

2020年全球 电子废弃物监测报告

数量、流通量和循环经济潜力

作者:Vanessa Forti、Cornelis Peter Baldé、Ruediger Kuehr、Garam Bel

供稿人:S. Adrian、M. Brune Drisse、Y. Cheng、L. Devia、O. Deubzer、
F. Goldizen、J. Gorman、S. Herat、S. Honda、G. Iattoni、W. Jingwei、L. Jinhui、
D.S. Khetriwal、J. Linnell、F. Magalini、I.C. Nnorom、P. Onianwa、D. Ott、A. Ramola、
U. Silva、R. Stillhart、D. Tillekeratne、V. Van Straalen、M. Wagner、
T. Yamamoto、X. Zeng



2020年全球电子废弃物监测报告

数量、流通量和循环经济潜力

作者：

Vanessa Forti、Cornelis Peter Baldé、Ruediger Kuehr、Garam Bel

供稿人：

S. Adrian、M. Brune Drisse、Y. Cheng、L. Devia、O. Deubzer、F. Goldizen、J. Gorman、S. Herat、S. Honda、G. Iattoni、W. Jing-wei、L. Jinhui、D.S. Khetriwal、J. Linnell、F. Magalini、I.C. Nnorom、P. Onianwa、D. Ott、A. Ramola、U. Silva、R. Stillhart、D. Tillekeratne、V. Van Straalen、M. Wagner、T. Yamamoto、X. Zeng

版权和出版信息

联系方式：

如有问题，请通过scycle@unitar.org联系相应作者C.P. Baldé。

本出版物的引用如下：

Forti V.、Baldé C.P.、Kuehr R.、Bel G: 2020年全球电子废弃物监测报告：数量、流通量和循环经济潜力。联合国大学（UNU）/联合国训练研究所（UNITAR）-国际电信联盟（ITU）和国际固体废弃物协会（ISWA）在波恩/日内瓦/鹿特丹共同主办的可持续循环项目（SCYCLE Programme）。

ISBN数字：978-92-808-9114-0

ISBN书号：978-92-808-9115-7

联合国大学（UNU）是联大一个独立机构，旨在产生并传授与人类安全、发展和福祉有关的知识并增强与此有关的能力。大学通过由位于东京的联合国大学中心予以协调的研究和培训中心及项目全球网络开展运作。www.unu.edu。

联合国训练研究所（UNITAR）是联合国的一个专门培训机构，其任务是通过高质量的学习解决方案及相关知识产品和服务，发展各国和联合国其他利益攸关方的个人、机构和组织能力，以加强全球决策，并在国家层面提供支持，克服全球挑战。www.unitar.org。

目前正在由UNU向UNITAR移交的SCYCLE项目设想通过独立、全面和切实可行的研究和培训，使人类社会能够将无处不在的商品，尤其是电气和电子设备的生产、使用和处置造成的环境负荷降低到可持续水平，为政策制定和决策提供更全面的事实基础。因此，SCYCLE活动的重点是开发电气和电子设备以及其他无处不在的商品的可持续生产、消费和处置模式。SCYCLE领导全球开展有关电子废弃物的讨论，并以考虑寿命周期的思维为基础提出可持续电子废弃物的管理战略。有关SCYCLE及其项目的详细信息，包括其研究和培训活动，请访问：www.scycle.info和<http://scycle.vie.unu.edu>。

国际电信联盟（ITU）是联合国负责信息通信技术（ICT）事务的专门机构，与193个成员国和作为部门成员的900多家公司、大学以及国际和区域性组织一道推动ICT创新。国际电联成立于1865年，是负责协调无线电频谱全球共享使用、积极推进建造卫星轨道分配方面的国际合作、努力改善发展中国家的通信基础设施并制定确保全球种类繁多的通信系统实现无缝互连标准的政府间组织。国际电联所开展的工作包括：宽带网络、尖端无线技术、航空和水上导航、射电天文、海洋监测和基于卫星的地球监测以及日益融合的固定—移动电话、互联网和广播技术等。国际电联致力于连通世界之大业。欲了解更多信息，请访问：www.itu.int。

国际固体废物协会（ISWA）简介：

国际固体废物协会（ISWA）是一个独立的非营利性全球协会，致力于促进可持续、全面和专业的废物管理以及向循环经济过渡的公益事业。

免责声明：

本出版物中使用的名称和材料的表述并不意味着联合国大学（UNU）/联合国训练研究所（UNITAR）、国际电信联盟（ITU）或世界卫生组织（WHO）对任何国家、领土、城市或地区或其主管当局的法律地位或对其边界或界线的划定表示任何意见。商标名称和符号以编辑的方式使用，无意违反商标法或版权法。此外，本出版物中表达的观点是作者的观点，不一定代表UNU/UNITAR、ITU或WHO的观点，引用商品名称、公司、计划或商业流程也不构成认可。我们对无意中出现的任何错误或遗漏表示遗憾。

© 地图、图片和插图按照具体说明呈现。

本出版物由联合国大学/联合国训练研究所和国际电信联盟根据知识共享机构的“署名 - 非商业性使用 - 相同方式共享3.0 IGO许可证”（Creative Commons Attribution Noncommercial-Share Alike 3.0 IGO License）予以许可授权。请花些时间了解更多关于知识共享的信息。



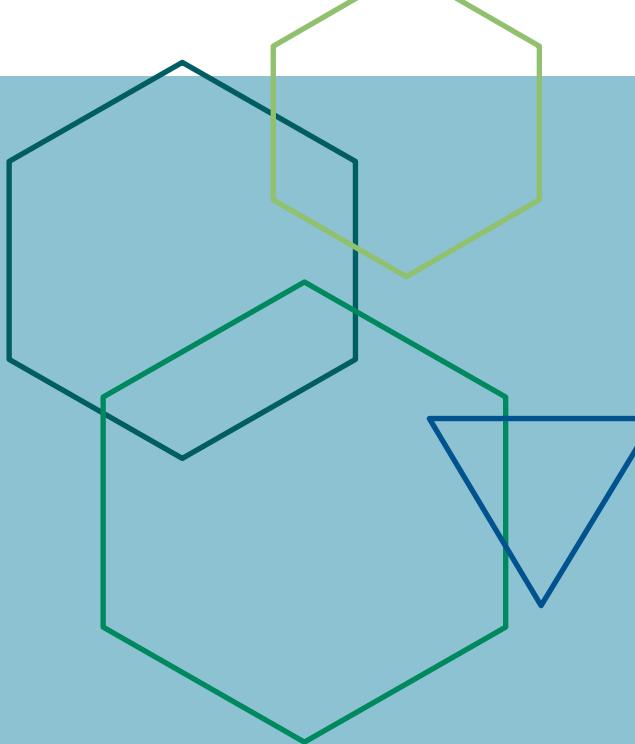
© UNU/UNITAR和国际电联，2020年。

您的合理使用权和其他权利绝不受上述说明的影响。

鸣谢© 插图UNU/UNITAR SCYCLE -Nienke Haccoû

鸣谢© 图片 UNU/UNITAR SCYCLE -Yassyn Sidki

致谢



《2020年全球电子废弃物监测报告》是目前由联合国大学（UNU）和联合国训练研究所（UNITAR）、国际电信联盟（ITU）和国际固体废物协会（ISWA）共同主办的可持续循环项目的一项合作努力。

该项合作努力由于下列各方的财政捐助而得以实现：

- 国际电信联盟（ITU）
- 联合国大学（UNU）
- 国际固体废物协会（ISWA）
- 世界卫生组织（WHO）
- 德国经济合作与发展部（BMZ）（由德国国际合作公司（Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ GmbH)代表）

作者Vanessa Forti、Kees Baldé、Ruediger Kuehr（UNU/UNITAR）和Garam Bel（ITU）谨在此感谢供稿人和审稿人为编写第三版《全球电子废弃物监测报告》所做的贡献。供稿人和审稿人以不同身份为本报告贡献了力量，为了方便读者了解他们的身份，本报告亦将其隶属关系包含其中。

项目指导委员会：

Kees Baldé、Ruediger Kuehr（UNU/UNITAR）、Garam Bel（ITU）、Aditi Ramola（ISWA）。

供稿人：

- Stephanie Adrian（美国环保局） - 北美
- Marie Noel Brune Drisse（WHO） - 电子废弃物对儿童和工人健康的影响
- Yu-shu（Candy）Cheng（电子钛咨询公司） - 中国台湾省
- Leila Devia（巴塞尔公约南美洲区域中心） - 南美
- Otmar Deubzer（UNU/UNITAR SCYCLE） - 电子废弃物在循环经济中的潜力
- Fiona Goldizen（WHO顾问） - 电子废弃物对儿童和工人健康的影响
- Julia Gorman（WHO顾问） - 电子废弃物对儿童和工人健康的影响
- Sunil Herat（Griffith大学） - 大洋洲
- Shunichi Honda（联合国环境规划署） - 日本
- 王经纬（上海WEEE回收协同创新中心） - 东亚和东南亚
- 李金辉（清华大学） - 东亚和东南亚
- Deepali Sinha Khetriwal（UNU/UNITAR） - 南亚
- Jason Linnell（电子回收） - 北美
- Federico Magalini（SOFIES） - 政策与立法 - 非洲和东南亚
- Innocent Chidi Nnorom（Abia州立大学） - 非洲
- Percy Onianwa（巴塞尔公约非洲区域协调中心） - 非洲
- Daniel Ott（RLG美洲） - 拉丁美洲
- Uca Silva（RELAC） - 拉丁美洲
- Ruweyda Stillhart（SOFIESO） - 政策与立法 - 非洲和东南亚
- Dulip Tillekeratne（CleanTech, GSM协会（GSMA）） - 政策与立法 - 非洲和东南亚
- 曾宪来（清华大学） - 东亚和东南亚

设计：

Nienke Haccoû | Op de Kaart | www.bureauopdekaart.nl

摄影：

Yassyn Sidki | Yassyn Sidki Photography | www.yassynsidki.com

亦感谢：

Reed Miller（耶鲁大学工业生态中心）、Giulia Iattoni（UNU/UNITAR）、Vincent Van Straalen（荷兰统计局）、Michelle Wagner（UNU/UNITAR）和Tales Yamamoto（莱顿大学环境科学研究所）在数据收集和分析方面给予的支持。

经济合作与发展组织（OECD）和联合国统计司（UNSD）在向各国分发电子废弃物问卷调查表方面的合作。

Terry Collins和Mijke Hertoghs（ITU）对该出版物的发行和媒体宣传活动的支持。



前言

联合国大学、国际电联和国际固体

废物协会

电气和电子设备（EEE）已成为人们日常生活的重要组成部分。这些设备的普遍提供和广泛使用使全球大部分人口的生活水平提高，受益匪浅。然而，我们在以不可持续的方法生产、消费和处理电子废弃物。由于收集和回收利用的采用缓慢，所以相关外部效应--如资源消耗、温室气体排放以及非正式回收过程中有毒物质的释放—说明在可持续限度范围内存在问题。因此，许多国家面临着管理不当的废弃电气和电子设备（WEEE），即众所周知的电子废弃物，对环境和人类健康造成巨大风险。即使正式电子废弃物管理系统已到位的国家也面临着收集和回收利用率相对较低的问题。

监测电子废弃物的数量和流通量对于评估随时间而出现的发展情况以及确定和评估实现可持续社会和循环经济的具体目标至关重要。在健全的电子废弃物数据基础上，可更有效地发展回收基础设施、制定良好政策和法律文书。如果不了解全球范围内电子废弃物的全面情况，则亦难以理解这些废弃物的跨境流通量以及在某些情况下非法运输的真实性质。

在衡量ICT促发展伙伴关系基础上，联合国大学（UNU）、国际电信联盟（ITU）和国际固体废物协会（ISWA）与联合国环境规划署（环境署）密切协作加入了全球电子废弃物统计伙伴关系（GESP）。自2019年底以来，联合国训练研究所（UNITAR）一直共同主办联合国大学关于电子废弃物的专门项目 - SCYCLE。GESP以国际标准化方式从各国收集数据，并确保通过其开放源全球电子废物数据库www.globalewaste.org公开这些信息。自2017年以来，GESP在扩大各国和各区域电子废弃物统计能力方面做了大量工作。

GESP的最终目标是利用国际公认的统一衡量框架，协助各国汇总对国家决策有用的统计数据。GESP汇集决策人员、统计工作者和行业代表，以提高电子废弃物数据的质量并增进对这些数据的理解和解读。在全球层面，GESP协助监测相关废物流，衡量在实现可持续发展目标11.6、12.4和12.5方面的进展情况。最近，电子废弃物被正式纳入了12.4.2和12.5.1指标以及与该指标相关的文件。GESP方便国际电联等国际组织衡量自身目标的进展情况。2018年，国际电联最高决策机构 - 全权代表大会 - 制定了到2023年将全球电子废弃物回收利用率提高到30%的目标，相当于将现今全球平均水平提高12.6%。

本《全球电子废弃物监测报告》第三版是GESP及其密切合作者的合作成果，亦是对2017版和UNU-SCYCLE开创性的《2014年全球电子废弃物监测报告》予以跟进的一项成果。本报告显示，全球电子废弃物的产生仍在继续增长。

2019年，全世界产生的电子废弃物为5 360万吨（Mt），其中只有17.4%被官方记录为得到适当收集和回收。自2014年以来增长了180万吨，但电子废弃物的总产生量增加了920万吨，表明回收利用活动赶不上全球电子废物的增长速度。

除从全球视角看待问题外，本报告还从国家和区域层面对电子废弃物数量和相关立法文书做出分析。尽管全球71%的人口都受到某种形式的电子废弃物政策、立法或法规的保护，但必须在实施和执行方面做出更大努力，以鼓励发展和采用收集及回收基础设施。

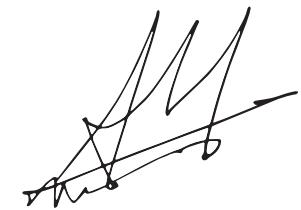
《2020年全球电子废弃物监测报告》向更广泛的公众介绍全球电子废弃物带来的挑战，说明如何在目前实现可持续发展目标（SDG）的国际努力中应对这一挑战，并讨论如何创建循环经济和可持续社会问题。与此同时，我们鼓励决策机构通过使用和采用UNU-SCYCLE与ICT促发展伙伴合作确立的国际公认方法框架，更多地开展电子废弃物的衡量和监测活动。

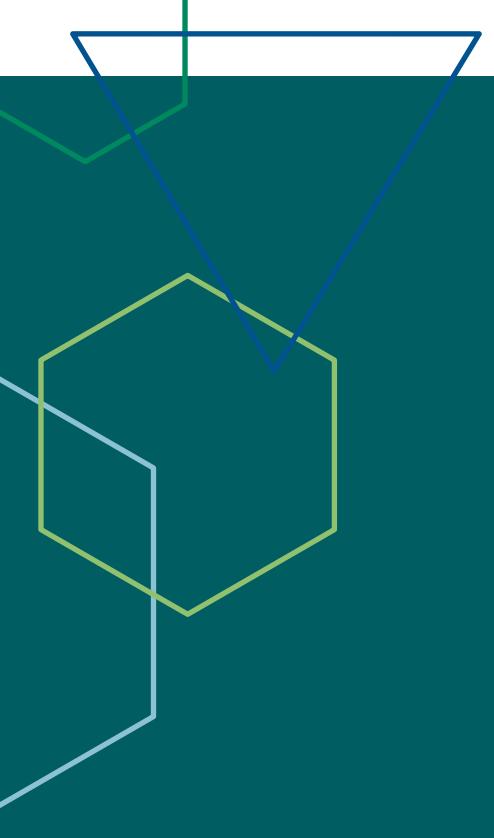
我们谨在此感谢本报告的所有作者和供稿人，我们诚邀各位与GESP合作，并支持我们不断努力，提高全球对电子废弃物的理解和以无害于环境的方式对这类废弃物进行管理。

联合国大学和联合国训练研究所可持续循环项目（SCYCLE）主任
Ruediger Kuehr

国际电信联盟（ITU）电信发展局主任
多琳·伯格丹-马丁

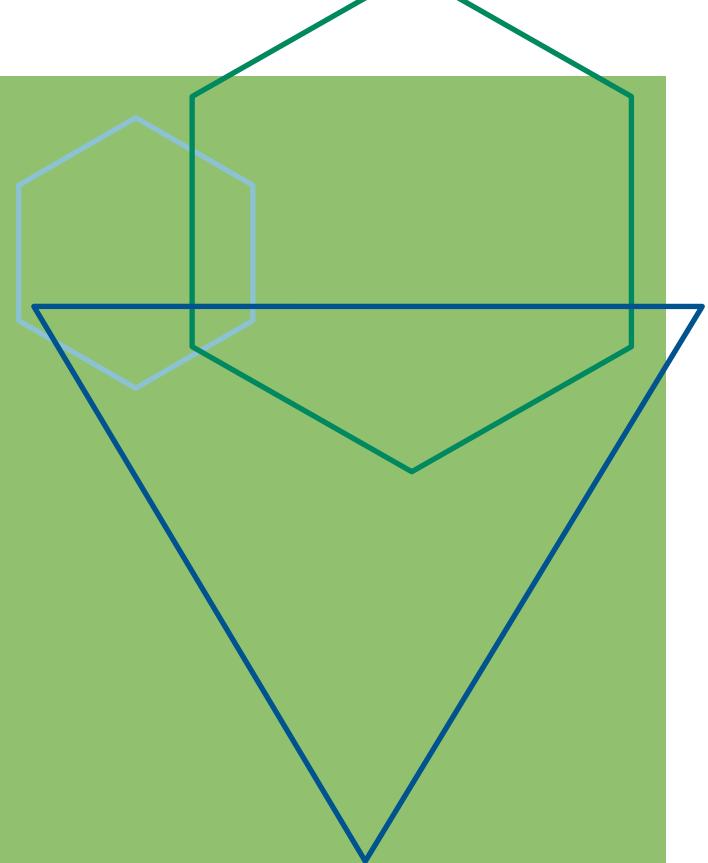
国际固体废物协会（ISWA）会长
Antonis Mavropoulos





目录

内容提要	11
第1章 什么是电气电子设备(EEE)和电子废弃物(E-Waste)?	15
第2章 全球电子废弃物关键统计数据	19
第3章 电子废物数据如何帮助实现可持续发展目标	26
第4章 对电子废弃物统计数据予以衡量	30
第5章 全球电子废弃物统计伙伴关系进行的全球协调	40
第6章 电子废弃物立法和跨境转移	47
第7章 循循环经济中电子废弃物的潜力	53
第8章 电子废弃物对儿童和工作者健康的影响	59
第9章 区域电子废弃物关键统计数据	65
非洲	67
美洲	69
亚洲	74
欧洲	73
大洋洲	75
尾注	77
参考文献	80
作者简介	89
附件1 UNU-KEYS以及与电子废弃物类别的关联	91
附件2 方法	95
附件3 各国电子废弃物关键统计数据	99

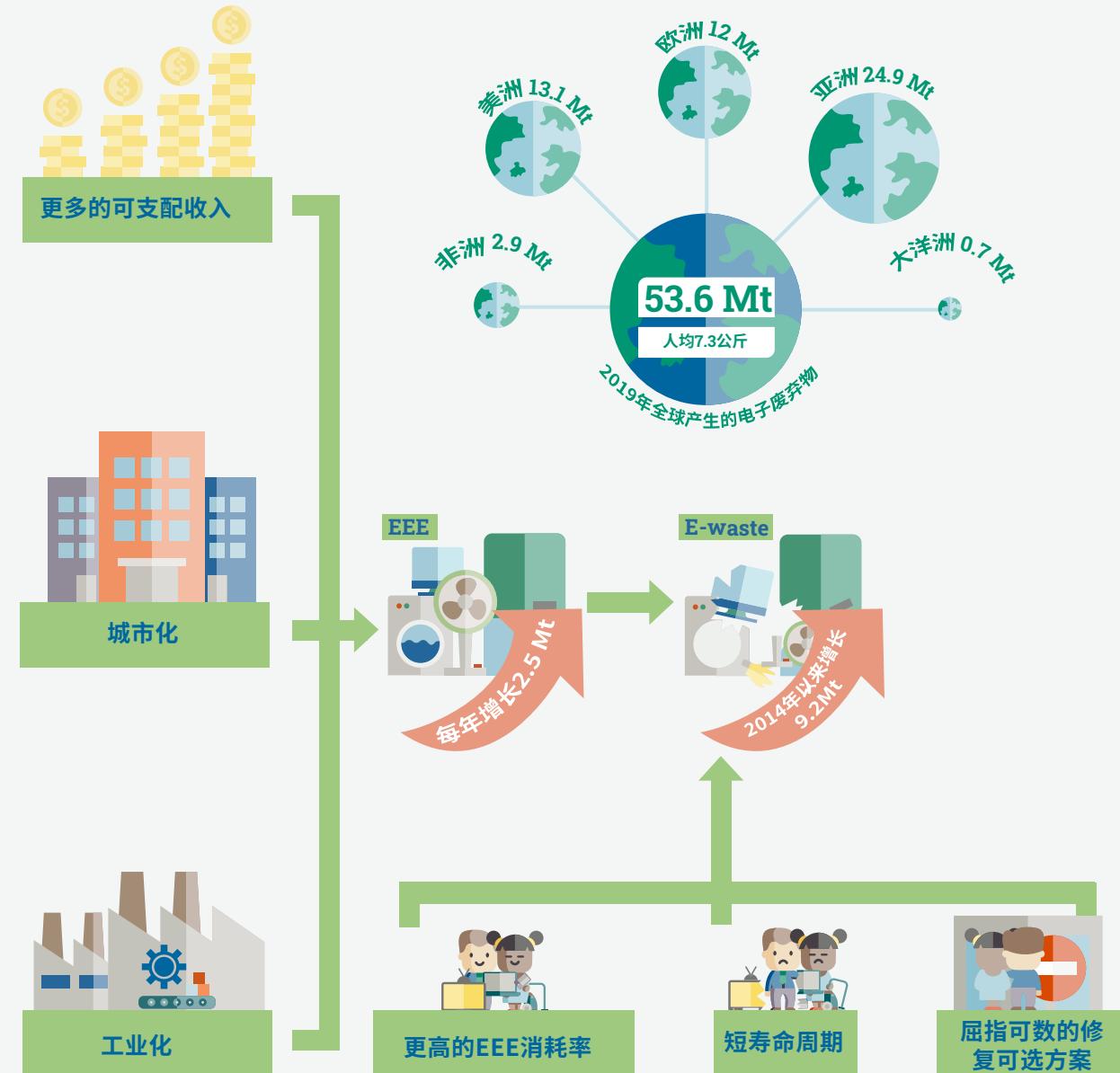


内容提要

电气和电子设备（EEE）的消费与广泛的全球经济发展密切相关。EEE在现代社会中已不可或缺，并正在帮助提高人们的生活水平，但这类设备的生产和使用十分耗费资源，因此也说明了其对生活水平改善所起到的反作用。较高的可支配收入水平、不断加大的城市化和流通性，以及世界某些地区的进一步工业化发展，正在导致EEE的数量不断增加。平均而言，全球EEE消费总重量（不包括光伏板）每年增加250万吨（Mt）。

EEE使用后被处理掉，会产生含有危险和有价值材料的废物流（waste stream）。这种废物流被称为电子废弃物，或废弃电气和电子设备（WEEE）一种主要在欧洲使用的术语。

本监测报告提供关于全球电子废弃物的最全面全新统计数据。2019年，全球产生了5,360万吨电子废弃物，人均7.3公斤，令人乍舌。自2014年以来，全球电子废弃物产生量增长了920万吨，预计到2030年将增长至7,470万吨 - 仅在16年内将几乎翻一番。越来越多的电子废弃物的产生主要是由更高的EEE消耗率、短寿命周期和屈指可数的修复选择方案造成的。2019年，亚洲产生的电子废弃物数量最多，约为2,490万吨，其次是美洲（1,310万吨）和欧洲（1,200万吨），而非洲和大洋洲分别产生了290万吨和70万吨。欧洲人均电子废弃物产生量居世界第一，为16.2公斤。大洋洲位居第二（人均16.1公斤），其次是美洲（人均13.3公斤），而亚洲和非洲的人均产生量分别仅为5.6公斤和2.5公斤。



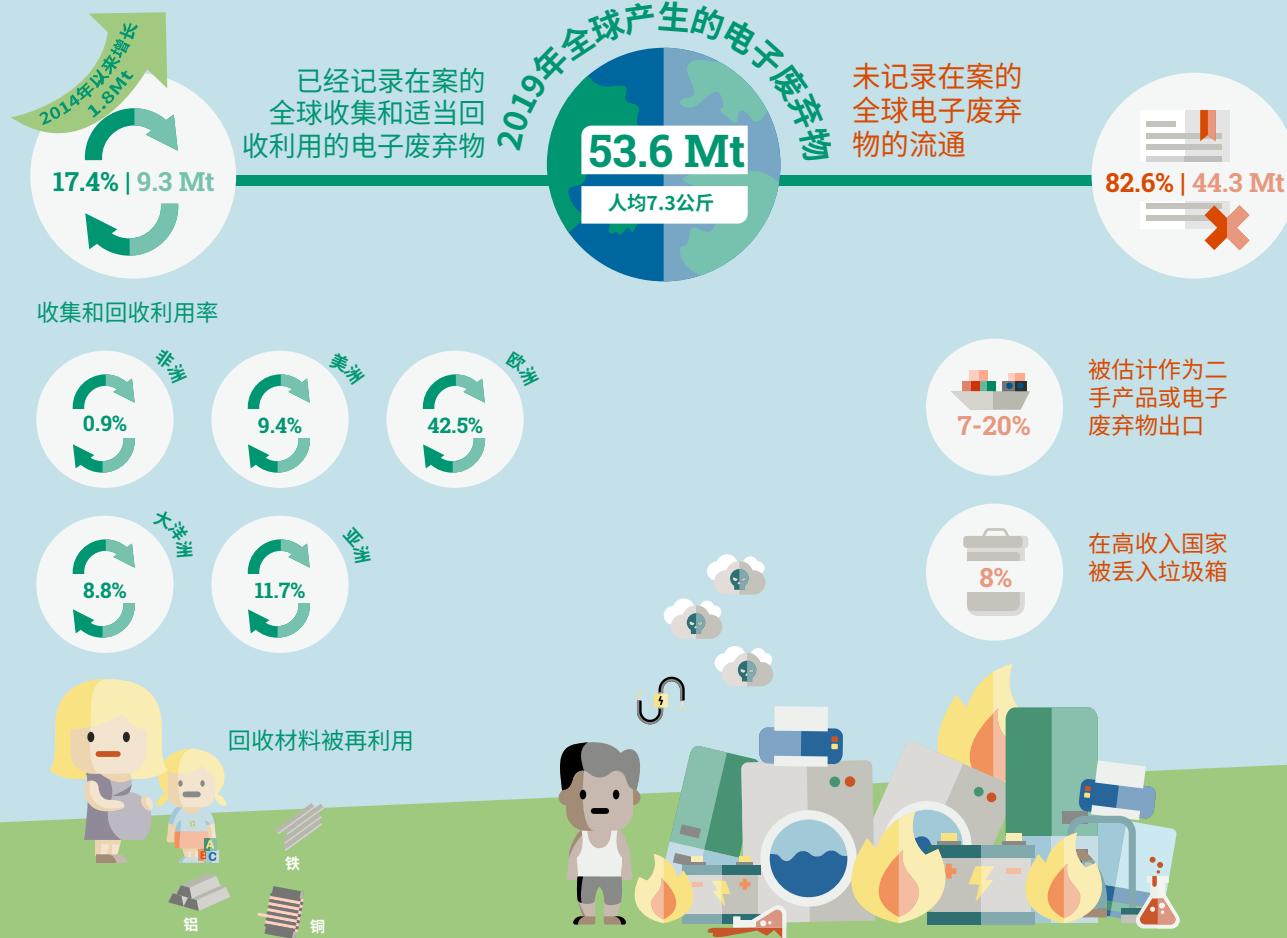
2019年，得到正式记录的收集和回收利用量为930万吨，为所产生电子废弃物的17.4%。自2014年以来，电子废弃物增长180万吨，年均增长近40万吨。然而，电子废弃物的总产生量增加了920万吨，每年增长近200万吨。因此，电子废弃物回收活动全然赶不上其在全球的增长速度。统计显示，2019年，收集和回收利用率最高的大陆是欧洲，为42.5%，亚洲排名第二，为11.7%，美洲和大洋洲相似，分别为9.4%和8.8%，非洲最低，为0.9%。

2019年产生的82.6%（4,430万吨）的电子废弃物不知所踪，其去向和环境影响在不同区域大相径庭。在高收入国家，通常已开发废物回收利用基础设施：

- 约8%的电子废弃物被丢弃在垃圾箱中，随后被填埋或焚烧。这些多数为小型设备和小型IT。
- 废弃的产品有时仍然可以翻新和再利用，因此往往作为二手产品从高收入国家运至低收入或中等收入国家。然而，仍有相当数量的电子废弃物被非法出口 – 或打着再利用的幌子，或假装为废金属。可以设想，废旧EEE或电子废弃物的跨境转移量占所产生的电子废弃物的7-20%。

- 大多数未得到记录的家庭和商业电子废弃物可能与其他废物混合一体，如塑料废物和金属废物。这意味着容易回收的部分可能被回收，但通常是在较差的条件下，没有去污染措施，也没有回收所有有价值的材料。因此，这种回收是不可取的。

在中低收入国家，电子废弃物管理基础设施尚未得到充分发展，或在某些情况下是完全缺失的。因此，**电子废弃物主要由非正规部门管理**。在这种情况下，电子废弃物的处理条件往往很差，对工作人员以及经常在电子废弃物管理活动附近生活、工作和玩耍的儿童造成严重的健康影响。

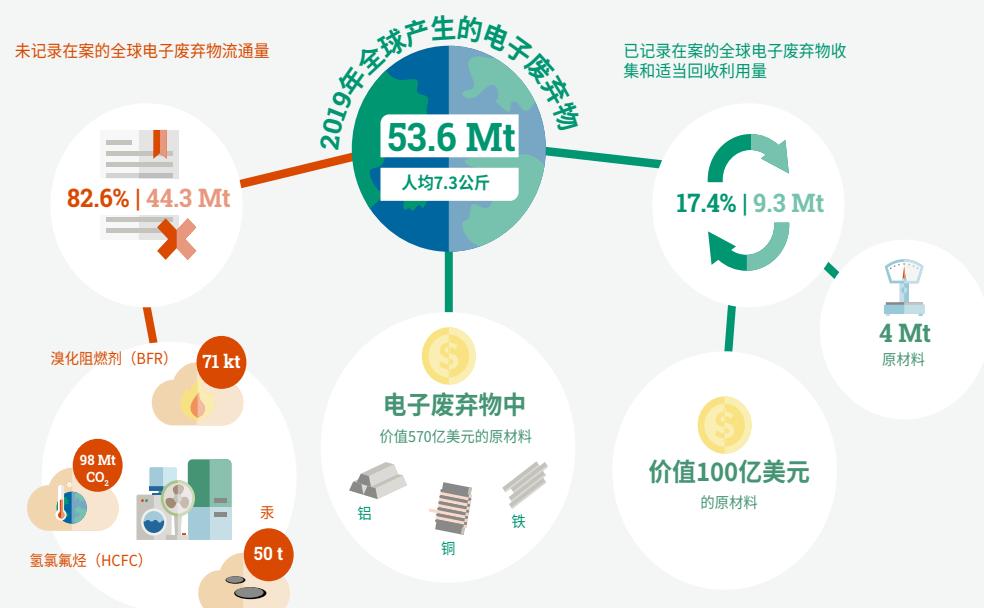


自2014年以来，已通过国家电子废弃物政策、立法或法规的国家数量从61个增加到78个。然而，由于缺乏投资和政治动机，一些区域的监管进展缓慢，执法不力，政策、立法或法规尚不能激励各方对电子废弃物进行收集和适当管理。此外，立法中的产品范围通常不同于普遍使用的国际统一电子废弃物统计方法框架所建议的电子废弃物分类系统。产品范围的这些差异导致各国之间的电子废弃物统计无法统一。

电子废弃物含有多种有毒添加剂或有害物质，如汞、溴化阻燃剂（BFR）、氯氟烃（CFC）或氢氯氟烃（HCFC）。电子废弃物数量越来越多，收集率很低，加上对这种废弃物流的非环境无害处置和处理对环境和人类健康构成了重大风险。每年，在全球范围内未记录的电子废弃物流中，总共含有50吨汞和7.1万吨BFR塑料，这些废物的大部分被释放到环境中，因此严重影响到接触人员的健康。

电子废弃物管理不当也导致了全球变暖。首先，如果电子废弃物中的材料不被回收，则无法替代初级原材料，也不能减少提取和提炼过程中的温室气体排放。其次，在一些温度交换设备中发现的制冷剂即是温室气体。由于没有以环保方式管理废弃的冰箱和空调，所以总共有9,800万吨当量的二氧化碳被排放到大气中。这大约是2019年全球能源相关排放的0.3%（国际能源署）。

电子废弃物是一座“城市矿山”，因为它含有若干珍贵的、关键和其他非关键金属，如果得到回收，可作为二次材料使用。2019年全球电子废弃物中原材料的价值约为570亿美元，铁、铜和金是这一价值的主要来源。以目前记录的17.4%的收集和回收利用率计算，以环保方式从全球电子废弃物中回收的原材料价值为100亿美元，且可回收400万吨可用原材料。铁、铝和铜的回收利用实现了1,500万吨二氧化碳的净减少，相当于得以回收的、替代原材料的二次原材料的排放量。总之，有必要大幅提高正式记录在案的17.4%的全球电子废弃物收集和回收利用率，考虑到此类废弃物流的快速增长尤其需要这样做。预计到2030年此类废弃物将达到74.7 Mt，同时更多的材料回收会趋于封闭材料循环（closed material loops）并减少对原始材料的使用。

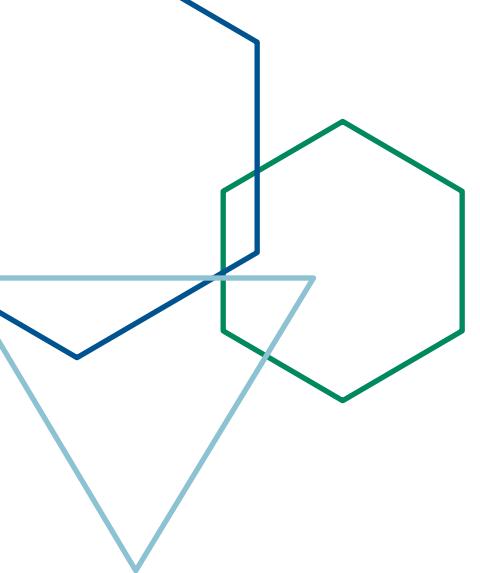


第1章

什么是电气电子设备(EEE) 和电子废弃物(E-Waste)？







什么是EEE和电子废弃物?

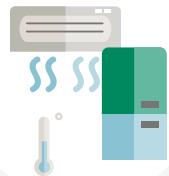
几乎任何家庭或企业都使用的产品，如基本厨房家电、玩具、音乐工具和ICT产品（包括手机、笔记本电脑等）。

除了日常家庭和企业使用外，EEE正越来越多地用于交通、卫生、安全系统和能源发电机，如光伏发电。服装和家具等传统产品往往配备有电子元件，因此越来越多地造成全球电子废弃物的产生。越来越多的EEE也被用于日益扩大的物联网（IoT）行业，例如与“智慧家庭”或“智慧城市”理念相关的传感器或设备。

一旦EEE被其所有者作为废物丢弃且不打算再利用，则会变为电子废弃物（2014年解决电子废弃物问题（Step）举措）。每种产品都有不同的物质含量，以不同方法得到处置和回收，如果不以环保方式进行管理，则其对环境和人类健康的危害将无以伦比。

EEE由繁复多样的产品组成。然而，为进行统计，EEE是按照类似的功能、类似的材料成分、平均重量和类似的寿命终止属性进行分类的。因此，《电子废弃物统计分类报告和指标指南--第二版》（Forti、Baldé和Kuehr，2018年）将EEE分为54个不同的以产品为中心的类别。这一分类被称为联合国大学关键指标（UNU-KEY）。附件1提供UNU-KEY的完整清单。

54个EEE产品类别被分为六大类，这六大类与其废物管理特点密切相关。



1. 温度交换设备：

通常更多地被称为冷却和冷冻设备。典型设备包括冰箱、冰柜、空调和热泵等。



2. 屏幕、监视器：

典型设备包括电视机、监视器、膝上型电脑、笔记本电脑和平板电脑等。



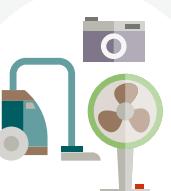
3. 灯具：

典型设备包括荧光灯、高强度放电灯和LED灯等。



4. 大型设备：

典型设备包括洗衣机、烘干机、洗碗机、电炉、大型印刷机、复印设备和光伏电池板等。



5. 小型设备：

典型设备包括真空吸尘器、微波炉、通风设备、烤面包机、电水壶、电动剃须刀、体重秤、计算器、收音机、摄像机、电气电子玩具、小型电气电子工具、小型医疗设备和小型监控仪器等。

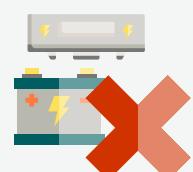


6. 小型信息技术和电信设备：

典型设备包括移动电话、全球定位系统（GPS）设备、袖珍计算器、路由器、个人电脑、打印机和电话等。

电子废弃物系统和方案还不包括任何类型的电池、蓄电池或汽车的电气部件。

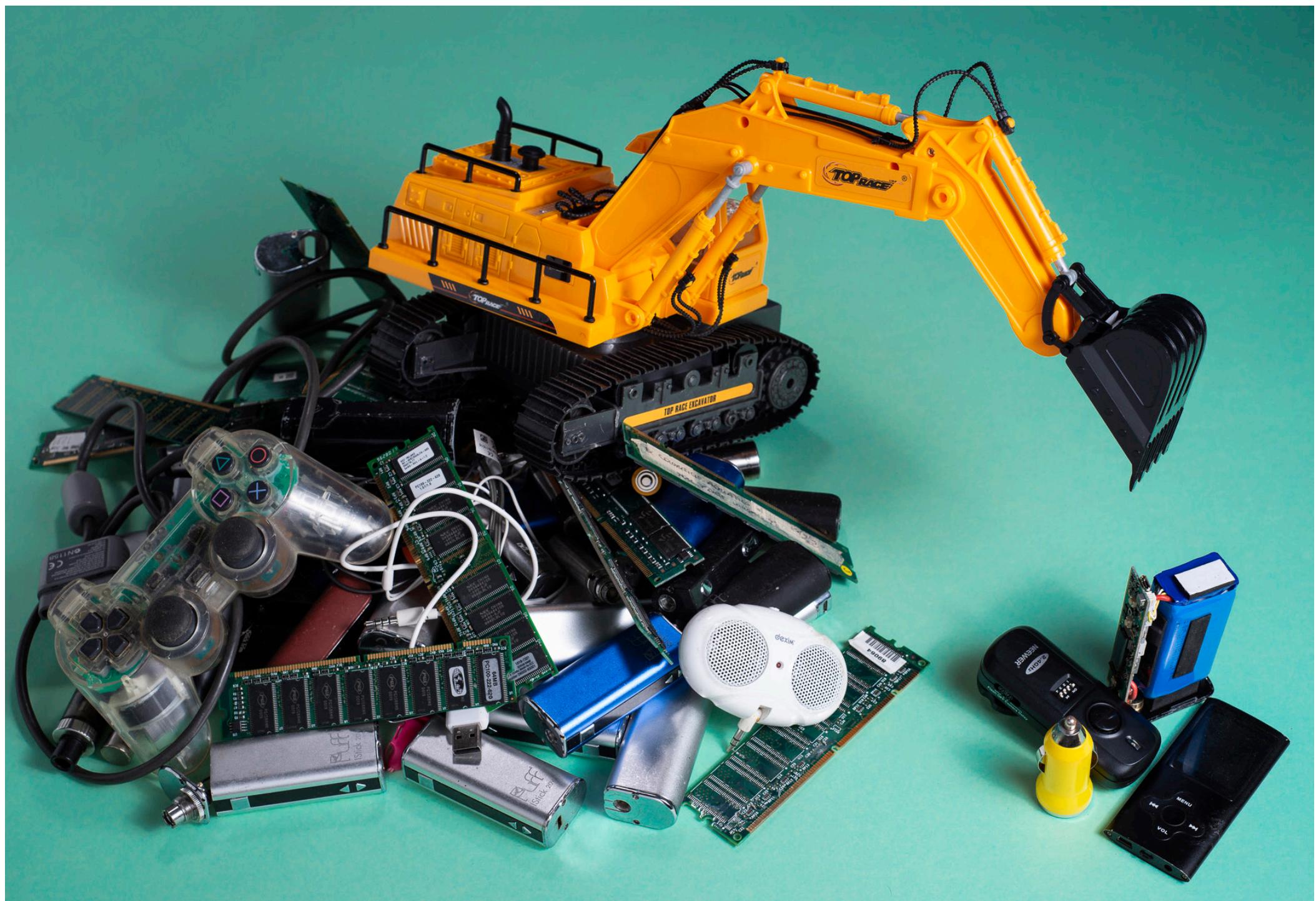
目前，这一分类符合欧洲成员国通过的《WEEE指令》(2003年，欧洲议会)和本报告所述上述指南(Forti、Baldé和Kuehr, 2018年)中描述的国际公认电子废弃物统计框架。



第2章

全球电子废弃物 关键统计数据





电气和电子产品具有有助于全球发展的重要特性，且包括日常生活中使用的多种不同产品。

这些产品存在于世界各地的家庭和企业之中。然而，人均所有量因收入水平而异。

按国家收入水平分列的全球人均拥有选定电器的平均数



冰箱
(包括混合冰箱)



膝上机
(包括平板电脑)



灯具



洗衣机
(包括混合烘干机)



微波炉
(包括混合炉, 不包括电烤炉)



移动电话 签约使用



2019年，产生了约5,360万公吨电子废弃物（不包括光伏电池板），即人均7.3公斤。据估计，到2030年，电子废弃物的产生量将超过7,400万吨。因此，全球电子废弃物数量正以每年近200万吨的惊人速度增长。

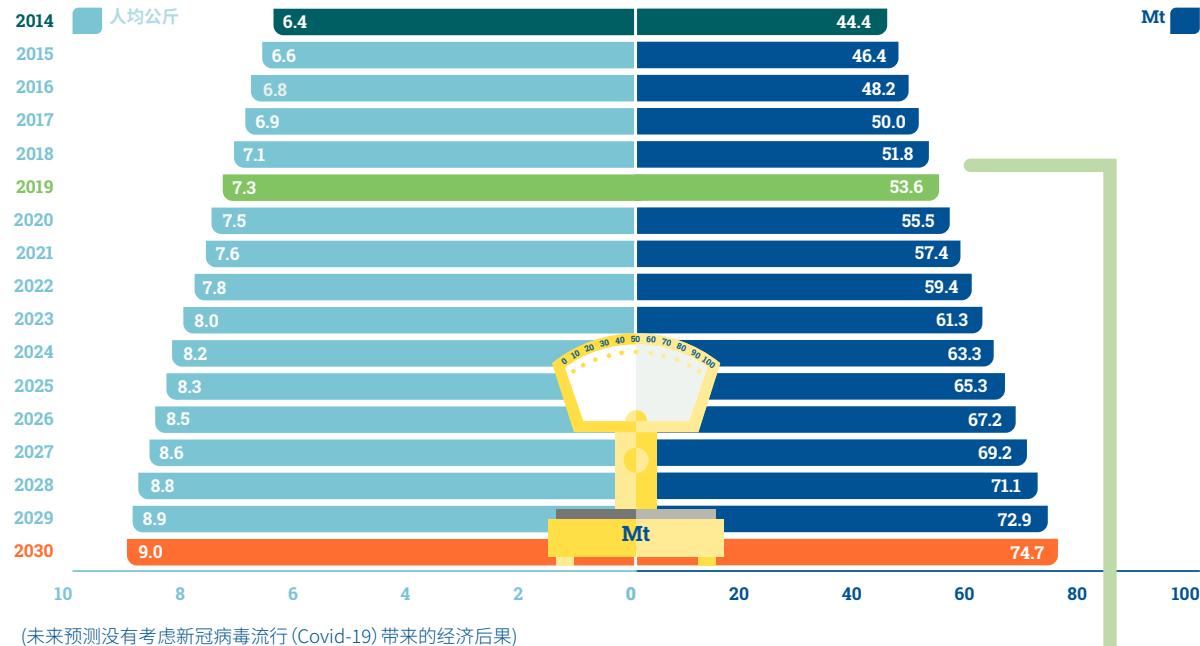
2019年，正式记录在案的收集和回收量为930万吨，占所产生电子废弃物的17.4%。自2014年以来，电子废弃物增长180万吨，每年增加近40万吨。然而，电子废弃物的总产生量增加了920万吨，每年增长近200万吨。这说明

回收活动跟不上全球电子废弃物的增长速度。得到收集和回收利用的电子废弃物的统计数据以各国报告的数据为基础。世界范围内被记录为得到正式收集和回收利用的电子废弃物的最新可用信息系指2016年的平均数（方法见附件2，国家数据见附件3）。

2019年，产生的大部分电子废弃物（82.6%）很可能没有得到正式收集，也没有以环保式得到管理。这些流通通常不会以连贯一致或系统性方式记录在案。缺乏关于

正式收集和回收利用电子废弃物的数据意味着，2019年产生的大部分电子废弃物（4,430万吨）是在官方收集系统之外管理的，在某些情况下，被运往发展中国家。在高收入国家的家庭中，小型电子产品最终会被丢入普通垃圾箱，与城市固体垃圾一起处理。因此，这类产品没有经过适当的回收，导致材料丢失。据估计，在欧盟国家，约60万吨的电子废弃物最终被扔进垃圾箱（Rotter等人，2016年）。

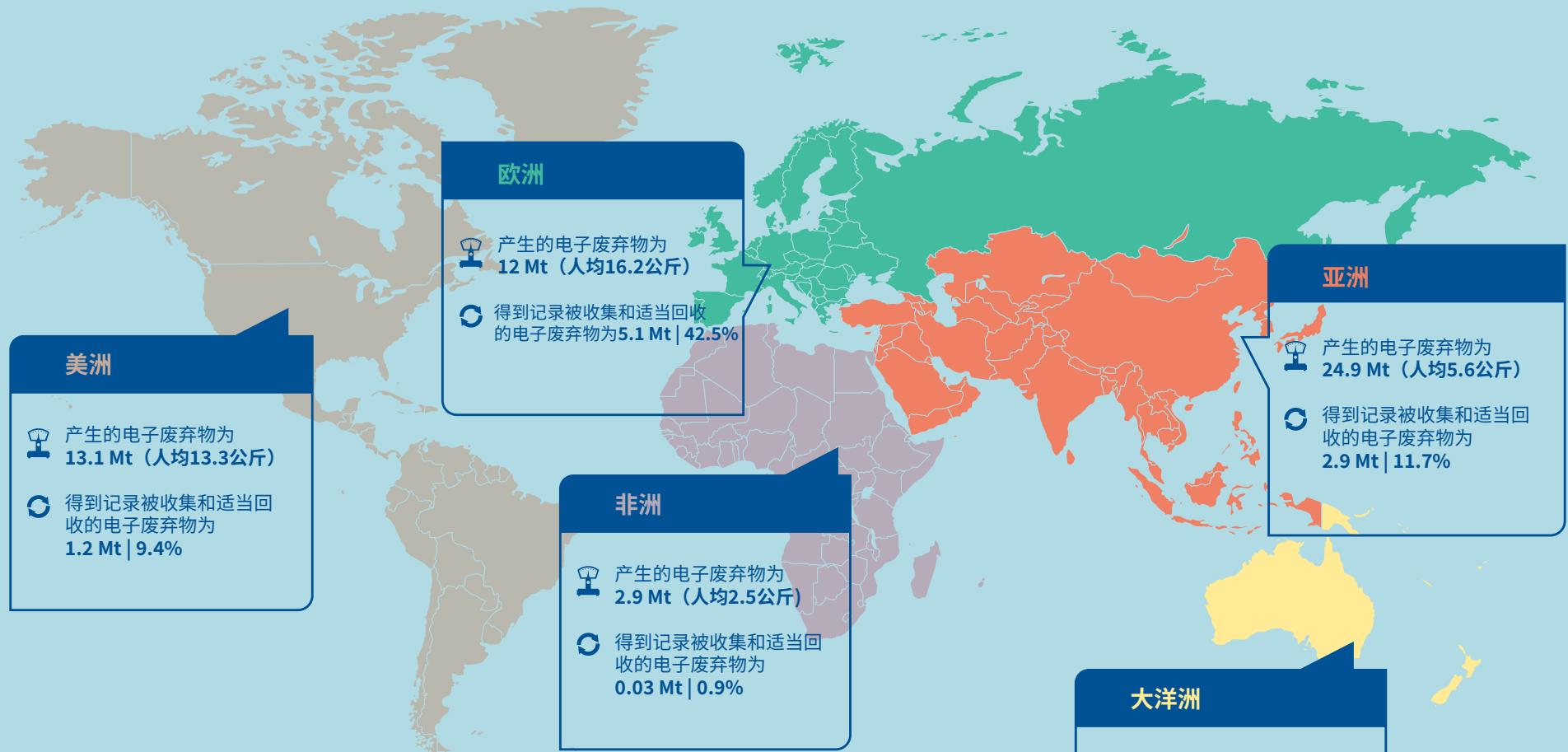
各年度全球电子废弃物年产生量



2019年全球数量最多的电子废弃物为小型设备（1,740万吨）、大型设备（1,310万吨）和温度交换设备（1,080万吨）。屏幕和显示器、小型IT和电信设备以及灯具在2019年产生的电子废弃物中所占份额较小：分别为670万吨、470万吨和90万吨。2014年以来，增加最多（就产生的电子废弃物总重量而言）的电子废弃物类别是温度交换设备（年均7%）、大型设备（+5%）和灯具及小型

设备（+4%）。这一趋势是由这些产品在低收入国家不断增长的消费驱动的，因为这些产品提高了所涉国家人们的生活水平。小型IT和电信设备（废弃物）的增长速度较低，屏幕和监视器的增长速度略有下降（-1%）。这种下降可用以下事实予以解释：最近，较重的阴极射线管显示器和屏幕被较轻的平板显示器所取代，导致总重量减少，尽管件数继续增加。



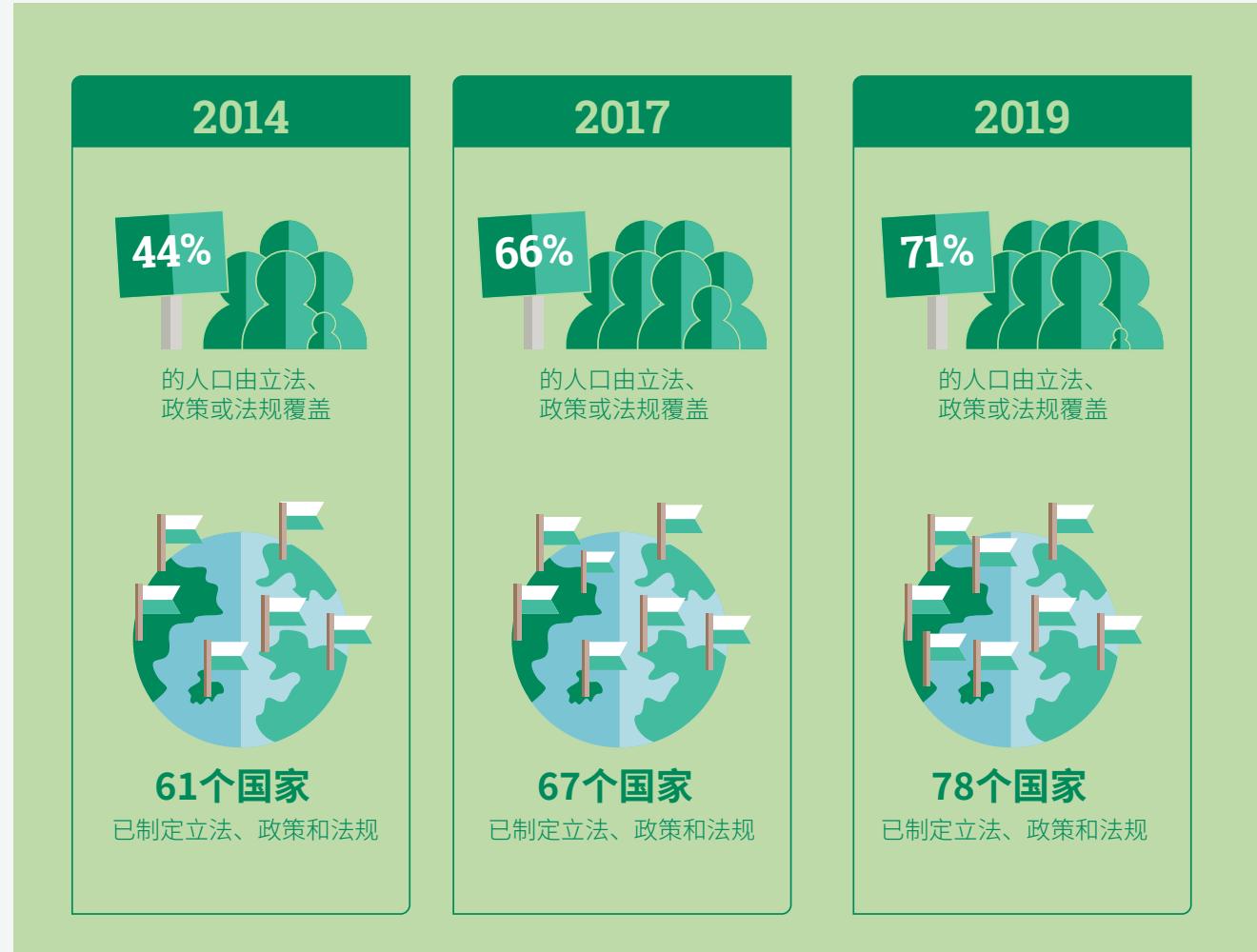


2019年，大部分电子废弃物产生于亚洲（2,490万吨），而产生最多人均公斤数的大陆是欧洲（人均16.2公斤）。欧洲也是有最高记录的正式电子废弃物收集和回收利用率的大陆（42.5%）。在所有其他大陆，被正式记录为得到收集和回收的电子废弃物大大低于估算的所产生的电子废弃物。

现有统计数据显示，2019年，亚洲排名第二，为11.7%，美洲和大洋洲分别为9.4%和8.8%，而非洲排名最后，为0.9%。然而，由于消费和处置行为取决于多种因素（如收入水平、现行政策、废物管理系统的结构等），因此不同区域的统计数据可能差异很大。⁽²⁾



截至2019年10月，国家电子废弃物政策、立法或法规已覆盖全球71%的人口。自2014年以来情况有所改善，当时覆盖的人口仅为44%。中国和印度等人口最多的国家已制定了国家法律文书，所以使覆盖率提高。然而，这一人口覆盖率仅相当于193个国家中的78个，因此，目前世界上只有不到一半的国家制定有相关政策、立法或法规。

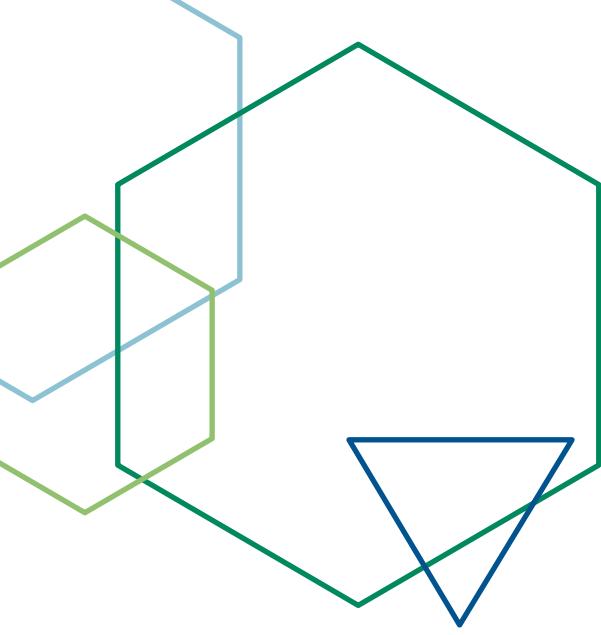




第3章

电子废物数据如何帮助实现 可持续发展目标





可持续发展〇目标



2015年9月，联合国和所有成员国通过了雄心勃勃的“2030可持续发展议程”。该议程确定了17项可持续发展目标（SDG）和169项具体目标，旨在消除贫困、保护地球并确保未来15年所有人的发展与成功。电子废弃物日益增长的速度及其不适当和不安全的处置方式，以及通过焚化或垃圾填埋进行的处理，均对环境和人类健康以及可持续发展目标的实现构成巨大挑战。

实现可持续发展目标及其169项具体目标的进展通过相关指标和官方统计数据衡量。作为监督进展情况的一部分，目前已确定若干具体目标和指标或正在对之进行衡量。按照具体目标，已确定一个或多个托管机构指导衡量进程。

电子废弃物管理与许多可持续发展目标密切相关，如关于体面工作和经济增长的可持续发展目标8、关于良好健康与福祉的可持续发展目标3、关于清洁废物和卫生设施的可持续发展目标6以及关于水下生物的可持续发展目标14。尤其应当指出，鉴于EEE生产对原材料的需求很高，因此电子废弃物还与关于材料足迹的可持续发展目标指标（可持续发展目标8.4.1和12.1.1）和关于家庭材料消耗的可持续发展目标指标（可持续发展目标8.4.2和12.2.2）密切相关。目前正在使用相对一般性的指标衡量实现这些可持续发展目标的进展情况。相比之下，在电子废弃物方面，已认可将一项更具体的分指标用于监测废弃物流的增长，因为后者具有尤其令人关切的潜在危害性和高剩余价值。电子废弃物已被正式纳入可持续发展目标指标12.5.1的工作计划和围绕该指标的文件中。⁽³⁾关于危险废弃物的可持续发展目标指标12.4.2进一步讨论了考虑电子废弃物的重要性。

可持续发展目标11和12涉及到电子废弃物。



目标11：建设包容、安全、有抵御灾害能力和可持续的城市和人类住区

具体目标11.6：到2030年，减少城市的人均负面环境影响，包括特别关注空气质量，以及城市废物管理等。

由于超过一半的世界人口生活在城市，因此快速城市化要求出台新的解决方案来应对不断加大的环境和人类健康风险，尤其是在人口密集地区。大多数电子废弃物将在城市中产生，因而尤其重要的是要妥善管理城市地区的电子废弃物，提高收集和回收利用率，并减少最终进入垃圾场的电子废弃物数量。迈向智慧城市和利用ICT进行废物管理提供了新的令人振奋的机会。

指标11.6.1：在不同城市中，定期被收集且最终进行恰当处理的城市固体废物占产生的废物



目标12：采用可持续的消费和生产模式

总量的百分比。

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存在周期的无害环境管理，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负面影响。

指标12.4.2：废物处理、危险废物产生和危险废物管理（按处理方法分类）。

具体目标12.5：到2030年，通过预防、减排、回收和再利用，大幅减少废物的产生。

地球上越来越多的人正在消费越来越多的商品，因此通过提高生产者和消费者的认识水平（特别是在电气和电子设备领域），使生产和消费更加可持续至关重要。

指标12.5.1：国家回收利用率和回收材料吨数。

SDG (可持续发展目标) 12.5.1国家回收利用率和回收材料吨数(电子废弃物分指标)

SDG 12.5.1将电子废弃物分指标定义为：

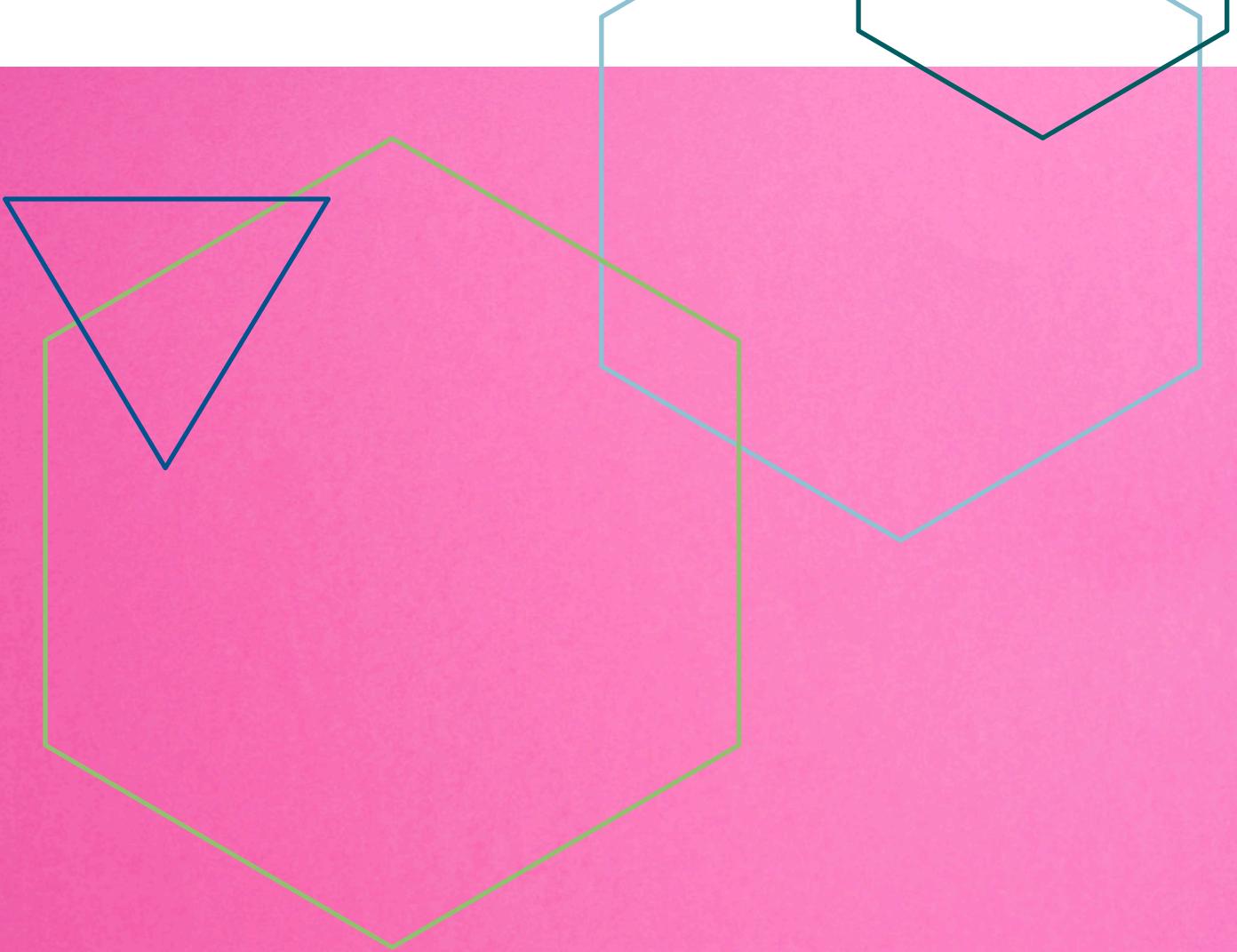
$$\text{SDG 12.5.1电子废弃物分指标} = \frac{\text{回收的电子废弃物总量}}{\text{产生的电子废弃物总量}}$$

其中“回收的电子废弃物总量”相当于“正式收集的电子废弃物”，在《电子废弃物统计指南》(Forti、Baldé和Kuehr, 2018年) 中定义为通过正式收集系统收集的电子废弃物数量。“产生的电子废弃物”系指在收集、再利用、处理或出口之前，在给定报告年度内，由于在一个国家领土内消费而丢弃的电气和电子产品(电子废弃物)的数量。

在方法和数据集方面，托管机构UNEP和UNSD使用由SCYCLE、全球电子废弃物统计伙伴关系和衡量ICT促发展伙伴关系制定的数据和方法。按照现有数据，2019年关于电子废弃物回收利用率的SDG 12.5.1分指标为17.4%。

第4章

对电子废弃物统计数据 予以衡量





监测电子废弃物的数量和流通对于评估随时间推移的发展、设定和评估具体目标至关重要。只有在收集电子废弃物数据方面做得更好，才能制定良好的政策和法律文书。

了解电子废弃物的数量和流通量为监测、控制和最终防止电子废弃物的非法运输、倾倒和不当处理提供了基础。

若不对跨境转移或非正式电子废弃物活动进行量化，国家、区域和国际层面的政策制定机构将无法解决这些问题。



在全球层面，更好的数据将有助于最大限度地减少电子废弃物的产生，因为做到了对挑战予以评估，并为制定有针对性的政策干预措施奠定了基础。更好地了解电子废弃物的数量有助于确立促进回收利用的特别措施。了解电子废弃物回收和翻新再造活动的潜力有助于预测翻新再造和回收行业潜在的绿色就业机会。拥有更好的电子废弃物数据对于衡量2018年国际电联全权代表大会设定的、



到2023年将全球电子废弃物回收利用率提高到30%的目标的进展至关重要。同时，在国家层面，协调一致的电子废弃物数据也将有助于估算与电子废弃物有关的挑战规模，设定适当的收集和回收利用具体目标，为政策制定机构确定优先事项，对法规施加影响，设定政策目标及分配充足的财政资源。

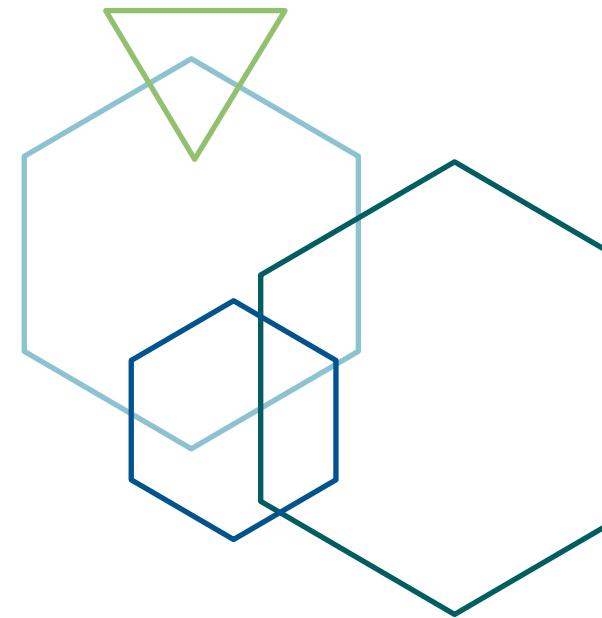
已通过 UNU SCYCLE 项目（与联合国衡量 ICT 促发展伙伴关系的衡量电子废弃物任务组合作）制定了衡量电子废弃物的国际标准化方法。关于分类、报告和指标的《电子废弃物统计指南》第一版于 2015 年出版，由 UNU-SCYCLE⁽⁴⁾撰写，并进行了全球协商（Baldé 等人，2015 年）。第二版于 2018 年由 UNU 更新（Forti、Baldé 和 Kuehr，2018 年）。这种国际方法有助于统一衡量框架和指标，被证明是朝着建立具有综合性和可比性的电子废弃物全球衡量框架迈出的重要一步。同样的理念构成了第一份《全球电子废弃物监测报告》（Baldé，Wang 等人，2015 年）的基础，且在欧洲联盟，这些理念也被当作共同方法，用以计算具体收集目标（重新修订的 EU-WEEE 指令（欧盟 WEEE 指令 2012/19/EU）所含）。

该框架捕获并衡量一个国家电子废弃物的最基本特征。可利用该框架构建以下指标：

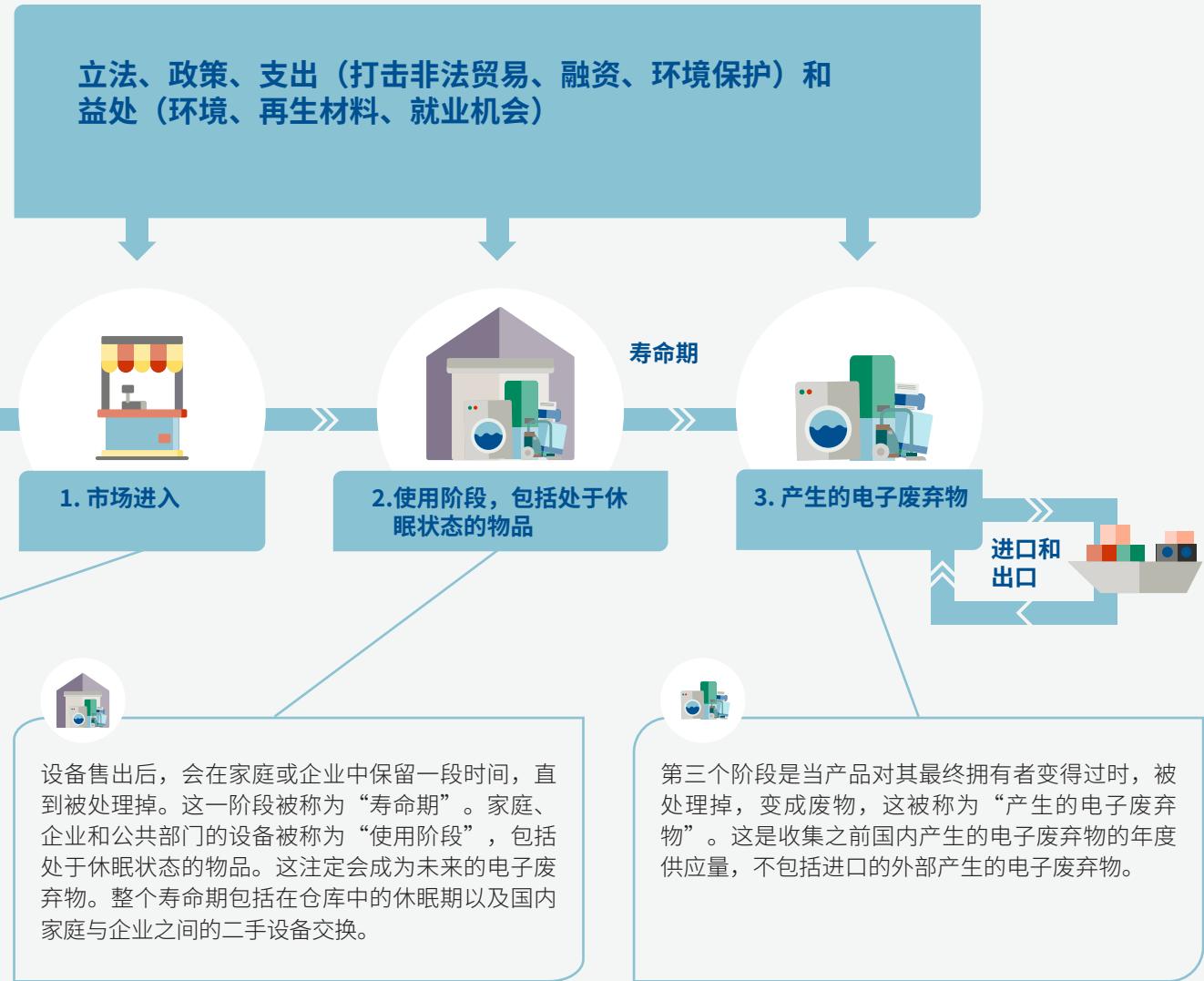
1. 投入市场的 EEE 总量（人均单位：公斤）。这代表全国电子商品市场的规模。
2. 产生的电子废弃物总量（人均单位：公斤）。这代表全国电子废弃物的产生规模。
3. 正式收集的电子废弃物（人均单位：公斤）。这表示由正式收集系统收集的电子废弃物数量。
4. 电子废弃物收集率 = $\frac{\text{回收利用的电子废弃物总量}}{\text{产生的电子废弃物总量}} \times 100\%$

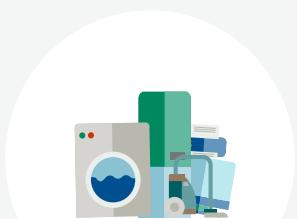
该指标代表正式收集系统的表现情况。

现今，覆盖全球的电子废弃物统计数据来源屈指可数，其中包括 UNU-SCYCLE 开发的 WEEE 计算工具（欧盟委员会，2019 年）。经济合作与发展组织（OECD）、OECD 环境信息工作组（WPEI）（针对非欧盟 OECD 成员国）、联合国环境规划署（UNEP）和联合国统计司（UNSD，环境统计科）等国际机构，最近开始通过向负责电子废弃物监测的部委或国家统计局发出具体问卷调查表来收集关于电子废弃物的数据。欧盟以外的一些国家仍然缺乏衡量电子废弃物统计数据的衡量框架。其他欠发达国家缺乏废物管理基础设施、具体立法和/或执法。最重要的是，大多数国家（包括收到调查的国家），都报告说没有关于正式收集和回收利用的电子废弃物的官方数据。



《电子废弃物统计指南》描述相关衡量框架，以捕获EEE和电子废弃物流通量和存量的最重要动态变化情况。





产生的电子废弃物

产生的电子废弃物通常通过以下四种方式之一得到管理⁽⁵⁾

场景1：
正式收集电子废弃物



场景2：
垃圾箱中的电子废弃物



场景3：
在拥有发达的（电子）废物管理基础设施国家的正式系统之外收集电子废弃物



场景4：
在没有发达的（电子）废物管理基础设施国家的正式系统之外收集电子废弃物





场景1: 正式收集电子废弃物

“正式收集”活动通常符合国家电子废弃物立法要求，即电子废弃物由指定的组织、生产商和/或政府收集。这是通过零售商、市政收集点和/或收集服务实现的。收集的电子废弃物的最终目的地是专门处理工厂，后者以环境可控方式回收有价值的材料，并以环保方式管理有害物质。残留物将被焚烧或以受控方法被填埋。

场景2： 垃圾箱中的电子废弃物

在该场景中，人们直接处理电子废弃物 – 和其他类型的家庭垃圾一道放在普通垃圾箱中。因此，被丢弃的电子废弃物与常规家庭垃圾混合处理。这些废物很可能被焚化或焚烧填埋 – 未进行材料回收，具体取决于国家的废物管理基础设施。这两种选择都被认为不是合适的处理电子废弃物的技术，因为两者都有潜力对环境产生负面影响并导致资源的损失。



场景3:

在拥有发达的(电子)废物管理基础设施国家的正式系统之外收集电子废弃物

在制定有废物管理法律的国家，电子废弃物由个体废物经销商或公司收集，并通过各种渠道进行交易。在该场景中，电子废弃物的可能目的地包括金属回收和塑料回收；然而，电子废弃物中的有害物质很可能没被去污染。在该场景中，电子废弃物通常不在专门的电子废弃物管理回收工厂处理，电子废弃物也可能被出口。

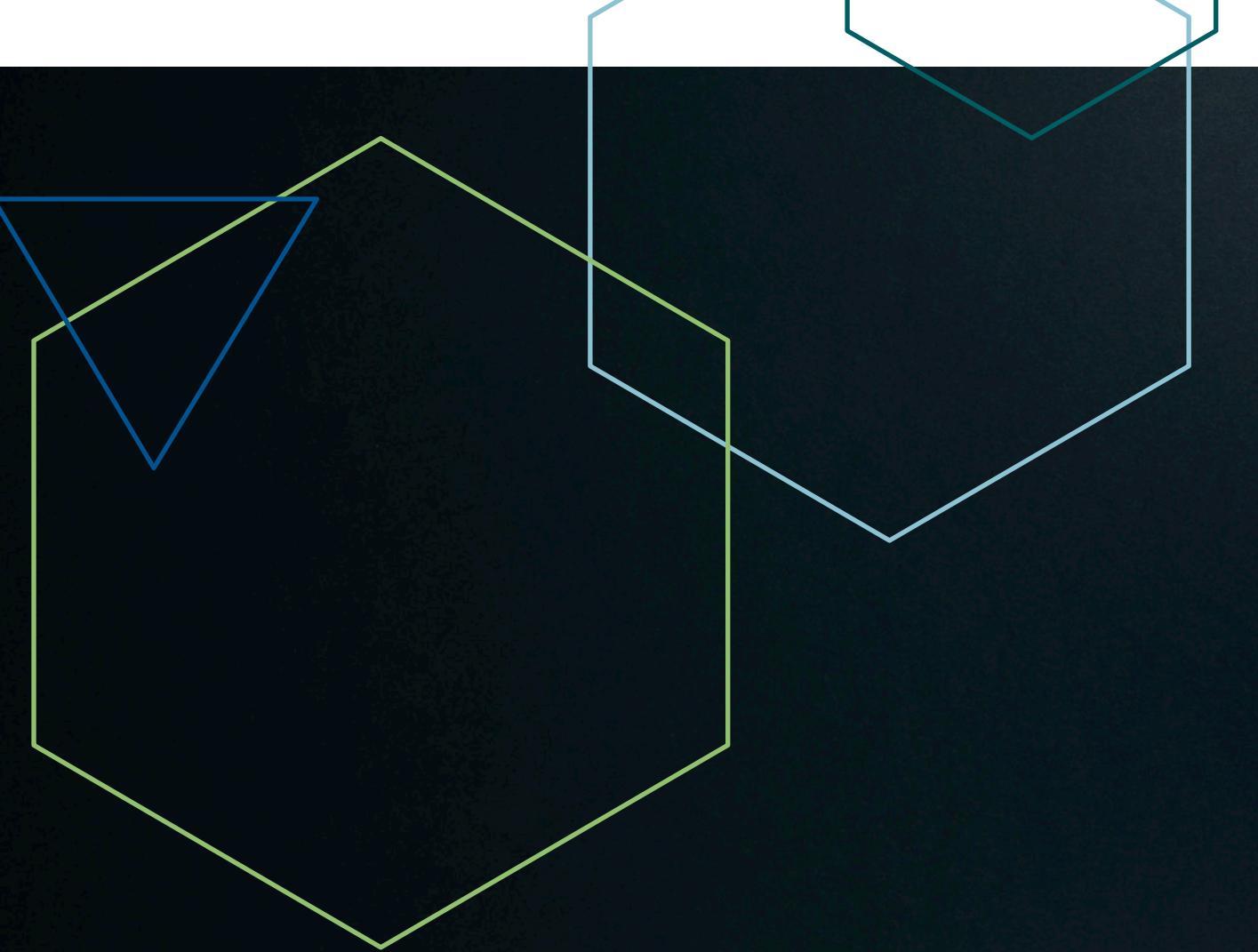


场景4:

在没有发达的(电子)废物管理基础设施国家的正式系统之外收集电子废弃物

在大多数发展中国家，大量非正规的个体经营者从事电子废弃物的收集和回收工作。收集的方式是挨家挨户地从家庭、企业和公共机构购买或收集使用过的EEE或电子废弃物。他们出售这些旧产品，以进行修理、翻新或拆卸。拆卸人员手动将设备分解成可用的适销部件和材料。回收商燃烧、过滤和熔化电子废弃物，将其转化为二级原料。这种“后院回收”对环境和人类健康造成严重损害。





第5章

全球电子废弃物统计伙伴关系 进行的全球协调



在衡量ICT促发展伙伴关系基础上，2017年，联合国大学-SCYCLE项目（UNU-SCYCLE）、国际固体废物协会（ISWA）和国际电信联盟（ITU）与联合国环境规划署（UNEP）密切合作，携手创建了全球电子废弃物统计伙伴关系，以此应对与管理电子废弃物相关的挑战。

该举措旨在从各国收集数据，并建立全球电子废弃物数

据库，以跟踪随着时间的推移的发展情况。该伙伴关系通过出版第二版《全球电子废弃物监测报告》（2017年）和建立www.globalewaste.org网站以公开展示最相关的电子废弃物指标，而实现上述目标。

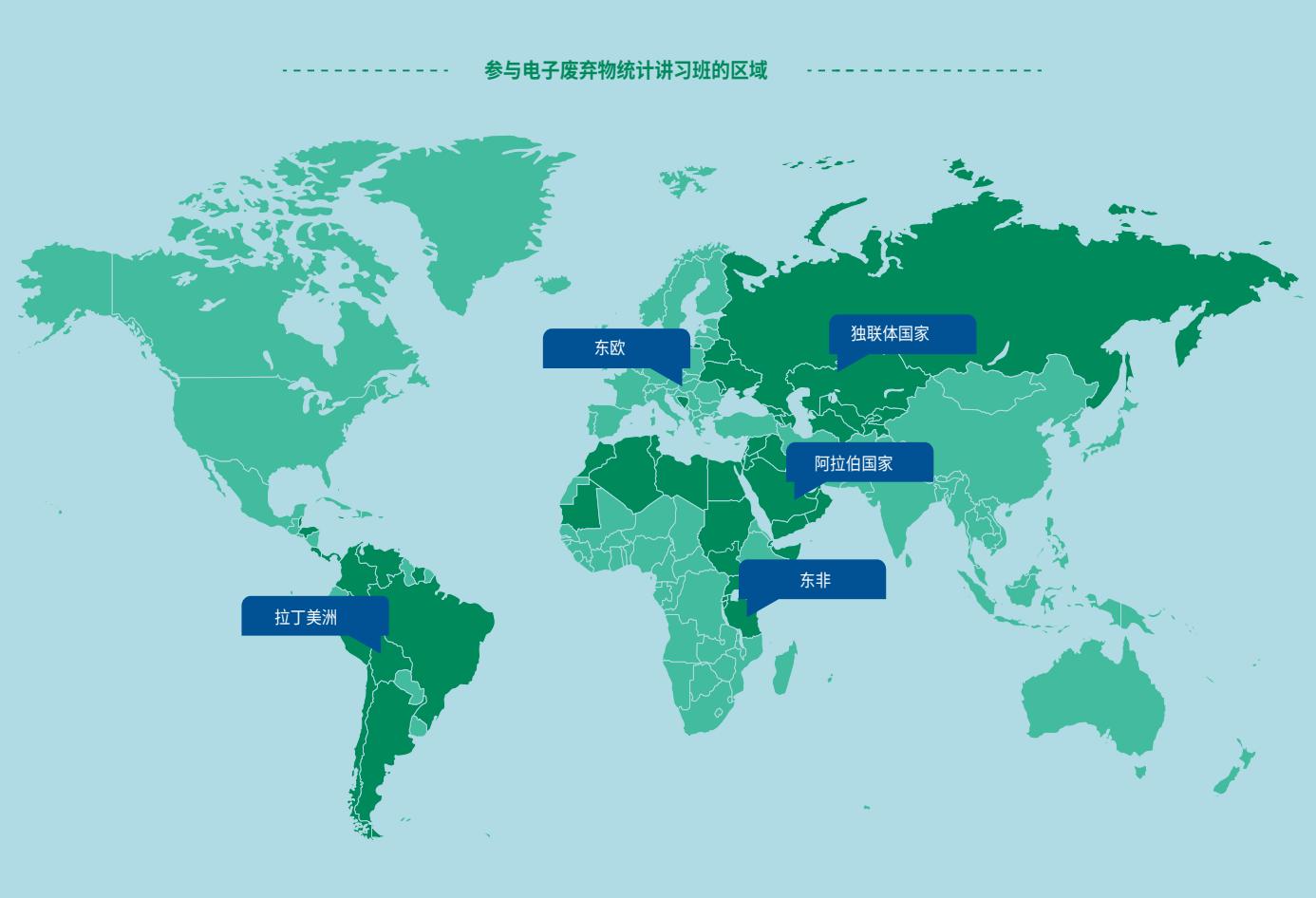
2017年以来，全球电子废弃物统计伙伴关系通过在不同国家组织有关电子废弃物统计讲习班，在衡量国家和区

域进展方面取得了长足进步。迄今为止，在东非、拉丁美洲、东欧和阿拉伯国家举办了区域能力建设讲习班。来自60个国家的360多人接受了国际采用方法的培训。在2017年至2019年期间，约有九个国家（除欧盟国家之外）已开始汇编关于采用统一衡量框架的电子废弃物统计数据，其中大多数国家取得了令人满意的结果。

2017至2020年期间



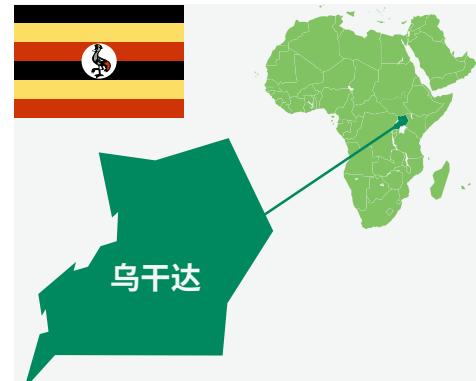
参与电子废弃物统计讲习班的区域



Mulindwa Muminu Matovu

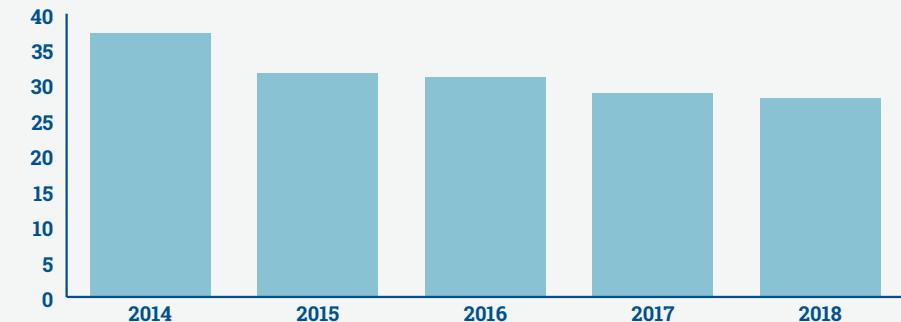


环境和林业统计高级
统计师
乌干达统计局

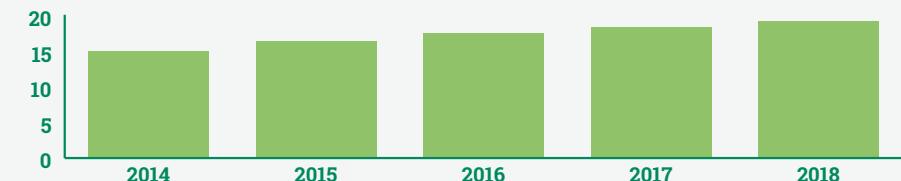


“2017年11月在坦桑尼亚阿鲁沙举行的电子废弃物统计讲习班非常有用，为我提供了关于电子废弃物统计的基本知识，并使我能够启动乌干达电子废弃物统计工作。了解到POM的关键可变因素是电子产品的进出口后，我开始向乌干达贸易统计部门询问有关EEE的数据。通过SCYCLE提供的相关性表，我得以将国家POM数据转换到国际分类系统中。最后，我将数据输入excel工具，并计算出乌干达在很长一段时间内产生的电子废弃物。这是一项重要的成就，因为针对具体国家的电子废弃物统计数据对量化乌干达的电子废弃物问题和制定政策都很有益。我希望感谢SCYCLE团队给予的宝贵支持。”

投入乌干达市场的EEE(单位:千吨(kt))



乌干达产生的电子废弃物(Kt)



2018年约旦家庭产生的电子废弃物(吨)



温度交换设备

160



屏幕和监视器

823



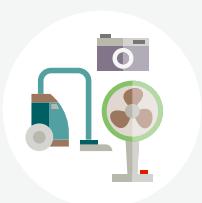
灯具

657



大型设备

11225



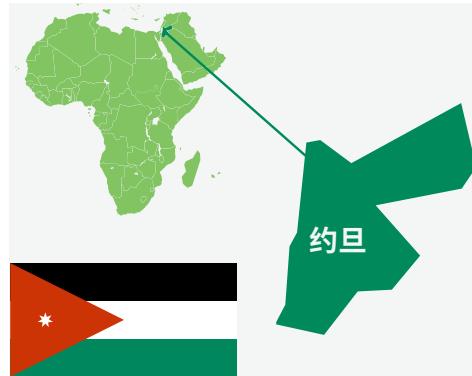
小型设备

563



小型信息技术和
电信设备

20



约旦

Enas Mohammad Al-Arabyat



环境统计司助理司长
约旦统计局

Sudki Sameer Hamdan



环境和能源统计专家
约旦统计局

“在SCYCLE的支持下，团队和环境统计司于2018年10月举办了一次讲习班，以开发电子废弃物统计领域的专门知识。讲习班是一个很好的机会，可以借此确定可用于编制电子废弃物统计数据的现有数据，并找出数据差距。提供的工具帮助我们生产对我国产生的电子废弃物的估算数字。能力建设活动的成果包括一些数据生成机构开始采用明确和具体的方法和分类（如统计局、海关总署、工业和贸易部）。此外，环境统计司利用国际电子废弃物分类（Hamdan, 2019年）对国内部门的电子和电气废弃物进行了调查。这是该地区的首次此类活动，也是约旦统计局的一大成就。使用SCYCLE提供的电子废弃物统计工具建模的数据已被用于匹配从调查中获得的结果。

约旦统计局计划在不久的将来编写一份电子废弃物清单报告、进一步完善EEE POM和电子废弃物的计算，并制定其他监测方法。

我们衷心感谢SCYCLE团队和全球电子废弃物统计伙伴关系在制定这一国际统一的电子废弃物分类、数据库和方法框架方面给予的支持和帮助。在约旦取得的成果将有助于政策制定机构了解情况和加强决策。”

Ševala Korajčević



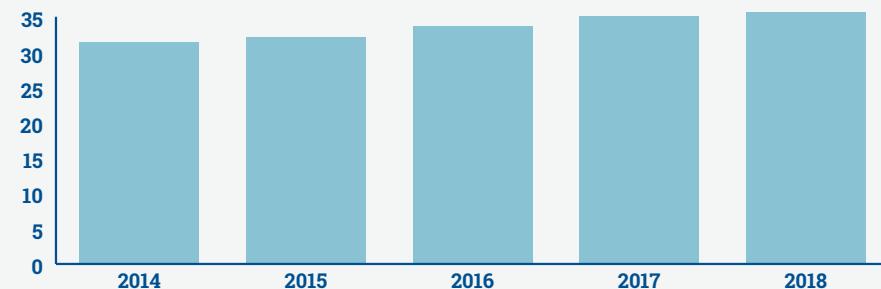
交通、环境、能源和地区
统计司司长

波斯尼亚和黑塞哥维那
统计局

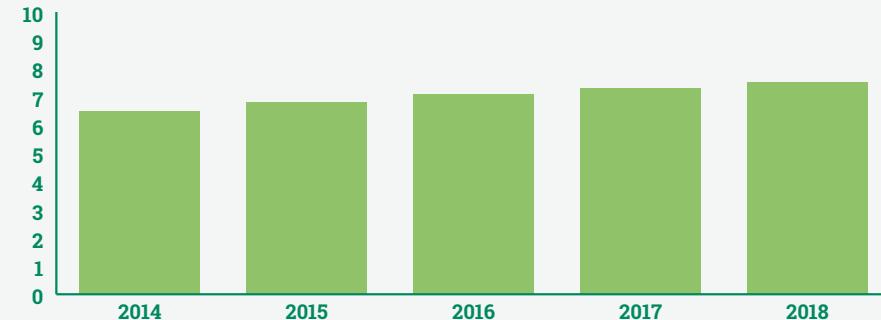


“由于与联合国大学欧洲校务中心SCYCLE项目的合作，波斯尼亚和黑塞哥维那采用了电子废弃物生成工具计算本国的电子废弃物。国家统计局根据欧洲议会和理事会2012年7月4日关于废弃电气和电子设备 (WEEE) 的第2012/19/EU号指令要求，成功计算出国家EEE POM数据。此外，还计算了总重量和人均产生的电子废弃物总量。结果表明，人均年电子废弃物数量呈上升趋势。”

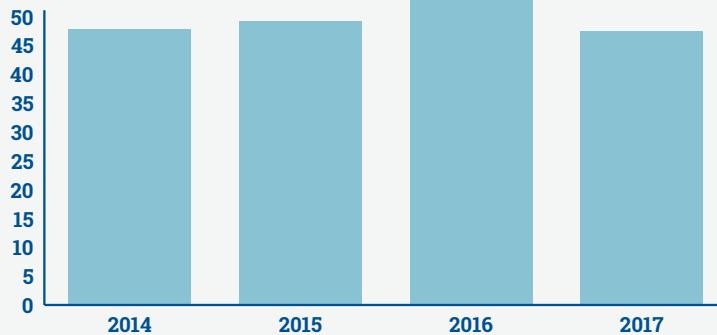
投入波斯尼亚和黑塞哥维那市场的EEE (kt)



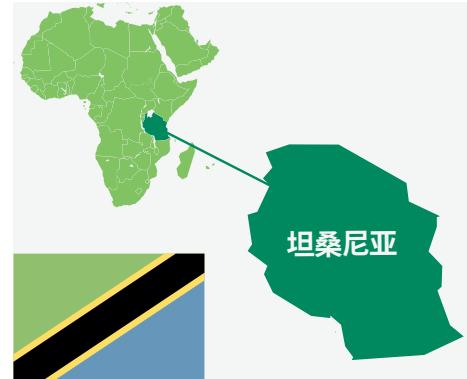
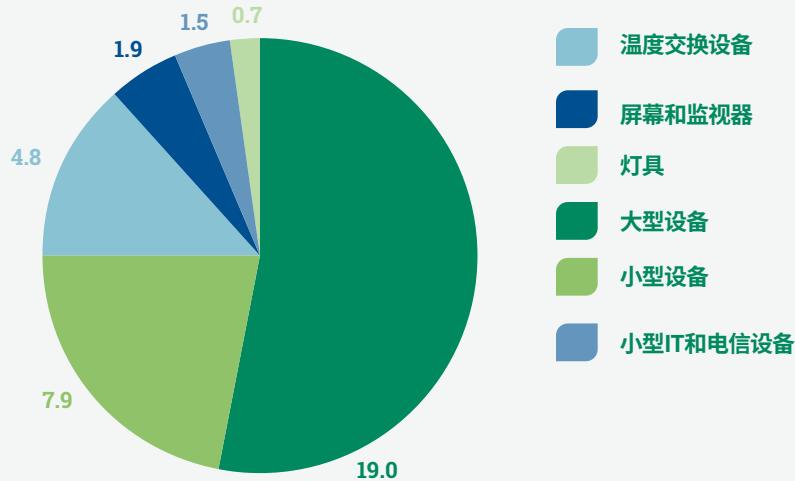
波斯尼亚和黑塞哥维那产生的电子废 弃物(人均公斤)



投入坦桑尼亚市场的EEE (kt)



2017年坦桑尼亚产生的各类电子废弃物(kt)



Ruth Minja



人口普查和社会统计司
代理司长

坦桑尼亚国家统计局

“2018年之前，坦桑尼亚像许多其他发展中国家一样，在可用和可靠的电子废弃物数据方面面临挑战，无法跟踪国家、区域和全球发展框架的实施进展。在解决电子废弃物数据差距方面，坦桑尼亚国家统计局（NBS）在一项提高本国此类数据的可用性特别项目中发挥了主导作用。该项目的成果是出版了《2019年国家电子废弃物统计报告》（NEWSR）。NEWSR是坦桑尼亚有史以来第一份关于电子废弃物的分析报告，对坦桑尼亚的电子废弃物问题提出了新的统计展望。NEWSR的特色是对EEE POM、移动电话服务用户以及最近家庭调查中的一些EEE数据进行分析。

NEWSR的制定是机构合作的成果，由国家统计局牵头。在这次合作中，SCYCLE团队提供了能力建设和数据分析工具。NEWSR希望感谢SCYCLE团队的技术支持和所有其他为这一努力提供财政支持的机构：坦桑尼亚政府、德国国际合作协会（GIZ有限公司）、联合国环境规划署（UNEP）和全球电子废物统计伙伴关系。”



第6章

电子废弃物立法和跨境转移



世界各国政府正在制定国家电子废弃物政策和立法，以应对报废电气和电子产品的增长。这类政策对计划或行动方针做出规定，并以非约束性方式指出社会、机构或公司能够实现的目标。立法是在国家或城市层面颁布的，由监管机构执行；而法规则指明监管机构执行立法的方式。



截至2019年10月，78个国家已制定了管理电子废弃物的政策、立法或法规，因此目前覆盖了世界71%的人口，比2017年的66%增长了5%。但覆盖率可能会产生误导，因为这给人的印象是，在监管电子废弃物管理方面几乎已无事可做：在许多国家，政策是没有法律约束力的战略，只是纲领性战略。例如，在非洲和亚洲，有19个国家制定了关于电子废弃物的具有法律约束力的立法，5个国家制定了电子废弃物政策，但没有法律约束力，31个国家正在制定相关政策（GSMA, 2020年）。

然而，即使在一些颁布了具有法律约束力的政策的国家，执行也是一个关键问题。例如，在欧盟，收集的电子废弃物的范围与投放市场的数量相对应，马耳他为12%，塞浦路斯为26%，瑞典为56%，波兰和奥地利为58%，匈牙利为61%。只有爱沙尼亚（82%）和保加利亚（79%）高于欧盟联合设定的、具有法律约束力的65%目标（SCYCLE数据，未公布）。

拥有世界上最好的政策或监管框架毫无意义，除非已确立可达到的目标并得到有效实施。不幸的是，情况往往并非如此，而与此同时，许多国家的总体电子废弃物管理系统却未获得适当资金 – 如若真有资金的话。

自《2017年全球电子废弃物监测报告》发布以来，工业化经济体和新兴经济体的政策制定机构继续将其政策和立法工作重点放在制定融资和提高认识的宣传计划上，以确保私营部门和个人消费者更好地参与。此方面的目标是确保更高的收集和回收利用率，并产生覆盖处理成本所需的收入。大多数立法文书都侧重于通过回收利用进行资源回收，并针对产品寿命结束时的环境污染和人类健康影响采取对策。到目前为止，电子废弃物数量的减少以及EEE的实质性修复和再利用依然是有限的。

自《2017年全球电子废弃物监测报告》发布以来，越来越多与电子废弃物相关的政策、立法和由此产生的法规也在考虑更高端的设计和生产方面问题 – 不再只关注纯粹的“治愈性”废物管理问题。这与全球日益加大的、有关循环经济政策的努力是一致的。此外，为了应对最近预测的2050年和2100年电子废弃物增加的情况（Parajuly等人，2019年） – 可能导致未来30年每年电子废弃物产生量增加一倍以上--需要重新考虑目前的方法，或至少需要大力执行目前的立法和法规。

由来自业界、学术界、政府、非政府组织（NGO）和国际组织利益攸关方参与的解决电子废弃物问题（StEP）举措，为发展电子废弃物管理系统和制定立法确立了以下一套指导原则：



为电子废弃物收集和回收利用建立明确的法律框架。



扩大生产者责任，确保生产者为电子废弃物的收集和回收利用提供资金。



针对所有利益攸关方执行立法，并在全国加强监督和合规性机制，确保竞争环境公平。



为经验丰富的回收者创造有利的投资条件，为国家发展所需的技术专长。



建立许可证制度或鼓励通过收集和回收利用的国际标准进行认证。



如果存在非正式收集系统，应利用其收集电子废弃物，并确保通过激励措施将电子废弃物运送给持有许可证的回收者。



若不存在本地电子废弃物最终处理设施，则应确保能够方便快捷地使用国际许可的处理设施。



确保运行系统的成本透明，并激励在收集和回收利用系统中开展竞争，以提高成本效益。



确保参与电子废弃物收集和回收利用的所有利益攸关方均意识到这类废弃物对环境和人类健康的潜在影响以及对电子废弃物进行环保处理的可能方法。



让消费者意识到回收利用带来的环境效益。（Magalini等人，2016年）

但并非所有利益有关方都愿意承担自己的责任，自愿开始收集和回收利用电子废弃物。尽管到目前为止，大多数立法都围绕着扩大生产者责任（EPR）展开，但只有利益攸关多方的、协调一致的方法才能有助于向可持续解决方案转变，这已不再是一个有争议的问题。因此，需要在法规中明确规定每一利益有关方的定义、角色和义务。更具体而言，关于电子废弃物的立法或法规必须包括：

- ✓ 市政当局和政府作用的定义。
- ✓ 明确谁负责组织收集和回收利用工作。
- ✓ 明确确定谁负责为电子废弃物收集和回收利用提供资金。
- ✓ 在全国统一关于电子废弃物的定义。
- ✓ 建立针对电子废弃物收集者和回收利用者的许可和执照结构。
- ✓ 关于“生产者”的明确定义，如果系统是以所谓的“扩大生产者责任”原则为基础的。没有这一定义，则任何生产商都不会认为有遵守义务，因此在整个行业公平执行法律规定将会更加困难。
- ✓ 在生产者之间分配收集和回收利用义务。
- ✓ 公司如何注册为“生产商”的说明。
- ✓ 记录其合规状况，并明确说明立法的总体和具体目标。

McCann和Wittmann (2015年)通过研究得出结论,基于世界各地现有系统的运行和财务结构的差异,可以至少确定三种通用融资模式,或利益有关方群体,它们对寿命终结的EEE具有潜在的个体或共同责任:

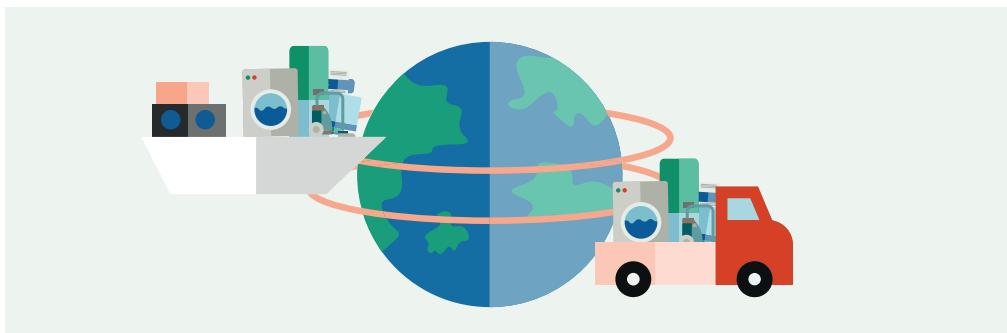
- (i) **全社会**:第一种模式是在产品投放市场时,由生产商支付前期费用。
- (ii) **消费者**:第二,这一模式是使负责处置电子废弃物的个人或实体对收集和回收利用的费用承担财务责任。
- (iii) **生产者**:第三种模式是生产者采用市场份额办法筹资,设法收回经营收集系统的所有实际业务费用。

此外,自《2017年全球电子废弃物监测报告》发布以来,在全球范围内制定新的立法和政策时,通常会考虑EPR原则。根据这些原则,生产者也须对产品生命周期的消费后阶段负责。因此,EPR政策有望激励鼓励进行再利用和回收利用的产品设计。但越来越明显的是,如果没有政府、市政当局、零售商、收集者、回收利用者和消费者等其他主要利益有关方的共同努力,大多数生产商不愿意也可能无法承担起自己的责任。惊人的收集量(相对于投入市场的数量)为做出这一评估提供了理由。此外,生产商对电子废弃物举措,如StEP或《巴塞尔公约》的PACE也越来越兴趣索然,相反,他们对参与循环经济方式兴趣甚浓。

《巴塞尔公约》简介

《控制有害废弃物跨境移动及其处理的巴塞尔公约》是一项多边条约,旨在抑制对环境和社会有害的危险废物的交易模式。该公约于1989年开放供签署,并于1992年生效。迄今已有187个国家签署该公约。⁽⁶⁾电子废弃物的构成决定了它通常含有危险成分,因此,《公约》申明,为了保护人类健康和环境,危险废物不应像普通商品一样自由交易,所以公约为危险废物的所有跨界转移确立了书面通知和批准程序。但是《巴塞尔公约》对用于再利用的设备的监管豁免完全符合其防止废弃物产生的主要环境目标,因为再利用延长了EEE的寿命周期,因而减少了危险废物的产生。通过延长电子设备的功能,再利用促进了自然资源的保护,至少暂时转移了回收利用或处理的需求。然而,根据《巴塞尔公约》,区分某种物质是否是废物并因此打算再利用是一个长期讨论的问题。尽管最近的缔约方会议(第14次缔约方会议)临时通过了经修订的《电气和电子废弃物及废旧电气和电子设备跨境转移技术导则》,但仍未就废物的定义达成最终共识。由公约缔约方自愿进行的国家报告目前在签署国中所占比例不到50%。

在确保更好和更有效的执法方面,目前可单方面做出两项良好的政策决定,这是所有现行立法和政策的主要绊脚石。首先,应向海关和港口官员提供更多资源,帮助他们打击电子废弃物的非法贸易。鉴于所有其他优先事项--如武器贸易、毒品运输和人口贩运--通常被正确地认为对当局来说更为重要,因此电子废弃物不属优先事项也不足为奇,尽管最近在朝着循环经济的方向发展。第二,对试图非法出口电子废弃物的处罚应当加重,以便对试图违法的人员形成某种有意义的威慑,或至少为其造成实质性的不便。



电子废弃物的跨境流通已成为出口国和进口国的主要关切。一些数据表明，大部分电子废物是从北半球运往发展中国家进行非正式处置的。尽管电子废弃物的确切流通量很难衡量 – 因为其中大部分是非法出口的，或是以再利用或废弃的名义出口的 – 但人们普遍认为这一数量很大，但相当一部分是通过其他途径出口的。电子废弃物从发达国家向发展中国家跨境转移的问题引起了人们的关注，这既是因为它给目的地造成了额外的环境负担，也是因为电子废弃物可能由非正规部门管理。因此，电子废弃物的管理是以非环保方式进行的，这对健康和环境构成了重大风险。然而，最近的趋势表明，在某些情况下，电子废弃物运输采取的是区域路线（例如从西欧/北欧到东欧），而不是严格意义上的“南北”路线。另一方面，随着电子废弃物收集系统在发展中国家取得进展，有证据表明，印刷电路板（PCB）等有价值的部件目前正在从南半球运往北半球进行回收利用，例如，加纳和坦桑尼亚就是这种情况。尽管跨境转移长期以来被认为是从富国向穷国的出口，但世界范围内越来越多的迹象表明，中国等历史上备受推崇的进口国也越来越多地向东南亚、非洲和其他地方出口电子弃废物（Lepawsky, 2015年）。跨境转移在时间上也是动态变化的，以对社会、经济和监管的变化做出反应。一个示例是，由于中国自2018年开始实施废物进口禁令，因此废物处理业务迅速从中国转移到泰国、马来西亚和越南等东南亚国家。

目前，与废弃物、废旧电子产品和电子废弃物进出口相关的有力数据统计非常少。《巴塞尔公约》缔约方（指签署国）根据第13条规定提交的国家报告数据提供一些分析电子废弃物跨境转移的流通量和数量的信息，但由于许多缔约方报告不完整、定义模糊、分类不正确、报告存在差异和数据不准确（Forti、Baldé和Kuehr, 2018），所以不足以做出全面分析。当前，国际贸易数据并不区分新的和使用过的EEE，而且，由于非法活动的性质，显然跨境非法贸易流通量难以直接衡量。一个有趣的最新情况是，协调系统委员会（RSC）最近临时通过了对“电子及电气废弃物安全守则”（HS codes）的修正案，以规定按照8549，在HS术语表中对电子及电气废弃物予以标识。修正案可能于2022年1月1日生效（《巴塞尔公约》，2019年）。

迄今为止，已做出一些尝试 – 使用几种不同方法量化废旧电子产品和电子废弃物的跨境转移。Duan等人（2013年）在Step总体框架下制定了关于美国废旧EEE跨境转移的最可信报告。该研究对源自北美国家和他们之间废旧电子产品的跨境流通进行了定量分析，并采用了质量平衡法和混合销售报废-贸易数据法。通过分析结果，可以得出结论，2010年产生的废旧EEE产品中约有8.5%用于出口（Lasaridi等人，2016年）。另一项研究显示，2011年的结果类似：2011年美国出口了7%的二手EEE（USITC, 2013年）。

根据欧盟委员会的一项研究（BIO情报服务，2013年），大约15%的二手电气和电子设备（UEEE）从欧盟出口，主要用于再利用。需要注意的是，部分UEEE要么在运输过程中（例如，如果在运输过程中产品没有得到适当保护）成为WEEE，要么在到达目的地国家后不久成为WEEE。打击WEEE非法贸易（CWIT）项目开展的另一项研究证实了这一比例：该研究发现，在欧盟，2012年产生的电子废弃物（9.5 Mt）中有15.8 %（1.5 Mt）被出口，1.3 Mt以未记录的出口方式离开欧盟。由于这些被运输废旧产品背后的主要经济驱动力是再利用和维修，而非电子废弃物倾倒，因此估计其中30%是电子废弃物（Huisman等人，2015年）。最近的一项研究（Baldé等人，2020年）报告称，荷兰产生的电子废弃物总量的8%用于出口再利用。2019年进行的另一项研究（Zoeteman, Krikke和Venselaar, 2010年）认为，10-20%的电子废弃物搭免费运输工具被非法出口到非经合组织国家，一部分被合法出口到发展中国家再利用。一项早期研究（Geeraerts, Mutafoglu和Illés, 2016年）表明，假设在“最低进出口场景”中，10%的欧盟电子弃废物是从欧盟非法出口的，而另外10%的欧盟电子废弃物是作为废旧EEE合法出口的。

基于上述估算可以得出结论，废旧EEE或电子废弃物的跨境转移占电子废弃物总产生量的7-20 %。

第7章

循环经济中 电子废弃物的潜力





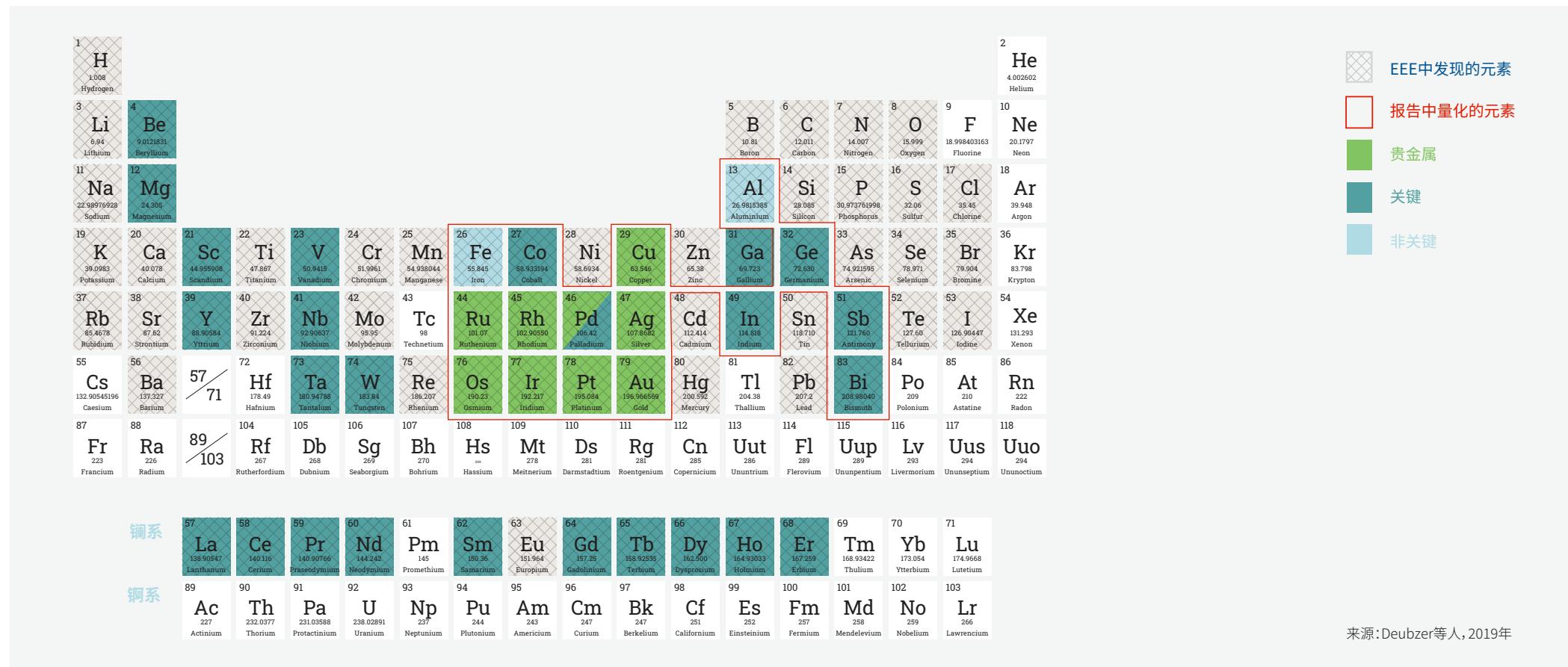
从材料设计的角度来看，EEE非常复杂。在EEE中可以找到周期表内多达69种元素，包括贵金属（如金、银、铜、铂、钯、钌、铑和锇）、关键原材料（CRM）⁽⁷⁾（如钴、钯、铟、锗、铋和锑）和非关键金属，如铝和铁。

在循环经济的范式中，电子废弃物的开采应被视为二次原材料的重要来源。由于与初级开采、市场价格波动、材料稀缺、可用性和资源获取有关的问题，有必要改善二次资源的开采，并减少对原始材料的压力。通过回收电子废弃物，各国至少可以以一种安全和可持续的方式减少其材料需求。

该报告显示，在全球范围内，只有17.4%的电子废弃物以正规方式得到收集和回收。全世界的收集和回收率都需要提高。

另一方面，回收行业经常面临高回收成本和回收材料的挑战。例如，一些材料，如锗和铟的回收，因它们分散在产品中的使用而具有挑战性，并且产品的设计和组装都没有考虑到回收原则。

另一方面，手机和个人电脑等一些设备中使用的贱金属（如黄金）浓度相对较高：每吨电子废弃物280克。用于分离和回收电子废弃物的方法在经济上是可行的，特别是如果采用人工操作，材料损失少于5%（Deubzer, 2007年）。因此，对于含有高浓度和高含量贵金属的产品，电子废弃物的单独收集和回收在经济上是可行的。然而，大多数CRM的回收率仍然很低，可以通过更好地收集和预处理电子废弃物提高贵金属的回收率。



总体而言，2019年电子废弃物中包含的选定原材料⁽⁸⁾ 的价值约为570亿美元⁽⁹⁾，总计2500万吨。

铁、铝和铜占2019年电子废弃物中原材料总重量的大部分。这些数量和材料价值只有在理想的情况下才能回收，即，全球产生的所有电子废弃物都得到回收，并且，采用目前可用的回收技术回收所有选定的原材料具有经济前景，甚至是可行的。通过改善全球范围内电子废弃物的收集和回收实践，大量的二次原材料-宝贵的、

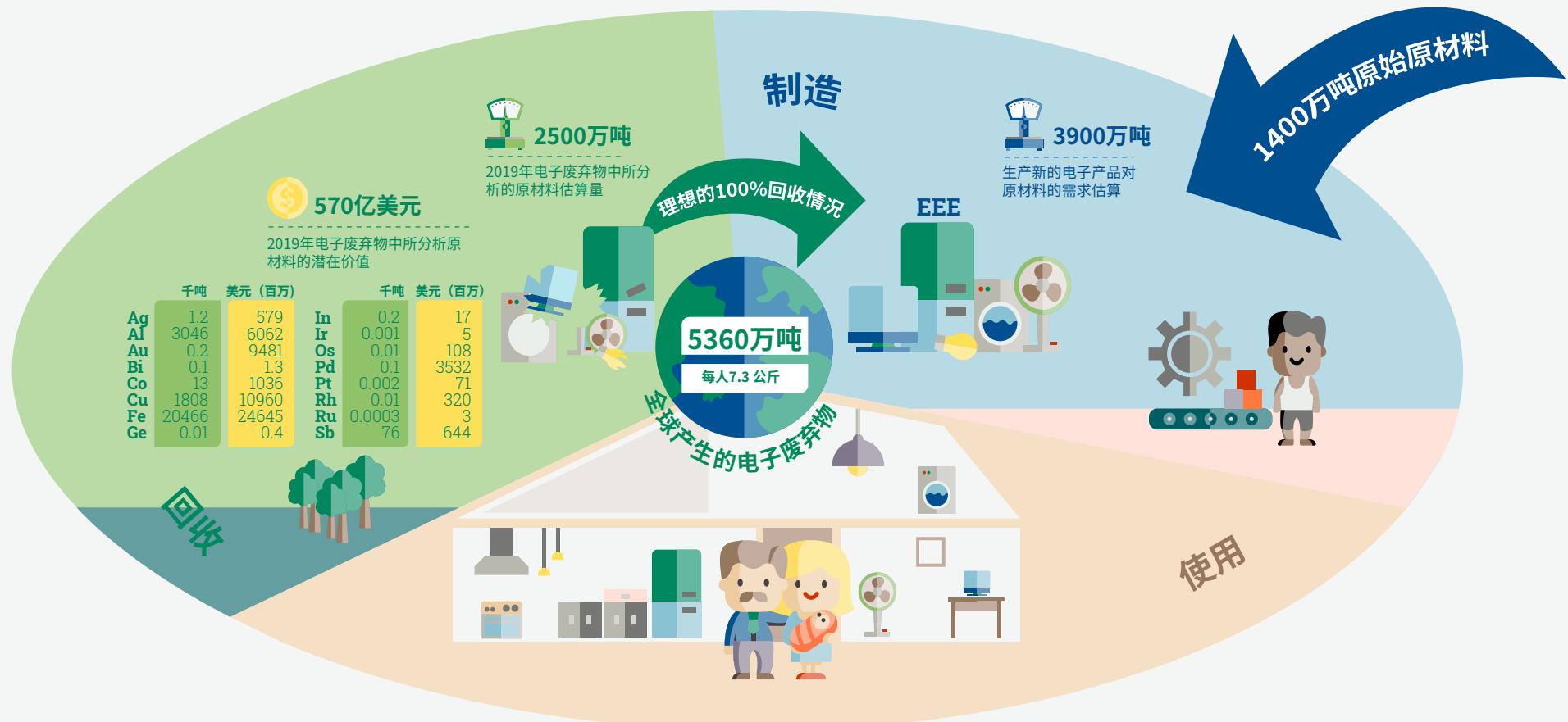
关键的和非关键的-可以随时重新进入制造过程，同时减少新材料的连续提取。

2019年生产新电子产品对铁、铝和铜的需求大约为3900万吨。即使在电子废弃物产生的所有铁、铜和铝（2500万吨）都被回收的理想情况下，世界仍将需要来自初级资源的大约1400万吨铁、铝和铜用于制造新的电子产品

（分别为1160、140和80万吨）⁽¹⁰⁾。这表明在电子废弃物中发现的二次铁、铝和铜与新EEE生产对它们的需求之

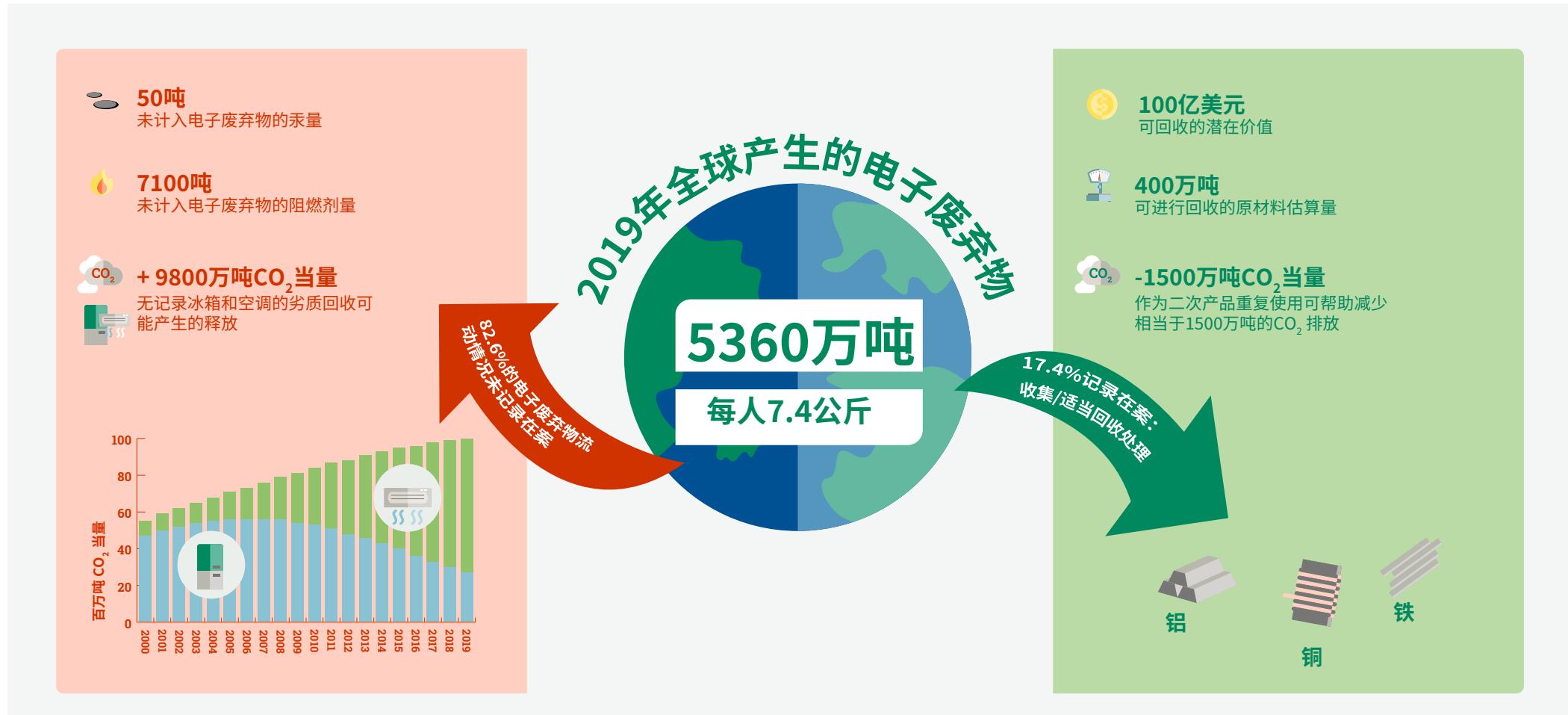
间的差距相当大。这是EEE销售持续增长的结果。当前记录的正规收集和回收率为17.4%，电子废弃物的收价值具有100亿美元的原材料潜力，400万吨二次原材料可用于再循环。仅就铁、铝和铜而言，并比较它们作为原始原材料或二次原材料的使用所产生的排放，它们的回收已帮助减少了2019年排放量中高达1500万吨的CO₂当量（方法详情见附件2）。

EEE还含有有害物质，通常是重金属，如汞、镉或铅，以



及化学物质，如含氯氟烃（CFC）、氢氯氟烃（HCFC）和阻燃剂。大约7100吨含有BFR（溴化阻燃剂）的塑料来自2019年产生的未经计算的电子废弃物（方法详情见附件2）。特别是，BFR被用于降低产品易燃性的器材中，例如，电脑外壳、印刷线路板、连接器、继电器、电线和电缆。（McPherson、Thorpe和Blake，2004年以及Herat，2008年）。含有BFR的塑料的回收是电子废弃物回收的一大挑战，因为将含有溴二苯醚（PBDE）和多溴联苯（PBB）的塑料与其他塑料分离的成本很高。PBDE和PBB含量高于0.1%的回收塑料不能用于制造任何产品，包括EEE。在大多数情况下，合规的回收公司在受控条件下回收含有PBDE和PBB的塑料，以避免二恶英和呋喃的释放。另一方面，如果焚烧不以无害环境的方式进行，

这些物质可能会对健康或环境构成风险。欧洲已经禁止使用PBDE和PBB（2011年，欧洲议会）。其中一些污染物已在欧洲禁用，因为风险评估研究表明，它们具有持久性、生物累积性和毒性，可导致肾脏损伤、多种皮肤病以及对神经和免疫系统的影响。



汞用于荧光光源，如老式平板显示器和电视的背景灯、紧凑型荧光灯（“节能灯”）、荧光灯、测量和控制设备以及老式开关（Baldé等人，2018年）。如果这些器材被弃置在露天垃圾场，而不是被适当回收，汞会进入食物链并在生物体内积累，同时对中枢神经系统、甲状腺、肾脏、肺、免疫系统等造成损害（Baldé等人，2018年）。在2019年全球范围内产生的未计入的电子废弃物流中，总共可以发现50吨汞。

氯氟烃（CFC）和氢氯氟烃（HCFC）存在于冰箱、冰柜和空调系统等老一代制冷和冷冻设备的制冷剂回路和绝缘泡沫中。这些分子在大气中有很长的扩散带。它们与臭氧分子（O₃）反应，产生稀释平流层臭氧层（臭氧洞）的分子氧。这个过程导致穿过平流层的紫外线辐射增加，可能导致皮肤癌、与眼睛相关的疾病和免疫系统的削弱。《蒙特利尔议定书》（1987年通过）对被称为臭氧消耗物质的人造化学品的生产和消费做出规定，其中包括逐步淘汰CFC和HCFC。这些气体具有很高的全球变暖潜能（GWP）。如果含有这些气体的EEE没有在无害环境中得到妥善管理，制冷剂可能会排放到大气中。估计显示从未记录的冰箱和空调的劣质回收中释放出来CO₂当量⁽¹¹⁾总共有9800万吨（欧洲为40%，世界其他地区为82.6%）。据估计，2013年空调中存在的管理不当的制冷剂产生的温室气体（GHG）排放

超过冰箱的排放量。2019年，CO₂总量中估计释放到大气中73%的当量来自空调，27%来自冰箱。这是因为在1994年之前（如R-11和R-12）和2017年之前（R-134a和R-22）使用了具有高全球升温潜能值的制冷剂。此后，制冷剂被GWP值低得多的其他制冷剂所取代（如R-152a和R-124yf）。CO₂当量的排放减少，反映出最近出台的更换制冷剂的义务影响。该义务只有在未来几十年后才能得到遵守，到那时，投放市场的新产品将成为废弃物（方法详情见附件2）。

电子废物中存在危险物质和稀缺或有价值的材料，因此有必要在无害的环境中以妥善的方式回收和处理电子废物。这样做有助于避免此类物质释放到环境中，以及具有生态和经济价值的材料的损失。尽管有几项立法禁止使用某些物质，并推动用更安全的材料来替代它们，但过去生产的仍含有这些物质的器材一旦被丢弃，必须得到充分处理，以控制它们对环境和健康造成的风险。此外，新设备还可能含有更少量的禁用物质，因为从技术上来说，这些物质还不能被替代或消除。

可以假设，至少正规行业中多数电子废弃物的收集、处理和处置是合法的，因此，将环境、健康和安全方面考虑在内。这一假设可能不适用于正规部门以外的处理和处置。不符合条件的回收比合规的回收不失为更廉价的选择。欧洲电子回收协会（EERA）和联合国大学（Magalini和Huismann，2018年）最近的一项研究显示，符合欧洲标准的回收公司比不符合欧洲标准的回收公司成本高得多。具体而言，位于欧洲的合规回收公司通常会发生技术成本，例如与处理、去污染、处置危险部分和处置非危险部分相关的成本，以及法律合规性、质量和服务水平的证明。

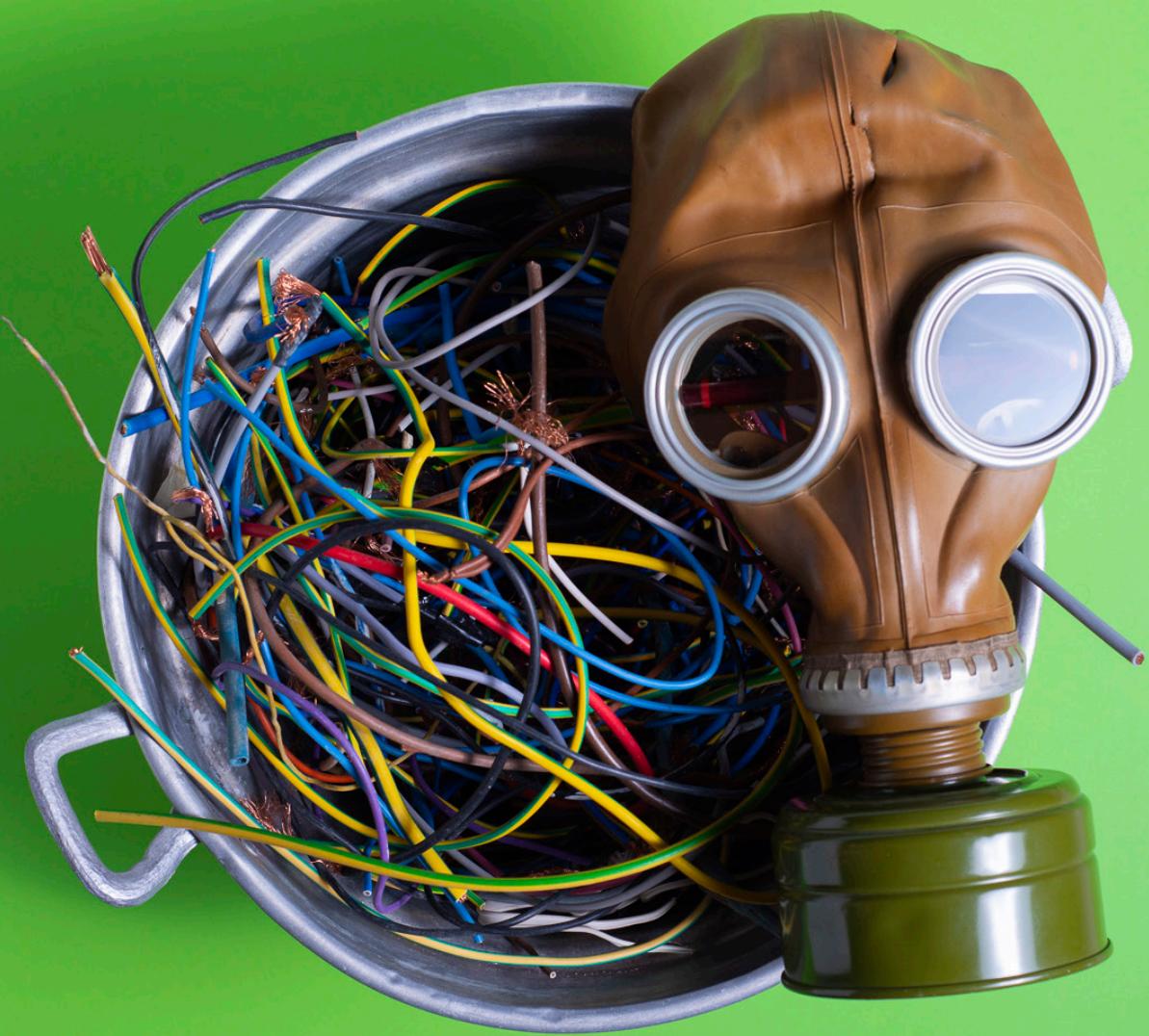


该研究得出结论，通过违规处理可以实现的潜在成本降低超过了合法回收公司的正常经济利润。应用最佳可用技术并确保完全合规将导致不公平的竞争。



第8章

电子废弃物对儿童和工作者健康 的影响



儿童在非正规的电子废弃物回收场生活、工作和玩耍。成人和儿童可能会因吸入有毒烟雾和颗粒物、皮肤接触腐蚀剂和化学物质以及摄入受污染的食物和水面临暴露风险。儿童还面临更多接触途径的风险。一些危险的化学物质会在怀孕和哺乳期间从母亲传给孩子。在户外或大自然中玩耍的幼儿经常把手、物体和泥土放进嘴里，增加了暴露的风险。胎儿、婴儿、儿童和青少年由于其生理、行为和额外的接触途径，特别容易因接触电子废弃物中的有毒物质而受到伤害（Landrigan和Goldman, 2011年；Pronczuk de Garbino, 2004年）。

最近发现电子废弃物对健康造成不良影响。

自2017年发布前一份电子废弃物监测报告以来，关于电子废弃物对健康不利影响的研究数量有所增加。这些研究继续强调从暴露到研究充分的毒素（如铅）对人类健康的危害。最近，研究发现，不受监管的电子废弃物的回收与越来越多的不良健康影响有关。这些包括不良的出生结果（Zhang Y等人, 2018年）、改变的神经发育（Huo X等人, 2019年b）、不好的学习结果（Soetrisno等人, 2020年）、DNA损伤（Alabi OA等人, 2012年）、心血管副作用（Cong X等人, 2018年）、呼吸副作用（Amoabeng Nti AA等人, 2020年）、对免疫系统的副作用（Huo X等人, 2019年b）、皮肤病（Decharat S等人, 2019年；Seith等人, 2019年），听力损失（Xu L等人, 2020年）和癌症（Davis JM等人, 2019年）。

非正规电子废弃物回收造成的健康或环境影响来源



非正规电子废弃物回收暴露与婴儿和儿童健康之间的关联

不良出生结果⁽¹²⁾

加快或减慢生长⁽¹³⁾

改变的神经发育、不良学习和行为结果^{(14) (15)}

对免疫系统的影响⁽¹⁶⁾

对肺功能的影响^{(17) (18)}

多项研究调查了电子废弃物暴露对儿童甲状腺功能的影响，但报告的结果不一致⁽¹⁹⁾

少数研究表明了以下所示对健康的影响，这可能与暴露于非正规管理的电子废弃物有关



由于婴儿和儿童对环境毒物的独特脆弱性和易感性，他们一直是健康影响研究的重点。

自2017年上一期电子废弃物监测报告出版以来，关于不受监管的电子废弃物回收及其与不良健康后果的关联的研究已经扩大。这些研究继续强调从暴露到研究充分的毒素（如铅）对人类健康的危害。下节重点介绍了电子废弃物回收与人类健康结果之间的最新发现。

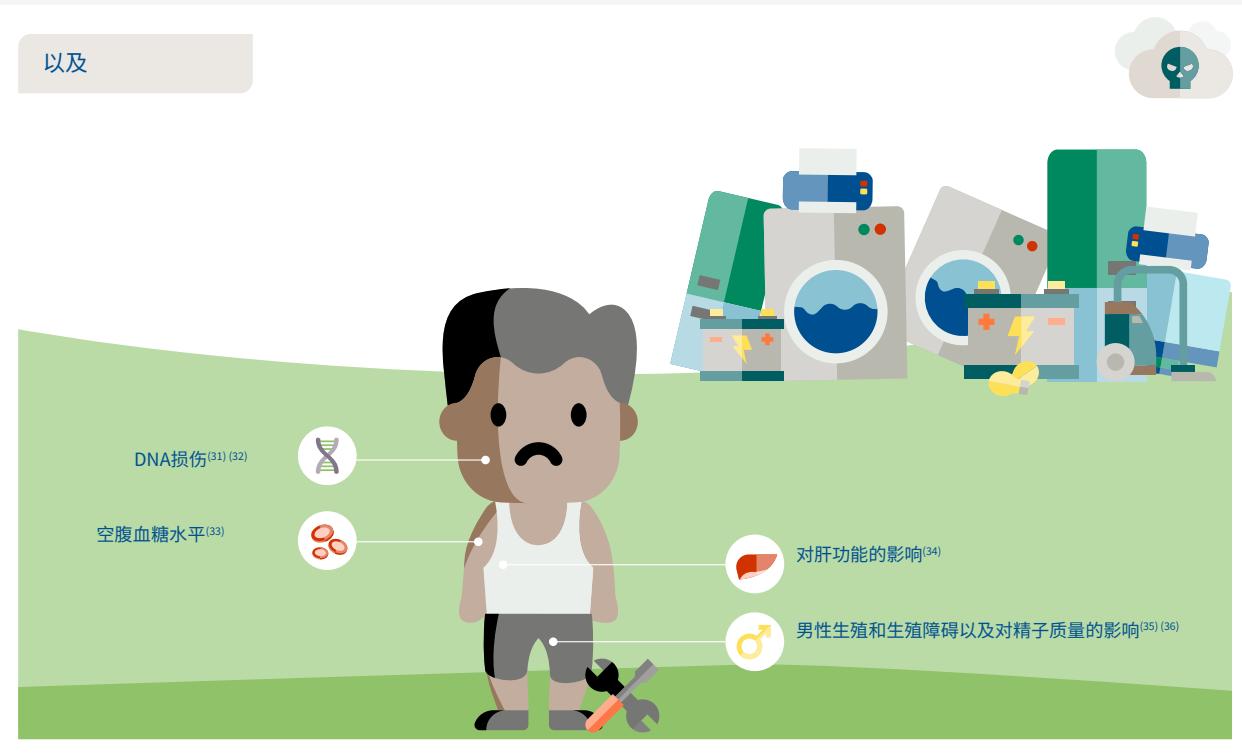
研究报告了暴露于非正规电子废弃物回收与不良出生结果（死胎、早产、胎龄较低、出生体重和身长较低、APGAR评分较低）、生长增加或减少、神经发育改变、不良学习和行为结果、免疫系统功能和肺功能之间的关联。多项研究调查了电子废弃物暴露对儿童甲状腺功能的影响，但报告的结果不一致。少数研究还表明，DNA损伤、基因表达变化、心血管调节变化、血液凝固快速发作、听力损失和嗅觉记忆可能与非正规的电子废弃物管理有关。

非正规电子废弃物回收暴露与工作者健康之间的关联

缺乏工作场所健康和安全法规导致非正规电子废弃物拆解和回收过程中工作者受伤的风险增加。^{(27) (28)}

电子废弃物工作者还报告有压力、头痛、气短、胸痛、虚弱和头晕。^{(29) (30)}

以及



缺乏工作场所健康和安全法规导致非正规电子废弃物拆解和回收工作者受伤的风险增加。

电子废弃物工作者还报告有压力、头痛、气短、胸痛、虚弱和头晕。在参与非正规电子废弃物管理或生活在电子废弃物社区的成年人中，DNA损伤与接触电子废弃物中的化学品有关。少数研究还报告了对肝功能、空腹血糖水平、男性生殖和生殖障碍的影响，以及暴露于非正规电子废弃物回收对精子质量的影响。在过去的十年里，关于电子废弃物回收对健康影响的研究迅速增加。很难评估接触电子废弃物总体而言是否会导致特定的健康后果，因为研究的人群少、所测量的接触化学品的多样性、所测量的结果的多样性以及缺乏前瞻性的长期研究。然而，大量的研究表明，伤害的风险是巨大的，尤其是对仍在成长和发育的儿童。众所周知，电子废弃物中的个别化学品，如铅、汞、镉、铬、PCB、PBDE和多环芳烃（PAH），对几乎每个器官系统都有严重影响（Grant等人，2013年）。

健康统计数据的可用性

除了关于电子废弃物收集、处理和工作条件的可靠统计数据之外，关于暴露人数、有害毒物的接触和健康影响的统一数据对于理解电子废弃物管理的影响至关重要。统一的统计数据对于监测健康影响、告知决策者问题的范围以及评估干预措施是不可或缺的。

暴露

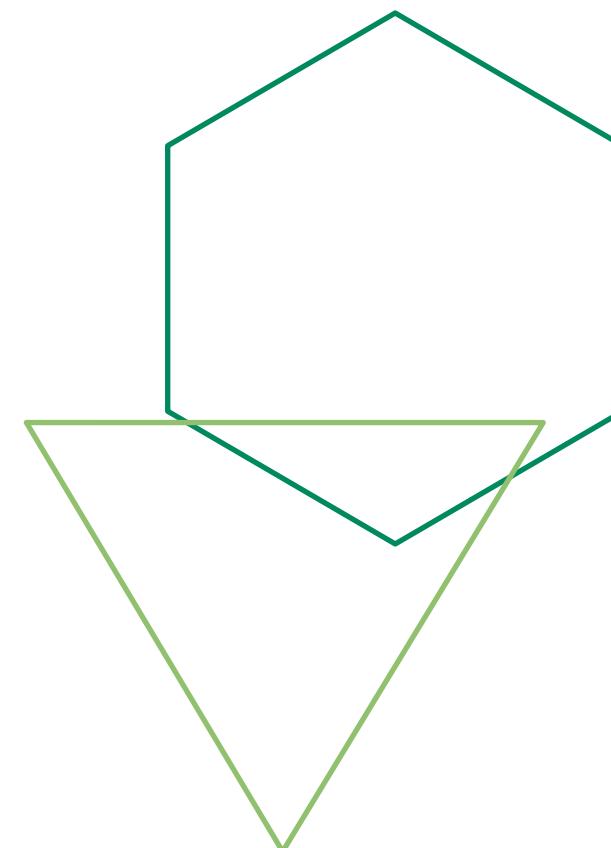
关于暴露于电子废弃物的人数的数据有限。只有国际上和受影响国家中参与非正规电子废弃物管理的人数的粗略估计（环境管理小组，2019年；劳工组织，2019年；Perkins DN，2014年；Prakash等人，2010年；Xing GH等人，2009年）。通常不清楚产生这些估计值使用了什么方法。这些值通常不考虑生活在社区但不参与非正规回收的个人、儿童或那些因环境污染而暴露于污染物的人们。

电子废弃物回收热点的大量人口可能面临风险。但是，仅仅因为一个国家没有集中进行电子废弃物回收活动的街区，并非意味着它没有电子废弃物问题。电子废弃物是更广泛的废弃物情境的组成部分，经常被挨家挨户收集，或者作为普通垃圾的一部分被送到垃圾填埋场。拾荒者是最贫穷和最脆弱的人群，他们可能会在世界各地的社区中暴露于废弃物（Gutberlet J 和Uddin SMN，2017年）。在拉丁美洲，电子废弃物通常回收于城市的小商店中，而不是集中在同一个地区（国际电联等，2016年a）。

越来越多的研究测量了单个电子废弃污染物的每日摄入量和身体负担，但仅限于少数参与者（Song和Li，2014年）。需要对职业接触、身体负担、环境水平和健康进行长期监测，以量化电子废弃物的影响（Heacock等人，2018年）。专家建议暴露和环境监测包括金属、小颗粒物质（PM2.5）、持久性有机污染物（POP）和PAH（Heacock等人，2018年）。正在制定大型生物监测举措，以监测暴露于化学危害的情况（Prüss-Ustün A等人，2011年），这可能是一个用于电子废弃物的良好模式。

健康影响

尽管关于电子废弃物暴露对健康的影响的信息与日俱增，但关于遭受这种影响的人数的数据却很有限。关于暴露和健康影响的学术研究主要是50至450名参与者的小型研究（Grant K等人，2013年；Song Q和Li J，2015年；Zeng X等人；2019年b；Zeng Z等人，2018年a）。其中一些研究报告了对照组的污染，表明污染物的广泛传播（Sepúlveda等人，2010年；Song Q和Li J，2015年）。尚无发表的大规模纵向研究。收集与电子废弃物相关的健康统计数据存在重大挑战，例如大量潜在的健康后果、研究化学混合物的挑战、缺乏经证实的暴露-结果关系，以及一些疾病的长潜伏期。国际统一的指标有助于衡量面临电子废弃物相关健康影响风险的人数，并有助于监测长期趋势。



第9章

区域电子废弃物 关键统计数据





2019年非洲的电子废弃物状况

 290万吨 | 每人产生2.5公斤
电子废弃物

 0.9% | 3万吨
记录在案的已收集和适当回收的电子废弃物

 13个国家
具有国家电子废弃物法律/政策或法规

 1152 人口(百万)  49 所分析的国家

每子区域产生最多电子废弃物的国家

东非

 30万吨 | 每人0.8公斤  1.3% | 4万吨  383

埃塞俄比亚 55.2万吨
肯尼亚 51.3万吨
坦桑尼亚 50.2万吨

中非

 20万吨 | 每人2.5公斤  0.03% | 0.01万吨  80

安哥拉 125.1万吨
喀麦隆 26.4万吨
刚果 18.3万吨

北非

 130万吨 | 每人5.4公斤  0% | 0万吨  240

埃及 585.8万吨
阿尔及利亚 308.6万吨
摩洛哥 164.5万吨

南非

 50万吨 | 每人6.9公斤  4% | 2万吨  67

南非 415.5万吨
博茨瓦纳 18.8万吨
纳米比亚 15.7万吨

西非

 60万吨 | 每人1.7公斤  0.4% | 0.2万吨  385

尼日利亚 461.3万吨
加纳 52.9万吨
科特迪瓦 30.0万吨



32亿美元
电子废弃物中的原材料价值



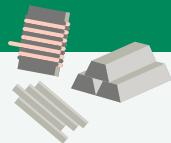
940万吨二氧化碳当量
未经记录的废弃冰箱和空调器可能产生的GHG排放



10吨
未经记录的电子废弃物物流中的汞量



5600吨
未经记录的电子废弃物物流中的BFR量



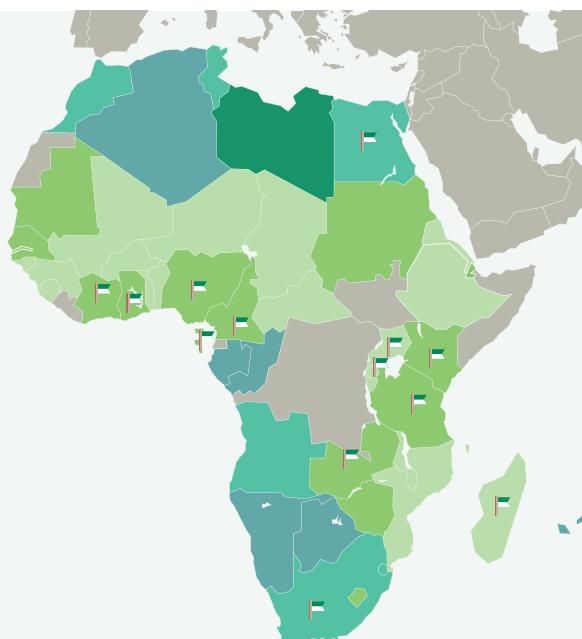
立法

过去几年，一些国家在实现电子废弃物健全管理的法律、体制和基础设施框架方面有所改进。在加纳，针对收集者、收集中心、运输者、处理设施和最终处置的无害环境电子废弃物管理技术指南已经制定并正在实施。在尼日利亚，随着尼日利亚电子废弃物生产商责任组织的成立，电子废弃物生产商责任（EPR）应运而生。这是一个由尼日利亚电气和电子生产商建立的非营利组织。EPRON是尼日利亚第一个电子废弃物生产商责任组织（PRO），成立于2018年3月，惠普、戴尔、菲利普、微软和德勤等利益相关方为其在尼日利亚的成立做出了贡献。在东非，也有重大的持续发展，卢旺达通过了电子废弃物条例，其他国家也在考虑通过未来的条例。

然而，大多数非洲国家仍然缺乏关于电子废弃物管理的具体电子废弃物立法。非洲公布了电子废弃物立法的国家寥寥无几（例如埃及、加纳、马达加斯加、尼日利亚、卢旺达、南非、喀麦隆、科特迪瓦）。然而，执法是非常具有挑战性的。一些国家，如卢旺达，最近通过了管理电子废弃物管理的条例。乌干达在2012年实施了电子废弃物管理政策。在东非共同体，坦桑尼亚、卢旺达、乌干达、布隆迪、肯尼亚和南苏丹通过了一项区域性电子废弃物战略，以实现可持续的电子废弃物管理系统（EACO, 2017年）。该战略优先考虑a) 加强电子废弃物管理可持续资源化的政策、法律和监管框架，b) 建立必要的电子废弃物管理基础设施，c) 建立电子废弃物管理资源全面和可持续调动机制，d) 加强区域和国家两级电子废弃物协调结构，以及e) 促进电子废弃物管理的研究和创新。

电子废弃物管理系统

在大多数非洲国家，电子废弃物管理由蓬勃发展的非正规行业收集者和回收者主导；既没有有组织的回收系统，也没有分类和拆解电子废弃物的许可证规定。政府对该行业的控制目前非常少，效率也很低。电子废弃物的处理通常是在后院进行的，方法是手工剥离以移除电子板进行转售，露天焚烧电线以回收少量主要成分（如铜、铝和铁），以及在露天垃圾场沉积其他散装成分，包括CRT。吸引国际关注的一个例子是加纳的Agbogbloshie，这里一直被称为非洲最大的电子废弃物堆放场。然而，Agbogbloshie的现实是复杂的，可以被描述为一个组织良好的废料场，而不是一个电子废弃物倾倒场。在Agbogbloshie，每天大约有5000名废品工作者出现在垃圾场，寻找废品中含有的有价值的金属，如铝和铜。



L图例

-  电子废弃物
(单位：每万吨和公斤)
-  记录在案的已收集和适当回收的电子废弃物
-  人口(百万)

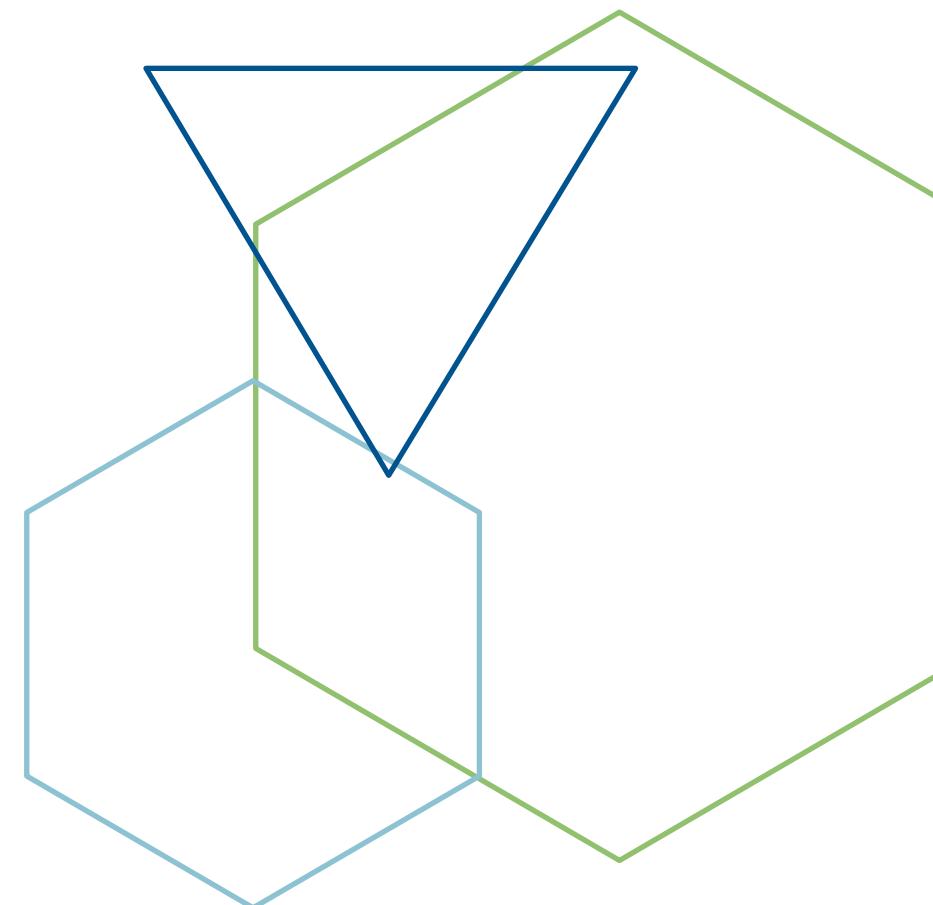
电子废弃物

-  每人0至1公斤
-  每人0至3公斤
-  每人3至6公斤
-  每人6至10公斤
-  每人10公斤以上

在这些城市或国家，电子废弃物是许多人的收入来源，电子废弃物的“非正规”收集率极高，大部分有价值的材料被回收，许多组件被重新使用或转售。这种密集的非正规活动的缺点是经济上没有利益，或者在没有二次应用的情况下最终以危险的方式被处理掉。

很少有国家，如南非、摩洛哥、埃及、纳米比亚和卢旺达，拥有一些电子废弃物回收设施，但这些设施与大型非正规行业并存。因此，其中一些回收公司一直在努力推进和增加处理量，通过新的举措也调动了新的试点和努力。另一方面，尼日利亚、肯尼亚和加纳等相当大的国家仍然非常依赖非正规回收。在尼日利亚进行的一项研究显示，2015年和2016年，每年约有60000-71000吨用过的EEE通过Lagos的两个主要港口进口到尼日利亚。调查发现，大部分进口废旧电子废弃物来自发达国家，如德国、英国、比利时、美国等。此外，一项基本功能测试显示，平均而言，至少有19%的设备无法正常工作（Odeyingbo、Nnorom和Deubzer，2017年）。

电子废弃物管理问题及随之而来的补救措施在非洲的各个次区域有点类似。总而言之，主要问题包括缺乏充分的公众意识、缺乏政府的政策和立法、缺乏有效的回收/收集系统和EPR系统、回收部门由不受控制与装备不良且污染环境的非正规行业主导、缺乏足够的回收设施以及缺乏危险废弃物管理活动经费。



2019年美洲的电子废弃物状况

 1310万吨 | 每人产生13.3公斤
电子废弃物

 9.4% | 120万吨
记录在案的经收集和适当回收的电子废弃物

 10个国家
具有国家电子废弃物法律/政策或法规

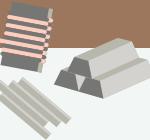
 984 人口 (百万)  34 所分析的国家

 142亿美元
电子废弃物中的原材料价值

 2630万吨二氧化碳当量
未经记录的废弃冰箱和空调器可能产生的GHG排放

 10吨
未经记录的电子废弃物流中的汞量

 18000吨
未经记录的电子废弃物流中的BFR量



各子区域产生最多电子废弃物的国家

加勒比

 10万吨 | 每人7.8公斤  1% | 0.1万吨  16
牙买加 1.8万吨

北美洲

 770万吨 | 每人20.9公斤  15% | 120万吨  367
美国 6918吨
加拿大 75.7万吨

中美洲

 150万吨 | 每人8.3公斤  3% | 4万吨  176
墨西哥 1220吨
危地马拉 7.5万吨
哥斯达黎加 5.1万吨

南美洲

 390万吨 | 每人9.1公斤  0.7% | 3万吨  425
巴西 2143吨
阿根廷 46.5万吨
哥伦比亚 31.8万吨



图例

-  电子废弃物
(单位: 万吨和每人公斤)
-  记录在案的经收集和适当回收的电子废弃物
-  人口(单位: 百万)

电子废弃物

-  每人0-4公斤
-  每人4-7公斤
-  每人7-10公斤
-  每人10-15公斤
-  每人15公斤以上

立法

美国没有关于电子废弃物管理的国家立法，但25个州和哥伦比亚特区颁布了某种形式的立法。各州的法律在范围和影响上有所不同，在是否禁止消费者在垃圾填埋场处理电子产品上也有所不同。总的来说，这些法律覆盖了75-80%的美国人口。然而，由于范围的不同，该国的许多地区，包括法律涵盖的各州，没有方便的收集方式。除了加利福尼亚和犹他州，所有已经实施法律的州都使用了生产者延伸责任法（EPR）。加拿大没有有效管理电子废弃物的国家立法，因为联邦机构没有这一权力。然而，12个省和地区已经利用行业管理计划制定了法规，加拿大人口最少的努纳武特地区除外。平均而言，产品范围比美国要广得多；在加拿大的许多省份，可以通过加入经批准的电子废弃物合规计划遵守EPR的要求。

拉丁美洲的监管缓慢前行，只有少数国家设法建立了电子废弃物法律。尽管在过去的5-10年里，拉丁美洲在实施具体的电子废弃物法规方面取得了相当大的进展，但这种进展仅限于少数几个国家，而对于其他国家来说，未来的道路依然非常漫长。除了墨西哥、哥斯达黎加、哥伦比亚和秘鲁可能作为该地区无害环境电子废弃物管理的主导力量，并在2020年致力于改善已经建立的系统外，只有巴西和智利正在搭建基础，以此开始实施正规的电子废弃物监管框架。

巴西最近公布了“从家庭角度实施WEEE逆向物流系统的部门协议”，以征求公众意见。该协议预计将于2020年正式签署。在2016年颁布《废弃物管理、生产者延伸责任和促进回收利用框架法》之后，智利目前正在制定具体的电子废弃物法规，其中将包括收集和回收利用目标，并为实施正式收集系统制定指导方针。

在对计算机、打印机和外围设备产生的废弃物实施第1512号法令七年后，哥伦比亚正在制定一项新的条例，将电子废弃物分类扩展到所有电子废弃物类别，并对电子废弃物综合管理系统进行调整，同时考虑到所吸取的经验教训以及根据WEEE第1672号法律和WEEE国家管理政策确立的导则。

回顾自实施第一个电子废弃物管理系统以来的五年，秘鲁一直在非常仔细地评估这一经验，以便能够填补漏洞，并与该国的一般废弃物管理战略保持一致。修订后的条例预计将很快公布，并将扩大电子废弃物类别的范围，对小型和大型家用电器，特别是冷却设备实行强制收集。

截至2020年，墨西哥正计划在第一个五年期后审查现行法规，并一直在扩大若干研究，以重新界定相关利益攸关方的责任，建立明确界定的类别，并设定强制性收集目标，从而增加收集量和正规回收量。

哥斯达黎加最终克服了相互矛盾的法规所带来的最初挑战，现在正集中精力改善现行法规的执行情况。在联邦和省一级针对电子废弃物开展了许多不成功的举措和法律项目之后，阿根廷现在改变了做法，为多种废弃物类别起草了电子废弃物法。国会仍在讨论这项法律。

厄瓜多尔通过其第191号部长级协议，一直在强制所有移动电话运营商和进口商收回移动电话，因此，2017年收集和回收了近5万部移动电话。

玻利维亚在2015年的一般废弃物管理法中引入了生产者延伸责任原则，该原则适用于几种废弃物成分，尤其是电池。尽管如此，该法从未得到监管，因此没有确立任何适用的收集目标。

上述国家的简要概述突出了整个地区可看到的一个普遍问题：这些法规及其所依据的一般原则缺乏统一性。它们中的大多数在一般方法（EPR相对于分担责任和公共部门计划）、司法管辖区层面（联邦相对于州和市）、基本原则的定义、所涉及的利益相关方、角色和责任的分配以及适用的电子废弃物类别等方面存在差异。

电子废弃物管理系统

美国在联邦一级采取了防止电子废弃物的一般性措施，因此，美国确实有一套监管措施限制电子产品的不适当处置和处理所带来的不利影响。某些电子产品，如果符合某些标准，必须按照《资源保护和回收法案》（RCRA）的要求进行管理。联邦机构被指示使用根据负责任回收（R2）或电子管家标准认证的电子回收器。数百家电子回收设施已经独立通过了一个或两个认证计划的认证，自2010年开始实施以来，其标准已经得到更新和提高。

拉丁美洲仍有许多公司参与当今的电子废弃物管理和处置活动，尤其是在发展当地回收企业方面。一方面，几年前墨西哥南部只有三家R2认证的公司，而现在已经超过了15家。另一方面，几乎所有国家的电子废弃物回收公司的数量都大幅增长，但大多数较新的公司仍处于学习曲线的最底端。虽然提出了一些有趣的举措，但还不可能制定符合区域本地情况的技术标准。

毫无疑问，该地区越来越多的回收公司也是正规收集的报废电子产品数量不断增加的结果。在拥有电子废弃物具体法律框架和强制性收集目标的国家，如哥伦比亚和秘鲁，收集量的增长一直稳定而显著。与此同时，收集的电器范围也扩大了。重点不再仅仅是信息通信技术商品，尤其是冷却设备，已包括在范围内。有几个项目主要侧重于能效计划和当地基础设施的发展，以确保妥善处理和处置废弃电器，从而减少温室气体排放。

在监管的推动下，正规收集系统的重要性也在增加，个人或集体合规计划的数量与日俱增。大量的处理仍然由非正规部门进行，或者在最好的情况下，储存在地下室。非正规部门是拉丁美洲劳动力结构的一部分，但只有极少数国家，如巴西和智利，在电子废弃物管理方面积极发挥它们的作用。对它们在这一领域工作的认可、监管和整合显然是该地区面临的巨大挑战之一。

另一个挑战是缺乏来自研究领域的贡献。几乎没有任何关于电子废弃物的统计数据，仅有的几个已经被过度使用并已过时。需要有支持政策和法规定义的最新信息和行之有效的方法。只有掌握这种信息更新，才有可能解决更复杂的问题，即提高认识水平和教育各种消费者，帮助拉丁美洲将电子废弃物管理提高到一个新的水平。

2019年亚洲的电子废弃物状况

 2490万吨 | 每人产生5.6公斤
电子废弃物

 11.7% | 290万吨
记录在案的经收集和适当回收的电子废弃物

 17个国家
具有国家电子废弃物法律/政策或法规

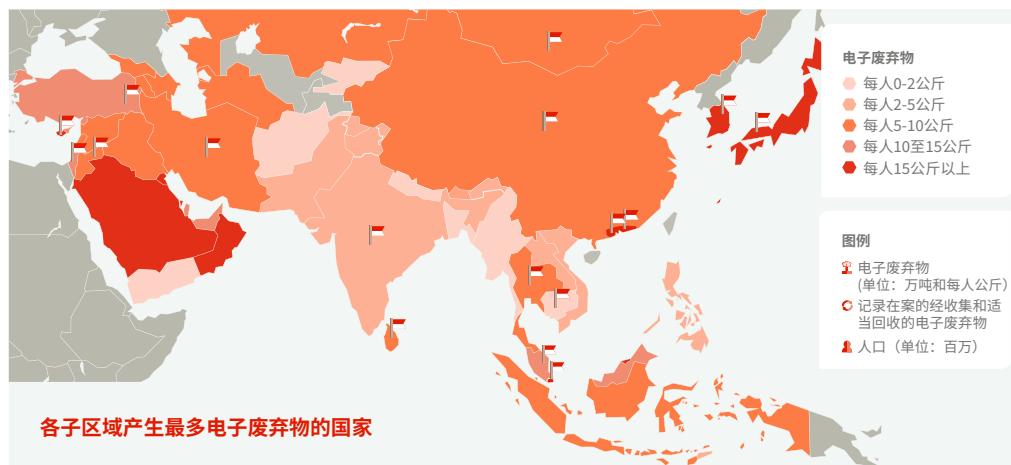
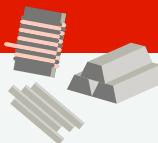
 4445 人口(百万)
 46 所分析的国家

 264亿美元
电子废弃物中的原材料价值

 6080万吨二氧化碳当量
未经记录的废弃冰箱和空调器可能产生的GHG排放

 40吨
未经记录电子废弃物流中的汞量

 35300吨
未经记录的电子废弃物流的BFR量



各子区域产生最多电子废弃物的国家

西亚

260万吨 | 每人9.6公斤 ○ 6% | 20万吨 ▲ 272
土耳其 84700吨
沙特阿拉伯 59.5万吨
伊拉克 27.8万吨

中亚

0.2万吨 | 每人7.1公斤 ○ 5% | 1万吨 ▲ 31
哈萨克斯坦 17.2万吨
土库曼斯坦 3.9万吨
吉尔吉斯斯坦 1万吨

东南亚

350万吨 | 每人5.4公斤 ○ 0% | 0万吨 ▲ 656
印尼 1618吨
泰国 62.1万吨
菲律宾 42.5万吨

东亚

1370万吨 | 每人8.6公斤 ○ 20% | 270万吨 ▲ 1590
中国 10129吨
日本 2569吨
韩国 81.8万吨

南亚

480万吨 | 每人2.6公斤 ○ 0.9% | 4万吨 ▲ 1860
印度 3230吨
伊朗 (伊斯兰共和国) 79万吨
巴基斯坦 43.3万吨

立法

南亚地区已经开始认识到适当的电子废弃物管理的重要性。印度是南亚唯一一个有电子废弃物立法的国家，尽管其他几个国家也在考虑这样的立法。在印度，管理电子废弃物的法律从2011年开始实施，规定只有授权的拆解和回收公司才能收集电子废弃物。制造商、经销商、翻新商和生产者责任组织被纳入2016年电子废弃物（管理）规则的范围。《国家资源政策》（出版时仍在起草中）亦考虑到生产者在从电子废弃物中回收二次资源方面的强大作用。

在东南亚，一些国家更先进。菲律宾没有专门针对电子废弃物管理的法规，但它有一系列涵盖电子废弃物的“危险废弃物”法规，因为电子废弃物被视为“危险”废弃物。菲律宾制定了《废弃电气和电子设备无害环境管理（WEEE）指南的最后草案》，希望很快获得通过。柬埔寨现在有一项关于电子废弃物管理的具体法律，即2016年《电气和电子设备废弃物管理二级法令》（电子废弃物管理）。该二级法令涵盖与EEE废弃物的处置、储存、收集、运输、回收和倾倒有关的所有活动。缅甸没有关于电子废弃物的法规，电子废弃物也没有被明确归类为危险废弃物。然而，缅甸已经认识到危险废弃物管理的重要性，目前正在制定一项总体规划和指南。

中国有现行的国家立法，对14种电子废弃物的收集和处理进行管理（即最初有5种，后来又增加了9种）。受监管的14种电子废弃物是：电视、冰箱、洗衣机、空调、个人电脑、抽油烟机、电热水器、燃气热水器、传真机、手机、单机电话、打印机、复印机和显示器。东亚的其他国家，如日本和韩国，已经推进了电子废弃物的监管。

在日本，大多数EEE产品是根据《特定种类家用电器回收法》和《促进小型废弃电器和电子设备回收法》收集和回收的。日本是全球第一个基于EPR实施电子废弃物系统的国家之一。

在西亚和中亚，电子废弃物立法进展仍然非常缓慢。有一些关于含汞灯具的正式立法。然而，对于电子废弃物的类型，收集、立法和电子废弃物的管理基础设施大多缺乏。值得一提的是，吉尔吉斯政府正在制定引入电子废弃物概念的新立法，这也将适用于电子废弃物。政府目前正在制定一项旨在解决电子废弃物管理问题的决议。它包含了这类废弃物的定义，并为其收集、储存、处置、运输和回收提供了指导。在哈萨克斯坦，电子废弃物的生产者延伸责任已反映在2013年通过的《哈萨克斯坦共和国向绿色经济过渡的概念》中，该概念为实施“制造商的延伸责任原则提供了基础，以涵盖收集和处置包装、电子和电气设备、运输车辆、电池、家具和其他废旧物品的部分成本。”这接近于生产者延伸责任的概念，但对立法中的运输和消除污染没有任何许可或融资机制。目前正在讨论纳入这种许可证和金融机制。

电子废弃物管理系统

亚洲的电子废弃物管理系统相当宽泛。它们从韩国、日本、中国（包括台湾省）等非常先进的电子废弃物管理系统，到与中国先进的回收系统共存但在亚洲其他地区电子废弃物管理中占主导地位的非正规活动。南亚的电子废弃物管理主要基于非正规部门的收集、拆解和回收活动。印度的立法推动了正规回收设施的建立，印度有312家经授权的回收商，每年可处理约80万吨废物。然而，正规的回收能力仍未得到充分利用，因为大部分废弃物仍由非正规部门处理。有31家经授权的专业公司提供合规服务，包括收集电子废弃物并将其引导至正规回收设施，以及开展宣传活动。执行规则仍然是一项挑战，其他方面也是如此，如缺乏适当的收集和物流基础设施，消费者对不当处置电子废弃物的危害认识有限，缺乏收集、拆解和处理电子废物的标准，以及低效和繁琐的报告程序。

目前的统计数据显示，中国是世界上最大的电子废弃物生产国2019年产生1010吨电子废弃物。中国在全球EEE产业中发挥着关键作用，主要有两个原因：中国是世界上人口最多的国家，因此EEE的国内需求非常高，而且它拥有强大的EEE制造业。此外，中国在电子废弃物的翻新、再利用和回收方面发挥着重要作用。在电子废弃物监管和设施扩展的推动下，正规的电子废弃物回收行业在处理能力和质量方面取得了长足的发展；每年有超过7000万个电子废弃物单元被拆除（中国生态环境部，2019年）。据中国政府称，实际收集和再循环率为40%，但需要注意的是，这一数字仅针对5种EEE产品，而不是国际电子废弃物分类（附件1）中列出的54种EEE产品（联合国大学-Keys）。如果将所有54种产品都考虑在内，收集和再循环率将降至15%。由于中国新的环境法实施了更严格的控制，非正规部门一直在大幅下降。由于禁止固体废弃物进口政策，电子废弃物的非法进口更加迅速地消失。但是，资金差距越来越大。

征税和补贴给电子废弃物供资政策带来了独特的挑战（Zeng等人，2017年）。中国政府已确定目标，到2025年，新电子产品20%的原材料来源于回收材料，50%的电子废弃物得到回收（2018年世界经济论坛）。2018年，中国台湾省电子废弃物的收集和再循环率达到了立法所涵盖产品的64%⁽³⁷⁾；这一重大成就基于4合1回收系统，该系统着重于将EPR概念应用于回收系统。在回收基金管理委员会（RFMB）的监督下，该机制有了很大改进。中国台湾省约有20个电子废弃物回收设施，其产能高于目前国内电子废弃物的产生量，因此中国台湾省的电子废弃物回收业务正面临挑战。日本则依靠强大的法律框架、先进的收集系统和发达的加工基础设施。2016年，根据《特定种类家用电器回收法》，日本通过官方渠道收集了57.03万吨。

在中亚，产生的大部分电子废弃物最终被填埋或非法倾倒。在哈萨克斯坦的电子废弃物回收系统中，已经建立了一些收集和回收场所，但其能力不足以管理该国的全部电子废弃物或为电子废弃物的运输提供资金。在整个地区，消费者将废弃的电器/电子设备送到小公司，然后小公司将它们拆除并重新使用某些部件是很常见的。因此，一些政府采取措施解决这个问题。例如，在乌兹别克斯坦，2014-2016年通过升级城市废弃物基础设施取得了进展，2017年，总统启动了一项重大的五年计划，在全国范围内改善废弃物收集、处置和回收。然而，没有专门针对电子废弃物的监管措施。

2019年，西亚国家从非常富裕到非常贫穷，状况千差万别。尽管如此，电子废弃物管理系统大多是非正规的。在富裕的国家，有大量的外来务工人员重复使用或修理富裕家庭捐赠的二手EEE，但这是该地区的独到之处。阿拉伯联合酋长国投资了位于迪拜工业园区的一个专门设施。该设施每年可处理10万吨电子废弃物。然而，如上所述，大多数电子废弃物基本上不受控制，由非正规部门管理。在巴勒斯坦的中部和南部，有三个倾倒电子废弃物的主要垃圾填埋场，该区域存在电子废弃物的非法进口，却没有适当的无害环境回收基础设施。根据工发组织与黎巴嫩工业部协调于2019年开展的一项电子废弃物研究，黎巴嫩有一定数量的电子废弃物也被填埋，更多的电子废弃物仍作为废料出口，主要是由非正规部门出口，而一小部分被拆解并通过正规部门送往国外的回收设施。该研究还显示，由于运营成本高，特别是能源成本高，以及电子废弃物的复杂性和潜在危害，黎巴嫩目前的电子废物回收非常有限（工发组织，2019年）。

2019年欧洲的电子废弃物状况

 1200万吨 | 每人产生16.2公斤
电子废弃物

 42.5% | 510万吨
记录在案的经收集和适当回收的
电子废弃物

 37个国家
具有国家电子废弃物法律/政策或法规

 740 人口(百万)  39 所分析的国家

各子区域产生最多电子废弃物的国家

东欧

 320万吨 | 每人11公斤  23% | 70万吨  289

俄联邦	1631吨
波兰	44.3万吨
乌克兰	32.4万吨

北欧

 240万吨 | 每人22.4公斤  59% | 140万吨  105

英国	1598吨
瑞典	20.8万吨
挪威	13.9万吨

南欧

 250万吨 | 每人16.7公斤  34% | 90万吨  151

意大利	1063吨
西班牙	88.8万吨
希腊	18.1万吨

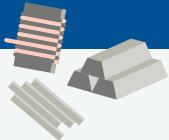
西欧

 400万吨 | 每人20.3公斤  54% | 210万吨  195

德国	1607吨
法国	1362吨
荷兰	37.3万吨



129亿美元
电子废弃物中的原材料价值



1270万吨二氧化碳当量
未经记录的废弃冰箱和空调器可能产生的GHG排放



10吨
未经记录电子废弃物物流中的汞量



11400吨
未经记录的电子废弃物物流的BFR量

图例

 电子废弃物
(单位: 万吨和每人公斤)
 记录在案的经收集和适当回
收的电子废弃物
 人口 (单位: 百万)

电子废弃物

● 每人0至5公斤
● 每人5至10公斤
● 每人10至15公斤
● 每人15至20公斤
● 每人20至25公斤
● 每人25公斤以上



立法

在欧洲，大多数电子废弃物受《WEEE指令》（2012/19/EU）监管。该法规在欧盟和挪威生效。其他国家（包括冰岛、瑞士以及塞尔维亚、波斯尼亚和黑塞哥维那等几个巴尔干国家）也有类似的法律。《WEEE指令》为所有六类电子废弃物设定了收集、回收、再利用和回收目标。从2018年起，《WEEE指令》第7条规定，成员国每年达到的最低收集率应为前三年EEE POM平均重量的65%，或2018年成员国境内产生的电子废弃物的85%。保加利亚、捷克共和国、拉脱维亚、立陶宛、匈牙利、马耳他、波兰、罗马尼亚、斯洛文尼亚和斯洛伐克可能会选择在2021年之前退出该法规，因为它们的EEE消费量相对较低。执行《WEEE指令》的最新进展是引入了开放范围和新规定的报告指南。

自2018年8月15日以来，所谓的开放范围已经到位。开放范围指EEE产品首先被认为在欧盟范围内，除非有特定的例外情况。这意味着，在实践中，新的产品，如服装和具有电气功能的家具，可以属于该指令。关于电子废弃物统计，最重要的决定是电子废弃物的再利用准备、出口的计算方法、电子废弃物生成方法和报告类别。再利用准备的定义是已成为废弃物的整个器具的重量和电子废弃物组件的重量，在检查、清洁或修理操作之后，无需任何进一步的分类或预处理就可以再利用。它还包含一项关于电子废弃物出口登记的决定。如果根据第2012/19/EU号指令第10条，电子废弃物被送往另一成员国进行处理或出口到第三国进行处理，则只有收集、发送或出口电子废弃物进行处理的成员国才可将其计入最低回收目标。请注意，该指令尚未涵盖任何关于再利用产品出口的决定，因为它们还不是废物。此外，成员国必须报告电子废弃物产生量的数据。另一项决定是，数据应在六个类别中报告，但类别4“大型设备”分为类别4a（不包括光伏板的大型设备）和类别4b（包括光伏板的大型设备）。

在乌克兰，根据欧盟和乌克兰的联合协议，正在开发一个基于欧盟WEEE指令的生产者延伸责任制度。由于欧盟支持的合作项目，乌克兰区域发展部在建立电子废弃物和电池处置法律基础方面获得了支持。最近，为期两年的“乌克兰电气和电子设备及电池废弃物管理系统实施”项目已经完成。该项目帮助制定了两项法律：《电池和蓄电池法案》和《电气和电子设备废弃物法案》，预计将于2020年在议会通过。

白俄罗斯有一项普通法，即2007年7月20日关于废弃物管理的第271-Z号法律。电子废弃物在制造商和供应商的生产者延伸责任框架内进行管理。电子恭亲王类别主要是长度超过160厘米的大型设备、尺寸为80-160厘米的中等尺寸物品和长度小于80厘米的小物件。在2016-2020年“舒适的住宿和有利的环境”国家方案的“城市废弃物管理和回收资源的使用”部分（白俄罗斯部长会议2016年4月21日第326号命令），确定了到2019年达到20%的中期目标。黑色金属法禁止金属废料回收者收集电子废弃物。尽管如此，这样的收集依然存在。有价值的元器件被取出，有害物质被倾倒。在摩尔多瓦，一项关于废弃物的国家战略自2013年起生效。欧盟与摩尔多瓦共和国之间签订了关联协议，根据该协议，产生了几项关于环境立法的关联协议。在这种背景下，电子废弃物生产者延伸责任法案于2018年获得批准。在摩尔多瓦，电子废弃物被归入旧的欧盟WEEE指令的10个类别，而不是欧盟目前实施的6个类别。《环境保护法》规定，也有基于前三年EEE持久性有机污染物的收集和回收目标。在2020年，有一个5%的收集目标。这一比例将每年递增5%，直到2025年达到30%。2017年，俄罗斯启动了一项针对电气和电子废料的ERP。制造商和进口商必须根据俄罗斯循环经济立法帮助收集和处理废弃电子产品。

电子废弃物管理系统

欧盟具有一个非常完善的合规电子废弃物管理基础设施，由私营运营商在商店和城市收集电子废弃物，并进一步回收所收集的电子废物中的可回收成分，以合规和无害环境的方式处置残留物。欧盟电子废弃物立法相对较长，这项法律的确定可追溯至2003年初。因此，统计数据表明，北欧产生的59%的电子废弃物和西欧产生的54%的电子废弃物被记录为得到正规回收。所报告的是2017年的电子废弃物收集数据。这是世界上最高的百分比。在参考年2019年，欧盟成员国必须收集85%的电子废弃物，或前三年65%的EEE POM，这表明收集和回收必须进一步增加，以达到收集目标。

因此，实现目标的可行性和其他电子废弃物的位置是近年来几项国家研究的主题。在撰写本研究期间，最近在荷兰（Baldé等人，2020年）和罗马尼亚（Magalini等人，2019年）开展了研究。这些研究表明，与产生的电子废弃物相比，电子废弃物的份额越来越大，并且在过去得到了合规的回收。然而，很大部分仍在欧盟合规回收部门之外进行管理。电子废弃物管理是通过出口用于再利用混合在残留废物中以及不符合金属废料回收要求的电子废弃物进行的。

在荷兰，用于再利用的出口在数量上大约占电子废弃物产生总量的8%（Balde等人，2020年）。这些出口商品主要包括EEE的IT服务器和专门翻新公司的笔记本电脑，以及二手冰箱、二手微波炉和其他被塞进二手车或集装箱运往非洲的耐用品。供再利用的出口被认为是寿命的延长，是循环经济的一部分。但许多其他欧盟国家没有这样的数据。没有这些数据，在这些出口国达到收集目标将更加困难，甚至不可能。与高收入国家相比，EEE消费量较低的低收入欧盟国家也可以成为这些出口产品的再利用接受国。最近的研究还表明，尽管欧盟的环境意识相对较高，但电子废弃物仍然是以残余废物的形式处置的。小的电子废物最终被弃置在残余垃圾箱中。这约占欧盟电子废弃物的0.6公吨（Rotter等人，2016年）。一个积极的方面是，在过去十年中，电子废弃物在荷兰剩余废物中所占的份额从11%下降到9%（Balde等人，2020年）。最大的不合规电子废弃物与金属废料一起管理，但没有适当的去污染步骤。

与该地区的其他欧洲国家相比，白俄罗斯拥有相对先进的电子废弃物收集和回收部门。这里有市政垃圾收集站和私人垃圾收集站，电子废弃物也从维修和服务中心收集。白俄罗斯在2019年收集了23000吨的电子废弃物。合规的废弃物收集公司（或回收公司）从政府收到的一笔小额金融交易补偿，从而激励了从家庭收集废弃物。然而，私人公司和政府机构必须为电子废弃物收集付费。从公共机构收集电子废弃物可能会受到阻碍，因为它们必须支付少量费用，而且这些机构通常资金不足。因此，公共机构通常存储设备。

在其他东欧国家，如巴尔干地区，电子废弃物收集刚刚起步。电子废弃物管理基础设施目前正在开发中，但电子废弃物的比率尚未达到北欧和西欧的水平。在摩尔多瓦，市政当局设置了收集点。一些私营公司从学校、大学和其他公共机构获得设备。在俄罗斯和乌克兰，有些企业收集电子废弃物，并以无害环境的方式进行管理。然而，电子废弃物收集点太少，电子废弃物管理能力不足以以无害环境的方式回收所有家用电子废弃物。因此，电子废弃物可能会与金属废料一起回收或倾倒在垃圾填埋场。

2019年大洋洲的电子废弃物状况

70万吨 | 每人产生16.1公斤
电子废弃物

8.8% | 6万吨
记录在案的经收集和适当回收的
电子废弃物

1个国家
具有国家电子废弃物法律/政策或法规

42 人口 (百万) 12 所分析的国家

各子区域产生最多电子废弃物的国家

澳大利亚和新西兰

70万吨 | 每人21.3公斤 9% | 6万吨 31
澳大利亚 554 000吨
新西兰 96 000吨

美拉尼西亚

2万吨 | 每人1.5公斤 0% | 0万吨 10
巴布亚新几内亚 9 000吨
斐济 6 000吨

密克罗尼西亚

0.05万吨 | 每人2公斤 0% | 0万吨 0.2
密克罗尼西亚 200吨
帕劳 170吨

波利尼西亚

0.1万吨 | 每人3.1公斤 0% | 0万吨 0.3
萨摩亚 600吨
汤加 300吨



7亿美元
电子废弃物中的原材料价值



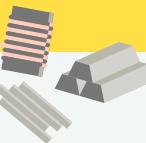
100万吨二氧化碳当量
未经记录的废弃冰箱和空调器可能产生的GHG排放



1吨
未经记录电子废弃物流中的汞量



1100吨
未经记录的电子废弃物流的BFR量



立法

根据澳大利亚政府的《2011年产品管理法案》，澳大利亚实施了国家电视和计算机回收计划。该法案于2011年8月8日生效。根据该法案，《2011年产品管理（电视和计算机）条例》也于2011年11月8日生效。该法案为澳大利亚家庭和中小企业提供了获得行业资助的电视和电脑收集和回收服务的途径。共同监管是上述法规的一个关键特征，澳大利亚政府通过这些法规确定了行业要取得的成果以及实施计划的方式。通过经批准的共同监管安排（生产者责任组织）运作的电视和计算机行业将决定如何高效地交付这些成果。该计划为大约98%的澳大利亚人口提供了合理的收集服务。这些服务可能包括在当地废物转运站或零售点或一次性活动中的永久收集点。电视和计算机行业需要为每年在澳大利亚处置的一定比例的电视和计算机的收集和回收提供资金，并在2026-2027年将澳大利亚的电视和计算机的回收率提高到80%。

电子废弃物管理系统

根据《2011年产品管理（电视和计算机）条例》，需要进行经批准的联合监管安排以提供独立的年度审计报告，供行业发布。这些共同监管安排报告了与其作为计划管理者的角色相关的一系列问题。目前，有四项共同监管安排管理着非关税壁垒控制系统的日常运作。自该计划启动以来，已收集和回收了超过29.1万吨的电视和计算机电子废弃物。在2017-2018财政年度，该计划回收了约5.8万吨的电子废弃物，相当于回收率大于93%。该计划还确保所有回收商在安全回收电子废弃物方面得到5377认证，符合AS/NZS 2013年标准（澳大利亚政府，2019年）。

随着禁令于2019年7月开始实施，维多利亚州政府是最新一个禁止电子废弃物填埋的澳大利亚州政府，并宣布了一项1,650万澳元的一揽子计划，旨在鼓励对电子废弃物中发现的有害物质进行安全管理，并实现有价值物质的最大回收，最终为维多利亚州带来更稳定的行业和更多就业机会。维多利亚州可持续发展组织发起了一项新的运动，于2018年7月4日实施了一项耗资150万澳元的社区教育计划，旨在教育维多利亚州人了解电子废弃物的价值以及如何进行回收。该活动开办了一个新网站ewaste.vic.gov.au。网站包括一个动画视频，展示了存在于我们的电子产品、社交媒体和数字广告中的宝贵材料（可持续发展维多利亚，2019年）。



图例

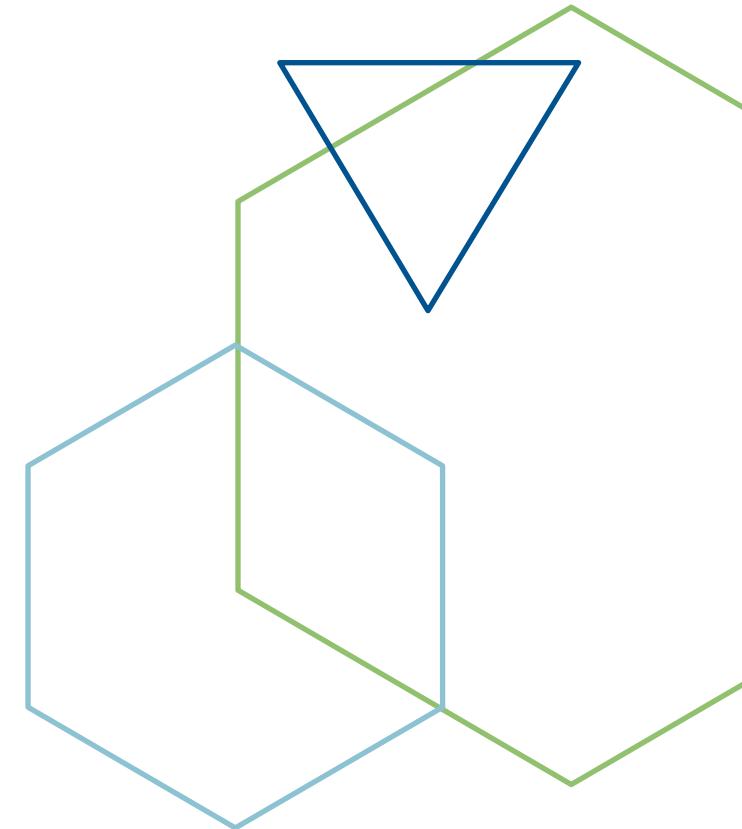
- 电子废弃物
(单位：万吨和每人公斤)
- 记录在案的经收集和适当回收的电子废弃物
- 人口 (单位：百万)

电子废弃物

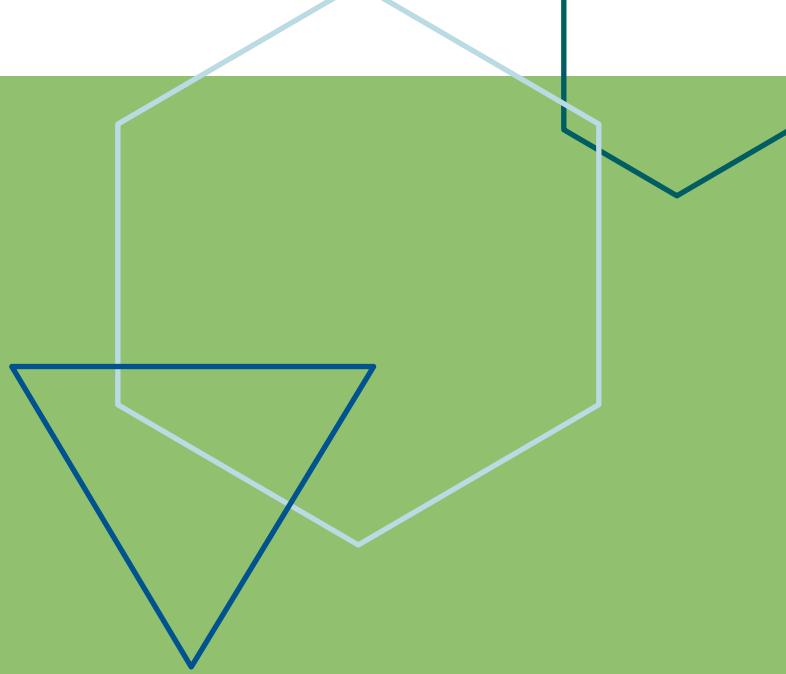
- 每人0至5公斤
- 每人5至15公斤
- 每人15公斤以上

与澳大利亚相比，新西兰政府仍在考虑制定一项处理电子废弃物问题的强制性国家计划。据估计，每年有超过9.7万吨电子废弃物被填埋处理，超过98.2%的家庭电子废弃物最终被填埋。这一结果在很大程度上是由于用于更合适的回收和处理的电子废弃物有限，以及新西兰缺乏强制性的基于产品管理的电子废弃物管理方法。具体生产商的电子废弃物管理计划寥寥无几，而且微不足道。此外，电子废弃物管理总体上没有正规的系统（Blake、Farrelly和Hannon, 2019年）。

太平洋岛屿区域（PICT）由22个国家和领土组成，由于其地理位置分散，面临独特的挑战。小岛屿和环礁上可用于建造垃圾填埋场的合适土地有限，岛屿地处偏远，人口相对较少，这给大型经济体带来了问题。同时，废弃物管理技术、快速城市化、有限的机构和人力资源能力是太平洋岛屿国家面临的主要挑战。太平洋区域环境署秘书处（SPREP）对废弃物管理和污染控制行动的区域协调和交付负有主要责任，并利用战略管理框架“更清洁的太平洋2025”指导区域合作与协作。SPREP还与主要的国际和区域伙伴合作，实现可持续供资的更大整合，并有关废物、化学品和污染管理计划机制提供支持。

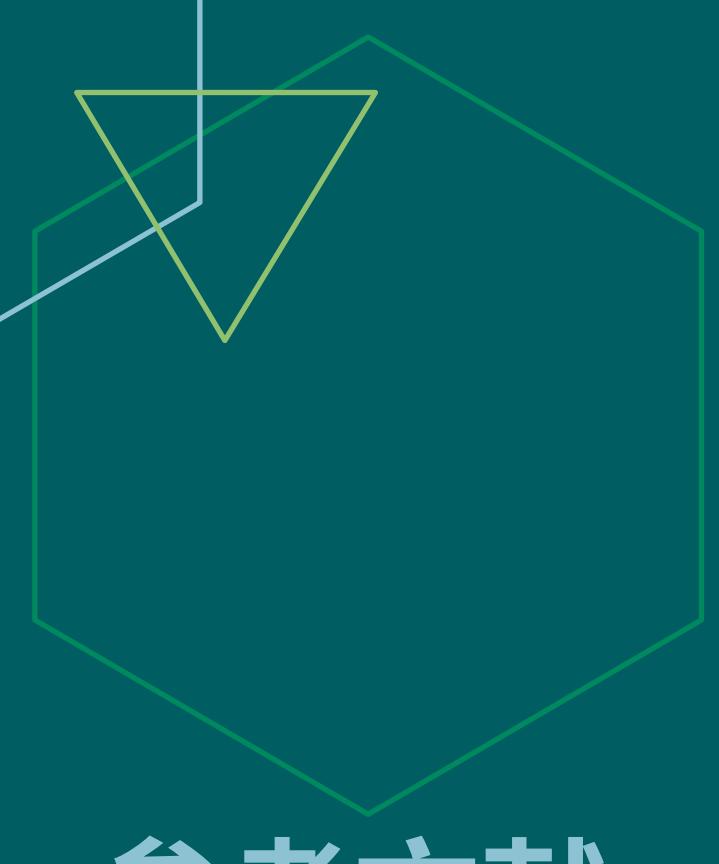


尾注



- (1) 电子废弃物收集率与可持续发展目标12.5.1确定的分指标相同。如果电子废弃物是通过官方收集系统收集的，则可以假设收集的电子废弃物等于回收利用的电子废弃物，尽管实际上在处理阶段可能会出现损失。> 第22页
- (2) 被记录为正式收集和回收利用的电子废弃物及其各自的回收利用率系指政府正式报告的数据（本报告中首选的数据来源），或其他情况下，指的是回收利用者报告的数据。在若干国家和全球区域，电子废弃物通常也通过非正式系统收集，但这些数量既没有计入“得到记录的收集和回收电子废弃物”指标，也没有计入各自的回收率中，主要原因有二：1) 由于活动的“非正式”性质，因此是不受监管的，所以在政府层面很难获得数据；2) 由非正式系统管理的电子废弃物很可能没有以环保方式回收。> 第24页
- (3) 工作计划和其他信息可从以下网站获得：https://uneplive.unep.org/indicator/index/12_5_1。> 第28页
- (4) 导则得到亚太经社会、西亚经社会、国际电联、经合组织、贸发会议、非洲经委会、欧统局、环境署/巴塞尔公约秘书处和联合国大学的首肯。> 第33页
- (5) 电子废弃物通常不会被其所有者丢弃，而是被储存在家中或作为二手产品捐赠。然而，根据定义，只有当EEE的所有者打算丢弃该产品时，它才成为电子废弃物，因此，在产品离开家后变为电子废弃物。> 第35页
- (6) www.basel.int/Countries>StatusofRatifications/PartiesSignatories/tabid/4499/Default.aspx > 第51页
- (7) 关键原材料被确定为欧盟循环经济行动计划的优先领域之一。2017年进行的最新关键度评估确定了27种关键原材料。> 第55页
- (8) 贵金属（如金、银、铜、铂、钯、钌、铑、铱和锇）和关键材料（如钴、钯、铟、锗、铋和锑）。> 第56页
- (9) 计算在电子废弃物中发现的贵金属价值的方法已根据《2017年全球电子废物监测》报告中的方法进行了更新。这一更新在附件2中有详细说明。> 第56页
- (10) 将2019年产生的电子废弃物中发现的原材料总量与同年在EEE投放市场的原材料总量进行比较。计算电子废物中发现的原材料的方法和相关数据来源见附件2。> 第59页
- (11) 通过将1995年至2019年间生产的冰箱和空调中使用的制冷剂的数量和类型与其以CO₂当量表示的全球升温潜能值联系起来，估算了CO₂当量的释放量（Duan等人，2018年）。> 第58页
- (12) Guo Y等人，2010年a；Guo Y等人，2012年a；Huo X等人，2019年a；Li M等人，2018年a；Wu K等人，2011年a；Wu K等人，2012年a；Xu X等人，2012年a；Xu L等人，2015年b；Xu L等人，2016年a；Zhang Y等人，2018年a。> 第 65页
- (13) Zheng G等人，2013年a；Xu X等人，2015年a；Zeng X等人，2019年a；Xu X等人，2015年b。> 第62页
- (14) Li Y等人，2008年b；Zhang R等人。2015年a；Liu J等人，2011年a；Liu L等人，2015年a；Liu L等人，2018年a；Wang X等人，2012年a；Zhang R等人，2015年a。> 第62页
- (15) Soetrisno等人，2020年。> 第62页
- (16) Cao J等人，2018年；Dai Y等人，2017年a；Huo X等人，2019年b；Zhang Y等人，2016年a；Zhang Y等人，2017年a。> 第62页
- (17) Zheng G等人，2013年a；Zeng X等人，2017年a；Zeng X等人，2017年b。> 第62页
- (18) Amoabeng Nti AA等人，2020年。> 第62页
- (19) Grant等人，2013年；Xu P等人，2015年a。> 第62页
- (20) Zhang B等人，2017年a。> 第62页
- (21) Li Y等人，2008年a；Ni W等人，2014年a。> 第62页
- (22) Li Y等人，2011年。> 第62页
- (23) Neitzel RL等人，2020年；Alabi OA等人，2012年。> 第62页
- (24) Liu Y等人，2018年a。> 第62页
- (25) Zeng Z等人，2018年a。> 第62页
- (26) Cong X等人，2018年a；Lu X等人，2018年a。> 第62页
- (27) Yohannessen K等人，2019年；Ohajinwa CM等人，2018年。> 第63页
- (28) Fischer等人，2020年；Decharat等人，2020年。> 第63页
- (29) Decharat S，2018年；Feldt T等人，2014年。> 第63页
- (30) Okeme JO等人，2019年；Decharat等人，2020年；Seith等人，2019年。> 第63页
- (31) Chen L等人，2010年a；Li K等人，2014年a；Liu Q等人，2009年a；Wang Q等人，2011年a；Yuan J等人，2008年a。> 第63页
- (32) Neitzel RL等人，2020年。> 第63页
- (33) Song S等人，2019年a。> 第63页
- (34) Chen Y等人，2019年a。> 第63页
- (35) Li Y等人，2012年a；Xu X，2014年a。> 第63页
- (36) Igbaro OG等人，2018年。> 第63页
- (37) 4合1回收系统下的受监管的可回收废弃物：笔记本电脑、主板、硬盘、电源包、外壳、显示器、打印机、键盘、电视、洗衣机、冰箱、空调、风扇和灯泡/灯管（美国环保局和国际事务部落办公室，2012年）。> 第72页
- (38) 商品名称及编码协调制度，通常称为“协调制度”或简称“HS”，是世界海关组织(WCO) 编写的多用途国际产品术语。> 第96页
- (39) 产品总分类(CPC) 版本1.1。> 第96页

- (40) 阿根廷电信。
- (41) 澳大利亚环境部。
- (42) 欧洲统计局。
- (43) UNSD问卷调查（2019年UNSD）。
- (44) 2011-2012年双年度可持续性报告。
- (45) “技术团结”组织。
- (46) 经合组织问卷调查。
- (47) 环境部（智利）。
- (48) 环境部（中国）。
- (49) 香港环境保护署。
- (50) 教育部（萨尔瓦多）。
- (51) 文献（Rush Martínez等人，2015年）。
- (52) 印度工商业联合会。
- (53) 国家固体废弃物管理局（牙买加）。
- (54) 国家统计局（约旦）。
- (55) 非洲研究院（2012年）。
- (56) Namigreen公司。
- (57) 卫生部（秘鲁）。
- (58) 俄罗斯联邦政府分析中心。
- (59) 贸易和工业部（卢旺达）。
- (60) 文献（Roldan，2017年）。
- (61) IENE。
- (62) 文献（Lydall M等人，2017年）。
- (63) Exitcom公司。
- (64) 乌干达“让学校用上计算机”计划。
- (65) 环境保护局（美国）。
- (66) UNSD、经合组织和联合国欧洲经委会2014/2015年开展的问卷调查。



参考文献

- Abbasi, G. 2015.** “Story of Brominated Flame Retardants: Substance Flow Analysis of PBDEs from Use to Waste” .
- Australian Government, Department of the Environment and Energy. 2019.** “National Television and Computer Recycling Scheme – Home Page | Department of the Environment and Energy” . 2019.
- Baldé CP, D’ Angelo E, Forti V, Kuehr R, and Van den Brink S. 2018** “Waste mercury perspective, 2010-2035: from global to regional – 2018” . United Nations University (UNU), United Nations Industrial Development Organization, Bonn/Vienna.
- Baldé CP, Forti V, Gray V, Kuehr R, and Stegmann P. 2017.** “The Global E-Waste Monitor 2017” . Edited by United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU), and International Solid Waste Association (ISWA). United Nations University. Bonn/Geneva/Vienna. <https://globalewaste.org/wp-content/uploads/2018/10/Global-E-waste-Monitor-2017.pdf>
- Baldé CP, Kuehr R, Blumenthal K, Fondeur Gill S, Kern M, Micheli P, Magpantay E, and Huisman J. 2015.** “E-Waste Statistics Guidelines on Classification, Reporting and Indicators” .
- Baldé C.P, van den Brink S, Forti V, van der Schalk A. and Hopstaken F. The Dutch WEEE Flows 2020.** “What happened between 2010 and 2018” . United Nations University (UNU) / United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, Bonn, Germany.
- BIO intelligence Service. 2013.** “Equivalent Conditions for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Recycling Operations Taking Place Outside the European Union” . DG Environment.
- Blake V, Farrelly T, and Hannon J. 2019.** “Is Voluntary Product Stewardship for E-Waste Working in New Zealand? A Whangarei Case Study” . Sustainability (Switzerland) 11 (11): 1–26. <https://doi.org/10.3390/su11113063>.
- Chen Y, Jinhui L, Lieqiang C, Shusheng C, and Weihua D. 2012.** “Brominated Flame Retardants (BFRs) in Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Plastics and Printed Circuit Boards (PCBs)” . Procedia Environmental Sciences 16: 552–59. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.10.076>.
- China Ministry of Ecology and Environment. 2019.** “Waste Electrical and Electronic Products Processing Information System” . 2019. <http://weee.mepsc.cn/Index.do>.
- Deubzer, O. 2007.** “Explorative Study into the Sustainable Use and Substitution of Solde-ring Metals in Electronics” .
- Deubzer O, Herreras L, Hajosi E, Hilbert I, Buchert M, Wuisan L, and Zonneveld N. 2019.** “Baseline and gap/obstacle analysis of standards and regulations – CEWASTE Voluntary Certification Scheme for Waste Treatment” . https://cewaste.eu/wp-content/uploads/2020/03/CEWASTE_Deliverable-D1.1_191001_FINAL-Rev.200305.pdf.
- Duan, H, Miller TR, Gang L, Xianlai Z, Keli Y, Qifei H, and Jian Z. 2018.** “Supporting Information for : Chilling Prospect : Climate Change Effects of Mismanaged Refrigerants in China Table of Content Tables and Figures” . Environmental Science and Technology 52 (11).
- Duan H, Miller TR, Gregory J, and Kirchain R. 2013.** “Quantitative Characterization of Domestic Flows of Used Electronics.” Step, no. December: 122.
- EACO. 2017.** “Regional E-Waste Strategy. Edited by Waste Management Steering Committee under Working Group 10 : Environment and E-Waste Management” .
- European Commission. 2019.** “Statistics - Electronics Waste - Environment - European Commission” . 2019. https://ec.europa.eu/environment/waste/weee/data_en.htm.
- European Paliament. 2011.** “DIRECTIVE 2011/65/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 8 June 2011 on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment.” Official Journal of the European Union, 88–110.
- European Paliament. 2012.** “Directive 2002/96/EU of the European Parliament and of the Council of 27 Jenuary 2003 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)” . Official Journal of the European Union, 2003, no. June: 38–71.
- Forti V, Baldé CP, and Kuehr R. 2018.** “E-Waste Statistics Guidelines on Classification, Reporting and Indicators” . Edited by ViE - SCYCLE United Nations University. Bonn, Germany.
- Geeraerts K, Mutafoglu K, and Illés A. 2016.** “Illegal Shipments of E-Waste from the EU to China” . Fighting Environmental Crime in Europe and Beyond, no. 320276: 129–60.
- GSMA. 2020.** “GSMA CleanTech e-waste policy study” . <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/cleantech/e-waste/>

Global E-waste Statistics Partnership (GESP). 2019. “About GESP” . [Website]. Switzerland: “Global E-waste Statistics Partnership (GESP)” . <https://globalewaste.org/about-us/>, accessed 8 September 2019.

Hamdan S. 2019. ”في المنازل 2018 النفايات الإلكترونية والكهربائية“ .

Herat S. 2008. “Environmental Impacts and Use of Brominated Flame Retardants in Electrical and Electronic Equipment” . Environmentalist 28 (4): 348–57. <https://doi.org/10.1007/s10669-007-9144-2>.

Hopson E., and Pucket J. 2016. “Scam Recycling: e-Dumping on Asia by US Recyclers” . Basel Action Network, USA.

Huisman J, Botezatu I, Herreras L, Liddane M, Hintsa J, Luda di Cortemiglia V, Leroy P, Vermeersch E, Mohanty S, van den Brink S, Ghenciu B, Dimitrova D, Nash E, Shryane T, Wieting M, Kehoe J, Baldé CP, Magalini F, Zanasi A, Ruini F, Männistö T, and Bonzio A. “Countering WEEE Illegal Trade (CWIT) Summary Report, Market Assessment, Legal Analysis, Crime Analysis and Recommendations Roadmap” . August 30, 2015. Lyon, France.

Huisman J, Downes S, Leroy P, Herreras L, Ljunggren M, Kushnir D, Løvik AN, et al. 2017. “ProSUM FINAL REPORT - Deliverable 6.6” .

Lasaridi K, Terzis E, Chroni C, and Kostas A. 2016. “Bir Global Facts & Figures World Statistics on E-Scrap Arisings and the Movement of E-Scrap Between Countries 2016-2025.”

Lepawski J. (2015). “The changing geography of global trade in electronic discards: Time to rethink the e-waste problem.” The Geographical Journal, 181(2), 147–159.

Lydall M, Nyanjwa W, and James Y. 2017. “Mapping South Africa’s Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Dismantling, Pre-Processing and Processing Technology Landscape” , Mintek.

Magalini F, and Huisman J. 2018. “WEEE Recycling Economics” . 1–12. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24945.53608>.

Magalini F, Smit E, Adrian S, Gunsilius E, Herbeck E, Oelz B, Perry J, et al. 2016. “Guiding Principles to Develop E-Waste Management Systems and Legislation” . 3576: 15. ISSN: 1999-7965.

Magalini F, Thiebaud E, and Kaddouh S. 2019. “Quantifying WEEE in Romania 2019 vs 2015” .

Magalini F, Feng W, Huisman J, Kuehr R, Baldé K, van Straalen V, Hestin M, Lecerf L,

Sayman U, and Akpulat O. 2014. “Study on Collection Rates of Waste Electrical and Electrical and Electronic Equipment (WEEE). Possible measures to be initiated by the commission as required by article 7(4), 7(5), 7(6) and 7(7) of directive 2012/19/eu on waste electrical and electronic equipment (WEEE)” . European Commission.

Mccann D, and Wittmann A. 2015. “E-Waste Prevention, Take-Back System Design and Policy Approaches” . Step (February): http://www.step-initiative.org/files/_documents/whitepapers/StEP_TF1_WPTakeBackSystems.pdf.

McPherson A, Thorpe B, and Blake A. 2004. “Brominated Flame Retardants in Dust on Computers” , 1–40.

Odeyingbo O, Nnorom I, and Deubzer O. 2017. “Person in the Port Project - Assessing Import of Used Electrical and Electronic Equipment into Nigeria” . http://collections.unu.edu/eserv/UNU:6349/PiP_Report.pdf.

Parajuly K, Kuehr R, Awasthi AK, Fitzpatrick C, Lepawsky J, Smith E, Widmer R, and Zeng X. 2019. “Future E-Waste Scenarios” . Step (Bonn), UNU ViE SCYCLE (Bonn) & UNEP IETC (Osaka).

Riahi K, van Vuuren DP, Kriegler E, Edmonds J, O’ Neill B, Fujimori S, Bauer N, et al. 2017. “The Shared Socioeconomic Pathways and Their Energy, Land Use, and Greenhouse Gas Emissions Implications: An Overview” . Global Environmental Change 42 (January): 153–68. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2016.05.009>.

Roldan M. 2017. “E-waste management policy and regulatory framework for Saint Lucia” . Telecommunication Management Group, Inc.

Rotter VS, Maehlitz P, Korf N, Chancerel P, Huisman J, Habib H, Herreras L, Ljunggren SM, and Hallberg A. 2016. “ProSUM Deliverable 4.1 - Waste Flow Studies” . 1–100.

Rush Martínez M. and Cálix, N. 2014. “Estimación de la Generación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Honduras” . Tegucigalpa M.D.C, Honduras.

Step Initiative. 2014. “One Global Definition of E-Waste” . United Nations University 3576 (June): 08. https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6120/step_one_global_definition_amended.pdf.

Sudki, Hamdan. 2019. ”في المنازل 2018 النفايات الإلكترونية والكهربائية“ .

Sustainability Victoria. 2019. “E-Waste” . 2019. <https://www.sustainability.vic.gov.au/>

UNDESA. 2019 – Population Division. 2019. “World Population Prospects - Population Division” . <https://population.un.org/wpp/>.

UNICEF. 2018. “Surveys - UNICEF MICS” . 2018. <http://mics.unicef.org/surveys>.

UNIDO. 2019. “Preliminary Baseline Assessment of E-wastes in Lebanon” .

UNSD. 2019. “UNdata | Industrial Commodity Statistics Database (UNSD)” . 2019. <http://data.un.org/Browse.aspx?d=ICS>.

USITC. 2013. “Used Electronic Products: An Examination of U.S. Exports,” Investigation no. 332-528.

Van der Voet E, Van Oers L, Verboon M, and Kuipers K. 2019. “Environmental Implications of Future Demand Scenarios for Metals: Methodology and Application to the Case of Seven Major Metals” . Journal of Industrial Ecology 23 (1): 141–55. <https://doi.org/10.1111/jiec.12722>.

Wagner M, Bavec Š, Huisman J, Løvik AN, Söderman ML, Emmerich J, Sperlich K, et al. 2019. “Optimizing Quality of Information in RAw MAterial Data Collection across Europe Draft Good Practice Guidelines for the Collection of SRM Data, Improvement Potential, Definition and Execution of Case” . 1–189.

Wolk-Lewanowicz A, James K, Huisman J, Habib H, Brechu M, Herreras L, and Chancerel P. 2016. “ProSUM Deliverable 3.2 - Assessment of Complementary Waste Flows” . 3.2.

World Economic Forum. 2018. “Recovery of Key Metals in the Electronics Industry in the People’s Republic of China: An Opportunity in Circularity” . January.

Yu D, Duan H, Song Q, Liu Y, Li Y, Li J, Shen W, Luo J, and Wang J. 2017. “Characterization of brominated flame retardants from e-waste components in China” . Waste Management 68: 498–507. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.033>.

Zoeteman BC.J, Krikke HR, and Venselaar J. 2010. “Handling WEEE waste flows: on the effectiveness of producer responsibility in a globalizing world” . International Journal of Advanced Manufacturing Technology 47 (5–8): 415–36. <https://doi.org/10.1007/s00170-009-2358-3>.

第8章“电子废弃物对儿童和工作者健康的影响”的参考资料

- Alabi OA, Bakare AA, Xu X, Li B, Zhang Y, and Huo X. 2012.** “Comparative evaluation of environmental contamination and DNA damage induced by electronic-waste in Nigeria and China” . Sci Total Environ. 423:62-72. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.01.056.
- Amoabeng Nti AA, Arko-Mensah J, Botwe PK, Dwomoh D, Kwarteng L, Takyi SA, et al. 2020.** “Effect of particulate matter exposure on respiratory health of e-waste workers at Agbogbloshie, Accra, Ghana” . Int J Environ Res Public Health. 17(9):E3042. doi:10.3390/ijerph17093042.
- Amoyaw-Osei Y, Agyekum OO, Pwamang JA, Mueller E, Fasko R, and Schluep M. 2019.** “Ghana e-Waste country assessment. SBC E-waste Africa Project” . <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/eWaste/E-wasteAssessmentGhana.pdf>.
- Cao J, Xu X, Zhang Y, Zeng Z, Hylkema MN, and Huo X. 2018.** “Increased memory T cell populations in Pb-exposed children from an e-waste-recycling area” . Sci Total Environ.; 616-617:988-995. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.220. Epub 2017 Oct 31. PubMed PMID: 29096958.
- Chan JK, and Wong MH. 2013.** “A review of environmental fate, body burdens, and human health risk assessment of PCDD/Fs at two typical electronic waste recycling sites in China” . Sci Total Environ. 463-464:1111-23. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.07.098.
- Chen L, Guo H, Yuan J, et al. 2010.** “Polymorphisms of GSTT1 and GSTM1 and increased micronucleus frequencies in peripheral blood lymphocytes in residents at an e-waste dismantling site in China” . J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 45: 490–97.
- Chen Y, Xu X, Zeng Z, Lin X, Qin Q, and Huo X. 2019.** “Blood lead and cadmium levels associated with hematological and hepatic functions in patients from an e-waste-polluted area” . Chemosphere. 220:531-538. doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.12.129. Epub 2018 Dec 20. PubMed PMID: 30594806.
- Chi X, Streicher-Porte M, Wang MY, and Reuter MA. 2011.** “Informal electronic waste recycling: a sector review with special focus on China “. Waste Manag. 31(4):731-42. doi: 10.1016/j.wasman.2010.11.006.
- Cong X, Xu X, Xu L, Li M, Xu C, Qin Q, and Huo X. 2018.** “Elevated biomarkers of sympathetic-adrenomedullary activity linked to e-waste air pollutant exposure in preschool children” . Environ Int.115:117-126. doi: 10.1016/j.envint.2018.03.011. Epub 2018 Mar 20. PubMed PMID: 29558634.
- Dai Y, Huo X, Zhang Y, Yang T, Li M, and Xu X. 2017.** “Elevated lead levels and changes in blood morphology and erythrocyte CR1 in preschool children from an e-waste area” . Sci Total Environ. 592:51-59. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.080. Epub 2017 Mar 29. PubMed PMID: 28301822.
- Davis JM, and Garb Y. 2019.** “A strong spatial association between e-waste burn sites and childhood lymphoma in the West Bank, Palestine” . Int J Cancer. 144(3):470-75. doi: 10.1002/ijc.31902.
- Decharat S. 2018.** “Urinary Mercury Levels Among Workers in E-waste Shops in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand” . J Prev Med Public Health. 51(4):196-204. doi: 10.3961/jpmph.18.049.
- Decharat S, and Kiddee P.** “Health problems among workers who recycle electronic waste in southern Thailand” . 2020. Osong Public Health res Perspect. 11(1):34-43. doi: 10.24171/j.phrp.2020.11.1.06.
- Feldt T, Fobil JN, Wittsiepe J, Wilhelm M, Till H, Zoufaly A, Burchard G, and Göen T. 2014.** “High levels of PAH-metabolites in urine of e-waste recycling workers from Agbogbloshie, Ghana” . Sci Total Environ. 466-467:369-76. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.06.097. Epub 2013 Aug 7. PubMed PMID: 23921367.
- Fischer D, Seidu F, Yang J, Felten MK, Garus C, Kraus T, et al. 2020.** “Health consequences for e-waste workers and bystanders – a comparative cross-sectional study” . Int J Environ Res Public Health. 17(5):1534. doi: 10.3390/ijerph17051534.
- Goldizen FC, Sly PD, and Knibbs LD. 2016.** “Respiratory effects of air pollution on children” . Pediatr Pulmon. 51(1):94-108.
- Grant K, Goldizen FC, Sly PD, Brune MN, Neira M, van den Berg M, et al. 2013.** “Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review” . Lancet Glob Health. 1: e350-61.
- Guo Y, Huo X, Li Y, et al. 2010.** “Monitoring of lead, cadmium, chromium and nickel in placenta from an e-waste recycling town in China” . Sci Total Environ. 408: 3113–17.
- Guo Y, Huo X, Wu K, Liu J, Zhang Y, and Xu X. 2012.** “Carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in umbilical cord blood of human neonates from Guiyu, China” . Sci Total Environ. 427: 35–40.
- Gutberlet J, and Uddin SMN. 2017.** “Household waste and health risks affecting waste pickers and the environment in low- and middle-income countries” . Int J Occup Environ

Health. 23(4):299-310. doi: 10.1080/10773525.2018.1484996.

Heacock M, Trottier B, Adhikary S, Asante KA, Basu N, Brune MN, et al. 2018. “Prevention-intervention strategies to reduce exposure to e-waste” . Rev Environ Health. 33(2): 219–228.

Hu C, Hou J, Zhou Y, Sun H, Yin W, Zhang Y, et al. 2018. “Association of polycyclic aromatic hydrocarbons exposure with atherosclerotic cardiovascular disease risk: A role of mean platelet volume or club cell secretory protein” . Environ. Pollut. 233:45-53.

Huang CL, Bao LJ, Luo P, Wang ZY, Li SM, and Zeng EY. 2016. “Potential health risk for residents around a typical e-waste recycling zone via inhalation of size-fractionated particle-bound heavy metals” . Journal of Hazardous Materials. 317:449-456.

Huo X, Dai Y, Yang T, Zhang Y, Li M, and Xu X. 2019. “Decreased erythrocyte CD44 and CD58 expression link e-waste Pb toxicity to changes in erythrocyte immunity in preschool children” . Sci Total Environ. 2019b May 10;664:690-697. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.040. PubMed PMID: 30763849.

Huo X, Wu Y, Xu L, Zeng X, Qin Q, and Xu X. 2019. “Maternal urinary metabolites of PAHs and its association with adverse birth outcomes in an intensive e-waste recycling area” . Environ Pollut. 245:453-461. doi: 10.1016/j.envpol.2018.10.098. Epub 2018 Nov 7. PubMed PMID: 30458375.

Igharo OG, Anetor JI, Osibanjo O, Osadolor HB, Odazie EC, and Uche ZC. 2018. “Endocrine disrupting metals lead to alteration in the gonadal hormone levels in Nigerian e-waste workers” . Universa Medicina. 37(1):65-74. doi: 10.18051/UnivMed.2018.

ILO. 2013. “The Informal Economy and Decent Work: A Policy Resource Guide supporting transitions to formality. Geneva, Switzerland: International Labour Organization” . https://www.ilo.org/emppolicy/pubs/WCMS_212688/lang--en/index.htm, accessed 16 August 2019.

ILO. 2019. Decent work in the management of electrical and electronic waste (e-waste). Issue paper for the Global Dialogue Forum on Decent Work in the Management of Electrical and Electronic Waste (E-waste) (9–11 April 2019). Geneva, Switzerland: International Labour Organization. https://www.ilo.org/sector/activities/sectoral-meetings/WCMS_673662/lang--en/index.htm, accessed 7 August 2019.

ITU, Secretariat of the Basel Convention, UNESCO, UNIDO, UNU, WIPO, BCRC-South America, and ECLAC. 2016. “Sustainable management of waste electrical and electronic equipment in Latin America” . Geneva, Switzerland: International Telecommunications Union.

Landrigan P, Goldman LR. 2011. “Children's vulnerability to toxic chemicals: a challenge and opportunity to strengthen health and environmental policy” . Health Aff (Millwood). 30(5):842-50. doi: 10.1377/hlthaff.2011.0151.

Li K, Liu S, Yang Q, Zhao Y, Zuo J, Li R, Jing Y, He X, Qiu X, Li G, and Zhu T. 2014. “Genotoxic effects and serum abnormalities in residents of regions proximal to e-waste disposal facilities in Jinghai, China” . Ecotoxicol Environ Saf. 2014a Jul;105:51-8. doi: 10.1016/j.ecoenv.2014.03.034. PubMed PMID: 24785710.

Li M, Huo X, Pan Y, Cai H, Dai Y, and Xu X. 2017. “Proteomic evaluation of human umbilical cord tissue exposed to polybrominated diphenyl ethers in an e-waste recycling area” . Environ Int. 2018a Feb;111:362-371. doi: 10.1016/j.envint.2017.09.016. PubMed PMID: 29169793.

Li Y, Huo X, Liu J, Peng L, Li W, and Xu X. 2011. “Assessment of cadmium exposure for neonates in Guiyu, an electronic waste pollution site of China” . Environ Monit Assess. 177(1-4):343-51. doi: 10.1007/s10661-010-1638-6.

Li Y, Xu X, Liu J, et al. 2008. “The hazard of chromium exposure to neonates in Guiyu of China” . Sci Total Environ. 403: 99–104.

Li Y, Xu X, Wu K, et al. 2008. “Monitoring of lead load and its effect on neonatal behavioral neurological assessment scores in Guiyu, an electronic waste recycling town in China” . J Environ Monit. 10: 1233–38.

Li Y, Li M, Liu Y, Song G, Liu N. 2012. “A microarray for microRNA profiling in spermatozoa from adult men living in an environmentally polluted site” . Bull Environ Contam Toxicol. Dec;89(6):1111-4. doi: 10.1007/s00128-012-0827-0.

Liu J, Xu X, Wu K, et al. 2011. “Association between lead exposure from electronic waste recycling and child temperament alterations” . Neurotoxicology. 32: 458–64.

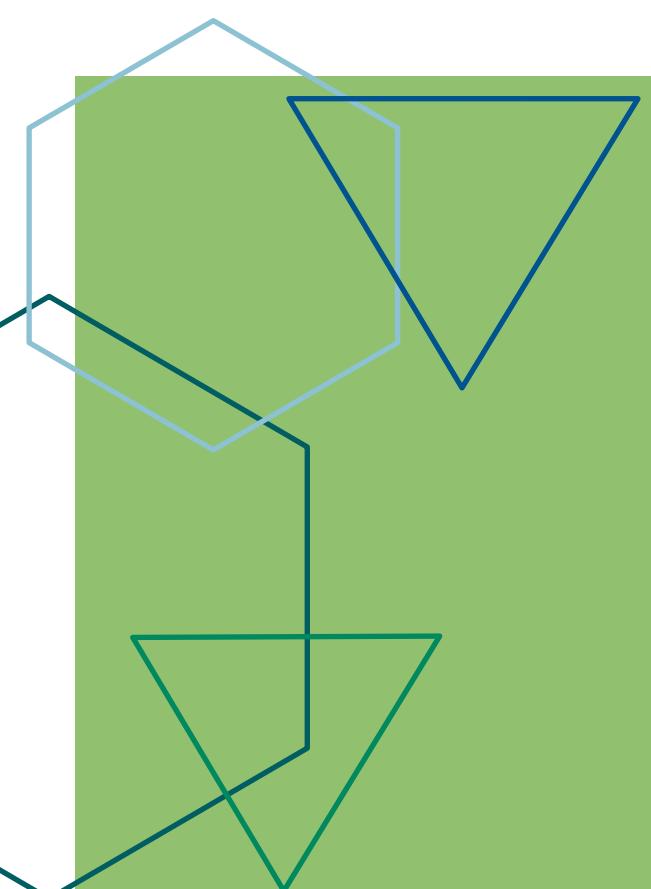
Liu L, Xu X, Yekeen TA, Lin K, Li W, and Huo X. 2015. “Assessment of association between the dopamine D2 receptor (DRD2) polymorphism and neurodevelopment of children exposed to lead” . Environ Sci Pollut Res Int.. 22(3):1786-93. doi: 10.1007/s11356-014-2565-9. Epub 2014 Jan 28. PubMed PMID: 24469773.

Liu L, Zhang B, Lin K, Zhang Y, Xu X, and Huo X. 2018. “Thyroid disruption and reduced mental development in children from an informal e-waste recycling area: A mediation analysis. Chemosphere” . 193:498-505. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.11.059. Epub 2017 Nov 13. PubMed PMID: 29156335.

- Liu Q, Cao J, Li KQ, et al. 2009.** “Chromosomal aberrations and DNA damage in human populations exposed to the processing of electronics waste. *Environ Sci Pollut Res Int*” . 16: 329–38.
- Liu Y, Huo X, Xu L, Wei X, Wu W, Wu X, and Xu X. 2018.** “Hearing loss in children with e-waste lead and cadmium exposure” . *Sci Total Environ.* 624:621-627. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.091. Epub 2017 Dec 27. PubMed PMID: 29272831.
- Lu X, Xu X, Zhang Y, Zhang Y, Wang C, and Huo X. 2018.** “Elevated inflammatory Lp-PLA₂ and IL-6 link e-waste Pb toxicity to cardiovascular risk factors in preschool children” . *Environ Pollut.* 234:601-609. doi: 10.1016/j.envpol.2017.11.094. Epub 2017 Dec 21. PubMed PMID: 29223817.
- Lundgren K. 2012.** “The global impact of e-waste: addressing the challenge. Geneva: International Labour Organization” . http://www.ilo.org/sector/Resources/publications/WCMS_196105/lang--en/index.htm.
- Mitro SD, Johnson T, and Zota AR. 2015.** “Cumulative Chemical Exposures During Pregnancy and Early Development” . *Curr Environ Health Rep.* 2(4):367-78. doi: 10.1007/s40572-015-0064-x.
- Navas-Acien A, Guallar E, Silbergeld EK, and Rothenberg SJ. 2007.** “Lead exposure and cardiovascular disease - a systematic review. *Environ Health Perspect*” 115(2007):472-482.
- Neitzel RL, Sayler SK, Arain AL, and Nambunmee K. 2020.** “Metal levels, genetic instability and renal markers in electronic waste workers in Thailand” . *Int J Occup Environ Med.* 11(2):72-84. doi: 10.34172/ijoom.2020.1826.
- Ni W, Huang Y, Wang X, Zhang J, and Wu K. 2014.** “Associations of neonatal lead, cadmium, chromium and nickel co-exposure with DNA oxidative damage in an electronic waste recycling town” . *Sci Total Environ.* 515:354-62. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.11.032. Epub 2013 Nov 30. PubMed PMID: 24295751.
- Ohajinwa CM, van Bodegom PM, Vijver MG, Olumide AO, Osibanjo O, and Peijnenburg WJGM. 2018.** “Prevalence and injury patterns among electronic waste workers in the informal sector in Nigeria” . *Inj Prev.* 24(3):185-192. doi: 10.1136/injuryprev-2016-042265.
- Okeme JO, and Arrandale VH. 2019.** “Electronic waste recycling: occupational exposures and work-related health effects” . *Curr Environ Health Rep.* 6(4):256-268. doi: 10.1007/s40572-019-00255-3.
- Prakash S., Manhart, A., Amoyaw-Osei, Y., and Agyekum. 2010.** “O. Socio-economic assessment and feasibility study on sustainable e-waste management in Ghana” . Accra. Freiburg, Germany: Öko-Institut e.V. (<https://www.oeko.de/oekodoc/1057/2010-105-en.pdf>).
- Pronczuk de Garbino J. 2004.** “Children’ s health and the environment: a global perspective. A resource manual for the health sector” . In: Pronczuk de Garbino J, ed. New York: World Health Organization.
- Prüss-Ustün A, Vickers C, Haefliger P, and Bertollini R. 2011.** “Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review” . *Environ Health.* 10:9. doi: 10.1186/1476-069X-10-9.
- Sabra S, Malmqvist E, Saborit A, Gratacós E, and Gomez Roig MD. 2017.** “Heavy metals exposure levels and their correlation with different clinical forms of fetal growth restriction” . *PLoS One.* 12(10):e0185645. doi: 10.1371/journal.pone.0185645.
- Secretariat of the UN Environment Management Group (EMG). 2019.** “A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot” . Geneva, Switzerland: World Economic Forum. http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf
- Seith R, Arain AL, Nambunmee K, Adar SD, and Neitzel RL. 2019.** “Self-Reported Health and Metal Body Burden in an Electronic Waste Recycling Community in Northeastern Thailand” . *J Occup Environ Med.* 61(11):905-909. doi: 10.1097/JOM.0000000000001697.
- Sepúlveda A, Schluep M, Renaud FG, Streicher M, Kuehr R, and Hagelüken C. 2010.** “A review of the environmental fate and effects of hazardous substances released from electrical and electronic equipments during recycling: Examples from China and India” . *Environmental Impact Assessment Review.* 30(1):28-41.
- Soetrisno FN, and Delgado-Saborit JM. 2020.** “Chronic exposure to heavy metals from informal e-waste recycling plants and children’ s attention, executive function and academic performance” . *Sci Total Environ.* 717:137099. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137099
- Song S, Duan Y, Zhang T, Zhang B, Zhao Z, Bai X, Xie L, He Y, Ouyang JP, Huang X, and Sun H. 2019.** “Serum concentrations of bisphenol A and its alternatives in elderly population living around e-waste recycling facilities in China: Associations with fasting blood glucose” . *Ecotoxicol Environ Saf.* 169:822-828. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.11.101. Epub 2018 Nov 29. PubMed PMID: 30597781.
- Song Q, and Li J. 2014.** “A systematic review of the human body burden of e-waste exposure in China” . *Environ Int.* 68:82-93. doi: 10.1016/j.envint.2014.03.018.

- Song Q, and Li J. 2015.** “A review on human health consequences of metals exposure to e-waste in China” . Environ Pollut. 2015 Jan;196:450-61.
- The Basel Action Network (BAN), Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC). 2002.** “Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia” . The Basel Action Network (BAN), Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC).
- Wang F, Kuehr R, Ahlquist D, and Li J. 2012.** “E-waste in China: a country report” . Bonn, Germany: United Nations University/StEP Initiative. <https://collections.unu.edu/eserv/UNU:1624/ewaste-in-china.pdf>, accessed 7 September 2019.
- Wang Q, He AM, Gao B, et al. 2011.** “Increased levels of lead in the blood and frequencies of lymphocytic micronucleated binucleated cells among workers from an electronic-waste recycling site” . J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 46: 669–76.
- Wang X, Miller G, Ding G, et al. 2012.** “Health risk assessment of lead for children in tinfoil manufacturing and e-waste recycling areas of Zhejiang Province, China” . Sci Total Environ. 426: 106–12.
- WHO. 2003.** “Making a Difference: Indicators to Improve Children’s Environmental Health” . Geneva, Switzerland: World Health Organization. <https://www.who.int/phe/children/childrenindicators/en/>, accessed 15 September 2019.
- Wu K, Xu X, Liu J, Guo Y, and Huo X. 2011.** “In utero exposure to polychlorinated biphenyls and reduced neonatal physiological development from Guiyu, China” . Ecotoxicol Environ Saf. 74: 2141–47.
- Wu K, Xu X, Peng, Liua J, Guo Y, and Huo X. 2012.** “Association between maternal exposure to perfluorooctanoic acid (PFOA) from electronic waste recycling and neonatal health outcomes” . Environ Int. 48: 1–8.
- Xing GH, Chan JK, Leung AO, Wu SC, and Wong MH. 2009.** “Environmental impact and human exposure to PCBs in Guiyu, an electronic waste recycling site in China” . Environ Int. 35(1):76-82. doi: 10.1016/j.envint.2008.07.025.
- Xu L, Ge J, Huo X, Zhang Y, Lau ATY, and Xu X. 2016.** “Differential proteomic expression of human placenta and fetal development following e-waste lead and cadmium exposure in utero” . Sci Total Environ. 550:1163-1170. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.11.084. Epub 2016 Feb 16. PubMed PMID: 26895036.
- Xu L, Huo X, Liu Y, Zhang Y, Qin Q, and Xu X. 2020.** “Hearing loss risk and DNA methylation signatures in preschool children following lead and cadmium exposure from an electronic waste recycling area” . Chemosphere. 246:125829. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.125829>.
- Xu L, Huo X, Zhang Y, Li W, Zhang J, and Xu X. 2015.** “Polybrominated diphenyl ethers in human placenta associated with neonatal physiological development at a typical e-waste recycling area in China” . Environ Pollut. 196:414-22. PubMed PMID: 25468211.
- Xu P, Lou X, Ding G, Shen H, Wu L, Chen Z, Han J, Han G, and Wang X. 2014.** “Association of PCB, PBDE and PCDD/F body burdens with hormone levels for children in an e-waste dismantling area of Zhejiang Province, China” . Sci Total Environ. 499:55-61. doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.08.057. Epub 2014 Aug 29. PubMed PMID: 25173862.
- Xu P, Lou X, Ding G, Shen H, Wu L, Chen Z, Han J, and Wang X. 2015.** “Effects of PCB and PBDEs on thyroid hormone, lymphocyte proliferation, hematology and kidney injury markers in residents of an e-waste dismantling area in Zhejiang, China” . Sci Total Environ. 536:215-222. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.025. Epub 2015 Jul 25. PubMed PMID: 26218560.
- Xu X, Yang H, Chen A, et al. 2012.** “Birth outcomes related to informal e-waste recycling in Guiyu, China” . Reprod Toxicol. 33: 94–98.
- Xu X, Hu H, Kearney GD, Kan H, and Sheps DS. 2013.** “Studying the effects of polycyclic aromatic hydrocarbons on peripheral arterial disease in the United States” . Sci. Total Environ. 461–462:341-347.
- Xu X, Liu J, Huang C, Lu F, Chiung YM, and Huo X. 2015.** “Association of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and lead co-exposure with child physical growth and development in an e-waste recycling town” . Chemosphere. 139:295-302. doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.05.080. Epub 2015 Jul 4. PubMed PMID: 26151377
- Xu X, Zeng X, Boezen HM, Huo X. 2015.** “E-waste environmental contamination and harm to public health in China” . Front Med. 9(2):220-228.
- Yohannessen K, Pinto-Galleguillos D, Parra-Giordano D, Agost A, Valdés M, Smith LM, Galen K, Arain A, Rojas F, Neitzel RL, and Ruiz-Rudolph P. 2019.** “Health Assessment of Electronic Waste Workers in Chile: Participant Characterization” . Int J Environ Res Public Health. 16(3). pii: E386. doi: 10.3390/ijerph16030386. PubMed PMID: 30700055; PubMed Central PMCID: PMC6388190.
- Yuan J, Chen L, Chen D, et al. 2008.** “Elevated serum polybrominated diphenyl ethers and thyroid-stimulating hormone associated with lymphocytic micronuclei in Chinese workers from an E-waste dismantling site” . Environ Sci Technol. 42: 2195–200.

- Zeng X, Xu X, Boezen HM, Vonk JM, Wu W, and Huo X. 2017.** “Decreased lung function with mediation of blood parameters linked to e-waste lead and cadmium exposure in preschool children” . Environ Pollut. 230:838-848. doi: 10.1016/j.envpol.2017.07.014. Epub 2017 Jul 19. PubMed PMID: 28734265.
- Zeng X, Xu X, Qin Q, Ye K, Wu W, and Huo X. 2019.** “Heavy metal exposure has adverse effects on the growth and development of preschool children” . Environ Geochem Health. 41(1):309-321. doi: 10.1007/s10653-018-0114-z. Epub 2018 Apr 25. PubMed PMID: 29696494.
- Zeng X, Xu X, Zhang Y, Li W, and Huo X. 2017.** “Chest circumference and birth weight are good predictors of lung function in preschool children from an e-waste recycling area” . Environ Sci Pollut Res Int. 24(28):22613-22621. doi: 10.1007/s11356-017-9885-5. Epub 2017 Aug 15. PubMed PMID: 28808870.
- Zeng Z, Huo X, Zhang Y, Xiao Z, Zhang Y, and Xu X. 2018.** “Lead exposure is associated with risk of impaired coagulation in preschool children from an e-waste recycling area” . Environ Sci Pollut Res Int. 25(21):20670-20679. doi: 10.1007/s11356-018-2206-9.
- Zhang B, Huo X, Xu L, Cheng Z, Cong X, Lu X, and Xu X. 2017.** “Elevated lead levels from e-waste exposure are linked to decreased olfactory memory in children” . Environ Pollut. 231(Pt 1):1112-1121. doi: 10.1016/j.envpol.2017.07.015.
- Zhang R, Huo X, Ho G, Chen X, Wang H, Wang T, and Ma L. 2015.** “Attention deficit/hyperactivity symptoms in preschool children from an e-waste recycling town: assessment by the parent report derived from DSM-IV” . BMC Pediatr. 15:51. doi: 10.1186/s12887-015-0368-x. PubMed PMID: 25939992; PubMed Central PMCID: PMC4429982.
- Zhang Y, Huo X, Cao J, Yang T, Xu L, and Xu X. 2016.** “Elevated lead levels and adverse effects on natural killer cells in children from an electronic waste recycling area” . Environ Pollut. 213:143-150. doi: 10.1016/j.envpol.2016.02.004. Epub 2016 Feb 17. PubMed PMID: 26895538.
- Zhang Y, Xu X, Chen A, Davuljigari CB, Zheng X, Kim SS, Dietrich KN, Ho SM, Reponen T, and Huo X. 2018.** “Maternal urinary cadmium levels during pregnancy associated with risk of sex-dependent birth outcomes from an e-waste pollution site in China” . Reprod Toxicol. 75:49-55. doi: 10.1016/j.reprotox.2017.11.003. Epub 2017 Nov 14. PubMed PMID: 29154917.
- Zhang Y, Xu X, Sun D, Cao J, Zhang Y, and Huo X. 2017.** “Alteration of the number and percentage of innate immune cells in preschool children from an e-waste recycling area” . Ecotoxicol Environ Saf. 145:615-622. doi: 10.1016/j.ecoenv.2017.07.059. Epub 2017 Aug 12. PubMed PMID: 28806563.
- Zheng G, Xu X, Li B, Wu K, Yekeen TA, and Huo X. 2013.** “Association between lung function in school children and exposure to three transition metals from an e-waste recycling area” . J Expo Sci Environ Epidemiol. 23: 67–72.



作者简介



Vanessa FORTI是联合国大学UNU-Vie-SCYCLE的项目助理。Vanessa的研究重点关注废弃物量化及其影响评估，她撰写过多部关于电子废弃物量化和环境影响的出版物，如《2017年全球电子废弃物监测报告》2017年版（Baldé等人，2017年）和全球认可的《电子废弃物统计数据—分类、报告和指标导则》（Forti等人，2018年）。《2017年全球电子废物监测报告》荣获维也纳外交学院欧洲可持续发展杰出奖。她负责定期更新方法、项目安排、数据收集、调查、建模和报告废弃物统计数据（电子废弃物、汞和电池废弃物），并在SCYCLE团队中承担数据管理人的职责。此外，她还共同开发了投入市场的EEE和产生的WEEE工具和手册，现已在全球范围内使用。她还是全球电子废弃物统计伙伴关系的成员，该伙伴关系致力于帮助各国编制电子废弃物统计数据，以及建立全球电子废弃物数据库，跟踪随时间推移的发展情况。她负责组织、设计和开展有关电子废弃物数据统计的能力建设讲习班，并在发展中国家建设有关电子废弃物的机构能力。Vanessa以优等成绩毕业于博洛尼亚大学，获有环境工程硕士学位。



Cornelis Peter BALDÉ (Kees)博士是联合国大学可持续循环项目的高级项目官员。在UNU，Kees的主要任务是领导数据统计工作，在不同国家建设有关废弃物数据统计和废弃物政策的机构能力，向各国提供有关电子废弃物的政策建议，并监督工作人员和团队的战略发展。他是全球电子废弃物统计伙伴关系的创始人之一。Kees目前是联合国欧洲经委会欧洲统计工作者大会废弃物数据统计工作组的联席主席，该工作组负责制定废弃物数据统计框架，充分监控当前和未来的循环经济政策以及废弃物政策。此外，Kees还被荷兰政府挑选担任荷兰电子废弃物和电气设备注册局董事会成员，自2015

年以来一直担任这一职务。

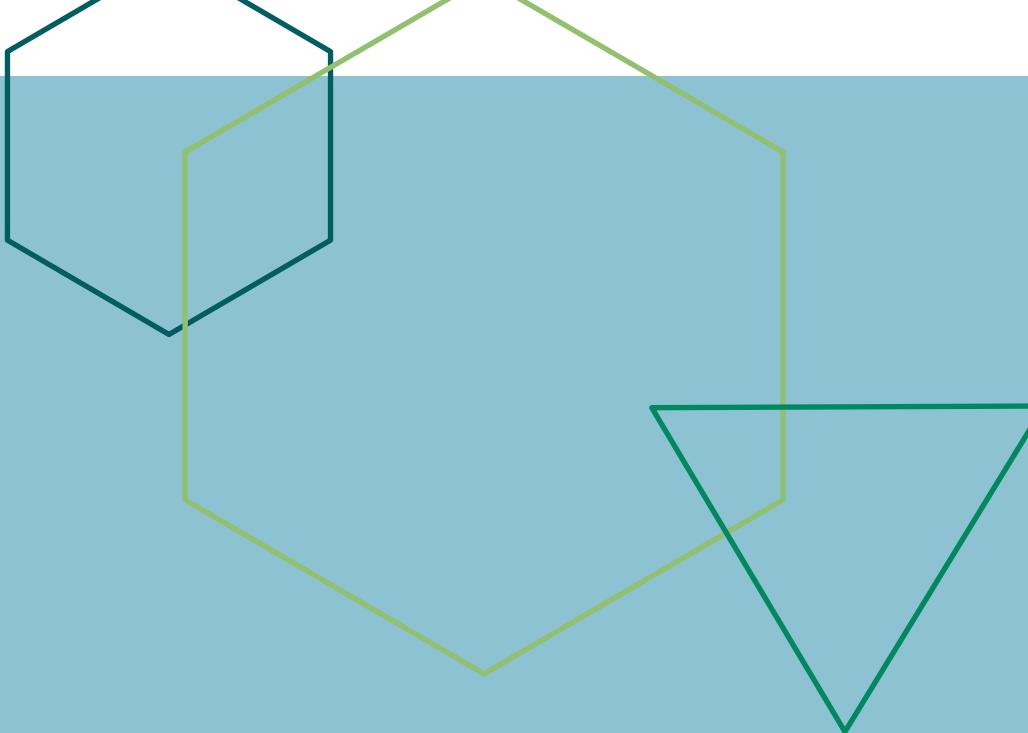
2018年，《2017年全球电子废弃物监测报告》荣获维也纳外交学院欧洲可持续发展杰出奖。2012年，在荷兰统计局，Kees获得荷兰绿色增长出版物创新奖。在此之前，Kees在荷兰统计局担任环境数据统计组副组长。他在乌得勒支大学化学系获得储氢研究博士学位。



Ruediger KUEHR博士是联合国大学欧洲校务中心可持续循环项目（SCYCLE）主任，其工作和活动重点围绕可持续生产、消费和处置。Ruediger是解决电子废弃物问题（StEP）举措的共同发起人，并于2007-2017年期间担任执行秘书。1999-2009年期间，他担任联合国大学零排放论坛（ZEF）的欧洲联系人，2000-2002年，他是联合国环境规划署清洁生产网络下全球生态建设联盟（AGES）的秘书。Ruediger是多本书籍、研究报告和会议录的共同撰写人和共同编辑，其中包括2014年和2017年版《全球电子废弃物监测报告》。他还就环境技术转让、跨国环境政策、战略性可持续发展和发展合作等问题发表研究并举办讲座。Ruediger还是“2008年对关于废弃电气和电子设备（WEEE）的2002/96/EC指令审查”（2007年）的项目主管。他接受过政治和社会科学教育，拥有奥斯纳布吕克大学（德国）博士学位（政治学博士）和明斯特大学（德国）硕士学位，还在东京（日本）接受过其他研究生课程的学习，他曾在瑞典“自然步调”担任高级研发专家，并且是多个国家政府、国际组织和公司的自由政策顾问。他曾是柏林自由大学（德国）和一桥大学（日本）的访问学者，以及奥斯纳布吕克大学日本研究中心的副研究员。



Garam BEL是总部位于日内瓦的国际电信联盟（国际电联）电信发展局（BDT）负责电子废弃物事务的官员。他在环境与应急电信处（EET）工作，负责监督电信发展局的电子废弃物活动，涵盖政策制定和提高认识。作为全球电子废弃物统计伙伴关系的一部分，Garam协调电信发展局关于电子废弃物量化相关能力建设和认识举措的输入意见。在加入国际电联之前，他曾任职于环境管理组，这是联合国系统环境和人类住区方面的协调机构。在此职位上，他领导了旨在精简整合联合国机构和项目不同电子废弃物相关举措的活动。在移居日内瓦之前，Garam在苏格兰当地政府工作，负责城市固体废弃物领域。他拥有日内瓦大学标准化、社会监管和可持续发展硕士学位。



附件1

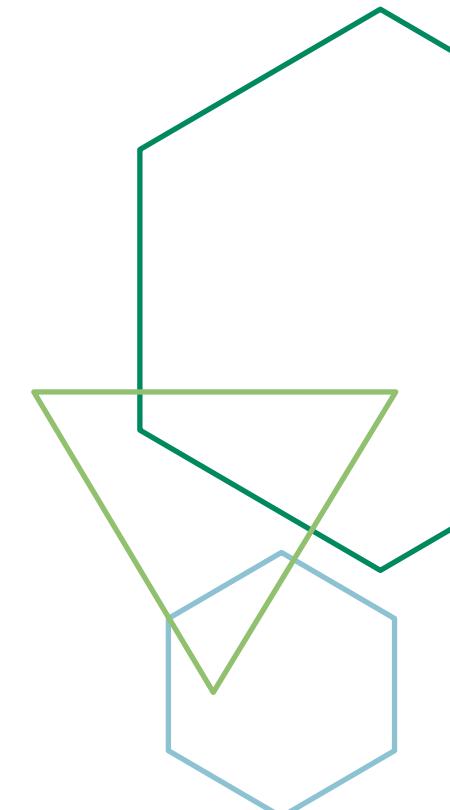
联合国大学关键指标以及 与电子废弃物类别的关联

联合国大学关键指标(UNU-KEY)下的EEE分类, 以及UNU-KEY与EU-6
分类下类别的关联性

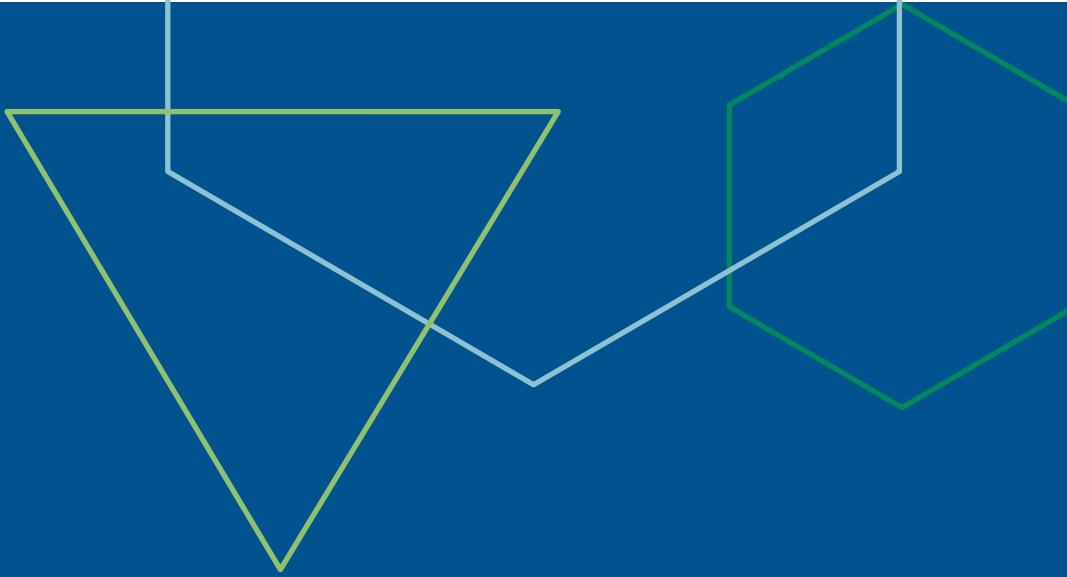
UNU-KEY	描述	EU-6分类下的EEE类别	UNU-KEY	描述	EU-6分类下的EEE类别
0001	中央供暖设备（家用）	大型设备	0112	其它冷却设备（如除湿机、热泵干燥机）	温度交换设备
0002	光伏面板（包括逆变器）	大型设备	0113	专业制冷设备（如大型空调、冷却显示器）	温度交换设备
0101	专业供暖和通风设备（不包括冷却设备）	大型设备	0114	微波炉（包括组合微波炉，不包括烤架）	小型设备
0102	洗碗机	大型设备	0201	其它小型家用设备（如小型通风器、熨斗、钟表、适配器）	小型设备
0103	厨房设备（如大型炉子、烤箱、烹饪设备）	大型设备	0202	食物准备设备（如烤面包机、烤架、食品加工设备、煎锅）	小型设备
0104	洗衣机（包括组合干衣机）	大型设备	0203	用于准备热水的小型家用设备（如咖啡机、茶具、煮水器）	小型设备
0105	烘干机（清洗烘干机、离心机）	大型设备	0204	真空吸尘器（不含专业吸尘器）	小型设备
0106	家庭取暖和通风设备（如抽风机、通风器、空间加热器）	大型设备	0205	个人护理设备（如刷牙器、吹风机、剃刀）	小型设备
0108	冰箱（包括组合冰箱）	温度交换设备	0301	小型信息技术设备（如路由器、鼠标、键盘、外部驱动器和各种附件）	小型IT设备
0109	冰柜	温度交换设备	0302	台式电脑（不包括显示器、各种附件）	小型IT设备
0111	空调（家用和便携式）	温度交换设备	0303	笔记本电脑（包括平板电脑）	屏幕和监视器

UNU-KEY	描述	EU-6分类下的EEE类别	UNU-KEY	描述	EU-6分类下的EEE类别
0304	打印机（如扫描仪、多功能机、传真机）	小型IT设备	0406	相机（如摄像机、照相机和数码相机）	小型设备
0305	电信设备（如（无绳）电话、应答机）	小型IT设备	0407	阴极射线管电视	屏幕和监视器
0306	移动电话（包括智能手机、寻呼机）	小型IT设备	0408	平板显示面板电视（LCD、LED、等离子电视）	屏幕和监视器
0307	专业信息技术设备（如服务器、路由器、数据存储设备、复印机）	大型设备	0501	小型照明设备（不包括LED和白炽灯）	小型设备
0308	阴极射线管监视器	屏幕和监视器	0502	紧凑型荧光灯（包括经改造的和未经改造的灯）	灯具
0309	平板显示面板监视器（LCD, LED）	屏幕和监视器	0503	直管荧光灯	灯具
0401	小型消费电子产品（如耳机、遥控器）	小型设备	0504	特殊灯具（如专业水银灯、高压和低压钠灯）	灯具
0402	便携式音频和视频设备（如MP3、电子阅读器、汽车导航设备）	小型设备	0505	LED灯（包括经改装的LED灯）	灯具
0403	乐器、收音机、高保真音响（包括音频设备）	小型设备	0506	家用灯具（包括家用白炽灯配件和家用LED灯具）	小型设备
0404	视频设备（如录像机、DVD、蓝光设备、机顶盒）和投影仪	小型设备	0507	专业灯具（办公室、公共空间、工业上用的灯具）	小型设备
0405	音箱	小型设备	0601	家用工具（如钻头、锯、高压清洁器、割草机）	小型设备

UNU-KEY	描述	EU-6分类下的EEE类别
0602	专业工具（如熔接、焊接、铣削工具）	大型设备
0701	玩具（如小赛车、电动火车、音乐玩具、自行车、电脑、无人驾驶飞机）	小型设备
0702	游戏操控杆	小型IT设备
0703	休闲设备（如运动器材、电动自行车、点唱机）	大型设备
0801	家用医疗设备（如温度计、血压计）	小型设备
0802	专业医疗设备（如医院、牙医、诊断设备）	大型设备
0901	家用监视和控制设备（报警、加热、烟雾警报设备，不包括屏幕）	小型设备
0902	专业监视和控制设备（如实验室用设备、控制面板）	大型设备
1001	非冷却分配器（如自动售货机、热饮售卖机、门票售卖机、取钱设备）	大型设备
1002	冷却分配器（如用于自动售货、冷饮售卖的及其）	温度交换设备



附件2 方法



对于投放市场(POM)的EEE、产生的电子废弃物和存货的计算

计算产生的电子废弃物以计算EEE POM的表观消费量法实证数据和销售生命周期模型为基础。在此模型中，每种产品的生命周期数据与EEE POM相互作用（使用韦伯函数），以计算产生的电子废弃物。所述确定投放市场的EEE的方法符合欧盟WEEE指令第7条中定义的通用方法（Magalini等人，2014年）。

本报告中的数据使用以下步骤获取和处理：

1. 在商品名称及编码协调制度（HS）中选择描述EEE的相关编码⁽³⁸⁾。
2. 对于欧洲联盟，国际贸易统计数据通过八位数综合税则目录（CN）编码从欧洲统计局提取。国内生产数据亦提取自欧洲统计局。对于其他国家，进出口统计数据则从联合国商品贸易数据库中提取。针对1995-2018年期间，对181个国家和近220个HS编码进行这一操作。随后，根据一切照常情境下的购买力平价（PPP），将国家分为五组，摘自Riahi等人，2017年。由于各国PPP逐年发生变化，这一程序每年重复，尤其是对发展中国家。这一进程有助于使国家间的统计数据具有可比性，并计算各组之间的趋势。

第1组：最高PPP（2016年人均超过32,312美元）

第2组：高PPP（2016年人均32,312 - 13,560美元）

第3组：中等PPP（2016年人均13,560 - 6,217美元）

第4组：低PPP（2016年人均6,217 - 1,769美元）

第5组：最低PPP（2016年人均低于1,769美元）

3. 使用每种设备类型的平均重量数据将单位转换为重量。平均重量已在《电子废弃物统计数据导则》（Forti、Baldé, 和Kuehr, 2018年）中发布。
4. 使用表观消费量法计算54个UNU-KEYS投放市场的重量： $POM = \text{国内生产} + \text{进口} - \text{出口}$ （该公式针对28个欧盟成员国）。对于28个欧盟成员国以外的国家，国内生产数据通过CPC1.1⁽³⁹⁾从联合国供应商数据库（UNSD）中提取（2019年UNSD），而对于中国和越南，国内生产数据提取自国家注册机构。如果国内生产数据无法获取，则使用以下方法： $POM = \text{进口} - \text{出口}$ 。
5. 本报告所列数字不包括UNU-KEY 0002（光伏面板），因为联合国商品贸易数据库中未提供该数据。

6. 对销售数据中的异常值进行自动校正。这需要检测过低的数值（由于缺少某些国内生产相对较大的国家的国内生产数据）或过高的数值（由于错报编码或单位）。这些检测到的项目以来源国或可比国家时间序列中更实际的销售值代替。这些常规统计数据会得出协调的数据集，拥有一个国家基于自己的贸易统计数据得出的相似范围和相符的销售量。
7. 基于对自动矫正的分析，开展手动校正。这需要使用市场知识来矫正不可靠的数据。例如，近年来没有销售过CRT电视。此外，波斯尼亚与黑塞哥维那提供的关于投放市场的国家数据代替采用表观消费量法估算的数据。
8. 根据国际电联针对台式计算机和联合国儿童基金会（儿基会，2018年）针对75个国家和5个UNU-KEYS（0403、0407、0306、0305、0108）衡量的持有率相关知识进行校正。
9. 延长“投放市场”的时间序列。计算过去的POM追溯至1980年，根据可用数据的趋势和设备的市场准入计算。对未来POM的预测截至2030年，使用复杂的外推方法。这一原则考虑了每个国家POM与PPP之间的比率，并使用该比率通过SSP（共享社会经济路径）数据库的PPP预测值来估算市场投放量（Riahi等人，2017年）。
10. 使用市场投放量和生命周期分布确定各国产生的电子废弃物。使用韦伯分布获得28个欧盟成员国的生命周期数据。理想情况下，每种产品的生命周期按产品和国家类型以实证方式确定。在这一阶段，从针对欧盟开展的广泛研究中仅得出EEE的欧洲协调停留时间，且发现整个欧洲十分均匀，最终结果中得出10%的偏差（Magalini等人，2014年）。由于数据缺失，假定每种产品在欧盟的较高停留时间也大致适用于非欧盟国家。在某些情况下，这会导致估计过高，产品在发展中国家的持续时间可能比在发达国家更长，因为发展中国家居民更有可能对产品进行维修。但是，也可能导致估计过低，因为发展中国家的产品质量通常更差，重复使用的设备或不能持续同样长时间的更廉价生产版本可能进入国内市场。但总体而言，假定这一过程得出相对准确的估算。应当指出，对于产生的电子废弃物量而言，市场投放量比生命周期更具敏感性。
11. 确定存货数量时通过历史上的市场投放量与多年来产生的电子废弃物量的差额得出。

垃圾箱内的电子废弃物

关于欧盟国家垃圾箱内补充废弃物量的数据收集自ProSUM项目（Wolk-Lewanowicz等人，2016年和Rotter等人，2016年）；ProSUM项目对于关于欧盟28国在处置垃圾箱内WEEE的目前数据和以往趋势的文献进行了全面审查和分析，另外挪威和瑞士的主要和辅助数据源亦使用ProSUM参考资料进行分析，其中包括量化各国WEEE的出版物、期刊和国家研究，以及对家庭废弃物分类的分析，以评估当前送往焚烧和填埋的城市固体废弃物流中WEEE的存在（Wolk-Lewanowicz等人，2016年）。

已经记录在案的正式收集和回收的电子废弃物

关于欧盟正式收集和回收的电子废弃物总量的数据摘自针对32个国家的欧盟统计局。最新数据为2017年的数据。至于世界上其他国家的数据，则收集自SCYCLE、经合组织和UNSD进行的问卷调查。问卷调查在共计80多个国家分发，但大多数国家没有任何信息，而那些答复的国家，数据集远不够完整和经过协调。如果没有可用的数据，则在文献中检索相关信息。平均而言，从2016年才开始有正式收集和回收的电子废弃物的数据。对于所有国家2019年的数据，是通过使用时间序列中得出的回收和收集率乘以产生的电子废弃物数据得出。此计算对至少有一个数据点可用的国家开展。在汇编本报告中的电子废弃物收集和回收的全球总量时，使用了UNSD和经合组织问卷调查和试点性问卷调查的结果。

未知流通量

电子废弃物的缺漏就是无法说清来龙去脉的电子废弃物数量。未知流通量通过从产生的电子废弃物总量中减去正式收集的电子废弃物数量和在垃圾箱内找到的电子废弃物量计算得出。

二手电气和电子设备(UEEE)或电子废弃物的越境转移

出口的UEEE或电子废弃物范围通过审查现有文献中公布的估算值得出（如Duan等人，2013年；Lasaridi等人，2016年；USITC，2013年；生物情报服务机构，2013年；Huisman等人，2015年；Zoeteman、Krikke和Venselaar，2010年；Geeraerts、Mutafoglu和Illés，2016年）。

国家政策和立法覆盖的人口

本报告通过评估各国的国家电子废弃物政策和立法制定情况，衡量一国的国家电子废弃物管理政策和/或立法是否在2019年已经生效。人口数据取自联合国经济和社会事务部（UNDESA）人口司2019年数据。各国的电子废弃物政策和立法现状取自C2P提供的数据库，并由一项GSMA研究（GSMA，2020年）提供补充信息。

电子废弃物中原材料的量化

电子废弃物中的原材料含量通过将来自ProSUM的成分数据与所产生的电子废弃物估算法（Huisman等人，2017年）联系起来计算得出。分析中所考虑的元素清单有银、铝、金、铋、钴、铜、铁、鍺、汞、铟、銻、銣、鈀、铂、銠、钌、銘。

电子废弃物中溴化阻燃剂(BFR)的量化

在文献中检索了与溴系阻燃塑料相关的成分数据，并找到相关信息（Chen等人，2012年；Abbas，2015年；Yu等人，2017年）。与电子废弃物中找到的原材料相似，BFR的成分数据与所产生的电子废弃物估算法相关联。

电子废弃物中汞的量化

电子废弃物中的汞含量通过将ProSUM中的成分数据与电子废弃物的估算量联系起来计算得出 (Huisman等人, 2017年)。

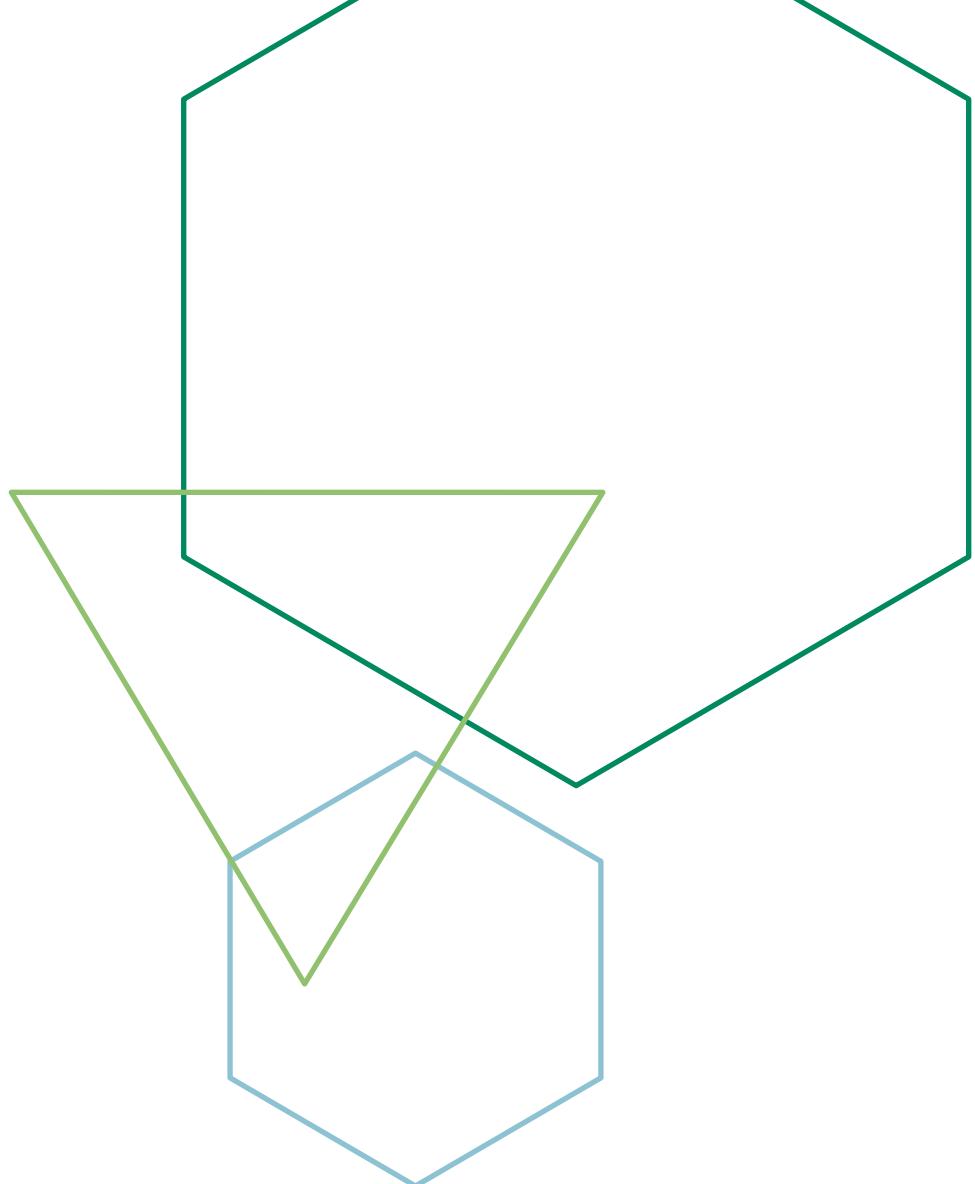
温室气体(GHG)减排额度的量化(第一产业与第二产业的对比)

在第一产业与第二产业的情况下，生产每千克金属的温室气体排放估算量来自Van der Voet 等人2019年的文献，并乘以估计2019年在全球回收的金属（铁、铝和铜）量。

制冷剂温室气体排放的量化

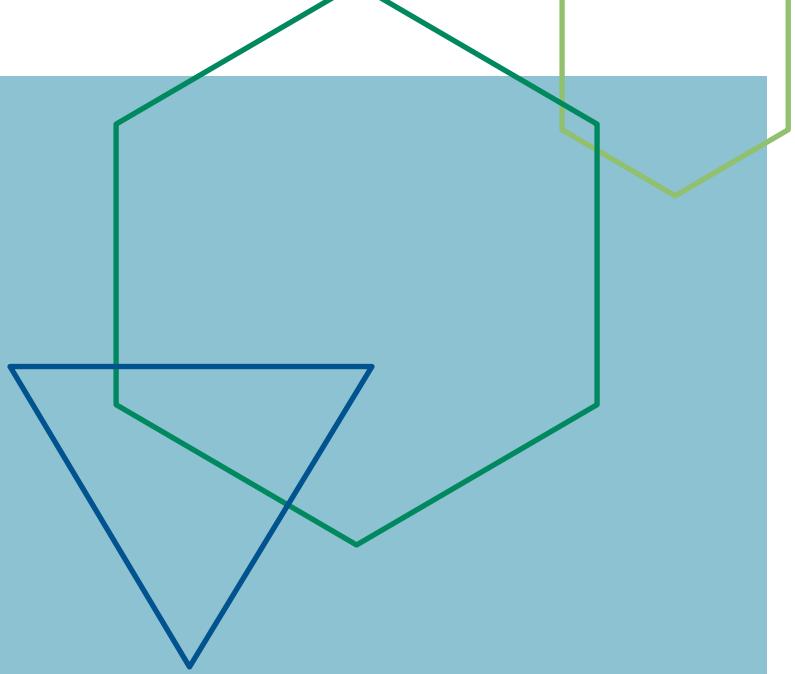
这项研究的范畴是，估算可能释放到大气中的二氧化碳当量，如果不对冷却和冷冻设备（以及设备中含有的制冷剂）进行回收并以无害环境的方式处理的话。

对文献资料进行了研究，以评估冷却和冷冻设备中使用的制冷剂含量和类型。在Duan等人2018年的文献中找到有关冰箱和空调的相关信息。随后，将制冷剂含量与分析的181个国家中每一个国家、每年产生的废弃冰箱和空调估算量相关联。最后，对每种类型制冷剂的全球变暖潜值 (GWP) 进行研究，并与冰箱和空调中的制冷剂含量相关联。发现在1994年之前，冰箱中一直使用R-11和R-12制冷剂；之后以R-134a和R-22代替，直至2017年。自2017年起，仅使用R-152a和R1234yf。在空调中，R-410a、R-134a和R-22一直使用到2017年，此后使用R-32和R-1234yf。



附件3

国别电子废弃物 关键统计数字



国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (公斤/人均) (2019年) (2019)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物 法律/政策或法规
阿富汗	亚洲	23	0.6	未提供	否
阿尔巴尼亚	欧洲	21	7.4	未提供 ⁽⁶⁶⁾	是
阿尔及利亚	非洲	309	7.1	未提供	否
安哥拉	非洲	125	4.2	未提供	否
安提瓜和巴布达	美洲	1.2	12.7	未提供 ⁽⁶⁶⁾	否
阿根廷	美洲	465	10.3	11 (2013) ⁽⁴⁰⁾	是
亚美尼亚	亚洲	17	5.8	未提供 ⁽⁶⁶⁾	否
阿鲁巴	美洲	2.2	19.3	未提供	否
澳大利亚	大洋洲	554	21.7	58 (2018) ⁽⁴¹⁾	是
奥地利	欧洲	168	18.8	117 (2017) ⁽⁴²⁾	是
阿塞拜疆	亚洲	80	8.0	未提供	否
巴哈马	美洲	6.6	17.2	未提供	否
巴林	亚洲	24	15.9	未提供	否
孟加拉	亚洲	199	1.2	未提供	否
巴巴多斯	美洲	3.6	12.7	未提供	否
白俄罗斯	欧洲	88	9.3	6.2 (2017) ⁽⁴³⁾	是
比利时	欧洲	234	20.4	128 (2016) ⁽⁴²⁾	是

国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (人均/公斤) (2019年)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物 法律/政策或法规
伯利兹	美洲	2.4	5.8	未提供	否
贝宁	非洲	9.4	0.8	未提供	否
不丹	亚洲	3.4	4.0	未提供	否
(多民族)玻利维亚(国)	美洲	41	3.6	未提供	是
波斯尼亚与黑塞哥维那	欧洲	27	7.8	未提供 ⁽⁶⁶⁾	是
博茨瓦纳	非洲	19	7.9	未提供	否
巴西	美洲	2143	10.2	0.14 (2012) ⁽⁴⁴⁾	否
文莱达鲁萨兰国	亚洲	8.7	19.7	未提供	否
保加利亚	欧洲	82	11.7	54.5 (2017) ⁽⁴²⁾	是
布基纳法索	非洲	13	0.6	未提供	否
布隆迪	非洲	5.3	0.5	未提供	否
佛得角	非洲	2.8	4.9	未提供 ⁽⁶⁶⁾	否
柬埔寨	亚洲	19	1.1	未提供	是
喀麦隆	非洲	26	1.0	0.05 (2018) ⁽⁴⁵⁾	是
加拿大	美洲	757	20.2	101 (2016) ⁽⁴⁶⁾	是
中非共和国	非洲	2.5	0.5	未提供	否

国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (人均/公斤) (2019年)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物 法律/政策或法规
乍得	非洲	10	0.8	未提供	否
智利	美洲	186	9.9	5.5 (2017) ⁽⁴⁷⁾	是
中国	亚洲	10129	7.2	1546 (2018) ⁽⁴⁸⁾	是
中国香港特别行政区	亚洲	153	20.2	55.8 (2013) ⁽⁴⁹⁾	是
中国澳门特别行政区	亚洲	12	18.1	未提供	是
哥伦比亚	美洲	318	6.3	2.7 (2014) ⁽⁴⁶⁾	是
科摩罗	非洲	0.6	0.7	未提供	否
刚果	非洲	18	4.0	未提供	否
哥斯达黎加	美洲	51	10.0	未提供	是
科特迪瓦	非洲	30	1.1	未提供	是
克罗地亚	欧洲	48	11.9	36 (2017) ⁽⁴²⁾	是
塞浦路斯	亚洲	15	16.8	2.5 (2016) ⁽⁴²⁾	是
捷克共和国	欧洲	167	15.7	91 (2017) ⁽⁴²⁾	是
丹麦	欧洲	130	22.4	70 (2017) ⁽⁴²⁾	是
吉布提	非洲	1.1	1.0	未提供	否

国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (人均/公斤) (2019年)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物法律/政策或法规
多米尼克	美洲	0.6	7.9	未提供	否
多米尼加共和国	美洲	67	6.4	未提供	否
厄瓜多尔	美洲	99	5.7	0.005 (2017) ⁽⁴³⁾	是
埃及	非洲	586	5.9	未提供	是
萨尔瓦多	美洲	37	5.5	0.56 (2012) ⁽⁵⁰⁾	否
厄立特里亚	非洲	3.4	0.6	未提供	否
爱沙尼亚	欧洲	17	13.1	13 (2017) ⁽⁴²⁾	是
埃塞俄比亚	非洲	55	0.6	未提供	否
斐济	大洋洲	5.4	6.1	未提供	否
芬兰	欧洲	110	19.8	65 (2017) ⁽⁴²⁾	是
法国	欧洲	1362	21.0	742 (2017) ⁽⁴²⁾	是
加蓬	非洲	18	8.7	未提供	否
冈比亚 (共和国)	非洲	2.7	1.2	未提供	否
格鲁吉亚	亚洲	27	7.3	未提供	否
德国	欧洲	1607	19.4	837 (2017) ⁽⁴²⁾	是
加纳	非洲	53	1.8	未提供	是
希腊	欧洲	181	16.9	56 (2017) ⁽⁴²⁾	是

国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (人均/公斤) (2019年)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物法律/政策或法规
格林纳达	美洲	1.0	8.8	未提供	否
危地马拉	美洲	75	4.3	未提供	否
几内亚	非洲	11	0.8	未提供	否
几内亚比绍	非洲	1.0	0.5	未提供	否
圭亚那	美洲	5.0	6.3	未提供	否
洪都拉斯	美洲	25	2.6	0.2 (2015) ⁽⁵¹⁾	否
匈牙利	欧洲	133	13.6	63 (2017) ⁽⁴²⁾	是
冰岛	欧洲	7.6	21.4	5.3 (2017) ⁽⁴²⁾	是
印度	亚洲	3230	2.4	30 (2016) ⁽⁵²⁾	是
印度尼西亚	亚洲	1618	6.1	未提供	否
伊朗（伊斯兰共和国）	亚洲	790	9.5	未提供	是
伊拉克	亚洲	278	7.1	未提供	否
爱尔兰	欧洲	93	18.7	52 (2017) ⁽⁴²⁾	是
以色列	亚洲	132	14.5	未提供	是
意大利	欧洲	1063	17.5	369 (2016) ⁽⁴²⁾	是
牙买加	美洲	18	6.2	0.05 (2017) ⁽⁵³⁾	否
日本	亚洲	2569	20.4	570 (2017) ⁽⁴⁶⁾	是

国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (人均/公斤) (2019年)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物法律/政策或法规
约旦	亚洲	55	5.4	1.3 (2018) ⁽⁵⁴⁾	是
哈萨克斯坦	亚洲	172	9.2	10 (2017) ⁽⁴³⁾	否
肯尼亚	非洲	51	1.0	未提供	是
基里巴斯	大洋洲	0.1	0.9	未提供	否
科威特	亚洲	74	15.8	未提供	否
吉尔吉斯斯坦	亚洲	10	1.5	未提供	否
老挝 (人民民主共和国)	亚洲	17	2.5	未提供	否
拉脱维亚	欧洲	20	10.6	9.3 (2017) ⁽⁴²⁾	是
黎巴嫩	亚洲	50	8.2	未提供	否
莱索托	非洲	2.3	1.1	未提供	否
利比亚	非洲	76	11.5	未提供	否
立陶宛	欧洲	34	12.3	13 (2017) ⁽⁴²⁾	是
卢森堡	欧洲	12	18.9	6.1 (2017) ⁽⁴²⁾	是
马达加斯加	非洲	15	0.6	未提供	是
马拉维	非洲	10	0.5	未提供	否
马来西亚	亚洲	364	11.1	未提供	是

国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (人均/公斤) (2019年)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物 法律/政策或法规
马尔代夫	亚洲	3.4	9.1	未提供	否
马里	非洲	15	0.8	未提供	否
马耳他	欧洲	6.8	14.5	1.7 (2016) ⁽⁴²⁾	是
毛里塔尼亚	非洲	6.4	1.4	未提供	否
毛里求斯	非洲	13	10.1	2 (2011) ⁽⁵⁵⁾	否
墨西哥	美洲	1220	9.7	36 (2014) ⁽⁴⁶⁾	是
密克罗尼西亚 (联邦)	大洋洲	0.2	1.9	未提供	否
蒙古	亚洲	17	5.2	未提供	是
黑山	欧洲	6.7	10.7	未提供	是
摩洛哥	非洲	164	4.6	未提供	否
莫桑比克	非洲	17	0.5	未提供	否
缅甸	亚洲	82	1.6	未提供	否
纳米比亚	非洲	16	6.4	0.05 (2018) ⁽⁵⁶⁾	否
尼泊尔	亚洲	28	0.9	未提供	否
荷兰	欧洲	373	21.6	166 (2017) ⁽⁴²⁾	是
新西兰	大洋洲	96	19.2	未提供	否

国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (人均/公斤) (2019年)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物法律/政策或法规
尼加拉瓜	美洲	16	2.5	未提供	否
尼日尔	非洲	9.3	0.5	未提供	否
尼日利亚	非洲	461	2.3	未提供	是
北马其顿	欧洲	16	7.9	未提供	是
挪威	欧洲	139	26.0	99 (2017) ⁽⁴²⁾	是
阿曼	亚洲	69	15.8	未提供	否
巴基斯坦	亚洲	433	2.1	未提供	否
帕劳	大洋洲	0.2	9.1	未提供	否
巴拿马	美洲	40	9.4	未提供	否
巴布亚新几内亚	大洋洲	9.2	1.1	未提供	否
巴拉圭	美洲	51	7.1	未提供	否
秘鲁	美洲	204	6.3	2.7 (2017) ⁽⁵⁷⁾	是
菲律宾	亚洲	425	3.9	未提供	否
波兰	欧洲	443	11.7	246 (2017) ⁽⁴²⁾	是
葡萄牙	欧洲	170	16.6	70 (2017) ⁽⁴²⁾	是
卡塔尔	亚洲	37	13.6	未提供	否
大韩民国	亚洲	818	15.8	292 (2017) ⁽⁴⁶⁾	是

国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (人均/公斤) (2019年)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物法律/政策或法规
摩尔多瓦共和国	欧洲	14	4.0	未提供	是
罗马尼亚	欧洲	223	11.4	47 (2016) ⁽⁴²⁾	是
俄罗斯联邦	欧洲	1631	11.3	90 (2014) ⁽⁵⁸⁾	否
卢旺达	非洲	7.0	0.6	0.7 (2018) ⁽⁵⁹⁾	是
圣基茨和尼维斯	美洲	0.7	12.4	未提供	否
圣卢西亚	美洲	1.7	9.7	0.03 (2015) ⁽⁶⁰⁾	否
圣文森特和格林纳丁斯	美洲	0.9	8.3	未提供	否
萨摩亚	大洋洲	0.6	3.1	未提供	否
圣多美和普林西比	非洲	0.3	1.5	未提供	是
沙特阿拉伯	亚洲	595	17.6	未提供	否
塞内加尔	非洲	20	1.2	未提供	否
塞尔维亚	欧洲	65	9.4	13 (2015) ⁽⁶¹⁾	是
塞舌尔	非洲	1.2	12.6	未提供	否
塞拉利昂	非洲	4.2	0.5	未提供	否
新加坡	亚洲	113	19.9	未提供	是
斯洛伐克	欧洲	70	12.8	30 (2017) ⁽⁴²⁾	是

国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (人均/公斤) (2019年)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物法律/政策或法规
斯洛文尼亚	欧洲	31	15.1	12 (2016) ⁽⁴²⁾	是
所罗门群岛	大洋洲	0.5	0.8	未提供	否
南非	非洲	416	7.1	18 (2015) ⁽⁶²⁾	是
西班牙	欧洲	888	19.0	287 (2017) ⁽⁴²⁾	是
斯里兰卡	亚洲	138	6.3	未提供	是
苏丹	非洲	90	2.1	未提供	否
苏里南	美洲	5.6	9.4	未提供	否
斯威士兰	非洲	7.0	6.3	未提供	否
瑞典	欧洲	208	20.1	142 (2017) ⁽⁴²⁾	是
瑞士	欧洲	201	23.4	123 (2017) ⁽⁴⁶⁾	是
阿拉伯叙利亚共和国	亚洲	91	5.2	未提供	否
泰国	亚洲	621	9.2	未提供	是
东帝汶	亚洲	3.8	2.9	未提供	否
多哥	非洲	7.5	0.9	未提供	否
汤加	大洋洲	0.3	3.3	未提供	否
特立尼达和多巴哥	美洲	22	15.7	未提供	否

国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (人均/公斤) (2019年)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物法律/政策或法规
突尼斯	非洲	76	6.4	未提供	否
土耳其	亚洲	847	10.2	125 (2015) ⁽⁶³⁾	是
土库曼斯坦	亚洲	39	6.5	未提供	否
图瓦卢	大洋洲	0.0	1.5	未提供	否
乌干达	非洲	32	0.8	0.18 (2018) ⁽⁶⁴⁾	是
乌克兰	欧洲	324	7.7	40 (2017) ⁽⁴³⁾	是
阿拉伯联合酋长国	亚洲	162	15.0	未提供	否
大不列颠及北爱尔兰联合王国	欧洲	1598	23.9	871 (2017) ⁽⁴²⁾	是
坦桑尼亚联合共和国	非洲	50	1.0	未提供	是
美利坚合众国	美洲	6918	21.0	1020 (2017) ⁽⁶⁵⁾	是
乌拉圭	美洲	37	10.5	未提供	否
瓦努阿图	大洋洲	0.3	1.1	未提供	否
委内瑞拉 (玻利瓦尔共和国)	美洲	300	10.7	未提供	否
越南	亚洲	257	2.7	未提供	否

国家	区域	产生的电子废弃物 (千吨) (2019年)	产生的电子废弃物 (人均/公斤) (2019年)	记录在案的电子废弃物收集、回收量(千吨)	拥有国家电子废弃物法律/政策或法规
也门	亚洲	48	1.5	未提供	否
赞比亚	非洲	19	1.0	未提供	是
津巴布韦	非洲	17	1.1	0.03 (2017) ⁽⁴³⁾	否
问卷调查总计 ⁽⁶⁶⁾				18.4 (~2015) ⁽⁶⁶⁾	



2020年全球电子废弃物监测报告
数量、流通量和循环经济潜力



第1章
什么是电气电子设备 (EEE) 和电子废弃物 (E-Waste) ?



第2章
全球电子废弃物关键统计数据



第3章
电子废物数据如何帮助实现可持续发展目标



第4章
对电子废弃物统计数据予以衡量



第5章
全球电子废弃物统计伙伴关系进行的全球协调



第6章
电子废弃物立法和跨境转移



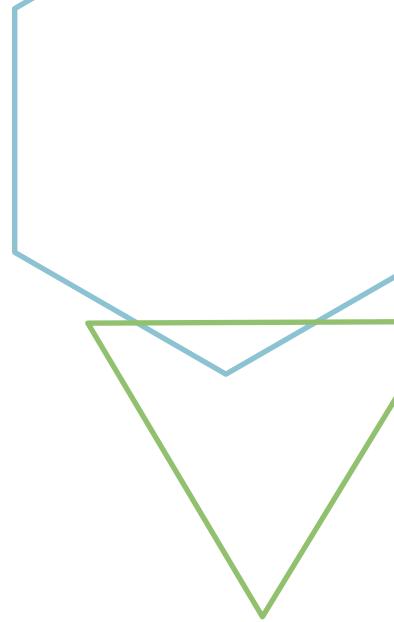
第7章
循环经济中电子废弃物的潜力



第8章
电子废弃物对儿童和工作者健康的影响



第9章
区域电子废弃物关键统计数据





9 789280 891263

ISBN数字:978-92-808-9126-3

