

降碳减排：四大新趋势赋能电信行业可持续发展

电信公司减少碳足迹的方式包括关闭铜缆网络和3G无线网络，现场服务车队改用电动车，以及切换至支持智能“休眠”的5G基站。

德勤预计，2024年和2025年，全球电信行业均将减少2%的碳足迹，即1,200万吨二氧化碳当量 (CO₂e)。¹ 电信行业并非全球碳排放量的主要排放者：其有线和无线网络覆盖全球逾95%的人口，但其2022年直接碳排放量约6亿吨，仅占全球排放量 (370亿吨二氧化碳当量) 的1.6%。² 尽管如此，电信公司是公开上市、面向消费者的营利性公司，提高可持续发展水平有助于其满足法规要求、吸引用户并提升盈利能力。

其中部分减碳措施源自电信公司多年来一直采用的策略，例如采购更多可再生能源 (部分电信公司已实现100%可再生能源供电，而更多电信公司的可再生能源使用率到2025年有望达到50%)、³ 提高数据中心的运营效率 (自然冷却可让数据中心能耗降低30%)、⁴ 延长手机使用寿命，⁵ 以及鼓励二手手机市场的发展 (该市场2023年价值500亿美元)。⁶ 上述措施并非新策略。

新的减碳措施——或者说至少到2024年才能普及——包括如下四种方案。

关闭铜缆网络

关闭铜缆网络可减少碳足迹，同时每年有望为运营商节省数十亿美元。年纪较大的读者还记得，固定电话在停电后仍然可以正常使用。其原因是从电话公司中心局连接到各家各户的双绞铜线不仅传输音频信号，实现语音通信，还提供48V直流电源，为电话和振铃器供电。数十年来，随着越来越多的家庭转用光纤电缆或用固定无线接入技术取代固定电话，铜缆接入技术 (通过数字用户线路进行语音或数据连接) 的用户占比不断下降。无论是家庭双绞线还是电话公司中心局交换机，光纤较铜缆不仅更易于维护，所需的现场服务呼叫更少，而且还能降低高达80%的能耗。⁷

新加坡已关闭铜缆网络，2024年铜缆的淘汰速度有望加快，亚太地区 (日本、澳大利亚和新西兰) 和欧洲10个国家 (挪威、瑞典、西班牙、葡萄牙、爱沙尼亚、法国、意大利、英国和瑞士) 将逐步关闭铜缆网络。⁸ 到2025年，至少有部分国家将几乎完全关闭铜缆网络，而更多国家将关闭25%至50%铜缆网络。⁹

关闭3G无线网络

还记得3G无线网络吗? 现有用户少、耗电量过大。关闭3G网络不仅能将3G频谱资源用于4G或5G (又称“频谱重耕”), 亦能显著提高网络效率、减少碳排放: 有报告称, 关闭3G网络或降低15%的能源成本。¹⁰

3G于2001年面世, 约在2012年达到顶峰, 但目前逐步被网络传输速度更快、传输效率/比特更高的4G和5G网络所取代。发展中国家的部分地区仍大规模使用3G网络: 2023年, 埃塞俄比亚和安哥拉的智能手机用户3G使用时长占比达40%。¹¹而其他国家或地区早在数年前就已关闭3G网络, 例如中国台湾地区在2017年至2018年期间关闭3G网络。过去六年, 有22个国家/地区的58家运营商关闭了3G网络 (平均每年约有10家运营商, 涉及4个国家/地区), 2024年关闭3G网络的运营商数量有望增至15家, 涉及6个国家/地区, 2025年将增至26家, 涉及10个国家/地区。¹²

提升现场服务车队的可持续发展能力

电信公司拥有庞大的商用车队, 提高车队的可持续发展能力将产生巨大影响: 商用车的二氧化碳排放量是轻型客车的21倍, 尽管商用车仅占车队的20%, 却占道路运输排放量的60%。¹³

对于一家运营商而言, 要维护数以万计的手机信号塔并使其覆盖数百万家庭和企业, 需要一支由汽车、卡车和货车组成的庞大现场服务车队: 例如, 一家英国运营商拥有一支33,000辆汽车的车队, 是英国第二大商用车队, 车队的直接排放量 (范围1) 占其总排放量的三分之二以上。¹⁴随着充电网络规模扩大、纯电动货车和卡车加大生产, 电气化的步伐正在加快。2022年底, 一家法国运营商的车队拥有3,000辆纯电动汽车, 计划到2025年将这一数字翻一番, 并已于2023年交付首辆氢动力货车。¹⁵

提升新一代5G设备的可持续发展能力

5G基站耗电虽多, 但新技术支持空载时进入休眠状态, 从而每年为电信公司降低数千兆瓦时能耗并减排数百万吨二氧化碳当量。¹⁶

5G引入了有源天线单元 (AAU) 等多项技术, 因此比4G功能多。不同于无源天线, 5G的AAU能够 (采用“大规模多输入多输出” (massive MIMO) 技术) 进行波束成形, 从而提升网络速度、容量、频谱效率并降低每兆比特成本, 但代价是功耗增加。¹⁷对于4G和5G而言, 各种基带处理单元 (BBU) 和射频拉远单元 (RRU) 的功耗大致相同。AAU功耗为4.2千瓦, 是4G基站功耗的60%以上, 因此性能和功耗发生了巨大变化 (图1)。¹⁸如果AAU支持更多频率, 功耗还会进一步攀升, 最高可达20千瓦。因此, 不仅需要改善电力供应 (大型网络的升级或改造成本高达数十亿美元), ¹⁹电信公司的碳足迹亦将受到负面影响。

如果5G得到充分利用, 其功耗可为成千上万的用户提供数百万比特的数据。就每比特数据的瓦特数而言, 5G的效率比4G高出90%。²⁰

但未得到充分利用的5G将消耗大量电力, 并导致客户覆盖面不足。第一代5G设备无法切换至休眠模式 (又称“低能耗模式或深度待机模式”), 亦不能根据负载情况灵活调整功耗。此外, 还有部分刚性解决方案: 一些电信公司在夜间利用率较低时关闭5G网络, 迫使客户只能使用传统的4G网络。²¹

2024年，随着爱立信、诺基亚、三星和华为（合计约占全球5G无线接入网络市场的87%²²）引入能耗更低的5G RRU、BBU和AAU（通常由人工智能算法和新型半导体驱动），上述情况将有所改变。²³四家公司均称，第二代5G设备的功耗较上一代产品降低了20%至50%，²⁴低流量时段的网络功耗可减少高达94%。²⁵此外，还有部分第二代5G设备面向5G物联网（IoT）市场，配备5G轻量化（RedCap）技术，功耗远低于全5G设备，甚至低于4G设备。²⁶

总体而言，大多数主要市场的5G网络部署取得良好进展，大部分运营商不太可能拆除老旧的5G无线电设备和天线并更换新的可持续设备。刚刚着手部署5G的地区应使用新设备，在旧设备逐渐出现故障时，可用更高效的设备取而代之。

2024年和2025年，5G无线电设备的环境足迹明显改善，主要得益于迄今为止进展缓慢的5G部署：扩大5G网络覆盖范围需要更多信号塔和天线，电信公司或将购买更多节能型设备。

小结

电信公司及其双绞线不仅会被关闭，还会被更高效的光纤所取代。有线电视公司以同轴电缆为介质传输电视和互联网信号。由于同轴电缆不带电，因此关闭它节省的能源较少，但研究显示，采用无源光纤接入家庭网络比同轴电缆解决方案节省约9%的电力（相比之下，光纤节省37%的电力）。²⁷

此外，5G网络采用的天线技术是耗电大户，目前利用率往往不高，而且由于其先进的核心技术（5G NR标准），在利用率不高时最容易休眠。²⁸这并不意味着休眠模式技术不能用于4G、3G或2G网络。5G节能效果并不显著，并且随着2G和3G网络的关闭，休眠模式技术或将重点运用于4G。

同样，尽管关闭3G网络备受关注，但机器对机器通信、物联网通信（例如智能电表）仍使用2G网络进行连接。²⁹2G比3G更省电，但预计也将在未来十年内退网。各个国家关闭2G网络的速度有快有慢，例如，法国将于2025年前逐步淘汰2G网络，而英国将于2033年前逐步淘汰2G网络。³⁰

电信公司可采取多种措施来减少其范围1直接碳排放（车队电气化）或范围2外购电力排放（5G休眠模式、铜缆和关闭3G），但范围3间接价值链排放可能是更大的难题。在电信公司所采购的商品和服务中，手机占据比例大。在美国，运营商每年购买的智能手机占总购买量的75%（欧洲的购买比例则低得多），而每部新智能手机均会排放85千克二氧化碳当量。³¹

正如《2022科技、传媒和电信行业预测》报告关于智能手机可持续发展所作的描述：“由于生产流程中产生的碳排放几乎占了一台智能手机的所有碳足迹，因此延长手机预期寿命是减少智能手机碳足迹的最重要方式。”³²

对此，运营商或有所助益，但这很棘手，因为他们本应与客户合作来实现这些目标，而当前只能自力更生。运营商欲鼓励客户延长手机使用年限：根据欧盟新规，运营商需提供5年备件和软件更新支持。³³为此，运营商不仅可以推出更有吸引力的SIM-only计划，还可以减少新手机补贴；推出翻新手机、提供维修服务奖励和以旧换新奖励；采用可持续的手机处理方式——首选手机回收，而非助长废旧电子产品的增长。

作者

Duncan Stewart |
Canada

Cindy Varga
Canada

Ariane Bucaille
France

Kevin Westcott
United States

绿色升级、智慧管理推动中国电信行业可持续发展

我国信息通信领域近年来积极引入先进技术，大力推动绿色转型和节能减排。随着信息基础设施的能源使用效率不断提升，绿色节能工作已经取得了显著成效。在“十三五”阶段，电信业用电规模仅占全社会用电总量的1%左右，而单位电信业务量和单位信息流量的能耗年均降幅超过了20%。

然而，随着我国信息通信流量和电信业务总量增长，作为能耗大户的通信基站数量逐年增加，通信网络的能耗也在不断增长。特别是在2019年5G商用后，大规模部署的5G基站带来了更快的能耗增长速度。据预测，到2025年，通信基站的总耗电量将达到约1050亿千瓦时。

图：中国通信基站耗电量情况（单位：亿千瓦时）



数据来源：中国通信运营商

Deloitte Insights | deloitte.com/insights

在此背景下，国内电信运营商纷纷推出可持续发展未来行动计划，中国移动、中国电信、中国联通均提出2030年碳达峰的目标。我们预期中国通信行业可持续发展将集中体现在以下方面：

- 更多使用绿色能源，降低碳排。**电信运营商将更积极加大风能、光能等可再生能源的使用比例。例如，中国移动利用风电、光伏发电装置和储能技术，建设低碳/零碳基站1万余个；中国电信将加大西部地区IDC的建设力度，优化数据中心布局，扩大绿色算力规模，并在设计、施工、采购到运营管理各环节中融入绿色低碳要求，提高数据中心资源利用效率。
- 加大智慧能源管理，提升能源利用效率。**电信运营商将加大智慧能源管理方面的投资，通过云能源监测、网绿色运营、节能预测模型等方式，实现AI节能管理。智慧能源管理可以监测各类资源使用情况，实时测算能源消耗和碳排放状态；此外，智能能耗趋势分析等辅助决策工具也将可以帮助电信运营商更精准降低能源消耗。例如，中国移动对其全网各类数据中心、核心机楼、重要汇聚机房及高能耗基站等能耗进行集中监测和分析。

3. 建设、运营更多绿色低碳通信基础设施, 包括:

- a) 在基站方面, 电信运营商将着手从设计、建设和运营维护等多方面对其通信基站进行绿色化布局 and 改造, 而运营商也会使用各类技术 (如: 超大规模天线阵列、智慧储能、基于AI的多网协作节能管理等) 进行基础设施的绿色升级。例如, 中国移动将AI、大数据与节能控制技术结合, 实现以AI为驱动的智慧化节能。
- b) 在数据中心方面, 电信运营商将会加大虚拟化和云计算等技术的应用, 以减少硬件设备的数量和能耗。运营商通过将物理设备虚拟化为软件, 实现资源使用可视化, 通过优化利用降低能源消耗和碳排放。例如: 中国电信正加大存量数据中心静态优化、动环/能耗系统改造、高效制冷、AI等节能技术的综合化应用, 推动数据中心节能降碳。

4. 电信运营商在可持续发展方面将开始更紧密的合作。运营商之间将开展共同研发、突破技术瓶颈, 推动ICT技术的发展和应用, 促进低碳经济的良性循环。我国运营商积极参与基站共建共享网络的建设, 截至2022年底, 中国联通和电信通过共建共享部署100万5G基站, 减少碳排放超1000万吨/年; 截至2023年9月底, 我国318.9万5G基站中超过90%实现了多家运营商的共建共享。

通过以上措施的综合应用, 电信行业可以逐步打造绿色低碳的信息基础设施, 减少能源消耗、碳排放和环境污染, 为可持续发展做出贡献。这需要电信企业与政府、社会各界紧密合作, 共同推动绿色低碳信息基础设施的建设和发展。

作者 **钟昀泰**
中国

尾注

1. 德勤对关闭铜缆网络、3G网络、实现车队电气化和降低5G无线电功率的综合影响所作的分析。
2. Iain Morris, [“The carbon-belching ICT sector must do better on the environment”](#), Light Reading, September 2, 2022.
3. 德勤对北美、欧洲和亚洲电信公司的分析。
4. Orange, [“Two new Orange data centers supporting growth of usages and controlling energy impact”](#), June 1, 2022.
5. Paul Lee, et al., [“Making smartphones sustainable: Live long and greener”](#), Deloitte Insights, December 1, 2021.
6. Hana Anandira, [“Second-hand smartphone sales top \\$13B”](#), Mobile World Live, July 13, 2023.
7. Grace Langham, [“Decommissioning legacy networks will be key to reducing operators’ energy usage”](#), Analysys Mason, August 17, 2022.
8. 德勤对多个公开资料来源的分析。
9. 德勤对多个公开资料来源的分析。
10. ABI Research, [“Purchasing Renewable Energy Removes CO2 Emissions Equal to 20 Million Barrels of Oil a Year for Leading Telco Operators”](#), April 21, 2022.
11. Robert Wyrzykowski, [“African smartphone users see a diverse mobile experience across the continent”](#), Open Signal, July 27, 2023.
12. Deloitte analysis of [“3G Phase out”](#) section from Wikipedia, accessed October 11, 2023.
13. Yvonne Rene de Cotret, [“Electrified fleets pave the way to emissions reduction”](#), Deloitte Canada, February 15, 2023.
14. Andy Wales, [“Three ways to get the UK’s electric vehicle revolution on the road”](#), BT Group, October 19, 2021.
15. Orange, [“Environmental commitment: Net Zero Carbon by 2040”](#), accessed October 11, 2023.
16. Ericsson, [“Rogers tackles network energy consumption”](#), accessed October 11, 2023.
17. [“Massive MIMO - Benefits and Challenges”](#), Telcoma, accessed November 7, 2023.
18. Chen Dongxu, [“5G Power: Creating a green grid that slashes costs, emissions & energy use”](#), Huawei, July 2020.
19. 同上。

20. Viavi Solutions, "[What is 5G Energy Consumption?](#)", accessed October 11, 2023
21. Masha Borak, "[5G towers are consuming a lot of energy, so China Unicom is putting some of them to sleep overnight](#)", South China Morning Post, August 27, 2020.
22. David Manners, "[Huawei, Nokia, Ericsson to take 74.5% of 5G market this year](#)", Electronics Weekly, August 2, 2022.
23. 德勤对四家公司2023年公告所作的分析, 其中产品将于2023年下半年或2024年初上市。
24. 同上。
25. Ericsson, "[Strengthened Networks portfolio boosts Ericsson's drive towards Net Zero emissions](#)", February 9, 2023.
26. Ericsson, "[Ericsson rides the next wave of 5G with new RedCap solution](#)", June 19, 2023.
27. Study 1, Europacable, "[Fibre: the most energy-efficient solution to Europe's bandwidth needs](#)", White Paper, July 2022
28. Tim Hatt and Emanuel Kolta, "[5G energy efficiencies: Green is the new black](#)", GSMA Intelligence, November 2020.
29. Tereza Krásová, "[UK telcos prepare to turn off 3G to boost energy efficiency](#)", Light Reading, July 27, 2023.
30. 同上。
31. Paul Lee等人。
32. 同上。
33. European Commission, "[Designing mobile phones and tablets to be sustainable – ecodesign](#)", accessed October 11, 2023.

致谢

The authors would like to thank **Karthik Ramachandran, Ankit Dhameja, and Paul Lee.**

Cover image by: **Manya Kuzemchenko**