

计算并减少我们流播的碳足迹

(收于《流媒体的环境影响》)

(“Calculating and Mitigating Our Streaming Carbon Footprint” in “Streaming Media’s Environmental Impact”)

劳拉·U·马克斯 (Laura U. Marks) 著

周庭皞 (Tinghao Zhou) 译, 余子靖 (Zijing Yu) 校对

中译引言

劳拉·U·马克斯的《计算并减少我们流播的碳足迹》是美国电影与媒体研究学会 (Society for Cinema and Media Studies) 一次专题研讨会所产生的五篇文章之一。该研讨会旨在关注一个不受待见却无法回避的问题: 流媒体对环境的负面影响。约瑟夫·克拉克 (Joseph Clarke)、杰森·利文斯顿 (Jason Livingston)、丹妮丝·奥列克西奇祖克 (Denise Oleksijczuk)、卢卡斯·希尔德布兰德 (Lucas Hilderbrand) 以及劳拉·U·马克斯 (Laura U. Marks) 五位作者的短文, 于 2020 年并作组合文章《流媒体的环境影响》发表于我们《媒体+环境状态》(States of Media + Environment) 特刊。

马克斯指出, 据估计, 流媒体的碳排放占全球温室气体排放的 1%。这个百分比仍在增长。然而, 认为数字媒体是无形的这种观念仍然十分顽固。马克斯在本文中介绍了计算流播碳足迹所遭遇的挑战, 并为消费者和媒体内容制作者提供了减轻这种环境威胁的环境建议。

现在, 我们很高兴在此发布马克斯这篇短文的中文译文。

——《环境+媒介》期刊主编

正文

大多数旨在减缓全球变暖的研究和激进行动都集中在已知有显著温室气体排放（greenhouse gas emissions, GHG）的领域，例如道路运输（2016年约占全球温室气体排放的11.9%）、住宅建筑供暖（10.9%）、航空运输（1.9%）和农业牲畜业（5.8%，其中主要是甲烷气体）（葛和弗里德里希 2020）。作为环境保护主义媒介学者，我们急需关注流播视频所导致的温室气体排放。

尽管企业引导我们相信信息与通信技术（information and communication technologies, ICT）有望提高其他领域的能源效率（全球促进可持续发展倡议 GeSI 2015），但所节约的能源可能还不敌信息与通信技术本身日益增长的电力消耗（兰格，波尔，和桑塔里乌斯 2020）。这一消耗由数据服务器、网络和消费者设备驱动，向大气排放的温室气体占目前全球温室气体排放的2.7-3.3%（贝尔希尔和埃尔梅利吉 2018；洛林茨，卡彭，和吴 2019），保守估计将在2030年升至7%，在2040年升至15%（贝尔希尔和埃尔梅利吉 2018）¹。在所有领域中，流媒体对这一增长贡献最大（西斯科 2020）。

推动这一指数级增长的是视频，因为全球范围内有越来越多的人以高带宽长时间流播。对信息与通信技术的研究表明，到2024年，流媒体将占移动数据流量的74%（阿尔沙里夫等人 2019）。随着智能手机使用量的增加，高清（high-definition, HD）视频也在推动这一增长。4K视频流的比特率为每秒15-18兆比特，超出高清视频比特率的两倍，标准清晰度（standard-definition, SD）视频比特率的九倍。即使对行业最友好的研究也指出：“宽带速度的提高导致了对高带宽内容和应用的消费和使用增加”（西斯科 2020, 15）。这就是杰文斯悖论：更高效的技术往往会鼓励更多地使用资源，从而减少或消除节约下来的资源。

我正与信息技术工程师斯蒂芬·马科宁和亚历杭德罗·罗德里格斯-席尔瓦合作，调查信息技术工程方面的研究，并将技术语言翻译成易于理解的语言。阅读这些文献给我的印象是，这个行业正在将对更多带宽的不可持续的需求外包给工程奇迹、对数微调和5G发烧梦去满足（见丹尼丝·奥列克西奇祖克的短文）。

计算流播视频的环境影响需要确定从数据中心到最终用户每个节点的能源来源。虽然各国和各地区的情况各不相同，但目前全球约80%的电力都来自化石燃料（世界银行 2014；The Shift Project 2019）。

流播视频的环境影响很难估计，其中一个原因是因为它分布在许多来源中。信息技术工程师首先会定义一个系统边界，包括以下部分或全部：数据中心、海底电缆、IP核心网络、接入网络、家庭网络 and 用户设备（手机、电脑、电视）。他们很少考虑生产和处理所

¹ 在其他的预测中，2030年的估值可以低至1.97%（全球促进可持续发展倡议 2015），也可以高达21%（安德雷和埃德勒 2015）。

有这些设备和硬件所耗费的能源。他们的使用的方法差异也很大。因此，计算互联网数据传输的能耗取决于你接受哪些前提。

电力强度是指传输一千兆字节数据所需的电力量，单位为千瓦时。在对 14 项互联网数据传输电力强度的调查中（阿斯拉等人 2017），两项最新的研究涵盖了数据中心，其研究方法也得到了调查作者的认可，它们给出了以下数据：

2.64 千瓦时/千兆字节（马尔莫丁和伦登 2018）

7.34 千瓦时/千兆字节（克鲁格，沙克尔顿，和萨弗尔 2014）

平均：4.91 千瓦时/千兆字节

马尔莫丁和伦登的研究基于瑞典截至 2010 年的多年数据，克鲁格、沙克尔顿和萨弗尔的研究则基于英国截至 2012 年的数据，两者都是基于“传统”或较老的网络。电力强度自 2012 年以来已有所改善，但并非指数级别。摩尔定律（微芯片的容量每 18 个月到两年翻一番）在这里并不适用，因为我们不仅谈论计算效率，还谈论电力效率，电力效率预计最好也只有 10%（安德雷和科克伦 2013），并将趋于稳定，直到 2020 年代中期才再次上升（库美和纳夫齐格 2015）。此外，冷却、供电和存储都受到物理条件的限制，而且正如我的同事马科宁解释的那样，由于成本问题，公司更新传统网络的速度十分缓慢。

一旦确定了一个给定的视频流播的用电量，就可以使用美国环保署的温室气体当量计算器（Greenhouse Gas Equivalencies Calculator）（2020），根据环保署对美国使用化石燃料发电量的估算，计算出产生的温室气体量。

媒介学者可以使用马科宁、罗德里格斯-席尔瓦和我一起设计的粗略计算器来计算特定流媒体节目的碳足迹（见表 1）²。（由于计算器基于较早的数据，所以计算结果偏高，但不是指数级别。我们正在努力开发一个更准确的计算器。）³例如，我每月在我的电脑上以 1080 像素的分辨率流播 35 小时的视频。这需要 382.36 千瓦时的电量。根据美国环保署的计算器，等于排放了 2.68 公吨的二氧化碳。这相当于一辆汽车消耗 30.4 加仑汽油所排放的二氧化碳，或 4.5 棵树苗生长十年所吸收的碳量。

² 萨默森使用网飞（Netflix）的流媒体比特率。网飞比其他平台更节能。

³ 法国智库 The Shift Project 提供了一个基于文件大小而非节目长度的碳计算器，该计算器基于安德雷和埃德勒（2015）的高预测，但它低估了其他因素。

表 1: 计算特定流媒体节目的碳足迹

特定分辨率下的流媒体视频长度（单位为小时）× 每小时的数据量（单位为千兆字节）
（萨默森 2018）

480p: 约 792 兆字节/小时

720p: 约 1.3 千兆字节/小时

1080p: 约 1.9 到 2.55 千兆字节/小时

1440p: 约 2.8 千兆字节/小时

4k: 约 3.5-7 千兆字节/小时

× x 能源强度: 4.91 千瓦时/千兆字节

× 流播人数

× 0.0007 公吨二氧化碳（美国环境保护署 2020）

= 碳足迹

媒体内容消费者可以通过以下方式减少他们的碳足迹:

- 减少流播。正如法语格言“少喝酒，喝好酒（Boire moins, boire mieux）”一样，我们可以对我们观看的内容多加选择，并训练自己不要点击链接，停止自动下载，购买数字专辑而不是流媒体播放（这对环境和艺术家都有好处）。
- 使用物理媒介。考虑到 DVD 的脆弱性，我希望通过 USB 驱动器等更耐用的媒介流通媒体文件的做法能更加普遍。
- 如果流行病大流行期间的安全状况允许，戴上口罩去电影院看电影吧。
- 看电视!
- 将高分辨率视频视为特殊场合的奢侈品——就像另一种排放温室气体的罪恶享受，吃牛排。
- 抵制即时性（immediacy）的诱惑。我喜欢在 MUBI 上观看电影。然而，如果我愿意等待几天，很多电影都可以在音像店或公共图书馆找到。
- 像我们在为航空旅行做的那样，为流媒体支付碳补偿。
- 游说我们的政府去要求互联网服务提供商在他们的商业模式中加入碳税。
- 关闭我们手机摄像头的高清选项。
- 抵制过时报废，尽可能长时间保留我们的手机。

媒体内容制作者可以做以下事情:

- 制作多种版本的作品：一种用于现场放映或展览，另一种用于流媒体播放。
- 制作小文件媒体！在温哥华的小文件媒体节（Small File Media Festival）（<https://smallfile.ca/>），我们接受不超过五兆字节的电影，这些电影在网上流播时的碳排放量极小。小文件电影是令人激动的创新而美味的小吃。如果我们不满足于它们模糊和简短，那么我们就更有理由敦促我们的政府加快转向可再生能源。

Laura U. Marks is Grant Strate Professor in the School for Contemporary Arts at Simon Fraser University, Canada.

<https://www.sfu.ca/~lmarks/>

劳拉·U·马克斯是加拿大西蒙菲莎大学当代艺术系的格兰特·斯特拉特教授。

Translator's Bio

Tinghao Zhou is a Ph.D. candidate in the Department of Film and Media Studies at the University of California, Santa Barbara, USA.

<https://www.filmandmedia.ucsb.edu/person/tinghao-timothy-zhou/>

周庭皞是美国加州大学圣巴巴拉分校电影与媒介研究系的博士资格候选人。