



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
第十次会议
2014年10月27-30日，罗马

持久性有机污染物审查委员会第十次会议工作报告

增编

关于五氯苯酚及其盐类和酯类的风险管理评估

持久性有机污染物审查委员会在其第 POPRC-10/1 号决定中，根据秘书处说明（UNEP/POPS/POPRC.10/2）中所载的草案，通过了关于五氯苯酚及其盐类和酯类的风险管理评估。风险管理评估案文经修正后载于本增编附件，未经正式编辑。

附件

五氯苯酚及其 盐类和酯类

风险管理评估

持久性有机污染物审查委员会
五氯苯酚及其盐类和酯类问题特设工作组编制

2014年10月30日

目录

执行摘要	4
1. 导言	5
1.1 五氯苯酚及其盐类和酯类的化学特性.....	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
1.3.1 缔约方和观察员提交的数据概览.....	7
1.3.2 有关国家和国际管理报告的信息.....	7
1.4 该化学品在各项国际公约中的状况.....	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	9
2.1 确定可能的控制措施.....	10
2.2 可能的控制措施在实现风险降低目标方面的功效和效率.....	13
2.2.1 技术可行性.....	13
2.2.2 关键用途的确定.....	15
2.2.3 实施控制措施的成本和效益.....	15
2.3 关于替代品（产品和工艺）的信息.....	18
2.3.1 导言.....	18
2.3.2 木材防腐方面的化学替代品.....	18
2.3.3 木材的非化学替代品.....	26
2.3.4 替代品概述.....	29
2.4 实施可行控制措施的社会影响的相关资料综述.....	30
2.4.1 健康问题，包括公共健康、环境健康和职业健康.....	30
2.4.2 农业、水产业和林业.....	31
2.4.3 生物区系.....	32
2.4.4 经济方面.....	32
2.4.5 推进可持续发展.....	33
2.4.6 社会成本（就业等）.....	33
2.5 其他考虑因素.....	34
2.5.1 获取信息和公共教育.....	34
2.5.2 控制和监测能力的现状.....	34
3. 信息综述	35
3.1 风险简介信息概述.....	35
3.2 风险管理评估信息摘要.....	36
3.3 可能的风险管理措施.....	37
4. 结论声明	38
附录 欧盟 EC528/2012 指定的用于木材处理的活性物质	47

执行摘要

1. 欧洲联盟委员会在 2011 年建议将五氯苯酚（PCP）及其盐类和酯类（五氯酚钠（Na-PCP），一种五氯酚盐；以及月桂酸五氯苯酯（PCP-L），一种五氯酚酯）列为候选的持久性有机污染物。持久性有机污染物审查委员会在第八次会议上得出结论认为，虽然五氯苯酚分子并未符合附件 D 中规定的全部筛选标准，但考虑到其转化产物为五氯苯甲醚（PCA），五氯苯酚及其盐类和酯类确实符合筛选标准。这使得持久性有机污染物审查委员会在第九次会议上认定，五氯苯酚、其盐类和酯类很可能（包括考虑到其转化产物五氯苯甲醚）因其远距离环境迁移而给人类健康和环境造成重大不利影响，因此必须对之采取全球性行动（第 POPRC-9/3 号决定）。
2. 过去，五氯苯酚的用途很多（生物杀灭剂、杀虫剂、杀真菌剂、消毒剂、脱叶剂、防木材变色剂、抗微生物剂和木材防腐剂）；如今，这些已经逐步淘汰，留存的用途主要是木材防腐，尤其是用于电线杆和横担木，还有针对铁路枕木（横木或“枕木”）和室外建筑材料的一些次要用途（欧洲经委会，2010 年）。五氯苯酚还被用于制造月桂酸五氯苯酯，后者曾经被用在纺织品中，但是没有证据表明还在继续使用。五氯苯酚的盐类，即五氯酚钠，作用与五氯苯酚相似，并且容易分解产生五氯苯酚。五氯苯甲醚并未用作商业化学品或农药，也未有意直接释放到环境中。
3. 五氯苯酚是由一家厂商在墨西哥的一处生产设施中制造的（6 600 吨/每年），然后在美国的一处配方设施中按配方制成制造业浓缩物（7 000 吨/每年）。五氯苯酚市场的主要份额及其使用都在北美。
4. 另外，印度每年也生产并使用 1800 吨的五氯酚钠，主要用于生产浸渍木/刨花板，防止木材腐蚀。
5. 一些国家（包括欧盟各成员国、摩洛哥、斯里兰卡、新西兰、印度尼西亚、厄瓜多尔和澳大利亚）已经禁止或严格限制在木材处理中使用五氯苯酚，表明在这些国家可以获得技术上可行的替代品。五氯苯酚在美国和加拿大被用作一种重型工业木材防腐剂（仅限于工业使用），最近的若干决定也已经批准了继续使用，但具体要视控制和风险管理措施的执行情况而定。此外，五氯酚钠似乎主要是在印度使用。在美国和加拿大，某些情况下会使用基于铜砷酸盐和杂酚油的替代化学处理方法；基础设施网络在某种程度上还会制造和使用非化学替代材料，例如混凝土和钢材。
6. 目前存在一些化学替代品（例如铬化砷酸铜（CCA）、杂酚油、环烷酸铜和氨溶砷酸铜锌），在价格和应用工艺方面可与五氯苯酚相媲美。然而，这些替代产品并不能直接替换，而且对于任何特定的应用而言，具有各自的优点和缺点。通常使用的五氯苯酚（以及五氯酚钠）的商业化学替代品是铬化砷酸铜和杂酚油，它们也已经引起了人们对于其本身的环境和健康概况的担忧。
7. 经五氯苯酚处理的木材的非化学替代品（例如：钢材、混凝土、玻璃纤维复合材料或热处理木材）提供了一些可能的选择，在某些情况下可能具有更长的生命周期、较低的维护成本、抗虫害/火灾性能、标准化规格（注意木材是一种自然产物）。然而，制造和安装的初始成本却远远高于经处理的木材，而且不同的生命周期分析表明，终身成本和环境概况可能优于也可能劣于经处理的木材但没有明确的解决方案。在美国的一些地方，某些公用事业公司指出，它们已经开始使用和整合比木材更为轻便（意味着运输成本降低）同时具有耐

久性和强度的钢质电线杆。然而，反对意见强调，钢结构提高了导电性，表面需要进行防腐蚀保护（特别是通过电镀的方式）。

8. 风险概况得出结论认为，五氯苯酚及其相关化合物可能导致对人类健康和环境造成重大不利影响。此外，经五氯苯酚处理过的木材的制造和使用还是二噁英和呋喃的来源。因此，执行进一步的控制措施将降低人类和环境接触五氯苯酚和五氯苯甲醚所产生的潜在风险。此外，它还将减少对作为使用中的经五氯苯酚处理过的木材的杂质——二噁英和呋喃的可能性接触，这一来源未被列入附件 C 的二噁英清单（UNEP/POPS/POPRC.9/13/Add.3）。

9. 从减少对五氯苯酚的接触的效益角度看，发布一项禁止令是最为有效的，而且可以减少并最终消除五氯苯酚对环境的释放，有利于减少五氯苯甲醚。一项禁止令将使人们在诸如电线杆和横担木（加拿大认为是关键性的）等使用方面采用可得的其他物品代替五氯苯酚。然而，目前一些替代品存在技术方面的可行性问题（例如，与气候条件的关联），并且对于在某些应用中使用五氯苯酚的不同替代品是否能产生净健康/环境效益这一点似乎还没有达成一致。此外，各种替代品也会导致其他有害物质（例如：多环芳烃、重金属）的释放，这些物质可能需要制定一些管理战略。工业木材防腐中具体的用途豁免可以消除此类担忧。这样的豁免可以附有时间限制，也可以附带对整个生命周期内释放和排放控制的规定以及对含有五氯苯酚的库存和废物的管理规定。

10. 大体上说，建议的控制措施是应当将五氯苯酚列入《公约》的附件 A，这一做法符合这一有意生产的物质及其相关化合物的持久性有机污染物特性，并将发出明确信号指出，如果能提供整体净效益，那么就必须逐步淘汰五氯苯酚的生产和使用。

1. 导言

11. 2011 年 5 月 17 日，欧洲共同体及其成员国提交了一项关于将五氯苯酚（PCP）及其盐类和酯类列入《公约》附件 A、B 和/或 C 的提案（UNEP/POPS/POPRC.7/4），持久性有机污染物审查委员会在 2011 年 10 月举行的第七次会议上对其进行了审议。依据接受有关五氯苯酚向五氯苯甲醚转化的补充资料的情况（UNEP/POPS/POPRC.8/INF/7），该委员会将对五氯苯酚及其盐类和酯类（五氯酚钠（Na-PCP）和月桂酸五氯苯酯（PCP-L））的审议推迟到了 2012 年举行的第八次会议（UNEP/POPS/POPRC.7/19）。该委员会在第八次会议上决定，虽然五氯苯酚的分子本身并不符合附件 D 规定的全部筛选标准，但考虑到其转化产物为五氯苯甲醚，五氯苯酚及其盐类和酯类实际上符合附件 D 筛选标准（第 POPRC-8/4 号决定）。

1.1 五氯苯酚及其盐类和酯类的化学特性

12. 五氯苯酚是一种有机氯化物，于 1930 年代首次作为木材防腐剂投入使用。五氯苯酚自从投入使用以来，具有了各种其他应用（例如，生物杀灭剂、杀虫剂、杀真菌剂、消毒剂、脱叶剂、防木材变色剂和抗微生物剂）。它还被用于生产月桂酸五氯苯酯（PCP-L），后者曾经被用在纺织品中。五氯酚钠盐（Na-PCP）作用与五氯苯酚相似，并且容易分解产生五氯苯酚。五氯苯酚、五氯酚钠和月桂酸五氯苯酯的环境毒性、预期演变和性能概况非常相似。高温环境下，氯与苯酚在催化剂的作用下相互反应后会生成五氯苯酚。生产过程中会产生六氯苯、五氯苯、二噁英和呋喃等氯化污染物。此外，这一生产过程中形成的二噁英和呋喃可能经由使用和处置经五氯苯酚处理过的木材的过程而释放出来。二噁英和呋喃也是木材焚烧（经处理或未经处理的）的一种副产品。这些化合物本身具有毒性和环境持久性，它们的存在会增加因使用五氯苯酚而产

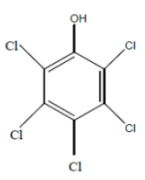
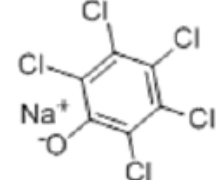
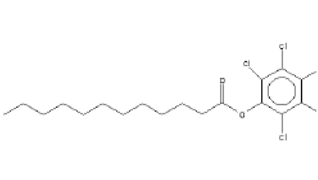
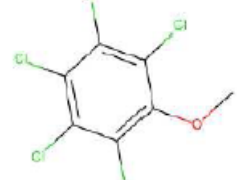
生的生态和人类健康危害。鉴于采用化学方式生产氯酚所产生的二噁英已经列入了《斯德哥尔摩公约》的附件 C，各缔约方应当制定各种措施以控制这些物质。各国采取的削减措施在第 3 节（其他考虑因素，第 163 段）的风险概况中进行了报告。这些措施必须符合《公约》附件 C 和第 5 条的案文。然而，二噁英作为五氯苯酚商品中一种杂质的存在（被附件 A 和 B 所涵盖）并未被附件 C 的二噁英清单所涵盖（UNEP/POPS/POPRC.9/13/Add.3）。

13. 五氯苯甲醚并未用作商业化学品或农药，也未直接有意释放到环境中。五氯苯甲醚是一种代谢物，可以在土壤或沉积物中由某些微生物在有氧环境下对五氯苯酚进行生物降解而形成。

14. 环境中的五氯苯酚有若干来源，包括在其生产和使用过程中造成的释放，以及之前使用所污染的场地造成的释放。五氯苯酚和由此而来的五氯苯甲醚也可能是诸如六氯苯、林丹和五氯硝基苯（PCNB）等其他有机氯化化合物的转化产物和代谢物。环境中五氯苯酚/五氯苯甲醚的这些可能来源的范围尚未进行量化。五氯苯酚的生产和随后的使用是五氯硝基苯（PCNB）以外、新的对全球环境的五氯苯酚/五氯苯甲醚污染的唯一源头，以及二噁英和呋喃的来源之一。

15. 表 1 列出了关于五氯苯酚及其相关化合物化学特性的其他信息，还可在《关于五氯苯酚的风险简介》（UNEP/POPS/POPRC.9/13/Add.3）及其补充资料（UNEP/POPS/POPRC.9/INF/7）中找到更多信息。其中还可以找到关于释放的信息。

表 1 关于五氯苯酚及其相关化合物化学特性的信息

	五氯苯酚	五氯酚钠	月桂酸五氯苯酯	五氯苯甲醚
化学名称和缩写	2,3,4,5,6-五氯苯酚 (PCP)	Na-PCP	PCP-L	PCA
化学文摘社编号	87-86-5	131-52-2 和 27735-64-4 (作为一水化合物)	3772-94-9	1825-21-4
分子式	C_6HCl_5O 和 C_6Cl_5OH	C_6Cl_5ONa 和 $C_6Cl_5ONa \cdot x H_2O$ (作为一水化合物)	$C_{18}H_{23}Cl_5O_2$	$C_7H_3Cl_5O$
分子质量	266.34 克/摩尔	288.32 克/摩尔	448.64 克/摩尔	280.362 克/摩尔
异构体和主要转化产物的结构式				

1.2 审查委员会就附件 E 资料得出的结论

16. 持久性有机污染物审查委员会按照《公约》附件 E 的要求评价了有关五氯苯酚及其盐类和酯类的风险简介，包括考虑到了转化产物五氯苯甲醚，（UNEP/POPS/POPRC.9/13/Add.3）并且得出结论认为五氯苯酚、其盐类和酯类很可能因其远距离环境迁移而对人类健康和环境造成重大不利影响，因此必须对之采取全球性行动（第 POPRC-9/3 号决定）。

1.3 数据来源

1.3.1 缔约方和观察员提交的数据概览

17. 本风险管理评估主要基于《公约》缔约方和观察员提供的资料。提供了附件 F 的相关数据的缔约方如下：阿根廷、保加利亚、加拿大、克罗地亚、中国、德国、摩洛哥、尼泊尔、荷兰、罗马尼亚、塞尔维亚、斯里兰卡和瑞典；观察员如下：隶属国际消除持久性有机污染物网络并接受“超越农药”捐款的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案（ACAT/IPEN），美利坚合众国；印度化学品理事会（ICC）；隶属于 KMG-贝穆斯公司的五氯苯酚工作队（KMG 五氯苯酚工作队，2014 年）（美国和加拿大的五氯苯酚登记人）以及加拿大木材防腐协会（WPC）。

18. 本报告还使用了为欧洲经委会关于持久性有机污染物问题的《远距离越境空气污染公约》（CLRTAP）工作队第 8 次会议编制的五氯苯酚管理办法探索（2010 年 5 月 18 日至 20 日，蒙特利尔）（欧洲经委会，2010 年）。其他资料来源列于本文件“其他参考文献”部分之下。

1.3.2 有关国家和国际管理报告的信息

19. 加拿大于 2011 年发布了一项关于重型木材防腐剂（HDWPs）的重新评价决定，并于 2013 年发布了重型木材防腐剂（HDWPs）的风险管理计划（RMP），其中包含五氯苯酚（有害生物管理局，2013 年）。在美国，对继续使用五氯苯酚一事进行重新评价包括考虑风险管理措施，这是五氯苯酚重新登记资格决定的组成部分（美国环保局，2008 年 a）。

1.4 该化学品在各项国际公约中的状况

20. 五氯苯酚及其盐类和酯类受到若干协定、条例和行动计划的制约：

(a) 《关于在国际贸易中对某些危险化学品和农药采用事先知情同意程序的鹿特丹公约》；

(b) 《保护东北大西洋海洋环境公约》的《保护东北大西洋海洋环境优先行动化学品清单》（1998 年）；

(c) 第三届北海会议附件 1A（重点有害物质清单）；

(d) 此外，五氯苯酚还被提名作为候选物质列入联合国欧洲经济委员会《远距离越境空气污染公约（LRTAP）关于持久性有机污染物的议定书》的附件一。

1.5 各国或各区域采取的任何控制行动

21. 附件 F 描述了一些缔约方采取的具体的国家或区域控制行动，这些行动也在《风险简介》及其辅助资料中进行了报告（UNEP/POPS/POPRC.9/INF/7；第 2.5 节和附件五）。
22. 对于欧盟所有成员国而言，1991 年理事会第 91/173/EEC 号指令限制了五氯苯酚的使用，并且在 2008 年底正式终止了所有的使用，包括木材防腐（根据委员会第 1999/51/EC 号指令）。关于化学品登记、评价、许可和限制（REACH）的欧洲条例(EC) No. 1907/2006 的附件十七规定，禁止将五氯苯酚及其盐类和酯类投放市场或者使用这些物质本身以及所含五氯苯酚及其盐类和酯类的浓度等于或大于 0.1%（按重量计）的其他物质或混合物。此外，五氯苯酚被排除在关于将植物保护产品投放市场的理事会第 91/414/EEC 号指令的附件一之外，因此，欧盟内部关于此类含有五氯苯酚的产品的授权必须在 2003 年 7 月 25 日之前撤回（委员会条例(EC) 2076/200）。除此以外，五氯苯酚也未被包括在关于将生物杀灭剂产品投放市场的第 98/8/EC 号指令的附件一或一.A 中。
23. 欧盟关于工业排放的第 2010/75/EU 号指令涵盖了有关处理含有五氯苯酚的材料包括垃圾焚烧的装置的排放。
24. 统一的欧盟立法限制五氯苯酚物质本身以及含有五氯苯酚的混合物的使用，但是一些欧洲国家——挪威、丹麦、德国、荷兰和奥地利——已经执行了额外的对于含有五氯苯酚的消费品的进口和销售的限制规定。据此，在这些国家，经五氯苯酚处理过的消费品如果其中五氯苯酚及其盐类和酯类的含量超过 5 毫克/千克，则不得投放市场（2012 年荷兰，2010 年挪威和 2004 年《保护东北大西洋海洋环境公约》）。
25. 在塞尔维亚，根据与欧共同体第 1907/2006 号条例一致的《关于禁止和限制化学品生产、投放市场和使用的规则手册》，五氯苯酚不得投放市场。（2014 年塞尔维亚）
26. 五氯苯酚在摩洛哥没有登记为一种杀虫剂，根据有关农药贸易监督和管理的第 42-95 号法（1997 年 1 月 21 日），不允许进口五氯苯酚（2014 年摩洛哥）。
27. 在斯里兰卡，五氯苯酚的各种使用自 1994 年起都已被禁止，并且 2001 年 7 月 29 日公布的第 1190/24 号政府公报也正式声明禁用某些杀虫剂包括五氯苯酚（2014 年斯里兰卡）。
28. 在其他一些国家，诸如新西兰和瑞士，五氯苯酚或者不被使用，或者已被禁用。在印度尼西亚，五氯苯酚已被禁止使用于农业。关于严格限制或禁止五氯苯酚的国家的全面列表，请查阅 UNEP/POPS/POPRC.9/INF/7 的附件五。
29. 在加拿大，五氯苯酚只被用作重型木材防腐剂，主要用于处理电线杆和横担木，还有一些用于室外建筑木材。要想在加拿大获得使用，五氯苯酚产品必须根据《害虫控制产品法》（PCPA）经加拿大卫生部害虫管制局（PMRA）登记。制造/供应的来源也必须就五氯苯酚产品进行登记。害虫管制局于 2011 年 6 月 22 日公布了一项关于重型木材防腐剂（HDWPs）的重新评价决定（害虫管制局，2011 年），依据这项决定，五氯苯酚获得持续登记的条件包括对产品标签增设新的风险减少措施。除此以外，作为登记的一个条件，使用五氯苯酚的处理设施必须符合加拿大环境部 2004 年公布、最近于 2013 年 12 月更新的

《木材防腐设施的设计和运行的建议——技术建议文件》(TRD)。为了进一步减少可能的环境接触,害虫管制局于 2013 年制定了一项《五氯苯酚和其他木材防腐剂的风险管理计划》(害虫管制局,2013 年)。加拿大环境部还根据“经工业处理的木材的使用者指导文件”针对废弃的经处理木材和经处理木材的废物处置提供了指导(加拿大环境部,2004 年 a)。

30. 在美国,五氯苯酚目前在用作重型木材防腐剂时被划分为“限制使用的产品(RUP)”,并且主要是用于处理电线杆和横担木。五氯苯酚作为木材防腐剂的用途只有在登记人满足了环境保护局 2008 年 9 月通过的五氯苯酚《重新登记资格决定》(RED)所确定的条件和要求的情况下才有资格获得重新登记(美国环保局,2008 年 a)。风险管理措施必须在 2013 年 12 月 31 日前执行(美国环保局,2008 年 a)。在美国,对五氯苯酚和被五氯苯酚污染的物质的处置由《资源保护和恢复法》(RCRA)进行规范,归于 F 列(F021)或 D 列(D037)危险废物(美国,2014 年)。

31. 根据《风险简介》,中国不生产或使用五氯苯酚。在铁路建设中,五氯酚钠曾经用于木材防腐,但是由于建筑材料升级,这种应用现已不复存在。五氯酚钠过去曾被用作除螺剂,但是这种应用现已被禁止,而这种应用的登记也已撤销。

32. 其他的利益攸关者,包括工业组织和经处理的木材的主要使用者,已经制定了若干准则和最佳管理做法(BMPs)以最大程度地减少经处理的木材的制造和使用过程中的健康和环境问题(Cooper 和 Radivojevic,2012 年)。

2. 与风险管理评估有关的资料概述

33. 回顾以往,根据国际潜在毒化学品登记处(1983 年)的数据简介,全球每年五氯苯酚产量曾达到 9 万吨。《经济学家》资料处(1981 年)曾根据北美和欧洲共同体的五氯苯酚产量估算得出,全球年产量约为 5-6 万吨(UNEP/POPRC.7/INF/5)。到了 1990 年代,多数国家已停止广泛使用五氯苯酚;目前,一些国家禁用了五氯苯酚(UNEP/POPS/POPRC.9/INF/7)。

34. 眼下,五氯苯酚及其盐类和酯类是在墨西哥和印度生产,在美国配制。KMG 化学品公司(2014 年)声称,该公司是世界上唯一一家生产用于木材处理的五氯苯酚的公司(商品名称为“Penta”),生产设施位于墨西哥的马塔摩洛斯,配方设施位于美国亚拉巴马州的塔斯卡鲁沙,在那里把在墨西哥生产的五氯苯酚固体块配制成浓缩液。该公司从未生产过月桂酸五氯苯酯,也已经于 2006 年停止生产五氯酚钠(欧洲经委会,2010 年)。据报告,位于美国的 KMG-贝穆斯公司在 2009 年配制了 7 257 吨五氯苯酚(浓缩液),在美国、加拿大和墨西哥销售作木材防腐之用(欧洲经委会,2010 年)。该公司没有提供关于在墨西哥生产并运到美国进行配方的五氯苯酚固体的数量的数据。然而,墨西哥政府报告了类似水平的 2009 年生产量(6 610 吨),并提供了进出口信息。墨西哥报告说,2007 年至 2011 年期间,每年有 3 670 至 7 343 吨五氯苯酚出口到美国(配方设施所在地)、哥伦比亚和秘鲁。墨西哥还报告其在 1997 年至 2011 年期间从美国、中国和德国进口了五氯苯酚(UNEP/POPS/POPRC.9/INF/7)。行业协会印度化学品理事会(ICC)报告说,印度也使用五氯酚钠,主要是用作木材防腐剂,但是还用于水性“调合漆”在储存时的防腐;印度马哈拉施特拉和西孟加拉省每年生产 1 800 吨五氯酚钠(印度化学品理事会,2014 年)。

35. 根据缔约方和观察员的回应,目前五氯苯酚在全世界的许可用途似乎只有木材防腐。关于其盐类和酯类,除了五氯酚钠在印度被用于木材和储存涂料

产品的防腐（印度化学品理事会，2014年）以外，墨西哥也在其对附件 E 调查表的回应中报告了五氯酚钠被登记用于木材防腐、粘合剂、制革、纸张和纺织品。然而，墨西哥现在已经说明，木材防腐是墨西哥授权的唯一用途，不再了解任何其他积极用途（墨西哥，2014年）。没有国家报告关于月桂酸五氯苯酯的使用情况（在附件 F 调查的范围内）。

36. 五氯苯酚在工业木材防腐方面的消耗集中在加拿大和美国，其中在加拿大用于处理非住宅建筑的电线杆、横担木和室外建筑材料。

37. 五氯酚钠仅在印度使用，主要用于木材防腐的目的，如浸渍木/刨花板。在美国和加拿大，五氯苯酚仅可在工业上用作重型木材防腐剂，主要是用来处理电线杆和横担木，这占到这些国家五氯苯酚消耗的 90% 以上，剩下的则用于其他目的（桥梁建筑的层合梁、声屏障、篱笆桩和铁路枕木）的木材处理（欧洲经委会，2010年）。

38. 加拿大对附件 F 调查表的回应报告说，五氯苯酚登记的用途是电线杆、横担木、室外建筑材料、桩材和铁路枕木的木材处理，但是其中指出，自 1993 年以来，经五氯苯酚处理过的铁路枕木尚未安装（加拿大，2014年）。1990 年代末，加拿大五氯苯酚产品制造商自愿撤销了五氯苯酚商品的一些应用（包括在家用和工业方面）（加拿大，1990年；加拿大环境部长理事会，1997年）。五氯苯酚的主要用途是处理木质电线杆和横担木，在覆盖七十五万公里的销售网络下有大约 1 500 万根木电杆。加拿大报告了五氯苯酚使用量的增长，从 2008 年的 372 吨增长到 2012 年的 537 吨（加拿大，2014年）。

39. 美国环保局报告说，2002 年大约有 4 990 至 5 444 吨被用于电线杆、木料和木材。2002 年进口量为 4 083 吨，国内生产量为 1 361 至 1 815 吨。根据美国环保局的报告（美国环保局，2008 年 b），美国估计有 1.30 至 1.35 亿根经防腐剂处理过的木质电线杆正在使用中，占木电杆市场的 90% 以上，每年的替换率为 2% 至 3%（约为 300 万至 500 万根）（公共固体垃圾行动组，2005年）。可得数据显示了使用五氯苯酚处理的木电杆的比例变化。1995 年，大约 45% 的木电杆是使用五氯苯酚处理的，而到了 2002 年，这一数字大约为 56%（依据是美国环保局的专有数据和 Vlosky（2006 年））。美国环保局（2008 年 b）指出，2004 年，经五氯苯酚处理过的木电杆占当年经处理的木电杆总数的大约 40%（390 万根）。

2.1 确定可能的控制措施

40. 在对缔约方和观察员提供的可得文献和输入资料进行审查后，人们将一些可能的控制措施列入了最后清单。这些考虑到了不同缔约方在能力和条件方面的差异。尤其是应当指出，一些缔约方已经部分或者全部地淘汰了五氯苯酚的使用，只有极少数国家（缔约方和观察员）报告了一种有限但重要的用途，即作为木材防腐剂，主要用于电线杆和横担木。在那些国家（尤其是加拿大和美国），最近作出的管理决策支持在法规控制的基础上继续使用。

41. 为了保护人类健康和环境，避免接触五氯苯酚，人们考虑采取一些可能的控制措施。这些措施可以提供不同程度的保障，即确保能够控制与源于其制造和作为木材防腐剂使用的生命周期释放相关的未来接触，这些释放源头具体包括：

- (a) 五氯苯酚的生产；

(b) 木材处理设施，包括处理过程、从浸泡槽中移出经处理的木材进行干燥、干燥过程、经处理的木材的沥出物和露天储存、经处理的木材产品的蒸发、木材废料包括经处理的木材的锯削和加工，以及浸泡槽或处理缸底部的固体废物；

(c) 经处理的木材的安装过程（包括锯削、打孔和木材废渣的管理）。

(d) 电线杆和铁路枕木等产品的使用寿命期；

(e) 二次使用过程，例如家庭园艺使用（尽管这种用途在加拿大尚属未知并且已被禁止）；

(f) 废弃阶段，陆地填埋或者焚烧；以及

(g) 被污染的场地，五氯苯酚能在其中持续存留许多年。

42. 需要注意的是，五氯苯酚的制造会导致产生六氯苯、五氯苯、二噁英和呋喃等污染物，这些污染物已经被列入了《公约》。制造过程中生成的二噁英和呋喃可能会从经处理的物品中释放出来。据报告，加拿大、美国和欧洲采用的控制措施已经降低了二噁英和呋喃作为五氯苯酚的杂质的浓度，如《风险简介》（第 163 段）所述。加拿大提供了关于管理从五氯苯酚及其非化学替代品释放的二噁英的控制措施详细资料(UNEP/POPS/POPRC.10/INF/19)。

43. 正如上文（第 35 段）所指出的那样，风险简介中的非木材处理用途可以理解为已经不再活跃。因此，将五氯苯酚纳入《公约》对于这些用途不会产生消极（或积极）的影响，所以没有必要损抑这些用途。由此，余下讨论的焦点只有关于木材防腐剂用途这一项了。

44. **禁止五氯苯酚**（包括附件 A）的生产、使用、进口和出口将消除在产品生命周期中新投入这种物质，并将减少和最终消除从这些来源产生的对环境的释放。这需要使用其他的化学性木材防腐剂，或者在诸如电线杆和横担木以及铁路枕木和室外建筑木材等应用中使用替代性材料。它还将解决对五氯苯酚的其他使用造成的接触（可是关于目前其他使用的范围的资料不可用，因此没有对其进行详细审议）。也许还适宜考虑禁止销售现有的经五氯苯酚处理过的物品（例如，荷兰已对含量高于 5 毫克/千克的货物实施了限制）（荷兰，2014 年）。

45. **限制使用**可以在若干方面实施。一种办法是将五氯苯酚的使用限于工业木材防腐（作为北美确认的唯一用途），这就可以排除非工业目的（例如家用）木材处理、制革或纺织品等其他用途造成释放的可能性，无论这些是当代的使用还是历史用途的复原。缔约方因此需要加入特定豁免或可接受目的登记册。可能会有审查特定豁免或可接受目的的要求以及规定了时间限制的、就消除五氯苯酚的进展情况进行报告的要求，一如针对《公约》规定的其他物质（例如：全氟辛酸磺酸（PFOS））。另一种办法是限制所涵盖的用途，例如，作为木材防腐剂只能用于电线杆和横担木，而不能用于其他一些方面，比如室外建筑材料、桩材或铁路枕木（例如，欧洲经委会（2010 年）认为，木材和木料的替代品比电线杆的替代品更多，因而较为方便替换）。或许应将五氯苯酚的生产作为一种特定的豁免或可接受的目的纳入（取决于将要纳入五氯苯酚的附件）。人们认为，这种限制将会通过纳入附件 A 或 B 的途径引入。

46. 限制或禁止还可以与关于控制排放措施的要求互补。关于**控制排放**的要求可以采取各种形式，最理想的是针对生命周期内可能发生排放的所有阶段。例如，加拿大最近关于认定目前登记的一些用途可以接受的决定（害虫管制

局，2011年）就是根据额外控制措施的执行情况作出的，很明显坚持了关于木材防腐设施的设计和运行的建议的技术建议文件（TRD）（加拿大环境部，2004年b），得到了技术指导的支持。除其他外，其中包括涉及以下事项的无数准则：化学品收货和卸货区；化学品储存；化学混合；处理过程系统；木材浸泡槽；经处理的木材储存区；一般惯例；维护；废物处理/处置；以及监测。加拿大环境部（加拿大环境部，2004年a）还公布了针对生命周期较晚阶段的若干准则，涵盖问题包括：设立新的储存设施和管理现有储存设施；安装和操作；在敏感场地考虑使用替代品；以及管理废材（鼓励重复使用，跟踪使用后的木材，采用废物管理分级方法）。

47. 此外，作为美国的《重新登记资格决定》（RED）（美国，2014年）和《典型木材处理工厂风险降低技术的成本估计》（美国环保局，2008年c）的组成部分，一些控制措施获得了强调，其中包括：在处理缸上安装自动门以代替手动门；安装液压桥护栏以代替手动桥护栏；以及在完成木材处理后抽出极限真空（减少后处理操作、运输、储存和产品使用中的渗出）。此类措施将减少但不能完全消除五氯苯酚的释放。

48. 除此以外，对新的经五氯苯酚处理过的木材予以标记或标明品牌（如加拿大和美国的做法）将帮助促进根据《公约》第6条对库存和废物进行适当的环境无害化管理。标记或标明品牌的实用性需要进一步调查。

49. 五氯苯酚制造过程中无意生成二噁英和呋喃等杂质的问题应当是通过将二噁英和呋喃列入附件C（无意的释放）而得以解决了。目前并无资料表明五氯苯酚是一种无意生成的杂质，因此尚无列入附件C的根据。

50. 将其列入《公约》之内也可以使其受到第6条中关于库存和废物的规定的制约。《公约》第6条要求以安全、有效和环境无害化的方式管理废物和库存。该条还要求以销毁持久性有机污染物成分或使之发生永久质变的方式予以处置，或者以环境无害化的方式予以处置。如果持久性有机污染物材料的含量高于有待与巴塞尔公约缔约方大会合作确定的第1款(d)项(二)目提及的持久性有机污染物低含量标准，该条则禁止从事导致该持久性有机污染物材料的回收、再循环、再生、直接利用或替代使用的处置行为。经加压处理的木材在其使用寿命期最后仍然含有一些五氯苯酚，但是有一些迹象表明，其含量相对降低（美国，2014年）。这种木材需要根据第6条的规定进行处置。由于焚烧会导致二噁英的无意生产，最佳可得技术/最佳环保做法准则和《公约》附件C的规定对于适当的消除或处置技术的实施可能具有重要意义。如果木材所含五氯苯酚高于《斯德哥尔摩公约》确定的持久性有机污染物低含量的标准，那么根据第6条(d)项(三)目的规定，禁止在例如园艺等方面进行回用。

51. 经处理的木材废料和其他含有五氯苯酚的废物的国际贸易可能相当重大。例如，2012年，加拿大出口了大约92 000吨包含五氯苯酚、含有五氯苯酚或者被五氯苯酚污染的废物（例如：废材、被污染的土壤）。将这些废物出口至美国是为了根据《加拿大危险物质和危险可回收材料进出口法规》和《巴塞尔公约》进行无害环境处理（加拿大，2014年）。因此，《公约》第6条对于涉及五氯苯酚的情形也具有相关性。

52. 缔约方也可以考虑执行水、土壤、沉积物或粮食中的最大残留量水平。美国已经确定了各项饮用水标准（美国，2014年）和职业接触限量（美国环保局，2000年）；加拿大已经引入了针对饮用水和土壤中的五氯苯酚的准则（加拿大卫生部，2012年和加拿大环境部长理事会，1997年）以及职业接触准则（加拿大，2014年b）；五氯苯酚还被世卫组织的饮用水准则所涵盖（世卫组织，2003年）。此外，荷兰矫正了大面积被五氯苯酚污染而超过一组“干涉

值”的土地（荷兰，2014年）。根据《公约》第6条1(e)项，缔约方应当努力制定各项战略以确定场地并通过环境无害化方式矫正被污染的场地。

2.2 可能的控制措施在实现风险降低目标方面的功效和效率

2.2.1 技术可行性

禁止使用

53. 目前尚未确认有资料表明人们对于禁止将五氯苯酚用于木材处理以外的其他用途的技术可行性将会感到担忧。剩余唯一由印度确认的非木材用途是将五氯酚钠用作储存期间调合漆的生物杀灭剂以保护产品。用于这一目的的五氯酚钠的数量不明，而五氯酚钠的主要用途可能是木材处理。印度每年制造和使用大约 1 800 吨五氯酚钠（印度化学品理事会，2014年 b）。印度尚无替代品评估。木材防腐以外的用途没有获得进一步审议，因为没有关于非木材防腐剂应用的现今任何实际使用的资料。

54. 正如关于替代品的第 2.3 节所述，许多国家目前使用着大量化学和材料替代品，无论从技术还是经济角度看都是可行的。五氯苯酚替代品的广泛的商业可用性表明一系列条件下的技术可行性。因此，或许有可能继续开展主要的相关活动（例如电网传输），但是一些替代品所提供的解决方案在技术上没有那么高级，而有些化学品（包括在某些情况下的非化学替代品）可以提供较为高级的解决方案。在技术可行的前提下，不应忽视不同的木材防腐剂较之其他更为适合特定的气候和地理位置这一事实。同样，有些防腐剂适用于特定的树种，例如，据报道，就南方松和花旗松（后者在美国西部是最广泛地用于电线杆的木材）而言，五氯苯酚比杂酚油和铬化砷酸铜等替代品更适合用于木电杆（绿色经济倡议，2005年）。据报道，使用某些化学替代品会导致横担木扭曲变形，从而对电线造成压力并在这种情况下导致相关的断电（绿色经济倡议，2005年）。在这方面，使用非化学替代品在替代五氯苯酚方面可能也有其价值。此外，还据报道，木质电杆在使用上具有更大的灵活性（例如，如果要对接现有的传输线增加若干新线，非木质电杆就需要改装）（美国，2014年 b）。而且，使用木电杆和横担木有利于在发生火灾、暴风雨或者其他导致需要快速替换大量电杆的事件后，这些设施在很短时间迅速得到替换。例如，美国发生飓风“桑迪”后，木材处理公司仅仅在几周内就为公用设施提供了大约 65 100 根木电杆和 103 500 根横担木（Bush，2013年）。钢杆可用于满足标准，按照尺寸和电线设计者的需求设计成不同的强度。在特定情况下，钢杆可代替现有传输线的木杆，无需改造或重新架线¹。

55. 隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案（2014年 b）指出，这些问题在许多已经不再将五氯苯酚用于木材防腐的国家似乎已经适当解决了。此外，与加拿大气候条件类似的国家已经从五氯苯酚过渡到其他化学替代品/非化学材料。五氯苯酚工作队（2014年 c）强调，将五氯苯酚作为重型木材防腐剂用于公用设施网在美国和加拿大以外已经不很重要了，一些已经禁止将五氯苯酚用于木材防腐的国家实际上很大程度已经不再将其作此用途了（加拿大和五氯苯酚工作队，2014年 c）。

56. 禁止使用的技术可行性方面一个关键问题在于它要求使用五氯苯酚的国家（例如加拿大和美国）进行重大的产业变革。在这些国家，有人认为使用五氯苯酚十分重要，因为存在对替代品的限制（加拿大环境部，2013年），而且

¹ 美国电镀工协会在持久性有机污染物审查委员会第十次会议期间提交的呈文。

木质电杆到使用寿命结束时不能个别替换（使用替代品代替木质电杆需要替换作为整体系统运作的全区段的公用事业管线）（美国环保局，2014年B）。

57. 禁止回用经处理的材料这一项的执行在技术上可能具有挑战性，但是可以通过标记或标明品牌的方式来简化。电线杆或铁路枕木之类的材料可能会出售供回用，往往是出售到二级市场，可能被安装到住宅设施中作为花园围栏（美国，2014年），而且可能很难辨识并控制经五氯苯酚处理过的木材在这一方面的使用。对含有五氯苯酚的物品进行标记或标明品牌将有助于防止住宅重复使用以及由此产生的健康或环境影响。

限制使用

58. 限制使用可以设定具体的豁免或可接受的目的，比如用于木材防腐，而其他的用途则不允许。对于非木材处理活动，同样没有确认技术可行性问题。

59. 限制可以通过规定具体的使用豁免（例如，电线杆的替代品的可得性似乎要比室外建筑材料、桩材或铁路枕木等其他方面的具有更高水平的社会经济影响或问题）来排除已经确认的对全面禁止的技术可行性的担忧，这些使用豁免可以有时间限制，从而允许（或要求）对替代品开展进一步的调查、开发和登记，并且还可以与控制排放的要求联系起来。

控制排放

60. 控制对环境的排放看起来在技术上是可行的，至少在控制以减少制造和木材处理过程中的排放角度看是如此，但是它不会消除一切释放。例如，加拿大报告说（加拿大，2014年），加拿大运营的55个木材处理设施中有54个都经过了一项认证计划的认证，以确保这些设施符合加拿大的技术建议文件规定的要求（见上文）。报告使用五氯苯酚的所有九个公司都经过了认证（加拿大环境部，2014年）。美国环保局和加拿大害虫管制局的联合重新评估得出结论认为，在采取这些控制措施的前提下，人类健康和环境面临的风险已被充分控制到允许继续使用的程度。在墨西哥，五氯苯酚的生产应接受各种环境法的规范，生产设施需要获得环境与自然资源部（“SEMARNAT”）就环境影响问题作出的授权。

61. 鉴于分散使用情况多得多并且大量组织和个人涉身其中，有关经处理（即经过浸渍工艺后）木材操作和使用的措施的执行在技术方面可能具有更大的挑战性。对经五氯苯酚处理过的木材的予以标记或标明品牌要求可以减轻这个问题。

62. 鉴于二噁英和呋喃能够从经五氯苯酚处理过的木材中释放出来（正如风险简介所述），控制使用中的经处理的木材释放五氯苯酚的措施也可以减少但不能消除二噁英对环境的排放。

废物管理和储存

63. 标记或标明品牌要求可以便利确认和管理含有五氯苯酚的木材废物和库存。如果废物超出了持久性有机污染物低含量值标准，那么就要将它们销毁，或者必须根据第6条规定的义务并考虑最佳可得技术/最佳环保做法准则对此类废物进行使之发生永久质变的处置。

2.2.2 关键用途的确定

64. 从缔约方/观察员处收到或者文献中审查的信息无一表明任何一种非木材处理用途被视为很关键。

65. 鉴于非木材替代品的限制性，加拿大确认，五氯苯酚及其化学替代品（氨溶砷酸铜锌、铬化砷酸铜和杂酚油）非常关键（害虫管制局，2011年）。由于目前对化学和非木材替代品的种种限制，因此，将五氯苯酚用于电线杆以及其他诸如室外建筑材料等登记用途的木材处理被认为是加拿大的一项关键用途（加拿大，2014年）（见 UNEP/POPS/POPRC.10/INF/19）。除此以外，美国 and 加拿大的评估得出结论认为，考虑到所规定的各项控制措施，可以接受将五氯苯酚作为重型木材防腐剂继续登记。美国则作为观察员政府，情况类似。

66. 在印度，五氯酚钠主要用于工业和住宅用途的浸渍木/刨花板，防止木材腐蚀。

67. 依据使用的情形，如果不允许此种使用存在任何豁免或可接受的目的，那么就可能对社会产生消极影响，包括例如使用某些化学替代品的木质电线杆寿命缩短（结果就需要更加频繁地更换，并产生相关经济和环境影响），以及在使用某些类型的木材作为横担木时安全隐患突出（绿色经济倡议，2005年）。

2.2.3 实施控制措施的成本和效益

禁止使用

68. 从减少接触五氯苯酚/五氯苯甲醚的环境和健康效益角度看，实施禁止对于持续减少五氯苯酚对环境的释放最有效。然而，禁止会导致替代化学品使用的增加，其中大多数具有令人关注的毒性，或者导致替代材料使用的增加，对此，不同的生命周期分析从生命周期角度就木材、混凝土或钢材是否最佳所得出的结论各不相同（Bolin，2011年；Aqua-e-Ter，2012年和SCS集团，2013年）。就使用五氯苯酚的替代品是否存在净健康/环境效益这一点，人们可以提出不同论点。

69. 如果要采取禁止使用的做法，假定这些设施必须停止生产，那么这就会给生产这种物质的国家（例如墨西哥）造成成本。该公司2009年的五氯苯酚销售额估计大约是3000万美元（欧洲经委会，2010年）（最新财务报告中关于五氯苯酚和/或墨西哥生产情况的分类账不可用）。尽管这些影响的地域分布很可能各不相同，但是对生产商而言，这些损失可能会通过增加替代品的销售来抵消。

70. 从禁止使用角度来看，由于北美洲的电力公司和电话公司广泛使用五氯苯酚——例如，美国大约有38%的电线杆是经由五氯苯酚处理过的（Aqua-e-Ter，2012年）。在加拿大，约15%的木杆使用五氯苯酚处理，其余使用铬化砷酸铜处理（根据加拿大木材防腐协会的调查结果）。因此绝大部分社会经济影响都会发生在加拿大、美国以及其他一些仍在使用五氯苯酚进行木材防腐的国家（例如印度）。钢铁市场发展研究所（2011年）指出，美国有一项大型公用事业（图森电力公司）已经开始转向使用钢杆，并声称“600多家电力公司正在使用钢质配电杆，部分公司正在转向主要使用钢质配电系统端杆”（钢铁市场发展研究所，2011年）。木材处理行业则持相反观点，认为钢杆在市场上仍然只占一小部分，而且主要是针对更为专门性的应用（KMG五氯苯酚工作队，2014年b）。已经禁止使用的国家则成本有限或无成本。

71. 与禁止使用有关的主要成本要素包括：

(a) 购买和处理替代品用于电线杆和其他产品的制作的成本差异（见“关于替代品的信息”的部分）。如果考虑耐久性和其他一些因素的话，原始购买价格较高的替代品可能实际上在产品寿命期间的成本效益更高；

(b) 由于电线杆等产品的替换频率不同（使用不太有效的防腐剂处理的木电杆需要更频繁地更换；钢质和混凝土电杆则视应用情况较少需要更换）导致的材料和劳动力成本的变化；

(c) 用以安装、检查和维护以替代材料（例如钢材）制成的电线杆的相关设备的变化。对于经五氯苯酚处理过的电杆或替代品对工人安全产生的影响尚未进行量化；

(d) 与木材处理商收入损失有关的成本和与其资本设备的剩余价值损失有关的潜在成本，可由采用其他处理方式带来的潜在收益抵消；

(e) 加拿大有九个木材处理商使用五氯苯酚（加拿大环境部，2014年）；

(f) 如果禁止范围延及使用中的和已经处理的木材（即分阶段替换现有库存），与识别/监测经五氯苯酚处理过的木材存在情况、转向其他用途以及替换使用中的木材并处置的相关成本。

限制使用

72. 在减少对五氯苯酚的接触方面，限制使用与禁止使用的效益程度不同，因为电线杆和横担木将作为特定的豁免或可接受的目的而继续存在。上述关于使用五氯苯酚的健康/环境成本效益净变化的评论也应加以考虑。然而，如果限制仅允许在（工业）木材防腐方面继续使用五氯苯酚或在浸渍木/刨花板使用五氯酚钠，那么就能消除由于当前用途或者重新引入以往用途或开发新用途导致的接触。

73. 如果限制可以在指定（豁免）用途方面继续使用，那么就能最大程度减少禁止措施会产生的一些较为重大的负成本，例如，生产方面的销售收入损失和就业损失，以及木材处理商的收入损失或资本设备过剩。然而，它也会最大程度地减少禁止措施会产生的一些较为重大的效益，例如，从事替代品销售/应用的制造商和工业的销售收入增加，就业增加。

74. 在仍然认为五氯苯酚的使用至关重要的一些国家，如果允许较为缓慢地推进五氯苯酚的替换过程，那么依照限制或禁止规定进行替换的相关成本可能会大大减少。

控制排放

75. 减少木材防腐设施释放的排放会有益处，包括使用中的和报废阶段的。关于这些阶段排放的相对规模和可以通过遵守最佳可得技术/最佳环保做法减少排放的程度，目前还没有确认的量化信息。改进木材处理做法的措施（尤其是减少木材中游离五氯苯酚量的措施）可以帮助减少使用寿命期内的释放。

76. 美国环保局（美国环保局，2008年c）一项工人消减战略分析估计，平均每个工厂的消减战略总成本大约是：

- (a) 自动门：每家小型厂 700 000 美元，每家大型厂 1 100 000 美元（约略）；
- (b) 自动桥护栏：小型厂和大型厂分别为 200 000 美元和 300 000 美元；
- (c) 抽成极限真空：小型厂和大型厂分别为 55 000 美元和 85 000 美元。

应当指出，对这些消减措施的评价是作为对通过皮肤和吸入途径发生的职业接触的评价的组成部分。它们是在作为指导的案文范围内提供的，但是应当认识到，这些减少或消除五氯苯酚对环境的释放的措施需要就规定范围进行重新评价。

77. 然而，这些附加成本实际在多大程度上会得到承担这一点并不清楚，因为并不知道有多少设施已经采行了这些措施。加拿大的所有五氯苯酚处理工厂设施都已符合技术建议文件的各项要求（加拿大，2014 年）。

78. 还有一些成本是与控制经处理木材的使用产生的排放相关的，例如涉及储存设施、在敏感场地使用替代品和管理/追踪废材的成本。

79. 控制措施可尽最大可能地降低制造和处理设施中五氯苯酚和其他持久性有机污染物的释放量，但无法完全消除。

废物管理和储存

80. 根据所采取的废物管理途径，成本可能会发生变化。例如，将经处理的旧木材进行焚烧而不是填埋就可以破坏五氯苯酚（确保将二噁英的生成量减到最少），但是这可能要支出成本，例如，增加焚烧处理量。然而，将被五氯苯酚污染的沥出物进行填埋处理方面的需求减少，相关成本也可能会降低。

81. 如果限制经五氯苯酚处理过的木材只能在二级市场（例如，花园围栏）销售，那么成本就可能会随着替代材料（例如，纯净原材料）的可得性和使用、与处置有关的成本和辨识这种木材（例如通过贴标或标明品牌）的费用情况的变化而发生变化。

水、土壤或沉积物和土地整治的环境质量准则

82. 只要环境质量准则能够得到遵守，这些准则就能限制人类和环境接触五氯苯酚，并因此提供额外的效益。

83. 除了减少人类和环境的接触方面的效益以外，预防工业污染或者禁止使用的限制规定可以通过缩小土地污染的范围并因此减少土地整治所需的成本等途径降低成本。

84. 显然，过去对五氯苯酚污染的土地的整治是一项长期而代价高昂的挑战，成本水平取决于所使用的干预水平和整治范围。例如，美国环保局在 2009 年至 2010 年期间耗费了 320 万美元仅仅清理了一块被五氯苯酚污染的场地（哈维镇）（美国环保局，2012 年）。新西兰（该国以往对五氯苯酚的使用是造成场地污染的重大来源之一）正在开展一个项目，目的是清理一条遭到二噁英污染的运河，这些二噁英源于一些木材处理厂在 1990 年之前使用的五氯苯酚；项目成本估计为 440 万新西兰元（370 万美元）（普伦蒂湾大区委员会，2014 年）。其他区域的大面积土地也已进行了整治，例如荷兰的霍斯特地区

(荷兰, 2014 年), 为了在该地区进行住宅开发, 必须开展这项整治。土地污染减少还可以增加土地价值, 这可以作为所考虑的各种控制措施的另一项效益。然而, 上文所述的过去导致场地污染的做法并不意味着当前五氯苯酚的工业实践, 也不意味着当前实践可能导致污染。

2.3 关于替代品 (产品和工艺) 的信息

2.3.1 引言

85. 美国和加拿大对附件 F 要求提供信息以及证明资料作出的回应确认, 目前五氯苯酚的唯一用途是进行工业木材处理, 尤其是主要用于电线杆和横担木 (见第 2.0 节)。印度化学品理事会 (印度化学品理事会对附件 F 的回应) 还引用了五氯酚钠在木材处理方面的使用, 印度化学品理事会 (2014 年 b) 进一步确认了五氯酚钠的积极用益: 作为水性调合漆的一种生物灭杀剂, 用于在使用前的储存期间抗微生物降解。墨西哥的来文 (2014 年) 指出, 墨西哥目前剩余的唯一积极用益是木材处理, 并指出其他确认的使用现在均已停止。

86. 电线杆和横担木是电力网络基础设施的关键组成部分, 这些基础设施的承重结构需要符合各种性能标准以确保电力的持续传输。在这些应用中, 有若干化学和非化学品可以替代五氯苯酚, 而在更广泛的木材处理范围内, 视具体的应用情形不同, 有一些可以接受的木材防腐化学品可能可以替代五氯苯酚。表 2 最早是在美国环保局对替代品的评估 (美国环保局, 2008 年 b) 范围内编制的, 后来在欧洲经委会对管理办法的探索 (欧洲经委会, 2010 年) 范围内重编, 它详细给出了可行的化学替代品和经美国木材防腐剂协会 (AWPA) 批准的应用。这下这些应用预计还将成为加拿大和墨西哥使用的杀虫剂的代表。下列几节详细分解阐述了化学替代品 (2.3.2)、非化学替代品 (2.3.3) 以及五氯苯酚的化学与非化学替代品成本比较概要 (2.3.4)。目前有三项生命周期评估 (Bolin, 2011 年; Aqua-e-Ter, 2012 年; 瑞典环境研究院, 2011 年)。持久性有机污染物审查委员会第十次会议期间提交的瑞典环境研究院的研究报告对不同材料的电线杆的环境影响进行了比较。

2.3.2 木材防腐方面的化学替代品

87. 美国环保局对替代品的评估 (美国环保局, 2008 年 b) 确定了主要大规模生产的木材防腐剂是五氯苯酚、铬化砷酸铜 (CCA) 和以杂酚油为基础的产品。加拿大有关工业处理木材的指导文件 (加拿大环境部, 2004 年 a) 在这些经确定的防腐剂之外, 增加了氨溶砷酸铜锌 (ACZA)。另外一些防腐剂 (氨溶烷基铜铵 (ACQ) 和环烷酸铜) 也已确定在北美得到使用, 可以为目前使用五氯苯酚处理木材的某些情况提供其他可行办法。在新西兰, 氨溶烷基铜铵和环烷酸铜与铬化砷酸铜 (主要产品)、铜唑类和唑类/氯菊酯一样, 是经批准的防腐剂。硼酸盐也在使用, 但是这些是非固定防腐剂, 由于存在浸析的可能, 只能用于室内木材, 因此不能成为目前五氯苯酚的一种替代品。杂酚油与五氯苯酚的情形一样, 未获得新西兰批准 (新西兰, 2014 年)。

88. 迄今为止, 欧洲联盟的生物灭杀产品条例 (EU 528/2012 号条例) 纳入了欧盟一级批准用于木材防腐剂生物灭杀产品的 32 种生物灭杀剂活性物质, 并且其大多数已授权用于家用。这些活性物质涵盖了广泛的应用, 包括上文已经点名的若干物质, 但是这 32 种生物灭杀剂活性物质中绝大部分不用于工业木材防腐。据悉, 在禁止使用五氯苯酚和铬化砷酸铜之后, 欧盟在电线杆等关键领域最广泛使用的木材防腐剂是杂酚油。第 2.3.2 节末尾将提供进一步的详细情况。

89. 本章其余部分将提供各种重要替代品的细目，分析其技术可行性，并突出其潜在优点、缺点以及对健康和环境的风险。

铬化砷酸铜 (CCA)

90. 铬化砷酸铜是一种由有效成分铬酸、砷酸和氧化铜按 5:3:2 的比例组成的产品（加拿大，2014 年 b）。该产品已经广泛用于北美，并被公认为美国主要的工业用防腐性木材处理产品，市场份额为 44%（美国环保局，2008 年 b）。它也广泛用于加拿大（加拿大，2014 年）。它还广泛用于新西兰（新西兰，2014 年）。虽然铬化砷酸铜广泛用于木材处理，但是在 2003 年，出于公共健康方面的考虑，美国和加拿大自愿排除了它对于供给家用/民用（例如，房主使用）市场的木材的应用。现在，它仅限用于供给工业应用的木材，而且须由专业使用者操作（加拿大环境部 2013 年，美国环保局 2008 年 b）。

91. 铬化砷酸铜主要用于木材的压力处理工艺，类似于五氯苯酚和杂酚油，但是铬化砷酸铜应用温度较低，只需 65 摄氏度，而五氯苯酚和杂酚油则需 100 摄氏度（美国环保局，2008 年 c）。压力处理完成后（针对所有的防腐剂类型），必须留出一个干燥周期。然而，铬化砷酸铜不宜窑干（最好是风干），因为这样有可能导致向空气释放铬（美国环保局，2008 年 c）。压力处理工艺如能正确应用，将实现铬化砷酸铜的高固定率，使金属成分牢牢附着在木材上（加拿大环境部，2004 年 a）。

92. 相比五氯苯酚，铬化砷酸铜在木材处理方面既有优点又有缺点。铬化砷酸铜进行的表面处理被公认为清洁、干燥、无气味，且容易上漆。相反，五氯苯酚是油基木材处理工艺，因此经五氯苯酚处理过的木材可能会“流血”并且通常会产生一种苯酚气味（绿色经济倡议，2005 年）。这使经铬化砷酸铜处理过的木材更适用于公共场所，比如人行道或行人专用区。铬化砷酸铜的高固定率还意味着它适合用于土壤水分含量高或地下水位高的地区。然而，使用铬化砷酸铜处理会对木材的水分含量产生影响，导致木材特别干燥。这一点过去曾经给攀爬电线杆造成了额外的问题，这些问题现在已经通过使用软化剂克服了（加拿大，2014 年）。在炎热干燥气候下使用铬化砷酸铜还可能存在木材收缩、开裂或翘曲的问题。这个问题对于电线杆的横担木等承重结构而言尤为严峻（绿色经济倡议，2005 年）。使用诸如五氯苯酚和杂酚油等油基防腐剂则能为木材补充提供“柔软性”，从而防止木材在炎热干燥气候下翘曲和开裂。铬化砷酸铜还被公认对某些类型的金属具有腐蚀性，这意味着应当使用镀锌金属扣件来连接应用了铬化砷酸铜的部分（欧洲经委会，2010 年）。美国采用这一办法作为工业标准（美国环保局，2008 年 b）。

93. 印度化学品理事会和隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案（印度化学品理事会，2014 年 a 和隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案，2014 年）双双就铬化砷酸铜对环境和人类健康的影响提出了担忧，并指出，铬化砷酸铜含有高毒性和致癌性物质，有可能进入自然环境。铬化砷酸铜包含两种致癌物质：六价铬（CrVI）和砷，而其中的铜对于水生生物具有高毒性（疾病防治中心，2013 年；美国环保局，2013 年；美国环保局，2008 年 d）。然而，经过固定之后，使用中的经铬化砷酸铜处理的木材并不含有六价铬，而是含有三价铬（美国环保局，1998 年）。三价铬被归为第 3 类（“不列为对人类具有致癌性”）致癌物，而六价铬则被归为第 1 类（“对人类致癌”）（国际癌症研究机构，2014 年）。KMG 公司（KMG 五氯苯酚工作队，2014 年）指出：

欧洲联盟根据《生物灭杀产品条例》不再授权使用铬化硼酸铜。

94. 加拿大卫生部的害虫管制局（PMRA）与美国环保局联合就重型木材防腐剂进行了评估，并指出，最初对铬化硼酸铜的评估预计有高估的风险，而木材处理设施遵循技术建议文件（TRD）（标记、储存、风险管理计划）就能极大地降低接触风险和环境损失。同一份文件还说明，在淡水环境下使用时，铬化硼酸铜浸析的可能性比较小，而电线杆在被淹没情况下损失的任何材料都固着在电线杆下方的沉积物中，接触水生生物的风险极小（害虫管制局，2011 年和美国环保局，2008 年 a）。卡姆查纳旺（2010 年）和莫瑟尔（2012 年）的实验室研究评估了铬化硼酸铜在模拟非密封性垃圾填埋条件的假设环境下的浸析可能性；卡姆查纳旺的研究是在热带条件下。这些研究的成果强调了在真正的世界环境下可能造成地下水问题的浸析可能性。然而，这些研究的环境意义并不明确。在加拿大和美国，登记者在 2004 年自愿撤销了对经铬化硼酸铜处理过的木材的消费用途（即非工业用途）。因此，加拿大和美国禁止这些用途，同样也禁止以此为目的的木材出口（美国环保局，2014 年；美国环保局，2003 年；害虫管制局，2002 年以及害虫管制局，2006 年）。用作电线杆的某些木材种类很难用铬化硼酸铜处理，因为这种处理无法渗透堵塞的木材毛孔。此外，经铬化硼酸铜处理过的电线杆更加难以攀爬。（欧洲经委会，2010 年）

95. 在斯里兰卡，铬化硼酸铜可在除电线杆外的某些特定用途代替铬化硼酸铜（Sri Lanka，2014 年 b）。

基于杂酚油的产品

96. 杂酚油是通过煤焦油蒸馏生产出来的，其中包含 200 至 250 中化学物质，但是这些化学物质中有 85% 都是多环芳烃（PAHs）（加拿大环境部，2013 年）。杂酚油中包含大量有毒物质，包括：多环芳烃、苯酚和甲酚。杂酚油是广泛使用的有效木材防腐剂，但是它具有不利于环境和健康的影响。有效性研究显示，杂酚油能有效抵御各种有害的有机体包括木腐菌类，防止木材接触土壤和水而腐烂，抵抗昆虫，以及防止海蛀虫（瑞典，2014 年）。在美国，杂酚油应用很广，占到电线杆市场的 16%（美国环保局，2008 年 b）以及全部木材市场的 31%（Vlosky，2009 年），在加拿大（2014 年）和斯里兰卡也一样，但是斯里兰卡提供的信息表明，严酷的热带气候条件下使用寿命期为 30 年至 50 年（斯里兰卡，2014 年）。在欧盟，杂酚油也为欧盟成员国所广泛使用，并且据欧洲电力行业协会——欧洲电力（2010 年）称，每年大约有 100 万立方米的木材使用杂酚油处理。杂酚油在铁路枕木和电线杆横担木方面有特别的用途（欧洲经委会，2010 年），而且在欧盟，这些方面的使用占去了大部分经杂酚油处理过的木材（WEI-IEO，2008 年）。

97. 杂酚油与五氯苯酚一样，是一种用于工业木材压力处理的油基产品。在加拿大，它还被用来对工业应用的经压力处理后的杂酚油木材的新切割面进行涂刷处理，并且由专业使用者操作（害虫管制局，2011 年）。使用油基防腐剂可以在材料的使用寿命期内为木材表面、某种程度上也为金属配件提供一个防水层。使用诸如杂酚油和五氯苯酚等油基制剂可以赋予经处理的木材以“柔软性”，从而防止、尤其是在严酷的气候条件下防止发生收缩、翘曲和扭转（欧洲经委会，2010 年）。这对于铁路枕木和电线杆的横担木等承重结构而言尤其重要（美国环保局，2008 年 b）。加拿大对附件 F 的回应（加拿大，2014 年）说明，加拿大的铁路系统约有 50 000 公里长，正在使用中的枕木约有 9 000 万根。加拿大对附件 F 调查的回应也表明，杂酚油是目前用于处理铁路枕木的唯一重要木材防腐剂。杂酚油的生产与可得性与钢材的生产与钢材市场的任何波动相关。五氯苯酚已被确定为在杂酚油不可用情形下这一用途的重要替代品。这突出了五氯苯酚对于加拿大铁路基础设施应变力的重要性。

98. 人们就杂酚油对健康和环境的影响表示了担忧。KMG（KMG 五氯苯酚工作队，2014 年）强调，杂酚油的主要成分是根据欧洲经委会《远距离越境空气污染公约》（CLR-TAP）已经被公认为一种持久性有机污染物（POP）的多环芳烃。FNV（FNV，2010 年）强调，杂酚油对环境和进行防腐操作的工人健康具有有害影响，其使用问题已经讨论了几十年。木匠和建筑工人在使用经处理的木材的过程中也可能接触到该物质。国际癌症研究机构和美国环保局均确定，煤焦杂酚油很可能是一种对人类致癌的物质（有毒物质与疾病登记处，2002 年）。在美国和加拿大，杂酚油仅限于工业应用（美国环保局，2008 年 b）。在欧洲，它被添加到第 98/8/EC 号生物灭杀产品指令的附件一中，意味着它以后必须经过授权才能投放市场（瑞典，2014 年）。它还在规定了各种具体使用限制的欧洲《化学品注册、评价、授权和限制条例》（EC 1907/2006）的附件十七中被提及。加拿大卫生部害虫管制局（PMRA）针对重型木材防腐剂开展了风险评估，并指出对杂酚油的评估预计将有高估的风险，而木材处理设施若遵循技术建议文件（TRD）（标记、储存、风险管理计划）就将极大地降低接触风险和环境损失（害虫管制局，2011 年）。

环烷酸铜

99. 环烷酸铜是一种油载木材防腐剂（欧洲经委会，2010 年），是铜盐和环烷酸混合制成的，是石油炼制过程的一种副产品（Feldman，1997 年）。铜盐的组成很好理解，但环烷酸部分却可能有各种组成，取决于所加工的源石油的性质（Feldman，1997 年）。美国已经批准了环烷酸铜在工业和家用方面的使用（美国环保局，2008 年 b）。

100. 相比铬化砷酸铜、五氯苯酚和杂酚油，环烷酸铜在木材处理市场所占份额比较小，但是预计需求将出现增长（美国环保局，2008 年 b）。美国环保局 2004 年的数据显示美国使用量为 900 吨，有进一步增长的潜力。环烷酸铜业经批准用于地上、地面和淡水，但不适用于沿海/海事应用。同样，它在美国与五氯苯酚、铬化砷酸铜和杂酚油一样，可以用于压力处理工艺。

101. 史密斯等人（未注明日期）引述了 1990 年代中期若干特定批次产品出现的质量问题。在这些情况中，该产品在压力处理过程中形成了一种乳浊液，导致对电线杆的处理不均匀，油分覆盖少的区域保护不力。这表明，环烷酸铜会集中在油分中。使用这些批次的环烷酸铜处理的电杆在安装四年期内就开始出现各种问题。一些电杆出现了因真菌和害虫导致的木材损坏，尤其是电杆中段到顶端部分。1997 年美国威斯康星州的一项案例研究以 217 根电杆为例，其中 43% 年久失修。尚未得知最近是否存在批次问题。

102. 毒理学数据网的数据库提供的信息（毒理学数据网，2011 年）阐明，尽管其得到广泛使用，但是对环境影响和环烷酸铜的毒性特征描述不够充分；部分是因为石油产品性质多边。这考虑到石油产品成分可能包含多种化合物，尤其是苯（Feldman，1997 年）。毒理学数据网还强调，环烷酸铜与铬化砷酸铜一样，会从木材中浸析出来，而且以小鼠进行的研究显示，这种物质可能会具有遗传毒性。然而，环烷酸分子预计不会出现大幅生物富集；模拟生物富集系数（BCFs）是 1464-1659（美国环保局，2011 年），远远低于《斯德哥尔摩公约》规定的 5000 这个标准。美国环保局（1996 年）还指出，在家庭和住宅设施内通过人工将环烷酸铜施用于木材所发生的职业接触可能会产生健康影响。

氨溶砷酸铜锌(ACZA)

103. 氨溶砷酸铜锌是一种水状产品，其活性成分氧化铜、氧化锌和砷酸的比例是 5:3:2。氨溶砷酸铜锌产品是预先混合的，制剂活性浓度 10%，以氨水作

为转移剂。氨溶砷酸铜锌可以用于压力处理，氨的挥发可以将这些金属化合物固定到木材表面，此外，氨还能在氨溶砷酸铜锌的转移过程中为容器本身的金属活动部件提供防腐保护。在加拿大，氨溶砷酸铜锌 1999 年取代了氨砷酸铜（ACA）获得了全面登记。

104. 在美国，氨溶砷酸铜锌通常更多地用于西部各州，部分原因是它尤其适用于处理该地区极为普遍的花旗松（美国环保局，2008 年 b）。氨溶砷酸铜锌在东部和南部各州的使用不那么广泛。生产设施集中在西部各州。

105. 氨溶砷酸铜锌和铬化砷酸铜一样，固定率很高。而且，它在防止某些种类的害虫方面性能优于铬化砷酸铜（美国环保局，2008 年 b）。氨溶砷酸铜锌还是少数被批准用于沿海/海事应用的防腐剂之一（此外主要是杂酚油）。然而，用铬化砷酸铜处理过的木材表面清洁、干燥、无气味，用氨溶砷酸铜锌处理过的木材却会留有氨水的气味，因此可能不适宜用于人行道或行人专用区等公共场所。

106. 由于砷和氧化铜的存在，氨溶砷酸铜锌的环境影响和问题大致类似于铬化砷酸铜。氨溶砷酸铜锌有可能从木材（包括经处理的电线杆）中浸析出来（Lebow，1996 年和美国环保局，2008 年 a），它还有可能具有毒性并会对直接接触的工人产生刺激（加拿大环境部，2013 年）。在美国国内，它被列为仅供工业目的之用的“限制使用的杀虫剂”（美国环保局，2008 年 b）。加拿大卫生部害虫管制局（PMRA）对重型木材防腐剂开展了风险评估，并指出，对氨溶砷酸铜锌进行的评估预计会有高估的风险，木材处理设施如果遵循技术建议文件（TRD）（标记、储存、风险管理计划）的话就能极大地降低接触风险和环境影响，以及氨溶砷酸铜锌的使用仅在封闭系统内进行。

用于木材处理的其他替代防腐剂

107. 除了上述的化学替代品以外，还有其他化学替代品存在；在北美，氨溶烷基铜铵、铜唑类和硼酸钠（SBX）也是可得的木材处理产品混合物的组成部分。这些替代品在新西兰也有使用。此外，（“替换支持”，2012 年）也确定了硅酮聚合物是一种可行的替代品。在欧洲联盟，欧盟生物灭杀产品条例（EU 528/2012）列明了欧盟批准用于木材防腐剂生物灭杀产品的 32 种活性物质，包括一些已经详细介绍的（2012 年欧盟生物灭杀剂），但是这 32 种生物灭杀活性物质中绝大部分不用于工业木材防腐。关于五氯苯酚及其盐类和酯类的风险管理评估的附录中的表格提供了这些物质的详细情况以及可适用的欧洲关于使用限制的立法。关于氨溶烷基铜铵、铜唑类和硼酸钠作为五氯苯酚的可能替代品的详细说明见下文。

表 2 美国木材防腐剂协会批准的防腐剂在木材处理方面的用途（欧洲经委会，2010 年）

产品/应用	杂酚油和油载防腐剂					水载防腐剂						
	杂酚油	杂酚油-石油	杂酚油溶液	五氯苯酚	环烷酸铜	铬化磷酸铜	氨溶烷基铜铵 (ACQ) -C 型和 D 型	氨溶烷基铜铵 ACQ-B 型	B 型铜唑	A 型铜唑	氨溶磷酸铜锌 (ACZA)	
木料、木材和胶合板												
C2-木料、木材、桥枕、矿山枕	+	+ ^a	+	+ ^a	+ ^a	+	+ ^a	NA	+ ^a	+ ^a	+	
C9-胶合板	+	+	+	+	NA	+	+	NA	+	+	+	
C22-永久木基	NR	NR	NR	NR	NA	+	+	+	+	+	+	
C28-胶合层叠件	+	NA	NA	+	+	+	+	NA	NA	NA	+	
桩												
C3-桩	+	+	+	+	+ ^b	+	+	NR	NR	NR	+	
C18-海事建筑	+	NR	+	NR	NA	+	NR	NR	NR	NR	+	
C21-海事木料和木材	+	NA	NA	+	+	+	+	NA	+	+	+	
C24-用于支撑民用和商用结构的锯材	+	NA	NA	+	NA	+	+	NA	NA	NA	+	
杆												
C4-杆	+	NR	+	+	NA	+	NR	+	NR	NR	+	
C23-圆杆和用于建筑的柱子	+	NR	+	+	NA	+	NR	NR	NR	NR	+	
柱												
C5-栅栏柱	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
C14-公路用木	+	+	+	+	+	+	+	+ ^f	+ ^c	+ ^c	+	
C15-商用住宅建筑用木	+	+	+	+	+	+	+	NA	+	+	+	
C16-农场用木	+	+	+	+	NA	+	+	NA	+	+	+	
枕木和岔枕												
C6-枕木和岔枕	+	+	+	+	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	

应当指出，尽管这些用途可能已经获得美国木材防腐剂协会的“批准”，但是实际的规范性批准在加拿大须由害虫管制局作出，在美国须由美国环保局作出。

NA：不可用，NR：不推荐

- a) 不用于咸水
- b) 地面和淡水使用；不用于地基
- c) 仅用于四面柱
- d) 环烷酸铜还获得美国木材防腐剂协会批准作为一种水载防腐剂用于某些方面。
- e) 铬化磷酸铜仅供工业应用
- f) 仅圆柱、半圆柱和四分之一圆柱

108. 氨溶烷基铜铵是一种水载木材防腐剂，使用方式类似于铬化砷酸铜（加拿大环境部，2013年）。自从2003年加拿大和美国将铬化砷酸铜排除在家用木材市场之外，氨溶烷基铜铵是使用就出现了大幅增长。2007年，氨溶烷基铜铵（和氨溶烷基铜铵微粉）在美国所有的木材防腐处理中占45%的份额，铬化砷酸铜排在第二位（Vlosky，2009年）。然而，氨溶烷基铜铵目前在美国不用于电线杆和横担木。在加拿大，氨溶烷基铜铵虽然被广泛使用（主要是在家用木材市场），但是并不用于基础设施应用包括电线杆上（加拿大环境部，2013年）。氨溶烷基铜铵的广泛使用集中在家用木材市场和软性木材上，部分原因是工人职业性危害低以及环境损失风险极小（加拿大环境部，2013年）。氨溶烷基铜铵被公认适用于处理通常难以处理的花旗松，但是它比铬化砷酸铜和氨溶砷酸铜锌具有更大的金属腐蚀性。使用氨溶烷基铜铵要求处理设施采用不锈钢配件，造价可能比较高（美国环保局，2008年b）。最近，氨溶烷基铜铵微粉的出现提供了一种腐蚀性较低而渗透性较强的产品，该产品使用经过细致研磨的氧化铜粉以提高实用性（Vlosky，2009年）。

109. 氨溶烷基铜铵有四种不同产品形式，标记为A-D，均包含活性物质铜和一种季铵化合物（“季铵盐”）。其中，氨溶烷基铜铵-A和氨溶烷基铜铵-B包含的“季铵盐”是“二癸基二甲基氯化铵”，氨溶烷基铜铵-C包含的是“烷基二甲基苄基氯化铵”，而氨溶烷基铜铵-D既包含“二癸基二甲基氯化铵”又包含“烷基二甲基苄基氯化铵”。所有四种产品类型都基于氧化铜和“季铵盐”的大致比例，并包含氨水或者乙醇胺作为载体溶液（加拿大环境部，2013年）。二癸基二甲基氯化铵在水和土壤中都持久，而烷基二甲基苄基氯化铵则存在持久性弱的问题，烷基二甲基苄基氯化铵在土壤中的半衰期是13天。作为氨溶烷基铜铵-D中的活性物质的烷基二甲基苄基氯化铵比较持久且对土壤有机体存在危害，在水中的指导最高浓度为0.0015毫克/升（加拿大环境部，2013年）。氨溶烷基铜铵-A、氨溶烷基铜铵-C和氨溶烷基铜铵-D在加拿大都有使用（加拿大环境部，2013年）。如果接触到自然环境，氨的成分在空气中挥发很快，而留下的氧化铜对鱼类具有高毒性（Dubey，2010年）。经过氨溶烷基铜铵处理的木材的垃圾渗滤液释放出铜，这引起了人们对未来污染的担忧（Dubey，2010年）。

110. 铜唑是一种水载产品，由铜胺络合物与生物助杀剂（美国环保局，2008年b）。两种制剂的基础是铜与其他化合物的比例。这一产品是以浓缩物的形式供应，然后稀释到使用点（加拿大环境部，2013年）。在美国，它被批准用于地上、地面和淡水中，但不适宜用于热带条件或沿海/海事应用（欧洲经委会，2010年），而且它目前在美国并不用于电线杆和横担木。在加拿大，它仅被批准用于家用木材市场，而不用于基础设施应用包括电线杆（加拿大环境部，2013年）。铜唑和氨溶烷基铜铵一样，对金属连接件具有腐蚀性，因此需要不锈钢材料，这可能导致更新处理设施成本高昂（美国环保局，2008年b）。然而，还有一种铜唑微粉产品，腐蚀性较弱，同时可以更深层次地渗透木材（Vlosky，2009年）。这种特别产品在市场仍然相对较新，有关基础设施应用中使用的长期跟踪记录不详（美国环保局，2008年b）。目前尚不清楚铜唑的致癌性（加拿大环境部，2013年）。

111. 戊唑醇（铜唑中的非金属生物灭杀剂）在土壤中的半衰期为100天，对水生生物具有中毒性（加拿大环境部，2013年）。然而，戊唑醇在水生环境下

比在土壤中降解更为迅速，在很大程度上依靠鱼类清除，从而降低了生物积累的可能性。该产品在直接接触皮肤时会产生刺激，长期的职业接触会导致肺、肝和肾损伤。唑类，例如戊唑醇，能有效抵御腐朽菌，但是不能抵御白蚁或霉菌。因此，它们必须与其他化学品（尤其是铜）共同使用。[Townsend, 2013年]。根据欧洲联盟关于销售农药产品的法规（第 EC 528/2012 号法规），戊唑醇被确认为是符合持久性、生物累积性和毒性标准的候选物质。

112. 使用铜基防腐剂体系以替代五氯苯酚对关键结构组成部分（比如电线杆和横担木）进行处理的做法可能并不适当，因为环境中广泛分布铜耐受菌。各种真菌都能够通过固定或者吸收的方式中和含铜化合物（Morrell, 1991年）。

113. 硼酸钠是一种用不同量的硼酸制成的水载防腐剂（美国环保局，2008年b）。这种产品形态是粉末，在使用前混合到所需的强度（加拿大环境部，2013年）。在斯里兰卡（斯里兰卡，2014年），硼酸钠被用于对橡胶木进行扩散处理（防腐），但是它们作为五氯苯酚的替代品的用处却很有限。用硼酸钠处理过的木材表面清洁、干燥、无气味。依照联合国《全球化学品统一分类和标签制度》标准，硼酸化合物具有生殖毒性。然而，它们又很容易从潮湿的木材中浸析出来从而影响性能（美国环保局，2008年b）。硼酸钠专供室内或地上应用，因为在这些地方，木材可以持续不接触到水（欧洲经委会，2010年），因此硼酸钠并非当前五氯苯酚用途的一种替代品。

114. 有人建议将铜硼唑作为铬化硼酸铜的一种替代品，但是尚未具体应用于电线杆和横担木（印度化学品理事会评价服务，2013年）。单乙醇胺通常用于含铜络合物，这就增加了成本（Townsend, 2006年）。铜会从经铜硼唑处理过的木材的垃圾沥出物中释放出来，从而引起人们对未来污染的担忧（Dubey, 2010年）。铜对水生有机体具有高毒性（美国环保局，2008年d）。

115. 硅酮聚合物也为处理木材产品提供了一种可能的办法。这种办法不是杀死真菌，而是建立起一层抵御真菌侵袭的物理屏障。无机硅酮聚合物和有机酸被用于一种水基木材处理中，随温度升高而干燥（“替换支持”，2012年）。这种混合物将木材纤维进行包裹，从而在木材表面形成一层物理屏障，阻断腐烂菌的入侵。这种产品的商品名称是“OrganoWood”，采用被称为“OW-表面涂层”工业使用的表面涂层，由瑞典的 Organoclick 公司销售（Organoclick, 2014年）。然而，KMG 五氯苯酚工作队 2014 年和加拿大 2014 年 b 指出，硅酮聚合物在大规模工业使用尤其是在电线杆方面的使用上似乎没有经过试验，而且硅酮聚合物在加拿大并没有登记在工业木材方面的用途。有机点击公司 2014 年建议用于上述土壤应用中。KMG 五氯苯酚工作队 2014 年提出一个担忧，认为在与地面接触的应用中使用硅酮可能会存在问题；鉴于电线杆与地面接触很重要，这个问题应予考虑。虽然硅酮聚合物为处理木材提出了一个令人感兴趣的办法，但是它们的性质大多未在广泛的工业规模水平进行试验，这意味着在短期内若不经进一步的试验，它们不会成为五氯苯酚的可行替代办法。

2.3.3 木材的非化学替代品

116. 除了用五氯苯酚的化学替代品作为木材处理中的防腐剂以外，目前也有非化学替代办法在使用。木材在家庭和工业建设中有广泛的用途。经五氯苯酚处理过的木材特别适用于基础设施，比如，供电网络中的电线杆和铁路网络中的枕木。这些特定的应用有可能可以使用混凝土、钢材、玻璃纤维增强复合材料（FRC）等替代材料甚至使用在某些情况下更加耐真菌和害虫的硬木替代品。本节将探讨非化学替代品的技术可行性、功效和成本。

117. 应用混凝土、钢材和玻璃纤维增强复合材料即会提供一般和具体的技术优势，也会产生相对于经处理的木材的一些弱点。表 3 简要概述了美国环保局的审查（美国环保局，2008 年 b）中总结的一般长处和短处，并在表 3 之后提供了个别评注。

表 3 非木材替代材料的一般优势和弱点

	混凝土	钢材	玻璃纤维增强复合材料
相较经处理的木材的一般技术优势			
标准化的尺寸和规格	X	X	X
较少需要维护	X	X	-
不受真菌和害虫侵袭的影响	X	X	X
相较经处理的木材的一般技术弱点			
比木电杆更加昂贵（根据前期成本）	X	X	X
非木质电杆依靠“攀钩”等现有设备不能攀爬，而是意在提供它们自己的系统，比如“固定阶梯”	X	X	X
动物触电的风险增加，需要额外的绝缘措施	X	X	-
比木电杆更重	X	-	-

混凝土

118. 混凝土电线杆和枕木是一种标准化的产品，具有高抗拉强度（估计约有 8000 磅/平方英寸）和耐久性（美国环保局，2008 年 b）。这对源于雷击、火灾、震动、真菌和害虫以及大风的损害具有更强大的抵抗力（Bolin, 2011 年）。混凝土杆相比经处理的木材，比较不容易出现经处理的木材产品会出现的翘曲或扭曲现象（美国环保局，2008 年 b）。新西兰（新西兰，2014 年）指出，针对铁路枕木，新西兰国家铁路公司在 1991 年成功地转用混凝土，而混凝土目前已成为优先的材料选择。相比经化学处理过的木材，在理想位置的耐久性更高，维护需求较少而潜在的使用寿命更久，这证明了它在满足电线杆的结构需求方面具有高功效（美国环保局，2008 年 b）。一位制造商声称，混凝土杆的使用寿命有可能达到 75 年（Stresscrete, 2014 年），而加拿大（加拿大，2014 年 b）称，经处理的木材的平均寿命期估计为 70 年或更久（Mankowski, 2002 年）。其他对于混凝土杆可能寿命的估计为 50 年至 80 年，而对木电杆可能寿命的估计则为 20 年至 70 年。关于地理气候因素如何影响混凝土杆和木电杆的相对寿命问题，则没有详细资料。混凝土杆高度的耐久性和标准化的配比可以成为维持长久使用寿命以及防止在期限未到时无法使用的一个关键因素。相比经处理的木材，混凝土最重要的问题是重量，混凝土杆的重量是木质杆的三倍（Bolin, 2011 年）。混凝土电线杆的总重量会增加运

费和安装成本（美国环保局，2008年b），大规模采用混凝土电杆可能意味着整个工业需要“鸟枪换炮”。混凝土电杆的优势在于不需要使用持久的有毒化学品进行化学处理而将这些化学品释放到环境中，因此对于工人和环境健康具有益处。使用混凝土杆而不是木电杆（如果树木不是来源于商业管理的森林）另外的好处是利于森林生态系统保护和树木的养护；但从另一方面看，水泥和混凝土来自必然会被挖掘的有限资源，生产水泥会产生其他的环境影响，例如使用粉煤灰或其他有害物质，以及空气和水污染物的排放（隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案，2014b）；而由商业管理的森林中的木材制成的木电杆则代表了一种可更新资源。尽管混凝土杆的初期购买成本正如一些研究指出的那样比较高（美国环保局，2008年b），但这些成本差异在某种程度上可能会被增加的处置成本抵消，而且在电杆的使用寿命期间会有长期的成本节约。木材防腐剂行业开展的生命周期分析研究（Bolin，2011年和Aqua-e-Ter，2012年）得出结论认为，与木材产品相比，混凝土柱的制造过程对于自然资源（比如水）的需求量更大，更重要的是，会排放出更多的二氧化碳和空气质量污染物（研究假定经处理的木电杆和混凝土杆使用寿命相近）。混凝土杆还具有吸湿性，意味着它们更容易受到恶劣气候下的冰冻/解冻损害。美国环保局报告还引用了源自电力研究所（电力研究所，1997年）的数据，该所认为混凝土杆不能用于沿海/海事应用中，因为海盐会侵蚀混凝土。然而，一家大型混凝土杆制造商 StressCrete 指出，在专门针对特定环境进行配比的情况下，混凝土可以在淡水和盐水环境下有效使用。由于具备抗腐蚀性、耐久性和不需化学处理，它们被用在接近敏感水体的地方，并可以用于淡水和盐水环境下。混凝土结构的另一个缺点涉及寿命的终止：经处理的木电杆在使用寿命期内可能会在不同地方重新安装，而混凝土柱只能安装一次，虽然其材料能够循环利用——因为不必交付进行危险废物填埋。

钢材

119. 钢质电线杆一般制成空心结构，目的是使它们比经过处理木电杆更轻（轻30%至50%）却具有相似甚至更大的承载强度（美国环保局，2008年b；隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案，2014年；以及欧洲经委会，2010年）。重量减少也就减少了运费和安装成本。美国环保局和欧洲经委会的审查（美国环保局，2008年b和欧洲经委会，2010年）指出，钢杆可能会受到表面腐蚀，而这种腐蚀维护人员很难评估。它们也很容易受到地下腐蚀。然而，这两个问题都可以通过使用镀锌钢结构的方法解决（隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案，2014年）。扎曼扎德（2006年）说，仅仅在地下结构中使用镀锌钢可能并不充分。在评估杆的安放位置时必须谨慎行事，因为地下的镀锌钢可能会受到侵蚀（尤其是在酸性土壤中），从而极大地缩短使用寿命。应当在安装过程中以及在采取另外的必要措施（例如，耐腐蚀回填）时进行评估。钢结构的主要缺点是，在运输和安装过程中需要小心操作，因为它们很容易损坏（美国环保局，2008b和KMG五氯苯酚工作队，2014年）。美国环保局还指出，在负担超重的情况下，钢杆会弯曲而不是碎裂，这意味着在进行修理的时候，电力输送会中断（美国环保局，2008年b）。与任何金属结构的情况一样，使用钢杆发生触电事件的风险比较高，对象不仅仅是猛禽，还有工作人员（加拿大木材防腐协会，2014年），但是可以对这些电杆进行绝缘处理以避免这个问题。与混凝土结构不同，钢杆可以按需回收或者再次使用，类似于目前经处理的木材替代品（Bolin，2011年）。美国的几个公用事业单位（例如：内华达

州、亚利桑那州和德克萨斯州的奥斯汀公司）已经对使用钢材作为替代材料用于电线杆一事开展了调查（隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案，2014年），并在地理和气候条件的驱使之下、基于战略目标而将其纳入了发电网络。木材防腐剂行业进行的使用寿命分析（Bolin, 2011年）得出结论认为，相比木材产品，钢杆的制造过程需要消耗更多的自然资源，比如水，最重要的是，它会产生更多二氧化碳和空气污染物的排放。SCS 全球（2013年）和博林（2011年）进行的研究表明，钢杆的使用寿命在60年至80年之间，而木电杆的估计寿命为20年至70年。关于地理气候因素如何影响钢杆和木电杆的相对寿命问题，则没有详细资料。SCS 全球的研究设计了一个包含21项环境参数的矩阵，证明了钢杆使用寿命较长，而维护需求较少即意味着钢杆总体上的环境影响优于经处理的木电杆。

玻璃纤维增强复合材料(FRC)

120. 玻璃纤维增强复合材料制成的替代品对市场而言比较新，使用历史有限（加拿大木材防腐剂协会，2014年）。然而，玻璃纤维增强复合材料与钢材和混凝土一样，是一种具有已知规格的标准化材料（美国环保局，2008年b）。玻璃纤维增强复合材料杆与钢杆一样，比经处理的木电杆轻，也就意味着运费和安装成本较低。然而，玻璃纤维增强复合材料制品在拧下硬件的时候会扭曲（加拿大木材防腐剂协会，2014年），因此，安装部件可能会随时间推移而变松，这就使玻璃纤维增强复合材料一般不适于电杆和横担木等承重部件。玻璃纤维增强复合材料杆的设计目的是用于桅顶横杆和其他附件的特定配置。在绝大多数情况下，这种支柱的安装无法改动。玻璃纤维增强复合材料杆也可能容易受到紫外线辐射的影响，在炎热干燥气候下可能导致玻璃纤维增强复合材料层的剥落和整体结构变得脆弱（美国环保局，2008年b）。而且，玻璃纤维增强复合材料杆长度只能在55英尺以内，这就限制了一些取决于地形情况的应用（加拿大木材防腐剂协会，2014年）。木材防腐剂行业报告（Aqua-e-Ter, 2012年）还提供了生命周期分析，显示生产玻璃纤维增强复合材料杆的能源需求大于经处理的木材替代品，而且玻璃纤维增强复合材料杆将比经处理的木材具有更大的碳足迹，尽管这一点可以毒性较低以及处置成本较低来抵消（隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案，2014年）。

未经处理的木材替代品

121. 除了对经五氯苯酚处理过的木材使用非木材替代品以外，还可以使用对真菌和害虫的侵袭具有较强抵御性能的替代性木材。美国硬木品种实际的使用寿命最高可达25年而不需要化学处理（美国环保局，2008年b）。广泛使用硬木品种的主要问题是全球各地可用的实际储存量各不相同。雪松等耐腐木材和硬木可以不经化学处理而使用（欧洲经委会，2010年）。这些木材比经过化学处理的软木具有更大的机械强度，但是其初期购买价格要比经化学处理过的木材更高。转用更耐害虫攻击的硬木品种可能会产生不利影响，在经济方面木材价格更高，而林业和当地生态系统需要满足木材需求（美国环保局，2008年b）。使用硬木品种的功效视气候条件、应用情况和可得的适用库存变化而各不相同。这一点被相对五氯苯酚减少化学品的使用和对环境的排放而提高的效益所抵消。

热处理木材

122. 这种做法在低氧条件下对木材施以接近或高于 200 摄氏度的热处理，使其具备耐腐蚀性能同时保持尺寸稳定。主要用途限于地上非结构性使用，例如：壁板、铺板、地板、花园器具、操场用具、门窗框和室内家具。因此，热处理过的木材并非目前五氯苯酚用途（即，地下、接触地面、接触水和结构性的应用）的可行替代品。这种处理工艺视乎木材品种而有所差异，但不需要化学品。可用的六种主要工艺包括：碳化木（芬兰）、柏拉图木（荷兰）、Retification（法国）、Bois perdure（法国）、Westwood（美国、加拿大和俄罗斯）以及热油处理（德国）（欧洲委员会研究理事会，2001 年）。对各种方式的生产成本进行比较得出成本范围是 65 欧元/立方米至 160 欧元/立方米（Wang，未注明日期）。

123. 如果审美或天气条件不允许设置地上配电系统，那么埋设公用线路被认为是一个备选办法（隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案）。然而，并不清楚这种办法是否需要线路进行化学处理以防止腐蚀和虫害。尚不清楚埋设电线是否会产生额外的费用或带来其他的维护问题。

2.3.4 替代品概述

124. 前几章已经对重要的化学和非化学替代品进行了简要描述。在北美，铬化砷酸铜和杂酚油等化学替代品已经投入了大规模生产，而环烷酸铜和氨溶砷酸铜锌等新的替代品正在逐步普及。前一章还强调了市场上的化学替代品各自具有优势和弱点，在具体应用中不能直接与五氯苯酚互换。非化学替代品也是如此。此外，非化学替代品由于具有不同的结构特性，因此往往不可替代既有的木电杆传输线中的个别组合杆。表 4 提供了美国环保局对五氯苯酚替代品的评估中的成本比较（美国环保局，2008 年 b）。

125. 印度化学品理事会（印度化学品理事会，2014 年 a）单独阐述了五氯酚钠的使用，并说明，五氯酚钠的替代品至少需要 8 至 10 年开发、生产和制造才能达到与现在五氯酚钠产品具有竞争性的价率。在新西兰，五氯酚钠主要被用作防蓝变的材料而不是防腐剂，并且已于 1980 年代被淘汰，市场上存在各种可行的替代品（新西兰，2014 年）。表 4 中的数据表明，根据成本，使用五氯苯酚、铬化砷酸铜、杂酚油和环烷酸铜大致相同，而使用氨溶砷酸铜锌则每根木杆大约会贵出 20 美元。氨溶烷基铜铵的成本比其他产品高出很多，原因在于腐蚀性问题以及对不锈钢配件的需求。这个问题可能在使用氨溶烷基铜铵微粉的情况下不会出现。铜唑类的价格没有提供，但是它们预计会比五氯苯酚更贵。

126. 表 5 展示了非化学替代品的单杆价格，并考虑到了生产和安装以及维护的全部成本。虽然非化学替代品需要的维护费用比经处理的木材少，但是初装成本比较高，节省的费用不能抵消高出的前期费用（美国环保局，2008 年 b）。在考虑到预期使用寿命较长这一点的情况下，成本相当。这一立场是基于一项案例研究，在这项案例研究中，一个大型配电单位发现，在其负责维护的 200 000 多根电线杆中，480 根已安装的钢杆相比 480 根经化学处理过的木杆在生命周期成本方面能节省 10%至 20%的费用（钢铁市场发展研究所，2011 年）。

表 4 美国环保局（2008 年）对化学替代品的报价概要

化学替代品——经处理的“每根电线杆”的成本							
五氯苯酚	铬化砷酸铜*	杂酚油	环烷酸铜	氨溶砷酸铜锌	氨溶烷基铜铵**	铜唑类	硼酸钠***
199 美元	197 美元	198 美元	200 美元	220 美元	240 – 287 美元	-	-

* 成本包括软化剂的 20 美元

** 成本包括需要的不锈钢配件费用，每根 37 美元至 75 美元不等。

*** 注意，硼酸钠不适宜作为五氯苯酚的替代品，因为它们是一种非固定防腐剂。

表 5 美国环保局（2008 年）对非化学替代品的报价概要

非化学替代品——“每根电线杆”的生产、安装和维护费用成本			
经处理的木材	旋制混凝土	钢材*	玻璃纤维增强复合材料
800 美元	1750 美元	1370 美元	1650 美元

* 阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案注意到 SCS 全球（2013 年）开展的一项独立研究认为，根据对整个生命期进行的评估并考虑到降低的维护成本，钢材与经处理的木材价格相当。

2.4 实施可行控制措施的社会影响的相关资料综述

2.4.1 健康问题，包括公共健康、环境健康和职业健康

127. 风险简介引证了与五氯苯酚和五氯苯甲醚有关的人类健康和环境问题，这些问题据称是源于五氯苯酚和五氯苯甲醚对水生生物具有高毒性，对陆生生物具有中毒性。有证据显示，一些亚致死的影响也有可能对水生和陆生生物造成伤害。对鸟类的影响表明，最大程度的变化有可能是从无毒到高毒。对野鸭和野鸡而言，亚致死影响包括孵化出的雏鸟数量减少，而在水生环境中，亚致死影响包括对生殖、存活和生长的损害。对人类而言，五氯苯酚已经在人类血液、尿液、精液、乳汁和脂肪组织中检出，可以证明接触史，因此，它对于胎儿、婴儿和成人都可能有害。除此以外，相比其他的含氯化合物，五氯苯酚是血浆中检测到的主要污染物之一，一些流行病学和行业健康研究（主要针对吸入和皮肤接触）已经将其与各种癌症联系起来。（进一步的资料可以见 UNEP/POPS/POPRC.9/13/Add.3、2014 年隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案，以及美国环保局，2008 年 a）。五氯苯酚和五氯苯甲醚的持久性意味着释放的影响可能会长期持续，尽管风险简介指出，某地如果存在长期监测数据，那么空气和生物区系中的五氯苯酚和五氯苯甲醚浓度就会降低。

128. 位于新西兰威灵顿的公共健康研究中心开展了一项研究（公共健康研究中心，2007 年）并得出结论认为，在停止使用和接触五氯苯酚几十年后，部分曾经接触过五氯苯酚的前木材工人仍然会呈现一些不利的健康影响（包括身上的和神经心理上的），并且提高的二噁英血清水平仍然维持不变。

129. 根据审查的证据，隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案（2014 年）回应声称，将五氯苯酚列入《斯德哥尔摩公约》将产生积极的人类健康和环境影响。瑞典（2014 年）的回应还强调，控制五氯苯酚的使用将有助于减少二噁英和呋喃的排放（更多信息见瑞典环保局，2009 年）。

130. 加拿大《关于五氯苯酚的重新评价决定》（害虫管制局，2011 年）确定了木材处理设施的某些职业任务中的潜在健康风险。然而，它指出，风险很可能被过高估计，因为评估所依据的是对在行业广泛采用风险减少措施之前发生的接触的估计。因此，它得出结论认为，只要此类设施执行各项新的风险减少措施和充分的控制措施，目前登记的五氯苯酚用途就可以接受。美国环保局《关于五氯苯酚的重新评价决定》同样得出结论认为，含有五氯苯酚的产品可以重新登记，前提是采取风险减轻措施。除此以外，美国和加拿大对附件 F 的回应指出，各种替代品也并非没有健康和环境风险（见第 2.3 节）。因此，以一种或多种替代品代替五氯苯酚可能会也可能不会极大地减少总体风险隐患（美国，2014 年 b）。

131. 采用替代物，尤其是非化学品替代物，将减少在五氯苯酚制造、使用和处置的相关过程中接触五氯苯酚。实施有效替代物将降低对人体和环境的潜在风险。

132. 美国国家毒理学计划在《致癌物报告》中最新发表的一项研究（2014 年 9 月）指出，五氯苯酚及其合成品的副产品“可合理预测为人体致癌物”（美国卫生和公众服务部，2014 年）。美国环保局在持久性有机污染物审查委员会第十次会议上指出，这种新的分类不会修改 2008 年的决定。美国环保局将该新信息作为登记审查程序的一部分进行审议。

133. 加拿大还指出，虽然进一步限制目前登记的五氯苯酚用途和逐步采用替代品可能会减少五氯苯酚和五氯苯甲醚对环境的释放，但是这是否将产生净环境和健康风险减少则并不明确。加拿大报告说，目前源于登记用途的五氯苯甲醚/五氯苯酚的增加尚未相对于历史上五氯苯甲醚的其他全球使用或来源（例如六氯苯的代谢）进行适当定性，因此不可能预测对加拿大的使用采取现有的或额外的控制措施是否将导致产生积极的健康或环境影响。尤其是，加拿大指出，加拿大阿勒特（努纳武特省）高纬度北极研究站自 1993 年至 2011 年有关五氯苯甲醚的空气监测数据显示 2003 年以来五氯苯甲醚的浓度急剧下降，尽管加拿大还在继续使用五氯苯酚并且水平略有上升（见第 2 节和加拿大，2014 年）。然而，观察到的北极五氯苯甲醚的减少可能反映了全球范围内减少五氯苯酚使用的情况，而不一定与加拿大的使用情况相关。

2.4.2 农业、水产业和林业

134. 尽管农业中的使用（例如：除草剂、脱叶剂或杀菌剂）已经因为替代品可用且可行而大大减少，但是在《公约》下禁用五氯苯酚将确保更大的透明度和合规性以确保消除任何余下的使用。这将对农业用地、养殖水域和食品带来健康和环境效益，防止五氯苯酚和相关二噁英和呋喃的进一步污染（隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案，2014

年)。然而，美国反驳说，任何对人类健康和环境的效益的意义都需要经过仔细评估，并与替代品使用的增加量作比较（美国，2014年b）。

135. 此外，隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案（2014年）的回应声称，用非化学替代材料制成的杆替代经处理的木电杆将有助于保护森林和森林生态系统。然而，其他缔约方和观察员（加拿大，2014年和印度化学品理事会，2014年）声称，五氯苯酚可以延长经处理木材的使用寿命，因此也有助于森林养护。除此以外，KMG五氯苯酚工作队（2014年）指出，有些森林是特别规划用以生产适合用作电线杆的高价值木材的，这些森林也有助于碳固存。

2.4.3 生物区系

136. 《风险简介》（UNEP/POPS/POPRC.9/13/Add.3）引证了五氯苯酚和五氯苯甲醚对水生有机体具有高毒性，尽管报告的环境监测浓度通常低于预期将造成环境影响（尤其是在偏远地区）的水平。然而，该风险简介得出结论认为，考虑到五氯苯酚/五氯苯甲醚广泛分布的情况，可测量水平的五氯苯酚/五氯苯甲醚频频在生物区系中发现，而五氯苯酚和五氯苯甲醚具有一种内分泌的行动方式，不能排除环境影响。风险简介还指出，五氯苯酚已经显示在若干动物物种中会产生对免疫系统的不良影响。神经毒害影响也体现在体外系统的报告中，如同在体内脑组织变化中一样，以及反映在动物神经功能测试中。隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案（2014年）的回应预计，禁用五氯苯酚将对生物区系和生物多样性产生积极影响。

137. 然而，上述观察员还指出，各种含铜化学替代品也存在对水生生物的危害。上文讨论的其他一些化学替代品可能释放对无脊椎动物、鱼类和野生动植物有害的物质（例如：杂酚油会释放生物累积性的多环芳烃，铬化砷酸铜会释放砷等致癌物质，还有铜，对水生有机体具有毒性）。

138. 关于非化学替代品，动物触电风险的增加要求对金属性的和其他导电的材料采取充分的绝缘措施（美国环保局，2008年b）。这些风险可以有效降低。

2.4.4 经济方面

139. 目前使用五氯苯酚及其盐类和酯类的若干国家认为，将五氯苯酚列入《公约》会带来消极的经济影响。尤其是加拿大指出这项禁止将会对使用五氯苯酚的重型木材处理行业（目前各地有9个工厂使用这种物质）产生不利影响，并强调加拿大广泛使用五氯苯酚处理木质电线杆。按照每杆2000美元左右替换成本计算，他们认为在延长电线杆的使用寿命方面存在很大的经济效益。加拿大报告说，经五氯苯酚（“penta”）处理的木杆在加拿大销售的年营业额为3800万至4500万加元，而每年在加拿大处理并出口到美国的“penta”杆的价值是7200万至8000万加元。而且，加拿大强调，由于杂酚油未来的可得性不确定（与钢材的生产有关），五氯苯酚作为其替代品在铁路枕木方面的用途非常重要。最后，它指出，虽然为其他登记用途而用于木材处理的五氯苯酚数量不是很大，但是某些使用，比如在桥梁木和其他建筑方面的使用对于延长重要木质基础设施的使用寿命可能很有价值（加拿大，2014年）。

140. 印度化学品理事会认为，五氯酚钠是印度国内木材防腐、因此也是森林养护必不可少的。他们指出，至少需要 8 至 10 年才能在印度开发、生产和推广具有成本效益的五氯酚钠替代品。在这方面，印度化学品理事会强调，木材工业对一个木材需求估计将从 2005 年的 5 800 万立方米增加到 2020 年的 1.53 亿立方米的国家具有极大的社会经济重要性（印度化学品理事会，2014 年）。

141. 隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案（2014 年）表达的观点指出，一些替代品生产者和使用者可能会获得经济效益。尽管替代材料可能前期成本较高（例如：钢材或混凝土），但是它们可能具有更长久的使用寿命并且每公里所需的杆数较少，这就使其在某些情况下具有了成本竞争力（更多详细信息见第 2.3.3 节）。隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案（2014 年）还认为，禁止生产应该不会产生重大经济影响，因为五氯苯酚只是由一家总部位于美国、制造设施位于墨西哥、配方设施位于美国的公司生产的（KMG，2014 年）。（隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案，2014 年）。然而，美国（2014 年 c）反驳说，美国目前使用的经防腐剂处理过的木质电线杆大约有 1.30 亿至 1.35 亿根（美国环保局，2008 年 b），由于大量公用事业公司使用木电杆而且它们的替换和处置存在相关成本，可以确定化学品使用者将受到重大影响。

2.4.5 推进可持续发展

142. 根据隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案，消除五氯苯酚符合 2006 年通过的《国际化学品管理战略方针》（《化学品管理方针》），它产生于约翰内斯堡可持续发展问题世界首脑会议（2002 年）。《化学品管理方针》建立了化学品安全、可持续发展与减贫之间的必要联系。《国际化学品管理战略方针全球行动计划》中包含支持降低风险的具体措施，其中包括为持久性物质、生物积聚物质和有毒物质确定安全和有效替代品的优先次序（根据隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案，2014 年）。

143. 加拿大很重视五氯苯酚为可更新森林资源的可持续使用所作出的贡献，因为其具有木材防腐性能，可以延长木电杆的平均使用寿命达到 70 年（加拿大，2014 年，根据 Mankowski 等，2002 年），并于最近得出结论认为五氯苯酚可以继续登记。

2.4.6 社会成本（就业等）

144. 在目前使用五氯苯酚及其盐类和酯类的国家中，会因有利或不利的经济影响而造成社会影响。鉴于许多国家都以替代品代替五氯苯酚，隶属国际消除持久性有机污染物网络的阿拉斯加应对有毒物质社区行动方案（2014 年）预计消除五氯苯酚几乎不会带来相关的社会成本。

145. 在那些生产和使用该种物质的国家（例如：墨西哥、美国、加拿大），假定那些设施需要停止生产，则可能出现消极的社会影响。尤其是墨西哥的生产工厂雇用了 50 多个人，并且据称已经成为当地社区一个重要成员长达四分

之一世纪以上（KMG，2014年）。然而，可能会出现一些分配效应，比如就业会随着替代品的使用而增加，但是可能是在不同的地点/国家。

2.5 其他考虑因素

2.5.1 获取信息和公共教育

146. 在保加利亚，关于五氯苯酚的信息公布在卫生部关于生物灭杀剂的网站（<http://www.mh.government.bg>）以及保加利亚食品安全局关于植物保护产品的网站（<http://www.babh.government.bg>）上。

147. 在荷兰，进口可能含有五氯苯酚的产品的公司从下列网站获取信息：<http://www.antwoordvoorbedrijven.nl/regel/pentachloorfenol>。荷兰食品与消费品安全局在下列网站将有关服装和纺织品中五氯苯酚的规定公之于众：<https://www.vwa.nl/onderwerpen/consumentenartikelen/dossier/kleding-en-textiel/eisen-produceren-en-verhandelen-kleding-en-textiel/chemische-eisen-textiel-en-leer>。

148. 美国环保局的杀虫剂方案办公室将五氯苯酚作为一种木材防腐剂在美国国内加以管理。关于五氯苯酚登记情况的所有公开文件都公布在下列网站：<http://www.epa.gov/oppsrrd1/reregistration/pentachlorophenol/>。

149. 在加拿大，关于五氯苯酚的若干文件提供了关于必要的控制措施信息以及关于工作中使用木材防腐剂情况下的最佳管理实践信息，这些文件公布在加拿大害虫管制局的网站（<http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/branch-dirgen/pmra-arla/index-eng.php>）以及加拿大环境部的网站（通过出版物目录<https://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=En&n=FD9B0E51-1>）上。

2.5.2 控制和监测能力的现状

150. 在加拿大，害虫管制局负责并与其他监管部门合作，通过制定战略/方案、教育活动和针对不合规情形的执法行动来促进遵守使用五氯苯酚的条件规定。五氯苯酚木材防腐设施需要遵守加拿大环境部的技术建议文件（加拿大环境部，2004年b），该文件就日常工作场所、生物和环境监测提出了建议。除此以外，加拿大木材防腐认证机构（CWPCA）开展了一项第三方认证计划，以确保经认证的工厂符合技术建议文件规定的各项要求（加拿大，2014年）。

151. 加拿大阿勒特高纬度北极研究站自1993年起开展了关于五氯苯甲醚的空气监测并仍在持续进行（Hung，2014年，未发表）。除此以外，加拿大目前收集了五大湖流域的空气样本，最近已经开始排查五氯苯甲醚（加拿大，2014年）。

152. 关于五氯苯酚释放的数据可在美国环保局《有毒物质释放清单》（TRI）网站获取：<http://www.epa.gov/tri/tridata/>。根据2012年报告的数据，总共有234 240磅（106 259千克）五氯苯酚被释放到环境中，但其中99%是在受《资源保护与回收法》（RCRA）规范的危险废物填埋中（美国，2014年）。联合国指出经处理的木材在使用中挥发的重要性（因为这一项可能还没有被纳入上述数据）：这种释放2012年仅仅在联合王国估计就有300 000千克。

153. 欧盟根据《欧洲水务框架指令》（2000/60/EC）对水中的五氯苯酚进行了监测，该文件将五氯苯酚认定为一种“首要物质”。除此以外，自 2004 年以来，瑞典环保局每年都监测污泥和污水中的五氯苯酚浓度（瑞典，2014 年）。五氯苯酚还被纳入了《欧洲污染物释放及转移登记（E-PRTR）条例》（EC No. 166/2006），它要求欧盟所有的装置都具备综合污染预防和控制（IPPC）制度规定的环境许可，以评估其对空气、土地和水的排放并每年报告给成员国主管部门（污染物释放及转移登记，2006 年）。通常这些评估由监测、模拟和计算估值组成。

154. 保加利亚的控制和监测机构包括：保加利亚食品安全局负责植物保护产品的授权和登记或重新登记；卫生部负责生物灭杀剂的授权；环境与水资源部负责控制化学品和混合物的市场投放及使用；国家海关机构负责控制进出口（保加利亚，2014 年）。

155. 在塞尔维亚，关于空气和水污染物的数据收集和监测由塞尔维亚环保局负责。2012 年的地表水和地下水监测结果揭示，在从多瑙河收集的所有月度样本中，五氯苯酚的浓度低于 0.01 微克/升（塞尔维亚，2014 年）。

156. 斯里兰卡根据 1980 年第 33 号《杀虫剂控制法》建立了一套制度以控制包括持久性有机污染物杀虫剂在内的所有杀虫剂的进口，由杀虫剂登记官办公室负责。根据 1969 年第 01 号《进出口控制法》确定了特定的海关编码，以便在入境处控制五氯苯酚及其盐类和酯类（斯里兰卡，2014 年）。

3. 信息综述

3.1 风险简介信息概述

157. 五氯苯酚（PCP）是一种有机氯化物，主要用作油基木材防腐剂。自从 1930 年代被引进以来，它还被用作生物灭杀剂、农药、杀虫剂、消毒剂、脱叶剂、防木材变色剂、抗微生物剂，并被用于生产月桂酸五氯苯酯（PCP-L）。五氯酚钠盐（Na-PCP）的用途与五氯苯酚相似，而且容易分解产生五氯苯酚。五氯苯甲醚并未用作商业化学品或农药，也未有意直接释放到环境中。它可以通过五氯苯酚和诸如六氯苯（HCB）、五氯硝基苯（PCNB）和林丹等其他化学品在环境中的转化而生成。五氯苯酚和五氯苯甲醚之间的关系包括降解途径分厂复杂，五氯苯酚并非五氯苯甲醚的唯一来源。在建议将这些物质添加到《斯德哥尔摩公约》中的提案下，五氯苯酚和五氯苯甲醚应当结合起来作为五氯苯酚及其盐类和酯类加以考虑。

158. 五氯苯酚和五氯苯甲醚具有肝毒性、致癌性、免疫毒性、神经毒性和生殖毒性。应当注意，其中部分危害可能由一种内分泌行动模式引发，而关于这种行动模式是否存在门槛的问题，科学界缺乏共识。鉴于在人类之中观察到的五氯苯酚/五氯苯甲醚浓度，上述毒性对人类健康的不利影响不能排除。

159. 五氯苯酚和五氯苯甲醚对水生有机体具有高毒性。报告的环境监测浓度一般低于预期会产生、尤其是在偏远地区产生环境影响的水平。然而，鉴于五氯苯酚/五氯苯甲醚的广泛分布，可测量的五氯苯酚/五氯苯甲醚水平频频出现在生物区系中，而且五氯苯酚和五氯苯甲醚具有一种内分泌行动模式，因此环境影响不能排除。

160. 五氯苯甲醚部分溶于水，在土壤以及水生系统中的分区沉积物里有可能无法移动或只能稍微移动。根据亨利定律常数，它可能会从潮湿的土壤和水生系统中挥发出来，但是在实验室条件下，只能观测到在水中的挥发性而观测不到在土壤中的挥发性。五氯苯甲醚符合附件 D 中生物累积的标准。经实验室研究中预测和观测到的挥发性证明，以及对遥远地方的空气和雪的探测，五氯苯甲醚可能长距离传送到遥远的地方。

161. 五氯苯酚和五氯苯甲醚在世界各地包括偏远区域的空气、水、土壤和生物区系中都已探测得出，这反映了其移动性和远距离传送的可能性。五氯苯甲醚在空气中相比五氯苯酚占有更大的主导地位，而五氯苯酚在土壤、沉积物和污泥中相比五氯苯甲醚的浓度更高。在生物区系中，五氯苯甲醚和五氯苯酚浓度相当。在有长期监测数据的地方，五氯苯酚和五氯苯甲醚在空气和生物区系中的浓度在逐步降低。

162. 五氯苯酚的制造、使用和处置是二噁英和呋喃的来源。

163. 五氯苯酚和五氯苯甲醚由于其远距离环境迁移，有可能对人类健康和/或环境产生重大不利影响，必须对其采取全球性行动。

3.2 风险管理评估信息摘要

164. 五氯苯酚是由一家制造商在墨西哥的一处生产设施中制造的（6 600 吨/每年），然后在美国的一处配方设施中按配方制成制造业浓缩物（7 000 吨/每年）。另外，印度每年也生产并消耗 1 500 吨的五氯酚钠（仅供用于木材的处理）。五氯苯酚市场的主要份额在北美。

165. 五氯苯酚过去曾经有多种用途，现在已经被逐步淘汰了。余留下来的主要用途是在木材防腐剂中用于防止真菌和害虫的损害，尤其是用于电线杆和横担木，还有针对铁路枕木（横木或“枕木”）以及室外建筑材料的一些次要用途。

166. 五氯苯酚在木材处理方面的使用已经被包括印度尼西亚、厄瓜多尔、摩洛哥、澳大利亚、斯里兰卡和新西兰以及欧盟成员国在内的许多国家禁止或严重限制。然而，五氯苯酚作为重型木材防腐剂的用途在美国和加拿大仍然非常重要。在这些国家，某些情况下会使用基于铜砷酸盐和杂酚油的替代化学处理方法；那里以及其他地方的基础设施网络还会制造和使用非化学替代材料，例如混凝土和钢材。

167. 目前存在一些化学替代品（例如：铬化砷酸铜、杂酚油、环烷酸铜、氨溶砷酸铜和硅酮聚合物），在价格和应用工艺方面可与五氯苯酚媲美。然而，这些替代产品并不能直接替换，其中部分具有毒性问题（例如铬化砷酸铜和杂酚油），对于任何特定的应用而言具有各自的优点和缺点。

168. 经五氯苯酚处理过的木材也有非化学替代品，在某些情形下可能具有更长的寿命、具有较低的维护成本、抗虫害/火灾性能和标准化的规格（木材则很难实现，因为是一种自然产物）。初期的制造和安装成本远远高于经处理的木材，但是其他成本可能较低（例如运费）。还应当指出，混凝土和钢材产品可以回收利用，而经五氯苯酚处理过的木材则必须视作有害废物加以处置。

169. 不同生命周期分析得出了不同的结论，有一些显示它们的生命周期成本和环境影响较优，而另一些显示它们在这些方面不如经处理的木材，莫衷一是。有证据表明，在美国一些地方，部分公用事业公司已经开始使用/纳入了比木质电线杆更轻（意味着运费更低）同时具有耐久性和强度的钢质电线杆。然而，反对观点强调了钢结构导电性更高，表面需要加以保护防止腐蚀（通常是通过镀锌），还有钢结构在运输和安装过程中受到损害的风险更高（美国环保局，2008年b和KMG五氯苯酚工作队，2014年）。

3.3 可能的风险管理措施

170. 根据第 POPRC-9/3 号决定，对五氯苯酚及其相关化合物必须采取全球行动。将五氯苯酚列入附件 A 符合这一有意生产的物质的持久性有机污染物特性。第 2.1 节对建议的可能控制措施备选办法进行了详细评估，可以概述如下：

(a) 五氯苯酚可列入附件 A

将五氯苯酚列入附件 A 将可发出明确信号：必须逐步淘汰五氯苯酚的生产和使用。考虑到还没有为当前的某些用途开发出替代品，这一列入做法也可能对某些加入《公约》的国家对该物质的使用产生影响。如果当地条件下没有适当的替代品，可能很难制定或适用某些关键用途的特定豁免，不过，除其他原因之外，考虑到通常的时限为五年，特定豁免的时限可能会被延长。

所有缔约方都可以实行这种备选办法，在这种情况下各缔约方可不必对豁免进行登记。这也意味任何关于时间的限制都将载于附件 A 的新增部分。所提供的资料显示，对于某些用途，目前很难确定此种时间限制。

(b) 附件 A 不附带特定豁免。全世界广大国家已经替换掉了五氯苯酚，包括其在木材处理方面的用途，这一事实表明完全禁止其使用在技术上是可行的。禁止销售和使用五氯苯酚将减少并最终消除五氯苯酚对环境的释放（经过漫长时期，鉴于使用中的物品的持续释放）。如果给予仍然认为某些使用至关重要的国家一个过渡期，那么不附带特定豁免的禁止就会比较容易。它将要求在电线杆等关键用途上以可用的化学替代品或替代材料代替五氯苯酚。然而，应当注意到，目前一些替代品存在技术可行性问题（例如，与气候条件有关），而且就使用不同替代品代替五氯苯酚的某些应用是否存在净健康/环境效益问题似乎尚未达成共识。在《公约》中列入一项豁免似乎比较适宜，即五氯苯酚的生产仅限于特定的使用。为了阻止以其他对环境有害的物质代替五氯苯酚，提供有关选择五氯苯酚替代品的标准的指导可能也具有意义；

(c) 附件 A 附带特定豁免。尽管这个办法不会产生立即消除五氯苯酚的结果，但是它可以通过规定特定的豁免（例如针对电线杆和横担木的工业木材防腐用途，而其他用途则不允许）来提供一个逐步淘汰的期间，并克服立即禁止做法确定存在的技术可行性问题。因为它具有时间限制，对替代品的进一步调查和登记以及此类限制也可能与控制释放与排放的要求有关。这个办法使各缔约方有义务为此目的登记它们生产/使用五氯苯酚的意图。限制可以极大地减少与替换有关的成本，同时允许那些仍然认为其使用非常重要的国家采取比较缓慢的步骤实现替换。然而，相比纳入附件 A 而不附带豁免的做法，这一做法

鲜能产生立即减少环境和人类对五氯苯酚接触的结果。目前尚不明确转用已确定的替代品可否为人类健康和环境带来净效益；

(d) *五氯苯酚可列入附件 B，附带可接受的用途*

除附件 A 特定豁免描述的上述条件外,由于目前还不确定多种关键用途在今后五到十年间是否能有替代品,因此五氯苯酚列入附件 B 可允许某些可接受用途。

(e) 有关上一点,各种限制还可以与*控制排放措施*相关联。控制排放的要求可以采取各种不同形式,而理想形式就是针对可能出现排放的所有生命周期阶段。加拿大的各项技术建议文件提供了一个技术可行的控制工业设施排放的方式的例子,而《经工业处理过的木材用户指导文件》(加拿大环境部,2004年 a)包含各种控制木材使用和处置中的释放的措施;

(f) 含有五氯苯酚的库存和废物应遵守第 6 条的规定。经压力处理过的木材在使用寿命届满时仍然包含一些五氯苯酚,需要根据第 6 条的规定进行处置。因为焚烧可能导致无意中生成二噁英,《公约》附件 C 的规定可能具有相关意义;

(g) 除此以外,对经五氯苯酚处理过的木材进行标记或标明品牌应当帮助促进完全遵循《公约》第 6 条对库存和废物实施环境无害化管理;

(h) 五氯苯酚制造过程中无意生成的诸如二噁英和呋喃等的杂质应当是已经通过将这类物质纳入附件 C (无意的释放)解决了。然而,五氯苯酚还被认为是一种类似于多氯联苯(PCB)或五氯苯的副产品,因此,将五氯苯酚本身作为无意的生产纳入该附件可以认为具有相关性,即使它不是风险简介确定的主要来源。除此以外,各缔约方还可以考虑执行水、土壤、沉积物或食物中的*最高可容忍量*。遵循此类水平可以帮助限制人类和环境对五氯苯酚的接触,由此产生额外的效益。在这种情况下,可能需要对因历史上五氯苯酚的使用而遭受污染的土地进行矫正,正如若干国家正在做的那样(往往成本高昂)。可以探索为发展中国家或经济转型国家提供分析和矫正成本方面的技术援助。

171. 总之,建议的控制措施是五氯苯酚及其相关化合物应当列入《公约》。这符合这种有意生产的物质的持久性有机污染物特性,并将给出一个明确信号:必须逐步淘汰五氯苯酚的生产和使用。委员会不建议将五氯苯酚、其盐类和酯类列入附件 C。

4. 结论声明

172. 委员会决定将五氯苯酚、其盐类和酯类包括它的转化产物五氯苯甲醚可能由于远距离环境迁移而对人类健康和/或环境产生重大不利影响,必须对之采取全球行动;

173. 持久性有机污染物审查委员会已编制一份风险管理评估并审议了管理备选方案,并根据《公约》第 8 条第 9 款建议斯德哥尔摩公约缔约方大会考虑按下文所述将五氯苯酚及其盐类和酯类列入《斯德哥尔摩公约》的附件 A,并为此规定相应的控制措施:

- 一、五氯苯酚、其盐类和酯类不应享受任何特定豁免；
- 二、五氯苯酚的生产仅可用于处理电线杆和横担木的工业木材防腐用途；
- 三、若符合以下情况，可允许用于上文第（二）段描述的用途：
 - （一）处理设施必须遵守风险管理/最佳管理实践，以便尽可能降低人类和环境对五氯苯酚的接触。
 - （二）享有特定豁免/可接受用途的缔约方应设定水、土壤、沉积物或生物群中的最大残留量水平，并执行监测方案；
- 四、使用五氯苯酚处理的物品不应重新用于特定豁免之外的其他用途；
- 五、生产和/或使用五氯苯酚的缔约方应酌情考虑诸如《公约》附件 C 第五部分所载的有关最佳可行技术和最佳环境实践的一般性指导的相关部分等提供的指导。

174. 此外，各缔约方应确保公开发布关于防止五氯苯酚在生产和使用过程中排放的最佳实践的指导文件。此类指导文件的一个例子是加拿大环境部《木材防腐设施的设计和运作建议》。

175. 为减少和最终消除对这些化学品的生产和/或使用，缔约方大会应鼓励：

- (a) 使用这些化学品的各缔约方在出现合适的替代物质或方法时，采取行动逐步淘汰它们的使用；
- (b) 生产和/或使用这些化学品的各缔约方制定和实施一项行动计划，将此作为《公约》第 7 条规定的实施计划的一部分；
- (c) 各缔约方在其能力范围内，促进为使用这些化学品的缔约方研究和开发安全的化学和非化学替代品、工艺、方法和战略，此种研究和开发应符合那些缔约方的国情。在考虑替代品或不同替代品的结合时，应予以重视的因素应当包括这些替代品对人类健康的危害及环境影响。

176. 委员会认为，使用五氯苯酚、其盐类和酯类的物品不应用于家用或住宅用途，例如住宅和公共建筑。

177. 必须采取相关措施，确保使用五氯苯酚处理的物品在其整个生命周期内，能够通过使用标签或其他方式易于识别。

178. 委员会不建议将五氯苯酚、其盐类和酯类列入附件 C。

参考文献

[ACAT/IPEN 2014] The Alaska Community Action on Toxics with International POPs Elimination Network and contributions by Beyond Pesticides 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[ACAT/IPEN 2014b] Comments on Draft Risk Management Evaluation by ACAT/IPEN

[Argentina 2014] Argentina 2014. Communication for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, February 2014.[Bulgaria 2014] Bulgaria 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[Canada 2014] Canada 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[Canada 2014b] Comments on Draft Risk Management Evaluation by Canada

[China 2014] China 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[Croatia 2014] Croatia 2014. Communication for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[Ecuador 2014] Ecuador 2014. Comments on Draft Risk Management Evaluation by Ecuador

[Germany 2014] Federal Republic of Germany 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[ICC 2014] Indian Chemical Council 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[ICC 2014b] Indian Chemical Council, 2014 – Response from Ganesan Shunmugam on active uses of Na-PCP.

[ICC-ES 2013] ICC Evaluation service, 2013, Wolmanized® Outdoor® Preservative-Treated Wood. Website http://www.icc-es.org/Reports/pdf_files/load_file.cfm?file_type=pdf&file_name=ESR-1721.pdf.

[Mexico 2014] Response from Ives Enrique Gomez Salas, International Affairs Unit Mexico for clarification on Mexico active uses for PCP

[Morocco 2014] Morocco 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.[Nepal 2014] Nepal 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[Netherlands 2014] Netherlands 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[Netherlands 2014b] Comments on Draft Risk Management Evaluation by the Netherlands

[New Zealand 2014] Comments on Draft Risk Management Evaluation by New Zealand

[PCPTF-KMG 2014] Pentachlorophenol Task Force and KMG-Bemuth 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[PCPTF-KMG 2014b] Comments on Draft Risk Management Evaluation by PCPTF-KMG[Romania 2014] Romania 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[Serbia 2014] Republic of Serbia 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[Sri Lanka 2014] Sri Lanka 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[Sri Lanka 2014 b] Comments received from the POPRC member from Sri Lanka during the meeting.

[Sweden 2014] Sweden 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[Sweden 2014b] Comments on Draft Risk Management Evaluation by Sweden

[USA 2014] USA 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

[USA 2014b] Comments on Draft Risk Management Evaluation by USA

[WPC 2014] Wood Preservation Canada 2014. Format for submitting pursuant to Article 8 of the Stockholm Convention the information specified in Annex F of the Convention, January 2014.

其他参考文献：

- [Aqua-e-Ter 2012] Aqua-e-Ter, 2012, ‘Conclusions and summary report on an environmental life cycle assessment of utility poles’, Published by the Treated wood council.
- [ATSDR 2002] Agency for Toxic Substances and Disease Registry, ‘Public health statement for creosote’, September 2002
- [Bolin 2011] Bolin et al, 2011, ‘Life cycle assessment of pentachlorophenol –treated wooden utility poles with comparisons to steel and concrete utility poles’ Published in Renewable and sustainable energy reviews (2011) pp2475-2486
- [BOPRC 2014] Bay of Plenty Regional Council, Kopeopeo Canal Contamination Remediation Project, <http://www.boprc.govt.nz/environment/pollution-prevention-and-compliance/contaminated-sites/kopeopeo-canal-contamination-remediation-project/>, accessed 21 March 2014.
- [Bush 2013] Bush, R and Wolf, G, Superstorm Sandy – Partners Respond, Transmission & Distribution World
- [Canada 1990] Canada 1990. Wood Treatment Materials: Note to CAPCO C90-10. Agriculture Canada Food Production and Inspection Branch Pesticides Directorate. August 1, 1990.
- [CCME 1997] Canadian Council of Ministers for environment, March 1997, ‘Canadian soil quality guidelines for pentachlorophenol: Environmental and human health’.
- [CDC 2013] Centers for Disease Control and Prevention, Guidance document on hexavalent chromium : <http://www.cdc.gov/niosh/topics/hexchrom/>
- [CPHR, 2007] McLean D, Eng A, ‘t Mannelje A, Walls C, Dryson E, Cheng S, Wong K, Pearce N. Health outcomes in former New Zealand timber workers exposed to pentachlorophenol (PCP), Technical Report No. 20. Wellington: CPHR, 2007.
- [Cooper and Radivojevic, 2012] Cooper and Radivojevic, ‘A review of regulatory instruments to minimize the risks and releases of toxic substances from the wood preservation industry’, prepared for Environment Canada 12th January 2012
- [Dubey 2010] Dubey B, Townsend T, Solo-Gabriele H (2010) Metal loss from treated wood products in contact with municipal solid waste landfill leachate. J Hazard Mater 175:558-568. doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.10.042.
- [ECRD, 2001] European Commission Research Directorate (2001) Review on heat treatments of wood, edited by A.O. Rapp; Cost action E22; Environmental optimisation of wood protection
http://thermotreatedwood.com/Worldwide/review_heat.pdf and
<http://www.thermotreatedwood.com/World%20wide.html>
- [Environment Canada 2004a] Environment Canada, ‘Industrial treated wood users’ guidance document’ version 1 September 2004.
- [Environment Canada 2004b] Konasewich et al, 2004, ‘Technical guidelines for the design and operation of wood preservation facilities’, Published by Environment Canada
- [Environment Canada 2013] Environment Canada, 2013, ‘Recommendations for the design and operation of wood preservation facilities: technical recommendations document’ Published by Environment Canada in collaboration with the Pest Management Regulatory Agency of Health Canada and Wood Preservation Canada.

- [Environment Canada 2014] CWPCA 2014, Canadian Wood Preservation Certification Authority Certified Plants, January 2014.
- [EPRI 1997] EPRI, 1997. *Pole Preservatives in Soils Adjacent to In-Service Utility Poles in the United States.*, WO2879 and WO9024. ESEERCO Research Project EP92-37, Electric Power Research Institute TR-108598.
- [EU biocides 2012] EC528/2012 EU Directive on the placing of biocidal products on the market, list of agreed active substances for wood treatment (Product type 8) full list of all substances: included
http://ec.europa.eu/environment/chemicals/biocides/active-substances/approved-substances_en.htm
- [Eurelectric 2008] EURELECTRIC's views on the use of creosote for impregnation of wooden poles in electricity networks, 16 November 2010.
- [Feldman 1997] Feldman J et al, 1997, 'Poison poles – a report about their toxic trail and safer alternatives', Report for the National Coalition Against the Misuse of Pesticides
- [FNV 2010] FNV, 2010, 'SAFETY POINTER 16 - working with Wood preservatives and preserved wood - short summary for intersessional period 2013-2014 of the Stockholm Convention'
- [GEI 2005] GEI Consultants, 2005, 'Unique operational characteristics of creosote, pentachlorophenol, and chromated copper arsenate as wood pole and cross-arm preservatives', Published by USWAG reference 012880-1-1000
- [Health Canada 2012] Guidelines for Canadian Drinking Water Quality - Summary Table, August 2012, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/2012-sum_guide-res_recom/index-eng.php#t2, accessed 21 March 2013.
- [Hung, unpublished, 2014] Hung H, 2014, 'Air Monitoring of Pentachloroanisole (PCA) at Alert, Nunavut, Canada' Air Quality Processes Research Section, Environment Canada.
- [IARC 2014] International Agency for Research on Cancer, 2014, 'IARC monograph index' <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>
- [ICC 2014] Indian Chemical Council, 2014, 'Wood preservation. It's socio economic importance in India and unique role of sodium penta chloro phenate (SPCP)', presented 9th January 2014
- [IVL 2011] IVL Svenska Miljoinstitutet website Comparison of the environmental impacts from utility poles of different materials - a life cycle assessment; [KMG 2014] KMG – company website <http://kmgchemicals.com/our-businesses/wood-treating-chemicals/facilities/>
- [JRC 2013] Black et al, 2013, 'Best Available Techniques (BAT) Reference document for tanning of hides and skins', Published by the European Joint Research Centre
- [Lalonde 2011] Lalonde BA, Ernst W, Julien G, Jackman P, Doe K, Schaefer R (2011) A comparative toxicity assessment of materials used in aquatic construction, Arch Environ Contam Toxicol 61:368-375. doi: 10.1007/s00244-010-9631-1.
- [Lebow 1996] Lebow S, 1996, 'Leaching of Wood Preservative Components and Their Mobility in the Environment Summary of Pertinent Literature', Document published for the US Forestry Service

- [Mankowski et al, 2002] Mankowski, M.N., et al, 2002 'Wood pole purchasing, inspection and maintenance: a survey of utility practices'. Forest Products Journal 52(11/12):43-50.
- [Mercer 2012] Mercer TG, Frostick LE (2012) Leaching characteristics of CCA-treated wood waste: a UK study, Sci Total Environ 427-438:165-174. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.04.008.
- [Netherlands 2012] Netherlands Ministry of Foreign Affairs, 'The Netherlands Legislation: Pentachlorophenol (PCP) in consumer products (additional requirements)', <http://www.cbi.eu/marketintel/the-netherlands-legislation-pentachlorophenol-pcp-in-consumer-products-additional-requirements-/160154>
- [Norway 2010] Norwegian Ministry of the Environment, 'Prohibition on Pentachlorophenol (PCP) in consumer products', http://ec.europa.eu/enterprise/tris/pisa/app/search/index.cfm?fuseaction=pisa_notif_overview&sNlang=EN&iyear=2010&inum=9017&lang=EN&iBack=3
- [Organoclick 2014) company website: <http://www.organoclick.com/>
- [OSPAR 2004] OSPAR, 2004, 'Hazardous substance Series: Pentachlorophenol', update to the 2001 document.
- [PMRA 2002] Chromated Copper Arsenate (CCA), Published April 3rd, 2002 reference 'REV2002-03'
- [PMRA 2006] Label Guidance for Use of Chromated Copper Arsenate (CCA), Published June 2nd, 2006 reference 'REV2006-07'
- [PMRA 2011] joint assessment by Health Canada and US EPA, 'Heavy Duty Wood Preservatives: Chromated Copper Arsenate (CCA), and Ammonical Copper Zinc Arsenate (ACZA)', Published 22nd June 2011 reference 'RVD2011-06'
- [PMRA 2013] Health Canada, 'Heavy Duty Wood Preservative (HDWP) Risk Management Plan', Published 5th September 2013 reference 'REV2013-05'
- [PRTR 2006] EU regulation on the formation of Pollutant Release and Transfer Registers:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006R0166:EN:NOT>
- [Roy 2012] Roy C, 2012, 'A study on environmental compliance of Indian leather industry and its far reaching impact on leather exports', Report for the Munich Personal REpec Archive <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/41386/>
- [SGS Global 2013] SGS Global, 2013, 'Environmental life cycle assessment of southern yellow pine wood and North American galvanized steel utility distribution poles', Report on behalf of the Steel Market Development Institute
- [Smith Undated] Smith W, Undated, 'Copper naphthenate performance in southern pine poles', Report by Wood Products Engineering, SUNY College of Environmental Science and Forestry, Syracuse USA
- [Steel Market Development Institute 2011] SMDI, 2011, Steel Pole case studies, 'Bluebonnet Electric Cooperative, Bastrop, Texas' and 'Tucson Electric Power',
- [Stresscrete 2014] Information provided to ACAT/IPEN by Stresscrete, a company based in Burlington, Ontario, Canada:
<http://stresscretigroup.com/pdf/Concrete%20Pole%20Facts.pdf>.
- [Townsend 2006] Townsend T and Solo-Gabriele H, 2006, 'Environmental impacts of treated wood', published by Taylor and Francis

- [Toxnet 2011] Toxicology Data Network, 2011, data profile for ‘Copper Naphthenate’
- [Subsport 2012] The Substitution Support Portal: ‘A wood treatment product completely free from heavy metals, halogenated and phosphorus compounds. Gives flame retardant properties and protects against rot fungus.’
<http://www.subsport.eu/case-stories/185-en?lang=en>
- [Sweden EPA 2009] Swedish Environmental Protection Agency, 2009, ‘The role of pentachlorophenol treated wood for emissions of dioxins into the environment’, January 2009 Report 5935
- [UNECE, 2010] UNECE, ‘Exploration of management options for PCP’, Paper for the 8th meeting of the UNECE CLR- TAP task force on Persistent Organic Pollutants, 18-20th May 2010
- [USEPA 1996] Housenger J, 1996, ‘Review of copper naphthenate incident reports’, published by the USA Environmental Protection Agency
- [USEPA 2000] USEPA, 2000, Technology Transfer Network – profile for Pentachlorophenol <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/pentachl.html>
- [USEPA 2003] Federal Register, ‘Response to Requests to Cancel Certain Chromated Copper Arsenate (CCA) Wood Preservative Products and Amendments to Terminate Certain Uses of other CCA Products’, Published April 9th, 2003
- [USEPA 2008a] Environmental Protection Agency, ‘Reregistration Eligibility Decision for Pentachlorophenol’, Published 25th September 2008 reference ‘EPA 739-R-08-008’
- [USEPA 2008b] Becker et al, April 2008, ‘A Qualitative Economic Impact Assessment of Alternatives to Pentachlorophenol as a Wood Preservative’, Published by the USA Environmental Protection Agency
- [USEPA 2008c] Becker et al, April 2008, ‘Cost estimates for risk mitigation technologies at a typical wood treatment plant’, Published by the USA Environmental Protection Agency
- [USEPA 2008d] USEPA guidance document ‘Copper facts’ document dated 2008 http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDS/factsheets/copper_red_fs.pdf
- [USEPA 2011] Estimation Programs Interface Suite™ for Microsoft® Windows, v 4.10. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA.
- [USEPA 2012] USA Environmental Protection Agency, 2012, ‘Pennsylvania, Havertown PCP, Mid-Atlantic Superfund’,
<http://www.epa.gov/reg3hscd/npl/PAD002338010.htm>
- [USEPA 2013] USEPA Chemical Review for Arsenic Compounds <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/arsenic.html>
- [USEPA 2014] USEPA Chemical review for Chromated Copper Arsenate (CCA)
- [US Dept. HHS 2014] U.S. Department of Health and Human Services Secretary released the *13th Report on Carcinogens* on October 2, 2014
- [USWAG 2005] Utility Solid Waste Activities Group (USWAG), 2005. “Comments on the Utility Solid Waste Activities Group on the Notice of Availability of the Preliminary Risk Assessment for Wood Preservatives Containing Pentachlorophenol Reregistration Eligibility Decision.” Docket No. OPP-2004-0402.
- [Vlosky 2006] Vlosky R, 2006, ‘Statistical Overview of the USA Wood Preserving Industry: 2004’ March 16, 2006
- [Vlosky 2009] Vlosky R, 2007, ‘Statistical overview of the USA wood preserving

industry:2007', Industry sponsored report published 16th February 2009

[Wang Undated] Wang J (not dated) Thermal modification of wood, Faculty of Forestry, University of Toronto

http://www.forestry.toronto.edu/treated_wood/thermalmod.PDF

[WEI-IEO 2008] WEI-IEO, 2008, Creosote and the Biocidal Products Directive, WEI Position Paper, June 2008 Final.

[WHO 2003] World Health Organisation, 2003, 'Chemical hazards in drinking-water – pentachlorophenol' guidance document published by WHO

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/pentachlorophenol/en/

[Zamanzadeh 2006] Zamanzadeh, 2006, 'Laboratory and Field Corrosion

Investigation of Galvanized Utility Poles', paper by Valmont Industries and Matco Associates Inc.

附录

欧盟 EC528/2012 指定的用于木材处理的活性物质

指定的活性物质	化学文摘社编号	欧盟的使用限制
4,5-二氯-2-正辛基-3-异噻唑啉酮 (DCOIT)	64359-81-5	2011年7月1日第2011/66/EU号指令
烷基(C12-16)二甲基苄基氯化铵 - C12-16 ADBAC	68424-85-1	2013年2月21日第2013/7/EU号指令
碱式碳酸铜	12069-69-1	2012年2月9日第2012/2/EU号指令
硼酸	10043-35-3	2009年7月31日第2009/94/EC号指令
氧化硼	1303-86-2	2009年8月4日第2009/98/EC号指令
联苯菊酯	82657-04-3	2011年2月8日第2011/10/EU号指令
溴虫腈	122453-73-0	2013年5月17日第2013/27/EU号指令
噻虫胺	210880-92-5	2008年2月15日第2008/15/EC号指令
氧化铜(II)/氢氧化铜	1317-38-0/ 20427-59-2	2012年2月9日第2012/2/EU号指令
杂酚油	8001-58-9	2011年7月26日第2011/71/EU号指令 只有在适当且可行的替代品不可用的情况下才给予授权。允许此类产品出现在其境内的国家当局应不迟于2016年7月31日向委员会报告，证明它们关于不存在适当替代品的结论并说明促进替代品开发的方法。
氯氰菊酯	52315-07-8	2013年10月2日(欧盟)第945/2013号条例
棉隆	533-74-4	2010年8月10日第2010/50/EU号指令 欧盟一级的风险评估仅仅提出了通过插入颗粒剂的方式对木杆(例如输电线杆)进行补救处理这种室外专业性使用。如果成员国一级的申请人希望获得授权进行欧盟一级未涵盖的使用,那么当局必须就这些使用可能危及对人口和环境的保护问题进行评估。
苯氟磺胺	1085-98-9	2007年4月3日第2007/20/EC号指令
二癸基二甲基碳酸铵	894406-76-9	2012年8月22日第2012/22/EU号指令
二癸基二甲基氯化铵 (DDAC)	7173-51-5	2013年2月14日第2013/4/EU号指令
四水八硼酸二钠	12280-03-4	2009年7月31日第2009/96/EC号指令
四硼酸钠(各种)	12267-73-1/ 1303-96-4/ 1330-43-4/	2009年7月31日第2009/91/EC号指令

醚菊酯	80844-07-1	2008年2月15日第2008/16/EC号指令
苯氧威	72490-01-8	2011年2月8日第2011/12/EU号指令
丁苯吗啉	67564-91-4	2009年7月29日第2009/86/EC号指令
氟虫脲	101463-69-8	2012年7月6日第2012/20/EU号指令
氰化氢	74-90-8	2012年11月26日第2012/42/EU号指令
碘代丙炔基氨基甲酸丁酯	55406-53-6	2008年7月28日第2008/79/EC号指令
环己基羟基氮烯-1-氧化物钾盐	66603-10-9	2008年7月28日第2008/80/EC号指令
丙环唑	60207-90-1	2008年7月25日第2008/78/EC号指令
硫酰氟	2699-79-8	2006年12月20日第2006/140/EC号指令
戊唑醇	107534-96-3	2008年9月5日第2008/86/EC号指令 根据欧盟将生物灭杀产品投放市场的条例（EC 528/2012）；戊唑醇已经被认定为一种符合持久性、生物累积性和毒性（PBT）标准的候选物质。被认为是一种替代候选物，逐步淘汰了一些积极用益。
噻菌灵	148-79-8	2008年9月5日第2008/85/EC号指令
噻虫啉	111988-49-9	2009年7月30日第2009/88/EC号指令
噻虫嗪	153719-23-4	2008年7月25日第2008/77/EC号指令
对甲抑菌灵	731-27-1	2009年11月27日第2009/151/EC号指令

资料来源:http://ec.europa.eu/environment/chemicals/biocides/active-substances/approved-substances_en.htm