

劳动卫生职业病

下 册

吉林化学工业公司职业病防治研究所
吉林化学工业公司职工医院科技情报组 主 编

一九八〇年四月 · 吉林

劳动卫生职业病

主 编

吉林化学工业公司职业病防治研究所
吉林化学工业公司职工医院科技情报组

一九八〇年四月 吉林

目 录

(下 册)

第十九章 物理性疾病		第三节 相关与回归	(338)
第一节 高温中暑.....	(239)	第二十五章 毒理学基础知识	
第二节 高频微波.....	(243)	第一节 毒理学的任务	
第三节 噪音振动.....	(247)	与内容.....	(353)
第四节 放射病.....	(266)	第二节 毒理学基本概念	
第二十章 尘 肺			(353)
第一节 尘肺总论.....	(279)	第三节 毒理学实验方法	
第二节 滑石肺.....	(291)		(360)
第三节 炭黑尘肺.....	(291)	第四节 毒性的评价及毒性	
第四节 石棉肺及其他.....	(292)	指标.....	(366)
第三部分 专题讲座		第二十六章 职业病病理改变	
第二十一章 劳动卫生与职业病防治研究的进展	(295)	第一节 矽肺.....	(369)
第二十二章 职业病调查研究方法	(309)	第二节 煤工尘肺.....	(377)
第二十三章 职业病的流行病学调查	(315)	第三节 石棉肺.....	(380)
第二十四章 简明统计方法		第四节 铸工(翻砂工)尘肺	
第一节 绪 论.....	(322)		(384)
第二节 差异显著性测验		第五节 炭黑尘肺.....	(385)
.....	(331)	第六节 电焊工尘肺.....	(386)
		第七节 中毒性造血系统的病理	
			(386)
		第八节 中毒性肝病的病理	
			(388)

第九节 急性中毒性呼吸系统损害	第一节 职业性皮肤病的致
..... (396)	病原因..... (463)
第十节 中毒性脑病.....(398)	第二节 职业性皮肤病的临
第十一节 中毒性肾病..... (401)	床表现..... (466)
第二十七章 脑缺氧与脑水肿	第三节 职业性皮肤病的诊断
..... (405)	 (470)
第二十八章 中毒性肺水肿..... (422)	第四节 职业性皮肤病的治疗
第二十九章 职业中毒性肝病	 (473)
..... (428)	第五节 职业性皮肤病的预防
第三十章 职业中毒时的血液学变化	 (476)
第一节 职业中毒性再生障	第三十三章 职业性肿瘤..... (480)
碍性贫血..... (442)	第三十四章 职业病的免疫问题
第二节 职业中毒性铁粒幼	 (490)
细胞贫血..... (444)	第三十五章 化学性灼伤..... (497)
第三节 职业中毒性巨幼红	附录1 化学元素表..... (501)
细胞贫血..... (446)	附录2 卫生部关于职业病范围和职
第四节 职业中毒性溶血性	业病患者处理办法的规定
贫血..... (446)	 (503)
第五节 碳氧血红蛋白血症	附录3 中华人民共和国卫生部关于
..... (450)	公布《五种职业中毒的诊断
第六节 中毒性粒细胞减少	标准及处理原则》并加强职
(或缺乏)症..... (451)	业中毒诊断工作的通知
第七节 化学毒物的致白血	 (505)
病作用..... (452)	附录4 职业病特殊化验正常值
第三十一章 职业病工作中见到的	 (511)
神经官能症..... (455)	附录5 车间空气中有害物质的最高
第三十二章 职业性皮肤病	容许浓度..... (514)

第十九章 物理性疾病

第一节 高温中暑

高温中暑是指暑天在烈日下或在高温环境中工作，引起体温调节障碍而发生的一种急性疾病。人体受高热影响可产生中暑虚弱症状，严重时体温急剧升高，甚至引起休克和昏迷。

〔中暑原因〕

在工业生产中常见的高温作业，主要有：

- 1、冶金工业的炼铁、炼钢、轧钢；
- 2、机器制造工业的铸造、锻冶及热处理；
- 3、化学工业的氧化和合成；
- 4、电力工业的发电厂及热电站的火力发电；
- 5、轻工业的玻璃熔化，陶瓷及砖瓦的焙烧，以及造纸、印染、制糖及食品制造等。

〔发病原理〕

炎热季节气温超过 34°C 时，进行露天作业如搬运、装卸、基建、水利、地质勘探以及从事农业劳动，如缺乏必要的防暑降温措施也常常容易发生中暑。

在炎热季节，年老、体弱或患有慢性病的人（特别是高血压、动脉硬化、心脏病、内分泌患者及肥胖体质者）均较一般健康人容易中暑，症状也较重。

劳动强度大，持续的劳动时间过长，

缺乏工间休息或休息条件不良，睡眠不足，以及新参加高温作业而身体对高温尚未适应等，都可能成为促使中暑发病的因素。

正常人体通过体温调节中枢的作用，使体温维持在 37°C 左右。而机体的产热和散热则是由化学和物理两种方式进行并保持产热和散热的平衡。

人体的热量主要是由机体器官组织的氧化过程以及肌肉收缩而产生。机体的散热主要通过皮肤（占总散热量的85~90%）、肺（占总散热量的10.7%）和排泄物（包括粪、尿约占1.8%）来散发热量。在正常状态下，两者保持动态的平衡。

机体散热的方式有以下三种：

一、辐射散热：机体产生的热量直接向低温的外界放散，在一般状况下这种方式，占总散热量的45%，当外界温度高于机体温度时，机体则受到周围辐射加热。

二、传导和对流散热：当体表温度高于气温时，通过衣物将热量传导出去，或者由冷空气将体温降低。反之，气温高于体温时，也以同样方式使机体受热。这种方式，平常占总散热量的30%。

三、蒸发散热：通过皮肤汗液蒸发散热，1毫升汗液可带走0.59千卡热量。在正常情况下，这种方式在常温时约占总散热量的25%，但是蒸发散热取决于空气中的湿度，湿度愈小蒸发散热则愈多。

在高温环境劳动时体内产热多，散热困难，当机体通过一系列的体温调节作

用, 仍不能维持产热和散热的平衡, 而使机体大量积热、失水、失盐就可导致中暑的发生。

〔临床表现〕

中暑按其发病机理可分为热射病、日射病和热痉挛三种病型。

一、热射病: 在高温环境下劳动时, 如果体温调节发生障碍, 体内有大量蓄热, 可使身体出现过热。其主要特点是体温升高(可达 $40\sim 41^{\circ}\text{C}$ 或更高)往往伴有排汗功能衰竭(无汗)。当热射病进一步发展而累及循环系统时, 可出现面色苍白、脉搏细弱、血压降低、昏倒等现象。也有人认为这是中暑的另一种病型, 称之为循环衰竭型。

二、日射病: 主要发生于夏季露天作业, 在有强烈辐射的高温车间中, 有时也有可能发生日射病。一般认为日射病是由太阳辐射或强烈的热辐射直接作用于无防护的头部, 致使颅内组织受热, 脑膜温度升高, 脑膜和脑组织充血而引起的。

三、热痉挛: 是由于高温作业时大量出汗, 水盐丧失而未及时得到补充, 发生电解质平衡紊乱, 特别是氯离子大量损失而引起的。其主要表现是四肢肌群、腹肌和膈肌发生强直性痉挛, 体温一般升高或轻度上升。

上述三种病型分类是相对的, 临床上往往难以截然区分。在实际工作中, 还可根据轻重程度分为下列三类(参照卫生部、劳动部、中华全国总工会联合颁布的《防暑降温措施暂行办法》中有关中暑分级的规定):

1、先兆中暑: 在高温作业场所劳动一定时间后, 出现大量出汗、口渴、头昏、耳鸣、胸闷、心悸、恶心、全身疲乏、四肢无力、注意力不集中等症状, 体

温正常或略有升高(不超过 37.3°C)。如能及时离开高温环境, 经休息后短时间内即可症状消失。

2、轻症中暑: 除先兆中暑的症状外, 尚有以下症候群之一, 而被停止劳动者称为轻症中暑。体温在 38°C 以上, 有面色潮红、皮肤灼热等现象, 有呼吸循环衰竭的早期症状, 如面色苍白、恶心、呕吐、大量出汗、皮肤湿冷、血压下降、脉搏细弱而快等情况。轻症中暑在 $4\sim 5$ 小时内可以恢复。

3、重症中暑: 除上述症状外, 出现昏倒或痉挛, 或皮肤干燥无汗, 体温在 40°C 以上。

〔诊断〕

中暑的诊断一般并不困难。本病特征是在高温环境下突然发病, 出现体温高及中枢神经系统症状。及时发现和处理先兆中暑, 对防止中暑的发生和发展具有重要意义。

在炎热季节发生重症中暑时, 应与有机磷农药中毒、细菌性食物中毒、脑型疟疾等相鉴别。

〔急救和治疗〕

一、先兆中暑和轻症中暑

1、首先应使患者迅速离开高温作业环境, 到通风良好的阴凉地方安静休息, 解开衣服, 给予含盐清凉饮料。并可选服仁丹、十滴水、避瘟丹(每次服二分之一包)解暑片(每次服 $1\sim 4$ 片)、藿香正气丸(服一粒, 每日二次)或涂清凉油, 一般即可逐渐恢复。

2、如有呼吸和循环衰竭倾向时, 给予葡萄糖生理盐水静脉滴注, 并可注射呼吸和循环中枢兴奋剂。

3、轻症者可进行刮痧疗法, 或针刺合谷、曲池、委中、百会等穴。此外, 可

选用鲜藿香、鲜佩兰各25克、香薷10克、六一散20克、连翘、姜半夏各15克、陈皮7.5克，煎服。

二、重症中暑

必须紧急抢救。治疗原则是将过高的体温迅速降低，纠正水电解质和酸碱平衡的紊乱、积极防治休克、脑水肿等。

1、物理降温：让病人平卧，在病人的头部，两腋下和腹股沟等处放置冰袋，用冷水、冰水或酒精擦身，同时用风扇向患者吹风。必要时，也可用冷水浸泡全身。在物理降温过程中，必须注意用力按摩患者四肢，防止周围血液循环停滞。在物理降温初期，由于体表骤然受冷的刺激，可引起皮肤血管收缩和肌肉震颤，反而影响身体散热及促成产热增加，致使体温上升。因此，目前多主张物理降温与药物降温同时进行。

2、药物降温：可采用氯丙嗪25~50毫克，溶于生理盐水500毫升中静脉滴注，根据病人的一般情况，在1~2小时滴注完毕。如情况紧急，可用氯丙嗪25毫克与异丙嗪25毫克，溶于5%葡萄糖液或生理盐水100~200毫升静脉滴注，在10~20分钟内滴注完毕，若在2小时后体温尚无下降趋势，可按上述剂量重复给药，在静脉滴注过程中，应随时注意测量血压，如血压下降，应根据情况减慢滴注速度或停止给药。必要时应加用升压药物，以维持收缩压在90毫米汞柱以上。

在降温过程中，必须加强护理，密切观察体温、血压和心脏情况。一般体温降至28℃左右时，应即停止降温，以免虚脱。

3、纠正水和电解质的紊乱，应按病情适当掌握补充水盐量，静脉滴注不可过快，以每分钟20~30滴为宜。热射病患者补液量不宜过多，尤其是有心力衰竭和肾

功能不全者，应酌情限制水份和钠盐的补给。对热痉挛患者，除大量补充生理盐水外，应给予维生素乙族。

4、防止休克：血压下降脉细弱者可给中枢神经兴奋剂，如可拉明、洛贝林、C N B等皮下注射，升压药如去甲基肾上腺素3毫克，溶于5%葡萄糖盐水100毫升，静脉滴注，注入速度每分钟20~30滴为宜，维持血压90毫米汞柱以上（尚可用间羟胺、恢压敏、异丙基肾上腺素等）

5、昏迷时，可针刺人中、十宣、内关、足三里、委中、大椎等穴。有抽搐情况，给抗惊厥药物可采用4~6毫升付醛，肌肉注射或巴比妥类药物（鲁米那或硫苯妥钠）。当伴有呼吸衰弱时，应用上述药物需十分谨慎。昏迷患者易发生吸入性肺炎或其他继发性感染，需用抗菌素预防。

6、中药可采用治疗先兆中暑的处方，根据病情加减，有高热者加生石膏50克，知母15克，银花25克。有抽搐、昏迷者加至宝丹1粒，紫雪丹2.5克，研末加水灌入。

〔防暑降温措施〕

高温中暑不仅影响工人身体健康，同时也影响劳动出勤率，因此我们要认真执行“预防为主”的卫生工作方针，积极采取综合措施杜绝中暑的发生。

一、抓好组织落实

加强防暑降温的组织领导，有关部门密切配合，分工负责，这项工作要抓早、抓紧、抓具体。每年入暑前及早做好调查摸底，订出具体计划，并做好防暑降温设备的检修或安装，清凉饮料和防暑药物等物资准备，并根据生产具体情况，合理调整作息时间及制订降温设备合理使用及维修制度，加强防暑降温宣传教育工作。

二、加强防暑降温综合措施

1、充分发动群众：大搞技术革新，改进生产工艺和生产设备，尽可能实行生产过程机械化和自动化，减轻或消除繁重的体力劳动，隔绝或减少高温及辐射热对工人的影响。

2、合理安排热源：在不影响生产条件下，尽可能将各种加热炉移到车间外面（如墙外炉等），安置在夏季主导风向的下风侧，加工完的炽热成品半成品（如铸件、锻件、钢锭、钢板等）尽快运到室外。必须放在车间内的热源，也要合理安排，要使室外进入的空气先进入工人操作地区，而后再通过热源。

3、隔热措施：根据不同的生产条件。分别采取隔绝热源和防止热源散热的措施。如采用石棉、草灰泥、草绳石灰、软木屑板等隔热材料，置于各种加热的壁周围及包绕蒸汽管道，青砖砌成的空气夹墙、草灰夹墙等也有相当良好的隔热效果。在经常开放的加热炉，炉前可使用循环水炉门、瀑布水幕、钢板流水、麻布淋水等，以防止高温及辐射热的逸散。

4、加强通风降温：自然通风是高温车间的基本通风措施。即通过合理设置的天窗、侧窗、地脚窗和天窗挡风板等设施，充分利用车间室内外温差所形成的温压，以及风作用于建筑物所产生的风压，来加强通风换气。或在热源上设置局部排气罩，将热气流排出。这样通风的优点是风量大而经济，但气流不能严格控制。

在机械通风方面，除设置简易风扇、吊扇、机床风扇、拉风扇等外，在温度较高、辐射热较大的工作地点，应积极推广使用喷雾风扇。使用喷雾风扇时，工作地点的风速应控制在3~5米/秒，雾滴的直径应小于100微米，才能达到良好的降温

作用，而又不致对人体产生不良影响。

三、搞好卫生保健工作

1、在高温季节，应合理安排劳动与休息时间，如延长午休、调整换班时间等。休息场所应有良好的气象条件，并创造条件保证工人在炎热夏季有充足的睡眠。

2、合理补充饮料及营养：根据工作情况，暑天可以供给白开水、茶水、绿豆汤（食盐浓度为0.1~0.5%）的含盐饮料。有条件的单位，可配制盐汽水或清凉饮料（每升饮料中加食盐2~3克，柠檬酸0.7~0.8克、白糖适量，香料数滴）。食堂尚可供应各式汤类，以补充盐份之不足。高温作业工人能量代谢（特别是蛋白质代谢）显著增加，同时出汗时损失水溶性维生素也多，故应根据具体情况组织保健膳食，注意供给富有维生素乙、丙及高蛋白食物。

3、个人防护：高温工人的工作服，要求宽大便利，以保证衣服内通风良好，防止辐射热，可用白帆布或石棉制工作服。此外，应按着不同作业的需要，供给工作帽、防护眼镜、面罩、手套、鞋盖等个人防护用品。特殊作业，如炉内作业等可采用特制的送风工作服。

4、加强医疗预防工作：每年高温季节来到之前要做好高温作业工人的体检，凡有心血管系统器质性疾病、持久性高血压、溃疡病、活动性肺结核、肺气肿、肝肾疾病、明显的内分泌疾病（如甲状腺功能亢进）、中枢神经系统器质性疾病、重病后恢复期及体弱者，一般不宜从事高温作业，但也根据具体情况区别对待，有的可以密切观察或减轻劳动强度的条件下参加高温作业工作。对从事清凉饮料配制的人员也要进行体检，不适于者要调离。卫

生部门还应常化验检查清凉饭料是否符合卫生学要求。炎热季节,医务人员应加强高温作业现场巡回医疗,宣传防暑知识,早期发现中暑病人及早处理。

(吉林铁路局中心防疫站 李恒达)

第二节 高频及微波

高频及微波在工业、国防、科技医疗等部门的应用日益广泛,高频电磁场及微波辐射对接触者健康的影响还并不完全清楚。因而高频和微波对人体的响影及其防治等问题,极待研究和解决。

〔接触机会〕

高频及微波是无线电波,无线电波是一种电磁波,从它的频率分布可分为低频、中频、高频、超高频和最高频。最高

频又称微波,高频段的频率在 $100\sim 30,000$ 千周(KC);超高频段的频率在 $30\sim 300$ 兆周(MC);最高频率即微波段的频率在 $3\times 10^2\sim 3\times 10^5$ MC。

低频用于载波通讯。中频波段用于电火花制模和特殊要求的淬火。高频波段主要用于金属导体及半导体的感应加热(如热处理、焊接、熔炼及半导体区熔、外延)和介质加热(如塑料粘合、木材、皮革、棉纱干燥等)。超高频波段用于介质加热,医院里用于治疗某些疾病。微波目前主要用于微波通讯,无线电探测、导航、彩色电视转播、食品的加热等,如果高频设备缺乏必要的防护措施,在生产中或调试、安装时的接触者受到较强的电场幅射,将造成不良影响。

表37 高频及微波的波谱频率与主要应用

频度	高 频			超 高 频	最 高 频 (微 波)		
波谱	长 波	中 波	短 波	超 短 波	分米波	厘米波	毫 米 波
波长	300m	100m	100~10m	10~1m	1m~10cm	10~1cm	1cm~1mm
频率	100~ 500KC	500~ 1,500Kc	1.5~ 30MC	30~300 MC	300~ 3,000MC	3,000~ 30,000MC	30,000~ 300,000MC
应 用	1、金属热加工(淬火、熔炼、焊接等) 2、介质热加工(塑料材料、皮革等) 3、无线通讯 4、医用理疗			1、塑料薄膜粘合 2、无线通讯 3 医用理疗	1、无线电定位(雷达) 2、微波通讯 3、彩色电视转播 4、粮食干燥 5、医用理疗		

高频及微波之所以对人体健康具有危害,是高频设备发生的高频电流,通过电路时,在周围空间产生电磁场的作用发生功能的或病理的改变。因此防止电磁场

对人体的危害是预防措施的关键。

高频及微波设备能放出电磁场的部件称之为辐射或场源,为搞好高频及微波对人体健康危害的防护,必需对场源进行屏

蔽工作,如高频振荡管、振荡电路一调谐电容器、高频变压器、馈电线(输出导线)、工作电路一感应线圈(金属加热)、工作电容极板(介质加热)以及微波设备的波导管、发射天线等都具有强烈的电场,在防护工作中均应采取适当措施。

高频及微波的辐射强度,用不同的单位来表示,高频电场强度(E)以伏/米(V/m)表示,磁场强度(H)以安/米(A/m)表示,微波的照射强度以毫瓦/厘米²(mW/cm^2)或微瓦/厘米²($\mu W/cm^2$)表示之。我国关于高频及微波的最高容许照射标准尚未公布,暂以国外指标为参考。

电场强度 伏/米(V/m)。

磁场强度 伏/米(V/m)。

整个工作日接受微波照射不超过0.01毫瓦/厘米²(mW/cm^2)。

一个工作日接受微波照射2小时不超过0.1毫瓦/厘米²(mW/cm^2)。

一个工作日接受微波照射15~20分不超过1.0毫瓦/厘米²(mW/cm^2)。

目前国内测量微波电场强度的仪器尚未普及。

〔作用机理〕

人体外表是一层导电能力稍差的皮肤,人体的内部各器官的导电能力也不相同,以高频电流通过人体为例,肝脏和肌肉的导电能力很强,而骨组织的电阻率可达12,300欧姆/厘米,人体中的体液是介质导电最强的物质,其导电能力是空气的80~90倍。因此,不能认为人体是纯电阻或是纯电容,而是电阻电容的复杂组合体。

一、高频的致热作用*

组成人体的大部分细胞和体液的分子都是极性分子(胶体颗粒、水等)。无电场时,极性分子混乱的配置着,有电场作

用时,极性分子即出现取向作用。

机体组织内的电解质分子,在高频电场的作用下,发生电荷的移动,使无极分子极化为偶极子。偶极子由于取向作用,则从原来无规律排列变成沿电场方向排列,因为高频电场的迅速变化,偶极子也随之变动方向,与四周粒子发生摩擦产生大量热,这就是热效应。

高频产热与照射时间,照射范围成正比。不同组织的吸收热量,传热性能及血液循环不同,温度升高也不同,如表皮温度升得最高,皮下脂肪略低,浅层肌肉又高一些,此即热效应的不均匀性,即所谓高频对机体各组织具有选择性,其理由就在于此。

二、高频的非致热作用

高频除对机体具有致热作用外,还有特殊的非致热作用,目前对它的机理还不十分清楚。临床表现的神经衰弱变化,以及迷走神经过敏的植物神经功能紊乱,从死亡动物的组织形态观察,都显示组织因过热引起的营养不良性改变。以神经细胞、心肌、睾丸组织等最明显,实验动物的脑电图、脑血流图均出现异常,胆碱酯酶活性下降,嗅觉分析器的兴奋性升高,这些都反映中枢神经系统较早的出现功能障碍。

三、微波的作用

微波对人体的作用除上述机理外,其辐射的能力虽不如辐射线强,使空气和人体发生较强的电离作用,也具有一定程度的辐射作用。如儿茶酚胺排出量增加,交感神经肾上腺系统,丘脑下部机能紊乱,内分泌系统功能紊乱,特别是睾丸的精曲小管的局灶性坏死、萎缩、间质水肿。血液中巯基含量下降,尤其是微波易受人体含水分多的组织吸收,使晶体出现混浊。上

述改变在脱离接触数周至数月后,绝大多数人的症状能够消失且恢复正常,总之,微波的作用机理尚不完全清楚。

〔临床表现〕

接触高频电磁场的部分工人,在场强较大而未加防护时,健康将受到影响。

早期表现为头痛、头昏、多梦、失眠、嗜睡、乏力、心悸、记忆力减退等神经衰弱症候群。

当场强过大、接触时间过长时,可出现指颤、手足多汗、肢体麻木、酸痛、窦性心动过缓有的出现阵发性心动过速、窦性心律不齐,血压不稳定或偏低等植物神经功能失调现象。女工可出现月经周期紊乱,但不影响生育功能。据报导高频作业工人可引起消化不良现象。实验室检查,血液细胞一般变化不明显,有人报告,初期白细胞可有增高倾向。心电图检查常有心房或心室内传导时间延长,T波低平。有人报告心电图可出现冠状动脉供血不足的改变。脑血流图检查,有部分高频作业工人的波幅降低,流入时间延长,两测波幅不对称及脑血管扩张的倾向。

微波对人们的危害较高频为明显,据动物实验观察,经微波照射后可出现急性危害,表现为肾小管、心肌、肠、肝及脑组织有大量血管破坏,组织明显充血、周围血管破坏、周围血管呈炎症浸润、纤维组织出现水肿。动物在死亡前出现酸中毒,四肢抽搐,最后死于呼吸障碍。微波对机体的影响按系统分述如下:

一、神经系统

初期为中枢神经系统机能障碍的表现:头昏、头痛、全身无力、易疲劳、白天嗜睡、夜间失眠、多梦、易激动、记忆力减退、视觉及嗅觉机能低下,长期接触可出现痛阈升高,骨髓脂肪和神经胶质代

谢紊乱、在大脑白质及小脑有特异的染色体、球形小体、神经胶质细胞增生。用脉冲微波辐射的动物细胞色素氧化酶和琥珀酸脱氢酶降低,乙酰胆碱酯酶升高,脑电图出现慢波。应用条件反射迷路试验证明,动物受微波照射后表现迟钝,甚至对食物也无反应,条件反射潜伏期延长。

二、晶体和视网膜

微波对动物的晶体及视网膜的损害,国外存在着两种意见。大多数国家仍主张微波对视觉器官有损害,微波可使晶体老化,主要是晶体的后极,原因是眼睛没有脂肪层的复盖,晶体又无血管散热,由于微波的致热作用,当温度高至 45°C 左右时,可使晶体蛋白质凝固,并有酶的代谢障碍。有人试验10毫瓦/厘米²的微波辐射强度不会引起晶体损害,10~300毫瓦/厘米²可引起晶体水肿的可逆性变化,大于300毫瓦/厘米²,则引起晶体不可逆变化。有人主张 <10 毫瓦/厘米²的低强度能加速晶体老化,也有人通过动物试验不支持这种论点。

动物试验证实600毫瓦/厘米²照射兔眼,5分钟即可引起白内障,此时晶体的平均温度可高达 55.1°C ,在人体由于微波引起白内障也存在以上两种意见。

微波在较低强度亦可使视网膜病变,仅在眼底的中心区,其特征忧如炎症反应后的脉络膜、视网膜斑痕。

三、心血管系统

长期接触微波的工人,左心界扩大,心音低伴有收缩期杂音。血管痉挛反应张力障碍候症群,初期血压下降,随着疾病的发展血压升高。眼底显示视网膜动脉狭窄。心电图检查出现T波下降,冠状动脉供血不足的现象。尿中肾上腺素排出量增

多（正常人40微克%）；去甲基肾上腺素排出量亦增多（正常70微克%）；儿茶酚胺排出量增加。

四、血液、内分泌系统

微波对红细胞的影响不大。白细胞的改变随波长而异，厘米波使其增加，毫米波使之减少。网织细胞、血小板减少，而淋巴细胞增多。

长期接触微波照射血清中总蛋白升高，血中胆固醇升高（>400毫克%）血中组织胺较正常高15~20倍。白细胞碱性磷酸酶活性明显升高，而血液中巯基含量下降。

微波可引起少数病人甲状腺机能亢进，授乳期妇女乳汁分泌减少。还可使糖代谢紊乱，造成血糖、血磷失调。有人报告5毫瓦/厘米²的强度可使睾丸受到损害，男性出现阳萎，女性发生月经周期紊乱。

五、机体免疫功能

微波可使中性粒细胞的吞噬活动明显下降，免疫球蛋白含量减低，并可使机体的血清补体率升高。这些都说明了微波明显地影响机体的免疫功能

〔治疗〕

因高频电磁场和微波辐射造成的病理改变，尚无特殊治疗方法，主要是对症治疗，脱离接触，经适当休息后，原有的症状大部分可消失。临床症状及体征进展较快的应及时调离高频和微波作业环境。

〔预防〕

高频及微波的防护措施不同，现分述如下：

一、高频电磁场的防护

要防止高频电磁场的危害，必须了解高频设备的那些部件是电场的主要发生源，工人操作位置的电磁场强度，为屏蔽

场源提供数据。由于各种高频设备形状不同，不同行业的操作方式也不同，因此屏蔽方式也各异。屏蔽的目的是为了把空间电磁场强度降到与人无害的程度，即最高容许标准以下。屏蔽效能是指空间任何一点屏蔽前的电场强度，与屏蔽后的电场强度（E）之比，比例越大则屏蔽效率越好。

所谓屏蔽就是用一种或多种金属材料包围场源，以吸收和反射功能，使操作点的电磁场强度下降到一定范围以内。屏蔽材料吸收的功能转为感应电流，通过接地设备引入地下，如屏蔽无良好的接地设备，则屏蔽材料吸收的能量可以电磁波形式向周围辐射，而成为二次辐射源，未能达到屏蔽的效果。

1、场源屏蔽

屏蔽场源的原则大致可分为两种。一种是逐件屏蔽，即将高频设备的振荡电子管、振荡线圈、回路电容器、输出变压器、输出导线（馈电线）、感应线圈、工作电容极板等逐件屏蔽。另一种是正机屏蔽，如建造屏蔽小室等。屏蔽材料以铝铜等金属为好，木质及有机玻璃无屏蔽作用。一台60瓩的高频炉铝质机壳附近场强为20~60伏/米，而木质机壳附近场强为1,140伏/米。说明屏蔽材料的选择对屏蔽效果起重要作用。

2、远距离操作

感应带的电磁场，随距离的延长而急剧衰减，场强与距离的平方成反比。实验证明如在发射源的0.3米处电场强度为1540伏/米，当距离1.0米处即降到102.4伏/米，当延长到2.0米处电场强度仅为9伏/米。

二、微波的防护

微波在使用过程中的主要辐射源为发

射天线,可利用功率吸收器(等效天线)将电磁能转化为热能,消除天线辐射。当检查天线设备时,可使用波导衰减器,功率分配等将它们联结于天线和波导通路之间,都是有效的减少辐射能的方法。

当用金属屏蔽微波设备时,在屏蔽材料的反射面,宜复盖一层能吸收微波的材料,始能完全吸收所到达的波能。吸收材料有两种:一是生胶和羰基铁作成混合物涂于铝或铜板铜网内侧,其厚度为波长的 $1/4$;另一是用多孔性生胶和碳黑混合制成涂于金属屏蔽材料的反射面,或用聚氯乙烯塑料表面包一层碳膜。

由于微波的功率密度与距离平方而衰减,据报导在轮船的甲板上,当微波的发射天线配置高度为1.2米时工作人员受到 $200\sim 400$ 微瓦/厘米²辐射能,当天线提高到 $14\sim 400$ 米时,其辐射强度为 $0\sim 10$ 微瓦/厘米²,所以远距离操纵,是可以免受微波的辐射。

微波的个人防护是防护服,用直径0.457毫米的尼龙丝涂银编织的尼龙布制成的防护服,可在 200 毫瓦/厘米²场强的区域工作数十分钟。防护眼镜。有二种:一种是无镜片,用铜网代替镜片,用直径 $0.07\sim 0.14$ 毫米黄铜丝编成的每平方厘米 $186\sim 560$ 孔的铜网;还有一种是镜面上复盖导电的二氧化锡的透明薄膜,这类防护镜可防止10厘米波长的辐射能对晶体的危害。(吉林铁路局中心防疫站 晏世光)

第三节 噪声与振动

噪声与振动为常见的物理性生产有害因素。生产性噪声与振动不仅可影响劳动者的工作能力和生产效率,强烈的噪声与振动还可导致职业病。当前,在保护环境

的斗争中,噪声与振动已成为重要的社会公害。

声和光一样,都是物理现象。物体沿着直线或弧线经过某一中心位置(或称平衡位置)的往复运动、即称为振动。

振幅:振动物体离开平衡位置的最大距离称为振幅,振幅大小用毫米表示。

频率:单位时间内所完成的振动次数称为频率,其单位为赫兹(Hertz),简称赫。一秒钟振动一次为一赫兹。

周期:振动物体完成一个全振动所需要的时间称为周期。

加速度:物体振动速度的方向和大小是周期性改变的,这种速度的时间改变率就称为加速度,单位为厘米/秒²。在振动体位移为零时速度最大,加速度为零,位移最大时则速度为零,加速度最大。

振动在弹性介质(气体、液体、固体)中,以波的方式进行传播。振动波如为听觉分析器所感受,产生声音感觉的即为声音;振动波如为触觉和机体感受器所感受,产生振动感觉的即为振动。物体呈周期性、有规律的振动时所发出的声音为乐音;物体无规律、无周期性、许多杂乱无章混合在一起的声音为噪声。从广义讲,凭人的主观感觉,凡是不需要的声音皆可称为噪声。生产环境中的声音基本上都是噪声。

声音是由两个要素构成的,即声强和频率。声波作为一种波形式,是具有能量的,表示声波能量的强弱,可用声波加于物体上的压力表示。声压测量单位为微巴(微巴=1达因/厘米²或约等于百万分之一大气压)。人耳对声压感受很灵敏,普通谈话的声压约为1微巴,高声喊叫约为 $5\sim 10$ 微巴。人耳对声音的感受不仅和声压有关,而且也同声音的频率有关。人

身感受的频率范围为16~20,000赫兹。低于16赫兹的振动波为次声，高于20,000赫兹的振动波为超声。超声波对生物体可起特殊生物学作用。声源的振幅愈大，声压愈大，声音愈响；频率愈高，音调也愈高，声音尖锐。

听觉的音响感觉和音调高低决定于声音的强度和听觉器官的敏感性。听觉对声音的感受的最小声压，称为听阈；声压增加到能使人耳产生疼痛感觉的最小声压，称为痛阈。听阈和痛阈之间的范围称为听域。人耳对不同频率的声音有不同的听域，在1,000~4,000赫兹声音的范围听域最大。正常人耳对1,000赫兹的声音的听阈为 2×10^{-4} 微巴；痛阈为 2×10^3 微巴，从听阈至痛阈声压的绝对值差百万倍。因此，用声压的绝对值来表示声音的强弱很不方便。为了方便起见，人们便引出一个成倍比关系的对数量级，来表示声音的大小，称为声压级（LP），如同风和地震按级计算一样。声压级的单位为分贝（db）。

$$LP = 20 \lg \frac{P}{P_0} \quad \text{式中 } LP \text{ — 声压级}$$

P — 声压（微巴）

P_0 — 标准音听阈

声压（ 2×10^{-4} 微巴）

声压级单位分贝（decibel）是一个对数单位，没有量纲，它来源于电讯工程。在电讯工程中，常用两个功率比的常用对数来表示放大器的增值，这样得出的单位称贝尔，分贝是贝尔的十分之一。因此，分贝值是声学上的对数单位。

声压是噪声的基本物理参数，但人耳对声音的感受不仅和声压有关，而且也频率有关。声压级相同而频率不同的声音听起来很可能不一样响。如大型离心压缩

机的噪声和小汽车车内的噪声，声压级都是90分贝，可是根据频谱分析前者为高频，后者为低频，听起来，前者就比后者响得多。

根据人耳这个特性，人们仿照声压级这个概念，引出一个与频率有关的响度级，其单位为昉（phon）。即是选择频率1,000赫兹的纯音做为基准声音，其噪声听起来与该纯音一样响，该噪声的响度级（昉）值就等于这个纯音的声压级（分贝）值，如某噪声频率为100赫，强度级50分贝的声音，其响度与1,000赫兹，强度级20分贝的声音相同，则其响度级为20昉。

响度级可以从等响曲线图（图26）查得。

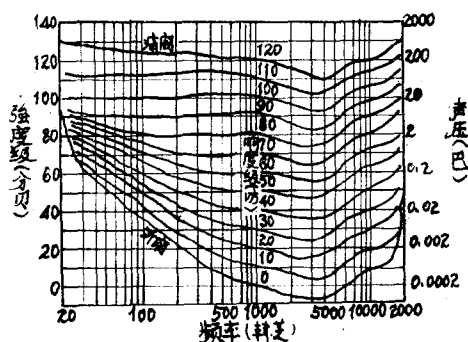


图26 声音的等响曲线图

等响曲线图是以大量听觉正常人为试验对象，给予不同强度和频率的声，使之与不同强度的频率赫兹的标准音相比较而得出。等响曲线图中每一条曲线相当于声压级和频率不同而响度相同的声，亦即相当于一定响度级（昉）的声音。为最下面的曲线是听阈曲线，最上面的曲线是痛阈曲线，听阈和痛阈之间是正常人耳可以听到的全部声音。

从等响曲线图中可以看出，50~70赫兹的低频声、声压级和响度级之间的差异

较大,虽然声压级较高,但响度级很小,而且等响曲线密集,所以只要稍稍降低声压级,则响度级下降很多。声压级超过80分贝以上时,则等响曲线近于水平,而且距离相等,这时响度级受频率的影响就不大。

在声学测量仪器中,参考等响曲线设置A、B、C、三个计权网络,使所接收的声音按不同的程度滤波。C网络是模拟人身对85分贝纯音的响应,在整个可听频率范围内,有近乎直的特点。它让所有频率的声音近乎一样程度的通过,因此,它代表总声压级。B网络是模拟人耳对70分贝纯音的响应,使接收的声音通过时,低频段有一定衰减。而A网络是模拟人耳对40分贝的响应,使接收的声音通过时,低频段(500赫以下)有较大衰减。A网络使声学测量仪器对高频敏感,对低频不敏感,这正与人耳对噪声的感觉一样。因此用网络测得的声级来表示噪声的大小,称A声级,记为分贝(A)或db(A)。

振动是噪声的主要来源,但振动本身也能损伤人体,损坏机器。人体对振动的灵敏度依赖于加速度,也决定于频率。人体对振动最敏感的频率范围2~20赫兹,在这个频率范围内,感觉阈是0.003g(1g是一个重力加速度,等于981厘米/秒²)不愉快阈为0.05g,不可容忍阈是0.5g。人体对于水平振动较垂直振动更为敏感。机体对不同频率振动的反应是不同的。感觉阈和痛阈因振动频率不同而异(图27)。

振动的感觉受气温的影响;气温愈低,感觉阈愈高。

对于保护机体或物体来说,跳动也是个重要的量,它经常出现在交通运输过程中。跳动的本质是加速度的改变率。

振动和噪声一样,在实际上遇到的振动波形不是正弦的,而是由许多不同的频率组成,亦需要进行频率分析。一般分析振动的方法与分析噪声相似。

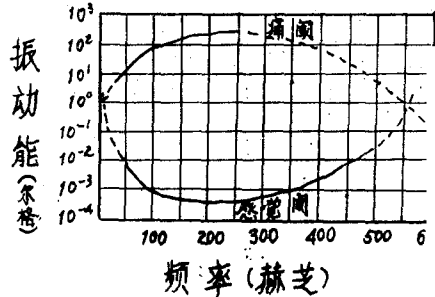


图27 振动频率与感觉阈和痛阈

(一) 噪声

噪声和振动是人类最早认识物理性危害因素之一。早在1830年 Frobroke 即综合了前人对噪声研究的成果,描述了所谓的“铁匠聋”一病。在我国也早就流传有“十铆九聋”的说法。自第一次世界大战后,因鸣枪放炮而致聋的病人剧增,开始引起医学界的注意,对噪声性耳聋逐步做了不少研究和防治工作。解放后由于党对劳动人民的关怀,我国对工业噪声也做了大量的调查和防治研究工作,并取得了一定成绩。但是,近年来,随着工业和国防事业的迅速发展,大马力高功率的机械设备不断在涌现,噪声的职业性危害,发生噪声性耳聋的病人也日趋增多,仅就铁路运输业的蒸汽机车乘务人员噪声性耳聋的患病率竟高达30%以上。

〔接触机会〕

各类生产环境下,由于生产过程和生产的工艺不同,产生的噪声来源,强度和性质亦各异。另外生产环境因素(厂房建筑、机械组装、附件的配属方式等)也影响着噪声的性质和强度。

生产性噪声源按其产生方式分：气流噪声；摩擦噪声；冲击噪声；磁性噪声；机械振动引起的噪声等。从产生的噪声性质可分为连续性噪声和脉冲性噪声，后者较前者易引起听觉的不良反应。

按产生噪声的作业工种来看，几乎存在于各类生产部门。较为常见的有以下几类工业系统：

一、机械工业

机器的转动、物件的撞击、磨光、锅炉铆接等作业，一般噪声强度在30~136db，超过100db约占70%以上。频谱特征以高频、中频居多，低频则较少。

二、轻工业

纺织、印染、被服制作等作业，皆可产生噪声其强度一般低于机械工业，为92~123db。频谱特点以高，中频为多。

三、矿山开采业

如凿岩机、送风机、卷扬机、风动工

具的使用中，皆可产生噪声，其噪声强度一般皆超过90db以上，频谱以中频为多、高、低频较少。

四、交通运输业

铁路机车、车辆、汽车、飞机和船舶等交通工具发动和运行中皆可产生较强烈噪声，噪声声强一般皆在100db以上，有的可高达160db以上（喷气飞机、导弹发射）。

其他，林业以油、电锯伐木、木材电锯、电刨加工、国防的火箭、火炮发射亦可产生较强噪声。

噪声按其频率高低一般划分为三个频段：低频300赫兹以下；中频300~800赫兹；高频800赫兹以上。在生产条件下所存在的噪声非单一频率，而是各种频率声音的混合；各个频率的声强也不尽相同。根据现场调查测定，生产条件下噪声频率的特性多为高频或中、高频（表38）。

表38 某些生产性噪声源噪声强度测定

噪 声 源	声压级(S.P.L.) (db)	频 率	噪 声 源	声压级(S.P.L.) (db)	频 率
锅炉厂	32~132		矿井水钻	120	
造船厂	82~128		气 锤	103~130	中 频
钢铁厂	98~137		球 磨 机	96~125	高 频
纺纱厂	98~122		风 铲	103~150	高 频
	110		锤打金属	96~125	高 频
金属结构厂	80~105	高中低频	蒸气机车	92~103	
电锯厂	102		内燃机车	110~118	低 频
	82		机车鸣笛	123	
	80~106		汽车发动机	123	
水泥厂	105	高 频	铆 工	118	
矿山凿岩厂	112~114.5			111	
煤矿金属矿井下	112~120	高 频	锻 工	116	
通风机鼓风机	110.6		铲 边 工	117	
大型鼓风机	133	低 频	喷气飞机	132~166.8	

〔噪音的危害〕

噪声在一定范围内对人体可以是无害的，但是较强烈的噪声对人的健康和工作能力都有着不良的影响。噪声引起机体的不良作用是多方面的，对中枢神经系统是一种强烈的物理性刺激，引起机能障碍，并通过神经系统作用全身其他系统和器官，但噪声对机体作用的最明显表现是对听觉器官的作用。

一、职业性耳聋

1、发病率

根据国内部分厂矿噪声调查资料，噪声性耳聋的检出率还是较高的。据铁路有关部门资料报导，铁路桥梁厂铆接作业工人的患病率为100%；铁路蒸汽机车驾驶人员患病率为31.8%；北京市耳鼻喉研究所调查某水泥厂部分车间患病率为81.8%；某金属结构工厂噪声最强车间的患病率为100%；纺织工厂织布车间患病率为95.4%。

2、噪声的致聋标准

关于致聋的噪声声强标准，各家意见也不一致。根据国内资料，认为全频率噪声声压级达到80分贝，能有36.6%的致聋率。国外资料，有人认为噪声的最低致聋强度为70~75分贝，也有提出100分贝，相差悬殊。1974年国际标准化组织(I.S.O.)建议开始试行N80分贝曲线(相当于噪声级85分贝'A')作为听觉损失危险标准。

日本学者鰐原氏在隔音室内进行实验，提出来不引起耳聋的噪声最大安全临界点如下：

~1,000赫	85分贝
1,500~2,000赫	80分贝
2,500~4,000赫	75分贝
5,000~6,000赫	80分贝

以上各家标准，可做为我们工作中的参考，在具体制订噪声最低致聋率问题时，还需要考虑到各类噪声源的组成和频率率的差异，以及接受噪声的个体耐受程度等因素相互制约又相互联系而异。

二、暴震性耳聋(噪声耳外伤)

暴震性耳聋系指突然强烈噪声所致听觉器官的急性损伤。如爆破、放炮、爆炸等强烈噪声，常并有冲击波的气浪急剧变化，而发生鼓膜破裂出血、迷路出血、柯蒂氏器从基底膜剥离。患者受震后，当即感双耳完全失听、剧烈耳鸣、耳痛。也可并发眩晕、呕吐等前庭症状和脑震荡。爆震性耳聋的听力损害无一定规律，可以是低频、中频或全频听力严重下降，甚至发生全聋，但一般仍以4,000赫兹听力损失最重。

暴震有时还可以引起功能性耳聋(即癔病性耳聋)，或暴震性耳聋与功能性耳聋合并存在。患者受暴震刺激后，主要由于精神突然紧张或过度恐惧，突然出现两耳重度耳聋，常伴有精神发呆或沉默不语，患者常有癔病史，属于大脑皮层中枢听觉区受抑制表现。这种耳聋与暴震性耳聋不同，听觉器官并无器质性损害，主要是作为心理因素引起的皮层中枢一种精神创伤。

三、噪声对全身的作用

噪声对整个机体各系统和器官都有一种不良的强烈刺激，长时间作用可引起头晕、头痛、耳鸣，在脑力劳动时妨碍精神集中，工作能力减低。有人发现，在飞机发动机噪声影响下，脑电波发生变化。动物实验在强度噪声作用下，可见到脑电波节律紊乱和出现慢波(2~3次/秒)。在噪声的影响下，前庭神经、皮肤感觉神经和运动神经的时值也都发生变化。