

## 沿海城市企业环境风险源分级评价\*

# Classification of Environment Risk Sources from Enterprises in Coastal Cities

潘 圣<sup>1,2</sup>, 邓超冰<sup>1,2\*\*</sup>, 童张法<sup>1</sup>, 陈 洋<sup>2</sup>, 刘静西<sup>1,3</sup>

PAN Sheng<sup>1,2</sup>, DENG Chaobing<sup>1,2</sup>, TONG Zhangfa<sup>1</sup>, CHEN Yang<sup>2</sup>, LIU Jingxi<sup>1,3</sup>

(1. 广西大学, 广西南宁 530004; 2. 广西壮族自治区环境监测中心站, 广西南宁 530028; 3. 广西壮族自治区辐射环境监督管理站, 广西南宁 530222)

(1. Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China; 2. Environmental Monitoring Center Station of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi, 530028, China; 3. Radiation Environmental Monitoring Station of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi, 530222, China)

**摘要:**【目的】探讨沿海城市企业环境风险源分级方法,为环境风险源管理提供科学依据,有效防范突发环境事件的环境风险,保障人民群众的身体健康和环境安全。【方法】在借鉴重大危险源分级技术基础上,结合环境风险源的固有属性,从危害范围角度建立操作性强的环境属性扩散模型,采用危害范围中受体的敏感性和风险的危害性构建分级矩阵,形成沿海城市企业环境风险源分级指标体系。【结果】建立一种新的针对沿海城市区域环境风险源分级的环境风险评价方法。实例应用研究表明,位于海湾的A工业企业和位于内陆的B工业企业均为重大环境风险的环境风险源。【结论】所研究的环境风险分级方法,能够减少人为因素对风险源环境风险概率、环境管理水平等影响,并可应用于沿海城市区域环境风险源评价中。

**关键词:** 环境风险 危害范围 风险源分级矩阵

中图分类号: X820.4 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2016)06-0563-06

**Abstract:**【Objective】This article discusses the method of environmental risk source classification from enterprises in coastal cities, and provides scientific basis for the management of environmental risk sources, in order to guard against sudden environmental events' risks, to guarantee people's physical health and environment safety.【Methods】By drawing on the experience of classification of major hazard sources and combining inherent attributes of environmental risk sources, a diffusion model of environmental attributes with high performance is built from the perspective of hazard. The sensitivity of receptors in harm range and harm grade are used for the classification matrix to form environmental risk sources index system of the enterprises in coastal cities.【Results】Taking Plant A located in the Gulf and inland Plant B as examples,

the classification method is used to identify and classify the risk sources, and the two industrial enterprises belong to the major environmental risk sources.【Conclusion】The method of environmental risk assessment can reduce the influence of subjective judgment on the probability of environmental risk and environmental management, and it can be applied to the area of environmental risk assessment in coastal cities.

**Key words:** environment risk, risk range, risk sources index system

收稿日期: 2016-11-04

修回日期: 2016-12-30

作者简介: 潘 圣(1984-), 男, 工程师, 主要从事环境风险分级评估研究。

\* 广西自然科学基金重大项目“西江流域水环境重金属污染机制与调控”(2013GXNSFEA053001)资助。

\*\* 通信作者: 邓超冰(1962-), 男, 教授, 主要从事环境风险应急监测技术研究, E-mail: dcb715@sina.com。

## 0 引言

【研究意义】随着我国经济持续高速增长,城市化水平逐年提高,城镇建成区面积不断外扩,乡村人口沿公路网络逐步外迁,原本远离城镇布局合理的工业企业逐渐被住宅区及迁入人群包围,潜在的人员安全与环境风险影响也随之提高。环境风险可按照风险类型,分成突发环境事故环境风险、自然生态环境风险和人体健康环境风险三类,对可能发生突发环境事件的企业所造成的危害程度是环境风险评估分级的重点。与突发环境事件风险密切相关的要素为化学物质的物理化学性质、物质总量和危险性程度等。工业企业生产场地中存放的,具有易燃易爆及有毒有害特性的危险物质<sup>[1]</sup>,一旦发生事故对一定区域内人员生命健康及自然生态环境都将同时造成极大损害。例如广西宜州市城西开发区的广西广维化工有限责任公司乙炔气体泄漏爆炸事故,天津市滨海新区天津港的危险品仓库火灾爆炸事故等。工业企业环境风险等级划分方法的研究,能够为有效应对各项突发环境事件提供科学的技术支撑。【前人研究进展】针对重大危险源和环境风险源辨别与分级技术,国外已有大量的报道,如美国法律<sup>[2]</sup>规定统一的环境风险管理方案;美国环保署建立环境风险源中风险物质导致突发环境事故发生的概率和环境危害性评价体系;欧洲的《塞维索指令 III》<sup>[3]</sup>以危险物质及其数量,将风险单元分成三个级别来控制,严格控制和管理高风险级别企业;而国内的研究与应用还处于起步阶段<sup>[4-5]</sup>。安全生产监督管理部门通过对重大危险源开展相关研究所形成的国家标准<sup>[6]</sup>,对研究工业企业环境风险等级划分方法具有较可靠的借鉴作用。【本研究切入点】结合防范突发环境污染事件风险需要,以一个区域工业企业与居民相互环境影响为研究对象,开展环境风险源分级方法研究。【拟解决的关键问题】结合重大危险源基础的辨别方法与静态分级技术,从危害范围角度探讨沿海城市企业环境风险源分级方法,为环境风险源管理提供科学依据。

## 1 环境风险分级矩阵的建立

### 1.1 危险源分级

在重大危险源与环境风险源的辨别中存在较多共性内容,安全风险和环境风险本质上是风险源危险物质失控导致的爆炸和泄漏等事故所引起的<sup>[7]</sup>。以生产过程中涉及的潜在危险物质清单识别工业企业环境风险的识别方法可操作性最佳,其识别过程是在生产场地存放单元中以危险化学品清单的形式列出

爆炸性物质、易燃物质、活性化学物质、有毒物质等危险物质,并规定临界量值<sup>[8]</sup>,通过每种危险物质的最大存量与其临界量值的比值进行加和计算<sup>[6]</sup>。按照国内安全生产监督管理部门明确危险化学品重大危险源分级要求<sup>[9]</sup>,采用待分级单元内各种危险化学品实际存在(在线)量与其在标准中<sup>[6]</sup>规定的临界量比值,并经校正系数校正后的比值之和  $R$  作为分级指标。

对于识别出的重大危险源,目前其分级方法可归为两个类型:一是采用统一不变的分级标准或危险源数目的变化不影响分级结果的静态分级法;二是危险源数目、分级的标准其中一项可变,或者两项皆可变的动态分级法<sup>[10]</sup>。静态分级方法操作简便,如死亡半径法  $R_{0.5}$  确定等级、固有危险性评价法、事故后果分级法等<sup>[11-12]</sup>所建立的分级指标体系操作性强,实践中采用较多。在围绕风险源特有属性和分级人员实际操作便利上,静态分级方法具有较好借鉴作用,通过静态分级方法建立的环境风险分级指标体系,可为政府做好环境风险管理决策提供区域环境风险源分级结果。本研究采用静态分级方法建立环境风险分级矩阵,以评价中尺度范围内环境风险源的风险级别。

### 1.2 环境风险分级矩阵法

以我国北部湾钦州市区域工业企业群为例,同时模拟库区、罐区及生产区等储存和生产环节的环境风险物质引发环境突发事件对地表水、环境空气、海水和居民区(点)等特有环境受体的危害范围,提出风险企业环境风险识别和等级划分模式:(1)按全部风险物质最大存在量的大小,对特定区域内的潜在风险企业环境风险源进行识别,排除非环境风险源,确定需要进行评价、分级的环境风险源;(2)对环境风险危害范围进行评价,即突发环境事件能够引起的事故最严重程度,也即环境风险物质通过空气、地表水、海水 3 种环境介质扩散所危害的范围;(3)分析环境风险受体敏感程度,划分出 3 个类型的环境敏感度;(4)根据环境风险危害范围,按照环境风险物质数量与其临界量比值( $Q$ )、企业周边环境风险受体( $E$ )建立矩阵,分别对潜在大气污染、地表水体污染和海水污染风险企业的环境风险进行分级;(5)以大气污染、地表水体污染和海水污染环境风险的分级结果中最高等级为企业最终环境风险级别,将风险等级分为一般环境风险等级、较大环境风险等级、重大环境风险等级 3 个级别。

#### 1.2.1 风险识别

采用环境风险物质数量与其临界量的比值之

和来判别环境风险源,其表达式如下:

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_i} \geq 1,$$

式中,  $Q$  为环境风险物质数量与其临界限量的比值之和;  $q_i$  为每种存在环境风险的物质最大存量,  $t$ ;  $Q_i$  为每种对应存在环境风险的物质临界量<sup>[13]</sup>,  $t$ 。

$Q$  值计算用于环境风险源的筛选。根据危害程度,当  $Q < 1$  时企业直接评为非环境风险企业;当  $1 \leq Q < 10$  时为具有一般危害,以  $Q1$  表示;  $10 \leq Q < 100$  为具有较大危害,以  $Q2$  表示;  $Q \geq 100$  为具有重大危害,以  $Q3$  表示。

### 1.2.2 环境风险危害范围评估

依据沿海城市的特征,环境污染危害范围从大气、地表水体和海水 3 个要素中进行计算。

#### (1) 水扩散

对于水污染事故风险源导致的地表水体污染,运用扩散模型计算事故危害范围,表达式如下:

$$X = \frac{0.287K \cdot M \cdot P \cdot \sqrt{H}}{U^2 \cdot B \cdot S},$$

式中:  $X$  为水体扩散范围,  $m$ ;  $K$  为物质入河率(表 1),  $\%$ ;  $M$  为重大环境风险源实际储量或运输量,  $g$ ;  $P$  为重大环境风险源内化学品泄漏率(表 2),  $\%$ ;  $H$  为平均水深,  $m$ ;  $U$  为河流的流速,  $m \cdot s^{-1}$ ;  $B$  为河宽,  $m$ ;  $S$  为 GB 3838-2002 中 III 类水质指标的规定的标准浓度,  $g \cdot m^{-3}$ 。

表 1 风险物质入河率

Table 1 The rate of environmental risk substances discharged into rivers

应急措施 Emergency measure	入河率 Rate discharged into rivers(%)
无应急措施 No emergency measure	80~60
有一定应急措施 A bit of emergency measure	60~40
有完善应急措施 Perfect emergency measure	40~20
无法直接入河 Not directly discharged into the river	0

#### (2) 大气扩散

对于火灾等大气污染事故导致的大气污染,危害范围预测采用高斯烟团简化模型:

$$C_0(x, y, o) = \frac{0.127Q_0}{\sigma_x \sigma_y \sigma_z} \exp \left[ -\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma_x^2} \right] \exp$$

$$\left[ -\frac{(y-y_0)^2}{2\sigma_y^2} \right] \exp \left[ -\frac{z_0^2}{2\sigma_z^2} \right],$$

式中:  $C_0$  为下风向地面  $(x, y)$  坐标处的空气中污染物浓度,  $mg \cdot m^{-3}$ ;  $x_0, y_0, z_0$  为烟团中心坐标;  $Q_0$  为污染物排放源强,  $kg \cdot s^{-1}$ ;  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  为  $X, Y, Z$  方向的扩散参数,  $m$ , 取  $\sigma_x = \sigma_y$ 。

表 2 风险物质泄漏率

Table 2 Release rate of environmental risk substances

泄漏类型 Release forms	泄漏率 Leakage rate(%)	
	易燃液体 Flammable liquid	有毒液体 NLS
大量溢出 A large number of overflow	50	13
大量泄漏 A large number of leakage	4	2

#### (3) 溢油扩散

码头溢油事故造成的海洋污染危害范围表达式如下:

$$R_t = \frac{\sqrt[3]{D_0^3 + \frac{24}{\pi} K_0 (\gamma_w - \gamma_o) \frac{\gamma_o V_o t}{\gamma_w}}}{2},$$

式中:  $R_t$  为  $t$  时刻的油膜半径,  $m$ ;  $D_0$  为初始时刻的直径,  $m$ ;  $K_0$  为常数,对中东原油一般取  $15\ 000\ min^{-1}$ ;  $\gamma_w, \gamma_o$  为水和石油的比重。

### 1.2.3 环境受体敏感度

根据环境风险受体重要性和敏感程度,由高到低将企业周边的环境风险受体分为类型 1、类型 2 和类型 3,分别以  $E1, E2$  和  $E3$  表示(表 3)。

### 1.2.4 环境风险分级矩阵

本文研究的对象为有河流地表水和海湾的沿海城市区域,分析环境风险物质通过大气、地表水体和海水 3 个环境受体扩散后,采用危害范围中受体的敏感性和风险的危害性构建分级矩阵,分别对造成大气污染、地表水体污染和海水污染风险企业的环境风险等级进行评估。从大气污染(以  $R_{空气}$  表示)、地表水体污染(以  $R_{地表水}$  表示)和海水污染(以  $R_{海水}$  表示)环境风险进行分级结果中最高等级为企业最终环境风险级别,形成分为 3 个级别的环境风险源评价体系(表 4),用  $R1, R2, R3$  表示( $R1, R2, R3$  分别为重大环境风险、较大环境风险和一般环境风险,  $R1 > R2 > R3$ )。

表 3 企业周边环境风险受体敏感度

Table 3 Scenarios of different environmental receptors surrounding the enterprise's environment risk sources

类型 Types	环境风险受体情况 Environmental receptors
类型 1 Type 1 (E1)	<p>企业未进行环境影响评价,未批先建的;</p> <p>企业沿河流和海洋排放,在计算的最大扩散范围内,有如下一项环境风险受体的:乡镇及以上城镇饮用水水源(地表水或地下水)保护区,自来水厂取水口,水源涵养区,自然保护区,重要湿地,珍稀濒危野生动植物天然集中分布区,重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道,风景名胜,特殊生态系统,世界文化和自然遗产地,红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统,珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区,海洋特别保护区,海上自然保护区,盐场保护区,海水浴场,海洋自然历史遗迹;</p> <p>企业周边在计算的大气最大扩散范围内总人口大于 5 万人,或企业周边现状不满足环评及批复的卫生防护距离或大气环境防护距离等要求的</p> <p>The enterprise has not carried on the environmental impact assessment,and has not approved before the construction</p> <p>The enterprises along the river and marine emissions,and in the maximum diffusion range calculation,they have one of following environmental risk receptors;town and urban drinking water (surface water or groundwater) reserve,tap water plant water intake, water conservation,nature reserve,important wetlands,rare and endangered wildlife natural concentrated distribution area,important aquatic natural spawning and feeding grounds,wintering grounds and migration channels,scenic area,special ecological system,the world cultural and natural heritage,wetland ecosystems such as mangroves and coral reefs,rare and endangered marine natural concentrated distribution area,marine special reserve,sea nature reserve,salt reserve,beach,marine natural or historical relics</p> <p>The enterprises,within the calculation of the maximum spread of the atmosphere,have the total population of more than 50 thousand people,or the status quo surrounding the enterprise does not meet the requirements for the EIA and approval of the health protection distance or atmospheric environmental protection</p>
类型 2 Type 2 (E2)	<p>企业进行环境影响评价,但位于溶岩地貌、泄洪区、泥石流多发等地区;</p> <p>企业沿河流或海洋排放,在计算的最大扩散范围内,有如下一项环境风险受体的:水产养殖区,天然渔场,耕地、基本农田保护区,富营养化水域,基本草原,森林公园,地质公园,天然林,海滨风景游览区,具有重要经济价值的海洋生物生存区域;</p> <p>企业周边在计算的大气最大扩散范围内总人口大于 1 万人,小于 5 万人</p> <p>The enterprises carry out environmental impact assessment,but are in karst landform,flood,debris flow and other areas</p> <p>The enterprises along the river and marine emissions,and in the maximum diffusion range calculation,they have one of following environmental risk receptors;aquaculture area,natural fishery,cultivated land,basic farmland protection area,eutrophic water,basic grassland;Forest park,geological park,natural forest,waterfront scenic area,habitats of marine organisms has important economic value</p> <p>The enterprises within the calculation of the maximum spread of the atmosphere wave the total population of more than 10 thousand people but less than 50 thousand people</p>
类型 3 Type 3 (E3)	<p>企业沿河流或海洋排放,在计算的下游水体最大扩散范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的环境风险受体;</p> <p>企业周边在计算的大气最大扩散范围内总人口小于 1 万人</p> <p>The enterprise extends beyond the river or ocean discharge,and the calculation of the maximum extent of the downstream water body have not the scope of the above types 1 and 2 included in the environmental risk receptors</p> <p>The enterprises within the vicinity of the calculation of the maximum spread of the atmosphere have the total population of less than 10 thousand people</p>

表 4 沿海城市企业环境风险分级矩阵

Table 4 Classification matrix for environment risk sources grading sheet of coastal cities' industrial enterprises

环境风险受体风险类型 Risk sources of environmental receptors	环境受体敏感度 The sensitivity of environmental receptors( E )		环境风险物质数量与临界量比 Quantity and critical mass ratio of environmental risk materials( Q )		
	受体类型 Types of environmental receptors	敏感度类型 Types of sensitivity	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
R <sub>地表水</sub> R <sub>surface water</sub>	地表水 Surface water	E1 类水平 E1 level	R1	R1	R1
		E2 类水平 E2 level	R2	R2	R1
		E3 类水平 E3 level	R3	R3	R2
R <sub>空气</sub> R <sub>air</sub>	空气 Air	E1 类水平 E1 level	R1	R1	R1
		E2 类水平 E2 level	R2	R2	R2
		E3 类水平 E3 level	R3	R3	R3
R <sub>海水</sub> R <sub>seawater</sub>	海水 Seawater	E1 类水平 E1 level	R1	R1	R1
		E2 类水平 E2 level	R2	R2	R1
		E3 类水平 E3 level	R3	R3	R2

## 2 实例运用

### 2.1 研究区域

选择中国南海北部湾的广西钦州市为研究区域,该区域以钦州港经济技术开发区为龙头,同时拥有中马(钦州)产业园区、保税港区、高新区以及灵山、浦北、钦南、钦北各县区工业园区,为北部湾沿海城市的典型区域。2015年,有一定规模的工业企业有311家,从中选择181家收集风险物质等信息。以位于海湾的广西钦州港经济技术开发区A工业企业和位于

表5 工业企业环境风险分级

Table 5 Environment risk sources grading sheet of industrial enterprises

企业 Enterprise name	主要风 险物质 Enviromental risk sub- stances	总量(吨) Total ma- terial(t)	环境风险物质数 量与其临界限量 的比值之和 Quantity and crit- ical mass ratio of environmental risk materials	环境受体 Environmental receptors	地表水风险 (R <sub>地表水</sub> ) Risk sources of surface water (R <sub>surface water</sub> )	空气风险 (R <sub>空气</sub> ) Risk sources of air(R <sub>air</sub> )	海水风险 (R <sub>海水</sub> ) Risk sources of sea water (R <sub>seawater</sub> )	风险级别 (R) Risk grade (R)
A 工业 企业 Plant A	油类 物质 Oil	9 513 577	3 805	茅尾海红树林自然保护 区、三娘湾度假旅游区 等,影响人口约4.85万 Maowei Sea Mangrove nature reserve, the San- niang Bay resort district, affecting a population of about 48.5 thousands	/	R2	R1	重大环境 风险 Major en- vironment pollution
B 工业 企业 Plant B	磷酸 Phos- phoric acid	235 873	94 349	耕地 Cultivated land	R1	/	/	重大环境 风险 Major en- vironment pollution

### 3 结论

根据沿海城市区域环境风险源的特点,借鉴重大危险源的分级技术,识别环境风险物质,对现有风险物质在环境受体中的扩散模型进行优化和简化,基于环境风险源的危害范围和风险物质自身的危害属性特征,建立企业环境风险分级矩阵模型指标体系。该指标综合考虑突发事故污染最大范围内所导致的人身伤害、社会损失和生态损失等危害形式,经归一后叠加成的事故产生的综合环境污染状况,选取环境受体最大危害级别为企业环境风险级别。此方法能够减少人为因素对风险源环境风险概率、环境管理水平等影响,根据风险源的存在量和环境受体的客观变化,真实反映环境风险源的危害性,是针对沿海城市区域环境风险源分级的一种新的评价方法。以钦州市为例,开展应用研究表明,该方法可应用在沿海城市区域环境风险源评价,可为有效控制环境污染事故和作出应急决策提供依据和必要的技术支撑。

县域内陆地表水流域的钦州市沙埠镇大田工业园 B 工业企业为例进行风险源识别和分级,环境信息和风险物质信息主要来源于 2015 年钦州市环境统计清单、企业突发污染事故应急预案备案、国控企业自行监测及信息公开方案备案等。

### 2.2 识别与分级结果

根据 A、B 工业企业的库区、罐区及生产区等储存和生产环节的环境风险物质识别,两厂均为环境风险源,采用本研究的环境风险分级指标体系进行分级,两厂均为重大环境风险的环境风险源(表 5)。

### 参考文献:

[1] RAGAS A M J, OLDENKAMP R, PREEKER N L, et al. Cumulative risk assessment of chemical exposures in urban environments [J]. Environmental International, 2011, 37(5): 872-881.

[2] United States Environmental Protection Agency. Clean Air Act Amendment[Z]. 1996.

[3] European Parliament and Council. Directive 2012/18/EC of amending and subsequently repealing Council Directive 96/82 EC, On the Control of Major-Accident Hazards Involving Dangerous Substances (Seveso III) [Z]. [S. l.]: European Parliament and Council, 2012.

[4] 赵文芳, 万古军, 张广文, 等. 重大危险源定量风险评估实例解析[J]. 安全与环境学报, 2013, 13(5): 239-243. ZHAO W F, WAN G J, ZHANG G W, et al. Exemplary analysis on the quantitative risk assessment of major hazardous installations [J]. Journal of Safety and Environment, 2013, 13(5): 239-243.

[5] PENG J F, SONG Y H, YUAN P, et al. An novel identification method of the environmental risk sources for

surface water pollution accidents in chemical industrial parks[J]. Journal of Environmental Sciences, 2013, 25 (7):1441-1449.

- [6] 国家安全生产监督管理总局. 危险化学品重大危险源辨识:GB 18218—2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009. State Administration of Quality and Technical Supervision. Identification of major hazard installations for dangerous chemicals:GB 18218—2009[S]. Beijing:China Standard Press,2009.
- [7] 袁鹏,许伟宁,王业耀,等. 城市企业环境风险源分级方法与应用研究[J]. 环境工程技术学报,2015,5(5):361-367. YUAN P, XU W N, WANG Y Y, et al. Classification method of urban industrial environmental risk sources and its application[J]. Journal of Environmental Engineering Technology, 2015, 5(5):361-367.
- [8] United States Environmental Protection Agency. Chemical accident prevention provisions:40CFR PART68[S]. Washington D C: United States Environmental Protection Agency,1999.
- [9] 国家安全生产监督管理总局. 国家安全生产监督管理总局令 第 40 号,危险化学品重大危险源监督管理暂行规定[Z]. 国家安全生产监督管理总局,2011-08-05. State Administration of Work Safety. Decree No. 40 Issued by State Administration of Work Safety. Interim provisions of supervision and management on dangerous

chemicals major hazard installations[Z]. State Administration of Work Safety,2011-08-05.

- [10] 吴丹. 化学工业园区中危险源分级模式浅析[J]. 考试周刊,2016(2):195-196. WU D. Analysis on classification model of dangerous source in Chemical Industrial Park[J]. Exam week, 2016(2):195-196.
- [11] 李德顺,许开立. 重大危险源分级技术的研究[J]. 中国公共安全:学术版,2007(3):44-47. LI D S, XU K L. Discussion on major hazard installations classification technology[J]. China Public Security: Academy Edition,2007(3):44-47.
- [12] 赵江平,周慈,张遵毅. 关于重大危险源辨识及分级技术的讨论[J]. 安防科技,2004(6):28-30. ZHAO J P, ZHOU C, ZHANG Z Y. Discussion on the identification and classification of major hazard sources [J]. Security Technology,2004(6):28-30.
- [13] 环境保护部. 企业突发环境事件风险评估指南(试行)[Z]. 环境保护部,2014-04-03. Ministry of Environmental Protection. Guidelines for the risk assessment of environmental emergencies in enterprises (trial balloon) [Z]. Ministry of Environmental Protection,2014-04-03.

(责任编辑:米慧芝)