



党的十九届五中全会明确了国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标，要求贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，以推动高质量发展为主题，加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局，为全面建设社会主义现代化国家开好局、起好步。全会强调，要统筹推进基础设施建设，构建系统完备、高效实用、智能绿色、安全可靠的现代化基础设施体系，这对基础设施创新发展提出了更高要求。

能源网、交通网、信息网（以下简称“三网”）是重要基础设施，就像人的“血管系统”“四肢系统”和“神经系统”，对经济社会发展具有战略性、基础性、先导性作用。基于中国特高压电网和全球能源互联网创新实践，结合交通、信息领域发展趋势，我们提出了以能源、交通、信息三网融合，推动经济社会高质量发展的新思路。三网融合实质是三网由条块分割的各自发展转变为集成共享的协同融合发展，是基础设施的高级形态和“升级版”。适应新形势、新要求，特别是新冠疫情带来的全球挑战，加快三网融合发展，构建现代化基础设施体系，对于培育发展新动能，畅通国内大循环、促进国内国际双循环，全面建设社会主义现代化国家具有重要意义，为破解全球可持续发展重大挑战，促进人类命运共同体建设开辟新路子。

三网融合是可持续发展的大趋势

三网是经济社会发展的重要引擎。从历史看，三网的发展史就是一部不断创新的历史，有力改变了人类生产生活方式，在推动历次工业革命中发挥了关键作用。能源网经历煤炭运输网、油气管网和电网等发展阶段，目前全球油气管道近 200 万公里，110 千伏及以上输电线路总长度超过 500 万公里，将朝着清洁主导、电为中心、互联互通的全球能源互联网发展。交通网经历水路、铁路、公路、航空等多式联运等发展阶段，目前全球高等级公路总长 175 万公里，铁路总长 128 万公里，航空年运送旅客 44 亿人次，将朝着覆盖全球、多式联动、智慧高效、清洁低碳的全球交通互联网发展。信息网经历电报、电话、光缆通信、移动互联等发展阶段，目前全球海底光缆总长 120 万公里，在轨通信卫星 1200 多颗，互联网用户达 45 亿人，将朝着天地一体、万物互联、高度智能的全球信息互联网发展。总体看，能源、交通、信息三网发展迅速，在结构上实现融合升级，在空间上加快全球拓展，在功能上更高效、更智能、更友好，在经济社会中发挥日益重要作用。

三网融合是网络型基础设施发展的大势所趋。一是技术进步的必然结果。清洁能源发电、电动交通、“大云物移智链”（大数据、云计算、物联网、移动互联网、人工智能、区块链）等三网前沿和交叉技术不断创新突破，带动相关领域技术和产业革命，智慧能源、智慧交通、智慧城市等新业态、新场景不断涌现，推动三网走上融合发展新道路。二是经济转型的内在要求。全球经济正向数字经济加速转型，发展动能从生产要素驱动向效率驱动转变，要求能源网、交通网与信息网提升数字化、智能化水平，充分发挥规模效应、网络效应和溢出效应，形成“1+1>2”的经济发展新格局。三是绿色发展的必由之路。能源网和交通网排放大量温室气体和污染物，是气候和环境治理的重点领域。2018 年，电力和交通部门排放了全球 65% 的二氧化碳、45% 的二氧化硫、66% 的氮氧化物和 13% 的细颗粒物。加快三网融合发展，能够加速清洁替代和电能替代，实现能源、交通、信息等领域用能清洁化和动力电气化，打造绿色低碳的基础设施体系，促进解决气候变化和环境污染问题。四是高质量发展的客观需求。长期以来，三网各自发展、缺少统筹，带来资源浪费、重复建设、投入产出低等问题，难以满足人们对基础设施

的高效化、优质服务需求。三网融合能够促进设施共用和资源共享，减少土地和空间占用，提高资源利用率，增加有效供给，在提升基础设施发展质量的同时，为社会公众提供更方便、更高品质的服务。

三网融合是网络型基础设施的高级形态

三网融合即能源网、交通网、信息网由条块分割的各自发展转变为集成共享的协同融合发展，形成广泛互联、智能高效、清洁低碳和开放共享的新型综合基础设施体系，是更具资源配置力、产业带动力、价值创造力的创新发展模式，是基础设施发展的高级形态。

能源网、交通网、信息网都具有动力层、物理层、数据层、应用层和业态层五层结构。动力层是实现网络运转的能量系统，目前主要有煤炭、石油、天然气、电能、氢能等能源形式。物理层是设施和设备的集合，包括电力设备、油气管道、交通线路、运输工具，光缆、基站、存储和交换设备等。数据层是信息与数据的集合，包括系统数据、企业数据、用户数据等。应用层是业务与服务的集合，包括规划、建设、运行、营销、管理等各类业务，以及用能、出行、信息等各项服务。业态层是三网利益相关方以及合作模式、机制的集合，包括政府、企业、用户等相关方，各类商业模式、市场交易机制等。尽管三网功能不相同，但在同一层，三网之间有很强的相关性和内在联系，可以通过分层对接，实现能源、设施、数据、业务和产业融合，发挥网网协同优势，提高效率效益。

动力层实现能源融合。通过动力层紧密耦合，推动能源供需协同和结构优化，实现能源充分融合，为三网提供安全、高效、清洁的能源保障。重点是加强能源网供能系统与交通网、信息网用能系统之间的衔接与互动，加快清洁电力替代煤、油、气，提高能源系统效率和清洁化水平。

物理层实现设施融合。通过物理层协同发展，推动三网通道、枢纽、设备和终端集成共享，实现设施有效融合，减少土地和空间占用，提高投入产出。重点是推动空中走廊、地上通道、地下及水下管廊等通道共用，变电站/5G 基站、物流集散中心/充换电站、能源基地/数据中心等枢纽共建，电力光纤、智慧路灯等设备复用与共享，智能电表、车载终端、智能手机等终端软硬件集成。

数据层实现数据融合。通过数据层高效贯通，推动各类数据跨平台共享，实现数据充分融合，创造更大效益。重点是推动系统数据、企业数据、用户数据集中采集、处理和存储，打造数据大平台，促进数据融合共享，消除信息孤岛，挖掘数据更大价值。

应用层实现业务融合。通过应用层有效衔接，推动三网业务协同和服务创新，实现业务深度融合，提高业务水平和企业效益。重点是推动三网规划建设、运营管理、营销服务、技术研发等业务融合，促进企业人、财、物高效利用和用户服务水平提升。

业态层实现产业融合。通过业态层协同创新，打破行业壁垒，实现产业跨界融合，培育新业态、新模式和新产业，构建三网融合产业生态圈。重点是聚焦“能源+交通+信息”及“能源+交通”“能源+信息”“交通+信息”等产业形态，推动智慧能源、智慧交通、大数据等新兴产业发展，打造经济发展新引擎。

总之，三网融合不是三网融成一个网，而是通过动力层、物理层、数据层、应用层、业态层有效对接，实施能源、设施、数据、业务和产业五大融合，实现能源流、人流/物流、信息流高效协同、价值倍增。三网融合是网络型基础设施的“升级版”，代表了新一代基础设施的发展方向。

三网融合条件具备、前景广阔

三网融合具有良好的发展基础。技术方面，特高压、智能电网等能源技术日趋成熟，电气化高速铁路、电



动汽车等交通技术蓬勃兴起，物联网、大数据等信息技术广泛应用，推动电力光纤通信、车联网、自动驾驶等跨界融合技术不断创新，为三网融合发展提供了技术支撑。经济性方面，三网融合能够充分发挥规模优势和协同效应，降低建设和运营成本，具有巨大的经济价值。如在合肥建成的集光伏电站、储能站、数据中心站、5G 基站、电动汽车充电站和换电站等于一体的“多站融合”示范项目，在土地资源高效利用、能源系统高效运行、降低用户充电成本等方面产生了显著效益。政策方面，中国、欧盟、美国、日本等国家和地区制定了绿色发展、数字经济等发展战略，为三网融合发展奠定了良好基础。近年来，智慧能源、电动汽车、数字基建等方面规划和政策不断出台，我国提出推动“一带一路”能源、交通、信息等基础设施互联互通，将促进三网融合向全球发展。

三网融合已有大量成功实践。在能源领域，集先进能源技术和信息通信技术于一体的智能电网，能够促进清洁能源高效接入和“源-网-荷-储-用”友好互动，提升能源系统效率和安全供应水平。目前，我国建设了以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展的坚强智能电网，智能变电站超过 5000 座，公共充电桩 56 万个，智能电表超过 5 亿只。在交通领域，以电能/氢能替代化石能源作为交通驱动力，将推动交通行业快速脱碳。2019 年全球电动汽车保有量 720 万辆，预计 2030 年达到 2.5 亿辆。在信息领域，新一代信息通信技术与能源、交通技术不断集成融合，催生了电力光纤、电力载波通信、车联网、自动驾驶、绿能数据中心等新应用。

三网融合发展可从城市、国内、跨国三个层面推进。城市三网融合是集能源、交通和信息于一体的现代城市基础设施，重点是推动城市大脑、综合管廊、智慧交通、智慧能源等系统建设。城市大脑运用“大云物移智链”等技术，建设统一数据平台和协同调控中心，消除行业壁垒，实现城市基础设施高效运行。综合管廊系统集成交通、电力、通信、燃气等管道于

一体，是减少城市用地、降低成本、美化景观的重要途径。智慧交通系统构建“人-车-路-云”协同网络，实现人流、物流、车流的实时优化调控，解决城市拥堵等问题。智慧能源系统通过建设智能配电网、智能楼宇、智能家居等，促进能源在供需两侧灵活互动、高效使用，提升城市能源系统效率。国内三网融合以城市三网融合为骨干节点，以国内三网融合通道为纽带，形成广泛覆盖、高效互联的国家基础设施网络，重点结合各国发展阶段和需求，推进绿能数据中心、多站融合等枢纽共建，电气化铁路、光伏公路等通道共享，“公路网+电动汽车充电网”等网络融合。跨国三网融合以各国三网融合为支撑，建设跨国三网融合走廊，连接世界主要经济中心、能源基地和信息中心，打造覆盖全球的基础设施体系，提高资源跨国配置能力。从长远看，通过建设智慧岛屿、智慧空间站等新型设施，将打造覆盖海陆空天、广泛互联、智能互动的基础设施网络，极大拓展人类发展空间。智慧岛屿集成海上清洁能源开发、航运港口、信息基站等功能，将成为三网融合海上枢纽。智慧空间站集成太空太阳能发电基地、物资集散交通枢纽、通信等多种功能，将成为三网融合太空枢纽。

三网融合前景广阔、价值巨大。当前，三网融合技术装备在全球范围推广应用，新业态、新模式不断涌现，功能日趋完善，在推动经济社会发展中发挥着日益重要的作用和价值。一是加速技术创新发展。三网融合为技术创新和成果转化提供了重要载体和广阔市场，将推动能源、交通、信息领域前沿技术加速突破和应用，并带动相关领域技术发展，实现集群式创新。二是推动全球经济增长。三网融合将有力带动基础设施转型升级，促进智慧能源、智能交通、互联网经济等绿色产业发展，打造新的经济增长点，为世界经济发展注入强劲动能。预计到 2050 年，全球能源、交通、信息互联网累计新增投资超过 100 万亿美元。三是促进生态环

境改善。三网融合将促进资源集约循环利用，减少自然资源消耗，加快推动能源清洁转型，打造零碳社会，有效解决气候变化、环境污染等问题。到 2050 年，每年可减少排放 450 亿吨二氧化碳、6800 万吨二氧化硫、1.2 亿吨氮氧化物、1500 万吨细颗粒物。四是创造美好智能生活。三网融合让现代化基础设施服务遍及全世界，以更智能、更可持续方式，让人人享有清洁绿色能源和便捷高效的信息与交通服务，智能家居、机器人、自动驾驶等走进千家万户，人们将享受多元、高效的服务，幸福感和满足感将得到大幅提升。

三网融合将有力促进我国经济高质量发展

我国能源网、交通网、信息网建设成效显著，网络布局日益完善、整体质量明显改善、综合效率快速提升，已形成超大规模基础设施网络，有力支撑了经济高速发展。当前，我国经济正由高速增长转向高质量发展。推动三网融合发展，增强基础设施的资源利用效率和生产要素配置能力，将扩大投资和消费，带动产业升级，为我国经济高质量发展注入强大新动能。

打造现代化基础设施体系。推动三网统筹规划、协同建设和运营，能够有效促进传统基础设施升级和新型基础设施建设，增强基础设施可持续发展能力。一是实现高效发展。推动三网资源共享、空间共用，以更少的资源要素投入产生更多的经济社会效益，实现全环节、全过程和全生命周期高品质供给。如在电力铁塔上集成 5G 通信基站，可为通信基站节约 80% 建设成本。二是实现绿色发展。三网融合发展能够集约利用土地廊道等资源，减少生态空间占用，建设环境友好型基础设施体系，实现自然资源全面节约和可持续利用；推动基础设施用能清洁化，加速能源、交通行业脱碳，大幅减少污染物排放，促进生态保护和环境修复。预计到 2050 年，能源、交通相关碳排放将从当前的 98 亿吨降至 14 亿吨左右，有力促进我国减排。三是实现协调发展。我国基础设施建设不协调，西部地区相对滞后，制约了经济社会发展。推动三网融合，能够加快补齐基础设施短板，将西部地区的清洁能源等资源劣势转化为经济优势，带动当地交通、信息基础设施建设，提高居民收入，增加就业，改善民生，促进东西部协调发展。

畅通国内经济大循环。三网融合将推动投资、消费和产业全面升级，发挥我国超大规模市场优势，深挖内需潜力，加速要素流动，促进国内资金循环、供需循环和产业循环，形成更加顺畅的经济大循环。一是促进有效投资。三网融合高度契合新型基础设施和新型城镇化建设方向，将带来巨大投资需求。与边际效益明显递减的传统基建相比，三网融合发展空间大、盈利前景好，能够优化投资结构，拓展投资空间，提高投资效率。二是扩大消费需求。三网融合将极大丰富基础设施功能，培育消费新需求新模式，有效提升用能、出行、信息等服务水平，促进消费升级，有效释放我国超大规模市场消费潜力。三是带动产业升级。三网融合将加快智慧能源、智慧交通、“大云物移智链”等新兴产业发展，促进产业结构优化升级；能够充分发挥“互联网+”的数字化优势和“+互联网”跨产业集成优势，推动数字经济产业化和传统产业数字化发展，打造数字产业集群，实现对经济发展的放大、叠加、倍增效果，巩固国内大循环主体地位。

促进国内国际双循环。以三网融合为抓手，发挥我国在特高压、高铁、5G 等领域优势，抢占基础设施发展制高点，有利于我国以更高水平融入世界经济，打造国内国际双循环相互促进的新发展格局。一是促进我国向价值链中高端攀升。当前，我国还处于全球价值链的中下游。加快三网融合，能够抓住新一轮科技革命和产业变革机遇，延伸拓展产业链、价值链，推动我国产业迈向全球价值链中高端，赢得未来发展和国际竞争的主动权。二是推动共建“一带一路”高

质量发展。能源、交通和信息是“一带一路”建设的重点领域。三网融合将以更低成本、更高效率，推动“一带一路”国家基础设施建设，促进更高水平国际产能合作，形成更多面向“一带一路”国家的国际大循环。三是畅通全球经济循环体系。三网互联互通，将带动资金、技术、商品、服务和人力资源在全球范围高效流动，打破贸易壁垒，畅通全球产业链、供应链，推动建设开放型世界经济体系，贯通国内国际两个市场，实现与世界经济更加紧密地联系互动。

贯彻新发展理念推动三网融合发展

三网融合发展是造福全人类的宏伟事业，是极具开创性和包容性的巨大系统工程，需要秉持创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，凝聚各方智慧和力量，共同推动三网融合发展不断取得新的突破。

加强规划统筹，为三网融合提供顶层设计。重点要创新理念和方式方法，从规划源头转变条块分割的发展模式；要深化能源网、交通网、信息网规划协同，实现与经济社会发展规划有效衔接，以更高质量、更高水平推进三网融合发展。

加快科技创新，为三网融合提供巨大动力。重点要加强新技术、新设备、新材料研发，在能源、信息、交通领域实现关键技术突破，特别要注重交叉学科、跨界融合技术的创新发展，在储能、电动交通、电能路由器、大数据、云计算、人工智能、区块链、无人驾驶、车联网、车网互动等方面尽快取得一批创新成果，不断提升三网融合技术经济性。

加快机制创新，为三网融合提供重要保障。重点要创新建设运营、金融投资、标准协同、政策保障等机制，强化全过程、全方位协同，拓宽融资渠道，建立健全技术标准体系，推动跨行业政策协调，为三网发展提供市场、资金、政策保障。

坚持开放合作，为三网融合凝聚强大合力。重点要秉持开放包容、共建共享精神，打造跨国界、跨领域、跨专业的国际合作平台，推动有关国际组织、社会团体、企业单位、科研机构、高等院校共同参与三网融合发展，在政策机制、技术标准、国际规则、理念传播、工程建设、人才培养等方面开展务实合作，不断扩大利益共同点，实现各方资源共享、优势互补、合作共赢，助力人类命运共同体建设。

目前，我国已在特高压技术、设备、标准和工程等方面实现全面引领，有力推动了我国电力转型。基于特高压创新实践提出的全球能源互联网中国倡议，已在世界范围形成广泛共识，成为引领世界能源转型的一面旗帜。下一步，我们要坚持新发展理念，以特高压电网推动世界电力革命，破解清洁能源大规模开发和大范围优化配置的世界难题，实现清洁高效发展；以全球能源互联网推动世界能源革命，破解资源匮乏、气候变化、环境污染、贫困健康等全球重大挑战，有效提升用能、出行、信息等服务水平，促进消费升级，有效释放我国超大规模市场消费潜力。三是带动产业升级。三网融合将加快智慧能源、智慧交通、“大云物移智链”等新兴产业发展，促进产业结构优化升级；能够充分发挥“互联网+”的数字化优势和“+互联网”跨产业集成优势，推动数字经济产业化和传统产业数字化发展，打造数字产业集群，实现对经济发展的放大、叠加、倍增效果，巩固国内大循环主体地位。

促进国内国际双循环。以三网融合为抓手，发挥我国在特高压、高铁、5G 等领域优势，抢占基础设施发展制高点，有利于我国以更高水平融入世界经济，打造国内国际双循环相互促进的新发展格局。一是促进我国向价值链中高端攀升。当前，我国还处于全球价值链的中下游。加快三网融合，能够抓住新一轮科技革命和产业变革机遇，延伸拓展产业链、价值链，推动我国产业迈向全球价值链中高端，赢得未来发展和国际竞争的主动权。二是推动共建“一带一路”高

质量发展。能源、交通和信息是“一带一路”建设的重点领域。三网融合将以更低成本、更高效率，推动“一带一路”国家基础设施建设，促进更高水平国际产能合作，形成更多面向“一带一路”国家的国际大循环。三是畅通全球经济循环体系。三网互联互通，将带动资金、技术、商品、服务和人力资源在全球范围高效流动，打破贸易壁垒，畅通全球产业链、供应链，推动建设开放型世界经济体系，贯通国内国际两个市场，实现与世界经济更加紧密地联系互动。

（作者系全球能源互联网发展合作组织主席，中国电力企业联合会理事长）