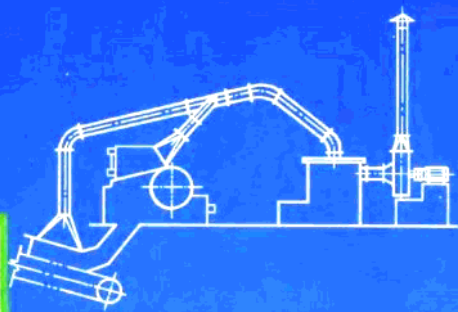


乡镇工业职业危害控制技术

邵强 郭文宝 刘光铨 编著



中国劳动出版社

内 容 提 要

本书针对乡镇工业存在的粉尘、有害气体、高温、噪声等职业危害因素，从保障广大从业人员身体健康和保护环境着眼，介绍这些职业危害因素的适宜控制技术和管理措施。本书所提供的控制技术和方法力图适合我国乡镇工业的特点，在简明阐述基本控制原理的同时，更注重控制技术与方法的实用性。

本书可供广大乡镇工业技术人员、劳动保护和环境保护人员以及企业管理人员使用。本书对于乡镇工业新建、扩建、改建时进行厂房设计和技术改造有极好的参考价值；对从事预防性卫生监督的人员也会有很大的帮助。

前 言

乡镇企业在我国改革开放过程中迅速崛起，经济总量不断增长，整体素质日益提高，对社会做出了越来越大的贡献，正在成为发展社会主义市场经济的一支有生力量。特别是近十多年来，乡镇企业蓬勃发展，1997年全国乡镇企业共约2400万个，从业人员超过1.3亿人，占农村劳动力总数近30%。截止1995年，我国乡镇企业积累的集体资产已占农村集体资产近80%。乡镇企业已成为我国农村经济的主体力量，工业经济的半壁河山，国民经济的一大支柱。预计到本世纪末，我国乡镇企业的经济总量和整体水平还要有较快的增长和较大的提高。

乡镇企业，特别是乡镇工业发展过程中，出现了一些不容忽视的问题。其中职业危害和环境污染就是两个突出的问题。乡镇工业有着与大、中型工业企业不同的特点。它们大多是本着自力更生、土法上马、就地取材、因陋就简的原则建立起来的。生产设备简陋，又不配套，机械化、自动化程度低，工人的劳动强度大，必要的卫生防护措施大都没有跟上。同时，企业的经营者和生产者对粉尘、毒物和噪声等有害因素引起的职业危害缺乏认识，工人在恶劣的生产条件下劳

动,随时受到这些有害因素的威胁。另外,由于一些地区在发展乡镇工业过程中急于取得经济效益,忽视选址和布局的合理性,新建、改建、扩建的乡镇工厂,没有实行劳动卫生防护设施和环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产,即“三同时”原则,致使各类污染物扩散,农业的生态环境遭到破坏,并影响人民的身体健康。

为使乡镇工业的发展不以危害广大从业人员和当地居民身体健康为代价,防止生态环境进一步恶化,必须采取有效措施,切实加强乡镇工业职业危害和环境污染的控制。为此,提供一本适用于乡镇工业控制职业危害的技术书籍,将对开展这项紧迫的工作有所裨益。编者于1989年编写并出版了全国“星火计划”丛书《乡镇企业职业危害控制手册》一书,受到了读者的欢迎,为积极执行国家科委制定的“星火计划”做出了贡献。该手册于1996年荣获卫生部医药卫生杰出科技著作科技进步三等奖。

手册出版至今近十年,在此期间编者又先后从事并完成了一系列有关乡镇工业职业危害控制技术方面的研究课题,取得了一批新成果;已建立的若干示范工程,摸索出成套控制职业危害的适宜技术;另外,近年来国内外也出现了许多新技术和方法;我国相继出台或修订了一大批安全与卫生防护及环境保护方面的标准、规范和规程;计量单位制已逐渐采用国际单位制(或法定计量单位制)。因此,对原手册的修订、补充和更新就显得十分必要。

修订再版后,书名改为《乡镇工业职业危害控制技术》,充实了

内容,更新了原手册中一些标准,采用了国际单位制(或法定计量单位制)。全书仍分六章,概论一章述及乡镇工业的职业危害、环境污染及其控制途径,其余各章依次为粉尘、有害气体、高温和噪声的危害及其控制技术。专辟一章介绍矿井通风与安全。书中保留了原手册有关章节中举出的若干例题。书后附录作了较大改动,补充了较新的图表和常用标准供查阅使用。本书由中国预防医学科学院环境卫生与卫生工程研究所邵强研究员、刘光铨研究员、郭文宏副研究员编著,其中邵强编写第一、二、三、六章;刘光铨编写第四章,郭文宏编写第五章,高艳玲同志协助整理第一、二、三、六章。全书由赵霜、张伟同志审定。

本书可供广大乡镇工业技术人员、劳动保护和环境保护专业人员以及管理人员进行防护措施设计和技术改造时参考之用。

限于编者水平,书中恐有缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

1998年4月于北京

目 录

第一章 绪论	1
第一节 乡镇工业的发展概况	1
第二节 乡镇工业的职业危害	3
第三节 乡镇工业的环境污染	7
第四节 控制途径和措施	12
第二章 乡镇工业的粉尘危害及其控制	16
第一节 生产性粉尘的产生源及其性质	16
第二节 通风除尘系统的组成和原理	26
第三节 尘源控制及隔离	53
第四节 常用除尘设备	83
第三章 乡镇工业的有害气体危害及其控制	136
第一节 有害气体的产生源及其性质	136
第二节 通风排毒系统的组成和原理	141
第三节 有害气体产生源的控制和隔离	164
第四节 有害气体的净化技术	192
第四章 乡镇工业的高温危害及其控制	215
第一节 高温作业环境及其对人体的危害	216
第二节 隔热措施	228
第三节 通风降温措施	238
第五章 乡镇工业的噪声危害及其控制	253
第一节 噪声产生源及其危害	253
第二节 声学的基本物理量	264
第三节 噪声控制原理及方法	271
第四节 吸声、隔声、消声技术	280

第五节 噪声的个体防护	319
第六节 噪声控制实例	321
第六章 乡镇小煤矿通风及防尘	332
第一节 概述	332
第二节 矿井瓦斯	337
第三节 矿井通风	352
第四节 矿井防尘	368
附录 1 空气的主要物理性质表	376
附录 2 居住区大气中有害物质的最高容许浓度	379
附录 3 车间空气中有害物质的最高容许浓度	380
附录 4 各种粉尘爆炸浓度下限	383
附录 5 气体和蒸气的爆炸极限浓度	384
附录 6 钢板制圆形风道摩擦阻力计算线解图	385
附录 7 确定风道当量直径的线算图	386
附录 8 局部阻力系数 (ξ) 表	387
附录 9 中华人民共和国国家标准《工业企业噪声控制 设计规范》(GBJ87-85) (摘要)	406
附录 10 中华人民共和国国家标准《工业企业噪声测 量规范》(GBJ122-88) (摘要)	409
附录 11 中华人民共和国卫生行业标准《作业场所噪声 测量规范》(WS/T69-1996) (摘要)	417
附录 12 多孔性吸声材料吸声系数表	423
附录 13 常用吸声结构的吸声系数	430
附录 14 单层与双层板和墙的隔声量	437
附录 15 单位换算表	441

第一章

绪 论

第一节 乡镇工业的发展概况

一、乡镇工业的发展现状

50年代后期,我国农村出现了小钢铁、小煤炭、小农机、小水泥和小化肥等社、队办“五小工业”。到了60年代逐渐形成了以支援农业为主的农机修造、冶金、机械、化工、建材、轻纺等各行业俱全的社队工业体系。

随着我国经济体制改革的逐步发展,农村原有的社队工业体系得到改造和发展,形成了我国的乡镇工业,并正在成为发展社会主义市场经济的一支有生力量。近十多年来,乡镇企业蓬勃发展,截止1997年,全国乡镇企业总数共约2400万个,吸纳了1.3亿多劳动力,占农村劳动力总数近30%。1995年乡镇企业积累的集体资产达9100亿元,占整体农村集体资产近80%。乡镇工业是乡镇企业的主要构成部分,其资产已占乡镇企业的70.4%,乡镇工业已成为我国农村经济的主体力量,工业经济的半壁河山,国民经济的一大支柱。

二、乡镇工业的发展前景

我国乡镇工业的建立和发展缩小了工业与农业、城市与农村之间的差距,使从农业社会迈向工业化和现代化社会有

了过渡性、渐进型、多层次的中间环节，从而促进了农业的发展，提高了农业的生产率、商品率，直接间接地增加了农民的收入。在宏观经济中，展示了乡镇工业与农业并存和协调发展的前景。

乡镇工业的迅速发展，既是建立在农业发展的基础之上，也是这个基础所不能包容的巨大生产力的迸发，并且反过来又推动了农业的现代化进程。中国有 80% 的人口在农村，中国社会是不是安定，中国经济能不能发展，首先要看农村能不能发展，农民生活是不是好起来，没有农村这一稳定的基础是不行的。乡镇工业的发展从资金、技术、物资、农机、动力等方面，对农业给予了很大的支持，已经成为农村经济稳定的基本条件，并极大地改变了农村的经济状况，成为农民增加收入的重要来源，成为增加集体积累、兴办公益事业的坚强支柱。“无工不富”“以工补农”正是对乡镇工业所处地位和所起作用的规律性总结。由此可见，发展乡镇工业是振兴我国农村经济和农民脱贫致富奔小康的必由之路，它的前景是无限光明的。

以振兴农村经济为宗旨的“星火计划”实施十余年来，一大批科学技术成果输入农村，武装了乡镇工业，使其技术水平得到较大提高，并促进了乡镇工业的发展。未来十五年，是我国经济发展的关键时期，乡镇工业肩负着新的历史重任，其经济总量和整体水平还要有较快的增长和较大的提高。随着农村经济的发展，直接从事粮食生产的人口将逐渐减少，乡镇工业仍然是吸纳农村富余劳动力的主渠道。预计到 2000 年，乡镇工业从业人员将达到 1.6 亿人。

在肯定乡镇工业发展的巨大成就和基本经验的同时，应清楚看到，乡镇工业还存在不少弱点和问题，它们制约着乡

镇工业的健康发展。特别是乡镇工业的职业危害和环境污染问题就是值得重视的严重问题。这两个问题已经引起人们的普遍关注。加强乡镇工业的职业危害控制和环境污染控制，保障从业人员的安全和健康，保护环境，已经成为紧迫而且不容忽视的工作。

第二节 乡镇工业的职业危害

一、乡镇工业的职业危害现状

乡镇工业有着与大、中型工业企业不同的特点，它们大多是本着自力更生、土法上马、就地取材、因陋就简的原则建立起来的。生产设备简陋，又不配套，机械化、自动化程度低，必要的卫生防护措施大都没有跟上，加之生产管理人员和工人缺乏劳动卫生知识，他们在恶劣的生产条件下作业，往往处在职业危害之中，却不认识危害的严重性，因此常受职业危害的威胁。

目前，我国乡镇工业中约有 82% 以上存在不同程度的职业危害因素，其中包括粉尘、有害气体、高温、噪声和射频辐射等。其中生产性粉尘的种类就有十余种，有害气体则不下几十种之多。

从收集到的一些典型材料中可以看出乡镇工业存在的职业危害十分严重。

1. 粉尘

调查表明，不少乡镇工业生产环境的粉尘浓度在 $100 \sim 400 \text{ mg/m}^3$ 左右，而有的耐火材料粉尘浓度甚至高达 $9\,800 \text{ mg/m}^3$ ，超标 1 300 余倍。在一些企业中危害较大的粉尘，如采石场粉尘浓度达 $1\,500 \text{ mg/m}^3$ ，石棉加工的粉尘浓度达

185 mg/m³，水泥厂粉尘浓度为475~1 800 mg/m³，铸造车间粉尘浓度为616 mg/m³，甚至在乡镇办石粉厂中，含游离二氧化硅达97%的石英粉尘浓度竟高达1 900 mg/m³，乡镇办煤矿井下采煤工作面煤尘浓度也达400 mg/m³。

乡镇工业从业人员长期在高浓度粉尘环境下从事生产，已经受到职业病的威胁。例如，浙江嘉善地区一家开办仅五年的小水泥厂，全厂400余工人，现已查出有40余人属可疑矽肺，发病率为10%。浙江桐乡县对乡办水泥厂进行粉尘浓度测定，结果全部测点均超标，有的工作地点空气中粉尘浓度超标数百倍，已发现矽肺患者20余名。江苏省扬州地区泰县是该省经营石棉加工最多的县，据调查，100人左右的小石棉厂就有50余家。经体检发现，从事石棉加工人员均有胸膜增厚，并出现以胸膜斑为主的胸膜病变。浙江丹阳县石英粉厂矽肺发病率高达48%，绍兴东湖石料场的矽肺发病率达40%左右。浙江缙云县对磷石矿10名工人体检发现4例尘肺，占40%。湖北省鄂州地区在一个仅800人的煤矿中发现煤肺51例，列为观察对象者30余例。再如对江苏省无锡县、广东省佛山地区、番禺县、山东省历城、蓬莱县和内蒙古自治区赤峰所做调查表明，在一些粉尘作业的乡镇工业中，尘肺患者屡有所见。

2. 毒物

乡镇工业中工作场所有害气体浓度也非常之高。在制鞋行业中，有些厂粘胶、刷胶工序工作地点空气中苯浓度高达1 000~1 900 mg/m³，二甲苯浓度高达1 000 mg/m³；喷漆工序工作地点空气中二甲苯浓度为400 mg/m³。有的灯具厂车间空气中汞蒸气超过国家标准20~40倍，有些铅作业工厂工作地点空气中铅烟浓度超标数十倍，有的铅冶炼厂铅烟

浓度高达 $1\,000\text{ mg/m}^3$ ，超标数万倍，达到惊人的程度。

乡镇工业中有害气体危害以苯及其衍生物、铅、汞最为突出。制鞋行业三苯危害十分严重，如福建晋江地区乡镇办制鞋厂职业病发病率很高，据卫生防疫部门对该地区 200 余家制鞋厂的调查可知，工作地点空气中苯浓度超标率达 50%，粘胶工序苯浓度最高达 $1\,900\text{ mg/m}^3$ ，1984 年曾发生过职业性急性苯中毒，致使三名女青工患再生障碍性贫血而死亡。另外，在对制鞋厂 2 117 人调查中，发现不同程度的苯中毒（可疑、轻度、中度、重度）共 700 人，占 33%。江苏省丹徒县纪庄乡一制鞋厂中，查出 14 人苯中毒，其中 3 人为再生障碍性贫血。淮阴地区王营化工厂生产三盐基硫酸锰和二盐基磷酸锰，该厂粉碎及成品包装作业点锰超标 1 000 余倍，接触锰的 160 余名工人有 70% 患锰吸收或锰中毒。此外，乡镇工业中存在的铅危害也引人注目。湖北省鄂州县一红丹厂，经卫生部门对 40 名工人体检发现，铅吸收 28 人，占 70%，慢性铅中毒 3 人，占 7.5%。上海崇明县制铅、造漆、拆船场的铅烟超标严重，铅吸收病人达 50%，并出现集体腹痛。又如江苏省无锡县东湖塘矿山电器厂矿灯车间，熔铅工序作业地点空气中铅蒸气浓度超过国家卫生标准 79 倍，焊接时铅烟浓度超标 132 倍，灌粉时铅粉浓度超标 120 倍。经对 74 名接触铅作业工人查体，其中最长工龄为 7 年，最短工龄为 3 个月，确诊铅中毒 1 例，铅吸收 7 例，很多工人出现了头痛、乏力、口内异味、腹痛和关节酸痛等症状，尿铅超过正常值者有 38 人，占 51.3%。乡镇工业的汞危害程度甚于大、中型企业，如江苏省无锡县张泾温度计厂对 59 名汞作业工人查体，工人最长工龄为 11 年，最短为 6 个月，尿汞全部超过正常值，确诊为慢性汞中毒者有

10 例，其余均为汞吸收。该县东亭萤光灯厂的汞危害也十分严重。

3. 高温、噪声、射频辐射

乡镇工业高温和热辐射危害主要存在于农机修造厂、玻璃厂、陶瓷厂及砖瓦厂。一些工厂的化铁炉、锻造炉、玻璃熔炉等操作地点温度高达 40°C 左右。陶瓷、砖瓦生产多采用隧道窑和轮窑。在烧成出窑时，由于窑温下降很慢，窑顶、窑壁温度高达 $90\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，地面温度也在 40°C 以上，夏季太阳的辐射热加上很高的窑温，工人的劳动条件相当艰苦，急性中暑屡有发生。

乡镇工业中存在噪声危害的行业依次是：机械制造、纺织、建材制造、金属制品、塑料制品、电气机械、造纸、化工、家具制造等，主要噪声来源有水泥厂的破碎机、球磨机，农机修造厂的冲压机，金属结构厂的铆接工序，纺织厂的织布机以及各类型厂的空压机和风机等通用机器设备。此外，采石厂及矿井用凿岩机也有极高的噪声级，在乡镇工业的矿井、筑路、隧道等爆破作业中发生的噪声强度往往超过 130 dB ，且伴有不同强度的冲击波，由此导致的暴震性耳聋屡见不鲜。

乡镇工业的射频辐射来源有塑料制品厂的热合机，农机修造厂热处理用高频淬火机，半导体元件厂提纯工艺用的高频熔炼炉等。这些设备在无任何防护措施的情况下，射频辐射强度甚高，场强可达 $50\sim 200\text{ V/m}$ ，在此情况下，工人常出现记忆力减退、失眠、多梦、脱发等症状。

二、乡镇工业职业危害严重的原因

乡镇工业职业危害严重的原因是多方面的，主要有以下几方面：第一，许多乡镇工业是因陋就简、土法上马并以很

快的速度发展起来的，往往设备陈旧，生产工艺落后，厂家忙于应付生产，还来不及对生产过程中产生的有害因素采取防护措施。第二，乡镇工业的从业人员无论是管理人员还是工人，大部分都是刚从农业转到工业上来的，企业的管理工作比较混乱，甚至无章可循，更缺乏必要的工业卫生知识，加之企业生产不定型，人员流动性大，车间拥挤，不同工种作业互相干扰，使更多的人不同程度受到职业有害因素的危害。第三，由于乡镇工业主要受市场经济调节，有些县、乡领导和主管部门往往只顾眼前的生产，偏重经济效益，忽视了对劳动者的健康保护。因此，相当一部分企业中劳动保护机构不健全，许多工人很少得到及时有效的卫生学监护，一些接触有害因素的工人缺乏就业前的体检和定期的健康检查，难以发现就业禁忌症和早期病变。第四，城市大工厂把危害职工健康的有害工种、工序和半成品的生产悄悄转嫁到农村去，造成职业危害的扩散。第五，法制观念差，法制管理未提到议事日程，对国家早已颁布实施的《工业企业设计卫生标准》、《工厂安全卫生规程》等管理法规贯彻执行很不得力，不少地方缺乏适用于乡镇工业的卫生安全法规和条例，无法可依，有关主管部门无从执法，导致乡镇工业职业危害得不到控制。

第三节 乡镇工业的环境污染

一、乡镇工业环境污染现状

乡镇工业发展过程中所出现的环境污染问题，日益引起社会和公众的关注。调查表明，除极少数工业企业外，大部分企业的废气、废水、废渣均不经任何净化处理便任意排

放，已经对外环境构成威胁，不仅在局部地区造成生态环境的破坏，而且也使广大乡镇居民的身体健康受到危害。若不及时采取措施控制乡镇工业的环境污染，则污染程度及其危害将随生产的进一步发展而贻害无穷。

从目前收集到的资料可以看出，乡镇工业排放“三废”所造成的环境污染问题也如职业危害一样，日趋严重。据有关部门报道，在一些乡镇工业发展迅速的县，能够造成环境污染的企业占全县企业的40%~50%，“三废”年排放量相当可观。如广东省顺德县乡镇工业年排放工业废气1 670 000 000 m³，其中含有烟尘、各类生产性粉尘、二氧化硫、氟化氢和铅、苯等多种大气污染物；排放工业废水18 680 000 t，其中含有铬、镉、汞、氰化物、硫化物、酚、油和氨氮等污染物；排放废渣78 000 t。江苏省无锡县乡镇工业年排放工业废气近3 000 000 000 m³，其中含二氧化硫8 210 t、一氧化碳为369 t、碳氢化物120 t、氮氧化物2 880 t；排放工业废水21 000 000 t，其中有机废水26 304 t/d，含铬废水4 585 t/d，含氰废水7 194 t/d，含硫废水22 016 t/d，含氨氮废水7 617 t/d，含苯胺废水8 206 t/d，含油废水789 t/d，含氯废水492 t/d，其它废水9 868 t/d；工业废弃物排放53 300 t。排放量如此之大，使得所在地区的大气、水质、土壤受到严重污染，使农业、渔业生产和生态环境受到破坏。中国预防医学科学院在广东、山东、湖北、浙江等省所做的调查也表明，乡镇工业环境污染亟待解决。

1. 废气

乡镇工业废气污染源的构成情况与城市大工业企业不尽相同，这不仅是因为两者的工业企业门类分布不同，还由于某些大工厂将难于治理或认为不屑治理的废气污染源转移到

乡镇，形成了乡镇工业废气污染源构成虽不复杂，但有其难于治理的特点。

因乡镇工业排放未加净化处理的废气而影响农业生态环境的事例甚多。江苏省高邮县一个乡办废铅冶炼厂，在生产过程中排放出大量铅烟和铅尘，使周围地区土壤、空气和植物中含铅量大幅度增加，环境受到严重污染。浙江省宁波市象山地区一冶炼厂在冶炼金属时，加莹石助熔，由此产生的氟化氢气体使下风侧的数百亩农作物枯死。上海市川沙县施湾化工厂排放的酸性气体，严重污染周围的农作物，农民种出来的蔬菜不能食用。

一些乡镇工业排放的废气中污染物超标严重，如湖北鄂州和大冶红丹厂敞露生产，铅尘、铅烟弥漫，因随意排放使厂外水田、菜田呈一片红色，大气环境中铅浓度超标数百倍。又如北京通县永乐店冶炼厂大炉熔铅，无任何尾气治理措施，废气任意排放，致使大气环境中铅浓度超标数十倍。

2. 废水

乡镇工业“三废”污染，以工业废水的任意排放对环境造成的危害最为突出。

江苏省无锡县曾在一次乡镇工业环境污染普查中采集、分析了 259 份工业废水样品，其中各种污染物含量均超过排放标准。在废水中以含汞、铬、氰、酚、氯化物的工业废水污染最严重。该县各电镀厂的废水大部分未经净化处理，每天有 200 t 以上的废水排入塘、潭或河中。如张泾乡电镀厂废水中氰化物含量超过排放标准 107 倍，查桥乡春三村电镀车间废水中六价铬含量超过排放标准 453 倍。安镇化工厂废水池中汞含量为 95 mg/l，超过排放标准 189 倍。附近河水含汞 0.06 mg/l，超过地面水标准 59 倍，附近田沟水含汞

0.15 mg/l, 超过地面水标准 149 倍, 这说明该镇河水和农田已受严重污染。

山东省高密县城关各工业企业的废水每年排放 4 000 000 t, 这些废水均未经任何处理而经明沟、小辛河、新胶莱河汇入渤海, 问题十分严重。

另据江苏省金坛、泰兴、高邮、丹阳等县, 浙江省上虞、桐乡、鄞县、慈溪、富阳、肖山等县的水污染调查资料, 也揭示了乡镇工业排放废水造成污染的严重性。

3. 废渣

乡镇工业较为发达的县, 废渣排放源集中在化工、机械、冶炼等行业, 其年排放量可达 50 000~80 000 t。其中一般性废渣约占 80%, 主要为煤渣、煤矸石及小高炉炉渣。这些废渣的利用率很低, 仅为 10%~20% 左右, 余下者或选择山坡荒地堆积, 或充填矿井, 或覆土造田。有害废渣虽占比重较小, 但当排放含氰、砷及汞、铬、镉、镍等重金属, 含有机磷、有机氯, 或呈强酸强碱性等废渣时, 危害甚为严重, 其中有害物随雨水渗入地层, 造成土壤污染, 危害植物生长, 有些废弃物排入江河湖泊, 堵塞河道, 污染水质, 有的堆放废渣随风飘扬, 形成二次污染。湖南省株洲市郊一乡镇化工厂因加工株洲冶炼厂含砷下角料, 排放废渣, 污染地下水, 造成人畜中毒, 就是乡镇工业废渣污染的典型事例。

乡镇工业除排放“三废”造成环境污染外, 噪声扰民事件也经常发生, 有的乡办小学邻近乡镇矿井, 主扇风机造成的环境噪声达 100 dB (A), 声传数里之外, 致使教师及学生的身心健康受到损害。此外, 在乡镇工业中存在的放射性及射频辐射潜在环境危害也不容忽视。