

Analysis on Influencing Factors of Dust Occupational Hazards in Textile Enterprises Based on ISM

Bing Hu¹ Qinqin Wang² Huhua Liu^{3*}

1. Sichuan Hongdingchen Technology Company, Chengdu, Sichuan, 610000, China

2. Sichuan Ruicheng Anhuan Technology Company, Chengdu, Sichuan, 610000, China

3. Yibin University, Yibin, Sichuan, 644000, China

Abstract

Through the on-site investigation of the occupational hazards of textile enterprises, the influencing factors of occupational hazards of textile enterprises are analyzed from the four aspects of human-machine-environment-management, including 12 factors such as dust production, training and education. By analyzing the interrelationship between various factors, construct ISM (interpretation structure model), and use Boolean operation with Matlab2010 to establish hierarchical structure model. Research shows that the direct factors are dust exposure time and personal protection, and the fundamental influencing factors are dust production and management system. ISM analyzes the system structure, fully considers the in-depth relationship between various influencing factors, and uses the hierarchical structure model to clearly display the level of influencing factors, which provides a theoretical basis for the prevention of occupational dust hazards in textile enterprises and makes the prevention and control work more targeted, the prevention and control measures are more effective.

Keywords

ISM; dust; occupational hazards; textile enterprises

基于 ISM 的纺织企业粉尘职业危害影响因素分析

胡兵¹ 王琴琴² 刘虎华^{3*}

1. 四川宏鼎宸科技有限公司, 中国·四川成都 610000

2. 四川睿诚安环科技有限公司, 中国·四川成都 610000

3. 宜宾学院, 中国·四川宜宾 644000

摘 要

通过对纺织企业粉尘职业危害进行现场调查,从人-机-环-管理四个方面分析纺织企业职业危害影响因素,主要包括产尘量、培训教育等 12 个因素。通过分析各因素之间的相互关系,构建 ISM (解释结构模型),借助 Matlab2010 运用布尔运算,建立递阶结构模型。研究表明,接尘时间和个体防护是直接影响因素,产尘量和管理制度是根本影响因素。ISM 分析了系统结构,充分考虑了各影响因素间的深层次关系,利用递阶结构模型清晰的显示影响因素的层次,为纺织企业粉尘职业危害防治提供了理论依据,使防治工作有针对性,防治措施更具有效性。

关键词

ISM; 粉尘; 职业危害; 纺织企业

1 引言

纺织行业是中国国民经济的支柱产业之一,数百万一线职工常年工作在粉尘危害环境中^[1]。当前中国纺织行业已初具规模,规模以上企业多设置了除尘设备,由于除尘效率低、安全管理不善等原因,一线职工仍然面临较大的粉尘职业危害。因此,研究粉尘职业危害的因素、提高除尘效率、防治尘肺病,对纺织行业的健康发展具有重要意义。

为此,一些学者对纺织行业粉尘职业危害进行了研究,如 MORELAND 等研究纺织工患肺泡蛋白沉积症的风险^[2];

杨日丽建立了尘肺病事故树分析尘肺病的影响因素^[3];张炜岱等基于投影寻踪和遗传算法建立了棉纺织企业作业环境风险评估模型^[4]。目前研究主要是对尘肺病病因、职业危害因素分析评价及对策措施的研究或者对于多危害因素的综合评估模型研究,缺少针对粉尘职业危害影响因素的模型分析。

通过调查与分析中国西南部分纺织企业粉尘职业危害现状,从设备设施、环境和管理等方面综合分析粉尘职业危害影响因素,利用 ISM (解释结构模型)构建粉尘职业危害影响因素模型,对影响因素进行分析,提出防控措施,改善企

业生产环境,防治纺织企业粉尘职业危害。

2 粉尘职业危害影响因素分析

依据其他学者和专家的研究^[5],结合现场调研得出纺织企业粉尘职业危害影响因素主要可以从人-机-环-管理四个方面分析,主要影响因素包括产生量、培训教育等 12 个方面,具体如表 1 所示。

表 1 纺织企业粉尘职业危害因素表

一级影响因素		二级影响因素	序号
机	生产设备	产尘量	S ₁
		粉尘清扫	S ₂
	除尘系统	除尘效率	S ₃
		漏尘率	S ₄
环境（通风）		设备布置	S ₅
		风路设计	S ₆
		风量	S ₇
人		接尘时间	S ₈
		个体防护	S ₉
管理		管理制度	S ₁₀
		检维修	S ₁₁
		培训教育	S ₁₂

3 ISM 分析

ISM 就是解释结构模型,是 1973 年由美国教授 Warfield 提出的,其特点是把复杂的系统分解为若干子系统(要素),通过研究系统因素间相互关系建立邻接矩阵,借助电子计算机运用布尔运算得到可达矩阵,经矩阵运算和分级建立递阶结构模型^[6-8]。

3.1 建立影响因素结构关系的邻接矩阵

根据 ISM,系统因素之间存在一种“影响”与“被影响”的关系,用“0”表示行因素对列因素无影响,“1”表示有影响,可建立邻接矩阵。

【基金项目】宜宾学院校级基金项目(项目编号:2018PY63)。

【作者简介】胡兵(1994-),男,中国四川叙永人,从事安全工程、职业健康研究。

【通讯作者】刘虎华(1987-),男,助理研究员,硕士研究生学历,从事安全科学与工程研究。

纺织企业粉尘职业危害影响因素之间不是孤立存在的,而是相互联系、相互影响构成的一个完整系统。设备的产生量、除尘效率和漏尘率影响环境中的粉尘浓度,环境中风路、风量又影响职工的接尘危害程度。个体防护能降低粉尘对人体的危害,但在纺织企业中,存在职工不按规定佩戴口罩等防护用品的情况。通过管理制度的完善,加强培训教育,可以提高职工自我保护的意识,保障个体防护的有效性。通过对上述 12 个系统因素之间相互关系的研究,建立邻接矩阵如式(1)。

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

3.2 通过布尔运算求可达矩阵

事实上,系统因素之间的二元关系可能是直接的,也可能是多次传递间接的。如培训教育可以提高职工安全意识,保障个体防护的有效性,个体防护可以降低生产环境中粉尘的危害,延长致病时间,则培训教育间接影响职工的接尘时间。

可达矩阵就是将系统因素之间的任意次传递二元可达关系表示出来的矩阵。取单位矩阵 I 为矩阵 A 的同阶矩阵,则可达矩阵 $R = (I + A)^{n-1}$, n 为矩阵阶数,式中为 12。借助 Matlab2010 运用布尔运算,计算结果如式(2)。

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

3.3 系统因素层级划分

对于系统因素 S_i 将其可达要素构成的集合定义为 S_i 的可达集 $R(S_i)$, 将可到达 S_i 的要素集合定义为 S_i 的先行集 $A(S_i)$, 将其可达集和先行集的交集定义为共同集 $C(S_i)$ 。对可达矩阵中各系统因素进行区域划分, 具体如表 2 所示。

表 2 纺织企业粉尘职业危害影响因素区域划分表

S_i	$R(S_i)$	$A(S_i)$	$C(S_i)$
S_1	1,2,3,4,7,8,9	1	1
S_2	2,3,4,7,8,9	1,2,10	2
S_3	3,4,7,8,9	1,2,3,10,11	3
S_4	4,7,8,9	1,2,3,4,10,11	4
S_5	5,6,7,8,9	5	5
S_6	6,7,8,9	5,6	6
S_7	7,8,9	1,2,3,4,5,6,7,10,11	7
S_8	8,9	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	8,9
S_9	8,9	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	8,9
S_{10}	2,3,4,7,8,9,10,11,12	10	10
S_{11}	3,4,7,8,9,11	10,11	11
S_{12}	8,9,12	10,12	12

3.4 绘制解释结构模型

根据层级划分表可知各系统因素的层级, 绘制纺织企业粉尘职业危害影响因素递阶结构模型如图 1 所示。

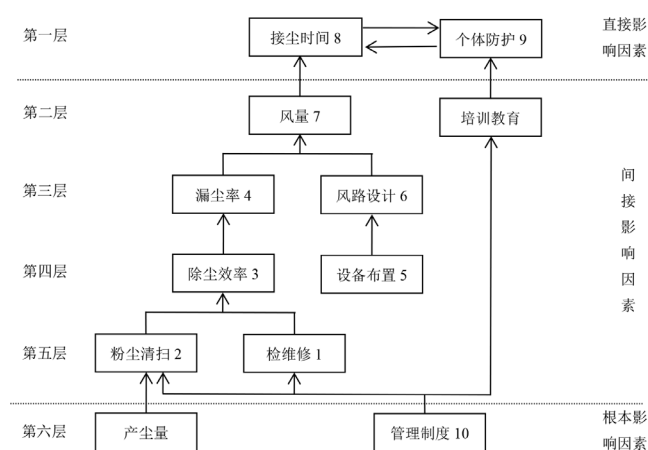


图 1 纺织企业粉尘职业危害影响因素递阶结构模型

3.5 影响因素分析

纺织企业粉尘职业危害影响因素解释结构模型是一个多层递阶结构构成的复杂系统, 系统包含 6 个层级, 其中第一层是直接影响因素, 第六层是根本影响因素, 其余层级为间

接影响因素。

(1) 因素 8 和因素 9 为直接影响因素。由 ISM 模型可看出, 纺织企业职工是否遭受粉尘危害或危害严重程度, 受接尘时间和个体防护直接影响。由于人体的自我调节能力, 粉尘职业危害并不是立即对处于粉尘环境中的职工造成危害, 只有当人体持续处于粉尘环境中一定时间, 才有可能导致尘肺病, 接尘时间直接影响粉尘危害是否致病。口罩等个体防护用品可以降低人体吸入的粉尘浓度, 但实际生产中个别职工不按要求佩戴防护用品, 导致身体完全暴露在粉尘危害环境中, 缩短了接尘致病时间, 直接导致粉尘危害防治不受控。

(2) 因素 1 和因素 10 为根本影响因素。在现有的纺织工艺条件下, 棉纺加工过程中不可避免地会产生大量的粉尘, 粉尘会对生产环境构成污染, 进而造成人体危害。管理制度不完善可能导致检维修不到位、漏尘量大、个体防护失效等, 不论是人的原因、机械设备的原因还是环境的原因, 都是因为管理制度制定不合理或执行不到位造成的。因此, 管理制度是根本影响因素之一。

(3) 中间因素为间接影响因素。除上述 4 个因素之外的 8 个因素均为中间间接影响因素, 这些因素受产尘量或管理制度的影响, 同时又直接或间接的影响接尘时间和个体防护。

4 纺织企业粉尘职业危害防控措施

4.1 合理布置产尘设备

产尘设备布置不合理可能会造成交叉污染, 加重部分区域的粉尘危害。将产尘量较大的设备布置于厂区的下风侧, 接近通风出口, 有利于通风除尘, 可以降低粉尘危害。

4.2 定期进行设备维护

生产设备需要进行维护保养, 才能控制产尘量。除尘设备需要进行维护保养和清扫才能维持除尘率, 降低漏尘。

4.3 完善安全管理制度和加强教育培训

制定完善的安全管理制度并严格实施, 才能保证生产设备和除尘设备的正常运行, 控制生产环境的粉尘量和职工接尘时间。加强安全教育培训能提高职工操作技能和安全意识, 促使职工正确佩戴个体防护用品, 降低粉尘危害。

5 结语

(1) 从人-机-环-管理的系统出发分析纺织企业粉尘职业危害因素, 建立了纺织企业粉尘职业危害因素解释结

构模型,为纺织企业粉尘职业危害评估提供了新思路。

(2) 基于 ISM 对纺织企业粉尘职业危害因素进行分析,接尘时间和个体防护是直接影响因素,产尘量和管理制度是根本影响因素,为纺织企业粉尘职业危害防治提供了参考依据。

(3) 提出了防治企业粉尘职业危害的防控措施,合理布置产尘设备,定期进行设备维护,完善安全管理制度和加强教育培训。

参考文献

- [1] 赵峰,刘东山,李变兰,等.纺织印染行业职业有害因素管理现状调查[J].环境与职业医学,2008(04):398-400.
- [2] 邓航,庞奇志,朱德英,等.建筑施工高处坠落事故分析及预防对策[J].工业安全与环保,2010(04):57-59.
- [3] 杨日丽.水洛纺织厂生产车间职业危害因素评价[J].陇东学院学报,2017(03):141-144.
- [4] 张炜佶,卫飞,周睿,等.投影寻踪在棉纺织作业环境风险评估中的应用[J].中国安全科学学报,2018(04):103-108.
- [5] 谢宏,魏童.基于 DEMATEL 的煤矿粉尘职业危害评价指标分析[J].华北科技学院学报,2018(06):20-23.
- [6] 张小良,何锐,宋慧娟,等.可燃性粉尘通风除尘工程实施要点探讨[J].工业安全与环保,2018(09):52-55.
- [7] 李树砖,田水承,郭彬彬.基于 ISM 的煤矿瓦斯爆炸事故致因分析[J].矿业安全与环保,2011(05):83-86.
- [8] 汪应洛.系统工程简明教程[M].北京:高等教育出版社,2017.