



# “电网+5G”开启泛在投资新窗口 ——泛在电力物联网深度报告之三

中泰证券 电力设备新能源

分析师：苏晨，S0740519050003

研究助理：张哲源，zhangzy@r.qlzq.com.cn

2019年11月

中泰证券研究所  
专业 | 领先 | 深度 | 诚信

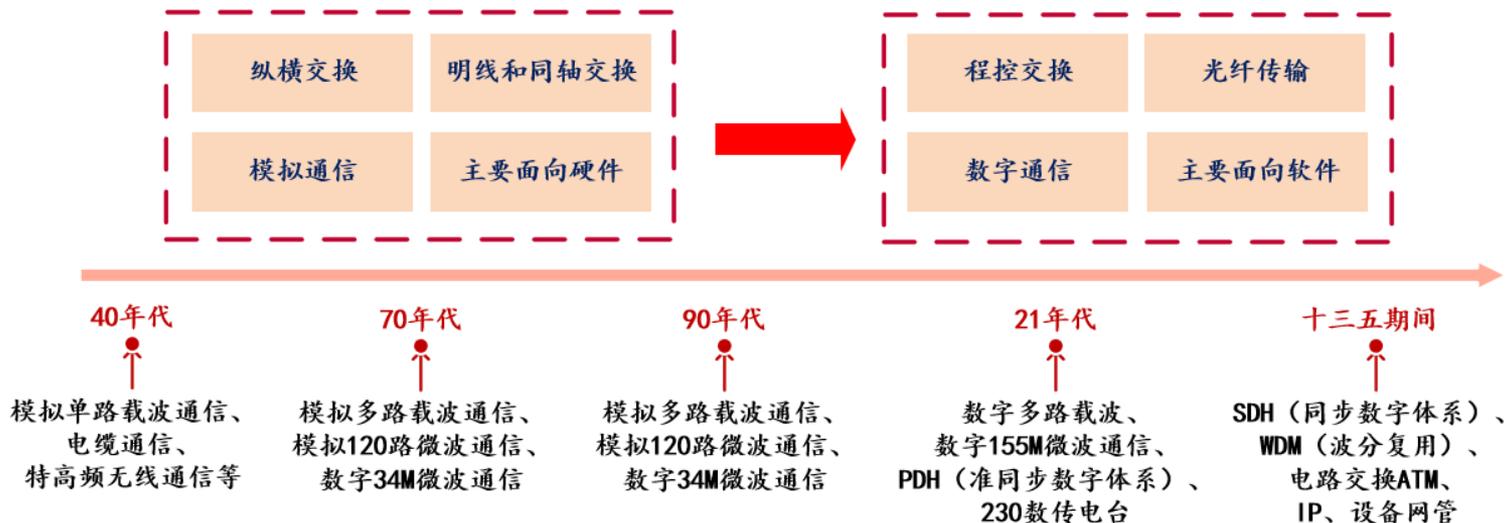
- **全球最大电力专网仍面临诸多问题。**电力通信网络是确保电网安全稳定经济运行的重要手段，具有业务颗粒小、安全可靠性强、实时性强等特点；国网已建成全球最大电力专用通信网，形成光纤通信与无线专网&公网相结合，电力载波、微波、卫星等通信为辅的发展模式，但仍面临低压配网尚未全覆盖、时延&容量&速率&隔离性等性能有待改善等问题。
- **泛在建设全面加速，5G为重要方向之一。**三季度以来泛在电力物联网顶层设计逐渐清晰、建设迎来全面提速；10月发布的《泛在白皮书》更新57项建设任务，其中5G为建设重点之一。当前“电网+5G”试点项目已在全国多地落地，10月发布的《泛在典型实践案例》亦给出涵盖5G基站的【多站融合商业化运营】实践案例。
- **5G特点与电网业务高度契合，基础资源合作空间广阔。**5G通信的高速率、广连接、高可靠性、低时延等特点与电网通信业务需求高度契合，其切片模式可完美对接电网业务多样性与隔离性需求；此外，电网海量杆塔与变电站资源可为5G基站提供充裕建设空间，而5G基站储能电源可协助电网调峰，可实现基础资源商业价值最大化。
- **5G技术在电网具有丰富应用场景。**根据5G通信特点、电网通信业务需求，预计“电网+5G”应用场景在“量大面广”领域具有重要前景，如分布式电源及储能、负荷控制、智能分布式配电自动化、配电房视频监控，以及无人机巡检、变电站巡检机器人等移动设备。
- **“电网+5G”打开投资新窗口。**国网有望发力5G建设，预计将积极铺设5G基站、搭建5G专网/公网，带来以下投资机会：1) 在网络层，国电南瑞与岷江水电为国网信息化双寡头，通信技术实力领先，为5G通信网络建设核心受益者；2) 在终端层，丰富5G场景将刺激新一代智能电表、配电自动化终端、新型传感器、电力机器人等智能终端需求大幅提升，国电南瑞、亿嘉和、海兴电力、炬华科技等企业有望受益；3) 在应用层，积极布局智慧能源服务与能源大数据分析的企业如远光软件、朗新科技、中恒电气、理工环科等有望受益。

# 目录

- 一、电网通信介绍：已建成全球最大电力专用通信网
- 二、当下背景：泛在换挡提速 5G为重点之一
- 三、逻辑分析：5G特点与电网需求高度契合
- 四、应用展望：重点发力“量大面广”领域
- 五、行业变化：电网+5G为产业链带来新投资机会
- 六、投资建议
- 七、风险提示

- 电力通信网络为电力系统第二张实体网络，是电网生产、调度、运营与管理信息化的基础，是确保电网安全、稳定、经济运行的重要手段
- 电力通信网最初产生原因：为缓解公网发展不足、难以满足电力特殊通信需求的问题
- 发展沿革：从建国后到十三五期间，电力通信紧跟电网系统发展步伐，从模拟电路发展至SDH、OTN等，传输速率与容量持续攀升

图表：国内电力通信网发展总览



资料来源：公开资料，中泰证券研究所

# 结构：电力通信网=骨干网+接入网

- **电力通信网特点：**1) 通信站距长、2) 业务颗粒小、3) 安全可靠性强、4) 实时性强、5) 依托电力线路、6) 电磁兼容性高
- **结构上来看：**电力通信网由骨干通信网与终端通信接入网组成，其中骨干网涵盖35kV及以上电网，划分为传输网、业务网、支撑网；终端通信接入网主要由传输网构成

图表：电力通信网结构划分



资料来源：国家电网，中泰证券研究所

# 功能：电力通信网=传输网+业务网+支撑网

- 从功能上来看，电力通信网主要分为传输网、业务网、支撑网
- 1) 传输网：电力通信的基础网络，由传输介质与传输设备组成。传输介质包含光缆、无线电、输电线路，对应光纤通信、无线、卫星、电力载波通信方式
- 2) 业务网：以传输网为基础、以支撑网为协同，满足不同电网管理业务需求组建的应用网，包含行政电话交换网、调度电话交换网、数据通信网、会议电视电话系统等
- 3) 支撑网：保障业务网正常运行、增强网络功能、提供网络服务质量等；主要传输监测与控制信号

图表：电力通信网功能架构



资料来源：国家电网，中泰证券研究所

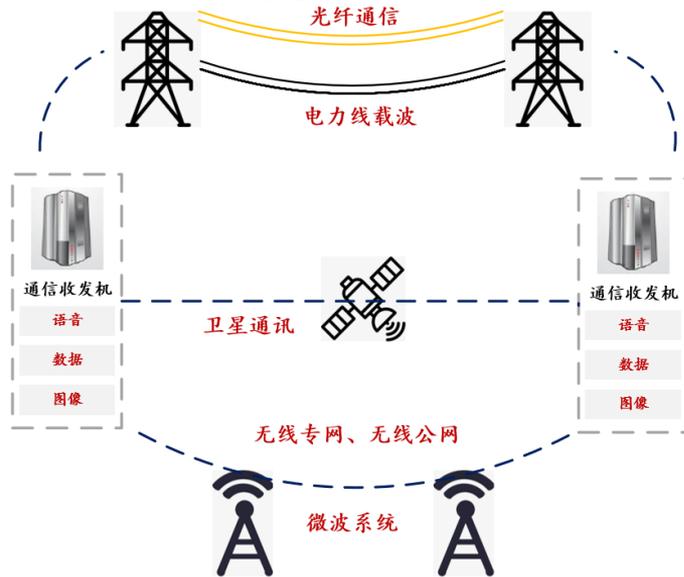
- 从技术上来看，电力通信网以光纤通信为主，载波通信、无线通信、卫星通信等为辅。
  - 光纤通信由于传输容量大、保密性好等优势成为电力通信主干网最主要通信方式，已规模使用SDH、OTN等传输技术
  - 无线专网由于灵活性、开放度高等特点，作为光纤通信的补充手段，可有效解决“打通最后一公里”难题，广泛用于配电自动化、用电采集等领域
- 电力无线通信发展趋势：分布式点对点、毫秒级低时延、采集频次提高且趋向实时监控、视频化、广连接等

图表：各种电力通信技术对比

电力通信技术	介绍	优势	定位
光纤通信	利用光纤作为介质传输通信信息的光波	容量大、中继距离长、保密性好、适用能力强等	主干网最主要通信方式
微波通信	利用波长0.1mm-1m的电磁波进行通信	无线传输、建设速度快、维护方便、费用较低	主要作为备用通道使用
无线通信	基于国家无线电管理委员会分配给电力系统的专用频段	成本低、灵活性强、开放性高	“打通最后一公里”有效手段
电力载波通信	利用输电线路传输通信信息的电波	传输介质可靠、覆盖面积大、中继距离长、经济性强	电力系统特有通信方式，可用于调度通信、继电保护、配电自动化、用电信息采集等
卫星通信	微波通信的一种，以卫星作为中继站	传输距离极大、突发事件处理能力强	应急通信领域、处置突发事件

资料来源：公开资料，中泰证券研究所

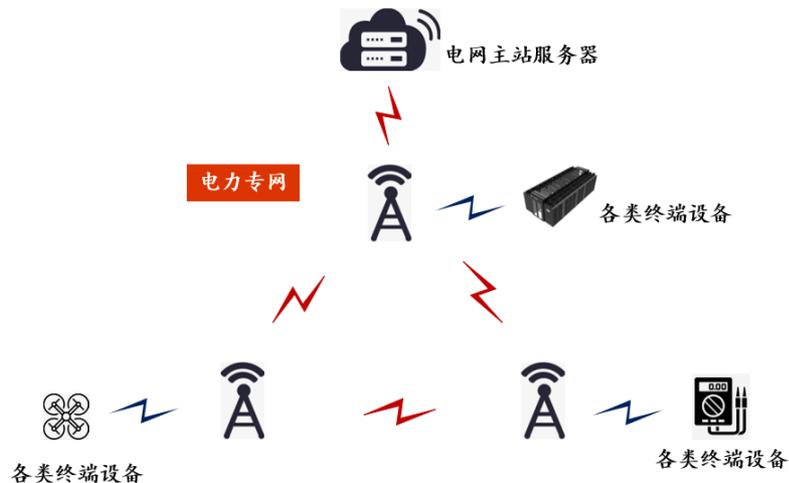
图表：电力通信技术总览



资料来源：中泰证券研究所

- **无线专网**：基于国家无线电管理委员会分配给电力系统的专用频段，频段主要为230MHz、1800MHz，主要用于用电信息采集与配电自动化，其中230MHz相比1800MHz具有天然覆盖远的优势，可显著降低组网成本
- **无线公网**：利用公网运营商（中国电信、中国移动、中国联通等）现有无线网络进行用电信息采集、配电自动化等业务，该方式以公众语音通话和数据业务为最高优先级，无法满足电力业务信息安全、实时性以及服务质量的需求

图表：电力无线专网示意图



资料来源：中泰证券研究所

图表：电力公网示意图



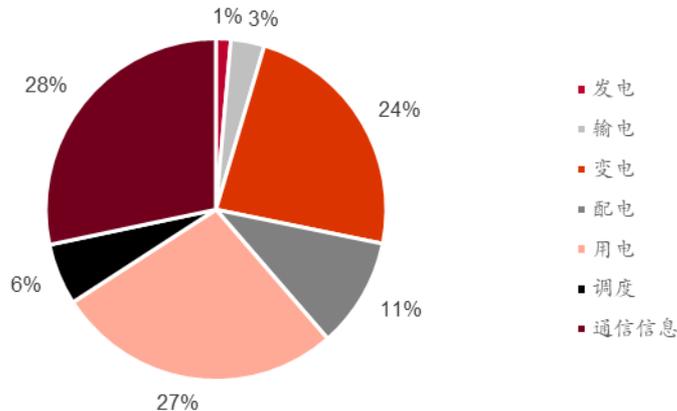
资料来源：中泰证券研究所

- 电力通信网承接智能电网源、网、荷、储各环节信息采集与监测控制，确保电网整体高效协调运行，对于电网安全、稳定、经济运行具有重要意义
- 2010年开启的坚强智能电网建设中将通信环节作为重要建设方向，根据《国家电网十二五智能规划》数据，2011-2015年期间通信系统环节投资占比达28.30%
- 国家电网持续提升电力通信网可靠性与信息应用效率，先后开展SG186、SG-ERP等大型信息化工程建设

图表：国家电网大型信息工程建设情况

电力信息工程	建设内容	建设时间	建设意义
SG186	一体化企业级信息集成平台+适应公司管理需求的八大业务应用+健全规范有效的六个信息化保障体系	2006-2009	力争到“十一五”末，国网信息化水平国内领先、国际先进，初步建成数字化电网、信息化企业
SG-ERP	建立覆盖面更广，集成度更深，智能化更高，安全性更强，可视化更优的新型IT架构	2010-2015	对SG186工程的继承、完善和进一步发展

图表：智能电网建设规划中通信环节投资占比28%



资料来源：公开资料，中泰证券研究所

资料来源：国家电网十二五智能规划，中泰证券研究所

- 国家电网坚持信息化创新建设，十二五期间通信系统建设重点方向为骨干及中压通信网、电力光纤到户、SG-ERP系统，投资额规划占比分别为62%/14%/23%
- 根据《2018年国家电网社会责任报告》数据，国家电网已建成全球规模最大的电力专用通信网&一体化集团级信息系统&企业级电视会议系统，涵盖10大类、30余套系统、229万台信息设备

图表：国家电网十二五期间通信系统建设规划

重点项目	主要建设内容描述	投资额 (亿元)
骨干及中压通信网	建成由核心通信网和中、低压通信接入网组成的电力通信网络；核心通信网实现35千伏及以上变电站通信100%光纤化、通信点覆盖率达到94%等	503.6
电力光纤到户	结合用电信息采集系统建设，实现新增城区用户100%的电力光纤覆盖，服务“三网融合”业务；对其他用户采用低压PLC和无线网络等多种方式进行通信覆盖	116.9
SG-ERP系统建设	开展“五大”体系业务应用全面推广，后续两年开展深化应用和完善提升工作，深化建设主动防御体系和调度运行体系	190

资料来源：国家电网十二五智能规划，中泰证券研究所

图表：国家电网通信网络建设成果

项目	指标
电力通信网光缆总长	152.08万千米
电力通信设备	52.77万台
通信站点	8.8万座
骨干网带宽	400Gbps
业务通道	40.32万条
年均电视会议	2.56万场
通信网络可用率	99.999%以上（连续7年）
信息系统可用率	99.95%

资料来源：国网社会责任报告，中泰证券研究所

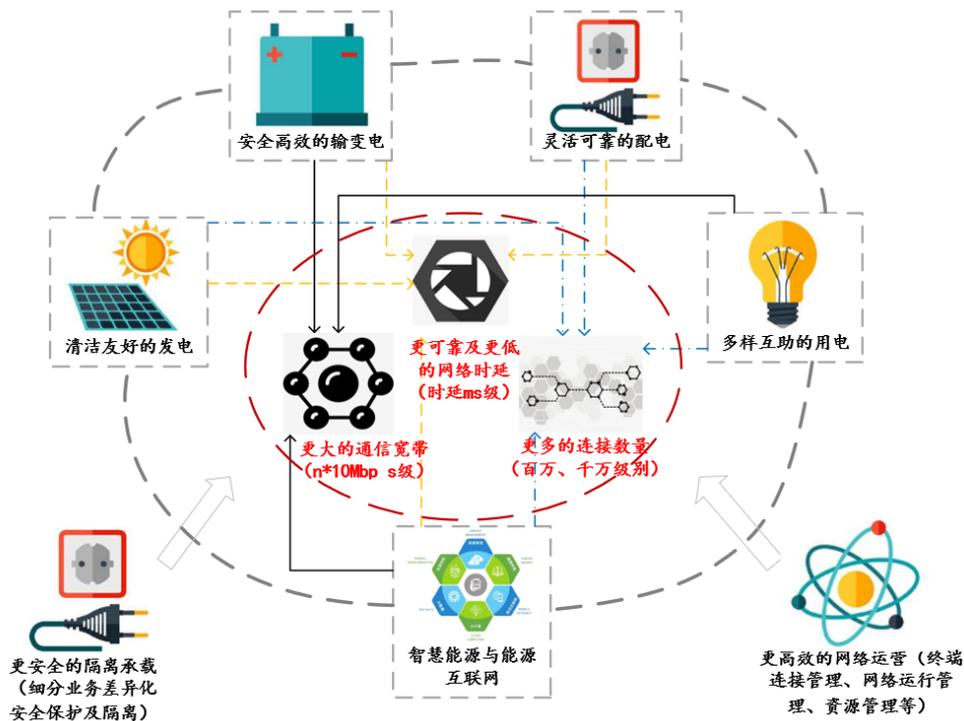
## ■ 建设现状:

- 1) 已建成全球规模最大的电力专用通信网&一体化集团级信息系统&企业级电视会议系统
- 2) 已形成以光纤通信与无线专网&公网相结合,电力载波通信、微波通信、卫星通信等为辅的发展模式,其中35kV及以上骨干网已实现光纤通信全覆盖
- 3) 通信技术以3G、4G为主

## ■ 存在问题:

- 1) 低压配电网通信网面临设备点多面广、海量设备实时监测需求,光纤通信由于铺设与施工问题无法实现低压配网全覆盖
- 2) 4G无线网络时延特性无法满足电网控制类业务毫秒级时延要求、无法实现关键业务有效隔离、无法适用电网多样化及小颗粒业务需求
- 3) 通信网络承载能力与传输容量需要提升,业务需求从被动满足转型主动引领

图表: 电力通信网络面临的挑战



资料来源: 《5G智能电网》, 中泰证券研究所

# 目录

一、电网通信介绍：已建成全球最大电力专用通信网

---

二、当下背景：泛在换挡提速 **5G**为重点之一

---

三、逻辑分析：**5G**特点与电网需求高度契合

---

四、应用展望：重点发力“量大面广”领域

---

五、行业变化：电网+**5G**为产业链带来新投资机会

---

六、投资建议

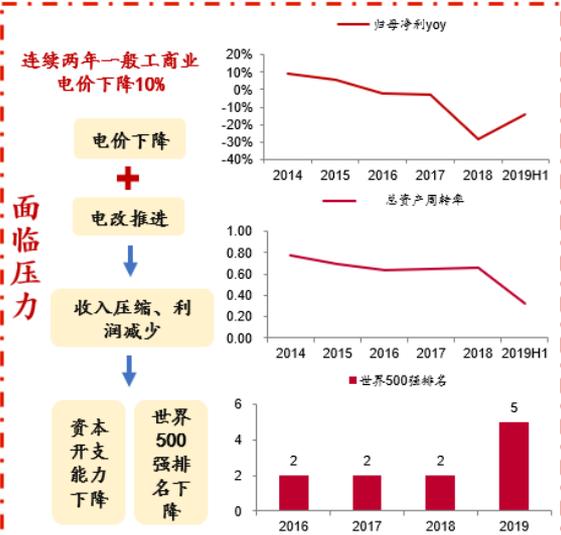
---

七、风险提示

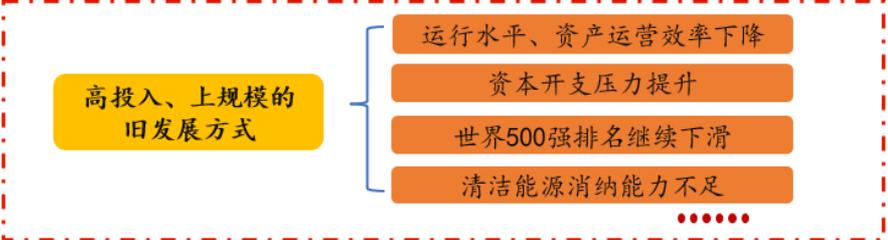
---

# “三型两网” 背景：国网亟需转型

图表：泛在建设背景——国家电网面临转型

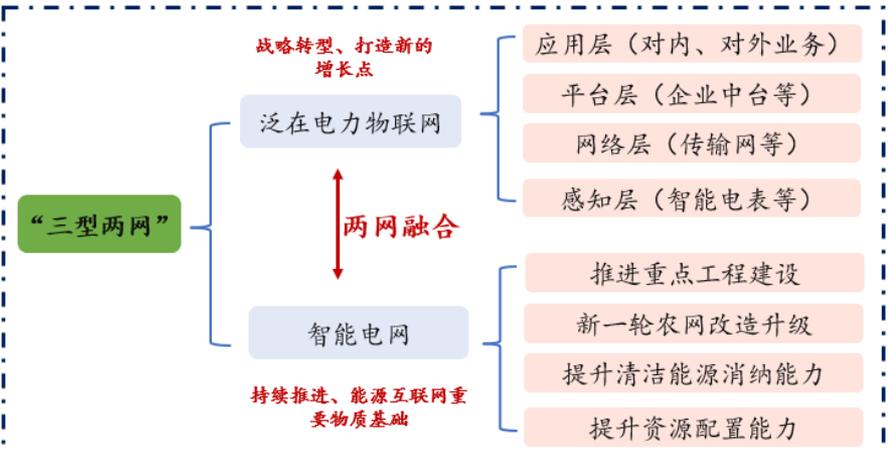


国家电网公司



旧模式不再适用

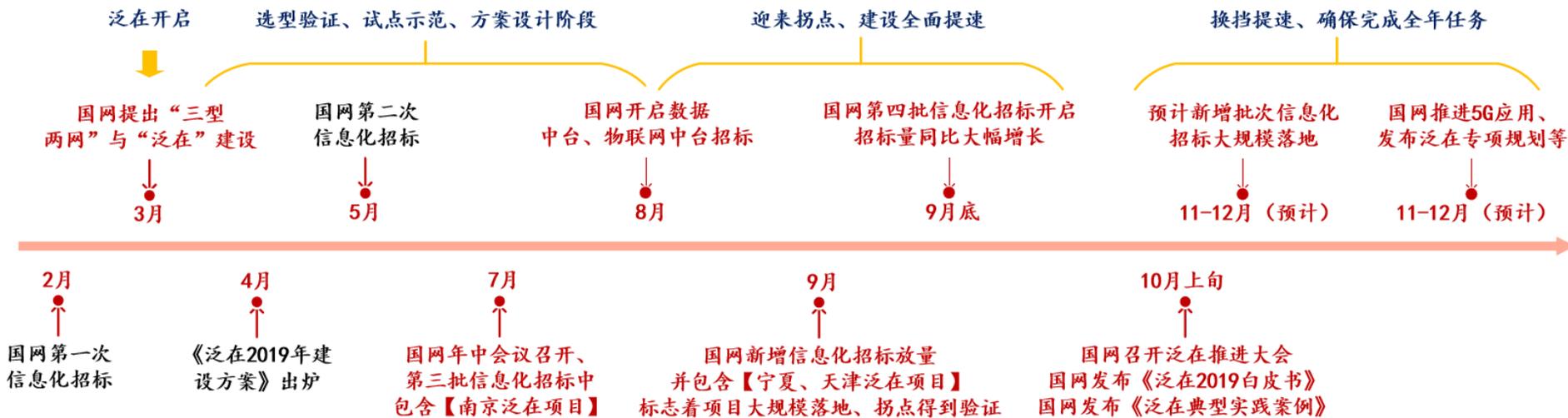
转型获取新动能



资料来源：wind，公司公告，中泰证券研究所

- **顶层设计逐渐清晰，泛在建设全面提速**：经上半年试点与探索，泛在电力物联网建设框架逐渐清晰：9月新增信息化设备及服务招标放量，标志着泛在建设全面提速；10月国网召开泛在建设推进大会并发布白皮书，顶层设计逐渐清晰；9-11月国网已连续开展三次信息化招标，投资持续落地、各网省公司泛在专项建设陆续展开，产业链已进入订单加速阶段，预计明年将迎来显著业绩弹性

图表：泛在电力物联网时间轴

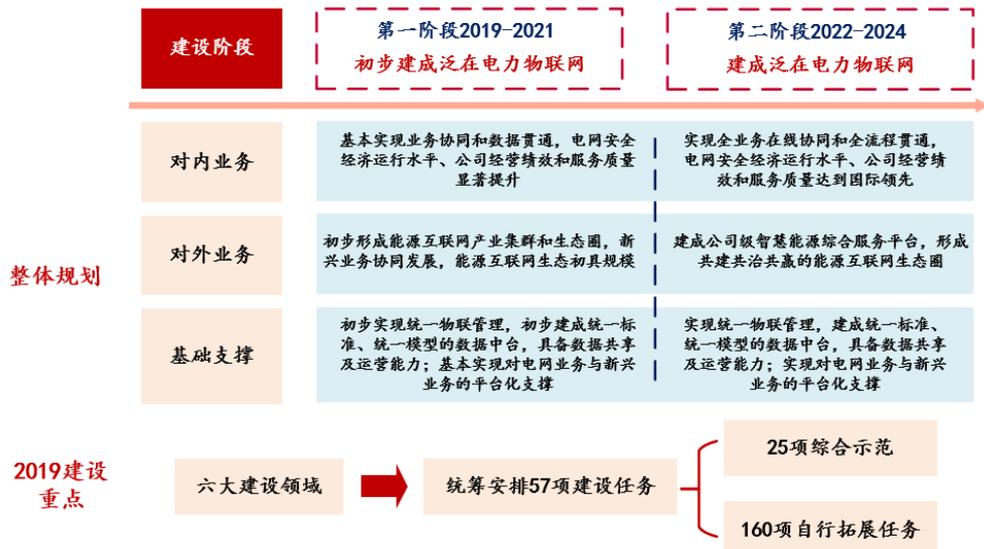


资料来源：中泰证券研究所

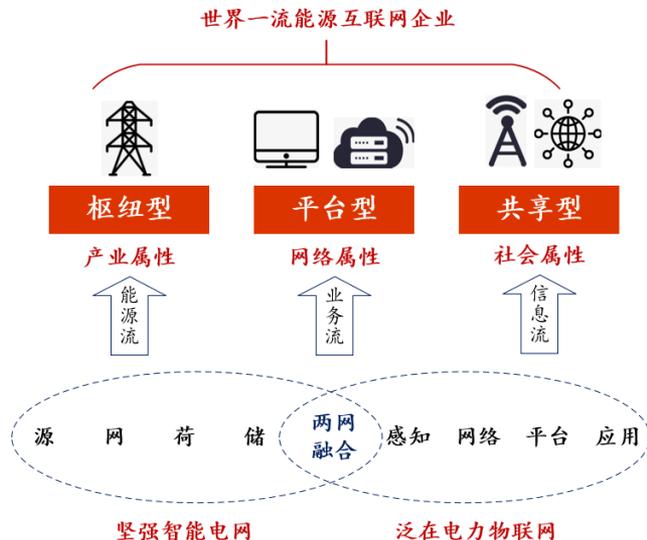
# 泛在电力物联网建设规划

- 《泛在电力物联网白皮书2019》给出泛在电力物联网11个建设内容，涵盖对内业务、对外业务、数据共享、基础支撑、技术攻关和安全防护六大方面
- 《泛在电力物联网白皮书2019》指出19年需完成所有专项方案设计与试点验证与三年规划编制，并在技术方案、实施策略、新兴业务和商业模式等方面探索形成典型成果与可推广模式，建设重点涵盖57项建设任务、25项综合示范、160项自行拓展任务

图表：泛在整体建设规划与2019年建设重点



图表：泛在电力物联网建设内容



资料来源：《泛在电力物联网白皮书2019》，中泰证券研究所

资料来源：《泛在电力物联网白皮书2019》，中泰证券研究所

- 根据《泛在电力物联网白皮书2019》，泛在电力物联网建设任务主要对应信息化与智能化方向，其中**5G**为建设重点之一：
  - 1) 任务【5G关键技术与应用研究】为建设主线任务之一
  - 2) 任务【基础资源运营】、【智慧物联体系建设】、【一体化通信网】等预计均与通信网络建设及**5G**技术相关

图表：泛在电力物联网57项建设任务（白皮书更新内容，黑色加粗为27项重点任务）

序号	主线	重点任务	投资方向	序号	主线	重点任务	投资方向
1		管配贯通优化提升	信息化	31		智慧能源综合服务平台建设	信息化、智能化
2		营销2.0建设	信息化	32		源网荷储协同服务	信息化、智能化
3		多维精益管理体系变革	信息化	33		新能源云建设	信息化
4		网上电网应用构建	信息化	34		能源互联网生态圈建设	信息化、智能化
5		实物ID推广应用	信息化	35		多站融合发展	信息化、智能化
6		新一代电力交易平台建设	信息化	36		电工装备智能物联和工业云网	信息化、智能化
7		新一代电力调度自动化系统建设	信息化、智能化	37		线上产业链金融	信息化
8		基建全过程综合数字化管理平台建设	信息化	38		虚拟电厂运营	信息化
9		现代（智慧）供应链体系构建	信息化	39		数据增值变现	信息化
10		配电物联网建设	信息化、智能化	40	对外业务	基础资源运营	信息化、智能化
11		源网荷储多元协调的泛在调度控制	信息化、智能化	41		物联网金融	信息化
12		制度标准智能管理体系	信息化	42		云数据中心建设运营	信息化
13	对内业务	人力资源2.0建设	信息化	43		源网荷储互动的市场化清洁能源消纳	信息化、智能化
14		数字化审计	信息化	44		基于车联网的绿电交易建设	信息化、智能化
15		国际合作与协同办公集成贯通	信息化	45	多表合一商业模式研究	信息化、智能化	
16		“两网”融合规划研究	信息化、智能化	46	智慧车联网平台深化应用	信息化、智能化	
17		基层班组减负综合研究	信息化、智能化	47	客户侧储能云网应用及商业化运营模式研究	信息化、智能化	
18		输变电物联网建设	信息化、智能化	48	基于区块链的新型能源业务模式研究	信息化	
19		后助智能保障平台建设	信息化	49	新业务新业态商业模式研究	信息化	
20		移动办公	信息化	50	企业能效服务共享平台	信息化	
21		融媒体云建设	信息化	51	数据中台建设	信息化	
22		新一代电费结算应用建设	信息化、智能化	52	“国网芯”和智能终端研发应用	信息化、智能化	
23		同期线损监测治理和全达标样板工程建设	信息化、智能化	53	泛在物联网技术与标准体系研究	信息化、智能化	
24		安全生产风险管控平台建设和应用	信息化	54	新型智能终端研发应用	信息化、智能化	
25		以设备智能状态评价为核心的抽水蓄能全业务一体化平台建设	信息化、智能化	55	<b>5G关键技术及应用研究</b>	信息化	
26		<b>智慧物联体系建设</b>	信息化、智能化	56	人工智能基础支撑能力建设	信息化、智能化	
27		<b>“国网云”深化建设应用</b>	信息化	57	<b>全场景安全防护体系构建</b>	信息化	
28	基础支撑	一体化通信网	信息化				
29		世界一流能源互联网企业评价指标体系研究	信息化、智能化				
30		调控云建设	信息化				

资料来源：《泛在电力物联网白皮书2019》，中泰证券研究所

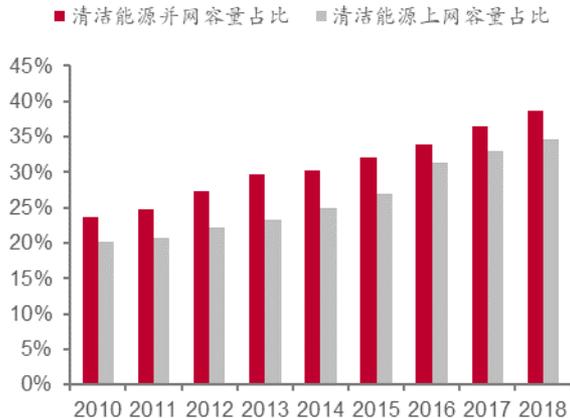
# 目录

- 一、电网通信介绍：已建成全球最大电力专用通信网
- 二、当下背景：泛在换挡提速 5G为重点之一
- 三、逻辑分析：**5G特点与电网需求高度契合**
- 四、应用展望：重点发力“量大面广”领域
- 五、行业变化：电网+5G为产业链带来新投资机会
- 六、投资建议
- 七、风险提示

## ■ 电力通信网络建设面临诸多新需求：

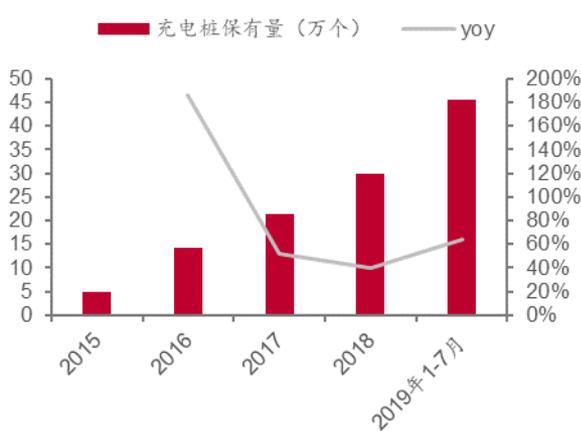
- 1) 分布式连接模式增多：分布式清洁能源接入需求持续提升、充电桩保有量高速增长
- 2) 时延要求更低：毫秒级超低时延（一般小于20ms，如精准负荷控制、电网调频等）
- 3) 数据采集及传输速率、传输数据容量更高：采集数据日增量超过60TB
- 4) 设备连接数量及种类爆发：智能电表等终端5.4亿余台、信息设备229万台等
- 5) 最后一公里问题：存在终端分散、城区光缆施工难等问题，无线专网是最优选择

图表：清洁能源并网容量占比持续提升



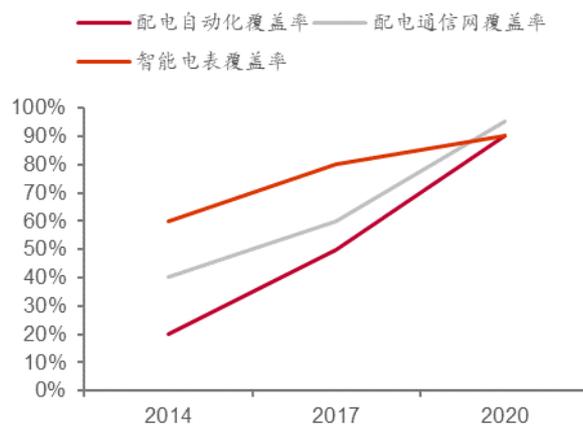
资料来源：国家电网，中泰证券研究所

图表：充电桩保有量高速增长



资料来源：wind，中泰证券研究所

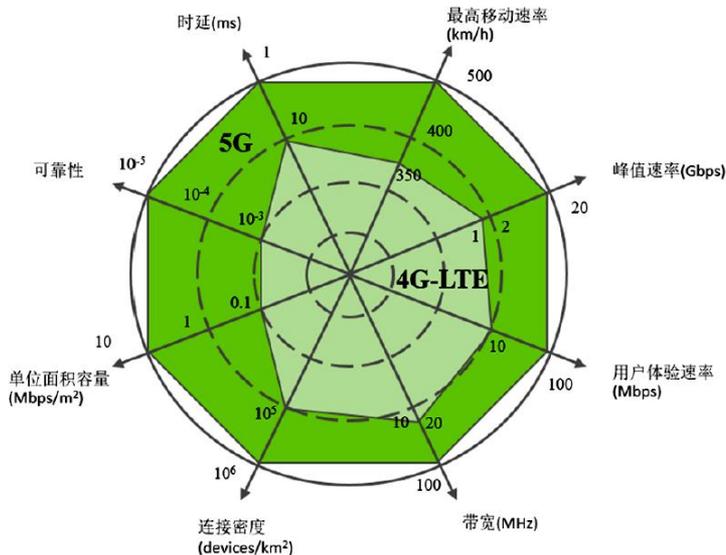
图表：智能终端覆盖率提升带来数量的爆发



资料来源：《配电网建设改造行动计划2015—2020》，

■ 5G技术在传输速率、延时、连接密度、可靠性等方面远高于4G通信技术，与电力通信网络发展需求完美契合

图表：5G通信性能相比4G大幅提升



资料来源：《电机工程学报》，中泰证券研究所

图表：5G通信特点与电力通信网络需求高度契合

电力通信网络需求	5G通信特点	解释
海量数据传输	高速率	电网物联网应用规模持续提升，带来海量实时量测数据与视频监控数据，5G高速率特性可提供有力支撑
万物信息互联	广连接	电网超大规模智能终端设备连接需求可被5G广连接特性满足
保证运行可靠性	高可靠性	电力系统安全可靠运行为最根本要求，5G高可靠性可有效提升电网可靠度
灵活响应与精准控制	低时延	电力系统需灵活响应、部分业务“零中断”，5G毫秒级时延可满足电网实时通讯需求
设备电池寿命保障	低能耗	5G可优化通信硬件协议，提升电网设备使用寿命

资料来源：《电网技术》，中泰证券研究所

## ■ 电网业务具有小颗粒、隔离性等特点

- 1) 颗粒小、种类多：连接海量设备，分属不同业务领域，对应不同通信需求（如安全性、移动性、时延性等）
  - 2) 隔离性：电网对业务安全与隔离要求非常高，需实现不同业务与不同层级间的有效隔离性
- 根据《5G网络切片使能智能电网》，配电自动化、精准负荷控制、用电信息采集等典型业务场景对通信性能要求差异性较大

图表：电网通信业务特点

国网业务特点	解释
业务多样化	新能源、新用户、新要求对国网负荷平衡带来的新挑战
安全隔离	关键业务要求通信隔离、互不干扰
性能要求高	电网遥控类业务要求单个终端通信时延在5ms左右
专网成本高	千万级配电终端缺乏网络接入手段

资料来源：《5G网络切片使能智能电网》，中泰证券研究所

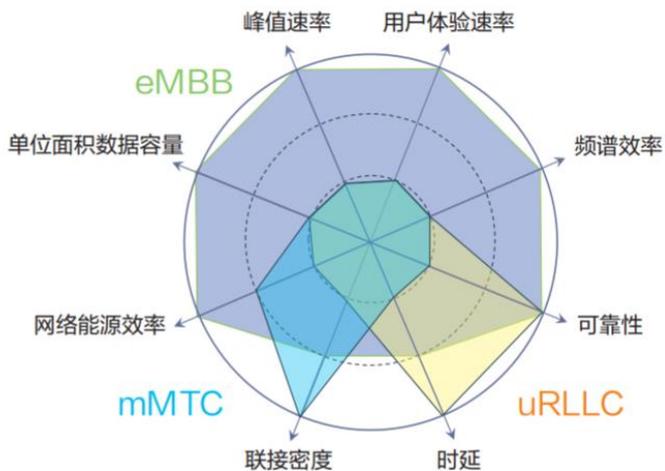
图表：电网不同业务对于通信需求差异较大

典型业务场景	通信时延要求	可靠性要求	带宽要求	终端量级要求	业务隔离要求	业务优先级
智能分布式配电自动化	高	高	低	中	高	高
毫秒级精准负荷控制	高	高	中低	中	高	中高
低压用电信息采集	低	中	中低	高	低	中低
分布式可再生能源	中高	高	低	高	中	中低

资料来源：《5G网络切片使能智能电网》，中泰证券研究所

- **5G切片介绍**：可独立生命周期管理的虚拟网络切片，面向特定的业务需求、自动按需构建相互隔离的网络实例
- **5G切片特点**：1) 端到端SLA（服务等级协议）保障；2) 业务隔离；3) 功能按需定制、动态编排；4) 自动运维、多租户运维
- 根据ITU-R，**5G三大应用场景**：增强移动宽带（eMBB）、低时延高可靠通信（URLLC）、大规模物联网（mMTC）

图表：5G网络切片三大经典场景



资料来源：《华为5G无线网络规划解决方案白皮书》，中泰证券研究所

图表：5G网络切片典型应用

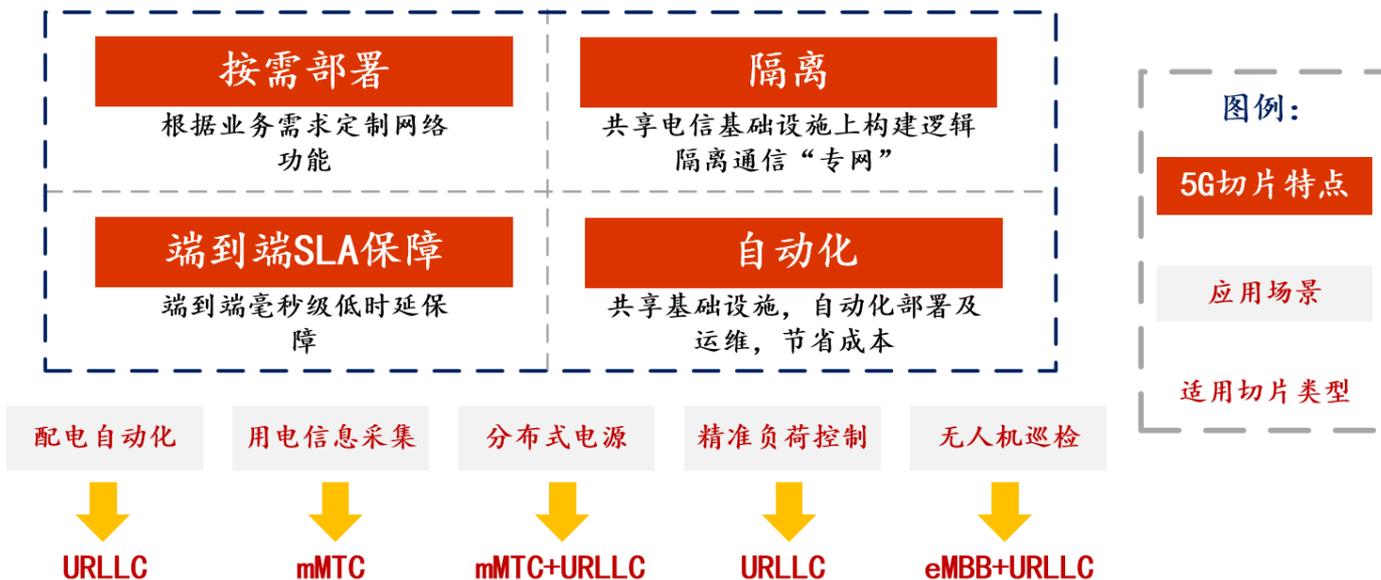
5G典型应用场景	特点	应用领域
增强移动宽带 (eMBB)	大带宽	3D / 超高清视频、云工作、云娱乐、增强现实
低时延高可靠通信 (URLLC)	低时延、高可靠	车联网、无人驾驶、远程医疗、紧急任务
大规模物联网 (mMTC)	海量机器连接	物联网、智慧家庭、智慧城市、智能楼宇

资料来源：公开资料，中泰证券研究所

■ 5G网络切片的特点可满足电网多样性业务通信要求

- 1) 控制类业务如配电自动化、负荷控制等业务，可用URLLC（超低时延超高可靠性）切片满足
- 2) 采集类业务如用电信息采集、分布式电源等业务，可用mMTC（海量设备接入）切片满足等

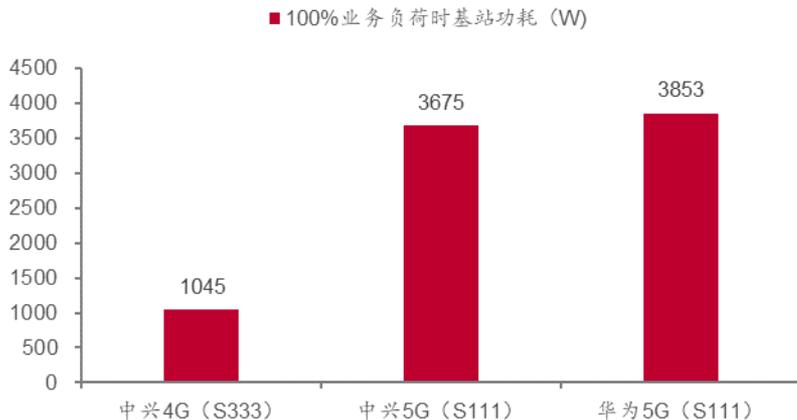
图表：5G切片类型与电网应用场景匹配情况



资料来源：《5G网络切片使能智能电网》，中泰证券研究所

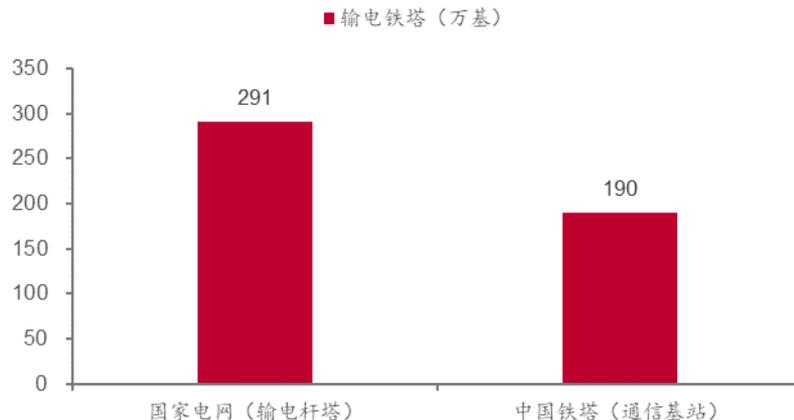
- 电网的海量变电站与杆塔可为5G基站提供建设空间，可靠的电力资源确保基站能耗供应，完善的营业厅网络为5G后期运营提供实体支撑；
- 1) 5G基站数量将是4G的4-5倍，对于铁塔需求将迎来爆发，国网输电铁塔遍布各地，在运杆塔291万基，尤其在东部地区分布密度较高，2018年国家电网与中国铁塔已签署“共享杆塔”合作模式，未来有望进一步推广
- 2) 5G基站功耗是4G基站的3.5倍左右，催生巨大电能需求，电网可靠电力供应将充分确保基站主设备正常运行

图表：5G基站能耗为4G基站3.5倍左右



资料来源：公开资料，中泰证券研究所

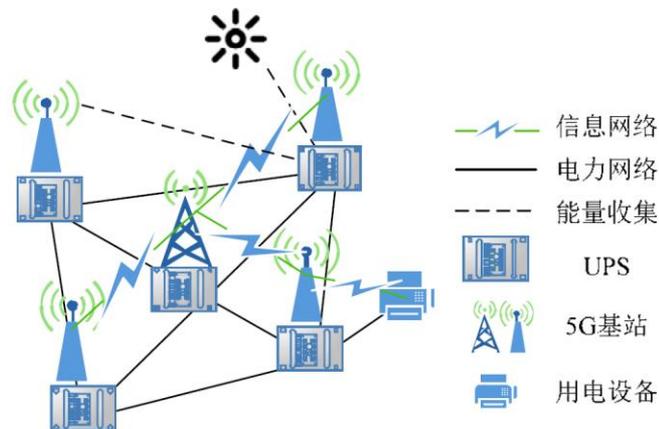
图表：国家电网输电铁塔资源庞大



资料来源：国家电网，中泰证券研究所

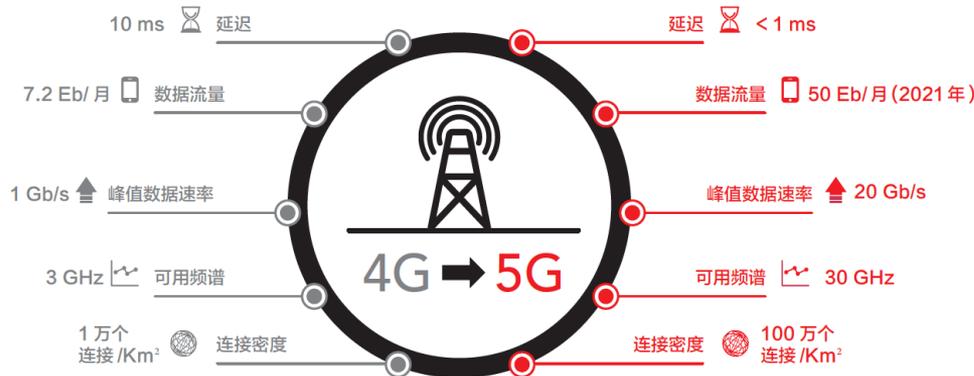
- 5G基站配套的储能系统可参与电网调峰，5G强大通信性能可大幅提升电力用户体验等
- 1) 基站为保证通信实时性与可靠性需配有UPS，为用电设备和储能系统的双重集群，基于可靠性与应急需求，基站中储能电池配套数量一般会多于通信需求数
- 2) 电网可与基站储能系统进行供需互动，参与电网调峰过程
- 3) 按照5G基站平均功率3kW、应急时长4h，保守假设未来5G基站规模达1000万座，则对应储能系统电池容量规模超过120GWh

图表：5G基站能耗结构总览



资料来源：《电网技术》，中泰证券研究所

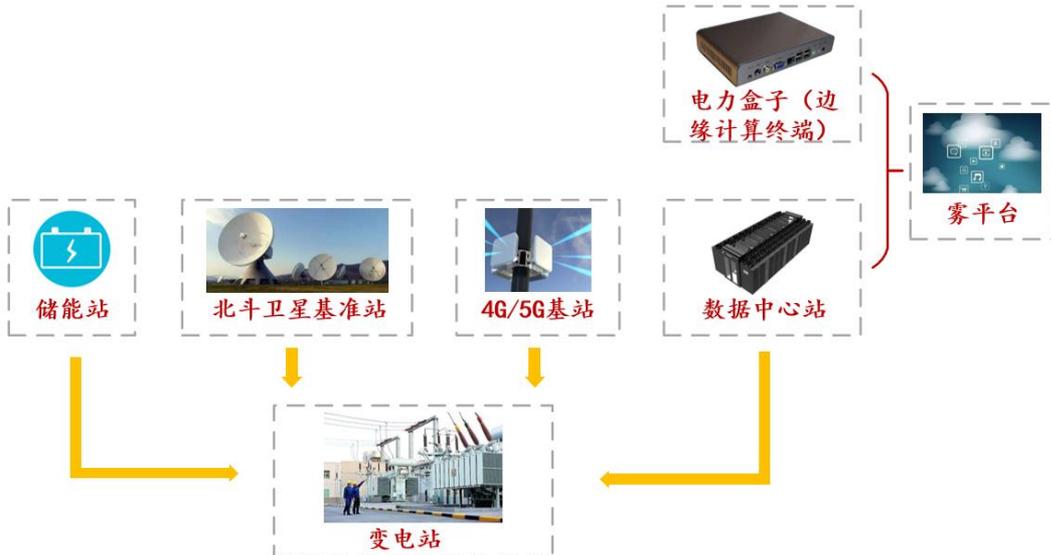
图表：5G通信可大幅改善电力用户体验



资料来源：艾媒咨询，中泰证券研究所

- 10月14日国家电网发布《泛在电力物联网建设典型实践案例》，给出多个泛在电力物联网典型实践案例，其中之一为【多站融合迈出商业化运营第一步】：即充分复用变电站内闲置空间、沟道杆塔、通信网络等资源，建设数据中心站、储能站、北斗卫星基准站、4G/5G基站
- 在4G/5G基站建设模块中，国网与联通公司签订战略合作协议，利用站内杆塔等资源，向运营商提供4G/5G基站站址出租

图表：【多站融合迈出商业化运营第一步】实践案例



资料来源：《泛在电力物联网建设典型实践案例》，中泰证券研究所

图表：电网+5G试点项目已在全国多地落地

项目主体	时间	项目内容	项目效果	未来规划
国网河南电力公司	2019.04	河南首个高压变电站5G测试站	验证了5G网络在高电磁复杂环境下的大带宽业务特性和高可靠性，现场单用户实测速率达到400Mb/s以上，推动变电站监控、作业、安防等业务向智能化、可视化、高清化升级	推进5G技术在电力信息采集、视频交互、自动控制、精准负荷控制、机器人巡检、VR巡检、无人机巡线、红外监控、移动作业、应急抢修和调度可视化等应用领域的业务试点研究工作
国网浙江电力公司	2019.07	对“太湖廊道”特高压密集通道进行5G无人机智慧巡检应用；在杭州220kV兴南变、舟山大跨越输电线路段开展了5G+变电物联网应用场景试点	无线传输通道速率平均超过550Mb/s；接入5G+变电安全管控超高清视频10路，拟接入5G/物联网终端4000个以上	未来五年将接入各类5G/电力物联网终端330万台（套）以上；积极参与浙江省智慧杆产业联盟，推动电力杆塔共建共享
国网南京供电公司	2019.08	全国首创“5G+1G”（1G指供电网）建设运营模式：在变电站内建设5G基站	基于电力基础设施共享的5G建设模式大大缩短了施工周期，降低了城市基础设施建设成本	在更大范围推广复制该模式
国网威海供电公司	2019.09	省内首个5G技术电力综合应用示范区	平台集4K高清、VR、机器人巡检、无人机巡视多功能于一体，构筑了“5G+天、地、人”立体化监测体系	将通过在高压线路保护、城市电网状态监测、客户用电信息采集等专业领域试点应用
国网新疆电力公司	2019.09	新疆首个“共享杆塔”5G基站在乌鲁木齐市建成	向运营商开放电力杆塔、变电站等资源建设的5G基站，一座电力杆塔上可同时挂设4G、5G及电力无线专网天线，实现基础资源的高度整合利用	

资料来源：公开资料，中泰证券研究所

# 目录

- 一、电网通信介绍：已建成全球最大电力专用通信网
- 二、当下背景：泛在换挡提速 5G为重点之一
- 三、逻辑分析：5G特点与电网需求高度契合
- 四、应用展望：重点发力“量大面广”领域**
- 五、行业变化：电网+5G为产业链带来新投资机会
- 六、投资建议
- 七、风险提示

- 电力系统对控制实时性与可靠性要求极高，调度中心、大型发电设备、输变电设备等均使用电力光纤专网，5G通信在上述领域应用意义不大
- 5G通信广连接特性使得其在“量大面广”领域具有重要应用前景，如分布式电源及储能、负荷控制、低压配网测量装置等；低功耗特性使其适用于无人机、巡检机器人等移动设备
- 依照业务类型可将“电网+5G”应用场景主要分为控制、采集两类：
  - 控制：如智能分布式配电自动化、电力操作机器人、用电负荷控制、分布式能源等
  - 采集：如智能电表等高级计量终端、变电站巡检机器人、输电线路无人机巡检、配电房视频综合监控、移动式现场作业管控等

图表：5G通信在电网预计应用场景总览（按业务类型）

业务类型	典型场景	当前通信特点	未来发展趋势
控制类	智能分布式配电自动化、电力操作机器人、用电负荷控制、分布式能源等	连接模式：子站/主站模式 时延要求：秒级居多	连接模式：分布式点对点+主站/子站两种模式并存 时延要求：毫秒级
采集类	智能电表等高级计量终端、变电站巡检机器人、输电线路无人机巡检、配电房视频综合监控、移动式现场作业管控等	采集频次：月、天、小时级 采集内容：基础电力数据、图像等，单终端码率100kbps级 采集范围：电力一次设备为主，连接数量百个/km2	采集频次：分钟级，实时 采集内容：视频化、高庆华，带宽4-100Mbps不等 采集范围：扩展到二次设备与各类物联网场景，连接数量大幅提升，预计翻10-100倍

资料来源：《5G智能电网》，中泰证券研究所

■ 依照5G特性类型可将“电网+5G”应用场景主要分为高速率、低时延、广连接三类

图表：5G通信在电网预计应用场景总览（按通信要求）

可能应用场景	高速率	低时延	广连接	高可靠性	强隔离性	对应5G切片
视频图像实时监控（配电房等）	√					增强移动宽带（eMBB）
无人机巡检图像实时回传	√			√		增强移动宽带（eMBB）
智能分布式配电自动化		√		√	√	低时延高可靠通信（URLLC）
精准负荷控制		√		√	√	低时延高可靠通信（URLLC）
配网差动保护		√		√	√	低时延高可靠通信（URLLC）
低压用电信息采集	√		√			大规模物联网（mMTC）
移动式设备数据采集（如巡检机器人等）	√		√	√		增强移动宽带（eMBB）
电力操作机器人	√	√		√		低时延高可靠通信（URLLC）+增强移动宽带（eMBB）
分布式能源		√	√	√	√	大规模物联网（mMTC）+低时延高可靠通信（URLLC）
综合能源服务	√	√	√	√		大规模物联网（mMTC）+增强移动宽带（eMBB）+低时延高可靠通信（URLLC）

资料来源：《5G智能电网》，中泰证券研究所

- **预计场景1：智能分布式配电自动化**
- **业务内容：**依托分布式控制架构对配电网保护控制，每台终端均可起到中心逻辑单元作用，就地处理，快速实现配网线路及设备的故障诊断及有效定位
- **应用背景：**供电可靠性要求持续提升，供电区域需不间断持续供电，事故隔离时间需缩短至毫秒级
- **场景要求：**差动保护延时小、可靠性高、隔离性强

图表：智能分布式配电自动化架构



资料来源：《5G智能电网》，中泰证券研究所

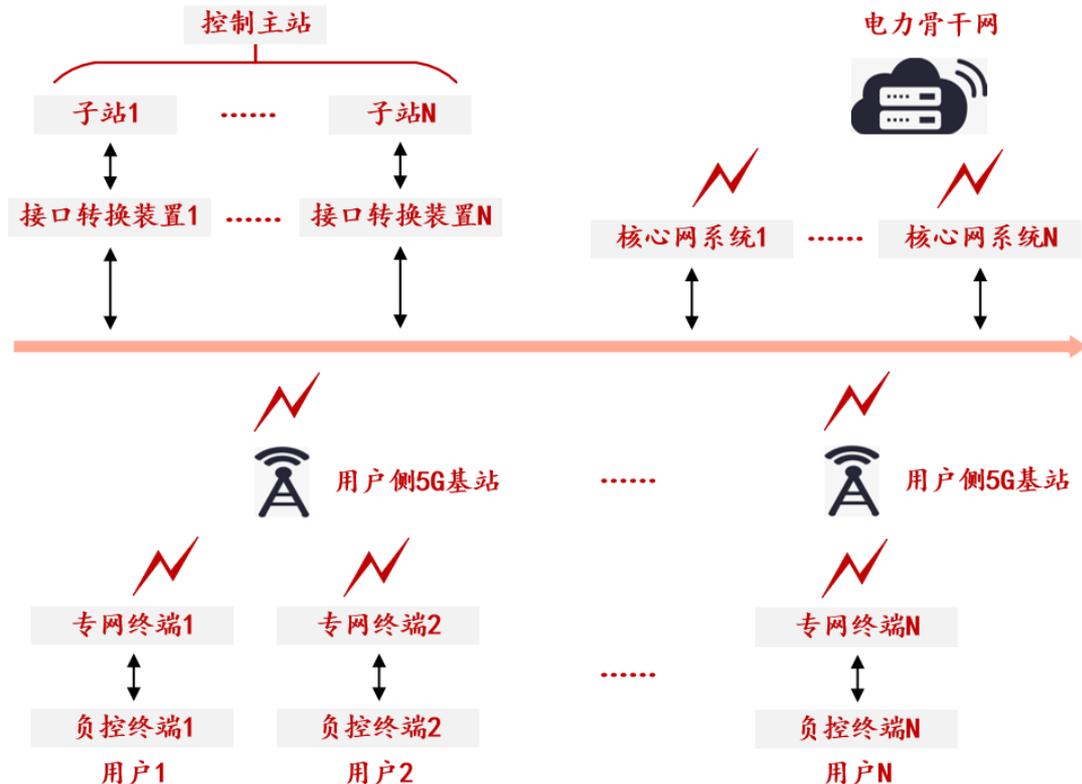
## ■ 预计场景2：精准负荷控制

■ 业务内容：基于稳控技术的精准符合负荷控制系统，可精准到生产企业内部的可中断负荷

■ 应用背景：传统方式为切除整条线路，未来需优先切除可中断非重要负荷，通过细粒度控制提升用户体验、降低业务影响

■ 场景要求：差动保护延时小、可靠性高、隔离性

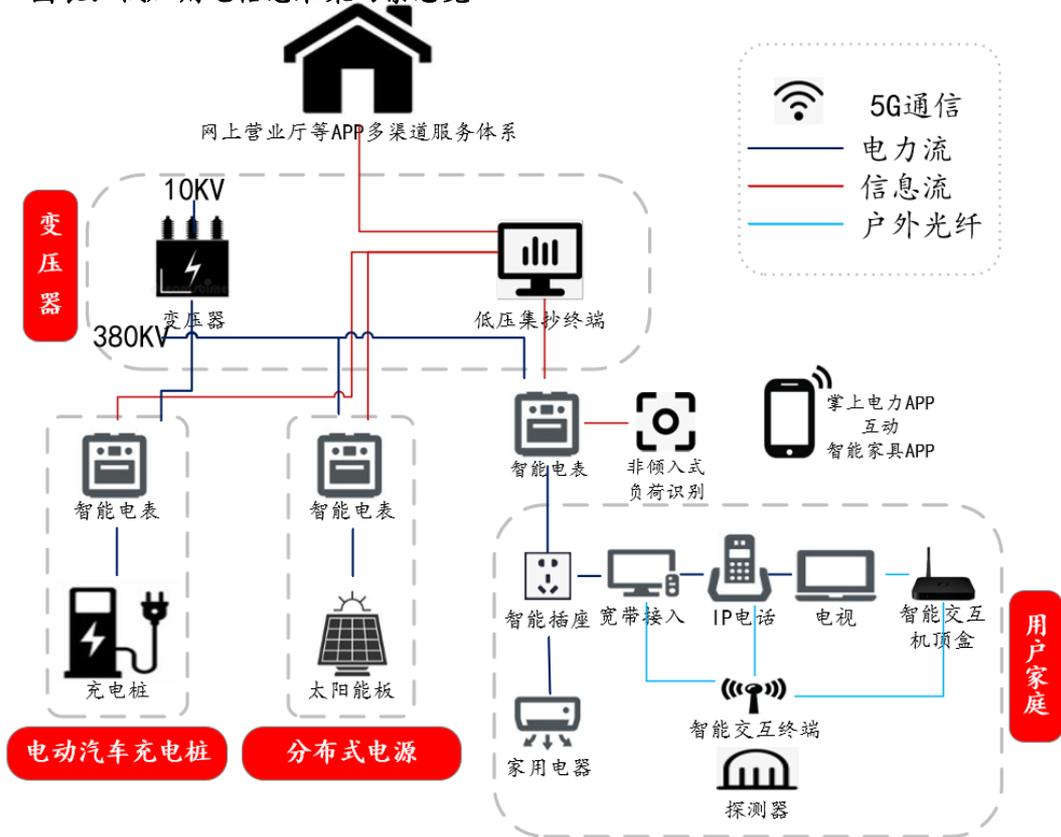
图表：精准负荷控制架构总览



资料来源：《电器与能效管理技术》，中泰证券研究所

- **预计场景3：低压用电信息采集**
- **业务内容：**实现用电信息自动采集、计量异常监测、电能质量监测、用电分析和管管理、信息发布、智能用电信息交互等
- **应用背景：**新业务涌现，终端数量级提升+用电数据实时采集上报，用电信息进一步延伸至家庭
- **场景要求：**连接数量规模大、带宽高、可靠性高

图表：低压用电信息采集场景总览

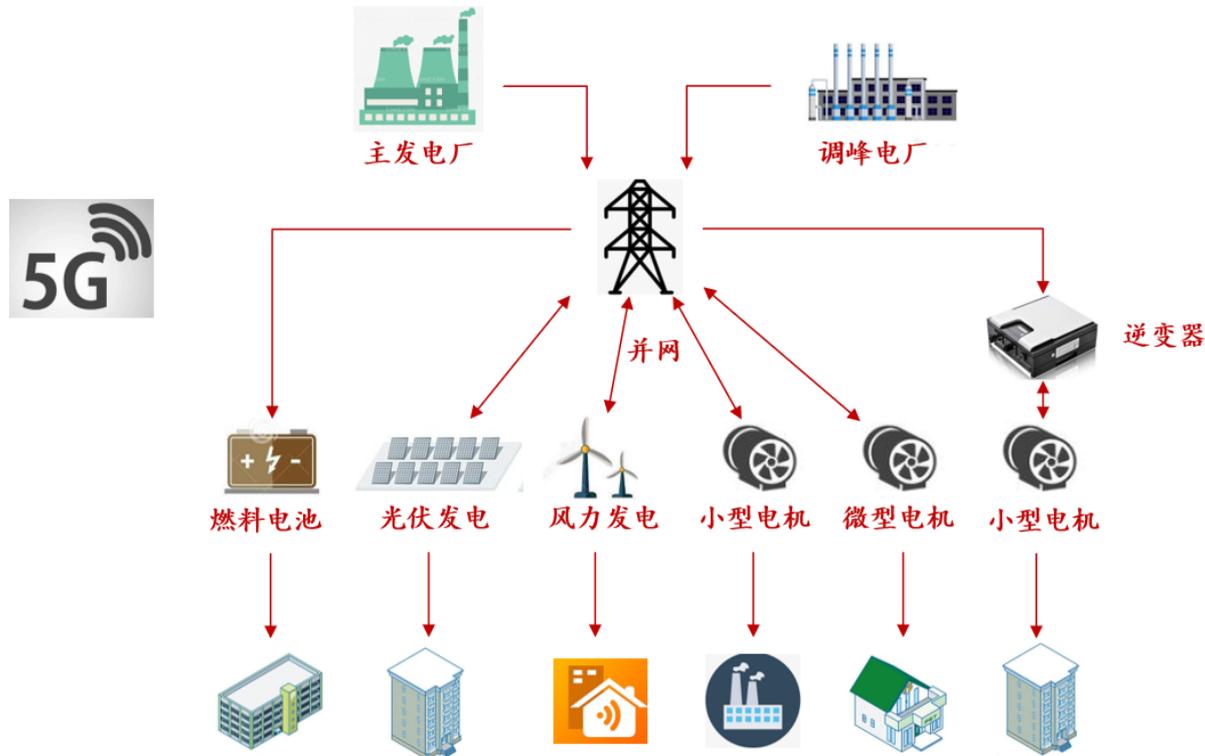


资料来源：《5G智能电网》，中泰证券研究所

## ■ 预计场景4：分布式能源

- 业务内容：具备数据采集处理、有功调节、无功控制、孤岛检测、调度与协调控制等
- 应用背景：分布式能源占比逐年提升，为电网提供巨大灵活性，同时导致电网呈现双向流动、实时动态变化等特点，需增加配电网可靠性、灵活性与效率
- 场景要求：连接数量规模大、可靠性高、低时延、隔离性

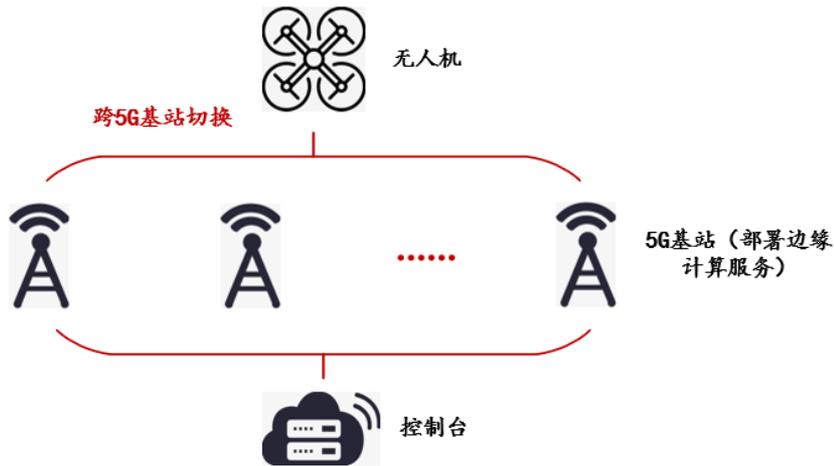
图表：分布式能源构成总览



资料来源：《5G智能电网》，中泰证券研究所

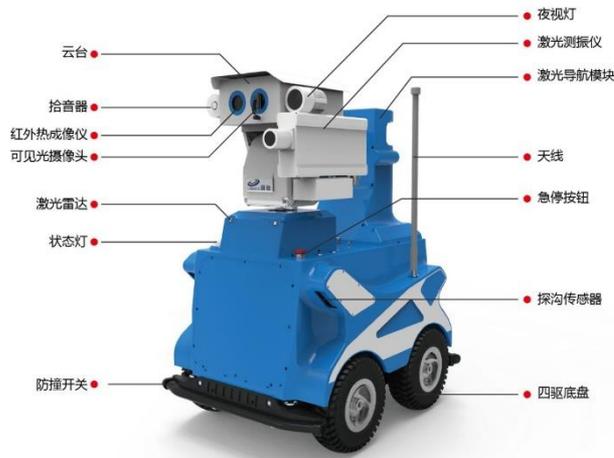
- 预计场景5：无人机巡检、巡检机器人、电力操作机器人
- 无人机巡检：未来续航能力增强，结合5G与边缘计算技术，可实现飞控，与图像、视频等实时回传
- 巡检机器人：未来可搭载高清视频摄像和环境监测传感器，实时回传
- 电力操作机器人：远程遥控操作机器人，全面实现人工替代，可大幅提升电网劳动生产率
- 场景要求：低时延、高带宽、高可靠性

图表：5G+无人机巡检模式



资料来源：中泰证券研究所

图表：变电站巡检机器人



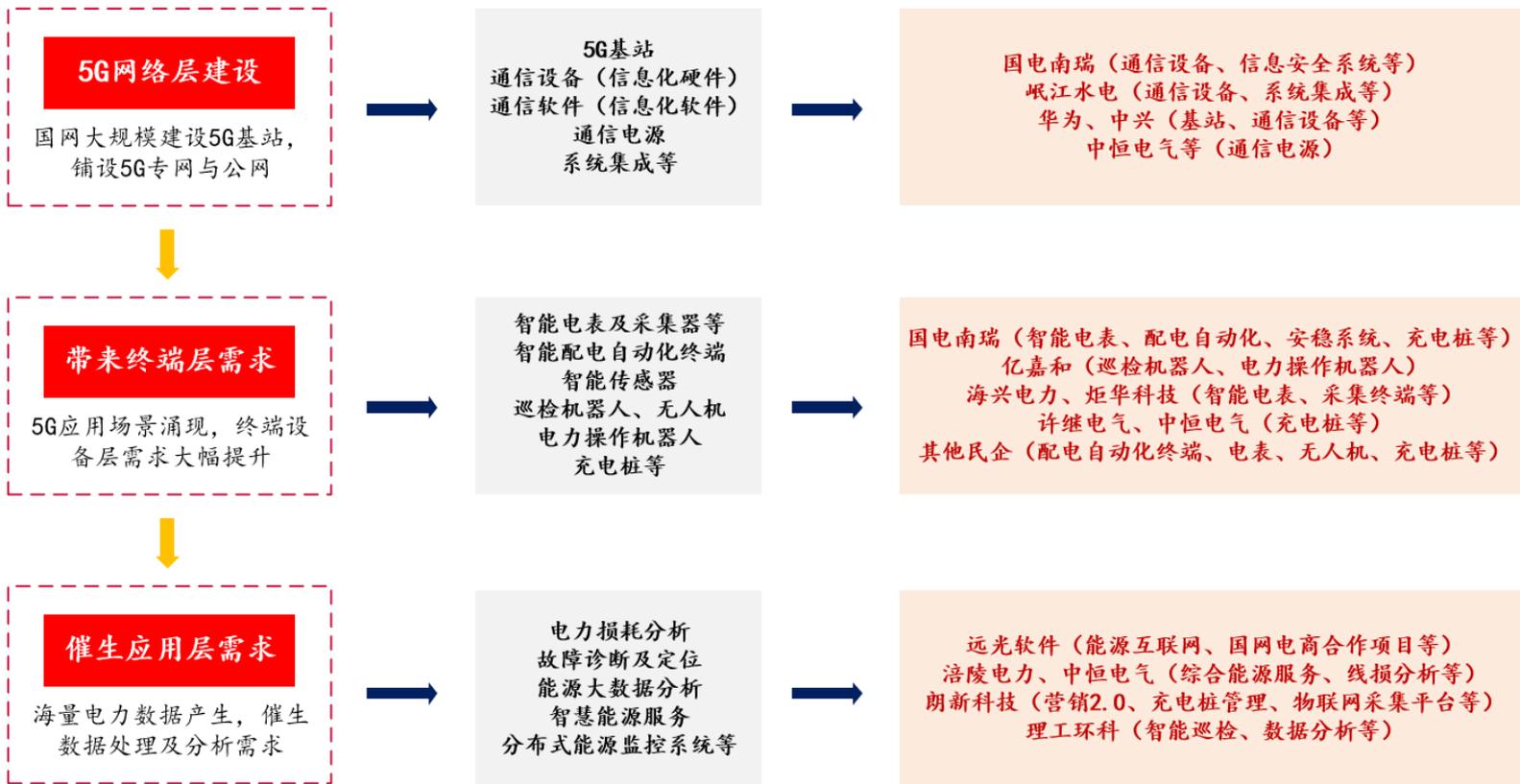
资料来源：公开资料，中泰证券研究所

# 目录

- 一、电网通信介绍：已建成全球最大电力专用通信网
- 二、当下背景：泛在换挡提速 5G为重点之一
- 三、逻辑分析：5G特点与电网需求高度契合
- 四、应用展望：重点发力“量大面广”领域
- 五、行业变化：电网+5G为产业链带来新投资机会**
- 六、投资建议
- 七、风险提示

# “电网+5G”带来的投资机会

图表：国网5G建设带来的产业链机会



资料来源：中泰证券研究所

# 目录

一、电网通信介绍：已建成全球最大电力专用通信网

---

二、当下背景：泛在换挡提速 5G为重点之一

---

三、逻辑分析：5G特点与电网需求高度契合

---

四、应用展望：重点发力“量大面广”领域

---

五、行业变化：电网+5G为产业链带来新投资机会

---

六、投资建议

---

七、风险提示

---

- **全球最大电力专网仍面临诸多问题。**电力通信网络是确保电网安全稳定经济运行的重要手段，具有业务颗粒小、安全可靠性强、实时性强等特点；国网已建成全球最大电力专用通信网，形成光纤通信与无线专网&公网相结合，电力载波、微波、卫星等通信为辅的发展模式，但仍面临低压配网尚未全覆盖、时延&容量&速率&隔离性等性能有待改善等问题。
- **泛在建设全面加速，5G为重要方向之一。**三季度以来泛在电力物联网顶层设计逐渐清晰、建设迎来全面提速；10月发布的《泛在白皮书》更新57项建设任务，其中5G为建设重点之一。当前“电网+5G”试点项目已在全国多地落地，10月发布的《泛在典型实践案例》亦给出涵盖5G基站的【多站融合商业化运营】实践案例。
- **5G特点与电网业务高度契合，基础资源合作空间广阔。**5G通信的高速率、广连接、高可靠性、低时延等特点与电网通信业务需求高度契合，其切片模式可完美对接电网业务多样性与隔离性需求；此外，电网海量杆塔与变电站资源可为5G基站提供充裕建设空间，而5G基站储能电源可协助电网调峰，可实现基础资源商业价值最大化。
- **5G技术在电网具有丰富应用场景。**根据5G通信特点、电网通信业务需求，预计“电网+5G”应用场景在“量大面广”领域具有重要前景，如分布式电源及储能、负荷控制、智能分布式配电自动化、配电房视频监控，以及无人机巡检、变电站巡检机器人等移动设备。
- **“电网+5G”打开投资新窗口。**国网有望发力5G建设，预计将积极铺设5G基站、搭建5G专网/公网，带来以下投资机会：1) 在网络层，国电南瑞与岷江水电为国网信息化双寡头，通信技术实力领先，为5G通信网络建设核心受益者；2) 在终端层，丰富5G场景将刺激新一代智能电表、配电自动化终端、新型传感器、电力机器人等智能终端需求大幅提升，国电南瑞、亿嘉和、海兴电力、炬华科技等企业有望受益；3) 在应用层，积极布局智慧能源服务与能源大数据分析的企业如远光软件、朗新科技、中恒电气、理工环科等有望受益。

# 目录

- 一、电网通信介绍：已建成全球最大电力专用通信网
- 二、当下背景：泛在换挡提速 5G为重点之一
- 三、逻辑分析：5G特点与电网需求高度契合
- 四、应用展望：重点发力“量大面广”领域
- 五、行业变化：电网+5G为产业链带来新投资机会
- 六、投资建议
- 七、风险提示

## ■ 电网投资不及预期：

电网投资受国网盈利能力与宏观经济大环境影响，当前国内经济发展形势错综复杂，宏观指标可能出现较大波动；同时，电网售电价格持续下降，面临盈利能力下降的风险，从而导致国家电网投资能力收缩，进一步影响电网信息化投资及主流公司的订单

## ■ 电网5G建设推进不及预期：

电网尚未公布5G建设规划与合作模式，当前仅在泛在电力物联网建设任务中有所布局，未来可能存在电网推进5G建设与探索应用不及预期的风险，从而导致相关产业链需求未能爆发

## 重要声明

- 中泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。
- 本报告基于本公司及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。但本公司及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，可能会随时调整。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。
- 市场有风险，投资需谨慎。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。
- 投资者应注意，在法律允许的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司及其本公司的关联机构或个人可能在本报告公开发布之前已经使用或了解其中的信息。
- 本报告版权归“中泰证券股份有限公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发，需注明出处为“中泰证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。