



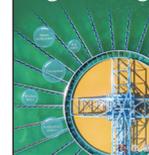
ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

# Engineering

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/eng](http://www.elsevier.com/locate/eng)

Engineering



## News & Highlights

### 一场潜在的 5G 干扰风暴

Chris Palmer

Senior Technology Writer

美国负责监管电信的政府机构和负责气象观测的机构正进行激烈的争论，似乎更快的手机服务速度与准确的天气预报不能共存。

美国联邦通信委员会（FCC）和本国的无线行业正在竞相部署5G技术，该技术有望将电话和网络速度提高到目前标准的100倍左右[1]。然而，一些科学家认为，这项技术可能会干扰气象卫星的监测，抹杀40年来全球气象预报能力的进步。这样的退步将会阻碍世界预测致命飓风（图1）和其他风暴路径的能力，并削减疏散人员、保护建筑物和其他基础设施的可用时间。

尽管美国国家航空航天局（NASA）和美国国家海洋与大气管理局（NOAA）的科学家表示反对，FCC仍然开始拍卖2909个24 GHz频段的许可证给无线运营商[2]。AT&T、T-Mobile和其他运营商以近 $2 \times 10^9$ 美元的价格购买了24 GHz频段频谱，其范围是24.25~24.45 GHz到24.75~25.25 GHz[3]。水蒸气在23.8 GHz频段附近发出微弱的辐射。NASA和NOAA的科学家担心，由于临近24 GHz频段5G传输的干扰，飞越美国覆盖5G无线区域的地球观测卫星（如NOAA的GOER-16）将无法区分这些微弱的信号。

在2019年5月13日的一封信中，美国参议员罗恩·怀登（Ron Wyden）和玛丽亚·坎特威尔（Maria Cantwell）致信FCC主席阿吉特·帕伊（Ajit Pai），要求委员会在找到解决方案之前，暂停无线公司对24 GHz频段的使用，并暂停剩余的拍卖计划。几天后，5月16日，NOAA代理局长尼尔·雅各布斯（Neil Jacobs）在美国众议院环境

科学小组委员会前作证。雅各布斯告诉委员会，根据目前的5G推广计划，气象卫星将失去大约77%已收集的数据，降低多达30%的风暴预测能力。“如果你回顾过去会发现，大约是在1980年，那时的预测能力比现在少了30%。这将会导致飓风追踪预报的准备时间缩短大约两到三天。”雅各布斯如是说。

雅各布斯还补充道，即使2%的数据损失，也足以违反NOAA和NASA计划耗资 $1.1 \times 10^{10}$ 美元的联合极地卫星系统的任务要求，该系统将用于天气预报、气候建模和其他应用[5]。雅各布斯接着说道，如果没有关键的水汽数据，世界上最精确的飓风模型当初将对2012年的致命飓风“桑迪”做出停留在海上的预测，而不是突然向西移动，沿美国东北海岸登陆。早在2019年4月19日，NASA局长吉姆·布里登斯汀（Jim Bridenstine）就告知过美国众议院科学、空间和技术委员会：“如果你们不能做出准确的预测，就无法正确疏散人群，或者说会疏散不需要疏散的人群，这将是一个麻烦。”

水蒸气只以一种频率散发辐射，这意味着预报员没有其他方法来收集这些信号。但是，FCC可以选择改变他们分配给无线公司的频谱范围，或者要求运营商降低5G手机发射机的功率，以避免其辐射信号淹没敏感的气象卫星传感器。目前FCC在24 GHz频段的噪声限制为-20 dBW[8]。NOAA与NASA希望FCC的噪声限制能更接近欧盟委员会推荐的阈值-42 dBW，这是FCC的限制的1/150。世界气象组织（WMO）则希望FCC的限制能接近-55 dBW，这是FCC限制的1/3000 [8]。

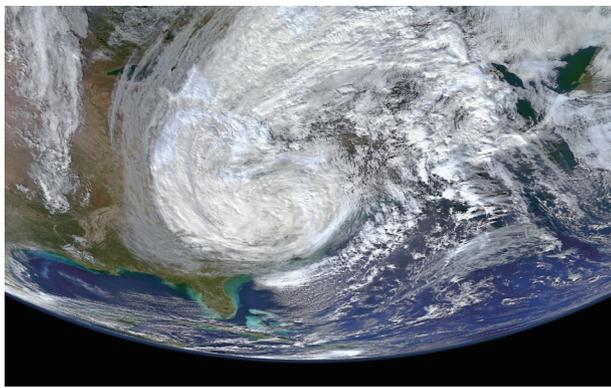


图1. 美国国家航空航天局 (NASA) 和美国国家海洋与大气管理局 (NOAA) 的科学家们担心, 美国联邦通信委员会 (FCC) 的5G技术计划将干扰预报员准确预测可能产生影响的天气事件的能力, 如飓风登陆, 这张图片显示的是在2012年10月30日, 飓风接近美国东北部海岸。资料来源: NASA/NOAA/戈达德太空飞行中心/苏米国家极地轨道伙伴关系/可见红外成像辐射套件。

在2019年5月12日, 帕伊告诉美国参议院商业、科学和交通委员会, 要求低功率发射24 GHz频段可能会使电波无法在国内用于5G服务。帕伊接着说道:“NOAA的担忧忽略了这样一个事实: 5G涉及波束形成, 其本质上是一种能更精确地发送5G信号的自适应天线阵列——这有点像步枪射击, 而不是5G频段的霰弹枪。”帕伊还告诉委员会, 目前在23.8 GHz以下的频段运行的微波链路已经有40 000个, 尚未收到有关天气传感器受到其干扰的报告。

纽约大学无线通信学院院长、计算机科学与放射学教授, 西奥多·拉帕波特 (Theodore Rappaport) 支持FCC主席帕伊的观点, 他说道:“FCC一直在调节卫星和手机固定网络之间的干扰。”

拉帕波特说道:“我猜测一些非技术人员已经听说这可能是个问题, 但他们并不了解为适当调节无线电频谱所做的维护和分析。你们要记住, 手机和基站的运行频率是数百兆赫, 它们离所有的气象设备都很远, 而且它们的能量集中在地表和地平线上, 并没有侵犯气象卫星所在的天空区域。”

但除了目前的争议外, 天气预报员对未来的预测可能还会产生其他令人头疼的问题。FCC计划于2019年12月开始下一次5G拍卖, 这将是美国有史以来规模最大的一次拍卖。这次拍卖将涉及另外3个用于探测其他气象现象的频段: 雨雪 (36~37 GHz)、大气温度 (50.2~50.4 GHz) 和云冰 (80~90 GHz) [10]。

不过, 在拍卖之前, 2019年10月28日, 来自世界各地的监管机构于埃及沙姆沙伊赫, 在由国际电信联盟 (ITU) 举办的2019年世界无线电通信大会 (WRC-19)

上汇聚一堂。ITU是联合国建立在日内瓦负责通信技术的机构。预计与会人员将就公司可用于5G传输的频率达成国际协议, 并且商定可以接受何种程度的对地观测频率干扰[8]。

地球探测卫星服务 (EESS) 传感器被动地测量一个频带包括噪声在内的所有发射源, “因为不可能进行检测和缓解干扰, WRC-19必须正确处理并采用能够避免对EESS被动传感器产生干扰的干扰防护等级, 这一点至关重要,” ITO无线电通信局局长马里奥·马尼耶维奇 (Mario Maniewicz) 说。WRC-19会议筹备文件[11]显示:“低水平的射频干扰无法与自然辐射区分开来, 这表明了一个非常严重的问题, 即次级的或错误的数据可能会被视为有效的。”

如何解决这个争论还有待商榷。但是, 由于美国是一个非常庞大的通信市场, FCC的地位将会有相当大的影响力。拉帕波特预计ITO将采用一种光谱掩码——一种限制发射噪声的滤波器, 接近于-20 dBW水平, 这个水平至少是被一些美国专家接受的。他还说道:“我相信一切都会继续发展进步的, 天不会塌下来的。”

## References

- [1] Scott M. 5G is a new frontier for mobile carriers and tech companies [Internet]. New York: The New York Times; 2016 Feb 21 [cited 2019 Jul 15]. Available from: <https://www.nytimes.com/2016/02/22/technology/5g-is-a-new-frontier-at-mobile-world-congress.html>.
- [2] Auction 102: spectrum frontiers—24 GHz: fact sheet [Internet]. Washington, DC: Federal Communications Commission; [cited 2019 Jul 15]. Available from: <https://www.fcc.gov/auction/102/factsheet>.
- [3] Attachment A: FCC 24 GHz band auction. Auction 102: bidder summary [Internet]. Washington, DC: Federal Communications Commission; [cited 2019 Jul 15]. Available from: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-19-485A2.pdf>.
- [4] Senators Ron Wyden and Maria Cantwell's letter to Federal Communications Commission chairman Ajit Pai [Internet]. Washington, DC: Federal Communications Commission; [cited 2019 Jul 15]. Available from: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-358166A2.pdf>.
- [5] Behrens J. NOAA warns of threat to weather forecasts from 5G spectrum. Phys Today [Internet] 2019 May 24 [cited 2019 Jul 15]. Available from: <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.6.2.20190524a/full/>.
- [6] McNally T, Bonavita M, Thépaut JN. The role of satellite data in the forecasting of Hurricane Sandy. Mon Weather Rev 2014;142(2):634–46.
- [7] House Science Committee hearing on NASA budget [Internet]. San Francisco: Internet Archive; 2019 Apr 19 [cited 2019 Jul 15]. Available from: [https://archive.org/details/CSPAN3\\_20190419\\_184600\\_House\\_Science\\_Committee\\_Hearing\\_on\\_NASA\\_Budget/start/7020/end/7080](https://archive.org/details/CSPAN3_20190419_184600_House_Science_Committee_Hearing_on_NASA_Budget/start/7020/end/7080).
- [8] Witze A. Global 5G wireless networks threaten weather forecasts. Nature 2019;569(7754):17–8.
- [9] Brodtkin J. Ajit Pai says NOAA and NASA are wrong about 5G harming weather forecasts [Internet]. Ars Technica; 2019 Jun 14 [cited 2019 Jul 15]. Available from: <https://arstechnica.com/tech-policy/2019/06/ajit-pai-says-noaa-and-nasa-are-wrong-about-5g-harming-weather-forecasts/>.
- [10] Niiler E. 5G networks could throw weather forecasting into chaos [Internet]. New York: Wired; 2019 May 17 [cited 2019 Jul 15]. Available from: <https://www.wired.com/story/5g-networks-could-throw-weather-forecasting-into-chaos/>.
- [11] Radiocommunication Bureau, International Telecommunication Union. Report of the CPM on technical, operational and regulatory/procedural matters to be considered by the World Radiocommunication Conference 2019. Geneva: International Telecommunications Union; 2019.