



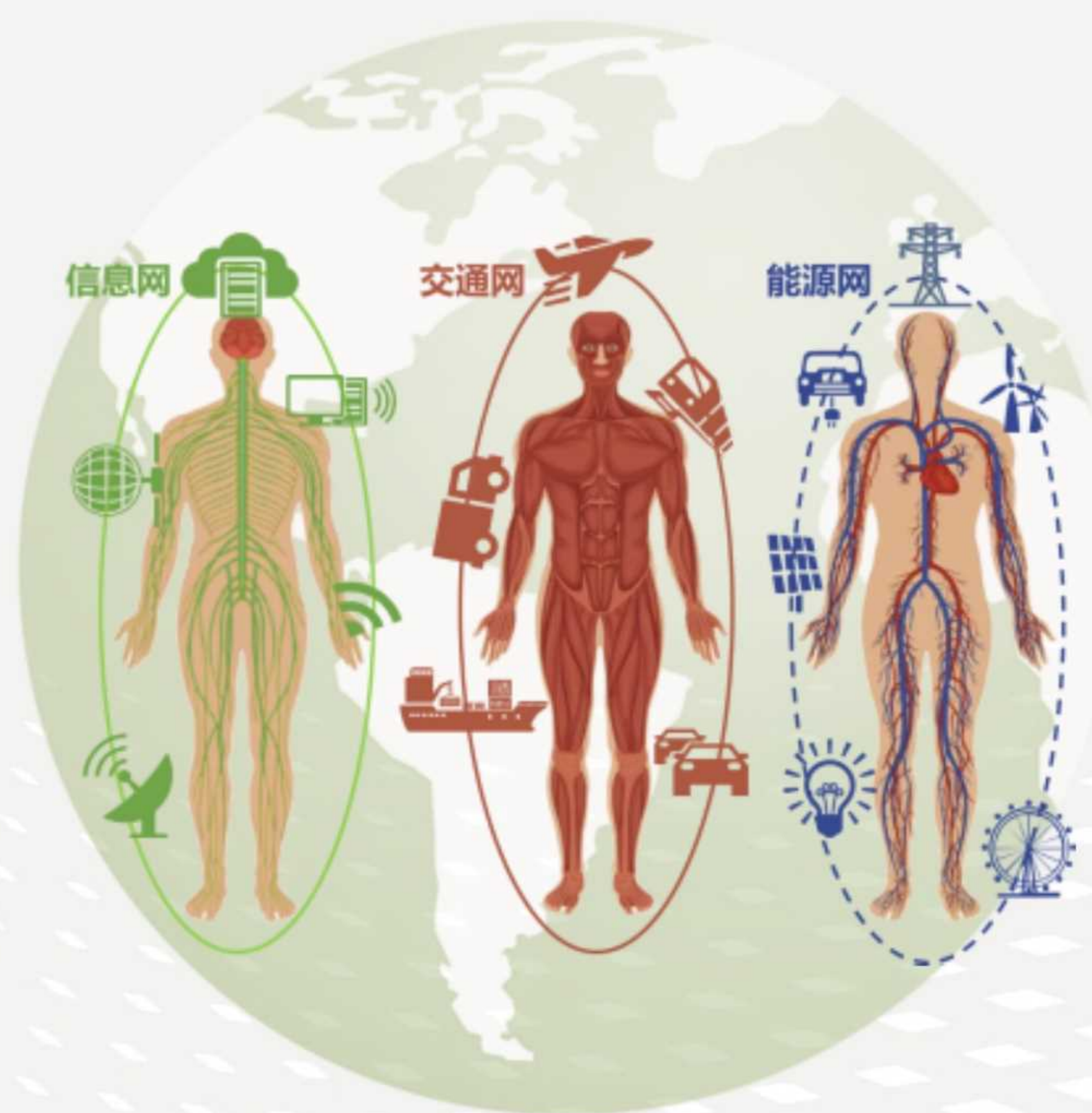
三网融合

全球能源互联网发展合作组织

2020年11月2日



- 能源网、交通网、信息网就像人的血液系统、四肢系统和神经系统，是经济社会发展的重要基石
- 人的血液、四肢和神经三大系统，既各有分工，又是有机整体。但能源、交通和信息三网长期条块分割，带来资源占用多、投入产出低、运行效率低等问题
- 2016年10月，合作组织刘振亚主席在斯坦福大学演讲中首次提出“三网融合”构想，即**能源、交通、信息“瓦特、米特、比特”三（特）网融合发展**





1. 三网发展现状与趋势

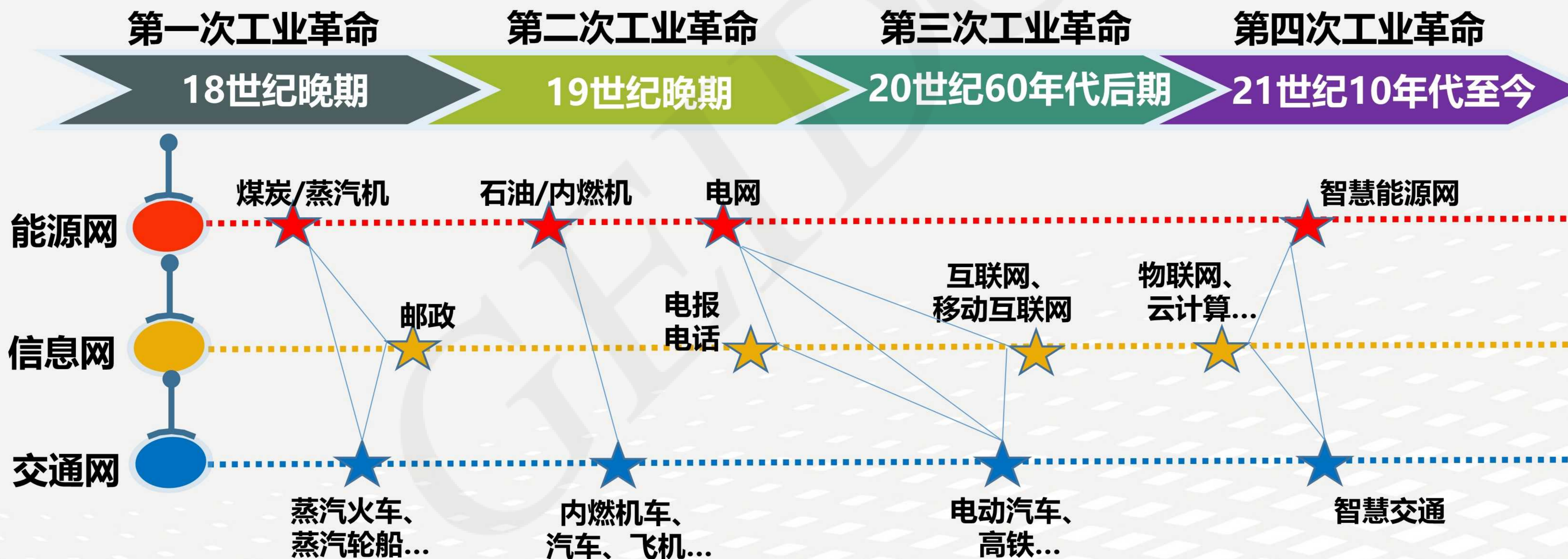
2. 三网融合理论与模式

3. 三网融合场景与路径

1.1 发展历程



- 能源网经历**煤炭运输网、油气输送网和电网**等发展阶段，配置范围更广、效率更高
- 交通网经历**水路、铁路、公路、航空和多式联运**等发展阶段，运输速度更快、能力更强
- 信息网经历**电报、电话、光缆、移动互联**等发展阶段，传输速率更快、接入规模更大



三网的创新发展在历次工业革命中发挥了关键作用，是推动工业革命的重要引擎

1.2 发展现状

能源网

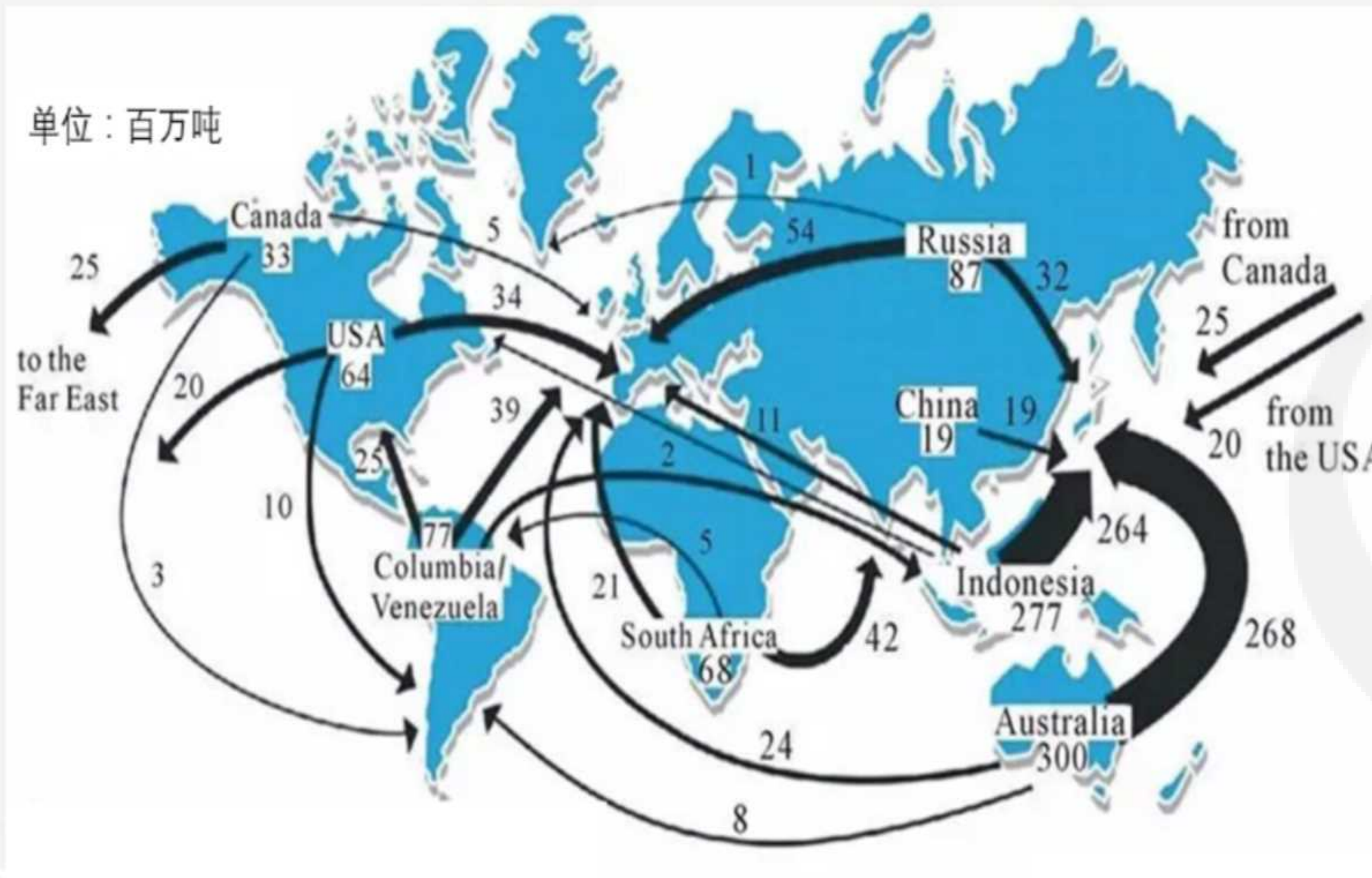


Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

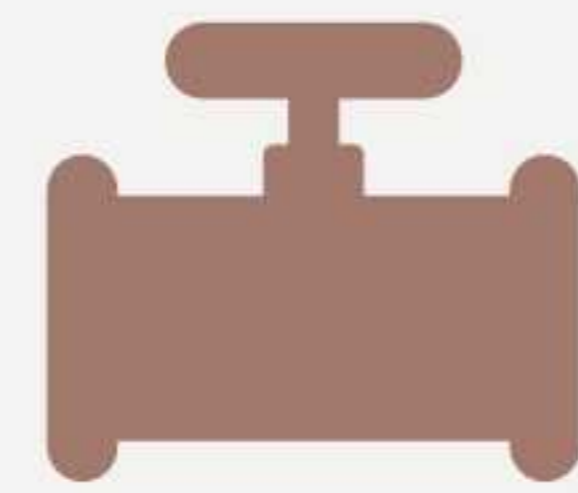


煤炭运输网

- 全球已形成以水路和铁路为主、公路为辅的全球煤炭运输网络
- 2019年，全球煤炭贸易量 14 亿吨，占总产量的 17%

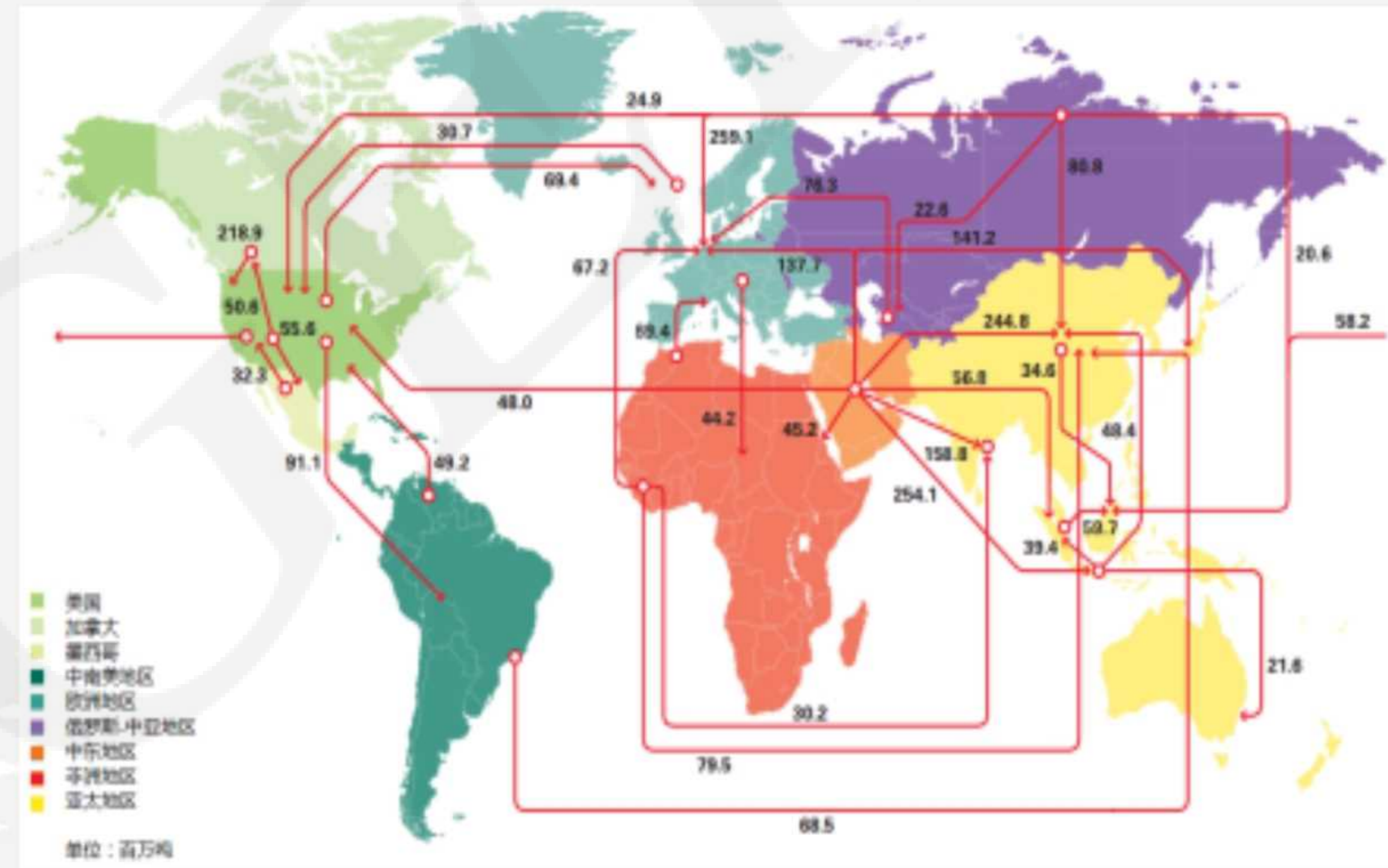


全球煤炭航运网络



油气运输网

- 全球油气管道总长约 191 万公里
- 2019年，全球油、气贸易量分别为 35 亿吨、1 万亿立方米，均约占总产量的 1/4



全球石油运输网络



电力网

- 全球已形成北美、欧洲、东亚、南亚、西亚-北非等区域互联电网
- 2019年，跨国电力贸易不到总电量的 2%



全球电力网络

1.2 发展现状

■ 交通网



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织



公路网

- 全球高等级公路总里程达到 175 万公里。其中，高速公路超过 31 万公里



全球高等级公路网络



铁路网

- 全球铁路里程超过 128 万公里。其中，高速铁路约 5.2 万公里



全球铁路网络



航空

- 全球航空年运送旅客 44 亿人次，货运量 5800 万吨



水运

- 全球海运贸易量超过 100 亿吨，其中油气占 1/3



全球主要航空和海运网络

1.2 发展现状

■ 信息网



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织



海底光缆

- 全球海底光缆400多条，总长度超过120万公里；正在规划建设的海底光缆有55条，总长度超过35万公里



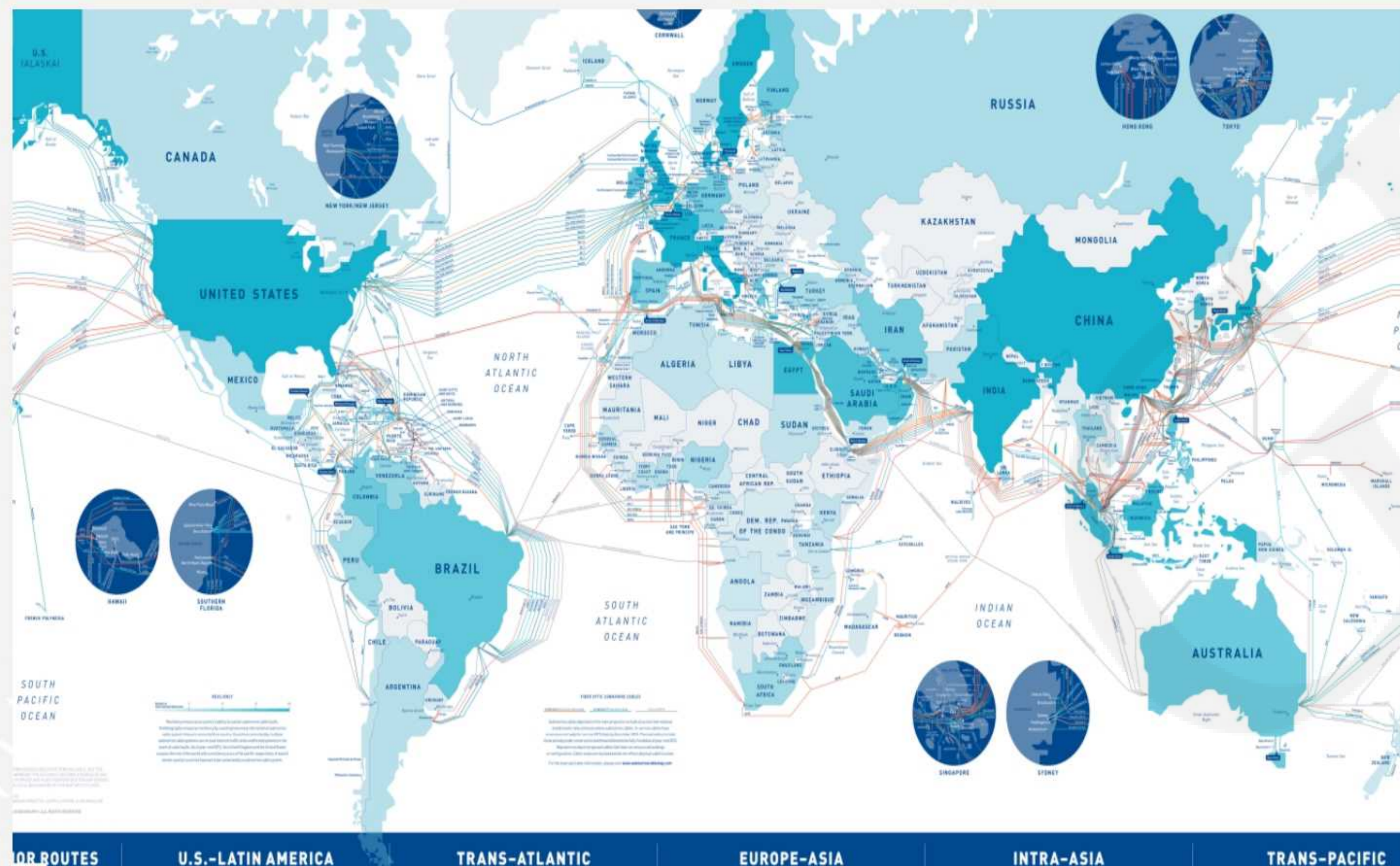
卫星通信

- 全球在轨通信卫星超过1200颗，多个国家正在加速推进卫星组网计划

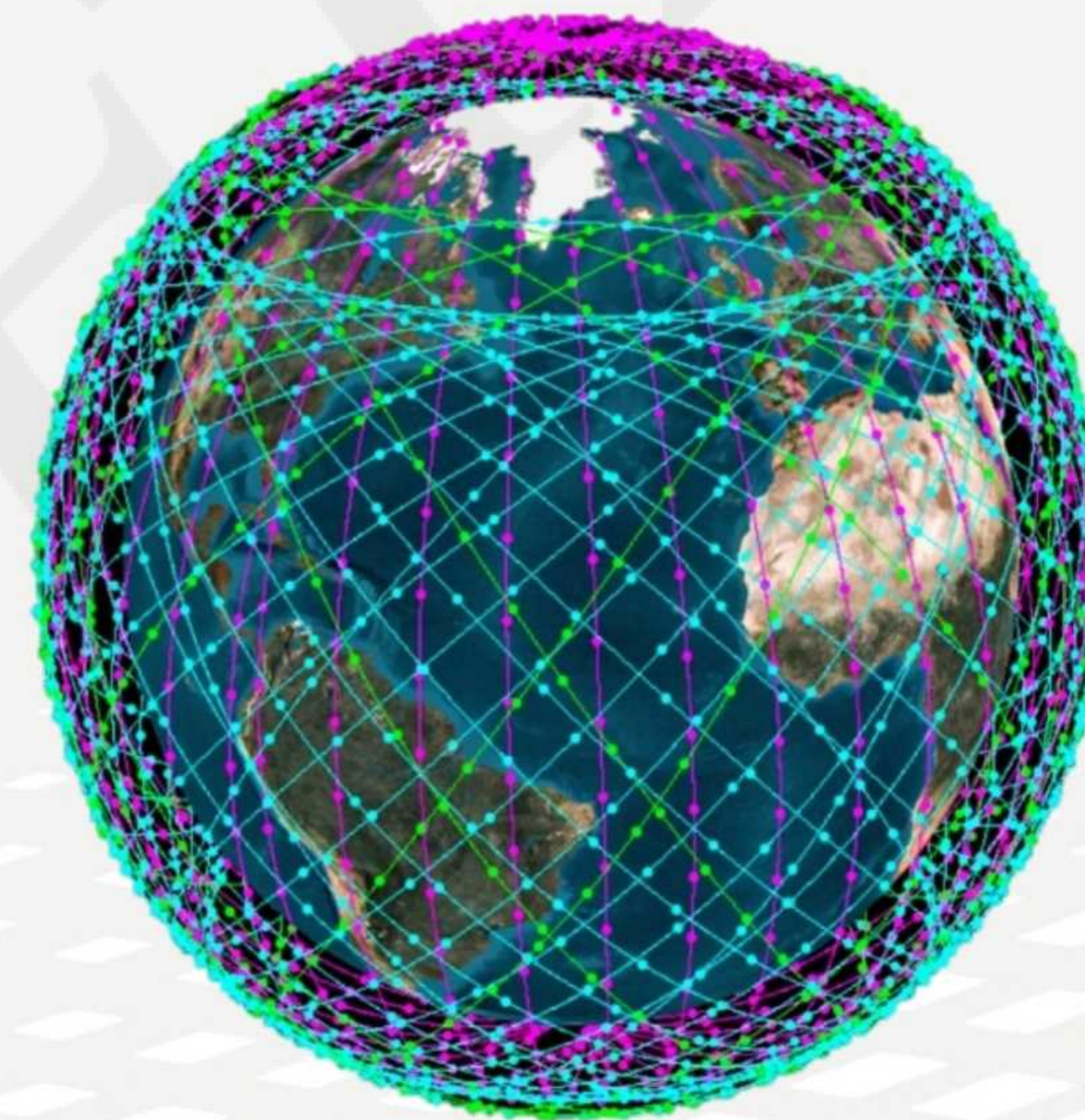


互联网

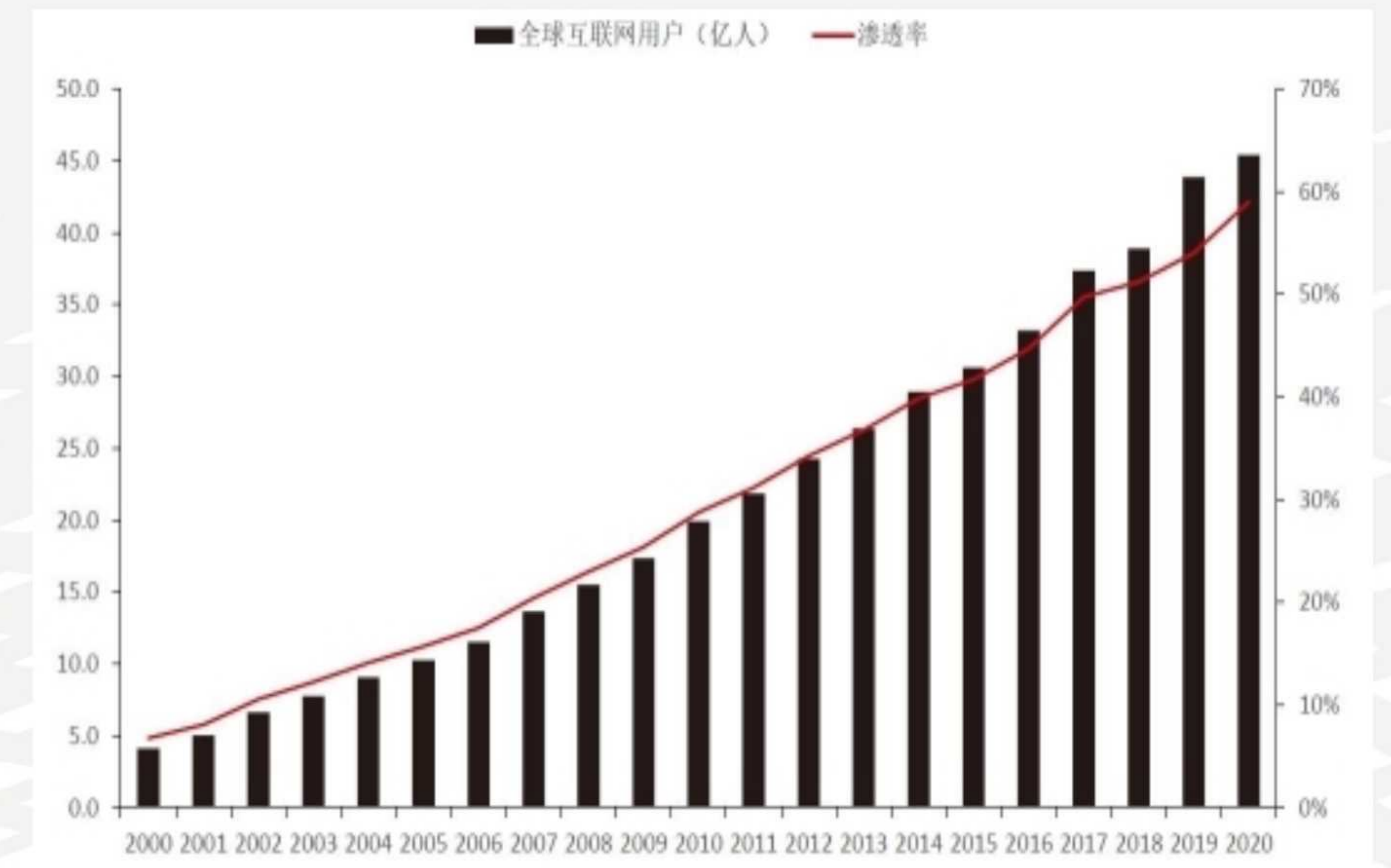
- 全球互联网用户达45亿人，数据量41 ZB，带宽295万亿字节/秒
- 超过20个国家开始5G商用



全球海底光缆通信网络



全球卫星网络



全球互联网用户规模

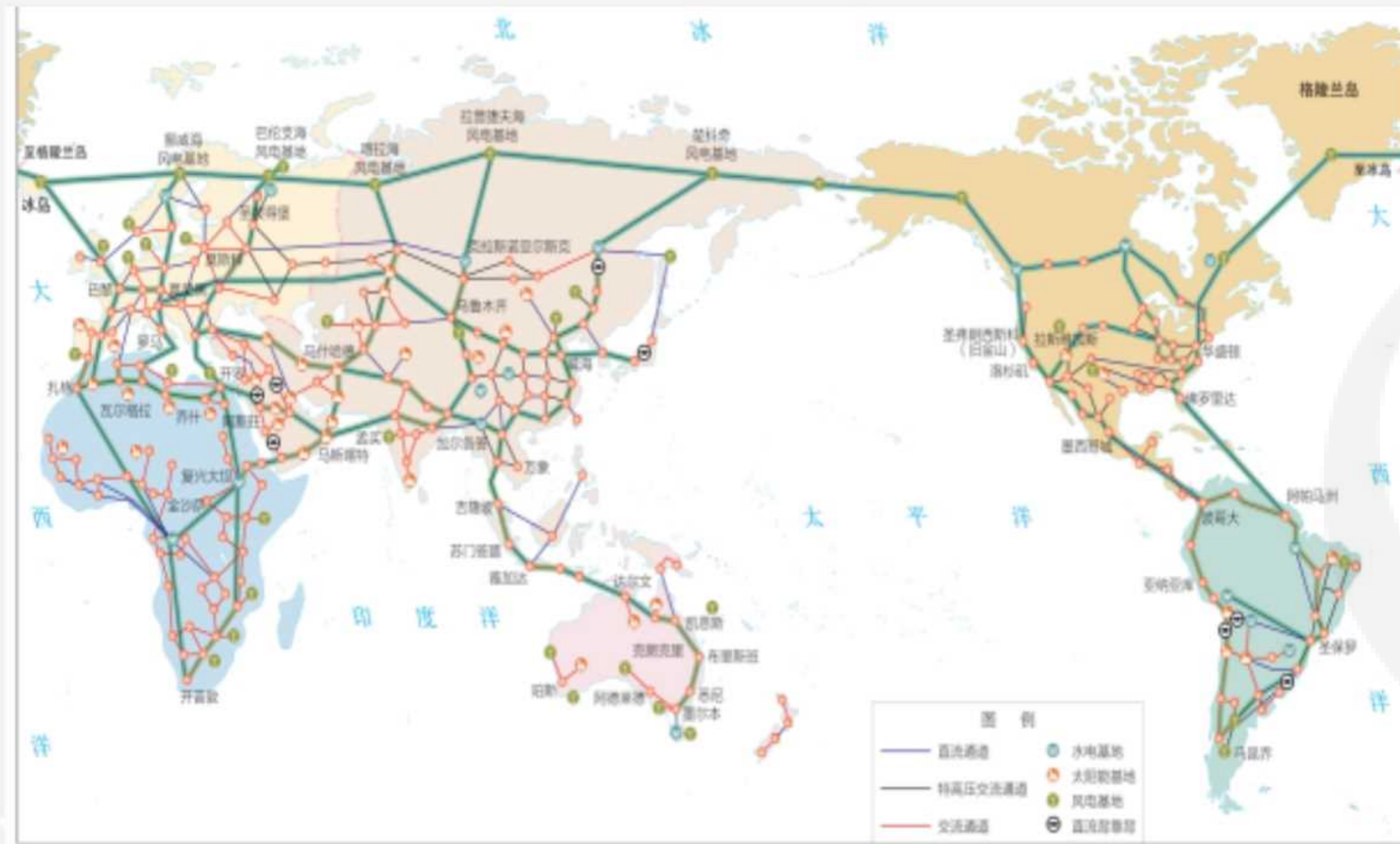
1.3 发展趋势



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

■ 全球能源互联网

- 能源网朝着生产清洁化、消费电气化、配置全球化方向发展，实现清洁能源大规模开发、配置和使用，形成**清洁主导、电为中心、互联互通的全球能源互联网**



全球能源互联网骨干网架

■ 全球交通互联网

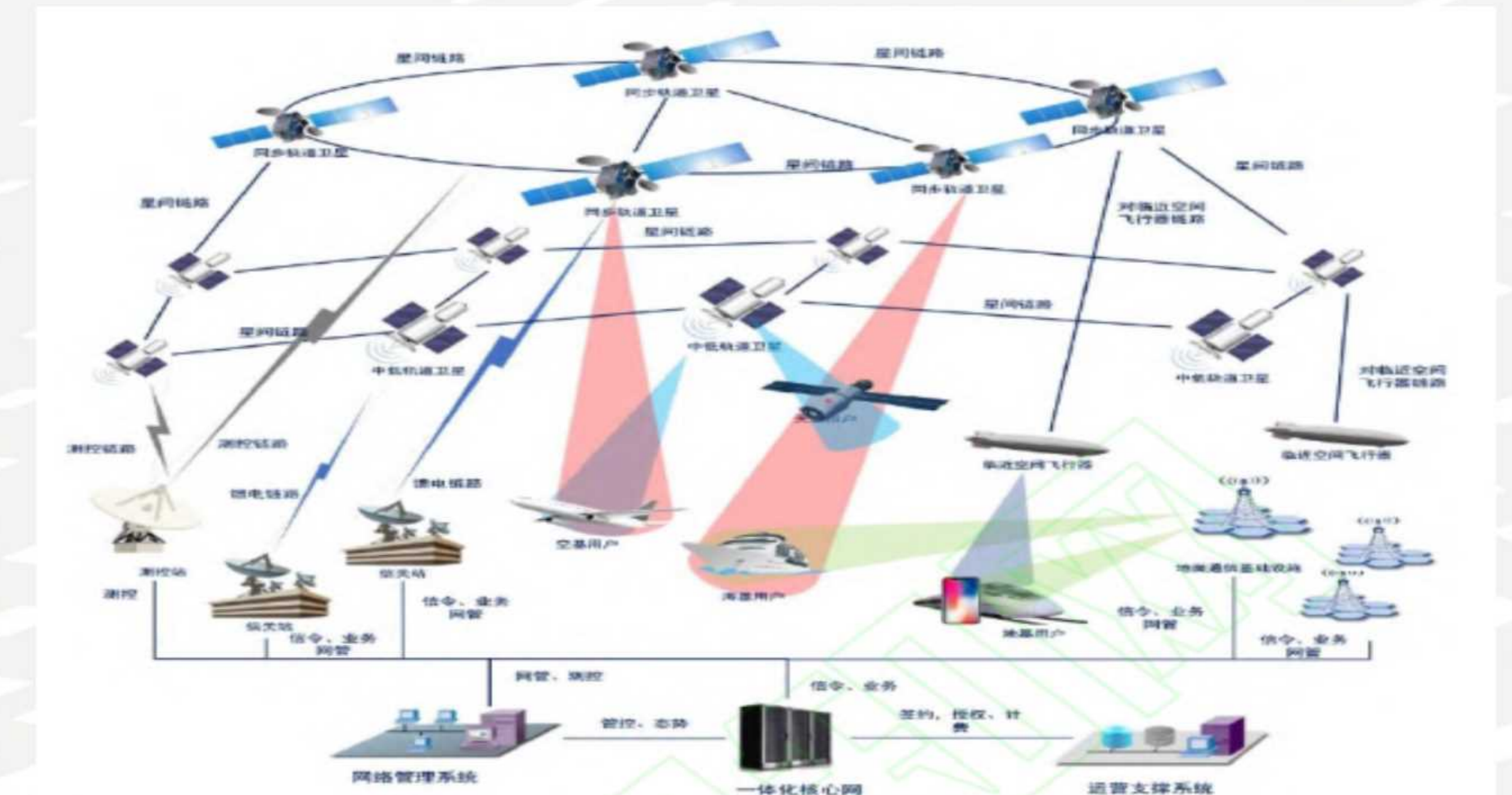
- 交通网朝着高速化、电气化和智慧化方向发展，实现人流、物流高效输送，形成**覆盖全球、多式联动、智慧高效、清洁低碳的全球交通互联网**



全球交通互联网示意图

■ 全球信息互联网

- 信息网朝着更快、更安全、更智能方向发展，实现便捷、高效和普惠的全球通信服务，形成**天地一体、万物互联、高度智能、内生安全的全球信息互联网**



全球信息互联网示意图



1. 三网发展现状与趋势

2. 三网融合理论与模式

3. 三网融合场景与路径

2.1 三网融合必然性



技术进步的必然结果

- 能源、交通和信息等领域前沿和交叉技术的发展成熟，推动三网融合应用不断涌现



自动驾驶电动汽车是三网融合的微缩景观

经济高质量发展的客观要求

- 三网融合能够取得巨大规模效应、网络效应和溢出效应，实现“1+1>2”

规模效应

平均运行成本随传输规模的提升而下降

网络效应

产生的价值随着网络规模扩大而递增

溢出效应

对其他相关产业发展具有较强带动作用

网络型基础设施的发展规律

- 三网融合符合基础设施广域化、数字化、智能化、高效化、友好化、集成化的发展方向，是基础设施发展的高级形态

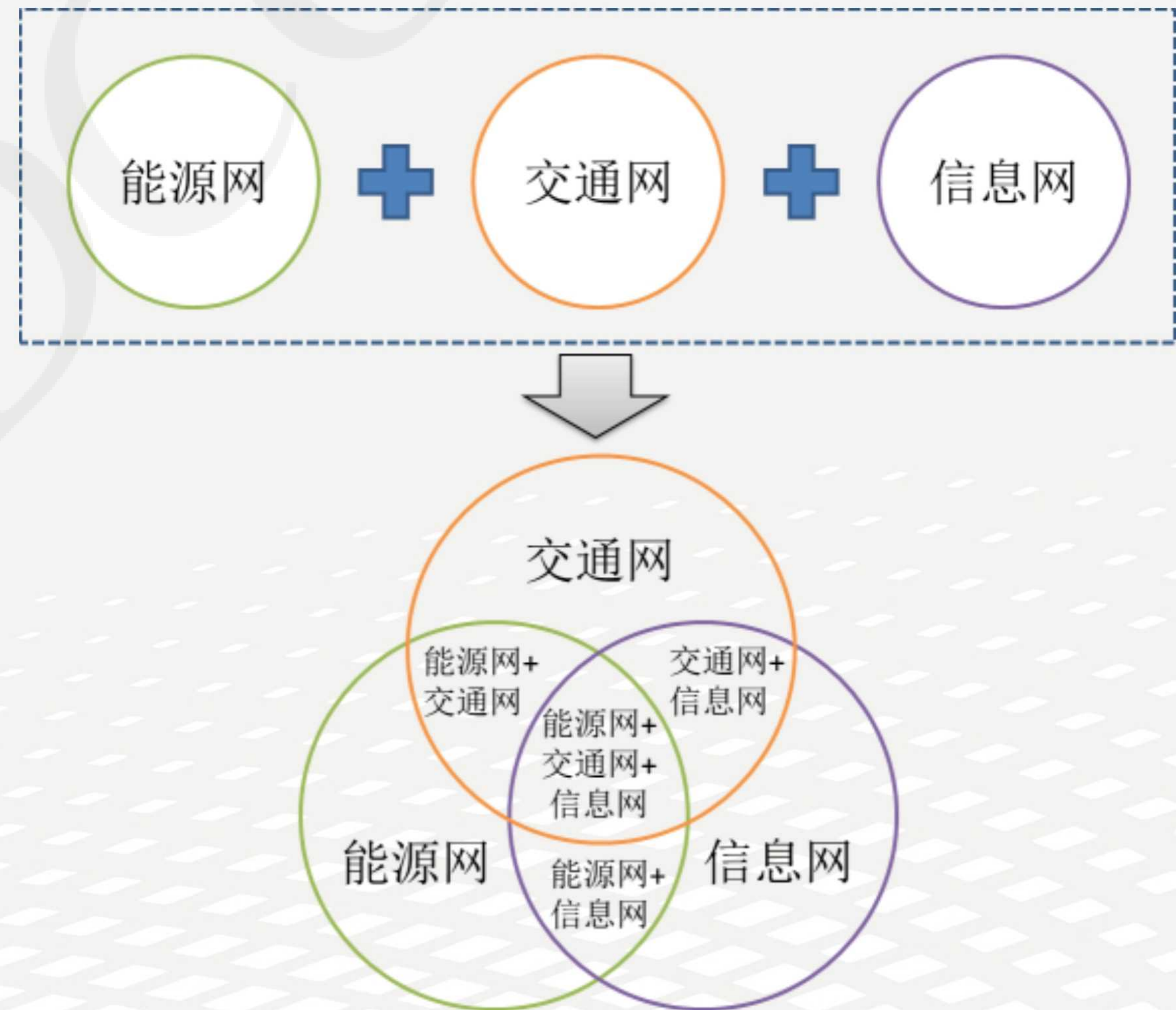


2.2 三网融合主要内涵

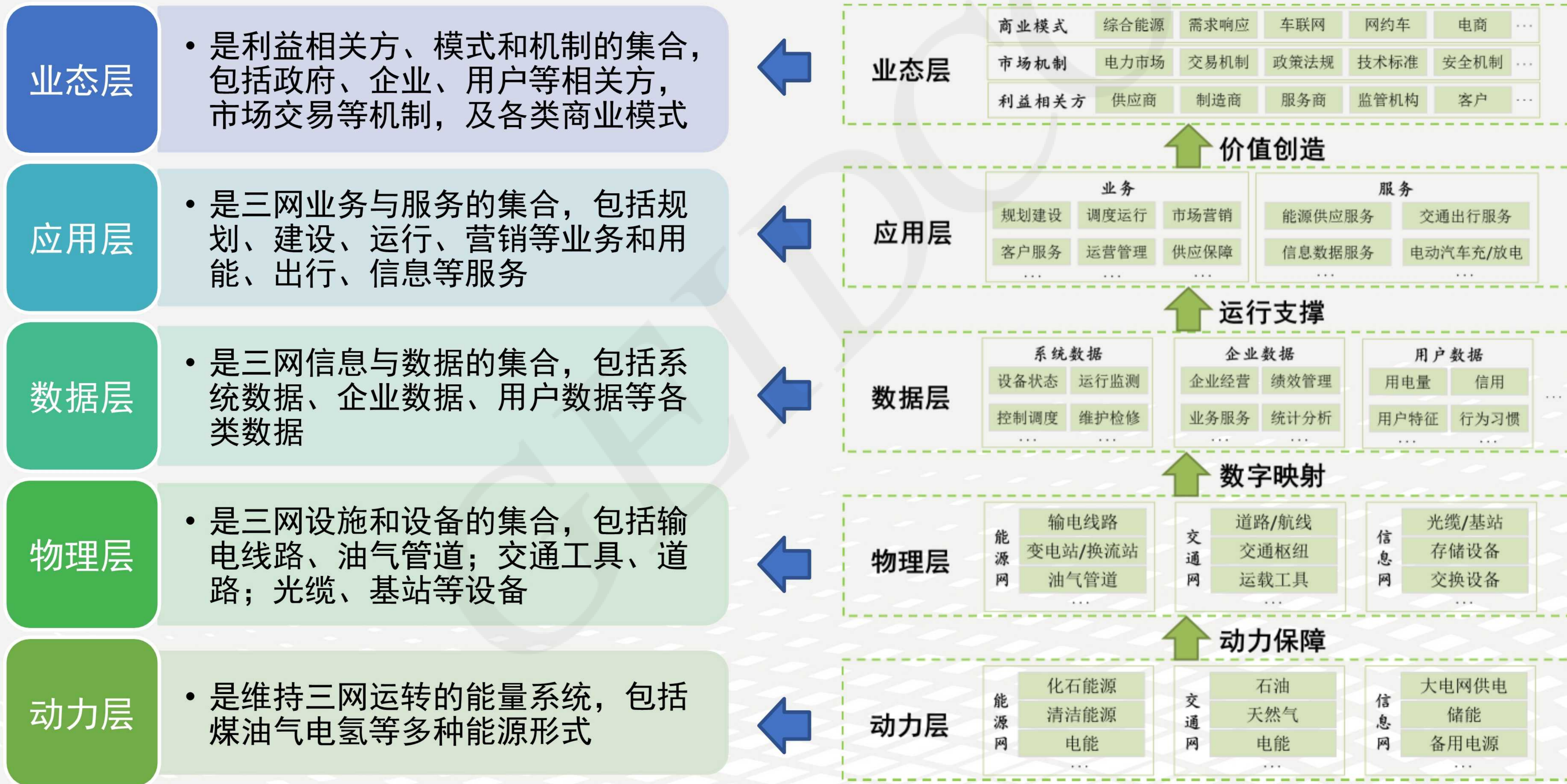


- **三网融合**即能源网、交通网、信息网由条块分割的各自发展转变为集成共享的协同发展，在形态和功能上深度耦合，形成广泛互联、智能高效、清洁低碳和开放共享的新型综合基础设施体系，实现能源流、人流/物流、信息流高效协同，价值倍增，是更具资源配置力、产业带动力、价值创造力的发展模式，是基础设施发展的高级形态

三网融合不是三网融成一个网络，而是在形态和功能上实现有效融合，发挥网网协同优势，创造更大价值



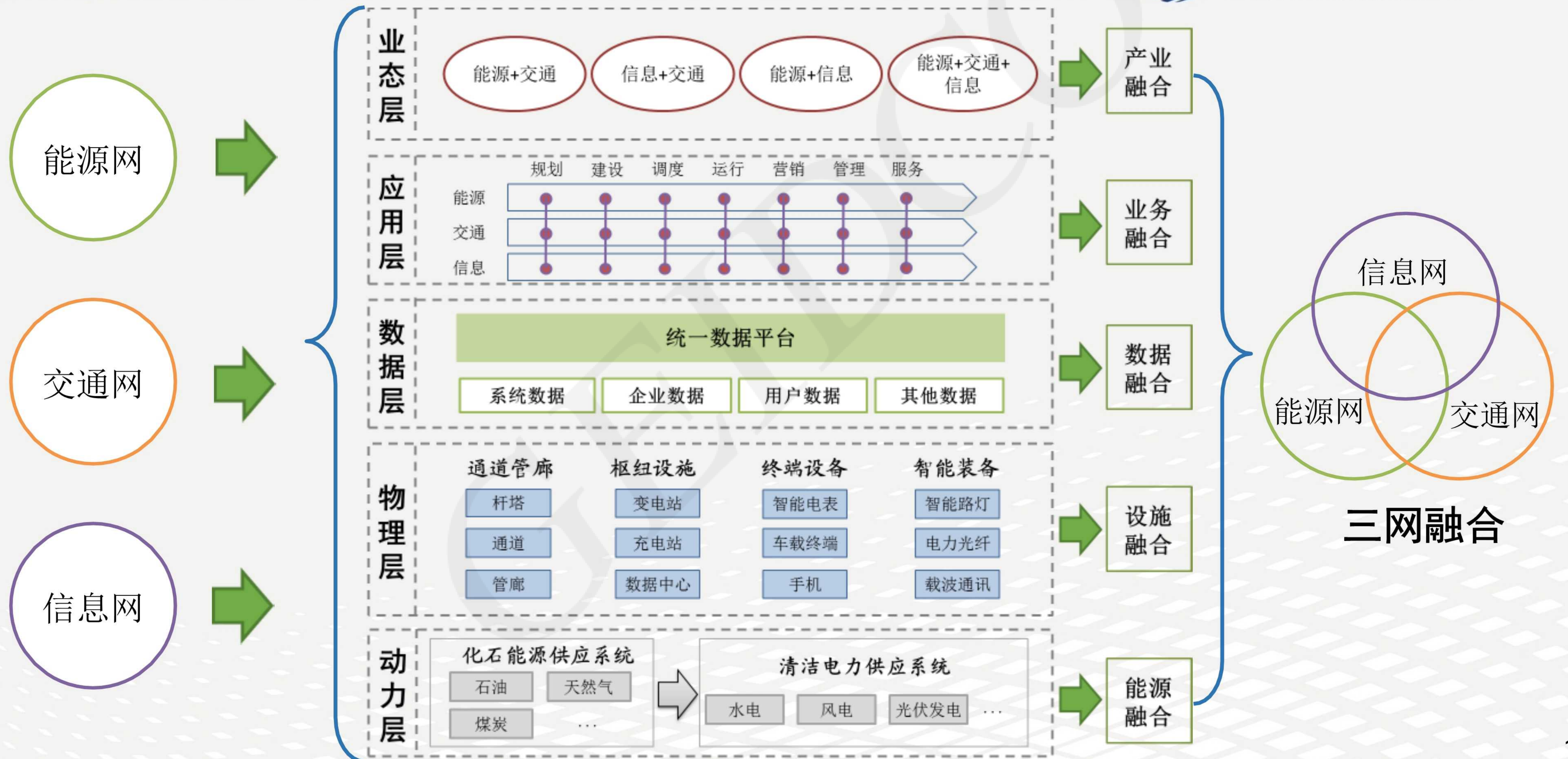
2.3 五层结构



2.4 五大融合模式



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织



融合模式一：能源融合



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

■ 融合目标

- 通过三网动力层的紧密耦合，推动三网能源供需系统协同，实现能源充分融合，为三网提供安全、高效、清洁的能源保障，提升三网能源效率和清洁化水平

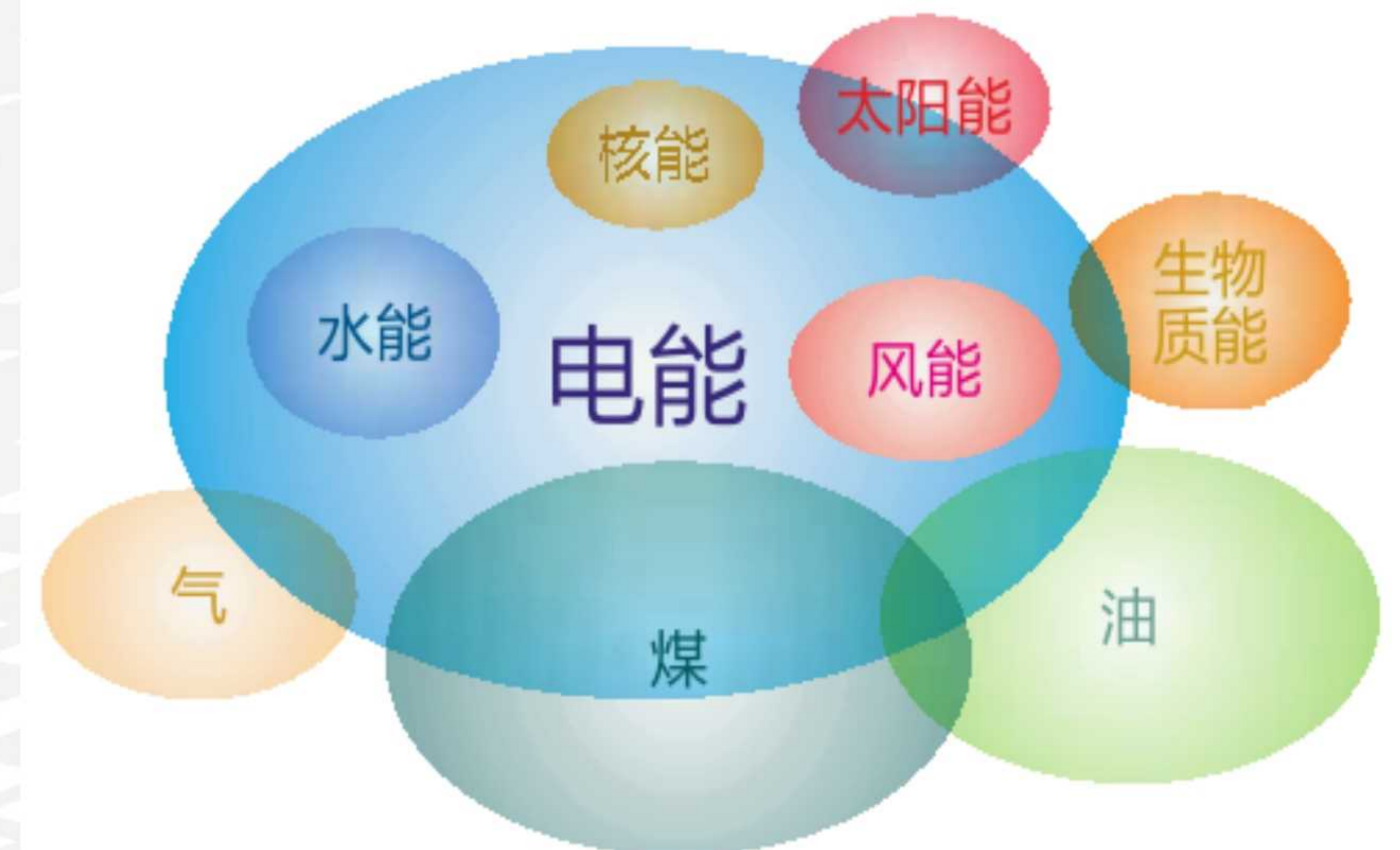
■ 融合重点

能源
供需
协同

- 实现能源网的供能系统与交通网、信息网的用能系统高效互动，增强系统协同性

能源
结构
优化

- 以清洁电力替代煤油气作为三网基本动力，促进绿色低碳发展



融合模式二：设施融合



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

融合目标

- 通过三网物理层的协同发展，推动三网通道共用、枢纽共建、设备共享、终端集成，实现设施有效融合，减少土地、廊道占用，提高资源利用效率，降低建设运维成本

融合重点

通道共用

- 实现空中走廊、地上通道、地下管廊、海缆通道的共用

枢纽共建

- 推动能源枢纽（变电站）、交通枢纽（充电站）、信息枢纽（基站和数据中心）的共同建设

设备共享

- 推动可复用设备（如：电力光纤、智慧路灯等）的共用共享

终端集成

- 推动智能终端（如：智能电表、智能手机）的功能集成



融合模式三：数据融合



融合目标

- 通过三网数据层的高效集成，构建统一数据平台，推动三网各类数据的跨平台整合与共享，实现数据充分融合，形成三网大数据，深入挖掘数据价值，创造更大效益

融合重点

系统数据融合

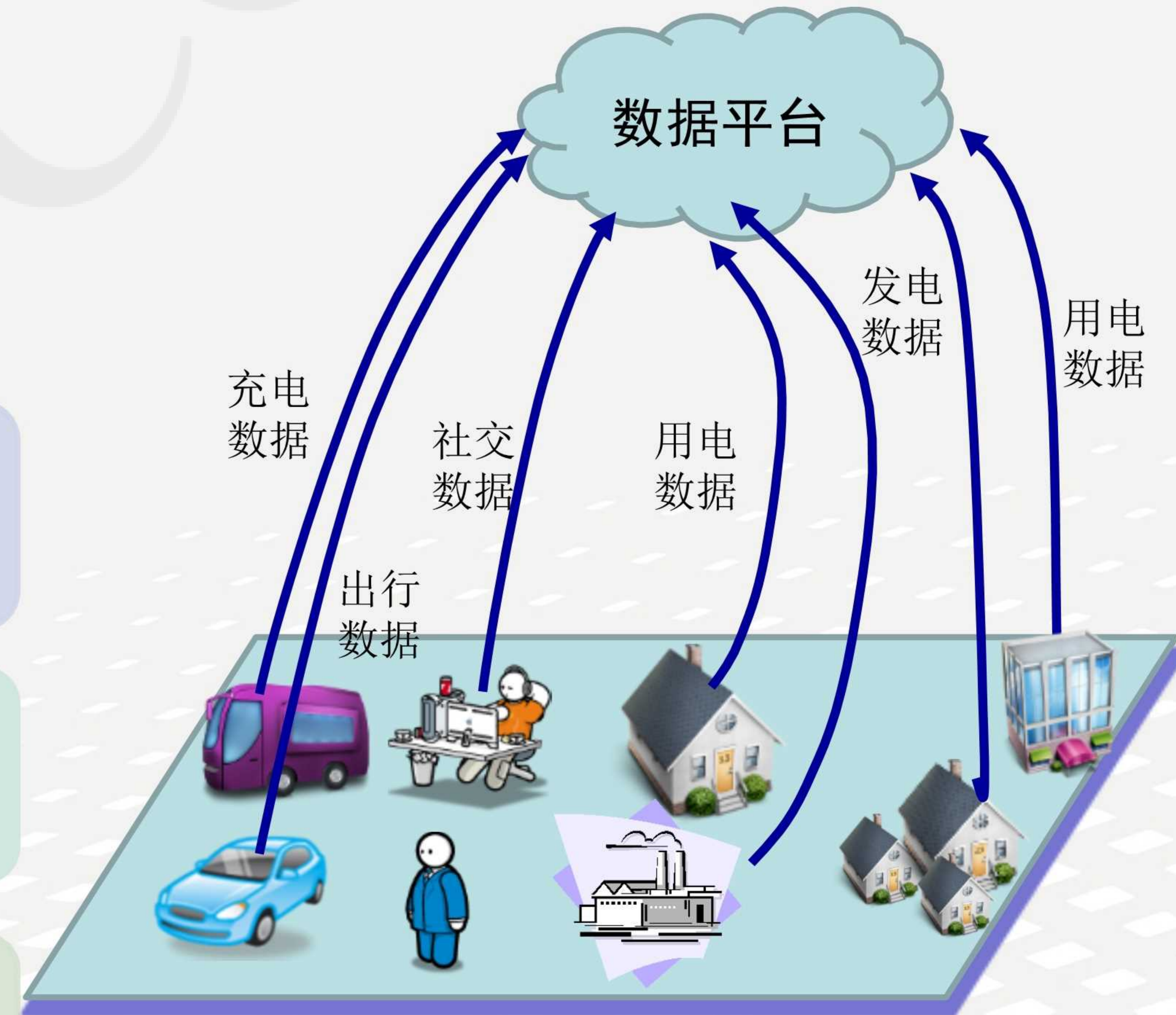
- 设备信息数据
- 系统采集数据
- 网络运行数据

企业数据融合

- 运营数据
- 管理数据
- 业务数据

用户数据融合

- 用电数据
- 车辆信息、出行数据
- 消费、媒体、社交等数据



融合模式四：业务融合



融合目标

- 通过三网应用层的深度对接，推动三网业务流程优化和高效协同，实现业务有序融合，促进人、财、物的高效利用，提高企业管理效率和运营效益

融合重点

规划建设

- 在规划源头，加强三网规划统筹协调
- 在建设过程，加强三网设施协同建设

技术研发

- 推动跨领域技术协同创新
- 加强三网融合设备的研发及应用

营销服务

- 整合营销渠道，提高服务效率
- 拓展服务内容，提升客户体验

经营管理

- 优化三网交叉业务流程，提高业务协同
- 加强三网企业信息化建设，促进企业数据融合



融合模式五：产业融合



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

■ 融合目标

- 通过三网业态层的深入对接，打破三网的行业壁垒，实现产业跨界融合，不断培育新业态、新模式和新产业，为经济全球化发展注入新动能，实现高质量发展

■ 融合重点

能源+交通

- 聚焦电动交通、氢能交通、充电设施等新业态，加快“能源+交通”产业发展

能源+信息

- 聚焦智能变电站、虚拟电厂、能源大数据等新业态，形成一批“能源+信息”新产业

交通+信息

- 聚焦智慧物流、无人配送、智能仓储、网络约车、共享汽车等新模式，培育一批“交通+信息”新产业

能源+交通+信息

- 推动综合管廊、多站融合、智慧岛屿等新领域、新产业发展，打造三网融合产业生态圈



2.5 四大驱动力



变革驱动

- 重大变革对网络型基础设施具有全局性影响。如，**能源清洁转型、经济数字化转型**对三网发展提出更高要求

创新驱动

- 创新是三网融合的根本动力，重点是通过**技术、商业模式和金融**等创新为三网融合提供重要支撑

效率驱动

- 三网对经济社会发展质量有重大影响。提升经济发展效率，需要三网加快融合，以更少投入和更低成本，产生更大效益

政策驱动

- 三网是国家重要基础设施，政策对三网发展有重大影响。当前，各国在**碳减排、数字经济、产业融合**等方面出台了系列政策，将促进三网融合发展



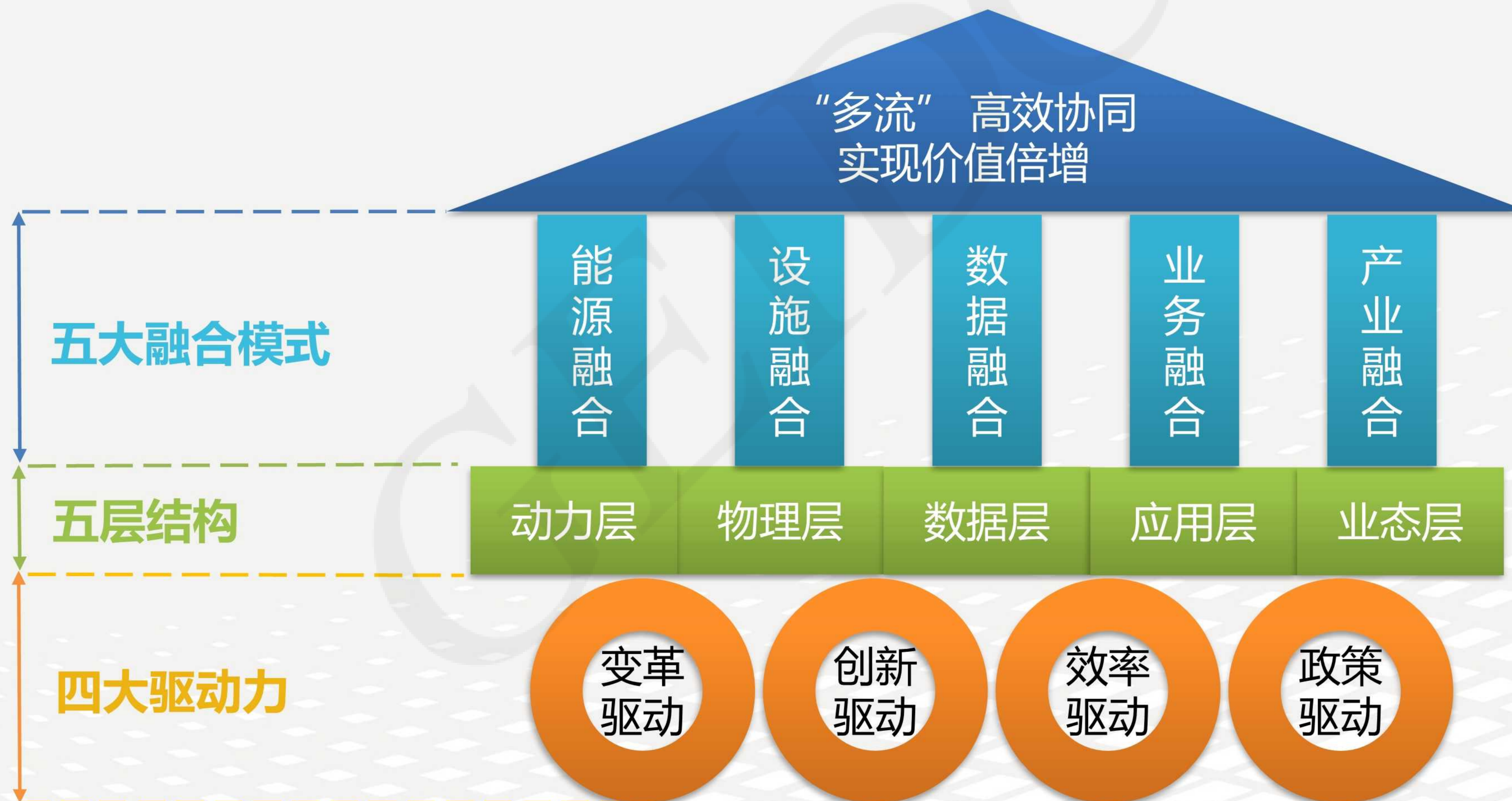
国家	代表政策
中国	《关于推动交通运输新型基础设施建设指导意见》 《关于推进“互联网+”智慧能源发展指导意见》等
美国	《智能电网远景》 《智能交通系统战略规划》等
欧盟	《欧盟氢能战略》 《战略能源技术规划》等
日本	《创造世界最先进的数字国家宣言》 《2030年能源战略》等
...	...

2.6 三网融合理论架构



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

三网融合是全球基础设施的“升级版”和高级形态，总体归纳为“4-5-5”理论架构，即**四大驱动力**、**五层结构**、**五大融合模式**，实现能源流、人流/物流、信息流的高效协同、价值倍增





1. 三网发展现状与趋势

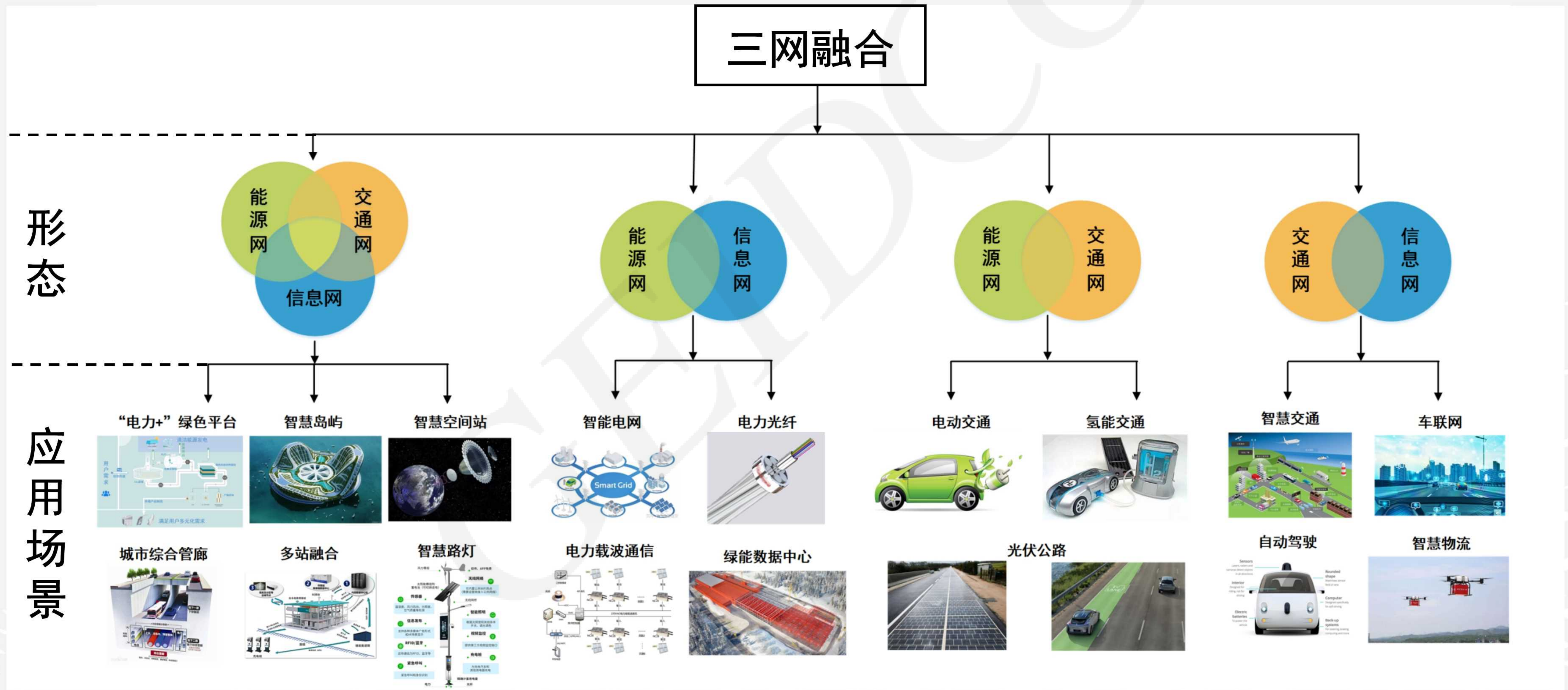
2. 三网融合理论与模式

3. 三网融合场景与路径

3.1 三网融合应用场景



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织



3.1 三网融合应用场景

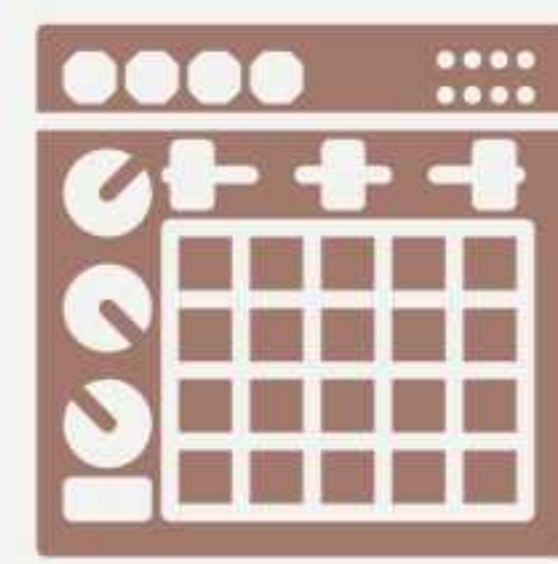


Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织



综合管廊

- 集交通、电力、通信、燃气、供水、供热等管道于一体的管廊设施
- 能够减少城市占地，降低建设成本，美化城市景观



多站融合

- 集变电站、充电站和数据中心等多站于一体的三网枢纽设施
- 能够提高资源利用效率，降低三网建设投资

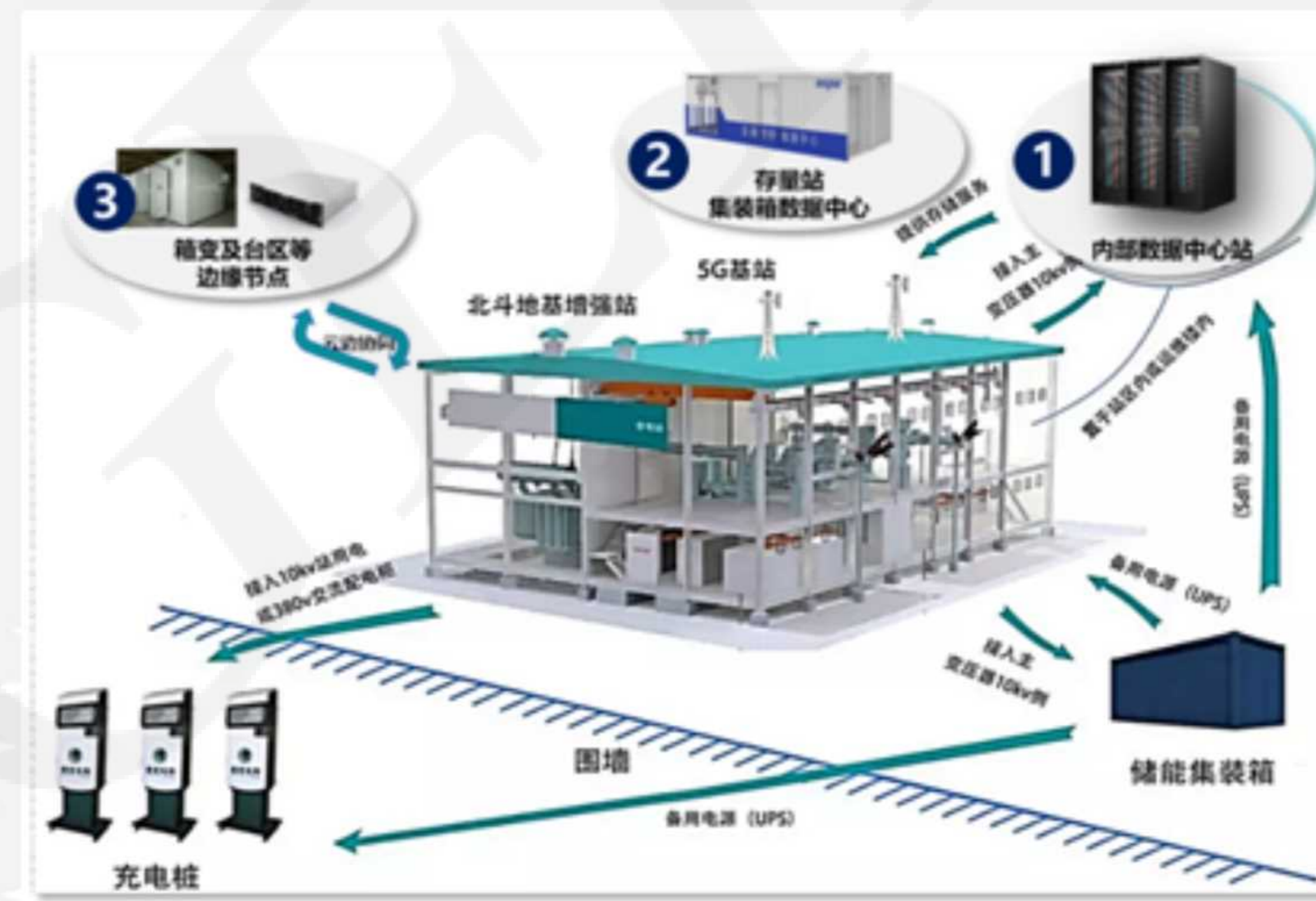


共享杆塔

- **智慧路灯**：集成照明、基站、充电、监控、信息发布等功能
- **共享铁塔**：将光缆、基站等通信设施安装在电力塔上，实现电力塔多重利用



城市地下综合管廊示意图



多站融合示意图



智慧路灯和共享铁塔

3.1 三网融合应用场景

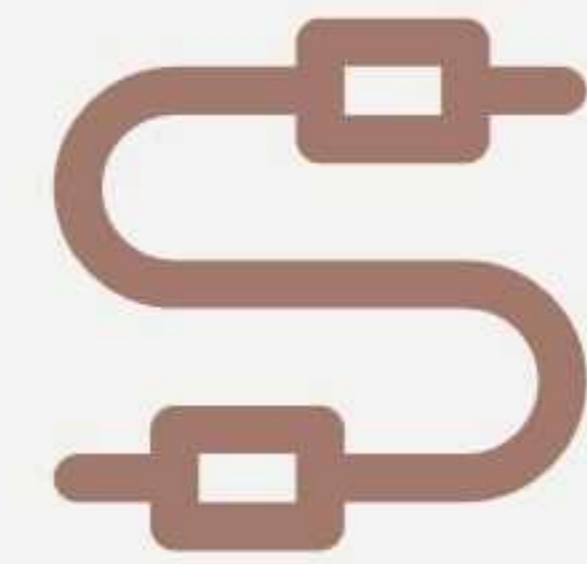


Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织



智能电网

- 将信息技术与电网深度融合，大幅提升电网安全性、友好性和灵活性
- 包括虚拟电厂、智能变电站和智能电表等



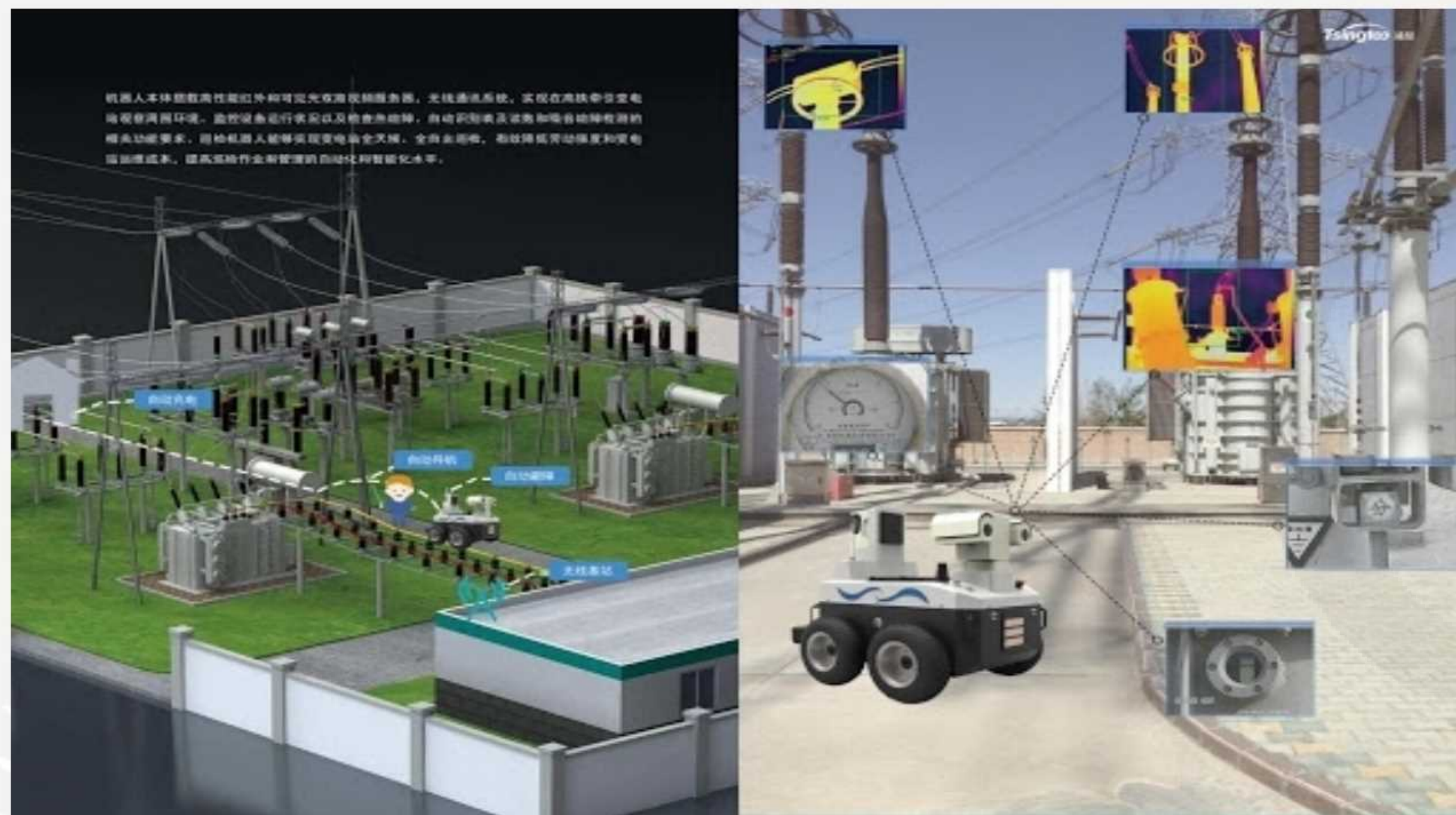
电力信息融合

- 依托载波通信、电力光纤、光通信等方式，实现电能与信息同步传输，降低传输成本，提高输送效率
- 在智能家居方面具有广泛应用前景

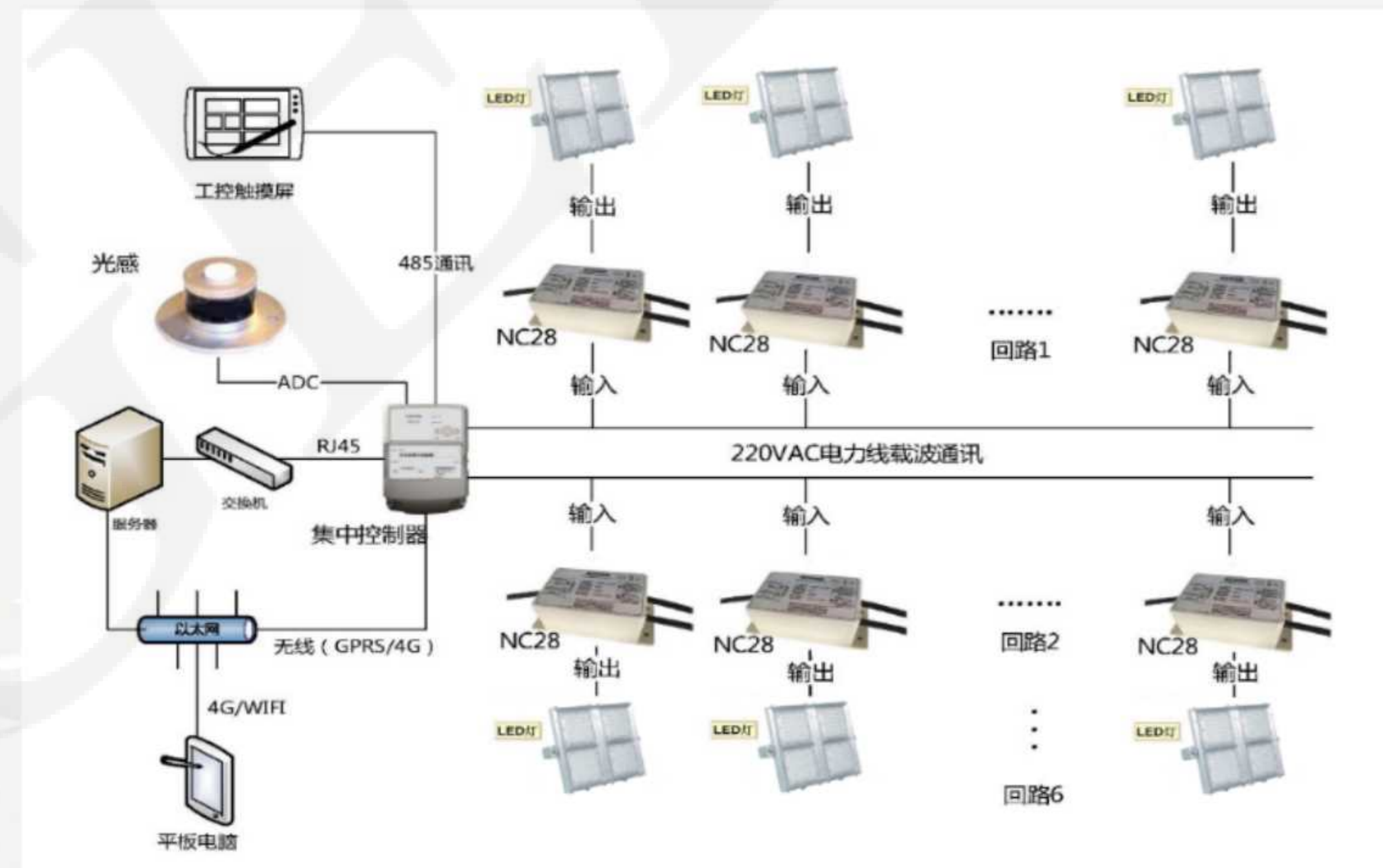


绿能数据中心

- 将数据中心与清洁能源生产基地协同建设，同时实现清洁发电与数据存储
- 互联网企业在北极地区建设绿能数据中心



智能变电站



电力载波通信系统



北极圈内的绿能数据中心

3.1 三网融合应用场景



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

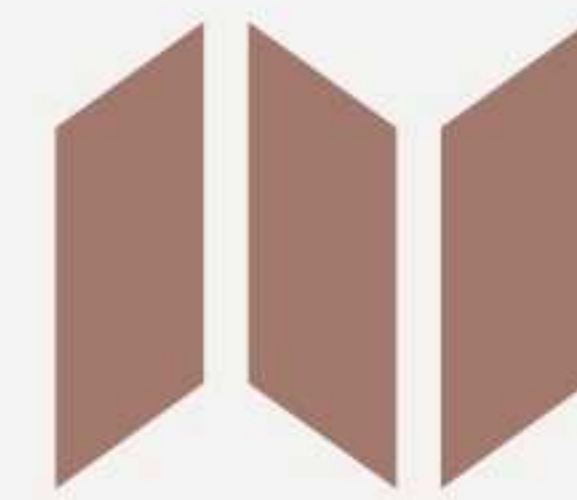


电动（氢能）交通

- 以电能或氢能作为驱动力，构建高效、零排放新型交通系统
- 2019年，全球电动汽车销售量达210万辆，占比2.6%



未来电动交通示意图



光伏公路

- 在路面铺设光伏板和无线充电线圈，实现“公路光伏发电、汽车无线充电”一体化发展
- 已在中国济南、苏州应用



中国苏州同里光伏公路



智慧交通

- 将信息技术与交通系统有效集成，实现人车路高效协同，提高交通运输效率，解决城市拥堵、污染排放等问题
- 包括车联网、自动驾驶、智慧物流等



自动驾驶

3.1 三网融合应用场景



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织



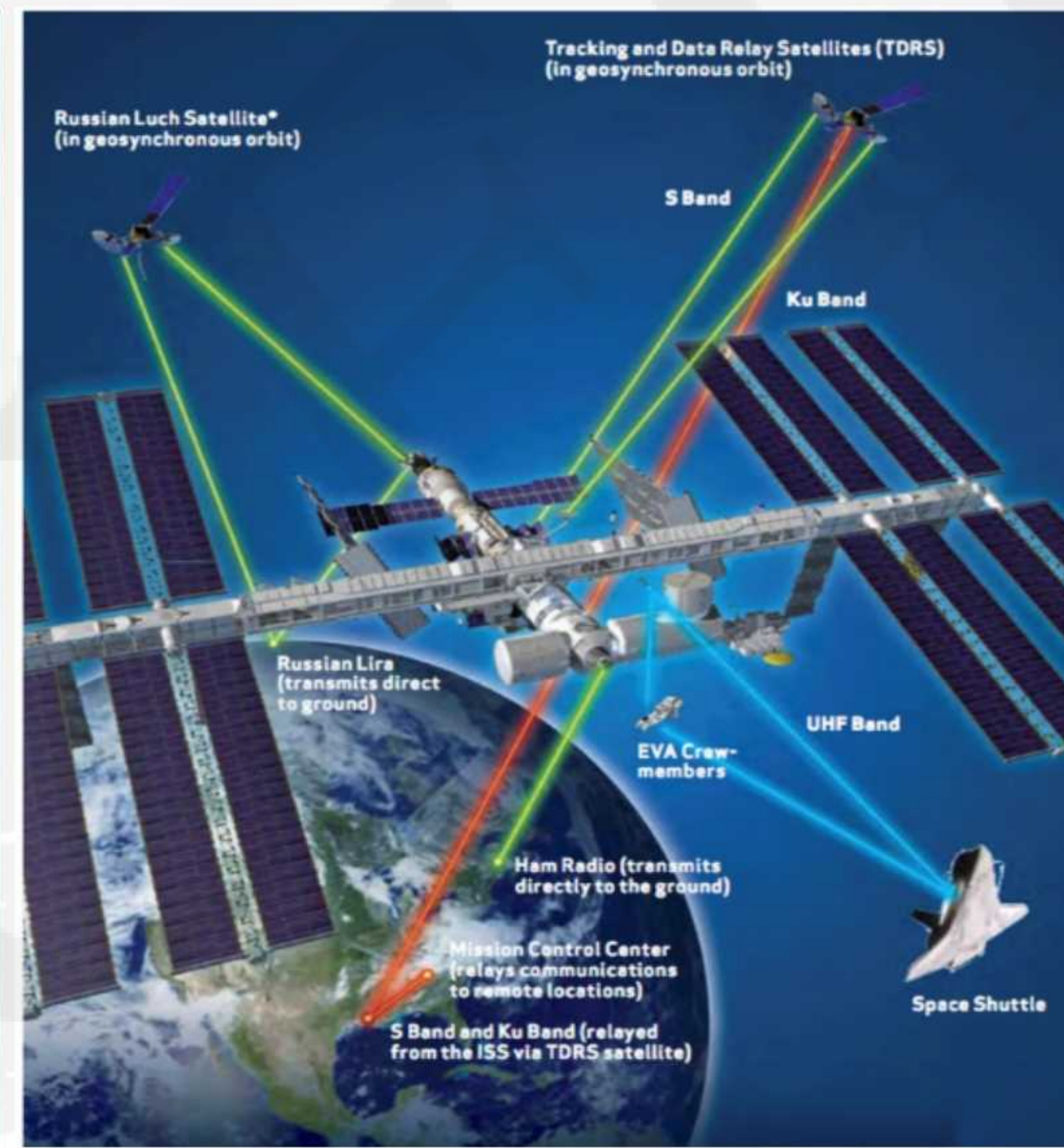
三网融合海空枢纽

- 智慧岛屿是三网融合海上枢纽，将集成海上清洁能源开发、移动港口、信息基站等功能，可以依托改造现有岛屿或超大型船舶来实现



智慧岛屿

- 智慧空间站是三网融合太空枢纽，集成太阳能发电、物资集散、通信等功能

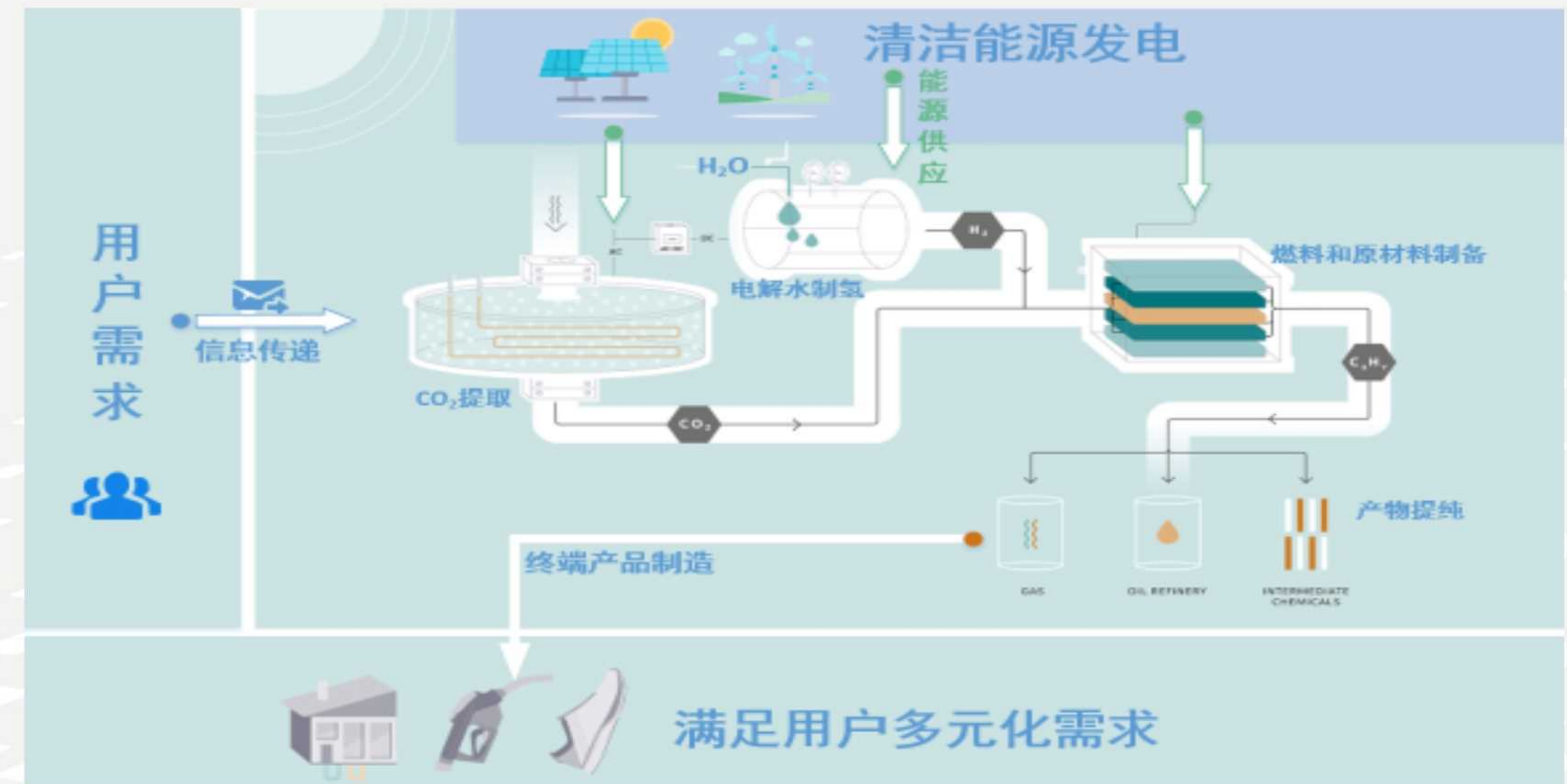


智慧空间站



“电力+”绿色平台

- 发挥电力在三网融合中的基础作用，以电力为纽带，形成涵盖能源、交通和信息等服务于一体的绿色生产与消费平台，提供更好公共服务，以可持续方式满足人类需求



“电力+”绿色平台示意图

3.2 三网融合发展路径



■ 三网融合发展可从城市、国内、跨国三个层面推进

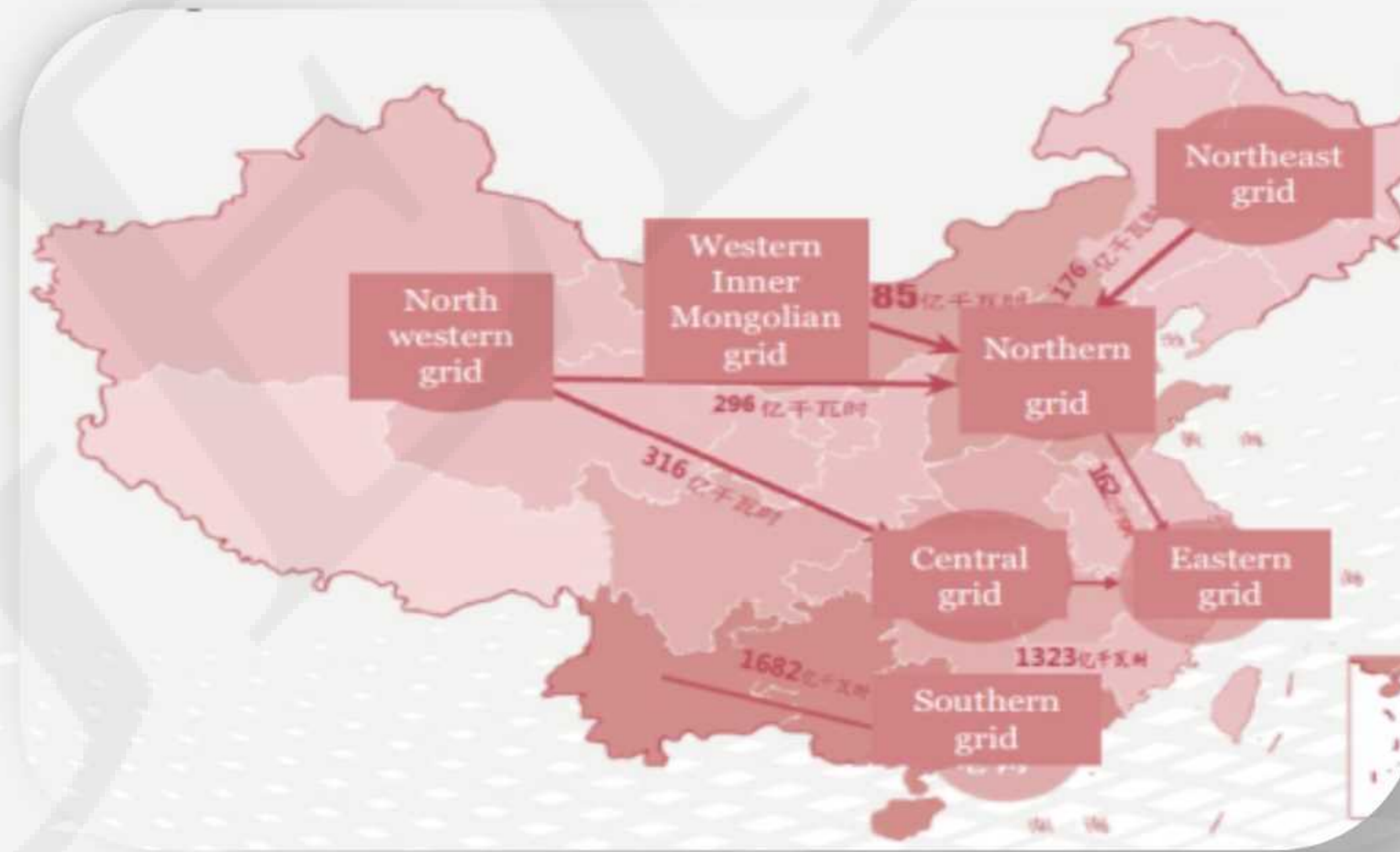
- **城市三网融合**是集能源、交通和信息于一体的现代城市基础设施。重点建设“一中心、三系统”（城市大脑中心、城市综合管廊、城市智慧交通、城市智慧能源等系统）
- 城市是三网融合的重要枢纽，也是三网融合的突破口

- **国内三网融合**是以城市三网融合为节点，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。重点推进枢纽共建、通道共享、网络融合

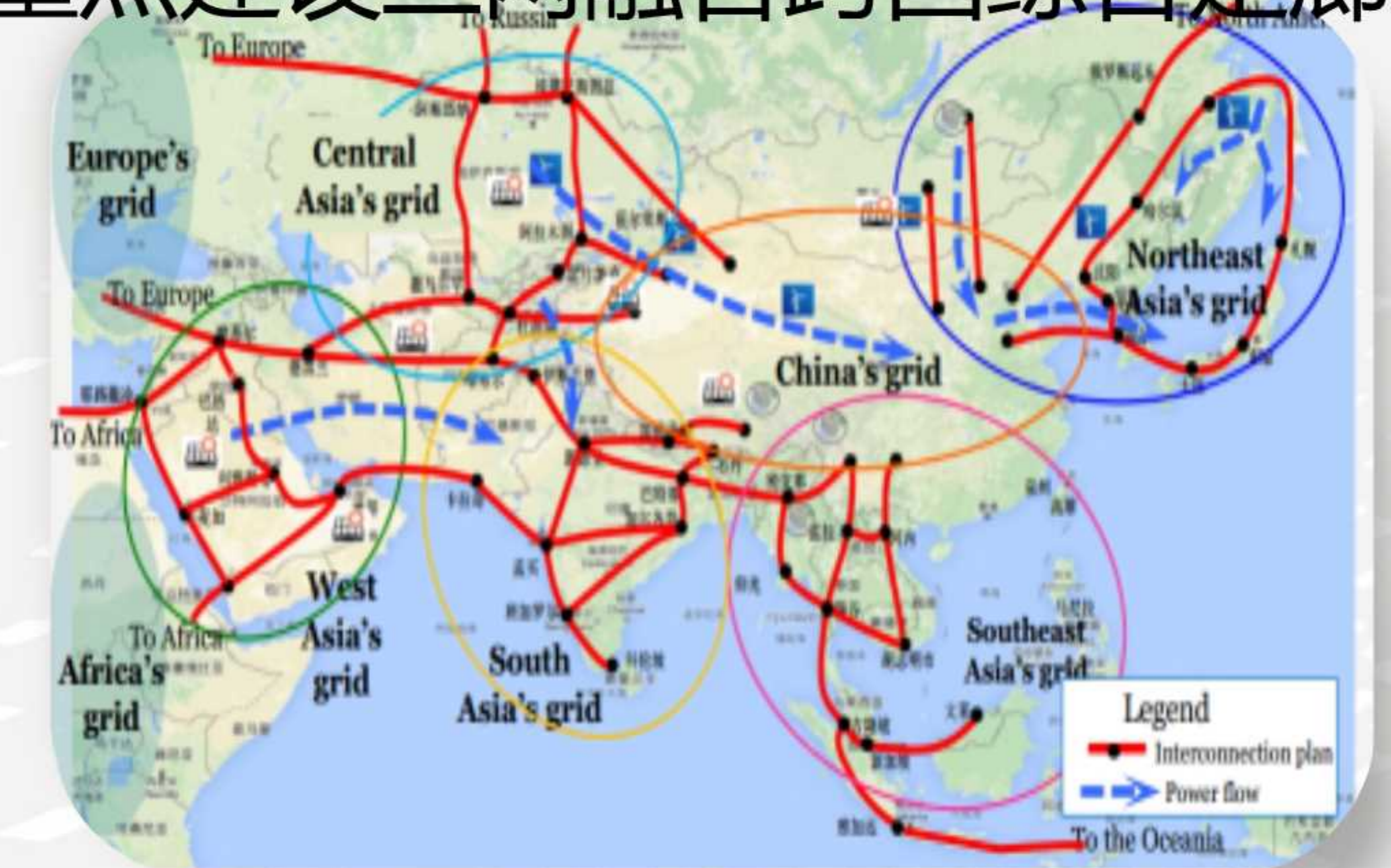
- **跨国三网融合**是以各国三网融合为支撑，通过跨国互联通道，连接世界主要经济中心、能源基地和信息中心，打造覆盖全球的基础设施体系。重点建设三网融合跨国综合走廊



城市



国内



跨国

3.3 技术和机制创新



Global Energy Interconnection
Development and Cooperation Organization
全球能源互联网发展合作组织

■ 推进三网融合，亟需加快技术和机制创新





三网融合是跨领域、跨时空、立体式的新型网络基础设施，将推动全球产业大变革、世界经济大发展、生态环境大改善、社会生活大提升、人类文明大跨越，打造能源充足、信息畅通、交通发达、美丽繁荣、和平和谐的“地球村”，开创人类永续发展美好未来

