

## 机械设备

## 关注钛合金产业链机会

2022年12月04日

——行业周报

投资评级：看好（维持）

孟鹏飞（分析师）

熊亚威（分析师）

mengpengfei@kysec.cn

xiongyawei@kysec.cn

证书编号：S0790522060001

证书编号：S0790522080004

### 行业走势图



数据来源：聚源

### 相关研究报告

《自主可控，制造升级—行业投资策略》-2022.12.3

《静待通用自动化景气上行，工控自主可控核心资产 PLC 国产替代加速—行业周报》-2022.11.27

《防控政策优化，多下游复苏预期提振—行业周报》-2022.11.20

### ● 苹果新专利直指钛合金工艺，关注钛合金产业链进展

苹果公司新专利直指钛合金工艺。2021年1月，苹果获得“给钛金属进行半光泽处理方法”专利，涉及将喷砂和蚀刻与化学阳极氧化工艺相结合的过程，以达到预期的表面效果；2022年5月，苹果获得“钛合金上创造纹理表面的工艺”专利授权。根据 Patently Apple 统计，截至目前，苹果公司已累计获得钛合金材料相关专利8项。此外，苹果 iPhone15 高端系列 Ultra 命名与 Apple Watch 钛合金系列相同，若苹果钛合金新工艺应用于新一代手机中框，将带来抛磨设备迭代需求。

### ● 我国海绵钛产能逐年攀升，航天高端钛材有缺口

全球主要海绵钛消费及生产国包括美国、日本等。其中美国每年消耗的海绵钛量约为全球总量的50%。我国的钛工业发展起源于20世纪60年代，目前已形成完整的海绵钛生产体系，钛的民用质量获得明显提升。我国海绵钛产能逐年攀升，产量位居世界第一。镁还原法（克劳尔法）为海绵钛生产的主要工艺，即金属镁还原四氯化钛得到钛金属。采用设备包括不锈钢反应器、电弧炉等。国际上也在进行等离子法、液态高温高压法等制钛方式的研究。海绵钛工艺控制与产品质量等方面较国际先进水平仍存在一定差距。

我国钛材产量位居世界第一，总体增长较快。其中中低端产品市场主要为PTA、化工等行业需求驱动，高端产品市场主要系航空航天等领域升级换代及国产替代推动。陕西为我国钛材的主要生产省。行业整体集中度高，高端钛材有缺口。2020年我国钛加工材行业CR3达47%，CR5达59%，部分原因系其下游市场多为航空航天、军工及医药领域，对产品质量要求较高。目前，我国钛材行业呈现结构性产能过剩，主要为民用中低端钛材产能过剩，航空航天用高端钛材存在供应缺口。

### ● 钛合金加工难度大，多采用切削磨削加工技术

钛合金加工难度大、良率低。由于强度高、导热系数低和化学活性高等特点，钛合金的机械加工难度较大，目前钛合金制品加工大部分采用切削磨削加工技术，需通过金刚石砂带、球形固结磨料磨头、聚晶超硬材料刀具以及不同CBN砂轮（钎焊砂轮、电镀砂轮和陶瓷砂轮）等特殊部件进行加工。以手机中框为例，根据艾邦高分子数据，钛合金手机中框整体良率约为30%-40%，远低于铝合金中框的80%。

### ● 受益标的

天工国际、华东重机、宇环数控、宇晶股份等。

● 风险提示：钛合金新工艺落地不及预期、海外疫情及供应链风险。

## 目 录

1、 钛合金：比强度高、耐磨耐腐蚀的轻质材料.....	3
1.1、 上游：海绵钛产能逐年攀升，产量位居世界第一.....	3
1.2、 中游：钛材行业增长较快，航天高端钛材有缺口.....	4
1.3、 下游：钛合金加工难度大，多采用切削磨削加工技术.....	5
2、 苹果新专利直指钛合金工艺，关注钛合金产业链进展.....	5
3、 受益标的.....	7
4、 行业新闻.....	8
5、 风险提示.....	9

## 图表目录

图 1： 全球钛材主要应用于航空航天及工业领域.....	3
图 2： 我国钛材主要应用于化工、航空航天等领域.....	3
图 3： 钛合金产业链主要环节包括海绵钛、钛材、钛合金加工及终端应用等.....	3
图 4： 全球海绵钛产能增速放缓.....	4
图 5： 我国海绵钛产能逐年攀升.....	4
图 6： 我国钛材产量总体增长较快.....	4
图 7： 钛合金型材以板材、棒材、管材为主.....	4
图 8： 钛合金制品需要特殊部件切削磨削加工.....	5
图 9： 苹果最新专利插图含有手表、手机、平板及笔记本电脑等元素.....	5
图 10： TC4 钛合金材料可由磁力研磨等方式磨削.....	6
图 11： 钛合金材料常见磨料包括 CBN 等.....	6
图 12： 磁力研磨下 T4 钛合金表面粗糙度由 Ra2.5 $\mu$ m 降至 Ra1.25 $\mu$ m 约需 4 分钟.....	7
表 1： 钛合金中框相较铝合金加工难度大、良率低.....	6

## 1、钛合金：比强度高、耐磨耐腐蚀的轻质材料

钛合金材料比强度高、耐热耐蚀性能好，是一种轻质耐高温结构材料，在航空、航天、航海、化工、武器装备等工程应用领域具有广泛应用。

图1：全球钛材主要应用于航空航天及工业领域

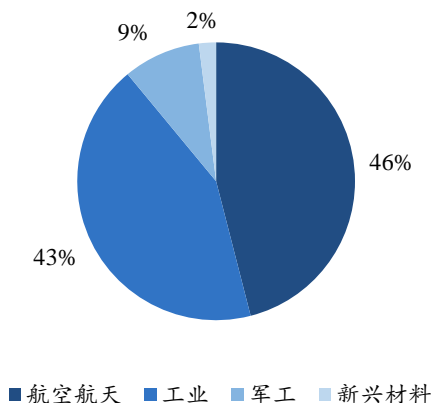
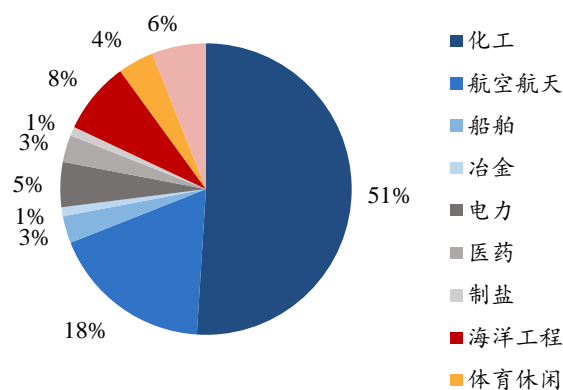


图2：我国钛材主要应用于化工、航空航天等领域

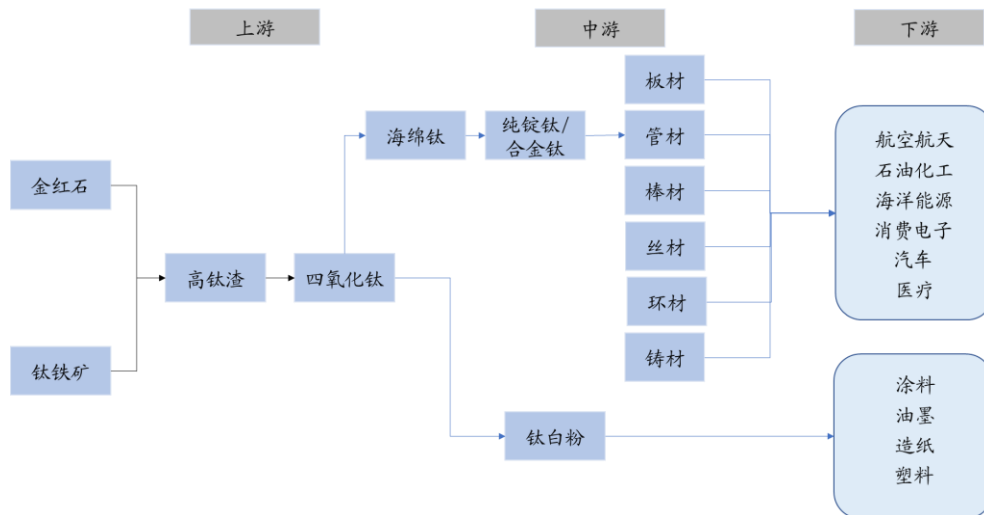


数据来源：全球钛资源现状概述及我国钛消费趋势（科技外事处 2020 年）、开源证券研究所

数据来源：中国有色金属工业协会、开源证券研究所

钛合金产业链主要环节包括海绵钛、钛材、钛合金型材、型材加工及终端应用等。因钛具有寿命长、耐损耗的特点，其需求量的主要来源为新领域拓展与旧领域的更新。目前世界上仅美国、俄罗斯、日本、中国四个国家掌握完整的钛工业生产技术。

图3：钛合金产业链主要环节包括海绵钛、钛材、钛合金加工及终端应用等



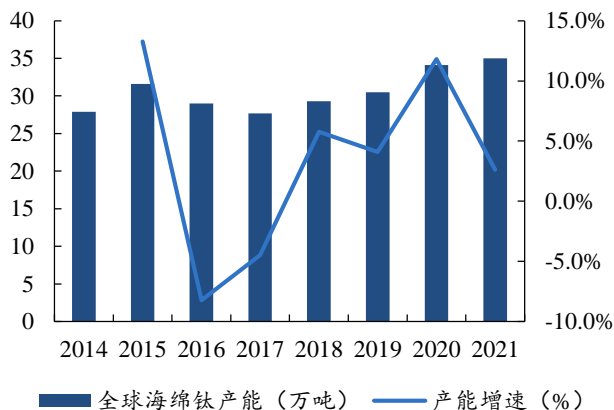
资料来源：华经情报网、开源证券研究所

### 1.1、上游：海绵钛产能逐年攀升，产量位居世界第一

全球主要海绵钛消费及生产国包括美国、日本等。其中美国每年消耗的海绵钛量约为全球总量的 50%。日本钛工业受到美国影响，在美国军用钛材料需求量逐渐增大的背景下大力发展。欧洲用钛主要依赖于进口。我国的钛工业发展起源于 20 世

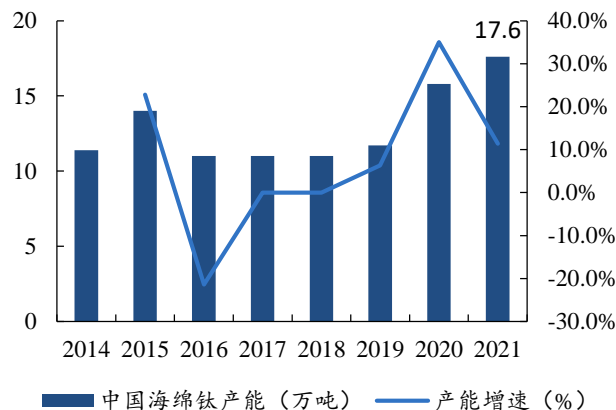
纪 60 年代，目前已形成完整的海绵钛生产体系，钛的民用质量获得明显提升。

图4：2021 年全球海绵钛产能增速放缓



数据来源：华经情报网、开源证券研究所

图5：2018 年以来我国海绵钛产能逐年攀升



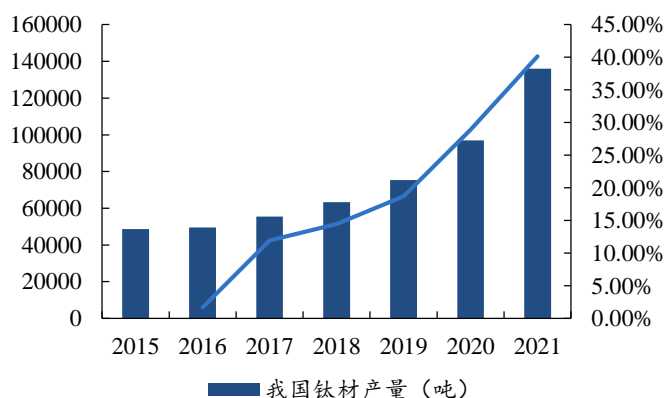
数据来源：华经情报网、开源证券研究所

**镁还原法（克劳尔法）为海绵钛生产的主要工艺**，即金属镁还原四氯化钛得到钛金属。采用设备包括不锈钢反应器、电弧炉等。但克劳尔法原料成本高，电及其他能源消耗较大，国际上也在进行等离子法、液态高温高压法等制钛方式的研究。我国海绵钛产能逐年攀升，产量位居世界第一，海绵钛工艺控制与产品质量等方面较国际先进水平仍存在一定差距。

## 1.2、中游：钛材行业增长较快，航天高端钛材有缺口

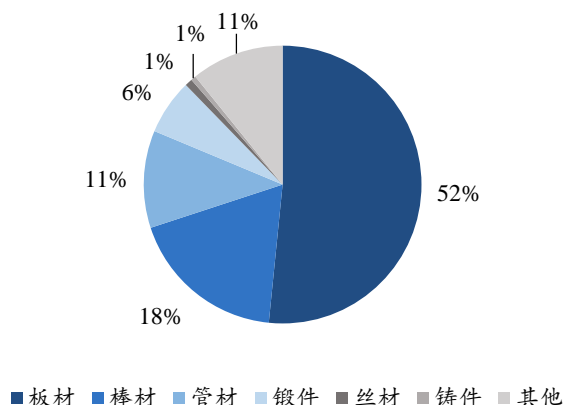
我国钛材产量位居世界第一，总体增长较快。其中中低端产品市场主要为 PTA、化工等行业需求驱动，高端产品市场主要系航空航天等领域升级换代及国产替代推动。陕西为我国钛材的主要生产省。

图6：我国钛材产量总体增长较快



数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

图7：钛合金型材以板材、棒材、管材为主



数据来源：智研咨询、开源证券研究所

**行业整体集中度高，高端钛材有缺口。**钛加工材是由海绵钛经熔炼形成钛铸锭，再经系列锻造、轧制、挤压等塑性加工方法铸造而成。根据蒙格斯智库数据，2020 年我国钛加工材行业 CR3 达 47%，CR5 达 59%。部分原因系其下游市场多为航空航天、军工及医药领域，对产品质量要求较高。受制作工艺等因素限制，行业整体集中度较高。目前，我国钛材行业呈现结构性产能过剩，主要为民用中低端钛材产能

过剩，航空航天用高端钛材存在供应缺口。

### 1.3、下游：钛合金加工难度大，多采用切削磨削加工技术

**钛合金加工难度大、良率低。**由于强度高、导热系数低和化学活性高等特点，钛合金的机械加工难度较大，目前钛合金制品加工大部分采用切削磨削加工技术，需通过金刚石砂带、球形固结磨料磨头、聚晶超硬材料刀具以及不同 CBN 砂轮（钎焊砂轮、电镀砂轮和陶瓷砂轮）等特殊部件进行加工。以手机中框为例，根据艾邦高分子数据，钛合金手机中框整体良率约为 30%-40%，远低于铝合金中框的 80%。

图8：钛合金制品需要特殊部件切削磨削加工

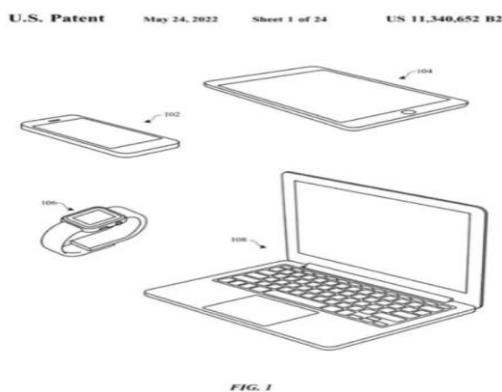


资料来源：郑州瑞特官网、德国玛托官网、中刀闻图精密官网、华昱（卓锐）官网、开源证券研究所

## 2、苹果新专利直指钛合金工艺，关注钛合金产业链进展

**苹果公司新专利直指钛合金工艺。**2021年1月，苹果获得“给钛金属进行半光泽处理方法”专利，涉及将喷砂和蚀刻与化学阳极氧化工艺相结合的过程，以达到预期的表面效果；2022年5月，苹果获得“钛合金上创造纹理表面的工艺”专利授权。根据 Patently Apple 统计，截至目前，苹果公司已累计获得钛合金材料相关专利 8 项。此外，苹果 iPhone15 高端系列 Ultra 命名与 Apple Watch 钛合金系列相同，若苹果钛合金新工艺应用于新一代手机中框，将带来抛磨设备迭代需求。

图9：苹果最新专利插图含有手表、手机、平板及笔记本电脑等元素



资料来源：Patently Apple

钛合金工件加工难度大于铝合金，TC4 钛合金为中框可选材料之一。钛合金材料比强度高、耐热耐蚀性能好，是一种轻质耐高温结构材料，在航空、航天、航海、

化工、武器装备等工程应用领域具有广泛应用。根据 CN110883088A《钛合金手机边框的加工工艺》等专利信息，TC4 钛合金为中框可选材料之一。

表1：钛合金中框相较铝合金加工难度大、良率低

	铝合金	不锈钢	钢铝复合压铸	钛合金
成本	★	★★★	★★	★★★★
重量	★	★★★★	★★	★★★
强度（硬度）	★	★★★	★★★	★★★★
耐疲劳度	★	★★★	★★	★★★★
环保性	★	★★	★	★★★★
阳极氧化（成熟度）	★★★★	-	★★	-
电镀（成熟度）	★	★★★★	★★★	★★
加工难度	★	★★★	★★	★★★★
良率	★★★★ (80%)	★ (30-40%)	★★★ (70%)	★ (30-40%)
外观效果	★	★★★	★★	★★★
工艺成熟度	★★★★	★★	★★★	★
加工方式	多样化加工	锻压+CNC, 纯CNC	压铸+CNC	锻压+CNC, 纯CNC

资料来源：艾邦高分子官网、开源证券研究所

钛合金材料磨削力大，磨削温度高，工件材料粘附以及砂轮粘附严重，且在高温下具有很高的化学活性，从而导致钛合金磨削加工质量难以控制。TC4 钛合金材料可由磁力研磨等方式磨削，常见磨料包括 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、金刚石、CBN（中立方氮化硼）等。

图10：TC4 钛合金材料可由磁力研磨等方式磨削

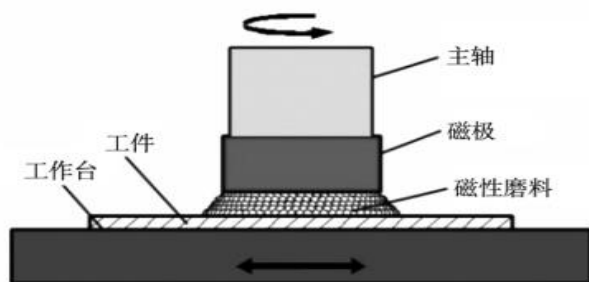


图 6 磁力研磨原理图

资料来源：CBN 磁性磨料磁力研磨 TC4 钛合金工艺参数优化（刘宁 2020 年）

图11：钛合金材料常见磨料包括 CBN 等

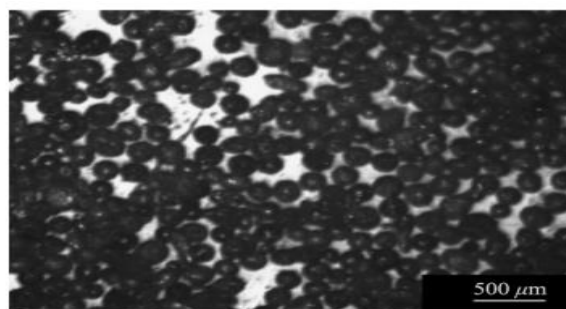
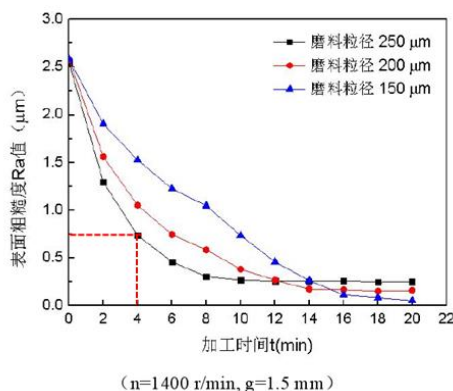


图 3 CBN 磁性磨料图

资料来源：CBN 磁性磨料磁力研磨 TC4 钛合金工艺参数优化（刘宁 2020 年）

同一抛磨阶段下，TC4 钛合金所需时间约为铝合金的 3-4 倍。MAF 磁力研磨下，T4 钛合金表面粗糙度由 Ra2.5 μm 降至 Ra1.25 μm 需 4min。参考铝合金表面粗糙度由 Ra3.2 μm 降至 Ra1.6 μm 所需时间为 79s，以 ΔRa/min 粗略估算，同一抛磨阶段（抛磨步骤）下钛合金所需时间约为铝合金的 4 倍。

**图12：磁力研磨下 T4 钛合金表面粗糙度由 Ra2.5 μm 降至 Ra1.25 μm 约需 4 分钟**


资料来源： CBN 磁性磨料磁力研磨 TC4 钛合金工艺参数优化（刘宁 2020 年）

### 3、受益标的

#### 【天工国际】

天工国际是我国特种工具钢、模具钢、钛材料及切削工具生产制造商，其高速钢、模具钢、切削工具、钛合金四大主产品被广泛应用于航空、汽车、高速列车及石油化工等行业和机械加工等不同领域。集团在美国、印度、韩国、捷克、意大利、俄罗斯、土耳其、加拿大等国家和地区设有国际销售分公司，目前已设立国际销售分公司 11 家。2021 年实现营业收入 57.60 亿元，同比+10.01%；实现扣非归母净利润 5.73 亿元，同比+17.22%。2022 年 H1 实现营业收入 26.73 亿元，同比+2.00%；实现扣非归母净利润 2.75 亿元，同比+0.86%。

#### 【华东重机】

公司是专业生产集装箱装卸设备的知名企业。其子公司润星科技主营产品覆盖钻攻、立式、龙门、卧式、雕铣、型材加工中心及智能制造整体解决方案等。公司 2021 年实现营业收入 70.66 亿元，同比-7.54%；实现归母净利润-14.08 亿元，同比-31.16%。2022 年 H1 实现营业收入 5.97 亿元，同比-85.57%；实现归母净利润 0.30 亿元，同比-35.05%。

#### 【宇环数控】

公司专业从事数控磨削设备及智能装备的研发、生产、销售与服务，为客户提供精密磨削与智能制造技术综合解决方案，产品可广泛应用于消费电子、汽车工业、新材料、仪器仪表等领域。公司产品主要分为数控磨床、数控研磨抛光机和智能装备系列产品，大客户包括蓝思科技、捷普、富士康、苹果公司等。2021 年实现营业收入 4.38 亿元，同比+44.1%；实现归母净利 0.74 亿元，同比+69.63%。2022 年 H1 实现营收 2.4 亿元，同比+0.46%；实现归母净利 0.47 亿元，同比+11.33%。

### 【宇晶股份】

公司是国家级“高新技术企业”。公司定位于硬脆材料精密加工机床制造领域，是专业从事多线切割机、研磨抛光机等硬脆材料精密加工机床的研发、设计、生产和销售，并为客户提供专业化解决方案。公司产品主要应用于手机触摸屏及后盖、太阳能光伏、磁性材料、蓝宝石等行业。2021年实现营业收入4.57亿元，同比+25.08%；实现归母净利润-0.07亿元，同比-13.23%。2022年H1实现营业收入3.81亿元，同比+122.02%；实现归母净利润0.38亿元，同比+3009.71%。

## 4、行业新闻

### 【中国首个千万千瓦级多能互补综合能源基地新能源项目进入全面建设阶段】

11月30号，“陇电入鲁”配套华能庆阳600万千瓦新能源示范项目首台风机成功吊装，这标志着我国首个千万千瓦级多能互补综合能源基地新能源项目进入全面建设阶段。陇电入鲁工程是国家“十四五”规划纲要和黄河流域生态保护和高质量发展规划确定实施的重大工程之一，也是甘肃省继酒湖直流工程后又一规模化清洁电力外送工程，而华能庆阳风光综合新能源示范项目是陇电入鲁重点配套新能源电源项目，是我国首个千万千瓦级多能互补综合能源基地—华能陇东能源基地的重要组成部分。该项目总投资超400亿元，规划总装机600万千瓦，其中风电450万千瓦、光伏150万千瓦，年发清洁能源电力将超140亿千瓦时，相当于节约标煤420万吨，减排二氧化碳1100万吨。该项目将于“十四五”中期与陇电入鲁整体工程同步建成投产，将有效助力国家双碳战略实施。

### 【中国核电：截至目前在运核电机组25台，总装机容量为2375万千瓦】

中国核电11月30日在投资者互动平台表示，截止目前，中国核电控股在运核电机组25台，总装机容量为2375万千瓦，其中：浙江地区：秦山核电9台机组，装机容量666.4万千瓦；三门核电2台机组，装机容量250万千瓦；江苏地区：田湾核电6台机组，装机容量660.8万千瓦；福建地区：福清核电6台机组，装机容量667.8万千瓦；海南地区：昌江核电2台机组，装机容量130万千瓦。控股在建核电机组8台，装机容量887.8万千瓦，其中：江苏地区：田湾核电7、8号机组，装机容量253万千瓦；福建地区：漳州能源1、2号机组，装机容量242.4万千瓦；海南地区：海南小堆，装机容量12.5万千瓦；辽宁地区：徐大堡核电3、4号机组，装机容量254.8万千瓦；浙江地区：三门核电3号机组，装机容量125.1万千瓦。控股核准待开工机组3台，装机容量367.5万千瓦，其中：福建地区：漳州能源3、4号机组，装机容量242.4万千瓦；浙江地区：三门4号机组，装机容量125.1万千瓦。

### 【国家能源局：截至10月底全国风电装机容量约3.5亿千瓦】

11月30日消息，今年以来，我国新能源发电持续快速增长并保持较高利用水平，第四季度新能源投产并网较为集中。国家能源局近日印发通知，提出积极推动新能源发电项目应并尽并、能并早并。截至10月底，全国风电装机容量约3.5亿千瓦，同比增长16.6%；太阳能发电装机容量约3.6亿千瓦，同比增长29.2%。目前，第一批大型风电光伏基地已全部开工，第二批项目正在陆续开工，第三批项目审查抓紧推进。据介绍，保证新能源发电项目及时并网，既有利于增加清洁电力供应，发挥新



能源在迎峰度冬期间的保供作用，也有利于促进能源清洁低碳转型，助力实现碳达峰碳中和目标。根据通知，各电网企业在确保电网安全稳定、电力有序供应前提下，要按照应并尽并、能并早并原则，对具备并网条件的风电、光伏发电项目，切实采取有效措施，保障及时并网，允许分批并网，不得将全容量建成作为新能源项目并网必要条件。此外，各单位要加大统筹协调力度，加大配套接网工程建设，与风电、光伏发电项目建设做好充分衔接，力争同步建成投运。

## 5、风险提示

钛合金新工艺落地不及预期、海外疫情及供应链风险。

## 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