

2023年11月26日
电力及公用事业

ESSENCE

行业深度分析

证券研究报告

新型电力系统建设新阶段，电网各环节作用持续提高

投资评级 **领先大市-A**
维持评级

目 电网投资升级是解决新型电力系统发展问题的重要方式

电力系统包括发-输-变-配-用五大环节。其中，电网是指由输变电系统与配电系统所构成的一体化电力网络。我国的电网投资建设由国家电网和南方电网承担，并经政府核定后由输配电价收回。两网公司历史投资建设规模相对稳定，具备典型逆周期属性，总规模增长动力主要来自电网投资重点的阶段性变化。展望未来，新型电力系统建设是当前电力系统发展主题，面临保供、消纳、安全稳定运行、系统调控和安全、核心技术创新、体制机制建设等问题，电网投资升级是解决当下问题的重要方式。

目 特高压：新能源外送必然选择，十四五存在缺口景气有望延续

(1) **特高压工程建设景气度有望延续。**特高压输电是指电压等级在交流1000kV及以上和直流±800kV及以上的输电工程，具有输电距离远、容量大、损耗低和效率高等优势，能够显著提高电网的输送能力。截止2022年底，我国共建成特高压线路37条，17条交流20条直流，“十四五”期间，国网规划建设特高压工程“24交14直”，涉及线路3万余公里，变电换流容量3.4亿千伏安，总投资3800亿元，截止2023年10月，国网区域已规划、已开工的特高压项目有7交8直，特高压投资建设景气度有望延续。

(2) **关注高价值量的变压器与组合电器设备、壁垒高的变压器、换流阀等设备。**以南昌-长沙1000千伏特高压交流输变电工程为例，设备投资28.69亿，其中1000kV组合电器价值量10.61亿（价值量占比37.0%），1000kV变压器5.95亿（价值量占比20.7%）。变压器是特高压直流线路最重要的设备，主要作用是改变电压、提供30度的换相角等；换流阀的主要作用为交直流电能转换，设计制造的难点在于解决交直流混合电压和强电流造成的电磁场畸变、局部放电、热点温升等问题。特高压工程建设市场参与者少、集中度高，在相关重点设备领域率先布局的公司或将获利与行业建设增长红利。

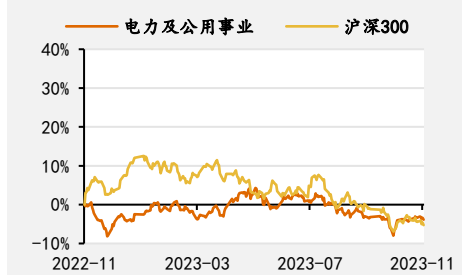
目 主网：电源建设驱动主网容量增长

电网建设的本质是输配电线路要满足发电量的运输需求，并有一定冗余。2019年以后新能源装机容量的增加会带来变电设备容量的快速增长，220kV以上主网建设相对完善，主网变压器容量与电源装机容量的比例相对固定。

目 配网：配电网智能化建设推进，增量市场需求释放

首选股票	目标价（元）	评级

行业表现



资料来源：Wind 资讯

升幅%	1M	3M	12M
相对收益	1.4	3.3	2.8
绝对收益	2.8	-1.7	-3.0

温晨阳 分析师

SAC 执业证书编号：S1450523070006

wency@essence.com.cn

相关报告

能源局发文规范新型储能并网接入管理，优化调度运行机制	2023-11-26
八部门启动公共车辆全面电动化试点，V2G等新技术需求有望加速兑现	2023-11-19
储能月度跟踪：10月国内储能项目中标环比下降，价格趋稳	2023-11-15
两部委发文落地煤电容量电价，电力市场改革更进一步	2023-11-12
煤电容量电价机制落地，电力市场改革更进一步	2023-11-12

- (1) **新型电力系统对配电网建设提出新要求，配电环节投资规模有望持续上行。**配电网指变电站出口到终端用户用电之间，电压范围在 110kV 以下的电能分配网络。为适应终端的复杂用电需求，国内配电网结构复杂。同时，新能源并网不稳定出力、配电网由无源网络向有源网络演进，为配电网升级建设提出新挑战。参考十四五总规划，预期未来三年电网投资总规模将保持温和上行趋势，中低压环节是电网投资建设重心，预期其中的配电网建设在“十四五”期间将占据主要份额。
- (2) **配电网年投资有望维持 3500 亿元以上，竞争分散、格局稳定。**在新型智能配电网建设趋势下，电网公司投资重心已转移至代表新技术发展方向的二次设备相关领域。从两网公司的长周期电网投资总规模出发，测算配电环节分别用于适应化改造、自动化升级的投资总额，两网配电建设年投资有望维持 3500 亿元以上。配电环节市场份额分散，格局较稳定，在已优先布局配电网业务的公司中，智能配电网技术与设备领先、对两网配电网业务升级建设节奏把握准确的标的有望充分收益。

目 智能电表：替换周期叠加新标准实施，智能电表景气上行

- (1) **智能电网背景下，用电计量系统走向智能化。**智能电表由测量单元、数据处理单元等组成，对于电网实现信息化、自动化、互动化具有重要支撑作用。与传统电表相比，智能电表新增双向多种费率计量、用户端控制、双向数据通信功能等多种智能化功能，适应智能电网和新能源的使用。
- (2) **电表需求主要来自两网采购，IR46 标准推广带来新机遇。**我国智能电表行业市场需求量及更换频率主要是由两网招标控制。2018 年和 2019 年最先采购的智能电表进入轮换期，采购数量有所回暖。在疫情带来经济下行的环境下，2020 年采购数量有所下降，2021-2022 年有所回升。预计新一轮的电表招标高峰即将到来，2023 年招标量有望持续上行。2021 年，两网在新的智能电表技术规范文件中引入 IR46 要求的理念，新标准的落地实行有望驱动新时期换表需求加速兑现。

目 调度：D5000 将成主流调度系统，程序化操作等智能化需求催生技术市场需求

国电南瑞 D5000 成为国内主流产品，电力调度系统建设需适应新形势下电力系统新特征。市场体制建设推进+发用电主体类型与行为复杂化，新型电力系统高效运作需要调度系统持续的建设投入。电网调度由传统的“源随荷动”模式向“源网荷储多远协调调度模式”转变，需要资源全息感知与决策、多源数据统一融合与管理、源网荷储多元协调调度控制等技术的支持。实现程序化操作、海量数据的统一接入分析及数据挖掘、调度信息采集的深度突破。

目 投资建议：随着电力系统中新能源渗透率不断提升，电力系统投资将从重电源转向重电网。建议关注：

- (1) 特高压:国电南瑞、许继电气、平高电气、中国西电、特变电工、思源电气、长高电新、大连电瓷
- (2) 主网:华明装备、四方股份、国电南自、申昊科技、望变电气、智洋创新
- (3) 配网:宏力达、映翰通、良信股份、恒华科技、科润智控、金盘科技
- (4) 智能电表:林洋能源、炬华科技、三星医疗、海兴电力、钜泉科技
- (5) 调度:东方电子、恒实科技、泽宇智能
- (6) 电网侧储能资源:南网储能、三峡水利、东旭蓝天
- (7) 充电站及充电桩产业链:通合科技、特锐德、和顺石油

目 风险提示: 电网投资不及预期的风险, 新能源装机建设不及预期的风险, 假设及测算不及预期的风险。

目 录

1. 电网投资升级是解决新型电力系统面临问题的重要方式之一.....	8
1.1. 国内电网架构为五层分级结构.....	8
1.2. 电网投资具有防御属性，机会来自对电网投资总量和方向的预期.....	8
1.2.1. 电网设备行业的需求取决于电网投资.....	8
1.2.2. 电网设备主要由两网采购，客户议价能力强.....	9
1.3. 复盘国网投资：增长动力来自电网投资重点的结构性变化.....	10
1.4. 展望未来：新型电力系统转型升级，需要电网同步提升.....	11
2. 特高压：新能源外送的必然选择，十四五存在缺口景气有望延续.....	12
2.1. 特高压基本情况：交流 1000kv 及以上、直流±800kv 及以上的输电工程.....	12
2.1.1. 特高压是什么？——高电压、长距离、大容量的输电方案.....	12
2.1.2. 为什么需要发展特高压？——我国能源资源与负荷逆向分布，特高压解决长距离输电难题.....	12
2.1.3. 我国特高压发展历程——截止 2022 年共建成特高压线路 37 条.....	13
2.2. 十四五期间特高压建设景气有望延续.....	14
2.2.1. 风光大基地推进中外送通道存在缺口.....	14
2.2.2. 十四五期间，国网规划 24 交 14 直，南网规划 1 直.....	15
2.3. 特高压交流主要设备与竞争格局.....	16
2.3.1. 主要设备：关注高价值量的变压器和组合电器等设备.....	16
2.3.2. 竞争格局：特高压设备技术难度大，竞争格局稳定.....	19
2.4. 特高压直流主要设备与竞争格局.....	20
2.4.1. 主要设备：关注壁垒高的变压器、换流阀等设备.....	20
2.4.2. 竞争格局：参与者仅少数公司，集中度高.....	23
2.5. 柔性直流输电技术未来可期.....	24
3. 主网：主网建设与电源建设相配套.....	27
3.1. 变压器容量与发电容量存在正相关性.....	27
3.2. 输电网的主要设备和竞争格局.....	27
3.2.1. 主要设备：核心是变压器等一次设备及继电保护等二次设备.....	27
3.2.2. 竞争格局：主网设备参与者较特高压设备更多.....	30
4. 配网：配电网智能化建设推进，增量市场需求释放.....	32
4.1. 配电网结构复杂，新型电力系统建设对配电网建设提出新要求.....	32
4.1.1. 终端用电场景多元，配电系统结构复杂.....	32
4.1.2. 新型电力系统建设为配电网升级带来新的挑战与发展方向.....	33
4.2. 预期电网投资建设重心将向配电智能化、自动化方面倾斜.....	35
4.2.1. 电网建设投资稳定提升，配电环节投资额占比有望提升.....	35
4.2.2. 配电环节内部投资重心是二次设备，智能化、配电自动化建设推进.....	36
4.3. 配电网改造升级路线以及投资建设需求分析.....	37
4.3.1. 适应性改造需求增长——多层次交直流改造技术路线为例.....	37
4.3.2. 自动化升级需求增长——配电自动化之馈线自动化为例.....	40
4.4. 两网配电建设年投资有望维持 3500 亿元以上，配网环节竞争分散、格局稳定.....	42
5. 智能电表：替换周期叠加新标准实施，智能电表景气上行.....	44
5.1. 智能电表是构建智能电网的重要支柱.....	44
5.2. 需求主要来自两网采购，推进 IR46 标准智能电表迎来新机遇.....	45
5.3. 智能电网背景下，用电计量系统走向智能化.....	46

5.4. 竞争格局：技术难度越高，格局越集中	47
6. 调度：D5000 将成主流调度系统，程序化操作等智能化需求催生技术市场需求.....	52
6.1. 新型智能电力调度系统顺应新形势下电力系统发展新特征.....	52
6.2. 智能电网调度控制自动化系统的发展需前沿数据与通信类技术支撑.....	53
7. 投资建议.....	54
8. 风险提示.....	54

目 录

图 1. 中国电力系统构成	8
图 2. 国家电网实际投资额（亿元）	8
图 3. 南方电网实际投资额（亿元）	8
图 4. 国家电网投资历程复盘	10
图 5. 新型电力系统面临的问题及重点任务	11
图 6. 特高压交流输电与特高压直流输电示意图	12
图 7. 我国能源资源与负荷呈现逆向分布	13
图 8. 我国历年核准的特高压项目回顾	14
图 9. 我国风光大基地发展历程	14
图 10. 长沙 1000kV 特高压变电站	16
图 11. 组合电器设备示意图	17
图 12. 1500MVA 特高压变压器示意图.....	18
图 13. 西电西变自主研发的“蒙西-晋中”特高压交流工程晋中站首台 1000kV 电抗器	18
图 14. 2022 年国家电网特高压招标 1000kV 组合电器份额.....	19
图 15. 2022 年国家电网特高压招标 1000kV 变压器份额.....	19
图 16. 2022 年国家电网特高压招标 1000kV 电抗器份额.....	20
图 17. 特高压直流输电系统基本结构示意图	20
图 18. 特高压直流输电系统整流站和逆变站结构示意图	20
图 19. $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流工程原理图.....	20
图 20. 特高压直流换流站主要设备	21
图 21. 灵州-绍兴 $\pm 800\text{kV}$ 特高压工程换流变压器.....	22
图 22. $\pm 800\text{kV}/5000\text{A}$ 特高压换流阀.....	22
图 23. 特高压换流阀组成部件	22
图 24. 干式平波电抗器示意图	23
图 25. 宁夏-湖南直流特高压输电线路换流变压器中标份额	23
图 26. 柔性直流输电系统的典型结构示意图	24
图 27. 乌东德电站送电广东广西特高压多端柔性直流示范工程云南送端昆北换流站.....	26
图 28. 昆柳龙直流工程电气主接线简图	26
图 29. 变电设备容量（万千伏安）vs 发电装机容量（万千瓦）	27
图 30. 变电设备新增容量（万千伏安）vs 发电装机新增容量（万千瓦）	27
图 31. 电力网关系图	27
图 32. 变电站现场图	28
图 33. 变电站分类及连接关系示意图	28
图 34. 变电站内主要设备	28
图 35. 变压器外观	29
图 36. 变压器结构图	29

图 37. 变电站内各种开关设备	29
图 38. 传统变电站和数字化变电站的结构图	30
图 39. 2022 年国网输变电招标情况 (亿元)	30
图 40. 2022 年变压器企业中标格局 (亿元)	30
图 41. 2022 年继电保护企业中标格局 (亿元)	31
图 42. 2022 年继电保护企业中标格局 (亿元)	31
图 43. 配电环节电压在 110kV 以下	32
图 44. 配电网由架空线路、变压器、分段开关、联络开关等复杂硬件设备构成——多分段 适度联络的架空配电线路为例	32
图 45. 国内配电网低压台区直接负责向居民等复杂用电场景配电	33
图 46. 因终端用电场景多元, 配电网结构复杂	33
图 47. 2020-2023 年 6 月底, 国家电网下辖代表性省份低压分布式光伏装机占比持续提升	34
图 48. 由于分布式光伏出力不稳定及建设地点与配变的距离不定, 导致电压双向越限问题 频发	34
图 49. 新型电力系统建设背景下, 配电网升级的关键问题与技术方向	35
图 50. 两网电网投资总规模整体逐年增长	35
图 51. 中低压环节的电网建设投资占据南方电网整体投资额的较高比重	36
图 52. 南方电网 2022 年配网设备中二次设备中标金额占比约 64%	37
图 53. 河南电网 2023 年第一批配网设备中二次设备中标金额占比约 46%	37
图 54. 河北电网 2023 年第一批配网设备中二次设备中标金额占比约 60%	37
图 55. 开环、闭环控制系统设计原理示意图	38
图 56. 基于 VSC 互联的交直流混合配电网典型拓扑	39
图 57. 基于 SOP 互联的交直流混合配电网典型拓扑	39
图 58. 多层次互联的交直流混合配电网	39
图 59. 配网自动化是涉及变电站自动化、馈线自动化等环节的系统化建设	40
图 60. FTU、DTU、TTU 等配电自动化终端是配网自动化建设的重点	41
图 61. 馈线自动化运行原理示意图——架空线路手拉手环形接线方式为例	41
图 62. 南方电网 2022 年配网设备中标金额前 10 位公司中标额占比约为 56%	43
图 63. 南方电网 2023 年第一批配网设备中标金额前 10 位公司中标额占比约为 41%	43
图 64. 林洋能源智能电表系列产品	44
图 65. 国家电网智能电表历年招标量 (万只)	45
图 66. 现行智能表功能结构图	46
图 67. “双芯”智能表功能图	46
图 68. 智能 AMI 解决方案	46
图 69. 2022 年国网电能表 (含用电信息采集) 招标结果	47
图 70. 2022 年国网电能表招标 A 级单相智能电表份额	47
图 71. 2022 年国网电能表招标 B 级三相智能电表份额	47
图 72. 2022 年国网电能表招标 C 级三相智能电表份额	48
图 73. 2022 年国网电能表招标 D 级三相智能电表份额	48
图 74. 2022 年国网电能表招标集中器及采集器份额	48
图 75. 2022 年国网电能表招标专变采集终端份额	48
图 76. 2022 年南网计量产品招标单相智能电表份额	49
图 77. 2022 年南网计量产品招标三相智能电表份额	49

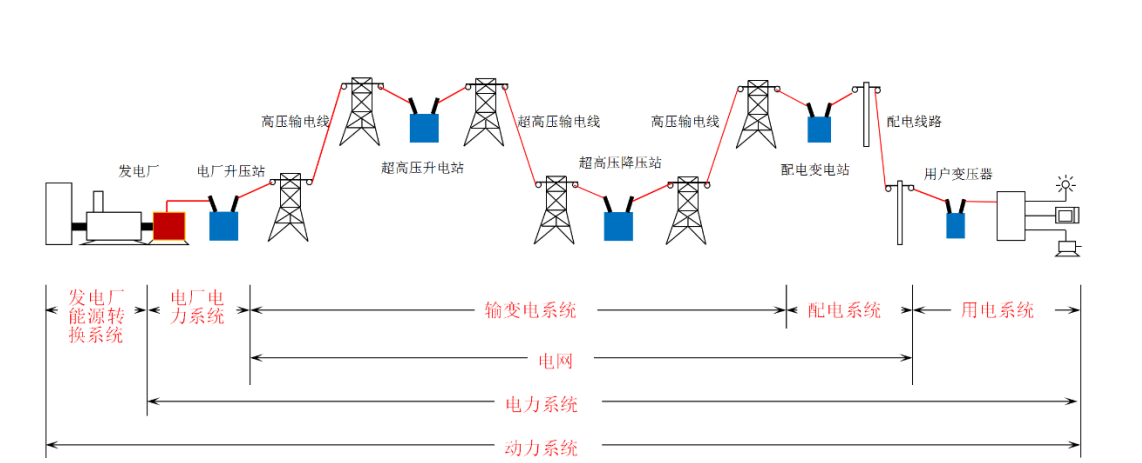
图 78. 2022 年南网计量产品招标 C 级三相智能电表份额	50
图 79. 2022 年南网计量产品招标通信模块份额	50
图 80. 2022 年南网计量产品招标电能表用外置断路器份额	50
图 81. 2022 年南网计量产品招标计量终端份额	51
图 82. 国内电力调度系统发展历程	52
图 83. D5000 调度控制自动化系统集成架构	52
图 84. 基于 D5000 的源网荷储系统多元协调调度功能建设方案	53
表 1: 国家电网物资采购来源	9
表 2: 国家电网采购项目来源方式	9
表 3: 国网物资采购项目采购方式	10
表 4: 十四五期间第二批风光大基地项目	15
表 5: 截止 2023 年 10 月已规划和开工的特高压项目	15
表 6: 南昌-长沙 1000 千伏特高压交流输变电工程设备招标	17
表 7: 宁夏-湖南±800kV 特高压直流工程设备招标情况	21
表 8: 特高压直流线路换流器中标份额	23
表 9: 特高压线路换流阀中标份额	24
表 10: 中国柔性直流工程项目	25
表 11: 柔性直流输电与传统直流输电的技术特性对比	26
表 12: 变电站分类及定义	28
表 13: 预期两网公司在配电网建设环节年度投资总规模有望维持在 3500 亿元以上	42
表 14: 传统电表与智能电表对比	45
表 15: 2022 年南方电网计量产品招标情况	49

1. 电网投资升级是解决新型电力系统面临问题的重要方式之一

1.1. 国内电网架构为五层分级结构

电力系统包括发-输-变-配-用五大环节。其中，电网是指由输变电系统与配电系统所构成的一体化电力网络。电力系统包括发电厂电力部分与电网，可以分为电力一次系统（由直接电气联接的发电、输电、变电设备及电力控制设备所构成的一体化系统）、电力二次系统（对一次系统进行测量、控制、保护和信息交流的系统）和综合自动化系统（数字化、智能化的电力二次综合系统）。范围最大的是动力系统，包括发电厂能源转换系统、电力系统和用电系统。

图1. 中国电力系统构成



资料来源：电气系统自动化应用，安信证券研究中心

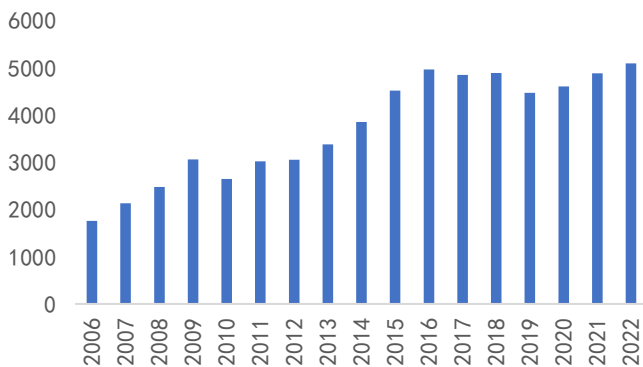
我国电网根据电压等级，其核心架构分为五层，包括1000kv/500kv/220kv/110kv/35或10kv，其中1000kv对应特高压输电线路，220kv及以上对应主网高压输电线路（500kv及以上为邻省或省内主网，220kv为省内），110kv为配网线路，35或10kv对应用户线路。

1.2. 电网投资具有防御属性，机会来自对电网投资总量和方向的预期

1.2.1. 电网设备行业的需求取决于电网投资

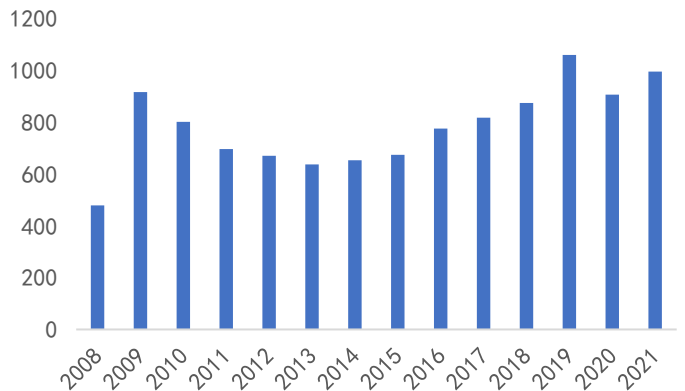
电网投资属于基础建设的内容，具有防御属性。我国电网投资由国家电网和南方电网完成，近年来国网每年接近5000亿，南网接近1000亿。电网投资属于新基建的组成部分，被视作经济上行压力背景下的发力点。因此电网投资增长相对稳定。

图2. 国家电网实际投资额（亿元）



资料来源：国家电网，安信证券研究中心

图3. 南方电网实际投资额（亿元）



资料来源：南方电网，安信证券研究中心

电网投资本质属于电网公司的资本开支，经核定后可通过输配电费得以回收。我国的电网投资建设由国家电网和南方电网承担，并经政府核定后由输配电价收回。根据 2019 年 5 月国家发改委、能源局发布的《输配电定价成本监审办法》，输配电定价成本包括折旧费和运行维护费，其中折旧费是对输配电业务相关的固定资产按照本办法规定的折旧方法和年限计提的费用。

1.2.2. 电网设备主要由两网采购，客户议价能力强

根据国务院国有资产监督管理委员会公开信息，国家电网所有采购活动应用一级部署的国网电子商务平台（ECP）全流程在线实施，国家电网集中采购率、公开招标率、上网采购率、电子招标率全部保持 100%。

国家电网 2021-2023 年度集中采购批次采购计划显示：采购方式上，公开招标占比最高，占比超三分之二；竞争性谈判采购、单一来源采购次之；邀请招标采购占比最低，从披露的数据来看近三年国网未采用询问和竞争性磋商的采购方式。

表1：国家电网物资采购来源

	2023 年		2022 年		2021 年	
	数量	占比	数量	占比	数量	占比
单一来源采购	10	9.35%	11	14.47%	0	0.00%
竞争性谈判采购	13	12.15%	12	15.79%	6	10.17%
邀请招标采购	1	0.93%	2	2.63%	0	0.00%
公开招标	83	77.57%	51	67.11%	53	89.83%

资料来源：国家电网电子商务平台，安信证券研究中心

特高压项目、电源项目采购方式均为公开招标；输变电设备中的线路装置性材料均采用公开招标，变电设备兼有单一来源采购；数字化项目四种采购方式均有涉及；总部项目中的物资多来自公开招标，服务则兼有竞争性谈判采购。

表2：国家电网采购项目来源方式

采购方式	名称	数量	占比
单一来源采购	数字化项目（服务）	3	30.00%
	输变电设备（变电设备）	6	60.00%
	管理咨询	1	10.00%
竞争性谈判采购	总部项目（服务）	5	38.46%
	管理咨询	1	7.69%
	数字化项目	2	15.38%
	其他（办公类、车辆、科技）	5	38.46%
邀请招标采购	数字化项目（专用安防设备）	1	100.00%
	特高压项目	34	40.96%
公开招标	输变电项目（变电设备、线路装置性材料）	12	14.46%
	电源项目	8	9.64%
	总部项目（物资）	12	14.46%
	数字化项目（服务、设备）	8	9.64%

资料来源：国家电网电子商务平台，安信证券研究中心

表3: 国网物资采购项目采购方式

名称	采购方式	数量	占比	类型
输变电设备	单一来源采购	6	33.33%	变电设备
	公开招标	12	66.67%	变电设备、线路装置性材料
特高压项目	公开招标	34	100.00%	/
电源项目	公开招标	8	100.00%	/
数字化项目	单一来源采购	3	21.43%	服务
	竞争性谈判采购	2	14.29%	专用安防设备、服务
	公开招标	8	57.14%	服务、设备
	邀请招标采购	1	7.14%	专用安防设备
总部项目	竞争性谈判采购	5	29.41%	服务
	公开招标	12	70.59%	服务、物资

资料来源: 国家电网电子商务平台, 安信证券研究中心

对于电网设备供应商而言, 客户只有国家电网和南方电网两大主体, 客户集中, 且议价能力强, 技术壁垒较低的环节盈利能力有限。在供应格局方面, 两网会对单一供应商的中标份额有所限制, 因此格局相对稳定。

1.3. 复盘国网投资: 增长动力来自电网投资重点的结构性变化

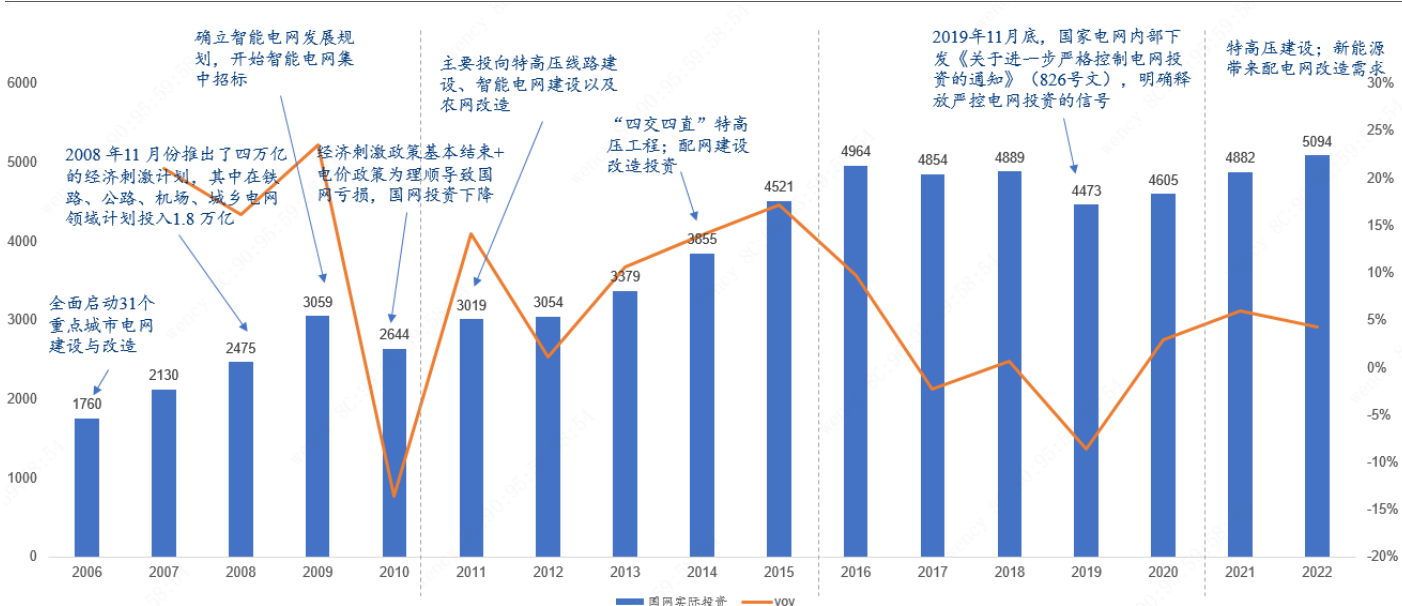
第一阶段: 2006-2008 年增长动力来自于“十一五”规划中提出的加强重点城市、地市、县域、农网建设投资; 2009 年, 金融危机后提出四万亿刺激计划, 并开始落实智能电网战略。2010 年, 国网投资放缓, 主要受到冰灾、震灾、金融危机影响, 国网售电量增速大幅下滑, 导致国网业绩亏损。

第二阶段: 2011-2013 年的新一轮特高压输电和智能电网建设带动新一轮增长; 2014 年的高速增长来源于城市和农村的配电网建设改造投资。

第三阶段: 2015-2018 年通过《配电网建设改造行动计划(2015—2020 年)》延续了配网改造这一趋势; 2019 年的投资放缓来源于国家电网利润下降, 国家电网内部下发《关于进一步严格控制电网投资的通知》(826 号文)。

第四阶段: 2020-2022 年的反弹增长主要来源于特高压“西电东送”输送可再生能源的需求, 以及现代配电网促进微电网和分布式能源发展的需求。

图4. 国家电网投资历程复盘



资料来源: 国家电网社会责任报告, 安信证券研究中心整理

1.4. 展望未来：新型电力系统转型升级，需要电网同步提升

新型电力系统面临保供、消纳、安全稳定运行、系统调控和安全、核心技术创新、体制机制建设等问题，电网投资升级是解决当下问题的重要方式。根据国家能源局发布的《新型电力系统发展蓝皮书》(后称“蓝皮书”)，我国建设新型电力系统面临保供、消纳、安全稳定运行、系统调控和安全、核心技术创新、体制机制建设等问题，对此提出的重点任务中，均涉及到电网建设的内容：**(1) 特高压及主网建设**：统筹不同电力供应方式，实现远距离输电与就地平衡兼容并蓄；发挥大电网资源配置作用，推动主干网架提质升级、柔性化发展，支撑高比例新能源高效开发利用。**(2) 配网**：推动分布式智能电网由示范建设到广泛应用，促进分布式新能源并网消纳。**(3) 调度**：建设适应新能源发展的新型调度运行体系。**(4) 系统建设**：推动新型储能与电力系统协同运行，全面提升电力系统平衡调节能力。**(5) 智能化、数字化建设**：推动电网智能升级；打造新型数字基础设施；构建能源电力数字经济平台。

图5. 新型电力系统面临的问题及重点任务



资料来源：国家能源局《新型电力系统发展蓝皮书》，安信证券研究中心整理
注：红色为电网建设相关内容

2. 特高压：新能源外送的必然选择，十四五存在缺口景气有望延续

2.1. 特高压基本情况：交流 1000kv 及以上、直流±800kv 及以上的输电工程

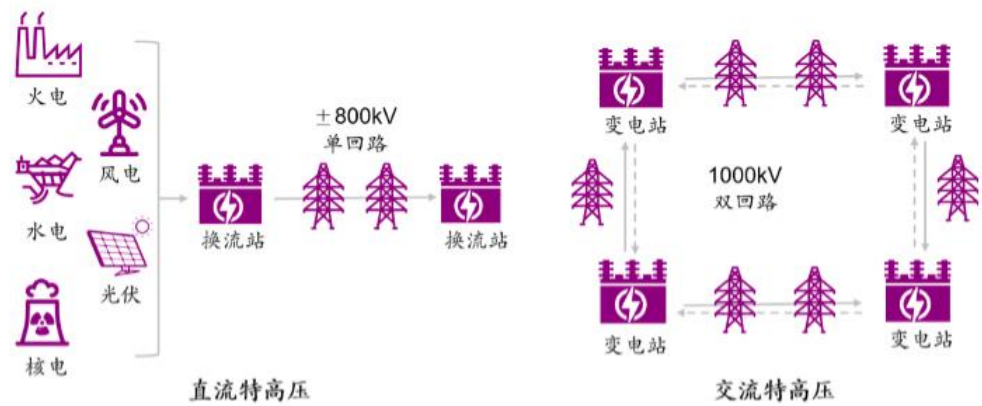
2.1.1. 特高压是什么？——高电压、长距离、大容量的输电方案

特高压输电是指电压等级在交流 1000kv 及以上和直流 ±800kv 及以上的输电工程。特高压输电具有输电距离远、容量大、损耗低和效率高等优势，能够显著提高电网的输送能力。

特高压交流输电中间可设置多个变电站构成电网，输电容量大、覆盖范围广、电力接入、传输、消纳灵活，线路中有串联，呈网络结构，可以兼具输电和组网功能，类似于“公路交通网”。

特高压直流输电只能点对点输送，中间无法落点，输送距离远，只具有输电功能，类似于“直达航班”。高压直流输电必须依附于坚强的交流电网。

图6. 特高压交流输电与特高压直流输电示意图

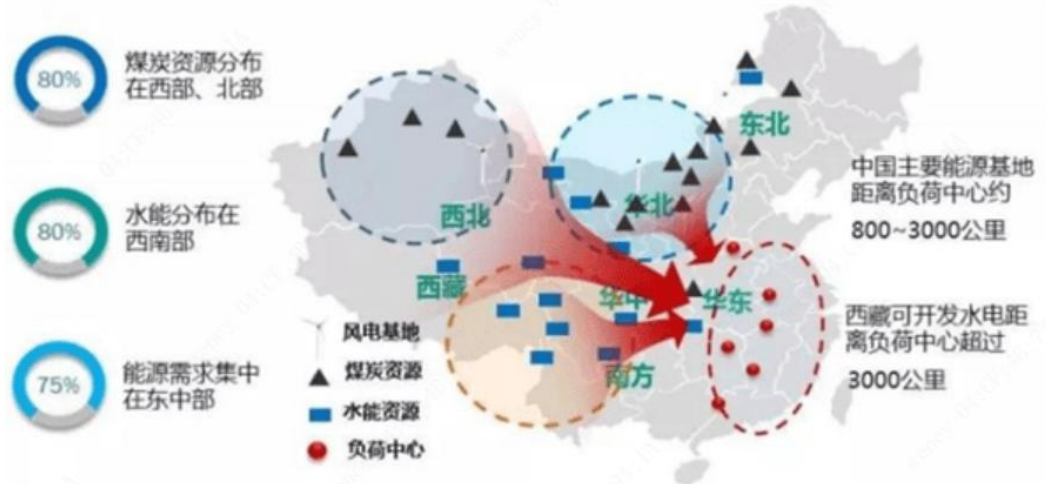


资料来源：见智研究，安信证券研究中心

2.1.2. 为什么需要发展特高压？——我国能源资源与负荷逆向分布，特高压解决长距离输电难题

特高压是解决我国长距离大容量电力输送难题的方案。我国幅员辽阔，但能源资源与需求呈现逆向分布，80%以上的能源资源分布在西部和北部地区，70%以上的能源消费集中在东中部地区，西北部的能源聚集区与东中部的电力需求区距离大多 1000-4000km。电力资源不易存储，需要实时消纳实现平衡，因此需要发展长距离输电。长距离输电面临最大的问题是输电线路损耗，解决办法是增大输电线路横截面积减小电阻，或提高输电电压等级减小输电电流。但增大输电线路横截面积会导致电线变沉，需要增加网架数量来支撑输电线路，从而带来高额电网投资。因此，通过提高输电电压，发展特高压输电技术，可以降低输电线路损耗，减少占地面积，提高经济性。

图7. 我国能源资源与负荷呈现逆向分布



资料来源：国家电网，高力国际，安信证券研究中心

2.1.3. 我国特高压发展历程——截止 2022 年共建成特高压线路 37 条

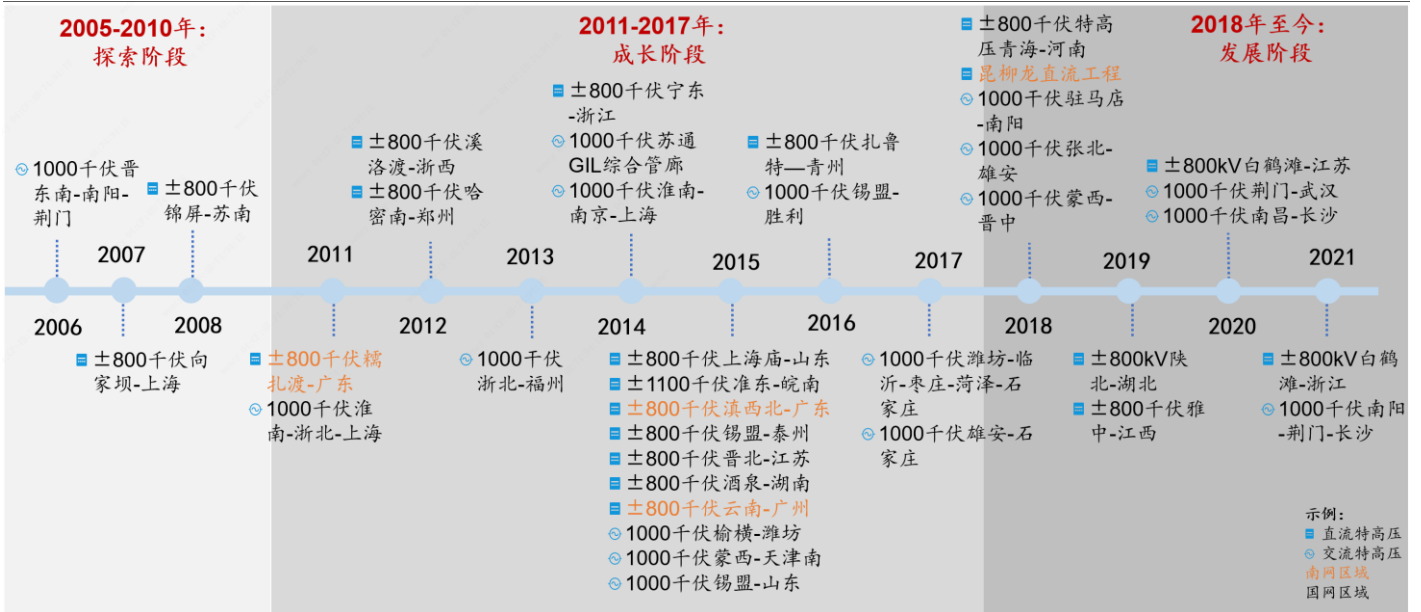
截止 2022 年底，我国共建成特高压线路 37 条，17 条交流 20 条直流，其中国网区域 33 条，17 条交流 16 条直流；南网区域 4 条，均为直流。我国特高压工程的发展从 2005 年开始，经历了将近 20 年的时间，主要分为三个阶段：

(1) **2005-2010 年：探索阶段。**2005 年启动特高压工程的可行性研究，我国首个特高压交流试验示范工程 1000kV 晋东南-南阳-荆门项目于 2006 年 8 月通过发改委核准，并于 12 月开工建设，2009 年投入商业运行。我国首批特高压直流示范工程±800 千伏向家坝-上海项目于 2010 年建成投运，开启了我国特高压建设的进程。

(2) **2011-2017 年：成长阶段。**随着特高压技术研发和工程实践的深入、装备制造能力的提升，特高压项目开始提速，2014 年 5 月，国家能源局印发《关于加快推进大气污染防治行动计划 12 条重点输电通道建设的通知》，特高压工程迎来第一波建设高潮，此次规划建设的输电通道包括 4 条特高压交流和 5 条特高压直流，目的是把内蒙古、山西、陕西、云南等西部地区的电力资源输送到京津冀、长三角和珠三角地区，意在解决西部能源外送问题，以及缓解东部电力短缺和日益严重的雾霾问题。

(3) **2018 年以后：发展阶段。**2018 年 9 月，国家能源局印发《关于加快推进一批输变电重点工程规划建设工作的通知》，特高压工程迎来第二波建设高潮，此轮规划的核心在于推动西南水电外送。期间，目前世界上电压等级最高、输送容量最大、输电距离最远、技术水平最先进的直流输电工程±1100 千伏准东-皖南项目、世界上电压等级最高、输送容量最大、技术水平最高的超长距离 GIL 工程 1000 千伏苏通 GIL 综合管廊、全球首个特高压柔性直流工程乌东德电站送电广东广西特高压多端柔性直流示范工程陆续投运。我国的特高压技术水平、建设模式、工程经验更加丰富。

图8. 我国历年核准的特高压项目回顾



资料来源：董飞飞等《我国特高压工程发展历程及发展建议》，北极星输配电网，各省政府官网，安信证券研究中心整理

2.2. 十四五期间特高压建设景气有望延续

2.2.1. 风光大基地推进中外送通道存在缺口

风光大基地是我国目前新能源发展的重要支撑，配套大基地建设需要进行外送通道建设。目前，第一批风光大基地2021年11月下发清单，共97.05GW，2022年9月全部开工，并计划于2022/2023年实现并网；第二批风光大基地于2021年12月开始申报，2022年1月公布项目清单，总规模455GW，其中十四五建成200GW，其中外送150GW、本地自用50GW，外送比例达到75%。预计“十五五”期间规划建设风光基地总装机约255GW，其中外送约165GW、本地自用约90GW，外送比例约65%；第三批风光大基地于2022年10月各省开始申报，2023年6月，各省项目清单陆续公布，目前已公布项目47.83GW。

图9. 我国风光大基地发展历程



资料来源：国家发改委，国家能源局，安信证券研究中心整理

一般而言一条直流线路最多可配送约 10-12GW 新能源装机。“十四五”风光大基地 150GW 新能源装机中，需要新增外送通道容量约 92GW(占比 46%)，对应 8-10 条直流线路，目前已规划 4 条，缺口 4-6 条。假设“十五五”风光大基地 165GW 装机中约有 50%（参考“十四五”比例）的容量需要新增外送通道，对应 82.5GW，即对应 7-9 条直流线路。

表4：十四五期间第二批风光大基地项目

基地名称	项目名称	配套能源方案(万千瓦)			消纳市场	输电通道
		新能源	支撑电源 煤电扩建	煤电改造		
采煤沉陷区	陕北采煤沉陷区新能源项目	600		400	华中	存量陕北至湖北外送通道
	宁夏采煤沉陷区新能源项目	600		396	华东	存量宁夏至浙江外送通道
	蒙西鄂尔多斯采煤沉陷区新能源项目	400		800	华北	存量上海庙至山东外送通道
	陕北采煤沉陷区新能源项目	300		624	华北	存量府谷、锦界电厂点对点外送通道
	陕北采煤沉陷区新能源项目	500		200	华东	新建陕北至安徽外送通道
	陕北采煤沉陷区新能源项目	500		200	华中	新建陕西至河南外送通道
	晋北采煤沉陷区新能源项目	800	200		华北	新建大同-怀来-天津北-天津南外送通道
	总计	3700	200	2620		
库布齐	鄂尔多斯新能源项目	400		660	华北	存量蒙西至天津南外送通道
	鄂尔多斯中北部新能源项目	1000	400		华北	新建蒙西至京津冀外送通道
	鄂尔多斯南部新能源项目	1000	400		中东部	新建蒙西外送通道
	鄂尔多斯中北部新能源项目	500			本地	新建省内通道
	鄂尔多斯中北部新能源项目	500			本地	新建省内通道
	鄂尔多斯南部新能源项目	500			本地	新建省内通道
	总计	3900	800	660		
乌兰布和	阿拉善新能源项目	1000	400		华北	新建蒙西外送通道
	阿拉善新能源项目	500			本地	新建省内通道
	阿拉善新能源项目	600		200	本地	新建省内通道
	总计	2100	400	200		
腾格里	腾格里沙漠基地东南部新能源项目	1100		332	华中	新建宁夏至湖南外送通道
	腾格里沙漠基地河西新能源项目	1100	400		中东部	新建贺兰山至中东部外送通道
	腾格里沙漠基地东南部新能源项目	1100	400		华东	新建河西至浙江外送通道
	腾格里沙漠基地东南部新能源项目	600	200		本地	新建省内通道
	腾格里沙漠基地河西新能源项目	600		200	本地	新建省内通道
总计	4500	1000	532			
巴丹吉林	酒泉西部新能源项目	1100	400		中东部	新建酒泉至中东部外送通道
	阿拉善新能源项目	600			本地	新建省内通道
	河西嘉酒新能源项目	600		200	本地	新建省内通道
	总计	2300	400	200		
其他地区	总计	3500				

资料来源：国家能源局，安信证券研究中心

2.2.2. 十四五期间，国网规划 24 交 14 直，南网规划 1 直

根据中国能源报报道，“十四五”期间，国网规划建设特高压工程“24 交 14 直”，涉及线路 3 万余公里，变电换流容量 3.4 亿千伏安，总投资 3800 亿元。根据我们统计，2021 年已建成 1 交 2 直，2022 年已建成 2 交 2 直，截止 2023 年 10 月，国网区域已规划、已开工的特高压项目有 7 交 8 直，南网区域规划特高压直流 1 条。

表5：截止 2023 年 10 月已规划和开工的特高压项目

路线	直流/交流	核准时间
±800 千伏金上-湖北	直流特高压	2023 年 1 月
±800 千伏陇东-山东	直流特高压	2023 年 2 月
±800 千伏宁夏-湖南	直流特高压	2023 年 5 月
±800 千伏哈密-重庆	直流特高压	2023 年 7 月
±800 千伏藏东南-粤港澳大湾区	直流特高压	
±800 千伏甘肃-浙江	直流特高压	
±800 千伏陕西-河南	直流特高压	
±800 千伏陕北-安徽	直流特高压	
±800 千伏蒙西-京津冀	直流特高压	
1000 千伏福州-厦门	交流特高压	2021 年 1 月
1000 千伏驻马店-武汉	交流特高压	2021 年 1 月
1000 千伏武汉-南昌	交流特高压	2022 年 6 月
1000 千伏张北-胜利	交流特高压	2022 年 9 月
1000 千伏川渝	交流特高压	2022 年 5 月
1000 千伏阿坝-成都东	交流特高压	
1000 千伏大同-天津	交流特高压	

资料来源：国家能源局，北极星输配电网，安信证券研究中心

2.3. 特高压交流主要设备与竞争格局

2.3.1. 主要设备：关注高价值量的变压器和组合电器等设备

特高压交流输电线路最关键的是特高压交流变电站。站内核心设备包括变压器、GIS 组合开关、电抗器、电容器、避雷器、绝缘子、套管、导地线、金具和杆塔等。

以南昌-长沙 1000 千伏特高压交流输变电工程中新建的长沙 1000kv 变电站为例，变电站包括：1000kv 配电装置区、主变及 110kv 配电装置区、500kv 配电装置区、继电器小室、辅助生产区、站前区、站用电室等。

图10. 长沙 1000kv 特高压变电站



资料来源：电网头条，湖南省人民政府门户网站，湖南日报，安信证券研究中心整理

以南昌-长沙 1000 千伏特高压交流输变电工程为例，设备投资 28.69 亿，其中 1000kv 组合电器价值量 10.61 亿（价值量占比 37.0%），1000kv 变压器 5.95 亿（价值量占比 20.7%），直流电抗器 3.48 亿（价值量占比 12.1%），1000kv 电抗器 2.49 亿（价值量占比 8.7%）。

表6：南昌-长沙 1000 千伏特高压交流输变电工程设备招标

设备名称	招标份额（亿元）	价值量占比
1000kV 组合电器	10.61	37.0%
1000kV 变压器	5.95	20.7%
直流电抗器	3.48	12.1%
1000kV 电抗器	2.49	8.7%
压型钢板	1.77	6.2%
滤波器组电容器	0.85	3.0%
电抗器	0.81	2.8%
组合电器	0.80	2.8%
二次设备	0.55	1.9%
电容器	0.48	1.7%
避雷器	0.34	1.2%
变电站构支架	0.24	0.8%
互感器	0.14	0.5%
交流变压器	0.05	0.2%
交流断路器	0.04	0.2%
通信设备	0.03	0.1%
支柱绝缘子	0.03	0.1%
交流变压器	0.02	0.1%
隔离开关	0.01	0.1%
开关柜	0.01	0.0%

资料来源：国家电网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

组合电器（GIS）是指将 SF₆ 断路器和其它高压电气元件（主变压器除外），按照所需要的电气主接线安装在充有一定压力的 SF₆ 气体金属壳体内所组成的一套变电站设备。组合电器内包含了变电站所需的除变压器外的其他一次设备，包括断路器、隔离开关、接地开关、互感器、避雷器、母线、连接管和过渡元件（SF₆ 电缆头、SF₆ 套管）等。GIS 在电路中的作用是开合、控制和保护电路，其优点是结构紧凑、占地面积小、可靠性高、配置灵活、安装方便、安全性强、环境适应能力强、维护工作量小。

图11. 组合电器设备示意图



资料来源：华天电力，安信证券研究中心

变压器是实现电压升降的关键设备。特高压线路使用的变压器电压等级高、容量大，特高压使用的变压器容量可达到 1000MVA、1500MVA 等级，电压高达 1000kV。

图12. 1500MVA 特高压变压器示意图



资料来源：电网棱镜，安信证券研究中心

电抗器是特高压线路上进行无功补偿的装置。特高压在提高电网输电能力和可靠性的同时，也面临着输电线路容性充电功率显著增加和区域电网间功率交换增加两个问题，因此需要安装电抗器进行无功补偿。我国相继成功研制了 200Mvar、240Mvar 和 320Mvar 特高压并联电抗器，为满足电压灵活调整的需要，还研制了 1000kV/200MVA 特高压分级式可控高抗。

图13. 西电西变自主研制的“蒙西-晋中”特高压交流工程晋中站首台 1000kV 电抗器



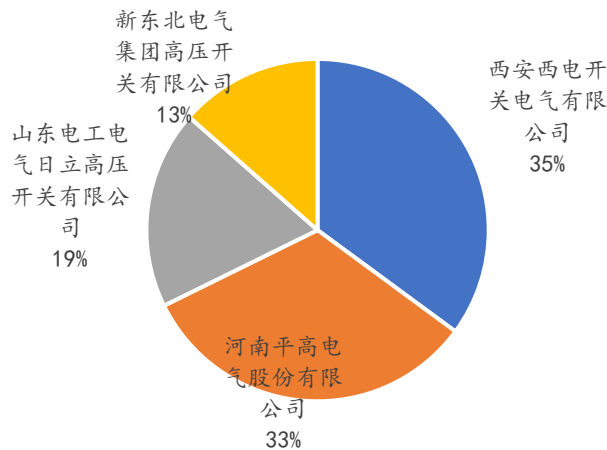
资料来源：中国西电，安信证券研究中心

2.3.2. 竞争格局：特高压设备技术难度大，竞争格局稳定

特高压交流输电线路中组合电器、变压器、电抗器价值量占比高、技术难度大、竞争格局优，主要参与者是领先的装备制造企业。参考 2022 年国家电网特高压设备招标的情况分析主要设备的竞争格局。

(1) 组合电器：2022 年，国家电网特高压 1000kV 组合电器累计采购金额达到 16.44 亿元，共 4 家中标人，西安西电开关电气有限公司（中国西电）中标 5.77 亿元；河南平高电气股份有限公司（平高电气）中标 5.36 亿元；山东电工电气日立高压开关有限公司中标 3.09 亿元；新东北电气集团高压开关有限公司中标 2.22 亿元。

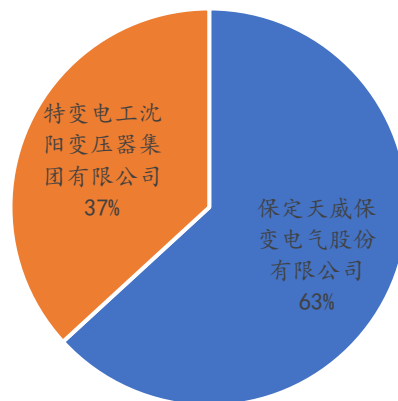
图14. 2022 年国家电网特高压招标 1000kV 组合电器份额



资料来源：国家电网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

(2) 变压器：2022 年，国家电网特高压 1000kV 变压器累计采购金额达到 6.88 亿元，仅 2 家中标人，保定天威保变电气股份有限公司（保变电气）中标 4.34 亿元，特变电工沈阳变压器集团有限公司（特变电工）中标 2.53 亿元。

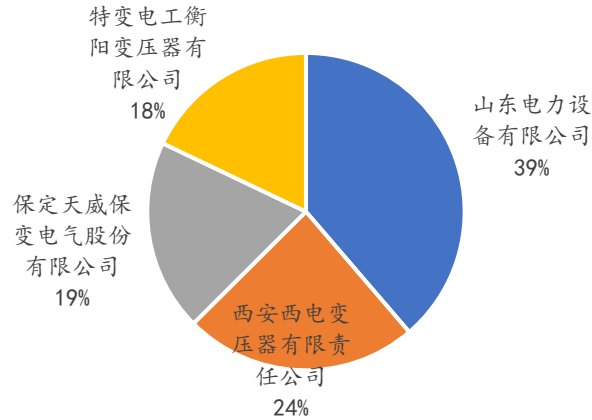
图15. 2022 年国家电网特高压招标 1000kV 变压器份额



资料来源：国家电网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

(3) 电抗器：2022 年，国家电网特高压 1000kV 电抗器累计采购金额达到 5.58 亿元，共 4 家中标人，山东电力设备有限公司中标 2.16 亿元；西安西电变压器有限责任公司（中国西电）中标 1.33 亿元；保定天威保变电气股份有限公司（保变电气）中标 1.09 亿元；特变电工沈阳变压器有限公司（特变电工）中标 9997 万元。

图16. 2022 年国家电网特高压招标 1000kV 电抗器份额



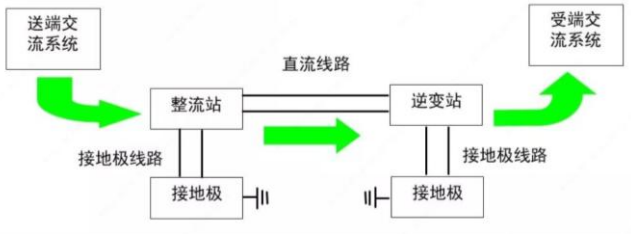
资料来源：国家电网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

2.4. 特高压直流主要设备与竞争格局

2.4.1. 主要设备：关注壁垒高的变压器、换流阀等设备

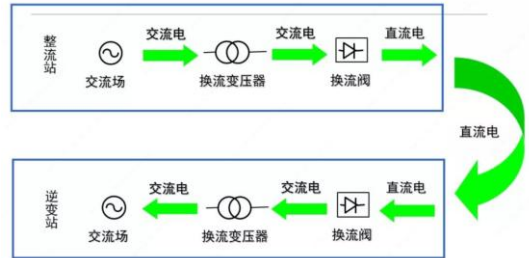
直流输电是指以直流电的方式实现电能传输，需要经过整流和逆变过程实现交直流转换，才能与交流系统连接。直流输电工程包括换流站、直流线路、接地极、通信与远动四大部分。特高压直流输电指的是输电电压在 $\pm 800\text{kV}$ 以上的直流输电。

图17. 特高压直流输电系统基本结构示意图



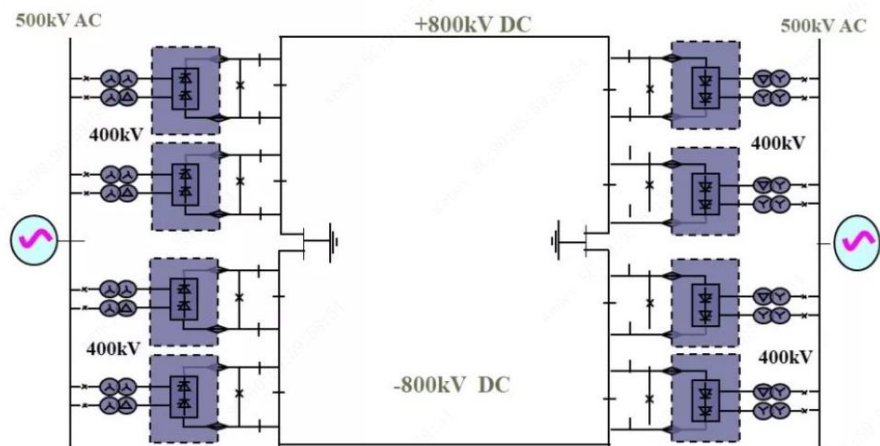
资料来源：高压开关技术，安信证券研究中心

图18. 特高压直流输电系统整流站和逆变站结构示意图



资料来源：高压开关技术，安信证券研究中心

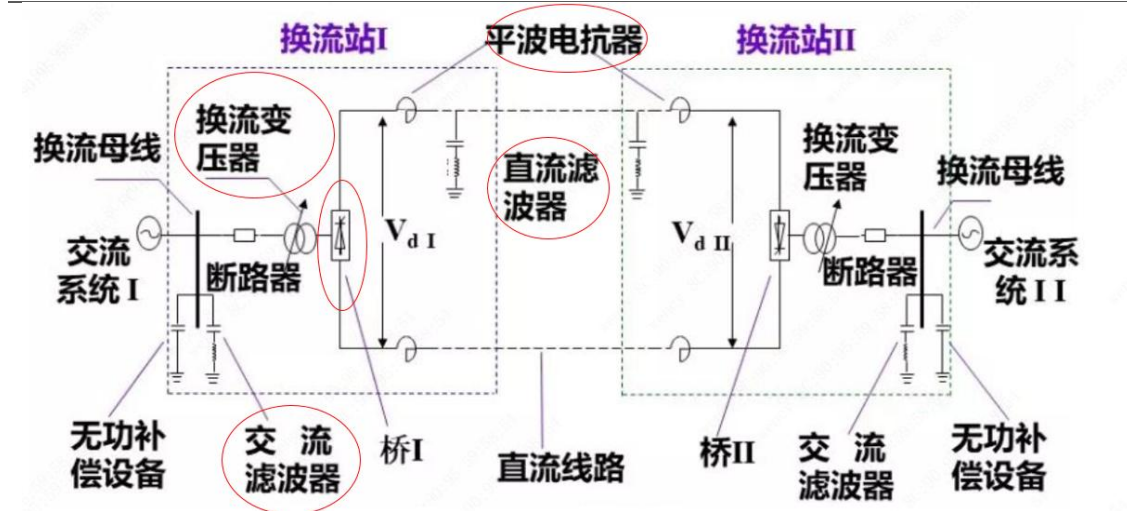
图19. $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流工程原理图



资料来源：高压开关技术，安信证券研究中心

特高压直流输电线路最关键的是特高压直流换流站，核心设备包括换流变压器、换流阀及其控制保护系统，平波电抗器、直流滤波器、直流开关设备、直流测量设备和直流避雷器。

图20. 特高压直流换流站主要设备



资料来源：高压开关技术，安信证券研究中心

以宁夏-湖南±800kV 特高压直流工程中标情况为例，设备招标共计 131.87 亿元，其中换流变压器 35.58 亿元（价值量占比 26.98%），铁塔 25.03 亿元（价值量占比 18.98%），导地线 14.19 亿元（价值量占比 10.76%），换流阀 12.16 亿元（价值量占比 9.22%），绝缘子 8.03 亿元（价值量占比 6.09%），组合电器 6.34 亿元（价值量占比 5.03%）。

表7：宁夏-湖南±800kV 特高压直流工程设备招标情况

设备名称	总金额（万元）	金额占比
换流变压器	355841.60	26.98%
铁塔	250321.89	18.98%
导地线	141882.88	10.76%
换流阀	121625.09	9.22%
绝缘子	80284.87	6.09%
组合电器	66369.00	5.03%
线路金具	60142.76	4.56%
电容器	46486.11	3.53%
特高压站内材料	38606.33	2.93%
电抗器	28241.93	2.14%
交直流断路器	22274.10	1.69%
直流控制保护系统	18519.00	1.40%
测量装置	15178.91	1.15%
直流穿墙套管	13596.13	1.03%
调相机	10986.99	0.83%
光缆	10837.90	0.82%
交流变压器	9260.62	0.70%
避雷器	8490.40	0.64%
隔离开关和接地开关	6927.70	0.53%
调相机二次设备	4634.70	0.35%
开关柜	3840.61	0.29%
电阻器	3106.52	0.24%

资料来源：国家电网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

换流变压器是特高压直流线路最重要的设备，主要作用是：（1）改变电压；（2）提供 30 度的换相角；（3）实现交直流电气隔离；（4）提高换相阻抗（漏抗）。

图21. 灵州-绍兴±800kV 特高压工程换流变压器



资料来源：高电压技术，安信证券研究中心

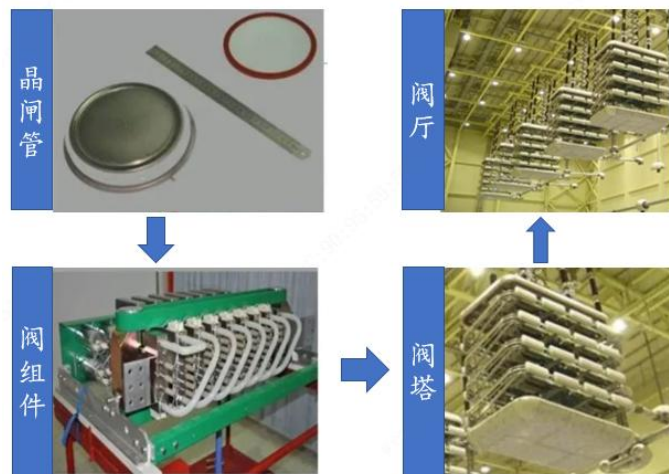
换流阀是交直流电能转换的核心单元，其主要作用为：将交流电力变换成直流电力（整流器）；将直流电力变换成交流电力（逆变器）。换流阀设计制造的难点在于解决交直流混合电压和强电流造成的电磁场畸变、局部放电、热点温升等问题。

图22. ±800kV/5000A 特高压换流阀



资料来源：高电压技术，安信证券研究中心

图23. 特高压换流阀组成部件



资料来源：高压开关技术，安信证券研究中心

平波电抗器的作用是有效的防止由直流线路或直流场设备所产生的陡波冲击进入阀厅，从而避免过电压对换流阀的损害；平滑直流电流中的纹波，能避免直流电流的断续；平波电抗器能够限制由快速电压变化所引起的电流变化率，降低换相失败率；与直流滤波器组成滤波网，滤掉部分谐波。

图24. 干式平波电抗器示意图



资料来源：高电压技术，安信证券研究中心

2.4.2. 竞争格局：参与者仅少数公司，集中度高

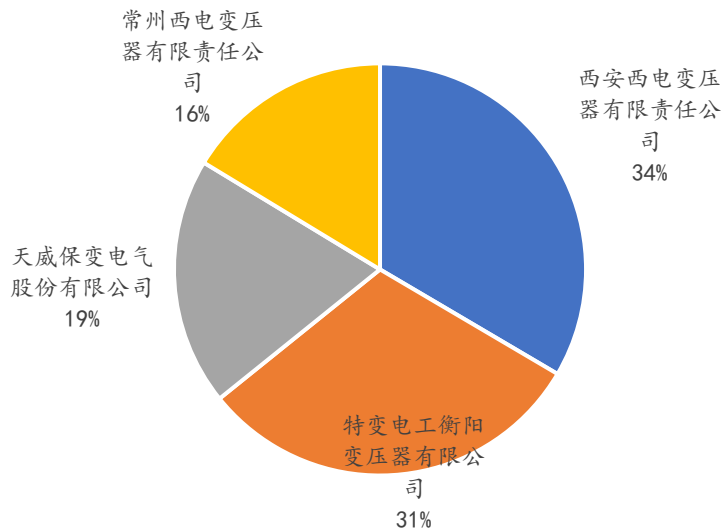
特高压直流线路中，换流变压器和换流阀是最关键的设备，也是壁垒高、格局好的环节。参考宁夏-湖南、金上-湖北、哈密-重庆三条特高压线路设备中标情况，分析其竞争格局。换流变压器的主要厂家有中国西电、特变电工、保变电气等公司，以宁夏-湖南±800kV 特高压直流工程中标情况为例，设备招标共计 131.87 亿元，其中换流变压器 35.58 亿元，中国西电合计份额 50%，特变电工份额 31%，保变电气份额 19%。

表8：特高压直流线路换流器中标份额

公司	宁夏-湖南	金上-湖北	哈密-重庆
西安西电变压器有限责任公司	119100.05		
特变电工衡阳变压器有限公司	109399.03		
天威保变电气股份有限公司	69250.24		119322.35
常州西电变压器有限责任公司	58092.28	112511.04	
特变电工沈阳变压器集团有限公司		109398.69	69187.64
广州西门子能源变压器有限公司		67692.80	
山东电力设备有限公司		57893.29	58004.03

资料来源：国家电网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

图25. 宁夏-湖南直流特高压输电线路换流变压器中标份额



资料来源：国家电网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

换流阀的厂家主要由中电普瑞、中国西电、常州博瑞、许继电气等，一般每个项目2-3个中标厂商。以宁夏-湖南±800kV特高压直流工程中标情况为例，设备招标共计131.87亿元，其中换流阀12.16亿元，中国西电和中电普瑞各50%。

表9：特高压线路换流阀中标份额

	宁夏-湖南	金上-湖北	哈密-重庆
中电普瑞电力工程有限公司	61295.00		61314.00
西安西电电力系统有限公司	60330.09	36640.32	
常州博瑞电力自动化设备有限公司		61290.00	
许继电气股份有限公司		34754.05	61118.60

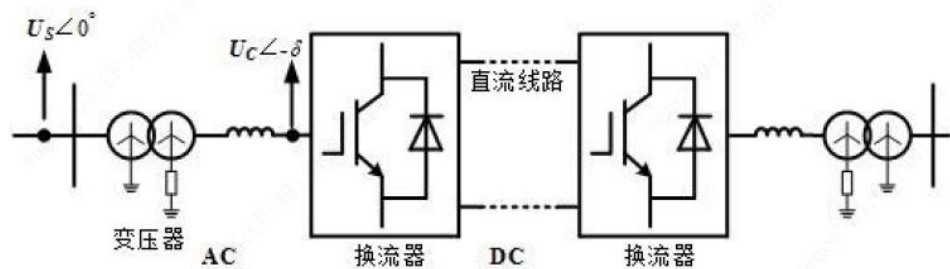
资料来源：国家电网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

2.5. 柔性直流输电技术未来可期

特高压柔性直流输电技术是一种利用电力电子器件来控制直流电压和电流的输电技术，可以实现远距离、大容量、高效率 and 灵活的电能传输。我国已经建成了多条特高压柔性直流输电工程，如长江三峡水电站至上海的特高压柔性直流输电工程，西藏阿里至新疆哈密的特高压柔性直流输电工程等，为我国的电力发展和能源转型做出了重要贡献。

特高压柔性直流输电可以根据负荷需求和电网状况，灵活地调节输电线路的功率和方向，提高电网的稳定性和安全性。可以有效地降低输电线路的损耗和投资成本，提高输电的经济性和环境效益。可以与交流电网和其他直流电网相互连接，实现多源多路的电能传输，提高电网的可靠性和灵活性。可以适应不同的地理条件和输电距离，实现山区、海底、沙漠等复杂地形的电能传输，提高电网的覆盖范围和服务水平。

图26. 柔性直流输电系统的典型结构示意图



资料来源：饶宏等：《柔性直流输电技术的工程应用和发展展望》，安信证券研究中心
注：\$U_S\$ 代表网侧电压，\$U_C\$ 代表阀侧电压，\$\delta\$ 为网侧电压和阀侧电压的相角差

基于柔性直流输电控制灵活、谐波含量低、扩展性强、可全穿越交流系统故障、可向交流系统提供动态无功支撑、可向无源网络供电等优点，柔性直流适用于以下场景：

- ✓ 风电送出：风电场的输出功率具有随机性和波动性，如果直接接入交流电网，会对电网的稳定运行造成影响。柔性直流输电技术可以实现风电场的平滑输出，减少对电网的冲击，同时可以提高风电的消纳能力，降低弃风现象。例如，上海南汇风电场柔性直流输电工程，是亚洲首个具有自主知识产权的柔性直流工程，可以将南汇风电场的风电送至上海市区，实现风电的优先消纳。
- ✓ 电网互联：电网互联可以实现电能的优化配置，提高电网的安全性和经济性。柔性直流输电技术可以实现不同频率、不同电压等级的电网的互联，同时可以有效地控制互联线路的功率流，避免电网的串扰和干扰。例如，福建厦门±320千伏柔性直流输电科技示范

- 工程，是世界首个采用 ± 320 千伏电压等级的柔性直流工程，可以实现厦门电网与福建省电网的互联，提高厦门电网的供电可靠性和电能质量。
- ✓ 无源网络供电：无源网络是指没有发电机或其他电源的电网，如城市轨道交通、电气化铁路等。柔性直流输电技术可以实现无源网络的供电，同时可以实现无源网络的能量回收，提高能源利用效率。例如，浙江舟山 ± 200 千伏五端柔性直流科技示范工程，是世界首个五端柔性直流工程，可以实现舟山群岛的电能互通，同时可以为舟山港轨道交通提供供电和能量回收。
 - ✓ 远距离大容量输电：远距离大容量输电是指将远离负荷中心的电能，如水电、核电、火电等，输送到负荷中心，实现电能的优化分配。柔性直流输电技术可以实现远距离大容量输电的高效率和低损耗，同时可以实现输电线路的动态控制，提高输电的灵活性和可靠性。例如，张北柔性直流电网试验示范工程，是世界首个柔性直流电网工程，可以实现张北风电场的电能送至北京，为北京冬奥会提供绿色电能，同时可以实现柔性直流电网的稳定控制和故障快速清除。

表10：中国柔性直流工程项目

序号	工程名称	投运年份	容量/MW	直流电压/kV	接线形式	器件类型	电缆/架空线	距离/km	应用场景
1	上海南汇	2011	20	± 30	对称单级	3300V IGBT	直流电缆	8	新能源并网
2	南澳多篇	2013	200, 100, 50	± 160	对称单极	3300V IGBT 4500V IEGT	架空线+ 直流电缆	20.6+ 20.2	新能源并网
3	舟山五端	2014	400, 300, 100x3	± 200	对称单极	3300V IGBT	直流电缆	140.4	新能源并网
4	厦门工程	2015	1000	± 320	对称双极金属网线	3300V IGBT	直流电缆	10.7	城市高密度负荷中心供电
5	鲁西晋靠青	2016	1000	± 350	对称单极	3300V IGBT 4500V IEGT			电网柔性互联
6	渝鄂背靠青	2019	1250x4	± 420	对称单极	3300V IGBT 4500V IEGT			电网柔性互联
7	张北直流电网工程	2020	3000	± 500	对称双极金属网线	4500V IGBT 5200V IGBT	架空线	648.2	新能源并网、 无源网络供电
8	昆柳龙直流工程	2020	5000	± 800	对称双极大地网线	4500V IGBT 4500V IEGT	架空线	1452	远距离架空线 输电
9	如东海上风电工程	2021	1100	± 400	对称单极	4500V IGBT 4500V IEGT	海底电缆	103	新能源并网
10	广东背靠青工程	2022	1500x4	± 300	对称单极	4500V IGBT 4500V IEGT			电网柔性互联
11	白鹤滩工程	2022	8000	± 800	对称双极大地网线、 高端换流器采用LCC、 低端换流器采用VSC	4500V IGBT 4500V IEGT	架空线	2088	远距离架空线 输电
12	青州海上风电送出工程	2024(预计)	2000	± 525	对称单级	4500V IGBT	海底电缆	86	新能源并网

资料来源：饶宏等：《柔性直流输电技术的工程应用和发展展望》，安信证券研究中心

换流阀、换流变压器和直流断路器依然是柔性直流线路最主要的设备。以昆柳龙直流工程中标情况为例：

- ✓ 换流阀：换流阀是柔性直流输电的核心设备，主要由绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、电容器、电阻器、电感器等组成，用于实现交流电和直流电的转换和控制。昆柳龙直流工程的换流阀由株洲中车时代半导体有限公司提供，该公司是国内首家具备大功率 IGBT 器件研发、生产和应用能力的企业。
- ✓ 换流变压器：换流变压器是柔性直流输电的重要设备，主要用于将换流站的交流电压升高或降低到适合换流阀工作的电压，并提供换流阀所需的无功功率。昆柳龙直流工程的换流变压器由特变电工股份有限公司提供，公司具有特高压柔性直流变压器的设计、制造和试验能力。

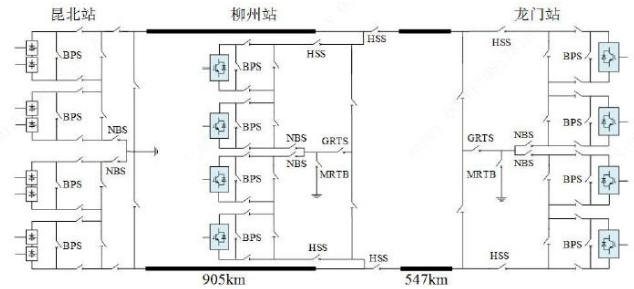
- ✓ 直流断路器：直流断路器是柔性直流输电的关键设备，主要用于在直流线路发生故障时及时切断故障电流，保护直流系统的安全运行。昆柳龙直流工程的直流断路器由西门子（中国）有限公司提供。
- ✓ 直流线路：直流线路是柔性直流输电的主要组成部分，主要用于连接换流站和负荷中心，传输直流电能。昆柳龙直流工程的直流线路由中铁十一局集团有限公司、中铁十四局集团有限公司、中铁十八局集团有限公司、中铁二十二局集团有限公司等承建。

图27. 乌东德电站送电广东广西特高压多端柔性直流示范工程云南送端昆北换流站



资料来源：新华社，安信证券研究中心

图28. 昆柳龙直流工程电气主接线简图



资料来源：饶宏等：《柔性直流输电技术的工程应用和发展展望》，安信证券研究中心

特高压柔性直流输电工程与特高压直流输电工程相比，在设备性能需求方面存在一定差异：

(1) 柔性直流输电工程采用电压源型换流器（VSC），需要使用全控型电力电子器件，如绝缘栅双极型晶体管（IGBT）等。而直流输电工程采用线性整流型换流器（LCC），使用可控硅等器件，已经实现国产化，成本较低。

(2) 柔性直流输电工程需要使用特殊的换流变压器，以适应 VSC 的工作要求。直流输电工程使用的换流变压器相对较为成熟和标准化，成本较低。

(3) 柔性直流输电工程需要使用直流断路器，以实现直流线路的故障切除和系统保护。直流输电工程一般不使用直流断路器，而是采用交流断路器和直流隔离开关等设备，成本较低。

(4) 柔性直流输电工程和直流输电工程的直流线路成本相差不大，主要取决于线路的长度、电压等级、导线型号、塔型结构等因素。一般来说，柔性直流输电工程的直流线路成本略高于直流输电工程的直流线路成本，主要是因为柔性直流输电工程的电压等级较高，导线截面较大，塔型结构较复杂。

对电网的需求也有不同，传统直流输电的送受两端都要有稳定、足够强度的交流系统；柔性直流输电不但不依赖电网，而且能够主动构网，对电网提供强支撑。

经济性方面，传统直流输电的变压器损耗略高于换流阀；柔性直流换流阀成本可以占据总设备成本的一半以上，而传统直流输电的变压器成本占比较高。

表11: 柔性直流输电与传统直流输电的技术特性对比

直流输电类型	换流元件	送端电网	受端电网	换相失败	输电电压	输送容量	损耗	成本
柔性直流输电	全控器件（如 IGBT），容量小，可控关断	可以为新能源提供并网所需的电压和频率支撑	可以是无源电网	没有换相失败，全穿越交流故障，无功支撑强	目前最高±800kV	目前最高5000MW	高	高
传统直流输电	半控器件（晶闸管），容量大，依靠电网电压换相关断	必须有同步机电源支撑	必须是有源电网	交流故障时存在换相失败现象	目前最高±1100kV	目前最高12000MW	低	低

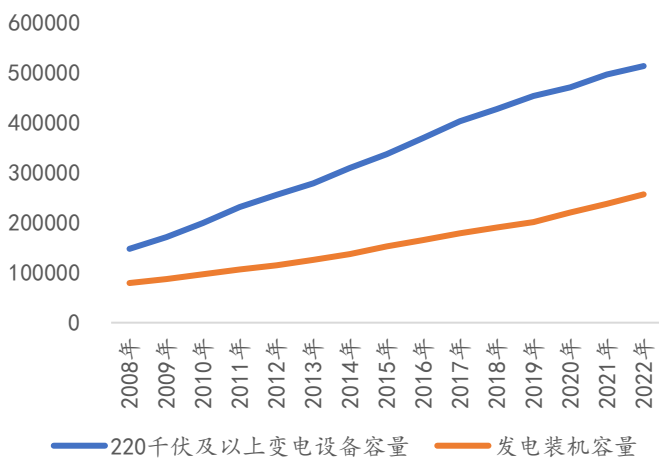
资料来源：饶宏等：《柔性直流输电技术的工程应用和发展展望》，安信证券研究中心

3. 主网：主网建设与电源建设相配套

3.1. 变压器容量与发电容量存在正相关性

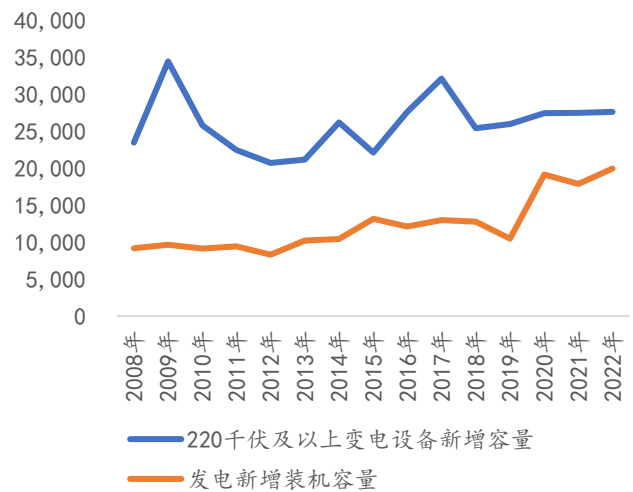
电网建设的本质是输配电线路要满足发电量的运输需求，并有一定冗余。从累计装机来看，220kv 及以上电网结构已经相对完善，220kv 及以上变电设备容量与发电装机容量比例相对固定，呈现明显的正相关性。从年度新增装机数据来看，变电设备新增容量增长略滞后于发电装机容量增长。例如 2009 年变电设备新增容量高增，主要来自于 2008 年以前火电装机容量增加。我们认为 2019 年以后新能源装机容量的增加会带来变电设备容量的快速增长。

图29. 变电设备容量（万千伏安）vs 发电装机容量（万千瓦）



资料来源：中电联，安信证券研究中心

图30. 变电设备新增容量（万千伏安）vs 发电装机新增容量（万千瓦）



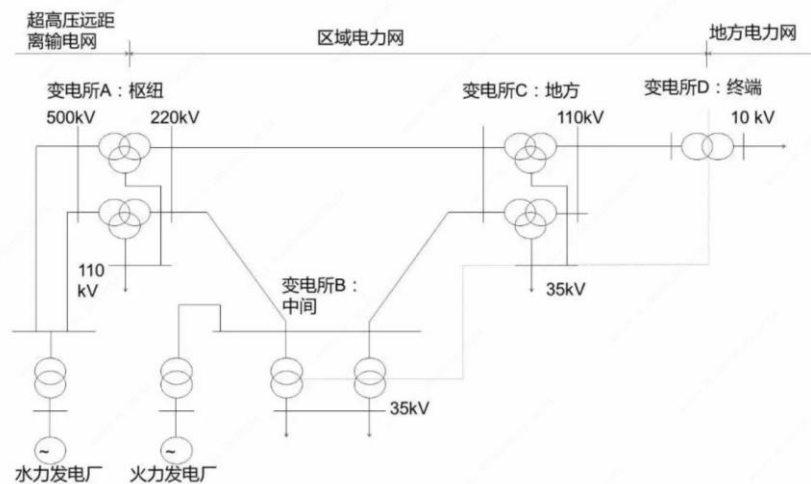
资料来源：中电联，安信证券研究中心

3.2. 输电网的主要设备和竞争格局

3.2.1. 主要设备：核心是变压器等一次设备及继电保护等二次设备

输电网由变电站和输电线路组成。发电厂发出的电力经由变电站提升电压等级后，再经过输电线路到达用电终端，再经过变压器降压，到达用户。变电站内有变压器等设备，实现电力升降；输电线路主要是铁塔和电力电缆。

图31. 电力网关系图



资料来源：电力合伙人，安信证券研究中心

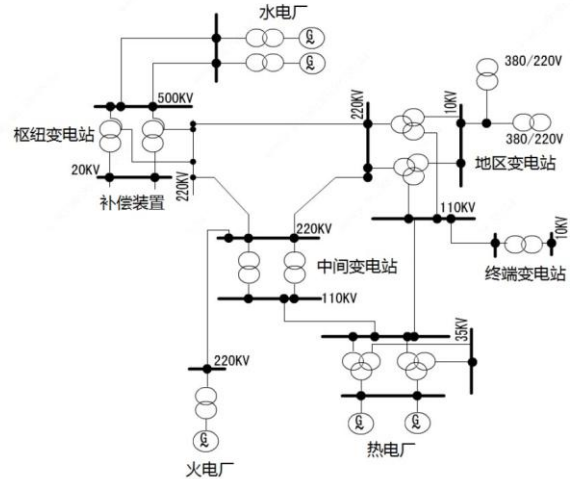
变电站主要将电能升压或是降压，方便输送和使用电能。并且将多路电源汇集再分配至广大用户，增强供电可靠性。从电厂输出的电，经过变电站升压可以到 500kV、330kV、220kV，到了一定距离后再经过变电站的降压，从 500kv 降到 330kv 到 220kv 到 110kv 到 35kv 到 10kv。再经过社区变压器变为工业 380V 或家用 220V。按照变电站的电压等级可以分为枢纽变电站、中间变电站、地区变电站和终端变电站。

图32. 变电站现场图



资料来源：电力合伙人，安信证券研究中心

图33. 变电站分类及连接关系示意图



资料来源：电力知识图谱，安信证券研究中心

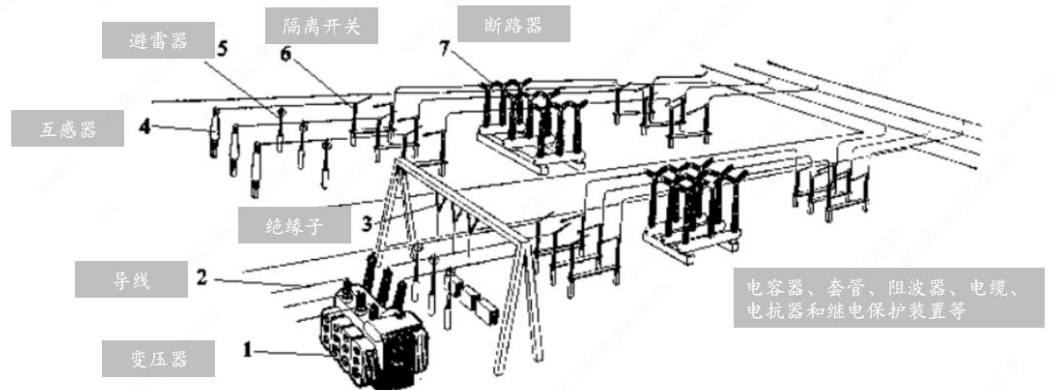
表12: 变电站分类及定义

分类	电压等级	定义
枢纽变电站	330kV~500kV	是电力系统的枢纽站
中间变电站	330~220KV	位于系统主干环行线路或系统主要干线的接口处，汇集 2~3 个电源和若干线路，高压侧以穿越功率为主，同时降压向地区用户供电
地区变电站	220KV	位于一个地区或城市
终端变电站	10~110KV	位于配电线路的终端，接近负荷处，经降压后向用户供电

资料来源：电力知识图谱，安信证券研究中心

变电站内有很多个设备，其中，变压器主要用来改变或者调整电压，开关设备用来切断或接通电路，以及其他保护设备。根据电力设备的作用，分为一次设备和二次设备，变电一次设备是指直接生产、输送、分配和使用电能的设备；变电站的二次设备是指对一次设备和系统的运行工况进行测量、监视、控制和保护的装置。

图34. 变电站内主要设备



资料来源：电力知识图谱，安信证券研究中心

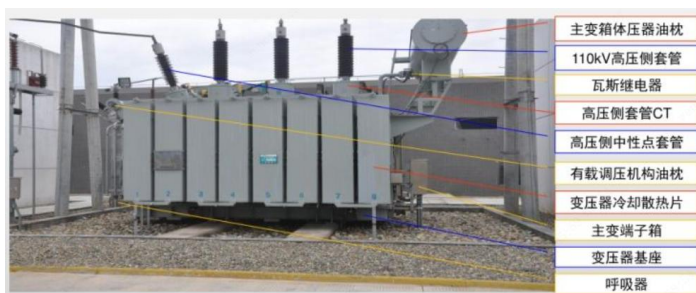
主变压器，是一个变电站中主要用于输变电的总降压变压器，也是变电站的核心部分。主变压器的容量一般比较大，并且要求工作的可靠性高。

图35. 变压器外观



资料来源：电力知识图谱，安信证券研究中心

图36. 变压器结构图



资料来源：电力知识图谱，安信证券研究中心

站内开关设备包括断路器、隔离开关、负荷开关、高压熔断器等。

- ✓ 断路器是指能够关合、承载和开断正常回路条件下的电流并能在规定的时间内关合、承载和开断异常回路条件下的电流的开关装置。断路器一般由触头系统、灭弧系统、操作机构、脱扣器、外壳等构成。
- ✓ 隔离开关是一种主要用于“隔离电源、倒闸操作、用以连通和切断小电流电路”，无灭弧功能的开关器件。
- ✓ 负荷开关是介于断路器和隔离开关之间的一种开关电器，具有简单的灭弧装置，能切断额定负荷电流和一定的过载电流，但不能切断短路电流。
- ✓ 高压熔断器当过负荷或短路电流流过该熔体时，利用熔体本身产生的热量使其自行熔断，从而使电路断开，达到保护电网和电气设备的目的。

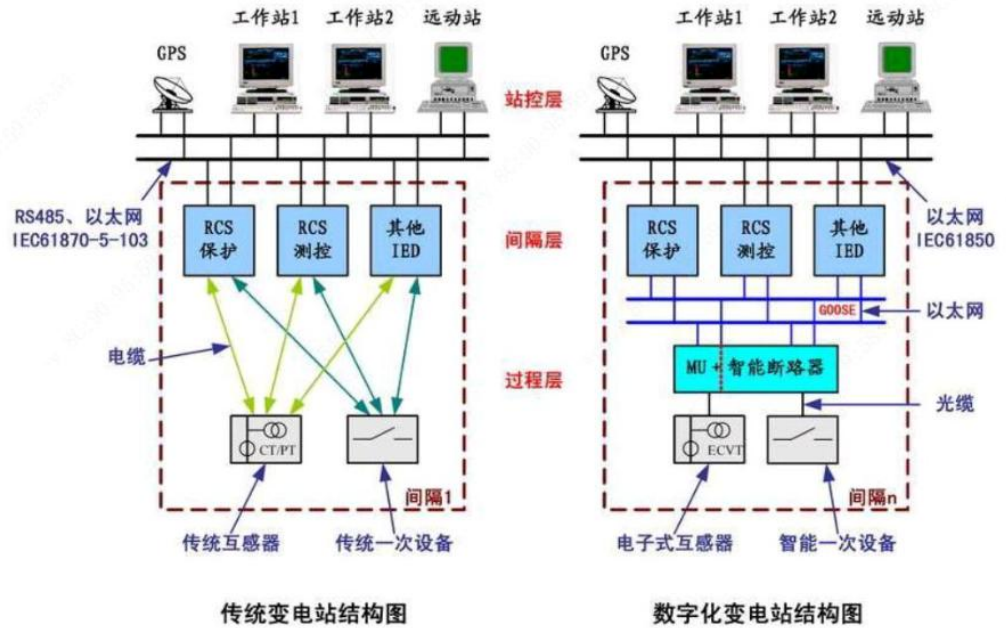
图37. 变电站内各种开关设备



资料来源：电力知识图谱，安信证券研究中心

站内二次设备主要包括继电保护装置、综合自动化系统、自动装置、测控装置、计量装置以及为二次设备提供电源的直流设备。二次设备主要是为了对站内设备和系统进行测量、监视、控制、保护，保障系统安全稳定运行。

图38. 传统变电站和数字化变电站的结构图



资料来源：电力知识图谱，安信证券研究中心

3.2.2. 竞争格局：主网设备参与者较特高压设备更多

以国家电网 2022 年输变电设备招标的情况来分析国内主要输电网设备的竞争格局。

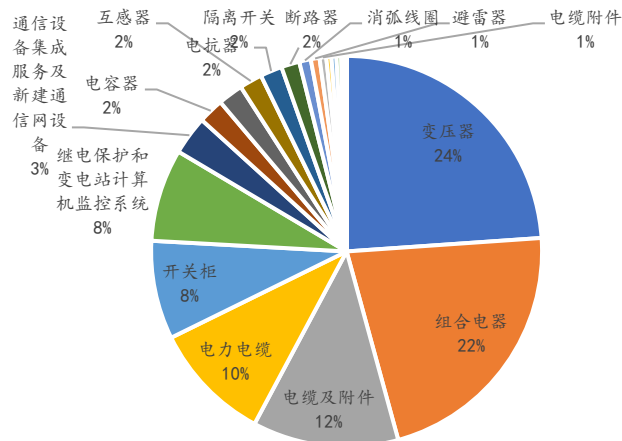
参考 2022 年国网中标数据，2022 年总计中标金额达到 503.26 亿元，其中变压器 120.28 亿元，组合电器 109.92 亿元，继电保护和变电站计算机监控系统 38.51 亿元。

变压器标段共有 47 家企业实现中标，标段总金额达到 120.28 亿元，其中中标金额过亿的企业达到 27 家，山东电力设备有限公司以 11.39 亿元位列第一。

组合电气标段共有 29 家企业实现中标，标段总金额达到 109.92 亿元，其中中标金额过亿的企业达到 17 家，河南平高电气股份有限公司以 15.19 亿元位列第一。

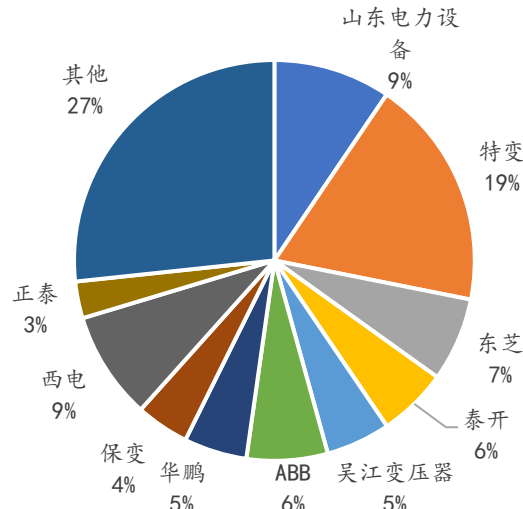
继电保护和变电站计算机监控系统标段共有 16 家企业实现中标，标段总金额达到 38.51 亿元，其中中标金额过亿的企业达到 7 家，南京南瑞继保工程技术有限公司以 8.69 亿元位列第一。

图39. 2022 年国网输变电招标情况（亿元）



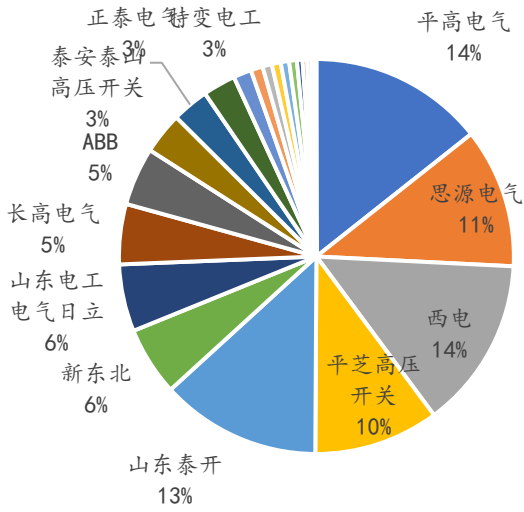
资料来源：国网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

图40. 2022 年变压器企业中中标格局（亿元）



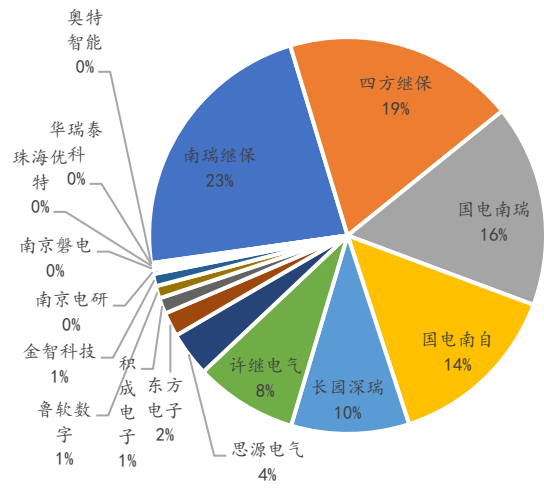
资料来源：国网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

图41. 2022年继电保护企业中标格局（亿元）



资料来源：国网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

图42. 2022年继电保护企业中标格局（亿元）



资料来源：国网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

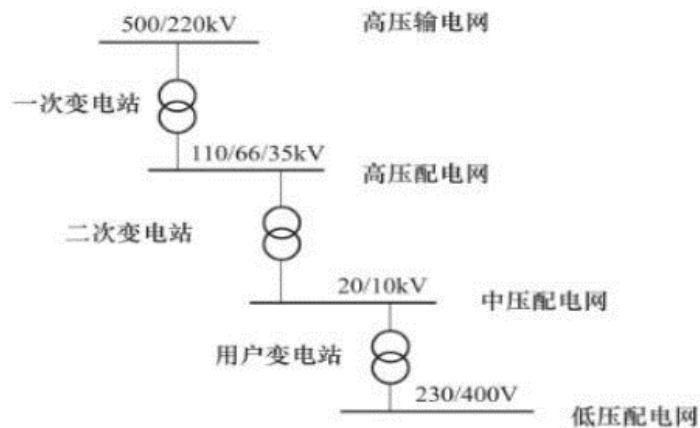
4. 配网：配电网智能化建设推进，增量市场需求释放

4.1. 配电网结构复杂，新型电力系统建设对配电网建设提出新要求

4.1.1. 终端用电场景多元，配电系统结构复杂

配电网指变电站出口到终端用户用电之间，电压范围在 110kV 以下的电能分配网络。配电网是指从输电网或地区发电厂接受电能，通过配电设施就地分配或者按照电压逐级分配给各类用户的电力网，在整体输配电网中发挥分配电能的作用。从电网环节角度看，配电网一般指变电站出口到用户终端用电环节；从电压等级的角度看，配电网一般指 110kV 以下电压的配电过程。

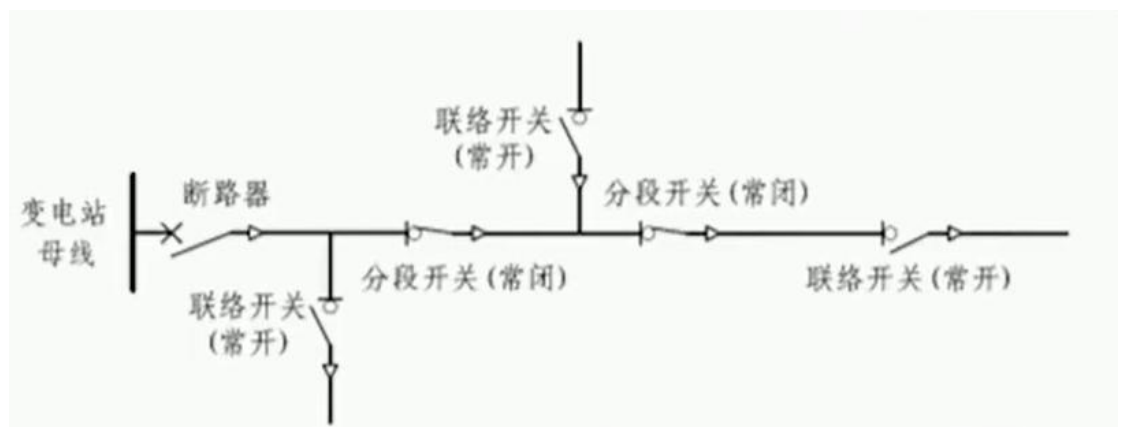
图43. 配电环节电压在 110kV 以下



资料来源：中国电力企业联合会，安信证券研究中心

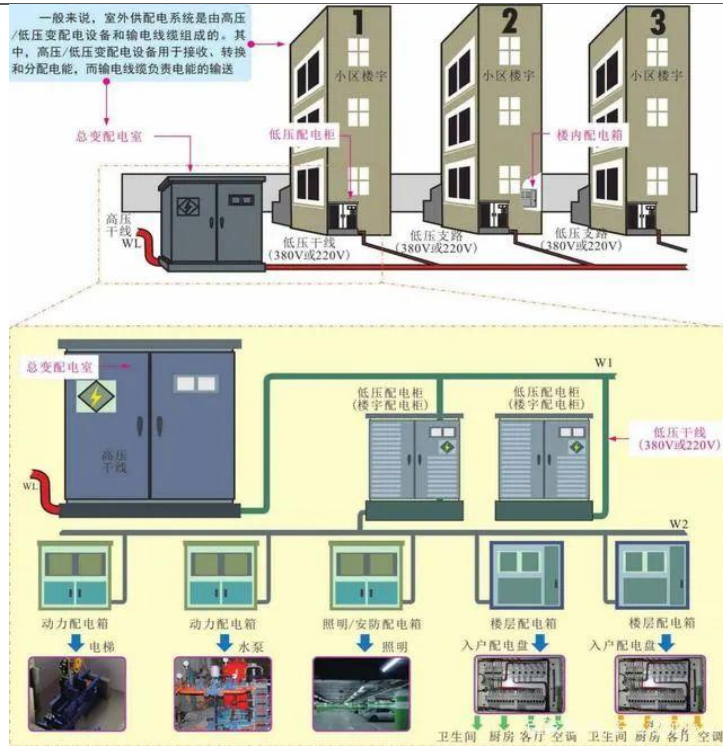
为适应终端的复杂用电需求，国内配电网结构复杂。在物理构造方面，配电网主要由架空线路、电缆、杆塔、配电变压器、隔离开关、无功补偿器等设备构成，具体实现向居民、工商业等复杂用电场景的配送电任务。由于居民生产生活活动多样，衍生出多元的用电需求，导致国内配电网具有电压等级多、网络结构复杂、设备类型多样、作业点多面广等特点，安全风险因素较多，为其自身的建设升级带来较大的挑战。

图44. 配电网由架空线路、变压器、分段开关、联络开关等复杂硬件设备构成——多分段适度联络的架空配电线路为例



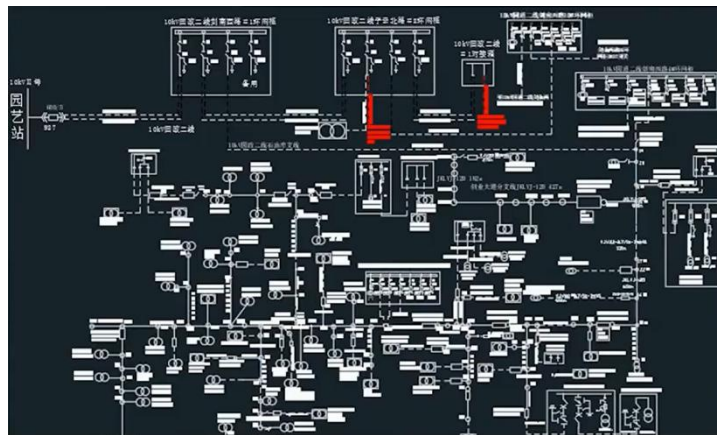
资料来源：国网能研院，安信证券研究中心

图45. 国内配电网低压台区直接向居民等复杂用电场景配电



资料来源：国网能研院，安信证券研究中心

图46. 因终端用电场景多元，配电网结构复杂



资料来源：国网能研院，安信证券研究中心

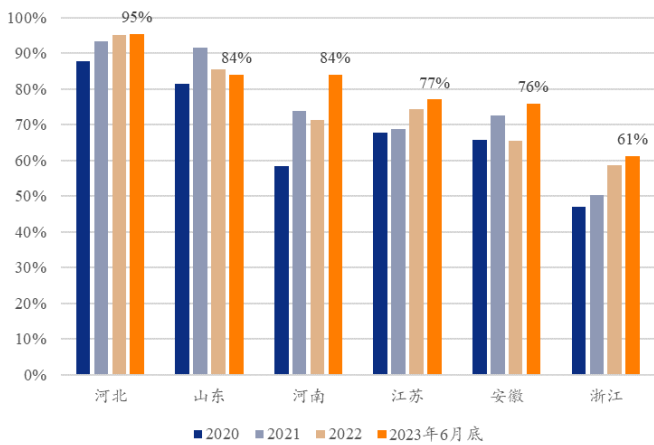
4.1.2. 新型电力系统建设为配电网升级带来新的挑战与发展方向

新型电力系统建设推进需要配电网升级支持。2021年10月，国务院正式印发《2030年前碳达峰行动方案》，提出能源绿色低碳转型行动、节能降碳增效行动、工业领域碳达峰行动等碳达峰“十大行动”，同时将建设新型电力系统作为重点任务。新型电力系统的突出特征，在“源”端主要表现为新能源出力占比不断提升，在“荷”端主要表现为可中断负荷、新型储能、虚拟电厂、充电桩等灵活电力资源接入电力系统，且此类新型多能互补的能源利用形式多以较分散的形态，通过中低压配电网接入。因此，《2030年前碳达峰行动方案》中提到的“2030年省级电网基本具备5%以上的尖峰负荷响应能力”建设目标完成，离不开配电网升级建设的支持。

新能源并网不稳定出力、配电网由无源网络向有源网络演进，为配电网升级建设提出新挑战。以分布式光伏为例，2017年起光伏补贴退坡，但户用光伏补贴持续受到政策倾斜支持，报装

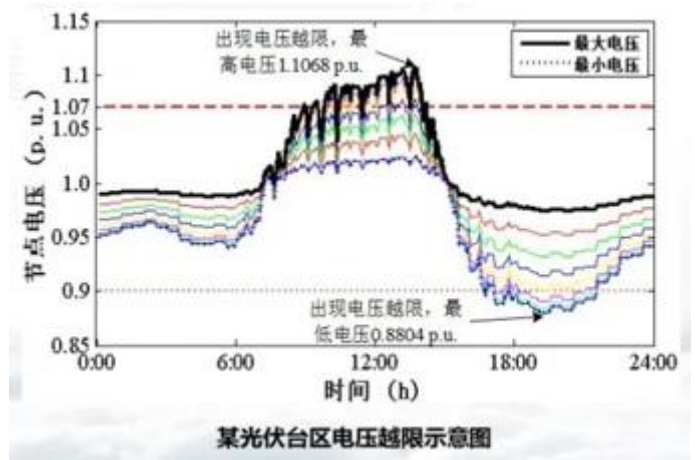
实行备案制，降低了分布式光伏装机规模的增速，低压侧的分布式光伏装机容量占比持续提升。根据国家电网公布的数据，以河北、山东、河南等六个代表性省份为例，低压分布式光伏装机占比均有显著提升。截至 2023 年 6 月底，国家电网经营区域内的低压装机容量约 12857.5 万千瓦，占比达到 69.3%；并网用户约 440.1 万户，占比达到 99.3%。此外，由于分布式光伏的出力情况、建设模式和地点均存在不确定性，电力供需在时空维度上不匹配的可能性提高，使得传统电力平衡、负荷预测、容量选取的边界均发生较大变化。叠加新型储能、新能源汽车充电桩等资源的建设推进，配电网由无源网络向有源网络演进，系统运行方式更加复杂。新能源并网不稳定出力、配电网由无源网络向有源网络演进等背景下，传统以满足用电需求为导向的规划原则不能适应新时期配电网建设需要。

图47. 2020-2023年6月底，国家电网下辖代表性省份低压分布式光伏装机占比持续提升



资料来源：国网能研院，安信证券研究中心

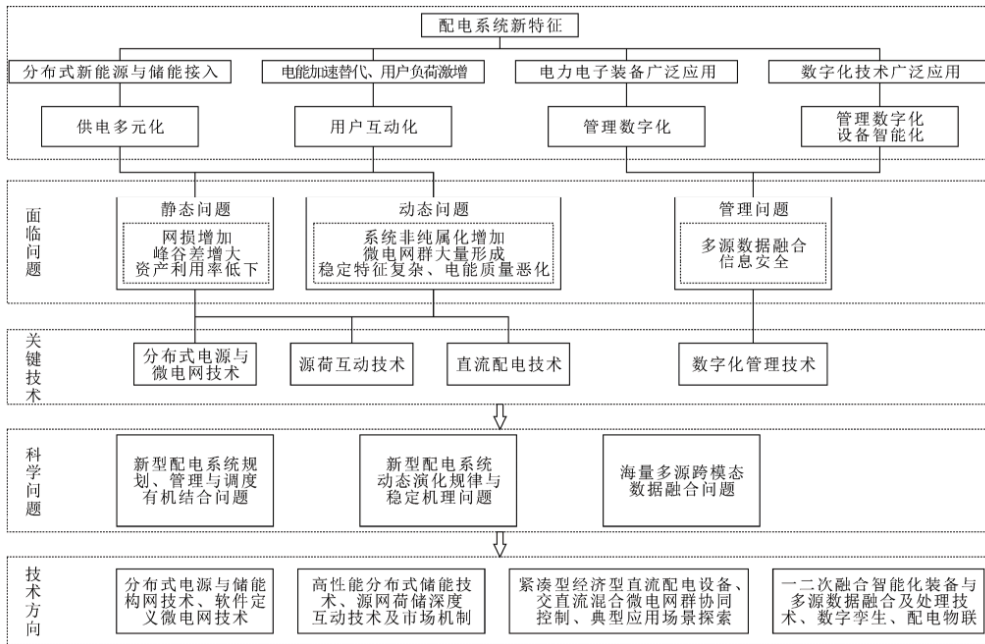
图48. 由于分布式光伏出力不稳定及建设地点与配变的距离不定，导致电压双向越限问题频发



资料来源：国网能研院，安信证券研究中心

建设新型配电网需强化物理电网智能化，以先进配电技术装备和数字化技术推动生产效率提升。配电网处于电力系统的末端，是向用户供应电能、分配电能以及接入分布式电源的重要环节，新型配电网是承载规模化分布式资源的电力分配消费主体。2021年5月，南方电网公司发布《南方电网公司建设新型电力系统行动方案（2021-2030年）白皮书》，明确提出要建设“强简有序、灵活可靠、先进适用”的配电网，支持分布式新能源在中低压配电网接入。未来新型配电系统有源化、用户产消化、服务多样化等变化导致对供电可靠性的要求更高，系统运行控制的难度提升，对加快数字化转型的需求强化，需要在分布式新能源并网监控、中低压配电网可靠性和可控能力提升、源网荷储协同运行等方面加强新型配电系统关键技术储备，提高新型配电系统接纳新能源和多元化负荷的承载力和灵活性。

图49. 新型电力系统建设背景下，配电网升级的关键问题与技术方向



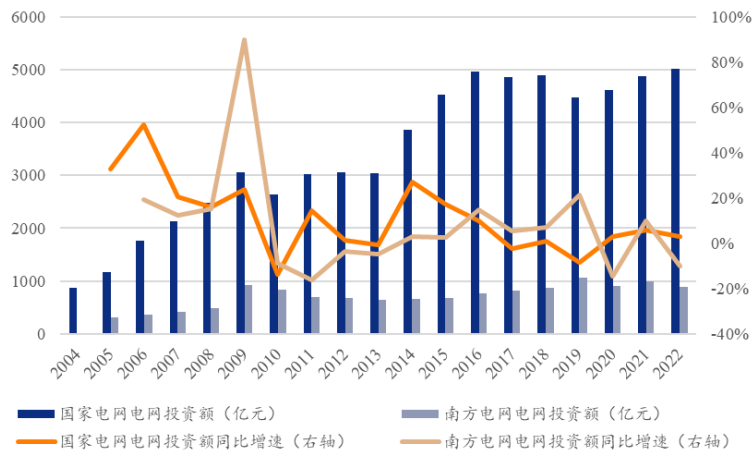
资料来源：《新型配电系统形态特征与技术展望》，安信证券研究中心

4.2. 预期电网投资建设重心将向配电智能化、自动化方面倾斜

4.2.1. 电网建设投资稳定提升，配电环节投资额占比有望提升

国内电网投资总规模有望延续温和上行趋势。由于国内电力市场投资的本质就是国家电网、南方电网两家电网公司的资本开支，因此国内电力设备行业整体市场空间与电网公司每年规划投资总规模紧密相关。参考电网公司公布的历年电网投资规模数据，可见两网的年度计划投资总规模近年较稳定，整体呈现逐年上涨的趋势。由于行业整体建设计划属性较强，因此电力设备行业投资具备较强的逆周期属性。十四五期间，国家电网、南方电网分别计划完成电网投资约 2.24 万亿元、0.67 万亿元，合计规模将达近 3 万亿元，十二五、十三五期间，全国电网规划投资总额分别约为 2.0 万亿元、2.6 万亿元。2022 年，两网合计规划电网投资总额约 0.59 亿元，参考十四五总规划，至 2025 年，两网年均仍需完成电网投资约 0.61 万亿元，预期未来三年电网投资总规模将保持温和上行趋势。

图50. 两网电网投资总规模整体逐年增长



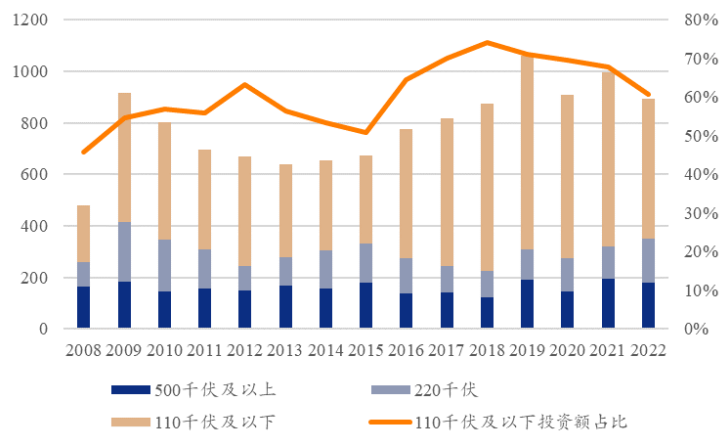
资料来源：国家电网社会责任报告、南方电网历年社会责任报告，安信证券研究中心

预期未来几年国内电网投资规模增长动力较足。参考历史表现，两方面因素会对电网投资总规模产生较大影响：(1) 经济增长压力较大背景下，通过适度超前建设电力基础设施拉动经

济增长；(2) 国内经济水平改善带动社会用电总量与结构调整。目前阶段，国内整体经济增长处于换挡期，新能源出力占比增长、电力系统电气化水平提升导致社会用电结构快速调整，共同构成促进未来电网投资规模提升的主要动力。

中低压环节是电网投资建设重心，预期其中的配电网建设在“十四五”期间将占据主要份额。中低压环节是指以配电网为代表的中低压输配电网，覆盖地域范围广、设备需求量大，因此中低压环节的电网建设投资一直以来占据电网整体投资额的较高比重。以南方电网披露的数据为例，110kV 及以下电网建设投资额占电网总投资额的比重近年稳定在 60% 以上。其中，考虑到新型电力系统建设对配电网提出诸多挑战与要求，电网终端配用电能力升级直接影响分布式新能源与新型负荷参与电力系统，因此预期配电网建设将成为未来电网建设投资的重点之一。2021 年 7 月，国家电网发布了《构建以新能源为主体的新型电力系统行动方案(2021-2030)》，提出将加大配电网建设投入，“十四五”配电网建设投资将超 1.2 万亿元，占电网建设总投资的 60% 以上；2021 年 11 月，南方电网发布《“十四五”电网发展规划》，将配电网建设列入“十四五”工作重点，规划投资达 0.32 万亿元，占电网建设总投资的 48%。

图51. 中低压环节的电网建设投资占据南方电网整体投资额的较高比重

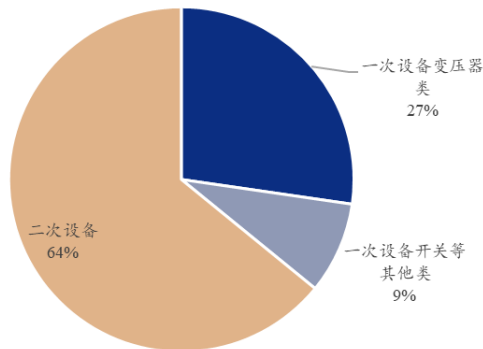


资料来源：南方电网历年社会责任报告，安信证券研究中心

4.2.2. 配电环节内部投资重心是二次设备，智能化、配电自动化建设推进

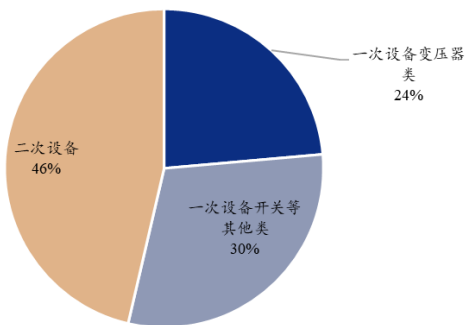
智能配电网建设推进，两网电力设备投资重心向二次设备倾斜。新型电力系统建设背景下，配电网面临峰谷差拉大、稳定特征复杂、电能质量下滑以及多元数据融合等挑战，需要通过发展源荷互动、直流配电、数字化智能管理等新技术面对前述挑战，并由此衍生出分布式电网与储能构网、源网荷储深度互动、交直流混合微电网协同控制、一二次融合智能化装备与多元数据融合及处理等具体技术发展方向。新的技术发展方向直接影响了配电网环节的电网投资建设结构。以南方电网配电设备中标数据为例，2022 年配电设备中的变压器类一次设备（包括变压器、变电站等承担电压转换并向下游配电环节送电职能的相关一次设备）中标额占比约 27%，开关等其他类一次设备（包括柱上开关、隔离开关、开关柜、电能计量箱、避雷器等其他类一次设备）中标额占比约 9%，二次设备（包括一二次融合成套设备、互感器、继电保护及自动装置、变电站一键顺控系统、DTU、信息管理子站等二次设备）中标额占比达 64%。以国家电网代表省份的中标数据为例，2023 年 1-9 月，河南省配电设备中标结果中，开关等其他类一次设备、二次设备中标金额占比分别约为 40%、60%；河北省变压器类一次设备、开关等其他类一次设备、二次设备中标金额占比分别约为 24%、30%、46%。二次设备主要指帮助一次设备实现数据获取与传送、远程运维及控制的设备，是配电网自动化、智能化发展的关键设备。在新型智能配电网建设趋势下，电网公司投资重心已转移至代表新技术发展方向的二次设备相关领域。

图52. 南方电网 2022 年配网设备中二次设备中标金额占比约 64%



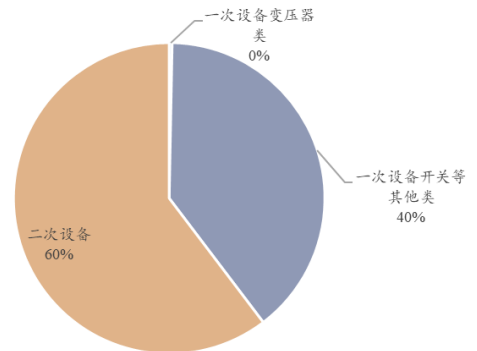
资料来源：南方电网，安信证券研究中心

图53. 河南电网 2023 年第一批配网设备中二次设备中标金额占比约 46%



资料来源：国家电网电子商务平台，安信证券研究中心

图54. 河北电网 2023 年第一批配网设备中二次设备中标金额占比约 60%



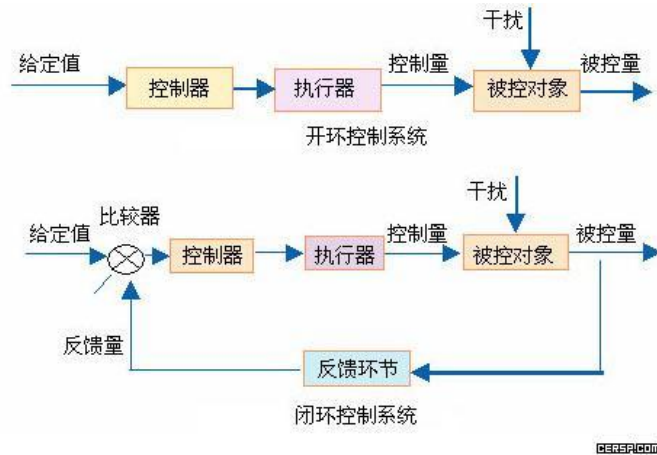
资料来源：国家电网电子商务平台，安信证券研究中心

4.3. 配电网改造升级路线以及投资建设需求分析

4.3.1. 适应性改造需求增长——多层级交直流改造技术路线为例

多层级交直流混合配电技术是回应新时期配电网建设挑战的有效建设路线。当前新型源荷通过配电网接入电网系统的规模快速增长，而其不确定性和波动性较强的特点，导致其规模化接入对配电系统的容量以及灵活调控能力提出新的技术挑战。国内传统配电网多沿用“闭环设计，开环运行”结构，容量局限、调控手段不足且灵活性较差。容量问题可通过新建配电变压器、变压器或线路的改扩建改善，而调控灵活度问题解决需要对配电网的设计运行方案做重定位。近年伴随电力电子技术的发展，交直流混合配电技术越来越多的被应用于中低压配电网。多层级的交直流混合配电技术是指将低压和中压台区的部分交流配电线路改造为直流线路，发挥直流线路容量大、损耗小、便于新型能源接入等优势，同时充分利用区域之间源荷互补潜力，实现大时空尺度的能量互济。

图55. 开环、闭环控制系统设计原理示意图



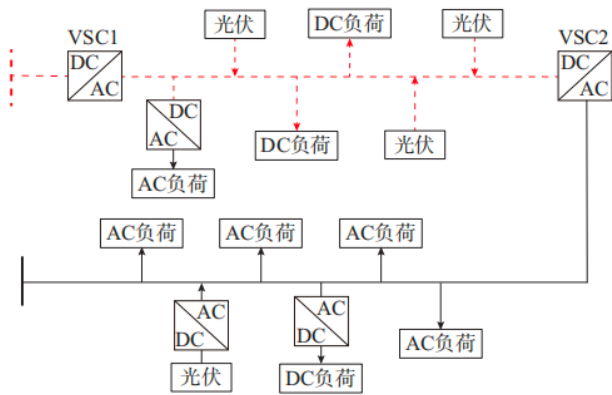
资料来源：CERSP，安信证券研究中心

实现台区间的功率时空互补，提升调度能力是配电网建设升级亟待解决的问题。

- (1) 在低压台区，大量分布式光伏和电动汽车充电桩等新型源荷接入，其中充电桩用电功率、分布式光伏发电功率波动性较大，加剧了低压配电网的电压越限问题；此外，新型源荷的不平衡接入进一步增大相间功率差，导致更严重的三相不平衡问题。在不同台区间协调方面，有的台区光伏接入较多，光伏消纳困难；有的台区容量不足，重过载和低电压问题严重；如果将前者部分功率转移到后者，就可以利用前者溢出的功率抬高重载台区线路末端的电压，有效解决低压台区的功率时空错配问题。传统的低压交流配电台区采取开环运行模式，难以实现功率的时空转供。
- (2) 在中压台区，一方面随着低压台区大规模分布式资源接入，部分中压台区接入容量触及上限，负荷柔性不足、控制不够灵活，难以在光伏大发时段充分消纳功率；另一方面，稳态运行状态下，中压交流配电网仅能实现功率的网络内转移，不通过上级网络无法实现网络间的功率转供，传统的交流配电网中，中压馈线间不能互联，为了实现区域间的功率转移，只能将功率返送到上级电网，但由于光伏功率的波动性，返送的功率可能影响上级电网安全运行。在不影响上级电网安全运行的情况下实现区域间功率互济，是中压台区配电网建设的另一重要课题。

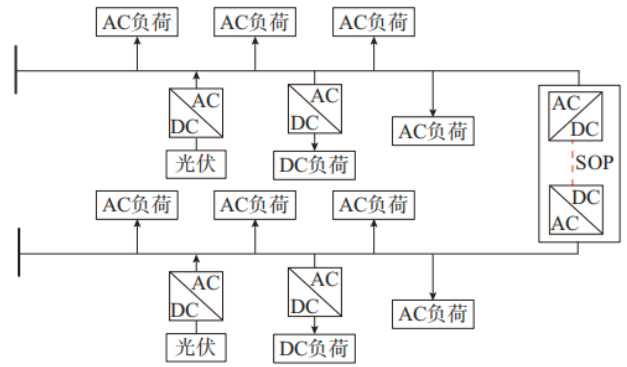
多层级交直流技术路线落地有赖于部分直流线路改造以及VSC、SOP等新型电力设备的引入。多层级交直流混合配电技术包括低压台区内部的改造、台区间互联、中压馈线间的互联和区域间的互济。考虑到直流配电网的建设成本较高，现阶段大规模建设直流配电线路仍不现实，目前多数示范项目仅对交流台区做局部的直流改造。传统的中压配电网线路之间通过常开的联络开关相连(可参考前文图41)，多层级交直流混合配电技术引入电压源型换流器(voltage source converter, VSC)和智能软开关(soft open point, SOP)，VSC多用于控制直流电压，实现有功功率的转移和无功功率的控制，SOP多用于实现功率间的实时转供。

图56. 基于 VSC 互联的交直流混合配电网典型拓扑



注：红色虚线代表直流线路，黑色实线代表交流线路
资料来源：《新型配电系统多层次交直流互联理念、关键技术与发展方向》，安信证券研究中心

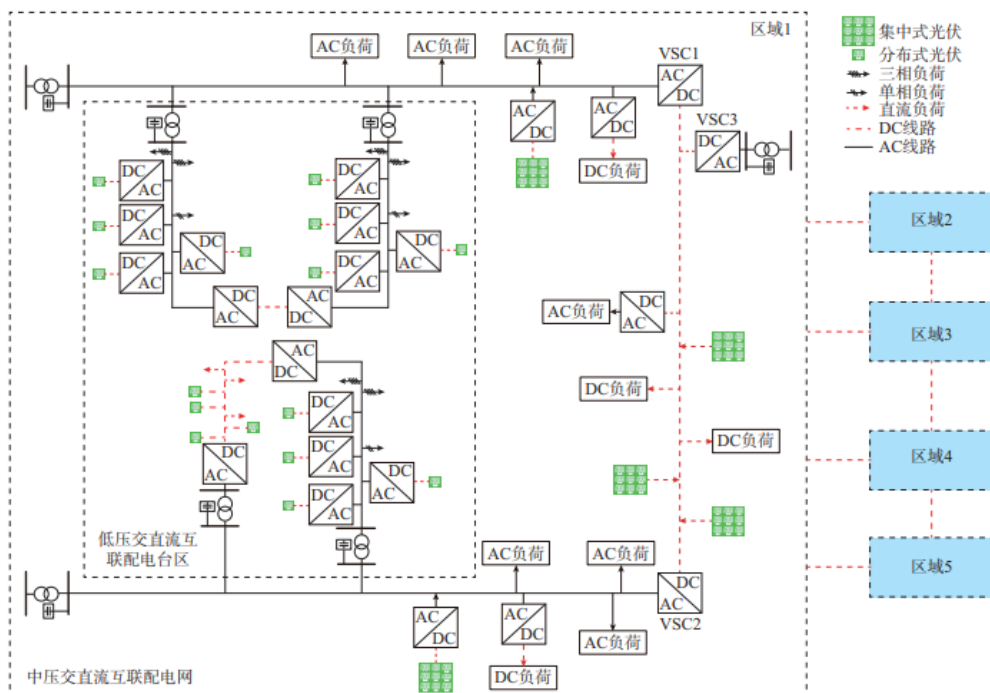
图57. 基于 SOP 互联的交直流混合配电网典型拓扑



注：红色虚线代表直流线路，黑色实线代表交流线路
资料来源：《新型配电系统多层次交直流互联理念、关键技术与发展方向》，安信证券研究中心

交直流混合配电网通过对柔性设备的灵活控制实现能源高效利用，改善供电质量。与传统交流配电网相比，交直流混合配电网在新型源荷大量接入的场景下有明显优势：(1)在台区内，直流线路没有无功功率，电压降落更小，有效缓解线路末端的低电压问题；直流线路不存在三相不平衡问题，VSC 可以在交流线路之间实现功率转移，因此借助合理的控制策略可以大幅缓解低压配电网的三相不平衡问题；(2)在台区间，传统配电网受辐射状布局约束，而柔性直流设备和线路具有隔离功能，可以通过直流设备或线路将不同配电台区连接起来，从而实现功率在空间层面上的实时转供；此外，借助储能实现功率的时间转移。通过制定合适的控制策略将柔性互联设备与储能协调调度，可以充分利用柔性设备的控制潜力，实现时空层面上的功率互补。

图58. 多层次互联的交直流混合配电网



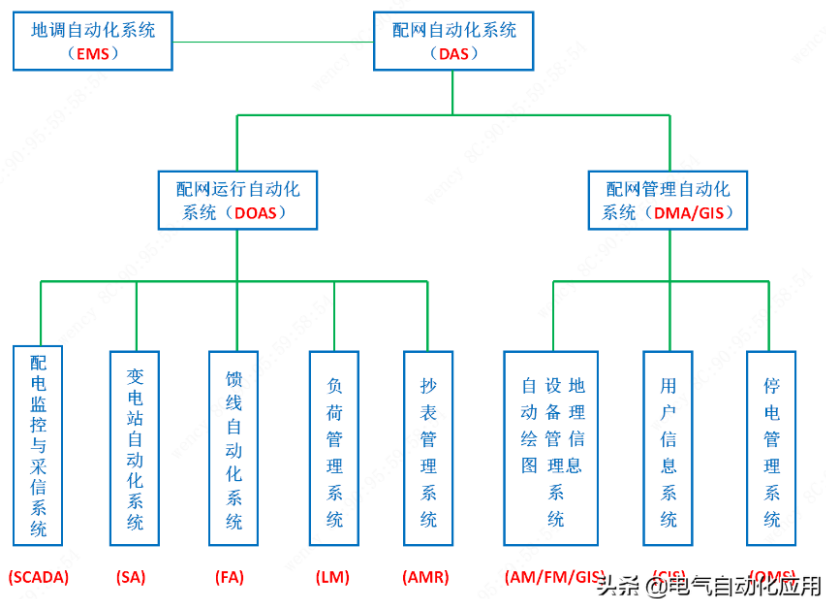
资料来源：《新型配电系统多层次交直流互联理念、关键技术与发展方向》，安信证券研究中心

配电网升级建设有望带动智能变压器、换流器、智能开关等适应性改造电网需求释放。传统配电网路存在容量局限、调度灵活性不足的问题，新型源荷大规模通过低压配电网接入电网背景下，配电网领域的升级投资建设重心将向相关技术及设备倾斜。除了升级扩容已有配电变压器、配电线路等方案外，多层次交直流混合配电技术路线的引入有望未来持续带动电压源型换流器、智能软开关等新型电力设备与物资的需求规模增长。

4.3.2. 自动化升级需求增长——配电网自动化之馈线自动化为例

配网自动化是涉及变电站自动化、馈线自动化等环节的系统化建设。配网自动化是以一次网架和设备为基础，综合利用计算机、信息及通信等技术，并通过与相关应用系统的信息集成，实现对配电网的监测、控制和快速故障隔离。从系统运行角度看，配网自动化系统包括配网运行自动化系统（DOAS）、配网管理自动化系统（DMA）及其下子系统，共同完成整体配电网的自动化升级。其中变电站自动化是指利用电气工程及其自动化技术对变电站进行自动化改造，以实现远程控制、监视、测量和故障诊断等功能。远程控制是指通过远程控制中心对变电站进行控制操作，实现无人值班；监视是指对变电站的各种参数、状态进行实时监视，及时发现故障隐患；测量是指对变电站的各种电气量进行测量，为电力系统的运行和管理提供数据支持。前述功能的实现的基础为系统性通信功能的建设，实现数据交换与信息交互。馈线自动化是指配电网的自动运行和远程控制，其实现需要合理的馈线规划设计、硬件设备支持、可靠的通信网络、稳定的控制软件等。

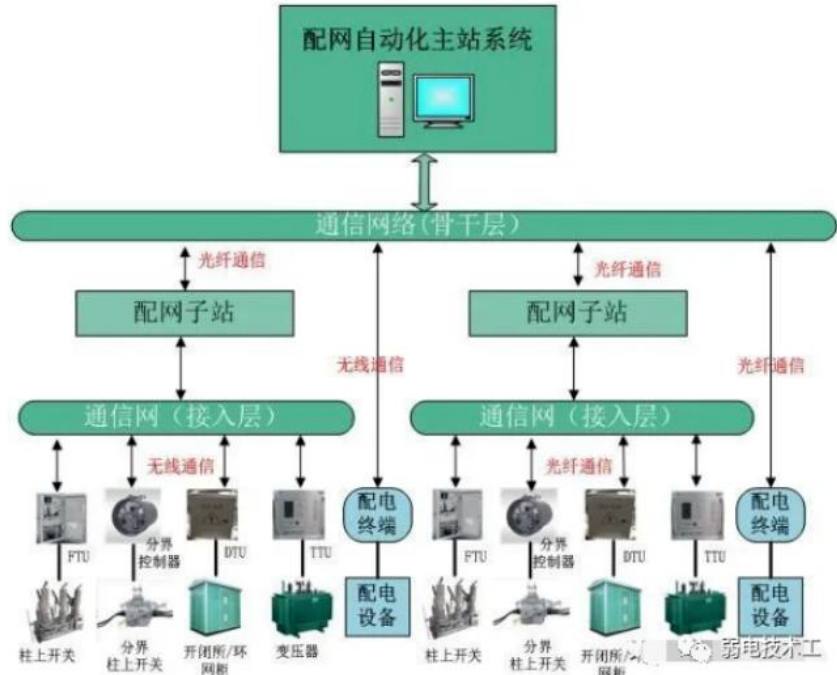
图59. 配网自动化是涉及变电站自动化、馈线自动化等环节的系统化建设



资料来源：电气自动化应用，安信证券研究中心

FTU、DTU、TTU 等配电网自动化终端是配网自动化建设的重点。从系统物理构成角度出发，配网自动化系统的结构层次包括：配电主站，配电子站（通常位于变电站内），馈线监控终端（FTU）、开闭所监控终端（DTU）、变压器监控终端（TTU）等配电网自动化智能终端，通信网络（光纤专网、配电网载波等）。其中，FTU 是安装在馈线开关（柱上开关、分段开关等）旁的开关监控装置，采用先进的 DSP 数字信号处理技术、多 CPU 集成技术、高速工业网络通信技术，集遥测、遥信、保护和通信等功能于一体，配合配电子站与主站，完成配电线路的正常监控和故障识别、隔离和非故障区段恢复供电。DTU 是安装在开关站（开闭所、环网柜等）的监控装置，主要完成对开关设备的位置信号、电压、电流、有功功率、无功功率等数据的采集与计算，对开关进行分合闸操作。TTU 主要安装在配变旁，每隔 1~2 分钟计算电压与电流的有效值、功率因数等变压器运行参数，配网主站通过通信系统定时读取 TTU 测量值及历史记录，及时发现变压器运行问题，TTU 与 FTU 相似，均没有控制功能。

图60. FTU、DTU、TTU 等配电自动化终端是配网自动化建设的重点

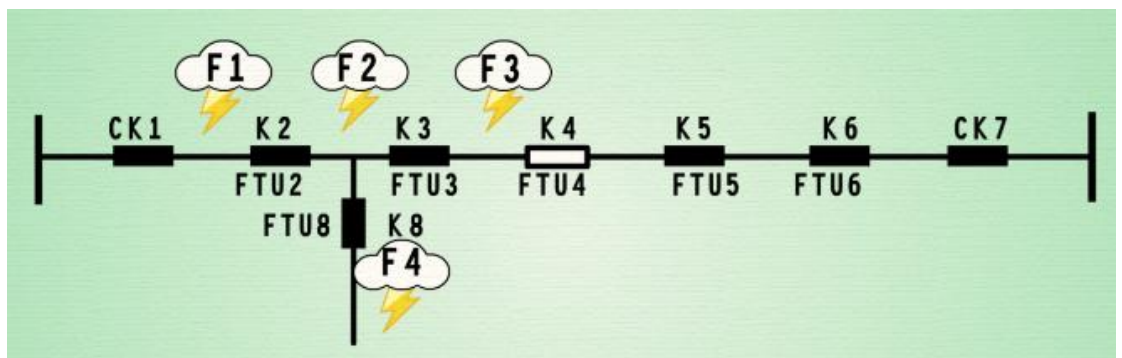


资料来源：弱电技术工，安信证券研究中心

馈线自动化主要借助馈线监测终端的遥信、遥测与主站的遥控配合实现主要功能。馈线自动化是指对配电线路上的设备进行远程实时监控、协调及控制的集成系统，是配电自动化的主要监控系统之一。其主要功能包括：在正常情况下，实时监控开关的状态和馈线电流、电压，实现开关的远方合、分闸操作；在电网故障情况下迅速获取故障信息，并在尽可能短的时间内自动判断并切除故障所在区段，恢复对非故障区段的供电，从而减少故障导致的停电范围与时间。通过理解馈线自动化的实现原理，能够帮助理解配电自动化系统的运行目标以及建设重心：

以架空线路的手拉手环形接线方式为例，如果故障点发生在 F2 处：(1) CK1 检测到故障后跳闸，然后延时重合闸，再次检测到故障并跳闸，重合闸闭锁；(2) FTU2 检测到电流超限值并且持续失压后，产生故障遥信，并上传至主站；(3) 主站收到 CK1 的开关变位和事故信号，以及 FTU2 上传的故障信号，将故障点定位在 K2 和 K3 之间，然后发出控分命令，断开 K2 与 K3，将故障区域隔离；(4) 主站继续发出控合命令，合上 CK1 和 K4，恢复非故障区的供电。F2 处故障处理完毕。

图61. 馈线自动化运行原理示意图——架空线路手拉手环形接线方式为例



注：CK1&7：变电站出口开关；K2&3, 5-8：分段开关；K4：联络开关；FTU2-8：馈线监控终端；F1-4：故障点
资料来源：国家电网河北省保定供电局，安信证券研究中心

配电自动化要求电力设备实现遥测、遥信、遥控等功能，或将催化二次设备加装以及一二次设备融合类建设需求。传统的非自动化配电网中，单线路上出现故障断电情况时，配电运检员工从接收跳闸信号，到确定故障线路，到线下检索定位具体故障点，再到恢复非故障区正常供电，需要花费几个小时甚至更长时间，而配电自动化系统可以在几分钟甚至几秒内完成故障处理，提升配电网供电能力以及终端用户用电质量。结合馈线自动化的运行原理，配电网自动化系统的建设基础即为配电设备的通讯、监测、控制等功能的开发，相关功能的实现路径主要包括二次设备的加装以及一二次设备的融合发展。因此，随着配电网自动化建设进度不断推进，相关设备的建设需求有望持续落地。

4.4. 两网配电建设年投资有望维持 3500 亿元以上，配网环节竞争分散、格局稳定

预期两网公司在配电网建设环节年度投资总规模有望维持在 3500 亿元以上。报告沿自上而下的逻辑，从两网公司的长周期电网投资总规模出发，测算配电网环节分别用于适应化改造、自动化升级的投资总额，进而估计未来行业整体需求空间。两网公司在“十四五”期间规划完成 3 万亿投资，根据目前完成情况假设未来中长期的电网建设投资规模。参考国家电网在《构建以新能源为主体的新型电力系统行动方案（2021-2030）》中提及配电网投资规模、南方电网在《“十四五”电网发展规划》中提及的配电网投资额占比，分别假设两网公司在配网环节的投资占比，并假设未来该比例保持稳定。参考 2022-2023 年两网配网类不同设备的中标数据，分别假设两网适应性改造、自动化升级类投资规模占比，并且考虑未来智能配电网建设趋势，假设未来自动化升级投资占比逐年提升。测算未来配电网环节适应化改造年度市场空间约 1700-2000 亿元，自动化升级市场空间逐年增长，中长期年度市场规模有望接近 2000 亿元。

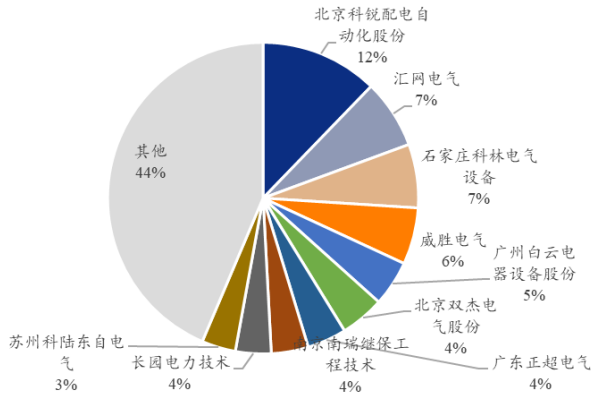
表13：预期两网公司在配电网建设环节年度投资总规模有望维持在 3500 亿元以上

	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
国家电网投资规模（亿元）	5151	5151	5151	5432	5432	5432	5432	5432
配网环节投资占比	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
南方电网投资规模（亿元）	918	918	918	968	968	968	968	968
配网环节投资占比	48%	48%	48%	50%	50%	50%	50%	50%
两网公司配电网环节投资总额（亿元）	3531	3531	3531	3743	3743	3743	3743	3743
适应性改造投资占比*	60%	58%	56%	54%	52%	50%	48%	46%
适应性改造投资总额	2119	2048	1977	2021	1946	1872	1797	1722
自动化升级投资占比**	40%	42%	44%	46%	48%	50%	52%	54%
自动化升级投资总额	1412	1483	1554	1722	1797	1872	1946	2021

注：*因为配电网扩容带来的需求，例如变压器、开关等设备换新需求；**因为自动化升级带来的需求，比如自动化终端、一二次融合设备建设等资料来源：安信证券研究中心

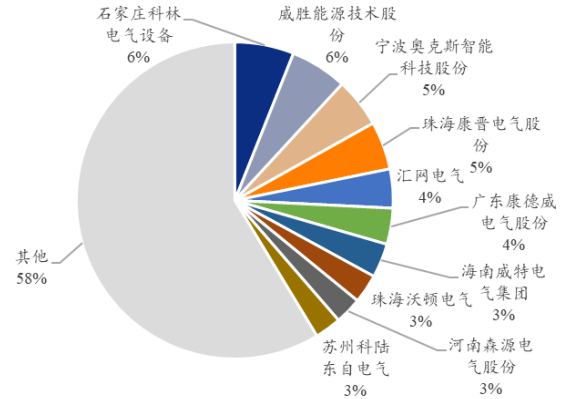
配电网环节市场份额分散，格局较稳定。以南方电网总部披露的配网设备中标数据为例分析配电网环节的竞争格局。南方电网 2022 年及 2023 年第一批配网设备中标金额前 10 位公司中标额占比分别为 56%、41%，行业整体竞争格局较为分散。由于两网公司的需求特性，电网行业发展呈现一定的计划性，在行业的竞争格局方面表现为一定的稳定性。除两网公司本身在配电网建设环节的需求结构调整可能带来的竞争格局调整外，主要中标企业及其市场份额较少在短期内出现明显波动。

图62. 南方电网 2022 年配网设备中标金额前 10 位公司中标额占比约为 56%



资料来源：南方电网，安信证券研究中心

图63. 南方电网 2023 年第一批配网设备中标金额前 10 位公司中标额占比约为 41%



资料来源：南方电网，安信证券研究中心

5. 智能电表：替换周期叠加新标准实施，智能电表景气上行

5.1. 智能电表是构建智能电网的重要支柱

新型电网建设正处于引领提升阶段，朝着数字化与智能化转型。2019年3月，国家电网发布了《泛在电力物联网建设大纲》，明确了泛在电力物联网建设的目标与内容等事项，将重点应用物联网、大数据、人工智能等新技术，提升电网泛在物联和深度感知能力，到2024年建成泛在电力物联网。2019年5月，南方电网印发《数字化转型和数字南网建设行动方案（2019年版）》，提出2025年基本实现数字南网。电力物联网和数字电网要求更高效的数据处理和云物协同能力，形成状态全面感知、信息高效处理、应用便捷灵活的智慧服务系统。智能电表应用现代化技术实现信息交互，全面提升电网感知能力。智能电表由测量单元、数据处理单元等组成，作为感知层的重要部分，实现电能计量、信息实时采集、自动控制、数据处理等功能，提供电网各项业务的基础数据，达到用户与电网间信息交互的目的。可以对用户用电信息进行分析，将用电习惯特征、用电高峰期与低谷期分布等数据进行整合处理，对电力的发输配用等多个环节实现全面感知，可以指导用户的用电方式，有助于优化配置，提高能源消纳能力与系统运行效率，对于电网实现信息化、自动化、互动化具有重要支撑作用。

图64. 林洋能源智能电表系列产品



资料来源：林洋能源官网，安信证券研究中心

与传统电表相比，智能电表除了具备传统电表基本用电量的计量功能以外，具有双向多种费率计量功能、用户端控制功能、多种数据传输模式的双向数据通信功能等多种智能化功能，应用领域更加广泛，能够适应智能电网和新能源的使用。

表14：传统电表与智能电表对比

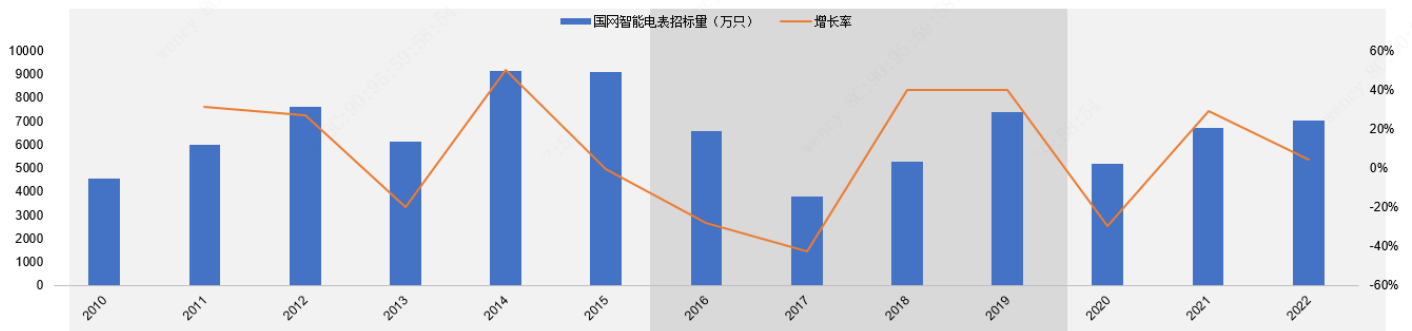
维度	传统电表	智能电表
构成	感应式机械表通过电场产生磁场，对转盘产生一个力矩而计量电能	从计量到数据处理都采用集成电路为核心的电子器件，体积小明显减小
功能	基本单向电能量计量功能	具备双向计量的功能，还具有信息存储、实时监测、自动控制、信息交互等功能；具备正反向计量、分时计量、远程抄表、远程监测及控制、用电参数测量、用电信息安全防护等多种功能。
应用领域	多用于传统居民和小型工业用电领域	广泛用于发电、变电、配电和用电等各种电能量计量和监测的应用领域； 双向计量功能可支持新能源接入和分布式能源利用
抄表方式	人工抄表、人工催费、人工定期巡检	自动抄表、自动费控、故障自动上报+远程诊断

资料来源：煜邦电力招股说明书，安信证券研究中心

5.2. 需求主要来自两网采购，推进 IR46 标准智能电表迎来新机遇

我国智能电表行业市场主要需求来自国家电网、南方电网及其下属网省公司的集中招标采购，而市场中的需求量及更换频率主要是由两网招标控制。国家电网于 2009 年开启智能电表集中招标采购，2014 和 2015 年智能电表招标采购数量达到顶峰，超过 9000 万台，随后 2016 年和 2017 年采购数量有所回落。智能电表属于强制检定类计量器具，根据《中华人民共和国国家计量检定规程》规定，其检定周期一般不超过 8 年。目前国网等大型电网企业对于电表的招标数额较为稳定，每年替换更新的电表量在 7 千万台波动。2018 年和 2019 年最先采购的智能电表进入轮换期，采购数量有所回暖。在疫情带来经济下行的环境下，2020 年采购数量有所下降，2021-2022 年有所回升。结合 2014 和 2015 的采购高峰，以及电力物联网、数字电网建设带来的终端设备整体市场容量不断增长，预计新一轮的电表招标高峰即将到来，2023 年招标量有望持续上行。

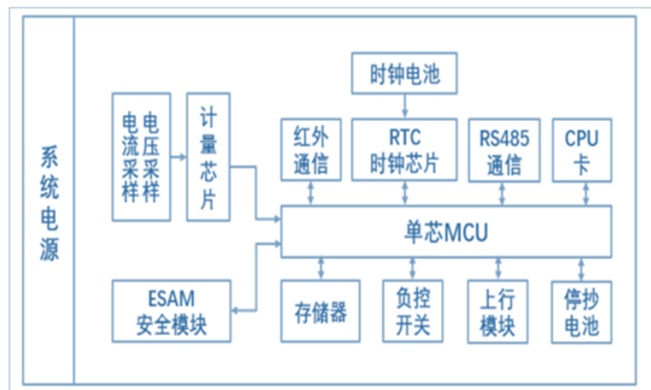
图65. 国家电网智能电表历年招标量（万只）



资料来源：煜邦电力招股说明书，国家电网电子商务平台，安信证券研究中心

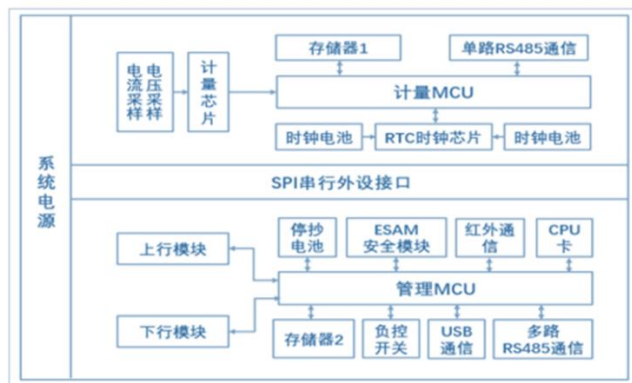
2009 年国家电网首次制定“09 版单相智能电能表”技术规范，2013 年国家电网投入使用修订后的“13 版单相智能电表”技术规范。相比 09 版，13 版在技术、型式和功能上对智能电表提出了更高的规范要求。2021 年 3 月 9 日，国网计量中心国家电网公司发布了 2020 版智能电能表系列标准。同日，南网计量所发布了“关于召开南方电网新一代智能电能表技术标准说明会”的公告。从修订内容来看，整体设计上引入了部分 IR46 要求的理念。硬件设计方面：提出了硬连接要求；增加了蓝牙通信模组要求；提出电池与电池仓一体化设计，电池支持可更换；使用寿命方面仍旧要求 10 年。IR46 智能电表（“双芯”智能电表）中，双芯将分开运行，其中，管理芯通过模块化设计，可以满足多样化管理需求和远程升级等要求，而计量芯专注于计量的稳定性、可靠性。

图66. 现行智能表功能结构图



资料来源：朗新科技，安信证券研究中心

图67. “双芯”智能表功能图



资料来源：朗新科技，安信证券研究中心

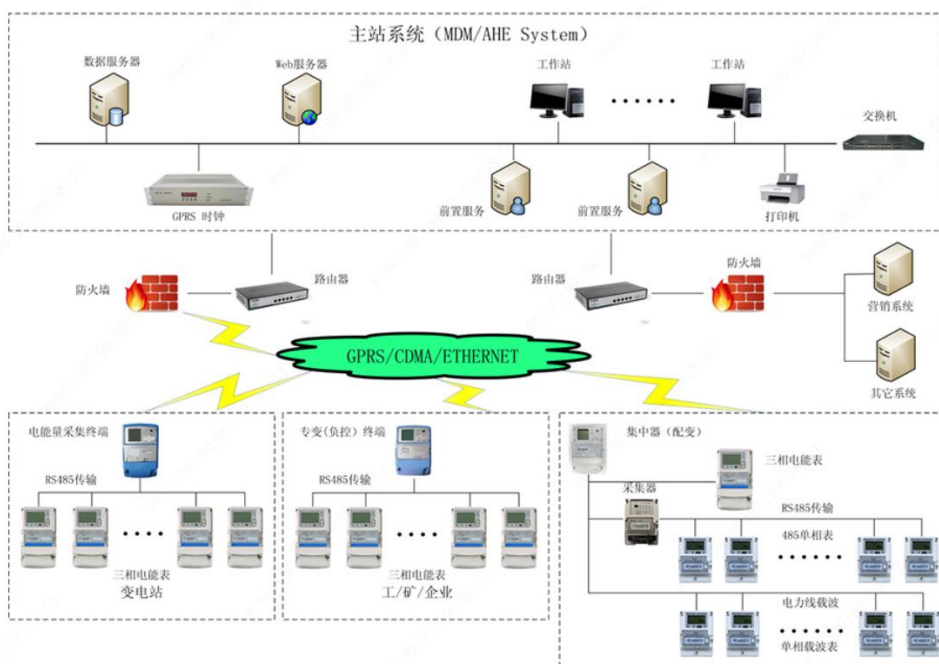
5.3. 智能电网背景下，用电计量系统走向智能化

用电计量系统除使用电能表采集用户的用电信息外，还需要搭配采集器、集中器以及通信网络，实现用电信息的采集、存储、传递和分析。

采集器：主要有三个功能：采集电表数据（如峰、谷、平不同时段的数据）、保存、通过电力载波响应集中器的命令上传数据或向电表下传执行命令（如电表有可以切断用户用电的功能）。采集器还可通过红外通讯接口，在现场与手抄器通信，接受手抄器发出的各种命令，传递采集器所记录的各种数据。通过采集电表脉冲或RS232等通讯方式管理12块、32块或64块电表（可以根据电表的数量选择不同型号的采集器），然后通过电力载波把这些电表的数据上传给集中器。

集中器通常一个变台区一个，装在变压器附近，如配电室。集中器的主要任务是：（1）完成与采集器的数据通信工作，向采集器下达电量数据冻结命令，定时循环接收采集器的电量数据，或根据系统要求接收某个电表或某组电表的数据。（2）根据系统要求完成与主站的通信，将用户用电数据等主站需要的信息传送到主站数据库中。

图68. 智能AMI解决方案

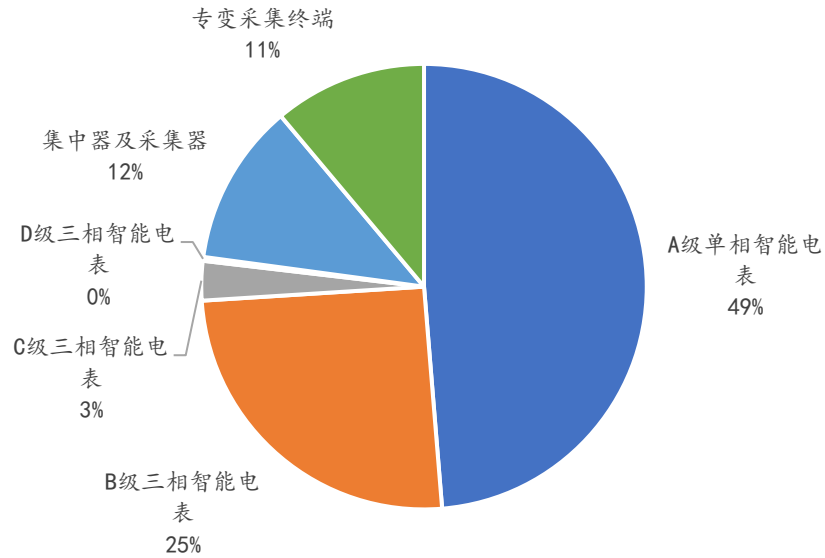


资料来源：林洋能源官网，安信证券研究中心

5.4. 竞争格局：技术难度越高，格局越集中

智能电表市场集中度低且相对稳定，参考国网和南网 2022 年的招标情况，份额排名靠前的企业有三星医疗、威胜集团、威思顿、华立科技、许继仪表等企业，市场格局较为分散。2022 年国网电能表（含用电信息采集）进行了 3 次招标，总计中标金额达到 256.39 亿元，其中 A 级单相智能电表 124.87 亿元，B 级三相智能电表 64.85 亿元，C 级三相智能电表 7.33 亿元，D 级三相智能电表 0.72 亿元，集中器及采集器 30.13 亿元，专变采集终端 28.49 亿元。

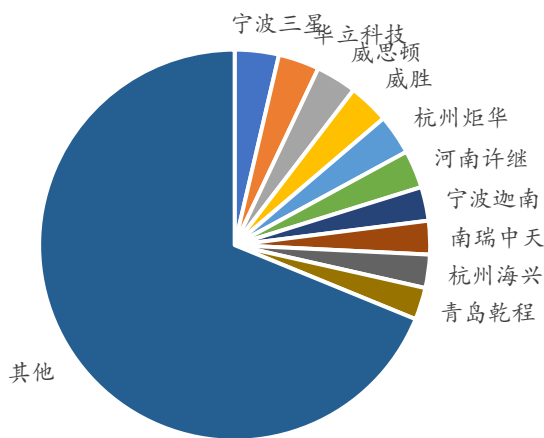
图69. 2022 年国网电能表（含用电信息采集）招标结果



资料来源：国网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

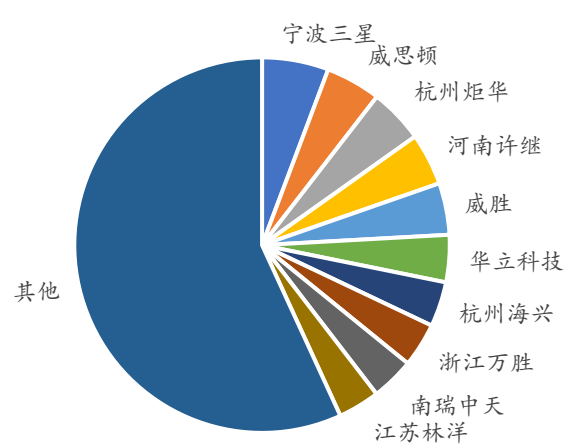
智能电表方面，技术难度越高，份额越集中。A 级单相智能电表共 64 家企业中标，CR10 为 31.19%，B 级三相智能电表共 45 家企业中标，CR10 为 43.16%，C 级三相智能电表共 15 家企业中标，CR5 为 60.16%，D 级三相智能电表共 6 家企业中标，分别为三星、威思顿、威胜、炬华、海兴、林洋。

图70. 2022 年国网电能表招标 A 级单相智能电表份额



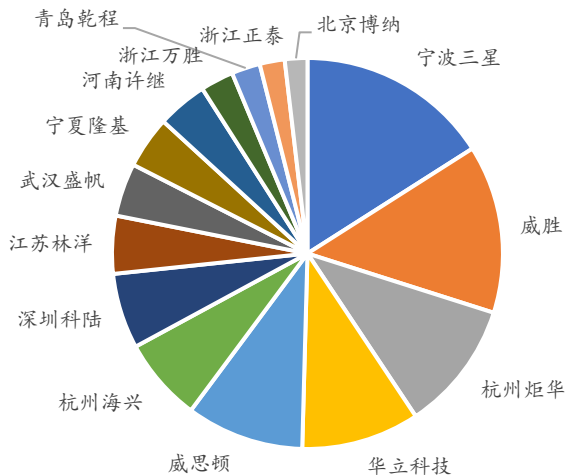
资料来源：国网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

图71. 2022 年国网电能表招标 B 级三相智能电表份额



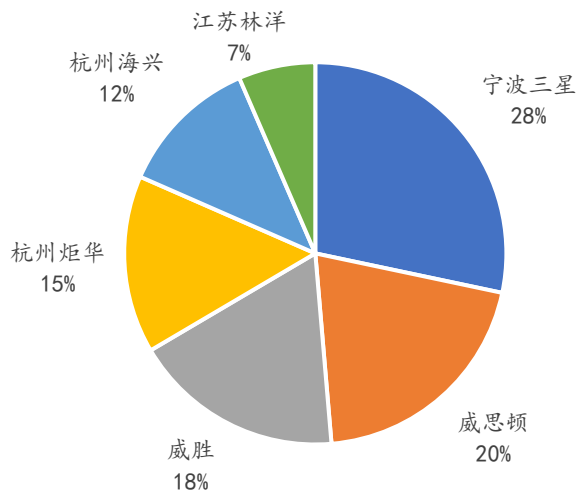
资料来源：国网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

图72. 2022年国网电能表招标C级三相智能电表份额



资料来源：国网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

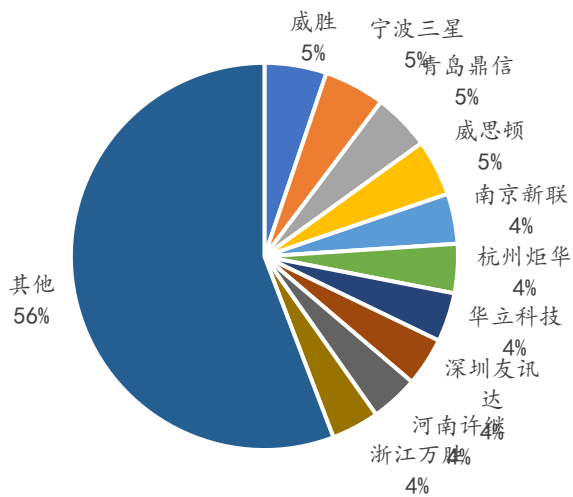
图73. 2022年国网电能表招标D级三相智能电表份额



资料来源：国网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

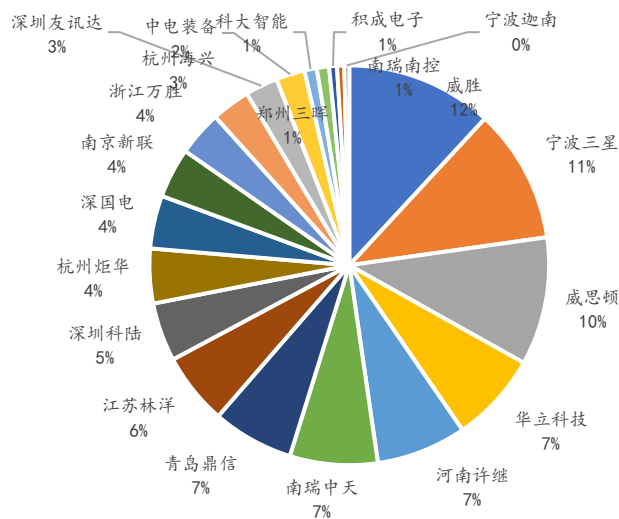
集中器及采集器共有 43 家企业实现中标，总金额 30.13 亿元，长沙威胜以 1.56 亿元位列第一。
专变采集终端共有 21 家企业实现中标，总金额 28.49 亿元，长沙威胜以 3.38 亿元位列第一。

图74. 2022年国网电能表招标集中器及采集器份额



资料来源：国网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

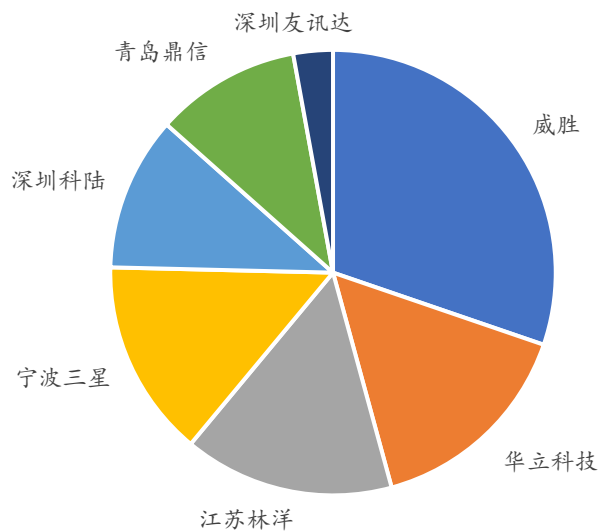
图75. 2022年国网电能表招标专变采集终端份额



资料来源：国网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

2022 年南网计量产品进行了 3 次招标，总计中标金额达到 38.67 亿元，其中单相智能电表 18.36 亿元，三相智能电表 7.19 亿元，三相多功能智能电表 0.41 亿元，D 级三相多功能电表 0.03 亿元，通信模块 9.19 亿元，此外还有电能表用外置断路器、负荷管理终端、低压集抄系统设备、配变监测计量终端、厂站电能量采集终端等设备。

图81. 2022 年南网计量产品招标计量终端份额



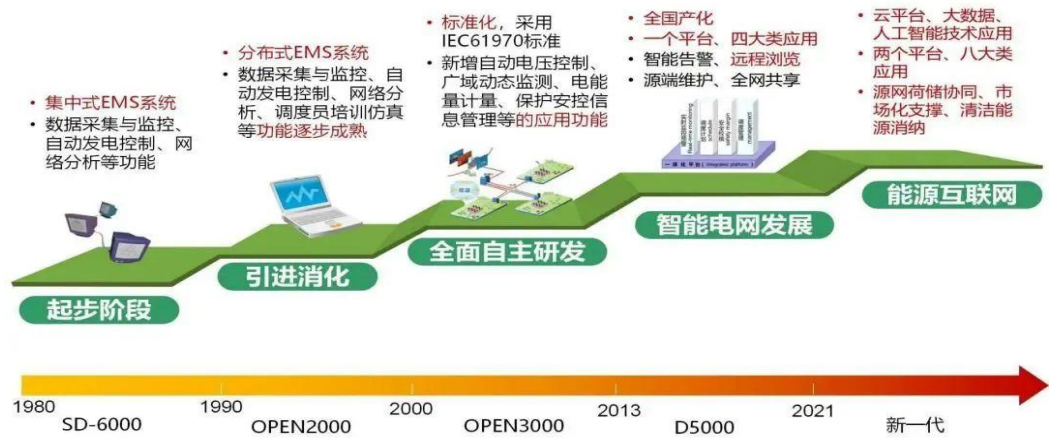
资料来源：南网电子商务平台，data 电力，安信证券研究中心

6. 调度：D5000 将成主流调度系统，程序化操作等智能化需求催生技术市场需求

6.1. 新型智能电力调度系统顺应新形势下电力系统发展新特征

国电南瑞 D5000 成为国内主流产品，电力调度系统建设需适应新形势下电力系统新特征。上世纪 80 年代，国内电网从海外购进国际领先的四套 EMS 系统，分别支撑华北、华中、东北、华东四大区域的电网调度。国内厂商在消化国外系统基础上，于上世纪 90 年代基本实现了国内电力调度系统的国产化，代表性系统包括国电南瑞的 OPEN-3000，中国电科院的 CC-2000，东方电子的 DF-8003 等。伴随着新世纪智能电网建设推进，国电南瑞开发的新一代电力调度系统 D5000 逐步成为主力产品。展望未来，随着能源互联网对电网源网荷储协同、市场化建设、清洁能源消纳需求的彰显，新一代电力调度系统建设将持续推进。

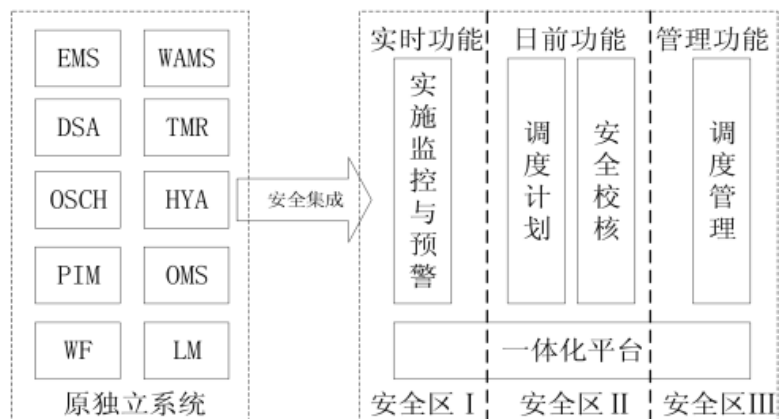
图82. 国内电力调度系统发展历程



资料来源：国家电网能源研究院，安信证券研究中心

D5000 系统三大安全区结构设计集成四大主要功能。从系统构成的角度看，D5000 智能电网调度控制自动化系统在软件部分，将原有调度系统内的分散独立子系统横向整合为四大功能模块，并采用三级安全区设计。其中，第一安全区主要实现实时监控与预警功能；第二安全区主要集成调度计划与安全校核等日前功能；第三安全区集成调度管理等管理类功能。硬件架构则主要包括局域网、应用服务器、工作站、数据采集与通信、DTS 等部分。

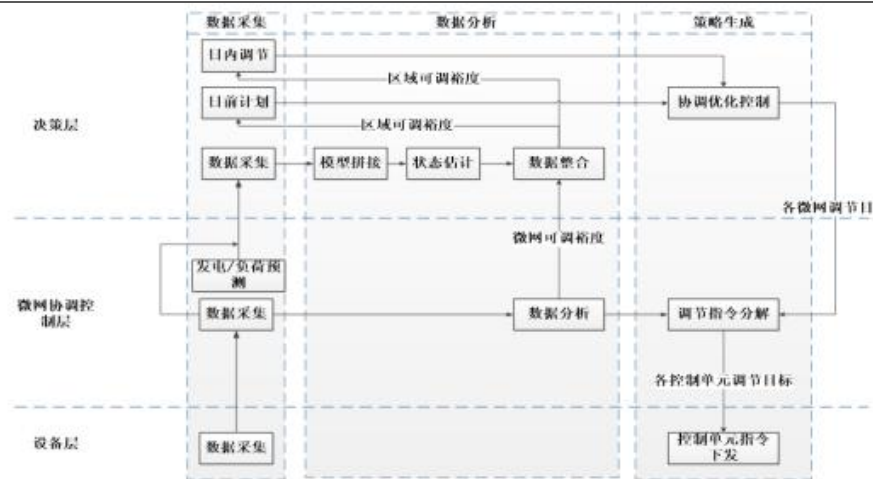
图83. D5000 调度控制自动化系统集成架构



资料来源：《D5000 系统功能及应用探析》，安信证券研究中心

D5000 系统整体可分为决策层、微网协调控制层、设备层三个层次。从工作流程的角度看，D5000 智能电网调度控制自动化系统从上至下可分为决策层、微网协调控制层、设备层三个层次，共同协调实现可靠供电、能源互动、柔性消纳等目标。决策层主要负责获取微网协调控制层控制对象设备运行的数据，对区域内可再生能源出力以及负荷需求开展预测；完成调峰调频及备用容量协调控制与电力交易安全校核，对各个控制对象开展日前及日内协同优化调度，向微网协调控制层下达控制目标。微网协调控制层主要实现微网内部的设备运行数据上传决策层；实现微网内部协调控制与经济调度；分解决策层控制指令并下达至设备层。设备层实现风电、光伏、储能、柔性负荷等设备运行数据上传微网协调控制层；执行微网协调控制层给出的控制指令；支撑紧急情况下设备孤岛运行。

图84. 基于 D5000 的源网荷储系统多元协调调度功能建设方案



资料来源：《基于 D5000 的源网荷储系统多元协调调度功能建设方案》，安信证券研究中心

市场体制建设推进+发用电主体类型与行为复杂化，新型电力系统高效运作需要调度系统持续的建设投入。新型电力系统建设日臻完善，一方面伴随着电力现货、需求侧响应、辅助服务等电力市场化体制改革的推进，另一方面伴随着火电灵活机组、光储充一体微网、虚拟电厂等发用电主体类型与行为模式的多元化演变。因此，以电力输配安全性、经济性、灵活性最优为目标，全国及地区电力调度模型需要纳入的变量将逐步增加，满足新时期电力系统时空平衡与高效运行需要电力调度系统投资建设持续推进。

6.2. 智能电网调度控制自动化系统的发展需前沿数据与通信类技术支撑

电网调度由传统的“源随荷动”模式向“源网荷储多元协调调度模式”转变，需要资源全息感知与决策、多源数据统一融合与管理、源网荷储多元协调调度控制等技术的支持。

传统电网遵循“源随荷动”的实施平衡运行机制、大电网一体化控制模式，新型电力系统向“源网荷储”协同互动的大电网与微电网协同控制模式转变。在电力系统转型发展的过渡期，新型源荷的规模增长加剧了电力系统供需矛盾，电网调度需要由传统的“源随荷动”模式向“源网荷储多元协调调度模式”转变，同时需要发挥市场化手段挖掘资源潜力，保障新能源的最大化就地消纳。

在具体技术方面，新型电力系统建设首先需借助资源全息感知与决策技术，实现各环节状态信息，监控系统运行信息，AGC 等控制系统及环境信息的实时感知，提升自动下令与运作水平，实现程序化操作；其次，需引入多源数据统一融合与管理技术，以机器学习、人工智能的发展和应用于源网荷储的多元数据处理提供了有力的技术支持，实现海量数据的统一接入分析及数据挖掘；再次随着储能、电动汽车、综合能源体等资源接入，调度信息采集的深度突破传统调度的集约，并且多元主体的数据分析结果需参与电力市场形成，更好地促进清洁能源的消纳，进一步将“智能”电网扩展为源网荷储的“智能互动”的多元协调的调度控制系统。

7. 投资建议

随着电力系统中新能源渗透率不断提升，电力系统投资将从重电源转向重电网。建议关注：

- (1) 特高压：国电南瑞、许继电气、平高电气、中国西电、特变电工、思源电气、长高电新、大连电瓷
- (2) 主网：华明装备、四方股份、国电南自、申昊科技、望变电气、智洋创新
- (3) 配网：宏力达、映翰通、良信股份、恒华科技、科润智控、金盘科技
- (4) 智能电表：林洋能源、炬华科技、三星医疗、海兴电力、炬泉科技
- (5) 调度：东方电子、恒实科技、泽宇智能
- (6) 电网侧储能资源：南网储能、三峡水利、东旭蓝天
- (7) 充电站及充电桩产业链：通合科技、特锐德、和顺石油

8. 风险提示

- 电网投资不及预期的风险。电力设备行业需求主要来自电网投资，若电网投资力度不及预期，将影响电力设备行业需求。
- 新能源装机建设不及预期的风险。若新能源装机的进度不及预期，将影响对电网建设的需求。
- 行业竞争加剧的风险。若行业竞争者增加，可能会引起价格波动，影响相关企业盈利。
- 假设及测算不及预期的风险。报告中相关测算涉及对部分行业或公司发展变量的假设，若相关变量发展不及预期，可能影响测算结果与实际值的偏差。

目 行业评级体系 ■■■

收益评级：

领先大市 —— 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%及以上；

同步大市 —— 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%；

落后大市 —— 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%及以上；

风险评级：

A —— 正常风险，未来 6 个月的投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动；

B —— 较高风险，未来 6 个月的投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动；

目 分析师声明 ■■■

本报告署名分析师声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

目 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明 ■■■

安信证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向本公司的客户发布。

目 免责声明 ■■■

何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息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。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准，如有需要，客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦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。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“安信证券股份有限公司研究中心”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设，并采用适当的估值方法和模型得出的，由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性，估值结果和分析结论也存在局限性，请谨慎使用。

安信证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

安信证券研究中心

深圳市

地 址： 深圳市福田区福田街道福华一路 19 号安信金融大厦 33 楼

邮 编： 518026

上海市

地 址： 上海市虹口区东大名路 638 号国投大厦 3 层

邮 编： 200080

北京市

地 址： 北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮 编： 100034