



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

第十二次会议

2016年9月19日至23日，罗马

持久性有机污染物审查委员会第十二次会议工作报告

增编

关于短链氯化石蜡的风险管理评估

持久性有机污染物审查委员会第十二次会议在 POPRC-12/3 号决定中，以秘书处说明(UNEP/POPS/POPRC.12/4)所载并经会议期间修订的草案为基础，通过了关于短链氯化石蜡的风险管理评估。所通过的风险管理评估案文载于本增编附件，未经正式编辑。

附件

短链氯化石蜡

风险管理评估

2016年9月

目录

执行摘要	4
1. 导 言	6
1.1 短链氯化石蜡的化学特性	6
1.2 审查委员会对附件 E 资料的结论	9
1.3 数据来源	10
1.4 短链氯化石蜡在各项国际公约下的状况	10
1.5 已采取的国家或区域控制行动	11
2. 有关风险管理评估的信息摘要	12
2.1 确定可能的控制措施	15
2.2 可能的控制措施在实现减少风险目标方面的成效和效率	18
2.3 关于替代产品和工艺的资料	22
2.3.1 导 言	22
2.3.2 金属加工液中的替代品和替代工艺	22
2.3.3 聚氯乙烯方面的短链氯化石蜡替代品	23
2.3.4 其他应用方面的短链氯化石蜡替代品	24
2.3.5 替代品摘要	27
2.4 关于实施可能的控制措施对社会产生的影响的资料摘要	27
2.4.1 健康，包括公共健康、环境健康和职业健康	27
2.4.2 农业、水产养殖业和林业	28
2.4.3 生物群	28
2.4.4 经济方面和社会代价	28
2.4.5 迈向可持续发展	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 控制和监测能力状况	30
3. 资料综述	31
3.1 风险简介资料摘要	31
3.2 风险管理评估的资料摘要	31
3.3 可能的风险管理措施	33
4. 结论声明	35
参考资料	36

执行摘要

1. 2006年，欧洲联盟及其成员国，根据《公约》第8条第1款，提出将短链氯化石蜡列入《公约》附件A、附件B和（或）附件C的建议。持久性有机污染物审查委员会第二次会议的结论是，短链氯化石蜡符合附件D中所有筛选标准。委员会在2015年10月第十一次会议上通过关于短链氯化石蜡的风险简介，并决定：

(a) 短链氯化石蜡由于远距离环境迁移很可能会对人体健康和环境产生重大不利影响，因此有必要采取全球行动

(b) 编制风险管理评估报告，包括对短链氯化石蜡各种可能的控制措施进行分析；

(c) 邀请各缔约方和观察员向秘书处提交《公约》附件F所规定的资料。

2. 短链氯化石蜡为粘滞性、无色或淡黄色稠油（加拿大环保部，2008）。依照风险简介，风险管理评估将重点放在按重量计氯含量超过48%的短链氯化石蜡（氯代烃 C₁₀₋₁₃）。氯化石蜡的生成方法是将由 n-烷组成的碳氢化合物原料氯化。所用原料决定产品中碳链长度。传统上，氯化石蜡的生产使用三种不同碳链长度的原料：短链（C₁₀₋₁₃）、中链（C₁₄₋₁₇）和长链（C₁₈₊）。最近北美洲的生产商进一步将长链（C₁₈₊）原料分为生产长链氯化石蜡（C₁₈₋₂₀）和生产超长链氯化石蜡（C₂₀₊）的原料（美国2016年5月提交的资料）。在其他地区，原料中链长差异的幅度可以很大，例如，中国生产的氯化石蜡混合物，链长可从 C₁₀至 C₂₀（世界氯理事会2016年2月提出的资料）。因此，用于制造氯化石蜡混合物的原料可能含有定义范围外的其他碳链长度，这会影响到生成的氯化石蜡混合物的组成（UNEP/POPS/POPRC/6/INF/15）。使用碳链长幅度很广的原料（即 C₁₀至 C₂₀）或含有痕量短链长的原料，可能会产生含有短链氯化石蜡的氯化石蜡混合物。

3. 短链氯化石蜡过去主要用作并将继续主要用作金属加工方面和用于聚氯乙烯塑料。风险简介中描述了短链氯化石蜡的其他用途，其中包括用于涂料、粘合剂和密封剂、皮革加脂剂、塑料，以及在橡胶、纺织品和聚合物材料中作为阻燃剂（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。短链氯化石蜡可能在生命周期的所有阶段（生产、储存、运输和使用阶段以及在短链氯化石蜡和含有短链氯化石蜡产品的处置阶段）释放到环境中。虽然数据有限，短链氯化石蜡的主要释放源很可能是含短链氯化石蜡产品（如聚氯乙烯塑料）的配制和生产，以及金属加工液的使用（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。

4. 由于各管辖区制定了控制措施，短链氯化石蜡的全球产量已减少（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。根据附件E、附件F中的资料和意见材料及风险简介，据报告巴西生产短链氯化石蜡，而阿尔巴尼亚、阿根廷、澳大利亚、大韩民国、克罗地亚、多米尼加共和国、厄瓜多尔和墨西哥据报告在进口短链氯化石蜡。目前，没有在附件E和文献检索中获取到其他的生产信息。虽然在历史上，短链氯化石蜡的使用量很高，近年来某些国家减少了使用。最近，可能含有短链氯化石蜡的氯化石蜡混合物的产量有所增加。阿尔巴尼亚、加拿大、欧盟成员国、挪威和美国已经提出并实施控制短链氯化石蜡的行动。

短链氯化石蜡在奥地利、德国、挪威和瑞典受到禁止，但这些国家的检查和执法活动发现物品中继续存在短链氯化石蜡。

5. 已显示的是，在所有已知用途方面，都有商业上可获得和技术上可行的短链氯化石蜡替代品。没有关于发展中国家这类替代品在经济上可行和可及性的信息。在加拿大、欧盟成员国，挪威和美国，短链氯化石蜡在所有方面的使用已被淘汰多年。最近，欧盟已改用其他可行办法来取代短链氯化石蜡在橡胶传送带和水坝密封剂方面的剩下用途（欧盟委员会，2015）。此外，短链氯化石蜡在传送带以及在水坝密封剂方面消耗量呈现减少，这表明技术上可行的替代品是存在的，是能够获得的，并能提供的（丹麦，2014）。

6. 两个信息来源指出，在涂料和涂层应用方面，一些替代品的技术可行性不明确。这两项研究还指出，生产和使用短链氯化石蜡化学替代品可能导致成本增加。改用其他化学品和工艺的确切影响将因每一种情况而异，在市场和成本信息不足的情况下很难预测。鉴于已成功颁布短链氯化石蜡禁令的缔约方（加拿大、欧盟成员国和挪威）或不再使用短链氯化石蜡的管辖区（美利坚合众国）都没有发布此种做法产生不利经济影响的报告，可得出的结论是，在所有应用方面替代品是广泛存在的。

7. 大多数缔约方和观察员提供的资料并未显示，将短链氯化石蜡列入《公约》清单预计会产生负面经济影响，但中国和俄罗斯联邦除外。中国和俄罗斯联邦指出，将短链氯化石蜡列入清单预计会增加成本，并对氯化石蜡业以及对原料生产商和下游产品行业造成负面影响（中国 2015 年提交的附件 F 资料；俄罗斯联邦 2016 年 4 月提交的资料）。

8. 将短链氯化石蜡列入《公约》附件 A 或附件 B，以消除或限制短链氯化石蜡的生产和使用，预计会有利于人类健康、环境、农业和生物群。消除或限制短链氯化石蜡的好处无法量化；但这种好处被认为是很大的，因为继续生产和使用短链氯化石蜡很可能会对人类健康和环境造成重大不利影响，并须为此付出代价。

9. 没有缔约方或观察员提出资料，并据此提议或证明有需要在将短链氯化石蜡列入《公约》时设定特定豁免或可接受用途。可以考虑设定特定豁免以协助缔约方过渡到替代物；然而，在建议的控制措施方面，没有缔约方指出需要为哪项特定用途采取灵活做法。

10. 在生产其他氯化石蜡混合物的过程中有可能会无意产生短链氯化石蜡。为了进一步保护人类健康和环境，使其避免接触短链氯化石蜡，《公约》可列出控制氯化石蜡混合物中的短链氯化石蜡杂质。控制的目的是尽量减少其他氯化石蜡混合物中短链氯化石蜡的含量，这将使人类和环境减少接触短链氯化石蜡。加拿大和欧盟成员国已采取措施，限制短链氯化石蜡在其他氯化石蜡混合物中的含量，这证明这种控制措施在技术上是可行的。此外，在许多应用中，中链氯化石蜡和其他氯化石蜡混合物常被用作短链氯化石蜡的替代品；因此，随着短链氯化石蜡的逐步淘汰，中链氯化石蜡和其他氯化石蜡混合物的生产和使用可能会增加。这进一步突出必须开发其他替代品或方法，并促进最佳可得技术以限制短链氯化石蜡在其他氯化石蜡混合物中的存在。

11. 持久性有机污染物审查委员会在编制了风险管理评估文件并审议了管理备选方案之后，按照《公约》第 8 条第 9 款规定，建议《斯德哥尔摩公约》缔

约方大会考虑将短链氯化石蜡列入附件 A，定出相关控制措施，包括控制在其其他氯化石蜡混合物中存在短链氯化石蜡，无论有无具体豁免。

1. 引言

12. 欧洲联盟及其成员国提出一个提案¹，建议将短链氯化石蜡列入《公约》附件 A、B 和（或）C 清单（UNEP/POPS/POPRC.2/14），并提交了一份支持该提案的详细材料汇编（UNEP/POPS/POPRC.2/INF/6）。持久性有机污染物审查委员会在 2006 年 11 月举行的第二次会议决定，短链氯化石蜡符合附件 D 中的所有筛选标准，在编写风险简介时应论及短链氯化石蜡环境转归特性的可变性（POPRC-2/8 号决定）。

13. 持久性有机污染物审查委员会在第三次会议上审议了风险简介草案，同意推迟作出决定，并请缔约方和观察员提交更多关于毒性和生态毒性的信息（POPRC-3/8 号决定）。委员会第四次会议没有对风险简介草案作出决定。委员会第五次会议议定了一个在闭会期间修订风险简介草案、收集最新的生产、使用和库存数据以及进一步获取关于毒性和生态毒性的信息的工作计划（POPRC.5/10/AnnexIV）。此外，委员会决定审查化学品之间毒性的相互作用，并将短链氯化石蜡用作案例研究（POPRC-5/3）。委员会第六次会议同意推迟作出决定。持久性有机污染物审查委员会第八次会议同意设立一个闭会期间工作组，负责编写短链氯化石蜡风险简介订正草案，并将其提交委员会第十一次会议审议（UNEP/POPS/POPRC.8/16/AnnexIV）。

14. 委员会 2015 年 10 月第十一次会议通过关于短链氯化石蜡的风险简介（POPRC-11/3 号决定）。

1.1 短链氯化石蜡的化学特性²

15. 短链氯化石蜡为氯化石蜡混合物，是粘滞性、无色或淡黄色的稠油（加拿大环保部，2008）。依照风险简介，风险管理评估将重点放在按重量计氯超过 48% 的短链氯化石蜡（氯代烃 C₁₀₋₁₃）。氯化石蜡为直链氯化碳氢化合物。氯化石蜡按其碳链长度分类：短链氯化石蜡碳链长度为 10 至 13，中链氯化石蜡碳链长度为 14 至 17，长链氯化石蜡碳链长度为 18 或更长。

16. 氯化石蜡的生成方法是将由 n-烷组成的碳氢化合物原料氯化。所用的原料决定产品的碳链长度。一般而言，有三种不同的碳链长度原料用于制造氯化石蜡：短链（C₁₀₋₁₃）、中链（C₁₄₋₁₇）和长链（C₁₈₊）。最近在北美洲，生产商进一步将长链（C₁₈₊）原料分为用于生产长链氯化石蜡（C₁₈₋₂₀）和生产超长链氯化石蜡（C₂₀₊）的原料（美国 2016 年提出的资料）。在其他地区，原料中的链长差异可以有很大的幅度，例如，中国生产的氯化石蜡混合物，链长可从 C₁₀ 至 C₂₀（世界氯理事会 2016 年 2 月提交的资料）。因此，用于生产氯化石蜡混合物的原料可能含有定义范围外的其他碳链长度，这会影响到生成的氯化石蜡混合物的组成（UNEP/POPS/POPRC/6/INF/15）。此外，原料可以含有其他化学品，如烯烃和芳香族化合物（UNEP/POPS/POPRC.6/INF/15）。使用碳链长度幅度很广的原料（C₁₀ 至 C₂₀）或含有痕量短链长的原料，可能会产生含有短链

¹ 原提议将短链氯化石蜡称为“short-chained chlorinated paraffins”。为了持久性有机污染物审查委员会审查的目的，本文件将短链氯化石蜡称为“short-chain chlorinated paraffins”，这是这些化学品较常用的名称。

² 关于短链氯化石蜡化学特性的进一步资料载于 UNEP/POPS/POPRC.6/INF/15（可查阅 <http://chm.pops.int/desktopmodules/MFilesDocs/images/doc.png>）。

氯化石蜡的氯化石蜡混合物。此外，视生产过程而定，氯化石蜡的生产可成为若干无意产生的持久性有机污染物（如多氯联苯、六氯代苯和多氯化萘）的来源（Takasuga et al. 2012）。

17. 提名提案指出该物质为化学文摘社（CAS）编号 85535-84-8 和欧洲现有商业化学品目录（EINECS）编号 287-476-5（氯代烷， C_{10-13} ）。这个 CAS 编号所指的短链氯化石蜡商业产品是通过碳链长度包括 10、11、12 和 13 个碳原子的碳氢化合物馏分进行氯化产生的。提名还引用了一些同义词，已在表 1 列出。这些同义词有通用性，其范畴远远大于所给出的 CAS 编号和 C_{10-13} 氯代烷通常所代表的物质。为短链氯化石蜡风险说明撰写的辅助性文件（UNEP/POPS/POPRC.6/INF/15）中有更详细的信息，包括一个非穷尽性的额外 CAS 编号以便辨识短链氯化石蜡。

表 1：名称和登记号

通用名	短链氯化石蜡
国际理论化学和应用化学联合会（IUPAC）名称	氯代烷 C_{10-13}
别名	Alkanes, chlorinated; alkanes (C_{10-13}), chloro-(50%-70%); alkanes (C_{10-13}), chloro-(60%); chlorinated alkanes, chlorinated paraffins; chloroalkanes; chlorocarbons; polychlorinated alkanes; paraffins chlorinated。
化学文摘社编号（CAS）	85535-84-8 ³
欧洲现有商业化学品目录（EINECS）	287-476-5

结构式

18. 被提名列入《斯德哥尔摩公约》的是按重量计氯化程度超过 48% 的短链氯化石蜡产品。图 1 列出短链氯化石蜡产品中可以找到的两种分子。

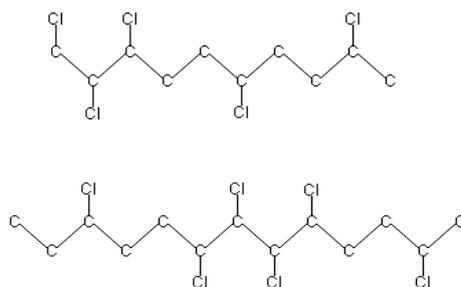


图 1：两种短链氯化石蜡化合物的结构（ $C_{10}H_{17}Cl_5$ 和 $C_{13}H_{22}Cl_6$ ）

物理和化学特性

19. 如下面表 2 所示，短链氯化石蜡氯含量幅度是测量到的和估计的物理化学特性呈现巨大差异的主要原因。短链氯化石蜡系列分子量的大致幅度是每摩尔 320-500 克（欧盟委员会，2000）。

³ 这个 CAS 编号所指的短链氯化石蜡商业产品是通过碳链长度包括 10、11、12 和 13 个碳原子的碳氢化合物馏分进行氯化产生的；然而，这个 CAS 编号没有说明短链氯化石蜡的氯化程度。请注意，还有其他的化学文摘社编号可能代表或含有短链氯化石蜡。请参阅 UNEP/POPS/POPRC.6/INF/15 表 3，其中有更多可能有关的化学文摘社编号。

20. 由于短链氯化石蜡公认的复杂性，对此种混合物进行化学分析极具挑战性。在缺乏较完整的表征和适当的个别标准的情况下，通常以一个技术产品作为定量的基础，在样本的组成与所用的标准不匹配时，就会出现很大的不确定性（Bayen et al. 2006, Reth et al. 2006, 在 Vorkamp & Riget 2014 中引用）。Sverko 等人（2012）指出，需要全球协同努力，将短链氯化石蜡的分析方法标准化。

21. 最近，国际标准组织（ISO）发布的三种方法促进了在水中、沉积物、下水道污泥、悬浮物质和皮革中短链氯化石蜡的标准化分析。（这些方法见 <http://www.iso.org/iso/home.html>）。ISO 12010:2012 方法可用于确定未过滤地表水、地下水、饮用水和污水中的短链氯化石蜡数量，翟永气质联用加电子俘获负离子化的方法(GC-ECNI-MS) (ISO 2012)。18635:2016 2016 方法确立了量化沉积物和悬浮（颗粒）物、下水道污泥和土壤中短链氯化石蜡的方法。ISO 18219:2015 法确立了确定短链氯化石蜡在加工和未加工皮革中数量的色谱法 (ISO 2015)。

22. 最先进的氯化石蜡检验方法（目前还不是常规方法）是二维气相色谱与电子捕获侦测相结合。该方法能够定性地识别各组氯化石蜡异构体的碳链长度和氯化水平。目前文献记载的最常用侦测和定量方法是气相色谱-高或低分辨率电子捕获负离子质谱分析法（GC-ECNI-MS）（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。

23. van Mourik 等人（2015）的最近一项研究报告指出，虽然 GC/ECNI-MS 仍是最常采用的技术，也有消息称，使用新的高分辨率飞行时间质谱法（TOF-MS）前景良好（van Mourik et al. 2015）。此外，已找到更好的去除干扰性化合物的清理程序，并开发了能够用仪器区分中链氯化石蜡和短链氯化石蜡的新技术。研究报告还指出，新的氯化石蜡定量方法已出现，其中包括使用数学算法、多元线性回归分析法和主要组成部分分析法。Gao 等人（2016）的一项研究发展了一个新的加氘脱氯反应结合高分辨气相色谱-高分辨质谱（HRGC-HRMS）分析法，用以分析商业氯化石蜡以及环境和生物群样本中的短链氯化石蜡同系物成分。通过内标实现了对每个短链氯化石蜡同系物的定量分析，短链氯化石蜡总量定量分析的相对标准差不高于 10%（Gao et al. 2016）。

表 2：相关的物理和化学特性概览

特性	数值	参考
蒸汽压（帕）	从 2.8 至 0.028×10^{-7} 帕	Drouillard et al 1998 , BUA , 1992
	在 40°C, 氯重量占 50% 的短链氯化石蜡的蒸汽压为 0.021 帕	EC 2000
	在 25°C, 氯重量占 50-60% 的短链氯化石蜡产品预计具有的过冷液体蒸汽压为 1.4×10^{-5} 帕至 0.066 帕	Tomy et al 1998
亨利定律常数（帕·立方米/摩尔）	0.7-18 帕 x 立方米/摩尔	Drouillard et al 1998
水溶度（微克/升）	C ₁₀₋₁₂ 氯代烷, 400-960 微克/升	Drouillard 1998
	氯代烷 C ₁₀ 和 C ₁₃ 混合物, 6.4-2370 微克/升	BUA 1992
	在 20°C, 氯含量占 59% 的短链氯化石蜡, 150 至 470 微克/升	EC 2000
正辛醇-水分配系数	4.48 – 8.69	UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2
	氯含量占 49-71% 的短链氯化石蜡, 4.39-5.37	EC 2000
正辛醇-空气分配系数	氯含量占 30-70%, 4.07 至 12.55（模式值）	Gawor & Wania 2013

1.2 审查委员会对附件 E 资料的结论

24. 委员会在第十一次会议（罗马，2015 年 10 月 19 日至 23 日）按照附件 E 的规定评估了短链氯化石蜡的风险简介。委员会在其 POPRC-11/3 号决定中通过了关于短链氯化石蜡的风险简介（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2），并：

(a) 按照《公约》第 8 条第 7 款并根据风险简介，决定短链氯化石蜡，由于远距离环境迁移，很可能对人类健康和（或）环境产生不利影响，因而有必要采取全球行动；

(b) 又决定，按照《公约》第 8 条第 7(a) 款和 缔约方大会第 SC-1/7 号决定第 29 段，设立一个特设工作组，负责编写风险管理评估，包括按照《公约》附件 F 对短链氯化烷可能的控制措施进行分析；

(c) 按照《公约》第 8 条第 7(a) 款规定，请各缔约方和观察员在 2015 年 12 月 11 日之前向秘书处提交附件 F 所规定的资料，以及与附件 E 有关的进一步资料。

1.3 数据来源

25. 风险管理评估是在短链氯化石蜡风险简介（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）的基础上进行的，其主要的根据是缔约方和观察员应要求提供的《斯德哥尔摩公约》附件 F 中规定的资料。下列缔约方和观察员提交了资料⁴：

(a) 缔约方：阿尔巴尼亚、加拿大、中国、德国、匈牙利、摩纳哥、荷兰、挪威、尼亚、瑞典；

(b) 观察员：国际持久性有机污染物清除网（IPEN）/阿拉斯加毒物社区行动（ACAT）的研究员。

26. 除上述数据来源外，还从公开资料来源和科学文献收集资料。主要报告包括：

(a) 对短链氯化石蜡各种可能的限制进行的评估。风险和政策分析有限公司（RPA）为荷兰国家公共卫生和环境研究所编制的报告（2010）；

(b) 指导文件第 8 号：减少波罗的海区域短链氯化石蜡和中链氯化石蜡的排放。控制波罗的海区域危险物质（COHIBA）项目联盟（2011）；

(c) 关于生产、进口、出口、使用和释放氯代烷 C₁₀₋₁₃（短链氯化石蜡）的数据以及关于其潜在替代物的资料。BRE、IOM Consulting 和 Entec 为欧洲化学品管理局编写的报告（2008）；

(d) 欧洲经委会持久性有机污染物议定书关于短链氯化石蜡管理备选办法的材料汇编。综合解决办法咨询公司 Beratungsgesellschaft für integrierte Problemlösungen（BiPRO）按照研究合同就支助关于持久性有机污染物的国际工作问题编制的报告（2007）。

上述报告和所有其他资料来源载列于本文件参考资料部分。

1.4 短链氯化石蜡在各项国际公约下的状况

27. 短链氯化石蜡受若干国际条约和条例约束。

28. 2005 年 8 月，欧洲共同体建议将短链氯化石蜡列入欧洲经委会《远距离越境空气污染公约》关于持久性有机污染物的奥胡斯议定书。短链氯化石蜡符合执行机构第 1998/2 号决定关于持续存在、可能会造成不利影响、生物蓄积和远距离迁移的潜力的标准。因此，在 2009 年 12 月执行机构第二十七届会议（第 2009/2 号决定），短链氯化石蜡被列入 1998 年《奥胡斯议定书》附件一和附件二。附件二禁止使用短链氯化石蜡，但豁免在采矿业传送带橡胶以及在水坝密封剂中作为阻燃剂的使用，附件二指出，一旦出现合适的替代物，即应采取行动去除上述用途。将短链氯化石蜡列入附件二的一项要求是，任何使用这些物质的缔约方须至迟在 2015 年报告在消除这些物质方面所取得的进展，并提交资料说明这方面的进展，其后每四年报告一次。在三分之二的缔约方通过该修正案时，修正案开始生效（UNECE 2009）。到目前为止，32 个缔约方中 4 个已批准修正案，包括卢森堡、荷兰、挪威和罗马尼亚（联合国，2016）。

⁴ 缔约方和观察员提供的附件 F 资料可在《公约》网站查阅

（<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC11/POPRC11Followup/SCCPInfoRequest/tabid/4794/Default.aspx>）。

29. 1995 年，奥斯陆和巴黎保护东北大西洋海洋环境委员会（奥斯陆和巴黎委员会）通过了一项关于短链氯化石蜡问题的决定（第 95/1 号决定）。奥斯陆和巴黎委员会第 95/1 号决定和随后的欧盟措施管制短链氯化石蜡的主要用途和来源。2006 年，奥斯陆和巴黎委员会编制了巴黎委员会关于短链氯化石蜡的第 95/1 号决定执行情况概况评估报告（OSPAR 2006）。评估依据的是从 15 个缔约方中的 9 个缔约方收到的国家执行情况报告，这些缔约方被要求在 2005/2006 年会议周期就本国所采取的措施提交报告。所有提交报告的缔约方已采取措施实施巴黎委员会第 95/1 号决定。一些缔约方报告其已经全面禁止所有短链氯化石蜡的用途，或禁止某些用途和削减其他用途。一般而言，缔约方针对欧洲的持久性有机污染物条例（EU 850/2004）所涉及的用途采取了措施。

30. 与奥斯陆和巴黎委员会一样，波罗的海海洋环境保护委员会（赫尔辛基委员会）已将短链氯化石蜡列入其有害物质清单。2007 年 11 月 15 日，赫尔辛基委员会将短链氯化石蜡纳入赫尔辛基委员会波罗的海行动计划。赫尔辛基委员会缔约方议定，自 2008 年起，着手严格限制在缔约国所有波罗的海汇水区域使用几种危险物质，包括短链氯化石蜡。危险物质是指那些被发现具有持久性、生物蓄积性和毒性的物质，或具有非常持久性、非常生物蓄积性的物质（立陶宛 2010 年提交的附件 E 资料）。

31. 2015 年 10 月，《鹿特丹公约》的化学品审查委员会（化学品审委会）通过第 CRC-10/4 号决定，建议将短链氯化石蜡作为工业化学品列入《公约》附件三，并建议为建议的清单编制一份决定指导文件。

1.5 已采取的国家或区域控制行动

32. 短链氯化石蜡因其潜在的健康和环境影响而成为审查对象，阿尔巴尼亚、加拿大、欧盟成员国、挪威和美国为此提议和执行了控制行动。

33. 阿尔巴尼亚在 2015 年 4 月 29 日提议采取控制措施，禁止生产、在市场销售和使用短链氯化石蜡。国家环境局将维持一个数据库，并每四年报告一次在消除短链氯化石蜡方面取得的进展（阿尔巴尼亚 2015 年提交的附件 F 资料）。

34. 在加拿大，2013 年 3 月 14 日开始生效的《2012 年禁止某些有毒物质条例》禁止生产、使用、销售、供销和进口短链氯化石蜡和含短链氯化石蜡产品（加拿大，2013）。这些条例允许继续使用、销售和供销条例生效前在加拿大生产或进口到加拿大的短链氯化石蜡和含短链氯化石蜡产品。关于产品中附带的短链氯化石蜡，各条例要求，在加拿大生产或进口到加拿大的产品，如中链氯化石蜡所含短链氯化石蜡年度总量超过 1 公斤，其年度加权平均浓度等于或大于 0.5%（重量百分比）时，则需要提交年度报告。

35. 根据短链化学品致癌性和生态毒性的现有数据（59 Federal Register 61432, 1994 年 11 月 30 日），美国环境保护局（美国环保局）将多氯代烷类化学品列入按照《应急规划和社区知情权法》（EPCRA）第 313 节（见 40 CFR 372.65）须向毒性物质释放清册提交报告的毒性化学品清单。2009 年 12 月，美国环境保护局发布了《短链氯化石蜡和其他氯化石蜡的行动计划》，并指出“环保局打算开展行动，处理生产、加工、供应和使用短链氯化石蜡的问题”。此外，美国在 2014 年 12 月公布了《某些短链氯化石蜡，特别是氯代烷 C₁₂₋₁₃（化学文摘社编号 CAS 71011-12-6）的重大新用途规则》，要求各公司通知环保局生

产、进口或加工这些化学品的计划，并让环保局有机会审查新用途，并采取行动以保护人类健康或环境（美国，2014）。

36. 最初，短链氯化石蜡被列入被 REACH（注册、评估、授权和限制化学物质条例）定为需要非常高度关注的 16 种物质的原始清单上。欧洲联盟根据《欧洲联盟现有物质条例》通过规定，限制为金属加工液和皮革涂饰剂配制和使用短链氯化烷（EEC 793/93）。2004 年 1 月 6 日起，这些条例禁止短链氯化烷浓度超过 1% 的金属加工液或皮革加脂剂进入欧洲联盟市场。

37. 后来，短链氯化石蜡被列入欧盟持久性有机污染物条例附件一（欧洲议会和理事会 2004 年 4 月 29 日关于持久性有机污染物和修正 79/117/EEC 号指令的 EC 850/2004 号条例），将原条例的范围扩大到禁止生产、在市场销售和使用短链氯化石蜡，或短链氯化石蜡浓度（按重量计）超过 1% 的制剂，或短链氯化石蜡浓度（按重量计）超过 0.15% 的物件。这些限制使短链氯化石蜡在产品中的上限为 1.0%，在物件中的上限为 1.5%。这些条例具体规定，允许在市场销售和使用短链氯化石蜡浓度（按重量计）低于 0.15% 的物件，因为这是用中链氯化石蜡制造的物件中可能存在的短链氯化石蜡浓度。条例允许使用含短链氯化石蜡的采矿用传送带和水坝密封剂，如其在 2015 年 12 月 4 日之前（含）已在使用；允许使用含短链氯化石蜡的物件，如其在 2012 年 7 月 10 日之前（含）已在使用。最初的条例允许在传送带和水坝密封剂中使用短链氯化石蜡；然而在 2015 年 11 月 13 日，欧盟委员会(EU)2015/2030 号条例修正了 (EC)850/2004 号条例，取消了这些豁免，将短链氯化石蜡只列在该条例附件一内。这一改变于 2015 年 12 月 4 日开始生效，其后所有短链氯化石蜡的使用都受到禁止，只要其浓度超过上述限值。

38. 挪威在 2001 年禁止使用短链氯化石蜡。挪威已修订条例，复制了日前更新的欧洲联盟持久有机污染物规定。

2. 有关风险管理评估的资料摘要

生产、使用和释放

39. 如风险简介中所述，由于各管辖区制定了控制措施，商业短链氯化石蜡产品的全球产量减少（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。根据提供的附件 E 和附件 F 资料以及各方提交的评论和风险简介，巴西据报告称仍在生产，而阿尔巴尼亚、澳大利亚、大韩民国、克罗地亚、阿根廷、多米尼加共和国、厄瓜多尔和墨西哥据报告称仍在进口短链氯化石蜡。文献搜索期间没有找到其他关于生产的信息。虽然在历史上，短链氯化石蜡的使用量很高，近年来有些国家减少了使用。近年来，可能含短链氯化石蜡的氯化石蜡混合物的产量有所增加（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。

40. 已知巴西、中国、印度、日本和俄罗斯联邦在生产（各种链长的）氯化石蜡。自 20 世纪 30 年代以来，氯化石蜡的全球产量大幅增加。在 2007 年，欧洲、加拿大和美国短链氯化石蜡的年产量估计为 7.5 至 11.3 千吨（Hilger et al. 2011）。在 2010 年，短链氯化石蜡在欧洲联盟的消费总量估计约为 530 吨。中国是氯化石蜡最大的生产国，估计年产量从 2007 年 600 千吨增加到 2009 年 1 000 千吨。印度也可能增加了氯化石蜡产量（Potrykus et al. 2015）。根据中国提交的附件 E 信息（2014），中国没有具体的短链氯化石蜡生产数据，因为这些生产涉及的若干氯化石蜡产品不是按照碳链长短区分，而是将氯化石蜡混合物

按照每吨中的氯化物百分比区分；中国提交的资料指出，CP-42、CP-52 和 CP-70 的产量最高（其他为 CP-13、CP-30、CP-40、CP-45、CP55 和 CP-60）。Tang 等人指出，CP-42 和 CP-52 在中国氯化石蜡总产量中占 80% 以上(Tang et al. 2005)。根据 Gao 等人，短链氯化石蜡在 CP-42、CP-52 和 CP-70 中的质量分数分别为 3.7%、24.9% 和 0.5%(Gao et al. 2012)。在有些国家，短链氯化石蜡产量信息非常有限。

41. 短链氯化石蜡过去主要用作并将继续主要用作金属加工方面的极压添加剂（即润滑剂和冷却剂），并用于聚氯乙烯塑料。风险简介中描述了短链氯化石蜡的其他用途，包括用于涂料、粘合剂和密封剂、皮革加脂剂、塑料，以及在橡胶、纺织品和聚合物材料中作为阻燃剂（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。在欧洲联盟做出规定前，在德国，约 74% 的短链氯化石蜡用于金属加工业和皮革加脂。如风险简介中详细介绍，短链氯化石蜡的使用在不同国家和地区是不一样的。

42. Potrykus 等人在 2015 年题为“查明可能含有持久性有机污染物的废物和回收物——导出限值”的报告中引用了一项研究报告，该报告认为，日常生活中使用的产品，如可微波盘碟、灯具、电子产品如电缆、转换器、键盘、记忆媒体、相框、头戴式耳机和洗涤剂中都有短链氯化石蜡。在禁止使用短链氯化石蜡的奥地利、德国、挪威和瑞典开展的检查和执法活动，发现在物品中继续存在短链氯化石蜡。在挪威，在儿童使用的各种产品，如夹克、贴纸、铅笔盒和跑鞋中发现短链氯化石蜡含量超过允许水平。物品中短链氯化石蜡含量高于允许水平 0.16-10.7%（挪威 2015 年提交的附件 F 资料）。2014 年，在执行关于短链氯化石蜡的禁令时，汉堡市发现，在 84 件塑料产品抽样中，14 件产品，包括电子产品、玩具、家庭用品、工具、游泳器材、自行车裤和体育用品含有短链氯化石蜡（德国 2015 年提交的附件 F 资料）。奥地利在垫子中测出短链氯化石蜡浓度超出允许水平 0.4-6.9%（奥地利 2016 年提交的资料）。瑞典化学品管理局还对 62 个物件进行了测试，发现其中 16 个含有高浓度短链氯化石蜡；此外，11 个含有低浓度短链氯化石蜡，这可能是在生产或运输过程污染的（瑞典 2015 年提交的附件 F 资料）。在电子产品、玩具、儿童保育物品、健身手套、塑料袋、浴室物品、体育设备、园艺设备和办公室用品中测出短链氯化石蜡（瑞典 2015 年提交的附件 F 资料）。这些结果表明，新产品继续是人类和环境接触短链氯化石蜡的来源之一。在欧洲，估计在产品使用寿命期间每年释放到环境的数量为：空气中 0.6-1.7 吨，废水中 7.4-19.6 吨，地表水中 4.7-9.5 吨，工业土壤中 7-13.9 吨(BRE 2008)。

43. 此外风险简介指出，短链氯化石蜡可能在生命周期的所有阶段（在短链氯化石蜡和含有短链氯化石蜡的产品的生产、储存、运输、使用和处置阶段）释放到环境。虽然数据有限，短链氯化石蜡的主要释放源很可能是含短链氯化石蜡产品，如聚氯乙烯塑料的配制和生产，以及金属加工液的使用（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。短链氯化石蜡向水中的释放可能来自生产设施，包括外溢、设施冲洗和暴雨造成的径流。金属加工/金属切削液中的短链氯化石蜡也可能由于液桶丢弃、粘附和废液使用进入水环境（加拿大，1993）。厄瓜多尔指出，清洗冶金设施导致短链氯化石蜡释放至水域生态系统（厄瓜多尔 2010 年提交的附件 E 资料）。释放物被排污系统收集，最终成为废水处理厂的排出物。关于排放物进入污水处理厂的百分比或被去除的效率的信息很有限。然而，将污水污泥用于农田土壤或用废水灌溉可能是土壤短链氯化石蜡含量增加的一个来源 (Zeng et al. 2011, 2012)。在 2013 年，估计有 300

公斤短链氯化石蜡被释放到挪威的废水污泥中（挪威 2015 年提交的附件 F 资料）。其它的释放可能来自齿轮油复合组，坚硬岩石采矿和其他类型采矿设备用的液体，石油和天然气钻探、无缝管的制造、金属加工和船舶上涡轮机的运转所使用的液体和设备（氯化石蜡工业协会，2002；加拿大环保部，2003）。

44. 关于含短链氯化石蜡的废物流及其相关浓度的信息不多。然而一项研究发现，在德国，含短链氯化石蜡的主要废物流来自地下采矿用的传送带所产生的废橡胶以及建筑和拆建废料的密封剂(Potrykus et al. 2015)。该报告还指出，在某些开放性的应用中，如在密封剂和粘合剂的应用中，短链氯化石蜡取代了多氯联苯(Potrykus et al. 2015)。虽然报告的重点放在德国的废物流，调查结果表明，废料处理和回收作业有可能释放短链氯化石蜡，这可能适用于具有类似特点的其他管辖区。

45. 在德国，含短链氯化石蜡的传送带橡胶很可能与其他废橡胶一同处理和（或）处置，约 62%的废橡胶被送去进行材料回收，其余焚化(Potrykus et al. 2015)。由于短链氯化石蜡在 200 °C 就热分解了（BiPRO 2011），在能源回收/焚化时又使用较高的焚烧温度（约 800 °C），可以假定传送带橡胶所含短链氯化石蜡在焚化过程中销毁，不再构成问题(Potrykus et al. 2015)。然而，回收作业不去除或销毁短链氯化石蜡，因此废橡胶中的短链氯化石蜡废物可能会释放到回收材料中。在德国，回收的橡胶用于制造室内用和户外用（例如游乐场的橡胶地板 (Potrykus et al. 2015)。这一调查结果表明，短链氯化石蜡可进入回收物并进入用回收橡胶制造的产品，并可能导致短链氯化石蜡不受控制地流散到全球 (Potrykus et al. 2015)。为解决这一问题，报告建议将含短链氯化石蜡的传送带橡胶从废物流中分出，并适当地加以处理。调查报告强调，没有关于地下采矿用废传送带处理方法和处置方式各种备选方案的信息。此外，在为项目获取含短链氯化石蜡的传送带废橡胶样本方面遇到困难。因此，无法量化传送带废橡胶所含短链氯化石蜡的数量(Potrykus et al. 2015)。

46. 同一项研究报告说，在德国发现在来自建筑和拆建废物的四个接口密封剂样本中，3 个短链氯化石蜡浓度超过 1 000ppm (Potrykus et al. 2015)。由于其黏性，相当一部分密封剂和粘合剂粘附在建筑材料（尤其是混凝土、瓦片、砖块和陶瓷）表面上，并与这类废物一同处理。因此实际上，不预期密封剂和粘合剂可以完全与建筑材料分开处理。在 2011 年，德国估计处理/处置约 5400 万吨混凝土、瓦片、砖块和陶瓷废物，其中 5100 万吨进行材料回收 (Potrykus et al. 2015)。由于从建筑材料去除密封剂和粘合剂高度不切实际，其含有的短链氯化石蜡可能释放到回收材料，并进入由回收材料制造的产品，从而可能导致不受控制的全球分布 (Potrykus et al. 2015)。最好能够分离含短链氯化石蜡的密封剂和粘合剂以解决这一问题；然而，这被认为是不可行的。关于建筑废物流中被焚化的部分，预计超过 200 °C 的高温将销毁其中含有的短链氯化石蜡（BiPro 2011）。

47. Petersen（2012）报告说，欧盟大约有 25 千吨短链氯化石蜡处于建材中，成为短链氯化石蜡在建筑物及建设方面应用中的“存量”。这些估计显示，密封剂和涂料是存量中的最大组成部分，而橡胶中的短链氯化石蜡微不足道。从建筑物及建设项目产生的短链氯化石蜡废物数量为每年 1.2 千吨。对氯化石蜡而言，预计在生产和运输过程中的潜在流失少于在产品使用和处置过程中的潜在流失（Fiedler 2010）。

48. 预计在垃圾填埋场处置含短链氯化石蜡的产品不会产生大量释放问题，因为氯化石蜡将固定在产品（即聚合物）内，有很小一部分会在渗透水冲刷的情况下流失(UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2)。此外，由于氯化石蜡对土壤具有强大的粘合力，从垃圾填埋场浸出的氯化石蜡可能微不足道（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。然而，已发现某些垃圾填埋场是加拿大北极区氯化石蜡的持续来源 (Dick et al. 2010)。

49. 短链氯化石蜡的释放可能来自塑料以及建筑和拆建废物回收过程中产生的粉尘，或发生在橡胶焚化前的机械处理（这可能涉及切割、粉碎、清洗等步骤）(Potrykus et al. 2015)。如果在这些操作过程中以粉尘形式释放，氯化石蜡将因为高吸收吸附系数和辛醇-空气分配系数而被微粒吸附。排放率取决于有关设施对粉尘控制的程度(De Boer et al. 2010)。近期有人显示密集的电子废物回收活动可能是环境中氯化石蜡的一个来源(Chen et al. 2011, Luo et al. 2015)。目前没有关于此种短链氯化石蜡潜在来源的数量信息。短链氯化石蜡的释放也与拆船活动有关 (Nost et al. 2015)。

50. 风险简介显示人类接触短链氯化石蜡的主要途径是摄入的食物，而呼吸和皮肤接触也会增加进入体内的短链氯化石蜡。中国在食用油，包括在油炸食物和榨油种子中检测出短链氯化石蜡 (Cao et al. 2015)；然而研究报告指出，需要进行进一步调查，以确定生产和加工食油过程中的污染机制。此外，Strid 等人的一项研究在家用电器中找到氯化石蜡，这些家用电器在加工食物期间污染了食物，这是意想不到的接触途径，需要处理 (Strid et al 2014)。Gao 等人(2015)进行的一项研究显示，城市建筑物内的短链氯化石蜡浓度高于户外，这表明，人们在室内环境中可接触到短链氯化石蜡。此外，Hilger 等人 (2013) 发现，在位于巴伐利亚私人住宅和公共建筑的粉尘样品中检测到短链氯化石蜡。一个公共建筑的样本含有 2050 微克/克浓度的短链氯化石蜡，而住宅中的浓度要低很多 (Hilger et al.2013)。

51. 对短链氯化石蜡越来越多的管制已导致目前短链氯化石蜡使用量下降。但是，有证据表明，短链氯化石蜡仍被大量使用和被释放。监测数据证实短链氯化石蜡在环境中的释放和分布 (UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2)，这很可能是在很长时间内发生的。应考虑对所有上述接触和释放源，包括对生产、使用和废物管理阶段采取控制措施。伴随着这个风险管理评估报告的资料文件中有一个概述短链氯化石蜡生命周期和相关释放情况的图表。

2.1 确定可能的控制措施

52. 《斯德哥尔摩公约》（第 1 条）的目标是保护人类健康和环境免受持久性有机污染物的影响。为实现此目标，可将短链氯化石蜡列入：

- (a) 附件 A，以消除因有意生产和使用而产生的释放（允许特定豁免）；或
- (b) 附件 B，以减少因有意生产和使用而产生的释放（允许特定豁免和可接受的用途）；
- (c) 附件 C，以减少或消除无意产生所致的释放。

53. 列入《公约》后要采取的控制措施可包括采取行动，消除或限制物质的有意生产和使用及进口和出口。如提出适当理由，这些管制措施可允许有时间限制的生产或使用或进行中的生产或使用。可能的措施还包括采取行动控制进口和出口。这些措施还可包括采取行动，尽量减少和消除无意产生。在列入《公约》后，缔约方须采取适当行动，以无害环境的方式管理库存和废料。铭

记着《公约》第 1 条提及的预防做法，任何降低短链氯化石蜡风险的战略都应以尽可能减少和消除短链氯化石蜡的排放和释放为目的。本风险管理评估考虑到缔约方和观察员为了使缔约方大会能够就可能的控制措施作出决定而提交的社会经济资料。文件反映了关于不同缔约方所具有的不同能力和条件的现有信息。

54. 没有证据表明短链氯化石蜡会通过高温过程无意形成，预计短链氯化石蜡因其在高温下的不稳定性将在焚化中化解 (IPCS 1996)。如先前所述，短链氯化石蜡可能在生产其他氯化石蜡混合物时产生，这是因为在生产过程中使用的碳氢化合物原料含有短链物质 (UNEP/POPS/POPRC.6/INF/15)。没有关于现有库存的资料，而从设计适当的填埋场释出物质被认为是不太可能的；然而，一个潜在的来源可能是可能放置在土地上，包括在农业用地上的废水处理排出物和污水污泥。有多种工业用途和释放机制使环境和人类接触到短链氯化石蜡，因此控制措施将侧重有意生产的短链氯化石蜡，并考虑到无意产生的短链氯化石蜡。

对有意生产所致释放采取的控制措施

55. 过去一直在有意生产短链氯化石蜡，但在国家和区域管制设立后全球产量在下降 (UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2)。目前缺乏有意生产和使用的数量信息；但最近的研究表明，若干短链氯化石蜡的同系物在环境中具有持久性，对食物网和食物链的调查证实几种短链氯化石蜡在无脊椎动物、淡水及海洋鱼类中的积蓄程度很高 (Zeng et al 2013 ; Yin et al 2015 ; UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2)。各方提交委员会的附件 F 资料中所提供的替代物信息，以及通过文献收集的信息显示，所有已知的短链氯化石蜡用途都有替代物可供使用。生产和用量减少进一步证实使用替代品的做法已在进行，技术上和经济上可行的短链氯化石蜡替代品是能够得到的。

56. 鉴于加拿大、欧盟成员国、挪威和美国管制了短链氯化石蜡的生产和使用，缔约方尚未指出有哪些用途缺乏替代物，或在向其他可用化学品和工艺过渡方面存在任何技术困难⁵，将短链氯化石蜡列入附件 A 并不设任何特定豁免，可成为在全球范围消除剩余用途并防止重新引入其他用途的主要控制措施。在列入清单后，短链氯化石蜡将受《公约》第 3 条规定约束，各缔约方须采取必要法律和行政措施消除其生产和使用，并只能按照《公约》规定进口和出口短链氯化石蜡。此外，列入清单后含短链氯化石蜡新物件的生产和使用将受限制。

对无意产生所致释放采取的控制措施

57. 虽然短链氯化石蜡的无意产生仅限于一类来源（使用碳氢化合物原料生产其他氯化石蜡混合物），可以考虑对这一来源的释放采取控制措施。将短链氯化石蜡列入《公约》可减少在生产其他氯化石蜡混合物时无意产生的短链氯化石蜡释放到环境中。

58. 在欧盟，在生产氯化石蜡时使用符合规格所定链长度的原料 (RPA 2010)。欧盟生产商指出其购买特定原料来生产短链氯化石蜡 (C₁₀₋₁₃) 和长链氯化石蜡

⁵ 本文件第 2.3 节概述可替代短链氯化石蜡的化学和非化学办法。伴随本风险管理评估的进一步资料文件提供了更多关于其他可用办法的详细资料和参考资料，包括现有的健康和环境危害简介，负载增加的详细情况，价格估计以及关于其技术可行性、供应和可获性的资料。文件中提供所有与替代物有关的现有健康和环境危险简介和管制状况。

(C₁₄₋₁₇)。在整个生产过程，原料和产品是分开的，不会混合起来以生产不同商业等级的短链氯化石蜡和中链氯化石蜡（长链氯化石蜡也是如此）(RPA 2010)。石蜡原料用分子过滤器来筛选，这并不百分之百确定最终产品仅含所要求的碳链长度。人们普遍接受的是，最后产品中多达 1% 的石蜡链长可能不在要求范围内(RPA 2010)。然而，发现在一些氯化石蜡产品中短链氯化石蜡浓度为 3.7% 至 24.9%，这显示短链氯化石蜡持续进入氯化石蜡混合物中(Gao et al. 2012)。在欧洲，由于中链氯化石蜡含有短链氯化石蜡，估计每年有少于 33.4 吨短链氯化石蜡释放到环境中。

59. 根据欧洲的一个氯化石蜡生产商 Euro Chlor，欧盟的中链氯化石蜡生产商在生产过程中使用 C10-13 含量低于 1% 的石蜡原料，但实际含量往往低得多(英国 2008)。鉴于生产短链氯化石蜡含量不到 1% 的中链氯化石蜡和其他氯化石蜡混合物是可行的，而且有烯烃等不含短链氯化石蜡的其他可用原料，在《公约》清单中包括对作为杂质的短链氯化石蜡的控制措施可能是适当的。为此，可在附件 A 清单中包括控制措施，以管制高于设定浓度限值的短链氯化石蜡作为杂质出现在其他氯化石蜡混合物中。附件 A 将要求缔约方执行第 3 条规定，禁止短链氯化石蜡出现在其他氯化石蜡混合物中，和（或）采取必要法律和行政措施限制此种情况，并且进出口须遵守《公约》第 2 款的规定。还可将短链氯化石蜡列入《公约》附件 C，以减少在生产其他氯化石蜡混合物时因无意产生而释放的短链氯化石蜡。短链氯化石蜡列入附件 C 后，各缔约方，除履行其他要求外，须制订关于最佳可得技术和最佳环境做法的指导方针，以最大限度地减少在用碳氢化合物原料生产其他氯化石蜡混合物时无意产生的短链氯化石蜡。将短链氯化石蜡列入《公约》并对短链氯化石蜡作为氯化石蜡混合物的杂质采取控制措施后，将减少因生产和使用其他氯化石蜡混合物而使产品和物品出现短链氯化石蜡污染的情况。

60. 对于因在生产各种氯化石蜡混合物时使用含短链长的原料而在其他氯化石蜡混合物中出现的短链氯化石蜡，有各种最佳可得技术和最佳环保做法可供选择(欧盟委员会，2006)。最佳可得技术可包括在生产之前增加一个净化生产原料步骤，使用分子过滤器消除链长小于 14 的碳氢化合物(RPA 2010)。最佳环保做法可包括采取步骤，建立质量控制和质量保证程序，购买和使用不含短链长的原料(RPA 2010)。

61. 无须为通过高温过程无意生成的短链氯化石蜡采取控制措施，因为这不是释放到环境中的来源。

控制源自库存和废物的释放的措施

62. 按照《公约》第 6 条采取废物管理措施，包括控制一旦成为废物的产品和物品，将确保通过适当方式处置短链氯化石蜡浓度超过持久性有机污染物低含量的废物，从而销毁或以无害环境其他方式处置持久性有机污染物成分。在将短链氯化石蜡列入《公约》后，可与《巴塞尔公约》合作定出持久性有机污染物低含量的浓度水平，《巴塞尔公约》通常也负责确定无害环境的处理方法。这些措施还将涉及适当的废物处理、收集、运输和储存，消除或减少短链氯化石蜡排放和由此产生的接触。定出持久性有机污染物低含量值和《巴塞尔公约》进行的工作下制定准则，将帮助缔约方以无害环境的方式处置含有短链氯化石蜡的废物(UNEP/CHW.12/INF/9)。

63. 如上文所述，源自传送带的废橡胶以及建筑和拆建废料中的密封剂和粘合剂含有短链氯化石蜡(Potrykus et al. 2015)。通过将短链氯化石蜡列入《公

约》，可消除或减少新产品中的短链氯化石蜡含量，从而在长期减少源自废物流的释放，通过控制措施，则可处理可能含有短链氯化石蜡的废橡胶和建筑和拆建废料。德国的研究突出了将含短链氯化石蜡的这些材料与废物流分开以进行适当处理的困难(Potrykus et al. 2015)。然而，第 6 条(1)(d)(ii)要求以适当方式处置这些废物，使其持久性有机污染物含量得到销毁或产生永久质变，不再显示出持久性有机污染物的特性。在销毁或永久质变并非环境上可取的备选方法或在持久性有机污染物含量低的情况下，或可通过无害环境的方式处置含有持久性有机污染物的废物。短链氯化石蜡含量低于持续性有机污染物低含量水平的废物应当依据相关国家立法和国际规则、标准和准则以无害环境方式处理。

64. 如上文所述，在设计适当的的填埋场处置的短链氯化石蜡和含短链氯化石蜡产品，理应不会成为环境释放的重要来源。然而，有证据显示，废水可能含有短链氯化石蜡，在废水处理厂进行处理时，短链氯化石蜡会藏在污泥中（加拿大 1993，厄瓜多尔 2010 年提交的附件 E 资料）。在土地上利用含有短链氯化石蜡的污水污泥可能是环境释放的一个来源 (Zeng et al. 2011, 2012)。在土地上利用污水污泥的做法应按照适用的区域和地方规定进行。

65. 废物管理活动应考虑到国际规则、标准和准则，包括可能根据《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》制定的或与其合作制定的规则、标准和准则，以及相关的全球和区域管理危险废物的制度。在废物管理阶段，缔约方也应考虑采取减排措施、制定指南以及使用最佳可得技术和最佳环境做法。此外，各缔约方应努力制定适当战略，以确定受短链氯化石蜡污染的场址。确定和补救污染场址的工作应以无害环境方式进行。

2.2 可能的控制措施在实现减少风险目标方面的成效和效率

有意生产

66. 目前有各种关于短链氯化石蜡所有已知用途的化学替代品和其他可用技术的资料（见第 2.3 节和伴随本风险管理评估的进一步资料文件）。加拿大、挪威、美国和欧洲联盟已完全过渡到不使用短链氯化石蜡。此外，缔约方尚未指出有哪些用途没有替代物，或在过渡到其他可用化学品和工艺方面有任何技术问题。这表明替代物可以得到，因此，消除有意生产被认为是可行的。这些替代品和替代工艺对发展中国家不一定具有经济可行性或可以获得。

67. 加拿大报告说，消除生产和使用短链氯化石蜡会预计不会涉及费用，因为很容易获得和使用替代化学品和其他可用技术。在加拿大，消费者的费用预计不会增加，因为有关行业在很大程度上已过渡到替代品（加拿大 2013）。另一方面，中国和俄罗斯联邦指出，消除有意生产预计将对石蜡和氯化石蜡两个行业包括对原材料生产产生影响，增加原材料成本、监测成本、法律成本和行政成本等(中国 2015 年提交的附件 F 资料；俄罗斯联邦 2014 年 4 月提交的资料)；没有数量数据来测算发展中国家消除生产和使用短链氯化石蜡以及包括采取管控措施限制短链氯化石蜡在其他氯化石蜡混合物中使用的预期成本。没有关于生产短链氯化石蜡替代品的制造业会获得何种经济利益的信息。

68. 联合王国环境局 2011 年的一份研究报告对在欧洲联盟范围内为减少短链氯化石蜡排放量而采取的减排措施的成效进行了估计(Corden et al. 2011)。研究报告假设在 2004 年欧洲联盟使用不到 1100 吨短链氯化石蜡，大约 35.4 吨被释放到环境中。以此为基线，估计了在使用化学替代品和减排技术（如更多的废

水处理和空气污染控制措施)后成本增加和排放减少情况。表3汇总了该报告关于欧洲联盟的调查结果(Corden et al. 2011),其中报告了欧洲联盟的总体成本(一次性综合成本和持续运营成本)。一般来说,从这一分析可得出的结论是,用其他化学品替代短链氯化石蜡品是最有效的减少环境排放方法,使用减排技术的成效较小。关于成本问题,研究结果表明,在橡胶应用方面使用化学替代品将产生成本最低、减少短链氯化石蜡排放最多的效果。在纺织以及在密封剂和粘合剂应用方面,使用某些替代物的费用较高。

表 3
在消除短链氯化石蜡方面实现的减排量以及采用替代品和减排措施的费用汇总

应用	措施	费用(英镑)*	减排量(吨)	减排百分比(%)
橡胶	用中链氯化石蜡替代	87400	15.42	43.6
	用长链氯化石蜡替代	16900	1.93	5.5
	用有机磷酸盐替代	56900	1.93	5.5
	为橡胶配制和加工进行更多废水处理	没有报告	0.00	0.0
	对橡胶配制和加工的空气排放物进行高温氧化	没有报告	0.00	0.0
涂料和涂层	用中链氯化石蜡替代	175700	2.49	7.0
	用长链氯化石蜡替代	23000	0.31	0.9
	用邻苯二甲酸盐替代	23800	0.31	0.9
纺织	用中链氯化石蜡/十溴联苯替代	273800	4.01	11.3
	纺织废水处理(使用化学替代品外的方法)	55100	0.90	2.5
密封剂和粘合剂	用中链氯化石蜡替代	171400	6.33	17.9
	用长链氯化石蜡替代	27500	0.90	2.5
	用邻苯二甲酸盐替代	30000	0.90	2.5
	用三联苯替代	85000	0.90	2.5

*指在假设2004年短链氯化石蜡的用量低于1,100吨的基础上,在欧洲联盟执行这些措施的总体成本。

资料来源: Corden, C., Grebot, B., Kirhensteine, I., Shialis, T., Warwick, O. 2011 Evidence. Abatement cost curves for chemicals of concern. The Environment Agency. Horizon House. Bristol, United Kingdom. 见:

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290505/scho0811bucc-e-e.pdf

69. 如上文所述,将短链氯化石蜡列入《公约》后将需要使用化学替代品,预计会产生费用。但预计生产短链氯化石蜡替代品的公司所得惠益将超过这一增加的费用(BiPro 2007)。《公约》第6条要求缔约方制订适当战略以查明含有此化学品或受其污染的库存、产品和使用中的物品以及废物,这项要求也可能涉及费用。

70. 将短链氯化石蜡列入附件A,不设特定豁免,是消除有意生产从而减少人类和环境接触的最有效率控制措施。列入附件A并设特定豁免,将允许继续生产和使用5年,除非另有具体说明,这可能继续使短链氯化石蜡释放到环境中。将短链氯化石蜡列入附件B,限制其在可接受用途或特定豁免范围内生产和使用,可减少人类和环境接触,但不消除此种接触。如果将短链氯化石蜡列入《公约》时设特定豁免或可接受用途,缔约方须采取适当措施,确保此种豁

免或用途下的任何生产或使用都以防止或尽量减少人类接触和向环境释放的方式进行。Corden 等人的研究显示，使用减排技术可能比使用化学替代品来实现同样的减排效果更昂贵(Corden et al. 2011)。对于涉及在正常使用条件下有意向环境中释放短链氯化石蜡的任何豁免使用或可接受用途，应考虑到任何可接受的标准和准则，把此种释放控制在必要的最低程度。

71. 缔约方和观察员提交的附件 F 资料中没有列出关键的短链氯化石蜡用途。另一些研究显示对发达国家来说每一种用途都有商业上可获得的合适替代物。此外，对发达国家来说，没有哪一种用途具有可能妨碍缔约方过渡到其他可用的化学品和工艺的社会和经济因素。还没有关于发展中国家如何获得替代品的信息。

72. 没有缔约方或观察方提出资料，据此提议或证明有需要在设定特定豁免或可接受用途的情况下将短链氯化石蜡列入《公约》清单。可考虑设定特定豁免以协助缔约方过渡到替代物；然而，在建议的控制措施方面，没有缔约方指出需要为哪一项特定用途采取灵活做法。考虑到替代品和替代工艺的未知成本问题，以及发展中国家没有且无法获得替代品和替代工艺，可能需要采用豁免措施，为尚未开展淘汰工作的缔约方提供必要的灵活性，以寻找和采用适当的替代品，完全淘汰其短链氯化石蜡。

无意产生

73. 如上文所述，短链氯化石蜡可能在生产其他氯化石蜡混合物过程中产生，造成因生产和使用其他氯化石蜡混合物而使产品和物品被短链氯化石蜡污染。缔约方实施了风险管理控制措施以限制短链氯化石蜡的浓度。挪威和欧盟颁布了条例，禁止生产、在市场销售和使用短链氯化石蜡浓度等于或大于 1% 的物质或制剂。这一条例限制了其他氯化石蜡混合物等制剂中可能的短链氯化石蜡含量。同样，加拿大采取了管制行动，以限制在加拿大生产或进口到加拿大的任何产品的短链氯化石蜡浓度。短链氯化石蜡年产量 1 千克以上或产品短链氯化石蜡浓度超过 0.5%（包括无意或伴随出现在产品中）的任何公司，必须每年提出报告（加拿大，2013）。

74. 将短链氯化石蜡列入《公约》是减少在生产其他氯化石蜡混合物时无意产生的短链氯化石蜡释放到环境中的最有效方法。一种做法是，可在附件 A 清单中包括控制措施，以管制高于设定浓度限值的短链氯化石蜡作为无意产生的痕量污染物出现在其他氯化石蜡混合物中。另一种做法是，清单可允许生产和使用短链氯化石蜡浓度（按重量计）低于 1% 的物质或制剂，和短链氯化石蜡浓度（按重量计）低于 0.15% 的物件。这将要求缔约方执行第 3 条规定，禁止短链氯化石蜡出现在其他氯化石蜡混合物中，和（或）采取必要法律和行政措施限制此种出现，并在进口和出口方面按照《公约》第 2 款规定。还可将短链氯化石蜡列入《公约》附件 C，以减少在生产其他氯化石蜡混合物时因无意产生而导致短链氯化石蜡的释放。这将使短链氯化石蜡受第 5 条规定约束，该条要求各缔约方制定行动计划；促进实施现有、可行和实际的措施以减少释放和消除释放来源；促进开发和使用替代品或改变过的材料、产品和工艺，以防止无意生成；促进使用最佳可得技术和最佳环保做法。

75. 如果在生产其他氯化石蜡混合物时无意产生的短链氯化石蜡的控制措施到位，缔约方预计须花费资源。此外，缔约方可能要支出费用以促进发展和应用可行和切合实际的措施，如最佳可得技术和最佳环保做法，以实现现实和有意义的减排或消除来源。

76. 没有关于在生产其他氯化石蜡混合物时因无意产生导致的短链氯化石蜡释放量的详细资料。然而，估计在 2004 年，欧洲联盟内因使用中链氯化石蜡而无意形成的短链氯化石蜡释放量最多为 33.4 吨（欧洲化学品管理局 2008）。此外，随着短链氯化石蜡的逐步淘汰，中链氯化石蜡和其他氯化石蜡混合物生产和使用预计会增加，这可能会增加在生产替代化学品时无意产生和其后释放的短链氯化石蜡。考虑到现有信息，从成本和惠益的角度看，目前无法确定列入《公约》是否是减少无意释放的有效率控制措施，因为经济影响以及环境和健康惠益无法确定。

77. 应当指出，在联合国环境规划署（环境署）化学品处下还采取了其他一些举措，该处制定了标准化的工具包，以协助各国按照《公约》附件 C 查明持久性有机污染物的释放和释放量。可以考虑开展研究，以更好地了解在生产其他氯化石蜡混合物时无意产生的短链氯化石蜡如何增加环境释放。这项工作的成果可能有助于将短链氯化石蜡列入《公约》，或可成为编制指导材料以协助缔约方减少无意产生短链氯化石蜡而导致的释放的基础。

库存和废物

78. 短链氯化石蜡列入《公约》后，第 6 条的规定将开始适用，《公约》缔约方将需要以保护人类健康和环境的方式管理库存和废物。列入附件 A、B 和（或）C 将是减少库存和废物中的短链氯化石蜡释放到环境的最有效控制措施。此外，列入《公约》将消除或减少新产品中的短链氯化石蜡，从而在长期减少废物流中的短链氯化石蜡。这一点特别重要，因为将含短链氯化石蜡的废物（如橡胶、密封剂和粘合剂）与回收流分开可能是不可行的。

79. 预期源自传送带的废橡胶以及建筑和拆建废料中的密封剂和粘合剂含有短链氯化石蜡(Potrykus et al. 2015)。如前所述，只有一个德国研究报告有关于这些废物流中短链氯化石蜡浓度的信息(Potrykus et al. 2015)。列入《公约》将导致为废物中的短链氯化石蜡定出持久性有机污染物低含量值，以及导致《巴塞尔公约》制定准则，以协助缔约方以无害环境的方式管理含短链氯化石蜡的废物(UNEP/CHW.12/INF/9)。要使控制措施有效率和要能够适当管理废物，就可能需要确定含短链氯化石蜡的物料以及帮助分离和销毁废物所含有的持久性有机污染物成分(UNEP.CHW.12/INF/9)。目前不具有专门用于短链氯化石蜡的分类和分离技术。

80. 按照《公约》第 6.1d (ii)条和第 6.2 条，销毁含短链氯化石蜡的废物将有助于消除排放和接触源自废物的短链氯化石蜡。目前有各种不同的以无害环境方式处置含持久性有机污染物废物的方法(Basel Convention 2015)。虽然有许多备选办法，但一般认为高温焚化是销毁持久性有机污染物或含持久性有机污染物产品的有效方式，例如用危险废物焚烧炉和在水泥窑进行混合焚化 (Basel Convention 2015)。焚化含持久性有机污染物的废物可能导致生成有害的焚烧产物。在焚化含短链氯化石蜡废物产生的排放物方面，现有资料有限。在全球范围，许多国家和地区有能力焚烧持久性有机污染物废物，例如用危险垃圾焚烧炉或通过在水泥窑中共同处理。但尚无全球或具体区域焚烧能力的概览 (UNEP/POPS/POPRC.11/2)。在销毁或永久性质变方法均非环境上可取的备选方法或持久性有机污染物含量较低的情况下，可以使用其他无害环境的处理技术。如《巴塞尔公约》指导方针所述，一种备选办法是在特别设计的防止危险化学品浸出和扩散的废物填埋场处置 (Basel Convention, 1995)。

81. 在是否有短链氯化石蜡库存或含短链氯化石蜡的库存方面，或在与管理这些库存有关的费用方面，目前没有任何资料。此外，在关于以无害环境方式处置含短链氯化石蜡废物的费用方面，目前没有任何资料。《公约》并不强制要求缔约方对受污染场地采取补救措施。如果采取此种措施，则应以无害环境的方式进行，预计会产生费用。

2.3 关于替代产品和工艺的资料

2.3.1 导言

82. 缔约方在对提供附件 F 资料的要求作出的答复中指出，短链氯化石蜡主要用作金属加工和聚氯乙烯加工。短链氯化石蜡也在各种应用中，包括在涂料、粘合剂和密封剂、皮革加脂剂、塑料、橡胶、纺织品和聚合物材料中用作增塑剂和阻燃剂。

83. 下面简要说明短链氯化石蜡的已知和潜在替代物。伴随本风险管理评估 (UNEP/POPS/POPRC12/INF/7) 的进一步资料文件提供了更多关于替代物的详细资料和参考资料，包括现有的健康和环境危害简介、负载增加的详细情况、所涉费用以及关于技术可行性、供应和可获性的资料。文件中提供关于健康和环境危险简介和管制状况的现有信息。

84. 必须指出，本风险管理评估中列出的大多数替代物没有在《公约》下进行评估。因此，目前不知道其中一些替代物会否显示持久性有机污染物特性和其他危险特性，是否应由缔约方加以评估，然后再考虑是否将此类物质作为合适的替代物。在纺织用的短链氯化石蜡替代品中，许多是持久性有机污染物或展现持久性有机污染物特性。

85. 在过渡到替代物时，必须将考虑用作替代物的健康和环境危害简介铭记在心。应避免只是用其他危险化学品来替代持久性有机污染物，应设法找更安全的替代品。应确保潜在的替代品能够保护人类健康和环境，应评估被考虑的化学品，以确定其是否比持久性有机污染物更安全。虽然在缺乏危险特性资料或接触数据的情况下进行全面风险评估或许是不可能的，但应在考虑到现有证据的分量的情况下进行简单的风险分析。关于如何考虑已列入清单的持久性有机污染物的其他可用物和替代物及候选化学品的一般指导方针可查阅：
<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC5/POPRC5Documents/tabid/592/Default.aspx> (UNEP/POPS/POPRC.5/10/Add.1)。

86. 在过渡到使用其他可用化学物时，必须考虑到国家和区域对其他可用化学物的评估成果和控制措施。一切现有区域和国家管制规定信息已列入伴随着本风险管理评估报告的进一步资料文件。

2.3.2 金属加工液中的替代品和替代工艺

87. 短链氯化石蜡一直用作金属加工液中的润滑剂和冷却剂。一般而言，短链氯化石蜡润滑剂或含氯化石蜡添加剂的润滑剂用于润滑承受极端压力的部分，并用于深拉、弯管成形和冷锻(美国环保局，2004)。在金属加工方面，过渡到不使用短链氯化石蜡和氯化石蜡的过程包括开发替代品和替代工艺。

88. 为了实施可持续的金属加工液系统，业界在发展适应环境的润滑剂方面取得重大进展。适应环境的润滑剂很容易生物降解，毒性低，其性能相当于或好于常规替代品(Skerlos et al. 2008)。适应环境的润滑剂有许多类，包括植物油（油脂化学品）基的原料，这些原料可代替常规液用于传统水基制剂和纯油型

制剂(Skerlos et al. 2008)。此外，生物制剂有可能减少金属加工液排出物的废物处理费用以及与石油基的金属加工液有关的职业健康风险(Raynor et al. 2005)。美国军方用非氯化的加拿大油菜油、向日葵油和豆油代替往往含有氯化石蜡添加剂的石油或从石油衍生的化合物，并发现基于植物的替代物散热性更好，在加工过程中较少冒烟(美国海军，2006)。为便于过渡到基于可再生生物的金属加工液，美国环保局提供了关于开发 100% 无石油的制剂的指南(美国环保局，2006)。

89. 除了开发了适应环境的润滑剂外，还开发了替代性技术，包括使用以气体为基础的系统，例如超临界二氧化碳。在超临界条件下，二氧化碳有液体的密度和溶解性，同时保持气体的可压缩性和黏滞性(Skerlos et al. 2008)。虽然以气体为基础的系统可能在全球升温潜能方面排放绩效较低，但据评估，这些系统对环境的总体影响低于液基润滑剂系统(Skerlos et al. 2008)。超临界二氧化碳可以结合豆油取得比两者单独使用更好的绩效(Clarens et al. 2006)。其他替代工艺包括不使用切削液的干加工和使用液化气体的低温加工(Shokrani et al. 2014)。

90. 金属加工液中的化学替代品还包括中链氯化石蜡、长链氯化石蜡、硫基化合物(如二烷基二硫代磷酸锌、磺基脂肪酸酯、高碱值石油磺酸钙)、磷基化合物(如磷酸三丁酯、磷酸烷基酸酯、亚磷酸氢)、氮基化合物、氯化脂肪酯和酸、边界酸酯、复杂酯(加拿大 2009; 欧盟委员会 2002; 美国环保局 2004; Dover n.d.; COHIBA 2011)。其他潜在的替代物包括烷醇酰胺和油酸二异丙基酯(加拿大，2009)。

91. 其他可用的化学品和工艺在技术上是否合适取决于所采用具体工艺的个别要求。证据显示，有许多短链氯化石蜡替代品可用作金属加工液；然而这些替代品可能不适合所有应用(加拿大，2009)。价格资料也很有限，但在全球范围，金属加工液是第一个受到管制的应用，故此必须过渡到替代品(RPA 2010)。可得出的结论是，替代物在商业上可提供、可获得并在许多地区使用。

92. 往往用水而不用挥发性有机物溶剂稀释的合成和半合成润滑油也可作为替代品(美国环保局 2004)。

93. 根据 2003 年短链氯化石蜡在金属加工的应用被淘汰前收集的欧洲信息，预期因需要重新配方(例如实验室测试)而产生的过渡费用约为每配方师 5 万欧元(BiPRO 2007)。预期改用无氯替代品将导致费用增加约 20%，因为实施这项改变将需要重新配方基础油(BiPRO 2007)。此外，金属加工改用替代品的费用取决于替代品类型，从中链氯化石蜡每吨 100 欧元到非氯化石蜡替代品每吨 2500 欧元(RPA 2001)。由于加拿大、欧盟成员国、挪威和美国已过渡到使用替代品，重新配方金属加工液的过渡费用预计将因这些市场上的配方师已有经验而大大减少。

2.3.3 聚氯乙烯方面的短链氯化石蜡替代品

94. 在聚氯乙烯生产中，氯化石蜡主要用于需要中度增塑特性和阻燃特性的低成本应用(加拿大，2009)。对短链氯化石蜡替代品的分析显示，在许多情况下，使用替代品可提高聚氯乙烯产品的总体技术特性，如柔韧性和稳定性。阻燃性可通过使用替代技术，如使用自身具有防火性的材料、易燃性障碍和重新设计产品来实现(纽约，2013)。虽然在技术上可行，短链氯化石蜡替代品的使用可能会增加聚氯乙烯生产商的原料费用。确定的化学替代品包括：磷酸三甲

苯酯、中链氯化石蜡、长链氯化石蜡、三氧化锑、硼酸锌、邻苯二甲酸二异壬酯、邻苯二甲酸二异癸酯、邻苯二甲酸二(2-乙基己)酯、邻苯二甲酸丁苄酯、双十一烷基邻苯二甲酸酯(加拿大, 2009)。根据欧洲乙烯生产商理事会的一份声明, 短链氯化石蜡不再用于聚氯乙烯; 然而该团体没有指出在这项应用中以何物代替短链氯化石蜡(ECVM 2008)。

95. 根据荷兰的一项研究 (Van der Gon et al. 2006), 预计联合王国在聚氯乙烯中使用短链氯化石蜡代替物所涉总体费用约为 1 000 欧元/替代吨(包括一次性成本和全行业运营成本)。在使用短链氯化石蜡替代品后, 所涉费用可能来自重新配方、重新核准和成品价格 (BiPRO 2007)。

2.3.4 其他应用方面的短链氯化石蜡替代品

96. 历史上, 短链氯化石蜡大多用于金属加工液和聚氯乙烯, 但随着控制措施的实施, 短链氯化石蜡的使用范围有所改变, 增加了其他方面的应用, 如橡胶制品(聚氯乙烯外)、密封剂、粘合剂、涂料、涂层、皮革加脂液、纺织品和聚合物材料 (RPA 2010; 加拿大 2009)。

橡胶方面的应用

97. 由于橡胶固有的可燃性, 短链氯化石蜡在各种橡胶产品中被用作阻燃剂, 其中包括天然橡胶、苯乙烯-丁二烯橡胶、顺丁橡胶、丙烯腈-丁二烯橡胶、丁二烯或异戊二烯橡胶、乙烯丙烯二烯单体弹性体 (RPA 2010)。在需要非易燃增塑剂的应用方面, 磷酸盐酯是短链氯化石蜡的可行替代品 (Dick 2001)。其他可能的替代品包括脂环式氯化化合物、十溴二苯醚商业混合物、乙撑双四溴邻苯二甲酰亚胺作为卤来源与三氧化二锑结合使用, 并可能使用硼酸盐和磷酸盐酯以减少阴燃 (Dick 2001)。十溴二苯醚商业混合物虽然技术上是短链氯化石蜡可行的替代品, 但不是可接受的替代品, 因为持久性有机污染物审查委员会已决定建议考虑将十溴二苯醚商业混合物列入《公约》清单。如上文所述, 在选择短链氯化石蜡物质的替代品时, 必须考虑到有关区域和国家的评估结论和控制行动。

98. 有一项报告指出, 在橡胶配方中, 无机阻燃剂、溴化阻燃剂和有机磷化合物可取代短链氯化石蜡 (RPA 2010)。另一些研究报告指出, 作为橡胶中的阻燃剂, 短链氯化石蜡的替代品为三氧化二锑、氢氧化铝、丙烯酸聚合物和含磷酸盐化合物、合成和自然酯、磺酸钙、烷基磷酸酯、脂肪酸甲酯磺酸盐、中链氯化石蜡、长链氯化石蜡、磷酸甲酚二苯酯、磷酸叔丁基苯二苯酯和磷酸二苯基异丙苯酯 (OSPAR 2006; BiPRO 2007; 欧洲化学品管理局 2008)。

99. 短链氯化石蜡可用作传送带橡胶中的阻燃剂。在 2011 年, 估计 80% 用于橡胶的短链氯化石蜡用作地下矿井传送带中的阻燃剂 (COHIBA 2011), 以满足具体的安全要求 (RPA 2010)。已证实单层 (编织整芯型) 传送带 (也称为聚氯乙烯编织整芯型传送带) 含短链氯化石蜡, 此种传送带的编织整芯用 PVC 浸渍, 再贴覆盖胶而成 (RPA 2010)。阻燃性可通过使用替代技术, 如使用自身具有防火性的材料、易燃性障碍和重新设计产品来实现 (New York 2013)。有其他类型不含短链氯化石蜡的传送带, 如聚氯乙烯编织整芯型和氯丁橡胶多层式传送带; 但这些类型的性能特点不及聚氯乙烯编织整芯型传送带 (RPA 2010)。与聚氯乙烯编织整芯型传送带相比, 其他类型在耐磨、可靠、抗冲抗裂和边缘稳定性等方面性能较差 (RPA 2010)。伴随本风险管理评估报告的进一步资料文件中有比较这三类传送带的进一步信息。目前有短链氯化石蜡化学替代品可用

于传送带，其中包括中链氯化石蜡和长链氯化石蜡。2010年的这项研究收集到的信息是有限的，但这项研究指出，生产商已转向使用替代品，并且没有生产商报告说这成本或技术可行性方面有不利影响 (RPA 2010)。

100. 根据荷兰的一项研究 (Van der Gon et al. 2006), 预期联合王国在橡胶阻燃剂中使用短链氯化石蜡替代品的总体费用约为每吨 1,000 欧元/每替代吨(包括一次性成本和全行业运营成本)。使用短链氯化石蜡替代品后，重新配方和重新核可可能涉及费用，从而可能影响成品价格 (BiPRO 2007)。由于地下开采的安全要求可能使研究方面的需要和测试方面的要求比其他方面的应用更高，阻燃传送带方面的过渡费用可能很高 (BiPRO 2007)。

密封剂和粘合剂方面的应用

101. 在密封剂和粘合剂方面，在多硫化物和聚氨酯配方中以及在丙烯酸和丁基密封剂中短链氯化石蜡被用作增塑剂，在一些情况下被用作阻燃剂 (RPA 2010)。一般来说，密封剂中短链氯化石蜡的替代品为各种磷酸酯 (欧盟委员会 2002)。邻苯二甲酸酯和磷酸酯被用作密封剂的增塑剂 (Takahashi et al. 1974)。特别是在多硫化物密封剂方面，邻苯二甲酸酯 (如邻苯二甲酸甲苯基异辛酯、邻苯二甲酸甲苯基丁酯、邻苯二甲酸甲苯基异丁酯、双十一烷基邻苯二甲酸酯、邻苯二甲酸二(2-乙基己)酯)、磷酸酯、乙醇酸酯、2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇、己二酸二(2-乙基己)酯、氢化三联苯以及烷基磺酸与酚和 (或) 甲酚形成的酯可用作增塑剂 (Special Chem 2003; Wypych 2004; BiPro 2007; Mittal & Pizzi 2009)。若干研究报告将中链氯化石蜡和长链氯化石蜡列为密封剂和粘合剂中短链氯化石蜡的替代物 (BiPro 2007, 欧洲化学品管理局 2008; 加拿大 2009; McBride 2010)。上述替代物适合作为多硫化物的增塑剂，而二甘醇二苯甲酸酯适合作为聚氨酯配方中的增塑剂 (McBride 2010)。

102. 也有一些密封剂和粘合剂不使用短链氯化石蜡作为增塑剂。使用多二甲硅氧烷为增塑剂的硅胶密封剂不含短链氯化石蜡，用硅胶密封剂来代替基于多硫化物的产品在技术上是可行的。瑞士环境事务联邦办公室物质、土壤和生物技术司指出，基于硅胶的产品在密封剂和粘合剂市场占有最大份额 (Swiss Federal Office 2008)。在应力去除后的恢复状况、抗 UV、硬化率和在低温下胶枪挤出性能方面，硅胶性能好于多硫化物产品，但在涂覆性、可选颜色和抗水解方面可能不如 (Special Chem 2003)。不含短链氯化石蜡的氨基甲酸乙酯密封剂也是多硫化物产品可行的替代物，唯一不好的是其有起泡倾向 (Special Chem 2003)。2010 年的一项研究收集到的信息表明，制造商已转向其他可用的增塑剂，如中链氯化石蜡，或使用通常不含短链氯化石蜡的密封剂 (即硅胶密封剂) (RPA 2010)。

103. 关于水坝密封剂中的短链氯化石蜡，可以说此种密封剂不需要阻燃剂，并且短链氯化石蜡对产品的性能可能不发挥关键作用；但如果短链氯化石蜡在在这一应用中起增塑剂的作用，可用较不易从固化的聚合物漏出的高分子量增塑剂代替 (丹麦 2014)。

104. 根据荷兰的一项研究 (Van der Gon et al. 2006), 预期联合王国在密封剂和粘合剂中使用短链氯化石蜡替代物的总体费用约为 1,000 欧元/每替代吨(包括一次性成本和全行业运营成本)。据报告，有些生产商需要多达两年来确定和测试的替代物，最终用户的费用可能增加 5%；然而，其他公司说性能没有明显降低，成本也没有明显增加 (BiPRO 2007)。

涂料和涂层方面的应用

105. 短链氯化石蜡用于氯化橡胶和丙烯酸防护涂层以及膨胀型防火涂料。典型的应用包括道路标志涂料、金属表面抗腐蚀涂层、游泳池涂层、房屋内部和外部表面装饰涂料以及多硫化物伸缩缝止水剂的底漆(RPA 2010)。在涂料和涂漆方面，中链氯化石蜡和长链氯化石蜡被列为短链氯化石蜡的潜在替代品 (BiPro 2007; 欧洲化学品管理局 2008; RPA 2010)。在这些应用中，其他可用的增塑剂包括邻苯二甲酸酯、聚丙烯酸酯和二异丁酸酯，其他可用的阻燃剂包括含磷酸盐和硼的化合物 (RPA 2010; 欧洲化学品管理局 2008; COHIBA 2011)。应该指出，其中一些建议的替代物的技术和经济可行性是不明确的 (欧洲化学品管理局 2008)。道路标记涂料使用热塑性产品 (不含短链氯化石蜡) 而不用涂料产品，因为更具持久性。北欧、联合王国和大多数斯堪的纳维亚国家都能获得并在使用这些其他可用的产品(RPA 2010)。2010 年的一项研究收集到的信息表明，公司可能继续使用含短链氯化石蜡的涂层和涂料产品，但还有其他可用的产品(RPA 2010)。在同一项研究报告中，各公司对可得性、成本和技术上的可行性表示关切。

106. 按照荷兰的一项研究 (Van der Gon et al. 2006)，预期联合王国在涂料和涂层中使用短链氯化石蜡替代物的费用约为 1,000 欧元/每替代吨(包括一次性成本和全行业运营成本)。据推测 (具有高度的不确定性)，这会导致丙烯酸涂料费用增加 7% (BiPRO 2007)。

纺织品方面的应用

107. 纺织工业用短链氯化石蜡作为阻燃剂，一个特殊的应用是为厚纺织品，如军用帐篷，增加阻燃、防水和防腐烂的性能 (RPA 2010)。有其他可代替短链氯化石蜡的阻燃物质。三氧化铋加上卤化阻燃剂可用于纺织品，如羊毛、棉花、聚酯纤维、聚酰胺纤维和混纺纤维 (家具装璜织物和屋顶绝缘织物) (PFA 2003)。溴化阻燃剂，如十溴二苯醚商业混合物、六溴环十二烷、1,2-双(2,4,6-三溴苯氧基)乙烷可与三氧化铋一起用于聚酯纤维、纤维素纤维、腈纶纤维、窗帘用的非织物、家具装璜织物和纺织物涂层 (PFA 2003)。有机磷化合物，如三异丙苯基磷酸酯，适用于纤维素、尼龙和聚酯纤维 (家具装璜织物、服装、软管) (PFA 2003)。2010 年的一项研究收集到的信息表明，在纺织品方面，公司在几年前就过渡到其他可用的阻燃剂，没有指出有任何问题(RPA 2010)。

108. 尽管六溴环十二烷在技术上是短链氯化石蜡可行的替代物，但不是可以接受的替代物，因为其已列入《公约》附件 A (没有纺织品用途方面的豁免)。同样，十溴二苯醚商业混合物技术上是可行的替代物，但持久性有机污染物审查委员会决定建议第八届缔约方大议考虑将十溴二苯醚商业混合物列入《公约》清单。如上文所述，在选择短链氯化石蜡物质的替代物时，必须考虑到有关区域和国家评估的结论和控制行动。

109. 按照荷兰的一项研究 (Van der Gon et al. 2006)，预期联合王国在纺织品中使用短链氯化石蜡替代物的费用约为 1,000 欧元/每替代吨(包括一次性成本和全行业运营成本)。

皮革方面的应用

110. 在皮革业短链氯化石蜡被用作加脂液中的廉价填充剂，不被视为皮革加工的关键物剂 (英国 1997)。赫尔辛基报告指出，在欧盟皮革业使用的短链氯化

石蜡已被自然动物和植物油取代（欧盟委员会 2002）。潜在替代品包括硝基烷、烷基磷酸酯和磺基脂肪酸酯（美国环保局 2009）。

111. 鉴于短链氯化石蜡不被视为皮革加工的关键物剂，并且加拿大、欧盟成员国、挪威和美国已淘汰短链氯化石蜡在这方面的应用，因此不预期淘汰短链氯化石蜡的这一特定用途会涉及费用（BiPRO 2007）。

2.3.5 替代品摘要

112. 前几节简要说明了被列为短链氯化石蜡和含短链氯化石蜡产品潜在替代品的其他化学品和工艺。关于其他可用办法的进一步信息载于伴随本风险管理评估报告的进一步资料文件(UNEP/POPS/POPRC12/INF/7)。

113. 一些资料显示，在短链氯化石蜡所有已知用途方面，都有商业上可获得技术上可行的替代品。目前没有关于发展中国家这些替代品的经济可行性和可获得性的信息。具体而言，在加拿大、欧盟成员国，挪威和美国，短链氯化石蜡许多方面的用途已被淘汰多年。此外，短链氯化石蜡在传送带以及在水坝密封剂方面的消耗量呈现减少，这表明技术上可行的替代品是存在的，是能够获得的，并是能够提供的（丹麦 2014）。此外，欧盟已改用可行的替代品来取代短链氯化石蜡在橡胶传送带和水坝密封剂方面的剩下用途（欧盟委员会 2015）。

114. 预期短链氯化石蜡和氯化替代品生产商将面临损失，此项损失难以量化，但可能为一千万到两千万欧元左右（BiPRO 2007）。还预期替代品（如中链氯化石蜡、长链氯化石蜡和其他替代品）生产商的相应收益将超过这些损失（BiPRO 2007）。由于缺乏信息，这些预期成本可能无法代表发展中国家的经历。总而言之可以得出的结论是，对化学品生产行业的影响是需要从短链氯化石蜡转移到替代品，而短链氯化石蜡替代品生产商的收益将超过短链氯化石蜡生产商的损失（BiPRO 2007）。

115. 两个信息来源（欧洲化学品管理局 2008; RPA 2010）指出，在涂料和涂层应用方面，一些替代品的技术可行性不明确。这两项研究还指出，生产和使用短链氯化石蜡替代品可能会导致费用增加。改用其他化学品和工艺的确切影响将因每一种情况而异，在市场和成本信息不足的情况下很难预测。现有资料表明，在所有应用方面（包括涂料和涂层），替代正在进行，这些替代办法在技术上是可行的，并能够广泛提供。

2.4 关于实施可能的控制措施对社会产生的影响的资料摘要

2.4.1 健康，包括公共健康、环境健康和职业健康

116. 风险简介文件列出与短链氯化石蜡相关的人类健康和环境问题，并指出短链氯化石蜡对水生生物有极高毒性。短链氯化石蜡会对哺乳动物产生毒性影响，并可能影响肝、甲状腺激素系统和肾，例如会造成肝酶诱导和甲亢，在长期可能导致这些器官生癌。短链氯化石蜡也怀疑会致癌，并按照先前关于潜在内分泌干扰物质的初步优先次序排列标准，被列为第 1 类人类内分泌干扰物（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。大多数人类接触的短链氯化石蜡来自摄入的食物，而呼吸和皮肤接触有可能造成一些接触。

117. 将短链氯化石蜡列入《公约》将消除或减少环境释放，减少人类和环境接触，从而有利于人类健康和环境。短链氯化石蜡列入《公约》附件 A，不设特定豁免，将发挥最大益处；然而，在附件 B 中设特定豁免可被视为照顾已确定的关键用途。一项持久性有机污染物物质要被列为有关键用途，必须显示这

项特定应用提供社会惠益，需要继续使用。鉴于一些管辖区已淘汰短链氯化石蜡的使用，将其列入附件 B 清单，并设定可接受用途和（或）特定豁免，可能会减缓或扭转过渡到不用短链氯化石蜡的过程，从而影响人类健康和环境。这种做法允许短链氯化石蜡继续释放，与列入附件 A 清单并不设定特定豁免的做法相比，为人类健康和环境提供的保护程度较低。

118. 在生产其他氯化石蜡混合物时实施控制措施，以限制短链氯化石蜡的无意产生，将减少由于生产和使用其他氯化石蜡混合物而导致短链氯化石蜡对产品和物品的污染，从而对人类健康和环境提供进一步的好处。这将进一步减少潜在的短链氯化石蜡释放及其后人类和环境对此的接触。这可提供很大的好处，因为中链氯化石蜡和其他的氯化石蜡混合物是已知短链氯化石蜡替代品，其生产将会随着短链氯化石蜡在全球范围的逐步淘汰而增加。

2.4.2 农业、水产养殖业和林业

119. 消除短链氯化石蜡将停止一种持久性有机污染物质在土壤中的进一步散布，从而使农业以及使人类和野生动物的健康获得最大惠益。为短链氯化石蜡设定特定豁免或可接受的用途，预期将导致一些好处，因为这将使短链氯化石蜡的使用受到限制。在农地上使用污水污泥可能会使农业土壤受到短链氯化石蜡的污染。在农地上使用污水污泥既是污水污泥的一种管理方式，又将重要的植物养料和有机物质用在农业上。如上文所述，这一做法可能增加短链氯化石蜡在环境中的扩散或重新分布，还可能由于短链氯化石蜡等有机污染物在污泥中的出现而增加人类和环境对这些物质的接触。预期采取控制措施，消除或限制短链氯化石蜡的生产、使用和最后进入物品，将减少污水污泥中短链氯化石蜡的含量。

2.4.3 生物群

120. 风险简介文件指出，在各种环境样本（空气、沉积物、水、废水、污水污泥、鱼类、鸟类、陆地和海洋哺乳动物）以及在北极和南极等偏远地区检测到短链氯化石蜡（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。此外，现有的实证（实验室和实地）和模型数据都表明，短链氯化石蜡可在生物群中蓄积。在一些食物网，包括在北极区的食物网，较高营养级生物，特别是海洋哺乳动物和水生淡水生物群（例如白鲸、环斑海豹和各种鱼类）的体内有高浓度的短链氯化石蜡，这显示生物放大作用，和营养级转移的可能性。风险简介指出，沉积物中的短链氯化石蜡具有持久性，而且对水生无脊椎动物特别有毒。考虑到无脊椎生物在水生生态系统中发挥的关键作用，令人感到关切的是在沉积物中测出的短链氯化石蜡浓度，及其对栖息在沉积物的无脊椎生物和其他无脊椎生物产生的潜在毒性影响。鉴于已知低浓度对鱼类产生的影响，简介强调短链氯化石蜡在淡水和海水鱼类中的生物蓄积情况也令人高度关切。

121. 实施控制措施，消除或限制短链氯化石蜡的生产和使用，最终去除在食物链中进行生物累积并造成不良影响的持久性有毒物质，将对生物群产生积极影响。更加严格的控制措施，如列入附件 A 清单并不设特定豁免，所发挥的益处最大。由于短链氯化石蜡的远距离环境迁移，允许其继续生产和使用的控制措施可能无法适当保护生物群，包括那些栖息在偏远地区如北极的生物群。

2.4.4 经济方面和社会代价

122. 除中国和俄罗斯联邦以外的大多数缔约方和观察员提供的资料并未显示将短链氯化石蜡列入《公约》清单预计会产生负面经济影响。中国和俄罗斯联

邦指出，将短链氯化石蜡列入清单预计会增加费用并对氯化石蜡业以及原料生产商和下游产品行业造成负面影响（中国 2015 年提交的附件 F 资料；俄罗斯联邦 2016 年 4 月提交的资料）。此外中国指出，列入清单可能会增加管理和消费者的费用，并可能导致有关行业停止生产和解雇雇员（中国 2015 年提交的附件 F 资料）。但没有提供这方面的确切数字。此外，没有提供资料说明预期生产短链氯化石蜡替代品的制造业会获得的经济利益。

123. 荷兰提供的资料表明，自 1990 年代后期以来，短链氯化石蜡价格一直在下降 (RPA 2010)；然而，欧洲化学品管理局认为由于市场萎缩，短链氯化石蜡的成本近年来有所增加（欧洲化学品管理局 2008）。此外，必须考虑到石油价格对生产短链氯化石蜡所需的石蜡馏分（即原料）成本产生的影响。

124. 如上文所述，在所有的应用方面，都有商业上可获得、技术上可行的其他可用化学品和技术，并正在用于淘汰短链氯化石蜡。此外，可以合理地假设，短链氯化石蜡生产商已将其设施改为或将改为生产中链氯化石蜡和长链氯化石蜡(RPA 2010)。由于各管辖区，如加拿大、欧盟成员国和挪威的法律已经到位，可以假设这已导致短链氯化石蜡生产设施的改装，并且所涉费用已由生产商承担。这些缔约方没有报告说这个过渡产生不利经济影响。替代物（如中链氯化石蜡和长链氯化石蜡）的使用预期将在供应链上产生一些重新分配的效应 (RPA 2010)。

125. 没有关于使用替代品对业界和消费者费用所产生影响的最近资料。然而，为了帮助在《远距离越境空气污染公约》下编制的短链氯化石蜡管理备选办法材料汇编，在 2007 年进行了费用估计。预期短链氯化石蜡和氯化替代品的生产者将面临损失，此项损失难以量化，但可能为一千万到两千万欧元左右 (BiPRO 2007)。还预期中链氯化石蜡、长链氯化石蜡和其他替代品生产者的相应收益将超过这些损失 (BiPRO 2007)。总而言之，可以得出的结论是，对化学品生产行业的影响是需要从短链氯化石蜡转移到替代品，而短链氯化石蜡替代品生产者的收益将超过短链氯化石蜡生产者的损失 (BiPRO 2007)。由于预期列入《公约》清单的结果是使用替代品，因此在第 2.3 节提供了资料，说明为短链氯化石蜡的每项应用改用替代品所涉及的费用。

126. 将短链氯化石蜡列入附件 A 或 B，很可能导致短链氯化石蜡市场萎缩、价格增加，并会使短链氯化石蜡替代品需求增加，从而导致经济利益。禁止或限制生产和使用短链氯化石蜡所产生的经济影响是无法量化的。此外，预计列入《公约》会产生无法量化的社会惠益。预期对社会的益处将包括减少短链氯化石蜡释放和接触对人类健康产生的影响和对环境污染（消除持久性有机污染物国际网络/阿拉斯加毒性物品社区行动会 (IPEN/ACAT) 2015 年提交的附件 F 资料）。

127. 消除短链氯化石蜡的社会代价应该很少，因为更安全的产品和做法广泛存在 (IPEN/ACAT 2015 年提交的附件 F 资料)。已实施控制措施的缔约方数目以及没有不良经济影响的报告，进一步支持了这一点。

128. 关于在生产其他氯化石蜡混合物时无意产生短链氯化石蜡的问题，没有任何资料说明在对此设定控制措施的情况下将短链氯化石蜡列入《公约》清单会产生何种可能的经济影响。如果这将涉及费用，预期用于生产其他氯化石蜡混合物（例如中链氯化石蜡）的石蜡原料生产商将承担这些费用。列入清单后，缔约方可能须采取措施限制短链氯化石蜡在其他氯化石蜡混合物内的浓度。为

了能够一贯地实现这项要求，生产商可能需要发展和实施最佳可得技术和最佳环境做法。

2.4.5 迈向可持续发展

129. 根据 IPEN/ACAT，消除短链氯化石蜡符合在约翰内斯堡可持续发展问题世界首脑会议（2002）上提出并在 2006 年通过的《国际化学品管理战略方针》（《化管战略方针》）。《化管战略方针》在化学品安全、可持续发展和减贫之间建立了必要联系。《化管战略方针》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（IPEN/ACAT 2015 年提交的附件 F 资料）。

2.5 其他考虑因素

2.5.1 获取信息和公众教育

130. 在澳大利亚，可从国家工业化学品通知与评估计划网站（<https://www.nicnas.gov.au/>）获得有关短链氯化石蜡风险评估、风险管理战略和风险控制措施的资料。

131. 在罗马尼亚，可从环境、水和森林部网站(<http://www.mmediu.ro/>) 和国家环境保护局网站 (<http://www.anpm.ro/>)获得关于短链氯化石蜡的资料。

132. 美国环境保护局（美国环保局）有一个网页，载有关于评估和管理短链氯化石蜡的资料(<http://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/short-chain-chlorinated-paraffins>)。

133. 在加拿大，有已实施的短链氯化石蜡风险评估、风险管理战略和风险控制措施的资料 (<http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/Default.asp?lang=En&n=148DE7B6-1>)。

134. 在欧盟，可在欧洲化学品管理局网站(<http://echa.europa.eu/>)查阅化学品的资料。关于短链氯化石蜡的详细资料可查阅 <http://echa.europa.eu/documents/10162/2edcfedb-ec53-4754-8598-e787a8ff7a58>。

2.5.2 控制和监测能力状况

135. 挪威对沿海水域、空气、降水和生物群中的短链氯化石蜡进行环境监测。可在 <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/> 查阅和下载年度监测报告。2011 年至 2015 年开展的检查和执法活动查到挪威市场上有短链氯化石蜡超标产品，包括各种儿童产品，如夹克、贴纸、铅笔盒和运动鞋。被测试的大多数产品被认为是安全的，产品短链氯化石蜡含量超标的幅度为 0.16 至 10.7%（挪威 2015 年提交的附件 F 资料）。

136. 由于短链氯化石蜡被列入欧盟持久性有机污染物条例第 850/2004 号条例，德国区域和地方当局对此进行定期监测（德国 2015 年提交的附件 F 资料）。在 2014 年，为了执行关于短链氯化石蜡的禁令，汉堡市抽查了 84 件塑料产品，包括电子产品、玩具、家庭用品、工具、游泳器材、自行车裤和体育用品。在 19 件项目中发现了短链氯化石蜡，并相应启动了后续行动，详细资料可查阅 <http://www.hamburg.de/projekte/4449872/marktueberwachung-sscp-in-kunststoffprodukten/>。

137. 自 2009 年以来，瑞典空气监测方案监测了空气和沉淀中的短链氯化石蜡。自 2004 年以来每年监测了瑞典九个废水处理厂污泥中的短链氯化石蜡。在

2007年和2010年，测量了瑞典湖中鲈和北极红点鲑中的短链氯化石蜡含量。

有关资料可查阅

http://www.nrm.se/download/18.551d33ba13a8a19ad04264a/13_2012+Limniska2012.pdf。

138. 瑞典化学品管理局还对62个物件进行了测试，发现其中16个含有高浓度短链氯化石蜡；另外11个含有低浓度短链氯化石蜡，这可能是在生产或运输过程沾染的（瑞典2015年提交的附件F资料；<http://www.kemi.se/en/news-from-the-swedish-chemicals-agency/2014/half-of-the-plastic-products-contained-hazardous-substances/>）。在电子产品、玩具、儿童保育物品、健身手套、塑料袋、浴室物品、体育设备、园艺设备和办公室用品中测出短链氯化石蜡。涉案公司已从瑞典市场撤出这些产品。关于在欧盟发现的含短链氯化石蜡物件的进一步资料可在危险非食物产品快速警报系统（Rapex）数据库查阅

（<http://ec.europa.eu/consumers/archive/safety/rapex/>）。

139. 加拿大用监测环境媒介和生物群的方法来评估风险管理控制措施的成效，并衡量在消除加拿大环境中的短链氯化石蜡方面取得的进展。此外，短链氯化石蜡的环境监测是作为北部污染物方案的一部分进行的，该方案是因发现作为北部土著人民重要传统食物的野生动物物种的污染物含量高，引起关切，而于1991年设立的(NCP 2013)。概要报告每年发布一次，最近一份报告可查阅<http://pubs.aina.ucalgary.ca/ncp/Synopsis20142015.pdf>。关于该方案的进一步信息可查阅<https://www.aadnc-aandc.gc.ca/eng/1100100035611/1100100035612>。

3. 资料综述

3.1 风险简介资料摘要

140. 在2015年，持久性有机污染物审查委员会第十一次会议通过了风险简介，并决定，由于远距离环境迁移，短链氯化石蜡很可能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。

141. 在沉积物中，短链氯化石蜡具有持久性，并已在偏远地点如各北极湖的沉积物中测得该物。短链氯化石蜡对水生无脊椎生物尤其具有毒性，而无脊椎生物在水生生态系统中起到关键作用；因此，在沉积物中测出的短链氯化石蜡浓度，及其对栖息在沉积物的无脊椎生物和其他无脊椎生物产生的潜在毒性影响，令人感到关切。鉴于已知低浓度对鱼类产生的影响，短链氯化石蜡在淡水和海水鱼类中的生物蓄积情况也令人高度关切。

142. 虽然偏远地区水中短链氯化石蜡的浓度较低，但在北极生物群中测出的浓度与已知的持久性有机污染物的浓度相当，显示广泛的污染已在北极食物链中产生生物放大作用。值得注意的是，短链氯化石蜡出现在北极陆地和海洋生物群中，而这又是北极土著人的食物。大多数人类接触的短链氯化石蜡来自摄入的食物，而呼吸和皮肤接触有可能造成一些接触。在温带和北极人口的母乳中均测出短链氯化石蜡。此外，同时暴露于短链氯化石蜡及其他作用方式相似的氯化石蜡和持久性有机污染物，可能会因为毒性相互作用而使风险上升。

3.2 风险管理评估的资料摘要

143. 由于各管辖区制定了控制措施，短链氯化石蜡的全球产量已减少（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。根据报告，巴西曾经生产过短链氯化石蜡，而阿尔巴尼亚、澳大利亚、大韩民国、克罗地亚、阿根廷、多米尼加共和

国、厄瓜多尔和墨西哥曾经进口短链氯化石蜡。并未从附件 F 提交材料或者文献搜索中获得其他生产信息。虽然在历史上，短链氯化石蜡的使用量很高，近年来某些国家减少了使用，但在最近，含短链氯化石蜡的氯化石蜡混合物产量有所增加。

144. 短链氯化石蜡过去用于并将继续主要用于金属加工和用在聚氯乙烯塑料中。其他用途包括在涂料、粘合剂和密封剂、皮革加脂剂、塑料、橡胶、纺织品和聚合物材料中作为增塑剂和阻燃剂（UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2）。短链氯化石蜡的使用在不同国家和地区是不一样的。短链氯化石蜡在奥地利、德国、挪威和瑞典被禁用，这些国家开展的检查和执法活动发现在物品中继续存在短链氯化石蜡。

145. 短链氯化石蜡因其对健康和环境产生影响而成为审查对象，阿尔巴尼亚、加拿大、欧盟成员国、挪威和美国为此提议和执行了控制行动。在这些国家，其他可用的化学品和工艺已在所有的应用中代替了短链氯化石蜡，这表明替代品在技术上是可行的，并可广泛地用于所有应用。

146. 现有资料显示，在所有已知的用途方面，都有商业上可获得、技术上可行的短链氯化石蜡替代品。没有关于这些替代品在发展中国家经济可行性和可获得性方面的信息。在加拿大、欧盟成员国，挪威和美国，短链氯化石蜡许多方面的用途都已淘汰多年。最近，欧盟已改用可行的其他办法来取代短链氯化石蜡在橡胶传送带和水坝密封剂方面的剩下用途（欧盟委员会 2015）。此外，短链氯化石蜡在传送带以及在水坝密封剂方面消耗量呈现减少，这表明在欧盟技术上可行的替代品是存在的，是能够获得的，并是能够提供的（丹麦 2014）。

147. 两个信息来源（欧洲化学品管理局 2008; RPA 2010）指出，在涂料和涂层应用方面，一些替代品的技术可行性不明确。这两项研究还指出，生产和使用短链氯化石蜡化学替代品可能会导致成本增加。改用其他化学品和工艺的确切影响将因每一种情况而异，在市场和成本信息不足的情况下很难预测（BiPRO 2007）。鉴于成功颁布短链氯化石蜡禁令的缔约方（加拿大、欧盟成员国和挪威）或不再使用短链氯化石蜡的管辖区（美利坚合众国）没有发布此种做法产生不利经济影响的报告，可以得出的结论是，采用替代品的做法正在进行，这表明在所有的应用方面（包括在涂料和涂层方面）都有技术上可行并能够广泛提供的的替代品。

148. 除中国和俄罗斯联邦以外的大多数缔约方和观察员提供的资料并未显示，将短链氯化石蜡列入《公约》清单预计会产生负面经济影响。中国和俄罗斯联邦指出，将短链氯化石蜡列入清单预计会增加成本并对氯化石蜡业以及对原料生产商和下游产品行业造成负面影响（中国 2015 年提交的附件 F 资料；俄罗斯联邦 2016 年 4 月提交的资料）。此外中国指出，列入清单可能会增加管理和消费者的费用，并可能导致有关行业停止生产和解雇雇员（中国 2015 年提交的附件 F 资料）。但没有这方面的数字。此外，没有提供资料说明生产短链氯化石蜡替代品的制造业预期会获得的经济利益。

149. 没有缔约方或观察员提出资料，并据此提议或证明有需要在将短链氯化石蜡列入《公约》时设特定豁免或可接受用途。可考虑设定特定豁免以协助缔约方过渡到替代物；然而，在建议采取的控制措施方面，没有缔约方指出需要为哪项特定用途采取灵活做法。

150. 将短链氯化石蜡列入《公约》预计将有利于人类健康、环境、农业和生物群。消除或限制短链氯化石蜡的好处无法量化；但这种好处被认为是很大的，因为继续生产和使用短链氯化石蜡很可能对人类健康和环境造成重大不利影响，并须为此付出代价。

3.3 可能的风险管理措施

151. 依照第 POPRC-11/3 号决定，有必要对短链氯化石蜡采取全球行动。考虑到短链氯化石蜡的持久性有机污染物特性及其在国际的生产和使用，将短链氯化石蜡列入附件 A 被认为是对短链氯化石蜡的有意生产和使用的最有效控制措施。关于在生产其他氯化石蜡混合物时无意产生的短链氯化石蜡，将短链氯化石蜡列入《公约》也会在减少短链氯化石蜡方面产生影响。第 2.1 节审查了可能控制措施的各项拟议备选方案。

有意生产及使用-首选方案

列入附件 A，不设特定豁免

152. 从人类健康和环境的角度看，首选方案是将短链氯化石蜡列入附件 A 清单，以发出明确信号，表明这一持久性有机污染物的生产和使用必须逐步淘汰。列入清单将消除其生产和使用，并导致在控制措施开始生效后不久大量减排。此外，列入清单将从新物品中消除短链氯化石蜡。将短链氯化石蜡列入《公约》清单可能会影响尚未开始淘汰短链氯化石蜡的使用并过渡到替代品的缔约方。然而，已淘汰短链氯化石蜡的国家提供的证据表明，过渡到短链氯化石蜡替代品对整个社会所产生的负面经济影响是有限的，而且对行业的影响大多是重新分配性的。

153. 一些管辖区已在所有应用上用其他化学品和工艺代替短链氯化石蜡这一事实显示，彻底禁止生产和使用在技术上是可行的。禁止生产和使用短链氯化石蜡将减少和最终消除短链氯化石蜡在环境的释放（需要经过很长一段时间，因为目前正在使用中的物品继续在释放）。

有意生产和使用——列入清单的其他备选办法

列入附件 A 并设特定豁免

154. 鉴于缺乏有关发展中国家短链氯化石蜡替代品及其替代技术在经济可行性、成本、可获得性和可提供性等方面的具体信息，可能需要设定特别豁免，为推动全球范围内消除短链氯化石蜡提供所需的额外淘汰时间。虽然这一办法不会立即消除短链氯化石蜡，但可提供一个逐步淘汰期，以便通过特定豁免减少立即禁止带来的潜在经济影响。按照《公约》第 3 条规定，任何享有特定豁免的缔约方应采取适当措施，确保此种豁免下的任何生产或使用都以防止或尽量减少人类接触和向环境中排放的方式进行。在过渡到替代品的过程尚未开始的缔约方，特定豁免允许以较慢速度进行替换，以减少相关费用。按照第 4 条，在某些应用方面，在全球控制措施开始生效后，除非另有规定，特定豁免可允许将继续生产和使用短链氯化石蜡的终止日期延长五年，从而延长排放和接触短链氯化石蜡的时间。

155. 在按照当地情况没有条件采用适当替代方法的情况下可以考虑在某些用途方面享有特定豁免；然而，目前没有已查明的此种用途。如在附件 A 清单中设定具体豁免，所有缔约方可通过进行有关豁免的登记行使这一备选办法。

列入附件 B 清单并设定可接受用途

156. 将短链氯化石蜡列入附件 B 清单将允许可接受用途。然而在任何应用方面，各缔约方和观察员没有对短链氯化石蜡的替代品的技术可行性、供应和可获得性表示关切。因此，预计在将短链氯化石蜡列入《公约》时，没有必要列出可接受用途。

157. 依照《公约》第 3 条规定，将短链氯化石蜡列入附件 B 并设定可接受用途后，缔约方须采取适当措施，防止或尽量减少人类接触和向环境释放。控制释放和排放的要求可采取各种形式，但最好是针对排放可能发生的生命周期中的所有阶段。

在其他氯化石蜡混合物中无意产生短链氯化石蜡

158. 短链氯化石蜡可能会在生产其他氯化石蜡混合物时无意产生，从而进入其他其他产品和物品。此外，在许多应用中，中链氯化石蜡和其他氯化石蜡混合物常被用作短链氯化石蜡的替代品；因此，随着短链氯化石蜡的逐步淘汰，中链氯化石蜡和其他氯化石蜡混合物的生产和使用可能会增加。这进一步突出需要落实控制措施，以限制短链氯化石蜡出现在其他氯化石蜡混合物中。控制的目的是尽量减少在其他氯化石蜡混合物中的短链氯化石蜡，这将使人类和环境减少接触短链氯化石蜡。加拿大、挪威和欧盟成员国已采取措施，限制短链氯化石蜡在其他氯化石蜡混合物中的含量，这证明这种控制措施在技术上是可行的。

经修改的附件 A

159. 为处理在生产其他氯化石蜡混合物时无意产生的短链氯化石蜡，附件 A 中可对超过某一限度的短链氯化石蜡作为杂质出现在其他氯化石蜡混合物中的情况设定控制措施。目前附件 A 中不包括作为无意产生的痕量污染物出现在产品和物品中的化学品。需要对此种排除进行修改，使其包含控制措施以限制短链氯化石蜡出现在其他氯化石蜡混合物中。为此，需要加一个评语，修改适用于短链氯化石蜡的附件 A 中的注“i”⁶。经此修改，缔约方将须执行第 3 条规定，禁止短链氯化石蜡出现在其他氯化石蜡混合物中，和（或）采取必要法律和行政措施限制此种情况，并且进出口须遵守《公约》第 2 款的规定。在附件 A 中列入控制措施，对出现在其他氯化石蜡混合物中的短链氯化石蜡作出限制，将需各缔约方对在其他氯化石蜡混合物中产生的短链氯化石蜡，以及对使用、进口和出口含短链氯化石蜡的其他氯化石蜡混合物采取措施。

附件 C

160. 可考虑将短链氯化石蜡列入《公约》以控制在生产其他氯化石蜡混合物时无意产生的短链氯化石蜡。将短链氯化石蜡列入附件 C 将要求各缔约方为执行第 5 条规定，采取措施减少或消除源自无意产生物的释放。将短链氯化石蜡列入附件 C，将只要求缔约方处理在生产其他氯化石蜡混合物时释放的短链氯化石蜡。

⁶ (i) 除非本公约中另有规定，在产品和物品中作为无意的痕量污染物出现的化学品不应视为本附件所列。

4. 结论声明

161. 决定短链氯化石蜡由于远距离环境迁移很可能对人体健康和环境产生重大不利影响，因此有必要采取全球行动；

162. 编制了一份风险管理评估并审议了各项管理备选方案；

163. 持久性有机污染物审查委员会按照《公约》第 8 条第 9 款规定，建议斯德哥尔摩公约缔约方大会考虑将短链氯化石蜡列入附件 A，定出相关控制措施，包括用于限制短链氯化石蜡出现在其他氯化石蜡混合物中的控制措施，设定或者不设特定豁免。

参考资料

- Annex F submission on SCCPs by January 2015. Available at:
<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC11/POPRC11Followup/SCCPInfoRequest/tabid/4794/Default.aspx>
- (Basel Convention 2015) Updated general technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of containing or contaminated with persistent organic pollutants (POPs). Available from:
<http://www.basel.int/Implementation/Publications/TechnicalGuidelines/tabid/2362/Default.aspx>
- (Bayen et al. 2006) S. Bayen, J.P. Obbard, G.O. Thomas. 2006. Chlorinated paraffins: a review of analysis and environmental occurrence. *Environment International*, vol. 32. 915–929
- (BiPRO 2007) Study contract on “Support related to the international work on Persistent Organic Pollutants (POPs)”, Management Option Dossier for Short Chain Chlorinated Paraffins (SCCPs), 12 June 2007, Service Contract ENV.D.1/SER/2006/0123r, DG Environment, European Commission.
- (BiPRO 2011) BiPRO, Umweltbundesamt, & Enviroplan. 2011. Service request under the framework contract No. ENV.G.4/FRA/2007/0066: Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs. European Commission. 25 March 2011, (Update 13 April 2011)
- (BRE 2008) BRE supported by IOM Consulting and Entec. 2008. Framework Contract ECHA/2008/02/SR2/ECA.225. Data on Manufacture, Import, Export, Uses and Releases of Alkanes, C10-13, Chloro (SCCPs), as well as Information on Potential Alternatives to Its Use. Available from:
http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/tech_rep_alkanes_chloro_en.pdf
- (BUA 1992) BUA (Beratergremium für Umweltrelevante Alstoffe). 1992. Chlorinated paraffins. German Chemical Society (GDCh) Advisory Committee on Existing Chemicals of Environmental Relevance, June (BUA Report 93)
- (Canada 1993) Government of Canada. 1993. Priority Substances List assessment report. Chlorinated paraffins. Minister of Supply and Services, Ottawa, Ontario (ISBN 0-662-20515-4; Catalogue No. En40-215/17E)
- (Canada 2009) Government of Canada. 2009. Consultation Document on the Proposed Risk Management Measure for Chlorinated Paraffins. Available at: <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=F36519FE-1>
- (Canada 2013) Government of Canada. 2013. Regulatory Impact Analysis Statement. Canada Gazette Part I, vo. 147, No. 1. Available at: <http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2013/2013-01-02/html/sor-dors285-eng.html>
- (Cao et al. 2015) Cao, Y., Harada, K., Liu, W., Yan, J., Zhao, C., Niisoe, T., Adachi, A., Fujii, Y., Nouda, C., Takasuga, T. Koizumi A. 2015. Short-chain chlorinated paraffins in cooking oil and related products from China. *Chemosphere*. November 2015. Vol. 138. 104-111
- (Clarens et al. 2006) Clarens A.F., Zimmerman, J.B., Hayes, K. F., Keoleian, G.A., and Skerlos, S.J. 2006. Comparison of Life Cycle Emissions and Energy Consumption for Environmentally Adapted Metalworking Fluid Systems. Available at: http://www.engin.umich.edu/labs/EAST/LCA_SI.pdf accessed October 4 2007
- (Chen et al. 2011) Chen, M.Y., Luo, X.J., Zhang, X.L., He, M.J., Chen, S.J., Mai, B.X., 2011. Chlorinated paraffins in sediments from the Pearl River Delta, South China: spatial and temporal distributions and implication for processes. *Environ. Sci. Technol.* 45, 5964 - 5971
- (COHIBA 2011) Control of Hazardous Substances in the Baltic Sea Region (COHIBA). December 2011. COHIBA Guidance Document No. 8: Measures for Emission Reduction of Short Chain Chlorinated Paraffins (SCCP) and Medium Chain Chlorinated Paraffins (MCCP) in the Baltic Sea Region
- (Corden et al. 2011) Corden, C., Grebot, B., Kirhensteine, I., Shialis, T., Warwick, O. 2011. Evidence. Abatement cost curves for chemicals of concern. The Environment Agency. Horizon House, Bristol, United Kingdom. Available from: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290505/scho0811bucc-e-e.pdf
- (CPIA 2002) Chlorinated Paraffins Industry Association. 2002. Comments on the draft report “Short chain chlorinated paraffins (SCCPs) substance dossier” (draft March 2). Correspondence to G. Filyk, Environment Canada, from R. Fensterheim, CPIA, May 17

- (DeBoer et al. 2010) De Boer, J., El-Sayed Ali, T., Fiedler, H., Legler, J., Muir, D., Nikiforov, V.A., Tomy, G.T., Tsunemi, K., de Boer, J. 2010. Chlorinated paraffins. *The Handbook of Environmental Chemistry. Chlorinated Paraffins*, vol. 10. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg
- (Denmark 2014) Danish Ministry of Environment. 2014. Survey of short-chain and medium-chain chlorinated paraffins. Environmental project No. 1614
- (Dick 2001) Dick JS (ed). 2001. *Rubber Technology – Compounding and Testing for Performance*, Carl Hansen Verlag, Munich
- (Dick et al. 2010) Dick, T.A., C.P. Gallagher and G.T. Tomy. 2010. Short- and medium-chain chlorinated paraffins in fish, water and soils from the Iqaluit, Nunavut (Canada), area. *World Review of Science, Technology and Sustainable Development*. 7: 387-401
- (Dover n.d.)Dover Chemicals Corporation. (notdated).Alternatives for chlorinated paraffins in metalworking formulation. Available at: <http://www.doverchem.com/Portals/0/Alternatives%20for%20CPs%20in%20Metalworking%20Formulations.pdf>
- (Drouillard et al. 1998) Drouillard, K.G., G.T. Tomy, D.C.G. Muir and K.J. Friesen. 1998. Volatility of chlorinated n-alkanes (C₁₀₋₁₂): vapour pressures and Henry's law constants. *Environmental Toxicological Chemistry*. 17: 1252–1260
- (EC 2000) European Commission. 2000. European Union risk assessment report. Vol. 4. Alkanes, C10–13, chloro. Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, European Chemicals Bureau, European Commission (ISBN 92-828-8451-1)
- (EC 2002) European Communities. 2002. Implementing the HELCOM objective with regard to hazardous substances, Guidance document on short chain chlorinated paraffins. Helsinki Commission, EC
- (EC 2006) European Commission. 2006. Integrated Pollution Prevention Control. Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Organic Fine Chemicals. Available from: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/ofc_bref_0806.pdf
- (EC 2015) European Commission. 13 November 2015. Official Journal of the European Union. Commission Regulation (EU) 2015/2030 of 13 November 2015 amending Regulation (EC) No 850/2004 of the European parliament and of the Council on persistent organic pollutants as regards Annex I.
- (ECHA 2008) European Chemicals Agency. 2008. Data on Manufacture, Import, Export, Uses and Releases of Alkanes, C10-13, Chloro (SCCPs) as well as Information on Potential Alternatives to its Use. Report prepared by BRE, IOM Consulting and Entec. Available at: http://echa.europa.eu/doc/consultations/recommendations/tech_reports/tech_rep_alkanes_chloro.pdf
- (ECVM 2008) European Council of Vinyl Manufacturers. 12 March 2008. Letter regarding: Inventory of hazardous substances used in EEE drafted by Öko-Institut in the framework of the "Study on Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (EEE), not Regulated by the RoHS Directive". Available from: http://hse-rohs.oeko.info/fileadmin/user_upload/Subst_PVC/Statement_on_PVC_ECVM.pdf
- (Environment Canada 2003) Environment Canada. 2003. Short chain chlorinated paraffins (SCCPs) substance dossier. Final draft II, revised May 16. Prepared for United Nations Economic Commission for Europe Ad hoc Expert Group on Persistent Organic Pollutants
- (Environment Canada 2008) Environment Canada. 2008. Final Follow-up Risk Assessment Report for Chlorinated Alkanes. Available at: <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=D7D84872-1>
- (Fiedler 2010). Fiedler, H. 2010. Short-Chain Chlorinated Paraffins: Production, Use and International Regulations in De Boer, J., El-Sayed Ali, T., Fiedler, H., Legler, J., Muir, D., Nikiforov, V.A., Tomy, G.T., Tsunemi, K., de Boer, J., 2010. Chlorinated paraffins. In: *The Handbook of Environmental Chemistry. Chlorinated Paraffins*, vol. 10. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg
- (Gao et al 2012) Gao et al., 2012. Environmental occurrence and distribution of short chain chlorinated paraffins in sediments and soils from the Liaohe River Basin, P. R. China. *Environmental Science Technology*, vol. 46, 3771 - 3778
- (Gao et al. 2015) Gao W, Wu J, Wang Y, Jiang G. 2015. Distribution and congener profiles of short-chain chlorinated paraffins in indoor/outdoor glass window surface films and their film-air partitioning in Beijing, China. *Chemosphere* 144:1327-1333

- (Gao et al. 2016) Gao, Y., Zhang, H., Zou, L., Wu, P., Yu, Z., Lu, X., Chen, J. 3 March 2016. Quantification of Short-Chain Chlorinated Paraffins by Deuterodechlorination Combined with Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Environmental Science and Technology*. Vol. 50, 3746-3753. Available from: http://pubs.acs.org/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=snEfYKVq3MA2NR-IWXG5PTCzLDut_MA-9tg3aOcrP-4,&dl
- (Gawor&Wania 2013) Gawor, A. and Wania, F. 2013. Using quantitative structural property relationships, chemical fate models, and the chemical partitioning space to investigate the potential for long range transport and bioaccumulation of complex halogenated chemical mixtures. *Environmental Science: Processes & Impacts* 15(9): 1671-1684
- (Hilger et al. 2011) Hilger, B.; Fromme, H.; Volkel, W.; Coelhan, M. 2011. Effects of Chain Length, Chlorination Degree, and Structure on the Octanol Water Partition Coefficients of Polychlorinated n-Alkanes. *Environmental Science Technology*. Vol. 45 (7), 2842–2849
- (Hilger et al. 2013) Hilger, B., Fromme, H., Völkel, W., Coelhan, M. 2013. Occurrence of chlorinated paraffins in house dust samples from Bavaria, Germany. *Environmental Pollution*. Vol. 175:16-21
- (IPCS 1996) International Programme on Chemical Safety. 1996. Chlorinated paraffins. World Health Organization, Geneva. 181 pp. (Environmental Health Criteria 181). Available at: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc181.htm#SectionNumber:1.2>
- (ISO 2012) International Standards Organization, 2012. ISO 120120:2012 Water quality – Determination of short-chain polychlorinated alkanes (SCCPs) in water – Method using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and negative-ion chemical ionization. Available at: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=51124
- (ISO 2015) International Standards Organization. 2015. ISO 18219:2015 Leather – Determination of chlorinated hydrocarbons in leather – Chromatographic method for short chain chlorinated paraffins (SCCP). Available at: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=61790
- (ISO 2016) International Standards Organization. 2015. ISO 18635:2016: Water quality -- Determination of short-chain polychlorinated alkanes (SCCPs) in sediment, sewage sludge and suspended (particulate) matter -- Method using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and electron capture negative ionization (ECNI). Available at: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=63093
- (Luo et al. 2015) Luo, Xiao-Jun, Sun, Yu-Xin, Wu, Jiang-Ping, Chen, She-Jun, Mai, Bi-Xian. 2015. Short-chain chlorinated paraffins in terrestrial bird species inhabiting an e-waste recycling site in South China, *Environmental Pollution*, March 2015, Vol.198, pp.41-46
- (McBride 2010) McBride, E. 1 February 2010. Dibenzate Plasticizers Offer a Safer, Viable Solution to Phthalates. Available at: http://www.adhesivesmag.com/Articles/Feature_Article/BNP_GUID_9-5-2006_A_1000000000000747369
- (Mittal, K.L. & Pizzi, A. 2009) Mittal K.L., & Pizzi, A. (eds). 2009. *Handbook of Sealant Technology*. CRC Press.
- (NCP 2013) Muir, D, Kurt-Karakus, P, Stow, J (Eds.). 2013. *Canadian Arctic Contaminants Assessment Report on Persistent Organic Pollutants*. Northern Contaminants Program. Aboriginal Affairs and Northern Development Canada.
- (New York 2013) New York Department of Health. 2013. *Report of the New York State Task Force on Flame Retardant Safety*. Available from: <http://www.health.ny.gov/environmental/investigations/flame/docs/report.pdf>
- (Nost et al. 2015) Nost TH, Halse AK, Randall S, Borgen AR, Schlabach M, Paul A, Rahman A, Breivik K. 2015. High concentrations of organic contaminants in air from ship breaking activities in Chittagong, Bangladesh, *Environmental Science Technology*, vol. 49:11372-11380
- (OSPAR 2006) Oslo-Paris Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic. 2006. *Overview Assessment: Implementation of PARCOM Decision 95/1 on Short Chained Chlorinated Paraffin*
- (OSPAR 2013) OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic. 2013. *OSPAR List of Chemicals for Priority Action*. Available at: <http://www.ospar.org/work-areas/hasec/chemicals/priority-action>

- (Petersen 2012) Petersen, K. 2012. Short and medium chained chlorinated paraffins in buildings and constructions in the EU. Available from: <https://dibk.no/globalassets/avfall-og-miljosanering/publikasjoner/master-thesis-fixed---karoline-petersen.pdf>
- (PFA 2003) Peter Fisk Associates. 2003. Prioritisation of Flame Retardants for Environmental Risk Assessment, report for the Environment Agency for England and Wales. Available at: http://ec.europa.eu/environment/waste/stakeholders/industry_assoc/ebfrip/annex2.pdf
- (Potrykus et al. 2015) Potrykus, A., Milunov, M., Weißenbacher, J. April 2015. Identification of potentially POP-containing Wastes and Recyclates – Derivation of Limit Values. Available from: <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/identification-of-potentially-pop-containing-wastes>
- (Raynor et al. 2005) Raynor, P.C., et al. 2005. Mist Generation from Metalworking Fluids Formulated Using Vegetable Oils. *Annals of Occupational Hygiene*, vol. 49, no. 4, p. 283-293
- (Reth et al. 2006) Reth, M., Ciric, A., Christensen, G.N., Heimstad, E.S., Oehme M. 2006. Short- and medium-chain chlorinated paraffins in biota from the European Arctic – differences in homologue group patterns. *Science of the Total Environment*, vol. 367. 252–260
- (RPA 2001) Risk & Policy Analysis (RPA). 2001. Consulting Paper on Proposed EC Directive on the Use of Short Chain Chlorinated Paraffins (SCCPs) in Metal Working and Leather Finishing.
- (RPA 2010) Risk & Policy Analysis (RPA). 2010. Evaluation of Possible Restrictions on Short Chain Chlorinated Paraffins (SCCPs). Report prepared for the National Institute for Public Health and the Environment of the Netherlands
- (Skerlos et al. 2008) Skerlos SJ, Hayes KF, Clarens AF, Zhao F. 2008. Current advances in sustainable metalworking fluids research. *Int J Sustainable Manufacturing* 1:180-202. Available at: <http://people.virginia.edu/~afc7r/pubs/Sustainable%20Metalworking%20Fluids%20FINAL.pdf>
- (Shokrani et al. 2014) Shokrani Chaharsooghi, A., Dhokia, V. and Newman, S. 2014. A Techno-Health Study of the Use of Cutting Fluids and Future Alternatives. 24th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM 2014), San Antonio, Texas. Available at: http://opus.bath.ac.uk/44012/1/Alborz_Shokrani_final.pdf
- (Special Chem 2003) SpecialChem. 2003. Polysulfide Adhesives and Sealants. Available at: <http://www.specialchem4adhesives.com/resources/articles/article.aspx?id=380>
- (Strid et al. 2014) Strid, A., Athanassiadis, J., Bergman, A. 2014. Hand blenders available on the Swedish market may contaminate food with chlorinated paraffins. Annex E submission Pamela Miller, Alaska Community Action on Toxics and IPEN
- (Sverko et al. 2012) Sverko, E., Tomy, GT, Märvin, CH, Muir DCG. 2012. Improving the Quality of Environmental Measurements on Short Chain Chlorinated Paraffins to Support Global Regulatory Efforts. *Environmental Science Technology*, vol. 46. 4697–4698
- (Swiss Federal Office 2008) Swiss Federal Office for the Environment, Substances, Soil and Biotechnology Division. 5 February 2008. Annex F Questionnaire - Short-chained Chlorinated Paraffins. Available at: http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/submissions/AnnexE_2008/Switzerland/SSCP_AnnexF_Form_e_submission%20by%20Switzerland.pdf
- (Takahashi, N et al. 1974) Takahashi, N. et al. 1974. Polysulphide Rubber Sealant Composition, US Patent US3856740. Available from: <http://www.freepatentonline.com/3856740.pdf>
- (Takasuga et al. 2012) Takasuga T., Nakano T., Shibata Y., 2012. Unintentional POPs (PCBs, PCBz, PCNs) contamination in articles containing chlorinated paraffins and related impacted chlorinated paraffin products. *Organohalogen Compd*, 2012.
- (Tang et al. 2005) Tang, E. T.; Yao, L. Q. Industry status of chlorinated paraffin and its development trends. *China Chlor-Alkali* 2005, 2, 1–3
- (Van der Gon et al. 2006) Van der Gon et al. 2006. Study to the effectiveness of the UNECE Persistent Organic Pollutants (POP) Protocol and costs of additional measures (Phase II: Estimated emission reduction and cost of options for a possible revision of the POP Protocol); July 2006, prepared for Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment; 2006-A-R0187/B, order no. 35096
- (Tomy et al. 1998) Tomy, G.T., A.T. Fisk, J.B. Westmore and D.C.G. Muir. 1998. Environmental chemistry and toxicology of polychlorinated n-alkanes. *Rev. Environmental Contaminant Toxicology* 158: 53–128

- (UN 2016) United Nations. 2016. Status of Amendments to Annexes I and II to the 1998 Protocol on Persistent Organic Pollutants. Geneva, 18 December 2009. Available from: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-1-j&chapter=27&lang=en
- (UK 1997) United Kingdom. 1997. Risk and Policy Analysts. Risk Reduction Strategy on the Use of Short-Chain Chlorinated Paraffins in Leather Processing, J222/RBA SCCPs – Leather. Available at: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/183244/sccp_leather_ri_sks.pdf
- (UK 2008) United Kingdom. February 2008. Risk Assessment of Alkanes, C₁₄₋₁₇, Chloro (Medium-Chained Chlorinated Paraffins) (Draft). Available from: http://echa.europa.eu/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=zPfl6E_dMN3JLPNi5QLMCdJSvK-LrZ0qtqNk3WNAq7c,&dl
- (UNECE 2009) United Nations Economic Commission for Europe. 18 December 2009). The 1998 Protocol on Persistent Organic Pollutants, Including the Amendments Adopted by the Parties on 18 December 2009. Available at: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/ece.eb.air.104.e.pdf>
- (United States 2014) United States Government. 29 December 2014. Federal Register. The Daily Journal of the United States Government. Benzidine-Based Chemical Substances; Di-n-pentyl Phthalate (DnPP); and Alkanes, C₁₂₋₁₃, Chloro; Significant New Use Rule. Available from: <https://www.federalregister.gov/articles/2014/12/29/2014-29887/benzidine-based-chemical-substances-di-n-pentyl-phthalate-dnpp-and-alkanes-c12-13-chloro-significant>
- (US EPA 1999) United States Environmental Protection Agency. 1999. List of Toxic Chemicals within the Polychlorinated Alkanes Category and Guidance for Reporting, Section 3, page 9. Available at: <http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/1999polychloroalkanes.pdf>
- (US EPA 2004) United States Environmental Protection Agency. 2004. Alternatives to VOC emitting petroleum based lubricants: Minimizing the health and environmental consequences. Grant number EP-97905301
- (US EPA 2006) United States Environmental Protection Agency. 2006. Design of novel petroleum free metalworking fluids, EPA Grant R831457. Available at: http://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.highlight/abstract/6553/report/F
- (US EPA 2009) United States Environmental Protection Agency. 2009. Short-chain chlorinated paraffins (SCCPs) and other chlorinated paraffins action plan. Available at: http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/sccps_ap_2009_1230_final.pdf
- (US Navy 2006) US Navy. 2006. In search of environmentally friendly cutting oil. Currents, winter edition. Available at: http://www.denix.osd.mil/spp/upload/Naval-Air-Depot-Cherry-Point_alternative-metal-working-fluid.pdf
- (vanMourik et al. 2015) van Mourik, L.M., Leonards, P.E.G., Gaus, C., deBoer, J. 2015 October. Recent developments in capabilities for analysing chlorinated paraffins in environmental matrices: A review. *Chemosphere*, vol. 136. 259-272
- (Vorkamp&Riget 2014) Vorkamp, K., Rigé F.F. 2014. A review of new and current-use contaminants in the Arctic environment: evidence of long-range transport and indications of bioaccumulation. *Chemosphere*. 111:379-95
- (Wypych 2004) Wypych, G. 2004. Handbook of Plasticizers. ChemTech Publishing, Toronto, Canada
- (Yan 2008) Yan, Z. 16 August 2008. Price of Chlorinated Paraffins Remains High. *China Chemical Reporter* (abstract only). Available at: <http://www.encyclopedia.com/1G1-184187999.html>
- (Yin et al. 2015) Yin, G., Zhou, Y., Asplund, L., Athanassiadis, I., Wideqvist, U., Qiu, Y., Zhu, Z., Zhao, J., Bergman, A. April 2015. Severe chlorinated paraffin contamination together with halogenated flame retardants in wildlife from a Yangtze river delta area site. *Brominated Flame Retardant Workshop*, Beijing
- (Zeng et al. 2011) Zeng, Lixi; Wang, Thanh; Yuan, Bo; Liu, Qian; Wang, Yawei; Jiang, Guibin; Han, Wenya. 2011. Spatial and vertical distribution of short chain chlorinated paraffins in soils from wastewater irrigated farmlands. *Environmental Science and Technology*, Vol.45(6), pp.2100-2106

(Zeng et al. 2012) Zeng, Lixi ; Wang, Thanh ; Ruan, Ting ; Liu, Qian ; Wang, Yawei ; Jiang, Guibin ; Zeng, Lixi. 2012. Levels and distribution patterns of short chain chlorinated paraffins in sewage sludge of wastewater treatment plants in China. *Environmental Pollution*, January 2012, Vol.160(1), pp.88-94

(Zeng et al. 2013) Zeng, L., Chen, R., Zhao, Z., et al. 2013. Spatial Distributions and Deposition Chronology of Short Chain Chlorinated Paraffins in Marine Sediments Across the Chinese Bohai and Yellow Seas. *Environmental Science Technology*, vol. 47. 11449 - 11456
