

从0到1的孤勇,1到10的恢宏

——记“天基互联网与星地通信”技术主要设计者之一江教授

文/记者朱培斌 宁钰燕

北京时间2026年9月16日,我国低轨宽带卫星互联网星座建设迎来关键节点:最新一批八颗千帆组网卫星顺利入轨,一项名为“天基互联网与星地通信”的创新技术完成关键在轨验证。这标志着我国在空天地一体化网络架构领域取得重大突破,为6G时代的“三网融合”与万物互联奠定了坚实的技术基础。

很少有人知道,这套架构的主要设计者之一,是一位从广东茂名走出去的战略新兴产业发明家,他负责网络与信息安全软件开发,以及数字信息的传输。上述低轨道互联网卫星,属于民用空间基础设施,相关信息已脱敏,但是这位战略性新兴产业发明家还主持其它研究项目,人还在脱敏期内,故文中称其为“江教授”。为这一天,他已走了20年。

跨科求学: 从会计专业到通信梦

江教授的科研起点,原本与通信领域毫无关联。上世纪90年代初,从茂名市第一中学高中毕业后,他考入暨南大学会计与审计专业,入住的宿舍名为“真如苑”。他问辅导员为什么叫这个名字,得知这源自抗战时期学校五迁校址办学的动荡校史,山河飘摇、学子坚守的过往深深触动了年轻的他。就此,他心里埋下了科技报国的种子:“那时候我就决定了,我要搞通信,搞计算机,学科学。”

跨学科学习并不容易。大学四年,他翻遍校内图书馆相关藏书;拜托侨生同学从港澳代购英美原版编程书籍;对着满页英文论文啃到深夜。大四那年,他成功考取国家高级程序员资格,为跨界之路打下了第一块基石。

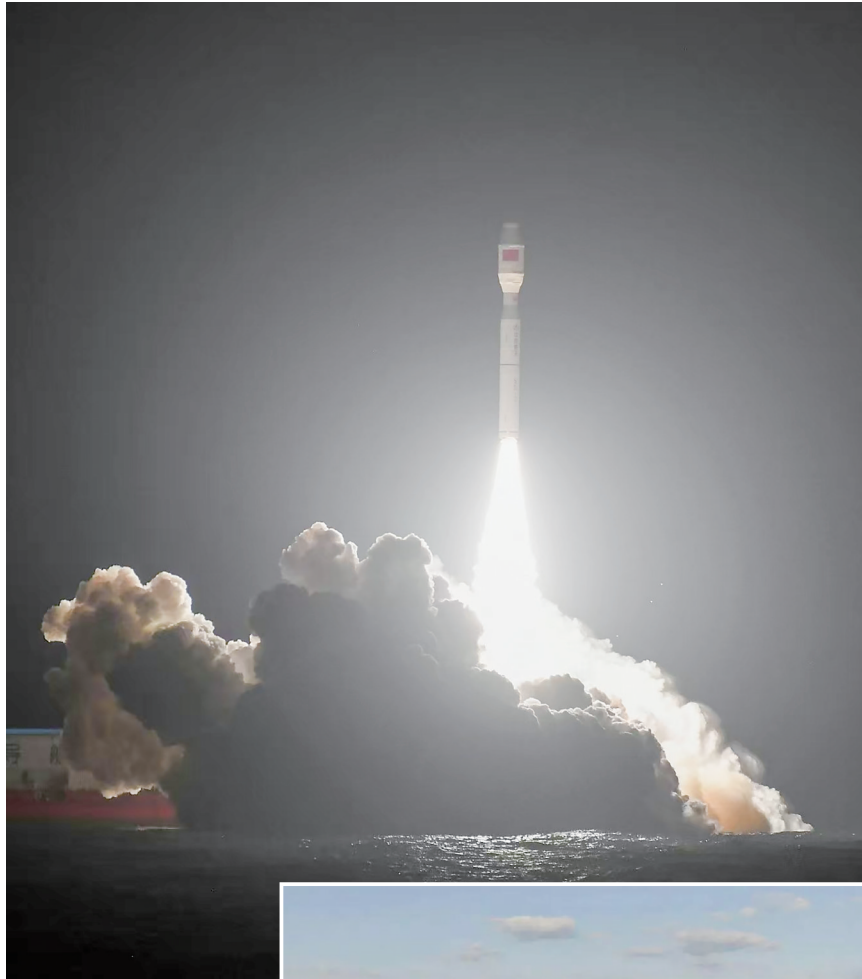
毕业工作三年后,江教授选择跨专业攻读信息系统方向研究生。他挤出全部空余时间备战,凌晨四五点起床背诵英语、攻坚高等数学,即便考前模拟成绩距分数线仍有差距,也凭着自己不服输的韧劲,最终超出国家线三十多分。面试场上,他从区块链前身技术谈到行业未来趋势,独到的见解打消了考官对其商科背景的疑虑,最终成功被东北财经大学录取。

2003年,为追赶国际通信技术前沿,江教授赴美国杜克大学攻读大数据与通信方向博士学位。留学期间,国外高校对核心技术资料的严格管控,以及“银河号”事件带来的深刻触动,让他愈发坚定信念:“时间与空间基准是国家安全的命脉,核心技术必须掌握在自己手中,要建一张中国人自己的网。”学成后他毅然回国,全身心投入去中心化互联网技术研究,“根链”这一核心技术概念也在这一时期孕育而生。

攻坚破局: 重构空天地网络底层架构

这是一条从0到1的无人之路,漫长、孤寂且前路未知。“孤勇”,是江教授对那段岁月的形容。国家找到他时曾坦言,这项工作可能一辈子都无法成功,即便成功也可能一辈子默默无闻。他没有丝毫犹豫就答应了。“从0到1的阶段,时间走得比人还慢。”他这样形容研发的漫长与艰难。

以江教授、古教授为核心的研发团队,率先在下一代互联网底层技术上取得突破,构建起“基于根链的下一代互联网(Web3.0)”组网方法与完整专利组合。这套方案被视为对传统TCP/IP互联网的范



互联网
卫星发射。
受访者供图



式跃迁:寻址逻辑从“IP位置”转向“密码学身份/DID”,信任机制从“平台中介”转向“共识+智能合约”,资源调度从“静态配置”转向“NFV/SDN动态切片”,价值流转从“信息分发”转向“点对点微支付与资产确权”。在元宇宙应用场景中,这套架构可通过边缘计算+5G切片大幅降低渲染与交互时延,依托区块链原生身份与资产模型支撑虚拟土地、数字装备、用户身份的可信经济系统,从底层避免中心化平台“删号封产”的风险。

这项底层技术成果很快得到国家层面的认可,江教授团队受邀加入千帆星座重大工程,将这套根链组网技术与空天地一体化通信场景深度融合,迭代形成面向航天场景的“根链网络融合组网”架构,最终完成了我国空天地一体化网络的底层重构。在江教授看来,全球主流星链技术始终存在“两张皮”的痛点:“美国的星链,空中一张网,地面一张网,它们不能互相连接。我们的技术可以做到天基互联网跟地面5G基站深度融合,还能实现星地直接通信。这就是最大的技术差异。”

换道超车: 铺就千帆星座组网路径

被江教授称作“写给14亿中国人最浪漫的情书”的千帆星座,正是这套“去中心化融合组网”架构的工程化落地平台。通过星间自组织路由与激光链路构建空间骨干网,千帆星座大幅降低了对

地面信关站的依赖,使网络具备更强的韧性自主转发能力;同时依托集中运管保障整体效率与安全,形成“空间分布式、地面协同化”的新型网络范式。

低轨太空500至600公里轨道因兼顾信号强度与部署成本,向来是各国卫星星座的必争之地。但根据国际电信联盟“先到先得”的规则,国外头部星座已占据约70%的轨道资源,后来者的发展空间被大幅挤压。面对这样的现实,江教授等中国工程师另辟蹊径,走出了一条换道超车的路线。

千帆星座采用独特的双轨布局战略:前期在800公里的较高轨道占住资源席位,尽管离轨成本更高,却能在国际轨道资源博弈中先扎下根基,用短期成本换取长期发展资格;后期则降轨瞄准300至500公里的性能高地,虽需更频繁的轨控维持,但用户将体验到与地面网络无异的低时延,物联网终端也能在低功耗下实现稳定连接。

与此同时,江教授团队依托“网络融合组网”架构,主张卫星作为独立自治节点运作,彻底摒弃星间链路网状互联的依赖。这套技术的核心逻辑,是让每颗千帆卫星作为网元节点加入网络时,通过根链上的虚拟机校验身份信息与共识算法,通过后基于NFV/SDN技术将卫星分配至相应虚拟网络,实现逻辑隔离与快速组网。

针对跨运营商资源调用的难题,他和团队研发了“转换合约接口”,可统一

转换资源访问方式,所有访问与退出行为均嵌入中国科学院国家授时中心的时间戳并上链。“就像你讲中文,他讲英文,我要马上给你翻译成同一种语言。”江教授这样通俗解释。当终端或地面基站需要调用其他运营商的卫星资源时,通过该接口即可完成统一转换,全程辅以严格身份验证,确保只有合法节点才能访问,配合所有交易上链,真正实现“数据可用不可见,价值可结算”。

与国外星链依赖密集星间链路的思路不同,这套去中心化架构最核心的优势是极强的抗毁性。哪怕部分卫星损毁,幸存节点依然能独立完成数据确权与转发,不存在单点故障风险。这不仅是民用通信的技术升级,更是高对抗环境下通信安全的底线保障。“我和我的团队就像织网工,利用这项技术将卫星放置到对应的位置,让彼此能成功通信,织起千帆星座的底网。”江教授如是说。

9月16日,这项“网络融合组网”技术已成功完成关键在轨验证。截至2026年9月,千帆星座在轨卫星已达256颗,预计本年底将完成324颗卫星全球组网并启动商业化运营。江教授透露,星座远期规划分三期推进:一期部署648颗实现区域覆盖,二期部署1296颗实现全球覆盖,三期规模将超1.5万颗。如今项目正处于1迈向10的阶段,但回忆起技术验证成功的那一刻,江教授坦言自己“狂喜,流泪,大哭”。这份情绪的背后,是20年孤勇前行的摸索,是无数科研人员不舍昼夜的攻坚。“这份成功来之不易,是我们整个团队并肩鏖战的成果。战略科学家要在无人区里完成从0到1的突围,还要在漫长质疑中走完从1到10的征途,这其中所承受的孤寂、试错和坚守,只有我们自己最清楚。”

织网星空: 为6G时代筑牢数字底座

随着在轨卫星数量持续增长,这套基于区块链的可信组网模式将加速推进全球无缝覆盖的空天地一体化网络建设,为偏远地区、海洋、航空等场景提供低成本、高可靠的互联网接入服务。“一万多颗卫星在天上飞的时候,沙漠、海洋都能有稳定信号。就算坐飞机、火车过涵洞,都能在手机上刷视频、聊天。”江教授说。

从技术价值来看,这套架构为6G时代的“三网融合”提供了核心底层路径。以区块链根链作为全网统一的“总账本+调度中心+翻译官”,能够打通地面各大运营商网络与天基卫星网络的壁垒,最终实现任何人、任何时间、任何地点、任何终端都能顺畅接入并获取信息。

江教授表示,“三网融合”的本质是电力网、算力网、通信网的深度协同:用电力网输送能量,用通信网传递调度指令,用算力网处理数据任务,三者协同实现“能源—信息—计算”的最优配置,支撑数字经济与双碳目标发展。这将带来千行百业的变革:智能驾驶将实现车端、路侧、云端、电网、通信的全链路协同;农业生产将走向精准化、智能化,让土地“说话”、农机“思考”、管控“算账”;对于茂名这类沿海城市,远洋渔业将告别通信盲区,台风、海啸等灾害应急救援有了不中断的通信保障,偏远山区的农产品也能通过卫星网络对接全球市场。

从茂名到星空,从会计到通信,从0到1,他连名字都不能被披露,但他和团队建的那张网,正在天上成形,为国家安全筑牢坚实牢靠的数字底座。