

News & Highlights

如果全球定位系统失灵了怎么办？

Mitch Leslie

Senior Technology Writer

无法卸货的货船在美国各港口外造成交通堵塞，大大减慢货物的交付速度。急救人员需要更长的时间才能到达火灾、事故和犯罪现场。手机用户会频繁遇到通话中断和服务质量下降等问题，电信网络也可能随后崩溃。农民需要更多的时间种植庄稼。根据美国国家标准技术研究所（NIST）委托撰写的一份最新报告，如果全球定位系统（GPS）失灵30天，美国就可能会出现上述这些问题。该报告估计，如果GPS失灵30天，美国的经济损失将达300亿~450亿美元[1]。

由大约30颗GPS卫星提供的精确位置和导航信息（图1）——GPS至少需要24颗卫星才能运作——不仅对迷路的司机来说是必不可少的，对农民、矿业公司、测量员和快递公司等用户来说也是不可或缺的。这些卫星很重要，因为它们能传送精确到40 ns以内的时间，允许时钟和计算机网络同步，这对金融交易、电信、天气监测和许多其他应用至关重要[2]。“人们认为GPS就应当是这样的——就像电一样。”美国加利福尼亚州斯坦福大学航空航天名誉教授Bradford Parkinson说。他带领团队开发了GPS，目前正在参与指导斯坦福大学定位、导航和授时中心的工作。“它的价值是巨大的，而且还在不断增长。”

但是，即便开发人员研发出越来越多的GPS应用程序，“许多人还是对GPS过于自信。”意大利都灵理工大学电子和电信系助理教授Fabio Dovis说。Fabio Dovis主



图1. 如图所示，这颗GPS IIR-M卫星是2005—2009年发射的系列卫星之一。它与美国GPS卫星网络中的约30颗其他GPS卫星一道，每天绕地球两圈，向地面传送时间和轨道数据，以使接收器能够精确地确定它们的位置。Credit: United States Government (public domain)。

要研究GPS及与其相类似的系统。“他们没有意识到卫星导航系统的漏洞。”

这些漏洞包括可能摧毁GPS卫星或干扰其传输的恐怖袭击或军事攻击[3]。GPS信号也可能被伪造，从而无法提供准确的导航[4]。太阳耀斑是一种由太阳喷发出的电磁辐射，它偶尔会干扰信号[5]，导致设备短暂地失去与卫星的连接或无法提供准确的导航信息。1859年爆发的太阳耀斑甚至让一些电报局都着火了[6]，像这样威力极强的大规模太阳耀斑可能会产生更严重的影响。“GPS很容易失灵。”美国海岸警卫队前海洋运输系统主任Dana Goward说，Dana Goward是美国弗吉尼亚州亚历山大弹性导航和授时基金会的负责人。“太阳只

E-mail address: dave.egerter@gmail.com

2095-8099/© 2019 THE AUTHORS. Published by Elsevier LTD on behalf of the Chinese Academy of Engineering and Higher Education Press Limited Company. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

英文原文: Engineering 2019, 5(6): 985–986

引用本文: Mitch Leslie. What if the Global Positioning System Didn't Work? Engineering, <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.10.007>

要朝着错误的方向打个嗝，就会把卫星烤熟。”他说。“如果只是依赖GPS而没有其他备选计划的话，我们将会面临很大的风险。”

GPS从未长时间停止过信号传输。然而，2016年1月发生的事件表明，即使是暂时的中断也会引发许多问题。当时，运营GPS的美国空军让一颗旧卫星退役，卫星停机引发软件错误，导致其他卫星发出了误差达13.7 μ s的定时信号[7]。这个小故障在世界各地引发了诸多问题，例如，英国的一些无线电广播被中断，美国部分地区急救人员的导航设备无法使用[7,8]。由于监测GPS的技术人员很快发现并纠正了这个错误，所以这些问题只持续了几个小时。

根据NIST于2019年6月发布的报告，位于美国北卡罗来纳州的非营利性研究机构美国三角研究所（RTI International）的研究人员咨询了近200名专家，以确定GPS在美国经济十大领域中的价值。该报告估计，GPS在1984—2017年助力美国经济增长逾1.4万亿美元。该报告还详细说明了GPS停机30天的潜在影响。作者没有具体说明停机原因，但他们认为，GPS停机将会使卫星导航系统失效，而本来使用GPS的设备可以在此时连接其他系统，如俄罗斯的GLONASS、欧洲的Galileo和中国的北斗系统[9]。尽管美国国会在2018年通过了一项法律，要求开发一种基于地面的GPS备份系统[10]，但该系统目前尚未建成，因此，如果GPS失灵了，用户就不能指望它了。

根据这份报告，如果GPS失灵，一些经济领域部门几乎不会受到影响。例如，电力公司将继续生产和输送电力。但由于电力公司目前主要依靠GPS进行电网监测和服务中断分析等活动，因此，这一领域的总体损失约为2.75亿美元。

与之相比，报告的调查结果表明，其他经济领域将受到严重损害。例如，海运业将蒙受巨大损失。尽管船舶仍能航行，但GPS信号的中断将使该行业损失超过100亿美元，主要原因是港口延误。各大港口依靠GPS协调到港船只的卸货并管理集装箱。如果没有GPS数据，港口运营将会大幅放缓，船只可能要等上几天才能卸货。

电信行业也将受到重大打击。GPS的精确定时对电信网络的许多功能都至关重要。例如，如果你想在列车上打电话，在列车行进时，GPS允许网络进行切换，将电话从一个基站转到另一个基站。如果GPS失灵，用户

可能会在24~48 h内注意到网络服务开始恶化，包括通话中断增多和数据传输速度变慢。为了保持联系，呼叫者必须在同一地点保持不动。报告指出，两周后，电信网络可能也会开始失效。

手机和其他设备提供的实时导航和分路段显示导航也会因为GPS失灵而无法工作。导航失败将减缓货物的交付，增加燃料消耗和污染物的产生，以及拖慢急救人员。信号中断也会对农业造成损失，因为GPS已经成为各种农业机械设备的组成部分。卫星导航让农民能够更精确地种植、浇水、施肥和收获[11]。

该报告估计，GPS失灵的总代价是每天10亿美元，如果GPS失灵发生在4月和5月的种植季节，则总代价为15亿美元。鉴于美国国内生产总值每天约为580亿美元[12]，如果GPS失灵，美国经济将缩减1.7%~2.6%。该报告的共同作者之一、RTI International的经济学家Kyle Clark-Sutton说，对一个行业的影响将会波及其他行业，因此“每天10亿美元是底线，而不是上限。”他说，在不久的将来，这一成本会更高，因为电信网络正在向5G转变，公用事业正在采用智能电网技术，这两种技术都将更加依赖GPS技术。“我们正处于更加依赖GPS的风口浪尖。”他说。

References

- [1] Economic benefits of the global positioning system (GPS) [Internet]. North Carolina: RTI International; 2019 Jun [cited 2019 Sep 8]. Available from: https://www.rti.org/sites/default/files/gps_finalreport618.pdf.
- [2] Glass D. What happens if GPS fails? [Internet]. Boston: The Atlantic; 2016 Jun 13 [cited 2019 Sep 8]. Available from: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2016/06/what-happens-if-gps-fails/486824/>.
- [3] Scoles S. Spoof, jam, destroy: why we need a backup for GPS [Internet]. New York: Wired; 2018 Mar 2 [cited 2019 Sep 8]. Available from: <https://www.wired.com/story/spoof-jam-destroy-why-we-need-a-backup-for-gps/>.
- [4] Sydionco D. Research team hacks surveillance drone with less than \$1000 in equipment [Internet]. Slate; 2012 Jul 2 [cited 2019 Sep 8]. Available from: <https://slate.com/technology/2012/07/hacked-surveillance-drone-with-spoofed-gps-system-demonstrates-uav-security-flaws.html>.
- [5] Daley J. NASA captures strongest solar flare in a decade [Internet]. Washington, DC: Smithsonian; 2017 Sep 6 [cited 2019 Sep 8]. Available from: <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/sun-produces-biggest-solar-flare-decade-180964794/>.
- [6] Lovett R. What if the biggest solar storm on record happened today? [Internet]. Washington, DC: National Geographic; 2011 Mar 4 [cited 2019 Sep 8]. Available from: <https://www.nationalgeographic.com/news/2011/3/110302-solar-flares-sun-storms-earth-danger-carrington-event-science/>.
- [7] Tullis P. The world economy runs on GPS. It needs a backup plan [Internet]. Bloomberg Businessweek; 2018 Jul 25 [cited 2019 Sep 8]. Available from: <https://www.bloomberg.com/news/features/2018-07-25/the-world-economy-runs-on-gps-it-needs-a-backup-plan>.
- [8] Baraniuk C. UK radio disturbance caused by satellite network bug [Internet]. London: BBC News; 2016 Feb 2 [cited 2019 Sep 8]. Available from: <https://www.bbc.com/news/technology-35463347>.
- [9] Jakhar P. How China's GPS 'Rival' Beidou is plotting to go global [Internet]. London: BBC News; 2018 Sep 20 [cited 2019 Sep 8]. Available from: <https://www.bbc.com/news/technology-45471959>.
- [10] Senate bill 140, national timing resilience and security act of 2018. Washington, DC: United States Congress; [cited 2019 Sep 8]. Available from:

<https://www.congress.gov/bill/115th-congress/senate-bill/140/text#toc-id89e563a8d5524c5a84cacf66865f7ba1>.

- [11] Manaugh G. How a GPS glitch can change the taste of your salad [Internet]. Boston: The Atlantic; 2016 Jun 15 [cited 2019 Sep 8]. Available from: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2016/06/invasion-agriculture-and-the-beets-of-war/487082/>.

- [12] Gross domestic product, second quarter 2019 (second estimate); Corporate profits, second quarter 2019 (Preliminary estimate) [Internet]. Washington, DC: United States Bureau of Economic Analysis; [updated 2019 Aug 29; cited 2019 Sep 8]. Available from: <https://www.bea.gov/news/2019/gross-domestic-product-2nd-quarter-2019-second-estimate-corporate-profits-2nd-quarter>.