

风险评估法结合文献类比法在垃圾焚烧发电项目职业病危害预评价中的应用

刘磊¹, 李鹏飞¹, 彭洋洋², 唐昆¹, 程婷婷¹, 彭晓萍³

摘要:

[目的] 研究风险评估法结合文献类比法在垃圾焚烧发电项目职业病危害预评价中的应用。

[方法] 综述文献资料,分析垃圾焚烧发电项目存在的职业病危害因素及其浓度(强度)。利用风险评估方程式 $R=MLSN$ 计算评价单元中各职业病危害因素风险值 R ,根据 R 值测算出各评价单位职业病危害风险值 R_g ,进而评估拟建项目职业病危害风险值 I 。对照 I 值分级标准确定拟建项目职业病危害风险级别和风险程度。

[结果] 文献资料分析显示,垃圾焚烧发电项目存在的主要职业病危害因素以粉尘、噪声、高温为主,其次是化学毒物,还存在工频电磁场、生物因素等;粉尘、化学毒物、高温、工频电磁场监测结果均未超过工作场所职业病危害因素职业接触限值;噪声强度超标率范围为14.3%~28.3%,强度分级最高达Ⅱ级;微生物监测指标合格率低至33.3%。风险评估结果显示,主体工艺单元职业病危害风险值 R_g 为176.6,风险级别为Ⅲ级,风险程度属于高度风险;辅助单元职业病危害风险值 R_g 为89.5,风险级别为Ⅱ级,风险程度属于中度风险。拟建项目职业病危害整体风险值 I 为153.3,风险级别为Ⅲ级,风险程度属于高度风险。

[结论] 风险评估法与文献类比法相结合可以应用于垃圾焚烧发电项目职业病危害预评价。解决了单纯依赖类比法识别职业病危害因素及其浓度(强度)和无法对建设项目职业病危害风险程度定量分类的问题。

关键词: 风险评估法;文献类比法;垃圾发电;职业病危害预评价

引用: 刘磊,李鹏飞,彭洋洋,等.风险评估法结合文献类比法在垃圾焚烧发电项目职业病危害预评价中的应用[J].环境与职业医学,2018,35(4):341-346. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2018.17337

Application of risk assessment method and literature analogy method to pre-assessment of occupational hazards in waste-to-energy projects LIU Lei¹, LI Peng-fei¹, PENG Yang-yang², TANG Kun¹, CHENG Ting-ting¹, PENG Xiao-ping³ (1.Department of Occupational Disease Prevention and Control, Lu'an Center for Disease Control and Prevention, Lu'an, Anhui 237000, China; 2.Department of Occupational Health, Lu'an Municipal Bureau of Work Safety Supervision and Administration, Lu'an, Anhui 237000, China; 3.School of Public Health, Wannan Medical College, Wuhu, Anhui 241002, China). Address correspondence to LI Peng-fei, E-mail: lpf@lacdc.com.cn • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract:

[Objective] To study the application of combined risk assessment method and literature analogy method to the pre-assessment of occupational hazards in waste-to-energy projects.

[Methods] Through literature review, we analyzed occupational hazardous factors and corresponding concentrations (intensities) in waste-to-energy projects. We used risk assessment equation $R=MLSN$ to calculate a risk value R of each occupational hazardous factor, then a risk value R_g of occupational hazards in each assessment unit, and finally a risk value I of occupational hazards in a selected construction project. The risk levels and risk degrees of occupational hazards in a proposed construction project were determined according to I value classification standard.

• 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

[作者简介] 刘磊(1985—),男,学士,主管医师,工程师;研究方向:职业病危害风险评估与管理策略;E-mail: llei@lacdc.com.cn

[通信作者] 李鹏飞, E-mail: lpf@lacdc.com.cn

[作者单位] 1. 六安市疾病预防控制中心职业病防治科,安徽 六安 237000; 2. 六安市安全生产监督管理局职业健康科,安徽 六安 237000; 3. 皖南医学院公共卫生学院,安徽 芜湖 241002

[Results] Literature analogy results showed that the main occupational hazardous factors in waste-to-energy projects included dust, noise, and high temperature, followed by industrial toxicants, power frequency electric field, and biological factors. Among them, dust, industrial toxicants, high temperature, and power frequency electric field monitoring results did not exceed occupational exposure limits for hazardous agents in workplace; the unqualified rate of noise intensity was 14.3%-28.3%, reaching intensity grade II; the qualified rate of microbial indicators was 33.3%. The risk assessment results showed that the risk value R_g of occupational hazards in the main unit was 176.6, grade III risk level, high risk degree, and the risk value R_g of occupational hazards in the auxiliary unit was 89.5, grade II risk level, medium risk degree. The overall risk value I of occupational hazards in the selected proposed construction project was 153.3, grade III risk level, high risk degree.

[Conclusion] Risk assessment method combined with literature analogy method are suitable for the pre-assessment of occupational hazards in waste-to-energy projects. The combination solves the problem of relying solely on analogy method to identify occupational hazards and their concentrations (intensities) without quantitative classification on risk levels of occupational hazards in target construction projects.

Keywords: risk assessment method; literature analogy method; waste-to-energy; pre-assessment of occupational hazard

Citation: LIU Lei, LI Peng-fei, PENG Yang-yang, et al. Application of risk assessment method and literature analogy method to pre-assessment of occupational hazards in waste-to-energy projects[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2018, 35(4): 341-346. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2018.17337

类比法一直是《建设项目职业病危害预评价技术导则》和《建设项目职业病危害预评价报告编制要求》等文件推荐的预评价首选方法^[1-2]。《中华人民共和国职业病防治法》修订以后,有学者对类比法在建设项目职业病危害预评价中的应用进行了诸多研究^[3-6]。2017年5月1日实施的《建设项目职业病防护设施“三同时”监督管理办法》规定^[7],建设单位进行职业病危害预评价时,可以运用工程分析、类比调查等方法。同时,《职业病危害评价通则》中对类比法进行新的释义^[8],指出可以利用与拟评价建设项目相同或相似企业或作业场所的文献检索结果,类推拟评价建设项目接触职业病危害因素作业工种(岗位)的职业病危害因素预期接触水平,本研究称之为文献类比法。风险评估法可以定量计算评价对象的风险值,半定量评估风险程度,且操作性强。本研究意在探讨两种方法结合使用在垃圾焚烧发电项目职业病危害预评价工作中的应用,旨在拓展建设项目职业病危害预评价方法。

1 对象与方法

1.1 对象

安徽省某市首个拟建生活垃圾焚烧发电项目。

1.2 方法

1.2.1 风险评估法 用彭建明^[9]建立的职业病危害因素风险评估方程式 $R=MLSN$ 。将工作场所职业病危害因素浓度(强度)超标倍数、劳动者接触时间、接触人数、防护措施、个人防护用品、发生职业病危害的严

重程度作为风险要素并进行打分赋值,计算职业病危害风险值,根据风险值对职业病危害因素、评价单元(子单元)和整个建设项目职业病危害风险进行评估和分级。 $R=MLSN$ 式中: R ——评价单元中某种有害因素(尘、毒、噪声等)职业病危害风险值; M ——该职业病危害因素防护措施权数; L ——该职业病危害因素发生职业病危害的可能性量化值 $[L=tb, t$ 为暴露时间(h/d)权数, b 为工作场所职业病危害因素浓度或强度(噪声、高温作业危害采用作业分级级数)超职业接触限值(OEL)倍数权数]; S ——该职业病危害因素可能导致的职业病危害严重程度权数; N ——该职业病危害因素暴露人数权数。

(1)风险要素权数赋值。采用“定两头分中间”方法,即先定两头极端分值,即可接受风险值和最大风险值,再将中间分为若干区,确定风险评估要素赋值表,见表1。

(2)评价单元职业病危害风险。评估方程式: $R_g = \sqrt{R_{\max} \cdot \sum R/n}$ 。式中: R_g ——评价单元职业病危害风险值; $R_{\max}$ ——评价单元中各 R 中的最大值; $\sum R$ ——各职业病危害因素单项值之和; n ——参与计算的职业病危害因素数。

(3)建设项目职业病危害风险。评估方程式: $I = \sqrt{R_{g\max} \cdot \sum R_g/n}$ 。式中: I ——建设项目职业病危害风险值; $R_{g\max}$ ——各评价单元中各危害因素 R_g 的最大值; $\sum R_g$ ——评价单元职业病危害风险值之和; n ——参与计算的评价单元数。

表 1 风险评估要素权重赋值表					
分值	防护设施(M)	暴露时间t(h/d)	有害因素超标倍数(b)	危害因素严重程度(S)	暴露人数(N)
1	有完善的设备防护设施,有符合职业卫生要求的个人防护用品	2	粉尘、化学物、微生物不超标	无刺激、致敏、致生殖毒、致癌	≤10
2	有完善的设备防护设施,无符合职业卫生要求的个人防护用品	>2~4	粉尘、化学物、微生物超标1倍,噪声、高温作业分级Ⅰ级	轻度刺激作用	11~100
3	—	>4~8	粉尘、化学物、微生物超标2倍,噪声、高温作业分级Ⅱ级	—	101~
4	无设备防护,有符合职业卫生要求的个人防护用品	>8~10	粉尘、化学物、微生物超标3倍,噪声、高温作业分级Ⅲ级	中度刺激作用,可以致生殖毒性、可疑致癌	—
6	—	>10~12	粉尘、化学物、微生物超标4倍,噪声、高温作业分级Ⅳ级	强烈刺激作用,明确致敏物SiO ₂ ≥10%的粉尘	—
8	无任何设备防护措施,无任何个人防护用品	>12	粉尘、化学物、微生物超标5倍以上	不可逆腐蚀作用,致脏器重度损害,致癌物	—

(4)风险程度分级。参照《建设项目职业病危害风险分类管理目录(2012年版)》,对职业病危害因素风险值(R)、评价单元职业病危害风险值(R_g)和建设项目职业病危害风险值(I),进行风险级别和风险程度的划分:风险值≤50,风险级别Ⅰ,风险程度为低度风险;风险值>50~150,Ⅱ,中度风险;风险值>150,Ⅲ,高度风险。

1.2.2 文献资料搜集 文献资料来源于万方数据、CNKI中国知网和维普资讯数据库,以“垃圾焚烧发电”“垃圾发电”“职业病危害”为主题词检索相关文献。搜集近年来各学术期刊上发布的文献53篇,筛选出与本拟建项目在自然环境状况、生产工艺、生产设备、职业病防护措施、管理水平等方面相似,且职业病危害因素检测结果为获得资质认可的职业卫生技术服务机构出具的文献资料33篇,综述该类项目存在的职业病危害因素、分析其浓度(强度)^[10]。

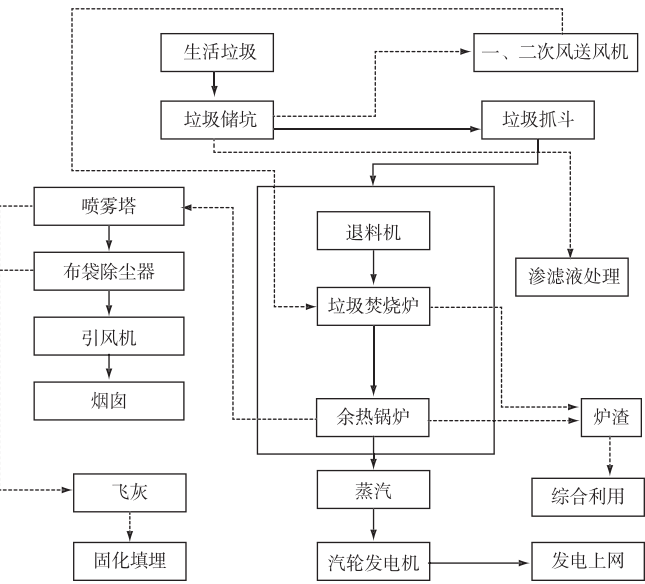
2 结果

2.1 基本情况

该拟建项目为安徽省某市首个生活垃圾焚烧发电项目,全年运行时间8000h,三班制生产。除设备必要的检修外,其余时间均全天24h运行,日处理生活垃圾约600t,年发电量8160×10⁴kW·h。全厂劳动定员64人,其中操作工46人,管理、技术员工18人。该项目主要工艺流程:生活垃圾→垃圾储坑→垃圾焚烧炉→余热锅炉→汽轮发电机→发电上网。见图1。

根据该拟建项目的主体工艺流程、工艺线路的主次,将项目工艺系统划分为主体工艺系统和辅助系统。其中:主体工艺系统包括垃圾接收及供料系统、垃圾焚烧系统、余热利用系统、电力系统、烟气净化

系统、灰渣处理系统;辅助系统包括中控室系统、除盐水制备系统、设备维修设施、公辅设施(办公生活服务设施、给排水系统等)。



[注]图中“实线”表示主要工艺流程;“虚线”表示主要工艺产生的废物处理流程,即主要工艺流程以外的流程。

图1 安徽省某市拟建生活垃圾焚烧发电项目工艺流程图

该拟建项目职业病危害防护措施:(1)防尘毒措施:垃圾储坑密闭,顶部配置一、二次机械抽风设备,使其形成负压,遏制储坑内恶臭、粉尘逸散;烟气净化系统采用选择性非催化还原脱硝+半干法喷雾塔+活性炭喷射+布袋除尘器烟气处理方法;飞灰及炉渣处理系统采用密闭通道、定期清理、水泥固化、湿式除渣。(2)防噪声措施:采取分布式控制系统控制,工人巡检时佩戴护耳器;引风机风道中设置消音器;将产生强噪声的设备布置在远离办公区的位置。(3)防高温措施:主厂房采取自然通风,辅助机械通风,保

证室内空气流动;中央控制室设置空气调节,高温季节发放清凉饮料。(4)防生物因素措施:每天定时对垃圾卸料平台喷洒灭菌、除臭药剂。(5)工频电磁场防护措施:汽轮发电机组、变压器、升压站等超高压

输变电设备周围设置屏蔽网罩,屏蔽装置接地。

2.2 文献资料分析

文献资料分析显示的垃圾焚烧发电项目各作业场所可能接触的职业病危害因素见表2。

表2 生活垃圾焚烧发电项目可能接触的职业病危害因素

评价单元	工种(岗位)	工作场所	可能接触的职业病危害因素
主体工艺单元	焚烧炉操作员	焚烧炉巡检位	粉尘、一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、硫氧化物、氯化氢、氟化氢、磷化氢、苯乙烯、二甲氨基乙腈、四氢化吡咯、哌啶等毒物、二甲胺、三甲胺、氯乙烯、甲硫醇、二氧化锡、氟化氢、各种重金属(汞、铅、铬、镉、镍、铜、砷等)及其化合物、二噁英类等,噪声、高温
	汽轮机操作员	余热利用工位	噪声、高温
	烟气净化操作员	烟气净化系统巡检位	石灰石粉尘、活性炭粉尘
	垃圾吊车操作员	卸垃圾大厅操作位	粉尘、硫化氢、氨等,微生物、噪声
	水处理操作员	除盐水系统巡检位	氢氧化钠、氯化氢、二甲胺等,粉尘和噪声
	电气仪表操作员	电气仪表操作位	六氟化硫、二氧化碳、工频电磁场、噪声
	地泵站操作员	垃圾计量操作位	微生物、噪声
辅助单元	化学分析师	化验室	二氧化硫、氯化氢、氢氧化钠
	机械维修员	设备检修工位	硫化氢、氨、一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、硫氧化物、氯化氢、臭氧、电焊烟尘等,工频电磁场、紫外线、微生物、噪声、高温
	电气维修员	电气检修工位	六氟化硫、工频电磁场
	檢視站操作员	檢視站操作位	二氧化碳、噪声
	仪控维修员	仪器维修工位	硫化氢、氨、一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、氯化氢、工频电磁场、微生物、噪声、高温
	环保检测师	环保工程工位	粉尘、一氧化碳、二氧化碳、硫氧化物、氮氧化物、噪声、高温
	灰渣运输驾驶员	灰渣槽巡视位	粉尘、高温、噪声

粉尘类监测结果:垃圾接收大厅,焚烧炉炉渣出口,净化装置加料、活性炭输送等产尘环节的石灰石粉尘、活性炭粉尘的时间加权平均接触浓度和短间接接触浓度均未超过OEL;其他粉尘的时间加权平均接触浓度范围为0.2~3.0 mg/m³,短间接接触浓度范围为0.3~4.1 mg/m³,游离二氧化硅含量范围为3.6%~9.7%。

化学因素类监测结果:盐酸储罐、碱液储罐、卸料平台、垃圾吊控制室、焚烧炉等岗位涉及的化学毒物有氯化氢、氢氧化钠、硫化氢、一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、硫氧化物、氨等,这些化学物质的时间加权平均接触浓度、短间接接触浓度、最高浓度均未超过相应的OEL。

物理因素类监测结果:(1)噪声强度不符合国家职业卫生标准要求普遍存在,主要集中在主厂房的空压机房,一、二次风机。汽轮机发电系统汽轮机运行时噪声强度检测8h等效声级高达93.4 dB(A),噪声强度超标率范围为14.3%~28.3%,强度达到Ⅱ级。(2)高温季节对垃圾焚烧炉、汽轮发电机组等工作场所巡检位高温强度进行检测,结果湿球黑球温度指数均在31.8℃以下,符合国家职业卫生标准要求。(3)工频电

磁场检测结果均符合OEL。

生物因素类监测结果:在生活垃圾中检出有大肠菌群,另有报道微生物检测合格率低至33.3%,甚至检出乙肝表面抗原。垃圾运输、卸料、平台清理过程中驾驶员和清洁工可能接触到相关生物因素。

2.3 风险评估结果

计算各评价单位中有害因素职业病危害风险值R。结果显示,垃圾焚烧和灰渣处理单元中的噪声职业病危害风险值R分别为384和288,属于高度风险;垃圾接收及供料和设备维修单元中的生物因素职业病危害风险值R均为192,属于高度风险;余热利用、烟气净化和电力单元的高温职业病危害风险值R处于50和150之间,属于中度风险。见表3。

计算各评价单位职业病危害风险值R_g,及该拟建项目职业病危害风险值I。结果显示,垃圾焚烧单元、灰渣处理单元的职业病危害风险值R_g分别为201.2和249.4,属于高度风险;垃圾接收及供料、烟气净化、除盐水制备和设备维修单元职业病危害风险值R_g处于50和150之间,属于中度风险;该拟建项目职业病危害风险值I为153.3,即该拟建项目职业病危害风险程度为高度风险。见表4。

表3 安徽省某市拟建生活垃圾焚烧发电项目评价单元中各种有害因素职业病危害风险值

评价单元	子单元	有害因素	M值	L值	S值	N值	风险值R
主体工艺单元	垃圾接收及供料单元	其他粉尘	1	1	2	1	2
		硫化氢	4	1	6	1	24
		氨	4	1	6	1	24
		生物因素	8	4	6	1	192
		噪声	4	2	4	1	32
	垃圾焚烧单元	一氧化碳	1	2	1	2	4
		二氧化碳	1	2	1	2	4
		氮氧化物	1	2	2	2	8
		硫氧化物	1	2	2	2	8
		硫化氢	4	2	8	2	128
		甲苯	2	2	8	2	64
		氯乙烯	2	2	8	2	64
		重金属	4	2	6	2	96
		其他粉尘	1	2	4	2	16
		噪声	8	6	4	2	384
		高温	8	6	4	2	384
	余热利用单元	噪声	1	2	4	1	8
		高温	8	2	4	1	64
	烟气净化单元	其他粉尘	2	2	6	2	48
		高温	4	4	4	2	128
	灰渣处理单元	其他粉尘	4	3	6	2	144
		噪声	4	9	4	2	288
	电力单元	六氟化硫	2	2	1	1	4
		其他粉尘	1	2	6	1	12
		噪声	2	6	4	1	48
		高温	4	4	4	1	64
	辅助单元	工频电磁场	2	2	4	1	16
	中控单元	二氧化碳	2	3	1	2	12
		噪声	2	3	4	2	48
	除盐水制备单元	氢氧化钠	4	4	8	1	128
		氯化氢	4	4	8	1	128
		其他粉尘	4	4	6	1	96
		噪声	4	4	4	1	64
	设备维修单元	硫化氢	4	1	6	1	24
		氨	4	1	6	1	24
		一氧化碳	4	1	1	1	4
		二氧化碳	4	1	1	1	4
		氮氧化物	4	1	2	1	8
		硫氧化物	4	1	2	1	8
		氯化氢	4	1	8	1	32
		电焊烟尘	4	1	6	1	24
		噪声	4	1	4	1	16
		生物因素	8	4	6	1	192
	辅助系统单元	高温	8	1	4	1	32
		氯化氢	1	3	8	2	48
		硫化氢	1	3	6	2	36
		氨	1	3	6	2	36
		氢氧化钠	1	3	8	2	48
		其他粉尘	1	3	6	2	36
		噪声	1	3	4	2	24
		高温	2	3	4	2	48
		工频电磁场	2	3	4	2	48

表4 安徽省某市拟建生活垃圾焚烧发电项目各评价单元职业病危害风险值及风险评估

评价单元	风险值R _g	风险级别	风险程度
主体工艺单元	176.6	Ⅲ	高度风险
垃圾接收及供料单元	102.6	Ⅱ	中度风险
垃圾焚烧单元	201.2	Ⅲ	高度风险
余热利用单元	48.0	Ⅰ	低度风险
烟气净化单元	106.1	Ⅱ	中度风险
灰渣处理单元	249.4	Ⅲ	高度风险
电力单元	42.9	Ⅰ	低度风险
辅助单元	89.5	Ⅱ	中度风险
中控单元	37.9	Ⅰ	低度风险
除盐水制备单元	115.4	Ⅱ	中度风险
设备维修单元	80.1	Ⅱ	中度风险
辅助系统单元	44.1	Ⅰ	低度风险
职业病危害风险	153.3 ^a	Ⅲ	高度风险

[注]*: I值。

3 讨论

多年来,类比法在建设项目职业病危害预评价中广泛应用,它是一种利用与拟建项目类型相同或相似的现有项目的职业病危害因素资料进行类推的方法。采用类比法时,重点关注拟建项目与类比企业之间的相似性,其缺点是拟建项目与类比企业之间因可能存在生产规模、工艺路线、生产设备等差别,导致职业病危害因素的种类和危害程度有所差异^[11]。类比企业和拟建项目通常只是局部相似而不是相同,因而类推得出的结论也只是与类比企业中的属性相似而非相同。在建设项目职业病危害预评价中只单独将拟建项目和类比企业做对照,然后类推拟建项目的做法存在风险。

本研究应用文献类比法分析与辨识生活垃圾焚烧发电项目存在的职业病危害因素类别及其岗位分布,综合分析各工种(岗位)职业病危害因素强度范围;采用风险评估法,对建设项目职业病危害风险值定量计算,对风险级别和风险程度进行半定量划分。风险评估法结合文献类比法在建设项目职业病危害预评价中的应用,不仅可以避免类比企业单一或难寻,也规避了对有量化趋向的评价对象难以准确评价的缺点。同时,对建设项目职业病防护设施、存在的危害因素导致职业病危害的可能性、所致职业病危害严重程度、暴露人数进行量化计算,得出建设项目职业病危害风险程度级别,为建设项目职业病危害分级分类监管提供依据。

风险的分类,按照预期的风险程度可以分为可忽略风险、轻度风险、中度风险、高度风险等^[12]。然而,任何建设项目都存在或轻或重的职业病危害,所以可

忽略风险的分类对于建设项目来说不切实际,遂将可忽略风险和轻度风险合并为低度风险。同时,考虑到国家安全生产监督管理总局《建设项目职业病危害风险分类管理目录(2012年版)》中将建设项目职业病危害风险分为一般、较重和严重三个等级^[13],本研究将低度风险等同于“一般”,中度风险等同于“较重”,高度风险等同于“严重”。

本研究最终确定该拟建项目职业病危害风险程度为高度风险(即“严重”等级),和李香玲等^[14]、石峻岭等^[15]研究结果一致。本研究忽略了建设项目建设施工和设备安装调试过程的职业病危害评价内容,未考虑职业卫生管理内容,风险评估时风险要素赋值难以精确。同时,因缺少相关职业卫生标准限值,评估生物因素对劳动者健康造成的风险时,无法做到精确分级。另外,生活垃圾的成分复杂,在存放、焚烧、固废处理等环节产生的有毒有害物质具有不确定性,无法做到全部识别。

参考文献

- [1] 建设项目职业病危害预评价技术导则: GBZ/T 196—2007 [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
- [2] 国家安全生产监督管理总局职业健康司. 建设项目职业病危害预评价报告编制要求[EB/OL].[2017-04-18]. http://www.chinasafety.gov.cn/newpage/Contents/Channel_21839/2014/0902/254198/content_254198.htm.
- [3] 孙伟, 谢峰, 王冠梅, 等. 类比法在火力发电厂职业病危害预评价中的应用[J]. 宁夏医科大学学报, 2013, 35(12): 1393-1396.
- [4] 李佳, 黄永庆. 类比法结合风险评估法在福建省某热电厂项目职业病危害预评价中的应用[J]. 职业与健康, 2017, 33(18): 2449-2451.
- [5] 王林, 刘衡平. 某公司铅冶炼及资源综合利用建设项目职业病危害预评价[J]. 中国卫生工程学, 2016, 15(5): 438-440.
- [6] 肖晓琴, 许启荣, 麦诗琪, 等. 某飞机维修库项目职业病危害预评价结果分析[J]. 职业卫生与应急救援, 2015, 33(5): 358-359.
- [7] 国家安全生产监督管理总局. 建设项目职业病防护设施“三同时”监督管理办法[EB/OL].[2017-05-01]. http://www.chinasafety.gov.cn/newpage/Contents/Channel_4109/2017/0324/286102/content_286102.htm.
- [8] 职业病危害评价通则: GBZ/T 277—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [9] 彭建明. 风险评估法结合类比法对建设项目职业病危害预评价探讨[J]. 职业卫生与应急救援, 2011, 29(4): 186-189.
- [10] 刘磊, 李鹏飞. 生活垃圾焚烧发电项目职业病危害因素及控制措施研究进展[J]. 工业卫生与职业病, 2017, 43(6): 466-469.
- [11] 全锦奎, 柳晓琳. 建设项目职业病危害预评价类比数据库设计及优选类比对象[J]. 环境与职业医学, 2013, 30(9): 717-719.
- [12] 丁钢强, 张美辨. 国外职业健康风险评估指南[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2014: 1-3.
- [13] 国家安全生产监督管理总局. 建设项目职业病危害风险分类管理目录(2012年版)[EB/OL].[2017-03-25]. http://www.chinasafety.gov.cn/newpage/Contents/Channel_5916/2012/0604/171653/content_171653.htm.
- [14] 李香玲, 王小舫, 赵容. 生活垃圾焚烧发电项目职业病危害因素及防护措施分析[J]. 中国卫生工程学, 2016, 15(3): 215-218.
- [15] 石峻岭, 吴世达, 陈健. 生活垃圾焚烧作业职业病危害风险评估研究[J]. 职业卫生与应急救援, 2013, 31(2): 74-77.

(收稿日期: 2017-05-05; 录用日期: 2017-08-03)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 陶黎纳)