

# 中成制药行业清洁生产评价指标体系研究

张洋<sup>1,2</sup>, 曾清如<sup>1</sup> (1. 湖南农业大学生物科学技术学院, 湖南长沙 410128; 2. 长沙环境保护职业技术学院, 湖南长沙 410004)

**摘要** 通过针对中成药制药企业实施清洁生产审核的实践工作, 制定了中成药制药行业的清洁生产评价指标体系, 并应用于湖南省某制药有限公司, 为中成药制药企业今后清洁生产审核和日常环境管理积累理论和实践经验。

**关键词** 中成药; 清洁生产; 指标体系

**中图分类号** TQ460.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)01-00077-03

## Manufacture of Chinese Patent Medicines Cleaner Production Evaluation Index System Research

ZHANG Yang et al (School of Biology Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128)

**Abstract** Through the implementation of cleaner production audit for manufacture of Chinese patent medicines enterprises, the evaluation index system for clearer production of manufacture of Chinese patent medicines was established and applied in a medicine manufacture company of Hunan Province, which will accumulate theory and practice experiences for clearer production audit and daily environmental management in manufacture of Chinese patent medicines enterprises.

**Key words** Manufacture of Chinese patent medicines; Clearer production; Index system

随着工业经济发展的不断深入, 工业技术的不断进步, 人类对自然资源过度消耗, 生态严重破坏, 造成了环境的极度恶化, 已严重影响到人类自身的生存和发展<sup>[1]</sup>。医药产业是国家社会发展的重要产业部门, 是关系到国计民生的支柱产业<sup>[2]</sup>。医药工业对国民经济发展有着举足轻重的影响。我国自 1978 年改革开放以来, 整个医药行业发展迅速。目前, 制药行业的发展模式与当今社会注重经济效益与环境效益协调发展模式相差甚远, 尤其是行业的环境污染问题已成为制约我国制药工业实现又好又快发展的关键因素<sup>[3]</sup>。笔者指出了中成制药工业清洁生产的具体途径, 提出了湖南中成制药厂清洁生产基本措施, 初步探讨和形成了中成制药行业清洁生产的指标体系, 以期为我国制药工业清洁生产起到一定的借鉴作用。

## 1 清洁生产指标体系的建立

**1.1 评价指标的选取原则**<sup>[4-5]</sup> 考虑到中成制药清洁生产涉及面广、指标多, 在选取评价指标时应遵循以下原则: ①针对性: 指标体系的确定必须针对制药过程及其对环境的影响特点, 并联系实际, 因地制宜, 适当取舍<sup>[6]</sup>; ②科学性与实践性: 在选择评价指标与构建评价模型时, 要力求科学, 做到两者的完美结合, 各指标既要符合该行业的特定内涵, 还应符合当前企业自身生产实践的需要; ③系统性与规范性: 各评价指标的类型、结构和含义等要彼此协调, 尽可能符合国家或者地方的有关法规、标准; ④体现污染预防思想: 选取的指标要能反映出资源利用情况和节约的可能性, 以达到保护自然资源的目的<sup>[7]</sup>; ⑤容易量化: 选取指标时要充分考虑到指标体系的可操作性, 应容易获得较全面的数据支持。

**1.2 指标体系的建立** 根据上述评价指标的选取原则建立中成制药企业清洁生产指标体系<sup>[8]</sup>, 该体系包含目标层、准则层、指标层、分阶层(表 1)。

表 1 中成制药企业清洁生产指标体系层次框架

目标层	准则层	指标层(一级指标)	分阶层(二级指标)
中成制药企业清洁生产指标体系	定量指标	资源能源利用指标	单位原料综合能耗
			单位产品电耗
			单位产品水耗
			单位产品煤耗
			原材料利用率
	污染物产生指标	工业用水循环利用率	
		废水排放量	
		废水 pH	
		SS 排放浓度	
		COD 排放浓度	
废物回收利用指标	SO <sub>2</sub> 排放浓度		
	烟尘排放浓度		
	粉尘排放浓度		
	企业厂界噪声(昼)		
	企业厂界噪声(夜)		
定性指标	生产工艺与装备要求	锅炉灰渣综合利用率	
		药渣综合利用率	
		溶剂回收率	
		工艺技术水平	
		技术装备水平	
产品指标	环境管理指标	过程控制水平	
		产品合格率	
		产品销售	
		产品使用	
		产品报废	
环境管理指标	环境管理指标	环境法律法规标准	
		清洁生产审核	
		生产过程环境管理	

## 2 评价过程<sup>[9]</sup>

**2.1 确定指标基准值** 确定评价指标体系各定量评价指标评价基准值的依据是: 凡国家或行业在有关政策、规划、标准等文件中对该项指标已有明确要求值的, 就选用国家要求的数值; 凡国家或行业对该项指标尚无明确要求值的, 则选用国内重点大中型制药企业近年来清洁生产所实际达到的最优水平的指标值(表 2)。由于定性评价指标是行业内目前无法量化或缺乏统计数据的指标, 这里不做统一确定。

**作者简介** 张洋(1985-), 男, 湖南常德人, 讲师, 在读硕士, 从事环境生态学方面的研究, E-mail: 157221520@qq.com。

**收稿日期** 2013-12-13

表2 定量评价指标基准值<sup>[10]</sup>

一级指标	二级指标	评价基准值	确定依据
废物回收利用指标	锅炉灰渣综合利用率//%	100	清洁生产标准《中药饮片加工和中成药制造》二级标准
	药渣综合利用率//%	100	同上
	溶剂回收率//%	80	同上
资源能源利用指标	单位原料综合能耗//t 标准煤/t	1.2	同上
	单位产品电耗//kW·h/万元	25	国内重点大中型中成制药企业近年来清洁生产实际达到的最优水平的指标值
	单位产品水耗率//t/万元	20	同上
	单位产品煤耗//t/万元	0.4	同上
	原材料利用率//%	99	同上
	工业用水回收率//%	95	同上
污染物产生指标	废水排放量//t		《排放污染物许可证》
	废水 pH	6~9	《污水综合排放标准》二级标准
	SS 排放浓度//mg/L	70	同上
	COD 排放浓度//mg/L	100	同上
	烟尘排放浓度//mg/m <sup>3</sup>	200	《工业窑炉污染物排放标准》二级标准
	粉尘排放浓度//mg/m <sup>3</sup>	5	同上
	SO <sub>2</sub> 排放浓度//mg/m <sup>3</sup>	900	同上
	企业厂界噪声(昼)//dB(A)	65	《工业企业厂界环境噪声排放标准》
	企业厂界噪声(夜)//dB(A)	55	同上

**2.2 确定指标权重** 建立评价模型关键问题是在选定评价指标的基础上确定各指标的权重,采用模糊层次分析法来确定该评价模型的权重。

**2.2.1 构造判断矩阵。**建立影响表以后,构造出判断矩阵A:

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \cdots & A_{nn} \end{bmatrix}$$

**2.2.2 一致性检验。**经计算,一致性检验指标  $CR = 0.085 < 0.1$ ,满足一致性。

**2.2.3 计算权重。**判断矩阵一致性校验合格后,求解判断矩阵的权重,得到中成制药行业清洁生产指标体系各指标的权重值(表3)。

**2.3 模型分值计算** 审核模型分值计算采用综合记分法进行,其计算公式为:

对于指标数值越高(大)越符合清洁生产要求的指标: $S_i = S_{oi}/S_{si}$

对于指标数值越低(小)越符合清洁生产要求的指标: $S_i = S_{si}/S_{oi}$

式中, $S_i$ 为第*i*项评价指标单项评价指数; $S_{si}$ 、 $S_{oi}$ 分别为第*i*项评价指标的实际值和基准值。该模型设定总分为100分,所表达的清洁生产水平最高,分值越高,则说明企业清洁生产水平越高,推行清洁生产的潜力越小;分值越低,则说明企业清洁生产水平越低,推行清洁生产的潜力越大。

**2.4 中成制药行业清洁生产水平标准划分<sup>[11]</sup>** 根据目前我国中成制药行业的实际情况,通过查阅大量相关资料,将企业定量指标、定性指标、综合评分等级均划分为3个等级,定量指标等级为清洁、较清洁、一般;定性指标等级为低、中、高;综合指标(综合评价等级分数=(定量指标分数+定性指

标分数)/2)为国际先进水平、国内先进水平、国内一般水平。

表3 中成制药行业清洁生产指标权重值

目标层	准则层 (权重)	一级指标 (权重)	二级指标	权重	
中成制药企业清洁生产(100)水平	定量指标 (35)	资源能源利用指标	单位原料综合能耗	10	
			单位产品电耗	5	
			单位产品水耗率	5	
			单位产品煤耗	5	
			原材料利用率	5	
			工业用水回收率	5	
	污染物产生指标 (48)	污染物质指标	废水排放量	9	
			废水 pH	6	
			SS 排放浓度	6	
			COD 排放浓度	6	
			烟尘排放浓度	6	
			粉尘排放浓度	6	
			SO <sub>2</sub> 排放浓度	6	
			企业厂界噪声(昼)	1.5	
企业厂界噪声(夜)	1.5				
废物回收利用指标 (17)	废物回收利用指标	锅炉灰渣综合利用率	5		
		药渣综合利用率	5		
		溶剂回收率	7		
		定性指标 (100)	工艺指标 (33)	工艺技术水平	14
				技术装备水平	11
				过程控制水平	8
环境管理指标(27)	环境管理指标	环境法律法规标准	10		
		清洁生产审核	9		
		生产过程环境管理	8		
		产品指标 (40)	产品指标	产品合格率	14
				产品销售	10
产品使用	8				
		产品报废	8		

### 3 应用实例

**3.1 数据来源** 现将上述方法应用于湖南省某制药有限公司,各指标的现状值见表4。其中,部分数据没有现成值,是根据已有数据计算所得。

表 4 湖南某制药有限公司清洁生产水平

目标	准则层	一级指标	二级指标	基准值	实际值	得分	加权后得分	合计		
湖南某制药有限公司清洁生产水平	定量指标	资源能源利用指标	单位原料综合能耗//t 标煤/t	1.20	2.50	0.48	4.80	25.48		
			单位产品电耗//kW·h/万元	25.00	32.33	0.77	3.87			
			单位产品水耗//t/万元	20.00	26.89	0.74	3.72			
			单位产品煤耗//t/万元	0.40	0.57	0.70	3.51			
			原材料利用率//%	99.00	95.70	0.97	4.85			
		污染物产生指标	工业用水回收率//%	95.00	90.00	0.95	4.74			
			废水排放量//万 t	1.0	0.8	1.00	9.00		47.45	
			废水 pH	6~9	6~9	1.00	6.00			
			SS 排放浓度//mg/L	70	56	1.00	6.00			
			COD 排放浓度//mg/L	100	110	0.91	5.45			
	烟尘排放浓度//mg/m <sup>3</sup>	200.0	183.3	1.00	6.00					
	定性指标	工艺指标	粉尘排放浓度//mg/m <sup>3</sup>	5.0	0.5	1.00	6.00	39.72		
			SO <sub>2</sub> 排放浓度//mg/m <sup>3</sup>	900	800	1.00	6.00			
			企业厂界噪声(昼)//dB(A)	65	达标	1.00	1.50			
			企业厂界噪声(夜)//dB(A)	55	达标	1.00	1.50			
		产品指标	废物回收利用指标	锅炉灰渣综合利用率//%	100	100	1.00		5.00	17.00
			药渣综合利用率//%	100	100	1.00	5.00			
			溶剂回收率//%	80	85	1.00	7.00			
			自动化控制水平	-	先进	1.00	14.00			
	环境管理指标	环境管理指标	机械技术性能	-	先进	1.00	11.00	33.00		
			生产工艺设备先进性	-	先进	1.00	8.00			
			产品合格率//%	100.00	98.17	0.98	13.72			
			产品销售	-	达标	1.00	10.00			
环境管理指标	环境管理指标	产品使用	-	达标	1.00	8.00	27.00			
		产品报废	-	达标	1.00	8.00				
		环境法律法规标准	-	达标	1.00	10.00				
		清洁生产审核	-	达标	1.00	9.00				
环境管理指标	环境管理指标	生产过程环境管理	-	达标	1.00	8.00	39.72			
		生产过程环境管理	-	达标	1.00	8.00				

**3.2 评价结果分析**<sup>[12]</sup> 通过湖南省某制药有限公司清洁生产的审核与评价,对模型进行了验证,该公司定量指标的得分为 89.93,定性指标的得分为 99.72,综合评价分数为 94.83。但资源能源利用指标得分较低,能耗较高,余热未加以利用,建议对得分较低的环节加以改进,进一步完善企业清洁生产水平。按照模型设定的评价等级,该公司的定量指标与定性指标均超过 75 分,定性指标评价为“清洁”,定量指标评价为“高级”;综合评价分数也超过了 85 分,达到“国际清洁生产先进水平”,证实该研究所设置的模型可行。

#### 4 结语

通过构建一套完整的制药企业清洁生产指标体系,从资源与能源利用指标、工艺指标、污染物产生指标和环境管理指标、废物回收利用指标、产品指标等 6 个方面,审核制药企业的清洁生产水平,发掘企业的清洁生产潜力,同时还可以评估出该企业或生产线在国内的地位和水平。但是,由于目前中成制药行业的清洁生产标准还是空白,该研究所建立的标准是参考国际、国家标准值以及国家和发达地区的规划值,对所收集到的数据进行整理、选取、计算后得到的,因此

有待进一步完善。

#### 参考文献

- [1] 张瑜,信谊. 向绿色要效益[N]. 中国医药报,2003-02-15.
- [2] 张旭,陆建华. 为子孙留一片碧水蓝天[N]. 中国医药报,2003-01-25.
- [3] 李钧,李志宁. 药品的清洁生产与绿色认证[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [4] 国家清洁生产中心. 国家清洁生产审核师培训教材[Z]. 北京:国家清洁生产中心,2009.
- [5] 王健萍,张庆武. 论制药企业开展清洁生产的途径[J]. 中国环境管理,1997(5):30-31.
- [6] 俞观文. 科学发展重视资源和环境[J]. 中国医药工业杂志,2006,37(10):127-129.
- [7] 李平,梁翼. 制药企业开展清洁生产的举措[J]. 上海医药,2008(1):19-20.
- [8] 丁静,梁毅. 制药企业药品生产过程中污染的控制[J]. 咨询服务,2006,15(7):21-22.
- [9] 黄勇. 水泥工业清洁生产审核模式的研究[D]. 杭州:浙江工业大学,2006.
- [10] 国家环境保护总局环境标准研究所. 制药工业水污染物排放标准[S].
- [11] 张秋生. 制药工业清洁生产实践研究——以东北制药总厂为例[D]. 长春:东北师范大学,2005.
- [12] 程燕. 高岭土行业清洁生产评价指标体系构建及实例研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2009.