



Toxics-Free  
Corps

无毒先锋

第06期

DETOXIFICATION FILE

# 解毒档案

有机氯农药

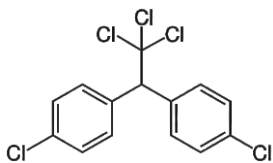
—— 被淘汰的高危农药带来的持续危害

# 一、关于有机氯农药

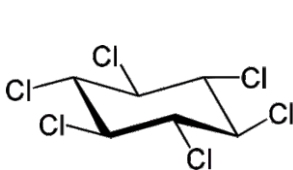
## 1、初识有机氯农药

有机氯农药 (Organochlorine pesticides, OCPs) , 顾名思义指的是化学结构中含有氯元素的有机化合物, 主要用于农业生产中的虫害控制。有机氯农药于1874年被最初合成, 直至20世纪30年代末开始被用作农药, 40年代起被大量使用<sup>1</sup>。滴滴涕及六六六等高危害杀虫剂, 因其价格低廉、杀虫广谱高效、使用简便等优势被广泛应用于农业生产中。随着化学品不断研发出新, 有机氯农药家族愈发庞大, 除滴滴涕、六六六等耳熟能详的化合物外, 艾氏剂、氯丹、狄氏剂、七氯等农药不断问世。总体而言, 相较于其他农药, 有机氯农药具有脂溶性强、通过干扰神经系统功能杀害昆虫等特性, 因此其对生物体的持续性危害被广泛得到重视。

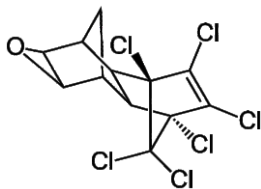
从化学结构角度分析, 有机氯农药可分为五大类, 分别为 (1) 滴滴涕及其类似物; (2) 六氯环己烷类 (HCH), 如林丹等; (3) 环二烯类, 如狄氏剂等; (4) 毒杀芬, 七氯等; (5) 灭蚁灵等。



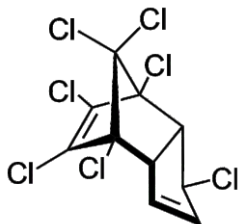
(DDT)



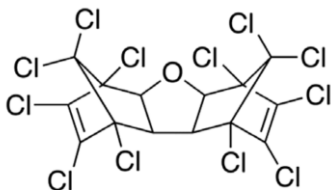
(林丹)



(狄氏剂)



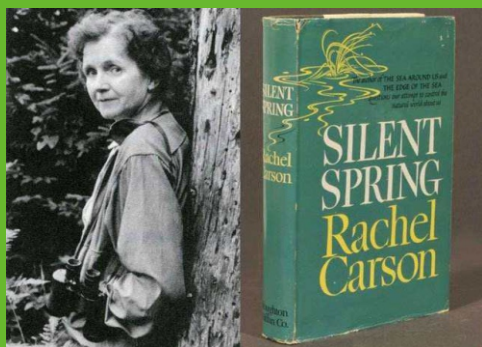
(七氯)



(灭蚁灵)

## 2、对生物体及环境造成的危害

20世纪60年代，随着有机氯化合物在农业中的大量使用，其对生物体造成的危害逐渐显露。美国海洋生物学家蕾切尔·卡逊在经过4年对使用化学杀虫剂造成环境危害的调查后，出版了《寂静的春天》一书，从生态学视角分析了以滴滴涕为代表的化学杀虫剂对生态系统造成的危害。随着生物体毒理性研究的不断深入，有机氯农药对生物体的毒害影响逐渐明晰，且伴随着其高残留、生物蓄积、难降解、生物毒性放大等特点，其危害对生物体及环境产生着深远的影响。



### 对人体健康的影响

# 1

有机氯农药对人体健康的影响，主要通过食物、呼吸及皮肤接触等方式摄入人体内而发生作用。有机氯农药可以破坏生物体内某些激素、酶、生长因子和神经传导物质，细胞内相对稳态条件的改变，导致氧化应激以及细胞的快速死亡<sup>1</sup>。由于实验伦理方面的考虑，不可能采取基于人体的有机氯农药毒性实验，因此相关的研究大多为通过动物实验进行外推的结果。另外，很多国外研究是对长期暴露于有机氯农药环境中的人群进行的对比分析得出的结论。

## ● 对神经系统的影响

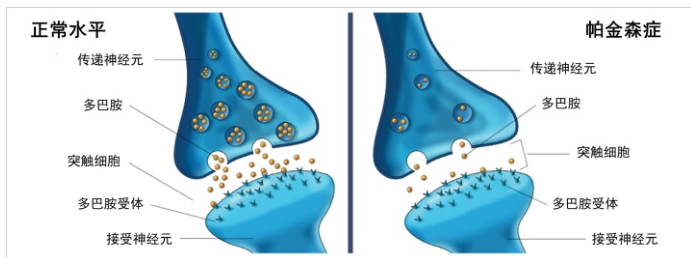


图3 多巴胺能神经元功能性障碍导致帕金森症(右)与正常水平的对比(左)

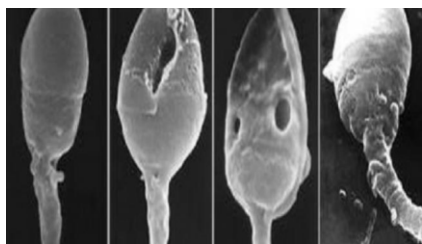
(多巴胺能神经元功能性障碍导致帕金森症与正常水平的对比<sup>6</sup>, 图片来源: Clinical Advisor)

国内外的多项研究表明, 有机氯农药家族中的狄氏剂是导致帕金森病的主要原因<sup>2</sup>。Sharma等(2010)发现狄氏剂和林丹等可通过诱导氧化应激, 导致多巴胺能神经元 (dopaminergic neuron, 含有并释放多巴胺作为神经递质的神经元) 功能障碍, 而多巴胺能神经元发生功能障碍是帕金森症的主要原因<sup>3</sup>。Van等(2012)发现, 早期暴露于有机氯农药的农民患帕金森症的风险明显高于普通农民<sup>4</sup>。流行病学的研究发现, 早期长时间接触有机氯农药的农民, 晚年时的记忆衰退、视神经萎缩等症状比普通农民要高<sup>5</sup>。

## ● 致癌风险

有机氯农药进入人体后可能诱发癌症的流行病及毒理性研究, 自上世纪70年代已开始。无论是基于癌症病人血液中有有机氯农药含量的研究, 动物暴露实验研究, 还是长期暴露于有机氯农药环境下的人群与普通人群的癌症发病概率对比研究一直持续至今, 研究成果众多。如Valeron等(2009)通过对人体的乳腺上皮细胞 (HMEC) 进行有机氯农药的96小时暴露后, 研究表明DDT及其代谢产物具有更高的细胞毒性, 可诱导人乳腺细胞转录调控过程发生异化, 增加诱发乳腺癌的风险<sup>7</sup>。

## ● 对生殖系统的影响



(长期暴露于DDT等农药环境下的青少年长大后精子损伤情况<sup>14</sup>, 图片来源: Environmental Health Perspectives)

体内的有机氯农药残留对人体的内分泌系统会产生很大影响。有机氯农药通过内分泌腺, 尤其是性腺引起进一步的反应。Rogen等(2005)针对非洲一些国家以DDT用于作物生产的人体健康风险研究中发现, DDT可导致婴儿早产以及早期断奶情况的出现<sup>8</sup>。更多研究

从而表明, 有机氯农药因对内分泌系统的影响, 从而导致女性月经紊乱、产生各种生殖疾病及习惯性流产等风险<sup>9-11</sup>。有机氯农药同时会引起男性生殖系统的氧化损伤反应和细胞凋亡, 从而降低精子的数量与活力<sup>12-13</sup>。

## 对动物的影响

2

有机氯农药对动物，无论是脊椎动物还是无脊椎动物的广泛影响早已得到研究证实。尤其是在其残留的环境中，对动物的致病率与人体相似，是相对缓慢的，主要表现在内分泌紊乱及其他的慢性疾病方面。另外，有机氯农药的大范围使用，对水生生物、鸟类及哺乳动物会产生严重的种群影响。Stansley等（1999）于1996-1997年的16个月时间中，在美国的新泽西州记录了6种鸣禽及4种猛禽的氯丹中毒情况。尤其是1997年7月的3周时间里，研究者发现了425只死鸟或病鸟，其体征显示与氯丹中毒相符，包括惊厥、流泪及过度鸣叫。该研究表明，鸟类的氯丹中毒可能比公认的更为普遍<sup>15</sup>。

## 对植物的影响

3

至今还较少有针对植物受有机氯农药影响的毒理性研究，不过已有研究已充分表明其对植物产生的危害作用。Liu等（2009）将三叶草暴露在较高浓度的硫丹环境下，在其组织中（非繁殖性组织）观察到显著的染色体损伤<sup>16</sup>。

目前社会对植物与有机氯农药相互作用的研究，主要关注于植物可以通过生物蓄积作用吸收环境中的有机氯农药，以助于在污染场地修复中得到应用。

## 对环境的影响

4

有机氯农药除了在施用过程中因环境及生物残留而对生物体产生毒害作用外，其生产过程也会因产生其他有毒物质而对环境造成影响，从而间接地对生物体产生危害。Kabir等（2017）基于学术及期刊搜索引擎的文献搜索，汇集了28706组农药暴露人群的研究数据，发现由五氯苯酚（Chlorophenols, CPs）生产过程中产生的二恶英空气中传播，是前列腺癌的重要致癌因素之一<sup>17</sup>。

## 二、在全国及世界范围内淘汰有机氯农药

### 1、有机氯农药被淘汰的历史演进

基于上述对有机氯农药的高危害性研究工作，国际社会自上世纪70年代开始相继禁用相关的农药品类。首先是70年代初期，六六六及滴滴涕等已被证实具有高危害性的有机氯农药在各国陆续被禁用；70年代中期狄氏剂、艾氏剂、七氯与氧丹开始在美国被禁用。我国自上世纪80年代以来，陆续对有机氯农药禁止生产及使用，走在世界各国淘汰有机氯农药的前列。至2019年3月26日起，为落实《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》的履约要求，我国全面禁止林丹和硫丹的生产、流通、使用和进出口，现有大多数研发出的有机氯农药已退出我国的农药使用舞台。



(图片来源于网络)

### 2、国际化学品公约中限制生产及使用的有机氯农药



于2004年2月正式生效的《关于在国际贸易中对某些危险化学品和农药采用事先知情同意程序的鹿特丹公约》（简称“鹿特丹公约”）中含有19种需遵循事先知情同意程序的有机氯农药；于2004年5月正式生效的《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》（简称“斯德哥尔摩公约”）中含有17种限制生产与使用的有机氯农药（其中有与鹿特丹公约重叠种类）。具体名录请见下表。

表1 鹿特丹公约及斯德哥尔摩公约附件中所列的有机氯农药以及我国禁用时间列表

化学品	中文化学名称	分子式	CAS号	被列入的公约	我国禁止销售/使用时间	所属名录或公告
2,4,5-涕及其各种 盐和酯类	2,4,5-三氯苯氧乙酸*	$C_6H_3Cl_3O_2^*$	93-76-5*	鹿特丹公约	1998.12.25	中国禁止或严格限制的有毒化学品名录 (第一批, 1998.12.25修订)
甲草胺	2-氯-N-(2,6-二乙基苯基) -N-(甲氧甲基)乙酰胺	$C_{14}H_{20}ClNO_2$	15972-60-8	鹿特丹公约	-	我国处于有效期内, 2016年启动 再评价研究
艾氏剂	六氯-六氯-二甲撑萘	$C_{12}H_6Cl_6$	309-00-2	鹿特丹公约 斯德哥尔摩公约	2002.6.5	农业部公告第199号
敌菌丹	N-四氯乙硫基四氢吡啶亚胺	$C_{10}H_9Cl_4NO_2S$	2425-06-1	鹿特丹公约	-	-
氟丹	八氟化甲桥茚	$C_{10}H_6Cl_8$	57-74-9	鹿特丹公约 斯德哥尔摩公约	2009.5.17	10部委联合发布2009年第23号公告
杀虫脒	N'-(2(甲基4氯苯基)-N, N-二甲基甲脒	$C_{10}H_{13}ClN_2$	6164-98-3	鹿特丹公约	2002.6.5	农业部公告第199号
乙酯杀螨醇	乙基-4-氯-2-(4-氯苯基) -2-羟基苯基乙酯	$C_{14}H_{12}Cl_2O$	510-15-6	鹿特丹公约	-	-
滴滴涕	双对氯苯基三氯乙烷	$C_{14}H_9Cl_5$	50-29-3	鹿特丹公约 斯德哥尔摩公约	2009.5.17	10部委联合发布2009年第23号公告
狄氏剂	六氯-环氧八氢-二甲撑萘	$C_{12}H_6Cl_6O$	60-57-1	鹿特丹公约 斯德哥尔摩公约	1998.12.25	中国禁止或严格限制的有毒化学品名录 (第一批, 1998.12.25修订)
异狄氏剂	1,2,3,4,10,10-六氯-6, 7-环氧-1,4,4a,5,6,7,8,8a -八氢-1,4-挂-5,8-挂-二甲撑萘	$C_{12}H_6Cl_6O$	72-20-8	斯德哥尔摩公约	1998.12.25	中国禁止或严格限制的有毒化学品名录 (第一批, 1998.12.25修订)

表1 鹿特丹公约及斯德哥尔摩公约附件中所列的有机氯农药以及我国禁用时间列表

化学品	中文化学名称	分子式	CAS号	被列入的公约	我国禁止销售/使用时间	所属名录或公告
硫丹**	1,4,5,6,7,7-六氯-9,9,10-三降冰片-5-烯-2,3-亚基取甲撑	$C_{12}H_{10}Cl_6O_2S$	115-29-7	鹿特丹公约 斯德哥尔摩公约	2019.1.1 苹果树、 茶树禁用, 农业禁用 2019.3.26 农业禁用	农业部公告第2552号
二氯乙烷	1, 2-二氯乙烷	$C_2H_4Cl_2$	107-06-2	鹿特丹公约	-	-
灭蚊灵	十二氯代八氯-亚甲基-环丁并戊烯烯	$C_{10}Cl_{12}$	2385-85-5	斯德哥尔摩公约	2009.5.17	10部委联合发布2009年第23号公告
七氯	七氯化苄	$C_{10}H_5Cl_7$	76-44-8	鹿特丹公约 斯德哥尔摩公约	1998.12.25	中国禁止或严格限制的有毒化学品名录 (第一批, 1998.12.25修订)
六氯苯	六氯代苯	$C_6Cl_6$	118-74-1	鹿特丹公约 斯德哥尔摩公约 ***	2009.5.17	10部委联合发布2009年第23号公告
六氯丁二烯	六氯-1,3-丁二烯	$C_4Cl_6$	87-68-3	斯德哥尔摩公约	-	农业部公告第199号
六六六(混合异构体)	六氯环己烷	$C_6H_6Cl_6$	608-73-1	鹿特丹公约	1998.12.25	中国禁止或严格限制的有毒化学品名录 (第一批, 1998.12.25修订)
$\alpha$ -六氯环己烷	$\alpha$ -六氯环己烷	$C_6H_6Cl_6$	319-84-6	斯德哥尔摩公约	1998.12.25	中国禁止或严格限制的有毒化学品名录 (第一批, 1998.12.25修订)
$\beta$ -六氯环己烷	$\beta$ -六氯环己烷	$C_6H_6Cl_6$	319-85-7	斯德哥尔摩公约	1998.12.25	中国禁止或严格限制的有毒化学品名录 (第一批, 1998.12.25修订)
林丹	$\gamma$ -六氯环己烷	$C_6H_6Cl_6$	58-89-9	鹿特丹公约 斯德哥尔摩公约	2019.3.26	11部委联合发布2019年第10号公告



表1 鹿特丹公约及斯德哥尔摩公约附件中所列的有机氯农药以及我国禁用时间列表

化学品	中文化学名称	分子式	CAS号	被列入的公约	我国禁止销售/使用时间	所属名录或公告
五氟苯酚及其盐类和酯类	五氟苯酚*	$C_6HCl_5O^*$	87-86-5*	鹿特丹公约 斯德哥尔摩公约	1998.12.25	中国禁止或严格限制的有毒化学品名录 (第一批, 1998.12.23修订)
五氟苯	五氟苯	$C_6HCl_5$	608-93-5	斯德哥尔摩公约	-	-
毒杀芬	八氟茨烯	$C_{10}H_6Cl_8$	8001-35-2	鹿特丹公约 斯德哥尔摩公约	2002.6.5	农业部公告第199号
敌百虫	二甲基-(2,2,2-三氟-1-羟基乙基)膦酸酯	$C_4H_6Cl_3O_3P$	52-68-6	鹿特丹公约	-	-
磷酸(有效成份含量超过1000 g/l的可溶性液剂)	O,O'-二甲基-O-[2-氟-2-(二乙基氨基甲酰)-1-甲基乙基]膦酸酯	$C_{10}H_{19}ClNO_3P$	13171-21-6	鹿特丹公约	2004年6月30日 (原配制剂) 2008年1月9日 (原药和单剂)	农业部第274号公告 五部委2008年第1号公告
十氟酮	十氟代八氯-亚甲基-环丁异[co]茂烯酮-2-酮	$C_{10}Cl_{10}O$	143-50-0	斯德哥尔摩公约	-	-

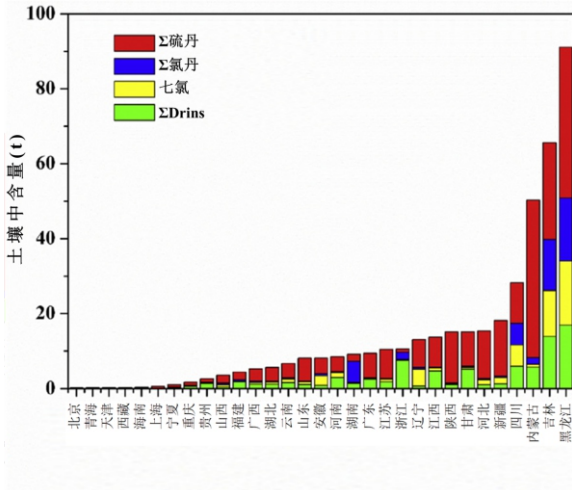
\* 根据鹿特丹公约等国际化学品公约文件编写规范, 在此仅列出原生化产品的中文别称、分子式、CAS号等;

\*\* 斯德哥尔摩公约中列入的化学品为硫丹原药 (CAS号115-29-7) 及其相关异构体 (CAS号959-98-8及33213-65-9), 鹿特丹公约中附件三列入的化学品为硫丹 (CAS号115-29-7) 在此列表中以原生化产品记录;

\*\*\* 六氟苯在斯德哥尔摩公约中列入的化学品名为六氟代苯;

### 三、淘汰后的持续毒害

#### 1、土壤中残留的持续释放



(图片来源: Niu, 2016)

自上世纪60、70年代至今，中国始终是世界上农药生产与使用的大国，不仅农药使用量居世界前列，农药的使用强度亦是世界平均水平的2.5倍<sup>18</sup>。有研究表明，在过去的30年间，中国对滴滴涕的使用量达到了40万吨，占世界总使用量的20%<sup>19</sup>。据统计，农药在喷施过程中，施用的农药量仅有30%左右附着在农作物上，其余大部分农药量进入土壤与大气中，土壤中的农药物质又会因地表径流的形式进入河流

等水体中，造成更广泛的环境污染以及污染物的长距离迁移。

由于有机氯农药的化学性质相对稳定且难降解，其在土壤、大气及水体等环境介质中可长时间存在。土壤作为相对稳定媒介，不仅可以吸收来自其他媒介的污染物，随着污染物的历史残留量增加，可逐渐演变为污染物的来源，且其隐蔽性与潜伏期相对更长久<sup>20</sup>。中国在上世纪70-80年代有机氯农药的过量使用过程，造成其在土壤中的高残留，虽然部分农药已经被禁用30余年，但土壤已成为逐渐释放其残留的主要来源。

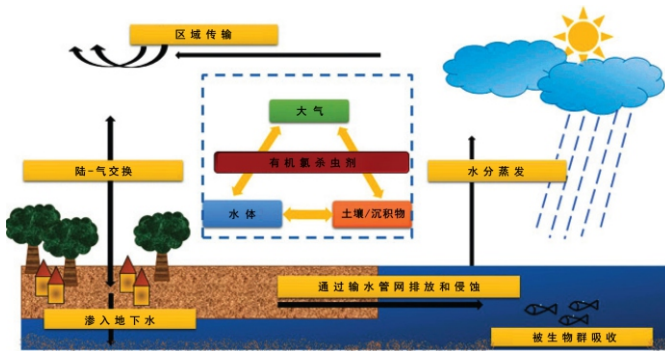
Niu等 (2016) 于2013年的4-5月，在中国31个省、直辖市及自治区共抽样得到123个农业土壤样品，对其时仍在使用的硫丹、历史使用的氯丹与七氯进行浓度测定，并通过一定的算法分析推导得到其在全国范围内的总残留量，分别为260吨、64.3吨及54.2吨，并得到了各省农药总残留量的估算值<sup>21</sup>。

针对我国土壤及食物中的有机氯农药残留的研究自上世纪末开始已很普遍，这些研究均表明，有机氯农药在我国各地区环境介质中均普遍存在，且在食物、人体中均有检出。土壤中虽已不再继续使用有机氯农药，但其仍旧持续不断的释放着农药残留，对土壤中生长的作物，以及食用这些食物的人体造成健康危害。

表2 有关我国农业土壤及作物有机氯农药残留部分研究列表

文献名称	中文概要	出版时间
黄芪、三七和西洋参中多种有机氯农药残留量分析	-	2000
官厅水库和永定河沉积物中多氯联苯和有机氯农药的污染	-	2001
太湖沉积物中有机氯农药的残留特征及风险评估	-	2003
Organochlorine pesticides contamination in surface soils from two pesticide factories in Southeast China	中国东南地区土壤中有机氯农药含量	2009
不同品系罗汉果中有机氯农药残留量的测定研究	-	2010
Contamination of phthalate esters, organochlorine pesticides and polybrominated diphenyl ethers in agricultural soils from the Yangtze River Delta of China	长江三角洲农业土壤中的有机氯浓度	2016
Survey of organochlorine pesticides in the atmosphere and soil of two typical landforms of Southern Anhui Province, China: Sources and air-soil exchange	安徽大气及土壤中的有机氯农药贮存	2017
宫内有机氯农药滴滴涕暴露与胎儿 BRCA1 基因甲基化及表达的关联性研究	-	2018
Distribution, source, and risk of organochlorine pesticides (OCPs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in urban and rural soils around the Yellow and Bohai Seas, China	有机氯农药在黄河流域及渤海湾的存在风险	2018
山东养殖贝类中有机氯农药与多氯联苯污染特征及风险评价	-	2019
Assessment of the spatial distribution of organochlorine pesticides (OCPs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in urban soil of China	中国城市土壤中有有机氯农药的贮存水平	2020
Rapid changes in organochlorine pesticides in sediments from the East China sea and their response to human-induced catchment changes	中国东海流域有机氯农药沉积的变化研究	2020

## 2、长距离迁移在生物体中贮存

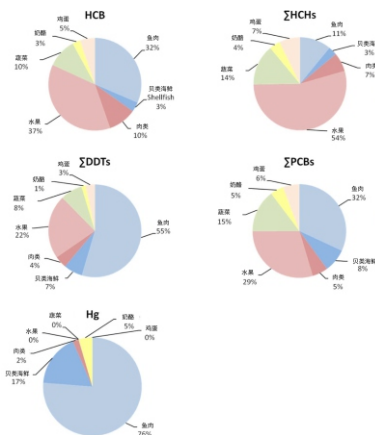


(有机氯农药在环境中的迁移过程<sup>24</sup>, 图片来源: Current Organic Chemistry)

虽然大部分有机氯农药对人体及生物的健康影响是通过土壤残留再释放造成的, 但仍有大量的有机氯农药因其属于持久性有机物, 可以随空气、水体及动物等长距离迁移, 造成跨境的污染并残留于环境

介质与生物体内。上面提到的Niu等 (2016) 于2013年对中国31个省市自治区进行农业土壤检测的研究, 还检测了中国国内从未使用过的艾氏剂、狄氏剂与异狄氏剂 (可统称为Drins), 发现其在农业土壤中的总残留量达到88.6吨, 这一方面可能有非法使用Drins的存在, 但研究者推断主要是长途迁移造成的二次分布污染 (secondary distribution)。

Junqué等 (2017) 对地中海中西部小岛的市场上采购的鱼类、贝类、水果、奶酪等食物进行有害化学品的检测, 发现在46个样品中, 检测出11种有机氯农药残留, 6种多氯联苯, 与汞残留, 其中鱼类和水果是有机氯农药残留检测的主要来源。这些鱼类被认为来自地中海中部, 很明显是农药随水体漂流进入地中海造成的污染物迁移<sup>22</sup>。



(地中海中西部的Menorca小岛上, 儿童身体中富集的有机氯农药及重金属来源分析, 图片来源: Environmental Research)

农药残留将处于最高水平。

Li等 (2005) 早已通过研究

$\alpha$ 、 $\beta$ -六氯环己烷在环境介质空气-水的分配传输背景下, 到达北极的途径, 各种途径如何影响北极的污染物时空变化趋势, 以及海洋生物出现污染物富集的食物链构成与生物表现出的各种反应<sup>23</sup>。当下社会所流行的饮食风尚——深海鳕鱼、北极甜虾等, 无疑已成为有机氯农药等各种持久性有机物富集的生物体, 人类食用深海生物的过程里, 这些农药残留在食物链中被不断蓄积、放大。处于食物链最高级的人类, 有机氯

### 3、低剂量长时间暴露对人体健康的威胁

虽然很多研究表明，我国大部分地区的土壤或水体沉积物残留中的有机氯农药残留量对成人及儿童的致癌风险指数小，对当地人的危害也较小。但我们不能忽略有机氯农药其化学特性——因大部分的有机氯农药的亲脂性及生物组织中的持久性贮存特点，导致其可以长期贮存在动物体的脂肪组织中。Mrema等（2013）通过搜集有机氯农药相关毒理性文献，发现DDT可以在人体内贮存50年以上<sup>25</sup>。

在有关有害物质对人体及生物健康造成影响的研究中，我国重点关注有害物质大剂量摄入的毒理性研究，因为这样的研究方法在短时间内容易操作得到结果，并对公共卫生安全有重要的指导意义。但针对持久性有机污染物以及有机氯农药的毒理性研究，更应关注低剂量长期暴露下对生物体造成的危害。因我国在此方面的研究尚缺乏足够的基础数据支撑，有机氯农药残留长期暴露的危害仍旧像迷雾中的猛兽一样，对人体健康构成不确定性极高的威胁。

## 四、食品农药残留各国监管概况

因有机氯农药对人体、生物体及环境造成的持续性危害，世界各国均无法忽视这已被淘汰的农药类别在食物中的持续残留。因此，各国食品农药残留的监管政策在有机氯农药残留自识别至摄入过程即显得异常重要。解毒档案将分别列举世界一些国家针对食品农药残留的监管制度与机制，为我国相关政策的完善做一参考。

### 1、欧盟

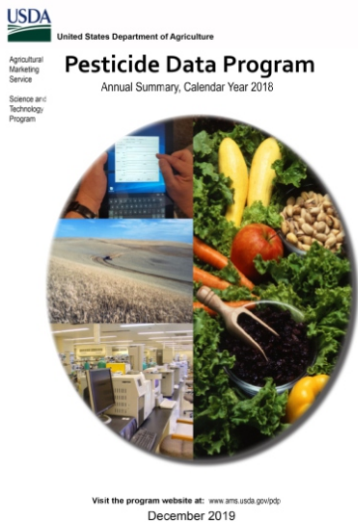
欧洲食品安全局（EFSA）是欧盟进行食品农药残留监管的主要部门。EFSA中有专门针对食品安全的“欧盟协调项目”，每年对欧盟27个国家的食品农药残留进行大规模的监测。

农药残留限值的法规：（EC）No 396/2005，即《动植物源性食品和饲料中农药最大残留限量》。该项法规中涉及300余种农产品，涵盖1100多种农药的最大残留限量值（Maximum Residue Limits, MRLs），若一种农药未在附录中做明确规定，则按照0.01mg/kg的默认最大残留限量执行<sup>26</sup>。





监测计划及实施：每年秋季至次年春季，美国联邦各州参与制定下一年度的PDP监测计划，与EPA共同确定监测的食品，并重点关注婴幼儿食用的食品。对于农药监测数据提供在线查询数据库以及年度监测数据报告等，可以下载查看<sup>29</sup>。以2018年度监测报告为例，可以在其附录B中，搜索到几乎全部的已被淘汰有机氯农药在新鲜蔬果中的残留检测结果、检测限范围（LOD）以及EPA公布的农药残留限值；在附录F中则专门列出在各种食物中对环境残留污染物的检出值，如艾氏剂、六六六及其异构体、氯丹、DDT等<sup>30</sup>。若PDP测试发现残留物水平可能构成公共安全风险，则会立即通知FDA和EPA。



APPENDIX F. DISTRIBUTION OF RESIDUES FOR ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS

Pesticide / Commodity	Number of Samples	Samples with Detections	% of Samples with Detections	Range of Values Detected, ppm	Range of LODs, ppm	EPA Tolerance Level, ppm
<b>Aldrin (insecticide) (parent of Dieldrin)</b>						
Asparagus	709	0	0.003 *	0.003 *	0.03 AL	0.03 AL
Cabbage	707	0	0.005 *	0.005 *	0.03 AL	0.03 AL
Calamito	177	0	0.001 *	0.001 *	NT	NT
Cranberries, Canned	378	0	0.005 *	0.005 *	0.05 AL	0.05 AL
Cranberries, Frozen	150	0	0.005 *	0.005 *	0.05 AL	0.05 AL
Garbanzo Beans, Canned	566	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Green Onions	707	0	0.005 *	0.005 *	0.1 AL	0.1 AL
Kale	707	0	0.002 *	0.002 *	0.05 AL	0.05 AL
Kiwi Fruit	530	0	0.040 *	0.040 *	0.05 AL	0.05 AL
Mangoes	532	0	0.001 - 0.005	0.001 - 0.005	0.03 AL	0.03 AL
Olives, Canned	569	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Peaches, Canned	755	0	0.001 - 0.040	0.001 - 0.040	0.02 AL	0.02 AL
Plums, Dried (Prunes)	567	0	0.003 *	0.003 *	0.3 AL	0.3 AL
Raisins	756	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Rice	189	0	0.0012 - 0.0013	0.0012 - 0.0013	0.02 AL	0.02 AL
Snap Peas	703	0	0.002 *	0.002 *	0.03 AL	0.03 AL
Spinach, Frozen	188	0	0.001 - 0.005	0.001 - 0.005	0.05 AL	0.05 AL
Strawberries, Frozen	189	0	0.008 *	0.008 *	0.05 AL	0.05 AL
Sweet Peas, Frozen	189	0	0.005 *	0.005 *	0.03 AL	0.03 AL
Sweet Potatoes	177	0	0.045 *	0.045 *	0.1 AL	0.1 AL
Wheat Flour	224	0	0.001 - 0.010	0.001 - 0.010	0.02 AL	0.02 AL
<b>TOTAL</b>	<b>10,169</b>	<b>0</b>				
<b>BHC alpha (insecticide) (isomer of Dieldrin)</b>						
Asparagus	709	0	0.012 *	0.012 *	0.05 AL	0.05 AL
Cabbage	707	0	0.005 *	0.005 *	0.05 AL	0.05 AL
Calamito	177	0	0.001 *	0.001 *	NT	NT
Cranberries, Canned	378	0	0.010 *	0.010 *	0.05 AL	0.05 AL
Cranberries, Frozen	150	0	0.010 *	0.010 *	0.05 AL	0.05 AL
Garbanzo Beans, Canned	566	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Green Onions	707	0	0.005 *	0.005 *	NT	NT
Heavy Cream	341	0	0.008 *	0.008 *	0.3 AL *	0.3 AL *
Kale	707	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Kiwi Fruit	530	0	0.010 *	0.010 *	0.05 AL	0.05 AL
Mangoes	532	0	0.001 - 0.010	0.001 - 0.010	0.05 AL	0.05 AL
Olives, Canned	569	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Peaches, Canned	755	0	0.001 - 0.010	0.001 - 0.010	0.05 AL	0.05 AL
Plums, Dried (Prunes)	567	0	0.012 *	0.012 *	0.05 AL	0.05 AL
Raisins	756	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Rice	189	0	0.0012 - 0.0013	0.0012 - 0.0013	0.05 AL	0.05 AL
Snap Peas	703	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Spinach, Frozen	188	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Strawberries, Frozen	189	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Sweet Peas, Frozen	189	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Sweet Potatoes	177	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
Wheat Flour	224	0	0.001 *	0.001 *	0.05 AL	0.05 AL
<b>TOTAL</b>	<b>10,169</b>	<b>0</b>				

(农药数据计划2018年度报告首页及附录F，图片来源USDA)

### 3、日本

根据日本《食品卫生法（修订版）》（2003年发布实施）的相关条款，厚生劳动省对食品中农业化学品残留物引入所谓的“肯定列表制度”（Positive List System）（2006年生效）。该制度对所有农业化学品制定了限量标准，包括：“暂定最大残留限量标准”（以下简称“暂定标准”）和“一律限量标准”（以下简称“一律标准”）。此外，还制定了“豁免物质”清单，以及“不得检出”清单。

早期有日本学者指出，对于曾经作为农药的有机氯化学品及有害化学品的反应产物，并未在肯定列表制度中进行规定<sup>31</sup>。但2016年的相关研究文献中则表明，在肯定列表制度中，已对狄氏剂、艾氏剂等特别农药及化学药品规定了最大残留限量<sup>32</sup>。

## 4、中国

我国涉及农药残留监管的相关法律包括《中华人民共和国农药管理条例》、《《中华人民共和国农产品质量安全法》，以及《中华人民共和国食品安全法》。自1997年发布首个《中华人民共和国农药管理条例》以来至今二十余年来，农药相关法律法规已逐步完善。

农药残留限值的国家标准：2019年8月，农业农村部与国家卫生健康委和国家市场监督管理总局联合发布《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》。新版的农药残留限量标准规定了483种农药在356种（类）食品中7107项残留限量，与2016版相比新增农药品种50个、残留限量2967项<sup>33</sup>。

农药监管体系与监测计划：国务院食品安全委员会是我国食品安全最高管理机构，统筹全国食品安全工作，制定食品安全监管政策，落实食品安全监管责任。同时，农业农村部、粮食和储备局、卫生健康委、市场监管总局等部门，进行食品安全风险监测、遏制农药兽药残留超标等工作。

虽然我国已明确对农药残留限值标准（GB2763-2019）及建立管理体系框架，但对于食品中农药残留监测的执行机制及面向社会的信息公开制度尚未完善。





## 参考文献

1. Sparling D W. Ecotoxicology essentials: environmental contaminants and their biological effects on animals and plants[M]. Academic Press, 2016, Pages 69-107.
2. 曾鸿鹄, 覃如琼, 莫凌云, 等. 有机氯农药对人体健康毒性研究进展[J]. 桂林理工大学学报, 2014, 34(3): 549-553.
3. Sharma H, Zhang P, Barber D S, et al. Organochlorine pesticides dieldrin and lindane induce cooperative toxicity in dopaminergic neurons: role of oxidative stress[J]. Neurotoxicology, 2010, 31(2): 215-222.
4. Van Maele-Fabry G, Hoet P, Vilain F, et al. Occupational exposure to pesticides and Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis of cohort studies[J]. Environment international, 2012, 46: 30-43.
5. Parrón T, Requena M, Hernández A F, et al. Association between environmental exposure to pesticides and neurodegenerative diseases[J]. Toxicology and applied pharmacology, 2011, 256(3): 379-385.
6. Thomas Massing. Pesticides and Parkinson's disease. [EB/OL].[2016-5-2] [2019-12-23]. <https://www.clinicaladvisor.com/home/features/pesticides-and-%e2%80%a8parkinsons-disease/>.
7. Valerón P F, Pestano J J, Luzardo O P, et al. Differential effects exerted on human mammary epithelial cells by environmentally relevant organochlorine pesticides either individually or in combination[J]. Chemo-biological interactions, 2009, 180(3): 485-491.
8. Rogan W J, Chen A. Health risks and benefits of bis (4-chlorophenyl)-1, 1, 1-trichloroethane (DDT)[J]. The Lancet, 2005, 366(9487): 763-773.
9. 刘国红, 杨克敌, 刘西平, 等. 人体内有机氯农药残留对生殖内分泌的影响研究[J]. 卫生研究, 2005, 34(5): 524-528.
10. Louis G M B, Rios L I, McLain A, et al. Persistent organochlorine pollutants and menstrual cycle characteristics[J]. Chemosphere, 2011, 85(11): 1742-1748.
11. Pathak R, Mustafa M D, Ahmed R S, et al. Association between recurrent miscarriages and organochlorine pesticide levels[J]. Clinical biochemistry, 2010, 43(1-2): 131-135.
12. Aneck-Hahn N H, Schulenburg G W, Bornman M S, et al. Impaired semen quality associated with environmental DDT exposure in young men living in a malaria area in the Limpopo Province, South Africa[J]. Journal of andrology, 2007, 28(3): 423-434.
13. Messaros B M, Rossano M G, Liu G, et al. Negative effects of serum p, p'-DDE on sperm parameters and modification by genetic polymorphisms[J]. Environmental research, 2009, 109(4): 457-464.
14. Perry M J, Young H A, Grandjean P, et al. Sperm Aneuploidy in Faroese Men with Lifetime Exposure to Dichlorodiphenyldichloroethylene (p,p'-DDE) and Polychlorinated Biphenyl (PCB) Pollutants[J]. Environmental Health Perspectives, 2015, 124(7).
15. Stansley W, Roscoe D E. Chlordane poisoning of birds in New Jersey, USA[J]. Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal, 1999, 18(9): 2095-2099.
16. Liu W, Zhu L S, Wang J, et al. Assessment of the genotoxicity of endosulfan in earthworm and white clover plants using the comet assay[J]. Archives of environmental contamination and toxicology, 2009, 56(4): 742-746.

17. Kabir A, Zendehelel R, Tayefeh-Rahimian R. Dioxin exposure in the manufacture of pesticide production as a risk factor for death from prostate cancer: A meta-analysis[J]. Iranian journal of public health, 2018, 47(2): 148.
18. 陈晓明, 王程龙, 薄瑞. 中国农药使用现状及对策建议[J]. 农药科学与管理, 2016 (2): 4-8.
19. Yu H, Liu Y, Shu X, et al. Assessment of the spatial distribution of organochlorine pesticides (OCPs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in urban soil of China[J]. Chemosphere, 2019: 125392.
20. Bidleman T F, Leone A D. Soil-air exchange of organochlorine pesticides in the Southern United States[J]. Environmental pollution, 2004, 128(1-2): 49-57.
21. Niu L, Xu C, Zhu S, et al. Residue patterns of currently, historically and never-used organochlorine pesticides in agricultural soils across China and associated health risks[J]. Environmental pollution, 2016, 219: 315-322.
22. Junqué E, Garí M, Arce A, et al. Integrated assessment of infant exposure to persistent organic pollutants and mercury via dietary intake in a central western Mediterranean site (Menorca Island)[J]. Environmental research, 2017, 156: 714-724.
23. Li Y F, Macdonald R W. Sources and pathways of selected organochlorine pesticides to the Arctic and the effect of pathway divergence on HCH trends in biota: a review[J]. Science of the total environment, 2005, 342(1-3): 87-106.
24. Reeti Kumar and Suparna Mukherji\*, "Threat Posed by Persistent Organochlorine Pesticides and their Mobility in the Environment" , Current Organic Chemistry (2018) 22: 954.
25. Mrema E J, Rubino F M, Brambilla G, et al. Persistent organochlorinated pesticides and mechanisms of their toxicity[J]. Toxicology, 2013, 307: 74-88.
26. EFSA. Pesticide evaluations: overview and procedure. [ EB/OL]. [2019-12-10]. <http://www.efsa.europa.eu/en/applications/pesticides>.
27. EFSA. How Europe Monitors Pesticide Residues In Food. [ EB/OL]. [2019-12-10]. <https://www.efsa.europa.eu/en/discover/infographics/how-europe-monitors-pesticide-residues-food>
28. NPIC. Food and Drinking Water Limits for Pesticides. [ EB/OL]. [2019-12-15]. <http://npic.orst.edu/reg/tolerance.html>.
29. USDA. Pesticide Data Program. [ EB/OL]. [2019-12-15]. <https://www.ams.usda.gov/datasets/pdp>
30. USDA. Pesticide Data Program's (PDP) 28th Annual Summary for calendar year 2018. [ EB/OL]. [2019-12][2019-12-23]. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/2018PDPAnnualSummary.pdf>
31. IWASAKI. Problems of Positive List System Revealed by Survey of Pesticide Residue in Food [J]. The Journal of Toxicological Sciences, 2007, 32(2): 179-184.
32. Pang G F. Analytical Methods for Food Safety by Mass Spectrometry [J] Pesticides. 2018:143-194.
33. 农业农村部. 我国农药残留限量标准增至7107项. [ EB/OL]. [2019-8-31] [2019-12-15]. [http://www.gov.cn/xinwen/2019-08/31/content\\_5426073.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2019-08/31/content_5426073.htm)



## 无毒先锋

- 本刊是“深圳市零废弃环保公益事业发展中心”实施的“化学品管理民间网络与能力建设”项目的一部分，该项目是由联合国开发计划署负责管理的全球环境基金小额赠款计划支持的。
- 同时感谢北京市企业家环保基金会（阿拉善SEE）提供部分资金支持。本文内容及意见仅代表主办单位的观点，与阿拉善SEE的立场或政策无关。



SGP The GEF  
Small Grants  
Programme



阿拉善SEE

创绿家

文字/校对：郭慧，无毒先锋

版式设计：莫存柱 图片拍摄：部分专业图片来源于网络

版权所有：©深圳市零废弃环保公益事业发展中心，2020，保留所有权利

解毒档案

档案时间:2020.1

无毒先锋

第06期