



环境署

SC

UNEP/POPS/POPRC.4/15/Add.3

Distr.: General  
30 October 2008



关于持久性有机污染物的  
斯德哥尔摩公约

Chinese  
Original: English

---

持久性有机污染物审查委员会  
第四次会议  
2008年10月13日—17日，日内瓦

## 持久性有机污染物审查委员会第四次会议工作报告

增编

甲型六氯环己烷风险管理评价

持久性有机污染物审查委员会，在其第四次会议上，按照文件 UNEP/POPS/POPRC.4/8 载列的草案，通过了经修正的甲型六氯环己烷风险管理评价。风险管理评价案文载述如下，未经正式编辑。

附件

# 甲型六氯环己烷

风险管理评价

《斯德哥尔摩公约》持久性有机污染物审查委员会  
甲型和乙型六氯环己烷问题特设工作组编写

2008年10月

## 目录

执行摘要.....	4
1.  导言.....	5
1.1.  拟议物质的化学品识别.....	5
1.2.  持久性有机污染物审查委员会的结论.....	6
1.3.  数据来源.....	6
1.4.  该化学品在国际公约中的地位.....	7
1.5.  已经采取的国家或区域控制行动.....	7
2.  与风险管理评价相关的摘要信息.....	8
2.1  可行控制措施的确认.....	8
2.2  达到降低风险目标的可行控制措施的效能和效率.....	9
2.2.1.  技术可行性.....	9
2.2.2.  关键用途的确定.....	10
2.2.3.  实施可行控制措施的成本和效益，包括环境和健康成本及效益.....	10
2.3  关于替代产品和替代工艺的信息.....	12
2.4  关于实施可行控制措施的社会影响的相关信息综述.....	12
2.4.1.  卫生，包括公共卫生、环境卫生和职业健康.....	12
2.4.2.  农业（包括水产业和林业）.....	13
2.4.3.  生物群（生物多样性）.....	13
2.4.4.  经济方面（包含生产商和消费者的成本和收益以及这些成本和收益的分配）... 13	13
2.4.5.  向可持续发展迈进.....	13
2.4.6.  社会影响（就业等）.....	14
2.4.7.  其他影响.....	14
2.5  其他需要考虑的事项.....	14
2.5.1.  获取信息与公共教育.....	14
2.5.2.  控制与监测能力的状态信息.....	15
3.  信息综述.....	15
4.  结论声明.....	16

## 执行摘要

墨西哥是《斯德哥尔摩公约》缔约国，该国提议将林丹、甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷列入《斯德哥尔摩公约》附件A、B或C。2007年11月，持久性有机污染物审查委员会在其第三次会议上审查了相关的风险简介后得出结论：甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷在经过远距离环境迁移后，有可能对人类健康和环境产生重大的不利影响，因此必须采取全球行动。

技术用六氯环己烷（包括甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷）应符合两项国际协议的规定：《远距离跨境空气污染公约持久性有机污染物议定书》和《鹿特丹公约》。另外，关于甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷有效控制措施的国家/地区法律和协议包括：《关于林丹及其他六氯环己烷异构体的北美区域行动计划》、东北大西洋海洋环境保护委员会、欧洲联盟条例 850/2004、欧盟水框架指令2000/60/EC等。

技术用六氯环己烷经过近40年来在全球范围内的广泛使用后，逐渐被林丹所取代。2008年，《斯德哥尔摩公约》缔约国和观察员国无大量使用甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷（作为技术用六氯环己烷的重要成分）的报告。

一些国家目前对甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷采取的控制措施包括：禁止生产、使用、销售和进出口；禁止林丹的生产；建立目录；清理被污染的地点，使用有害废物的处理设施、处理陈旧存货等。

目前，甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷主要来自林丹的生产（大量的副产品）。由于生产一吨林丹大约会产生近八吨的甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷，因此，在这方面对林丹的控制措施也会影响甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷。过去与这些六氯环己烷残留物质的不当处理相关的生产过程以及现有的存货已产生了大量的废物，向发达国家和发展中国家的环境释放甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷。

使用废弃的六氯环己烷残留物质合成其他化学物质（例如：三氯（代）苯），从经济和技术角度看，都不可能是一项成功的选择。

控制措施效能和效率的评估依国家而定；但是，所有国家都认为目前实施的控制措施在技术上是可行的，而且在一些国家，获得的适当处理设施和污染场所治理的资金来源都非常有限。

因此，对许多国家来说，有害废物的管理和现有存货的处理以及被污染场所的清理成本非常高，因而发展中国家可能需要资金和/或技术援助。所以，共同筹集资金建立国际激励机制对于减少陈旧的六氯环己烷存货所造成的环境遗迹和污染土壤至关重要。

相关控制措施的实施有望大幅降低人体和环境接触甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的风险。尤其可预期这些控制措施对人类健康的积极影响，其中包括降低北极地区土著居民、农业和生物群接触的风险。目前，预计不会产生负面的经济影响。

一些国家报告，已将甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷纳入其国家和国际监测计划中。

对一些国家已经落实的现有控制措施（包括对林丹的控制措施）的彻底审查表明：人体和环境接触甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的风险可大幅降低。预计这些控制措施还将有助于实现“2002年约翰内斯堡可持续发展世界首脑会议”商定的目标：即确保在2020年之前，采用合理的方式生产和使用化学品；这种方式必须将化学品对环境 and 人体健康的不利影响降至最低限度。

根据《公约》第8条第9款的规定，持久性有机污染物审查委员会建议《斯德哥尔摩公约》缔约国大会考虑将甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷列入附件A。

正如林丹风险管理评价报告（环境规划署，2007年c）所述，缔约国大会可能会考虑批准一项对甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的一次性过渡期豁免，即只允许为控制头虱病和疥疮而生产林丹，将林丹作为一种人类健康用药。需要考虑的相关事项应当反映甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷在林丹产品中所占的较高比例以及那些具有一定疗效、成本效率高的林丹替代品的可用性。

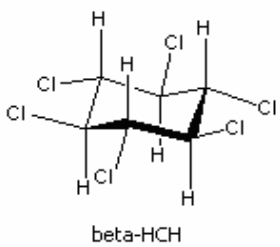
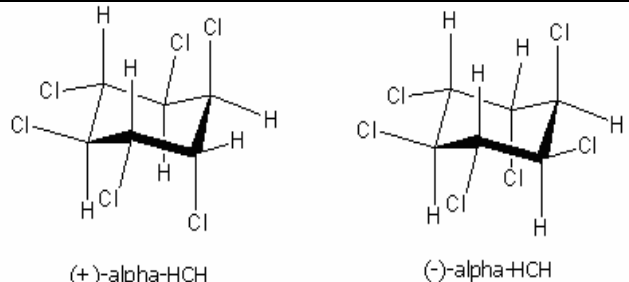
另外，还将进一步考虑与林丹生产相关的控制措施（例如：林丹生产所产生的废弃物（包括甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷）的预防和有效管理）。

## 1. 引言

### 1.1. 拟议物质的化学品识别

甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷是采用苯光化学氯化方法生成的，是技术用六氯环己烷的主要成分。五个稳定异构体的生成率会因生产工艺技术的不同而有所变化。报告的范围如下：甲型六氯环己烷（55 - 80%）、乙型六氯环己烷（5 - 14%）、丙型六氯环己烷（8 - 15%）、丁型六氯环己烷（6 - 10%）、戊型六氯环己烷（1 - 5%）（Breivik 等人，1999年）。甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的化学性质如表 1.1 所示。

表 1.1: 化学品的识别

化学名称:	乙型六氯环己烷 ( $\beta$ -HCH)	甲型六氯环己烷 ( $\alpha$ -HCH)
国际理论和应用化学联合会 (IUPAC) 名称:	(1- $\alpha$ 、2- $\beta$ 、3- $\alpha$ 、4- $\beta$ 、5- $\alpha$ 、6- $\beta$ )-六氯环己烷	(1- $\alpha$ 、2- $\alpha$ 、3- $\beta$ 、4- $\alpha$ 、5- $\beta$ 、6- $\beta$ )-六氯环己烷
化学文摘社 (CAS) 编号	319-85-7	外消旋: 319-84-6, (+) $\alpha$ -HCH: 11991169-2 (-) $\alpha$ -HCH: 11991170-5
化学分子式:	$C_6H_6Cl_6$	$C_6H_6Cl_6$
分子量:	290.83	290.83
化学结构 (根据Buser等人的分析修改得出, 1995年)	 beta-HCH	 (+)-alpha-HCH                      (-)-alpha-HCH

两种异构体的物理化学性质（部分性质见表1.2）有利于远距离迁移和“冷凝”。“冷凝”是指物质在寒冷气候条件下，在经度方向和纬度方向上，相对于“近源浓缩”的一种富集，同时有利于在水生和陆生生物体内的积累（环境规划署，2007年a）。

表1.2: 物理化学性质<sup>1</sup>

	$\beta$ -HCH	$\alpha$ -HCH
熔点 (K)	588 <sub>2</sub>	431 <sub>2</sub>
沸点 (K)	333 (0.5毫米汞柱)	561
水溶解度 (25°C 下, mol*m <sup>-3</sup> )	1.44	0.33
蒸汽压 (25°C 下, Pa)	0.053	0.25
亨利定律常数 (Pa m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	0.037	0.74
正辛醇/水分分配系数的对数 (25°C)	3.9	3.9
正辛醇/空气分配系数的对数 (25°C)	8.7	7.5

<sup>1</sup> 除沸点来自美国毒物与疾病登记署 (ATSDR) (2005年), 所有数据均摘自肖等人的文章 (2004年)。

## 1.2. 持久性有机污染物审查委员会的结论

墨西哥于2006年7月26日建议将六氯环己烷 (HCH) 的“甲型异构体与乙型异构体”列入《斯德哥尔摩公约》附件A、B和/或C中 (如UNEP/POPS/POPRC.2/INF/7、UNEP/POPS/POPRC.2/INF/8号文件所列)。持久性有机污染物审查委员会得出结论, 认为甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷符合《斯德哥尔摩公约》附件D中所列的筛选标准 (见第POPRC-2/9和第POPRC-2/10号决定)。

持久性有机污染物审查委员会在其第三次会议上按照附件E的要求评价了“甲型异构体与乙型异构体”的风险简介草案。委员会在批准风险简介草案 (UNEP/POPRC.3/20/Add.8和UNEP/POB/POPRC.3/20/Add.9) 后, 在其第POPRC-3/9和第POPRC-3/10号决定中, 认为“甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷因其所远距离环境迁移, 有可能对人类健康和/或环境产生重大有害影响, 因此需要采取相应的全球行动。”

因此, 委员会决定成立一个特设工作组, 专门负责根据《公约》附件F的要求准备一份风险管理评价报告。该报告中包含对甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷可能采取的控制措施进行分析。

持久性有机污染物审查委员会在“POPRC 3”期间对林丹 ( $\gamma$ -HCH) 的风险管理评价报告进行了评价, 并决定采纳将林丹列入《公约》附件A的建议 (POPRC-3/4)。由于HCH异构体的生产工艺和相关联系, 这项决定也与甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的风险管理评价密切相关。

## 1.3. 数据来源

风险管理评价草案的数据来源如下:

- 缔约国和观察员国根据《公约》附件E提交的资料: 亚美尼亚、巴林、克罗地亚、捷克共和国、莫桑比克、缅甸、摩尔多瓦共和国、摩纳哥公国、荷兰、卡塔尔、美利坚合众国、国际持久性有机污染物清除网 (IPEN)。《公约》网站上提供了这些信息。  
[http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/AnnexF\\_submission\\_2008.htm](http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/AnnexF_submission_2008.htm)
- 甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的风险简介 (UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.8和UNEP/POPS/POPRC3./20/Add.9), 2007年。
- 《六氯环己烷的毒理学简介》, 美利坚合众国卫生及公共服务部、公共卫生局、毒物与疾病登记署 (2005年) <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp43.html>;
- 2006年《北美地区林丹及其他六氯环己烷行动计划》 (NARAP), 北美环境合作

委员会， [http://www.cec.org/pubs\\_docs/documents/index.cfm?varlan=english&ID=2053](http://www.cec.org/pubs_docs/documents/index.cfm?varlan=english&ID=2053);

- 2006年《林丹和其他六氯环己烷异构体的评估报告》，美国环境保护局，[http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDS/factsheets/lindane\\_isomers\\_fs.htm](http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDS/factsheets/lindane_isomers_fs.htm);
- 除了这些信息来源外，还通过公共数据库Pubmed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?DB=pubmed>) 的文献检索从基于互联网的免费数据库中获取信息。检索的一般术语包括：化学名称或化学文摘编号 (CAS) 和/或由于多个检索条目而采用的专业术语组合。

缔约国或观察员国提供的信息和上文所列报告中载有本“风险管理评价报告”草案中未专门列出的个别参考文献。

#### 1.4. 该化学品在国际公约中的地位

甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷是技术用六氯环己烷的重要成分，至少有两项国际协议对其做出了相应的规定。

第一项是1998年《远距离越境空气污染公约》项下的《奥尔胡斯持久性有机污染物议定书》。该议定书将技术用六氯环己烷列入其附件二中，并规定技术用六氯环己烷只能作为中间体用于化工生产中。

第二项协议是《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 (PIC) 程序的鹿特丹公约》。六氯环己烷 (混合异构体) 是“事先知情同意 (PIC) 程序”所涵盖的危险化学品之一，已被列入《公约》附件三中。

#### 1.5. 已经采取的国家或区域控制行动

加拿大、墨西哥和美国于2006年签署了《北美地区林丹及其他六氯环己烷行动计划》<sup>1</sup> (NARAP)。《北美地区行动计划》的目标在于降低因接触林丹和其他六氯环己烷异构体而给人类和环境带来的风险。

六氯环己烷 (包括林丹) 是在美国和加拿大签署的《五大湖区两国有毒物质战略》<sup>2</sup> 中被列为二级物质。《五大湖区两国有毒物质战略》的目标在于通过一系列污染防治活动减少五大湖盆地生态系统中的有毒物质。

在欧盟，技术用六氯环己烷作为化工生产的中介介质，其生产和使用将逐年减少，并最迟于2007年底全部停止 (欧盟第 850/2004号法规)<sup>3</sup>。其中也包括关于现有存货的管理与通知的规定。欧洲共同体第1196/2006号条例和第172/2007号条例规定了对废弃物中六氯环己烷的浓度限值 (甲型、乙型、丙型六氯环己烷之和)。六氯环己烷也是被欧盟水框架指令 2000/60/EC列入优先控制物质清单 (第2455/2001/EC号决定)。

六氯环己烷异构体已被列入OSPAR保护东北大西洋海洋环境委员会的《优先行动化学品清单》<sup>4</sup>。其目标在于通过不断减少有害物质的排放和流失，防止海域污染。

<sup>1</sup> 环境合作委员会。2006年11月。北美地区关于林丹与其他六氯环己烷行动计划 (北美行动的计划)。  
[http://www.cec.org/files/PDF/POLLUTANTS/LindaneNARAP-Nov06\\_en.pdf](http://www.cec.org/files/PDF/POLLUTANTS/LindaneNARAP-Nov06_en.pdf)

<sup>2</sup> 《五大湖区两国有毒物质战略》。<http://www.epa.gov/glnpo/gls/index.html>。

<sup>3</sup> 欧洲议会和欧盟委员会 2004年4月29日关于持久性有机污染物的条例欧盟指令 850/2004 以及修正该指令的指令 79/117/EEC; OJ L 158 (2004年4月30日, 第1页)。

<sup>4</sup> 《东北大西洋海洋环境保护公约》 (OSAPR)。<http://www.ospar.org/eng/html/welcome.html>。

在亚美尼亚，甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷作为技术用六氯环己烷的重要成分，不得用于植物保护。同时，该国还批准了旨在改善废旧杀虫剂（包括有机氯杀虫剂）掩埋场附近地区生态状况的相应措施。另外，该国还通过了一项旨在提高相关的能力并加强包括废旧杀虫剂在内的化学品和废弃物管理的国家计划（参见亚美尼亚2008年提交的附件F相关资料）。

巴林也在积极采取行动控制各类有害化学品，但在控制甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷方面无任何具体措施（参见巴林2007年提交的附件F相关资料）。

荷兰对被污染土壤中生长的粮食进行监控，并积极治理那些被污染的地点（参见荷兰2008年提交的附件F相关资料）。

摩尔瓦多共和国报告了对技术用六氯环己烷的使用禁令和达到工作场所与环境标准的浓度限值（参见摩尔瓦多2008年提交的附件F相关资料）。

2007年，韩国将甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷列入《有害化学品管理法案》中规定的禁止化学品清单中（登记号为06-4-51）。2006年开展的一项调查表明，韩国既不生产也不进口甲型六氯环己烷。2006年，进口了少量乙型六氯环己烷用于科学研究（参见韩国2008年提交的相关说明）。

## 2. 与风险管理评价相关的摘要信息

### 2.1 可行控制措施的确认

甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷都是六氯环己烷的异构体，在1990年代以前，它们都是用作农业和非农业杀虫剂和一种药物混合剂的重要成分。在这方面宣称没有生产和/或使用甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的国家有：亚美尼亚、巴林、克罗地亚、捷克共和国、缅甸（无甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷进出口）、摩尔多瓦共和国、摩纳哥公国、荷兰、卡塔尔、美国（参见2008年提交的附件F相关资料）。

1970年代，大多数西方国家和日本都开始禁止使用技术用六氯环己烷，后来中国、俄罗斯、印度和墨西哥也都宣布禁止使用技术用六氯环己烷。自2000年以来，技术用六氯环己烷已不再在全世界范围内投入使用（Li 和 Macdonald, 2005年）。

因而，各国采取了一些有效的控制措施（例如：禁用和限用），促使人们使用适当的替代品（主要是林丹和其他杀虫剂类活性物质）代替技术用六氯环己烷，用于杀虫目的（环境规划署，2007年a）。

目前，甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的主要来源是林丹生产带来的副产品（参见美国 and IPEN在2008年提交的附件F相关资料）。要生产出99%的纯林丹，就必须对技术用六氯环己烷进行分馏结晶化和浓缩处理。生产一吨的林丹，大约会同时产生六到十吨的其他六氯环己烷异构体，其中有八吨是甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷（CEC, 2006年）。尽管已开展十分彻底的调查研究，目前仍无法实现林丹生产工艺的最优化，提高原六氯环己烷混合剂中丙型六氯环己烷的含量（使之达到14-15%以上）（Vijgen, 2006年）。

林丹风险管理评价报告中规定的禁止生产、使用、销售和进口林丹、使用限制、登记和取消使用等（环境规划署，2007年c）也是适用于甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的可行控制措施。另外，甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的控制措施也将影响构成技术用六氯环己烷的混合剂。

虽然目前尚未发现蓄意使用甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的情况，但它们作为林丹生产的副产品，仍在一些国家大批量的生产，并且可在一些国家使用（参见IPEN在2008年提交



的附件F相关资料)。因此,所有应诉方都已宣布将禁止出口、生产和使用甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷作为主要的控制措施(参见2008年提交的附件F相关资料)。

以往曾经采取的主要措施是使用林丹生产中废弃的六氯环己烷残留物质合成其他化学品(例如:三氯(代)苯)(参见美国2007年提交的附件F相关资料)。

六氯环己烷异构体(包括甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷)都有可能从那些有害物质废弃点、无法时时监控或安全无法保证的陈旧存货或被污染的地点释放到环境中(环境规划署,2007年a)。在多个国家实施的控制措施包括编写污染物质的详细目录、清理被污染的现场、妥善管理陈旧库存(参见捷克共和国、摩尔多瓦共和国、荷兰2008年提交的附件F相关资料)。一些国家宣称没有使用适当的有害废物处理设施。

禁止生产和使用甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷也会对这些物质的废弃问题构成影响。将该物质列入《斯德哥尔摩公约》就意味着禁止甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷存货的再利用和重复使用。《公约》第6条规定,废弃物质和存货应以一种安全、高效、环保的方式处理,因此,破坏其成分或不可撤销的改变其成分时,必须考虑国际规则、标准和方针。关于被污染的地点,《公约》第6条要求各缔约国努力制定相应的战略措施,查明被附件A、B或C所列化学品污染的地点。而且应以环保的方式对这些被污染的地点进行治理。同时,本条规定禁止采取可能会导致持久性有机污染物的重复利用、再生、回收、直接使用或选择使用的处理措施。

另外,有缔约国报告称,监控生产活动也是一项有效的控制措施,例如:监控来自靠近原持久性有机污染物生产地的地区生产的菜牛牛肉(参见荷兰2008年提交的附件F相关资料)。

一些国家采取的其他可行控制措施包括职业接触限制、食物与环境标准最大残留量限制等(例如:水质的控制)。包括美国和欧洲在内的一些国家和地区都制定了上述甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷限制标准(参见HSDB,2006年;摩尔多瓦共和国2008年提交的附件F相关资料)。

## 2.2 达到降低风险目标的可行控制措施的效能和效率

缔约国和观察员提交的与本章节有关的信息非常有限。

控制措施实施的效能和效率依具体国家而定,主要的影响因素有完善的立法和政府行政体制、监督措施、风险沟通、公众参与以及安全处理设施和技术的使用。另外,为确保拟用的技术适应《斯德哥尔摩公约》的目标和原则而且高效并对相关成本产生直接影响,必须有科学的参与。

### 2.2.1. 技术可行性

由于已找到并使用在技术上可行的技术用六氯环己烷替代品用于杀虫,因此不会再刻意向环境释放甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷(环境规划署,2007年a)。林丹的化学替代品和非化学替代品都已在林丹的风险管理评价报告中列出,它们非常有效而且在技术上可行,可广泛使用(环境规划署,2007年c)。

在美国,禁止在制备林丹时生产六氯环己烷的控制措施在技术上是可行的(参见美国2007年提交的附件F相关资料)。

在摩尔多瓦共和国,不可能在销毁所有陈旧存货的同时治理所有被污染的地点。目前,摩尔多瓦没有一家有害废弃物(包括持久性有机污染物杀虫剂)处理厂。而陈旧存货的环保处理工作已在GEF/WB项目框架下展开。

在捷克共和国，销毁陈旧存货和治理被污染的地点（例如：土壤、沉积物质和工业危险区）在技术上是可行的（参见捷克共和国2008年提交的附件F相关资料）。他们应用碱催化分解（BCD）技术成功完成前Spolana Neratovice生产工厂的治理修复。

另外，按照《巴塞尔公约》完成的工作表明，持久性有机污染物环保治理的技术指导方针是非常有效的。目前在广泛开展关于甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷处置与治理的研究（Ukisu和Miyadera，2005年；IHPA，2007年）。

依据污染的发生情况和可行的治理措施，污染强度是治理策略的总分界线。陈旧存货和严重污染的土壤（“危险地区”）仍是主要的排放源。因此，有必要采用涉及开挖、局部集中临时存放和处理设备的出场和场外处理策略。污染治理本身可能涉及加热和萃取的技术，应采用与《公约》指导方针一致的方式完成污染治理。

对于六氯环己烷含量较低的污染土壤，应用更为广泛的现场和场内处理和减排策略或许更合适。土壤内发生的降解过程（厌氧反应更可取）是甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷典型特征的有力佐证。场外生物处理技术（例如：泥浆反应堆、土地耕作和堆肥技术）的基本原则已经确定。无论是广泛使用的各类生物治疗技术，还是刺激降解的可用材料都应适合于部分地区的土壤特性，而且应采用与《公约》指导方针一致的方式实施生物治疗。

为了减少林丹生产过程中产生的甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷残留量，一种据报道在工业上可行的治理方案是将废弃的异构体转化成有溶解力的三氯（代）苯（CEC，2006年）和盐酸，但这一方案自1970年代以来一直处于停滞状态。虽然目前仍然无法估算有多少六氯环己烷用于本目的，但根据Vijgen在2006年的统计，可能已达到数十万吨的规模。三氯（代）苯目前由苯直接氯化生成（Euro Chlor，2002年）。Vijgen（2006年）介绍了将六氯环己烷异构体转化成三氯（代）苯、三氯苯氧基乙酸、六氯环己烷、六氯苯、五氯苯酚钠和三氯（苯）酚。然而，当时人们发现，在六氯环己烷脱去氯化氢的过程中以及在进一步处理苯的氯化衍生物质的过程中，可形成多氯苯并氧的痕量，其中包括2, 3, 7, 8-四氯二苯并-p-二噁英（TCDD）。

此外，有迹象表明，中国和俄罗斯仍在使用六氯苯（HCB）生产五氯苯酚（PCP），并且使用了林丹生产中的甲型六氯环己烷（Vijgen，2006年）。然而，六氯苯（HCB）也可通过其他途径合成，例如：通过苯的氯化或在加入三氯化磷和五氯化磷的情况下从四氯苯对二酚中得到（Fiedler等人，1995年）。

### 2.2.2. 关键用途的确定

甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷作为最终产品没有任何关键用途。

如前所述，六氯环己烷异构体的混合剂（其中包括作为主要的异构体的甲型六氯环己烷）和乙型六氯环己烷都是林丹生产物理反应过程的副产品（即分馏结晶化）。因此，只有甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的生产与林丹的生产有联系。除林丹外，联合国欧洲经济委员会地区没有其他产品是使用技术用六氯环己烷生产的（联合国欧洲经济委员会，2005年）。

### 2.2.3. 实施可行控制措施的成本和效益，包括环境和健康成本及效益

由于没有使用甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的报告，因此可行控制措施的主要成本源自有害废弃物和六氯环己烷残留存货的环保处理和被污染地点的整治。

由于生产一吨林丹大约会产生八吨的甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷。在许多发达国家和发展中国家，由于过去生产中这些六氯环己烷残留物质和现有存货处置不当，产生了大量废弃物散布到环境中。

以往生产中，这些废弃的异构体处置不当的原因在于低估了甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的危害，而在生产过程中又缺少必要的控制措施，还存在非法运输、存放、倾销的情况。六氯环己烷残留物质从生产企业和垃圾堆积场不受任何限制的散布到环境中，致使污染治理的成本大幅攀升。例如：巴斯克地区耗资5 000万欧元，治理那些被污染的地区（Vijgen，2006年）。

另外，荷兰政府也耗资约2 700万欧元，治理该国东部地区被废弃六氯环己烷异构体污染的土壤。目前，仍有200 000吨污染较小的土壤可能需要在今后进行处理（参见荷兰 2008年提交的附件F相关资料）。

捷克共和国预计前林丹生产现场的治理成本将达到1亿欧元。对于被污染的地点，无法进行准确的估算，而且通常涉及其他类型的污染。在没有确切数据的情况下，治理成本可以千万欧元计（参见捷克共和国2008年提交的附件F相关资料）。

按照《北极理事会北极污染物行动计划》，启动了一个在俄罗斯联邦对废弃农药存货开展环保治理的计划，以防止人们向北极环境排放农药。在 2001—2008 年期间，已耗资 2,000,000 美元，用以展开各项活动，包括重新包装和安全储存 1960—1980 年期间生产的 300 吨六氯环己烷产品（ACAP，2008）。

在美国，六氯环己烷废弃量预计达65 000吨。在《美国毒物与疾病登记署全国优先项目清单》中建议包含的1662处有害废弃物存放地点中，已经查明的甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷存放地点分别为146个和159个（ATSDR，2005年）。有些美国原有的林丹生产地，现已被指定为“超级基金”场地，意味着这些场地由于安置有害废弃物，可能会影响当地的生态系统或人民，目前已经无法控制或已经废弃。根据国际六氯环己烷和杀虫剂论坛（IHPA）提供的数据，每吨六氯环己烷废弃物质的清理费用已达2,000到3,000美元（Fitzgerald，2005年）。每吨废弃杀虫剂的清除费用约为3,000到4,000美元（工发组织，2002年；粮农组织，1998年）。而有害废弃物的收集成本则很难估算，这是因为他们在很大程度上取决于废弃源的数量和地理分布。

收集和净化废弃物（含甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷）的好处在于有效避免废弃物质的排放，进而消除他们对人类和环境的影响。防止产生更多被污染地点可大幅节约污染治理的成本，从而防止这些污染物质对生产企业工作人员以及生活在这些生产企业和被污染地点附近的居民的人身健康构成影响。由于缺少相关数据，因此，目前无法对这些效益进行货币方面的评价。

虽然目前无法知道全世界六氯环己烷残留物质的确切数量，但估计在160到480万吨之间。因此，该问题的严重程度远大于非洲（55,000吨）和东欧地区（500,000吨）目前对废弃杀虫剂的估算（Vijgen，2006年）。

谈到与林丹生产相关的可行控制措施成本，目前至少有52个国家禁止使用这类杀虫剂，因为继续生产林丹所造成的环境、社会和健康成本在价值上已经超过了生产林丹所带来的效益。此外，经证实有意识的使用甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷替代产品是可行的，替代物质的成本不会约束他们的替代作用（参见IPEN在2008年提交的附件F相关资料）。

在美国，禁止生产六氯环己烷用于制造林丹，不会带来任何额外的成本。官方记录表明，美国已于1976年停止六氯环己烷的生产（参见美国2007年提交的附件F相关资料）。

另外，上述成本（尤其是处理甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的成本）还与林丹在制药方面的使用相关。据估算，美国制药用林丹的使用量大约为133千克或293磅。如果不使用现有的制药用林丹存货，可能需要另外生产林丹，如此一来，每年又会产生大约1,160千克（林丹用量估算值乘以因数8）的六氯环己烷残留物质（主要是必须处理的甲型六氯环己烷）。<sup>5</sup>

根据甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷风险简介中得出的结论（环境规划署，2007年a；环境规划署，2007年b），可以预见这些物质在生物群和人体内的普遍存在并且含量还比较高，而且发达国家和发展中国家都急需治理废弃的异构体和陈旧存货，另外，在全球范围内实施人类健康与环境控制措施的好处也是显而易见的。然而，这些六氯环己烷残留物质的环保治理成本非常高，可能需要向发展中国家提供资金和技术援助。

关于取代六氯苯（HCB）生产用甲型六氯环己烷作为在生产五氯苯酚（PCP）生产中的中间媒介的成本，《斯德哥尔摩公约》相关缔约国或观察员国未提供任何相关信息。

实施可行控制措施的好处包括减少环境、食物和母乳中与甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷相关的污染物，从而降低相关的环境和健康风险。林丹和其他六氯环己烷异构体与对环境和人体健康的负面影响密切相关，其中包括神经中毒、不断增加的癌症风险、生殖危害和免疫抑制（环境规划署，2007年a；环境规划署，2007年b；环境规划署，2007年c）。

一项关于林丹的最新研究对加利福尼亚州禁止使用制药用林丹后水污染减少所带来的生态和健康效益进行了量化分析，消灭与林丹生产密切相关的甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷废弃物副产品所带来的巨大效益也是不言而喻的（Humphreys等，2008年）。

### 2.3 关于替代产品和替代工艺的信息

六氯环己烷的甲型和乙型异构体都是林丹生产的副产品。而这些副产品都没有注册用途（参见美国2007年提交的附件F相关资料）。

另外，对于林丹的生产，目前也没有十分有效的替代工艺（Vijgen，2006年）。

利用林丹生产中产生的甲型六氯环己烷，通过六氯苯（HCB）生产五氯苯酚（PCP）目前有替代途径（比较第2.2.1节）。

### 2.4 关于实施可行控制措施的社会影响的相关信息综述

#### 2.4.1. 卫生，包括公共卫生、环境卫生和职业健康

由于甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷在过去50年被广泛使用，因此，可在所有环境媒介（包括人体）内发现甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的持久性、远距离迁移（美国环境保护局，2006年）。人体主要通过摄取被污染的植物、动物和动物制品，接触甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷。广泛使用、生产、处理、存放甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的地区极易受到污染，因此人体接触率非常高。另外，北极地区海洋生物的接触率也非常高（环境规划署，2007年a；环境规划署，2007年b）。

一个重要的好处在于，防止工作场所的排放从而降低人体健康和环境的风险；减少因有害废弃物、被污染地点和存货的适当处理所带来的非可控接触和排放。由于甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷会对受污染地区或偏远地区的野生动植物和人类健康产生负面影响（环境规划署，2007年b），因此，取消他们的生产，同时减少排放是非常重要的。2006年，美国环境保护局（EPA）开展的一项风险评估表明，靠驯鹿、海豹、鲸等动物维生的阿拉斯加群落

<sup>5</sup> 美国食品与药物管理局，2008年。向美国食品与药品管理局提交的2007年IMS处方数据。

和极地附近北极圈地区的其他人群的膳食中可能存在受甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷异构体污染的风险（美国环境保护局，2006年）。

将甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷无一例外列入附件A将防止这些物质继续生产，从而促使人们采取措施减少存货和废弃物质以及被污染地点甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的排放。将林丹无一例外的列入附件A将有助于防止六氯环己烷废弃残留物质继续排放。

实施控制措施将有望减少人体和环境接触甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的风险。应确保接触率比较高的生产企业工人、靠近生产设施的当地居民以及免疫能力较差的儿童和其他人群免于因六氯环己烷污染而受到不必要的伤害（参见IPEN2008年提交的附件F相关资料）。另外，北极圈地区土著居民面临污染的风险也是迅速控制和消除传统食物中六氯环己烷异构体的另一个重要原因（环境规划署，2007年a）。

#### 2.4.2. 农业（包括水产业和林业）

从1990年代开始停止将甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷用于农业生产（Li和Macdonald，2005年）。禁止继续生产甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷以及清理垃圾场，都将减少甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷对土壤和水的污染，因而对农业发展有好处（参见IPEN在2008年提交的附件F相关资料）。

#### 2.4.3. 生物群（生物多样性）

禁止继续生产甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷将确保生物群（尤其是长距离迁移的北极圈地区）发现的六氯环己烷异构体含量将随着时间的推移而不断下降。如此一来，可减少野生动植物由于与这些异构体接触而受到的健康影响（参见IPEN2008年提交的附件F相关资料），而这可能对生态系统功能产生积极影响。

可以预见减少甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷向环境的排放量可能对生物群大有益处。这是因为现场调查发现，六氯环己烷异构体对野生动植物产生负面影响。对生物群的影响包括神经中毒、肝中毒、致癌。另外，动物实验表明，甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷会对动物生殖、免疫抑制力以及繁殖能力产生影响（环境规划署，2007年b）。

废弃杀虫剂和多余物质（包括甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷）可使这些异构体在许多地区散布。因此，也可防止当地污染带来全球性影响（Wei等人，2007年）。

#### 2.4.4. 经济方面（包含生产商和消费者的成本和收益以及这些成本和收益的分配）

对于所建议的甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷控制措施，目前还没有发现很明显的负面经济影响。在“林丹风险管理评价”中，已对林丹控制措施的成本（包括备选方案）进行了评价（环境规划署，2007年c）。然而，目前正在进行的林丹生产中还将包含对甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷进行安全处理的成本。

建立适当的有害废弃物质收集和处理系统的成本会非常高。起初，废弃物质的生产商不得不负担这些成本，但会通过提高产品价格逐步将成本转嫁给消费者。然而，在不同国家，这些成本在废弃物质生产商、政府和社会之间如何分配则应视不同的国家而定。适当处理废弃物质的成本仍然低于被污染地点的治理成本。

与实施可行控制措施的成本相关的信息也可参见本文件第2.2.3节。

#### 2.4.5. 向可持续发展迈进

禁止生产甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷可在未来大幅减少这些物质对人类健康的影响，从而有助于实现可持续发展，还可降低给社会带来的全部成本，从而将这些资源用于其他方面（这也是《欧盟欧洲清洁空气战略》中所强调的<sup>6</sup>）。

也可提高政府和公众对现有废物问题的认识，从而防止废物的产生。

由于甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的持久性、生物累积性、毒性及其远距离跨境迁移的可能性，已根据联合国欧洲经济委员会协议，由《斯德哥尔摩公约》持久性有机污染物审查委员会证实，因此，可以预见禁止/限制这些化学物质对全球可持续发展会产生积极的影响。

减少和取消甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷与那些旨在减少有毒化学品排放的可持续发展计划是一致的。一份相关的全球计划是“可持续发展世界论坛”上形成的《国际化学品管理战略方针》（SAICM）。《国际化学品管理战略方针全球行动计划》中包含支持降低风险的具体措施，其中包括确定持久性、生物累积性、毒性物质的安全、有效备选方案的优先次序（《国际化学品管理战略方针》，2006年）<sup>7</sup>。

#### 2.4.6. 社会影响（就业等）

通常情况下，废弃物质的处理能够而且应当对就业产生积极的促进作用，从而产生合理的经济效益。而且这些治理措施的实施以及最新技术的引进表明，其他治理方案（例如：现有有害废弃物收集系统的使用）也将带来规模效益（例如：社会分工与合理化）。此外，目前被污染的土地在治理恢复后也可投入使用。

六氯环己烷异构体的控制和废弃物治理措施可减少对北极圈地区土著居民食物的污染，从而对使他们从中受益。由于文化价值观、店铺购买食物的可用性、口味选择和营养状况，阿拉斯加的土著居民主要依赖传统食物。由于传统的食物是北极圈地区土著居民社会、文化认同感重要的组成部分，因此，采取行动防止甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的继续沉积，同时减少他们接触这些有害物质的机会将产生积极的社会效应（参见IPEN2008年提交的附件F相关资料）。

#### 2.4.7. 其他影响

目前尚未收到相关的信息。

### 2.5 其他需要考虑的事项

#### 2.5.1. 获取信息与公共教育

在摩尔多瓦共和国，一项旨在促进和方便人们获取信息、享受公共教育和提供思想认识的活动已于2007年前在“持久性有机污染物存货管理与销毁”GEF/WEB项目范围内开展（参见摩尔多瓦共和国2008年提交的附件F相关资料）。

据亚美尼亚报告，关于立法文件的国家电子数据库以及刊登标准化立法文件的杂志都可供广大居民使用（参见亚美尼亚2008年提交的附件F相关资料）。

捷克共和国组织开展了一项基于《捷克国家实施计划》的持久性有机污染物教育和宣传活动（SC/UN ECE CRLTAP）（参见捷克共和国2008年提交的附件F相关资料）。

<sup>6</sup> <http://ec.europa.eu/environment/air/cafe/>。

<sup>7</sup> <http://www.chem.unep.ch/saicm/>。

《北美地区林丹及其他六氯环己烷行动计划》（NARAP）已制定《北美环境合作协议》（NAAEC）缔约国（即加拿大、墨西哥、美国）宣传与教育的行动方案。宣传教育的重点是关于林丹作为活性异构体。各缔约国保证以文化上可接受的方式，将与林丹使用、林丹和/或六氯环己烷异构体在环境中存在相关的风险、通过传统食物接触这些有害物质的风险以及如何使用相关替代方案等信息明确告知当地土著居民（CEC，2006年）。

### 2.5.2. 控制与监测能力的状态信息

在亚美尼亚，可在地表水中监测到甲型六氯环己烷（参见亚美尼亚2008年提交的附件F相关资料）。

捷克共和国的控制与监测机构包括：监测环境空气、地表水、沉积物质、土壤、苔藓、针叶的RECETOX MU、监测地表水和地下水、沉积物质的水研究所、农业监测与试验中心研究所（CISTA）、土壤改良与水土保持研究所（RIASC）、从事食品控制的国家兽医学检测中心和捷克食品检验中心、从事人类接触与膳食研究的公共卫生国家研究所（参见捷克共和国2008年提交的附件F相关资料）。

据摩纳哥公国报告，目前该国尚未建立环境和生物监测体系（参见摩纳哥公国2008年提交的附件F相关资料）。

在摩尔多瓦共和国，国立水文气象局环境质量监测站负责监测地表水、雨水、土壤、鱼类和沉积物质中的甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷浓度。卫生部国家预防医学试验研究中心的卫生化学研究实验室负责监测土壤、水、动物和植物类食品中持久性有机污染物质（包括甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷）。并且不定期监测母乳等生物性液体（参见摩尔多瓦共和国2008年提交的附件F相关资料）。

据荷兰王国报告，根据雨水中林丹浓度的监测数据推断，甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷呈下降趋势（参见荷兰王国2008年提交的附件F相关资料）。

另外，各缔约国在《关于林丹和其他六氯环己烷的北美区域行动计划》范围内开展林丹和其他六氯环己烷异构体的环境（例如：在“国家鱼类组织研究”项下的林丹及其异构体监测）与人类监测研究（CEC，2006年）。

在美国，根据《联邦杀虫剂、杀真菌剂河灭鼠剂法案》的规定，甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷为非注册杀虫剂。官方记录表明，美国从1976年开始停止生产六氯环己烷（参见美国2008年提交的附件F相关资料）。

同样，在加拿大，根据《害虫防治产品法案》的规定，甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷都属于非注册杀虫剂。技术用六氯环己烷杀虫剂的注册从1970年代早期开始废止。

## 3. 信息综述

已公布的甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷危害简介表明，该物质具有持久性、生物累积性、毒性以及长距离迁移等特性。被污染地区接触甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的可能性非常高，而且在全球和北极地区仍然存在。甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷存在于陆生和水生食物链中，他们的浓度是人类健康的问题。

甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷本身不是有效的杀虫剂，过去技术用六氯环己烷之所以能够广泛使用是因为活性乙型六氯环己烷的存在，而且其成本很低。目前已开发出将技术用六

氯环己烷净化成乙型六氯环己烷的技术，这种净化会导致林丹市场以及废弃的甲型六氯环己烷和乙型异构体形成。

因此，所有响应国在注意到甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷作为林丹生产的副产品与林丹生产的联系后，一致认为禁止生产和使用甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷在技术上是可行的，而且相关的控制措施也是非常有效的。

甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的一个主要来源是林丹的生产（目前只有少数生产国才有）。但是发达国家和发展中国家以前的生产和多年来低效率的生产工艺留下了大量的废品。

将甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷列入附件 A 表明，应适用第 3 条关于进出口的规定和第 6 条关于存货和废弃物质识别、鉴定和有效处理的规定。

根据甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷风险简介的结论以及这些有害物质在生物群和人体内的普遍存在和高含量（环境规划署，2007年a；环境规划署，2007年b），采用全球广泛实施的控制措施治理废弃的异构体和陈旧存货有望对人类健康和环境产生十分积极的影响。

然而，由于这些六氯环己烷残留物质的环保治理成本非常高，因此，可能需要向发展中国家提供资金和技术援助。另外，各国际机构（例如：联合国粮农组织、经济合作与发展组织、全球环境保护机构）、权威机构、企业和非政府组织必须共同努力，争取妥善解决这一有害废气物质的遗留问题。

如果在关于附件A（列入林丹）的决定中明确了逐步淘汰药用林丹的日期（参见环境规划署，2007年c），那么甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的生产也将在该日逐步停止，并且应当在《公约》中列出这些化学品时，明确规定。

总之，控制甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的措施在技术上是可行的，而且是非常有效的。这些措施包括：禁止生产、使用、销售和进口甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷；建立国家级目录、监测和处理包括存货在内的废气物质；清理被污染的地点；禁止林丹的生产等。因此，各国可适当考虑将上述措施作为控制甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的有效措施。

#### 4. 结论声明

斯德哥尔摩公约持久性有机污染物审查委员会得出结论认为，甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的远距离迁移会对人类健康和环境产生重大有害影响，因此需要在全球范围内采取共同行动。在编写相关的风险管理评价报告并完成风险评价后，斯德哥尔摩公约持久性有机污染物审查委员会（POPRC）各缔约国代表确定并认可一系列可行而且有效的控制措施。

对已经在一些国家实施的现有控制措施的彻底审查表明：人体和在环境中接触甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷的风险可以大幅降低。预计控制措施还有助于在2002年约翰内斯堡可持续发展世界首脑会议上商定的目标：即确保在2020年之前，采用合理的方式生产和使用化学品；这种方式必须将化学品对环境和人体健康的不利影响降至最低限度。

根据《公约》第8条第9款的规定，持久性有机污染物审查委员会建议《斯德哥尔摩公约》缔约国大会考虑将甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷列入附件A。

正如林丹风险管理评价报告（环境规划署，2007年c）所述，缔约国大会可能愿意考虑准许对甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷实施一项特殊的、一次性过渡期豁免，即只允许为控制头虱病和疥疮而生产林丹，只将林丹作为一种人类健康用药。然而，需要考虑的事项应当反



映甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷在林丹产品中所占的较高比例，以及那些有一定疗效、而且成本效率高的林丹替代品的可用性。另外，如果林丹获得一定过渡期的豁免，那么需要进一步考虑如何确保包括甲型六氯环己烷和乙型六氯环己烷在内的林丹生产废弃物质的有效治理。

## 参考资料

ACAP, 2007. Environmentally sound management of obsolete pesticides stockpiles in the Russian Federation, Arctic Contaminants Action Program, Arctic Council. <http://acap.arctic-council.org/mapper.php?mode=ShowAnchorSheet&anchorID=36&xwm=true>

ACAP, 2008. Environmentally sound management of obsolete pesticides stockpiles in the Russian Federation, Arctic Contaminants Action Program, Arctic Council, [www.acap.org](http://www.acap.org)

ATSDR, 2005. Toxicological Profile for Hexachlorocyclohexanes. U.S. Department of Health & Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. August, 2005. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp43.html>

Armenia, 2008. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. January 2008.

Bahrain, 2007. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. December 2007.

Breivik, K., Pacyna, J. M., Münch, J., 1999. Use of  $\alpha$ -,  $\beta$ - and  $\gamma$ -hexachlorocyclohexane in Europe, 1970-1996. *Sci. Total Environ.* 239 (1-3), p. 151-163.

CEC, 2006. Commission for Environmental Cooperation. The North American Regional Action Plan (NARAP) on Lindane and Other Hexachlorocyclohexane (HCH) Isomers. November, 2006. <http://www.cec.org/Lindane>

Croatia, 2008. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. February 2008.

Czech Republic, 2008. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. February 2008.

EURO CHLOR, 2002. Risk Assessment for the Marine Environment, 1,2,4-TRICHLOROBENZENE, <http://www.eurochlor.org/upload/documents/document82.pdf>

FAO, 1998. Problem of Obsolete Stocks Deserves Greater Attention by Donor Countries and Industry. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [http://www.fao.org/WAICENT/OIS/PRESS\\_NE/PRESSENG/1998/pren9815.htm](http://www.fao.org/WAICENT/OIS/PRESS_NE/PRESSENG/1998/pren9815.htm)

Fitzgerald, T., 2005. A Pesticide's Toxic Legacy. TRIO Fall 2005. <http://www.cec.org/trio/stories/index.cfm?ed=16&ID=178&varlan=english>

Fiedler, H., Hub, M., Willner, S., Hutzinger, O., 1995. Stoffbericht Hexachlorbenzol (HCB). Hrsg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 1995. [http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16795/stoffbericht\\_hcb.pdf?command=downloadContent&filename=stoffbericht\\_hcb.pdf](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16795/stoffbericht_hcb.pdf?command=downloadContent&filename=stoffbericht_hcb.pdf)

HSDB (U.S. National Library of Medicine: Hazardous Substance Database), 2006. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>

Humphreys, E.H., Janssen, S., Heil, A., Hiatt, P., Solomon, G., Miller, D.M., 2008. Outcomes of the California ban on pharmaceutical lindane: clinical and ecologic impacts. *Environmental Health Perspectives* 116 (3), p. 297-302.

IPEN, 2008. International POPs Elimination Network. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. February 2008.

IHPA, 2007. 9<sup>th</sup> International HCH and Pesticide Forum for Central and Eastern European Caucasus and Central Asia Countries. International HCH and Pesticides Association, Chisinau, September 20-22, 2007  
<http://www.hchforum.com/presentations.php>

Li, YF., Macdonald, RW., 2005: Sources and pathways of selected organochlorine pesticides to the Arctic and the effect to pathway divergence on HCH trends in biota: a review. *The Science of the Total Environment* 342, p. 87-106.

Mozambique, 2008. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. February 2008.

Myanmar, 2008. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. February 2008.

Netherlands, 2008. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. February 2008.

Principality of Monaco, 2008. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. January 2008.

Republic of Moldova, 2008. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. February, 2008.

Republic of Korea, 2008. Submitted comment on the Draft Risk Management Evaluation for Alpha and Beta Hexachlorocyclohexane. May, 2008.  
[http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/submissions/submission\\_comments\\_2008.htm](http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/submissions/submission_comments_2008.htm)

Strategic Approach to International Chemicals Management. 2006. Comprising the Dubai Declaration on International Chemicals Management, the Overarching Policy Strategy and the Global Plan of Action.  
[http://www.chem.unep.ch/saicm/SAICM%20texts/standalone\\_txt.pdf](http://www.chem.unep.ch/saicm/SAICM%20texts/standalone_txt.pdf)

UNECE, 2005. TECHNICAL INPUT FOR REVIEWING THE PROTOCOL ON PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS, Working Group on Strategies and Review, Thirty-seventh session, Geneva, 26-30 September 2005.  
<http://www.unece.org/env/documents/2005/eb/wg5/eb.air.wg.5.2005.1.e.pdf>

UNEP, 2007a. Risk Profile: alpha- hexachlorocyclohexane. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants: Persistent Organic Pollutants Review Committee, Third Meeting, Geneva 19–23 November 2007. UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.8.

UNEP, 2007b. Risk Profile: beta hexachlorocyclohexane. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants: Persistent Organic Pollutants Review Committee, Third Meeting, Geneva 19–23 November 2007. UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.9.

UNEP, 2007c. Risk Management Evaluation: lindane. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants: Persistent Organic Pollutants Review Committee, Third Meeting, Geneva 19–23 November 2007. UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.4.

UNIDO, 2002. International Forum On Strategies And Priorities for Environmental Industries. UNIDO Programmes on Persistent Organic Pollutants, Bratislava, 12-14 June 2002.  
[http://www.unido.org/userfiles/PuffK/SlovakRep\\_Environment\\_Forum\\_IntroductoryPaper\\_ZCsizer.pdf](http://www.unido.org/userfiles/PuffK/SlovakRep_Environment_Forum_IntroductoryPaper_ZCsizer.pdf)

USEPA, 2006. Assessment of Lindane and Other Hexachlorocyclohexane Isomers. U.S. Environmental Protection Agency. February 2006. <http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-PEST/2006/February/Day-08/p1103.htm>

Ukisu, Y., Miyadera, T., 2005. Dechlorination of hexachlorocyclohexanes with alkaline 2-propanol and a palladium catalyst. Journal of Hazardous Materials 122 (1-2), p. 1-6

United States of America, 2007. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. February 2007.

Vijgen, J., 2006. The Legacy of Lindane Isomer Production. A Global Overview of Residue Management, Formulation and Disposal. Main Report and Annexes. International HCH and Pesticides Association. January, 2006.

Wei, D., Kameya, T., Urano, K., 2007. Environmental management of pesticidal POPs in China: Past, present and future. Environment International 33 (7) p. 894-902.

Xiao, H., Li N. and Wania, F., 2004. Compilation, Evaluation, and Selection of Physical-Chemical Property Data for  $\alpha$ -,  $\beta$ -, and  $\gamma$ -Hexachlorocyclohexane. J. Chem. Eng. Data 49 (2), p. 173 -185.