

文章编号: 1674-991X(2013)01-0033-08

染料涂料废物贮存豁免量限值研究

黄泽春, 王琪*, 黄启飞
中国环境科学研究院, 北京 100012

摘要: 针对染料涂料废物管理的贮存环节, 基于地下水迁移扩散和大气扩散的暴露场景, 通过环境风险评价, 制定漆渣、废水处理污泥、废油墨油漆的贮存豁免量限值。结果表明, 固体废物(污泥和漆渣)的贮存豁免量极小, 没有豁免管理意义。在桶装(无盖)、开放或半封闭堆场、地面有硬化和防渗系统场景下, 废油墨油漆的贮存豁免量限值为 262 kg/a。

关键词: 染料涂料废物; 贮存; 豁免量限值; 风险评价

中图分类号: X705

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1674-991X.2013.01.007

Exemption Limit Value for Waste Dyes and Paints Storage

HUANG Ze-chun, WANG Qi, HUANG Qi-fei

Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China

Abstract: The storage process of waste dyes and paints was focused on. Based on the groundwater transport and diffusion scenario and air diffusion scenario, the exemption limit values (ELVs) for the storage of paint slag, wastewater sludge, and waste ink and paint was figured out using environmental risk assessment methodology. The results showed that the exemption limit value of solid phase waste (paint slag and wastewater sludge) storage was too little for exemption management. For waste ink and paint storage, the exemption limit value was 262 kg/a under bucket package without cover, open or semi-closed storage yard, harden ground and anti-seepage scenario.

Key words: waste dyes and paints; storage; exemption limit value; risk assessment

根据 2005 年我国危险废物申报登记数据统计, 从产生企业数来看, 染料涂料产生企业数最多, 占总企业数的 15.51%。通过对试点城市的现场调查发现, 产生染料涂料废物的企业在废物贮存、运输、处置等环节中, 运输和处置较为规范, 废物由有资质的运输企业运至处置单位, 运输车辆通常为厢式货车, 运输包装方式通常为袋装(70%)及桶装(30%), 采用的处理方式均为焚烧。在贮存环节, 主要采用袋装(65%)、桶装(25%)及无包装堆放(10%, 废物为废水处理污泥)。其中, 漆渣、废水处理污泥主要用袋装, 废溶剂、废油漆类液态废物则采用桶装。企业的贮存场所主要采用封闭式储存(60%), 其次是半

封闭式(35%)和开放式堆放(5%)。13 家企业的堆存场所设有防渗设施, 如水泥硬化地面、渗滤液收集设施, 7 家企业的堆存场所没有防渗设施。因此, 认为染料涂料废物的贮存环节是目前其管理的重点和难点。采用环境风险评价方法, 确定染料涂料废物贮存的豁免量限值, 以期为其豁免管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试样品

染料涂料废物可分为漆渣、废水处理污泥、废油墨油漆、废溶剂。在相关企业现场共采集 48 个样本, 包括 20 个漆渣样本、9 个废水处理污泥样本、10

收稿日期: 2012-06-01

基金项目: 国家环境保护公益性行业科研专项(200709028)

作者简介: 黄泽春(1974—), 男, 副研究员, 博士, 主要从事危险废物管理与处置技术研究, huangzc@craes.org.cn

* 责任作者: 王琪(1957—), 男, 研究员, 博士, 长期从事固体废物管理与处理处置技术研究, wangqi@craes.org.cn

个废油墨油漆样本、9个废溶剂样本^[1]。

1.2 试验方法

对48个样本进行测试分析,包括重金属总量(消解法)、重金属硫酸硝酸法浸出毒性(HJ/T 299—2007)^[2]和7类有机物总量。对测试结果进行统计分析获得各种污染物浓度分布水平。

1.3 贮存环节风险分析方法

1.3.1 暴露场景

对试点城市染料涂料废物贮存现场的调研发现,废水处理污泥和漆渣大部分采用编织袋包装,部分无包装贮存,因此降雨的淋滤作用会导致污泥和漆渣中的有害成分进入土壤,经地下水迁移扩散后到达暴露点被人群摄入,并且污泥中挥发性有机物

成分较低,因此污泥和漆渣的贮存环节暴露场景为基于地下水迁移扩散的暴露场景。废油墨油漆均采用了桶装,主要考虑废物中的挥发性有机污染物挥发后经大气迁移被人群吸入,因此废油墨油漆类废物的暴露场景为基于大气扩散的暴露场景^[3-4]。

1.3.2 暴露模型及参数

污泥和漆渣在贮存场景下污染物在土壤包气带及地下水层中的迁移扩散计算采用污染物在不同环境介质中的迁移扩散模型,具体模型及参数见表1。模型参数及其暴露场景建立所需的参数通过对试点城市产生企业贮存管理现状的现场调查,及样品分析测试的结果经统计分析后获得。人体健康风险评估表征模型,包括致癌风险和非致癌风险^[5-6]。

表1 贮存环节暴露模型及参数

Table 1 Exposure model and parameters in storage

模型	模型参数			模型参数 参考值
	符号	名称	单位	
包气带: $R \frac{\partial C_i}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C_i}{\partial Z^2} - u \frac{\partial C_i}{\partial Z} - K_i \times C_i$	Z	厚度	m	1.5
	ρ_b	土壤容重	g/cm ³	1.65
	K	水力传导率	cm/s	1.0×10^{-7}
含水层: $\frac{\partial C_{wi}}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 C_{wi}}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 C_{wi}}{\partial y^2} - u \frac{\partial C_{wi}}{\partial x} - \lambda C_{wi} + \frac{I}{n}$	b	含水层厚度	m	6
	L_s	污染物运移距离(渗漏点与暴露点距离)	m	300
	u	地下水流速	m/d	0.5
	T	废物运输量	t/次	5
	V_a	场地平均风速	m/s	1.1
大气模型: $C = \frac{QK}{2\pi V_a} \int_x \frac{VD}{\sigma_y \sigma_z} \left\{ \int_y \exp \left[-0.5 \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] dy \right\} dx$	H_0	场地海拔高度	m	250
	H_0'	气象站海拔高度	m	377.6
	Z'	受体高度	m	1.6
	x'	场地长	m	3
	y'	场地宽	m	2
	L	下风向受体与释放点距离	m	300
	ρ	废物密度	kg/m ³	730(废油墨油漆) 292(漆渣)
	h'	废物高度	m	1.2(废油墨油漆) 0.6(漆渣)

2 结果与讨论

2.1 污染物种类与浓度

2.1.1 重金属

通过对染料涂料废物生产工艺分析可知,重金属污染物主要由油漆、油墨生产过程中加入颜料的

环节引入,因此,重金属污染物种类由所用的颜料种类决定^[9-11]。由图1~图4可以看出,污泥中检出的重金属浓度较高(即浓度<1 mg/kg的比例较少);漆渣、污泥、废油墨油漆中检出的重金属种类没有明显差别。结果表明,即使是对于同一来源的废物,例如染料涂料废物,由于不同的产废环节,不同的物理

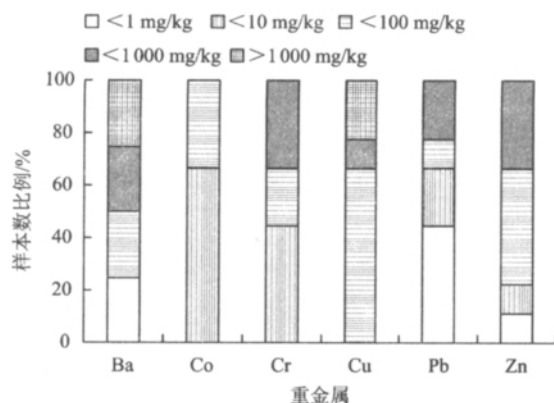


图1 污泥中重金属总量的分布

Fig. 1 Heavy metal total amounts distribution in sludge

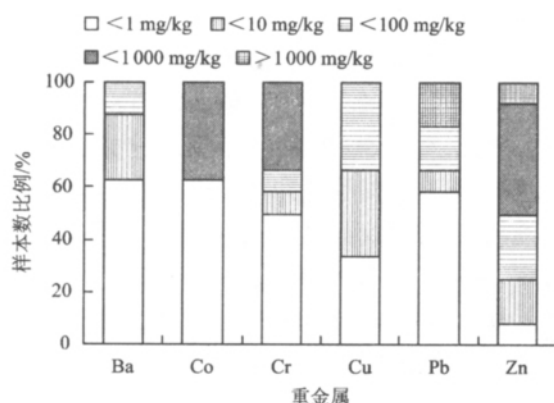


图2 漆渣中重金属总量分布

Fig. 2 Heavy metal total amounts distribution in paint residue

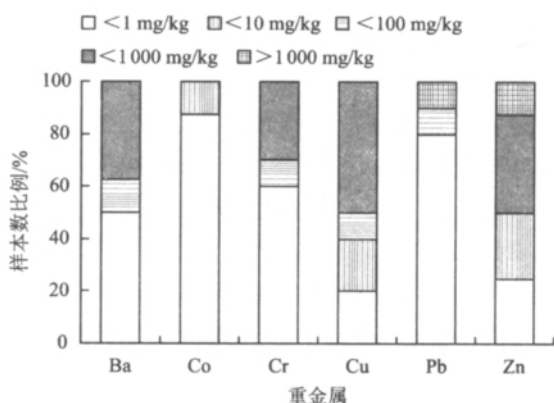


图3 废油墨油漆中重金属总量分布

Fig. 3 Heavy metal total amounts distribution in waste paint and printing ink

状态,导致其中污染物浓度差异较大。各类别染料涂料废物重金属浓度统计结果显示,尽管不同类别

染料涂料废物的重金属种类和浓度存在较大差异,但 Cu、Zn 是染料涂料废物中分布最广的重金属。污泥和漆渣中重金属浓度较高,而废溶剂中重金属浓度最低。污泥中的重金属以 Ba、Cu、Mn 和 Zn 为主,还有一定的 Cr 和 Pb。漆渣中由于非致癌效应较高的重金属 Cr 浓度很高(平均浓度为 181 mg/kg),漆渣产生的风险需重视。

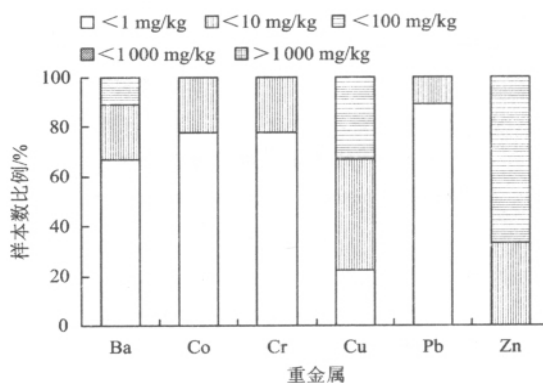


图4 废溶剂中重金属总量的分布

Fig. 4 Heavy metal total amounts distribution in waste solvent

2.1.2 有机污染物

四种染料涂料废物均含有较高浓度的苯系物,而且废溶剂中苯系物浓度明显高于其他类别废物(图5~图8),废溶剂中苯系物的检出率均高于10%,且除苯乙烯和苯浓度主要分布在>10 mg/kg的范围外,其他污染物浓度有90%的样本分布在>100 mg/kg的范围;其次为废油墨油漆、漆渣及污泥。

漆渣、污泥中所含苯系物在种类上没有明显差别,但不同的有机污染物的浓度分布上差异较大,如二甲苯在不同类型的废物中都普遍存在,而在漆渣中,二甲苯有40%左右的样本浓度在10~1000 mg/kg的范围。污泥中二甲苯则都有检出,且均分布在10~100 mg/kg的范围。可见,即使是归于同一类型的危险废物,由于产自不同的工艺环节、不同的物理形态,导致其中的污染物浓度差异较大。各种染料涂料废物中仅废水处理污泥含有大量的多环芳烃,而其他三种染料涂料废物中污染物的成分更为复杂,含有大量的酯类、酚类以及酮等。

2.2 贮存豁免量限值

废溶剂在贮存过程中存在火灾及爆炸风险,不予豁免。因此,只研究漆渣、废水处理污泥、废油墨油漆的贮存豁免量限值。

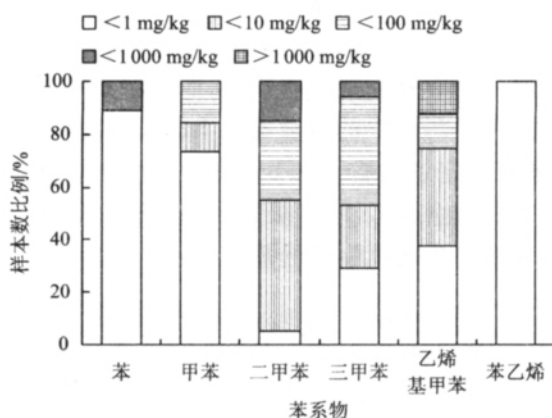


图5 漆渣中苯系物浓度的分布

Fig. 5 Benzene homologues concentrations distribution in paint residue

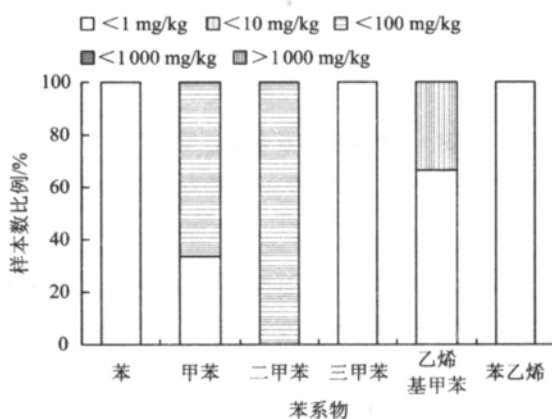


图6 污泥中苯系物浓度的分布

Fig. 6 Benzene homologues concentrations distribution in sludge

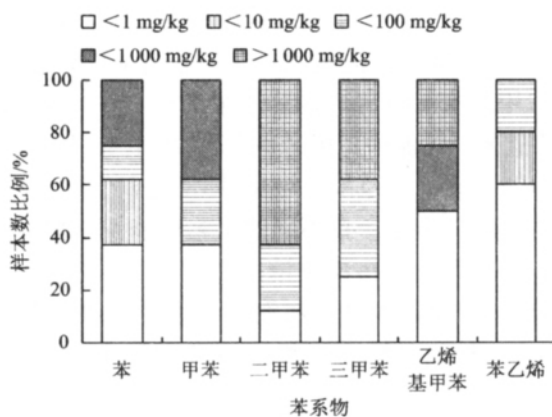


图7 废油墨油漆中苯系物浓度分布

Fig. 7 Benzene homologues concentrations distribution in waste paint and printing ink

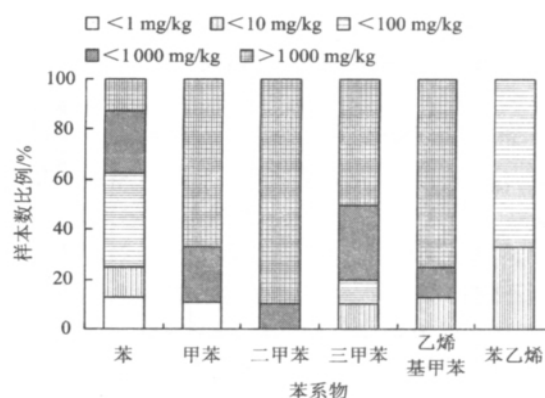


图8 废溶剂中苯系物浓度分布

Fig. 8 Benzene homologues concentrations distribution in waste solvent

2.2.1 基于地下水迁移扩散的暴露场景

调研发现,废油墨油漆一般采用桶装,没有散放情况。因此,重点研究漆渣和污泥。考虑在得到豁免的情况下,企业对漆渣和污泥进行包装,但放置在开放堆场且防渗状况一般的贮存场所。因降雨的淋滤作用,废物中的有害物会进入渗滤液并渗入土壤,进而迁移至地下水,该场景中主要考虑通过地下水途径造成人体健康风险。染料涂料废物中,除了含有重金属外,还含有大量的有机污染物^[2-4]。

2.2.1.1 可接受暴露浓度

(1) 致癌效应

根据目标污染物识别和样品分析的结果,染料涂料废物中具有致癌效应的有重金属 Pb、有机污染物苯等。废物中污染物主要以有机污染物为主,且苯的致癌效应要高于 Pb,所以研究中致癌物可接受剂量均可归一化为苯的致癌效应,计算得苯的人体长期可接受暴露量为 $3.4 \times 10^{-5} \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$,暴露浓度为 0.00274 mg/L ,具体计算方法见文献^[5]。

(2) 非致癌效应

饮用水中很多物质具有非致癌效应,包括重金属和有机污染物,但这些非致癌物中铜的分布最广泛且非致癌效应较大,可将所有非致癌物的致癌效应归一为 Cu 的非致癌效应,计算得 Cu 的可接受非致癌物的暴露量为 $0.04 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$,暴露浓度为 1.2 mg/L ,具体计算方法见文献^[5]。

2.2.1.2 污染物允许释放浓度

(1) 致癌效应

计算得释放点渗滤液中所有致癌物浓度和为

0.188 2 mg/L(各参数取值见表 1) ,该浓度小于苯在水中的溶解度(1 800 mg/L,25 ℃) ,具体计算方法见文献 [5] 。

(2) 非致癌效应

同样可以计算出非致癌物的浸出毒性之和为 82.42 mg/L。

2.2.1.3 豁免量限值标准

在染料涂料废物中,有多种目标污染物(包括致癌和非致癌) ,因此存在着各种目标污染物风险的加和(本研究没有考虑拮抗或协同效应) 。但在反推过程中,为了便于计算,可以将所有致癌物或非致癌物的浓度转化为苯或 Cu 的当量浓度。致癌物转化方法如下:

$$C_{T\text{致癌}} = C_{T\text{铅}} \times 10 \times \frac{CSF_{\text{Pb}}}{0.029} + C_{T1} \times \frac{CSF_1}{0.029} + C_{T\text{苯}} + \cdots + C_{Ti} \times \frac{CSF_i}{0.029} \quad (1)$$

式中, $C_{T\text{铅}}$ 为 Pb 的硝酸浸出毒性,mg/L; 10 为单位转换系数,L/kg; CSF_i 为有机致癌物致癌斜率因子, (mg/(kg·d))⁻¹; C_{Ti} 为废物中各有机致癌物浓度(当废物中非致癌有机污染物的浓度小于其在水中的溶解度时,浸出液浓度取值为非致癌有机污染物的浓度; 当大于其在水中的溶解度时,浸出液浓度取值为非致癌有机污染物水中的溶解度 mg/L × 1 L/kg) ,mg/kg; 0.029 为苯的 CSF 值。各类废物中有机物致癌浓度的统计值见表 2。

表 2 染料涂料废物中致癌物浓度统计

Table 2 Statistics on carcinogen concentration in paint and dye wastes

污染物	浓度/(mg/kg)		溶解度/ (mg/L)	CSF
	漆渣	污泥		
Pb ¹⁾	0.024	0.65	—	0.008 5
苯	1.13	—	1 800	0.029
苯并(a) 蒽	—	2.9	0.009 4	0.73
苯并(b) 荧蒽	—	5	0.000 76	0.73
苯并(k) 荧蒽	—	2.4	0.001 6	0.073
苯并(a) 芘	—	9.2	0.285	7.3
邻苯二甲酸二(2-乙基己基) 酯	96.28	9.5	—	0.014

注: 漆渣和污泥中 Pb 的浓度单位为 mg/L。

将表 2 数值带入式(1) ,计算出污泥中 $\Sigma C_{T\text{致癌}}$ 为 2 536 mg/kg,漆渣中 $\Sigma C_{T\text{致癌}}$ 为 47.68 mg/kg。

非致癌物以铜浸出液浓度为基准的转化方法:

$$C_{T\text{非致癌}} = 10 \times C_{T\text{铜}} + 10 \times C_{T1} \times \frac{0.04}{RfD_1} + 10 \times C_{T2} \times \frac{0.04}{RfD_2} + \cdots + 10 \times C_{Ti} \times \frac{0.04}{RfD_i} + C_{Tj} \times \frac{0.04}{RfD_j} \quad (2)$$

式中, C_{Ti} 为废物中非致癌重金属的硝酸浸出毒性,mg/L; C_{Tj} 为废物中非致癌有机污染物的浓度(当废物中非致癌有机污染物的浓度小于其在水中的溶解度时,浸出液浓度取值为非致癌有机污染物的浓度; 当大于其在水中的溶解度时,浸出液浓度取值为非致癌有机污染物水中的溶解度 mg/L × 1 L/kg) ,mg/kg。各类废物中的重金属硝酸浸出毒性统计值见表 3,各类废物中的有机物浓度统计值见表 4。

表 3 染料涂料废物中非致癌重金属硫酸硝酸浸出浓度统计

Table 3 Leaching concentration of non-carcinogen (heavy

metals) in paint and dye wastes mg/L

种类	Ba	Co	Cr	Cu	Zn
漆渣	0.008	0.032	0.467	1.33	4.94
污泥	1.324	0.02	0.010	0.65	1.99

表 4 染料涂料废物中非致癌有机污染物浓度统计

Table 4 Leaching concentration of non-carcinogen (organics) in paint and dye wastes

污染物	浓度/(mg/kg)		溶解度/ (mg/L)
	漆渣	污泥	
甲苯	6.44	41	526
二甲苯	46.6	1	198
乙酸乙酯	4.54	2.6	8 500
萘	—	579	31
芴	—	34	0.19
蒽	—	107	0.135
蒽	—	12	1.29
荧蒽	—	31	0.26
邻苯二甲酸二丁酯	18.05	—	11.2
苯酚	10	—	82 800

将表 3 和表 4 数值带入式(2) ,计算得出污泥中 $C_{T\text{非致癌}}$ 为 1 410 mg/kg,漆渣中 $C_{T\text{非致癌}}$ 为 317 mg/kg。

贮存场染料涂料类废物因降雨产生的渗滤液中

致癌或非致癌物 i 的浓度 C_{0i} 可由下式计算得出:

$$C_{0i} = \frac{C_{Ti} \times m}{L \times 1\,000} \quad (3)$$

同样,

$$\sum C_i = \frac{\sum C_{Ti} \times m}{P \times A \times 1\,000} \quad (4)$$

由式(4)得出废物年贮存量的表达式:

$$m = \frac{\sum C_i \times P \times A \times 1\,000}{\sum C_{Ti}} \quad (5)$$

式中, $\sum C_{Ti}$ 为各污染物的当量浓度, mg/kg, 污泥中 $\sum C_{Ti}$ 为 2 536 mg/kg, 漆渣中 $\sum C_{Ti}$ 为 47.68 mg/kg。污泥中 $\sum C_{Ti}$ 非致癌为 1 410 mg/kg, 漆渣中 $\sum C_{Ti}$ 为 317 mg/kg。 P 为当地年均降雨量, 1.1 m; A 为废物堆存面积, 6 m²; $P \times A$ 为染料涂料废物贮存时所占地面积承受的降雨量, 即渗滤液体积, m³; 1 000 为单位转换系数。

由式(5)可得: 污泥 $m_{\text{致癌}}$ 为 0.48 kg/a, 漆渣 $m_{\text{致癌}}$ 为 26.05 kg/a; 污泥 $m_{\text{非致癌}}$ 为 385.8 kg/a, 漆渣 $m_{\text{非致癌}}$ 为 1 716 kg/a。

从非致癌物和致癌物对人体健康产生的危害的角度综合考虑, 风险可接受范围内, 染料涂料废物污泥在贮存环节的贮存量为 0.48 kg/a, 漆渣的贮存量为 26.05 kg/a。可见, 染料涂料类废物(固态)在贮存环节, 可豁免量极小, 没有豁免管理意义。

2.2.2 基于大气扩散暴露场景

染料涂料废物中含有大量可挥发的有机污染物, 当企业不对染料涂料废物进行包装, 但将其堆存在半封闭堆场中(即不会因降雨发生淋滤作用), 此时会通过呼吸途径对人体健康产生风险。根据可接受的风险值, 计算出空气中人体可接受的暴露浓度(摄入浓度), 然后根据污染物在大气中的迁移扩散, 反算废物表面可接受的废物释放速率。

2.2.2.1 可接受暴露浓度

(1) 致癌效应

人体长期可接受暴露量与 2.2.1.1 节相同, 为 3.4×10^{-5} mg/(kg·d)。根据可接受的致癌物暴露量, 可以计算经呼吸途径允许吸入的空气中的致癌物浓度, 称致癌物暴露浓度。由于空气中可同时含有多种致癌物, 因此可将暴露浓度表示为 $\sum C_{\text{致癌}}$, 其计算公式如下:

$$\sum C_{\text{致癌}} = \frac{Dose \times BW \times AT}{CR \times F_E \times D_E} \quad (6)$$

式中, CR 为呼吸速率, 成人取 13.3 m³/d (US EPA 推荐数据); 其他参数同文献 [5]。

经式(6)计算可得, 在风险可接受范围内 $\sum C_{\text{致癌}}$ 为 2.70×10^{-4} mg/m³。

(2) 非致癌效应

非致癌物中甲苯的非致癌效应最大(这里主要是挥发性有机物, 不考虑重金属), 可将所有非致癌物的致癌效应归一为甲苯的非致癌效应, 可接受非致癌物的剂量(暴露量)的计算公式为:

$$C_{\text{avg}} = HQ \times RfC \quad (7)$$

式中, C_{avg} 为暴露期间的可接受污染物平均浓度, mg/m³; HQ 为可接受的危害商, 取值为 1; RfC 为每日参考剂量, 取值为 0.4 mg/m³ (甲苯的 RfC 值), 计算出可接受平均浓度为 0.4 mg/m³, 即各种非致癌物的浓度加和($\sum C_{\text{非致癌}}$) 为 0.4 mg/m³。

2.2.2.2 可接受的释放速率

(1) 致癌效应

挥发性污染物从废物中释放后进入大气, 经大气迁移扩散至受体, 根据污染物在大气中的迁移扩散模型, 可以由致癌物的可接受暴露浓度加和($\sum C_{\text{致癌}}$) 反推计算污染物在废物表面的浓度(释放速率, Q_0)。反推计算公式如下:

$$Q_0 = \frac{\sum C_{\text{致癌}} \times 2\pi V_a}{\int_x \frac{VD}{\sigma_y \sigma_z} \left\{ \int_y \exp \left[-0.5 \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] dy \right\} dx} \times \frac{1}{K} \quad (8)$$

式中, $\sum C_{\text{致癌}}$ 为 2.70×10^{-4} mg/m³; K 为单位转换系数; D 为消减项污染物因物理或化学机制所引起的消减, 本研究中 D 取值为 1, 即不考虑消减; σ_y 和 σ_z 分别为水平方向和垂直方向的扩散系数, m, 参照 GB/T 13201—91《制定地方大气污染物排放标准的技术方法》, 根据大气稳定度, 查扩散系数幂函数表, 确定扩散系数; x 和 y 分别为下风向和横截风向距离, m, 由敏感点距离和贮存场尺度决定; V_a 为释放高度处的平均风速, m/s, 现场调研获取; V 为垂直项, 用于表述污染组分在垂向上的分布状况, 与受体高度(Z) 和污染物在垂直方向上的扩散系数(σ_z) 有关(表 5)。

表 5 各参数的取值

Table 5 Value of parameters in model

参数	取值	单位	来源
气象站的海拔高度	377.6	m	现场调研
场地海拔高度	235	m	现场调研
场地年平均风速	1.1	m/s	现场调研
场地长	3	m	调研数据统计
场地宽	2	m	
敏感点距离	300	m	调研数据统计
受体高度(Z)	1.6	m	—
大气稳定	B	—	现场调研

将表 5 的参数代入式(8) ,可得致癌物的释放率($Q_{0\text{致癌}}$) 为 0.529 2 mg/s。

(2) 非致癌效应

同样,计算可得非致癌物的释放率($Q_{0\text{非致癌}}$) 为 770.5 mg/s。

2.2.2.3 豁免量限值标准

(1) 可接受的贮存面积

挥发性有机物的释放速率(Q) 可以表示为:

$$Q = A \times V_i \tag{9}$$

式中, V_i 为挥发速率, $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,见表 6。

表 6 涂料用溶剂的挥发速率^[8]

Table 6 The evaporation rate of solvent paint with

溶剂	相对挥发速率	挥发速率(常温) / ($\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)
苯	3.5	1.085
甲苯	2	0.62
二甲苯	0.77	0.238 7
苯乙烯	0.32	0.099 2
乙酸乙酯	4.1	1.271
乙酸正丁酯	1	0.31

因此,由式(9) 可得在风险可接受范围内废物的贮存面积为:

$$A = Q / V_i \tag{10}$$

对致癌物,将废物中所含致癌物的 V_i 值以苯为标准物,按照空气中致癌物的 CSF 值进行转化,由于挥发性物质中只有苯为致癌物,所以致癌物 V_i 为 $1.085 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;对非致癌物,将废物中所含非致癌物的 V_i 值以甲苯为标准物(RfC 值为 $0.4 \text{ mg}/\text{m}^3$) ,按照空气中致癌物的 RfC 值进行转化:

$$V_{i\text{非致癌}} = V_{i1} \times \frac{0.4}{RfC_1} + V_{i2} \times \frac{0.4}{RfC_2} + V_{i\text{甲苯}} + \cdots + V_i \times \frac{0.4}{RfC_i} \tag{11}$$

计算可得, $V_{i\text{致癌}}$ 为 $1.085 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; $V_{i\text{非致癌}}$ 为 $0.8 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。根据式(9) 计算得到可接受的染料涂料废物贮存面积,致癌物为 0.34 m^2 ;非致癌物为 963 m^2 。

(2) 可接受的豁免量

废物贮存面积可以表示为:

$$A = m / (h \times \rho) \tag{12}$$

式中, m 为废物贮存量, kg/a ; h 为废物贮存高度, m ,根据现场调研数据的统计结果,分别取 1.2 m (废油墨油漆) 、 0.6 m (漆渣) ; ρ 为废物密度,根据样品测试结果,废油墨油漆、漆渣的密度分别为 730 和 $292 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。

由式(12) 计算得出,可接受的废物贮存量:

$$m = A \times h \times \rho \tag{13}$$

根据式(13) 计算可得,不同染料涂料废物允许的贮存量:废油墨油漆为 262 kg ;漆渣为 52.5 kg 。

3 结论

(1) 涂料染料废物中,重金属和苯系有机物是特征污染物。污泥和漆渣中重金属浓度较高,废溶剂中重金属浓度最低。废溶剂中苯系物浓度明显高于其他类废物,其次为废油墨油漆、漆渣及污泥。

(2) 在有包装、开放堆场、无防渗系统场景下,漆渣的贮存豁免量为 26.05 kg/a ,污泥的贮存豁免量为 0.48 kg/a ;在桶装(无盖) 、开放或半封闭堆场、地面有硬化和防渗系统场景下,废油墨油漆的贮存豁免量为 262 kg/a 、漆渣的贮存豁免量为 52.5 kg/a 。

(3) 染料涂料类固体废物(污泥和漆渣) 的贮存豁免量极小,没有豁免管理意义。

参考文献

[1] 国家环境保护总局. HJ/T 299—2007 固体废物浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法 [S]. 北京: 中国环境科学出版社,2007.

[2] 国家环境保护总局. HJ/T 298—2007 危险废物鉴别技术规范 [S]. 北京: 中国环境科学出版社,2007.

[3] US EPA. Risk assessment issue papers(Draft) [R]. Cincinnati, OH: US Environmental Protection Agency, Superfund Technical Support Center, National Center for Environmental Assessment (NCEA) ,2007.

[4] 郑德凤,史延光,崔帅. 饮用水源地水污染物的健康风险评价 [J]. 水电能源科学,2008,26(6) : 48-50.

- [5] 仇付国,王晓昌. 污水再生利用的健康风险评价方法 [J]. 环境污染与防治, 2003, 25(1): 49-56.
- [6] US EPA. Integrated risk information system (IRIS) [EB/OL]. 1999 [2012-05-03]. <http://www.epa.gov/iris/subst/index.html>.
- [7] 王洪涛. 多孔介质污染物迁移动力学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [8] 于长江. 医疗废物处理处置过程中若干环境风险问题的研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2006.
- [9] 杨春晖,陈兴娟,徐用军,等. 涂料配方设计与制备工艺 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [10] 王琪,黄后飞,段华波,等. 我国危险废物特性鉴别技术体系研究 [J]. 环境科学研究, 2006, 19(5): 165-179.
- [11] 陈扬,杨艳,陈刚,等. 我国危险废物污染控制技术现状及发展 [J]. 中国环保产业, 2004(11): 16-17.
- [12] 刘志全,李金惠,聂永丰. 中国危险废物污染防治技术发展趋势与政策分析 [J]. 中国环保产业, 2000(6): 15-17.
- [13] 王琪,段华波,黄后飞. 危险废物鉴别体系比较研究 [J]. 环境科学与技术, 2005, 28(6): 16-18.
- [14] 季文佳,王琪,刘茂昌,等. 危险废物贮存的大气环境健康风险评价 [J]. 环境工程, 2010, 28(增刊): 309-312.
- [15] 杨玉飞,黄后飞,黄泽春,等. 电镀污泥填埋豁免量限值研究: 以重庆市为例 [J]. 环境工程技术学报, 2013, 3(1): 28-32. ▷

《环境工程技术学报》征稿启事

《环境工程技术学报》是中华人民共和国环境保护部主管、中国环境科学研究院主办,面向国内外公开发行的环境工程技术领域综合性科技期刊。

本刊的主要栏目有: 水污染控制技术与资源化利用,大气污染控制技术与清洁能源的利用,土壤污染防治与农村环境综合整治技术,固体废物污染防治与资源化技术,生物、生态工程与恢复技术,基于循环经济的污染综合防治技术,辐射与振动污染防治技术,其他环境系统工程与管理技术(包括环境信息集成技术、监测与监控技术、区域环境整治及城市污染综合治理示范性工程技术等)方面的研究新成果论文、环境工程新技术推广应用案例; 环保产业政策与管理,行业动态,热点论坛,研究简报,学术活动信息等。

为了将《环境工程技术学报》办成汇集环保工程技术创新、环保工程技术新成果及推广应用、环保产业政策、行业动态、专家言论于一体的我国环保工程技术领域的高端精品刊物,《环境工程技术学报》坚持全心全意依靠本学科专家办刊,聘请来自国内外著名研究机构 and 高等院校的知名专家学者组成编委会。在编委会的领导下,形成以编委、学科带头人和著名专家教授为核心的约稿、初筛选、评审、定稿、审读的“专家系统”及规范化的稿件深加工系统,形成高效规范化运作机制。

《环境工程技术学报》期待您的合作和关注,并与我们一起分享您在该领域的独到见解、研究成果和成功经验,促进该领域的学术交流和进步,共同努力将本刊办成能代表国内外一流学术水平的著名期刊。

欢迎使用本刊网站(www.hjgcjsxb.org.cn)的在线投稿系统投递您的文章。