

## News &amp; Highlights

## 互联网卫星激增带来天文学新问题

Mitch Leslie

Senior Technology Writer

2020年4月22日, SpaceX公司研发的火箭从佛罗里达州肯尼迪航天中心发射升空, 其有效载荷令许多天文学家感到担忧[1]。火箭运送到太空的60颗卫星加剧了近地轨道卫星数量的激增状况。根据美国马萨诸塞州剑桥市哈佛-史密森尼天体物理学中心的天体物理学家Jonathan McDowell的计算, 在短短一年内轨道卫星数量以肉眼可见的速度翻了一番。如果SpaceX和其他公司按计划发射数百或数千颗卫星的“巨型星座”(mega-constellation), 那么近地轨道上的卫星数量在未来10年内可能会增长10倍以上[2]。

这些新卫星已经阻碍了天文观测。研究人员预计, 随着更多卫星的发射, 问题将变得更加严重。McDowell说, 并不是所有的天文学家都会受到影响, 但是许多天文学家会发现他们的研究会更加困难、耗时且会更昂贵——他们可能不得不重新设计设备进行弥补。某些项目, 包括计划于2023年开始的大型夜空探索, 可能会受到严重干扰[3]。尽管SpaceX公司最近宣布了一些改变, 以减少卫星的可见性, 但天文学家表示, 这些卫星仍然会干扰观测。他们还担心, 大量的卫星将产生更广泛的影响, 从而改变公众对太空的看法。美国伊利诺伊州埃文斯顿西北大学的天文学博士后Cliff Johnson说: “这将影响地球上每个人看到的夜空景象。”

自从1957年人造卫星发射以来, 卫星就一直对天文学家的视野造成干扰。“这偶尔会让人感到烦恼,” McDowell说, “很多时候你会得到一个被卫星破

坏的观测结果, 但这种情况一直以来并不常见。”为了评估新卫星将如何改变这种状况, 他估计了近地轨道上的卫星数量[4]。在600 km以下轨道运行的大型卫星往往是明亮的, 因此在黑暗区域中肉眼可以看见它们, 这会扰乱天文学家的研究。McDowell计算出, 到2018年, 这些卫星大约有400颗[4]。

这些卫星数量自2019年5月开始迅速上升。当时由亿万富翁Elon Musk创立的总部位于加利福尼亚州霍桑市的SpaceX公司发射了第一批60颗Starlink卫星, 这些卫星旨在为世界许多地区提供宽带互联网接入[5]。截至2020年4月, SpaceX公司已部署了400多颗此类卫星, 并且获得了监管机构对其最多可发射12 000颗卫星的批准。该公司最终可能随时将42 000颗卫星投入使用[6]。

其他公司正在采取行动。总部位于伦敦的OneWorld公司已经发射了74颗卫星, 其最初目标是将650颗卫星送入轨道[7]。该公司是否会实现这一目标目前尚不清楚, 因为它在2020年3月宣布破产[8]。但是, 包括亚马逊在内的其他几家公司也希望创建自己的“巨型星座”[9]。

大量的新卫星是科学家们关注的问题之一。正如一位天文学家所说, 一旦“巨型星座”发射升空, 夜空将“爬满”各种卫星[10]。迄今为止, 已发射的卫星也令人担忧, 因为它们太亮了。密歇根大学安娜堡分校的天文学研究教授(名誉教授)Patrick Seitzer指出, Starlink卫星很大且具有反射性, 再加上第一批卫星运行轨道距地球

表面仅550 km，因此，他说：“这些卫星现在的亮度超过了轨道上99%的卫星。”而且在没有严重光污染的地区，肉眼就可以看到它们。

Seitzer在美国天文学协会（American Astronomical Association）委员会工作，该委员会正在研究卫星问题，他在2020年1月的会议上描述了卫星可能产生的影响[11]。他说，卫星发出的光会使研究人员用于捕获夜空图像的探测器饱和。这意味着这些光不仅会留下破坏图像像素的细条纹，而且会溢出并使图像模糊。Seitzer说，卫星发出的光也会引起其他问题，包括曝光其他部分的重影，以及在之后的曝光中出现残留图像。

有超过9000个Starlink卫星计划在600 km以下的轨道运行，但是仍有2800个Starlink卫星计划在1200 km左右的轨道高度运行——尽管SpaceX公司已提交申请以将其卫星置于较低的轨道[12]。OneWeb公司的卫星也在1200 km的轨道运行[13]。Seitzer说，肉眼无法看到这些较高海拔的卫星。但他计算出，它们仍然足够明亮，这足以使天文探测器饱和，而且它们可能更具破坏性，因为在特定时间，人们可以观察到其3~4倍以上的亮度。

Seitzer、McDowell和其他科学家的分析表明，卫星数量激增的影响将取决于几个因素，其中包括观测者的纬度、收集数据的时间和季节，以及所调查的问题。Johnson和他的同事正在观察麦哲伦星云等星系，研究恒星形成并寻找未发现的矮星系，而Starlink卫星已经在他们某些影像上留下痕迹（图1）。但是他说，这些卫星不会对该小组的研究产生重大影响。当卫星穿过一个图像时，“我们会进行多次观测，从而对像素的损失进行平均。”

但是，这些卫星可能会妨碍其他研究。在3年之内，正在智利建设的Vera Rubin天文台的科学家将启动“时空遗产调查”（Legacy Survey of Space and Time），这是一个为期10年的项目，旨在捕获最详细的夜空信息。天文台的望远镜具有9.62平方度的巨大视场，是满月面积的40倍以上[14]。它可以发现比用肉眼可以察觉到的弱一千万倍的物体，这种灵敏度和广度的结合使其特别容易受到卫星的干扰[10]。该项目的研究人员估计，望远镜中多达30%的图像将包含卫星踪迹，并且由于卫星造成的数据丢失，该调查可能需要额外4年的时间才能完成[15]。

Rubin天文台的目标之一——努力识别和跟踪小行星也可能会受到影响。McDowell表示，目前在日落之

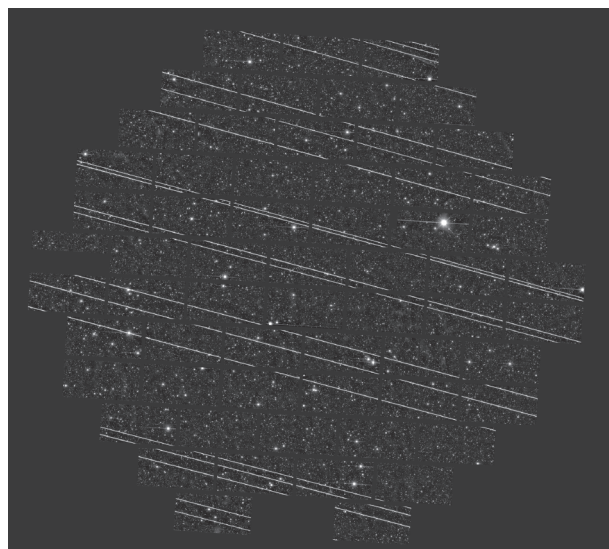


图1. 2019年11月18日，在智利的Cerro Tololo美洲天文台，Starlink卫星在由Blanco望远镜拍摄的这张图像中留下的细条纹。在333 s的曝光时间内，有19颗卫星通过了望远镜的视野。这些卫星于一周前发射，并且正在向最终的轨道高度为550 km的方向移动。图片来源：DELVE Survey, CTIO/AURA/NSF，经许可。

后和日出之前最容易看到高空的Starlink卫星，这也是探测小行星的最佳时机。他说：“你真的不会想错过即将撞击地球的小行星。”

SpaceX公司对天文学家的抱怨做出了回应，并在2020年4月宣布了重大变化，以减少卫星的影响[16]，尽管这些变化不会改变已经发射的Starlink卫星。为了防止新的Starlink卫星在进入轨道时被看见，现在SpaceX公司将调整它们的方向，使它们在上升时紧贴太阳，减少它们反射的光量。一旦进入轨道，未来将为所有的卫星部署探测器，以降低反射率。SpaceX公司表示，对于用肉眼观察天空的观察者而言，这些变化意味着这些卫星在发射后不久最容易被看见，然后在一周内将消失[16]。

天文学家对SpaceX公司的声明表示欢迎，但同时警告该计划只能到此为止。McDowell表示，“这些变化将使卫星变得更暗，在深夜被照亮的卫星也会更少。”他说，SpaceX公司的新方法“改善了但并没有消除”潜在的卫星问题。

Johnson和其他研究人员表示，SpaceX公司和OneWeb公司——在宣布破产之前曾与天文学家进行过交流——因其为解决这一问题所做的努力而获得好评。但是他们也希望看到新的规定，以确保卫星运营商能保护夜空。Johnson说：“必须有一种机制促使他们做正确的事。”

## References

- [1] Thompson A. SpaceX launches 60 Starlink satellites, aces rocket landing in milestone flight [Internet]. New York: Space; 2020 Apr 22 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.space.com/space-starlink-satellites-launchrocket-landing-success-april-2020.html>.
- [2] Sheetz M, Petrova M. Why in the next decade companies will launch thousands more satellites than in all of history [Internet]. Englewood Cliffs: CNBC; 2019 Dec 15 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.cnn.com/2019/12/14/spacex-oneweb-and-amazon-to-launch-thousands-more-satellites-in-2020s.html>.
- [3] Grush L. The true impact of SpaceX's Starlink constellation on astronomy is coming into focus [Internet]. New York: The Verge; 2020 Mar 24 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.theverge.com/2020/3/24/21190273/spacex-starlink-satellite-internet-constellation-astronomy-coating>.
- [4] McDowell JC. The low Earth orbit satellite population and impacts of the SpaceX Starlink constellation. *Astrophys J Lett* 2020;892:L36.
- [5] Roulette J. First satellites for Musk's Starlink internet venture launched into orbit [Internet]. Toronto: Reuters; 2019 May 23 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.reuters.com/article/us-space-explorationspacex/first-satellites-for-musks-starlink-internet-venture-launched-into-orbitidUSKCN1SU07Y>.
- [6] Crockett C. New fleets of private satellites are clogging the night sky [Internet]. Washington, DC: Science News; 2020 Mar 12 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.sciencenews.org/article/starlink-spacex-satellites-amazononeweb-global-internet-astronomy>.
- [7] Amos J. OneWeb increases mega-constellation to 74 satellites [Internet]. London: BBC; 2020 Mar 21 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.bbc.com/news/science-environment-51991325>.
- [8] Lyons K. OneWeb files for Chapter 11 bankruptcy protection [Internet]. New York: The Verge; 2020 Mar 28 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.theverge.com/2020/3/28/21189404/oneweb-chapter-11-bankruptcyspace>.
- [9] Henry C. Amazon planning 3,236-satellite constellation for internet connectivity [Internet]. New York: Space; 2019 Apr 5 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.space.com/amazon-plans-3236-satelliteconstellation-for-internet.html>.
- [10] Resnick B. The night sky is increasingly dystopian [Internet]. New York: Vox; 2020 Jan 29 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.vox.com/science-and-health/2020/1/7/21003272/spacex-starlink-astronomy-lightpollution>.
- [11] Seitzer P. Mega-constellations of LEO satellites and optical astronomy [Internet]. Washington, DC: American Astronomical Society; 2020 Jan [cited 2020 May 13]. Available from: [https://nsf.gov/attachments/299316/public/12\\_Satellite\\_Constellations\\_and\\_Astronomy-Pat\\_Seitzer.pdf](https://nsf.gov/attachments/299316/public/12_Satellite_Constellations_and_Astronomy-Pat_Seitzer.pdf).
- [12] Henry C. SpaceX seeks FCC permission for operating all first-gen Starlink in lower orbit [Internet]. Alexandria: SpaceNews; 2020 Apr 21 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://spacenews.com/spacex-seeks-fcc-permission-foroperating-all-first-gen-starlink-in-lower-orbit/>.
- [13] Wall M. OneWeb launches 34 internet satellites into orbit to boost broadband mega-constellation [Internet]. New York: Space; 2020 Feb 6 [cited 2020 May 18]. Available from: <https://www.space.com/oneweb-internet-satelliteslaunch-on-soyuz-rocket.html>.
- [14] Rubin observatory optical design [Internet]. Tucson: Large Synoptic Survey Telescope; [cited 2020 May 18]. Available from: [https://www.lsst.org/about/tel-site/optical\\_design](https://www.lsst.org/about/tel-site/optical_design).
- [15] Vera C. Rubin Observatory—impact of satellite constellations [Internet]. Tucson: Large Synoptic Telescope Survey; [updated 2020 Mar 4; cited 2020 May 18]. Available from: <https://www.lsst.org/content/lsst-statementregarding-increased-deployment-satellite-constellations>.
- [16] Starlink discussion National Academy of Sciences [Internet]. Hawthorne: SpaceX; [updated 2020 Apr 28; cited 2020 May 18]. Available from: <https://www.spacex.com/news/2020/04/28/starlink-update>.