

- United States [ J ]. *Chemosphere* 1999 39 ( 8 ): 1227-1236
- [ 2 ] Safe S. Endocrine disruptors and human health: is there a problem [ J ]. *Toxicology* 2004 205 ( 1-2 ): 3-10
- [ 3 ] Amanal Mendis J J. The endocrine disruptors: a major medical challenge [ J ]. *Food Chem Toxicol* 2002 40 ( 6 ): 781-788
- [ 4 ] Magliulo L, Schreiman M P, Cepriano J, et al. Endocrine disruption caused by two common pollutants at "acceptable" concentrations [ J ]. *Neurotoxicol Teratol* 2002 24 ( 1 ): 71-79
- [ 5 ] Hemken O P, Reincke H, Stachel B, et al. The occurrence of xenoestrogens in the Elbe river and the North Sea [ J ]. *Chemosphere* 2001 45 ( 3 ): 245-259
- [ 6 ] Kim J S, Lee K T, Kannan K, et al. Trace organic contaminants in sediment and water from Ulsan Bay and its vicinity, Korea [ J ]. *Arch Environ Contam Toxicol* 2001 40 ( 2 ): 141-150
- [ 7 ] Boyd G R, Ghim D A. Occurrence of pharmaceutical contaminants and screening of treatment alternatives for southeastern Louisiana [ J ]. *Ann N Y Acad Sci* 2001 948: 80-89
- [ 8 ] 沈钢, 张祖麟, 余刚, 等. 夏季海河与渤海湾中壬甘酚和辛基酚污染的状况 [ J ]. *中国环境科学*, 2005 25 ( 6 ): 733-736
- [ 9 ] 段菁春, 陈兵, 麦碧娴, 等. 洪季珠江三角洲水系统基酚污染状况研究 [ J ]. *环境科学*, 2004 25 ( 14 ): 48-52
- [ 10 ] 邵兵, 胡建英, 杨敏. 重庆流域嘉陵江和长江水环境中壬基酚污染状况调查 [ J ]. *环境科学学报* 2002 22 ( 1 ): 12-16
- [ 11 ] 朱毅, 田怀军, 舒为群, 等. 长江、嘉陵江 (重庆段) 源水有机提取物的类雌激素活性评价 [ J ]. *环境污染与防治* 2003 25 ( 2 ): 65-67
- [ 12 ] 解玮, 屈卫东, 朱惠刚. 自来水及水源水有机提取物类雌激素活性研究 [ J ]. *卫生研究*, 2003 32 ( 6 ): 541-543
- [ 13 ] Soto A M, Sonnenschein C, Chung K L, et al. The E-screen assay as a tool to identify estrogens: an update on estrogenic environmental pollutants [ J ]. *Environ Health Perspect* 1995 103 ( 5 ): 113-122

(上接第 183 页)

暴露测量发现, 3种司机  $L_{Aeq,40h}$  小于 85 dB (A), 未超标。3个作业区在山顶露天作业, 噪声源为车辆的电机, 通过现场调查发现这 3个作业区白天多为设备检修时间, 司机很少接触噪声, 夜间司机作业时间也不稳定, 所以虽然司机操作室环境噪声超标, 但工人实际噪声暴露  $L_{Aeq,40h}$  未超标。

传统的环境测量方法仅仅是测量并记录环境有害因素的强度水平, 而在生产环境中工作的工人工作位变动、工作姿势变动、有害因素发生源位置变动、有害因素发生源本身发出有害因素的强度水平的变化等因素决定了在许多情况下工人的环境有害因素的暴露是不稳定的, 选取任何地点和时间测量的环境有害因素强度/水平的数值与工人的真实暴露之间可能存在很大的差异。个体噪声暴露测量以工人为测量的主体, 实现了环境的实际暴露与健康评价主体的一致性, 为进一步建立环境暴露与健康效应关系的评价奠定了可靠的基础<sup>[8,9]</sup>

#### 参考文献:

- [ 1 ] 柴栋良, 吕旌乔, 曾琳, 等. 冷轧厂工人个体噪声暴露测量的初步分析 [ J ]. *中华预防医学杂志*, 2006 40 ( 2 ): 93-96
- [ 2 ] 周盛林, 成小如, 张超彦, 等. 两组空压工个体噪声暴露的测量及评价 [ J ]. *中国工业医学杂志*, 2000 13 ( 4 ): 203-205
- [ 3 ] 成小如, 黄爱群, 王滨燕, 等. 某织布厂工人个体噪声暴露水平的测量与评价 [ J ]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2001 19 ( 3 ): 217-218
- [ 4 ] 陈山松, 成小如, 李玉秦, 等. 同一车间中冲压工和下料工个体噪声暴露的测量与评价 [ J ]. *中国职业医学*, 2003 30 ( 4 ): 6-8
- [ 5 ] 黄云兰, 祝文杰, 邵良洪, 等. 机场机坪地勤人员噪声暴露的测量与评价 [ J ]. *工业卫生与职业病*, 2003 29 ( 6 ): 326-328
- [ 6 ] 李玉秦, 杨进伟, 陈山松, 等. 郑州市巡警个体噪声暴露的测量与分析 [ J ]. *环境与职业医学*, 2004 21 ( 1 ): 71-73
- [ 7 ] 成小如, 陈山松, 李玉秦, 等. 两种测量方法评价稳态噪声暴露与高频听力损伤的剂量-反应关系 [ J ]. *中国工业医学杂志*, 2001 14 ( 5 ): 263-265
- [ 8 ] 赵一鸣. 对噪声个体暴露测量与评价的思考和探索 [ J ]. *中华预防医学杂志*, 2001 35 ( 4 ): 272-273
- [ 9 ] 赵一鸣, 陈山松, 成小如. 噪声个体计量仪的工作原理及其在噪声暴露评价中的应用 [ J ]. *中华预防医学杂志* 2000 34: 238-240