



# 全球化学品展望 第二版

从遗留问题到创新解决办法  
综合报告（2019年）

执行 2030 年可持续发展议程



## 全球化学品展望第二版

从遗留问题到创新解决办法：执行 2030 年可持续发展议程——综合报告

© 2019年联合国环境规划署版权所有

### 转载

如用于教育或者非营利性目的，在申明资料来源的前提下，可不经版权所有者的特别许可，以任何方式转载本出版物全部或部分內容。如能将任何引用本出版物內容的出版物提供一份给联合国环境规划署，环境署将深表感谢。

未经联合国环境规划署的事先书面许可，不得将本出版物转售或用于任何其他商业目的。

### 免责声明

本出版物所使用的名称及提供的材料并不意味着联合国环境规划署对任何国家、领土、城市、区域或其当局的法律地位，或对其边界或分界线的划分表示任何意见。此外，文中观点不一定代表联合国环境规划署的决定或者明确政策，提到商品名称或者商业程序也不意味着环境规划署对其给予认可。

国际标准书号（ISBN）：

978-92-807-3773-8

项目编号：DTI/2271/GE

### 反馈和联系方式

联合国环境规划署鼓励对本报告感兴趣的读者接触和加入全球化学品展望第二版社群。我们期待了解您对本报告的看法以及它如何在实地产生影响。

环境署在全球

联系方式：[science.chemicals@un.org](mailto:science.chemicals@un.org)

封面照片：

© Bannafarsai\_Stock/Shutterstock

环境署在全球  
及其自身活动中促进  
环保做法。本出版物将以电子  
文档形式提供。我们的分发政策旨在减少环境署的碳足迹。

## 关于全球化学品展望第二版

2013年2月出版的《全球化学品展望》第一版汇集了关于化学品健全管理的科学、技术和社会经济信息。其内容涵盖化学品生产、运输、使用和处置方面的趋势与指标，以及相关的健康和环境影响；这些趋势的经济影响，包括无所作为的代价和采取行动的效益；以及化学品健全管理工具和方法等。

联合国环境规划署理事会于2013年通过第27/12号决定，认可《全球化学品展望》第一版的各项调查结果具有重要意义，其中着重论述了全球化学品生产

和使用显著增长情况、化学品对国家和全球经济的重要性，以及不健全的化学品管理对人类健康和环境带来的代价和负面影响，并对今后的行动提出了建议。第27/12号决定还请执行主任继续就《全球化学品展望》开展工作，特别是在发现缺少数据或数据不足的领域，并通过区域平衡的利益攸关方参与来提高透明度，以期在未来开发一种工具，用以评估化学品和危险废物健全管理，包括2020年目标的实现进展，同时考虑并借鉴现有的其他各种信息来源。

联合国环境大会于2016年通过的第2/7号决议请执行主任提交《全球化学品展望》的更新报告，在与《全球废物管理展望》协作的基础上，特别说明为解决缺乏或没有充足数据对2020年目标实现进展进行评估这一问题而开展的工作，非化学替代品的开发情况，以及化学品与废物的关联性，并为从现在到2020年



及之后旨在实现相关的可持续发展目标和具体目标的各项活动提供科学意见和执行方案。第2/7号决议还请执行主任确保《全球化学品展望》更新报告研究国际化学品管理大会（国际化学品管理战略方针的理事机构）确定的新出现的政策问题，以及有新证据表明对人类健康和环境构成风险的其他问题。

400多位专家为《全球化学品展望》第二版的编写工作作出了实质性贡献。编写工作还得到了指导。委员会的指导，他们就编写报告所涉及的各方面工作提供监督、战略方针和指导，并适时提供技术意见。指导委员会由来自各国政府、非政府组织（包括民间社会、行业/私营部门和学术界）及政府间组织的代表组成，所有区域以及各界利益攸关方参与了编写工作。

这份《全球化学品展望》第二版综合报告总结了《全球化学品展望》第二版的主要结论和见解，其结构与报告全文相同，也分为五个部分。还提出了一份较简短的《决策者摘要》，作为联合国环境大会第四届会议的工作文件，并用联合国六种官方语文发布。《全球化学品展望》第二版全文于2019年4月在国际化学品管理大会不限成员名额工作组第三次会议上发布。



## 致谢

大专家为《全球化学品展望》第二版的编写工作建言献策，众多合作组织也给予大力协作。联合国环境规划署要感谢所有贡献了专业知识、时间和精力和个人和组织。

指导委员会在编写工作的全过程中提供监督、战略方针、指导和技术意见。指导委员会成员是：Keith Alverson, Ingela Andersson, Heidar Ali Balouji Ricardo Barra, Andrea Brown, Leticia Carvalho, Emma Chynoweth, Bob Diderich, Joe DiGangi, Szymon Domagalski, Jutta Emig, Richard Fuller, Veronique Garny, Fernando Gomez, Florencia Grimalt, Juergen Helbig, Sverre Thomas Jahre, David Kapindul, Brenda Koekkoek, Brian Kohler, Kouame Georges Kouadio, Klaus Kümmerer, Mungath Kutty, Vladimir Lenev, Suzanne Leppinen, Jianguo Liu, Christoph Neumann, Jorge Ocaña, Hanna-Andrea Rother, Tatiana Santos, Claudia ten Have, Baskut Tuncak, Carolyn Vickers, Melissa Mengjiao Wang, Katherine Weber, Felix Wertli, Susan Wilburn, Kei Ohno Woodall.

提供支持的委员会候补成员是：Angelina Buchar, Tracey Easthope, Manoj Kumar Gangeya, Vassilios Karavezyris, Sunday Leonard, Eugenyi Lobanov, Andrew McCartor, Geraint Roberts, Dolores Romano,

Leigh Stringer, Michel Tschirren, Victoria Tunstall和Carla Valle-Klann等。

负责起草基础文件和具体章节的主要作者是：Francisco Alpizar, Thomas Backhaus, Nils Decker, Ingo Eilks, Natalia Escobar-Pemberthy, Peter Fantke, Ken Geiser (另负责第一部分的协调工作), Maria Ivanova, Olivier Jolliet, Ho-seok Kim, Kelvin Khisa, Haripriya Gundimeda, Daniel Slunge, Stephen Stec, Joel Tickner,



© 环境署

David Tyrer, Niko Urho, Rob Visser (另外还负责第二和第三部分的协调工作)、Mario Yarto和Vania Gomes Zuin。论述区域观点的主要作者是Babajide Alo, Vera Barrantes, Anna Makarova 和Chen Yuan。Mohamed Abdelraouf和Noriyuki Suzuki也提供了意见。

作出实质性贡献的还有: Katinka De Balogh, Marie-Ange Baucher, Richard Blume, Rafael Cayuela, Maria Delfina Cuglievan, Heide Lore Fiedler, John Haines, Lei Huang, Nicole Illner, Molly Jacobs LeFevre, Edwin Janssen, Elisabeth Krausmann, Nyree Bekarian Mack, Rachel Massey, Frank Moser, Amos Necci, Ieva Rucevska, David Sutherland, Urvi Talaty, Dirk Uhlemann, Elze van Hamelen, Willem van Lanschot, Melissa Mengjiao Wang, Zhanyun Wang, Maureen Wood, Oliver Wootton和Evetta Zenina。

2016年4月在瑞士日内瓦举行了《全球化学品展望》第二版编写工作协商会议。有70位专家出席了会议。随后举办了五次研讨会,让各类利益攸关方发表意见。这些活动包括2018年3月至4月在肯尼亚内罗毕(非洲)、德国法兰克福(欧洲,包括中东欧)、巴拿马巴拿马城(拉丁美洲及加勒比和北美洲)和泰国曼谷(亚太和西亚)举行的一系列专家研讨会,共有115人参加;以及一次全球研讨会(2018年6月,德国波恩),约有100人参加。Paul Hohnen为此提供宝贵支持,在几次研讨会上主持了会议。

根据全球环境基金科学和技术咨询小组、支持编写下一版全球环境展望报告的秘书处以及国际固体废物协会的提名而确定的独立专家应邀审查了《全球化学品展望》第二版草案。

此外,还邀请外部专家根据其专业知识审查选定的章节。以下个人提供了宝贵的反馈意见: Marlene Agerstrand, Tom Bond, Weihsueh Chiu, Victoria de Higa, Paul Dumble, Henning Friege, Martin Führ, Sarah Green, Jamidu Katima, Sayed Khattari, Joy Aeree Kim, Olwenn Martin, Ackmez Mudhoo, Carlos Ocampo Lopez, Stephen Macey, Prasad Modak, Naglaa Mohamed Loutfy, Jennifer McKellar, Percy Onianwa, Kamlesh Pathak, Andreas Prevodnik, Alexander Romanov, Mark Rossi, Ted Smith, Gustavo Solorzano, Gerard Swaen, Mohamed Tawfic, Zijian Wang, Meriel Watts。

多个组织为编写《全球化学品展望》第二版作出了贡献。国际可持续化学合作中心(ISC3)(总牵头人: Friedrich Barth; 支持团队: Alexis Bazzanella, Nils Decker, Agnes Dittmar, Silke Megelski和Brigitta Meier)为联合举办四次区域研讨会和一次全球研讨会提供支持,并就大趋势和行业部门方面问题作出实质性贡献。国际化学污染小组(总牵头人: Martin Scheringer, Justin Boucher和Zhanyun Wang; 支持团队: Thuy Bui, Damien Bolinius, Elsemieke de Boer, Miriam Diamond, Patrick Fitzgerald, Adelene Lai, Grégoire Meylan,

Amélie Ritscher, Thomas Roiss Christina Rudén和 Iona Summerson) 开展了背景研究, 并编写了一份基础性文件, 讨论新出现的政策问题和其他令人关切的问题。联合国训练研究所(总牵头人: Jorge Ocana) 以联合举办各次会议和研讨会并促进交付实质性贡献的方式提供协助。此外, 下列实体在编写工作全过程中提供了评论意见和实物贡献: 组织间化学品健全管理方案参与组织(联合国粮食及农业组织、国际劳工组织、联合国开发计划署、联合国环境规划署、联合国工业发展组织、联合国训练研究所、世界卫生组织、世界银行、经济合作与发展组织); 巴塞尔公约、鹿特丹公约和斯德哥尔摩公约秘书处; 水俣公约秘书处; 维也纳公约及其蒙特利尔议定书秘书处(臭氧秘书处)和执行蒙特利尔议定书多边基金秘书处; 化管方针秘书处; Chemical Watch; The Natural Step Statista和世界经济论坛等。

在联合国环境规划署内, 经济司化学品与健康处在 Achim Halpaap 的领导下负责编写《全球化学品展望》第二版, Jost Dittkrist 提供协调和实质性支持。Jacqueline Alvarez, Abdouraman Bary, Llorenç Mila Canals, Jacob Duer, Tessa Goverse, Mijke Hertoghs, Tim Kasten, Isabelle Louis, Kaj Madsen, Kakuko Nagatani-Yoshida, Ligia Noronha, Jordan i Pon, Pierre Quiblier, Liazzat Rabbiosi, Ying Su, Elisa Tonda 以及许多其他同事也给予宝贵的指导、意见和贡献。Erika Mattsson、Panos Kalogirou、Scholastica Theuri、Pascale Unger 和 Leila Younossi 提供了行政及其他支持。John Smith 提供编辑支持, Lowil Espada 在 Fabrice Clavien 的协助下提供图形设计和排版支持, Tapiwa Nxele 提供参考文献和数据管理支持。

欧洲联盟以及丹麦、德国、挪威、瑞典和瑞士政府为制定《全球化学品展望》第二版提供了慷慨的财政和实物捐助。



# 前言

**化**学品是我们日常生活的一部分。从药品到植物保护等领域的化学创新可以改善我们的健康、加强食品安全，并带来其他许多好处。不过，如果使用和管理不当，危险化学品和废物会威胁人类健康和环境。

《全球化学品展望》第二版指出，人口动态、城市化和经济增长等全球趋势推动化学品使用数量迅速增长，尤其是在新兴经济体。2017年，化学品行业的产值超过5万亿美元。到2030年，这个数字将翻一番。这种增长对人类的影响是正面还是负面，取决于我们如何应对化学品挑战。毫无疑问，我们必须为此付出更大努力。



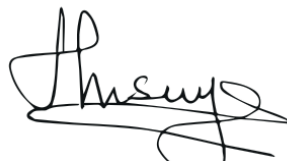
大量危险化学品和污染物继续泄漏到环境中，污染了食物链，并在我们的体内累积，严重损害我们的健康。据欧洲环境署估算，2016年，在欧洲消费的化学品中有62%对健康有害。世界卫生组织估计，部分化学品带来的疾病负担在2016年夺去了160万人的生命。远多于此的人的生活受到了负面影响。

我们通过国家和利益攸关方行动、国际条约和自愿文书，在化学品管理方面取得了一些进展。在2002年可持续发展问题世界首脑会议上，各国承诺在2020年之前最大限度减少化学品的不利影响。以我们目前的速度，这个目标无法实现。考虑到市场扩大以及相关的污染增加，我们不能继续以自己的健康作为赌注。

正如报告指出，并非没有解决办法。可持续供应链管理、绿色和可持续化学领域的创新，以及采用共同方法来管理化学品，可以降低人类健康、生态系统和经济所承受的风险。

但是，解决办法的成败取决于实施它的意愿。同以往任何时候相比，投资者、生产商、零售商、公民、学者和政府部长等关键影响者都更有必要行动起来。我们有机会力挽狂澜。我们正在执行《2030年可持续发展议程》，并为2020年后化学品和废物健全管理制定未来框架。

我们的生活离不开化学品，但化学品管理不善的后果是不能承受之重。我希望这份展望报告能激励所有人加倍努力，让化学品安全地造福于全人类。



Joyce Msuya  
乔伊丝·姆苏亚  
环境署代理执行主任

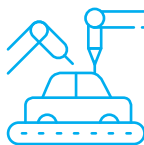


## 主要结论

最大限度减少化学品和废物的不利影响这一全球目标无法在2020年实现。虽然有解决办法，但迫切需要所有利益攸关方在全球采取更加积极进取的行动。



1. 2017年，全球化学工业规模超过5万亿美元，预计到2030年将翻一番。新兴经济体的消费和生产正在迅速增长。全球供应链以及化学品和产品贸易正变得日益复杂。



2. 在全球大趋势的推动下，化学密集型行业部门（如建筑、农业、电子）的增长带来了风险，但也创造了推进可持续消费、生产和产品创新的机遇。



3. 危险化学品和其他污染物（如塑料废物和制药污染物）继续大量释放。它们普遍存在于人类和环境中，并在材料库存和产品中累积，这突出表明有必要通过可持续的材料管理和循环商业模式来避免将来出现遗留问题。



4. 如果采取行动来尽量减少不利影响，估计每年可产生高达数百亿美元的效益。据世界卫生组织估计，部分化学品带来的疾病负担在2016年夺去了160万人的生命（可能属于低估）。化学污染还威胁到多种生态系统服务。



5. 国际条约和自愿文书降低了一些化学品和废物的风险，但进展参差不齐，执行中仍存在差距。截至2018年，有120多个国家尚未执行全球化学品统一分类标签制度。



6. 解决发展中国家和新兴经济体的立法和能力差距问题仍然是优先事项。不过，资源无法满足需求。这为新型和创新筹资（例如通过成本回收和让金融部门参与）创造了契机。



7. 更广泛地分享关于化学品管理工具的知识，以及在从化学危害评估到替代品评估等各领域促进相互借鉴各种方法，可以节省大量资源。



8. 领先企业——从化学品生产商到零售商——正在推行可持续供应链管理、充分披露材料、高于合规要求的减少风险措施，以及基于人权的政策。不过，这些举措尚未得到广泛实行。



9. 消费者需求以及绿色和可持续化学教育与创新（例如通过初创企业）是推动变革的重要因素。可以通过扶持性政策放大这些因素，从而让化学创新在可持续发展方面发挥潜在效益。










10. 全球知识差距可以得到弥补。例如，可以采取统一研究规程，通过审议健康或环境影响信息及危害情况来确定和应对优先事项（如新出现的问题），以及通过加强科学家与决策者之间的协作来加强科学与政策对接，从而达到这一目的。


## 缩略语列表

CLP	分类、标签和包装	PCB	多氯联苯
滴滴涕	二氯二苯三氯乙烷	PFAS	全氟和多氟烷基化合物
DEHP	二(2-乙基己基)邻苯二甲酸酯	POP	持久性有机污染物
EDC	内分泌干扰化学品	PRTR	污染物释放及转移登记册
EPI	新出现的政策问题	REACH	《化学品注册、评估、授权和限制法规》
欧盟	欧洲联盟	化管方针	国际化学品管理战略方针
粮农组织	联合国粮食及农业组织	SDG	可持续发展目标
GCO	全球化学品展望	中小企业	小型和中型企业
全球统一制度	全球化学品统一分类和标签制度	SVHC	高度关切物质
高危农药	具有高度危害性的农药	环境署	联合国环境规划署
化管大会	国际化学品管理大会	训研所	联合国训练研究所
劳工组织	国际劳工组织	美国	美利坚合众国
化学品方案	组织间化学品健全管理方案	VOC	挥发性有机化合物
IPM	虫害综合防治	世卫组织	世界卫生组织
LCA	生命周期评估	WSSD	可持续发展问题世界首脑会议
经合组织	经济合作与发展组织	ZDHC	危险化学品零排放

# 目录

致谢	iii
前言	vi
主要结论	viii
缩略语列表	x
 导言：可持续发展大背景下的化学品和废物问题	2
 给决策者的关键讯息：呼吁在各级采取更加积极进取的行动	12
 一、演变中的化学品经济：与可持续发展相关的现状和趋势	16
 二、2020年目标实现现状——评估总体进展和差距	34
 三、推进开发和共享化学品管理工具和方法：总结过去、展望未来	50
 四、有助于实施创新解决办法的扶持政策 and 行动	60
 五、扩大《2030年可持续发展议程》下的协作行动	72
附件：通过《全球化学品展望》第二版确定的 2020 年之前及之后的各项行动	80
参考文献	86





引言：可持续发展大背景下的  
化学品和废物问题



《全球化学品展望》第二版的发布适逢其时。自《全球化学品展望》初版于 2013 年发表以来，全球化学品消费和生产持续增长，诸多趋势引起人类健康和环境方面的关切。在此期间，《2030 年可持续发展议程》及 17 项可持续发展目标于 2015 年通过，其中包含与化学品和废物有关的若干具体目标。此后不久，国际化学品管理战略方针（化管方针）的

理事会机构国际化学品管理大会（化管大会）启动了一个闭会期间进程，以便在 2020 年之前就化管方针及 2020 年后化学品和废物健全管理编写建议。

《全球化学品展望》第二版用反推法来设想可持续的未来，确定了一系列行动供全世界的决策者考虑，并为 2020 年后化学品和废物管理提供参考。

表 1 《2030 年议程》中的化学品和废物：可持续发展具体目标 3.9 和 12.4

### 可持续发展目标 3：确保健康的生活方式，促进各年龄段人群的福祉



具体目标 3.9：到 2030 年，大幅减少危险化学品以及空气、水和土壤污染导致的死亡和患病人数。

### 可持续发展目标 12：采用可持续的消费和生产模式



具体目标 12.4：到 2020 年，根据商定的国际框架，实现化学品和所有废物在整个生命周期内的无害环境管理，并大幅减少它们排入大气以及渗漏到水和土壤的机率，尽可能降低它们对人类健康和环境造成的负面影响。

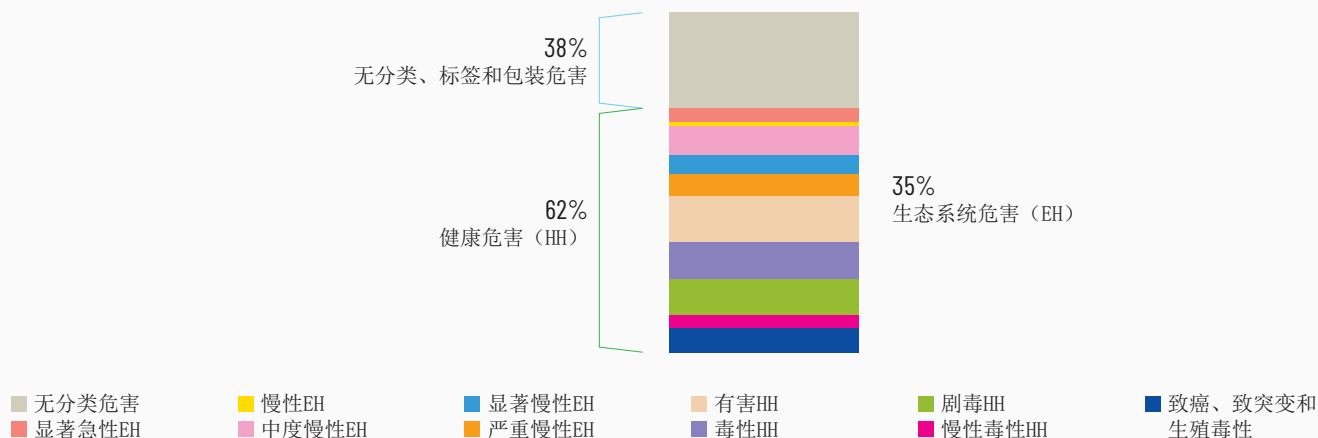
1 除另有说明外，“化学品”一词在本文件中的含义包括药品。

## 化学领域的健全管理和创新是可持续发展的关键

从药品和植保产品到汽车、电脑和纺织品生产，许多化学制品有助于改善全世界人类健康、粮食安全、生产力和生活质量。虽然美国化学学会全球化学文摘社登记的化学品超过1.42亿种，但只有其中一小部分投放市场。

据联合国环境规划署与化学协会国际理事会联合编写的2018年报告草稿估计，全球商业流通中的工业化学品总数估计为4万至6万种，其中的6000种占总量的99%以上。化学密集型产品，如电脑、手机、家具和个人护理产品的数量庞大且不断增长，远超过市场上的化学品数量。[《全球化学品展望》第二版相关章节：导言；第一部分第1章]

图 1 按危害类别分的2016年欧盟化学品消费量比例构成（基于欧洲环境署，2018）



根据欧洲联盟（欧盟）的统计机构欧盟统计局公布的欧洲环境署2018年汇编的数据，2016年欧盟消费的3.45亿吨化学品中约62%对健康构成危害。欧洲环境署在介绍数据时指出，危险化学品消费量并不代表这些化学品所构成的风险。[导言]

许多化学品、产品和废物具有危险属性，并且由于管理不当，继续对人类健康和环境造成重大不利影响。因其危险属性和潜在风险而在研究和决策中受到关注的化学品或化学品组包括但不限于：致癌物、诱变剂和对生殖有害的化学品、具有持久性生物累积性和毒性的物质、内分泌干扰化学品，以及影响神经发育的化学品。[导言；第一部分第1、7章；第三部分第1章]

联合国的几次重要会议在最高政治级别上向国际社会发出呼吁，要确保化学品和废物健全管理，这对于推动社会、经济和环境层面的可持续发展至关重要。在可持续发展的背景下，化学和化工行业在实现化学品和废物健全管理方面可以发挥重要作用。在解决遗留问题的同时进行化学和材料科学领域的创新，有可能创造出更安全的化学品，提高资源效率，并减少目前的全球生产和消费体系造成的健康和环境影响。[导言；第二部分第3章；第四部分第1章]

## 国际化学品和废物管理的里程碑

几十年来，国际社会已经认识到需要采取行动来推进化学品和废物健全管理。在1992年里约首脑会议上，各国国家元首和政府首脑通过了《21世纪议程》，其中包括关于化学品和危险废物问题的章节。同样是在1992年通过的《里约宣言》提出了与化学品和废物健全管理有关的一些原则和方法，包括“谁污染谁付费”原则、知情权和预防性办法等。十年后，可持续发展问题世界首脑会议通过了《约翰内斯堡执行计划》，其中各国政府商定“到2020年实现化学品的使用和生产方式能够最大限度地减轻对人类健康和环境的显著不利影响[...]”。2012年里约+20峰会（针对化学品和危险废物）以及《2030年可持续发展议程》中的可持续发展具体目标12.4（针对化学品和所有废物）重申了2020年时间表。可持续发展具体目标3.9侧重于减少死亡和患病人数，将实现目标的时间定在2030年。[导言；第二部分第1章]

## 多边条约和自愿协定

里约首脑会议前后以及随后的几十年里，国际社会通过多边条约，针对一些最有害的化学品和一些全球关注的问题采取了协调一致的行动。突出的例子包括：

- › 《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》（1989年生效）
- › 《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》（1992年生效）
- › 国际劳工组织（劳工组织）公约：《化学品公约》（第170号）（1993年生效）和《预防重大工业事故公约》（第174号）（1997年生效）
- › 《关于在国际贸易中对某些危险化学品和农药采用事先知情同意程序的鹿特丹公约》（2004年生效）

- › 《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》（2004年生效）
- › 世界卫生组织（世卫组织）《国际卫生条例（2005）》（2007年生效）
- › 《关于汞的水俣公约》（2017年生效）

此外，各国际组织理事机构通过的一些自愿国际文书涉及到一系列化学品及相关问题。突出的例子包括最初于1985年制定、于2013年通过第四版的《国际农药管理行为守则》（以下简称《行为守则》），以及1992年通过的《全球化学品统一分类标签制度》（全球统一制度）。2002年《约翰内斯堡执行计划》中特别提及全球统一制度，以期到2008年全面运作该制度。[导言；第二部分第1章]



巴塞尔公约



《鹿特丹公约》



斯德哥尔摩公约



International  
Labour  
Organization



## 2006年通过国际化学品管理战略方针



在可持续发展问题世界首脑会议发出呼吁之后，化管大会第一届会议于2006年通过了“国际化学品管理战略方针”（化管方针），这是一项多部门和跨部门的参与式战略方针。化管方针的总体目标是“实现化学品在其整个生命周期内的健全管理，从而到2020年实现化学品的使用和生产方式能够最大限度地减轻对人类健康和环境的显著不利影响”。化管方针由《关于国际化学品管理的迪拜宣言》（其表达了对化管方针的高级别政治承诺）和《总体政策战略》组成。

《总体政策战略》引述可持续发展问题世界首脑会议的2020年时间表，将其称为“2020年目标”，这一术语后来被各种国际论坛使用。实现该目标所需完成的各项任务涉及五个方面：减少风险、知识与信息、治理、能力建设与技术合作，以及非法国际贩运。此外，《迪拜宣言》建议采用并进一步制定“全球行动计划”，将其作为工作工具和指导文件，以履行《约翰内斯堡执行计划》等国际文书中对化学品管理的承诺。2015年，化管大会第四届会议核可了“实现化学品健全管理 2020年目标的总体方向和指导”（以下简称“总体方向和指导”），作为一项自愿工具用来协助 确定化学品和废物健全管理工作的优先次序，为全面执行化管方针作出贡献。[导言；第二部分第1章]

## 《2030 可持续发展议程》中的化学品和废物问题

联合国大会在2015年的国家元首峰会上通过了《2030年可持续发展议程》，包括17项可持续发展目标（图2）和169项具体目标。可持续发展目标是不可分割的整体，兼顾了可持续发展的三个层面：经济、社会和环境。虽然与化学品和废物管理直接相关的是具体目标12.4和3.9，但化学品和废物健全管理也关系到许多其他可持续发展目标能否实现。这些目标包括防止生物多样性的丧失、清洁水和环卫、促进获得清洁能源、气候行动，以及确保优质教育等。此外，其他一些可持续发展目标的实施对于实现化学品和废物健全管理至关重要，例如与教育、筹资和伙伴关系有关的目标。[导言；第二部分第1章；第五部分第1章]

### 化学品与可持续发展：关切和机遇

尽管在联合国高级别会议上达成了全球协定，并已经采取了重大行动，但科学家仍对化学品和废物健全管理进展不够表示关切。他们呼吁进行系统性的转型变革，以创造更安全的化学品，并在化学领域进行有助于可持续发展的创新。在此背景下，出现了“绿色化学”、“可持续化学”、“同一个世界化学”等相关概念，促使化学界迎难而上，帮助满足可持续发展的需要。其他利益攸关方也提出了类似的关切。私营部门的一些倡议也确定了与化学品有关的促进可持续发展的机遇。这些倡议包括：促进可持续发展世界商业理事会的“化学品部门可持续发展路线图”、22家化



图2 可持续发展目标



化学品和废物健全管理涉及多个可持续发展目标。它关系到《2030年可持续发展议程》的大部分内容能否实现。

工行业公司参与的“携手实现可持续发展”倡议，以及领先的纺织品公司提出的“危险化学品零排放”倡议。[导言；第四部分第7章；第五部分第3章]

### 审议化管方针和2020年后化学品与废物健全管理的闭会期间进程

2015年，参加化管大会第4届会议的各国政府和其他利益攸关方指出，“大多数国家必须取得更大进展，

才能真正地最大限度减少因某些化学品的生产、使用和报废处置而对人类健康和环境造成的重大不利影响”。他们还“迫切地”指出，“实现2020年目标的时间很有限”。在2015年通过《2030年议程》后不久，参加化管大会第四届会议的各国政府和其他利益攸关方启动了一个进程，以编写关于化管方针及2020年后化学品与废物健全管理的建议。大会商定，该进程应向所有利益攸关方开放，并在2020年化管大会第五届会议之前完成。因此，从现在到2020年的这段时

间是反思国际化学品和废物管理经验教训的历史性机遇窗口。[导言]

### 将各项国际政策议程联系起来的机会

鉴于化学品和废物问题对于整个《2030年议程》的重要性，2020年后闭会期间进程提供了将化学品和废物管理与其他各项国际政策议程联系起来并发挥协同作用的机会。这些协同作用包括：[导言]

- › **化学品与健康：**化学品和废物健全管理在避免和尽量减少有害化学品构成的风险方面发挥重要作用，以保护人类健康。虽然化学品与健康之间的联系已经牢固确立，并且卫生部门一直是旨在最大限度降低风险的各项工作的重要合作伙伴，但可以在2017年第70届世界卫生大会批准的《世卫组织化学品路线图》的基础上进一步努力加强联系，提高对卫生部门在化学品管理中的重要作用的认识，并加强卫生部门参与国际化学品管理活动的力度。
- › **化学品与工作场所：**在各个部门和全球供应链中，工人是接触危险化学品最多的群体之一。批准和实施国际劳工标准有助于实现安全和健康的体面工作，同时迈向更绿色的工作流程。
- › **化学品与气候变化：**两者的联系广泛，从冰川融化导致化学品再流动，到减少化学工业的温室气体排放，再到化学界开发气候变化适应和缓解解决方案的潜力等。因此，化学工业和下游部门在实现《巴黎协定》的目标方面可以发挥重要作用。
- › **化学品与生物多样性：**根据《生物多样性公约》通过的“2011-2020年生物多样性战略计划”确认了污染和化学品产生的关键影响。鉴于目前正在开展制定2020年后生物多样性框架的活动，可以借此机会与2020年后化学品与废物进程建立联系。
- › **化学品、农业和食品：**化学品在农业和食品方面具有重要作用，例如在植物保护和食品保藏方面。这种联系早已得到承认，许多国家很早就立法来管控农业和食品生产中使用的化学品。针对此类及相关议题的国际协定和机构包括《行为守则》以及汇集了国际食品标准的《食品法典》。
- › **化学品与可持续消费和生产：**具体目标12.4在可持续发展目标12中的存在，反映出化学品和废物管理与资源效率、减废，以及将经济增长与自然资源使用 and 环境影响脱钩等更广泛诉求之间的密切联系。个人、公司和组织可以通过其消费选择发挥关键作用，并直接或间接影响化学品生产和

可持续性。可以把握机会加强与《可持续消费和生产模式十年方案框架》的联系。

- › **化学品与国际污染议程：**正如联合国环境大会（环境大会）第三届会议（主题是“迈向零污染地球”）所强调的那样，化学品和废物问题是更广泛的国际综合性治污方针的关键方面。环境大会第三届会议宣言请联合国环境规划署编写一份关于零污染地球的实施计划，供2019年环境大会第四届会议审议。

### 认识到化学品与废物管理的衔接问题

多年来，无论是在国际上还是在许多国家，化学品和废物议程都被分开处理。例如，在《21世纪议程》中，化学品和废物管理就是在不同的章节中论述。不过，人们日益认识到，设计和更安全的化学品和可持续生产工艺，对于减少化学品和产品在其整个生命周期内，包括在再用、回收和处置阶段的排放至关重要。这些前端解决方案还有助于确保在循环经济中使用的次生原料不会受到有害化学物质的污染。另一方面，人们熟知的废物管理层级（图3）侧重于从源头实现材料减量、再用、循环，而能源回收、废物处理和废物处置被认为是最不可取的选择。废物管理层级还强调可持续材料管理、资源效率和生命周期管理。

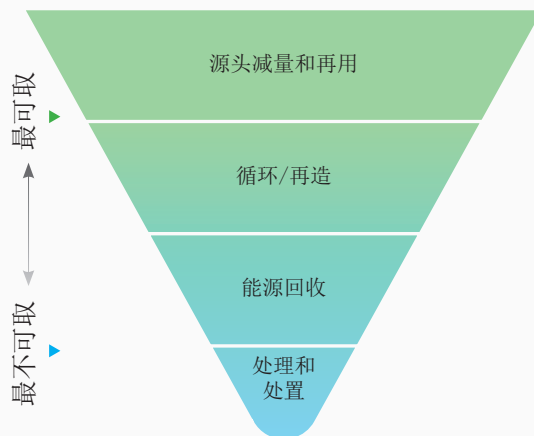
上述简短论述意味着，化学品管理与废物管理的各个重要方面正在融合，两者均遵循生命周期管理办法。[导言；第一部分第4-5章；第四部分第1章]



在国际一级，在关于可持续消费和生产的可持续发展目标12下列入了具体目标12.4，并将废物问题列入了关于化管方针及2020年后化学品和废物健全管理的闭会期间进程的任务范围，从而在将化学品管


理与废物管理概念相结合方面取得了关键进展。虽然《全球化学品展望》第二版侧重于化学品健全管理和前端解决方案，但报告通篇都涉及与废物管理的衔接问题。[导言]

图3 废物管理层级、可持续材料管理和循环经济（改编自美国环境保护局，2017a）



废物管理层级努力实现与可持续材料管理及循环经济等相关概念相似的目标。它们的共同追求是尽量减少材料的用量并最大限度地重复使用。化学品和废物健全管理以及化学创新在实现这些概念方面发挥关键作用。[导言；第一部分第4-5章；第四部分第1章]



A photograph of two young children, a girl on the left and a boy on the right, walking through a lush green field. They are both wearing denim clothing. The girl is carrying a large bundle of rice seedlings on a wooden pole balanced across her shoulders. The boy is also carrying a smaller bundle of seedlings on a pole. They are both smiling and appear to be in a joyful mood. The background is a soft-focus green field.

给决策者的关键讯息：  
呼吁在各级采取更加积极  
进取的行动



## 2020 年目标无法实现：“一切照旧”不可行

《全球化学品展望》第二版的结论表明，到 2020 年无法实现化学品和废物健全管理和最大限度减少不利影响的目标。根据趋势数据，全球化学品市场在 2017 至 2030 年期间将翻一番，这会加剧全球化学品释放、接触、浓度以及对健康和环境的不利影响，除非能在全世界实现化学品和废物健全管理。因此，“一切照旧”不可行。不过，在可持续发展设想下，能够做到按照《2030 年议程》加快进展速度以实现健全管理，并最大限度减少不利影响。这需要所有利益攸关方和所有国家在全球紧急采取更积极采取的协作行动。[第一部分第1-8章；第二部分第3-5章；第四部分；第五部分]

### 需要全面的全球框架，包括积极进取的优先事项和协调一致的指标

为弥补差距，需要为2020 年后的化学品和废物健全管理制定一个全球框架，该框架应当目标远大、内容全面，能形成激励作用，以促进价值链中所有相关行为体的承诺和参与。按照从“2011-2020 年生物多样性战略计划”获得的经验教训，需要制定全球共同愿景、战略目标、具体目标和各项指标来加强所有相关协定和倡议之间的联系，并使报告制度得到简化、由国家推动且与全球具体目标挂钩。按照这种报告

制度，各项指标要对产出（如通过的立法）和作用（如减少危险化学品的不利影响）加以区分。[第二部分第2章；第五部分第2-3章]

### 落实2020 年之前及之后的各项行动

按照环境大会的任务规定，并根据对 2020 年目标迄今执行情况的审查，《全球化学品展望》第二版提出了一系列备选方案，用于 2020 年之前及之后为实现相关的可持续发展目标和具体目标而执行的各项行动（下称“行动”）。所确定的各项行动被认为对于制定和实施 2020 年后化学品和废物管理办法格外重要。同样重要的是，它们面向世界各地以及来自所有利益攸关方群体的政策制定者和决策者，以促进加强对执行工作的承诺。

报告采用反推法将这些行动分为十个主题加以介绍，其中假想了一种可持续发展设想，即通过绿色和可持续化学创新以及可持续消费和生产等手段，使遗留问题得到解决且避免在未来造成遗留问题。这些行动还涵盖国际上已经商定的需要迫切关注的各项承诺，以及由于查明了执行差距而再次作出的承诺。这方面的例子包括执行全球统一制度，以及加强化学品和废物基本管理体系等。本综合报告的附件进一步阐述了十个行动领域。[第五部分第4章]



**制定有效的管理制度：**解决各国普遍存在的能力差距，利用生命周期办法加强国家和区域立法，并进一步加强机构和方案。



**评估和管理风险：**在全球范围内完善和共享化学品风险评估和风险管理方法，以促进化学品在其整个生命周期内的安全和可持续使用并解决新出现的问题。



**调动资源：**为有效的立法、执行和执法（特别是在发展中国家和转型期经济体）提供充足<sup>2</sup>的资源和创新的筹资。



**采用生命周期方法：**推进广泛实施可持续供应链管理、全面披露材料、提高透明度和采用可持续产品设计。



**评估和通报危害：**填补全球数据和知识空白，并加强国际合作，以推进化学品危害评估、分类和交流。



**加强企业治理：**扶持和加强企业可持续性政策、可持续商业模式以及报告中的化学品和废物管理方面的内容。

<sup>2</sup> 为便于更好地理解“充足”一词在此处的含义，需要就诸如供资的可持续性等某些专题开展进一步分析和国际对话。



**教育和创新：**将绿色和可持续化学纳入教育、研究及创新政策和方案。



**提高透明度：**加强工人、消费者和公民保护自己 and 保护环境的权能。



**为决策者提供知识：**加强科学与政策对接，在化学品和废物的整个生命周期内利用科学来监测进展、确定优先事项（如针对新出现的问题）并制定政策。




**加强全球承诺：**建立积极进取而全面的2020年后化学品和废物问题全球框架，扩大合作行动，并跟踪进展。

### 现有利益攸关方加强承诺，新行为体更积极地参与

从现在到闭会进程于 2020 年结束的这段时间，为制定一项积极进取、全面的全球框架，以及加强所有利益攸关方的参与提供了短暂却关键的窗口。为了推动承诺、自主、相互问责和集体跟踪进展，以实现化学品和废物健全管理，各国和所有相关利益

攸关方可在国际上制定、执行和共享以成果为导向的行动计划和路线图。利益攸关方可在 2020 年后框架内承诺并展示其行动计划和路线图，并受益于其他利益攸关方的建言献策（可采用不同形式来建言献策，如同行评审）。可以对照商定的目标和具体目标对各项承诺进行全球审查，并酌情作出调整。[第五部分第 1-3 章]



The image is a composite background. The top half shows a sunset sky with soft, colorful clouds in shades of blue, purple, and orange. The middle ground features a row of industrial smokestacks emitting thick, dark plumes of smoke against the bright, low sun. The bottom half shows a body of water reflecting the sunset. In the foreground, two fishermen are silhouetted against the water, one is pulling a large fishing net. The overall scene contrasts nature and industry.

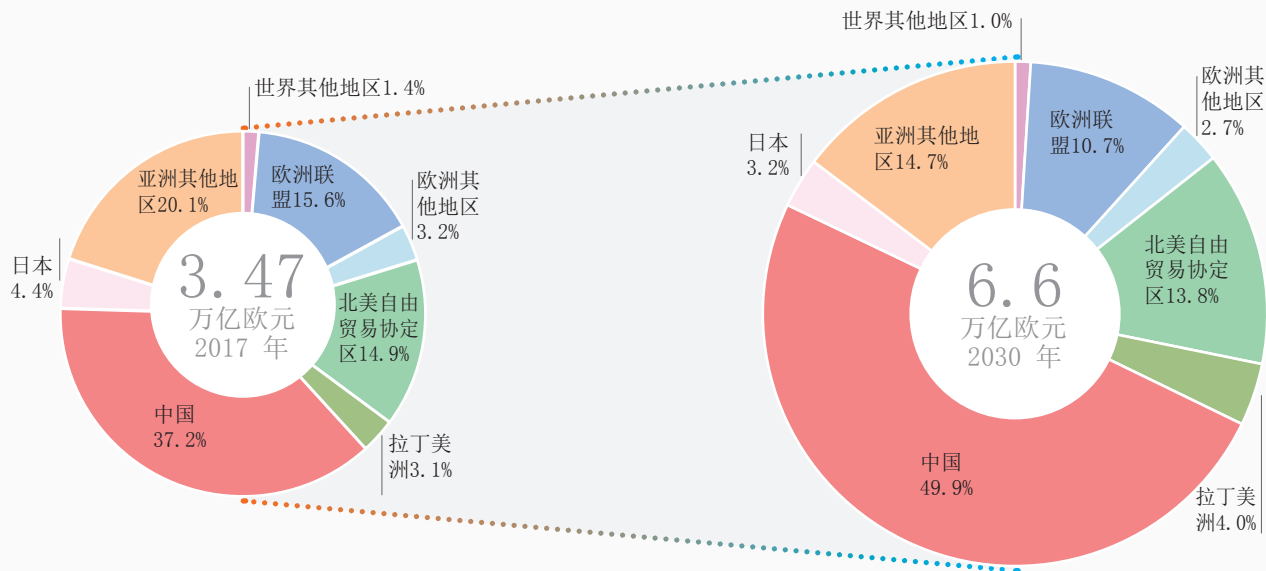
## 一、 演变中的化学品经济： 与可持续发展相关的现状和 趋势

虽然许多化学品对可持续发展很重要，但《全球化学品展望》第二版中论述的化学物质释放；空气、水、土壤、生物群和人体中的浓度；以及人类健康和环境受到的不利影响等方面的一些趋势引起严重关切，迫切需要采取行动。除非在全球范围内实现化学品和废物健全管理，否则化学品生产和消费的增长将导致更严重的不利影响。

### 所有区域的化学品生产、使用和贸易都在增长

在 2000 至 2017 年期间，全球化学工业产能（不包括药品）几乎翻了一番，从大约 12 亿吨增加到 23 亿吨。如果将药品包括在内，2017 年全球销售额合计为 5.68 万亿美元，使化学工业成为世界第二大制造业。不仅是化学品销量和销售额在增长，而且产能也在增长，这表明未来化学品产量将继续增

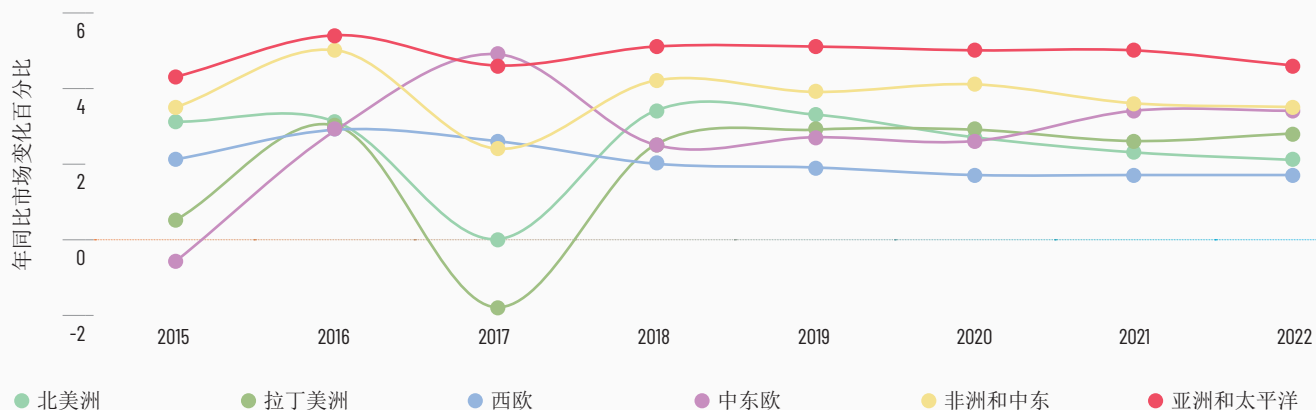
图4 2017-2030 年世界化学品销售额（不包括药品）增长预测（改编自欧洲化学工业理事会，2018，第34页）



全球化学品销售额（不包括药品）预计将从2017年的3.47万亿欧元增长到2030年的6.6万亿欧元。预计届时亚洲将占销售额的近70%。



图5 按区域分列的化学行业年产量增长预测，2015-2022年（年变化百分比）（改编自美国化学理事会，2017）



虽然预计每个区域的化学品产量都会增长，但发展中国家和新兴经济体所在区域（特别是在亚太、非洲和中东）的年增长率最高。

长。预计从2017至2030年，销售额将几乎再翻一番（图4）。预计亚洲的增长率最高，估计到2030年，中国将占全球销售额的近50%。[第一部分第1章]

化学制品的生产和消费继续在世界范围内扩散，发展中国家和转型期经济体所占份额越来越大，但其中许多国家的监管能力有限。不仅亚洲和太平洋区域的增长率很高，非洲和中东也是如此（图5）。随着行业和市场不断增长，化学品及含化学品（其中许多有危害

性）的产品的国际贸易也在增长。例如，自《全球化学品展望》第一版于2013年发布以来，中国的化学品出口额增长了15%。[第一部分第1章]

对一些危险化学品采取了国际行动，逐步淘汰（如多氯联苯（PCB））或大幅减少（如二氯二苯基三氯乙烷（滴滴涕））了生产和使用量。然而，确保以无害环境方式对这些化学品进行废物管理仍是重大挑战。其他一些引起关切的化学品的生产和使用量保

## 一、演变中的化学品经济：与可持续发展相关的现状和趋势

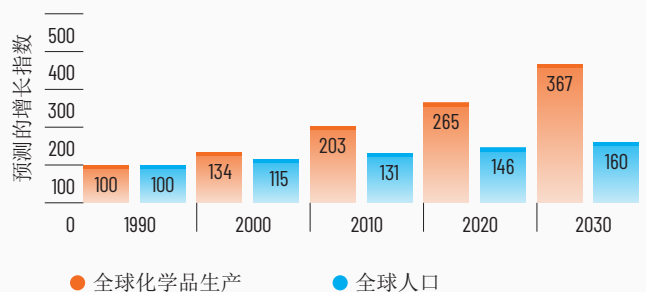
持稳定甚至有所增加。尽管采取了监管行动，但大多数重金属（如铅和汞）市场保持稳定。在许多区域，塑料、化肥和农药、药品、全氟和多氟烷基化合物（PFAS）、阻燃剂、纳米材料以及其他化学品组的产量继续增长。[第一部分第2章]

### 全球大趋势和行业趋势中的风险与机遇并存

在人口增长、城市化、全球化、数字化和气候变化等大趋势的推动下，全球社会正在迅速发生变化。电动汽车需求量上升以及中低收入国家汽车市场的增长预计也将导致铅酸电池数量增加，但是如果在没有采取

适当的污染及职业健康与安全控制措施的情况下以非正式方式回收铅酸电池，会造成严重污染。全球经济增长和全球人口动态影响到化学品市场需求，既带来风险也带来机遇。在“一切照旧”的设想情况下，预计化学品生产的增长率将超过人口增长率，这种情况会至少持续到2030年（图6）。这意味着人均化学品消费量在不断上升，突出表明有必要按照《2030年议程》可持续发展目标12的要求，实现可持续消费和生产。这还意味着更有必要将材料使用与经济增长脱钩，提高资源和生态效率，推进可持续材料管理，并按照废物管理层级制度的要求，将资源减量、再用和循环列为优先事项。[第一部分第1、3章]

图6 1990-2030年基本化学品产能增长与人口增长比较（根据联合国经济和社会事务部，2018，以及Cayuela和Hagan，2019）

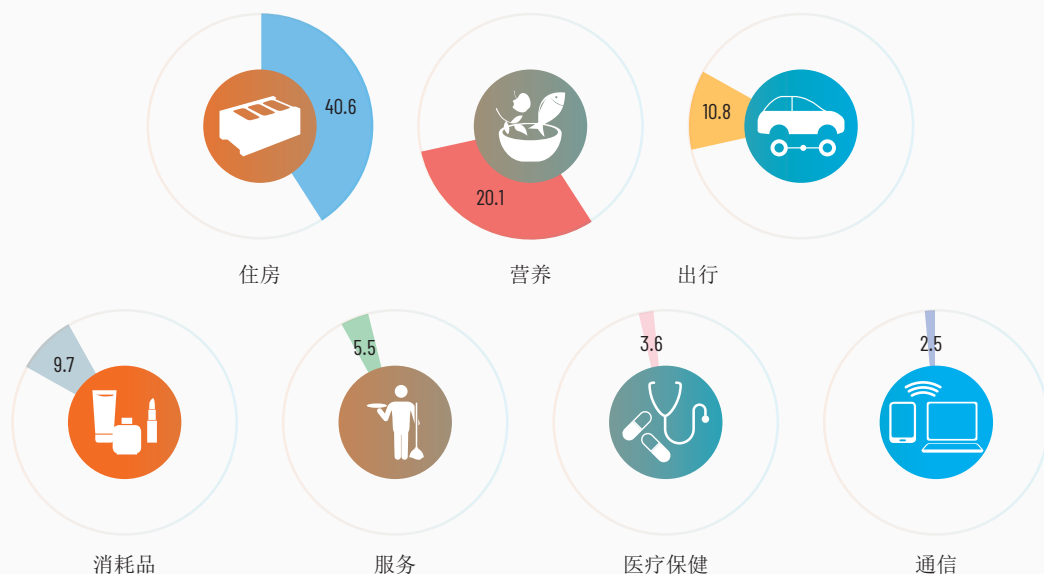


化学品产能增长率根据石油化学产品的基础成分（乙烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯和二甲苯）过去和预测的增长率得出。[第一部分第3章]

建筑、农业、电子、化妆品、采矿和纺织品等化学密集型行业部门和市场的增长，继续推动这些部门所用化学品的市场增长。例如，预计建筑部门在2018至2023年期间的年增长率为3.5%，而该部门所用化学品的预测市场增长率为6.2%。化学密集型行业部门的增

长可能对人类健康和环境造成重大风险。例如，耐候纺织品的需求量上升可能会导致全氟和多氟烷基化合物的使用量增加，具体风险程度取决于所用的化学品和技术。此外，化学污染以及与快速增长的增材制造（也称为3D打印）相关的废物管理问题引起关切。不

图7 2015年全球材料足迹：按关键社会需求和消耗品分列的资源提取量（10亿吨）（基于de Wit等人，2019，第19页）



六种关键的社会需求和消耗品代表了全球最大的材料足迹：住房和基础设施（约44%）、营养（约22%）、出行（约12%）、消耗品（约11%）、服务（约6%）、医疗保健（约4%）和通信（约3%）。这些部门的生产工艺和产品都是化学密集型的，范围从钢梁中使用的石棉，到农业中使用的农药，到电池中的重金属，再到化妆品中的防腐剂。[第一部分第1章]

过，行业部门的增长也为提高产品安全性和改进生产工艺创造了机遇。例如，许多国家对石棉进行监管之后，更安全的建材获得了新商机。[第一部分第3章]

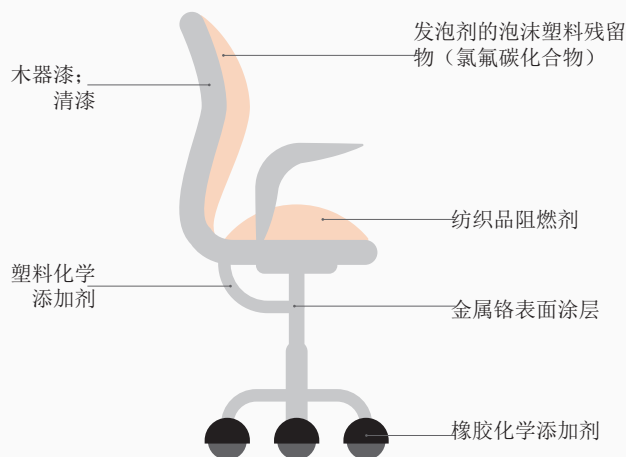
### 化学品与全球材料流动相关并对其产生影响

化学工业在将原料和给料转化为有价值的产品方面起着重要作用。因此，它在全球生产和消费体系中发挥关键功能，并且是资源开采以及化学密集型部门增长的驱动因素之一（图7）。研究人员估算了化学部门的材料资源流动规模。在一个年度内（2015年），该部门用近17亿吨原料（主要是化石燃料，但也有生物原料和可再生原料）和二级反应物（主要是水）生产了8.2亿吨化学产品，同时也产生了数量几乎相同的副产品（主要是二氧化碳）。[第一部分第1章]

将资源转化为含化学品的产品也涉及定性方面的问题。会创造出新的化合物，在某些情况下产生新的危害或使危害加剧。例如，氯化学将盐和水等基本原料与其他化学品一起转化为有用的产品，如净水化学品。与此同时，氯和许多氯衍生品，以及相关生产工艺中使用的化学品（例如石棉或汞）具有危险性，需要妥善管理。此外，汞、铅和其他重金属等有毒化学品被开采、制成产品并作为废物在环境中处置，导致人和生物群的大量接触。[第一部分第1、2、5章]

价值链中的大量资源由于循环率低而损失，而且基本上未被核算，这也令人关切。造成这种情况的因素之一是缺乏关于这些产品中的化学物质的信息，而化学成分不清的回收产品的市场规模有限。仅有9%的全球材料资源得到回收利用。许多含有危险化学品的耐用产品和建筑物以及基础设施和机械（例如某些含有石

图8 一张办公椅中的化学品（改编自瑞典化学品管理局，2016，第7页）



棉或溴化阻燃剂的建筑材料)在多年后仍留在人造材料库存中(2016年估计重达30万亿吨),成为未来的潜在遗留问题。与这一趋势相对应的是,在截止到2015年产生的63亿吨塑料废物中,只有不到9%被回收,有12%被焚化,其余79%在垃圾填埋场或环境中处置。[第一部分第5章]

### 化学密集型产品和复杂的全球供应链给循环利用带来挑战

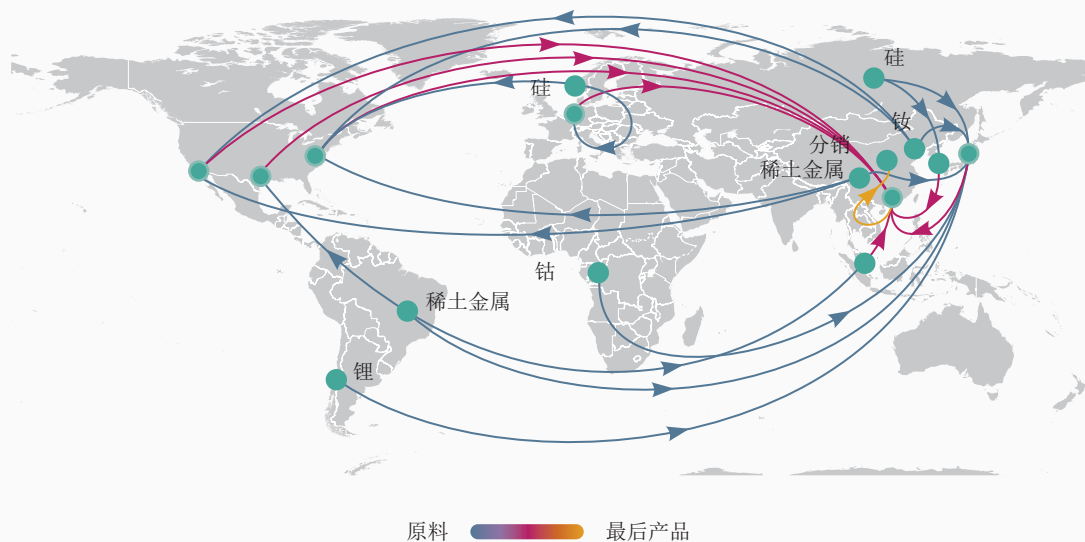
现代产品通常含有数百种化学物质。其中许多化学品可能具有危险属性。有些化学品的潜在健康或环境影响已经引起各国政府部门的极大关注。相关例子包括:洗发水中的甲醛、牙膏中的微珠、食品包装中的邻苯二甲酸酯、电视机中的某些阻燃剂,以及肥皂中的抗菌剂(如三氯生)等。一些配方产品(例如个人护理产品和家用清洁剂)含有令人关切的化学品且浓度很高。例如,在一些塑料产品中,邻苯二甲酸酯(其中一些是潜在的内分泌干扰物)的浓度可能高达40%。此外,在各种产品中普遍检测到无意产生的污染物。例如,食品可能从包装中吸收化学物质,水果可能残留不同浓度的农药。产品在无意中受到化学污染也可能是循环利用造成的。[第一部分第4章]

有害物质在产品中的存在,无论是有意还是无意,都对循环利用和废物管理层级的实施构成挑战,后者强调从源头进行减量、再用和循环。相关例子包括用回收塑料制成的儿童玩具中的阻燃剂,以及用回收轮胎制成的游乐场橡胶地胶中的多环芳烃。推进可持续材料管理、充分披露材料并加强贯穿供应链(包括回收商)的知识共享,以及扩大基于绿色和可持续化学创新的可持续产品设计,是在产品的整个生命周期内应对有害物质问题的重要方法。这些方法对于最大限度地减少材料库存和产品在未来的潜在释放,以及在循环经济中产生安全和可持续的次生原料也能起到同样重要的作用。[第一部分第4-5章;第四部分第1章]

全球供应链的复杂性,以及化学品和化学密集型产品在许多具有不同监管框架的国家之间的跨境贸易,会构成各种具体挑战。电子产品供应链可以说明特定经济部门内及不同地理位置的分散性(图9)。管理方面的挑战涉及多个方面,包括查明和尽量减少、制造过程中的化学品释放、产品使用过程中的消费者接触,以及回收或处置过程中的释放等。另一个相关的挑战是工人在供应链各阶段的潜在接触。复杂的供应链使产品制造商和零售商难以知道产品中含有的化学品,这是化管方针的“产品中的化学品方



图9 全球供应链的复杂性：一种电子产品案例（改编自Sourcemap，2012）



化学密集型产品（如本图所示的电子产品）通过跨越许多国家和地区的日益复杂的全球供应链进行贸易。这带来了各种各样的管理挑战。

案”所针对的议题之一。最近的研究表明，化学品或产品进口往往不遵守进口国的化学品法律。此外，通过互联网直接销售的化学产品快速增长，这类销售绕

过传统的分销商（许多分销商有管理系统），使情况更加复杂。与此相关的背景是，跨境电子商务正以每年25%的速度增长。[第一部分第4章]

## 大量化学污染物从生产、产品和废物中释放出来，说明资源利用效率低下

化学品的生产、使用和处置继续导致大量危险化学品释放到室内和室外环境中。尽管扩大了国际努力，但2010至2015年期间，全球排放到大气中的汞的数量增加了约20%。全球多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃（以下简称二恶英和呋喃）释放量似乎保持稳定，但在亚太地区大幅增加。化学品还大量释放到海洋和淡水水体中，包括工业活动（例如溶剂中使用的三氯乙烯）和市政污水（例如药品残留物）造成的释放。农业径流，包括农药、氮和硝酸盐，是水污染和地下水含水层污染物的主要来源。发展中国家和转型期经济体面临一些特定挑战，例如电池回收造成的重金属释放以及手工和小规模采金业造成的汞释放，引起空气、水和土壤污染。[第一部分第5章]

通过国家监管行动和多边条约，一些令人关注的化学品的减排工作取得了进展。例如，遵照《蒙特利尔议定书》制定的国家政策逐步淘汰了99%的臭氧消耗化学品，使排放量大幅减少。1990年以来，《远距离越境空气污染公约》缔约方的各种持久性有机污染物排放量显著减少（例如六氯苯的排放量下降95%）。《斯德哥尔摩公约》的执行有望使所有区域无意生产的持久性有机污染物的排放量减少。来自发展中国家和转型期经济体的数据有限，但初步结果显示出积极的趋势。[第一部分第5章]

各种生产过程继续向空气、水和土壤释放大量化学品，并产生大量废物，包括危险废物。例如，在药

品生产中，每公斤产品产生至少25公斤排放和废物（有时超过100公斤），这突出表明资源效率低下。在化学品生产过程中还排放大量温室气体。此外，工业设施中发生的化学事故继续释放大量危险物质。各种管理行动和创新解决方案，包括化学创新，可以减少污染、提高资源效率，并减少有害物质的使用（例如水基溶剂可以取代氯化溶剂）。[第一部分第5章；第四部分第1章]



## 一、演变中的化学品经济：与可持续发展相关的现状和趋势

此外，危险化学品从化学密集型产品中释放出来，其中许多存在于室内环境。相关例子包括从压制的木制品中挥发的甲醛、从地毯中浸出的杀菌剂、从聚氯乙烯材料中释放的邻苯二甲酸二(2-乙基己)酯 (DEHP)，以及从个人护理产品中释放的微塑料等。香水、发胶、空气清新剂、清洁剂和胶水等产品都可能是室内空气中挥发性有机化合物的来源。有的产品可能含有大量邻苯二甲酸盐、酚类化合物、阻燃剂、氯化溶剂、重金属、全氟和多氟烷基化合物，以及其他可能释放到室内空气中的化学物质。2018年的一项研究表明，在一些工业化城市，从消费品（如化妆品和油漆）释放出的化学品已成为来自石化源头的挥发

性有机化合物的主要来源。半挥发性有机化合物（如邻苯二甲酸酯和几类阻燃剂）的缓慢释放也是令人关切的问题。[第一部分第4-5章]

丢弃含有危险化学品的产品可能会使城市废物变成危险废物。电子废物的产生（在全球范围内只有20%得到回收）是危险废物快速增长的来源。由于许多国家和城市缺乏收集、处理、回收和处置危险废物的适当基础设施，直接向环境释放、从垃圾场释放以及非正式回收已成为所有环境媒介的重要污染源。因此，某些危险产品的使用和处置构成严峻挑战。[第一部分第4-5章]

## 插文1 塑料、微塑料和化学品

- › 塑料年产量预计将从2016年的3.35亿吨增加到2050年的约11.24亿吨。
- › 塑料经济的增长推动了对用于塑料生产的化学添加剂和化学品的需求。其中一些化学品具有危险性。
- › 微塑料在环境中迅速累积。它们现存于世界各地的海洋、河流、湖泊、土壤和空气中，以及盐、蜂蜜、啤酒、瓶装水和自来水、鱼和人类粪便中。
- › 监管部门最近采取了重大行动，包括禁止使用一次性塑料（如肯尼亚）、废物进口禁令（中国）以及禁止销售含有微珠的个人护理产品（如英国），而公民和私营部门也提出了减少塑料污染的倡议。
- › 然而，需要进一步采取自愿和监管行动，以及加快研究和开发更可持续的替代品。



[第一部分第2、5-6章；第二部分第3章；第四部分第1、7章]



## 插文2 遗留化学品存在于世界上一些最偏远的地区

在1万米深（马里亚纳和克马德克海沟）的海洋沉积物中捕获的小动物（片脚类动物）中检测到高浓度的多氯联苯。有些甚至高于生活在工业化地区高度污染河流中的动物。另一项研究在喜马拉雅冰川中发现了某些受《斯德哥尔摩公约》监管的有机氯农药。这些研究表明，很早以前就被禁止生产和使用的化学品，因其具有持久性，在环境中的浓度仍很高。因此，尚未被禁止或限制生产和使用的持久性化学品可能在未来造成遗留问题。[第一部分第6章]



© Uwe Kils, 端足目小甲壳类动物 (Amphipodredkils) CC BY-SA 3.0



### 化学污染物在环境和人类中普遍存在

在所有区域的空气、水和土壤以及生物群中继续检测到化学污染物。世界各地的土壤都受到危险化学品的污染，包括多氯联苯、重金属和某些农药。许多危险化学品以及微塑料存在于人类食用的食物中。在水体和人类经常食用的海洋动物中检测到微塑料、药物残留物、汞和其他许多令人关切的物质。动物体内也有高浓度的汞，例如中国鸟类体内的溴代二苯醚，以及北美洲海洋物种和鸟蛋中的汞。在地球上一些最偏远和最意想不到的地方发现了较高的化学污染物浓度（插文2）。[第一部分第6章]

在人类体内也经常检测到令人关切的化学品。例如母乳中的二恶英和呋喃，尿液中的邻苯二甲酸酯，以及人类血液中的重金属。人乳中的浓度在所分析的物质、国家以及区域之间存在显著差异。例如，某些阻燃剂的浓度在发达国家较高，而某些农药的浓度在发展中国家和转型期经济体较高。一项研究分析了14年来采集的成人样本中四种双酚类化合物的浓度，发现双酚A的浓度下降，而双酚S的浓度上升，这可能反映出双酚S对双酚A的替代。最近的几项研究在新生儿脐带血中检测到此前已禁止使用的阻燃剂，表明母婴传递是遗留物质转移到后代的途径之一，而这正是持久性和生物蓄积性物质的一个典型特征。[第一部分第6章]

#### 插文3 《斯德哥尔摩公约》成效评估结果（联合国环境规划署和斯德哥尔摩公约秘书处，2017，第4页）

2017年公布的《斯德哥尔摩公约》成效评估的结论是，除其他成果外，“监测结果表明，针对持久性有机污染物的监管条例成功地降低了人体和环境中的持久性有机污染物的水平。对于2004年列入《公约》的持久性有机污染物，在空气和人体中测得的浓度已经下降，并且继续下降或保持低水平，原因是对持久性有机污染物的限制措施在《斯德哥尔摩公约》之前已经存在，现已被纳入《公约》中。对于新列入的持久性有机污染物，浓度开始出现下降，但在有些情况下观察到浓度水平上升和（或）稳定”。





Eric Valenne geostory/Shutterstock  
一家传统制革厂的彩色染料容器和染缸

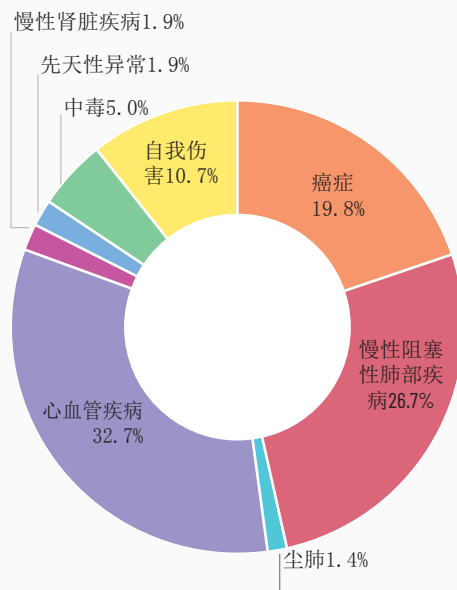


观察到的趋势喜忧参半。例如，在北极空气中，某些阻燃剂的浓度似乎正在下降，而其他物质的浓度似乎正在上升。有限的现有数据表明，空气和人乳中某些持久性有机污染物（如多氯联苯和滴滴涕）的浓度正在下降。在全球不同区域，包括南部非洲、中国和北美洲，人类血液中的铅水平正在下降。然而，在一些发展中国家（如菲律宾和尼日利亚）仍然测量到较高的水平。[第一部分第6章]

### 化学品带来沉重的疾病负担，弱势人群的风险格外高

危险化学品造成不良影响的例子包括：重金属或农药造成的急性中毒死亡、接触铅导致智力残疾、接触石棉或二恶英导致癌症，以及各种化学品的内分泌干扰作用等。柳叶刀污染和健康委员会的 2017 年报告指出，化学污染是造成全球疾病负担的重要因素，而且“几乎一定属于低估”。[第一部分第7章]

图 10 2016年某些化学品造成的死亡人数（合计：160 万）（百分比）（改编自世卫组织，2018，第 2 页）



世卫组织在 2018 年估计，本可通过健全管理和减少环境中的化学品来预防的疾病负担在 2016 年造成大约 160 万人死亡，以及约 4 500 万伤残调整寿命年数损失（图 10）。这些数据可能被低估了，因为其仅考虑到存在可靠全球数据的化学品接触情况（包括导致智力残疾的铅、石棉和苯等职业致癌物，以及用于自我伤害的农药）。发表在《柳叶刀》杂志上的 2016 年全球疾病负担研究估计，在 2015 年仅接触铅就造成 50 万人死亡。此外，设施中的化学品事故继续造成大量人员死亡、不利的环境影响和巨大的经济代价。[第一部分第 7 章]

工人往往会接触到大量危险化学品，特别是在发展中国家和转型期经济体的中小型企业和非正规经济中，因为那里的工人可能对情况了解不足，而且得不到充分的保护。工人在供应链所有环节（从开采到制造再到回收和处置）接触到危险化学品。根据国际劳工组织公布的估计数，在 2015 年有近 100 万工人因接触有害物质（包括灰尘、蒸气和烟雾）而死亡（人数比 2011 年增加了 9 万多人）。[第一部分第 7 章]

胎儿、婴儿、儿童、孕妇、老年人和穷人最容易受到化学品和废物的不利影响。例如，胎儿的大脑特别容

易受到甲基汞的影响。贫困者的接触风险可能格外高，因为他们经常生活在危险废物垃圾场和生产设施等危险化学品释放源附近。女性和男性受化学品的影响和接触程度也可能不同。一般而言，女性往往更容易接触到某些化妆品中的危险化学品，而在某些部门工作的男性的职业接触量要高得多。[第一部分第 7 章]

### 化学污染威胁生物群和生态系统功能

现在仍可以观察到化学污染物对生物群的各种不利影响。这方面的例子包括溴化阻燃剂对鱼类造成致命和慢性影响；接触多氯联苯和多氟烷基物质造成海豹和海龟的免疫系统受到抑制；以及二恶英导致某些鸟蛋变薄等。已经发现某些化学品对一些动物有内分泌干扰作用。这方面的例子包括，雄性鱼因接触合成雌激素而雌性化，以及农药污染引起短吻鳄生殖系统异常。2018 年印度的一项研究表明，药品双氯芬酸在被禁止十多年后继续对秃鹫种群的健康造成不利影响。[第一部分第 7 章]

还观察到危险化学品会削弱生态系统和生命维持功能，或对其造成压力。臭氧层消耗是一个突出的例子，说明某些化学物质可能会影响关键生命维持系

统的功能运作。一些关键的生态系统服务也受到化学品污染的影响。例如，发现一些农药会对非目标昆虫和传粉者（如蜜蜂），以及对养分循环和土壤呼吸产生负面影响。农业中磷和氮的过量使用继续造成世界各地的海洋形成“死区”。此外，一些化学物质（如防晒霜中使用的化学物质）对珊瑚礁生态系统的健康带来压力。研究还表明，释放到环境中的一些抗菌药物、重金属和消毒剂会产生抗生素耐药性。[第一部分第7章]

**不作为就要付出巨大代价而采取行动可以带来显著效益，但是方法需要改进**

与化学品和废物管理不健全相关的代价包括生产力损失、医疗费用、生态系统损害、诉讼费用以及企业声誉损害等。2015年的一项研究估计，仅欧盟每年就要为某些化学品引起的神经行为缺陷付出超过1 700亿美元的代价。另一项研究估计，中低收入国家儿童铅中毒造成的经济代价合计为9 770亿国际元。

#### 插图4 支持化学品和废物健全管理的全球知识库的健全程度如何

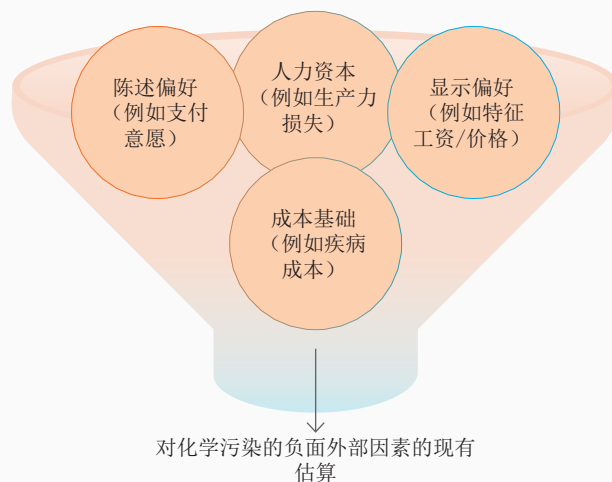
虽然产生了丰富的数据和知识，但仍然存在许多数据空白和未知领域。许多国家和地区缺乏关于市场上原有及新出现的危险化学品的数目及数量的知识。虽然产量最高的化学品大多有环境、健康和安全数据，但对于许多产量较低的化学品而言，仍然存在知识差距。对于许多化学品潜在危害没有建立完整的数据集。关于生产过程中和来自产品的化学品的室外和室内释放、在不同情况下的接触、各种危险化学品在环境介质中的浓度，以及化学品的不利影响（如对健康）的知识也非常有限。在收集和提供不同时间和不同国家的数据方面仍存在差异，这给确定基线、趋势和新出现的问题以及优先事项带来挑战。由于存在各种障碍（例如没有与科学家充分沟通政策需求，反之亦然），导致难以提供与政策相关的知识以实现知情决策。[第一至第三部分]



一些研究估计，环境化学品接触造成的代价高达全球国内生产总值的数个百分点，而转型期经济体承受的代价最大。相反，监管和自愿行动可以通过减少或避免人类健康和环境受到的损害而创造社会经济效益。据2017年的一项研究的保守估计，欧盟化学品立法的累积效益“每年达数百亿欧元”。[第一部分第8章]

不过，进行稳健的社会经济分析颇具挑战性，需要进一步完善估算方法。一个关键挑战是，由于存在多种因果因素，导致很难建立流行病学关系，并将成本和效益归因于具体行动。由于缺乏数据来量化化学品释放的物理影响并赋予其货币价值，使这项工作的难度更大。尚未进行关于使用有害化学品的经济和社会影响的全球研究（类似于“斯特恩气候变化经济学评论”）。这样的研究可以提高对此类影响在全球的严重程度的认识，并促进采取进一步行动。[第一部分第8章]

图11 确定不作为的经济代价和采取行动的效益[第一部分第8章]



## 插文5 药品与环境

- › 制药是化学行业增长最快的部门之一。预计该部门的年增长率为6.5%，到2022年产值将达到1万亿美元以上。
- › 由于来自各种来源的释放，药品残留物存在于全世界的地表水、地下水、土壤和其他环境介质中。
- › 一些药品在食物网内转移（例如在河岸蜘蛛中累积）并被植物吸收（例如粮食作物）。在一些河流中，水生和河岸生物群接触某些药品的剂量可能与人类相当。
- › 已经发现一些药品对动物具有内分泌干扰作用（有些药品是有意生产的内分泌干扰物）。
- › 越来越多的证据表明，释放到环境中的一些抗菌药物以及重金属和消毒剂有助于抗生素耐药性的传播。
- › 绿色和可持续制药研究揭示出提高生产工艺的资源效率以及将环境中的药品矿化等机会。
- › 还存在将环境标准纳入优良生产规范的机会。

[第一部分第2、5-7章；第二部分第4章；第四部分第1章]



罐装松饼 CC BY 2.0



# IT ON SUSTAINABLE D

## OUTH AFRICA

### 二、2020年目标实现现状—— 评估总体进展和差距



**在**2002年可持续发展问题世界首脑会议上，各国政府商定“到2020年实现化学品的使用和生产方式能够最大限度地减轻对人类健康和环境的显著不利影响[...]”。该决定还鼓励在各级采取行动，包括批准和执行相关国际文书，制定国际化学品管理战略方针，在2008年之前实施全球统一制度，以及建立污染物释放和转移登记册（PRTR）。《全球化学品展望》第二版的调查结果表明，虽然许多国家在上述及其他领域取得了进展，但仍然存在重大差距。[导言；第二部分]

### 许多国家和地区加强了法律和体制能力

许多国家已经在制定法律、打造方案和落实政策以实现化学品和废物健全管理方面取得了重要进展。发达国家的主要法律和政策举措或改革的例子包括：欧盟通过的《化学品注册、评估、授权和限制法规》（REACH）（2006年）、日本的《化学物质控制法》（2009年修订）、加拿大的“化学品管理计划”（最新阶段于2016年启动）以及美国的《劳滕伯格21世纪化学物质安全法》（2016年）等。自《全球化学品展望》第一版发表以来，一些发展中国家和转型期经济体采取了重大步骤，例如中国制定了“化学品环境风险防控五年计划”（2013年）。几个拉丁美洲和加勒比国家（例如洪都拉斯在2013年，厄

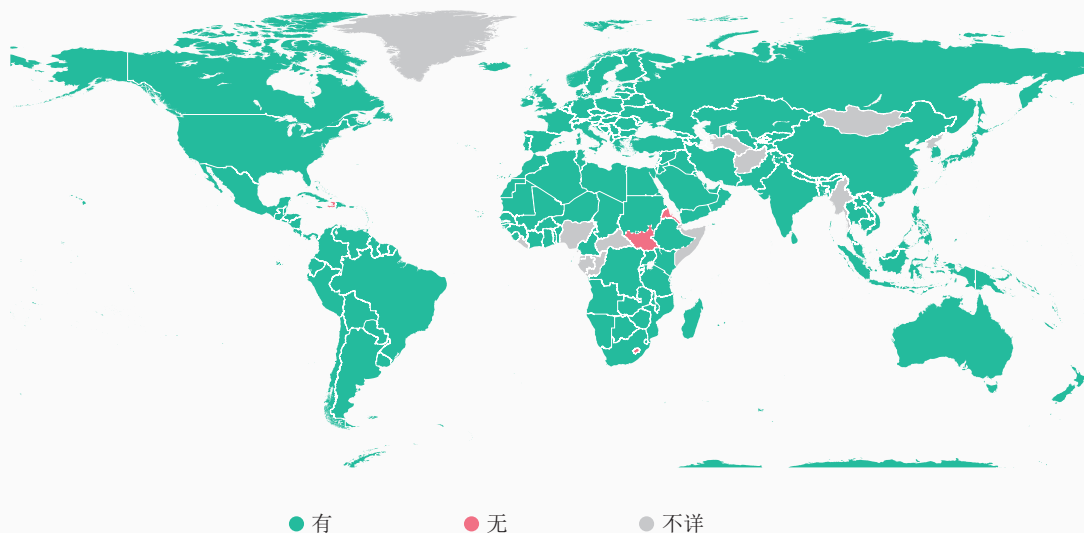
瓜多尔在2015年，智利在2017年）制定了化学品管理总体政策。其他国家已经采取了初步但关键的步骤，例如印度的“国家化学品行动计划”草案，肯尼亚的《2018年环境管理和协调（有毒和危险化学品和材料管理）条例》草案，以及巴西具有里程碑意义的关于化学品库存、评估与控制的法律草案。上述例子带来了开展合作、共享知识和复制推广的可能性。[第二部分第3章]

农药法律框架的实施工作取得进展，但仍需开展大量工作，以充分实施最佳做法，并尽量减少使用农药带来的不利影响。自愿行为守则作为在农药的整个生命周期内对其进行健全管理，包括为法律制定工作提供参考依据。具体而言，它为从事或参与农药生产、监管和管理的公共和私人实体提供了重要参考。[第二部分第3章]

各区域的监管机构也在采取行动，以查明、评估和管理一些令人关切的优先化学品。突出的例子包括加拿大的“化学品管理计划”、中国的“优先管控物质清单”、欧盟的“高度关注物质清单”（SVHC）以及美国环境保护局的“有毒物质控制法”工作计划。此外，针对产品中的化学品安全方面的某些问题，一些国家出台了各种政策和方案。这方面的例子包括俄罗斯的《化学产品安全性条例》（2016年）、埃及



图12 联合国粮食及农业组织（粮农组织）2018年2月根据《行为守则》收集的数据表明有农药立法的国家（改编自粮农组织，2018）



的新版《玩具安全性标准》（2018年），以及西亚国家对电气和电子设备中的化学品采取的若干限制措施（2018年）。最近的一些举措侧重于具体化学品（例如尼日利亚的2015年多氯联苯管理国家政策框架），而其他一些举措则侧重于废物管理和循环利用（例如加纳的2016年法案）。[第二部分第3章]

### 各国通过统一和协调其政策来节省资源

虽然国家优先事项和文书为化学品和废物健全管理奠定了基础，但各国可以通过使其做法与其他国家的做法或国际商定的指导方针保持一致来节省大量资源。此类指导方针的制定机构包括经济合作与发展组织（经合组织）和世卫

表2 针对化学品和废物管理问题的区域机构和倡议举例[第二部分第3章]

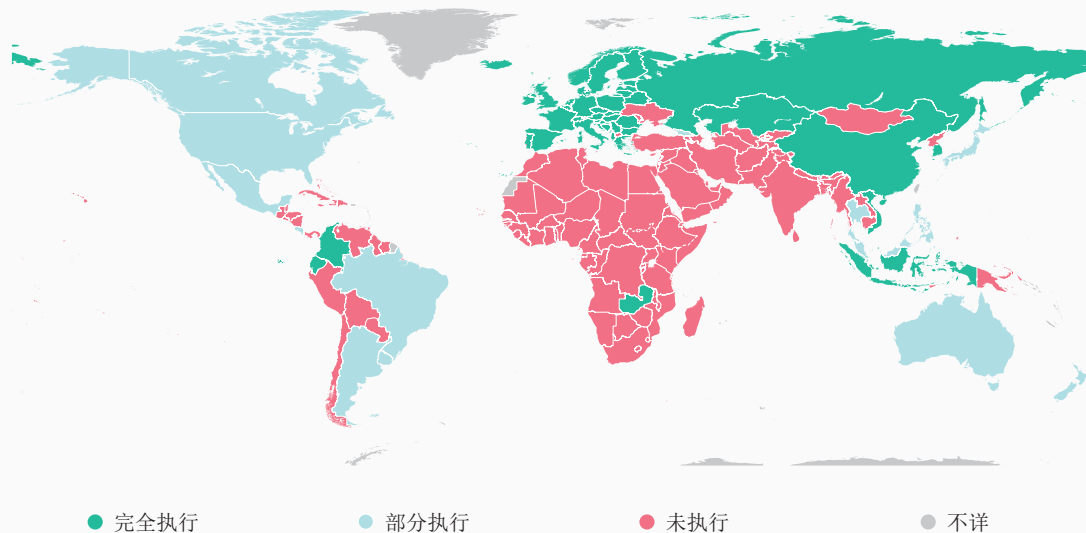
区域	机构和倡议举例	执行机构活动举例
拉丁美洲及加勒比	南方共同市场	化学物质和产品行动计划 化学物质和产品环境管理特设小组
	安第斯国际共同体	农业用化学农药登记和贸易管制
	化学品和废物问题区域政府间网络	确定关于化学品和废物的区域优先事项 2019-2020年第一个行动计划
亚太	东南亚国家联盟（东盟）	建立东盟-日本化学品安全数据库（2016年）
	南亚区域合作联盟	制定化学品和化工产品的区域标准
	太平洋区域环境方案秘书处	实施旨在加强立法框架和废物管理能力的项目
西亚	海湾合作委员会	危险化学品共同管理制度
非洲	西非国家经济共同体	萨赫勒农药委员会和西非农药登记委员会 协调化学品数据要求和测试指南
	南部非洲发展共同体（南共体）	技术规范联络委员会 南共体关于全球统一制度的政策（2013年）
欧洲和中亚	欧亚经济委员会	化学材料和物质单一登记册 通过化工产品安全技术法规（2018年）
	独立国家联合体	与全球统一制度协调 开展电子废物管理合作
	欧洲联盟	《化学品注册、评估、授权和限制法规》（2006年）
		《物质和混合物分类、标签和包装法规》（CLP）（2008年） 《生物杀灭产品法规》（2012年）
北美	北美环境合作协定	环境合作委员会支持针对北美大陆令人关切的环境问题开展合作

组织等。巴西、哥斯达黎加、马来西亚和泰国等国正在将其立法方法与经合组织提供的政策和技术指南统一起来，例如在化学品测试等领域。密切的贸易关系有利于提高一致性。几个国家（如土耳其和大韩民国）仿照欧盟的《化学品注册、评估、授权和限制法规》制定了自己的法规。这些统一和协调工作可以受益于先行制定计划的区域所取得的进展，并通过分担工作量和推动贸易来实现了成本节约。总而言之，上述机会体现出在政府间组织和其他利益攸关方开展的工作基础

上，扩大全球知识共享和能力发展所创造的价值。  
[第二部分第3章]

各国之间的合作，包括在区域一级的合作，可以创造重要效益（例如通过分享经验教训）。许多成功案例展示了区域机构和组织如何推进跨区域监管协调以及制定和实施以政策为导向的行动计划（表2）。密切的贸易关系带来开展合作与协调，同时保持高标准保护的机会。区域经济和政治一体

图13 2018年全球统一制度执行状况（改编并更新自Persson等人，2017，第8页）



化组织在应对各区域的化学品和废物问题方面扮演重要角色。[第二部分第3章]

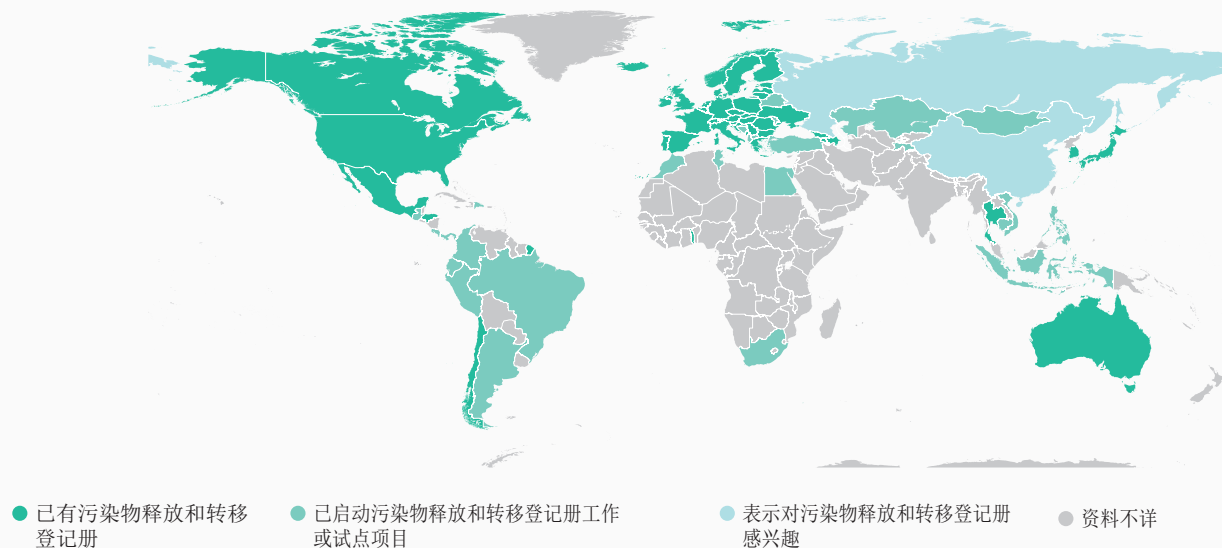
在实现化学品和废物无害环境管理方面，每个区域都面临一系列不同的趋势、挑战和机遇。因此，为了确定化学品和废物管理的优先事项并制定适当的解决办法，必须要考虑到区域一级的问题和差异。多边环境协定（如《巴塞尔公约》和《斯德哥尔摩公约》）建立了区域中心网络，以提供技术援助和培训，并促进向发展中国家缔约方和经济转型国家缔约方转让履行各条约规定的义务所需的技术。化管方针定期举行会议讨论区域优先事项等议题，并探索区域合作机会。

各种区域进程和倡议有机会加强彼此之间的联系。[第一部分第3章；第二部分第3章]

### 各国、各区域和各行为体在实现化学品和废物健全管理方面的总体进展参差不齐

虽然在实现化学品和废物健全管理方面取得了重大进展，但在执行方面仍然存在重大差距。具体而言，发展中国家和转型期经济体，包括一些拥有化学品生产设施的国家，以及据预测化学品生产和消费将增长的国家，仍然缺乏化学品和废物基本管理体系。例如，尽管可持续发展问题世界首脑会议明确呼吁采用全球

图14 2018年污染物释放和转移登记册的现状（改编自联合国训练研究所[训研所]，2018a）





统一制度，但尚有120多个国家未采用，其中大多是发展中国家和转型期经济体（图13）。[第二部分第3章]

此外，许多国家仍然没有建立污染物释放和转移登记册（图14）和毒物中心，没有能力进行危害与风险评估和风险管理。工业化学品和消费品方面的差距尤其普遍，含铅涂料监管便是一个能够说明问题的指标：截至2018年9月，只有37%的国家已确认对含铅涂料实行了具有法律约束力的管控措施。此外，即使对特定化学品进行监管，执行和执法工作也可能遇到挑战。例如，据2018年得到的消息，三氯氟甲烷（CFC-11）可能仍在生产和使用，三氯氟甲烷是《蒙特利尔议定书》禁止的一种强效臭氧消耗物质，也是一种强效温

室气体。在电子商务方面，据欧盟国家最近进行的调查，互联网上的危险化学品混合物销售广告中，有82%不符合欧盟的《物质和混合物分类、标签和包装法规》。在非法国际贩运方面，化学品和废物（如电子废物）虚报以及假冒产品（如农药和化妆品）跨境贸易的现象屡见不鲜。[第二部分第3章]

在许多领域取得了进展。例如，自2010年以来，建立了污染物释放和转移登记册和执行全球统一制度的国家数量有所增加。但是进展仍然不足，这表明迫切需要采取协调一致的行动，在所有国家建立化学品管理基本体系（表3）。[第二部分第3章]

表3 在化管方针下编制的“全球行动计划”的部分指标的进展状况[第二部分第3章]

指标	化管方针全球行动计划中的目标	2010年的状况	2016/2017年的状况
全球统一制度得到执行	2006-2010	41	65
所有国家都建立了污染物释放和转移登记册	2015	35	50
通过《行为守则》的国家数量增加	2010	不详	173
所有相关国家都实施了“责任关怀”	2010	60	68
所有国家都建立了毒物控制中心	2010	91	90

同样，行业参与程度也不够，自愿性行业标准和倡议遇到明显挑战。虽然通过“责任关怀<sup>®</sup>”等方案让行业参与，但尚未实现普遍覆盖。例如，一些国家在实施“责任关怀<sup>®</sup>”方案方面仍存在很大差距。需要把握机会通过让相关利益攸关方参与来审查这些方案的有效性，并借鉴纺织部门“危险化学品零排放”等举措的经验教训，扩大行业的责任和领导力。可以通过私营部门的普遍参与来加强私营部门举措，例如在下游部门（如纺织部门）积极制定高于合规水平的标准。这还可以激励其他化学密集型部门采取类似举措。虽然此类举措不会降低通过适当立法来界定行业角色的必要性，但它们可能成为2020年后化学品和废物管理方针的重要组成部分，并进一步推进“谁污染谁付费”原则的实施。[第二部分第3章；第三部分第4章]

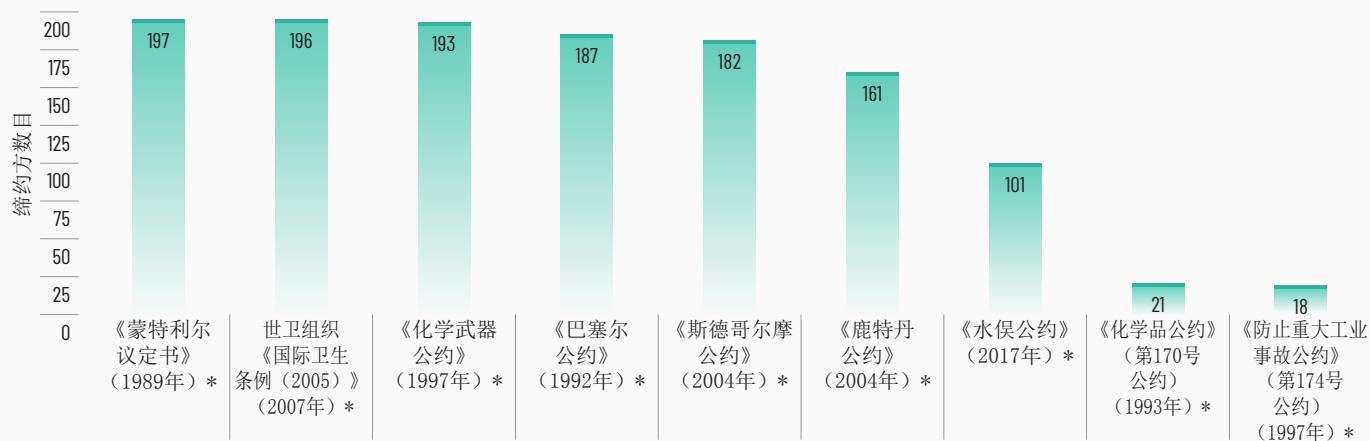
### 多边条约对一些化学品进行治理并解决一些全球关切的问题，但执行工作仍面临挑战

国际社会已通过具有法律约束力的条约对一些最有害的化学品和一些全球关注的问题采取了协调一致的行动。这些条约促进了部分监管行动，提高了认识，并成功地在一定程度上减少了对目标化学品和废物的接触。由于各条约旨在应对具体的化学品和问题，例如，有些条约侧重于生命周期的特定阶段或具体问题（如劳工组织第174号公约）、具体化

学品（如《水俣公约》）或化学品组（如《斯德哥尔摩公约》），因此许多危险物质超出了它们的范围。许多条约的批准程度很高，另一些条约



图15 具有法律约束力的相关多边条约的缔约方数目（截至2019年1月14日）



\*生效年份

虽然一些多边条约，如《蒙特利尔议定书》和世卫组织《国际卫生条例（2005）》几乎得到普遍批准，但并非所有关于化学品和废物的条约都是如此。[第二部分第1章]

批准趋势也很积极（图15）。例如，从2010至2018年，《巴塞尔公约》缔约方数目从173个增加到187个，《鹿特丹公约》缔约方从140个增加到161个，《斯德哥尔摩公约》从172个增加到182个。然而，一项条约的批准情况虽然有价值，但不足以作为评估执行情况的指标。[第二部分第1、3章]

《蒙特利尔议定书》是被广泛引用的国际合作成功案例，它成功地从大气中去除臭氧消耗物质并保护臭氧层，因而避免了1亿多个皮肤癌病例。《巴塞尔公约》加强了各国对危险废物进行无害环境管理的能力；《鹿特丹公约》促进交流关于危险物质贸易的重要信息；在《斯德哥尔摩公约》下，各种持久性有机污染物的生产和使用已受到限制或消除。《水俣公约》也

## 二、2020年目标实现现状——评估总体进展和差距

有望取得积极成果，例如，通过促进手工和小规模采金部门的正规化；逐步停止在各种产品中使用汞；以及确保汞废物的环境无害管理。[第二部分第1、3章]

许多条约的目标实现程度尚不确定。例如，《斯德哥尔摩公约》2016年成效评估得出的结论是，“公约为持久性有机污染物整个生命周期的管制工作提供了有效和有活力的框架”。不过，成效评估也确定了需要进一步开展工作的领域，如工业化学品监管和评估计划方面的差距，以及存在大量过期农药和多氯联苯剩余库存等。其他条约的执行工作也取得了显著进展。不过，还需进一步努力才能实现全面执行，例如《国际卫生条例（2015）》在化学品方面的规定等。[第二部分第3章]

### 化管方针提供了一个独特的自愿性政策框架，但也发现了其中的弱点

2018年化管方针独立评估的结论是，其具有独一无二的远大目标，旨在成为一项具有包容性的多利益攸关方、多部门自愿政策框架。评估结论还认为，化管方针创造了协作空间，有助于提高认识、增加知识和降低风险。不过，评估也指出了弱点，例如部门参与不足；国家联络点的能力局限；缺乏衡量进展的工具；

为活动筹集的资金有限；以及在非法国际贩运等实质性领域进展不够且不均衡等。在化管方针下编写的第二份进展报告（2014年）指出，据利益攸关方报告，为大多数指标（如危险废物管理安排）开展的活动数量有所增加，但第三份报告（2019年）却无法衡量进展，因为答复率很低。[第二部分第1、3章]

### 在国际上查明了新出现的政策问题，但需要采取进一步行动

迄今为止，化管方针确定了8个新出现的政策问题和其他令人关切的问题。这些问题涉及化学品生命周期的所有阶段，它们尚未得到普遍承认、没有得到充分处理，或因目前的科学信息水平不高而产生，而且可能对人类健康和（或）环境产生重大不利影响。独立评估指出，查明八个新出现的政策问题和其他令人关切的问题并就此采取行动，是化管方针的一大优势和独特之处（包括通过提高认识）。然而，评估发现，在实施行动解决以新出现的政策问题方面的进展缓慢、幅度不大且不均衡，只有含铅涂料问题是一个例外。《全球化学品展望》第二版提供证据说明仍有许多挑战需要应对，并提出了进一步解决新出现的政策问题和其他令人关切的问题的各种措施（表4）。[第二部分第4章]



表4 化管方针确定的新出现的政策问题和其他令人关切的问题[第二部分第4章]

新出现的政策问题和其他令人关切的问题	问题状态和政策发展方面的部分要点
含铅涂料	紧急确保所有国家实行具有法律约束力的管控措施以逐步淘汰含铅涂料的生产和销售。
电气和电子产品生命周期内的危险物质	确保所有国家制定法规来保护工人、消费者和回收工作者，同时推进自愿行动。
高危农药	进一步推广虫害综合防治和农业生态方法，包括开发和使用非化学替代品和其他良好农业规范。
产品中的化学品	制定涵盖整个供应链的统一规程，用以收集、管理、报告和通报关于产品中的化学品的信息。
全氟和多氟烷基化合物及过渡到更安全的替代品	加深对短链全氟和多氟烷基化合物和非氟化替代品的了解并推进国际行动。
环境持久性制药污染物	提供激励机制以推进绿色和可持续制药。
干扰内分泌的化学品	通过实施科学数据要求和评估，实现对干扰内分泌的化药品的系统性筛选和识别，并将此项工作纳入国家化学品立法。
纳米技术和人造纳米材料	通过进一步开发标准化测试，实现对人造纳米材料的系统性风险评估。

### 最近针对新出现的风险证据采取的监管行动

环境大会的任务规定要求《全球化学品展望》第二版研究有新证据表明对人类健康和环境构成威胁的其他问题。《全球化学品展望》第二版首先采用各种标准来查明各公共机构近期（自2010年以来）针对未在多边条约或化管方针下得到监管的化学品（或化学品

组）所进行的评估和采取的风险管理监管行动。采取的方法并非旨在开展和提供针对具体化学品或化学品组的国际科学评估，而是旨在促进国际知识共享。其目标是通过进行元审查并提请注意现有的优先排序和风险管理行动，促进对各国政府和其他利益攸关方可能感兴趣的各种问题的理解。[第二部分第5章]

## 二、 2020年目标实现现状——评估总体进展和差距

按照所使用的标准，查明了关于以下化学品或化学品组的问题：砷、双酚A、草甘膦、镉、铅、微珠、新烟碱、有机锡、多环芳烃、邻苯二甲酸酯和三氯生。虽然其中一些问题由来已久（例如铅继续在涂料以外的应用中广泛使用），但鉴于有新证据表明不良影响阈值较低，或出现与具体用途有关的其他证据，一些国家最近据此采取了监管行动。在另一些情况下，近年来出现了更多或新的证据，促使采取监管行动（例如对于微珠）。针对其他一些问题，一些国家还依据现有知识采取了预防措施。[第二部分第5章]

### 国家能力发展和行动仍是优先事项

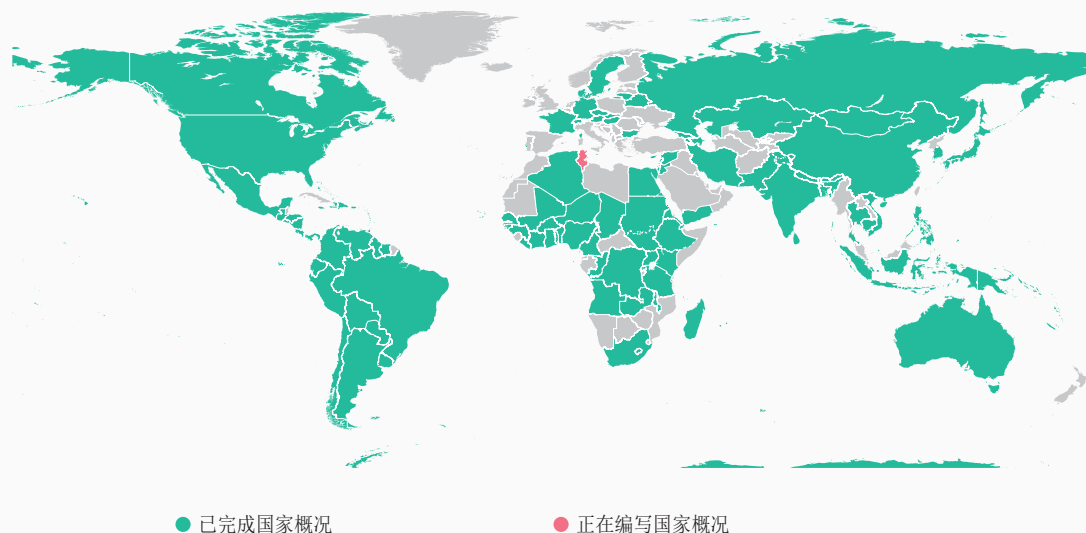
各国通过制定国家化学品管理概况和计划开展了宝贵的工作，以系统性和协调的方式来加强国家化学品和废物管理方案。国家概况突出了立法、制度安排和信息系统等领域的现状和差距（图16）。它们往往是多部门和多方利益攸关方合作编写的，因此一些国家为此设立了部际委员会，形成了国家产量基线资料，并推动确定优先行动。最近，支持加强国家一级的体制以执行《巴塞尔公约》、《鹿特丹公约》、《斯德哥尔摩公约》、《水俣公约》及化管方针的特别方案已

### 插图6 确定国际一级的优先化学品问题

在国际一级建立了一套多样化的机制，以查明新出现的问题并确定行动的优先事项。从事国际优先排序工作的机构包括但不限于国际化学品管理大会、斯德哥尔摩公约持久性有机污染物审查委员会和蒙特利尔议定书科学评估小组。现有机构使用不同的程序、方法、选择标准和组织框架。国际化学品管理大会确定新出现的政策问题的程序是：首先由化管方针利益攸关方提交提名，然后经过几个中间步骤对这些提名进行审查和分组，再由不限成员名额工作组审议，最终由国际化学品管理大会审议。通过该进程查明了各种问题，从危害终点问题（如二氯乙烷）和特定应用（例如含铅涂料），到更广泛的管理议题（如产品中的化学品）。持久性有机污染物审查委员会根据缔约方收到的提案，对化学品逐一进行系统性的科学评估。

在制定未来进程以确定2020年后令人关切的国际问题时，必须从这上述机制中吸取经验教训并确保各进程的互补性，还必须使用科学标准来确定优先次序（例如，使用关于健康和环境影响及所造成的危害的资料，并借鉴风险评估提供的信息）。[第二部分第3-5章]

图16 2018年用于评估化学品和管理基础设施的国家概况完成情况（改编自训研所，2018b）



许多国家通过多部门和多利益攸关方协作编写了国家概况。它们提供了宝贵资料，有助于未来开展行动。  
[第二部分第3章]

经投入运行，以支持各国采取行动加强国家一级的体制。特别方案目前为24个国家的项目提供资金。这些项目为2020年后的国家一级行动创造了良好条件，同时还顾及化管方针的“总体方向和指导”。  
[第二部分第3章]

然而，由于发展中国家和转型期经济体缺乏足够的资金来发展基本能力，因此进展势头不佳。可以在现有工作的基础上调整指导方针，以支持制定或更新国家行动计划，并将其与2020年方针下的各项国际商定的目标和里程碑进一步联系起

来。此外，可以公布国家概况和行动计划，并由相关利益攸关方进行审议，包括开展同行评审，以便就可能产生最大作用的潜在措施提供反馈。[第二部分第3章]

### 有效执行需要充足的资金、技术转让和技术援助

综合筹资方法（在2013年得到环境署理事会的欢迎）由主流化、行业参与和专项外部供资这三个部分组成。需要进一步采取行动，针对所有三个组成部分全面实施综合方法。还需要采取行动探索主权财富基金、慈善融资等新机会，并加强金融部门和投资者的参与，以动员和引导他们利用在很大程度上尚未使用的资源为可持续发展作出贡献。[第二部分第3章；第四部分第6章]

**主流化**要求各国政府将化学品和废物健全管理纳入其发展计划和（或）优先事项，许多国家已成功地进行了实践，但取得的进展有限。在项目主流化之后通过国家预算提供资源来采取后续行动的已知成功案例不多。赞比亚通过为化学品制造、登记和进出口颁发许可证来筹集资金，将其用于监测和执法。然而，该计划现已停止。在进一步推进主流化议程时，与可持续发展目标的关联性可以作为将化学品和废物纳入部门政策（如住房、农业、能源）的切入点。还可以把握

机会将化学品健全管理与更广泛的环境和健康议程结合起来。[第二部分第3章]

**行业参与**是指行业参与产生的可用于化学品和废物议程的资源。一些国家澄清了公共与私营部门之间的分工；促进生产者延伸责任和行业成本内部化；并采用了财政工具。行业参与在调动资源方面也起到重要作用，并进行了能力建设，包括通过测试、材料安全数据表、信息共享和自愿性产品管理等。然而，在增加捐款以便与责任和所需支助水平相称方面仍存在差距。许多国家需要进一步努力通过立法将成本内部化，并扩大经济手段的使用范围。可以进一步建立公私伙伴关系，以设计和实施化学品管理能力发展举措，并进行适当监测以衡量成果。[第二部分第3章]

**专项外部供资**支持各国履行化学品和废物健全管理方面的法律义务和其他承诺，并有各种实施机制。外部供资（例如通过全球环境基金、特别方案、现已停止的化管方针快速启动计划，以及双边发展援助）具有重要意义，但与发展中国家和转型期经济体所表达的化学品和废物管理基本体系建设需要和支助需求不相称。与第三次发展筹资问题国际会议的2015年《亚的斯亚贝巴行动议程》的实施工作联系起来，有助于促进对化学品和废物的投资，使其成为执行《2030年议程》的关键要素。[第二部分第3章]



### 缺乏全球一致的成果、指标和报告框架

目前报告和衡量化学品和废物领域进展情况的国际框架散见于各种条约、自愿性化学品和废物文书，以及《2030年议程》。在各种国际协定下制定了各种不同但并非总是互补的指标和报告计划（表5）。分散的指标框架加上低报告率，导致难以制定全球基线并系统地跟踪进展。此外，仅使用以活动或工具为基础的指标（而不是作用指标），在评估所实现的作用时所能提供的见解有限。[第二部分第2章]


几项协定的报告率很低，特别是发展中国家和转型期经济体。在某些情况下，报告率呈下降趋势。2016

年，仅有10%的《巴塞尔公约》缔约方和22%的《斯德哥尔摩公约》缔约方完全遵守了报告要求。化管方针的报告率也很低，并呈下降趋势。各国政府的报告率从前两轮的约40%和43%下降到第三轮的28%，尤其缺乏非洲区域的数据。相比之下，劳工组织第170号和第174号公约、《蒙特利尔议定书》和《国际卫生条例》在报告方面的履约率一直很高，甚至实现普遍履约。成功因素可能包括：使报告更有助于体现国情和各国的努力；通过秘书处密切跟进并提供直接援助；以及提高报告结果的透明度。需要进一步努力以充分了解报告率存在重大差异的原因，并分享经验教训。[第二部分第2章]

表5 相关国际协定和框架下的各种指标和报告制度

协定/框架	指标和报告制度
《2030年可持续发展议程》	邀请各国编写自愿国别评估报告，供高级别政治论坛审查。监管机构和伙伴机构推动相关可持续发展目标的报告工作。
多边条约	除《鹿特丹公约》外，所有相关多边条约都要求缔约方定期提交进展报告。这些报告的提交频率、范围、格式和向公众的公开程度各不相同。
非约束性全球政策文书	非约束性全球政策文书下的报告制度的正式程度各不相同，从《行为守则》下的国家报告到对全球统一制度执行情况的较临时性的审查。
国际化学品管理战略方针 (化管方针)	化管方针下的报告由20个基于活动的指标构成，这些指标被归入五个总体政策战略目标之下。利益攸关方的报告是自愿性的，化管大会对进展情况进行审查。
组织间健全管理化学品方案 (化学品方案)	化学品方案通过分析来自可验证来源的全球数据，制定了一套指标，用以跟踪八个领域的进展情况。



A close-up photograph of a young child with dark skin and short hair. The child is looking slightly to the right with a curious expression. They are holding a light-colored plastic doll in their mouth, with the doll's head resting against their teeth. The child is wearing a colorful patterned garment. The background is a plain, light-colored wall.

### 三、 推进开发和共享化学品管理工具 和方法：总结过去、展望未来

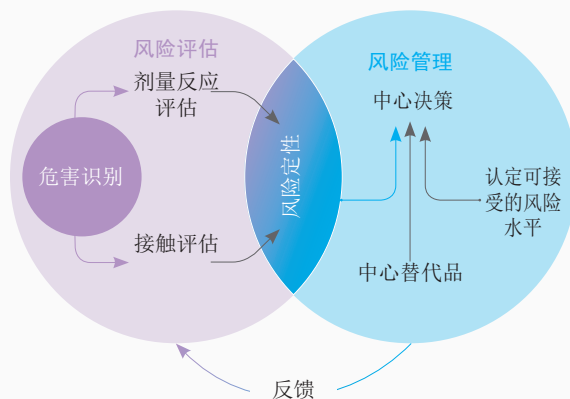
多年来，各国政府、政府间组织、行业和其他利益攸关方一直在开发和运用各种以科学为基础的方针、工具、方法和手段，以推进化学品健全管理和落实2020年目标。这些方法，以及因此形成的新信息有助于查明化学品危害、评估化学品接触和风险、颁布必要的风险管理决策和行动，以及评估替代品。它们共同为保护人类健康和环境作出了重大贡献。但与此同时，令人关切的是，目前的方法有时复杂而缓慢，无法实现所需的进展。

几十年来，从这些方法的实际应用中吸取了宝贵的经验教训，还出现了提高其有效性、简化使用方式，并在所有国家更系统地加以推广的机会。推进这方面的工作对发展中国家和转型期经济体尤为有益。[第三部分]

### 将加快开展化学品危害评估和全球统一制度分类作为优先事项

查明化学品危害的工作取得了显著进展。存在更广泛地共享和使用相关方法和信息的机会，因为化学品危

图17 风险评估和风险管理决策过程（改编自美国国家医学图书馆，2018）



《全球化学品展望》第二版有专门章节讨论风险评估和风险管理过程的一些步骤，包括取得的进展、吸取的经验教训以及加强有效性和知识共享的机会。[第三部分第1-5章]



害是一种内在的属性，放之四海皆准。经合组织测试指南提供了一个国际公认的框架，用以推动数据的相互接受。其他国家参与该计划可以进一步节省资源并减少动物试验的必要性。[第三部分第1章]

但是，在充分了解各种危害以及对全球市场上所有危险化学品进行分类方面，仍有数据差距。例如，根据欧盟《化学品注册、评估、授权和限制法规》提交的许多档案材料不符合监管数据和信息要求。同样，尽管通过全球统一制度为许多（但不是全部）危害终点制定了危害分类标准，但尚未实现为个别化学品制定统一的危害分类。近期的研究表明，由于数据集和测

试结果解释方面的差异，不同行为体对同一种化学品的分类不同。因此，有必要进一步努力推进建立一个全球化学品评估和分类数据库，以共享信息和促进统一分类。这可以帮助所有行为体提高效率，资源有限的国家尤其受益。[第三部分第1章]

新的危害评估方法（例如利用电脑进行化学品筛选和分组）具有良好前景，但还需要进一步开展工作来完全取代动物试验。除此之外，在全球商定的验证程序的基础上，各国或各区域可以通过共享和相互接受危害评估来提高效率。为推动知识共享，正在推进建立各种机制和平台，以分享日益增加的化学品危害知识并提供有价值的信息，特别是为资源有限的国家提供帮助。[第三部分第1章]

### 接触评估虽然针对具体情况，但也可以受益于国际资源

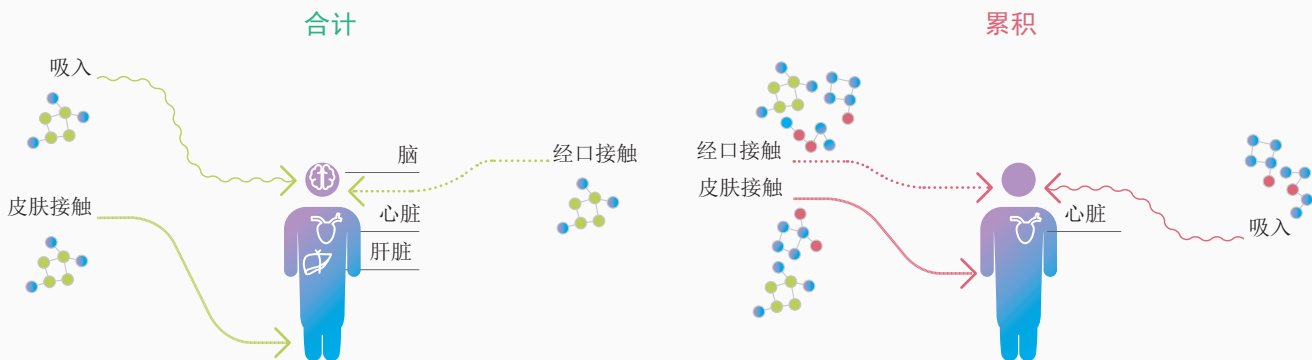
虽然接触评估针对具体情况（区域、国家、地方），但此类评估可以得到国际资源的支助。例如，经合组织提供通用的接触场景。它们有助于深入了解当地的人类及环境化学品接触模式，以估算具体的释放和接触情况。此外，正在推进开发基于模型的接触评估方法，以加强关于环境中化学品分布和特定接触的了解。[第三部分第2章]

不过，需要进一步开展方法研究，以更好地理解同一种化学品的不同来源造成的合计接触、同一产品所含各种化学品的累积接触，以及多种产品造成的接触的性质和程度。在此背景下，量化产品中的化学品的释放和接触（特别是在室内环境中）已成为重要的研究领域。产品中的化学成分没有得到充分披露，往往阻碍在该领域取得进展。[第三部分第2章]



© 训研所/Andrea Cararo,  
一家皮革鞋工厂的容器  
标签

图18 合计和累积接触的概念（改编自美国环境保护局，2017b）



合计接触指通过多个来源和多种途径接触同一物质。累积接触指通过多种途径接触各种化学品。[第三部分第2章]

### 完善化学风险评估方法以加快进展速度

2002年可持续发展问题世界首脑会议提出的推进化学品风险评估的呼吁得到积极响应，在国家、国际和行业各级开展了许多工作。例如，澳大利亚、欧盟、加拿大、大韩民国和美国进行法律和监管改革，以加速开展化学品风险和安全评估。许多国家通过立法将举证责任从政府转移到行业，行业必须证明（许多国家已经对农药和药品实施了此类制度）工业

化学品是安全的，而无需监管机构来证明其具有不合理的风险。[第三部分第3章]

正在推进使用筛选水平、基于普遍性风险的方法，以及对具有相似属性的化学品进行分组等，它们都是较简单和较高效的化学风险评估方法。为了支持资源有限的国家开展化学品风险评估工作，各机构提供了各种指导工具，包括用于评估人类健康风险（世卫组织）和环境风险（经合组织）的指导

工具。改进或简化风险评估方法的其他机会包括：  
[第三部分第3章]

- › 考虑证据权重和进行系统性审查；
- › 清晰界定具体的人类和环境保护目标；
- › 改进对于化学混合物和累积接触的风险评估；
- › 将风险评估中人类健康和环境方面的工作更好地结合起来；

- › 加强风险评估与风险管理的衔接；
- › 加强风险通报；
- › 在风险评估中推进以解决方案为导向的方法。

### 简化化学品风险管理决策

虽然化学品风险管理要考虑到国家和（或）区域社会经济因素，但国际上有效的风险管理具有一些共同特征。例如，有效的化学品风险管理的必要条件





## 三、推进开发和共享化学品管理工具和方法：总结过去、展望未来

和首要步骤是确保安全数据表和化学标签包含准确和完整的信息，并确保按照商定的全球统一制度格式进行编制。积极主动和未雨绸缪的风险管理对于职业场合（包括中小企业和非正规部门）尤为重要，这方面的问题在发展中国家和转型期经济体尤其令人关切。[第三部分第4章]

风险管理者针对某些情况（例如在职业场合，尤其对于高危化学品），或为了最大限度降低风险而采用决

策层级。此类决策强调预防性管理措施（如替代），同时参照1992年《关于环境与发展的里约宣言》中提到并在2002年可持续发展问题世界首脑会议上核可的预防性办法。同样，在已知接触可能是不可接受的情况下（例如儿童通过玩具接触致癌物质），监管机构采用基于科学的普遍性风险管理决策，以确保提供充分保护。最后，在风险管理中针对不作为的成本和行动的效益进行社会经济分析，可以有助于作出决策。[第三部分第4、6章]

## 插文7 全球知识共享和协调惠及所有国家并能节省资源

虽然存在完善和进一步协调现有方法的机会，但更系统地分享经验和使用现有化学品管理工具和手段的潜力巨大，特别是在资源有限的国家。可以通过全球能力开发和学习倡议，更广泛地分享这些工具和手段，包括化学品方案工具箱中介绍的工具和手段。所有感兴趣的国家和利益攸关方都可以参与进来，提供其在具体情况下获得的经验。例如，发展中国家和转型期经济体可以受益于更先进国家通过开展和分享危害评估，以及通过推进相互接受而产生的知识财富。它们还可能受益于通过使用通用接触场景所获得的信息，以深入了解当地的具体接触情况，而不必自己进行完整的接触评估，并为此付出高昂成本。[第三部分]





## 用更安全的替代品进行替代，正在成为解决方案和创新的驱动力

随着更安全的化学和非化学替代品的出现，对令人关切的化学品进行替代品评估和进行知情替代的工作保持良好势头。替代品评估超出了传统的风险评估和风险管理范畴，其往往侧重于将接触降低到可接受的水平，并评估通常属于同类化学品并具有相同危害特性的“普适性”替代品。一些国家或区域（如欧盟）近期

颁布的标志性法规和政策中便包括替代方面的规定。这些例子可以加以复制推广。此外，一些多边条约（如《蒙特利尔议定书》和《斯德哥尔摩公约》）在推动替代某些令人关切的化学品方面发挥了关键作用。非监管驱动因素也形成良好势头，包括领先零售商的可持续化学战略或纺织等化工密集型行业的行为体联盟等。不过，需要制定更多和更广泛的政策来规范替代方向、促进更广泛的创新，而不仅是提供工具来替代个别化学品。[第三部分第5章]

### 插文8 通过综合虫害管理和非化学替代品取代高危农药

一些国家采取成功的举措，依靠综合虫害管理（一种用于作物生产和保护的生态系统方法，结合不同的管理策略和规范来种植健康作物并尽量减少农药用量），包括通过使用非化学替代品来减少高危农药的使用。一个成功的例子是古巴，它在农业生态系统管理方面实施变革，包括使用生物制剂、改变文化，以及注重应用其他农药以逐步淘汰硫丹。另一个例子是哥斯达黎加，该国使用一种或多种非化学替代品，同时少量施用非高危农药杀菌剂，这是一种可行且可负担的策略，可以在维持产量的同时减少高危农药的使用。[第三部分第5章]



© Simon Kovacic/Shutterstock.  
圆形花园园艺，永续农业的一个典型特点

要避免令人遗憾的替代。有些替代品解决了令人关切的风险（如对水生生物毒性）但引起其他不利影响（如对人类具有致癌性）。可以通过采用功能性方法来避免令人遗憾的替代，其不限于找到另一种合适的化学品，而是检查各种化学结构、技术、产品设计选择和非化学替代品。用更安全的替代品进行替代的工作可以在逐步改进的过程中分步骤进行，同时采用多种解决方案，直到实现最终替代。[第三部分第5章]

### 认识到整体可持续性评估的价值

除人类健康和环境因素之外，生命周期评估（LCA）工具有助于更好地理解涵盖化学品和产品生命周期各阶段的更广泛的可持续性因素，包括各种社会因素。各公司越来越多地利用生命周期评估方法来支持可持续供应链风险管理。它们有助于避免权衡取舍，例如将负担从可持续性的一个方面转移到另一个方面，从现

表6 文献中提到令人遗憾的替代的例子[第三部分第5章]

令人关切的化学品（功能）	令人关切的化学品的危害	替代品	替代品的危害
双酚A（用于塑料生产）	内分泌干扰	双酚S、双酚F	内分泌活性
DEHP（增塑剂）	内分泌干扰	邻苯二甲酸二异壬酯	致癌性、可能的内分泌干扰
二氯甲烷（粘合剂中的溶剂载体）	急性毒性、致癌性	正溴丙烷（nPB）	致癌性、神经毒性
二氯甲烷（刹车系统清洁剂）	急性毒性、致癌性	正己烷	神经毒性
多溴联苯醚（阻燃剂）	持久性、神经毒性、生殖毒性、致癌性（五溴和十溴）	磷酸三（2,3-二溴丙基）酯	致癌性、水生毒性
三氯乙烯（去除金属油渍）	致癌性	正溴丙烷	神经毒性、致癌性

在转移到未来，或从生命周期的一个阶段转移到另一个阶段。评估的相关因素包括：原料开采；化学合成和产品制造过程中的能量和水的使用；碳足迹；化学品在废物流中的产生和行为；以及化学品回收再用的前景。因此，生命周期评估方法在推进可持续材料管理、无毒物质流动和循环经济方面具有宝贵作用。需要在考虑到可用的能力和资源、供应链要求和监管背景的基础上，选择何时以及如何使用这些方法，同时避免“分析造成瘫痪”。[第三部分第7章]

### 用市场手段推进替代和创新：使价格合理

市场手段可有助于纠正因市场失灵引起的负面外部效应（即生态系统服务受损等意外成本），并制定激励措施，以减少使用不良物质、促进替代和刺激创新。一个众所周知的例子是对含铅汽油征税，这成功地鼓励了向洁净燃料的转变。通过征税来减少使用某些农药的例子包括2013年墨西哥根据急性毒性程度征税，以及2013年丹麦根据环境负荷征税。其他一些欧洲国家也实施了农药收费或征税。[第一部分第8章；第四部分第6章]

虽然在用市场手段来推进危险化学品和废物管理方面的进展仍然有限，但颇具发展潜力。选择之一是将市场手段与命令和控制等监管措施（如禁令或限制）结合起来，以加速替代品的推广，并最终禁止使用相关物质。纠正市场失灵的间接方法是让世界银行集团的国际金融公司采用可持续发展框架。这包括一套绩效标准，适用于正在进行项目信用审核流程的所有投资和客户。最后，需要克服的一个具体挑战是，对造成市场扭曲的各种补贴计划进行改革，这些补贴形成对

使用化学品的激励，例如使用化肥来提高农业产量。[第四部分第6章]

### 采取预防性风险管理行动：化学事故与自然灾害

设施中发生的化学事故以及相关的危险物质事故性释放继续导致大量人员死亡，对环境造成不利影响并产生高昂的经济成本。化学部门事故继续在发达国家和发展中国家定期发生，有的发生在固定场所，有的则是在场外活动期间发生。化学品事故可能由各种技术和人为因素造成，但也可能由地震、飓风、海啸、森林火灾和洪水等自然灾害造成，事故可能导致有毒化学品在环境中广泛传播并与其他有害物质混合。许多此类因素可能会随着气候变化而加剧。国际社会正在努力促进从化学事故应对到事故预防的范式转变，并将化学事故纳入更广泛的应急计划。



©Karl-Ludwig Poggendorf, 2015年8月15日  
自中国港口城市天津发生大爆炸后在地面上形成的大坑的鸟瞰图。CC BY 2.0

## 三、推进开发和共享化学品管理工具和方法：总结过去、展望未来

为防止未来发生事故，需要开展更系统性的工作来提高意识、加强监督、分享知识、推广良好做法。[第一部分第5、7章；第三部分第6章]

### 私营部门的领先治理工作可以推动高于合规水平的风险管理

协调一致的监管行动、非监管战略以及高于合规水平的自愿性行业倡议可以相辅相成。在许多国家，监管决策激励企业推进替代、开展可持续创新并力争成为领先者。鉴于全球供应链的复杂性，并考虑到许多国家的监管能力有限，私营部门领先企业的行动对推进全球可持续发展非常重要。[第三部分第4章]

化学品和产品供应链上的私营部门领先举措还有可能超越合规水平和弥补安全差距；在许多监管结构薄弱的国家（如发展中国家），此类举措尤为重要。虽然领先举措和私营部门治理是通过各种（往往是专门性）论坛推进的，但完全有机会让私营部门的治理工作在2020年后化学品和废物管理方针中发挥更突出的作用。在全球环境下开展讨论可以展示创新举措，同时通过让利益攸关方提供反馈来督促领先行为体。将这些举措纳入全球政策，可以提高其合法性并鼓励其他行为体加入，逐步形成普遍参与的愿景。[第三部分第4章；第五部分第3章]

### 插文9 庄臣Greenlist™计划

庄臣是化学密集型产品的配方设计者，数以百万计家庭每天使用其产品。该公司不生产其产品所用的成分。2001年，它启动了一项名为Greenlist™的创新型化学品分类进程，根据对环境和人类健康的影响对原材料进行评级。该公司的化学配方除了报告性能和成本信息之外还报告Greenlist™评分，以便化学家在选择材料时可以考虑到它们的环境和健康属性。利用评分可以很容易地比较各种材料。久而久之，大多数供应商都接受了该规程。今天，该计划已经发展到供应商按其标准设计新化学品，并基于Greenlist™评分向庄臣推荐化学品。[第三部分第4章]



#### 四、有助于实施创新解决办法的扶持政策和行动

**通**过扶持政策和行动来推进创新解决办法，具有减少化学污染品和接触的巨大潜力，因而可以用来补充常规行动，以实现化学品和废物健全管理。推进完全可持续的未来化学，需要新行为体参与和制定扶持政策和方法，其涉及范围从教育改革、支持技术创新和融资，到创新型商业模式、可持续供应链管理，以及通过保障知情和参与权来增强公民、消费者和工人权能。[第四部分]

### 想象和塑造可持续的未来化学

一系列化学创新已成熟、商业化或即将面市，这可以证明化学为可持续发展作出贡献的潜力。创新的领域从捕获二氧化碳并将其转化为新化学原料的化学过程，

到创新的建材（如透明木材或绿色混凝土），再到医药生产中用水溶剂取代有毒有机溶剂的催化创新。化学、生物学和计算机科学的跨学科研究同样前景光明。例如，2018年诺贝尔化学奖授予针对化学家生产新酶的方式开展的开创性研究，此项研究成果可以用来开发新药物和癌症疗法并减少浪费。另一个有前途的发展方向是利用先进的软件和超级计算机来设计分子和评估化学品属性，包括其危害。这些发展动向具有重大潜力，可以推进化学品和废物健全管理，并与其他措施互补，以实现可持续生产和消费。[第四部分第1章]

然而，无论多么有前景，这些化学创新都可能会带来意想不到的不良影响。过去的一个突出例子是农药滴滴涕，它被用来对抗疟疾等疾病。滴滴涕在开始使用

### 插文10 形成对可持续化学的共同理解

虽然“绿色化学”的概念是通过众所周知的12项原则来阐述的，这些原则侧重于更安全和资源密集程度较低的化学，但“可持续化学”正在发展成为一个更全面的互补性概念。最初由经合组织牵头并在近期继续开展的讨论（例如由环境署、美国政府会计署和国际可持续化学协作中心开展的讨论）扩大了可持续化学概念，发展方向是让化学为可持续发展的三个层面作出的贡献。鉴于世界各地的利益攸关方希望更好地理解这一概念，可以在国际上进一步开展工作，以制定可持续化学的实用指南，并与绿色化学原则一并广泛推广。这些概念可以共同激发与《2030年可持续发展议程》相适应并有助于其执行的研究、政策制定和私营部门行动。[第四部分第1章]



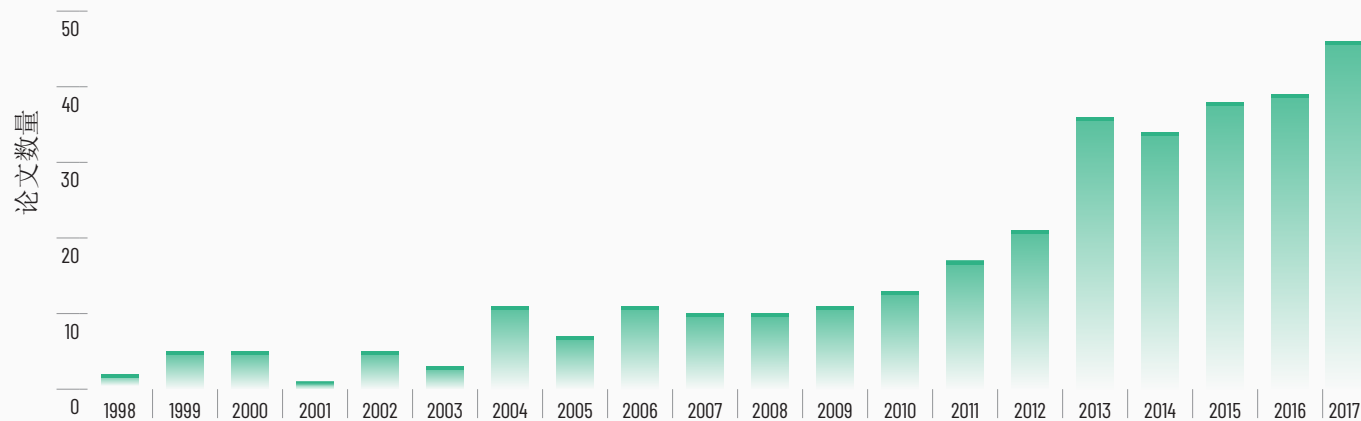
短短几年之后便被确认为一种持久性有机污染物，并可能对人类有致癌作用。因此，必须对照可持续发展的三个层面筛选化学创新，并预测潜在的不利影响。运用绿色和可持续化学原则或考虑因素，可能有助于推动创新朝着预期方向发展。[第四部分第1章]

### 通过毒理学和绿色可持续化学教育来转变思想

最终需要化学家们提出发明才能充分发挥化学在支持可持续发展方面的潜力。需要培养新一代化学家来扩大化学研究和创新，将社会、经济和环境因素结合起来。这可以通过将毒理学、绿色化学、可持续化学和《2030年可持续发展议程》相关课题融入从小学

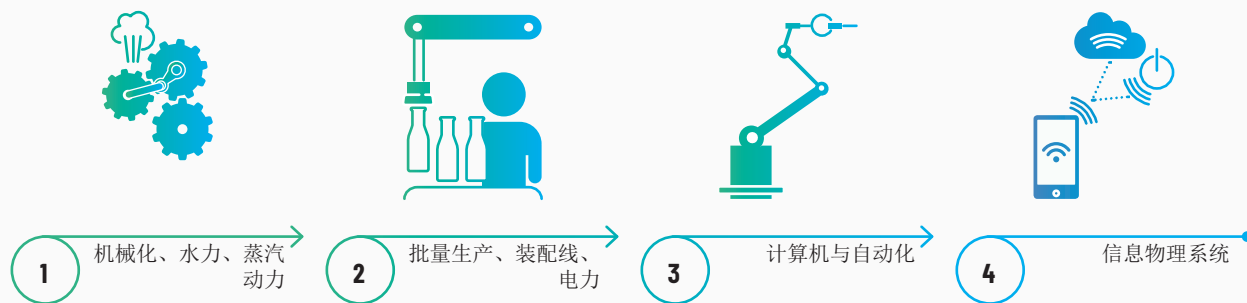


图19 1998年至2017年7月发表的关于绿色化学教育或可持续化学教育的论文数量（改编自Clarivate, 2018）



资料来源：科睿唯安Web of Science核心合集。©2018科睿唯安 版权所有

图20 第四次工业革命（改编自思科公司，2017）



第四次工业革命指工业生产、数字化与社会对接的新时代，它影响到化学工业的多个方面：如何创新和生产；如何开展业务；如何与供应链和价值链上的行为体互动；以及行业生产力和安全性等。虽然过去侧重于发明新分子，但未来在化学、化学安全和资源效率领域的创新可能基于以数字技术为基础的综合解决方案。同时，数字化还可能涉及各种风险，例如可能遭受网络攻击。[第四部分第1章]

教育到高等教育以及职业教育的各级课程来实现。  
[第四部分第2章]

到目前为止，全世界仅有小部分高校开展了绿色和可持续化学教育。因此，这些概念在教育中的影响仍然有限。不过，现在所有区域的国家都在教授绿色和可持续化学，这为南南合作创造了机遇。例如，印度教育部正在试行一项计划，让所有化学家参加为期一年的绿色化学课程。这些措施可以为其他国家加大努力提供启发。为了支持这些努力，现在有越来越多的绿

色和可持续化学相关工具和材料可供初、中、高级和职业教育使用。  
[第四部分第2章]

需要在各级采取进一步行动，传播绿色和可持续化学教育的最佳做法，并克服学术界和私营部门遇到的障碍。阻碍改革的因素包括专业和制度阻力、专业保守主义，以及学术人员和政策制定者缺乏意识等。因此，绿色和可持续化学教育的主流化需要得到所有利益攸关方群体的承诺和支持，包括在学术机构、化学协会、教育部委及私营部门之间开展合作。现有的国



家、区域和全球网络可用于传播最佳做法和交流经验教训。在现有倡议的基础上，可以通过更广泛的努力（例如联合国教育、科学及文化组织的可持续教育倡议）将可持续发展融入教育，而绿色和可持续化学是其中的关键要素。[第四部分第2章]

### 为发展绿色和可持续化学而加强协同创新

扩大绿色和可持续化学研究与创新，取决于能否不断加强创新生态系统的各种要素。此项工作的范围包括

制定强有力的政策和监管框架来驱动创新，鼓励开展化学研究来推动解决问题，并克服各种可持续发展挑战。在研究和技术创新进程的早期阶段，公共研究资金筹措工作尤其重要，可以采用由私营部门共同出资的混合筹资机制。[第四部分第3章]

创业倡议和青年企业家在充分发挥可持续化学的潜力和效益方面发挥重要作用。为了实现这一潜力，必须采取各种措施来支持初创企业，例如在高校设立技术创新办公室，通过孵化器和加速器为初创企业提

#### 插文11 绿色和可持续化学初创企业的事例

初创企业在扩大跨区域绿色和可持续化学创新方面发挥重要作用。事例如下：

- ✦ 2018年爱思唯尔基金会绿色和可持续化学挑战赛的获奖者（来自尼泊尔和意大利）开发出创新方法，用番石榴叶和鱼骨作为原料来生产新型防腐剂和肥料。
- ✦ 秘鲁和新加坡的企业家将纳米技术用于水净化过滤器。
- ✦ 肯尼亚的一家初创企业提供用回收塑料制成的替代建筑材料和产品。

[第四部分第3章]

供有利环境，以及在绿色债券发行中考虑到可持续化学因素（包括具有减缓气候变化作用的因素）。[第四部分第3章]

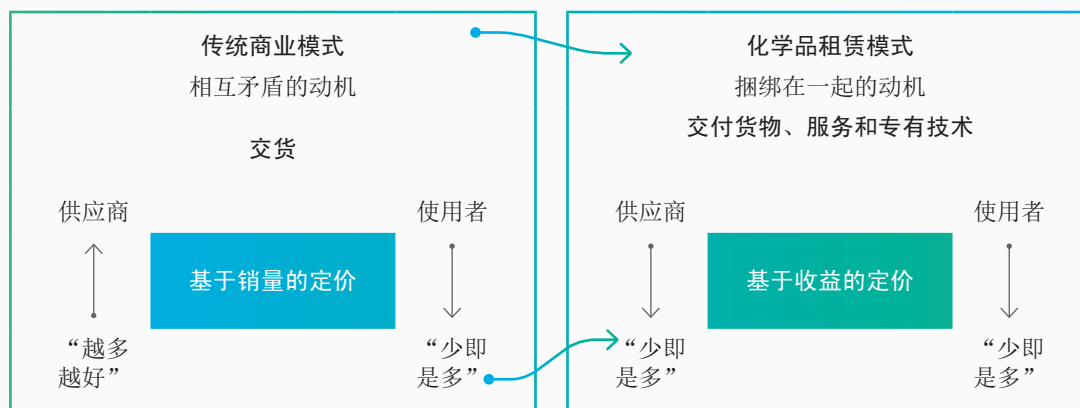
协同创新机制已被证明能够通过让各类利益攸关方参与并满足其需求来有效地规范研究和创新工作。例如，纺织部门新产品设计中的协同创新可能涉及化工行业、化学初创公司、设计者、潜在最终用户、研究机构以及潜在投资者。政府可以将绿色和可持续化学考虑因素纳入用于支持创新联合体的各项扶

持政策、补贴计划或技术方案，从而支持这方面的努力。[第四部分第3章]

### 可持续商业模式可以创造机遇

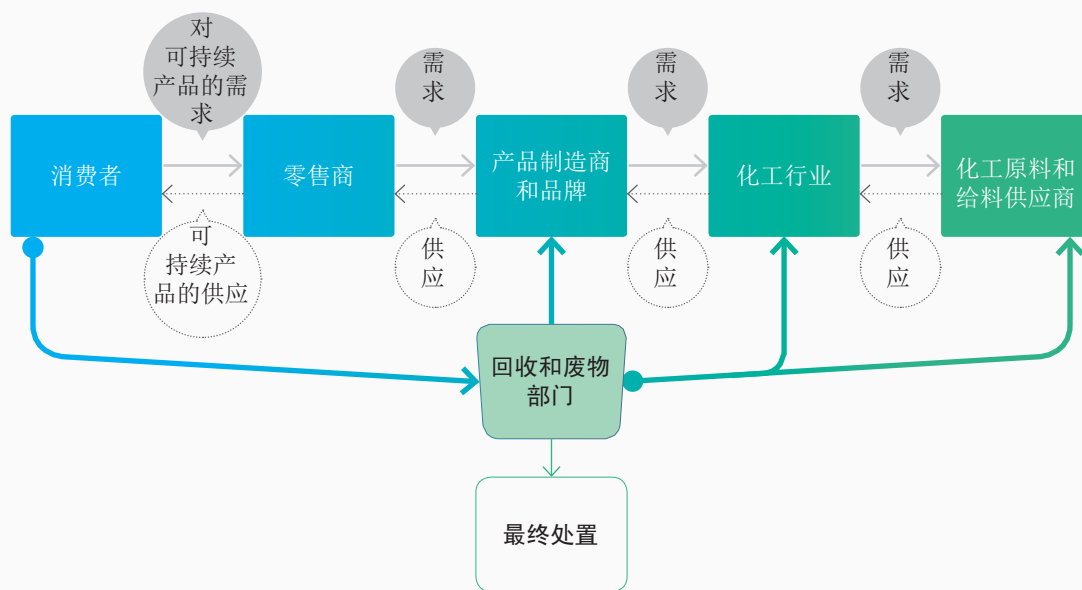
在瞬息万变的世界中，新商业模式迅速涌现，对化学工业以及化学品和废物健全管理产生直接或间接的影响。高度注重可持续性和循环性的商业模式包括：以绿色产品和工艺为基础的模式、废物再生系统、效率优化、管理服务和工业共生等。能够向各类生产

图21 传统商业模式与化学品租赁比较（改编自Joas、Abraham和Joas，2018，第398页）



化学品租赁这种商业模式是指供应商出售服务（如喷漆的汽车数量）而不是化学品，从而形成激励，以最大限度地减少化学品用量和提高资源效率。

图22 供求对接对于推动供应链中化学品可持续性的作用



消费者和零售商在推动更安全的化学品和产品需求方面发挥重要作用。反之亦然，绿色和可持续化学创新可以推动价值链和供应链“下游”开发更安全的化学品和产品。“拉”和“推”的方法都很重要，可以相辅相成。

设施提供通用服务（如能源和废物管理），从而提高资源效率和环境绩效的工业园引起了化工行业的浓厚兴趣。入驻这类工业园可能对中小企业最为有利，因为它们可以受益于靠近大型设施带来的便利。  
[第四部分第4章]

化学品租赁（图21）被公认为是一种有效的以服务为导向的商业模式，具有推进供应链可持续性的潜力。在这种计划之下，供应商出售服务（如喷漆的汽车数量）而不是化学品，从而形成激励，以最大限度地减少化学品用量和提高资源效率。哥伦比亚有一个成功

## 四、有助于实施创新解决办法的扶持政策和行动

的例子：该国的石油行业在水处理领域采用化学品租赁计划，使化学品消费量减少了20%，同时将水处理成本降低了80%。在国际一级，奥地利、德国、瑞士、萨尔瓦多、斯里兰卡和塞尔维亚签署了《2016年关于化学品租赁的意向宣言》。其他国家可能会考虑加入。[第四部分第4章]

### 扩大有效的公司治理和可持续供应链管理

越来越多的零售商、产品制造商和化学公司已将可持续性目标、可持续供应链管理（见图22）和生产者责任延伸纳入其公司政策。推进整个供应链中化学品和

材料信息透明的行业行动也正在形成良好势头，但这些举措尚未实现普遍执行。有待采取的相关措施包括：扩大高于合规水平的自愿性标准制定工作；统一各行业部门的化学品管理规程（例如在全面披露材料和产品标签方面）；利用生命周期评估工具、参数和报告来处理产品在整个生命周期内的可持续性问题的；推广更安全、更可持续的产品设计和生产工艺。必须促进回收部门的参与（并发展其能力），这样才能保证回到循环经济中的次生原料是安全而可持续的。还必须认可非正式行为体在供应链各个阶段的作用。除非具备了上述（以及其他）措施，否则企业可能面临重大的经济风险（插文12）。[第四部分第4、6-7章]

### 插文12 兼并和收购期间进行彻底的尽职调查的好处

在化学品价值链中进行兼并和收购的公司将受益于将环境和人类健康因素考虑在内的彻底的尽职调查。最近的案例说明了兼并和收购所涉及的潜在财务责任风险。例如，一家跨国消费品公司在收购一家公司后，由于后者的加湿器消毒剂产品引起肺病并造成约100人死亡，因而被迫在2018年支付巨额罚款，并设立了一个数百万美元的赔偿基金。同样，最近一些跨国公司由于被指控未尽到勤勉责任或管理不善而蒙受高达数十亿美元的股票价值损失，或者被迫支付巨额赔偿。因此，全面的尽职调查有助于查明潜在风险，并将与责任相关的潜在成本体现到收购价格中。[第一部分第1章]



### 使用各种参数来跟踪进展和加强问责

出于包括公众要求在内的各种原因，用各种私营部门指标来评估化工行业及下游部门公司和生产商的可可持续性绩效的做法正在形成良好势头。化工行业的例子包括“责任关怀”计划（Responsible Care®）下的报告，以及住友化学集团等个别公司的报告。下游部门也在开展自我评估和报告，例如在危险化学品零排放（ZDHC）倡议下公开发布合规率。企业还可以选择与外部机构合作，如“从摇篮到摇篮”产品标准和化学足迹项目等。此外，还进行了独立的外部评估，例如通过Mind the Store计

划进行评估。投资者日益关注企业可持续性绩效。道琼斯可持续性指数要求化学品供应商和下游公司提供关于含有某些有害物质的产品占比的信息。[第四部分第7章]

利益攸关方可以进一步采取措施来提高透明度和严谨性，从而确保各项参数符合质量标准，适合其用途和受众，并涵盖可持续发展的所有层面。可以用统一的方法和指标来扩大化学及所有下游行业的可持续性报告。可以择机将化学品和废物问题进一步（和更全面地）纳入目前广泛使用的私营部门参数和报告计划（如全球报告倡议）。私营部门参数和可持续性报告

#### 插文13 用于检查消费品中有害物质的应用程序ToxFox（BUND，2018）

ToxFox是德国地球之友开发的一款智能手机应用程序，它提供关于化妆品中干扰内分泌的化学品的信息，并为用户提供高度关切物质（SVHC）查询功能。它有一个不断扩充的数据库，供应商的答复也保存在其中。供应商还可以输入有关其产品中的高度关切物质含量的数据。AskREACH移动应用程序与ToxFox应用程序类似，计划于2019年4月推出。该应用程序面向全欧洲，并可能进行适当定制以便于在每个欧盟成员国使用。[第四部分第8章]



也可以成为衡量2020年后框架实施进展的重要手段。相关利益攸关方共同努力，促进对参数的共同理解（包括在可持续化学概念方面）可以提高透明度和可信度。[第四部分第7章]

### 增强工人、公民和消费者的权能：以知情和权利为基础的方法

让工人、公民和消费者更容易获得可靠的信息，并促进对这些信息的理解，是确保有效的公众参与和知情决策，从而实现化学品和废物健全管理的先决条件。工人必须掌握化学危害和安全方面的信息才能保护自己。按照全球统一制度向公民和消费者提供关于产品中的危险化学品的可靠信息，不仅使其能够保护自己，而且还能影响对更安全和更可持续产品的需求、政府的相关政策，以及私营部门的行动。

一些新型的信息工具（如智能手机应用程序ToxFox和AskReach（插文13））使公民能够获取、收集、处理和共享与化学品和废物相关的知识，例如关于高职业接触水平的知识。需要付出更大努力，包括通过针对工人的各种宣传运动和培训方案，来促进此类信息的获取和理解，特别是在发展中国家和转型期经济体。保障知情权、公众参与权和诉诸司法也能让公民、消费者和工人参与（例如通过援引国家在相关多边条约

下的义务），以保护自己和子孙后代享有健康环境的权利。[第四部分第8章]

### 加强化学品和废物管理问题与人权问题的对接

使用基于人权的方法可以补充和支持各种立法和监管措施，确保加强保护和获得有效的补救措施。许多国际人权文书规定各国义务保护人权、企业有责任尊重人权，包括保护和尊重受到危险化学品和废物威胁者的人权。各国均承认化学品和废物管理直接或间接涉及一项或多项人权。例如，几乎所有国家都批准了《联合国儿童权利公约》，其承认儿童有权享有可达到的最高健康标准，并要求各国采取适当措施对抗疾病和营养不良，同时顾及环境污染的危险和风险。[第四部分第8章]

自1995年以来，联合国人权委员会及其后续机构联合国人权理事会（人权理事会）授权一名特别报告员就有害物质和废物的无害环境管理和处置对人权的影响提出报告。2011年，人权理事会申明，“危险物质和废物在其整个生命周期内的管理方式，包括制造、分配、使用和最后处置，可能对充分享受人权产生不利影响”。因此，保护工人、公民和消费者的权利，包括知情权和诉诸司法（包括有效的补救措施）的权利对于保护他们和使他们能够寻求补救措施至关重要。[第四部分第8章]

近期在特别报告员的任务范围内进行的研究表明，化学品污染造成的违反和侵犯人权的现象仍然普遍存在。在2018年8月提交人权理事会的报告中，特别报告员建议，“各国必须确保立法和其他做法反映其尽到尊重、保护和履行危险物质和废物所涉人权义务的职责[……][并]确保危险物质和废物影响的受害者可以获得有效的补救措施”，并进一步指出，“知情权对于有毒物质而言至关重要”。2018年10月的后续报告探讨了将化学品和废物涉及的人权问题进一步纳入2020年后框架的机会。[第四部分第8章]

此外，特别报告员在2018年提出了15项原则，以帮助各国政府和企业接触危险化学品方面更好地保护人权。这些原则广泛地涵盖了企业和政府的职责；工人的知情权；以及追究侵犯工人权利者的责任的“补救措施”。这些原则与2020年后加强化学品和废物管理相关。一些公司，包括化学行业的公司（如巴斯夫和默克），已承诺按照联合国“工商企业与人权指导原则”的要求来尊重人权。其他公司也可以考虑效仿。[第四部分第8章]







## 五、 扩大《2030年可持续发展 议程》下的协作行动





从 现在到闭会期间进程于2020年结束的这段时间，为制定一项全面的全球框架，包括积极进取的优先事项和连贯一致的指标，提供了短暂却关键的窗口。这可以通过现有利益攸关

方加强承诺、新行为体更积极地参与来实现。《2030年议程》为扩大协作行动以实现化学品和废物健全管理提供了一系列机会，包括通过将化学品和废物考虑因素纳入相关部门政策和行动计划。[第五部分]

图23 化学品和废物管理与可持续发展目标之间的联系（根据化学品方案，2018，第3页）



化学品和废物健全管理可以为实现一些可持续发展目标提供切实可行的解决办法。[导言；第五部分第1-2章]

## 利用可持续发展目标和各项具体目标促进2020年后的综合行动

化学品和废物健全管理贯穿17项可持续发展目标。它是支持落实《2030年议程》的关键因素，因为化学品和废物影响到发展的许多方面。这直接或间接地反映在若干目标和具体目标中。《2030年议程》提出了让所有国家和所有利益攸关方团结在一起的全球愿景，为在各级采取协作行动以实现化学品和废物健全管理创造了机遇。可持续发展具体目标12.4和3.9是化学品和废物健全管理的核心。同样，如果不适当考虑化学品和废物健全管理，便无法实现与化学密集型部门相关的若干可持续发展目标和具体目标，例如与保障粮食供应、清洁能源和安全住房相关的目标。此外，实现一系列可持续发展目标和具体目标（包括与信息获取、教育和融资有关的目标）对于为化学品和废物健全管理创造有利环境至关重要。[导言；第五部分第1-2章]

《2030年议程》为将化学品和废物管理纳入国家发展规划的主流再次提供了契机。存在关联性的可持续发展目标有：消除贫困（可持续发展目标1）；促进持久、包容和可持续的经济增长，促进充分的生产性就业和人人获得体面工作（可持续发展目标8）；应对气候变化（可持续发展目标13）等。这种关联性可以推动将化学品和废物管理考虑因素纳入国家和国家以下各级的预算编制

以及国家财政资源分配，并推动采用综合筹资办法。还必须将化学品和废物管理考虑因素纳入国际发展援助和能力建设（可持续发展具体目标17.6和17.8）。[第五部分第1-2章]

## 加强化学品和废物管理方案

虽然取得了显著进展，但在落实2020年目标方面仍存在重大差距。可持续发展具体目标12.4和3.9是化学品和废物健全管理的核心，是制定和实施有效的涵盖生命周期所有阶段的化学品和废物健全管理综合体系和方案的推动力。化管方针确认，按照“总体方向和指导”及其11项基本要素来发展基本的立法和体制能力，是在国家和区域两级实现化学品和废物健全管理的关键。这些要素包括：针对化学品和废物生命周期建立法律框架、行业参与、界定整个生命周期内的管理责任，以及开发和推广无害环境和更安全的替代品等。[第一至第二部分；第五部分第2章]

## 将化学品和废物问题纳入部门政策和行动

《2030年议程》还为加强部际协调机制以及将化学品和废物考虑因素纳入相关部门的政策和行动再次提供了契机，包括将其纳入各项扶持政策和行动，如教育（可持续发展具体目标4.7）、创新（如可持续发展具体目标9.5）和筹资（可持续发展具体目标17.3）。

表7 将化学品和废物管理以及绿色和可持续化学创新纳入相关部门：机会举例[第五部分第2章]

部门	可持续发展目标	管理和创新机会举例
农业和粮食	 具体目标2.4：可持续粮食生产	推广虫害综合防治和农业生态方法，包括开发和使用非化学替代品和其他良好农业规范
卫生	 具体目标3.8：安全的药品和疫苗	对可能引起抗生素耐药性的药品和消毒剂实行健全管理
能源	 具体目标7.a：清洁能源研究和技术	改进技术，使用资源节约型可持续材料以实现能源部门脱碳
基础设施	 具体目标9.1：可持续基础设施	通过推广先进材料减少原材料的使用和废物的产生，避免造成未来的遗留问题
工业	 具体目标9.2：可持续工业化	确保化学密集型行业依赖最佳可得技术和最佳环境实践
住房	 具体目标11.1：安全住房	通过更安全的绝缘和替换令人关切的建筑材料（如石棉）来减少室内空气污染
交通运输	 具体目标11.2：可持续交通系统	推进清洁出行，例如开发用于电池的可持续化学解决方案
旅游	 具体目标8.9：可持续旅游业	采取措施减少旅游服务的化学足迹
采矿	 具体目标12.2：可持续利用自然资源	确保尾矿的环境无害管理
劳工	 具体目标8.8：安全的工作环境	加强对令人关切的化学品的风险评估，同时促进对绿色和可持续化学的投资，以减少危险的职业接触
教育	 具体目标4.7：通过教育促进可持续发展	将绿色和可持续化学纳入相关课程的主流
金融	 具体目标17.3：从多种来源筹集财政资源	加强使用绿色和可持续化学指标作为投资标准

本表中的机会、目标和部门并非详尽无遗。其他相关部门包括（但不限于）科技和创新、贸易、发展合作，以及司法。



在制定有效的部门政策和行动时，相关部委可以考虑与相关的化学品和废物问题国际协定的关联性并从中受益。化学品方案参与组织还可以在推动制定部门战略，以及建立和加强沟通渠道方面发挥宝贵作用。[第五部分第2章]

相关部委可以与各自的政策界密切合作，考虑采用结构化方法，其中可包括以下考虑因素：[第五部分第2章]

- › 确定化学品和废物问题引起关切的行业部门，包括各种热点。
- › 让相关行业部门、协会和团体参与对话。
- › 确保根据全球统一制度通报危害和风险。确定风险管理方法和采用更安全替代品的机会。
- › 审议部门政策改革方案和标准，以鼓励可持续化学创新。

## 需要协调一致和注重成果的全球指标和报告框架

制定2020年后化学品和废物框架为在与化学品和废物管理有关的所有相关协定和倡议之间建立联系提供了契机。尤其需要建立一个综合框架，汇集和补充化学品和废物问题多边条约及其他相关文书和倡议，同时并不干预这些专门文书所处理的事项。实现化学品和废物健全管理的总体共同愿景、战略目标、具体目标和指标可以提供一个共同议程，按照《2030年议程》来指导各项行动，以迈向希望的未来。可以从爱知目标和“2011-2020年生物多样性战略计划”制定工作中吸取宝贵的经验教训，这些工作形成了得到生物多样性集群的所有利益攸关方核可的综合性、连贯一致的国际框架。私营部门指标和可持续性报告也可以起到宝贵作用，成为衡量进展的重要手段。[第二部分第2章；第四部分第7章；第五部分第2章]

与国家倡议挂钩，可以使报告制度变得更简单、由国家驱动，并与全球目标和里程碑联系起来。通过更系统地利用报告数据来监测一段时期内及不同国家的进

表8 最大限度减少不利影响的成果链举例[第五部分第2章]

活动	→	产出	→	成果	→	作用
<ul style="list-style-type: none"> <li>› 开发全球统一制度提高认识和能力建设材料</li> <li>› 制定在关键部门实施全球统一制度的战略</li> </ul>	→	<ul style="list-style-type: none"> <li>› 已制定全球统一制度标准和法规</li> <li>› 关键利益攸关方接受过培训并有能力实施全球统一制度</li> </ul>	→	<ul style="list-style-type: none"> <li>› 在工作场所提供全球统一制度标签和安全数据表</li> <li>› 公司和工人采取预防措施</li> </ul>	→	<ul style="list-style-type: none"> <li>› 死亡和患病的工人减少，并最大限度地减少对环境的影响</li> </ul>

实施全球统一制度很有必要，但在许多情况下，这一措施还不足以减少工人死亡和患病人数并最大限度减少对环境的影响。

展情况、确定最佳做法并为能力建设措施提供依据，可以使报告工作发挥更大作用。可供借鉴的实例包括世卫组织《国际卫生条例》模型，其反映各种核心能力随时间推移取得的进展，以及爱知目标，其为制定国家生物多样性行动计划提供参考。整合各种文书的报告机制和数据、重点关注少量指标并在全球一级提供数据（例如全球卫生观察站的做法），将有助于确保问责制、跟踪进展、让利益攸关方参与并确定良好做法。[第二部分第2章；第五部分第2章]

将产出（如通过立法）和作用（如减少危险化学品造成的不利影响）加以区分，将有助于制定连贯一致的框架，并可以将作用指标作为判断干预措施是否成功的最终基准。目前用于监测国际化学品和废物协定下的进展情况的指标大多基于产出、活动或文书，因此很难评估在保护人类健康和环境免受化学品和废物不

利影响方面取得的进展。在制定框架时，还需要考虑《2030年议程》中侧重于作用的具体目标。就活动和产出指标而言，在化管方针下开展的工作可以作为起点。表8提供了区分活动、产出、成果和作用的指标示例，以说明这种成果链。可以进一步思考，探索在国家一级建立全面框架，并将该框架与全球一级的进展跟踪工作对接。[第二部分第2章；第五部分第2章]

### 关键部门和行为体的参与对于2020年后化学品和废物管理至关重要

《2030年议程》的前提是，必须将所有国家和利益攸关方召集在一起，才能实现可持续发展。可持续发展目标17呼吁国际社会重振全球可持续发展伙伴关系，提供一个框架来推动化学品和废物界以外的行为体（包括关键的经济和扶持部门的行为体）的参与和自

主，而这些行为体中有些迄今尚未在国家和国际两级充分参与。[第五部分第1-3章]

为了推进目标远大和协调一致的承诺，需要建立一个促进化学品和废物健全管理协作行动的全球框架，以便形成机制和激励措施，促进包括以下在内的关键行为者群体的承诺、参与和协作行动：[第五部分第3章]

- › **关键的经济和扶持部门**，例如与相关部委密切合作制定国家部门战略，成为具有总体性国际部门战略（如年度战略重点）的全球框架的组成部分；
- › **公司、行业团体和行业协会**，例如为领跑零售商和下游制造商打造追求卓越的平台，通过创新行动来展示成就和激发竞争；
- › **工人组织**，例如促进讨论和交流与培训和危害识别有关的良好做法，以及在部门内推广绿色就业和体面工作的潜在战略；
- › **民间社会团体**，例如与活跃在地方、国家、区域和全球各级、传统上没有从事化学品和废物工作，但可以提供能力并就具有密切关联性的议题开展工作的组织开展外联；
- › **学术界和研究界**，例如确保制定具体的奖励结构，鼓励科学家为化学品和废物政策制定工作提供有

针对性和不拘一格的意见，或邀请科学家更系统地相关论坛上发言；

- › **捐助者、投资者和金融界**，例如探索和交流化学品和废物问题与国家和国际捐助者的其他优先议题（例如气候变化和生物多样性）之间的关联性，以及动员创业天使和投资者在其投资标准中考虑到绿色和可持续化学；
- › **媒体和大众领袖**，例如向记者提供用简单语言表述并能让广大受众感兴趣的关键信息，或通过社交媒体宣传运动。

#### 基于成果的2020年后利益攸关方行动计划、路线图和问责制

为了推动承诺、自主、相互问责和集体跟踪进展，以实现化学品和废物健全管理，各国和所有相关利益攸关方可在国际上制定、执行和共享基于成果的行动计划和路线图，以加快实现化学品和废物健全管理。在2020年后机制的框架内，各个国家、行业部门（如化学工业、化学密集型下游部门、零售业、回收行业）、民间社会组织、化学品方案、学术界等可以合作制定行动计划和路线图。它们还可以分专题开展制定工作并让相关利益攸关方参与（例如，制定一项

倡议来填补数据空白，以了解化学品的潜在危害）。  
[第五部分第3章]

利益攸关方可在 2020 年后框架内承诺并展示其行动计划和路线图，并受益于其他利益攸关方的建言献策（可采用不同形式来建言献策，如同行评审）。可以对照商定的目标和具体目标对各项承诺进行全球审查，并酌情作出调整。这些行动计划和路线图可以形成合力、展现决心，并可以用于评估各种协作行动在取得必要进展以实现化学品和废物健全管理方面的

成功程度。针对化学品和废物管理健全管理或其某些方面制定的路线图不乏先例，它们可启发灵感。具体例子包括促进可持续发展世界商业理事会的“化学部门可持续发展目标路线图”或世卫组织的“化学品路线图”。这种“路线图”办法可以与其他国际论坛（如气候变化）兼容，并借鉴从其他国际论坛获得的经验。上述路线图经过演变，形成了更灵活、但注重成果和相互问责的方法，用以汇编各项承诺和行动成果，同时在国际上跟踪进展并视情况调整目标水平。  
[第五部分第3章]

#### 插文14 加强科学家的参与和科学与政策对接

存在为决策提供更好和更一致的科学信息的机会。例如，通过采取措施以具有成本效益的方式对数据生成和收集以及相应的研究规程（如关于释放和生物监测问题）加以协调，加强监测和监督能力（包括医务专业人员的能力）以及更系统地在各级分享数据，都能够达到这一目的。在生成和传播相关数据方面，行业负有关键作用和责任。可以进一步制定各种方法和机制，以加强科学界与决策者之间的双向交流、支持及合作，并针对各种优先议题制定以解决问题为导向的研究议程和规程。

利益攸关方不妨进一步探讨有助于在国际一级更系统地确定未来优先事项的方法，例如利用关于健康和环境影响及所造成的损害的信息，以及利用来自风险评估的信息。加强科学与政策互动还有助于尽早查明问题，确定优先事项，并确定相应的具体和可衡量的目标来指导实施工作。[第一部分第1、5-9章；第二部分第1、3-4章；第三部分第2-3章；第五部分第3章]



# 附件： 通过《全球化学品展望》第二版确定的 2020 年 之前及之后的各项行动

**为** 推动加强实施化学品和废物健全管理并最大限度减轻化学品和废物的不利影响，《全球化学品展望》第二版确定了以下各项行动，分为十个专题。这些行动是在对2020年目标迄今落实情况进行审查，以及按照联合国环境大会规定的任务，为2020年之前及之后旨在实现相关的可持续发展目标和具体目标的各项行动提供执行方案的基础上形成的。

## 1. 制定有效的管理制度

解决各国普遍存在的能力差距，利用生命周期方法加强国家和区域立法，并进一步加强机构和方案，具体做法是：



- ▶ 颁布、协调和执行法律和政策，包括全面实施全球统一制度、颁布工业和消费品立法，以及采取措施解决非法国际贩运问题；
- ▶ 将化学品和废物考虑因素纳入国家和部门政策（如农业、住房、运输和能源）以落实具体的可持续发展目标。

主要行为体：各国政府、化学品方案、国际和区域经济一体化组织

相关章节包括：第二部分第3、6章；第三部分第1章；第五部分第2章

## 2. 调动资源

为有效的立法、执行和执法（特别是在发展中国家和转型期经济体）提供充足的资源和扩大创新筹资，具体做法是：



- › 加大工作力度，将化学品和废物管理纳入国家和部门预算；
- › 推动提供充足的外部技术援助、财政支助和技术转让，以解决危害最大的问题，包括通过新型和创新融资（例如财政激励、成本回收工具、绿色债券、风险资本）；
- › 通过评估其有效性和对所有三个组成部分（主流化、行业参与和专项外部供资）作出新承诺，来加强综合筹资方法。

主要行为体：各国政府、私营部门、民间社会、金融部门和投资者

相关章节包括：第二部分第3、6章；第四部分第3、5章；第五部分第2章

## 3. 评估和通报危害

填补全球数据和知识空白，并加强国际合作，以推进化学危害评估、分类和交流，具体做法是



- › 在全球共享现有危害数据与评估，并且各国更多地根据公认方法和科学标准相互借鉴测试数据和危害评估；
- › 开发一个全球已评估和分类的化学品数据库，以便共享信息和促进统一分类；
- › 设定填补数据空白的目标，以全面了解商业流通中的物质的危害，并评估进展情况。

主要行为体：各国政府、私营部门、化学品方案、国际和区域组织、学术界

相关章节包括：第二部分第3、6章；第三部分第2章

#### 4. 评估和管理风险

在全球范围内完善和共享化学品风险评估和风险管理方法，以促进化学品在整个生命周期内的安全和可持续使用并解决新出现的问题，具体做法是



- › 更广泛地分享关于现有风险评估与管理方法和工具（如接触设想情况）的知识；
- › 进一步开发和完善接触、风险评估和生命周期方法；
- › 考虑加速推行有效风险管理的机会并从中受益，例如将举证责任交给生产者、推动以知情和不留遗憾的方式替代引起高度关切的化学品，以及在可能的情况下采用以风险为基础的通用方法。

主要行为体：国家和区域机构、化学品方案、学术界、私营部门

相关章节包括：第二部分第3-6章；第三部分第1-7章

#### 5. 采用生命周期方法

推进广泛实施可持续供应链管理、全面披露材料、提高透明度和采用可持续产品设计，具体做法是：



- › 促进广泛实施企业可持续性和可持续采购政策；
- › 制定跨部门的统一办法以共享化学品信息，并推动整个供应链，包括化学品密集型行业部门及回收/废物部门全面披露材料；
- › 加强供应链中所有行为体在设计和使用更安全化学品和可持续产品方面的协作；
- › 促进将化学品和废物考虑因素纳入企业可持续性指标和报告。

主要行为体：私营部门、各国政府、化学品方案、国际组织

相关章节包括：第一部分第4章；第二部分第4章；第四部分第6-7章

## 6. 加强公司治理

扶持和加强企业可持续性政策、可持续商业模式以及报告工作中关于化学品和废物管理方面的内容，具体做法是：



- ▶ 鼓励私营部门率先采取行动，进一步制定高于基本合规标准的自愿性标准，并通过相关利益攸关方审查这些标准的有效性；
- ▶ 促进可持续的商业模式，如化学品租赁和生态工业园；
- ▶ 推动投资者系统性地利用涵盖化学品和废物管理绩效的公司可持续性和化学品足迹报告。

主要行为体：私营部门、各国政府、国际组织、金融部门和投资者

相关章节包括：第二部分第3-4、6章；第三部分第4章；第四部分第4、7章

## 7. 教育和创新

将绿色和可持续化学纳入教育、研究和创新政策与方案，具体做法是：



- ▶ 改革大专院校、中学、小学和专业教育的化学课程；
- ▶ 扩大能够推进绿色和可持续化学的各项研究举措以及技术创新政策与方案，特别是针对初创公司；
- ▶ 推动世界各国更好地理解绿色和可持续化学概念。

主要行为体：各国政府、学术界、国际组织、绿色和可持续化学网络、金融部门和投资者、民间社会、私营部门

相关章节包括：第四部分第1-3章



## 8. 提高透明度

增强工人、消费者和公民保护自己和保护环境的能力，具体做法是：

- › 向工人、消费者、公民和社区披露关于供应链中危险化学品的可靠而容易理解的信息；
- › 扩大创新方案和技术应用，以便让个人更好地了解化学品和废物风险，并让公民通过公众科学参与数据收集工作；
- › 促进和支持民间社会所有行动体，特别是女性、工人和土著社区，切实而积极地参与化学品安全方面的监管和其他决策进程；
- › 采取行动使公民能够随时诉诸司法。



主要行为体：各国政府、私营部门、民间社会、公民、工人、消费者

相关章节包括：第一部分第4章；第二部分第4章；第三部分第1、6章；第四部分第8章

## 9. 为决策者提供知识

加强科学与政策对接，在化学品和废物的整个生命周期内利用科学来监测进展、确定优先事项（如针对新出现的问题）并制定政策，具体做法是：

- › 采取措施来协调各种研究规程（如生物监测规程）；
- › 制定以科学为基础的标准，以查明国际一级新出现的问题，同时考虑到危害（如利用健康影响信息）并监测标准执行情况；
- › 提供研究资金，用于弥补已查明的差距和优先事项；
- › 就化学品和废物管理编写一份与“斯特恩气候变化经济学评论”相似的研究报告，说明全世界因不作为而付出的代价和行动的效益；
- › 发展和完善体制机制，以改进知识生成和管理。



主要行为体：各国政府、学术界、化学品方案、国际组织

相关章节包括：第一部分第1-8章；第二部分第3、6章

## 10. 加强全球承诺

建立积极进取而全面的2020年后化学品和废物问题全球框架，扩大合作行动，并跟踪进展情况，具体做法是：



- › 制定鼓励所有相关利益攸关方参与的目标远大和多方主导的总体全球框架；制定对产出和作用加以区分的全球目标、里程碑和指标；
- › 在2020年后框架下创造机会让各利益攸关方在国际上共享行动计划和路线图，并建言献策或进行同行评审；
- › 考虑在2020年后框架内如何使企业可持续性指标和报告在衡量进展方面发挥更大作用；
- › 监测、跟踪和审查集体行动和进展情况，并视需要就目标水平作出调整。

主要行为体：参与2020年后问题闭会期间进程的所有利益攸关方

相关章节包括：第二部分第2章；第四部分第7章；第五部分第1-3章

# 参考文献

- Amec Foster Wheeler [now the Wood Group], Brunel University, Economics for the Environment Consultancy and Peter Fisk Associates (2017). *Study on the Cumulative Health and Environmental Benefits of Chemical Legislation*. Brussels: European Commission. <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b43d720c-9db0-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en>.
- American Chemistry Council (2017). *Year-End 2017 Chemical Industry Situation and Outlook*. Washington, D.C. <https://store.americanchemistry.com/>.
- Attina, T.M. and Trasande, L. (2013). Economic costs of childhood lead exposure in low- and middle-income countries. *Environmental Health Perspectives* 121(9), 1097-1102. <https://dx.doi.org/10.1289/ehp.1206424>.
- BUND (German Federation for the Environment and Nature Conservation - Friends of the Earth Germany (2018)). ToxFox: scannen, fragen, giftfrei einkaufen. <https://www.bund.net/chemie/toxfox/>. Accessed 2 December 2018.
- Cayuela, R. and Hagan, A. (2019). *The Chemical Industry Under the 4th Industrial Revolution: The Sustainable, Digital and Citizens One*. Not yet published. Hoboken, NJ: Wiley-VCH Verlag GmbH.
- Cisco (2017). Industry 4.0: 11 questions answered, 1 September. *Cisco Canada Blog*. <https://gblogs.cisco.com/ca/2017/09/01/industry-4-0-11-questions-answered/>. Accessed 3 December 2018.
- Clarivate (2018). ISI Web of Science. [www.webofknowledge.com](http://www.webofknowledge.com). Accessed 13 September 2018.
- de Wit, M., Verstraeten-Jochemsen, J., Hoogzaad, J. and Kubbinga, B. (2019). *The Circularity Gap Report 2019: Closing the Circularity Gap in a 9% World*. Amsterdam: Circle Economy. [https://www.circularnorway.no/wp-content/uploads/2019/01/ad6e59\\_ce56b655bc4f67ad7b5ceb5d59f45c.pdf](https://www.circularnorway.no/wp-content/uploads/2019/01/ad6e59_ce56b655bc4f67ad7b5ceb5d59f45c.pdf).
- European Chemical Industry Council (2018). *2018 Facts & Figures of the European Chemical Industry*. [https://cefic.org/app/uploads/2018/12/Cefic\\_FactsAnd\\_Figures\\_2018\\_Industrial\\_BROCHURE\\_TRADE.pdf](https://cefic.org/app/uploads/2018/12/Cefic_FactsAnd_Figures_2018_Industrial_BROCHURE_TRADE.pdf).
- European Environment Agency (2018). Consumption of hazardous chemicals, 7 December. <https://www.eea.europa.eu/airs/2018/environment-and-health/production-of-hazardous-chemicals#tab-related-interactive-charts>. Accessed 19 January 2019.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). AGP – International Code of Conduct on Pesticide Management: world map on pesticide legislation, February. <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/en/>. Accessed 31 January 2019.

Forouzanfar, M.H., Afshin, A., Alexander, L.T., Anderson, H.R., Bhutta Z.A., Biryukov S. *et al.* (2016). Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet* 388(10053), 1659-1724. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31679-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31679-8).

Hämäläinen, P., Takala, J. and Kiat, T.B. (2017). *Global Estimates of Occupational Accidents and Work-Related Illnesses*. Singapore: Workplace Safety and Health Institute. <http://www.icohweb.org/site/images/news/pdf/Report%20Global%20Estimates%20of%20Occupational%20Accidents%20and%20Work-related%20Illnesses%202017%20rev1.pdf>.

International Resource Panel (2019). *Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want*. Not yet published. Nairobi: United Nations Environment Programme. <http://web.unep.org/environmentassembly/documents/official-documents>.

Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (2018). *Chemicals and Waste Management: Essential to Achieving the Sustainable Development Goals (SDGs)*. [http://www.who.int/iomc/Chemicals\\_SDGs\\_interactive\\_Feb2018.pdf](http://www.who.int/iomc/Chemicals_SDGs_interactive_Feb2018.pdf).

Joas, R., Abraham, V. and Joas, A. (2018). Chemical leasing: a business model to drive resource efficiency in the supply chain. In *Factor X*. Lehmann, Ch. (ed.). Springer, Cham. Chapter 28. 395-403. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-50079-9\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-319-50079-9_28).

Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J.R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N.N. *et al.* (2018). The Lancet Commission on Pollution and Health. *The Lancet* 391(10119), 462-512. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0).

Levi, P.G. and Cullen, J.M. (2018). Mapping global flows of chemicals: from fossil fuel feedstocks to chemical products. *Environmental Science & Technology* 52(4), 1725-1734. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b04573>.

McDonald, B.C., de Gouw, J.A., Gilman, J.B., Jathar, S.H., Akherati, A., Cappa, C.D. *et al.* (2018). Volatile chemical products emerging as largest petrochemical source of urban organic emissions. *Science* 359(6377), 760-764. <https://doi.org/10.1126/science.aag0524>.

Nambirajan, K., Muralidharan, S., Roy, A.A. and Manonmani, S. (2018). Residues of diclofenac in tissues of vultures in India: a post-ban scenario. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 74(2), 292-297. <https://doi.org/10.1007/s00244-017-0480-z>.

Persson, L., Karlsson-Vinkhuyzen, S., Lai, A., Persson, Å. and Fick, S. (2017). The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals: explaining the legal implementation gap. *Sustainability* 9(12), 2176. <https://doi.org/10.3390/su9122176>.

Secretariat of the Strategic Approach to International Chemicals Management (2018). *Independent Evaluation of the Strategic Approach from 2006-2015 Draft Report*. [http://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP2/IP\\_2\\_4\\_Independent\\_Evaluation.pdf](http://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP2/IP_2_4_Independent_Evaluation.pdf).

Sourcemap (2012). iPhone 5. <https://open.sourcemap.com/maps/57d28966df2ac24b524c8ffb>. Accessed 19 January 2019.

Swedish Chemicals Agency (2016). *Chemicals in Products: Challenges and Approaches*. <https://www.kemi.se/global/broschyrrer/chemicals-in-products.pdf>.



United Nations Department of Economic and Social Affairs (2018). World population prospects 2017. <https://population.un.org/wpp/>. Accessed 18 December 2018.

United Nations Environment Programme (2013). *Global Chemicals Outlook: Towards Sound Management of Chemicals*. [http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20200/unep\\_global\\_chemical.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20200/unep_global_chemical.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

United Nations Environment Programme and International Council of Chemical Associations (2018). *Draft: Knowledge Management and Information Sharing for the Sound Management of Industrial Chemicals*. Not yet published.

United Nations Environment Programme and Secretariat of the Stockholm Convention (2016). *Effectiveness Evaluation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants Pursuant to Article 16 - Addendum: Executive Summary of the Report on the Effectiveness Evaluation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants*. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.8-22-Add.1.English.pdf>.

United Nations General Assembly (2018). *Report of the Special Rapporteur on the Implications for Human Rights of the Environmentally Sound Management and Disposal of Hazardous Substances and Wastes\*: Advance Unedited Version*. [https://www.ohchr.org/Documents/Issues/ToxicWastes/A\\_GA73\\_45821.docx](https://www.ohchr.org/Documents/Issues/ToxicWastes/A_GA73_45821.docx).

United Nations Human Rights Council (2011). *Report of the Human Rights Council on its Eighteenth Session*. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G12/177/56/PDF/G1217756.pdf?OpenElement>.

United Nations Human Rights Council (2018). *Report of the Special Rapporteur on the implications for human rights of the environmentally sound management and disposal of hazardous substances and wastes*. <http://www.srtoxic.org/wp-content/uploads/2018/09/2018-HRC-report-on-Workers-Rights-EN.pdf>.

United Nations Institute for Training and Research (2018a). UNITAR PRTR platform: what is a Pollutant Release and Transfer Register? <http://prtr.unitar.org/site/unique/1126>. Accessed 3 March 2019.

United Nations Institute for Training and Research (2018b). National profile homepage: national profiles to assess infrastructure and capacity needs for chemicals management. [http://cwm.unitar.org/national-profiles/nphomepage/np3\\_region.aspx](http://cwm.unitar.org/national-profiles/nphomepage/np3_region.aspx). Accessed 29 August 2018.

United States Environmental Protection Agency (2017a). Sustainable materials management: non-hazardous materials and waste management hierarchy, 10 August. <https://www.epa.gov/smm/sustainable-materials-management-non-hazardous-materials-and-waste-management-hierarchy>. Accessed 21 November 2018.

United States Environmental Protection Agency (2017b). Exposure assessment tools by tiers and types: aggregate and cumulative, 29 November. <https://www.epa.gov/expobox/exposure-assessment-tools-tiers-and-types-aggregate-and-cumulative>. Accessed 3 June 2018.

United States National Library of Medicine (2018). Hazard identification. *ToxTutor*. <https://toxxtutor.nlm.nih.gov/06-002.html>. Accessed 1 January 2019.

World Health Organization (2018). The public health impact of chemicals: knowns and unknowns: data addendum for 2016. <http://apps.who.int/iris/handle/10665/279001>. Accessed 21 January 2019.



