

“国之重器”点亮创新未来

张 宁

今年政府工作报告提出，要加强新型基础设施建设，激发新消费需求、助力产业升级。最近发布的全国首个新基建竞争力指数报告显示，江苏新基建竞争力指数为 86.3，仅次于北京、上海。经过多年布局，以 5G、人工智能、物联网为代表的一批新型基础设施建设，已成为拉动江苏高质量发展的新引擎。其中，坐落在南京江宁未来网络小镇的紫金山网络通信与安全实验室，正在为国家网络重大科技基础设施建设筑牢地基。其与 5G、人工智能、未来网络等一批未来科技产业和项目集聚在一起，为打造科技创新高峰、建设网络强国提供有力支撑。

着力攻克网络核心技术

“核心技术是国之重器。要下定决心、保持恒心、找准重心，加速推动信息领域核心技术突破。”2014 年 12 月，习近平总书记视察江苏时，对互联网根域名服务器、网络操作系统、未来网络试验设施等核心技术和重大安全隐患问题提出明确要求。2018 年 8 月，江苏省委省政府、南京市委市政府成立了以刘韵洁院士为主任的网络通信与安全紫金山实验室，希望通过协同攻关，攻克网络核心技术，打造国之重器，解除互联网核心技术受制于人的隐患。

经过 40 多年的发展，互联网正迎来新一轮变革。网络应用场景和流量模型不断变化，未来网络成为全球互联网发展的重要方向，成为支撑经济、社会数字化转型的重要基础设施。为抢占未来网络发展制高点，世界各国纷纷加强未来网络领域的布局，加快未来网络产业的发展。紫金山实验室、江苏省未来网络创新研究院所在的未来网络小镇，正是中国未来网络研发创新的核心之地。

紫金山实验室主任刘韵洁院士，也是未来网络创新研究院的院长。实验室初期建设以东南大学、江苏省未来网络创新研究院等团队为核心力量，以刘韵洁院士、尤肖虎教授、邬江兴院士为牵头人，充分利用南京在未来网络、5G 发展及演进和毫米波核心器件等方面“独一无二”的基础技术优势，以“中国网络 2030”发展目标为牵引，以网络定制服务、普适移动通信和内生安全机制为突破口，从设计新型网络体系架构出发，全面提升国家网络创新能力和产业核心竞争力，保障网络空间安全和可持续发展，为我国乃至全球网络通信提供引领。

目前，紫金山实验室已汇聚了 1000 余人的科研队伍，与国内 32 个龙头高校院所、企业共建伙伴实验室，围绕确定性网络、移动开源构架等多领域展开实质性合作研究，取得了多项科研成果。

2020 年 1 月 19 日，紫金山实验室正式发布毫米波相控阵系列成果，取得宽带卫星通信和 5G 毫米波通信的重大技术突破。毫米波相控阵芯片速度快、覆盖广、价格大幅降低，从芯片、模块到天线阵面全面实现自主可控，解决了中国一个重大的“卡脖子”难题。此外，成功研发全球首个大网级网络操作系统，完成拟态调度器芯片架构设计，打造了国际上首个面向全球开放的网络内生安全试验场（NEST）……这些“高精尖”原创性成果，为实现网络强国建设目标奠定了坚实基础。

未来网络试验设施全球领先

紫金山实验室以解决网络通信与安全领域国家重大战略需求、行业重大科技问题、产业重大瓶颈问题为使命，重点围绕未来网络、普适通信、内生安全等布局一批重大科研任务，开展基础性、前沿性研究，突破重大基础理论和关键核心技术，建设若干重大示范应用，促进成果在国家经济和国防建设中的落地，引领全球信息通信技术发展。

“原始创新、顶天立地、世界一流、不可替代”，张贴在紫金山实验室大楼里的16个字，彰显了这个“硬核科技实验室”的使命和目标。

在紫金山实验室里，拥有中国首个通信与信息领域的国家重点科技基础设施——未来网络试验设施项目（CENI）。未来网络试验设施项目是一张覆盖全国、辐射全球的“大网”，通过自主网络操作系统、白盒交换大规模组网等创新技术，将建成由全国40个城市核心节点、133个边缘节点组成的当前覆盖最广的国家重大科技基础设施，成为全球首个基于全新架构构建的大规模、多尺度、跨学科的网络试验环境。

该项目由江苏省未来网络创新研究院牵头，清华大学、中国科学技术大学、深圳电信研究院共同参与。2019年5月，在南京市举办的第三届未来网络发展大会上，未来网络试验设施项目首批12个主干网络节点率先开通，一个更加开放、智慧、安全的全球性、大规模、多尺度、跨学科的新型网络创新环境从梦想照进现实。与此同时，团队历经十余年自主研发的大网级网络操作系统CNOS也正式发布。这是全球首个在近400个城市1000多个节点大规模骨干网中稳定运行了2年以上的大网级网络操作系统，处于国际领先水平。

在紫金山实验室主任刘韵洁院士看来，传统互联网有如普通的马路，而在普通的马路上开辟高速公路是比较困难的；未来网络是开放的网络，可以智能管控网络，就好比网络里有高速公路，也有高铁，还可以达到“飞机速度”，可以帮你量身定制。更快速、更稳定、更安全、可定制，这就是他为未来编织的智能网络。未来网络试验设施这张“大网”，正逐步将他的理想变为现实。

未来网络试验设施已做到全球领先，并可满足国家下一代互联网、网络空间安全、天地一体化网络等需求，获得超前5—10年的创新成果。目前，这套网络系统已为国内90多家企业、科研院所和高校提供第三方网络试验平台，并将为国家相关大科学装置项目提供先进可靠的超高速网络定制化服务。

赋能产业升级 构建未来产业生态

今年4月份，南京市正式启动“四新”行动。在五大新产业中的新一代数字经济方面，提出持续开展5G技术创新，高标准建设网络通信与安全紫金山实验室等一批重点技术创新平台；在未来新业态方面，提出要发展未来网络，前瞻布局6G。

在不远的将来，互联网将全面渗透到各个产业链，对未来产业发展产生全方位、深层次、革命性的影响。刘韵洁院士认为，网络的下一个变革就是要跟实体经济融合，在工业互联网的历史机遇中，紫金山实验室要充分发扬并利用优势，在促进江苏经济转型与实体经济深度融合的重大课题方面走在前面。目前，紫金山实验室正致力于将网络、通信、安全技术结合到扬子江城市群当中，解决企业问题，赋能产业升级。紫金山实验室与未来网络研究院取得的一系列科研成果，正在应用到未来产业生态的构建中。

作为一个覆盖全国的网络技术创新与业务创新的试验床，未来网络试验设施可以同时容纳4000多个大型异构网络试验，解决科研机构和企业等单位在网络技术、应用及安全试验等方面的难题。邬江兴院士团队研发的国际上首个永久在线、面向全球开放的网络内生安全防御技术“试验场”，为拟态构造的软硬件

产品提供了全球性众测平台。t3 无人驾驶电磁兼容试验室、微波暗室等级别超过国际标准、且是国内唯一的测试平台，可以供园区内企业免费使用，由此吸引了很多知名企业入驻。

5G 移动通信核心的毫米波芯片研制成功，使芯片预期成本由千元降至 20 元，即将用于 5G 移动通信系统商用。尤肖虎教授团队成功研制与 6G 相关的太赫兹无源元件及天线，积累了一批适用于未来 6G 的基础技术。中兴通讯南京滨江智能制造基地肩负中兴通讯全球无线系统设备及波分产品的制造任务，其中 5G 产品是重点，项目正式投产后，无线 RRU、BBU 及 5G 产品年产能总量将达到约 500 万台规模。

紫金山实验室平台所聚焦的互联网内生安全机制、无线通信物理层安全机制、人工智能在网络安全中的应用等方面，将在 5G 时代下帮助无人机实现飞行安全及数据传输安全，并实现更多保密及安全等级需求较高的飞行任务。江苏软件园南京拓恒无人系统研究院已研制出多款无人系统控制及通讯领域产品，如无人机飞行控制器、无人船舶体控制器、通用型机器人运动控制器、无人机 5G 通讯模块、数传电台、图传模块等，正在与江宁公安、江宁开发区城管、省环保厅环境监测、长江大桥巡检合作应用推广无人机。

众多未来网络研究成果的应用，将与其他产业生态发展提供坚实的基础，为各个产业智能化创新赋予更多机遇。未来网络，必将爆发出产业转化的巨大能量。