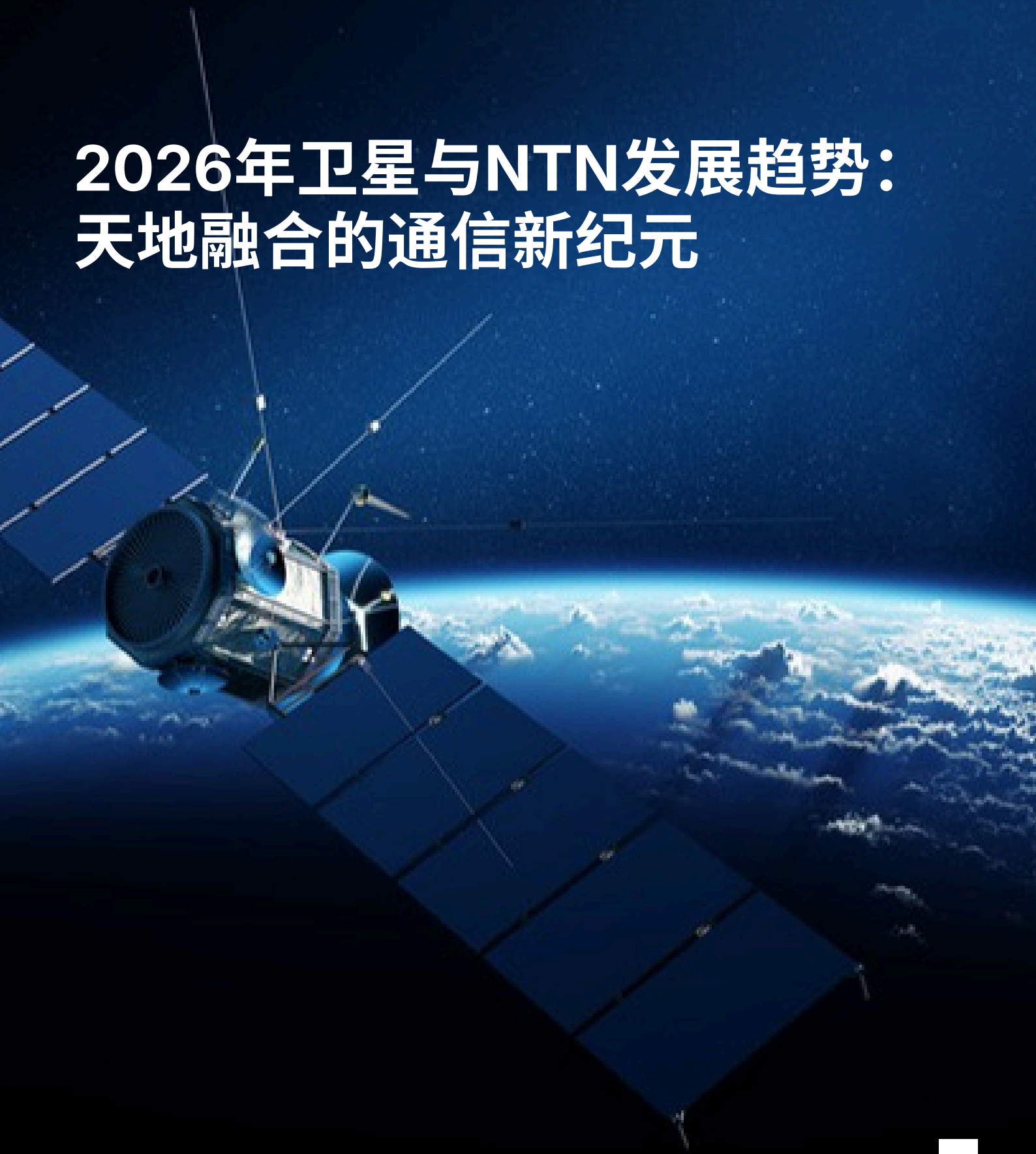


2026年卫星与NTN发展趋势： 天地融合的通信新纪元



引言

1998年，摩托罗拉斥资50亿美元打造的铱星系统商业首航，但因其高昂的话费和笨重的终端，仅运营9个月就宣告破产^[1]。这场失败后的20年内，整个卫星通信行业几乎陷入停滞，仅限于航海航空等专业领域使用。

转折点出现在2019年。以Starlink为代表的新一代卫星星座开启了颠覆性变革。低轨道卫星如同“太空中的蜂窝基站”，密集部署在距地面约550公里的轨道上。截至今日，Starlink已发射约7,000颗卫星^[2]，控制着全球85–90%的在轨卫星容量^[3]，并实现正自由现金流^[4]——卫星互联网从“烧钱实验”真正迈向了商业可持续。

如今，这股浪潮正与5G/6G标准深度融合。3GPP Release 17首次将卫星纳入全球移动通信标准^[5]，这意味着普通智能手机无需任何改装，未来就能在地面信号消失时自动切换到卫星网络——就像WiFi和移动数据的无缝切换一样自然。2026年，这场“天地大融合”正从技术验证走向规模商用。^[3]



一. 卫星通信的技术突破

技术本质

传统移动网络依靠地面铁塔发射信号，覆盖半径通常只有几公里。尽管全球已部署大量地面基站，全球仍有26亿人口（占比约32%）无法享受可靠的网络连接。^[6]

NTN（Non-Terrestrial Networks，非地面网络）简单来说就是“把基站搬到天上”。^[5]通过卫星、高空平台等“飞行基站”，单颗卫星的信号覆盖范围可扩大到数百甚至上千公里。除了以Starlink、OneWeb为代表的低地球轨道卫星（LEO），NTN网络还包括地球静止轨道卫星（GEO）、中地球轨道卫星（MEO）、低空平台/无人机（LAP）和高空伪卫星/气球（HAPS）。^[5]

当前5G NTN的发展与应用主要集中在GEO和LEO范围内。^[7] 卫星不受地形限制，当你在喜马拉雅山区徒步、在太平洋航行、在撒哈拉沙漠科考时，头顶的卫星会自动成为你的“移动基站”。



核心突破

- 1. 低轨道革命：**从传统36,000公里的地球静止轨道下沉至550-1,200公里的低轨，信号延迟从600毫秒降至20-40毫秒，达到实用级别。
- 2. 发射成本骤降：**可回收火箭技术使每公斤载荷发射成本大幅下降，令大规模星座部署在经济上成为可能。
- 3. 相控阵天线小型化：**终端设备成本和尺寸大幅降低，消费级应用成为现实。^[7]
- 4. 标准协议统一：**3GPP将卫星接入标准化^[5]，使手机芯片无需重新设计即可兼容，打破了设备生态的最后壁垒。

天地互补共生

NTN不是要取代地面网络，而是补充它。^{[3][8]}这就像高铁和地铁的关系：高铁解决城市间的长距离连接，地铁负责城市内的高频次通勤，两者各司其职。

地面基站在人口密集区具有无可替代的优势：容量大、成本低，能同时服务大量用户。而卫星的强项在于广域覆盖和移动场景——海上货轮、跨国航班、偏远村庄，这些地方建设地面基站既不经济也不现实。

未来的理想状态是“天地一张网”：手机在城市用4G/5G高速上网，进入郊区自动切换到卫星保持在线，整个过程用户无感知。^[8]



二. 卫星通信的快速发展

全球规模部署

根据GSMA Intelligence统计，截至2025年9月，全球110家运营商集团（覆盖全球移动连接数67%）已与卫星企业建立活跃合作关系。^[9]2026年是商业化关键年：欧美运营商如AT&T、T-Mobile已启动服务，中东、拉美市场快速跟进。

实际应用落地

数据显示，进展之快超乎想象：**全球70%的移动运营商（包括中国移动、Verizon、Vodafone等）已与卫星公司签约。**^[9]日本已有超过100万KDDI用户在登山、出海时使用卫星短信；新西兰One New Zealand用户通过卫星发送了累计100万条短信。^[9]

最戏剧性的案例来自乌克兰：Kyivstar运营商与Starlink合作，服务上线仅两天就有30万人用上卫星连接——在战争导致大量基站损毁的情况下，卫星成为维持通信的生命线。^[10]

付费意愿增强

对于“卫星连接值多少钱”这个问题，GSMA横跨12个国家的12,390人调研给出了答案：60%的人愿意每月多付5-8%的话费获得全天候覆盖，近半数用户表示会为此更换运营商。^[6]

印度用户愿意支付的溢价比例（9%）远高于美国（5-8%）^[6]，这说明在信号频繁中断的地区，人们对可靠连接的渴望更强烈。这也揭示了一个商业逻辑：卫星服务的价值不在于速度，而在于“最后1%时刻的可用性”。



三. 中国战略与创新实践

国家级星座建设

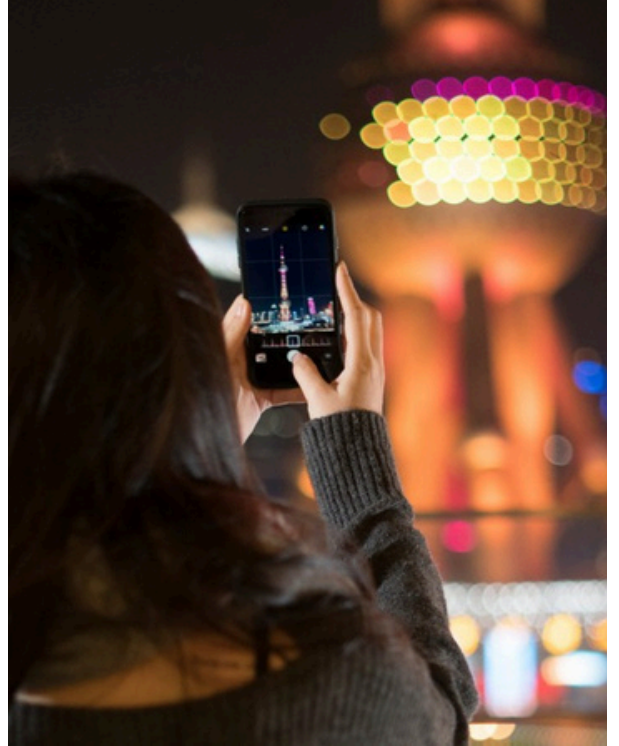
中国正以举国之力推进卫星互联网建设。三大主要星座项目包括：国网星座（12,992颗）^[11]、千帆星座（超10,000颗）^[12]，以及已整合的鸿雁、虹云等项目^[13]，总规模约**3.3-3.8万颗卫星**。2025年底，中国向ITU申报了超20万颗卫星的频轨资源，启动迄今规模最大的一次国际频轨集中申报行动——专家同时提醒，从申报到实际部署需要较长时间，应理性看待。^[14]

三大运营商均已获得卫星移动通信牌照，中国移动、中国电信明确将NTN定位为5G/6G核心能力而非独立系统^[7]——这意味着未来的手机套餐将默认包含卫星服务，就像现在包含4G流量一样。技术路线上，中国采取“三轨协同”策略：GEO负责广播和应急通信，MEO提供全球覆盖，LEO主攻低延迟宽带。^[7]

双模终端：中国特色的创新路径

在终端形态上，中国走出了一条有别于国际主流的路径。与直接推动“手机直连卫星（D2D）”的方案相比，国内率先规模落地的是双模终端方式：设备同时支持地面蜂窝网络和卫星通信，在有地面信号时优先使用4G/5G，离开覆盖区后自动切换至卫星模式，切换过程对用户透明。^[7]

这一方案的优势在于兼容现有网络架构、终端成本更可控，且无需等待纯卫星直连标准完全成熟。华为、小米等厂商已将双模卫星功能集成至旗舰机型，支持卫星短信、位置共享及紧急求助等基础场景，推动卫星通信从专业工具走向大众消费品。



四. 商业化挑战

尽管卫星通信前景广阔，但商业化之路仍面临多重挑战。

成本压力

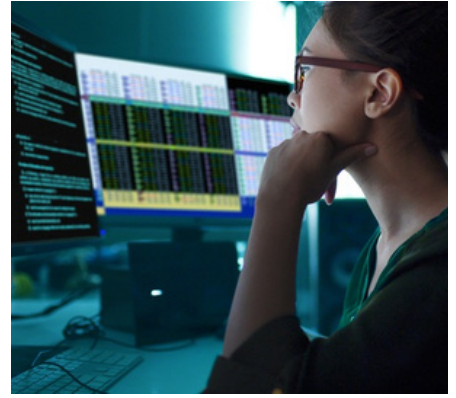
建设全球星座需要巨额投入，成本分布在上下游两端：上游的卫星制造与发射费用高昂，且卫星寿命有限需持续补射；下游的终端设备需要大幅补贴才能让用户接受。目前只有少数企业实现盈利，且主要依赖高端市场，要惠及普通用户需突破千万级用户规模的临界点。

技术瓶颈

天地网络切换需要重新搜索卫星信号和认证，可能产生明显延迟，影响实时通话；卫星信号较弱导致手机功耗骤增，续航时间大幅缩短；在手机有限空间内集成卫星天线，面临物理极限挑战。^[7]此外，卫星一旦失效无法维修，可靠性要求极高。

太空算力

随着卫星通信走向宽带化，星上算力成为新的技术前沿。传统卫星仅负责信号中继，数据处理完全依赖地面；而新一代卫星开始在本体上集成计算单元，实现数据就地处理，减少回传量、缩短响应时延。这一趋势在商业遥感领域已有落地：部分卫星可在轨完成图像压缩与目标识别，只传输关键结果而非原始数据。^{[3][7]}



星上算力面临独特约束：辐射环境对芯片可靠性要求极高，散热条件受限，在轨软件更新也更为复杂。这些挑战正推动航天级芯片与商用AI芯片的技术加速融合，也催生了“太空数据中心”这一长期愿景——卫星不只是通信中继站，更是分布式算力网络的节点。

监管分歧

卫星信号不受国界限制，引发主权争议：部分国家要求外国运营商必须与本国企业合作；有些政府要求部署内容过滤网关；乌克兰战争中卫星被用于军事通信，引发“民用设施参战”的法律争议，各国正重新审视出口管制政策。^[3]

太空交通秩序

大规模星座带来近地轨道拥挤问题。各国频轨资源申报遵循“先到先得”原则，但申报并不等于部署。^[14]如何在国际层面建立合理的太空交通规则、防控碰撞风险，是卫星通信可持续发展必须解决的系统性问题。

五. 卫星通信的未来图景

卫星通信的真正价值不在于服务已被4G/5G覆盖的人群，而在于赋能那些被地面网络遗忘的场景：偏远地区的物联网、移动中的交通工具、灾难后的应急通信。更重要的是，它正在催生全新的产业形态：其中最具想象力的是“低空经济”，这个依托1,000米以下空域的新兴领域，国内市场规模预计2030年将突破2万亿元。^[15]

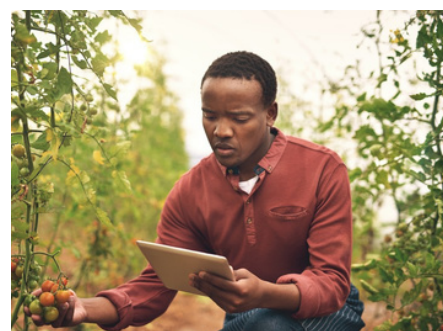
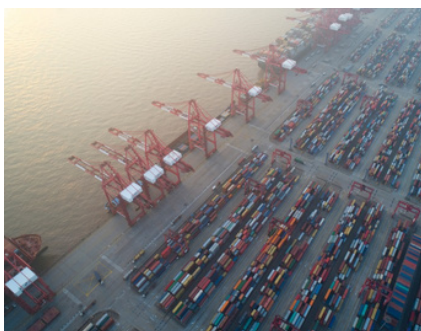
现有行业升级

应急救援：地震、洪水后地面通信受损时，卫星是快速恢复通信的重要手段，为灾区提供关键的报平安和指挥调度渠道。

远洋运输：集装箱船行驶在公海，船上集装箱的温度、湿度实时监控全靠卫星物联网传输数据，确保冷链药品不变质、危险品不泄漏。

精准农业：内蒙古草原上的牧民用卫星连接的传感器监测牲畜位置和草场湿度，手机App就能看到几百公里外羊群的实时位置。

能源巡检：西气东输管道横跨无人区，巡检员通过卫星设备上传管道压力数据，AI分析后预警泄漏风险——这项应用让20%的能源企业摆脱了“每日断联导致运营中断”的困扰。^[9]



催生低空经济

无人机物流配送：顺丰、美团等企业测试的无人机送货，在城市及近郊以地面网络为主实现实时调度；进入偏远山区、戈壁等地面信号薄弱区域时，卫星通信可作为重要的补充链路，保障飞行安全与任务连续性。

城市空中交通（UAM）：载人飞行器需要在整个飞行过程中保持与空管系统的不间断通信。地面网络与卫星网络的协同组网，是实现全程可靠通信保障的主流技术路径——两者互为冗余，共同确保飞越郊区、跨越水域时安全监控不中断。^[8]

低空经济的通信需求兼具**高可靠、低时延和广覆盖**三重属性，这正是天地融合网络的价值所在：不是某一种网络独扛全部，而是根据飞行场景动态调度最优链路。^[8]

产业链协同

NTN的发展正带动整条产业链升级。芯片厂商高通、联发科已推出支持3GPP Release 17的基带芯片；华为、三星等手机厂商将卫星功能列为2026年旗舰机标配；地面设备商诺基亚、爱立信开发“透明架构”，让卫星流量无缝接入核心网。^[8]这种“天地产业链”的协同，正在欧洲、北美、中国创造大量高技术岗位。

GSMA预测，到2035年卫星通信年收入潜力约300-350亿美元^[3]，其中仅物联网领域就将有25-30亿台设备依赖卫星连接，带来年收入100亿美元的市场^[9]——这相当于再造一个全球卫星电视产业。

结语 2026，“永不失联”的起点



2026年，我们站在卫星通信的商业化临界点上。随着低轨卫星容量持续增长，手机芯片开始原生支持天地切换^[8]，全球监管与合作框架逐步成型，这场天地融合的大幕才刚刚拉开。这不仅是技术突破，更是人类连接方式的范式转变——从“有限连接”到“泛在连接”，从“人与人”到“万物互联”。这或许是继互联网诞生以来，通信领域最激动人心的变革。

而这场变革的最新进展，将在MWC26上海集中呈现。



MWC26上海首次设立“未来星座”专区，汇聚全球卫星运营商、终端厂商与垂直行业伙伴，展示最新的NTN技术应用、天地融合解决方案及商业落地案例。从技术标准到商业模式，从消费终端到行业应用，这里将是洞察卫星通信产业全貌的最佳窗口。

6月，我们期待与您在上海，共同见证这场天地融合的里程碑时刻。

参考资料

[1] 多家权威媒体（澎湃新闻、证券之星、MBA智库等）：

铱星系统投资50亿美元及1998-1999年破产历史

[2] electroiq.com, 'Starlink Statistics' (2025年12月更新)

<https://www.electroi.com/starlink-statistics/>

[3] GSMA卫星与NTN峰会（多哈，2025年2月）GSMA Intelligence开场报告

[4] CSDN博客“星链之盈利”（2025年8月）；Economy Insights分析报告（2025年9月）

[5] 3GPP Release 17-19技术规范（NTN标准化框架）

<https://www.3gpp.org/>

[6] Viasat & GSMA Intelligence, 《NTN in Consumer Mobile 2025》（2025年5-6月，12,390样本跨国调研）

[7] GSMA卫星与NTN峰会（上海，2025年6月）中国移动、华为等企业演讲与圆桌讨论实录

[8] GSMA卫星与NTN峰会（上海，2025年6月）闭幕圆桌“未来12个月关键成功因素”专家共识

[9] GSMA Intelligence季度追踪报告：全球运营商—卫星合作伙伴关系数据（截至2025年9月）

[10] GSMA卫星与NTN峰会（多哈，2025年2月）Kyivstar CEO Illia Pshov主题演讲

[11] 21财经，“继千帆之后，‘国网’星座也开始组网”（2024年12月）

[12] 新华网，千帆星座报道（2024年9月）

<http://www.news.cn/>

[13] 腾讯新闻，“我国开始建设规模超万颗的大型低轨星座”（2024年8月）

<https://new.qq.com/>

[14] 证券时报，“超20万颗！中国新增多个星座计划申请”（2026年1月）

[15] 新浪财经，低空经济市场规模预测（2025年11月）

<https://finance.sina.com.cn/jjxw/2025-11-24/doc-infympzs5620389.shtml>

GSMA 总部

1 Angel Lane
London
EC4R 3AB
United Kingdom

扫码领取专属折扣
金卡会员证及全馆通行证立享**25%**优惠

