



持久性有机污染物，是指具有高毒性，进入环境后难以降解，可生物积累，能通过空气、水和迁徙物种进行长距离越境迁移并沉积到远离其排放地点的地区，然后在那里的陆地生态系统和水域生态系统中积累起来，对当地环境和生物体造成严重负面影响的天然或人工合成的有机物。英文全称为Persistent Organic Pollutants，缩写为POPs。



POPs知识科普系列丛书之四

泡泡波波

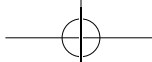
校园行

环境保护部环境保护对外合作中心 编



中国环境出版社

中国POPs履约行动网站 <http://www.china-pops.org>



POPs知识科普系列丛书编委会

主 编：环境保护部环境保护对外合作中心

参 编：清华大学持久性有机污染物研究中心

中国环境科学学会持久性有机污染物专业委员会

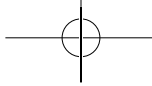
编委会成员

总顾问：余立风

顾 问：丁 琼 任 永

主 编：苏 畅 吴昌敏 张瀚文

林艳霞 葛羽锡 盛守祥



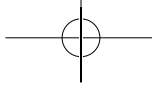
POPs知识科普系列丛书之四

泡泡泡泡

校园行

环境保护部环境保护对外合作中心 编

中国环境出版社 · 北京



目录 CONTENT

持久性有机污染物

- 1. 什么是持久性有机污染物 1
- 2. 持久性有机污染物不不仅是“持久” 1
- 3. 持久性有机污染物从何而来? 8
- 4. 持久性有机污染物无处不在 21
- 5. 历史上的 POPs 污染事件 27

POPs 的危害及应对

- 1. POPs 如何进入人体 35
- 2. 每日摄入阈值 (TDI) 36
- 3. 分析方法 37
- 4. 源头减排技术 38
- 5. 处理处置技术 39
- 6. 个人防护 40

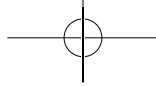
《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》

- 1. 《寂静的春天》是人们认识 POPs 过程的重要里程碑 41
- 2. 《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》 43
- 3. 开展 POPs 环境无害化管理的重要性 47
- 4. 加强化学品环境管理的重要性 50

我国 POPs 履约行动

- 1. 中国是首批加入《斯德哥尔摩公约》的国家之一 51
- 2. 中国 POPs 履约十年来的主要历程 51





持久性有机污染物

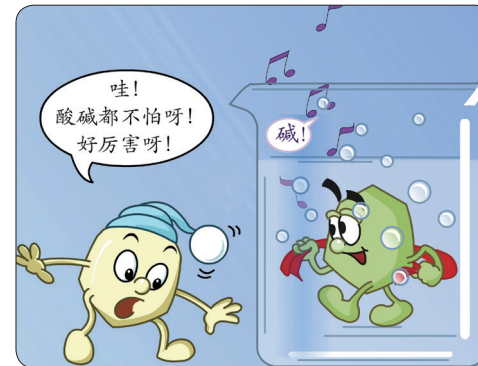
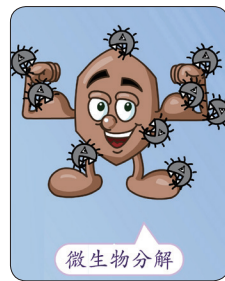
1. 什么是持久性有机污染物

持久性有机污染物，是指具有高毒性，进入环境后难以降解，可生物积累，能通过空气、水和迁徙物种进行长距离越境迁移并沉积到远离其排放地点的地区，然后在那里的陆地生态系统和水域生态系统中积累起来，对当地环境和生物体造成严重负面影响的天然或人工合成的有机物。英文全称为 Persistent Organic Pollutants，缩写为 POPs。

2. 持久性有机污染物不仅只是“持久”

POPs 对生物降解、光解、化学分解等作用有较强的抵抗能力，因此，这些物质一旦排放到环境中就难以被分解，并且能够在水体、土壤和底泥等多介质环境中残留数年或更长的时间。POPs 对整个生态系统、对人体健康的威胁都会长期存在。

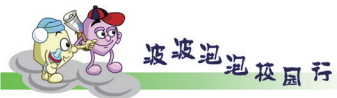
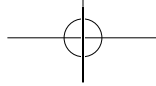
我们POPs具有很稳定的物理性质和化学性质！看，兄弟们根本就不怕这些！



目前常采用半衰期 ($t_{1/2}$) 作为衡量 POPs 在环境中持久性的评价参数。半衰期是指污染物挥发到其浓度减少到一半所需的时间。通常，POPs 在水体、土壤和沉积物中的 $t_{1/2}$ 值分别大于 60 天、180 天和 180 天。

而事实上，持久性有机污染物不仅需要具有环境持久性，而且还必须同时具备另外三方面的重要特性：

①生物累积性：POPs 具有很强的亲脂憎水性，即：不溶或者微溶于水，而易积累在脂肪中，形成“生物蓄积”，其浓度一般远高于周围环境介质中的 POPs 浓度，形成所谓的“生物浓缩”。在食物链中由于捕食关系的存在，处于更高营养级的生物因不断地捕食体内含有 POPs 的低营养级生物，其体内将会蓄积更高浓度的 POPs。由于人类处于食物链的最高级，这种沿食物链的生物放大作用无疑意味着人类将可能受到更高浓度的 POPs 的毒害。



滴滴涕经食物链放大的浓缩倍数可高达数百万倍

尽管一般在环境水体中检出的滴滴涕浓度很小，但是经过生物蓄积和沿食物链放大，其结果将远远超出人们的想象。值得注意的是，人类在食物链中处于最高营养级上，如果人们经常以海洋鱼类为食，人体内蓄积的滴滴涕浓度将与食鱼鸟类相似，甚至更高。



滴滴涕惊人的食物链放大作用



多氯联苯经食物链放大的浓缩倍数可高达数千万倍

在加拿大安大略湖进行的一项研究表明，水体中微量的多氯联苯（PCBs）可以进入生物体内，并通过食物链逐级传递而放大。

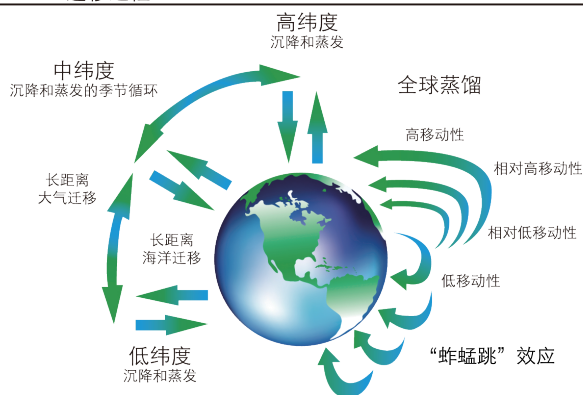


安大略湖中 PCBs 的生物放大作用



②长距离迁移能力：POPs 具有半挥发性，这使得它们能够通过蒸发进入大气中，以游离气体存在或者吸附在大气颗粒物上，并能够随着大气流动、水体流动以及生物体的迁徙等实现长达数百、数千公里之遥的远距离迁移。

POPs迁移过程



全球蒸馏效应

全球蒸馏效应是由科学家 Goldberg E. D. 最早提出来的科学假设，该假设成功解释了为什么 POPs 会通过挥发和沉降而达到全球迁移的结果。随后，加拿大科学家 Wania. F 和 Mackay 利用全球蒸馏效应的假设证实了 POPs 在较热的地区浓度较低，而在较为寒冷的地区浓度较高的现象。

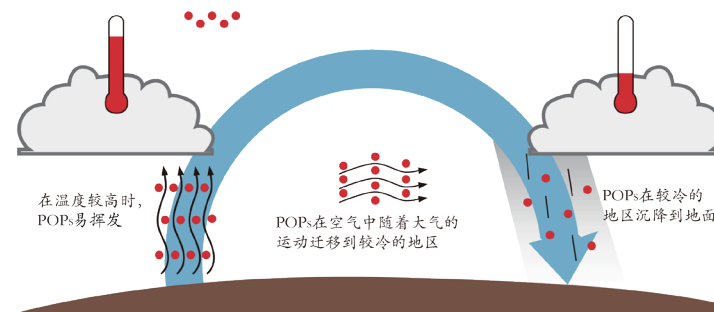
那么，全球蒸馏效应的机制到底是如何呢？全球蒸馏效应类似于实验室中的蒸馏实验。这个过程中，POPs 在温度较高的地区大量挥发，随着气流运动迁移到温度较低的区域冷凝。POPs 释放到环境中后，气温一旦升高，将会被大量地挥发到空气中，在风力的作用



下吹到较冷的区域进行沉降。由于极地地区的温度很低，所以大量的 POPs 最终迁移到高纬度的极地地区，并沉降下来，最终实现了 POPs 的全球迁移过程。

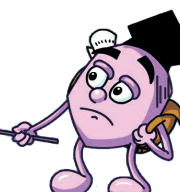
蚱蜢跳效应

全球蒸馏效应说明 POPs 化学物质的迁移与环境介质中的温度高低有关，可以看出 POPs 的“全球分布”不会一次性直接到达极地地区，而是会在向高纬度迁移的过程中进行一系列相对较短距离的跳跃过程。随着季节的变化，温度的变化也较大，POPs 的迁移在经过中纬度时，在温度较高的夏季容易挥发，在较冷的冬季则会沉降下来，等温度再升高时再继续挥发迁移。POPs 这种间断式的跳跃迁移，使其逐步从低纬度温度较高的区域向高纬度寒冷的区域迁移，这个过程叫做“蚱蜢跳”效应。



“蚱蜢跳”效应的示意图

我们在受热时挥发，在遇冷时沉积，通过这种方式在环境中迁移，这也被叫做“蚱蜢跳”效应。

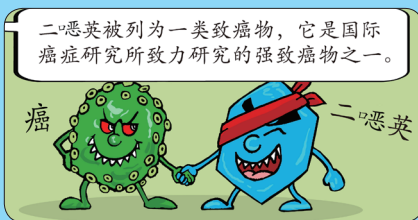
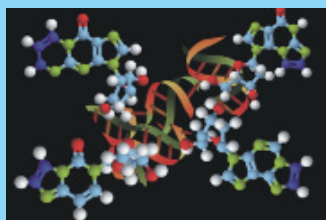




③高毒性：这里毒性是一个广义的词，准确地说应是“对生物体的负面效应”。POPs 大多具有强烈的“三致”（致癌、致畸、致突变）效应，人类和动物通过饮食和环境污染等途径摄入或接触到 POPs，将可能导致生殖、遗传、免疫、神经、内分泌等系统受到严重的负面影响，危害身体健康。

实验表明一些 POPs 会促进肿瘤的生长

经过对多氯联苯（PCBs）污染浓度较高的地区的大头鱼的研究发现：大头鱼皮肤受损、肿瘤和多发性乳头瘤等病的发病率明显升高。在使用 2, 3, 7, 8-四氯代二苯并-对-二噁英（TCDD）对小鼠、大鼠、仓鼠、田鼠进行 19 次染毒实验表明，TCDD 的致癌性均为阳性。



隶属于世界卫生组织的国际癌症研究机构（IARC）是专门从事癌症研究与癌症控制的权威机构。在大量的动物实验及调查基础上，IARC 对 12 种 POPs 的人体致癌性进行了分类。

表 1 12种POPs的致癌性

致癌性分类	
I类：人体致癌物	2, 3, 7, 8-四氯代二苯并-对-二噁英
II A类：较大可能的人体致癌物	多氯联苯（PCBs）工业品
II B类：有可能的人体致癌物	氯丹、滴滴涕、七氯、六氯苯、灭蚁灵、毒杀芬
III类：对人体致癌作用尚不清楚	艾氏剂、狄氏剂、异狄氏剂、二噁英和呋喃（除 2, 3, 7, 8-四氯代二苯并-对-二噁英以外）

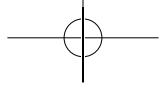
3. 持久性有机污染物从何而来

跟其他的人造化学品一样，POPs 从诞生开始，曾经为人们的生活带来了巨大的利益，在人们的生活中曾经发挥过重要的作用。

（1）杀虫剂和工业类化学品的使用

此类 POPs 包括有机氯杀虫剂（OCPs）：艾氏剂、狄氏剂、异狄氏剂、滴滴涕、氯丹、灭蚁灵、七氯、毒杀酚、六氯苯、 α -六氯环己烷、 β -六氯环己烷、林丹、十氯酮和硫丹等。



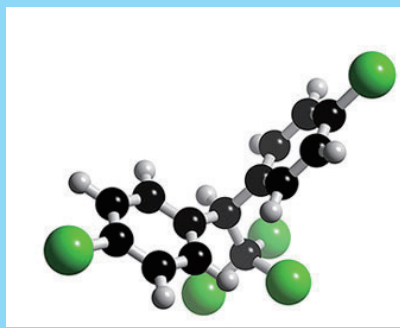


滴滴涕的故事

20世纪30~40年代,世界农林害虫日趋严重,斑疹、伤寒霍乱、疟疾、鼠疫、黑死病、登革热等传播蔓延、扩散。1939年,瑞士化学家保尔·赫曼·缪勒(Paul Hermann Müller)经过4年多的苦苦探索,发现了一种名叫滴滴涕的化合物,对昆虫具有极强的致死作用,而对大多数生物无明显毒害。



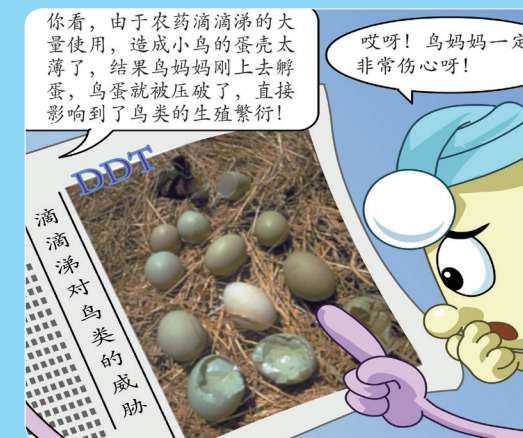
保尔·赫曼·缪勒

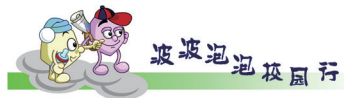
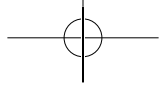


滴滴涕

1942年,滴滴涕在市场上开始公开销售。为了防止霍乱、斑疹的大面积爆发,人们将滴滴涕稀释成溶液进行大面积喷洒,从而防止了斑疹和伤寒病在整个欧洲的流行,仅1948—1970年,就挽救了5000多万人的生命。1948年,缪勒因发现滴滴涕(DDT)的惊人杀虫活性而荣获诺贝尔生理学或医学奖。人们对有机氯杀虫剂的“高效无害”深信不疑,对合成农药的前途充满了憧憬。

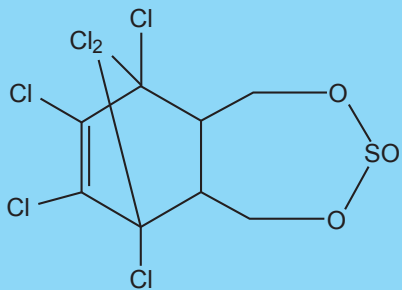
滴滴涕在早期曾被人们认为是对人畜无害的神奇杀虫剂而备加推崇,除了被大量用于农业害虫防治和疾病防治外,滴滴涕在20世纪40~50年代还被制成鸡尾酒而流行一时。





硫丹的故事

硫丹 (Thiosulfan) 是一种人工合成的有机氯化物, 又名: 安杀丹、硕丹、赛丹、雅丹, 被广泛用于防治谷物、咖啡、棉花、果树、油菜、土豆、茶叶、蔬菜以及其他多种不同作物、观赏植物和森林树木上的害虫, 对棉铃虫有很高的防治作用, 还曾被用作工业木材和日用木材的防腐剂等。这些用途现已基本可以被危害较小的产品和方法所替代。



硫丹的化学结构

硫丹于 20 世纪 50 年代被德国赫斯特公司和美国富美实公司作为一种有机氯杀虫剂首次报道。全球的硫丹年产量为 1.8 万至 2 万吨。生产硫丹的国家有印度、中国、以色列、巴西和韩国。使用硫丹的国家有阿根廷、澳大利亚、巴西、加拿大、中国、印度、美国等。我国硫丹的生产量仅次于印度, 约占全球产量的四分之一。

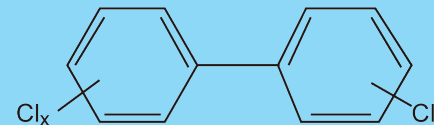


(2) 含 POPs 物品或 POPs 污染物品的破损泄漏

易发生泄漏的 POPs 包括多氯联苯 (PCBs)、六氯苯 (HCB)、多溴联苯醚类 (PBDEs)、全氟辛烷磺酸盐类 (PFOS) 和六溴环十二烷 (HCBDD)。

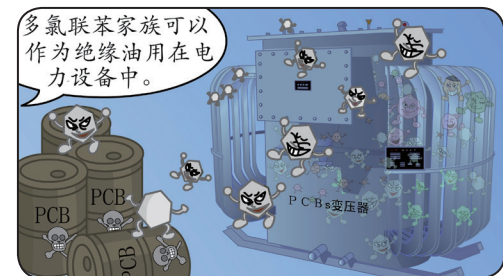
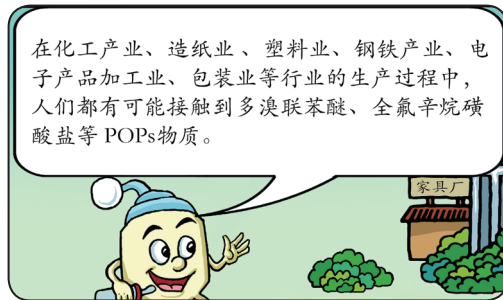
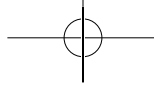
多氯联苯曾被称为“完美的工业化学品”

多氯联苯 (简称 PCB 或 PCBs), 是由一些氯取代苯分子中的氢原子而形成的油状化合物。PCBs 的理化性质极为稳定, 易溶于脂质中, 在水中溶解度仅为 12g/L (25℃) 左右。



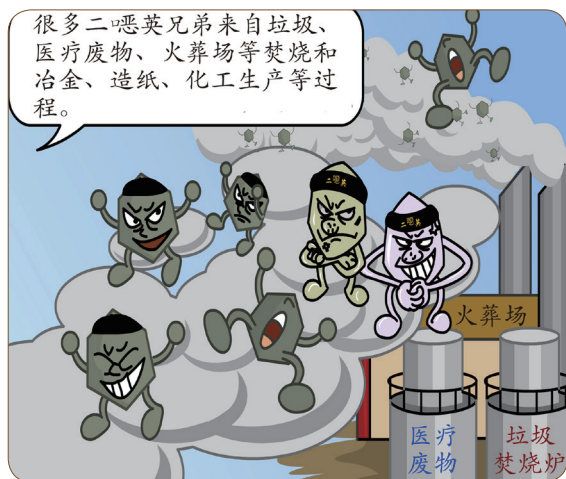
多氯联苯 PCB 同系物的母体结构图

多氯联苯 (PCBs) 最早在 1881 年就被合成出来了。1927 年, 位于美国阿拉巴马州安尼斯顿市的安尼斯顿军火公司首先将多氯联苯商品化投放市场。由于其良好的化学性质、热稳定性、惰性及介电特性, 常被用作增塑剂、润滑剂和电解液。在工业上广泛用于绝缘油、液压油、热载体等。在电器设备如变压器、电容器、充液高压电缆和荧光照明整流以及油漆和塑料中, 它是一种热交流介质。一名孟山都公司的工程师曾这样赞誉 PCBs 的性能“完美而且无与伦比”。

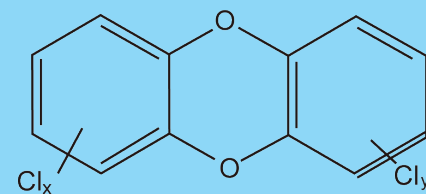


历史上 PCBs 的生产国包括美国、澳大利亚、法国、德国、西班牙、英国、俄罗斯、中国、日本等，生产出的 PCBs 被出口到全球各个国家。目前在海水、河水、水生生物、底质、土壤、空气、野生动植物以及母乳和脂肪中都发现有 PCBs 污染，即 PCBs 的污染是全球性的。

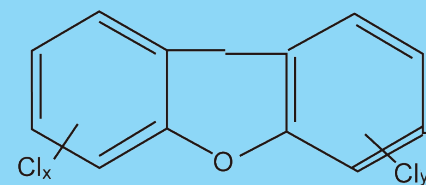
(3) 有机物质和氯在热处理过程中形成和排放的副产品类 POPs
 工业生产或燃烧生产的副产品 POPs, 包括二噁英、呋喃和五氯苯。



二噁英 (Dioxin), 又称二氧杂芘, 是指氯苯氧基一类化合物, 具有含氧三环的氯代芳烃类化合物, 这类物质非常稳定, 熔点较高, 极难溶于水, 可以溶于大部分有机溶剂, 是无色无味的脂溶性物质, 所以非常容易在生物体内积累。二噁英实际上是二噁英类 (Dioxins) 一个简称, 它指的并不是一种单一物质, 而是结构和性质都很相似的包含众多同类物或异构体的两大类有机化合物, 全称分别是多氯二苯并二噁英 (polychlorinated dibenzo-p-dioxin) (简称 PCDDs) 和多氯二苯并呋喃 (polychlorinated dibenzofuran) (简称 PCDFs)。



PCDD



PCDF

二噁英和呋喃的化学结构

二噁英来源广泛，焚烧炉并不是唯一来源

废物焚烧炉被许多人认为是二噁英的代名词，实际上它并不是二噁英的唯一来源。联合国环境规划署化学品处于2005年发布的《二噁英识别与定量工具包》中列出来十大类近70种二噁英的产生和排放源。许多工业生产过程如铁矿石烧结、制浆造纸、再生有色金属冶炼等都会产生和排放二噁英。另外，火山爆发等自然现象也会生成二噁英。



废弃物焚烧



再生有色金属冶炼



钢铁生产（烧结）



制浆造纸有氯漂白工艺



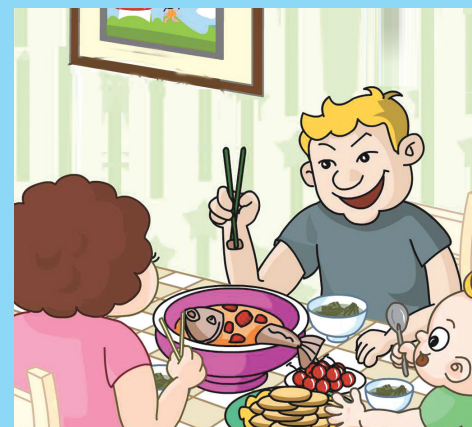
含氯化工生产

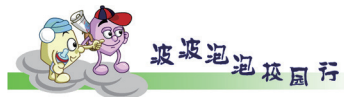
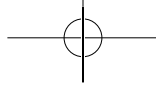


火化机

人每天可耐受的二噁英摄入量约为 60 ~ 240pgTEQ

WHO 的环境健康欧洲中心和国际化学品安全署于1998年5月在瑞士日内瓦联合组织了“二噁英的健康风险评价：重新评估每日摄入量阈值”的咨询会。参会者讨论了对婴儿的健康风险、在人体和动物上的致癌和非致癌效应、机理、动力学、建模、暴露，以及毒性当量（TEQ）的适用性等问题。对类二噁英化合物，WHO 咨询会主要关注在动物实验（大鼠和猴子）中低剂量暴露下所观察到的最为敏感的负面效应（激素、生殖和发育影响）。按体重成比例的人体每日摄入量与动物试验中负面效应相关的剂量相类似，为了得到一个以 TEQ 表示的 TDI，该咨询会推荐使用了一个不确定因子10，最终建立二噁英的 TDI 为 1~4pgTEQ/kgb.w.。也就是说，一个体重为 60kg 的成年人，其每日可耐受的二噁英摄入量为 60~240pgTEQ。

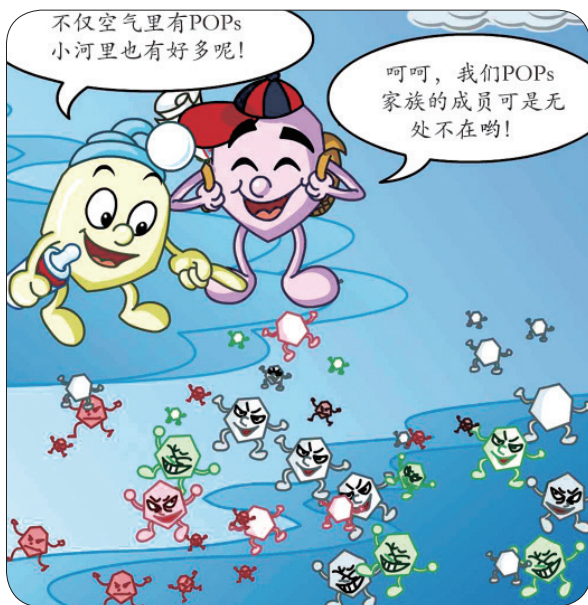




4. 持久性有机污染物无处不在

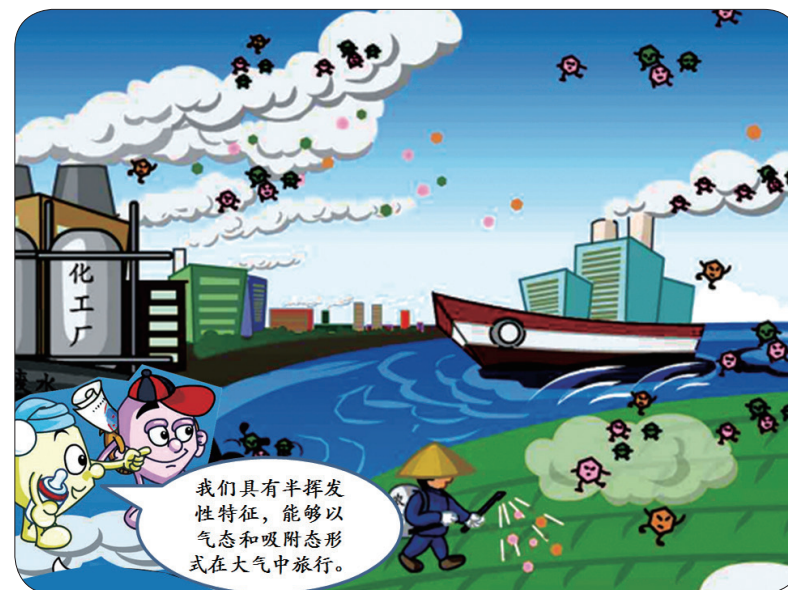
(1) 水环境中的 POPs

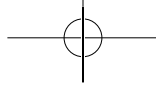
水环境包括水相、悬浮颗粒物相和沉积物相三部分。通常，POPs 的溶解度较低，属于憎水性物质，进入水环境后，POPs 可与水体中的悬浮颗粒物、沉积物中的有机质、矿物质等发生一系列的物理化学反应，如分配作用、物理吸附和化学吸附等，进而转移到固相中，导致水中 POPs 的浓度降低。然而，在一定条件下，吸附到水中悬浮物和沉积物中的 POPs 又会发生各种迁移和转化，重新进入到水相中，POPs 在水环境中的不断迁移和转化导致了它们在水环境中的广泛分布。



(2) 大气环境中的 POPs

大气中的 POPs 除了来源于农药喷洒、烟气排放外，还可能来自于被污染的水体或土壤与大气界面之间的交换。POPs 在大气中主要以气态和吸附态两种形式存在，气态和颗粒态束缚的 POPs 都可以通过干沉降和湿沉降等过程到达地球表面。由于 POPs 具有持久性和半挥发性等特征，因而进入环境中的 POPs 可以通过大气进行长距离输送和全球扩散，进而成为偏远地区（如北极、南极、沙漠、珠峰等）POP s 污染的来源。





(3) 土壤环境中的 POPs

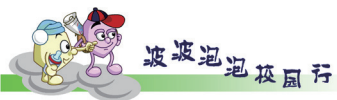
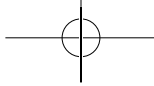
土壤中含有腐殖质、富里酸、富非酸等有机成分，这些有机质可以吸附 POPs，是环境中 POPs 的天然汇。除了意外泄漏之外，土壤中 POPs 的来源还包括大气沉降、化学品施用、污泥农用等多种途径。污染物被土壤中的有机质吸附之后，很难发生迁移，造成 POPs 污染水平差异很大。因此，土壤中的 POPs 水平能反映出该地区长期受 POPs 污染的状况。



(4) 生物体内的 POPs

POPs 性质稳定、不易分解、脂溶性较强、与蛋白质或者酶有较高的亲和力，对生物的影响力比较明显，被摄入生物体内后，易溶于脂肪中，特别是水溶性小于 $0.5\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的 POPs 很容易被生物富集，很难被分解排泄，生物积累与生物放大明显，所以进入环境中的污染物，即使是微量的，也会使生物尤其是处于高位营养级的生物受到毒害，甚至会威胁人类健康。





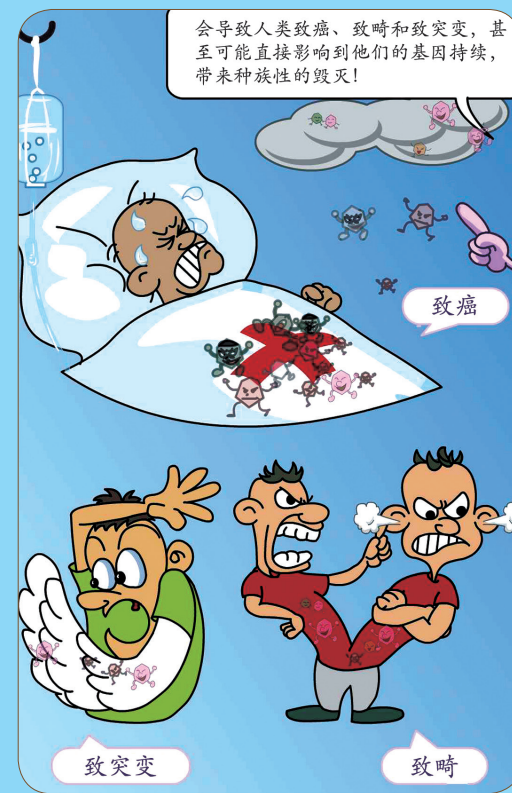
人人体内都有持久性有机污染物

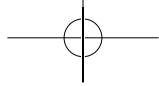
由于 POPs 的持久性和生物累积性，POP s 在各种环境介质和生物体中广泛存在。现在，尽管大多数的 POPs 已被停止生产和使用，但是在世界上已很难找到没有 POPs 存在的净土了，相应地几乎人人 体内都有或多或少的 POPs。

西班牙格拉纳达大学放射医学和物理治疗系的科研人员于 2008 年 1 月公布的一项研究结果表明，在他们所检测的 387 名成年西班牙人志愿者的脂肪组织样品中，100% 都被检出有一种以上的持久性有机污染物，主要有滴滴涕的代谢物滴滴伊（检出率 100%）、多氯联苯 PCB-153（检出率 92%）、六氯苯（检出率 91%）、多氯联苯 PCB-180（检出率 90%）、多氯联苯 PCB-138（检出率 86%）、六六六（检出率 84%）等。

通过仔细考察志愿者的饮食习惯、生活方式、起居行为等，研究人员试图找到人体内 POPs 含量的影响因素。进一步研究则发现，妇女体内的 POPs 含量相对要高于男子体内的含量，而年长者体内的含量相对要高于年轻人体内的含量。科研人员推测这可能有两种原因，一种原因是由于 POPs 的持久性和生物累积性，POP s 通过食物进入人体内并日积月累，因此年长者体内的 POPs 含量相对较高；另一种原因是所谓的“群组效应”，即在 POPs 高污染年代出生的人体内的 POPs 含量应当相对较高。

这些 POPs 被认为是通过食物、饮水或呼吸等进入人体并在人体脂肪组织中累积下来的。





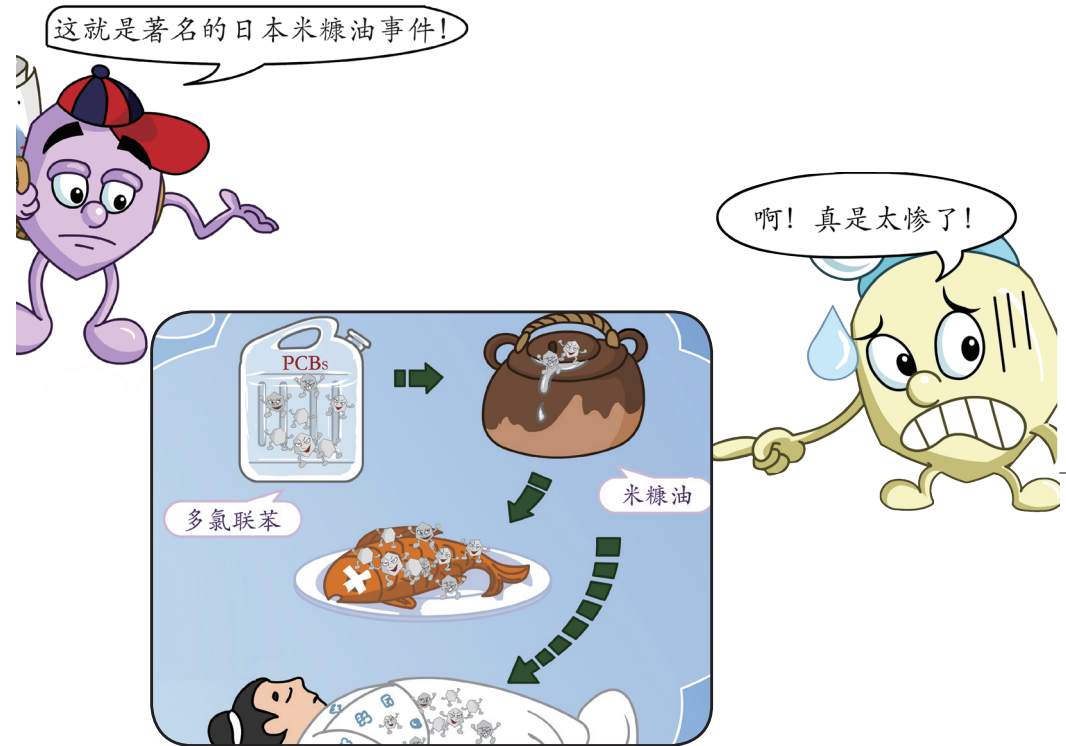
5. 历史上的 POPs 污染事件

多氯联苯曾引起八大公害之一的米糠油事件

1968年3月，在日本的九州、中国、四国等地有几十万只鸡突然死亡。主要症状是张嘴喘气，头部和腹部肿胀，而后死亡。经检验，发现鸡饲料中 有毒，但没弄清楚毒的来源，也没有继续追究。

1968年6月至10月，日本福岛县先后有4家共13人，因患原因不明的皮肤病到九州大学附属医院求诊，患者表现为痤疮样皮疹伴有指甲发黑、皮肤色素沉着、眼角膜充血、眼脂过多等症状，疑是氯痤疮。此病有明显家庭集中性。之后全国各地逐年增多（以福岗、长崎两县最多）。到1978年12月，日本有28个县确认有1684名患者（包括东京都、京都郡和大阪府），到1977年已死亡30余人。由于家庭多发性和食用油使用情况的特点，调查怀疑此病与米糠油有关。

经跟踪调查，发现九州大牟田市一家粮食加工公司的食用油工厂在生产米糠油时，为了降低成本追求利润，在脱臭过程中使用PCBs液体作为导热油。因生产管理不善，使PCBs混进米糠油中。于是，随着这种有毒的米糠油销售各地，造成人们中毒生病或死亡。生产米糠油的副产品——黑油，作为家禽饲料售出，导致大量家禽死亡。PCBs中毒使日本遭遇了一场新的灾难，所以日本的米糠油事件又称“多氯联苯污染事件”。



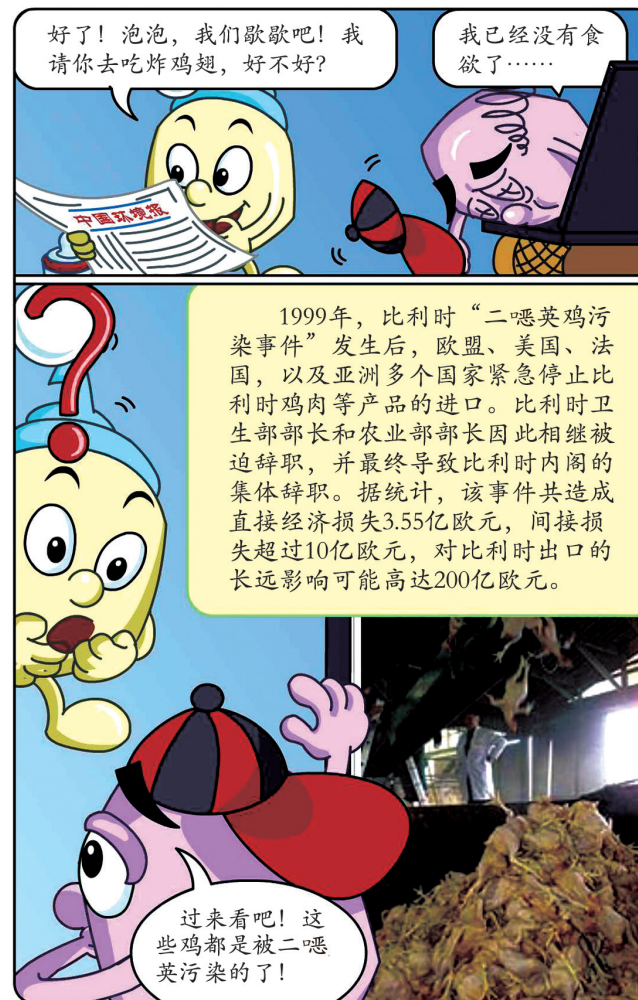
米糠油事件成因示意图

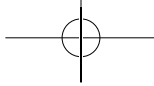


比利时“二噁英鸡污染事件”

1999年2月，比利时养鸡业者发现饲养的母鸡产蛋率下降，蛋壳坚硬，肉鸡出现病态反应，因而怀疑饲料有问题。据初步调查，发现荷兰三家饲料原料供应厂厂商提供了含二噁英成分的脂肪给比利时的韦尔克斯特饲料厂，该饲料厂自1999年1月15日以来，误把上述含二噁英的脂肪混掺在饲料中出售。已知其含二噁英成分超过允许限量200倍左右。据悉，被查出的饲料厂生产的含高浓度二噁英成分的饲料已售给超过1500家养殖厂，其中包括比利时的400多家养鸡厂和500余家养猪厂，并已输往德国、法国、荷兰等国。比利时其他畜禽类养殖业也不能排除使用该饲料的可能性。比利时的调查结果显示，有的鸡体内二噁英含量高于正常限值的1000倍，危害极大。6月1日，比利时政府宣布停售和收回市场上所有比利时制造的蛋禽食品。6月3日，比利时政府再次宣布，由于不少养猪场和养牛场也使用了受到污染的饲料，全国的屠宰场一律停止屠宰，等待对可疑饲养场进行甄别，并决定销毁从1999年1月15日至1999年6月1日生产的蛋禽及其加工制成品。

迫于强大的国际和国内压力，比利时卫生部和农业部部长相继辞职，并最终导致内阁的集体辞职。据统计，该事件共造成直接损失3.55亿欧元，间接损失超过10亿欧元，对比利时出口的长远影响可能高达200亿欧元。





二噁英橙剂毒害事件

在越南战争时，越南游击队藏于茂密的热带雨林中，美国的武装直升飞机发现不了他们，而处于暗处的游击队很容易攻击处于明处的美国军队。为此，美军决定在战场使用落叶剂。据战后美国政府的解密文件披露：在1961—1971年的十年间，美国采用飞机和直升机，并动用了汽艇、吉普车、卡车甚至让士兵背负喷雾剂，在越南南部地区约1/10的土地上喷洒下了2000万加仑的落叶剂，其中60%是一种被称为“橙剂”的落叶剂。之所以称其为“橙剂”是因为当时这些液体都保存在可以盛55加仑水的鼓形圆桶里，而圆桶的标签是橙色的。橙剂是一种农药，为2,4-D和2,4,5-T两种有机氯农药的混合物，此外其中还含有10ppm（百万分之十）的二噁英杂质。

橙剂的大量使用，导致美国士兵和广大越南军民均暴露于高浓度的橙剂之中。由于当时不知道它的危害及长期后果，人们没有警觉，接触橙剂的时间达数年之久。战争停止了，但橙剂所遗留下来的危害至今仍未结束，战争的悲剧还在继续。现在出现的问题，让全世界都在关注它对下一代的影响。

美国、澳大利亚和越南都做过大量流行病学调查。美国集中调查喷洒橙剂的越战飞行员，约1000人，并与未接触橙剂的老兵相对照。结果显示：这些飞行员的精液质量比正常人要差，他们的妻子所生男孩较多，他们的妻子小产发生率明显增加，新生儿缺陷发生率较高，不足一岁的婴儿死亡率较高。

许多美军士兵在当时被蒙在鼓里，他们或是被飞机直接喷洒到橙剂，或是进入了刚刚被喷洒过橙剂的树林。在20世纪七八十年代，在越南服过兵役的美军人员中许多人得了奇怪的病，其后代也都出现了不同程度的生理缺陷。

调查人员找到一些有生理缺陷的孩子，发现他们神经管异常，面部开裂，而他们的父亲都是在越南战争中服过役的大兵。这些大兵的妻子的流产发生率是正常人的两倍，即正常人是8.5%，她们则高达16%。

在越南情况就更为悲惨了。下面的流行病学调查对象是7924个越南老兵和7364个非越南老兵（在1965—1971年间参加了美国入越南部队）。越南老兵讲了一个又一个橙剂对他们自身生殖产生有害影响的实例，以及危害他们子女健康的事例，橙剂对孩子们的影响比对越南老兵更为严重。不幸的是，由于当地医疗条件的落后，医院病人病历和新生儿健康记录不全，有的婴儿是在家里接生的，没有记录可查，支持橙剂对越南老兵及其子女健康的有害影响的数据因此显得不足。

2003年4月17日，美国哥伦比亚大学的科学家在著名的《自然》杂志，发布了关于橙剂的最新研究成果。研究人员利用最新的数据，估计出的落叶剂喷洒数量比1974年美国国家科学院的一份报告估计的数量多出700万升。因此，橙剂及其他除草剂造成的二噁英污染，比原先估计的要严重一倍。

研究人员建立了一个计算机数据库，设计喷洒任务飞行路线、落叶剂类型和数量、军队部署和调动、地形和土壤类型、越南居民分布情况等，据此绘制出了精确地污染地图。将3万个越南村落的情况与数据库对照，发现至少有3000个村落遭到直接喷洒，200万~400万人的健康受到影响。

1979年，一个代表240万名越战老兵的团体状告生产落叶剂的美商陶氏化学公司和梦桑托公司。1984年，生产过“橙剂”的7家美国化工企业最终向老兵或其直系亲属赔偿了1.8亿美元。



历史上影响较大的 POPs 污染事件

时间	地区	事件	影响
1949年	美国	二噁英——孟山都公司 2, 4, 5-TCP 装置事故	受害者 250 人, 发现 122 例氯痤疮病例。至 1983 年, 死亡 32 人, 死因全部是恶性肿瘤或循环系统疾病
1953年	德国	二噁英——巴斯夫公司 2, 4, 5-TCP 装置事故	受害者 75 人, 最普遍的损害是神经系统感觉减弱和肝脏损害, 发现 55 例氯痤疮病例, 至少 17 人死亡, 其中 6 人死于癌症
1956年	法国	二噁英——Rhone-Poulenc 公司 2, 4, 5-TCP 装置事故	发现 17 例氯痤疮病例, 部分受害者出现高血脂和高胆固醇血症
1961—1971年	越南	二噁英——“橙剂”毒害事件	至少有 3000 个村落到遭到直接喷洒, 200 万~400 万人的健康受影响
1963年	荷兰	二噁英——NV Philip 公司 2, 4, 5-T 装置事故	受害者 106 人, 至少已有 8 人死亡, 其中 6 人死于肌肉纤维坏死
1964年	美国	二噁英——陶氏化学公司 2, 4, 5-TCP 装置事故	受害者 61 人, 发现 49 例氯痤疮病例, 4 人死于肿瘤 (其中 1 人为软组织肉瘤)
1956—1969年	匈牙利	二噁英——Spoland 化学公司 2, 4, 5-TCP 装置事故	受害者 78 人, 均发生氯痤疮, 其中 50 人产生高血压、高血脂、高胆固醇血症和糖尿病
1968年	英国	二噁英——Coalite & Chemical 公司 2, 4, 5-TCP 装置事故	受害者 90 人, 发现 79 例氯痤疮病例



时间	地区	事件	影响
1968年	日本	多氯联苯——米糠油事件	28 个县共有 1684 名患者, 死亡 30 余人, “八大环境公害事件”之一
1976年	意大利	二噁英——ICMESA 化工厂爆炸事故, 造成了轰动世界的二噁英污染事件	污染范围涉及 Seveso、Meda、Desio、CesanoMaderno 以及另外 7 个属于米兰省的城市
1979年	中国台湾省	多氯联苯——台湾油症事件	近 2000 人中毒, 53 人死亡
1986年	加拿大	多氯联苯——PCBs 泄漏事件	约 100 公里公路及沿途车辆受到污染
1999年	比利时	二噁英——“二噁英污染鸡事件”	造成直接损失 3.55 亿欧元, 间接损失超过 10 亿欧元, 对比利时出口的长远影响可能高达 200 亿欧元
2001年	中国香港	二噁英——香港迪士尼基建二噁英污染土事件	估计有多达 3 万立方米的泥土受到污染





POPs 的危害及应对

1. POPs 如何进入人体

在日常生活中，我们的手部、脸部等暴露在外的皮肤不可避免会与外界接触，这些过程都会导致人们受到 POPs 的污染。



母体中 POPs 透过胎盘或通过哺乳进入胎儿或婴儿体内

接触被 POPs 污染的土壤

食用被 POPs 污染的食物

吸入被 POPs 污染的空气

饮用被 POPs 污染的水

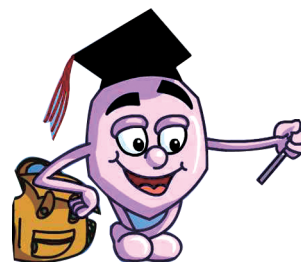


2. 每日摄入阈值 (TDI)

茶叶、水果蔬菜、鱼类、乳制品等食物中含有 POPs 污染物的残余，水体中也还有 POPs 污染物的残余，甚至在我们呼吸的空气中，也能检出 POPs 物质，那么是说明我们现在生活在一个到处都有 POPs，并且极度危险的环境中吗？日本学者的研究表明，如果一个身体健康状况良好的人，每日摄入的二噁英量在一个所规定的阈值以下，那么即使长期摄入二噁英物质，也不会对身体健康产生负面影响；或者在短期内的偶然摄入量大于这个阈值，也不会产生负面影响。这个阈值被叫做 TDI (Tolerable Daily Intake, 每日摄入阈值)。



如果一个身体健康状况良好的人，每日摄入的二噁英量在一个规定的阈值以下，那么即使长期地摄入二噁英物质，也不会对身体健康产生负面影响。





3. 分析方法

由于环境中的 POPs 具有分布广泛、残留浓度低、干扰物质多、组成复杂等特点，且 POPs 常包含多种同系物或异构体，因此，对环境中的 POPs 进行分析时，要求对样品的分析手段必须具有灵敏、准确、快速和自动化程度高等特点。

此外，POPs 样品的采集和预处理技术是环境样品分析的重要一环，只有采用科学合理的采样方法和高效准确的预处理技术才能保证 POPs 的分析数据准确可靠。在进行 POPs 环境样品的分析时，一个非常关键的问题是要求所采集的样品必须具有代表性。因此，在采集 POPs 环境样品前，所设计符合调研目的和所要考察的介质的采样方案，具体包括采样点的位置、样品数量以及采样时间。采样时还需严格遵守预定的采样方案（包括采样步骤和方法）等。就环境介质中的 POPs 而言，目前常用的预处理方法包括溶剂萃取（SE）、固相萃取（SPE）、固相微萃取（SPME）、微波萃取（MAE）、超临界流体萃取（SFE）、压力溶剂萃取（PLE）和加速溶剂萃取（ASE）等。

对采集后的 POPs 样品进行预处理后，接下来就需要对 POPs 进行分析。POPs 常用的分析方法包括化学分析与生物分析，化学分析的主要过程是首先实现 POPs 的分离，然后以特定的化学检测器对 POPs 进行定性定量测定；POPs 常用的化学分析方法主要有气相色谱（GC）法、气相色谱 / 质谱（GC/MS）法、高效液相色谱（HPLC）法、超临界流体色谱（SFC）法等。生物分析技术则是利用生物对 POPs 的某些特征反应以实现对环境中 POPs 的检测。POPs 的生物分析方法主要包括生物传感器检测法、表面胞质团共振（SPR）检测法和以 Ah 受体为基础的生物分析方法等。



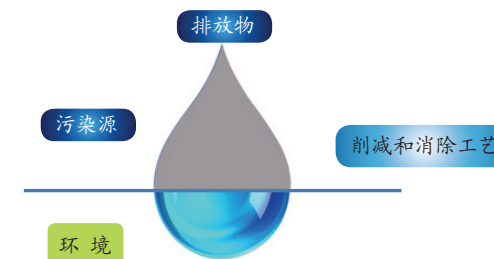
4. 源头减排技术

POPs 控制技术分为“源”控制和“汇”控制技术。

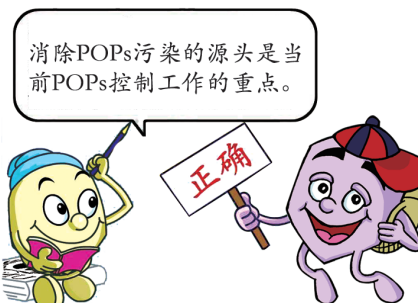
- ◆ “源”控制就是努力从工业生产等源头杜绝 POPs 物质的产生；
- ◆ “汇”控制则是对进入环境的 POPs 物质进行削减和消除，也就是对受 POPs 污染的环境进行修复。



“源”控制



“汇”控制

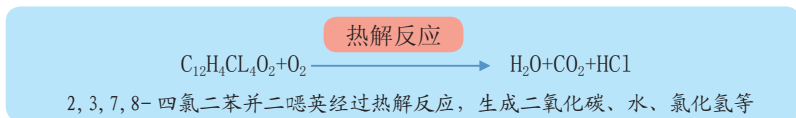


POPs 的源头控制主要有三种途径。

- ◆ 替代“源”，即开发 POPs 物质的替代品；
- ◆ 削减“源”，通过严格的工艺控制，削减污染源排放的 POPs 物质数量；
- ◆ 处置“源”，即对废弃或库存的 POPs 物质进行最终处置。



5. 处理处置技术



POP_s处理与处置技术的思路是破坏POP_s物质的结构, 进而消除其危害。目前已经有很多商业化应用的技术了。

POP_s处理与处置技术的思路是破坏POP_s物质的结构, 进而消除其危害。目前已商业化应用的技术如下表所示:

技术原理	技术名称	成熟度	适用对象	处置费用
物理隔离 (非最终销毁去除技术)	深井灌注	国外较成熟	液态 POP _s 废物	场地选择和评价费用较高
	安全填埋	国内已有	被 POP _s 污染的土壤等	预处理费用高
物理固化	原位玻璃化	国外较成熟	POP _s 物质以及被 POP _s 污染的土壤	运行费用高
高温热解	高温焚烧	国内较成熟	各种 POP _s 废物	投资较高
	水泥窑共处置	国内较成熟	各种 POP _s 废物	投资较高
	离子电弧法	国外较成熟	液态 POP _s 物质	高
加热分离	热脱附	国外较成熟	POP _s 废物以及被 POP _s 污染的土壤	作为预处理步骤, 费用较低
化学还原	碱催化脱氢	国外较成熟	含卤有机 POP _s 废物	较高
	碱金属还原	国外较成熟	含卤有机 POP _s 废物	较高
	加氢脱氯催化	国外较成熟	含卤有机 POP _s 废物	较高
	气相化学还原	国外较成熟	各种 POP _s 废物	高
物理化学氧化	超临界水氧化	国外较成熟	有机物含量在 20% 以下的 POP _s 废物	高
物理化学变化	球磨研磨 / 机械化学脱卤技术	国外已有	POP _s 废物以及被 POP _s 污染的容器	较高



6. 个人防护

母婴

要保护胎儿不受 POP_s 污染物的影响, 不仅要严格控制孕期和哺乳期妇女的用药, 还要禁止她们接触有毒、有害的化学物质。在饮食方面, 专家建议: 孕妇、哺乳期妇女和儿童, 特别是小于 5 岁的儿童, 应该尽量避免食用鱼油及添加有鱼油的食物。

饮食

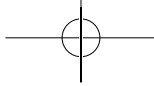
日常食用的叶子蔬菜如鸡毛菜、菠菜、白菜等含有农药的可能性相对较大, 而长在土壤里的萝卜、胡萝卜、土豆等所含农药最少。尽量不要食用近海鱼类。近海受人们生产活动和日常生活的直接影响, 污染情况相对要严重得多。另外, 无论是鸡肉、鸭肉、猪肉、牛肉, 还是乳制品, 这些富含脂肪的食品都可能受到持久性有机污染物的影响。值得注意的是, 动物肝脏是 POP_s 最容易积蓄的部位。

食品包装

市场上包装食品的塑料薄膜分为氯化材料和聚乙烯材料两种。生产氯化塑料薄膜时, 需要各种添加剂, 加热时有害物质就有可能被溶解出来。尽量不要用塑料容器加热食品。如果买回来的食品是用氯化塑料薄膜包装的话, 不要在带包装状态下加热, 特别是油性的食品。氯化材料薄膜在加热时, 有害物质就有可能被溶解出来。

吸烟

研究者发现, 每包香烟含有的二噁英量从 2pg 至 13pg 不等, 因此, 减少吸烟以及接触二手烟对于个人的 POP_s 防护具有重要意义。



《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》

1. 《寂静的春天》是人们认识 POPs 过程的重要里程碑

从 20 世纪 40 年代起，人们开始大量生产和使用 DDT 等剧毒的 POPs 类杀虫剂以提高粮食产量。到了 50 年代，这些有机氯化物被广泛使用在生产生活中。

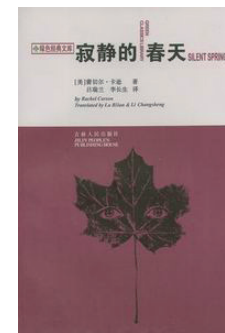
当这些有毒的化学物质对环境造成大量的污染时，美国海洋生物学家蕾切尔·卡逊 (Rachel Carson) 用 4 年时间对使用化学杀虫剂对环境造成的危害进行了调查，并出版了《寂静的春天》(Silent Spring) 一书，该书从一个震撼人心的“明天的寓言”讲起：

“一个美丽而充满生机的美国中部小城，以其鸟类丰富多彩而驰名，当候鸟蜂拥而至的季节，人们会长途跋涉来这里观光。

一天随着一批携有杀虫剂居民的到来，很快发生许多不祥变化。神秘的疾病袭击成群小鸡；牛羊也病倒和死亡；孩子在玩耍时突然倒下，几小时后就死去。能看到几只战栗的小鸟，也已不能飞翔。小路两旁只有焦黄枯萎的植物，小溪也失去生命，因为水中已经没有鱼类。人从梦中醒来，再也听不到鸟儿歌唱，原野、森林和沼泽都是一片沉寂，一切声音都没有了，只有可怕的寂静……”

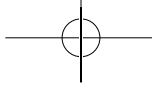
卡逊在寓言最后说：“我知道并没有一个村庄经受过所描述的全部灾难，但其中某些灾难在有些地方确已发生”。

在这本书中，卡逊阐述了农药对环境的污染，用生态学的原理分析了这些化学杀虫剂对人类赖以生存的生态系统带来的危害，指出人类用自己制造的毒药来提高农业产量，无异于饮鸩止渴，人类应该走“另外的路”。



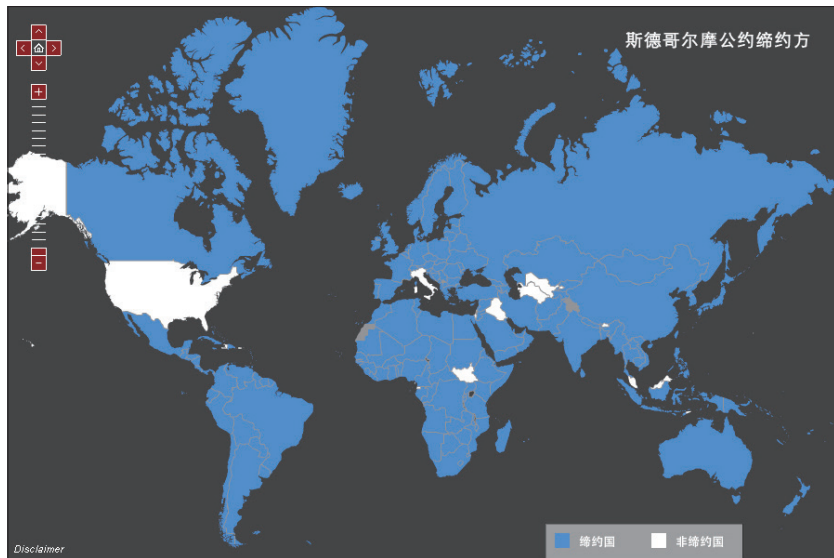
蕾切尔·卡逊与她的《寂静的春天》(英文原版与中译本)





2. 《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》

国际社会鉴于 POPs 这种有毒有害的污染物对全人类可能造成的严重危害，为消除和削减 POPs 的生产和排放、保护环境和人类免受 POPs 的危害，2001 年 5 月 22 ~ 23 日在瑞典首都斯德哥尔摩召开的外交全权代表会议上，超过 90 个国家和经济一体化组织共同签署了《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》，从而开启了人类共同淘汰、削减和控制 POPs 的历程。截至 2014 年 12 月，已有 179 个国家签署了该公约，共同履行公约的责任和义务。



(1) 公约目的

铭记《关于环境与发展的里约宣言》的预防原则，保护人类健康和环境免受持久性有机污染物 (POPs) 的危害。

目的 1: 先消除 12 类危险的 POPs;

目的 2: 支持向较安全的替代品过渡;

目的 3: 对更多的 POPs 采取行动;

目的 4: 消除储存的 POPs 和含 POPs 的设备;

目的 5: 协同致力于没有 POPs 的未来。

(2) 公约义务

◆ 公约的控制义务

对于公约受控的 POPs 物质，按照相关的情况和控制要求分别列在不同的附件中，各附件所包含的 POPs 物质所采取的控制措施和要求也是有区别的，这也体现了公约的合理性和可操作性。

附件 A: 应通过采取必要的法律和行政措施，来禁止和 / 或消除的化学品;

附件 B: 应限制生产和使用的化学品;

附件 C: 应采取控制措施减少或消除的源自无意生产的化学物质;

附件 A、附件 B 和附件 C 所列物质的库存 / 废物 / 污染场地: 查明、销毁、环境无害化处理。

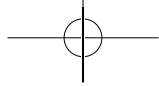
◆ 公约缔约方的义务

① 在公约生效两年之内，制定并努力制定旨在履行本公约规定的各项义务的实施方案;

② 向缔约方大会报告为执行公约采取的措施;

③ 促进和进行 POPs 方面的信息交流，包括为此建立国家联络窗口;

④ 推动和促进认识、教育并向公众提供信息，特别是决策者和有影响



的团体；

⑤ 鼓励和进行 POPs 及其替代品的研究、开发和监测工作，并支持这些方面的国际努力。

(3) 公约的受控清单

《斯德哥尔摩公约》规定了每个缔约方国家所要对 POPs 采取相应的措施，但是对于如此多了化学品以及化学物质，如何寻找和判断需要受到控制并优先消除的 POPs 成为了一个难题。对于 POPs 的持久性、生物蓄积性、长距离迁移特性、毒性等这些特点，我们该如何定量的衡量它们，公约正文附件 D 中明确给出了以下的标准：

① 持久性：主要用半衰期 ($t_{1/2}$) 来判断，该化学品在水中的半衰期大于两个月，或在土壤中大于 6 个月，或在沉积物的半衰期中大于 6 个月；

② 生物蓄积性：用生物富集系数 (BCF) 来衡量，该化学品在水生物种中的生物浓缩系数或生物蓄积系数大于 5000，或如无生物浓缩系数和生物蓄积系数数据， $\log K_{ow}$ 值大于 5；

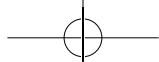
③ 远距离环境迁移潜力：化学品在远离其排放源的地点测得的该化学品的浓度可能会引起关注。监测数据显示，该化学品具有向一环境受体转移的潜力，且可能已通过空气、水或迁徙物种进行了远距离环境迁移；环境转归特性和 / 或模型结果显示，该化学品具有通过空气、水或迁徙物种进行远距离环境迁移的潜力，以及转移到远离物质排放源地点的某一环境受体的潜力。对于通过空气大量迁移的化学品，其在空气中的半衰期应大于两天。

但是对于一个物质是否具有 POPs 特性，都需要大量的学科研究和论证才能确定下来。从这个标准上来筛选，还是能罗列出大量的 POPs，在这其中找到最有危害的，对人们健康、生态环境造成潜在影响的 POPs 加以控制才是公约的目的所在。



2009 年 5 月 9 日，来自全球 160 多个国家和地区的代表在日内瓦召开的《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》第四次缔约方大会 (COP4) 上达成共识，同意将 9 种严重危害人类健康与自然环境的新的 POPs 增列入《斯德哥尔摩公约》。至此，《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》所列入禁止生产和使用的 POPs 数量增加到 23 种。

公约要求	附件 A	附件 B	附件 C	在用物品 / 废弃 / 污染场地
首批受控 (12 种) (2001 年 5 月)	艾氏剂、狄氏剂、异狄氏剂、七氯、毒杀酚、多氯联苯、氯丹、灭蚁灵、六氯苯	滴滴涕	多氯二苯并对二噁英、多氯二苯并呋喃、六氯苯和多氯联苯	1. 查明 POPs 或含 POPs 化学品的库存； 2. 查明含 POPs 的产品、物品及废物； 3. 环境无害化管理库存、产品、物品及废物； 4. 以不可逆转方式销毁 POPs 废物； 5. 查明污染场地清单
首次增列 (9 种) (2009 年 5 月)	十氯酮、五氯苯、六溴联苯、林丹、 α -六六六、 β -六六六、商用五溴二苯醚和商用八溴二苯醚	全氟辛烷磺酸及其盐类 (PFOS)	五氯苯	
第二次增列 (1 种) (2011 年 4 月)	硫丹			
第三次增列 (1 种) (2013 年 5 月)	六溴环十二烷 (HBCD)			



(4) 公约特点

- ① 强制性削减义务；
- ② 明确的时限要求；
- ③ 开放式清单；
- ④ 涉及众多行业和领域；
- ⑤ 要求评估公约执行成效；
- ⑥ 规定建立履约机制。

3. 开展 POPs 环境无害化管理的重要性

随着诸多化学品的普遍应用，一系列人们无意引发的令人触目惊心的污染事件，在全球范围内产生了巨大的影响。

多氯联苯中毒祸及多代

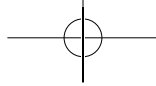
在与日本“米糠油事件”相隔 11 年后的 1979 年，我国台湾省再次上演了类似的悲剧。彰化县鹿港、福兴、秀水、埔盐等乡镇附近的居民突然罹患未曾见过的皮肤病，病症有眼皮肿、手脚指甲发黑、身上有黑色皮疹，由于患者人数高达数千人，引起社会各界的广泛关注。经过追踪调查，发现患者中毒的途径竟是日常食用的米糠油。彰化县溪湖镇一家名为“彰化油脂企业公司”的食用油厂在生产米糠油时，使用了日本的 PCBs 来对米糠油进行脱色和脱味。由于生产管理不善，管道渗漏，PCBs 渗入了米糠油中，从而导致食用这批被污染的米糠油的人发生了中毒甚至死亡，这次事件也被称为“台湾油症事件”。

值得注意的是，PCBs 不但危害当代，还会遗害后代。据台湾省媒体 2004 年 9 月的报道，彰化县卫生局做血液筛检时，发现一名两岁幼儿血液里含有 PCBs，其浓度比母亲和外祖母的低，中毒症状也较轻微，判断属遗传致病，是第三代油症患者。医生表示，多氯联苯会破坏免疫系统，导致肝功能降低，甚至经由胎盘或母乳，传给下一代。根据台湾医界调查，目前全台油症患者第二代有三百人，第三代有三十人，可能都是遗传受害，也因此有人不敢生小孩。

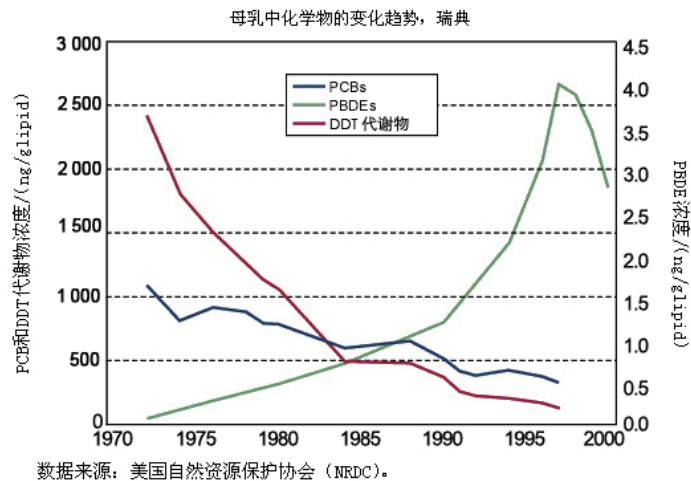


POPs 由此更加受到重视，在全球的关注度迅速提升。各国都在这一声声警钟中，深切认识到开展 POPs 环境无害化管理的重要性。

自然资源保护委员会 (NRDC) 所公布的对瑞典人母乳中 POPs 的检测结果表明，自 20 世纪 70 年代以来，随着滴滴涕、多氯联苯等 POPs 相继被禁止生产和使用，母乳中所检出的 PCBs 的含量也随之逐渐下降，到 1990 年以后基本上都已小于 500 ng/g (脂重) 的水平。



而与之完全相反的情形是这期间母乳中多溴联苯醚 (PBDEs) 的含量在 1972—1997 年呈现了每五年增加一倍的快速上升趋势。尽管所测到的浓度还不足以达到动物实验中造成危害的剂量,但这种趋势还是非常令人担忧。为此,瑞典政府于 20 世纪 90 年代中期逐步对 PBDEs 采取了禁止或限制生产和应用的措施,这些措施取得了明显的效果,从下图中可以看出:瑞典人母乳中的 PBDEs 含量在 1997 年后出现了明显下降。



这一案例充分表明,采取及时有效的环境无害化管理对于控制 POPs 对人类健康和环境的危害是极为重要的。

4. 加强化学品环境管理的重要性

人类社会在化学品管理方面一再重复着一代代化学品从“试制成功→生产应用→污染事件→禁限措施→新替代品”的恶性循环,POPs 问题就是这方面最好的例子之一。

对于政府和公众而言,对这些在生产、生活中普遍可以接触到的化学物质,尤其是那些主要在国内生产和使用的化学品,不清楚其危害性质、不了解其危害程度、不明白其生产使用量与暴露来源和去向、不知道其对人体健康和环境的潜在影响,就无从管理。化学品安全防控,不仅涉及技术因素,也需要一系列政策法规、政府行政管理手段的支持。依靠技术和行政管理的综合手段进行行政区域内化学品的有效风险控制和管理尚未引起足够重视,需要进行实践示范,针对化学品筛选分析技术、风险评估技术、高风险化学品控制技术的集成应用,进一步构建实现业务化运行的化学品动态监管与控制平台。





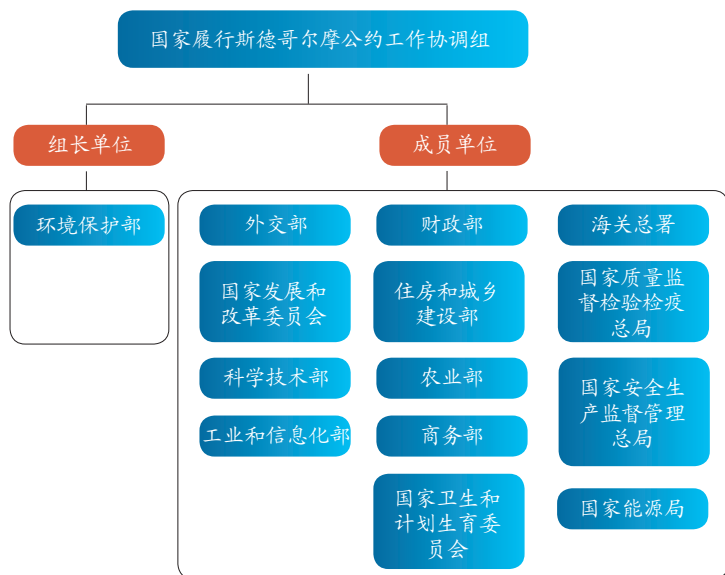
我国 POPs 履约行动

1. 中国是首批加入《斯德哥尔摩公约》的国家之一

我国是 POPs 公约的正式缔约方，是 2001 年 5 月 23 日首批签署公约的国家之一。2004 年 11 月 11 日，公约已正式对我国生效。

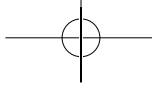
2. 中国 POPs 履约十年来的主要历程

中国政府高度重视持久性有机污染物防治和履约工作，2005 年，国务院批准成立了由国家环保部门牵头，共 14 个部委组成的国家履约工作协调组，下设联络员组和协调办，协调办设在环境保护部对外合作中心，组建专家委员会，为协调组提供决策咨询和技术支持。



2007 年国务院批准了《中国履行〈关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约〉国家实施计划》（简称《国家实施计划》），明确了我国履约总体目标和具体行动。国家实施计划获批以来，我国充分利用公约资金机制，引进国际先进的管理理念和经验，组织开展了大量的 POPs 污染防治工作和一系列履约示范项目，推动颁布了相关政策标准 90 余项，持续引进并自主研发先进的污染防治关键技术十余项；成功实施了 40 多个国际赠款项目，引进了先进的技术和管理理念，通过这些项目的实施，已全面淘汰了滴滴涕、氯丹和灭蚁灵等首批受控的所有杀虫剂类 POPs 的生产和使用，约占全球总量的 90%，重点行业二噁英排放强度下降超过 10%，清理了 7000 多吨的高浓度废物，占我国已识别总量的 97%，履约成果得到了国际社会的充分肯定。





履约大事记

2001.5.23

中国政府在公约供开放签署首日签署公约。

2002.10

国家领导人对履约工作作出重要批示，要求国家环境保护总局会同有关部门早谋对策。

2004.6.25

第十届全国人民代表大会常务委员会第十次会议批准公约。

2004.11.11

公约对中国生效，并适用于香港特别行政区和澳门特别行政区。

2005.5.11

国务院批准成立国家履约工作协调组。

2007.4.14

国务院批准《国家实施计划》。

2009.5.17

禁止在中国境内生产、流通、使用和进出口杀虫剂类 POPs 滴滴涕、氯丹、灭蚁灵及六氯苯。

2012.7.22

十二部委联合发布《全国主要行业持久性有机污染物“十二五”规划》。

2013.8.30

第十二届全国人民代表大会常务委员会第四次会议批准《公约》有关新增列九类 POPs 的修正案和有关新增列硫丹的修正案。

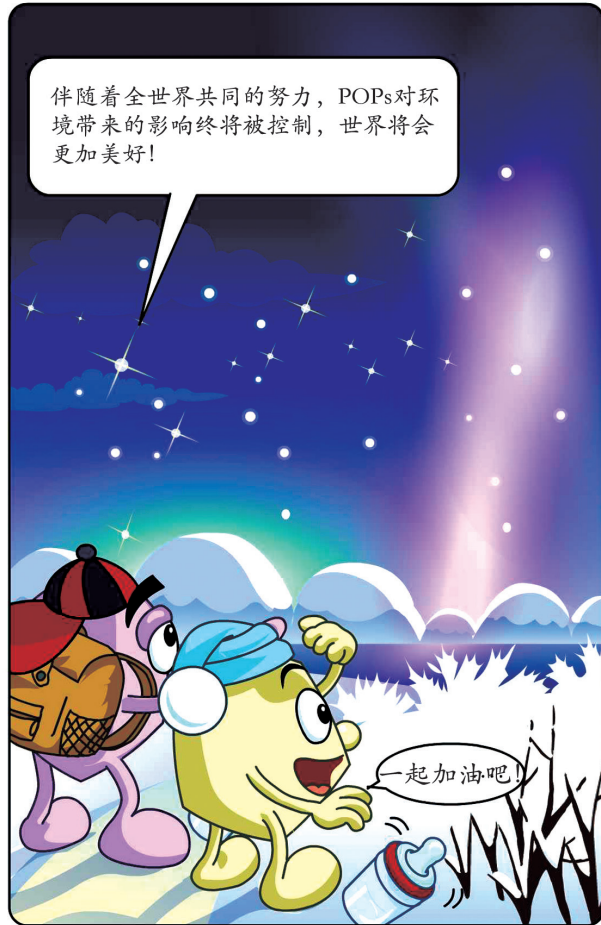
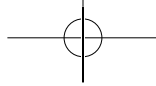
2014.3.26

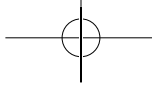
有关新增列九类 POPs 和有关新增列硫丹的修正案对我国生效，启动《国家实施计划》更新。

2014.5.17

我国全面停止含滴滴涕的三氯杀螨醇生产。







图书在版编目 (C I P) 数据

波波泡泡校园行 / 环境保护部环境保护对外合作中心编. -- 北京 : 中国环境出版社, 2015. 6
(POPs知识科普系列丛书 ; 4)
ISBN 978-7-5111-2449-4

I. ①波… II. ①环… III. ①有机污染物—污染防治—普及读物 IV. ①X5-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第143656号

出版人 王新程
责任编辑 邵 葵
责任校对 扣志红

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街16号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷
版 次 2015年12月第一版
印 次 2015年12月第一次印刷
开 本 787×1029 1 / 32
印 张 2
字 数 46千字
定 价 20.00元

【版权所有。未经许可，请勿翻印、转载，违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换