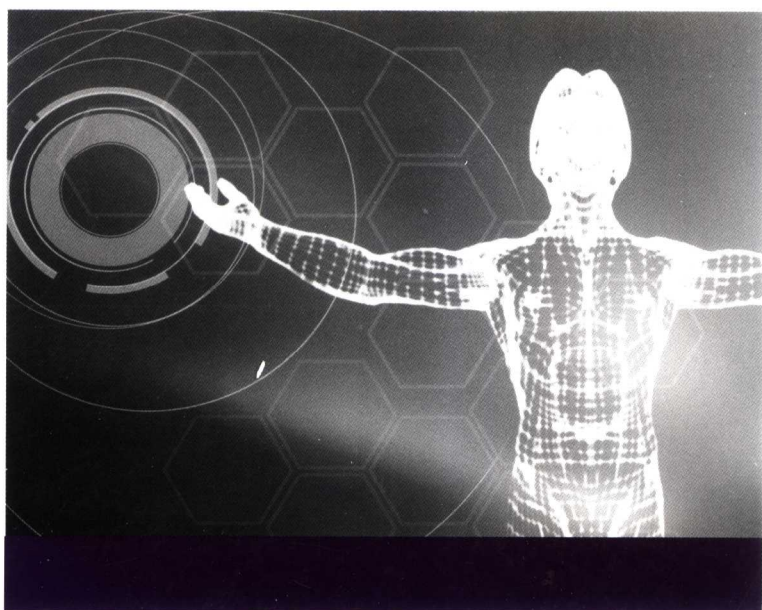


邓南圣 吴峰 主编

环境中的 内分泌干扰物



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

Q45

环境中的 内分泌干扰物

邓南圣 吴 峰 主编



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

环境中的内分泌干扰物/邓南圣, 吴峰主编. —北京:
化学工业出版社, 2004.3
ISBN 7-5025-5232-4

I. 环… II. ①邓…②吴… III. 环境-有害物质-
影响-内分泌系统 IV. Q45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 016809 号

环境中的内分泌干扰物

邓南圣 吴峰 主编

责任编辑: 侯玉周

文字编辑: 何芳

责任校对: 蒋宇

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720 毫米×1000 毫米 1/16 印张 15 $\frac{1}{4}$ 字数 231 千字

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5232-4/X·386

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

近年来，扰乱激素平衡而且对人或动物以及其后代产生有害影响的内分泌干扰物研究受到科学界广泛关注，成为环境科学研究的新热点。美国科学家 T. Colborn 等合作发表《我们被盗窃的未来》“Our Stolen Future”一书，成为环境中内分泌干扰物研究的里程碑，它很大程度上促进了美、欧、日等发达国家对环境中内分泌干扰物的研究。在国内，对于内分泌干扰物的研究才刚刚起步，并且迅速成为环境科学研究的重要方向和前沿课题，也成为高等环境科学教育中的重要内容之一。但是，目前国内尚无有关内分泌干扰物的专著。本书的编写旨在引起人们给予环境中内分泌干扰物足够的关注，提供一些基本的数据和信息，希望对相关的研究和教育提供帮助。

本书分为十章，第一章对内分泌干扰物的研究作了总体上的概述，重点介绍了内分泌干扰物的概念、种类、作用机制；第二章介绍了动物内分泌学基础知识；第三章介绍内分泌干扰物的来源与暴露；第四章至第八章分别从生物富集、生殖与发育、神经系统与免疫系统和生态学效应方面讨论了内分泌干扰物对动物的影响；第九章和第十章分别介绍了内分泌干扰物的检测及其降解与处理。全书力图客观地反映环境中的内分泌干扰物对人类和动物多方面潜在的危害，既不夸大这种危害的严重性，更不忽视这种危害的潜在效应。

本书是集体智慧和努力的结果。参与编写本书的还有刘先利、封享华、葛利云、丁世敏、涂建峰、李培霞、林悦涓、田志刚和吴芳。编者十分感谢本书参考文献中的作者，正是他（她）们的研究成果为本书提供了丰富的素材。

由于内分泌干扰物问题是一个新的环境污染问题，它涉及生物、医学、化学等学科的综合与交叉，内容多而繁杂，加之编写时间紧，收集的资料有限，再囿于编者的知识背景、水平与见识，书中的疏漏、错误与不妥之处难免，切盼各位同仁赐教。

编者

2003年12月

于珞珈山

目 录

第一章 概论	1
第一节 化学物质污染对内分泌系统的影响	2
第二节 环境内分泌干扰物及其效应	5
一、环境中的内分泌干扰物	6
二、内分泌干扰物作用的基本机制	13
三、内分泌干扰物在环境中的存在	15
四、内分泌干扰产生的效应	16
第三节 研究方法及发展方向	20
一、基本研究方法	20
二、几种实验方法简介	22
三、环境内分泌干扰物的研究方向	23
第四节 关于其他药物在环境中的残留问题	25
参考文献	28
第二章 内分泌学基础	31
第一节 基本概念	31
一、激素和内分泌概念	31
二、激素的分类	32
三、激素作用的特点	35
四、雌激素	36
第二节 激素作用机制	38
一、激素作用的历程	38
二、激素受体	40
三、激素的作用原理	42

第三节 抗激素及其作用机制	44
一、抗激素的概念	44
二、抗激素作用的分子机制	44
参考文献	45
第三章 内分泌干扰物的来源与暴露	46
第一节 环境内分泌干扰物来源与归趋	47
一、来源	47
二、归趋	52
第二节 暴露的途径与对象	55
一、空气、水、土壤和食物	56
二、野生动物暴露水平	61
三、人体暴露	63
参考文献	74
第四章 内分泌干扰物的生物富集与代谢	77
第一节 摄取与累积	79
一、摄取与排泄	79
二、吸收的途径	82
三、在体内的分布	84
四、储存与流动	90
第二节 生物代谢及物种差异	91
一、代谢	91
二、代谢的物种差异	96
第三节 影响剂量-响应关系的因素	97
参考文献	100
第五章 内分泌干扰物对生殖与发育的影响	101
第一节 基本概念	102
一、生殖生命周期	102
二、研究终点和指标	102
第二节 影响实验动物生殖与发育的内分泌干扰物	103
一、农药及其代谢物	104
二、工业化学品	105
三、其他化学物质	107

第三节 对人类的影响.....	109
一、内分泌干扰物.....	109
二、生殖干扰效应的不确定性.....	112
第四节 对野生动物的影响.....	116
一、鱼类.....	116
二、两栖动物.....	119
三、爬行动物.....	119
四、鸟类.....	124
五、哺乳动物.....	127
参考文献.....	128
第六章 内分泌干扰物对神经系统与免疫系统的影响	131
第一节 内分泌干扰物对神经系统的影响.....	131
一、对实验室动物的影响.....	131
二、对人类的影响.....	132
第二节 内分泌干扰物对免疫系统的影响.....	135
一、内分泌干扰物与淋巴组织结构改变.....	136
二、几种内分泌干扰物的免疫干扰作用.....	137
参考文献.....	143
第七章 内分泌干扰物的致癌作用	145
第一节 乳腺癌.....	146
一、人类乳腺癌与 EDCs	146
二、动物研究.....	154
三、有关乳腺癌的结论和建议.....	156
第二节 生殖器癌.....	157
一、子宫癌.....	157
二、睾丸癌.....	158
三、前列腺癌.....	160
第三节 甲状腺癌.....	161
一、人类研究.....	161
二、动物试验.....	162
三、有关甲状腺癌的结论和建议.....	163
参考文献.....	164

第八章 内分泌干扰物的生态效应	166
一、生态效应	166
二、内分泌干扰物对动物种群和群落的影响	170
参考文献	174
第九章 内分泌干扰物的筛选与分析	176
第一节 激素分析的基本方法	178
一、生物法	179
二、化学法	183
三、细胞化学生物测定法	185
第二节 EDCs 的生物学实验	186
一、体内生物实验法	187
二、体外生物实验法	189
第三节 化学和仪器分析方法	193
一、EDCs 分析的预处理方法	193
二、EDCs 的化学和仪器分析方法	198
参考文献	206
第十章 水中内分泌干扰物的降解与处理	208
第一节 生物降解	209
一、雌激素	209
二、工业化学品	210
第二节 物理-化学降解和处理	215
一、直接光解	215
二、传统的物理-化学方法处理	216
三、高级氧化技术	218
参考文献	232
附录 1 国际互联网上的内分泌干扰物研究资源	237
附录 2 缩略词 Abbreviations	239

概 论

早在 20 世纪 70 年代，研究者就已经开始关注环境中外源性物质的雌激素效应，进入 90 年代初，这种关注变得越发普遍和深切，特别是 1996 年美国科学家 Colborn 等^[1]合作发表《我们被盗窃的未来》“Our Stolen Future”一书，很大程度上促进了美、欧、日等发达地区和国家对环境污染引发的内分泌干扰问题的重视和研究。包括欧盟（EU）、经济合作与发展组织（OECD）和美国国家环保局（USEPA）等在内的组织和政府机构都已经发表了相关的专题报告，就环境中内分泌干扰物质的暴露、对野生动物和人类内分泌系统及身体健康的不利影响和风险评价等问题作了整体上的论述和报告。1991 年以来，英、美、日等国家先后都召开了有关环境内分泌干扰物的科学研讨会。近年来许多国家的政府部门、研究机构都在积极采取行动，如美国要求筛选具有雌激素活性或能阻碍雌激素活性的化学物质，英国环境署也将对环境激素类物质的生产和排放加以控制，且确认此类物质为优先领域。日本环境厅 1998 年公布了环境内分泌干扰物战略计划，欧洲环境毒理和化学学会

(SETAC) 1998 年年会将内分泌干扰物定为大会的重要主题，环境内分泌干扰物污染迅速成为国际研究的新热点^[2]。本章就环境内分泌干扰问题的起源、所产生的健康和生态效应以及研究方法和未来发展的趋势作简要的综述。这里需要指出的是，本书讨论的是由化学物质污染引发的内分泌干扰和生殖发育问题，而其他物理因素（如电磁辐射、超声等）、生物的行为、社会的因素（家庭生活、工作压力、心理因素、生活习惯等）引起的内分泌紊乱和生殖发育问题不在本书讨论的范围之内。

第一节 化学物质污染对内分泌系统的影响

目前美国化学文摘登记的化学物质早已超过一千万种，进入环境的也有数万种。环境问题如大气污染、臭氧层耗损、全球变暖、海洋污染、淡水资源紧缺和污染、环境公害和有毒化学品及危险废物等，大多直接与化学物质污染有关。最为重要的是这些化学物质有的在 10^{-9} 级或甚至更低的浓度就已对生态环境、人体健康产生了有害影响。这种有害的影响包括显性的与隐性的，后者易被人们忽略，但是一旦危害发生，其危害更为严重、更为深远。

20 世纪 50 年代以来，多种鸟类如猎鹰、鹰、雀鹰等的数量急剧减少，这归咎于 DDT 的使用。到 20 世纪 70 年代，鸟类的减少到达最低点，然后才缓慢上升。美国与英国的研究表明，在污染区域，雄性鱒鱼、比目鱼和鲤鱼合成了卵黄蛋白原，这与烷基酚以及天然或合成雌激素污染有关。在雄性鱼的性腺中发现了卵巢组织。在加拿大一些造纸厂排污口下游，发现雄性鱼性器官退化，雌性鱼雄性化，而就在这些造纸废水中检测到植物雌激素（谷甾醇和豆甾醇）。

在有机锡污染严重的海岸，雌性海洋腹足动物均表现出雄性化特征。在佛罗里达 Apopka 湖严重的农药污染（三氯杀螨醇、DDT、DDE、DDD），使得美洲鳄数量明显减少，雌性美洲鳄卵巢变化，雄性动物睾丸和阴茎失常。富含异黄酮类物质的苜蓿使得绵羊的卵巢与子宫生殖紊乱和损伤。瑞士欧洲水獭已经绝迹，其中的具体原因就是他们捕食的鱼被 PCBs 所污染，以及与此相关的生殖问题。表 1.1 是

表 1.1 化学物质对野生动物内分泌系统的影响^[3]

野生动物		地点	影响	可能导致影响的物质
贝类	荔枝螺	日本海岸	雄性化, 种群减少	有机锡类化合物
鱼	虹鳟鱼	英国河流	雄性化, 种群减少	壬基酚
	石斑鱼	英国河流	雌雄同体	壬基酚
	鲑鱼	美国大湖	甲状腺增生, 种群减少	未知
爬行动物	鳄鱼	美国佛罗里达州的湖泊	阴茎萎缩, 卵孵化率下降, 种群减少	有机氯农药化学品如 DDT
鸟	海鸥	美国大湖	雄性化, 甲状腺肿瘤	DDT, PCBs
	美国燕鸥	美国密歇根湖	卵孵化率下降	DDT, PCBs
哺乳动物	海豹	荷兰	种群减少, 免疫功能降低	PCBs
	白海豚	加拿大	种群减少, 免疫功能降低	PCBs
	美洲狮	美国	隐睾, 精子数减少	未知
	绵羊	澳大利亚	死胎发生率增加, 畸形发生率增加	植物激素(来自三叶草)

表 1.2 部分农药对野生动物产生的内分泌效应^[3]

农药	效应
除草剂 氟乐灵	鱼脊椎异常
杀菌剂 苯菌灵 异菌脲 代森锰锌 代森联 三丁基锡氧化物 乙烯菌核利	鱼生长减慢、胚胎存活率下降, 糖虾繁殖削弱 改变鸟的行为、减少产卵率、减少孵化比率, 糖虾繁殖削弱 鸟繁殖削弱、推迟产卵 鸟繁殖削弱、产卵率下降、生殖力下降、死胎 腹足类性别混乱, 牡蛎生长异常 鸟繁殖削弱, 产卵率下降、生殖力下降、睾丸发育减慢
杀虫剂 印楝素 西维因 三氟杀螨醇 狄氏剂/艾氏剂 除虫脲 DDT 硫丹 双氧威 马拉硫磷 灭多虫 甲氧氯 对硫磷 拟除虫菊酯 毒杀芬	节肢动物换毛受阻 鸟繁殖削弱、鱼繁殖受阻 鸟繁殖受阻 鸟繁殖受阻 减少鸟体内的睾酮, 节肢动物表皮沉积破坏 鸟繁殖受阻、卵壳变薄 鸟繁殖受阻、产卵率下降 节肢动物换毛受阻 鱼生长减缓 鸟繁殖受阻 鸟繁殖受阻, 鱼生长减缓、孵化成功率下降 鸟繁殖受阻、产卵率下降、成年个体体重下降, 鱼繁殖削弱、脊椎异常, 糖虾生长减缓 鸟繁殖削弱、卵壳变薄, 鱼繁殖削弱 鸟成熟个体生长减缓、孵化期缩短、可孵化率下降、鱼生长减缓、脊椎异常

部分化学物质对野生动物内分泌系统的影响，其中涉及的化学物质种类并不多。表 1.2 是部分农药对野生动物产生的内分泌效应，可见有相当多种类农药对动物的内分泌系统也有影响。

环境污染对于人类健康有直接危害，如致癌、致畸等问题已受到极大关注。但环境内分泌干扰物对人类的生殖紊乱研究还很少。对孕妇开的处方己烯雌酚已导致胎儿畸形、男性后代生殖器管道畸形和女性后代阴道癌发病率高影响。在过去几十年，一些不同地区男性精

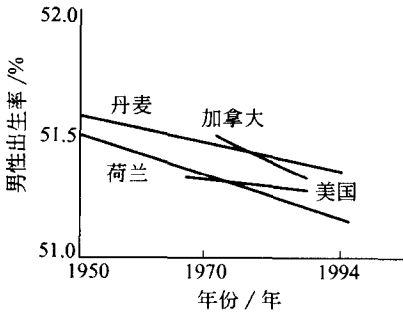


图 1.1 几个发达国家男性出生率的变化^[4]

液密度和质量下降，这种下降是有区域性的。睾丸癌发病率有增加趋势。此外，隐睾症和尿道下裂病例也有增加。研究者把这些生殖系统疾病同内分泌干扰物对胎儿影响作用联系起来，但这种因果关系尚未被证实。另外，近 50 年来欧美国家男性婴儿出生率下降（如图 1.1 所示）也引起人们极大关注。

科学家们分析了 20 多个国家的 15 000 名健康男性精液资料后发现，1940~1990 年的 50 年间，人类生殖能力不断下降，精子密度下降了 45%，精液量减少了 25%。有报道表明，出生年代和精子数目存在明显的负相关，即出生年代越迟平均精子数目越少，且畸形精子的比例明显上升。例如，法国 1945 年出生的男性在 30 岁时的精子数与 1976 年出生的男性在 30 岁时的精子数相比高两倍。而据我国的调查显示，1981~1996 年的 16 年间，北京、上海、天津等地万余名健康男性的精液量、精子数目、精子活动率三项指标分别下降了 10.0%、18.6%、10.4%。这种急剧的变化不可能是由于遗传因素引起的，毫无疑问与环境因素有关。精子数量和质量的下降导致了不孕不育的增多。目前我国每 8 对夫妻就有 1 对不育，而西方发达国家约有 20% 的夫妇苦于没有孩子。

许多资料表明，环境激素可引起睾丸发育中断和永久性功能障碍，还可引起隐睾、睾丸癌、阴茎发育不全、尿道下裂等生殖器官发育异常以及生殖器官癌症，又可引起性别比例失调、胎儿及哺乳期婴儿疾患、免疫功能下降、智商降低等问题。特别是对于女性，环境激

素还可以引起青春期提前、流产、异位妊娠、月经失调、子宫内膜增生、子宫内膜异位等生殖系统病变。例如，美国 48.3% 的黑人女孩、14.7% 的白人女孩在 8 岁以前就有月经初潮；上海市儿童性早熟发病率已达 1%。1938 年，人工合成雌激素——己烯雌酚问世，并用于预防流产。1952 年，有学者对 2000 例怀孕期间服用己烯雌酚的孕妇研究表明，己烯雌酚本身反而增加了流产、早产率或新生儿的死亡率。后来的研究证明，妇女孕期服用己烯雌酚可使子代出现生殖器畸形、阴道癌、睾丸和阴茎发育不良、睾丸下降不全、假两性畸形和精子畸形率增高等。近 20 年来，大多数国家乳腺癌和前列腺癌的发病率急剧上升，如美国乳腺癌的发病人数从 1980 年到 1987 年猛增了 32%、前列腺癌增加了 127%，而激素在这两种癌症中起着重要的作用。

生殖健康是人类得以生生不息、繁衍至今的重要保障。人类健康的核心和社会文明进步的标志是生殖健康，环境是人类赖以生存和发展的物质基础，有害化学物质被排入大气、水体、土壤等环境介质中，直接作用于人体，或借助食物链不断富集，最终进入人体，对人类健康包括生殖功能产生了潜在的危害。当前世界各国生殖健康的状况相当严峻，环境污染对生殖健康的危害已引起世界卫生组织的重视，世界卫生组织决定把 21 世纪定为“生殖健康世纪”。科学家指出：“环境激素类物质对人类生殖健康的影响可能是 21 世纪人类健康所面临的最大挑战！”

第二节 环境内分泌干扰物及其效应

激素是分泌到细胞外液并在细胞之间传递信息的化学物质，它们是控制生命活动的重要物质基础。它们对机体的生长、发育、分化、适应、代谢、免疫和生殖等都具有重要的调节作用。内分泌干扰物 (endocrine disruptors, EDs) 被定义为干扰那些维持自身平衡、生殖、发育和行为的体内激素的合成、分泌、传输、键合、作用或清除的外源性物质^[5]，这些物质能够模拟、强化或抑制激素作用，在某些情况下，可能引发组织或器官增生和肿瘤。简单地讲，内分泌干扰物是扰乱激素平衡而且能够对人或动物以及其后代产生有害影响的物

质^[6]。有的也称为内分泌干扰化学品 (endocrine-disrupting chemicals, EDCs)、环境激素 (environmental hormones) 或激素活性物质 (hormonally active agents, HAAs)^[7]。最重要的内分泌干扰物就是性激素和有类似作用的物质, 它们同已发现的动物异常生殖和发育有密切联系。

对于“环境内分泌干扰物”这一科学术语的使用目前还并不统一。在学术界, 较多的使用“内分泌干扰物”, 也有比较多的文献中使用“环境激素”, 而在科普性的文章和普通媒体报道中常常使用“环境激素”一词。其实从已经报道和确证的具有内分泌干扰效应的物质来源复杂、与动物或人体内分泌的“激素”很多其他性质相去甚远, 把这些化学物质都称为“环境激素”, 是非常不确切的, 不符合“激素”一词的本义, 易产生歧义^[8]。所以本书中统一使用“内分泌干扰物”。

一、环境中的内分泌干扰物

环境污染物中有许多物质具有雌激素活性, 目前世界范围内对有关数据的统计尚无确定的结果, 大约有 50~70 种, 这其中既包括原本就“臭名昭著”的污染物如二噁英、PCBs、PAHs、DDT 等, 也包括一些原来不甚关注和了解的化学品如雌激素、双酚 A 和烷基酚等。表 1.3 是 1997 年前包括美国国家环保局 (USEPA)、美国国家环境健康中心疾病控制与预防及公共健康服务中心 (CDC) 和世界野生动物基金会 (WWF) 公布的环境内分泌干扰物的名单, 其中 EPA 计划进行筛选的有 60 种, CDC 有 48 种, WWF 有 68 种, 累计达 103 种^[9~12]。表 1.4 是日本国立环境研究所 (NIES) 公布的 68 种被怀疑具有内分泌干扰作用的化合物^[13]。

表 1.3 不同机构公布的环境内分泌干扰物清单^[9~12]

化 合 物	类型	EPA	CDC	WWF	CAS 登记号
三丁基锡氯化物 tributyl tin chloride	B,F	√ *	√		56-35-9
三苯基锡乙酸盐 triphenyl tin acetate	B	√			900-95-8
三苯基锡氢氧化物 triphenyl tin hydroxide	B	√			76-87-9
2-乙酰氨基苊 2-acetylaminofluorene	C	√			53-96-3
苊 acenaphthene	C	√			83-32-9
蒽 anthracene	C	√			120-12-7
苯并[a]蒽 benz[a]anthracene	C	√			56-55-3

续表

化 合 物	类型	EPA	CDC	WWF	CAS登记号
苯并[<i>a</i>]芘 benzo[<i>a</i>]pyrene	C	√ *		√	50-32-8
苯并[<i>b</i>]荧蒽 benzo[<i>b</i>]fluoranthene	C	√			205-99-2
苯并[<i>k</i>]荧蒽 benzo[<i>k</i>]fluoranthene	C	√			207-08-9
苯甲酮 benzophenone	C			√	119-61-9
双酚-A bisphenol-A	C	√	√	√	80-05-7
丁基苯 <i>n</i> -butyl benzene	C			√	104-51-8
丁基苯基酞酸酯 butyl benzyl phthalate	C	√ *	√	√	85-68-7
丁基羟基苯甲醚 butylated hydroxyanisole(BHA)	C	√			25013-16-5
丁基羟基甲苯 butylated hydroxytoluene(BHT)	C	√			128-37-0
蒽 chrysene	C	√			218-01-9
二氯酚 2,4-dichlorophenol	C			√	120-83-2
二环己基酞酸酯 dicyclohexyl phthalate	C			√	84-61-7
酞酸二甲基酯 diethyl phthalate	C			√	84-66-2
二乙基己基己二酸酯 diethylhexyl adipate	C			√	103-23-1
酞酸二乙基己基酯 diethylhexyl phthalate	C			√	117-81-7
酞酸二己基酯 dihexyl phthalate	C			√	84-75-3
酞酸二丁酯 di- <i>n</i> -butyl phthalate	C	√		√	84-74-2
酞酸二戊基酯 di- <i>n</i> -pentyl phthalate	C			√	131-18-0
酞酸二丙基酯 dipropyl phthalate	C			√	131-16-8
茚并芘 indeno(1,2,3- <i>cd</i>)pyrene	C	√			193-39-5
八氯苯乙烯 octachlorostyrene	C			√	29082-74-4
对硝基甲苯 <i>p</i> -nitrotoluene	C			√	99-99-0
对壬基酚 <i>p</i> -nonylphenol	C	√ *	√		25154-52-3
多氯联苯 PCBs	C	√ *	√	√	1336-36-3
五氯酚 pentachlorophenol	C	√ *	√	√	87-86-5
菲 phenanthrene	C	√			85-01-8
芘 pyrene	C	√			129-00-0
苯乙烯聚合物	C		√		100-42-5
三丁基锡氧化物 tributyltin oxide	C			√	56-35-9
四氯二苯并呋喃 2,3,7,8-TCDD	C#		√	√	1746-01-6
二甲基汞 dimethyl mercury	C#	√			593-74-8
苯菌灵 benomyl	F		√	√	17804-35-2
百菌清 chlorothalonil	F	√			1897-45-6
六氯苯 hexachlorobenzene	F		√	√	118-74-1
代森锰锌 mancozeb	F		√	√	8018-01-7
代森锰 maneb	F		√	√	12427-38-2
代森联 metiram	F		√	√	9006-42-2
五氯硝基苯 pentachloronitrobenzene	F	√ *			82-68-8
代森锌 zineb	F		√	√	12122-67-7
福美锌 ziram	F		√	√	137-30-4
草不绿 alachlor	H	√	√	√	15972-60-8
氨基三唑(杀草强) amitrole	H		√	√	61-82-5

续表

化 合 物	类型	EPA	CDC	WWF	CAS 登记号
阿特拉津 atrazine	H	√ *	√	√	1912-24-9
2,4-滴	H	√	√	√	94-75-7
异丙甲草胺 metolachlor	H	√			51218-45-2
塞克津 metribuzin	H		√	√	21087-64-9
除草醚 nitrofen	H		√	√	1836-75-5
西玛津 simazine	H	√			122-34-9
2,4,5-涕	H		√	√	93-76-5
氟乐灵 trifluralin	H	√	√	√	1582-09-8
艾氏剂 aldrin	I	√			309-00-2
丙烯菊酯 allethrin	I	√			584-79-2
α-BHC	I	√			319-84-6
β-BHC	I	√	√	√	319-85-7
西维因 carbaryl	I		√	√	63-25-2
氯丹 chlordane	I	√ *	√	√	57-74-9
毒死蜱 chlorpyrifos	I	√ *			2921-88-2
环己锡 cyhexatin	I	√			13121-70-5
氰氟菊酯 cypermethrin	I			√	52315-07-8
三氯杀螨醇 dicofol	I		√	√	115-32-2
狄氏剂 dieldrin	I	√	√	√	60-57-1
硫丹 endosulfan	I	√ *	√	√	115-29-7
异狄氏剂 endrin	I	√ *			72-20-8
顺式氰戊菊酯(来福灵)esfenvalerate	I			√	66230-04-4
氰戊菊酯 fenvalerate	I			√	51630-58-1
七氯 heptachlor	I	√	√	√	76-44-8
七氯环氧化物 heptachlor epoxide	I		√	√	1024-57-3
开乐散 kelthane	I			√	115-32-2
开蓬 kepone	I			√	143-50-0
林丹 lindane(γ-BHC)	I	√ *	√	√	58-89-9
马拉硫磷 malathion	I			√	121-75-5
灭多虫 methomyl	I		√	√	16752-77-5
甲氧氟 methoxychlor	I		√	√	72-43-5
灭蚊灵 mirex	I		√	√	2385-85-5
氧化氯丹 oxychlordane	I	√	√	√	27304-13-8
<i>p,p'</i> -DDD	I	√	√	√	72-5-8
<i>p,p'</i> -DDE	I	√ *	√	√	72-55-9
<i>p,p'</i> -DDT	I	√ *	√	√	50-29-3
对硫磷 parathion(ethyl)	I		√	√	56-38-2
苄氯菊酯 permethrin	I	√		√	52645-53-1
拟除虫菊酯 pyrethroids(synthetic)	I		√	√	NA
毒杀酚 toxaphene	I		√	√	8001-35-2
反式-九氯 <i>trans</i> -nonachlor	I	√	√	√	39765-80-5
乙烯菌核利(农利灵) vinclozolin	I	√		√	50471-44-8