



## 关于持久性有机污染物的 斯德哥尔摩公约

Chinese  
Original:English

持久性有机污染物审查委员会  
第九次会议  
2013年10月14-18日，罗马

### 持久性有机污染物审查委员会第九次会议工作报告

增编

#### 关于氯化萘的风险管理评估

在其第九次会议的第 POPRC-9/1 号决定中，持久性有机污染物审查委员会根据载于文件 UNEP/POPS/POPRC.9/4 中的相关修正草案，通过了关于氯化萘的风险管理评估。经过修订的这一风险管理评估的案文现列于本增编的附件之中。案文未经正式编辑。

附件

# 氯化萘

## 风险管理评估

持久性有机污染物审查委员会  
六氯丁二烯问题特设工作组撰写

2013年10月18日

## 目录

执行摘要.....	4
1.   引言 .....	5
1.1  拟议物质的化学特性.....	5
1.2  审查委员会就附件 E 资料得出的结论.....	7
1.3  数据来源.....	7
1.4  国际公约下的化学品状况.....	7
1.5  各国或各区域采取的任何控制行动.....	8
2.  与风险管理评估有关的资料概述.....	8
2.1  关于来源、释放物和措施的其他相关信息.....	8
2.2  确定拟采取的控制措施.....	14
2.3  可能的控制措施在实现风险降低目标方面的功效和效率.....	15
2.4  关于替代产品和替代工艺的信息.....	16
2.5  关于实施可能的控制措施对社会的影响的资料概述.....	16
2.6  其他考虑因素.....	17
3.  信息综述.....	17
4.  结论综述.....	18
参考文献.....	20

## 执行摘要

1. 欧洲联盟及其成员国提交了一份根据《公约》第 8 条第 1 款提议将氯化萘列入《斯德哥尔摩公约》附件 A、B 和/或 C 的提案。2012 年 10 月举行的持久性有机污染物审查委员会第八次会议通过了氯化萘风险简介。委员会决定：(1) 73 种多氯化萘，即二氯化萘、三氯化萘、四氯化萘、五氯化萘、六氯化萘、七氯化萘及八氯化萘（统称多氯化萘）可能由于远距离环境迁移而对人类健康和环境造成重大不利影响，所以需要采取全球行动；(2) 编制一份包括可能的氯化萘控制措施分析在内的风险管理评估文件；以及(3) 请缔约方和观察员于 2013 年 1 月 11 日前，向秘书处提交附件 F 明确规定的资料，以及与附件 E 有关的额外资料，特别是诸如氯化萘的生产和/或无意释放等排放源方面的相关数据。

2. 氯化萘共由 8 组同族体（分别体现为平面芳烃萘分子周围 1 到 8 个氯原子被置换）的 75 种可能同系物组成。由于 1-氯化萘不被认为是持久性有机污染物，本文件只针对多氯化萘。

3. 多氯化萘历来被用于木材防腐、油漆和机械润滑油添加剂、电缆绝缘和电容器等多种用途。迄今为止，多氯化萘的有意生产应当已经终止。<sup>1</sup> 为限制可能的剩余用途并防止再引入其他用途，将多氯化萘列入附件 A 并不授予任何特定豁免是对有意排放来源最主要的控制措施。这样的话，多氯化萘将需遵守《公约》第 3 条的规定，以便消除其生产、使用、进口和出口。将多氯化萘列入附件 A 有利于保护人类健康和环境，因为这样可以防止再次引入多氯化萘用途和引发相关风险。预计终止全球当前未查明的生产和使用也将带来有利影响。预计将多氯化萘列入《公约》附件并不会对健康、环境和社会造成相关不利影响。

4. 使用氯的高温工业工艺会无意产生多氯化萘。在已知的氯化萘释放来源中，燃烧（主要为废物焚烧）被认为是当前最重要的来源。在其他工业工艺中，多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的类似机制也会无意产生多氯化萘，如二级有色金属冶金业的冶炼过程、水泥和氧化镁生产过程及铝的精炼和焦化过程。将多氯化萘列入附件 C 之后，该物质组必须遵守《公约》第 5 条规定的各项措施，并制定持续减少并在可行的情况下最终消除多氯化萘无意释放的目标。此外，还有义务针对多氯化萘的各个来源促进采用最佳可得技术和最佳环保做法。削减多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃所致释放的措施也能减少多氯化萘的排放。已存在并已广泛采用可减少各类焚烧炉无意生产的多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的最佳可得技术和最佳环保做法。通过将多氯化萘列入附件 C 来减少多氯化萘无意释放的措施将对人类健康和环境产生积极影响。监测多氯化萘将产生额外成本。由于已针对多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃等其他持久性有机污染物的无意排放采取控制措施，因此实施旨在减少多氯化萘释放的各项措施以及强制执行和监督工作所产生的额外费用预计不会太高。发展中国家和经济转型国家需要发展多氯化萘监测能力。

5. 由于多氯化萘的主要生产和使用已经停止，预计多氯化萘的主要释放来源包括之前用途、未处置的产品、废物焚烧等热工艺，以及仍在使用的含多氯联苯的设备。此外，释放来源还可能包括垃圾填埋场、旧设备以及可能存在的现有用途。将多氯化萘列入附件 A 或 C 之后，该物质必须遵守《公约》第 6 条规定的各项措施，并制定查明由多氯化萘构成或含有该物质的库存以及以安全、有效和无害环境的方式管理库存的目标。现有措施已涉及含有多氯联苯的多氯化萘库存。自 2012 年起，欧盟开始处理旧设备和材料中的多氯化萘库存。在全球其他区域，库存清单有待制定。《公约》缔约方已采取措施来查明并管理多氯联苯库存。已针对多氯联苯库存采取的措施也将有效减少库存中多氯化萘的释放。减少释放量有利于保护人类健康和环境。此举不会产生额外费用。

6. 持久性有机污染物审查委员会编制了风险管理评估文件并审议了管理备选方案，建议《斯德哥尔摩公约》缔约方大会根据《公约》第 8 条第 9 款考虑将多氯化萘列入《斯德哥尔摩公约》附件 A 和 C，并为此规定相应的控制措施。

---

<sup>1</sup> UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1。

## 1. 引言

### 1.1 拟议物质的化学特性<sup>2</sup>

7. 2011年5月10日，欧洲联盟及其成员国提交了提议将氯化萘列入《斯德哥尔摩公约》附件A、B和/或C的一份提案(UNEP/POPS/POPRC.7/2)，及作为佐证的一份详细档案(UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3)。

8. 氯化萘共由8组同族体（分别体现为平面芳烃萘分子周围1到8个氯原子被置换）的75种可能同系物组成。本报告中提及的同族体是73种多氯化萘，分别为二氯化萘、三氯化萘、四氯化萘、五氯化萘、六氯化萘、七氯化萘及八氯化萘，这些同族体的结构类似于多氯联苯。2001年，《斯德哥尔摩公约》获得通过时，多氯联苯即被列为受控物质。由于1-氯化萘不被认为是持久性有机污染物，本文件只针对多氯化萘。

9. 多氯化萘历来被用作木材防腐剂、油漆和机械润滑油添加剂、热交换液体、高沸腾特种溶剂、发动机曲轴箱添加剂、电机调试用化合物、抗化学腐蚀的计量器液体、仪器的密封剂和形成色散制剂，还用于电缆绝缘和电容器。虽然目前已停用多氯化萘，但多氯化萘仍存在于多氯联苯制剂中，并在燃烧过程和工业设施中被无意生产出来。

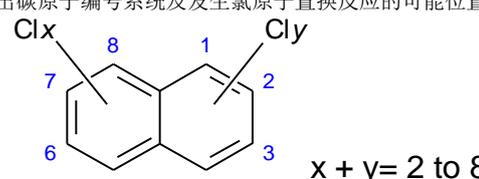
#### 名称和注册号

通用名称:	多氯化萘
73种同系物的国际理论化学和应用化学联合会名称及化学文摘社编号:	参见 UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1, 附件 1。
别名:	PCN; CNs; naphthalene chloro- derivatives <sup>3,4</sup>

10. 多氯化萘的命名法系统和多氯联苯相似。大多数工业生产的多氯化萘是若干种同系物的混合物。文件 UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1 附件 2 表 A2-1 根据分析测量值列出了若干种卤蜡的组成情况（节选自加拿大环境部 2011 年数据及 Falandysz 等人 2008 年数据）。其他商用混合物和商品名称有 Basileum SP-70、Nibren wax D88、Nibren wax D116N、Nibren wax D130、Seekay wax R68、Seekay wax R93、Seekay wax R123、Seekay wax R700、Seekay wax RC93、Seekay wax RC123、Chlonacire wax 115、Chlonacire wax 95 和 Chlonacire wax 130（Jakobsson 和 Asplund, 2000 年）及 Cerifal Materials（Falandysz, 1998 年）。可能还有其他指称含多氯化萘的商用混合物的商品名称。其物理状态从稀液到硬蜡不等（国际化学品安全方案, 2001 年）。

11. 虽然在精确测定各种多氯化萘方面存在一些分析困难，但目前采用的办法类似于多氯联苯的分析办法，即首先（对基体）进行碳清理和分馏，然后通过高分辨毛细管气相色谱法和高分辨质谱测定法测定低多氯化萘/高选择性。然而，只有不到一半的可能同系物可从市场上买到，以同位素标记的各种多氯化萘中仅有几种同系物可从市场买到，如标示为 13C 的三氯化萘（Kucklick 和 Helm, 2006 年）。

#### 结构

分子式:	$C_{10}H_{8-n}Cl_n$ , 其中 $n=2-8$
分子量:	参见 表 1
从化学结构可看出碳原子编号系统及发生氯原子置换反应的可能位置（数据来源：UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3）	
	

<sup>2</sup> UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1。

<sup>3</sup> UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3。

<sup>4</sup> ACToR (2012 年)。

## 不同同族体的物理属性和化学属性

12. 氯化萘同族体的物理化学属性因氯置换反应程度不同而差异很大。三氯化萘至八氯化萘亲脂性很强，辛醇/水分配系数较高，一般大于 5。表 1 中列出的辛醇/水分配系数数值是通过实验确定的，文件 UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1 附件 1 列出了定量结构属性关系模型分析值（Puzyn 和 Falandysz, 2007 年）。氯化程度较高的同系物的模型分析值相对较低。

13. 水溶性和蒸气压随着氯化程度的降低而降低。二氯化萘微溶于水，而高氯化的萘的水溶性为几微克/升。水溶性较低的化学品，其测量值具有较高的不稳定性（加拿大环境部，2011 年）（比照表 1，括号内的数值是根据 EPISUITE 程序的 WSKOWWIN1.41 版模型估算的数值）。Puzyn 等人（2009 年）开发了一个定量结构属性关系模型，用于估算所有 75 种同系物的水溶性、辛醇/水分配系数对数、辛醇/空气分配系数对数、空气/水分配系数对数和亨利定律常数。水溶性的估值低于表 1 中的数值。这些建模后的终点值列于文件 UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1 的附件 1。表 1 概述了不同的同族体组的辛醇/空气分配系数对数和空气/水分配系数对数的数值范围。

14. 由于多氯化萘具有半挥发性，因此在气相中会吸附于颗粒上。根据亨利定律常数，二氯化萘至六氯化萘会从潮湿的土壤表面和水中挥发（有害物质数据库，2012 年）。多氯化萘的紫外光谱显示出强吸收峰值为 220-275 纳米，弱吸收峰值为 275-345 纳米。随着氯化程度的增加，吸收峰值会向更长的波长移动（根据 Brinkman 和 Reymer, 1976 年，转引自 Jakobsson 和 Asplund, 2000 年）。

15. 纯氯化萘是无色晶状化合物（印度理学院，2011 年；泰国提交的附件 E 资料）。

表 1：部分物理和化学属性（根据加拿大环境部 2011 年表格修改）

同系物	分子量(克/摩尔)	溶解度(微克/升) <sup>a</sup>	蒸气压(帕) <sup>b</sup> (过冷液体, 25 °C)	亨利定律常数(帕立方米/摩尔, 25 °C) <sup>c</sup>	辛醇/水分配系数对数 <sup>d</sup>	辛醇/空气分配系数对数 <sup>e</sup>	空气/水分配系数对数 <sup>e</sup>	熔点(°C)	沸点(°C)
二氯化萘	197.00	137-862 (2713)	0.198-0.352	3.7-29.2	4.2-4.9	6.55 to 7.02	-2.83 to -1.98	37-138	287-298
三氯化萘	231.50	16.7-65 (709)	0.0678-0.114	1.11-51.2	5.1-5.6	7.19 to 7.94	-3.35 to -2.01	68-133	274*
四氯化萘	266.00	3.7-8.3 (177)	0.0108-0.0415	0.9-40.7	5.8-6.4	7.88 to 8.79	-3.54 to -2.02	111-198	Unknown
五氯化萘	300.40	7.30 (44)	0.00275-0.00789	0.5-12.5	6.8 - 7.0	8.79 to 9.40	-3.73 to -2.3	147-171	313*
六氯化萘	335.00	0.11* (11)	0.00157-0.000734	0.3-2.3	7.5 - 7.7	9.62 to 10.17	-4.13 to -3.04	194	331*
七氯化萘	369.50	0.04* (2.60)	2.78 x 10 <sup>-4</sup> , 2.46 x 10 <sup>-4</sup>	0.1-0.2	8.2	10.68 to 10.81	-4.34 to -4.11	194	348*
八氯化萘	404.00	0.08 (0.63)	1.5 x 10 <sup>-6</sup>	0.02	6.42-8.50	11.64	-5.21	198	365*

数据来源：除非另外说明，否则为国际化学品安全方案（2001 年）。

a) 括号外的数值是对固体同系物用水饱和法通过实验测定的（Opperhuizen 等人，1985 年）；括号内的数值是使用 WSKOWWIN 2000 预测的。

b) 来源：Lei 等人（1999 年）。

c) 数值来自 Puzyn 和 Falandysz（2007 年）。

d) 测量的辛醇/水分配系数对数来源：Opperhuizen（1987 年）、Opperhuizen 等人（1985 年）（摇瓶法，Bruggeman 等人（1982 年））、Lei 等人（2000 年）（反相高效液相色谱法）。

e) Puzyn 等人（2009 年）估算得出。

\* 使用 Lyman 等人（1982 年）所列的方法估算的数值。

## 1.2 审查委员会就附件 E 资料得出的结论

16. 委员会于 2012 年 10 月 15 至 19 日在日内瓦举行的第八次会议上根据附件 E 的要求编制了一份风险简介，并对其作出了评价。委员会在第 POPRC-8/1 号决定中通过了氯化萘风险简介(UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1)，并且：

(a) 依照《公约》第 8 条第 7(a)款决定，二氯化萘、三氯化萘、四氯化萘、五氯化萘、六氯化萘、七氯化萘和八氯化萘因其远距离环境迁移而可能导致对人类健康和环境产生重大不利影响，因此必须采取全球行动；

(b) 还决定，依照《公约》第 8 条第 7(a)款以及缔约方大会第 SC-1/7 号决定第 29 段，设立一个特设工作组，负责编写一份风险管理评估，纳入根据《公约》附件 F 对氯化萘可能控制措施所作的分析；

(c) 依照《公约》第 8 条第 7(a)款，邀请缔约方和观察员在 2013 年 1 月 11 日前向秘书处提交附件 F 所规定的资料，以及与附件 E 有关的额外资料，特别是诸如氯化萘的生产和/或无意释放等排放源方面的相关数据。

## 1.3 数据来源

17. 风险管理评估主要依据的数据来源如下：

(a) 缔约方和观察员提交的资料。以下缔约方和观察员提供了对有关《斯德哥尔摩公约》附件 F 规定信息所做的答复<sup>5</sup>：

(一) 缔约方：克罗地亚、爱沙尼亚、尼日利亚、罗马尼亚、斯洛伐克、斯里兰卡；

(二) 观察员：未提交资料；

(b) 缔约方和观察员在风险管理评估起草过程中提供的评论意见；

(c) 第 POPRC-8/1 号决定(UNEP/POPS/POPRC.8/16)；

(d) 氯化萘风险简介(UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1)；

(e) 多氯化萘管理方案探索（欧洲经委会，2007 年）。

18. 除上述资料来源外，还从其他公开资料来源和文献中收集了相关信息。此类资料来源载列于本文件参考文献部分。

## 1.4 国际公约下的化学品状况

19. 氯化萘受若干国际条约和公约的管制：

(a) 2009 年 12 月，根据第 2009/2 号决定，建议将多氯化萘列入联合国欧洲经济委员会（欧洲经委会）《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）。该修正将在三分之二的缔约方通过后生效。

<sup>5</sup> 缔约方和观察员提交的附件 F 规定信息载于斯德哥尔摩公约网站（参见链接：<http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/LatestMeeting/POPRC8/POPRC8Followup/SubmissionCN/tabid/3068/Default.aspx>）；为编写本文件进行评价的时间：2013 年 2 月 19 日。

(b) 奥斯巴委员会已把多氯化萘列入《优先行动化学品清单》。若需更多资料，可访问 <http://www.ospar.org/>。

(c) 《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》附件八将含有多氯化萘的废物界定为危险废物。

20. 提交附件 F 规定信息的缔约方或观察员未提供关于国际公约下的化学品状况的其他信息。

## 1.5 各国或各区域采取的任何控制行动

21. 关于将多氯化萘纳入区域或国家物质清单审议的信息较少。提交附件 F 规定信息的缔约方或观察员未提供关于国家或区域控制行动的其他信息。

22. 加拿大根据《2012 年禁用部分有毒物质法规》（加拿大，2012 年）禁止生产、使用、销售、要约出售和进口多氯化萘<sup>6</sup>。美国在 1980 年代已停止生产多氯化萘，因此目前未采取任何行动。日本自 1979 年以来已禁止进口和生产多氯化萘。瑞士已颁布法律禁用包括多氯化萘在内的所有卤代萘。在欧洲联盟范围内，荷兰报告称，已将多氯化萘列为今后可能予以监管控制的国家优先物质。在欧洲联盟，自 2012 年将多氯化萘纳入欧盟持久性有机污染物监管法规（Regulation (EC) No 850/2004 及其修正案 Regulation (EC) No 519/2012）以来，多氯化萘的生产、投放市场和使用被禁止。

23. 日本已根据《化学物质审查规制法》将三氯化萘及其氯化程度更高的同系物列为“第一类特定化学物质”。有意从事第一类特定化学物质生产、进口或使用业务的个人须获取相关许可（原则上禁止生产、进口或使用此类化学物质）。

## 2. 与风险管理评估有关的资料概述

### 2.1 关于来源、释放物和措施的其他相关信息

#### 生产

24. 多氯化萘来源于人类活动，包括：(1)有意生产；(2)无意生产；以及(3)库存和废物（具体参见文件 UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1 第 2.1 节“来源”），下文对此进行了解释：

#### (1) 有意生产：

25. 全球迄今多氯化萘总产量估计在 200,000–400,000 吨（北极监测评价方案，2004 年）和 150,000 吨之间（相当于多氯联苯迄今总产量的十分之一左右（Brinkman 和 De Kok, 1980 年，转引自 Falandysz, 1998 年）。欧洲经委会区域已停止有意生产多氯化萘。但若干欧洲经委会成员国尚未颁布法律予以明文禁止。因此，即使在欧洲经委会区域内可能也仍然存在多氯化萘的生产活动<sup>7</sup>。目前未获取关于当前生产情况的具体信息。欧洲经委会区域以外的生产和使用数据较为少见，大部分数据均无法获知。

26. UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1 指出，全球范围内，许多国家实际上已停止了生产活动，早在 1970 年代全球产量已大幅下降。据 Hayward (1998 年) 估计，1910 至 1960 年间美国共生产了 5-15 万吨多氯化萘。1977 年后，美国的多氯化萘产量大幅减少（美国 Koppers Company Inc. 公司（卤蜡）），1978 年年产量减至 320 吨（国际化学品安全方案，

<sup>6</sup> 信息来源：<http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2013/2013-01-02/html/sor-dors285-eng.html>。

<sup>7</sup> 荷兰关于风险管理评估第一稿的评论意见。

2001年)。美国在1980年停止生产多氯化萘。加拿大对生产和使用多氯化萘的禁令于2013年生效。<sup>8</sup>

27. 在欧洲，拜耳公司在1980至1983年间的多氯化萘年产量介于100至200吨之间，该公司于1983年停止生产多氯化萘。联合王国于60年代中期停止生产多氯化萘，但据报告1970年仍在生产少量多氯化萘。德国1984年的产量约为300吨，主要用作染料中间体。斯洛伐克报告称该国未生产多氯化萘（附件F，斯洛伐克，2013年）。荷兰在了一项评论意见中指出，多氯化萘于2012年列入欧盟持久性有机污染物指令，在此之前欧盟可能仍存在该物质的生产活动。

28. 尼日利亚从未生产多氯化萘（附件F，尼日利亚，2013年）。斯里兰卡和中国同样报告称该国未生产多氯化萘（附件F，中国，斯里兰卡，2013年）。提交附件F规定信息的缔约方或观察员未提供关于该化学品有意生产状况的其他信息。

29. 2002年报告了类似卤蜡的多氯化萘制剂的非法交易案例，最近的出版物仍在报道与卤蜡有关的实验。2003年发现市场上还有受污染的产品（Yamashita等人，2003年，转引自Bidleman等人，2010年）。根据Yamashita等人2003年的报告，2000年前后日本从联合王国非法进口了约18吨多氯化萘混合物（卤蜡1001），用于制造一系列工业材料和商品，包括密封剂、油灰、防震材料、粘合材料、绝缘材料和橡皮带，此外还进口了54吨受多氯化萘污染的生橡胶用于工业用途，其中含有40千克多氯化萘。

## (2) 无意生产：

30. 多氯化萘是热处理过程中的意外产物。在已知的释放中，废物焚烧是目前最重要的释放源。其他释放源包括二级有色金属冶金工业（如铜）中的冶炼过程，以及铝的精炼过程。据报告，其他释放源还包括水泥和氧化镁生产。此外，焦化过程也会释放多氯化萘，并且在氯碱工厂中也发现了多氯化萘制剂存在的迹象（存在于石墨污泥中）。虽然一项更早的研究指出，二氯化萘是在对饮用水进行氯化处理过程中作为副产品形成的，浓度较低（Shiraishi等人，1985年，转引自加拿大环境部，2011年），但最近的文献没有相关证据能证明这一结果（加拿大环境部，2011年）。

31. 根据欧洲经委会（2007年）的报告，废物焚烧产生的氯化萘占多氯化萘总排放量的74%。此外，10%的排放量来自家庭燃烧，11%来自工业工艺，还有6%是由溶剂和产品的使用所导致。Falandysz（1998年）得出结论，多氯化萘的无意释放量未超过多氯二苯并对二恶英以及多氯二苯并呋喃的水平，并估计全世界每年该物质的释放量低于10-100千克。

32. 多氯化萘的无意产生机制可能与多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的产生机制类似。

## (3) 库存和废物：

33. 商用多氯联苯也含有痕量多氯化萘（0.01-0.09%；Falandysz，1998年；Kannan等人，2000年；Yamashita等人，2000年）。文件UNEP POPs/POPRC.7/INF/3指出，根据这些计算结果可以估算得出，含有多氯联苯的液体中多氯化萘的总含量在100-169吨之间。

## 用途

34. 使用多氯化萘主要是因为其化学稳定性，包括低可燃性、（电）绝缘性以及耐生物降解和杀菌功能等抗性；多氯联苯也有这些属性，并且使用范围相同，因此自第二次世界大战以后，多氯化萘逐渐为多氯联苯所取代。

<sup>8</sup> 信息来源：<http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2013/2013-01-02/html/sor-dors285-eng.html>。

35. 低氯化萘系物（1-氯化萘及 1-氯化萘和二氯化萘的混合物）曾用作抗化学腐蚀的计量器液体和仪器的密封剂、热交换液体、高沸腾特种溶剂、形成色散制剂、发动机曲轴箱添加剂和电机调试用化合物的成分。1-氯化萘还用作染料的原材料，并因其杀菌和杀虫特性而被用作木材防腐剂（国际化学品安全方案，2001 年）。

36. 从数量上来说，高氯化萘系物最主要的用途是电缆绝缘和阻燃剂、木材防腐剂、发动机和齿轮油添加剂、电镀遮蔽化合物、生产染料的原料、染色载体、电容器/冷凝器的介质浸渍液和折射率测试油。

37. 多氯化萘作为木材防腐剂的用途在 1940 年代和 1950 年代十分流行，但美国已不再将其用于该用途。其他用途有：电子和汽车应用中的浸渍灌封化合物、纸张涂层和浸渍中的临时粘合剂、陶瓷元件的粘结剂、合金的铸造材料、研磨和切割润滑油、电池分离器、防潮密封胶（澳大利亚国家工业化学品通报和评估计划，2002 年）。在美国，只有非常少量的多氯化萘（1981 年约 15 吨/年）仍在使用，主要用作折射率测试油和电容器的电介质。多氯化萘最有可能的新用途是聚合物中间体和塑料中的阻燃剂（国际化学品安全方案，2001 年）。

38. 在欧洲经委会区域，多氯化萘最重要的用途包括木材防腐剂、油漆和发动机油添加剂，以及电缆绝缘和电容器中的电介质（欧洲经委会，2007 年）。

39. 多氯化萘主要在 1920 年（1920 年代全世界年产量为 9,000 吨（Jakobsson 和 Asplund, 2000 年，转引自北极监测评价方案，2004 年））至 1950 年期间被广泛使用，但直至 1970 年代该物质仍然是高用量化学品（北极监测评价方案，2004 年）。1980 年以后，多氯化萘的使用量大幅下降。在欧洲，最近获得的使用数据表明，德国和前南斯拉夫在 1989 年以前一直将少量的多氯化萘用于铸造材料（ESWI, 2011 年）。此外，多氯化萘还被用于烟火剂中。不能排除此类用途至今仍然存在的可能性<sup>9</sup>。

40. 欧洲化学品管理局的分类和标签清单中，针对有限数量的具体氯化萘同系物<sup>10</sup>（氯化萘同系物 1、2、5、9、27 和 75）设置了通知栏。具体同系物进一步列于欧洲化学品管理局的预先登记物质清单（氯化萘同系物 1 至 5、7 至 12 和 75，根据设想，这些物质的登记工作于 2010 年或 2013 年截止）。到目前为止，欧洲化学品管理局未收到任何登记通知。这表明没有欧盟公司大量生产或进口多氯化萘。考虑到分类和标签清单中的条目，以及欧洲化学品管理局已收到预先登记通知这一事实，至少可以表明多氯化萘可以为欧盟公司带来一定利益，虽然提交预先登记通知也可能是出于战略原因而非真正的登记义务。

41. 在附件 F 的呈文中，尼日利亚报告称有记载的多氯化萘用途<sup>11</sup>包括电缆绝缘、电容器流体、合金的铸造材料、染色载体、电镀遮蔽化合物、发动机油添加剂、生产染料的原料、阻燃剂、润滑油、防潮密封胶、防腐剂、折射率测试油、陶瓷部件制造中的临时粘合剂以及木材防腐剂（附件 F，尼日利亚，2013 年）。提交附件 F 规定信息的缔约方或观察者未提供关于用途方面的其他相关信息。

42. 目前仍可通过网络购买卤蜡，如可向多家全球供应商购买八氯化萘（卤蜡 1051）。网站上不提供可供销售数量的相关信息。<sup>12</sup>

## 释放

<sup>9</sup> 荷兰的评论意见，2013 年。

<sup>10</sup> <http://echa.europa.eu/web/guest>。

<sup>11</sup> 注：假定尼日利亚在此报告了有记载的历史用途。

<sup>12</sup> 荷兰的评论意见，2013 年。互联网信息来源：

[http://www.chemicalbook.com/Search\\_EN.aspx?keyword=HALOWAX](http://www.chemicalbook.com/Search_EN.aspx?keyword=HALOWAX)。

43. 据粗略评估，多氯化萘生产总量为多氯联苯产量（1920-1980 年间产量为 150,000 公吨）的 10%（Brinkman 和 De Kok, 1980 年），并且工业多氯联苯中多氯化萘的估计数量为 100 公吨。此外，据估计，全世界每年的燃烧活动中会产生 10-100 千克多氯化萘，已释放的多氯化萘总量为 1-10 公吨（Falandysz, 1998 年）。

44. 欧洲污染物释放和转移登记簿中并未提及多氯化萘，这表明现在该物质的释放量较低。<sup>13</sup> 美国有毒物质释放清单数据库中提及了六氯化萘和八氯化萘，但目前为止并没有关于这两种物质释放量的报告。<sup>14</sup>

45. 国际化学品安全方案认为，废物焚烧以及含有多氯化萘的产品的处置是目前向环境中释放多氯化萘的主要来源（国际化学品安全方案，2001 年）。Bolscher 等人（2005 年）得出结论，医疗、市政和工业废物的焚烧是向环境中释放多氯化萘的一个关键来源。在欧洲经委会区域，废物焚烧处置所导致的氯化萘无意释放被认为是目前最重要的释放源（欧洲经委会，2007 年）。据估计，欧洲多氯化萘释放总量中有 74% 是因废物焚烧而产生的。Denier Van der Gon 等人（2007 年）报告称，2000 年，欧洲经委会区域多氯化萘年排放量为 1 吨，但从另一角度开展的审查要求提供关于采样方法的进一步信息。

46. 在联合王国，30 多年前商业化生产的多氯化萘被认为是大气中多氯化萘的最重要来源，电容器和发动机油的处理路径被认为是该物质最重要的释放路径。该物质的其他来源包括热源、其他工业工艺以及工业化生产的多氯联苯混合物中的污染物（Dore 等人，2008 年）。在市区，有报告称以往使用的工业多氯化萘也可能会向环境中排放（Harner 等人，2006 年，转引自文件 UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1）。

47. 在没有管制措施的情况下，一般通过焚烧的方式处理医疗废物，因此发展中国家的医疗废物焚烧很可能造成了多氯化萘的大量释放<sup>15</sup>。

48. Liu 等人（2012 年）指出矿石烧结也会导致氯化萘的排放。根据近似估算，矿石烧结每年会在中国造成 60 千克的氯化萘排放。经计算，金属工业中热生产工艺的氯化萘排放因子为 428.4 纳克毒性当量/吨二级铜（铝为 142.8，锌为 125.7，铅为 20.1；Ba 等人，2010 年）。据报告，焦化过程中的多氯化萘释放系数为 0.77-1.24 纳克毒性当量/吨焦炭（Liu 等人，2010 年）。对欧洲经委会而言，在所计算出的 1 吨释放量中，工业焚烧及其他工艺中释放的多氯化萘占 11%（Denier van der Gon 等人，2007 年）。

49. 垃圾填埋场或旧电器中所含以往使用的多氯化萘或工业多氯联苯中的杂质可能会导致释放多氯化萘，但难以评估其在目前多氯化萘释放量中所占比例（UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1）。由于已研发出安全技术来处置或回收使用过的工业多氯联苯制剂以及含高浓度多氯联苯的废物，可能释放到环境中的多氯化萘数量预计将远低于工业氯联苯混合物的残留浓度中的估计释放量。

50. 虽然缺乏官方释放数据，但有文献记载多氯化萘在不同工业中的释放情况，尤其是无意释放的情况。Brack 等人（2003 年）在关于前德意志民主共和国工业污染历史情况的报告中指出，氯碱工业是多氯化萘污染的主要来源。还有证据表明，汞电池氯碱工艺也会形成多氯化萘（同系物特性简介），这一点也可以从以前的氯碱工厂附近收集的鱼中报告有高浓度多氯化萘看出（Kannan 等人，1998 年）。另一项研究（Jänberg 等人，1997 年）的作者在某氯碱工厂的石墨污泥中发现了较高比例的七氯化萘(65%)和六氯化萘(20%)。目前尚无八氯化萘的相关数据。Falandysz（1998 年）指出石墨污泥中之所以存在高氯代的多氯化萘，可能是因为在氯碱工艺中使用了高度氯化的工业多氯联苯制剂（如氯化二苯 1268）（Kannan 等人，1997 年），也可能是因为使用了工业多氯化萘制剂作为石墨电极的润滑剂（卤蜡 1051），与释放出的氯反应形成氯化萘关系不大。

<sup>13</sup> 欧洲污染物释放和转移登记簿数据库：<http://prtr.ec.europa.eu/TimeSeriesPollutantReleases.aspx>。

<sup>14</sup> 荷兰的评论意见，2013 年。

<sup>15</sup> 辐射研究中心的评论意见（全国辐射研究与技术中心，埃及），2013 年。

51. 虽然一项更早的研究指出，二氯化萘是在对饮用水进行氯化处理过程中作为副产品形成的，其浓度较低（Shiraishi 等人，1985 年，转引自加拿大环境部，2011 年），但最近的文献没有相关证据能证明这一结果（加拿大环境部，2011 年）。
52. Nie 等人（2012 年）还报告了中国工业废金属站在铁丝热回收过程中的多氯化萘排放情况。
53. 另一个无意排放来源是工业多氯联苯生产过程中释放出的痕量多氯化萘，迄今在全世界生产的所有亚老格尔和克罗芬中的含量估计为 100 吨（Falandysz，1998 年）。据报告，多氯联苯生产过程中产生的多氯化萘也是一个潜在来源（Denier van der Gon 等人，2007 年）。
54. 尼日利亚报告称，虽然该国尚未展开协同调查，但考虑到多氯化萘的使用模式，多氯化萘的无意生成也许与下列因素有关：金属精炼、废物焚烧、木材燃烧、城市废物露天倾倒、以往使用的多氯化萘、污染场地、废弃库存、旧生产设施、以往及当前使用的多氯联苯、露天焚烧作业等（附件 F，尼日利亚，2013 年）。提交附件 F 规定信息的缔约方或观察员未提供有关排放问题的其他信息。
55. 空气监测数据提供了一些有关潜在来源的额外信息。一项于 2002 年夏季举行的覆盖整个欧洲的被动采样活动发现，同系物 1,4,5-二氯化萘、1,4,6-二氯化萘、1,2,4,5,6-五氯化萘和 1,2,4,5,8-五氯化萘是报告测量值最高的多氯化萘种类（Jaward 等人，2004a）。同系物 1,4,6-二氯化萘和 1,2,4,5,8-五氯化萘是商用卤蜡混合物的一部分。然而，1,4,6-二氯化萘也被认为是可供燃烧的标记同系物。
56. 由于持续排放以往使用的工业多氯化萘，劳伦琴大湖区城市场地的浓度较高（达 52 皮克/立方米）。在农村地区，燃烧产生的多氯化萘数量似乎更多，与木材和煤炭燃烧相关的 1,4,6-二氯化萘和 1,2,3,4,6-五氯化萘浓度有所提高（Harner 等人，2006 年）。
57. 加纳于 2010 年 5 月至 7 月期间在全国范围开展了大气持久性有机污染物监控，其观察结果是，在北方，低氯化同族体的百分组成有所增加，可能是因为它们向着盛行风的方向进行飘移。根据同系物情况分析，1,3,6,8-四氯化萘/1,2,5,6-三氯化萘被认为是不受控废物燃烧活动所导致的排放的可能来源标记（Hogarh 等人，2012 年）。土壤或沉积物岩芯中的标记物数据可能显示出不同来源的重要程度。例如，Meijer 等人（2001 年）提供的数据表明，与燃烧来源相关的若干同系物明显呈增多趋势，表明与燃烧相关的来源的重要程度较之以往有所提高。这表示燃烧来源的相对重要程度可能有所提高。
58. Hogarh 等人（2012b）的研究也得出类似结论。主要成分分析表明，燃烧是造成目前东亚次区域多氯联苯和多氯化萘排放的主要原因。再排放/挥发是影响空气中多氯联苯浓度的另一个重要因素。空气中也能检测出多氯联苯制剂释放的信号物，但一般而言，这一来源的重要程度实际上不如再排放/挥发趋势。相反，多氯化萘制剂释放的多氯化萘对空气中的多氯化萘浓度的影响似乎并不大（Hogarh 等人，2012b）。
59. Gevao 等人（2000 年）提供的有关沉积物岩芯中的多氯化萘含量的数据表明，多氯化萘出现产量峰值的时间比多氯联苯提前 20-30 年。Gewurtz 等人（2009 年）对沉积物岩芯中的浓度模式进行总结后发现，联合王国多氯化萘浓度达到峰值的时间（1950 年代末至 1960 年代中期）比日本（1980 年代）提前约 20 年。
60. 对欧洲城市废物焚烧工厂中多氯化萘释放量的测量显示，其毒性当量水平低于针对欧洲所有焚烧工厂设定的排放限值（0.1 纳克毒性当量/标立方米）（UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3）。

61. 加拿大的测量结果显示，城市固体废物焚烧、水泥窑和铁矿烧结产生的飞尘样本中的多氯化萘含量较低（多氯化萘总浓度在 1.8 至 2.7 纳克/克之间），但医疗废物燃烧产生的飞尘中的多氯化萘含量较高（5.4 微克/克，比前者高 1000 倍以上）（参见 Helm 等人，2003 年）。

62. 有关垃圾填埋场中多氯化萘浓度的数据较少。仅有的数据来自荷兰的一处城市废物处置场，数据表明，受污染土壤中多氯化萘的浓度介于 31-38 毫克/千克干重至 1180-1290 毫克/千克干重之间；在第三份土壤样本中，未检测出多氯化萘成分（Howe 等人，1983 年，转引自 De Kok 等人，2001 年）。

63. 总之，现有资料表明，绝大部分多氯化萘存在于产品中，其中部分产品可能仍在使用或作为废物丢弃。多氯化萘最重要的潜在释放来源包括：(1)过去有意生产的多氯化萘和剩余产品、多氯化萘库存，以及废物（多氯化萘全球产量估计为 15 万至 40 万吨）；(2)非受控废物燃烧和废物焚烧（如城市、医疗及工业废物）过程中无意生产的多氯化萘；以及(3)其他（国内和工业）热处理工艺（如有色金属工业、焦炭生产及金属回收，工业溶剂生产及使用，家庭燃烧，公共供热和供电、氯碱工业及水泥工业），可被视为持续微量释放的来源。假设可通过相关措施充分移除多氯联苯中的多氯化萘，多氯化萘（过去及目前）的生产和使用以及热处理工艺（非受控的情况下）中的无意释放仍将是多氯化萘最重要的来源类别。

### 拟采取的措施

64. 可针对多氯化萘的下列相关人为来源采取一定措施：(1) 有意生产，(2)无意生产，以及(3)库存和废物。图 1 列出了多氯化萘的相关来源及拟采取的控制措施。



图 1：多氯化萘的相关来源及拟采取的控制措施（注：不考虑用于实验室规模的研究目的或作为参考标准的使用情况；根据第 3 条第 5 款的规定，此类用途不在《公约》涵盖范围之内）

## 2.2 确定拟采取的控制措施

### 针对有意生产所致释放采取的控制措施

65. 欧洲经委会区域内已停止生产氯化萘，实际上全球范围内多氯化萘的工业生产实际上已经停止。已使用其他化学品代替多氯化萘的用途（欧洲经委会，2007 年）。

66. 为限制可能的剩余用途并防止重新引入其他用途，可将多氯化萘列入附件 A 并不授予任何特定豁免，这是根据《公约》针对有意来源所能采取的主要控制措施。因此，多氯化萘将需遵守《公约》第 3 条中的各项条款，以及关于停止多氯化萘生产、使用、进出口、库存登记和废物消除方面的具体规定。

#### **针对无意生产所致释放采取的控制措施**

67. 随着多氯联苯用量的大幅下降，在未采取减排措施的情况下，废物焚烧、家庭燃烧及金属工业等热处理工艺导致的无意释放可被视为多氯化萘无意释放最重要的剩余来源。针对此类释放拟采取的控制措施包括：针对《斯德哥尔摩公约》附件 A 第二部分中所列多氯联苯采取的措施，以及为减少焚烧所致多氯联苯及多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的释放量所采取的措施（参见欧洲经委会，2007 年，以及《斯德哥尔摩公约最佳可得技术和最佳环保做法准则》（环境署，2007 年））。

68. 欧洲经委会《持久性有机污染物议定书》附件五中包含了用于控制主要固定来源（包括废物焚烧炉）中持久性有机污染物排放的最佳可得技术。其中涵盖的其他热处理工艺包括热加工冶金工艺及提供能源的燃烧设施。上述设施需利用附件五中所列最佳可得技术，减少多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的释放量，还将减少废物焚烧所致的多氯化萘排放量。在充分执行《持久性有机污染物议定书》的情况下，上述来源所致多氯化萘排放量预计将减少约 70%。但是作为多氯化萘来源之一的水泥窑并未列入欧洲经委会《持久性有机污染物议定书》附件五（欧洲经委会，2007 年）。

69. 《斯德哥尔摩公约最佳可得技术和最佳环保做法准则》（环境署，2007 年）第五章按附件 C 第二部分所列来源类别分列的指南/准则中介绍了相应的最佳可得技术和最佳环保做法。在该最佳可得技术和最佳环保做法准则中详述了针对各种焚烧炉（包括第五章 A 节的废物焚烧炉和第五章 B 节的燃烧危险废物的水泥窑）以及其他热源（包括第五章 D 节的有色冶金工业中的热处理工艺）的相关最佳可得技术。此外，欧盟的相关最佳可得技术参考文件也包括此类资料，特别是关于废物焚烧（欧盟委员会关于废物焚烧的最佳可得技术参考文件，2006 年）和有色冶金工业（欧盟委员会关于有色冶金工业的最佳可得技术参考文件，2009 年）的资料。

70. 根据《斯德哥尔摩公约》的规定应用相应的最佳可得技术是一项可用于减少多氯化萘释放的控制措施。

71. 将多氯化萘列入《斯德哥尔摩公约》附件 C 后该物质需遵守《公约》第 5 条规定的各项措施，并制定持续减少并在可行的情况下最终消除多氯化萘释放的目标。这将要求相关方针对多氯化萘来源，促进实施最佳可得技术和最佳环保做法。

#### **针对库存和废物所致释放采取的控制措施**

72. 垃圾填埋场或旧电器中所含以往使用的多氯化萘或工业多氯联苯中的杂质可能会导致释放多氯化萘。根据生产数据，从数量上看，以往使用的旧电器和产品中的多氯化萘是最重要的释放来源。产品和物品在成为废物后应以无害环境的方式对其进行处理、储存和处置。其他含有多氯联苯的设备造成的释放是另一种潜在来源，但从规模来看没有前者重要，且已采用管理和消除措施加以处理。此外，未进行合理设计的废物处置场地可能会释放多氯化萘。控制库存和废物所致释放的可能措施应符合《公约》第 6 条第 1 款。

73. 对于垃圾填埋场的工程标准（包括沥出物管理），以及关于可持续废物管理的进一步资料，建议参阅《巴塞尔公约》下的技术准则（技术准则：关于特别设计的填埋场(D5)；（《巴塞尔公约》，1997 年））。由于旧电器中多氯联苯和多氯化萘的出现存在直接关联，旧电器中多氯化萘的存量大多出现在多氯联苯库存（废物处置设备和含多氯联苯的设备）之中。

74. 将多氯化萘列入《斯德哥尔摩公约》附件 A 和/或 C 后这类物质需遵守《公约》第 6 条规定的各项措施，并制定以下目标：查明由附件 A 和/或 C 所列化学品构成或含有此类化学品的库存，并以安全、有效和无害环境的方式管理库存。

## 2.3 可能的控制措施在实现风险降低目标方面的成效和效率

### 有意生产

75. 假定全球范围内的多氯化萘有意生产应该已经停止，但可能仍存在使用多氯化萘的情况。另外，一些国家可能还有剩余产品和库存。曾用于获取多氯联苯及其他有意生产的持久性有机污染物数据的方法同样适用于多氯化萘，并需要采取相同的措施。

76. 尼日利亚报告称，消除生产和使用多氯化萘不会产生额外费用，因为业界已有替代该化学品用途的物质（附件 F，尼日利亚，2013 年）。由于已有可用于相同用途的替代化学品，且已投入使用，所以消除生产和使用多氯化萘将不会产生额外费用。但是编制清单以及合理划分和管理含有多氯化萘的产品和废物将产生费用，包括测量产品中该物质含量所需的费用。禁用多氯化萘将有利于健康和环境，因为防止了再次使用该化学品，并避免了相关风险。如果能够在世界范围内终止目前尚未查明的多氯化萘生产和使用，将会带来有利影响。禁用多氯化萘不会对健康、环境和社会带来不利影响。

### 无意生产所致的释放

77. 多氯化萘无意释放来源与多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃相同。因此，减少多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃释放量的措施也能减少多氯化萘的释放量。《斯德哥尔摩公约》的最佳可得技术与最佳环保做法准则（环境署，2007 年）以及相关最佳可得技术参考文件非常完善地记录了有关不同类型焚烧炉和其他热源中无意生产的持久性有机污染物方面的最佳可得技术和最佳环保做法，这些技术和做法已得到广泛应用。据预计，《持久性有机污染物议定书》的充分实施将减少欧洲经委会区域 75% 的多氯化萘排放量（欧洲经委会，2007 年）。在欧洲经委会区域内的工业中控制该化学品的无意释放不会造成额外费用。由于替代品已经投入使用，预计将不会出现价格上涨，但必须采取针对无意释放的措施来减少其他化学物质的排放（多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃、六氯苯等）。但是，虽然已制定了针对多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃、六氯苯和多氯联苯的监测方案，但化学分析方面的监测工作仍将产生额外费用。

78. 控制为减少并最终消除多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃释放而实施的措施可能也能有效解决多氯化萘的释放问题。监测多氯化萘将产生额外成本。发展中国家和经济转型国家需要发展多氯化萘监测能力。此外，应确定无意生产所致多氯化萘释放的排放因子，并将其纳入修订后的用于识别和量化多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃释放的工具箱。如尼日利亚所指出的（附件 F，尼日利亚，2013 年），对国家造成的费用负担可忽略不计；这些费用可能包括测量产品或无意释放中多氯化萘含量所产生的额外费用，如监测和编制排放清单所需的费用。墨西哥表示，监测多氯化萘的排放情况会产生一定费用，此外，为证明采取控制措施可降低氯化萘在环境中的含量，需对其进行监测，这也可能会产生一定费用。此外，还需要调整相关法律，以促进多氯化萘的控制工作。<sup>16</sup>

### 库存和废物

<sup>16</sup> “风险管理评估草案”第二稿中墨西哥提交的评论意见。

79. 剩余产品中存在的多氯化萘被认为是最重要的潜在释放来源。考虑到多氯联苯与多氯化萘的性质和使用模式相似，采取与多氯联苯类似的措施控制对此类化学品将最为有效。

80. 因此，将多氯化萘列入附件 A 和/或 C 后《公约》缔约方将必须尽可能切实可行地查明多氯化萘的现有库存（包括相关废物处置装置和旧电器中的多氯化萘），并以安全、有效和无害环境的方式管理库存。

81. 多氯联苯和多氯化萘的出现存在特别关联（如上所述）。根据《公约》第 6 条，各缔约方有义务尽可能切实可行地查明由多氯联苯构成或含有此类化学品的现有库存，并以安全、有效和无害环境的方式管理库存。《公约》附件 A 第二部分载有关于消除设备中多氯联苯的规定，以及减少接触和减少风险的措施，以控制多氯联苯的使用，此外还载有若干进一步规定，包括要求作出坚决努力，以便对含有多氯联苯的液体和被多氯联苯污染的设备进行无害环境的废物管理。因此，作为多氯联苯库存一部分的多氯化萘库存基本上已经查明，并与剩余多氯联苯库存一起进行无害环境管理。处理多氯联苯库存中的多氯化萘将不会产生额外费用。

#### 2.4 关于替代产品和替代工艺的相关信息

82. 在欧洲经委会区域内，关于替代方法和替代品的信息极为有限，因为已不再使用多氯化萘。唯一可获得的信息是，自 1970 年代和 1980 年代停止生产多氯化萘以来，一直由其他化学品代替多氯化萘。目前尚未查明这些化学品，也未予以相关描述（欧洲经委会，2007 年）。

83. Hayward（1998 年）报告称，随着塑料替代品开始用作绝缘材料以及使用多氯联苯作为变压器的电介质，多氯化萘的生产量开始下降（Hayward，1998 年）。这表明多氯化萘的电介质用途已被多氯联苯替代，其绝缘材料用途已被塑料替代。目前大部分多氯联苯已被其他替代品取代。

84. 尚未收到任何多氯化萘特定豁免请求，也未确定此方面的任何特殊需求。缔约方未在附件 F 的问卷中提供关于替代多氯化萘的化学品的额外信息。

#### 2.5 关于实施可能的控制措施对社会的影响的信息概述

##### **有意生产**

85. 在欧洲经委会区域内还没有关于禁用或逐步淘汰多氯化萘给社会带来不利影响的报告（欧洲经委会，2007 年）。全球范围内似乎已停止将氯化萘用于大部分用途。将多氯化萘列入附件 A 将有利于健康和环境，因为防止了再次使用该化学品，并避免了相关风险。若能在世界范围内终止目前尚未查明的多氯化萘生产和使用，且不开新的生产，将为健康、环境和社会带来有利影响。预计不会产生任何不利影响。

##### **无意生产**

86. 多氯化萘的无意释放来源与多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃相同。减少多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃释放的措施也将减少多氯化萘的排放。已存在并已广泛采用可减少各类焚烧炉无意生产的多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的最佳可得技术和最佳环保做法。通过将多氯化萘列入附件 C 来减少多氯化萘无意释放的措施将对人类健康和环境产生积极影响。监测多氯化萘将产生额外成本。发展中国家和经济转型国家需要发展多氯化萘监测能力。在发展中国家和经济转型国家的成本可能不同于发达国家。

## 库存和废物

87. 多氯化萘是从现有库存（废物处置场地和旧电器）中无意释放的。如要将多氯化萘列入附件 A 和/或附件 C，需要制定相关战略，查明现有库存并以无害环境的方式管理库存。《公约》缔约方已采取此类措施管理多氯联苯的库存。针对多氯联苯库存已采取的措施也将有效减少库存中多氯化萘的释放。减少释放量将有利于人类健康和环境。此举不会产生额外费用。

### 2.6 其他考虑因素

88. 提交附件 F 规定信息的缔约方或观察员未提供关于信息和公众教育以及控制和监测能力状况的相关具体信息。

## 3. 信息综述

### 风险和行动需要

89. 根据风险简介，多氯化萘满足所有筛选标准，即远距离环境迁移、生物累积性、持久性和毒性。持久性有机污染物审查委员会决定，由于多氯化萘具有远距离环境迁移的特性，可能对人类健康和环境产生重大不利影响，因此必须采取全球行动。

### 来源

90. 使用多氯化萘主要是因为其化学稳定性，包括低可燃性、（电）绝缘性以及耐生物降解和杀菌功能等抗性。多氯联苯也有这些属性，并且使用范围相同，因此自 1950 年代起，多氯化萘逐渐被多氯联苯所取代。多氯化萘一直用于多项技术应用，并用作木材防腐剂。迄今为止，多氯化萘的有意生产应当已经终止，但依然可能存在剩余用途。

91. 高温工业工艺仍会无意产生多氯化萘。在已知的释放来源中，燃烧（主要为废物焚烧）被认为是当前最重要的来源。在工业工艺中，多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的类似机制也会无意产生多氯化萘；它们是在二级有色金属冶金业（其生产条件包括加热、含氯再循环和铜等金属的催化功能）的冶炼过程中形成的，报告显示水泥和氧化镁生产过程、铝的精炼和焦化过程也是多氯化萘的无意产生来源。还有证据表明，在氯生产工厂的氯碱工艺中，使用汞电池的石墨阳极也会形成多氯化萘。

92. 商用多氯联苯含有痕量多氯化萘。多氯化萘曾作为多氯联苯中的污染物被无意释放。垃圾填埋场或旧电器（库存）中以往使用的多氯化萘或工业多氯联苯中的杂质也可能导致多氯化萘的释放，但难以评估。

### 现行控制措施

93. 2009 年，建议对欧洲经委会《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）进行修正，在其中列入多氯化萘。该修正将在三分之二的缔约方通过后生效。奥斯巴委员已将多氯化萘列入《优先行动化学品清单》（2003 年 6 月），《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》附件八将含有多氯化萘的废物界定为危险废物。

### 释放情况与控制措施及其成效和效率

94. 本文件概述了目前活动所致的多氯化萘释放来源，以及可能采取的相关控制措施。可能的释放来源包括：(a)有意生产（似乎已停止），(b)无意生产（尤其来自废物焚烧和其他可能产生多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的活动）以及(c)库存和废物（尤其是废物处置场地和旧电器）的释放。

#### (1) 有意生产：

95. 迄今为止，多氯化萘的有意生产应当已经终止，但依然可能存在剩余用途。为限制可能的剩余用途并防止重新引入其他用途，可将多氯化萘列入附件 A 并不允许任何特定豁免情况，这是根据《公约》针对有意来源所能采取的主要控制措施。因此，多氯化萘将需遵守《公约》第 3 条中的各项条款，以及关于停止多氯化萘生产、使用和进出口方面的客观要求。

96. 预计消除多氯化萘的生产和使用不会产生额外成本，因为现在已有且已采用用于相同用途的替代化学品。禁用多氯化萘对人类健康和环境有利，因为这样可以防止再次引入多氯化萘和引发相关风险。若能在世界范围内终止目前尚未查明的多氯化萘生产和使用，将为健康、环境和社会带来有利影响。预计不会产生任何不利影响。

## (2) 无意生产：

97. 高温工业工艺会无意产生多氯化萘。在已知的释放来源中，燃烧（主要为废物焚烧）被认为是当前最重要的来源。在其他工业工艺中，多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的类似机制也会无意产生多氯化萘，例如二级有色金属冶金业的冶炼过程、水泥和氧化镁生产过程及铝的精炼和焦化过程。将多氯化萘列入附件 C 后这类物质需遵守《公约》第 5 条规定的各项措施，并制定持续减少并在可行的情况下最终消除多氯化萘释放的目标。另外还有义务针对多氯化萘的来源，促进实施最佳可得技术和最佳环保做法。

98. 减少多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃释放的措施也将减少多氯化萘的释放。已存在并已广泛采用可减少各类焚烧炉无意生产的多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的最佳可得技术和最佳环保做法。通过将多氯化萘列入附件 C 来减少多氯化萘无意释放的措施将对人类健康和环境产生积极影响。监测多氯化萘将产生额外成本。发展中国家和经济转型国家需要发展多氯化萘监测能力。

## (3) 源自库存和废物的释放：

99. 垃圾填埋场或旧电器（库存）会无意释放多氯化萘。控制库存释放可能采取的措施包括：(1)建立清单，列明相关垃圾填埋场，以及对相关废物处置场地或废物处置场地恢复/净化过程所致的释放物（尤其是沥出物）实施的控制和无害管理，以及(2)建立相关旧电器库存及其无害管理的清单。将多氯化萘列入附件 A 和/或附件 C 后该物质需遵守《公约》第 6 条规定的各项措施，并制定一项目标，尽可能切实可行地查明由多氯化萘构成或受其污染的库存，并以安全、有效和无害环境的方式对库存实行管理。

100. 商用多氯联苯含有痕量多氯化萘，因此多氯化萘会作为多氯联苯中的污染物被无意释放。由于旧电器中多氯联苯和多氯化萘的存在具有直接联系，多氯化萘尤其会与多氯联苯一同存在（即在含有多氯联苯的废物处置场地和设备中含有多氯化萘）。《公约》缔约方已采取措施查明和管理多氯联苯的库存。针对多氯联苯库存已采取的措施也将有效减少库存中多氯化萘的释放。减少释放量将有利于人类健康和环境。此举不会产生额外费用。

## 4. 结论综述

101. 对多氯化萘的风险简介进行评估之后，持久性有机污染物审查委员会得出结论，由于这类化学品具有远距离环境迁移的特性，可能对人类健康和/或环境产生重大不利影响，因此必须采取全球行动。

102. 委员会编制了本风险管理评估，并得出结论，尽管目前不存在有意生产或使用多氯化萘的情况，但必须限制可能存在的剩余用途，并防止多氯化萘的重新引入。

103. 多氯化萘是在高温工业工艺（尤其是废物焚烧，以及产生多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃的其他工艺）中无意产生的。减少多氯二苯并对二恶英/多氯二

苯并呋喃释放的措施也将减少多氯化萘的释放。监测多氯化萘将产生额外成本。发展中国家和经济转型国家需要发展多氯化萘监测能力。

104. 尚不清楚废物处置场地和旧电器库存中的多氯化萘释放量。库存中的多氯化萘尤其会与多氯联苯一同存在（即在含有多氯联苯的废物处置场地和设备中含有多氯化萘）。《斯德哥尔摩公约》各缔约方已采取措施查明和管理多氯联苯的库存。针对多氯联苯库存已采取的措施也将有效减少库存中多氯化萘的释放。

105. 《斯德哥尔摩公约》以持久性有机污染物审查委员会为依托，旨在保护人类健康和环境免受持久性有机污染物的危害，同时也要谨记《关于环境与发展的里约宣言》原则 15 提出的预防办法。其目的在于采取措施消除源自有意生产和使用持久性有机污染物的释放，在于减少或消除源自无意生产持久性有机污染物的释放，还在于减少或消除源自库存和废物的释放。该宣言支持在 2002 年约翰内斯堡可持续发展问题世界首脑会议上达成的目标，确保到 2020 年，化学品生产和使用的方式能够最大限度地减少对环境和人类健康的重大不利影响。

106. 委员会编制了风险管理评估文件并审议了管理备选方案，建议《斯德哥尔摩公约》缔约方大会根据《公约》第 8 条第 9 款考虑将多氯化萘列入附件 A 和附件 C，并为此规定相应的控制措施。

## 参考文献

- Annex F submissions on CN by January 2013, available at <http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/LatestMeeting/POPRC8/POPRC8Followup/SubmissionCN/tabid/3068/Default.aspx>
- Ba et al., 2010: Ba T, Zheng M, Zhang B, Liu W, Su G, Liu G, Xiao K (2010) Estimation and congener-specific characterization of polychlorinated naphthalene emissions from secondary nonferrous metallurgical facilities in China. *Environ. Sci. Technol.* 44:2441–2446
- BC 1997: Basel Convention, Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5), Basel Convention series/SBC No. 02/03, First Published in 1997 and reprinted in November 2002
- Bidleman et al., 2010: Bidleman T F, Helm P A, Braune B M, Gabrielsen G W (2010) Polychlorinated naphthalenes in polar environments – A review. *Science of the Total Environment* 408:2919–2935
- Bolscher et al., 2005: Bolscher M, Denier van der Gon H, Visschedijk A (2005) Emission Inventory of Eight Substances Possibly Proposed to be added to the UNECE POP Protocol
- Brack et al. 2003: Brack W, Kind T, Schrader S, Moder M, Schuurmann G (2003), Polychlorinated naphthalenes in sediments from the industrial region of Bitterfeld, *Environ Pollut.* 121:81-5.
- China, 2011: China (2011) submission of information specified in Annex E to the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention
- De Kok et al. 1983: De Kok A, Geerdink RB, Brinkman UAT (1983) The determination of polychlorinated naphthalenes in soil samples by means of various gas and liquid chromatographic methods. *Analytical chemistry symposia series*, 13:203–216.
- Denier Van Der Gon et al. 2007: Denier Van Der Gon H A C, Van Het Bolscher M, Visschedijk A, Zandveld P (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 (40): 9245–9261
- Dore et al. 2008: C J Dore, T P Murrells, N R Passant, M M Hobson, G Thistlethwaite, A Wagner, Y Li, T Bush, K R King, J Norris, P J Coleman, C Walker, R A Stewart, I Tsagatakis, C Conolly, N C J Brophy, M R Hann. UK Emissions of Air Pollutants 1970 to 2006, AEA on behalf of DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs), 2008
- EC BREF NFM 2009: EUROPEAN COMMISSION, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Non-Ferrous Metals Industries, Working draft in progress, July 2009
- EC BREF WI 2006: EUROPEAN COMMISSION, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques for Waste Incineration, August 2006
- Environment Canada (2011): Ecological Screening Assessment Polychlorinated naphthalenes. (Information submitted under Annex E) [http://www.ec.gc.ca/ese-ees/835522FE-AE6C-405A-A729-7BC4B7C794BF/CNs\\_SAR\\_En.pdf](http://www.ec.gc.ca/ese-ees/835522FE-AE6C-405A-A729-7BC4B7C794BF/CNs_SAR_En.pdf)

- ESWI 2011: BiPRO, Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs, BiPRO as part of the Consortium ESWI on behalf of the European Commission, DG Environment, Final Report, 13 April 2011.
- Falandysz et al., 2008: Falandysz J, Chudzynski K, Takekuma M, Yamamoto T, Noma Y, Hanari N, Yamashita N (2008) Multivariate analysis of identity of imported technical CN formulation. *J. Environm. Sci. Health Part A*, 43:1381–1390
- Falandysz, 1998: Falandysz J (1998) Polychlorinated naphthalenes: an environmental update. *Environ Pollut* 101:77–90
- Gevao et al. 2000: Gevao B, Harner T, Jones KC. 2000. Sedimentary record of polychlorinated naphthalene concentrations and deposition fluxes in a dated lake core. *Environ Sci Technol* 34:33–38.
- Gewurtz et al. 2009: Gewurtz, S.B., Lega, R., Crozier, P.W., Whittle, D.M., Fayez, L., Reiner, E.J., et al., 2009. Factors influencing trends of polychlorinated naphthalene and other dioxin-like compounds in lake trout (*Salvelinus namaycush*) from Lake Ontario, North America, lake trout (1979–2004). *Environ. Toxicol. Chem.* 28, 921–930.
- Hayward 1998: Hayward D (1998) Identification of bioaccumulating polychlorinated naphthalenes and their toxicological significance. *Environmental research*, 76(1):1–18.
- Helm et al. 2003: P. A. Helm, T. F. Bidleman, 2003. Current Combustion-Related Sources Contribute to Polychlorinated Naphthalene and Dioxin-Like Polychlorinated Biphenyl Levels and Profiles in Air in Toronto, Canada. *Environ. Sci. Technol.* 2003, 37, 1075-1082
- Hogarh 2012: Hogarh JN, Seike N, Kobara Y, Masunaga S., Atmospheric polychlorinated naphthalenes in Ghana, *Environ Sci Technol.* 2012 Mar 6;46(5):2600-6. doi: 10.1021/es2035762. Epub 2012 Feb 10.
- Hogarh 2012b: Hogarh JN, Seike N, Kobara Y, Habib A, Nam JJ, Lee JS, Li Q, Liu X, Li J, Zhang G, Masunaga S.; Passive air monitoring of PCBs and PCNs across East Asia: a comprehensive congener evaluation for source characterization. *Chemosphere.* 2012 Feb;86(7):718-26. doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.10.046. Epub 2011 Nov 21.
- Howe et al. 2001: P. D. Howe, C. Melber, J. Kielhorn, I. Mangelsdorf. Concise International Chemical Assessment Document 34 –Chlorinated Naphthalenes. World Health Organisation, Geneva, 2001.
- HSDB 2012: HSDB (2012) U.S. National Library of Medicine: Hazardous Substance Database <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>
- IPCS 2001: IPCS (2001) Concise International Chemical Assessment Document 34 CHLORINATED NAPHTHALENES. World Health Organization. Geneva, 2001. ISBN 92-4-153034-0
- Jänberg et al. 1997: Jänberg, U., Asplund, L., de Wit, C., Egeback, A.-I., Widequist, U., Jakobsson, E., 1997. Distribution of polychlorinated naphthalene congeners in environmental and source-related samples. *Archives of Environmental Contaminants and Toxicology* 32, 232-245.
- Jakobsson and Asplund, 2000: Jakobsson E, Asplund L. 2000. Polychlorinated Naphthalenes (CNs). In: J. Paasivirta, ed. *The Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 3 Anthropogenic Compounds Part K, New Types of Persistent Halogenated Compounds.* Berlin, Springer-Verlag.
- Kannan et al., 1998: Kannan K, Imagawa T, Blankenship AL, Giesy JP (1998) Isomer-specific analysis and toxic evaluation of polychlorinated naphthalenes in soil, sediment and biota collected near the site of a former chloralkali plant. *Environ. Sci. Technol.* 32: 2507-2514.

- Kannan et al., 2000: Kannan K, Yamashita N, Imagawa T, Decoen W, Khim, J S, Day R M, Summer C L, Giesy J P (2000) Polychlorinated naphthalenes and polychlorinated biphenyls in fishes from Michigan waters including the Great Lakes. *Env. Sci. Technol.* 34:566–572
- Kucklick and Helm, 2006: Kucklick J R, Helm P A (2006) Advances in the environmental analysis of polychlorinated naphthalenes and toxaphene. *Anal Bioanal Chem.* 2006 Oct; 386(4):819–36.
- Lei et al., 1999: Lei YD, Wania F, Shiu WY. (1999) Vapour pressures of the polychlorinated naphthalenes. *J Chem Eng Data* 44:577–582
- Liu et al., 2010: Liu G, Zheng M, Lv P, Liu W, Wang C, Zhang B, Xiao K (2010) Estimation and characterisation of polychlorinated naphthalene emission from coking industries. *Environ. Sci. Technol.* 44:8156–8161
- Liu et al 2012: Atmospheric emission of polychlorinated naphthalenes from iron ore sintering processes; *Chemosphere* 89 (2012) 467–472
- Meijer et al. 2001: Meijer SN, Harner T, Helm PA, Halsall C J, Johnston AE, Jones KC (2001) Polychlorinated naphthalenes in U.K. soils: time trends, markers of source, and equilibrium status. *Environ. Sci. Technol.* 35(21):4205–4213
- NICNAS 2002: NICNAS (National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme) (2002) Polychlorinated Naphthalenes. GPO Box 58, Sydney NSW 2001, Australia.
- Opperhuizen et al., 1985: Opperhuizen A, Van der Volde EW, Gobas FAPC, Liem DAK, Van Der Steen JMD (1985) Relationship between bioconcentration in fish and steric factors of hydrophobic chemicals. *Chemosphere* 14:1871–1896
- Pan et al., 2011: Pan X, Tang J, Chen Y, Li J, Zhang G.(2011) Polychlorinated naphthalenes (PCNs) in riverine and marine sediments of the Laizhou Bay area, North China. *Environmental Pollution* 159 (12):3515-21
- Puzyn and Falandysz, 2007: Puzyn T, Falandysz J (2007): QSPR Modelling of Partition Coefficients and Henry's Law Constants for 75 Chloronaphthalene Congeners by Means of Six Chemometric Approaches—A Comparative Study, *J. Phys. Chem.* Vol. 36, No. 1
- Puzyn et al. 2009: Puzyn T, Mostrag A, Falandysz J, Kholod Y, Leszczynski J. (2009) Predicting water solubility of congeners: chloronaphthalenes--a case study. *J Hazard Mater.* 2009 Oct 30;170(2-3):1014-22.
- Thailand, 2011: Thailand (2011) submission of information specified in Annex E to the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention
- UNECE 2007: Exploration of management options for Polychlorinated Naphthalines (PCN), Paper for the 6th meeting of the UNECE CLRTAP Task Force on Persistent Organic Pollutants, Vienna, 4-6 June 2007. 20 June 2007
- UNEP 2007: GUIDELINES ON BEST AVAILABLE TECHNIQUES AND PROVISIONAL GUIDANCE ON BEST ENVIRONMENTAL PRACTICES relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, May 2007, Geneva, Switzerland
- UNEP/POPS/POPRC.7/2: Persistent Organic Pollutants Review Committee, Seventh meeting, Geneva, 10–14 October 2011. Proposal to list chlorinated naphthalenes in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, Geneva, May 2011

UNEP/POPS/POPRC.7/INF/3: Persistent Organic Pollutants Review Committee, Seventh meeting, Geneva, 10–14 October 2011. Additional information on chlorinated naphthalenes, Geneva, June 2011

UNEP/POPS/POPRC.8/16: Stockholm Convention on POPs, POPRC eighth meeting, Geneva 15 to 19 October 2012. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its eighth meeting. Geneva, November 2012

UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.1: Stockholm Convention on POPs, POPRC eighth meeting, Geneva 15 to 19 October 2012. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its eighth meeting. Addendum: Risk profile on chlorinated naphthalenes. Geneva, 1 November 2012.

Yamashita et al., 2000: Yamashita N, Kannan K, Imagawa T, Miyazaki A, Giesy J P (2000) Concentrations and profiles of polychlorinated naphthalene congeners in eighteen technical polychlorinated biphenyl preparations. *Env. Sci. Technol.* 34: 4236–4241

Yamashita et al., 2003: Yamashita N, Taniyasu S, Hanari N, Falandysz J (2003) Polychlorinated naphthalene contamination of some recently manufactured industrial products and commercial goods in Japan. *J Environ Sci Health A* 38:1745–59.

---