

最后报告

ITU-D
第2研究组

第6/2号课题

ICT与气候变化

第6研究期

2014-2017年



联系我们

网站: www.itu.int/ITU-D/study-groups
国际电联电子书店: www.itu.int/pub/D-STG/
电子邮件: devsg@itu.int
电话: +41 22 730 5999

第6/2号课题： ICT与气候变化
最后报告

前言

国际电联电信发展部门（ITU-D）研究组提供一种文稿驱动工作的中立平台，政府、行业和学术界的专家在此聚集，制定实用的工具和导则并开发资源来解决发展问题。ITU-D成员通过ITU-D研究组的工作，研究和分析以任务为导向的具体电信/ICT课题，从而加快各国发展优先工作的进展。

研究组为所有ITU-D成员提供机会来交流经验、提出想法、交换意见，并就研究处理电信/ICT优先工作的适当战略达成共识。ITU-D研究组负责根据成员提交的输入意见或文稿来制定报告、导则和建议书。国际电联通过调查、文稿和案例研究收集的信息利用内容管理和网络发布工具公开提供，以方便成员的轻松访问。研究组的工作与ITU-D不同计划和举措相关联，以发挥协同作用，使成员在资源和专业知识上受益。与在相关议题领域开展工作的其他群体和组织进行协作至关重要。

ITU-D研究组的研究课题由四年一届的世界电信发展大会（WTDC）决定，每届WTDC为界定下一个四年的电信/ICT发展问题和优先工作制定工作计划和导则。

ITU-D第1研究组的工作范围是研究“**发展电信/ICT的有利环境**”，ITU-D第2研究组则是研究“**ICT应用、网络安全、应急通信和适应气候变化**”。

在2014-2017年研究期，由以下人员指导ITU-D第2研究组的工作：主席Ahmad Reza Sharafat（伊朗伊斯兰共和国）和代表六个区域的副主席：Aminata Kaba-Camara（几内亚共和国）、Christopher Kemei（肯尼亚共和国）、Celina Delgado（尼加拉瓜）、Nasser Al Marzouqi（阿拉伯联合酋长国）、Nadir Ahmed Gaylani（苏丹共和国）、王柯（中华人民共和国）、Ananda Raj Khanal（尼泊尔共和国）、Evgeny Bondarenko（俄罗斯联邦）、Henadz Asipovich（白俄罗斯共和国）和Petko Kantchev（保加利亚共和国）。

最后报告

针对第6/2号课题：“信息通信技术与气候变化”的最后报告在报告人Philip Kelley（阿尔卡特-朗讯国际，法国）的领导下制定，参与工作的有3位副报告人：Nasser Al Marzouqi（阿拉伯联合酋长国）、Naoki Fuke（KDDI公司，日本）和Joseph Bruno Yuma Utchudi（刚果民主共和国）。ITU-D联系人和ITU-D研究组秘书处也协助他们开展工作。

ISBN

978-92-61-23115-6 (Paper version)

978-92-61-23125-5 (Electronic version)

978-92-61-23135-4 (EPUB version)

978-92-61-23145-3 (Mobi version)

本报告由来自不同主管部门和组织的众多志愿人员编写。文中提到的具体公司或产品，并不意味着它们得到了国际电联的认可或推崇。



打印本报告之前，请考虑到环境影响

© ITU 2017

保留所有权利。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段对本出版物的任何部分进行复制。

前言	ii
最后报告	iii
内容提要	ix
1 第1章 – 气候变化	1
1.1 背景	1
1.1.1 气温上升	1
1.1.2 极端气候事件	2
1.1.3 海平面上升	2
1.1.4 CO ₂ 含量上升	4
1.1.5 融冰	5
1.2 应对气候变化的国际举措	6
1.2.1 联合国气候变化大会	6
1.2.2 国际电联和气候变化	7
1.2.3 世界气象组织和气候变化	9
1.2.4 其它举措	10
2 第2章 – 气候变化监测	13
2.1 地面系统	13
2.2 卫星系统	15
2.3 海底系统	16
2.4 机载气象系统	19
3 第3章 – 减缓气候变化	20
3.1 ICT的积极和消极影响	20
3.2 绿色ICT	20
3.2.1 全球ICT碳足迹	20
3.2.2 ICT机构的KPI	20
3.2.3 减少ICT的能源消耗	23
3.3 ICT为减少温室气体排放所做的贡献	24
3.3.1 有关的工业部门	24
3.3.2 ICT在提高可持续性方面的应用	25
3.3.3 智慧城市的案例	26
4 第4章 – 适应气候变化	28
4.1 ICT设备适应气候变化	28
4.1.1 KDDI在日本的经验	29
4.1.2 Orange公司在非洲的经验	31
4.2 工业部门适应气候变化	32
4.3 农业部门适应气候变化	32

Abbreviations and acronyms	37
Annexes	40
Annex 1: Country experiences on monitoring/mitigating climate change	40
Annex 2: List of contributions received for Question 6/2 during study period 2014-2017	59

图表目录

表目录

表1: 制造商在运营过程中跟踪环境绩效的示例	21
表2: 制造商跟踪如何帮助运营商以可持续发展的方式解决移动数据量增长的示例	22
表3: 部分气候变化指标和利用ICT适应气候变化的实例	33

图目录

图1: 自1880年以来全球气温变化	1
图2: 1993年至2015年的平均海平面变化	3
图3: 18至21世纪全球平均海平面的演变过程	4
图4: Mauna Loa测量站最近月份的CO ₂ 浓度平均值	5
图5: 1979年9月和2003年9月的北极海冰浓度	6
图6: 自动表面观测系统	14
图7: Argo浮标的运行	18
图8: ICT给各经济部门所带来效益评估的不断演进	24
图9: 经济部门的潜在减排量	25
图10: 十二个ICT使用案例	25
图11: 配置图	30
图12: 塞内加尔移动网络站点的太阳能站	32

本报告概述了国际电联和其它地方正在开展的许多活动，包括相关信息，这些信息能够为参与或未参与国际电联发展部门（ITU-D）第2研究组有关“ICT和气候变化”的第6号课题会议的发展中国家提供经验借鉴。本报告所含信息包括直接来自国际电联另外两个部门的信息，特别是国际电联电信标准化部门（ITU-T）第5研究组“环境、气候变化和循环经济”课题信息。

作为这份报告的背景，值得注意的是，自1870年以来世界气温的升高已经成为《联合国气候变化公约》（UNFCCC）众多缔约国公认的既成事实。各方日益认识到人类活动产生的温室气体（GHG）在很大程度上加剧了这一增温过程，而且，最近一次UNFCCC缔约方大会（COP）将长期全球温升目标设定为2°C（较工业化前水平）。

在第1章和第2章中，该报告为发展中国家提供了一份综合性分析材料，汇总了近几年的气候变化观察数据、监测气候变化的不同方式以及开展此类研究所需的最先进ICT技术。该报告简述了如何利用地面、卫星、海上和空中气象系统对气候变化进行监测。报告回溯了联合国各机构和其它组织为应对气候变化采取的国际行动，而且为编制使用ICT监测气候变化和减少GHG排放的方式方法相关的建议书和报告提供了参考。

本报告的**第3章《减缓气候变化》**介绍了通过减少其GHG排放而为减缓气候变化做出贡献的各个ICT组织在这方面采取的政策和技术举措。报告回溯了移动通讯和物流、制造业、食品、建筑、能源、工商业、医疗和教育等经济部门通过运用ICT实现的潜在GHG减排。在这方面，特别予以关注的是世界人口居住比例不断增长的城市地区，而且概述了将创新型ICT应用于“智慧城市”建设带来的好处，并用一些最佳做法对此予以例证。

报告的**第4章“适应气候变化”**概述了气候变化给ICT部门带来的主要影响以及建议采取的适应措施，引用一些国家的经验做法对此进行了说明。报告还介绍了工业和农业部门采取的适应性举措。报告将气候变化的各种指标及对应的因果关系与运用ICT适应气候变化而取得的成效联系起来。

报告的**附件1**呈现了各国在监测/缓解气候变化方面采取的经验做法，这部分内容基于2016年完成的调查结果。**附件2**提供了本研究期内第6/2号课题所收到的文稿清单。

1 第1章 – 气候变化

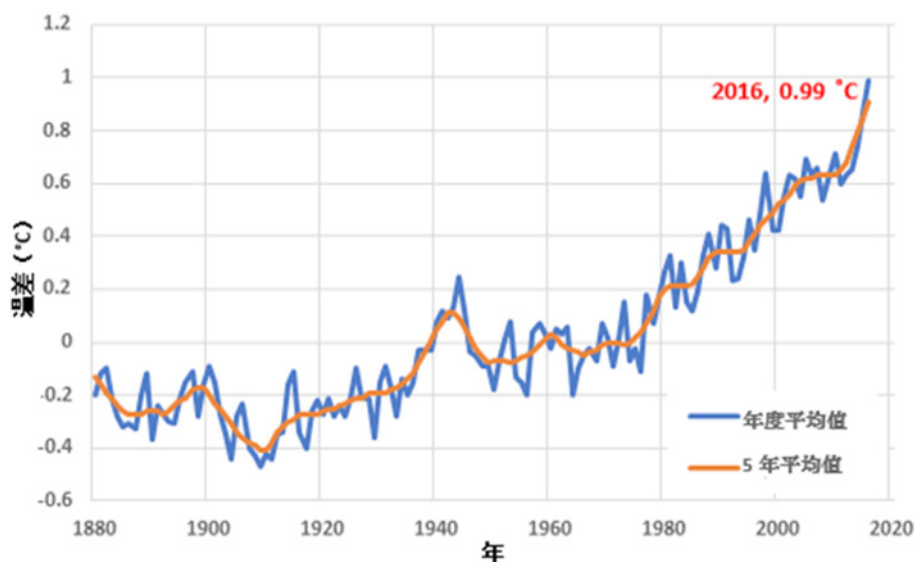
1.1 背景

1.1.1 气温上升

全球气温是气候变暖的首要指标。自1870年以来，地表温度上升了 $0.8 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。南北半球的差异较大，北半球和高纬度地区的升温幅度更明显，不同大陆之间也存在差异。自1870年以来，气温呈持续上升势头。

图1显示，全球平均气温自1880年以来持续上升，在本世纪头十年达到创纪录水平。美国航空航天局戈达德空间研究数据所（GISS）¹的研究表明：从1880年到2016年，全球陆地表面和海洋表面的平均温度升高了 0.99°C ，其数据呈曲线式增长。

图1：自1880年以来全球气温变化



世界气象组织（WMO）²的研究显示，2015年的气候史无前例，气温记录屡创新高、热浪猛烈、降雨超乎常规、干旱肆虐、热带气旋活动异常。这一破记录的趋势一直延续到了2016年。2015年，全球表面平均温度以显著的幅度打破了既往的记录，该幅度为 $0.76 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，高于1961-1990年的平均值。世界气象组织（WMO）综合分析表明：2015年的气温比工业化前的气温高 1°C ，这是有记录以来的第一次。值得注意的是，在未发生厄尔尼诺现象的情况下，2014年的温度就已达到极值。厄尔尼诺现象会使气候变暖，指的是太平洋东部热带海洋的海水表面温度持续变暖，导致大气环流异常的现象。历史上，在高温和高强度的厄尔尼诺现象的共同作用下，1998年成为二十世纪最热的年份。

¹ 美国航空航天局（NASA）/戈达德空间研究数据所（GISS），国际气候变化 – 星球的重要信号；<http://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>。

² 世界气象组织（WMO）新闻稿，世界气象日：直面更热、更早、更涝的未来，2016年3月21日；<http://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-record-heat-and-weather-extremes>。

在这种情况下，WMO建议，为了强化人群的抗灾能力，帮助国家和社区，特别是那些气候相对恶劣的地区，适应瞬息万变的气候，现在比以往任何时候都更有必要提供气象和气候服务。

1.1.2 极端气候事件

政府间气候变化委员会（IPCC）第5次报告提请注意日益严重的极端气候事件，指出与气候变化相关的风险，即热浪、极端降水和沿海地区洪水等极端气候事件已经发展成为较为常见的现象，若气温再上升1°C，将成为频繁发生的灾害。因此，当海洋变暖（蒸腾作用加剧，为海上形成的气旋注入更多能量）与海平面上升（IPCC专家预测至2100年将上升26至82厘米）相结合时，气旋的强度将更具破坏性。

总体而言，高强度的飓风、气旋和风暴发生频率在增加。2005年的两项研究也得出同样的结论：第一项来自《自然》³杂志的研究显示，过去30年间，北大西洋和西太平洋的飓风释放的能量增加了70%；第二项来自《科学》⁴杂志的研究也证实，从1970年到2004年，四级或五级飓风的数量增加了57%。

正如2011年4月版的《科学》杂志⁵等几家出版物所述，这种极端气候事件发生的频率日益频繁。世界气象组织2015年的气候状况声明⁶详细阐述了发生在世界各地的几起极端气候事件。此外，美国气象学会发表的题为“从气候角度解释2014年发生的极端气候事件”⁷显示，人类引起的气候变化对灾害事件发生的频率和强度造成了实质性影响。

1.1.3 海平面上升

为了更好的理解气候变化，必须深入了解海洋动力学。海洋储存了大量热能，并在全球重新分配：热带海水吸收太阳的热量后，通过洋流输送到温带海岸，随后海水开始冷却，将热量释放到大气中。海水冷却后密度升高，进入水体下层，然后回流至热带地区，循环过程长达一千多年。

作为一项观测指标，海平面体现了多种气候系统的组成因素（海洋、大陆冰、陆地水域等）的影响。1992年以前，海平面一直通过大陆和岛屿沿岸设置的测量站观测。1870年至1930年，全球海平面的平均上升速度为0.7毫米每年，1930年以后每年上升1.7毫米。1992年采用卫星测量后，海平面的平均上升速度为3.4毫米每年。气候系统的自然变率会在平均值基础上产生多年累积的浮动变化。自二十世纪九十年代初，在海

³ Emanuel, Kerry, 过去30年热带气旋持续增强的破坏性, 《自然》杂志, 436, 686-688 (2005年8月4日); <http://www.nature.com/nature/journal/v436/n7051/full/nature03906.html>。

⁴ Webster, P. J., 等, 在持续变暖的情况下, 热带气旋的发生频率、周期和强度的变化, 《科学》杂志, 309 (5742), 1844-1846 (2005年9月15日); <http://science.sciencemag.org/content/sci/309/5742/1844.full.pdf>。

⁵ David Barriopedro, Erich M. Fischer, Jürg Luterbacher, Ricardo M. Trigo, Ricardo García-Herrera, 2010年的酷夏: 重绘欧洲气温记录图, 《科学》杂志, 220-224 (2011年4月8日)。

⁶ http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1167_en.pdf。

⁷ Herring, S. C., M. P. Hoerling, J. P. Kossin, T. C. Peterson和P. A. Stott, Eds., 从气候角度解释2014年发生的极端气候事件, 美国气象学会公报特别增刊, 第96卷, 12期, 2015年12月; special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 96, No. 12, December 2015; <https://www.ametsoc.org/ams/index.cfm/publications/bulletin-of-the-american-meteorological-society-bams/explaining-extreme-events-from-a-climate-perspective/>。

平面上升的气候因素中，水体变暖扩张约占三分之一，大陆冰层融化占三分之二。格林兰岛极地冰盖和南极冰盖融水，以及大陆冰川融水各占陆冰融水的二分之一左右。

如上文所述，人们在1993年获得了最早的卫星数据，该数据来自Topex卫星，此后由Jason 1号、2号和3号卫星代替该卫星提供数据。这些卫星数据极其可靠和准确。

图2显示了海平面平均上升速度：3.35毫米每年。

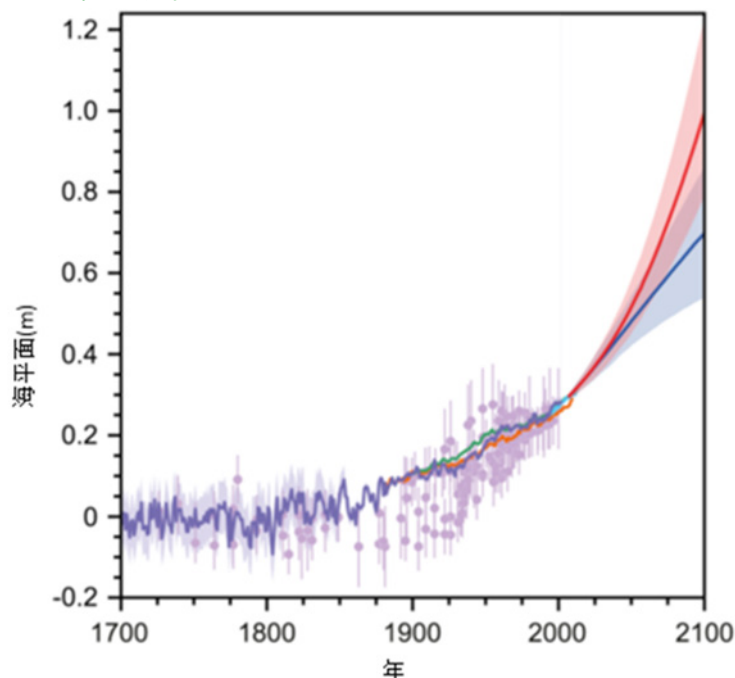
图2：1993年至2015年的平均海平面变化⁸



图3展示了1700年以来全球范围的平均海平面上升现象。最新的IPCC报告（第五版评估报告（AR5））指出了21世纪海平面升高范围可能值的评估结果。该报告⁹第13章13.27节的内容请见图3。该图汇总了古海平面数据（紫色）、验潮数据（蓝色、红色和绿色）、高度仪数据（浅蓝）、中间值估算以及在典型浓度路径组合模型基础上预测得出的全球海平面平均上升范围，与之相对的情况在700 ppm CO₂-eq至1500 ppm（蓝色）与最差情况（红色）之间，并与工业革命前的数值做了比较。这些数据确认海平面上升的速率已从低速变化（每年几十分之一毫米）增至20世纪的接近每年2毫米，且在20世纪加速仍有可能持续。

⁸ CNES, CTOH and OMP, Évolution du niveau moyen des mers vu par les altimètres, Satellite Altimetry Data; <http://www.aviso.altimetry.fr/fr/donnees/produits/produits-indicateurs-oceaniques/niveau-moyen-des-mers.html>.

⁹ Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield, G.A. Milne, R.S. Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer and A.S. Unnikrishnan, 2013年：海平面的变化，《2013年的气候变化：物理科学基础》第1工作组向气候变化政府间委员会第五份评估报告提交的文稿，[Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)], 剑桥大学出版社，剑桥，英国和纽约，NY，美国；https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter13_FINAL.pdf.

图3：18至21世纪全球平均海平面的演变过程¹⁰

气候变化是海平面上升的直接后果，过去数十年间海洋的温度不断上升。过去50年间，人为因素释放的温室气体使热量在气候系统中不断聚集，其中80%储存在海洋中。¹¹

1.1.4 CO₂含量上升

大气中的CO₂（二氧化碳）气体是造成温室效应的主要原因。

十八世纪后期工业化以来，大气中CO₂含量急剧上升，超过了0.03%大关，目前已经达到0.04%。

人类活动是造成CO₂浓度上升的原因，比如乱砍滥伐减少了光合作用，进而影响了CO₂转换成O₂（氧气）的“回收过程”，燃烧化石燃料将岩石圈“储存”的碳以CO₂的形式释放到大气中。植物的光合作用已经无法消耗如此巨大的CO₂排放量，因此大气中CO₂的水平急剧增，造成不断累积的温室效应。

人类在多大程度上需要为全球变暖负责呢？美国太空总署（NASA）确认，人类活动（发电、交通、工业等）释放的温室气体在大气中聚集—特别是二氧化碳—很大程度上造成了全球变暖。因此，NASA的观测显示，1880年CO₂的浓度为百万分之（ppm）285，至1960年上升至315 ppm。今天，CO₂的浓度已经突破400ppm大关，并以每年2ppm的速度上升，截至2015年底值为402 ppm。许多科学家认为，350ppm是地球大气CO₂浓度的极限。

2013年大气CO₂浓度比工业化前（1750年）的浓度高142%，甲烷和一氧化二氮浓度也分别高出253%和121%。工业化前的CO₂浓度与目前浓度相差120ppm。

¹⁰ ibid, Figure 13.27.

¹¹ 海洋和气候科学说明，<http://www.ocean-climate.org/>。

工业化前的CO₂浓度与目前浓度相差120ppm。因此，根据近期发布的IPCC报告，最悲观的预测是到2100年CO₂浓度将上升至900ppm。气候专家表示，这将使2081年至2100年的地表温度比1986年至2005年的平均温度高4.8°C，导致海平面上升近一米，极端气候事件（如干旱、暴雨和更加强烈的飓风）肆虐，食品安全恶化等恶果。

除此之外，BBC报道称：¹²科学家们表示，2015年大气中的CO₂含量增长超过了过去56年中任何时间的CO₂含量。夏威夷的Mauna Loa测量站2015年观测到CO₂的测量值上涨超过3ppm。峰值的出现是人类活动与厄尔尼诺气象模式共同作用的结果。下图显示了CO₂浓度的演变过程。2017年2月，夏威夷的Mauna Loa测量站测量到的CO₂浓度为406.42 ppm。

图4：Mauna Loa测量站最近月份的CO₂浓度平均值

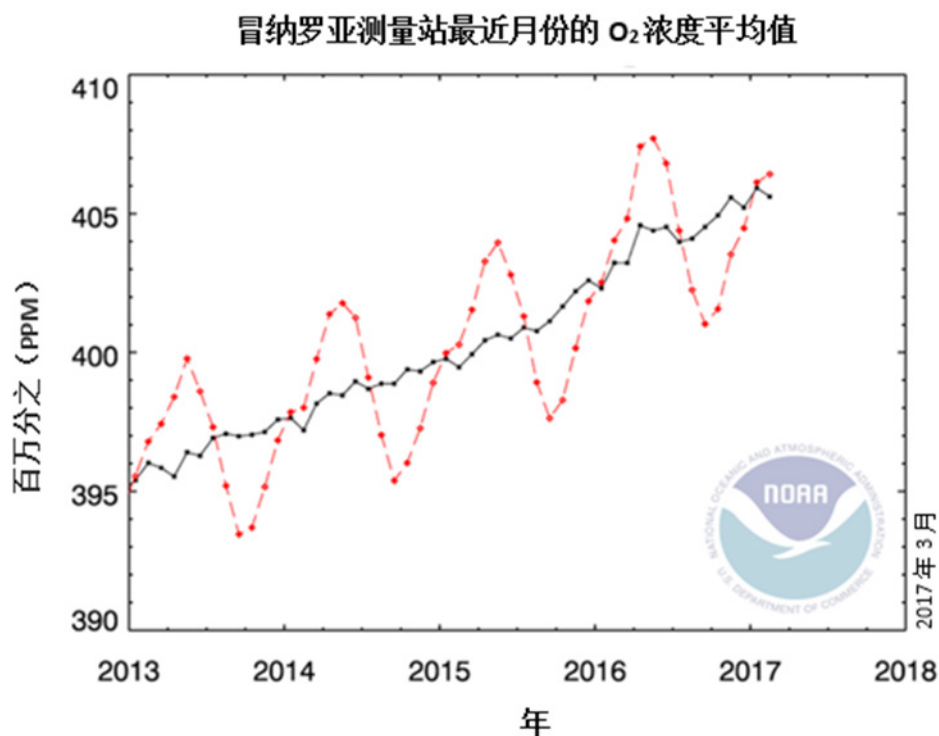


图4¹³中，红色线有菱形标志的虚线代表月平均值，集中在月中。带有方形标志的黑色线代表在校正后的时间周期里相同的数值。后者被认为是一个移动平均值，其代表了集中在月中的需要被纠正的7个相邻季节周期，该值不包括第一个和最后3个季节周期以及半年的记录。因为这些季节周期已经分别在第一个和最后一个7年中被计算过平均值。

1.1.5 融冰

海冰是漂浮在海面上的冰冻海水。根据阿基米德原理，海冰排出的海水重量等于冰自身的重量。海冰融化后的海水体积等于此前海冰排出的体积，因此海平面不会发生变化。换言之，海冰融化不会造成海平面上升。

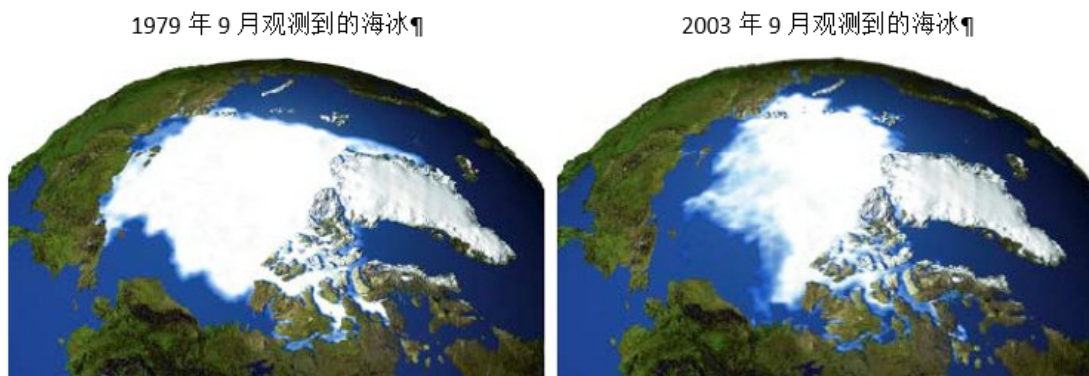
¹² McGrath, Matt, CO₂数据是巴黎气候环境的“警告”，科学与环境网站（2016年3月10日；<http://www.bbc.com/news/science-environment-35778464>。

¹³ 国家海洋和大气治理署，美国商务部；<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>。

相比而言，淡水冰融化，即冰盖和冰川融水会造成海平面上升。南极洲被3000万平方公里的冰层覆盖，虽然仅占世界总水量的2%，但却储存了地球75%的淡水和90%的冰。如果南极的冰层融化，海平面将上升约60米。格林兰岛的冰层融化后，海平面还将上升7米，误差在数米范围。

根据最近的《北极气候影响评估报告》，1979年9月至2003年9月的海冰消融趋势如图5所示。¹⁴

图5：1979年9月和2003年9月的北极海冰浓度



这两张图由卫星数据构成，比较了1979年9月和2003年9月的极地海冰面积。9月是每年海冰最少的月份，而1979年人类首次获得有关海冰的有用数据。海冰最小的年份出现在2002年9月。

IPCC表示，与少冰或无冰的海面相比，海冰影响气候的关键在于对光的高反射率，其代表了对于接收的光的反射百分比，与薄冰层和无冰海水相比。被雪覆盖的厚冰层反射率为90%，薄冰层的反射率为50%，而无冰海水的反射率为6%。由于较高的反射率，海冰能够反射阳光，抑制升温效应。此外，通过形成一层“保护”层，冰层还能限制大气和海洋的热交换。但是，海冰融化后，热交换增加，表面反射消失，引起局部温度升高。海冰消融对全球变暖具有正向反作用，即放大温室效应。

在很大程度上正是基于这一简单原理，极地地区的温度上升速度比世界其他地区快2.5倍。根据具体环境因素，IPCC预测至2100年全球温度将升高2.8°C，但北极地区的升温将达到7°C。基于这一模型，2040年至2060年北极海冰将在夏季完全消融。

1.2 应对气候变化的国际举措

1.2.1 联合国气候变化大会

1.2.1.1 缔约方大会

缔约方大会（COP）每年会召集《联合国气候变化框架公约》的缔约方。缔约方大会第21次会议将于2015年12月在巴黎召开，近几年召开的最著名的两次会议分别是1997年京都会议和2009年哥本哈根会议。在缔约方大会第21次会议上，缔约方设定了与工业

¹⁴ 2004年北极气候影响评估报告，北极升温带来的影响：北极气候影响评估报告，北极气候影响评估报告综述，剑桥大学出版社，第25页。

化前相比将全球变暖的长期升温幅度控制在2° C的目标，这是一项具有里程碑意义的决定。

缔约国大会第21次会议¹⁵达成协议将全球温度保持在“低于”工业化前时代温度2.0° C的水平，并且“尽力将其限制到”1.5° C的水平。缔约国大会第21次会议致力于控制由人类活动产生的气体排放总量，使其达到树木、土壤和海洋能自然吸收的水平。该目标将从2050年至2100年之间的某一时间开始。

该协议包括每五年对于各国在减少排放量方面做出的贡献进行评估，从而使他们能投入更多去应对挑战。

评估包括尽快达到温室气体排放的峰值，以期在本世纪下半叶实现温室气体源的人为排放与汇的清除之间的平衡。

2020年之前，1000亿美元的气候资金将被投入到发展中国家，2025年之后，随着新的、更高的目标的确立，将会有后续的资金持续投入。

缔约方大会第21次会议重新明确了在《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）下发达国家的具有约束力的义务，用来支持发展中国家在应对气候变化方面所做出的努力，同时，会议第一次鼓励发展中国家自愿捐款。发达国家同意加强社会力量以应对气候变化的影响，并且将提供持续深入的适合发展中国家的国际性支持。

1.2.1.2 《联合国气候变化框架公约》- 补充基金

《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）- 补充基金为发展中国家提供了相应的技术支持，帮助其实现基于《联合国气候变化框架公约》的目标和承诺。这些支持包括：建立高质量的国家清单，开发清洁技术或者发展国家的适应性战略。

1.2.2 国际电联和气候变化

1.2.2.1 国际电联无线电通信部门

地球观测卫星的使用提供了用于支持科学分析的系统性、同质测量数据。ITU-R负责为气候监测和灾害预测、检测及救灾行动（包括与世界气象组织（WMO）在遥感应用领域建立合作协议）确定必要的无线电频谱。

ITU-R通过有关用于环境监测、公众保护和救灾的无线电通信使用的第646号（WRC-15，修订版）、647号（WRC-15，修订版）决议，在环境变化监测中发挥重要作用。无线电通信部门负责空间系统和地球站的具体协调和记录程序，这些系统和地球站用来气候数据收集和环境监测。

ITU-R第7研究组（特别是7C工作组）负责处理称作传感器（有源或无源）的无线电设备，这是用于在全球范围内监测地球及大气地理物质参数的主要工具。

¹⁵ 《联合国气候变化框架公约》，2015年12月12日草案：<https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>。

有关“地球观测无线电通信应用的重要性”的第673号决议（WRC-12，修订版）呼吁ITU-R研究可能采取的方法，以提高对地球观测无线电通信应用所发挥的重要作用和其在全球范围内的重要性的认识，以及各主管机构对这些应用使用和收益的认识和理解。这些研究结果汇集成一份ITU-R RS.2178报告：《用于地球观测和相关应用的无线电频谱使用的重要作用和其在全球范围内的重要性》。报告强调，有关气候、气候变化、天气、降水、污染或自然灾害的信息对于全球社会来说是一个至关重要的日常问题。地球观测活动为我们提供这一信息，这是日常天气预报、气候变化研究、环境保护、经济发展（运输、能源、农业、建筑）以及生命和财产安全所必需的信息。

大多数用于世界气象组织（WMO）全球观测系统（GOS）和全球气候观测系统（GCOS）的数据均由在地球探测卫星、气象辅助业务和气象卫星业务方面工作的无线电通信系统和无线电应用提供。多份ITU-R建议书均对这些系统有所描述。特别需要指出的是，7C工作组已制定了一份关于遥感在气候变化及其影响研究中的使用的建议书（见新的ITU-R RS.1883建议书¹⁶：遥感系统在气候变化及其影响研究中的使用）。ITU-R第7研究组（科学业务）与世界气象组织（WMO）合作制定WMO和国际电联无线电频谱手册用于气象：天气、水和气候监测与预测，提供有关开发和正确使用用于环境观测、气候控制、天气预测和自然及人为灾害预测、检测和缓解的无线电通信系统和无线电技术的信息。ITU-R第7研究组和世界气象组织（WMO）正在准备该手册的修订版，预计将于2017年完成。

2012年，ITU-R发布了一份名为《支持了解、评估和缓解气候变化影响的无线电技术》报告。该报告特别强调了卫星观测的重要性。由于其测量的可重复性和均一性，这是了解气候演变不可或缺的一种方法。

此外，2015年的无线电通信全会（RA-15）通过了名为《利用ICT/无线电通信技术和系统降低能耗以保护环境并减缓气候变化》的ITU-R第60号决议。该决议旨在采取必要措施，酌情进一步强化ITU-R与国际标准化组织（ISO）、国际电工技术委员会（IEC）及其它机构的协作，以共同确定和加强所有相关措施的落实工作，降低无线电通信设备的能耗，并利用无线电通信/信息通信技术监测和减缓气候变化效应，从而为全球能耗的降低做出贡献。请成员国、部门成员和部门准成员，为ITU-R在无线电通信和气候变化领域的工作做出积极贡献，并适当顾及国际电联的相关举措，继续支持ITU-R在用于环境监测的遥感（有源和无源）领域的工作。

1.2.2.2 国际电联电信标准化部门

ITU-T第5研究组制订了几本建议书，包括：

- ITU-T L.1300（06/2014），绿色数据中心的最佳做法。¹⁷
- ITU-T L.1301（05/2015），数据中心能耗管理的最小数据集和通信接口要求。¹⁸

¹⁶ ITU-R RS.1883建议书“遥感系统在气候变化及其影响研究中的使用”，2011年2月；<https://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1883/>。

¹⁷ ITU-T L.1300建议书(06/2014)，绿色数据中心的最佳做法；<https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1300>。

¹⁸ ITU-T L.1301建议书(05/2015)，数据中心能耗管理的最小数据集和通信接口要求；<https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1301>。

- ITU-T L.1302 (11/2015)，数据中心和电信中心基础设施的能效评估。¹⁹
- ITU-T L.1310 (08/2014)，电信设备和能源效率指标和测量方法。²⁰
- ITU-T L.1320 (03/2014)，电信和数据中心电源和制冷设备的能效衡量标准和测量单位。²¹
- ITU-T L.1330 (03/2015)，电信网络的节能衡量和衡量标准。²²

截至2016年，ITU-T第5研究组正在制订不同的最佳做法和节能衡量方法，以期涵盖例如“移动通信基站移动台的能效衡量标准以及节能的最佳做法”等主题。ITU-T第5研究组现在同时在制订ITU-T L.1500（2014年6月）建议书的增补，名为《信息通信技术的框架以及气候变化效应的适应，讨论气候变化的效应及可能的影响》。ITU-T第5研究组目前正在起草一份新的专项建议书，解决将ICT用于农业适应气候变化的问题。

1.2.3 世界气象组织和气候变化

1.2.3.1 全球气候服务框架

第三届世界气候大会（2009年，日内瓦）的众多参会者强调要为决策者和其他用户提供科学的数据和信息，帮助他们应对与气候和气候变化相关的风险，并且同时满足制定明智的决策的需要。他们还建议建立全球气候服务框架（GFCS），之后，负责实现GFCS的高级工作组准备了包含相关领域一系列建议的报告。第十六届世界气象大会（2011年3月至6月，日内瓦）批准，以一系列决策和决议的形式，启动建立全球框架的进程。

全球气候服务框架是由世界气象组织（WMO）指导的一项国际性举措，其旨在协调全球层面的努力，以确保气候服务能专注于用户的需求，从而尽可能地利用气候方面的知识。

简言之，农民、家畜育种者、大坝运营商、低地的居民等，将提前几个月甚至几年处理相关信息，这使他们能够预见气候变化引发的风险并未雨绸缪。有四大领域将优先使用这些服务，即：农业、水资源、健康和灾害预防领域。

- 目前，大约有七十个国家不具备发展和提供真正的气候服务的条件，特别是欠发达国家，小岛屿发展中国家，内陆发展中国家和其他生态环境较为脆弱的国家，全球气候服务框架将确保他们在此方面的资源增强。
- 所有的国家都将受益于全球框架的建立，这就导致了关于气候服务的规定要符合所有人的要求。

¹⁹ ITU-T L.1302建议书(11/2015)，数据中心和电信中心基础设施的能效评估； <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1302>。

²⁰ ITU-T L.1310建议书(08/2014)，电信设备和能源效率指标和测量方法； <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1310>。

²¹ ITU-T L.1320建议书(03/2014)，电信和数据中心电源和制冷设备的能效衡量标准和测量单位； <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1320>。

²² ITU-T L.1330建议书(03/2015)，电信网络的节能衡量和衡量标准； <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1330>。

1.2.3.2 适应气候变化情况的GFCS

气候变化全球框架的建立将为经济、社会、环境发展带来很多好处，同时，由于其提供的是有针对性的气候服务，因此将有可能更好地管理气候相关灾害的风险。例如，农业气象预报，流行病预防以及早期洪水或干旱预警，将从社会层面为适应措施提供支持。GFCS将允许联合国系统更好地帮助其成员国履行关于千禧年发展目标和可持续发展目标的承诺，并帮助他们应对新的挑战。

1.2.4 其它举措

1.2.4.1 在非洲和亚洲的协作适应举措

在非洲和亚洲的协作适应举措（CARIAA）通过作用于三个气候变化的热点区域：半干旱地区，三角洲，以及雪和冰川沉积盆地，为非洲和亚洲的高质量研究和政策性参与提供支持。三个热点区域都是大量贫困人口的居住地，他们的生计依赖于敏感的气候环境。

将热点区域作为研究不同情况下共同挑战的切入点，可能会带来新的机会和见解。每个CARIAA支持的企业集团汇集了多达五个机构，涉及来自各区域以及科学和社会经济发展各方面的专业知识，以探索自然、社会、经济和政治层面的脆弱性以及适应方案。企业集团也处理不同时间段和不同层面的气候变化——从气候变化对于居民及村落的影响到区域和全球政策。

CARIAA由国际发展研究中心（IDRC）和英国国际发展部共同实施，并在2012至2019年施行。

1.2.4.2 适应气候变化的国际研究举措（IRIACC）

适应气候变化的国际研究举措（IRIACC）是一项为期5年的（2011-2016年）研究计划，帮助脆弱人群和区域适应气候变化。

IRIACC可以增强关于气候变化以及相关应激因素的知识，并且开发适应方面的工具、技术和统一办法。该项计划旨在通过交换不同主管部门间的研究结果来制订政策，以指导关于适应的规划。

1.2.4.3 气候和清洁空气联盟

减少短寿命的气候污染物的气候与清洁空气联盟（CCAC）是一个为了具体和实质性的行动而构建的自愿性国际框架，以期加快努力减少短期气候污染物（SLCPs）。其最初的工作重点是甲烷，炭黑，和许多氢氟碳化物（HFCs），该联盟旨在通过减少短寿命的气候污染物来保护环境和公共卫生，提高食品能源安全，以及应对近期气候变化。

1.2.4.4 主要经济体能源和气候论坛

主要经济体能源和气候论坛（MEF）于2009年3月正式启动，汇集17个世界最大的排放国，推进国际气候变化磋商下的关键问题的进程。

主要经济体论坛还为开发、展示和部署可转换的清洁能源技术搭建一个重要的更广泛国际协作平台。

1.2.4.5 全球甲烷行动

GMI是一项作为国际框架的具有自愿性质的举措，其旨在促进成本效益好的甲烷回收，并使其能够作为一种清洁能源被利用。

于2004年启动的全球甲烷行动（GMI）是唯一的国际举措，通过专注于五大主要甲烷排放源：农业生产、煤矿、城市固体废物、石油天然气系统和废水，专门致力于温室气体（GHG）甲烷减排、回收和利用。该组织与其他国际协议协同合作，包括联合国的《气候变化框架公约》，以减少温室气体（GHG）的排放。不同于其它温室气体（GHG），甲烷是天然气的主要组成成分，而且可以转化为有用的能源。鉴此，甲烷的减排可以充当一种减少温室气体（GHG）排放并提高能源安全性，加快经济增长以及改善空气质量和职工安全的经济实用的方法。

GMI是一项国际性的公私合作举措，推进具有成本效益的、近期的甲烷减排和回收，并且在以下五大领域将甲烷作为一种清洁能源使用：农业生产、煤矿、城市固体废物、石油天然气系统和废水。该项目能在短期内减少温室气体排放，并且带来一系列重要的兼具环境与经济效益的好处，例如：

- 刺激当地经济增长；
- 创造新的可负担的替代能源；
- 提高当地空气和水的质量，以及相关的公共卫生质量；
- 提高工业工人的安全度。

该举措旨在通过开发工具和资源，培养和能力建设，技术示范和直接项目支持，减少项目开发的信息性、体制性和其他市场壁垒。

特别需要强调的是，所有必要的项目开发参与者，包括政府、金融机构、项目开发人员、技术供应商和其他方面都需要协同行动。

1.2.4.6 国际农业发展基金会

国际农业发展基金会的主要目标是帮助贫困农村的小农社区抵御气候变化和气候灾害的影响。该项目将通过支持与适应气候变化相关的知识创新及分享，与适应气候变化相关的方法和实践来实现该目标。加拿大国际开发署（CIDA）的支持将帮助农民减少产量损失，扩大水供应的无障碍获取，更有效地利用水资源，并建立个人与社会层面的适应气候变化的能力。

1.2.4.7 森林碳伙伴基金－准备基金

森林碳伙伴基金的准备基金（FCPF）是由世界银行管理的全球性基金，旨在帮助发展中国家努力减少因森林砍伐和森林退化产生的温室气体排放。它也促进在热带和亚热

带地区的发展中国家的森林保护，森林的可持续化管理，以及森林碳储量（储存于森林生态系统中的碳容量）的增加。

1.2.4.8 气候风险早期预警系统

强化早期预警系统是化解气候风险的复原能力的核心。作为对强烈需求的具体响应，特别是回应最不发达国家和小岛屿发展中国家在这方面的需求，法国已为气候行动所采取的适应性做法确定了轻重缓急顺序，推出了一项名为“气候风险早期预警系统（CREWS）”的举措，如今该举措已成为缔约方大会第21次会议（COP21）后行动议程不可或缺的组成部分。COP21召开后的数月内该举措得到的国际支持与日俱增。

CREWS于2016年12月12日在日内瓦召开了首次指导委员会会议。在此次会议上，法国被指定为主席国，任期一年。会议还批准了CREWS的治理方式与架构，以世界银行的信托基金和世界气象组织（WMO）内设的一个“精干”的秘书处为依托。当前，伙伴组织包括联合国国际减灾办公室、世界气象组织和世行下属的减灾和赈灾全球基金。CREWS 2016 – 2020年的初步投资计划已经获得批准。目前已经确定的六个优先项目在全球范围内已暂时得到了1646万美元的资金划拨：布基纳法索、马里、尼日尔、刚果民主共和国、巴布亚新几内亚和太平洋区域（斐济、基里巴斯、巴布亚新几内亚、图瓦卢、瓦努阿图、所罗门群岛和马绍尔群岛）。

CREWS信托基金的融资目标为到2020年募集1亿美元。各国的初始财务决定将在COP22会议前后召开的第二次指导委员会会议上做出。这确保布基纳法索、刚果民主共和国和太平洋小岛屿发展中国家（SIDS）得到1200万美元基金。

2 第2章 – 气候变化监测

2.1 地面系统

在过去几十年里，科研机构建立了遍布世界的天气观测站网络。这些站点也提供气候监测数据。许多站点汇集了时间跨度几十年的持续性天气情况记录，而有些站点只在关闭前几年处于实际运行状态。这些站点监测的数据通常包括每日最高和最低气温、降雪和24小时-总降水量，而且可能还包括如蒸发量和土壤温度等水文或气象数据。

典型的天气观测站点配备有以下仪器：

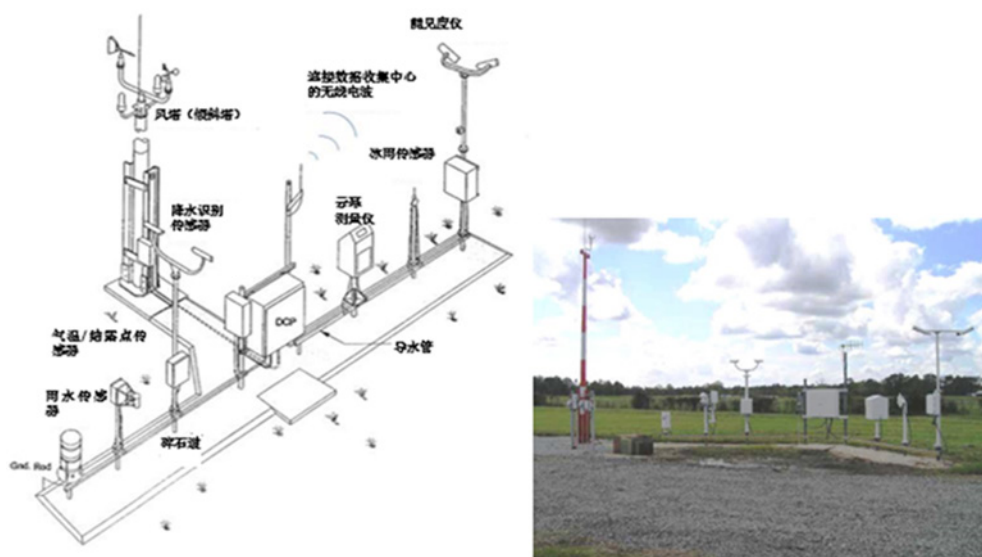
- 测量空气和海洋表面温度的温度计；
- 测量大气压的气压计；
- 测量湿度的湿度计；
- 测量风速的风速计；
- 测量太阳辐射的日射强度强度计；
- 测量一段时间内液体沉积量的雨量计。

此外，在一些机场会用到如图6所示的其它仪器，包括：

- 确定降水量的当前天气/降水识别传感器；
- 雨滴粒度分布测量器；
- 测量能见度的大气透射表；
- 测量云底高度的云幕测量仪。

更先进的站点还可测量紫外线指数、叶片湿度、土壤湿度、土壤温度、池塘、湖泊、小溪或河流中的水温以及其它数据。

图6：自动表面观测系统



全球气候观测系统（GCOS）是一种能够提供综合观测数据的长期、用户驱动型操作系统，观测得出的数据用于监测气候系统、检测和归因气候变化、评估气候差异和变化的影响，以及支持有关改进对气候系统理解、模拟和预测的相关研究。GCOS涵盖全部气候系统，包括物理、化学和生物特性，以及大气、海洋、陆地水文和冰冻圈成分。GCOS得到了世界气象组织（WMO）、联合国教科文组织政府间海洋学委员会、联合国环境署以及国际科学理事会的赞助。

观测站的选址是件非常困难的事情，而且仍需在此区域开展大量研究工作。总体原则是所选站点应当提供一直能够反映周边区域情况的数据，而站点的规模取决于气象应用。一些观测站由于选址偏远，只能长期在无员工驻守的情况下运行。此类观测站的建设成本会比较高而且必然要付出更多的检修成本。这些观测站运行所需的电力供应并不可靠，部分观测站没有可用的永久电源。因此，应当考虑电信设施的可用性。此外，也需考虑采取安全措施防范闪电、洪水、盗窃、故意毁坏等问题，当然这些站点必须能够经受得起恶劣气象挑战。能够在自动运行站点各种可预见条件下运行的供给系统的成本过高；在对某一观测站提出明确要求或设计方案前，有必要深入了解该观测站预期的工作环境。在规划初期，特别是在做出大规模设备投资前，应当对气象和技术条件的相对重要程度做出细致入微的分析，只有这样所选站址才是合适的。

由于观测站建立在技术应用基础上，因此，很显然需要对现有培训项目和必要的技术人员技能进行通盘考虑。应当依据能够满足用户需求的计划组织各种新培训项目。特别是，计划应当涵盖WMO列出的维护和校准要求，而且应当适应该系统。要求现有人员承担新职责并不总是行得通，即使他们拥有多年的传统站点工作经验，而且如果这些人对电子传感器、数字和微处理器技术或计算机知之甚少，有可能造成严重问题。有必要补充招募谙熟此类知识的新员工。观测站所覆盖不同区域的工作人员应当在设置观测站网络前就位。

对于观测站的设备制造商而言，有必要提供非常全面的运行和技术文件，以及运行和技术培训课程。通常情况下，制造商需提供两套文件：运营培训和系统使用用户手册，以及包含描述系统、子单元以及电子元件运行技术特性方面复杂文件的技术手册（包括保养和维修说明）。这些手册可被视为制造商所提供的培训项目的基本文件，而且

在制造商方面的专家不再提供协助时，上述手册应当能够用作参考资料。对一些国家而言，比较可取的做法是在能够服务周边国家的某个培训中心组织开展通用培训课程。如果此类培训中心与指定的仪器中心相关联，而且所服务各国同意使用类似标准化设备，那么它们就能够最大程度地发挥作用。

2.2 卫星系统

ITU-R RS.2178²³报告提供了用于地球观测、空间研究和射电天文的各种无线电通信应用的大量综述并描述了其对全社会的社会影响和经济利益，特别是在气候变化监控和气候变化预测以及人为和自然灾害的早期预警、监控和减灾等方面的重要作用。

卫星地球探测业务（EESS）中的航天器采用相同或功能相似的设备定期提供全球的覆盖。由此，它们提供整个全球范围内真正协调一致的数据集。这些数据集往往在时间上相重叠，从而构成跨越数十年的相邻数据集。尽管这些数据集并不能跨越数百年或上千年，它们还是可以为研究气候变化的人们提供重要的数据。

卫星是从一个单一、统一的角度提供我们星球现状概要的最佳方式。没有一种单一的航天器可提供完整的图片，但当前同步运作并共享数据的卫星群则可以为人们提供可行的全球状况的最佳评估，这些数据有以下两个目的：

- 为气候建模提供可靠、持续（相同的传感器）的数据。
- 为测量、监测气候变化及其对地球的影响提供参考。

通过卫星观测，气候学已经取得了巨大的进展。1959至1961年期间在Explorer 7卫星上搭载的辐射计使得直接测量进入和离开地球的能量成为可能。与以往的间接测量相比，此次飞行及后续的飞行使得科学家可以更有信心地测量地球的能量平衡，从而改进了气候模型。随着辐射计的改进，这些测量获得了直接观测与重大火山爆发或厄尔尼诺-南方涛动（ENSO）等短期事件相关的地球全球能量收支的摄动所需的精确度、空间分辨率和全球覆盖。这些辐射计直接测量经气候系统传输的赤道-地极热量、大气微量气体的温室效应以及云对地球能量收支的影响。这些观测加深了我们对气候系统的理解并改进了气候模型。综合使用可用的国际卫星，共享卫星数据能够更好的评估全球的状况。长期连续使用基于空间的传感器可以构建数据集，对数十年实现无缝覆盖。

在确定气候演变的50项关键数据中，26项需要通过空间观测获取。卫星数据改变了我们认识气候系统的方式，最典型的示例就是观测海平面的变化。此外，卫星还能使我们精确观测不同区域的特征和差异。

根据DocSciences²⁴部分通过空间观测能够获取的地球物理变量包括：太阳辐射照度（包括全部和部分光谱）、地球辐射平衡（入射太阳辐射通量、散射红外辐射通量、

²³ ITU-RRS.2178报告，无线电频谱的使用对于地球观测站及相关应用的重要作用及其全球化的重要性。2010年10月； <http://www.itu.int/pub/R-REP-RS.2178-2010>。

²⁴ DocSciences, SpaceSeriesNumber 1, Une nuée de variables climatiques, p.13, Centre régional de documentation pédagogique de l'académie de Versailles, 2007年6月； <http://www.reseau-canope.fr/docsciences/Observer-le-climat.html?artpage=2-3>。

云量)、大气温度、水蒸汽、臭氧、二氧化碳浓度、甲烷浓度、植被和森林覆盖率、积雪、海冰面积、陆冰面积、海面温度、海洋颜色(与浮游植物的聚集相关)等。

从事大气研究的卫星(如AURA)和支持业务气象的卫星(如欧洲的MetOp系列和美国海洋和大气局(NOAA)的极轨卫星)每天提供全球大气温度、湿度的三维剖面图以及与臭氧等少量大气成分有关的数据。尽管这些数据被输入到天气预报模型中,它们也用来定义大气的现状并提供气候模型的短期测试。

其他地面要素由不是从事大气相关工作的航天器进行监测。例如,我们注意到:

- Landsat系列(自1973年以来)和SPOT系列(自1986年以来)卫星几十年来一直在持续监测地表;
- Numbus-7和之后的DMSP系列卫星自1978年以来一直在持续监测海冰浓度;
- ADEOS-1和-2、QUIKSCAT卫星以及最近ISS上的RapidSCAT仪器自1996年以来一直在间歇性地监测海面风;
- TOPEX/Poseidon和Jason系列卫星自1992年以来一直在持续监测海面高度和温度;以及
- SMOS、Aquarius和SMAP卫星自2009年以来一直在监测土壤湿度和海洋盐度。

合成孔径雷达(SAR)和无源微波观测等其他航天器和方法补充了描述我们的星球,特别是观测极地地区(在冬季的黑暗中无法拍摄光学图像)以及有持续云层遮挡表面的地区(例如,亚马逊、中非和岛国)的能力。

RS.1883号建议书²⁵描述了星基传感器在气候变化研究中的应用。

2.3 海底系统

占据了地球表面71%面积的海洋通过调节气候变化以及改变长期气候变化的速率对地球的气候系统产生着深远影响。海洋的巨大热容和体积使其所存储热量的能力比空气高出1000倍。海洋还发挥着二氧化碳存储器的作用,当前储存的碳容量是大气中碳容量的50倍²⁶。降落到地面的85%的雨和雪直接来自海洋;相反,长期干旱是受全球海洋温度模式的影响。像厄尔尼诺-南方涛动等海洋-大气耦合作用影响着全球天气和风暴模式。海平面升高和沿海洪水系列气候变化带来的最严重影响,而突然的气候变化可能是改变了的海洋洋流影响的结果。

由于具有高热惯性,海洋对特定天气和气候相关现象的“记忆”持续一百多年,而全球大气环境对气候波动的记忆只有一周甚至更短。因此,对一周或两周甚至更长时间天气情况的预测需要海洋信息,而且尤其是在风暴条件下,即使短期天气预测也会因海

²⁵ ITU-R RS.1883-2010建议书,利用遥感系统研究气候变化及其影响。2010年2月;<http://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1883/>。

²⁶ Christopher L. Sabine和Richard A. Feely,《海洋碳汇》,美国国家海洋和大气管理局(NOAA);<http://www.pmel.noaa.gov/pubs/outstand/sabi2854/sabi2854.shtml>。

洋-大气耦合作用的影响而得到改善。预测时间跨度越长，海洋的重要性越凸显。因此，对未来几十年气候条件的预测很大程度上取决于海洋数据。

海洋的一个关键特征是其持续运动，在这一运动过程中海洋重新分配从降雨、雪和融冰中获得的热量和淡水。海洋和大气以一种虽不相同但互为补充的方式影响着全球气候，这是因为它们交换热和淡水。例如，蒸发将密度低于空气的水释放到大气中，导致能量混合后向上释放进入上层大气，从而对天气和气候产生广泛影响；相反，降雨为海洋带来淡水，使海水表层盐度和密度降低，减轻海洋的向下混合效应。冷却低层大气使大气更稳定，减轻上行混合效应，而冷却上层海洋使表面水体密度降低，增强了向下混合效应。由于此种现象的相对影响在区域差异方面表现较显著，重要的是在很多地点对海洋进行观测。在热带，伴随厄尔尼诺现象出现的海洋表面升温增加了蒸发和对流，改变着远方的降雨模式；在高纬度地区，大气诱发的海洋冷却效应是出现经向翻转环流等全球现象的一个主要因素。

在适当时间范围内对全球海洋表面及其纵深进行观测一直是个挑战。从船上对海洋进行观测的传统方法昂贵且内在地受空间和时间范围的限制²⁷。停泊和自主漂流的浮标已经彻底改变了观测系统性能而且使其有可能成为一种全球系统。天基主动式传感器利用测高法对海平面的观测及利用散射测量法对表面风应力的观测，外加利用红外和微波技术对海洋颜色和海洋表面温度的被动遥感已经确立，但在很大程度上受制于表面变量，因此，就地观测是必不可少的补充观测方法。

海洋表面之下的全球海洋温度数据主要通过系泊设备和浮标进行测量。系泊设备对于借助水柱深度在某一特定经/纬位置测量时间序列有好处。更深处洋体的大多数温度数据是使用所谓“浮标”的自由漂流海洋设备测量到的。现在海洋里有超过3000个漂流浮标²⁸。海洋漂流浮标通常置于海洋的某一特定位置而后下沉到某一预定深度，到达这一深度后做一个时间序列的水温观测，同时随着这一深度位置的洋流移动。此类浮标的一个劣势在于大多数浮标会在其表面下沉到水下5米处关闭它们的传感器以避免自身受到污染。

高频（HF）表面波海洋雷达被用来精确测量沿海水域的水流和波浪情况（海面状况）。观测带来了社会效益，包括有助于更好地理解某些问题，如沿岸污染、渔业管理、搜索与营救、海洋侵蚀、海上航行、沉积物运移和海啸探测。它们通过对海面状况和占主导地位的海浪数据的收集支持气象业务，并通过水面船只的长程传感提升海域感知能力，从而改善航运和港口的安全，确保安全的海上航行，缩短海上搜救操作的响应时间。

海洋学和海洋气候学联合委员会（JCOMM），结合世界气象组织（WMO）及联合国教科文组织政府间海洋学委员会（IOC）的专业知识和技术能力，为海洋地理和海洋气象观测、数据管理和提供服务提供了一种国际协调机制。JCOMM集合了气象和海洋社区的专业知识、技术和能力开发功能。JCOMM已经成功实施了国际合作海洋观测的Argo计划。每个Argo浮标都是一种自主、自由浮动海洋设备，它能够收集包括下潜2千米深

²⁷ Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 2007年：《观测：表面和大气气候变化》。发表于：《2007年气候变化：自然科学基础》。第一工作组向政府间气候变化专门委员会第四次评估报告提供的文稿。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约；<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter3-supp-material.pdf>。

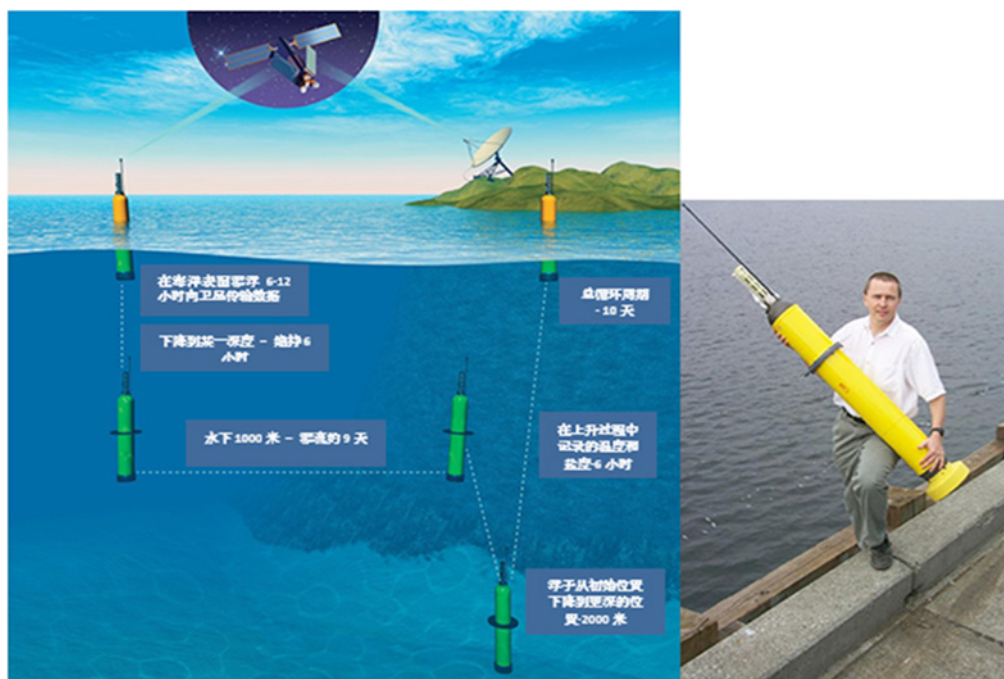
²⁸ 喷气推进实验室/NASA，海洋表面温度，<https://podaac.jpl.nasa.gov/SeaSurfaceTemperature>。

处水温等在内的垂直剖面数据，浮标每10天传输一次数据。Argo浮标工作超过四年而没有进行维修（见图7）。

如果要测量水下某一特定区域或感兴趣的领域，那么可能会用到自主滑翔机和/或前驱车。这些车子搭载有温度记录设备以及深度和盐度传感器、时钟和GPS。这些车使得科学家能够选择获取测量结果的具体路径。

季节性气候预测需要获取洋面下几十米的信息。对于代际气候预测而言，需要获取海洋深处的信息。海底电缆的使用为气候科学家提供了一种新机遇。

图7：Argo浮标的运行



国际电联（ITU）、国际海洋学委员会（IOC）和世界气象组织（WMO）在2012年末成立了一个联合任务组（JTF），该任务组的任务是制定一项测量和路线图，研发出配备有科学传感器功能的潜艇中继器，用于海洋和气候监测以及降低灾害风险（海啸）。该任务组还将分析这一领域退役报废电缆的潜在改造和迁移。JTF推出了一些出版物，介绍了技术和法律挑战方面的更详细信息以及社会机遇：

- 将环境传感器整合进新的海底电缆中的科学和社会案例，
http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-ICT-2014-03-PDF-E.pdf。
- 使用海底电缆进行气候监测和灾害预警：战略和路线图，
http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000150001PDFE.pdf。
- 使用海底电缆进行气候监测和灾害预警：机遇和法律挑战，
http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000160001PDFE.pdf。
- 使用海底电缆进行气候监测和灾害预警：工程可行性研究，
http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000170001PDFE.pdf。

2.4 机载气象系统

在全球范围内，气象气球每天发射两次，将气象遥测数据通过无线电高空测候器持续传输给地面卫星接收站。从1957年起，所有的地面卫星接收站每天都在同一时间进行探测，即00.00和12.00 UTC，尽管北美洲和欧洲的一些接收站由于预算限制，将每天的探测减少到一次。世界气象组织世界天气观测项目成员国包括那些拥有可操作化的无线电高空测候器的国家，这些国家可以自由地分享其探测数据。

高空探测有两个主要目的：研究及描述现有的天气模式，以及为短期和中期范围的基于计算机的天气预报模型提供输入。其他如：气候研究、空气污染调查、航空活动和国防应用也会用到无线电高空测候器的数据。高空探测也为卫星数据提供“地面实况”。

无线电高空测候器是一个包括三个主要成分的电子单元：一套复杂的气象传感器；信号处理电子器件以及一个无线电广播发射器，用来将探测数据传回到在接收站的接收器。气象探测数据的间隔在1至6秒不等，取决于无线电高空测候器²⁹的类型及其制造商。气象领域已被分配了两个无线电频段用于传输气象数据：400-406 MHz和1 675-1 700 MHz。ITU-R RS.1165³⁰建议书指出了这两个频段的气象辅助服务的特征及性能标准。

下投式探空仪是一种特殊的无线电高空测候器，它随着研究机的降落伞下降，并在下降过程中研究风速、气压、温度和湿度。火箭探空仪与下投式探空仪类似，但火箭探空仪是由火箭搭载以达到想要部署的海拔高度。在此高度探空仪被发射并且随着一个小降落伞漂浮到地球上。火箭探空仪到达的高度范围在20至110 km之间，火箭为探测“中层大气”提供了很好的工具，“中层大气”介于大多数飞机和无线电高空测候器探测的上限，以及最低轨道卫星探测的水平。该区域具有最大浓度的平流层臭氧。³¹

现代的无线电高空测候器探测或计算以下变量：

- 海拔高度；
- 气压；
- 温度；
- 相对湿度；
- 风（风速及风向）；
- 高海拔的宇宙射线读数；
- 地理位置（纬度/经度）。

²⁹ Dabberdt, W. F.等，无线电高空测候器，大气科学百科全书，第二版，学术出版社，2014年11月4日。

³⁰ ITU-R RS 1165-2006建议书。在403 MHz和1 680 MHz电频带的气象辅助服务的技术特征及性能标准。2006年3月；<http://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1165/>。

³¹ Daniel, R.R.，空间科学方面的概念，大学出版社，2001年5月1日。

3 第3章 – 减缓气候变化

3.1 ICT的积极和消极影响

2014年版的《有关ICT和气候变化的ITU-D报告》³²包含全球电子可持续发展倡议组织（GeSI）的《SMARTer2020报告》的成果，指出ICT碳排放可通过将ICT用于其它行业减少的排放予以抵销：

“认识到ICT部门到2011年将消耗总量达9.1亿吨的二氧化碳而且预计到2020年这些成本将达到12.7亿元的二氧化碳排放量，ICT将能够实现相当于7倍自身碳足迹（来自制造、IT基础设施和使用）的减排”。

与此同时，《SMARTer2030（2015年）报告》³³公布了GeSI取得的新成果。该成果显示，到2030年ICT有可能在全球帮助降低20%的二氧化碳排放量，从而保持2015年的排放水平并证明ICT可有效地将经济增长与排放水平的上升脱钩。

3.2 绿色ICT

3.2.1 全球ICT碳足迹

《SMARTer2020报告》预测到2020年全球的ICT碳足迹为1.27Gt，占全球排放量的2.3%，经修订后此数值进一步下调，到2030年ICT自身的碳足迹预计可达1.25Gt，或占全球排放量的1.97%。全球ICT碳足迹减少的原因在于ICT机构提升了这方面的意识和参与程度，投资于ICT公司减排，以及设备效率的提升。第3.2.2节列出了参与这方面活动的ICT机构的关键绩效指标示例。第3.2.3节所述研究显示了如何实现此类改进。

3.2.2 ICT机构的KPI

ICT机构如今在其发布的年度可持续性报告中以KPI的形式规定了运营环境绩效指标，以对各年实现这些指标的情况做出评估。表1提供了此类环境绩效评估的典型示例。³⁴

对制造商而言，其创造最大效益的关键不在于自身的运作，而在于其为客户提供的网元。表2在相同信息来源的基础上，展示了网元可持续性方面取得的重大进步。³⁵

³² ITU-D最后报告 – ITU-D第24/2号课题：ICT与气候变化，2014年1月；https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.24-2014-PDF-E.pdf。

³³ GeSI.org, GeSI智慧2030报告，2015年，第2.2章，环境-降低排放和资源消耗的同时保持增长；http://smarter2030.gesi.org/downloads/Chapter_Environment.pdf。



³⁴ 2015年人类与地球报告，诺基亚；http://company.nokia.com/sites/default/files/download/nokia_people_and_planet_report_2015.pdf。

³⁵ 同上。

表1：制造商在运营过程中跟踪环境绩效的示例

2015年的目标	2015年取得的进展	状态
与2014年相比，我们的目标是将工厂单位产出耗电量降低2%。	工厂的总体耗电量在下降，但未达到单位产出耗电量的目标值	未实现 
与2014年相比，我们的目标是降低总体温室气体排放量（范围1和2）。	办公室和工厂的温室气体排放量约下降了12%，包括采购的可再生能源。	已实现 
我们的目标是将公司全球可再生能源的份额保持在50%，但这取决于我们所在的国家是否使用可再生能源。	由认证可再生能源提供的电力份额增至51%。	已实现 
我们的目标是进一步扩大低排放团队的规模，保持相关排放低于市场平均水平	我们鼓励员工选择每公里二氧化碳排放量低的轿车并在部分最大的办公室所在地安装了电动汽车充电桩。 我们开始跟踪全球团队的燃料消耗量的排放量，以提升透明度并制定全球性的公司用车政策。我们的全球团队产生了1200公吨的二氧化碳排放量。	实施过程中 
我们的目标是降低各类操作废弃物的生成量，强化回收与分类设施以强化回收工作，同时鼓励员工加强重复利用。	与2014年相比我们产生的废弃物下降了31%，但废弃物的利用水平却不如2014年高效，利用率从95%降至92%。	部分实现 
我们的目标是降低运营过程中的用水量。	我们的用水量比2014年低28%。	已实现 
根据温室气体议定书：针对公共设施由市场确定了范围1和2		

表2：制造商跟踪如何帮助运营商以可持续发展方式解决移动数据量增长的示例

2015年的目标	2015年取得的进展	状态
<p>我们的目标是每批重大产品的能效提升15.2%。</p>	<p>我们推出了一套新产品，零二氧化碳排放基站，其中包括20多种用于Single RAN高级系列的产品和服务。这套产品使基站能耗最多可下降70%</p>	<p>实施过程中，部分超出目标</p> 
<p>我们的目标是通过创新的产品方案帮助客户降低电信网络的能耗。</p>	<p>我们在50多个案例中帮助客户降低了网络能耗和排放量。我们在2015年实施现代化改造的无线网络如今平均能耗下降了45%。在实际网络实施发行前预测测试过程中，iSON能效管理模块帮助将LTE无线网络的能耗降低了40%。</p>	<p>实施过程中</p> 
<p>我们的目标是根据欧洲电信标准署的标准实施测量产品能耗的方法</p>	<p>我们的基站目前根据ETSI的功耗测试标准进行测试。我们还测试了95%左右目前不再发展但用户仍在使用的产品。</p>	<p>已实现</p> 

3.2.3 减少ICT的能源消耗

网络数据流量正在呈几何倍数增长，一方面是因为智能手机和平板电脑被日益广泛地使用；另一方面，持续增长的终端可用应用越来越多样化和移动化。ITU-R M.2370³⁶报告表明：根据诺基亚的数据，截至2017年，移动数据流量将是2010年的85倍。此外，2017年，网络用户的数量预期也将从2010年的23亿增加到36亿。同时，全球电信网络预计将处理超过5000万亿字节的数据量。广泛使用的云服务以及应用（例如，云存储和远程软件服务）将带来可观的互联网数据流量。所有这些因素将为网络（访问、核心、传输）和数据中心带来更多资源。未来，所有信息通信技术领域的参与者如果想保证经济和环境的可持续，必须控制互联网的能耗。

Revue de l'Electricité et de l'Electronique³⁷期刊讨论了两项近期的研究表明：尽管未来几年内数据流量及应用可能会大幅增加，但电信网络可以做到可持续化，只要在网络架构和组件的演变中应用了正确的策略。

第一种方法包括一款知识分享型应用—G.W.A.T.T（全球网络能耗情况研究），它可以通过网络（www.gwatt.net）接入。它是由贝尔实验室研发的，这个互动型工具提供了端到端的宏观视角，以及一种简单的方法去测试目前电信网络和它在未来几年演变过程中的能耗；同时它也展示出架构和技术选择的积极（或者消极）影响。贝尔实验室正在通过结合最新的流量演变预测数据以及新的可用技术来继续开发此工具。因此，它是一个量化任何创新产生的增益的评估工具，同时它也依据基准来衡量这些增益。

研究展示的第二种方法是“绿色沟通”联盟，该联盟成立于2010年，于2015年6月18日结束了其使命，其提交的结果显示：到2020年，网络能源效率将有可能提高1000倍。该研究，被整合在一篇名为“绿色测量”³⁸的文章中，证明了通过结合新技术、网络架构和新的组件、算法和协议，在2010的基准上实现固定接口、移动接口和核心网络减少能耗的可行性。更具体地说，该研究总结了以下几个结论，这些结论在忽略实际可行性限制的理论网络下可能实现：

- 将移动无线电网络接入效率提高10 000倍；
- 将光固定接入效率提高254倍；
- 将核心网络效率提高316倍。

值得注意的是，以上数据在网络技术效率（以每比特传输所需焦耳计算）方面还考虑了源自摩尔定律的“照常”的改进原则。当然，这些能效的提高并不意味着现有的电信服务能耗的成比例减少。为了确定这些消耗，还必须考虑流量增长，网络规模，实际网络负载量以及对于新技术的投资。

这些结果表明在未来几年内，显著增加的信息通信技术的使用可以被可持续化地管理，并且，通过在研发和网络部署方面正确的投资，未来的网络能源足迹不会比现在更

³⁶ ITU-R M.2370报告，2020年-2030年国际移动通信流量预测，图12。

³⁷ Richard, Philippe, Comprendre les défis énergétiques des technologies de l'information et de la communication, La Revue de l'Electricité et de l'Electronique, N° 4, 2015。

³⁸ 绿色沟通，“绿色测量白皮书”，2015年。<https://s3-us-west-2.amazonaws.com/belllabs-microsite-greentouch/uploads/documents/White%20Paper%20on%20Green%20Meter%20Final%20Results%20August%202015%20Revision%20-%20vFINAL.pdf>。

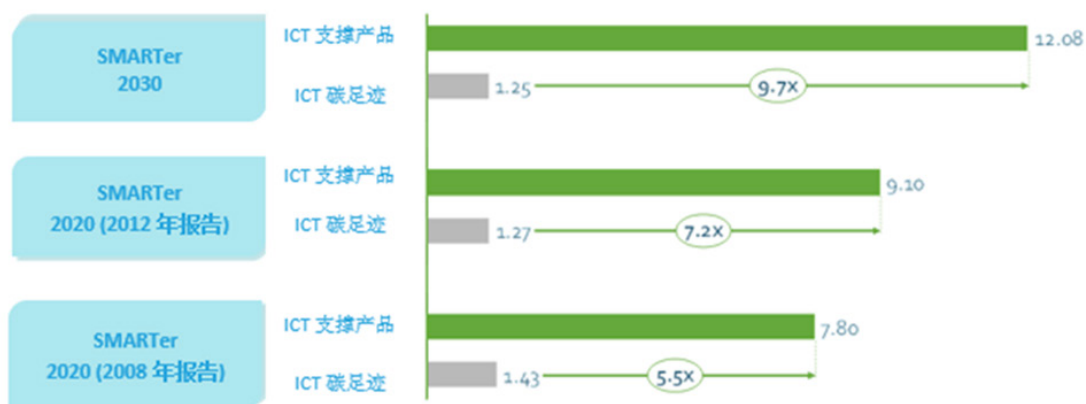
多。这使得信息通信技术成为一个非常稀有的领域，在这里，可以不提高自身生态足迹而活动的强劲增长，与此同时，信息通信技术行业也为其他行业³⁹生态足迹的减少做出了主要贡献。在所有这一切中，G.W.A.T.T.软件为提出的方案的相关性提供了快速评估。

3.3 ICT为减少温室气体排放所做的贡献

取自SMARTer2030报告的图8总结了利用ICT为各经济部门提供支撑带来的总体益处，内容横跨2008年首次发布的SMART2020报告到最新的SMARTer2030报告。

图8：ICT给各经济部门所带来效益评估的不断演进

2020年和2030年的ICT效益因素



来源：WRI、IPCC、GeSI、SMARTer2020、埃森哲咨询公司的分析和二氧化碳模型。

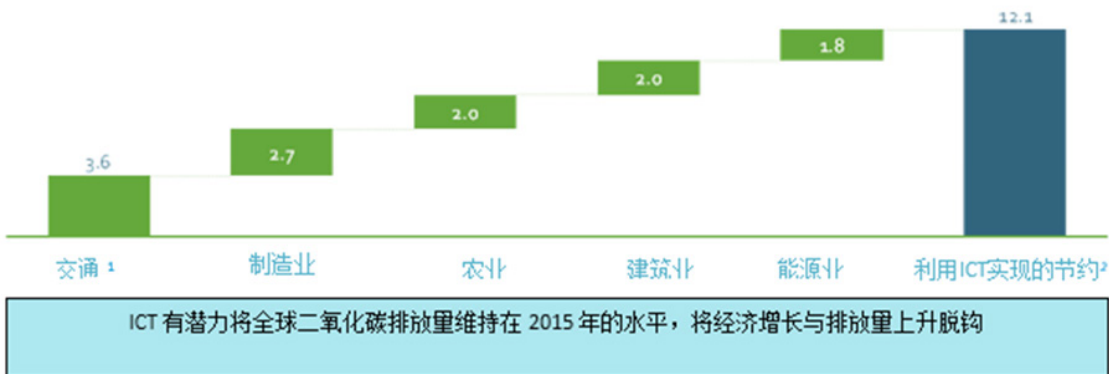
3.3.1 有关的工业部门

2030年全球减排12Gt CO_{2e}，是八个经济部门：交通与物流、制造、食品、建筑、能源、工商、医疗与教育，为缓解全球排放问题做出的贡献。同样取自SMARTer2030报告图9，展示了每个部门潜在的减排水平。

³⁹ <http://www.GeSI.org>，全球电子可持续发展推进协会（GESI）智慧2030报告，2015年；http://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf。

图9：经济部门的潜在减排量

按部门统计的潜在减排量 (Gt CO_{2e})



1 智慧交通方案不仅考虑到提高驾驶的效率，亦考虑应降低卫生、教育、商业等行业的差旅需求。

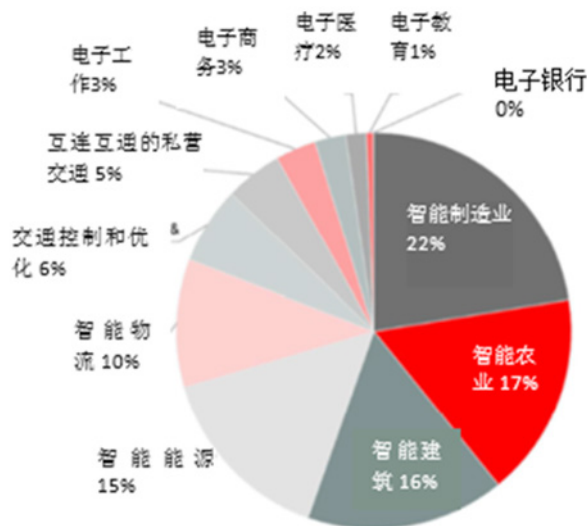
2 12利用ICT实现到2030年减排12 Gt CO_{2e}的目标包含因将可再生能源纳入电网而减排的2 Gt CO_{2e}。在2030年常规排放预测中，政府间气候变化委员会（IPCC）已考虑到利用可再生能源降低CO_{2e}排放量的潜能。因此，在IPCC所做2030年排放预测的基础上，通过ICT的实现的CO_{2e}减排量为10 Gt CO_{2e}。

来源：WRI、IPCC、世界银行、GeSI、埃森哲咨询公司的分析和二氧化碳模型。

3.3.2 ICT在提高可持续性方面的应用

《SMARTer2030报告》预测的到2030年全球减排12Gt CO_{2e}是基于对十二个ICT使用案例所体现出的ICT赋能作用的分析。图10展示的是这十二个案例各自具备的潜能。

图10：十二个ICT使用案例



来源：WRI、IPCC、世界银行、GeSI、埃森哲咨询公司的分析和二氧化碳模型。

3.3.3 智慧城市的案例

现已明确证实，地球正在经历在某种程度上由人类活动引起的气候变化。这些活动包括工业、住房和涉及能源消耗高、产生温室气体排放和浪费自然资源的生活方式。同时我们也注意到，居住或即将居住在城市的世界人口比例越来越大。这意味着城市必须解决环境、组织和社会方面的挑战。ICT技术在一些领域的发展，如传感器和其它连接对象、网络、存储和每个大体积数据的处理，以及强大的移动终端的普及，让人们看到了一个城市模型，那就是所有基础设施、人员，并且扩展开来还有所有的日常用品，都被连接，并能够产生和处理反馈数据。

在这种（超）连接城市的情况下，便有可能可以基于五大技术支柱—搜集、传输、处理、保护和由此产生的数据的开发，来设想创新的数字服务。这些服务将使我们能够优化城市及其基础设施的运作（电信、运输和移动、水、废弃物处理、能源以及其他），这可能意味着资源的动态调节。智能电力网络（“智能电网”）旨在保持不同的能源生产的来源、中央或地方，以及电力消费者之间的平衡。电网的这种演变能够整合可再生能源，特别是在高峰时段能够更好地按需管理。ICT技术也有助于使住宅能耗更低（使用家庭自动化、传感器等），并且能够使消费者连接可以监控自己的消费和自己的生产的工具，以选择重新分配。这种优化的其他例子也可以引用在水管理和废物回收利用领域。无论是使用单独仪表分析水、天然气或电力、还是使用用于提供泄漏、质量或流量反馈信息的传感器，这些系统的目的在于节约资源、检测质量和确保用户的健康。同样地，在分类垃圾桶中安装的体积传感器已经使一些城市得以预测填充率，从而优化废物回收（频率、数量和卡车的大小等）。

对于城市的这一以技术为中心的方法，不管是作为较高层次上所采取城市政策的被动旁观者，还是作为演变过程中的执行者，都不可让我们忽视这个发展的目标之一就是要把公民放在关注的中心。通过与自愿政策相关的ICT技术所提供的机会，已经允许公民通过互联网或移动应用程序（多人参与制作或“众包”）的参与平台，积极参与本次协同（或集体）智能。政策创新也成为可能。一些城市，例如巴黎和格勒诺布尔，已经为人民自己提出并通过的项目确定了投资预算。在第一轮中，巴黎人提出了超过5 000项目建议共计7500万欧元，占城市投资总预算的5%。有趣的是，在一个令人愉快的环境中，生活质量和安全是公民们最关注的问题。

公众渴望更好的城市生活质量。这包括许多方面的因素，例如压力、城市生活中各种消极的方面，有形的（道路交通、公共交通拥挤、噪音污染和空气质量）或无形的（暴露于电磁辐射）、获得更好的服务（管理和运输），以及有利于人民安全健康和财产安全的更好的自然环境和城市条件，等等。

这种机器和公民的高度连通以及技术服务的地域集中意味着会产生存在地理因素或其他、时效性强或不强的海量数据需要被存储、分类、处理、确保安全、使用和追踪，这些数据或来源于公共资源（社区和政府），或来源于私人资源（公司或公民个人），抑或仅仅是“免费的”（“开放资料”）。对于所有这些数据（基础设施和操作流程）的管理规划，确保优化利用以产生有效决策和更大利益是至关重要的。每个城市都是独一无二的，有着自己的历史和对美好生活的目标。这便是关键的一点—我们可以受益于数字技术的贡献，而不需要改变城市的特性。

对于数字业务，设计解决方案的新机会不断涌现，这将使无线电网络的容量扩大100倍，甚至1000倍，并且能够在连接数百亿对象的同时减少几十倍的电力消耗。为满足日

益增强的高速移动通信需求，对频谱资源的要求不断增加，创新型频谱管理对确保具有不同通信要求的不同网络的优化利用至关重要。见最后报告[第9号决议有关频谱管理的研究]。

通信协议应专注于解决方案，旨在使设备的辐射功率、电力消耗、频谱消耗和某些国家的暴露于电磁辐射的等级之间达成一个折中的协议。例如，欧洲Lexnet研究项目（<http://lexnet-project.eu/>）寻求工程解决方案，通过加入小单元实现网络容量增长的优化，同时降低排放水平和个人平均暴露于电磁辐射的时间。

如果我们想要成功地将城市改造成一个“智能”的城市，除了设计一个连通的城市，在设计这个可持续发展的城市过程中（当选领导人、技术专家和公民之间）的协作便是第二个关键的挑战。例如VIVAPOLIS便是法国政府的一项举措，涉及了一些在努力构建可持续发展的城市方面非常活跃的行业。结果是，两项创新性举措已于近期实施。法国数百家公司联合在一起分为两组研究关于存在不同特点和限制因素的城市发展的两个项目。首先是阿斯塔纳，一个需要应对大陆性气候极端变化的新城市。第二个被研究的城市是智利的圣地亚哥，该城市面临着严重的移动和污染的问题。这种高度创新的公共举措的成果是创建了两个3D可持续发展城市的模拟器，其中一个项目⁴⁰拥有客观的政策愿景，为可持续发展的城市分配大约100个指标并分成11个“关键类别”。在分析了城市现状并与所有城市服务商与相关负责人开展合作的基础上，提出了两个城市项目，模拟城市运作的200个技术解决方案的有效作用。

于2015年创立的ITU-T第20研究组旨在探讨物联网（IoT）技术的标准化要求，初期将侧重于智慧城市和社区的IoT应用。

⁴⁰ 见：<http://www.siradel.com/fr/santiago-des3ado-siradel-et-ses-partenaires-presentent-le-simulateur-de-ville-durable>。

4 第4章 – 适应气候变化

4.1 ICT设备适应气候变化

本段中的信息摘自国际电联2014年有关“[恢复之路：信息通信行业对气候变化的适应](http://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/Documents/Publications/Resilient_Pathways-E.PDF)”。⁴¹此报告确定了ICT行业遭受的主要气候变化影响，并提出了如下适应性措施：

- “即便不是为全部服务区也要为大多数服务区提供骨干网络冗余，且在各类极端气候条件下均要具备复原力；在大面积电网断电的情况下提供可靠的电力备份和充分的燃料。
- 尽可能将通信基础设施与电网基础设施分离，并令二者均具备强健性、复原力和冗余度。
- 通过在蜂窝台提供备份电力，例如发电机、太阳能电池组和能够替代失能塔台的”移动蜂窝”，尽量降低断电给电信业务造成的影响。提高延长备份发电机运转时间所需的燃料存储能力。
- 修剪电力和通信线路附近的树木以防止断电，保留备份电线杆和电线以便在此类设备遭受破坏时迅速替换，在暴风雨到达前让应急抢修人员做好准备。
- 在技术和经济可行的情况下将电信线缆埋入地下，并确保它们已做好恰当的防水保护。
- 用低功率的无线方案取代最易受气象影响（例如客户引入线）的有线网络部分。
- 重新部署装有电信基础设施的中心局、远程终端的关键基础设施、蜂窝塔等，并将供电设施移出未来的洪泛区，其中包括海平面上升和沿海暴风浪涌威胁与日俱增的沿海地区。
- 在客户端提供更多备份蜂窝电话充电方案，例如轿车充电器，同时创建一个标准化的充电接口，允许任何电话随意使用任何充电器充电。
- 评估、开发并扩充有可能增强冗余和/或可靠性的替代电信技术，包括自由空间光网（使用光而不是物理连接传输数据）、电力线通信（通过电线传输数据）、卫星电话和业余无线电。
- 重新评估行业绩效标准，对各类电信业务采用适当且更加统一的监管，实现统一执法，包括将自愿向监管机构上报断电信息改为强制上报。
- 为低密度的农村地提供高速宽带和无线业务，以提升脆弱的边远地区的冗余和分集水平。
- 全面评估整个电信行业在目前气候风险下的复原能力，包括各种复杂的情况。将此评估扩展到未来的气候预算以及电信行业可能的技术进步。这其中就包括对电信与电力行业在相关的脆弱点上抱团取暖的评估。为将二者分离并提高各自的复原力提供方法和激励措施。

⁴¹ http://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/Documents/Publications/Resilient_Pathways-E.PDF。

— 为改善极端气候事件下的公共安全并继续提供通信服务采取措施”。

更多详细信息亦可参见ITU-T L.1502（11/2015）建议书，《调整信息通信技术基础设施，以适应气候变化的影响》。⁴²

下述几段汇报了日本和非洲在适应气候变化方面的经验。

4.1.1 KDDI在日本的经验

作为一般的电信运营商，应该在电信服务的系统和设施的耗电量减少方面投入更多的努力，也应减少二氧化碳的排放量。移动基站（“基站”）产生的电力消耗约为整个KDDI的60%，因此减少基站的耗电量是减少能源使用的关键。KDDI已经通过多种措施减少耗电量，例如：缩小基站规模以及引进自由冷却的基站设备。应用专利技术的新基站已经为了实现下一代节能而建立。新基站与没有应用新技术的基站相比，预期可实现20%至30%的节能与二氧化碳减排。

同样重要的是灾害准备。鉴于在2011年日本的大东海地震中，沿海区域的通信基础设施（包括多达14000个移动基站）受到严重损坏，在开始的几个星期，通信能力基本丧失。此外，服务方面的严重损失是由包括电池在内的停电造成的。此项新技术预期能保证移动基站运行更长时间。

4.1.1.1 电能控制技术

新电能控制技术通过控制提供给基站的三种能源，而实现了最大效率。这三种动力源为：(1) 太阳能电池板产生的电能，(2) 夜间充电的商业电池的电能，以及(3) 商业源的电能。在天气情况好的时候，太阳能电池板可以为无线设备提供充足的电能，过剩的电能被储存在电池中。日落之后，基站设备由电池供电，深夜的时候，电池也靠商业能源来充电，因为此时电费会下调。

这项技术的一个核心特征是来自太阳能电池板的电能被供给直流电单元，其连接着整流器、电池和基站设备。由太阳能电池板产生的直流电（DC）逐渐被转化为交流电（AC）之后，供给家用电器、照明设备等。尽管很多信息通信技术（ICT）设备（直接靠直流电运行的电器），其使用的直流电最初由设备内部的商业交流电转化而来。在使用太阳能发电的时候，电流被转化了两次，即，从直流电转化为交流电，之后再转化为直流电，结果造成大量的电能损耗。新电能控制技术直接将直流电组件与直流电源连接来减少转化过程中的损耗，因此由太阳能电池板产生的绿色电能可以被高效利用。未来，由太阳能电池板产生的电能预计会增多。在新系统中，由太阳能电池板产生的过剩电能可以为电池充电而非流向网络。

4.1.1.2 操作原理

为了实现电能控制，传统的基站增加了太阳能电池板，电能控制单元和具有整流器的输出电压控制单元，如图11所示。该设备可以安装在操作基站。

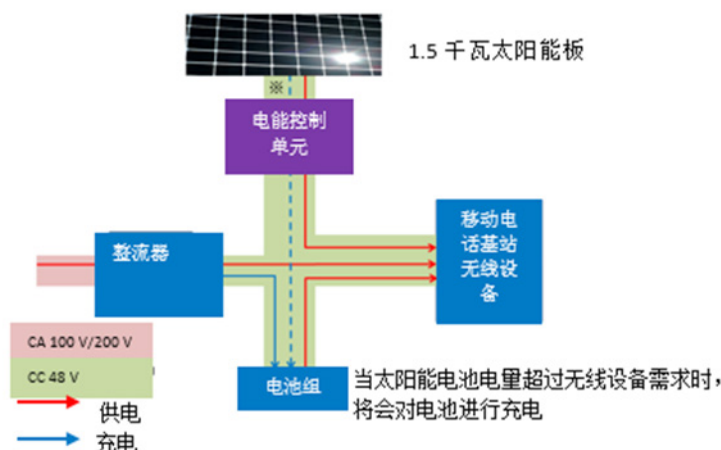
⁴² ITU-T L.1502建议书（11/2015），调整信息通信技术基础设施，以适应气候变化的影响；<https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1502>。

一些电力公司在非高峰期提供了一个折扣价格计划，在该计划中，相同数量的电能可以用较低的价格获得。在非高峰期间，水电的活动率高于其他时间，有助于降低CO₂（一种温室气体）的排放量。

在自然灾害中，可能会发生停电现象。为了保持基站在这种事件中的持续运行，传统基站安装了可充电铅电池（二次电池组）作为备用。通过新电能控制技术，商业电能可以在深夜为电池充电，由太阳能电池板产生的过剩电能也能用于基站设备。为了适应这种使用模式，电池必须配备高性能的充电/放电性能。更小、更轻的锂离子电池的使用正在被探索。

下面是对于输出电压控制功能操作原理的一种解释。当整流器的电压下降时，电池的相对电压上升，由此将来自电池的能源供应给无线设备，并且降低商业电能供应的使用。当太阳能电能增加时，电能控制单元的输出电压上升到高于电池电压的水平，同时也增加了从太阳能电池板到无线设备的电能供应。当电池放电时，电压下降，太阳能电池板的电能用于给电池充电。另一方面，当太阳能电池板电能减少时，电池供应的电能比例增加。当电池电压持续下降时，商业电能供应上升。通常情况下，太阳能电池板在天气情况较好的白天会产生大量电能，日本关东地区的太阳能电池板发电的额定功率为平均每天三小时。因此，每天1.5 kWh的太阳能电池预计能产生4.5 kWh的电能。

图11：配置图



4.1.1.3 结束语

为了评估该技术的可用性和扩展性，从2009年12月开始，新电能控制设备开始在商业基站和场地试验安装。试验在全国范围内的10个地点进行，在考虑到环境条件，如地理和气候的基础上，确定最佳的太阳能电池板的安装方法及电源配置。

对于移动运营商来说，在任何时候，即使是紧急情况下提供尽可能持久的通信服务是非常重要的。KDDI安装了额外的电池组来保证在这样的情况下服务能持续工作至少24小时，同时，它还在超过100个移动基站安装了新电能控制设备，以提供高服务可用性和绿色的信息通信技术。

4.1.2 Orange公司在非洲的经验

在全球范围内，信息通信技术（ICTs）的消耗占据了大约2%-3%的总能耗。对于全球能源来说，这可能是很小的一部分，但是降低信息通信技术消耗为平衡其在各细分部分（终端、网络，数据中心）的增长提供了必要的杠杆，这些增长由以下原因产生：

- 连接实体（私人商业，公共实体，协会组织）以及连接的物体数量的增长；
- 增长连接使用，增长连续连接时间，垂直部门服务的数字化转化及应用；
- 增长的地理覆盖范围及覆盖率。

举例说明，Orange SA 提供了有趣的可能性策略，从2006年开始，Orange SA用太阳能为移动网络无线电基站充电。在一些有关国家—塞内加尔、科特迪瓦、马里、尼日尔、马达加斯加、几内亚、喀麦隆，仅举这几例—利用太阳能的方法在减少化石燃料消耗（柴油发电机）方面尤其有效，同时还能解决农村或沙漠地区缺乏电网网络或电网网络质量很差的问题。⁴³

（油基的）化石燃料消耗没有完全祛除。的确，用太阳能为移动网络无线电基站供电，在夜间或天气情况不好（低UV指数）的时候使用电池，可通过柴油混合的方法提供一些电能。一种显著的节能方式包括淘汰空调系统，并随后淘汰逆变器（用于为制冷压缩机电机提供所需交流电）。这种简化和转化至直流电的方法会大幅降低能耗，使纯净的太阳能或者混合动力成为非常合算及最可靠的解决方法。

在2015年底，已在移动无线网络内部署了2 600个太阳能基站，现在仍在运行中：其为农村和沙漠地区⁴⁴的无线电中继器提供太阳能。这些基站每年产生18GWh可再生能源。每一个基站每年尽量节约1300升燃料，除了给无线电基站供电，它们每年还多产生25%的电能，可用来弥补电站周边地区电力网络的匮乏。这些冗余电量可为学校或医疗中心等供电，服务于周边的村庄。可通过多种方式使用这些冗余电能。

基站密切追随标准化的进程。的确，Orange公司参与了很多ITU-T第5研究组的工作，与欧洲电信标准化协会合作制定标准，确保大规模和安全地开发可再生能源，同时降低能源消耗，以及减少使用直流电带来的问题并且逐渐淘汰交流电。

Orange子公司追求以可持续的方式部署太阳能电站。这些解决方法，根据发展中国家的情况设计，可应用于其他电能供应是一项关键性因素的环境条件。

图12展示了一个移动无线网络太阳能站供电的站点。

⁴³ D. Marquet、M. Aubrée、S. L. Masson、A. Ringnet、P. Mesguich and M. Kirtz、 “Orange集团最初一千个经优化的太阳能BTS基站”， 2011 IEEE第33届国际电信能源大会(INTELEC)，阿姆斯特丹，2011年， pp. 1-9; <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6099814&isnumber=6099710>。

⁴⁴ 同上。

图12：塞内加尔移动网络站点的太阳能站



4.2 工业部门适应气候变化

气候变化的影响在各个工业部门内不尽相同。地理位置、受气候影响的程度和脆弱性造成了适应策略上的差异。

下表摘自ITU-T L.1501（12/2014）建议书⁴⁵，各国利用ICT适应气候变化效应的最佳做法。该建议书提供了气候变化及相关影响指标的指标清单，列举了利用ICT适应气候变化的实例。

4.3 农业部门适应气候变化

保障食品安全及为世界人口提供有营养的食物是当今面临的最紧急挑战之一。考虑到到2040年，全球人口预计超过90亿，气候变化效应已经影响了全部区域的食品安全，食品系统的生产能力及产量必须提高。

⁴⁵ ITU-T L.1501建议书（12/2014），各国利用ICT适应气候变化效应的最佳做法；<https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1501>。

表3：部分气候变化指标和利用ICT适应气候变化的实例

气候变化的指标 (趋势)	造成观测所发现 趋势的原因	生态系统的变化	对农业的影响	对经济系统的影响	对公共健康的影响	ICT的使用 (包括 部分实例)
地表温度的变化 (全球升温)	森林退化、工业化、化石燃料的使用，导致温室效应增强。	变化出现在：种群分布、植被覆盖、冰川加速融化、气象模式变化、生物地球化学周期、森林火灾、入侵物种的侵占。	干旱、环境变热造成的减产(威胁粮食安全)、在水草和虫害面前更加脆弱、灌溉支出增加。	对降温设备所需能源投资增加、水供给的需求增长、从干旱地区向湿润的土地迁移。	致病原因发生变化(温度上升使某些毒株或细菌更为活跃，从而造成流行病爆发)、热浪的袭击、由于农业减产造成的饥荒。	使用由气象卫星、地球观测卫星等构成的全球观测系统(GOS)记录地表温度变化，以保存相关记录并预测可能的灾害事件；利用无线电话和移动网络改善与农民的沟通；用于监测森林退化的地理信息系统(GIS)；移动卫生管理系统。
海平面上升	气温上升(全球变暖造成)。	沿海洪灾、洪水、海岸线遭侵蚀、湿地洪灾、咸水侵入地下水、咸水系统的流失、沿海土地下沉。	沿海地区受到影响。	为防止沿海地区遭破坏和防止洪水以及洪灾后生态系统重建投入更多资金。	影响沿海地区的社区、洪灾的风险、沿海地区财产遭破坏、溺亡的风险上升。	利用卫星测高监督和记录海平面上升(记录所有异常现象)，从而帮助预测灾害的发生以避免生命财产损失。
降雨量的变化	水循环的变化(由于大气中的气温出现突然变化)。	降雨增加可能会造成径流、土地滑坡、土地侵蚀、植被覆盖变化、栖息地遭破坏。降雨减少会引发干旱、增加森林火灾的风险、造成地下水位变化。	降水增加可能增加产量，但亦存在洪水风险，从而导致农作物在收割前被破坏。降水减少会导致干旱，从而造成产量下降。	水供应减少和在降水减少的情况下过度依赖地下水供应。发生洪水情况下需要资金投入。	水传播疾病的风险、静止不动的水源成为致病寄生虫的繁殖地、暴雨导致丧命。	测量并保存季节以及月降雨/雪/冰雹记录(GOS, 全球电信系统)；将GIS用于洪水风险管理；通过无线电话和移动系统提高农民的认识水平；使用地理信息系统和全球定位系统(GPS)确定新的淡水资源；

表3：部分气候变化指标和利用ICT适应气候变化的实例（续）

气候变化的指标 (趋势)	造成观测所发现 趋势的原因	生态系统的变化	对农业的影响	对经济系统的影响	对公共健康的影响	ICT的使用(包括 部分实例)
沙丘移动/迁移	干旱、气温上升、侵蚀、森林退化。	侵蚀, 栖息地结构的变化, 土壤养分的流失。	影响沙漠农业系统。	沙漠农业系统需要灌溉体系, 因此防止土壤流失需对沙漠灌溉系统进行大量投资。这方面的课题主要涉及旅游和交通。	沙尘暴使哮喘和其他呼吸系统疾病变得更加严重。	使用卫星图像、GPS监测和预测沙丘运动。
冰川融化	地球表面温度升高(全球变暖)。	洪灾增加、冰川体积减小、侵蚀导致土壤养分流失。	农田径流、土壤退化, 产量下降。	洪灾区的栖息地灾后重建需要资本投入。	受洪水影响的社区, 缺乏淡水供应。	卫星系统(GIS, GPS)记录冰川运动和冰川损失的质量, 以帮助预测洪水和径流;
富营养化水平	森林退机会使土壤暴露于侵蚀剂, 导致土壤流失并进入附近的水体, 造成藻类过度生长。	藻类大量繁殖、水生生物死亡增加了生化需氧量(BOD)。	土壤覆盖和营养物质流失、农作物产量下降、缺乏可用于灌溉的洁净水。	最高持续产量(MSY)下降。	水生食物供应减少, 水产食物供应受到污染。	跟踪和记录污染源, 测量并保存毒性水平的记录, 同时提高渔民在这方面的认识。
森林火灾	地球表面温度升高。	栖息地遭破坏、物种灭绝的风险、植被覆盖减少、颗粒物排放增加。	给附近的农业区造成破坏。	增加对栖息地重建的投资。	哮喘, 支气管炎和其他由颗粒或雾霾引起的呼吸障碍。	记录并保存卫星图像(GIS, GPS), 使用移动通信提供紧急通信服务。
水污染	未经必要的处理便将工业废水和污水排入水体	水生生物死亡, 生物/BOD增加	土壤污染、作物破坏、产量降低。	需投资处理来自污染源的水。	水传播疾病、生物累积作用。	监测工业活动、智能计量、定期测试水样, 通过信息技术给予受污染水体周围社区的居民提供充分的信息。

表3：部分气候变化指标和利用ICT适应气候变化的实例（续）

气候变化的指标 (趋势)	造成观测所发现 趋势的原因	生态系统的变化	对农业的影响	对经济系统的影响	对公共健康的影响	ICT的使用 (包括 部分实例)
水土流失	森林退化	土壤覆盖流失, 营养物质可用性降低, 植物覆盖丧失。	减产, 珍贵的土壤覆盖流失。	园林绿化方案的投资。	呼吸系统疾病。	使用GIS, GPS系统监测和记录土壤变化。
空气污染	工业化、垃圾填埋场排放、废物焚烧、化石燃料燃烧。	全球变暖、气象模式的变化、雾霾、酸雨、土壤污染。	由于气象模式、降雨量和土壤酸化导致产量降低。	酸雨影响地区的重建和城市建设。雾霾对交通和运输的影响。	呼吸系统疾病, 神经系统损伤, 癌症, 皮肤刺激, 头痛。	利用GIS绘制交通污染源图, 空间分析技术。

为了强调农业应出现在国际应对气候变化项目议程上的需要，国际层面上成立了很多联盟并实施了很多举措，这些联盟和举措的目的是保障减缓和适应气候变化效应相关措施的实施，鼓励相关的研究以及制定相应的政策来应对各种挑战。这些联盟和举措包括：全球气候智慧型农业联盟、土地解决方案、全球农业温室气体研究联盟以及20x20举措。

在所有这些项目中，尤其值得注意的是全球气候智慧型农业联盟（GACSA），它是一个自愿成立的联盟，由农民管理，这些农民同时聚集了众多相关人士，来支持在食品和农业系统方面的气候智慧型方法的实施和整合。

该联盟作为世界农民组织成立于2014年9月23日的联合国气候峰会上。世界农民组织已经表示支持GACSA举措，并把它作为其气候变化政策的支柱。截至2016年8月，GACSA有144位成员。

有几个组织建议，可持续农业在国际层面上应被解释为农业生态的同义词。

不幸的是，现在的农业生态包括在农业活动中以及普遍的农业操作方法拒绝使用土壤添加剂。这使得参与像GACSA这样的举措变得十分重要，以通过联合国与现代农耕方式对应的预测决策，确保把制度落实到位。

4.2节中的**表3**阐释了气候变化对农业的各种影响之间的关联以及在适应这些影响过程中使用ICT的实例。

Abbreviations and acronyms

Various abbreviations and acronyms are used through the document, they are provided here.

Abbreviation/acronym	Description
AC	Alternating Current
ADEOS	ADvanced Earth Observing Satellite, also known as 'Midori' in Japan
AURA	A multi-national NASA scientific research satellite studying the Earth's ozone layer, air quality and climate. The name "Aura" comes from the Latin word for air.
BBC	British Broadcasting Corporation
BoD	Biochemical Oxygen Demand
CARIAA	Collaborative Adaptation Research Initiative in Africa and Asia
CCAC	Climate and Clean Air Coalition
CIMGC	Interministerial Commission on Global Climate Change (Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima) (Federative Republic of Brazil)
CO2	Carbon dioxide
COP	(United Nations) Conference of the Parties (on climate change)
CREWS	Climate Risks Early Warning Systems
DBS	Direct Broadcast Satellite
DC	Direct Current
DMSP	Defense Meteorological Satellite Program
EAS	Emergency Alert System
EE ETSI	European Telecommunications Standards Institute Technical Committee on Environmental Engineering
EESS	Earth Exploration Satellite Service
ENSO	El Niño-Southern Oscillation
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility
FEMA	Federal Emergency Management Agency
GACSA	Global Alliance for Climate-Smart Agriculture
GCOS	Global Climate Observing System
GeSi	Global e-Sustainability Initiative
GFCS	Global Framework for Climate Services
GHG	Greenhouse gas(es)
GIS	Geographic Information System

Abbreviation/acronym	Description
GISS	(NASA's) Goddard Institute for Space Studies
GMI	Global Methane Initiative
GOS	Global Observation System
GPS	Global Positioning System
GWATT	Global What-if Analyzer of neTwork energy consumpTion
HF	High-Frequency
HFC	Hydrofluorocarbons
ICT	Information and Communication Technologies
IDRC	International Development Research Centre (Canada)
IEC	International Electrotechnical Commission
IFAD	International Fund for Agricultural Development
INTELEC	International Telecommunications Energy Conference
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission
IoT	Internet of Things
IPAWS	Integrated Public Alert and Warning System
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRIACC	International Research Initiative on Adaptation to Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
ISS	International Space Station
IT	Information Technology
ITU	International Telecommunication Union
ITU-R	ITU Radiocommunication Sector
ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector
JCOMM	Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology
JTF	Joint Task Force
KPI	Key Performance Indicator
MCIT	Ministry of Communications and Information Technology (Arab Republic of Egypt)
MEF	Major Economies Forum (on Energy and Climate)
MetOp	(EUMETSAT's) Meteorological Operational satellite Programme
MHz	Megahertz
MSIP	Ministry of Science, ICT and Future Planning (Republic of Korea)

Abbreviation/acronym	Description
MSY	Maximum Sustainable Yield
NASA	National Aeronautic and Space Administration (United States of America)
NOAA	National Oceanographic and Atmospheric Administration (United States of America)
NTC	National Telecommunications Corporation (Republic of the Sudan)
QUIKSCAT	(NASA's) Quick SCATterometer (satellite)
PUC	Public Utilities Commission (Belize)
R&D	Research and Development
RapidSCAT	(NASA's) Rapid SCATterometer (on the ISS)
SAR	Synthetic Aperture Radar
SDARS	Satellite Digital Audio Radio Service
SLCP	Short-Lived Climate Pollutants
SMAP	(NASA's) Soil Moisture Active Passive (satellite)
SMOS	(ESA's) Soil Moisture and Ocean Salinity (satellite)
SPOT	(European) Satellite Pour l'Observation de la Terre
TOPEX/Poseidon	NASA's and CNES's TOPographic Expedition (to measure ocean surface topography)
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
USD	United States Dollar
UTC	Coordinated Universal Time
UV	UltraViolet
VIVAPOLIS	French governmental initiative involving industries that are very active in efforts to construct sustainable cities
WEA	Wireless Emergency Alerts
WMO	World Meteorological Organization
WRC	World Radiocommunication Conference
WRI	World Resources Institute

Annexes

Annex 1: Country experiences on monitoring/mitigating climate change

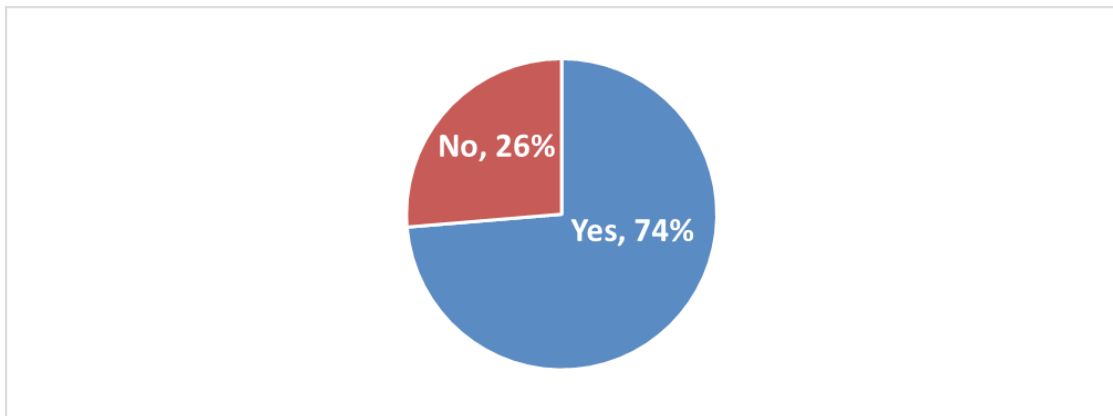
A1.1 Background of the 2016 survey

Out of the 193 Member States of ITU, a total of 19 completed questionnaires were returned, covering 18 countries of the 6 regions. This was lower than the 69 answers received in the survey of 2011.

Survey responses were received from: Armenia, Belize, Bolivia, Brazil, Chile, Cameroon, Colombia, Dem. Rep. of the Congo, Egypt, Israel, Kazakhstan, Mali, Republic of Korea, State of Palestine, Sudan, Uruguay, United States of America, ATDI (France) and GSMA (United Kingdom).

A1.2 Preliminary findings and comparison with the 2011 survey

Q1 Does your government (or company) have any policy regarding climate change?



In 2016, about the same number of answers than in 2011 (74% vs 70%) stated that they have a policy on climate change. There seem to be little progress in the awareness of the topic. These policies have been detailed as follows:

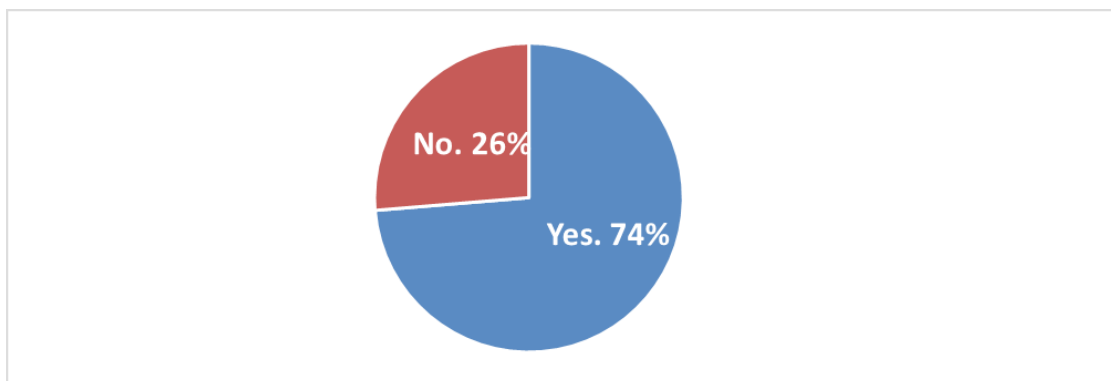
Country	Entity
State of Israel	<i>ATDI (France)</i> Recycling of non-used ICT
State of Israel	<i>Ministry of Environmental Protection</i> Israel has a policy regarding mitigation of greenhouse gas emissions: http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Israel/1/Israel%20INDC.pdf . This does not specifically address ICT issues. However, technological measures which might involve ICT will be part of these efforts – for example management of smart electricity grids and smart metering, promotion of renewable energy and its integration into the electricity grid, energy efficiency measures in buildings and industry (ESCO), water system management, monitoring of climate change trends and implications.

Country	Entity
Arab Republic of Egypt	<p>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Link ICT, climate, environment, and energy policies across governments. – Develop the appropriate legislations and regulations that support the achievement of sustainable management of e-Waste. – Adopt and promote of life-cycle perspectives that promote environmentally efficient R&D, design, production, use, and disposal of ICTs. – Support for research and innovation in green technologies and services. – Develop skills and capacities in the area of “green ICT”. – Increase public awareness of the role of ICTs in improving environmental performance. – Encourage best practices to maximize diffusion of ICTs and “smart” ICT-enabled applications – Promote of green ICT concepts, with governments leading by example. – Consider environmental criteria in public procurement. – Measure environmental impacts of ICT and the usage of ICT in other sectors. – Set up of policy targets, monitoring compliance, and improving accountability.
Republic of the Sudan	<p>National Telecommunications Corporation (NTC)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ratification of conventions and the outputs of international meetings. – Reducing gas emissions using environmentally-friendly energy in ICT systems, equipment and devices.
Republic of Korea	<p>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</p> <p>Technological innovation and Industrialization Plan for Climate Change (on March 2015, Steering Committee of National Science & Technology Council).</p>
Republic of Mali	<p>Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC</p> <p>Unofficial translation: It consists in putting information on the web sites of climate change and environment of Mali, to animate radio and television broadcasts etc.</p>
Democratic Republic of the Congo	<p>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications</p> <p>Unofficial translation: Our climate change policy has not integrated the ICT aspect yet. However, it is planned to integrate it.</p>
Republic of Cameroon	<p>Ministère des Postes et des Télécommunications</p> <p>Unofficial translation: The Government through the Ministry of the Environment, Nature Conservation and Sustainable Development does not have a clearly defined policy on the use of ICTs to combat climate change in short term. However, it is defined by a series of international commitments, namely the use of technology transfer to pursue the coherence of sectoral policies and the intensification of its efforts over the past several years Implementation of an observation, information management and alert system on climate risks in Cameroon, and through initiatives such as the increasing the use of ICTs in the fight against climate catastrophes: floods, earthquakes, droughts, thunderstorms, dry mist, rising sea levels.</p>
Republic of Armenia	<p>Ministry of Transport and Communication</p> <p>The Climate Change information and developments in the country are accessible through the special portal of the Climate Change Information Center: http://www.nature-ic.am. The GHG inventory of Armenia is developed using the IPCC software and is accessible from above mentioned web-site and from http://www.unfccc.int. The energy using appliances labelling policy is considered as important market tool in the Energy saving and renewable energy policy of the country.</p>

Country	Entity
Republic of Kazakhstan	<p>Communication, Informatization and Information Committee</p> <p>Yes. Climate change issues are included in the Strategic Plan of Kazakhstan’s Ministry of Energy for 2014-2018 (ensuring Kazakhstan’s transition to low-carbon development and a “green economy”). Important steps are being taken to develop renewable energy sources. In 2013, the Law regarding amendments and additions to certain legislative enactments of the Republic of Kazakhstan regarding support for the use of renewable energy sources. This has involved development of a number of legal texts. By 2020 the total volume of emissions in the electrical energy sector should not exceed that of 2012. Use of ICTs is planned in connection with maintaining a register of enterprises according to greenhouse gas emissions and a register of enterprises for participation in carbon trading.</p>
State of Palestine	<p>Ministry of Telecommunications & Information Technology</p> <p>A national climate change strategy and plan exists, covering 12 fundamental sectors; among these is the infrastructure sector, under which telecommunications and information technology is included.</p>
Belize	<p>Public Utilities Commission (PUC)</p> <p>To “support the people of the Caribbean as they address the impact of climate variability and change on all aspects of economic development through the provision of timely forecasts and analyses of potentially hazardous impacts of both natural and man-induced climatic changes on the environment, and the development of special programmes which create opportunities for sustainable development.”</p>
Federative Republic of Brazil	<p>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</p> <p>The National Policy on Climate Change (NPCC) formalizes the voluntary commitment of Brazil to the United Nations Framework Convention on Climate Change to reduce greenhouse gas emissions between 36.1 % and 38.9 % of projected emissions 2020. it was instituted in 2009 by Law No. 12.187, seeking to ensure that economic and social development contribute to the global climate system protection. In Brazil it was created the Interministerial Commission on Global Climate Change (CIMGC), which is the Designated National Authority for approving projects under the Clean Development Mechanism of the Kyoto Protocol.</p>

Q2 Does your government (or company) have current actions in terms of adaptation to climate change?

Note: Adaptation involves taking action to cope with the effects of climate change at the local or country level. ICTs can greatly support this action. Examples include remote sensing to gather climate data, dissemination of information such as sea-level forecasts, and impact minimization measures such as building on higher ground with respect to the sea level. ICT infrastructure is already used to warn of natural disasters such as earthquakes and tidal waves. Additional or new ICT infrastructure and services may be needed to help deal with problems such as water and food shortage, etc., arising from extreme climate conditions.

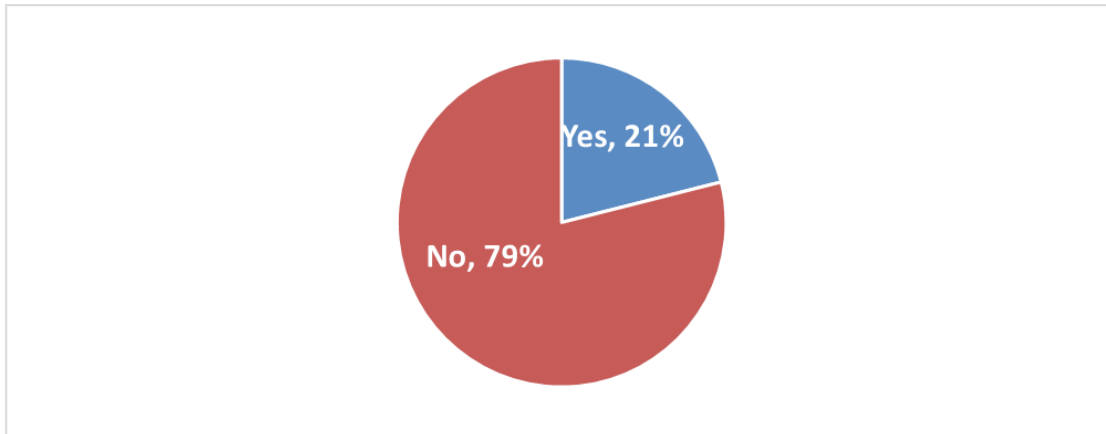


There were slightly fewer answers than in 2011 stating that they have adaptation policies (74% vs 80%).

It was then asked “If no, do you intend to propose adaptation measures to climate change in the future?” 71% of the answers indicated intention to propose adaptation measures.

Q3 Have you estimated the global ICT footprint in your country, in terms of greenhouse gas (GHG) emissions?

Note: The ICT industry has for a long time been focused on delivering productivity enhancements in and through its products and solutions. Energy efficiency has only recently become a critical issue: in some countries, energy consumption of ICT is now more than 13 per cent. It is estimated that the ICT industry accounts for approximately 2.5 per cent of global CO₂ emissions.



There were fewer answers than in 2011 (21% vs 30%) indicating that they had estimated global ICT footprint in their countries.

If yes, it was asked “what measures are you taking to reduce your GHG ICT footprint?” The following answers were provided:

Country	Entity
State of Israel	<i>ATDI (France)</i> Also more efficient transformers.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<i>GSM Association, International</i> NIL
State of Israel	<i>Ministry of Environmental Protection</i> Partially – An estimate from 2011 states that more efficient stand-by modes could reduce emissions by 0.186 MtCO ₂ eq in the domestic sector and 0.14 MtCO ₂ eq in the governmental sector.
Republic of the Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> – Use of bioenergy and alternative energy; – Participation in infrastructure and reducing quantity of energy used; – Establishing shared data centres using cloud computing.
Republic of Kazakhstan	<i>Communication, Informatization and Information Committee</i> No. The ICT footprint in Kazakhstan needs to be estimated in the form of greenhouse gas emissions and the telecommunication companies contributing to that footprint must be identified.

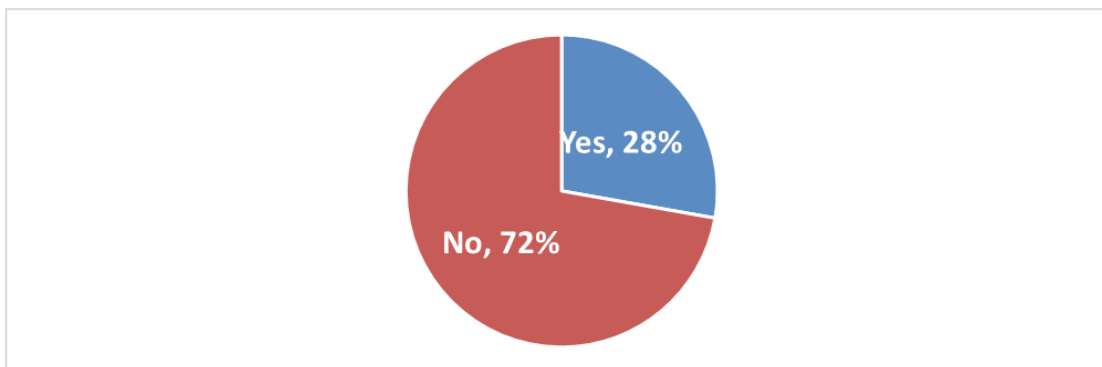
Country	Entity
Federative Republic of Brazil	<p>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</p> <p>According to Decree No. 7.390 / 2010, which regulates the National Policy on Climate Change (NPCC), the baseline greenhouse gas emissions for 2020 was estimated at 3,236 Gt CO₂ – eq. Therefore, the corresponding absolute reduction was made between 1 168 Gt CO₂ – eq and 1,259 Gt CO₂ – eq, 36.1 % and 38.9 % reduction, respectively. To assist in achieving the reduction targets, the law also stipulates the development of sectoral mitigation and adaptation plans at the local, regional and national levels.</p>

If no, it was asked “what are your plans for the future?” The following answers were provided:

Country	Entity
Chile	<p>SERMECOOP</p> <p>Unofficial translation: Establish a policy with clearly defined regulations in this regard for 2016.</p>
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<p>GSM Association, International</p> <p>NIL</p>
Eastern Republic of Uruguay	<p>Universidad de Montevideo</p> <p>Unofficial translation: The government has indicated that the issue of measuring the carbon footprint will be studied.</p> <p>In our university, one objective that we consider is the possibility for the measurement of the carbon footprint in both undergraduate and postgraduate projects.</p>
Arab Republic of Egypt	<p>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</p> <p>Develop ICT carbon footprint.</p>
Republic of Korea	<p>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</p> <p>Assess the achievements on GHG emission reduction using technological innovation by each sector.</p>
Democratic Republic of the Congo	<p>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunication</p> <p>Unofficial translation: Our project is to equip us with the tools to assess the global carbon footprint.</p>
Republic of Cameroon	<p>Ministère des Postes et des Télécommunications</p> <p>Unofficial translation:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Conduct a study to assess the overall carbon footprint of ICTs (in terms of greenhouse gas emissions) in Cameroon and mainly in large cities; – Consider raising awareness of the carbon footprint of ICT in Cameroon; – Drafting a national strategy / plan to reduce GHG emissions from ICTs in Cameroon; – Strengthening human capacity building and technology transfer for GHG assessment and reduction through ICTs.
Republic of Colombia	<p>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</p> <p>Unofficial translation: Carry out a quantification of the greenhouse gas emissions by using ICTs in Colombia.</p> <p>This is expected to be done jointly by the Ministry of Information Technology and Telecommunications MINTIC and the Ministry of Environment and Sustainable Development (Deputy Management of Climate Change).</p>

Country	Entity
State of Palestine	Ministry of Telecommunications & Information Technology Determination of emissions of greenhouse gases to be expanded to include other sectors. Note that we have made a general estimate of greenhouse gas emissions in the energy sector, which includes the energy consumed by the ICT sector.
Plurinational State of Bolivia	Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones <i>Unofficial translation:</i> Conduct a study of greenhouse gas emissions from the telecommunications sector.
Federative Republic of Brazil	<i>Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL</i> N/A

Q4 Are you aware of “green” ICT initiative which would provide better design and energy consumption?



There were many fewer answers than in 2011 (28% vs 63%) indicating awareness of “green” ICT initiative.

In case these ICT initiatives are regional initiatives, the following details and the level of implementation of these initiatives in the countries were provided:

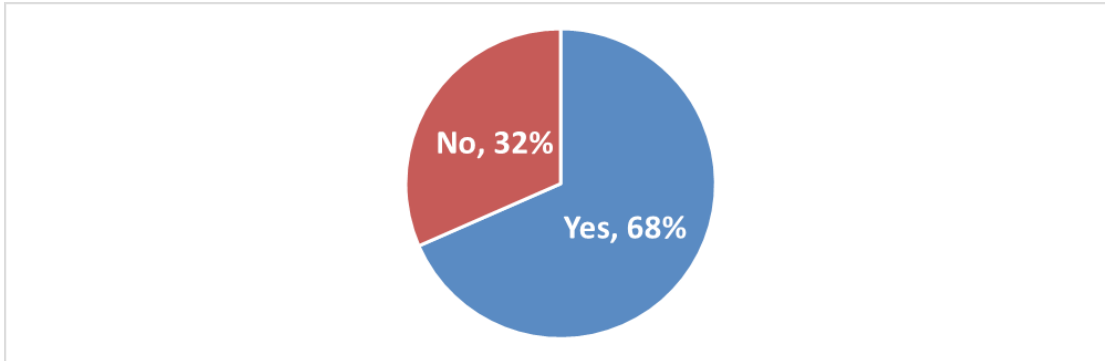
Country	Entity
Chile	<i>SERMECOOP</i> Unofficial translation: Initiatives at the level of the organization, taking into account the corporate and national strategic guidelines.
Eastern Republic of Uruguay	<i>Universidad de Montevideo</i> Unofficial translation: In our country there is not a joint effort, there are only a few initiatives aligned with green ICTs.
State of Israel	<i>Ministry of Environmental Protection</i> According to a Government Resolution, the Governmental Procurement Administration incorporates energy efficiency criteria (Energy Star label) in all its ICT tenders. These tenders are used also by local authorities and other public organizations

Country	Entity
Federative Republic of Brazil	<p>Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL</p> <p>This is not a Regional Initiative for the Americas. Although this, according to the Inter-ministerial Commission on Global Climate Change Activity Report 2013-2014 (CIMGC) on December 31, 2014 Brazil had a total of 416 project activities approved by CIMGC, with 333 already registered the Executive Board of the Clean Development Mechanism, equivalent amount to 4.4% of the global total, ranking 3rd in the world ranking in number of registered project activities.</p> <p>Geographically, the projects are distributed heterogeneously the national territory, which has five official regions of Brazil. It is noted clearly that the distribution of activities reflects characteristics physical and socioeconomic regions.</p> <p>The Southeast Region has 139 projects, with a predominance of Biogas activities (32) Landfill gas (31), Hydro (26) and Energy Biomass (25). Furthermore, the region has all the designs Substitution Fossil Fuel (9), of Use and Heat Recovery (4) Substitution for SF6 (1) and Solar Energy (1), and 80% of N2O destruction projects (4).</p> <p>The South region has 83 projects, with a predominance of Hidroeletricidade (34), followed by activities Biogas (17), Wind Power Plants (11) and Energy Biomass (10).</p> <p>The Northeast It reached the record of 59 projects with a total area of wind farms (43) followed by Landfill Gas Project (7) and Biogas (3). The region The Midwest, with 63 projects presented predominance of Biogas projects (29) and Hydro (28). Finally, the North region of Brazil, with only 17 Clean Development Mechanism projects that took advantage of its water resources to record nine Hydroelectric projects.</p>

In case these ICT initiatives are regional initiatives, the following details and the level of implementation of these initiatives in the countries were provided:

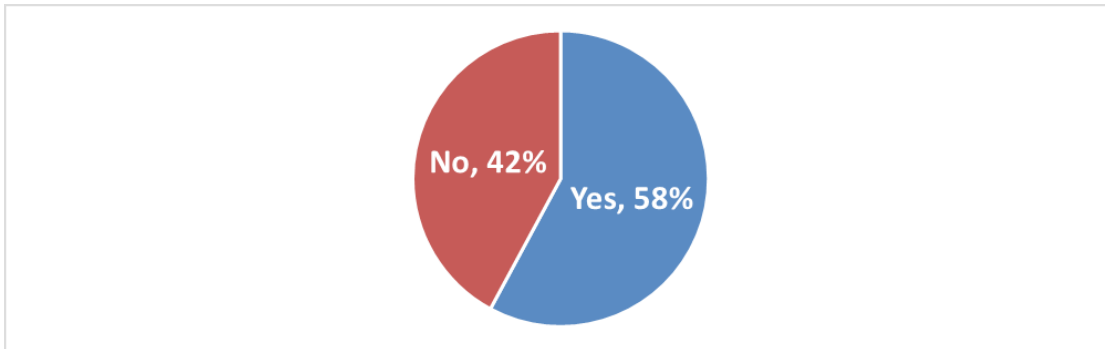
Country	Entity
Eastern Republic of Uruguay	<p>Universidad de Montevideo</p> <p>Unofficial translation: It is not at any status.</p>
Arab Republic of Egypt	<p>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</p> <p>Sustainable development goals.</p>
Republic of the Sudan	<p>National Telecommunications Corporation (NTC)</p> <p>Yes, they are global initiatives, the outputs of which are adopted by the Sudan for gradual implementation; currently at the stage of planning, standardization and determining methods of implementation.</p>
Federative Republic of Brazil	<p>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</p> <p>Registered Brazilian projects are distributed in 15 types, which can be grouped into eight sectoral scopes. Among the types of Clean Development Mechanism projects developed in Brazil are Hydroelectric projects, Wind, Biogas, Landfill Gas, Biomass Energy, Replacement Fossil Fuel, Methane Avoided, Oxide Decomposition Nitrous (N2O), of Use and Heat Recovery, Reforestation and Afforestation of Other Renewable Energy (Solar Photovoltaic) of Energy efficiency, Sulfur hexafluoride Replacement (SF6), Reduction and Replacement perfluorocarbons (PFCs) and replacement of fossil origin CO₂ Industrial Use or Mineral CO₂ by renewable sources.</p> <p>The breakdown of the number of Brazilian projects of Clean Development Mechanism registered annually until December 2014, is as follows: hydroelectric projects, including micro plants (CGHs), small plants (SHP) and large plants (HPPs), representing 27.0% of total Brazilian projects. In addition, following the biogas use projects, accounting for 19.2%, the wind farm projects, representing 16.2%, landfill gas projects, representing 15% projects using biomass energy, representing 12.3%, the fossil fuel replacement projects, representing 2.4% and methane avoidance projects, representing 2.4%. Such projects together represent 94.9% of the total portfolio in Brazil.</p>

Q5 Do you have severe weather conditions in your rural/remote regions?



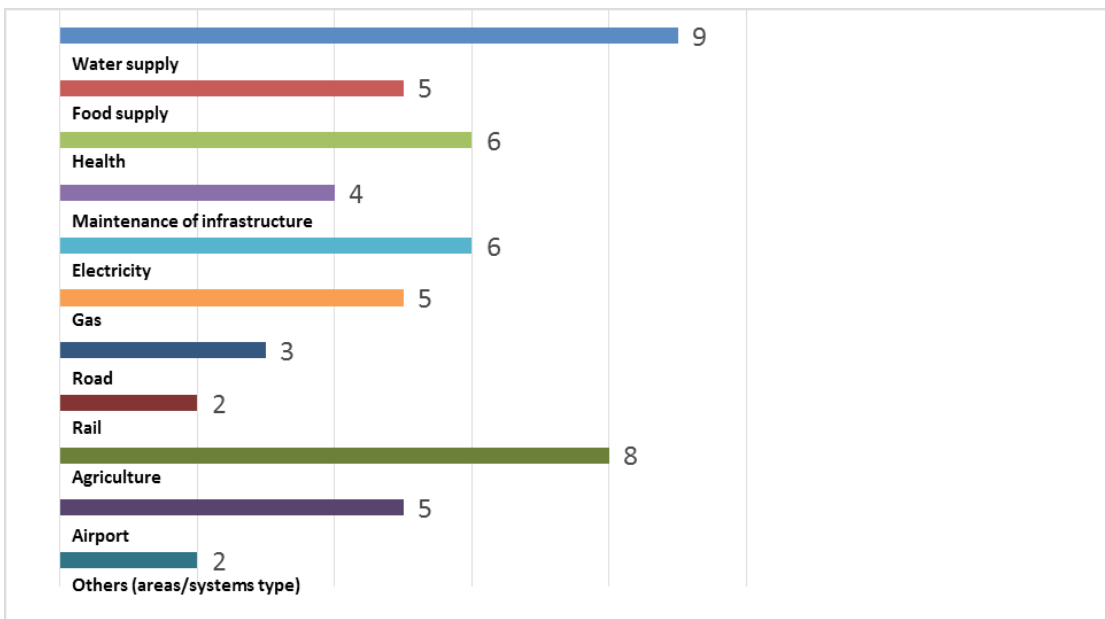
The question had not been asked in a comparable manner in 2011. 68% of the 2016 answers indicated having severe weather conditions in their rural/remote regions.

Q6 Is your administration using any Systems and Applications of ICT to adapt to climate change?



There were about the same number of answers than in 2011 (58% vs 60%) stating that administration is using any Systems and Applications of ICT to adapt to climate change.

It was then asked to specify in which area and the type of system and application used. The answers are reported in the following figure:



Q7 What ICT services would enable communities to better adapt to climate change? (One example could be automated text messages to communities about water shortage and emergency water supply, etc.)

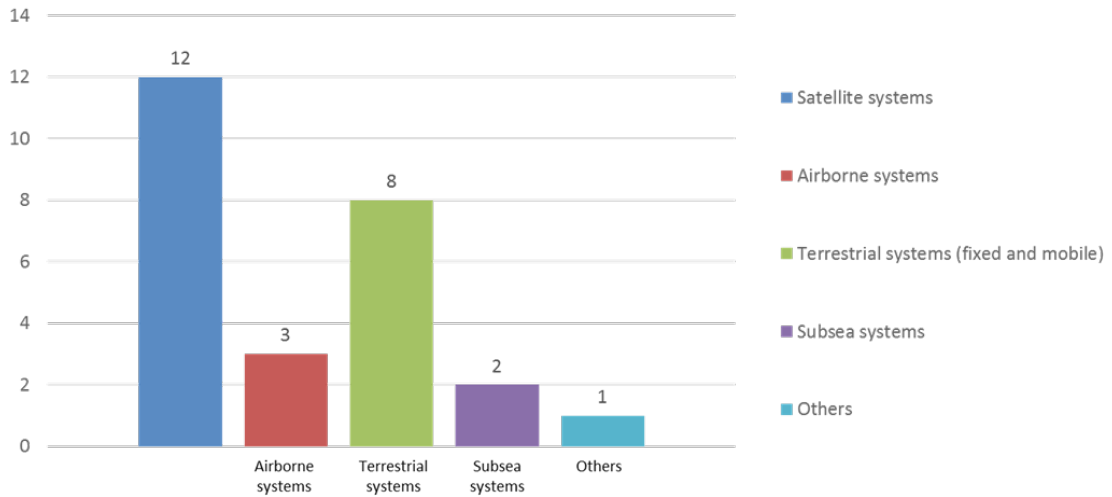
The following answers were provided:

Country	Entity
Republic of the Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> Mobile telephone services. Various means of communication.
Republic of Korea	<i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i> SMS services to communities when issuing a fine dust warning.
Republic of Mali	<i>Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC</i> Unofficial translation: Sending automated text messages, websites, radio and TV news, climate change websites.
Democratic Republic of the Congo	<i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications</i> Unofficial translation: SMS, social networks, call center.
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> SMS, telephone, television, radio, fax, réseaux sociaux.
Belize	<i>Public Utilities Commission (PUC)</i> Natural disaster warnings and updates.
Federative Republic of Brazil	<i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i> Due to the use of the Internet and social networks to increase the populations of urban and rural areas, we suggest the adoption of communications mechanisms associated with the Internet, such as social and Apps communication networks (like WhatsApp) and others.
Plurinational State of Bolivia	<i>Ministerio de Obras Públicas, Servicios Y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones</i> Unofficial translation: Voice and data telecommunication services.
Republic of Armenia	<i>Ministry of Transport and Communication</i> The SMS information on extreme weather and road conditions is already applied in Armenia. The water shortage information also can be important for advance actions on proper management of available resources. Kazakhstan Communication, Informatization and Information Committee (Kazakhstan) Sending out alerts on such threats via mobile phones.
State of Palestine	<i>Ministry of Telecommunications & Information Technology</i> SMS, text messaging, social media sites, websites of relevant enterprises, TV and radio broadcasts.
Arab Republic of Egypt	<i>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</i> In 1987 expert system technology was identified as an appropriate technology to speed up agricultural desert development in Egypt. The Central Laboratory for Agricultural Expert Systems (CLAES) has been established for agriculture management. It is domain independent and can be used with any commodity. CALES consists of three separate modules: an executive, a scheduler, and an expert system shell. In 1991, serious efforts have been started in Egypt to develop crop management expert systems for different crops. A prototype for an expert system for cucumber seedlings productions has been developed. This prototype has six functions: seeds cultivation, media preparation, control environmental growth factors, diagnosis, treatment, and protection.

Country	Entity
State of Israel	<i>ATDI (France)</i> Sensors to indicate water wastes and remote readings of water meters
Chile	<i>SERMECOOP</i> Unofficial translation: Intensive use of sending messages and testimonies in social networks (Facebook, Twitter, Youtube, etc.). Develop a game or competition on social networks (with access from mobile devices), and compete by using several notifications of actions to mitigate climate change.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<i>GSM Association (International)</i> See our Mobile for Development activities: http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/ .
Eastern Republic of Uruguay	<i>Universidad de Montevideo</i> Unofficial translation: SMS, data collection systems for sensors, big data management and emergency communications of preference.
Republic of Colombia	<i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i> Unofficial translation: <ul style="list-style-type: none"> – Improve hardware and software as well as interoperability between national and sectoral information systems that allow the automatic transmission of data (hydrometeorological, energy consumption, sectoral statistics, watershed status, etc.) that allow the country to have efficient and useful systems for decision-making in order to face of climate change. – Improvement of the data transmission technologies of hydrometeorological and oceanographic stations. – Generate technological and human capacity for the management of geographic data that allow to improve the quality of the analysis on vulnerability, risk and adaptation. – Generate early warning systems for agriculture, energy sector, etc. – Develop Apps and information tools to present the information to the public more efficiently. – Policies (and materialization) of open data that allow the government to better access geographical information, satellite images, remote sensors, etc. in order to improve the level of knowledge of vulnerability in the territory. – Technological strengthening of the entities generating information and the Environmental Information System at national level, as well as local entities that must use the information to influence the generation of local policies, development strategies, project. – Social ownership of knowledge on adaptation to climate change. – Improve diffusion through different audiovisual media, radio, massive networks. – Improve knowledge of the regions to design more appropriate strategies. – Access to cartography generated by different actors (i.e. mapatons).

Q8 What specific technologies or standards for ICT equipment are used by your administration to gather data to monitor climate change? Please select those that are applicable:

Answers are illustrated in the following figure, where it appears that Satellite systems are the most used (52% of the answers), followed by terrestrial systems (26%).



Q9 What technologies and/or standards could enhance the gathering of data/information about climate change for your administration?

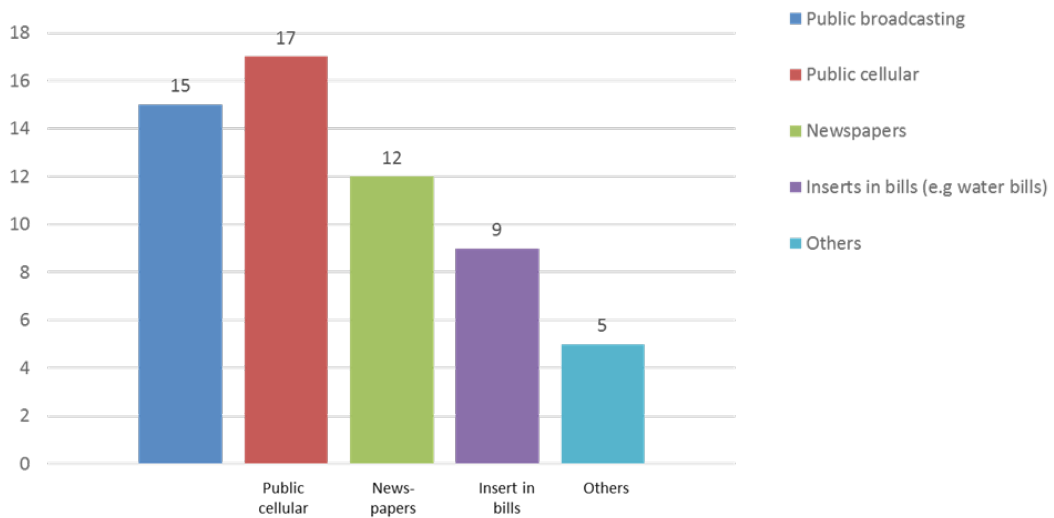
The following answers were provided:

Country	Entity
State of Israel	<i>ATDI France</i> Israel enforces sharing of cellular sites by different operators
Chile	<i>SERMECOOP</i> Unofficial translation: A formal policy, which defines the role, the responsibility, the attributions and resources. So far these are the actions taken at an informal level.
Republic of the Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> Communications technology and information technology
Republic of Korea	<i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i> Developing a Geostationary Satellite (GSS) for climate and environmental predictions
Republic of Mali	Stations, des Observatoires etc.
Democratic Republic of the Congo	Systèmes à satellite.
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> Unofficial translation: Satellite systems; Earth systems (fixed and mobile) and submarine system.

Country	Entity
Republic of Colombia	<p><i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i> <i>Unofficial translation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Greater access to satellite information; – Remote sensors; – Open data in all national and local entities; – Geographic information systems (capacity, management, use of open data); – Information systems (hardware and software) that allow the use of geographic and alphanumeric data efficiently and safely; – Interoperability of existing systems and subsystems; – Accessible modelling tools and training for their management; – Improvement of hydrometeorological and oceanographic stations in data transmission; – Technological capacity of national and local entities in data management.
Republic of Armenia	<p><i>Ministry of Transport and Communication</i></p> <p>Expansion of the network automated hydrometriological observation stations, improved of the affordable systems for the assessment of the snow cover in mountainous areas for prediction of water resources and flood alarming. The water level measurement in reservoirs in real time for better planning.</p>
State of Palestine	<p><i>Ministry of Telecommunications & Information Technology</i></p> <p>Advanced weather monitoring network; Time series of high-precision remote sensing satellite images.</p>
Belize	High altitude platforms.
Federative Republic of Brazil	<p><i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i></p> <p>Terrestrial radio systems (private networks), terrestrial cellular systems and satellite broadcasting.</p>

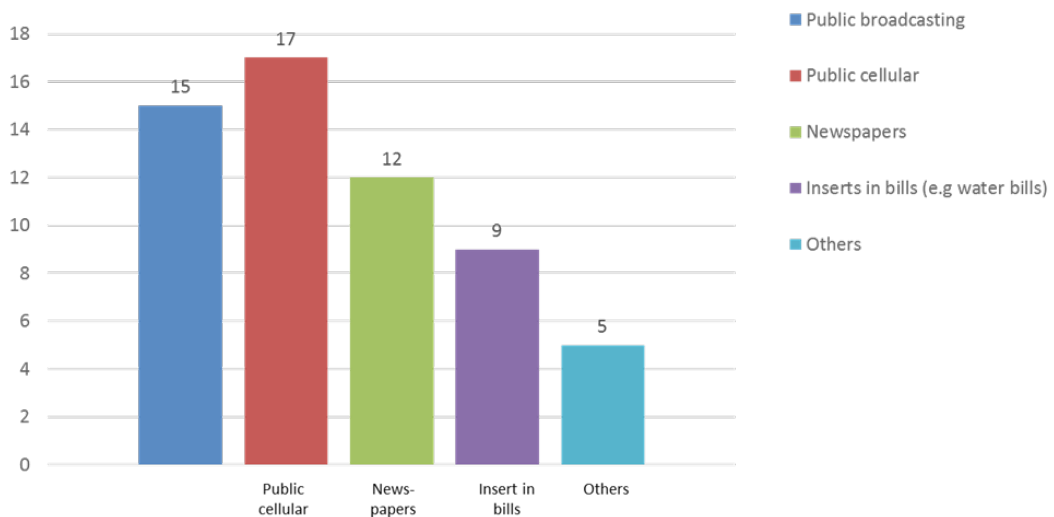
Q10 What information communication technologies and standards are used by your administration to disseminate information about climate change to those who need it (e.g. in broadcast, Satellite systems)?

Answers are illustrated in the following figure. Terrestrial systems still represent about 70% of the answers regarding technologies and standards used by administrations to disseminate information about climate change.



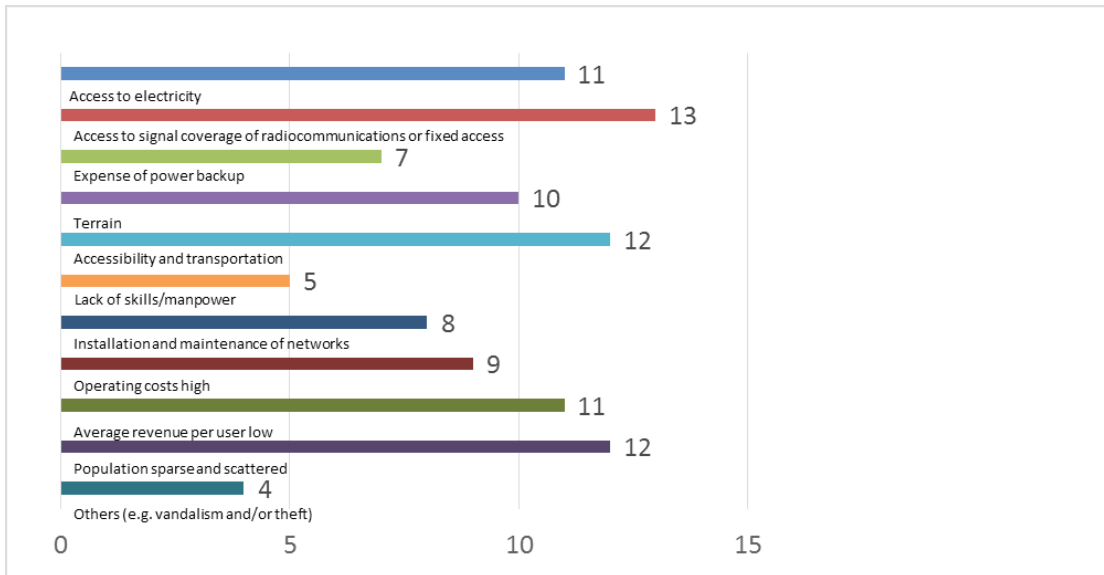
Q11 What technologies and/or standards could enhance the dissemination of information about climate change to those who need it?

Answers are illustrated in the following figure. Public cellular was the most often quoted (30%), followed by Public broadcasting and Newspaper.



Q12 Access to information is important for communities needing to adapt to climate change. What are the challenges to deploying Telecommunication infrastructure in rural/remote areas in your region? Please indicate those that affect you most from the following examples:

As shown in the following **figure**, there were many challenges to deploying Telecommunication infrastructure in rural/remote areas, almost all equally important. These challenges included Average revenue per user, Access to electricity, Accessibility and transportation, Access to signal coverage of radiocommunications or fixed access, Population scarce or scattered.



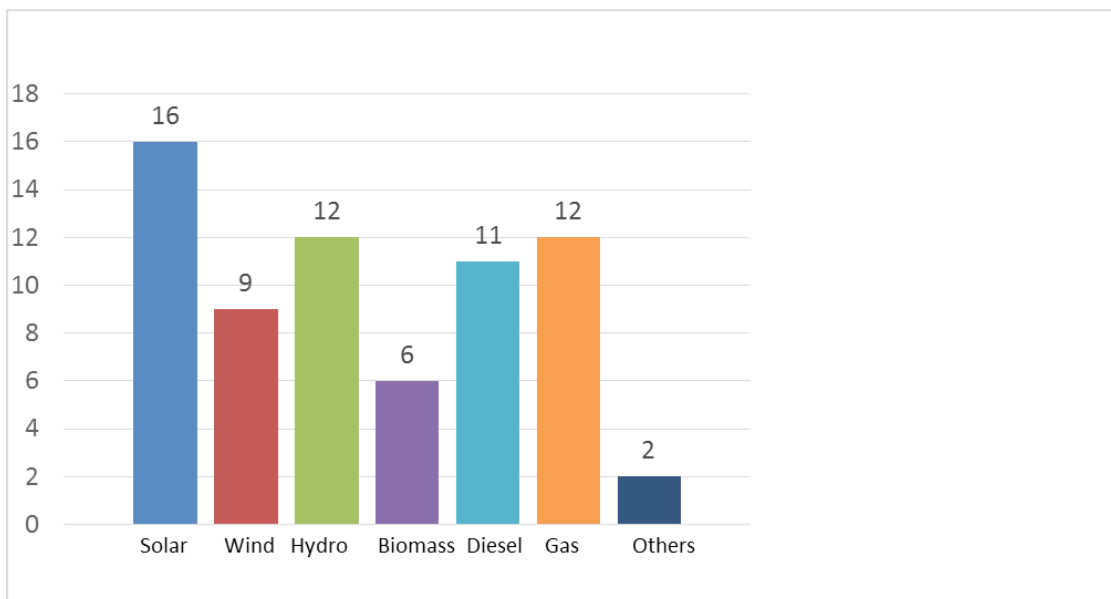
Further information was provided as follows:

Country	Entity
Chile	<i>SERMECOOP</i> Unofficial translation: Not having the necessary electrical energy, the culture of the population.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<i>GSM Association, International</i> See our Mobile for Development activities: http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/ .
Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> The US economic boycott on systems, equipment, devices and spare parts.
Democratic Republic of the Congo	<i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications du Congo (A.R.P.T.C.)</i> Unofficial translation: Lack of road infrastructure to access rural and remote areas and insufficient deployment and/or lack of electricity distribution network
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> Unofficial translation: The main obstacles found are: <ul style="list-style-type: none"> – Access to electricity: it is not only that the network is not extended but also the power cuts are frequent. – Access to radio signal or fixed access: rugged terrain. – Accessibility and transport: low density of the transport network. – Natural hazards: high frequency of natural disasters due to climate events.

Country	Entity
Republic of Armenia	<i>Ministry of Transport and Communication</i> Because of the factors/challenges mentioned above, possible investments by private operators in telecommunication projects in rural/remote areas are less cost-effective and require longer payback periods than similar investments in urban areas
State of Palestine	<i>Ministry of Telecommunications & Information Technology</i> Other challenges include the presence of military occupation, resulting in lack of control over territory and of full control over crossing points and imports
Plurinational State of Bolivia	<i>Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones</i> Unofficial translation: Municipal authorization for the installation of towers, supports of antennas and telecommunications networks. Installation of telecommunication infrastructures in national protected areas. Opposition of some people in urban areas.
Brazil	<i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i> Brazil is a country with vast territory, where geographical, economic, social and environmental conditions are very different. Overcome the differences and difficulties of this reality, especially those related to access to information for people in remote areas, it is a major challenge for the national strategy related to climate change.

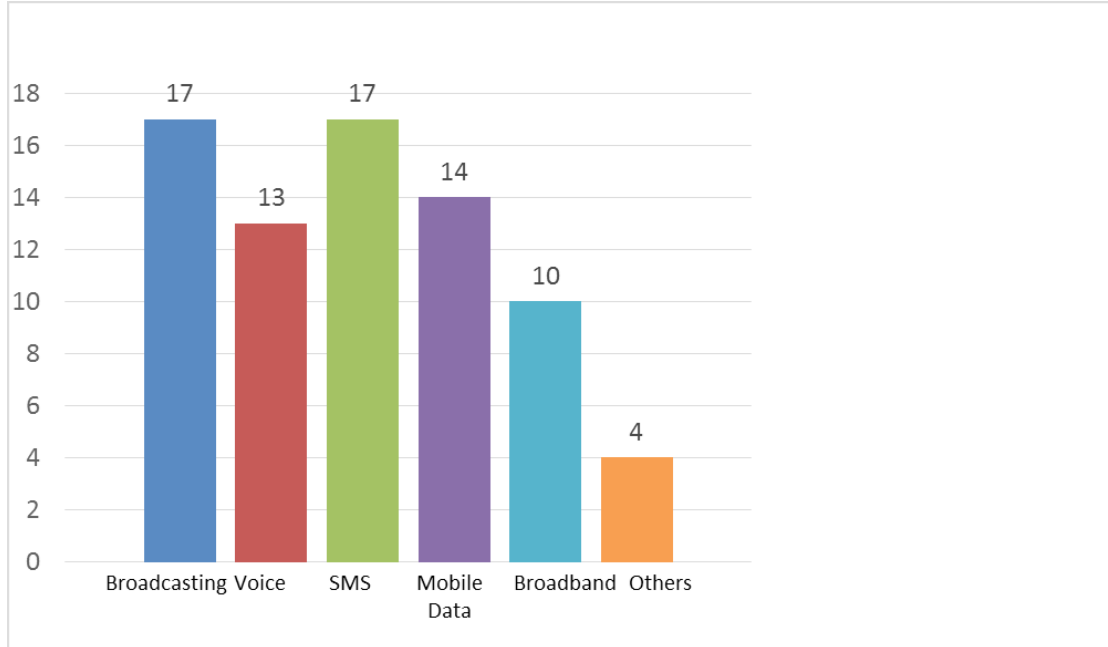
Q13 What primary and backup energy sources are available in your rural/remote areas?

As evidenced in the following figure, solar was the most often quoted (24%), followed by Hydro and Gas (18%). Diesel was 16% of the quotes.



Q14 What types of broadcasting/telecom/mobile systems are needed to allow enhanced access to information concerning climate change or extreme weather events in rural/remote regions?

SMS and Broadcasting were the most often quoted (23%), followed by mobile data and voice



Further information was provided as follows:

Country	Entity
Chile	<i>SERMECOOP</i> Unofficial translation: electric energy.
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> Unofficial translation: Fax.
Republic of Colombia	<i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i> Unofficial translation: Television.

Country	Entity
United States of America	<p><i>U.S. Department of State, Bureau of Economic, and Business Affairs Communication and Information Policy, Multilateral Affairs</i></p> <p>Some examples of systems in the United States for extreme weather events or other emergency alerts:</p> <p>Emergency Alert System (EAS): The Emergency Alert System (EAS) is a national public warning system that requires broadcasters, cable television systems, wireless cable systems, Satellite Digital Audio Radio Service (SDARS) providers, and Direct Broadcast Satellite (DBS) providers to provide the communications capability to the President to address the American public during a national emergency.</p> <p>Additionally, EAS equipment can directly monitor the National Weather Service for local weather and other emergency alerts, which local broadcast stations, cable systems, and other EAS participants can then rebroadcast, providing an almost immediate relay of local emergency messages to the public.</p> <p>Wireless Emergency Alerts (WEA): WEA is a public safety system that allows customers who own certain wireless phones and other enabled mobile devices to receive geographically-targeted, text-like messages alerting them of imminent threats to safety in their area. The technology ensures that emergency alerts will not get stuck in highly congested areas, which can happen with standard mobile voice and texting services. Wireless companies volunteer to participate in WEA.</p> <p>WEA enables government officials to target emergency alerts to specific geographic areas through cell towers that broadcast the emergency alerts for reception by WEA-enabled mobile devices.</p> <p>The alerts from authenticated public safety officials are sent through the Federal Emergency Management Agency's (FEMA's) Integrated Public Alert and Warning System (IPAWS) to participating wireless carriers, which then push the alerts from cell towers to mobile devices in the affected area. The alerts appear like text messages on mobile devices.</p> <p>Both EAS and WEA are part of FEMA's IPAWS, which is a modernization and integration of the nation's alert and warning infrastructure. IPAWS provides public safety officials with an effective way to alert and warn the public about serious emergencies using the EAS, WEA and other public alerting systems from a single interface.</p>

Q15 What are the educational means in rural/remote regions to train individuals for the use of ICTs for adaptation to climate change?

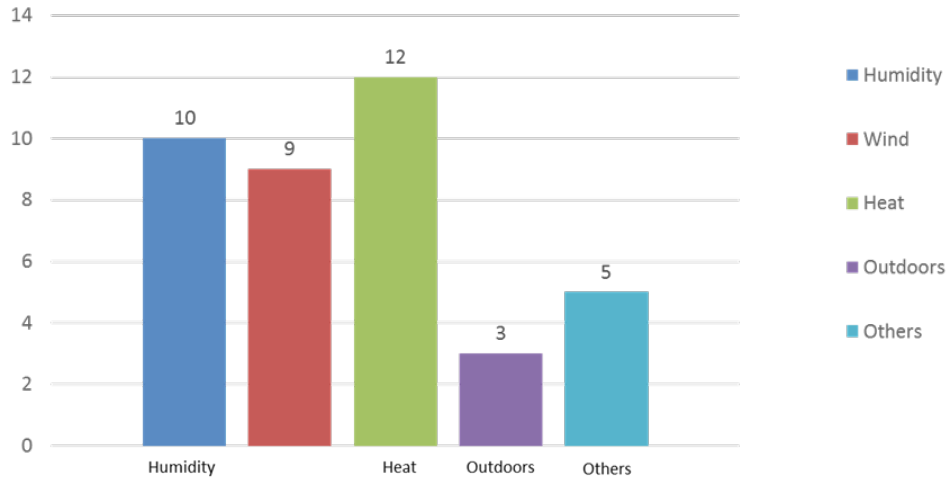
The following answers were received:

Country	Entity
Chile	<p><i>SERMECOOP</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> There are several possibilities, but a good motivation is required, based on the advantages and/or benefits for them to adapt themselves to those effects. Given the culture of these areas it is not useful to talk about benefits for the country and/or the world.</p>
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<p><i>GSM Association (International)</i></p> <p>See our Mobile for Development activities: http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/.</p>
Republic of Uruguay	<p><i>Universidad de Montevideo</i></p> <p>Unofficial translation: Rare or none.</p>

Country	Entity
Republic of the Sudan	National Telecommunications Corporation (NTC) <ul style="list-style-type: none"> – Universal access services. – Awareness-raising and educational campaigns.
Republic of Korea	Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP) Providing necessary facilities.
Republic of Mali	Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC e (Mali) Unofficial translation: Existence of strategy documents, existence of technical services of the State, NGOs etc.
Democratic Republic of the Congo	Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications (Dem. Rep. of the Congo) Unofficial translation: <ul style="list-style-type: none"> – Installation of telecenters for the community; – Churches; – Schools.
Republic of Cameroon	Ministère des Postes et des Télécommunications Unofficial translation: seminars; broadcasts/community radio and television; awareness campaigns; associations and religious networks; written materials (leaflets, posters, banners, technical sheets...).
Republic of Colombia	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Unofficial translation: There are good possibilities to the extent that strategies are designed taking into account the local needs and conditions of vulnerability and having a component of social ownership. In Colombia, we have worked on some pilot projects of this type from which important lessons have been learned. In addition, it would be necessary to ensure the coverage of data networks in such remote areas and the capacity of national and local institutions to generate the necessary data in a sustainable manner over time.
Republic of Armenia	Ministry of Transport and Communication E-Learning tools, booklets, leaflets, etc.
State of Palestine	Ministry of Telecommunications & Information Technology Educational and training workshops; Instructional materials (leaflets, compact discs).
Plurinational State of Bolivia	Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones Unofficial translation: The training should be carried out by the Plurinational Authority of Mother Earth [Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra] under the Ministry of Environment and Water as the head of sector on the issue of climate change.
Federative Republic of Brazil	Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL As already mentioned, Brazil is a country with vast territory, where geographical, economic, social and environmental conditions are very different. In rural / remote areas, educational facilities are also very different, but we believe that the recent spread of modern media (such as Internet, mobile and social networks) is presented as a viable option to be used as appropriate educational means.

Q16 Some systems are specifically developed for developing countries; most of them have some features that are not essential enough to justify their cost and/or lack the required specification to meet the existing conditions in developing countries. What are the conditions requiring specific features that are essential in rural/remote regions in your country?

Heat was the most often quoted condition (31%), followed by Humidity (25%) and Wind (23%).



Annex 2: List of contributions received for Question 6/2 during study period 2014-2017

The contributions received for consideration by Question 6/2 are listed below.

Question 6/2 contributions for Rapporteur Group and Study Group meetings

Web	Received	Source	Title
2/466 +Ann.1	2017-03-23	Argentine Republic	Pursuing UN Sustainable Development Goals through IoT for irrigation systems
2/443	2017-01-19	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group meeting on Question 6/2, Geneva, 19 January 2017
2/418 [OR]	2017-02-17	Rapporteur for Question 6/2	Final Report for Question 6/2
RGQ/237 + Ann.1	2016-12-22	Rapporteur for Question 6/2	Proposed Annex 1 to Question 6/2 final report
RGQ/232	2016-12-08	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and climate change
RGQ/223	2016-11-29	Rapporteur for Question 6/2	Proposed text for clause 2.3 on submarine systems for climate change monitoring
RGQ/222	2016-11-29	Rapporteur for Question 6/2	Proposed text for clause 2.1 on terrestrial systems for climate change monitoring
RGQ/214 [OR]	2016-11-25	Rapporteur for Question 6/2	Draft Final Report for Question 6/2
2/372	2016-09-13	Telecommunication Development Bureau	Overview of input received through the ITU-D Study Group 2 consolidated survey for Questions 6/2, 7/2 and 8/2
2/363	2016-09-13	France	Proposed revision of report on question 6/2 on ICT and climate change
2/356	2016-09-07	Qualcomm, Inc.	India- Stove Trace Case Study
2/336	2016-08-09	The ITU Association of Japan	Proposal for recycling method of lead acid battery
2/331 (Rev.1)	2016-08-12	Alcatel-Lucent France, Nokia Siemens Networks GmbH & Co. KG	Revised outline of output report for Question 6/2- Section 4
2/327	2016-08-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
2/324	2016-08-11	Nokia Siemens Networks GmbH & Co. KG, Alcatel-Lucent France	Revised outline of output report for Question 6/2
2/275	2016-06-29	Orange (France)	Utilisation de l'énergie solaire pour les réseaux mobiles des pays en développement

Web	Received	Source	Title
2/267 [OR]	2016-04-27	Rapporteur for Question 6/2	Draft Question 6/2 report following the 25 April 2016 Q6/2 meeting
2/262	2016-04-25	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group Meeting on Question 6/2, Geneva, 25 April 2016
RGQ/167	2016-04-26	Rapporteur for Question 6/2	Working document: draft Question 6/2 report following the 25 April 2016 Q6/2 meeting
RGQ/165 +Ann.1	2016-04-25	France	COP21- Résultats et prochaines étapes
RGQ/160	2016-04-08	France	Proposal for the Question 6/2 output report
RGQ/154	2016-04-05	United States of America	Proposed revision of clause 1 of the Q6/2 report
RGQ/153	2016-04-05	United States of America	Proposed editorial revision of clause 2.2 of the Q6/2
RGQ/152	2016-04-05	United States of America	Proposed text for clause 2.4 of the Q6/2 report
RGQ/151	2016-04-05	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
RGQ/134	2016-03-30	Orange	Utilisation de l'énergie solaire pour les réseaux des pays en développement
RGQ/109	2016-03-02	France	Réduire la consommation énergétique des TIC
2/248	2015-09-14	Rapporteur for Question 6/2	Outline of output report for Question 6/2
2/226	2015-08-19	Democratic Republic of the Congo	Initiatives internationales sur les changements climatiques
2/195	2015-07-26	United States of America	Proposed initial text for clause 2.2 of the Q6/2 report
2/194	2015-07-26	United States of America	Comments on the draft outline of the Q6/2 report
2/168	2015-07-22	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
2/162	2015-07-21	France	Eléments scientifiques sur le changement climatique
2/161	2015-07-21	France	The connected and sustainable city
2/152	2015-07-06	Rapporteur for Question 6/2	Draft Questionnaire on ICT and Climate Change
2/151	2015-07-06	Rapporteur for Question 6/2	Draft table of contents for Question 6/2: ICT and climate change
2/138	2015-05-08	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group Meeting on Question 6/2, Geneva, 28 April 2015

Web	Received	Source	Title
RGQ/68	2015-04-14	KDDI Corporation	Mobile base stations with tribrid electric control technology
RGQ/53 Rev.1	2015-03-21	France	Éléments scientifiques sur le changement climatique
RGQ/49	2015-03-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and climate change? Trends in telecommunication reform 2010 Chapter on climate change
RGQ/39	2015-03-11	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and climate change
RGQ/10	2014-12-15	Rapporteur for Question 6/2	Draft work plan for Question 6/2
2/89	2014-09-09	General Secretariat	WSIS Stocktaking: Success stories
2/87	2014-09-08	General Secretariat	Report on WSIS Stocktaking 2014
2/85	2014-09-08	Alcatel-Lucent France	Proposal for initial work plan for Question 6/2
2/47	2014-08-14	BDT Focal Point for Question 6/2	Work of ITU in the area of ICTs and Climate Change
2/33	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	Executive summary of the Working Party 3 of ITU-T Study Group 5 meeting (Geneva, 19-23 May 2014)
2/32	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	Executive summary of the ITU-T Study Group 5 meeting (Lima, 2-13 December 2013)
2/31	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	ITU-T activities on ICTs, the environment and climate change

Liaison Statements

Web	Received	Source	Title
1/272	2016-05-18	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study 1 and 2 on updates on ITU-T SG 5 activities relevant to ITU-D study groups
1/268	2016-04-11	ITU-R Working Party 7C	Liaison Statement from ITU-R Working Party 7C to ITU-D SG2 on Response on ICT and climate change
RGQ/87	2015-11-24	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 on ITU-D SG2 Q6/2 work for the 2014-2017 study period
RGQ/33	2015-03-03	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 on the Executive Summary of the ITU-T Study Group 5 Meeting

Web	Received	Source	Title
RGQ/21	2015-02-09	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 6/2 on Inviting ITU-D Study Group 2 Question 6 to provide information to Question 15/5 “ICTs and adaptation to the effects of climate change” with respect to work item: Recommendation ITU-T L.1500 Supplement on Adaptation

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: btddirector@itu.int
电话: +41 22 730 5035/5435
传真: +41 22 730 5484

副主任

兼行政和运营协调部负责人 (DDR)

电子邮件: bdtdeputydir@itu.int
电话: +41 22 730 5784
传真: +41 22 730 5484

基础设施、环境建设和

电子应用部 (IEE)

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

创新和

合作伙伴部 (IP)

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

项目和

知识管理部 (PKM)

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

非洲

埃塞俄比亚

国际电联

区域代表处

P.O. Box 60 005
Gambia Rd., Leghar ETC Building
3rd floor
Addis Ababa – Ethiopia

电子邮件: ituaddis@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

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

塞内加尔

国际电联

地区办事处

8, Route du Méridien
Immeuble Rokhaya
B.P. 29471 Dakar-YoffDakar –
Sénégal

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

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

美洲

巴西

国际电联

区域代表处

SAUS Quadra 06, Bloco "E"
10^o andar, Ala Sul
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)
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

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 0343/4
传真: +1 246 437 7403

智利

国际电联

地区办事处

Merced 753, Piso 4
Casilla 50484, Plaza de Armas
Santiago de Chile – Chile

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

洪都拉斯

国际电联

地区办事处

Colonia Palmira, Avenida Brasil
Ed. COMTELCA/UIT, 4.^o piso
P.O. Box 976
Tegucigalpa – Honduras

电子邮件: itutegucigalpa@itu.int
电话: +504 22 201 074
传真: +504 22 201 075

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

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: itubangkok@itu.int
电话: +66 2 575 0055
传真: +66 2 575 3507

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: itujakarta@itu.int
电话: +62 21 381 3572
电话: +62 21 380 2322/2324
传真: +62 21 389 05521

独联体国家

俄罗斯联邦

国际电联

地区办事处

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

邮寄地址:
P.O. Box 47 – Moscow 105120
Russian Federation

电子邮件: itumoskow@itu.int
电话: +7 495 926 6070
传真: +7 495 926 6073

欧洲

瑞士

国际电联

电信发展局 (BDT) 地区办事处

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 – Switzerland
Switzerland
电子邮件: eurregion@itu.int
电话: +41 22 730 6065

国际电信联盟
电信发展局
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
www.itu.int

ISBN 978-92-61-23125-5



瑞士印刷
2017年，日内瓦