

日本恶臭排放标准体系研究及对中国的借鉴

任晓灵^{1,2*}, 李海青^{1,2}, 李剑颖^{1,2}, 鞠阿莲^{1,2}, 任晓倩³, 张旭^{1,2}

(1. 北京市城市管理研究院, 北京 100028; 2. 生活垃圾检测分析与评价北京市重点实验室, 北京 100028;

3. 河北野田农用化学有限公司, 河北石家庄 051330)

【摘要】日本是世界上第一个对恶臭防治进行立法的国家, 经过50多年的发展, 日本形成了以“22种特定恶臭物质”和“臭气指数”为管控指标的恶臭排放标准体系, 对产生恶臭企业的厂界、排气筒和外排水进行排放管控。本文着重介绍两类管控指标在三个管控点位排放标准的制定依据和计算方法, 这是日本恶臭排放标准体系精细化程度高、基础研究扎实的具体体现, 对我国的标准制定和恶臭基础研究具有很强的借鉴意义。日本以“不引起周边居民反感”的臭气强度范围2.5~3.5作为厂界排放标准限值制定依据, 通过对特定恶臭物质/臭气指数与臭气强度的关系研究, 制定厂界排放标准范围, 并且规定市区町村根据地区自然和社会条件, 因地制宜制定地方标准。日本排气筒排放限值依据厂界限值通过模型计算得到, 受地形、天气等因素影响, 一厂一标准。臭气指数的外排水标准通过厂界限值计算得到, 特定恶臭物质的外排水标准限值通过研究恶臭物质在水和大气中的影响关系得到。我国国标制定了排放标准的下限, 各省(区、市)在国标基础上制定了更为严格的排放标准。日本1313个市区町村在国法的范围内制定了地方标准, 而我国的恶臭地方标准非常少。我国同时执行8项特定恶臭物质和臭气浓度标准, 并规定了厂界和排气筒的排放限值, 相较于日本每个排气筒的限值都是经过计算得出, 我国需要加强恶臭污染扩散模型基础研究, 提高排放标准精细化程度。

【关键词】恶臭排放; 日本; 臭气指数; 特定恶臭物质

【中图分类号】X652

【文献标识码】A

【文章编号】1674-6252(2023)01-0110-09

【DOI】10.16868/j.cnki.1674-6252.2023.01.110

引言

恶臭污染属于典型的扰民污染, 也是当前投诉的焦点污染, 是世界公认的七大公害之一。随着我国经济的发展和城市快速扩张, 城市中工业与居住区呈现出明显的犬牙交错的特征。一方面, 由于污染源与居住区的距离越来越近, 随之而来的恶臭污染引起的扰民现象越来越频繁。另一方面, 随着公众认知水平的提高和对生活质量需求的提高, 恶臭污染逐渐成为与大气、水、固体废物、噪声并行的一类重要的环境问题。恶臭污染已经成为很多大中城市投诉的第一名, 特别是在工业区附近, 投诉居高不下。2020年“全国生态环境信访投诉举报管理平台”接到恶臭/异味投诉举报9.8万件, 占全部环境问题投诉举报件数的22.1%。

恶臭最早出现在20世纪60年代的发达国家, 日本是研究恶臭污染较早的国家之一^[1], 也是世界上第一个将《恶臭防止法》作为国法的国家。20世纪60

年代, 日本成立了“恶臭公害研究会”进行恶臭污染方面的研究, 1971年日本颁布了《恶臭防止法》, 规定对伴随企业活动产生的恶臭进行必要的控制, 推进恶臭防治对策, 保护生活环境和国民的健康。《恶臭防止法》实施后, 日本的恶臭投诉件数明显减少, 从1972年的2.1万件减少到1993年的1万件, 但是随后几年恶臭投诉有增加的趋势, 日本环境省对《恶臭防止法》进行了修订, 增加了臭气指数这一利用嗅觉测试方法测定的指标以对复合恶臭进行限定。修订后, 近些年恶臭投诉明显下降。相较于日本, 我国的恶臭污染研究起步较晚, 1993年制定了第一版《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993)^[2], 在行业标准和地方标准严重缺失的情况下, 国家标准对我国的恶臭污染控制起到了至关重要的作用, 但是随着技术水平进步和人民对生活质量要求的提高, 现有标准已难以满足新时代的要求。此外, 我国恶臭污染的综合感官指标(臭气浓度)的测定方法与日本一致[臭气指

作者简介:任晓灵(1984—), 女, 高级工程师, 博士, 研究方向为环境监测与保护, E-mail: renxiaoling203@163.com。

数 $=10 \times \lg(\text{臭气浓度})$],均采用三点比较式臭袋法测定臭气浓度,所以深入研究日本《恶臭防止法》发展史,恶臭排放标准体系的构成、排放限值的计算依据及方法,对我国恶臭排放标准的制定及完善具有重要的借鉴意义。

1 日本《恶臭防止法》发展史

日本有关恶臭方面的法律、条例和公告详见表1。1971年6月,日本颁布了《恶臭防止法》,规定了5种特定恶臭物质(氨、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和三甲胺)的排放标准^[3]。随着恶臭污染特征分析的研究进展与检测技术的进步,日本于1976年^[4]、1989年^[5]、1993年^[6]三次修订《恶臭防止法》,管控的特定恶臭物质增加至22种。氨等五种特定恶臭物质的测定方法于1972年发布,随后经过十次修订,形成了最新的2020版测定方法^[7],包含22种特定恶臭物质的测定方法。

《恶臭防止法》颁布实施后,以特定恶臭物质的排放浓度为重点的传统法规对工厂和其他排放特定物质的场所有效,因为典型的致臭物质已经受到管制,对防止恶臭有相当大的贡献。但是,恶臭气味大多不是单一物质所发出的,而是多种气体的混合体,即使特定恶臭物质的排放浓度限值在基准以内,仍能闻到令人不愉快的臭味。针对此种状况,1995年《恶臭防

止法》修订中引入综合感官指标臭气指数控制标准,规定对于存在复合气味问题的地区,利用特定恶臭物质管控不能达到预期监管效果的,可以制定臭气指数标准进行管制。自此,各地区根据自然和社会条件,因地制宜制定特定恶臭物质控制标准或臭气指数控制标准(二选一)。截至2020年底,日本共有1313市区町村制定了地方标准(749市、483町、58村、23特别区),占日本市区町村总数的75.4%,其中执行特定恶臭物质控制标准的有836市町村(448市、351町、37村),执行臭气指数控制标准的有461市区町村(287市、130町、21村、23特别区),仅有16个地区同时执行两个控制标准^[8]。

2 日本恶臭排放标准体系

经过50多年的发展,日本形成了以“22种特定恶臭物质”和“感官指标——臭气指数”为管控指标的恶臭排放标准体系,对厂界、排气筒和外排水的排放进行控制。

2.1 特定恶臭物质控制标准

特定恶臭物质控制标准对产生恶臭气体场所的厂界、排气筒和外排水进行监管,厂界的排放标准由居民可忍受的臭气强度而定,排气筒的排放限值根据厂界限值计算得出,外排水的标准根据排水量制定。

表1 日本恶臭方面的法律、条例和公告^[3-7]

名称	颁布日期	内容
恶臭防止法	1971年6月	全国范围内划定5种特定恶臭物质——氨、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、三甲胺,对经营场所恶臭物质排放进行规范
特定恶臭物质的测定方法	1972年5月	1972年第一版,规定了氨等5种特定恶臭物质的测量方法;而后经过10次修订,形成了22种特定恶臭物质的测定方法,最新修订版于2020年2月1日启用
执行部分修改《恶臭防止法》的内阁令	1976年10月	增加二甲二硫、乙醛和苯乙烯3种特定恶臭物质,规定其排放标准和监管范围
执行部分修改《恶臭防止法》的内阁令	1989年10月	增加丙酸、正丁酸、正戊酸和异戊酸4种特定恶臭物质,规定其排放标准和监管范围
使用基于恶臭物质简易测量手册的简易测量方法	1990年4月	规定了12种特定恶臭物质的简易测定方法
关于气味判断工程师考试和认证业务的认证	1993年1月	规定了嗅辨员的认证方法
执行部分修改《恶臭防止法实施条例》的内阁令	1993年6月	增加丙醛、正丁醛、异丁醛、正戊醛、异戊醛、异丁醇、乙酸乙酯、甲基异丁基酮、甲苯、二甲苯10种物质,构成22种特定恶臭物质的排放标准和监管范围,沿用至今
执行部分修改《恶臭防止法》的内阁令	1995年9月	在22种特定恶臭物质排放标准的基础上,引入臭气指数排放控制标准
臭气指数和臭气排放强度的计算方法	1995年9月	1996年、1999年、2000年、2016四次修订,三点比较式臭袋法计算臭气强度,进而计算臭气指数和臭气排放强度
最大周边建筑物高度和最大周边建筑物与场地边界最短距离的计算方法	1999年3月	用于计算排气筒臭气指数限值
废气扩散宽度和废气流中心轴上升高度的计算方法	1999年3月	用于计算排气筒臭气指数限值

2.1.1 特定恶臭物质选定原则

《恶臭防止法》中规定同时满足以下两个条件的恶臭物质可被选为特定恶臭物质：主要恶臭物质、检测技术可行。

1972 年 5 月实施《恶臭防止法》时，根据中央污染防治会议的第一次报告，政府法令规定了氨、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、三甲胺 5 种特定恶臭物质。随着恶臭污染特征分析的研究，气体测量方法相关的研究和开发取得的进展，并且氨等五种物质的监管不足以应对臭气投诉的背景下，日本环境厅通过对恶臭污染的实际状况、恶臭物质的测定方法、恶臭防治技术与设备等进行调查研究，1976 年指定了二甲基二硫、乙醛和苯乙烯 3 种附加特定恶臭物质。随着这三种物质的加入，乙醛、醋酸等石化厂，以及聚苯乙烯加工厂、玻璃钢制品生产厂等塑料加工厂，受到了新规定更细化的监管，几乎一半的异味投诉都得到处理。1989 年指定了丙酸、正丁酸、正戊酸、异戊酸 4 种附加特定恶臭物质，对养殖场、化学加工厂、淀粉制造厂等的恶臭排放进行更精准的调控。1993 年指定了丙醛等 10 种附加特定恶臭物质，对有喷漆工序（包括烤漆）的营业场所和印刷厂的异味排放进行更严格的管制。伴随着恶臭污染物特征分析以及气体检测技术的不断发展，日本特定恶臭物质由 1972 年的 5 种增加至 22 种。

2.1.2 厂界特定恶臭物质浓度标准

臭气强度是日本制定厂界排放标准的参考依据，对臭气强度的分级，日本采用的是六级臭气强度表示法，通过数字 0～5 来表示臭气的强弱程度，详见表 2。《恶臭防止法》规定厂界排放标准以“使大多数居民不会因恶臭而感到不适”为原则，对应的臭气强度应在 2.5～3.5，都道府县甚至市町村可根据自身区域的自然和社会条件制定厂界排放标准。日本恶臭公害研究会对臭气强度和 22 种特定恶臭物质浓度的关系进行了研究（表 3）^[9]。

依据《恶臭防止法》第 4 条第 1 项第 1 号，厂界恶臭物质浓度排放标准的下限（非工业区下限）为与各个物质的臭气强度 2.5 对应的浓度，上限（工业区上限）为与各个物质的臭气强度 3.5 对应的浓度，而非工业区上限 / 工业区下限为与各个物质的臭气强度 3 对应的浓度，22 种特定恶臭物质的厂界环境排放浓度限值详见表 4。

2.1.3 排气筒特定恶臭物质排放标准

在第一版《恶臭防止法》规定的 5 种特定恶臭物

表 2 日本的六级臭气强度划分

	强度级别	描述
标准制定范围	0	无臭
	1	气味似有似无，勉强可感知的臭气（感知阈值）
	2	微弱的气味，但是能确定什么样的气味（辨识阈值）
	2.5	能够明显地感觉到气味
	3	
	3.5	
	4	感觉到比较强烈的气味
	5	非常强烈难以忍受的气味

表 3 臭气强度与 22 种特定恶臭物质的关系

序号	特定恶臭物质	臭气强度 (Y) 与物质浓度 (X, 单位为 10^{-6}) 的关系式
1	氨	$Y=1.671g X^{2.38}$
2	甲硫醇	$Y=1.251g X^{5.99}$
3	硫化氢	$Y=0.9501g X^{4.14}$
4	甲硫醚	$Y=0.7841g X^{4.06}$
5	二甲二硫	$Y=0.9851g X^{4.51}$
6	三甲胺	$Y=0.9011g X^{4.56}$
7	乙醛	$Y=1.011g X^{3.85}$
8	丙醛	$Y=1.011g X^{3.86}$
9	正丁醛	$Y=1.031g X^{4.61}$
10	异丁醛	$Y=1.061g X^{4.23}$
11	正戊醛	$Y=1.361g X^{5.28}$
12	异戊醛	$Y=1.351g X^{6.01}$
13	异丁醇	$Y=0.7901g X^{2.53}$
14	乙酸乙酯	$Y=1.361g X^{1.82}$
15	甲基异丁酮	$Y=1.651g X^{2.27}$
16	甲苯	$Y=1.401g X^{1.05}$
17	苯乙烯	$Y=1.421g X^{3.10}$
18	二甲苯	$Y=1.531g X^{2.44}$
19	丙酸	$Y=1.381g X^{4.60}$
20	正丁酸	$Y=1.291g X^{6.37}$
21	正戊酸	$Y=1.581g X^{7.29}$
22	异戊酸	$Y=1.091g X^{5.65}$

质中，甲硫醇和甲硫醚在大气扩散过程中发生化学变化，其含量显著减少，但目前尚不清楚其减少的比例。因此，关于甲硫醇和甲硫醚的气体排出口的法规标准，未做规定，只规定了氨、硫化氢和三甲胺的排气筒排放限值^[3]。在 1993 年第四次修订特定恶臭物质种类时，对新增加的 10 种特定恶臭物质的排气筒排

放标准做了说明^[6],目前日本仅对13种特定恶臭物质(表4)的排气筒排放标准进行了规定。

依据《恶臭防止法》第4条第1项第2号,排气筒特定恶臭物质的排放标准依据厂界的标准限值通过计算得出,目的是使最大着陆浓度区域的浓度等于厂界标准限值,不同的排气筒由于其排放高度、排放参数不同,执行的排放标准则不相同。特定恶臭物质排气筒排放标准的计算公式如下:

$$q = 0.108 \times H_e^2 \times C_m \quad (1)$$

式中, q 为排气筒特定恶臭物质的排放速度限值, m^3/h ; C_m 为《恶臭防止法》第4条第1项第1号规定的厂界特定恶臭物质浓度排放标准,ppm; H_e 为修正后的排气筒高度,m,通过式(2)、式(3)、式(4)和式(5)计算得出。

$$H_e = H_0 + 0.65(H_m + H_t) \quad (2)$$

$$H_m = \frac{0.795\sqrt{Q \cdot V}}{1 + 2.58/V} \quad (3)$$

表4 日本22种特定恶臭物质排放标准

序号	特定恶臭物质	厂界环境浓度范围/ 10^{-6}		排气筒	外排水
		非工业区	工业区		
1	氨	1~2	2~5	○	
2	甲硫醇	0.002~0.004	0.004~0.01		○
3	硫化氢	0.02~0.06	0.06~0.2	○	○
4	甲硫醚	0.01~0.05	0.05~0.2		○
5	二甲二硫	0.009~0.03	0.03~0.1		○
6	三甲胺	0.005~0.02	0.02~0.07	○	
7	乙醛	0.05~0.1	0.1~0.5		
8	丙醛	0.05~0.1	0.1~0.5	○	
9	正丁醛	0.009~0.03	0.03~0.08	○	
10	异丁醛	0.02~0.07	0.07~0.2	○	
11	正戊醛	0.009~0.02	0.02~0.05	○	
12	异戊醛	0.003~0.006	0.006~0.01	○	
13	异丁醇	0.9~4	4~20	○	
14	乙酸乙酯	3~7	7~20	○	
15	甲基异丁酮	1~3	3~6	○	
16	甲苯	10~30	30~60	○	
17	苯乙烯	0.4~0.8	0.8~2		
18	二甲苯	1~2	2~5	○	
19	丙酸	0.03~0.07	0.07~0.2		
20	正丁酸	0.001~0.002	0.002~0.006		
21	正戊酸	0.0009~0.002	0.002~0.004		
22	异戊酸	0.001~0.004	0.004~0.01		

注:○表示标准对该项恶臭物质进行了规定,但具体排放标准数据需要根据实际情况计算得出

$$H_t = 2.01 \times 10^{-3} Q \times (T - 288) \times (2.301 \lg J + 1/J - 1) \quad (4)$$

$$J = \frac{1}{\sqrt{Q \cdot V}} \left(1460 - 296 \times \frac{V}{T - 288} \right) + 1 \quad (5)$$

式中, H_0 为排气筒的实际高度,m; H_m 、 H_t 和 J 为中间参数; Q 为15℃时气体排出流量, m^3/s ; V 为气体排出速度,m/s; T 为排出气体温度,K。

2.1.4 外排水中特定恶臭物质排放标准

由于排放水中含有恶臭物质导致恶臭投诉不断,日本环境厅对恶臭污染的实际情况、恶臭物质的测定方法、恶臭防治技术等进行了调查研究,于1994年,首相府令第23号修改了《恶臭防止法实施条例》的部分内容^[10]:

(1)对4种含硫类恶臭物质(表4)在排放水中的浓度进行管控,注意:除硫基四类物质外的恶臭物质,由于排放水中恶臭物质的浓度与蒸发到大气中的恶臭物质的浓度之间的关系尚不清楚,未做规定。

(2)外排水的恶臭物质浓度排放标准随排水量发生变化:排水量越大,浓度排放限值越小,详见表5,其下限对应臭气强度2.5,上限对应臭气强度3.5。

2.2 臭气指数标准

臭气指数标准对产生恶臭气体场所的厂界、排气筒和外排水进行监管,厂界的排放标准由居民可忍受的臭气强度而定,排气筒和外排水的排放限值根据厂界限值计算得出。

2.2.1 厂界臭气指数标准制定

臭气指数的监管框架与物质浓度管制框架类似,国家根据总理令确定臭气指数厂界监管标准的范围:其下限为与臭气强度2.5对应的数值,其上限为与臭气强度3.5对应的数值,日本恶臭公害研究会针对不同恶臭源的臭气强度和臭气指数的关联性进行了研究^[9]。不同种类恶臭源在相同的臭气强度下测得的臭气指数值存在差异,如对应臭气强度2.5级(标准下限)测得的淀粉加工厂的厂界臭气指数为15,而测得的垃圾焚烧厂的厂界臭气指数为10;臭气强度2.5对应的臭气指数范围为10~15,臭气强度3.0对应的臭气指数范围为12~18,臭气强度3.5对应的臭气指数范围为14~21。

日本各地厂界臭气指数标准限值范围10~21。各地根据自然和社会条件,按需对管控区域进行划分,并为每个划分区域在总理法令规定的范围内设定具体的厂界臭气指数限值,表6中列出了日本人口排名前五的城市中采用臭气指数标准的东京都、大阪

表 5 外排水特定恶臭物质浓度排放标准^[11]

排水量 $W/(\text{m}^3/\text{s})$	恶臭物质排放标准 / (mg/L)			
	硫化氢	硫化氢	甲硫醚	二甲二硫
$W \leq 10^{-3}$	0.03 ~ 0.2	0.1 ~ 1	0.3 ~ 6	0.6 ~ 6
$10^{-3} < W \leq 0.1$	0.007 ~ 0.03	0.02 ~ 0.2	0.07 ~ 1	0.1 ~ 1
$W > 0.1$	0.002 ~ 0.007	0.005 ~ 0.05	0.01 ~ 0.3	0.03 ~ 0.3

府大阪市、北海道札幌市的厂界臭气指数标准。东京都根据城市规划特点划分了 3 种区域，第 1 种区域：低层、中层、高层住宅专用区域等除第二区域和第三区域以外的区域；第 2 种区域：近邻商业地域、商业地域、准工业地域、与这些地域相接的地面及水面；第 3 种区域：工业地域、工业专用地域。

表 6 日本城市臭气指数标准^[8]

都道府县名	市区町村名	管控区域	臭气指数标准值
东京都	全域	第 1 种区域	10
		第 2 种区域	12
		第 3 种区域	13
大阪府	大阪市	市内全域	10
北海道	札幌市	都市计划全域	10

2.2.2 排气筒臭气指数排放标准计算方法

依据《恶臭防止法》第 4 条第 2 项第 2 号和《恶臭防止法实施细则》第 6 条第 2 款的规定，排气筒臭气指数的排放标准是依据厂界的限值通过计算得出，目的是使大气中最大着陆浓度区域的臭气指数等于厂界标准限值。

(1) 当排气筒的高度小于 15m 时，排气筒臭气指数限值通过式 (6) 计算得出：

$$I_g = 10 \times \lg(K \times H_0^2) + L \quad (6)$$

式中， I_g 为排气筒臭气指数限值； L 为《恶臭防止法》第 4 条第 2 项第 1 号规定的厂界臭气指数排放限值； K 为系数，排气筒当量直径小于 0.6m 时， K 取值 0.69，排气筒当量直径大于等于 0.6m 时， K 为 0.2； H_0 为周边最大建筑物高度，具体算法参考《臭气指数规制 2 号基准》^[12]。

(2) 当排气筒的高度大于 15m 时，排气筒的臭气指数限值通过式 (7) 和式 (8) 计算得出：

$$I_g = 10 \lg \left(\frac{q_i}{Q_{\text{干}}} \right) \quad (7)$$

$$q_i = \frac{60 \times 10^{(L/10 - 0.2255)}}{F_{\text{max}}} \quad (8)$$

式中， q_i 为臭气排放强度， $\text{m}^3\text{N}/\text{min}$ ； $Q_{\text{干}}$ 为排

筒的干气排放量， $\text{m}^3\text{N}/\text{min}$ ； F_{max} 为单位臭气排放强度中受控区域外地面臭气浓度的最大值， $\text{s}/\text{m}^3\text{N}$ ，受周边最大建筑物高度、废气的水平和垂直扩散宽度、风下距离等因素的影响，按照《恶臭防止法实施细则》第 6 条 2 第 1 号规定计算得出。

2.2.3 外排水臭气指数排放标准计算方法

依据《恶臭防止法》第 4 条第 2 项第 3 号和《恶臭防止法实施细则》第 6 条 2 第 3 号规定的计算方法，外排水的臭气指数 I_w 的计算公式如下：

$$I_w = L + 16 \quad (9)$$

2.3 小结

日本《恶臭防止法》规定了地方排放标准的制定范围和方法，都道府县甚至市町村可根据自身区域的自然和社会条件，因地制宜制定特定恶臭物质控制标准或臭气指数控制标准（二选一），在国法范围内制定厂界特定恶臭物质排放浓度标准或臭气指数排放标准，再根据上述介绍的计算方法确定区域内恶臭排放单位的排气筒和外排水的排放标准。受周边建筑、气候环境等因素的影响，日本的每一个恶臭排放单位的排气筒和外排水的排放标准都不同，标准的精细化程度非常高，值得我们借鉴。

3 中国恶臭排放标准

我国恶臭排放标准体系为：国标对 8 种特定恶臭物质和臭气浓度在两种管控点位的排放标准都进行了规定，同时进行管控。国家标准和地方标准的关系为：在国家标准的基础上，各地制定更高更严要求的标准。

3.1 国家标准情况

现行的国家恶臭物质排放标准是 1993 年颁布的《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993)^[2]，其中规定了 8 种特定恶臭物质和 1 种综合性指标：氨、三甲胺、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、苯乙烯和臭气浓度（量纲一）控制指标，臭气浓

度和臭气指数的关系式为：臭气指数 = $10 \times \lg$ (臭气浓度)，厂界的恶臭物质排放标准见表 7，各指标的排气筒排放限值见表 8，随排气筒高度升高，各指标限值迅速升高。国标的修订计划已经于 2016 年启动，目前正在修订中。根据生态环境部 2018 年发布的《恶臭污染物排放标准（征求意见稿）》，臭气浓度厂界排放标准统一执行 20（量纲一），不再进行分级，臭气浓度的排气筒排放标准统一执行 1000，消除排气筒高度的影响。

国标为通用型排放标准，其他大气污染物排放标准中规定了恶臭污染物排放控制要求，按其规定执行，其他固定源大气污染排放标准中未规定恶臭污染物排放控制要求，则执行国标。国标适用于全国的基本控制要求，省级人民政府对国标未做规定的恶臭物质，可以制定地方排放标准；对国标已作规定的项

目，可以制定更严格的地方排放标准。

3.2 地方标准情况

经过调研，我国恶臭地方标准非常少，北京市的恶臭气体排放标准执行大气综合标准，上海市和天津市有通用的恶臭污染排放标准，河北省和山东省有专项的地方行业恶臭污染标准。表 9 中列出了北京市、上海市、天津市、河北省和山东省地方标准的详细信息。

(1) 北京市没有恶臭物质排放标准，在《大气污染物综合排放标准》(DB 11/501—2017) 中规定了 50 种气体和臭气浓度的排放限值，其中恶臭物质共计 22 项，较 GB 14554—1993 多出 14 项，为苯并芘、氯乙烯、硝基苯类、丙烯腈、丙烯醛、甲醛、乙醛、酚类、苯、苯胺类、甲苯、二甲苯、氯苯类、甲醇。与国标(9 项)的排放限值相比较，特定恶臭物质的排放标准更为严格，臭气浓度的排放标准与国标相差不大。

(2) 上海的地方通用恶臭标准管控项目共 23 项，即 22 项特定恶臭物质和臭气浓度，较 GB14554—1993 多出 14 项，为乙苯、丙醛、正丁醛、正戊醛、甲基乙基酮、甲基异丁基酮、丙烯酸、丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸甲酯、一甲胺、二甲胺、乙酸乙酯、乙酸丁酯。与国标(9 项)的排放限值相比较，特定恶臭物质和臭气浓度标准都更为严格。

(3) 天津市的地方通用恶臭标准管控项目共 17 项，即 16 项特定恶臭物质和臭气浓度，较 GB14554—1993 多出 8 项，为乙苯、丙醛、丁醛、戊醛、乙酸乙酯、乙酸丁酯、2-丁酮、甲基异丁基酮。与国标(9 项)的排放限值相比较，特定恶臭物质和臭气浓度标准都更为严格。

(4) 河北省因为生活垃圾填埋场数量众多、恶臭投诉环境事件占比大，填埋场所能参考的标准指标体系已经不能适应当前的管理要求，河北省生态环境厅认为有必要制定河北省生活垃圾填埋场恶臭物质排放标准，体现当前的技术进步，支撑当前的环境管理需求。河北省于 2018 年颁布了《生活垃圾填埋场恶臭污染物排放标准》(DB 13/2697—2018) 专项标准，管控的恶臭物质仅 6 项：氨、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫和臭气浓度；与国标相比，缺少的三项为二硫化碳、苯乙烯、三甲胺。

(5) 河北省化学制药工业比较发达，建立了较为完备的化学制药工业体系，是全国重要的化学原料药生产基地，抗生素和维生素原料药生产在国际具有领

表 7 厂界恶臭控制指标限值

序号	物质名称	单位	《恶臭污染物排放标准》 (GB 14554—1993)			2018 年《恶臭污染物排放标准（征求意见稿）》
			一级	二级 (新建)	三级 (新建)	
1	氨	mg/m ³	1.0	1.5	4.0	0.2
2	三甲胺	mg/m ³	0.05	0.08	0.45	0.05
3	硫化氢	mg/m ³	0.03	0.06	0.32	0.02
4	甲硫醇	mg/m ³	0.004	0.007	0.02	0.002
5	甲硫醚	mg/m ³	0.03	0.07	0.55	0.02
6	二甲二硫	mg/m ³	0.03	0.06	0.42	0.05
7	二硫化碳	mg/m ³	2.0	3.0	8.0	0.5
8	苯乙烯	mg/m ³	3.0	5.0	14	1.0
9	臭气浓度	量纲一	10	20	60	20

表 8 排气筒恶臭控制指标限值

序号	物质名称	单位	排气筒高度				
			15m	25m	35m	40m	60m
1	氨	kg/h	4.9	14	27	35	75
2	三甲胺	kg/h	0.54	1.5	3.0	3.9	8.7
3	硫化氢	kg/h	0.33	0.90	1.8	2.3	5.2
4	甲硫醇	kg/h	0.04	0.12	0.24	0.31	0.69
5	甲硫醚	kg/h	0.33	0.90	1.8	2.3	5.2
6	二甲二硫	kg/h	0.43	1.2	2.4	3.1	7.0
7	二硫化碳	kg/h	1.5	4.2	8.3	11	24
8	苯乙烯	kg/h	6.5	18	35	45	104
9	臭气浓度	量纲一	2 000	6 000	15 000	20 000	60 000

资料来源：《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993)

表9 我国地方恶臭物质排放标准

城市	标准名称	控制指标	厂界臭气浓度 (量纲一)	排气筒	
				臭气浓度 (量纲一)	高度说明
北京	《大气污染物综合排放标准》(DB 11/501—2017) [13]	22 项特定恶臭物质和臭气浓度	20	2000	15m
天津	《恶臭污染物排放标准》(DB 12/059—2018) [14]	16 项特定恶臭物质和臭气浓度	20	1000	所有高度
上海	恶臭污染物排放标准 (DB 31/1025 — 2016) [15]	22 项特定恶臭物质和臭气浓度	10 (非工业区) 20 (工业区)	1000	15 ~ 30m
河北	《生活垃圾填埋场恶臭污染物排放标准》(DB 13/2697—2018) [16]	6 项特定恶臭物质和臭气浓度	20	1000	所有高度
河北	《青霉素类制药挥发性有机物和恶臭特征污染物排放标准》(DB13/ 2208—2015) [17]	臭气浓度	没有规定厂界	2000	所有高度 (排气筒最低要求 20m)
山东	《有机化工企业污水处理厂(站)挥发性有机物及恶臭污染物排放标准》(DB 37/3161—2018) [18]	6 项特定恶臭物质和臭气浓度	20	800	所有高度

先优势。但是青霉素生产过程中产生的 VOCs 不仅对环境、动植物的生长及人类健康造成危害,而且由于大部分 VOCs 具有异味等严重影响人们的生活,成为群众反映最强烈的环境问题之一。然而,全国无制药行业 VOCs 和恶臭气体排放标准,使得各制药企业 VOCs 和恶臭气体污染的监管一直处于无序状态。为推进京津冀地区的环保一体化进程,为河北省青霉素类制药挥发性有机物和恶臭排放提供操作性强的管理依据,河北省环境保护厅于 2013 年 5 月下达了青霉素类制药挥发性有机物和恶臭特征污染物排放标准编制任务,并于 2015 年颁布《青霉素类制药挥发性有机物和恶臭特征污染物排放标准》(DB 13/2208—2015),仅对综合感官指标——臭气浓度进行管控,较国标严格。

(6) 山东省是化工行业大省,化工企业众多。很多化工企业毗邻居民生活区,污水厂产生废气有严重的异味污染,对企业厂区内部和外部环境空气质量造成污染,也干扰了居民生活,危害公众健康,已成为公众重点投诉的环境污染问题之一。为响应群众关切,解决“企业达标排放,但群众生活仍受影响”的问题,山东省制定了《有机化工企业污水处理厂(站)挥发性有机物及恶臭污染物排放标准》(DB 37/3161—2018),管控的恶臭物质有 6 项:氨、硫化氢、苯系物、酚类、挥发性有机物(VOCs)和臭气浓度,相较于国标,多出项目为苯系物、酚类和挥发性有机物,缺少三甲胺、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、苯乙烯。

4 中日恶臭排放标准对比

中日两国都执行特定恶臭物质和综合感官指标(中国臭气浓度、日本臭气指数)两类标准,且嗅觉测

定方法一致,但是从国标对比、国标和地标的关系、基础研究上来看,中日差距较大,对比分析结论如下。

4.1 国家标准

4.1.1 厂界排放标准

(1) 恶臭控制项目。日本规定了 22 项特定恶臭物质浓度、臭气指数的排放控制范围;我国标准规定了 8 项特定恶臭物质浓度和臭气浓度的排放限值的底线;日本较我国特定恶臭物质种类多 15 种(酸类、醛类等),少 1 种(二硫化碳)。

(2) 恶臭指标限值。通过对比表 4 日本厂界排放标准和表 7 我国标准,国标 2018 征求意见稿中 8 项特定恶臭物质浓度限值均严于日本工业区浓度限值,氨、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、苯乙烯 5 种物质严于日本非工业区浓度限值,三甲胺和二甲二硫 2 种物质在日本非工业区浓度限值范围内。国标 2018 征求意见稿中厂界臭气浓度限值为 20,在日本国标规定限值范围(10 ~ 126)之内。综上,我国国标在浓度排放控制上更加严格。

从中日两国厂界排放标准来看,虽然我国特定恶臭物质种类较少,但是我国几个恶臭控制项目排放标准相对严格。

4.1.2 排气筒排放标准

日本规定了 13 项特定恶臭物质排放速度、臭气指数的计算方法,限值由厂界标准计算得出,以排气筒排放不引起周边环境超标为标准。日本排气筒排放标准计算方法考虑到周边环境的影响,臭气指数的计算方法还考虑到臭气排放强度。我国规定了 8 项特定恶臭物质排放速度和臭气浓度在不同排气筒高度下的限

值,这种“一刀切”的标准限值制定方法在执行过程中容易引起企业满足排放标准,但是周边恶臭投诉不断的问题,例如北京市董村垃圾综合处理厂的排气筒高度为20m,按照标准臭气浓度限值为5600,但是在臭气浓度为1000时,仍有居民投诉,如果考虑到距离董村综合处理厂400m有一个高度为54m的居民楼,排气筒的高度应该调高至60m以上或者臭气浓度降至200,才能消除对居民楼的影响。我国国标和地标都仅仅对臭气浓度进行管控,没有对臭气排放强度进行控制。

4.1.3 外排水排放标准

日本臭气指数的外排水标准通过厂界限值计算得到,特定恶臭物质的外排水标准限值通过研究恶臭物质在水和大气中关系得到。我国没有外排水的特定恶臭物质排放标准,也没有外排水的综合感官指标——臭气浓度的嗅觉测定方法,恶臭基础研究相对薄弱。

4.2 地方标准

日本规定各地根据自身的社会和自然条件,在特定恶臭物质控制标准和臭气指数控制标准中二选一,在国法的控制范围内制定地标,且不断修订;目前制定了地方标准的市区町村(1313个)占比75.4%。我国标准要求同时执行特定恶臭物质和臭气浓度排放标准,规定了地方标准的下限,地方需要制定更为严格的标准,目前仅上海市、天津市、河北省和山东省制定了恶臭物质排放地方标准。对比中日地方标准限值,有严有松,我国同时执行两类标准,从某种程度上我国地方标准更为严格,如上海市非工业区不仅规定了非常严格的特定恶臭物质排放标准,臭气浓度标准更是定为10。但是相较于日本,我国地方标准严重缺失。

4.3 基础研究

从排气筒的排放标准限值制定上来讲,每一个恶臭排放企业的周边建筑情况、气流情况不同,所以日本的标准更为精细,一厂一个排放标准,我国标准相对简单粗放。日本在第一版《恶臭防止法》中就提出,甲硫醇和甲硫醚在大气扩散过程中发生化学变化,其含量显著减少,但目前尚不清楚其减少的比例,因此未规定二者的排气筒排放限值,我国对恶臭气体扩散规律的基础研究非常薄弱。从外排水的排放标准制定上来讲,我国尚无相关标准。

综上,我国恶臭排放标准尚未形成标准体系,标准的制定和执行较日本粗放不精细,恶臭方面的基础研究也较为薄弱。

5 建议

(1) 我国恶臭污染排放标准粗放,未成体系,需要进一步完善,提出如下建议:

控制臭气排放强度:我国现有标准中,排气筒排放标准的恶臭物质综合感官指标,仅对臭气浓度进行限制,建议对臭气排放强度(臭气浓度 $\times$ 气体排放速率)进行限制,以防企业利用加大排气量稀释臭气浓度的现象发生。

设置除臭效率指标:一是设置除臭效率的下限,恶臭排放企业在满足恶臭排放(浓度或速率)标准的同时除臭效率必须达到该限值,可以防止企业利用其他途径不进行除臭而排放,如通过加高排气筒或加大排气量来达到排放标准。二是设置除臭效率的上限,即除臭效率达到一定指标时,可适当放宽排放限值,这对于在除臭技术上确实存在困难的企业,或是除臭成本过大的企业,留存缓冲空间。

恶臭排放标准精细化:一是特定恶臭物质差异化,针对不同类型的恶臭排放企业,按需制定含有不同特定恶臭物质的标准。二是排气筒排放标准限值制定时,考虑企业与周边居民区的距离、气候、地势等因素,因地制宜,实行一厂一策,力争减少对周边居民区的环境影响。

(2) 我国恶臭相关基础研究薄弱,建议攻关气体扩散模型以及恶臭气体衰减规律研究;建议进行各个行业的恶臭物质特征分析的深入研究,为有针对性地进行除臭技术研发和排放标准中特定恶臭物质种类的确定提供基础保障。

参考文献

- [1] 杨光璧,王延吉,王鸿志.国外的恶臭控制标准[J].上海环境科学,1991,10(12):14-17,22-22.
- [2] 国家环境保护局,国家技术监督局.GB 14554-1993 恶臭污染物排放标准[S].北京:中国标准出版社,1994.
- [3] 日本环境省.恶臭防止法の施行について[EB/OL].[1972-06-07].<http://www.env.go.jp/hourei/10/000013.html>.
- [4] 日本环境省.恶臭防止法施行令の一部を改正する政令の施行等について[EB/OL].[1976-10-14].<http://www.env.go.jp/hourei/10/000009.html>.
- [5] 日本环境省.恶臭防止法施行令の一部を改正する政令の施行等について[EB/OL].[1989-10-13].<http://www.env.go.jp/hourei/10/000010.html>.
- [6] 日本环境省.恶臭防止法施行令の一部を改正する政令の施行等について[EB/OL].[1993-06-18].<http://www.env.go.jp/hourei/10/000011.html>.
- [7] 日本环境省.特定悪臭物質の測定の方法[EB/OL].[2020-01-23].<http://www.env.go.jp/hourei/10/000022.html>.

- [8] 日本环境省. 令和 2 年度恶臭防止法施行状況調査について (概要) [EB/OL]. [2022-02-25]. <http://www.env.go.jp/air/akushu/>.
- [9] 环境庁水大気保全局大気生活環境室. 三点比較式臭袋法について参考資料 [M]. 日本: におい・かおり環境協, 2015.
- [10] 日本环境省. 恶臭物質の測定の方法の一部改正について [EB/OL]. [1994-09-08]. <http://www.env.go.jp/hourei/10/000007.html>.
- [11] 环境庁水大気保全局大気生活環境室. 特定恶臭物質測定マニュアル [M]. 日本: 財団法人日本环境卫生中心, 1996.
- [12] 日本环境省水大気生活環境室. よくわかる臭気指数規制 2 号基準 [M]. 日本: におい・かおり環境協会, 2016.
- [13] 北京市环境保护局, 北京市质量技术监督局. DB11/501-2017 大气污染物综合排放标准 [S]. 2017.
- [14] 天津市生态环境局, 天津市市场监督管理局. DB12/059-2018 恶臭污染物排放标准 [S]. 2019.
- [15] 上海市环境保护局, 上海市质量技术监督局. DB31/1025-2016 恶臭 (异味) 污染物排放标准 [S]. 2017.
- [16] 河北省环境保护厅, 河北省质量技术监督局. DB13/2697-2018 生活垃圾填埋场恶臭污染物排放标准 [S]. 2018.
- [17] 河北省质量技术监督局, 河北省环境保护厅. DB13/2208-2015 青霉素类制药挥发性有机物和恶臭特征污染物排放标准 [S]. 2015.
- [18] 山东省环境保护厅, 山东省质量技术监督局. DB37/3161-2018 有机化工企业污水处理厂 (站) 挥发性有机物及恶臭污染物排放标准 [S].

Odor Emission Control Standards in Japan and Its Enlightenment for China

REN Xiaoling^{1,2*}, LI Haiqing^{1,2}, LI Jianying^{1,2}, JU Alian^{1,2}, REN Xiaoqian³, ZHANG Xu^{1,2}

(1. Beijing Municipal Institute of City Management, Beijing 100028, China; 2. Beijing Key Laboratory of Municipal Solid Waste Detection Analysis and Evaluation, Beijing 100028, China; 3. Hebei Yetian Agrochemistry Co., Ltd., Shijiazhuang 051330, China)

Abstract: Japan is the first country in the world to legislate on odor prevention and control. After 50 years of development, Japan has formed a sound odor emission standard system with 22 specific odor substances or odor index as control indicators, which controls the emissions of boundary, exhaust stacks and external drainage of odor producing enterprises. This paper focuses on the formulation basis and calculation method of emission standards for the two control indicators at three control points, which is a concrete embodiment of the high degree of refinement and solid basic research of Japan's odor emission standard system, and has a strong reference significance for China's standard formulation and odor basic research. Japan takes the odor intensity range of 2.5-3.5 that 'does not arouse the disgust of surrounding residents' as the basis for formulating the limit value of the boundary emission standard. Through the research on the relationship between specific odor substances/odor index and odor intensity, Japan formulates the scope of the factory boundary emission standard, and then the local standards have been formulated according to the natural and social conditions of the area. The emission limit of exhaust funnel is calculated by model based on the limit value of the boundary, terrain, weather and other factors. As a result, each field has its own standard. The external drainage standard of odor index is calculated by the limit value of the boundary, and the external drainage standard limit value of specific odor substances is obtained by studying the relationship between odor substances in water and atmosphere. China's national standard has set the lower limit of emission standards, and all provinces and cities have set more stringent emission standards on the basis of the national standard. 1313 local standards have been set in Japan, while China's odor local standards are very few. China implements eight specific odor substances and odor concentration standards at the same time. China also stipulates the emission limits of the boundary and exhaust funnel, which is different from Japan. In Japan the limit value of each exhaust funnel is calculated. China needs to strengthen the basic research of odor pollution diffusion model and improve the refinement of emission standards.

Keywords: odor emission; Japan; odor index; specific odor substances