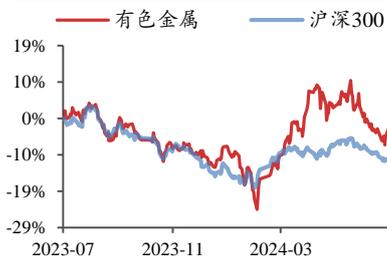


有色金属

2024年07月01日

投资评级：看好（维持）

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

- 《降碳方案落地，铝行业供给侧改革持续推进—行业点评报告》-2024.6.6
- 《金、铜配置贯穿全年，供给约束驱动新周期开启—金属行业 2024 年中期投资策略》-2024.5.8
- 《全球制造业需求预期上修，4 月新增看好锡板块—4 月投资策略》-2024.4.7

中美电网投资周期共振，或将对铜、铝需求形成明显拉动

——行业深度报告

李怡然（分析师）

陈权（联系人）

liyiran@kysec.cn

chenquan@kysec.cn

证书编号：S0790523050002

证书编号：S0790123100016

● 美国电网升级改造或将徐徐展开

电力设备老化、电力需求增长与能源结构性转型对美国电力系统造成冲击，美国电网面临安全和稳定性问题，亟待升级改造。美国电网承载能力不足，互联请求容量激增，大量新增的可再生能源对传统电网的稳定性产生冲击；美国制造业回流、电动汽车市场份额的提升、数据中心、加密货币和人工智能（AI）的发展对电力需求量大增，叠加美国电网的老化问题，美国电网亟待升级改造。宏观层面，美国政策对于电力投资的支持力度不断加大，中观层面，美国公用事业公司的电力投资预算不断提升，宏观、中观相互印证，美国电网升级改造或正在徐徐展开。

● 中国铜、铝、钢在全球需求中占比较大，为重点关注区域

铜：总量上，中国铜消耗量最大，新增量中，中国占主要影响。2022 年全球铜消耗量为 2584 万吨，新增量为 107 万吨，中国电网消耗量为 530 万吨，占比 20.5%，新增量为 84 万吨，新增占比 79%；美国电网铜消耗量为 140 万吨，占比 5.4%，新增量为-31 万吨，对全球铜消耗新增量形成拖累。铜消耗主要在输配电侧，其次为发电侧；输配电侧中，主要为线路用铜，其次为变压器用铜。

铝：2022 年全球铝消耗量为 6805 万吨，新增量为-42 万吨，中国电网消耗量为 918 万吨，占比 13.5%；美国电网铝消耗量为 231 万吨，占比 3.4%，新增量为-50 万吨，对全球铝消耗新增量形成拖累。细分项看，铝消耗主要在输配电侧，其次为发电侧；输配电侧中，主要为变电站用铝，其次为线路用铝。

钢：我们预测，2023 年中国电网钢铁消耗量为 8128 万吨（新增 3740 万吨）当年粗钢产量为 10.19 亿吨，占比 8.0%；美国电网钢铁消耗量为 985 万吨（新增 45 万吨）当年粗钢产量为 8066 万吨，占比 12.2%。细分项看，钢铁消耗主要在发电侧，其次为输配电侧。

● 中美电网投资周期共振，或将对铜、铝需求形成明显拉动

我们认为，中国电力装机容量将维持稳定增长，而当下美国可以类比 2000-2003 年，在新旧矛盾转换期，基础设施建设先行，叠加美国电网老化与人工智能、数据中心对电力需求的拉动，美国的电网升级改造将徐徐展开，中美电网投资周期共振，或将对铜铝需求形成明显拉动。推荐标的：紫金矿业、洛阳钼业、中国宏桥、云铝股份；受益标的：金诚信、天山铝业、南山铝业。

铜：经过计算，我们预计 2030 年中国电网铜消耗量为 468 万吨，2023-2030 年均复合增长率-5%，美国电网铜消耗量年度为 535 万吨，2023-2030 年均复合增长率 18%，2030 年全球铜的消耗在 3584 万吨左右。

铝：经过计算，我们预计 2030 年中国电网铝消耗量为 814 万吨，2023-2030 年均复合增长率-3%，美国电网铝消耗量年度为 903 万吨，2023-2030 年均复合增长率 19%，2030 年全球铝的消耗在 9541 万吨左右。

● 风险提示：假设参数偏差，预测数据偏差。

目录

1、美国电力系统面临稳定性问题	4
1.1、美国电力系统由互连和平衡机构组成.....	4
1.2、美国电力系统面临稳定性问题	4
2、电力设备老化、电力需求增长与能源结构性转型对美国电力系统造成冲击	5
2.1、电网设备老化与承载能力不足	5
2.2、可再生能源对传统电网的稳定性产生冲击.....	6
2.3、电力需求或将进入快速增长阶段	7
3、美国电网投资已然开启，可持续性较强.....	9
4、中、美电网铜、铝、钢的需求测算	10
4.1、物质流模型的方法论介绍	10
4.1.1、发电侧	10
4.1.2、输配电侧	11
4.1.3、储电侧	13
4.2、我们预测 2023 年中国电网铜消耗量为 647 万吨，美国电网铜消耗量为 164 万吨，线路为主要用铜领域.....	13
4.3、我们预测 2023 年中国电网铝消耗量为 1031 万吨，美国电网铝消耗量为 274 万吨，变电站为主要用铝领域..	14
4.4、我们预测 2023 年中国电网钢铁消耗量为 8128 万吨，美国电网钢铁消耗量为 985 万吨，发电侧为主要用钢领域.....	15
5、中美电网投资周期共振，或将对铜、铝需求形成明显拉动.....	16
6、风险提示	18

图表目录

图 1：美国电力系统由互连和平衡机构组成.....	4
图 2：美国停电次数更加频繁	5
图 3：美国停电持续时间更长	5
图 4：截至 2023 年，队列中的互联请求容量达 2600GW	6
图 5：自 2013 年以来，年度互联并网请求激增.....	6
图 6：可再生能源占新增活跃产能比例达到 95% 以上	6
图 7：2000-2018 年，只有 14% 的队列容量完成商业运营	6
图 8：2021 年，可再生资源占美国发电结构的 20%	7
图 9：2007-2023 年美国工、商业用电增速放缓	7
图 10：电力需求或将重新进入快速增长阶段.....	8
图 11：电力需求或将重新进入快速增长阶段.....	8
图 12：美国 2023 年电动车在轻型汽车中的市场份额约 9.51%.....	9
图 13：预计 2024-2025 年美国数据中心的用电量将快速增长.....	9
图 14：IRA 法案通过后，美国电力并网请求激增	10
图 15：2023-2025 年美国电网投资或有较大幅度增长	10
图 16：2023 年电网投资计划中发电、输配电增项较大.....	10
图 17：输配电侧电网投资侧重于线路的维修与替换.....	10
图 18：我们假设美国高压线路与中低压线路的比例与欧洲相同.....	12
图 19：我们预测 2023 年中国铜消耗量为 647 万吨.....	14
图 20：我们预测 2023 年美国铜消耗量为 164 万吨.....	14
图 21：我们预测 2023 年中国线路用铜量为 354 万吨.....	14
图 22：我们预测 2023 年美国线路用铜量为 113 万吨.....	14
图 23：我们预测 2023 年中国铝消耗量为 1031 万吨.....	15
图 24：我们预测 2023 年美国铝消耗量为 247 万吨.....	15
图 25：我们预测 2023 年中国变电站用铝量为 421 万吨.....	15
图 26：我们预测 2023 年美国变电站用铝量为 128 万吨.....	15
图 27：我们预测 2023 年中国钢铁消耗量为 7986 万吨.....	16
图 28：我们预测 2023 年美国钢铁消耗量为 995 万吨.....	16
图 29：我们预测 2023 年中国线路用钢量为 379 万吨.....	16
图 30：我们预测 2023 年美国线路用钢量为 127 万吨.....	16

图 31: 我们预测 2030 年中国装机容量达到 3827GW	17
图 32: 我们预测 2030 年美国装机容量达到 1721GW	17
表 1: 拜登政府对电力基础设施投资的支持.....	9
表 2: 不同技术发电量 (MW) 对应铜、铝、钢的材料密度 (MW/t)	11
表 3: 我们假设线路与变压器、变电站数量之间的比例为常数.....	12
表 4: 不同压力线路材料单耗	12
表 5: 变压器、变电站材料单耗	12
表 6: 不同储电技术材料单耗	13
表 7: 2024-2030 年中美两国装机总量增速假设	16
表 8: 2024-2030 年中美电网带动铜需求测算 (单位: 万吨)	17
表 9: 2024-2030 年中美电网带动铝需求测算 (单位: 万吨)	17

1、美国电力系统面临稳定性问题

1.1、美国电力系统由互连和平衡机构组成

发电厂产生的电力经过由变电站、电力线和配电变压器组成的复杂网络到达客户。美国电力系统由 7300 多座发电厂、近 160,000 英里的高压电力线以及数百万条低压电力线和配电变压器组成，服务 1.45 亿客户。

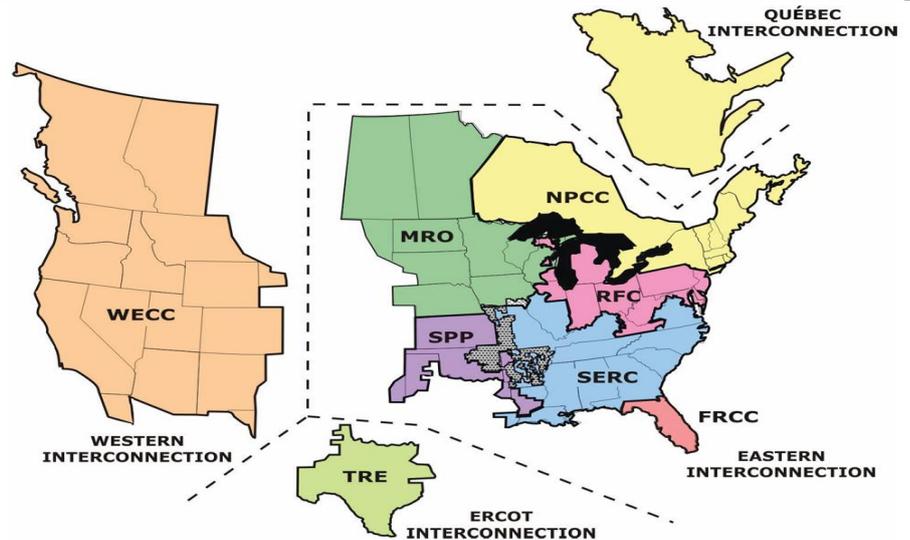
美国本地电网相互连接，以实现稳定性和商业目的。美国 48 个州的电力系统由三个主要的互连组成，东部互联主要以煤炭发电为主，西部互联以水电为主，德克萨斯互联以天然气发电为主，联邦能源监管委员会（FERC）负责监管以上互联。

(1) 东部互连（FRCC）包括落基山脉以东的地区和德克萨斯州北部的一部分。东部互联由 36 个平衡机构组成：美国 31 个，加拿大 5 个。

(2) 西部互连（WECC）包括落基山脉以西的地区，由 37 个平衡机构组成：美国 34 个，加拿大 2 个，墨西哥 1 个。

(3) 德克萨斯州电力可靠性委员会（ERCOT）覆盖了德克萨斯州的大部分地区，仅由一个单一的平衡机构组成。

图1：美国电力系统由互连和平衡机构组成



资料来源：“Regional Entities.” North America Electric Reliability Corporation.

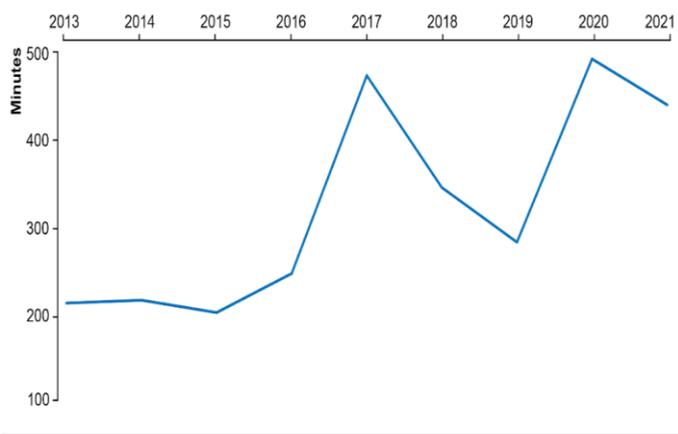
这三个互连线通过少量低容量直流（DC）输电线路相互连接，有助于保持电力系统的可靠性和稳定性，有助于防止输电线路或发电厂故障导致的电力服务中断。电力系统的实际运行由称为平衡机构的实体管理。大多数平衡机构是电力公司，承担了电力系统特定部分的平衡责任。

1.2、美国电力系统面临稳定性问题

美国停电次数更加频繁，停电持续时间更长。美国能源部的数据显示，与 2000 年至 2010 年相比，2011 年至 2021 年期间重大停电（影响 50000 名或更多客户）增加了 64%。停电的持续时间会更长，美国能源部数据显示，从 2013 年到 2021 年，停电的平均持续时间增加了一倍多，从约 3.5 小时增加到超过 7 小时。更多的停电次数与更长的停电时间表明美国电力系统正面临问题，我们认为主要原因有三，分

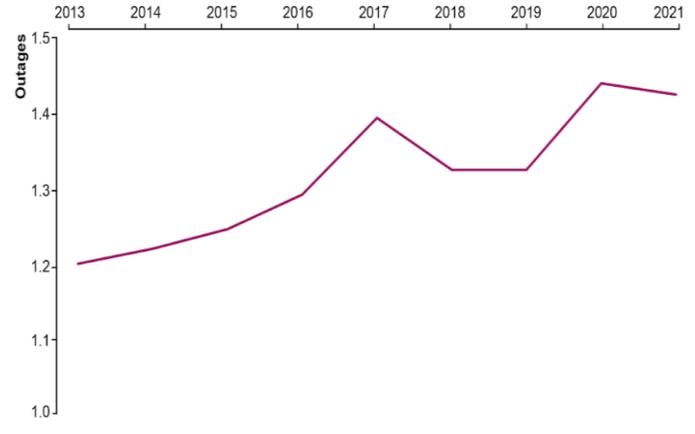
别为电网设备老化与承载能力不足、电力需求增加、可再生能源对传统电网的稳定性产生冲击。

图2：美国停电次数更加频繁



资料来源：Scientific American

图3：美国停电持续时间更长



资料来源：Scientific American

2、电力设备老化、电力需求增长与能源结构性转型对美国电力系统造成冲击

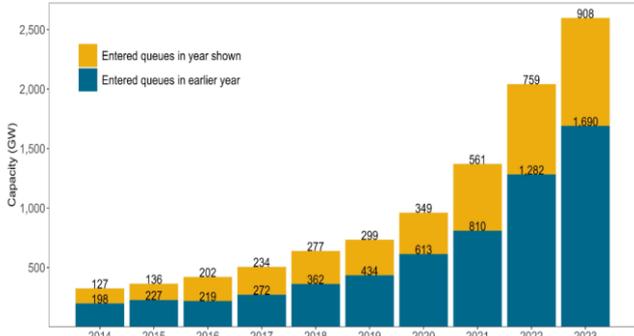
2.1、电网设备老化与承载能力不足

美国电网老化拖累运行效率。美国电网的大部分是在 20 世纪 60-70 年代设计和安装的，设备的使用寿命通常约为 50 年，目前美国大部分电网已经超过了其使用寿命，这使得点线缆的弹性较差，更容易发生损坏，并且在损坏发生后难以恢复。

电网承载能力不足，互联请求容量激增。根据劳伦斯伯克利国家实验室 (Berkeley Lab) 的最新研究，2023 年美国各地寻求输电连接的新发电和储能项目积压再次增加，目前有约 2600 GW 的发电和储能容量寻求电网互连。在过去十年中，美国互连队列的活跃容量增加了近八倍，目前是美国现有发电厂总装机容量两倍多，其中太阳能、电池存储和风能合计占有所有活跃新增产能的 95% 以上。

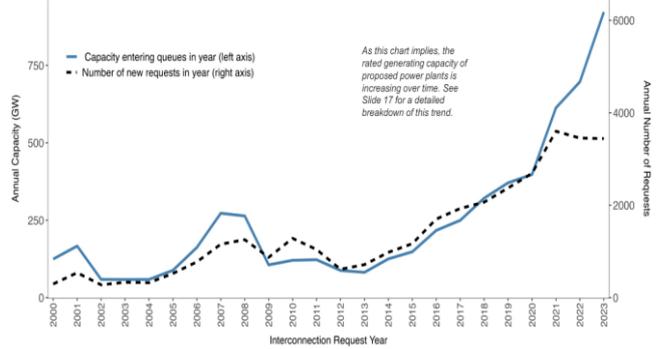
由于各种原因队列中的大部分容量最终不会建成，但是运营商已经提出解决方案。由于各种原因，2000 年到 2018 年提交互连请求的项目中，只有 19%（以及容量的 14%）到 2023 年底达到商业运营。大量积压的队列容量增加了运营商的成本，2023 年 7 月，FERC 通过了 2023 号令，要求对互联程序进行重大改革，例如利用集群（先准备、先服务）而不是串行（先到先服务）方式，设置更高的押金和准备要求进入队列，设置更严格的时限和处罚等。并且 MISO、CAISO、PJM 和 ERCOT 等多个区域电网运营商已经实施或提出了超出 2023 号令要求的其他改革。

图4：截至 2023 年，队列中的互联请求容量达 2600GW



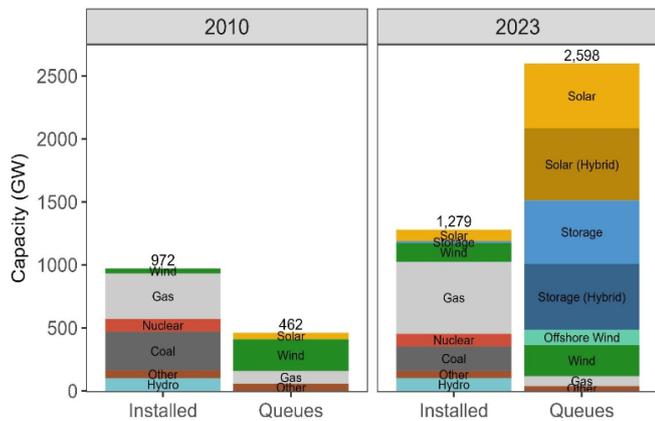
资料来源：Berkeley Lab

图5：自 2013 年以来，年度互联并网请求激增



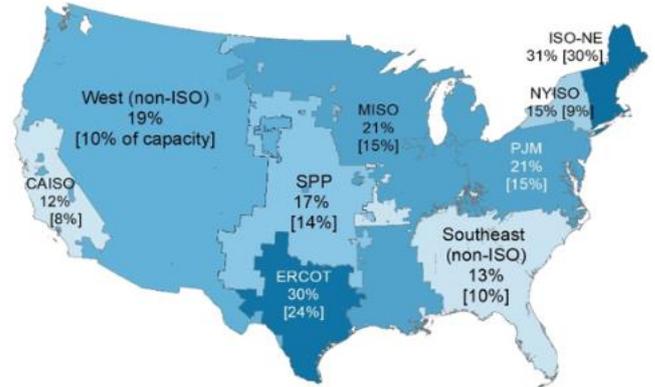
资料来源：Berkeley Lab

图6：可再生能源占新增活跃产能比例达到 95%以上



资料来源：Berkeley Lab

图7：2000-2018 年，只有 14%的队列容量完成商业运营

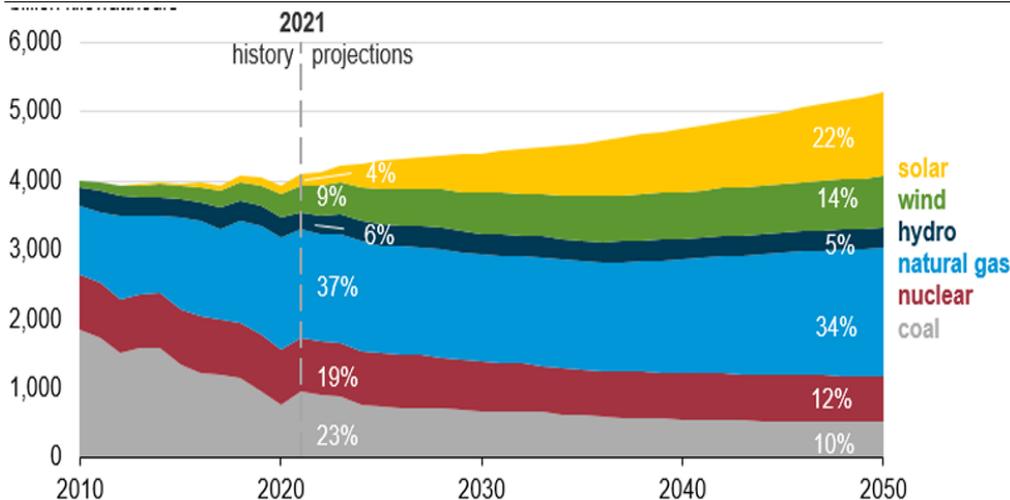


资料来源：Berkeley Lab

2.2、可再生能源对传统电网的稳定性产生冲击

电力终端需求是动态的，需求会随着时段、季节、天气等的变化而变化，为保持稳定且充足的电力供应，美国电网运营商会利用电网储存多余电力以备后用。在传统能源电力供应结构中，电网运营商根据需求波动而增加或减少运行的化石燃料发电机组可以有效的应对需求的波动。但是随着电力供给转向可再生能源，例如风能和太阳能等间歇性发电能源，电力供应变得更加波动。间歇性能源的运行能力会受到运行条件、天气条件、一天中的时间的影响。2021 年，可再生资源占美国发电结构的 20%，预计从 2021 年到 2050 年，其份额将增加一倍以上 (EIA 2022c; 2022b)。根据美国能源信息署 (EIA) 的数据，2022 年可再生能源发电量超过了核能和煤炭，其中大部分增长由风能和太阳能贡献 (EIA 2022c)。

图8：2021年，可再生资源占美国发电结构的20%

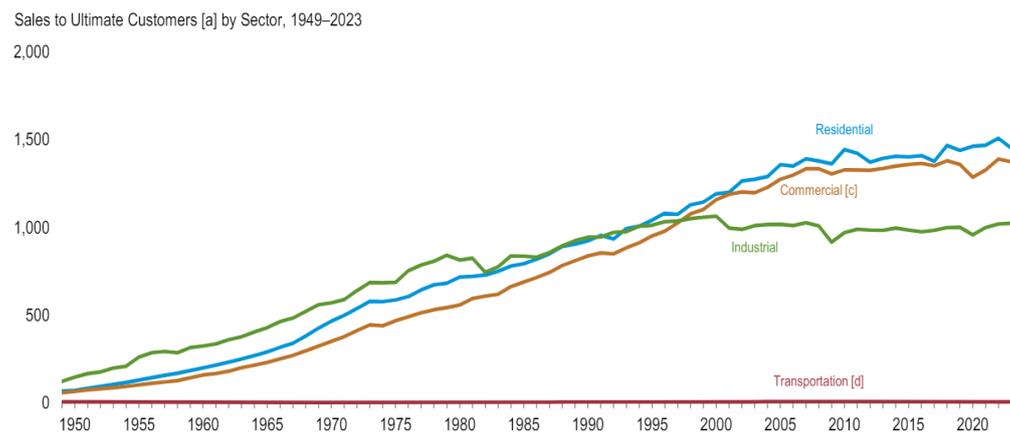


资料来源：EIA 2022b

2.3、电力需求或将进入快速增长阶段

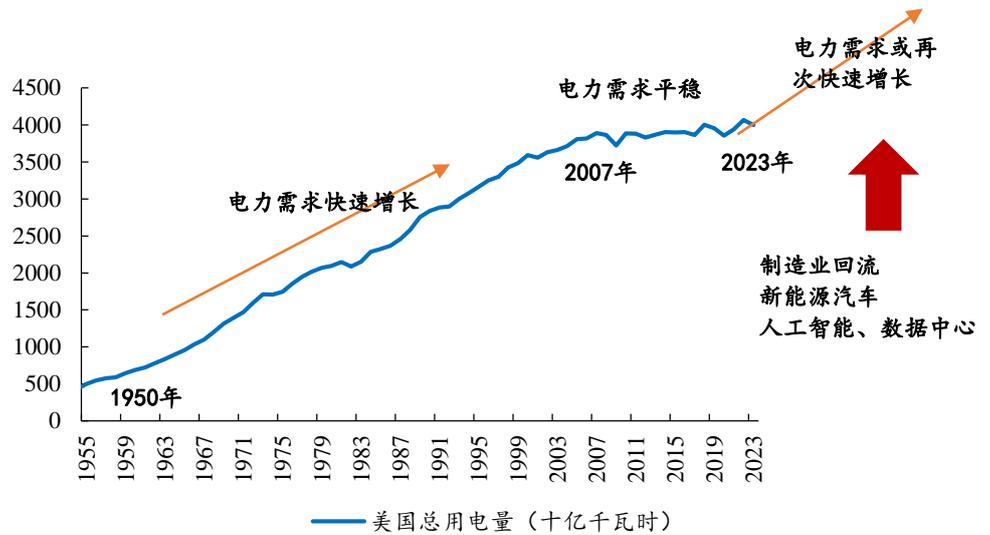
2023年美国总用电量约为4.00万亿千瓦时，环比2022年下降1.6%，是1950年用电量的14倍。1950-2007年，电力需求随经济发展快速增加，其中仅有3年用电量有所下滑，2007-2023年，美国整体电力需求增速有所放缓，其中有9年用电量环比转负。其间，全球化进入新发展，美国制造业加速向全球其他地区转移；受到全球变暖的影响，居民端采暖用电量下滑；另外美国对能源效率的日益重视有效地抵消了不断增长的需求。尽管美国短期电力需求可能会因天气的逐年变化而波动，但长期需求趋势往往是由经济增长推动的。我们预计随着制造业回流、新能源汽车、人工智能和数据中心的发展，美国用电需求量或将重新进入快速增长阶段。

图9：2007-2023年美国工、商业用电增速放缓



资料来源：EIA

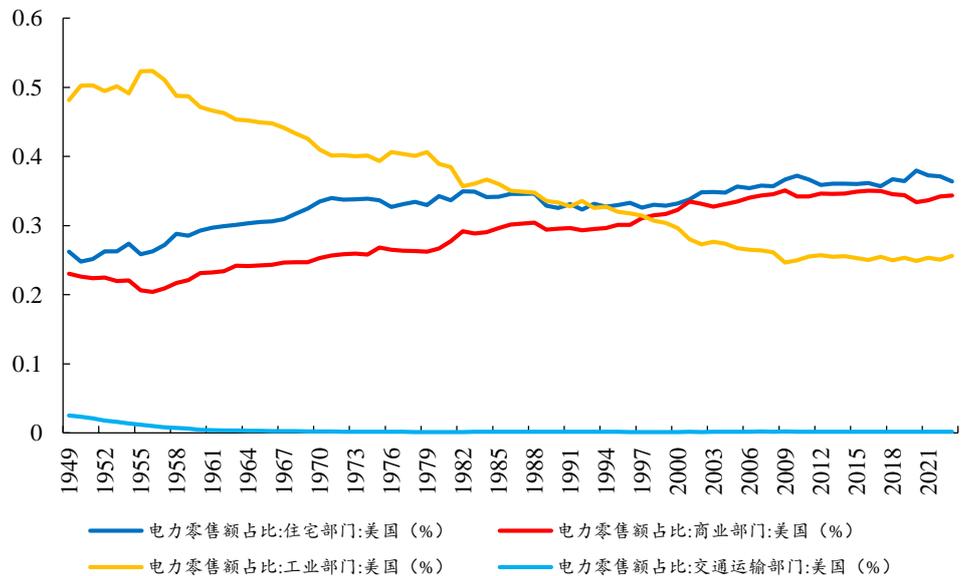
图10：电力需求或将重新进入快速增长阶段



数据来源：Wind、开源证券研究所

美国制造业回流提振电力设备需求。美国制造业先后经历了工业化—去工业化—制造业回流三个阶段，制造业回流自奥巴马执政时期便已开始布局，拜登政府接力高端制造业回流。电气设备制造业的大量投资是电力需求好转的主要推动力，2月份制造业的建筑支出同比增加32%，与新冠疫情前的水平相比增长了181%，刺激了对基础设备的更大需求。《通货膨胀削减法案》(IRA) 以及《芯片与科学法案》这两项法案有力地推动了制造业投资的上升，并且将投资引导到关键能源转型组件的制造领域。

图11：电力需求或将重新进入快速增长阶段



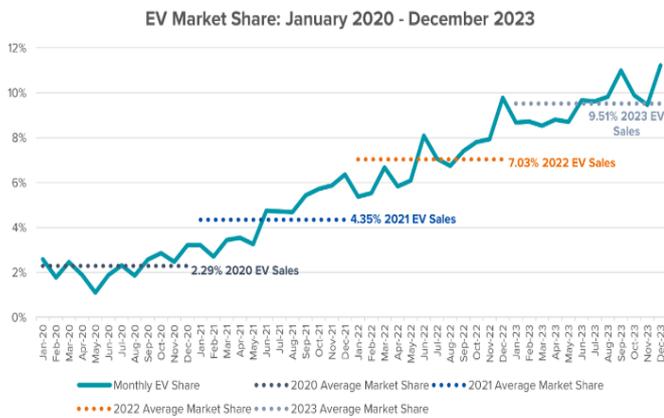
数据来源：Wind、开源证券研究所

电动汽车 (EV) 市场份额的提升有望增加电力需求。2023年，美国电动汽车的销量同比增长了51%，销量超过140万辆，占有轻型汽车销量的9.5%，市场份额比2022年增加了2.5个百分点。根据Edison Electric Institute (EEI) 预测数据，到2030年，美国道路上将有2640万辆电动汽车（占新车的25%），随着电动汽车数量的快速增长，对拉动对电力的需求。

数据中心、加密货币和人工智能（AI）增加电力需求。2022 年全球数据中心、加密货币和人工智能（AI）消耗了约 460 TWh 的电力，几乎占全球总电力需求的 2%。数据中心是支持数字化的基础设施的关键部分，也是为其提供动力的电力基础设施。数据中心的电力需求主要来自两个程序，算力占数据中心电力需求的 40% 左右，冷却占 40% 左右，其他相关的 IT 设备占比 20% 左右。

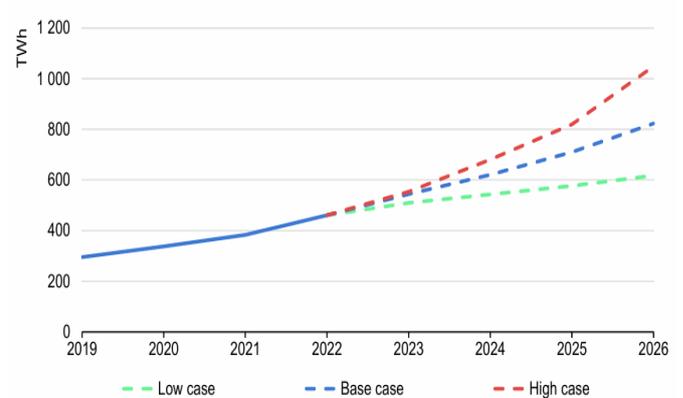
截至 2022 年底，全球有 8000 个数据中心，其中约 33% 位于美国，16% 位于欧洲，近 10% 位于中国。预计未来几年美国数据中心的用电量将快速增长，从 2022 年的约 200 TWh（占美国电力需求的 4% 左右）增加到 2026 年的近 260 TWh，占总电力需求的 6% 左右。

图12：美国 2023 年电动车在轻型汽车中的市场份额约 9.51%



资料来源：Alliance For Automotive Innovation

图13：预计 2024-2025 年美国数据中心的用电量将快速增长



资料来源：IEA

3、美国电网投资已然开启，可持续性较强

美国政府对电力投资予以支持。2020 年新冠疫情以来，美国先后通过了《基础设施投资和就业法案》(IIJA)、《通货膨胀削减法案》(IRA)，刺激电力基础设施投资，2024 年 4 月 16 日，美国能源部 (DOE) 宣布提供 3400 万美元投资用于电力项目，根据 Berkeley Lab 研究，自 IRA 法案通过以来，超过 1100 GW 的太阳能、储能和风电项目提交了互连请求，有力的刺激了电网投资。

表1：拜登政府对电力基础设施投资的支持

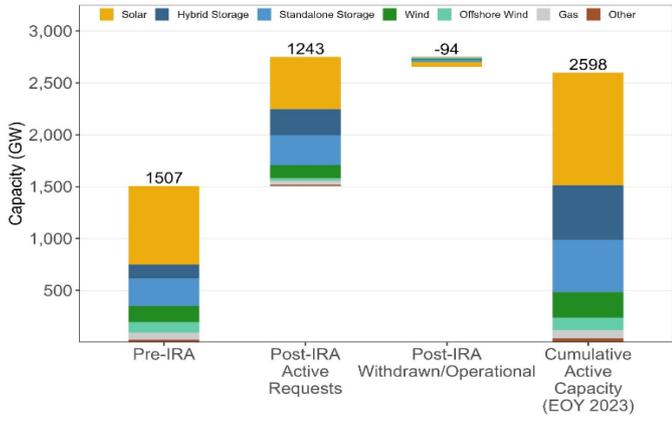
美国政府政策支持	通过时间	政策内容
《基础设施投资和就业法案》(IIJA)	2021 年 11 月	包括 650 亿美元用于升级和扩建国家电力基础设施
《通货膨胀削减法案》(IRA)	2022 年 8 月	包括一系列旨在减少电力的税收优惠和相关条款
美国能源部 (DOE) 宣布投资支持	2024 年 4 月	为 11 个州的 12 个项目提供 3400 万美元，通过开发经济高效、高速和安全的地下技术来加强美国老化的电网并使其现代化。

资料来源：Rystad Energy、美国政府、开源证券研究所

2024 年-2025 年美国公用事业公司电力资本开支预计将会出现较大幅度增长。根据 Edison Electric Institute (EEI) 统计的全美公用事业上市公司电力资本开支数据，预计 2023 年全美公用事业公司电力资本开支计划 1678 亿美元，同比 2022 年计划增长 8.5%，其中用于发电机组建设、输电网建设的资金有较为明显的增长，而输配电侧投资侧重于线路的维修与替换。根据 EEI 的说明，在行业层面，资本支

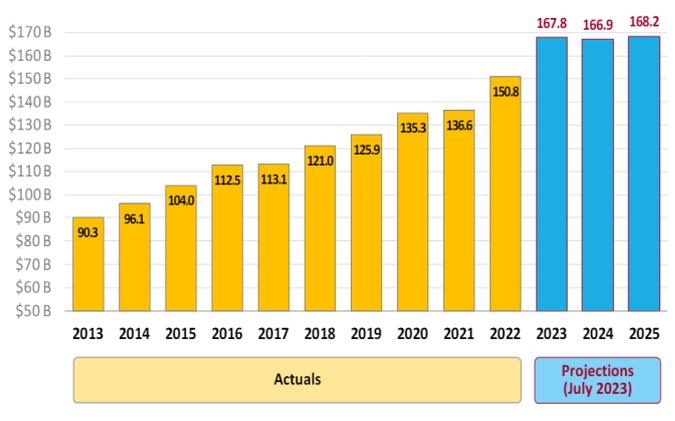
出往往在第一年的预测中被高估，而在接下来的两年中被低估。我们预计，在考虑到高估和低估的历史趋势后，2024-2025年美国电网资本支出将继续上升。

图14: IRA 法案通过后, 美国电力并网请求激增



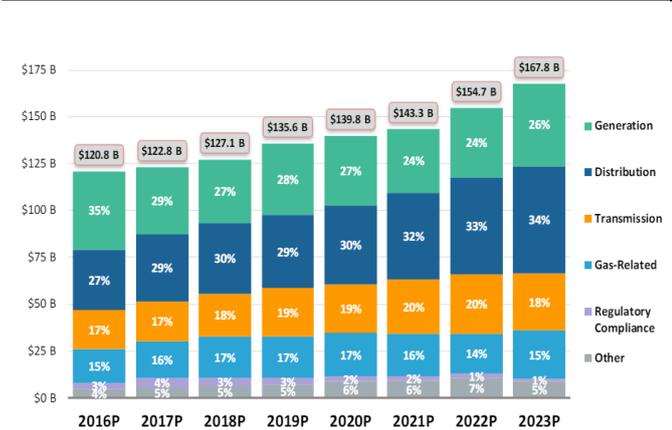
资料来源: Berkeley Lab

图15: 2023-2025年美国电网投资或有较大幅度增长



资料来源: EEI

图16: 2023年电网投资计划中发电、输配电增项较大



资料来源: EEI

图17: 输配电侧电网投资侧重于线路的维修与替换



资料来源: EEI

4、中、美电网铜、铝、钢的需求测算

4.1、物质流模型的方法论介绍

4.1.1、发电侧

流入为每年美国的新增装机容量；根据 S.Deetman 等假设的不同技术发电设备使用寿命，计算得到每年发电机组退役量，进而得流出量，库存采用公式计算得到。我们统计了每种发电技术所用的钢铁、铜、铝的密度 (S.Deetman 等, 2021)，通过美国在运行机组发电量，计算得到每年铜、铝、钢的物质流模型，考虑到开关、接插件、母线等电厂附属设备也会使用铜材料，我们假设发电厂附属设备耗铜量占比为 20%。库存公式如下：

$$S_t = S_{t-1} + I_t - O_t$$

式中， S_t 、 I_t 、 O_t 为 t 时刻库存量、流入量和流出量， S_{t-1} 为 t-1 时刻的库存量。

表2: 不同技术发电量 (MW) 对应铜、铝、钢的材料密度 (MW/t)

materials	Cu	Al	Steel
Wood/Wood Waste Biomass	0.76	0.3	33.4
Other Waste Biomass	0.76	0.3	33.4
Conventional Steam Coal	1.15	0.504	84.6
Natural Gas Steam Turbine	0.38	0.4	4
Natural Gas Fired Combustion Turbine	0.38	0.4	4
Petroleum Liquids	0.76	0.6	72.9
Natural Gas Internal Combustion Engine	0.38	0.4	4
Natural Gas Fired Combined Cycle	0.38	0.4	4
Conventional Hydroelectric	1.7		71
Geothermal	3.9	3.6	216
Solar Photovoltaic	6.34	10.2	150
Onshore Wind Turbine	2.73	0.87	121
Offshore Wind Turbine	5.57	1.44	158
Other Natural Gas	0.38	0.4	4
Other Gases	0.38	0.4	4
Petroleum Coke	1.15	0.504	84.6
All Other	1.15	0.504	84.6
Nuclear	0.76	0.08	43
Coal Integrated Gasification Combined Cycle	1.15	0.504	34.9
Municipal Solid Waste	0.76	0.6	72.9
Landfill Gas	0.38	0.4	4
Solar Thermal without Energy Storage	6.34	10.2	150

数据来源:《Projected material requirements for the global electricity infrastructure – generation, transmission and storage》、开源证券研究所

4.1.2、输配电侧

方法论: 输配电侧分为电线、变压器和变电站, 输电和配电网的规模可以使用当前高压 (HV) 电网规模的估计值和基于装机容量的增长系数来计算, 如等式所示。

$$V_{t+1} = \frac{GEN_{t+1}}{GEN_t} * V_t$$

式中, GEN_t 表示 t 时刻的发电量, V_t 表示 t 时刻的高压线路长度, 根据 Arderne 的研究, 2016 年全美国高压线路 647700KM, 我们以 2016 年作为基数计算其他年份的高压线路长度。

电线可以分为高压线、中压线和低压线, 高压线路获取较为容易, 但是很多中低压线路埋藏于地下, 我们通过高压线路和中低压线路的比率得到中低压线路长度 (我们假设这个比例是衡定的)。我们借鉴 S.Deetman 等人 (2021) 统计的世界主要地区的高压线长度/中压线长度和高压线长度/低压线长度的平均值。

$$MV / HV = 2.85$$

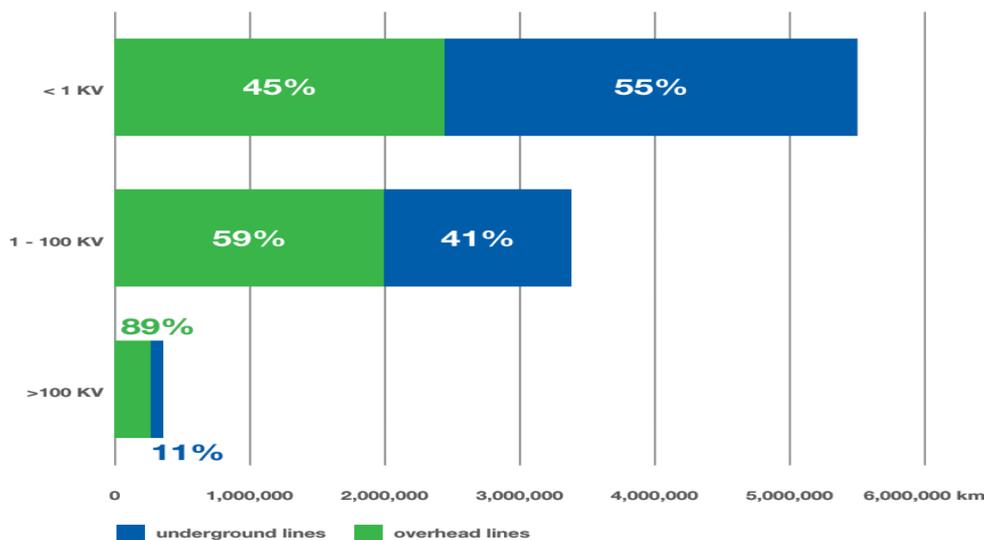
$$LV / HV = 17.35$$

式中, HV 表示高压线路长度, MV 表示中压线路长度, LV 表示低压线路长度。

以上为全部电线的长度, 但是地上和地下线路所用材料密度不同, 因此需要区

分二者长度，参考 Eurelectric，2013《欧洲电力分布报告》中关于地上和地下的比例，我们假设美国的比例与欧洲相同。

图18: 我们假设美国高压线路与中低压线路的比例与欧洲相同



资料来源:《欧洲电力分布报告》

输配电侧还需要考虑变压器和变电站，两者数量和输送电线的长度呈正相关，我们根据 S.Deetman 等人（2021）的研究假设线路和变压器、变电站之间的关系计算得到变压器和变电站的数量，如表所示：

表3: 我们假设线路与变压器、变电站数量之间的比例为常数

(units/km)	High	Medium	Low
Substations	0.0169	0.085	1.107
Transformers	0.0532	0.103	1.107

数据来源:《Projected material requirements for the global electricity infrastructure – generation, transmission and storage》、开源证券研究所

建立物质流模型，流入为根据发电侧计算得到的电线、变压器和变电站的数量，流出需要考虑电线、变压器和变电站的寿命，我们采用 S.Deetman 等人（2021）的假设，寿命分别为 40 年、30 年、40 年，同发电侧库存公式，计算得到每年的库存。最后我们根据市场信息以及 S.Deetman 等人（2021）的数据假设，得到不同压力线路和变压器、变电站的材料单耗，计算得到铜、铝、钢的消耗量。

表4: 不同压力线路材料单耗

	Steel	Aluminium	Cu
HV overhead	52.266	12.883	0
HV underground	0	0	11.65
MV overhead	0.8023	0	1.488
MV underground	0	0.8236	0.662
LV overhead	0	0.981	0
LV underground	0.177	0.531	3.4

数据来源:《Projected material requirements for the global electricity infrastructure – generation, transmission and storage》、开源证券研究所

表5: 变压器、变电站材料单耗

	Steel	Aluminium	Cu
Hv Substation	14.652	33.204	4.611

	Steel	Aluminium	Cu
Mv Substation	1.815	1.228	0.2792
Lv Substation	0.038	1.228	0.001
Hv Transformer	296	0.497	76.047
Mv Transformer	22.659	0.021	6.877
Lv Transformer	0.48	0.085	0.013

数据来源：《Projected material requirements for the global electricity infrastructure – generation, transmission and storage》、开源证券研究所

4.1.3、储电侧

方法论：流入为每年美国的新增储电量；根据 S.Deetman 等假设的不同技术储电设备使用寿命，计算得到储电设备的退役量，进而得流出量；库存采用公式计算得到。进一步的，我们统计了压缩空气储能、锂电池储能、抽水蓄能等不同技术设备的材料单耗，计算得到储电侧铜、铝、钢的使用量。

表6：不同储电技术材料单耗

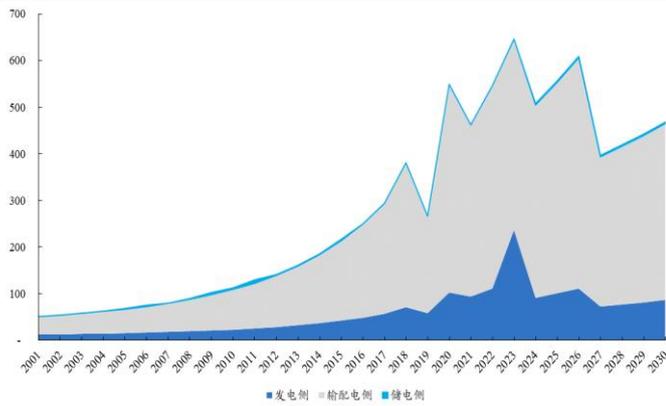
Technology	KWh/T	copper	Al	Steel	lifetime
Compressed air energy storage	4	1%	1%	98%	50
Electro-chemical capacitor	151	6%	11%	13%	8
Flow battery	32.5	1%	0%	13%	11
Flywheel	200	1%	20%	61%	20
Heat thermal storage	151	6%	11%	13%	8
Latent heat	151	6%	11%	13%	8
Lead-acid battery	40	0%	0%	0%	6
Lithium-ion battery	144.2	10%	9%	12%	7
Nickel-based battery	75	2%	0%	10%	4
Pumped hydro storage	2	2%	0%	95%	60
Sensible heat	151	6%	11%	13%	8
Sodium-based battery	193	4%	2%	30%	16
Unknown Technology Mid-Type	151	6%	11%	13%	8
Zinc-based battery	40	0%	14%	15%	12

数据来源：《Projected material requirements for the global electricity infrastructure – generation, transmission and storage》、开源证券研究所

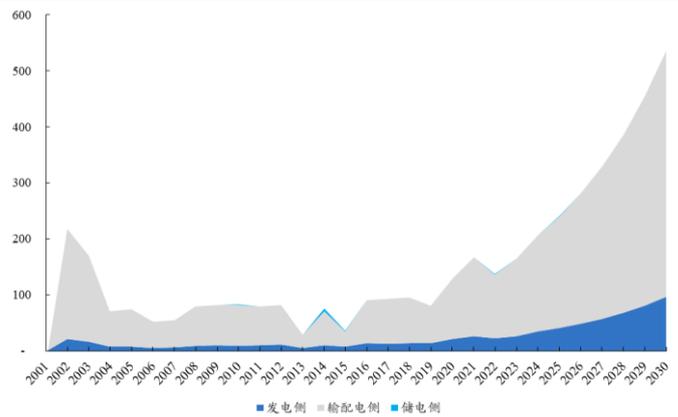
4.2、我们预测 2023 年中国电网铜消耗量为 647 万吨，美国电网铜消耗量为 164 万吨，线路为主要用铜领域

总量上，中国铜消耗量最大，新增量中，中国占主要影响。为了找到电网中影响铜消耗的主要矛盾区域，我们同时分析了中国、美国的电网投资。预测结果显示，2023 年中国铜消耗量为 647 万吨，新增消耗量为 100 万吨，美国铜消耗量为 164 万吨，新增消耗量 28 万吨。鉴于暂无 2023 年全球铜消耗数据，我们用 2022 年数据看影响程度，2022 年全球铜消耗量为 2584 万吨，新增量为 107 万吨，中国消耗量为 530 万吨，占比 20.5%，新增量为 84 万吨，新增占比 79%；美国铜消耗量为 140 万吨，占比 5.4%，新增量为-31 万吨，对全球铜消耗新增量形成拖累。

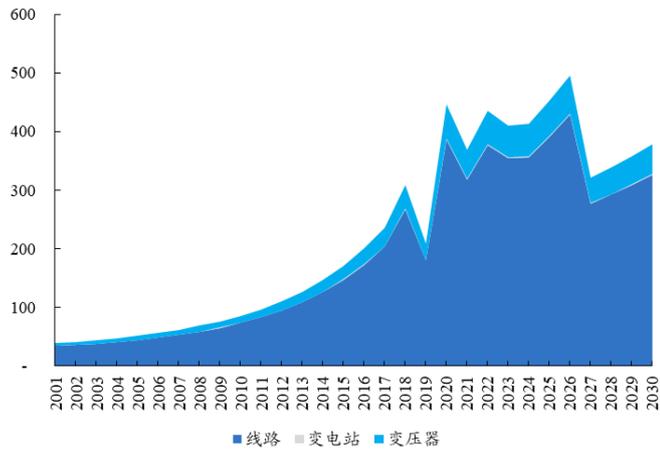
细分项看，铜消耗主要在输配电侧，其次为发电侧；输配电侧中，主要为线路用铜，其次为变压器用铜。以美国为例，预测数据显示，2023 年输配电侧、发电侧用铜量分别为 138 万吨、27 万吨，占比分别为 84%、16%；输配电侧中，线路、变压器用铜量分别为 113 万吨、24 万吨，占比分别为 82%、18%。

图19：我们预测 2023 年中国铜消耗量为 647 万吨


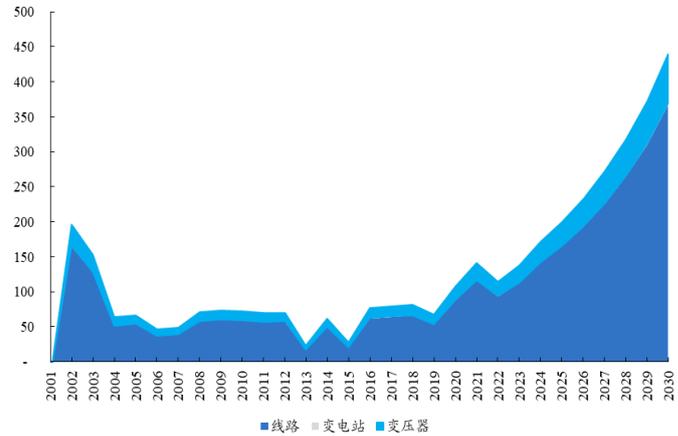
数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

图20：我们预测 2023 年美国铜消耗量为 164 万吨


数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

图21：我们预测 2023 年中国线路用铜量为 354 万吨


数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

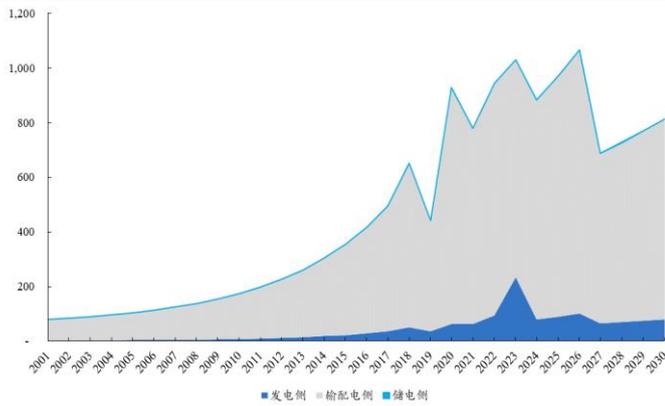
图22：我们预测 2023 年美国线路用铜量为 113 万吨


数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

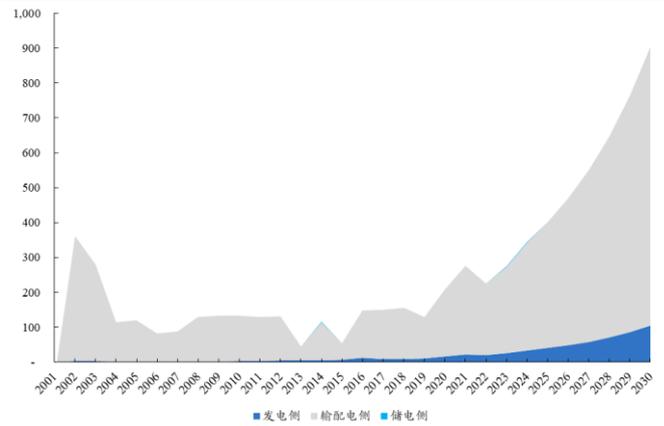
4.3、我们预测 2023 年中国电网铝消耗量为 1031 万吨，美国电网铝消耗量为 274 万吨，变电站为主要用铝领域

总量上，中国铝消耗量最大，新增量中，中国占主要影响。我们预测，2023 年中国铝消耗量为 1031 万吨，新增消耗量为 88 万吨，美国铝消耗量为 274 万吨，新增消耗量 48 万吨。2022 年全球铝消耗量为 6805 万吨，新增量为-42 万吨，中国消耗量为 918 万吨，占比 13.5%，新增量为 163 万吨；美国铝消耗量为 231 万吨，占比 3.4%，新增量为-50 万吨，对全球铝消耗新增量形成拖累。

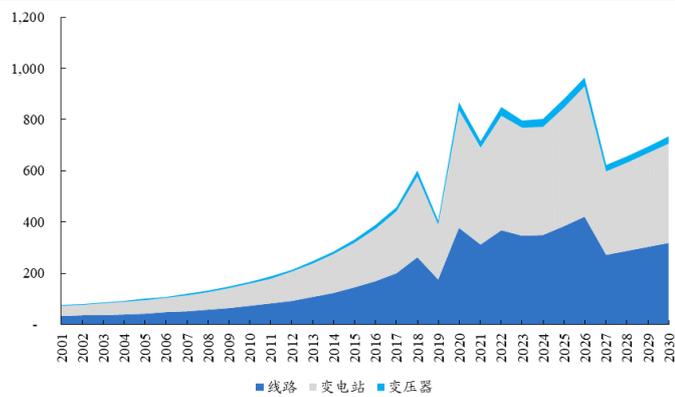
细分项看，铝消耗主要在输配电侧，其次为发电侧；输配电侧中，主要为变电站用铝，其次为线路用铝。以美国为例，预测数据显示，2023 年输配电侧、发电侧用铝量分别为 247 万吨、27 万吨，占比分别为 90%、10%；输配电侧中，线路、变电站用铝量分别为 108 万吨、128 万吨，占比分别为 44%、52%。

图23：我们预测 2023 年中国铝消耗量为 1031 万吨


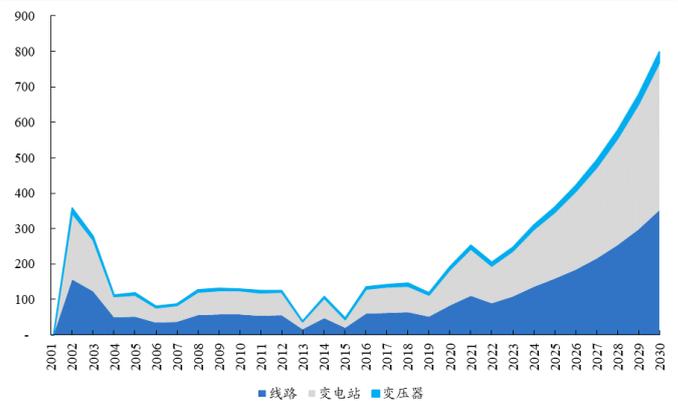
数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

图24：我们预测 2023 年美国铝消耗量为 247 万吨


数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

图25：我们预测 2023 年中国变电站用铝量为 421 万吨


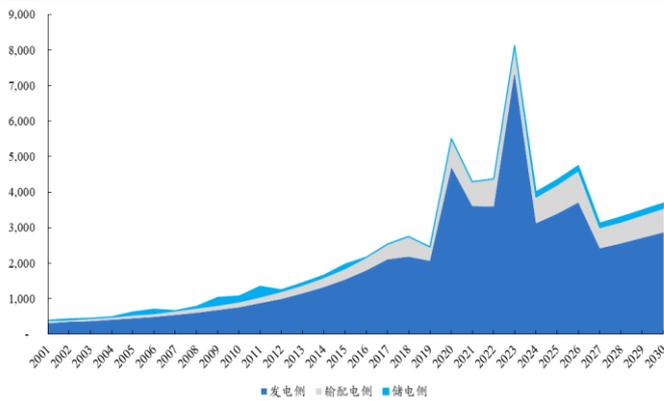
数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

图26：我们预测 2023 年美国变电站用铝量为 128 万吨


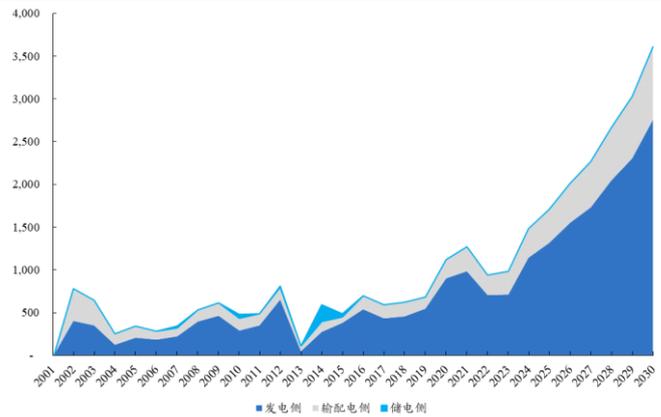
数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

4.4、我们预测 2023 年中国电网钢铁消耗量为 8128 万吨，美国电网钢铁消耗量为 985 万吨，发电侧为主要用钢领域

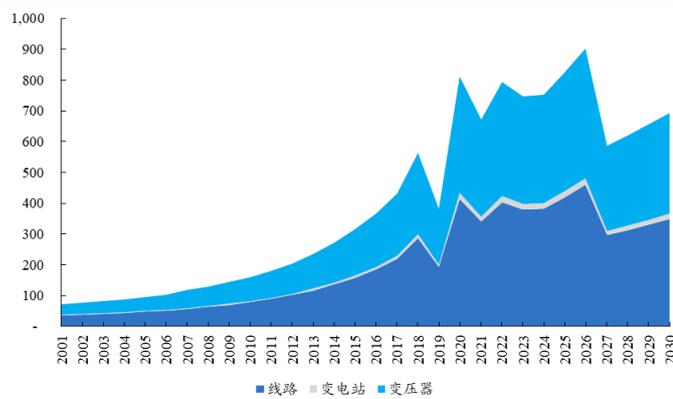
我们预测，2023年中国电网钢铁消耗量为8128万吨（新增3740万吨）当年粗钢产量为10.19亿吨，占比8.0%；美国电网钢铁消耗量为985万吨（新增45万吨）当年粗钢产量为8066万吨，占比12.2%。细分项看，钢铁消耗主要在发电侧，其次为输配电侧。以美国为例，预测数据显示，2023年发电侧、输配电侧用钢量分别为709万吨、276万吨，占比分别为77%、23%；输配电侧中，线路、变压器用钢量分别为127万吨、142万吨，占比分别为46%、52%。

图27：我们预测 2023 年中国钢铁消耗量为 7986 万吨


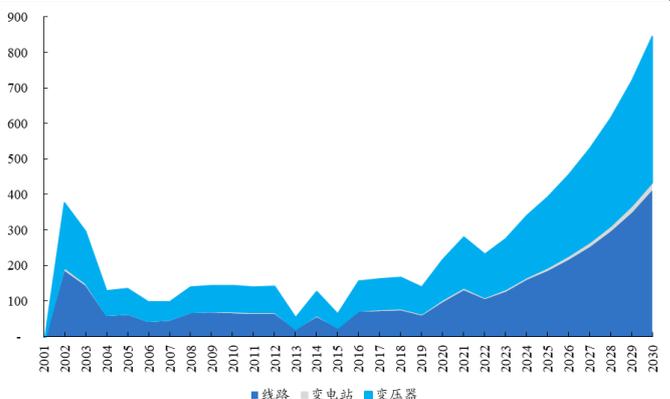
数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

图28：我们预测 2023 年美国钢铁消耗量为 995 万吨


数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

图29：我们预测 2023 年中国线路用钢量为 379 万吨


数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

图30：我们预测 2023 年美国线路用钢量为 127 万吨


数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：万吨）

5、中美电网投资周期共振，或将对铜、铝需求形成明显拉动

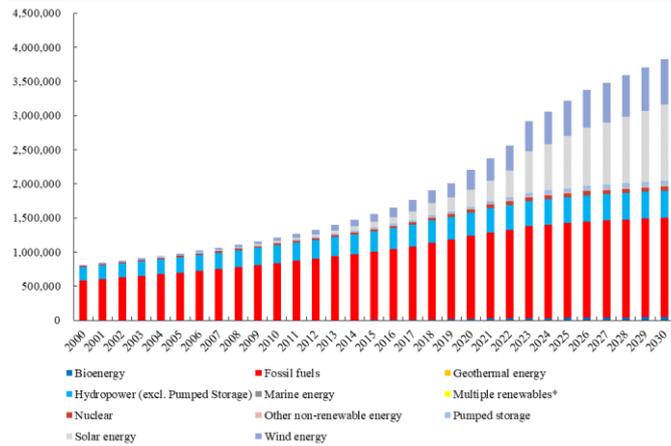
我们选取 2018-2023 年的 CAGR 值作为 2024-2030 年不同发电技术装机量增速的假设基础值，分为乐观 1、乐观 2、中性 1、中性 2、悲观 1、悲观 2 六个等级，设置两阶段增长，2024-2026 年为第一阶段，2027-2030 年为第二阶段，考虑到美国电力需求趋势或将向上，中国电力需求趋势或将稳中向下，我们假设中国装机总量两阶段增速分别为 5%、3%，美国装机总量两阶段增速分别为 3%、5%。

表7：2024-2030 年中美两国装机总量增速假设

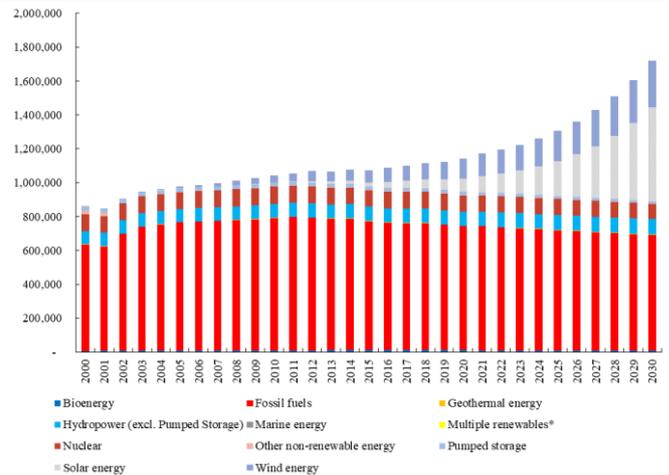
国家	中国	美国
2024-2026 年增速	中性 2	乐观 1
2027-2030 年增速	悲观 2	乐观 1
2024-2026 装机容量 CAGR	5%	3%
2027-2030 装机容量 CAGR	3%	5%

数据来源：IREA、开源证券研究所

通过物质流方法论，计算得到线路以及变电站、变压器的数据，由于储电侧影响较小，我们假设维持 2023 年数值。我们预测 2030 年中国装机总量达到 3827GW，其中风电光伏装机容量达到 1778GW，美国装机总量达到 1721GW，其中风电光伏装机容量达到 829GW。

图31：我们预测 2030 年中国装机容量达到 3827GW


数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：MW）

图32：我们预测 2030 年美国装机容量达到 1721GW


数据来源：IREA、开源证券研究所（单位：MW）

经过计算，我们预计 2030 年中国电网铜消耗量为 468 万吨，2023-2030 年均复合增长率-5%，美国电网铜消耗量年度为 535 万吨，2023-2030 年均复合增长率 18%，2022 年中美电网铜消耗占比全球 26%，我们假设未来占比增长并稳定至 28% 左右，2030 年全球铜的消耗在 3584 万吨左右。

表8：2024-2030 年中美电网带动铜需求测算（单位：万吨）

时间	中国	美国	中美总计	全球
2023E	647	164	811	2897
2024E	507	207	714	2550
2025E	556	241	796	2844
2026E	610	281	891	3181
2027E	396	328	725	2588
2028E	419	386	805	2873
2029E	443	453	896	3199
2030E	468	535	1004	3584

数据来源：IREA、开源证券研究所

经过计算，我们预计 2030 年中国电网铝消耗量为 814 万吨，2023-2030 年均复合增长率-3%，美国电网铝消耗量年度为 903 万吨，2023-2030 年均复合增长率 19%，2022 年中美电网铝消耗占比全球 17%，我们假设未来占比增长并稳定至 18% 左右，2030 年全球铝的消耗在 9541 万吨左右。

表9：2024-2030 年中美电网带动铝需求测算（单位：万吨）

时间	中国	美国	中美总计	全球
2023E	1031	274	1305	7251
2024E	883	343	1227	6815
2025E	970	401	1370	7613
2026E	1066	469	1535	8526
2027E	688	550	1238	6880
2028E	727	648	1375	7640
2029E	769	764	1533	8518
2030E	814	903	1717	9541

数据来源：IREA、开源证券研究所

我们认为，中国电力装机容量将维持稳定增长，而当下美国可以类比 2000-2003 年，在新旧矛盾转换期，基础设施建设先行，叠加美国电网老化与人工智能、数据中心对电力需求的拉动，美国的电网升级改造将徐徐展开，中美电网投资周期共振，或将对铜铝需求形成明显拉动。推荐标的：紫金矿业、洛阳钼业、中国宏桥、

云铝股份；受益标的：金诚信、天山铝业、南山铝业、中国铝业。

6、风险提示

(1) 假设参数偏差：在测算中我们假设了线路之间的关系，地上下路与地下线路的关系，以及许多发电、储电设备的材料单耗，若以上参数出现较大偏差可能会对结果造成影响。

(2) 预测数据偏差：我们对未来的不同技术的发电量做了增速假设，若假设出现较大偏差，将会对结果造成影响。

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	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	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3层

邮编：200120

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

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

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