



News & Highlights

太空旅游未来可期

Mitch Leslie

Senior Technology Writer

2021年,进入太空的普通游客数量再创新高,其中有一位90岁的演员、一位医师助理、一位参加过电视节目的足球运动员,以及一位荷兰少年,剩余四位均为亿万富翁。维珍银河(Virgin Galactic)、蓝色起源(Blue Origin)以及SpaceX公司,帮助许多普通游客实现了太空旅游之梦,并希望以此开启太空旅行的新篇章。蓝色起源公司由亚马逊公司创始人Jeff Bezos创办,宣称售出的太空旅行机票已经达到一亿美元[1]。维珍银河公司则以每张高达45万美元的价格,将机票卖给了700个希望未来进行太空旅游的人,该公司由亿万富翁Richard Branson所创立[2]。

仅仅两年,太空旅游行业就取得了很大进步[3]。美国纽约州伊萨卡市康奈尔大学(Cornell University)航天工程学教授Mason Peck说:“近期及未来的太空旅游对我们来说意义重大,因为飞行的次数越多,我们就能做得更好。”最初的几次飞行是为以后打好基础;而且,还可以解决一些之前遗留下来的问题,比如,促使政府为该产业制定统一的法律法规。

第一位自费太空旅游的人是来自加利福尼亚州的实业家Dennis Tito。Dennis Tito在2001年为太空旅游支付了2000万美元,他搭乘俄罗斯联盟号火箭(Russian Soyuz rocket),飞向国际空间站(International Space Station, ISS)[4]。接下来几年陆续有人自掏腰包乘坐俄罗斯火箭,前往太空参观ISS[5]。飞船继续不时地向ISS运送参观者,其中一位俄罗斯电影工作者于2021年10月在ISS

花了12天时间拍摄了影片[6]。美国佐治亚州亚特兰大市的一家太空咨询公司Astralytical的创始人Laura Forczyk说道:“然而,ISS的初衷并非供游客参观。”

维珍银河、蓝色起源以及SpaceX公司将游客送入太空的方式各不相同,为客户提供了不同的体验。维珍银河公司当前的太空船二号(SpaceShipTwo)是一架18 m长的航天飞行器,由具有27 000 N推力的液固燃料火箭发动机驱动[7]。该飞行器每次可以容纳6名游客以及两名驾驶员。发射时,一架飞行器将太空船二号送入15 km的高空,随后与之分离。大约1 min后,火箭发动机被点燃并启动,将太空船二号飞船送到80 km以上的高度。这时,游客可将安全带解开,体验失重的感觉。然后,游客将安全带系好,飞船转向并返回地面[7-8]。维珍银河飞船首次载客是在2019年,游客是该公司的一位员工。Branson以及公司其他三位员工是在2021年7月11日维珍银河飞船第四次飞行中进入太空的(图1)[9]。太空旅游总时长为59 min,其中4 min是失重状态,飞行高度可达86 km[10]。与Branson的其他几次太空旅游不同的是,游客需要待飞船着陆后,才能打开香槟庆祝。

蓝色起源公司的新谢泼德(New Shepard)号飞行器采用单级增压助推器,其液氧燃料发动机能产生489 000 N的推力。9天后,在2021年7月20日,Bezos与其他三名游客便是乘坐该飞行器的太空舱进入太空的[11-12]。飞船上没有驾驶员,完全依赖于自动驾驶[13]。起飞10 min内,太空舱将与飞行器脱离。然后,游客会经历一段时间

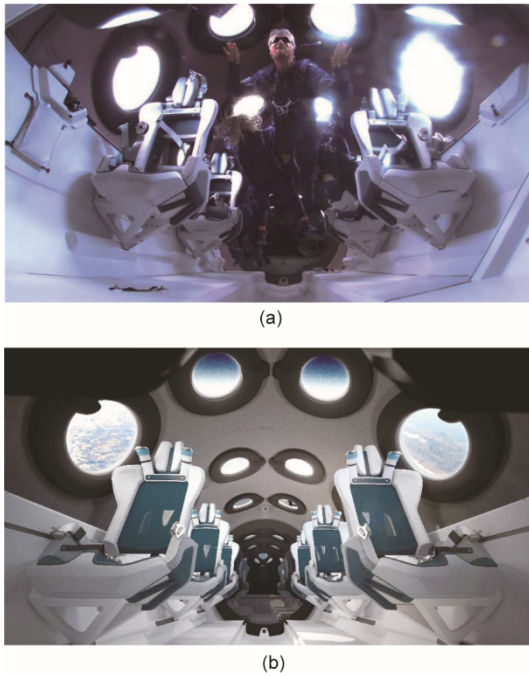


图1. (a) 2021年7月, Richard Branson与其他三位游客乘坐维珍银河飞船进入太空, 图片是在失重状态下拍摄的。(b) 维珍银河太空船二号飞行器内部设有由铝和碳纤维制成的可躺座椅、情绪灯以及舱内软垫(防止游客因失重而受伤)。来源: Virgin Galactic (公有领域)。

的失重状态[14]。可重复使用的飞行器将独立着陆, 而太空舱及其游客将利用降落伞返回地面(图2)[14]。Bezos的此次飞行标志着蓝色起源公司首次实现载人航天目标。2021年10月, 该公司第二次以同样的方式实现了太空旅行, 其中的游客包括90岁的William Shatner(电影《星际迷航》的主要演员)[15]。蓝色起源公司第三次实现载人航天目标是在2021年12月, 共载有6位游客, 其中的4位为了优先进入太空而支付了相当数量的金额, 但具体数额尚不清楚[16]。

爬升至100 km高度后, Bezos及其员工飞越了卡门线(Kármán line)。一些科学家认为卡门线是外太空与地球大气层之间的一条分界线[17]。蓝色起源公司指出维珍银河公司的太空船二号的飞行高度不如自己公司的飞行器, 并试图向其挑衅, 表示维珍银河公司的游客根本没到达过太空[17]。然而, Forczyk表示, 从哪里开始算作太空仍是一项备受争议的问题。美国国家航空航天局(NASA)以及美国联邦航空管理局(FAA)负责保障美国航天事业安全, 将太空线设置在海拔50 mile(约80 km)的位置, 而Branson以及其他太空船二号游客在航天旅行过程中确实跨越了太空线[17]。

蓝色起源公司与维珍银河公司还在设施宣传上相互竞争。维珍银河公司吹嘘:“太空船二号的窗户比历史上任何航天飞行器上的都多,” 而蓝色起源公司则将其太空舱

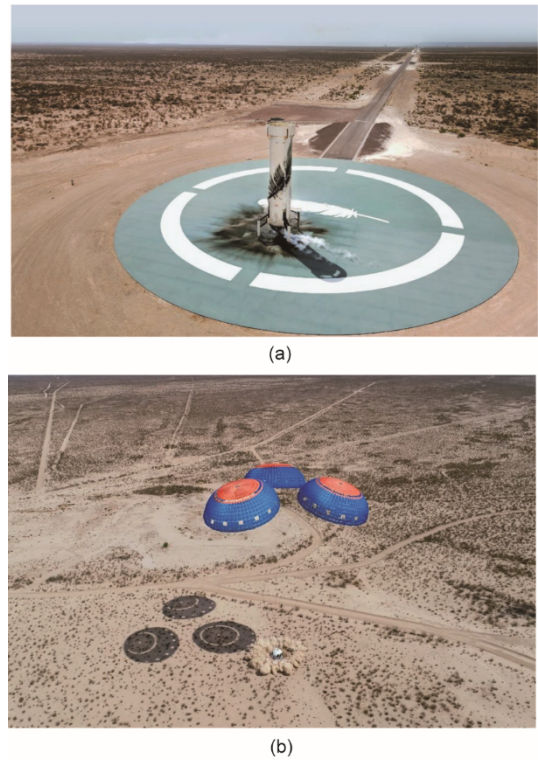


图2. (a) 2021年4月蓝色起源公司的新谢泼德飞行器成功起飞, 之后返回发射台。(b) 与飞行器分离后, 太空舱打开降落伞返回地面。来源: Blue Origin (公共领域)。

尺寸的大小作为宣传重点[8,13]。

目前为止, SpaceX公司是唯一一个将游客送至太空轨道的公司。该公司是NASA的重要合作伙伴, 负责使用猎鹰9号火箭(Falcon 9 rocket)以及载人龙飞船(Crew Dragon)向ISS往返运送飞行员[18]。2021年, 该公司与NASA签订合同, 后者为其提供了29亿美元资金, 帮助公司为尚处于计划阶段的阿耳忒弥斯(Artemis)登月任务建造月球着陆器。目前预计该任务将于2025年或以后实现[19–20]。与其他亿万富翁不同的是, SpaceX公司的创始人Elon Musk自己并未进入过太空。然而, 在2021年9月, 其中一枚猎鹰9号火箭将一位员工和4位普通游客(图3)送入太空。其中一位游客为航天旅游支付的金额尚不清楚, 不过外部估计该金额在两亿美元左右[21–22]。飞行器载着游客绕地球飞行了三天, 爬升至585 km的高度, 接着载人龙飞船于美国佛罗里达州附近的海面降落[21]。

三家公司都计划增加产品服务。维珍银河公司已经暂停飞行服务, 停飞期间对飞船进行维修升级。其负责人表示到2023年该公司每月将进行三次太空旅行[23–24]。SpaceX公司已经签订合同, 确认在2022年及2023年将4组太空游客送往ISS[25]。

过去的太空旅游曾发生过故障。在搭载Branson的那



图3. SpaceX公司首次在“灵感4号”平民太空任务中实现载客飞行，飞船于2021年9月从佛罗里达州的肯尼迪航天中心（Kennedy Space Center）发射。机组成员花了三天时间绕地球飞行，飞行高度为585 km。来源：SpaceX（公用领域）。

次太空旅游中，太空船二号在从太空下降时偏离了指定的航线，使得FAA在后来两个月禁止维珍银河公司再进行此类业务[26]。对于航天飞船工程师来说，马桶可谓是所有设计工作中最复杂的一环。2021年9月，SpaceX公司的飞船在一次商业飞行中，其马桶发生了泄漏[27-28]。然而，太空船二号飞行器以及蓝色起源飞船都没有马桶，Bezos曾经还建议游客“提前上好卫生间”[29]。

三家公司不会因为工程困难而放弃扩张太空旅游业务。三家公司飞船的设计都源自美国及其他国家60年来积累的太空飞行经验。Peck说：“我们已经掌握将人类送入太空轨道所需要的各种技术。”

然而，能将多少人送入太空还受其他因素影响。其中一个就是政府监管。在美国，FAA对飞船安全秉持着不干涉的原则，前提是要确保航天飞船不会伤害到陆地上的[30]。太空旅游公司在其他领域也享有很大的自由度，比如游客需要接受什么程度和类型的培训。Forczyk说，虽然太空旅游行业很赞同这种早期的“学习阶段”，但现如今这种太空旅游变得越来越普遍了。“大家都在等待FAA参与进来，为行业颁布更明确的法规。”

Peck说，另一个限制太空旅游载人数量的因素是地球轨道上越来越多的太空垃圾。ISS有时需要改变位置，避开太空垃圾[31]；若发生撞击，飞船上的全部游客都将遭受灾难性的影响。他说：“我们也许需要进行太空垃圾的清洁，确保商业太空飞行的安全。”

然而，太空旅游能否继续发展还取决于一个因素——Forczyk说：“这个行业需要利润。”公司是否能吸引足够有钱并愿意支付十几万美金只为匆匆往返一次太空的客户，仍有待观察。而他们仍然希望有朝一日将游客送到地球轨道以外的地方。2023年，SpaceX公司的新型星际飞船[32]计划搭载日本亿万富翁Yusaku Maezawa以及公司

8位员工进行绕月飞行[33]（为了对此次旅行进行预热，Yusaku Maezawa乘坐了俄罗斯的联盟号飞船于2021年12月8日抵达ISS[34]）。Peck预计，未来消费者将寻求更刺激的体验，“对于大多数人来说，只是远远地望一眼，远不如亲自登上月球”。

References

- [1] Roulette J. How much does a ticket to space on new Shepard cost? Blue Origin isn't saying [Internet]. New York City: The New York Times; 2021 Oct 13 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.nytimes.com/2021/10/13/science/space/blue-origin-ticket-cost.html>.
- [2] Virgin Galactic has sold 100 more space tickets [Internet]. Douglas: Phys.org; 2021 Oct 9 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://phys.org/news/2021-11-virgin-galactic-sold-space-tickets.html>.
- [3] Wilson EK. Space tourism moves closer to lift off. *Engineering* 2019; 5(5): 819-21.
- [4] Taylor A. How the collapse of the Soviet Union aided the birth of space tourism [Internet]. Washington, DC: Washington Post; 2021 Jul 20 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.washingtonpost.com/world/2021/07/20/space-tourists-russia-soviet/>.
- [5] Wall M. First space tourist: how a U.S. millionaire bought a ticket to orbit [Internet]. New York City: Space; 2011 Apr 27 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.space.com/11492-space-tourism-pioneer-dennis-tito.html>.
- [6] Roulette J. Russian film crew wraps space station shoot and returns to earth [Internet]. New York City: The New York Times; 2021 Oct 17 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.nytimes.com/2021/10/17/science/russia-film-space-station.html>.
- [7] Howell E. SpaceShipTwo: a flight path to space tourism [Internet]. New York: Space; 2019 Mar 5 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.space.com/19021-spaceshiptwo.html>.
- [8] Learn: welcome to the world of Virgin Galactic [Internet]. Mojave: Virgin Galactic; [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.virgingalactic.com/learn/>.
- [9] Davenport C. Richard Branson and his Virgin Galactic crew are safely back from space, ushering in a new era [Internet]. Washington, DC: Washington Post; 2021 Jul 11 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/07/11/richard-branson-virgin-galactic-live-updates/>.
- [10] Harwood W. Richard Branson and virgin galactic complete successful space flight [Internet]. New York: CBS News; 2021 Jul 12 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.cbsnews.com/news/richard-branson-virgin-galactic-space-launch/>.
- [11] Mann A. What are the chances that Jeff Bezos won't survive his flight on New Shepard? [Internet]. New York City: Space; 2021 Jul 17 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.space.com/jeff-bezos-odds-death-blue-origin-new-shepard-launch>.
- [12] Neuman S. Jeff Bezos and Blue Origin travel deeper into space than Richard Branson [Internet]. Washington, DC: NPR; 2021 Jul 20 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.npr.org/2021/07/20/1017945718/jeff-bezos-and-blue-origin-will-try-to-travel-deeper-into-space-than-richard-bra>.
- [13] New Shepard [Internet]. Kent: Blue Origin; [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.blueorigin.com/new-shepard/>.
- [14] Bacon J, Kelly E. 'Best day ever': Jeff Bezos, Blue Origin rocket touch down after historic spaceflight [Internet]. McLean: USA Today; 2021 Jul 20 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.usatoday.com/story/news/nation/2021/07/20/jeff-bezos-space-flight-blue-origin-launch/8013544002/>.
- [15] Chow D. Blue Origin sends William Shatner to edge of space [Internet]. New York City: NBC News; 2021 Oct 13 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.nbcnews.com/science/space/william-shatner-set-launch-blue-origin-new-shepard-flight-rcna2858>.
- [16] Davenport C. Jeff Bezos's Blue Origin sends TV's Michael Strahan and five others to space [Internet]. Washington, DC: Washington Post; 2021 Dec 11 [cited 2021 Dec 13]. Available from: <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/12/11/blue-origin-bezos-strahan-shepard/>.
- [17] Koren M. Jeff Bezos is ready to cross a cosmically controversial line [Internet].

- New York City: The Atlantic; 2021 Jul 19 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.theatlantic.com/science/archive/2021/07/jeff-bezos-blue-origin-branson/619476/>.
- [18] Mann A. SpaceX now dominates rocket flight, bringing big benefits—and risks—to NASA [Internet]. Washington, DC: Science; 2020 May 20 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.science.org/content/article/spacex-now-dominates-rocket-flight-bringing-big-benefits-and-risks-nasa>.
- [19] Sheetz M. Bezos' Blue Origin loses NASA lawsuit over SpaceX \$2.9 billion lunar lander contract [Internet]. New York City: CNBC; 2021 Nov 4 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.cnbc.com/2021/11/04/bezos-blue-origin-loses-lawsuit-against-nasa-over-spacex-lunar-lander.html>.
- [20] Davenport C. Citing China threat, NASA says moon landing now will come in 2025 [Internet]. Washington, DC: Washington Post; 2021 Nov 9 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/11/09/nasa-moon-artemis-spacex-china/>.
- [21] Thompson A. SpaceX's private Inspiration4 crew returns to earth with historic splashdown off Florida coast [Internet]. New York City: Space; 2021 Sep 18 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.space.com/spacex-inspiration4-returns-to-earth>.
- [22] O' Callaghan J. Inspiration4: why SpaceX's first all-private mission is a big deal [Internet]. Cambridge: MIT Technology Review; 2021 Sep 15 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.technologyreview.com/2021/09/15/1035797/inspiration4-spacex-private-mission/>.
- [23] Wall M. Virgin Galactic sells 100 new tickets for space tourist launches [Internet]. New York City: Space; 2021 Nov 10 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.space.com/virgin-galactic-sells-100-space-tourist-tickets>.
- [24] Levin T. Virgin Galactic wants to send tourists to space 3 times per month once its new spaceship is ready in 2023 [Internet]. New York: Business Insider; 2021 Nov 9 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.businessinsider.com/virgin-galactic-space-tourism-flights-2023-new-ship-2021-11>.
- [25] Kooser A. SpaceX signs 'blockbuster deal' to send space tourists to the ISS [Internet]. San Francisco: CNET; 2021 Jun 2 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.cnet.com/news/spacex-signs-blockbuster-deal-to-send-space-tourists-to-the-iss/>.
- [26] Shepardson D. FAA allows Virgin Galactic to resume launches after mishap probe [Internet]. London: Reuters; 2021 Sep 29 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/faa-closes-probe-into-july-11-virgin-galactic-launch-2021-09-29/>.
- [27] Roulette J. SpaceX's toilet is working fine, thanks for asking [Internet]. New York City: The New York Times; 2021 Nov 10 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.nytimes.com/2021/11/10/science/spacex-toilet-diapers.html>.
- [28] Wattles J. An alarm went off on SpaceX's all-tourist flight. The problem was the toilet [Internet]. Atlanta: CNN; 2021 Sep 27 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.cnn.com/2021/09/25/tech/spacex-toilet-waste-management-system-scn/index.html>.
- [29] Grossman D. There will be no toilets or barf bags on Blue Origin rockets [Internet]. New York: Popular Mechanics; 2017 Apr 12 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.popularmechanics.com/space/rockets/a26042/no-toilets-blue-origin-rockets/>.
- [30] Davenport C. Richard Branson and Jeff Bezos will fly to space at their own risk. Does that make it right for everyone? [Internet]. Washington, DC: Washington Post; 2021 Jun 23 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/06/23/space-tourism-faa-regulation/>.
- [31] Plaugic L. This is what happens when a tiny piece of flying space debris hits the ISS [Internet]. New York City: The Verge; 2016 May 12 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.theverge.com/2016/5/12/11664668/iss-window-chip-space-debris-tim-peake>.
- [32] Palmer C. SpaceX starship lands on earth, but manned missions to mars will require more. *Engineering* 2021;7(10):1345–7.
- [33] Ryan J. SpaceX moon mission billionaire reveals who might get a ticket to ride starship [Internet]. San Francisco: CNET; 2021 Jul 15 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.cnet.com/news/spacex-moon-mission-billionaire-reveals-who-might-get-a-ticket-to-ride-starship/>.
- [34] Wattles J. First space station tourist in ten years docks at ISS [Internet]. New York City: CNN Business; 2021 Dec 9 [cited 2021 Dec 9]. Available from: <https://www.cnn.com/2021/12/07/tech/space-tourism-maezawa-soyuz-scn/index.html>.