

乡镇企业工厂防尘技术措施最优化设计及综合评价研究

中国预防医学科学院环境卫生与卫生工程研究所 邵 强

我国乡镇企业总数现已达1515万家,从业人员达9200万人,其中接触粉尘人员约占16%,特别是石英厂、石棉厂、水泥厂、玻璃厂、陶瓷厂粉尘危害较为严重。而防尘措施流于一般化,已有的措施多不能结合生产特点,或其系统设计和设备选用缺乏经济与效益的综合考虑,不能实现优化。通用的设计资料已不能与当前新兴的乡镇企业发展和特点相适应。

一、内容及主要经济技术指标

本专题攻关目标旨在研究、设计出一套适用于我国乡镇企业石英厂、石棉厂、水泥厂、玻璃厂、陶瓷厂的最优化防尘技术措施。内容及主要技术经济指标为:

1. 对我国乡镇企业粉尘危害状况进行调查;
2. 对我国乡镇企业现有各种通风防尘系统(包括除尘器),结合生产工艺特点进行综合评价,提出综合评价报告;
3. 为我国乡镇企业石英厂、石棉厂、水泥厂、玻璃厂、陶瓷厂提供最佳通风除尘系统设计方案,提出研究、设计说明书并绘制必要的防尘技术措施图;
4. 在总结现场调查、实测及实验室试验研究的基础上,编写技术指南或技术手册。

二、重点行业粉尘危害调查

1. 基本情况:我国乡镇企业面广量大,行业繁杂,从业人员众多,已成为国民经济的重要组成部分。但乡镇企业产生的职业危害和潜在危险远比国营大、中型企业为重。粉尘作业人数多,约1400余万人。

小水泥厂总数达数万家,其年产量为5000~50000吨不等。乡镇石棉制品加工行业数量多,仅浙江省石棉厂从业人员已达10万有余。玻璃、陶瓷、石英(石粉)厂也为数不少。本专题组对北京、江苏、浙江、山东、河北等市、省乡镇水泥、石棉、玻璃、陶瓷、石英(石粉)行业共48个厂家进行了现场调查,并通过对全国范围27省、113个区县级卫生防疫站和职业病防治部门进行函调或通过举办培训班填表询问,调查得到了乡镇企业中几类粉尘作业劳动卫生及职业危害情况。以石棉厂和陶瓷厂接尘人数占职工人数比例最大,水泥厂次之,玻璃厂属第四位。

2. 几类粉尘作业工艺流程:专题组调查了乡镇企业5类粉尘作业48家工厂(74次)后,提出了乡镇水泥厂、石棉制品加工厂(简称石棉厂)、玻璃厂配

料车间(建筑平板玻璃)、石英(石粉)加工厂、陶瓷厂原料处理车间以及釉面砖厂(瓷砖厂)的工艺流程框图。框图标明工序及物料加工、贮运路径,同时反映散发生产性粉尘的设备及生产部位,提供了扬尘点,监测点和必须采取卫生防护措施工序、部位。

3. 作业场所粉尘浓度及分散点:从乡镇企业几类粉尘作业场所空气中粉尘浓度平均超标倍数为20~50倍不等,有的超标倍数大到100~200倍,最甚者为500~1000倍,监测点粉尘合格率仅为0~25.0%,小于、等于5微米的粉尘所占百分比为57~91%。

4. 生产性粉尘中游离二氧化硅含量:乡镇企业水泥厂、石棉制品加工厂(包括小型矿渣棉厂)、玻璃厂配料车间、石英(石粉)厂生产性粉尘中游离二氧化硅含量数据与大、中型同类工厂相近,其含量绝大多数大于10%。

5. 职业病发病情况:根据江苏省、浙江省、安徽省、湖北省、陕西省、福建省、广东省有关调查,矽肺患病率有的厂高达17.65~23.64%。

江苏省宜兴胥井石英砂厂建厂仅5年,就有2人患矽肺病死亡;浙江省平阳县渔塘石英厂5年以下工龄职工患病率高达47.8%,有5人死亡;安徽省岳西县撞钟石英厂矽肺病死亡3人,平均年龄仅26岁。

值得指出,有的工厂所监测得出的粉尘浓度,粉尘样品中游离二氧化硅含量和分散度均很高,但因投产时间短,工人来自农村,流动性大,虽然目前尚未发现尘肺确诊患者,而尘肺高发的潜在危险性是极大的。

根据以上调查情况,我们认为必须强化对策研究,通过系统分析以往防尘技术措施失败的原因,进行最优化设计,为乡镇企业提供适用技术并对之综合评价,使乡镇企业粉尘作业工厂职业危害得到切实的控制。

三、重点行业工厂防尘技术措施最优化设计

1. 优化方法:为了寻求解决乡镇企业几类重点粉尘作业工厂职业危害问题,在普遍调查的基础上,选择了有代表性工厂的主要生产工序,对各种具有代表性的通风除尘设施(包括行之有效的、新设计的以及改进的)逐个进行了系统地深入地调查、试点、现场测试和总结,找出了进行优化设计的可靠依据,在充分分析了优化设计条件的基础上,为乡镇企业几类粉尘作业工厂提供了一整套防尘技术优化设计。其

内容包括吸尘罩、除尘风道、风机和除尘器等。而以吸尘罩和除尘器两部分的优化设计为重点。

(1) 吸尘罩: 重点放在系统地总结上述各行业主要工序的适用吸尘罩形式。编辑在“乡镇企业防尘技术措施图集”和“乡镇企业防尘技术措施影集”(其中绝大部分已制成幻灯片, 供推广及教学使用)中。其中有①水泥厂破碎、输送、水泥磨、生料磨、烘干、成球、立窑和包装各工序的吸尘罩设计和管路布置等防尘技术措施; ②石棉厂投料口、破碎、轮碾、输送、轧花、梳棉、包装、纺线和编织等工序的吸尘罩设计及管路布置等防尘技术措施; ③陶瓷、建材釉砖、耐火材料、砖瓦厂破碎、轮碾、输送、筛分、包装、成型、修坯、喷釉等工序吸尘罩的设计和管路布置防尘技术措施; ④石粉厂、玻璃厂破碎、筛分、输送、配料、包装等工序的局部吸尘罩设计和管路布置防尘技术措施; ⑤其他行业: 如喷砂、落砂机、砂轮石雕等工序的局部吸尘罩及管路布置等防尘技术措施。

(2) 除尘器: 由于各工厂产尘工序排出的含尘空气状况十分复杂, 不同工厂甚至同一工厂的不同工序之间差异也很大。不加区别地选用除尘器, 致使效果不佳, 不仅会使排出的含尘空气对大气严重污染, 也使通风除尘系统不能正常运行, 直接影响到与之相连的吸尘罩的效果, 并在经济上造成浪费和损失。过去由于缺乏不同工厂不同工序排出粉尘的原始状况的资料、数据, 给除尘器的正确造型与应用带来很多失误。为解决上述问题, 专题组对上述各类工厂不同工序的排尘原始状况其中包括粉尘浓度、粉尘的粒径分级组成、烟气温度、烟气含湿量(烟气露点温度)等进行了系统地调查测定, 并测定了已有除尘器和试点中新推荐选用的除尘器的总除尘效率和粒径分级除尘效率。其中本专题所提供的各行业主要工序粉尘排放源排出的粉尘状况数据及几种除尘器的粒径分级除尘效率等均系在国内首先提供。

在取得设计依据基础上, 专题组结合各工厂已有的经验及经济管理条件等, 对乡镇企业各工厂主要产尘工序, 其中包括①水泥厂的破碎、包装、生料磨、水泥磨、烘干、立窑等工序; ②陶瓷厂、建材釉砖厂、耐火材料厂、砖瓦厂的破碎、粉碎、轮碾、筛分、输送、成型修坯、喷釉等工序; ③石粉厂、玻璃厂的破碎、轮碾、筛分、输送、配料等工序; ④雕刻厂砂轮石雕工序; ⑤石棉厂各工序等宜选用的除尘器、除尘方法进行了论证分析, 最后提出了各主要产尘工序适用的除尘方法, 按工厂、工序列表加以推荐。它们较为实用。

在除尘器的研究设计中, 专题组取得了两项实用

新型专利。一为“冲击-泡沫联合除尘器”, 二为“冲击-喷雾联合除尘器”。

四、综合评价

1. 综合评价方法:

(1) 工厂防尘措施调查与分析: 在广泛的现场调查的基础上, 依据各生产工序及生产性粉尘的种类的不同, 并由此确定评价项目;

(2) 决策树的建立: 即设计可供选择的防尘技术措施——备择方案;

(3) 目标树的建立: 即在满足评价准则选择的原则前提下, 设计用来判断、比较技术备择方案的具体化标准——评价准则;

(4) 评价项目的定量评估:

方案的预评估: 采用特尔非(Delphi)专家评分法收集来的科研、设计、管理使用三个部门专家的意见, 用谢菲(Sheffe)统计数量化方法对之进行处理, 使含诸多不确定因子的评估结果数量化, 并对所得到的预估值进行可靠性检验;

方案的效用评估方法(即效用理论中的“五点评估方法”): 将方案的预估值转化成效用值, 结合同样方法得到的准则的权重, 运用效用理论得到方案的综合效用值, 用MADM法(多目标决策灵敏度分析法)并对之进行灵敏度检验;

(5) 评估结果分析与综合评价结论: 依据由综合效用值的大小确定的方案的优劣次序及其灵敏度分析的结果, 得出评价结论。

专题组采用上述综合评价方法对乡镇企业几类粉尘作业工厂防尘系统进行综合评价, 对各类粉尘作业行业, 在现场调查和分析的基础上, 选择评价项目。各评价项目设计有3~4个备择方案, 两个层次的八个评价准则, 在进行定量评估后, 得出评价结论。

2. 评价结论: 在本专题研究中, 改善了多年以来以单项指标评价工程技术措施的方法, 而采用了以系统工程学原理建立起来的综合评价方法, 其核心是通过专家组分别打分, 避免个人的偏见、兴趣、专长的局限性。以体现群体智慧, 群体决策能力和效果。综合评价扩展了预估评价的前景, 肯定了在面广量大的乡镇企业中经过优化的预防措施的效果, 从综合效益的分析上否定了该领域沿用的不够成熟的技术, 从而杜绝了在广阔领域中造成浪费、耗能、耗时诸种弊病, 为解决乡镇企业劳动卫生与职业危害采取对策与服务、实施干预打下了基础。

五、小结

专题组调查了乡镇企业中几类粉尘危害严重工厂

的劳动卫生及职业危害状况,为各类工厂提供了一整套防尘技术优化设计并在试点单位逐步付诸实施,同时运用系统工程原理,研究出针对乡镇企业工厂防尘

技术措施的综合评价方法,依次对各类工厂防尘系统进行了综合评价。

The Best Available Dust Control Techniques for Small Factories Owned by Rural Enterprises and their Comprehensive Evaluation

Shao Qiang

Rural industries have been expanding rapidly in recent years. They played an important role in bring the prosperity to rural economy. But most of them are lack of the necessary industrial ventilation facilities, large amount of dust are generated in the processes and expanded out into the surrounding environment. The indoor and outdoor air pollution by dusts have brought about hazardous effects on human health and the environment. In order to solve these problems, we carried out a study on appropriate industrial techniques for controlling the dusts from various processes in all cement, asbestose, ceramic, quartz powder, glass, brick and tile factories.

Emphases were put on the effective exhaust hood designs and the appropriate dust collectors to be selected for different processes.

1. A manual of industrial ventilation drawings for controlling dusts was compiled, which gathered up a lot of effective designs used successfully in small factories, and many new designs were put forward to meet different requirements. The main points of the manual consists of, the local ventilation systems and exhaust hood designs for the crushing, grinding mill, drying, shaft kiln and packing processes in cement factory; the crushing, roll mill, carding, packing, spinning and weaving processes in asbestoes factory; the crushing, roll mill, seiving, mixing, packing, moulding pressing, jiggering and glaze spraying processes in ceramic, quartz powder and glass factories, etc.

2. Because the conditions and dusts from exhaust ventilation systems differ from each other, different types of dust collectors and their combinations must be selected to meet the specific requirements. Comprehensive surveys to measure the specific characters of dusts and the dust laden air were carried out, which consist of the dust particle size distributions, dust concentrations dust physical properties, gas temperature, dew point etc. Based on the results obtained in these surveys, the specific features of different dust collectors (particle size fractional size collection efficiencies, pressure drop, etc.) the experiences of air pollution control in small factories and taking the economical and management situations into consideration, the appropriate dust collectors and their alternatives to be used for main processes in the above small factories were discussed and recommended.

3. In order to pick out the best available ventilation designs from the selected alternatives, a comprehensive evaluation method was put forward. Using this method, the effects of the countable and uncountable economical feature factors, effectiveness feature factors and management feature factors were converted quantitatively to a resultant effectiveness value (REV). The one with the largest REV was considered as the best among those alternatives for a certain process of a factory. The alternative ventilation designs used for the main processes in the above small factories were investigated.