



联合国
环境规划署

Distr.: General
3 September 2007

Chinese
Original: English

关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约
持久性有机污染物审查委员会
第三次会议

2007年11月19-23日，日内瓦
临时议程*项目6(d)

审议风险管理评估草案：林丹

风险管理评估草案：林丹

秘书处的说明

1. 持久性有机污染物审查委员会在第二次会议上通过了关于林丹的 POPRC-2/4 号决定。¹在该决定第3段，委员会决定成立一个特设工作小组编制一份风险管理评估，该评估包括按照《公约》附件E对林丹可能采取的控制措施的分析。
2. 林丹问题特设工作小组成员及其观察员名单载于文件 UNEP/POPS/POPRC.2/17 附件五。
3. 委员会在第二次会议上通过了关于编制风险管理评估草案的标准工作计划。²
4. 根据委员会通过的 POPRC-2/4 号决定和标准工作计划，林丹问题特设工作小组编写了本说

* UNEP/POPS/POPRC.3/1/Rev.1。

¹ UNEP/POPS/POPRC.2/17, 附件一。

² 同上，第39段和附件二-B。

明附件所载的风险管理评估草案。该风险管理评估草案未经正式编辑。

委员会可能采取的行动

5. 委员会或愿：

(a) 经过委员会认为适宜的任何修正之后通过本说明附件所载的风险管理评估草案；

(b) 依照《公约》第 8 条第 9 款的规定并根据在第二次会议上通过的该风险简介（UNEP/POPS/POPRC/17/Add.4）和风险管理评价，确定此种化学品是否应当被推荐由缔约方会议审议列入附件 A、B 和/或 C。

附件

林丹

风险管理评估草案

斯德哥尔摩公约持久性有机污染物审查委员会
林丹问题特设工作小组起草

2007年8月

目 录

执行概要	5
1. 导言	6
1.1 该拟议物质的化学特性	6
1.2 审查委员会的结论	7
1.3 数据来源	7
1.4 在国际公约管辖下该化学品的现状	8
1.5 国家或地区采取的任何控制行动	8
2. 与风险管理评价相关的摘要资料	9
2.1 可行控制措施的确认	9
2.2 达到降低风险目标的可行控制措施的效能和效率	10
2.3 关于替代物的信息（产品和程序）	11
2.4 关于实施可行控制措施的社会影响的信息	14
2.5 其他审议	16
3. 信息综述	18
4. 结束语	18
参考资料	19

执行概要

墨西哥于2005年6月29日提议将林丹增列于《斯德哥尔摩公约》的附件A。持久性有机污染物审查委员会评价了墨西哥在第一次会议上提交的附件D资料，并得出结论认为，“林丹符合筛选标准”。审查委员会在第二次会议上按照附件E评价了林丹的风险简介，并得出结论认为：“林丹因其所具有的远距离环境迁移潜力有可能对人类健康和环境产生重大有害影响，因此需要在全世界范围内对之采取行动。”

国际上针对林丹采取了各种举措，如缔结了《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》，并成立了保护东北大西洋海洋环境委员会（东北大西洋环保委员会）。

林丹在52个国家被禁止使用，在33个国家被限制或严格限制使用，在10个国家没有注册，在17个国家已注册。地区针对林丹采取的行动包括实施加拿大、美国和墨西哥环境合作委员会关于林丹及其他六氯环己烷异构体的北美区域行动计划、《美国与加拿大两国五大湖有毒物质战略》，欧洲水框架指令2000/60/EC、欧洲联盟条例 850/2004/EC和欧洲委员会指令850/2004/EEC等。

一些国家目前对林丹采取的控制措施包括：禁止生产、使用、销售和进口，撤销注册和使用，清理被污染的地点，进行公共健康咨询和对药物用途发出危险警告。

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。在种子处理、牲畜和兽医用途方面，林丹存在若干化学替代物。目前正在使用的替代物一般被那些已使用的国家认为在技术上是可行的、有效的、可以利用和获取的。对林丹的替代药物有不同的设想，但据报治疗疥疮和虱子的失败引起人们对市场上数量有限的可替代产品的高度重视，林丹在农业用途方面的非化学替代物也得到审查，并收到有关农业用途中用农药替代品代替林丹费用的信息。

林丹达到了国际上公认的有关持久性、生物累积性和有毒性的标准。因此，控制措施的实施预计会减少人体和环境接触林丹的风险。由于林丹很容易在野生生物，尤其是北极地区的野生生物上累积，预计控制措施的实施会对生物群产生积极影响。尤其是对依靠鱼类和海洋哺乳动物等传统食品的阿拉斯加和环北极的人们来说，存在着膳食接触林丹的潜在风险。

已禁止或限制使用林丹的一些国家认为，利用为一定时期准备的现有储存是可行的，这样废弃物处置量会减少。一些国家必须处理前林丹生产商的污染场所、旧贮藏库和垃圾场。

加拿大、美国、捷克共和国、赞比亚共和国和巴西建立了林丹监控机制。其他国家在林丹的使用、林丹替代物和林丹管制方面也制定了信息共享方案。

对一些国家已经落实的现有控制措施的彻底审查表明：人体和环境接触林丹的风险可以被大大降低。预计控制措施还有助于实现在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，以尽可能减少化学品对环境和人体健康的不利影响的方式对之加以生产和使用。

在评估林丹风险简介和编制风险管理评价后，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：

林丹因其所具有的远距离环境迁移潜力有可能对人类健康和环境产生重大有害影响，因此需要在全全球范围内对之采取行动。

根据《公约》第 8 条第 9 款，斯德哥尔摩公约大会缔约方建议将林丹控制措施列入附件 A 并详加说明。但值得注意的是，有关药物用途豁免选择方案的信息是由缔约方和观察员提供的。

1. 引言

1.1 该拟议物质的化学特性

林丹：丙型六氯环己烷

化学分子式：C₆H₆Cl₆

化学文摘社编号：58-89-9

分子量：290.83

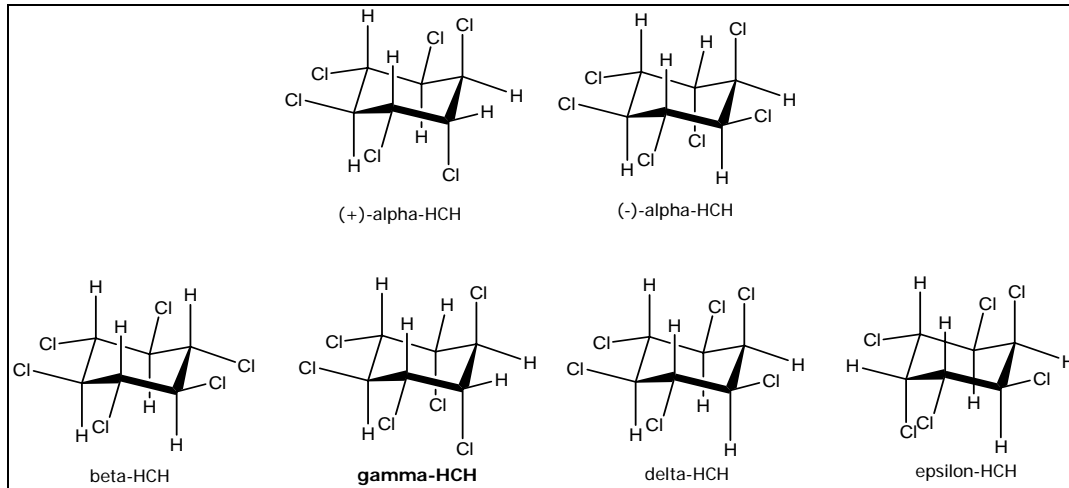
物理化学性质如表 1-1 所示。

表 1-1. 林丹的物理化学性质

物理状态	结晶固体
熔点	112.5 °C
760 mmHg 时沸点	323.4 °C
20°C 时蒸气压	4.2x10 ⁻⁵ mmHg
25°C 时亨利法则常数	3.5x10 ⁻⁶ atm m ³ /mol
ATSDR, 2005 年	

林丹是1,2,3,4,5,6-六氯环己烷（六氯环乙烷）丙型异构体的通称。工业生产的六氯环乙烷是同分异构体的混合物，主要含有五种成分，它们的不同仅在于围绕环己烷环状结构的氯原子的方位（轴向和水平方向）不同。存在于混合物中的五种主要异构体符合如下比例：两种光学异构体（（+）甲型六氯环乙烷和（-）甲型六氯环乙烷）形式的甲型六氯环己烷（53%-70%），乙型六氯环己烷（3%-14%），丙型六氯环己烷（11%-18%），丁型六氯环己烷（6%-10%）以及戊型六氯环己烷（3%-5%）。丙型异构体是仅有的一种具有很强杀虫特性的异构体。

图 1-1 甲型、乙型、丙型、丁型和戊型六氯环乙烷异构体的结构



修改自Buser等人，1995年。

“六氯化苯（BHC）”一词也时常用来指称六氯环乙烷，但根据 IUPAC 规则，该名称是不正确的，但仍被沿用，因此，丙型六溴化苯也指林丹。在本风险简介文件中，林丹是指至少 99%纯度的丙型六氯环乙烷，而不使用 BHC 一词。

1.2 审查委员会的结论

墨西哥于2005年6月29日建议将林丹列入《斯德哥尔摩公约》附件A。持久性有机污染物审查委员会在第一次会议中评价了附件D的材料，并得出结论认为“林丹符合筛选标准”³，并决定成立特设工作小组编制风险简介。

持久性有机污染物审查委员会在第二次会议上按照附件E评价了林丹的风险简介⁴，并得出结论认为“林丹因其所具有的远距离环境迁移潜力有可能对人类健康和环境产生重大有害影响，因此需要在全世界范围内对之采取行动。”⁵

1.3 数据来源

下列缔约方和观察员按要求提供了《公约》附件F资料：巴西、加拿大、捷克共和国、德国、日本、毛里求斯、墨西哥、摩纳哥、赞比亚共和国、瑞典、瑞士、泰国、美利坚合众国、国际作物生命协会和国际持久性有机污染物清除网。更详细的提交情况概要作为单独的POPRC/INF文件列出。

³ UNEP/POPS/POPRC.1/10。

⁴ UNEP/POPS/POPRC.2/10。

⁵ UNEP/POPS/POPRC.2/17。

1.4 在国际公约管辖下该化学品的现状

林丹已作为一种“应予限制使用的物质”列入了1998年《远距离跨境空气污染公约持久性有机污染物议定书》附件二。这意味着，凡其中至少99%的六氯环乙烷异构体为伽马形态的产品（亦即林丹）只限于下述用途：

1. 种子处理；2. 土壤应用，随后直接融入地面表土层；3. 专业矫治和锯材、木材和原木的工业处理；4. 公共卫生和兽医外用杀虫剂；5. 对树苗的非空气喷洒，小规模草坪使用，和室内用于儿童保育品和装饰物；6. 室内工业和住家应用。林丹的所有这些限制性用途按照《议定书》规定在其生效后两年内应予重新评估。该《议定书》已于2003年10月23日正式生效。目前该议定书有28个缔约方。⁶

林丹以及六氯环乙烷异构体混合物已作为“须实行事先知情同意程序的化学品”列入了关于事先知情同意程序的《鹿特丹公约》附件三。《鹿特丹公约》于2004年2月24日生效。该《公约》目前有116个缔约方。⁷

六氯环己烷的异构体，包括林丹在内，已被列入了在《东北大西洋环保公约》保护东北大西洋海洋环境委员会之下制定的“应优先采取行动的化学品名单”（2005年增订）。根据这一举措，《危险物质战略》定出了防止污染该海洋区域的目标，办法是不断减少危险物质的释放、排放和耗损，最终的目标是使海洋环境中自然产生的物质的浓度接近背景值，并使人工合成物质接近零。《东北大西洋环保公约》已于1998年3月25日生效。⁸

美国和加拿大已在其《五大湖两国有毒物战略》中将六氯环己烷（包括林丹）列为二级物质，这意味着，两国之中的一方有理由指出其在环境中的持久性，生物累积的潜力和毒性。⁹

1.5 国家或地区采取的任何控制行动

林丹在52个国家被禁止使用，在33个国家被限制或严格限制，在10个国家没有被注册，在17个国家注册。

（北美环境合作委员会，2006年）。

北美环境合作委员会（CEC）三方（墨西哥、加拿大和美国）¹⁰最近签署了《北美洲关于林丹及其他六氯环己烷异构体的区域行动计划》（NARAP），归在“化学品健全管理”这一项目下。该行动计划的目的是减少有毒物质对北美洲人体健康和环境的风险。

林丹也被列入欧洲水框架指令2000/60/EC。该指令是欧洲共同体的一项水事立法。它要求所有内陆和沿海水体在2015年之前至少达到“良好的生态状态”。林丹是所列出的重点危险物质之一，针对这些物质的质量标准

⁶ 远距离越境空气污染公约<http://www.unece.org/env/lrtap/>。

⁷ 《鹿特丹公约》<http://www.pic.int>。

⁸ 《奥斯陆-巴黎保护东北大西洋海洋环境公约》<http://www.ospar.org/>。

⁹ 五大湖两国有毒物战略<http://www.epa.gov/glnpo/gls/index.html>。

¹⁰ 北美环境代表作委员会www.cec.org/Lindane。

和排放控制将定为欧盟水平，以期在20年内停止所有排放。¹¹

林丹被列入《欧洲联盟条例》850/2004/EC。《条例》规定成员国在2006年9月之前，可准许专业矫治和锯材、木材和原木的工业处理，以及室内工业和住家应用；在2007年12月31日之前，可准许工业六氯环乙烷用作化学品制造的中间体，凡其中含有至少99%的六氯环乙烷异构体为伽马形态的产品只限于公共卫生和兽医外用杀虫剂（德国提供的附件F资料，2007年）。

六氯环乙烷被列入欧洲委员会指令850/2004/EEC附件IB(被禁有毒物质)和附件四(废物条例)。第850/2004/EC号条例最近由1195/2006/EC条例修订，以便将有持久性有机污染物废物的门槛值包括在内。第7条适用于含有大于50毫克/千克的甲、乙、丙型六氯环乙烷的废物（德国提供的附件F资料，2007年）。

2. 与风险管理评价相关的摘要资料

2.1 可行控制措施的确认

目前在一些国家实施的林丹控制措施包括：禁止生产、使用、销售和进口、撤销注册和使用，清理污染场所，进行公共健康咨询以及对药物用途发出危险警告。

非洲和欧洲

林丹在毛里求斯被禁止用于农业（毛里求斯提供的附件F资料，2007年）。在捷克共和国，林丹于1995年被禁止，前生产商的场所（Spolana Neratovice）被成功清理（捷克共和国提供的附件F资料，2007年）。在德国，林丹自1989年以来没有被用于农业和林业中。在欧盟，在2007年年底之前，林丹仍可用于公共卫生和兽医外用杀虫剂（德国提供的附件F资料，2007年）。在瑞典，林丹自20世纪80年代以来没有被用于人体或动物的疥疮治疗（瑞典提供的附件F资料，2007年）。

根据《降低有关化学品风险条例》，林丹在瑞士受到严格限制。唯一合法的用途是用于医药产品。在该《条例》生效之前，除了医药产品，林丹的唯一合法用途是用于农业的种子敷料（瑞士提供的附件F资料，2007年）。

北美洲

在所有农药的使用中，加拿大禁止林丹的生产、销售和使用。在农药登记被中止或暂停时期的存货应当按照规定的时间表予以出售、使用或处置，这一时间之后的销售或使用就违反了《有害生物控制产品法》（加拿大提供的附件F资料，2007年）。

1998年，美国环保局撤销在牲畜中使用林丹。2006年，美国宣布撤销林丹其余的农业用途，于2007年7月1日生效。尽管如此，美国食品和药物管理局认定：在其他治疗方法失败或无法忍受时，对个别病人来说，按指

¹¹ 欧盟水框架指令http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html。

导使用林丹产品二线治疗疥疮和虱子，其益处大于风险。2003年，美国食品和药物管理局发布了公共健康咨询、药物治疗指导、黑框警示和有限的包装尺寸以降低使用林丹的风险（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。Morton Grove 药品公司是美国林丹制药产品的唯一供货商。林丹香波和洗剂只在用于1%浓度的配方时出售。2006年，136.4千克151,600单位的林丹洗剂使用了136.4千克的林丹，261,440 单位的林丹香波使用了136.4千克的林丹。2006年，美国所用的林丹总量（272.8千克或600磅）占据报用于种子处理的150,000磅的0.4%（Morton Grove 制药公司，2007年）。

南美洲

巴西禁止使用和进口林丹。在2006年以前，林丹的进口和配方是得到准许的。在2007年以前，林丹产品的商业化和合法商业化产品的使用是得到准许的。（巴西提供的附件F资料，2007年）。

亚洲

在泰国，林丹产品的使用是受到限制的。林丹和林丹产品受到《危险物质控制法》B.E. 2535（1992年）的管制。根据该法案，任何活动，包括生产、进口、出口或持有，都必须登记或获得准许。只有用于家庭和公共卫生方案，才可获得允许，并接受危险物质控制小组以及食品和药物管理局的监督（泰国提供的附件F资料，2007年）。

清理受林丹污染的场所的措施包括：a) 利用气相化学还原法的危险废物焚烧炉和回转窑，b) 碱催化分解，c) 钠色散（碱金属还原），d) 临界水氧化，e) 超临界水氧化，f) 机械化学方法和g) GeoMelt工艺。根据日本农林水产省提供的技术证据，所有方法的破坏率都大于99.999%（日本提供的附件F资料，2007年）。

2.2 达到降低风险目标的可行控制措施的效能和效率

控制措施实施的效能和效率依国家而定。

捷克共和国认为利用碱催化分解清理污染场所是可行的。预计前林丹生产场所的修复费用是1亿欧元（捷克共和国提供的附件E资料，2007年）。

在毛里求斯，林丹已经被列为2006年《危险化学品管制法案》中的禁用农业化学品。按照2004年《危险化学品管制法案》，所有化学品的进口都受危险化学品管制局的管制。该法规定任何人不得进口、制造、使用或拥有林丹（毛里求斯提供的附件F资料，2007年）。

美国取消了注册并停止林丹在农业上的所有其余用途。2002年，林丹因用作小麦、大麦、玉米、高粱、燕麦和黑麦作物的种子处理而注册。在2006年以前，林丹在燕麦和黑麦的用途方面还没有替代品。但是，在2006年，吡虫啉因在这两种作物方面的用途而注册，目前在所有这六种种子处理的用途方面都存在林丹替代品。在美国认为撤销林丹作为疥疮和虱子的治疗药物在技术上还不可行的时候，其对药物的用途就相当不同了。（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。

加拿大针对林丹的农业用途制定了注册后监督和履约方案，以确保遵守联邦和省的法律。联邦、省和地区危

险废物方案针对少量消费者拥有的可回收原料，并收集和安全处置不再注册的农药产品（加拿大提供的附件F资料，2007年）。

在日本，1971年农林水产省禁止林丹的销售。根据《有毒有害物质控制法》，林丹被列为有害物质。制造商、进口商和销售商在处理林丹事项时必须亲自登记。在标注容器和包装物以及处理和处置林丹方面也制定了条例（日本提供的附件F资料，2007年）。

在泰国，禁止林丹在医疗方面的用途仍然是一个问题，因为目前治疗头虱和疥疮的替代品似乎不像林丹那样有效。从医疗用途来说，林丹列于国家基本药物清单（2004年）之中。它是头虱或疥疮治疗的二线药物选择（泰国提供的附件F资料，2007年）。

2.3 关于替代物的信息（产品和程序）

替代物的描述

在美国、加拿大和墨西哥，按照北美环境合作委员会制定的北美地区林丹其他六氯环己烷异构体行动计划，已对林丹在农业、兽医和药物用途方面的化学和非化学替代品进行了审查。

在美国，下面至少一种有效成份因用作玉米、大麦、小麦、燕麦、黑麦和高粱的种子处理而注册：*即可尼丁、噻虫啉、二氯苯醚菊酯和七氟菊酯*。用于牲畜上的农药有：*双甲脒、胺甲萘、蝇毒磷、氟氯氰菊酯、氯氰菊酯、二嗪农、敌敌畏、氰戊菊酯、高效氯氟氰菊酯、马拉硫磷、甲氧滴滴涕、二氯苯醚菊酯、亚胺硫磷、除虫菊酯、Tetrachlorvinfos和三氯磷酸酯*已经注册。兽医药物包括：*埃普利诺菌素、伊维菌素、多拉菌素、莫昔克丁和烯虫酯*。对药物用途来说，批准治疗头虱的农药包括除虫菊酯/增效醚，氯菊酯和马拉硫磷，这些药物治疗还应和除虱虻子梳一起使用。对疥疮来说，已批准用氯菊酯和克罗米通（Eurax）治疗（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。

加拿大替代林丹的药物有：*氯菊酯（1%乳油），生物烯丙菊酯和增效醚，除虫菊酯和增效醚，克罗米通（5%乳油），6%凡士林和克罗米通10%（优乐散）*。加拿大用于农业的注册替代药物包括：对卡诺拉油菜籽来说：*有啶虫脒、可尼丁、噻虫啉和吡虫啉*。对玉米来说，有*可尼丁、吡虫啉（只对长成作种子用的非甜质玉米）和七氟菊酯*；对高粱来说：*有噻虫啉和吡虫啉*。牲畜治疗的替代药物包括：*胺甲萘、二嗪农、敌敌畏、马拉硫磷、亚胺硫磷、杀虫畏、敌百虫、氟氯氰菊酯、氯氰菊酯、氰戊菊酯、二氯苯醚菊酯、除虫菊酯、鱼藤酮、多拉菌素、Evermectin、阿巴克丁、多哇麦汀、莫昔克丁和亚胺硫磷*（北美环境合作委员会，2006年）。

赞比亚共和国用于种植卡诺拉油菜籽的替代物有：*Gaicho, Helix and Primer-Z*，用于治疗头虱的替代药物有：*Nix*（赞比亚共和国提供的附件F资料，2007年）。

在德国，谷类蚜虫的替代药物包括：*噻虫啉、吡虫啉、吡虫啉/七氟菊酯、可尼丁、可尼丁/乙型氟氯氰菊酯、型氯氰菊酯和溴氰菊酯*；对大角叩头虫科来说，有*可尼丁、吡虫啉和噻虫啉*；对切页昆虫来说，有*高效氯氟氰菊酯、Acadirachtin、除虫菊酯/Rapsöl、乙型氟氯氰菊酯、A型氯氰菊酯、高效氯氟氰菊酯、Acadirachtin、除虫菊酯/Rapsöl和甲胺磷*。用作树木保护产品的替代物包括：*3-碘-2-丙炔基丁基甲氨酸酯（IPBC）*，（E）

-1- (2-Chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl) -3-methyl-2- 硝基胍/可尼丁, 1- (4- (2-Chloro-alpha,alpha,alpha-p-trifluorotolyloxy) -2-fluorophenyl) -3- (2,6-difluorobenzoyl) 尿素/氟虫脲, 环丙酸, 3-[(1Z) -2-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propenyl]-2,2-dimethyl-, (2-methyl[1,1'-biphenyl]-3-ylmethyl 酯, (1R,3R) -rel-/ 表联苯菊酯, 3-Phenoxybenzyl-2- (4-ethoxyphenyl) -2-methylpropylether / 二氯苯醚菊酯, m-Phenoxybenzyl 3- (2,2-dichlorovinyl) -2,2- 二氯菊酸甲酯/二氯苯醚菊酯, alpha.-cyano-3-phenoxybenzyl 3- (2,2-dichlorovinyl) -2,2- 二氯菊酸甲酯/氯氰菊酯, 棉隆, 噻虫嗪和 4-Bromo-2- (4-chlorophenyl) -1- (ethoxymethyl) -5- (trifluoromethyl) -1H-pyrrole-3-carbonitrile/ 虫螨脲。用作公共卫生和兽医外用杀虫剂替代物有: Infectopedic solution (二氯苯醚菊酯) (德国提供的附件 F 资料, 2007 年)。

在泰国, 治疗头虱和疥疮的替代物包括: 二氯苯醚菊酯、甲萘威、百部提取物和苯甲酸苄酯。用于宠物的替代物有: 二氯苯醚菊酯、氟氯苯菊酯和氯氰菊酯; 控制白蚁的药物有: A型氯氰菊酯、表联苯菊酯、氯氰菊酯和溴氰菊酯 (泰国提供的附件F资料, 2007年)。

在瑞典, 马拉硫磷、噻虫嗪和带有bezybenzoate的双硫醒用作治疗人体疥疮和虱子的替代物。在兽医用途中, 使用了氟氯苯菊酯, Foxim, 氟虫脲, 伊维菌素和莫昔克丁 (瑞典提供的附件F资料, 2007年)。

巴西使用的替代物包括: 氯氰菊酯用于密实木材的白蚁控制, 用于控制干木材中的昆虫和真菌的氯氰菊酯和碘代丙炔基丁基氨基甲酸酯, 用于建筑物或家具木材的氟氯菊酯, 用于控制白蚁和蠹甲的溴氰菊酯, 用于控制树木中白蚁的硫丹, 用于实木制造的氟虫脲, 用于钢锯木材真菌控制的TBP (巴西提供的附件F资料, 2007年)。

瑞士用于种子处理的替代物是: 氟虫脲和噻虫嗪 (瑞士提供的补充资料, 2007年)。

除了化学替代品外, 还有林丹在农业上用于种子处理的非化学替代品。目前能够有效地防止对种子和作物损害的已知方法有: 轮作 (紫花苜蓿、大豆和苜蓿), 小粒谷类作物每年必须用非寄主作物轮换, 以减少虫害的严重性, 使害虫维持在低水平上; 选好场地并进行监测以确定是否有线虫; 在种植前让土地休耕几年使线虫无食可吃而饿死; 给有抵抗力的作物, 如荞麦或亚麻再播种; 掌握播种和种植的时机, 尽量在暖和、干燥的时机播种, 通常小颗粒作物在时令稍后播种, 因为此时幼虫藏在更深的土壤里, 给予秧苗更大的存活机会; 浅种可使幼雏饿死, 使卵面临掠夺的危险, 并损伤幼虫; 土壤填密可防止线虫移动 (北美环境合作委员会, 2006年)。

生物方法也被视为林丹的非化学替代物。目前加拿大太平洋农业食品研究中心的研究正在审查金龟子绿僵菌, 一种控制线虫的昆虫真菌病原体的用途。在哥斯达黎加使用的另外的生物控制方法包括 *Trichodama* spp、树胡椒、赤眼蜂和苏芸金杆菌 (IPEN提供的附件F资料, 2007年)。

治疗头虱和疥疮还存在着一些非化学方法。一些作者坚持认为这些方法超过杀虫治疗的功效。关于头虱的治疗, 他们建议用热气或用湿梳机械清除。关于疥疮的治疗, 一些作者认为试管内和实地研究显示, 精油对螨类有积极的效果。茶树油 (互叶白千层)、由印度楝 (印楝) 提取物制成的软膏和郁金 (姜黄) 视为极其有效。在尼日利亚的临床试验中, 红茶精油 (*Lippia multiflora*) 同样显示出很高的治愈率。巴西的随机对照研

究显示：含有椰子油和荷荷巴油的商用驱虫剂非常有效（IPEN，2007年）。

技术可行性

在美国，用于种子处理和牲畜治疗的化学替代品以及已批准的用于药物的替代品在技术上是可行的，目前正在使用。尽管如此，已有报道说已批准的治疗疥疮和虱子的所有替代药物都失败了。一些医生即使未经美国食品和药物管理局批准，仍开出了标示外使用的口服伊维菌素治疗疥疮。口服伊维菌素制造商关于将该药用于疥疮治疗的申请没有获得批准，他们并不宣传其在疥疮上的使用。美国食品和药物管理局目前正在审查许多公司有关虱子的新的可行治疗方案，并探讨鼓励制药公司提交疥疮治疗候选药物的机制。（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。

在加拿大，替代农药产品目前也正在使用当中。技术可行性是加拿大有毒物防治管理局注册的必要条件（加拿大提供的附件F资料，2007年）。

在瑞典，如果按规定使用，替代物在技术上都是可行的、可利用的、可免费获取和有效的。没有有关重大耐药性问题的报道（瑞典提供的附件F资料，2007年）。

费用，包括环境和医疗费用

只有美国提供有关替代物的费用，所提供的资料包括2002年至2006年的数据。

2006年，在美国，不到150,000磅的林丹有效成份每年被用于约970万英亩的土地中。在2002年，林丹用于玉米、大麦、小麦、燕麦、黑麦和高粱的种子处理。吡虫啉和噻虫嗪是林丹用于大麦、玉米、高粱和小麦的种子处理的主要替代品。此外，自2002年以来，玉米和高粱的新增替代品已经注册。替代品和林丹一样有效，但价格昂贵。对小麦和大麦来说，处理费用估计每英亩从0.36美元增加到1.71美元（美国总的面积是500万英亩）。对玉米来说，处理费用估计每英亩是1.82美元（美国总的面积是870万英亩）。对高粱来说，处理费用估计每英亩从3.7美元增加到4.69美元（美国总的面积约386,000英亩）（美国环保局，2006年）。

2002年，燕麦和黑麦没有注册的替代物。如果当时取消这两种用途，将会对种植这两种作物的人产生重要影响，估计是9%的产量损失率。处理费用的总增加是1,400万美元。燕麦和黑麦产量损失的总价值为354,000美元。在2006年以前，吡虫啉因在燕麦和黑麦上的用途而注册。（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。

关于替代药物有关的医疗费用，在长期医疗设施，拥挤的居住环境和总体上贫穷的情况下，疥疮会成为一个严重的问题。疥疮会因伤口的继发细菌感染而产生并发症。在美国，儿童的虱子或疥疮如果没有进行治疗是不能重返学校的（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。

效能，包括替代物相对于提名物质的好处与局限性以及目前没有替代物的药品关键用途的确认

在美国，据报所有已批准的治疗头虱的药品都出现抗药性。对疥疮来说，据报所有已批准的治疗药品都出现失败，据报二氯苯醚菊酯和伊维菌素出现抗药性，尽管后者没有被批准治疗该适应症（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。

在泰国，目前治疗头虱和疥疮的替代品似乎不像林丹那样有效（泰国提供的附件F资料，2007年）。

风险，包括有关拟议替代物是否被检测/评价的信息，以及任何有关未检测替代物在替代物生命周期中潜在风险的信息。

美国环保局把对农药产品的风险评估作为登记程序的常规；因此，美国环保局对替代物和其使用进行了风险评估（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。

加拿大有害物管理局对替代物进行了审查，其效能和与替代物有关的环境和健康风险被认为是可以接受的（加拿大提供的附件F资料，2007年）。

可用性

在美国，林丹用于农业、牲畜和药物方面的替代物是可用的，目前正在使用当中。

赞比亚共和国使用替代物的可行性仍未确定。*吡虫啉*（Gaucho）随时可用，在当地市场很容易得到（赞比亚共和国提供的附件F资料，2007年）。

可获取性

加拿大替代物的可用性和可获得性依市场而定（加拿大提供的附件F资料，2007年）。

泰国的可替代产品已经上市。尤其是宠物或白蚁控制的替代物已被广泛使用（泰国提供的附件F资料，2007年）。

2.4 关于实施可行控制措施的社会影响的信息

健康，包括公共、环境和职业健康

考虑到林丹符合若干国际上公认的有关持久性、生物累积性和毒性的标准，预计控制措施的实施将会减少人体和在环境接触到林丹的风险。

林丹可被发现于各个环境层面，而且世界各地迄今均测量到其在空气、水、土壤沉积层、水生物及陆地生物以及在食物中的不同水平（世界卫生组织/欧洲，2003年）。林丹由于其高脂溶性很容易在食物链中生物累积，而且能够迅速地在微生物、无脊椎动物、鱼、鸟和哺乳动物中生物浓缩。六氯环乙烷异构体，包括林丹，是在世界较寒冷气候中累积的（北美环境合作委员会，2006年）。一般人接触到丙型-六氯环乙烷可能是由于食物的摄入，特别是吃食奶类和肉类等动物源产品，以及饮用含有农药的水所致（ASTDR，2005年）。还可能存在饮食接触，特别是对阿拉斯加和环北极地区以吃食诸如鱼和海洋哺乳动物为日常主要食物的人们来说（美国环保局，2006年）。

在实验室动物的实验中，已表明接触高剂量的林丹可毒害神经、肝脏和免疫系统，而且也对繁殖产生影响。人类急性中毒数据表明，林丹可引起严重的神经效应，而慢性数据提示了可能的血液效应。与林丹药物用途

相关的不利的健康影响包括：癫痫、眩晕、头痛和麻木。据报癫痫和死亡是在反复或长期使用林丹香波之后发生的，但根据说明书仅用一次出现的病例很少（国际消除持久性有机污染物联盟提供的附加资料，2007年）。

尽管有一些证据说明：在林丹局部用作药物时有毒，但这通常与不当使用有关。林丹大多数的副作用与种子处理工人长年吸入有关（加拿大提供的附件F资料，2007年）。林丹的致癌性不太清楚。国际癌症研究机构已将林丹划入对人类可能具有致癌性的类别（ATSDR, 2005年）。美国环保局最近重新把林丹的类别划为“有初步致癌性证据，但不足以评估人类致癌的可能性”。美国毒物与登记疾病防治中心同意美国环保局的分类。但是，世界卫生组织农药残留联席会议得出结论认为“……林丹不可能对人类构成致癌风险。”（北美环境合作委员会，2006年）。

自林丹用作必须洗掉的治疗虱子的香波或局部洗液倒入废水中以来，有关林丹药物用途方面的控制措施的实施确实对环境产生了影响（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。在2002年，加利福尼亚州禁止销售林丹用于虱子和疥疮的治疗，以便减少饮用水供应的风险。2000年5月，基于潜在的对人类的致癌风险，加利福尼亚州规则确定了新的水质标准，即在现有或未来的饮用水供应中林丹的含量为亿万分之十九以保护公众健康。因为现有的处理技术不能清除林丹，以满足加利福尼亚州新的水质标准。必须制定预防策略以遵守规则。加州议会当时提出了一项法案，并且毫无异议地获得通过，从2002年1月开始禁止在加利福尼亚州销售所有的药用林丹。自禁令发布以来，废水中的林丹浓度已下降到检测不到的水平（北美环境合作委员会，2006年）。

自加利福尼亚州发布林丹禁令以来，有四个县向加利福尼亚卫生局监督和统计科报告了四桩疥疮发生病例。在禁令之前，加利福尼亚卫生局监督和统计科向所有医生发布了使用马拉硫磷则非林丹治疗头虱的指导方针。有关疥疮的发生病例，加利福尼亚卫生局监督和统计科拟定了指导方针，并分发到各医疗机构，建议使用伊维菌素治疗疥疮严重的患者。尽管伊维菌素没有被美国食品和药物管理局批准用作治疗疥疮，而且加利福尼亚卫生局监督和统计科也不建议用于典型疥疮治疗或预防，但伊维菌素在加利福尼亚州已被用于治疗症状性病例和大众预防，因为与氯菊酯相比，伊维菌素更易使用，履约程度更高和更有效（北美环境合作委员会，2006年）。

关于药物使用限制的问题存在着普遍的担心。在美国，如果不提供林丹产品，治疗虱子和疥疮的核准选择方案就很有限。虱子和疥疮的病例可能得不到治疗，或者使用有害的偏方（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。加拿大也存在类似的担忧，人们认为如果替代疗法不适当，应当使用林丹（加拿大提供的附件F资料，2007年）。在欧盟，在2007年年底以前，林丹可被用于公共卫生和兽医外用杀虫剂。目前只有有限数量的替代产品（氯菊酯）上市（德国提供的附件F资料，2007年）。在泰国，目前治疗头虱和疥疮的替代物似乎不像林丹那么有效（泰国提供的附件F资料，2007年）。

农业，包括水产业和林业

该部门没有报告有关实施可行控制措施的影响。

生物群（生物多样性）

由于林丹很容易在野生生物中累积，预计实施控制措施只会对生物群，尤其是北极的野生生物产生积极的影响。北极的一些研究监测了斯特勒海狮、白鲸、北极露脊鲸和北极熊的六氯环己烷水平（国际消除持久性有机污染物联盟提供的附件F资料，2007年）。

经济方面，包括生产商和消费者的费用和利益以及费用和利益的分配。

本文件第2.2节和2.3节提供了有关实施可行控制措施费用以及替代物的信息。

社会费用（就业等）

没有被评价

其他影响

未确定

2.5 其他审议

获取信息和公共教育

在瑞典，许多相关资料都介绍了治疗疥疮和虱子的各种可用药物疗法，这些资料登在瑞典医药产品署网站<http://www.lakemedelsverket.se>上或瑞典<http://www.fass.se>网站药品名单一栏，（瑞典提供的附件F资料，2007年）。

美国环保局农药项目管理办公室最近对林丹做出了管理决定，并登在网站<http://www.epa.gov/oppsrrd1/reregistration/Lindane/>上。美国政府还保留着电子卷宗（www.regulations.gov）。键入卷宗 ID 邮箱：[EPA-HQ-OPP-2002-0202](http://www.epa.gov/oppsrrd1/reregistration/Lindane/) 可获得完整的卷宗。美国环保局还有一个对初级保健提供者、药剂师和消费者发出安全警报的网站<http://www.fda.gov/medwatch/SAFETY/2003/safety03.htm#lindan>（美利坚合众国提供的附件 F 资料，2007 年）。

墨西哥于2004年拟定并公布了《关于林丹问题全国诊断报告》。该报告包括有关生产、进口、出口、商业名称、价格、出售模式和数量以及潜在的替代物http://www.ine.gob.mx/dgicurg/download/Proyectos-2003/EL_LINDANO_EN_MEXICO.pdf（墨西哥提供的附件F资料，2007年）。

捷克共和国根据捷克全国执行计划，举行了持久性有机污染物的教育和认识运动(SC/UN ECE CRLTAP)（捷克共和国提供的附件F资料，2007年）。

控制和监测能力的状况

在加拿大，通过边境口岸和入境点实施的履约机制以禁止加拿大进口林丹，加拿大有害物管理局对有害物使

用的控制和监测能力进行管理。有害物管理局通过其履约活动，报告加拿大的履约问题，报告涉嫌的违法问题和其他政府机构报告的结果（加拿大提供的附件F资料，2007年）。

在美国，2006年12月美国国家环境保护局宣布，根据2007年7月1日生效的《联邦杀虫药、杀真菌剂和杀鼠剂法案》，取消所有含有林丹的农药。美国国家环境保护局和联邦、州和部落监管伙伴一起努力，以确保遵守农药法规，保护人体和环境健康（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。

捷克共和国的控制和监测机构包括：监测环境空气、地表水、沉淀物、土壤、苔藓和针叶的 RECETOX MU，监测地表水、地下水和沉淀物的水研究所，农业监督和检验中央研究所，改良与水土保持研究所，国家兽医检查局和捷克食品管制食品检验局，国家公共卫生和人体接触与饮食研究所（捷克共和国提供的附件 F 资料，2007 年）。

通过赞比亚环境委员会实行的《环境保护和污染控制法案》，赞比亚共和国的控制和监测能力得以加强（赞比亚共和国提供的附件F资料，2007年）。

巴西环境和可再生自然资源研究所控制库存、过时产品的充分预定和产品的非法进入（巴西提供的附件F资料，2007年）。

- 所涉废物和处置问题

由于生产国为数不多，目前林丹的生产似乎呈下降趋势，但多年来的生产和低效的生产方法留下了大量废品。

对美国来说，一段时期利用其农业和药物库存在技术上还是可行的。美国国家环保局允许林丹在2009年10月1日之前用于农业。因此，预计处置无用库存相关的费用将会最少（美利坚合众国提供的附件F资料，2007年）。

在瑞士，约3,000个污染场址需要整治。尤其是两个场址，Bonfol（Jura州）和 Kölliken（Aargau州）用作化学废物处置场所，分别含有约114,000吨和350,000吨的特殊废物，废物中可能含有持久性有机污染物化学物。这些处置场所中持久性有机污染物化学物的确切数量还不知道。目前的估计是现在发起的全面整治（包括用高科技烤炉的现场焚烧），Bonfol 和Kölliken分别需要约2亿和5亿瑞士法郎（瑞士提供的附件F资料，2007年）。

在捷克共和国，废物问题表现在前生产厂商Spolana Neratovice 的旧污染场址、旧贮藏库、无名非法商店和垃圾场。Spolana Neratovice 现在利用碱性催化分解技术成功完成清理。对其他污染场所的未来整治计划正在拟定当中（捷克共和国提供的附件F资料，2007年）。

在加拿大，鉴于联邦、省和地区危险废物方案针对少量消费者拥有的可回收原料，并收集和安全处置不再注册的农药产品（加拿大提供的附件F资料，2007年）。

下面的报告审查了不同国家林丹的处置方法、处置费用和六氯环己烷异构体废物的管理：即林丹六氯环己烷异构体生产的遗留问题（Vijgen，2006年）。该文件描述了六氯环己烷异构体转化为三氯苯、三氯苯氧基乙酸、盐酸、六氯苯、五氯酚钠和三氯苯酚的化学方法。报告还包括对监测六氯环己烷异构体生物降解和用垃

圾掩埋法处理受六氯环己烷异构体污染的土壤的情况的研究描述（IPEN，2007年）。

3. 信息综述

已公布的林丹风险评估报告表明，林丹具有持久性、生物累积性和毒性，被发现存在于世界各地的环境取样之中，也存在于被调查的不同人口的人体血液、人的乳房乳汁和人体脂肪组织之中，尤其存在于北极当地人口所赖以生存的食物之中²。

在实验室动物的实验中，已表明接触高剂量的林丹可毒害神经、肝脏和免疫系统，而且也对繁殖产生影响。人类急性中毒数据表明，林丹可引起严重的神经效应，而慢性数据提示了可能的血液效应。国际癌症研究机构将林丹划入对人类可能具致癌性的类别（ATSDR，2005年）。

控制措施预计会减少人体以及在环境中接触到林丹的风险，尤其是在林丹很容易在野生生物身上累积且当地人口以此为日常主要食物的北极地区。

已证明在技术上可行、有效和可用的林丹控制措施包括：禁止生产、使用、销售和进口，取消注册和使用以及清理染污场所。因此，这些措施可被各国酌情考虑作为潜在的控制措施实行。当林丹注册被取消时，允许使用合理时间内的库存是一项推荐策略，以便减少生成的废物量处置的相关费用。

在农业、牲畜和兽医方面使用的本文件所审查的林丹化学替代物被认为是有效的、在技术上可行和可以使用的。尽管如此，一些国家对用于药物的替代物的可用性和有效性表示担心。对这一特殊情况，已建议制定奖励措施以发现更多有利于环境和健康的替代物，并考虑在登记化学品时逐步取消其用途。还建议发布公众健康咨询，以控制林丹使用模式，减少相关的风险。

4. 结束语

在评价了林丹的风险简介并编制其风险管理评价后，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，该化学品因其所具有的远距离环境迁移潜力而可能导致对人类健康和环境产生重大有害影响，因此需要在全全球范围内对之采取行动。

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到林丹的风险可以大大降低。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，以尽可能减少化学品对环境和人体健康的不利影响的方式对之加以生产和使用。

按照《公约》第8条第9款，委员会建议斯德哥尔摩公约缔约方大会将有关林丹的控制措施列入附件A并详细说明。但是，值得注意的是存在一些由缔约方和观察员提供的药物用途豁免选择方案的信息。

参考资料

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>

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

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

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>

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

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

IPEN, 2007. 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 2007.

IPEN, 2007. International POPs Elimination Network. Additional information provided to the draft Risk Management Evaluation. July 2007.

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

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

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

Morton Grove Pharmaceuticals, 2007. Additional information provided to the draft Risk Management Evaluation. August 2007.

Republic of Zambia, 2007. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention. January 2007.

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

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

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

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.

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>

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.

WHO/Europe, 2003. Health risks of persistent organic pollutants from long-range transboundary air pollution Join WHO/convention task force on the health aspects of air pollution. Chapter 3: Chapter 3/Hexachlorocyclohexanes <http://euro.who.int/Document/e78963.pdf>
