

生产现场环境中的噪声影响及其改善措施

——以某齿轮生产车间为例

柳 丽^{1,2}, 王 琦¹, 周树峰¹

(1. 宁波大学 机械工程与力学学院, 浙江 宁波 315211;

2. 浙江省零件轧制成形技术研究重点实验室, 浙江 宁波 315211)

摘要: 采用理论分析和实地调研的方法研究和讨论了噪声对生产现场环境的影响, 阐述了噪声对工人健康、生产效率影响的研究现状. 在对某齿轮生产车间进行问卷调查和实地测量的基础上, 分析了该生产车间的噪声情况, 并结合车间实际情况, 从声源传播途径控制和接受点采取防护两方面提出了控制噪声的具体实施措施.

关键词: 噪声; 生产效率; 齿轮生产车间; 改善措施

中图分类号: TH188.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2014) 02-0069-04

生产现场是工人从事各种劳动, 创造物质财富和精神文明的第一地点. 改善生产现场环境, 创造一个令人心身愉快的工作场所非常重要也是必须的. 而噪声是影响生产现场环境的重要因素之一. 噪声的危害体现在很多的方面, 强度不高的噪声会影响人们的正常生活和工作, 使人烦恼, 注意力不集中, 从而导致生产效率降低; 而强度较高的噪声会引发听力问题和各种疾病, 甚至还会对设备造成损伤, 影响生产的正常进行^[1].

1 噪声对生产效率影响的研究现状

美国科学家诺贝尔^[2]在针对生产车间的噪声问题进行研究后指出, 噪声会影响工人的工作效率. 如果长期受到噪声的影响, 还可能导致耳聋, 还会引起工人工作和信息传递的低效率, 分散人的注意力, 影响情绪, 进而导致生产力下降.

美国科学家保罗·贝尔^[3]也提出类似的观点, 工作环境的噪声过大会对工人间以及上下级之间的交流产生阻碍, 且会损害的记忆力与理解力.

英国著名学者德里克波特^[4]也指出, 噪声对生产工人的认知有着明显影响. 因为噪声会影响工人的注意力, 增加工人的疲劳度, 降低工人的工作

激情, 降低工作的舒适度等.

国内学者李训贵指出, 强度较高的噪声可能会损坏设备的零部件, 导致生产不能继续进行, 还会影响工人正常的工作交流和任务的传达. 噪声产生的声波会干扰设备的正常运行, 如果噪声过大, 还会造成设备的失效.

2 噪声对工人健康影响的研究现状

根据国际标准化组织规定, 在噪声强度较高环境下工作, 工人对 500 Hz、1 000 Hz 和 2 000 Hz 频率下的平均听力损失超过 25%, 则称为噪声性耳聋. 噪声在不足 80 dB 时, 一般不会引起噪声性耳聋; 噪声达到 85 dB 时, 对于具有 10 年工龄的工人, 危险率为 3%, 听力损失者为 6%, 而具有 15 年工龄的工人危险率增加为 5%, 听力损失者为 10%.

付维等^[5]指出, 噪声对听力功能的影响主要表现在听力灵敏度下降, 听阈升高, 其听力损伤表现形式有暂时性阈移和永久性阈移, 听力损伤程度与接触噪声的强度、暴露的时间有密切关系, 而且听力的受损程度和工作的年限成正比关系.

张金亮^[6]在经过研究后也表明, 当噪声达到 55 dB 时, 人就会感到烦闷. 而工人长时间在 85 dB

以上的生产环境工作，耳聋的发病率会大大提高。

噪声对视力也会造成伤害。有研究表明：当噪声超过 90 dB 时，人的视觉细胞对光的感应就会减弱；当噪声超过 95 dB 时，有些人的瞳孔就会变大，视线不清；而当噪声超过 115 dB 时，大部分人对光的适应性会减弱，导致走神以及更严重的工伤事故的发生。此外，噪声还会对神经系统有影响，对于长期在噪声环境下工作的人来说，往往会有神经系统功能紊乱、内分泌紊乱的问题，具体表现在头晕、头痛、全身乏力、记忆力下降、易怒等。

3 某齿轮生产车间的噪声调研

3.1 问卷调查

采用自填问卷方法，对宁波某企业齿轮生产现场的工人进行调查。问卷发出 45 份，收回 45 份。调查结果统计见表 1。由调查中得知，工人普遍认为，引起巨大噪声的原因是气枪工作时吹出的气体与齿轮表面摩擦产生的；另外，清洗刀片的工人认为噪声来源于噪声清洗机的运行；而主要从事刀片表面处理的工人认为工作时的噪声不是很大。

表 1 噪声问卷调查结果

项目	噪声程度				
	很大	较大	一般	较小	很小
人数/人	36	7	2	0	0
百分比/%	80	15.6	4.4	0	0

3.2 实地测量

运用噪声计对该齿轮车间的各个生产工位进行噪声测量。测量点为工人工作点的人头位置，工人无需在场。如果工人在场或者在周围走动，测量点就取在人耳高度，距外耳道 0.1 m 左右。测量的噪声数据如图 1 所示(节选)，图中由于部分机器没有正常运转所以没有噪声数据。

铣齿机18		铣齿机16		铣齿机14		铣齿机12	
118 dB				117.2 dB		116.5 dB	
铣齿机17		铣齿机15		铣齿机13		铣齿机11	
90 dB		90.3 dB				90.5 dB	
铣齿机10	铣齿机9	铣齿机8	铣齿机7	铣齿机6			
117.1 dB				116.8 dB		116.5 dB	
铣齿机5	铣齿机4	铣齿机3	铣齿机2	铣齿机1			
91.2 dB				92 dB		95.7 dB	

图 1 铣齿噪声数据现状

根据职业安全与健康(OSHA)标准，工人每天能接触的噪声时间简单可以用表 2 的数据进行表示，表中也同时给出了某些噪声相对应的允许接触时间。表 2 的数据表明，90 dB 是 8 小时工作制的最大允许噪声强度，任何超过 90 dB 的噪声都要采取消声措施。

表 2 允许的噪声接触时间

噪声水平/dB	每天接触时间/h	噪声水平/dB	每天接触时间/h
90	8	102	1.5
92	6	105	1
95	4	110	0.5
97	3	115	< 0.25
100	2	-	-

OSHA 使用噪声剂量概念，任何强度超过 90 dB 的噪声均构成噪声剂量。如果一天当中工人分别接触了几种不同强度的噪声，那么这几部分的总和就是总的噪声剂量，相应公式如下：

$$D=100\times(C1/T1+C2/T2+\cdots+Cn/Tn)\leq 100,$$

式中： D 为噪声剂量； C 为某噪声强度的噪声接触时间，h； T 为某噪声强度允许的噪声接触时间，h； $T=8/2^{(L-90)/5}$ ，其中 L 为噪声强度，dB。对不同噪声强度的噪声接触总量不能超过 100%。

计算方法说明：NC1 在使用气枪时噪声达到最高值 109 dB，工人每天合计需接触最高噪声 0.76 h，不用气枪时噪声为 82 dB，工人每天合计接触 6.84 h，则 $C1=0.76$ h， $C2=6.84$ h， $T1=8/2^{(109-90)/5}=0.5$ h， $T2=8/2^{(82-90)/5}=24$ h， $D=100\times(0.76/0.5+6.84/24)=180.5>100$ ，所以此处的噪声剂量超标。

同理，NC1、NC2、铣齿机、滚齿机、拉床、平磨、钻床、外圆磨、无心磨、倒角检查、打磨等工序都分为机器正常运行时的噪声和使用气枪时的噪声，计算过程相同。

而超声波清洗噪声可分为清洗时的噪声和不清洗时的噪声，计算方法相同。但由于机器不工作时的噪声为 75 dB，而小于 80 dB 的噪声不构成噪声剂量，不用参与计算，所以计算过程只有一组数据。 $C1=5.45$ h， $T1=8/2^{(129-90)/5}=0.036$ h， $D=100\times(5.45/0.036)=15138.9>100$ 。

对各个工位的噪声剂量进行计算后得出结果见表 3(节选)。

表 3 各工位噪声剂量的计算结果

机床名称	最高噪音/dB	一般噪音/dB	C1/h	T1/h	C2/h	T2/h	噪声剂量 D
NC1	109	82	0.76	0.5	6.84	24	180.5
NC2 车床 19	111	83	0.62	0.5	6.98	21	157.2
六角车床 1	104	84	0.62	1.15	6.98	18.4	91.8
铣齿机 1、6	116.5	95.7	0.3	0.203	7.3	3.64	348.3
滚齿机 8	115.7	89.2	0.21	0.227	7.39	8.94	175.2
倒角检查	95	78	1.52	4	-	-	38.0
超声波清洗	129	75	5.45	0.036	-	-	15138
拉床 3	97.8	78	0.63	2.7	-	-	23.3
钻床 5	98	79	3.8	2.64	-	-	143.9
外圆磨 2	111	81	0.84	0.5	6.76	27.9	192.2

由表 3 的计算结果可知: NC1 的各个工位噪声均超标; NC2 的 10、13、18、19、27、28、32 共 7 个工位噪声超标; 铣齿机、滚齿机的各个工位噪声均超标; 外圆磨 1、2, 无心磨 1、2、3, 共 5 个工位噪声超标; 刀片倒角、清洗、间隙检查共 3 个工位噪声超标. 钻床只有 1 台噪声合格, 其他均超标.

噪声合格的工位有拉床、平磨、日立机检验台、压铆机、放电加工机、刀片打磨、滚丝机, 研磨机, 内圆磨床, 以及 NC2 的 5~12、六角车床 1~2 等.

刀片生产中, 超声波清洗机产生的噪音尤其强烈. 半自动车床产生的噪音主要来源于气枪. 滚齿机以及铣齿机车间, 机器本身工作的噪声较大. 加上机器的密集程度, 引发的共鸣效应很强.

4 改善措施

4.1 噪声改善的考虑因素和控制方法

噪声的改善应当考虑以下几个因素^[7]:

(1) 噪声改善效果是排在第一位的, 这是噪声改善的目的. 只有明显的改善效果存在, 这项改善才会有意义.

(2) 对于公司来说, 噪声改善的成本也是必须考虑的. 如果改善的成本太大, 公司就该考虑这项改善是否有必要进行或者是否有其他的改善方法.

(3) 员工的意愿. 如果噪声的改善对员工的工作方式或者其他方面的舒适有了影响, 那就要考虑员工是否愿意这样改善.

噪声的控制应当从以下三方面来考虑:

(1) 在源头控制声音是最有效的方法之一^[8], 如减少机器的振动、减少额外工作、设置隔声罩等.

而最好的方法还是改进生产工艺水平来降低噪声.

(2) 将声音在传播的过程中拦截下来也是一种有效的方法^[8], 如安装隔音板或者隔音墙, 让噪声不能够传播出去影响其他的工人或者相互影响.

(3) 从接收者的角度来控制噪声实际上是最经济和最有效的^[8]. 耳塞和耳罩的使用可以有效地减弱噪声. 某些耳塞能够削弱所有频率的、压强高达 110 dB 或者更高的噪声; 耳罩能将频率在 600 Hz 以上的噪声强度下降到 125 dB, 将 600 Hz 以下的噪声强度下降至 115 dB.

4.2 齿轮车间的噪声改善措施

针对齿轮加工车间的实际情况, 从根源控制噪声难以做到; 改进工艺可以作为一个改进的方向, 但受条件限制, 目前还不能完成; 通过防护罩来控制噪声, 由于要求对机器表面进行全部的包围, 给全部的机器套上防护罩, 成本比较高. 振动控制是低噪声运行所必需的, 因为振动会使机器表面、保护板和建筑物构件等产生辐射噪声.

所以, 该齿轮加工车间的噪声改善, 从传播途径方面来控制是首选也是比较现实的方法. 同时, 结合在噪声接受点采取防护的方法进一步改善控制效果.

对于噪声剂量最高的刀片清洗工序, 有必要进行重点的噪声防护, 建议采取以下三种措施:

(1) 在机器的表层设置吸声装置, 在除正面外的其他三个方向各装备一层吸声材料. 吸声材料要求物理结构特征是材料内部有大量的、互相贯通的、向外敞开的微孔, 即材料具有一定的透气性. 建议工厂使用纤维材料和灰泥材料两大类.

(2) 设置隔声板. 刀片清洗机是三面靠墙的, 所以只要在工人作业的那面设置一道隔音板, 它的材质应该是重而密实, 如钢板、铅板、砖墙等一类材料. 建议公司使用比较经济的隔音玻璃, 隔音玻璃中间开一道 1.5 m 宽、2 m 高的通道供工人进出. 在不同的机器之间造一些声音隔板, 将每个机器的区域独立开来; 或者如果是一人多机的情况下, 可以把其操作的多台机器分为一个隔离区域. 这样也能防止噪声的相互干扰和共鸣.

(3) 可以在天花板或者墙壁上设置一些吸声装置来降低噪声和防止噪声的反射, 比如车间排风机的噪声和气枪的高噪声就可以用吸声装置来减弱.

对于其他噪声剂量较高的工位(比如使用气枪的机床、滚齿机和铣齿机等), 在机器的三面设置聚酯纤维材料的吸声减震装置, 吸声装置的厚度为 9 mm, 面积应尽可能大地覆盖机器的一面. 同时, 在照明条件满足的前提下, 正常工作时关闭相邻车间的门窗, 这样可以有效的降低车间之间的相互干扰, 防止噪声的共鸣现象发生.

在噪声接受点进行防护, 主要可以采用让工人佩戴耳塞和耳罩. 海绵类耳塞比硅胶类耳塞更

舒适, 建议优先选择. 但在齿轮加工车间使用耳塞或者耳罩也存在一个问题, 那就是耳塞和耳罩在使用时极易弄脏, 容易通过手沾染上车间的各种油污, 而下班后的清洗是一个问题. 建议公司可以发放多双耳塞或耳罩, 由工人自行清洗保管, 这样可以提高工人的耳塞和耳罩的使用率.

参考文献:

- [1] 胡军祥, 杨琼霞, 黄佩龙, 朱栋奎. 噪声应激对血压及心率变异性的影响[J]. 科技通报, 2007(5):681-683.
- [2] 尼贝尔, 弗赖瓦尔兹. 方法、标准与作业设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [3] 保罗·贝尔. 环境心理学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2009.
- [4] 德里克波特. 印刷企业管理实务[M]. 印刷工业出版社, 2006.
- [5] 付维, 邱绍良. 工厂生产车间噪声对工人听力的影响及其对策[J]. 听力学与言语疾病杂志, 2005(2):130-131.
- [6] 张金亮. 浅析空分车间噪声的危害与防护[J]. 黑龙江科技信息, 2010, 26:10-11.
- [7] 赵良省. 噪声与振动控制技术[J]. 煤炭技术, 2004(3): 112-115.
- [8] 夏水华. 机械制造工厂噪声污染的控制对策[J]. 重庆环境科学, 2001(6):71-73.

Case Study: Measures for Reducing Noise Influence to Production Site

LIU Li^{1,2}, WANG Qi¹, ZHOU Shu-feng¹

(1.The faculty of Mechanical Engineering and Mechanics, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2.Zhejiang Provincial Key Lab of Part Rolling Technology, Ningbo 315211, China)

Abstract: The paper mainly deals with issues of reducing the noise impact on the production environment using the theoretical analysis and on-site research. The state in quo of noise impact on the health of workers and production efficiency is investigated. In particular, based on the questionnaire survey and field measurement of a gear production workshop, the on-site noise data is collected and analyzed. In the end, the concrete measures for implementing noise control from the root cause to protection-taking are provided.

Key words: noise; production efficiency; gear production workshop; noise control measures

(责任编辑 章践立)