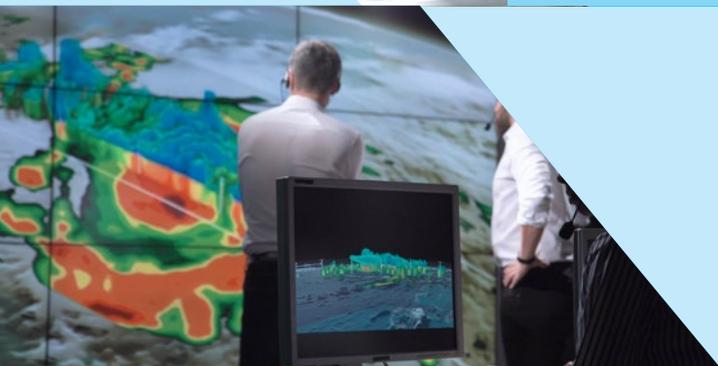


第2研究组 第6号课题

信息通信技术与环境



ITU-D第6/2号课题输出成果报告

信息通信技术与环境

2018-2021年研究期



信息通信技术与环境：2018-2021年研究期ITU-D第6/2号课题输出成果报告

ISBN 978-92-61-34195-4（电子版）

ISBN 978-92-61-34205-0（EPUB版）

ISBN 978-92-61-34215-9（Mobi版）

© 国际电信联盟，2021年

国际电信联盟，Place des Nations, CH-1211 日内瓦，瑞士

部分版权所有。该作品通过创作共享署名-非商业-共享3.0 IGO许可（CC BY-NC-SA 3.0 IGO）向公众授权。

根据本许可证的条款，如果作品被适当引用，您可以出于非商业目的复制、重新分发和改编作品。在使用该作品时，不应建议国际电联认可任何具体的组织、产品或服务。不允许未经授权使用国际电联的名称或标志。如果您改编作品，那么您必须在相同或等效的创作共享许可下使您的作品获得许可。如果您创作了这部作品的译文，您应该加上下面的免责声明以及建议的引文：“这部译文不是由国际电信联盟（ITU）创作的。国际电联对本译文的内容或准确性不承担任何责任。英文原版须为具有约束力的权威版本”。欲了解更多信息，请访问：

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/>

建议的引文。信息通信技术与环境：2018-2021年研究期ITU-D第6/2号课题输出成果报告。日内瓦：国际电信联盟，2021年。许可证：CC BY-NC-SA 3.0 IGO。

第三方材料。如果您希望重用本作品中属于第三方的材料，如表格、图形或图像，则您有责任确定是否需要该重用的许可，并从版权所有者那里获得这一许可。因侵犯作品中任何第三方拥有的内容而导致索赔的风险需完全由用户承担。

一般免责声明。本出版物中使用的名称和材料的表述并不意味着国际电联或其秘书处对任何国家、领土、城市或地区或其当局的法律地位，或对其边界或界线的划定表达任何意见。

提及特定公司或某些制造商的产品并不意味着国际电联认可或推荐这些公司或产品优先于未提及的其他类似性质的公司或产品。除了错误和遗漏之外，专有产品的名称用大写字母区分。

国际电联已采取所有合理的预防措施来核实本出版物中包含的信息。然而，资料的发行没有任何明确或隐含的担保。资料的解释和使用责任由读者自负。在任何情况下，国际电联都不对因其使用而造成的损害负责。

封面图片鸣谢： Shutterstock

鸣谢

国际电联电信发展部门（ITU-D）研究组提供了一个中立性平台，来自世界各地的政府、业界、电信组织和学术界的专家可汇聚一起，制定解决发展问题的实用工具和资源。为此，ITU-D的两个研究组负责在成员所提出输入意见基础上制定报告、导则和建议。研究课题每四年在世界电信发展大会（WTDC）上决定。国际电联成员于2017年10月在布宜诺斯艾利斯举行的WTDC-17上商定，在2018-2021年期间，第2研究组将在“信息通信技术服务和应用促进可持续发展”的总体范围内处理七项课题。

本报告是针对**第6/2号课题 – 信息通信技术与环境** – 编写的，由ITU-D第2研究组的管理班子进行全面指导和协调。该研究组由主席Ahmad Reza Sharafat先生（伊朗伊斯兰共和国）领导，并得到以下副主席的支持：Nasser Al Marzouqi先生（阿拉伯联合酋长国）（2018年辞职）；Abdelaziz Alzarooni先生（阿拉伯联合酋长国）；Filipe Miguel Antunes Batista先生（葡萄牙）（2019年辞职）；Nora Abdalla Hassan Basher女士（苏丹）；Maria Bolshakova女士（俄罗斯联邦）；Celina Delgado Castellón女士（尼加拉瓜）；Yakov Gass先生（俄罗斯联邦）（2020年辞职）；Ananda Raj Khanal先生（尼泊尔共和国）；Roland Yaw Kudozia先生（加纳）；Tolibjon Oltinovich Mirzakulov先生（乌兹别克斯坦）；Alina Modan女士（罗马尼亚）；Henry Chukwudumeme Nkemadu先生（尼日利亚）；王珂女士（中国）；和Dominique Würges先生（法国）。

本报告在第6/2号课题共同报告人Aprajita Sharrma（印度）（内容提要、第1、4和6章）和Cissé Kane先生（非洲信息社会民间团体）的领导下与下列副报告人协作撰写：Simone Ferreira Ribeiro女士（巴西）（第4和第5章）；Richard Anago先生（布基纳法索）；Issa Camara先生（马里）；Yakov Gass先生（俄罗斯联邦）（2020年辞职）；Joses Jean-Baptiste先生（海地）和Amandine Kalima Katanti女士（刚果民主共和国），参加编写工作的还包括以下积极参与方：Osther Rock Badou先生、Tatian Dossou先生和Carrelle Toho Acclassato女士（贝宁）（第2章）；Reine Bassene女士（塞内加尔）（第3章）；Yasushi Fuwa先生和Haruo Kaneko先生（日本信州大学）（第4章）和Raoul Tchomtchoua先生（喀麦隆）（第3章）。

本报告是在电信发展局研究组联系人、编辑以及出版物制作团队和ITU-D研究组秘书处的支持下编写的。

目录

鸣谢	iii
表和图目录	vi
内容提要	vii
缩写与缩略语	ix
第1章 – 电子废弃物的背景	1
第2章 – 有关电子废弃物的教育和认识	10
2.1 妥善处置电子废弃物的重要性以及处置不善给环境和人类健康造成的影响	10
2.1.1 环境后果	10
2.1.2 对人类的影响	11
2.1.3 社会经济影响	11
2.2 消费者可以通过哪些方式减少电子废弃物的产生 (4R)	12
2.2.1 反思	12
2.2.2 削减	12
2.2.3 再利用	12
2.2.4 回收	13
2.3 需要采取哪些措施管理集团消费者和个人消费者产生的电子废弃物	14
2.4 关于电子废弃物丢弃地点的信息	15
第3章 – 电子废弃物的价值链和管理	16
3.1 一系列要回收的电气和电子设备	16
3.2 电子废弃物管理系统的组织	16
3.2.1 价值链	16
3.2.2 职能	17
3.3 非洲区部分国家情况概述	19
3.4 电子废弃物案例研究	21
第4章 – 前沿技术和减缓气候变化	23
4.1 背景	23
4.1.1 气候变化对世界产生影响的示例	24
4.1.2 导致气候变化的事件	24
4.1.3 参与减缓气候变化的机构	25
4.2 用于监测气候并减少其影响的新技术、系统和应用	26
4.2.1 大数据	27
4.2.2 人工智能	30

4.2.3 机器学习.....	30
4.2.4 神经网络.....	32
4.2.5 数据挖掘.....	32
4.3 有关气候变化监测新技术的国家案例研究.....	32
4.3.1 应对气候变化影响的缓解活动（印度）.....	32
4.3.2 环境信息传感器网络和日本盐尻市的其他案例研究.....	32
第5章 – 气候变化的对策.....	37
5.1 气候变化监测和减少其影响的最佳做法导则.....	37
5.2 气候变化监测和减少影响的技术.....	39
5.3 地球观测在气候变化监测和降低其影响方面的作用.....	39
第6章 – 结论.....	42
6.1 电子废弃物的未来.....	42
6.2 气候变化，未来之路.....	43
Annexes.....	44
Annex 1: Bibliography and online resources.....	44
Annex 2: List of contributions and liaison statements received on Question 6/2.....	45

表和图目录

表目录

表1: 根据欧盟指令划分的WEEE类别.....	16
表2: 五种类型的处理.....	17
表3: 关于电子废弃物的立法和举措概述.....	20

图目录

图1: 电子废弃物量状态和预测.....	2
图2: 拥有电子废弃物政策、立法或法规的国家.....	8
图3: 东京2020奖牌项目.....	9
图4: 斯里兰卡提高电子废弃物意识的传单.....	14
图5: 全球气温异常（1880至2019年）.....	24
图6: 技术趋势.....	27
图7: 全球数据圈每年的规模.....	28
图8: 大数据资源.....	29
图9: 大数据的数据类型.....	30
图10: 强化学习的循环.....	31
图11: 盐尻环境信息数据采集平台及其物联网传感器网络.....	33
图12: 有线电视（CATV）信息通信基础设施与SDN的案例研究.....	34
图13: 数据应用程序的案例研究.....	34
图14: 通过生物质发电的区域电网为ICT网络和环保材料的回收提供电力.....	35
图15: 松树枯死的森林.....	35
图16: 无人机摄像系统.....	36
图17: 数字生态系统.....	38
图18: 训练数据集的框架.....	38
图19: 气象卫星系统.....	40
图20: 地球观测和《巴黎协定》.....	41

内容提要

国际电联电信发展部门（ITU-D）2018-2021年研究期第2研究组编写的关于第6/2号课题的输出报告概要阐述了电子废弃物带来的日益严峻的挑战，并介绍了安全处置和使用此类废弃物的现有解决方案。本份报告侧重于研究技术在采取气候行动、减缓与适应气候变化、监测气候及实施信息通信技术（ICT）解决方案以改善并提高可持续发展效率方面发挥的作用。

据预测，信息通信技术（ICT）将成为减缓和适应气候变化的主要推手。这其中涵盖的人工智能、地球观测和大数据等前沿技术将使遏制气温变化加剧成为可能，同时可以改善废弃物处理、卫生及可再生能源等方面的流程。ICT已成为获得廉价清洁用水，监测缓解自然灾害/风险，以及粮食生产和粮食安全的基本工具。

气候变化与气候变异对人们日常生活的影响是全方位的。我们的健康、基础设施、水资源、降雨模式、农业模式、沿海地区以及安全均会受到气候变化的影响。本报告除关注新时代的气候变化减缓技术如何直接和间接给环境带来影响之外，亦着重于研究这些技术如何能够根据实际做出调整。

第6/2号课题下开展的研究确定了与电子废弃物和气候变化有关的问题，这其中包括全球和区域利益攸关方及相关优先事项，研究重点聚焦于数据采集、案例研究、最佳做法与政策以及可持续性。此外，报告还研究了以往举措取得的成果并考察了各区域的需求，例如可根据成员国具体需求定制的公共政策和工作计划。相关人员亦讨论了区域和国家的成功案例和最佳做法，为讨论最新发展和实施政策对比组织了研讨会。政府、决策机构、民间团体、学术界、监管机构和各种组织等利益攸关方全程参与了上述活动。

2018-2021年研究期期间，ITU-D第2研究组第6/2号课题会议介绍的部分最佳做法、政策和具体国家的案例研究均已纳入本报告。此外，亦给出了有关国际电信联盟（ITU）其他部门报告的参引。

第1章概述了电子废弃物、全球电子废弃物增长的模式和趋势，并介绍了旨在解决电子废弃物问题的各种组织和举措。

第2章侧重于教育和认识、电子废弃物对人类健康和环境的危害、电子废弃物的适当管理及处置过程的重要性，以及消费者为减少电子废弃物而采取的行动。

第3章将重点放在制定电子废弃物战略、循环利用、电子废弃物回收系统、公共部门/私人参与及政府举措方面。除案例研究、最佳做法和利益攸关方收集电子废弃物的政策外，本章还讨论了为防止产生电子废弃物并确保其经济可行性而采取的各种电子废弃物回收系统融资模式，其内容涉及安全运输和储存、安全标准、参与电子废弃物人工拆解和处理的非正式部门培训，以及回收和再利用的经济可行性。

第4章着重探讨监测气候和降低气候影响的新技术、系统和应用。本章展示了大数据和人工智能如何有助于说服决策机构和行业领导者认识到环境挑战的重要性，如何能够提升政府和行业新政的透明度及清晰度，同时设定新的生产和减排标准。此分析结果有助于新兴经济体适应、强化和完善有效的适应性政策、战略及系统，以战胜极端天气条件。本章还强调了发展中国家在监测气候变化方面的困难，即目前尚无通用指标可用于衡量新兴经济体面临的气候变化社会经济成本。

第5章聚焦于完善气候变化监测和减缓策略的指导原则、技术和最佳实践，讨论了地球观测（卫星、传感器等）的作用。地球观测除提供准确的天气预报外，还通过对不断变化的天气模式做出响应，帮助新兴经济体规划发展目标。

缩写与缩略语

AC SIS	非洲信息社会民间团体
AI	人工智能
ANN	人工神经网络
AR / VR	增强现实/虚拟现实
BDT	电信发展局
DL	深度学习
DVD	数字视盘
ECOWAS	西非国家经济共同体
EEA	欧洲经济区
EEE	电气和电子设备
EMG	环境管理组
EIT	欧洲创新与技术研究所
EPR	生产者延伸责任
EU	欧洲联盟
GB	吉字节
GEM	全球电子废弃物监测
GeSI	全球电子可持续性举措
GESP	全球电子废弃物统计伙伴关系
GIZ	德国国际合作协会
GPS	全球定位系统
GPU	图形处理器
ICT	信息通信技术
IDC	国际数据公司
IDMC	内部流离失所监测中心
IETC	国际环境技术中心
ILO	国际劳工组织
IoT	物联网
IPv4	第四版互联网协议

(续)

IPv6	第六版互联网协议
ISWA	国际固体废物协会
ITC	国际贸易中心
ITU	国际电信联盟
LCD	液晶显示
LDC	最不发达国家
M2M	机器与机器
M2P	机器与人
MDP	马尔可夫决策过程
ML	机器学习
MOOC	大型开放在线课程
MSME	中小微型企业
Mt	公吨
NOAA	国家海洋和大气管理局
OECD	经济合作与发展组织
PRO	生产者责任组织
PVC	聚氯乙烯
R&D	研究与发展
RL	强化学习
SaaS	软件即服务
SDGs	可持续发展目标
StEP	解决电子废弃物问题倡议
TSB	电信标准化局
UN	联合国
UNDP	联合国开发计划署
UNEP	联合国环境规划署
UNFCCC	联合国气候变化框架公约
UNIDO	联合国工业发展组织
UNITAR	联合国训练研究所
UNU	联合国大学
WEEE	废弃电气和电子设备

(续)

WHO	世界卫生组织
WMO	世界气象组织
WWA	世界天气归因
WWF	世界自然基金会
XML	可扩展标记语言

第1章 – 电子废弃物的背景

我们将废弃的电气和电子设备（EEE）（如电话、笔记本电脑、冰箱、传感器和电视）称为电子废弃物或废弃电气和电子设备（WEEE）。大多数电子废弃物由电脑、智能设备、屏幕、电视和平板电脑以及加热和冷却装置等个人或家用设备构成。¹

无论是物理接触还是吸入有毒烟雾，直接或间接接触电子废弃物对人类和动物都存在健康风险。电子废弃物在土壤、水、空气和其他自然资源中的积累可通过食物链传导给人类并产生许多有毒的副产品，这些副产品在人体内的代谢速度非常慢并可造成长期危害，例如癌症、免疫缺陷疾病、呼吸和激素紊乱、先天缺陷和婴儿死亡。由于儿童和年轻人的身体还在发育，因此最容易面临电子废弃物带来的健康风险。²

电子废弃物的全球增长

由于EEE的消耗率高、生命周期短、维修方案少且价格昂贵，因此电子废弃物是世界上增速最快的生活垃圾流。

据《2020年全球电子废弃物监测》记载，2019年：

- 全球产生了约5,360万公吨（Mt）电子废弃物，比2014年增加了21%。据估测，到2030年，全球电子废弃物数量将达7,400万公吨左右；
- 仅有17.4%的电子废弃物得到回收和再利用，造成的高价值贵金属（如金、银、铜和铂）损失高达近570亿美元，高于大多数国家的国内生产总值；
- 亚太区产生的电子废弃物数量最高（24.9公吨），其次是美洲区（13.1公吨）和欧洲区（12公吨），非洲区域产生了290公吨。³

¹ 电气和电子设备由各种各样的产品构成，包括家用或企业设备、电路或使用电源或电池的电气元件（StEP Initiative）。

² 世界卫生组织（WHO）。[电子废弃物对儿童健康的影响](#)。

³ 国际电联。[2020年全球电子废弃物监测](#)。

图1：电子废弃物量状态和预测⁴



资料来源：国际电联

国际电联和电子废弃物举措

国际电信联盟（ITU）是联合国的专门机构，负责世界范围内与信息通信技术及电信业务及服务有关的诸多事宜。2018年，作为国际电联最高决策机构的全权代表大会制定了有关电子废弃物的目标，力争2023年将全球电子废弃物回收率提升至30%，并将拥有电子废弃物立法的国家比例提高到50%。

国际电联电信发展局（BDT）的任务是协助发展中国家对电子废弃物的规模做出适当评估并开展试点项目，通过收集、拆解、翻新和回收电子废弃物并以电子产品生命周期管理的方式，实现电子废弃物的环境无害化管理。世界电信发展大会关于ICT与气候变化的第66号决议（2017年，布宜诺斯艾利斯，修订版）就此项任务做出了规定。

全球电子废弃物统计伙伴关系

由国际电信联盟（ITU）、联合国大学（UNU）和国际固体废物协会（ISWA）于2017年发起成立的全球电子废弃物统计伙伴关系（GESP）⁵，旨在监测电子废弃物的长期发展，帮助各国编制电子废弃物的统计数据。该举措将通过提高人们对全球电子废弃物数

⁴ 国际电联。面对日益严峻的电子废弃物的挑战你能做些什么？《国际电联新闻双月刊》，2018年6月21日。

⁵ 全球电子废弃物统计伙伴关系：<https://globalewaste.org/>

据及其与可持续发展目标（SDG）关系的认识并加强相关解读，为决策机构、业界、学术界、媒体和公众提供信息。

国际电联与为电子废弃物政策提供支持

为协助国际电联成员国在经济社会发展与环境管理之间达成平衡，国际电联提供了一个专门用于完善政策和监管发展的方案。成员国可请求国际电联提供技术援助和能力建设，协助其制定国家或区域废弃电气和电子设备（WEEE）政策。

“第一步 - 正式申请：

成员国应直接向国际电联区域代表处提出正式书面申请，请其提供WEEE政策技术援助。

第二步 - 任务团队：

我们建议成员国设立一个专门负责制定WEEE政策的任务组，如果他们尚未进行此操作。该任务组应至少包括来自ICT、环境和卫生部门的政府代表。

第三步 - 国家概况：

国际电联起草一份国家概况，概要阐述相关国家的环境、社会、经济、现有监管格局和WEEE的管理基础设施。概况内容涉及广泛的文献评论，贸易数据和全部有关废弃物生成或收集的数字。

第四步 - 在线模块：

向所有国家的公共利益攸关方提供电子学习模块，介绍重要的电子废弃物概念。这种自定进度的宣讲，旨在让利益相关方为制定电子废弃物政策做好准备。

第五步 - 利益攸关方调查：

将定性调查问卷分发给所有政府和非政府利益攸关方。这是磋商和国家WEEE评估的起点。

搜集有关不同参与方的作用和责任、融资与执行、基础设施和产品范围的信息。

第六步 - 国家评估：

国际电联与成员国合作，根据各国的偏好、承诺、现有信息和预期的政策制定时间表，深入或快速的开展国家WEEE评估。国家评估的内容一般包括：

- 调查后与所有相关利益攸关方进行面对面双边磋商
- 通过实地考察记录现有WEEE基础设施或有关废弃物的类似活动
- 以国家利益攸关方磋商研讨会的形式启动政策草案制定工作

第七步 - 准备起草：

国际电联为技术写作提供指导，以此作为从利益攸关方磋商向政策起草工作过渡的一部分。

第八步 - 策略验证：

验证研讨会为利益攸关方提供了在达成政策共识之前开展最终磋商的机会。

第九步 - 实施计划：

国际电联为政府适当地分配职能与责任、资源、目标和时间表提供支持，以保障政策得以执行。在适用的情况下，应根据国家制定政策的导则制定执行规划。”⁶

国际电联在电子废弃物宣传和媒体意识方面的作用

国际电联通过博客和社交媒体论坛提高民众对公共政策举措的认识，以应对全球电子废弃物挑战并邀请利益攸关方参与。国际电联还参与主办并共同组织关于电子废弃物的各种活动和主题对话。自2019年以来，国际电联一直为每年10月举行的国际电子废弃物日活动提供支持⁷，以提高公众和媒体对电子废弃物和回收利用的认识。WEEE论坛⁸在成员的支持下，于2018年确定了国际电子废弃物日。2019年10月14日，国际电联举办了第二届国际电子废弃物日活动，来自48个国家的112个组织参加了此次庆祝活动。

电信标准化局（TSB）与电子废弃物

国际电联电信标准化局（TSB）支持国际电联电信标准化部门（ITU-T）的工作⁹。电信标准化局负责促进和组织ITU-T建议书的批准工作，管理国际电联与其他国际标准制定组织间的协议，从而使大家能够制定共同的标准，避免利益攸关方之间的工作重复。此类协议进一步加强了国际电联在电信业标准化领域的作用。

ITU-T为电信设备和系统制定标准，并为开发可持续和绿色ICT解决方案提供最佳做法和导则，例如：绿色电池解决方案、移动终端和其他手持ICT设备的通用电源适配器和充电器解决方案，以及固定信通技术的外部通用电源适配器解决方案。ITU-T推出了ICT产品中稀有金属的回收程序，为绿色数据中心起草了最佳做法，并为开发可持续电子废弃物管理系统编写了导则。当前的2017-2020年研究期将“环境、气候变化和循环经济”的工作交给了ITU-T第5研究组。¹⁰

联合国电子废弃物联盟

联合国电子废弃物联盟¹¹成立于2019年，当时成员们共同签署了一份对缔约方不具约束力的意向书。此联盟由一批联合国机构组成，旨在为成员国应对电子废弃物挑战提供更有效的支持。

⁶ 国际电联。成员国手册。[制定废弃电器和电子设备政策](#)。

⁷ WEEE论坛。[国际电子废弃物日（IEWD）](#)

⁸ WEEE论坛。<https://weee-forum.org/who-we-are/>

⁹ ITU-T。[ITU-T简介](#)

¹⁰ ITU-T。[第5研究组：环境、气候变化和循环经济](#)

¹¹ 国际电联。[联合国电子废弃物联盟](#)

此联盟的成员包括：国际电信联盟（ITU）、国际劳工组织（ILO）、联合国环境规划署、联合国工业发展组织（UNIDO）、联合国训练研究所（UNITAR）、联合国人居署、联合国大学以及《巴塞尔公约和斯德哥尔摩公约》秘书处。联盟得到了世界卫生组织（WHO）的支持，由环境管理组秘书处负责协调。联盟为协调提案的设想和构思铺平了道路；强化了对电子产品制造商和回收商的承诺并加强了与他们的接触；为电子废弃物管理活动建立项目及其实施开展试点；鼓励公共与私营部门之间建立伙伴关系；提倡知识共享并为实时跟踪电子废弃物提供数据和统计。

《巴塞尔控制危险废弃物越境转移及其处置公约》秘书处

《巴塞尔公约》¹²是一项国际条约，于1988年生效。截至2018年，此公约已有186个成员国，且欧洲联盟亦为缔约国。公约旨在控制危险废弃物在各国之间的越境转移及其处置，重点是防止危险废弃物从发达国家向不发达国家或最不发达国家（LDC）转移，协助这些国家对危险废弃物进行环境无害化管理。此外，公约亦向最不发达国家提供技术导则，但放射性废物的转移不属于其职权范围。

联合国环境规划署（UNEP）

联合国环境规划署（UNEP）国际环境技术中心（IETC）¹³正在努力实现可持续废弃物管理并与地方和国家政府合作，侧重推出有关电子废弃物管理战略的报告和导则。环境规划署以为勾勒电子废弃物管理未来路线图提供知识的方式，帮助实施能力建设。

环境规划署的出版物包括《电子废弃物第一卷：库存评估手册》、《电子废弃物第二卷：电子废弃物管理手册》、《电子废弃物第三卷：WEEE/电子废弃物回收系统》、《WEEE材料回收技术简编/电子废弃物》和《电子废弃物展望报告（2019年）》。¹⁴

环境规划署正在与《巴塞尔公约》、世界资源论坛、鲁汶大学、EIT Raw Materials 学院和欧洲多重MOOC集成平台合作，启动一个有关电子废弃物的开放在线培训课程。¹⁵

世界卫生组织（WHO）

世界卫生组织（WHO）参与的提高认识活动，旨在让全世界了解电子废弃物对健康，特别是对儿童健康的不利影响，以及确保儿童不接触危险废弃物的必要性。¹⁶

为促进对电子废弃物有害影响的研究并监测接触电子废弃物对健康的影响，世界卫生组织还参与了研发工作。此外，该组织亦致力于提高全球和区域对接触电子废弃物给健康造成影响的认识，并向各国和卫生行业提供政策干预手段和解决方案。世界卫生组织正与工发组织等联合国机构合作，重点开展试点项目，为发展中国家制定儿童健康保护框架。

国际劳工组织（ILO）

¹² 联合国环境规划署（UNEP）。[《巴塞尔控制危险废弃物越境转移及其处置公约》](#)

¹³ 联合国环境规划署。[国际环境技术中心（IETC）](#)

¹⁴ 联合国人居署。IETC。[资源](#)

¹⁵ 联合国人居署。电子学习。[电子废弃物挑战](#)。2017年11月2日。

¹⁶ 世界卫生组织。同上。

2019年，来自世界各地的政府代表、多家雇主和劳工组织以及非政府组织在日内瓦召开会议，就为处理电子废弃物的工人提供体面且安全的工作环境达成共识。会议通过的共识要点呼吁各国政府鼓励在各个层面投资废弃物管理基础设施和支持架构，从而为相关人员提供良好的工作环境，防范电子废弃物对人类健康造成危害，并强调了发展中国家参与处理电子废弃物的工人及其家人的脆弱性。

与会者强调，需要改进从电子废弃物中提取金属的设备，实现非正式部门的正规化并加强政府机构间的协调，以防止电子废弃物对健康的危害。此外，还需要制定一套电子废弃物管理导则或行为守则。¹⁷

联合国大学

联合国大学总部设在日本东京的涩谷，是联合国的学术和研究机构。该机构通过合作研究和教育，致力于解决与人类发展和福祉有关的全球性问题。联合国大学从事研究、科学发展和创新技术的知识转让，鼓励开展跨学科研究，提供前沿和有针对性的政策解决方案，并将可持续发展政策视为工作重点。¹⁸

联合国人居署

联合国人类住区规划署（UN Habitat）致力于可持续城市发展，是电子废弃物联盟“为协调整个联合国系统向电子废弃物管理提供支持铺路”工作的一部分。

联合国工业发展组织（UNIDO）

总部位于奥地利维也纳的这一联合国专门机构在大约60个国家开展工作。工发组织电子废弃物举措侧重于在经济和工业发展领域向各国提供援助，以鼓励新兴经济体发展可持续的电子废弃物回收产业，并推动发展中国家环境服务业的发展。¹⁹

国际贸易中心（ITC）

国际贸易中心（ITC）通过提升中小微型企业（MSME）的国际竞争力，促进新兴经济体，特别是最不发达国家和转型经济体，实现包容、可持续的经济增长与发展。电子废弃物通常由发展中国家的小生产厂家处理，而这些发展中国家在建立具有竞争力和可持续性的正规企业方面正面临挑战。为使区域和国际利益攸关方建立对电子废弃物挑战的认识，国际贸易中心参与了一系列活动，这些挑战包括研究和开发电子废弃物贸易价值链面临的主要挑战，如何促进电子废弃物管理在各行各业间形成循环经济，以及如何防止非法跨境贸易。²⁰

其他组织

国际固体废物协会（ISWA）

¹⁷ 国际劳工组织。废弃物管理行业。[国际劳工组织关于电子废弃物的首次会议通过了促进该行业体面工作的共识要点](#)。国际劳工组织新闻，2019年4月11日。

¹⁸ 联合国大学：<https://unu.edu/>

¹⁹ 联合国工业发展组织。[电子废弃物（e-Waste）](#)。

²⁰ 国际贸易中心。[信息技术电子废弃物政策](#)。

国际固体废物协会（ISWA）通过促进发展中经济体和新兴经济体的可持续生产和消费，推动并支持有效使用资源。ISWA还通过能力建设和教育促进废弃物管理的发展。²¹

欧洲联盟关于电子废弃物升级的举措

生命周期短暂的电子设备导致电子废弃物大量堆积，造成这一现象的原因通常在于维修成本高昂或购买新设备更为廉价。2019年，欧盟为减少电子废弃物的累积采取行动，希望凭借制定新的法律实现循环经济的愿景。这些法律要求制造商确保电器更易维修，使用寿命更长。欧盟委员会希望实施一项新的设计指令，通过延长电子设备的寿命，每年减少约1200万吨电子废弃物。

生产者延伸责任（EPR）

生产者延伸责任的概念最早于二十世纪90年代提出。例如，经济合作与发展组织（OECD）将生产者责任定义为一种环境政策方法，将生产者责任延伸至产品生命周期的消费后阶段。在国家层面，监管框架纳入了EPR原则，通常是强制实施生产者履行“回收”电子废弃物和消费者“交回”电子废弃物的义务。EPR机制允许在处理废弃物问题时进行分工。按照EPR制度，生产者与消费者及政府部门应共同发挥作用，促进电子废弃物的回收利用。EPR的内容还包括生产者给予回收公司补贴。通常由于各种原因，回收公司获得的商业利润有限。例如，与原始材料相比，回收公司的产品（主要是再生材料）在质量和价格上都处于劣势。如果没有一定的补偿，私人公司就不会从事回收业务。EPR应向私人回收公司提供补贴和帮助，使他们能够从中获利。

生产者责任组织（PRO）/合规计划

生产者责任组织（PRO）代表生产者承担废弃物收集、运输、无害环境回收以及报废产品处置操作方面的责任，履行EPR义务。虽然生产者责任组织由生产者共同创建，但合规计划的对象通常是生产者提供服务的营利性公司。

生产者责任组织在EEE制造商的支持下得以建立，目的是帮助制造商、进口商和零售商遵守EPR义务。各国政府也能起到EPR的部分作用，他们通常会设定一系列再利用目标和产品回收目标，以监测EPR和生产者绩效对产量的影响。生产者责任组织代表其成员（制造商、进口商、经销商、零售商）提交报告并确保合规性。EPR制度的运作应由生产者责任组织和注册的生产者管理，并应建立适当的自筹资金机制履行EPR义务。²²

新兴经济体落实生产者延伸责任面临的挑战

由于缺乏回收基础设施以及符合国际标准的成熟回收和翻新设施，在世界范围内实施生产者延伸责任任务艰巨。为成功落实生产者延伸责任，需要制定适当的监测和定价机制，使其更加有利可图。

在线回购计划还需提高财务可行性，以激励消费者使用授权的回收商，此外还应扩大回收基础设施，从而能够处理回收和翻新的产品，填补电子供应链的缺口。

²¹ 国际固体废物协会。在全球范围内促进并发展可持续且专业的废物管理，同时向循环经济过渡。

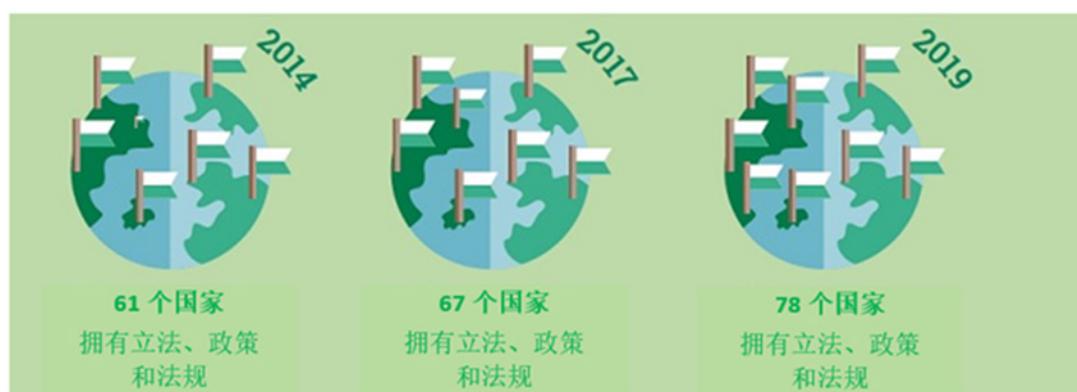
²² 例如，见：包装回收组织（PRO Europe）：<https://www.pro-e.org/>

展望

政府举措将提高该行业的经济潜能和增长潜力，其中内容涉及电子废弃物的处理、处置、提高认识以及将责任划分给电子废弃物价值链的各个参与方，如生产者（制造商、进口商、分销商、零售商）、回收者（收集者、预处理机构）、消费者（集体和家庭）和政府（地方和国家）。

根据《2020年全球电子废弃物监测》²³（见图2），2014年至2019年期间，采用国家电子废弃物政策、立法或条例的国家数量从61个增加到78个。然而，许多地区监管进展缓慢，执法力度不高，电子废弃物的收集和适当管理不力。如上文所述，国际电联成员国亦设定了一项目标，希望到2023年将拥有电子废弃物立法国家的比例提高至50%，即97个国家。国际电联提供了一个有关电子废弃物政策和监管发展的专门方案，成员国可以通过该方案请求技术援助和获得能力建设支持。

图2：拥有电子废弃物政策、立法或法规的国家



资料来源：国际电联

我们不仅需要简化制定新包容性立法（不针对特定行业）的进程，亦应加强现有政策和立法的执行和监督。例如，如果环境部是主要决策机构，则该部可作为执行政策的监管者，在简化电子废弃物管理程序的同时将电子废弃物管理的责任下放给电信部、劳动部、贸易部和卫生部等部委。这些机构是电子废弃物升级行动的关键部门，可通过电子废弃物管理部门的具体化，降低电子废弃物管理政策和立法的影响。

针对固体废物管理，此概念始于废弃物的分级。升级工作的第一个重点应该从预防电子废弃物的产生开始，然后才是减少、再利用、再循环、回收和处置。产品设计亦可通过降低浪费的程度发挥关键作用，特别是在产品生命周期的末期阶段。提供资金支持和税收激励应成为政策的一部分，同时要着重强调非正规电子废弃物部门的技能拓展，为科学处置、再利用和翻新提供资源和基础设施，并鼓励改善产品设计和质量。

自然资源是有限的，通过科学管理电子废弃物实现自然资源回收是一个可行的解决方案，因为电子废弃物中可能含有铜、铁、铝、金、银和钯。由于电动汽车和消费电子产品的需求增加，人们对稀土金属的需求也在增长，例如用于制造磁铁和电池的钕和镝。一种方法可能无法适用于所有的系统利益攸关方，产品设计的灵活性和电子废弃物

²³ Vanessa Forti及同事。2020年全球电子废弃物监测：数量、流动和循环经济的潜力。UNU/UNITAR – 共同主办SCYCLE项目。国际电联和ISWA。波恩/日内瓦/鹿特丹，2020年。

处理的创新方法非常重要。各国的电子废弃物监管模式各不相同，例如喀麦隆的电子废弃物处置由生产商出资，而瑞士则由消费者承担处置费用。

印度政府²⁴已认识到电子废弃物可能给印度资源战略和循环经济愿景带来的经济效益和贡献，且电子废弃物管理的核心要素是“人”。印度总理经济顾问委员会负责监督参与电子废弃物管理的各个机构和各邦政府。内阁秘书处首席科学顾问办公室与国际电联、国际劳工组织、联合国大学和世界卫生组织一道，于2019年组织了一次关于电子废弃物能力建设的政策认识研讨会²⁵。在印度，科学技术部（DST）废弃物管理项目的研究人员成功地进行了电子废弃物热解的实验室试验。电子废弃物通过这种方法转化为固体、液体和气体形式，其中贵金属以固体形式回收，而其他产品则用作燃料。²⁶

同样，东京奥运会和残奥会组委会成功地发起了“东京2020奖牌计划”，号召市民收集日本各地使用过的小型手持设备，用于制作奥运奖牌。奖牌的设计咨询了市民，且有近5 000枚奖牌由回收金属制成（见图3）。

图3：东京2020奖牌项目



资料来源：东京奥运会和残奥会组委会

为解决电子废弃物问题，各国必须重新思考固体废弃物管理政策。电子废弃物连同重金属和危险废弃物，均需在收集阶段隔离并送往回收站。由于新兴经济体的电子废弃物收集在很大程度上有赖于非正式部门，因此重要的是必须确保该部门拥有相应的安全条件和适当技能以及成本效益和标准。生态友好且可持续的电子废弃物管理需要周密的解决方案。为最大限度地实现价值回收，我们需要推广建立端到端的电子废弃物回收和金属提取机构。正确的政策组合可鼓励该部门创造就业。对于大多数新兴经济体，由于二手产品拥有巨大市场，因此电子废弃物仍然得到了有效回收，从而减少了电子废弃物的数量。支撑性的基础设施、及时执行政策和法规以及技术进步可以防止电子废弃物的增加，同时回收宝贵的有限自然资源。利益攸关方应开展电子废弃物监测并设定废弃物削减目标，并使公共部门与私营部门建立利益攸关多方合作伙伴关系，以采取综合行动。

²⁴ ITU-D第2研究组，印度提交的2/281号文件。

²⁵ 国际电联。电子废弃物政策意识研讨会。印度海德拉巴，2019年11月27日至29日。

²⁶ Indus Dictum。IIT德里科学家开发回收电子废弃物、黄金和贵金属的技术。2019年12月7日。

第2章 – 有关电子废弃物的教育和认识

2.1 妥善处置电子废弃物的重要性以及处置不善给环境和人类健康造成的影响

电子废弃物的管理不断给参与此项活动的专业人员和全人类带来巨大的环境和健康问题。信息通信技术废弃物是一个令人关切的问题，因为这些废弃物中含有汞、镉、铅、砷和铍等毒素，如果处理不当，会给公共健康和环境造成巨大伤害。此外，电话机含有大量对环境有害的物质，必须小心处理。

随着信息通信技术在非洲的发展，电子废弃物的数量也在增加，对环境、当地社区和经济产生了多重影响。2011年，联合国出版物《非洲的WEEE在哪里？》²⁷指出，国内消费是导致电子废弃物增加的主要因素。针对五个西非国家的研究表明，国内消费每年产生65万至100万吨的电子废弃物，这些废弃物通常通过露天焚烧和非正式回收网络加以处置，无法保证质量、安全和环保。这份报告还强调了进口电子废弃物在加剧此问题中的作用。电子废弃物包含的设备家族十分庞大，人们也一直在担忧其给地球造成的社会和环境²⁸影响。²⁹

有计划的淘汰电子产品会产生大量电子废弃物，这些废弃物往往会出口或贩运到经济和社会不平等现象严重的地区。少部分人（政府和工业部门）因此受益，但这对通常严重依赖农业的当地居民不利。如果没有建立废弃物筛选加工业，则废弃物将通过非正式系统回收。由于废弃物存在毒性，因此不仅会危及当地居民的生命，而且亦会威胁作为当地居民福利和收入来源的生态系统。

例如，暴露在自然环境中时，废弃电子产品会释放印刷电路和阴极射线管使用的铅、背光照明液晶显示屏使用的汞，以及镉、铬，甚至氰化物等化学试剂。据联合国环境署称，丢弃的电话和其他电子废弃物造成的污染给人类健康造成了重大危害，污染了土壤、水和空气。

2.1.1 环境后果

ITU-D第2研究组最近的三篇文稿揭示了成员国对环境污染的关切³⁰。不断累积的废弃物会污染土壤，包括深层土壤、空气和水（地下水、水体）并降低食物链中食物的品质（例如牛奶和其他农产品）。拆除设备以提取有价值资源，然后将有毒物质直接丢弃到土壤中，就会对环境造成危害。大气污染对当地人民赖以生存的生态系统产生了影响，例如电线的燃烧造成了大气污染，留下了污染的灰烬。人们经常会掩埋或简单地丢弃无

²⁷ UNEP。《巴塞尔公约》。《非洲的WEEE在哪里？》，《巴塞尔公约》电子废弃物非洲方案的调查结果。2011年12月。

²⁸ Breuil Henri等，《信息通信技术与可持续发展报告》，环境与可持续发展总理事会（CGEDD）和信息通信技术总理事会（CGTI），2008年；以及Flipo F.等的《生态系统项目最后报告》“[数字技术与环境危机：绿色信息通信技术是否可行？](#)”，2009年。

²⁹ Gossart C.，《[从环境危害到数字时代的出口问题](#)》，运动，2009年，第23-28页。

³⁰ 更多信息见：[喀麦隆提交的SG2RGQ/119号文件](#)、[斯里兰卡提交的SG2RGQ/109号文件](#)和[电信发展局的SG2RGQ/198号文件](#)。

用材料，从而进一步污染环境。一些地区的二恶英和大气呋喃含量非常高，焚烧有毒废弃物（轮胎、泡沫绝缘体）亦会耗尽臭氧层，强化温室效应。

2010年一项有关电子废弃物回收所产生有毒物质影响的科学研究表明，有些回收技术产生的污染超过了回收的益处，例如将有毒烟雾直接释放到环境中，给水资源、大气和生物圈造成了染污。

2.1.2 对人类的影响

电子废弃物冗长的有害物质清单中包含镉、锂、铅、溴化阻燃剂和聚氯乙烯。这些物质给公共健康带来了严重压力。直接接触这些化学品的工人缺乏适当的保护。他们不仅会吸入攻击呼吸系统的灰尘（造成咳嗽、感染、呼吸急促、哮喘），而且还会导致眼睛受刺激和皮肤损伤。这些工人与致癌重金属（铅、汞、镉、PVC）接触，神经系统、循环系统、生殖器官、呼吸系统、肾脏和骨骼遭受伤害，且在拆卸设备时可能会受到电击。

儿童和孕妇属于尤为脆弱的群体，例如他们面临着高死亡率和生殖健康问题。许多儿童受雇收集、拆除和焚烧EEE。他们不具备这种工作能力，是工作场所事故和恶劣工作条件的受害者，并经常受到雇主的侮辱、骚扰和剥削。在一些非洲地区国家，丢弃的物品和废金属通常由流动工人收集，他们被称为gankpo gbléglé³¹。这些工人收集的一些废弃物最终被扔进了垃圾堆，没有任何保护设备的儿童又在那里将其捡走，从中搜寻会给儿童健康带来巨大风险的有用残留物。

2.1.3 社会经济影响

电气电子设备生命周期结束时的处理方式管理，仍是一项重大挑战。有些国家已经意识到这些EEE给公众和经济造成的危险，因此开始着手回收利用。

2014年，在世界银行的资助下，喀麦隆开展了一项技术/经济和环境研究，以期建立一个WEEE管理试点中心。此项研究调查了整个国家的WEEE问题，显示喀麦隆每个城市家庭平均每年产生34公斤WEEE（即6.8公斤/居民/年），其中40.5%来自视听设备，8.5%来自电信和信息技术设备，44%来自大型家用电器（冰箱、冰柜、空调等）。目前，这种废弃设备由所有者负责储存，与家庭垃圾一起处理或由收集者进行焚烧（如电缆），因此造成二恶英和呋喃（会在自然界中存在很长时间的有毒分子）的大量排放。³²

2019年第一季度，政府发出了一项征集意向书的呼吁，目的是聘用一家咨询公司研究是否可以建立一个实验室，对电磁波造成的环境污染加以分析。这项研究的结果将使喀麦隆建设一个高级实验室，用以分析和解释电磁辐射对环境和喀麦隆人民健康的影响。

³¹ 贝宁当地语言“fon”的意思是指“废料”或黑色金属废料。

³² 喀麦隆提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/119号文件。

2.2 消费者可以通过哪些方式减少电子废弃物的产生（4R）

环境利益攸关方正在推行“4R”战略，以最大限度地减少电子废弃物：反思、削减、回收和再利用。

2.2.1 反思

我们需要重新考虑是否有必要过度消费并产生如此多的废弃物。消费满足了人们对食物、住所、教育和娱乐的基本需求，但收入、生活节奏、文化、教育、家庭状况或对生活的看法等因素会影响消费者的行为。³³当今的消费不仅能满足需求，而且已经成为界定社会关系的一项关键因素。消费属于欲望、自我实现和在社会地位问题，被用来表明身份和群体归属。人们购买哪些物品与身份感知密切相关。他们的垃圾箱充分展示了其社会模式和个人选择，表达了个人的消费方式，例如，拒绝购买某些物品、购买必需品、有用或非必要的采购，购物的乐趣，奖励式购物。

反思过程需要一定程度的自省。购物可能有助于树立或巩固自我的正面形象；这解释了某些人消费或购买电器、电子设备的冲动。

反思的重要性在于，消费社会不断鼓励人们消费可能并不需要的商品和服务，而这些商品和服务正是大量浪费的源头。质疑消费模式可能会降低消费产生的负面影响，如自然资源的枯竭以及电气和电子废弃物的累积。要减少社会产生的电子废弃物，人们需要反思其消费行为并意识到消费的作用。反思是改变消费者习惯的第一步。

2.2.2 削减

减少电子废弃物的前提是消费者在消费阶段进行鉴别。这需要成为一种自觉反省。作为对生态负责的公民，消费者应不断扪心自问，是否有必要消费这么多电子产品，产生如此多的电子废弃物。

相关项目和举措可以从源头上减少废弃物的产生，这方面的举措包括负责任消费、生态消费、简约消费和废弃物负增长等。减少电子废弃物意味着改变人们的消费方式，降低对财产的关注，因为零废弃物的目标不是回收，而是从源头拒绝产生垃圾。

减少废弃物意味着拒绝扔掉老设备而购买新产品。当今的趋势是，物品一旦损坏人们就立即更换，尽管有可能对这些物品进行修复。修理有时比购买替换产品更昂贵且修理所需的技能也在逐渐消失。因此，减少消费意味着认可这些修理技能的价值，分享此类技能并将其传授给他人。

2.2.3 再利用

再利用旨在提升循环经济的水平，并在丢弃电子设备之前使其坚持更长的流通时间。这种方法在新兴经济体广为流行，因为二手产品的使用更加普遍。通过提倡负责任的消费和重复使用电子产品并扩大生产者责任，旧产品回购制度可进一步鼓励重复使用用于制造EEE的材料，缓解电子废弃物不断增加的问题。

³³ 更多信息见有关[《废弃物管理继续教育》](#)的报告，2014年，布鲁塞尔。

2.2.4 回收

回收意味着收集废弃材料，通过工业过程将其转化为新产品。对要回收的材料加以收集、分类和处理，代替原材料重新投入制造过程。回收工作从电子废弃物中提取价值，一般通过化学处理完全转化剩余材料。以计算机设备为例，回收工作可能涉及为废弃塑料找到新用途。

电子废弃物的回收包括四个阶段：

- 收集工作包括从废弃物产生地收集废弃物并将其运输至处理设施所需的操作。
- 拆卸工作是指移除含有危险物质的部件，如阴极射线管、电池或放电灯，以方便获取有潜在价值的组件或部件。这些部件包括可提取贵金属的电子电路板；阴极射线管和其他潜在的危险部件；为回收塑料的塑料盒；以及电缆、绕组和外壳中的铁、铜和铝等金属部件。
- 粉碎是电子废弃物回收过程的一个关键阶段，目的是减少固体废弃物的体积，从而生成更小的碎片。
- 分离是电子废弃物回收过程中的一个重要阶段，例如，磁分离用于在必要时从大量粉碎材料中去除金属物质。

一些国家正在推广电子废弃物管理办法。因此，斯里兰卡电信监管委员会作为电信和信息通信技术部门的监管机构，制定了相应的战略和导则，鼓励行业参与者和公众重复利用或适当处理电信/ICT废弃物。

斯里兰卡开展了以下活动：

- 建立相关实验室，对进口移动电话和相关ICT设备的标准进行审查。
- 对适当处置电子废弃物的方法开展专项审查，并已将结果提交国际电联。
- 与斯里兰卡各电话公司的首席执行官讨论了适当处置电子废弃物的方法。讨论决定在所有电话消费者服务中心保留废弃物处置容器，并制定旨在提高消费者认识的方案（见**图4**）。
- 电话公司在消费者服务中心实施了收集电子废弃物的方案，将收集的废弃物送往中央环境管理局的废弃物收集中心。³⁴

³⁴ 斯里兰卡提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/109号文件。

图4：斯里兰卡提高电子废弃物意识的传单



资料来源：斯里兰卡电信监管委员会

2.3 需要采取哪些措施管理集团消费者和个人消费者产生的电子废弃物

为减少生成电子废弃物，在购买新设备之前，应首先关注二手设备市场；有可能重复使用目前正在流通的装置。购买新（旧）设备或者替换已不可用或过时的设备（赠送、转售）时，应当考虑这一选项。

对于企业而言，重要的是考察并确定公司的需求，与采购服务部门合作确定是否真有必要更换设备。这一步骤有助于限制不必要的采购，并草拟决定更换设备最终命运的计划（将其转移给另一业务、赠送、出售），并在此类采购不可避免时提出购买二手设备的方案，这种采购方案既可以在本地实施（向该地区的其他公司购买）也可以通过互联网进行。例如，法国出台了众多旨在使公众更容易管理废弃物的举措。³⁵

应建立一个能体现减少废弃物原则的管理结构（信息交换的场所），使利益攸关方（EEE生产者、回收者和废物管理经营者）在一个国家框架（类似于法国和意大利的框架）下共同参与WEEE的管理。各国政府应建立并维护电子废弃物循环方面的利益攸关方名册，确定利益攸关方判定应收集和哪些电子废弃物的方式，建立并运行合规监测系统。

当地居民也可以发挥作用，建立一个收集家庭电子废弃物的系统，提供收集场所并开展宣传活动，在提醒人们注意电子废弃物所带来挑战的同时提供可用的解决方案。与其它家庭垃圾一样，这项服务可由垃圾清除税提供资金。

废弃物收集的组织方式因国家而异，因为这要取决于社会人口特征、选择废弃物的能力、当地收集点的可用性、收集电子废弃物的后遗症、人口密度等背景因素。消费者

³⁵ 参见零排放（ZW），法国。[我们的工具。实现办公室零废弃物，减少工作场所废弃物的12项行动](#)。2018年5月17日。

购买EEE时应支付处置税或相关费用，由分销商和制造商收取后提供给收集和處理电子废弃物的生态保护组织。应鼓励消费者将其废弃物丢弃到城市和村镇地方政府提供的收集点。

消费者在购买替代产品时，还可按欧盟电子废弃物指令的要求，选择以旧换新的方式将旧电子设备交给高科技零售商。这使得零售商（包括网上零售商）有责任组织有效的回收服务，在商店和收集点提供电子废弃物存储空间，从那里将电子废弃物送往经授权的城市废弃物处理中心或回收站（如果零售商负责处理自己的电子废弃物）。

管理家庭、学校³⁶和办公室的电子废弃物首先要开展培训，以宣传活动和海报的形式发放文件，让公众了解废弃物的分类。培训必须以相应国家的语言开展，并应获悉参与者对该主题³⁷的了解和感受，以便针对个人、家庭、社区和政治层面有的放矢的提供培训。例如，关于分类和废弃物的宣传图片可以在学校、社区和办公场所分发。

肩负生态责任的办公室必须致力于预防工作，从源头上减少废物的产生，并对大多数不可避免的废弃物进行强制分类和回收。例如，纸箱包装应该回收，无论办公室的大小或产生废弃物数量多少，其废旧墨盒和电子废弃物从必须分开回收并正确处理。

2.4 关于电子废弃物丢弃地点的信息

我们需努力向人们宣传哪些地点负责收集并回收含有毒废弃物的电池、二手电脑和其他设备。在许多地方，废弃的移动电话、计算机、调制解调器、平板电脑等产品最终被抛弃到公共垃圾填埋场和住家附近的非正式垃圾场，而进口废弃物的涌入可能会使本地废弃ICT设备的问题雪上加霜。这些废弃物通常要么埋在官方的垃圾填埋场，要么被非法倾倒在路边或垃圾堆，在那里进行焚烧或任其腐烂。

³⁶ 可以利用教育工具，如“图片语言”教育工具包，提高人们对富裕水平与废弃物管理方法间联系的认识，这些工具包括活动手册、光盘、视频剪辑、证言、阐述普通废弃物和危险废弃物的漫画。

³⁷ 共享信息应该提出一些具体的问题，比如我们对浪费有何了解？我们所知道的废弃物来源以及如何处理废弃物？为专业知识提供支撑的价值观有哪些？

第3章 – 电子废弃物的价值链和管理

3.1 一系列要回收的电气和电子设备

为推进处理进程，欧洲联盟提议根据欧盟关于废弃电气和电子设备的第2012/19/EU号指令，将WEEE分为六类：

表1：根据欧盟指令划分的WEEE类别

类别编号	对应的WEEE
1	温度交换设备 （冰箱、冰柜、自动输送冷冻产品的设备、空调设备、除湿设备、热泵、含油散热器，以及其它使用除水之外的液体进行温度交换的温度交换设备，等等。）
2	屏幕、显示器和包含表面面积大于100 cm²的设备 （屏幕、电视，LCD相框、显示器、膝上型电脑、笔记本电脑）
3	灯 （直管荧光灯、紧凑型荧光灯、荧光灯、高强度气体放电灯，包括高压钠蒸气灯和金属卤化物灯、低压钠蒸气灯）
4	大型设备 （洗衣机、干衣机、洗碗机、炊具、电炉子、电热板、灯具、再现声音或图像的设备、音乐设备（教堂里安装的管风琴除外）、编织设备、大型计算机-大型机、大型印刷机、复印设备、大型投币机、大型医疗设备、大型监控设备、自动交付产品和钱币的大型设备、光伏板）
5	小型设备 （真空吸尘器、地毯清扫机、缝纫设备、照明设备、微波炉、通风设备、熨斗、烤面包机，电动刀具、电热水壶、钟表、电动剃须刀、体重秤、头发和身体护理设备、计算器、收音机、摄像机、录像机、高保真音响设备、乐器、复制声音或图像的设备、电气和电子玩具，运动器材、自行车、潜水、跑步、和划船类设备上携带的计算机、烟雾探测器、加热调节器、温度控制器、小型电气和电子工具、小型医疗设备、小型监视和控制仪器、自动交付产品的小型设备、集成光伏面板的小型设备）
6	小型IT和电信设备 （移动电话、GPS、袖珍计算器、路由器、个人计算机、打印机、电话机）

3.2 电子废弃物管理系统的组织

3.2.1 价值链

电子废弃物处理链实质上包含以下工作：收集、运输、处理和回收。

a) 收集

收集指收取无法再使用的商品并将其转移到处理工厂。为便于最终处理，可以根据设备类别、毒性水平和所需处理的类型进行选择收集，以确保各个批次的废弃物或多或少性质相同。目前有多种不同收集方式，特别是配备有常设设施并会开展定期收集。

- **固定或长期收集：** 在专用的固定存储设施中进行，通常由负责电子废弃物管理的组织设置。分支机构也可以在其场所内建立类似的单位，收集报废设备。消费者可根据具体情况或管理模式以免费或付费方式将使用过的设备收入这些设施；
- **定期收集：** 指在收集区域进行定期收集。废弃物的收集在明确划定的地点进行，这些地点设有移动的高科技存储平台。此方法还包括上门收集（收货代理人直接上门到企业或家中收集商品）。然后将以这种方式收集的电子废弃物运输到固定收集点或直接运至处理中心。

b) 运输

运输操作是指将电子废弃物从定期固定收集点转移至回收中心，并且必须使用专门为运输危险货物装备的车辆运输。这些车辆由负责电子废弃物管理的组织租用。

c) 处理/回收

法国环境与能源管理署（ADEME）2016年的电子废弃物登记注册年度报告建议使用五类处理方式。表2按优先顺序列出这五种类型。

表2：五种类型的处理

名称	涉及的处理
准备再利用	维修后可重复利用整个设备
零部件再利用	重复利用设备的零件或组件
材料回收	手工或机械拆解设备后，从设备的组件上回收材料
能源回收	焚化后获得能源
废弃处理	无需回收，废弃处理（填埋到垃圾场，没有能源回收的焚化）

3.2.2 职能

电子废弃物管理系统中涉及的参与方通常包括政府机构、地方当局、生产商、企业和家庭消费者和民间团体。

政府机构

对于大多数拥有电子废弃物处理系统的国家，管理环境事务的部委和主管机构负责电子废弃物的收集和处理政策。他们的责任是为促进有效、可持续的废弃物管理奠定基础，其具体责任包括以下各方面：

- 制定、促进和监督有关电子废弃物管理和环境保护的法律和规则框架；
- 监督现行法规的实施情况；
- 为系统建立适当的融资机制。

生产商

在电子废弃物管理方面，欧洲联盟将生产商定义为“在某成员国以自己的名义或商标成立的，制造、销售或转售EEE的一切自然人或法人；利用其专业技术将来自第三国或另一成员国的EEE产品投放该成员国市场；或者通过远程沟通的方式将EEE直接出售给该成员国的私人家庭或非私人家庭用户，且此生产商成立于另一成员国或第三国。”³⁸

界定何为生产商十分重要，因为有效运作的电子废弃物管理系统应制定一份清单，列出在某国销售电子废弃物的所有生产商的名称和联系方式。如果不设立EEE生产商国家登记制度，则没有任何机制能让生产商对EEE的报废管理负责。在生产者延伸责任制下，这些生产商将对EEE的管理负责。EPR的介绍请参见第1章。

消费者

消费者通常负责从源头分离废弃物，他们亦可根据电子废弃物管理系统的融资模式，在购买新EEE或处置废弃产品时承担部分费用。

消费者在电子废弃物管理系统中的作用极其重要，因为要由消费者对电子废弃物的购买和处置负责，同时还要确定设备的用途和寿命。

消费者通常由两类人组成，为提高认识并收集废弃物，可能需要使用不同的废弃物管理策略：

- 家庭和小企业；
- 大宗消费者，如政府机构和大型私营企业。

家庭和小企业是电子废弃物的主要制造者。他们负责将报废后的设备退还给分销商或运至特定的废弃物收集设施。这些家庭和小企业应该意识到电气设备对健康和环境的有害影响。他们还直接参与了WEEE管理系统的融资，这要归功于购买新设备时所缴纳的税款或交回旧设备时缴纳的费用（生态参与）。

回收方

回收方是指负责确保其所控制的企业可满足回收过程法规要求的自然人或法人。电子废弃物的回收过程可定义为“将废弃物再加工成产品或材料的任何回收操作，无论是出于本意还是其他目的。”³⁹

回收组织在WEEE的管理中发挥着重要作用，并从事收集、运输和储存活动。经授权的回收方负责处理电子废弃物，但国策中亦应解决有可能存在非正式回收活动。

政府

政府是指在国家和地方层面发挥管理电子废弃物价值链作用或负有相应责任的所有相关部委和部门。

³⁸ 欧盟。欧洲议会和理事会2012年7月4日关于WEEE的第2012/19/EU号指令。第3(f)条。

³⁹ 欧洲联盟，“欧洲议会和理事会2008年11月19日关于废弃物和废除某些指令的第2008/98/EC号指令（与EEA相关的文本）”，第3(17)条。

在电子废弃物管理系统中，政府应参与许可证的发放和执法工作并控制越境转移。国家和地方政府应监督电子废弃物价值链中使用的宪法和法律框架、环境许可、其他参与方的作用和责任，包括金融工具、环境影响评估、城市固体废弃物的管理和标准。

任何生产者责任组织的创建（如第1章所述）都应在政府的指导下进行。

地方机构

地方机构应负责收集并处理本市的废弃物，制定和实施本地的废弃物管理战略或执行国家战略。他们可以负责将废弃物的收集和处理业务外包给第三方。在某些管理系统中，由本地社区设立专门针对电子废弃物的收集站，并负责将废弃物运输到处理设施。

电气和电子设备的生产商/分销商

这些企业包括EEE的制造商、进口商、批发商和零售商。它们在WEEE的收集和处理中起着重要作用。在某些情况下，生产商和分销商对管理系统负全责，并有义务从最终用户（家庭和企业）那里回收使用过的设备。这可能涉及通过他们自己的收集设施直接在其工厂接收货物。有时，商家仅在（用户）购买其新设备时才接受电子废弃物（称为以旧换新式回收）。然后回收企业使用其自身的设施对设备进行修复，或者将其纳入本地处理系统。EEE分销商在回收系统的融资中也发挥着核心作用。他们负责收取消费者所用设备的处理费，并将款项转给回收组织。这些费用应在购买新设备或退还旧设备时支付。EEE分销商在回收系统的融资中也发挥着核心作用。他们负责收取处理消费者废旧设备的费用，并将款项转给回收组织。在购买新设备或在退还旧设备时要支付这些费用。

3.3 非洲区部分国家情况概述

据《2020年全球电子废弃物监测》称，非洲区域在2019年产生了290万吨电子废弃物。⁴⁰

在非洲，电子废弃物往往由非正式部门的经营者管理，公共部门很少参与管理系统的组织或筹资。

目前已经出台的举措影响仍然有限。西非国家经济共同体（ECOWAS）等区域组织正在努力建立一个涵盖西非经共体15个成员国的、更加有效的WEEE管理框架。⁴¹

塞内加尔的私营拆解设施既从国家电信公司（Sonatel）等私营公司也从公共机构接收废弃设备。该国正在通过国家信息技术署（ADIE）审查一项法令，作为对2001年1月15日有关《环境法》的第2001-01号法律的补充，同时通过执行2001年4月12日的第2001-282号法令，为更好地收集和處理WEEE做好准备。

⁴⁰ 见ISWA。2020年全球电子废弃物监测。ISWA新闻，2020年7月2日。

⁴¹ 西非电信监管机构全会（WATRA）。西非电子废弃物管理研究验证研讨会，2019年6月17日至18日，达喀尔。

贝宁试图强化其法律框架，以便能够更好地管理流入该国设备的流动情况。⁴² 在非洲电子废弃物项目下⁴³，科特迪瓦、加纳和尼日利亚的国家电子废弃物管理战略开始成形，后者于2011年通过了一项专门的EEE法规。

表3：关于电子废弃物的立法和举措概述⁴⁴

国家	关于电子废弃物的立法	关于电子废弃物的举措
电子废弃物收集中心		
喀麦隆	法规草案	制定了EPR方案
埃及		成立了三家主要的回收公司
加纳	电子废弃物法律	预收生态循环费 制定了电子废弃物回收指南
肯尼亚	法规草案	成立了电子废弃物管理国家指导委员会 建立了回收设施
马达加斯加		制定了法规草案
马拉维		制定了电子废弃物战略
摩洛哥		制定了国家电子废弃物战略 电子废弃物项目
尼日利亚	法规草案	出台了二手EEE进口指南， 制定了管理电子废弃物非法交易的举措
卢旺达	电子废弃物政策	成立了电子废弃物管理国家指导委员会 建设了电子废弃物回收设施
南非	电子废弃物法律	制定了电子废弃物战略
坦桑尼亚		成立了电子废弃物管理国家指导委员会
突尼斯	一般性废弃物控制、使用和处置立法下的电子废弃物管理	对该国的电子废弃物数据进行了评估
乌干达	2019年的新环境法有一个关于电子废弃物（与危险废弃物分开）的专门章节 电子废弃物政策 电子废弃物导则	制定了电子废弃物战略和电子废弃物导则 成立了电子废弃物管理国家指导委员会 对信息技术设备的报废管理进行了研究
赞比亚		制定了法规草案

⁴² Cheikh Diop和Ramata Thioune。非洲的电子和计算机废弃物:贝宁、马里和塞内加尔可持续发展面临的挑战和机遇。Edition Khartala和国际发展研究中心（加拿大），2014年。

⁴³ 见UNEP。《巴塞尔公约》。通过加强区域交付提升缔约方对电子废弃物进行无害环境管理的能力：非洲的电子废弃物活动。

⁴⁴ 非洲电信联盟成员国的电子废弃物导则。概述、导则和指标，第20-21页

融资

支持从技术或财务两个方面提供融资，例如：⁴⁵

- 国际电联为马拉维提供的支持（协助制定国家战略）；
- GIZ（与德国合作）正在帮助东非国家制定区域战略；
- 意大利在联合国开发计划署的监督下支持埃及实施一项废弃物管理方案；
- 联合国开发计划署正在支持乌干达制定国家战略。

3.4 电子废弃物案例研究

布隆迪制定了WEEE生态管理条例。⁴⁶该国还设立了一个协调委员会，制定了监管框架，并就WEEE管理问题举办了研讨会。相关机构与私营部门合作，开展提高认识、收集和分离电子废弃物的培训。⁴⁷

印度依靠“信息通信技术的清洁使命”活动，最大限度地减少电子废弃物、固体废弃物和地面污染物的有害影响。⁴⁸作为其电子废弃物管理战略和循环经济愿景的一部分，该国以回收手机的方式收集了大量贵金属。同时，印度还通过回收创造了就业机会。在班加罗尔，未经授权的回收商已被禁止运营，电子废弃物受到监测，且这些努力均取得了成功。⁴⁹

俄罗斯联邦在WEEE管理领域的现行立法中为生产商和进口商制定了一份新的禁用物质和最终处置责任清单。⁵⁰

非洲信息社会民间团体（ACSIS）提出了非洲区域电子废弃物处置面临的若干挑战和相应的建议。该组织将电子废弃物处理确定为一个行业，并依据国际标准提供相应的信息、处理工具和培训。⁵¹

巴西制定了《联邦固体废弃物和WEEE法》。⁵²

作为一系列电子废弃物管理举措的一部分，斯里兰卡确定需要为电子废弃物的处置或再利用快速制定可持续发展政策框架，该国认识到在不久的将来，移动电话、固定电话、个人电脑、广播设备和外围设备等过时电信设备产生的大量电子废弃物可能会造成环境、社会和经济问题，因此需要迅速制定可持续发展政策框架，以处置或回收废弃物。⁵³

⁴⁵ 非洲电信联盟成员国电子废弃物导则。概述、指南和指标，第22页。

⁴⁶ 布隆迪提交的ITU-D第2研究组2/48号文件

⁴⁷ 布隆迪提交的ITU-D第2研究组2/143号文件

⁴⁸ 印度提交的ITU-D第2研究组2/72(Rev.1)号文件

⁴⁹ 印度提交的ITU-D第2研究组2/197号文件

⁵⁰ 俄罗斯联邦提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/52号文件

⁵¹ 非洲信息社会民间团体（ACSIS）提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/51号文件

⁵² 巴西提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/37号文件

⁵³ 斯里兰卡提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/109号文件

喀麦隆已认识到为管理收集和处理WEEE引入针对性战略的重要性，这些战略亦可用于管理复杂的电信环境，基础设施使用设备和服务的增长，以及环境中存在的电磁辐射。喀麦隆设立一个旨在降低电子废弃物不利影响的法律和监管框架。⁵⁴

俄罗斯联邦⁵⁵最大的移动运营商之一“Tele2”启动了一个环境项目，希望通过项目提请客户注意电子废弃物的回收问题，并鼓励妥善处置电子废弃物。Tele2在俄罗斯11个城市开设了68个废弃设备收集点。回收的所有设备将送往一家专门处理电子设备的领先公司处理。此外，通信运营商MTS一直在实施节能和提升能效战略，聚焦于限制能耗增长和减少电力消耗。

日本国际电联协会⁵⁶报告了回收铅酸电池的方法，以及这种电池再生技术如何为农村和偏远地区的电信/ICT做出贡献。拟采用的技术可用于延长发展中国家，特别是农村和偏远地区电信/ICT其他设施铅酸电池的寿命。这项技术将有助于改善环境及弥合数字鸿沟。

⁵⁴ 喀麦隆提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/119号文件

⁵⁵ 俄罗斯联邦提交的ITU-D第2研究组2/394号文件

⁵⁶ 日本国际电联协会（日本）提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/247号文件

第4章 – 前沿技术和减缓气候变化

4.1 背景

气候变化是全球社会面临的最严峻挑战之一。在大多数地区，显而易见且前所未有的气温波动以及地球平均气温⁵⁷的上升趋势已经成为长期现象，具体表现为冰川融化、海平面上升、洪水以及海岸线被淹没、降雨模式和分布发生变化，这对世界各地的生物群落、种植模式和经济都产生了影响。世界气象组织（WMO）的其他指标还包括：

- 海洋变暖和海水酸化；
- 大气二氧化碳含量增加，目前处于历史最高水平；
- 北极和南极海冰的变化与主要冰川破裂；
- 发生大面积火灾；和
- 生物多样性遭破坏。

据《世界气象组织的全球气候状况》报告，2015年至2019年是有记录以来最热的五年，2010年至2019年是有记录以来最热的十年。自1850年以来，下一十年总比上一十年的气温高，二十世纪80年代之后尤甚。⁵⁸

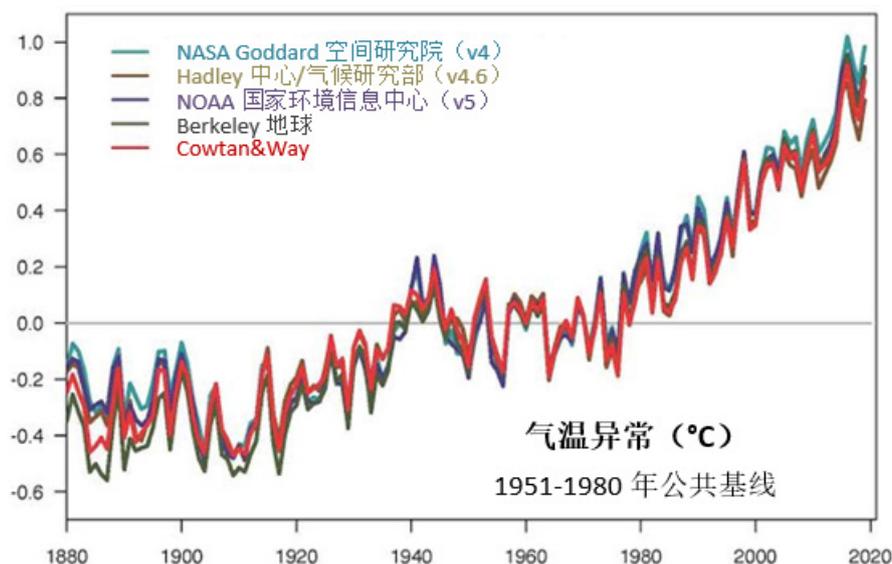
工业时代以前的1880年至1900年，由于大气积累的热量大幅增加，气温上升了2° C。美国国家海洋和大气管理局（NOAA）发布的《2019年全球气候概要》⁵⁹报告称，自1880年以来，海洋和陆地的平均综合温度每十年上升0.07° C（0.13° F）；自1981年以来，气温上升的幅度几乎翻了一番（0.18° C/0.32° F）。该报告预测，到2020年，无论二氧化碳排放量如何，与1986-2005年的平均气温相比，世界将变暖0.5° C（0.9° F）。但据预测，这只是一个暂时的现象，因为海洋的热惯性正在从大气中吸收大量的热量，而到下一个十年，我们将感受到这种捕获热量的失衡，如不加以控制，此现象将为本世纪末全球进一步升温打开通道。图5显示了五个不同实体记录的，1951年至1980年基线平均温度随时间的变化情况。记录表明，过去几十年气候迅速变暖，而过去的十年是最热的十年。

⁵⁷ 世界气象组织每年全球温度读数的实时分析和与历史数据的对比，进一步证实了全球温度在持续上升。美国国家海洋和大气管理局（NOAA）国家环境信息中心从事的研究也开展了类似的统计分析。据“哥白尼大气监测服务”显示，全球变暖的不均匀分布可以从西西伯利亚的快速变暖和北极的火灾中略见端倪，而阿拉斯加的温度则比以前更低。

⁵⁸ 世界气象组织。[跨机构报告强调气候变化的迹象和影响在大气、陆地和海洋中日益增加](#)。新闻稿。纽约/日内瓦，2020年3月10日。

⁵⁹ 国家海洋和大气局。NOAA国家环境信息中心，[《气候状况：2019全球气候年度报告》](#)，2020年1月在线发布。

图5：全球气温异常（1880至2019年）



资料来源：NASA⁶⁰

4.1.1 气候变化对世界产生影响的示例

2020年1月是有气温记录以来最热的一个月，北半球许多地方的冬天更温和，南极洲的冰出现融化且海平面上升，澳大利亚和美洲地区的大规模火灾导致二氧化碳水平上升。在澳大利亚，2018-2019年的夏天是有史以来最热的夏天，12月18日达到41.9° C的峰值。2019年，澳大利亚经历了有史以来最热的七天。巴西也面临着类似的极端气温上升和随之而来的灾难性野火。欧洲很多小城镇都经历了高温，野火肆虐西伯利亚、阿拉斯加、北极、南美、印尼及周边国家。

4.1.2 导致气候变化的事件

气象组织2020年3月发布的《2019年全球气候状况声明》为决策者提供了有关采取气候行动必要性的信息。⁶¹ 该出版物汇编了来自致力于采取气候行动的各个机构的数据（使用地球观测、大数据和其它ICT等前沿技术），主要侧重介绍气候变化可能对世界造成的影响，包括对人类健康和经济的不利影响、流离失所和粮食安全性的降低。联合国秘书长安东尼奥·古特雷斯称，世界尚未达到《巴黎协定》规定的全球气温降低1.5° C或2° C的目标。世界气象组织总干事表示，未来五年全球气温将创历史新高。

世界天气归因组织定量评估了气候变化对澳大利亚近期森林火灾的影响，并得出结论认为，全球变暖使森林火灾事件增加了30%。⁶²

⁶⁰ 美国国家航空航天局（NASA）。美国国家航空航天局和美国国家海洋和大气管理局的分析显示，2019年是有记录以来第二热的一年。20-003版，2020年1月15日。

⁶¹ 世界气象组织。关于2019年全球气候状况的声明。WMO-No. 1248，2020年。

⁶² 世界天气归因（WWA）。分析-热浪。澳大利亚森林火灾风险的原因在于人为气候变化。2020年1月10日。

4.1.3 参与减缓气候变化的机构

联合国与气候变化

联合国环境规划署（UNEP）⁶³ 提倡制定全球环境议程，并在联合国系统内实施环境可持续发展计划。

国际电联和气候变化

国际电信联盟（ITU）⁶⁴ 合理利用ICT应用、服务和网络，协助成员国制定有利于实现可持续发展目标的国家政策并为其提供能力建设。

国际电联通过工具、数据和培训材料发布相关信息，促进知识共享、制定政策并采取可减缓气候变化的重点行动。

国际电联与联合国携手支持全球电子可持续性举措（GeSI），在信息通信技术行业的主要利益攸关方之间建立全球伙伴关系，以实现ICT促进可持续发展。国际电联利用地球观测、大数据和应急通信，协助成员预测环境灾害的影响并做好准备，规划救灾。

世界气象组织

世界气象组织（WMO）⁶⁵ 拥有广泛的合作伙伴网络。该组织注重记录气候事件，通过地球观测机构、国家计量和水文部门、联合国机构以及研究天气对不同人类活动影响的科学团体（例如海洋和陆地生态系统、人类健康、农业和粮食安全、社会经济发展、移民和人类流离失所）提供信息。世界气象组织在全球层面监测气候变化，为成员国提供准确、可靠的循证信息，以便就减缓气候变化、风险评估、灾害管理和提高能效做出知情决策，帮助成员国向碳中和经济过渡。

《巴黎协定》

《巴黎协定》⁶⁶ 是《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）的一项协议，旨在“将全球升温程度限制在远低于超出工业化前水平2° C以下，最好是1.5° C”。截至2020年，《气候公约》所有成员国都签署了该协议，190个国家成为缔约方。

联合国气候变化大会（COP25）⁶⁷

《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）得到了世界气象组织的支持。UNFCCC每年向各国政府提供最新的科学数据，包括气候和温室气体状况。联合国气候变化大会第二十五届会议将遵循《巴黎协定》的实施要求，把全球平均气温上升水平保持在不高于工业化前2° C，并努力将气温上升程度限制在1.5° C。

⁶³ 联合国环境规划署：<https://www.unenvironment.org>。

⁶⁴ 国际电联。国际电联的活动。[国际电联在环境、气候变化和电子废弃物专题领域的工作](#)。

⁶⁵ 世界气象组织：<https://public.wmo.int>。

⁶⁶ 联合国。气候变化。《巴黎协定》。

⁶⁷ 联合国。气候变化。[联合国气候变化大会（COP25）- 2019年12月](#)。

4.2 用于监测气候并减少其影响的新技术、系统和应用

为应对气候变化，各国首先需要使用最强大的ICT工具解决与社会和生态有关的问题，并通过为行动提供支持和提供解决方案来缓解现实问题。据联合国环境署称，世界正处于环境史的关键节点，这些技术可以从根本上改变可持续发展未来的轨迹，为未来的可持续发展提供支撑。⁶⁸

人工智能（AI）、大数据、云计算和物联网（IoT）等前沿技术具有建设包容、安全、韧性的可持续社会的潜能。使用人工智能学习并解决问题，将能更好地实现数据集成、分析和解释。人工智能的决策和输出可以使用大模型，改善极小局部区域的极端事件（如飓风和天气）预测水平。此外，人工智能还可以帮助人们重现以往的气候条件，例如使用地质数据或储存在极地冰原中的过往天气记录。

采用传统方法很难或不可能处理大数据使用的大量且复杂的数据。大数据可用于深度剖析，从而做出更好的决策并推出更佳战略性业务举措。

云计算是一种运行应用软件并将相关数据存储于中央计算机系统的方法，通过互联网向客户或其他用户提供访问的可能。这其中包括软件即服务（SaaS），即共享服务器、存储、数据库、网络、分析和智能等计算服务和资源，而非使用本地服务器或个人设备来处理相关业务。

根据ITU-T Y.2060/4000建议书的定义物联网是指“信息社会全球基础设施（通过物理和虚拟手段）将基于现有和正在出现的、信息互操作和通信技术的物体相互连接，以提供先进的服务”。⁶⁹ 物联网包括机器与机器（M2M）和机器与人（M2P）的直接通信，以及与周边智能和智能环境相关的应用科学。⁷⁰

其他技术趋势亦可能有助于气候行动：⁷¹

- 增强现实和虚拟现实（AR/VR）整合了物理世界和虚拟世界，通过将虚拟现实的元素叠加到现实生活场景，AR/VR可以让人们对环境和气候问题有一个虚拟体验。
- 边缘计算类似于云计算，但可使计算和数据存储更接近原始数据源，从而缩短响应时间并减少更大范围内网络的流量。
- 区块链和分布式数据库有助于解决气候危机，例如，强化低碳项目碳清点的问责制、透明度和效率，碳市场的碳抵消交易，分散式清洁能源市场的对等能源交易以及新旧商业做法的气候融资。⁷²
- 机器学习是一门人工智能学科，涉及应用可独立学习的计算机软件。
- 有利于开展旨在减缓和适应气候变化的对话并提高认识的平台和社交媒体。

⁶⁸ D. Jensen，联合国环境规划署，危机管理部门，[利用大数据和前沿技术的力量推动采取气候行动](#)，ITU-D关于前沿信息通信技术促进采取气候行动的研讨会，2019年10月。

⁶⁹ 国际电联。[ITU-T Y.4000/Y.2060 \(06/2012\)](#)建议书。物联网概述。

⁷⁰ 国际电联。[保护环境和应对气候变化的前沿技术](#)，2020年4月。

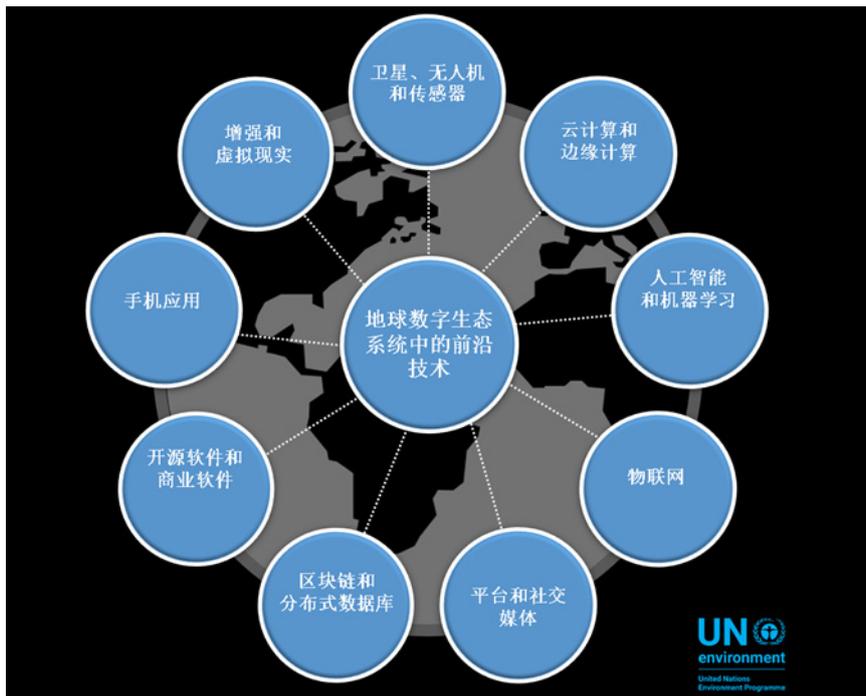
⁷¹ 这些定义是将许多专家、在线词典和百科全书的内容整合而成，[例如世界经济论坛（WEF）的“建设更美好地球的基石（区块链）”、大英百科全书、剑桥词典、维基百科和国际电联研讨会的报告。](#)

⁷² 联合国环境规划署。[区块链技术如何推动气候行动](#)。联合国环境规划署新闻。2017年6月1日。

- 开源软件（可供用户变更、修改和分发）和商业软件可以嵌入设备、物联网网关、边缘节点、测量和监控仪器。
- 移动电话应用程序，此类程序用于提供气候变化风险信息，可以取代许多给环境系统造成严重破坏的人类活动。
- 卫星与无人机和传感器结合可用于收集地球信息。

如图6所示，新兴技术的结合可以改变我们监测地球的方式，提高气候复原力。

图6：技术趋势



资料来源：Jensen（UNEP，2019）⁷³

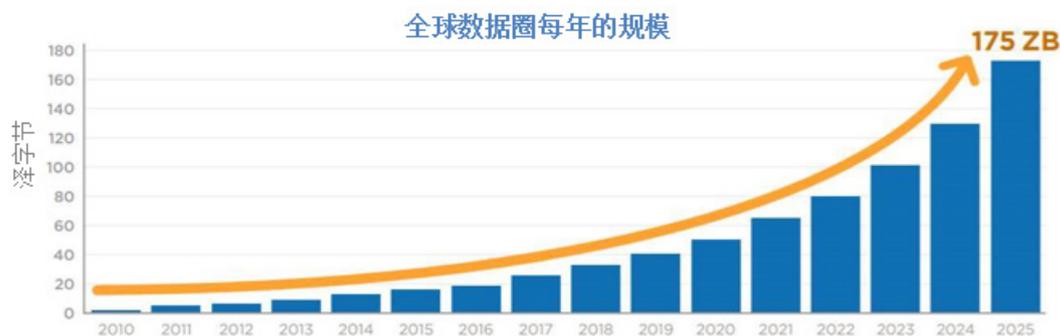
以下各节旨在更好地解释大数据和人工智能，并展示其因何是实现UNEP所设定可持续发展目标11、12和13的宝贵辅助手段。

4.2.1 大数据

数字技术和大数据现已得到普遍使用，但许多利益攸关方仍在思考如何在新政策、新业务模式和新产品中使用数字技术和大数据，以获取其价值。数据是数字经济的基石。气候变化和生态考量是大数据面临的终极挑战。一般来说，大数据是指以计算的方式揭示模式、趋势和关联的超大数据集，尤其是与人类行为和互动相关的数据集。图7显示了数字数据量从2010年到2025年的增长情况，届时数据量将达到175泽字节（ZB）。

⁷³ Jillian Campbell和David Jensen（联合国环境规划署）。[数字生态系统给地球带来的希望和危险](#)，2019年9月11日。

图7：全球数据圈每年的规模



资料来源：IDC⁷⁴

一个泽字节等于 10^{12} 吉字节（GB）。175泽字节的数字化视频光盘可以绕地球222圈，人类历史上曾经生成的数据量大约是0.005 ZB！

截至2011年，第四版互联网协议（IPv4）已经用尽，这一版本共提供了4 294 967 296个不同的IP地址。第六版（IPv6）能够提供340 282 366 920 938 463 463 374 607 431 768 211 456个IP地址，几乎相关于人体每个细胞一个地址！⁷⁵

来自社交网络、系统和传感器等领域的大数据，具有大容量、高速度、多样性和准确性的特征。这些数据亦是物联网的原生副产品，因为机器能够高速生成、处理和分析大量数据。⁷⁶大数据源自污染和天气监测传感器、健康、卫星、食品安全措施、地理位置和交通等方面的应用。图8详细介绍了一些事实和数字。

⁷⁴ 国际数据公司（IDC）。IDC白皮书。[2025年数据时代：从边缘到核心的世界数字化](#)，2020年5月更新。

⁷⁵ 联合国环境规划署，危机管理部门，[利用大数据和前沿技术的力量推动采取气候行动](#)，ITU-D关于前沿信息技术促进采取气候行动的研讨会，2019年10月。

⁷⁶ 国际电联。ITU-T与气候变化。[前沿技术](#)，2020年。

图8：大数据资源



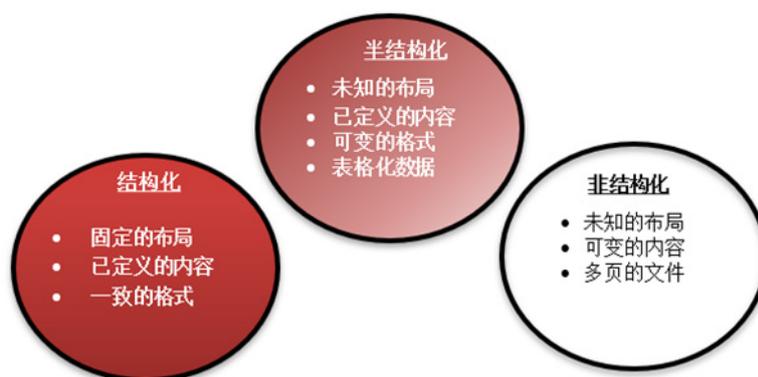
资料来源: Jensen (UNEP) 2019年²⁷

图9显示了大数据范式中的数据类型:

- 结构化: 高度有组织的信息, 可通过搜索引擎在数据库中快速、无缝地存储和访问, 例如: 包含气温、降水、风速的城市每日天气历史数据表;
- 半结构化: 采用可识别模式的文本数据文件, 其中包含的重要信息或标签将数据分成不同的层次, 可扩展标记语言 (XML) 便是一例;
- 非结构化: 没有特定格式的数据, 通常作为不同类型的文件存储, 例如电子邮件、文本文档、PDF档案、图像和视频。

²⁷ David Jensen。联合国环境规划署, 危机管理部门, 同上。

图9：大数据的数据类型



人们面临的挑战是如何从众多数据源中获取可用数据，例如可以采用图形、表格和统计数据的形式。

4.2.2 人工智能

人工智能（AI）已经在人们的生活中发挥了巨大作用。人工智能一词通常在开发能够体现人类智力活动过程的系统项目中使用，如推理、发现含义、概括或举一反三的能力。该领域的分支包括机器学习（ML）、人工神经网络（ANN）和数据挖掘，其中许多用于预测和模式识别。

凭借构建和分析海量数据的工具、计算资源的可用性、低成本的图形处理器（GPU）和云计算，人工智能具有应对气候行动挑战并兑现绿色ICT机遇的潜力。

人工智能将有助于解决许多现实生活中的难题，如缓解和管理与气候变化相关的风险、粮食安全、能源效率、太阳能地球工程、提升毁林监测、绿色交通和气候预测的水平。

人工智能发挥效用需要大量的计算能力和能量，有效性要依赖与其他技术的有效集成和能源系统的脱碳。这一点更加重要，因为研究表明，仅机器学习过程就能排放超过626,000磅的二氧化碳，大约相当于一辆普通汽车从投入使用到报废期间排放量的五倍。⁷⁸

4.2.3 机器学习⁷⁹

本节简要介绍了各种机器学习技术的基本概念，包括在信息和通信技术部门加速实现联合国可持续发展目标的实例。

机器“学习”通常是指从一组实例获得通用模型，并从数据集中分离出相关信息或典型标准。将机器学习与物联网传感器的离散用例相结合，可提高模型的准确性，例如减少气候预测中的不确定性。

⁷⁸ 国际电联。ITU-T与气候变化。同上。

⁷⁹ David Rolnick和同事。ITU-T与气候变化。[前沿技术，2020。用机器学习应对气候变化](#)。2019年6月；和维基百科：[机器学习](#)和[强化学习](#)和强化学习。

三种主要的学习范式是：

- 监督学习模型：借助正确答案学习（递归和分类问题）；
- 无监督学习模型：学习结构，但没有正确答案（聚类 and 关联问题）；
- 强化学习模型：学习会带来某种回报的行为（最优控制问题、机器人学和博弈论）。

机器学习算法的性能取决于结构化和非结构化数据的充分可用性，除高质量数据外，连通性、计算力、统计分析和专业知识也必不可少。

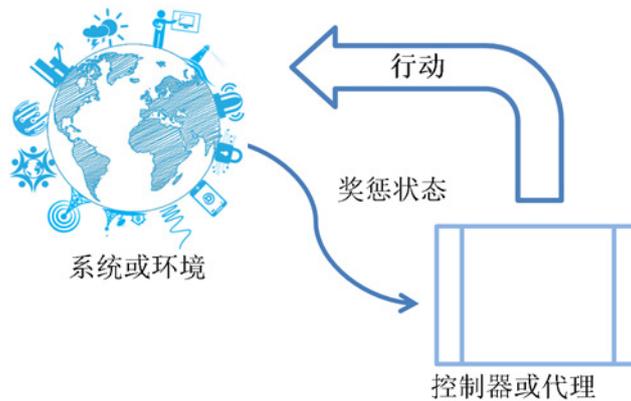
“随机决策森林法”用于解决众多分类和递归问题，例如关于SDG 2（零饥饿）和SDG 12（负责任消费和生产），基于“随机决策森林法”的业务框架可以为耕地制图。

停车预测服务空间聚类（spatial clustering）是一项有助于实现可持续发展目标11（可持续城市和社区）的战略，因为停车场的可用性已成为城市地区面临的一个问题。世界已有若干城市推出了简化免费停车位搜索和提高道路效率的系统，特别是在与物联网数据结合之后。

机器人研究界对强化学习（RL）在智能制造系统和灵活自动化方面的作用越来越感兴趣，例如可用于电子废弃物管理的自动拆卸技术。这些技术与可持续发展目标9（工业、创新和基础设施）和可持续发展目标12（负责任消费和生产）存在关联。

强化学习（RL）是一种学习如何达到目标的计算系统。具体方法为Qlearning算法和马尔可夫决策过程（MDP）。图10中的控制器或代理会执行影响系统或环境的操作。因此，控制器或代理会根据所执行的操作及其对环境/系统的影响获得回报。在整个培训过程中，代理人/控制器努力使回报最大化。

图10：强化学习的循环



资料来源：国际电联

4.2.4 人工神经网络⁸⁰

人工神经网络（ANN）是一种受生物大脑工作原理启发的计算模型。人工神经网络属于深度学习（DL）或多层神经网络的框架，从原始输入中逐步提取更高级别的特征。DL利用高速计算资源，允许多层抽象的学习过程。深度学习极大地改善了机器学习的结果。

神经网络通过处理包含已知输入集合和结果的实例进行学习。处理示例（由概率加权关联形成）网络前后状态出现的差异就是学习过程。在处理过足够数量的示例之后，网络将能使用通过示例集合构建的关联预测输入产生的结果。

某些名为“全面对抗网络”的神经网络，可在给定正确训练数据集的情况下，依据概率模型创建新内容，例如在受到洪水影响时，推测给定房屋的外部会是什么样子。神经网络还可以解析复杂的小范围大气进程，减少当前气候模型中固有的不确定性，包括对流云的形成，以便对干旱管理中中有的实时降水做出估测。

4.2.5 数据挖掘⁸¹

机器学习和数学分析的数据挖掘方法可提取知识，从大型数据集推导出模式和趋势，用于识别相关信息并将其转换为可理解的结构供进一步使用。传统的数据探索无法轻易发现这些模式，因为它们之间的关系太过复杂或者数据太多，例如，通常要对数以万亿字节计的信息进行数据挖掘。在用于解决粮食安全和生产问题时，数据挖掘可能有助于实现SDG 13（气候行动）和SDG 2（零饥饿）。

4.3 有关气候变化监测新技术的国家案例研究

4.3.1 应对气候变化影响的缓解活动（印度）

印度通过部署新的ICT开展了减轻气候变化影响的活动。⁸²电子农业项目通过信息技术解决方案推广气候友好型农业，以缓解阿鲁纳恰尔邦地区的气候变化。此项目极大地提高了该地区的粮食安全、经济增长和生活水平。

ICT在减少“法尼”气旋的影响方面发挥了作用，例如利用卫星图像分析以及先进的天气预报来预测气旋路径和准确预测低地区域洪水爆发的程度、洪水的水深和持续时间，在气旋来袭之前为100万人提供了庇护，最大限度地减少了生命损失。

4.3.2 环境信息传感器网络和日本盐尻市的其他案例研究

在日本，人们面临的威胁包括气候变化引发的洪水、大规模台风、地震和病毒大流行。拥有约70,000名居民的盐尻市，一直在尝试通过创建环境信息传感器网（见图11），使用无人机和人工智能系统践行智能社会的概念。通过物联网传感器并开发相关应用软件增强当地社区的能力，有助于当地产业的可持续发展。此外，生态友好的可

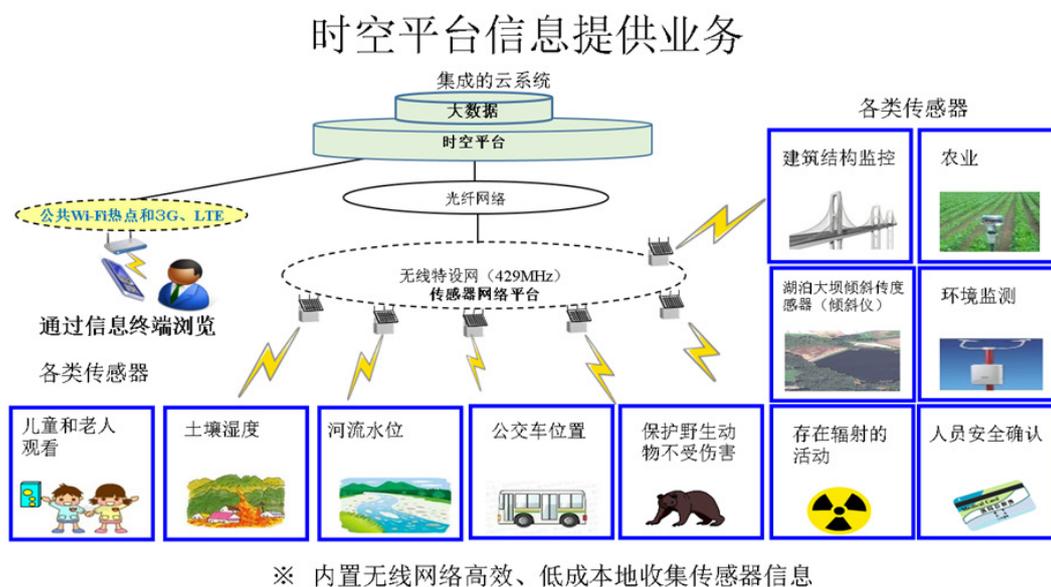
⁸⁰ David和同事。同上。

⁸¹ SIGKDD。数据挖掘教程：建议。2020年；和维基百科：数据挖掘。

⁸² 印度提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/132号文件

再生能源生物质发电系统，不仅拥有智能功能且实现了碳中和，通过与社区能源连网，几乎可为市内所有家庭和信息技术网络供电。该工厂有助于当地的林业和伐木业，以及温室气体排放的碳汇。⁸³

图11：盐尻环境信息数据采集平台及其物联网传感器网络



资料来源：日本

背景

2000年，盐尻市开始建设的130公里自动光纤网连接了该市所有公共设施。这一网络与上层服务提供商互连。此外，使用429 MHz频谱的低功耗无线局域网采用了专门的网络配置，并与640个分布式无线中继站和自持式物联网传感器一起运行。因此，整个盐尻市已经成为由当地政府运营，具有可持续发展力且价格可承受的无线通信区域。

盐尻市政府推动当地企业和学术界（大学、学院和技术技校）开发与ICT相关的设备和应用软件，并投资建设了一个物联网传感器网络，用于自动收集和交换当地环境数据。此外，该市还建设了一个生物质发电厂，为该地区67,000人口提供低成本、生态友好且碳中和的电力。

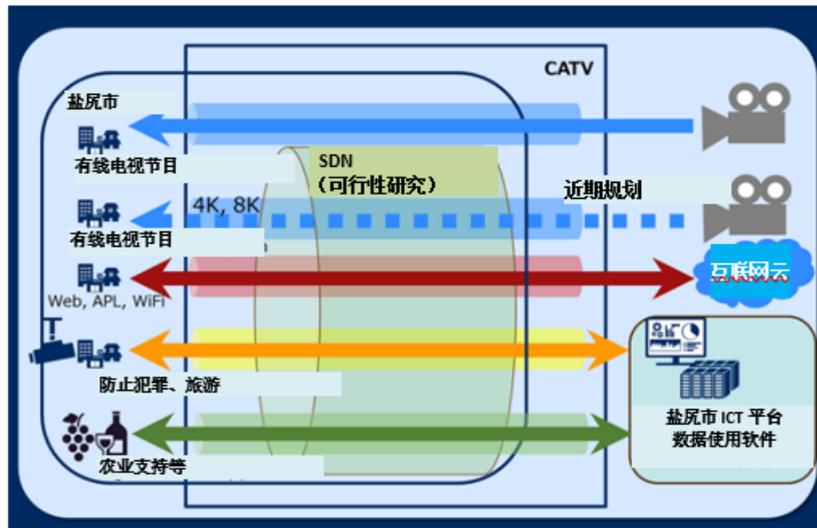
案例研究

- a) 使用温度、湿度和太阳辐射等数据减少控制害虫所用农业化学品的数量，从而降低成本并减少农药对环境的影响。
- b) 传统方法是依据降雨量和持续时间等方面的专业知识预测泥石流或滑坡。如今，物联网传感器一旦检测到临界土壤湿度水平，就会自动发出警告。

⁸³ 日本提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/28+Annex号文件

- c) 过去，预测严重霜冻始终是一大难题。然而随着测量和计算温度与湿度的物联网传感器网络的应用，相关部门可以发布霜冻告警，使农民能够保护农作物免受霜冻损害。⁸⁴
- d) 一项可行性研究证明，提供与当地居民和社区密切相关的服务，可降低农村地区维护重要信息通信基础设施的难度。软件定义的网络技术（SDN）使服务变得看得见摸得着，提供商可以更好地了解服务的使用情况，提供更合适的内容和服务质量。SDN切片技术利用公共网络基础设施保证实时流量控制和服务质量（参见图12），从而减少基础设施并降低运营成本。

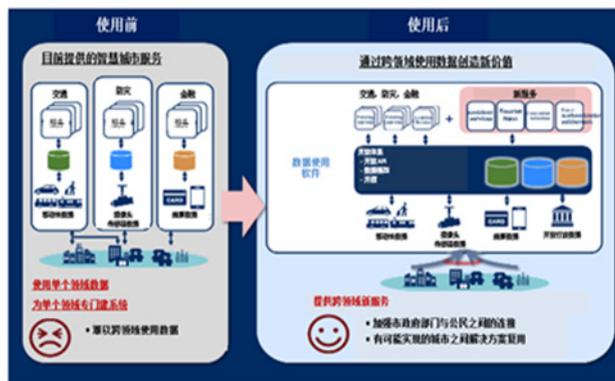
图12：有线电视（CATV）信息通信基础设施与SDN的案例研究



资料来源：NEC株式会社，日本。

- e) 为振兴社区并提升防灾、旅游、交通、能源和环境等多个领域的安全水平，盐尻市政府开展了数据收集工作。数据应用软件亦应用于共享、分析、处理和实现数据的可视化（见图13）。

图13：数据应用软件的案例研究



资料来源：NEC株式会社，日本。

⁸⁴ NEC株式会社（日本）提交的ITU-D第2研究组2/208号文件

- f) 盐尻市政府推动了生物质发电厂的建设，这有助于区域林业的可持续发展。区域电网可持续发电和供电能够满足该区域对信息通信技术网络和个体家庭的需求。ICT将使电网适应未来电力行业的松绑，可提高该区域的电力分配效率，并在竞争市场中保持价格稳定（见图14）。⁸⁵

图14：通过生物质发电的区域电网为ICT网络和环保材料的回收提供电力



资料来源：日本

- g) 盐尻市的森林正受到松树枯病（松材线虫病，图15）的破坏，这可能会影响该地区林业发展的可持续性。为了防止森林遭进一步破坏，人们利用ICT测量森林的状况，并为防止虫害向其他地区蔓延制定对策（见图16）。⁸⁶

图15：松树枯死的森林

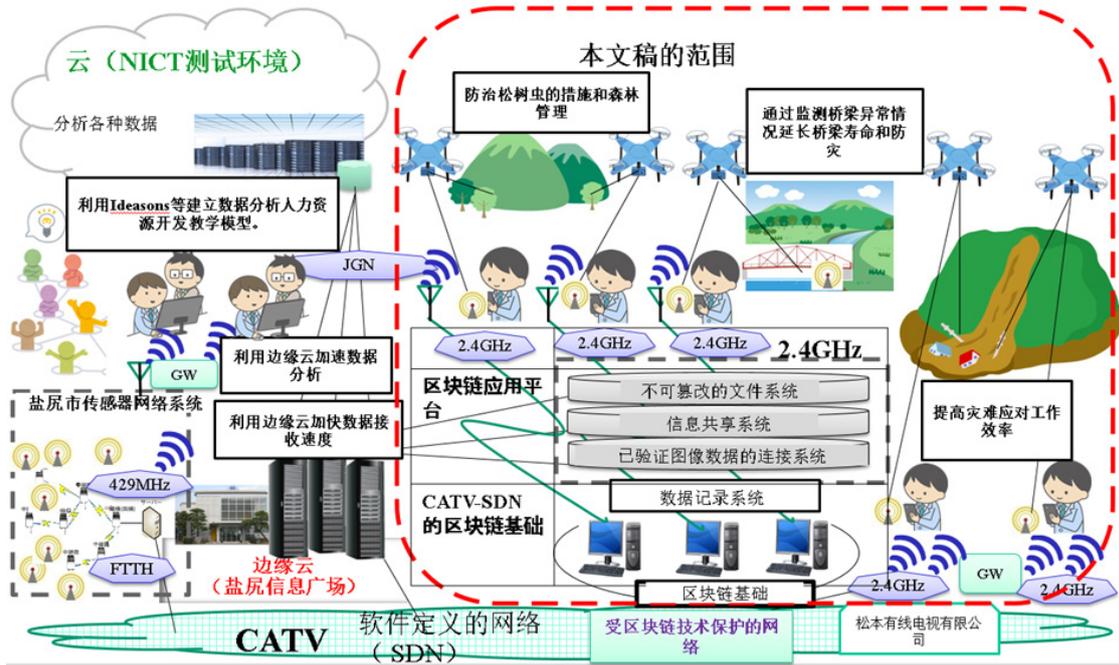


资料来源：信州大学，日本

⁸⁵ 日本提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/28+Annex号文件

⁸⁶ 信州大学（日本）提交的ITU-D第2研究组SG2RGQ/173号文件

图16: 无人机摄像系统



资料来源: 信州大学, 日本

第5章 – 气候变化的对策

5.1 气候变化监测和减少其影响的最佳做法导则

尽管一些前沿技术正采用数据驱动的决策工具应对气候变化，但仍然存在一些挑战，例如：

- 缺乏数据间的互操作性；
- 需要增加获取基础设施、软件和技能的机会；
- 需要更多的网络访问、解释和共享大数据；
- 需要更好的数据分辨率；
- 发现数据集的能力受限；
- 缺乏维护或更新气候观测系统并改善气候观测网络所需的资金；
- 需要更多样化的系统并解决其他非技术问题。

然而，数据驱动的应用程序亦带来了巨大机会，例如：

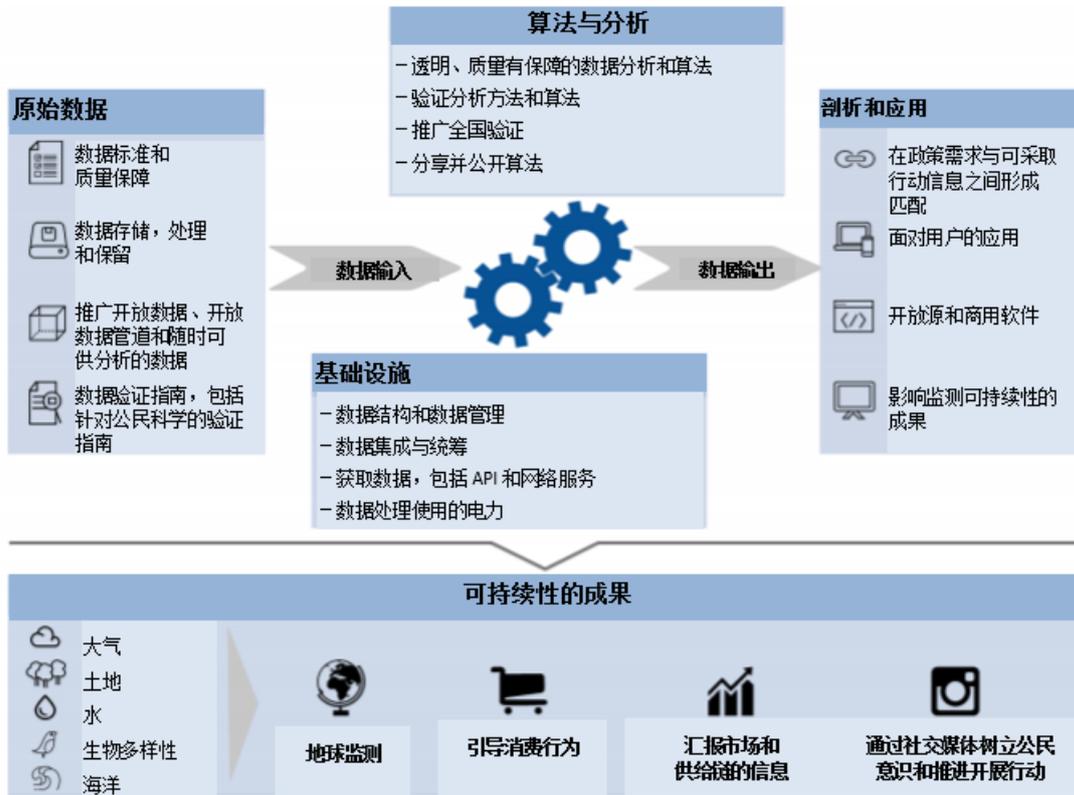
- 完善了决策工具；
- 增加了获取危害信息和人口数据的机会，从而能够更好地了解风险的性质及其驱动因素；
- 提供预测分析，以降低风险、应对不良影响并增强抵御能力；
- 提高了数据解析和预警系统的水平；
- 提供更多方便用户的数据探索和分析工具，以了解气候变化和长期战略的潜在影响；
- 将更多数据转化为可供决策者和用户使用的信息；
- 填补了大数据和信息缺口。⁸⁷

注重技术以及公共和私营部门参与方之间的合作，将为环境和气候打造一个数字生态系统，共同创建新的治理模式，以利用ICT监测、实现可持续发展目标并消除数据、决策和问责之间的差距。**图17**展示了这一数字生态系统内部的关系。⁸⁸

⁸⁷ M. Espinosa, 境内流离失所监测中心 (IDMC)。 [境内流离失所-大数据在监测气候和减少气候变化影响方面的作用](#)。ITU-D气候行动前沿信息技术研讨会，日内瓦，2019年10月15日

⁸⁸ David Jensen。联合国环境规划署，危机管理部门，同上。

图17: 数字生态系统



资料来源: David Jensen (UNEP, 2019年)⁸⁹

图18展示了如何使用这种方法建立一个框架，该框架使用数据集训练算法或机器学习模型预测趋势或结果。

图18: 训练数据集的框架



资料来源: Espinosa (IDMC), 国际电联气候行动前沿信息通信技术研讨会, 2019年

国际电联对全球信息通信技术的发展、频谱划分的标准化、技术法规、卫星和地面无线电系统的登记、国际无线电监测以及干扰报告至关重要。

⁸⁹ Jillian Campbell和David Jensen (UNEP)。同上。

进一步完善最佳做法导则，特别是在发展中国家，将促进有利获取数据技术的使用，例如针对气候变化开展地球观测，引进无人驾驶飞机、小型卫星等低成本的技术。

5.2 气候变化监测和减少影响的技术

信息通信技术部门将利用新前沿技术推出解决方案并开展创新，其涵盖的范围包括城市管理及气候行动促进可持续发展目标13。

人工智能和大数据工具捕获、存储和分析大型复杂数据集，需要高质量的数据（相关且即时可用），且这些数据应可用于有效策略的设计、监控和评估。将泛滥的大数据转化为用户友好的真知灼见，既能支持决策又支持对数字生态系统气候行动的问责，并提出了以下需求：

- 建立全球标准；
- 披露排放数据；
- 共享和为使用数据发放许可；
- 提高互操作性；
- 提高数据和算法的质量；
- 减少高度分散或有限的战略协作；
- 增加利益攸关方的数量。⁹⁰

全世界人民战胜新冠肺炎后，各国政府可鼓励加强应用信息通信技术，以实现环境和气候变化目标并制定政策。此外，新的商业模式将涵盖鼓励建设公私伙伴关系、治理、隐私和数据安全、地缘政治和新的道德框架。

ITU-D最近组织了一次公开网络研讨会⁹¹，目的是进一步了解如何利用ICT应对气候变化，并在新冠肺炎后重建更加绿色的经济。

5.3 地球观测在气候变化监测和降低其影响方面的作用

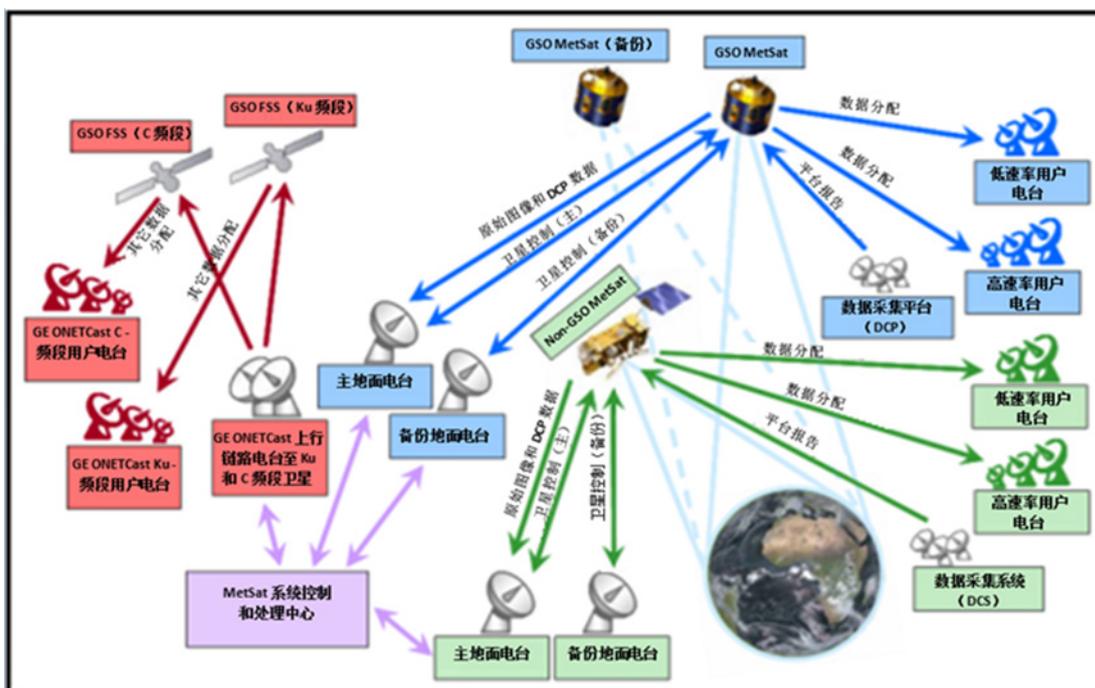
地球观测使用射频技术，例如使用卫星系统照射研究对象或从地表并捕捉反射信号，分析各种特征或现象。气象卫星系统的总体结构如图19所示。⁹²

⁹⁰ David Jensen. 联合国环境规划署，危机管理部门，同上。

⁹¹ 国际电联。ITU-D关于ICT促进气候行动和后新冠肺炎时代重建绿色经济的公开网络研讨会，2020年7月15日。

⁹² V. Nozdrin（国际电联，无线电通信局），地球观测在气候行动中的作用，ITU-D气候行动前沿信息通信技术研讨会，2019年10月15日。

图19: 气象卫星系统



资料来源：国际电联

卫星系统有很高的空间分辨率，对众多变化不定的陆地、海洋和大气参数具备独特的敏感性。据气象卫星协调组⁹³称，目前对地静止和非对地静止气象卫星约有170颗。

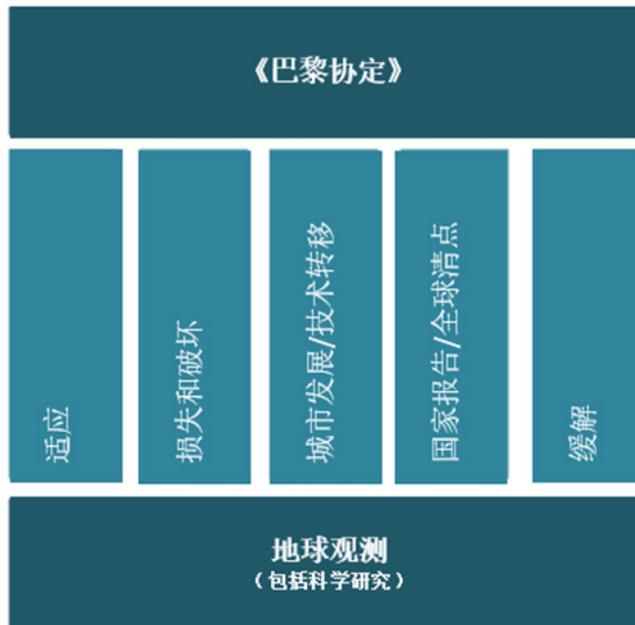
地球观测有助于监测气候变化，因为卫星数据能够：

- 提供关键变量的基准测量，这些变量有助于实现气候模型和预测的准确性，并为确定政策提供信息；
- 帮助获取温室气体（GHG）浓度和排放量的数据，用于与缓解响应相关的碳核算；
- 结合其他长期社会经济信息，加强制定并监督适应对策的实施，包括影响、脆弱性和风险评估；
- 为实现17个可持续发展总体目标中的16个、169个具体目标中的40个和232个可持续发展目标指标中的30个，做出贡献；
- 支持《巴黎气候变化协定》，如图20所示。⁹⁴

⁹³ Vadim Nozdrin, 同上；和世界气象组织（代表CGMS）。[世界气象组织天基综合全球观测系统](#)，2020年9月更新。

⁹⁴ Sara Venturini, 地球观测组（GEO）。[地球观测支持《巴黎协定》](#)，ITU-D气候行动前沿信息通信技术研讨会，日内瓦，2019年10月15日。

图20：地球观测和《巴黎协定》



地球观测（EO）应用通过不断发展，将涵盖以下内容：

- 大气污染水平；
- 通过森林观测，测量生物量的规模并监测生物量的演变和相关排放；
- 提供早期预警信息；
- 极地冰的延伸和深度测量；
- 天气预报、气候监测和操作海洋学；
- 通过降水雷达了解水蒸气、云和降水之间的相互作用。

国际电联各局一直在参与现行工作，为研究气候变化、主要气候变量和强迫因素的概况以及科学业务频谱的保护提供卫星遥感数据，制定指导原则。此外，该局还与世界气象组织合作出版了一本关于无线电频谱在气象学中应用的手册。⁹⁵

⁹⁵ 国际电联和世界气象组织《气象业务使用无线电频谱：天气、水和气候监测及预测手册》，2017年。

第6章 – 结论

6.1 电子废弃物的未来

废弃物中增长最快的电子废弃物，会给环境和健康造成影响。我们面临的挑战是建立电子废弃物管理基础设施和系统，并提高对电子废弃物非法交易、非正规回收、宝贵资源损失和环境后果的认识。

电子废弃物的管理和政策，应侧重于支持实现强调回收和翻新重要性的循环经济愿景。在许多情况下，电子废弃物最终落入不受监管的非正规部门手中，给电子废弃物收集造成的危险最大。

产品设计必须涵盖产品生命周期终结时的处理，提供财政支持和税收激励应亦应成为相关政策的组成部分，同时亦要强调非正规部门的技能发展、科学处置、如何更好的再利用产品以及产品的翻新。

自然资源是有限的，通过对电子废弃物的科学管理回收自然资源是解决资源短缺的可行办法。利益攸关方在产品设计和电子废弃物处理的创新方法等方面体现出灵活性至关重要，但重要的是要确保：

- 制定减少和消除电子废弃物制造过程中有毒物质的条例；
- 为报废产品开发替代材料和回收方面的技术；
- 主要参与方之间的知识共享和协同；
- 提供全面支持并制定切实和严格的国家政策，特别是针对新兴经济体；
- 在联合国机构间开展进一步协调；
- 实施能力建设和创新，聚焦生产性就业；
- 回收宝贵自然资源，同时确保人们身体健康、工业可持续发展以及经济增长；
- 加强电子废弃物的收集和再利用；
- 提升基于EPR的电子废弃物管理效率和效能；
- 所有利益攸关方都支持可持续消费的做法。

6.2 气候变化，未来之路

本报告展示了电信/信息通信技术对提供服务和应用的重要性，特别是对那些致力于缓解全球变暖的服务和应用而言。WMO联合科学2020报告⁹⁶显示，当今的温室气体浓度正处于前所未有的水平，排放量再次达到大流行前的高度。世界将迎来有史以来最热的五年⁹⁷，2020年发生了数千起野火，创纪录地吞噬了220万英亩土地，导致人们流离失所，全球气温持续上升，这将使我们更难实现将升温控制在2° C以下或比工业化前水平高1.5° C的既定目标。

为成功减缓气候变化，相应的社会和文化政策需确保成本效益、技术随时可用并具备可持续性。注重采用新兴方案的缓解措施成本高昂，实施中的气候变化适应进程亦很复杂。我们应同时采用适应性政策和技术方法，寻找具有可持续性的解决方案。

信息通信技术和前沿技术的进步为减少气候变化的不利影响提供了手段，并支持人们采取预防行动。人工智能、地球观测和大数据等强大工具的发展，能够为有韧性和可持续的气候行动提供科学支持。

成员国需要落实多边环境协定，使各国、环保团体和研究机构能够凝心聚力，应对并克服电子废弃物和气候变化提出的巨大挑战，提升并确保具备可持续性的生活质量。

⁹⁶ 世界气象组织。资源。[2020年联合科学报告](#)。最新气候科学信息的跨组织高层汇编。

⁹⁷ 世界自然基金会（WWF）。故事。[2020年：对人类未来和气候而言至关重要的一年](#)。

Annexes

Annex 1: Bibliography and online resources

Bibliography

Baldé, Cornelis P. et al. (2017). *The Global E-waste Monitor – 2017*. Bonn/Geneva/Vienna: United Nations University, International Telecommunication Union and International Solid Waste Association.

Kong, Sifang et al. (2012). The Status and Progress of Resource Utilization Technology of e-waste pollution in China. Special issue of *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 16, pp. 515–521.

Widmer, Rolf et al. (2005). Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 25, pp. 436-458.

Breuil, Henri et al. (2008). *Rapport TIC et Développement durable*. Paris : Conseil général de l'environnement et du développement durable and Conseil Général des Technologies de l'Information.

Flipo, Fabrice et al. (2009). *Technologies numériques et crise environnementale : peut-on croire aux TIC vertes ?* Caen : Fondation Télécom.

Gossart, Cédric (2009). De l'exportation des maux écologiques à l'ère du numérique. *Mouvements*, Vol. 60, No. 4, pp. 23-28.

Online resources

DEEE en Afrique : états des lieux. Available at <http://data.worldbank.org>.

Projet e-waste Africa PNUE/SCB. Available at www.itu.int: base de données des indicateurs.

StEP Initiative: StEP solving the E-waste Problem. Available at www.step-initiative.org.

Solving the E-waste Problem (StEP) Initiative: Annual Report. Available at <https://collections.unu.edu> › view › UNU:6138.

Widmer, Rolf, et al. (2005) Global Perspectives on e-waste: Available at <https://www.scirp.org> › reference › References Paper.

Guiyu, le plus grand e-dépotoir de la planète - Le Temps. Available at <https://www.letemps.ch> › économie › guiyu-plus-grand-edepotoir-planete.

La décharge de déchets ... - Lumni | Enseignement. Available at <https://enseignants.lumni.fr> › fiche-media › la-decharge-de-dechets-d-equi.

Gestion des déchets dans une approche d'éducation permanente: Etudes & démarches pédagogiques. Available at <http://www.lire-et-ecrire.be/Gestion-des-dechets-dans-une>

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01885042/document>.

Réduire et gérer les déchets électroniques dans le contexte de développement durable. Available at http://fermun.org/wp-content/uploads/2019/11/ITU2_2_FRANCAIS_TOPROOFREAD.pdf.

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01856401/file/1.%20Jaglin%20et%20al.-valorisation-dechets-villes-sud-2018.pdf>.

Annex 2: List of contributions and liaison statements received on Question 6/2

Contributions on Question 6/2

Web	Received	Source	Title
2/394	2021-02-19	Russian Federation	Environmental responsibility of communication operators, the Russian Federation's national experience
2/382	2021-01-26	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
RGQ2/276	2020-09-22	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
RGQ2/247	2020-09-06	ITU Association of Japan (Japan)	Update of recycling method of lead acid battery since 2016
2/335	2020-02-11	Shinshu University (Japan)	Proposed draft text for Chapter 1, Part 3 on climate change for the Final Report of Question 6/2
2/293	2020-01-09	Senegal	Proposed text for Chapter 2 of the Final Report on Question 6/2: "How to develop an e-waste management strategy"
2/291	2020-01-08	BDT	Outcome from the Policy Awareness Workshop on E-waste held in Hyderabad, India
2/285	2020-01-07	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
2/282	2020-01-04	India	Proposed text for Final Report for Question 6/2, e-waste background
2/281	2020-01-04	India	Resource efficiency towards circular economy strategy
2/274	2020-01-02	Benin	Texte proposée pour le Chapitre 1 du Rapport Final lié aux déchets électroniques/sensibilisation à l'éducation
2/270	2019-12-31	Burundi	Management of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) in Burundi: "National and regional initiatives"
2/249	2019-12-05	Cameroon	Proposed text for Chapter 2 of the Final Report on the development of a strategy for managing electrical and electronic waste
RGQ2/197	2019-09-24	India	Proposed text for the Final Report of Q6/2
RGQ2/173	2019-09-19	Shinshu University (Japan)	Development of technology to solve pine blight countermeasure problems using drones
RGQ2/141	2019-08-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
RGQ2/132	2019-07-26	India	Emerging Economies and ICT solutions - role in climate change mitigation
RGQ2/119	2019-07-02	Cameroon	ICTs and the environment: management of waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Cameroon

(continued)

Web	Received	Source	Title
RGQ2/109	2019-03-14	Sri Lanka	E-waste management initiatives in Sri Lanka
2/214	2019-03-12	Brazil	Regional needs for e-waste management for developing countries
2/213	2019-03-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and the environment
2/211	2019-03-12	Intel Corporation (United States)	Importance of smart cities, 5G, IoT and AI
2/197	2019-03-05	India	E-waste management in India - circular economy vision
2/145	2019-01-18	Cameroon	Challenges of climate change in the North Cameroon region
2/143	2019-01-16	Burundi	Ecological management of waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Burundi
RGQ2/87	2018-09-27	BDT	Extracted lessons learned from contributions to ITU-D Study Group 2 Questions (ITU-D Study Group 2 Rapporteur Group Meetings)
RGQ2/84 +Ann.1	2018-09-18	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and the environment
RGQ2/81	2018-09-18	ITU General Secretariat	WSIS Stocktaking and WSIS Prizes 2019: calls for action
RGQ2/76 +Ann.1	2018-09-18	Japan	Tokyo 2020 Medal Project: towards an innovative future for all
RGQ2/72	2018-09-18	India	Role of ICT in cleanliness mission in India thus helping in minimizing harmful effects of e-waste, solid wastes and ground pollutants
RGQ2/52	2018-09-04	Russian Federation	Review of the current legislation of the Russian Federation in the field of WEEE management
RGQ2/51	2018-09-03	African Civil Society for the Information Society (ACSIS)	ACSIS contribution on ICT and the environment
RGQ2/37	2018-08-16	Brazil	Brazilian Federal Law on Solid Waste and WEEE
RGQ2/36	2018-08-16	Brazil	The Brazilian System of Reverse Logistics for WEEE
RGQ2/29 +Ann.1	2018-08-15	Daiwa Computer Co. (Japan)	ICT-applied farming method for producing muskmelon by an IT company
RGQ2/28 +Ann.1	2018-08-15	Japan	Proposal for the sustainable smart society
2/TD/5	2018-05-07	Rapporteur for Question 6/2	Draft work plan for Question 6/2
2/87	2018-04-23	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and the environment

(continued)

Web	Received	Source	Title
2/65	2018-04-06	Brazil	Topics for the study of Question 6/2 for the next study period
2/48	2018-03-15	Burundi	Establishing regulations on the management of waste electrical and electronic equipment in Burundi

Incoming liaison statements for Question 6/2

Web	Received	Source	Title
2/365	2021-01-12	ITU-T Study Group 2	Liaison statement from ITU-T Study Group 2 to ITU-D SG1, ITU-SG2 Question 5/2 and Question 6/2 on establishment of a new ITU-T Focus Group on Artificial Intelligence for Natural Disaster Management (FG-AI4NDM) and first meeting (Virtual, 15-17 March 2021)
RGQ2/203	2020-02-18	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG1 and SG2 on information on WTSa-20 preparation
2/258	2019-12-20	ITU-T FG-AI4EE	Liaison statement from ITU-T FG-AI4EE to ITU-D Study Group 1 and 2 on the first meeting of ITU-T Focus Group on Environmental Efficiency for Artificial Intelligence and Other Emerging Technologies
RGQ2/TD/5	2018-09-28	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q6/2 on Question 6/2 work for the 2018-2020 study period (reply to ITU-D SG2, 2/115-E)
2/33	2017-11-28	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D study groups on setting environmental requirements for 5G/IMT-2020
2/28	2017-11-24	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q6/2 on previous Q8/2 draft report for the 2014-2017 study period
2/26	2017-11-24	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Question 6/2 and Question 7/2 on Operational Plan for Implementation of WTSa Resolutions 72 and 73 (Rev. Hammamet, 2016), and Resolution 79 (Dubai, 2012)
2/17	2017-11-22	ITU-T Study Group 3	Liaison Statement from ITU-T SG3 to ITU-D SG2 Q6/2 on previous Q8/2 work for the 2014-2017 study period

国际电信联盟 (ITU)

电信发展局 (BDT)

主任办公室

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

电子邮件: bdtdirector@itu.int
电话: +41 22 730 5035/5435
传真: +41 22 730 5484

数字网络和社会部 (DNS)

电子邮件: bdt-dns@itu.int
电话: +41 22 730 5421
传真: +41 22 730 5484

非洲

埃塞俄比亚

国际电联

区域代表处

Gambia Road
Leghar Ethio Telecom Bldg, 3rd floor
P.O. Box 60 005
Addis Ababa
Ethiopia

电子邮件: itu-ro-africa@itu.int
电话: +251 11 551 4977
电话: +251 11 551 4855
电话: +251 11 551 8328
传真: +251 11 551 7299

美洲

巴西

国际电联

区域代表处

SAUS Quadra 6 Ed. Luis Eduardo
Magalhães,
Bloco "E", 10^o andar, Ala Sul
(Anatel)
CEP 70070-940 Brasília - DF
Brazil

电子邮件: itubrasilia@itu.int
电话: +55 61 2312 2730-1
电话: +55 61 2312 2733-5
传真: +55 61 2312 2738

阿拉伯国家

埃及

国际电联

区域代表处

Smart Village, Building B 147,
3rd floor
Km 28 Cairo
Alexandria Desert Road
Giza Governorate
Cairo
Egypt

电子邮件: itu-ro-arabstates@itu.int
电话: +202 3537 1777
传真: +202 3537 1888

欧洲

瑞士

国际电联

欧洲处

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

电子邮件: euregion@itu.int
电话: +41 22 730 5467
传真: +41 22 730 5484

副主任兼行政和运营

协调部负责人 (DDR)

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

电子邮件: bdtdeputydir@itu.int
电话: +41 22 730 5131
传真: +41 22 730 5484

数字化发展合作伙伴部 (PDD)

电子邮件: bdt-pdd@itu.int
电话: +41 22 730 5447
传真: +41 22 730 5484

数字知识中心部 (DKH)

电子邮件: bdt-dkh@itu.int
电话: +41 22 730 5900
传真: +41 22 730 5484

喀麦隆

国际电联

地区办事处

Immeuble CAMPOST, 3^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé
Cameroon

电子邮件: itu-yaounde@itu.int
电话: +237 22 22 9292
电话: +237 22 22 9291
传真: +237 22 22 9297

巴巴多斯

国际电联

地区办事处

United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown
Barbados

电子邮件: itubridgetown@itu.int
电话: +1 246 431 0343
传真: +1 246 437 7403

亚太

泰国

国际电联

区域代表处

Thailand Post Training Center
5th floor
111 Chaengwattana Road
Laksi
Bangkok 10210
Thailand

邮寄地址:
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210, Thailand

电子邮件: ituasiapacificregion@itu.int
电话: +66 2 575 0055
传真: +66 2 575 3507

塞内加尔

国际电联

地区办事处

8, Route des Almadies
Immeuble Rokhaya, 3^e étage
Boîte postale 29471
Dakar - Yoff
Senegal

电子邮件: itu-dakar@itu.int
电话: +221 33 859 7010
电话: +221 33 859 7021
传真: +221 33 868 6386

智利

国际电联

地区办事处

Merced 753, Piso 4
Santiago de Chile
Chile

电子邮件: itusantiago@itu.int
电话: +56 2 632 6134/6147
传真: +56 2 632 6154

印度尼西亚

国际电联

地区办事处

Sapta Pesona Building
13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10110
Indonesia

邮寄地址:
c/o UNDP - P.O. Box 2338
Jakarta 10110, Indonesia

电子邮件: ituasiapacificregion@itu.int
电话: +62 21 381 3572
电话: +62 21 380 2322/2324
传真: +62 21 389 5521

津巴布韦

国际电联

地区办事处

TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and
Hampton Road
P.O. Box BE 792
Belvedere Harare
Zimbabwe

电子邮件: itu-harare@itu.int
电话: +263 4 77 5939
电话: +263 4 77 5941
传真: +263 4 77 1257

洪都拉斯

国际电联

地区办事处

Colonia Altos de Miramontes
Calle principal, Edificio No. 1583
Frente a Santos y Cia
Apartado Postal 976
Tegucigalpa
Honduras

电子邮件: itutegucigalpa@itu.int
电话: +504 2235 5470
传真: +504 2235 5471

独联体国家

俄罗斯联邦

国际电联

区域代表处

4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscow 105120
Russian Federation

电子邮件: itumoscow@itu.int
电话: +7 495 926 6070

国际电信联盟
电信发展局

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

ISBN: 978-92-61-34195-4



9 789261 341954

瑞士出版
2021年,日内瓦

图片来源: Shutterstock