联合国

SC

UNEP/POPS/POPRC.13/7/Add.2

Distr.: General
16 November 2017

Chinese
Original: English

关于持久性有机污染物的
斯德哥尔摩公约

持久性有机污染物审查委员会
第十三次会议
2017 年 10 月 17 日至 20 日，罗马

持久性有机污染物审查委员会第十三次会议工作报告

增编

十五氟辛酸（化学文摘社编号：335-67-1，PFOA，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物风险管理评价

持久性有机污染物审查委员会第十三次会议 POPRC-13/2 号决定在秘书处说明（UNEP/POPS/POPRC.13/3）包含的草案的基础上，经过会议期间修订，通过了十五氟辛酸（化学文摘社编号：335-67-1，PFOA，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物风险管理评价。所通过的风险管理评价案文载于本增编附件，未经正式编辑。

K1708701 240118

附件

全氟辛酸、其盐类及其相关化合物

风险管理评价

2017 年 10 月

目录

执行摘要 4

1 导言 7

1.1 全氟辛酸、其盐类及其相关化合物的化学特性 7
1.2 持久性有机污染物审查委员会关于附件 E 资料的结论 9
1.3 数据来源 10
1.3.1 缔约方和观察员提交的数据概述 10
1.3.2 其他主要数据来源 10
1.4 该化学品受国际公约及框架管辖的现状 10
1.5 国家或区域管控行动 11

2 与风险管理评价相关的资料摘要 12

2.1 确定可能的管控措施 15
2.2 可能的管控措施在实现降低风险目标方面的效能和效率 16
2.2.1 评估短链氟化替代品的使用和生产 20
2.2.2 实施管控措施的成本和效益 27
2.3 关于替代品（产品和工艺）的资料 30
2.3.1 替代品概况 30
2.3.2 部门的具体方面 30
2.3.3 目前没有确定替代品的用途 39
2.3.4 替代品总结 40
2.4 关于实施可能的管控措施所造成社会影响的资料摘要 42
2.4.1 健康，包括公共、环境和职业健康 42
2.4.2 农业、水产养殖业和林业 43
2.4.3 生物群（生物多样性） 44
2.4.4 经济方面 44
2.4.5 向可持续发展迈进 46
2.4.6 社会成本 46
2.5 其他考虑因素 46
2.5.1 获取信息和公众教育 46
2.5.2 管控和监测能力现状 47

3 资料综述 48

3.1 风险简介资料摘要 48
3.2 风险管理评价资料摘要 48
3.3 建议采取的风险管理措施 52

4 结论声明 52

执行摘要

1. 2015 年 6 月，欧洲联盟（欧盟）及其成员国提交一份提案，将十五氟辛酸（化学文摘社编号：335-67-1，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物[1] 列入《斯德哥尔摩公约》附件 A、B 和（或）C（UNEP/POPS/POPRC.11/5）。2016 年 9 月，持久性有机污染物审查委员会第十二次会议的结论是，全氟辛酸具有持久性、生物蓄积性以及对包括人类在内的动物具有毒性。在环境区划内以及生物和人类中广泛出现全氟辛酸和多种全氟辛酸相关化合物。因此，全氟辛酸、其盐类以及降解为全氟辛酸的全氟辛酸相关化合物因其远距离环境迁移而给人类健康及（或）环境带来重大不利影响，因而有必要采取全球(UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2)。

2. 所涵盖的化学品的范围在风险管理评价（UNEP/POPS/POPRC.13/7/Add.2）第 21 段中作了规定，UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1 号文件中有一份全面的物质清单。

3. 全氟辛酸、其盐类及其相关化合物被用于多种应用及消费品，涉及很多部门（详见 UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2）。全氟辛酸及其盐类现在或过去最广泛的用途是在含氟弹性体和含氟聚合物生产中作为加工助剂，而一种重要的含氟聚合物是聚四氟乙烯，其用于生产不粘厨具等产品。全氟辛酸相关化合物，包括侧链含氟聚合物被用作表面活性剂和表面处理剂，例如，用于纺织品、纸张和油漆、消防泡沫。根据风险管理评价可用的资料，这些是全氟辛酸用量最高的用途。

4. 在过去和目前进行的生产、使用和处置过程中发生释放。直接释放到环境的全氟辛酸及（或）相关化合物源自化学品加工、使用和处置过程中的原料物质生产（包括全氟辛酸相关化合物及某些替代品生产中作为杂质产生的全氟辛酸）、用全氟辛酸处理的物品以及受全氟辛酸污染的产品。全氟辛酸及其盐类的主要排放载体是废水和颗粒/气溶胶。全氟辛酸的间接释放源自前体的生物和非生物（光）降解或转化。全氟辛酸相关化合物（定义见第 21 段）释放到空气、水、土壤和固体废物中，并或多或少地在环境和生物体中降解成为全氟辛酸。源自降解的全氟辛酸释放在某些地方环境（如偏远内陆环境）中占全氟辛酸释放量的很大比例（详见 UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2）。

5. 国际化学品管理战略方针（化管方针）在全球一级开展的各项活动的重点是收集和交流关于全氟化学品的信息，以及支持向更安全的替代品过渡。逐步淘汰全氟辛酸和相关物质的自愿措施已经实施，例如美国环境保护局（美国环保局）的全氟辛酸管理方案以及行业开展的工作。2006 年，美国、欧洲和日本的八家主要的含氟聚合物和含氟调聚物生产商商定在 2015 年底之前逐步淘汰全氟辛酸及相关的长链物质的生产和使用。加拿大的制造商实施了一项类似的方案。管理方案的全体参与者成功地基本消除了产生自设施排放和产品成分的此类化学品。在自愿措施范围外的国家使用全氟辛酸的生产商未参与自愿逐步淘汰，即：包括中国、印度和俄罗斯等国家的大型制造商和（或）用户（详见 UNEP/POPS/POPRC.12/11 /Add.2）。

[1]根据不同方法的化学范围，全氟辛酸相关化合物的定义不同。在本文件中，术语“全氟辛酸相关化合物”按第 1.1 节的定义使用。如果引用其他资料来源，则保留原始措辞，例如“全氟辛酸相关物质”（如用于欧洲化学品管理局， 2015a）。

6. 在几项国内立法管控行动中（即挪威、欧盟（既有限制）以及加拿大），已经实施或正在制定风险管理监管办法。上述行动禁止制造、销售和使用全氟辛酸、其盐类及全氟辛酸相关化合物但设有豁免（有时限或无时限）。根据技术和社会经济评估，上述风险管理办法被认为在技术上和经济上可行。2016 年，加拿大颁布条例禁止全氟辛酸、其盐类和前体以及含有此类物质的产品（除非其存在于制成品中），并设有数量有限的豁免。挪威自 2014 年起禁止在消费品和纺织品中使用全氟辛酸，但设有某些豁免。欧盟限制全氟辛酸、其盐类及其相关化合物以及含有此类物质的物品的生产、市场销售和使用（包括进口）。欧盟的风险管理办法考虑为某些用途提供豁免，但范围不包括长链全氟和多氟烷基物质降解形成的全氟辛酸 。在美国，2015 年提出的一项规则要求全氟辛酸和全氟辛酸相关化学品制造商向美国环保局通报此类化学品的新用途，以便能够评价新用途，并在必要时采取行动禁止或限制有关活动。

7. 加拿大、欧盟和挪威在制定全氟辛酸、其盐类及其相关化合物的风险管理监管办法的进程中，将技术和社会经济信息纳入决策过程，以容许某些豁免。一般而言，上述风险管理办法被认为在技术上和经济上可行。在上述监管进程中从行业利益攸关方收到的资料表明，在利益攸关方主张且科学委员会得出结论认为替代品在经济和（或）技术上不可行的情况下，需要为某些用途提供有时限或无时限的豁免。在《斯德哥尔摩公约》之下禁止全氟辛酸、其盐类及其相关化合物，同时可能为某些用途提供特定豁免，也被认为在技术上和经济上可行。

8. 关于替代品可得性的资料表明，考虑到效能和效率，目前对于几种用途尚无适当的替代品可用，即：(1) 用于制造半导体设备和相关基础设施，(2) 胶乳印刷油墨，(3) 用于保护工人免受健康和安全风险的纺织品，(4) 用于医疗纺织品、水处理过滤、生产工艺和污水处理的膜，(5) 等离子体纳米涂层，(6) 医疗器械，(7) 生产可植入医疗器械，(8) 应用于胶卷、纸张或印版的摄影涂料，(9) 半导体光刻工艺或化合物半导体蚀刻工艺，(10) 某些药用化学品，(11) 氟虫胺的用途。不过，对于上述大多数用途，替代品开发工作正在进行中。在《斯德哥尔摩公约》之下限制或禁止全氟辛酸、其盐类及其相关化合物时，可以考虑这一情况，设置有时限的特定豁免或无时限的可接受用途。

9. 同样，正如加拿大、挪威和欧盟的办法的预期效果，在全球限制或禁止全氟辛酸、其盐类及其相关化合物将通过减少排放和后续接触，对人类健康、环境（包括生物群）和农业产生积极影响。全氟辛酸、其盐类及其相关化合物的风险程度和范围难以完全量化。此类物质的风险管理由科学数据和预防措施驱动，以避免持续无限制排放造成潜在的严重和不可逆的不利影响。可用替代品造成的健康风险可望低于无限制地使用全氟辛酸、其盐类及其相关化合物。

10. 欧盟、挪威和加拿大的风险管理办法被认为具有温和的成本影响，因为市场已经在取代全氟辛酸、其盐类及其相关化合物，而且因为风险管理办法对某些用途提供有时限或无时限的豁免。预计美国和澳大利亚采取的监管与自愿相结合的办法所产生的影响相同。很多国家已经实施在成本上具有竞争力、且没有表现出持久性有机污染物特点的全氟辛酸、其盐类及其相关化合物的替代品。这表明替代品在经济上和技术上有一定的可行性。用合适的替代品代替这些化合物可以因减少接触而节约健康和环境成本。此外，限制或禁止措施可以

防止地表水、地下水和土壤受到进一步污染，从而降低查明和修复受污染场地的成本。

11. 含氟聚合物焚烧不充分会在无意之中形成全氟辛酸。

12. 委员会建议，按照《公约》第 8 条第 9 款，斯德哥尔摩公约缔约方大会审议将全氟辛酸、其盐类及其相关化合物列入以下附件，并规定相关的管控措施。

13. 基于对各种用途以及潜在管控措施的效能和效率的评价，建议缔约方大会审议将十五氟辛酸（化学文摘社编号：335-67-1，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物列入《公约》附件 A 或附件 B 并设置以下特定豁免：

(a) 自修正案依据第 4 条生效之日起五年：

(一) 半导体或相关电子设备的生产：

a. 含有附带全氟辛酸残留物的含氟聚合物和（或）含氟弹性体的设备或制造工厂相关的基础设施；

b. 传统设备或传统制造工厂相关的基础设施：维护；

c. 光刻或蚀刻工艺；

(二) 用于胶卷的摄影涂料；

(三) 拒油、拒水且具有危险液体保护作用，保护工人免受健康和安全风险的纺织品；

(b) 自修正案生效之日起十年：半导体或相关电子设备制造：用于传统设备的含有附带全氟辛酸残留物的含氟聚合物和（或）含氟弹性体的翻新部件或者传统翻新部件；

(c) 对于全氟辛烷碘化物用途：出于药品生产目的生产全氟辛烷溴化物，需审查是否需要继续豁免。特定豁免最迟届满时间为 2036 年。

14. 委员会邀请缔约方和观察员，包括相关行业提供资料，以协助委员会界定全氟辛酸、其盐类和全氟辛酸相关化合物生产与使用的特定豁免，特别是在下列应用中：

(a) 用于医疗纺织品、水处理过滤、生产工艺和污水处理的膜：关于应用范围、用量、替代品的可用性和社会经济方面的资料；

(b) 为在生产场地以外的另一个场地进行再处理而运输的分离中间体：关于用量、运输范围与风险，以及用途的资料；

(c) 医疗器械：有关具体应用/用途的资料以及需要潜在相关豁免的预期时间表；

(d) 植入式医疗器械：关于用量、运输范围与风险，以及用途的资料；

(e)照片成像部门：关于纸张和印刷的资料，以及关于发展中国家的资料；

(f) 汽车行业：关于备件的资料；

(g) 消防泡沫：关于混合物化学成分以及预先安装的消防泡沫混合物数量的资料。

15. 对于上述应用，也欢迎提供关于社会经济方面的资料以及其他相关资料。

16. 此外，委员会将在闭会期间收集和评价缔约方和观察员提供的其他资料，此类资料将协助委员会进一步评估十五氟辛酸、其盐类及其相关化合物的无意形成和释放，尤其是原铝生产和不完全燃烧造成的形成和释放，以期可能将全氟辛酸列入附件 C。在进行此项工作时，将特别邀请按 SC-8/21 号决定所述为斯德哥尔摩和巴塞尔公约之下的各项技术与科学进程服务的相关专家提供意见。

1 导言

17. 2015 年 6 月，欧洲联盟（欧盟）及其成员国提交一份提案，将十五氟辛酸（化学文摘社编号：335-67-1，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物列入《斯德哥尔摩公约》附件 A、B 和（或）C（UNEP/POPS/POPRC.11/5）。持久性有机污染物审查委员会在 2015 年 10 月召开的第十一次会议上审议了本提案，委员会的结论是，全氟辛酸满足附件 D 的筛选标准，并且风险简介草案应当探讨与纳入可能降解成为全氟辛酸的全氟辛酸相关化合物有关以及与纳入全氟辛酸盐类有关的问题（见 POPRC-11/4 号决定）。

18. 风险简介所涉物质是全氟辛酸，包括其异构体、其盐类和全氟辛酸相关化合物。在 2016 年 9 月召开的第十二次会议上，委员会作出 POPRC-12/2 号决定，通过风险简介(UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2) 并决定设立一个闭会期间工作组，负责依据《公约》附件 F 编写风险管理评价草案，包括分析可能的全氟辛酸、其盐类及其相关化合物管控措施。此外，委员会邀请各缔约方和观察员于 2016 年 12 月 9 日之前向秘书处提交《公约》附件 F 所规定的资料。

19. 与风险简介一致，本风险管理评价的重点是全氟辛酸，包括异构体、其盐类及其相关化合物。本风险管理评价附有一份背景文(UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6)，并为了协助查明全氟辛酸相关化合物，还提供了风险管理评价所涵盖或未涵盖物质的非详尽清单(UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1)。

1.1 全氟辛酸、其盐类及其相关化合物的化学特性

20. 全氟辛酸、其盐类及其相关化合物属于全氟和多氟烷基物质家族。全氟酸（如全氟辛酸）不会在环境和生物群（包括人类）中降解。某些多氟物质可在环境条件下降解成为全氟辛酸等持久性全氟物质，因此是前体。可在环境中降解成为全氟辛酸的全氟和多氟烷基物质被称为全氟辛酸相关化合物。

21. 风险管理评价涵盖：

(a) 全氟辛酸（十五氟辛酸，化学文摘社编号：335-67-1，欧盟编号：206-397-9），包括其任何支链异构体；

(b) 其盐类；

(c) 全氟辛酸相关化合物，在本风险管理评价中是指降解为全氟辛酸的任何物质，包括含有直链或支链全氟基团且以其中$(C_7F_{15})C$ 部分作为结构要素之一的任何物质（包括盐类和异构体），例如：

(一) 含 ≥C_8基氟化侧链的聚合物；[2]

[2] 杜邦公司，1998。技术资料：Zonyl 氟化工中间体。

(二) 8:2 含氟调聚物化合物；

(三) 10:2 含氟调聚物化合物。

以下化合物不会降解为全氟辛酸，因此未被列为全氟辛酸相关化合物：

(一) C_8F_{17}-X，其中 X= F, Cl, Br；

(二) $CF_3[CF_2]n$-R’涵盖的含氟聚合物[3]，其中 R’=任何基团， n>16；[4]

(三) 具有≥8 个全氟化碳原子的全氟烷基羧酸和膦酸（包括其盐类、脂类、卤化物和酸酐）；

(四) 具有≥9 个全氟化碳原子的全氟烷烃磺酸（包括其盐类、脂类、卤化物和酸酐）；

(五) 《斯德哥尔摩公约》附件 B 所列的全氟辛烷磺酸、其盐类和全氟辛基磺酰氟。

22. 表 1 和表 2 归纳全氟辛酸的相关数据。[5]风险简介的背景文件提供了全氟辛酸盐类及全氟辛酸相关化合物的数据表格（见 UNEP/POPS/POPRC.12/INF/5 号文件第 1.1 节）。

表 1：与全氟辛酸的化学特性有关的信息

化学文摘社编号：	335-67-1
化学文摘社名称：	辛酸，2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-十五氟-
国际化联名称：	十五氟辛酸
欧盟编号：	206-397-9
欧盟名称：	十五氟辛酸
分子式	$C_8HF_{15}O_2$
分子量	414.07 克/摩尔
同物异名	全氟辛酸；PFOA；十五氟-1-辛酸；全氟羊脂酸；全氟正辛酸；十五氟正辛酸；十五氟辛酸； 正十五氟辛酸；1-辛酸，2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-十五氟

表 2：全氟辛酸的相关理化属性概览

属性	**数值**	**参考文献/备注**
20°C 和 101.3 千帕条件下的物理状态	固体	（Kirk，1995）
熔点/冰点	54.3 °C 44- 56.5 °C	（Lide，2003） （Beilstein，2005），引用于（欧洲化学品管理局，2013a）
沸点	188 °C（1 013.25 百帕） 189 °C（981 百帕）	（Lide，2003） （Kauck 和 Diesslin，1951）
蒸汽压	全氟辛酸盐为 4.2 帕（25° C）；从测量的数据外推 全氟辛酸盐为 2.3 帕（20° C）；从测量的数据外推	（Kaiser 等人，2005）；（Washburn 等人，2005） （Washburn 等人，2005） （Washburn 等人，2005）

[3] 含氟聚合物是氟直接悬挂在骨架碳原子上的纯碳聚合物骨架。

[4] 如 PTFE（聚四氟乙烯）、FEP（氟化乙烯丙烯聚合物）和 PFA（全氟烷氧基聚合物）。

[5] UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1。

属性	数值	参考文献/备注
	全氟辛酸盐为 128 帕（59.3° C）；测量值	
水溶性	9.5 克/升（25° C） 4.14 克/升（22°C）	（Kauck 和 Diesslin，1951） （Prokop 等人，1989）
离解常数	近似于 0.5 <1.6，如 0.5 1.5-2.8	（Johansson 等人，2017） （Vierke 等人，2013） （Kissa，2001）
pH 值	2.6 （20 °C 时为 1 克/升）	（欧洲化学品管理局，2015a） （可靠性不可证）

23. 瑞士联邦环境署提供的补充资料中用两幅示意图说明了包括侧链氟化聚合物在内的基于含氟调聚物的物质的主要合成路线，以及主要含氟聚合物合成路线概述（见瑞士联邦环境署，2017，第一节）。此外，该文件还总结了关于含氟调聚物转化/降解为全氟辛酸的具体资料（见瑞士联邦环境署，2017，第二节）。

24. 有两种制造工艺用于生产全氟辛酸、其盐类及其相关化合物：电化氟化法和调聚法。从 1947 至 2002 年，世界各地主要采用电化氟化工艺（在 2000 年占 80-90%）生产全氟辛酸铵（APFO；全氟辛酸的铵盐），形成支链和直链异构体混合物（78%直链和 22%支链异构体）。在电化氟化法工艺中，通常使用辛酰氟来制备全氟辛酰氟，然后进一步反应以制备全氟辛酸及其盐类（Buck 等人，2011）。此外，一些制造商已经使用调聚法工艺来生产直链全氟辛酸和相关化合物。在调聚工艺中，首先是全氟烷基碘（调聚剂）与四氟乙烯（主链物）反应以产生具有不同全氟烷基链长的全氟烷基碘混合物（调聚物 A）。调聚物 A 进一步反应以插入乙烯并产生碘代含氟调聚物（调聚物 B），然后用其制备各种基于含氟调聚物的产品。另一项研究表明，中国的某些制造商仍在使用电化氟化法（ Jiang 等人，2015）。目前全球仍在继续使用电化氟化法生产全氟辛酸，而大多数使用调聚法的制造商已经停止生产全氟辛酸和相关化合物（Wang 等人，2014a）。

25. 国际标准组织的 ISO25101:2009 号标准规定了一种使用高效液相色谱串联质谱法（HPLC MS/MS）来确定未经过滤的饮用水、地下水和地表水（淡水和海水）样本中的全氟辛酸直链异构体。该方法适用的全氟辛酸浓度区间为 10 纳克/升至 10 000 纳克/升。视矩阵情况，在适当稀释样本或缩小样本规模之后，该方法也适用于 100 纳克/升至 200 000 纳克/升的较高浓度区间（国际标准组织，2009）。根据欧洲化学品管理局 2015a 中的概述，定量限值视所用方法而有所不同，从十亿分之 1 至十亿分之 2 000（详见欧洲化学品管理局，2015a、b、c）。全氟辛酸独特的化学和物理属性导致其难以用常规分析方法测量。现已证明较复杂的液相色谱和串联质谱方法（LC/MS-MS）对于分析生物和环境样本中的全氟辛酸最为可靠，因此是首选分析方法（Xu 等人，2013；欧洲食物安全局，2008；Loos 等人，2007）。此类分析能够更加灵敏地确定空气、水和土壤中的很多全氟化学品，包括全氟辛酸（美国毒物与疾病登记署，2015）。

1.2 持久性有机污染物审查委员会关于附件 E 资料的结论

26. 委员会在其第十一次会议（POPRC-11/4 号决定）得出结论认为，欧盟关于列入十五氟辛酸（化学文摘社编号：335-67-1，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物的提案，符合《公约》附件 D 所列标准 (UNEP/POPS/POPRC.12/11)。

27. 基于十五氟辛酸（化学文摘社编号：335-67-1，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物风险简介草案，并依据《公约》第 8 条第 6(UNEP/POPS/POPRC.12/11)，委员会通过了十五氟辛酸（化学文摘社编号：335-67-1，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物风险简介 (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2)，并且：

(a) 依据《公约》第 8 条第 7(a)款，决定十五氟辛酸（化学文摘社编号：335-67-1，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物可能因其远距离环境迁移而给人类健康及（或）环境带来重大不利影响，因而有必要采取全球行动；

(b) 又决定依据《公约》第 8 条第 7(a)款以及缔约方大会 SC-1/7 号决定附件第 29 段，设立一个闭会期间工作组，负责根据《公约》附件 F 编写风险管理评价，包括分析各种可能的十五氟辛酸（化学文摘社编号 335-67-1，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物管控措施；

(c) 依据《公约》第 8 条第 7(a)款，邀请各缔约方和观察员在 2016 年 12 月 9 日前向秘书处提交附件 F 规定的资料。

1.3 数据来源

1.3.1 缔约方和观察员提交的数据概述

28. 本风险管理评价主要基于《公约》缔约方和观察员所提供的资料。下列缔约方提供了附件 F 规定的资料：

(a) 缔约方：澳大利亚、奥地利、阿塞拜疆、加拿大、中国、哥伦比亚、丹麦、印度、日本、毛里求斯、摩纳哥、挪威、塞尔维亚；

(b) 观察员：巴伐利亚纺织和服装协会（与西南纺织协会合作）、欧洲服装和纺织品联合会、全球氟技术行业理事会（氟理事会）、德国纺织和时装业联合会、欧洲成像与印刷协会、消除持久性有机污染物国际网络、美国半导体行业协会。

1.3.2 其他主要数据来源

29. 除了上述从各缔约方和观察员收到的参考资料和评论意见，[6]还使用了来自公开资料来源以及科学文献的资料（见参考文献清单）。以下关键参考文献是编制本文件的基础：

(a) 全氟辛酸、其盐类及其相关化合物风险简介 (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2)；

(b) 与加拿大风险管理办法有关的监管影响分析说明（加拿大，2016c）；

(c) 欧盟关于限制全氟辛酸、全氟辛酸盐类及全氟辛酸相关物质的提案的报告（欧洲化学品管理局，2014a）和欧盟各科学委员会的有关意见（欧洲化学品管理局， 2015b、2015c），修订版报告（欧洲化学品管理局，2015a）以及欧盟目前采取的限制措施（欧盟委员会，2017）。

1.4 该化学品受国际公约及框架管辖的现状

30. 奥斯陆/巴黎保护东北大西洋海洋环境委员会（奥斯巴委员会）对全氟辛烷磺酸和全氟辛酸开展审查，以评估对环境的潜在影响。这项工作的结果是于

[6] http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx。

2003 年将全氟辛烷磺酸列入优先行动化学品清单，而当时并未将全氟辛酸列入清单（奥斯巴委员会，2006）。

31. 全氟化学品和过渡到更安全的替代品问题是国际化学品管理战略方针（化管方针）认识到的关注问题之一。化管方针开展的活动侧重于收集和交流关于全氟化学品的信息，以及支持向更安全的替代品过渡。此项工作由全球全氟化学品小组负责协调，并得到经济合作与发展组织（经合组织）和环境署的支持。

1.5 国家或区域管控行动

32. 经合组织提供了关于降低全氟和多氟烷基物质风险的办法的概述（经合组织，2015）。该文件载有关于各国现有的降低风险办法，包括各公司自愿采取的降低风险措施（见经合组织，2015，第 61 至第 64 页）。根据风险简介 (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2) 和所提交的附件 F 资料，与全氟辛酸有关的国家和（或）区域法规包括：

(a) 2013 年，全氟辛酸及其铵盐（全氟辛酸铵）因其持久性、生物蓄积性和有毒属性而被欧盟确定为高度关注物质，并列入《化学品注册、评价、授权和限制条例》的候选清单（欧洲化学品管理局，2013a、 2013b）。如果消费品中的高度关注物质浓度高于 0.1%（重量比）则业界有义务应要求向消费者告知此类物品中含有的列入清单物质的情况。根据 (EU) 317/2014 号条例，全氟辛酸/全氟辛酸铵在作为供应给消费者的物质或添加入混合物方面受到限制；

(b) 2014 年，德国和挪威在欧盟提交一项联合限制提案，要求将全氟辛酸列入《化学品注册、评价、授权和限制条例》附件十七（限制）（欧洲化学品管理局，2014a）。提案的目的是完全禁止全氟辛酸及其盐类，还包括可降解为全氟辛酸的物质（全氟辛酸相关化合物）的生产、市场销售和使用（包括进口）。限制措施还涵盖含有上述物质的物品。欧盟的限制措施于 2017 年 7 月 4 日生效。限制措施从 2020 年 7 月 4 日起实施（欧盟委员会，2017）；

(c) 2013 年 10 月 2 日颁布的欧盟 (EU) No 944/2013 号条例（索引号：607-704-00-2）将全氟辛酸纳入《分类、标签和包装条例》（ (EC) No 1272/2008 号条例）附件六。全氟辛酸被分类为 2 类致癌物质 H351、1B 类致生物毒性物质 H360D、危害母乳喂养幼儿物质 H362、1 类反复接触危害（肝脏）物质 H372、4 类急毒性物质 H332、4 类急毒性物质 H302 和 1 类损伤眼睛物质 H318；

(d) 挪威环境局于 2014 年公布一份消费品条例修正案，禁止在消费品和纺织品中使用全氟辛酸。在逐步淘汰前的过渡期内允许进口和销售制成品。自 2014 年 6 月 1 日起，挪威禁止制造、进口、出口和在市场上销售含有全氟辛酸和全氟辛酸的个别盐类和酯类的纺织品、地毯、其他有涂层消费品和其他消费品，但设有特定豁免（挪威，2016；详见第 2.2 节）；

(e) 2006 年 6 月，加拿大政府发表了全氟羧酸及其前体评估与管理行动计划通知。行动计划包括采取措施防止将可能导致环境中的全氟羧酸水平提高的新物质引入加拿大，并要求业界采取行动消除加拿大商业中现有的全氟羧酸来源。为此，于 2010 年 3 月 30 日签署一份自愿环境绩效协议。绩效协议的签署人同意在 2010 年 12 月 31 日之前将加拿大商业中的全氟辛酸和全氟化学品中的长链全氟羧酸数量减少 95%，并在 2015 年 12 月 31 日之前基本消除此类

物质。参与计划的公司达到了协议规定的目标，于 2017 年 6 月 1 日发表了最后报告。[7]在加拿大，经过 2012 年开展的筛选评估，全氟辛酸、其盐类和前体被认为符合《1999 年加拿大环境保护法》第 64(a)节的标准，并纳入该法案附表 1 中的毒性物质清单。此外，加拿大于 2016 年 10 月发表《2012 年禁止特定有害物质条例修正条例》。截至 2016 年 12 月 23 日，该修正条例禁止全氟辛酸、其盐类和前体以及含有此类物质的产品，除非其存在于制成品中。[8]此外，修正条例提供有时限豁免，以及继续允许用于替代品尚在开发或目前没有已知替代品的某些应用领域（加拿大 2016c；详见第 2.2 节）；

(f) 在美利坚合众国，美国环保局于 2006 年成立全氟辛酸管理方案。该方案包括八家位于经合组织国家的大型全氟辛酸、其盐类及其相关化合物生产商（阿科玛、朝日、巴斯夫、科莱恩、大金、3M/ Dyneon 公司、杜邦公司、苏威克斯）。该方案是在实质上逐步淘汰全氟辛酸、全氟辛酸前体及相关高度同源物质的自愿倡议（美国环保局，2015）。该方案于 2015 年年底成功完成。2015 年 1 月 21 日，美国环保局在《有毒物质管制法》之下提出“重大新用途规则”，要求全氟辛酸和全氟辛酸相关化学品（包括作为物品部件的此类化学品，以及此类化学品的前身）制造商，在任何产品中开始或恢复上述化学品的新用途之前，至少提前 90 天通知美国环保局。该通知使美国环保局有机会评估新用途，并在必要时采取行动禁止或限制有关活动。[9]虽然一般而言，符合条件的聚合物可豁免于 2010 年 1 月 26 日生效的美国环保局新化学品制造前通知和审查流程，但美国环保局取消了对于含有某些由 3 个氟化碳原子或更长链基团组成的全氟烷基部分作为其成分（杂质除外）的聚合物的豁免。含有以下任何一种或多种物质的聚合物被排除在豁免范围之外：全氟烷基磺酸盐、全氟烷基羧酸盐、含氟调聚物，或共价结合于碳或硫原子的全氟烷基部分，其中碳或硫原子是聚合物分子的组成部分（联邦公报 (FR)， 2010 年 1 月 27 日 ）；

(g) 在中国，2011 年采取了几项国家行动，限制上马新的全氟辛酸生产设施，淘汰含有全氟辛酸的油漆和在聚合过程中使用全氟辛酸的含氟聚合物，并鼓励开发全氟辛酸替代品。2013 年，在《环境保护综合名录》中，在聚合过程中使用全氟辛酸的用于不粘锅、厨具和食品加工设备的含氟聚合物涂层被认定为具有高污染和高环境风险的产品。2017 年 1 月，纺织品的新技术要求生效，特别是将婴儿用涂层纺织品和所有其他涂层纺织品中的全氟辛酸含量限值分别确定为 0.05 毫克/千克和 0.1 毫克/千克（见瑞士联邦环境署，2017，第六节）。

2 与风险管理评价相关的资料摘要

33. 全氟辛酸及其盐类现在或过去最广泛的用途是在含氟弹性体和含氟聚合物生产中作为加工助剂，而一种重要的含氟聚合物是聚四氟乙烯。全氟辛酸相关化合物，包括侧链含氟聚合物被用作表面活性剂和表面处理剂（如纺织品、

[7] http://www.ec.gc.ca/epe-epa/default.asp?lang=En&n=AE06B51E-1。

[8] 根据《禁止特定有害物质条例》，“制成品”是“在其制造过程中形成特定物理形状或设计，并且对于其最终用途，具有完全或部分依赖于其形状或设计的一种或多种功能”的产品。制成品的例子包括半导体和煎锅，但不含诸如消防泡沫、油墨、油漆或涂料等产品（加拿大，对风险管理评价初稿的评论意见）。

[9] https://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/and-polyfluoroalkyl-substances-pfass-under-tsca。

纸张和油漆、消防泡沫）。全氟辛酸、其盐类及其相关化合物被用于多种应用及消费品，涉及很多部门(UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2)。

34. 在过去和目前进行的生产和使用过程中发生释放。直接环境释放源自化学品加工、使用和处置过程中的原料物质生产（包括全氟辛酸相关化合物及某些替代品生产中作为杂质产生的全氟辛酸）、用全氟辛酸处理的物品以及受全氟辛酸污染的产品。全氟辛酸及其盐类的主要排放载体是水、废水和灰尘颗粒。美国的一家工厂记录了 1951 至 2003 年因全氟辛酸生产而释放到空气和水中的环境释放量历史数据。可以得到化学品处置期间的一些释放量估算数据，尤其是源自污水处理厂、 废水处理厂和垃圾填埋场的释放。间接释放源自前体降解和转化。全氟辛酸相关化合物释放到空气、水、土壤和固体废物中，在环境和生物体中降解成为全氟辛酸。一项对波罗的海全氟辛酸来源的评估估算出 30%的释放量产生原因是含氟调聚物转化。因此，源自全氟辛酸相关化合物降解的全氟辛酸释放占环境中的全氟辛酸释放量的比例较大 (UNEP/POPS/POPRC.12/11 /Add.2)。瑞士联邦环境署 2017 第二节总结了关于含氟调聚物转化/降解为全氟辛酸的其他资料。风险简介中的进一步资料的摘要载于第 3.1 节。根据从 2008 年起开展的一项研究，全氟化碳广泛用于铝生产，全氟化碳的排放（可能包括全氟辛酸；研究中未指明具体）在铝制造中的特定电解工艺过程中发生（见 EP，2008）。

35. 瑞士提供了关于含氟聚合物焚烧不充分导致无意中形成全氟辛酸的资料，例如用不适当的焚烧方法或在露天焚烧设施以中等温度进行城市固体废物焚烧。最近的一些定性研究表明，非官能聚四氟乙烯（Ellis 等人，2001、2003；Schlummer，2015）和官能聚四氟乙烯（Feng 等人，2015）在 250°C 至 600°C 的温度下热解期间可以产生少量但可测出的全氟辛酸以及多种其他全氟羧酸同系物。这对于发展中国家和经济转型期国家而言可能尤其重要，这些国家由于缺乏足够的设施，废物通常不会被焚烧到足够高的温度，对烟气也没有适当的处理（见瑞士联邦环境署，2017）。

36. 各种国家和区域管控行动在化学品范围和豁免方面有所不同（见表 3）。本风险管理评价中讨论的潜在措施的化学品范围不同于其他风险管理监管办法，其以《斯德哥尔摩公约》的原则和义务为基础。值得注意的是，就本风险管理评价而言，全氟辛酸相关化合物涵盖可降解为全氟辛酸的具有超过 8 个全氟化碳原子的长链多氟和全氟烷基物质，但在全氟辛酸相关化合物的定义中明确排除的除外，因为其在自然条件下不会降解为全氟辛酸（见第 21 段）。这超出了欧盟风险管理办法的范围，欧盟风险管理办法不涵盖可降解为全氟辛酸的长链多氟和全氟烷基物质。挪威的风险管理办法也不考虑长链多氟和全氟烷基物质的降解。加拿大的风险管理办法还适用于长链全氟羧酸、其盐类及其前体。不过，长链多氟和全氟烷基物质未被挪威列入应在 2020 年之前消除环境释放的优先物质清单，但被列入美国的管理方案（持久性有机污染物国际网络，对风险管理评价第二稿的评论意见）。“长链全氟羧酸”的一般性定义（$C_nF2_{n+1}COOH$，n ≥ 7）由经合组织提供（经合组织，2017）。由于现有生产工艺，基于含氟调聚物的物质通常被制造成全氟烷基链长不等的同系物的混合物（实例见杜邦公司，1998），包括具有多于八个全氟化碳原子的同系物。[10]因

[10]可能存在一种主要个体同系物含量占 99％以上的商业产品；这需要额外纯化工艺。

此，本风险管理评价提供的资料在一定程度上也涵盖具有长链多氟和全氟烷基物质（链长大于 8:2）的基于含氟调聚物的物质。

37. 表 3 概括介绍加拿大、欧盟和挪威的风险管理监管办法和各项豁免。背景文件 (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6) 第 3 节进一步详细说明上述国家的立法办法。

表 3：加拿大、欧盟和挪威与全氟辛酸、其盐类及其相关化合物有关的风险管理监管办法、其化学品范围以及豁免用途（详见加拿大，2016c、欧盟委员会，2017、挪威，2016）

	加拿大	欧盟	挪威
	禁止制造、使用、销售、报价出售或进口含有此类物质的物质和产品	(1) 禁止作为物质、作为其他物质的成分制造、使用或销售，(2) 禁止制造、使用或销售含有此类物质的物品或其任何部件	禁止制造、进口、出口和销售 (1) 含有此类物质的纺织品、地毯和其他有涂层的消费品以及(2)含有此类物质的消费品
化学品的范围	全氟辛酸及其盐类； 由全氟化烷基组成的化合物，其分子式为 C_nF_{2n+1}，其中 n=7 或 8，并直接键合到除氟、氯或溴原子以外的任何化学部分； 分子式为 $C_nF_{2n+1}CO_2H$（其中 $8 \le n \le 20$）的全氟羧酸及其盐类； 由全氟化烷基组成的化合物，其分子式为 C_nF_{2n+1}，其中 $8 \le n \le 20$，并直接键合到除氟、氯或溴原子以外的任何化学部分。 （见加拿大，2016c）	全氟辛酸及其盐类； 任何相关物质（包括其盐类和聚合物），其结构要素之一是直接隶属于另一碳原子的分子式为 C_7F_{15}-的直链或支链全氟庚基。 任何相关物质（包括其盐类和聚合物），其结构要素之一是分子式为 C_8F_{17}-的直链或支链全氟辛基。 以下除外： C_8F_{17}-X，其中 X= F, Cl, Br； C_8F_{17}-C(=O)OH, C_8F_{17}-C(=O)O-X' 或 C_8F_{17}-CF_2-X'（其中 X'=任何基团，包括盐类）。 不适用于全氟辛烷磺酸及其衍生物，其列于欧盟 (EC) No 850/2004 号条例附件一 A 部分 （见欧盟委员会，2017） 全氟辛酸含量小于十亿分之 25，相关化合物含量小于十亿分之 1 000	全氟辛酸和全氟辛酸的个别盐类和酯类（化学文摘社编号 335-67-1、3825-26-1、335-95-5、2395-00-8、335-93-3、335-66-0、376-27-2、3108-24-5）（见挪威，2016）
照片成像豁免	照片介质涂料至 2016 年 12 月 31 日 自此之后，部分适用于制成品豁免	用于胶卷、纸张或印版的摄影涂料	用于胶卷、纸张或印版的摄影涂料至 2016 年
半导体行业豁免	部分适用于制成品豁免	- 用于制造半导体的设备（至2022年7月4日）； - 半导体光刻工艺或化合物半导体蚀刻工艺； - 半导体或化合物半导体。	半导体中的粘合剂、箔或胶带至2016年
消防豁免	在消防应用中使用的水成膜泡沫	- 浓缩消防泡沫混合物，在 2020 年 7 月 4 日之前投放市场，并将使用，或用于生产其他消防泡沫混合物； - 满足以下条件的消防泡沫混合物：a) 2020 年 7 月 4 日之前投放市场；或 b) 根据第 4(e)款生产，但前提是，在其被用于训练的情况下，应最大限度减少对环境排放和安全地处置收集到的废水。	不在限制范围内

	加拿大	欧盟	挪威
医疗用途豁免	部分适用于制成品豁免	- 医疗器械（至 2032 年 7 月 4 日）； - 生产第 93/42/EEC 号指令范围内的植入式医疗器械。	医疗器械豁免于限制
纺织品豁免	部分适用于制成品豁免	- 用于保护工人免受健康和安全风险的纺织品（至 2023 年 7 月 4 日）； - 用于医疗纺织品、水处理过滤、生产工艺和污水处理的膜（至 2023 年 7 月 4 日）。	产品任何部分的全氟辛酸浓度高于 1 微克/平方米的消费类纺织品受到限制。
油墨豁免	水性油墨至 2016 年 12 月 31 日	乳胶印刷油墨（至 2022 年 7 月 4 日）	
纳米涂料豁免	部分适用于制成品豁免	等离子纳米涂料（至 2023 年 7 月 4 日）	
食品包装豁免	部分适用于制成品豁免		食品包装、食品接触材料豁免于本条例

38. 在缔约方和观察员向秘书处提交的附件 F 资料中没有关于长链多氟和全氟烷基物质的具体资料。此外，欧盟和挪威风险管理监管办法的社会经济评估中没有考虑到长链多氟和全氟烷基物质。因此，本风险管理评价中的资料迄今为止尚未明确涵盖长链多氟和全氟烷基物质。在欧盟一级，德国和瑞典编制了对于链长介于 9 到 14 个碳原子的长链全氟羧酸及相关物质的限制提案。[11]风险管理评价将尽可能考虑在制定该限制提案的过程中产生的资料。风险评估的结论是，尽管迄今为止尚未在欧盟确定任何有意用途，但在全欧盟范围内进行限制是合理的，可减少此类物质向环境中的释放，以及防止未来的制造、市场销售和使用。 在全欧盟采取的措施可能是全球行动的第一步。

2.1 确定可能的管控措施

39. 管控措施可在《公约》之下以不同的方式实现：

(a) 可将全氟辛酸、其盐类及其相关化合物列入附件 A，且设置或不设特定豁免，并在附件 A 特定章节详细规定各项行动；或

(b) 可将全氟辛酸、其盐类及其相关化合物列入附件 B，且设置可接受用途/特定豁免，并在附件 B 特定章节详细规定各项行动；和（或）

(c) 可将全氟辛酸、其盐类及其相关化合物作为无意形成的持久性有机污染物列入附件 C，以针对人为源头造成的潜在形成和无意释放。

40. 可能的管控措施包括 (1) 禁止或限制生产、使用和进出口；(2) 限制生产、使用、进口和出口；(3) 控制排出或排放；(4) 用替代品取代化学品；(5) 清理受污染场地；(6) 过时库存的无害环境管理；(7) 禁止再用和回收废物或库存；(8) 制定工作场所接触限值；(9) 制定水、土壤、沉积物或食品中的阈值或最大残留限量。

41. 全氟辛酸作为杂质在含氟化学品制造过程中无意产生。不过，可以通过在附件 A 或 B 中对在替代品制造中产生的全氟辛酸、其盐类及其相关化合物制定适当的建议浓度限值，以解决制造导致的无意产生问题。

[11] https://echa.europa.eu/registry-of-current-restriction-proposal-intentions/-/substance-rev/16121/term。

2.2 可能的管控措施在实现降低风险目标方面的效能和效率

42. 根据消除持久性有机污染物国际网络提交的资料，全氟辛酸及其相关化合物的最具成本效益和最可行的管控措施是禁止所有生产、使用和进出口，这在缺乏足够的监管和执法基础设施的发展中国家和转型国家尤为重要。根据消除持久性有机污染物国际网络提交的资料，最佳做法是将全氟辛酸、其盐类及其相关化合物列入《斯德哥尔摩公约》附件 A，且不设豁免。第 6 条规定的措施涉及对位于或靠近制造设施、机场、军事基地及其他源头的受污染场地进行清理，以及对库存和废物进行无害环境管理（消除持久性有机污染物国际网络，对风险管理评价初稿的评论意见）。

43. 在欧盟监管进程中从利益攸关方收到的资料表明，在替代品在经济和（或）技术上不可行的情况下需要提供使用豁免（欧洲化学品管理局，2014a、2015a）。

44. 欧洲化学品管理局风险评估委员会和社会经济分析委员会认为，对全氟辛酸、其盐类及全氟辛酸相关物质施加限制是在欧盟范围内解决已确定的风险的最适当措施。欧盟的含量限制调整为全氟辛酸（包括其盐类）浓度等于或大于十亿分之 25，或者一种或一组全氟辛酸相关物质浓度等于或大于十亿分之 1 000。上述限值体现了可能存在的无法避免的杂质和无意产生的污染物，并考虑到分析方法的能力（见欧盟委员会，2017）。欧盟各科学委员会提议的修改详见欧洲化学品管理局 2015c。

45. 加拿大、挪威和欧盟在制定与全氟辛酸、其盐类及其相关化合物有关的风险管理监管办法的过程中，将技术和社会经济资料作为允许一般或特定豁免的决策依据。因此，现行风险管理监管办法中的各项豁免可能说明了鉴于技术和社会经济考虑因素，在某个国家可能无法获得化学和（或）非化学替代品的用途。

46. 目前，发达国家的废物焚烧炉通常在 850°C 或更高温度下进行受控制的焚烧。高温焚烧（例如 1 000°C）有效地破坏全氟辛酸并防止高度氟化的聚合物通过热解形成全氟辛酸（见 Taylor，2009、Taylor 等人，2014 和 Yamada 等人，2005）。目前尚不清楚在以下条件下，城市垃圾焚烧炉可能在多大程度上形成全氟辛酸：(1) 烟气可能达到 850°C 或更高的温度，并可能导致不同的降解产物（Garda 等人，2007）；(2) 其他物质共存并且可能干扰含氟聚合物的热解（例如，与蒸汽、氧气或二氧化硫相反，聚四氟乙烯的热解受氢或氯气氛的抑制，使分解加速；Simon 和 Kaminsky，1998）；(3) 可采用活性炭注入加袋滤等技术来去除二恶英或汞，也可以用来捕获全氟羧酸（欧盟委员会，2006）。最近的一项研究在荷兰哈林根的焚化炉烟气中发现全氟辛酸。然而 Taylor 等人 2014 年的结论是，在代表美国典型的城市废物焚烧的条件下，焚烧含氟调聚物基聚合物废物不会导致形成达到可测出水平的全氟辛酸。

47. 可以通过用氢氧化钠水溶液（Sulzbach 等人，1999）和碳酸钾溶液（Sulzbach 等人，2001）洗涤废气以及其他处理方法，将全氟辛酸或其盐类从此类气体中去除。

48. 虽然受控制的焚烧和废气净化可在某些发达国家采用，但其可能并非最具成本效益和在所有国家均可使用的备选方案。

49. 对于在焚烧过程中作为副产物形成的全氟辛酸，涉及到多氯二苯并对二恶英和二苯并呋喃以及燃烧导致的其他持久性有机污染物无意释放。与第 5 条

和附件 C 有关的《斯德哥尔摩公约》最佳可得技术和最佳环境实践准则第五 A、六 A 和六 C 节说明了用于不同类型的焚烧炉及其他热源的与无意产生的持久性有机污染物相关的最佳可得技术和最佳环境实践，包括提供适当的焚烧条件、减少露天燃烧和烟气处理。这些相关文件中所述的最佳可得技术和最佳环境实践正在应用于其他无意产生的物质，如六氯苯、五氯苯、多氯联苯以及多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃，并在一定程度上对全氟辛酸也有效。换言之，根据现有的用于焚烧过程的最佳可得技术和最佳环境实践，已经在一定程度上要求采用必要的技术措施以尽量减少焚烧导致无意产生的全氟辛酸释放。由于已针对其他无意产生的持久性有机污染物采取了控制措施，因此实施旨在减少全氟辛酸释放的措施以及强制执行和监督工作所产生的额外费用不会太高。

50. 即使对其他持久性有机污染物（如多氯二苯并对二恶英和二苯并呋喃、六氯苯和多氯联苯）的监测计划已经建立，对全氟辛酸的监测（即化学分析）仍将引起额外的成本。发展中国家和经济转型国家需要获得监测全氟辛酸的能力。

其他管控措施

51. 美国环保局采用监管与自愿相结合的办法，包括重大新用途规则和自愿性全氟辛酸管理计划（经合组织，2015）。美国环保局制定的饮用水中的全氟辛酸和全氟辛烷磺酸的健康建议含量为万亿分之 70（联邦公告，2016 年 5 月 25 日）。在美国佛蒙特州，饮用水中全氟辛酸的健康建议含量为万亿分之 20。[12]在美国新泽西州，饮用水中全氟辛酸的指导含量为万亿分之 40。[13]在中国，采取了几项国家行动，以限制全氟辛酸生产或含有全氟辛酸的产品，并鼓励开发全氟辛酸替代品（见第 32(g)段）。

52. 澳大利亚降低风险的办法是自愿与监管行动相结合。根据在《1989 年工业化学品（通知和评估）法》之下实施的监管办法，要求业界提供引入澳大利亚的新物质，包括全氟和多氟烷基化合物或含有新的全氟和多氟烷基化合物的产品的毒性数据。此外，自 2002 年起，澳大利亚基于行业按要求提供的信息，监测全氟和多氟烷基化合物（包括全氟辛酸相关物质）的制造、进口和使用情况，并通过发布关于长链全氟和多氟烷基化合物的警示来提高化工行业和公众的认识。另外，在将新的全氟和多氟化学品引入澳大利亚之前，要求提供额外数据以进行评估。为新的全氟和多氟烷基化合物和需要重新评估的现有全氟和多氟烷基化合物制定了评估建议。风险状况改善但仍具持久性的新全氟化合物的进口受到管理（澳大利亚，2016 年）。澳大利亚还确定了 18 处高度优先防御地点，这些地方的地下水受到包括全氟辛酸在内的全氟和多氟烷基化合物的污染（消除持久性有机污染物国际网络，对风险管理评价初稿的评论意见）。对于全氟辛烷磺酸、全氟辛酸和全氟己基磺酸及其盐类，澳大利亚已实施基于健康的指导值，表示为每日容许摄入量 (TDI)，供调查受污染场所和进行人体健康风险评估时使用（澳大利亚政府，2017）。在澳大利亚，全氟辛酸的每日容许摄入量为 0.16 微克/千克体重。饮用水的全氟辛酸质量值为 0.56 微克/升（澳大利亚卫生部，2017）。最近的一份报告介绍了全氟辛烷磺酸和全氟辛酸修复方案（澳大利亚环境污染评价及治理协作研究中心，2017）。

[12] 见 http://www.healthvermont.gov/response/environmental/pfoa-drinking-water-2016。

[13] 见 http://www.nj.gov/dep/watersupply/dwc_quality_pfoa.html。

53. 德国人类生物监测委员会为全氟辛烷磺酸和全氟辛酸设定了新的人类生物监测-I (HBM-I) 值[14]。根据在 2016 年 5 月的上次会议上讨论的对于动物和人类流行病学研究文献的评估，并在澄清了一些待讨论的细节之后，人类生物监测委员会决定将血浆中的全氟辛酸和全氟辛烷磺酸 HBM-I 值设定为 2 纳克全氟辛酸/毫升和 5 纳克全氟辛烷磺酸/毫升（德国环境署，2016）。

54. 2006 年，加拿大启动“全氟羧酸及其前体评估与管理行动计划”。因此，加拿大实施了监管与自愿行动相结合的方法来降低全氟辛酸和某些长链全氟和多氟烷基化合物的风险。作为最终风险评估前的早期风险管理行动实施的第一项措施是与全氟辛酸和长链全氟羧酸制造商签订一份自愿环境绩效协议。绩效协议的签署人同意在 2010 年 12 月 31 日之前将商业用全氟辛酸和全氟化学品中的长链（C_9-C_{20}）全氟羧酸数量减少 95%，并在 2015 年 12 月 31 日之前消除此类物质。所有签署人均实现了 2010 年减量目标，并且最后报告显示 2015 年的目标也已经实现。2016 年，《禁止使用某些有毒物质条例》规定禁止使用全氟辛酸，仅留有数量有限的豁免（加拿大，2016c）。

55. 2014 年，丹麦环保署发表了一项关于全氟烷基物质（包括全氟辛酸及其相关化合物）点源的相关地下水污染问题研究。根据地下水污染的调查结果，开展了一项研究以评估和提出健康质量标准。此项研究制定了 12 种全氟和多氟烷基化合物的饮用水总和标准限值。限值为 0.1 微克/升饮用水，这也是 12 种全氟和多氟烷基物质含量总和标准。地下水适用相同的总和标准限值，而相同的全氟和多氟烷基化合物在土壤中的总和标准限值定为 0.4 微克/升（干土）（丹麦，2016 年）。丹麦政府还颁布了食品包装材料中全氟化合物的建议限量为 0.35 微克/平方厘米，实际是禁止其使用。[15]

56. 自 2014 年起，瑞典国家食品局对饮用水中常见的全氟和多氟烷基化合物（包括全氟辛酸）的总量制定健康指导值（瑞典国家食品局，2017）。自 2016 年以来，共有 11 种全氟和多氟烷基化合物列入指导值。如果全氟和多氟烷基化合物总量超过 90 纳克/升，则建议采取行动尽可能将含量降低至此行动水平之下。如果全氟和多氟烷基化合物总量超过 900 纳克/升，则建议不要饮用或用于烹饪。澳大利亚卫生部根据最终健康指导值确定了全氟辛酸和全氟辛烷磺酸/全氟己基磺酸及其盐类的饮用水质数值。上述数值将用于在澳大利亚开展的人体健康风险评估（见澳大利亚卫生部，2017）。美国环保局制定了饮用水中的全氟辛酸和全氟辛烷磺酸的健康建议含量（见美国环保局，2016）。欧洲食品安全局目前正在更新与全氟辛酸相关的健康指导值（欧洲食品安全局，2017）。

57. 挪威正在机场和消防训练区域对因使用水成膜泡沫而被全氟和多氟烷基化合物污染的土壤进行持续修复（挪威，2016 年）。

58. 瑞典化学品管理局公布了减少使用全氟和多氟烷基化合物的战略（瑞典化学品管理局， 2016b）。应尽量减少并最终停止可能导致环境污染的全氟和多氟烷基化合物应用。为实现这一目标而采取的行动包括，对可能导致向环境大量直接释放的用途优先执行各项措施，以及在包括《斯德哥尔摩公约》在内的全球舞台上开展工作。拟在使用后收集并销毁含有全氟和多氟烷基化合物的消防泡沫（设有某些豁免）（瑞典，对风险管理评价第三稿的评论意见）。

[14] HBM I 值代表一种物质在人体中的浓度，据委员会目前的评估，低于该数值则预期对健康无不利影响，因而不必采取限制措施。

[15] https://www.foedevarestyrelsen.dk/Leksikon/Sider/Papir-og-pap.aspx。

59. 使用水成膜泡沫可能会导致泄漏到地下并污染土壤和地下水。因此，瑞典化学品管理局、瑞典民事应急机构和瑞典环境保护局为瑞典救援服务处制作了一份宣传册，建议减少使用水成膜泡沫（瑞典化学品管理局，2017）。瑞典化学品管理局还与瑞典民事应急机构合作，为救援服务提供培训和资料。通过举办研讨会为救援服务提供各种工具，以使灭火方式能尽量减少对环境的影响（瑞典，对风险管理评价第三稿的评论意见）。瑞典的商业机场已用非氟化替代品取代全氟和多氟烷基化合物，其在使用后降解成二氧化碳和水（消除持久性有机污染物国际网络，对风险管理评价第二稿的评论意见）。消防泡沫联盟发布了“使用 B 类消防泡沫的最佳实践指南”，包括关于选择适当的泡沫、控制和消除泡沫排放以及泡沫和消防用水处置的指南（消防泡沫联盟）。[16]其中建议使用不含氟表面活性剂的训练用泡沫进行训练。

60. 绿色和平组织的“为时尚去毒” (Detox) 运动和“有害化学品零排放” (ZDHC) 计划的关注重点是减少经由废水的排放。许多公司（如 H&M、阿迪达斯、Esprit 等）已经推荐并应用了自愿性的水中最大残留限量（TM，2016）。

61. 持久性有机污染物审查委员会制定了一系列关于全氟辛烷磺酸废物流的建议，其高度适用于全氟辛酸、其盐类及相关化合物，因为其被用于类似的应用。POPRC-6/2 号决定概述了短期、中期和长期框架内的一系列降低风险的措施（详见 POPRC-6/2 号决定和环境署，2017）。

62. 2015 年，瑞典环境保护局在大约 500 个水样中对全氟和多氟烷基化合物（包括全氟辛酸）进行了筛查，包括地下水、地表水、垃圾渗滤液和污水处理厂的污水（瑞典环保局，2016）。确定的最重要的点源是使用消防泡沫的地区（机场和消防训练场）以及废物和污水处理设施。建议的风险降低措施包括：限制从点源释放全氟和多氟烷基化合物、限制使用含有全氟和多氟烷基化合物的消防泡沫、在国际上开展工作以限制在工业场地使用和排放全氟和多氟烷基化合物，以及开发针对全氟和多氟烷基化合物的修复技术。在瑞典，自 2014 年起，已经建立了由所有相关部门组成的网络，以便向其他管理部门、县、市、自来水生产商及其他各方提供如风险评估与管理等有关全氟和多氟烷基化合物（包括全氟辛酸）问题的支持和信息（瑞典，对风险管理评价第二稿的评论意见）。

63. 据认为，基于含氟调聚物的聚合物产品在使用（如水洗纺织品污水处理厂的污泥）或处置（如填埋或焚烧）期间发生降解是潜在的全氟羧酸间接降解来源（见 Prevedouros 等人，2006、Wang 等人，2014a、Wang 等人，2014b）。

64. 世界许多地区的含氟聚合物和含氟弹性体生产商已经开发并实施了各种技术，从生产过程中回收和循环再用全氟辛酸及其他氟化乳化剂，包括对废气、废水和含氟聚合物分散体进行处理，以减少排放和对其的接触。瑞士联邦环境署 2017 第四节总结了上述技术（最佳可得技术/最佳环境实践）。其中一些技术也可用于处理其他相关行业的废物流和产品，以减少全氟辛酸及相关化合物的排放和接触（瑞士联邦环境署，2017）。

65. 2014 年，氟理事会发布了“全球服装业最佳环境实践指南：包括氟化防水剂产品”（氟理事会，2014）。该指南在以下方案领域为氟化防水剂产品的最佳环境实践推荐了一套基本行动：(1) 提高全体员工的环境意识；(2) 遵从安

[16] https://docs.wixstatic.com/ugd/331cad_188bf72c523c46adac082278ac019a7b.pdf。

全数据表 (SDS) 和技术数据表 (TDS)针对此产品的建议；(3) 仅在必要时才使用此产品，以获得所期待的效果；(4) 仅使用必需的使用量：与化学品供应商合作确定使用量；(5) 只混合那些即将在预定生产中使用的产品剂量；(6) 合理安排生产计划，避免更换染液造成染液浪费；(7) 在不影响质量的前提下，尽量重复使用/回收利用残余/多余的整理液；(8) 让所有设备维持良好的工作状态并定期进行操作检验；(9) 优化展幅机内的烘干和固化条件；(10) 恰当地处置废弃化学品；(11) 考虑其它可能方式将废弃物和排放减少到最低限度（见氟理事会，2014）。

66. 行业利益攸关方指出，大多数照片成像产品不含全氟辛酸相关化合物。与生产少数含有全氟辛酸相关化合物的胶卷相关的废料通常用高温焚烧方式处置，多余涂料制剂可用于回收银。因此，废物在高温下焚烧（欧洲成像与印刷协会）。这是欧洲的情况（消除持久性有机污染物国际网络，对风险管理评价初稿的评论意见）。

67. 在将全氟辛酸、其盐类及其相关化合物列入《斯德哥尔摩公约》后，可与《巴塞尔公约》合作定出低持久性有机污染物含量的浓度水平，通常情况下《巴塞尔公约》也负责确定无害环境处置的各种方法。按照《公约》第 6 条采取废物管理措施，包括对成为废物之后的产品和物品采取的措施，可确保以有效和高效的方式处置含有浓度高于低持久性有机污染物含量水平的全氟辛酸、其盐类及其相关化合物的废物，从而销毁或以无害环境的其他方式处置其中的持久性有机污染物成分。上述措施也可解决恰当的废物处理、收集、运输和储存，并确保尽量减少来自废物的全氟辛酸、其盐类及其相关化合物和相关接触。设定低持久性有机污染物数值和与《巴塞尔公约》合作制订的准则将有助于缔约方以无害环境方式处理含全氟辛酸、其盐类及其相关化合物的废物（见加拿大，2016a）。

2.2.1 评估短链氟化替代品的使用和生产

68. 评价的目的是确定社会需要并且可能无法获取化学和（或）非化学替代品的用途。现有的风险管理监管方法中的各项豁免（见表 3）为根据技术和社会经济因素来确定此类用途提供指示。

A. 半导体行业用途

69. 行业利益攸关方已确定了半导体行业的潜在关键用途。美国半导体行业协会对其会员公司进行了调查，发现几家公司在光刻工艺中继续使用全氟辛酸及相关化学品，而这是先进半导体制造工艺中的关键步骤（美国半导体行业协会，对风险管理评价初稿的评论意见）。该行业占全氟辛酸及其相关化合物总排放量的份额极低。该行业的用量占欧盟使用总量的一小部分，并据报告，该物质在受严格控制的条件下使用。典型的控制措施载于经合组织排放设想文件第 9 号《半导体制造中的光刻胶使用》（经合组织，2010；美国半导体行业协会，2016）。

70. 该行业提交的资料往往表明目前不可能替代，并且替代需要很长时间（10 年）。

71. 欧盟内部公众咨询确认，如果不给予该用途克减，所产生的费用将会很高。由于使用量低和预计排放量低，欧盟在限制措施中规定对用于制造半导体的设备给予有时限（至 2022 年 7 月 4 日）的克减。

72. 此外，在欧盟的限制措施之下，对于半导体光刻工艺或化合物半导体蚀刻工艺以及半导体或化合物半导体给予无时限的克减（见欧洲化学品管理局，2015c 和欧盟委员会，2017）。

73. 在加拿大，制成品中的半导体被豁免，而挪威于 2016 年终止了给予半导体粘合剂、箔或胶带的豁免。

74. 国际半导体设备与材料产业协会（一家为微电子和纳米电子行业制造供应链服务的全球行业协会）支持对半导体制造光刻工艺的豁免，并强调该豁免应采取“可接受用途”形式（国际半导体设备与材料产业协会，对风险管理评价第二稿的评论意见）。

75. 此外，国际半导体设备与材料产业协会还提出一些其他的豁免和可接受用途提案。除了制造设备外，还提议给予替换件和备件无时限的豁免。另外，国际半导体设备与材料产业协会还提议给予半导体制造设施中与设施相关的化学、气体和空气分配与控制系统为期五年的豁免，给予用于物质或混合物的储存、输送和运输的化学品容器系统为期五年的豁免（国际半导体设备与材料产业协会，对风险管理评价第二稿的评论意见）。此外，美国半导体行业协会还要求为供应商在制造“工具”和辅助设备时使用全氟辛酸及相关化合物，提供附件 B 之下的可接受用途豁免。有必要将少量的全氟辛酸和相关化合物加入含氟聚合物，用于各种工具和辅助设备，包括这些工具中的密封件、涂料、阀门、垫片和容器，以及备件，以实现关键的性能和功能要求。这些复杂的设备在接触可能性很小的制造设施中使用。总之，美国半导体行业协会呼吁根据《公约》附件豁免该行业在制造工艺中使用全氟辛酸及相关化合物，以及在先进制造设备中使用这些化学品（美国半导体行业协会，对风险管理评价初稿的评论意见）。

B. 技术纺织品[17]

76. 对于户外应用中使用的非技术性纺织品（如遮阳篷和户外家具、野营装备），在欧盟可以使用替代品，没有豁免的理由。

77. 对于用于过滤油和燃料的过滤材料，一些公司声称没有替代品可用。然而，其他一些公司报告称在高性能领域有替代品（短链氟化化学品）可用（欧洲化学品管理局 2014a、2015a）。总的来说，由于缺少数量、具体用途和物质方面的数据，无法全面评估在专业部门的豁免是否合理。可以同意对专业部门的剩余用途给予过渡期，因为个人保护装备需要满足各自的标准（例如对于防护服的 EN 13034 号标准）中规定的特定要求。

78. 对于保护工人免受健康和安全风险的纺织品，欧盟给予有时限（至 2023 年 7 月 4 日）的克减。欧洲化学品管理局社会经济分析委员会提议为用于医疗纺织品、水处理过滤、生产工艺和污水处理的膜提供类似的豁免（欧盟委员会，2017）。

79. 在挪威，只有消费者使用的纺织品受到限制，而专业用途的纺织品则不在限制范围内。加拿大的办法不适用于制成品，即加拿大不限制进口、使用、销售和报价出售含有全氟辛酸、其盐类及其前体的纺织品。

[17] 具有高性能要求的技术纺织品是指用于保护工人免受健康和安全风险的纺织品，或者用于医用纺织品、水处理过滤或生产工艺以及废水处理的纺织薄膜。

80. 根据巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会提供的资料，全氟辛酸可能作为生产侧链氟化聚合物的杂质出现，后者用作纺织品的拒油、拒水和拒化学品整理的制剂/混合物。应用技术以最高标准实施，只有痕量、甚至没有全氟辛酸通过浸渍转移。作为一个跨部门行业，纺织行业中的专业、技术和防护纺织品部门必须满足很多不同的性能标准，特别是医学、化学、环保标准以及汽车和飞机行业的拒燃油安全标准。几乎所有这些纺织品都必须通过漫长的认证程序，可能需要数年时间，并且几种纺织品受到其他多项欧盟和国内法律的监管。各企业单独的标准和规定起到补充作用，在德国称为“TL”，该术语可翻译成“技术性能”简介。德国纺织业工作人员经过充分培训，职业健康和安全措施得到严格执行和监督（巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会，2016）。可以将各种技术标准（如德国使用的技术标准）作为良好实践的范例加以详细阐述（荷兰，对风险管理评价第二稿的评论意见）。然而，其他国家和区域的全氟辛酸数量以及制造工艺与条件不详，有可能相当严重，导致人类接触和环境释放（消除持久性有机污染物国际网络，对风险管理评价初稿的评论意见）。

81. 用于纺织品处理的基于全氟辛酸相关物质的侧链氟化聚合物（例如 8:2 氟调聚物丙烯酸酯）含有 2%的全氟辛酸相关物质的未结合残留物（Russel 等人，2008）。这些未结合的残留物可以在经处理的纺织品的使用和废物阶段通过空气和水释放到环境中。全氟辛酸相关物质还可用于浸渍剂（欧洲化学品管理局，2015a）。欧洲服装和纺织联合会考虑将对于职业安全至关重要的拒水、拒油和拒化学品物质列入豁免。在 6 年的过渡期内，目前进行中的和新的项目应当能够在欧洲《化学品注册、评价、授权和限制条例》进程中取得成果，找到性能更佳和更环保的氟化和非氟化聚合物替代品（欧洲服装和纺织联合会，2016）。

82. Textile+Mode 协会认为，可以通过很多方式来实现降低风险的目标。常见做法是采用围堵技术。其允许在聚合过程中循环和再用全氟辛酸，并从受污染的空气和工艺废水中保留全氟辛酸。在纺织品细化处理过程中，常见做法是尽量减少排放。在生产中使用最佳环境实践是避免排放和（或）使排放量降至极低水平的关键。在欧盟，技术纺织品生产遵守最佳环境实践。用氟化产品处理的目的是通过持久的拒油和拒水性来尽量减少对环境的影响。这些属性在过去几十年得到发展和优化，达到并保持很高的保护程度。因此，有必要给予专业、技术和防护纺织品豁免，因为其必须达到持久抗拒性能标准（TM，2016）。

C. 某些印刷油墨

83. 在欧盟公众咨询期间提交的行业评论表明，全氟辛酸及相关化合物存在于专业打印机使用的乳胶油墨中。这种用途仅在已停产的打印机中继续，因此正在逐步淘汰。使用量及相关的排放量似乎有明显下降趋势。制造有关打印机和油墨的公司声称，如果没有 5 年过渡期，则需要过早更换使用中的打印机，并且成本很高，因为印刷质量会有损失。欧盟科学委员会的结论是，接受乳胶油墨的 5 年过渡期是合理的（欧洲化学品管理局，2015c），因此欧盟给予有时限（至 2022 年 7 月 4 日）的克减（欧盟委员会，2017）。对于水性油墨，加拿大规定了有时限（至 2016 年 12 月 31 日）的豁免（加拿大，对风险管理评价初稿的评论意见）。然而，挪威的风险管理办法仅适用于消费品，并不限制在专业用途/专业打印机油墨中使用全氟辛酸。

D. 生产短链氟化替代品

84. 氟理事会认为，从业者可能会在生产场地以外的另一个场地将全氟辛酸和全氟辛酸相关物质作为分离中间体进行再处理，以生产 C_6 含氟调聚物替代品，因此需要豁免分离中间体运输（氟理事会，对风险管理评价第二稿的评论意见）。欧洲的限制条例根据其第 4(c)款给予分离中间体运输无时限的豁免，但前提是，必须符合欧盟 (EC) No1907/2006 号条例第 18(4)条(a)至(f)款中的各项条件（欧盟委员会，2017）。在《斯德哥尔摩公约》之下也应考虑豁免分离中间体运输，以便能够在生产场地以外的另一个场地进行再处理。条件可以与欧盟的风险管理办法确定的条件相似，即：在其他场地对中间体产生的其他物质进行合成必须在下列严格的控制条件下进行：(1) 在物质的整个生命周期内通过技术手段加以严格控制，包括制造、纯化、设备清洁与维护、取样、分析、设备或车辆的装载和卸载、废物处置或净化，以及储存；(2) 应采用各种程序和控制技术，尽量减少排放和由此导致的任何接触；(3) 只有经过适当培训和授权的人员才能处理该物质；(4) 在开展清洁和维护工作的情况下，在打开和进入系统之前应用吹洗和冲洗等特殊程序；(5) 在发生事故和产生废物的情况下，在净化或清洁与维护程序中使用各种程序和（或）控制技术来尽量减少排放和由此导致的接触；(6) 物质处理程序有详细的文件记载，并由现场操作员严格监督。

E. 照片成像

85. 欧洲成像与印刷协会指出，自愿采取的主要控制措施是寻求开发替代品。自 2000 年起，该行业重新配制/停止生产大量产品，导致全球范围内该行业的全氟辛酸相关化合物使用量减少 95%以上。尽管剩余的少数应用目前尚无替代品，但随着继续向数字成像的过渡，预计这些物质的使用将进一步减少。欧洲成像与印刷协会认为，不需要对目前持续的用途施加额外控制措施（欧洲成像与印刷协会，2016a）。

86. 欧洲成像与印刷协会认为，如果不能用全氟辛酸相关化合物制造剩余的相关成像产品，也将对医疗和军事等客户群体造成不利影响。以医疗部门为例，如果目前常规的摄影产品停产导致预算有限的医院和诊所必须投资于新技术，可能会带来经济上的困难。预计发展中国家以及某些欧盟国家（如意大利、西班牙、葡萄牙、希腊及一些东欧国家）的医疗领域受到的影响较大（欧洲成像与印刷协会，2016a）。

87. 在欧盟风险管理办法中，对用于胶卷、纸张或印版的摄影涂料给予豁免（欧盟委员会，2017）。挪威和加拿大给予此用途的特定豁免于 2016 年届满。不过，挪威风险管理办法仅适用于消费品，而加拿大的办法不适用于制成品。因此，进口、使用、销售和报价出售适用于胶卷、纸张或印版的摄影介质涂料在加拿大不受限制。

F. 纳米涂料

88. 在欧盟有关限制文件的公众咨询期间，仅有一家为智能手机制造商施用涂料的公司请求给予脉冲等离子体纳米涂料为期 3 年的克减，以便能够改用一种替代 C_6 化学品。（欧洲化学品管理局，2015c）。欧盟给予等离子体纳米涂料有时限（至加 2023 年 7 月 4 日）的豁免（欧盟委员会，2017）。加拿大的办

法不适用于制成品。因此，进口、使用、销售和报价出售用于智能手机（或其他电子设备）的涂料在加拿大不受限制。

G. 备件

89. 欧盟的行业利益攸关方请求豁免各种类型（航空、电信、半导体、信息和通信技术行业）备件。该问题涉及到在生效之日已制成的备件在欧盟销售和使用的可能性。其意见认为，在不获得克减的情况下，这些备件将被迫销毁，这将导致欧盟制造商蒙受经济损失。欧洲化学品管理局风险评估委员会和社会经济分析委员会认为，对限制生效之前的库存备件实施克减对于所有应用（包括上述情形以及其他情形）都是合理的，因为将其销毁需要成本并且其生命期较长导致相关的排放较低（欧洲化学品管理局，2015c）。欧盟的限制措施没有豁免备件（欧盟委员会，2017）。

90. 另外，加拿大汽车制造商协会要求为汽车保养和替换备件提供特定豁免。加拿大汽车制造商协会指出，该行业一直以来在积极主动地淘汰全氟辛酸。但是，保养和替换备件仍可能含有全氟辛酸。这些备件占全氟辛酸用量的比例很小，并将随着车辆更新换代而逐渐自然减少。汽车制造商需要确保原始设备和备件的可用性，以满足客户需求（加拿大汽车制造商协会，2017）。根据消除持久性有机污染物国际网络提交的资料，豁免也将导致来自生产和使用的全氟辛酸向人类和环境的持续释放。

91. 国际半导体设备与材料产业协会认为，关于半导体行业的制造设备和相关基础设施，传统设备或传统制造工厂基础设施的维护、备件、更换或翻新部件也需要过渡期（国际半导体设备与材料产业协会，2017，对风险管理评价初稿的评论意见）。

H. 消防泡沫

92. 水成膜泡沫是在全球用于扑灭火灾的消防和（或）蒸气抑制产品的通用术语。水成膜泡沫被特别设计用于扑灭 B 类（易燃液体）火灾。水成膜泡沫可能含有全氟辛酸或全氟辛酸相关物质。不是每种情况都必然使用消防泡沫。只有仔细考虑具体情况（紧急事件或者消防/财产保护系统的设计）并审查当地的建筑规范和其他条例，才能确定正确的产品选择。过去十年来，水成膜泡沫制造商已经用基于含氟调聚物的含氟表面活性剂来替代基于全氟辛烷磺酸的产品。如今，大多数消防泡沫是用全氟己烷（C_6）链为基础的含氟化合物/调聚物制造（详见 UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1），但可使用无氟泡沫或其他替代灭火方法来满足许多 B 类火灾使用领域的效率要求（瑞典化学品管理局，2016a）。对于含有全氟辛酸相关物质的灭火泡沫，目前存在不少替代品（见第 155 至 162 段）。

93. 为了与给予在用泡沫的豁免一致，以及避免需要提早更换受豁免的泡沫，社会经济分析委员会建议在欧盟的限制措施内这给这些混合物为期 20 年的克减。这是消防泡沫的寿命，这一时限也得到来自公众咨询的意见的支持（欧洲化学品管理局，2015c）。在欧洲的进程中，尽管一些消防人员和泡沫制造商表示担心，在高风险的化工厂和大型储存区域，在 10 年内仍需要全氟辛酸及相关物质含量最高达 1 000 ppb 的含氟泡沫，而欧盟委员会收到来自两个不同来源的充足资料，证明了完全无氟泡沫的可用性和有效性。另外，短链氟基泡沫已经存在。在此类产品中，全氟辛酸和全氟辛酸相关物质的杂质似乎是一个问题，尽

管其存在对技术性能并不重要。委员会认为，总体推迟三年是合理的时间表，消防泡沫制造业在此期间可调整配方以达到限制标准。

94. 根据消除持久性有机污染物国际网络提交的资料，消防泡沫的正常寿命随温度和储存条件而差别很大。对于这种导致许多国家大量地下水污染的持续分散的持久性有机污染物用途而言，长达20年的时限并不恰当。德国在奥地利的支持下，建议给予使用已经在市场上销售的泡沫一段较短的过渡期，因为消防泡沫非常稳定，可以长时间存放直到在火灾情况下使用。为避免继续从该来源向环境排放，应当用可持续/恰当的替代品取代现有的泡沫（德国，对风险管理评价初稿的评论意见；奥地利，对风险管理评价第二稿的评论意见）。

95. 关于专业用途的新水成膜泡沫的市场销售，社会经济分析委员会注意到，在欧盟公众咨询期间，一些利益攸关方（消防部门、泡沫制造商）要求对全氟辛酸相关物质和全氟辛酸设定较高的浓度限值，或完全豁免消防泡沫。总体而言，根据所提供的资料，社会经济分析委员会建议，对于在消防泡沫浓缩物中使用全氟辛酸或全氟辛酸相关物质，采用每种物质十亿分之 1 000 的较高限值，并在生效 5 年后的拟议限制审查中重新考虑该浓度限值，争取将其降低（欧洲化学品管理局，2015c）。

96. 在欧盟的限制范围内，根据第 4(e)段，对 2020 年 7 月 4 日之前投放市场且目前在用的，或者用于生产其他消防泡沫混合物的浓缩消防泡沫混合物给予豁免。对于 (1) 在 2020 年 7 月 4 日之前投放市场或 (2) 根据第 4(e)款生产的消防泡沫混合物给予豁免，但前提是，其用于训练目的，已尽量减少对环境排放并且废水得到收集和安全处置（欧盟委员会，2017 年）。在加拿大，对用于消防用途的水成膜泡沫给予无时限的豁免（加拿大，2016c）。挪威对消防泡沫不设豁免，但风险管理办法并不适用，因为其涉及消费品，而水成膜泡沫仅用于专业用途。加拿大燃料协会支持风险管理评价中提议的对水成膜泡沫的豁免（加拿大燃料协会，对风险管理评价第二稿的评论意见）。

I. 医疗器械

97. 在欧盟公众咨询中，利益攸关方表示，替代正在进行中，但鉴于供应链和认证过程的复杂性，这是漫长的过程。一般情况下需要最短 5 年过渡期，但对于某些设备，这一过渡期可能太短。在植入式医疗器械的特定情况下，制造商要求过渡期为 15 年（欧洲化学品管理局，2015c）。

98. 在欧盟的限制措施中，对于除了第 93/42/EEC 号指令范围内的植入式医疗器械以外的医疗器械，给予有时限（至 2032 年 7 月 4 日）的豁免。此外，对于某些植入式器械的生产给予无时限的豁免（欧盟委员会，2017）。挪威对医疗器械实行豁免（无时限）。

J. 药品生产中使用的运输的中间体

99. 化学行业表示，所有药用化学品，以及其他一些使用全氟辛酸相关化学品作为原料和（或）加工介质，并且在特定性能标准方面具有社会经济效益的高度专业化学品，尚未开发出替代品（氟理事会，2016a）。没有资料对“其他高度专业化学品”加以详细说明。在化管方针的背景下，在认识到药品对人类健康和动物福利具有重大效益的同时，将环境持久性制药污染物列为全球新出现的政策问题。全氟溴辛烷 (PFOB) 用全氟辛基碘 (PFOI) 生产。全氟辛基碘在日本的单一场地，在生产基于 6:2 含氟调聚物的物质的过程中生产（在封闭

系统中调聚、分离和蒸馏），然后作为分离中间体运输到日本的另一个场地生产全氟溴辛烷。全氟辛基碘生产过程中产生的所有废物都是在封闭系统中收集并焚烧。 预计可能有少量排放到空气排，估计每年少于 1 千克。之后，将全氟溴辛烷运到位于美国和瑞典的两个场地生产相关药品（大金公司，对风险管理评价第二稿的评论意见和国际制药工业协会联合会(IFPMA)在缔约方大会第十三次会议上提供的资料）。

100. 全氟溴辛烷被用作制造用于药物应用的“微孔”颗粒的加工助剂。全氟溴辛烷不是全氟辛酸相关化合物。然而，全氟溴辛烷确实含有无意形成的痕量全氟辛基碘，这是一种全氟辛酸相关化合物。成品“微孔”药品中的残留全氟溴辛烷通常为 0.1%，这意味着全氟辛基碘残留水平为 0.1 ppm。全氟溴辛烷在多孔颗粒中的检测限值为 0.1%。目前所有成品药品中的全氟辛基碘残留总量低于 2 克/年。药品生产导致的全氟辛基碘的环境排放量目前低于每年 30 克。工艺废物中的全氟溴辛烷在连续碳床中被捕获，这是最佳可用技术，其将排放量控制在低于 1%，通常低于 0.1%（国际制药工业协会联合会在缔约方大会第十三次会议上提供的资料）。

101. “微孔”颗粒能够将两种以上活性药物成分组合成具有所需比例的药物，以使效果最大化。微孔颗粒技术还可以提高肺部的输送效率和实现靶向输送。目前销售的成品药品用于治疗慢性阻塞性肺病（COPD）、囊性纤维化（CF）患者。其他药物应用研究正在进行前期和后期开发（国际制药工业协会联合会在缔约方大会第十三次会议上提供的资料）。

102. 已经进行了广泛的努力来确定替代试剂，筛选了至少 15 种试剂，但是发现全氟溴辛烷是唯一适合于制造“微孔”药物产品并且具有适当毒理学特征，可保证人类给药的安全性 （美国食品药品管理局 020-091， Imagent®的美国食品药品管理局批文）。经过这些努力，无法找到可不损害“微孔”颗粒性质的替代试剂。如果找到替代药物，仍然需要反复进行临床试验，并重新登记产品，整个过程将超过 10 年。对于这种类型的药品，需要确保给患者连续用药，因此需要进一步考虑满足这一应用的适当方式（国际制药工业协会联合会在缔约方大会第十三次会议上提供的资料）。

K. 使用氟虫胺

103. N-乙基全氟辛烷磺酰胺（又称氟虫胺；EtFOSA；化学文摘社编号：4151-50-2）被用作蚂蚁毒饵中的活性成分，在南美许多国家用于控制美洲切叶蚁属（Atta spp）和刺切蚁属（Acromyrmex spp）切叶蚁，以及控制入侵红火蚁和白蚁 (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3/Rev.1) 。含氟表面活性剂也可以用作杀虫剂产品中的“惰性”表面活性剂（农药制剂中使用的增强剂，但不构成活性成分）(UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1)。

104. 氟虫胺被用于控制切叶蚂蚁的诱饵，巴西代表团指出，在巴西使用氟虫胺可防止相当于每公顷最多 14.5%的树木损失。其他可能遭受代价巨大的损失的农产品是大豆和玉米。此外，如果蚂蚁导致牧草饲料减少，每公顷牲畜养殖容量可能会下降(UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1)。[18]

[18] Oficio DFIA/SDA/MAPA nº 123/2008，巴西农业、畜牧和食品供应部，农业生产资料监察部动植物保护秘书处。

105. 用于控制美洲切叶蚁属和刺切蚁属切叶蚁的昆虫诱饵作为可接受的全氟辛烷磺酸、其盐类和全氟辛基磺酰氟生产和使用目的列入附件 B (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1)。

2.2.2 实施管控措施的成本和效益

106. 在赫尔辛基委员会的一份报告中，评估了各种具有成本效益的管理方案，以减少包括全氟辛酸在内的有害物质的排出、排放和散失。除了对工业源头采取措施外，对城市源头采取措施也可以减少全氟辛烷磺酸/全氟辛酸的排放量，例如用活性炭对城市废水进行高级处理（其他备选方案详见赫尔辛基委员会，2013）。

107. 全氟辛酸已经在许多用途中被广泛淘汰，表明替代品的成本并未妨碍对全氟辛酸的替代。在评估任何产品的替代品成本时，需要考虑包括以下在内的重要事项。在考虑到耐用性和其他因素的情况下，初始购买成本较高的替代品在产品的整个使用寿命内实际上可能更便宜。批量生产替代品可以大幅降低成本。保护健康和环境的举措的成本经常在前期被高估，而后在监管条例实施后迅速下降。最后，对报废产品进行无害环境处置的成本也是需要考虑的重要因素（Ackermann 和 Massey，2006）。

108. 对于欧盟的限制措施，根据欧盟限制提案估算了与下列用途有关的替代成本：(1) 含氟聚合物进口和使用聚四氟乙烯混合物；(2) 欧盟的纺织品用途；(3) 物品中的纺织品进口；(4) 消防泡沫；(5) 纸张；(6) 油漆和油墨。行业对目前用途（最坏情形）和限制生效后的时期（较现实情形）进行了估算。由于缺乏数据，没有进行关于物品中的全氟辛酸进口、摄影应用和半导体等用途的估算。估算出的欧盟替代成本区间为 139 万至 15 844 万欧元，对欧洲较现实情形估算的中值为 3470 万欧元（见欧洲化学品管理局，2015a，表 F.2-6）。

109. 欧盟对行业开展的公众咨询表明，主要含氟聚合物制造商已经开发出几种替代品用于取代全氟辛酸。这些替代品通常由各公司独家制造和使用。因此，通常没有市场价格（目前如此）。不过，有一些指标显示运营成本增加，可用于评估拟议限制给含氟聚合物制造商带来的成本。因此，假设替代品的使用导致生产成本低至中等程度上升（0-20%）。上升原因是使用成本较高和（或）数量较多的替代品。业界表示，以替代品制造的聚四氟乙烯的质量没有变化（欧洲化学品管理局，2015a）。

110. 在投资成本方面，全氟辛酸和全氟辛酸相关物质行业的（前）制造商在欧盟限制措施制定过程中指出，该行业已在研发工作和资金方面投入大量资源，以开发短链全氟和多氟烷基化合物（报告的金额超过 5 亿欧元，这在欧盟公众咨询中得到证实）。对于下游用户，由于需要重新配制产品、调整生产工艺和测试，预计改用短链替代品将发生高额成本。在此方面，视各公司面临的具体情况，报告的成本为每公司最多 100 万欧元（欧洲化学品管理局，2015a）。

111. 欧洲成像与印刷协会指出，目前完全消除全氟辛酸相关化合物用途的主要障碍仍然是技术障碍。然而，研究和开发成本也应考虑，因为在成像行业专注于开发创新的数字成像新技术之际，这种投资可能成为巨大的财务负担。在仅剩的少数相关的摄影用途中替代全氟辛酸相关化合物的经济成本在大多数情况下难以承担。剩余的少量相关用途是市场上的小众产品，欧洲成像与印刷协会会员预计数量将进一步减少（欧洲成像与印刷协会，2016b）。

112. 对于欧盟而言，社会显然为高胆固醇血症、发育毒性和癌症付出可观成本。这些成本将通过医疗等直接费用以及受影响个人的生活质量损失等间接成本来体现。目前无法估算全氟辛酸和全氟辛酸相关物质占总体疾病负担的比例。然而，较高的风险特征比率意味着，限制全氟辛酸和“全氟辛酸相关物质”将对人类健康有重大益处（欧洲化学品管理局，2015a）。根据挪威提供的资料，欧盟的社会经济评估强调全氟辛酸的持久性、生物蓄积性和毒性属性是减排的主要原因。较新的研究也揭示了接触全氟辛酸与疫苗效果下降之间的相关性，并且全氟辛酸被认为对人类免疫带来危险（见 UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2 或 NTP，2016）。

113. 欧盟的限制预计不会在欧洲范围内带来更广泛的经济影响，因为市场已经开始取代全氟辛酸和全氟辛酸相关物质。这体现在适中的合规成本估算。此外，预计限制措施不会对欧盟和全球产业的竞争力产生影响，因为两者都必须取代全氟辛酸和“全氟辛酸相关物质”以遵守限制规定。预计限制措施不会对欧盟的就业产生重大影响（欧洲化学品管理局，2015a）。

114. 去除和销毁在现有产品（如消防系统）中存在的全氟辛烷磺酸的成本一般估计远低于每公斤 1 000 欧元，但在个别情况下可能高得多。例如荷兰的 Barendrecht 铁路隧道，从消防系统中去除全氟辛烷磺酸的成本为每公斤至少 3 500 欧元。该操作没有实现完全清除，需要第二轮冲洗或更换主管道，相当于去除剩余的全氟辛烷磺酸的成本增加每公斤至少 400 000 欧元。没有要求铁路运营商采取这一行动，原因可以理解为成本不成比例，但并没有明确指出这一理由（Oosterhuis 等人， 2017）。

115. 作为加拿大的化学品管理计划的一部分，制定了一项监管倡议，目标是保护环境免受与（除其他物质外）全氟辛酸和长链全氟羧酸的使用、销售、报价出售或进口相关的风险。在加拿大的风险管理进程中，科学证据已证明，全氟辛酸和长链全氟羧酸具有持久性，其在陆地和海洋动物中蓄积和生物放大，并且根据《1999 年加拿大环境保护法》对环境有毒性。虽然没有对该倡议的效益进行定量分析，但加拿大对全氟辛酸和长链全氟羧酸的监管控制将保护环境。对这些物质的管控有望改善环境质量。

116.挪威表示，由于我们在日常生活环境中仍然接触全氟和多氟烷基化合物，因此控制措施将对人类健康产生积极影响（挪威，2016）。在 2013 年对消费品中的全氟辛酸实施国家监管条例之后，含有全氟辛酸的消费品数量已经减少，在全天候服装中的含量也有所下降（挪威，对风险管理评价第二稿的评论意见）。

117. 在澳大利亚，全氟辛酸的社会影响最近开始浮现，因为发现位于机场和消防训练设施的很多场地因过去使用水成膜泡沫扑灭液体燃料火灾而被污染。含有全氟辛酸、全氟辛烷磺酸和全氟己基磺酸的消防泡沫在多种用途中被逐步淘汰。值得注意的是，过去使用水成膜泡沫已经污染了一些国防和民用机场场地，在某些情况下污染通过地表和地下水迁移到其他地方。全氟辛酸从使用地点迁移导致邻近地区的地下和地表水受污染，在某些情况下，受污染的水被用于人类消费和农业用途。在饮用水受到污染的地方，已经提供了替代饮用水源。一些农业活动受到影响，例如对于商品果菜园以及小规模家禽和禽蛋生产，过去用于此类用途的水受到全氟辛酸污染。环境受污染的污名导致一些土地拥有者和企业主的财产和商业价值下降以及收入损失。这反过来又给受影响社区带来了一定的压力和焦虑，而居民健康所受影响的不确定性进一步加剧了社区的

压力和焦虑。虽然澳大利亚所受影响主要来自以往使用含全氟辛酸的水成膜泡沫，但实施管控措施将让澳大利亚社会可以确信现在或将来发生污染的可能性被降至最低（澳大利亚，2016）。2017 年 4 月，布里斯班机场发生了两次严重的含全氟辛酸的水成膜泡沫泄漏事故（22 000 和 5 000 升），导致政府警告避免食用从该地区水道捕获的鱼类（消除持久性有机污染物国际网络，对风险管理评价第二稿的评论意见）。澳大利亚联邦政府正在制定政府的整体响应措施，并与澳大利亚各州和领地合作，管理和应对全氟和多氟烷基化合物污染（澳大利亚，对风险管理评价第二稿的评论意见）。

118. 在消防泡沫中继续使用全氟辛酸将导致世界各地军事场所和机场周围的地下水和土壤持续受到污染，除了对人类健康和环境的危害外，还将产生相关的修复、赔偿和法律成本（Wang 等人，2017；LaSalle，2016；澳大利亚参议院外交、国防和贸易委员会，2016；澳大利亚航空服务公司，2016；Filipovic 等人，2015；Houtz 等人，2016）。挪威最近计算了在消防训练区周边受到全氟和多氟烷基化合物污染的地下水的总清洁成本，结果是每个训练地点需要 350 万至 550 万欧元。上述数字包括一些因消防泡沫而受全氟和多氟烷基化合物污染的挪威机场所需的地下水清洁系统的投资和运营费用。化学分析表明，与全氟辛烷磺酸相比，全氟辛酸迁移到地下水中的程度最高（挪威，对风险管理评价第三稿的评论意见）。

119. 2005 年，德国杜塞尔多夫机场因为飞机失事和消防训练使用了含有全氟和多氟烷基化合物的消防泡沫。全氟和多氟烷基化合物（包括全氟辛酸）污染土壤并浸入地下水。含有全氟和多氟烷基化合物的地下水污染了附近的两个湖泊，这两个湖泊现在已不对公众开放并禁止食用鱼类。2007 年，杜塞尔多夫地方环境部门在杜塞尔多夫北部发现全氟和多氟烷基化合物水平升高。在随后几年里，杜塞尔多夫机场被发现是全氟和多氟烷基化合物的主要源头。修复地下水需要几年甚至几十年的时间。另外，对约 3 000 吨受全氟和多氟烷基化合物污染的土壤进行了挖掘和处理。[19]德国的其他机场也有类似的因为过去为训练目的使用水成膜泡沫而导致的受全氟化合物污染的区域（即：纽伦堡机场）。欧洲化学品管理局 2015a 讨论了此类修复行动的成本（德国，对风险管理评价第三稿的评论意见）。

120. 在德国，有一个突出案例显示（非法）处置废物/污泥对农田造成的后果。处理工业污泥导致全氟辛酸浸出到周围的地表水，饮用水水库莫宁湖 (LakeMOhne) 被污染（见 Skutlarek 等人，2006、Wilhelm 等人，2009、Wilhelm 等人，2010、Hölzer 等人，2008、Hölzer 等人，2009）。因此饮用水的全氟辛酸含量上升。人类生物监测研究显示，与从不同水源获得饮用水的附近地区的居民相比，阿恩斯堡 (Amsberg) 居民的血液中全氟辛酸含量较高。据媒体资料显示，自 2006 年以来已发生大约 250 万欧元地下水净化费用。净化厂将在未来几年继续运行，运营成本约为每年 100 000 欧元（德国，对风险管理评价第三稿的评论意见）。[20]

[19]见 https://www.dus.com/de-de/konzern/unternehmen/verantwortung/umweltschutz/gew%C3%A4sserschutz/grundwassersanierung。

[20] 根据一宗法院案例的结果，成本只能由社区承担 (https://www.wp.de/staedte/altkreis-brilon/ruhrverband-klagt-im-pft-umweltskandal-auf-schadenersatz-id9731569.html)。

121. 自 2011 年起在瑞典多个城市发现饮用水中的全氟和多氟烷基化合物含量较高，含量区间为每升几微克。提供了一些城市解决饮用水全氟和多氟烷基化合物污染的费用，例如乌普萨拉市(Uppsala)的木炭滤水（每年耗资 100 万欧元）和伦讷市(Ronne)的新供水系统（300 万欧元）（瑞典环境保护局，2016）。消防训练场已被证明是主要污染源，在某些情况下导致供水设施关闭。市政府已经发布信息，在湖泊下游污染区域捕获的野生鱼类不应频繁食用（瑞典化学品管理局，2013）。为产生自旧机场附近一个洞穴的含有全氟和多氟烷基化合物的水安装了碳过滤系统，在其流入接收水道之前进行清洁，目前已清洁 150-200 立方米来自洞穴的水（Defbort 等人，2012）。在美国的几个地点，全氟和多氟烷基化合物也污染了 1 500 万居民的饮用水。然而，碳过滤系统并非对所有全氟和多氟烷基化合物都有效（Wang 等人，2017）。

122. 就专业、技术和防护纺织品而言，德国制造商在 2013 年的销售额达 60 亿欧元。（见巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会，2016 和 TM，2016）。

123. 由于替代技术的可获得性或成本，一些全氟辛酸替代技术在发展中国家可能在若干年后才能获得。

2.3 关于替代品（产品和工艺）的资料

2.3.1 替代品概况

124. 由于担心长链全氟烷基酸对人类和环境的影响，在很多应用中用其他物质替代这些全氟烷基酸及其前体，包括使用在结构上与所替代物质相似的氟化替代品。具体而言，上述氟化替代品包括短链全氟烷基酸和官能化全氟聚醚，特别是全氟和多氟醚羧酸以及全氟和多氟醚磺酸，其具有一个酸性官能团悬挂在全氟或多氟醚链而非全氟烷基链上（Wang 等人，2015）。参考文件中提供了对于不同行业分支的一些已知的氟化和非氟化替代品的概述（欧洲化学品管理局，2015a，表 C.1-1；见 UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6；第 3 节和环境署，2017）。

2.3.2 部门的具体方面

125. 以下段落讨论与替代品相关的涉及部门的具体方面。但是，具体涉及到替代品（例如短链氟化物质）风险的几方面问题不能归入单一部门，而是适用于相应替代品所涉及的所有部门。

A. 含氟聚合物制造

官能化全氟聚醚

126. 氟理事会指出，多种替代聚合物加工助剂用于在氟聚合物制造中替代全氟辛酸（氟理事会，2016a）。

127. 氟聚合物生产商使用全氟辛酸铵或全氟辛酸钠作为加工助剂，用于聚四氟乙烯、全氟乙烯丙烯共聚物、全氟烷氧基聚合物和某些含氟弹性体的（乳液）聚合。此外，全氟壬酸铵(APFN)应用于聚偏二氟乙烯的乳液聚合（Prevedouros 等人，2006）。大多数生产者开发自己的替代品。商业化的氟化替代品是官能化全氟聚醚，除其他外，包括 3M/Dyneon 公司的 ADONA（$CF_3OCF_2CF_2CF_2OCHFCF_2COO\text{-}NH_4$+；化学文摘社编号 958445-44-8；Gordon，

2011）、杜邦公司的 GenX 或 C_3 二聚盐[21]（$CF_3CF_2CF_2OCF(CF_3)COO\text{-}NH_4$+；化学文摘社编号 62037-80-3；杜邦公司，2010）、苏威公司的环状或聚合官能化全氟聚醚（Marchionni 等人，2010；Pieri 等人，2011；Spada 和 Kent，2011）以及朝日公司的 EEA-NH_4（$C_2F_5OC_2F_4OCF_2COO\text{-}NH_4$+；化学文摘社编号 908020-52-0；欧洲食品安全局，2011a）。关于氟聚合物生产中的全氟辛酸替代品的其他资料汇编于瑞士联邦环境署 2017 第五节，重点内容是中国的含氟聚合物制造情况以及不使用含氟乳化剂的水乳液聚合工艺。

128. 在欧盟的限制进程中评估了三种全氟辛酸替代品（GenX、ADONA 和 EEA-NH_4)，其具有通常较短和（或）较少氟化的醚部分（欧洲化学品管理局，2015a，C3 节）。C_3 二聚盐、ADONA 和 EEA-NH_4 作为全氟辛酸的替代品用作聚合加工助剂，在此应用中，其作为乳化剂，使水相中的反应物与疏水相中的反应物在乳液中接触并彼此发生反应（欧洲化学品管理局，2015a）。欧洲化学品管理局指出，大多数利益攸关方表示，用全氟辛酸生产的含氟聚合物与用替代品生产的含氟聚合物之间没有技术上的差别（或利益攸关者不了解是否存在差别）（欧洲化学品管理局，2015a）。在欧盟公众咨询期间，含氟聚合物制造商表示，使用替代品时，生产成本的变化为零至增加 20%（欧洲化学品管理局，2015a）。增加的原因是替代品的成本较高，以及制造一个单位含氟聚合物所需的替代品数量较多。一些下游用户提到，用替代品取代全氟辛酸之后，没有发生成本效应。

129. C_3 二聚盐的毒代动力学数据表明很少或没有发生新陈代谢，但快速排泄。大致在 2-7 天（小鼠）、10-11 小时（猴）和 4-48 小时（大鼠）内以非代谢方式清除。C_3 二聚盐被分类为皮肤刺激性和眼睛损伤物质。此外，按 0.5 毫克/千克/天的剂量重复给药导致雄性小鼠肝脏肿大和肝细胞肥大以及肝细胞坏死。在致癌性方面，为期两年的大鼠研究结果是，在较高剂量（≥ 50 毫克/千克/天）下产生肿瘤。关于与 C_3 二聚盐相关的环境风险（数据取自注册卷宗），结论是该物质对于水生生物很可能不具有急性毒性（半致死/有效浓度大于 100 毫克/升）或慢性毒性（无观测效应浓度大于 1 毫克/升）。鉴于所有可用资料的情况，目前无法开展完整的持久性、生物蓄积性和毒性评估，包括根据欧盟化学品法规的标准开展此项评估（指南见欧洲化学品管理局，2017a）。然而，有注册人在化学品安全报告 中承认，C_3 二聚盐在反复接触后，基于对特定目标器官的毒性，符合持久性和毒性标准（特定目标器官毒性 - 重复接触第 2 类 (STOT RE 2)）。C_3 二聚盐可能符合欧盟化学品条例（见《化学品注册、评价、授权和限制条例》附件十三）的持久性、生物蓄积性和毒性标准（欧洲化学品管理局，2015a）。

130. 关于 ADONA，事实证明该物质是持久性物质。没有与致癌性有关的数据。关于与 ADONA 有关的环境风险（数字取自《化学品注册、评价、授权和限制条例》规定的注册卷宗），结论是该物质对于水生生物很可能不具有急性毒性（半致死/有效浓度大于 100 毫克/升）或慢性毒性（无观测效应浓度大于 1 毫克/升）。鉴于所有可用资料的情况，目前无法开展完整的持久性、生物蓄积性和毒性评估。该物质很可能符合《化学品注册、评价、授权和限制条例》附件三的持久性标准。根据环境毒性数据，该物质不符合毒性标准。注册卷宗缺

[21] 国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)名称：2,3,3,3-四氟-2-(七氟丙氧基)-丙酸铵；化学文摘社编号 62037-80-3。

少与人类有关的毒理学信息。因此，数据不足以得出结论或反驳该物质的持久性、生物蓄积性和毒性属性（欧洲化学品管理局，2015a）。根据 2011 年欧洲食品安全局的一份文件，3M 公司报告说，ADONA 在三名工作人员体内的半衰期为 12 至 34 天，而人体清除一半的全氟辛酸便需要大约四年的时间（见 The Intercept，2016 和欧洲食品安全局，2011b）。

131.在另一项研究（Gordon，2011）中，在长达 90 天的急性和重复剂量研究，以及在眼睛和皮肤刺激、皮肤致敏、遗传毒性和发育毒性等研究中评估了 ADONA 的毒性。将该物质作为过氧化物酶体增殖物激活受体α (PPARα) 激动剂对大鼠进行研究，结果具有口服中等毒性，而在大鼠急性毒性研究中几乎无皮肤毒性。在兔子实验中，ADONA 造成轻微的皮肤刺激和中度至重度眼睛刺激，并且在小鼠局部淋巴结实验中发现微弱的皮肤致敏。基于从五项实验得到的证据的证明效力，据认为 ADONA 不具有基因毒性。没有发现发育毒性，按母体毒性剂量进行的实验除外。在 ADONA 作为过氧化物酶体增殖物激活受体α激动剂的实验中，雄性大鼠肝脏和雌性大鼠肾脏是主要目标器官。提交人的结论是，ADONA 的毒性特征对于过氧化物酶体增殖物激活受体的预期用途而言是可接受的，优于全氟辛酸铵。

132. EEA-NH_4 被认为具有持久性。所提供的数据不足以得出没有生物蓄积性的结论。关于与 EEA-NH_4 相关的环境风险（数据取自注册宗卷），已确定对水生生物没有急性毒性（半致死/有效浓度大于 100 毫克/升）。基于所有可用资料的情况，考虑到从全氟辛酸持久性、生物蓄积性和毒性评估中获得的知识，目前无法开展完整的持久性、生物蓄积性和毒性评估。该物质很可能符合《化学品注册、评价、授权和限制条例》附件三的持久性标准。根据环境毒性数据，该物质不符合毒性标准。注册卷宗中提供了关于人类健康的毒性数据。注册人指出，该物质被分类为第 2 类生殖毒性。因此，该物质符合附件三的毒性标准，并仍然是怀疑具有持久性、生物蓄积性和毒性的物质（欧洲化学品管理局，2015a）。

133. 可从报告中得到两种全氟和多氟醚羧酸，即 GenX（在大鼠和小鼠体内）和 ADONA（在大鼠和人类体内）的血清消除半衰期数据（欧洲化学品管理局，2014b；欧洲食品安全局，2011b）。即便消除半衰期比全氟辛酸短，但不可能就全氟和多氟醚羧酸以及全氟和多氟醚磺酸的生物蓄积潜力得出结论，因为在各项条例中没有将血清消除半衰期阈值定义为生物蓄积性的标准，种间变异尚未阐明，并且各项研究通常以不同的给药方法进行（例如口服或静脉注射、单次或重复剂量）。因此，各种物质之间的血清清除半衰期报告值不能直接比较（Wang 等人，2015）。

B. 纺织品和地毯部门

134. 用于进行纺织品耐久拒水 (DWR) 整理的氟化和非氟化化学品的属性、性能和相关危害最近得到审查（Holmquist 等人，2016）；以下各分节介绍个别化学品的概况。

短链氟化替代品

135. 用基于短链含氟调聚物的物质替代长链等同物，已被确定为可供用于各种用途的替代品，包括纺织品和地毯用途（美国环保局，2012）。

136. 由非氟化碳骨架和侧链（含有 6:2-14:2 含氟调聚物部分或衍生自全氟辛基磺酰氟的部分的混合物）组成的氟化聚合物，在表面处理产品中使用，使纺织

品、皮革和地毯能够耐水和耐油（Buck 等人，2011）。可以观察到用链长较短的同源物替代侧链上的基于长链含氟调聚物或全氟辛基磺酰氟的衍生品的趋势（Ritter，2010）。几种含有衍生自全氟丁烷磺酰氟 (PBSF) 的 C_4 侧链氟化聚合物的表面处理产品已经商业化（Renner，2006）。此外，含氟调聚物制造商已经开发出大部分基于高纯度含氟调聚物原料（大部分为 6:2）的产品，包括衍生自 6:2 含氟聚合物和有机硅氧烷的共聚物（Dow Coming，2007 和 Ritter，2010）。短链多氟烷基醇，如 3:1 和 5:1 氟调聚醇已经商业化，可用作侧链氟化聚合物的结构单元（Wang 等人，2013）。

137. 用于拒污和拒水的全氟辛酸相关化合物已有化学替代品可用，包括基于丙烯酸酯、甲基丙烯酸乙酯和聚氨酯聚合物的纺织品和地毯表面处理应用。对于短链全氟和多氟烷基物质，已经应用了基于全氟丁烷磺酰氟和基于 6:2 含氟调聚物的物质，包括聚合物。根据各种科学研究以及国际科学共识声明《马德里声明》（马德里声明，2015），上述化合物已经在持久性和生物蓄积性方面引起关注，考虑到持久性有机污染物审查委员会的替代性指导文件，其不应被作为可接受的替代品（见 UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6；第 3 节）。

138. 基于≤ C_6 基含氟调聚物化学品的化合物被用于制造基于含氟调聚物的产品，表明该替代品具有技术上的可行性。为了达到相同的技术性能需要增加用量，并且≤ C_6 基含氟调聚物产品的成本较高（欧洲化学品管理局，2015a）。

139. 对于基于 8:2 氟调聚醇的含氟调聚物产品，可使用短链 6:2 氟调聚醇作为替代品。该物质不会降解为全氟辛酸而是降解为其它酸，如全氟丁酸、全氟戊酸、全氟己酸和 2H,2H,3H,3H-氟辛酸（5:3 氟调聚酸）（欧洲化学品管理局，2015a）。根据另一项研究（Ellis 等人，2004），6:2 氟调聚醇的大气降解也形成全氟庚酸 ，并且据认为，6:2 氟调聚醇在大气氧化时形成的数量最大的全氟羧酸种类是全氟庚酸和全氟己酸。在土壤结合残留物中，可能没有进一步生物降解所需的 5:3 酸（Liu 等人，2010a；Liu 等人，2010b)。在活性污泥中，6:2 氟调聚醇也经历快速的初级生物转化，97%以上的 6:2 氟调聚醇可在 3 天内转化为至少 9 种转化产物。主要生物转化产物包括 5:3 酸、全氟己酸和全氟戊酸（Zhao 等人，2013b）。在对好氧条件下河流沉积物系统进行的研究中也发现了类似的生物转化产物（Zhao 等人，2013a）。关于 6:2 氟调聚醇转化/降解的更多资料，请参见瑞士联邦环境署 2017 第二节。

140. 根据氟理事会赞助的一项研究，考虑到已发表和未发表的科学研究数据，全氟辛酸的氟化物替代品（6:2 氟调聚醇、全氟己酸/全氟己烷、6:2 甲基丙烯酸酯和 6:2 丙烯酸酯）不符合《斯德哥尔摩公约》的持久性有机污染物总体标准。研究结论是，6:2 氟调聚醇符合《斯德哥尔摩公约》的持久性有机污染物标准之一（符合大气迁移标准，但需要根据附件 D 的 l(d)(一)款提供更多信息以确定在偏远环境中的浓度是否需要关注；未达到持久性、生物蓄积性、生态毒性和对人类毒性的标准）。全氟己酸及其阴离子全氟己烷符合持久性标准，因为其可能具有环境持久性，但是关于全氟己酸在土壤、沉积物和水中的降解半衰期的数据不详。不符合生物蓄积、远距离环境迁移、生态毒性和对人类的毒性等标准（氟理事会，2014a）。最近的一份基于以往评估的报告审议了新发表的各项研究，并支持最初的结论，即所分析的短链全氟和多氟烷基化合物（6:2 氟调聚醇、全氟己酸/全氟己烷、6:2 甲基丙烯酸酯和 6:2 丙烯酸酯）均不符合《斯德哥尔摩公约》的持久性有机污染物标准（氟理事会，2016b）。尽管如

此，替代品和替代混合物仍可能表现出危险特性，应当在考虑将这些物质作为合适的替代品之前进行评估。

141. 欧洲化学品管理局 2015a 的 C.2.2 节（人类健康风险）和 C.2.3 节（环境风险）详述了与短链化学品有关的风险。几项研究对 6:2 氟调聚醇得出的结论（Lindeman 等人，2012；Maras 等人，2006；Martin 等人，2009；Mukerji 等人，2015；Oda 等人，2007；Ishibashi 等人，2007；Vanparys 等人，2006；均引用于欧洲化学品管理局，2015a）载于本风险管理评价的背景文件（UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6；第四节）。氟理事会汇编了其他关于短链全氟和多氟烷基化合物的研究。[22]

142. 6:2 氟调聚醇将经历生物转化，产生含有 3 至 5 个氟化碳原子的全氟羧酸。这些全氟羧酸在结构上类似于全氟辛酸，仅氟化碳原子数目不同。这些短链全氟羧酸在环境中同样持久，不能在生物或非生物条件下进一步降解（欧洲化学品管理局，2015a）。不过，预计具有少于 7 个氟化碳原子的全氟羧酸的生物蓄积潜能低于全氟辛酸（Conder 等，2008）。

143. 6:2 氟调聚醇的代谢物预计具有持久性，但与全氟辛酸相比，在野生生物和人类中的生物蓄积潜能较低，对水生生物的毒性也较低（欧洲化学品管理局，2015a）。然而，短链全氟羧酸在水生环境中比全氟辛酸更具移动性，并且可能污染饮用水（Eschauzier 等人，2013；Gellrich 等人，2012）。此外，其可能较易在蔬菜中蓄积，这是不同的接触途径（Krippner 等人，2015；Blaine 等人，2014）。另一项研究结果表明，与其相应的全氟羧酸相比，氟调羧酸对水生无脊椎动物和植物物种的毒性较大（Mitchell 等人，2011）。然而，应当考虑到，环境浓度可能会随着时间推移而改变，特别是在为了逐步淘汰全氟辛酸、其盐类及全氟辛酸相关物质而大量使用的情况下。

144. 由于具有持久性有机污染物的特性，一些氟化学品作为全氟辛酸替代品的适合性引起关注，包括全氟己基磺酸及其盐类、全氟庚酸、全氟己酸、全氟磺酸、全氟丁酸、4:2 氟调聚醇、6:2 氟调聚醇、6:2 氟调酸和 6:2 氟调聚磺酸盐。由于极强的持久性和生物蓄积属性，欧盟成员国最近一致同意将全氟己基磺酸及其盐类增加到《化学品注册、评价、授权和限制条例》的高度关注物质清单（欧洲化学品管理局，2017b）。此外，挪威最近提名将全氟己基磺酸及其盐类列入《斯德哥尔摩公约》。上述特性引起的关于执行第 3 条第 3 和第 4 款的关切。关于上述替代品的不良影响，可查询具体资料和相应的参考文献（UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6；第 5 节）。

无氟替代品

145. 纺织行业的代表指出（巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会，2016），无氟替代品包括石蜡、α-烯烃改性硅氧烷、脂肪酸改性三聚氰胺树脂和脂肪酸改性聚氨酯等，可用于标准服装和低防护程度的户外服装（巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会，2016）。在某些情况下，当使用无氟替代品时，由于缺少拒化学、拒油和（或）拒污属性；不够耐磨和（或）耐洗涤（特别是在工业和化学清洁应用中）；拒干土性能不佳；耐水性差和不具有紫外线稳定性；透气膜被阻塞（例如防护服在较短的洗涤周期后）或进一步加工的选择有限，

[22] 见 https://fluorocouncil.com/Resources/Research。

导致无法达到专业、技术和防护纺织品的质量要求（巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会，2016）。

146. 不含氟碳的纺织品拒水整理剂商业产品包括：德国格雷茨里德的 Rudolf Chemie Ltd.公司销售的 BIONIC-FINISH®ECO 和 RUCO-DRY®ECO；德国魏因海姆的 Freudenberg Group 公司销售的 Purtex®WR、Purtex®WA、Purtex®AP；以及瑞士塞沃伦的 SchoellerTechologies AG 公司销售的 ecorepel®（斯德哥尔摩公约，2014）。

147. 关于拒水属性，有几种物质可以用来代替高度氟化物质，而润滑剂和拒污剂的替代品很罕见。最主要的拒水剂替代品是硅基制剂。其中包括高分子量聚二甲基硅氧烷 (PDMS)、硅硐与氯化硬脂酰胺甲基嘧啶（有时与碳酰胺（尿素）和三聚氰胺树脂组合）的混合物、蜡和石蜡（通常由改性三聚氰胺基树脂组成）以及正在开发中的模仿莲花拒水能力的树形化合物（瑞典化学品管理局，2015）。

148. 石蜡拒水剂是液体乳剂，生产者认为其不应被分类为对健康有害物质。然而，一些确定的成分似乎有害。大多数产品的主要成分是石蜡油/蜡（长链烷烃的混合物），其被认为在纯净形式下无害。一些产品还含有异氰酸酯、二丙二醇、金属盐或其他未知物质，这些可能是有害的。大多数成分易于生物降解，并且不会在生物体和食物链中生物浓缩或蓄积，即使当浓度高于水溶性时，对水生和陆生生物的毒性也不显著（丹麦环保署，2015b）。

149. 纺织浸渍剂中应用的硅硐大多数基于聚二甲基硅氧烷。它们是惰性的，一般没有不良影响。各种硅氧烷，特别是称为 D4、D5 和 D6 的环状硅氧烷和特定的线性硅氧烷是用于合成织物浸渍所用硅酮聚合物的中间体。硅氧烷在环境中具有持续性且分布广泛。主要是在城市地区和水生环境中测出。在污水处理厂排水口附近捕获的鱼类肝脏中发现较高含量。硅氧烷通常通过沉淀从水相中除去，并且在沉积物中表现出较长的半衰期。在土壤中，硅氧烷根据条件转化为羟基化形式，其仍然可能具有持久性（丹麦环保署，2015b；详见 P05，2012 和 Davies，2014）。在加拿大，得出的结论是，D4 正在以较大数量或较高浓度进入环境，或所处状况已经或可能对环境或其生物多样性产生短期或长期的有害影响。

150. 对于基于树形化合物的拒水剂，没有关于活性物质及其他成分的健康属性的数据，但商业产品的生产者已经在物质安全资料表中提供了健康数据，并就产品分类提出一些建议。据生产者提供的资料，这些产品不应被归类为对环境有害，但根据现有资料无法评估此种说法（丹麦环保署，2015b）。产品成分不够具体，不足以进行评估，但是某些产品包括未知的硅氧烷、阳离子聚合物、异氰酸酯或刺激性的有机酸。总之，这组化学品的健康评估资料不足以就浸渍剂可能的健康影响进行评估（详见 P05，2012 和 Davies，2014）。

151. 最近的一项研究指出，非氟化学替代品可以满足户外服装的拒水要求。提交人提出，全氟和多氟烷基化学物质在户外服装中的应用被过度设计，可通过在室外服装中改用非氟化学品来实现显著的环境和毒理学效益（消除持久性有机污染物国际网络，对风险管理评价第二稿的评论意见，引述 Hill 等人，2017）。

非化学替代品

152. 就纺织品而言，密织是非化学替代技术之一。另一种技术是所谓的反渗透膜，由用聚合物材料制成的极薄的膜组成，并且其构造方式对液态水具有高度不渗透性，但是对水蒸汽具有渗透性，从而形成透气织物。一种聚四氟乙烯替代品是疏水性聚酯与亲水性聚合物的复合物，形成允许织物透气的微观结构（瑞典化学品管理局，2015）。

153. 瑞典化学品管理局介绍一个通过国际倡议找到无氟替代品的实例（瑞典化学品管理局，2015）。面向纺织工业的染料和其他化学品全球供应商亨斯迈纺织染化 (Huntsman Textile Effects) 公司已开始与杜邦公司合作，目标是开发出具有拒水属性的新产品。根据公司提供的资料，这是行业内首个完全用可再生原料制成的拒水处理剂，其中植物原料占 63%（Ecotextile News，2015；引用于瑞典化学品管理局，2015）。制造商指出，成品的耐用度比现有的无氟拒水剂高三倍，可保持织物透气性以达到最大舒适度，与普通的整理助剂（包括树脂和交联剂）相容，并且用非转基因生物制造（Chemours，2017）。

154. Pyua 公司开发了一种技术 (CLIMALOOPTM)，其不含碳氟化合物，并且在抗渗性、透气性和防风性方面达到最高性能。该技术基于回收材料，开发用于持久的户外应用。此外，Pyua 的每件产品都可完全回收利用，并以生态和社会可持续的方式生产（Pyua，2017）。

C. 消防泡沫

短链氟化替代品

155. 过去几年来，基于含氟聚合物的水成膜泡沫制造商已经用短链氟化表面活性剂替代长链氟化表面活性剂（环境署，2017）。开发了基于纯 6:2 含氟调聚物的水成膜泡沫，以取代主要基于 6:2 和 8:2 含氟调聚物混合物的早期产品（Klein，2012；Kleiner 和 Jho，2009）。例如，杜邦公司基于 6:2 氟调聚磺酰胺烷基甜菜碱 (6:2 FTAB) 或 6:2 氟调聚磺酰胺氨基氧化物开发了两种商业化水成膜泡沫（Wang 等人，2013）。提供基于短链含氟调聚物的表面活性剂产品组合的供应商包括 Chemguard、Chemours 和 Dynax（环境署，2017）。

156. 化学替代品包括 C_6-氟代醇，例如 6:2 氟调聚磺酰基甜菜碱，有时与烃和 3M 公司的产品十二氟-2-甲基戊-3-酮组合。由于物质直接释放到环境中，并且在包括北极、人类和野生动物在内的环境中检测到 C_6 化合物，因而使用氟化替代品并不可取（见 UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6）（消除持久性有机污染物国际网络，2016）。

无氟替代品

157. 瑞典市场上有各种无氟 B 类泡沫，表明此种替代品在技术上可行。瑞典的机场引进 Moussoll-FF3/6 消防泡沫，其在环境中降解为二氧化碳和水。在必须满足高安全标准的机场，其被认为能够有效地灭火。拥有瑞典十个机场（包括阿兰达和兰德维特）的 Swedavia 公司，过去使用氟基消防泡沫，但于 2011 年 6 月改用无氟替代品。瑞典武装部队从 2011 年开始逐步停止在瑞典消防泡沫中使用全氟化物质。如今，瑞典武装部队采用基于含氟调聚物的消防泡沫，即该物质分解为全氟化物质（详见瑞典化学品管理局，2015 年）。挪威的机场、军事设施和几家海事公司也引进了无氟泡沫（挪威，对风险管理评价第三稿的评论意见）。

158. 就消防泡沫而言，据一项研究（RPA，2004）估计，无氟替代品的成本比含氟表面活性剂泡沫的成本高约 5-10%。根据制造商提供的关于无氟替代品的资料，在市场规模扩大的情况下，成本将会下降（Poulsen 等人，2005）。本研究不考虑继续依赖含氟表面活性剂泡沫的内化成本，包括地下水修复费用、水生环境污染、自给和商业渔民，以及环境和公共卫生（消除持久性有机污染物国际网络，对风险管理评价第二稿的评论意见）。使用水成膜泡沫、氟蛋白泡沫或成膜氟蛋白泡沫的生命期成本远高于无氟泡沫，原因在于使用上述含氟化合物泡沫要承担法律和财务责任（见昆士兰州政府，2016a 和 2016b），包括违反经营许可证条件、声誉及品牌形象损害等（见 Klein，2013）。越来越多的证据表明，地下水的含氟化合物污染是影响农业、渔业、物业价格的严重的持续性问题，而政治和公众关注带来的负面影响，导致代价极为昂贵且具有破坏性的法律挑战。在水成膜泡沫、氟蛋白泡沫或成膜氟蛋白泡沫的氟化分解产物造成环境污染的情况下，修复费用（尤其是场外修复费用）仍相当庞大，而且还要付出高昂的分析和咨询费用（实例见 Klein，2013）。

159. 在《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》之下使用全氟辛烷磺酸和相关化学品的最佳可得技术和最佳环境实践指导文件（环境署，2017）证实，非氟化泡沫已存在并在用。根据澳大利亚昆士兰州政府的审查，许多无氟泡沫被确认为“达到最严格的消防标准，在很多情况下超过成膜氟化泡沫的性能”，并且无氟泡沫被机场和包括石油和天然气平台在内的其他设施广泛使用（见昆士兰州政府，2016b）。瑞典武装部队表示，其难以找到符合特定安全要求的无氟替代品（见瑞典化学品管理局，2016）。

160. 制造商和一些用户提到，无氟消防泡沫与含氟表面活性剂泡沫不具有可比的灭火效果。与氟基消防泡沫相比，扑灭液体火灾时需要大约两倍的水和浓缩泡沫。一些含氟表面活性剂泡沫生产商指出，一些分析证实，无氟消防泡沫对复燃的保护作用较小，导致无法将此种替代品应用于某些操作（瑞典化学品管理局，2015）。消防泡沫联盟指出，含有基于含氟调聚物的含氟表面活性剂的水成膜泡沫灭火剂是目前在军事、工业、航空和市政应用中扑救可燃液体火灾的最有效的泡沫灭火剂。美国海军研究实验室提供的实验数据（美国海军研究实验室，2016）显示，在油槽火灾实验中，水成膜泡沫灭火剂在 18 秒内实现灭火，而无氟泡沫为 40 秒。在泡沫降解试验中，无氟泡沫在 1-2 分钟后降解，而水成膜泡沫在降解前持续了 35 分钟。消防泡沫联盟不支持已不再需要水成膜泡沫的观点，并建议仅在发生重大可燃液体危险的特定情况下使用水成膜泡沫，并且在使用水成膜泡沫时应采取所有可行措施尽量降低排放水平（消防泡沫联盟，2017）。不过，在无氟泡沫与测试的两种水成膜泡沫之间，阻燃因素（即蒸汽抑止）没有区别（Williams 等人，2011）。世界各地的机场和海事公司都引进了无氟泡沫，并对性能表示满意。

161. 西班牙的一家泡沫制造商提供了对五种市售的短链（C_6）水成膜泡沫灭火剂和五种市售的无氟泡沫进行的一系列新的消防测试（使用四种不同的燃油，即汽油、 庚烷、A1 航空燃油和柴油进行测试）（Wilson，2016）。结果表明，对于除了柴油以外的所有燃油，短链水成膜泡沫的表现明显优于无氟泡沫。没有一种无氟泡沫能成功扑灭 A1 航空燃油火灾（国际民用航空组织（国际民航组织）使用这种燃油开展火灾测试，以确定许多国家的机场使用的泡沫的可接受度）（消防泡沫联盟，2017）。然而，获得国际民航组织不同级别认证（在

民用机场使用需满足的要求）的无氟泡沫已在市场上销售（见消防泡沫联盟，2017），并实际上已引入机场（见上文）。

162. 德国 Heyrothsberge 消防和灾难控制研究所测试了六种无氟耐酒精消防泡沫和一种含有全氟和多氟烷基化合物的泡沫，以了解其扑灭五种不同极性液体火灾的能力。提交人的结论是，有的无氟泡沫的性能与含有全氟和多氟烷基化合物的泡沫相似（见 Keutel 和 Koch，2016）。

D. 纸张和食品包装

短链氟化替代品

163. 含氟调聚物制造商已开发出基于 6:2 含氟调聚物的产品，旨在替代早期产品，如基于长链含氟调聚物衍生品的侧链氟化聚合物和磷酸二酯（Loi 等，2013）。例如，在美国食品药品管理局的有效食品接触物质通报清单中已经注册了几种基于 6:2 含氟调聚物的侧链氟化聚合物，包括朝日公司或大金公司的产品（Wang 等人，2013）。然而，根据持久性有机污染物国际网络提交的资料，缺乏有关毒性和持久性有机污染物属性的公开资料。

164. 一家全球特种化学品制造商于 2015 年获得美国食品药品管理局对一种耐油和耐油脂添加剂的食品接触许可，其不含全氟辛酸，但能够为纸张和纸板提供高水平的耐油、耐油脂和耐水性。该添加剂也符合各项推荐，或适合用作纸张和纸板的表面整理和涂层剂用途，供用于各种食品接触应用。该添加剂基于一种阳离子 6:2 含氟调聚物为基础的侧链氟化聚合物，提供强劲持久的隔油脂和隔水性能。制造商指出，由于其性能属性和环境特性，该添加剂被认为特别适合施胶和湿部应用，以生产快餐盒和包装纸、汤盒、黄油包装纸和油瓶标签。其也可以用于生产宠物食品包装中的模制纸板和纸杯（AMR，2015）。

165. 美国食品药品管理局目前不允许在食品包装应用中使用长链氟化物质。美国食品药品管理局于 2016 年将最后遗留的长链全氟辛酸相关物质从 21 CFR 176.170 标准中删除（见 81 Fed.Reg.5-8）。美国食品药品管理局于 2015 年批准用于纸张和纸板的防护涂层可以作为短链替代品，并将通过食品接触通知（FCN）程序完成替代。

无氟替代品

166. 至少一家来自挪威的制造商开发了使用高密度纸张的无氟替代品，其可以防止油脂穿透（瑞典化学品管理局，2015）。挪威造纸商北欧纸业 (Nordic Paper) 正在使用机械工艺生产可以阻止油脂透过纸张的超密纸，而不使用任何持久性化学品。[23]

167. Norden 2013、SFT 2007 和 Nordic Ecolabelling 2014 等文献提供了更多资料。Nordic Ecolabelling 2014 指出，浸渍和涂布纸可以使用淀粉、藻酸盐、CMC（羧甲基纤维素）、铬化合物、氟化物或有机硅进行表面处理。有机锡化合物在防油纸的有机硅涂层中用作催化剂，并且可能迁移到与纸接触的食物中。文献中特别提到丁基锡作为催化剂。生态标签包含各项要求，以防止铬、氟化物的存在，而溶剂型涂料/涂层剂、D4 和 D5 以及有机锡催化剂不能用于有机硅处理。这些物质可能仍在其他地方使用，因此可能输入欧洲。

[23] 资料来自挪威污染控制管理局（前 StatensForurensningstilsyn），2009。

168. 德国食品添加剂联合会（BundesinstitutfürRisikobewertung）维护一个关于食品接触材料建议的数据库，包括氟化和非氟化物质。[24]

2.3.3 目前没有确定替代品的用途

A. 需达到高性能要求的技术纺织品

169. 行业协会指出，特别是在专业、技术和防护纺织品及其他先进纺织品领域（例如用于电动汽车创新的燃料电池分波器），目前还没有符合法律要求和客户需求的替代品。不过，业界承认以前用全氟辛酸相关化合物处理的仅需满足低性能要求的纺织品（如标准服装、标准户外纺织品）可用 C_6 产品甚至无氟替代品进行处理（巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会，2016；欧洲服装和纺织联合会，2016）。

170. 利益攸关方指出，用 C_6 化学品整理防护纺织品需要使用大量 C_6 产品进行初步整理，并在每次洗涤步骤后用更多 C_6 产品反复进行专业的再浸渍，以达到高安全标准；由于化学品使用量较大，导致与 C_8 化学品相比，多氟和全氟烷基物质排放量增加（巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会，2016）。在此方面，报告提到，与使用 C_8 化学物质所观察到的排放相比，使用基于 6:2 含氟调聚物的整理剂处理的技术纺织品在生命周期中的多氟和全氟烷基物质总排放量通常多 4-8 倍（欧洲服装和纺织联合会，2016）。

171. 纺织行业的报告指出，C_8 化学品能够满足与危险液体和粉尘排斥性有关的高要求，同时在阻燃方面有轻微的损害效应。这两种效应的理想组合不能通过 C_6 基产品获得。此外，据指出，技术性防护纺织品可保护工人免受液体或危险物质（如感染性液体）的污染。因此，再浸渍处理不当可能会发生严重的健康问题，而再浸渍是必要的，否则保护性能将随时间推移而下降（巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会，2016），（TM，2016）。

B. 成像和印刷行业

172. 欧洲成像与印刷协会指出，全氟辛酸相关化合物已成功地被非全氟化学品、具有短（C_3-C_4）全氟化链的化学品、调聚物，以及新配方所替代。不过，仍有少量相关用途。在制造一些剩余的传统摄影产品（即：其中图像形成基于卤化银技术的产品）时，全氟辛酸相关化合物被认为是施加涂层所必需的。其用作表面活性剂、静电控制剂（对于防止员工受伤、操作设备和产品损坏以及火灾和爆炸危险十分重要（欧洲成像与印刷协会，2016b））、涂层操作中的防污剂、摩擦控制剂，以及为涂层提供粘附控制，并被认为具有独特性，因为其将上述所有属性结合在一个分子中，而不会对摄影性能产生不利影响（欧洲成像与印刷协会，2016a）。

173. 在照相和印刷行业中替代剩余的全氟辛酸相关物质用途的成本无法估算。成像涂层的配方是专有的，不同公司之间和不同产品之间各不相同。因此，各公司在改变配方组合时确定的成本不会相同，而研发工作可能历时数年（在开发替代品时不仅对物质的性能进行评估，而且还要评估环境、健康和安全问题）。替代成像和摄影部门中剩余的少数全氟辛酸相关物质关键用途的相关经

[24] https://bfr.ble.de/kse/faces/DBEmpfehlung_en.jsp。

济成本被业界认为是无法负担的。剩余的关键用途被认为是市场上的小众产品，欧洲成像与印刷协会会员计划逐步停止生产（欧洲成像与印刷协会，2016a）。

C. 半导体行业

174. 对于半导体行业的某些应用，非全氟辛酸替代品似乎可用，例如用作表面活性剂。不过，涉及全氟辛酸相关物质作为工艺、化学制剂中的构成材料用于非常专门的应用步骤（例如用于光刻应用）的某些用途仍在继续。一项 2010 年的研究发现，对于在光刻应用中使用全氟辛酸的公司，必须获得克减才能继续生产（van der Putte 等人，2010）。半导体行业的代表指出，某些应用可能没有替代品可用，并且行业在将其引入商业生产之前需要大量的时间来确定、测试和认证替代品。没有指出过渡所需的具体时限（见美国半导体行业协会，2017）。有时限的豁免可以提供所需的时间，以便能够在半导体制造工艺中继续过渡到适当的替代品。国际半导体设备与材料产业协会进一步指出，豁免的形式应当是可接受用途（见国际半导体设备与材料产业协会，2017）。

D. 使用氟虫胺

175. 目前，在巴西注册的用于生产控制切叶蚁诱饵的有效成分是氟虫胺、氟虫腈和毒死蜱。毒死蜱作为昆虫毒饵在巴西不再用于防治切叶蚁(UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1)。这些物质的有效性受到质疑；因此巴西正在研究新的替代品。根据巴西的附件 F 资料，目前在巴西，氟虫胺目前无法被任何其他已经商业化的注册产品有效地替代用于相同用途(UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1, UNEP/POPS/COP.7/INF/21)。

176.根据巴西的资料，苯氧威、吡丙醚、除虫脲、灭虫脲、硅烷酮、噻苯隆、伏虫隆、prodrone、阿维菌素、烯虫酯、灭蚁脘、硼酸、一些新烟碱类农药、拟除虫菊酯、多杀菌素等已被测试用于切叶蚁，但没有效果(UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1)。

177. 根据第 SC-6/7 号决定，巴西将进行研究，以获得经同行审议的有关在综合虫害管理办法中使用全氟辛烷磺酸、其盐类、全氟辛烷磺酰氟及其相关化学品替代品的可行性的资料，并提交给秘书处。这项研究的结论是，基于技术可行性、人类和环境效应、成本效益、可用性和经济可行性，没有替代品可以代替氟虫胺用于防治切叶蚁（巴西提供的资料， 2016）。[25]

178. UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1 号文件载有关于数量的资料。据悉，有一些报告指出氟虫胺可能降解为全氟辛酸，并被列入全氟辛酸铵前体清单(UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1)。

2.3.4 替代品总结

179. 以下各段总结第 2.3.1 至第 2.3.3 节关于替代品的资料。

与短链氟化替代品相关的风险概述

180. 欧洲主管部门越来越关注短链多氟和全氟烷基物质对健康和环境的风险。关注的原因是此类物质具持久性，在水和土壤中具有高度迁移能力，并且有潜在的毒性。虽然一些短链多氟和全氟烷基物质可能没有正式符合欧洲《化学品注册、评价、授权和限制条例》目前规定的持久性、生物蓄积性和毒性标准，

[25] http://chm.pops.int/tabid/4814/Default.aspx。

但其极具持久性，在水生系统和土壤中迁移速度很快，并且使用量不断增加，可能导致持续接触，与生物蓄积性同样需要关注（挪威，对风险管理评价第二稿的评论意见）。短链多氟和全氟烷基物质现已在环境中普遍存在，即使在偏远地区也是如此（见 Zhao 等人，2012）。

181. 与具有更多疏水性烷基链的长链多氟和全氟烷基物质相比，较高的可溶性也有助于一些短链多氟和全氟烷基物质，特别是短链全氟羧酸和全氟磺酸更快地进入饮用水储层，并且某些物质倾向于在含水量大的食用植物组织（如叶子和果实）中蓄积。某些短链多氟和全氟烷基物质在地下水和饮用水中存在可能导致生物体连续接触，虽然目前接触量相对较低，但鉴于此类物质的高度持久性和不断增加的用量，预计环境浓度将随时间推移而上升。更为严重的是，因为由于其吸附潜力低，即使采用昂贵的现代技术（例如使用颗粒活性炭或纳米过滤），也不能有效地从水中去除短链多氟和全氟烷基物质（见德国环境署，2016b）。

182. 应当指出的是，德国正在提议，将具有此类迁移能力和持久性的物质确定为《化学品注册、评价、授权和限制条例》之下的高度关注物质，管制方式与具有高度持久性和高度生物蓄积性的物质相似（见德国环境署，2017）。如第 2.3.2 项所述，这些物质被认为适用于一些应用（如纺织部门、消防泡沫、纸张和食品包装）的全氟辛酸替代品。通常，这些短链替代品的效率较低，所需数量较大。数据表明，用短链氟化物质作为全氟辛酸、其盐类及相关化合物的替代品可能并不可取。

183. 就此而言，应当指出，短链多氟和全氟烷基物质污染是社区/社会的沉重负担。在德国，超过 450 公顷的农田被多氟和全氟烷基物质污染，很可能是因为纸泥与堆肥混合造成的。已经发现土壤和地下水中的多氟和全氟烷基物质浓度升高。短链多氟和全氟烷基物质是该地区的主要污染物。因此导致两个饮用水井被关闭。由于短链多氟和全氟烷基物质可以在植物的可食用部分被摄取，并且作物表现出短链多氟和全氟烷基物质含量上升，因此该地区在收获农作物之前需要分析作物中的多氟和全氟烷基物质含量。只能种植不富含多氟和全氟烷基物质的作物，并且收获的作物如果表现出较高的短链多氟和全氟烷基物质含量，则不能供人类食用或用作饲料。尚未找到净化土壤或阻止短链多氟和全氟烷基物质到达地下水的解决方案。由于污染面积很大，挖掘似乎不合适。对居民、公众和农民造成的整体后果相当严重。修复和净水以及供应清洁饮用水的成本很高。[26]过去两年，当地的供水公司投入 300 万欧元，用于在该地区提供清洁饮用水。到 2018 年，这笔投资将上升至 800 万欧元，因为正在建造一个基于活性炭的净化厂，另一个原因是运营成本将会上升。由于短链多氟和全氟烷基物质的属性，活性炭必须频繁更换，以避免化学品漏过。因此造成 2017 年该地区饮用水价格上涨 13.4%。费用可能会进一步增加。（德国，对风险管理评价第三稿的评论意见）。[27]

[26] 迄今为止没有科学文件可用，但地方当局提供了一些资料（德文版见 http://www.landkreis-rastatt.de/,Lde/PFC.html and http://www.baden-baden.de/stadtportrait/aktuelles/themen/pfc-problematik/。

[27] http://www.star-energiewerke.de/de/Kopfnavigation/News/Pressearchiv-2017/PFC-Folge-In-Rastatt-steigt-der-Preis-fuer-Trinkwasser.html。

特定部门和用途的适当替代品可用性概述

184. 基于对替代品的分析，下表总结了哪些部门和特定用途有全氟辛酸、其盐类和及其相关化合物的替代品可供使用。

表 4：可供特定部门和用途使用的全氟辛酸、其盐类及其相关化合物的替代品

部门	用途	有适当的替代品可用	替代品类型
纺织部门	标准性能要求（如标准服装）	是	不含氟产品（如石蜡）；非化学替代品 短链氟化产品（如 C_6 基）
	高性能要求（如专业用途的防护纺织品）	否	
聚合物制造	聚合加工助剂	是	在全氟烷基部分之间具有醚连接的物质（如 ADONA）
消防泡沫	液体火灾消防	是	基于蛋白质或洗涤剂的消防泡沫 短链氟化产品（如 C_6 基）
纸张和食品包装	食品包装	是	无氟产品（如高密度纸） 短链氟化产品（如 C_6 基）
成像和印刷行业	制造少量剩余的传统摄影产品	否	
半导体行业	用于非常专门的应用步骤（例如用于光刻应用）的工艺化学配方中的成分材料	否	

2.4 关于实施可能的管控措施所造成社会影响的资料摘要

2.4.1 健康，包括公共、环境和职业健康

185. 全氟辛酸和多种全氟辛酸相关化合物在环境区划内以及生物和人类中广泛存在。全氟辛酸、其盐类和降解为全氟辛酸的相关化合物因其远距离环境迁移而给人类健康及（或）环境带来重大不利影响，因而有必要采取全球行动(UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2)。因此，禁止或限制全氟辛酸及其盐类和相关化合物将通过减少排放和随后的人类和环境接触而对人类健康和环境产生积极影响（见挪威，2016；欧洲化学品管理局，2015a、2015c）。

186. 在评估限制全氟辛酸和全氟辛酸相关物质对人类健康和环境的影响时，必须考虑到这些物质作为持久性、生物蓄积性和毒性物质而引起的具体关切。此类关切尤其关系到全氟辛酸在环境中持续存在的潜能，这意味着其不会（或仅在很小的程度上）从环境中消除。即便全氟辛酸和全氟辛酸相关物质的排放将会停止，但不会立即导致环境浓度下降。除了持久性之外，全氟辛酸可在环境中迁移，并且具有远距离分布的潜力，例如通过大气远程输送。因此，全氟辛酸存在于全球环境中，也存在于全氟辛酸排放可忽略不计的偏远地区。继续使用和排放可能导致环境中的浓度上升，并导致长期、大规模的对全氟辛酸的环境和人类接触。结合全氟辛酸在活生物体中的蓄积潜能及其毒理属性，继续使用和排放全氟辛酸和全氟辛酸相关物质可能会因长期接触引起对人类健康和环境的不良影响。此类影响一旦发生将很难逆转。全氟辛酸和全氟辛酸相关物质作为持久性有机污染物的风险的程度和范围仍不确定。因此，对此类物质的风险管理由科学数据和预防措施驱动，以避免持续排放造成的潜在的严重和不可逆的影响。这是显然易见的做法，即便减少全氟辛酸和全氟辛酸相关物质的

排放对人类健康和环境的全面实质影响无法量化（欧洲化学品管理局，2015a）。

187. 欧盟对全氟辛酸和全氟辛酸相关物质的限制将要求行业逐步淘汰几乎所有应用和部门中的相应化合物，消除所有重要排放源头（除了源自现有库存以及全氟辛酸和全氟辛酸相关物质豁免用途的释放）（欧洲化学品管理局，2015a）。欧盟限制提案的背景文件指出，与全氟辛酸相比，各种最适合的替代品的毒理学属性数据少得多。不过，根据对替代品的分析，预计其造成的健康风险低于全氟辛酸和全氟辛酸相关物质。因此，限制措施有望在人类健康影响方面为社会创造净效益（欧洲化学品管理局，2015a）。

188. 加拿大禁止全氟辛酸和长链全氟羧酸，但设有某些豁免，允许在没有技术上或经济上可行的替代品的情况下继续在有限时间里使用此类物质，或为过渡到替代品留有足够时间（见加拿大，2016c）。然没有对效益进行定量分析，但各项修正将通过禁止制造、使用、销售、报价出售或进口全氟辛酸和长链全氟羧酸来保护环境。管控此类物质有望改善环境质量（加拿大，2016c）。

189. 澳大利亚预期与避免地表水、地下水和饮用水污染相关的管控措施将产生积极影响，进而降低人类接触的可能性（澳大利亚，2016）。

190. 关于必须符合耐候性能标准的专业、技术和防护纺织品，纺织行业的代表表示，鉴于在避免排放方面已经取得重大进展，进一步限制将造成专业、技术和防护纺织品被禁止，从而严重危害公共卫生、环境和职业健康（见巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会，2016 和 TM，2016）。

191. 欧洲照相行业的代表指出，照片成像行业实施的管控措施，包括重新配制和停止生产某些产品，使该行业在全球范围内的全氟辛酸相关化合物的使用量减少 95%以上。包括欧洲化学品管理局在内的欧盟许多主管部门评估了照片成像行业少数持续用途的排放量，确定其对环境或人类健康不构成相关风险（欧洲成像与印刷协会，2016a）。整个欧盟的摄影应用和半导体行业产生的全氟辛酸排放量似乎低于 100 千克/年（因此风险相对较低）（欧洲化学品管理局，2015c）。

192. 美国半导体行业协会指出，2015 年在北美销售的半导体光刻配方中的全氟辛酸及其相关物质的总量为 720 公斤。根据国际半导体设备与材料产业协会提供的资料，在全球一级，过去五年（2011-2015 年的数据）生产的所有半导体制造设备所使用的含氟聚合物仍是全氟辛酸的边缘来源，估计不超过 120 千克/年。此外，用于半导体制造的化学品、气体和空气分配与控制系统（相关基础设施）中的含氟聚合物原料也是全氟辛酸的边缘来源，估计不超过 25 千克/年（国际半导体设备与材料产业协会，对风险管理评价初稿的评论意见）。

2.4.2 农业、水产养殖业和林业

193. 视国家立法情况，某些国家施用于农地的污泥中含有全氟辛酸。几种农作物表现出由全氟辛酸介导的因物种而异的不良效应（如根生长和坏死）（见 UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2，引述 Li，2009 和 Stahl 等人，2009）。在污水处理厂固体改良土壤中种植的作物吸收全氟丁酸和全氟戊酸等全氟辛酸替代品（Blaine 等人，2013）。全氟丁酸、全氟己酸、全氟庚酸、全氟辛酸和全氟壬酸易位到植物中（Bizkarguenaga 等人，2016；Krippner 等人，2014）。滑雪

道的松针中也发现全氟辛酸和全氟丁酸（Chropenova 等人，2016）。在澳大利亚，过去使用含全氟辛酸的水成膜泡沫对一些农业活动造成影响（见第 2.2.3 节）。使用来自废水处理厂的污泥导致农田受到全氟和多氟烷基化合物（其中包括全氟辛酸及相关物质）的污染（德国，对风险管理评价初稿的评论意见）。在德国，在农田（非法）处置废物/污泥造成土壤、地下水和饮用水、农作物污染及人类接触，产生严重后果，包括农民收入损失（见第 2.2.2 节）。因此，限制全氟辛酸、其盐类和及其相关化合物将给农业带来效益。

2.4.3 生物群（生物多样性）

194. 全氟辛酸和一些全氟辛酸相关化合物在环境区划以及生物群和人类中广泛存在。全氟辛酸、其盐类以及降解为全氟辛酸的相关化合物可能由于其远距离环境迁移而导致对人类健康和（或）环境的严重不利影响(UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2)。限制全氟辛酸、其盐类及其相关化合物将通过减少排放和随后的生物群接触对生物群产生积极影响。在其饮食中高度依赖本地物种的土著社区将从中获益（消除持久性有机污染物国际网络，对风险管理评价第二稿的评论意见）。

2.4.4 经济方面

195. 许多国家已经实施了具有成本竞争力且不具有持久性有机污染物特性的全氟辛酸替代品，如消防泡沫或纸张和食品包装中使用的无氟替代品。这表明有些替代品具有经济可行性。用替代品取代全氟辛酸的经济效益包括节约由于接触全氟辛酸所导致的健康和环境成本（消除持久性有机污染物国际网络，2016）。

196. 在欧盟，使用全氟辛酸和全氟辛酸相关物质造成（饮用）水和土壤的污染以及相应的高昂修复成本。大多数污染是由于在火灾和训练中使用含有全氟和多氟烷基化合物（包括全氟辛酸和全氟辛酸相关物质）的消防泡沫所引起的。修复费用主要涉及处理地下/饮用水以及挖掘和处置受污染土壤。所造成的损害的严重程度和范围以及相关费用在所报告的不同案例之间存在差异。在某些案例中，整体修复费用未知或未报告。在费用报告中，视案例具体情况通常涵盖其他全氟和多氟烷基化合物，因而难以对每千克全氟辛酸和全氟辛酸相关物质的修复费用作出准确的一般性估算。不过，现有数据表明，与修复包括全氟辛酸和全氟辛酸相关物质在内的全氟和多氟烷基化合物的费用相当可观（欧洲化学品管理局，2015a；具体费用数字见欧洲化学品管理局，2015a，表 A.F.1-1）。

197. 根据美国和荷兰等国提供的实例，全氟辛酸和全氟辛酸相关化合物造成的环境污染也与工业活动有关（挪威，对风险管理评价初稿的评论意见）。挪威提到正在对由于在机场和消防训练区域使用水成膜泡沫而受到全氟和多氟烷基化合物污染的土壤进行修复（挪威，2016）。在澳大利亚，由于以往使用含全氟辛酸的水成膜泡沫所带来的环境污染污名，导致一些土地业主和企业主的财产和业务价值下跌及收入损失（见第 2.2.2 节）。丹麦在几个地点的地下水中发现全氟和多氟烷基化合物。全氟和多氟烷基物质出现在特定工业或活动（主要是消防演习）场地附近。在一些消防演习场地，全氟辛酸浓度超过德国的饮用水全氟辛酸含量限值约 10 倍，丹麦因此启动对 12 种全氟化物质的饮用水限值总和标准制定工作。还应当注意到，在这些地点也发现了其他全氟和多氟烷基化合物（丹麦环保署，2014）。在瑞典的地下水中发现了高含量的全氟和多氟烷基化合物（包括全氟辛烷磺酸和全氟辛酸），特别是在消防训练场地和扑

灭火灾的区域。在某些情况下，全氟和多氟烷基化合物的浓度超过瑞典国家食品管理局的行动水平。因此，水井和水务公司不得不引入新的处理步骤或转用非污染水源（瑞典化学品管理局，2016a）。查明和管理受污染场地和地下水可导致巨大成本，但如果全氟辛酸及其相关化合物受到限制，未来的成本将会降低。最后还应指出，上述例子都是来自具有较强预防和修复能力的发达国家。在发展中国家或转型期国家，这些行动将需要外部资金和专长，或根本不会进行，导致对健康和环境造成不可接受的损害（消除持久性有机污染物国际网络，对风险管理评价第二稿的评论意见）。

198. 一项采用成本效益分析来评估全氟辛酸（及其他物质）控制措施相称性的基准研究考察了对全氟辛酸采用或考虑的各项监管措施的成本效益估算。虽然在研究中介绍的检索和评估具有明确的全球范围，并纳入了可在网上查找到的所有可用研究、报告和出版物，由于提交人的居籍和语言覆盖范围，对欧洲有轻微的过度抽样“偏向”。现有证据表明，成本低于每千克使用或减排物质1 000欧元的措施通常不会由于成本不成比例的原因而被驳回，而成本高于每千克物质 50 000 欧元的措施可能出于该原因而被驳回。全氟辛酸的替代、排放控制和修复的单位成本估算均值为每千克 1 580 欧元（区间为 28 至 3 281 欧元）（见 Oosterhuis 等人，2017)。

199. 由于市场已经在取代全氟辛酸和全氟辛酸相关物质，加拿大、欧盟和挪威的全氟辛酸风险管理监管办法预计不会导致更广泛的经济影响。这体现在适中的合规成本估算（欧洲化学品管理局，2015a；加拿大，2016c）。

200. 尚未进行技术和经济评估来确定拉丁美洲和加勒比地区或非洲国家是否有能力履行将全氟辛酸、其盐类及其相关化合物列入《公约》任何附件所产生的义务，以及是否有财政资源来制定清单、开展监测，以及消除含有此类化学品的物质或废物。

201. 全氟辛酸、其盐类及其相关化合物用于某些半导体生产工艺。虽然正在用替代品取代此类化学品，但替代品的功能仍然不足，并且不确定替代过程能否在2019年之前完成。如果替代不成功，则半导体供应将会减少，这可能会对世界信息技术发展造成很大负面影响（日本，2016）。半导体行业的代表指出，如果没有豁免，那么限制措施的成本效益对于半导体制造设备行业来说将是不成比例（见国际半导体设备与材料产业协会，对风险管理评价初稿的评论意见）。

202. 挪威指出，由于全氟辛酸及其相关化合物的持久性、生物蓄积性和毒性属性，在纺织品中继续使用此类物质会导致高昂的社会经济成本。挪威的经验是，含有全氟辛酸的消费类纺织品数量减少，而在其他纺织品中全氟辛酸浓度已经下降（挪威，对风险管理评价初稿的评论意见）。

203. 照片成像行业在为全氟辛酸相关化合物的大多数用途开发替代品方面非常成功，自2000年以来，消除了全球95%以上的用量。不过，该行业声称，在制造一些剩余的传统胶卷产品（即成像基于卤化银技术的产品）时，全氟辛酸相关化合物的表面活性剂和静态控制属性对于施加涂层十分重要。该行业无法估算取代该全氟辛酸相关化合物用途的成本，但指出这些产品是市场上的小众产品，将会逐渐消失（欧洲成像与印刷协会，2016a）。显然，数字成像将取代该用途中对全氟辛酸的需求，并且过渡速度很快。

204. 氟理事会会员公司已经大量投资开发替代性聚合助剂和短链产品以及排放控制技术。另一项需要认识到的成本是，完全停止生产用于药物和其他高度专业化应用的某些全氟辛酸相关化学品所带来的经济和人类健康成本。应当指出的是，此类应用造成的环境释放可以得到妥善控制（氟理事会，2016a）。

2.4.5 向可持续发展迈进

205. 消除全氟辛酸是符合旨在减少有毒化学物质排放的可持续发展计划，以及2015年在全球通过的可持续发展目标中的几项。化管方针是化学品安全与可持续发展之间的重要纽带。化管方针的《总体政策战略》的目标是，到2020年，基于科学的风险评估结果、并计及更为安全的替代品所涉成本和效益及其可得性和实际功效，那些对人类健康和环境构成不合理的和无法加以管理的风险的化学品不再予以生产或用于这些用途。[28]化管方针全球行动计划载有帮助减少风险的具体措施，其中包括为持久性、生物蓄积性和毒性物质的安全而有效的替代品排列优先次序。为了全球合作收集和交流关于全氟化学品的资料，并支持向更安全的替代品过渡，在化管方针之下设立了一个全球全氟化学品小组并开发了一个门户网站。[29]

206. 专业、技术和防护纺织品行业的代表请其他缔约方参与技术纺织品部门关于适当替代品的研发项目（详见巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会，2016和TM，2016）。

2.4.6 社会成本

207. 消除持久性有机污染物国际网络认为，与消除全氟辛酸有关的社会成本远不及健康和环境效益（消除持久性有机污染物国际网络，2016）。

208. 欧盟的限制措施预计不会对就业产生重大影响，因为对于绝大多数用途而言，有实施成本合理的替代品可用。此外，由于进口物品和混合物也在限制范围内，有关行业不可能将生产设施搬迁到欧盟以外，以此作为对策。因此，预计欧盟的就业情况不会因为业务活动关闭和（或）搬迁而蒙受重大损失（或获益）（欧洲化学品管理局，2015a）。

209. 就专业、技术和防护纺织品部门而言，业界认为，通过将物质列入附件A 而完全禁止生产，可能对欧洲的专业、技术和防护纺织品行业的就业产生负面影响（见巴伐利亚纺织服装协会和西南纺织协会，2016 和欧洲服装和纺织品联合会，2016）。

2.5 其他考虑因素

2.5.1 获取信息和公众教育

210. 几个缔约方和观察员提交了关于获取信息和公众教育的资料：

(a) 高山地区持久性和其他有机污染物监测网络：http://www.monarpop.at/；

(b) 奥地利环境署：http://www.umweltbundesamt.at/ummuki_symposium/；

[28] http://www.saicm.org/Home/tabid/5410/language/en-US/Default.aspx。

[29] http://www.oecd.org/ehs/pfc/。

(c) 与《1999 年加拿大环境保护法》之下的各项倡议有关的资料：http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=1FE509F3-1；

(d) 关于加拿大物质评估与管理的资料：http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/default.asp?lang=En&n=97324D33-1；

(e) 加拿大环境与气候变化部网站上关于全氟辛酸、其盐类及其前体的其他资料：http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/Default.asp?lang=en&n=F68CBFF1-1 以及相关的监管控制措施 hhttp://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=3E603995-1；

(f) 挪威环境局： http://www.environment.no/；

(g) 氟理事会会员编制的数据：https://fluorocouncil.com/Resources/Research；

(h) 德国环境署： https://www.umweltbundesamt.de/。德国环境署发布了一份关于以对环境负责的方式使用氟化消防泡沫的宣传单张（德国环境署，2013）；

(i) 德国联邦职业安全与健康研究所：http://www.baua.de/de/Startseite.html；

(j) 瑞典化学品管理局：www.kemi.se。由于全氟和多氟烷基化合物污染涉及社会上很多不同的利益攸关方，并且许多主管部门参与实施和制定各种措施，因此编制了一份基于网络的指南（瑞典语）。

2.5.2 管控和监测能力现状

211. 已对各种媒介中的全氟辛酸进行测量，如：人体血液和母乳，以及水、土壤、沉积物和生物群（包括鱼类）。奥地利环境署的数据库提供了监测数据（详见奥地利，2016a）。

212. 加拿大利用环境媒介和生物群监测来评估风险管控措施的有效性，并衡量在加拿大环境中消除全氟辛酸的进展情况。此外，1991 年成立的北方污染物方案的工作之一是对全氟辛酸进行监测，以应对人类接触的野生物种中污染物含量上升的问题，这些物种是北方土著人民重要的食材（北方污染物方案，2013）。[30]在 2007-2015 年期间，肝脏中的全氟和多氟烷基化合物浓度（湿重）均值的主要组成部分一直是全氟辛烷磺酸和 Σ 全氟羧酸（全氟辛酸含量低，主要是 C_9、C_{10} 和 C_{11} 全氟羧酸）。全氟辛烷磺酸的含量一直高于 Σ 全氟羧酸，始终保持在百万分之几的水平，但是南哈德逊湾熊中的含量高于西哈德逊湾熊。两者中的 Σ 全氟羧酸和全氟辛烷磺酸含量没有明显的上升或下降趋势。[31]

213. 包括全氟辛酸在内全氟和多氟烷基化合物是丹麦水生环境监测的一部分。在 2008-2013 年期间，全氟和多氟烷基化合物已被列入点源以及溪流、湖泊和海域监测。全氟辛烷磺酸和全氟辛酸是溪流中最常检测到的全氟和多氟烷基化合物，也是污水处理厂废水中最常检测到的化合物之一。在溪流和废水中都检测到最大浓度（丹麦，2016）。

[30] 概要报告每年发布一次，最近一份报告可查阅 http://pubs.aina.ucalgary.ca/ncp/Synopsis20152016.pdf。

[31] 关于该方案的进一步信息信息可查阅 http://www.science.gc.ca/ncp。

214. 全氟和多氟烷基化合物（包括全氟辛酸）已被纳入瑞典环境监测方案[32]和瑞典的与健康相关的监测方案[33]（瑞典，对风险管理评价第二稿的评论意见）。人体内的全氟辛酸和其他全氟化合物也在加拿大受到监测，例如在北方污染物方案、加拿大卫生措施调查和加拿大环境化学品母婴研究之下。

215. 人类血液样本以及儿童和青壮年尿液中的全氟和多氟烷基化合物（包括全氟辛酸）得到监测。德国环境调查的数据形成于 2014-2017 年，全氟和多氟烷基化合物只是研究的一部分。该研究还审查了室内空气和饮用水等污染源。[34]

216. 许多国家没有能力确定含有全氟辛酸、其盐类及其相关化合物的产品和废物，以及查明其在不同环境基质中的存在情况。在遵守《公约》规定的义务方面需要考虑到这一点，因为缺乏能力导致无法建立清单、查明相关废物和实施相应的监测。因此，建议开展试点项目，以此示范应采取哪些措施来实现有效的遵约（哥伦比亚，对风险管理评价第二稿的评论意见）。

217. 根据消除持久性有机污染物国际网络提交的附件 F 资料，许多国家没有必要的基础设施来充分监测全氟辛酸的生产和使用（消除持久性有机污染物国际网络，2016）。

3 资料综述

3.1 风险简介资料摘要

218. 全氟辛酸具有持久性、生物蓄积性并对于动物（包括人类）具有毒性。全氟辛酸和一些全氟辛酸相关化合物在环境区划以及生物群和人类中广泛存在。因此，全氟辛酸、其盐类以及降解为全氟辛酸的相关化合物因其远距离环境迁移而可能给人类健康及（或）环境带来重大不利影响，因而有必要采取全球行动 (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2)。

219. 目前并无把握准确地预测哪些特定用途和相关释放造成的风险最大，特别是因为潜在源头类型多样，而且大多缺乏详细资料。据认为，全氟辛酸的重要潜在来源是侧链氟化聚合物的使用，特别是在纺织部门以及在含氟聚合物生产中的使用。其他重要来源似乎是涂料和消防泡沫。根据现有资料，无法断定不会造成全氟辛酸排放的全氟辛酸相关物质的特定用途。

220. 风险管理评价的背景文件汇编了与附件 E 相关的呈文（见 UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6）。其他关于生产、使用和释放的可用数据汇编于风险简介 (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2)。

3.2 风险管理评价资料摘要

221. 限制或禁止全氟辛酸、其盐类及其相关化合物可通过减少排放和随后的人类和环境接触而对人类健康和环境产生积极影响。

[32] http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Miljoovervakning/Miljoovervakning/Miljogiftssamordning/。

[33] http://ki.se/en/imm/health-related-environmental-monitoring-hami。

[34] https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/assessing-environmentally-related-health-risks/german-environmental-surveys/german-environmental-survey-2014-2017-geres-v#textpart-1。

适当替代品的效能、效率和可用性摘要

222. 欧盟的风险管理办法中包括几项豁免。加拿大和挪威也在其风险管理办法中纳入了几项豁免，其中一些豁免于 2016 年底终止（见表 3）。

223. 根据可用于分析替代品的资料，半导体行业的某些特定用途目前尚无技术和（或）经济上可行的替代品，但业界表示，几年后将会有替代品可供使用。由于使用量低和预计排放量低，欧盟对用于制造半导体的设备给予有时限（至 2022 年 7 月 4 日）的豁免。此外，欧盟给予半导体的光刻工艺或化合物半导体的蚀刻工艺无时限的豁免。在加拿大，制成品中的半导体获得豁免。挪威于 2016 年终止了给予半导体粘合剂、箔或胶带的豁免。根据行业资料（见国际半导体设备与材料产业协会，2017），应考虑以下有时限或无时限豁免：(1)用于制造半导体、其替换件和备件以及相关基础设施的含有含氟聚合物和含氟弹性体中的全氟辛酸残留物的设备（即：与设施相关的化学、气体和空气分配与控制系统，以及用于物质或混合物的储存、输送和运输的化学品容器系统）；(2) 半导体光刻工艺或化合物半导体的蚀刻工艺。

224. 根据用于纺织品（例如户外服装部门）的替代品分析资料，有替代品可供使用，但是对于具有高性能要求的技术纺织品，目前尚无技术和（或）经济上可行的替代品。这涉及到保护工人免受健康和安全风险的纺织品，欧盟对此给予有时限（至 2023 年 7 月 4 日）的豁免。用于医疗纺织品、水处理过滤、生产工艺和污水处理的膜也是同样情况。在挪威，只有消费者使用的纺织品受到限制，而专业用途的纺织品则不在限制范围内。加拿大的办法不适用于制成品。因此，加拿大不限制进口、使用、销售和报价出售含有全氟辛酸、其盐类或全氟辛酸相关化合物的纺织品。应考虑在《斯德哥尔摩公约》之下对具有高性能要求的技术纺织品给予有时限的豁免，特别是对于： (1) 用于拒油、拒水或具有危险液体保护作用，保护工人免受健康和安全风险的纺织品；并可以考虑：(2) 用于医疗纺织品、水处理过滤、生产工艺和污水处理的膜。对于后者，需要更多资料来澄清应用范围、使用量、替代品的可用性和社会经济方面的问题，才能给予豁免。

225. 印刷油墨行业宣称，需要使用此类物质直至 2020 年，因为此类油墨专供某些专业打印机使用。此种用途仅继续用于已停产的打印机，因此已经开始逐步淘汰。欧盟给予乳胶印刷油墨有时限（至 2022 年 7 月 4 日）的豁免。加拿大给予水性油墨的豁免到 2016 年为止。挪威的风险管理办法仅适用于消费品，并不限制在专业打印机油墨中使用全氟辛酸。视《斯德哥尔摩公约》之下关于全氟辛酸、其盐类及相关化合物的各项义务的生效时间，或许没有必要给予乳胶印刷油墨豁免。

226. 短链氟化替代品的生产会产生无法避免的全氟辛酸和全氟辛酸相关物质组分，可以通过规定制造中的适当浓度限值来解决这一问题。欧盟采用的一套阈值以行业提供的资料为基础，并考虑到目前在 C_6 含氟调聚物生产时无法避免的全氟辛酸和全氟辛酸相关物质组分。对于此类物质的一种选择是将其作为有限场地封闭系统内的分离中间体，通过再处理生产短链氟化物质。《斯德哥尔摩公约》指出：“鉴于在生产和使用一种有限场地封闭系统内的中间体的过程中，某种化学品预期不会与人或环境发生大量接触，一缔约方在通知秘书处后，可以允许生产和使用一定数量本附件所列某一化学品，作为一种有限场地封闭系统内的中间体，其在制造其他化学品过程中发生化学变化，而考虑到附件 D

第 1 款所列标准，那些化学品并未显示出持久性有机污染物的特性。”[35]挪威、加拿大或欧盟对于短链氟化替代品生产均未给予特定豁免。因此，对于列入《斯德哥尔摩公约》附件 A 或 B 的物质，不需要豁免有限场地封闭系统内的中间体，以允许此类再处理。对于分离中间体的运输，如果符合特定条件，则可望根据欧盟限制条例第 4(c) 款而获得无时限的豁免（欧盟委员会，2017）。在《斯德哥尔摩公约》之下可以考虑豁免分离中间体运输，以便能够在生产场地以外的另一个场地进行再处理。有关条件应当与欧盟限制条例之下的规定相似（见第 84 段）。需要更多资料来澄清数量、运输范围与风险以及用途，才能给予豁免。

227. 在药品生产中没有发现可代替全氟溴辛烷作为加工助剂的替代品。 全氟溴辛烷的原料是全氟辛基碘，在生产基于 6:2 含氟调聚物的物质的过程中生产。全氟辛基碘在日本的单一场地生产，然后作为分离中间体运输到日本的另一个场地生产全氟溴辛烷。之后，将全氟溴辛烷运到位于美国和瑞典的两个场地生产相关药品。欧盟、挪威或加拿大目前并未提议给予相关豁免。在化管方针的背景下，在认识到药品对人类健康和动物福利具有重大效益的同时，将环境持久性制药污染物列为新出现的政策问题。[36]根据所提供的资料，目前从全氟辛基碘开始的生产工艺被认为是唯一合理的生产全氟溴辛烷的方式。此外，如果要找到全氟溴辛烷的替代品，将其纳入药品的开发过程通常需要十年的时间才能完成人体试验的三个阶段和监管审查过程。

228. 数字成像将取代照片成像对全氟辛酸的需求，并且过渡速度很快。自 2000 年以来，全球范围内用于照片成像的全氟辛酸使用量减少 95%以上（欧洲成像与印刷协会）。随着继续向数字成像过渡，预计这些物质的使用将进一步减少。根据对替代品的分析，照片成像部门将保留少量相关用途。在欧盟的限制措施中，对用于胶卷、纸张或印版的摄影涂料给予无时限的豁免。挪威和加拿大给予此用途的特定豁免于 2016 年届满，不过，挪威风险管理办法仅适用于消费品，而在加拿大，进口、使用、销售和报价出售用于胶片、纸张或印版的含有全氟辛酸、其盐类或全氟辛酸相关化合物的摄影介质涂料不受限制。应考虑在《斯德哥尔摩公约》之下对用于胶卷给予有时限的豁免。在缔约方大会第十三次会议上，业界提供的资料指出，纸张和印刷已不再需要有时限的豁免。还有人指出，对发展中国家来说，缺乏这方面的资料。

229. 在欧盟的公众咨询期间，一家为智能手机制造商施用涂层的公司请求给予脉冲等离子体纳米涂料为期 3 年的豁免，以便能过渡到一种替代的 C_6 化学品。欧盟给予等离子体纳米涂料有时限（至加 2023 年 7 月 4 日）的豁免。挪威和加拿大没有给予纳米涂料特定豁免。在加拿大，进口、使用、销售和报价出售用于智能手机（或其他电子设备）的含有全氟辛酸、其盐类或全氟辛酸相关化合物的涂料不受限制。仅有一家公司要求短期豁免。

230.在消防泡沫中使用全氟辛酸引起关注，因为其分散且直接释放到环境中。消防泡沫中的所有全氟辛酸用途都有替代品，包括无氟解决方案以及用 C_6-氟调聚物制成的氟表面活性剂。在欧盟的限制范围内，对已经投放市场的泡沫给予有限的豁免。此外，加拿大对用于消防用途的含有全氟辛酸的水成膜泡沫给予豁免。挪威的风险管理办法并不适用，因为其涉及消费品，而水成膜泡沫仅

[35] 《斯德哥尔摩公约》附件 A 和 B 第一部分附注(三)。

[36] http://old.saicm.org/index.php?option=com_content&view=article&id=566&Itemid=775。

用于专业用途。附注(二)已涵盖对已经安装或投放市场的泡沫给予有时限的豁免（如同欧盟的持久性有机污染物条例中实施的对全氟辛烷磺酸的豁免），根据该条文可继续使用。应该避免使用现有的泡沫，并应在短时间内用可持续的替代品替代现有的泡沫，以防止进一步的污染。不得出于培训目的使用含有全氟和多氟烷基化合物的泡沫，包括其氟化替代品。存在适合于训练用途的替代品。

231. 挪威对医疗器械实行豁免（无时限）。在欧盟的限制措施中，对于除了第 93/42/EEC 号指令范围内的某些植入式医疗器械以外的医疗器械，给予有时限（至 2032 年 7 月 7 日）的豁免。对于植入式器械的生产给予无时限的豁免。加拿大不限制进口、使用、销售和报价出售含有全氟辛酸、其盐类或全氟辛酸相关化合物的医疗器械。根据消除持久性有机污染物国际网络提交的资料，可以考虑给予上述用途豁免，但应当考虑向使用这些医疗器械的医疗专业人员开展咨询。因此，应当考虑在《斯德哥尔摩公约》之下对 (1) 医疗器械的使用及 (2) 植入式医疗器械的生产给予豁免（有时限或无时限）。

232. 关于用于处理食品包装用纸张和纸板的替代品的资料表明，有适当的替代品可供使用。在挪威的风险管理办法中，食品包装和食品接触材料获得豁免。加拿大不限制进口、使用、销售和报价出售含有全氟辛酸、其盐类或全氟辛酸相关化合物的食品包装。在欧盟的限制措施中，没有对食品包装材料给予豁免。由于有适当的替代品可用，没有必要考虑在《斯德哥尔摩公约》之下设置豁免。

233. 根据加拿大汽车行业提供的资料，汽车保养和替换备件仍可能含有全氟辛酸。需要这些备件来确保原始设备和零部件供应能够满足客户需求。因此，业界建议为汽车保养和替换备件提供特定豁免。这些备件占全氟辛酸用量的比例很小，并将随着车辆更新换代而逐渐自然减少。在加拿大，全氟辛酸相关的风险管理措施并不影响汽车保养和替换备件的使用，因为该行业含有全氟辛酸的备件均为制成品（见加拿大汽车制造商协会，2017）。欧盟没有设置相关的豁免。挪威的禁止措施不适用于 2014 年 6 月 1 日之前可供销售的消费品的备件。尽管在现有的风险管理办法中此类豁免并非必要，但可以考虑在《斯德哥尔摩公约》之下对汽车保养和替换备件设置豁免；不过，需要提供相关的汽车保养和替换备件的规格，以及为何需要豁免的充分理由。

234. 由于短链氟化替代品的相关风险越来越引起关注（见第 179-181 段），目前仍不清楚用短链氟化物质替代全氟辛酸、其盐类及相关化合物是否可能导致与被替代物质相当的不利影响。因此，目前仍不清楚短链氟化物质是否会成为全氟辛酸、其盐类及相关化合物的令人遗憾的替代品。科学家已经发出警告，反对使用其他氟化替代品，以避免对健康和环境造成长期损害（持久性有机污染审查委员会替代品指导文件，Blum 等人，2015）。

关于社会影响的资料摘要

235. 限制或禁止全氟辛酸、其盐类及其相关化合物将通过减少排放和随后减少人类和环境接触而对人类健康和环境（包括生物群）产生积极影响。此外，限制或禁止全氟辛酸将通过减少排放及随后对农作物造成的不利影响而给农业带来效益。

236. 在评估限制全氟辛酸和全氟辛酸相关物质对人类健康和环境的影响时，必须考虑到全氟辛酸作为持久性有机污染物质而引起的具体关切。全氟辛酸和

全氟辛酸相关物质的风险程度和范围难以量化，但有必要采取全球行动。因此，对此类物质的风险管理由科学数据和预防措施驱动，以避免持续排放造成潜在的严重和不可逆的影响。

237. 根据对其特性的分析，预计某些可用的替代品造成的健康风险低于全氟辛酸和全氟辛酸相关化合物。欧盟限制措施有望在人类健康影响方面为社会创造净效益。在加拿大的风险管理监管进程中，虽然没有对效益进行定量分析，但管控此类物质有望改善环境质量。欧盟和加拿大的风险管理办法被认为具有温和的成本影响，因为市场已经在取代全氟辛酸和全氟辛酸相关化合物，而且因为风险管理办法对某些替代品正在开发或目前没有已知替代品的应用提供有时限的豁免或继续允许使用。预计挪威的风险管理办法产生的影响相同。因此，在《斯德哥尔摩公约》之下实施全球限制或禁止措施可望在人类健康影响方面为社会创造净效益。

238. 很多国家已经实施在成本上具有竞争力、且没有表现出持久性有机污染物特点的全氟辛酸替代品。这表明替代品在经济上和技术上有可行性。用替代品取代全氟辛酸的经济效益包括因为减少接触而节约的（无法量化的）健康和环境成本。

239. 限制或禁止全氟辛酸、其盐类及相关化合物可以减少地表水、地下水和土壤所受污染，从而降低查明和修复受污染场地的成本。修复费用主要涉及处理地下/饮用水以及挖掘和处置受污染土壤。现有数据表明，修复包括全氟辛酸和全氟辛酸相关化合物在内的全氟和多氟烷基化合物的相关费用相当可观。

240. 关于全氟辛烷磺酸的 POPRC-6/2 号决定规定了短期、中期和长期框架内的一系列降低风险的措施。持久性有机污染物审查委员会重申斯德哥尔摩公约需要使用符合最佳可得技术和最佳环境实践的废物销毁技术。在没有销毁技术可用的情况下， 必须确保安全储存。

3.3 建议采取的风险管理措施

241. 如结论声明一节所述，委员会建议对已提供足够资料的全氟辛酸、其盐类及其相关化合物用途给予有时限的特定豁免。

4 结论声明

242. 委员会决定，依据《公约》第 8 条第 9 款，建议缔约方大会审议将十五氟辛酸（化学文摘社编号：335-67-1，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物列入《公约》附件 A 或附件 B 并设置以下特定豁免：

(a) 自修正案依据第 4 条生效之日起五年：

(一) 半导体或相关电子设备的生产：

a. 含有附带全氟辛酸残留物的含氟聚合物和（或）含氟弹性体的设备或制造工厂相关的基础设施；

b. 传统设备或传统制造工厂相关的基础设施：维护；

c. 光刻或蚀刻工艺；

(二) 用于胶卷的摄影涂料；

(三) 拒油、拒水且具有危险液体保护作用，保护工人免受健康和安全风险的纺织品；

(b) 自修正案生效之日起十年：半导体或相关电子设备制造：用于传统设备的含有附带全氟辛酸残留物的含氟聚合物和（或）含氟弹性体的翻新部件或者传统翻新部件；

(c) 对于全氟辛烷碘化物用途：出于药品生产目的生产全氟辛烷溴化物，需审查是否需要继续豁免。特定豁免最迟届满时间为 2036 年。

243. 邀请缔约方和观察员，包括相关行业提供资料，以协助委员会界定全氟辛酸、其盐类和全氟辛酸相关化合物生产与使用的特定豁免，特别是在下列应用中：

(a) 用于医疗纺织品、水处理过滤、生产工艺和污水处理的膜：关于应用范围、用量、替代品的可用性和社会经济方面的资料；

(b) 为在生产场地以外的另一个场地进行再处理而运输的分离中间体：关于用量、运输范围与风险，以及用途的资料；

(c) 医疗器械：有关具体应用/用途的资料以及需要潜在相关豁免的预期时间表；

(d) 植入式医疗器械：关于用量、运输范围与风险，以及用途的资料；

(e) 照片成像部门：关于纸张和印刷的资料，以及关于发展中国家的资料；

(f) 汽车行业：关于备件的资料；

(g) 消防泡沫：关于混合物化学成分以及预先安装的消防泡沫混合物数量的资料。

对于上述应用，也欢迎提供关于社会经济方面的资料以及其他相关资料。

244. 此外，邀请缔约方和观察员提供资料，协助委员会进一步评估十五氟辛酸（化学文摘社编号：335-67-1，全氟辛酸）、其盐类及其相关化合物的无意形成和释放，尤其是原铝生产和不完全燃烧造成的形成和释放。

参考文献

Please note: Information request submission and comments related to the risk management evaluation are available at the Stockholm Convention website at http://chm.pops.int/tabid/5339/Default.aspx.

[Ackermann and Massey, 2006] The Economics of Phasing Out PVC.Global Development and Environment Institute (GDAE) Tufts University. Available from: http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/Economics_of_PVC_revised.pdf

[Air Services Australia, 2016] Gold Coast Airport Preliminary Site Investigation.GHD. Available at: http://www.airservicesaustralia.com/wp-content/uploads/251713_Final_PSI-Report.pdf

[AMR, 2015] Archroma Media Release. 25 February 2015. Available from: http://www.archroma.com/wp-content/uploads/2015/02/ARCHPR034EN0215-Cartaguard-KST.pdf.

[ATSDR, 2015] Draft toxicological profile for perfluoroalkyls. August 2015. Available from: https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp200.pdf.

[AU Health Dep, 2017] Australian Government, Department of Health. Fact sheet: Health Based Guidance Values for PFAS for use in site investigations in Australia. 2017. Available from: http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/2200FE086D480353CA2580C900817CDC/$File/
fs-Health-Based-Guidance-Values.pdf

[Australia, 2016] Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/
tabid/5453/Default.aspx.

[Austria, 2016a] Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/
tabid/5453/Default.aspx.

[Australia Gov. 2017] Australian Government, Department of Health.2017. Health Based Guidance Values for PFAS; For use in site investigations in Australia. Available from: http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/2200FE086D480353CA2580C900817CDC/$File/
fs-Health-Based-Guidance-Values.pdf

[Beilstein, 2005] Handbook of Organic Chemistry (online). Request January 12.

[Bizkarguenaga et al. 2016] Bizkarguenaga E, Zabaleta I, Prieto A, Fernandez LA, Zuloaga O (2016) Uptake of 8:2 perfluoroalkyl phosphate diester and its degradation products by carrot and lettuce from compost-amended soil, Chemosphere 152:309-317

[Blaine et al., 2013] Blaine AC, Rich CD, Hundal LS, Lau C, Mills MA, Harris KM, Higgins CP (2013) Uptake of perfluoroalkyl acids into edible crops via land applied biosolids: field and greenhouse studies, Environ SciTechnol 47:14062-14069

[Blaine et al., 2014] Perfluoroalkyl Acid Uptake in Lettuce (Lactucasativa) and Strawberry (Fragariaananassa) Irrigated with Reclaimed Water. Environ SciTechnol 48: 14361−14368

[Blum et al., 2015] The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). Environ Health Perspect 123(5): 107-11.

[Bohlin-Nizzetto et al., 2015] PFASs in house dust. NILU. Available from: http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M430/M430.pdf.

[Buck et al., 2011] Buck RC, Franklin J, Berger U, Conder JM, Cousins IT, de Voogt P, Jensen AA, Kannan K, Mabury SA, van Leeuwen SPJ (2011) Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances in the Environment: Terminology, Classification, and Origins, Integr Environ Assess Manag 7:513-514

[Britto et al., 2016].Use of alternatives to PFOS, its salts and PFOSF for the control of leaf-cutting ants Atta and Acromyrmex.International Journal of Research in Environmental Studies (2016).3(2).

[Canada, 2012a] Government of Canada.Proposed risk management approach for Perfluorooctanoic Acid (PFOA), its Salts, and its Precursors and Long-Chain (C_9-C_{20}) Perfluorocarboxylic Acids (PFCAs), their Salts, and their Precursors. Available from: http://www.ec.gc.ca/ese-ees/
451C95ED-6236-430C-BE5A-22F91B36773F/PFOA%20%26%20PFCAs_RMA_EN.pdf.

[Canada 2015]Government of Canada.Long-Chain (C_9-C_{20}) Perfluorocarboxylic Acids (LC-PFCAs), their Salts, and their Precursors and Perfluorooctanoic Acid (PFOA) Its Salts, and Its Precursors - Response to Comments on Consultation Document. Available from: http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/default.asp?lang=En&n=E68CF568-1

[Canada 2016a] Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[Canada 2016c] Government of Canada.Canada Gazette, Part II.Vol. 150, No. 20. Regulations Amending the Prohibition of Certain Toxic Substances Regulations, 2012More recent versions available from: http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2016/2016-10-05/html/sor-dors252-eng.php

[Chemical Watch, 2017] Norway proposes adding second PFC to UN POPs Convention. Available at: https://chemicalwatch.com/56634/norway-proposes-adding-second-pfc-to-un-pops-convention

[Chropenova et al., 2016] Chropenova M, Karaskova P, Kallenborn R, Greguskova EK, Cupr P (2016) Pine Needles for the Screening of Perfluorinated Alkylated Substances (PFASs) along Ski Tracks, Environ SciTechnol 50:9487-9496

[Chemours, 2017] https://www.chemours.com/Teflon_Fabric_Protector/en_US/products/teflon_ecoelite.html (Online access: 2 March 2017).

[Conder et al., 2008] Are PFCAs bioaccumulative? A critical review and comparison with regulatory criteria and persistent lipophilic compounds. Environ SciTechnol 42: 995-1003.

[CRCCARE 2017] CRC for Contamination Assessment and Remediation of the Environment.Technical Report no. 38e.Assessment, management and remediation guidance for perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA), Part 5 – management and remediation of PFOS and PFOA. March 2017. Available at http://www.crccare.com/files/dmfile/CRCCARETechReport38Part5_Assessmentmanagementandremediationforpfosandpfoa_ManagementandAssessment2.pdf

[D'eon et al., 2006] D'eon JC, Hurley MD, Wallington TJ, Mabury SA. 2006. Atmospheric chemistry of N-methyl perfluorobutanesulfonamidoethanol, $C_4F_9SO_2N(CH_3)CH_2CH_2OH$: kinetics and mechanism of reaction with OH. Environ Sci Technol. 40, 1862-1868.

[Danish EPA, 2014] Danish Environmental Protection Agency.Screeningsundersogelse af udvalgte PFAS-forbindelser som jord- og grundvandsforurening iforbindelse med punktkilder.Available from: http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2014/10/978-87-93178-96-0.pdf.

[Danish EPA, 2015b] Danish Environmental Protection Agency.Alternatives to perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in textiles. Available from: http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2015/05/978-87-93352-16-2.pdf.

[Davies, 2014] Davies, Alice. DURABLE WATER REPELLENCY - STUDY PHASE I. De Montfort University, Leicester, November 2014. Available at http://www.europeanoutdoorgroup.com/files/DWR-Study_Alice_Davies__digital_.pdf

[Decision POPRC-11/4] The Persistent Organic Pollutants Review Committee.Pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/ReportsandDecisions/tabid/3309/Default.aspx.

[Decision POPRC-12/3] The Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016) Short-chain chlorinated paraffins. Available from: http://chm.pops.int/Default.aspx?tabid=5171

[Defoort et al., 2012] RAPPORT: PFOS Tullingegrundvattentäkt- NulägesanalysSlutrapport. Uppdragsnr: 10158302.

[Denmark, 2016] Danish EPA. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/
tabid/5453/Default.aspx.

[Dow Corning, 2007] DAIKIN and Dow Corning introduce Unidyne TG-5521 for fabric repellency and softness. Available from: http://www.dowcorning.com/content/news/dowcorning_daikin.asp.

[Drivon et al., 1996] Synthesis of n-perfluorooctyl bromide. United States Patent 5,545,776. Available at: http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnetahtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html&r=1&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=5545776&OS=5545776&RS=5545776 JP3387099B2 or EP0673906

[DuPont, 2010] DuPontTMGenX processing aid for making fluoropolymer resin. Available from: https://www.chemours.com/Industrial_Bakery_Solutions/en_GB/assets/downloads/Chemours_GenX_Brochure_Final_07July2010.pdf

[ECHA, 2013a] Support Document for the identification of pentadecafluorooctanoic acid (PFOA) as a substance of very high concern because of its CMR and PBT properties. Adopted on 14 June 2013. Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/8059e342-1092-410f-bd85-80118a5526f5.

[ECHA, 2013b] Support Document for identification of Ammonium pentadecafluorooctanoate (APFO) as a substance of very high concern because of its CMR and PBT properties. Adopted 14 June 2013. Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/5e2c1e53-be98-4104-8b96-9cd88655a92a

[ECHA, 2014a] Annex XV Restriction Report. Proposal for a Restriction. Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. 17 October 2014. Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/e9cddee6-3164-473d-b590-8fcf9caa50e7.

[ECHA, 2014b] Registered substances. Available from: https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/registered-substances. Cited by Wang et al., 2015.

[ECHA, 2015a] Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. 4 December 2015. Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/61e81035-e0c5-44f5-94c5-2f53554255a8.

[ECHA, 2015b] Committee for Risk Assessment (RAC) – Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. 8 September 2015. Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/3d13de3a-de0d-49ae-bfbd-749aea884966.

[ECHA, 2015c] Committee for Risk Assessment (RAC) Committee for Socio-economic Analysis (SEAC) – Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. Compiled version prepared by the ECHA Secretariat of RAC's opinion (adopted 8 September 2015) and SEAC's opinion (adopted 4 December 2015). Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/2f0dfce0-3dcf-4398-8d6b-2e59c86446be.

[ECHA, 2015d] Decision on Substance Evaluation pursuant to Article 46(1) of Regulation (EC) No 1907/2006 for reaction mass of mixed (3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluorooctyl)phosphates, ammonium salt, CAS No not available (EC No 700-161-3.

[ECHA, 2017a] Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment. Chapter R.11: PBT/vPvB assessment. Version 3.0. Available at: https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r11_en.pdf

[ECHA, 2017b] MSC unanimously agrees that Bisphenol A is an endocrine disruptor. Available at: https://echa.europa.eu/sv/-/msc-unanimously-agrees-that-bisphenol-a-is-an-endocrine-disruptor

[Ellis et al., 2004] Degradation of fluorotelomer alcohols: a likely atmospheric source of perfluorinated carboxylic acids. Environ SciTechnol 38: 3316-21.

[European Commission, 2017] COMMISSION REGULATION (EU) 2017/1000 of 13 June 2017 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA-related substances, OJ L 150/14, 14.6.2017. Available at: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1000&from=EN

[EFSA, 2008] European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain on Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. The EFSA Journal. 653: 1-131.

[EFSA, 2011a]European Food Safety Authority. EFSA Panel on food contact materials. Scientific opinion on the safety evaluation of the substance, perfluoro[(2-ethyloxy-ethoxy)acetic acid],

ammonium salt, CAS No: 908020-52-0, for use in food contact materials. EFSA J 9(6):2183. Available from: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2011.2183/abstract.

[EFSA, 2011b] European Food Safety Authority. EFSA panel on food contact materials. Scientific opinion on the safety evaluation of the substance , 3H-perfluoro-3-[(3-methoxy-propoxy)propanoic acid] ammoniumsalt, CAS No: 958445-44-8, for use in food contact materials. EFSA J. 9 (6), 1–11.

[EFSA, 2017] European Food Safety Authority.Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain.Minutes of meeting 10b of the Working Group on perfluoroalkylated substances in food. Available from: https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/contamwgpfasfood.pdf

[Eggen et al., 2010] Municipal landfill leachates: A significant source for new and emerging pollutants. Sci Total Environ 408: 5147–57.

[Ellis et al, 2001] Thermolysis of fluoropolymers as a potential source of halogenated organic acids in the environment. Nature 412, 321–4.

[Ellis et al, 2003] The use of 19F NMR and mass spectrometry for the elucidation of novel fluorinated acids and atmospheric fluoroacid precursors evolved in the thermolysis of fluoropolymers. Analyst 128, 756–764. Doi: 10.1039/b212658c.

[Environment Canada Health Canada, 2008] Screening Assessment for the Challenge Octamethylcyclotetrasiloxane (D4) Chemical Abstracts Service Registry Number 556-67-2 Environment Canada Health Canada, November 2008, available at http://www.ec.gc.ca/ ese-ees/default.asp?lang=En&n=2481B508-1

[EP 2008] European Parliament, Policy Department Economic and Scientific Policy (2008). Impact assessment on priority substances in water.

[Eschauzier et al., 2013] Perfluorinated alkylated acids in groundwater and drinking water: identification, origin and mobility. Sci Total Environ 458-460: 477-485.

[Euratex, 2016] European Apparel and Textile Confederation. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/ POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[European Commission, 2006] European Commission. 2006. Reference document on the best available techniques for waste incineration. Brussels. http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/

[EWG 2017] Mapping a Contamination Crisis - PFCs Pollute Tap Water for 15 Million People, Dozens of Industrial Sites. Bill Walker and Soren Rundquist; Environmental Working Group. Available at http://www.ewg.org/research/mapping-contamination-crisis#* (accessed on 29.6.2017)

[Exotextile News, 2015] DWR textile finish is renewably sourced. Available from: https://www.ecotextile.com/2015042921444/dyes-chemicals-news/dwr-textile-finish-is-renewably-sourced.html. (Online access: 07 March 2017)

[Feng et al. 2015] Characterization of the thermolysis products of Nafion membrane: a potential source of perfluorinated compounds in the environment. Sci Rep. 5, 9859. doi: 10.1038/srep09859

[FFFC, 2017] Fire Fighting Foam Coalition. Re: Additional information on firefighting foams in response to questions raised at the June 14 meeting on the PFHxA RMOA consultation. February 9, 2017.

[FFFC.Unknown] Best Practice Guidance for Use of Class B Firefighting Foams. Available from: http://www.fffc.org/images/bestpracticeguidance2.pdf

[FFFP, 2017] Technical information from the websites of several firefighting foam marketors, accessed on 16.5.2017:
http://www.solbergfoam.com/Technical-Documentation/Foam-Concentrate-Data-Sheets/ ReHealing-Foam/ICAO-Concentrates/RE-HEALING-RF6-F-2011007-3.aspx
http://www.zerofiresystems.nl/en/products-and-services/repression/ecopol-100-fluorine-free-foam.html
http://www.bio-ex.com/products/product/biofilm-fluorosynthetic-afff-foam-concentrate-effective-on-hydrocarbon-fires-9

[Filipovic et al., 2015] Historical usage of aqueous film forming foam: A case study of the widespread distribution of perfluoroalkyl acids from a military airport to groundwater, lakes, soils and fish. Chemosphere 129:39-45

[FluoroCouncil, 2014a] Assessment of POP Criteria for Specific Short-Chain Perfluorinated Alkyl Substances.January.

[FluoroCouncil, 2014b] Guidance for Best Environmental Practices (BEP) for the Global Apparel Industry – including focus on fluorinated repellent products. Available from: https://fluorocouncil.com/PDFs/Guidance-for-Best-Environmental-Practices-BEP-for-the-Global-Apparel-Industry.pdf

[FlouroCouncil, 2016a]FluoroCouncil. Annex F form. Submitted 8 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[FluoroCouncil, 2016b] Assessment of POP Criteria for Specific Short-Chain Perfluorinated Alkyl Substances. Companion Report to FluoroCouncil's January 2014.

[FOEN, 2017] Additional Information in Relation to the Risk Management Evaluation of PFOA, its Salts, and Related Compounds. Prepared by ETH Zurich on behalf of the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN).
Available at
http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAComments/tabid/5950/Default.aspx

[FR 2010 01-27] Federal Register /Vol. 75, No. 17 /Wednesday, January 27, 2010 /Rules and Regulations. Environmental Protection Agency, 40 CFR Part 723, Premanufacture Notification Exemption for Polymers; Amendment of Polymer Exemption Rule to Exclude Certain Perfluorinated Polymers. Available at https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2010-01-27/pdf/2010-1477.pdf

[FR 2016 05-25] Federal Register / Vol. 81, No. 101 / Wednesday, May 25, 2016 / Notices. Environmental Protection Agency, Lifetime Health Advisories and Health Effects Support Documents for Perfluorooctanoic Acid and Perfluorooctane Sulfonate. Available at https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/2016-12361.pdf

[Furutaka et al., 1997] Process for preparing perfluoroalkyl bromides. United States Patent 5,688,379. Available at:
https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?FT=D&date=19971118&DB=EPODOC&locale=en_EP&CC=US&NR=5688379A&KC=A&ND=5#

[Garcia et al. 2007] García A. N, Viciano N, Font R. 2007. Products obtained in the fuel-rich combustion of PTFE at high temperature. J Anal Appl Pyrolysis 80, 85–91.

[German Environment Agency, 2017] „Mobile“ Chemikalien - wenn Filter nichts mehr nützen. Pressemitteilung Nr. 18 vom 4. Mai 2017. Available at
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2743/dokumente/2017_05_04_mobile_chemikalien_-_wenn_filter_nichts_mehr_nuetzen_fuer_versand.pdf

[German Environment Agency, 2016] HBM I values for Perfluorooctanoic acid (PFOA) and Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) in blood plasma. Statement of the German Human Biomonitoring Commission (HBM Commission).Announcement of the German Environment Agency (UBA). Available from:
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/hbm_i_values_for_pfoa_and_pfos.pdf

[German Environment Agency, 2016b] International workshop for authorities on the assessment of risks of short-chain per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs), Workshop Proceedings. December 2016

[German Environment Agency, 2013] Environmentally responsible use of fluorinated firefighting foams. May 2013. Available from
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/fluorinated_firefighting_foams_schaumloeschmittel_engl._version_25.6.2013.pdf

[Gellrich et al., 2012] Behavior of perfluorinated compounds in soils during leaching experiments. Chemosphere 87: 1052-56.

[Gordon, 2011] Toxicological evaluation of ammonium 4,8-dioxa-3H-perfluorononanoate, a new emulsifier to replace ammonium perfluorooctanoate in fluoropolymer manufacturing. RegulToxicolPharmacol 59(1): 64-80.

[HELCOM 2013] Palette of measures on cost-effective management options to reduce discharges, emissions, and losses of hazardous substances. Part of the 2013 HELCOM Ministerial Declaration endorsed by the 2013 HELCOM Ministerial Meeting in October 2013. Available at http://helcom.fi/Documents/Ministerial2013/Ministerial%20declaration/ Adopted_endorsed%20documents/Palette%20of%20cost-effective%20management%20options%20to%20reduce%20pollution%20by%20hazardous%20substances.pdf

[Hill et al., 2017] Substitution of PFAS chemistry in outdoor apparel and the impact on repellency performance. Chemosphere 181: 500-07.

[Hölzer J. et al., 2008] Biomonitoring of Perfluorinated Compounds in Children and Adults Exposed to Perfluorooctanoate-Contaminated Drinking Water. Environ Health Perspect 116(5):651-7. doi: 10.1289/ehp.11064.

[Hölzer J. et al., 2009] One-year follow-up of perfluorinated compounds in plasma of German residents from Arnsberg formerly exposed to PFOA-contaminated drinking water. Int J Hyg Environ Health. 212(5):499-504. doi: 10.1016/j.ijheh.2009.04.003.

[Holmquist et al., 2016] Properties, performance and associated hazards of state-of-the-art durable water repellent (DWR) chemistry for textile finishing, Environment International, Volume 91, 2016, Pages 251-264, ISSN 0160-4120. doi: 10.1016/j.envint.2016.02.035

[Houtz et al., 2016] Poly- and perfluoroalkyl substances in wastewater: Significance of unknown precursors, manufacturing shifts, and likely AFFF impacts, Water Res 95:142-149

[IPEN, 2016] International POPs Eliminiation Network. Annex F information. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[I&P Europe, 2016a] Imaging & Printing Association Europe. Annex F form. Submitted 24 November 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[I&P Europe 2016b] Imaging & Printing Association Europe.Cover letter.Submitted 24 November 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[Ishibashi et al., 2007] Estrogenic effects of fluorotelomer alcohols for human estrogen receptor isoforms alpha and beta in vitro.Biol Pharm Bull 30: 1358-59.

[ISO 2009] International Organization for Standardization.ISO 25101:2009 Water quality -- Determination of perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) -- Method for unfiltered samples using solid phase extraction and liquid chromatography/mass spectrometry. See: https://www.iso.org/standard/42742.html

[Iwai, 2011] Toxicokinetics of ammonium perfluorohexanoate. Drug ChemToxicol 34(4): 341-6.

[Japan, 2016] Global Environment Division, Ministry of Foreign Affairs. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[Jiang et al., 2015] Perfluoroalkyl acids (PFAAs) with isomer analysis in the commercial PFOS and PFOA products in China. Chemosphere 127: 180-7.

[Johansson et al. 2017] Water-to-air transfer of branched and linear PFOA: Influence of pH, concentration and water type. Jana H. Johansson, Hong Yan, Urs Berger, Ian T. Cousins. Article in press.Emerging Contaminants xxx (2017) 1-8. http://dx.doi.org/10.1016/j.emcon.2017.03.001

[Kaiser et al., 2005] Vapor pressures of perfluorooctanoic, -nonanoic, -decanoic, -undecanoic, and-dodecanoic acids. J ChemEng Data 50: 1841-3.

[Kauck and Diesslin, 1951] Some properties of perfluorocarboxylic acids.IndEnfChem 43, 2332-4.

[KEMI, 2017] PFAS-nätverk. 2017. Available from http://www.kemi.se/om-kemikalieinspektionen/verksamhet/handlingsplan-for-en-giftfri-vardag/hogfluorerade-amnen-pfas/pfas-natverk (in Swedish)

[Keutel and Koch, 2016] Untersuchung fluortensidfreier Löschmittel und geeigneter Löschverfahren zur Bekämpfung von Bränden häufig verwendeter polarer (d. h. schaumzerstörender) Flüssigkeiten. Brandschutzforschung der Bundesländer. Forschungsbericht 187 von Karola Keutel und Mario Koch. Available at https://idf.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MI/IDF/IBK/Dokumente/Forschung/Fo_Publikationen/imk_ber/bericht_187.pdf

[Kirk, 1995] Encyclopedia of Chemical Technology. 14 th ed. Volume 1: New York, NY. John Wiley and Sons.1991-Present., p. V11 551.

[Kissa, 2001] Fluorinated Surfactants and Repellents. Marcel Dekker. New York.

[Klein, 2012] Comments on the draft technical paper on the identification and assessment on alternatives to the use of perfluorooctane sulfonic (PFOS) acid in open applications.POPRC7 Follow-up.Published by the Stockholm Convention Secretariat.

[Klein 2013] Fire Fighting Foam – Disposal, Remediation and Lifetime Costs.By Roger A. Klein. Industrial Fire Journal, Winter 2013. Available at http://www.hemmingfire.com/news/fullstory.php/aid/1961/Foam:_the_cost__96_and_still_counting!.html

[Kleiner and Jho, 2009] Recent developments in 6:2 fluorotelomer surfactants and foam stabilizers.4th Reebok Foam Seminar. 6-7 July 2009. Bolton, UK..[Krippner et al., 2014] Krippner J, Brunn H, Falk S, Georgii S, Schubert S, Stahl T (2014) Effects of chain length and pH on the uptake and distribution of perfluoroalkyl substances in maize (Zea mays), Chemosphere 94:85-90

[Krippner et al., 2015] Accumulation Potentials of Perfluoroalkyl Carboxylic Acids (PFCAs) and Perfluoroalkyl Sulfonic Acids (PFSAs) in Maize (Zea mays). J Agric Food Chem 63: 3646−3653

[LaSalle, 2016] Defence per- and poly-fluoroalkyl Substances (PFAS) environmental Management Preliminary Sampling Program. Final Report September 2016. GHD, Available at http://www.defence.gov.au/ID/PFOSPFOA/_master/docs/PSPReports/PreliminarySamplingProgramReportMainReportLessAppendices.pdf

[Li, 2009] Toxicity of perfluorooctane sulfonate and perfluorooctanoic acid to plants and aquatic invertebrates. Environ Toxicol 24:95–101.

[Lide, 2003] CRC Handbook of Chemistry and Physics.CRC Press.

[Liu et al., 2010a] Aerobic biodegradation of [14C] 6:2 fluorotelomer alcohol in a flow-through soil incubation system. Chemosphere 80: 716-23.

[Liu et al., 2010b] 6-2 Fluorotelomer alcohol aerobic biodegradation in soil and mixed bacterial culture. Chemosphere 78: 437-44.

[Lindemann et al., 2012] Effects of per- and polyfluorinated compounds on adult rat testicular cells following in vitro exposure.ReprodToxicol 33: 531-7.

[Liu et al. 2017] Liu Z, Lu Y, Wang P, Wang T, Liu S, Johnson AC, Sweetman AJ, Baninla Y (2017) Pollution pathways and release estimation of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA) in central and eastern China Sci Total Environ. 2017 Feb 15;580:1247-1256. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.12.085.

[Loi et al., 2013] Detection of commercial fluorosurfactants in Hong Kong marine environment and human blood: a pilot study. Environ Sci Tech 47(9): 4677-85.

[Loos et al., 2007] Polar herbicides, pharmaceutical products, perfluorooctanesulfonate (PFOS), perfluorooctanoate (PFOA), and nonylphenol and its carboxylates and ethoxylates in surface and tap waters around Lake Maggiore in Northern Italy. Anal BioanalChem 387: 1469-78.

[Madrid Statement, 2015] The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). Environmental Health Perspectives, Volume 123, Number 5, May 2015. Available at https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/123/5/ehp.1509934.alt.pdf

[Maras et al., 2006] Estrogen-like properties of fluorotelomer alcohols as revealed by mcf-7 breast cancer cell proliferation. Environ Health Perspect 114:100-105.

[Marchionni et al., 2010] Patent: method for manufacturing fluoropolymers in the presence of cyclic fluorosurfactants with low bioaccumulation/biopersistence. WO 2010003929.

[Martin et al., 2009] Bioactivation of fluorotelomer alcohols in isolated rat hepatocytes.Chem-Biol Interact 177: 196-203.

[Martin et al., 2006]Martin, J.W., Ellis, D.A., Mabury, S.A., Hurley, M.,Wallington, T., 2006. Atmospheric chemistry of perfluoroalkanesulfonamides: kinetic and product studies of the OH radical and Cl atom initiated oxidation of N-ethyl perfluorobutanesulfonamide. Environ.Sci. Technol. 40 (3), 864–872.

[Mitchell et al., 2011] Toxicity of fluorotelomer carboxylic acids to the algae Pseudokirchneriellasubcapitata and Chlorella vulgaris, and the amphipod Hyalellaazteca. Ecotoxicology and Environmental Safety 74: 2260-2267. [Naturvårderverket, 2016] Högfluoreradeämnen (PFAS) ochbekämpningsmedel.Rapport 6709. ISBN 978-91-620-6709-0.

[NFA, 2017] National Food Agency, 2017, Riskhantering - PFAS i dricksvatten och fisk. Available from: https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/PFAS-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser/riskhantering-pfaa-i-dricksvatten/ (in Swedish)

[NICNAS 2017] Environment Tier II Assessment for Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and its Direct Precursors. Last update 14 February 2017. Available from https://www.nicnas.gov.au/chemical-information/imap-assessments/imap-assessments/tier-ii-environment-assessments/perfluorooctanoic-acid-and-its-direct-precursors#_ENREF_2 (accessed on 2.3.2017)

[Norway, 2016] Norwegian Environment Agency. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[NTP, 2016] NTP Monograph on immunotoxicity associated with exposure to perfluorooctanoic acid (PFOA) or perfluorooctane sulfonate (PFOS). National Toxicology Program.U.S. Department of Health and Human Services.https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/ohat/pfoa_pfos/pfoa_pfosmonograph_508.pdf

[NRL, 2016] Evaluating the Difference in Foam Degradation between Fluorinated and Fluorine-free Foams for Improved Pool Fire Suppression. Katherine Hinnant, RamagopalAnanth, Michael Conroy, Bradley Williams. Naval Research Laboratory. Presented at the 2016 ACS Symposium.[Oda et al., 2007] Negative results of umu genotoxicity test of fluorotelomer alcohols and perfluorinated alkyl acids. Environ Health Perspect 12:217-9.

[Obermeier and Stefaniak, 1997] Patent: Process for the recuperation of fluorinated carboxylic acids. Patent No. EP 0632009 B1.

[OECD 2010] OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Emission Scenario Documents No. 9,EMISSION SCENARIO DOCUMENT ON PHOTORESIST USE IN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING(as revised in 2010). Available from http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2004)14/rev1&doclanguage=en

[OECD, 2013] OECD/UNEP Global PFC Group.Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCs).Environmental, Health and Safety, Environmental Directorate.OECD.

[OECD, 2015] Risk Reduction Approaches for PFASs – A Cross-Country Analysis. OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Risk Management.No. 29. Available from: http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/Risk_Reduction_Approaches%20for%20PFASS.pdf.

[OECD, 2017] Organisation for Economic Co-operation and Development.OECD portal on perfluorinated chemicals. Available from: https://www.oecd.org/ehs/pfc/#Definitions

[Oosterhuis et al, 2017] Frans Oosterhuis, Roy Brouwer, Martien Janssen, Julia Verhoeven, Cees Luttikhuizen. Towards a Proportionality Assessment of Risk Reduction Measures Aimed at Restricting the Use of Persistent and Bioaccumulative Substances. Integr Environ Assess Manag 2017:1–13, DOI: 10.1002/ieam.1949. Available at http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ieam.1949/epdf

[OSPAR, 2006] Perfluorooctane Sulphonate PFOS. OSPAR Commission 2005 (2006 update).OSPAR Background Document on Perfluorooctane Sulphonate.Hazard substance series, 269/2006.

[P05, 2012] Durable Water and Soil repellent chemistry in the textile industry – a research report.P05 Water Repellency Project.Version 1.0. November 2012. Available at https://outdoorindustry.org/pdf/FINAL_ZDHC_P05_DWR%20Research_Nov2012.pdf

[Pieri et al., 2011] Patent: Method for manufacturing fluoropolymers by polymerization using fluorinated surfactants. WO 2011073337.

[Plumlee et al. 2009] Plumlee, M.H., McNeill, K., Reinhard, M., 2009. Indirect photolysis of perfluorochemicals: hydroxyl radical-initiated oxidation of N-ethyl perfluorooctane sulfonamido acetate (N-EtFOSAA) and other perfluoroalkanesulfonamides. Environ. Sci. Technol. 43 (10), 3662–3668.[Poulsen et al., 2005] Danish Ministry of Environment.More environmentally friendly alternatives to PFOS-compounds and PFOA. Available from: http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/2005/87-7614-668-5/html/default_eng.htm.

[Prevedouros et al., 2006] Sources, Fate and Transport of Perfluorocarboxylates. Environ Sci Technol. 40(1) 32-44.

[Prokop et al., 1989] Analysis of the products from the electrochemical fluorination of octanoyl chloride. Journal of Fluorine Chemistry 43: 277-90.

[Pyua, 2017] http://www.pyua.de/index.php/news/climaloop. (Online access: 26 January 2017).

[Queensland Gov., 2016a] Environmental Management of Firefighting Foam Policy. 7 July 2016

[Queensland Gov., 2016b] Environmental Management of Firefighting Foam Policy. Explanatory Notes, Revision 2. State of Queensland. Revision 2.2 – July 2016. Available at http://www.ehp.qld.gov.au/assets/documents/regulation/firefighting-foam-policy-notes.pdf

[Renner, 2006] The long and the short of perfluorinated replacements. Environ SciTechnol 40(1): 12-3.

[Ritter, 2010] Fluorochemicals go short. ChemEng News 88(5): 12-7.

[RPA, 2004] Perfluorooctane Sulphonate - Risk reduction strategy and analysis of advantages and drawbacks. Risk & Policy Analysts Limited (RPA) in association with BRE Environment. Final Report prepared for Department for Environment, Food and Rural Affairs and the Environment Agency for England and Wales.

Russell, M.H., Berti, W.R., Szostek, B., Buck, R.C., 2008. Investigation of the biodegradation potential of a fluoroacrylate polymer product in aerobic soils. Environ SciTechnol 42, 800-807.

[Schlummer et al., 2015] Emission of perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCA) from heated surfaces made of polytetrafluoroethylene (PTFE) applied in food contact materials and consumer products. Chemosphere 129, 46-53.

[Serbia, 2016] Republic of Serbia. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[SIA, 2016] Semiconductor Industry Association. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[Simon and Kaminsky, 1998] Simon CM, Kaminsky W. 1998. Chemical recycling of polytetrafluoroethylene by pyrolysis. Poly Degrad Stabil 62, 1–7.

[Skutlarek D. et al., 2006] Perfluorinated surfactants in surface and drinking waters. Environ SciPollut Res Int. 13(5):299-307.

[Spada and Kent, 2011] Patent: Process for manufacturing a dispersion of a vinylidene fluoride polymer. WO 2011073254.

[Stahl et al., 2009] Carryover of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perflurooctane sulfonate (PFOS) from soil to plants. Arch Environ ContamToxicol 57:289-98.

[State of New Jersey, 2017] Perfluorooctanoic Acid (PFOA) in Drinking Water. Devision of Water Supply and Geoscience.http://www.nj.gov/dep/watersupply/dwc_quality_pfoa.html

[StatensForureningstilsyn, 2004] Norwegian Pollution Control Authority.BrukenafPerFluorAlkylStoffer (PFAS) i produkter i Norge – Materialstromsanalyse. English title: Use of perfluoralkyl substances (PFAS) in products in Norway – Mass Flow analysis.

[Stockholm Convention, 2014] Publication.POPs in Articles and Phasing-Out Opportunities. Available from: http://poppub.bcrc.cn/col/1408693347502/index.html. (Online access: 07 March 2017).

[Sulzbach et al., 1999] Sulzbach RA, Kowatsch W, Steidl D. 1999. Patent: Recovery of highly fluorinated carboxylic acids from the gas phase. Patent No. US 5990330 A

[Sulzbach et al., 2001] Sulzbach RA, Grasberger R, Brandenburg RA. 2001. Patent: Recovery of highly fluorinated carboxylic acids from the gaseous phase. Patent No. US 6245923 B1

[Swedish Chemicals Agency, 2013] Brandskumsommöjligförorenareavdricksvattentäkter. PM 5/2013. Available from: https://www.kemi.se/global/pm/2013/pm-5-13.pdf.

[Swedish Chemicals Agency, 2015] Occurrence and use of highly fluorinated substances and alternatives. 2015.

[Swedish Chemicals Agency] PFAS-nätverk. Available from: http://www.kemi.se/om-kemikalieinspektionen/verksamhet/handlingsplan-for-en-giftfri-vardag/hogfluorerade-amnen-pfas/pfas-natverk.

[Swedish Chemicals Agency, 2016a] Förslag till nationella regler för högfluorerade ämnen i brandsläckningsskum. KemI Rapport 1/16. ISSN 0284-1185.

[Swedish Chemicals Agency, 2016b] Strategy for reducing the use of highly fluorinated substances, PFASs.Report 11/16. ISSN 0284-1185.

[Swedish Chemicals Agency, 2016c] Rekommendationer för minskad användning av brandsläckningsskum. Available from: http://www.kemi.se/global/broschyrer/rekommendationer-for-brandskum.pdf

[Taylor 2009] Taylor PH. 2009. ECA incineration testing program: laboratory-scale incineration testing of fluoropolymers; University of Dayton Research Institute. Pp. 1–84.

[Taylor 2014]Investigation of waste incineration of fluorotelomer-based polymers as a potential source of PFOA in the environment.Chemosphere. 2014 Sep;110:17-22. doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.02.037. Epub 2014 Apr 5.

[The Intercept, 2016] Available from: https://theintercept.com/2016/03/03/how-dupont-concealed-the-dangers-of-the-new-teflon-toxin/. (Online access: 2 March 2017).

[The Senate Foreign Affairs, Defence and Trade, 2016] Firefighting foam contamination Part B – Army Aviation Centre Oakey and other Commonwealth, state and territory sites. Available at: http://www.aph.gov.au/Parliamentary_Business/Committees/Senate/Foreign_Affairs_Defence_and_Trade/ADF_facilities/Report_part_B.

[TM, 2016] Confederation of the German Textile and Fashion Industry. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[UBA, 2016] HBM I values for Perfluorooctanoic acid (PFOA) and Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) in blood plasma. Statement of the German Human Biomonitoring Commission (HBM Commission).Announcement of the German Environment Agency (UBA). Available at: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/hbm_i_values_for_pfoa_and_pfos.pdf

[UNEP, 2017] Guidance on best available techniques and best environmental practices for the use of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and related chemicals listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Available from: http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceonBATBEPfortheuseofPFOS/tabid/3170/Default.aspx.

[UNEP/POPS/POPRC.5/10/Add.1] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2009). Addendum- General guidance on considerations related to alternatives and substitutes for listed persistent organic pollutants and candidate chemicals. Available from:

http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC5/POPRC5ReportandDecisions/tabid/719/Default.aspx.

[UNEP/POPS/POPRC.11/5] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2015). Proposal to list pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Available from: http://chm.pops.int/poprc11.

[UNEP/POPS/POPRC.12/11] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016).Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its twelfth meeting. Available from: http://chm.pops.int/poprc12.

[UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016). Addendum- Risk profile on pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and
PFOA-related compounds. Available from: http://chm.pops.int/poprc12.

[UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.3] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016) Addendum- Risk management evaluation on short-chain chlorinated paraffins. Available from: http://chm.pops.int/poprc12.

[UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016).Consolidated guidance on alternatives to perfluorooctane sulfonic acid and its related chemicals. Available from: http://chm.pops.int/poprc12.

[UNEP/POPS/POPRC.12/INF/5] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016). Additional information related to the draft risk profile on pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds. Available from: http://chm.pops.int/poprc12.

[UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6] PFOA, its salts and PFOA-related compounds, Background document to therisk management evaluation, 2017. Available from: http://chm.pops.int/poprc13.

[UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1] PFOA, its salts and PFOA-related compounds, Background document to the risk management evaluation, Non-exhaustive list of substances covered or not covered by the risk management evaluation, 2017. Available from: http://chm.pops.int/poprc13.

[USEPA, 2012] US Environmental Protection Agency.New Chemical Review of Alternatives for PFOA and Related Chemicals. 2012. Available from: http://www.epa.gov/oppt/pfoa/pubs/altnewchems.html.

[USEPA, 2015] United States Environmental Protection Agency, PFOA Stewardship Program. Available from: http://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/ 20102015-pfoa-stewardship-program.

[USEPA 2016] United States Environmental Protection Agency. Fact Sheet PFOA & PFOS Drinking Water Health Advisories. 2016. Available from: https://www.epa.gov/sites/production/files/ 2016-06/documents/drinkingwaterhealthadvisories_pfoa_pfos_updated_5.31.16.pdf

[van der Putte et al., 2010] Analysis of the risk arisng from the industrial use of Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Ammonium Perfluorooctanoate (AFPO) and from their use in consumer articles. Evaluation of the risk reduction measures for potential restrictions on the manufacture, placing on the market and use of PFOA and APFO. European Commission.DG Enterprise and Industry. Report TOX08.7049.FR03.

[Vanparys et al., 2006] Flow cytometric cell cycle analysis allows for rapid screening of estrogenicity in MCF-7 breast cancer cells. Toxicol.in vitro 20: 1238-48.

[Vermont Department of Health, 2017] PFOA in Drinking Water 2016. In: Public Health Response; Environmental Contaminations. http://www.healthvermont.gov/response/environmental/pfoa-drinking-water-2016

[Vierke et al., 2013] Estimation of the acid dissociation constant of perfluoroalkyl carboxylic acids through an experimental investigation of their water-to-air transport. Environ SciTechnol 47: 11032-9.

[VTB SWT, 2016] VTB- Bavarian Textile and apparel association in cooperation with SWT- South-western textile association. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup /PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[Wang et al., 2013] Fluorinated alternatives to long-chain perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCAs), perfluoroalkane sulfonic acids (PFSAs) and their potential precursors. Environ Int 60: 242-8.

[Wang et al., 2014a] Global Emission Inventories for C4-C14 Perfluoroalkyl Carboxylic Acid (PFCA) Homologues from 1951 to 2030, Part I: Production and Emission from Quantifiable Sources. Environ Int 70: 62-75.

[Wang et al., 2014b] Global emission inventories for C4-C14 Perfluoroalkyl Carboxylic Acid (PFCA) Homologues from 1951 to 2013, Part II: The remaining pieces of the puzzle. Environ Int 69: 166-76.

[Wang et al., 2015] Hazard assessment of fluorinated alternatives to long-chain perfluoroalkyl acids (PFAAs) and their precursors: Status quo, ongoing challenges and possible solutions. Environ Int 75: 172-79.

[Wang et al., 2017] A Never-Ending Story of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs)? Environ. Sci. Technol. 2017, 51, 2508−2518

[Washburn et al., 2005] Exposure assessment and risk characterization for perfluorooctanoate in selected consumer articles. Environ SciTechnol 39: 3904-10.

[Wilhelm M. et al, 2009] Preliminary observations on perfluorinated compounds in plasma samples (1977–2004) of young German adults from an area with perfluorooctanoate-contaminated drinking water.Int J Hyg Environ Health. 212(2):142-5. doi: 10.1016/j.ijheh.2008.04.008

[Wilhelm M. et al., 2010] Occurrence of perfluorinated compounds (PFCs) in drinking water of North Rhine-Westphalia, Germany and new approach to assess drinking water contamination by shorter-chained C_4–C_7 PFCs.Int J Hyg Environ Health. 213(3):224-32.

[Williams et al., 2011] Extinguishment and Burnback Tests of Fluorinated and Fluorine-free

Firefighting Foams with and without Film Formation. In Suppression, Detection and Signalling

Research and Applications- A Technical Working Conference, Orlando, Florida USA, 2011, pp. 1-

15 available at http://www.nfpa.org/news-and-research/fire-statistics-and-reports/research-reports/proceedings/2011-proceedings/supdet-2011.

[Wilson, 2016] Can F3 agents take the fire security heat?. Mike Wilson. International Airport Review 20(6).

[WSP, 2014] WSP Canada Inc. Effectiveness of Conventional and Advanced In Situ Leachate Treatment. Report prepared for Environment Canada (Call for Tender K2AA0-13-9013).

[Xu et al., 2011] A novel fluorocarbon surfactant: synthesis and application in emulsion polymerization of perfluoroalkyl methacrylates. Paint Coat Ind 41: 17-21.

[Xu et al., 2013] Determination of PFOS and PFOA in food matrix of animal origin using UHPLC hyphenated triple quadrupole tandem mass spectrometry. Application Note. Agilent Technologies. Availablefrom: https://www.agilent.com/cs/library/applications/5991-1948EN.pdf.

[Yamada et al., 2005] Yamada T, Taylor PH, Buck RC, Kaiser MA, Giraud RJ. 2005. Thermal degradation of fluorotelomer treated articles and related materials. Chemosphere 61, 974–84.

[Yu et al., 2008] Yu K, Song X, Cui L, Han S. 2008. Patent: 分散法聚四氟乙烯树脂生产中全氟辛酸铵的回收处理方法。[Method for recovering and treating perfluoro ammonium caprylate for PTFE resin production by dispersion method.] Patent No. CN 100376537 C. [in Chinese]

[Zhao et al., 2012] Distribution and long-range transport of polyfluoroalkyl substances in the Arctic,Atlantic Ocean and Antarctic coast. Environmental Pollution 170 (2012) 71-77.

[Zhao et al., 2013a] 6:2 fluorotelomer alcohol biotransformation in an aerobic river sediment system. Chemosphere 90: 203-9.

[Zhao et al., 2013b] 6:2 Fluorotelomer alcohol aerobic biotransformation in activated sludge from two domestic wastewater treatment plants. Chemosphere 92: 646-70.