联合国

环境署

SC

UNEP/POPS/POPRC.13/7/Add.1

Distr.: General
8 November 2017

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
第十三次会议
2017年10月17日至20日，罗马

持久性有机污染物审查委员会第十三次会议工作报告

增编

三氯杀螨醇风险管理评价

持久性有机污染物审查委员会第十三次会议在POPRC-13/1号决定中，以秘书处说明（UNEP/POPS/POPRC.13/2）中的草案为基础，按照会议期间的修订，通过了三氯杀螨醇风险管理评价。通过的风险管理评价案文附在本增编后面，未经正式编辑。

K1708609 141217

附件

三氯杀螨醇

风险管理评价

2017年10月18日

目录

执行摘要 **4**
1 导言 **5**
1.1 三氯杀螨醇的化学成分 6
1.2 生产和使用 6
1.3 审查委员会对附件 E 资料的结论 8
1.4 数据来源 8
1.4.1 缔约方和观察员提交的数据概述 8
1.4.2 其他数据来源 8
1.5 该化学品受国际公约管辖的现状 8
1.6 已采取的国家或区域控制行动 9
2 与风险管理评价相关的摘要资料 **11**
2.1 确定可能的管控措施 11
2.2 可能的管控措施在实现减少风险目标方面的成效和效率 11
2.2.1 技术可行性 11
2.2.2 确定关键用途 17
2.2.3 实施管控措施的成本和效益 18
2.3 关于替代品（产品和工艺）的资料 20
2.3.1 替代品概述 20
2.3.2 化学替代品 20
2.3.3 非化学替代品 24
2.3.4 替代品总结 27
2.4 关于实施可行防治措施的社会影响的相关资料摘要 28
2.4.1 健康，包括公共健康、环境健康和职业健康 28
2.4.2 农业、水产养殖业和林业 28
2.4.3 生物群（生物多样性） 28
2.4.4 经济方面 28
2.4.5 向可持续发展迈进 29
2.4.6 社会成本（就业等） 30
2.5 其他考虑因素 30
2.5.1 获取信息和公众教育 30
2.5.2 控制和监测能力的现状 30
3 资料综述 **32**
4 结论声明 **33**

执行摘要

1. 持久性有机污染物审查委员会在第十二次会议上审查并通过了三氯杀螨醇风险简介修订草案。持久性有机污染物审查委员会的结论是，三氯杀螨醇由于远距离环境迁移而很可能会对人类健康和环境产生重大不利影响，因而有必要采取全球行动。因此，需要依据《公约》附件 F 进行风险管理评价，包括分析各种可能的三氯杀螨醇管控措施。邀请缔约方和观察员在 2016 年 12 月 9 日前向秘书处提交《公约》附件 F 所列资料。

2. 奥地利、加拿大、哥伦比亚、印度、日本、摩纳哥、塞尔维亚（以上为缔约方）以及国际消除持久性有机污染物联盟和农药行动网（以上为观察员）提交了关于《斯德哥尔摩公约》附件 F 中所列资料的答复。风险管理评价主要依据上述答复和其他相关文献。

3. 三氯杀螨醇是一种有机氯农药，用于控制各种作物上的螨虫。三氯杀螨醇于 1955年用于商业用途。三氯杀螨醇的预期用途包括水果、蔬菜、观赏植物、大田作物、棉花、茶树和圣诞树种植园。2000 至 2007 年间，全球三氯杀螨醇产量估计为每年 2 700-5 500 吨，但随着包括贝宁、巴西、加拿大、哥伦比亚、欧洲联盟成员国、几内亚、印度尼西亚、日本、毛里塔尼亚、阿曼、沙特阿拉伯、斯里兰卡、瑞士和美利坚合众国在内一些国家逐步停止生产和使用，产量已大幅下降。现在只有少数国家还在生产三氯杀螨醇，主要是印度的一家工厂，以及据报以色列的一家工厂。三氯杀螨醇还在墨西哥被授权用于特定用途。直到不久前，中国还是全球主要的滴滴涕原药和三氯杀螨醇生产国之一，在 1988 至 2002 年之间生产了约 97 000 吨滴滴涕原药，并用其生产了大约 40 000 吨三氯杀螨醇。2014 年，中国最后一家三氯杀螨醇原药生产商停止生产三氯杀螨醇原药。三氯杀螨醇主要是在印度的封闭系统中分批生产；2015 至 2016 年产量为 93 吨。生产和使用滴滴涕作为生产三氯杀螨醇的有限场地封闭系统内的中间体的届满日已延长至 2024 年 5 月(UNEP/POPS/COP.7/4/Rev.1)。

4. 目前采用的管控措施涵盖各种可能的管控手段，包括禁止和限制生产、使用和进出口；用化学和（或）非化学替代品取代三氯杀螨醇；制定工作场所接触限值；对过时库存实行无害环境管理；清理受污染场地。

5. 很多位于不同地域、气候条件各不相同的国家成功地针对不同作物禁止生产、销售和使用三氯杀螨醇，表明的确存在有效的化学和非化学替代品；然而，现有资料不足以证明在所有情况下都是如此。限制生产和使用在保护环境和人类健康方面的效果虽然不如完全禁止，但在某些情况下可以减少三氯杀螨醇的使用总量和潜在接触。虽然三氯杀螨醇的生产和使用有所减少，但已经大量生产，具有多种潜在应用和最终用户。这为查明、收集和安全销毁三氯杀螨醇过时库存带来挑战。虽然通过适当标签来识别某些地点的库存内容可能有助于查明三氯杀螨醇，但研究表明，需要与农业社区和其他最终用户合作，开展提高认识活动并协同努力，以帮助管理库存的收集和安全销毁，防止环境释放。欧洲联盟已制定了水环境最大浓度，为采取措施保护环境树立样板。此外，通过对制造性质（如规定仅限于封闭系统）和工人活动（如在全球所有地区确保使用正确的个人防护装备）施加限制，有可能限制某些职业接触。但是，据认为高危农药对人类健康或环境构成重大风险（尤其是在发展中国家），因为使用个人防护装备或维护和校准农药施用设备等降低风险的措施不易实施或不起

作用（粮农组织）。[1]

6. 许多国家已在禁止使用三氯杀螨醇之后改用其他物质，对于重要的三氯杀螨醇用户而言，如果以正确的过渡安排加以管理，逐步完全停用是可能的。在附件 F 调查过程中提交资料的缔约方或观察员并未提供关键用途的具体实例；也未以其他方式确定关键用途。

7. 在不同地理区域有多种化学和非化学三氯杀螨醇替代品可供使用和获取。据认为在技术上可行的替代品包括超过 25 种化学农药、生物防治（病原体和天敌）、植物制剂（植物提取物）和农业生态学实践（例如生态农业、有机农业和虫害综合防治等领域的实践）。在气候条件和作物差别很大的地区，替代品的范围很广，体现了现在或曾经使用三氯杀螨醇的各种不同的虫害与作物组合。本文说明的所有替代品均被认为在技术上可行，可在很多国家使用和获取。然而，现有资料（主要是附件 F 资料提交）目前还不足以得出结论，在仍然使用三氯杀螨醇的情况下，这些替代品总是在经济上可行。同样地，也没有任何资料表明替代品不在所有情况下可行。这强调需要在当地条件下进一步评估，并考虑所用的具体农业生态系统和农业实践，优先考虑基于生态系统的虫害防治方法。

8. 在许多国家（包括印度、中国和澳大利亚）以及对于棉花、茶树、柑橘和苹果等许多作物，非化学替代工艺和产品，特别是农业生态和虫害综合防治实践，已被证明是高效的三氯杀螨醇替代品。然而，现有的证据不足以证明对于所有用途都是如此。

9. 依据《公约》第 8 条第 9 款，持久性有机污染物审查委员会建议斯德哥尔摩公约缔约方大会审议将三氯杀螨醇列入《斯德哥尔摩公约》附件 A 并在其中规定相关的管控措施，且不设特定豁免。

1 导言

10. 2013 年 5 月，欧洲联盟及其成员国，作为《斯德哥尔摩公约》缔约方，向持久性有机污染物审查委员会第九次会议提交了一份关于将三氯杀螨醇列入《公约》附件 A、B 和（或）C 的提案 (UNEP/POPS/POPRC.9/3)。委员会在 2014 年 10 月和 2015 年 10 月罗马召开的第十次和第十一次会议上进一步评估了该提案。

11. 在审查提案之后，委员会通过一项决定（POPRC-10/3），即三氯杀螨醇符合《公约》附件 D 的标准，并设立一个闭会期间工作组以进一步审查提案和编写风险简介草案。

12. 在 2016 年 9 月的持久性有机污染物审查委员会第十二次会议上，委员会在审查了三氯杀螨醇风险简介之后，决定（POPRC-12/1 号决定）根据《公约》第 8 条第 7(a)款，三氯杀螨醇可能因为远距离环境迁移而对人类健康和环境产生重大不利影响，因而有必要采取全球行动；委员会还设立了一个闭会期间工作组，负责编写风险管理评价，包括分析可能的三氯杀螨醇管控措施。

13. 缔约方和观察员被邀请于 2016 年 12 月 9 日之前向秘书处提交《公约》附件 F 所列资料。本文件审议所提交的资料及其他相关资料。

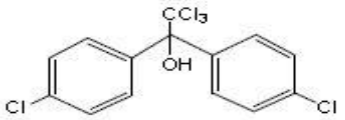
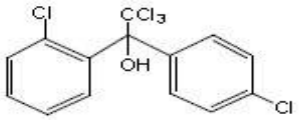
[1] http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/hhp/en/。

1.1 三氯杀螨醇的化学成分

14. 三氯杀螨醇是一种有机氯农药，由两种异构体组成：p,p′-三氯杀螨醇和o,p′-三氯杀螨醇。原药产品（纯度 95%）是一种棕色的粘性油，由 80-85%的p,p′-三氯杀螨醇和 15-20%的 o,p′-三氯杀螨醇组成，据称含有多达 18 种杂质。纯度较高的形式通常是纯度95%以上的三氯杀螨醇，含有低于0.1%的双对氯苯基三氯乙烷（滴滴涕）及相关化合物（ΣDDT，即滴滴涕、滴滴伊和滴滴滴）（世卫组织，1996年）。表 1.1 概述用于识别三氯杀螨醇的关键信息。

表 1.1

与三氯杀螨醇的化学特性相关的信息

通用名 国际化联化学品摘要	三氯杀螨醇 2,2,2-三氯-1,1-双(4-氯苯基)乙醇 苯甲醇，4-氯-α-(4-氯苯基)-α-(三氯甲基)- 4-氯-α-(4-氯苯基)-α-(三氯甲基)苯甲醇 1,1-双(4'-氯苯基)-2,2,2-三氯乙醇	
其他名称	1,1-双(4-氯苯基)-2,2,2-三氯乙醇和 1-(2-氯苯基)-1-(4-氯苯基)-2,2,2-三氯乙醇(p,p'-和 o,p'-异构体)	
分子式	$C_{14}H_9Cl_5O$	
分子量	370.49	
化学文摘社编号	三氯杀螨醇；p,p′-三氯杀螨醇 o,p′-三氯杀螨醇	115-32-2 10606-46-9
商品名称	1,1-bis(chlorophenyl)-2,2,2-trichloroethanol; 4-chloro-α-(4-chlorophenyl)-α-(trichloromethyl)-; Acarin; AK-20 HC free; Benzenemethanol; Carbax; Cekudifol; CPCA; Decofol; Dicaron; Dichlorokelthane; Dicomite; Difol; DTMC; ENT 23648; FW293; Hilfol; Hilfol 18.5 EC; Kelthane; Kelthanethanol; Kelthane A; Kelthane (DOT); Kelthane Dust Base; Kelthane 35; Milbol; Mitigan; p,p'-dicofol; NA2761 (DOT); NCI-C00486	
异构体结构式	 p,p'-dicofol CAS No. 115-32-2	 o,p-'dicofol CAS No. 10606-46-9

1.2 生产和使用

生产

15. 三氯杀螨醇可以通过滴滴涕的羟化反应来制备（van de Plassche 等人，2003 年），或在不分离滴滴涕的情况下直接制备，方法是氯醛（三氯乙醛）与单氯苯在存在发烟硫酸（三氧化硫和硫酸）的情况下发生反应，然后脱氯化氢、氯化和水解。2000至2007年期间，全球三氯杀螨醇产量估计为每年2 700-5 500吨（奥斯巴委员会，2002 年；Hoferkamp 等人， 2010 年）但产量自 2007 年起大幅下降，因为许多国家从那时起开始逐步淘汰其生产和使用。

16. 三氯杀螨醇生产现在仅限于少数国家。在印度，有一家这样的生产商（Hindustan Insecticides Limited (HIL) ）；另外一家生产商（Indofil Industries Limited）已在中央杀虫剂董事会进行三氯杀螨醇生产登记[2]，但目前尚未生产

[2] www.cibrc.nic.in/biopesticides.doc。

（来自印度的信函，2017 年）。此外，在以色列，安道麦 (Adama) 公司[3]（前身是 Makhteshim Agan）登记了一种含有三氯杀螨醇的产品(Acarin T 285)。根据通过附件 F 答复提供的资料，目前生产主要限于印度的设施，没有查到关于以色列生产设施的进一步资料。2015-2016 年印度设施的产量是 93 吨（印度，2016 年），三氯杀螨醇在封闭系统中分批生产。SC-7/1 号决定已将生产和使用滴滴涕作为生产只限于在封闭系统场地使用的三氯杀螨醇的的中间体的届满日延长至 2024 年 5 月(UNEP/POPS/COP.7/36)。

17. 中国曾是滴滴涕原药和三氯杀螨醇的主要生产国之一。据估计，1988 至 2002 年期间生产了 97 000 吨滴滴涕原药，其中约 54 000 吨用于制造三氯杀螨醇（生产了 40 000 吨三氯杀螨醇）（Qiu 等人，2005 年）。据报告，中国最后一家三氯杀螨醇原药生产商于 2014 年停止生产。

18. 巴西在 2010 年之前每年生产约 90 吨三氯杀螨醇，但已于 2014 年完全停产。巴西的剩余库存预计到 2015 年完全使用/销毁（巴西，2016 年）。在 2006 之前，西班牙是欧洲主要的三氯杀螨醇制造国和消费国（2006 年为 90 吨），唯一的生产商是位于西班牙巴塞罗那的 Montecinca, S.A.，其根据合同为陶氏益农公司生产（van de Plassche 等人，2003 年）。另外，意大利的一家工厂曾配制基于三氯杀螨醇的产品（奥斯巴委员会，2008 年）。欧盟成员国已不再生产三氯杀螨醇。美国在 1999 至 2004 年的产量估计为每年 160 吨（Hoferkamp 等人，2010 年）。

使用

19. 三氯杀螨醇是一种有机氯农药，在很多国家用于控制各种作物上的螨虫。三氯杀螨醇于 1955 年用于商业用途（世卫组织，1996 年）。该物质主要在东亚和东南亚、地中海沿岸以及北美和中美洲使用（Li 等人，2014 年 a）。三氯杀螨醇的预期用途包括水果、蔬菜、兰花等观赏植物、大田作物、棉花、茶树、圣诞树种植园以及非农业室外建筑与结构（美国环保局，1998 年； Li 等人，2014 年 a）。墨西哥有 17 项三氯杀螨醇登记（潜在用途）。授权用途为茄子、辣椒、草莓、青柠、苹果、橙、梨、西瓜、柑橘、葡萄柚、葡萄、柑橘类水果、观赏植物和苗圃等（墨西哥，2015 年）。三氯杀螨醇在巴西被用作棉花、柑橘和苹果等作物的杀螨剂。不过，已于 2015 年禁止将三氯杀螨醇作为农药使用（巴西，2016 年）。

20. Li 等人（2014 年 a）在文献调查、实地调查及个人交流相结合的基础上，估算出从 2000 至 2012 年的 13 年期间，全球三氯杀螨醇使用总量为 28 200 吨，主要是在亚洲（21 719 吨；占全球用量的 77%），其次是北美洲（1 817 吨）、欧洲（1 745 吨）、拉丁美洲（1 538 吨）、非洲（1 434 吨）和大洋洲（13 吨）。在此期间中国是主要的三氯杀螨醇使用国（占全球总量的 69%）。

21. 然而，在 2000 至 2012 年期间，中国的三氯杀螨醇用量估计减少 75%（从 2 013 吨至 530 吨），印度减少 69%（从 145 吨至 43 吨），美国减少 90%（从 323 吨至 33 吨），在那段时间，大部分用量集中在加利福尼亚州、佛罗里达州和佐治亚州。全球用量估计从 2000 年（3 350 吨）至 2012 年（730 吨）减少约 80%。欧洲的三氯杀螨醇用量估计从 2000 年的 317 吨减少至 2009 年的 32 吨（Li 等人，2014 年 a）。根据 van der Gon 等人（2007 年）发布的排放量估算数

[3] http://www.pcpb.or.ke/cropproductsviewform.php。

据，2000 年欧洲的主要消费国为西班牙、意大利、土耳其、罗马尼亚和法国。三氯杀螨醇曾在乌克兰使用，但目前的情况不明（欧洲经委会，2010 年）。

22. 在 2000-2012 年期间观察到的全球三氯杀螨醇使用量下降趋势有望在本研究期内持续；因此，据估计目前全球三氯杀螨醇用量远低于每年 1 000 吨。

1.3 审查委员会对附件 E 资料的结论

23. 在 2014 年 10 月的第十次会议上，委员会得出结论认为，三氯杀螨醇符合附件 D 所规定的筛选标准 (POPRC-10/3)。委员会还决定设立一个特设工作组，以进一步审查该提案，并依据《公约》附件 E 编写一份风险简介草案。

24. 在 2015 年 10 月的第十一次会议上，委员会审议了三氯杀螨醇风险简介草案 (UNEP/POPS/POPRC.11/3)，与风险简介草案相关的评论意见和答复 (UNEP/POPS/POPRC.11/INF/8) 以及关于三氯杀螨醇的补充资料 (UNEP/POPS/POPRC.11/INF/15)，并同意推迟到委员会第十二次会议再对三氯杀螨醇风险简介草案作出决定 (POPRC-11/2 号决定)。

25. 在 2016 年 9 月第十二次会议上，委员会通过了三氯杀螨醇风险简介 (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.1)并决定（POPRC-12/1 号决定）根据《公约》第 8 条第 7(a)款，三氯杀螨醇可能因为远距离环境迁移而对人类健康和环境造成重大不利影响，因而有必要采取全球行动；设立一个闭会期间工作组，以依据《公约》附件 F 编写风险管理评价，包括分析可能的三氯杀螨醇管控措施；并邀请缔约方和观察员在 2016 年 12 月 9 日前向秘书处提交《公约》附件 F 所列资料。

1.4 数据来源

1.4.1 缔约方和观察员提交的数据概述

26. 本风险管理评估主要依据《公约》缔约方和观察员提供的资料。下列国家和观察员提供了关于《斯德哥尔摩公约》附件 F（风险管理）所列资料的答复：

(a) 缔约方：奥地利、加拿大、哥伦比亚、印度、日本、摩纳哥、塞尔维亚；

(b) 观察员：农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络。

1.4.2 其他数据来源

27. 其他参考资料（包括先前在三氯杀螨醇风险简介 (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.1) 及其他文件中引述的参考资料）列于“参考文献”之下。

1.5 该化学品受国际公约管辖的现状

28. 三氯杀螨醇受一系列协定、条例和行动计划的管辖：

(a) 2009年12月，建议将三氯杀螨醇列入《远距离越境空气污染公约》下的《关于持久性有机污染物的奥胡斯议定书》附件一（禁止生产和使用）。持久性有机污染物工作队（除一名专家外）得出结论认为，三氯杀螨醇达到执行机构第1998/2号决定中的参考数值。然而，在《远距离越境空气污染公约》的《持久性有机污染物议定书》之下针对三氯杀螨醇的行动并未最终确定，有待在《斯德哥尔摩公约》之下进一步审议。2013年12月，《远距离越境空气污

染公约》执行机构决定将有关三氯杀螨醇的讨论推迟至2015年斯德哥尔摩公约缔约方大会第七次会议之后[4]（美国，2015年）；

(b) 奥斯陆和巴黎公约（奥斯巴）委员会将三氯杀螨醇列入《优先行动化学品清单》（2004年之前）；

(c) 2012年，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化学品审查委员会审议三氯杀螨醇是否符合《公约》的要求。委员会收到了由欧洲联盟和日本提交的两份关于三氯杀螨醇的通知及辅助文件。委员会决定，由于上述来自事先知情同意区域的最后管制行动通知书中仅有一份满足附件二所列标准，因此目前无法建议将三氯杀螨醇列入《公约》附件三；

(d) 自2009年以来，《斯德哥尔摩公约》附件B所列的对于滴滴涕作为三氯杀螨醇生产工艺中的中间体的特定豁免已届满，不得就上述豁免进行新的登记。但是，经印度请求 (UNEP/POPS/COP.7/INF/3)，生产和使用滴滴涕作为在其他化学品（参照附件D第1款的标准，其并未表现出持久性有机污染物的特征）生产中进行化学转化的封闭系统有限场地中间体的届满日，在通知秘书处之后已从2014年6月延长至2024年5月。2014年3月，印度向秘书处提交了关于生产和使用150吨滴滴涕的通知。迄今为止，这是唯一向秘书处提交的通知。给予巴西的使用滴滴涕作为生产三氯杀螨醇的封闭系统有限场地中间体的豁免于2014年届满，中国于同年撤销对此用途的豁免。[5]

1.6 已采取的国家或区域控制行动

29. 在一些国家或国际组织，三氯杀螨醇商品必须符合以下标准：

(a) p,p′-异构体的最小含量；

(b) 滴滴涕及相关物质（DDTr）的最大含量。

30. 现有的（国际）国家条例如下：

(a) 粮农组织/世卫组织第 123/TC/S/F (1992)号技术规格要求三氯杀螨醇原药中的 DDTr 数量（按重量计）低于 0.1%；

(b) 美国（美国环保局，1998 年）、加拿大、日本、巴西、澳大利亚和阿根廷（Van der Gon，2006 年）现在或过去规定了 0.1%的 DDTr 限量。其他国家的资料不详；

(c) 如前几节所述，许多国家通过了国家立法以禁止或限制生产和（或）使用三氯杀螨醇。例如，在英国，三氯杀螨醇的销售批准于 2000 年 5 月 31 日被撤销，但储存和使用批准的有效期至2002年5月31日（奥斯巴委员会，2002年）。欧洲的大部分登记在1990年代后期被撤销（奥斯巴委员会，2008 年）；

(d) 根据欧盟委员会第 2008/764/EC 号决定，[6]欧盟的用于植物保护产品的三氯杀螨醇允许用途须最晚于 2010 年届满。此外，根据(EC)528/2012 号生物杀灭剂产品法规，[7]所有非农业用途均被禁止；

[4] http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2013/air/eb/ECE_EB.AIR_122_E.pdf。

[5] http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/Closedsystemsitelimited/tabid/453/Default.aspx。

[6] http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008D0764。

[7] http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=OJ:L:2012:167:TOC。

(e) 三氯杀螨醇作为水政策领域的优先危险物质，被纳入欧盟第2013/39/EU号指令[8]。该指令规定了三氯杀螨醇的环境质量标准，包括内陆地表水（1.3×10^{-3} 微克/升)；其他地表水（3.2×10^{-5} 微克/升)；和生物群（33 微克/千克湿重）。此外，由于三氯杀螨醇是优先危险物质，因此根据水务框架指令，各国有义务停止所有超过环境质量标准阈值的向环境排放；

(f) 欧盟(EC) 396/2005号法规（经欧盟委员会(EU)899/2012号法规修订）规定了植物及动物源性食品和饲料中的三氯杀螨醇最大残留量（见表 2.2；第2.2.1 节）。该法规还规定要求成员国进行抽样，以充分监测上述最大残留量的遵守情况（见 2.5.2）。

31. 据知，以前由陶氏益农公司在西班牙生产的 KELTHANE®（一种含有三氯杀螨醇的产品的商品名）是在现场纯化以达到 0.1%的 DDTr 限量（van de Plassche 等人，2003 年）。关于三氯杀螨醇生产者遵守这些严格技术规范情况的可用资料十分有限。其他生产商生产的三氯杀螨醇商品中 DDTr 含量不明。据报道，一家印度公司生产的三氯杀螨醇的 DDTr 含量为 3.5%（van de Plassche 等人，2003 年）。在土耳其发现的含量水平为 0.3%至 14.3%（Turgut 等人，2009 年）。在中国，有报道说滴滴涕杂质含量很高的三氯杀螨醇在 2003 年之后仍见于市场。据 Qiu 等人（2005年）报告，在 23 种可作为商品购买的三氯杀螨醇制剂中测得平均 ΣDDT 含量为 24.4%。

32. 2011 年 12 月，美国环保局应登记人(Makhteshim Agan of North America, Inc) 的请求，发布了撤销三氯杀螨醇的技术登记的命令。撤销生效日为 2011 年 12 月 14 日，现有库存条款允许登记人将其重新配制成最终使用产品并在 2013 年 10 月 31 日之前销售。允许其他公司销售和分销至 2013 年 12 月 31 日，在 2016 年 10 月 31 日之后禁止使用（美国，2016 年）。

33. 在加拿大，根据《虫害防治产品法》，三氯杀螨醇作为农药使用的登记于 2011 年 12 月撤销。加拿大于 2008 年 12 月自愿停止销售三氯杀螨醇，并且根据虫害治理管制局的强制程序，剩余库存使用到 2011 年 12 月 31 日为止。自该截止日期起，三氯杀螨醇产品不能再在加拿大销售或使用（加拿大，2016 年）。

34. 在哥伦比亚，三氯杀螨醇的进口、生产、商业化和使用受到禁止。

35. 贝宁、巴西、哥伦比亚、欧盟 28 个成员国、几内亚、日本、毛里塔尼亚、阿曼、沙特阿拉伯、瑞士已禁止使用三氯杀螨醇（农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络，2016 年）。印度尼西亚和斯里兰卡也禁止使用三氯杀螨醇。此外，加拿大和美国自愿取消三氯杀螨醇。

36. 印度（2016 年）表示，对于 HIL 在封闭系统中按受控批量生产三氯杀螨醇，“在生产过程中遵守所有控制参数，如控制排出或排放，以及禁止废物再利用和回收。HIL 采用的系统没有发生无组织排放。已制定监测措施以评估可能的释放”。但并未提供监测结果。

[8] http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:226:0001:0017:EN:PDF。

2 与风险管理评价相关的摘要资料

2.1 确定可能的管控措施

37. 确定潜在的管控措施应针对人类对三氯杀螨醇的直接接触（在制造、使用、收割作物以及洗涤工作服等职业场合），还针对食品中的残留量造成的间接接触，以及环境导致的接触（三氯杀螨醇在环境中具有远距离迁移、持久性和生物蓄积潜能）。还应考虑到对环境造成负面影响的可能性。《公约》附件 F 还指出，在确定适当的管控措施时，应考虑到已确定的管控措施涉及的社会经济方面的相关信息，以便缔约方大会采取最适当的行动方针。

38. 根据三氯杀螨醇的生产和使用性质，可以采取以下管制措施：(1) 禁止生产、使用和进出口；(2) 限制使用，包括停止可能导致化学品无意释放的工艺（如规定具体使用条件和限制，通过培训和改进标签制度来实施）；(3) 清理受污染场地；(4) 对过时库存实行无害环境管理；(5) 制定工作场所接触限值；(6) 制定水、土壤、沉积物和（或）食品中的最大残留量。

2.2 可能的管控措施在实现减少风险目标方面的成效和效率

2.2.1 技术可行性

禁止生产、使用和进出口

39. 许多国家已成功实施对三氯杀螨醇生产、使用和进出口的禁止，本档案材料的第一节提供了详细说明。通过附件 F 调查提供的资料着重说明了多种已经被积极使用的化学替代品，包括加拿大提供的十种替代品（加拿大，2016 年）和印度提供的三种替代品（印度，2016 年）。农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络也确定了一系列非化学替代品（2016 年）。

40. 迄今为止，三个缔约方向秘书处通报了豁免使用滴滴涕制造三氯杀螨醇的情况。2014 年 6 月 1 日和 9 月 13 日，中国和巴西分别撤回了使用上述豁免的请求，标志着三氯杀螨醇停止生产。在此之前，中国于 1997 年发布对茶树使用三氯杀螨醇的禁令 (UNEP/POPs/ POPRC.12/11/Add.1)。根据《斯德哥尔摩公约》滴滴涕使用豁免数量、Van der Plassche 等人提供的数据（2003 年），以及安道麦公司（前身是 Makhteshim Agan）网站(http://www.adama.com/mexico/es/)上的数据，据信三氯杀螨醇的生产（印度和以色列）、销售和使用现在仅在全球少数几个国家发生（主要是印度、以色列和墨西哥）。

41. 在地域、气候条件各不相同且种植作物种类各异的区域，许多国家成功地禁止生产、销售和使用三氯杀螨醇，表明的确存在并正在使用有效的化学和非化学替代品。第 2.3 节将进一步讨论可供使用的三氯杀螨醇的具体替代品。而本节将介绍逐步淘汰进程和潜在技术障碍等有用的背景信息。

42. Chen 和 Kwan（2013 年）报告了中国的一个六年期项目，目的是开发三氯杀螨醇的替代品，并通过关闭两家利用开放系统工艺生产三氯杀螨醇的设施，推动逐步淘汰三氯杀螨醇的生产和使用。上述场地的关闭使每年减少产生 1 350 吨含滴滴涕的废物，并在生产过程中保护工人免于接触三氯杀螨醇和滴滴涕。在该进程的早期阶段征求了受影响的工人的意见，为其提供安置计划和再培训，以避免经济影响。该项目还旨在培训和教育农民，开发以虫害综合防治为重要基础的替代规范，综合利用非化学方法和三氯杀螨醇的化学替代品。Chen 和 Kwan（2013 年）提交的最终研究报告指出，上述技术的采用已在很大程度上

取得成功，中国农业部门不再需要将三氯杀螨醇作为化学农药使用。

43. Eyhorn（2007 年）报告了一项对印度有机棉花的研究（Maikaal bioRe 可持续发展研究）。Eyhorn（2007 年）在此研究中指出，农民的经济边际微薄，这意味着许多农民依赖特定的农药，因为担心歉收和歉收导致的经济影响而不愿改变农业规范。而对于其他一些人而言，困难的经济条件反而意味着他们更愿意尝试新方法，因为使用三氯杀螨醇的旧方法同样难以为继。Eyhorn（2007 年）与 60 户采用传统化学方法和 60 户采用有机农业生态学方法（基于非化学技术和增加粪肥撒播）的农民合作。两年后，对研究结果的审查表明，两组农民的作物产量和产出大致相同；劳动力要求也大致相同，有机组农民因为不使用化学替代品而增加了经济节余。Eyhorn 指出，由于有机产品的生产成本降低 10-20%而价格高 20%，因此有机棉田平均毛利率（视年份而定）比传统生产体系高 30-40%。有机农场的收入比常规农场高 10-20%。不过，Eyhorn（2007 年）也注意到，在采用新规范后，研究的第一年作物产量下降了 10-50%。在此基础上得出的研究结果是，长远经济效益良好，成本不变或有所节约，在有机产品市场售价较高的地方毛利率比传统生产体系高 30-40%，但“在初期主要是较富裕的农民和身为社区领导者的农民采用有机耕作，而边缘农民不愿意冒转换风险”，因为在过渡年份需要付出成本。研究指出，转换期的经济制约因素管理问题已成为有机农业的重要进入壁垒，对于小农户和资源匮乏的农民而言尤其如此，但长远而言，由于生产成本下降和收入稳定，小农户可能更好地得益于有机农业体系，这有助于降低干旱和市场价格波动对其造成的影响（Eyhorn，2007 年）。

44. Wang 等人（2015 年）提供了关于禁止使用和改用替代品在技术上的可行性的观点。Wang 等人指出，即使实施了限制措施，也有更安全的替代品可用，但中国的许多农民继续使用特定农药（包括三氯杀螨醇）。根据一项对 472 名中国农民的农业生产实践的及其对化学品使用的看法的调查，Wang 等人（2015 年）强调指出，许多农民不愿意放弃其首选农药而改用未经检验的替代品，原因依然是经济制约和担心歉收。农民还严重依赖农药零售商就最佳替代品提供指导和建议。Chen 和 Kwan（2013 年）的研究报告强调需要与农民合作，而培训和教育对于改变农业实践的技术上的可行性尤为重要。Wang 等人（2015 年）还强调需要与农药零售商合作，以确保严格实施农药限制措施，并提供有关农药选择的最佳指导。

45. 禁止将是保护人类健康和环境免受三氯杀螨醇相关风险的最有效手段。本档案材料中审查和介绍的数据表明，许多种植不同作物且位于不同地理区域和气候区的国家已成功地过渡到可用的替代化学品或非化学替代方案。通过附件 F 调查提供的数据表明，许多化学替代品已经广泛应用，尽管尚无足够的价格和成效方面数据可供开展关键性审查。对于向非化学替代品过渡情况的审查表明，如果要实施禁止，这可能是极为成功的选择。然而，所审查的各项研究也强调指出发生短期社会经济影响的可能性，以及需要一个过渡期来尽量降低此类影响。

限制生产、使用和进出口；停用可能导致化学品无意释放的工艺；制定工作场所接触限值

46. 关于限制使用三氯杀螨醇以保护人类健康和环境的资料非常有限。中国提供的数据表明，该国于 1997年禁止对茶树使用三氯杀螨醇，但允许继续对其

他农作物使用，直至 2014 年在中国停止生产 (UNEP/POPs/POPRC.12/11/Add.1)。2006 年美国三氯杀螨醇登记资格决定增编进一步详细说明了美国农业社区保护工人安全的措施。在农药资格的登记资格决定档案材料编写过程中，制定了“限制进入间隔期”。限制进入间隔期是指处理之后的一段安全期，工人在此期间不应返回被处理的区域。默认情况下，限制进入间隔期设定为 12 小时，但在审查其他毒理学信息后，有必要审查毒理学终点并修改某些商品的限制进入间隔期。对于机械收获的棉花和苜蓿，允许沿用 12 小时的限制进入间隔期。然而，对于柑橘、葡萄、草莓和西红柿等水果作物，以及手工收获的山核桃、薄荷和黄瓜，出于对工人接触的担忧，将限制进入间隔期延长至 20 天（百慕大草）和 87 天（柑橘类水果）。限制进入间隔期还涉及标记产品并设置吸入接触限值。如果没有超过限值，工人没有接触或不小心碰到残留农药，这能够使农民尽早进入被处理的区域（美国环保局，2006 年）。

47. 使用三氯杀螨醇的标准职业接触限值尚未确定。不过，Cropcare（2001 年）和 Rohm 与 Haas（报告于康奈尔大学，1993 年）报告了业内制定的职业接触限值，即 8 小时时间加权平均值为 0.1 毫克/立方米，短期接触限值为 0.3 毫克/立方米。报告的职业接触限值基于大气浓度，而两份参考文献都强调，通过与大气浓度的皮肤接触所造成的吸收是关键接触机制。Nigg 等人（1991 年）提供了一些关于职业接触的进一步数据，其基于对混合和喷洒三氯杀螨醇以处理柑橘作物的工人的尿液分析。此项为期十天的研究分析了三氯杀螨醇代谢物二氯二苯甲酸的样品，作为评估三氯杀螨醇接触的手段。在测试期间，二氯二苯甲酸的排泄率区间为 19-42 微克/天。利用该数据估计的三氯杀螨醇的皮肤接触量介于 2.7 至 13 毫克/天。

48. 美国环保局（2006 年）登记资格决定文件强调了在使用含有三氯杀螨醇的产品时应使用哪些个人防护装备。对于基于液体乳液的产品和可湿性粉剂，在未采取工程控制的地方，工人应穿长袖衬衣和长裤、耐化学腐蚀的鞋袜，并佩戴呼吸器。在某些活动中，需要耐化学腐蚀的围裙。此外，如需暴露头部，则需要戴耐化学腐蚀的头盔。但是，据认为（在发展中国家）高危农药对人类健康或环境构成重大风险，因为使用个人防护装备或维护和校准农药施用设备等降低风险的措施不易实施或不起作用（粮农组织）。一些研究表明，某些发展中国家的个人防护装备的使用和认识水平不足以确保使用危险农药的农业工人的安全（Banerjee 等人，2014 年；Gesesew 等人，2016 年；Neupane 等人，2014 年）。

49. 制造三氯杀螨醇时的潜在接触和对人类健康的影响取决于制造工艺。Chen 和 Kwan（2013 年）强调指出使用开放系统的生产工艺对工人的风险较高，需要改用封闭系统生产工艺。Rohm 与 Haas（报告于康奈尔大学，1993 年）和 Cropcare（2001 年）介绍的职业接触限值强调了潜在大气浓度上升和接触的危险，特别是通过皮肤与大气水蒸气接触。Chen 和 Kwan（2013 年）的研究指出，中国于 2009 年关闭了剩余的两家开放系统生产厂。印度请求继续豁免使用滴滴涕作为制造三氯杀螨醇的中间体，表示豁免 HIL 使用的封闭系统工艺 (UNEP/POPS/COP.7/INF/3)，并指出：

“三氯杀螨醇在封闭系统中分批生产。通过氯醛与一氯苯的缩合来生产滴滴涕，进一步脱氯化成滴滴伊，然后通过氯化生成四氯。四氯通过酸性介质进一步水解以生产三氯杀螨醇。从最后产品中回收未转化的制造废物二氯乙烷，通过蒸

馏再次使用。整个制造过程在封闭系统中完成，在每个步骤之后通过闭合管路搬运转化后的材料，反应过程在密闭容器中发生”。

50. 然而，Li等人（2014年b）报告了一项研究，内容关于在封闭系统中制造三氯杀螨醇会释放多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃。这项研究发现，在制造三氯杀螨醇的封闭系统中，产生了高浓度的多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃。不仅在废水和废酸中发现了二恶英和呋喃，三氯杀螨醇产品中也有二恶英和呋喃。

51. 从现有公开文献无法确定以色列的安道麦农药有限公司（前身是Makhteshim Agan）是否仍在积极制造三氯杀螨醇，以及采用开放或封闭工艺。

52. 根据所审查的资料，对三氯杀螨醇生产和使用的限制可以采用两种形式。首先，为了保护制造业工人，可以通过逐步淘汰所有剩余的开放式生产设施而仅使用封闭系统，来减少职业接触。这可以限制生产过程中的接触风险。其次，在农业上使用三氯杀螨醇时，使用正确的个人防护装备和合适的限制进入间隔期可以有助于更好地保护农场工人，尤其是在应用于某些作物和手工收获时。食品接触或通过环境接触的问题更加复杂，可能的限制措施是限制将三氯杀螨醇用于特定的作物与虫害组合，然而，没有足够证据可以得出这种做法有效的结论。限制生产和使用的效果不如禁止，但在某些情况下可以减少三氯杀螨醇的使用总量和潜在接触。

对过时库存实行无害环境管理；清理受污染场地

53. 尽管全球三氯杀螨醇的生产和使用已经大幅度减少，但全球许多地方仍有可能有三氯杀螨醇库存。此外，少数国家仍在继续制造和销售三氯杀螨醇。

54. 由于供应链和最终用户的复杂性，三氯杀螨醇过时库存的管理是颇具挑战性的问题。三氯杀螨醇产品既在大规模作业中用于作物，也用于兰花和玫瑰花等观赏植物。产品尺寸也差别很大，从最小的1升容器（AK-20 HC Free，由安道麦公司生产）[9]到200千克容器（Hindustan Insecticide limited公司网站）。[10]这使得三氯杀螨库存的查明、收集和安全销毁工作极具挑战性，原因是剩余库存具有分散性且分布于众多地点。国际持久性有机污染物消除项目（Saoke，2005年）概述了在非洲进行以安全的方式查找和管理过时农药库存的工作。研究报告揭示在内罗毕的两个地点存在基于三氯杀螨醇的产品，总量为255升三氯杀螨醇（作为活性成分）。还在裂谷省纳库鲁的一个地点发现了另外0.4千克三氯杀螨醇（活性成分总量）。这突出表明需要开展教育活动，并共同努力，帮助农民和其他消费者回收过时产品以便进行安全管理。这还突出表明过时库存管理不当的潜在风险，以及在存放或搬运过程中的失控而可能导致有意或无意地向环境释放。

55. 与多种其他持久性有机污染化合物一样，三氯杀螨醇产品的安全处置方案之一是通过热破坏。三氯杀螨醇的热破坏并不构成技术问题，但某些国家获得适当销毁设施的能力有限。Torres （2008年）还详细介绍了一种替代销毁办法。其涉及使用超临界水氧化和亚临界水氧化。在最大有机含量不超过20%时，使用超临界水氧化和亚临界水氧化是有用的。该过程通过在高于水临界点

[9] http://www.adama.com/mexico/es/portafolio-de-soluciones/manejo-de-plagas/ak-20.html。

[10] http://hil.prosix.in/dicofol.php。

（374 摄氏度和 218 个大气压）的温度和压力下以及在亚临界条件（370 摄氏度和 262 个大气压）下使用氧化剂产物（如过氧化氢、氧气、亚硝酸盐、硝酸盐和水）来处理废物。在上述条件下，有机材料变得非常易溶于水，然后被氧化以产生二氧化碳、水以及盐或无机酸。

56. 受污染的场地，特别是原制造场地，仍需要关注。Chen 和 Kwan（2013 年）讨论了对两处受污染场地的调查，这里原来是使用开放系统生产三氯杀螨醇的工厂。中国河北省张家口长城农化集团的场地于 2012 年由威立雅进行修复，而大成公司拥有的位于山东的第二个场地仍有待修复。Liu 等人（2015 年）详细说明了对山东的一处前三氯杀螨醇生产场地进行的土壤抽样研究。在土壤核心中检测到三氯杀螨醇，浓度区间为 0.5 至 1440 毫克/千克，生产设施区域中部测出的浓度最高。即便原来的地面已经是约 0.5 米厚的混凝土仍未能改变这一事实。土壤核心采自从地表至 5 米深度，三氯杀螨醇最大浓度出现在 2.5-3 米区间。虽然研究报告没有提供修复费用的详细资料，但可以与五氯苯酚风险管理评价 (UNEP/POPS/POPRC.10/2) 中引用的类似的受污染土壤修复（涉及开挖和热处理）进行比较，位于美国哈佛顿的一处原来受污染的五氯苯酚生产场地的费用估计为 320 万美元，而新西兰一处类似的原生产场地为 370 万美元（从新西兰元换算得出）。

57. 多家经营者在遍布各大洲的广泛地区生产和配制三氯杀螨醇。Chen 和 Kwan（2013 年）强调了三氯杀螨醇制造对于三氯杀螨醇向环境排放，以及对土壤、沉积物和生物群造成污染的重要性。此外，Qiu 等人（2005 年）评估了上海附近太湖上的滴滴涕大气浓度，并查明这与湖泊北侧一家三氯杀螨醇制造厂有关。受污染场地的监测和修复是一项重大任务，反过来又可能产生高额的相关费用。

58. 总之，虽然三氯杀螨醇的生产和使用有所减少，但已经大量生产，具有多种潜在应用、最终用户和标签。这对查明、收集和安全销毁三氯杀螨醇过时库存的工作构成挑战。可能需要开展提高认识活动，并与农业界和其他最终用户协同努力来帮助有效地管理过时库存的收集和安全销毁工作，以防止因管理不善造成散失到环境。

制定水、土壤、沉积物和（或）食品中的最大残留量

59. 有关三氯杀螨醇的最大环境浓度水平设定的数据有限。欧盟环境质量标准指令(2013/39/EU) 设定了地表水最大年平均浓度和水生生物群中的最大浓度。对于地表水，内陆水域的数值为 1.3 纳克/升（环境质量标准指令中报告为 1.3 x 10^{-3} 微克/升），所有其他地表水为 0.032 纳克/升（报告为 3.2 x 10^{-5} 微克/升）。水体内生物群的最大浓度为 0.033 毫克/千克（环境质量标准指令中报告为 33 微克/千克）湿重。相比之下，Loos（2012 年）的研究提供了最低 0.005 微克/升的地表水的定量限值。该档案材料是作为在环境质量标准指令下制定关键阈值的证据基础而编制的，其中还提供了欧洲的多种环境浓度预测数据。档案材料中引用的环境浓度预测值（欧盟委员会三氯杀螨醇环境质量标准档案材料，2011 年）区间为 0.097 微克/升（James 等人测得的浓度，2009 年）至 115 微克/升（Daginnus 等人模拟的浓度，2009 年）。

60. 虽然环境质量标准设定了保护环境的环境标准，但也可（基于良好农业做法）设定食品中的最大残留限量，应将其设定在保护人类膳食摄入健康的水平。最大残留限量是根据国家和作物具体情况设定的，因此在全球范围内会因

若干原因而有所不同。为帮助提供使用最大残留限量的统一方法，食品法典委员会在世卫组织、粮农组织和各国政府的支持下，已在全球范围内完成根据食品法典委员会国际食品标准来设定国际最大残留限量值的工作。表 2.1 提供了食品法典委员会商定的三氯杀螨醇最大残留限量（食品法典委员会称之为法典限量）值。在最大残留限量的设定有所不同，或在某些尚未设定的情况下，食品法典委员提供了一个宝贵工具，以保护人类健康。这对于可能尚未设定国家最大残留限量的发展中国家而言尤为重要。更多已设定最大残留限量的实例包括，欧盟关于食品和饲料中农药残留的法规 (EU 899/2012)（奥地利，2016 年），设定了各种食品和饲料商品中三氯杀螨醇的最大容许浓度。在澳大利亚，根据 2012 年制定的《农业和兽医化学品法典 4 号文书》（最大残留限量标准），设定了所有登记使用的农药在所有国内生产产品中的最大残留限量。表 2.2 提供了根据欧盟和澳大利亚的法规设定的最大残留限量的详细资料，用于对一些已设定的工作限值进行比较。此外，美国食品药品管理局根据符合性政策指南 (CPG Sec.575.100) 规定了各种不同农药在食品和饲料商品中不可避免的农药残留的行动阈值。根据美国食品药品管理局的规定，动物饲料中三氯杀螨醇的行动阈值为 0.5 毫克/千克（报告为百万分之 0.5）（美国食品药品管理局，2016 年）。

61. 可用于帮助制定水、土壤、沉积物或食品中三氯杀螨醇最大残留量的数据有限。需要关于制定自然环境限值的进一步数据，才能得出更完整的结论。

表 2.1

《食品法典》三氯杀螨醇最大残留限量[11]（法典限量）

	最大残留限量（毫克/千克）
香料、水果和浆果	0.1
香料、根和根茎	0.1
香料和种子	0.05
茶、绿茶、红茶（发酵和干燥红茶）	40

表 2.2

食品中三氯杀螨醇最大残留浓度（所有数值单位均为毫克/千克）

	欧洲联盟（(EU)899/2012 号法规）* 基于三氯杀螨醇限量的阈值	2012 年澳大利亚农业和兽医化学品法典 4 号文书（最大残留限量标准）** 所有国内用途的三氯杀螨醇限量
谷物	0.01	
柑橘	0.02	0.5
水果	-	5（不含草莓）
梨果	0.02	0.2
核果	0.02	1
浆果	0.02	1（草莓）

[11] http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/pestres/pesticide-detail/en/?p_id=26。

	欧洲联盟（(EU)899/2012 号法规）* 基于三氯杀螨醇限量的阈值	2012 年澳大利亚农业和兽医化学品法典 4 号文书（最大残留限量标准）** 所有国内用途的三氯杀螨醇限量
西红柿	0.02	1
豆类	0.02	0.5
菌类	0.02	-
黄瓜	-	2
芥菜类蔬菜	0.02	5
叶类蔬菜	0.02	5
肉类产品	0.02	-
坚果	0.05	5（杏仁）
种子/油籽	0.05	0.1（棉籽）
茶	0.05	5
酒花	-	5

* http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:226:0001:0017:EN:PDF

** https://www.legislation.gov.au/Details/F2014C00970

62. 此外，欧盟、美国和澳大利亚的数据还提供了关于设定食品和饲料中残留浓度限值的准则。此类限值就一些国家为确定和设定安全限值而完成的工作提供一些指导。三氯杀螨醇风险简介提供关于澳大利亚（澳大利亚政府，2016 年）、欧盟（农药残留会议，2011 年）和美国（美国环保局，1998 年）制定的容许日摄入量的其他数据，其分别为 0.001 毫克/千克体重、0.002 毫克/千克体重和 0.0004 毫克/千克体重。此外，澳大利亚制定的三氯杀螨醇的容许日摄入量为 0.001 毫克/千克体重（澳大利亚政府，2016 年）。

2.2.2 确定关键用途

63. 三氯杀螨醇被作为农药用于处理各种作物以及兰花和玫瑰丛等观赏植物上的螨虫。然而，位于全球不同地区且气候条件和种植作物种类不尽相同许多国家均已制定多项禁止规定，许多国家向替代方案（化学和非化学品）过渡。通过附件 F 调查和范围更广的支持性文献检索，并未获得关于是否存在符合关键性定义的用途的足够数据。缔约方或观察员，或者通过文献审查均并未确定关键用途。

64. 如果存在化学和（或）非化学替代品尚不可用的特定作物与虫害组合，则在无替代品可用的国家可能会出现关键用途。也有可能存在技术障碍，导致向替代方案过渡的难度较大。例如，据 Eyhorn 等人（2007 年）报告， 印度在向棉田虫害防治的替代方法过渡期间，作物产量一度减少。然而，Eyhorn（2007年）和 Chen 与 Kwan（2006年）等研究表明，如果制定过渡进程以克服若干技术和实践障碍，将三氯杀螨醇从这些应用中剔除是可能的。

65. 经审查的证据表明，三氯杀螨醇的化学和（或）非化学替代品在技术上是可行的。因此，基于作物与虫害组合来确定三氯杀螨的关键用途可，可能涉及改用替代办法的过渡问题，如技术转让和财务管理。在《公约》的主持下，可以通过技术和财政援助来管理这些问题，并提供有时间限制的豁免以便过渡。

2.2.3 实施管控措施的成本和效益

禁止使用

66. 禁止三氯杀螨醇生产、使用和进出口是在《斯德哥尔摩公约》之下保护环境和人类健康的最有效的措施。这可以停止所有目前及未来潜在的三氯杀螨醇释放，而现存的环境浓度会随着时间的推移逐步下降。三氯杀螨醇风险简介 (UNEP/POPS/POPRC.12/11/add.1) 提供了有关毒性和环境影响的详细资料，这些影响可归因于剂量达到可引起影响的三氯杀螨醇接触。禁用三氯杀螨醇将消除上述风险，以及消除为应对与释放和接触有关的健康和环境影响而须付出的相关经济成本。

67. 与禁止三氯杀螨醇以及使用相关的化学和非化学替代品有关的成本可能包括：(1) 政府和主管部门的执行成本；(2) 对仍在生产三氯杀螨醇的两家公司的成本影响；(3) 对使用三氯杀螨醇的农民可能造成的成本影响（使用替代品以及初期可能出现的在数量或质量方面的生产力变化）；(4) 对使用三氯杀螨醇从事农产品生产的社会造成的成本影响、管理过时农药和修复受污染场地的成本，以及废物处理成本；(5) 使用三氯杀螨醇对环境和健康造成的成本影响。用于计算上述潜在成本规模的数据尚待确定/提供。

68. 目前提供成本影响评估，以比较农药价格及评估从三氯杀螨醇向其他化学品替代品过渡的资料十分有限。荷兰应用科学研究组织 (TNO) 的 Van der Gon（2006 年）基于 2002 年以来的数据为欧洲地区开展了一项此类研究。这项研究也被纳入欧洲经委会（2010 年）的管理方案探讨文件。欧洲经委会的档案材料指出：

“荷兰应用科学研究组织已确定替代物质的价格是三氯杀螨醇价格的一至五倍。据荷兰应用科学研究组织估算，替代三氯杀螨醇的费用为替代每千克三氯杀螨醇90欧元至665欧元，具体取决于用作替代品的化合物的价格。在实践中，在大多数情况下将选择最经济的方案。只有在非常典型的情况下才必须使用更昂贵的替代品。这意味着总体替代成本接近最低估计数。按此预测的成本估计为每吨100欧元”。

需要注意的是，三氯杀螨醇已不在欧洲联盟范围内使用。

69. Chen 与 Kwan（2013 年）和 Eyhorn（2007 年）提供的其他案例研究为亚洲提供了关于禁用的潜在经济成本和效益的进一步参考。Chen 与 Kwan（2013 年）明确指出，制造三氯杀螨醇的生产设施雇用大量工人。该研究项目中的过渡安排涉及需要为工人提供安置方案和再培训，以尽量减少对这一目标群体的经济影响。此外，付出了巨大努力与农民合作，开展培训计划及向与虫害综合治理相关的替代实践过渡。这个由全环基金联合供资的项目在六年期间耗资 1 760 万美元。但应该认识到，中国是全球主要的滴滴涕原药和三氯杀螨醇生产国，可以预期全环基金项目的相关成本将反映行业规模。按来自印度生产设施的最新数据估算，2015-2016 年的年产量仅为 93 吨（印度，2016 年）。Eyhorn（2007 年）强调了印度农业社区面临的经济制约因素，以及对于改用不熟悉的替代品的犹豫态度。

70. 全球许多作物种类、地理和气候条件各不相同的国家已经完成对三氯杀

螨醇生产、使用和进出口的禁止，表明在技术上是可行的。长远来看没有发现显著的经济影响（至少对于实施禁止措施的国家而言）。然而，过渡成本及影响意味着有可能出现短期效应（如农作物产量下降、农民采取新方法的培训费用以及对农药制造业工人的经济影响），这应当在持久性有机污染物审查委员会的评估工作以及《公约》的技术援助方案中得到考虑。

限制使用

71. 限制三氯杀螨醇的生产、使用和进出口的效果不如完全禁止，但在某些情况下可以限制三氯杀螨醇的潜在释放和接触。在制定所需限制类型时，有必要确定三氯杀螨醇制造和使用的关键标准，并确定限制范围内的关键用途。本档案材料中审查和提出的证据表明，用开放系统生产三氯杀螨醇的风险格外高，既导致工人直接接触，也产生被三氯杀螨醇和滴滴涕污染的废物。印度（印度，2016 年）提供的资料指出，Hindustan Insecticides Limited 经营的设施仅限于封闭系统。目前还不清楚安道麦公司（前身是 Makhteshim Agan）在以色列经营的生产设施是封闭还是开放系统。

72. 美国环保局（2006 年）制定的准则强调，在制造或使用中处理三氯杀螨醇时需要特定的个人防护装备，准则内容还包括更长的再次进入间隔期，以保护进入某些商品处理区域的农场工人。上述再次进入间隔期区间为 20 至 87 天，视作物和农业活动种类而定，再次进入间隔期旨在保护农场工人，尤其是完全手工收割作物的农场工人。没有证据表明全球所有农业社区和城市用户都在使用已确定的个人防护装备和再次进入间隔期。可利用限制措施来保护工人，将三氯杀螨醇仅限用于棉花和苜蓿等机械收获的作物。值得注意的是，虽然再次进入间隔期可限制工人直接接触的风险，但是对使用和制造场所环境接触的限制效果甚微，而且可能无法限制三氯杀螨醇的远距离迁移。

73. 最后，在限定时间内将三氯杀螨醇的用途仅限于被确定为关键用途的作物与虫害组合，有可能限制三氯杀螨醇的使用。然而，确定关键用途所需的资料不足，缔约方或观察员在答复附件 F 调查时没有提供关键用途的具体实例。

74. 限制特定作物使用三氯杀螨醇可能会导致与禁止相似的活动和成本影响，详细说明请参阅上一节。

75. 总之，限制三氯杀螨醇的生产、使用和进出口对于保护环境和人类健康的效果不如完全禁止。有可能将三氯杀螨醇的使用仅限于关键用途，这可以限制潜在的接触风险，同时也限制特定作物与病虫害组合无技术可行方案可用情况下的经济影响。不过，关键用途尚未确定。此外，在技术上可以通过对制造性质（例如规定仅限封闭系统）和工人活动（例如建议在所有全球地区使用正确的个人防护装备）采取限制措施来限制职业接触。一些研究表明，个人防护装备在发展中国家不易实施且可能无效，气候炎热地区的小型农药用户目前大多并未穿戴，许多国家政府也无力强制执行其使用（国家保护区系统计划(NPASP)，2012 年；Banerjee 等人，2014 年；Neupane 等人，2014 年）。然而，必须强调指出，关于限制三氯杀螨醇所产生的经济成本规模的资料尚待查明。

2.3 关于替代品（产品和工艺）的资料

2.3.1 替代品概述

76. 根据给予附件 F 资料要求的答复、来自加拿大、农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络的辅助资料以及其他参考文献，已经确定了一系列三氯杀

螨醇的替代品。三氯杀螨醇用于广泛的作物类型以及观赏植物，分布的地理区域也同样广泛（见第 1 节），现已有不同类型的替代品可用，包括化学替代品、生物防治、植物制剂、农业生态学实践，例如生态农业、有机农业和虫害综合防治等领域的实践。

77. 在答复附件F资料请求时，加拿大和印度报告了三氯杀螨醇的潜在替代化学农药。有十种农药在加拿大登记用于控制螨虫，并规定了批准用途。印度报告了四种替代化学农药。

78. 农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络提供了关于三氯杀螨醇的非化学替代品的资料，即生物防治体系、植物制剂和农业实践等。针对以下作物提供了关于将农业生态学实践和虫害综合防治作为三氯杀螨醇的替代工艺的具体资料：棉花、茶树、柑橘和观赏作物。

79. 可从文献中查到关于上述所有三氯杀螨醇的潜在化学和非化学替代品的其他资料，涵盖多种作物和多个地理区域，表明替代品确实存在并已在积极使用。本节风险管理评价提供关于主要化学和非化学替代品的概述，包括其属性、技术应用以及作为三氯杀螨醇替代品使用的潜力。

2.3.2 化学替代品

80. 有 25 种以上三氯杀螨醇的化学替代品可用于特定的作物与虫害组合。有些化学替代品已在硫丹替代品评估工作中得到评估(UNEP/POPS/POPRC.8/INF/13)。基于缔约方和观察员在答复附件 F 调查时所提供的资料以及替代品在文献中的出现频率，本节提供已确定的主要替代品的细目。这些章节包括分析其技术可行性（强调说明潜在优势和弱点）、成本、效能、风险、可用性和可得性。

81. 向替代物质过渡必须留意所考虑的替代品的健康和环境危害状况。因此，应避免简单地用其他危险化学品来替代持久性有机污染物，应设法找到更安全的替代品。为确保潜在替代品能够保护人类健康和环境，应对所考虑的化学品进行评估，以确定其是否比持久性有机污染物更安全，是否具有持久性有机污染物的特征，或是否有其他不良危险特性。

阿维菌素

82. 阿维菌素（化学文摘社编号 71751-41-2）是除虫菌素 B1a（最少 80%）和除虫菌素 B1b（最多 20%）的混合物。阿维菌素是衍生自土壤细菌阿维链霉菌 (Streptomyces avermitilis) 的化合物。阿维菌素是这种细菌的天然发酵产物，作为多种作物的杀螨剂、杀线虫剂和杀虫剂使用。阿维菌素用于控制一系列农艺、水果、蔬菜和观赏作物的昆虫和螨虫。阿维菌素还用于控制一系列水果、蔬菜和观赏作物的昆虫、蜱虫和螨类害虫。

83. 印度（2016 年）报告说，阿维菌素（阿维菌素原药）在其国内是三氯杀螨醇的潜在替代品。

84. 据 Manners（2013年）提供的资料，阿维菌素在澳大利亚登记（或获得少量使用许可）用于观赏植物的二斑叶螨 (Tetranychus urticae) 防治。在澳大利亚园艺中偶有检出对阿维菌素的高度耐抗性。

85. Rodrigues 和 Pena（2012 年）在佛罗里达州用阿维菌素控制椰子上的印度雷须螨(Raoiella indica Hirst) 并评估效果。在田间试验中使用喷洒处理，与未处

理的防治措施相比，阿维菌素在减少螨虫数量方面是有效的，特别是在处理后第 8 到第 14 天。在处理后第 42 至第 55 天，在所用的所有处理方法（即毒素、阿维菌素和硫）之间没有观测到统计学差异（包括阿维菌素在内），意味着在处理后第 42 天或之后，化学物质不再对螨虫产生作用。

86. Lasota 和 Dybas（1990 年）指出，阿维菌素在光照下极不稳定，并且在农业应用后表现出在植物和土壤表面以及水中迅速光降解。还发现阿维菌素容易被土壤微生物降解。农作物中或作物上的阿维菌素残留物非常低，通常小于百万分之 0.025，因而收获或消费用其处理过的作物导致的人类接触量很少。此外，阿维菌素不在环境中持久存在或蓄积。其不稳定性以及其低水溶性以及与土壤紧密结合的特性，限制了阿维菌素在非目标生物体中的生物利用率，此外，还阻止其渗入地下水或进入水生环境。阿维菌素可能对授粉者和生物防治生物有不利影响（Khan 等人，2015 年；Broughton 等人，2013 年；Jin 等人，2014）年）。据发现阿维菌素可以缩短采蜜工蜂的寿命（Aljedani 和 Almehmadi，2016 年）。关于阿维菌素危险性的全球化学品统一分类和标签制度（全球统一制度）分类概要载于表 2.3。

克螨特

87. 印度（2016 年）报告说，克螨特（化学文摘社编号 2312-35-8）在其国内是三氯杀螨醇的潜在替代品，并以“Propargite 57% EC”的商品名销售。克螨特在澳大利亚登记（或获得少量使用许可）用于观赏植物的二斑叶螨 (Tetranychus urticae) 防治。在澳大利亚棉花和玫瑰花中偶有检出对克螨特的低度耐抗性（Manners，2013 年）。

88. 克螨特可用于防治各种作物上的植食性螨类，包括葡萄藤、果树、西红柿、蔬菜、观赏植物、棉花和玉米。

89. 克螨特通常对口服和皮肤接触表现出低急性毒性。然而，其被认为对皮肤和眼睛有严重刺激，并观察到引起皮肤过敏的效果。克螨特构成对鸟类和哺乳动物繁殖的潜在不利影响。对于水生生物和植物的风险一般低于对于鸟类和哺乳动物的风险（美国环保局，2001 年）。在实验室研究中，Rhodes 等人（2013 年）发现克螨特接触与帕金森氏病风险上升之间的联系。美国环保局（2001 年）根据在试验动物中出现肠道肿瘤的情况，将克螨特分类为可能的人类致癌物质。1999 年，美国环保局撤销了对杏、苹果、桃、梨、李子、无花果、蔓越莓、草莓、青豆和利马豆使用克螨特的许可，因为此类用途被认为具有不可接受的饮食致癌风险。关于克螨特危险性的“全球统一制度”分类概要也载于表 2.3。

联苯肼酯

90. 联苯肼酯（化学文摘社编号 149877-41-8）是一种杀螨剂，适用于广泛的植食性螨类，在加拿大、美国和澳大利亚用于各种作物和观赏植物。

91. 联苯肼酯在加拿大登记用于螨虫防治。联苯肼酯是最终使用产品 Acramite 50 WS 和 Floramite SC 的活性成分。Acramite 50 WS 用于控制苹果和葡萄上的欧洲红螨、二斑叶螨和麦氏叶螨（仅苹果），而 Floramite SC 用于控制温室观赏植物上的二斑叶螨和路易氏叶螨，包括用于遮阳房和室内园艺。

92. 在答复附件 F 资料请求时，加拿大表示，联苯肼酯在加拿大可用且可得，已评估其对人类健康和环境的安全性，目前在加拿大登记和使用；因此，其在

加拿大被认为在技术上可行。

93. 根据对现有科学资料的评估，加拿大（2016 年）指出，在获批准的使用条件下，联苯肼酯具有社会价值，对人类健康或环境不构成不可接受的风险。

94. Dutcher 等人（2009 年）认为，联苯肼酯在美国是有效的山核桃叶焦病螨化学防治用品。在田间试验中，将联苯肼酯作为三氯杀螨醇的潜在替代品进行了测试。Dutcher 等人指出，按山核桃螨虫不受控制导致的潜在减产的文献价值计算，用联苯肼酯控制螨虫的成本可能是合理的。关于联苯肼酯危险性的“全球统一制度”分类概要载于表 2.3。

苯丁锡

95. 苯丁锡（化学文摘社编号 13356-08-6）是一种有机锡化合物。苯丁锡在加拿大登记用于螨虫控制。苯丁锡是一种杀虫剂，用于控制温室食品（西红柿、黄瓜）及观赏作物中的螨虫，以及在户外用于观赏苗木。配制成可湿性粉末的最终使用产品可以通过传统的液压手持式喷雾器在温室中施用，以及在室外用低容量地面悬臂设备和背包式喷洒器施用。

96. 在答复附件 F 资料请求时，加拿大表示，苯丁锡在加拿大可用且可得，已评估其对人类健康和环境的安全性，目前在加拿大登记和使用；因此，其在加拿大被认为在技术上可行。苯丁锡不太可能影响人类健康，前提是要实施降低风险的措施，例如操作者的防护装备、标签上关于潜在喷雾漂移和散失的说明，以及水生和陆地生境的缓冲区等。苯丁锡对水生生物有毒性（加拿大，2016 年）。

97. 基于对包括苯丁锡在内的三氯杀螨醇替代品的危害评估，Sánchez 等人于 2010 年指出，与三氯杀螨醇相比，苯丁锡“对人类较有利，但在大多数情况下对环境较不利，水生生物尤其是一大问题”。苯丁锡在环境中相对稳定和持久，没有明显的主要消散途径。对鸟类几乎无急性毒性，但对淡水和河口水生生物的毒性极大。在小鼠中，苯丁锡引起附睾精子数、精子活动力、精子存活率和精子功能的显著下降（Reddy 等人，2006 年）。

98. 据 Manners（2013 年）提供的资料，苯丁锡在澳大利亚登记（或获得少量使用许可）用于观赏植物的二斑叶螨 (Tetranychus urticae) 防治。苯丁锡有零星的高耐抗性。高耐抗性容易形成，但不稳定且随着时间的推移而还原。关于苯丁锡危险性的“全球统一制度”分类概要载于表 2.3。

哒螨灵

99. 哒螨灵（化学文摘社编号 96489-71-3）是一种杀虫剂和杀螨剂。其用于控制温室中的观赏植物、花卉和植物（非食品）作物上的螨虫和粉虱，以及控制苹果、梨和杏仁上的螨虫。

100. 哒螨灵在加拿大登记用于螨虫控制。哒螨灵登记用于温室食品和非食品作物、陆生食品/饲料作物以及观赏植物。已登记的哒螨灵最终使用产品形式为可湿性粉剂，使用田间喷洒器或手持式喷洒设备施用。

101. 在答复附件 F 资料请求时，加拿大表示，哒螨灵在加拿大可用且可得，已评估其对人类健康和环境的安全性，目前在加拿大登记和使用；因此，其在加拿大被认为在技术上可行。

102. Rodrigues 和 Pena（2012 年）在佛罗里达州用哒螨灵控制椰子上的印度雷须螨(Raoiella indica Hirst) 并评估效果。在田间试验中使用喷洒处理，与未处理的控制措施相比，哒螨灵在减少螨虫数量方面是有效的。

103. 基于对包括哒螨灵在内的三氯杀螨醇替代品的危害评估，Sánchez 等人（2010 年）指出，哒螨灵的水生毒性、生物富集和环境命运与农业中使用的合成拟除虫菊酯相似。主要差异特征是哒螨灵比大多数拟除虫菊酯更具光不稳定性，即哒螨灵可以光化学降解。实验室研究表明，哒螨灵对鱼类和无脊椎动物具有急性毒性，与鱼类相比，无脊椎动物对哒螨灵更敏感（Rand 和 Clark，2000 年）。Sánchez 等人（2010 年）指出，线粒体电子传递的化学抑制剂对于环境和（或）人类与三氯杀螨醇同样危险。在小鼠中，哒螨灵可以诱发精子中的 DNA 损伤和染色质异常（Ebadi 等人，2013 年）。关于哒螨灵危险性的“全球统一制度”分类概要载于表 2.3。

吡螨胺

104. 吡螨胺在澳大利亚登记（允许少量使用）用于观赏植物的二斑叶螨防治（Manners，2013 年）。澳大利亚确认吡螨胺具有高耐抗性（Manners，2013 年）。吡螨胺在体外培养的人类细胞中表现出基因毒性活性（Graillot 等人，2012 年）。

其他化学替代品

105. 除了上述化学替代品外，经文献确定及基于对附件F资料要求的答复（加拿大和印度），三氯杀螨醇还有一些其他的化学替代品。这些替代品用于不同地理区域的各种作物。有些替代品符合粮农组织/世卫组织的高危农药标准。[12] 表 2.3 概述在附件 F 答复中报告的三氯杀螨醇化学替代品，包括上文说明的化学替代品。

106. 加拿大报告的替代品在加拿大可用及可得，并经过人类健康和环境安全评估。其在加拿大被认为在技术上可行。

表 2.3
对附件 F 资料要求所作答复中报告的化学替代品概述及“全球统一制度”危险性分类概要

三氯杀螨醇的化学替代品	报告替代品的缔方和观察员（附件 F 调查）	全球化学品统一分类和标签制度（全球统一制度）[13] 危险性分类
阿维菌素	印度 （阿维菌素原药）	H300 - 吞服可致命；H330 - 吸入可致命；H361d - 怀疑损害胎儿；H372 - 长期或反复接触损害器官；H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。
灭螨醌	加拿大	H317 - 可能导致皮肤过敏反应；H370（肺）（吸入）- 导致损害器官；H373（血液系统）- 可能导致损害器官；H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。

[12] http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/hhp/en/。

[13] 全球统一制度危险性分类基于《欧洲联盟危险物质和混合物分类、标签和包装条例》附件六。

三氯杀螨醇的化学替代品	报告替代品的缔方和观察员（附件 F 调查）	全球化学品统一分类和标签制度（全球统一制度）[13] 危险性分类
联苯肼酯	加拿大	H317 - 可能导致皮肤过敏反应；H373 - 可能导致损害器官；H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。
丁氟螨酯	加拿大	H300 - 吞服可致命；H331 - 吸入有毒；H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。
乙螨唑	加拿大	H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。
喹螨醚	印度 (Magister 10% EC)	H301 - 吞咽有毒；H332 - 吸入有害；H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。
苯丁锡	加拿大	H315 - 造成皮肤刺激；H319 - 严重眼刺激；H330 - 吸入可致命；H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。
唑螨酯	加拿大	H301 - 吞咽有毒；H317 - 可能导致皮肤过敏反应；H330 - 吸入可致命；H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。
盐酸杀螨脒	加拿大	H300 - 吞服可致命；H317 - 可能导致皮肤过敏反应；H330 - 吸入可致命；H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。
克螨特	印度 (Propargite 57% EC)	H315 - 造成皮肤刺激；H318 - 造成严重眼损伤；H331 - 吸入有毒；H351 - 怀疑致癌；H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。
哒螨灵	加拿大	H301 - 吞咽有毒；H331 - 吸入有毒；H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。
螺螨酯	加拿大	H317 - 可能导致皮肤过敏反应；H351 - 怀疑致癌；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。[14]
螺甲螨酯	加拿大	H332 - 吸入有害；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。
吡螨胺	印度	H301 - 吞咽有毒；H317 - 可能导致皮肤过敏反应；H332 - 吸入有害；H373（胃肠道）（口腔）- 可能损害器官；H400 - 对水生生物有剧毒；H410 - 对水生生物有剧毒并具有长期持续影响。

2.3.3 非化学替代品

107. 与硫丹替代品评价（POPRC-8/6 号决定：评估硫丹替代品）相一致，农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络在答复附件 F 资料请求时建议，虫害防治应优先考虑基于生态系统的方法。缔约方大会 SC.6/8 号决定(UNEP/POPS/COP.6/33)鼓励缔约方在选择替代品时优先考虑基于生态系统的虫

[14] https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/177863#section=Hazards-Identification。

害防治方法。此外，化管大会第四届会议建议，在逐步淘汰高危农药（包括持久性有机污染物）时，应强调农业生态学实践。[15]

108. 螨虫以能够迅速对重复使用的农药形成耐抗性而闻名（Manners，2013年）。此外，Manners（2013 年）得出结论认为，鉴于对化学产品最终形成耐抗性的可能性，依靠化学物质来控制二斑叶螨（Tetranychus urticae）并非长久之计。建议考虑螨虫总体治理计划，而将施用杀虫剂作为其中较小但重要的组成部分。

109. 以下几节说明已确定的两组三氯杀螨醇的非化学替代品，即生物防治体系与植物制剂；以及农业生态学实践。

生物防治体系与植物制剂

110. 多种生物防治体系与植物制剂（即利用天敌或植物提取物来减少害虫数量）可用作三氯杀螨醇的潜在替代品。当向生物防治体系或植物制剂过渡时，必须考虑到国家和区域评估结果。

111. 农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络在答复附件F资料请求时，提供了关于生物控制方案（病原体和天敌）及植物制剂的资料，并以印度为重点，因为印度目前仍在使用三氯杀螨醇且具有特定的气候条件。

112. 白僵菌 (Beauveria bassiana) 是一种天然形成的昆虫病原真菌，通过接触作用在叶面害虫中引起白縻香病。易感叶面害虫包括螨虫，以及蚜虫、贝母象彝虫、毛毛虫、苹果蠹蛾、咖啡果小蠹、科罗拉多马铃薯甲虫、小菜蛾、欧洲玉米螟虫、火蚁、苍蝇、蚱蜢、日本甲虫、叶蝉、食叶害虫、粉蚧壳虫、墨西哥豆瓢虫、木虱（草盲蝽和麦长蝽）、蓟马、粉虱和象鼻虫（Caldwell 等人，2013 年）。白僵菌在不同国家有许多商业配方可供使用，并且可以通过标准喷洒设备来施用。此类产品通常对益虫无毒，但瓢虫等某些昆虫可能受到影响。白僵菌产品不应用于水体，因为其对鱼类有潜在毒性。施用的时机和频率取决于目标害虫和气温 (UNEP/POPS/POPRC.8/INF/14/Rev.l)。

113. 绿僵菌 (Metarhizium anisopliae) 是一种广泛分布的天然土壤真菌，可攻击各种昆虫，导致绿僵病。其在印度、加拿大和美国等许多国家作为商品使用。绿僵菌已在美国获得批准，作为微生物农药活性成分用于温室和苗圃，以及远离水体的有限户外场所的非食品用途。易感害虫包括螨虫，以及蚜虫、 蓟马、叶蝉、粉虱、金龟子、象鼻虫、蚋、蜱虫、蝗虫、白蚁、蟑螂、苍蝇和蚊子幼虫（Caldwell 等人，2013 年）。绿僵菌对哺乳动物无毒性或感染性，但吸入孢子可引起过敏反应。其对蚯蚓、瓢 虫、草蛉、寄生蜂、蜜蜂幼虫和蜜蜂成虫无害(UNEP/POPS/POPRC.8/INF/14/Rev.l)。

114. Kumar（2011 年）评估了将真菌病原体汤普森多毛菌 (Hirsutella thompsonii) 作为菌质体杀螨剂，用于防治印度椰子上的椰子瘿螨 (Aceriaguerreronis)。评估结果是该真菌能够将螨虫数量减少最多 90%，从而大幅减轻收获前的椰果损伤。在几项试验中，真菌处理优于三氯杀螨醇。Kumar（2011 年）表示，印度各省及中央政府因此多年来一直有兴趣将汤普森多毛菌作为菌质体杀螨剂用于防治椰子瘿螨。

[15] 环境署关于高危农药的(2015)IV/3 号决议，国际化学品管理大会第四届会议的工作报告，SAICM/ICCM.4/15。

115. 在答复附件F资料请求时，农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络还提到引入天敌来控制螨虫。可作为三氯杀螨醇替代品的潜在天敌（昆虫）包括草蛉、瓢虫、小花蝽、狡诈花蝽、姬蝽、食蚜瘿蚊、捕食螨、隐翅虫、食蚜蝇、绿盲蝽和捕食蓟马。

116. 植物制剂或植物提取物也可用于防治螨类，常作为农业生态学、有机农业和虫害综合防治的组成部分。在答复附件 F 资料请求时，农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络确定了不少可用于防治蹒类的植物提取物，包括：粘毛大青(Clerodendrum viscosum)、苦楝(Melia azadirach)、黄荆(Vitex negundo)、格力豆(Gliricidia maculata)、膨棋菊(Wedelia chinensis)、 蓝叶巴戟(Morinda tinctoria)、水黄皮(Pongamia glabra)、蒜、桃花心木(Swietenia mahagoni)种子、苦参(Sophora flavescens)、白菖蒲(Acorus calamus rhizomes)、苍耳(Xanthium strumarium)、欠愉大青(Clerodendrum infortunatum)、木橘(Aegle marmelos)、苦郎树(Clerodendrum inerme)、火焰花(Phlogacanthus tubiflorus)、土牛膝(Achanthus aspera)、南亚嵩(Artemisia nilagirica)、珠子草(Phyllanthus amarus)和马缕丹(Lantana camara)。Mamun 和 Ahmed（2011 年）审查了在孟加拉国分布广泛的可用于防治茶树害虫的本地植物。他们报告说，植物产品对环境安全、危险性低、经济实用且易于获得。审查过的几种本地植物提取物可以有效地用于控制茶树上的叶蹒，例如卡兰贾树(Pongamia pinnata)、菖蒲(Acorus calamus)、芫荽(Coriandrum sativum)和北艾(Artemisia vulgaris)的提取物。印度政府已批准将一种植物制剂（印楝或印楝素）用于防治茶树上的蹒类（农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络，2016 年）。[16]

117. 上述所有生物学替代品已经在使用，因此在技术上是可行的，至少是在其应用所在的地理和其他条件下可行。获取这些替代品的渠道也很广，包括在发展中国家。没有发现关于用生物替代品取代三氯杀螨醇的成本的资料。如关于技术可行性的章节所述， Eyhorn（2007 年） 报告说， 与化学方法相比，在棉田使用有机农业生态方法的长期经济效益良好， 成本影响为中性或有所节约。然而，由于过渡当年产量下降，可能造成农民收入损失。

农业实践、生态农业、有机农业和虫害综合防治

118. 农业实践在本文中的含义是指任何支持虫害防治的文化习俗。此处农业实践主要包括用于生态农业、虫害综合防治和有机农业的实践，如品种选择、使用经认证的无虫害植物、选择合适的种植时间、作物轮作或使用植物性农药或生物防治措施。

119. 农业生态学、有机农业和虫害综合防治都强调种植对农业生态系统的破坏程度最小的健康作物，并鼓励采用天然的虫害防治机制。

120. Manners（2013 年） 提出一些相对简单的实践，以降低二斑叶螨感染或再次感染作物的可能性，例如：“1. 尽可能减少可能包藏二斑叶螨的杂草，特别是茄科杂草、苜蓿和锦葵。2. 避免将受感染的幼苗或其他植物原料引入作物。3. 清除/检疫可能成为新植物的螨虫来源的受感染旧植物。4. 有时可以在温室安装防螨筛和防螨门，以减少害虫进入的可能性。5.减少人员在已知存在螨群的区域活动或穿行。6. 高架浇水可能有助于减少二斑叶螨的数量。不过，要留意在使用拍打等方法时，潮湿的作物较难监测。7. 通过定期监测在早期查明疫情。

[16] http://cibrc.nic.in/biopesticides2012.doc。

8. 检查监测记录，以确定农场的感染模式。”

121. Chen 和 Kwan（2013 年）记载了中国用虫害综合防治技术来控制叶螨。总体来看， 三个示范点的虫害综合防治示范区总面积为 31 000 公顷（Chen 和 Kwan 报告为 465 447 亩， 2013 年）。示范区覆盖 11 个镇、200 个村，共有 1 800 多个家庭参与。通过示范，确定了 8 种经济上可行的三氯杀螨醇替代品，用于棉花的螨虫防治。该项目的结论是，成功地引进、示范和推广虫害综合防治技术来代替使用三氯杀螨醇，为农药使用提供了可行的替代方案，进而在减少农药用量和频率、提高作物产量和质量、扩大市场和出口潜力以及增加利润等方面为农民创造了显著效益。此外，停止使用三氯杀螨醇为食品安全、人类健康以及当地和全球环境作出贡献。在中国三个县的棉花、柑橘和苹果等作物上有效地实施和示范了虫害综合防治技术，包括对叶螨发展情况进行调查和预测，以保持及时和有效的控制；在果园增加覆盖植物，为叶螨的天敌提供栖息地；调整种植方式使其不适合螨虫的发展；改良品种，提高抗蹒能力。三年期间（2010-2012 年），三种作物类型的示范项目为农民的创造经济效益合计为 15.12 亿元人民币（2012 年约为 2.40 亿美元）（Chen 和 Kwan，2013 年）。

122. 农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络（2016 年）报告关于用非化学生态农业和虫害综合防治手段控制棉花、柑橘、切花类花卉和茶树中的螨虫的若干建议。采用良好的农业实践可极为有效地防止螨虫发展到造成经济损失的程度。这些手段包括（但不限于）使用抗蹒品种；降低茶园树荫密度，防止螨虫过度滋生；在柑橘园内利用覆盖作物为天敌提供栖息地；避免营养和水分胁迫；确保良好的排水；拔除和焚烧受感染植物；清除茶园内和周围的交替寄主植物（糙叶丰花草(Borreria hispida)、野甘草(Scoparia dulcis)、马松子(Melochia corchorifolia)和 Fussiala suffruticosa）；保持田间无杂草。

2.3.4 替代品总结

123. 已经确定了一系列三氯杀螨醇的替代品。有不同类型的替代品可用，包括 25 种以上化学替代品、生物防治（病原体、天敌）、植物制剂和农业实践（如生态农业、有机农业和虫害综合防治等领域的实践）。替代品种类多样，体现在气候条件差别很大的不同区域，三氯杀螨醇适用的各种虫害与作物组合。

124. 有许多化学替代品可用，其效率和效能已被证实。有些确实存在与三氯杀螨醇相似的危险特征或其他危险特性，包括符合粮农组织/世卫组织高危农药标准，而其他一些替代农药被认为毒性较小。

125. 本文说明的所有替代品均被认为在技术上可行，可在很多国家使用和获取。在无替代品可用的领域没有确定三氯杀螨醇的必要用途。事实上，在美国逐步淘汰三氯杀螨醇之前，约 50%的三氯杀螨醇用于棉花，但用三氯杀螨醇处理的只占棉花作物的 4%，意味着在许多情况下，替代品是可用和可负担的（欧洲经委会，2010 年）。然而，凭现有资料无法就所有仍使用三氯杀螨醇的地区情况是否均是如此得出结论。

126. 非化学替代产品和工艺，具体而言包括生物防治体系、植物制剂、农业生态学实践、有机农业和虫害综合防治，在不同国家（包括印度、中国、澳大利亚）以及对于棉花、茶树、柑橘、苹果等不同作物而言，已被证明是非常有效的三氯杀螨醇替代品。

2.4 关于实施可行防治措施的社会影响的相关资料摘要

2.4.1 健康，包括公共健康、环境健康和职业健康

127. 持久性有机污染物审查委员会的结论是，三氯杀螨醇由于远距离环境迁移而很可能会对人类健康和环境产生重大不利影响。一些缔约方和观察员指出，目前的三氯杀螨醇用途会对健康和环境造成不良影响，并预期管控三氯杀螨醇将对健康和环境产生积极影响。一些缔约方和观察员还指出，必须注意到，三氯杀螨醇现在已在很多国家被禁止，而且有技术上可行的化学和（或）非化学替代品可供使用。到 2012 年，三氯杀螨醇的生产和使用量下降到每年 1 000 吨以下，而 2000 年为 5 500 吨，表明有理由停止其使用以保护人类健康和环境。

2.4.2 农业、水产养殖业和林业

128. —些《斯德哥尔摩公约》缔约方和观察员在对附件F的答复中提供了资料，强调指出存在许多不同的化学和非化学替代品，可以作为可行的三氯杀螨醇替代品。《斯德哥尔摩公约》观察员（农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络）还强调，许多国家已经禁止三氯杀螨醇，转而采用替代方法，并没有造成显著的经济影响。使用较安全的化学或非化学替代品，可降低对农业工人和消费者造成健康影响的风险，同时也限制因使用三氯杀螨醇造成的负面环境影响。此外，Chen 与 Kwan（2013 年）和 Eyhorn（2007 年）记载的研究都证明，改用基于虫害综合防治的方法证明是成功的，作物产量和劳动力需求相似，可完全避免使用化学替代品。

129. Eyhorn（2007 年）指出，在过渡到新技术的第一年，预计作物产量下降 10-50%，但过渡完成后，收入将回升并可能高于传统农业。上述信息仅限于印度，目前尚不清楚可采取哪些其他步骤来限制过渡性影响。

2.4.3 生物群（生物多样性）

130. 观察员（农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络）预期，如果禁止使用三氯杀螨醇，将对生物多样性产生正面影响。农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络提供的资料特别强调三氯杀螨醇对昆虫的影响，以及对生态系统的间接影响及由此导致的对生物多样性的总体影响。现已证明可使用非化学替代品来有效地防治多种作物上螨虫，而不会对自然或农业环境的生物多样性产生不利影响。三氯杀螨醇对于提供有价值的天然虫害防治服务的掠食性螨物种有毒性（Wu 等人，2011 年；Carbera 等人，2004 年；Childers 等人，2001 年；Hardman 等人，2003 年）。实验室研究中，亚致死量的三氯杀螨醇接触导致蜜蜂的任务依赖性学习能力受损（Stone 等人，1997 年）。

2.4.4 经济方面

131. 通过附件F答复提供的经济方面的数据非常有限。同样，从其他来源找到的可用于为编制三氯杀螨醇风险管理评价档案材料提供补充资料的信息也很有限。一个缔约方（印度）在其附件 F 答复中表示，其国内对其他化学替代品进行的比较分析发现，按价格和效果衡量，用三氯杀螨醇处理螨虫的经济优势最明显。但是，在提交的附件 F 资料中没有提供关于此项分析的具体细节。观察员（农药行动网和消除持久性有机污染物国际网络）提出了相反意见，指出很多国家已禁止三氯杀螨醇并成功过渡到非化学和（或）化学替代品，而未发现任何明显的不利经济影响。

132. Chen 与 Kwan（2013 年）和 Eyhorn（2007 年）指出了潜在的初期过渡成本和对农业产出的影响，这对农业社区也将具有经济影响，但长远而言对成本的影响为中性，或者在特定情况下实现的收入将高于常规农业方法。没有数据能够说明有机农业过渡成本所产生的全部财政影响。

133. Chen 和 Kwan（2013 年）强调，需要为在三氯杀螨醇生产设施工作的人员提供安置方案和再培训，以限制停产造成的影响。同样，要付出巨大努力为农民社区提供培训和支助，以帮助改变农业实践和改用主要以虫害综合防治为基础的非化学方法。

2.4.5 向可持续发展迈进

134. 消除三氯杀螨醇符合旨在减少有毒化学物质排放的可持续发展计划。消除三氯杀螨醇与《2030 年议程》的多项可持续发展目标相关，特别是目标 2（消除饥饿，实现粮食安全，改善营养状况和促进可持续农业）、目标 3（确保健康的生活方式，促进各年龄段所有人的福祉）和目标 15（保护、恢复和促进可持续利用陆地生态系统，可持续管理森林，防治荒漠化，制止和扭转土地退化，遏制生物多样性的丧失）。

135. 一项相关的全球计划是国际化学品管理战略方针（化管方针）。[17]化管方针在化学品安全、可持续发展和减贫之间建立了必要联系。化管方针全球行动计划载有帮助减少风险的具体措施，其中包括为持久性、生物蓄积性和毒性物质的安全而有效的替代品排列优先次序。化管方针的“总体政策战略”的目标是，基于科学的风险评估结果、并计及更为安全的替代品所涉成本和效益及其可得性和实际功效，那些对人类健康和环境构成不合理的和无法加以管理的风险的化学品不再予以生产或用于这些用途。此外，粮农组织已同意推动逐步淘汰高危农药，[18]其定义包括被视为持久性有机污染物的农药。[19]协助执行化管方针的国际化学品管理大会第四届会议强调需要用基于农业生态的方法取代高危农药。斯德哥尔摩公约缔约方大会第六次会议考虑到持久性有机污染物审查委员会的报告，也提到了优先考虑基于生态系统的方法进行虫害防治。[20]

136. 本档案材料第 2.3.3 节的非化学替代品评估强调指出，有很多可行的备选办法，可用于代替施用化学农药。这些农业生态学实践，包括利用生物防治和已知对螨有毒的植物，是在不使用化学品的情况下有效防治虫害的可持续方案。关于在农业实践中使用化学和非化学方法的比例问题，尚待查明进一步资料。

2.4.6 社会成本（就业等）

137. Chen 和 Kwan（2013 年）强调指出，受雇在三氯杀螨醇生产设施工作的人员可能受到潜在的不利社会影响。不过，全球三氯杀螨醇的生产和使用减少，从 2000 年的每年 5 500 吨降至 2012 年的不到 1 000 吨，这意味着如果推出禁止

[17] http://www.chem.unep.ch/saicm/。

[18] 减少农药风险的新倡议。COAG/2007/Inf.14。粮农组织农业委员会第二十届会议，2007 年 4 月 25 日至 28 日，罗马。ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/011/j9387e.pdf。

[19] 各项建议。粮农组织/世卫组织农药管理问题第一届会议和粮农组织农药管理问题专家小组第三届会议，2007 年 10 月 22 日至 26 日，意大利罗马。http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/JMPM_2007_Report.pdf。

[20] SC.6/8 号决定(UNEP/POPS/COP.6/36)。

三氯杀螨醇的措施，受影响者数量将相对较少。Chen 和 Kwan（2013 年）的研究指出，可以通过支持在国家一级寻找替代就业机会来抵消此类影响。

138. Eyhorn（2007 年）强调指出，印度棉农迈向有机农业方法实际上有助于赋予农民权能。担心未经检验的方法导致减产，加上微薄的经济边际，意味着农业社区不太愿意改用替代化学品或方法，并严重依赖农药零售商的指导（Eyhorn，2007 年；Wang 等人，2015 年）。不过，根据一项针对 60 名使用常规化学技术和 60 名使用有机农业方法的农民开展的为期两年的研究，结果发现作物产量相似，劳动力要求也相似，但是成本有所降低。

2.5 其他考虑因素

2.5.1 获取信息和公众教育

139. 几个缔约方提供了关于采取行动促进信息获取和培训的资料。加拿大详细说明了可在加拿大卫生部病虫害管理局网站上查到的信息。[21]此外，加拿大还提供了在农药监管与登记计划中使用的关于一些三氯杀螨醇化学替代品的审查档案材料。印度提供了资料，详细介绍正在积极为农业社区提供的关于农药安全使用与储存的培训方案。欧盟委员会通过委员会网站提供多种资料。其中的两个章节涉及农药安全使用和管理的一般性知识，[22]以及关于持久性有机污染物的各项议题。[23]农药行动网德国分部为热带作物的非化学虫害防治提供在线服务。[24]粮农组织提供了一个生态农业知识中心。[25]

2.5.2 控制和监测能力的现状

140. 几个斯德哥尔摩公约缔约方通过附件 F 答复指出，已经实施或计划在不久的将来启动监测与防治方案。奥地利（2016 年）提供了奥地利环境局监测废水、悬浮固体和生物群中的三氯杀螨醇方面的详细资料。在分析的总共 252 个样本中，仅发现一个样本的浓度高于定量限值。此外，根据欧盟环境质量标准指令，所有欧盟成员国都被强制要求制定释放和散失清单，并通过流域管理计划公开发布。清单内容包括三氯杀螨醇等一组污染物在水生环境中的环境浓度估算值。需要注意的是，释放和散失清单与释放到环境中的材料数量相关，而与环境监测义务无关。不过，这是确定和量化水生环境释放量的宝贵工具。塞尔维亚（2016 年）提供了塞尔维亚共和国第 24/14 号官方公报之下的详细计划，据此塞尔维亚将遵照欧洲环境质量标准指令 (2008/105/EC)，限制包括三氯杀螨醇在内的指定物质的释放。塞尔维亚预计不迟于 2018 年启动三氯杀螨醇的地表水监测计划。印度（在附件 F 答复中）提供了资料，说明三氯杀螨醇监测方案仍在制定中，但打算在不远的将来实施监测方案。

141. 地表水、地下水、沉积物和生物群中的三氯杀螨素监测数据很少。在欧洲，James 等人（2009 年）报告说，只有极少数欧盟成员国定期监测水或沉积物中的三氯杀螨醇，对生物群中的三氯杀螨醇没有进行常规监测。欧盟第 2013/39/EU 号指令要求欧盟成员国为该指令新增的优先物质制定补充监测计划，并在 2018 年底之前开展监测。2013 年以来，对六条德国河流进行的鱼类监测

[21] http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/index-eng.php。

[22] https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/sustainable_use_pesticides_en。

[23] http://ec.europa.eu/environment/chemicals/international_conventions/index_en.htm。

[24] http://www.oisat.org/。

[25] http://www.fao.org/agroecology/en/。

研究显示，基本达到三氯杀螨醇的环境质量标准（Fliedner 等人，2016 年）。然而，大多数国家没有公布三氯杀螨醇含量数据，环境质量标准的遵守情况尚不清楚。Entec（2011 年）的报告指出，预计英国、意大利和丹麦能够达到环境质量标准，而在法国测出高达 0.06 微克/升的浓度水平。此前报告的不同地点的陆地和水生生物及鸟类中的三氯杀螨醇浓度（奥斯巴委员会，2008 年）低于欧盟第 2013/39/EU 号指令规定的最大残留限量。对从印度德里不同蔬菜农田的八口管井收集的地下水样本的研究发现，三氯杀螨醇浓度为 0.191 至 0.293 微克/升（Thakur 等人，2015 年）。这比欧盟环境质量标准高出两个数量级以上。

142. 对于食品中的三氯杀螨醇含量，(EC)396/2005 号法规第 32 条要求欧盟成员国监测农药残留浓度，以确保遵守规定的最大残留限量（见表 2.2）。国家主管部门负责采样并向欧盟委员会报告测出的含量水平。欧洲食品安全局 (EFSA) 根据所提供的数据发表农药检测含量年度报告。[26] 在此过程中，几乎所有成员国都监测和报告三氯杀螨醇。表 2.4 归纳 2007 年以来在上述报告中公布的关于三氯杀螨醇的数据。在少数情况下，测出的三氯杀螨醇含量高于最大残留限量。在美国，农业部自 1992 年起开展了国家农药残留监测方案。[27] 该抽样方案在各种水果和蔬菜中检测到少量（小于 1 微克/立方米）三氯杀螨醇，但报告的样本均未高于美国环保局的容许水平。整体而言，在 1992-2015 年期间，测出三氯杀螨醇的样本数量有所减少。在英国，食品农药残留问题专家委员会[28]在 2015 年检测了 24 个农产品样本（14 个来自欧盟以外，10 个来自欧盟内部）。没有测出达到或高于报告限值的三氯杀螨醇。Kottiappan 等人（2013 年）研究了印度茶叶中的农药残留，报告指出经检测的 468 个样本均不高于欧盟的三氯杀螨醇最大残留限量。

表 2.4

欧洲食品安全局农药残留年度报告的数据摘要

年度	高于报告限值的样本数量	高于最大残留限量的样本数量[29]	不合规样本详情
2007	71（共 7 239 个样本）	0	不适用
2008	103（共 9 369 个样本）	2	黄瓜 菠菜
2009	6（共 6 734 个样本）	0	不适用
2010	6（共 7 493 个样本）	3	苹果
2011	<1%（共 8 739 个样本）	0	不适用
2012	不详	2	辣椒（从土耳其进口）
2013	不详	0	不适用
2014	不详	0	不适用
2015	不详	0	不适用

[26] https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-28813-efsa-rapport-2015-residus-pesticides-aliments.pdf。

[27] https://www.ams.usda.gov/datasets/pdp/pdpdata。

[28] https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/487932/pesticide-residues-quarter2-2015-report.pdf。

[29] (EU)No 899/2012 号法规设定的最大残留限量列于表 2.2。

3 资料综述

143. 三氯杀螨醇是一种有机氯杀螨剂农药，用于控制各种作物上的螨虫。三氯杀螨醇于1955年用于商业用途。该物质主要在东亚和东南亚、地中海沿岸以及北美和中美洲使用。三氯杀螨醇的预期用途包括水果、蔬菜、观赏植物、大田作物、棉花、茶树和圣诞树种植园。2000 至 2007 年间，全球三氯杀螨醇产量估计为每年 5 500 吨，但随着包括贝宁、巴西、加拿大、哥伦比亚、欧盟成员国、几内亚、印度尼西亚、日本、毛里塔尼亚、阿曼、沙特阿拉伯、斯里兰卡、瑞士和美国在内一些国家逐步停止生产和使用，产量已大幅下降。三氯杀螨醇的生产现在主要发生在少数国家，南亚仍是主要产地。直到不久前，中国还是全球主要的滴滴涕原药和三氯杀螨醇生产国之一，在 1988 至 2002 年之间生产了约 97 000 吨滴滴涕原药。2014年，中国最后一家三氯杀螨醇原药生产商停止生产三氯杀螨醇原药。印度在封闭系统中分批生产三氯杀螨醇，2015-2016年的产量为93吨。SC-7/1已将生产和使用滴滴涕作为生产只限于在封闭系统场地使用的三氯杀螨醇的中间体的豁免延长至2024年5月(UNEP/POPS/COP.7/36)。

144. 在 2016 年 9 月第十二次会议上，委员会通过了三氯杀螨醇风险简介(UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.1)，并得出结论认为，三氯杀螨醇可能因为远距离环境迁移而对人类健康和环境造成重大不利影响，因而有必要采取全球行动 (POPRC-12/1)。

145. 目前采用的管控措施涵盖多种可能的备选办法，包括禁止和限制生产、使用和进出口，改用化学和（或）非化学替代品，制定工作场所接触限值，采用质量标准，以无害环境方式管理过时库存以及清理受污染场地等。

146. 很多位于不同地域、气候条件各不相同其种植不同作物的国家成功地禁止生产、销售和使用三氯杀螨醇，表明的确存在可行的化学和非化学替代品；然而，现有资料不足以证明在所有情况下都是如此。限制生产和使用在保护环境和人类健康方面的效果虽然不如完全面禁止，但在某些情况下可以减少三氯杀螨醇的使用总量和潜在接触。有可能将三氯杀螨醇的使用仅限于关键用途，这可以限制潜在的接触风险，同时也限制特定作物与虫害组合无技术可行方案可用情况下的经济影响。不过，关键用途尚未确定。提交附件 F 所列资料的缔约方或观察员并未提供关键用途的具体实例。

147. 虽然三氯杀螨醇的生产和使用有所减少，但不久前仍在大量生产，具有多种潜在应用和最终用户。产品尺寸也相差很大，容器从最小 1 升到最大 200 公斤。这形成一条复杂的供应链，为查明、收集和安全销毁三氯杀螨醇过时库存带来挑战。虽然此类货物在出售时可能已通过适当标签来帮助确定活性成分，但是可能需要开展提高认识活动，并与农业界和其他最终用户协同努力来帮助管理库存的收集和安全销毁工作，以防止管理不善造成散失到环境。

148. 可用于帮助制定水、土壤、沉积物中三氯杀螨醇的环境质量标准以保护环境的数据有限。为制定食品中最大的残留量，以保护人类膳食摄入健康，世卫组织、欧盟和澳大利亚已着手评估和制定食品中的这一限值，本风险管理评价报告了有关数据。同样，可用于评估三氯杀螨醇在食品、地表水、地下水及生物群中最大残留限量或环境质量标准遵守情况的监测数据也很有限。欧盟和美国开展对食品中的三氯杀螨醇的系统性监测。本风险管理评价归纳了监测结果。

149. 此外，理论上还可以通过对制造性质（例如规定仅限封闭系统和逐步淘

汰所有剩余的开放生产设施）及工人的活动（例如在全球所有地区要求和强制使用正确的个人防护装备）施加限制来减少/避免职业接触。然而，一些研究表明，某些发展中国家的个人防护装备的使用和认识水平不足以确保使用危险农药的农业工人的安全。

150. 被认为在技术上可行的三氯杀螨醇替代品包括 25 种以上化学农药、农业生态学实践（如生态农业、有机农业和虫害综合防治等领域的实践）、生物防治（病原体、天敌）以及植物制剂。在气候条件差别很大的地区，多样的替代品的种类体现了现在或曾经使用三氯杀螨醇的各种不同的虫害与作物组合。在多个国家（包括中国和澳大利亚）及对于棉花、茶树、柑橘和苹果等不同的具有重要经济意义的作物而言，本文所述的所有替代品都被认为在技术上可行。印度也提供了关于可用的化学替代品的信息，尽管它们在印度并非完全能够替代三氯杀螨醇。

151. 现有资料（主要是附件F资料提交）目前还不足以得出结论，在仍使用三氯杀螨醇的所有情况下，这些替代品总是可行。在选择三氯杀螨醇替代品时应考虑化学和非化学替代品的特性，及其与可持续发展的一致性。这强调需要在当地条件下进一步评估，并考虑所用的具体农业生态系统和农业实践，重点关注基于生态系统的虫害防治方法

4. 结论声明

152. 持久性有机污染物审查委员会得出结论认为三氯杀螨醇由于其远距离环境迁移很可能会对人类健康和环境产生重大不利影响，因此有必要采取全球行动；编制了一份风险管理评估并审议了各项管理备选方案；依据《公约》第 8 条第 9 款，建议斯德哥尔摩公约缔约方大会审议将三氯杀螨醇列入《斯德哥尔摩公约》附件 A 并在其中规定相关的管控措施，且不设特定豁免。

参考资料

Austria (2016) Submission of information specified in Annex F of the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention.

Brazil (2016) Further information on dicofol provided by the Brazilian government following the requirements of Annex E request for information.

India (2016) Submission of information specified in Annex F of the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention.

Mexico (2015) Comment from Mexico to the POPRC dicofol draft risk profile, May 2015.

PAN and IPEN (2016) submission of information specified in Annex F of the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention.

Serbia (2016) Submission of information specified in Annex F of the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention.

UNEP/POPS/POPRC.9/3 (2013) Proposal to list dicofol in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants.

UNEP/POPS/COP.7/4/Rev.1 (2015): Conference of the Parties to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, Seventh meeting, Geneva, 4–15 May 2015, Specific exemptions and acceptable purposes under the Stockholm Convention. Note by the Secretariat, 11 March 2015.

UNEP/POPS/POPRC.11/3 (2015) Draft risk profile: dicofol.

UNEP/POPS/POPRC.11/INF/8 (2015) Comments and responses relating to the draft risk profile on dicofol.

UNEP/POPS/POPRC.11/INF/15 (2015) Additional information on dicofol.

UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.1 (2016) Risk profile for dicofol.

USA (2015) Submission of information specified in Annex E to the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention, (http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC10/POPRC10Followup/Dicofol(AnnexEinformation)/tabid/4293/Default.aspx).

USA (2016) submission of information specified in Annex F of the Stockholm Convention pursuant to Article 8.

Other References:

Australian Government (2016) Acceptable daily intakes for agricultural and veterinary chemicals, Department of Health, Office of Chemical Safety. March 2016.

Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority (2012) Agricultural and Veterinary Chemicals Code Instrument No. 4 (MRL Standard).

Banerjee, I., Tripathi, S. K., Roy, A. S., Sengupta, P. (2014) Pesticide use pattern among farmers in a rural district of West Bengal, India, Journal of Natural Science, Biology and Medicine, 5:2, 313-316.

Broughton, S., Harrison, J., Rahman, T. (2014). Effect of new and old pesticides on Orius armatus (Gross) - an Australian predator of western flower thrips, Frankliniella occidentalis (Pergande). Pest Management Science 70(3):389-97.

Caldwell, B., Sideman, E., Seaman, A., Shelton, A., Smart, C. (2013) Resource Guide to Organic Insect and Disease Management, Cornell University. 202 pp.

Cabrera AR, Cloyd RA, Zaborski ER. 2004. Effects of greenhouse pesticides on the soil-dwelling predatory mite Stratiolaelaps scimitus (Acari: Mesostigmata: Laelapidae) under laboratory conditions. J Econ Entomol 97(3):793-9.

Chen, Y. and Kwan, W. (2013) Improvement of DDT-based production of dicofol and introduction of alternative technologies including IPM for leaf mites control in China, Terminal Evaluation Report.

Childers CC, Villanueva R, Aguilar H, Chewning R, Michaud JP. 2001. Comparative residual toxicities of pesticides to the predator Agistemus industani (Acari: Stigmaeidae) on citrus in Florida. Exper Appl Acarol 25: 461-74

Cornell University (1993) Pesticide Information Profile: Dicofol. Extension Toxicology Network (http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/carbaryl-dicrotophos/dicofol-ext.html).

Crop Care (2001) MSDS No. 41915, Kelthane (R) MF Miticide.

Daginnus K., Gottardo S., Mostrag-Szlichtyng A., Wilkinson H., Whitehouse P., Paya-Pérez a. and Zaldívar J.-M. (2009). A modelling approach for the prioritisation of chemicals under the Water Framework Directive. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection., Ispra, Italy.

Dutcher, J., Hudson, W., Fonsah, E.G. (2009) Integration of Bifenazate and Western Predatory Mite for control of pecan leaf scorch mite in pecan orchards. Journal of Entomological Science, 44(2):98-110.

Entec UK Ltd (2011) Technical Support for the Impact Assessment of the Review of Priority Substances under Directive 2000/60/EC Substance Assessment: Dicofol.

European Commission (2011) Communication and Information Resource Centre for Administrations, Businesses and Citizens, Dicofol EQS dossier: (https://circabc.europa.eu/webdav/CircaBC/env/wfd/Library/framework_directive/thematic_documents/priority_substances/supporting_substances/eqs_dossiers/Dicofol%20EQS%20dossier%202011.pdf).

Eyhorn, F. (2007).Organic Farming for Sustainable Livelihoods in Developing Countries?The Case of Cotton in India.Swiss Federal Institute of Technology.224 pp.

Fliedner, A., Lohmann, N., Rüdel, H., Teubner, D., Wellmitz, J., Koschorreck, J. (2016) Current levels and trends of selected EU Water Framework Directive priority substances in freshwater fish from the German environmental specimen bank. Environmental pollution 216: 866-876.

Gesesew, H. A., Woldemichael, K., Massa, D., Mwanri, L. (2016) Farmers Knowledge, Attitudes, Practices and Health Problems Associated with Pesticide Use in Rural Irrigation Villages, Southwest Ethiopia, PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0162527.

Hardman JM, Franklin JL, Moreau DL, Bostanian NJ. 2003. An index for selective toxicity of miticides to phytophagous mites and their predators based on orchard trails. Pest Manag Sci 59:1321-32.

Health Canada (2009) Registration Decision Bifenazate (RD2009-17), Health Canada Pest Management Regulatory Agency, December 23, 2009.

Hoferkamp L., Hermanson M.H., Muir, D.C. (2010) Current use pesticides in Arctic media; 2000-2007. Science of the Total Environment 408(15):2985-94.

James A., Bonnomet V., Morin A. and Fribourg-Blanc B. (2009).Implementation of requirements on Priority substances within the Context of the Water Framework Directive.Contract N° 07010401/2008/508122/ADA/D2. Final draft prioritisation process report on monitoring-based ranking., INERIS / IOW: 58.

Jin, T., Lin, Y.Y., Jin, Q.A., Wen, H.B., Peng, Z.q. (2014). Sublethal effect of avermectin and acetamiprid on the mortality of different life stages of Brontispa longissima (Gestro) (Coleoptera: Hispidae) and its larvae parasitoid Asecodes hispinarum Boucek (Hymenoptera: Eulophidae), Crop Protection 58:55-60.

JMPR (2011) Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues: (2011) Pesticide residues in food. FAO Plant protection paper. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues Geneva, Switzerland, 20–29 September 2011.

Khan, M.A., Khan, H., Ruberson, J.R. (2015). Lethal and behavioral effects of selected novel pesticides on adults of Trichogramma pretiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Pest Management Science 71(12):1640-8.

Kottiappan, M., Dhanakodi, K., Annamalai, S., Anandhan, S.V. (2013) Environmental Monitoring and Assessment (2013) Monitoring of pesticide residues in South Indian tea, 185: 6413–6417.

Kumar, P.S. (2001) Hirsutella thompsonii as a mycoacaricide for Aceria guerreronis on coconut in India: research, development, and other aspects, Trends in Acarology, pp 441-444.

Lasota, J.A. and Dybas, R.A. (1990) Abamectin as a pesticide for agricultural use. Acta Leiden, 59(1-2):217-25.

Li, L., Liu, J., Hu, J. (2014) Global inventory, long-range transport and environmental distribution of dicofol. Environmental Science and Technology, 49: 212-222.

Li S, Tian Y, Ding Q, Liu W (2014): The release of persistent organic pollutants from a closed system dicofol production process. Chemosphere 94:164-168.

Liu, L et al (2015) DDT Vertical Migration and Formation of Accumulation Layer in Pesticide-Producing Sites. Environmental science and technology, 49: 9084-9091.

Loos et al (2012) 'Analytical methods relevant to the European Commission's 2012 proposal on Priority Substances under the Water Framework Directive' Report for EU Joint Research Centre, ref: Report EUR 25532 EN .

Mamun and Ahmed, (2011), Prospect of indigenous plant extracts in tea pest management, International Journal of Agricultural Research Innovations. & Technology. 1(1&2): 16-23, December, 2011

Manners, A. (2013) Managing two-spotted mite in production nurseries, Nursery and Garden Industry, Australia, Nursery Production, Plant Health & Biosecurity Project.

Neupane, D., Jørs, E., Brandt, L. (2014) Pesticide use, erythrocyte acetylcholinesterase level and self-reported acute intoxication symptoms among vegetable farmers in Nepal: a cross-sectional study, Environmental Health 2014, 13:98.

Nigg, HN et al, 1991, 'Dicofol exposure to Florida citrus applicators: effects of protective clothing', Arch Environ Contam Toxicol, 15 (1986), pp. 121-134.

Northern Presbyterian Agricultural Services and Partners (2012) Ghana's Pesticide Crisis: The need for further Government action.

OSPAR (2008) Towards the cessation target: Emissions, discharges and losses of OSPAR chemicals identified for priority action, available at: www.ospar.org.

Qiu, X., Zhu, T., Yao, B., Hu, J., Hu, S. (2005) Contribution of Dicofol to the Current DDT Pollution in China. Environmental Science and Technology, 39 (12), 4385–4390.

Rand, G.M.and Clark, J.R. (2000) Hazard/Risk Assessment of Pyridaben: I. Aquatic Toxicity and Environmental Chemistry. Ecotoxicology, 9 (3): 157-168.Saoke, P, (2005), Kenya POPs situation report: DDT, pesticides and polychlorinated biphenyls, Report provided under The international POPs elimination project (IPEP).

Reddy, P.S., Pushpalatha, T., Reddy, P.S. (2006) Reduction of spermatogenesis and steroidogenesis in mice after fentin and fenbutatin administration, Toxicol Lett 166:53-59.

Rodrigues, J.C. and Peña, J.E. (2012) Experimental and Applied Acarology, 57(3-4):317-29.

Sánchez, A.I., Dolores Hernando, M., Vaquero, J.J., García, E., Navas, J.M. (2010) Hazard Assessment of Alternatives to Dicofol. Journal of Environmental Protection, 1: 231-241.

Stone, J.C., Abramson, C.I., Price, J.M. (1997). Task dependent effects of dicofol (Kelthane) on learning in the honey bee (Apis mellifera). Bull Environ Contam Toxicol 58:177-83.

Thakur, S., Gulati, K., Jindal, T. (2015) Groundwater contamination through pesticide usage in vegetable growing areas of Delhi. International Journal of Multidisciplinary Research and Development, 2 (8): 394-397.

Torres, R.T. (2008) Technical assistance to facilitate action on the implementation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) - Obsolete POPs Pesticides, PhD thesis in association with UNIDO.

Turgut C., Gokbulut C., Cutright T.J. (2009) Contents and sources of DDT impurities in dicofol formulations in Turkey, Environmental Science and Pollution Research International, 16:214-217.

UNECE (2010) Exploration of management options for Dicofol, Paper for the 8th meeting of the UN-ECE CLRTAP Task Force on Persistent Organic Pollutants, Montreal, 18 - 20 May 2010.

UNEP (2015) The Register of Specific Exemptions (http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/RegisterofSpecificExemptions/tabid/1133/).

US EPA (1998) RED: Reregistration Eligibility Decision Dicofol (http://www.epa.gov/pesticides/reregistration/REDs/0021red.pdf, 2012-04-16).

US EPA (2001) RED: Reregistration Eligibility Decision Propargite (https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/pdf/propargite_red.pdf).

US EPA (2006) Addendum to Dicofol RED, September 30 2006.

US FDA (2016), Compliance policy guides - CPG Sec. 575.100 Pesticide Residues in Food and Feed – Enforcement Criteria(http://www.fda.gov/ICECI/ComplianceManuals/CompliancePolicyGuidanceManual/ucm123236.htm).

Van de Plassche EJ, Schwegler M, Rasenberg M, Schouten G (2003): DDT in Dicofol. UN-ECE report.(http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/TaskForce/popsxg/2000-2003/ddt in dicofol.pdf, 2015-02-18).

Van der Gon, HD et al (2006) Study to the effectiveness of the UNECE Persistent Organic Pollutants (POP) Protocol and cost of additional measures. Phase II: Estimated emission reduction and cost of options for a possible revision of the POP Protocol. TNO report Van der Gon, H.D, Bolscher, M., Visschedijk, A., Zandveld, A. (2007) Emissions of persistent organic pollutants and eight candidate POPs from UNECE–Europe in 2000, 2010 and 2020 and the emission reduction resulting from the implementation of the UNECE POP protocol. Atmospheric Environment, 41: 9245–9261.

Wang, Y., Wang, Y., Huo, X., Zhu, Y. (2015) Why some restricted pesticides are still chosen by some farmers in China? Empirical evidence from a survey of vegetable and apple growers. Food Control, 51: 417-424.

WHO (1996) International Programme on Chemical Safety, Dicofol, WHO/FAO Data Sheets on Pesticides No. 81 World Health Organization. Geneva, July 1996. (http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/63282/1/WHO_PCS_DS_96.81.pdf).

Wu JY, Anelli CM, Sheppard WS. 2011. Sub-lethal effects of pesticide residues in brood comb on worker honey bee (Apis mellifera) development and longevity. PLoS ONE 6(2): e14720.