

“未来网络”： 迈向网络强国大契机

本报记者 张保淑

身处移动互联时代，终端设备的更新换代让人目不暇接，各类智能手机、手环、平板电脑、智能音箱不断推出新品，日益改变我们的生活。互联网自身的演进无疑是推动网络终端发展的主要动力之一。近20年来，互联网和我们的上网方式几经变革，从电话线拨号上网到接入传统宽带，再到高速光纤宽带和无线高速宽带，其中历经模拟蜂窝的1G和数字化的2G、3G、4G时代，今天，我们已经站在5G时代的门槛上。与此同时，互联网协议的第四版即IPv4呈现向“下一代互联网”核心协议IPv6加速演进的趋势。

“网络改变世界。”互联网对社会发展产生了广泛而深刻的影响，而我们怎样定义网络发展的未来呢？作为愿景之一，网速更快的5G和IP地址近似无限的IPv6已经为人们所熟知。然而，很多人可能没有意识到，另一场比5G和IPv6更伟大的网络变革已在悄然酝酿，它不满足于对传统网络进行“提速”和“拓展”，而是针对其局限和缺陷，搭建新型网络体系架构，充分利用人工智能技术，打造新型智能网络。或许，业内专家是出于对智能网络发展前景的坚定信心，认定它就是网络发展的必然方向，干脆直呼其为“未来网络”。

①突破局限 重建架构

从目前网络发展态势来看，5G、IPv6是近在眼前的未来，但“未来网络”作为一场赛博空间的大变革，其内涵显然要丰富得多。对“未来网络”的定



中国工程院院士、“未来网络”专家刘韵洁（百度）

义，虽然从学术层面还没有形成共识，但可以对其进行大体上的描述：它是集连接、感知、计算和数据服务为一体的网络，将开启新网络时代。在中国工程院院士刘韵洁看来，“未来网络”从面向普通百姓的消费互联网来看，它将具备易扩展、易管理、更安全的移动带宽特性；从面向各类企业的产业互联网来看，它将具备大带宽、大连接、高可靠、低时延的特征。

通过与传统互联网的对比，我们可以更好地把握“未来网络”的特点。中国工程院院士刘韵洁指出，传统互联网起源于20世纪六七十年代的阿帕网，是美国国防部高级研究计划局所组建的计算机网络，是一个学术网络，逐渐演进为广阔的商业网络，现已成为日常生活、商业运行和社会发展中不可或缺的组成部分。然而，每一项技术都有其生命周期，随着人们越来越多的使用，它存在的问题逐渐暴露出来，特别是在设计架构方面。

首先，传统互联网架构以IP为基础，这就意味着核心体系架构难以修改，新的功能只能通过打补丁的方式在其他层面实施，这往往导致网络节点臃肿和可扩展性差；其次，互联网正在渗透到更加广泛和深入的商业领域，例如智能制造、金融商务、家庭电器、可穿戴设备，甚至人体植入式设备等，这就需要更加可靠的安全保证，例如，要求网络体系架构本身就要具备安全性，而现有网络层中缺乏安全机制，互联网容易受到各种类型的攻击；第三，用户对互联网的使用需求已经从简单的端到端模式，转变为对海量内容的获取，这向传统的TCP/IP端到端网络体系架构提出了挑战；第四，互联网的建设和运行、维护规模和费用逐年攀升，现有网络结构不具备虚拟化的特征，导致了大量的资源浪费。上述问题与挑战推动了“未来网络”革命性体系架构的研究。

③苦练内功 奋勇争先

在京沪高铁南京南站至禄口国际机场的“金轴”之上，有一座名为“未来网络”的小镇，这里就是中国关于“未来网络”研发创新的核心之地，也是全球关于此项研究的重镇。

“未来网络”小镇核心区域规划面积4.6平方公里，是国家科技部、教育部和江苏省政府共同支持建设的国家通信与网络产业创新基地。

位于“未来网络”小镇的江苏省未来网络创新研究院和南京未来网络产业创新有限公司聚集了中国乃至全球的未来网络创新资源，其中既有刘韵洁、郭贺铨等16位院士、资深专家组成的专家委员会和7位全球顶级专家组成的顾问团队，又汇集了来自中科院计算所、北京邮电大学、清华大学、宾夕法尼亚大学、耶鲁大学、卡耐基梅隆大学、IBM、百度、甲骨文、华为等50余家项目团队资源。

在近日于南京“未来网络”小镇举行的第二届全球未

来网络发展峰会开幕式上，中国通信与信息领域建设的首个国家重大科技基础设施——“未来网络”试验设施项目启动仪式举行。根据规划，在已建成中国首个未来网络小规模试验设施基础上，建设国家“未来网络”创新平台，骨干节点涵盖南京、北京、上海、天津等40个主要城市，建设88个主干网络节点，133个边缘网络，并通过国际交换中心实现与互联网以及国际网络试验设施互联互通。

在郭贺铨看来，中国在“未来网络”研究和建设方面虽然面临诸多挑战，但是也充满领先发展的机遇。传统互联网源于美国，中国在网络技术方面基本处在跟随阶段，但是在更加开放的“未来网络”领域，中国与美国、欧盟、日本都是在差不多的时间开始关注并发力，可以说，大家起点相当。

刘韵洁持类似观点，并进一步指出了中国“未来网



南京“未来网络”小镇内建筑实景图

（百度）

②国际竞争 风起云涌

刘韵洁指出，鉴于传统网络存在的根本缺陷，“未来网络”技术已成为当今学术界和产业界研究和关注的热点之一，不仅在学术领域有着广阔的研究空间，而且在产业化方面也具有巨大的市场前景，同时也涉及到国家核心利益与信息安全，因此，各国都高度关注该领域的发展，并启动了一系列相关的重大项目和研究计划。

对一些国家和国际组织在“未来网络”上的研发情况，在国家“973计划”资助项目和国家自然科学基金资助项目支持下，刘韵洁与北京邮电大学教授黄韬等联合撰文进行了深入介绍。

在文章中，刘韵洁等指出，美国关于“未来网络”架构的研究项目主要由美国国家科学基金会组织和实施，已开展了包括“未来互联网设计”和“未来互联网架构”等研究计划。2005年开始，“未来互联网设计”方面资助了一大批研究项目，包括新型体系结构、路由机制、网络虚拟化、内容分发系统、网络管理、感知与测量、安全、无线移动等，旨在进行不受传统互联网限制的广泛研究，之后再择优进行优中选优。“未来互联网架构”研究计划于2010年启动，陆续启动支持了多个研究项目，从内容中心网络架构、移动网络架构、云网络架构、网络安全可信机制、经济模型等方面对“未来网络架构”的关键机理进行探索研究。

2007年开始，欧盟第七框架计划陆续资助了堪称规模庞大的“未来网络”研究项目，包括未来网络架构、云计算、服务互联网、可靠信息通信技术、网络媒体和搜索系统等。其中一些项目聚焦“未来网络体系结构”，比如4WARD。该项目旨在提出克服现有互联网问题的全新整体性解决方案，下设新型体系架构、网络虚拟化、网络管理等6个子课题，基本覆盖了“未来网络”发展的主要研究方向。

2006年，日本国家信息通信技术研究院启动了AKARI研究计划，其核心思路是摒弃现有网络体系架构限制，从整体出发研究全新的网络架构，并充分考虑与现有网络的过渡问题。提出了“未来网络”架构设计需要遵循的简单、真实连接、可持续演进三大原则，并进行了包括光包交换、光路交换、包多址、传输层控制等多项技术创新。

网”发展过程中的几个关键时间节点。

2007年，“一体化可信网络与普适服务体系基础研究”“新一代互联网体系结构和协议基础研究”等一系列研究取得成果，对“未来网络”新型体系结构及路由节点模型进行了前期探索。2012年，科技部启动了面向未来互联网架构的研究计划。

2013年，国务院正式发布的《国家重大科技基础设施建设中长期规划（2012—2030年）》明确提出：“建设未来网络研究设施，解决未来网络和信息系统发展的科学技术问题，为未来网络技术发展提供试验验证支撑。”当年8月8日，中国首个未来网络小规模试验设施在南京开通，并实现了与美国和欧盟等未来网络架构的互联。

据悉，志在充分发挥国家科教基地优势的南京正在谋划成立“未来网络”国家实验室，而刘韵洁等专家作为中国互联网和“未来网络”的代表性人物，被赋予更加重要的角色，中国“未来网络”的建设和布局也将迎来跨越式发展的新阶段。

操场上，彩带当空飞舞，篮球操、拉丁舞、机器人演示热闹非凡；活动室内，小戏迷唱念做打，泥塑、书法、石头画令人赞不绝口……这是河南省洛阳市栾川县赤土店镇中心小学少年宫的一幕。

在很多人的印象里，少年宫和这些丰富的课外活动都是城市少年儿童的专利，然而随着近年来全国乡村学校少年宫项目建设的持续推进，昔日城市少年儿童的专利正快速覆盖乡村学校，赤土店镇中心小学就是其中之一。

赤土店镇中心小学少年宫每周二、周四下午开放，周末初中的学生也可以来。该校校长曹秋红说：“学校建了少年宫，进一步缩小了与城市学校的差距。乡村学校少年宫不仅给孩子们一个活动的场地，更成为在农村落实素质教育理念的载体，无论是思想道德教育还是兴趣爱好培养，都可能让孩子们受益一生。”

中央文明办专职副主任夏伟东在日前举办的“全国乡村学校少年宫项目建设工作推进会”上表示：“乡村学校少年宫项目在加强农村未成年人思想道德建设、丰富农村学生课外文化生活、提升他们的综合素质方面进一步发挥了重要作用。”

据了解，中央文明办、财政部、教育部实施乡村学校少年宫项目8年来，累计投入中央专项彩票公益金55亿多元，支持建设乡村学校少年宫16536所。少年宫在乡村学校作用逐步显现的同时，项目建设也正在快速推进和完善，目前已取得新的进展。

据夏伟东介绍，过去一年，已建成1600所乡村学校少年宫并投入使用，今年1300所新建任务也已顺利启动；创新实施乡村学校少年宫志愿服务试点，有效缓解贫困地区师资不足的难题；研发使用全国乡村学校少年宫管理系统，项目运转进一步制度化、规范化。

随着越来越多少年宫在农村学校扎根，师资等配套资源的不断引入，一些地区结合本地特色展开积极探索，逐渐形成规模和品牌优势，新疆维吾尔自治区就是其中之一。

据悉，2011年以来，新疆维吾尔自治区共建设乡村学校少年宫866所。其中，中央专项彩票公益金投入1.7亿元建设480所，新疆维吾尔自治区民生工程投入2400万元建设130所，外地援疆资金和地方政府投入7100万元建设256所，全疆100余万各族未成年人受益。

新疆维吾尔自治区文明办副主任木克热木·米力克说：“实践证明，乡村学校少年宫已成为交流交往交融的平台，成为各民族青少年玩在一起、学在一起、生活在一起、共同健康成长在一起的乐园。”

乡村学校少年宫项目建设取得重要新进展，但覆盖率还不够高，一些乡村学校少年宫质量不高，作用发挥不够，贫困地区乡村学校少年宫专业辅导员缺乏的状况比较普遍等问题仍不可忽视。

针对当前乡村学校少年宫项目建设存在的短板，全国多地因地制宜探索解决方案。福建省是全国著名的侨乡，为推动更多少年宫在乡村学校落地，当地借助“侨”力，大力推介乡村学校少年宫这一公益项目，全省一大批侨胞慷慨解囊，累计捐资捐物上亿元；吉林省创新项目建设、管理、使用的运行模式，推动乡村学校少年宫工作制度化、科学化，保证了乡村学校少年宫建设顺利进行和作用的发挥。

乡村学校少年宫建好是基础，用好是目的，师资是关键。湖南长沙大力开展文化志愿者进乡村学校少年宫活动和文明单位与乡村学校少年宫结对帮扶工作，带动3000余名文化志愿者、389家文明单位和众多志愿服务团队走进乡村学校少年宫，惠及农村学生12万余人；中国文联在河南洛阳、云南昆明、楚雄进行乡村学校少年宫艺术教师培训试点，共培训艺术教师3805人次，并取得了丰富的试点经验。

夏伟东表示，“我们计划2020年前实现国家级贫困县所有乡镇都有1所乡村学校少年宫，更好地服务国家精准扶贫攻坚战。”

航空科普进校园



近日，安徽省六安市第九中学邀请该市裕安区科协、航空航海模型协会工作人员走进校园开展航空科技科普活动，通过航模飞行表演、航空知识讲座、亲身体验等形式，普及航空科技知识，培养青少年树立崇尚科学的精神。田凯平摄

让少年宫成为乡村标配

新华社记者 牛少杰