

电力设备

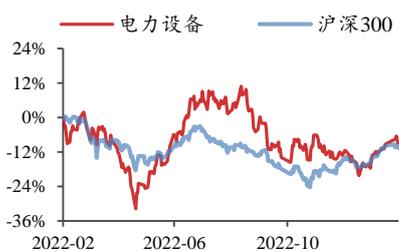
2023年02月04日

投资评级：看好（维持）

特高压建设有望迎来高峰期，解决清洁能源跨区互济瓶颈

——行业投资策略

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

《HJT 系列报告一：商业模式有望跑通，出货量有望快速增长—异质结行业深度报告》-2023.1.30

《持续看好 2023 年新能源景气度，期待需求验证后的板块拐点—行业周报》-2023.1.15

《光伏降价后项目经济性提升，装机量及配套储能—行业周报》-2023.1.8

殷晟路（分析师）

yinshenglu@kysec.cn

证书编号：S0790522080001

周磊（联系人）

zhoulei1@kysec.cn

证书编号：S0790122090010

● 大规模新能源接入亟需提升电网承载能力

新能源间歇性和电网跨区调剂能力不足是结构性缺电问题频发的重要原因，电网承载能力已经成为限制新能源进一步发展的掣肘。伴随着新能源大基地陆续开工建设，特高压外送通道及并网点配套电网是解决清洁能源消纳的关键支撑。

● 电力保供和新能源消纳带动电网投资大幅提速，一次设备投资有望大超预期

国家电网 2023 年计划投资超过 5200 亿元，再创历史新高。围绕电力保供和清洁能源消纳的“矛盾”，在新能源跨区输送消纳、电力供给区域不平衡和新基建逆周期调节需求等因素推动下，我们预计 2022-2024 年电网投资将迎来高峰期。一次设备作为电力传输的物理载体，在解决通道阻塞和灵活性资源不足等问题上紧迫性更大，预计 2023 年电网投资结构将偏向能量通道等一次设备，二次设备投资主要集中在电力自动化环节。

● 2023 年特高压将迎来密集核准开工，直流环节有望高度受益

受疫情等多种原因影响，2022 年特高压投资建设情况不及预期。“十四五”国网规划“24 交 14 直”，2022 年国网计划开工“10 交 3 直”，实际开工“4 交 0 直”（福州-厦门、武汉-南昌、驻马店-武汉、川渝）。按照特高压平均建设周期 2 年计算，“十四五”规划线路不能晚于 2024 年开工，预计 2023 年起特高压工程将密集核准、开工。金上-湖北、陇东-山东、宁夏-湖南、哈密-重庆 4 条直流线路已环评公示，我们预计 2023 年将核准开工。大同一天津南交流以及陕西—安徽、陕西—河南、蒙西—京津冀、甘肃—浙江、藏电送粤直流，我们预计 2023 年起将陆续核准开工。

● 电网设备放量确定性高，特高压产业链显著受益

输变电设备产业链受益标的：（1）综合设备商：国电南瑞、思源电气等；（2）交流变电：中国西电、平高电气、特变电工、保变电气等；（3）直流换流：许继电气、国电南瑞、中国西电、特变电工、保变电气等；（4）输电线路：长高电新、通达股份、安靠智电、金冠电气、大连电瓷、风范股份等；（5）核心器件：派瑞股份、华明装备、高澜股份等。

● **风险提示：**电网投资不及预期、行业政策发生变化、大宗原材料上涨、技术创新迭代过慢。

目录

1、以新能源为主体的新型电力系统对跨区互济提出更高要求.....	5
1.1、我国清洁能源与负荷中心呈逆向分布.....	5
1.2、构建以清洁能源为主的现代能源体系.....	7
2、主干电网建设稳步推进，助力清洁能源跨区配置.....	12
2.1、电网公司持续投资建设智能坚强的输电网.....	14
2.2、特高压输电通道实现清洁能源远距离消纳.....	18
2.2.1、特高压交流仍是当前电网体系下主要技术.....	22
2.2.2、特高压直流已大规模应用于“点对点”输电.....	24
2.2.3、柔性直流发展助力特高压直流渗透率提升.....	28
2.2.4、高压直流海缆技术实现大规模海风接入.....	31
2.3、新能源大基地外送通道需求带动新一轮特高压建设.....	33
2.3.1、特高压通道是新能源大基地外送的重要载体.....	33
2.3.2、2023年特高压进入密集核准开工阶段.....	34
2.4、特高压工程成本主要有输电线路和变（换）电站构成.....	35
2.4.1、输电线路主要有交流架空、直流架空和交流电缆线路.....	35
2.4.2、特高压设备行业壁垒高，市场竞争格局稳定.....	36
3、产业链受益标的.....	40
3.1、国电南瑞：国网系电网设备综合龙头，网内网外协同并进.....	40
3.2、许继电气：电力装备行业龙头，直流输电世界领先.....	40
3.3、思源电气：电力设备平台型企业，稳步推进出海战略.....	41
3.4、平高电气：高压开关行业支柱，受益于主干电网建设.....	41
3.5、华明装备：变压器分接开关龙头，持续开拓海外市场.....	42
3.6、安靠智电：GIL龙头企业高速发展，智能变电站带来新增长.....	42
4、风险提示.....	43

图表目录

图 1：新型电力系统主要由“发输变配用”各环节组成.....	5
图 2：中国风能区划分为丰富、较丰富、可利用、欠缺.....	6
图 3：中国风能资源场分为荒原、高山、海滨风场.....	6
图 4：全国水平面太阳总辐射最高可达 2100kWh/m ² 年.....	6
图 5：全国太阳辐射总量等级划分为四个级别.....	6
图 6：我国水电开发资源主要分布在中西部地区.....	7
图 7：“十四五”大型清洁能源基地广泛分布在三北和西南地区.....	8
图 8：输电网主要由输电线路和变（换）电站组成.....	12
图 9：交流变电站由变压器、电抗器、GIS、滤波器等装置组成.....	13
图 10：直流换电站由换流阀、换流变、电抗器、滤波器等装置组成.....	14
图 11：电网建设逆周期调节特性明显，投资结构有所调整.....	15
图 12：国家电网投资额呈周期性上升趋势，具有很强的逆周期调节特性.....	16
图 13：国网年投产 110kV 及以上线路长度稳中下降.....	16
图 14：国网年投产 110kV 及以上变/换电容量波动较大.....	16
图 15：国网累计投产 110kV 及以上线路长度不断增加.....	17

图 16: 国网累计投产 110kV 及以上变/换电容量持续增大	17
图 17: 南方电网投资额小幅回落后近年来呈上升态势	17
图 18: 南方电网投资逐渐侧重于低电压等级电网	17
图 19: 南网年投产 110kV 及以上线路长度波动较大	18
图 20: 南网年投产 110kV 及以上变/换电容量波动较大	18
图 21: 南网累计投产 110kV 及以上线路长度不断增加	18
图 22: 南网累计投产 110kV 及以上变/换电容量持续增大	18
图 23: 中国能源基地与负荷中心呈逆向分布	19
图 24: 跨省跨区输电量逐年提升	19
图 25: 特高压线路长度及输送电量稳定增长	19
图 26: 特高压主干电网实现能源广域配置	20
图 27: 2015 年起国网大规模特高压建设周期开启	21
图 28: 截至 2020 年, 国网累计建成投运“14 交 12 直”特高压输电工程	21
图 29: 晋东南-南阳-荆门、淮南-上海、横榆-潍坊等特高压交流典型工程	24
图 30: 直流输电输送容量大、距离远	24
图 31: 直流输电占用输电走廊窄, 节省土地资源	24
图 32: 直流输电广泛应用于我国远距离电力传输	27
图 33: 向家坝-上海、青海-河南、准东-皖南等特高压直流典型工程	27
图 34: 昆柳龙±800kV 柔性直流工程--昆北换流站	28
图 35: 乌东德水电站配套工程—500kV 白邑变电站	28
图 36: 柔性直流概念在 1990 年由 B.T.Ooi 等人提出	28
图 37: 常规直流采用半控型晶闸管关断	29
图 38: 柔性直流采用全控型 IGBT 关断	29
图 39: 柔性直流技术向着更大容量、更高电压发展	30
图 40: 柔性直流输电技术在我国广泛应用	31
图 41: 白鹤滩-江苏±800kV 采用混合级联多端特高压直流技术	31
图 42: 海上风电交流并网系统技术成熟、投资成本低, 但输送容量小、距离短	32
图 43: 海上风电柔直并网系统输送容量大、距离远, 但存在过电压问题	32
图 44: 海上风电全直流并网系统效率高、损耗低、距离远, 但需要突破控制保护技术	32
图 45: 高压直流海缆技术包含本体、附件、试验等	33
图 46: 高压直流海缆造价水平较高	33
图 47: 特高压交流核心设备投资占总投资 22%	36
图 48: 特高压交流的关键设备是变压器、GIS	36
图 49: 2021 年特高压交流变压器份额头部企业为山东电工、保变电气、中国西电和特变电工	37
图 50: 2020 年特高压交流变压器份额头部企业为特变电工、中国西电、保变电气	37
图 51: 2021 年特高压交流 GIS 市场份额主要被平高电气、中国西电、新东北电气和四方股份占据	37
图 52: 2020 年特高压交流 GIS 市场份额平高电气、中国西电、新东北电气占据	37
图 53: 直流特高压的核心设备投资占总投资 25%	38
图 54: 常规直流特高压成本占比最高的是换流变	38
图 55: 2021 年常规直流换流变市场国电南瑞份额最高	38
图 56: 2020 年常规直流换流变市场国电南瑞份额最高	38
图 57: 2021 年常规直流换流变市场份额分布较均匀	39
图 58: 2020 年常规直流换流变市场份额分布较均匀	39
图 59: 2021 年常规直流控制保护市场国电南瑞份额最高	39
图 60: 特高压柔性直流投资中换流站设备占比过半	40

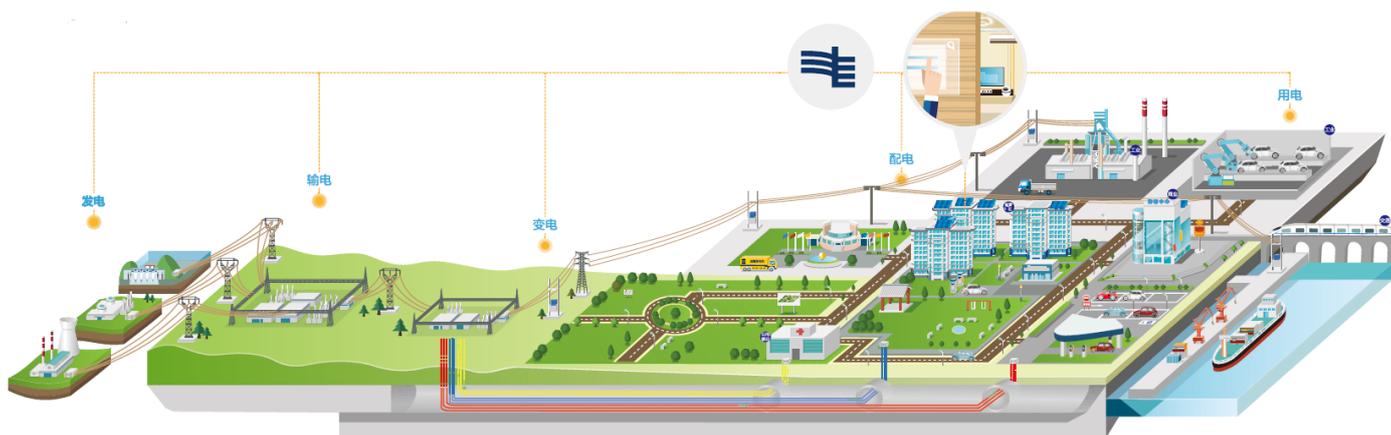
图 61: 特高压柔性直流中柔直换流阀价值量占比最大.....	40
表 1: “十四五”规划和 2035 年远景目标纲要对新型电力系统建设提出了明确的规划.....	7
表 2: “十四五”期间规划了九大清洁能源基地.....	8
表 3: “十四五”五大海上风电基地规划装机 7900 万千瓦.....	10
表 4: 第二批风光大基地“十四五”总规划装机 2 亿千瓦.....	11
表 5: 我国输电网电压等级可分为特高压、超高压和高压.....	13
表 6: 自 2006 年起我国特高压建设经历了四个阶段.....	20
表 7: 特高压交流相比常规交流具有距离远、容量大、损耗低、占地少的优势.....	22
表 8: 我国在运特高压交流线路 16 条.....	22
表 9: 直流输电电压越高, 技术经济指标越好.....	25
表 10: 我国在运特高压直流线路 20 条.....	25
表 11: 直流输电技术的发展与电力电子技术的进步密不可分.....	28
表 12: 柔性直流技术已经发展到第五代.....	29
表 13: 柔性直流 VSC-HVDC 技术优于常规直流 LCC-HVDC.....	30
表 14: 特高压直流海缆对绝缘水平提出了更高的要求.....	33
表 15: 2021 年起特高压产业政策密集发布.....	34
表 16: 目前在建、待核线路达 16 条.....	34
表 17: 2020 年 1000kV 交流架空线路单位长度造价为 670 (万元/千米).....	35
表 18: 2020 年 ±800kV 直流架空线路单位长度造价为 497 (万元/千米).....	36
表 19: 2020 年 220kV 交流电缆线路单位长度造价为 1283 (万元/千米).....	36
表 20: 输电网产业链受益标的.....	43

1、以新能源为主体的新型电力系统对跨区互济提出更高要求

“双碳”目标为我国实现“两个替代”和清洁能源发展提供了明确方向。2020年9月，习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上向国际社会作出“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”的郑重承诺。2021年3月，中央财经委员会第九次会议首次提出新型电力系统的概念，“要构建清洁低碳安全高效的能源体系，控制化石能源总量，着力提高利用效能，实施可再生能源替代行动，深化电力体制改革，构建以新能源为主体的新型电力系统。”

新型电力系统是以确保能源电力安全为基本前提，以清洁能源为供给主体，绿电消费为主要目标，以电网为枢纽平台，以源网荷储互动及多能互补为支撑，具有绿色低碳、安全可控、智慧灵活、开放互动、数字赋能、经济高效等方面突出特点的电力系统。主要环节可以概括为“发-输-变-配-用”，“调度”贯穿整个电能“生产-传输-消费”过程。

图1：新型电力系统主要由“发输变配用”各环节组成



资料来源：中国南方电网 2017 年社会责任报告

1.1、我国清洁能源与负荷中心呈逆向分布

中国清洁能源与负荷中心逆向分布。我国的经济和负荷中心分布在东南沿海，而“三北”和西南地区有着丰富的能源资源，整体呈现逆向分布。随着以新能源为主体的新型电力系统建设的提出，新能源将逐步转变为主力电源，从根本上改变我国以化石能源为主的发展格局，通过大容量、高电压的互联主干电网将清洁能源输送到负荷中心，实现**能源供给清洁化、能源配置广域化和能源消费电气化**。

我国季风气候极为明显，冬季以西北风为主，夏季以东南风为主。按照《中国国家地理》根据风能强度划分，将全国划分为风能丰富区、风能较丰富区、风能可利用区、风能欠缺区等4个区。我国风能资源最丰富的地区，陆风资源主要分布在西北、华北、东北地区，以内蒙古北部、松花江下游为典型区域。海风资源主要以辽宁、山东、浙江、福建、海南和中国台湾等沿海地区为主。概括起来说，我国风能资源最丰富的区域主要集中在“三北”地区和沿海及岛屿地区。

图2：中国风能区划分为丰富、较丰富、可利用、欠缺



资料来源：《中国国家地理》2020年12期

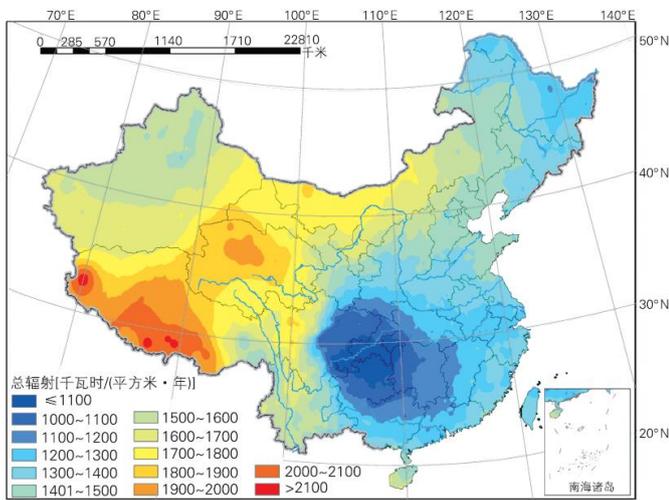
图3：中国风能资源场分为荒原、高山、海滨风场



资料来源：《中国国家地理》2013年08期

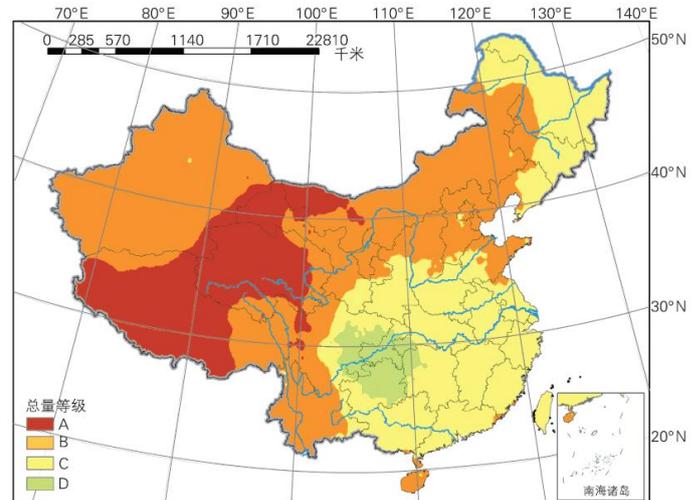
随着近年来光伏电池技术不断进步，太阳能发电的效率不断提升，成本也不断下降，我国光伏装机也呈现井喷式发展。中国西部地区地广人稀，具有非常丰富的光照资源，全国水平面太阳总辐射最高可达2100千瓦时/平方米·年以上，按照辐射总量等级划分可分为最丰富区（A）、很丰富区（B）、较丰富区（C）、一般区（D），年总辐射量分别为 ≥ 1750 、1400~1750、1050~1400、 < 1050 千瓦时/平方米·年。

图4：全国水平面太阳总辐射最高可达2100kWh/m²·年



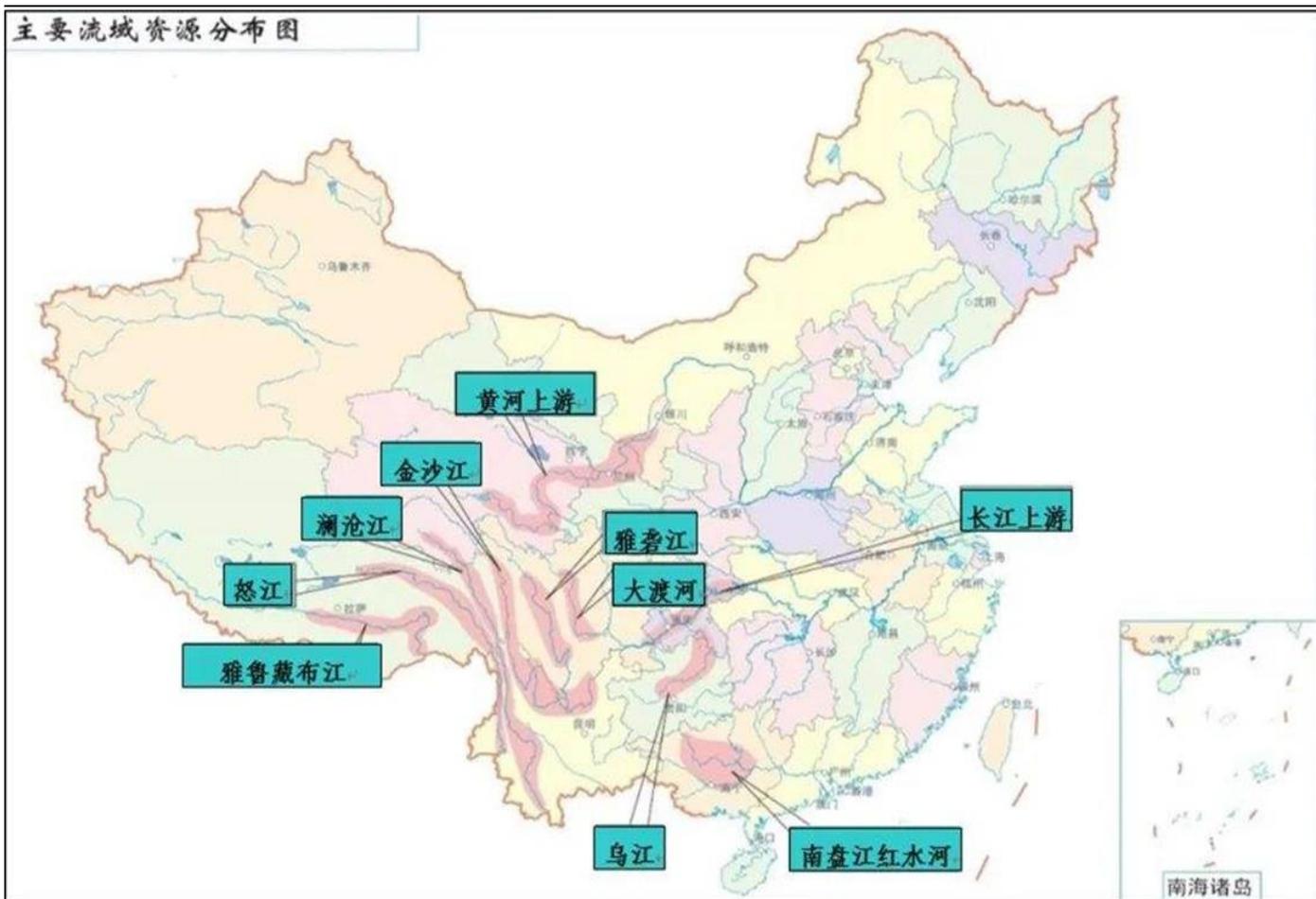
资料来源：中国可再生能源产业发展报告2015

图5：全国太阳辐射总量等级划分为四个级别



资料来源：中国可再生能源产业发展报告2015

我国水电资源主要分布在中西部地区。根据《中国可再生能源发展报告2018》，我国常规水电技术可开发装机容量达6.87亿千瓦。截至2019年底，我国常规水电装机容量3.56亿千瓦。流域分布上，长江上游、金沙江、雅砻江、大渡河、乌江、澜沧江、黄河上游、怒江、南盘江红水河和雅鲁藏布江十大水电基地规划总装机容量约3.9亿千瓦，占全国技术可开发装机容量的57%。

图6：我国水电开发资源主要分布在中西部地区


资料来源：徐佳成《我国水电行业面临问题和后续开发方针的思考》2020

1.2、构建以清洁能源为主的现代能源体系

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出构建现代能源体系。加快发展非化石能源，坚持集中式和分布式并举，大力提升风电、光伏发电规模，加快发展东中部分布式能源，有序发展海上风电，加快西南水电基地建设，安全稳妥推动沿海核电建设，建设一批多能互补的清洁能源基地，非化石能源占能源消费总量比重提高到 20% 左右。加快电网基础设施智能化改造和智能微电网建设，提高电力系统互补互济和智能调节能力，加强源网荷储衔接，提升清洁能源消纳和存储能力，提升向边远地区输配电能力，推进煤电灵活性改造，加快抽水蓄能电站建设和新型储能技术规模化应用。

表1：“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要对新型电力系统建设提出了明确的规划

	内容
大型清洁能源基地	建设雅鲁藏布江下游水电基地。建设金沙江上下游、雅鲁江流域、黄河上游和几字湾、河西走廊、新疆、冀北、松辽等清洁能源基地，建设广东、福建、浙江、江苏、山东等海上风电基地。
沿海核电	建成华龙一号、国和一号、高温气冷堆示范工程，积极有序推进沿海三代核电建设。推动模块式小型堆、60 万千瓦级商用高温气冷堆、海上浮动式核动力平台等先进堆型示范。建设核电站中低放废物处置场，建设乏燃料后处理厂。开展山东海阳等核能综合利用示范。核电运行装机容量达到 7000 万千瓦。
电力外送通道	建设白鹤滩至华东、金沙江上游外送等特高压输电通道，实施闽粤联网、川渝特高压交流工程。研究论证陇

内容

东至山东、哈密至重庆等特高压输电通道。

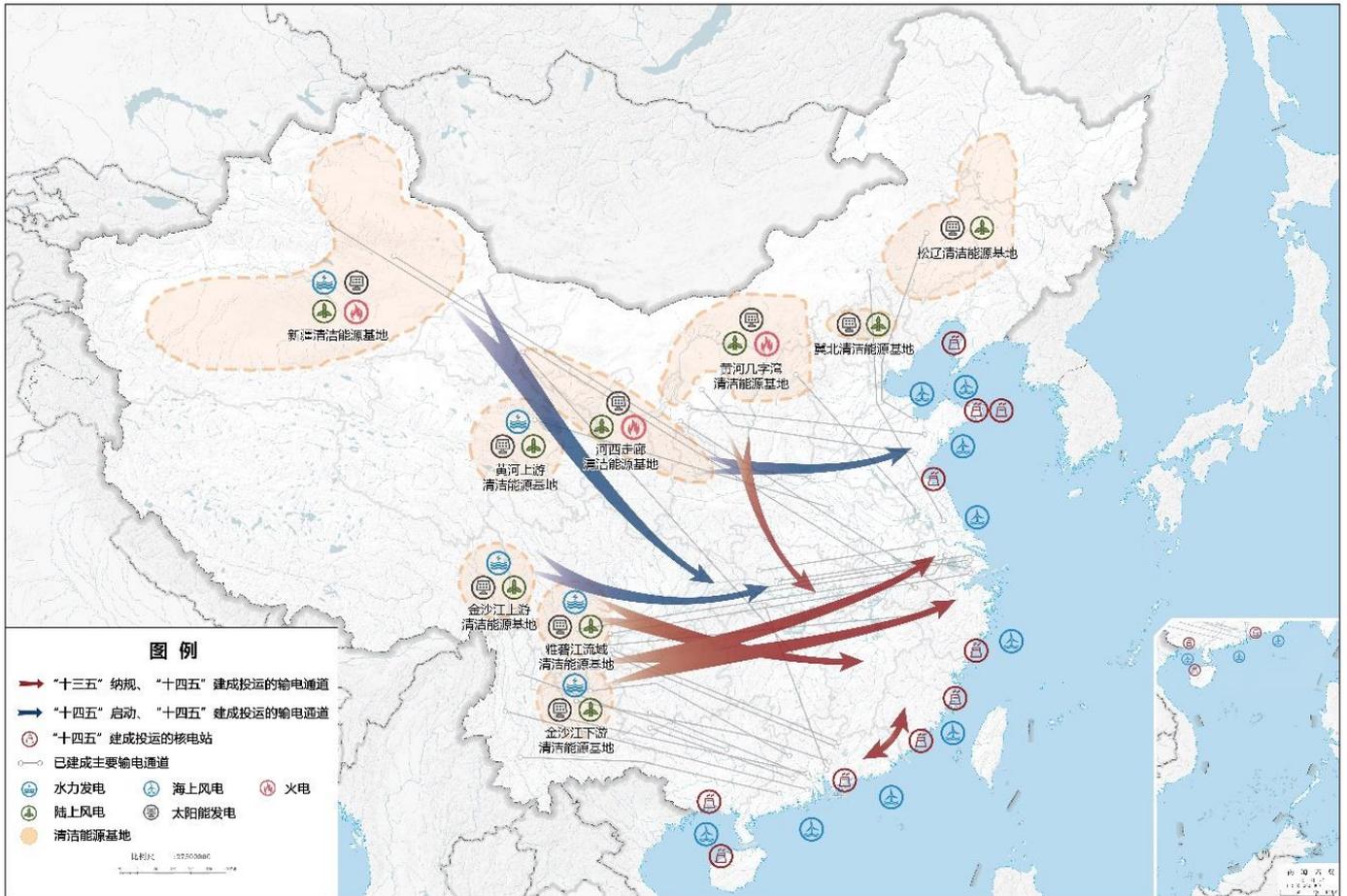
电力系统调节

建设桐城、磐安、泰安二期、浑源、庄河、安化、贵阳、南宁等抽水蓄能电站，实施电化学、压缩空气、飞轮等储能示范项目。开展黄河梯级电站大型储能项目研究。

资料来源：《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》、开源证券研究所

“十四五”我国将建设风电、光伏、水电及配套灵活性火电等多个清洁能源基地，形成九个陆上大型清洁能源基地和五个海上风电基地。

图7：“十四五”大型清洁能源基地广泛分布在三北和西南地区



资料来源：《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》

“十四五”期间规划了九大陆上清洁能源基地。截至 2021 年末，九大清洁能源基地累计建成光伏装机 12823 万千瓦，累计建成风电装机 17601 万千瓦。

表2：“十四五”期间规划了九大清洁能源基地

基地名称	地区	2021 年底光	2021 年底风	“十四五”风光装	“十四五”规划内容
		伏累计装机 (万千瓦)	电累计装机 (万千瓦)	机总规划 (万千瓦)	
松辽清洁能源基地	辽宁	478	1087	480	2025 年新增风电投产 330 万千瓦，2022 年底前建成 150 万千瓦光伏。
	吉林	346	665	3000	2025 年，风电装机 2200 万千瓦，光伏装机 800 万千瓦。
	黑龙江	420	835	2800	2025 年新增风电装机 1000 万千瓦，建设哈尔滨、齐齐哈尔

					尔、佳木斯、大庆、绥化百万千瓦级大型风电项目；新增光伏装机 550 万千瓦，建设齐齐哈尔、大庆、绥化和四煤城大型光伏发电项目和大庆光伏储能实证实验平台（基地）。
冀北清洁能源基地	河北	2921	2546	9700	重点建设张承百万千瓦风电基地和张家口、承德、唐山、沧州、沿太行山区光伏发电应用基地。到 2025 年，风电、光伏发电装机容量分别达到 4300 万千瓦、5400 万千瓦。
黄河几字弯清洁能源基地	内蒙古	1412	3996	10000	重点打造包头、通辽、乌兰察布、鄂尔多斯、巴彦淖尔、阿拉善等千万千瓦级风电基地，重点在库布齐、乌兰布和、腾格里、毛乌素、巴丹吉林沙漠和浑善达克沙地推进大规模“光伏+生态治理”建设，鼓励呼伦贝尔、锡林郭勒、鄂尔多斯等地在采煤沉陷区、露天矿排土场推进“光伏+生态修复”项目建设。到 2025 年，全区新能源装机总规模达到 1 亿千瓦以上，新能源装机占比超过 50%；新增新能源发电量占全部新增发电量的 60% 以上
	宁夏	1384	1455	1850	示范区。建设红寺堡、盐池、中宁、宁东等百万千瓦级光伏基地和贺兰山、麻黄山、香山平价风电基地。加快发展光伏制造、到 2025 年，全区新能源电力装机力争达到 4000 万千瓦。十四五建设 1400 万千瓦光伏项目、450 万千瓦风电项目。
河西走廊清洁能源基地	甘肃	1146	1725	/	到 2025 年，全省风光电装机达到 5000 万千瓦以上，可再生能源装机占电源总装机比例接近 65%，非化石能源占一次能源消费比重超过 30%，外送电新能源占比达到 30% 以上。持续推进河西特大型新能源基地建设，进一步拓展酒泉千万千瓦级风电基地规模，打造金（昌）张（掖）武（威）千万千瓦级风光电基地，积极开展白银复合型能源基地建设前期工作。
黄河上游清洁能源基地	青海	1632	896	/	积极推进光伏发电和风电基地化规模化开发，形成以海南千万千瓦级多能互补 100% 清洁能源基地、海西千万千瓦级“柴达木光伏走廊”清洁能源基地为依托，辐射海北、黄南州的新能源开发格局。到 2025 年光伏发电 4580 万千瓦，风电 1650 万千瓦。
新疆清洁能源基地	新疆	1354	2408	/	建成准东千万千瓦级新能源基地，推进建设哈密北千万千瓦级新能源基地和南疆环塔里木千万千瓦级清洁能源供应保障区，建设新能源平价上网项目示范区。
金沙江上游清洁能源基地	四川	196	527	/	规划建设金沙江上游、金沙江下游、雅砻江、大渡河中上游水风光一体化可再生能源综合开发基地。到 2025 年底，风电、光伏发电装机容量分别达到 1000 万千瓦、1200 万千瓦。
雅砻江流域清洁能源基地	贵州	1137	580	/	到 2025 年，发电装机突破 1 亿千瓦。建设毕节、六盘水、安顺、黔西南、黔南等百万千瓦级光伏基地，鼓励分散式、分布式光伏发电及风电项目建设。依托已有的大型水电基地，打造乌江、北盘江、南盘江、清水江水风光一体化千万千瓦级可再生能源开发基地。
金沙江下游	云南	397	881	/	到 2025 年，全省电力装机达到 1.3 亿千瓦左右，绿色电源

清洁能源基地				装机比重达到 86% 以上。“十四五”期间，云南将规划建设 31 个新能源基地，装机规模为 1090 万千瓦，建设金沙江下游、澜沧江中下游、红河流域“风光水储一体化”基地以及“风光火储一体化”示范项目新能源装机共 1500 万千瓦。
合计	12823	17601	/	

资料来源：全国各省、市、自治区“十四五”规划方案、全国新能源消纳监测预警中心、开源证券研究所

“十四五”五大海上风电基地规划装机 5010 万千瓦。五大海上风电基地分别为山东半岛、长三角、闽南、粤东和北部湾五大海上风电基地。截至 2021 年底，海上风电累计装机规模达到 2638 万千瓦。预期到 2025 年底，广东 1800 万千瓦，福建 410 万千瓦，浙江 500 万千瓦，江苏 1500 万千瓦，山东 800 万千瓦。

表3：“十四五”五大海上风电基地规划装机 7900 万千瓦

基地	“十四五”规划装机（万千瓦）	“十四五”规划内容
广东	1800	建设珠三角海上风电研发服务基地；建设粤东千万千瓦级海上风电基地；建设粤西千万千瓦级海上风电基地。
福建	410	推进海上风电场开发。推进福州长乐外海海上风电、莆田平海湾海上风电、漳浦六鳌海上风电接入电网工程；推进霞浦海上风电场工程、漳州深远海海上风电基地、闽南外海浅滩深远海海上风电基地建设工程。“十四五”期间增加并网装机 410 万千瓦，新增开发省管海域海上风电规模约 1030 万千瓦，力争推动深远海风电开工 480 万千瓦。
浙江	500	通过海上风电规模化发展，实现全产业链协同发展，重点在宁波、温州、舟山等开发规模相对集中的区域，打造海上风电+海洋能+储能+制氢+海洋牧场+陆上产业基地的示范项目，带动浙江海上风电产业发展。结合海上风电开发，探索海上风电制氢、深远海碳封存、海上能源岛等新技术、新模式。“十四五”期间，全省海上风电力争新增装机容量 450 万千瓦以上，累计装机容量达到 500 万千瓦以上。
江苏	1500	加快建设近海千万千瓦级海上风电基地，规划研究深远海千万千瓦级海上风电基地。实施丰海、通海 500kV 输变电工程等重点项目，同步规划千万千瓦级海上风电基地配套调峰电源和南通—苏州过江通道工程。到 2025 年，全省风电装机达到 2800 万千瓦以上，其中海上风电装机达到 1500 万千瓦以上。
山东	800	以海上风电为主战场，积极推进风电开发。加快发展海上风电。按照统一规划、分步实施的总体思路，坚持能建尽建原则，以渤中、半岛南、半岛北三大片区为重点，充分利用海上风电资源，打造千万千瓦级海上风电基地。推进海上风电与海洋牧场融合发展试点示范，加快启动平价海上风电项目建设，推动海上风电规模化发展。科学布局陆上风电。适度有序推进陆上风电开发建设，重点打造鲁北盐碱滩涂地千万千瓦级风光储输一体化基地。到 2025 年，全省风电装机达到 2800 万千瓦，其中海上风电装机力争达到 800 万千瓦
合计	5010	

资料来源：广东、福建、浙江、江苏、山东“十四五”规划方案、开源证券研究所

第一批风电光伏大基地约 9500 万千瓦项目目前已全部开工。2021 年 11 月，国家能源局、国家发改委印发《第一批以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电、光伏基地建设项目清单的通知》，项目涉及内蒙古、青海、甘肃、陕西、宁夏、新疆、辽宁、吉林、黑龙江、河北、山西、山东、四川、云南、贵州、广西、安徽、湖南等省份和新疆生产建设兵团。

第二批风光大基地总规划装机 4.55 亿千瓦，“十四五”规划建设风光基地总装机 2 亿千瓦。2022 年 2 月，国家发展改革委和国家能源局下发《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》通知中提出，以库布齐沙漠、乌兰布和沙漠、腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠和采煤沉陷区为重点，规划建设大型风电光伏基地。“十四五”时期规划建设风光基地总装机约 2 亿千瓦，包括外送 1.5 亿千瓦、本地自用 0.5 亿千瓦；“十五五”时期规划建设风光基地总装机约 2.55 亿千瓦，包括外送 1.65 亿千瓦、本地自用 0.9 亿千瓦。其中，库布齐、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林沙漠基地规划装机 2.84 亿千瓦，采煤沉陷区规划装机 0.37 亿千瓦，其他沙漠和戈壁地区规划装机 1.34 亿千瓦。

表4：第二批风光大基地“十四五”总规划装机 2 亿千瓦

沙漠基地名称	项目名称	配套电源方案（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		
	合计	3900	800	660		
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	存量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
	合计	2100	400	200		
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
	合计	4500	1000	532		
腾格里	腾格里沙漠基地东南部项目	1100		332	华中	新建宁夏至湖南外送通道
	腾格里沙漠基地东南部项目	1100	400		中东部	新建贺兰山至中东部外送通道
	腾格里沙漠基地河西项目	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项目	600	200		本地	新建省内通道
	腾格里沙漠基地河西项目	600		200	本地	新建省内通道
	合计	2300	400	200		
巴丹吉林	酒泉西部新能源项目	1100	400	0	中东部	新建酒泉至中东部外送通道
	阿拉善新能源项目	600	0	0	本地	新建省内通道
	腾格里沙漠基地河西项目	600	0	0	本地	新建省内通道
	合计	3700	200	2620		
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

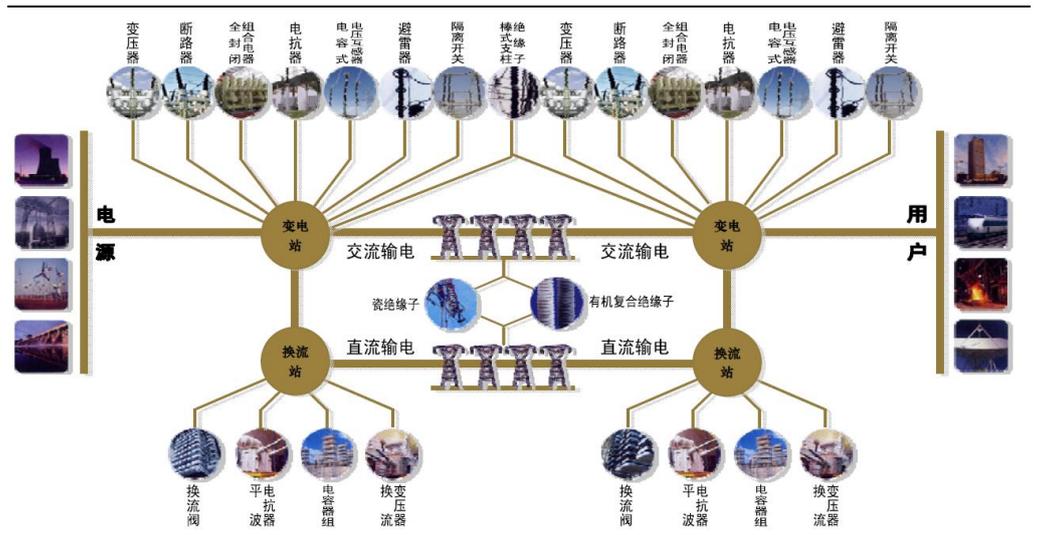
沙漠基地名称	项目名称	配套电源方案 (万千瓦)			消纳市场	输电通道
		新能源	支撑电源 煤电扩建	支撑电源 煤电改造		
	蒙西鄂尔多斯采煤沉陷区新能源项目	400		800	华北	存量上海庙至山东外送通道
	陕北采煤沉陷区新能源项目	300		624	华北	存量府谷-锦界电厂点对点外送通道
	陕北采煤沉陷区新能源项目	500		200	华东	新建陕北至安徽外送通道
	陕北采煤沉陷区新能源项目	500		200	华中	新建陕西至河南外送通道
	晋北采煤沉陷区新能源项目	800	200		华北	新建大同-怀素-天津北-天津南外送通道
其他地区		3500				
总计		20000	2800	4212		

资料来源：国家发改委《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》、开源证券研究所

2、主干电网建设稳步推进，助力清洁能源跨区配置

主干输电网按功能环节可以分为输电线路和变（换）电站，包括一次设备和二次设备，一次设备主要包括开关、变压器、电抗器、电容器、互感器、绝缘子、避雷器、直流输电换流阀及电线电缆等，是电力输送的硬件设备；二次设备则主要是针对电力设备控制及电网自动控制、保护和调度，是电力控制设备、电力输送的软件设备。按照输电电流性质可以分为交流输电和直流输电，直流输电又衍生出柔性直流输电。

图8：输电网主要由输电线路和变（换）电站组成



资料来源：中国西电招股说明书

按照中国电压等级可以分为高压输电网、超高压输电网、特高压输电网。其中，高压输电指 66kV 以上、330kV 以下的交流，通常有交流 66kV、110kV、220kV 等级别；超高压输电指 330kV 及以上、1000kV 以下的交流和±800kV 以下的直流，通常

有交流 330kV、500kV、750kV 和直流 500kV、600kV 等级别；特高压输电指 1000kV 及以上的交流 and $\pm 800kV$ 及以上的直流，通常有 1000kV 交流和 $\pm 800kV$ 、 $\pm 1100kV$ 直流。

表5：我国输电网电压等级可分为特高压、超高压和高压

	特高压	超高压	高压
交流	1000kV	330kV、500kV、750kV	35kV、66kV、110kV、220kV
直流	$\pm 800kV$ 、 $\pm 1100kV$	400kV、500kV、600kV	

资料来源：电工基础资讯网、开源证券研究所

1、输电：通过输电网大规模、远距离的电源和负荷的连接，实现各地区电能互济和跨区配置。通常来说，**电网规模越大，其稳定性和灵活性越强，但事故后果也会更严重。**输电线路相对于变电设备而言较为简单，主要是是杆塔、导地线、绝缘子、金具、杆塔基础、接地装置、附属设施。

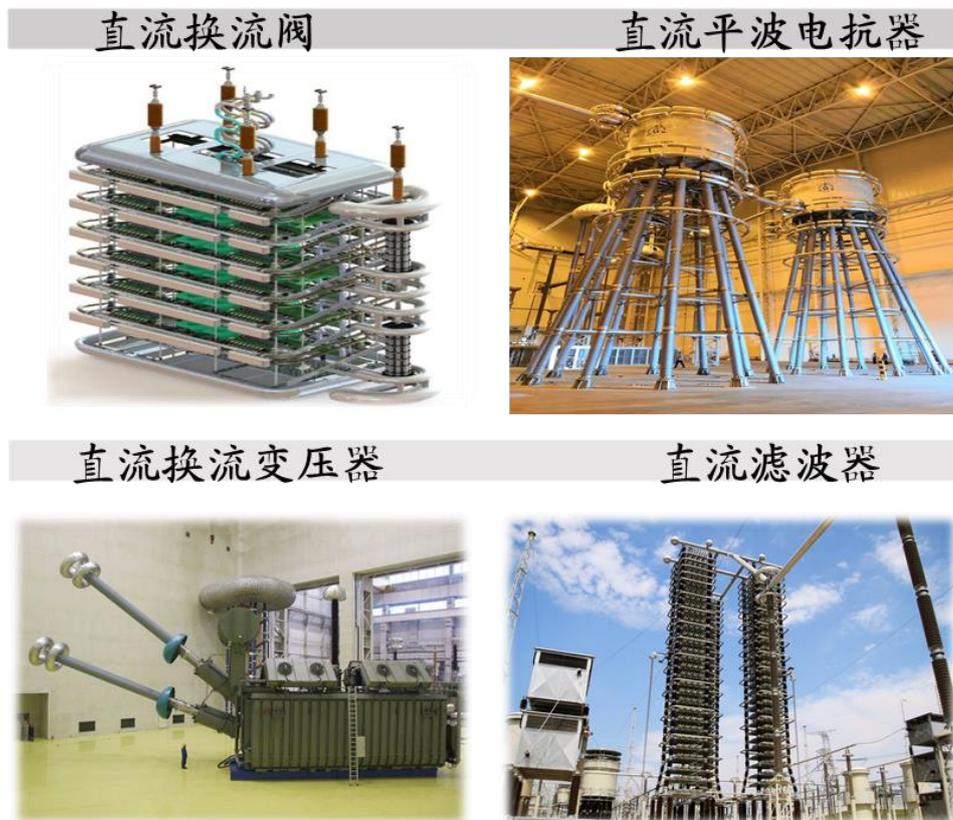
2、变（换）电：**(1) 变电站**通常是指通过变压器实现对交流电压等级的转换，可以分为发电厂升压变和配网用降压变。在变电站中还需进行电压调整、潮流（电力系统中各节点和支路中的电压、电流和功率的流向及分布）控制以及输配电线路和主要电工设备的保护。**主要装置包括变压器、高压断路器、隔离开关、母线、避雷器、电容器、电抗器等。****(2) 换流站**主要是在高压直流输电系统中，将交流电变换为直流电或者将直流电变换为交流电的转换，并达到电力系统对于安全稳定及电能质量的要求而建立的站点。**主要装置包括：换流阀、换流变压器、平波电抗器、交流开关设备、交流滤波器及交流无功补偿装置、直流开关设备、直流滤波器、控制与保护装置、站外接地极以及远程通信系统等。**

图9：交流变电站由变压器、电抗器、GIS、滤波器等装置组成



资料来源：全球能源互联网发展合作组织《特高压输电技术发展与展望》、中国西电、开源证券研究所

图10：直流换电站由换流阀、换流变、电抗器、滤波器等装置组成



资料来源：国家电网《中国特高压直流输电技术现状和发展方向》、中国能建、国家能源局、思源电气、开源证券研究所

2.1、电网公司持续投资建设智能坚强的输电网

自 2002 年“厂网分开”电改以来，我国电网建设主要经历四个周期。

(1) 2002 年-2008 年主干输电网建设：我国电力工业早期的主要问题在于电源供给不足，需要集中资源解决供电瓶颈问题，发电集团在加大电源投资的同时，电网投资聚焦输变电基础设施环节。

(2) 2009 年-2014 年坚强智能电网建设：受 2008 年“四万亿”基建催化和南方极端冰冻灾害影响，国家电网实际投资总量大幅提升的同时，并于 2009 年提出了坚强智能电网规划，电网通道输电能力大幅提升且安全性显著增强。

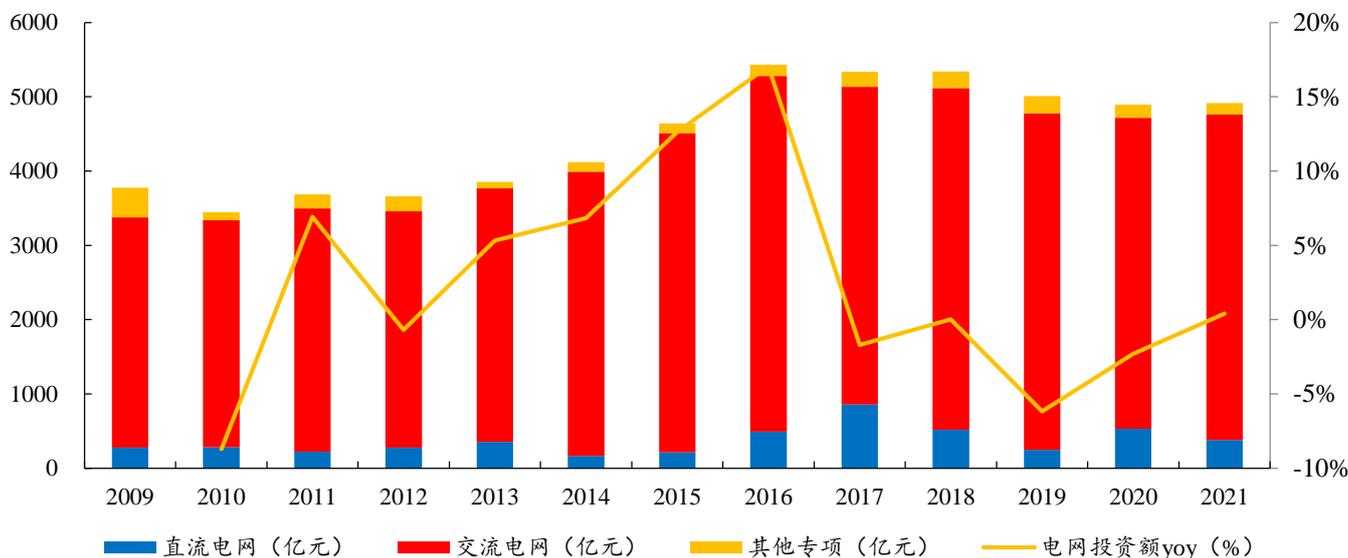
(3) 2015 年-2020 年特高压电网建设：2015 年国家开启新一轮基建，电网投资再次大幅提升，同时国家电网开始大规模规划建设特高压。

(4) 2021 年至今新型电力系统建设：国家电网董事长辛保安提出十四五投资 3500 亿美元推进新型电力系统建设，高比例新能源和用户侧灵活性负荷接入对电网调控运行提出了新的要求，电网投资侧重于灵活性资源、电力自动化、特高压通道、

配网智能化和用户侧能源服务。

2023年1月16日，国家能源局发布2022年全国电力工业统计数据。2022年电网工程建设投资完成5012亿元，同比增长2.0%。

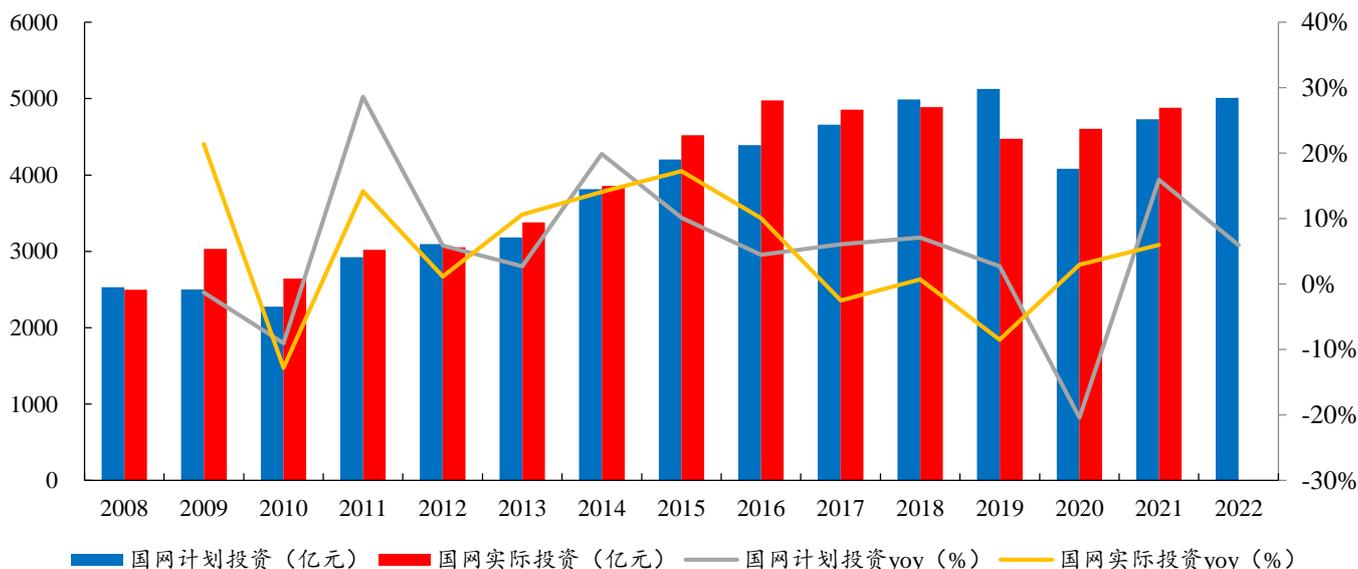
图11：电网建设逆周期调节特性明显，投资结构有所调整



数据来源：中电联历年《中国电力行业年度发展报告》、开源证券研究所

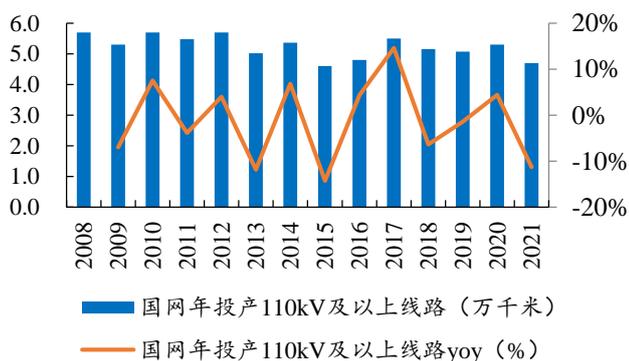
国家电网“十四五”计划投资3500亿美元。一方面，新能源发电占比提高、用户侧负荷结构变化对电网安全稳定运行提出了更高的要求，在技术上要求电网加大升级改造投资力度。另一方面，电网具备逆周期调节特性，2021年中央经济会议提出适度超前基础设施建设。国家能源局发布2022年全国电力工业统计数据，2022年电网工程建设投资完成5012亿元，同比增长2.0%。

国家电网投资额呈周期性上升趋势，具有很强的逆周期调节特性。2008年全球金融危机后，国家“四万亿”基建刺激下，2009年和2010年实际投资超过计划额。2015年国家再次启动基建开展逆周期调节，国家电网2015年和2016年实际投资额再次大幅超过计划额。在全球新冠肺炎疫情冲击下，国家电网2020年和2021年连续两年投资再超计划。2023年1月11日，国家电网董事长、党组书记辛保安在接受央视新闻采访时表示，2023年将加大投资，其中电网投资将超过5200亿元，再创历史新高。

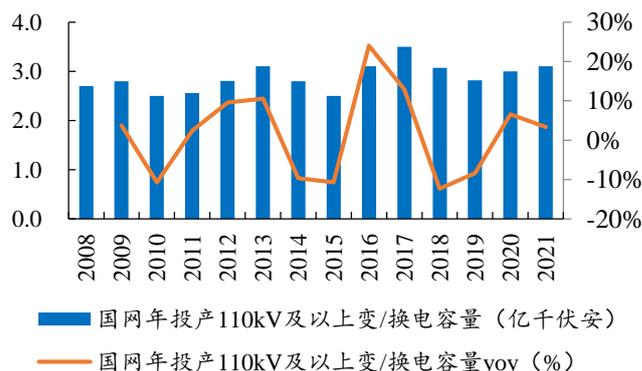
图12：国家电网投资额呈周期性上升趋势，具有很强的逆周期调节特性


数据来源：国家电网历年社会责任报告、开源证券研究所

国网每年新增投产 110kV 及以上线路长度呈稳中下降趋势，每年新增投产 110kV 及以上变/换电容量存在明显波动性。2021 年新增投产 110kV 及以上线路长度 4.7 万千米，同比减少 11.32%；新增投产 110kV 及以上变/换电容量 3.1 亿 kV 安，同比增加 3.33%。国网累计投产 110kV 及以上线路长度不断增加，累计投产 110kV 及以上变换电容量持续增大。截至 2020 年底，累计投产 110kV 及以上线路长度 114.2 万千米，累计投产 110kV 及以上变换电容量 52.3 亿 kV 安。

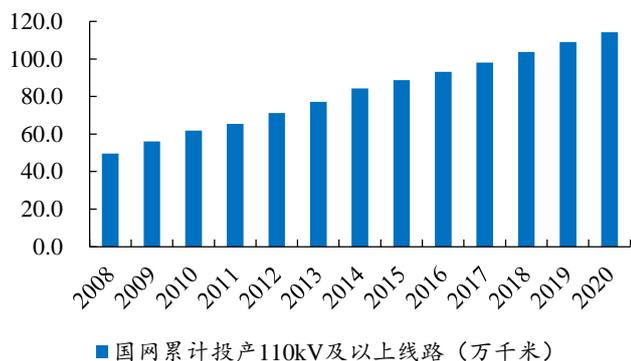
图13：国网年投产 110kV 及以上线路长度稳中下降


数据来源：国家电网历年社会责任报告、开源证券研究所

图14：国网年投产 110kV 及以上变/换电容量波动较大


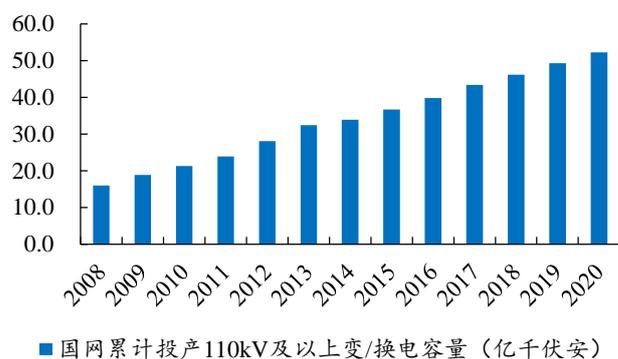
数据来源：国家电网历年社会责任报告、开源证券研究所

图15: 国网累计投产 110kV 及以上线路长度不断增加



数据来源: 国家电网历年社会责任报告、开源证券研究所

图16: 国网累计投产 110kV 及以上变/换电容量持续增大



数据来源: 国家电网历年社会责任报告、开源证券研究所

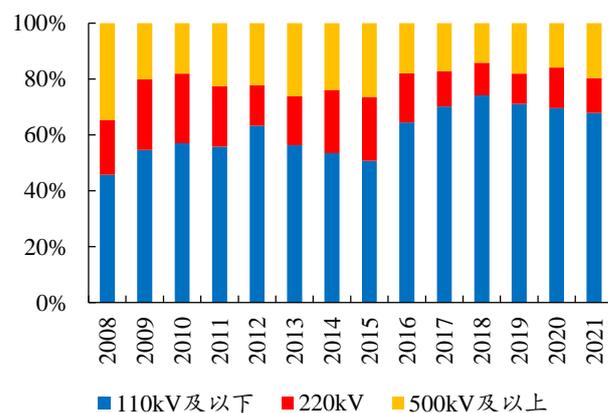
南方电网“十四五”计划投资 6700 亿元。《南方电网“十四五”电网发展规划》提出,“十四五”期间围绕清洁发电、智能输电、智能配电、智能用电、智慧能源、电网数字水平、通信网络等九大领域,深化西电东送、拓展北电南送、接续藏东南、融合粤港澳、联通东南亚,实现更大范围资源优化配置大平台。**南方电网近年来投资额总量不断加大,逐渐偏向低电压等级的配电网和农村电网。**与国家电网投资逆周期调节类似,南方电网 2009 年完成 912 亿元,同比大增 90.40%,自 2015 年起投资额稳步增加。2008 年在 110kV 及以下、220kV、500kV 及以上的投资额分别为 219、94、166 亿元,而 2021 年对应的投资额分别为 675、125、195 亿元。

图17: 南方电网投资额小幅回落后近年来呈上升态势



数据来源: 南方电网历年社会责任报告、开源证券研究所

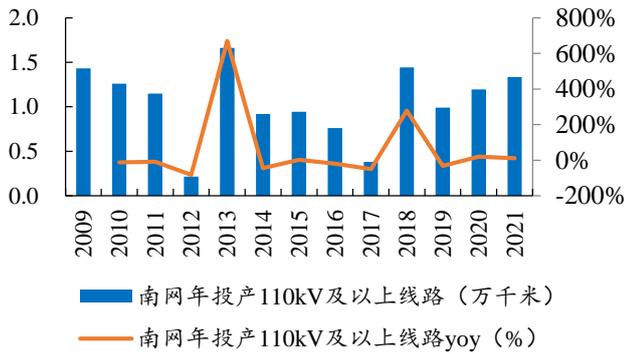
图18: 南方电网投资逐渐侧重于低电压等级电网



数据来源: 南方电网历年社会责任报告、开源证券研究所

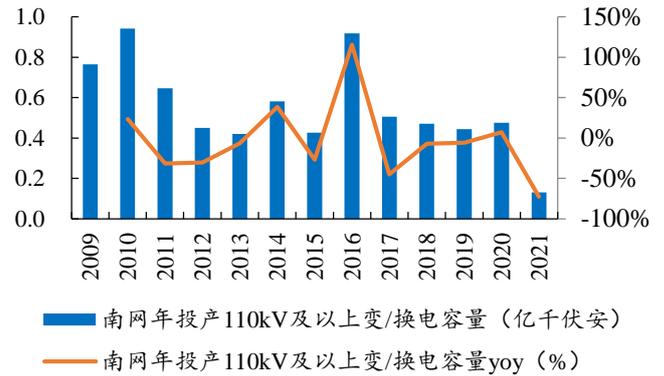
南网每年新增投产 110kV 及以上线路长度和 110kV 及以上变/换电容量存在明显波动性。2021 年新增投产 110kV 及以上线路长度 1.3 万千米,同比增加 11.66%;新增投产 110kV 及以上变/换电容量 0.1 亿 kV 安,同比减少 72.60%。南网累计投产 110kV 及以上线路长度不断增加,累计投产 110kV 及以上变换电容量持续增大。截至 2021 年底,累计投产 110kV 及以上线路长度 26.2 万千米,累计投产 110kV 及以上变换电容量 11.3 亿 kV 安。

图19：南网年投产 110kV 及以上线路长度波动较大



数据来源：南方电网历年社会责任报告、开源证券研究所

图20：南网年投产 110kV 及以上变/换电容量波动较大



数据来源：南方电网历年社会责任报告、开源证券研究所

图21：南网累计投产 110kV 及以上线路长度不断增加



数据来源：南方电网历年社会责任报告、开源证券研究所

图22：南网累计投产 110kV 及以上变/换电容量持续增大



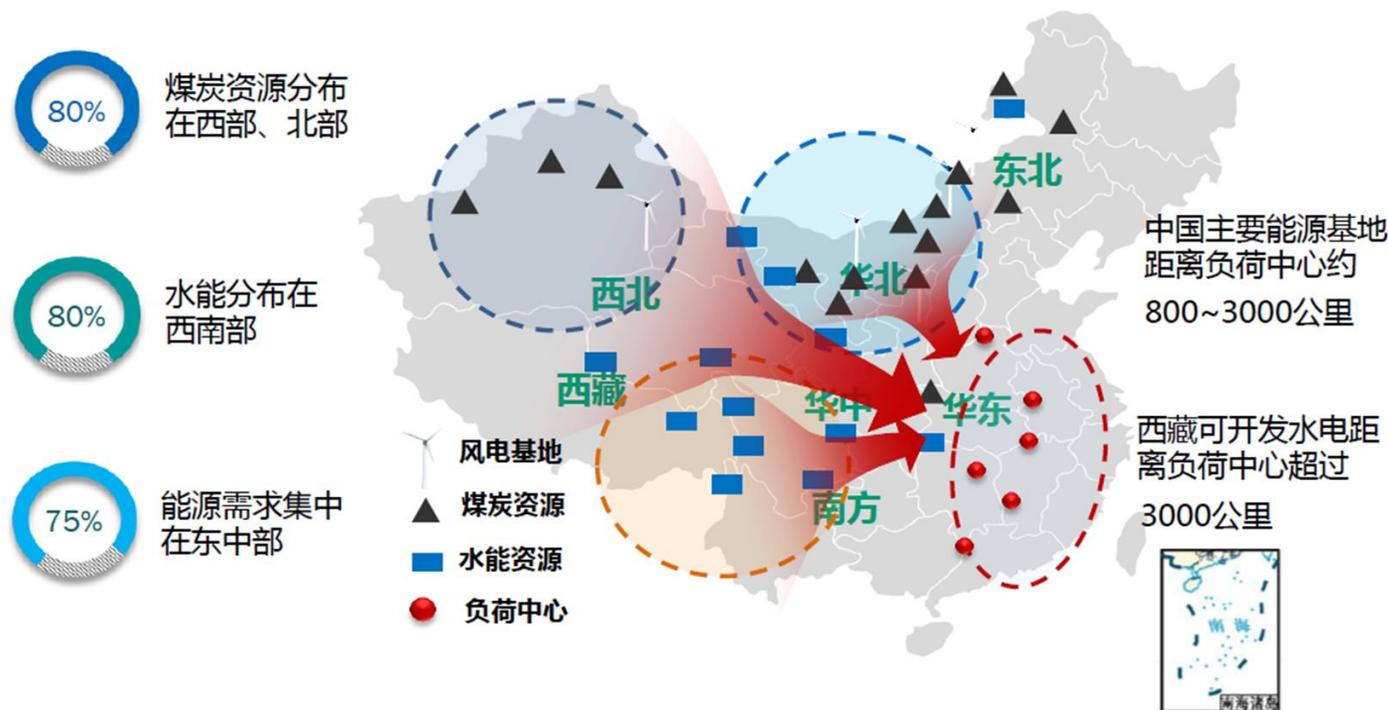
数据来源：南方电网历年社会责任报告、开源证券研究所

2.2、特高压输电通道实现清洁能源远距离消纳

我国特高压输电指交流电压等级在 1000kV 及以上、直流电压在±800kV 及以上的输电技术，具有输送容量大、传输距离远、运行效率高和输电损耗低等技术优势，是实现远距离电力系统互联，建成联合电力系统的物理架构基础，是目前全球最先进的输电技术。

中国能源基地和负荷中心逆向分布。80%以上的能源资源分布在西部、北部，75%电力消费集中在东部、中部，供需相距 800~3000km，必须实施能源大范围优化配置。

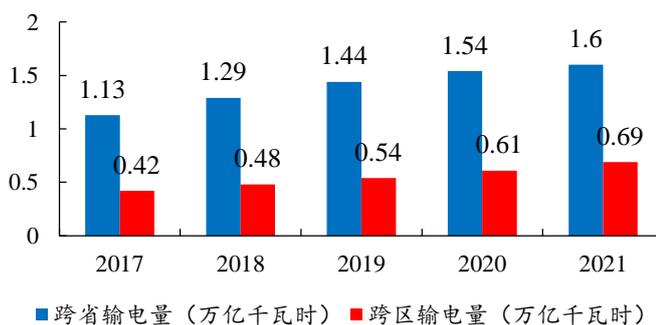
图23：中国能源基地与负荷中心呈逆向分布



资料来源：国家电网《中国特高压直流输电技术现状和发展方向》、开源证券研究所

我国面临东西部电力供需结构性失衡，东部地区用电量较大，而发电能力远不及用电需求，存在较大的缺口；西部地区发电量远超过用电量。中西部用电存在结构性失衡的问题，特高压跨区输电是解决这一问题的有效方式。受益于基建刺激叠加新能源消纳需求，近年来特高压工程发展迅速。2021年特高压工程累计线路长度达到42156公里，累计输送电量为24416亿千瓦时。

图24：跨省跨区输电量逐年提升



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

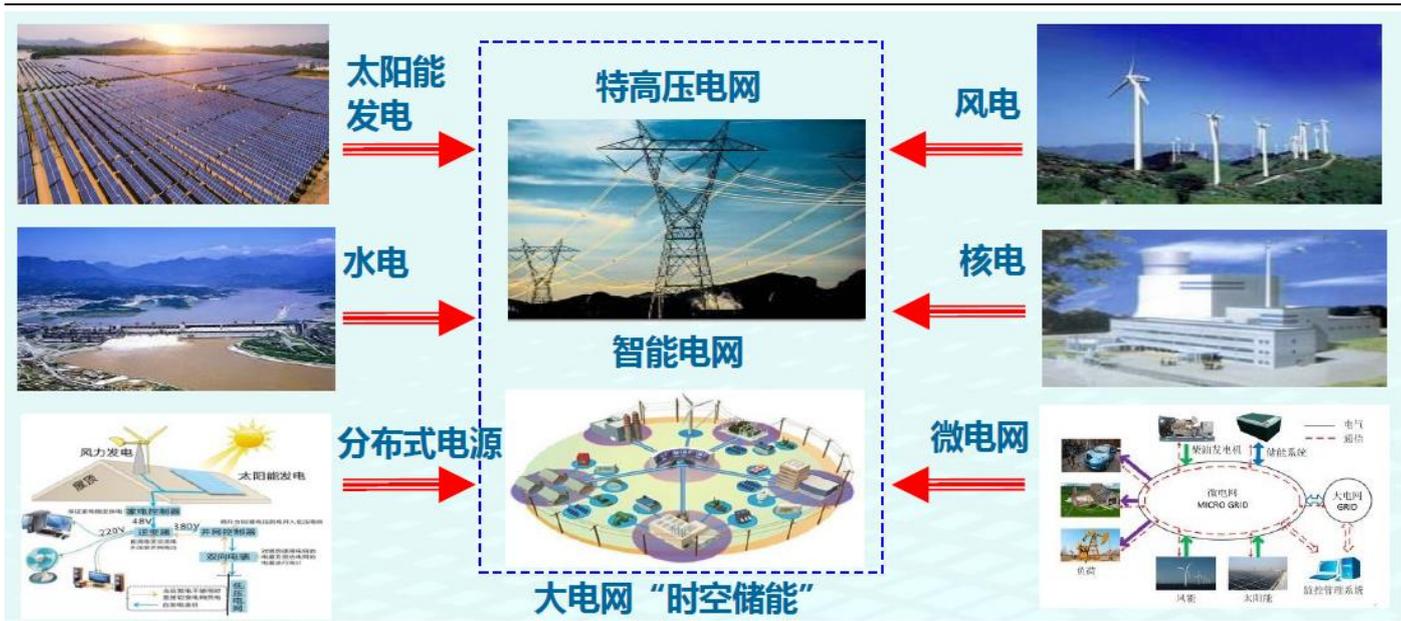
图25：特高压线路长度及输送电量稳定增长



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

通过特高压输电通道可以充分利用发用电时空特性及资源禀赋差异性，最大限度挖掘大电网资源优化配置潜力，灵活调剂省间电力余缺，加强“点对网”电厂富余清洁能源消纳力度，提高西电东送通道利用水平，保障西部清洁能源消纳及东部电力稳定供应。

图26：特高压主干电网实现能源广域配置



资料来源：全球能源互联网发展合作组织《加快建设全球能源互联网携手开创中非能源电力合作新局面》

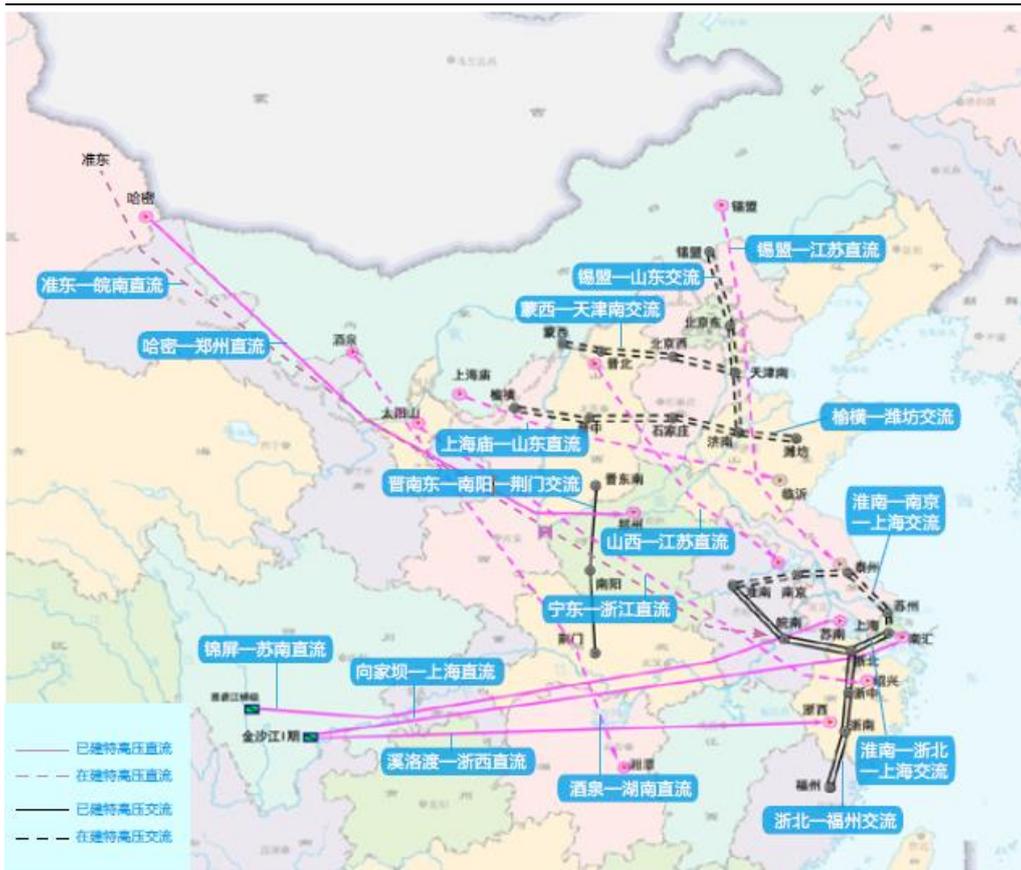
自 2006 年起我国特高压建设经历了四个阶段。第一阶段为试验阶段(2006-2008 年), 2006 年 8 月发改委批复了中国第一条特高压交流项目(晋东南-南阳-荆门), 并于 2008 年 12 月投运; 第二阶段(2011-2013 年), 国家电网公司开启以特高压电网为骨干网架, 各级电网协调发展的智能电网建设周期, 核准并开工“三交两直”; 第三阶段(2014-2016 年), 2014 年 5 月, 国家能源局提出加快推进大气污染防治行动计划, 集中批复一揽子输电通道项目, 核准并开工“八交八直”; 第四阶段(2018 年至今), 作为新基建拉动经济, 特高压再次迎来快速发展。国家电网“十四五”期间规划建设特高压工程“24 交 14 直”, 2022 年国家电网计划开工“10 交 3 直”共 13 条特高压线路。截至 2022 年 12 月, 国网公司和南网公司累计投运特高压交流和直流线路 36 条。

表6：自 2006 年起我国特高压建设经历了四个阶段

阶段	事件
2006-2010 年	用电量高增, 电网大力推进基础建设; 建成第一条特高压交流项目和第一条直流项目;
2011-2013 年	以特高压电网为骨干网架, 各级电网协调发展的智能电网建设周期开启, 核准并开工“三交两直”;
2014-2017 年	2014 年 5 月国家能源局围绕《大气污染防治行动计划》集中批复一揽子输电通道项目, 核准并开工“八交八直”;
2018-至今	2018 年 9 月国家能源局《关于加快推进一批输变电重点工程规划建设工作的通知》, 规划“七交五直”线路, 国家电网“十四五”期间规划建设特高压工程“24 交 14 直”。

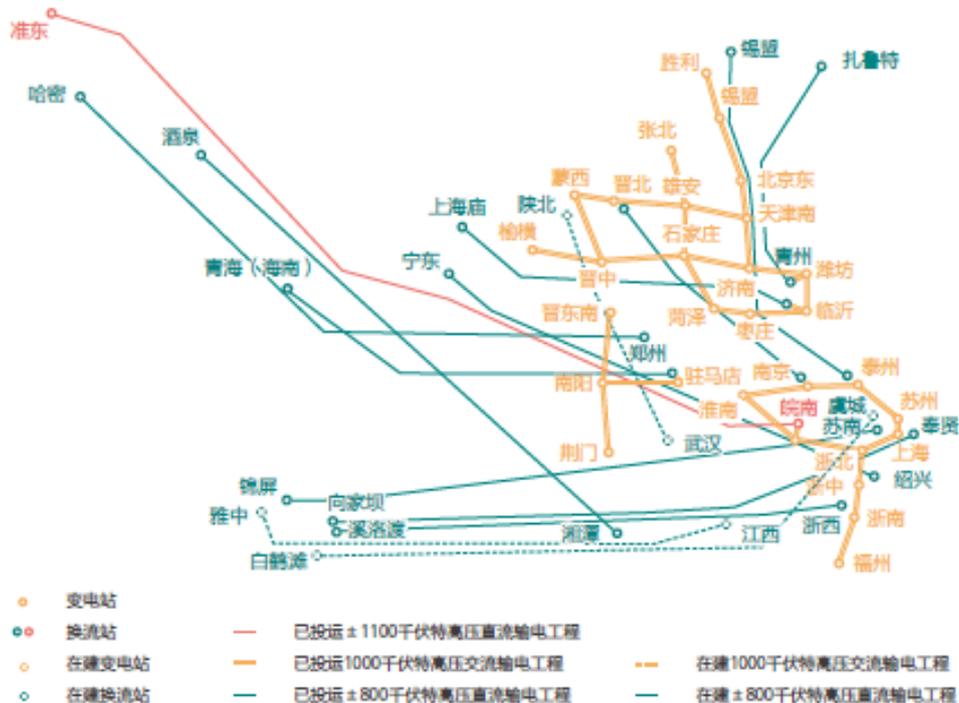
资料来源：华经产业研究院、开源证券研究所

图27：2015年起国网大规模特高压建设周期开启



资料来源：国家电网 2015 年社会责任报告

图28：截至 2020 年，国网累计建成投运“14 交 12 直”特高压输电工程



资料来源：国家电网 2020 年社会责任报告

2.2.1、特高压交流仍是当前电网体系下主要技术

坚强稳定的交流主干网是直流大发展的重要基础。尽管特高压技术朝着“直流化”和“柔性化”方向发展，但是当前主干网架体系以交流为主，且直流以点对点输电为主，暂时不具备大规模组网的能力，即使直流具备更大容量和更远距离的优势，也不能直接取代交流输电系统，特高压交流输电仍是当前重要技术方式，只有足够稳定的交流主干网才能更好地支撑大规模直流输电系统。

相比常规交流技术，特高压交流输电技术具有输电距离远、输电容量大、损耗低、占地少等优势，构建特高压骨干网架，可为直流多馈入的受端电网提供坚强的电压和无功支撑。

表7：特高压交流相比常规交流具有距离远、容量大、损耗低、占地少的优势

	电压等级	输电容量	输电距离	输电损耗	输电走廊
常规交流	500kV	1GW	小于 500km	10%/1000km	55m/GW
特高压交流	1000kV	4-5GW	1000-1500km	2.5%~3.3%/1000km	18.3~27.5m/GW

数据来源：全球能源互联网发展合作组织《特高压输电技术发展与展望》、开源证券研究所

根据国家发改委、国家能源局、国家电网、南方电网等获取公开信息统计，我国在运 1000kV 特高压交流线路共 16 条。

表8：我国在运特高压交流线路 16 条

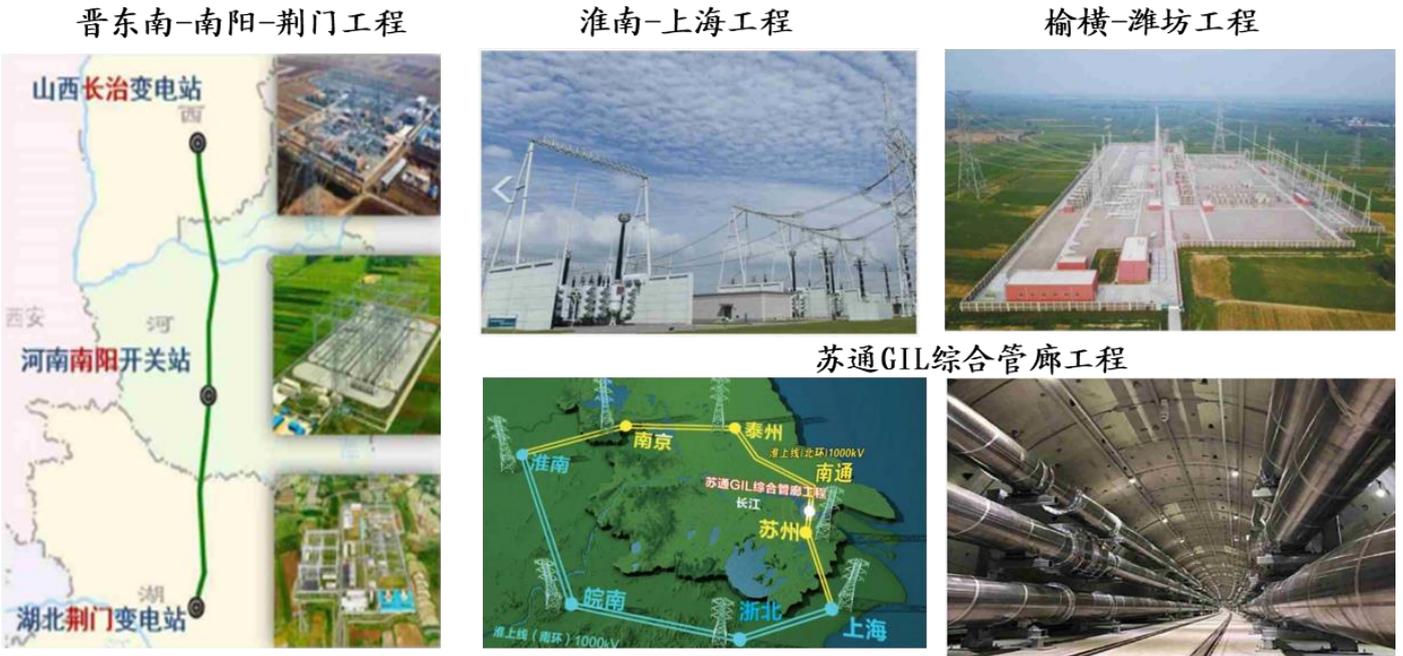
	项目名称	项目类型	项目状态	电网公司	电压等级 (kV)
1	山西晋东南-河南南阳-湖北荆门	交流	已投运	国网	1000
2	皖电东送交流（安徽淮南-浙江-上海）	交流	已投运	国网	1000
3	浙北-福州交流（浙江浙北-福建福州）	交流	已投运	国网	1000
4	淮南-南京-上海交流（安徽淮南-江苏苏南-上海沪西）	交流	已投运	国网	1000
5	锡盟-山东交流（内蒙古锡盟-北京东-天津南-山东济南）	交流	已投运	国网	1000
6	蒙西-天津南交流（蒙西-晋北-雄安-天津）	交流	已投运	国网	1000
7	榆横-潍坊交流	交流	已投运	国网	1000

	项目名称	项目类型	项目状态	电网公司	电压等级 (kV)
	(陕西榆林-晋中-石家庄-济南-山东潍坊)				
8	锡盟-胜利交流 (内蒙古锡盟-胜利)	交流	已投运	国网	1000
9	山东-河北环网交流(潍坊-临沂-枣庄-菏泽-石家庄)	交流	已投运	国网	1000
10	北京西-石家庄交流	交流	已投运	国网	1000
11	蒙西-晋中交流	交流	已投运	国网	1000
12	张北-雄安交流 (河北张家口-雄安)	交流	已投运	国网	1000
13	驻马店-南阳交流(河南驻马店-平顶山-南阳))	交流	已投运	国网	1000
14	南昌-长沙交流	交流	已投运	国网	1000
15	荆门-武汉交流	交流	已投运	国网	1000
16	南阳-荆门-长沙交流	交流	已投运	国网	1000

资料来源：国家发改委官网、国家能源局官网、国家电网、南方电网、开源证券研究所

晋东南-南阳-荆门工程是世界首条商业运行线路 1000kV 特高压交流输电示范工程，变电容量 6000MVA，全长 654 千米。淮南-上海工程是世界上首次商业化运行的同塔双回路特高压交流输电工程，变电容量 21000MVA，全场 2*648.7 千米。苏通 GIL 综合管廊工程是世界上电压等级最高、容量最大、距离最远的管道输电工程，输电电压 1000kV，单相长度 5.8 千米，六相总长约 35 千米。榆横-潍坊工程是目前为止输电距离最长的特高压交流工程，新增变电容量 15000MVA，线路总长 2*1050 千米。

图29：晋东南-南阳-荆门、淮南-上海、横榆-潍坊等特高压交流典型工程

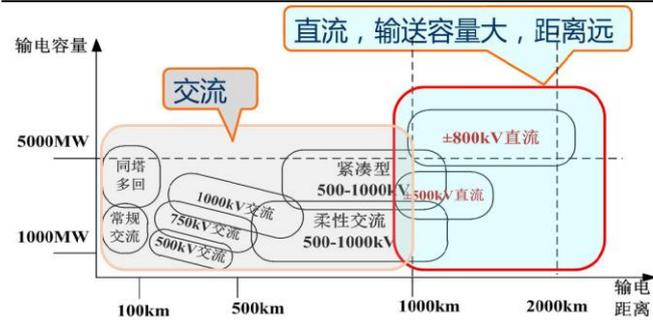


资料来源：全球能源互联网发展合作组织《特高压输电技术与展望》、名城苏州网、开源证券研究所

2.2.2、特高压直流已大规模应用于“点对点”输电

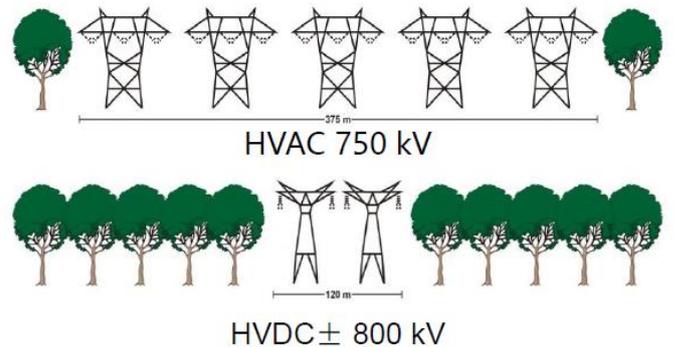
高压直流输电（HVDC）输送容量大，可达300万千瓦-1200万千瓦；送电距离远，可达3000公里；输电通道走廊窄，单位走廊的送电功率是交流的4倍，节省宝贵土地资源，被广泛的应用于远距离大容量输电、交流系统的非同步联网。随着电压等级提高到超高压（±500kV）、特高压（±800kV）等级，其优势更加明显。

图30：直流输电输送容量大、距离远



资料来源：中国南方电网《新型电力系统需要电力电子技术》

图31：直流输电占用输电走廊窄，节省土地资源



资料来源：中国南方电网《新型电力系统需要电力电子技术》

随着电压等级提高到超高压（±500kV）、特高压（±800kV）等级，其优势更加明显。以±800kV/8GW特高压直流为例，与±500kV/3GW常规直流相比，损耗率由每千公里的6.94%降低到2.79%，每千瓦每公里造价由2.16元降低到1.56元，单位走廊宽度传输容量增大近一倍。

表9：直流输电电压越高，技术经济指标越好

	电压等级	输电容量	输电距离	输电损耗	单位造价	单位走廊宽度传输容量
常规直流	±500kV	3GW	1000km	6.94%/1000km	2.16 元/km·kW	120MW/m
特高压直流	±800kV	8GW	2000km	2.79%/1000km	1.56 元/km·kW	235MW/m

资料来源：国家电网公司《中国特高压直流输电技术现状和发展方向》、开源证券研究所

根据国家发改委、国家能源局、国家电网、南方电网等获取公开信息统计，截至 2022 年 12 月 30 日，我国投运±800kV 及以上特高压直流线路共 20 条。

表10：我国在运特高压直流线路 20 条

	项目名称	项目类型	项目状态	电网公司	电压等级 (kV)
1	云广直流(云南昆明-广东广州)	直流	已投运	南网	±800
2	复奉直流(川滇交界向家坝-上海)	直流	已投运	国网	±800
3	锦苏直流(贵州锦屏-江苏苏州)	直流	已投运	国网	±800
4	天中直流(新疆哈密南-河南郑州)	直流	已投运	国网	±800
5	糯扎渡直流(云南普洱-广东江门)	直流	已投运	南网	±800
6	宾金直流(川滇交界溪洛渡-浙江金华)	直流	已投运	国网	±800
7	灵绍直流(宁夏灵州-浙江绍兴)	直流	已投运	国网	±800
8	祁韶直流(甘肃酒泉-湖南湘潭)	直流	已投运	国网	±800
9	雁淮直流(山西晋北-江苏南京)	直流	已投运	国网	±800
10	锡泰直流(内蒙古锡盟-江苏泰州)	直流	已投运	国网	±800
11	昭沂直流(内蒙古古上海庙-山东临沂)	直流	已投运	国网	±800

	项目名称	项目类型	项目状态	电网公司	电压等级 (kV)
12	吉泉直流(新疆昌吉/准东-安徽皖南/古泉)	直流	已投运	国网	±1100
13	滇西北直流(云南大理-广东深圳)	直流	已投运	南网	±800
14	鲁固直流(内蒙古扎鲁特-山东青州)	直流	已投运	国网	±800
15	昆柳龙直流(云南乌东德-广西柳北/广东龙门)	直流(多端柔直)	已投运	南网	±800
16	青海-河南直流(青海海南-河南郑州)	直流	已投运	国网	±800
17	雅中-江西直流(四川雅中-江西抚州)	直流	已投运	国网	±800
18	陕北-湖北直流(陕北榆林-湖北武汉)	直流	已投运	国网	±800
19	白鹤滩-江苏直流(川滇交界白鹤滩-江苏苏南)	直流(混合柔直)	已投运	国网	±800
20	白鹤滩-浙江直流(川滇交界白鹤滩-浙江杭州)	直流	已投运	国网	±800

资料来源：国家发改委、国家能源局、国家电网、南方电网、开源证券研究所

图32：直流输电广泛应用于我国远距离电力传输



资料来源：中国南方电网《特高压混合多端直流输电技术及应用》

向家坝-上海和云南-广东工程是全球首批特高压直流示范工程，青海-河南工程是世界上首条专为清洁能源外送而建设的特高压大动脉，准东-皖南工程是当前世界上技术水平最高的线路。

图33：向家坝-上海、青海-河南、准东-皖南等特高压直流典型工程

向家坝-上海±800特高压直流工程



青海-河南±800kV特高压直流工程



准东-皖南±1100特高压直流工程



资料来源：全球能源互联网发展合作组织《特高压输电技术发展及展望》、开源证券研究所

昆柳龙直流工程是国家首个特高压多端直流示范工程，是世界首个特高压柔性直流工程，也是目前世界上电压等级最高、输送容量最大的多端混合直流工程。作为世界第七大水电站——乌东德水电站的主要送出“大动脉”，工程于2018年3月29日由国家发展改革委核准批复建设，总投资242.49亿元，线路起于云南昆北换流站，落点在广西柳北换流站和广东龙门换流站，从云贵高原、穿广西腹地，达广东沿海，跨过1452千米的高山湖河，将云南清洁水电输送到粤港澳大湾区的负荷中心，实现跨区域资源互补。

图34：昆柳龙±800kV 柔性直流工程--昆北换流站


资料来源：南方电网 2021 年社会责任报告

图35：乌东德水电站配套工程—500kV 白邑变电站


资料来源：南方电网 2021 年社会责任报告

2.2.3、柔性直流发展助力特高压直流渗透率提升

世界上最早从 18 世纪开始研究直流输电技术，电力工程领域经历了交流和直流之争。伴随着电力电子技术的不断进步，采用全控型电力电子器件的直流输电技术目前已经较为成熟稳定。

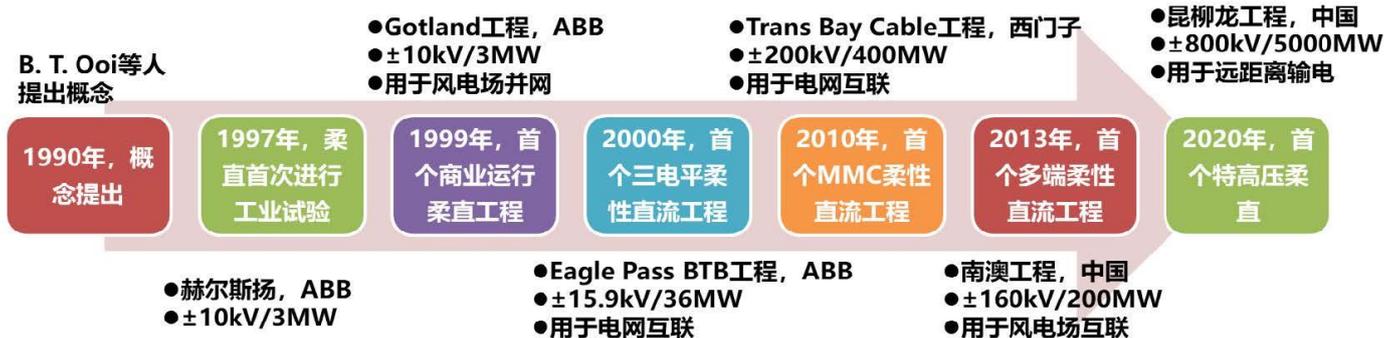
表11：直流输电技术的发展与电力电子技术的进步密不可分

阶段	时间	特点
1	18 世纪	人类研究输电始于直流输电 直流发电机、直流负荷 换向困难、运行维护复杂、电压提升困难
2	1954 年-1977 年	现代意义上的直流输电技术采用汞弧阀技术 整流器、直流线路、逆变器 价格昂贵、运行维护困难、不易灭弧、可靠性低
3	1972 年至今	常规直流时代采用晶闸管换流器 可靠性有所提高、晶闸管耐压高、通流能力强 换流站消耗无功、换相失败
4	1997 年至今	柔性直流输电技术时代采用全控型电力电子器件 无换向失败问题、可四象限运行等 器件电压、电流参数较低、直流侧故障出力负责

资料来源：中国南方电网《新型电力系统需要电力电子技术》、开源证券研究所

柔性直流技术自 1990 年由 B.T.Ooi 等人提出概念后，1997 年进行首次工业试验，2020 年中国首条特高压柔性直流±800kV 昆柳龙输电工程投运。至今发展了三十余年，从最早第一代两电平技术，已经发展到目前第五代多电平技术。

图36：柔性直流概念在 1990 年由 B.T.Ooi 等人提出



资料来源：中国南方电网《新型电力系统需要电力电子技术》

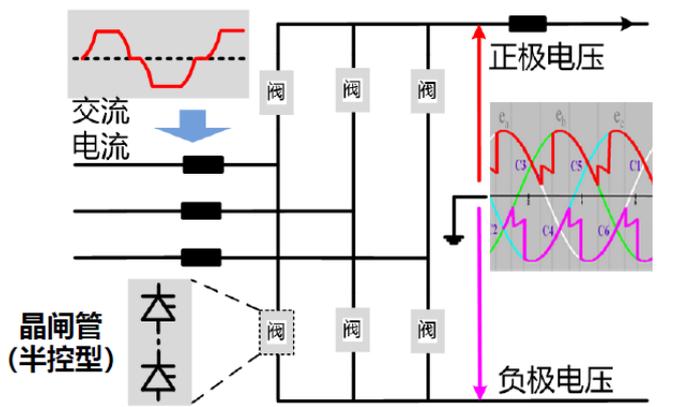
表12：柔性直流技术已经发展到第五代

阶段	特点
第一代	两电平技术，SPWM 调制方式，损耗 3% 左右
第二代	三电平技术，SPWM 调制方式，损耗 2% 左右
第三代	两电平技术，OPWM 调制方式，损耗 1.5% 左右
第四代	多电平技术，最近电平逼近调制，损耗 1% 左右
第五代	多电平技术，具有直流故障清除能力，可用于架空线路

资料来源：中国南方电网《新型电力系统需要电力电子技术》、开源证券研究所

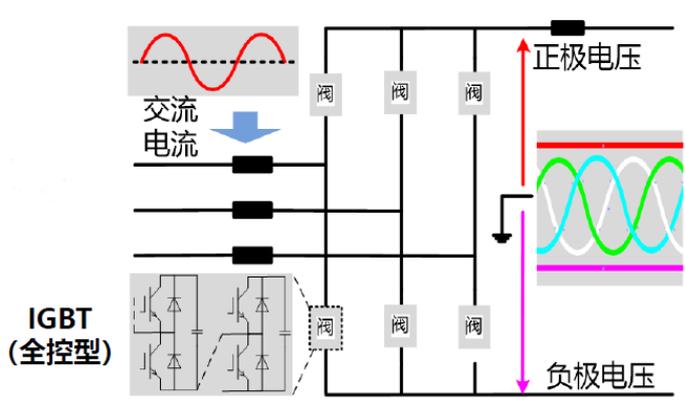
柔性直流输电技术采用全控可关断器件，换流过程无需交流电网提供同步支撑，可向无源电网供电，无换向失败问题，易构成多端混连电网。在交流测电网发生故障时，能够穿越故障并进行主动控制电压支撑，实现有功功率和无功功率的解耦。因此，柔性直流技术除了常规直流大容量、远距离传输的优势外，还具备高度可靠性和灵活性，能够提高电网系统的稳定运行水平。

图37：常规直流采用半控型晶闸管关断



资料来源：中国南方电网《新型电力系统需要电力电子技术》

图38：柔性直流采用全控型 IGBT 关断



资料来源：中国南方电网《新型电力系统需要电力电子技术》

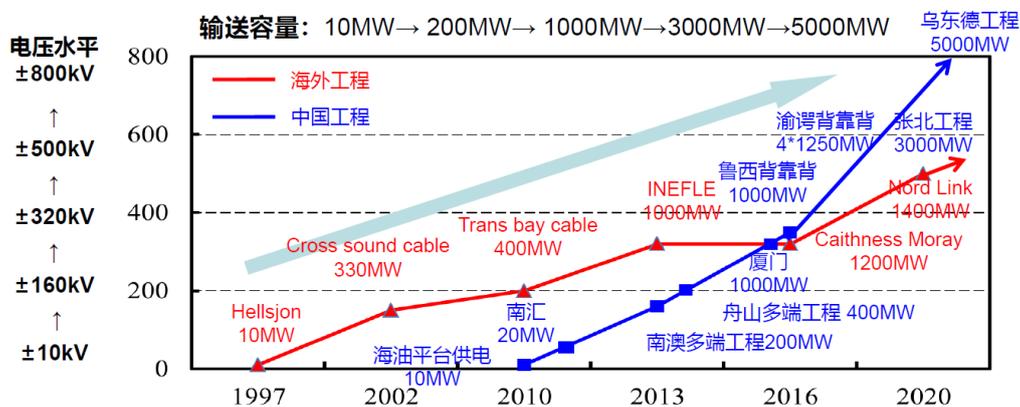
表13: 柔性直流 VSC-HVDC 技术优于常规直流 LCC-HVDC

技术路线	电源换相换流器(LCC)	电压源换流器(VSC)
半导体器件	晶闸管(开通可控, 关断不可控) 受端逆变侧存在换相失败	IGBT(开通和关断均可控) 自换相, 不存在换相失败
额定容量	高电压、大容量 参数达±1100kV/12000MW	参数较低 目前可达±800kV/5000MW
功率控制	有功功率控制, 需要无功补偿	有功功率和无功功率独立控制
交流滤波器	需要, 50~60%	不需要(MMC 多电平换流器)
最小短路容量要求	>2	0
黑启动功能	无	有
过负荷能力	较强过负荷能力	通常没有, 除非特殊要求
占地	占地面积大, 主要是交流滤波器场	较为紧凑
接线和结构	单极、双极系统, 对称单极等	对称单极、单极、双极、多端等
应用	点对点送电, 背靠背, 多端系统	点对点送电, 背靠背, 多端系统, 直流电网

资料来源: 中国南方电网《特高压混合多端直流输电技术及应用》、开源证券研究所

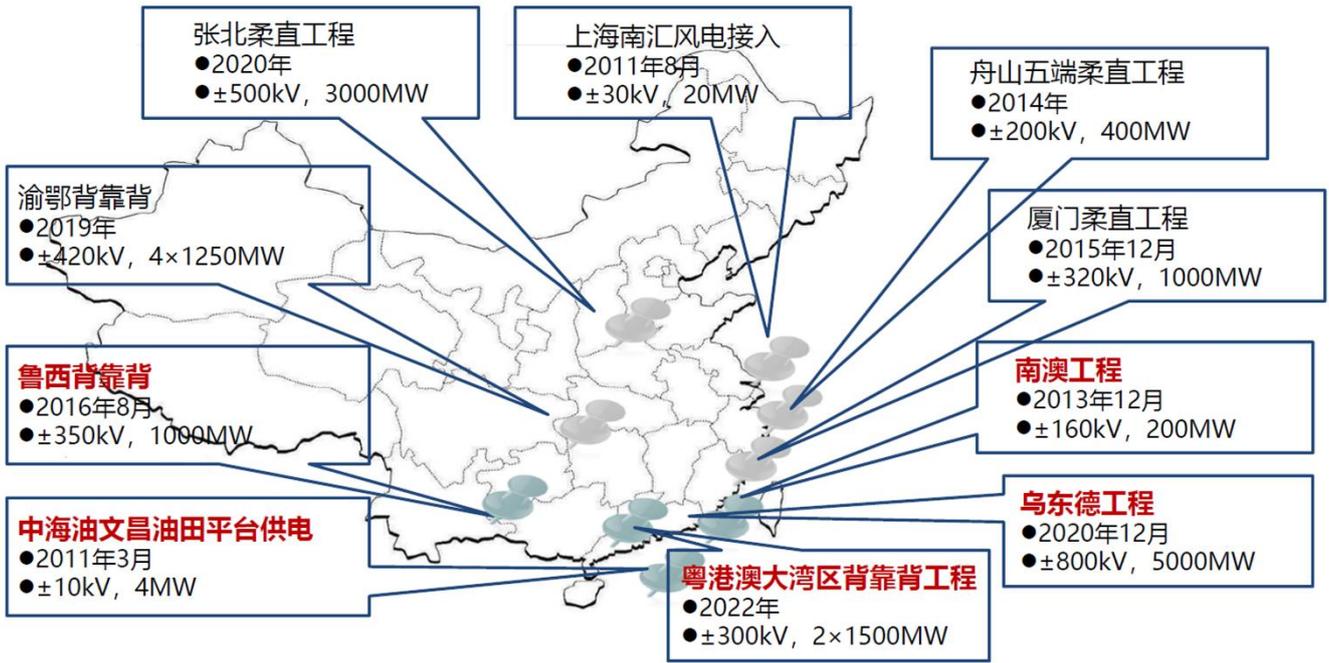
柔性直流技术具备高可控性、灵活性、无换相失败问题、具备黑启动能力等优势, 未来将成为远距离清洁能源送出消纳的主流选择。特高压大容量、直流电网、直流配网是柔性直流技术快速发展的方向, 柔性直流将会成为大电网发展的趋势, 广泛应用于区域电网柔性互联。

图39: 柔性直流技术向着更大容量、更高电压发展



资料来源: 中国南方电网《特高压混合多端直流输电技术及应用》

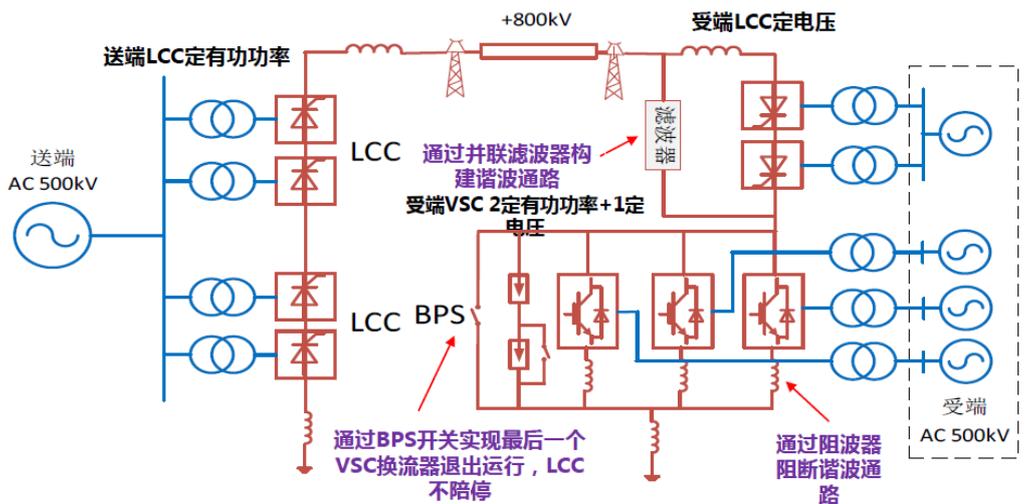
图40：柔性直流输电技术在我国广泛应用



资料来源：中国南方电网《新型电力系统需要电力电子技术》

我国最新投运的白鹤滩-江苏±800kV 混合级联多端特高压直流输电工程整体以常规直流 LCC 为骨干换流器，基本控制策略与常规直流一致。受端采用柔性技术，降低受端落点换相失败风险，提高暂态电压支撑能力，通过低压电缆或架空线向通道紧张的负荷中心多点供电。

图41：白鹤滩-江苏±800kV 采用混合级联多端特高压直流技术

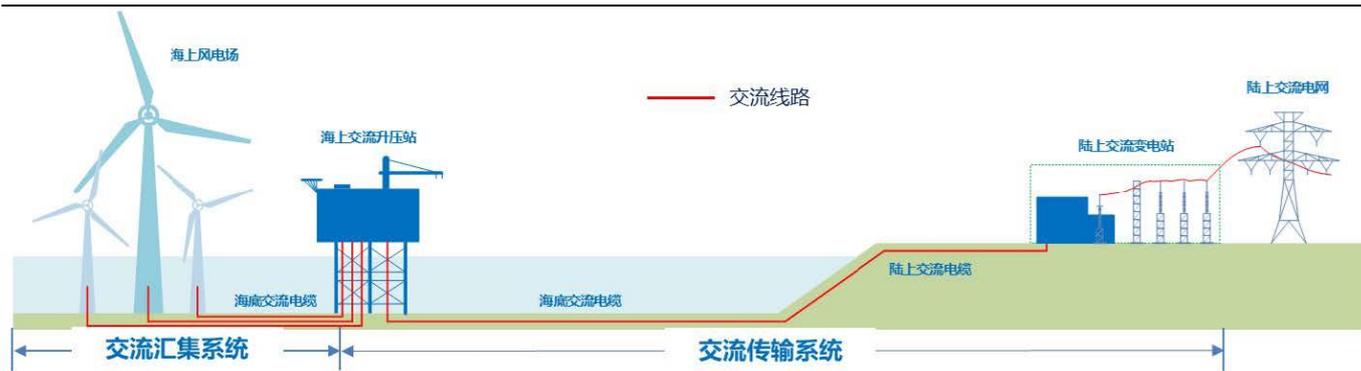


资料来源：国家电网《中国特高压直流输电技术现状和发展方向》

2.2.4、高压直流海缆技术实现大规模海风接入

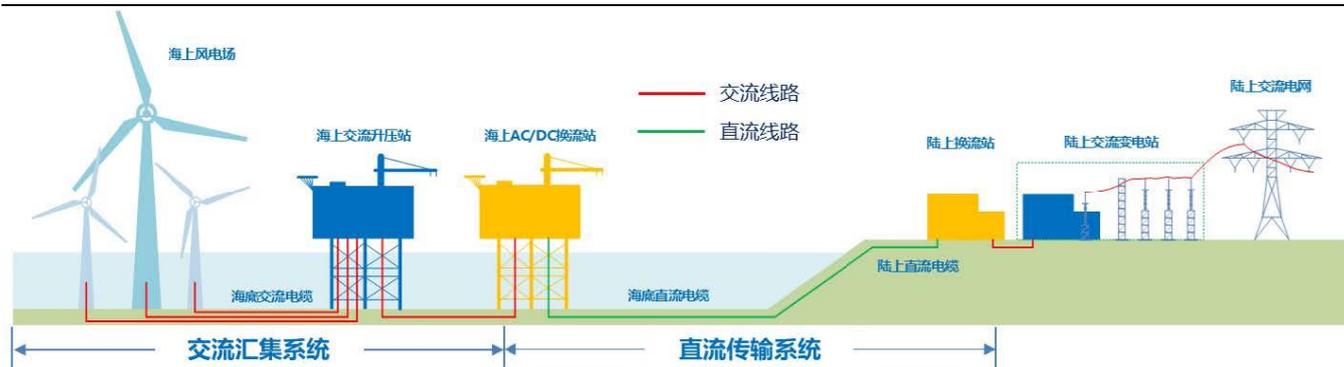
伴随着海上风电向着大容量风机和集群化风电场的方向发展，海上风电并网方式也随之发展。目前有三种技术路线分别是交流并网系统、柔直并网系统、全直流并网系统。交流并网系统技术成熟、结构简单、投资成本低，但是充电容量大、无功损耗大、输电容量小、距离短；柔直并网系统输电容量大、距离远、风电场与并网系统故障隔离，但汇集系统存在无功、过电压问题，需建设多个海上平台；全直流并网系统变流环节少、效率高、损耗低、距离远，但是需要突破直流变换、控制保护技术。

图42：海上风电交流并网系统技术成熟、投资成本低，但输送容量小、距离短



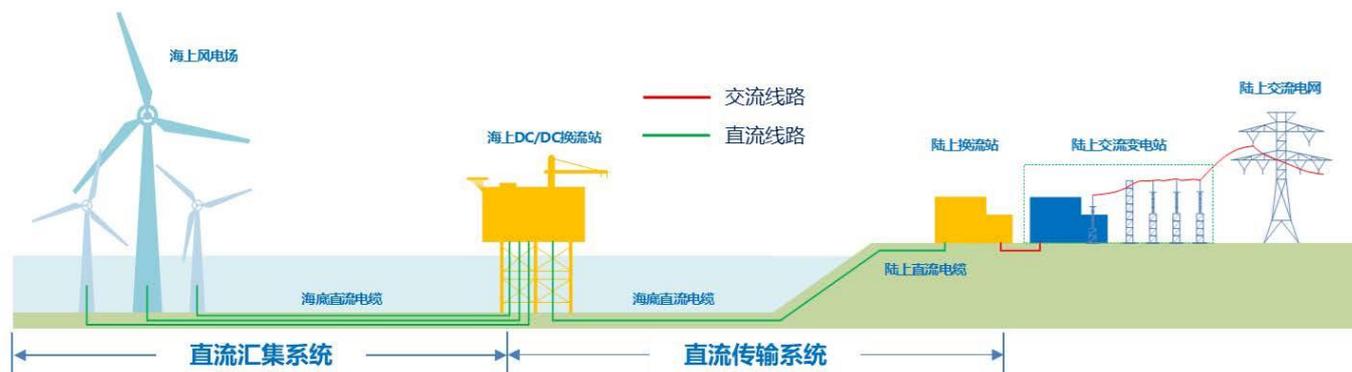
资料来源：国家电网《支撑新型配电系统建设的直流配用电关键技术及应用》

图43：海上风电柔直并网系统输送容量大、距离远，但存在过电压问题



资料来源：国家电网《支撑新型配电系统建设的直流配用电关键技术及应用》

图44：海上风电全直流并网系统效率高、损耗低、距离远，但需要突破控制保护技术



资料来源：国家电网《支撑新型配电系统建设的直流配用电关键技术及应用》

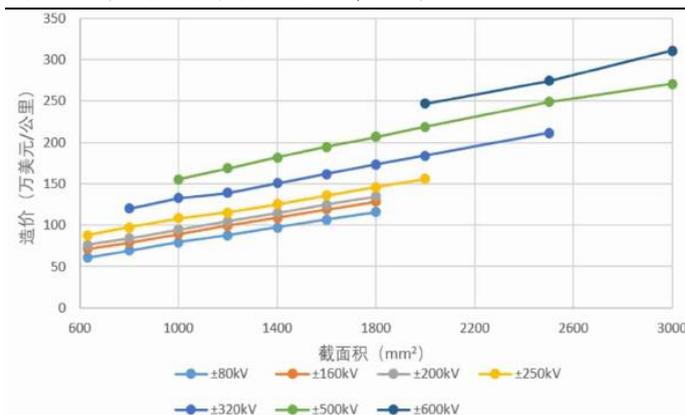
随着海上风电装机不断扩大，高压直流海缆的需求也在不断提升。高压直流海缆是一种复杂的系统化装备技术，包含本体、附件、试验、施工和运维等方面。目前最高技术水平可以达到±700kV/3400MW、最高工程水平为±600kV/2200MW。根据全球能源互联网发展合作组织 2020 年 11 月测算，国际上主流的±200~±300kV/500~1000MW 级别的直流海缆工程综合造价约为 100~150 万美元/公里，约合 700~1050 万元/公里；±500~±600kV/2000~3000MW 约为 200~260 万美元/公里，约合 1400~1820 万元/公里。

图45：高压直流海缆技术包含本体、附件、试验等



资料来源：全球能源互联网发展合作组织《特高压输电技术发展与展望》

图46：高压直流海缆造价水平较高



资料来源：全球能源互联网发展合作组织《特高压输电技术发展与展望》

为了能够满足大规模海上风电尤其是远海风电接入，需要高压直流海缆在输送容量、输送距离和成本经济性上进一步提升。未来直流海缆需要完成更高电压等级、更大输电容量的图片，对绝缘材料的性能提出了更高的要求。

表14：特高压直流海缆对绝缘水平提出了更高的要求

电压等级 (kV)	±600	±800	±1100	
输送容量 (万千瓦)	220 (当前)	400	800	1200
铜导体海缆的 耐压 (kV/m²)	30	20	43	65
绝缘材料目标 耐温 (°C)	90	75	110	110
铝导体海缆的 耐压 (kV/m²)	-	21	33	39
绝缘材料目标 耐温 (°C) (仅深海条件)	-	68	110	110

数据来源：全球能源互联网发展合作组织《特高压输电技术发展与展望》、开源证券研究所

2.3、新能源大基地外送通道需求带动新一轮特高压建设

2.3.1、特高压通道是新能源大基地外送的重要载体

2022 年 4 月 26 日，中央财经委员会提出，将适度超前开展基础设施投资，聚焦发力减污、降碳以及新能源、新技术、新产业集群等重点领域的新型基础设施建设。2022 年 5 月，国家能源局出台《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》指出，要创新新能源开发利用模式，加大力度规划建设以稳定安全可靠的特高压输电线路为载体的新能源供给消纳体系。

表15：2021年起特高压产业政策密集发布

时间	政策文件	主要内容
2021.03	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	加快建设新型基础设施，构建现代能源体系；提高特高压输电通道利用率；加快电网基础设施智能化改造和智能微电网建设，提高电力系统互补互济和智能调节能力。
2021.04	《2021年能源工作指导意见》	加快建设陕北~湖北、雅中~江西等特高压直流输电通道，加快建设白鹤滩~江苏、闽粤联网等重点工程，推进白鹤滩~浙江特高压直流项目前期工作。
2021.10	《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》	推进青海~河南、陕北~湖北、陇东~山东等特高压输电工程建设，打通清洁能源互补打捆外送通道。
2022.03	《“十四五”现代能源体系规划》	完善华北、华东、华中区域内特高压交流网架结构，为特高压直流送入电力提供支撑，建设川渝特高压主网架，完善南方电网主网架。
2022.03	《2022年能源工作指导意见》	加快建设南阳~荆门~长沙、驻马店~武汉、荆门~武汉、白鹤滩~江苏、白鹤滩~浙江等特高压通道。
2022.03	《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》	加大力度规划建设以稳定安全可靠的特高压输电线路为载体的新能源供给消纳体系。
2022.12	《“十四五”扩大内需战略实施方案》	加强能源基础设施建设。完善电网主网架布局和结构，有序建设跨省跨区输电通道重点工程，积极推进配电网改造行动和农村电网巩固提升工程。

资料来源：国家发改委、国家能源局、开源证券研究所

2.3.2、2023年特高压进入密集核准开工阶段

特高压平均建设周期2年左右【核准-(3-6月)开工-(1.5-2年)投运】，欲完成“十四五”规划线路，最晚不能晚于2024年上半年开工，预计2023年特高压工程将密集核准、开工。

国家电网“十四五”期间规划建设特高压工程“24交14直”，2022年国家电网计划开工“10交3直”共13条特高压线路，实际开工“4交0直”（福州-厦门、武汉-南昌、驻马店-武汉、川渝）。

“4交4直”规划：武汉-南昌、川渝交流已开工，张北-胜利已核准待开工，黄石交流预计2023年核准开工；金上-湖北、陇东-山东、宁夏-湖南、哈密-重庆4条直流线路已环评公示，我们预计2023年将核准开工。**“1交5直”规划：**大同一天津南交流以及陕西—安徽、陕西—河南、蒙西—京津冀、甘肃—浙江、藏电送粤直流，我们预计2023年起将陆续核准开工。

一方面，国内风光大基地及配套项目规划建设对特高压外送通道的需求大幅提高。另一方面，风光大基地配套火电打捆外送可以解决当前特高压通道平均利用率偏低的问题，提高特高压投资经济性。

表16：目前在建、待核线路达16条

序号	项目名称	项目类型	备注	项目状态	电网公司	投资额(亿元)	线路长度(公里)	变电容量(kVA)	输送能力(GW)	电压等级(kV)
1	驻马店-武汉(扩)	交流		建设中	国网	38	287	/	/	1000
2	福州-厦门(扩)	交流		建设中	国网	71	238	600万	4	1000

序号	项目名称	项目类型	备注	项目状态	电网公司	投资额(亿元)	线路长度(公里)	变电容量(kVA)	输送能力(GW)	电压等级(kV)
3	金上-湖北	直流	四交四直	待核准	国网	200	1940	/	/	±800
4	甘肃陇东-山东	直流	四交四直	待核准	国网	200	910	/	/	±800
5	新疆哈密-重庆	直流	四交四直	待核准	国网	145	2283	/	10	±800
6	宁夏中卫-湖南衡阳	直流	四交四直	待核准	国网	/	1467	/	/	±800
7	陕西延安-安徽合肥	直流	一交五直	待核准	国网	/	1000	/	/	±800
8	陕西榆林-河南	直流	一交五直	待核准	国网	/	900	/	/	±800
9	甘肃河西-浙江(外电入浙)	直流	一交五直	待核准	国网	/	2300	/	/	±800
10	蒙西-京津冀	直流	一交五直	待核准	国网	/	/	/	/	±660
11	藏东南-粤港澳大湾区	直流	一交五直	待核准	南网	/	/	/	/	±800
12	大同-怀来-天津北-天津南	交流	一交五直	待核准	国网	/	/	/	/	1000
13	武汉-南昌(扩)	交流	四交四直	建设中	国网	90	463	/	8	1000
14	黄石交流	交流	四交四直	待核准	国网	/	/	/	/	1000
15	川渝交流	交流	四交四直	建设中	国网	200	1344	1300万	/	1000
16	张北-胜利交流(扩)	交流	四交四直	已核准	国网	70	140	/	/	1000

资料来源：国家发改委、国家电网、南方电网、开源证券研究所

2.4、特高压工程成本主要有输电线路和变（换）电站构成

2.4.1、输电线路主要有交流架空、直流架空和交流电缆线路

根据中国电力行业发展报告数据，2020年1000kV交流架空线路单位长度造价为670(万元/千米)，±800kV直流架空线路单位长度造价为497(万元/千米)，220kV交流电缆线路单位长度造价为1283(万元/千米)。

表17：2020年1000kV交流架空线路单位长度造价为670(万元/千米)

	2017年	2018年	2019年	2020年
35kV			49	50
110kV	66	66	77	79
220kV	94	112	120	123
330kV	106	113	131	133

	2017年	2018年	2019年	2020年
500kV	236	253	264	268
750kV	201	231	299	305
1000kV	671	593	688	670

数据来源：中电联历年《中国电力行业年度发展报告》、开源证券研究所

表18：2020年±800kV直流架空线路单位长度造价为497（万元/千米）

	2017年	2018年	2019年	2020年
±500kV			249	250
±800kV	387	465	495	497

数据来源：中电联历年《中国电力行业年度发展报告》、开源证券研究所

表19：2020年220kV交流电缆线路单位长度造价为1283（万元/千米）

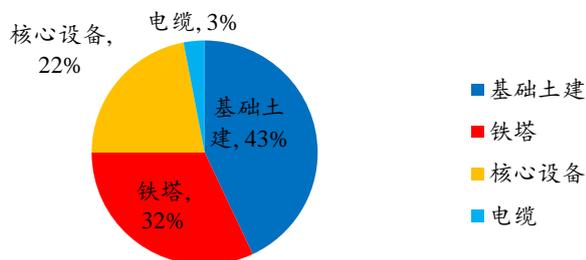
	2017年	2018年	2019年	2020年
35kV	305	293	347	361
110kV	555	874	565	585
220kV	1502	2820	1245	1283

数据来源：中电联历年《中国电力行业年度发展报告》、开源证券研究所

2.4.2、特高压设备行业壁垒高，市场竞争格局稳定

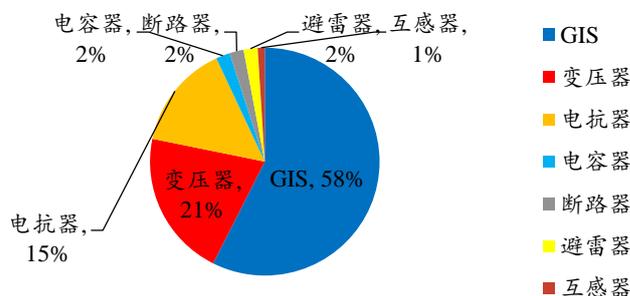
特高压交流核心设备投资占总投资22%。从交流特高压的投资结构看，除核心设备投资占比22%外，基础土建占比43%，铁塔投资占比32%，电缆占比3%。特高压交流的关键设备是变压器、气体绝缘金属封闭开关电器（GIS）。从特高压交流工程历年招标的情况来看，GIS约占比58%、交流变压器投资金额约占比21%。

图47：特高压交流核心设备投资占总投资22%



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

图48：特高压交流的关键设备是变压器、GIS

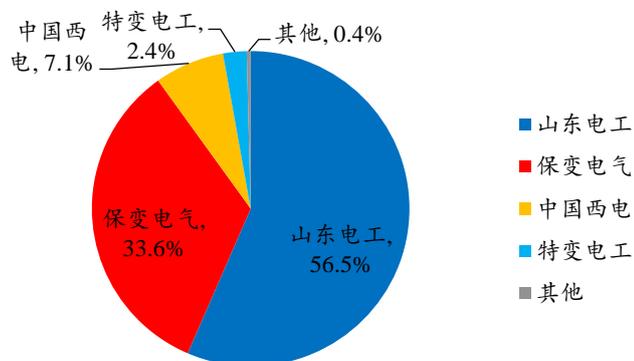


数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

特高压交流设备整体集中度高，竞争格局稳定，行业壁垒高。特高压交流变压器设计和制造难度大，壁垒较高，2021年招标份额头部企业为山东电工、保变电气、中国西电和特变电工，2020年招标份额头部企业为特变电工、中国西电、保变电气，市场高度集中；GIS又称气体绝缘开关设备，将变电站一次设备高度集成，2021年

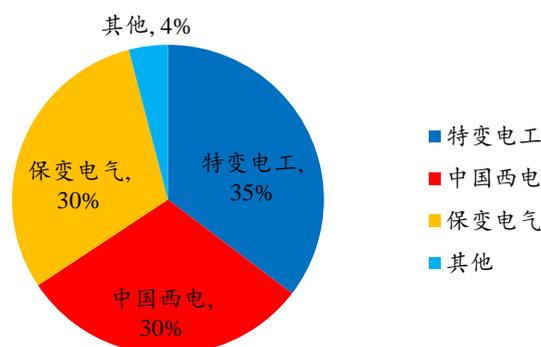
市场份额主要被平高电气、中国西电、新东北电气和四方股份占据，2020 年市场份额主要被平高电气、中国西电、新东北电气占据，集中度高。

图49：2021 年特高压交流变压器份额头部企业为山东电工、保变电气、中国西电和特变电工



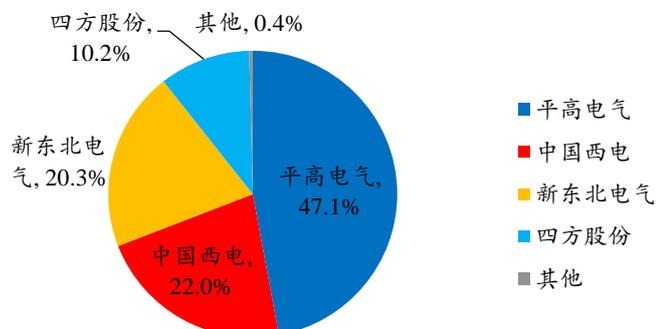
数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

图50：2020 年特高压交流变压器份额头部企业为特变电工、中国西电、保变电气



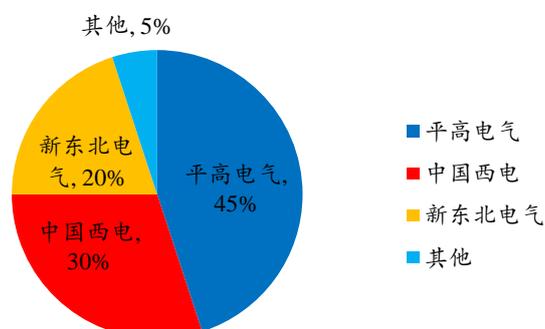
数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

图51：2021 年特高压交流 GIS 市场份额主要被平高电气、中国西电、新东北电气和四方股份占据



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

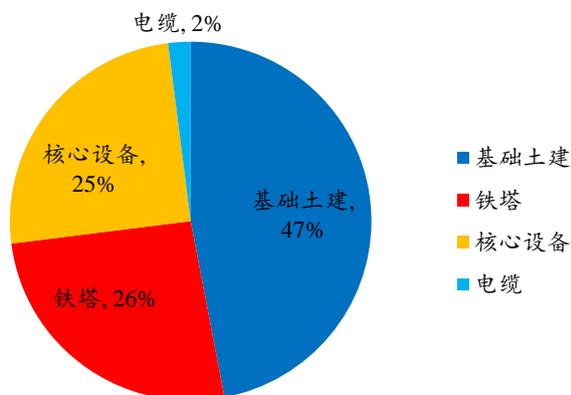
图52：2020 年特高压交流 GIS 市场份额平高电气、中国西电、新东北电气占据



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

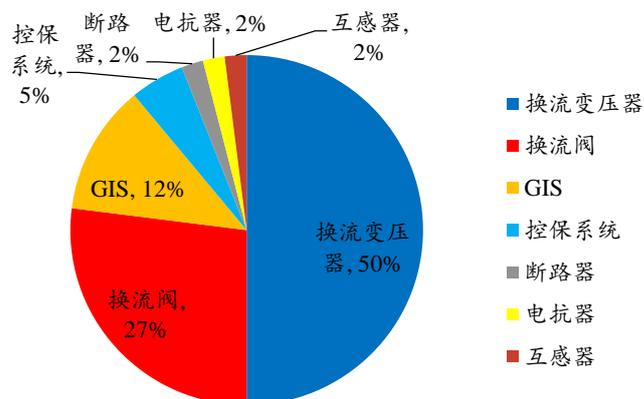
直流特高压输电系统由送端交流系统、整流站、直流输电线路、逆变站、受端交流系统五个部分构成。从投资结构来看，常规直流特高压的核心设备投资总投资 25%。基础土建占比 47%，铁塔投资占比 26%，电缆占比 2%。从特高压直流工程历年招标的情况来看，常规直流特高压关键设备主要包括换流变压器、换流阀、GIS，投资占比分别为 50%、27%、12%。

图53：直流特高压的核心设备投资占总投资 25%



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

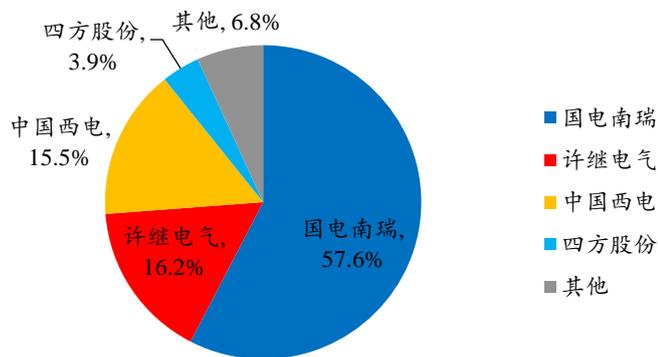
图54：常规直流特高压成本占比最高的是换流变



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

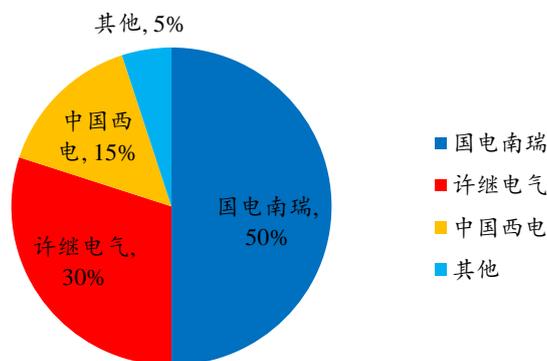
特高压直流设备整体集中度高，行业进入壁垒极高，市场份额大多被国电南瑞、许继电气、中国西电、四方股份、特变电工所占据。从市场细分结构来看，2021 年常规直流特高压换流阀领域主要市场份额被国电南瑞、许继电气、中国西电和四方股份占据；2020 年常规直流特高压换流阀主要市场份额被国电南瑞、许继电气、中国西电占据，国电南瑞为绝对龙头。

图55：2021 年常规直流换流阀市场国电南瑞份额最高



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

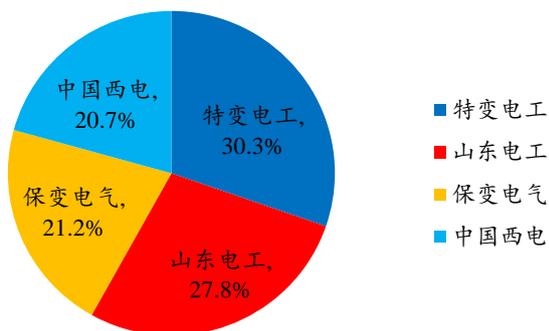
图56：2020 年常规直流换流阀市场国电南瑞份额最高



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

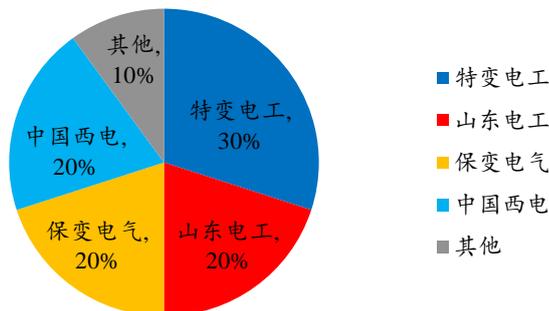
常规直流换流变压器头部企业主要有特变电工、山东电工、中国西电和保变电气，四者市场份额较为接近，2021 年分别为 30.3%、27.8%、20.7 和 21.2%，2020 年分别为 30%、20%、20%和 20%

图57：2021年常规直流换流变市场份额分布较均匀



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

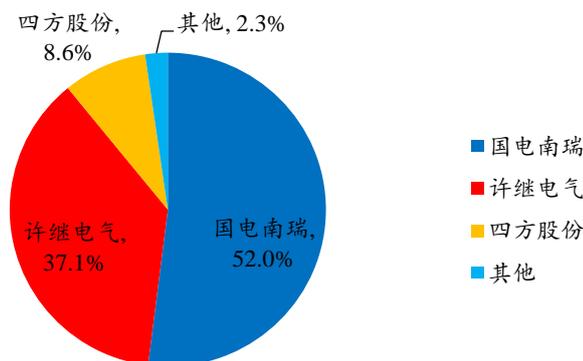
图58：2020年常规直流换流变市场份额分布较均匀



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

直流控制器领域中国电南瑞占据了 52% 的市场份额，为龙头企业，许继电气次之，份额为 37.1%，四方股份与前两者相比份额较小，为 8.6%，CR3 接近 98%。

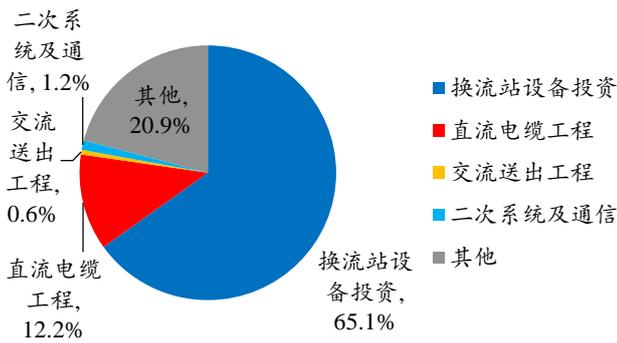
图59：2021年常规直流控制保护市场国电南瑞份额最高



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

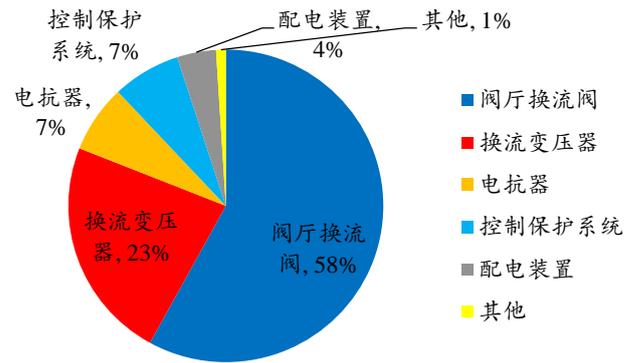
柔性直流技术难度更高，换流站成本占比过半，柔直换流阀价值量占比最大。柔性直流换流阀采用 IGBT 组成多组多电平换流模块 (MMC)，相比常规直流换流阀技术更加复杂，因此柔性换流阀成本最高。相应地，因为柔性直流输出波形与交流波形较为契合，换流变要求降低，故换流变成本占比有所减少。

图60：特高压柔性直流投资中换流站设备占比过半



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

图61：特高压柔性直流中柔直换流阀价值量占比最大



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

3、产业链受益标的

3.1、国电南瑞：国网系电网设备综合龙头，网内网外协同并进

国网系电网设备综合龙头，数字化转型中打造网内业务新优势。公司是以能源电力智能化为核心的能源互联网整体解决方案提供商，是我国能源电力及工业控制领域卓越的IT企业和电力智能化龙头上市公司。公司以先进的控制技术和信息技术为基础，以“大数据、云计算、物联网、移动互联、人工智能、区块链”等技术为核心，为电网、发电、轨道交通、水利水务、市政公用、工矿等行业和客户提供软硬件产品、整体解决方案及应用服务。公司抢抓我国能源转型升级及行业新型电力系统建设机遇，构建核心产业和新兴产业“两翼齐飞”产业格局紧抓数字化转型，加强能源与信息融合技术创新，加快推进先进信息通信、功率半导体等新业务，打造公司新效益增长点和核心竞争新优势，构建电网内、电网外和国际“协同并进”的市场格局。

公司重点培育 IGBT 战略新兴产业，网外业务正在逐步加速。公司作为国家电网体系内的重要公司，在电网各大细分领域享受极高市占率。基于 IGBT 的换流阀是柔性直流输电核心设备，公司主要开展了 1200V、1700V、3300V 和 4500V IGBT 产品研发设计和产业化，已完成 3300V、1700V 及 1200V 系列自主 IGBT 产品研发，并实现市场化销售，2022 年公司自主研发 4500V IGBT 已通过全套型式试验与极限测试认证、阀厂工程对拖考核，已具备工程应用条件等。现阶段公司 IGBT 业务的产品技术主要面向柔性交直流输电、新能源发电、新能源汽车相关领域，量产后将率先在电网、光伏、风电、新能源汽车等领域开展应用。公司在工控、轨道交通、充电桩业务、储能等电网外业务也逐步发力。比如在储能侧，公司提供抽水蓄能二次系统、电化学储能 PCS/BMS/EMS 等产品及系统集成，公司有望凭借在并网、控制等方面的技术经验，分享储能行业的红利。

3.2、许继电气：电力装备行业龙头，直流输电世界领先

电力装备行业龙头，直流输电领域表现亮眼。公司是中国电力装备行业的龙头企业，核心业务产品覆盖电力系统各个环节，具备超高压/特高压直流输电、柔性直流输电、智能配电网、智能制造等整体解决方案能力、核心设备制造能力

和工程服务能力。公司积极参与国家重大工程建设，先后为特高压智能电网建设、长江三峡工程及核电建设、高速铁路建设、电动汽车推广应用、智慧城市建设等大型工程项目提供了重要的技术支撑和装备支撑，作为民族工业走在了世界前列。在直流输电领域，参与建设巴基斯坦默拉直流工程及“向上”、“云广”、“青豫”等国内全部特高压直流输电工程；为舟山、乌东德柔性直流输电示范工程和世界最大、亚洲首座远海风电柔性直流送出工程三峡如东工程提供关键设备。在智能电网领域，参与北京、山东省域等 30 多个省市及地区配电网工程；陕西延安 750 千伏等数百个智能变电站工程及湖北金马、济南商西等智慧变电站工程。

特高压直流核心技术优势突出，重大工程应用中走向世界制高点。公司高压直流输电换流阀顺利通过国家工信部单项冠军产品复核，持续稳居国家级制造业单项冠军榜单，许继电气全面攻克了特高压直流输电换流阀系统分析、产品设计、制造工艺、等效试验和工程实施等一整套核心关键技术，成功研制了多个创造“世界首个”和“世界之最”的换流阀产品。公司以自身的产品优势和集成能力，积极投入国家重大直流工程应用，先后参与国内外特高压、柔性直流、远海风电柔直送出等多个类型直流输电工程，提供高质高效的换流阀及阀控等核心设备，有效带动中国直流输电产业走向世界直流输电的制高点。

3.3、思源电气：电力设备平台型企业，稳步推进出海战略

产品涉及电力设备多环节，坚持投入助力技术进步。公司是国内知名专业从事电力技术研发、设备制造和工程服务的民营龙头企业，具备电力系统一次设备、二次设备、电力电子设备等产品的研发、制造和解决方案能力，产品覆盖超高压、高压开关设备等专业领域，荣获中国能源装备十佳民企等称号。公司业务涉及电力、冶金、铁路、石化、煤炭、港口等多个行业，为上海磁悬浮、上海世博会、秦山核电站、云广 800 千伏特高压直流输电工程、溪浙±800 千伏特高压直流输电工程、晋东南-南阳-荆门 1000 千伏特高压扩建工程、北京奥运会、巴西世界杯、中石油新疆独山子千万吨炼油工程等国内外重大工程提供了优质的电力设备和可靠的技术保障。

公司全球布局稳定推进，海外市场前景明朗。公司在全球能源变革和电力互联网建设的大潮中，加速全球化步伐，陆续获得欧洲电力体系、英国国家电网、荷兰国家电网、意大利国家电网、墨西哥国家电网、印度国家电网等客户的供应商资格认可。在“一带一路”战略指导下，公司作为轨道交通行业牵引供电设备主流供应商，相继为中老铁路、雅万高铁、亚吉铁路等重要项目提供了可靠的电气设备。公司长期坚持海外战略，持续进行产品和市场投入。2021 年海外市场新增订单 22.5 亿元，同比增长 50%。

3.4、平高电气：高压开关行业支柱，受益于主干电网建设

高压开关设备支柱企业，海外布局和技术革新齐发力。公司是国家电工行业重大技术装备支柱企业，我国高压、超高压、特高压开关及电站成套设备研发、制造基地，掌握了交直流、全系列、全电压等级开关产品研发制造技术。公司产品广泛应用于我国重点电力工程，累计参与建设了 11 条特高压交流工程和 12 条特高压直流工程，投运工程均处于安全运行状态。作为中国自主品牌企业，产品已远销全球各地，覆盖东欧、东南亚、中东等六十多个国家和地区。公司正依靠国家宏观产业政策支持，借助全球能源互联网建设的东风，不断掌握开

关装备核心技术，加快研制高精尖产品，倾力打造电工装备产业集团。

公司中标份额保持领先，特高压建设持续推进。公司在国内断路器类、隔离开关类产品中标率名列前茅，整体行业地位持续巩固。“十四五”期间，国家电网规划建设特高压工程“24 交 14 直”，涉及线路 3 万余公里，总投资 3800 亿元。其中，2022 年国家电网计划开工“10 交 3 直”共 13 条特高压线路。未来公司将受益特高压建设的推进，网内业务有望稳健增长。公司积极推进 $\pm 525\text{kV}$ 直流 GIS 研制工作，实现直流 GIS 向超高压领域的推广。

3.5、华明装备：变压器分接开关龙头，持续开拓海外市场

变压器分接开关龙头企业，国内国际市场行业地位稳固。公司是国内拥有两大全产业链生产基地的变压器分接开关制造龙头企业，自并购国内最大竞争对手后，确立了国内第一、全球第二的细分市场地位，出货量稳居国内第一、世界第二，国内 500kV 以下的市场竞争中具有绝对领先地位。核心业务为电力设备业务，主要为变压器分接开关的研发、生产、销售和全生命周期的运维检修；电力工程业务主要从事新能源电站的承包、设计施工和运维；数控机床业务，主要为成套数控设备的研发、生产和销售。公司是目前国内掌握特高压分接开关制造技术的龙头企业。2021 年 3 月，公司首台配套 1000kV 特高压变压器无励磁分接开关完成交付；同年 12 月，公司首台配套 $\pm 800\text{kV}$ 特高压换流变压器真空有载分接开关通过了国家级技术鉴定，达到了国际先进水平。

提升海外市场占有率，强力布局未来新发展。受益于碳达峰、碳中和目标和相关政策的出台，近年来风电和光伏的装机量逐步提升，带动电力工程业务机会大幅增加。未来西部作为电力资源丰富的地区，有大规模新能源发电项目并网并向东部长距离输送的需求，以此需要建设以特高压为核心的长距离输变电网络，超高压、特高压的分接开关需求增加，同时还会带来下一级降压变压器的需求增加，为更快的打开相关市场，公司加快推进相关产品的鉴定和实验，并积极推动产品挂网运行，进一步增强公司在行业中的地位。海外市场总体容量和市场规模都大于国内市场，公司仍将立足于目前俄罗斯、土耳其、拉美、北美为核心的市场辐射周边，积极致力于提升海外市场的占有率。

3.6、安靠智电：GIL 龙头企业高速发展，智能变电站带来新增长

GIL 龙头企业，有望受益于 GIL 市场高速增长。公司主要致力于高压及超高压电缆连接件、GIL、智慧模块化变电站及相关产品的研发和生产，并以上述产品为基础，构建服务未来能源体系的先锋输变电系统，为客户提供地下智能输变电系统整体解决方案、智慧模块化变电站系统服务、城市电力架空线迁改与入地、电力工程勘察设计及施工服务等。公司是全球掌握“三相共箱”GIL 系统的领军企业，也是国内提供 GIL 系统全产业链整体解决方案的企业。公司成功研发了适应大容量地下输电 330kV-1000kV 气体管道母线(GIL)，填补国内和国际空白，近几年公司 GIL 市场份额领先，已先后为宁德时代江苏生产基地、中化集团鲁西化工、中国绿发集团旗下鲁能城建南京燕子矶新城、融创中国曹山未来城等多个项目提供 GIL 系统服务。

GIL 业务稳定发展，智慧模块化变电站业务有望成为新增长极。2022 年 12 月公司与常州晋陵电力实业有限公司物资分公司和国网智联电商有限公司签订了《国网智联电商有限公司电商化采购业务合作协议-省管产业单位三级专区》，商品名称为统一潮流控制成套设备(220kV 三相共箱 GIL 设备)，协议金额约 7296.53

万元。项目采用公司自主研发且具有自主知识产权的“三相共箱 GIL”产品，运用于德龙、龙跃、宝润 220kV 进线工程中，是国家电网公司对 GIL 技术全面认可的又一个示范项目。公司“三相共箱 GIL”首次运用于钢铁行业，进一步丰富了公司 GIL 产品的运用场景和运行业绩。同时公司开展光伏、风电、储能、微电网专用智慧模块化变电站研究，公司既能提供配套产品和服务，也能以 EPC 总包的形式参与到智慧模块化变电站建设中，智慧模块化变电站业务有望成为公司新的增长点。

表20：输电网产业链受益标的

公司代码	公司名称	评级	收盘价(元)	归母净利润(亿元)			PE		
				2022E	2023E	2024E	2022E	2023E	2024E
600406.SH	国电南瑞	未评级	26.13	66.6	78.3	91.1	26.3	22.4	19.2
600312.SH	平高电气	未评级	8.48	2.6	4.4	6.1	44.3	26.1	18.8
000400.SZ	许继电气	未评级	22.13	8.8	10.9	13.6	25.3	20.5	16.4
002028.SZ	思源电气	未评级	43.54	12.2	16.0	20.0	27.5	20.9	16.8
002270.SZ	华明装备	未评级	8.54	3.4	4.2	5.1	22.7	18.3	14.9
300617.SZ	安靠智电	买入	37.47	2.8	3.9	5.2	22.6	16.3	12.1

数据来源：Wind、开源证券研究所（其中已评级标的盈利预测数据来自开源证券研究所，未评级标的盈利预测来源于 Wind 一致预期）

注：收盘日期为 2023 年 2 月 3 日

4、风险提示

电网投资不及预期、行业政策发生变化、大宗原材料上涨、技术创新迭代过慢。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20% 以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在 -5%~+5% 之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5% 以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。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。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。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。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn