

电网设备

特高压系列二：新能源消纳带来β，柔直升级+出海增强α

特高压需求测算，明确建设仍有6交13直未核准开工，此轮特高压需求至少延续至2026年，455GW风光大基地当前整体需求缺口至少达26条。十四五“3交9直”规划还剩5条（1交4直）未核准开工，以及2024年国家电网明确现有“5交9直”特高压储备需求，若假设2024年1交3直待核准开工，则剩余5交10直未核准开工，则2025-2026年有望迎来年均2-3交4-5直流的核准开工需求，此轮特高压周期预期至少延续至2026年。从长期看，风光大基地455GW，总计需要外送通道达33-41条，目前仅仅规划了其中15条需求，包括依赖存量特高压通道5条、已出规划已开始建设仅2条（宁夏-湖南、陕北-安徽）、预期即将核准开工4条（蒙西-京津冀、甘肃-浙江、陕西-河南、大同-怀柔-天津北-天津南）、预期短期内实现核准开工4条（库布齐-上海、腾格里-江西、酒泉-中东部、乌兰布和-京津冀鲁）。若按照455GW风光大基地对应外送需求达33-41条，则仍有26-34条需要建设，建设缺口大。

“强直弱交”突出，须加强交流网架建设以及加强受端柔直渗透压。全国已投运特高压工程共计38个，包括18个交流工程，20个直流工程，已经形成较为显著的“强直弱交”的特征，如四川电网已是全国最为典型的“强直弱交”电网，河南“强直弱交”也较突出。强直弱交对混联电网稳定性威胁主要体现在2个方面：单一故障向连锁故障转变和局部扰动向全局扰动扩展。解决方案主要包括：①增强交流的冲击承载能力：主要通过新建特高压交流环网架、现有特高压交流通道扩建、主网架扩建三方面增强主网架承载能力。②涉及减少直流的冲击发生概率：提高受端换流站柔直渗透率，柔直可研改善交直流相互影响问题和提高电网稳定性。

柔直技术更适合送受端换流站，多应用场景使用，柔直渗透率有望提升。柔直需求不止特高压，还有海上风电、背靠背等，未来柔直技术渗透率提升。①2024年预期建设特高压4直2交，4直中预期2直使用柔性直流技术（甘肃-浙江、蒙西-京津冀）。2024年国家电网开启沙特中南、中西柔直换流站项目换流阀（含阀冷）采购，也采用柔直技术。2024年迎来3条特高压直流可研勘探（藏东南-大湾区、疆电（南疆）送电川渝、巴丹吉林-四川），均为柔直，柔直渗透率提升。②目前我国海上风电已经朝着单个风电场1GW以上、离岸距离50KM以上发展，因此未来直流送出渗透率将大幅提升。海上风电较明确使用柔直送出的总规模已超12GW。未来海上风电柔性直流技术多采用±500KV，柔直换流阀单GW双站价值量有望超7亿元。③柔直背靠背可解决多直馈入换相失败问题，提升电网供电能力，看好南网背靠背柔直发展。

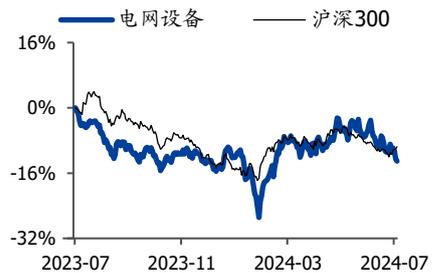
服务“一带一路”，特高压助力中国创造、中国标准出海开局。目前，特高压带动中国技术、装备、工程走出去，成为能源领域“出海”的一张“金名片”。国网联合国内产业链上下游企业，广泛参与国际能源市场竞争，打造“新常态”，先后中标了巴西、巴基斯坦、沙特和智利等地的电力项目，为国内电力设备制造企业打开了国际市场空间。

投资建议：特高压+主网建设为重中之重，此轮特高压建设周期长。持续看好国电南瑞、许继电气、平高电气、中国西电、大连电瓷、思源电气、长高电新等。

风险提示：风光大基地外送通道总需求不及预期风险、数据假设值与实际出入导致的测算风险、竞争加剧风险、统计误差风险。

增持（维持）

行业走势



作者

分析师 杨润思

执业证书编号：S0680520030005

邮箱：yangrunsi@gszq.com

相关研究

- 《电网设备：特高压+配用电出海双格局，电网设备持续高增发展》2024-01-14
- 《电网设备：特高压建设正当时，2024有望持续攀升》2023-09-26

重点标的

股票代码	股票名称	投资评级	EPS (元)				PE			
			2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E
600406.SH	国电南瑞		0.90	1.01	1.15	1.31	27.00	23.94	20.99	18.50
000400.SZ	许继电气	增持	0.99	1.19	1.54	1.80	30.72	25.55	19.75	16.89
600312.SH	平高电气	增持	0.60	0.82	1.06	1.29	33.20	24.29	18.79	15.44
601179.SH	中国西电		0.17	0.24	0.33	0.42	40.66	29.16	21.13	16.71
002606.SZ	大连电瓷		0.12				66.20			
002028.SZ	思源电气		2.02	2.64	3.28	4.00	31.65	24.11	19.41	15.91
002452.SZ	长高电新		0.28	0.50	0.63	0.77	27.97	15.89	12.51	10.28

资料来源：Wind，国盛证券研究所注：除许继电气、平高电气外，均采用wind一致预期

内容目录

一、明确特高压及主网架需求，看好核心设备成长性.....	3
1.1 特高压直流需求测算.....	3
1.1.1 从项目规划角度看，当前有多少需求待建设？.....	3
1.1.2 十五五风光大基地外送需求，为特高压建设打底.....	5
1.1.3 清洁能源建设基座是特高压建设，支撑长期特高压需求建设.....	8
1.2 重视特高压交流及主网变电站建设，潜在需求大.....	8
1.2.1 “强直弱交”须发展特高压交流及主网架，看好“强直强交”发展.....	8
1.2.2 特高压交流及主网变电站建设需求有望成为新增量空间.....	10
二、柔直技术更适合送受端换流站，多应用场景使用，柔直渗透率有望提升.....	14
2.1 柔性直流技术本身更适合新型电网发展，换流阀为核心关键.....	14
2.2 柔直技术在特高压、海上风电、背靠背多场景使用，后续渗透率有望提升.....	16
2.2.1 陆上特高压直流输电——2024年柔直元年，此后有望持续提升渗透率.....	16
2.2.2 海上风电柔直送出——渐行渐近，海风柔直是深远海发展的必途.....	19
2.2.3 区域电网互联——柔直背靠背，可有效解决多直馈入换相失败问题.....	21
三、特高压出海初见成效，已经成功进入巴西、沙特市场.....	22
风险提示.....	23

图表目录

图表 1: 当前在建特高压/待核准特高压情况.....	3
图表 2: “三交九直”12条特高压通道.....	4
图表 3: “5交9直”14条特高压通道.....	4
图表 4: 现在已规划特高压通道.....	5
图表 5: 风光大基地外送比例.....	6
图表 6: 第二批风光大基地库布齐、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林沙漠基地、采煤沉陷区十四五规划 165GW、外送风光 115GW，对应外送通道 15 条.....	7
图表 7: “十四五”大型清洁能源基地布局示意图.....	8
图表 8: 全国跨区跨省交直流混联网络模型示意图（2020年版）.....	9
图表 9: 强直弱交型混联电网稳定威胁的发生、发展形式.....	9
图表 10: 2021年以来特高压交流可研招标情况.....	10
图表 11: 特高压当前储备未核准开工需求.....	11
图表 12: 国家电网 2024 年输变电重点项目工程.....	12
图表 13: 常规直流 LCC-HVDC VS 柔性直流 VSC-HVDC 技术对比.....	14
图表 14: 换流阀成本拆分.....	14
图表 15: 海上风电交直流送出方案经济性对比.....	16
图表 16: 2021 年至今特高压直流可研探勘情况.....	17
图表 17: 各省已有/已规划特高压情况.....	17
图表 18: 昆柳龙直流工程换流阀价值量.....	18
图表 19: 传统直流输电和柔性直流输电的主设备投资分布比较.....	19
图表 20: 传统直流输电和柔性直流输电的主设备损耗分布比较.....	19
图表 21: 广东省海上风电送出工程重点项目.....	19
图表 22: 已经明确使用柔直送出的海上风电平价项目.....	20
图表 23: 背靠背工程.....	21
图表 24: 我国特高压出海项目汇总.....	22

一、明确特高压及主网架需求，看好核心设备成长性

看好特高压通道后续发展：

- 已有规划：从十四五规划、9直5交主体协调招标、梳理现在已规划特高压通道等看，当前有14交21直待建设。
- 中期十五五：需求较为清晰，需求有风光大基地外送建设+海上风电外送建设打底。
- 远期：清洁能源建设基座是特高压建设，清洁能源基地九大清洁能源基地+五大海上风电基地外送需求，支撑长期特高压建设。

交流变电站的预期差：“强直弱交”问题凸显，特高压交流及主网建设须配套特高压直流发展，形成“强直强交”格局。

1.1 特高压直流需求测算

1.1.1 从项目规划角度看，当前有多少需求待建设？

2023-2024 年特高压进展：2023 年总计核准 4 直特高压，当前正处于开工状态中。2024 年目前已经实现 1 直 1 交的核准开工，3-4 季度有望迎来特高压核准开工高峰。

图表 1：当前在建特高压/待核准特高压情况

类型	工程名称	状态	核准时间	开工时间
交流	武汉-南昌 1000kV 特高压交流工程	在建	2022/6	2022/9
交流	张北-胜利 1000kV 特高压交流输变电工程	在建	2022/8	2023/1
交流	川渝特高压交流工程(甘孜-天府南-成都东、天府南-铜梁 1000kV 交流工程)	在建	2022/9	2022/9
常直	金上-湖北±800kV 特高压直流输电工程	在建	2023/1	2023/2
常直	陇东-山东±800kV 特高压直流输电工程	在建	2023/2	2023/3
常直	宁夏-湖南±800kV 特高压直流输电工程	在建	2023/5	2023/6
常直	哈密-重庆±800kV 特高压直流输电工程	在建	2023/7	2023/8
交流	川渝特高压交流工程(阿坝-成都东 1000kV 交流输变电工程)	在建	2024/1	2024/1
常直	陕北-安徽±800kV 特高压直流输电工程	在建	2024/2	2024/3
柔直	蒙西-京津冀±800kV 特高压直流输电工程	待核准	/	/
柔直	甘肃-浙江±800kV 特高压直流输电工程	待核准	/	/
交流	大同-怀来-天津北-天津南 1000kV 特高压交流输变电工程	待核准	/	/
常直	陕西-河南±800kV 特高压直流输电工程	待核准	/	/
柔直	藏东南-粤港澳大湾区±800kV 特高压直流输电工程	待核准	/	/

资料来源：北极星电力网，国网江西电力，北极星太阳能光伏网，国家能源局，能源新媒，中国能源报，永福股份互动交流平台，百度百科，华龙网，锡林郭勒日报，北极星智能电网在线，中国青年报，中国新闻网，北极星输配电网，新华网，国盛证券研究所

2025 年需求主要从十四五“3 交 9 直”规划+国家电网特高压储备项目“5 交 9 直”+各省规划的项目着手。

十四五“3 交 9 直”规划还剩 5 条（1 交 4 直）未核准开工：风光大基地建设带动十四五期间特高压项目需求高增。从国家能源局在 2022 年 1 月在《关于委托开展“十四五”规划输电通道配套水风光及调节电源研究论证的函》中首次提出了十四五期间为配套水风光等能源基地，将规划建设“三交九直”12 条特高压通道，实现将西部清洁能源送到东部负荷中心。

图表2: “三交九直”12条特高压通道

类型	路线	电压等级 (KV)	核准时间	开工时间	所属工程/来源
交流	川渝特高压	1000	2022/9	2022/9	三交九直
交流	张北-胜利	1000	2022/8	2023/1	三交九直
直流	金上-湖北	±800	2023/1	2023/2	三交九直
直流	陇东-山东	±800	2023/2	2023/3	三交九直
直流	宁夏-湖南	±800	2023/5	2023/6	三交九直(第二批风光大基地外送通道)
直流	哈密-重庆	±800	2023/7	2023/8	三交九直
直流	陕西-安徽	±800	2024/2	2024/3	三交九直(第二批风光大基地外送通道)
直流	甘肃-浙江	±800	/	/	三交九直(第二批风光大基地外送通道)
直流	陕西-河南	±800	/	/	三交九直(第二批风光大基地外送通道)
直流	藏东南-粤港澳	±800	/	/	三交九直
直流	蒙西-京津冀	±660	/	/	三交九直(第二批风光大基地外送通道)
交流	大同-怀来-天津 北-天津南	1000	/	/	三交九直(第二批风光大基地外送通道)

资料来源: 北极星太阳能光伏网, 国家能源局, 能源新媒, 中国能源报, 永福股份互动交流平台, 百度百科, 华龙网, 锡林郭勒日报, 北极星智能电网在线, 中国青年报, 中国新闻网, 北极星输配电网, 新华网, 国盛证券研究所

国家电网特高压储备项目“5交9直”, 预期2025年迎来核准和开工。国家电网发布2024年新增第十三批采购(特高压项目新增第一次服务(前期)招标采购), 为中期需求做储备:

1) 特高压交流: 华北特高压交流主网架向蒙西地区延伸(达拉特~蒙西、大同~乌兰察布~包头~巴彦淖尔、大同~达拉特~包头)、攀西~川南~天府南、烟威(含中核CX送出), 合计5条交流。

2) 特高压直流: 库布齐-上海、腾格里-江西、乌兰布和-京津冀鲁、巴丹吉林-四川(陇电入川)、疆电(南疆)送电川渝、内蒙古-江苏、青海海南外送、松辽-华北、内蒙古-华东合计9条直流。

图表3: “5交9直”14条特高压通道

序号	类型	路线	最新进展
1	交流	达拉特~蒙西	可研勘探招标
2	交流	大同~乌兰察布~包头~巴彦淖尔	主体协调
3	交流	大同~达拉特~包头	主体协调
4	交流	攀西~川南~天府南	主体协调
5	交流	烟威(含中核CX送出)	可研勘探招标
1	直流	库布齐~上海	主体协调
2	直流	腾格里~江西	主体协调
3	直流	乌兰布和~京津冀鲁	主体协调
4	直流	巴丹吉林~四川(陇电入川)	可研勘探招标
5	直流	疆电(南疆)送电川渝	可研勘探招标
6	直流	内蒙古~江苏	主体协调
7	直流	青海海南外送	主体协调
8	直流	松辽~华北	主体协调
9	直流	内蒙古~华东	主体协调

资料来源: 国家电网, 国盛证券研究所

截至目前, 总计有6交13直未核准开工, 若假设2024年还有1交3直待核准开工, 则剩余5交10直未核准开工, 则2025-2026年有望迎来年均2-3交4-5直流的核准开工需求, 此轮特高压周期预期至少延续至2026年。

梳理现在处于较为前期规划的特高压通道, 总计17条需求(8交9直), 其中16条待

核准开工（7交9直），有望支撑2027年及之后的特高压开工建设需求。

图表4：现在已规划特高压通道

序号	类型	项目	项目状态	来源	起点省	终点省
1	交流	阿坝-成都东	开工	川渝特高压扩建	/	/
2	交流	开封驻马店	前期规划	河南省人民政府	/	/
3	交流	长治南阳	前期规划	河南省人民政府	/	/
4	交流	浙江1000kv联网	可研招标	国家电网	/	/
5	交流	双鸭山-朝阳-德州	前期规划	国家能源局网站	/	/
6	交流	忻州-京津冀	前期规划	国家能源局网站	/	/
7	交流	南昌~赣州~湘南~长沙	前期规划	国家能源局网站	/	/
8	交流	哈尔滨东—长春东—沈阳东—营口—锦州—唐山—天津南	前期规划	国家能源局网站	/	/
1	直流	酒泉至中东部	前期规划	十四五风光大基地外送通道	甘肃	/
2	直流	酒泉至中东部地区第二条特高压直流输电工程	前期规划	酒泉市贯彻落实《甘肃省发展和改革委员会酒泉市人民政府关于支持酒泉市建设全省区域中心城市并率先发展框架协议》的实施方案	甘肃	湖南/湖北
3	直流	酒泉至中东部地区第三条特高压直流输电工程	前期规划	酒泉市贯彻落实《甘肃省发展和改革委员会酒泉市人民政府关于支持酒泉市建设全省区域中心城市并率先发展框架协议》的实施方案	甘肃	湖南/湖北
4	直流	库布齐-浙江	前期规划	鄂尔多斯市人民政府	内蒙古	浙江
5	直流	库布齐-安徽	前期规划	鄂尔多斯市人民政府	内蒙古	安徽
6	直流	库布齐-江苏	前期规划	鄂尔多斯市人民政府	内蒙古	江苏
7	直流	疆电外送第四回	前期规划	国家能源局网站	新疆	/
8	直流	疆电外送第五回	前期规划	国家能源局网站	新疆	/
9	直流	外电入赣	前期规划	国家电网与江西省委书记尹弘、省长叶建春会谈	/	江西

资料来源：北极星输配电网，河南省人民政府，北极星智能电网在线，国家能源局网站，电力网，鄂尔多斯市人民政府，国盛证券研究所

1.1.2 十五五风光大基地外送需求，为特高压建设打底

特高压当下建设需求主要满足风光大基地外送，风光大基地建成在即，特高压建设迫切性高，**455GW风光大基地对应外送需求达33-41条**。此前特高压直流项目主要配套西南大水电基地和西北大煤电基地外送输电工程；随着风光大基地建设投运，特高压建设迫切性高。截至2023年11月底，第一批已建成并网45.16GW，第二批、第三批已核准超过50GW，正陆续开工建设，风电、光伏装机规模持续扩大。根据第二批、第三批风光大基地建设规模测算特高压需求，第二批十四五/十五五外送150/165GW、第三批风光大基地审批中，考虑到西北至中东部地区运输距离远，假设未规划的通道均为直流，测算第三批风光大基地特高压外送通道需求总计约41-53条特高压直流，其中455GW风光大基地对应外送需求达33-41条。

图表 5: 风光大基地外送比例

批次	规模	基地主要地区	建成时间	外送比例	外送规模 (GW)	特高压输电能力 (GW)	对应特高压数 (条)
第一批	97.05GW	内蒙古自治区、青海省、甘肃省等 18 个省份和新疆生产建设兵团	2023 年底开始投产	/	/	/	/
第二批	455GW	三北地区 (沙漠、戈壁、荒漠地区)	十四五 (200GW)	75%	115 35	/ 8-10	15 (国家能源局出的规划) 4-5 (测算)
			十五五 (255GW)	65%	165	8-12	14-21 (测算)
第三批	190GW	/	/	优先申报 100% 离网制氢项目、优先申报 100% 以上自主调峰、自我消纳项目; 假设 50% 外送	95	8-12	8-12 (测算)

资料来源: 国家发改委, 东方风力发电网, 华夏能源网, 财联社, 西部双碳能源研究院, 国盛证券研究所

455GW 风光大基地外送通道依赖存量 5 条、仅开工建设 2 条, 建设缺口超 26 条。十四五风光大基地外送通道仅仅规划了 15 条需求, 已针对其中 115GW 外送需求规划了输电通道 15 条, 其中依赖存量特高压通道 5 条、已出规划已开始建设仅 2 条 (宁夏-湖南、陕北-安徽)、预期即将核准开工 4 条 (蒙西-京津冀、甘肃-浙江、陕西-河南、大同-怀来-天津北-天津南)、预期短期内实现核准开工 4 条 (库布齐-上海、腾格里-江西、酒泉-中东部、乌兰布和-京津冀鲁)。若按照 455GW 风光大基地对应外送需求达 33-41 条, 则仍有 26-34 条需要建设, 建设缺口大, 有望支撑十五五特高压建设需求。

图表 6: 第二批风光大基地库布齐、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林沙漠基地, 采煤沉陷区十四五规划 165GW, 外送风光 115GW, 对应外送通道 15 条

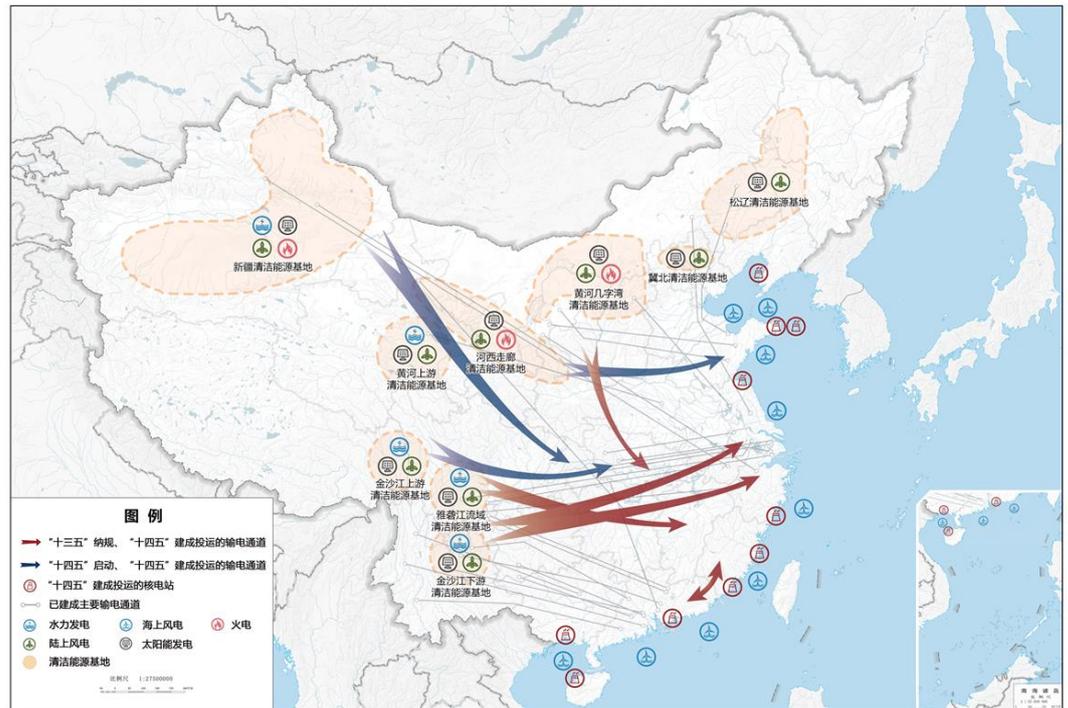
沙漠基地名称	项目名称	配套电源方案 (万千瓦)			消纳市场	输电通道
		新能源	支撑电源			
			煤电扩建	煤电改造		
库布齐	鄂尔多斯新能源项目	400		660	华北	存量蒙西至天津南外送通道
	鄂尔多斯中北部新能源项目	1000	400		华北	蒙西-京津冀 (待核准开工)
	鄂尔多斯南部新能源项目	1000	400		中东部	库布齐-上海 (待核准开工)
	鄂尔多斯中北部新能源项目	500			本地	新建省内通道
	鄂尔多斯中北部新能源项目	500			本地	新建省内通道
	鄂尔多斯南部新能源项目	500			本地	新建省内通道
	合计	3900	800	660	外送占比	62%
腾格里	腾格里沙漠基地东南部新能源项目	1100		332	华中	宁夏-湖南 (已核准开工)
	腾格里沙漠基地东南部新能源项目	1100	400		中东部	腾格里-江西 (待核准开工)
	腾格里沙漠基地河西新能源项目	1100	400		华东	甘肃-浙江 (待核准开工)
	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
	合计	4500	1000	532	外送占比	73%
巴丹吉林	酒泉西部新能源项目	1100	400		中东部	酒泉-中东部 (待核准开工)
	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
	合计	2300	400	200	外送占比	48%
乌兰布和	阿拉善新能源项目	1000	400		华北	乌兰布和-京津冀鲁 (待核准开工)
	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	2100	400	200	外送占比	48%
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、锦界电厂点对网外送通道
	陕北采煤沉陷区新能源项目	500		200	华东	陕北-安徽 (已核准开工)
	陕北采煤沉陷区新能源项目	500		200	华中	陕西-河南 (待核准开工)
	晋北采煤沉陷区新能源项目	800	200		华北	大同-怀来-天津北-天津南 (待核准开工)
	合计	3700	200	2620	外送占比	100%

资料来源: 国家发展改革委, 东方风力发电网, 北极星输配电网, 中国青年网, 国家电网, 北极星智能电网在线, 中国电力网, 新华网, 国盛证券研究所

1.1.3 清洁能源建设基座是特高压建设，支撑长期特高压需求建设

清洁能源建设基座为特高压建设。中国待开发水电主要分布在西南，陆上风能资源和太阳能资源集中在西部和北部，根据《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，“十四五”期间将重点发展九大清洁能源基地、四大海上风电基地。而70%的用电负荷中心却集中在东中部地区。资源开发重心与用电负荷中心的距离在800~3000km。为缓解清洁能源与用能需求逆向分布之间的矛盾，充分利用中国西部地区充沛清洁能源，中国加大了以长距离、跨区域电力调动为初衷的特高压工程建设。特高压工程可以有效实现东部电力负荷中心与西部、北部能源基地的连接，以满足更加安全、高效、清洁、低碳的远距离供电。

图表7：“十四五”大型清洁能源基地布局示意图



资料来源：中国政府网，国盛证券研究所

1.2 重视特高压交流及主网变电站建设，潜在需求大

1.2.1 “强直弱交”须发展特高压交流及主网架，看好“强直强交”发展

强直弱交混联电网特征逐步明显。截至2024年4月10日，全国已投运特高压工程共计38个，包括18个交流工程，20个直流工程，已经形成较为显著的“强直弱交”的特征，如四川电网已是全国最为典型的“强直弱交”电网，河南“强直弱交”也较突出。强直弱交，是交流与直流2种输电形态在结构发展不均衡的特定阶段所呈现出的混联电网新特性，表现为直流受扰有功、无功冲击幅度大，以及交流电网承载冲击的能力不足。

网源协调能力以及提升设备扰动耐受能力等。其中优化交流主干网架可通过新建特高压交流环网架、现有特高压交流通道扩建、主网架扩建三方面。

②涉及减少直流的冲击发生概率：主要包括直流控制系统优化和逆变器性能改进，即发展柔直技术，柔直可研改善交直流相互影响问题和提高电网稳定性。

1.2.2 特高压交流及主网变电站建设需求有望成为新增量空间

2024 年开始特高压交流可研需求提升。据国家电网披露，据我们统计当前已可研招标但核准开工特高压交流线路共涉及 33 个站点，其中 2021 年 8 个、2022 年 3 个、2023 年 8 个，以及 2024 年 14 个；2024 年仅过半，24H2 特高压交流变电站需求有望再释放。

图表 10: 2021 年以来特高压交流可研招标情况

年份	工程名称	站点名称	技术类型	1000KV 出线间隔数 (GIS)	可研招标时间	最新状态
2021 年	川渝特高压交流	甘孜	交流	2 (远期 8 回)	2021/10/29	2023/5 开工
2021 年	川渝特高压交流	天府南	交流	6 (远期 10 回)	2021/10/29	2023/2 开工
2021 年	川渝特高压交流	成都东	交流	2 (远期 8 回)	2021/10/29	2023/6 开工
2021 年	川渝特高压交流	铜梁	交流	2 (远期 8 回)	2021/10/29	2023/1 开工
2021 年	黄石变电站新建	黄石	交流	4 (远期 6 回)	2021/10/29	2023/6 开工
2021 年	张北—胜利 1000kV 交流输变电	张北站扩建	交流	2	2021/10/29	2023/11 阶段性投运
2021 年	张北—胜利 1000kV 交流输变电	胜利站扩建	交流	2	2021/10/29	2023/10 阶段性投运
2021 年	张北—胜利 1000kV 交流输变电	锡盟站扩建	交流	/	2021/10/29	2024/5 阶段性投运
2022 年	雄安 (北京西) 特高压交流变电站扩建	雄安站扩建	交流	/	2022/9/23	2023/9 开工
2022 年	天津南特高压交流变电站扩建	天津南站扩建	交流	2	2022/9/23	2023/12 开工
2022 年	邢台 (石家庄) 特高压交流变电站扩建	邢台站扩建	交流	/	2022/9/23	2024/6 投运
2023 年	大同~天津南特高压交流	大同	交流	4 (远期 8 回)	2023/5/17	2023/8 环评
2023 年	大同~天津南特高压交流	怀来	交流	8 (远期 10 回)	2023/5/17	2023/8 环评
2023 年	大同~天津南特高压交流	承德	交流	4 (远期 8 回)	2023/5/17	2023/8 环评
2023 年	大同~天津南特高压交流	天津北	交流	4 (远期 8 回)	2023/5/17	2023/8 环评
2023 年	阿坝~成都东特高压交流	阿坝	交流	2 (远期 6 回)	2023/5/17	2024/1 核准
2023 年	阿坝~成都东特高压交流	成都东扩建	交流	2	2023/5/17	2024/1 核准
2023 年	南阳变电站扩建	南阳扩建	交流	/	2023/5/17	/
2023 年	驻马店变电站扩建	驻马店扩建	交流	/	2023/5/17	/
2024 年	达拉特~蒙西特高压交流	达拉特	交流	2 (远期 8 回)	2024/2/4	/
2024 年	达拉特~蒙西特高压交流	蒙西站扩建	交流	2	2024/2/4	/
2024 年	浙江环网特高压交流	嘉兴 (吴江)	交流	6 (远期 6 回)	2024/4/23	2024/6 环评
2024 年	浙江环网特高压交流	宁绍	交流	4 (远期 8 回)	2024/4/23	2024/6 环评
2024 年	浙江环网特高压交流	温州	交流	4 (远期 10 回)	2024/4/23	2024/6 环评
2024 年	浙江环网特高压交流	莲都站扩建	交流	2	2024/4/23	2024/6 环评
2024 年	南昌、长沙、荆门、菏泽特高压变电站主变扩建	南昌站扩建	交流	/	2024/4/23	/

2024年	南昌、长沙、荆门、菏泽特高压变电站主变扩建	长沙站扩建	交流	/	2024/4/23	/
2024年	南昌、长沙、荆门、菏泽特高压变电站主变扩建	荆门站扩建	交流	/	2024/4/23	/
2024年	南昌、长沙、荆门、菏泽特高压变电站主变扩建	菏泽站扩建	交流	/	2024/4/23	/
2024年	安徽平圩电厂四期1000千伏送出	平圩电厂扩建	交流	1	2024/4/23	2023/12 开工
2024年	烟威特高压交流	海阳西	交流	6 (远期10回)	2024/6/14	2024年6月可研招标
2024年	烟威特高压交流	潍坊站扩建	交流	2	2024/6/14	2024年6月可研招标
2024年	烟威特高压交流	临沂站扩建	交流	2	2024/6/14	2024年6月可研招标

资料来源：国家电网，各政府网站及公众号，上海电力建筑工程有限公司、中国能源新闻网、中能新媒、北极星输配电网、长城网、人民网、北极星智能电网在线、中能建建筑集团有限公司，湖北送变电，中国能源报，国盛证券研究所

特高压交流储备需求较足。

①十四五规划3交9直仍有1交（大同-怀来-天津北-天津南）未开工。

②5交9直可研储备项目达拉特~蒙西、大同~乌兰察布~包头~巴彦淖尔、大同~达拉特~包头、攀西~川南~天府南、烟威（含中核CX送出），合计5条交流。其中乌兰察布、包头、巴彦淖尔、攀西、川南等5个站点均为新建站，有望在2025年开始核准开工。

③梳理现在已规划特高压通道，总计7交，包括开封驻马店、长治南阳第二回、浙江1000kv联网、南昌-赣州-湘南-长沙、双鸭山-朝阳-德州、忻州-京津冀、哈尔滨东-长春东-沈阳东-营口-锦州-唐山-天津南，其中浙江1000kv联网已经可研勘探招标。

图表 11: 特高压当前储备未核准开工需求

项目名称	项目性质	项目状态	来源
大同-怀来-天津北-天津南	交流	待核准	十四五规划
达拉特-蒙西	交流	2024/2/4 可研招标	国家电网特高压储备项目五交九直
大同-乌兰察布-包头-巴彦淖尔	交流	2024/5 主体协调需求放出	国家电网特高压储备项目五交九直
大同-达拉特-包头	交流	2024/5 主体协调需求放出	国家电网特高压储备项目五交九直
攀西-川南-天府南	交流	2024/5 主体协调需求放出	国家电网特高压储备项目五交九直
烟威（含中核CX送出）	交流	2024/6/14 可研招标	国家电网特高压储备项目五交九直
开封驻马店	交流	前期规划	国家能源局网站
长治南阳第二回	交流	前期规划	河南省人民政府
浙江1000kv联网	交流	2024/4/23 可研招标	国家电网
南昌-赣州-湘南-长沙	交流	前期规划	国家能源局网站
双鸭山-朝阳-德州	交流	前期规划	国家能源局网站
忻州-京津冀	交流	前期规划	国家能源局网站
哈尔滨东-长春东-沈阳东-营口-锦州-唐山-天津南	交流	前期规划	国家能源局网站

资料来源：国家电网，国家能源局，河南省人民政府，电力网，国盛证券研究所

主网架变电站需求较为隐性，潜在需求大。国家能源局发布《关于做好新能源消纳工作，保障新能源高质量发展的通知》，要求加快推进新能源配套电网项目建设。对500千伏

及以上配套电网项目，国家能源局每年组织国家电力发展规划内项目调整，并为国家布局的大型风电光伏基地、流域水风光一体化基地等重点项目开辟纳规“绿色通道”，加快推动一批新能源配套电网项目纳规。文件明确了大量主网架上的750kV、500kV项目即将开工，新能源消纳直流通道建设完后，需要加强在省内/区域内使用，以及强调电网质量/安全一致性，主网需要配套特高压建设，带动对应主网架变电站（750kV、500kV）需求提升，以及现存变电站需要提升容量空间，带动变电站内开关/变压器需求提升。

图表 12: 国家电网 2024 年输变电重点项目工程

序号	省份	项目名称	电压等级	主要建设内容
1	安徽	宿州灵泗 500KV 输变电工程	500KV	新建灵泗 500KV 变电站，主变容量 100 万 KVA；新建埇桥~灵泗~香涧双回 500KV 线路，新建线路长度 225.6 千米。
2		宿州萧碭 500KV 输变电工程	500KV	新建萧碭 500KV 变电站，主变容量 2×100 万 KVA；新建埇桥~萧碭双回 500KV 线路，新建线路长度 172 千米。
3		亳州谯城 500KV 输变电工程	500KV	新建谯城 500KV 变电站，主变容量 2×100 万 KVA；新建伯阳~谯城双回 500KV 线路，新建线路长度 121.2 千米。
4	黑龙江	大庆实验平台 500KV 输变电工程	500KV	新建大庆实验平台 500KV 变电站，主变容量 2×120 万 KVA；新建大庆实验平台~国富单回 500KV 线路，新建线路长度 54 千米。
5	吉林	吉林白城乐胜 500KV 输变电工程	500KV	新建乐胜 500KV 变电站，主变容量 2×120 万 KVA；将甜水~松原双回 500KV 线路接入乐胜变，新建线路长度 3.2 千米。
6		吉林白城傅家 500KV 输变电工程	500KV	新建傅家 500KV 变电站，主变容量 2×120 万 KVA；新建傅家~昌盛单回 500KV 线路，新建线路长度 135 千米。
7	内蒙古	赤峰阿旗北 500KV 输变电工程	500KV	新建阿旗北 500KV 变电站，主变容量 120 万 KVA；新建阿旗北~巴林单回 500KV 线路，新建线路长度 109 千米。
8		赤峰克旗 500KV 输变电工程	500KV	新建克旗 500KV 变电站，主变容量 120 万 KVA；新建克旗~巴林单回 500KV 线路，新建线路长度 86.9 千米。
9		呼伦贝尔阿荣旗 500KV 输变电工程	500KV	新建阿荣旗 500KV 变电站，主变容量 2×120 万 KVA；新建阿荣旗~岭东单回 500KV 线路，新建线路长度 98.4 千米。
10		鄂尔多斯过三梁 500KV 变电站主变扩建工程	500KV	扩建 2 台 500KV 主变，主变容量 2×120 万 KVA。
11		巴彦淖尔祥泰 500KV 变电站主变扩建工程	500KV	扩建 2 台 500KV 主变，主变容量 2×120 万 KVA。
12		锡林郭勒锡西 500KV 变电站主变扩建工程	500KV	扩建 2 台 500KV 主变，主变容量 2×75 万 KVA。
13	陕西	陕北至关中第三通道输变电工程	750KV	新建古贤 750KV 开关站；新建朔方~古贤双回、古贤~洛川单回、古贤~西安东双回 750KV 线路，新建线路长度 1297 千米。
14		夏州 750KV 主变扩建工程	750KV	扩建 1 台 750KV 主变，主变容量 210 万 KVA。
15	青海	托素 750KV 变电站主变扩建工程	750KV	扩建 2 台 750KV 主变，主变容量 2×150 万 KVA。
16	宁夏	宁夏天都山 750KV 输变电工程	750KV	新建天都山 750KV 变电站，主变容量 2×210 万 KVA；将白银~黄河双回 750KV 线路接入天都山变，新建线路长度 45 千米。
17		宁夏甘塘 750KV 输变电工程	750KV	新建甘塘 750KV 变电站，主变容量 3×210 万 KVA；新建甘塘~中宁换流站双回 750KV 线路，新建线路长度 206 千米。
18	新疆	三塘湖北 750KV 输变电工程	750KV	新建三塘湖北 750KV 变电站，主变容量 3×150 万 KVA；新建三塘湖北~哈密北换流站双回 750KV 线路，新建线路长度 158 千米。

19		淖毛湖 750KV 输变电工程	750KV	新建淖毛湖 750KV 变电站，主变容量 3×150 万 KVA；新建淖毛湖~哈密北换流站双回 750KV 线路，新建线路长度 158 千米。
20	广东	茂湛 500KV 网架完善工程	500KV	新建高州 500KV 开关站，将芷寮~电白双回 500KV 线路接入高州开关站，将乌石湾~港城 500KV 甲乙线路港城站侧改接至高州开关站，新建线路长度 180 千米。
21		云城 500KV 输变电工程	500KV	新建云城 500KV 变电站，主变容量 2×100 万 KVA；解口卧龙~玉城双回 500KV 线路接入云城变，新建线路长度 12.7 千米。
22	广西	龙潭（玉林三）500KV 输变电工程	500KV	新建龙潭 500KV 变电站，主变容量 75 万 KVA；解口北海电厂~美林单回 500KV 线路接入龙潭变，新建线路长度 10 千米。
23	贵州	八河变第三主变 500KV 扩建工程	500KV	扩建 1 台 500KV 主变，主变容量 75 万 KVA。
24	海南	海上风电 CZ1 送出工程	220KV	新建海上风电 CZ1 送出工程接入福山 500KV 变电站，新建线路长度 41 千米。
25		海上风电 CZ2、CZ3 送出工程	220KV	新建海上风电 CZ2、CZ3 送出工程接入山塘 220KV 开关站，新建线路长度 24 千米。
26		山塘 220KV 开关站工程	220KV	新建山塘 220KV 开关站，解口洋浦热电~李坊、乙烯~李坊 220KV 线路接入山塘变，新建线路长度 14.4 千米。

资料来源：国家能源局，国盛证券研究所

二、柔直技术更适合送受端换流站，多应用场景使用，柔直渗透率有望提升

2.1 柔性直流技术本身更适合新型电网发展，换流阀为核心关键

柔直技术与常直技术最大变动点在换流阀内核心元器件不太，常直采用晶闸管，柔直采用 IGBT。柔性直流最根本的特点在于采用了全控型器件 IGBT(绝缘栅双极晶体管)和 VSC(电压源换流器)，即对电网强度要求低，可适用于各种电网条件，IGBT 能够实现完全可控的整流和逆变，从而在输送端和接收端都能实现可控，其次 IGBT 能够自主调节相位，可以自行进行电压支撑，连接风光电源时，能够实现风光输出适时传输，适配新能源基地电力送出；常规直流采用晶闸管(可控制开通，无法控制关断)，擅长点对点大容量输送电能，能调节电网频率但不能控制电压，不能完整支撑电网运行。

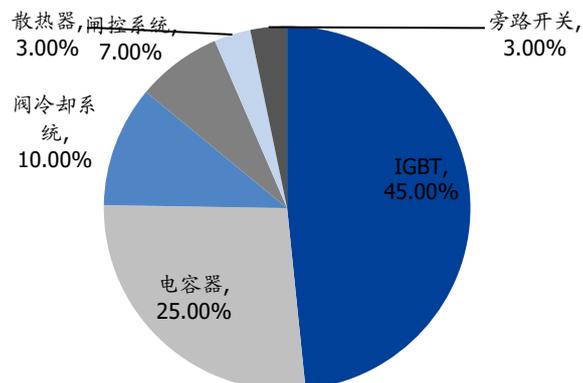
图表 13: 常规直流 LCC-HVDC VS 柔性直流 VSC-HVDC 技术对比

技术路线	常直-电源换相换流器(LCC)	柔直-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	GBT(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)
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:《特高压混合多端直流输电技术及应用_许树楷》，国盛证券研究所

换流阀核心元器件 IGBT 成本占比 40%-50%。柔性直流换流阀主要由 IGBT、电容器、旁路开关、阀控系统、阀冷却系统、结构件、绝缘件等组成。其中 IGBT 为最核心零部件，在换流阀总价值量中占比 40%-50%，其次为电容器，占比 25%-30%，其他为旁路开关、阀控系统、阀冷却系统、结构件、绝缘件等。

图表 14: 换流阀成本拆分



资料来源:观研报告网,国盛证券研究所

受端换流站，传统直流特高压线路运行面临的主要问题：

- **无法满足功率灵活调节的客观需求，进一步加剧受电端省份的调峰难度。**受常规直流采用的晶闸管换流技术特性限制，常规直流特高压不能实现功率灵活调节，已投运的直流特高压线路基本采用两段式或三段式功率曲线，与受电端省份的负荷曲线无法完全匹配，一定程度上甚至可能加剧受电端省份的峰谷差，增大其调峰难度。
- **多馈入受电端省份无法承受和消纳多条常规直流特高压线路电力电量。**受电端省份交流网架结构是制约特高压线路输送能力的关键因素，尤其是多馈入点的受电端省份更面临巨大挑战，一般同一馈入点在正常运行中两条直流之间存在耦合效应（。在“十四五”规划中，如山东、河南、浙江等省份存在两条及以上直流特高压线路落点。
- **常规直流技术容易换相失败，且易引发连锁反应：**常规特高压直流技术采用晶闸管作为换流元件，依赖交流系统电压进行换相，因此受端交流系统故障、晶闸管及其控制电路不可靠等均易导致换相失败。换相失败发生后，直流传输功率迅速下降，若直流系统调节不当会导致连续换相失败，在多馈入直流系统中甚至引发多条直流同时或级联换相失败，影响直流受端系统以及交直流混联电网的安全稳定运行。

送端换流站，常规直流特高压技术特性劣势制约新能源高比例送出。青豫直流输送功率提高到400万千瓦，则新能源上网功率必须小于260万千瓦；吉泉直流输送功率由600万千瓦提升至1000万千瓦，近区风电接纳能力则由450万千瓦下降至300万千瓦。从运行情况看已投运的风光火为主力电源的直流特高压线路可再生能源电量占比均不足40%。

①常规直流特高压采用半控晶闸管作为换流核心元件，在换流过程中，无论整流还是逆变，均需要吸收大量无功功率保证换流器运行。一般无功消耗约为有功的40%~60%，因此传统直流特高压送受电端均需要能够提供大量的无功功率的交流电网作为支撑。

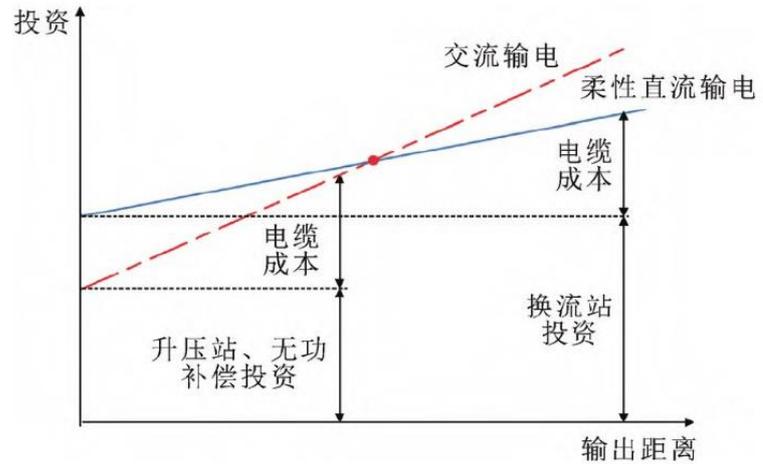
②若直流特高压发生换相失败、甩负荷或换流器闭锁故障时，系统输送功率大量缺失甚至中断，此时无功补偿过剩，引发送端换流站母线暂态过电压，需要配备满足一定电气距离的煤电机组作为解决暂态过电压的措施。

③为保障电网设备安全，现有直流特高压会采取降功率运行方式来满足暂态过电压安全裕度，受暂态过电压限制，严重制约了直流输电能力，同时直流特高压输送功率与新能源送电功率还存在反向制约关系。

柔性直流更适合新能源外送。基于柔性直流具备如下技术优势：可实现无源孤岛送电、在受电端电网不存在换相失败，具备电压支撑能力、不需要火电等常规电源为其电压支持，可改善受电端电压稳定性，功率调节灵活，送电曲线可以灵活调节、不需采用常规直流的台阶式曲线，在送受电端之间分担新能源的调峰需求的技术优势，因此柔性直流技术更适合三北风光大基地能源外送。

- **电网强度低地区：“强度”与发电机数量、电网密集程度正相关。**针对西北风光大基地，特高压直流送端一般在西部、北部等的弱交流系统中，电网强度较弱，特高压直流送端可能无法运行，或者出现故障。如果采用柔直，对电网强度没有任何依赖，还能反向加强电网，辅助电网运行。且柔直可以将多个站点风能、太阳能等清洁能源，通过大容量、长距离的输电线路传输至负荷中心。
- **不易换相失败，多直流消纳下可灵活组网：**常规直流主要用于点对点、远距离、大容量电源外送，而不能组网。若受端特高压直流一旦换相失败，会导致送端电站有可能全面故障。柔直没有换相缺陷。因此在华东电网等直流汇集密集系统，柔直系统更适合。
- **长距离运输：**在长距离电缆输电中，交流电缆越长，电能损耗越高，输送的有效电能越少，柔性直流电能损耗低。

图表 15: 海上风电交直流送出方案经济性对比



资料来源: 国际电力网, 国盛证券研究所

2.2 柔直技术在特高压、海上风电、背靠背多场景使用, 后续渗透率有望提升

对场景应用, 柔直需求不止特高压, 还有海上风电、背靠背等, 柔直技术渗透率有望提升。柔性直流输电技术作为新一代的直流输电技术, 具有有功无功独立控制、响应快速灵活、扩展性强等突出优点, 广泛应用于远距离大容量输电(特高压输电线路)、海上风电送出、电网互联(多直背靠背)等场景。

2.2.1 陆上特高压直流输电——2024年柔直元年, 此后有望持续提升渗透率

远距离大容量输电(特高压输电线路):特高压因为换相失败易带来大面积区域电网关停, 以及常直特高压技术容易加剧受电端省份的调峰难度、多馈入受电端省份无法承受和消纳多条特高压常直线路电力电量等因素, 目前多使用柔性直流进行外送新能源。

2024年柔直特高压技术元年, 2025年柔直渗透率有望提升。2024年是特高压柔直建设元年, 预期建设特高压4直2交, 4直中预期2直使用柔性直流技术(甘肃-浙江、蒙西-京津冀)。2024年国家电网开启沙特中南、中西柔直换流站项目换流阀(含阀冷)采购, 也采用柔直技术。后续柔直渗透率有望提升, 2023年前期可研勘探迎来4条特高压直流, 其中2条为柔直(甘肃-浙江、蒙西-京津冀), 预期将在2024年核准开工; 2024年迎来3条特高压直流可研勘探(藏东南-大湾区、疆电(南疆)送电川渝、巴丹吉林-四川), 均为柔直, 2025年有望实现核准开工, 因此2025年柔直渗透率有望提升。

- **甘肃-浙江:**甘肃-浙江±800kV特高压直流输电线路工程起于甘肃武威送端换流站, 止于浙江绍兴受端换流站, 途经甘肃、宁夏、陕西、河南、安徽、浙江6省。送、受端换流站采用全柔性直流方案, 输送容量为8GW。
- **蒙西-京津冀:**起于内蒙古鄂尔多斯送端换流站, 止于河北沧州受端换流站, 途经内蒙古、山西和河北3省(自治区), 输送容量为8GW。送、受端换流站采用全柔性直流方案, 额定换流容量8GW。
- **沙特中南、中西:**中西送端、受端均采用±500kV电压等级, 最大换流容量为3GW, 总计采购4个换流阀, 每站采用2阀厅。中南送、受端均采用±500kV电压等级, 最大换流容量为2GW, 总计采购8个换流阀, 每站采用4阀厅。
- **藏东南-粤港澳:**多端柔性直流送电, 分为西藏段和广东端, 其中西藏段主要包括±800kV昌都、察隅等2座换流站, 换流容量为8GW和4GW; 广东段主要包括±800kV广州小径、深圳中部2座换流站。其中西藏段已经可研勘探招标。
- **疆电(南疆)送电川渝:**输电容量8GW, 送端在新疆若羌建设一座±800千伏柔性

- 直流换流站，受端在四川绵阳建设一座±800千伏柔性直流换流站。
- **巴丹吉林-四川**：±800KV送端、受端全柔性直流工程，输电容量8GW。

图表 16: 2021 年至今特高压直流可研探勘情况

年份	工程名称	项目性质	可研招标时间	开工时间
2021 年	金上-湖北	常规直流	2021/7/30	2023/2/16
2022 年	陇东-山东	常规直流	2022/1/25	2023/3/16
2022 年	哈密-重庆	常规直流	2022/6/2	2023/8/8
2022 年	宁夏-湖南	常规直流	2022/6/15	2023/6/11
2022 年	青藏联网扩建	常规直流	2022/9/23	2024/5/14
2023 年	陕北-安徽	常规直流	2023/2/20	2024/3/15
2023 年	陕西-河南	常规直流	2023/3/28	/
2023 年	甘肃-浙江	柔性直流	2023/6/19	/
2023 年	蒙西-京津冀	柔性直流	2023/8/29	/
2024 年	疆电（南疆）送电川渝	柔性直流	2024/4/23	/
2024 年	藏东南-粤港澳（西藏段）	柔性直流	2024/5/17	/
2024 年	巴丹吉林-四川	柔性直流	2024/6/14	/

资料来源：国家电网，电网技术，中国网，新华网，新华社，人民日报，国盛证券研究所

特高压未来潜在柔直需求较为显现逻辑：由于多馈入受电端省份无法承受和消纳多条常规直流特高压线路电力电量，因此未来柔直特高压需求主要找存在多条特高压直流馈入省份，如广东、山东、河南、浙江、四川、江苏等省份存在两条及以上直流特高压线路落点，后续新建特高压项目有望采用柔性直流技术。

图表 17: 各省已有/已规划特高压情况

项目名称	技术类型	受端省份
哈密-重庆	常直	重庆
溪洛渡左岸-浙江金华	常直	浙江
白鹤滩-浙江	常直	浙江
甘肃-浙江	柔性直流	浙江
库布齐-浙江	柔性直流概率高	浙江
疆电（南疆）送电川渝	柔性直流	四川
巴丹吉林-四川	柔性直流	四川
疆电（南疆）送电川渝	柔性直流概率高	四川
向家坝-上海	常直	上海
库布齐-上海	柔性直流概率高	上海
扎鲁特-青州	常直	山东
上海庙-临沂	常直	山东
陇东-山东	常直	山东
乌兰布和-京津冀鲁	柔性直流概率高	京津冀鲁
蒙西-京津冀	柔性直流	京津冀
雅中-江西	常直	江西
腾格里-江西	柔性直流概率高	江西
外电入赣	柔性直流概率高	江西
锦屏-苏南	常直	江苏
晋北-南京	常直	江苏

锡盟-泰州	常直	江苏
白鹤滩-江苏	常直	江苏
内蒙古-江苏	柔性直流概率高	江苏
库布齐-江苏	柔性直流概率高	江苏
酒泉-湖南	常直	湖南
宁夏-湖南	常直	湖南
陕北-湖北	常直	湖北
金上-湖北	常直	湖北
哈密南-郑州	常直	河南
青海-河南	常直	河南
陕西-河南	常直	河南
昆柳龙直流工程	柔性直流	广东、广西
云南-广东	常直	广东
糯扎渡-广东	常直	广东
宁东-浙江	常直	广东
滇西北-广东	常直	广东
藏东南-粤港澳	柔性直流	广东
昌吉准东-皖南古泉	常直	安徽
陕西-安徽	常直	安徽
库布齐-安徽	柔性直流概率高	安徽
青海海南外送		/
松辽-华北		/
酒泉至中东部地区第二条、第三条特高压直流工程		/
疆电外送第四回		/
疆电外送第五回		/

资料来源：CPEM，国务院国有资产监督管理委员会，中国能源网、国家能源局、各政府网站、北极星输配电网、国家太阳能光热产业技术创新战略联盟、国家电网、中国能源网、人民网、北极星智能电网在线，电力网，国盛证券研究所

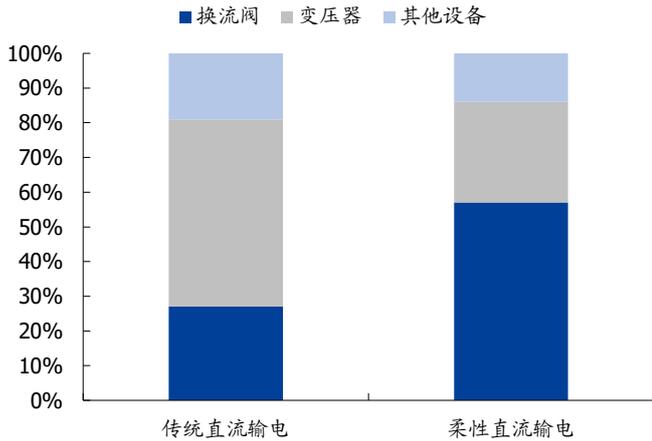
特高压中，常直换柔直系统，换流阀设备价值量变动最大。对比乌东德电站送电广东广西特高压多端柔性直流示范工程(简称昆柳龙直流工程)，昆柳龙柔性直流工程是世界上首个特高压多端混合直流工程，其中送电端采用常规直流，广东和广西2个受端换流站采用柔性直流技术，换流阀价值量分别为14.2亿元/17.1亿元，而常规直流换流站的换流阀价值量为4亿元。从核心主设备价值占比看，柔性直流中换流阀价值占比57%，较传统特高压直流主设备价值占比高30%。在基于绝缘栅双极晶体管(IGBT)技术的柔直换流阀中，IGBT价值占比约45%。

图表 18: 昆柳龙直流工程换流阀价值量

换流站名称	技术路径	换流站容量 (GW)	换流阀价值量 (亿元)
昆北换流站	常规直流	8	4.0
柳北换流站	柔性直流	3	14.2
龙门换流站	柔性直流	5	17.1

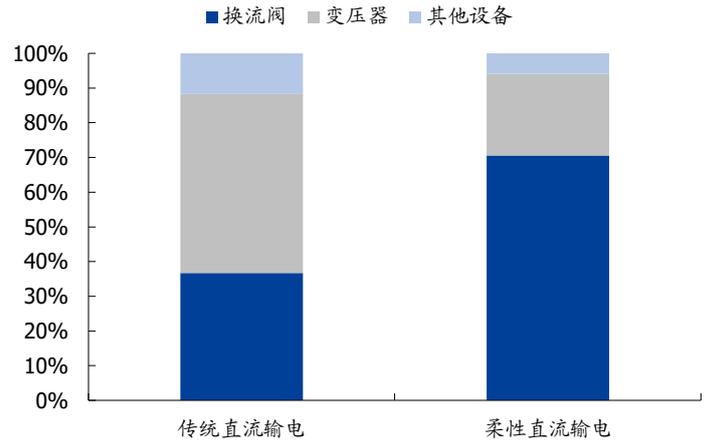
资料来源：南方电网，中国电力网，中特物流官网，国盛证券研究所

图表 19: 传统直流输电和柔性直流输电的主设备投资分布比较



资料来源: 电气系统自动化, 国盛证券研究所

图表 20: 传统直流输电和柔性直流输电的主设备损耗分布比较



资料来源: 电气系统自动化, 国盛证券研究所

2.2.2 海上风电柔直送出——渐行渐近, 海风柔直是深远海发展的必经

海上风电: 当大容量风电场的离岸距离超过一定距离 (等价距离) 时, 选用柔性直流送出相比交流送出更具经济性, 据《大容量远海风电柔性直流送出关键技术与展望》数据, 对于 500MW 系统, 交直流等价距离大约 100km; 对于 1GW 系统, 交直流等价距离在 90km 左右; 对于 2GW 系统, 交直流等价距离在 70km 左右。柔性直流单回直流输送容量可达到 2GW 及以上。目前我国海上风电已经朝着单个风电场 1GW 以上、离岸距离 50KM 以上发展, 因此未来直流送出渗透率将大幅提升。

广东重点项目披露海上风电送出工程, 柔直送出已经启动。 2024 年广东海上风电重点项目披露中, 青洲 57、三山岛、汕头海上风电潮阳登陆点集中送出项目 (海上部分), 均是采用柔直送出。

图表 21: 广东省海上风电送出工程重点项目

项目名称	建设内容	海缆类型	建设起止年限	总投资/预计投资
阳江青洲五、青洲七海上风电场海缆集中送出工程项目	建设 1 座±500kV 海上换流站和 1 座±500kV 陆上集控中心, 以及±500kV 直流海缆	±500kV 柔直	2021-2025	74 亿元
阳江三山岛海上风电柔直输电工程	建设 1 座±500kV、2000MW 海上换流站; ±500kV 直流海缆 2 根, 海缆长约 114 千米; 1 座海缆转架空开关站; 1 座直流开关站; 1 座直流受端换流站	±500kV 柔直	/	100 亿元
汕头海上风电潮阳登陆点集中送出项目 (海上部分)	用于 200 万千瓦海上风电项目集中送出的海上工程, 建设 1 座±500kV 海上换流站以及一回 ±500kV 直流海缆, 海缆截面不小于 1×2500 平方毫米	±500kV 柔直	/	56 亿元

资料来源: 广东佛山政府官网, 国盛证券研究所

海上风电较明确使用柔直送出的总规模已超 12GW。 据不完全统计, 总计达 12.15GW 海上风电平价项目已初步明确使用柔直送出, 我国目前海上风电平价项目中, 仅江苏如东采用 ±400KV 柔直实现并网, 随着使用柔直技术送出的海上风电逐步开工, 柔直技术渗透率有望再提升。

图表 22: 已经明确使用柔直送出的海上风电平价项目

省份	项目名称	装机容量 (MW)	高岸距离 (km)	水深(m)	业主	规划装机时间	技术路径	主能电压等级
广东	三峡阳江青洲五	1000	71	46-52	三峡能源	2024-2025	柔直	±500kV
	三峡阳江青洲七	1000	70	45-53	三峡能源	2024-2025	柔直	±500kV
	阳江三山岛一	500	90	52-57	华能	/	柔直	±500kV
	阳江三山岛二	500	90	47-52	华能	/	柔直	±500kV
	阳江三山岛三	500	83	47-52	国家电投	/	柔直	±500kV
	阳江三山岛四	500	87	47-52	华润电力	/	柔直	±500kV
	总计	4,000						
上海	上海市深远海海上风电 1#项目	600	50	/	竞配中	/	柔直	/
	上海市深远海海上风电 2#项目	1400	70	/	竞配中	/	柔直	/
	上海市深远海海上风电 3#项目	1300	90	/	竞配中	/	柔直	/
	上海市深远海海上风电场 4#项目	1000	90	/	竞配中	/	柔直	/
	崇明海上风电一期项目	850	50	/	竞配中	/	柔直	/
	总计	5,150						
山东	上海电气山东半岛北海上风电基地(N2 场址)	900	67	52-60	上海电气	/	柔直	±320kV
	总计	900						
福建	长乐外海 I 区(北)	300	55-61	48-52	东方电气	/	柔直	±500kV
	长乐外海 I 区(南)	300	54-61	43-51	\	/	柔直	±500kV
	长乐外海 D、E 区	300	54-61	43-51	福建华亿新能源科技有限公司	/	柔直	±500kV
	长乐外海 J 区	650	63-70	56-60	福建省投资开发集团	/	柔直	±500kV
	长乐外海 K 区	550	20	/	三峡&福能股份	/	柔直	±500kV
	总计	2,100						
	合计	12,150						

资料来源: 阳江市人民政府, 阳西县人民政府, 龙船风电网, 上海证券交易所, 中国三峡电子采购平台, 北极星风力发电网, 广东省生态环境厅, 国际风力发电网, 佛山市发展和改革委员会, 上海证券交易所, 海洋能源网, 国际风能网, 上海市发展和改革委员会, 电力网, 中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司, 福州市自然资源和规划局, 福州新闻网, 国盛证券研究所

海上风电柔性直流技术多采用 ±500kV, 柔直换流阀单 GW 价值量有望超 7 亿元。结合江苏如东 1100MW 海上风电项目 ±400kV 柔直送出工程价格看, 许继电气以 3.75 亿元中标三峡如东单站换流阀, 则单站换流阀价值 3.41 亿元/GW, 双站则 6.82 亿元/GW, 由于未来海风更多采用 ±500kV 的换流阀, 则海上风电双站换流阀价值量有可能高于 7 亿元/GW。

2.2.3 区域电网互联——柔直背靠背，可有效解决多直馈入换相失败问题

电网互联(多直背靠背): 背靠背直流输电系统是输电线路长度为零的直流输电系统。这种类型的直流输电主要用于两个非同步运行(不同频率或相同频率但非同步)的交流电力系统之间的联网或送电,也称为非同步联络站。背靠背直流输电的整流站设备和逆变站设备通常装在一个换流站内,也称为背靠背换流站。多直背靠背主要用在广东区域,广东提出“加强能源基础设施建设。加强电网建设,构建以粤港澳大湾区500千伏外环网为支撑、珠三角内部东西区之间柔性直流互联的主网架格局”。广东发展柔直背靠背,主要是珠三角地区负荷占广东省70%以上。广东电网通过“八交十一直”输电通道受入西电,占供电负荷的三分之一。高负荷密度、多直流馈入等特征,使得珠三角电网自然形成了高强度联结的网架结构。

图表 23: 背靠背工程

工程名称	国别	功率 /MW	直流电压 /kV	投运年份
Eagle Pass B2B	美国、墨西哥	36	± 15.9	2000
Mackinac B2B	美国	200	± 70	2014
Clovis Tres Amigas SuperStation	美国、墨西哥	750	± 300	2014
云南电网与南网主网背靠背异步联网工程	中国	1000	± 350	2016
渝鄂直流背靠背联网工程	中国	1250	± 420	2018
广东电网直流背靠背广州工程	中国	1500	± 300	2023/3/29
广东电网直流背靠背东莞工程	中国	1500	± 300	2023/5/25

资料来源:《新一代高性能柔性直流背靠背技术及工程应用_侯婷等》,电网技术,国盛证券研究所

柔直背靠背可解决多直馈入换相失败问题,提升电网供电能力。以广东大湾区柔性直流背靠背工程为例,工程是广东电网目标网架东西组团异步联网工程的重要组成部分,工程将大湾区电网一分为二,形成两个“背靠背”的独立智能电网。工程采用柔性直流背靠背技术,位于广东省,包括4个1500MW容量的背靠背单元,总容量6000MW,总投资84.3亿元。柔直背靠背有效化解了广东电网短路电流超标、交直流交互影响、大面积停电风险突出三大问题,消除了广东电网9回直流同时换相失败风险,将广东电网东西交换能力提高了600万kW,供电能力提升了80%。

三、特高压出海初见成效，已经成功进入巴西、沙特市场

中国掌握特高压全套核心技术，中国标准就是世界标准。目前中国主导制定的特高压相关国际标准 39 项，提交立项的国际电工委员会标准接近 600 项。也就是说，现在特高压输变电工程建设所使用的国际标准几乎都是来自中国。目前中国已建成了数条特高压直流（±800kV 以上）输电线路，其中，在换流变压器，换流阀，直流控制保护系统和平波电抗器四种特高压直流设备中取得了巨大成果，且近期我国首套全国产化改造的特高压直流监控系统投运，我国特高压实现自主可控。

海外特高压需求已经逐现端倪。特高压服务远距离输电，目前全球清洁能源建设如火如荼，如欧洲海上风电、沙特光伏及风电、巴西的水电等，均处于快速发展阶段，而能源的产生及消纳多数均距离较远，特高压输送通道的需求开始逐步起量，随着未来集中式清洁能源的大力建设，海外特高压需求逐步提升，中国特高压技术走在世界前列，当前特高压实现自主可控、国产率程度高，中国特高压出海具备经济性和强需求双驱动。

服务“一带一路”，特高压助力中国创造、中国标准出海开局。目前，特高压带动中国技术、装备、工程走出去，成为能源领域“出海”的一张“金名片”。国网联合国内产业链上下游企业，广泛参与国际能源市场竞争，打造“新常态”，先后中标了巴西、巴基斯坦、沙特和智利等地的电力项目，为国内电力设备制造企业打开了国际市场空间。

图表 24：我国特高压出海项目汇总

序号	项目名称	电压等级	国家	总包方	传输规模
1	巴西美丽山一期	±800kV	巴西	国网、巴西电力公司	4GW
2	巴西美丽山二期	±800kV	巴西	国网	4GW
3	默蒂亚里-拉合尔高压直流输电工程	±660kV	巴基斯坦	国网	4GW
4	沙特中南柔直工程	±500kV	沙特	国网	2GW
5	沙特中西柔直工程	±500kV	沙特	国网	3GW
6	巴西美丽山三期	±800kV	巴西	国网	5GW
7	智利 KILO 高压直流输电工程	±600kV	智利	南网	3GW

资料来源：国家电网，中国对外承包工程商会，人民网，新华网，澎湃新闻，南方电网报，国盛证券研究所

沙特中南、中西已经开启柔直换流阀招标。2024 年国家电网开启沙特中南、中西柔直换流站项目换流阀（含阀冷）采购，也采用柔直技术。

- **换流阀规格：**中西送端、受端均采用 ±500kV 电压等级，最大换流容量为 3GW，总计采购 4 个换流阀。中南送、受端均采用 ±500kV 电压等级，最大换流容量为 2GW，总计采购 8 个换流阀。
- **预计交付时间：**中西项目预计于 2025 年 12 月-2026 年 3 月底前交付，中西项目预计于 2025 年 10 月-2026 年 4 月间交付。
- **中标情况：**荣信汇科中标沙特中西站 4 个阀，中电普瑞（国电南瑞子公司）中标沙特中南站 8 个阀。

风险提示

风光大基地外送通道总需求不及预期风险：本文测算十五五期间风光大基地外送通道时，假设均需要新建外送通道，若使用存量特高压通道，则后续需求或不及预期。且风光大基地建设不及预期，也会影响特高压外送通道总需求不及预期。

数据假设值与实际出入导致的测算风险：市场空间基于各核心设备单线价值量进行测算，若未来，特高压核心设备单线价值量因市场竞争格局加剧等下跌，则市场空间存在缩量风险，带来各公司订单规模缩量风险。我们基于特高压建设周期判断特高压订单确收进度，若特高压项目建设进度或收入确认节奏晚于假设的确收进度，会导致相关厂商收入与利润兑现时间晚于预期。

竞争加剧风险：特高压核心设备存在高壁垒、高价值、高集中度，主要是当前特高压直流核心设备参与玩家较少，若后续有玩家进入，核心设备市场竞争可能加剧，导致各核心设备单线价值及盈利性有望下滑；各玩家市场份额有望下滑。

统计误差风险：本文存在统计不够完备情况，部分未披露数据是通过依据历史数据估算所得，因此本文存在测算误差风险及数据统计误差风险。

免责声明

国盛证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及其研究人员对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可能会随时调整。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。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。

本报告版权归“国盛证券有限责任公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何机构或个人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。任何机构或个人如引用、刊发本报告，需注明出处为“国盛证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的任何观点均精准地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法，结论不受任何第三方的授意或影响。我们所得报酬的任何部分无论是在过去、现在及将来均不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
评级标准为报告发布日后的6个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准，美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期基准指数涨幅在15%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在5%~15%之间
		持有	相对同期基准指数涨幅在-5%~+5%之间
	行业评级	减持	相对同期基准指数跌幅在5%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在10%以上
		中性	相对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
	减持	相对同期基准指数跌幅在10%以上	

国盛证券研究所

北京

地址：北京市东城区永定门西滨河路8号院7楼中海地产广场东塔7层
 邮编：100077
 邮箱：gsresearch@gszq.com

南昌

地址：南昌市红谷滩新区凤凰中大道1115号北京银行大厦
 邮编：330038
 传真：0791-86281485
 邮箱：gsresearch@gszq.com

上海

地址：上海市浦东新区南洋泾路555号陆家嘴金融街区22栋
 邮编：200120
 电话：021-38124100
 邮箱：gsresearch@gszq.com

深圳

地址：深圳市福田区福华三路100号鼎和大厦24楼
 邮编：518033
 邮箱：gsresearch@gszq.com