

doi:10.3969/j.issn.1674-117X.2022.05.010

从信息渠道到战略资源： 俄乌冲突中星链卫星网络的功能跃升

何 康¹，张洪忠²

(1. 宁波大学 人文与传媒学院, 浙江 宁波 315000; 2. 北京师范大学 新闻传播学院, 北京 100088)

摘要: 自 2021 年以来, 美国太空探索公司 SpaceX 的星链卫星进入快速布局阶段。其在 2022 年 2 月爆发的俄乌冲突中投入使用, 并成为乌克兰的信息生命线, 在外交宣传、日常民用以及军事作战等方面发挥了极为重要的作用。从星链的实际应用分析, 卫星互联网已经从信息渠道跃升为重要的战略资源, 其将现实战场扩展至网络空间, 布局更是关涉政治、商业与军事等多种因素。

关键词: 星链; 俄乌冲突; 信息渠道; 战略资源

中图分类号: G206

文献标志码: A

文章编号: 1674-117X(2022)05-0077-09

引用格式: 何 康, 张洪忠. 从信息渠道到战略资源: 俄乌冲突中星链卫星网络的功能跃升 [J]. 湖南工业大学学报(社会科学版), 2022, 27(5): 77-85.

From Information Channel to Strategic Resource: Functional Upgrade of Starlink Satellite Network in Russia-Ukraine Conflict

HE Kang¹, ZHANG Hongzhong²

(1. School of Humanities and Communication, Ningbo University, Ningbo 315000, China;
(2. School of Journalism and Communication, Beijing Normal University, Beijing 100088, China)

Abstract: Since 2021, the Starlink of SpaceX, an American space exploration company, has entered the stage of rapid deployment. It was put into use in the Russian-Ukrainian conflict that broke out in February 2022, and became Ukraine's information lifeline, playing an extremely important role in diplomatic propaganda, daily civilian use and military operations. From the practical application analysis of Starlink, the satellite Internet has become an important strategic resource from information channel, which extends the real battlefield to cyberspace, and its deployment is related to many factors such as politics, commerce and military affairs.

Keywords: Starlink; Russian-Ukrainian conflict; information channel; strategic resource

近两年, 美国太空探索公司 SpaceX 的星链卫星 (Starlink) 批量升空、矩阵式布局, 正在加速

补齐全球网络连接的最后空白区域, 并试图超越与重置以地面信号为主的网络覆盖方式。从信息

收稿日期: 2022-06-25

基金项目: 国家社科基金重点项目“人工智能技术背景下加快国际传播能力建设研究”(22AZD072)

作者简介: 何 康(1986—), 男, 四川绵阳人, 宁波大学讲师, 博士, 研究方向为智能传播;

张洪忠(1969—), 男, 四川乐山人, 北京师范大学教授, 博士生导师, 研究方向为网络传播、智能传播。

基础层看,卫星网络信号以空中包裹方式全面突破地理空间屏障,真正开启无远弗届的虚实融合世界,推动人类社会从“信息化”向“智能化”升级。在这种全新的数据空间与体系中,连接网络中的人与万物既是节点又形成路径,既生成数据、传递数据又存储数据,其从信息传播的基础结构上改变了信息生产、信息表达、信息提供、信息需求、信息接收、信息获取、信息效果与信息调和等各个环节的性状,网络媒介也由此从信道或工具的层面跃升至整体社会安排、制度架构甚至是文化交融的层面。

俄乌冲突自2022年2月爆发后,一直处于拉锯状态,其间,尽管俄军中断、摧毁了乌克兰战区的地面网络基站和供电站,致使原有网络瘫痪,但却没有完全中断乌方的军事通信,也没有影响乌克兰在全球社交平台的发声,更不影响乌克兰总统 Zelenskiy 面向全世界发布网络直播视频,甚至乌军无人机凭借无线网络成为打击俄军地面武装的重要力量……从虚拟网络到现实战场,一切组织行动都离不开网络连接的技术支撑。乌克兰在自身网络基础设施严重受损的情况下如何保持网络连接?这些都与 Elon Musk 旗下 SpaceX 公司主导的

星链卫星互联网项目有一定程度的关联。俄乌冲突中,以星链为代表的卫星互联网技术开始对现代战争进程产生了直接影响,在炮火中网络信号断连交替的俄乌冲突也因此成为传播学观察、研究卫星网络应用的特殊场景与案例。

一、星链连接方式与布局现状

星链是 SpaceX 推出的一项通过大规模卫星群提供覆盖全球的互联网接入服务,其计划2027年之前在环绕地球周围的低、中、高三个轨道上发射4.2万颗卫星,从而组成覆盖全球的“超级互联网”^[1]。目前,世界上之所以还有数以百万的人无法高质量访问网络,主要是因为光纤电缆无法接入其所居之地,而星链通过卫星互联网以高空笼罩的方式解决了地理接入的问题。截至2022年7月10日,SpaceX 已累计发射2750颗星链卫星(包括已退役或发生故障的卫星,在可预见的未来,这一数字还将继续增长),其中约2569颗卫星正在轨道上运行(如表1^[2]所示),已注册美国、英国、加拿大、澳大利亚、新西兰和墨西哥等32个国家的50万用户、9种语言^[3]。在2022年初爆发的汤加火山事故中,星链帮助该国失联地区恢复了通信联络。

表1 星链发射卫星列表

序号	发射日期	卫星名称	总计/颗	发射数量/颗	累计运行数量/颗
1	2018/2/22	Tintin A and B (V0.1)	2	0	0
2	2019/5/24	Starlink Demo (0.9)	60	0	0
3	2019/11/11	Starlink 1(V1.0)	60	50	50
4	2020/1/7	Starlink 2	60	47	97
5	2020/1/29	Starlink 3	60	49	146
6	2020/2/17	Starlink 4	60	53	199
7	2020/3/18	Starlink 5	60	56	255
8	2020/4/22	Starlink 6	60	56	311
9	2020/6/4	Starlink 7	60	57	368
10	2020/6/13	Starlink 8	58	55	423
11	2020/8/7	StarLink 9	57	55	478
12	2020/8/18	StarLink 10	58	53	531
13	2020/9/3	StarLink 11	60	53	584
14	2020/10/6	StarLink 12	60	55	639
15	2020/10/18	StarLink 13	60	51	690
16	2020/10/24	StarLink 14	60	50	740
17	2020/11/25	StarLink 15	60	49	789
18	2021/1/20	StarLink 16	60	59	848
19	2021/1/24	Transporter 1	10	0	848
20	2021/2/4	StarLink 18	60	59	907
21	2021/2/16	StarLink 19	60	59	966
22	2021/3/4	StarLink 17	60	60	1026
23	2021/3/11	StarLink 20	60	60	1086
24	2021/3/14	StarLink 21	60	59	1145

续表

序号	发射日期	卫星名称	总计 / 颗	发射数量 / 颗	累计运行数量 / 颗
25	2021/3/24	StarLink 22	60	48	1193
26	2021/4/7	StarLink 23	60	60	1253
27	2021/4/28	StarLink 24	60	60	1313
28	2021/5/4	StarLink 25	60	60	1373
29	2021/5/9	StarLink 27	60	58	1431
30	2021/5/15	StarLink 26	52	50	1481
31	2021/5/26	StarLink 28	60	60	1541
32	2021/6/30	Transporter 2 (V1.5)	3	3	1544
33	2021/9/14	Starlink Group 2-1	51	51	1595
34	2021/11/13	Starlink Group 4-1	53	52	1647
35	2021/12/2	Starlink Group 4-3	48	48	1695
36	2021/12/18	Starlink Group 4-4	52	51	1746
37	2022/1/6	Starlink Group 4-5	49	49	1795
38	2022/1/19	Starlink Group 4-6	49	49	1844
39	2022/2/3	Starlink Group 4-7	49	11	1855
40	2022/2/21	Starlink Group 4-8	46	46	1901
41	2022/2/25	Starlink Group 4-11	50	50	1951
42	2022/3/3	Starlink Group 4-9	47	47	1998
43	2022/3/9	Starlink Group 4-10	48	48	2046
44	2022/3/19	Starlink Group 4-12	53	53	2099
45	2022/4/21	Starlink Group 4-14	53	53	2152
46	2022/4/29	Starlink Group 4-16	53	53	2205
47	2022/5/6	Starlink Group 4-17	53	53	2258
48	2022/5/13	Starlink Group 4-13	53	53	2311
49	2022/5/14	Starlink Group 4-15	53	53	2364
50	2022/5/18	Starlink Group 4-18	53	53	2417
51	2022/6/17	Starlink Group 4-19	53	53	2470
52	2022/7/7	Starlink Group 4-21	53	53	2523
53	2022/7/11	Starlink Group 3-1	46	46	2569

作为信息传播的基础技术, 以星链为代表的卫星互联网的特征是覆盖范围广、组网成本较低、传输质量可靠^{[4]23}。卫星互联网相当于建立在近地高空的通信基站, 能克服地域条件限制, 突破地理空间阻隔, 通过“星地互联”和“星星互联”的动态连接方式, 实现全球网络无缝连接。

从图1星链卫星发射时间与累计运行数量统计来看, 星链网络从2021年1月到2021年5月, 以及2022年2月到2022年5月期间明显加快了布局速度, 尤其是2022年2月到5月间, 其对应了俄乌冲突的爆发与持续时间。2022年2月3日至5月18日, 105天累计完成12批次、611颗卫星的发射(其中573颗运行)。就周期而言, 大约8.75天就批量发射1次; 就频率而言, 每天平均发射5.81颗卫星。

在表1中值得关注的是, 目前星链卫星版本实现了三次迭代(从V0.9发展到V1.0、V1.5), V0.9为初期测试版本, 当时每颗卫星约227 kg,

具有多个高通量天线和单个太阳能阵列的平板设计, 主要用于精确定位的星轨导航系统。V0.9缺乏Ka波段有效载荷和卫星间链路, 当卫星结束任务时, 95%的部分能在大气层烧毁。V1.0为正式版本, 每颗卫星约260 kg, 增加了Ka波段有效载荷, 改进了生产材料, 其在结束任务时能在大气层100%烧毁, 但1.0版本星链系统没有配置星间激光通信。更新一代V1.5的突破在于采用光学卫星间链路、相控阵波束形成和数字处理技术, 每颗卫星约295 kg, 使用Ku和Ka频段的通信有效载荷。其问题是移除了挡住阳光的遮阳板, 这将对天文观测带来干扰。

V2.0是未来准备的卫星版本, 每颗卫星约1250 kg, 尺寸也更大, 因此可能无法在SpaceX的Falcon9火箭上发射。其通信能力预计超过V1.0版本一个数量级, 主要用于卫星之间通信, 能够为拥有3万颗卫星的星座增加140~160 Gbps的速度。

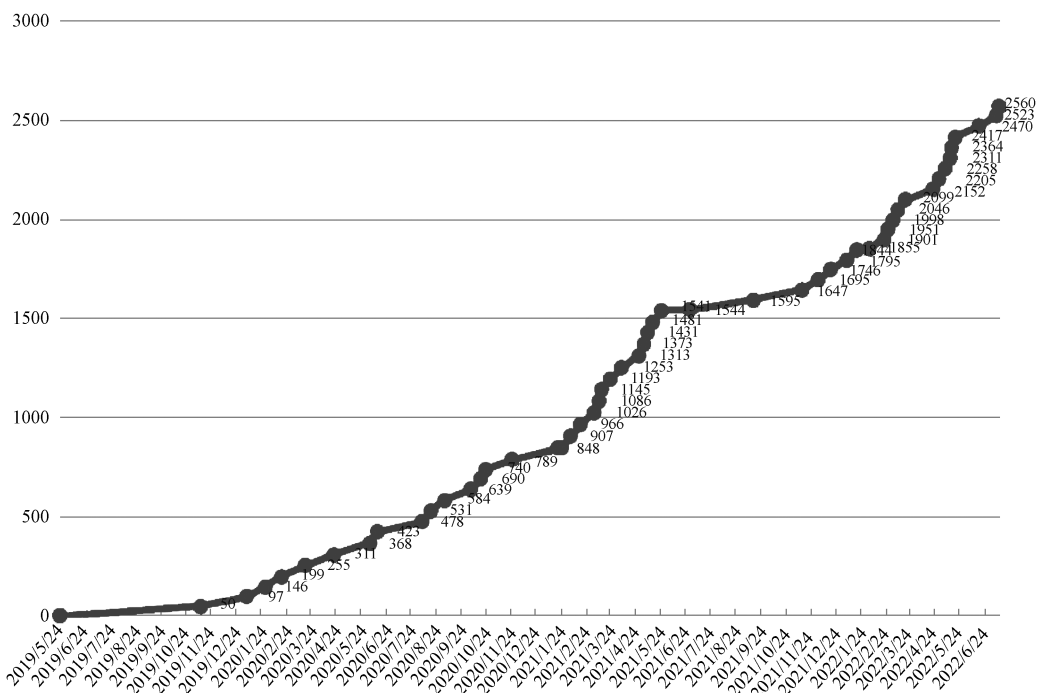


图1 星链卫星发射时间与累计运行数量



尽管星链已经投入使用,但还处于大规模测试阶段,现有文献对星链具体的连接与使用方式介绍不足。笔者通过查询 SpaceX 技术手册了解到,星链包含三大组件,即用户终端、卫星以及地面网关(gateway)(如图2所示),用户并不能使用手机等数码设备直接连接卫星。用户终端即安装在户外的小型卫星天线,卫星网络的主要频段是12~18 GHz的Ku频段、27~40 GHz的Ka频段和40~75 GHz的V频段;这些频段最适合通过卫星传输资源,即卫星将指令发送到地面站,地面站处理请求。在这过程中,地面站通过前向上行链路将必要的的数据发送到卫星,然后卫星通过前向下行链路返回用户终端。目前发射的星链卫星虽已具备激光互联的功能,但这一功能暂时没有开通,其还只能利用地面站作为中继站在全球传

输信号。后续随着卫星升级星间激光链路网络,其能够实现全地域、全时段、高速率的网络服务^[5]。

星链在欧美受到欢迎的主要原因是这些地区光纤接入率不高。美国电话电报公司(AT&T)工会报告显示,AT&T所服务的全美21个州只有不到30%的家庭接入光纤互联网;农村地区只有5%的家庭可以使用光纤,城市地区情况较好,但也依旧有70%的家庭无法使用光纤^[6]。Reviews.org对美国500名成年人的调查显示,尽管星链服务费用较高(星链终端499美元,网费每月99美元),但超过一半的受访者表示,他们已准备好注册测试版,如果连接速度更快,55%的人将永久使用星链^[7]。据美国的星链用户称,星链目前提供100~200 Mbps的下载速度和约30 Mbps的上传速度,延迟约为20 ms,这与地面互联网相当^[8]。随着技术发展和更新,SpaceX计划将把下载速度提高到300 Mbps。后续更多卫星送入轨道后,其连接速度将更快。SpaceX的最终目标是实现1 Gbps和10 Gbps的下载速度。

星链尽管声称其为民用商业项目,旨在通过卫星互联网为偏远地区、高空场景以及受网络审查地区提供网络接入支持,但军事使用也是其重要的应用场景之一。美国太空发展局(SDA)2019年提出构建由7个星座层(传输层、战斗管理层、跟踪层、监视层、导航层、威慑层、支撑层)组

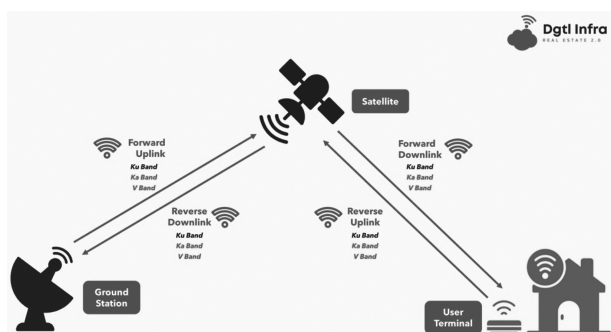


图2 星链卫星的连接方式 (图片来源: dgtlinfta)



成的下一代国防太空架构 (NDSA), 同样也是由近地轨道运行的卫星组成, 其能提供弹性、灵活和敏捷的军事传感与数据传输能力, 该计划与星链这样的商业低轨星座计划密切相关。2020年5月, 美陆军同 SpaceX 公司签署了一项为期3年的协议, 试验利用星链在各军事网络间传输数据。2021年, 美国空军已在 C-12J 情报飞机平台上安装天线, 通信速度达到 610 Mbps, 基于空中传输的高速率通信技术, 星链还能够为无人机形成更加强化的集群作战模式提供支持^[9-10]。

二、星链在全球以及乌克兰的信号分布

没有秘密派遣, 也没有中间平台, 甚至没有政府或议会命令, 就在俄罗斯军队进入乌克兰两天后 (2月26日), 乌克兰副总理 Fedorov 直接在 Twitter 上请求 Musk 在乌克兰激活星链服务, 随即就得到了 Musk 的迅速回应和支持。从2月底到3月初, SpaceX 公司向乌克兰陆续交付了多批星链终端 (乌克兰政府支付了总费用的 1/4, SpaceX 捐赠了一部分, 波兰石油公司 PKN 以及一些欧盟盟友捐赠了另外部分^[11])。随后两人不断在社交媒体上更新、互动星链的应用情况, Musk 宛如电商客服, 指导和提醒星链使用的注意事项, 为此 Facebook 还专门成立群组来解决相关问题。通过社交媒体直接解决重要的军事通信问题, 这正是互联网时代的兵法思维。

事实上, 乌克兰数字化转型部和 SpaceX 公司于 2022 年初就开始进行谈判, 其一方面希望星链网络能够改善乌克兰农村地区的互联网接入问题, 另一方面也力图对可能出现的特殊场景提前做好准备。事实上, 俄乌冲突的爆发加速了星链网络接入乌克兰的速度。

星链信号在乌克兰的激活速度的确是分秒必争。冲突爆发 4 天后的 2 月 28 日, 第一批星链设备运抵乌克兰, 并随即测试连接信号。不到 3 天, 乌克兰所有终端都处于运行状态并提供实时数据。根据 Fedorov 的推文, 乌克兰已收到至少 4 批星链终端, 其用户包括政府机关、学校、医院和消防部门。目前乌克兰有上万只星链终端正在运行, 根据应用分析平台 Apptopia 的数据, 其星链日活用户大约有 15 万。交付到乌克兰的星链套件包括需要安装在户外的信号接收器盘, 以及三脚架、

路由器、电源线 (如图 3 所示)。



图 3 星链客户终端套件



笔者于 2022 年 5 月 1 日下载星链官方 APP (该应用程序用于将计算机、手机等连接到碟形天线, 从而连接到卫星互联网信号) 查询了卫星网络分布情况。其目前连接地区的接入状态分为三种: 浅蓝色显示, 美国以及欧洲的大部分地区已接入星链网络; 蓝色较深的显示, 一些地区在今年尝试接入, 如乌克兰就处于试运行状态; 更深蓝色的显示, 一些地区将在 2023 年后接入。灰色地区如阿富汗、白俄罗斯、古巴、中国、伊朗、朝鲜、俄罗斯、叙利亚和委内瑞拉则无法接入星链网络 (如图 4 所示)。

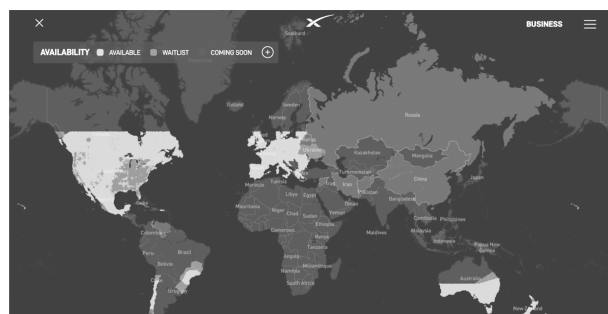


图 4 星链接入地区分布 (部分)



通过卫星数据图 (如图 5 所示) 发现, 尽管星链卫星数量足以覆盖整个乌克兰, 但乌克兰境内目前没有设立星链的地面网关, 其主要通过周边国家如立陶宛、波兰、土耳其等提供转接服务。据知情的欧洲官员称, 星链卫星的地面设备被安置在邻国是为了避免俄罗斯攻击, 但同时这也导致连接信号更长迟延。笔者通过 starlink.sx 于 2022 年 5 月 5 日进一步统计了星链系统在乌克兰的连接数据: 测试时段为北京时间 2022 年 5 月 5 日 7:00—5 月 6 日 00:00, 测试时段内平均每小时连接 8 颗星链卫星 (最少 5 颗, 最多 11 颗), 可

接入 2 ~ 3 个地面网关, 平均中断时间为 2 秒, 平均网速达到 178 Mbps, 延时为 5.14 ms, 通信质量保持在 98%。基辅市民 Oleg Kutkov 是乌克兰第一位星链用户, 他在接受美国全国广播公司(NBC)采访时表示, 他经常获得 200 Mbps 的下载速度, 这已经完全能够满足大多数人的使用需求, 更何况他是处于特殊的战时状态。美国科技网站“连线”一篇题为《星链如何努力让乌克兰保持在线》的文章, 从侧面还原了星链重建乌克兰网络信号的过程^[12]。报道称, 战争使基辅西北部伊尔平的大部分信号基站都遭到严重破坏, 幸存者无法让亲友获知他们是否安全。然而仅仅两天后, 星链帮助这座城市的通信重新上线。3月31日, 在沃达丰的工程师带着一个圆形白色卫星天线(Starlink 卫星互联网服务终端)抵达后, 将接收器、发电机及其电动底座安装到伊尔平周边地区的移动基站上, 帮助原有光纤和电源已被切断的基站重新恢复连接, 几个小时后, 这座城市恢复了信号。当地居民第一件事就是打电话向亲人们报平安。相类似地, 星链还重新连接了基辅州的博罗江卡镇。乌克兰电信公司的技术人员表示, 尽管通过星链连接的手机信号塔无法以光纤连接的速度运行, 但它仍然可以保证人们获得重新上网所需的通话和移动数据。



图5 乌克兰星链连接情况

注: 图中蓝点为星链卫星, 橙色为地面网关, 绿点为乌克兰接入的 11 颗星链卫星。

可以发现, 由于地面站分布的地缘关系, 乌克兰东部可用的地面站较少, 卫星连接距离更远, 因此乌克兰从西到东的连接信号依次减弱。技术专家 Mike Puchol 进一步证实了星链在乌克兰东部的连接最弱(如图 6 所示), 而东部正是俄罗斯攻击的焦点^[13]。所以乌克兰东部战区还需要更多的网络接入方案。

Ukraine, satellite internet connectivity, at April 20th 2022, 11:58 GMT



图6 乌克兰的星链卫星信号强弱情况

注: 此图作者为 Mike Puchol, 深蓝圆点为地面站, 浅蓝色圆点为卫星, 虚线是信号线, 图中的乌克兰区域颜色越深的地方信号越强。

三、星链成为乌克兰的信息生命线

战争爆发后, 乌克兰原有的网络系统受到了俄罗斯进攻的严重影响。美国宽带市场调查公司 BroadbandNow 对乌克兰 8 个城市的网络研究发现, 自俄乌开战以来, 乌克兰互联网连接速度、数据包丢失和最小往返时间三个指标迅速下降^[14]。以乌克兰东部港口城市马里乌波尔为例, 3 月份的部分时间完全没有任何网络连接; 4 月份, 该地区包括马里乌波尔钢铁厂在内正在上演俄乌冲突的关键之战, 其也是全球关注的焦点。

然而在网络空间, 乌克兰通过星链建立了信息渠道。乌克兰士兵 Dima 在 Twitter 上发文称: 星链改变了俄乌冲突。俄罗斯不遗余力地炸毁了我们的通信设施。现在他们做不到了。相对于传统地面基站的网络连接方式, 星链通过空对地的卫星互联网链路实现了乌克兰网络的升维, 对于俄军则属于降维反击。乌克兰通过星链重新接入网络, 星链也立即成为乌克兰下载最多的应用程序^[15]。应用分析公司 Apptopia 的数据显示, 一个月内, 乌克兰人下载星链应用程序的次数已经从 0 上升到了 215 000 次(占全球总数的 58%, 如图 7 所示)。

目前已经有超过 10 万名乌克兰人能够通过星链随时发布消息、了解战情, 并与外部世界保持联系。对于俄罗斯而言, 尽管其能够在国内赢得信息战, 但在星链影响下, 其面对全球范围的网络战则显得措手不及。星链在乌克兰地区的运用包括三个方面: 一是外交宣传。乌克兰总统

Zelenskiy 通过星链发布社交媒体内容, 并借助网络会议的形式参与世界性的重要活动, 与全球各界保持联系, 与俄罗斯开展信息对抗。二是日常联络。乌克兰军人和平民通过星链卫星与外界保持联系, 了解战场局势动态, 并互通信息。三是军事通信。乌克兰部队在传统蜂窝网络中断的情况下使用星链保持了内部的军事信息通信。俄罗斯媒体红星电视台和美国媒体《纽约时报》证实, 在马里乌波尔亚速钢铁厂的战场上, 乌克兰无人机通过星链网络向俄罗斯军队投掷炸弹^[16]。

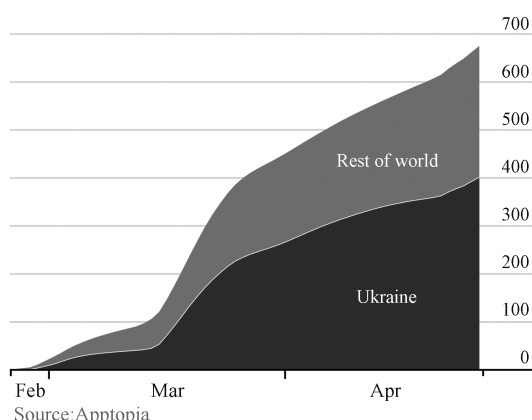


图7 星链 APP 下载数量

乌克兰政府一方面利用互联网宣传本国声音, 打击虚假信息。乌克兰总统 Zelenskiy 更是通过星链卫星不断面向全国以及世界各地发布演讲视频。自2022年2月以来, Zelenskiy 还一直在 Twitter、Telegram 等社交媒体发布帖子。他在 Twitter 拥有 621.7 万关注者, 他也积极通过图文、视频等与其他国家领导人、国际组织互动, 请求支持与援助。他在 Telegram 拥有 142.1 万名粉丝, 仅在这一平台他就发布了 414 个视频和 499 张照片。战争爆发后两个多月, 他发布内容数量也比之前增加了约两倍。

另一方面, 乌克兰政府通过社交媒体请求其他网络公司对其进行支援, 并收到显著效果。如苹果公司停止了在俄罗斯销售产品, 切断了该国的 Apple Pay, 并从俄罗斯境外的 App Store 中删除了俄罗斯国家控制的新闻应用程序。YouTube 从欧洲删除了所属俄罗斯国家的媒体平台, Google 和 YouTube 还停止了俄罗斯国家的网站及频道, Meta 在欧盟的 Facebook 和 Instagram 上限制对俄罗斯国家媒体的访问, 并删除全球与俄罗斯国有媒体链接的帖子^[17]。

因此, 乌克兰在星链和世界网络媒体的综合协助下, 通过 Facebook、Twitter、Instagram、TikTok 等社交平台、视频平台向全世界呈现关于俄乌冲突争的各种信息, 俄乌冲突随之成为人类历史上第一次通过短视频和网络直播进行报道的战争。与此前电视直播海湾战争截然不同, 网络媒介不再只是作为渠道报道、呈现战争, 更是作为手段介入战争, 尤其是乌克兰士兵与民众第一视角、第一时间发布出来的大量信息, 成为影响全球舆论的重要信息来源。

星链另一项关键作用是通过指挥无人机侦查与作战, 成为乌克兰军事行动中的重要战略资源。在指挥、控制、通信、计算、情报、监视和侦察 (C4ISR) 系统对军事行动至关重要的时代, 执行 C4ISR 功能的卫星互联网具备了全面的军事优势。星链在乌克兰的使用模式是, 前线通过小型无人机与星链网络高速传输战场实时信息, 后方指挥部得到信息后进一步指挥无人机或战机执行打击任务。综合多家媒体消息分析, 乌方空中侦察部队 Aerorozvidka 已经使用星链监视、控制和协调无人机, 每天执行约 300 次信息收集任务, 使乌方士兵能够有针对性地伏击、反制俄罗斯坦克武装和部队。乌克兰无人机公司 DroneUA 的创始人 Valerii Iakovenko 说: “无人机改变了战争原本的方式。” Iakovenko 估计, 乌克兰部队拥有 6000 多架侦察无人机, 并表示它们能与星链卫星系统连接, 以上传拍摄到的影像资料^[18]。

四、星链防御网络攻击的能力

面对星链正在筑构的空中网络势力, 俄罗斯方面试图使用电子战手段阻止来自太空的信号接入。据外媒 BusinessInside 报道, 在 2022 年 3 月 21 日举行的防务会议上, 美国国防部电子战办公室主任 Dave Tremper 透露, 在星链卫星信号遭遇干扰的第二天, 星链所在的 SpaceX 公司通过更新软件代码修复了系统漏洞, 成功阻止了俄罗斯对其网络服务的干扰, 确保了乌克兰网络的稳定连接。这也意味着星链软件系统具备了比较灵活的技术修复能力^[19]。Musk 在 Twitter 上表示, SpaceX 已经“抵制了所有黑客攻击和干扰的企图”, 并将 SpaceX 的工作重点放在网络安全措施上, 虽然这牺牲了其他项目和功能的推进工作。目前, 俄罗

斯正在加大对星链的网络攻击,SpaceX已多次重写其代码。Musk提醒乌克兰用户“仅在需要时使用星链”,并且采取相应的安全措施,以确保自己不被俄罗斯军队发现。

星链目前由2000多颗卫星组成,其数量还将继续增加(Musk称未来18个月内还将发射4200颗),因而,星链本身就具备联合防御能力——面对这种大规模的卫星星座,试图攻击其中几颗卫星并不能在短时间内起到明显作用,因为其他卫星能够通过星星链路相互补位,保持整体信号连接。后续星座如果发展到上万颗,那么所形成的星链网络将更加紧密,防御系数会更高,这也意味着攻击者必须同时精确定位所有卫星才能削弱整个系统。

值得注意的是,应对无人机集群作战的传统方法是打击无人机的指挥控制节点,如控制无人机的指挥车、地面中继天线等,也就是说,只有打破其组织架构的核心,才有可能破解整个阵列。然而,卫星互联网使得无人机和卫星之间可以直接通信,负责通信的传统地面节点也不再存在,如何防御由星链指挥的无人机集群成为具有技术代差的关键问题。

五、星链的局限与有关质疑

在此次俄乌冲突中,星链虽已成为替代传统网络进行信息发布、军事通信以及为武器提供动力的重要战略资源,但其目前的技术水平也并非能保证其执行任务时万无一失。作为一项尚在大规模测试阶段的新技术,其自身也需要技术代差性补偿——当一项超前性技术出现时,由于自身不完备,往往需要现有技术作为其补充,与之形成应用中的“高低搭配”。有专家质疑,即使是大型卫星网络,其目前的技术水平也不足以让整个国家保持网络在线并全速运行^[8]。

其一是星链用户终端尚不支持移动使用,其不能安装在行驶的汽车、房车、船舶上,这样就导致其使用场景存在缺陷,这也是星链网络未来亟需解决的技术痛点。

其二是星链需要开阔的天空视野,以便在卫星过顶时与它们保持连接。如果星链与卫星之间有树枝、桅杆或屋顶阻隔,或遇到风雨天气,就会导致其速度变慢或服务中断。如此,空旷的地理

位置以及可被追踪的信号将给战争中使用该系统的人增添风险,比如俄罗斯军队就可以使用卫星信号来确定乌克兰星链用户的位置。Musk就建议用户通过“轻伪装”覆盖星链终端,但哥伦比亚大学国际和公共事务学院(SIPA)高级研究学者Jason Healey认为,任何现代军队都可以监测出这些终端信号,然后用武器瞄准它们。

其三是星链网络资源有限。有分析指出,即使有12000颗卫星在轨道上,也只能为485000名用户提供服务。随着使用该服务的用户不断增加,预计星链在未来几年将面临通信拥堵问题^[20]。

另外,有关星链的飞行器跟踪、被动拦截、主动拦截、空间精细控制等应用功能尚未出现在目前的俄乌局势中。乌克兰副总理Fedorov也表示,星链不能成为唯一依靠,乌克兰还在与其他欧洲领导人和公司讨论额外的卫星和蜂窝网络技术,以通过这些设备为乌克兰接入互联网提供更多帮助。国防和航天行业专家认为,尽管目前社交媒体上出现了一些有关星链运行的信息及其讨论,但其可能存在过度炒作的嫌疑。特别是其在冲突地区的实际应用以及应对复杂局面的能力,还需要更多信息细节予以验证。

俄乌冲突中的星链应用是网络技术深度介入世界的时代性注脚,其正在带来波及全传播链的深刻变革。从人际传播到大众传播,从传统互联网到移动互联网,再到卫星互联网,传播通道的不断更迭和打通,消弭了时空屏障和传受界限,实现了人、物、信息与环境的相互融合、不分彼此的发展态势^{[4]30}。互联网由此建构出万物互联、永恒在线的信息体系和丰富多元的应用场景。

从高速信息公路到“空天地一体”的信息网络,以星链为代表的卫星互联网是太空安全战略转型的重要载体。连同该网络的其他增量技术进步,马斯克的卫星系统在俄乌冲突中的运用反映了在冲突地区部署和使用卫星方式的重大变化。以星链在俄乌冲突中的实战应用来看,卫星互联网已经从技术渠道跃升为重要的战略资源,其将现实战场扩展至网络空间。一言蔽之,卫星互联网的布局与实施已经涉足并影响了政治、商业与军事等多个领域。

参考文献:

- [1] HANDLEY M. Delay is not an Option: Low Latency Routing in Space[C]//HotNets'18: Proceedings of the 17th ACM Workshop on Hot Topics in Networks. 2018: 85-91.
- [2] Anon. List of Starlink launches[EB/OL]. [2002-04-15]. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Starlink_launches.
- [3] LARRY P. Ten SpaceX Starlink Updates[EB/OL]. [2022-06-20]. <https://circleid.com/posts/20220620-ten-spacex-starlink-updates>.
- [4] 何 康. 星链: 全球卫星互联网时代的传播体系重构[J]. 湖南工业大学学报(社会科学版), 2020, 25(4).
- [5] DEREK W. SpaceX Starlink Terminals in Ukraine Keeping Cities, Emergency Services Connected[EB/OL]. [2022-05-14]. <https://spaceexplored.com/2022/03/03/spacex-starlink-terminals-in-ukraine-keeping-cities-emergency-services-connected/>.
- [6] JON B. 50% of US Homes Still Won't Have Fiber Broadband By 2025, Study Says[EB/OL]. [2022-05-14]. <https://arstechnica.com/tech-policy/2019/09/50-of-us-homes-still-wont-have-fiber-broadband-by-2025-study-says>.
- [7] CATHERINE M. SpaceX Starlink Satellite Internet Review 2022[EB/OL]. [2022-05-14]. <https://www.reviews.org/internet-service/spacex-starlink-satellite-internet-review>.
- [8] MICHAEL K. What Is Starlink? SpaceX's Much-Hyped Satellite Internet Service Explained[EB/OL]. [2022-05-14]. <https://www.pcmag.com/how-to/what-is-starlink-spacex-satellite-internet-service-explained>.
- [9] FOUST J. SpaceX's Space-Internet Woes: Despite Technical Glitches, the Company Plans to Launch the First of nearly 12, 000 Satellites in 2019[J]. IEEE Spectrum, 2019, 56(1): 50-51.
- [10] 陈占胜. 未来智能化网络化多功能卫星系统技术发展思考[J]. 上海航天(中英文), 2021, 38(3): 63-67.
- [11] KEVIN C. Starlink Internet Becomes A Lifeline for Ukrainians[EB/OL]. [2022-04-29]. <https://www.nbcnews.com/tech/security/elon-musks-starlink-internet-becomes-lifeline-ukrainians-rcna25360>.
- [12] TOM S. How Starlink Scrambled to Keep Ukraine Online[EB/OL]. [2022-05-11]. <https://www.wired.com/story/starlink-ukraine-internet/>.
- [13] The Economist. Satellite Internet Is a Hot New Commodity in Ukraine[EB/OL]. [2022-04-29]. <https://www.economist.com/graphic-detail/2022/04/29/satellite-internet-is-a-hot-new-commodity-in-ukraine>.
- [14] CircleID Reporter. Ukraine's Internet Access and Quality in Rapid Decline Since Russian Invasion[EB/OL]. [2022-03-30]. <https://circleid.com/posts/20220329-ukraines-internet-access-and-quality-in-rapid-decline-since-russian-invasion>.
- [15] Sarah E. App Downloads for Elon Musk's Starlink Internet Service Soar, Especially in Ukraine[EB/OL]. [2022-05-14]. <https://www.wsj.com/livecoverage/russia-ukraine-latest-news-2022-03-14/card/app-downloads-for-elon-musk-s-starlink-internet-service-soar-globally-and-in-ukraine-UyVoshzEIYRItnea6b76?mod=e2tw>.
- [16] ALEXANDER E. What Happened on Day 57 of the War in Ukraine[EB/OL]. [2022-04-30]. <https://www.nytimes.com/live/2022/04/21/world/ukraine-russia-war-news?smid=url-copy#mariupol-azovstal-steel-ukraine-war>.
- [17] SARA M. Does Ukraine really need Elon Musk's help?[EB/OL]. [2022-05-04]. <https://www.vox.com/recode/22958373/ukraine-russia-starlink-spacex-elon-musk>.
- [18] MATT B. Small Drones Are Giving Ukraine an Unprecedented Edge[EB/OL]. [2022-05-08]. <https://www.wired.com/story/drones-russia-ukraine-war/>.
- [19] KATE D. A Top Pentagon Official Said SpaceX Starlink Rapidly Fought Off a Russian Jamming Attack in Ukraine[EB/OL]. [2022-05-14]. <https://www.businessinsider.com/spacex-starlink-pentagon-russian-jamming-attack-elon-musk-dave-tremper-2022-4>.
- [20] RACHE L, CAT Z. Elon Musk's Starlink Is Keeping Ukrainians Online When Traditional Internet Fails[EB/OL]. [2022-05-14]. <https://www.washingtonpost.com/technology/2022/03/19/elon-musk-ukraine-starlink/>.

责任编辑: 黄声波