

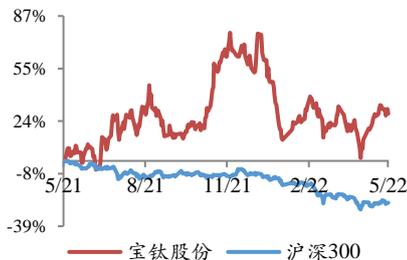
钛谷中崛起的“中国钛”

投资评级: 买入 (维持)

报告日期: 2022-05-27

收盘价(元)	52.25
近12个月最高/最低(元)	71.98/38.55
总股本(百万股)	478
流通股本(百万股)	478
流通股比例(%)	100.00
总市值(亿元)	250
流通市值(亿元)	250

公司价格与沪深300走势比较



分析师: 郑小霞

执业证书号: S0010520080007

电话: 13391921291

邮箱: zhengxx@hazq.com

联系人: 邓承佯

执业证书号: S0010121030022

电话: 18610696630

邮箱: dengcy@hazq.com

相关报告

主要观点:

● 国内高端钛材龙头

公司是我国最大的以钛及钛合金为主的专业化稀有金属生产科研基地,目前已形成成熟的购、产、销一体的生产经营模式。主导产品钛材年产量位居世界同类企业前列,钛合金熔炼技术、熔炼用中间合金制备技术、加工成型技术、无损检测技术等方面处于国内领先水平,达到国际先进水平。

● 镁锭价格影响钛材成本及工艺,化工及军工行业市场潜力巨大

根据有色金属网数据,全流程企业生产1吨海绵钛需要补充镁锭0.15吨左右,半流程企业需要补充镁锭1.1吨左右。但由于电解 $MgCl_2$ 消耗的能源很大(约占总能耗的28%~34%),因此镁锭短期价格决定海绵钛价格走势,但长期价格却能影响海绵钛的生产方式。

化工领域,化肥、纯碱、氯碱及石油化工等对耐腐蚀材料需求的提升,有力推动了钛材市场的发展,2020年销售量已破4.5万吨。航空航天领域,装备升级换代及民用客机逐步交付,钛材年均需求已突破万吨。随着技术的突破及相关政策的落地,医疗器械、海洋工程及电力领域也将逐步释放钛材的需求。

全球来看,国内海绵钛及钛材产量均处于前列,高端钛材领域国内企业竞争力略逊色于海外企业。国内钛材行业经过近十年的结构调整和转型升级,已形成以宝钛集团、西部超导、湖南湘投金天钛金属股份有限公司和西部材料等国有大型企业为代表的一线龙头企业。

● 公司研发体系完备,原材料厂商及自身产能双双扩产将助力业绩增长

公司已建立起“海绵钛、熔铸、锻造、板材、带材、无缝管、焊管、棒丝材、铸造、原料处理”十大生产系统,使我国成为继美、日、俄后第四个拥有完整钛工业产业链的国家。目前公司是钛加工材国家标准的主要制订者,可以生产国际上所有的钛合金牌号,被誉为“中国钛城”,在世界的钛行业拥有举足轻重的地位。

原材料厂商之一为公司控股的宝钛华神,根据非公开发行预案公告,宝钛华神海绵钛产品50%左右用于对外销售,若公司进一步扩充钛材产能,则此对外销售部分可用于公司内部原材料供应。此外,华神投资的1.2万吨海绵钛项目建设已近尾声,未来将有望减轻公司产品成本受海绵钛价格的压力。

公司非公开发行预案已获审批,公司产能瓶颈得到缓解,募投项目建设

完毕后将为公司新增近 1.7 万吨钛材产能，公司将进一步巩固和提升行业龙头地位，朝着实现建成世界钛业强企目标迈进。

● 投资建议

基于下游行业的高景气度及公司在行业的地位，伴随募投产能的逐渐释放，公司将充分享受景气红利。我们预计 2022-2024 年公司归母净利润为 8.41、10.41、12.76 亿元，对应市盈率为 29.69、23.99、19.56 倍，维持公司“买入”评级。

● 风险提示

行业需求不及预期，募投建设进度不及预期，行业竞争加剧。

● 重要财务指标

单位:百万元

主要财务指标	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入	5246	6361	7559	8994
收入同比 (%)	20.9%	21.3%	18.8%	19.0%
归属母公司净利润	560	841	1041	1276
净利润同比 (%)	54.5%	50.1%	23.8%	22.6%
毛利率 (%)	23.3%	24.8%	25.6%	25.8%
ROE (%)	9.3%	12.2%	13.1%	13.9%
每股收益 (元)	1.18	1.76	2.18	2.67
P/E	61.21	29.69	23.99	19.56
P/B	5.68	3.63	3.15	2.71
EV/EBITDA	33.88	16.64	15.99	13.74

资料来源: wind, 华安证券研究所

正文目录

1 中国钛谷中崛起的高端钛材巨头	8
1.1 背靠宝钛集团，老牌钛材企业	8
1.2 多品系钛产品，客户遍及全球	9
1.3 行业景气度高，业绩再创新高	10
2 “空间金属”，行业空间潜力巨大	11
2.1 钛冶炼：需关注镁锭价格变动对成本及工艺的冲击	13
2.1.1 钛矿端：钛矿石对外依赖程度较高	14
2.1.2 富钛料：高钛渣在富钛料中占主导	19
2.1.3 四氯化钛：液态化氯化为主流方式	24
2.1.4 海绵钛：价格及工艺取决于镁价格	29
2.1.5 钛熔炼：真空自耗电弧熔炼最常用	33
2.2 钛材加工过程：设备及经验对钛材的质量至关重要	37
2.3 行业需求端：化工领域及航空航天领域的空间巨大	44
2.3.1 化工行业：多领域的旺盛需求推动销量逐年攀升	45
2.3.2 航空航天行业：未来每年的需求量将达到上万吨	49
2.3.3 医疗器械、海洋工程、电力等领域有望快速突破	54
2.4 行业供给端：十年结构调整及转型升级后梯队清晰	57
3：重研发扩产能，六十载铸“中国钛”	63
3.1 设备打基础，材料促协同	63
3.2 华神供原料，募投扩产能	68
4：财务分析	72
4.1 收入利润分析：营收稳健发展	72
4.2 成本费用分析：钛产品比重大	73
5：盈利预测与估值	75
5.1 盈利预测	75
5.2 公司估值	75
风险提示：	76
财务报表与盈利预测	77

图表目录

图表 1 宝钛股份股权结构	8
图表 2 宝钛股份主要控股参股公司分析（单位：万元）	9
图表 3 宝钛股份产品应用领域	9
图表 4 宝钛股份近五年营业情况	10
图表 5 宝钛股份近五年各类业务收入情况	10
图表 6 钛及部分其他金属的物理性能	11
图表 7 与钛作用的合金元素分类	11
图表 8 钛合金三种相类型及性能对比	12
图表 9 合金元素对钛合金相图的影响	12
图表 10 历史上制取金属钛的大事记	13
图表 11 钛产业链全景示意图	14
图表 12 钛材加工行业详细流程图	14
图表 13 2014-2020 年全球钛铁矿储量和产量情况	15
图表 14 2020 年全球主要国家钛铁矿储量占比情况	15
图表 15 中国钛矿资源情况及分布示意图	16
图表 16 2015-2021 年全球钛铁矿储量和产量情况	17
图表 17 2021 年中国钛砂矿及其精矿进口来源国（单位：吨）	17
图表 18 钛铁矿及钛砂矿选矿流程及通用方式	18
图表 19 理查兹湾矿物采选流程	18
图表 20 广西北海选矿厂工艺流程图	18
图表 21 由钛铁矿制取富钛料的几种主要方法	19
图表 22 盐酸浸出法制取富钛料流程示意图	20
图表 23 硫酸浸出法制取富钛料流程示意图	20
图表 24 国内酸浸法制备富钛料的技术演进图	21
图表 25 还原锈蚀法制取富钛料流程示意图	22
图表 26 选择氯化法制取富钛料流程示意图	22
图表 27 电炉熔炼法制取富钛料流程示意图	23
图表 28 国际上钛渣冶炼典型技术汇总表	24
图表 29 富钛料制取纯钛的路径	24
图表 30 粗 TiCl ₄ 制备方式比较	25
图表 31 沸腾氯化制取粗四氯化钛流程示意图	25
图表 32 熔盐氯化制取粗四氯化钛流程示意图	26
图表 33 粗 TiCl ₄ 中杂质的大致含量（%）	27
图表 34 四氯化钛各等级化学成分及色度（YS/T655-2016）	27
图表 35 四氯化钛精制设备流程图	28
图表 36 粗四氯化钛制备精四氯化钛流程示意图	28
图表 37 海绵钛各等级的化学成分及布氏硬度（GB/T2524-2019）	29
图表 38 KROLL 法和 HUNTER 法的比较	30
图表 39 HUNTER 法流程图	30
图表 40 KROLL 法流程图	31
图表 41 镁热法海绵钛生产的成本	32

图表 42 海绵钛（0 级）及镁锭近五年价格走势	32
图表 43 海绵钛其他生产工艺优劣势对比	33
图表 44 真空自耗电弧炉结构示意图	34
图表 45 真空自耗电弧熔炼工艺流程示意图	34
图表 46 冷床炉结构示意图	35
图表 47 冷床炉熔炼的工艺流程	36
图表 48 电子束冷床炉结构示意图	36
图表 49 离子束冷床炉结构示意图	37
图表 50 不同钛材的生产流程示意图	37
图表 51 钛及钛合金生产工艺流程	38
图表 52 压力加工常用方式及适用零部件	39
图表 53 钛合金不同锻造工艺及温度示意图	39
图表 54 不同锻造方法的模具及锻件温度示意图	39
图表 55 钛板及冷轧制带材的典型生产流程示意图	39
图表 56 钛合金拉拔示意图	40
图表 57 钛合金普通旋压示意图	40
图表 58 钛合金剪切旋压和流动旋压示意图	40
图表 59 近净成形常用方式及适用零部件	40
图表 60 TC4 钛合金翼芯、气瓶等温精密锻件示意图	41
图表 61 粉末冶金领域注射成形机及粉末注射成形工艺示意图	41
图表 62 爆炸成形工艺示意图	41
图表 63 河钢增材制造钛合金航空发动机零件	42
图表 64 复合成形常用方式及适用零部件	42
图表 65 爆炸复合示意图及复合行成的钛-钢板	42
图表 66 超塑性成形-扩散连接制作格状结构件示意图	43
图表 67 复合成形常用方式及适用零部件	43
图表 68 钛合金不同退货方式的温度示意图	43
图表 69 Ti-4.5Cr 等温转变动力曲线	43
图表 70 2020 年我国钛材在不同领域的应用比例	44
图表 71 近三年来中国各类钛材所占比例	44
图表 72 几种金属材料性能	45
图表 73 钛材设备与传统材料设备使用寿命比较	45
图表 74 钛管尿素汽提塔	46
图表 75 氯碱用钛电极	46
图表 76 纯碱厂蒸馏塔顶部氨冷凝器	47
图表 77 冷凝器采用钛管与铸铁管经济效益比较	47
图表 78 海水冲蚀腐蚀速率	48
图表 79 TC4 石油用厚壁管	48
图表 80 宝钛集团生产的国产首件大型 PTA 核心部件	48
图表 81 2008-2020 年我国化工用钛材销量	49
图表 82 飞机减重 1 磅的经济效益（万美元）	49
图表 83 美国战机、轰炸机及运输机钛合金用量情况（%）	49
图表 84 钛在飞机上上的应用部位示意图	50
图表 85 常见飞机机身及起落架所用钛与钛合金	50

图表 86 军用飞机机体结构高端钛合金需求	51
图表 87 西方国家航空发动机钛用量	51
图表 88 钛合金在航空发动机中的应用	51
图表 89 飞机发动机应用钛合金的部位及合金制造方法	52
图表 90 军用飞机发动机高端钛合金需求	52
图表 91 C919 材料应用分布示意图	53
图表 92 3D 打印的 C919 飞机登机舱门钛合金机构零件分布图	53
图表 93 商用飞机高端钛合金需求	54
图表 94 SLM 中制造的 Ti6Al4V 微孔髌关节植入物的原型	54
图表 95 2017-2024 年全球医疗器械行业市场规模	55
图表 96 深潜器载人舱的 TC4 ELI 钛合金半球壳	56
图表 97 深潜器和舰船的耐压 Ti80 合金锻坯	56
图表 98 我国核电装机容量（万千瓦）	56
图表 99 我国火电装机容量（万千瓦）	57
图表 100 2021 年全球主要国家海绵钛产量占比	58
图表 101 2020 年全球主要国家钛材产量占比	58
图表 102 我国近五年海绵钛进出口量	58
图表 103 我国近五年海绵钛进出口金额	59
图表 104 我国近七年锻轧钛及钛制品进出口量	59
图表 105 我国近七年锻轧钛及钛制品进出口金额	59
图表 106 2020 年我国主要钛材生产企业的钛加工材产量统计（单位：吨）	60
图表 107 2020 年我国主要钛材生产企业在不同领域的应用情况统计（单位：吨）	61
图表 108 我国主要军用高端钛合金企业全方位对比	62
图表 109 宝钛股份研发实力	63
图表 110 宝钛十大生产系统简略情况	63
图表 111 宝钛股份实验中心成为 CNAS 认可实验室	65
图表 112 宝钛股份的质量证书	66
图表 113 公司专利按照技术类型统计	67
图表 114 公司专利按照应用领域统计	67
图表 115 公司 2021 年职工受教育程度	68
图表 116 宝钛华神产品简略信息	68
图表 117 2020 年我国海绵钛的产能与产量（单位：吨）	70
图表 118 宝钛股份与宝钛华神海绵钛采购情况	70
图表 119 公司募投项目情况	71
图表 120 公司钛产品产销情况	71
图表 121 2020 年我国主要钛锭生产企业的产量（单位：吨）	71
图表 122 近五年公司营业总收入及同比增速（亿元，%）	72
图表 123 近五年归母净利润及同比增速（亿元，%）	72
图表 124 近五年 ROE、销售毛利率、销售净利率情况	72
图表 125 近五年各产品毛利率（%）	72
图表 126 近五年营业成本各业务占比（%）	73
图表 127 2021 年钛产品成本构成（%）	73
图表 128 近五年三费情况	73
图表 129 近四年研发费用情况	73

图表 130 2020 年-2024 年公司业绩拆分及盈利预测.....	75
图表 131 可比公司估值情况.....	76

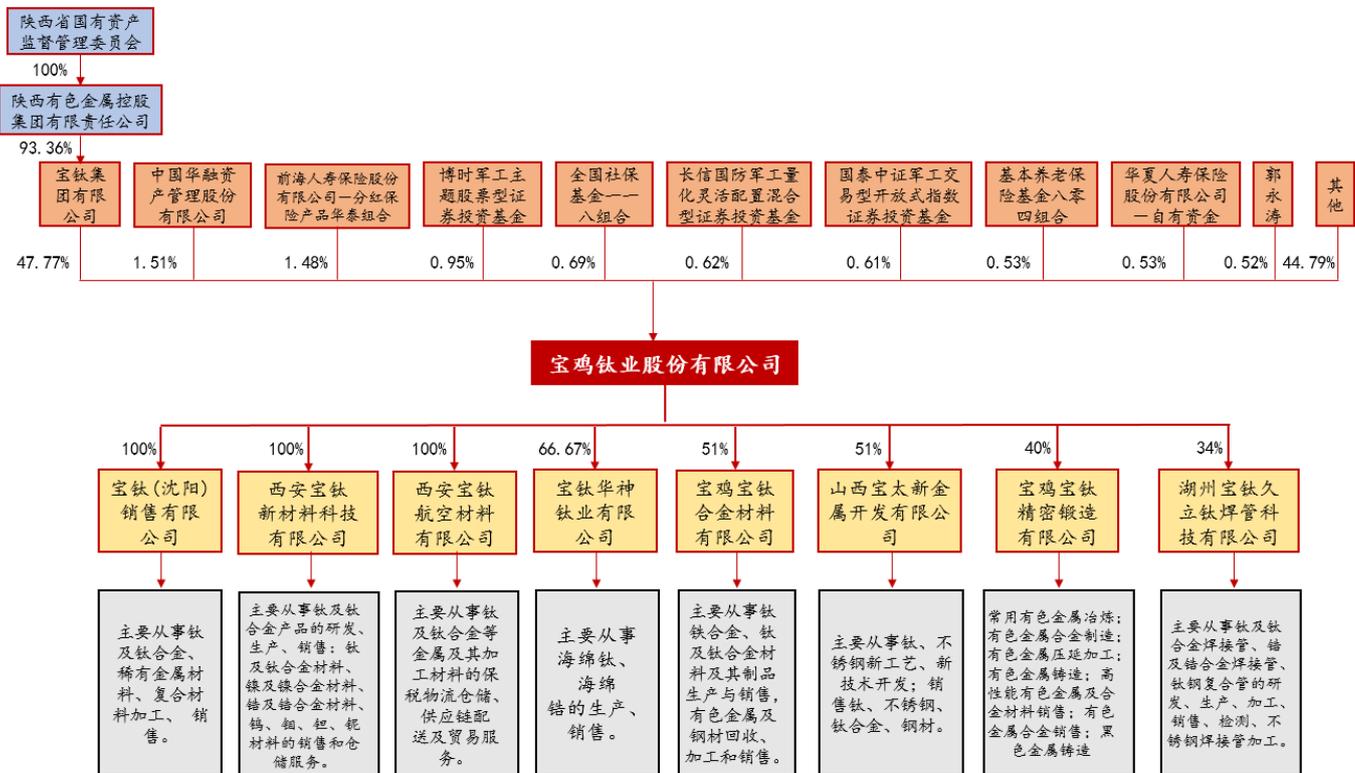
1 中国钛谷中崛起的高端钛材巨头

1.1 背靠宝钛集团，老牌钛材企业

宝鸡钛业股份有限公司成立于1999年7月21日，由宝钛集团有限公司(原宝鸡有色金属加工厂)作为主发起人设立。并作为中国钛工业第一股于2002年4月12日在上海证券交易所成功上市。公司是中国的钛及钛合金生产、科研基地，是国家高新技术企业，所在地被誉为“中国钛城”、“中国钛谷”。

宝钛集团直接控制公司47.77%的股份，为公司的控股股东。公司主要有八家控股参股公司，其中宝钛华神主要从事海绵钛、海绵锆的生产、销售；宝钛(沈阳)销售公司主要从事钛及钛合金、稀有金属材料、复合材料加工、销售；山西宝太新金属公司主要从事钛、不锈钢新工艺、新技术开发，销售钛、不锈钢、钛合金、钢材；西安宝钛新材料公司主要从事钛及钛合金产品的研发、生产、销售，钛及钛合金材料、镍及镍合金材料、锆及锆合金材料、钨、钼、钽、铌材料的销售和仓储服务；湖州宝钛久立钛焊管科技有限公司主要从事钛及钛合金焊接管、锆及锆合金焊接管、钛钢复合管的研发、生产、加工、销售、检测、不锈钢焊接管加工；宝鸡宝钛合金材料公司主要从事钛铁合金、钛及钛合金材料及其制品生产与销售，有色金属及钢材回收、加工和销售；西安宝钛航空材料公司主要从事钛及钛合金等金属及其加工材料的保税物流仓储、供应链配送及贸易服务；宝鸡宝钛精密锻造有限公司主要从事常用有色金属冶炼、有色金属合金制造、有色金属压延加工等。

图表 1 宝钛股份股权结构



注：持股结构源于公司2022年一季报，控股公司数据源于公司2021年年报

资料来源：公司公告，华安证券研究所

图表 2 宝钛股份主要控股参股公司分析（单位：万元）

公司名称	注册资本	总资产	净资产	净利润	主营业务收入	主营业务利润
宝钛华神钛业有限公司	20,802.41	85,750.47	75,632.86	15,744.64	60,386.31	20,110.33
宝钛(沈阳)销售有限公司	200.00	1,089.19	751.35	114.51	3,891.93	173.78
山西宝太新金属开发有限公司	20,000.00	45,764.53	22,820.33	1,924.70	20,504.29	3,190.79
西安宝钛新材料科技有限公司	6,732.76	10,424.23	6,309.15	12.27	413.18	222.50
湖州宝钛久立钛焊管科技有限公司	4,500.00	10,978.01	3,223.53	-434.68	11,742.76	684.47
宝鸡宝钛合金材料有限公司	3,000.00	5,829.94	3,563.82	463.78	10,392.42	981.00
西安宝钛航空材料有限公司	199.00	9,747.85	488.89	289.89	15,220.04	724.38
宝鸡宝钛精密锻造有限公司	20000	17,018.73	16,279.37	100.74	839.77	312.94

注：宝钛华神利润增长的主要原因是报告期海绵钛平均售价上涨、发挥全流程生产优势降低单耗以及高新技术企业税收优惠所致。

资料来源：公司公告，华安证券研究所

1.2 多品系钛产品，客户遍及全球

公司主要从事钛及钛合金的生产、加工和销售，是中国最大的钛及钛合金生产、科研基地。公司拥有国际先进、完善的钛材生产体系，主要产品为各种规格的钛及钛合金板、带、箔、管、棒、线、锻件、铸件等加工材和各种金属复合材产品，广泛应用于高精尖领域和氯碱化工、电力、冶金、医药及海洋工程等国民经济重要领域。

图表 3 宝钛股份产品应用领域

领域	产品应用
航空、航天、船舶方面	主要用作宇宙飞船的船舱骨架，火箭发动机壳件，航天方面的液体燃料发动机燃烧舱、对接件、发动机吊臂，飞机上的发动机叶片、防护板、肋、翼、起落架等，舰船上的水翼、行进器等
石油、化工方面	主要用作炼油生产中的冷凝器、空气冷却换热器，氯碱行业中的冷却管、钛阳极等，电解槽工业和电镀行业中的电解槽设备主要结构件等
冶金工业方面	主要用于湿法冶金制取贵金属的管道、泵、阀和加热盘等
其他方面	如海水淡化工业中的管道、蒸发器，医疗领域中的医疗器械、外科矫形材料（如心脏内瓣、心脏内瓣隔膜、骨关节等），高尔夫球头、球杆等。

资料来源：公司公告，华安证券研究所

公司在国内市场处于领先地位，在国际市场口碑极高。2016年荣获“大运工程”钛材唯一金牌供应商，并连续三届获得中国航天科技集团优秀供应商，同时也是美

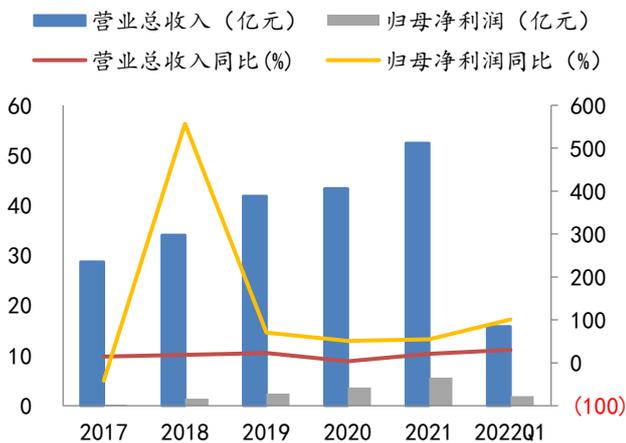
国波音、法国空客、法国斯奈克玛、美国古德里奇、加拿大庞巴迪、英国罗尔斯-罗伊斯等公司的战略合作伙伴。公司采用国际先进水平的技术标准和质量体系，获得通过了美国波音公司、法国宇航公司、空中客车公司、英国罗罗公司、欧洲航空工业协会和美国 RMI 等多家国际知名公司的质量体系和产品认证，囊括了进入世界航空航天等高端应用领域所有的通行证，并成为国际第三方质量见证机构以及分析检测基地。

1.3 行业景气度高，业绩再创新高

2021 年，国内钛行业市场整体向好，中低端产品市场受益于 PTA 化工行业需求推动，同比呈现明显增长态势，高端产品市场受益于航空航天等领域升级换代、国产化提升影响，需求旺盛，钛行业市场延续稳定增长态势，但同时钛行业市场高端产品产能不足，中低端产品竞争激烈、产品趋同化、同质化矛盾依然明显，供需结构仍有待进一步改善。随着国民经济结构战略性调整以及产业转型升级，未来钛行业在航空、航天、大飞机、船舶、石化、信息技术、高端装备制造、新能源、新材料、生活用钛、深海等产业上仍有较大的发展机遇。

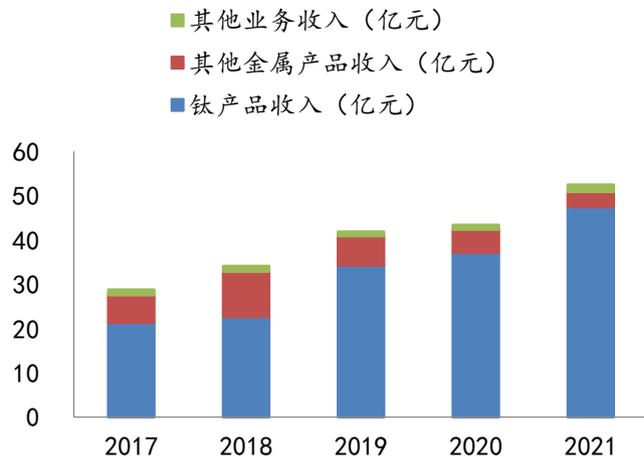
受益于下游行业的长期高景气度，宝钛股份将驶入成长快车道。2021 年公司以深化改革为主线，创新经营发展模式，优化产业链布局延伸，积极开拓市场空间，品牌效应逐渐显现，核心竞争力不断增强，科研实力持续提升，全面推动经营业绩逆势增长。全年公司实现营业收入 52.5 亿元，同比增长 20.9%，实现归母净利润 5.60 亿元，同比增长 54.5%；实现扣非归母净利润 5.14 亿元，同比增长 61.3%。2022 年一季度公司实现营业收入 15.84 亿元，同比增长 30.2%，实现归母净利润 1.93 亿元，同比增长 101.0%。

图表 4 宝钛股份近五年营业情况



资料来源: Choice, 华安证券研究所

图表 5 宝钛股份近五年各类业务收入情况



资料来源: Choice, 华安证券研究所

2 “空间金属”，行业空间潜力巨大

钛在金属材料王国中被称为“全能金属”，是继铁、铝之后极具发展前景的“第三金属”、“战略金属”及“空间金属”。纯钛是银白色的金属，它具有许多优良性能。钛的密度比钢小 43%，比轻金属镁稍大一些。钛的强度高，纯钛抗拉强度最高可达 180kg/mm²，与钢相差不多，比铝大两倍，比镁大五倍。钛耐高温，熔点 1942K，比黄金高近 1000K，比钢高近 500K。有些钢的强度高于钛合金，但钛合金的比强度（抗拉强度和密度之比）却超过优质钢。由于其稳定的化学性质，良好的耐高温、耐低温、抗强酸、抗强碱，以及高强度、低密度，目前已广泛应用在航空航天、石油化工、生物医学、环境保护等领域。工业纯钛塑性好，成形性能优良，可制成厚板、薄板、棒材、丝材、管材、锻件和铸件等，易于熔焊和钎焊，但强度低，耐热温度只有 300℃，只能用于有耐蚀要求而强度要求不高的场合。

图表 6 钛及部分其他金属的物理性能

物理特性	钛	镁	铝	铁	镍	铜
密度 (g · cm ⁻³)	4.54	1.74	2.7	7.87	8.9	8.9
熔点 (°C)	1668±5	650	660	1535	1455	1083
膨胀系数 (10 ⁶ · °C ⁻¹)	8.5	26	23.9	11.7	13.3	16.5
导热系数 [cal / (cm · s · °C)]	0.04	0.35	0.50	0.20	0.1452	0.92
弹性模量 (MPa)	112500	43600	72400	200000	210000	130000

资料来源：《钛合金精密锻造》，华安证券研究所

钛合金是以钛为基加入其他合金元素形成的合金。钛有两种同质异晶体，当温度低于 882.5℃时为密排六方结构，成为 α 钛，当温度高于 882.5℃时为体心立方结构，成为 β 钛。根据钛的两种晶体结构的不同特点，添加适量的合金元素，改变其相变温度及组分含量可以获得不同微观组织的钛合金。

- 稳定 α 相、提高相变温度的元素被称为 α 稳定元素；
- 稳定 β 相、降低相变温度的元素被称为 β 稳定元素
- 对相变温度影响不大的元素被称为中性元素。

图表 7 与钛作用的合金元素分类

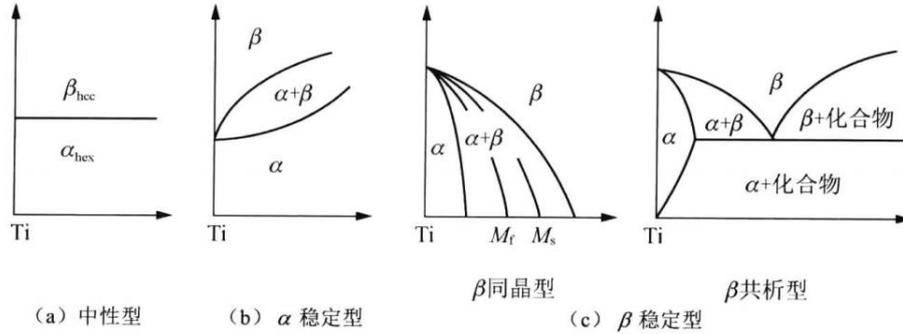
元素类别	作用		元素种类	
α 稳定元素	与钛形成间隙式固溶体		B、C、O、N	
	与钛形成替代式固溶体		Al、Ga、Ge	
中性元素	与钛形成替代式固溶体		Zr、Sn、Hf	
β 稳定元素	与钛形成间隙式固溶体		H (Si)	
	与钛形成替代式固溶体	同晶型		Mo、V、Nb、Ta、W
		共析型	快共析型	Cu、Ni、Si、Ag、Au
慢共析型	Cr、Mn、Fe、Co、Pd			

资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

根据相的组成，钛合金可以分为三类：α 合金一般用于制造使用温度在 500℃ 以下的耐热或耐腐蚀零件；β 合金一般用于制造使用温度在 350℃ 以下的零件；α +

β 合金一般用于制造使用温度在 400°C 以下有一定高温强度要求的发动机零件或低温零件。

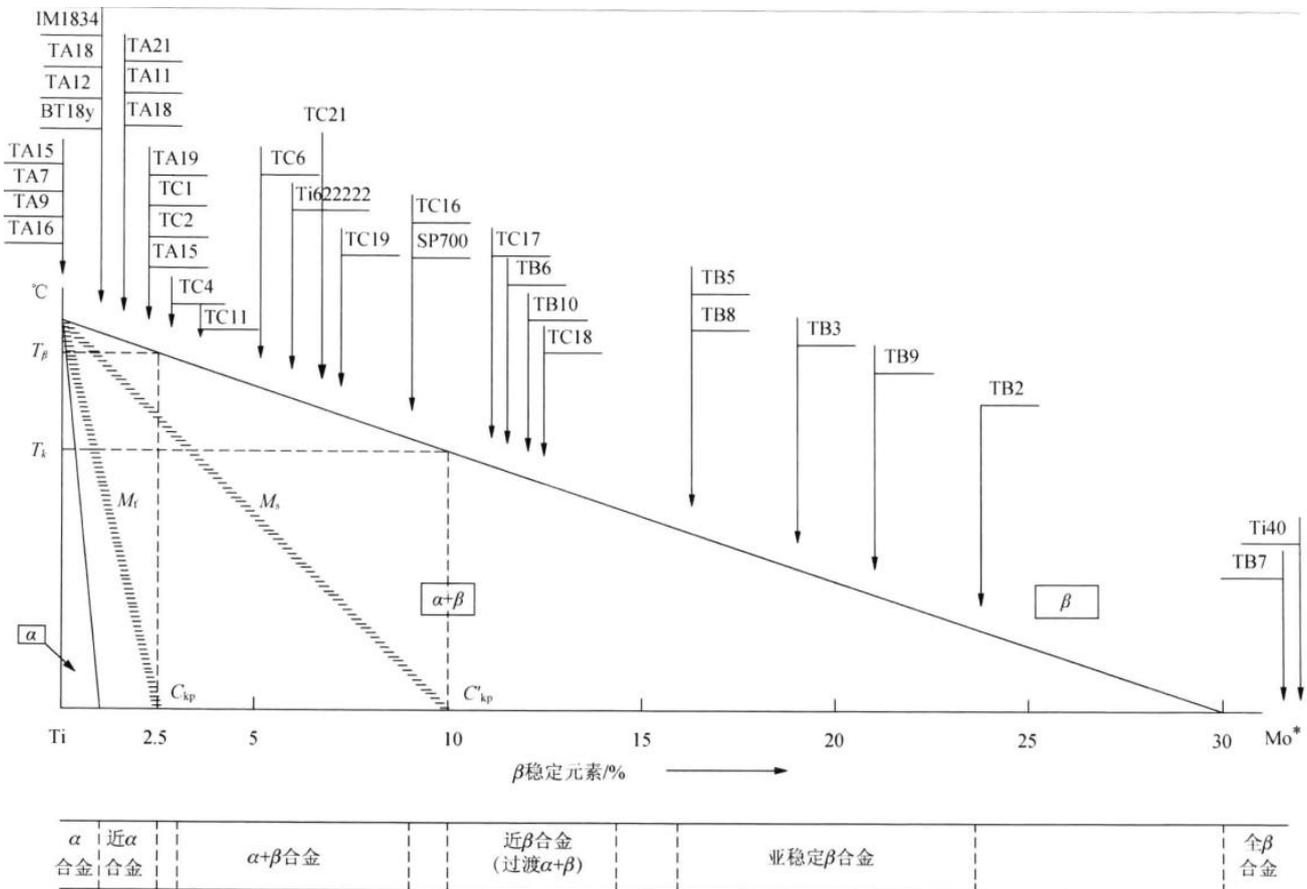
图表 8 钛合金三种相类型及性能对比



	密度	强度	塑性	断裂韧性	蠕变强度	腐蚀性	氧化性	焊接性
α 合金	较好	较差	较差/较好	较好	较好	好	好	较好
β 合金	较好	较好	较好	较差/较好	较好/较差	较好	较好/较差	较好/较差
$\alpha + \beta$ 合金	较差	好	较好/较差	较好/较差	差	较好/较差	差	差

资料来源:《钛合金精密锻造》, 华安证券研究所

图表 9 合金元素对钛合金相图的影响



资料来源:《钛合金精密锻造》, 华安证券研究所

2.1 钛冶炼：需关注镁锭价格变动对成本及工艺的冲击

1791年英国牧师 W. Gregor 在黑磁铁矿中发现了一种新的金属元素。1795年德国化学家 M. H. Klaproth 在研究金红石时也发现了该元素，并以希腊神 Titans 命名之。1910年美国科学家 M. A. Hunter 首次用钠还原 $TiCl_4$ 制取了纯钛。1940年卢森堡科学家 W. J. Kroll 用镁还原 $TiCl_4$ 制得了纯钛。从此，镁还原法（又称为克劳尔法）和钠还原法（又称为亨特法）成为生产海绵钛的工业方法。美国在1948年用镁还原法制出 2t 海绵钛，从此开始了钛的工业化生产。我国于1955年在原北京有色金属综合研究院开始钛生产工艺的研究工作，1958年以 10Kg/炉的实验室规模制取了第一批海绵钛。1959年在抚顺铝厂扩大至 100Kg/炉的小规模生产，为我国的海绵钛生产奠定了基础。

图表 10 历史上制取金属钛的大事记

1791年	W. 格列戈尔从墨纳昆城产出的钛磁铁矿砂中发现了元素钛
1795年	M. H. 克拉普罗特从金红石矿中发现了元素钛
1825年	I. J. 贝奇里乌斯在实验室用钾还原第一次制得了金属钛，但量少且不纯
1887	尼尔森和彼得森在实验室用钠热还原法制得了少量杂质含量小于5%的金属钛
1895	缪萨拉用碳还原二氧化钛制得了少量杂质含量约2%的金属钛
1910	M. A. 亨特在钢弹中真空钠热还原高纯 $TiCl_4$ 制得了几克杂质含量约0.5%的纯金属钛，后面实现了大规模工业生产
1925	V. 阿尔克尔和D. 布尔在灼热钨丝上热分解高纯 $TiCl_4$ 制得了具有优良延展性的高纯金属钛，此法至今依然在工业上用
1938	W. J. 克劳尔在内衬钼的反应容器内用镁热还原纯 $TiCl_4$ 制得了海绵钛，此法1948年进入大规模工业生产阶段

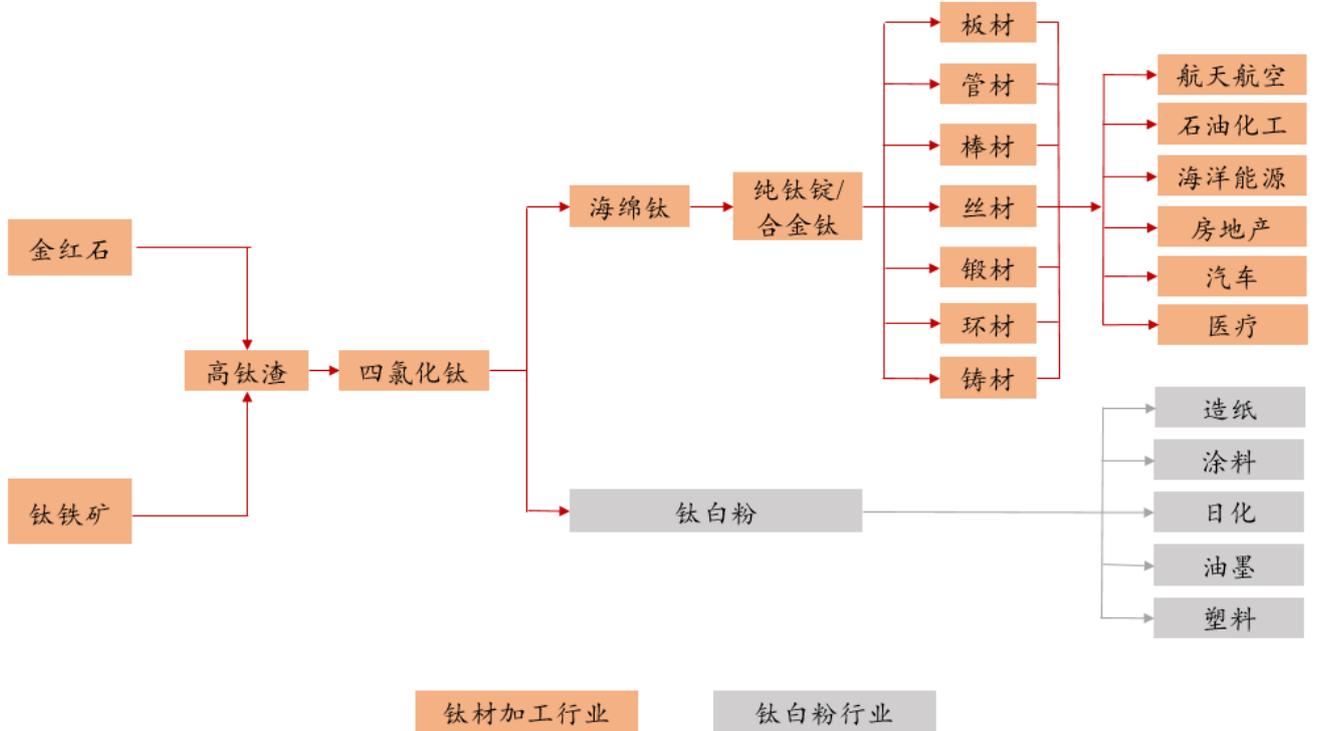
资料来源：《钛合金精密锻造》，华安证券研究所

与其他金属相比，钛及其合金是高化学活性金属，在熔融状态下几乎与所有耐火材料发生化学反应，且不能在大气中进行熔炼，必须在真空或惰性气氛下进行，因此钛合金的熔炼技术难度较大，目前只有少数国家掌握了钛合金的熔炼技术。

钛材加工行业主要包括四个阶段，首先是将钛矿制备为纯度(质量)99.1%~99.7%的海绵钛和钛白粉；其次，可熔炼符合要求的海绵钛得到钛锭，或添加中间合金熔炼为钛合金铸锭，并将铸锭加工成钛及钛合金坯料；第三，通常根据不同客户的需求和不同应用领域的特殊要求，采用锻造、轧制、挤压、拉拔等工艺的变形处理、热处理和机械加工等生产出不同规格(形状)的钛产品，如棒材、板材、管材、丝

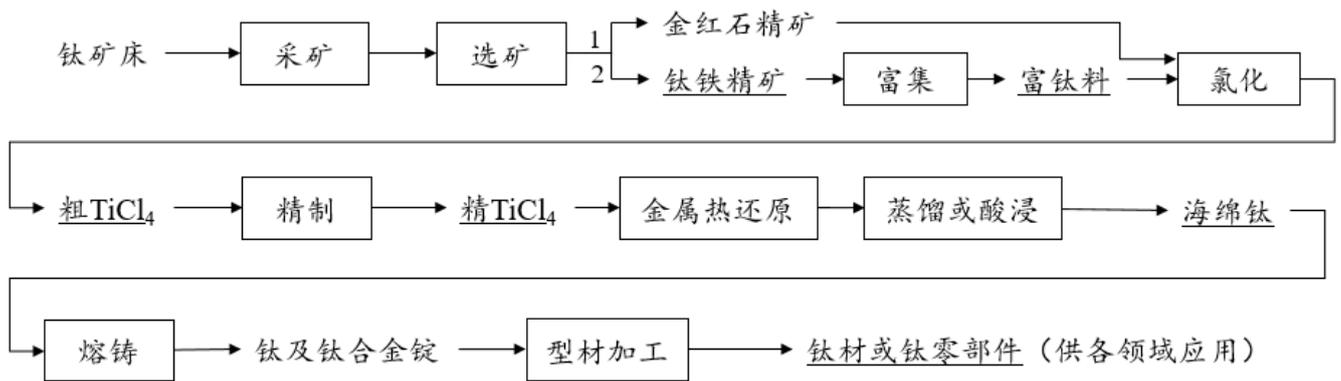
材等品种并直接应用于终端客户；最后，在部分行业和工业品产业中，可通过深加工工艺钛材制造成钛零件和钛装备，如钛自行车架、钛高尔夫球头、钛餐具等产品。

图表 11 钛产业链全景示意图



资料来源：中商产业研究院，华安证券研究所

图表 12 钛材加工行业详细流程图



资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

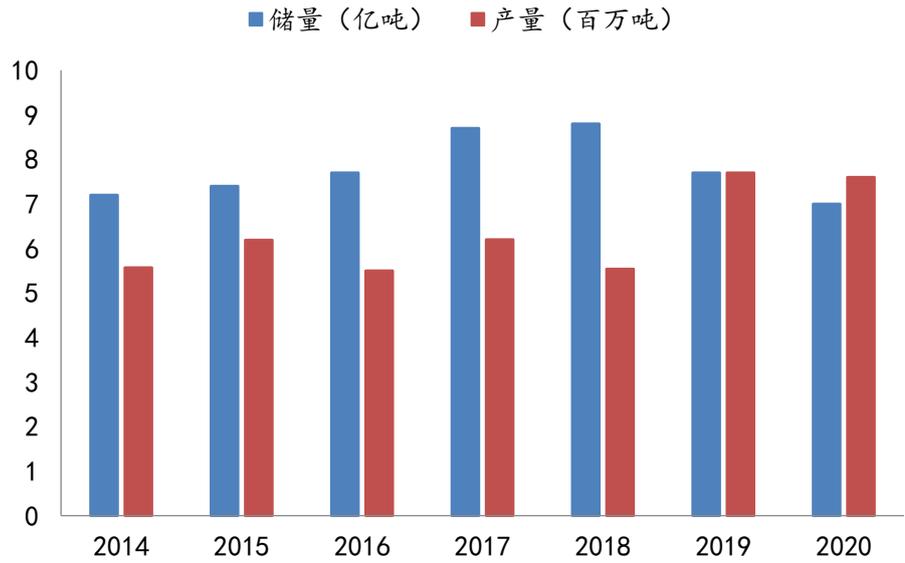
2.1.1 钛矿端：钛矿石对外依赖程度较高

钛矿端，根据美国地质调查局数据显示，全球钛矿储量呈现先增长后降低趋势。2012 年全球钛矿储量达 6.5 亿吨，此后被发现的钛储量不断增长，直至 2018 年达到顶峰 8.8 亿吨，随着 2019 年钛产量大幅增长，全球钛储量首次出现下降，2020 年降至 7 亿吨。就产量而言，2019 年开始，全球钛铁矿产量出现了明显的增长，主要是中

国地区产量的大幅增长导致的，2018 年中国钛铁矿产量仅为 85 万吨，2019 年增长至 230 万吨，增长了近两倍，主要原因为全球制造业向中国靠拢，中国钛应用市场迅速发展。

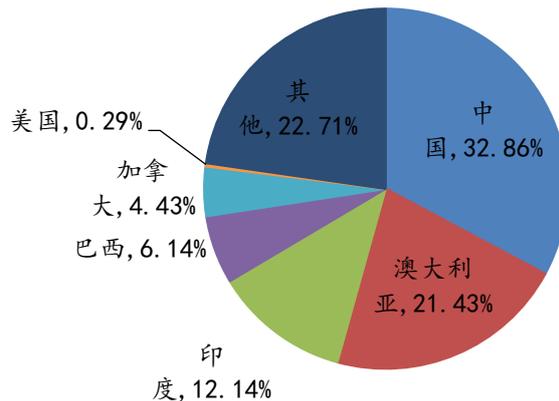
全球钛资源主要分布在澳大利亚、南非、加拿大、中国和印度等国。据产业信息网数据显示，2020 年中国拥有的钛铁矿储量最高，达到 2.3 亿吨，约占全球总储量的 32.86%；其次为澳大利亚地区，储量达 1.5 亿吨，占全球总储量的 21.43%。

图表 13 2014-2020 年全球钛铁矿储量和产量情况



资料来源：产业信息网，华安证券研究所

图表 14 2020 年全球主要国家钛铁矿储量占比情况



资料来源：产业信息网，华安证券研究所

中国钛矿分布于 10 多个省区。钛矿主要为钒钛磁铁矿中的钛矿、金红石矿和钛铁矿砂矿等。钒钛磁铁矿中的钛主要产于四川攀枝花地区；金红石矿主要产于湖北、河南、山西等省；钛铁矿砂矿主要产于海南、云南、广东、广西等省（区）。钛铁矿的 TiO_2 保有储量为 3.57 亿吨，居世界首位。钛矿矿床类型主要为岩浆型钒钛磁铁矿，

其次为砂矿。从成矿时代来看，原生钛矿主要形成于古生代，砂钛矿则于新生代形成。

图表 15 中国钛矿资源情况及分布示意图



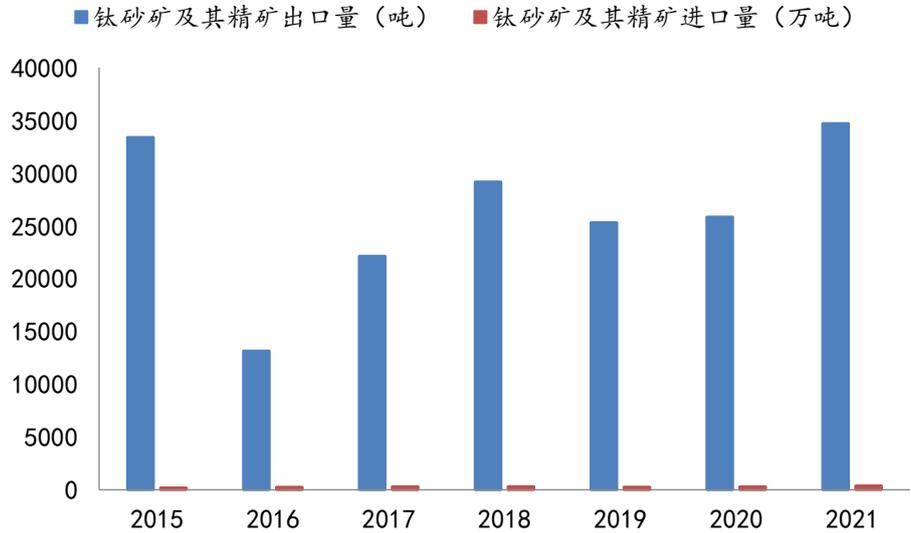
资料来源：矿道网，华安证券研究所

我国钛资源较丰富，其特点是：资源丰富、储量大、分布广；原生矿多，砂矿少；钛铁矿多，金红石矿少；贫矿多，富矿少；均为多金属共生矿。产量较大的矿石主要以岩矿型钒钛磁铁矿形式存在，便于开采利用的金红石型钛矿非常少。同时国内钛矿提纯技术不够发达，选冶技术有限，产出的钛精矿品位较低，高品质钛精矿十分依赖进口。

根据中国海关数据显示，2015-2020 年中国钛矿砂及其精矿出口量总体上呈现下降趋势，最高点在 2015 年，出口量达到 33386 吨。2021 年中国钛矿砂及其精矿出口量增加至 34699 吨。2015 年到 2019 年，我国钛精矿进口量总体上呈现增长的态势，其中 2015 年至 2018 年，我国钛精矿进口量从 188 万吨增至 312 万吨。2018 年之后，进口量有所下滑，2019 年钛精矿的进口量下降到了 262 万吨，2020 年开始又逐渐恢复，2021 年中国钛矿砂及其精矿进口量进一步增加至 380 万吨。

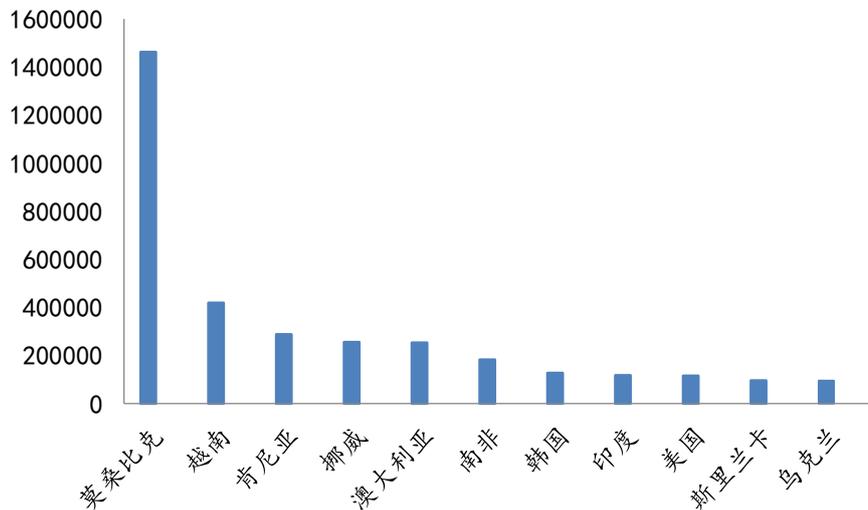
从进口来源国看,我国钛精矿进口主要集中在莫桑比克、越南、肯尼亚、挪威、澳大利亚、韩国和印度7个国家,上述7国进口量占进口总量的81.8%,总体来看进口集中度相对较高。2021年中国钛精矿进口380万吨,同比增长26.06%。从莫桑比克进口的钛精矿占进口总量的38.5%,钛精矿对外依存度较高。

图表 16 2015-2021 年全球钛铁矿储量和产量情况



资料来源:产业信息网,华安证券研究所

图表 17 2021 年中国钛砂矿及其精矿进口来源国 (单位:吨)



资料来源:中国海关,华安证券研究所

钛矿物通常与许多矿物伴生,是一种由多种矿物组成的复合矿物,无论是钛铁矿还是金红石,从构造它的不同矿区的结构性质和组成特点来看,用一种选矿手段极难分选出品味高而杂质少的钛精矿,因此在选别钛矿时,各种方法应反复交替进行组合才能达到较为理想的分选效果。

2.1.2 富钛料：高钛渣在富钛料中占主导

富钛料是采用氯化法制备钛白粉以及海绵钛生产的重要原料。由于富钛料的用途不同，对产品性能的要求也不同。自然界产出的钛矿石，通常经选矿富集成天然金红石精矿及钛铁矿精矿两种精矿，前者TiO₂品位高（一般在93%-95%以上），杂质含量少，是钛冶金和钛白粉生产的优质原料，但其储量有限，价格也贵，不能将其作为长期稳定供应的原料形态。后者储量大，但TiO₂含量较低（大多在45%-60%左右），铁氧化物和其他杂质氧化物总量较高，如果直接入炉氯化，势必大大增加氯耗，且使得氯化过程复杂化，增加了收尘、淋洗分离作业的困难性。所以钛铁矿精矿不宜直接氯化，而应通过不同的方法处理成富集人造金红石或熔炼成钛渣等“富钛料”才能作为氯化原料。

- 富钛料作为TiCl₄的原料时，TiO₂的含量一般应大于85%。若采用沸腾氯化时，应使CaO和MgO等杂质的含量尽可能低，否则在沸腾氯化过程中，CaO和MgO等杂质会呈熔融状态黏附在炉料上，使炉料结块，甚至使沸腾层遭到破坏，氯化过程不能顺利进行。因此一般要求其中CaO和MgO含量不超过1%，最多不能超过2%。
- 富钛料作为硫酸法生产钛白的原料时，应采用TiO₂含量较高，杂质含量低且具有较好酸溶性的富钛料。当用于制备电焊条的涂料时，除要求TiO₂的品位高，还要求杂质硫、磷的含量低，以避免焊接点脆弱易断，且要求其中的放射性元素及钙、镁、锰等杂质含量较低。

目前，人造金红石的主要生产工艺有还原锈蚀法、盐酸浸出法、硫酸浸出法、电炉冶炼法及选择氯化法，所得人造金红石中TiO₂含量均大于88%。

图表 21 由钛铁矿制取富钛料的几种主要方法

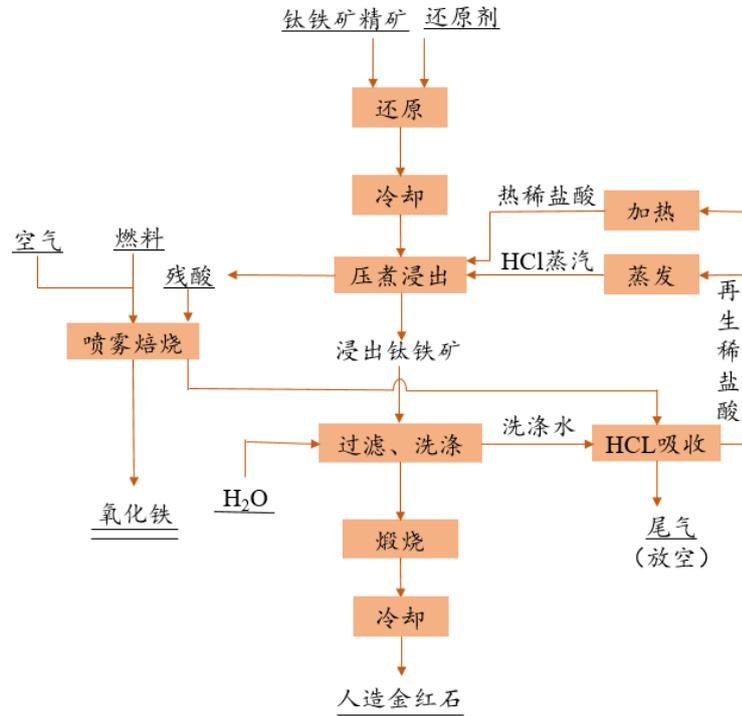
	湿法			干法	
	稀盐酸浸出法	硫酸浸出法	还原锈蚀法	电炉熔炼法	选择氯化法
反应试剂	稀盐酸含 18%-20% HCl	稀硫酸含 20%-23% H ₂ SO ₄	少量的 NH ₄ Cl	无烟煤（或焦炭、石油焦）	氯气和焦炭
钛铁矿预处理	预氧化-弱还原焙烧		氧化-强还原焙烧	不必预处理，或预氧化，或预还原焙烧	
可除去的杂质	Fe、Mn、Mg、Ca 和部分 Al		Fe	Fe 和部分杂质	Fe、Mn 等
产品粒度	基本保持原矿粒度			不保持原矿粒度	基本保持原矿粒度
工业应用情况	工业生产规模（100Kt/a 人造金刚石）		工业生产（700Kt/a 人造金刚石）	工业生产	半工业生产

资料来源：《钛冶炼工业》，华安证券研究所

盐酸法工艺的基本原理是用适宜浓度的盐酸处理钛铁矿，浸出钛铁矿中的杂质，得到富钛料。对于我国氯碱行业而言，最具优势的金红石生产工艺是盐酸法。一方面氯碱企业本身副产大量的盐酸，采用该工艺生产可以有效利用，形成产业链上的结合；另一方面，我国生产的钛精矿大部分是高钙镁岩矿，如采用其他生产方法，很难除去矿中的钙镁杂质，这会严重影响人造金红石在氯化过程中的氯化效率等，而盐酸法人造金红石生产工艺则很好地克服了这个缺点。盐酸法可有效除去钛精矿中的杂质铁和大部分CaO、MgO、Al₂O₃、MnO等，获得含TiO₂ 90%~96%的高品质人造金

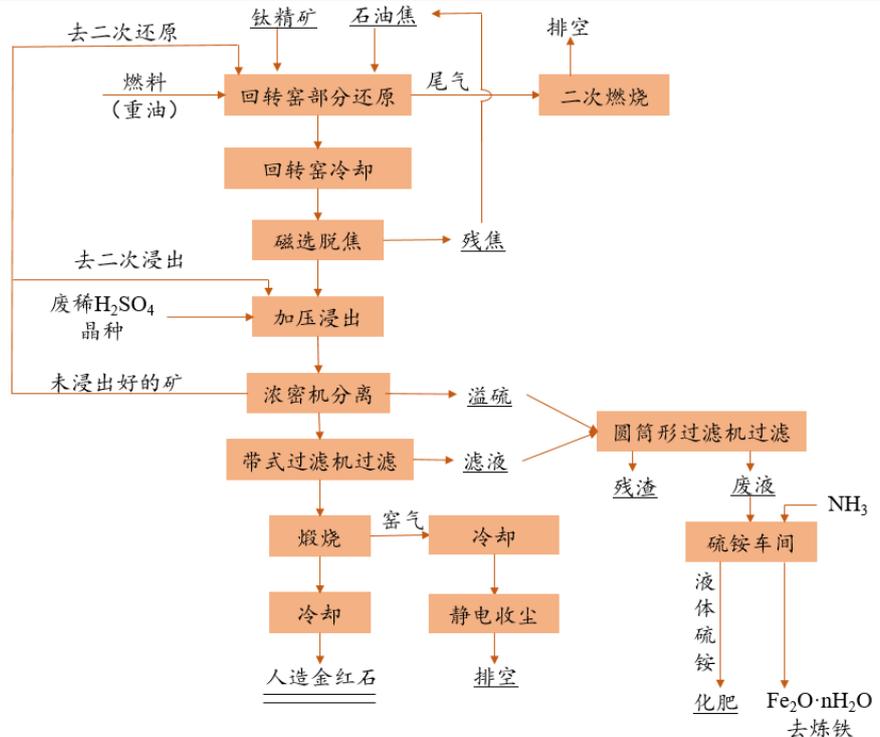
红石, 适合处理各种类型的钛精矿。

图表 22 盐酸浸出法制取富钛料流程示意图



资料来源:《钛冶炼工艺》, 华安证券研究所

图表 23 硫酸浸出法制取富钛料流程示意图

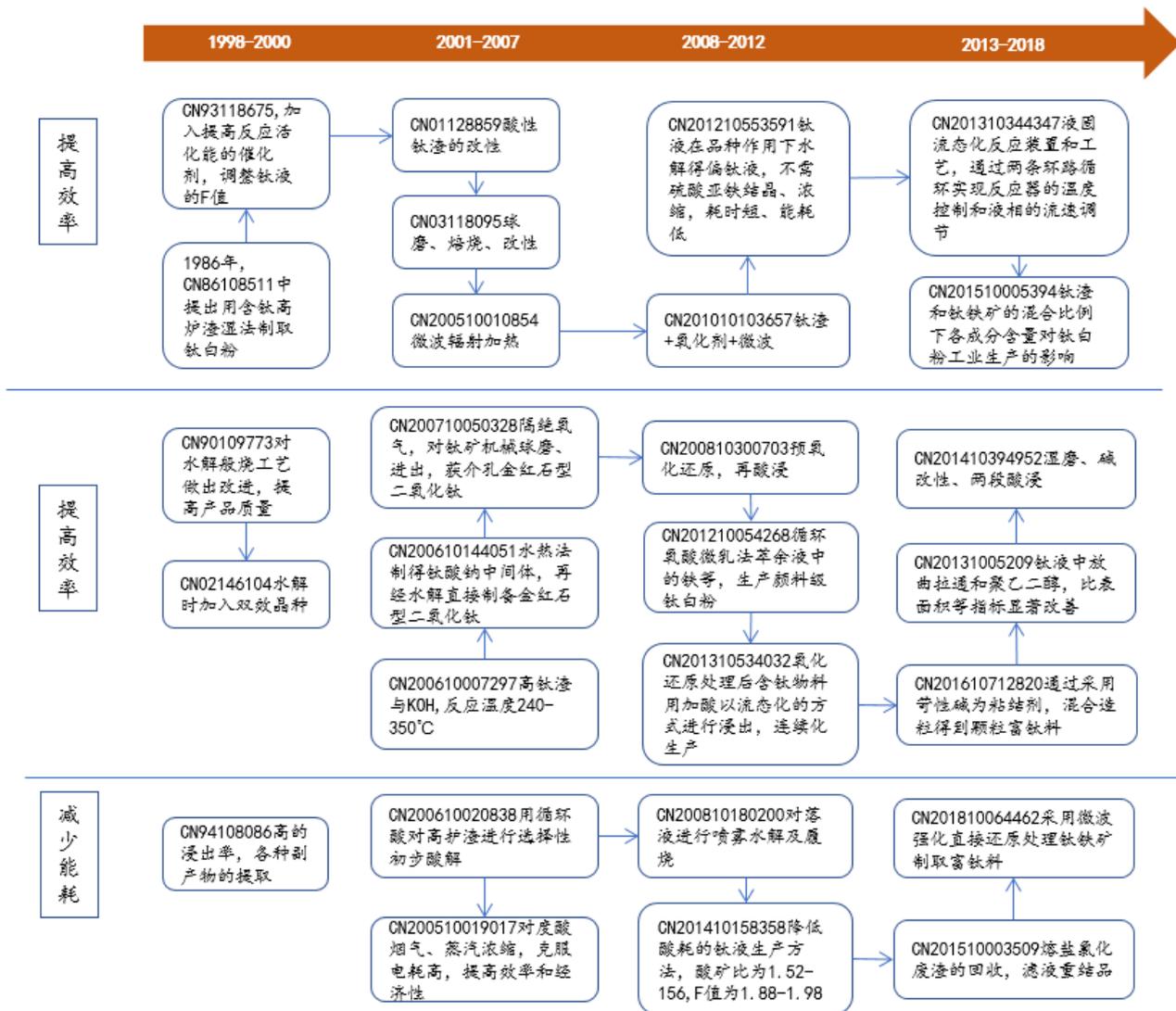


资料来源:《钛冶炼工艺》, 华安证券研究所

硫酸浸出法适用于处理氧化铁含量高的钛铁矿。硫酸浸出法是以硫酸法钛白废酸为原料的人造金红石生产技术，先用还原剂将钛铁矿中的 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ，然后利用硫酸法钛白生产排出的废稀硫酸进行加压浸出除去 Fe ，再经富集、锻烧得到人造金红石。这两种方法具有“三废排放量少”、废酸循环利用的优点，但副流程长，生产成本较高，生产过程中设备严重腐蚀，同时造成环境污染，因而限制了其在工业化方面的应用。

盐酸浸出法及硫酸浸出法均可称酸浸法，该法是在所有富钛料的制备中最终都会用到的一种手段，应用极其成熟和广泛。因此，国内各企业根据产品的纯度、制备方法的效率及节约能耗等方向的重点技术路线进行了大量的专利布局。

图表 24 国内酸浸法制备富钛料的技术演进图

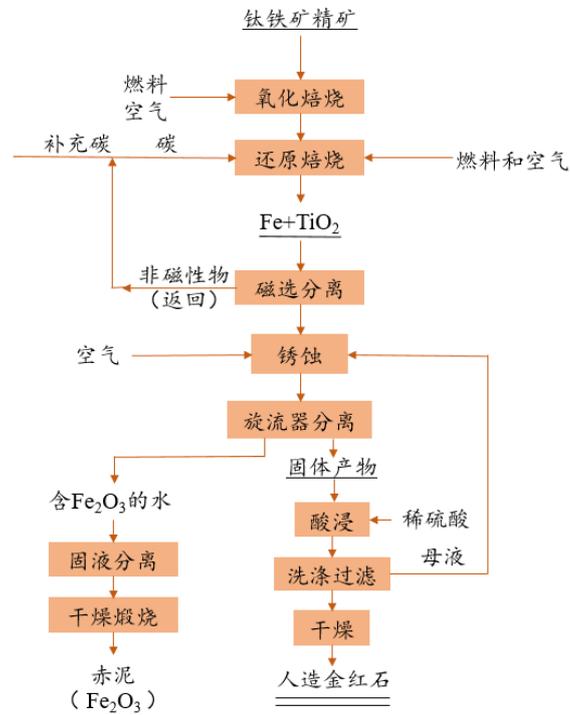


资料来源:《富钛料的制备方法技术综述》, 华安证券研究所

还原-锈蚀法生产的人造金红石具有粒度均匀、颜色稳定, 工艺流程短、产能大, 还原剂和燃料煤种分布广, 投资少、成本低, 宜规模化生产等优势, 适合高品位 (TiO_2 品位 $>54.0wt. \%$) 的风化钛砂矿。还原锈蚀法指的是在回转窑中, 首先还原钛精矿中的氧化铁, 在还原工序中以煤作为还原剂和燃料, 经过磁选后可除去大

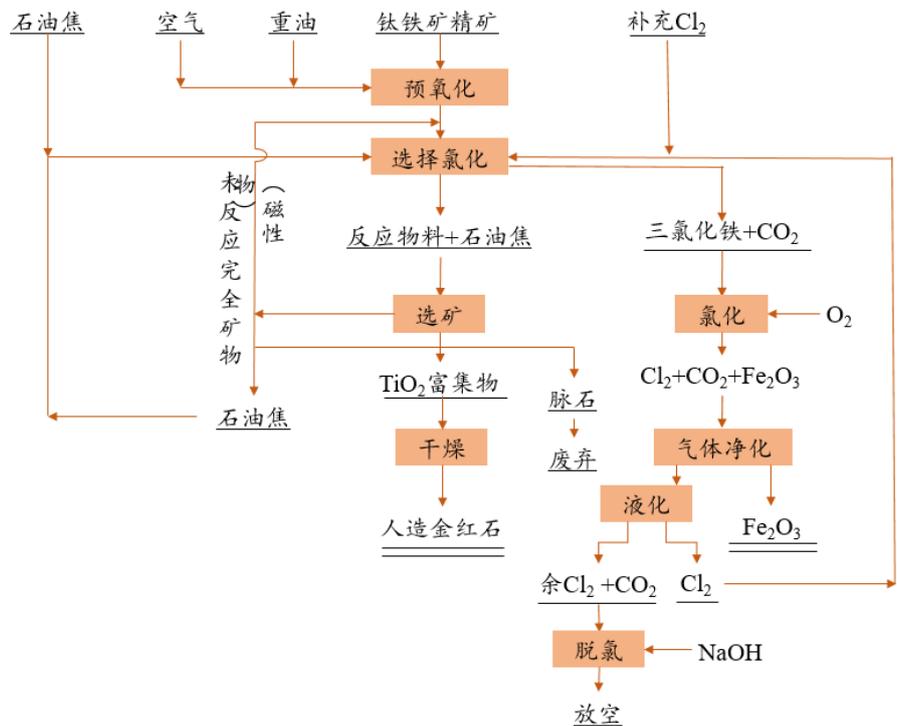
部分铁，再用稀的氨溶液锈蚀除去剩下的微量铁，在锈蚀过程中产生的废水和赤泥再经过过滤分离后可得到 TiO_2 含量 92%- 94% 的人造金红石。

图表 25 还原锈蚀法制取富钛料流程示意图



资料来源:《钛冶炼工艺》, 华安证券研究所

图表 26 选择氯化法制取富钛料流程示意图

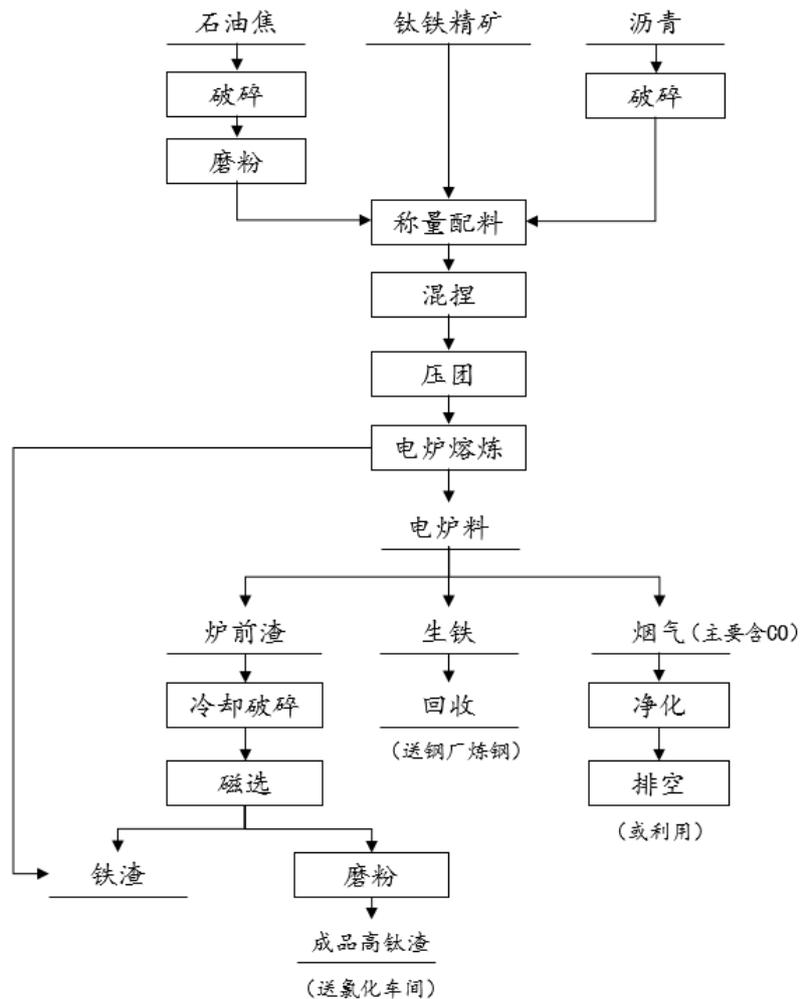


资料来源:《钛冶炼工艺》, 华安证券研究所

选择性氯化法突出优势是工艺流程短, 生产效率高, 除铁和除杂效果好, 对于含钙镁型钛铁矿具备较好适用性, 主要集中在用低杂质含量的钛精矿砂矿除铁富集钛, 对钙、镁、硅等杂质去除能力有限, 且多数工艺对高钙、镁、铝、硅含量的原生岩矿适用性不好。选择氯化法以钛精矿为原料, 主要利用各种氧化物与氯气的反应能力不同, 在一定的碳还原条件下, 通过控制适当的工艺条件, 使比 TiO_2 反应能力强的氧化物优先氯化, 从而留下金红石型二氧化钛使 TiO_2 得到富集。

电炉熔炼的工艺过程比较简单, 金属铁可以直接作为产品, 生产中产生的电炉煤气可以回收循环利用, 是一种高效的冶炼钛资源的方法。电炉熔炼法包括敞开式电弧炉熔炼、半封闭式电弧炉熔炼和封闭式电弧炉熔炼。电炉熔炼法的主要工艺流程是钛精矿经混料、造团后与还原剂(石油焦或无烟煤)一同放入矿热电弧炉内, 在 $1600\sim 1800^{\circ}C$ 的条件下进行熔炼, 产物分别凝聚为钛渣和金属铁, 根据生铁和钛渣的密度和磁性不同, 把钛氧化物和铁分开。高钛渣在世界富钛料中占主导地位, 具备规模大, 效率高, 工艺简单, 设备易大型化, 三废少且易于治理, 副产生铁和电炉煤气经济附加值高等优点。

图表 27 电炉熔炼法制取富钛料流程示意图



资料来源:《钛冶炼工艺》, 华安证券研究所

图表 28 国际上钛渣冶炼典型技术汇总表

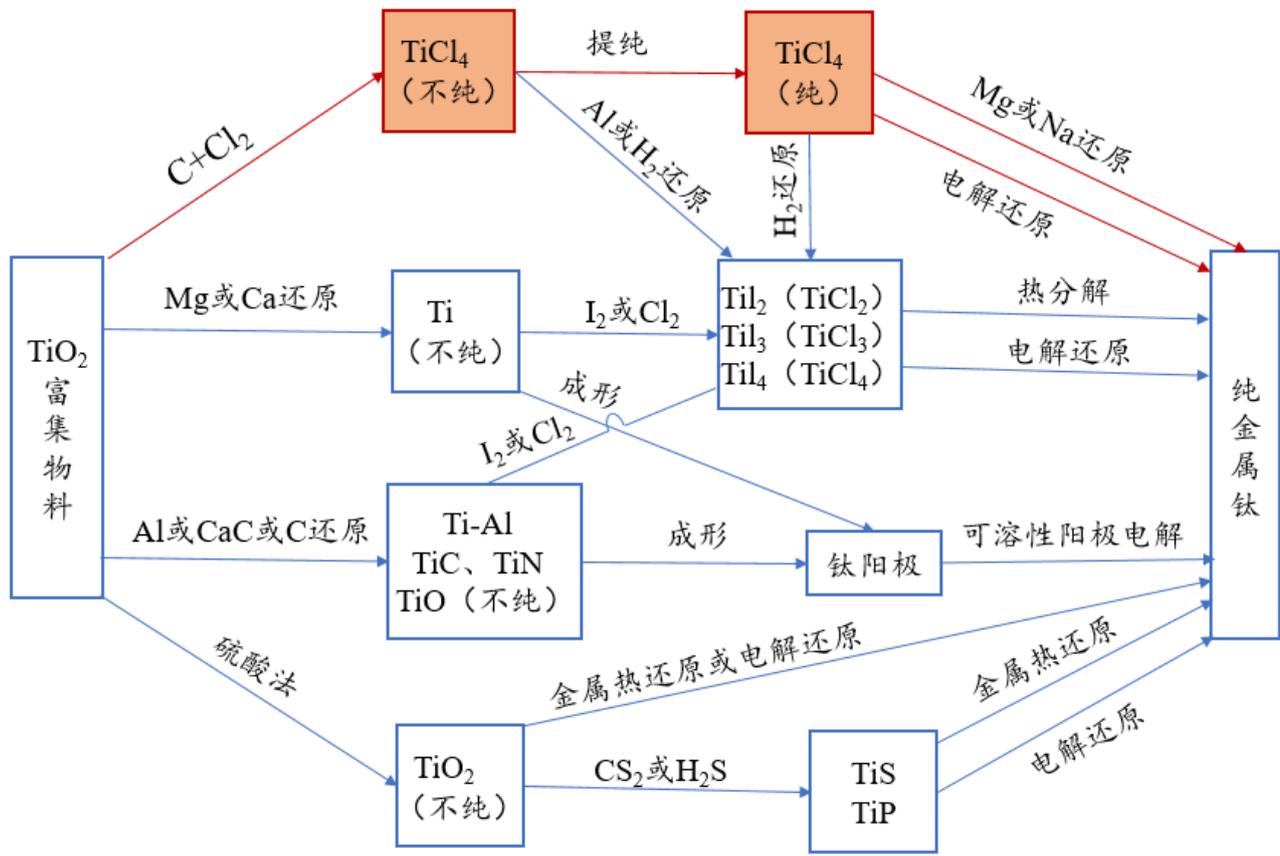
	加拿大 QIT	南非 RBM	挪威 TTI	乌克兰 TMP	南非 NSL
电炉炉型	矩形密闭	矩形密闭	圆形密闭	圆形半密闭	圆形密闭
钛渣产能 (kt/a)	1100	900	200	200	195
原料种类	岩矿	砂矿	砂矿	砂矿	砂矿
原料 TiO ₂ 品位 (wt. %)	36	49	45	58-64	48
钛渣 TiO ₂ 品位 (wt. %)	82	85	90	90-92	86
工艺路线	氧化焙烧-电炉熔炼	氧化焙烧-电炉熔炼	还原焙烧-电炉熔炼	电炉熔炼	电炉熔炼
产品用途	UGS/硫酸钛白	氯化钛白/硫酸钛白	氯化钛白	海绵钛	氯化钛白/硫酸钛白
电耗 (kWh/t)	2000-2400	2400	2000	2200-2800	2200-2400

资料来源:《攀西钛精矿提质制备人造金红石研究》, 华安证券研究所

2.1.3 四氯化钛: 液态化氯化为主流方式

沸腾氯化及熔盐氯化是制备粗 TiCl₄ 最为广泛的方法。TiCl₄ 是生产海绵钛和氯化法钛白粉的重要原材料, 在有碳存在下用氯气氯化高钛渣及金红石制得的。目前制备粗 TiCl₄ 的方式有竖式电炉氯化、连续式竖炉氯化、沸腾氯化及熔盐氯化等四种, 其中沸腾氯化及熔盐氯化法具有粉料入炉、不用制团、反应速度快、生产能力强及生产效率高等特点, 目前应用最为广泛。

图表 29 富钛料制取纯钛的路径



资料来源:《钛冶炼》, 华安证券研究所

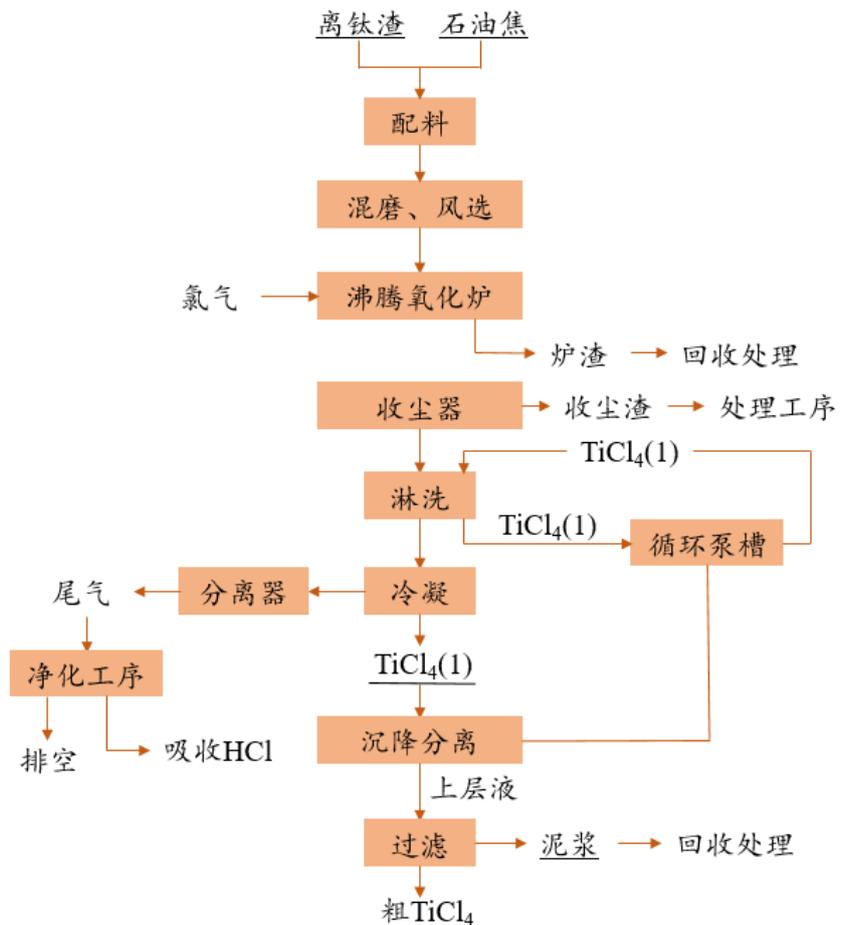
图表 30 粗 TiCl₄ 制备方式比较

	竖式电炉氯化	连续式竖炉氯化	沸腾氯化	熔盐氯化
氯化设备	竖式氯化炉	竖式连续作业氯化炉	沸腾氯化炉	熔盐氯化炉
对原料要求	不严格, 可以使用各种钛物料, 包括高钙、镁钙钛渣	不严格	不能用于高钙镁钛渣的氯化, 对于有筛板沸腾炉, CaO+MgO 含量 ≤ 1.5%	适用于高钙、镁钙钛渣/TiO ₂ 品味较低的钛渣
炉料准备	必须预先制团	团块加料或制粒加料	粉料入炉	粉料入炉
碳耗	高	高	中等	较低
单位面积四氯化钛产能 [t/(m ² ·d)]	2.5-3	4-5	25-40	15-25
单台炉最大产能 [t/(台·d)]	10	20	120-150	150-160

资料来源:《钛冶炼工艺》, 华安证券研究所

我国工业化生产 TiCl₄ 的主流方法是沸腾氯化法, 也称流态化氯化。首先将该法用于生产 TiCl₄ 的当属德国的拜耳公司, 但到目前为止, 美国杜邦公司沸腾氯化的生产规模、工艺水平与技术指标均处于世界领先地位, 日本也普遍采用该生产方法。

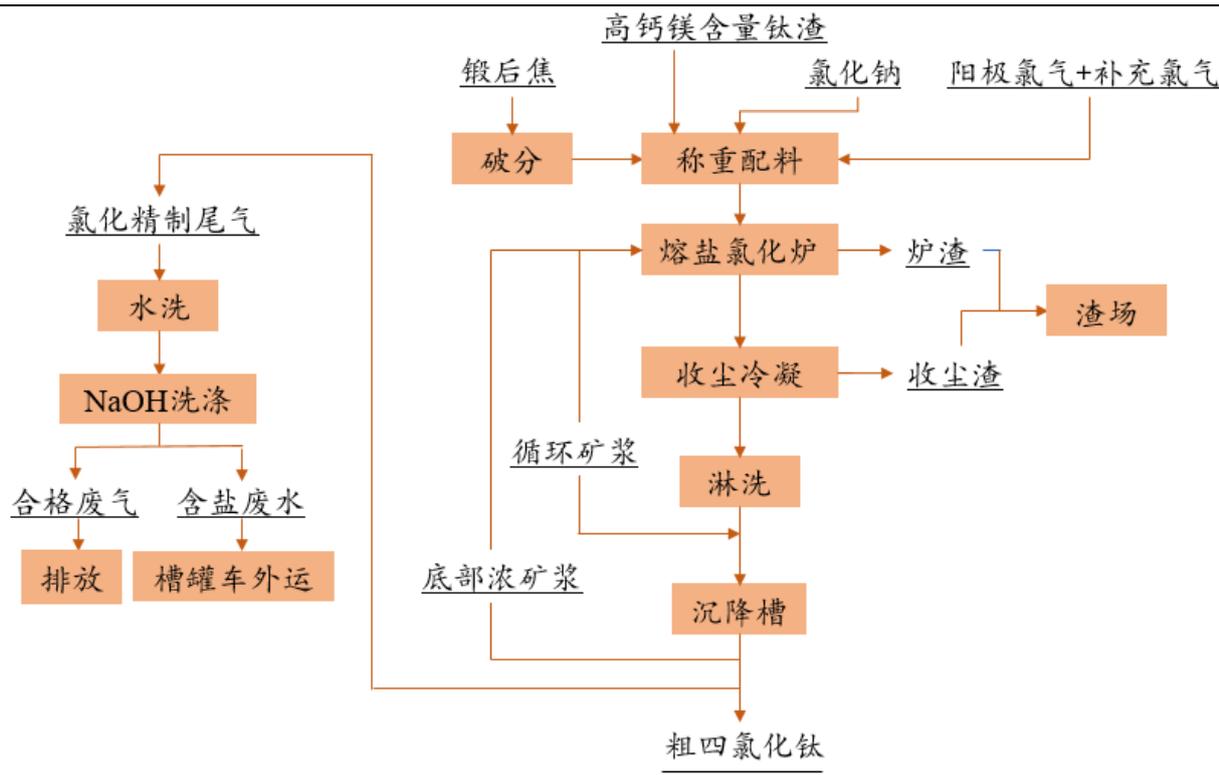
图表 31 沸腾氯化制取粗四氯化钛流程示意图



资料来源:《钛冶炼工艺》, 华安证券研究所

沸腾氯化法以氯气为流体和氯化剂，使高钛渣与石油焦的混合料在沸腾炉内处于悬浮状态，固体和气体处于激烈的相对运动中，并在 950~1050℃ 高温下通过加碳氯化反应制取 $TiCl_4$ 。其优点在于反应过程传质、传热效果良好，且操作简单连续、生产效率和产量较高。但沸腾氯化法对原料的要求较高，若直接采用低品位高钙镁钛渣作为原料，氯化过程中极易生成高粘度、不易挥发的 $CaCl_2$ 和 $MgCl_2$ 化合物，进而引起炉料结块，堵塞筛板，破坏反应床，影响沸腾氯化过程的正常进行。因此，沸腾氯化法制备 $TiCl_4$ 工艺采用的原料中 TiO_2 的含量通常 $\geq 92\%$ ， $CaO+MgO$ 含量 $\leq 1.5\%$ 。

图表 32 熔盐氯化制取粗四氯化钛流程示意图



资料来源：《钛冶炼工艺》，华安证券研究所

与沸腾氯化法不同，液态熔盐介质为钛原料的氯化反应提供了良好的反应界面，同时熔盐还是提高反应区氯浓度的有效催化剂，避免沸腾氯化法中 $CaCl_2$ 和 $MgCl_2$ 等杂质氯化物的不利影响、并对气态产物 $TiCl_4$ 有净化效果，可有效提高最终产品的质量，采用熔盐氯化工艺制取 $TiCl_4$ 时具有更宽阔的原料适应窗口。熔盐氯化工艺主要优点是能处理钙镁氧化物质量分数较高（一般 $\geq 2.5\%$ ）、二氧化钛质量分数低的原料。因此，针对我国钛资源铁、钙、镁杂质含量高的特点，选择熔盐氯化法处理低品位钛原料制备 $TiCl_4$ 显得尤为重要，同时也是提升我国钛资源高效规模化利用水平的有效途径。

目前，国内外主要有俄罗斯 AVISMA、哈萨克斯坦 UKTMP、乌克兰 ZTMK、云冶海绵钛厂、攀钢海绵钛厂和中国锦州钛业拥有熔盐氯化炉，其单炉 $TiCl_4$ 日产量为 80~160 吨。俄罗斯 AVISMA、哈萨克斯坦 UKTMP 和乌克兰 ZTMK 采用 TiO_2 含量为 88%~90% 的高钛渣进行熔盐氯化生产 $TiCl_4$ ，单炉日产能可大于 120 吨，钛回收率为 95%~96%，生产每吨粗 $TiCl_4$ 消耗钛渣 0.5 吨、石油焦 0.1 吨、氯气约 0.9 吨。

我国目前已经开展了大量以高钙镁低品位高钙镁钛渣为原料的熔盐氯化工艺技术研究,成功实现了 TiO₂ 品位为 78%~85%的低品位高钙镁钛渣在 NaCl 基熔盐体系中碳热氯化生产粗 TiCl₄的工业化实践,钛氧化物的氯化率>95%,基本解决了氯化设备大型化与产能扩大的实际生产问题,所产粗 TiCl₄经铝粉除钒、蒸馏与精馏精制后所得精 TiCl₄ 质量满足国标(YS/T655-2016)的最优品级质量要求,并能满足高品质海绵钛及氯化钛白生产所需原料质量要求。

除去粗四氯化钛中的杂质产出纯四氯化钛的过程,为四氯化钛制取过程的最后一个重要环节。未经精制的粗四氯化钛是一种淡黄色或红棕色浑浊液,含有许多杂质,成分十分复杂。重要的杂质有 SiCl₄、AlCl₃、FeCl₃、FeCl₂、VOCl₃、TiOCl₂、Cl₂、HCl 等。按杂质与 TiCl₄沸点的差异分为高沸点杂质、低沸点杂质和沸点相近杂质。这些杂质极易影响钛白粉或海绵钛的力学性能,《钛冶炼工艺》一书提及一个例子,当 TiCl₄中含有 0.2%的 VOCl₃,可使海绵钛含氧量增加 0.0052%,布氏硬度增加 4。

图表 33 粗 TiCl₄中杂质的大致含量 (%)

生产方式	TiCl ₄	杂质成分							
		Fe	Al	Mn	Si	V	游离 Cl ₂	CoCl ₂ 和有 机氯化物总 量	固体悬浮物 / (g/L)
熔盐氯化	>98	0.0002	0.001	-	0.0012	0.08	0.05	0.004	3.1
沸腾氯化	>98	0.01-0.04	0.01-0.04	0.01-0.02	0.1-0.6	0.005-0.1	0.05-0.3	-	-

资料来源:《钛冶炼工艺》,华安证券研究所

对于成分复杂的粗 TiCl₄ 的精制,通常是找出高沸点杂质中的 FeCl₃、低沸点杂质的 SiCl₄和沸点相近杂质中的 VOCl₃分别作为关键组分,把一个多组分体系的分离看作是由关键组分 SiCl₄-TiCl₄-VOCl₃-FeCl₃四组分体系的分离。关键组分分离合格,则表明粗 TiCl₄精制合格。

- 物理法除高沸点和低沸点杂质,根据它们与 TiCl₄沸点或相对挥发度相差大的特点,用蒸馏法除高沸点物质,用精馏法除低沸点物质;
- 化学法除钒杂质,粗 TiCl₄中的钒杂质主要是 VOCl₃和少量的 VCl₄,除钒目的是脱色和除氧。分别可用 Cu 除 V、H₂S 除 V、有机物除 V。除 V 就是分离沸点相近杂质。一般采用三套设备完成整个体系的分离过程,而精制工艺方案的确定,取决于除 V 方法,若用 Cu 除 V,则必须在最后除 V;若用 H₂S 和有机物除 V,则须先除 V 后除高沸点和低沸点杂质。

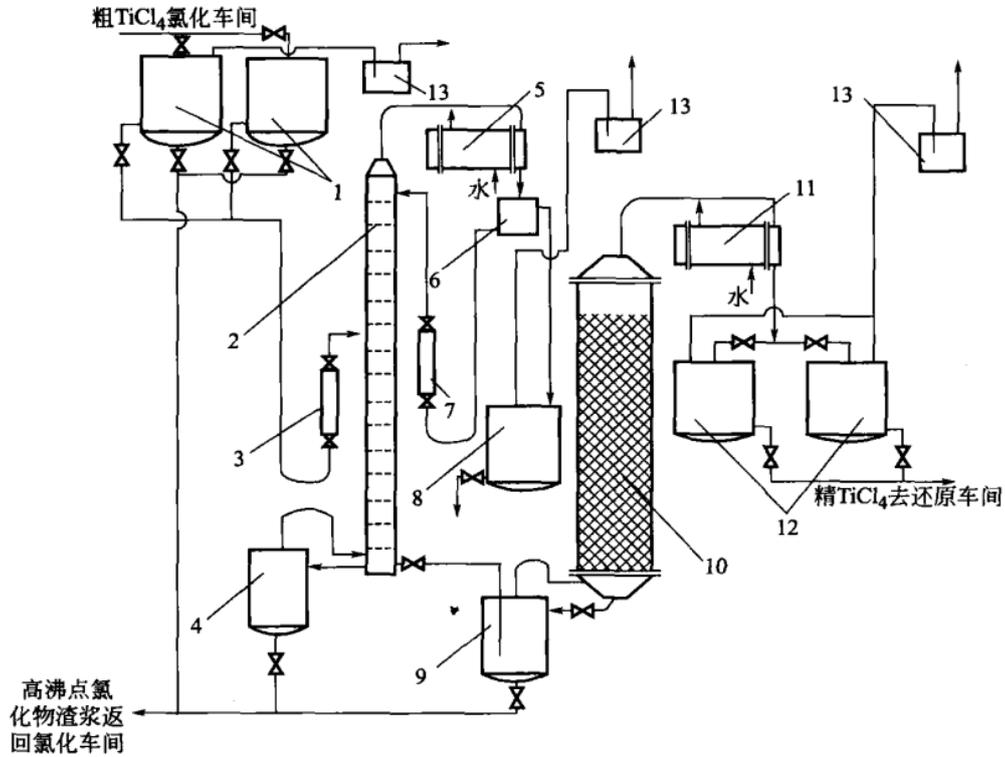
图表 34 四氯化钛各等级化学成分及色度 (YS/T655-2016)

列 1	化学成分, % (质量分数)						色度, 不大于
	TiCl ₄ ^a , 不小于	杂质, 不大于					
		SiCl ₄	FeCl ₃	VOCl ₃	AlCl ₃	SnCl ₄ ^b	
TiCl ₄ -01	99.99	0.003	0.0005	0.0005	0.001	0.005	5mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /L
TiCl ₄ -02	99.98	0.005	0.0010	0.0010	0.005	0.010	5mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /L
TiCl ₄ -03	99.96	0.010	0.0020	0.0015	0.010	0.015	5mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /L
TiCl ₄ -04	99.94	0.020	0.0030	0.0020	0.020	0.020	8mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /L

注: a 四氯化钛的含量为 100%减去杂质实测值总和后的余量; b 金红石作为主要原料时需进行检测

资料来源:产业信息网,华安证券研究所

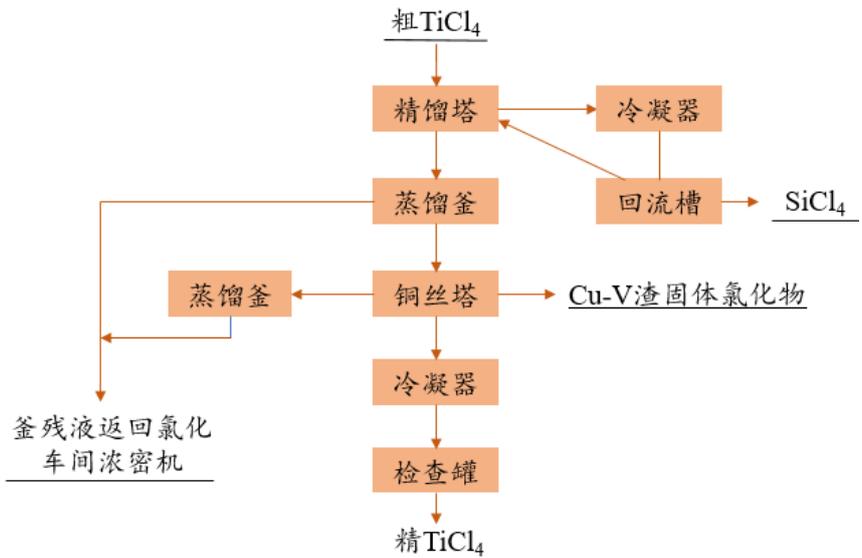
图表 35 四氯化钛精制设备流程图



- 1—粗 TiCl_4 高位槽；2—浮阀塔；3—转子流量计；4—蒸馏釜；5—冷凝器；
6—回流槽；7—转子流计量；8— SiCl_4 贮槽；9—蒸馏釜；10—铜丝塔；
11—冷凝器；12—精 TiCl_4 贮槽；13—酸封罐

资料来源：《钛冶炼工艺》，华安证券研究所

图表 36 粗四氯化钛制备精四氯化钛流程示意图



资料来源：《钛冶炼工艺》，华安证券研究所

目前，全球 90%以上的钛精矿资源用于生产制造钛白粉，约有 5%用于生产海绵钛金属。四氯化钛的生产是一项较为复杂的工序，随着中国工业力量的壮大，四氯化钛的发展正在不断加强。但是目前并没有完善的生产工艺。而四氯化钛的生产还存在巨大的潜力，想要充分挖掘，就需要加强对制作工艺的研究，从而扩大生产产量，并解决能源紧张等问题，从而为四氯化钛的生产提供充分的条件。

2.1.4 海绵钛：价格及工艺取决于镁价格

海绵钛为制取工业钛合金的主要原料，海绵钛生产是钛工业的基础环节，它是钛材、钛粉及其他钛构件的原料。海绵钛就是金热还原法生产出的海绵状金属钛，纯度%（质量）为 99.1~99.7，杂质元素%（质量）总量为 0.3~0.9，杂质元素氧%（质量）为 0.06~0.20，硬度(HB)为 100~157，海绵钛产品按化学成分及布氏硬度分为 7 个等级(牌号)：MHT-95、MHT-100、MHT-110、MHT-125、MHT-140、MHT-160、MHT-200。

图表 37 海绵钛各等级的化学成分及布氏硬度（GB/T2524-2019）

产品等级	产品牌号	化学成分（质量分数）/%													布氏硬度 HBW10 /1500 /30 不 大于
		Ti 不小于	杂质元素，不大于												
			Fe	Si	Cl	C	N	O	Mn	Mg	H	Ni	Cr	其他 杂质 总和	
0 _A 级	MHT-95	99.8	0.03	0.01	0.06	0.01	0.010	0.050	0.01	0.01	0.003	0.01	0.01	0.02	95
0级	MHT-100	99.7	0.04	0.01	0.06	0.02	0.010	0.060	0.01	0.02	0.003	0.02	0.02	0.02	100
1级	MHT-110	99.6	0.07	0.02	0.08	0.02	0.020	0.080	0.01	0.03	0.005	0.03	0.03	0.03	110
2级	MHT-125	99.4	0.10	0.02	0.10	0.03	0.030	0.100	0.02	0.04	0.005	0.05	0.05	0.05	125
3级	MHT-140	99.3	0.20	0.03	0.15	0.03	0.040	0.150	0.02	0.06	0.010	-	-	0.05	140
4级	MHT-160	99.1	0.30	0.04	0.15	0.04	0.050	0.200	0.03	0.09	0.012	-	-	-	160
5级	MHT-200	98.5	0.40	0.06	0.30	0.05	0.100	0.300	0.08	0.15	0.030	-	-	-	200

资料来源：产业信息网，华安证券研究所

由于钛在高温条件下化学性质十分活泼，易与氧、氮、碳、氢等元素发生反应，对提取纯钛造成极大影响，所以在钛冶金史上生产海绵钛的工艺一直比较复杂。至今海绵钛的生产工艺出现过很多种，但正大规模工业化生产的只有 Kroll 法和 Hunter 法，其他的方法也正在陆续改进中。

Kroll 法和 Hunter 法均不能连续生产，在生产过程中必须对反应炉进行装料、高温加热、以及卸料操作，使其能耗高，周期长，生产成本比较高；且产品钛呈海绵状，必须对其进行除杂质和固结等后续加工，无法直接使用，使成本进一步增加。由于 Mg 比 Na 更安全，且 Kroll 法生产的海绵钛经过破碎后的粒度更适合于熔炼，Cl⁻含量较低，生产成本更低，因此 Kroll 法逐渐取代了 Hunter 法，成为当前海绵钛生产的主导工业生

产法。世界上最后一家采用 Hunter 法生产海绵钛的工厂已于 1993 年关闭。

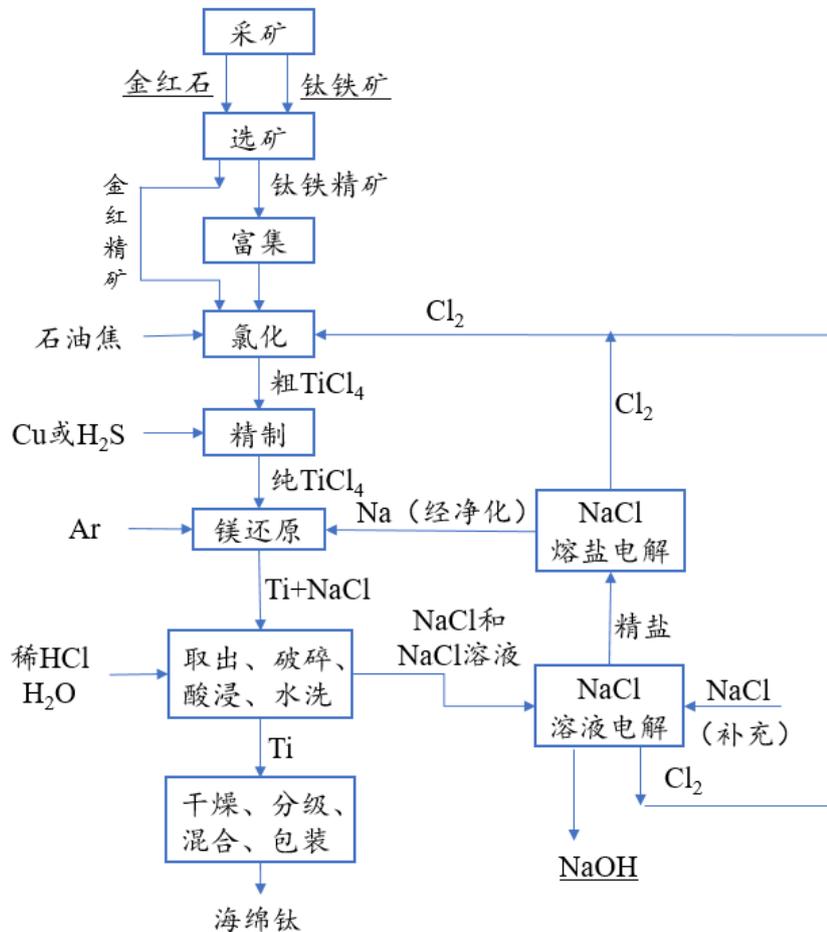
图表 38 Kroll 法和 Hunter 法的比较

	Kroll 法	Hunter 法
还原剂特点	镁熔点低，净制和输送较困难	钠熔点低，易于净制和输送
还原产物处理方法	MgCl ₂ 易吸水，易潮解，宜用真空蒸馏除去	NaCl 不吸水，不潮解，可用水洗除净
投资情况	设备复杂，投资大	设备较简单，投资较低
海绵钛特点	含 Cl ⁻ 少；海绵钛块大，且致密、粉末少，松装密度大 (1.2~1.3g/cm ³)	含铁氧少，而含 Cl ⁻ 多；海绵钛块小，且疏松、粉末多，松装密度小 (0.1~0.8g/cm ³)
产品熔铸性能	好，挥发分少	较差，挥发分多
还原作业情况	速度稍慢，放热量稍小，操作较复杂；炉产能大	速度快，放热量大，操作简单；炉产能小

资料来源：《海绵钛生产工艺综述》，华安证券研究所

Hunter 法发明于 1910 年，流程与 Kroll 法类似，但使用 Na 为还原剂，由于钛的低价化合物在熔盐中溶解度较高。在反应中，大部分 TiCl₄ 首先被 Na 还原为 TiCl₂ 并溶解在熔融的 NaCl 中，然后，这些 TiCl₂ 再被 Na 进一步还原为金属钛。整个还原过程均在惰性气体 Ar 保护下完成。

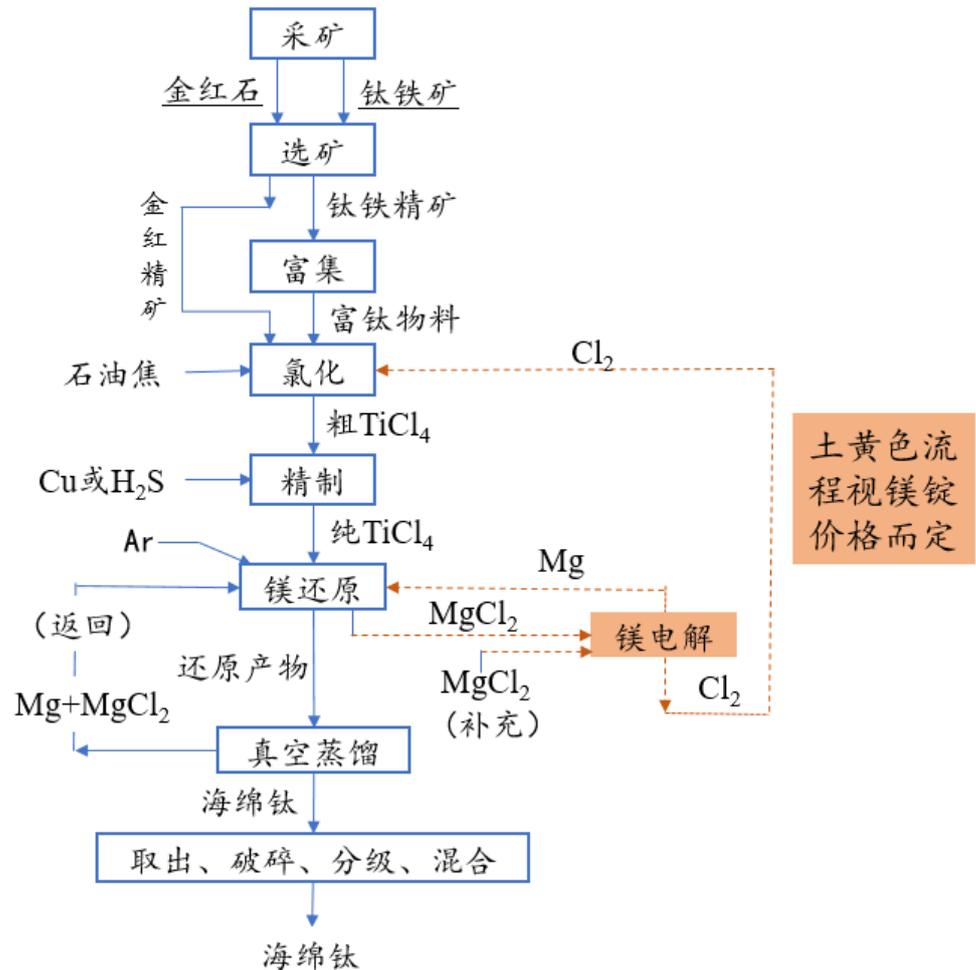
图表 39 Hunter 法流程图



资料来源：《海绵钛生产工艺综述》，华安证券研究所

Kroll 法于 1937 年由 William Kroll 提出，并于 1948 年实现海绵钛的工业规模生产。该法是目前世界上应用最广的海绵钛生产工艺。Kroll 法是在密闭的钢制反应器中进行的。将纯金属镁放入反应器中并充满惰性气体，加热使镁熔化，在 800~900℃ 下，以一定的流速通入 $TiCl_4$ ，使之与熔融的镁反应。在反应温度下，生成的 $MgCl_2$ （熔点为 2714℃）呈液态，可以及时排放出来。在 900~1000℃ 及一定真空度的条件下，将残留的 $MgCl_2$ 和 Mg 真空蒸馏出去，获得海绵状金属钛。

图表 40 Kroll 法流程图



资料来源：《海绵钛生产工艺综述》，华安证券研究所

在《钛冶炼工艺》一书中，对镁热法海绵钛生产的成本构成及流程工序进行了深入的剖析，该书指出成本构成的主要项目是原辅料，电耗和维修费，所以节能降耗、提高回收率、降低有加成成分损失、设备防腐和延长使用寿命是降低成本的主要目标和措施。根据中国有色金属报报道，按照生产 1 吨海绵钛大致需 1.1 吨镁锭、4 吨四氯化钛的理论数据计算，仅此海绵钛成本接近 10 万元/吨。而海绵钛成本并非只是由镁锭与四氯化钛构成，还有管理费用、财务费用、折旧费用、水电费用、人工费用等各种费用构成，这样，海绵钛成本每吨超过 10 万元、11 万元或者 12 万元已经客观构成。

图表 41 镁热法海绵钛生产的成本

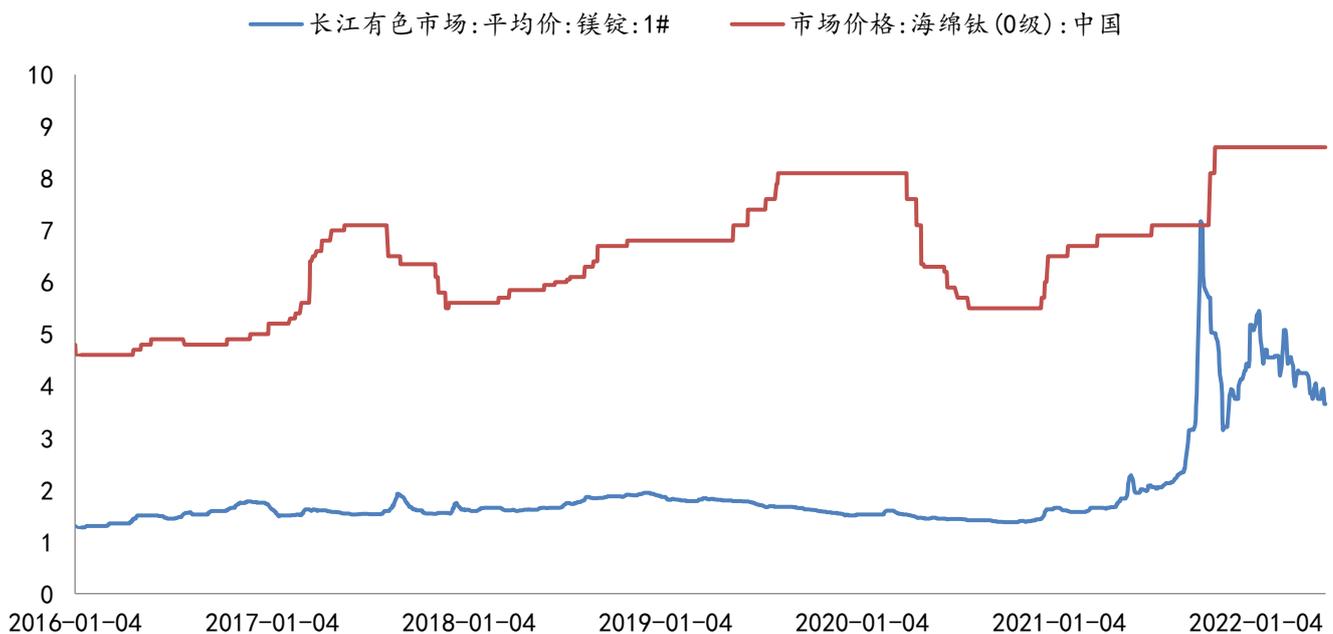
序号	构成项目	成本构成/%
1	原材料-钛物料	18-20
2	原材料-镁	18-20
3	原材料-氯	8-10
4	辅助材料	3-5
5	燃料和电耗 (不计镁还原)	8-10
6	生产公认工资及附加费	5-7
7	设备维修费	15-20
8	车间、厂部管理费	10-15
10	其他费用	1-2

资料来源:《钛冶炼工艺》, 华安证券研究所

从技术角度拉长时间轴来看, 由于电解 $MgCl_2$ 消耗的能源很大, 约占总能耗的 28%~34%, 因而企业会根据镁锭价格来选择是否将反应产物 $MgCl_2$ 电解再生 Mg 和 Cl_2 循环再用。根据有色金属网数据, 民营企业海绵钛成本略低于国有企业, 全流程企业海绵钛成本明显优于半流程企业。全流程企业生产一吨海绵钛需要补充镁锭 0.15 吨左右, 半流程企业需要镁锭 1.1 吨左右。因而若镁锭价格过高, 企业则偏好将产物电解进行循环利用, 暨全流程海绵钛生产工艺, 若镁锭价格低较低, 企业则偏爱不将产物进行循环利用, 暨半流程海绵钛生产工艺。

因此镁锭短期价格决定海绵钛价格走势, 长期价格却可以影响海绵钛的生产方式。

图表 42 海绵钛 (0 级) 及镁锭近五年价格走势



资料来源: wind, 华安证券研究所

图表 43 海绵钛其他生产工艺优劣势对比

	电化学还原法 (FCC 法)	钙热还原法 (OS 法)	PRP 工艺
装置示意图			
优势	工艺过程简单、生产成本低、生产成本低、可以实现连续化生产	节能效果明显、工艺连续	通过控制熔剂组成及预制品形状,可有效控制产物的形态;反应中避免了TiO ₂ 原料与还原剂和反应容器的直接接触,可有效控制产物纯度
劣势	原料的纯度要求高、电解脱氧过程效率很低、扩大化生产中遇到问题	实现工业化生产还需进一步的改进	机理仍需进一步探究

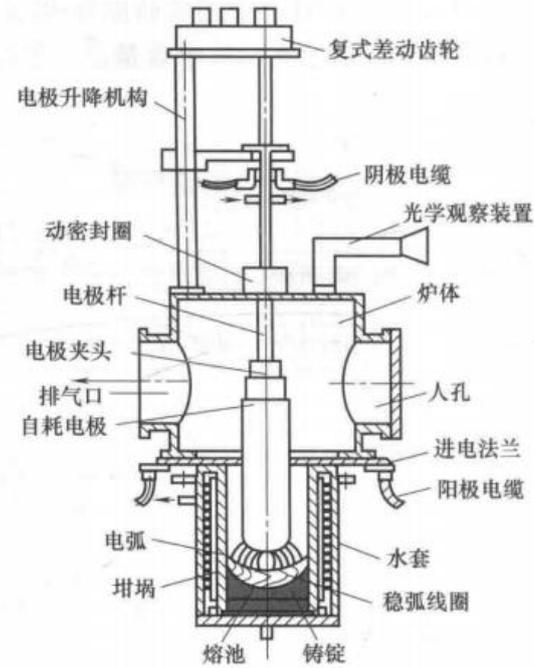
资料来源:《海绵钛生产工艺综述》,华安证券研究所

近年来,也出现了诸如电化学还原法(FCC法)、钙热还原法(OS法)、PRP工艺(预制还原过程),这些方法都向着低成本、环保、节能的方向发展研究,这也是钛金属生产的未来趋势。

2.1.5 钛熔炼:真空自耗电弧熔炼最常用

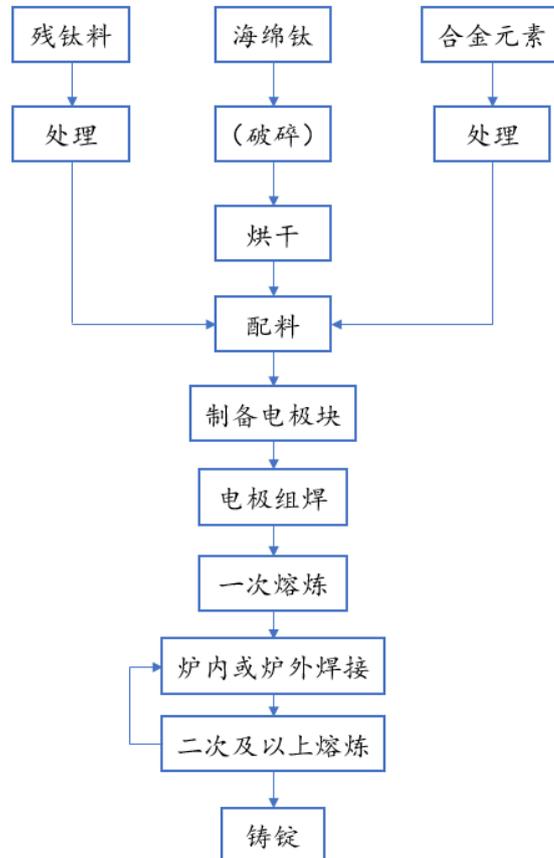
目前钛及钛合金铸锭的工业化生产中应用最广泛的是真空自耗电弧熔炼和冷床熔炼。只有小部分钛粉可以直接利用,大部分海绵钛及钛粉仍需进一步制成致密金属钛进而制成各种钛加工材,才能供终端客户制造出不同的设备和制件。自20世纪50年代以来,全世界已发展了多种钛熔炼方法,包括真空自耗电弧熔炼VAR、电子束冷床熔炼EBCHM、等离子束冷床熔炼PACHM、感应壳熔炼等,也可采用一些复合方法,如VAR+EB、VAR+PAM。此外电子束冷床炉和等离子冷床炉近年来发展迅速。其中钛的冷床熔炼技术于20世纪80年代开始发展,该工艺早期采用电子束作为热源,产生电弧,此弧压由被融化电极下端和坩锅中液态金属上表面之间的距离决定。其次随着电极杆温度升高电极杆融化成液体流入坩锅,液态金属高度逐渐增加而要熔化的金属电极长度逐渐减小。如果融化过程中发生被融化金属熔液流动呈柱形,短接被融化金属与已融化后位于坩锅中的金属熔液,形成直流电源输出短路,这要求直流电源具有很好的挖土机特性,自动迅速把输出电压降低以保持输出电流不变。此外,由于电极杆的融化速度和电流相关,因此为保证同样时间内熔化的金属量基本相同,要求流过被融化金属和液态金属之间的电流高度恒定,这需要直流电源具有良好的稳流功能。

图表 44 真空自耗电弧炉结构示意图



资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

图表 45 真空自耗电弧熔炼工艺流程示意图



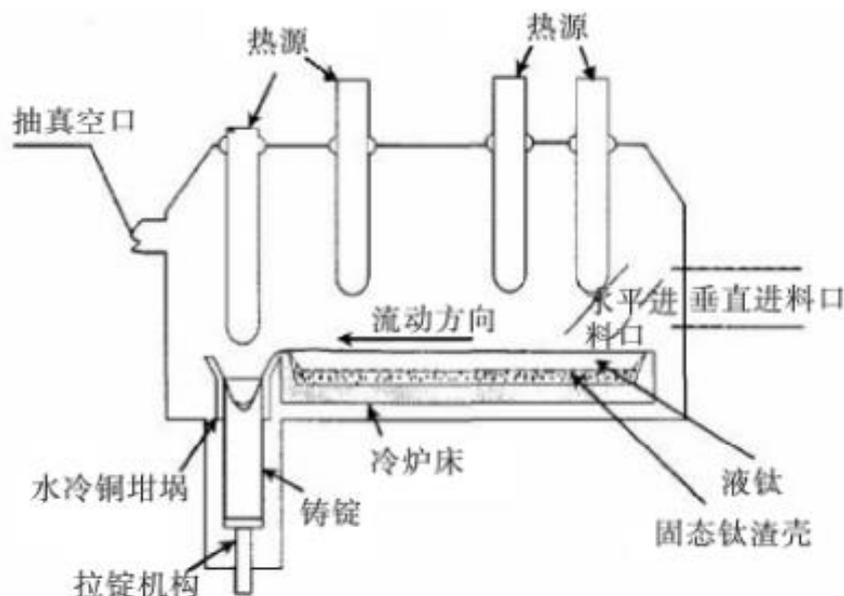
资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

生产钛及钛合金铸锭的主要方法仍为真空自耗电弧熔炼，并可能在今后较长一段时间占据熔炼工艺的主导地位。真空自耗电弧炉是将压制好的自耗电极为负极，铜坩埚作为正极，在真空或惰性气氛中，将自耗电极为在电弧高温加热下迅速熔化，形成熔池并进行搅拌，一些易挥发杂质将加速扩散到熔池表面被去除，合金的化学成分经过搅拌可达到充分均匀。

该技术的优点是熔炼速度快，工艺自动化程度高、操作简单、可生产大型铸锭，可满足一般工业要求。劣势在于熔炼易偏析合金元素较多的钛合金时，仍然会出现宏观和微观偏析。

冷床炉熔炼给钛熔炼带来了一定的经济和技术优点，使得廉价原材料能够得到充分利用，并且有极好的收得率和高生产率。冷床炉在设计上将熔炼过程分为 3 个区域：熔化区、精炼区和结晶区。在熔化区，原料由固态变成液态后流向精炼区；在精炼区，由于钛液在冷床上可停留较长时间，可有效去除易挥发杂质（如 H、Cl、Ca、Mg 等），低密度夹杂（如 TiN）可以上浮至熔池表面通过溶解消除，而高密度杂质（如 W、WC 等）则可以下沉至冷床底部被凝壳捕获，并充分实现合金化、减小偏析；最后通过溢流嘴流入结晶器，凝固成圆形铸锭或扁锭。

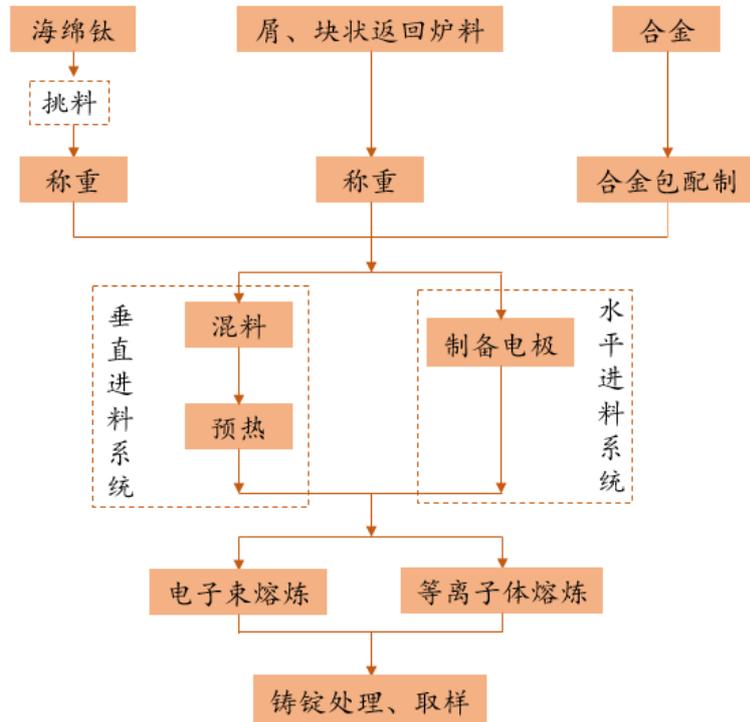
图表 46 冷床炉结构示意图



资料来源：《钛及钛合金熔炼技术发展现状》，华安证券研究所

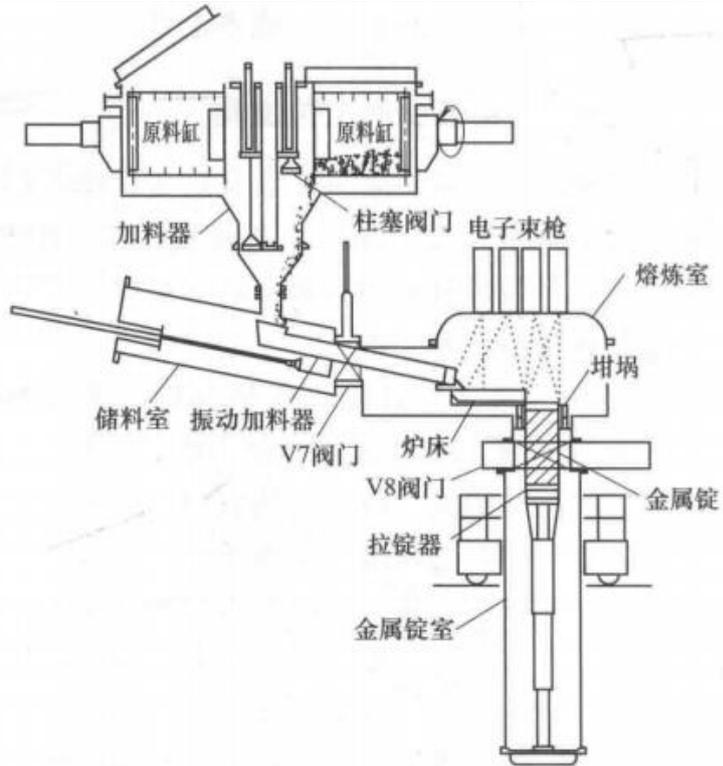
冷床炉根据热源不同，可分为电子束冷床炉和等离子束冷床炉。电子束冷床炉以电子束为加热源，在高电压下，电子从阴极发出，经阳极加速后形成电子束，在电磁透镜聚焦和偏转磁场的作用下轰击原料，电子的动能转变成热能，使原料熔化，可以熔化各种高熔点金属。电子束冷床炉要求在 1×10^{-3} Pa 高真空下进行。高真空有利于去除钛合金中的低熔点挥发性金属和杂质，起到提纯作用。等离子束炉以等离子束为热源，等离子束与自由电弧不同，它是一种压缩弧，能量集中，弧柱细长。与自由电弧相比，等离子束具有较好的稳定性、较大的长度和较广的扫描能力，从而使它在熔炼、铸造领域中具有独特的优势。

图表 47 冷床炉熔炼的工艺流程



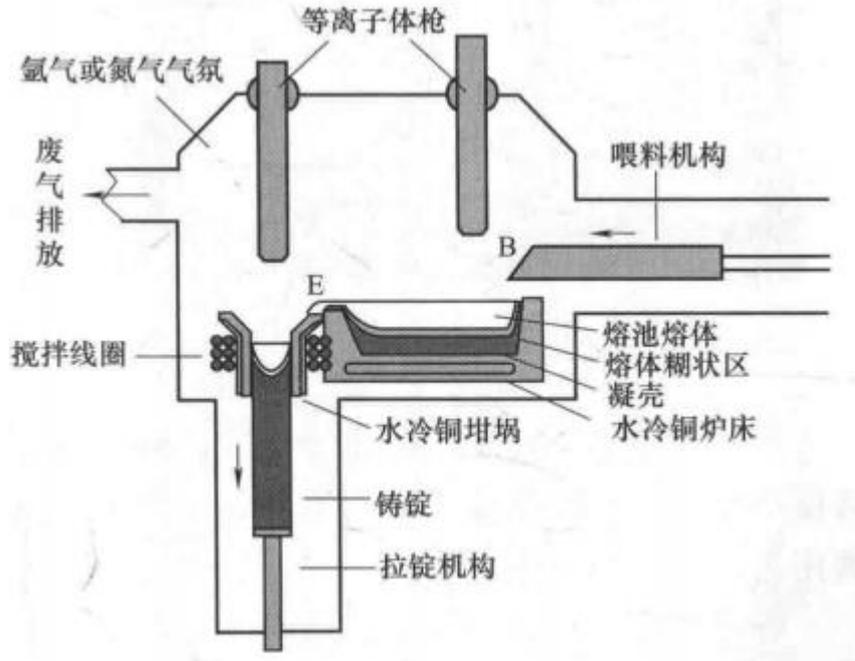
资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

图表 48 电子束冷床炉结构示意图



资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

图表 49 离子束冷床炉结构示意图

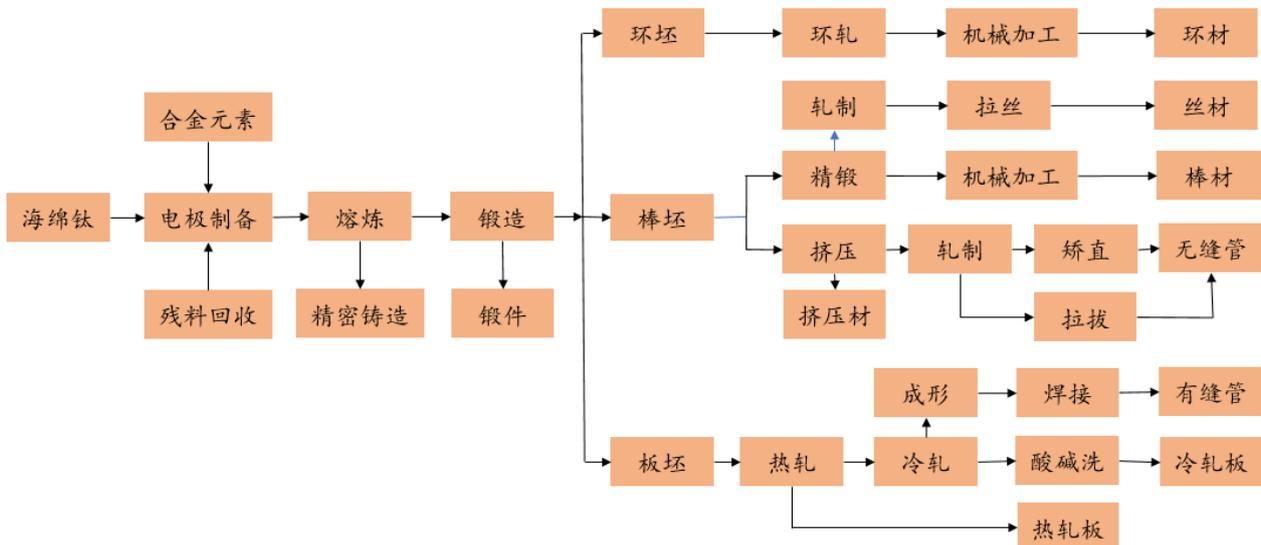


资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

2.2 钛材加工过程：设备及经验对钛材的质量至关重要

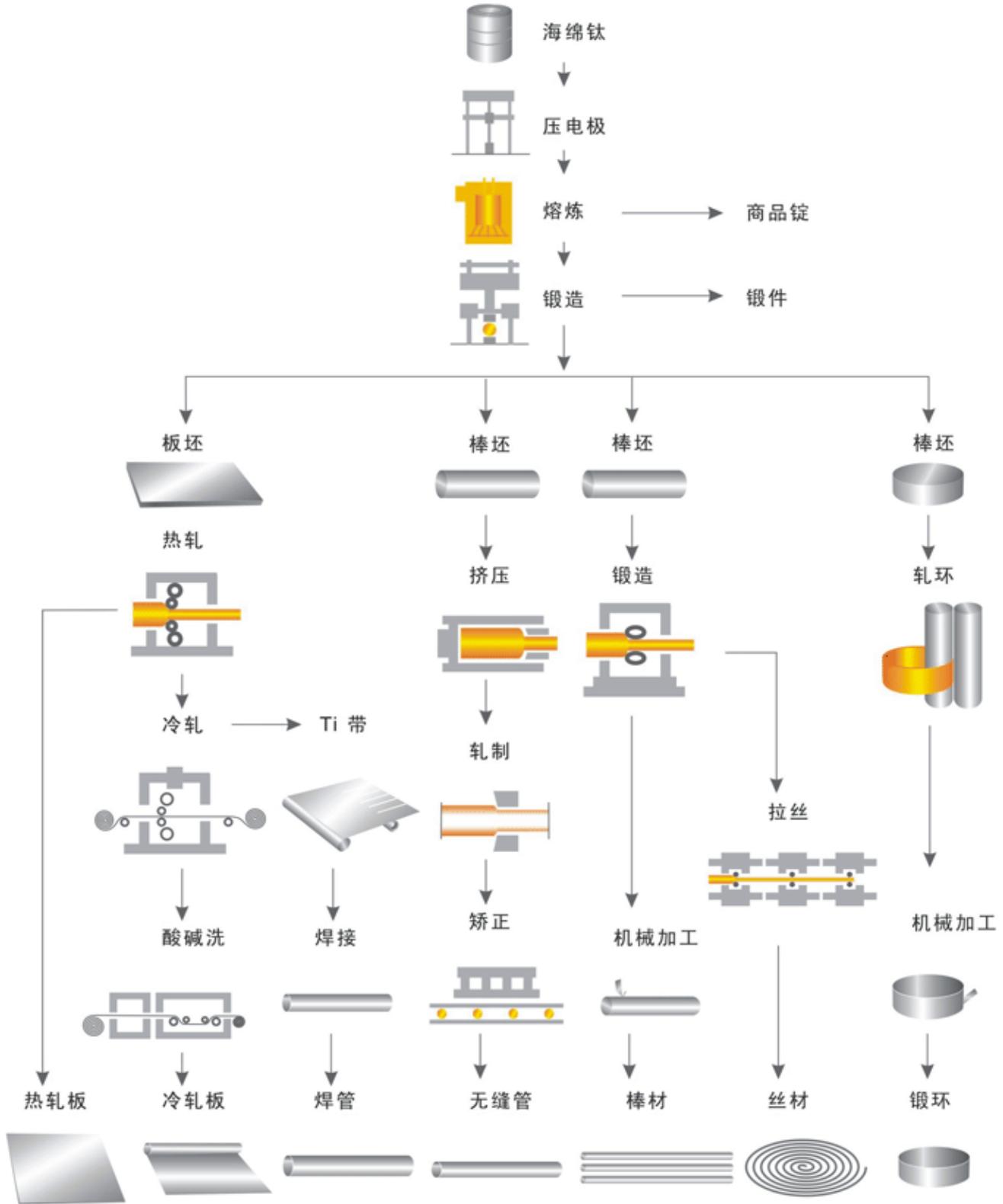
钛及钛合金的化学性能比较活泼，在高温状态极易氧化，对热加工（如铸造、锻造及焊接等）不利。除此之外，钛及钛合金的切削加工也较难，主要是钛在切削加工时容易粘刀，严重影响到钛及钛合金的表面质量。因此，钛及钛合金的加工与普通金属的加工有较大差异，对于钛及钛合金的加工，在方法上有其特殊的要求。随着加工技术的不断革新，可用于加工钛及钛合金的方法也越来越多。

图表 50 不同钛材的生产流程示意图



资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

图表 51 钛及钛合金生产工艺流程



资料来源：宝鸡市东阳金属有限公司官网，华安证券研究所

- 压力加工：对于室温塑性较差的钛合金，为了提高其可加工性，可采用温

变形

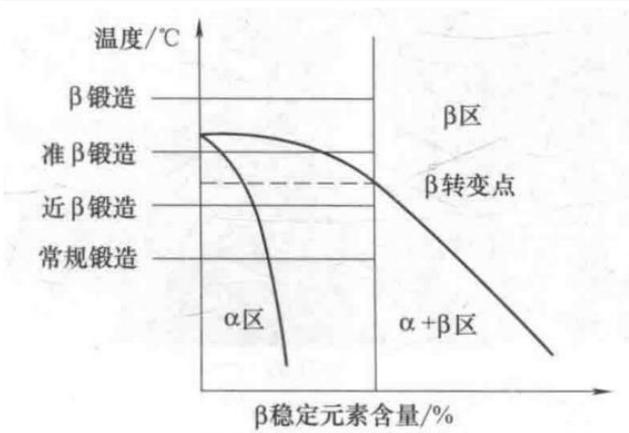
低温下，α钛合金塑性变形相对困难，随着变形温度升高，塑性也会相应提高。因此钛及钛合金通常进行热变形。但是钛合金在高温下与气体有很强的化和亲和力，极易吸收氧、氢、氮等气体，也容易氧化和碳化，不仅导致工艺塑性下降，而且恶化钛材的性能。

图表 52 压力加工常用方式及适用零部件

具体工艺		适用零部件
锻压	锻造	可获得所需的形状尺寸，改善组织和提高性能
	冲压	加工壁薄、形状复杂的零件
挤压		小批量、多品种、多规格的钛合金管、棒、型材及线坯的生产
轧制		钛合金板、带、箔、棒、管、型材，特别是薄壁、变断面型材
拉拔		钛合金管材、小直径棒材、线材
旋压	普通旋压和强力旋压	薄钛板及空心回转体、大直径薄壁零部件

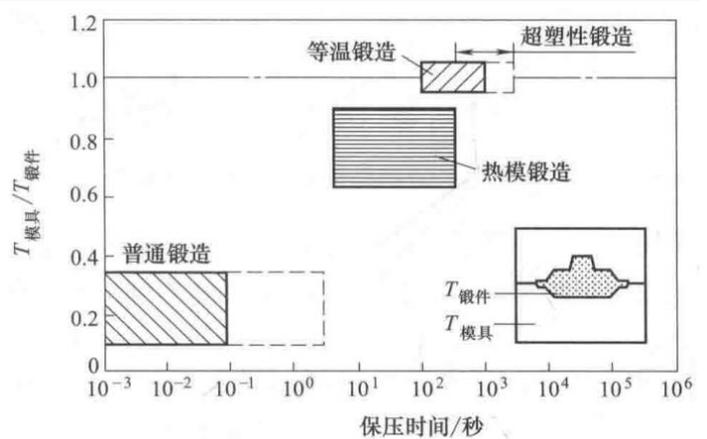
资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

图表 53 钛合金不同锻造工艺及温度示意图



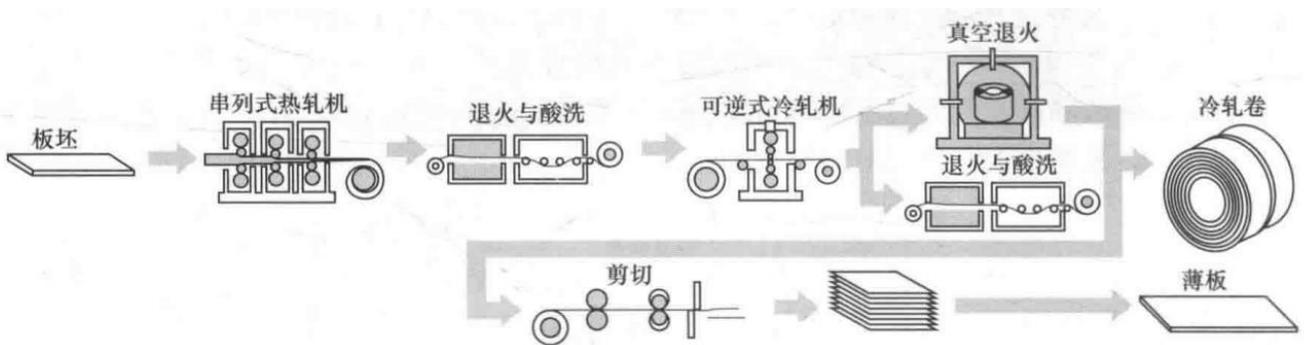
资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

图表 54 不同锻造方法的模具及锻件温度示意图



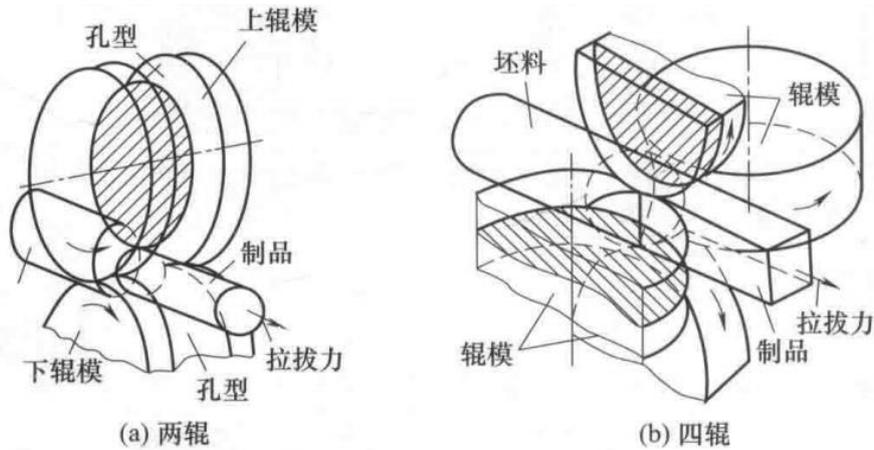
资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

图表 55 钛板及冷轧制带材的典型生产流程示意图



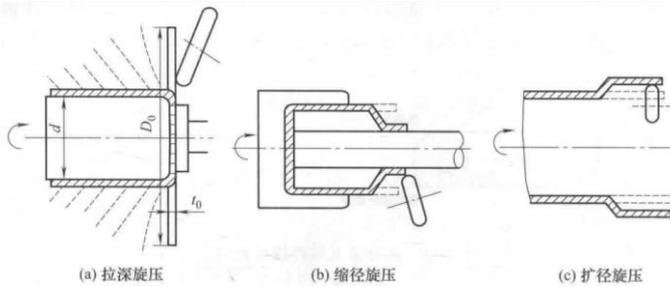
资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

图表 56 钛合金拉拔示意图

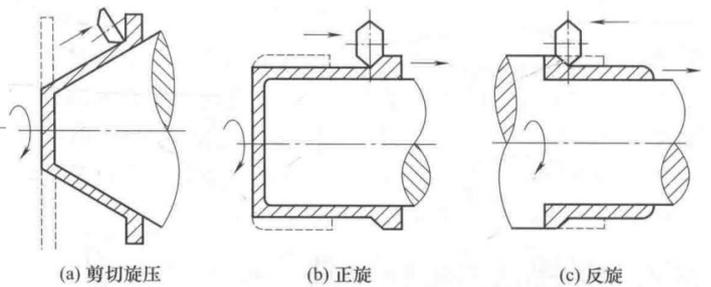


资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

图表 57 钛合金普通旋压示意图



图表 58 钛合金剪切旋压和流动旋压示意图



资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

● 近净成形: 可制备传统方式及压力加工无法成形的复杂形状零件

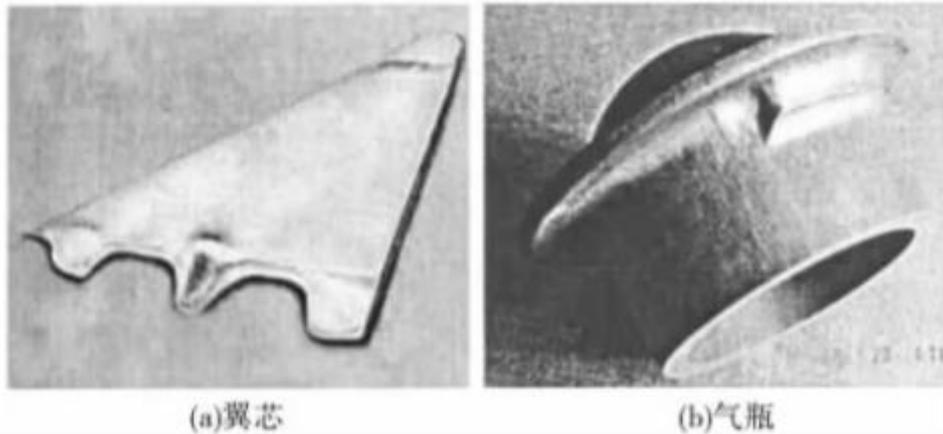
近净成形技术可以实现复杂形状的钛合金零部件的近净尺寸成形, 仅需少量加工或不加工就可作为构件使用, 可减少原材料的投入成本和加工步骤, 而且制品具有与传统工艺相近的组织性能。

图表 59 近净成形常用方式及适用零部件

具体工艺		适用零部件
精密铸造	熔模铸造	直接铸造壁薄、形状复杂的零件, 材料利用率达 75-90%
	消失模铸造	
粉末冶金		传统铸造、压力加工无法成型的复杂工件
超塑性		管道、机翼舱口板、喷嘴、发动机箱体、叶片等大型航空复杂锻件
爆炸成形		钣金零件的成形、胀形、卷边、翻孔、冲孔、弯曲等等
增材制造		任意复杂形状的零件

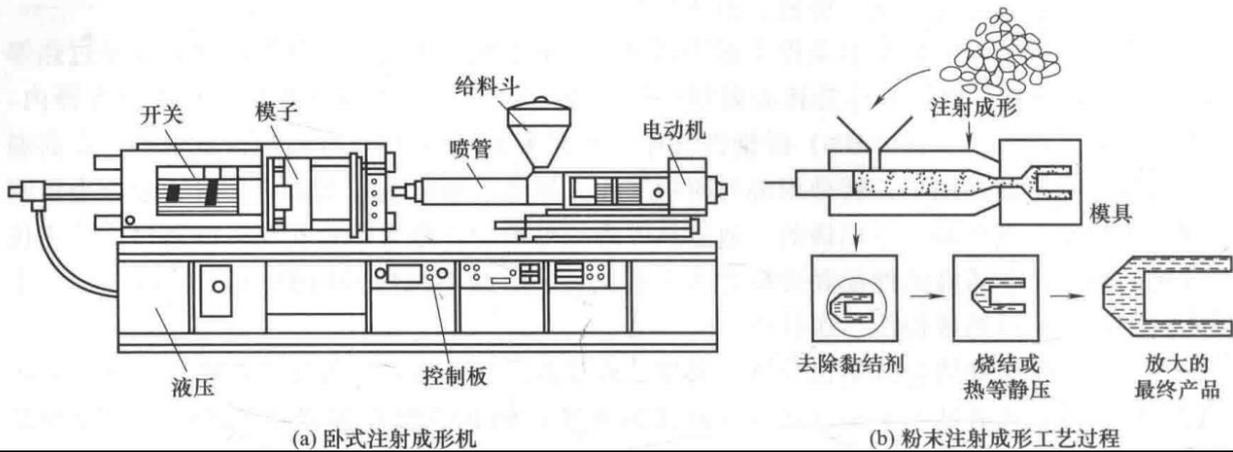
资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

图表 60 TC4 钛合金翼芯、气瓶等温精密锻件示意图



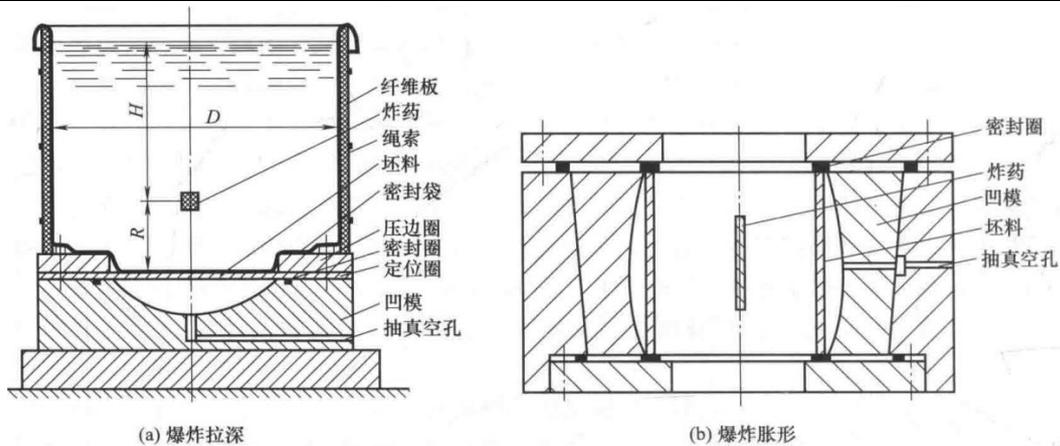
资料来源:《钛及钛合金的成型方法及应用》, 华安证券研究所

图表 61 粉末冶金领域注射成形机及粉末注射成形工艺示意图



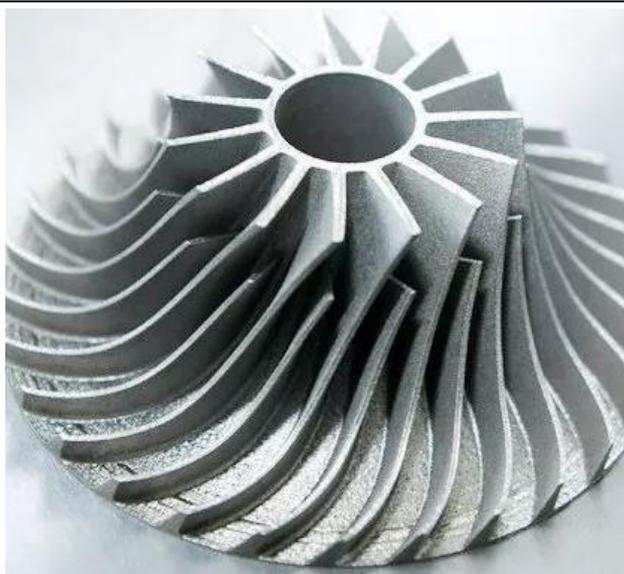
资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

图表 62 爆炸成形工艺示意图



资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

图表 63 河钢增材制造钛合金航空发动机零件



资料来源：河钢官网，华安证券研究所

● **复合成形：适用于钛复合材料**

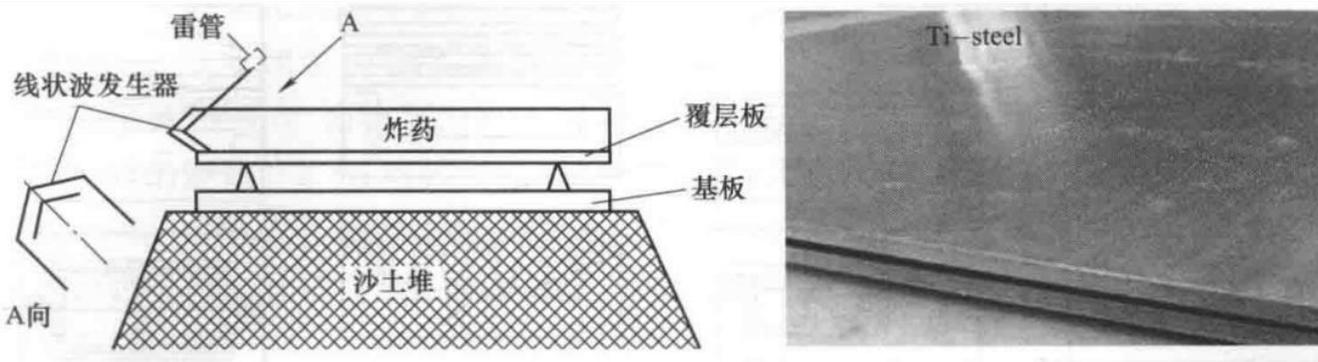
复合成形主要包含钛金属复合成形及超塑性-扩散连接成形两种工艺，前者用于加工钛复合材料，已生产出了钛钢复合板、钛铜复合板、钛-异种金属过渡接头等复合材料及构件，后者则可代替螺接和铆接。

图表 64 复合成形常用方式及适用零部件

具体工艺		工艺解析
钛-金属复合成形	热轧复合	双金属板在一定温度和巨大轧制压力下通过变形结合成一体至所需厚度
	冷轧复合	采用大变形量（压下率>70%）使两种不同金属复合在一起
	温轧复合	对于冷轧结合较困难的牌号在轧制复合前进行低温加热
超塑性成形和扩散连接	超塑性成形和扩散连接	当超塑性温度及扩散温连接温度相近时，可利用一次加热过程完成超塑性成形和扩散连接两个工序，适用于复杂结构的薄壁零部件

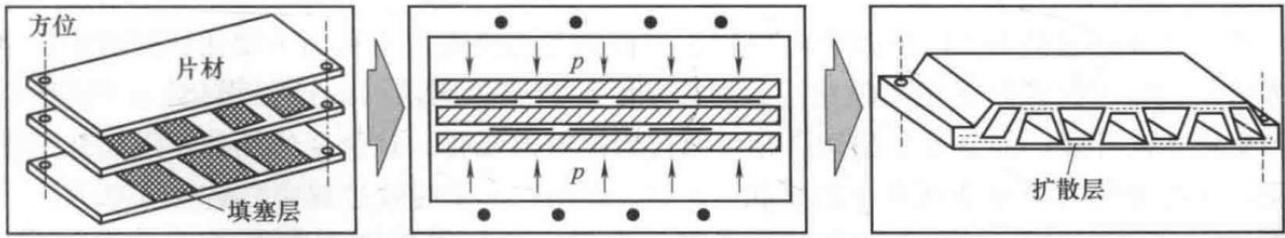
资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

图表 65 爆炸复合示意图及复合行成的钛-钢板



资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

图表 66 超塑性成形-扩散连接制作格状结构件示意图



资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

● 热处理: 改善组织及性能

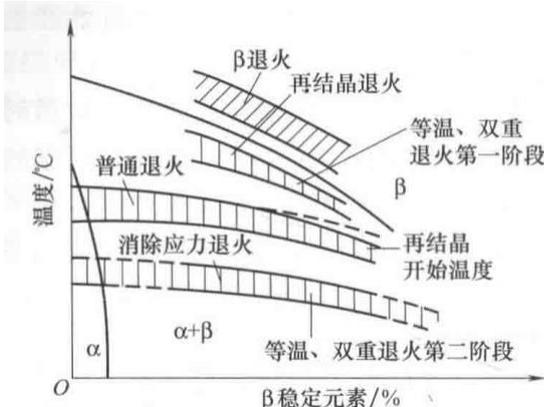
钛合金常用的热处理方法为退火、固溶和时效处理。退火适用于各类钛合金, 主要是为了获得最佳的力学性能, 消除应力、提高塑性和稳定组织。固溶和时效处理是钛合金强化的主要手段。

图表 67 复合成形常用方式及适用零部件

具体工艺		工艺解析	
固态相变	同素异构体转变	调节组织	
	共析转变		
	马氏体相变		合金元素大于临界浓度但不超过某一成分范围的合金中, 应力诱变马氏体具有较低屈服强度和较好的塑性
	ω 相变		ω 相可使高合金强度、硬度、弹性模量显著提高, 塑性显著降低
退火	不完全退火	消除铸造、冷变形和焊接产生的内应力	
	完全退火	降低硬度、提高塑性、稳定组织、改善加工性能	
	等温退火	得到稳定组织	
	双重退火	提高组织和性能的稳定性的	
固溶处理		获得高比例时效强化的亚稳态 β 相	
时效处理		促进亚稳态 β 相的分解或析出, 从而提高合金强度	

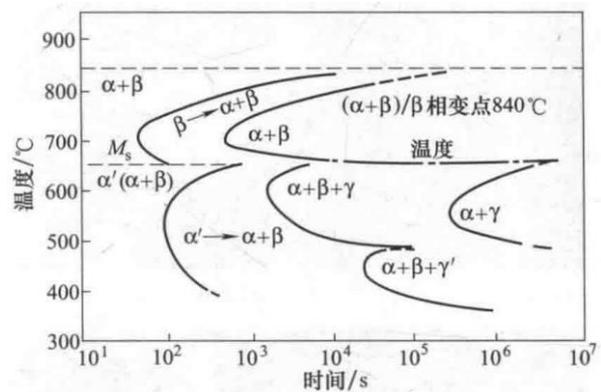
资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

图表 68 钛合金不同退货方式的温度示意图



资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

图表 69 Ti-4.5Cr 等温转变动力曲线

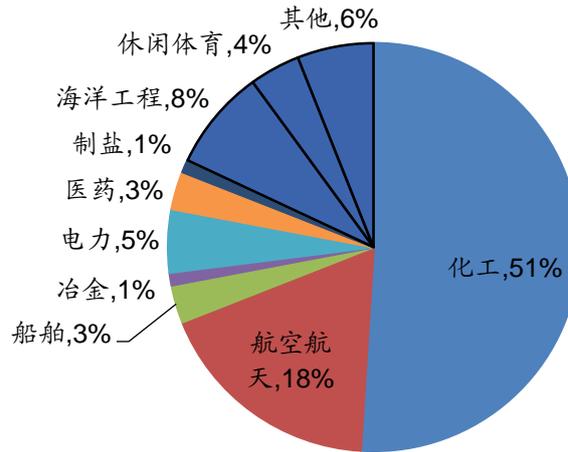


资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

2.3 行业需求端：化工领域及航空航天领域的空间巨大

钛是一种物理性能优良、化学性能稳定的材料。钛及其合金强度高、比重小，耐海水腐蚀和海洋气氛腐蚀，可以很好地满足人们在海洋工程方面应用的要求。经过钛业界人士和海洋工程应用研究人员多年的努力，钛已经在海洋油气开发、海港建筑、沿海发电站、海水淡化、船舶、海洋渔业及海洋热能转换等领域取得了广泛的应用。

图表 70 2020 年我国钛材在不同领域的应用比例



资料来源：中国有色金属工业协会钛锆钪分会统计，华安证券研究所

图表 71 近三年来中国各类钛材所占比例

	钛板		钛棒		钛管		钛锻件		钛丝		钛铸件		其他		合计	
	产量/t	比例/%	产量/t	比例/%	产量/t	比例/%	产量/t	比例/%	产量/t	比例/%	产量/t	比例/%	产量/t	比例/%	产量/t	比例/%
2018	35725	56.3	10322	16.3	7483	11.8	4477	7.1	863	1.4	708	1.1	3818	6	63396	100
2019	39060	51.9	13297	17.7	10150	13.5	5277	7	773	1	782	1	5926	7.9	75265	100
2020	57609	59.4	15547	16	9488	9.8	5660	5.8	1198	1.2	936	1	6591	6.8	97029	100

资料来源：《2020 年中国钛工业发展报告》，华安证券研究所

根据《2020 年中国钛工业发展报告》披露，在当前国家鼓励科技创新和内循环的大背景下，2020 年比 2019 年国内钛材需求量同比大幅增长了 50.7%，我国钛材消费领域呈现出不同的增长势头。除医疗行业用钛量受疫情影响略有下降外，其它行业均同比有一定的增长，尤其是海洋工程、体育休闲、船舶、航空航天和高端化工（PTA）行业，同比消费增长幅度高于三成。其中，主要是军工行业涉及的海洋工程、航空航天和船舶领域的用钛量增长幅度最大，上述三个领域的用钛量占总销量的 29%，预计未来还将持续增长。体育休闲用钛量的增长，主要是受国外疫情影响，国外盛行高尔夫球运动，导致钛制高尔夫球杆用钛量激增，需求量创近十年最高记录；在国内消费需求拉动下，高端化工装备（PTA）用钛量持续三年保持高速增长态势，2020 年增幅达 34.6%；传统行业制盐和电力的钛材需求增长幅度最小。

从总量上来看，2020 年，我国在高端化工（PTA）、航空航天、船舶和海洋工程等中高端领域的钛加工材需求同比大幅增长，钛材需求总量同比增长了 28439t。分

领域来看, 由于化工 (PTA) 领域新扩建项目的需求拉动, 钛材需求增长幅度最大 (12223t), 其次是航空航天 (4628t)、海洋工程 (4078t)、船舶 (988t) 和电力 (525t)。

2.3.1 化工行业: 多领域的旺盛需求推动销量逐年攀升

金属钛具有优秀的耐腐蚀性和力学性能, 被广泛应用于很多部门。特别是化工应用中, 用钛可以代替不锈钢作为耐腐蚀材料, 这对延长设备使用年限、降低成本、防止污染和提高生产率等方面有着十分重要的意义。近年来, 我国化工用钛的范围在不断扩大, 用量逐年增加, 钛已成为化工装备中主要的防腐蚀材料之一。钛作为一种用于化工装置中的耐腐蚀结构材料, 已经成为化工设备中的理想材料。

图表 72 几种金属材料性能

材料类型	抗拉强度/Mpa	弹性模量/10 ⁴ MPa	密度/g·cm ⁻³	比强度/N·m·kg ⁻¹	比模量/m
超硬铝合金	588	7.154	2.8	210	2.55
耐热铝合金	461	7.154	2.8	165	2.55
高强度镁合金	343	4.41	1.8	191	2.45
高强度钛合金	1646	11.76	4.5	366	2.61
高强度结构钢	1421	20.58	8	178	2.57

资料来源:《钛合金在油气勘探开发领域的应用前景》, 华安证券研究所

图表 73 钛材设备与传统材料设备使用寿命比较

设备名称	原用材料	寿命	改用材料	预期寿命	提高倍数
制盐预热器	碳钢	<1 年	钛	15 年	15
盐厂板式换热器	碳钢	<1 年	钛	15 年	15
盐浆泵	铸铁	-	钛	已用 10 年	-
海水冷却器	铝青铜	<1 年	钛	30 年	30
海水冷凝器	铜镍合金	3 年	钛	40 年	13
海水热交换器	铝青铜	4 年	钛	40 年	10
四溴乙烷管道	Ti-Cr18Ni2Mo2	0.5 年	钛	20 年	40
联碱外冷器	碳钢	2.5 年	钛	18 年	7
氨碱碳化塔冷却水管	铸铁	2.5 年	钛	30 年	12
联氨母液换热器	碳钢	0.5 年	钛	>20 年	40
湿氯气冷却器	石墨	0.25-0.5 年	钛	10-20 年	20-40

资料来源: 产业信息网, 华安证券研究所

化肥工业, 需要使用钛材解决腐蚀问题的主要有尿素及联碱两个方面:

- (1) 由于合成尿素生产过程中的介质——氨基甲酸铵及过量氨、尿素以及水的液态混合物在高温高压下腐蚀性很强, 尿素生产中的合成塔、二氧化碳汽提塔、一段分离器等与熔融尿素介质接触的高压设备用材必须采用钛材。实际使用也表明, 钛材在尿素介质中比不锈钢有更好的抗局部腐蚀性能。尿素汽提塔也是我国目前自行设计、制造的较重型的钛衬里设备。

图表 74 钛管尿素汽提塔



资料来源：百贸网，华安证券研究所

（2）联碱：联碱厂都要受到高浓度氯化铵溶液对金属材料的强烈腐蚀，采用涂料保护效果不甚理想。只有采用钛材才能解决联碱生产中的设备腐蚀问题。此外，钛和钛合金可以用作化工装置（如氢气高压压缩机等）的阀片、弹簧及电化学阴极保护的阳极材料，以提高其耐疲劳腐蚀和使用寿命。

氯碱行业，由于钛在湿氯气、氯化物、含氯溶液中具有优良的耐腐蚀性能，不会发生点腐蚀及应力腐蚀现象，这是一般不锈钢都不能比拟的，也正是钛在制氯工业及与氯化物接触的许多工业部门中被大量用作设备耐蚀材料的原因，它解决了氯碱厂多年来存在的共同性腐蚀问题。因此，氯碱工业是钛制设备应用最多的部门之一，主要的钛制设备有湿氯冷却器、电解槽的金属阳极、脱氯塔加热管、含氯淡盐水真空脱氯用泵和阀门等。

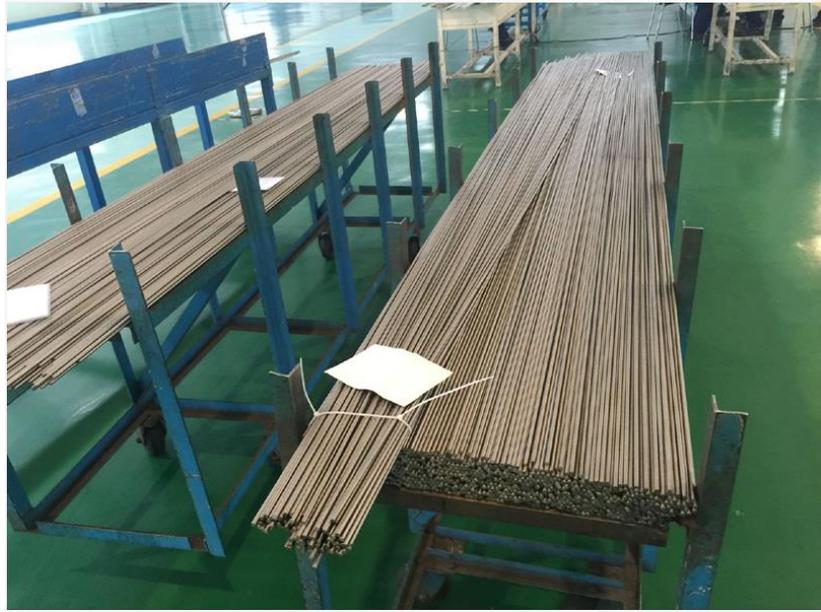
图表 75 氯碱用钛电极



资料来源：产业信息网，华安证券研究所

纯碱工业，纯碱是最基本的化工原料之一，它直接关系到国民经济的发展。纯碱生产过程中，气体介质多为 NH_3 和 CO_2 ，液体介质多为 NaCl 、 NH_4Cl 、 NH_4HCO_3 和 Cl^- 浓度较高的溶液，使用碳钢、铸铁材质进行碳酸化反应的碳化塔小管、热母液冷却器、冷却器、结晶外冷器等主体设备，均不耐腐蚀，腐蚀泄漏严重，使用寿命不超过三年。

图表 76 纯碱厂蒸馏塔顶部氨冷凝器



资料来源：产业信息网，华安证券研究所

图表 77 冷凝器采用钛管与铸铁管经济效益比较

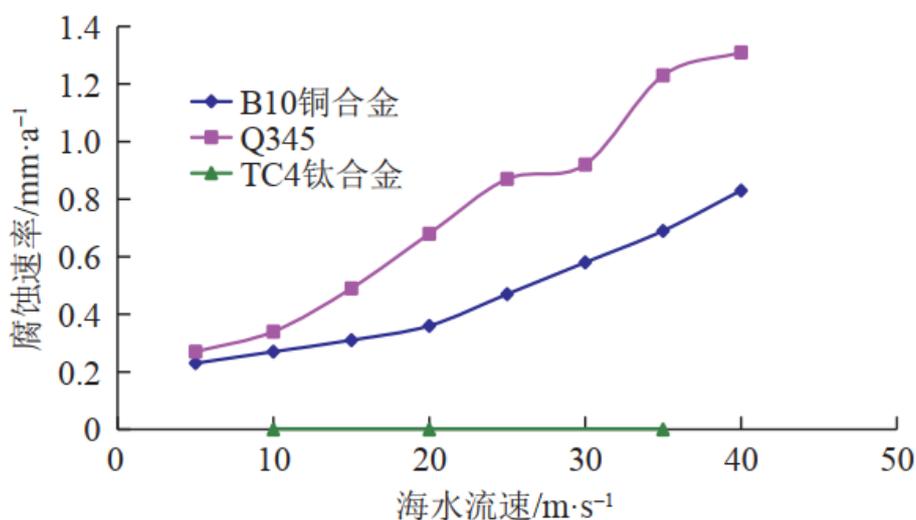
项目	钛管	铸铁管
设备费	180000 元	24000 元
使用寿命	预计 20 年	2 年
每年折旧费	9000 元	12000 元
全年节约	3000 元	0
全年生产能力	14.6 万吨	14.6 万吨
全年节约蒸汽	4.38 万吨	2.17 万吨
蒸汽单价	7 元/吨	7 元/吨
全年节约价值	30.66 万元	15.33 万元
全年收益	15.33 万元	0
全年总收益	15.63 万元	0
项目	钛管	铸铁管

资料来源：中国有色金属网，华安证券研究所

石油化工领域，钛在有机化合物中，除了温度较高下的五种有机酸（甲酸、乙酸、草酸、三氯乙酸和三氟乙酸）外，都具有非常好的稳定性。因此，钛是石油炼制和石油化工中优良的结构材料，可以用来制作各种反应器、压力容器、热交换器、分离器配管、蒸馏塔顶凝缩器内衬等。海上油气开采要长期承受海水腐蚀和应力腐

蚀。国外广泛采用 Ti-6Al-4V 作为石油平台支柱、绳索支架、海水循环加压系统的高压泵、提升管及联结器等。因为 Ti-6Al-4V 不仅耐海水腐蚀，而且具有高韧性、高屈服强度和高疲劳极限。最近国外选择钛的预应力采油管接头，这种接头组装简便快捷、重量轻，并保持弹性密封性，钛是最佳的优选材料。我国的海洋石油工业正进入大规模开发阶段，当前平台的结构件和关键部件及设备均从国外进口，国内材料很少应用。但可以预期，钛将会在这里找到广阔的市场。

图表 78 海水冲蚀腐蚀速率



资料来源：《钛合金在油气勘探开发领域的应用前景》，华安证券研究所

图表 79 TC4 石油用厚壁管



图表 80 宝钛集团生产的国产首件大型 PTA 核心部件

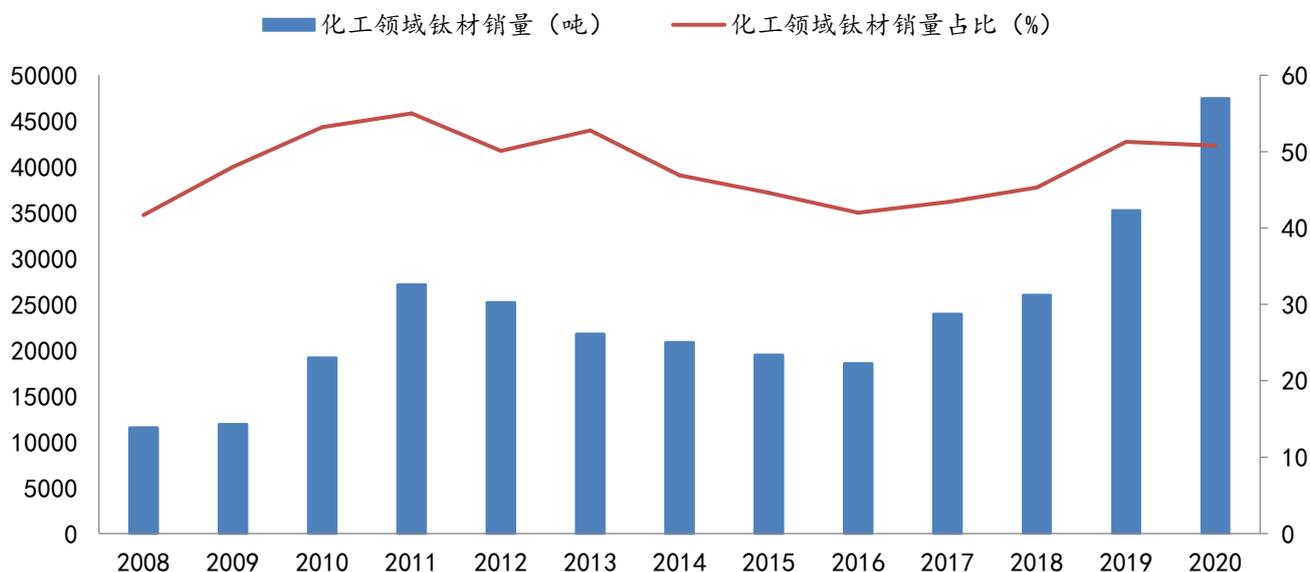


资料来源：《钛合金在油气勘探开发领域的应用前景》，华安证券研究所

资料来源：公司官网，华安证券研究所

根据中国有色金属工业协会的统计，化工领域是我国钛材的最大的应用领域，2008-2020 年，我国化工用钛材销量呈波动增长，近五年来，实现持续增长。2020 年，我国化工用钛材销售量为 4.78 万吨，同比增长 35.27%，占总销售量的 50.8%，过去五年的复合增速为 19.5%，我们预计未来化工领域钛材需求量仍将维持稳定增速增长。

图表 81 2008-2020 年我国化工用钛材销量

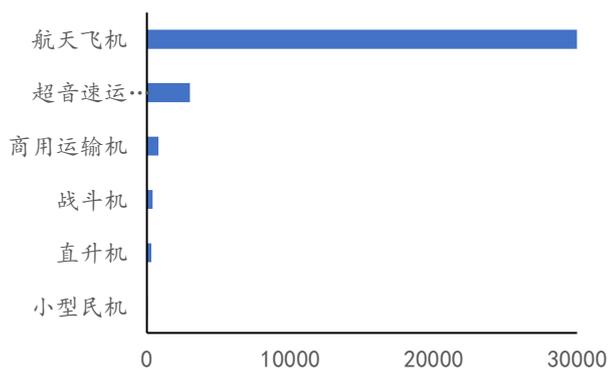


资料来源：中国有色金属工业协会钛锆铪分会统计，华安证券研究所

2.3.2 航空航天行业：未来每年的需求量将达到上万吨

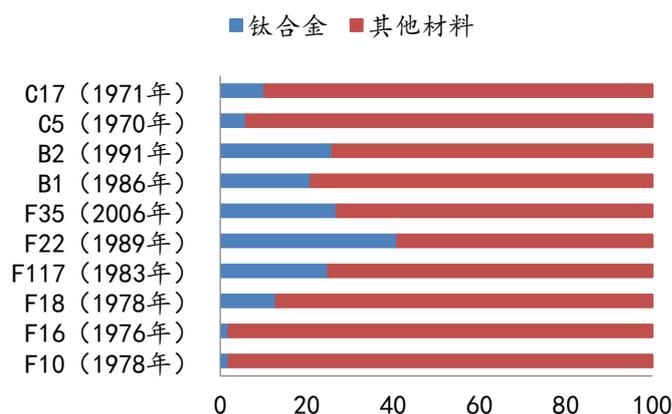
钛合金在军用飞机机体中用量已达 25%以上。根据国际航协的数据，燃油成本大约占航空总成本的 26%，而在国内部分民用航空公司，燃油成本甚至要占到 40%。机体结构材料每减轻一磅，便可带来近百万美元的经济效率，因此低密度就成为飞行器结构材料选材的重要原则。

图表 82 飞机减重 1 磅的经济效益 (万美元)



资料来源：《航空材料技术》，《航空航天材料》，华安证券研究所

图表 83 美国战机、轰炸机及运输机钛合金用量情况 (%)

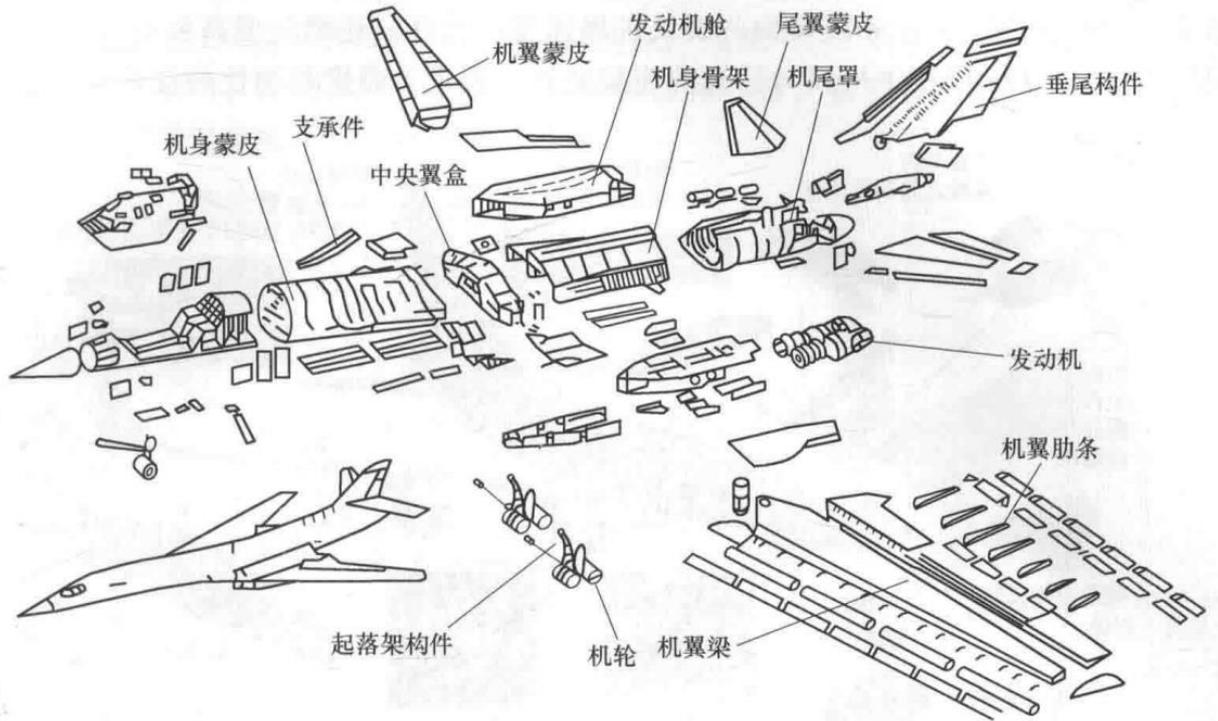


资料来源：《航空材料技术》，《航空航天材料》，华安证券研究所

此外，飞行器长期在大气层或者外层空间运行，在极端环境服役还要求具有极高可靠性及优良的飞行性能，因而飞行器的设计需要尽可能提高结构效率，且避免付出更多的重量代价，高比强度、高比模量等特性便成为选材的考量关键因素。综

合比较下，低密度、高比模量及高比强度的钛合金是当下金属材料中的最优选择，其在军用飞机的占比也逐年大幅提升，已替代原有结构钢及铝材，成为飞行器结构的重要材料。目前，美国军用战机（F10、F16、F18、F117、F22 及 F35）、军用轰炸机（B1、B2）钛合金用量已提升至 25%-40%左右，运输机（C5、C17）的钛合金用量也达到了 10%左右。

图表 84 钛在飞机上的应用部位示意图



资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

图表 85 常见飞机机身及起落架所用钛与钛合金

钛及钛合金	抗拉强度 /Mpa	适用部件
纯钛	345~550	托架、管材、配管、非结构部件等
Ti-3Al-2.5V	690~860	油压配管、蜂窝状材
Ti-6Al-4V	895~1100	一般结构用材、螺钉、破坏抵抗部件用材、独立构造部件用材（高强度部件）
Ti-6Al-6V-2Sn	895~1100	构造部件用材、军用机非重要部件用材
Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo	895	铸造件、锻造件（耐热材）
Ti-6Al-2Sn-2Zr-2Mo-2Cr	1035	锻造件、厚板（高强度高韧性用材）
Ti-10V-2Fe-3Al	1190	起落架用桁架部件（锻造件、高强度高韧性用材）
Ti-15V-3Cr-3Al-3Sn	1035	薄板（高强度）、铸造件（少量）
Ti-3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr	1240-1450	弹簧
Ti-5Al-5Mo-5V-1Cr-1Fe	1000~1250	飞机起落架

资料来源：《航空航天用先进材料》，华安证券研究所

根据以下假设，可大致测算出未来五年新型军用飞机机体结构高端钛合金累计

需求量至少为 2.4 万吨:

- ✓ **关键假设 1:** 考虑到 World air force 的统计口径中将 J15/J16 与其他机型合并, 无法获悉每一年的增量, 因而只选取 World air force 2021 中 J15 的订单数进行估算;
- ✓ **关键假设 2:** 四代机 (J20) 及新型运输机 (Y20) 列装时间较晚, 故其增量取其过去三年复合增速计算。

图表 86 军用飞机机体结构高端钛合金需求

分类	高端钛合金占比 (%)	单机身高端钛合金用量 (t)	未来五年累计新增数量测算 (架)	未来五年增量飞机机体结构高端钛合金累计用量 (t)
J-15	20	3.5	50	175
J-20	35	5.95	790	4700.5
Y-20	30	33.0	585	19305
合计				24180.5

资料来源: World air force, 新浪军事网, 华安证券研究所

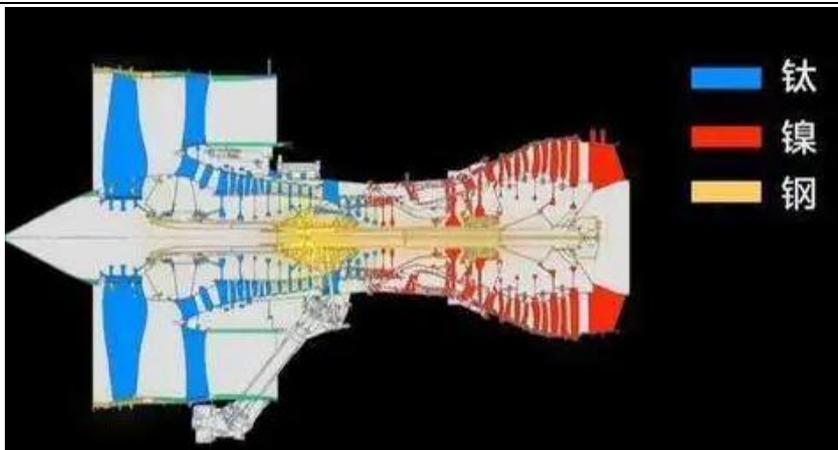
近年来, 我国军用发动机钛合金用量已提升至 25% 左右。根据《航空材料技术》一书, 国外先进发动机上的钛用量通常保持在 20%-35% 的水平, 我国早期的涡喷发动机均不用钛, 1978 年开始研制的涡喷 13 发动机的钛用量达到 13%, 2002 年设计定型的第一个拥有完全自主知识产权的某涡喷发动机钛用量提升到了 15%, 目前我国第一台拥有自主知识产权的涡扇发动机钛用量已经达到 25%。

图表 87 西方国家航空发动机钛用量

发动机型号	J79	JTSD/TF33	JT90	F100
推出年代	1956	1960	1969	1973
装备机型	F4	B52	F5A	F15/16
钛合金用量/%	2	15	25	25

资料来源: 《航空材料技术》, 华安证券研究所

图表 88 钛合金在航空发动机中的应用



资料来源: 搜狐新闻, 华安证券研究所

图表 89 飞机发动机应用钛合金的部位及合金制造方法

应用部位	主要合金	制造方法
风扇外壳	Ti-6Al-4V	环形轧制
风扇叶片	Ti-6Al-4V	锻造/超塑性成形
风扇静翼罩	Ti-6Al-4V	铸造
风扇圆盘件	Ti-6Al-4V, Ti17	锻造
压气机罩	Ti-6Al-4V, Ti-8Al-1Mo-1V	环形轧制
压气机叶片	Ti-6Al-4V, Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo	锻造、铸造
压气机盘件	Ti-6Al-2Sn-4Zr-6Mo, Ti17, IMI834	锻造
短轴	Ti-6Al-4V	锻造

资料来源:《航空航天用先进材料》, 华安证券研究所

根据以下假设, 可测算出未来五年军用飞机发动机高端钛合金的需求量为 9000 吨:

- ✓ **关键假设 1:** 根据新浪军事网新闻, 俄罗斯发动机寿命大约在 1200 小时左右, 我国发动机研制体系源于苏联, 考虑到技术进展, 可认为我国发动机寿命稍有提高至 1500 小时, 目前我军飞行训练强度逼近美国 300 小时/年, 可测算更换发动机的周期大约是 5 年;
- ✓ **关键假设 2:** 根据图南股份招股书披露, 现有及新增军用飞机单发和双发数量比例为 1:1, 因此五年内考虑更换、备用等因素, 未来五年内, 新增飞机每架发动机需求数量为 5.5 台, 存量飞机发动机每架需求数量为 1.5 台;
- ✓ **关键假设 3:** 根据图南股份招股书数据测算, 现代发动机的高温合金平均用量约为 2.5 吨/台, 可推测钛合金平均用量约为 1.5 吨/台。
- ✓ **关键假设 4:** 每一类飞机增量取其过去五年复合增速计算。

图表 90 军用飞机发动机高端钛合金需求

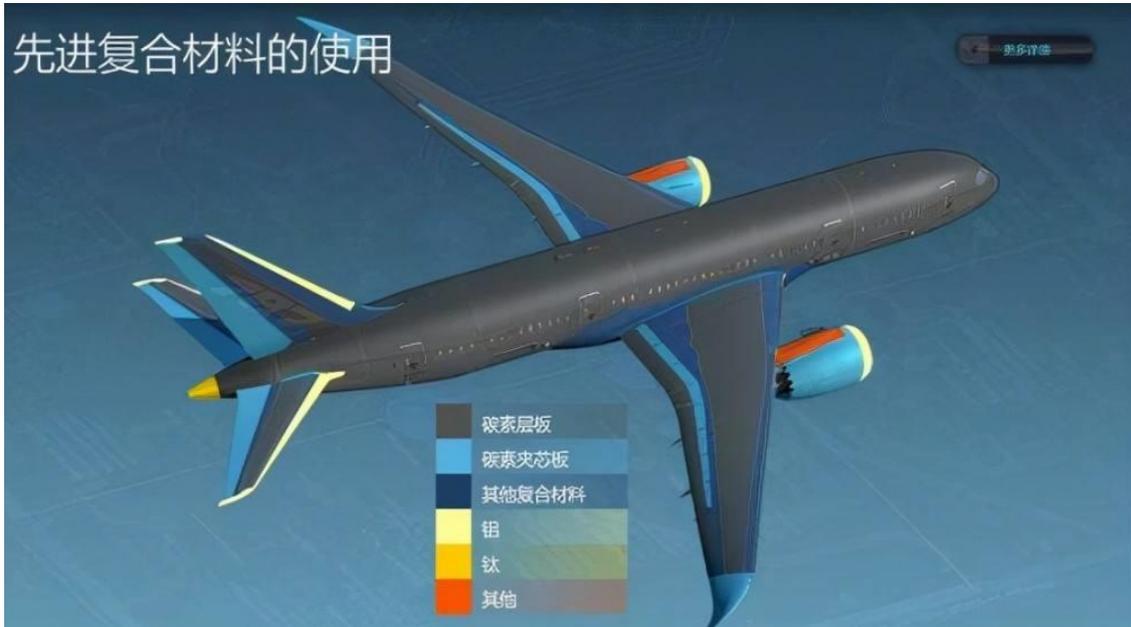
分类	2016	2017	2018	2019	2020	五年复合增速 (%)	未来五年存量飞机发动机高端钛合金累计用量 (t)	未来五年增量飞机发动机高端钛合金累计用量 (t)
战斗机	1523	1527	1624	1603	1610	14.0	3622.5	759
特种飞机	84	83	97	111	115	8.2	258.75	354.75
加油机	3	3	3	3	3	0	6.75	0
教练机	352	354	368	366	366	1.0	594	123.75
运输机	184	185	193	224	264	9.4	5298.75	948.75
合计							5298.75	2186.25

资料来源: World air force, 图南股份招股书, 新浪军事网, 华安证券研究所

2022 年 5 月 10 日晚间, 中国东航 (600115.SH) 披露定增预案, 拟募资不超过 150 亿元投向 38 架飞机引进项目以及补充流动资金。在飞机引进计划中, 机型包括 4 架 C919 飞机、24 架 ARJ21-700 飞机、6 架 A350-900 飞机及 4 架 B787-9 飞机, 预计于 2022 年-2024 年交付。2022 年 5 月 14 日, 据中国商飞官网消息, 当日 6 时 52 分, 编号为 B-001J 的 C919 大飞机从浦东机场第 4 跑道起飞, 于 9 时 54 分安全降落,

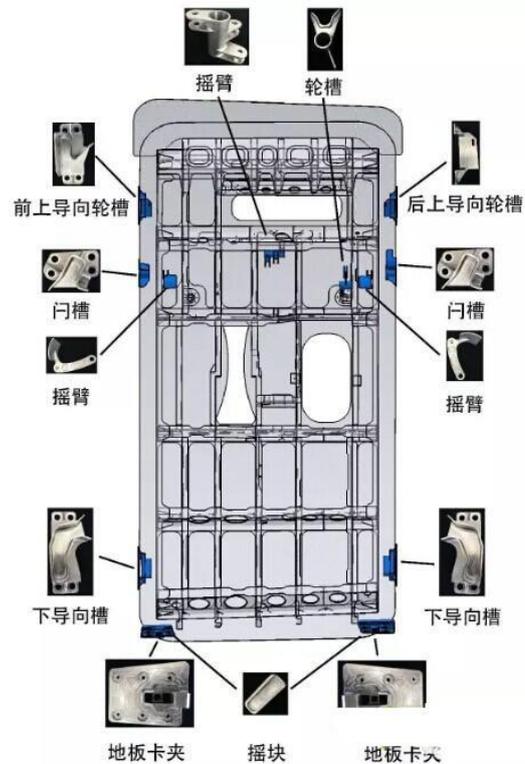
标志着中国商飞公司即将交付首家用户的首架 C919 大飞机首次飞行试验圆满完成。

图表 91 C919 材料应用分布示意图



资料来源：腾讯新闻，华安证券研究所

图表 92 3D 打印的 C919 飞机登机舱门钛合金机构零件分布图



资料来源：南极熊 3D 打印网，华安证券研究所

基于到根据以下假设，可测算出存量国产商用客机发动机及机身结构对钛合金

的需求量约为 1.3 万吨:

- ✓ **关键假设 1:** 根据图南股份招股书披露, 平均每架民航飞机配备 3 台发动机;
- ✓ **关键假设 2:** 根据图南股份招股书数据测算, 现代发动机的高温合金平均用量约为 2.5 吨/台, 可推测钛合金平均用量约为 1.5 吨/台。

图表 93 商用飞机高端钛合金需求

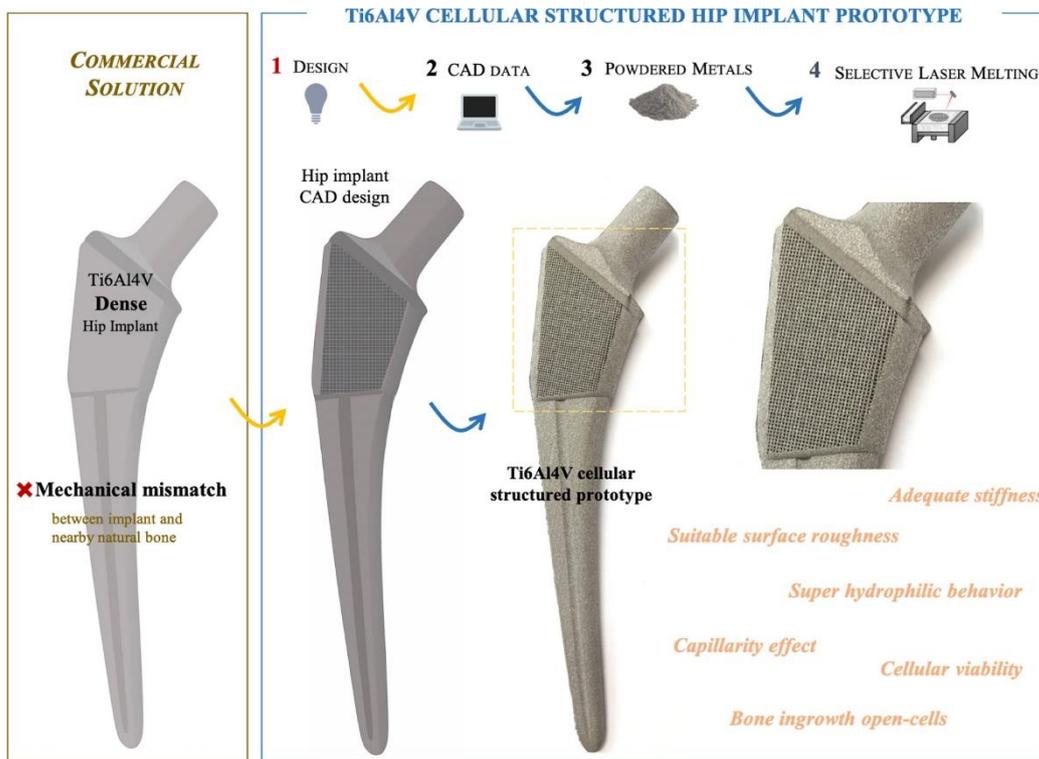
分类	订单数	单机高端钛含量占比	单机高端钛含量(吨/架)	单机发动机高端钛用量(吨/架)	未来商用飞机高端钛合金累计用量(吨)
C919	1020	9.3%	3.92	4.5	8588.4
ARJ21	770	4.8%	1.20	4.5	4389
合计					12977.4

资料来源: 新浪军事网, 商飞官网, 华安证券研究所

2.3.3 医疗器械、海洋工程、电力等领域有望快速突破

医疗器械领域, 医用钛合金作为一种新型合金, 同时也是一种载体材料, 被广泛应用于肢体植入、替代性功能材料、牙科、医疗器械等相关领域。钛及钛合金有: 耐腐蚀性好、比强度高、弹性模量较低、耐疲劳、生物相容性好等特点。其中生物相容性好这一特点使其与其他金属相比具有独特的优势, 因此在医学领域获得广泛青睐, 但由于其耐磨性及工艺性能不高, 致力于对其进一步的改进工作也在不断进行。

图表 94 SLM 中制造的 Ti6Al4V 微孔髋关节植入物的原型

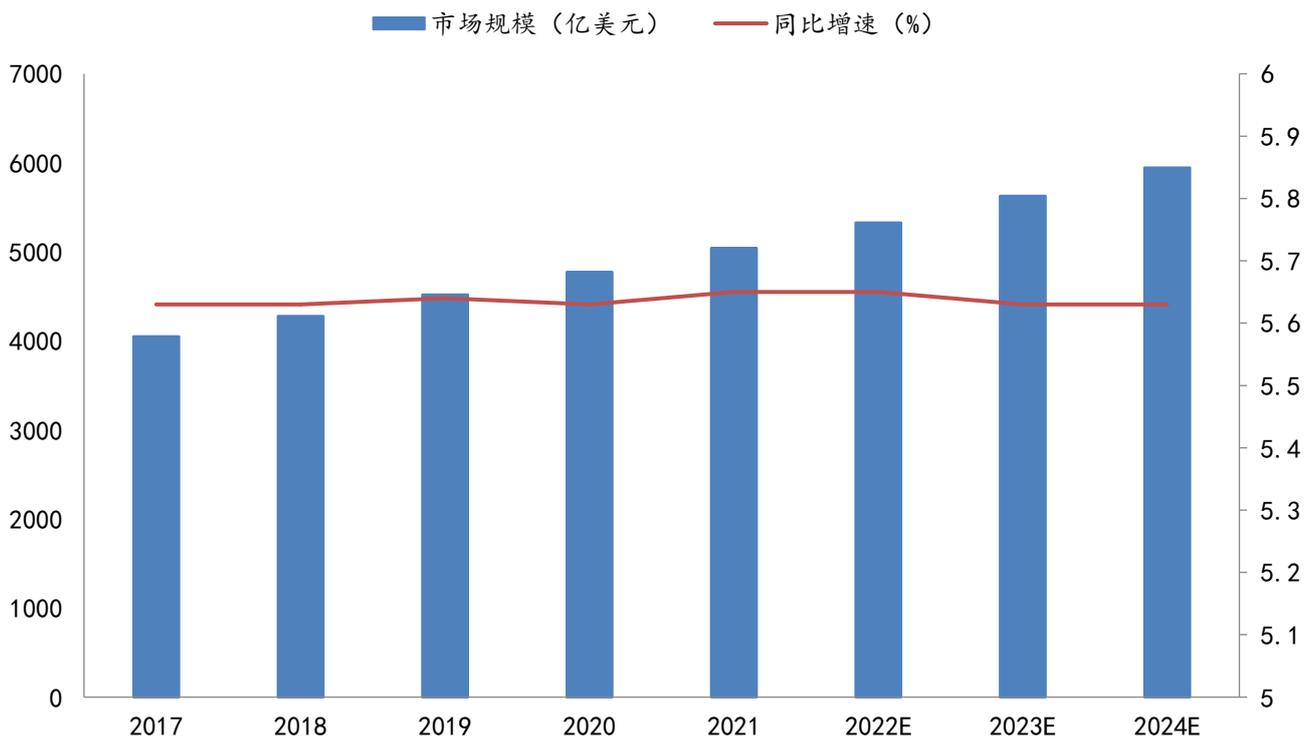


资料来源: 《Additive manufactured porous biomaterials targeting orthopedic implants: A suitable combination of mechanical, physical and topological properties》, 华安证券研究所

随着国民经济的快速发展，医用钛合金凭借其优良的性能，在医疗领域的需求量不断增加。作为生物学性能优良的金属材料，钛及其合金在医学领域上的应用前景良好。但是，目前与发达国家相比，我国钛合金材料的研发与应用还存在一定的差距，如钛合金的弹性模量偏高、表面活性差、耐磨性和耐蚀性不足等缺点，都将直接影响到材料的生物相容性。因此，为了开发综合性能更好的新型钛合金，我国应加大材料的研发力度，注重革新，研发出低弹性模量、高耐磨性能、抗腐蚀性能以及具有优良生物相容性的生物医用钛合金材料。钛与人体结缔组织、骨骼上皮组织都具有良好的亲和性，优良的力学性能也体现其在医用合金中的优势。且密度小、质量轻、耐腐蚀性好、戴用舒适，因此，钛作为义齿(种植牙)受到广泛青睐。此外，钛义齿通过表面处理之后，美观性能增加，能够满足大众对美的需求，给人以视觉的享受。

近年来，随着全球居民生活水平的提高和医疗保健意识的增强，医疗器械产品需求持续增长。2020年全球医疗器械行业市场规模为4774亿美元，同比增长5.63%，预计到2024年全球医疗器械行业规模将达接近6000亿美元，2017-2024年复合增长率为5.6%，行业有望保持稳定增长，钛合金作为医疗器械领域重要的材料，潜在市场宽广。

图表 95 2017-2024 年全球医疗器械行业市场规模



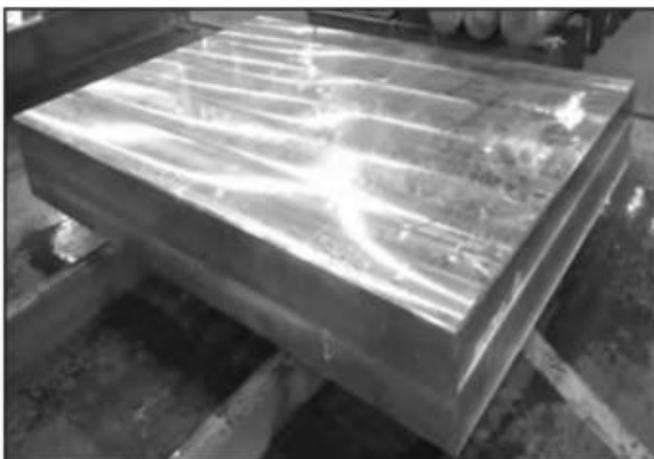
资料来源: Evaluate MedTech, 华安证券研究所

海洋工程领域，海洋工程面临的主要问题是受海水电化学的严重腐蚀，钛材由于具有优越的耐腐蚀性能成为海洋领域的重要材料，主要用于结构件的防腐和减少与海水中的其他离子发生反应，提升海洋装备的寿命。钛金属在海洋工程中具有广泛的用途，特别适于做轻型海工装备，是海洋工程领域的新型关键材料之一。

图表 96 深潜器载人舱的 TC4 ELI 钛合金半球壳



图表 97 深潜器和舰船的耐压 Ti80 合金锻坯



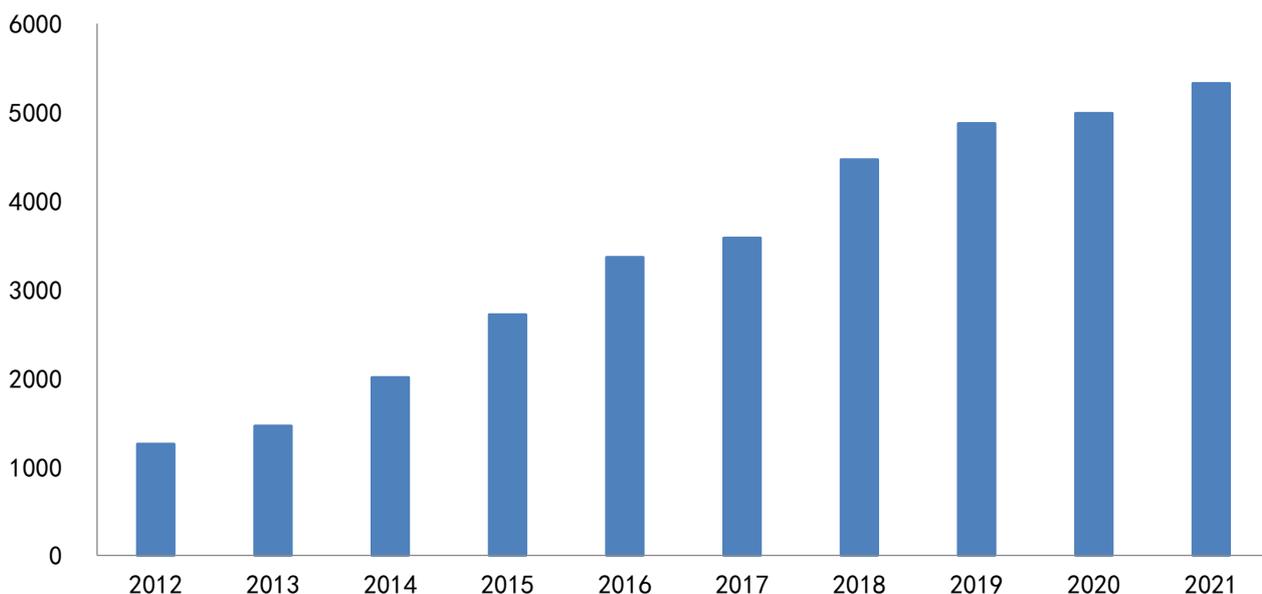
资料来源:《海洋工程用钛合金研究与应用现状》, 华安证券研究所

资料来源:《海洋工程用钛合金研究与应用现状》, 华安证券研究所

以海洋工程中的海水淡化领域为例, 海水是具有高盐量、导电性和生物活性的腐蚀性电解质溶液, 所以海水淡化装置一般要选用铜合金、钛及其合金、特种不锈钢、铝合金等耐海水腐蚀合金材料。由于钛管耐腐蚀性好、耐高温离子腐蚀, 同时钛对氯具有很强的抗腐蚀性, 特别是预处理原水时为了杀死海水中的细菌需要注入氧时, 采用耐蚀性好的钛管替代铜合金管是合理选择。

根据上海证券报数据, 按蒸馏法一般平均日产淡水 1 万吨装置需用钛 107 吨, 而 2021 年 6 月我国国家发展改革委、自然资源部印发《海水淡化利用发展行动计划 (2021—2025 年)》, 指出到 2025 年全国新增海水淡化规模 125 万吨/日以上, 按此数据计算, 钛材需求量将达到 1.3 万吨。

图表 98 我国核电装机容量 (万千瓦)



资料来源: wind, 华安证券研究所

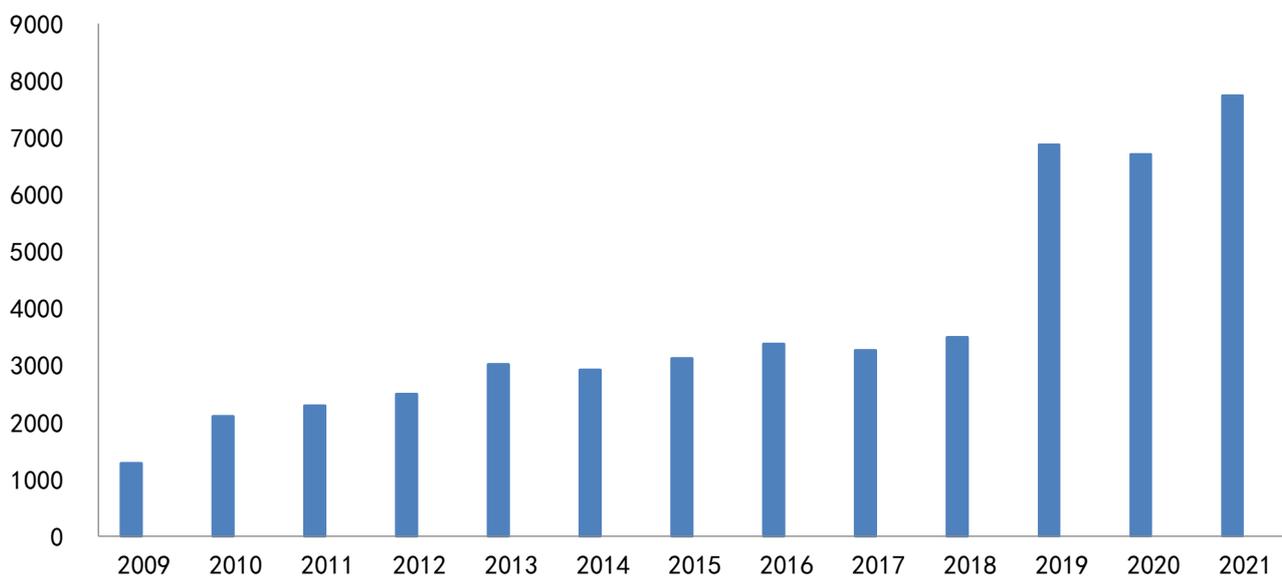
深海空间站主要用于进行海洋科学探索，被喻为海洋里的“天宫一号”，战略意义重大。我国从很早就开始深海空间站研制。2013年11月，我国首个35吨级深海空间站实验平台下水试验。2016年《“十三五”国家科技创新规划》提出，深海空间站方案列入我国“科技立异2030—重大项目”，进一步加快深海空间站的建造速度。预计一个主站建设将消耗4000多吨钛材，进一步拓宽钛合金应用领域。根据“十三五”规划纲要，预计2020年可研制成功300吨级深海空间站，2025年可研制成功1500吨级深海空间站，2030年可研制成功3,000吨级深海空间站。2020、2025、2030年钛材用量分别为500吨、2200吨、4000吨。

电力领域，电厂和核电站，由于用海水作冷却剂，因此凝汽器要用耐海水腐蚀的钛材制造。为了发电站的运转率和安全性，发电厂的汽轮机动叶片及凝汽器都使用钛材。

根据宝鸡力航钛业官网数据，1100MW的最新原子能发电站需用钛150t，我国2021年末核电站总装机量为5326万千瓦，参考国家原子能机构官网2021年7月6日的新闻动态，预计到2025年我国核电在运装机规模将达到7000万千瓦左右，在建装机规模接近4000万千瓦，因此可估算有近5700万千瓦空间，对应钛材需求量在8000吨左右。

火力发电站的用钛量也很可观，一座容量600MW的发电站，需用钛60t，考虑到当前碳中和及碳达峰的政策驱动，近三年火电装机容量增速已经放缓，近三年复合增速仅为6.1%，假定至2025年依然维持该增速，火力发电新增装机量在2025年将累计达到2000万千瓦，对应钛材需求量在2000吨左右。

图表 99 我国火电装机容量（万千瓦）



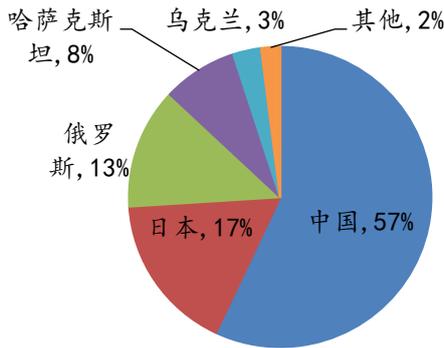
资料来源：wind，华安证券研究所

2.4 行业供给端：十年结构调整及转型升级后梯队清晰

根据中国航空新闻网2022年4月21日新闻披露，从海绵钛环节来看，2021年中国海绵钛产量占据全球57%的份额，钛材供应链上，2020年中国产量占据全球50%

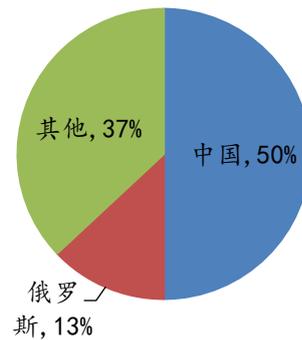
的份额，但航空钛材产业链中，俄罗斯占据着重要地位。从原料端来看，俄罗斯和乌克兰海绵钛产量约占全球总产量 16%。从航空钛材本身来看，虽然欧美主要航空器制造商在 2014 年克里米亚危机后就积极对相关材料进行储备并寻找俄罗斯钛材的替代供应商，然而成效并不显著。时至今日，源自俄罗斯的钛材仍旧在主流航空器 OEM 中仍占据较大比例，波音航空钛材来源的约 35%，空客航空钛材来源的约 50% 都源自俄罗斯。而像巴航工业以及其他更小的 OEM 企业，其航空钛材来源几乎 100% 来自俄罗斯。

图表 100 2021 年全球主要国家海绵钛产量占比



资料来源：中国航空新闻网，华安证券研究所

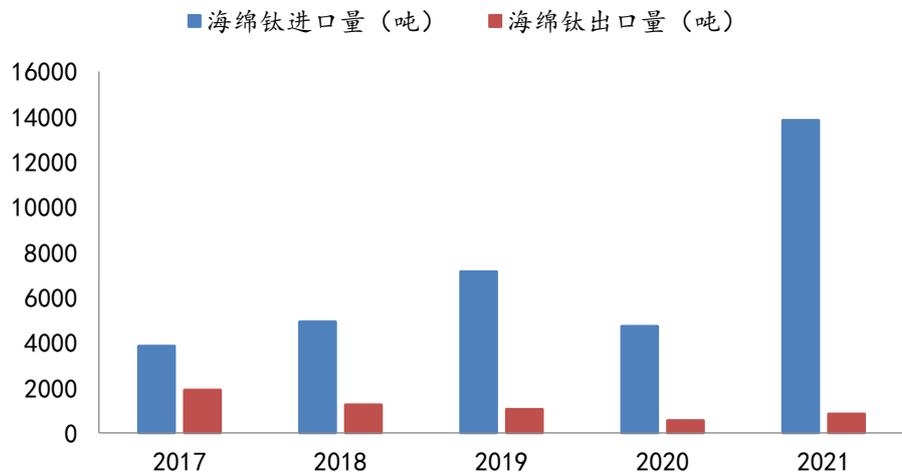
图表 101 2020 年全球主要国家钛材产量占比



资料来源：中国航空新闻网，华安证券研究所

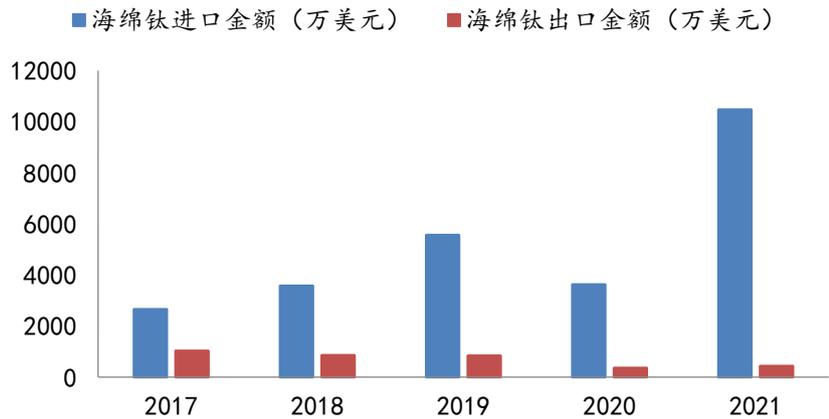
从进出口来看，海绵钛端，海绵钛进口金额及数量呈现逐渐上升趋势，2020 年双双下滑是受到国际疫情的干扰，2021 年出现小幅大幅回升。钛材端，中国钛材出口数量远大于进口数量。2018 年以来，中国进口数量不断下降，2021 年小幅回升，2021 年中国钛材进口量为 7175 吨，出口量为 21542 吨。从进出口金额情况来看，2021 年中国钛材进口额为 4.71 亿美元，出口额为 5.62 亿美元，首次实现出口额大于进口额。

图表 102 我国近五年海绵钛进出口量



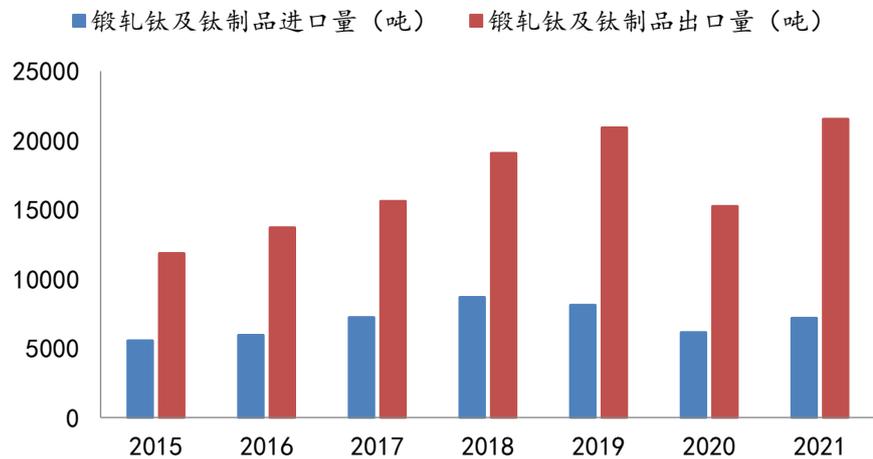
资料来源：中国海关总署，华安证券研究所

图表 103 我国近五年海绵钛进出口金额



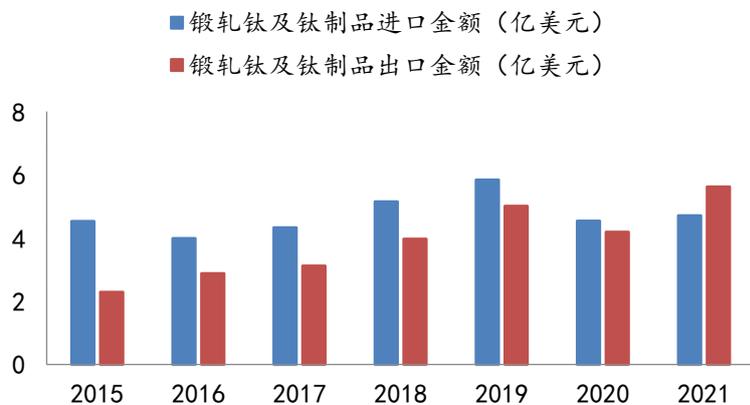
资料来源：中国海关总署，华安证券研究所

图表 104 我国近七年锻轧钛及钛制品进出口量



资料来源：中国海关总署，华安证券研究所

图表 105 我国近七年锻轧钛及钛制品进出口金额



资料来源：中国海关总署，华安证券研究所

2020年，我国钛加工行业通过近十年的结构调整和转型升级，已形成以宝钛集

团有限公司、西部超导材料科技股份有限公司、湖南湘投金天钛金属股份有限公司和西部材料科技股份有限公司等国有大型企业为代表的一线龙头企业，他们以各自的多年行业技术积累和背景为依托，不论在产量还是利润水平方面，均取得了近十年来的最好水平；另外，以新疆湘润新材料科技有限公司、重庆金世利航空材料有限公司和陕西天成航空材料有限公司等为代表的民营企业，由于持续看好未来军工、医疗等高端领域市场需求，利用各自的实力在各自细分领域取得了突出的业绩。

图表 106 2020 年我国主要钛材生产企业的钛加工材产量统计 (单位: 吨)

厂家	板材	棒材	管材	锻件	丝材	铸件	其它	合计
宝钛股份	7280	4750	1346	376	117	203	4203	18275
新疆湘润	14735	265						15000
湖南湘投金天	9673		1829					11502
西部材料	4500	582	1001					6083
中铝沈加	5820	30		150			61	6061
云南钛业	4019	236	231	156	483	3	451	5579
西部超导		3135		1000	4			4139
攀钢钛业	2060	10		1600	40		320	4030
宝鸡力兴	1310	595	168	1050	28		28	3179
咸阳天成	100	1689		525			672	2986
洛阳 725 所	2200		330			150		2680
沈阳鑫通	1800	600		50				2450
浙江申吉钛业	1983							1983
中色金航	200	600	100	80			500	1480
宝鸡富士特		850		320	20		48	1238
宝鸡兴盛	1150	30			50			1230
张家港华裕			1030					1030
常熟锐钛			900					900
忠世高新			821	2				823
抚顺特钢	300	500						800
宝鸡瑞熙钛业		532			228			760
重庆金世利	80	350		100			220	750
南京宝泰	361	60	120	26		60	70	697
张家港海龙			692					692
宏宝优特管业			650					650
宝武特冶		338		221				559
宝鸡鑫诺	38	280			30			348
沈阳铸造所						280		280
鑫鹏源智能			270					270
百慕航材						240		240
宝鸡三立		5		4	28		18	55
合计	57609	15547	9488	5660	1198	936	6591	97029

注：协会与公司统计口径不一，故数据有出入

资料来源：《2020 年中国钛工业发展报告》，华安证券研究所

图表 107 2020 年我国主要钛材生产企业在不同领域的应用情况统计 (单位: 吨)

单位	化工	航空航天	船舶	冶金	电力	医药	制盐	海洋工程	体育休闲	其它	总量
宝钛集团	9328	5987	365			192		238	44	581	16735
新疆湘润	9758	400	50	211	1050	22	250	900	1459	900	15000
湖南湘投	4893	1207		84	608			3100	3	1607	11502
西部材料	5065	700	100	27	168	230	50	180	50		6570
中铝沈加	4848	61	30	61	606			333	122		6061
云南钛业	2208	47	436	252	273	99	320	1218	216	184	5253
西部超导	83	3165	167			708				42	4165
攀钢钛业	1400			300	940		80	1000	310		4030
咸阳天成		1254	210						50	1470	2984
洛阳 725	1203	47	308	231	463				47	168	2467
浙江申吉	1639	55				15			274		1983
宝鸡力兴	647	430	34	55	530	42	90	32	83		1943
沈阳鑫通	1000	800									1800
中色金航	200	300	200			100		100	100	480	1480
宝鸡富士特	730	110		50		50	110		50	150	1250
宝鸡兴盛	1215						15				1230
张家港华裕	1027	3									1030
常熟锐钛	600			50		50	100		100		900
东港东方高新		656	82			37			45		820
抚顺特钢	100	150	50			300			200		800
宝鸡瑞熙	228	266				266					760
重庆金世利	8	194	1			190		55		290	738
张家港海龙	681						34				715
南京宝泰	98		551						48		697
宏宝优特	234	13	117				182	78	26		650
宝武特冶		559									559
宝鸡鑫诺		150				198					348
沈阳铸造所		224	28							28	280
洛阳核新	50	200	10						20		280
鑫鹏源智能	270										270
北京 621 所		240									240
宝鸡三立		10	4	3		18		6	15		56
合计	47513	17228	2743	1324	4638	2517	1231	7240	3262	5900	93596

注: 协会与公司统计口径不一, 故数据有出入

资料来源: 《2020 年中国钛工业发展报告》, 华安证券研究所

根据我国国内 32 家钛材生产企业的统计, 2020 年我国共生产钛加工材 97029 t, 同比增长了 28.9%, 已连续六年增长。在产业分布方面, 从上述统计数据可以看出, 海绵钛生产主要分布在辽宁地区, 五家企业的产量占到全国的三分之一以上 (34.6%),

同比有所下降；钛及钛合金锭生产主要集中在陕西，14家主要生产企业的产量占中国产量的4成以上（46.5%），同比有所增长；钛及钛合金棒材生产也主要集中在陕西，产量在500t以上的主要7家生产企业的产量占总量的74.6%；陕西4家主要钛板材生产企业的产量占全国22.7%，同比有所减少；钛管的生产主要集中在长三角地区，主要4家生产企业的产量占全年总量的34.4%，同比有所增长。

军用领域，宝钛股份、西部超导、西部材料、金天钛业为主要的供货商，从产品形态及专注领域来看，四家几乎无直接竞争关系。

图表 108 我国主要军用高端钛合金企业全方位对比

对比类型	宝钛股份	西部超导	金天钛业	西部材料
专注领域	全覆盖	军用航空	民用航空、军用航空	民用航空、军用航空
主打材料形态	全谱系	棒材、丝材	钛及钛合金薄板、中厚板	钛薄板、钛厚板
主打工艺	二十辊冷轧机、真空自耗炉、快锻机、自由锻	真空自耗电弧、快锻机、精锻机、黑色及有色金属线材棒材精整装备	“钛-钢联合”生产模式，依托钢厂设备	真空自耗炉、板材轧机、轧管机
2021年钛合金产量	27807吨	7105吨	<15000吨	5820吨

资料来源：各公司官网、公告，华安证券研究所

军用航空材料的开发通过参与军工配套项目的形式进行，一般而言，从资质认证、参与预研，到正式实现规模生产和批量供应，需要至少6-7年时间。此外，军工企业在进行供应商筛选时，优先考虑可控：质量可控，供应可控，然后才考虑性能指标（满足设计要求前提下择优）因素。

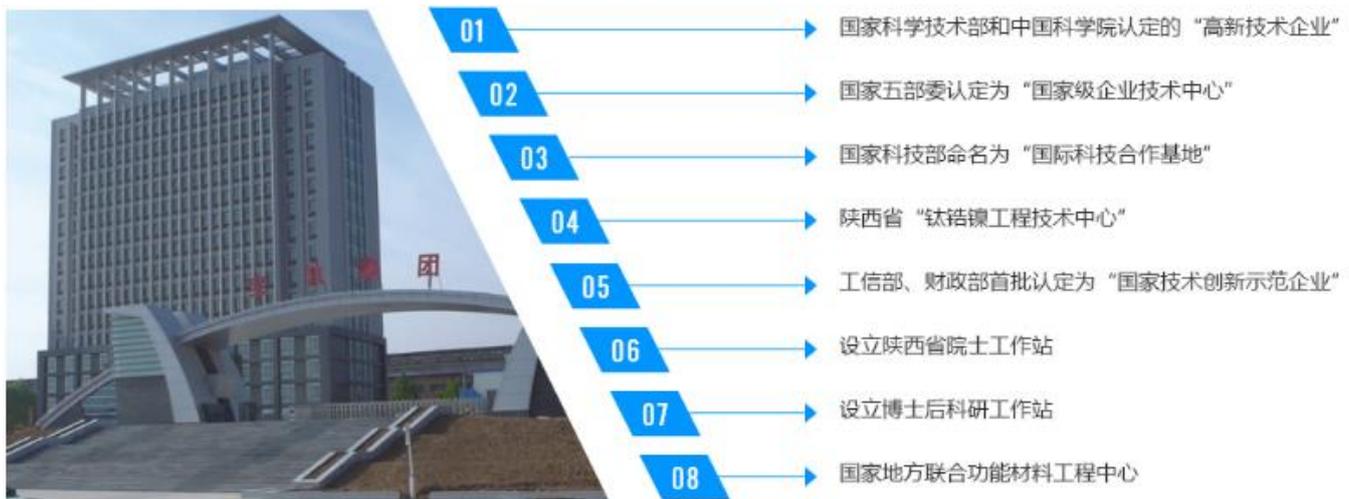
- **质量可靠性**，航空航天军工产品由于要实现长达数十年的服役周期，质量管控极为严格，使用单位对原材料的可靠性极为重视。
- **供应稳定性**，军品研制过程的关键是技术状态控制，装备结束研制阶段后会进行设计定型，定型方案中会细化到具体原材料的型号和供应商。因此，已经设计定型的武器装备大多会一直使用选定的原材料和对应的供应商，直至新项目立项或该型号停产。
- **性能先进性**，航空航天及军工领域的指标通常由设计单位给出，由于装备研制的特点，对先进技术使用有比例限制，因此量产型号通常优先考虑技术成熟度而不是技术先进性。定型后的武器装备在没有新的研制项目时不会随意更换性能更好的原料。

3：重研发扩产能，六十载铸“中国钛”

3.1 设备打基础，材料促协同

公司研发实力雄厚，是国家高新技术企业，设立有国家级企业技术中心、钛及钛合金国际科技合作基地、陕西省钛锆镍工程技术中心、院士工作站、博士后工作站，与国内多所高校、科研院所建立产学研合作基地，依托完善的产、学、研体系和科研平台，以及研究机构的技术优势、信息优势、人才优势，为公司产品的技术研发、工艺改进、新产品开发等提供了强大的技术支持，有效提升了公司的核心竞争力和盈利能力。依托公司强大的研发优势，公司顺利实施完成多项国家重大科技专项、863 计划项目、国家重点研发计划、国家发改委海洋工程研发及产业化项目，航空、航天、深海空间站等预研项目有序推进，4500 米潜水器钛合金载人球壳制造技术荣获 2018 年度中国有色金属工业科学技术奖一等奖，随着长征五号成功发射、神舟十二号载人飞船成功飞天、“奋斗者号”的成功下潜，公司再一次为大国重器作出了贡献，也进一步确立了公司在航天和深海用钛领域的主导地位。

图表 109 宝钛股份研发实力

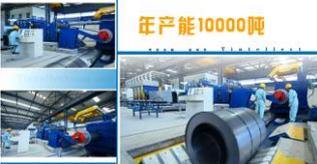


资料来源：公司官网，华安证券研究所

设备硬件体系方面，公司已建立起“海绵钛、熔铸、锻造、板材、带材、无缝管、焊管、棒丝材、铸造、原料处理”十大生产系统，拥有 2400kW 电子束冷床炉、15t 真空自耗电弧炉，2500t 快锻机、万吨自由锻以及钛带生产线 MB22-TI 型二十辊冷轧机等世界一流主体设备，代表了当今国际领先的装备水平。

图表 110 宝钛十大生产系统简略情况

体系	设备图	设备信息	产品特点	代表牌号
海绵钛系统		“氯化、精制、还原蒸馏、电解” “全流程海绵钛生产系统”	海绵钛年产能达 10000 吨，海绵锆 500 吨、掌握了低氧低氮海绵钛生产技术，产品质量稳定、可靠，海绵钛一级品率达到 90%以上	海绵钛

熔铸系统		从德国引进的 8000t、7000t、3000t 油压机及大型混布料系统, 以 15t、10t 真空自耗电弧炉、2400KW 电子束冷床炉等设备	国内外标准生产多种牌号、可达 $\Phi 1040\text{mm}$ 单重 15 吨的圆锭、及单重 10 吨的扁锭	TC4 钛锭
锻造系统		由德国引进的 1 万吨和 2500 吨快锻机、国产 3150 吨水压机、CNC 轧环机、奥地利 SXP-13 精锻机、1 万吨自由锻造机	钛及钛合金棒材直径可达 600mm, 饼材直径 2000mm, 环材直径 3000mm, 球形件直径 2000mm	TC4DT、TB6、TC17、TC18、TC21、TA19 等大规模钛合金棒材
板材系统		德国引进的 3.3 米宽板轧机、日本引进的 1200mm 型四辊可逆式热、冷轧机, 及自动平面磨床、砂光机、水切割机辅助设备等	热轧板材厚度 102mm、宽度 3200mm, 冷轧板材厚度 0.3mm~4.75mm、宽度 1219mm	TC4 板材
带材系统	 年产能 10000 吨	引进森德威 MB22-T1 型二十辊冷轧机、安德里兹连续式带材酸洗线、美国 SOLAR 真空退火炉等设备	厚度 0.3~4.75mm、宽度 600~1370mm 的冷轧纯钛、镍基合金及 304 不锈钢带材	Gr1、Gr2
无缝管系统	 年产能管材 2500 吨 复合棒 1000 吨	从德国进口的 3150 吨高速挤压机、1000 吨穿孔机、LDH75 型高速轧管机、日本进口及国产大型真空退火炉, LG、LD 系列轧管机	管材外径 2mm~200mm、壁厚 0.2mm~30mm 的钛、镍、锆、等稀有金属无缝管、变径管、薄壁管、带筋管、螺旋(纹)管、石油行业大规格厚壁管和复合棒材	LG、LD 系列
焊管系统		法国非熔化极钨极氩弧焊焊管技术, 单枪焊接速度可达 8m/min	焊接管外径 10~40mm, 壁厚 0.3~2.1mm	-
棒丝材系统		德国引进的 S100、S60 剥皮机、磨光抛光机、高精度磨床、精密型材冷轧机、国产倒立式和直线式拉丝机等设备	直径 0.8~ $\Phi 120\text{mm}$ 棒丝材, (精度 $\pm 0.02\text{mm}$ 、表面粗糙度 $Ra 0.8 \sim 1.6 \mu\text{m}$, 精度可达到公差尺寸 h7 级、表面粗糙度 $Ra \leq 0.8 \mu\text{m}$)	TC4、TC6、TC11、TA11 等钛合金棒材
铸造系统	 铸件在生产能力 250 吨以上	25Kg、150Kg、500Kg 真空凝壳炉、大型石墨除气炉、CNC 加工中心、射蜡机等设备	可浇注轮廓尺寸可达 $\Phi 1800\text{mm} \times 1000 \text{mm}$ 、单次浇筑重量 400Kg	ZTC4
原料处理系统		钛及钛合金返回料处理和铸锭、坯料专业加工系统, 及车、刨、铣、锯切等国内外设备	钛及钛合金返回料年处理能力 5000 吨、铸锭机加 25000 吨和坯刨铣 7000 吨	-

资料来源: 公司官网, 华安证券研究所

公司研发实力雄厚，是国家高新技术企业，设立有国家级企业技术中心、钛及钛合金国际科技合作基地、陕西省钛镍工程工程技术中心、院士工作站、博士后工作站，与国内多所高校、科研院所建立产学研合作基地，依托完善的产、学、研体系和科研平台，以及研究机构的技术优势、信息优势、人才优势，为公司产品的技术研发、工艺改进、新产品开发等提供了强大的技术支持，有效提升了公司的核心竞争力和盈利能力。2022年2月，宝钛股份实验中心经过2021年11月的现场审核、12月的问题项整改以及2022年1月的CNAS（中国合格评定国家认可委员会）官方网站20天公示，2022年2月14日，宝钛股份实验中心正式获得CNAS认可资质，成为了CNAS认可的实验室，取得了CNAS实验室认可证书，实现了宝钛股份检测结果与签署CNAS互认协议国家和地区之间的互认，进一步扩大了公司的检测优势。未来公司更多产品将有望将快速切入Airbus（空客）、Rolls-Royce（罗-罗）、商发航发等公司。

图表 111 宝钛股份实验中心成为 CNAS 认可实验室



资料来源：公司官网，华安证券研究所

质量管理体系方面，公司采用国际先进水平的技术标准和质量体系，获得通过了美国波音公司、法国宇航公司、空中客车公司、英国罗罗公司、欧洲宇航工业协会和美国 RMI 等多家国际知名公司的质量体系和产品认证，囊括了进入世界航空航天等高端应用领域所有的通行证，并成为国际第三方质量见证机构以及分析检测基地。

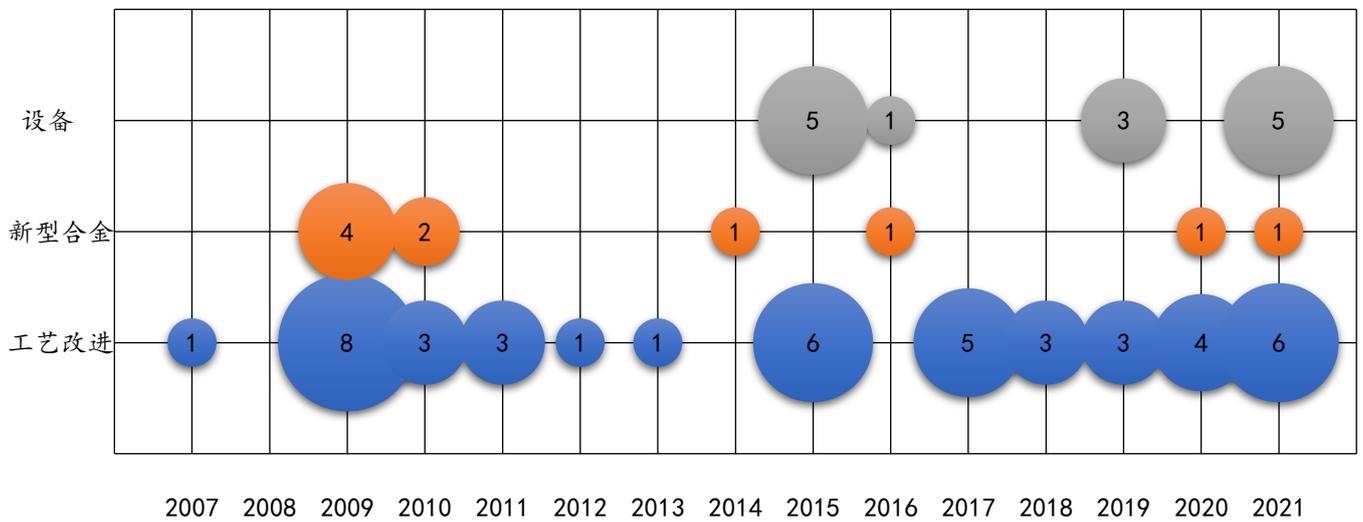
图表 112 宝钛股份的质量证书



资料来源：公司官网，华安证券研究所

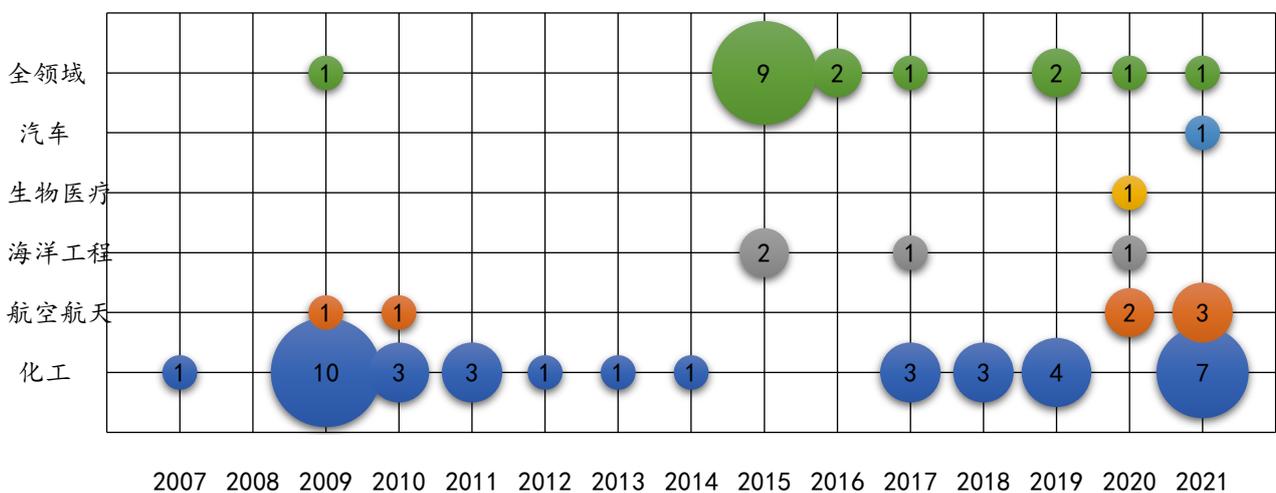
知识产权方面，公司拥有多项国际领先的具有自主知识产权的核心技术，是我国钛加工企业中首家被国家发改委、科技部等部委联合认定的“国家级企业技术中心”，曾出色地完成了8000多项国家科研课题，取得重大科研成果700余项，为国防现代化建设和尖端科技发展做出了巨大贡献。公司研制的450米载人潜水器“深海勇士号”钛合金载人球壳达到国际先进水平，并得到党和国家领导人的充分肯定和高度评价，公司万米级载人潜水器钛合金载人球舱的研制成功，为我国万米级载人潜水器的顺利安全下潜奠定坚实基础，使我国深海探测与装备领域的研制技术实现了由“并跑”到国际“领跑”的历史性跨越。

图表 113 公司专利按照技术类型统计



资料来源：CNKI，华安证券研究所

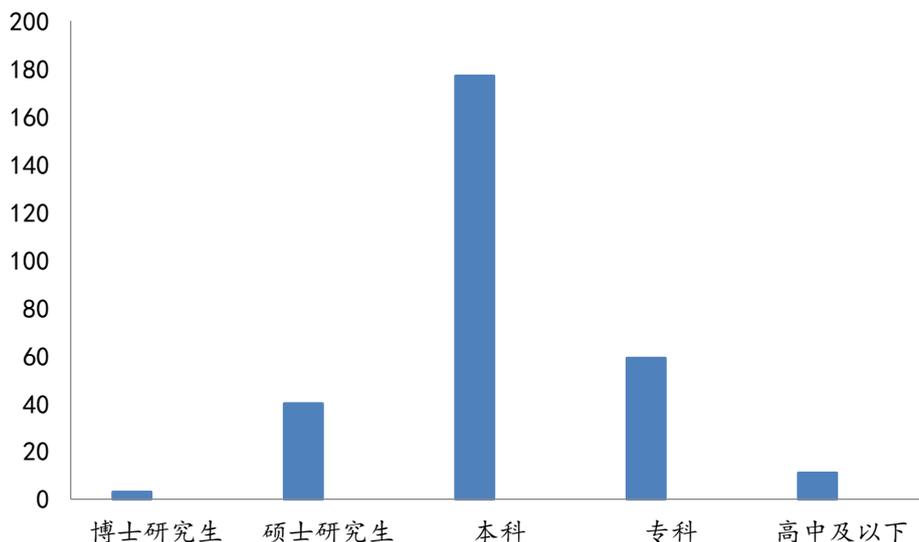
图表 114 公司专利按照应用领域统计



资料来源：CNKI，华安证券研究所

公司拥有国内一流的钛及钛合金加工的专家队伍和高素质的员工队伍，2021年专业化人才占45%，形成了国内一流的稀有金属专业化员工队伍。

图表 115 公司 2021 年职工受教育程度



资料来源：公司公告，华安证券研究所

3.2 华神供原料，募投扩产能

宝钛华神方面，宝钛华神钛业有限公司成立于2007年，是由宝鸡钛业股份有限公司控股的股份制企业。公司位于辽宁省锦州市汤河子省级经济开发区，在行业内首先实现海绵钛“氯化+精制+还原+电解”的循环经济生产模式，拥有国内最先进的海绵钛生产技术，也是国内唯一实现全流程的钛锆铪生产企业。

图表 116 宝钛华神产品简略信息

产品类别		产品图片	产品质量标准及粒度	等级/牌号
高端产品	重要用途海绵钛		GB/T2524-2010 生产重要用途海绵钛，提供 2mm~25.4mm 和 2mm~12.7mm 粒度的产品	0A 级、0 级、1 级
	低铁低镍海绵钛		GB/T2524-2010 生产低铁低镍海绵钛，提供 2mm~12.7mm 粒度的产品	0 级

	工业级海绵锆		YS/T397-2015 生产工业级海绵锆, 提供 3mm~12.7mm 粒度的产品	HZr-1
	火器级海绵锆		YS/T397-2015 生产火器级海绵锆, 提供 3mm~25mm 粒度的产品	HQZr-1
民用产品	海绵钛		GB/T2524-2010 生产海绵钛, 提供 0.83mm~25.4mm 粒度的产品	0A 级、0 级、1 级、2 级、3 级、4 级、5 级
	工业级海绵锆		YS/T397-2015 生产工业级海绵锆, 提供 3mm~25mm 粒度的产品	HZr-1
	火器级海绵锆		YS/T397-2015 生产火器级海绵锆, 提供 3mm~25mm 粒度的产品	HQZr-1
	无水氯化镁		镁热法生产过程中产生的副产品	-

资料来源: 宝钛华神官网, 华安证券研究所

根据《2020年中国钛工业发展报告》披露，2020年，我国12家企业共生产海绵钛122958吨，比2019年增长了44.9%，连续第六年增长，其中宝钛华神产量位居全国第八位。

图 表 117 2020 年我国海绵钛的产能与产量（单位：吨）

企业名称	2020 年产量（吨）
攀钢钛业有限责任公司	22768
朝阳金达钛业股份有限公司	16118
洛阳双瑞万基钛业有限公司	16000
新疆湘润新材料科技有限公司	15430
朝阳百盛钛业股份有限公司	13560
贵州遵钛（集团）有限责任公司	12500
龙蟒佰利联新立钛业公司	8870
宝钛华神钛业有限公司	8212
盛丰钛业有限公司	3600
鞍山海量有色金属有限公司	2900
中信锦州铁合金股份有限公司	1700
宝鸡力兴钛业集团	1300
合计	122958

注：协会与公司统计口径不一，故数据有出入，排名供参考

资料来源：《2020年中国钛工业发展报告》，华安证券研究所

根据2021年公司债券发布的跟踪评级报告可知，宝钛华神钛业有限公司海绵钛产品50%左右用于对外销售，此外，宝钛华神负责投资的年产12000吨海绵钛生产线及年产3000吨四氯化锆生产线项目2021年年末建设进度达90%，我们认为项目建设完毕后宝钛华神海绵钛将为宝钛原材料提供充足的助力。

图 表 118 宝钛股份与宝钛华神海绵钛采购情况

	2016	2017	2018	2019	2020
宝钛海绵钛采购量（吨）	12143	11435	13500	18203	18782
其中：自宝钛华神采购（吨）	5655	3238	3903	3528	3411
其中：自宝钛华神采购单价（万元/吨）	3.88	4.96	5.23	6.08	5.76
宝钛华神海绵钛产量（吨）	9578	8765	9189	9193	9385
宝钛华神为宝钛供给量占比（%）	59.04%	36.94%	42.47%	38.38%	36.35%

资料来源：公司债券公告，华安证券研究所

公司募投项目方面，2019年10月17日，公司发布公告，披露公司将募集资金进一步扩展钛材产能。2021年3月2日公司官网发布新闻，宣布共向13位特定投资者发行股票4751.1839万股，发行价格42.20元/股，募集资金20.05亿元（扣除发行费用净额19.68亿元），用于投资高品质钛锭、管材、型材生产线建设项目，宇航级宽幅钛合金板材、带箔材建设项目，检测、检验中心及科研中试平台建设项目以及补充流动资金。

图表 119 公司募投项目情况

序号	募投项目名称	新增产能情况
1	高品质钛锭、管材、型材生产线建设项目	将年新增钛及钛合金锭总产能 10000 吨、钛合金管材产能 290 吨、钛合金型材产能 100 吨。
2	宇航级宽幅钛合金板材、带箔材建设项目	新增板材产能 1,500 吨/年、带材产能 5000 吨/年、箔材产能 500 吨/年

资料来源：公司公告，华安证券研究所

图表 120 公司钛产品产销情况

	2018	2019	2020	2021
生产量 (吨)	14,516.16	19,730.04	18,794.27	27,807.44
销售量 (吨)	14,676.18	19,321.62	18,829.15	26,636.54
库存量 (吨)	2,086.28	2,494.70	2,459.82	3,630.72

资料来源：公司公告，华安证券研究所

图表 121 2020 年我国主要钛锭生产企业的产量 (单位：吨)

厂家	产量	厂家	产量
宝鸡钛业股份有限公司	20250	宁夏中色金航钛业	2000
新疆湘润	18304	宝鸡力兴钛业	1810
中铝沈加	7000	浙江申吉钛业	1500
湖南湘投金天科技集团	3000	抚钢	1200
西部材料	6500	重庆金世利	1010
常熟中钢精密锻材	5588	宝武特冶	1000
西部超导	6000	宝鸡瑞熙钛业	1000
云南钛业	5872	江苏宏宝优特管业	950
青海聚能	5048	宝鸡腾鑫钛业	940
攀钢钛业	5000	北京 621 所	920
宝鸡腾远金属材料	3600	宝鸡弘森钛制品	800
咸阳天成钛业	3500	宝鸡兴盛	800
洛阳 725 所	3430	陕西华镁特材	800
沈阳鑫通科技	3000	忠世高新材料股份	678
江苏天工集团	3000	宝鸡鑫诺	560
宝鸡富士特钛业	2600	贵州遵钛 (集团)	277
宝鸡金盛源钛业	2000	合计	119937

注：协会与公司统计口径不一，故数据有出入，排名供参考

资料来源：《2020 年中国钛工业发展报告》，华安证券研究所

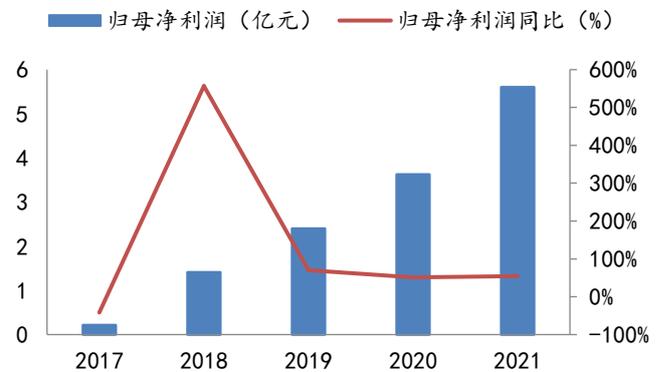
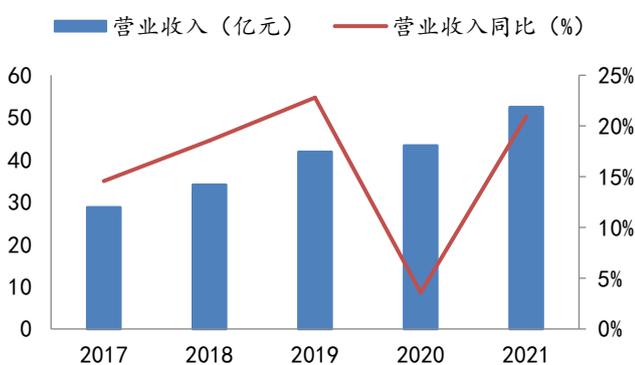
我们认为，伴随着募投项目建设完毕，公司产能将进一步得到扩充，宝钛将进一步巩固和提升行业龙头地位，以实现建成世界钛业强企目标。

4 : 财务分析

4.1 收入利润分析：营收稳健发展

从整体来看，公司营收稳步增长，盈利能力持续提升。2021 年公司创新经营发展模式，优化产业链布局延伸，积极开拓市场空间，品牌效应逐渐显现，核心竞争力不断增强，全面推动经营业绩逆势增长。全年公司实现营业收入 52.46 亿元，同比增长 20.94%；归属于上市公司股东的净利润 5.60 亿元，同比增长 54.49%，这主要是报告期公司销售收入同比增长，毛利增加所致。同时受益于航空航天等领域升级换代、国产化提升，钛行业高端产品市场延续稳定增长态势，公司产品结构转型升级效果显著，盈利能力持续提升，总体趋势稳中有升。

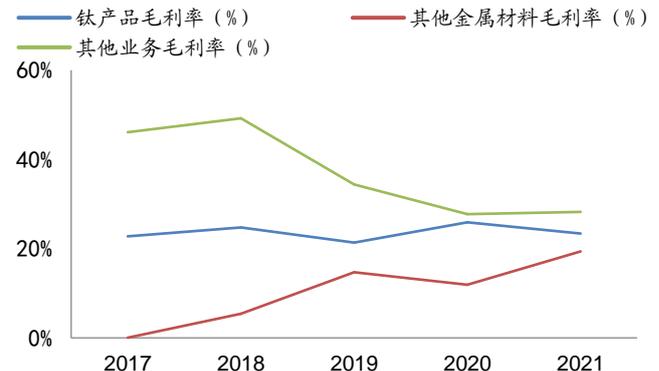
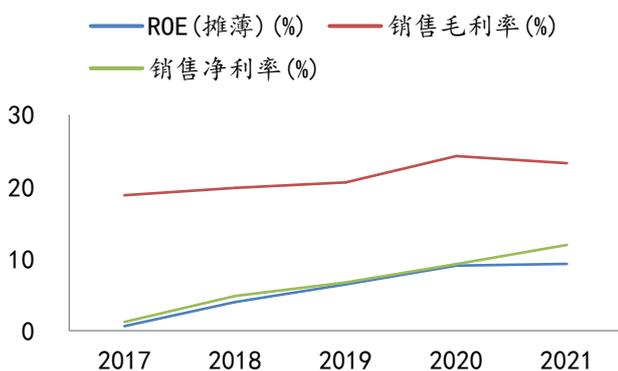
图表 122 近五年公司营业总收入及同比增速 (亿元, %) 图表 123 近五年归母净利润及同比增速 (亿元, %)



资料来源: choice, 华安证券研究所

资料来源: choice, 华安证券研究所

图表 124 近五年 ROE、销售毛利率、销售净利率情况 图表 125 近五年各产品毛利率 (%)



资料来源: choice, 华安证券研究所

资料来源: choice, 华安证券研究所

分产品来看，钛产品是公司主要的收入和利润来源。2019 年、2020 年和 2021 年，公司钛制品营业收入占营业总收入比重分别为 81.80%、85.59%和 90.41%，营收占比始终处于主导地位。

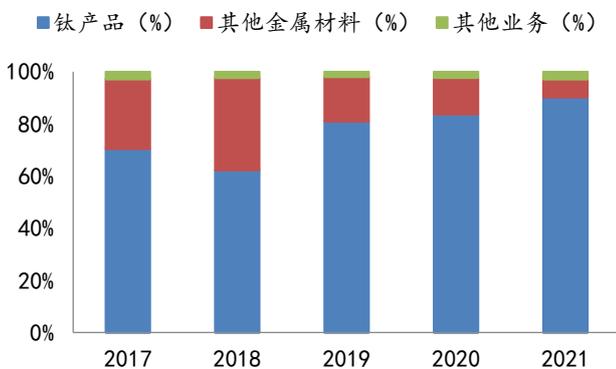
2022 年随着国家“双循环”格局构建，以及“十四五”规划与战略性新兴产业规划政策的深化实施，将为钛行业的业务增长带来良好的市场机遇和动能，从而有效拉动钛产品的市场需求，钛产品的应用将得到进一步推动，行业市场格局将持续优化，高端产品市场需求继续保持增长态势，中低端产品市场需求有望进

一步释放,但钛行业市场高端产品产能不足,中低端产品竞争激烈、产品趋同化、同质化矛盾依然明显,供需结构有待进一步改善。公司钛产品有望维持持续稳健增长的态势。

4.2 成本费用分析:钛产品比重大

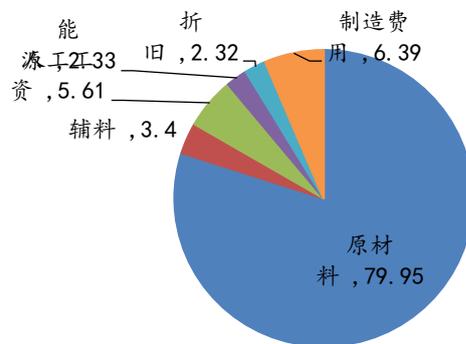
公司营业成本主要来源于钛产品。随着公司产品销量增加,公司营业成本逐年上涨。2019年、2020年和2021年,公司钛制品成本占比分别为81.03%、83.74%和90.28%。2021年公司营业成本为40.25亿元,同比增长22.52%,其中钛制品营业成本达到36.34亿元,同比增长32.10%,主要原因是钛产品销量增长迅速。从钛产品成本构成来看,原材料成本为29.05亿元,占比79.95%,相比去年占比略有回落。

图表 126 近五年营业成本各业务占比 (%)



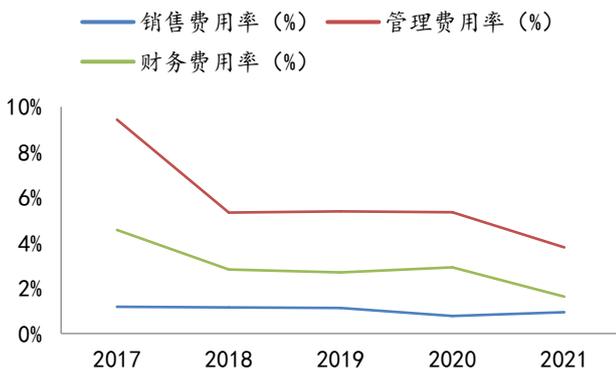
资料来源: choice, 华安证券研究所

图表 127 2021 年钛产品成本构成 (%)



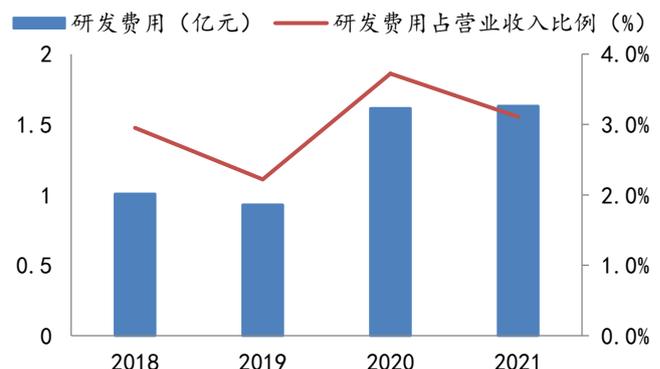
资料来源: choice, 华安证券研究所

图表 128 近五年三费情况



资料来源: choice, 华安证券研究所

图表 129 近四年研发费用情况



资料来源: choice, 华安证券研究所

三费方面,近五年公司三项费用率均呈下降趋势,财务结构显著优化。2021年公司销售费用为0.49亿元,同比增长47.03%,主要是2021年销售人员绩效收入增加所致;管理费用为1.99亿元,同比减少14.07%,主要是2021年公司的社保分配按部门变动调整所致;财务费用为0.85亿,同比减少32.59%,主要是2021年公司的利息收入增长较多所致。公司科学统筹组织生产,提高管理运行效率,着力强化成本管控,有效降低运行成本,经营效率显著提升。

研发投入方面,公司不断深化与设计院所、高校和企业之间的技术交流合作,

加大自主知识产权专利和材料研制，积极开展关键技术攻关，研发投入逐年增长。2021 年公司研发费用为 1.63 亿元，占营业收入的 3.11%，同比增长 0.99%。公司获得上级科技成果奖 6 项，获批专利授权 8 项。取得重大科研成果 700 余项，为国防现代化建设和尖端科技发展做出了巨大贡献。

5：盈利预测与估值

5.1 盈利预测

✓ 收入端

关键假设 1：基于军用钛材行业景气度及民用钛材需求旺盛，预计公司钛制品业务增速将维持高位，假设 2022 年/2023 年/2024 年业务增速分别为 25%/20%/20%。

✓ 费用端

关键假设 1：行业技术革新快，公司若要继续保持行业前列，未来仍将维持较高强度的研发支出，考虑到销售体系已非常成熟，项目建设进度有条不紊，预计整体费用率维持小幅波动。

基于上述关键假设，我们对公司未来三年业绩做出预测。我们预计公司 2022 年/2023 年/2024 年的营业收入分别为 63.61/75.59/89.94 亿元，同比增速为 21.25%/18.84%/18.98%；毛利率水平分别为 24.8%/25.6%/25.9%。预计公司 2022 年/2023 年/2024 年归母净利润分别为 8.41/10.41/12.76 亿元，对应增速为 50.1%/23.8%/22.6%；EPS 分别为 1.76/2.18/2.67 元。

图表 130 2020 年-2024 年公司业绩拆分及盈利预测

	2020	2021	2022E	2023E	2024E
总营业收入（百万元）	4,337.70	5,246.04	6,360.91	7,559.34	8,993.83
YOY	3.58%	20.94%	21.25%	18.84%	18.98%
营业成本（百万元）	3,285.50	4,025.44	4,781.91	5,627.19	6,669.31
毛利润（百万元）	1,052.20	1,220.60	1,578.99	1,932.15	2,324.53
毛利率（%）	24.26%	23.27%	24.82%	25.56%	25.85%
钛产品业务					
营业收入（百万元）	3,712.54	4,742.90	5,928.62	7,114.35	8,537.22
YOY	8.38%	27.75%	25%	20%	20%
营业成本（百万元）	2,751.14	3,634.00	4,448.95	5,290.64	6,330.16
毛利润（百万元）	961.40	1,108.90	1,479.68	1,823.70	2,207.05
毛利率（%）	25.90%	23.38%	24.96%	25.63%	25.85%
其他金属制品					
营业收入（百万元）	521.49	342.49	359.61	377.60	396.47
YOY	-21.36%	-34.33%	5%	5%	5%
营业成本（百万元）	459.43	276.14	281.92	288.29	296.22
毛利润（百万元）	62.06	66.35	77.69	89.31	100.25
毛利率（%）	11.90%	19.37%	21.60%	23.65%	25.29%

资料来源：wind，华安证券研究所

5.2 公司估值

公司主要经营军民领域钛合金业务，我们选取同样拥有军民两用钛合金业务的西部超导及西部材料及与宝钛处于同一产业链环节的金属新材料公司钢研高纳和抚

顺特钢进行对比，2022年可比公司PE均值为36倍。我们预计2022-2024年公司归母净利润为8.41、10.41、12.76亿元，对应市盈率为29.69、23.99、19.56倍，维持公司“买入”评级。

图表 131 可比公司估值情况

证券代码	证券简称	可比公司业务情况	PE (取一致预期)		
			2022E	2023E	2024E
688122.SH	西部超导	主营军民领域钛合金及高温合金	41.86	30.62	23.49
002149.SZ	西部材料	主营军民领域钛合金	26.06	19.23	15.28
300034.SZ	钢研高纳	主营军民领域高温合金	44.02	32.17	23.69
600399.SH	抚顺特钢	主营军民领域特种钢和高温合金	33.02	23.61	18.19
平均值			36.24	26.41	20.16

注：可比公司估值采用 Wind 一致预期

资料来源：wind，华安证券研究所

风险提示：

行业需求不及预期，募投建设进度不及预期，行业竞争加剧。

财务报表与盈利预测

资产负债表					利润表				
单位:百万元					单位:百万元				
会计年度	2021A	2022E	2023E	2024E	会计年度	2021A	2022E	2023E	2024E
流动资产	8411	8289	9326	10634	营业收入	5246	6361	7559	8994
现金	1635	656	198	-204	营业成本	4025	4782	5627	6669
应收账款	1488	1831	2175	2582	营业税金及附加	37	45	54	64
其他应收款	13	11	13	17	销售费用	49	60	67	83
预付账款	302	213	278	347	管理费用	199	223	265	315
存货	2996	3364	4010	4768	财务费用	85	73	74	74
其他流动资产	1977	2214	2651	3125	资产减值损失	-34	-1	-1	-1
非流动资产	3346	4043	4586	5181	公允价值变动收益	0	0	0	0
长期投资	11	11	11	11	投资净收益	-1	32	8	9
固定资产	2364	2828	3132	3475	营业利润	686	1082	1321	1608
无形资产	190	242	289	340	营业外收入	6	10	11	12
其他非流动资产	782	961	1155	1356	营业外支出	3	5	6	6
资产总计	11757	12332	13912	15815	利润总额	688	1087	1326	1614
流动负债	3221	2846	3264	3737	所得税	64	138	163	184
短期借款	400	0	0	0	净利润	625	950	1163	1430
应付账款	1326	1378	1672	1998	少数股东损益	65	109	122	154
其他流动负债	1494	1468	1592	1740	归属母公司净利润	560	841	1041	1276
非流动负债	2053	2053	2053	2053	EBITDA	1032	1574	1667	1969
长期借款	549	549	549	549	EPS (元)	1.18	1.76	2.18	2.67
其他非流动负债	1504	1504	1504	1504					
负债合计	5274	4899	5317	5791					
少数股东权益	444	553	675	829					
股本	478	478	478	478					
资本公积	4292	4292	4292	4292					
留存收益	1269	2110	3151	4426					
归属母公司股东权益	6038	6879	7920	9196					
负债和股东权益	11757	12332	13912	15815					

现金流量表					主要财务比率				
单位:百万元					会计年度				
会计年度	2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E	
经营活动现金流	206	705	533	666	成长能力				
净利润	560	841	1041	1276	营业收入	20.9%	21.3%	18.8%	19.0%
折旧摊销	260	515	363	390	营业利润	44.8%	57.8%	22.0%	21.7%
财务费用	116	111	101	101	归属于母公司净利	54.5%	50.1%	23.8%	22.6%
投资损失	1	-32	-8	-9	获利能力				
营运资金变动	-830	-832	-1077	-1237	毛利率 (%)	23.3%	24.8%	25.6%	25.8%
其他经营现金流	1489	1774	2231	2659	净利率 (%)	10.7%	13.2%	13.8%	14.2%
投资活动现金流	-481	-1173	-890	-967	ROE (%)	9.3%	12.2%	13.1%	13.9%
资本支出	-381	-1205	-897	-976	ROIC (%)	8.0%	9.9%	10.9%	11.7%
长期投资	0	0	0	0	偿债能力				
其他投资现金流	-100	32	8	9	资产负债率 (%)	44.9%	39.7%	38.2%	36.6%
筹资活动现金流	856	-511	-101	-101	净负债比率 (%)	81.4%	65.9%	61.9%	57.8%
短期借款	-600	-400	0	0	流动比率	2.61	2.91	2.86	2.85
长期借款	549	0	0	0	速动比率	1.59	1.66	1.54	1.48
普通股增加	48	0	0	0	营运能力				
资本公积增加	1921	0	0	0	总资产周转率	0.45	0.52	0.54	0.57
其他筹资现金流	-1062	-111	-101	-101	应收账款周转率	3.53	3.47	3.48	3.48
现金净增加额	573	-979	-458	-403	应付账款周转率	3.03	3.47	3.37	3.34

资料来源:公司公告, 华安证券研究所

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告由华安证券股份有限公司在中华人民共和国（不包括香港、澳门、台湾）提供。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究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。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A 股以沪深 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；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普 500 指数为基准。定义如下：

行业评级体系

- 增持—未来 6 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%以上；
- 中性—未来 6 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%以上；

公司评级体系

- 买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
- 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
- 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
- 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。