

# 应用层次分析法建立职业危害关键控制点评价的指标体系

## Establishment of evaluation index system for key control point of occupational hazards using analytical hierarchy process (AHP)

何虎鹏, 寇振霞, 何小刚, 邵国军, 何玉红

HE Hu-peng, KOU Zhen-xia, HE Xiao-gang, SHAO Guo-jun, HE Yu-hong

(甘肃省疾病预防控制中心, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:** 为客观评价职业危害关键控制点控制措施的实施情况, 建立评价指标体系, 合理分配权重, 利用层次分析法构建判断矩阵, 计算权重向量并进行一致性检验。结果显示, 一级指标工程技术措施、工程防护措施、职业卫生限值、个体防护措施、管理措施的权重系数分别为 0.567、0.239、0.115、0.049、0.030; 二级指标组合权重排序中, 生产工艺先进, 用无毒、低毒代替高毒, 湿式作业的权重最高, 达到 0.425。利用层次分析法建立的职业危害关键控制点控制措施评价体系是科学可行的。

**关键词:** 层次分析法; 职业危害关键控制点; 评价指标体系

中图分类号: R135 文献标识码: B

文章编号: 1002-221X(2012)05-0379-02

危害分析与关键控制点 (hazard analysis and critical control point, HACCP) 是国际上通用的食品安全管理体系, 鉴于 HACCP 在控制潜在危害实践中效果明显, 近年已在职业病防治中被逐渐应用<sup>[1]</sup>。但是, 在职业病危害控制中, 由于职业病危害因素种类及产生方式的多样性, 对关键控制点上的控制措施提出了系统性的要求, 单一的指标已很难作为关键限值客观地反映出关键控制措施的优劣。因此, 为了客观反映关键控制点上控制措施在降低职业危害中的综合效果, 有必要建立相应的评价指标体系。美国数学家 Saaty 在 20 世纪 70 年代提出的层次分析法 (analytical hierarchy process, AHP) 是一种定性分析与定量分析相结合的权重决策方法, 具有适应性、简洁性、实用性和系统性<sup>[2]</sup>。目前已在各个学科得到广泛的应用。本文应用 AHP 计算各级指标的权重, 为客观评价关键控制点提供依据。

### 1 对象与方法

#### 1.1 对象

根据职业危害系统控制的特点, 将职业危害关键控制措施分为工程技术措施、工程防护技术措施、个体防护措施和管理措施四类, 然后确定评价指标体系。

#### 1.2 方法

##### 1.2.1 建立指标体系 按照 AHP 的原理, 针对职业危害关

键控制的四个环节, 查阅相关文献资料, 寻找直接反映各类控制措施效果的指标, 初步建立评价指标体系。通过专家现场及问卷咨询, 对指标进行筛选和修正, 最终确定职业危害关键控制点评价指标体系, 一级指标有 5 个, 二级指标 11 个。

**1.2.2 构建判断矩阵** 按照九尺度定量原则, 分别邀请 5 位专家构建判断矩阵, 然后按照文献 [2] 的方法, 利用最大偏差值和均方差筛选专家判断信息, 直接删除偏差较大的专家判断矩阵, 将偏差最小的判断矩阵作为最终矩阵 A。判断矩阵中的元素满足下列基本条件:  $a_{ii} = 1$ ;  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ 。

**1.2.3 计算指标权重** 采用方根法即几何均数法确定权重向量 (W) 以及相应的最大特征值 ( $\lambda_{max}$ )。

$$W' = \sqrt[m]{a_{11} \cdot a_{12} \cdot a_{13} \cdot \dots \cdot a_{1m}}$$

$$W_i = \frac{W'_i}{\sum_{i=1}^m W'_i}$$

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nW_i}$$

**1.2.4 层次单排序及其一致性检验** 用评价矩阵的阶数 m 查平均随机一致性指标 RI 表, 计算一致性比例。

$$CR = \frac{CI}{RI}, CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

在层次分析法中, 引入判断矩阵的一致性指标 (CI) 来检查判断思维的一致性, CI 值越大, 表明判断矩阵偏离完全一致性越大; CI 值越小, 表明判断矩阵越接近于安全一致性。为了排除阶数的影响, 还需计算随机一致性比率 (CR), 当  $CR < 0.1$  时, 判断矩阵具有满意的一致性, 否则将调整判断矩阵<sup>[3]</sup>。

**1.2.5 确立指标组合权重** 组合权重是高层指标在所有指标中的权重分配, 确立指标组合权重的目的是要得出次级指标对上级指标的权重。计算是采用成积法, 即次级指标组合权重为其与上级指标权重的连成积。

### 2 结果

在构建判断矩阵的基础上, 计算各级指标的权重。各级指标的权重计算结果如表 1~3 所示。

表 1 一级指标权重计算结果

一级指标	权重	一致性指标
工程技术措施	0.567	$\lambda_{max} = 5.399$ $CI = 0.0996$ $CR = 0.089 < 0.1$
工程防护技术措施	0.239	
职业卫生限值	0.115	
个体防护措施	0.049	
管理措施	0.030	

收稿日期: 2011-12-27; 修回日期: 2012-02-27

作者简介: 何虎鹏 (1975—), 男, 硕士, 主管医师, 从事职业卫生工作。

表 2 二级指标权重计算结果

一级指标	二级指标	二级指标权重	一致性指标
工程技术措施	生产工艺先进,用无毒、低毒代替高毒,湿式作业等	0.75	$\lambda_{\max} = 2$
	隔离、密闭、远程操作	0.25	$CI = 0$
工程防护技术措施	工程措施: 除尘、抑尘、通风排毒、消声、隔声、防电离辐射等,洗眼器、应急喷淋	0.75	$\lambda_{\max} = 2$
	防护设施运行正常	0.25	$CI = 0$
职业卫生限值	危害因素浓(强)度低于职业卫生限值	1	
个人防护措施	配发相应的个人防护用品: 防毒面具、防尘口罩、防噪耳塞等	0.75	$\lambda_{\max} = 2$
	个人防护用品佩戴合理、有效	0.25	$CI = 0$
管理措施	将每周工作时间控制在 40 h	0.375	
	及时调整巡检路线	0.375	
	职业健康监测未发现职业病、疑似职业病患者	0.125	$\lambda_{\max} = 4$
	职业卫生培训、健康干预、促进	0.125	$CI = 0$

表 3 二级指标组合权重计算结果

二级指标	组合权重	一致性指标
生产工艺先进,用无毒、低毒代替高毒,湿式作业等	0.425	
隔离、密闭、远程操作	0.142	
工程措施: 除尘、抑尘、通风排毒、消声、隔声、防电离辐射等,洗眼器、应急喷淋	0.179	
防护设施运行正常	0.060	
危害因素浓(强)度低于职业卫生限值	0.115	$CI = 0$
配发相应的个人防护用品: 防毒面具、防尘口罩、防噪耳塞等	0.037	$RI = 0.027$
个人防护用品佩戴合理、有效	0.009	$CR = 0$
将每周工作时间控制在 40 h 以内	0.011	
及时调整巡检路线	0.011	
职业健康监测未发现职业病、疑似职业病患者	0.004	
职业卫生培训、健康干预、促进	0.004	

3 讨论

HACCP 是对职业危害进行识别、评价并加以控制的系统

的科学管理体系,是一种评价危害和建立控制体系的工具<sup>[4]</sup>。它可以通过确定关键控制点,在关键控制点进行职业危害控制,实现控制过程的监测、跟踪,并根据分析,及时完成对控制措施的校正和补充,将其应用于职业卫生管理中,具有科学、高效、经济、可靠的特点<sup>[5]</sup>。但在实际中,生产作业人员所接触的职业病危害因素并不是单一固定的,各工种在不同岗位所接触到的职业病危害因素亦不同,许多作业人员往往受到多种危害因素的联合作用,即意味着在职业危害的控制中,需要采取多种措施,有时一种显著危害需要同时采取几种方法来控制,或需要多种关键控制点来控制一种职业危害。因此,关键控制点上控制措施的优劣成为实现控制效果的核心。为客观、准确的反映关键控制措施的综合效果,建立关键控制点评价指标体系,对于落实 HACCP 在职业卫生管理中的应用有着重要的意义。

本文利用 AHP 建立关键控制措施评价体系,通过专家咨询、专家矩阵筛选等科学的方法建立判断矩阵,应用几何均数法计算权重向量,并进行一致性检验。结果显示,各层指标一致性较好,满足层次分析法的基本要求;且一、二级指标的权重反映出工程技术措施、工程防护技术措施在职业危害控制中具有重要的地位。因此,认为在职业卫生管理中建立 HACCP 体系时,可以以本指标体系作为衡量关键控制点的评价依据。

参考文献:

[1] 王致,肖晓琴,张海,等. HACCP 在职业病危害评价中的应用 [J]. 中国工业医学杂志,2008,21 (6): 357-360.  
 [2] 李玲娟,豆坤. 层次分析中判断矩阵的一致性研究 [J]. 计算机技术与发展,2009,19 (1): 131-133.  
 [3] 方鹏,李翠. 层次分析法在艾滋病健康教育评价体系中应用 [J]. 中国公共卫生,2008,24 (4): 389-392.  
 [4] 李涛,王忠旭,张敏. 胶粘剂职业危害分析与控制技术 [M]. 北京: 化学工业出版社,2009: 34.  
 [5] 李学军,顾清,裴晓明,等. HACCP 应用的最新进展 [J]. 现代预防医学,2005,32 (10): 1301-1312.

## 某乙烯常减压蒸馏装置职业病危害控制效果评价

### Evaluation on control effect of occupational hazards at ethylene atmospheric-vacuum distillation unit of a chemical factory

安刚, 张廷剑

AN Gang, ZHANG Ting-jian

( 盘锦市疾病预防控制中心, 辽宁 盘锦 124010)

摘要: 通过现场职业卫生学调查和职业危害因素检测,

收集有关资料,采用定量分析法进行综合评价,并结合职业病防护措施,对某乙烯常减压装置职业病危害进行分析,评价相应的防护措施效果。结果显示各岗位工人接触的职业病危害因素浓(强)度均符合国家规定的卫生限值。该建设项目职业病危害防护措施完善可行,防护效果达到国家标准要求。

收稿日期: 2012-03-06; 修回日期: 2012-03-29

作者简介: 安刚 (1968—), 男, 副主任医师, 从事职业卫生评价工作。