



信达证券
CINDA SECURITIES

Research and
Development Center

金属粉末：高端材料，千亿市场

金属粉末行业专题报告

2022 年 12 月 7 日

证券研究报告

行业研究

金属粉末行业专题报告

新材料

投资评级 看好

上次评级 看好

姜永刚 金属新材料行业首席分析师
执业编号: S1500520010002
联系电话: 010-83326716
邮箱: louyonggang@cindasc.com

黄礼恒 金属新材料行业联席首席分析师
执业编号: S1500520040001
联系电话: 18811761255
邮箱: huangliheng@cindasc.com

信达证券股份有限公司
CINDASECURITIES CO., LTD
北京市西城区闹市口大街9号院1号楼
邮编: 100031

金属粉末：高端材料，千亿市场

2022 年 12 月 7 日

本期内容提要：

- **金属粉末：高端材料，千亿市场。**金属粉末是指尺寸小于 1mm 的金属颗粒群，是粉末冶金的主要原材料。粉末冶金技术的不断升级，推动金属粉末应用领域不断向高端市场拓展。新能源汽车、光伏、储能、航空航天、医疗等新兴领域快速发展，对高性能、低成本的定制化、个性化的新材料及部件需求大幅提升。而粉末冶金技术的进步可以助力低端同质化产品的规模化生产向高端定制化产品规模化高效生产升级。金属粉末是实现非标冶金产品规模化高效生产的基础。据 PMR 公司，在新能源汽车、光伏、储能、航空航天等领域推动下，金属粉末的需求预计将在 2022-2032 年快速增长，预计全球市场规模将从 2022 年的 95 亿美元增至 2032 年的 193 亿美元，CAGR 为 7.4%。从粉末冶金工艺来看，增材制造（3D 打印）有望成为未来市场潜力最大、增速最高的工艺技术。据 BCC Research，全球增材制造粉末冶金市场规模 2022 年预计为 4.119 亿美元，到 2027 年达到 11 亿美元以上，CAGR 为 22.6%。
- **金属粉末是最符合第一性原理的金属材料。**按照组分分类，金属粉末可以分为单一金属粉末和合金粉末。单一金属粉末分为铁粉、铜粉、铝粉、镍粉、钛粉、锡粉、钴粉、铬粉、银粉等，合金粉末有铁基、镍基、铜基等合金粉，常通过传统粉末冶金、注射成型、增材制造等工艺生成结构件或功能件，也可直接应用于各行各业。从当前存量市场看，铁粉和铜粉占比最大；从未来增量市场看，我们认为软磁粉和 3D 打印专用粉末增速最高。
- **粉末冶金是最先进的金属成形工艺。**粉末冶金是以金属粉末为原料，经成形和烧结过程制造金属材料、复合材料以及多种不同类型制品的工艺方法。基本工序包括原料粉末制备、粉末成形、烧结、后序处理四个步骤，粉末成形工艺包括压制烧结、金属注射成型、热或冷等静压、金属增材制造等。粉末冶金拥有百年以上发展历史，但凭借其工艺的先进性始终走在时代的最前沿、应用在新兴高端的领域。与传统冶金工艺相比，粉末冶金材料利用率最高（达 95% 以上，传统机加工只有 50%）、能耗最低（原材料中约 80% 来自回收废料），是一种最先进的、绿色低碳的、符合高质量发展趋势的金属成形工艺。
- **金属粉末需求将进入规模化加速增长时期。**长期以来，粉末冶金行业主要由汽车市场的应用驱动；未来 10 年，新能源、航空航天、医疗、电气和电磁学、工业和消费产品将共同推动粉末冶金行业加速发展，金属粉末需求将进入规模化加速增长时期。虽然新能源汽车对传统粉末冶金的单车需求低于燃油车，但是新能源车对磁性粉末的需求更大，且价值量更高。另外通过 3D 打印和 MIM 等工艺应用到航空航天、医疗、电子等领域的粉末以及应用到光伏、储能等新能源领域的软磁粉单位价值量会更高。

- **投资建议：**金属粉末在新能源、航空航天等新兴领域的驱动下，需求将进入规模化加速增长时期，全球市场空间有望达到千亿以上规模，叠加中国持续推动高端制造和产业升级，国内的金属粉末企业步入加速成长阶段。**建议重点关注：**（1）**铂科新材：**合金软磁粉末及粉芯龙头，受益光伏、储能市场需求加速；（2）**悦安新材：**羰基铁粉龙头，受益汽车电子需求加速，并向电力和军工市场拓展；（3）**东睦股份：**P&S、MIM、SMC 三大粉末冶金业务齐发力；（4）**博迁新材：**电子专用纳米粉末龙头，受益 MLCC 电容器需求增长以及进口替代；（5）**有研粉材：**铜粉和锡粉龙头，受益 3D 打印粉末产能扩张和需求加速；（6）**屹通新材：**雾化铁粉龙头，布局软磁粉；（7）**云路股份：**非晶材料龙头，纳米晶业绩释放；（8）**铂力特：**布局钛粉和高温合金粉，受益 3D 打印市场需求加速；（9）**斯瑞新材：**高端铜合金龙头，布局铬粉；（10）**中洲特材：**布局高温合金 3D 打印粉末。
- **风险因素：**金属粉末竞争格局快速恶化；传统燃油车粉末冶金需求量下滑；新能源等领域需求增长不及预期。

目录

金属粉末：高端材料，千亿市场.....	7
金属粉末是实现非标准冶金产品规模化生产的基础.....	7
金属粉末剑指千亿市场.....	8
中国金属粉末企业步入加速发展阶段.....	9
金属粉末是最符合第一性原理的金属材料.....	10
主要通过粉末冶金工艺得以广泛应用.....	10
铁基粉末占比最大，其他粉末百花齐放.....	12
3D 打印金属粉末迈入加速成长期.....	15
粉末冶金是最先进的金属成形工艺.....	17
百年发展历程，驻守高端市场.....	19
粉末冶金材料始终处于高端新材料范畴.....	23
粉末冶金是一种绿色、低能耗、高材料利用率的技术，符合高质量发展趋势.....	29
金属粉末需求将进入规模化加速增长时期.....	33
汽车：粉末冶金的主要应用领域.....	33
能源：粉末冶金提升能源利用效率.....	37
航空航天：3D 打印适配其结构复杂且轻量化的要求.....	42
医疗行业：MIM 增速最快的下游.....	46
电动工具：电动化智能化趋势推动需求增长.....	48
家电：传统领域需求稳定增长.....	49
软磁材料：新能源扩大其应用规模.....	50
金属粉末重点上市公司梳理.....	52
铂科新材：合金软磁粉龙头.....	53
东睦股份：PM、MIM、SMC 三大粉末冶金业务并驾齐驱.....	53
悦安新材：羰基铁粉龙头，主攻超细金属粉末.....	54
博迁新材：纳米金属粉末龙头.....	55
屹通新材：雾化铁粉龙头.....	56
有研新材：铜粉和锡粉龙头.....	56
云路股份：非晶材料龙头，发力纳米晶.....	57
铂力特：金属 3D 打印粉末一体化龙头.....	58
斯瑞新材：布局高性能金属铬粉.....	58
中洲特材：高温合金 3D 打印粉末已批量生产.....	59
章源钨业：钨粉和碳化钨粉龙头.....	59
投资建议.....	60
风险因素.....	60

表目录

表 1：金属粉末 A 股主要上市公司（2022.11.16）.....	10
表 2：金属粉末的主要性能指标.....	11
表 3：金属粉末分类及应用.....	11
表 4：金属粉末的应用.....	12
表 5：海外主要金属粉末龙头公司.....	14
表 6：全球增材制造金属粉末主要生产厂商（2021 年）.....	17
表 7：粉末冶金技术发展历程.....	19
表 8：2020 年亚洲其他国家粉末冶金产品应用占比.....	21
表 9：粉末冶金在汽车上的应用.....	21
表 10：粉末冶金未来主要应用领域.....	22
表 11：金属粉末制备的基本方法.....	24
表 12：目前主流的金属粉末制备工艺.....	25
表 13：粉末冶金成型工艺概述.....	26
表 14：粉末冶金工艺优势概览.....	29
表 15：各类金属加工方法结构件的性能对比.....	30
表 16：未来粉末冶金技术四个核心挑战.....	31
表 17：中国粉末冶金行业的发展趋势.....	32
表 18：全球汽车对金属粉末的需求量测算（万辆，kg，万吨，万元/吨，亿元）.....	36
表 19：全球新能源汽车对金属粉末的需求量测算（万辆，kg，万吨，万元/吨，亿元）.....	37

表 20: 典型金属粉末增材制造技术特点对比.....	43
表 21: 航空航天对金属粉末的需求量测算.....	46
表 22: 家用电器对金属粉末的需求量测算.....	50
表 23: 金属粉末重点上市公司汇总.....	52

图目录

图 1: 粉末冶金产业链	8
图 2: 金属粉末全球市场规模	9
图 3: 2016-2020 年中国金属粉末销售量 (万吨)	13
图 4: 2016-2020 年中国钢铁粉末总销量	13
图 5: 2013-2020 年中国铜基金属粉末销量及增速	13
图 6: 欧洲铜粉市场规模预测 (按最终用途)	13
图 7: 2020 年中国铁基粉末销量构成	13
图 8: 2020 年中国铁基粉末应用分布	13
图 9: 2020 年中国铜基粉末销量构成	14
图 10: 2020 年中国铜基粉末应用分布	14
图 11: 增材制造材料全球市场结构 (2019)	15
图 12: 增材制造材料中国市场结构 (2019)	15
图 13: 全球增材制行业下游应用领域分布 (2019)	16
图 14: 中国增材制造行业下游应用分布 (2019)	16
图 15: 粉末冶金工艺流程	18
图 16: 粉末冶金零件的应用	18
图 17: 2018 年美国粉末冶金产品应用占比	20
图 18: 2014 年欧洲粉末冶金零件应用情况	20
图 19: 2014 年日本粉末冶金产品应用占比	20
图 20: 2020 年中国粉末冶金产品应用占比	20
图 21: 全球粉末冶金制品消费区域分布及预测.....	22
图 22: 2016 年全球粉末冶金公司市场份额	22
图 23: 中国粉末冶金销售情况	23
图 24: 粉末冶金工序	23
图 25: 粉末冶金结构组件	28
图 26: 粉末冶金软磁元件	28
图 27: 不同冶金工艺材料利用率与能耗对比.....	29
图 28: 不同冶金工艺耗电量对比	29
图 29: 传统汽车发动机中的粉末冶金产品 (据不完全统计)	33
图 30: 汽车变速器中的粉末冶金产品 (据不完全统计)	34
图 31: 汽车车身&底盘中的粉末冶金产品 (据不完全统计)	34
图 32: 混动汽车引擎中的粉末冶金产品 (据不完全统计)	35
图 33: 纯电动汽车引擎中的粉末冶金产品 (据不完全统计)	35
图 34: 2022-2030 全球新增光伏装机量预测	38
图 35: 粉末冶金材料在风电机组中的应用.....	38
图 36: 2020-2031 年新增装机容量排名	39
图 37: SOFC 结构和多孔陶瓷合金电极微观表征模拟	39
图 38: 2021-2026 年全球燃料电池市场规模 (亿美元)	40
图 39: 镁储氢材料示意图	41
图 40: 2016-2020 年中国储氢材料供需统计情况	41
图 41: 2016-2020 年中国储氢材料市场规模预测趋势图	41
图 42: 纳米晶体扩大锂离子存储空间.....	42
图 43: 航空发动机内部结构	42
图 44: GE 公司采用金属增材技术制造的燃油喷嘴	44
图 45: 商发民用大型航空发动机燃油喷嘴的 3D 打印.....	44
图 46: GE9X 发动机采用 EBM 制备 TiAl 合金低压涡轮叶片	45
图 47: 增材修复在航空发动机整体叶盘上的应用.....	45
图 48: 医疗类 MIM 零部件	46
图 49: 牙齿正畸托槽示意图	47
图 50: 2018-2021 年中国医疗器械市场规模及增速 (亿元)	48
图 51: 电动工具粉末冶金零部件应用示意图.....	48
图 52: 2016-2026 年全球电动工具出货量 (亿台)	49
图 53: 含油轴承	50

图 54: 金属软磁粉芯生产工艺	51
图 55: 各领域软磁的需求量 (万吨)	51
图 56: 各领域软磁市场规模 (亿元)	51

金属粉末：高端材料，千亿市场

金属粉末是实现非标冶金产品规模化生产的基础

金属粉末是指尺寸小于 1mm 的金属颗粒群，包括单一金属粉末、合金粉末以及具有金属性质的某些难熔化合物粉末，是粉末冶金的主要原材料。粉末冶金是以金属粉末(或金属粉末与非金属粉末的混合物)为原料，经成形和烧结过程制造金属材料、复合材料以及多种不同类型制品的工艺方法。因此，金属粉末是伴随着粉末冶金技术发展起来的，金属粉末的应用领域拓展离不开粉末冶金技术的不断革新。

粉末冶金技术所带来的重要变革主要体现在两个方面：**(1) 开发新型材料和关键制品的先进技术。**1909 年开发出的粉末冶金延性钨丝，为人类社会带来了光明。1923 年硬质合金的问世，将金属切削加工效率提高几十倍甚至上百倍，为切削加工、采掘钻探以及其它加工业带来革命性变革。20 世纪 30 年代以来，基于粉末冶金技术开发的难熔金属、电触头材料和磁性材料(包括稀土永磁材料)，为电气化系统和通讯设备提供关键器材和元件。**(2) 生产高性能金属机械零件的先进成形工艺。**由于粉末冶金技术能实现材料的近净成型，具有原材料利用率高(约 95%)、生产效率高、节能环保的优势，能够直接生产形状复杂高精度的高性能粉末冶金产品。世界范围内的粉末冶金机械零件产业发展迅速，确立其作为现代制造业的重要组成地位。

当前，以新一代信息技术、新能源、智能制造等为代表的新兴产业快速发展，对材料提出了更高要求，如超高纯度、超高性能、超低缺陷、高速迭代、多功能、高耐用、低成本、易回收、设备精良等，对新材料的研发提出更高要求。新材料产业向绿色化、低碳化、精细化、节约化方向发展。物联网、人工智能、云计算等新一代信息技术和互联网技术的飞速发展，以及新型感知技术和自动化技术的应用，推动新材料产业研发进程不断加快，为金属粉末带来了前所未有的发展机遇。

金属粉末广泛应用于汽车、航空航天、电子、机械和建筑等领域，在产业升级和绿色制造的大时代背景下，各领域对高精度和轻量化组件的需求正在快速增长。汽车和航空航天行业在提高对轻量化零部件的需求方面走在前列，为消费者提供节能解决方案。传统的生产方法无法生产这种轻量化且高精度的部件，但先进的粉末冶金工艺，如金属粉末注射成型(MIM)、金属粉末增材制造(3D 打印)等工艺能以相对较低的生产成本高效地生产此类非标组件。

粉末冶金技术的不断提升，推动粉末冶金产品的应用领域不断向高端市场拓展。新能源汽车、光伏、风电、储能、航空航天、通信、医疗等新兴领域快速发展，又对高性能、低成本的定制化、个性化的新材料及部件需求大幅提升。而粉末冶金技术的进步可以助力低端同质化产品的规模化生产向高端定制化产品规模化生产升级。所谓的规模化生产不仅是产能规模的扩大，而是生产效率的提升，进而节约能源并降低成本。金属粉末是实现非标冶金产品规模化生产的基础。

图 1: 粉末冶金产业链



资料来源：中国粉体网，信达证券研发中心

金属粉末剑指千亿市场

据 PMR 公司(Persistence Market Research)，尽管遭遇了 2019 新冠疫情，金属粉末全球销售在 2017-2021 年期间依然维持 3.4% 的复合增长率，2021 年金属粉末全球市场规模达到 89 亿美元。由于新能源汽车、光伏、储能、航空航天等领域更喜欢先进的制造工艺，以减少时间、成本和劳动力，同时提高生产效率，金属粉末的需求预计将在 2022-2032 年经历更高的增长，预计全球市场规模将从 2022 年的 95 亿美元增至 2032 年的 193 亿美元，年均复合增长率（CAGR）为 7.4%。

美国是金属粉末最大的消费国，其次是中国。PMR 预计 2022 年美国的市场规模将达到 27 亿美元，北美市场占比达 30.9%。各种技术进步和尖端制造技术的迅速采用将促进美国金属粉末需求快速增长。由于对高精度、耐用性和高强度组件的需求，PMR 预计 3D 打印将在医疗保健和国防部门经历高速增长。中国是世界第二大经济体，同时是全球制造业大国，金属粉末在电子、汽车、航空航天、新能源、医疗等领域应用空间广阔，叠加产业升级和进口替代，中国的金属粉末市场规模有望进入加速扩张阶段。

金属粉末包括铝粉、铜粉、铁粉、镍粉、钛粉、钨粉、钼粉等，其中铁粉占比最大，PMR 认为未来 10 年铝粉的需求增长最快，预计到 2032 年，铝粉将以 10% 的复合增速增长，主要原因是汽车和航空航天等行业为了为客户提供节能的解决方案，对轻量化和高精度组件的需求不断增长，推动了对铝金属粉末的需求。我们认为随着工艺进步及成本下降，钛粉的需求也将迎来高速增长，相比铝粉，钛粉性能更优，但成本较高。

从粉末冶金工艺来看，增材制造（3D 打印）将是未来市场潜力最大、增速最高的工艺技术。据 BCC Research，全球增材制造粉末冶金市场规模 2022 年预计为 4.119 亿美元，到 2027 年达到 11 亿美元以上，复合年增长率(CAGR)为 22.6%。其中北美地区 2022-2027 年从 1.562 亿美元增长至 3.434 亿美元（CAGR 17.1%），亚太地区 2022-2027 年从 1.091 亿美元增长至 3.71 亿美元（CAGR 27.7%）。

图 2：金属粉末全球市场规模



资料来源：Persistence Market Research，信达证券研发中心

据铂力特 2021 年报，2021 年全球增材制造市场规模达到 152.44 亿美元，相比 2020 年增长 19.5%，过去 4 年（2018-2021）平均增长率为 20.4%。其中 3D 打印服务占比 41%，打印材料占比 23.4%，打印装备占比 22.4%，其他占比 13.2%。2021 年增材制造材料产业规模达到 25.98 亿美元，较 2020 年增长 23.4%，占总产值的 17%。增材制造专用材料被分为金属、光敏树脂、聚合物粉材、聚合物丝材等四类，其中**金属原材料业务占比 18.2%**，光敏树脂占比 25.2%，聚合物丝材占比 19.9%，聚合物粉材占比 34.7%。从下游应用领域来看，航空航天占比 16.8%，消费类/电子产品占比 11.8%，政府/军事占比 6%，医疗占比 15.6%，科研机构占比 11.1%，建筑 4.5%，汽车 14.6%，能源 7%，其他 12.6%。未来，随着疫情逐渐平稳，增材制造产业仍将保持高速发展，工业级增材制造应用场景将继续增加，消费级增材制造将趋于平稳。美国、欧洲等国将持续对增材制造产业注能。3D 打印在包括航空航天、汽车和医疗在内的垂直领域的潜力仍在增长。

中国金属粉末企业步入加速发展阶段

在中国制造业转型升级和进口替代加速以及汽车、新能源、电子、航空航天等新兴领域需求提升的共同作用下，近几年金属粉末行业涌现出一批“专精特新”细分领域龙头企业，并密集上市，标志着金属粉末行业步入加速发展阶段。目前 A 股上市公司中涉及金属粉末业务的公司主要有**铂科新材**（合金软磁粉）、**东睦股份**（合金软磁粉）、**悦安新材**（羰基铁粉）、**博迁新材**（镍粉、铜粉）、**屹通新材**（铁粉）、**有研粉材**（铜粉、锡粉、铝粉）、**斯瑞新材**（铬粉）、**铂力特**（钛粉）、**中洲特材**（高温合金粉）等。

表 1：金属粉末 A 股主要上市公司（2022.11.16）

公司名称	铂科新材	东睦股份	悦安新材	博迁新材	屹通新材	有研粉材	斯瑞新材	铂力特	中洲特材
证券代码	300811.SZ	600114.SH	688786.SH	605376.SH	300930.SZ	688456.SH	688102.SH	688333.SH	300963.SZ
成立时间	2009 年	1994 年	2004 年	2010 年	2000 年	2004 年	1995 年	2011 年	2002 年
主营业务	金属软磁粉及粉芯、芯片电感	粉末冶金压制成形零件、金属注射成形零件和金属软磁粉芯	碳基铁粉、雾化合金粉及相变粉末深加工产品	镍粉、铜粉、银粉	高性能纯铁粉、合金钢粉及添加剂用铁粉等	铜基金属粉末、锡基电子互连材料、增材制造用金属粉末材料	高强高导铜合金、中高压电接触材料、铬粉 CT 和 DR 球管	金属 3D 打印设备生产、服务、原材料生产	铸造、变形、粉末高温耐蚀合金
金属粉末产品	合金软磁粉（铁硅、铁硅铝、铁硅铬）	合金软磁粉（铁硅、铁硅铝、铁镍）	碳基铁粉	镍粉、铜粉、银粉	铁粉	铜粉、锡粉、铝粉、钛粉	铬粉	钛粉	钴基、镍基、铁基合金粉末
下游应用	光伏、储能、新能源车、UPS 等	光伏、储能、新能源车等	消费电子、汽车电子、航空航天	消费电子、汽车电子	汽车、家电、电动工具、医疗器械	汽车、电子、3D 打印（航空航天）	高温合金（航空航天等）	航空航天、汽车、医疗	3D 打印（汽车、航空、医疗）
总市值（亿元）	96	57	42	141	29	32	60	175	27
2021 年营业收入（亿元）	7.26	35.91	4.01	9.70	5.22	27.81	9.68	5.52	6.85
2021 年归母净利润（亿元）	1.20	0.26	0.89	2.38	0.96	0.81	0.63	-0.53	0.46
2021 年毛利率	33.8%	22.0%	37.4%	38.3%	25.2%	8.6%	19.1%	48.2%	17.5%
2021 年净利率	16.6%	1.1%	22.9%	24.5%	18.4%	2.9%	6.4%	-9.7%	6.7%
研发投入营收占比（2021）	5.8%	8.0%	5.6%	4.6%	3.4%	3.6%	4.2%	20.7%	4.7%
市盈率（ttm）	58	162	41	72	30	45	77	393	37
市销率（ttm）	10.2	1.6	9.5	16.0	6.8	1.1	6.2	21.0	3.4
市研率（ttm）	226.9	19.9	186.3	318.3	161.2	31.4	146.6	153.5	84.1

资料来源：Wind，信达证券研发中心

金属粉末是最符合第一性原理的金属材料

主要通过粉末冶金工艺得以广泛应用

金属粉末是指尺寸小于 1mm 的金属颗粒群，是粉末冶金的主要原材料。小颗粒尺度介于 1nm-1mm 范围，1nm 略等于 45 个原子排列的长度。金属粉末属于松散状物质，其性能综合反映了金属本身的性质和单个颗粒的性状及颗粒群的特性。

金属粉末的性能一般可以分为化学性能、物理性能和工艺性能。

- 化学性能是指金属含量和杂质含量，金属含量越多，表明金属粉末纯度更高，其化学性能也会更好；
- 物理性能包括粉末的平均粒度和粒度分布，颗粒的形状、表面形貌和内部显微结构，金属粉末的粒度越细，其比表面积越大，制得的零部件具有烧结活性好、成型密度

请阅读最后一页免责声明及信息披露 <http://www.cindasc.com> 10

- 高、涡流损耗低的优势，将会提高零部件的机械性能，其在高频、大功率的电子、电力工作场景中得到广泛应用；
- 工艺性能是一种综合性能，包括粉末的流动性、松装密度、成形性和烧结尺寸变化。金属粉末的性能在很大程度上取决于粉末的生产方法及制取工艺。

表 2：金属粉末的主要性能指标

指标	类别
粒径	主要分为五个级别，常规粉末为 50-1000μm，细粉末为 5-10μm，极细粉末为 0.5-10μm，超细粉末 < 0.5μm，纳米级粉末为 0.1-100nm
颗粒形貌	由不同的制备方法决定。还原法制备的金属粉末呈疏松多孔海绵状，雾化法制备的金属粉末呈球形，电解法制备的金属粉末呈树枝状，机械粉碎直接制得的粉末大多呈不规则形
流动性	以一定质量的粉末通过校准过的漏斗所需要的时间来表示，数值越小，则流动性越好。流动性与粉末比表面积、颗粒粗糙度、粉末材料密度成正比，与松装密度成反比
松装密度	是指在特定条件下，单位体积中松散粉末的质量。松装密度随颗粒尺寸的减小、颗粒非球形系数的增加及表面粗糙度的增加而减小
压制性	包括压缩性和成型性，是粉末质量的重要标志。压缩性表示金属粉末受压后塑性变形的能力，成型性是金属粉末压制成型的难易程度和压坯保持其形状的能力。高压压制性金属粉末是制取具有高密度、高延伸率和尺寸稳定制品的前提

资料来源：《金属粉末的工艺性能及其测定方法》，还原铁粉网，信达证券研发中心

其中**电子专用高端金属粉末**不同于传统金属粉末行业，为符合下游电子元器件产品小型化、薄型化的要求，电子元器件用金属粉末粒径远小于传统的粉末冶金材料，其制造工艺也有明显差异，生产成本也远非普通的粉末冶金材料可比。

按照组分分类，金属粉末可以分为单一金属粉末和合金粉末。单一金属粉末分为铁粉、铜粉、铝粉、镍粉、钛粉、铅粉、锡粉、钴粉、铬粉、银粉等，被广泛应用于粉末冶金结构零件、金刚石工具、磁性材料、摩擦材料电池等下游领域。合金粉末有铁基合金粉、镍基合金粉、铜基合金粉等，以铁硅合金粉末为例，铁硅粉末具有球形度好、流动性高的特征，相应制备的磁粉芯具有低功率损耗、高直流叠加特性和频率及温度稳定性，广泛应用于电动汽车直流充电桩、太阳能光伏逆变器、大功率 APF 有源滤波器和混合电抗器中。

此外，金属粉末还可以按照生产工艺分为**电解粉、还原粉、雾化粉、羰基粉、破碎粉等**；按照应用分为**软磁粉末、高温合金粉末、3D 打印专用粉末、电子专用粉末等**。

表 3：金属粉末分类及应用

细分粉末	应用领域
铁粉	粉末冶金、制造机械零件、生产摩擦材料、超硬材料、磁性材料，焊材等
铜粉	粉末冶金、金刚石工具、电工材料、摩擦材料等
钛粉	粉末冶金、生物医学材料、航空航天、汽车零部件等
钴粉	硬质合金、磁性材料、电池、金刚石工具等
铝粉	航空、汽车、机械制造、粉末涂料等
锡粉	电碳制品、摩擦材料、粉末冶金、含油轴承等
镍粉	粉末冶金、电池等

资料来源：屹通新材招股说明书，Chemical book，粉体圈，信达证券研发中心

金属粉末常通过传统粉末冶金、注射成型、增材制造等工艺生成结构件或功能件，也可直接应用于各行各业。随着粉末冶金技术的不断发展及下游应用领域的持续扩张，金属粉末在不同领域的应用占比将持续增加，且终端应用不断拓展。伴随着注射成型、3D打印等新型技术逐步落地，并且在企业成本及环保双重压力下，粉末冶金工艺优势不断显现，粉末冶金在航空航天、高端装备及医疗器械等终端应用领域市场广阔。

表 4: 金属粉末的应用

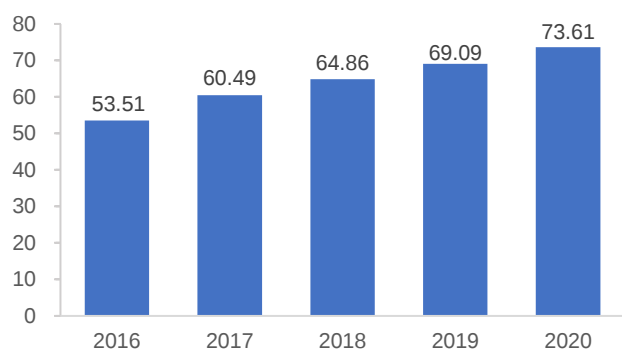
分类	具体应用
直接应用	隐身吸波材料，焊条、火焰切割用铁粉，火箭固体燃料用超细铝粉，催化剂用镍、铁、钴粉，离合器、复印机用磁性粉末，金属电化学沉积用铁粉和铜粉。
结构器件领域 (粉末冶金)	通过压制烧结工艺或金属注射成形工艺制取的汽车零部件、手机等消费电子零部件
功能器件领域 (粉末冶金)	通过粉末冶金工艺制取的消费电子、汽车、光伏、储能、充电桩等领域用的电感器

资料来源：新材料在线，信达证券研发中心

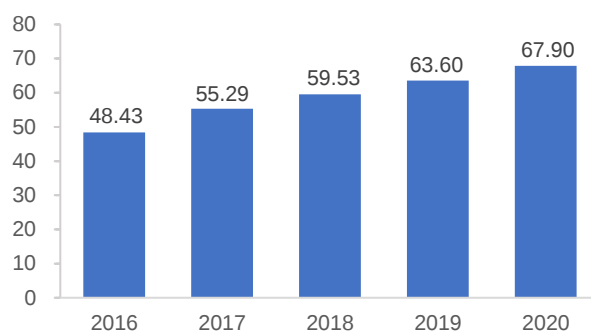
铁基粉末占比最大，其他粉末百花齐放

铁基粉末是金属粉末行业中最重要粉末品种，以铁基粉末为代表的金属粉末是一种新型产业原材料，属于制造业重要原材料领域，对中国制造业实现高端突破，完成产业转型具有重要的战略意义。铁基粉末是金属粉末行业中最重要粉末品种，铁基粉末行业下游应用主要包括粉末冶金制品、金刚石工具、磁性材料、热喷涂、冶金辅料及焊材领域，终端应用包括交通工具、家用电器、电动工具、3C 电子及医疗器械等众多行业。伴随金属粉末制备工艺不断提升，金属粉末终端应用不断拓展。以下游粉末冶金制品行业为例，伴随注射成型、3D 打印等新型技术逐步落地，并且在企业成本及环保双重压力下，粉末冶金工艺优势不断显现，粉末冶金在航空航天、高端装备及医疗器械等终端应用领域市场广阔。

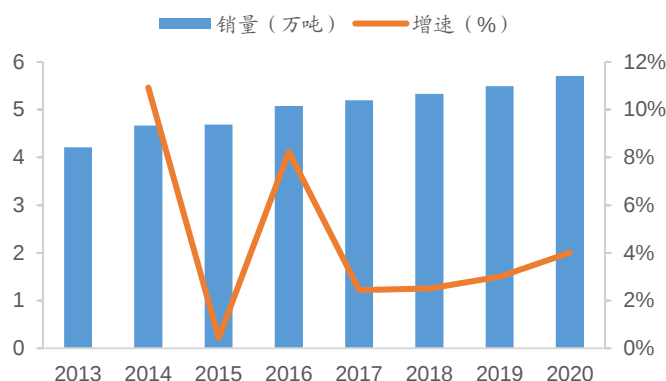
随着下游应用行业的快速发展以及金属粉末应用领域的不断拓展，金属粉末行业迎来了快速发展期。根据中投产业研究院发布的《2022-2026 年中国金属粉末行业深度调研及投资前景预测报告》，2016-2020 年，中国金属粉末销售量呈增长态势。2020 年，中国金属粉末销售量为 73.61 万吨，其中钢铁粉末总销量为 67.9 万吨，占比 90%以上。2013-2020 年中国铜基金属粉末销量同样逐年增长，销量从 4.21 万吨增长至 5.71 万吨，CAGR 为 4.4%。

图 3：2016-2020 年中国金属粉末销售量（万吨）


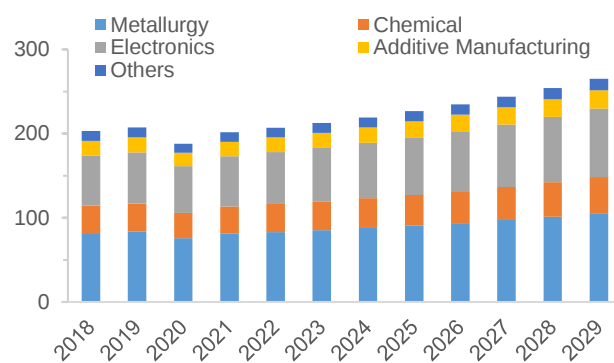
资料来源：中国钢协粉末冶金协会，信达证券研发中心

图 4：2016-2020 年中国钢铁粉末总销量


资料来源：中国钢协粉末冶金协会，信达证券研发中心

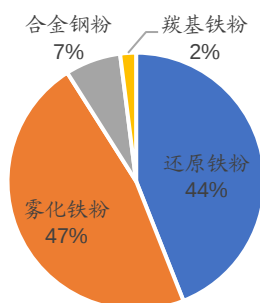
图 5：2013-2020 年中国铜基金属粉末销量及增速


资料来源：中国钢协粉末冶金协会，信达证券研发中心

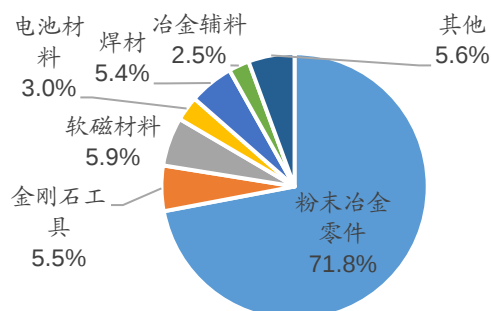
图 6：欧洲铜粉市场规模预测（按最终用途）


资料来源：statista，信达证券研发中心

铁基粉末主要有雾化铁粉、还原铁粉、羰基铁粉、合金钢粉等。铁基粉体下游应用广泛，按照使用方式的不同可以分为结构性材料与功能性材料两大类：结构性材料指将金属粉体通过传统压烧或新型工艺（如注射成型、3D 打印技术）制成承受外力的结构零件，而功能性材料指利用金属粉体特殊的物理/化学性能，形成功能元件的特殊物理/化学性能。

图 7：2020 年中国铁基粉末销量构成


资料来源：中国钢协粉末冶金协会，信达证券研发中心

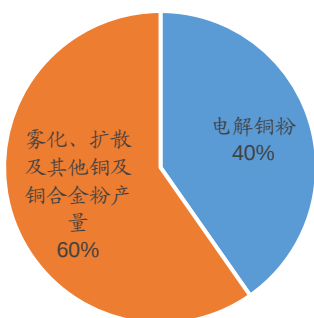
图 8：2020 年中国铁基粉末应用分布


资料来源：中国钢协粉末冶金协会，信达证券研发中心

国内铜基粉末材料多数应用于粉末冶金零部件、超硬工具、高铁动车组闸片等领域，随着制备技术的逐步完善以及产品质量的进一步提高，铜基金属粉末材料已被广泛应用于更丰富的领域。近年来，导热导电材料、高铁刹车片、化工催化剂、增材制造等应用领域的发展促进了铜基粉末销量的增加，铜基粉末产业技术得到提升，自动化程度提高，产品系列化逐步完善，满足了不同领域的要求。

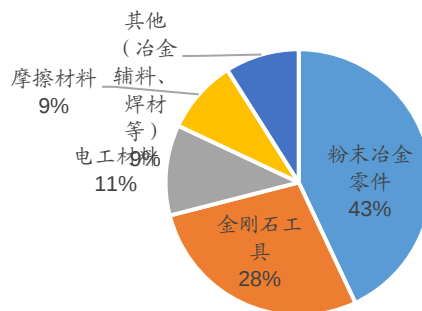
根据中国钢协粉末冶金协会统计数据，2020 年中国铜及铜合金粉末总销量为 5.71 万吨，总产能超 7 万吨。国内年产能超过 2000 吨的企业共有 9 家，市场集中度较高。随着下游应用领域的不断扩张，铜基粉末市场仍有较大发展空间。

图 9：2020 年中国铜基粉末销量构成



资料来源：中国钢协粉末冶金协会，信达证券研发中心

图 10：2020 年中国铜基粉末应用分布



资料来源：中国钢协粉末冶金协会，信达证券研发中心

传统的金属粉末以铁基粉末和铜基粉末为主，但随着粉末冶金工艺的升级和新能源、航空航天等领域需求的爆发，其他金属粉末近几年也快速发展，尤其是金属 3D 打印等技术的崛起带动了包括钛粉、铝粉、镍粉、钴粉、锡粉、铬粉在内的其他金属粉末百花齐放。

金属粉末 100 多年来主要被欧美日俄等发达国家的龙头企业垄断，中国企业普遍是 2000 年之后才开始在金属粉末领域布局 and 发力。近几年中国金属粉末企业快速崛起，在多粉末多领域进行国产替代。

表 5：海外主要金属粉末龙头企业

公司名称	公司概况
瑞典赫格纳斯 (Höganäs)	瑞典赫格纳斯成立于 1797 年，是世界上最大、最有经验的铁基粉末生产集团。赫格纳斯在全球铁粉和金属粉末市场处于领先地位，年产量为 50 万吨。2019 年赫格纳斯实现收入 103.43 亿瑞典克朗（折合人民币 82.78 亿元）。赫格纳斯产品广泛应用于交通工具部件、磁性材料、磨具磨料、热喷涂、钎焊、电机、增材制造以及水处理诸多领域。赫格纳斯在全球八个国家设有生产基地，赫格纳斯（中国）有限公司作为其全资子公司，成立于 1993 年 11 月，注册资本 700 万美元。
英国吉凯恩 (GKN)	英国吉凯恩公司是世界上最大的烧结部件制造商和领先的金属粉末生产商，其粉末冶金业务主要由两个部分组成：GKN SinterMetals 和 Hoeganaes，其中 Hoeganaes 是世界上较大的金属粉末制造商。根据公开信息，GKN 公司 2019 年营业收入为 11.15 亿英镑（折合人民币约 101.72 亿元）。
日本住友金属矿山株式会社 (Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.)	住友金属矿山株式会社创建于 1900 年，1939 年 11 月开始生产电解镍，住友的主要产品有：各类金属、各类合金及其粉末；镍铁合金箔、泡沫镍、氢氧化镍（钴）、镍（钴）酸锂、超细镍（钴）粉末、系列磁性材料以及电子元件、热敏元件等。
美国 Kymera 集团	美国 Kymera International 公司，有 100 多年的金属粉末制造经验，旗下的公司包括 ECKA Granules、ACuPowder International、SCM Metal Products 等。集团在多个国家分别设有制造厂，生产各种材料，包括各种形状与粗颗粒到超细颗粒(<1μm)的各种粒度的铝和铝合金、铜和铜合金、氧化铜、铅、镁、滑动轴承合金、银涂层、锡、锌与各种特殊合金。其铜粉末生产工艺主要包括雾化工艺（包括气雾化工艺、水雾化工艺）与电解工艺。
德国 GGP 公司	德国 GGP Metal powder AG 成立于 1890 年，主要产品包括电解铜粉、超细电解铜粉、银包铜、水雾化铜及铜合金粉，主要生产工艺为电解工艺。

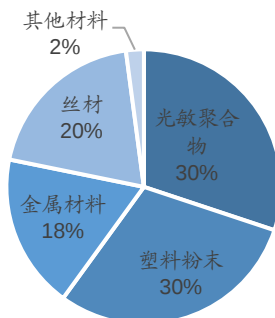
资料来源：屹通新材招股说明书，有研新材招股说明书，博迁新材招股说明书，信达证券研发中心

3D 打印金属粉末迈入加速成长期

增材制造（3D 打印）专用材料是增材制造行业重要的细分市场，材料的品类和品质在很大程度上决定增材制造产品及服务的质量。近年来，Stratasys、3D Systems、EOS、惠普等增材制造行业领军企业以及巴斯夫、杜邦等材料企业纷纷加大对增材制造材料领域的业务布局，相关研发创新活动日趋活跃。

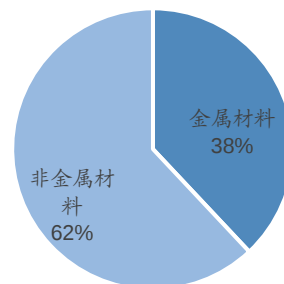
中国增材制造材料细分市场中，金属材料占整体的比重显著高于全球。2019 年中国增材制造材料细分市场中，金属材料市场规模为 15.56 亿元，占比为 38%，显著高于全球市场 18.2% 的占比。

图 11: 增材制造材料全球市场结构（2019）



资料来源：有研粉材公告，信达证券研发中心

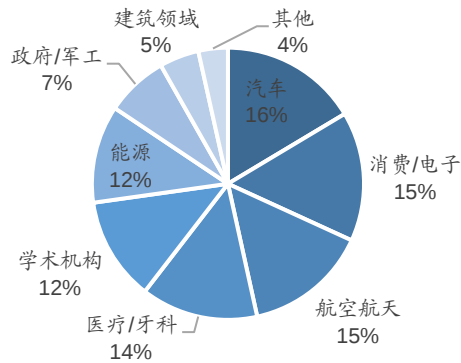
图 12: 增材制造材料中国市场结构（2019）



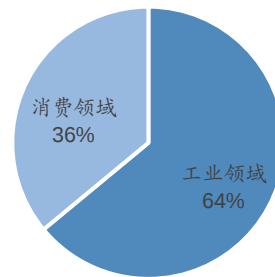
资料来源：有研粉材公告，信达证券研发中心

目前，增材制造技术最为主要的下游应用领域主要涵盖汽车制造、航空航天、生物医疗等。伴随着上述领域技术和产品持续推陈出新与升级换代，研发周期不断缩短，制造工艺难度不断提高，对复杂精密构件的制造也提出了更高的要求，要求具备高效、高性能复杂精密构件的快速制造能力，以及大型复杂结构件的直接制造能力，传统制造技术难以满足。增材制造技术能够实现高性能复杂结构零件的无模具、快速、全致密近净成形，逐步成为应对上述领域技术挑战的最佳技术途径。此外，增材制造技术也可满足航空航天、武器装备、汽车零部件轻量化、一体化、拓扑优化设计和加工要求，降低生产成本。

增材制造技术的应用广度和深度也在不断扩展和延伸。全球市场范围内，消费品/电子、能源等行业中越来越多的企业纷纷将其作为技术转型方向，用于突破研发瓶颈或解决设计难题，助力智能制造等新型制造模式。根据 WohlersAssociates, Inc. 发布的数据，2019 年全球增材制造最大的下游应用领域为汽车工业，占比 16.4%，消费品/电子领域应用占比为 15.4%，航空航天领域应用占比为 14.7%，其后为医疗/牙科、学术机构、能源、政府/军工、建筑等行业。

图 13: 全球增材制行业下游应用领域分布 (2019)


资料来源: 有研粉材公告, 信达证券研发中心

图 14: 中国增材制造行业下游应用分布 (2019)


资料来源: 有研粉材公告, 信达证券研发中心

新型、高品质增材制造用金属粉体材料的市场需求将呈现快速增长态势。当前, 中国正处于经济结构转型升级的关键时期, 新技术、新产业、新模式的涌现驱动制造业持续发展。近年来增材制造在航空航天、武器装备、汽车制造, 生物医疗等领域逐步成为复杂结构件研制与生产的核心技术。但是, 目前可应用于上述领域的增材制造用金属粉体材料的种类和数量依然不足, 产品品质和成本难以满足日益发展的制造需求。因此, 新型、高品质增材制造用金属粉体材料的市场需求将呈现快速增长态势。此外, 部分新型、高品质粉末材料如耐更高温度高温合金粉末、轻质高强铝合金、镁合金等仍然高度依赖进口, 甚至面临某些先进材料国家的技术封锁、禁运等。因此, 加强新型、高品质增材制造金属材料的自主研发和独立创新势在必行。

增材制造用金属粉末涉及材料种类较多, 包括钛合金、铝合金、铜合金、高温合金、模具钢、不锈钢、钴铬合金、难熔金属等。其中, 2021 年钛合金的用量最大, 应用占比超过 50%; 高强度、高韧性铝合金粉末逐步引起越来越多生产商的兴趣, 应用占比约 20%, 未来市场潜力巨大; 镍基、钴基、铁基等高温合金材料在增材制造中的批量应用也将成为未来行业重点关注方向; 铜合金正逐步成为研究和应用热点; 模具钢和钴铬合金在模具和齿科领域已经初具规模。

近年来, 增材制造用金属粉末材料供应商的生产能力不断提高, 市场上各种合金粉末的出货量实现大幅度增长, 对材料价值链产生了积极影响, 促进规模经济效应提升, 成本降低, 产品质量不断改进。国际市场, 增材制造金属粉末材料供应商以欧美厂商为主, 如德国 EOS、德国 TLSTechNik、AP&C、Arcam、瑞典 solvay、瑞典 Hoganas、Concept Laser、ExOne 等, 2021 年总产能超过 10000 吨/年。国内市场, 主要厂商包括中航迈特、飞尔康、西安赛隆、成都优材、亚通焊材、宇光飞利、南通智源等, 总产能超过 2000 吨/年。其中, 中航迈特公司销售高温合金和钛合金粉末超 100 吨, 江苏威拉里公司销售模具钢粉末超 100 吨。

表 6: 全球增材制造金属粉末主要生产商 (2021 年)

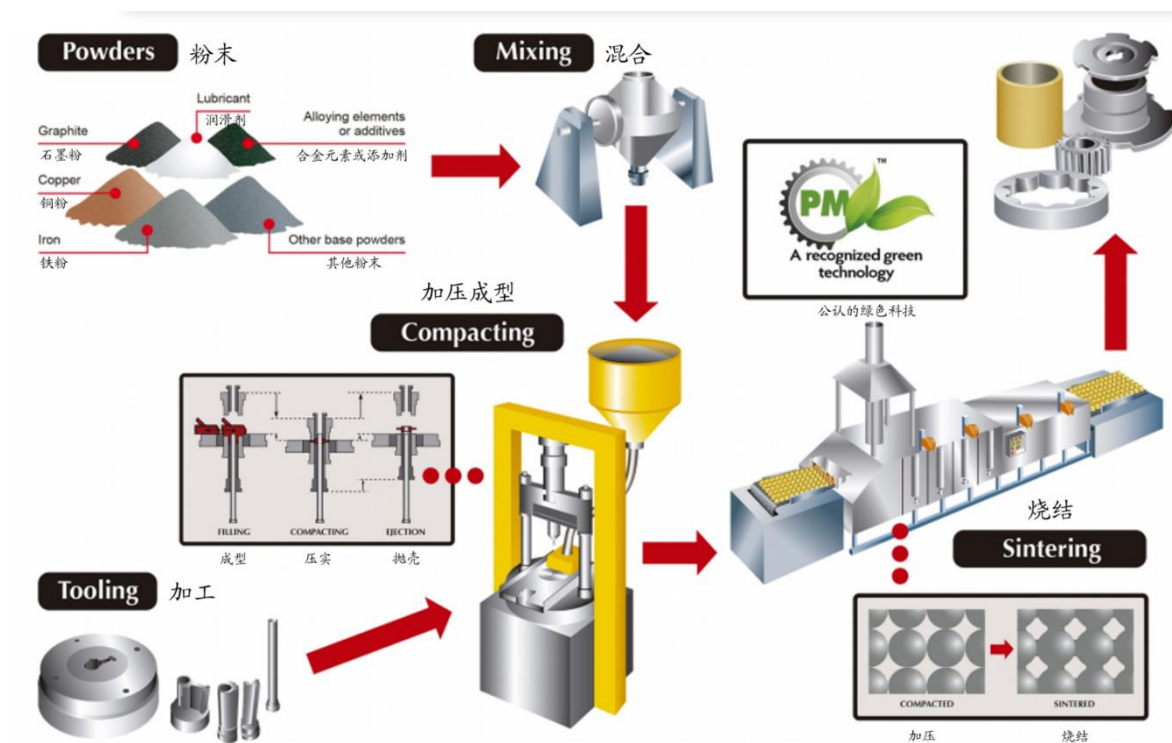
公司名	国别	粉末类型	制备技术	产能 (吨/年)
Sandvik (山特维克)	瑞典	镍基超合金工模具钢、不锈 钢	真空气体雾化	3000
Carpenter Technology (卡彭特)	美国	不锈钢、工具钢	真空气体雾化	3000
GKN (吉凯恩)	跨国	铁基合金、钛合金	高压水雾化、气体物化	2000
AP&C	加拿大	钛合金	等离子火炬雾化技术	100
LPW Technology	英国	铝基、钴基、铜基等	气体雾化等离子体雾 化、等离子球化	1000
海外产能合计				9100
中国航发北京航空材料研究院	中国	高温合金、工模具钢、不锈 钢等	真空气体雾化	450
江苏威拉里新材料科技有限公司	中国	钛合金、镍基高温合金	真空气雾化、等离子雾 化	约 300
无锡飞而康	中国	钛合金粉末	电极感应熔化气雾化	约 60
中航迈特	中国	钛合金、高温合金、镍基合 金、钴铬钨合金	真空感应气雾化、等离 子旋转电极雾化技术、 电极感应气雾化	800
上海材料研究所	中国	钛合金、镍基高温合金、不 锈钢、模具钢	电极感应熔炼气体雾化	—
有研粉材	中国	钛合金、铝合金、高温合 金、铜合金	真空气雾化、高压水雾 化和高速离心雾化	500
中国产能合计				约 2110

资料来源: 有研粉材公告, 信达证券研发中心

粉末冶金是最先进的金属成形工艺

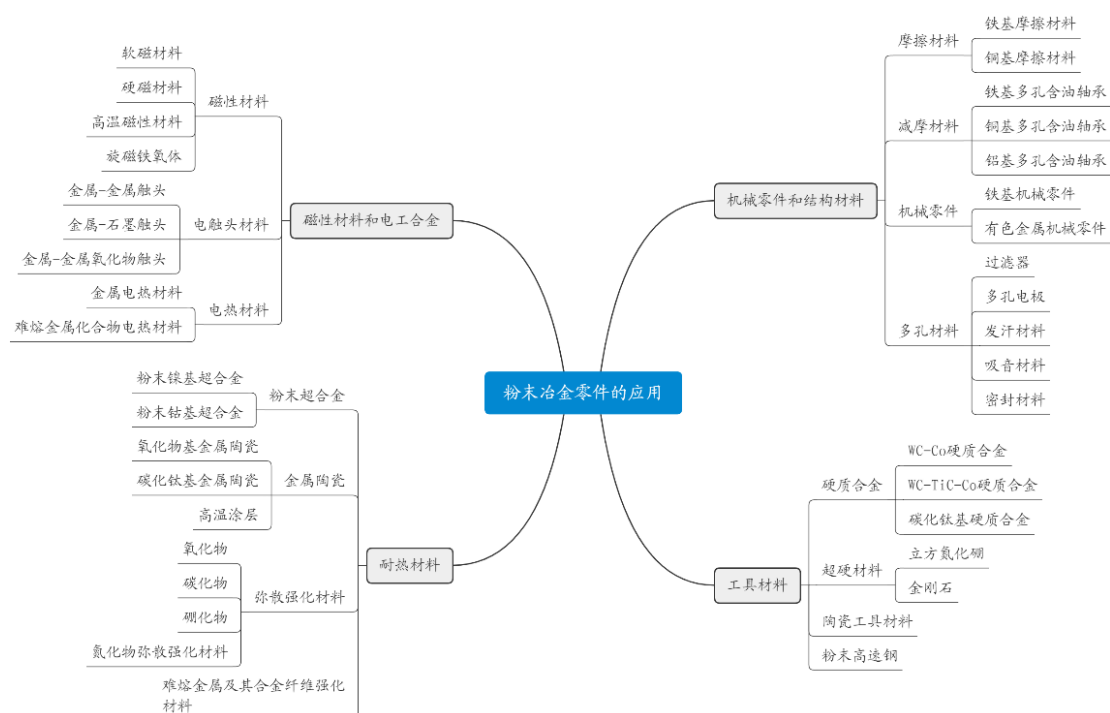
粉末冶金技术是将金属粉末制成复合材料以及各种类型制品的核心技术工艺, 其将金属粉末或者复合粉末作为原材料, 经过成型和烧结等工艺加工成金属制品。作为一门新兴的材料制备技术, 粉末冶金技术能耗低, 具备近净成型的优势, 材料利用率高达 95%, 是最先进的金属成形工艺。这些特性使粉末冶金在汽车、电气、能源、航空航天、医疗、国防、工业和消费市场中的应用占据重要地位。随着粉末冶金技术进阶, 高精密复杂零件的市场空间快速扩大, 需求稳步提升。

图 15: 粉末冶金工艺流程



资料来源: AMES、信达证券研发中心

图 16: 粉末冶金零件的应用



资料来源: 新材料在线、信达证券研发中心

百年发展历程，驻守高端市场

粉末冶金作为一种既古老又充满活力的先进材料制备和成形技术，起源于古代陶瓷制备技术和炼铁技术，为人类社会的发展做出了重要贡献。据《粉末冶金原理》，18 世纪中叶，粉末冶金制铂技术在欧洲的兴起，开启了古老粉末冶金技术的复兴时代。直至 1909 年，粉末冶金法延性钨的问世标志着近现代粉末冶金时代的来临。随着技术的发展和产品需求的提高，20 世纪 70 年代粉末注射成型工艺出现，20 世纪 90 年代末金属增材制造技术得以研究和发展，粉末冶金技术的飞速发展是整个工业界带来了巨大的变革。100 多年来，粉末冶金技术蓬勃发展，各种重要新型材料和关键性制品不断涌现，成为当今国民经济和科学技术不可或缺的重要工程技术之一。

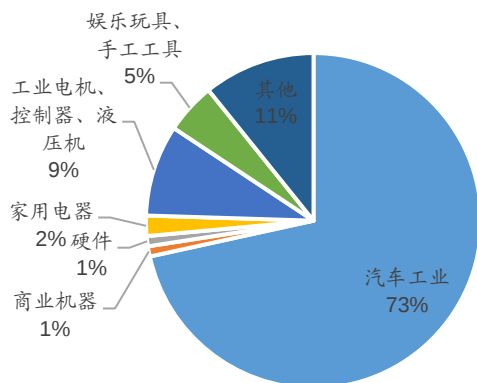
表 7：粉末冶金技术发展历程

日期	发展历程	起源地
公元前 3000 年	用海绵铁生产工具	埃及、印度、非洲
公元 1200 年	粘结铂颗粒	南非（印加）
1781 年	生产易熔铂-砷合金	法国、德国
1790 年	商业化生产铂-砷化学容器	法国
1822 年	铂粉末成型于固态锭块	法国
1826 年	将铂粉末高温烧结成压块，用于商业化	俄罗斯
1829 年	利用沃拉斯顿法使海绵铂生成致密铂压块（基于现代粉末冶金技术）	英格兰
1830 年	对各种金属进行烧结压坯	欧洲
1859 年	铂熔融过程	欧洲
1870 年	金属粉末制成轴承材料的技术申请专利（自润滑轴承的先驱）	美国
1878 年-1900 年	生产白炽灯钨丝	美国
1915 年-1930 年	烧结硬质合金（碳化物）	德国
20 世纪初	生产复合金属	美国
	生产多孔金属和金属过滤器	美国
20 世纪 20 年代	生产自润滑轴承（商用）	美国
20 世纪 40 年代	铁粉生产技术	欧洲
20 世纪 50 年代、60 年代	粉末冶金锻造弥散强化零件，包括粉末锻件	美国
20 世纪 70 年代	热等静压技术，粉末冶金工具钢，超塑性超合金	美国
20 世纪 80 年代	快速凝固，粉末注射成型技术，粘结剂处理预混合亚铁	美国、欧洲
20 世纪 90 年代	金属间化合物，金属基复合材料，喷射成型，纳米级粉末，对以钼为主要合金元素的亚铁粉末水雾化生产预合金，温压成型	美国、英国
21 世纪	温模加压成型，金属增材制造（3D 打印），用于商业化	美国、欧洲

资料来源：EPMA、信达证券研发中心

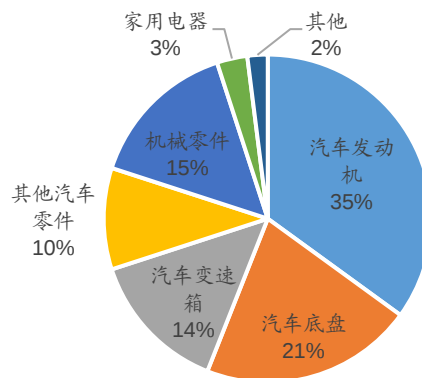
粉末冶金凭借其工艺的先进性始终走在时代的最前沿，应用在新兴高端的领域。粉末冶金最早的大规模应用主要集中在汽车领域，目前粉末冶金产业较大的市场仍然是汽车行业。

图 17：2018 年美国粉末冶金产品应用占比



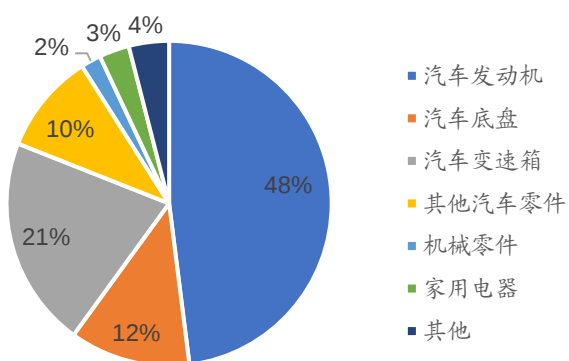
资料来源：中国粉体网，信达证券研发中心

图 18：2014 年欧洲粉末冶金零件应用情况



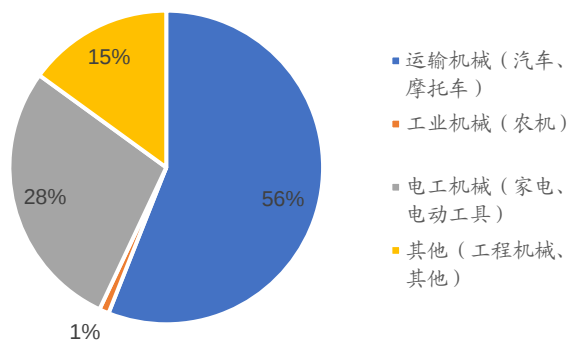
资料来源：新材料在线，台湾粉末冶金协会，信达证券研发中心

图 19：2014 年日本粉末冶金产品应用占比



资料来源：日本粉末冶金协会，新材料在线，信达证券研发中心

图 20：2020 年中国粉末冶金产品应用占比



资料来源：中国机协粉末冶金协会，信达证券研发中心

表 8：2020 年亚洲其他国家粉末冶金产品应用占比

地区	运输机械	工厂机械	电气机械	其他
日本	93.9%	4%	1.6%	0.5%
韩国	95.7%	0%	2%	2.3%
印度	82%	6%	8%	4%
马来西亚	65.9%	3.6%	30.4%	0.2%
新加坡	49.6%	3.4%	46.9%	0.1%
泰国	92.2%	3.4%	4.4%	0%
印度尼西亚	100%	0%	0%	0%

资料来源：日本粉末冶金协会，信达证券研发中心

为提高燃油效率，燃油车轻量化粉末冶金组件需求大幅度提升。汽车行业的发展始终立足于提高燃油效率，而通过粉末冶金技术中的金属注射成型、金属增材制造、粉末锻造和温压刺激等工艺生产出的轻量化组件、轻质材料，可以提高燃油效率。据 MPIF，燃油车大约有 350 个粉末冶金组件应用，总计约 1000 个离散件。随着粉末冶金越来越被视为机械加工或铸造零件的有效替代品，应用数量正在稳步上升。

随着汽车工业电动化、智能化的快速发展，单车零部件数量虽在减少，但磁性材料（永磁和软磁）的需求大幅提升，有望进一步推动粉末冶金工艺的发展和市场的扩大。

表 9：粉末冶金在汽车上的应用

应用部件	具体零件
发动机	导管、座圈、连杆、轴承座、关键零部件和排气管支座等，可变气门正时系统（VVT）、可变进气凸轮正时系统（VCT）
变速器	同步毂、同步器齿环、发动机喷油器夹子、行星齿轮架等
汽车底盘	减振器零件、导向器、活塞和低阀座
电气设备	磁力材料、燃料电池连接板
泵类零件	燃油泵、机油泵和变速器泵中关键零部件
制动系统	ABS 传感器、刹车零件、刹车传动齿轮等

资料来源：中国粉体网，信达证券研发中心

长期以来，粉末冶金行业主要由汽车市场的应用驱动，未来 10 年，新能源、航空航天、医疗、电气和电磁学、工业和消费产品将共同推动粉末冶金行业加速发展。

表 10: 粉末冶金未来主要应用领域

应用领域	应用机会
能源/新能源	能源基础设施建设的过程中需要各种金属组件包括轴承、齿轮、夹具、电机、逆变器等，能源行业的发展为粉末冶金工艺带来了潜在的市场需求和发展空间
航空航天	在航空航天领域，为了最大限度降低燃料成本并减少温室气体排放，高效的航空发动机的研发是很有必要的，这为粉末冶金热等静压等技术提供了应用市场。对高效航空发动机的需求将继续推动更高强度材料的开发，这种材料应该能承受住更高的工作温度，这为粉末冶金高温合金创造了更大的市场需求。近净成型部件的修复技术、金属增材制造和粉末冶金螺杆加工的进步将继续使粉末冶金材料在航空航天应用中得到更大的应用。
医疗	粉末冶金产品组件可以应用在医疗器械中，也可以应用在牙科植入材料或骨科植入材料中。一些医疗器械如手术刀柄、取样钳、夹钳等，这些产品的需求量会随着医疗水平的提高和手术复杂性的增加变得越来越大
电气和电磁	电磁控制电机中的定子组件和电枢组件可以用粉末冶金的固结技术和粉末压制生成。随着混合动力车的出现和运输系统持续电气化的需求，粉末冶金产品的设计和重量优势为该技术创造了市场机会；电动智能化的发展推动了电能转化需求，进而带动软磁粉末的需求增长。
工业和消费品	通信设备、计算机、家用电器、农场设备、电动工具、智能设备、可穿戴设备以及其他高科技行业等应用也需要新兴的粉末冶金组件解决方案，以此为消费者提供新产品和新服务。随着全球生活水平的提高，消费市场扩大，构成产品关键组件的规模化生产将是未来粉末冶金工艺的发展趋势

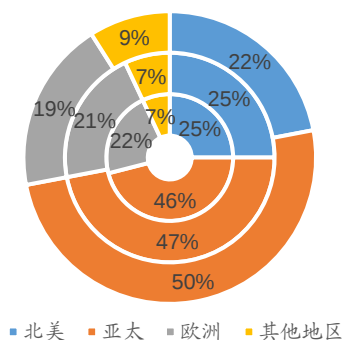
资料来源: MPIF, 信达证券研发中心

冶金制品的需求日益增多，促进了粉末冶金技术的变革。金属注射成型，金属增材制造等新技术出现，标志着粉末冶金技术迈向了一个新的时代。金属注射成型在制备几何形状复杂、组织结构均匀、性能优异的零件上具备独特的优势，具备材料适应性广、自动化程度高、批量化程度高等特点，在电子产品行业，医疗器械等行业都有着广泛的应用。也正是由于这些行业旺盛的需求，批量化程度的生产才会备受推崇。

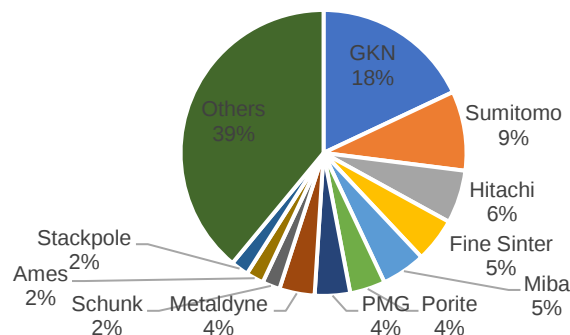
欧美日等发达国家和地区占据粉末冶金过往市场的主导地位。2016 年全球粉末冶金市场总份额约达到 285 亿美元，根据欧洲粉末冶金协会测算，欧洲粉末冶金零件营业收入约为 93.00 亿欧元（折合美元 109.20 亿美元），粉末冶金零件产量总计 24.80 万吨，市场份额占比最大，达到 38%。尽管亚太地区对粉末冶金消费制品的市场需求更大，但由于亚洲粉末冶金市场除日本外起步较晚，其市场份额仍较低。

图 21: 全球粉末冶金制品消费区域分布及预测

(由内向外分别为2014, 2015及2020年)



资料来源: BBC research, 新材料在线, 信达证券研究中心

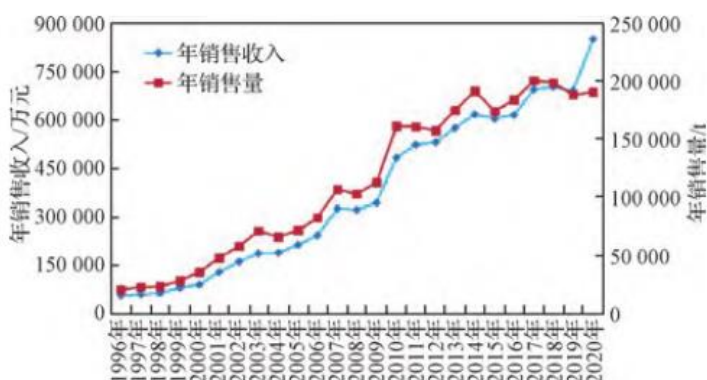
图 22: 2016 年全球粉末冶金公司市场份额


资料来源: 华经情报网, 信达证券研究中心

中国粉末冶金技术与发达国家相比，虽然在技术水平上仍有一定差距，但是随着近年粉

粉末冶金技术在新兴领域的应用，如 5G 通信、新能源，使中国在这些方面已经走在世界的前列。中国未来粉末冶金发展方向仍然将是围绕产业升级、进口替代和高质量发展的要求，不断开发和储备新技术、新工艺，并借助精益的自动化制造技术，适应节能环保的新时代要求，并朝着致密化、高精度、高密度、结构复杂、组件、提高磁电性能等方向发展。随着新技术、新工艺、新能源的涌现和突破，诸如注射成形、粉末锻造、链轮包胶、粉末钎焊等技术的突破，粉末冶金的产品的新应用领域将不断涌现，市场空间不断拓展。

图 23：中国粉末冶金销售情况

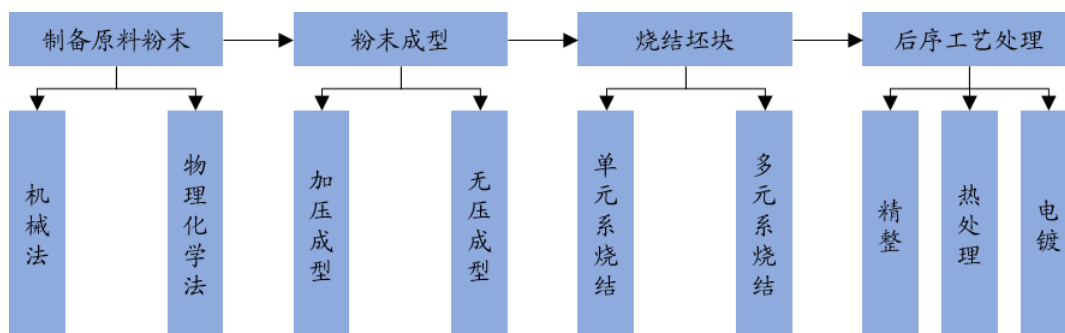


资料来源:材料世界网, 工研院材化所, 达证券研发中心

粉末冶金材料始终处于高端新材料范畴

粉末冶金基本工序由四个步骤组成，包括原料粉末的制备，粉末成型（成坯块），坯块烧结，后序处理。其中粉末成型的目的是为了得到一定形状和尺寸的压坯，使其具备一定的密度和强度。坯块的烧结是关键工序，经过烧结可以使得成型后的坯块得到最终的物理性能。后序处理根据产品需求不同因而采取不同的方式进行。

图 24：粉末冶金工序



资料来源:MPIF, 信达证券研发中心

金属粉末制备方法众多，主要分为物理化学法和机械法。目前工业上生产金属粉末的方

法很多，研究成果和专利众多，但目前就生产的实质过程分析，仍然主要分为机械法和物理化学法。这两种方法既可以从金属的固态、液态和气态三种状态下直接细化获得，又可以从其不同状态下的金属氧化物经过不同的电解、还原等获制取。难熔金属的碳化物、氮化物、硼化物、硅化物一般可直接用化合或还原-化合方法制取。不同的制备方法制取得到的金属粉末往往形状、结构、性能上有着较大差异，可以针对不同需求的冶金零件加工。

表 11: 金属粉末制备的基本方法

生产方法		原材料	粉末产品举例				
			金属粉末	合金粉末	金属化合物粉末	包覆粉末	
还原	碳还原	金属氧化物	铁、钨				
	气体还原	金属氧化物及盐类	钨、钼、铁、镍、钴、铜	Fe-Mo, W-Re	——	——	
	金属热还原	金属氧化物	钽、铌、钛、锆、钨、铪	Cr-Ni			
还原 化合	碳化或碳与金属金属氧化物作用	金属粉末或金属氧化物			碳化物		
	氮化或氮气与金属氧化物作用	金属粉末或金属氧化物	——	——	氮化物	——	
气相还原	气相氢还原	气态金属卤化物	钨、钼	Co-W, W-Mo 或 Co-W 涂层石墨	——	W/UO ₂	
	气相金属热还原	气态金属卤化物	钽、铌、钛、锆				
物理化学法	化学气相沉积	——	气态金属卤化物	——	碳化物或碳化物涂层，氮化物或氮化物涂层	——	
	气相冷凝或离解	金属蒸气冷凝	气态金属	镍、铜、锌、铬	——	——	
		羰基热离解	气态金属羰基物	铁、镍、钴	Fe-Ni	——	Ni/Al, Ni/SiC
		置换	金属盐溶液	铜、锡、银	——		——
液相沉积	溶液氢还原	金属盐溶液	铜、镍、钴	Ni-Co	——	Ni/Al, Co/WC	
	从熔盐中沉淀	金属熔盐	锆、铍	——		——	
从辅助金属浴中析出		金属和金属熔体	——	——	碳化物，氮化物	——	
电解	水溶液电解	金属盐溶液	铁、铜、镍、银	Fe, Ni	碳化物		
	熔盐电解	金属熔盐	钽、铌、钛、锆、钨	Ta, Nb	硅化物		
机械法	机械粉碎	机械研磨	脆性金属和合金人工增加脆性的金属和合金	锑、铬、锰，高碳铁，锡、铅、钛	Fe-Al, Fe-Si, Fe-Cr 等铁合金——	——	——
		漩涡研磨	金属和合金	铁、铝	Fe-Ni, 钢		

雾化	气体雾化	液态金属和合金	锡、铅、铝、铜、铁	黄铜，青铜，合金钢，不锈钢		
	水雾化	液态金属和合金	铜、铁	黄铜，青铜，合金钢		
	旋转圆盘雾化	液态金属和合金	铜、铁	黄铜，青铜，合金钢	——	——
	旋转电极雾化	液态金属和合金	难熔金属，无氧铜	铝合金，钛合金，不锈钢，超合金		

资料来源：《粉末冶金原理》，信达证券研发中心

目前市场上主流的金属粉末制备工艺有电解法（化学法）、羰基法（化学法）、水雾化法（机械法）、气雾化法（机械法）等。

表 12：目前主流的金属粉末制备工艺

工艺	简介	优点	缺点
电解法	1. 原料在阳极溶解，在阴极沉积 2. 外部电压驱动沉积过程 3. 使用高粘度电解质和最小搅拌的热浴确保阴极松散 4. 沉积后，阴极沉积经过洗涤、干燥、研磨、筛选和退火形成粉末。 5. 粉末多孔不规则，呈树枝状	制取的金属粉末纯度较高，单质粉末纯度可达 99.7% 以上；可以很好的控制粉末粒度	耗电量大、制粉成本高
羰基法	1. 当铁或镍矿石(以氧化物为基础)在高温高压下与一氧化碳反应时，就会形成五羰基铁或四羰基镍 2. 两种化合物都处于液态。由于它们的沸点较低(羰基铁 103°C、羰基镍 43°C)，可以很容易地通过蒸馏提纯。均可分解为金属粉末和 CO 3. 羰基粉末通常是高纯度粉末，球形，非常小(<几微米) 4. 由于羰基粉末的体积非常小，流动性很低，不能用于传统的冲压和烧结零件。除了镍，它是一种流行的合金添加剂 5. 羰基铁和镍粉广泛应用于低合金钢的 MIM 制造	可以制取超细金属粉末，纯度高，球形度好	成本高、且金属羰基化合物挥发时都有不同程度的毒性
水雾化法	1. 水雾化法是目前应用最广泛的铁粉和(低合金化)钢粉制备工艺 2. 熔融金属(从废料开始)被多次水射流分解。高压水射流指向熔体流，迫使熔体解体 and 快速凝固 3. 粉末形状不规则，尺寸分布很广(大多在 50-250 微米)	生产成本低，氧含量低，适应多种金属粉末	粉末不规则，生产效率低、能耗大、不环保
气雾化法	1. 气体雾化金属粉末的形成涉及到快速膨胀的气体使液体流破裂 2. 用于雾化熔融金属的气体通常不会与金属发生反应，主要以惰性气体氩、氮、氦或空气为主，在这种情况下，氧化物表面可作为安全涂层(以减少爆炸的风险) 3. 金属流首先形成一个薄的空心薄片，然后通过椭圆和球形韧带分解 4. 液滴在相互接触或与固体表面接触之前迅速冷凝 5. 通过改变几个参数：熔体温度和可能的添加剂、射流的设计和配置、雾化气体的压力和体积、熔体流的厚度等，可以在很大范围内控制粒径分布 6. 粉末粒度可在 5 -70 μm(用于金属注射成型或增材制造)或更高的直径 50 - 350 μm(用于热等静压) 7. 颗粒的形状通常是球形的，具有非常好的流动性 8. 与水雾化不同，气雾化没有污染或污染很小，该过程可以获得非常干净的粉末。因此，除了分类，通常不需要额外的处理。	粉末球形度高、粒度可控，环保无污染，氧含量低，适应多种金属粉末	生产效率低，超细金属粉末收得率不高

资料来源：EPMA，信达证券研发中心

根据 MPIF 《2017 PM INDUSTRY ROADMAP》，粉末成型工艺可分为四类：传统工艺或压制烧结工艺；金属注射成型（MIM）；热或冷等静压（HIP/CIP）；和金属增材制造（AM）。随着行业发展，金属粉末、润滑剂、工具、温压、高吨位压机和烧结技术不断改进，冶金零部件密度继续上升。自 2012 年以来最明显的进步是金属增材制造的迅速出现，同时 MIM 也显著增长，因为它在材料选择、过程控制和标准化方面取得了进步，这些材料和工艺的发展促成了新的粉末冶金应用，例如可变气门正时链轮、电子动力转向皮带轮、涡轮增压器叶片和喷气发动机燃料喷嘴。

表 13：粉末冶金成型工艺概述

工艺类型	概述
常规压制和烧结（PM）	常规压制和烧结方法是常见的粉末冶金工艺方法。压制是指粉末压制，是粉末冶金技术中的基本成型方法。将原材料粉末装进模具中，用压力机加压，经过脱模后得到所需密度的压坯制品，即为压制过程。将脱模得到的压坯制品，利用烧结将粉末颗粒焊接在一起，得到牢固的冶金零件，这便是常规的压制烧结工艺。这种工艺方法生产的铁基制品常用于汽车、家电、电动工具等行业，具有减震、降噪、轻量化、节能等优势。
金属粉末注射成型（MIM）	粉末注射成型将现代塑料注射成型技术引入粉末冶金工艺中，将固体粉末与有机粘结剂混合，经过制粒后在加热塑化状态下用注射成型机注入封闭的模具腔体内待其固化成型，再将成型坯中的粘结剂脱除，得到冶金零件。金属粉末注射成型工艺可以用来制造形状复杂的小型金属零部件，与传统工艺相比，这种加工工艺生产成本低，制造的零件具备高精度，组织均匀，性能优异等特点。粉末注射成型制造的零部件常用现代移动通信设备包括智能手机，可穿戴设备等，还常用于生物医疗器械，兵器及航空航天等领域。
等静压（HIP/CIP）	等静压技术是一种能够为制品提供各向同性，超高成型压力的成型技术。热等静压是将成型的坯块置于密闭容器中，在高温下向其施加各向相等的压力，使得坯块烧结得到冶金制品。热等静压技术可以改善金属材料的组织结构、生产特种陶瓷、对陶瓷，硬质合金进行致密化处理、消除修复产品缺陷等。冷等静压技术是指在常温下，通过橡胶或塑料作为包套模具材料，以液体作为压力介质使得粉末材料成型，是一种成型工艺，仍需进一步烧结或热等静压来进行操作。冷等静压技术在陶瓷工业、粉末冶金、碳素石墨制品、食品加工行业等领域有着广泛的应用。
金属增材制造（AM）	金属增材制造，即金属 3D 打印，与传统或减材制造工艺（例如通过去除材料制造零件的加工）不同，金属增材制造使用直接从数字模型中逐层制造零件的工艺，无需使用模具或模套。几十年来，金属增材制造一直被用作设计和原型制作工具，但金属增材制造的重点现在正转向直接生产用于航空航天、医疗/牙科和珠宝行业的组件。

资料来源：MPIF，信达证券研发中心

根据《现代粉末冶金材料与技术进展》（杨延志）、《现代粉末冶金材料与技术进展》（黄伯云）等，广义的粉末冶金制品业涵括了铁基、硬质合金、磁性材料以及粉末冶金制品等。现代粉末冶金材料体系（铁基、硬质合金、磁性材料和粉末高温合金等）是高端制造业的重要组成部分。

- （1）**铁基粉末冶金材料**：铁基粉末冶金材料是以铁元素为主，添加 C、Cu、Ni、Mo、Cr、Mn 等合金元素形成的一类钢铁材料。其中，粉末冶金低合金钢中合金元素之和一般在 5%(质量分数)以下，粉末冶金高合金钢有粉末不锈钢和粉末高速钢两大类。铁基制品是粉末冶金行业生产量最大的一类材料，在一定程度上代表一个国家粉末冶金技术水平。粉末冶金铁基材料和制品所使用的粉末主要包括纯铁粉、铁基复合粉末、铁基预合金粉末等。粉末冶金铁基制品主要分

为常规压制/烧结（P/M）铁基制品和粉末注射成形（MIM）铁基制品。其中 P/M 技术一般可生产密度 6.4~7.2 g/cm³ 的铁基制品，用于汽车、摩托车、家电、电动工具等行业，具有减震、降噪、轻量化、节能等优势。金属粉末注射成形技术(MIM)是以金属粉末为原料，借助塑料注射成形工艺制造形状复杂的小型金属零部件。2019 年 MIM 材料 70% 应用的材料为不锈钢，20% 为低合金钢材料；76% 产品为 3C 产品，其中手机 65.7%，计算机 4.9%，可穿戴设备 6.9%。手机、计算机等行业用量逐年增加，目前苹果、三星、华为、VIVO、OPPO 等手机、联想计算机都大量采用 MIM 零件，随着手机超薄化、智能化及大屏化的发展，MIM 技术有望打开更大的应用空间。

- (2) **硬质合金：**硬质合金是以过渡族难熔金属碳化物或碳氮化物作为主体成分的粉末冶金硬质材料。因具有较好的强度、硬度、韧性匹配性，硬质合金主要用作切削刀具、采掘工具、耐磨零件以及顶锤、轧辊等，广泛应用于钢铁、汽车、航空航天、数控机床、机械工业模具、海洋工程装备、轨道交通装备、电子信息产业、工程机械等装备制造加工和矿产、油气资源采掘、基础设施建设等行业领域。**硬质合金是现代制造工业的脊梁。**
- (3) **磁性材料：**粉末冶金磁性材料指用粉末成型和烧结的方法制备的磁性材料，可分为粉末冶金永磁材料和软磁材料两大类。**永磁材料主要包括钕钴稀土永磁材料、钕-铁-硼系永磁材料、烧结铝镍钴永磁材料、铁氧体永磁材料等。粉末冶金软磁材料主要包括软磁铁氧体和软磁复合材料等。**软磁复合材料也称**金属磁粉芯**，是由铁磁性粉末与绝缘介质混合经压制、烧结制备而成的一种复合材料。近年来，风力发电、光伏发电、新能源汽车行业、5G 通讯等行业的发展对高性能金属磁粉芯的需求正快速增长。粉末冶金法制备磁性材料的优势在于，能制备单畴尺寸范围的磁性微粒，在压制过程中实现磁粉的一致取向，直接制出接近最终形状的高磁能积磁体，尤其是对于难加工的硬脆磁性材料而言，粉末冶金法的优越性更加突出。
- (4) **高温合金：**粉末冶金高温合金是以镍为基体，添加有 Co、Cr、W、Mo、Al、Ti、Nb、Ta 等多种合金元素的一类具有优异的高温强度、抗疲劳和抗热腐蚀等综合性能的合金，是航空发动机涡轮轴、涡轮盘挡板、涡轮盘等关键热端部件的材料。目前只有美国、俄罗斯、英国、法国、德国、中国等少数几个国家具备粉末冶金高温合金研发、生产的能力，其中美国、俄罗斯、英国处于领先的位置。2019 年，各国已着手设计开发使用温度达到 815℃ 的第四代粉末高温合金。中国在粉末冶金高温合金领域起步较晚，在成分设计和工艺路线等方面主要参照欧美和俄罗斯等国的成功经验。在新型粉末高温合金的研发上，国内一些主要研究机构也紧随国际发展步伐，开展了第四代粉末高温合金成分设计等方面的工作。

图 25: 粉末冶金结构组件



资料来源: AMES, 信达证券研发中心

图 26: 粉末冶金软磁元件



资料来源: AMES, 信达证券研发中心

根据《新能源材料粉末冶金技术探讨》，除以上粉末冶金制品外，粉末冶金在太阳能、风能、氢能源和燃料电池等能源领域也有广泛应用。对于新能源材料而言，粉末冶金技术具有较强的创造性与塑造性，发挥着关键性技术作用。粉末冶金技术由于其技术原理，使得能够在新能源领域研发出更高效、更经济的新材料。在这一发展进程中，传统粉末冶金技术也逐渐革新，各种新技术、新工艺及新设备被研发出来，在粉末制备和成型中发挥着重要的作用。在不久的将来，粉末冶金技术将应用、扩展到更多的行业中去。

- (1) **风能材料:** 粉末冶金技术在风能新材料的应用主要是实现风能发电材料的制造，实现永磁钕铁硼材料与风电机组材料的生产。
- (2) **太阳能材料:** 粉末冶金技术在太阳能光电转化方面有着传统冶金技术不可比拟的优势，通过粉末冶金技术制备的多晶硅薄膜在光电转化技术中能够有效替代传统晶体硅材料，且光电转化效率提升显著，太阳能光电转化技术由于材料瓶颈的突破，发展速度逐年加快。
- (3) **储氢材料:** 氢能源储存的原理是，经过分解后单原子能够进入到储存材料原子间的间隙，通过化学反应形成较为稳定和安全的金属氢化物。从宏观上看，储存材料能够吸收氢能源，在吸收过程中会释放出化学热能，如果要多氢能源进行利用，则需要通过对储存材料加能，使得储存化学过程进行逆反应，分解氢化物，释放出氢原子后，再结合成氢分子。氢能源储存材料对氢能源的储存性能远远高于物理气瓶储存效率，且储存的化学稳定性也能得到保障。粉末冶金技术能够有效制备氢能源储存材料，并在制造过程中加入特定的稀有金属，能够实现储存效率和储存稳定的双提高。
- (4) **燃料电池材料:** 粉末冶金技术在燃料电池行业的应用，主要表现在对燃料电池密封部件和电极材料的制备方面。通过粉末冶金技术的应用，可以实现合成安全性高、倍率高的锡基合金材料及纳米 Sn 基合金-碳复合材料，这种材料能够大大提升燃料电池的充放电能耗，同时能够对燃料电池的充放电安全也有一定保障作用，粉末冶金技术的应用可以使得这种材料的生产产业化、规模化。另外，燃料电池阴极材料为多孔的锆掺杂的锰酸镧，多孔材料的制备只能采用粉末冶金技术。

粉末冶金是一种绿色、低能耗、高材料利用率的技术，符合高质量发展趋势

粉末冶金工艺优势突出，为可持续发展带来巨大空间。相比铸造、锻造等其他冶金工艺，粉末冶金是最先进的金属成形工艺，也是最绿色低碳的工艺。与传统冶金工艺相比，粉末冶金材料利用率最高（95%以上，传统机加工只有 50%）、能耗最低，根据 EPMA，用于制造粉末冶金部件的原材料中约 80%来自回收废料，在某些情况下，将铸造或锻造部件转换为粉末冶金可节省 40%或更高的成本。除此之外，利用粉末冶金还可加工形状复杂的零件，生产难熔的金属以及化合物等。当使用粉末冶金技术对统一形状数量众多的产品进行生产时，例如齿轮等费用较高的产品，可以极大降低生产成本，提高生产效率。粉末冶金的这些优势为它的可持续发展带来了巨大的空间。

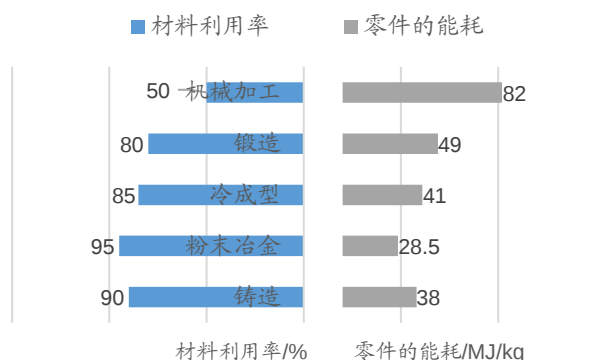
粉末冶金的高材料利用率促进了原材料的有效利用，降低了能源消耗，提高了劳动效率。这些特性使其在汽车、电气、能源、航空航天、医疗、国防、工业和消费市场的应用中稳固地确立了自己的地位。

表 14: 粉末冶金工艺优势概览

优势	简介
绿色低碳	粉末冶金提供了从多种材料中生产复杂部件的最经济的绿色工艺，具有最高的材料利用率和最低的能耗。
节约金属，降低成本	粉末冶金得到的零件尺寸精度较高，不再需要后续的机械加工步骤，金属耗材量较低，大大降低了成本，也更加环保。
可制取形状复杂、定制化零件	粉末冶金工艺技术可以制造形状复杂的或其他工艺无法制造的零件，可以生产耐火材料(W, Mo, Nb...）、硬质金属、陶瓷、磁铁、活性金属以及化合物、多孔材料、多密度材料等等。
可制取高纯度材料	在粉末冶金的过程中，材料不会熔化，进而金属的纯度不会被掺进来的杂质所影响，不用担心会被氧化进而影响材料纯度。
晶粒细小	粉末冶金技术可以确保在材料成分的配比时的正确性、高效性和均匀性，生产零件的一致性较好，显微组织均匀、无成分偏析。
少无切削，材料组员可控	粉末冶金得到的零件接近最终尺寸，具有良好的光洁度；材料组员可控利于制备复合材料。

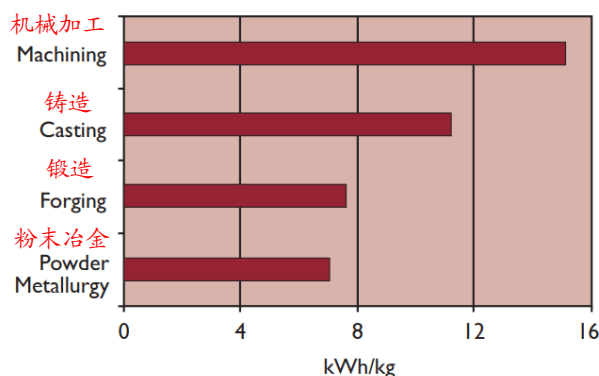
资料来源：信达证券研发中心整理

图 27: 不同冶金工艺材料利用率与能耗对比



资料来源：产业信息网，信达证券研发中心

图 28: 不同冶金工艺耗电量对比



资料来源：EPMA，信达证券研发中心

表 15: 各类金属加工方法结构件的性能对比

加工方式	力学性能	复杂度	精度 (公差等级)
机加工	3	1	7-9 级
热锻	1	5	11-12 级
铸造	5	3	13-14 级
冷 (温) 挤压	2	4	7-8 级
粉末冶金	4	2	7-12 级

资料来源: 中国机械粉末冶金协会, 观研报告, 信达证券研发中心

粉末冶金工艺持续升级, 应用市场加速扩大。粉末冶金工艺由传统的压制烧结到等静压、金属粉末注射成形 (MIM)、金属增材制造 (3D 打印), 工艺技术不断突破升级, 应用领域快速扩大。与传统的粉末冶金生产出的产品相比, MIM 产品具有精度高、组织均匀等优点, 采用该技术可以大批量、低成本地生产结构复杂、性能优异的金属零件, 被广泛应用于电子产品、医疗器械、汽车等行业。金属增材制造 (3D 打印) 是一种革命性的零件制造工艺, 可以为 OEM (原始设备制造商) 生产零件和按需生产零件, 且该工艺比其他粉末冶金工艺 (如 MIM) 所需的零件制造时间要更短。增材制造技术的产品应用已从定制化产品逐步进入小批量生产阶段, 多个行业多个种类的批量化生产试制订单, 给予增材制造为主要工艺的批量化生产模式以信心, 在此基础上, 批量化带来的产业链成熟化、成本降低和制造模式转变, 有望带动客户群体不断扩大, 以 3D 打印为设计思路的产品将会大量出现, 替代原有生产模式下的产品, 我们预计增材制造在未来的制造业发展中将起着引领性的作用。

粉末冶金的可持续价值主要来自其净成形能力和高材料利用率, 可最大限度地减少能源投入, 减少对环境的影响。**未来大规模化的生产中应用粉末冶金技术, 可以在保证低能耗的前提下, 降低生产成本, 提高生产效率。**

美国近期发布的《先进制造业国家战略》提出增强环境可持续性, 可持续制造是指通过经济上合理的流程来创造制成品。所谓的合理流程是指在节约能源和自然资源的同时, 最大限度地减少对环境的负面影响。**将可持续材料管理原则和增材制造纳入产品设计和开发, 可以减少制造产品所需的材料和能源, 提高安全性。**金属增材制造市场有望加速扩大。

粉末冶金行业的持续增长取决于材料和材料性能、工艺和制造效率的进步。未来十年粉末冶金技术优先发展的方向主要在: 高密度粉末冶金组件、轻质材料加工、提高精度/准确度/变化控制; 金属增材制造。

表 16：未来粉末冶金技术四个核心挑战

技术	挑战	材料工艺	流程工艺
高密度粉末冶金组件	随着密度的提高，结构的机械性能会接近被认为是完全致密的锻造金属的机械性能。随着更高的密度变得可行，当粉末冶金加工技术的经济优势应用于高密度组件，该行业可以占据整个金属制品市场的更大比例。	➢ 开发新材料以替代可锻材料 工程师需要由机械性能与锻造材料相媲美的材料制造的具有成本效益的高密度组件。 ➢ 增强混合物的可压实性 材料系统的特性允许高压缩性，从而实现更高的密度在生坯状态下形成的元件是非常需要的。 ➢ 新润滑油 通常，将 0.5–1.0 重量百分比的干润滑剂添加到粉末混合物中以帮助零件机械压实后的弹射。然而，典型润滑剂的低堆积密度取代了宝贵的空间，阻碍了更高的压实生坯密度。更高效的润滑剂将实现更高的密度，支持高密度粉末冶金部件的开发。 ➢ 可植入合金 可植入材料工艺的开发和标准化将提高医疗市场的接受度。	➢ 模具润滑技术 精致的模壁润滑技术将实现更高密度的组件。 ➢ 烧结优化 随着高密度压实技术的发展，需要提高烧结炉的能力。对气氛和温度的最佳控制，以及经济、长寿命的炉具的开发，将能够改进更高密度的组件
轻质材料加工	汽车和航空航天工业中材料选择的一个驱动因素是减轻重量，提高燃油效率。用轻质材料替代传统钢和不锈钢部件将取决于成本/收益关系以及铝、钛和其他材料的加工。当满足严格的材料要求时，粉末冶金的近终形加工优势是航空航天工业所需要的。轻质金属粉末的高密度和传统压制和烧结方法的商业化需要标准、指南和实践。此外，轻质金属粉末容易受到碳、氮和氧的污染。	➢ 具有成本竞争力的轻质粉末 用于结构应用的轻质金属粉末，具有特定材料特性和加工方法，使轻质粉末冶金工艺获得更大的商业认可。持续的需求将推动供应链提供一致的粉末特性，同时降低成本，增加机会。 ➢ 金属基复合材料 金属基复合材料在需要减少质量的结构应用中存在潜在的发展机会。需要进行研究和开发以确保均匀的微观结构以获得最佳的机械性能。	➢ 减少杂质 消除影响机械特性的污染物的过程。 ➢ 钛的粉末冶金生产过程 钛部件的生产需要开发一个系统，从能够固结和烧结到可接受的机械性能的全合金粉末、不污染的润滑剂以及确保最终零件结构完整性的关键烧结变量的识别开始。
提高精度/准确度/变化控制	冷锻、精冲、冲压、铸造和精密高速加工等相互竞争的金属成型工艺不断提高，并对粉末冶金构成竞争。对高精度元器件的需求将持续，粉末冶金必须利用其近净成形优势，部件尺寸变化的减少对质量成本产生积极影响，并开辟新的商机。	➢ 了解原材料 需要元素材料、合金和添加剂之间的相互作用用来优化界面处的粒度、形状和分布、化学和表面张力。彻底了解这些关系是减少尺寸变化的关键。 ➢ 新润滑油 开发能够实现良好的喷射性能和表面光洁度且对尺寸变化影响最小的润滑剂将提供新的机会。 ➢ 粉末处理和储存 改善粉末包装和保质期，以减少当前材料的批次间差异。	➢ 零件设计 ➢ 开发先进的混合技术以优化均匀性将减少偏析并提高尺寸稳定性和精度。 ➢ 冲压模具设计 优化的粉末输送系统、压实参数和模具材料将使压实周期标准化，从而减少零件之间的差异。 ➢ 烧结炉 需要更好地了解烧结周期以控制尺寸控制的可变性。
金属增材制造	金属增材制造的合法性不断发展，并有可能成为历史上最具革命性的金属成型技术之一。金属增材制造所需的设计软件、构建设备和材料为该行业的未来奠定了基础。航空航天、医疗细分长在金属增材制造的使用方面取得了领先。重大挑战包括：安全和法规；了解行业的快速增长；由于设备限制和建造时间，产量有限；有限的市售金属粉末；需要制定最佳实践、规范和标准以供广泛的行业部门接受。	➢ 制定粉末规格 需要确定影响构建机器优化的粉末特性，并制定供设计工程师使用的规范。 ➢ 测试方法标准化 需要标准化的测试方法来确保粉末供应商和零件生产商的统一测试。 ➢ 粉末回收 金属增材制造工艺通常会在构建过程中产生未烧结的剩余粉末。需要最佳实践指南来确定回收的程度。 ➢ 制定材料标准 需要制定材料标准，以提高航空航天、医疗/牙科、汽车和工业市场的接受度。	➢ 了解粉末要求 需要更好地了解前体材料对金属增材制造工艺的影响。传统上，前体材料是现有的热喷涂粉末，尚未针对金属增材制造工艺限制优化进行改进调整。 ➢ 增加可用材料的加工 金属粉末提供了无限的合金组合，为增材制造工艺开辟了广泛的机会。然而，目前可用的材料加工有限。

资料来源：MPIF，信达证券研发中心

中国粉末冶金行业未来的发展趋势取决于技术的进步和市场变化的机遇。技术进步与市场发展相互作用，带来更多业务发展机会，汽车零部件生产国产化为中国粉末冶金行业带来发展机会，同时，粉末冶金的高材料利用率与低能耗的环保优势，为粉末冶金零件的规模化生产提供了更大的发展空间。

表 17：中国粉末冶金行业的发展趋势

类别	趋势	内容
技术发展趋势	高密度化	当前，粉末冶金零件产品密度一般介于 6.2-7.4g/cm ³ ，低于其他金属加工工艺（铸造、锻造、机械加工等）最高可达到的 7.8g/cm ³ 产品密度，导致粉末冶金制品的强度比锻件或铸件要低，应用范围受限。随着技术的进步，通过提高金属粉末冶金的密度，进而扩大粉末冶金件对传统金属加工工艺制品的替代范围。
	标准化、高精度和复杂化	通过开发高强度、高精度、形状复杂、组合件的产品，可为机械、汽车、家电等行业的产业结构升级服务，有利于拓展粉末冶金的市场运用空间。
	轻量化和功能化	通过进一步合金化，拓展铝基、不锈钢、铁硅铝等材质的粉末冶金制造技术，从而更好地实现粉末冶金产品轻量化和功能化。
	提升电磁性	提高粉末冶金件的电磁性，从而实现对硅钢和铁氧体等材料的取代。以取向硅钢为例，硅钢的导电原理为加入硅等元素后，通过减少晶界等方式以降低铁损——特别是取向硅钢，在导向方向即为一个单一粗大的晶粒。相对于取向硅钢的一维导电方向，粉末冶金件可以实现任何方向的多维导电。
市场发展趋势	技术进步	粉末冶金技术工艺较其他金属加工工艺，如铸造、锻造、机械加工等，具有更高的材料利用率、更低的单位能耗等比较优势，但强度等机械性能比锻件或铸件要低。随着粉末冶金工艺技术的提升，粉末冶金件在机械性能、密度等关键指标上逐步提升，机械性能逐渐接近锻件或铸件，会极大的丰富粉末冶金零部件的应用范围，可为传统零部件的制造提供包括粉末冶金工艺在内的更丰富的工艺路线选择，将极大的促进粉末冶金零部件市场发展。
	汽车零部件国产化	从近期看，虽然中国的汽车工业暂未能保持高速增长，但部分汽车中高端零部件的国产化或本土化生产，仍然可为中国粉末冶金零部件产业带来机会，即中国本土的粉末冶金企业在粉末冶金汽车零部件国产化进程中存在很大的商机。
	环保要求提高	采用粉末冶金技术工艺制造机械零件较其他金属加工工艺，如铸造、锻造、机械加工等，具有更高的材料利用率、更低的单位能耗等比较优势。鉴于此，美国的金属粉末工业联合会将粉末冶金技术认定为一项“绿色技术”。随着政府对环境保护要求的提高，为粉末冶金零部件在一定范围内进一步替代诸如铸造工艺等增加了新的砝码。

资料来源：海昌新材招股说明书、信达证券研发中心

金属粉末需求将进入规模化加速增长时期

目前粉末冶金行业主要依靠汽车市场推动，汽车在粉末冶金下游应用中的占比高达70%，未来我们认为除汽车外，能源、航空航天、医疗/牙科、电气和电磁学、国防、工业和消费品将成为推动粉末冶金行业的新生力量。

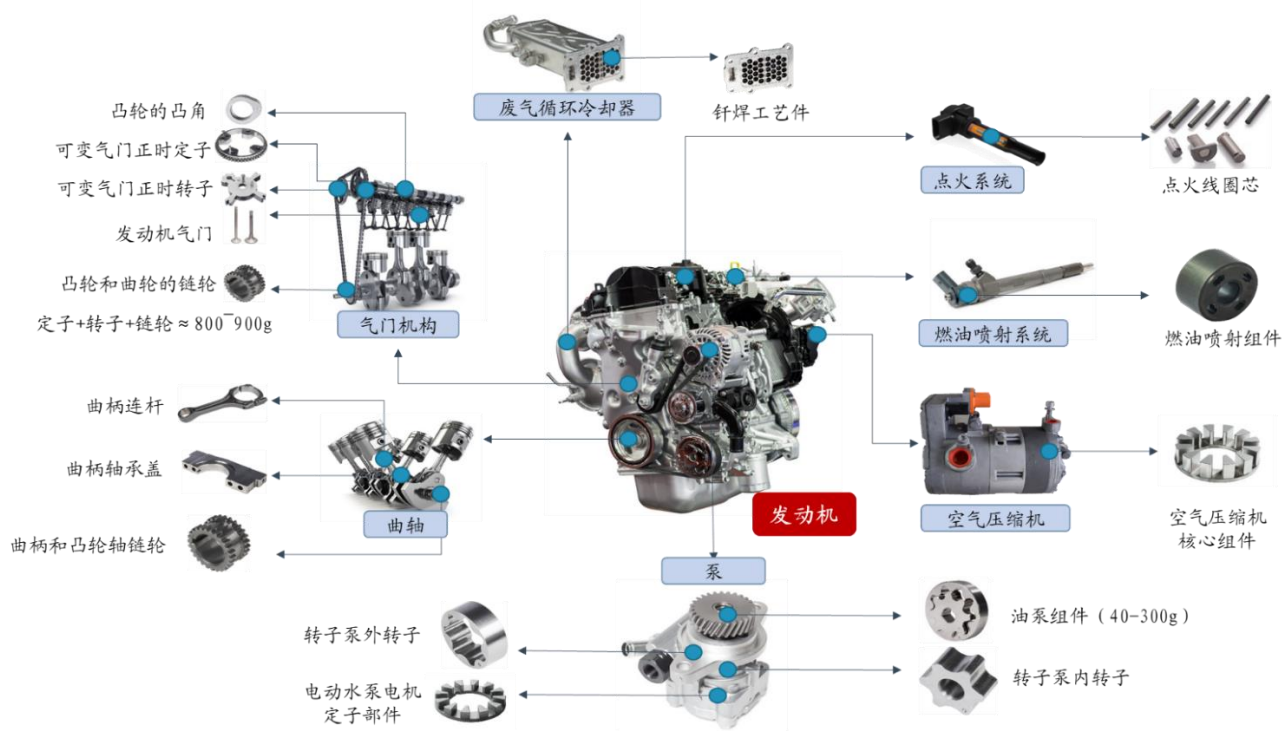
汽车：粉末冶金的主要应用领域

提升燃油效率立法化是加快粉末冶金在汽车中推广应用的重点力量。车企需要通过减轻重量、优化部件设计来提高燃油经济性。

粉末冶金制品在汽车中的应用主要位于发动机、变速器、汽车壳体&底盘当中，其中发动机和变速器中的占比达70%，具体包括发动机中的曲轴、气门结构、废气循环冷却器、点火系统、燃油喷射系统、空气压缩机、泵，和变速器中差动齿轮、分动箱链轮、行星齿轮架以及汽车底盘减震器、后视镜镜托等等。

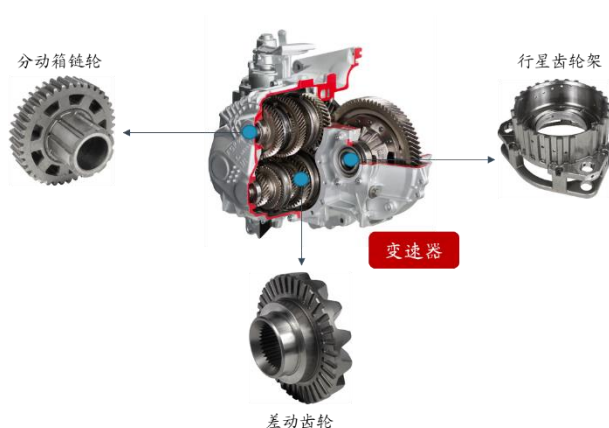
与传统零件相比，车用粉末冶金零件拥有高强度、高耐磨性等优势。例如发动机的链轮具有高强度、高耐磨损性和优良的耐热性；变速器中的齿轮具有抗拉强度和屈服强度；减震器使用粉末冶金零件，具有高精密薄板表面，能够减少摩擦，保证操作的稳定性，提高乘坐舒适性等。

图 29：传统汽车发动机中的粉末冶金产品（据不完全统计）



资料来源：赫格纳斯，日本粉末冶金协会，信达证券研发中心

图 30: 汽车变速器中的粉末冶金产品（据不完全统计）



资料来源：赫格纳斯，信达证券研发中心

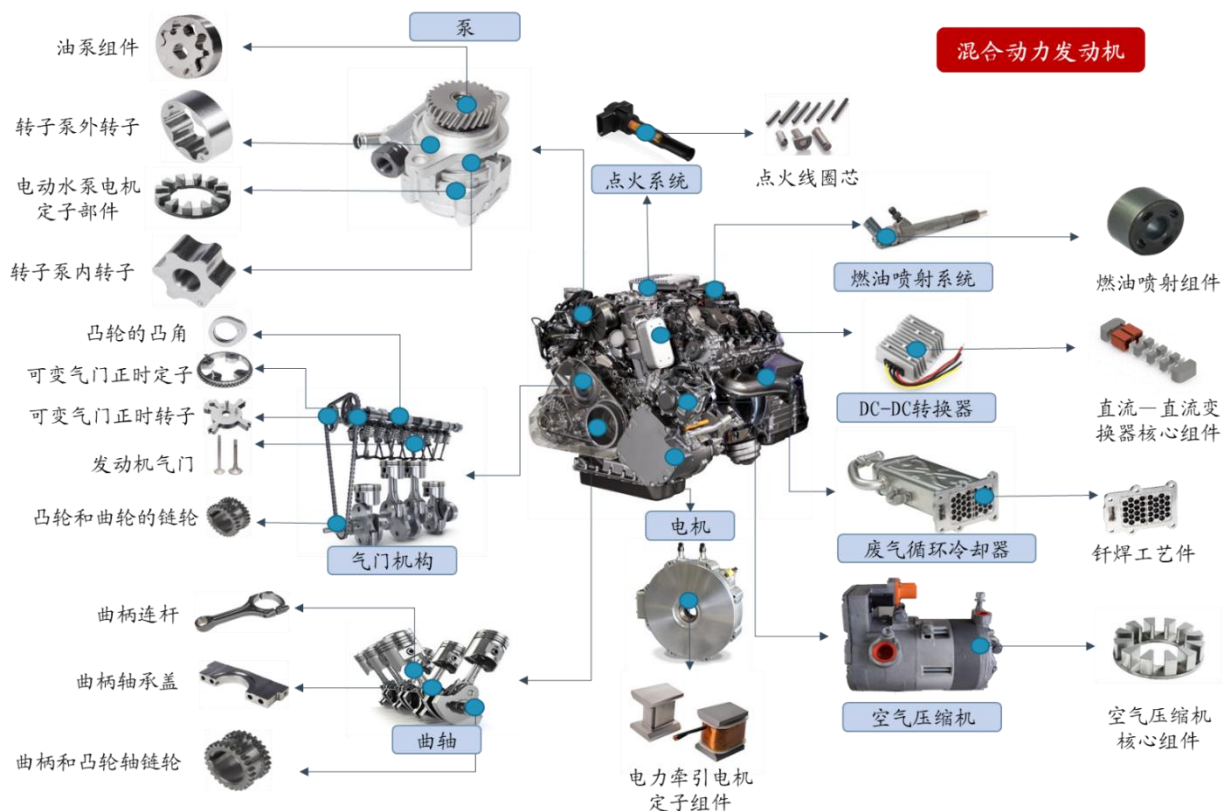
图 31: 汽车车身&底盘中的粉末冶金产品（据不完全统计）



资料来源：赫格纳斯，信达证券研发中心

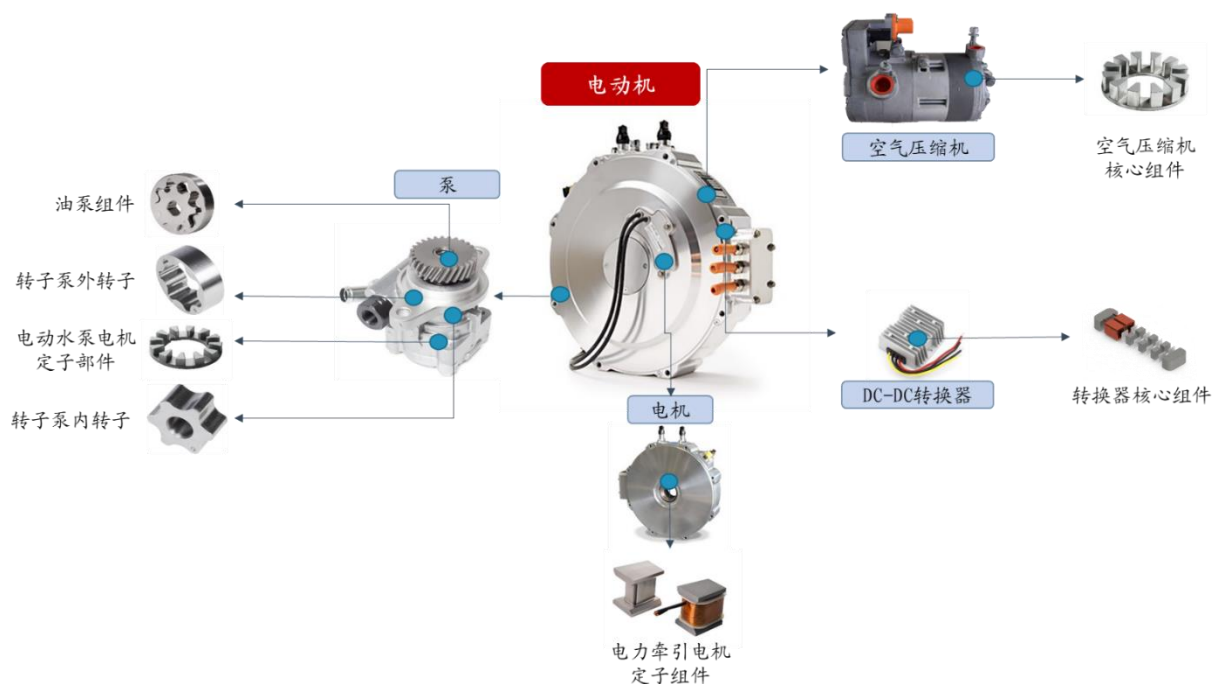
新能源汽车不需要复杂的发动机，因此对粉末冶金零件需求相对较少，据 MPIF 统计，北美纯电动汽车的单车粉末冶金消耗量为 1.8~3.6kg（不包含电池粉末冶金用量）。

图 32: 混动汽车引擎中的粉末冶金产品（据不完全统计）



资料来源：赫格纳斯，信达证券研发中心

图 33: 纯电动汽车引擎中的粉末冶金产品（据不完全统计）



资料来源：赫格纳斯，信达证券研发中心

根据日本协会 2021 年报统计数据，北美单车粉末冶金制品重量为 16.8kg，欧洲单车粉末冶金制品重量为 8.7kg，日本单车粉末冶金制品重量为 8.3kg。据东睦股份公告，中国单车粉末冶金制品重量为 4.5kg。

我们假设单车上粉末冶金需求未来会有增长，增速在 3%-20%之间。根据我们预测，2025 年全球汽车对金属粉末的需求量为 108.41 万吨。

表 18: 全球汽车对金属粉末的需求量测算（万辆，kg，万吨，万元/吨，亿元）

指标	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
销量:汽车:北美自由贸易区	1658	1743	1795	1849	1904	1961
YOY		5.09%	3%	3%	3%	3%
单车粉末冶金制品重量	19.80	19.80	20.39	21.01	21.64	22.29
YOY			3%	3%	3%	3%
北美粉末需求量	32.83	34.50	36.60	38.83	41.20	43.71
销量:汽车:欧洲	1530	1454	1498	1543	1589	1637
YOY		-4.98%	3%	3%	3%	3%
单车粉末冶金制品重量	8.70	8.70	9.14	9.59	10.07	10.57
YOY			5%	5%	5%	5%
欧洲粉末需求量	13.32	12.65	13.68	14.80	16.00	17.31
销量:汽车:日本	457	440	440	440	440	440
YOY		-3.62%	0%	0%	0%	0%
单车粉末冶金制品重量	8.30	8.30	8.72	9.15	9.61	10.09
YOY			5%	5%	5%	5%
日本粉末需求量	3.79	3.65	3.84	4.03	4.23	4.44
销量:汽车:中国	2398	2288	2357	2427	2500	2575
YOY		-4.59%	3%	3%	3%	3%
单车粉末冶金制品重量	4.50	4.50	5.40	6.48	7.78	9.33
YOY			20%	20%	20%	20%
中国粉末需求量	10.79	10.30	12.73	15.73	19.44	24.03
销量:汽车:其他地区	1429	1668	1752	1839	1931	2028
YOY		16.75%	5%	5%	5%	5%
单车粉末冶金制品重量	4.50	4.50	5.40	6.48	7.78	9.33
YOY			20%	20%	20%	20%
其他地区粉末需求量	6.43	7.51	9.46	11.92	15.02	18.92
销量:汽车:全球	7473	7593	7841	8099	8365	8641
YOY		1.62%	3.27%	3.28%	3.29%	3.30%
全球粉末需求量	67.16	68.61	76.31	85.31	95.89	108.41
YOY		2.16%	11.22%	11.79%	12.41%	13.05%

资料来源: Wind, IEA, EV-volumes, 信达证券研发中心

考虑到新能源汽车的 OBC 及 DC-DC 重量，以及其发电机重量，我们假设单台新能源汽车的粉末冶金重量为 5kg，2023 年及以后新能源汽车销量增速维持 40%，单车粉末冶金重量增速维持 10%，则 2025 年全球新能源汽车对金属粉末的需求量为 20.14 万吨。

表 19: 全球新能源汽车对金属粉末的需求量测算 (万辆, kg, 万吨, 万元/吨, 亿元)

指标	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全球新能源汽车销量	325	669	1003	1404	1965	2752
YOY	43%	106%	50%	40%	40%	40%
单车粉末冶金制品重量	5	5	5.50	6.05	6.66	7.32
YOY			10%	10%	10%	10%
全球新能源汽车粉末冶金需求量	1.62	3.34	5.52	8.49	13.08	20.14

资料来源: EV-volumes, 信达证券研发中心

能源: 粉末冶金提升能源利用效率

除传统能源石油、天然气、煤炭对轴承、齿轮等零部件的需求外, 新能源如太阳能、风能、燃料电池等对涂层、发动机、存储等的需求, 扩大了粉末冶金的应用领域。粉末冶金技术改善了原始的制造工艺对于能源利用不充分、造成环境污染和能源浪费的现象, 从而备受推崇。

1. 粉末冶金技术在太阳能材料中的应用

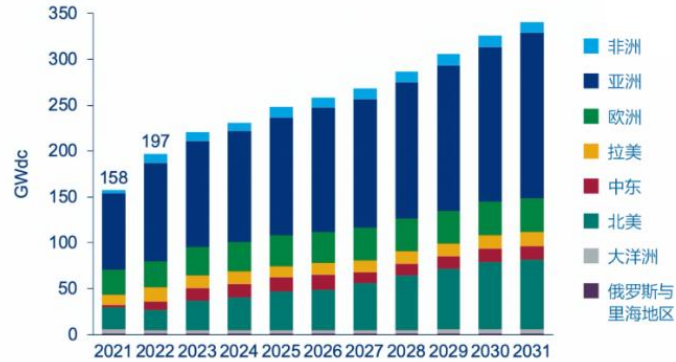
粉末冶金技术在太阳能利用方面主要是热电太阳能技术和光电太阳能技术。

对于太阳能的光电应用, 太阳能电池是关键。太阳能电池材料的性能是保障太阳能光电转化效率的关键, 传统的晶体硅材料太阳能电池, 光电转化效率相对较低, 降低太阳能利用率的同时, 还制约着太阳能能源的应用范围。通过粉末冶金技术制备的多晶硅薄膜在光电转化技术中能够有效替代传统晶体硅材料, 且光电转化效率提升显著, 太阳能光电转化技术由于材料瓶颈的突破, 发展速度逐年加快。

另外, 太阳能的热电利用技术主要是通过太阳能吸收板吸收太阳能量, 然后通过技术手段加以利用, 因此太阳能吸收板材料性能成为技术发展的关键点。粉末冶金技术能够在吸收板制造过程中, 充分研发吸收板的材料性能, 发挥粉体在色素、粘结剂的作用, 突出粉末冶金技术的实践应用, 从而显著提升太阳能吸收效率。

伍德麦肯兹预计 2022 年, 全球光伏市场年新增装机容量将同比增长 25%, 实现 197GW, 累计装机容量将突破 1000GW。2022-2031 年, 全球光伏并网装机容量将以年均 8% 的速度增长, 2031 年达到 394GW。假设光伏组件成本为 2 元/w, 则 2022 年全球光伏组件市场规模为 3940 亿元, 2031 年达到 7880 亿元。

图 34: 2022-2030 全球新增光伏装机量预测



资料来源:伍德麦肯兹, 盖锡新能源网, 信达证券研发中心

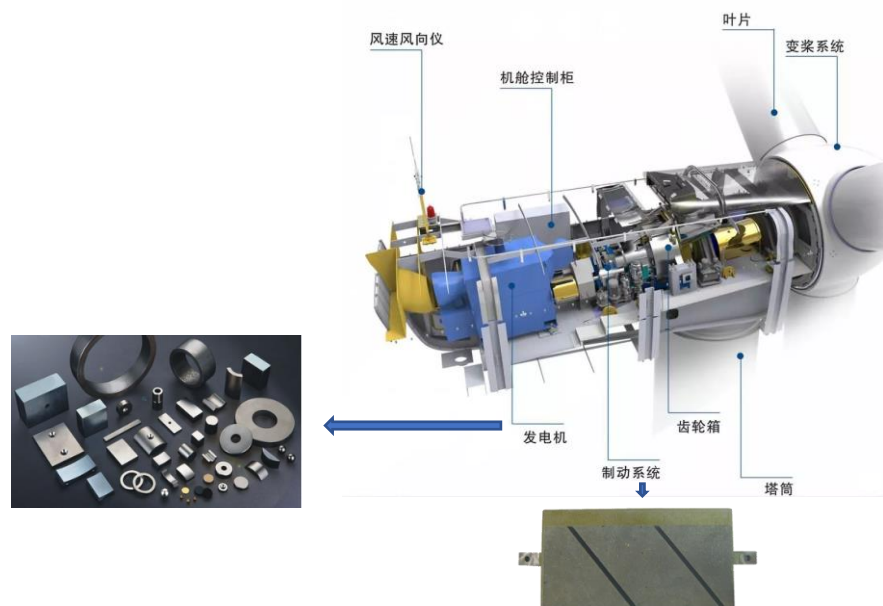
2.粉末冶金技术在风能材料中的应用

风能是应用范围极广的新能源。而且具有充足、清洁等特点, 粉末冶金技术可用来制备两种风能发电材料, 即钕铁硼永磁材料和制动片材料, 这两种材料的应用能够直接影响风能发电设备的安全性及稳定性并影响其运行。

目前常用的风电机组制动材料为铜基粉末冶金摩擦材料。铜基粉末冶金摩擦材料的摩擦系数较小、导热性好、摩擦系数较稳定、耐磨性较好, 应用在风机制动系统上大大提高了风电机组运行的稳定性。

钕铁硼稀土永磁体是稀土永磁电机组成中的最重要的零部件, 可替代传统电机, 向大容量、优良的发电质量、提高材料利用率、降低噪声、降低成本、提高效率的方向发展。

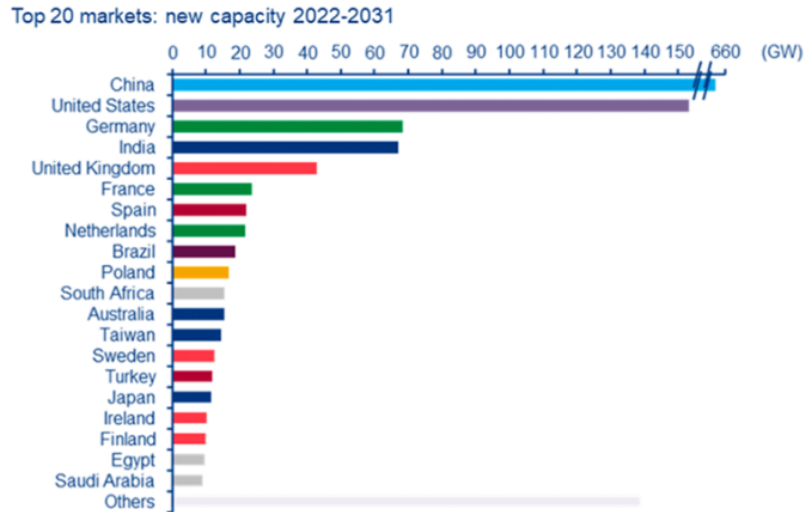
图 35: 粉末冶金材料在风电机组中的应用



资料来源:莆田海事局, 粉体圈, 华龙摩擦, 信达证券研发中心

2021 年全球风电新增装机量为 95GW，麦肯锡预计全球风电装机容量在 2021 年至 2030 年间将以 9% 的复合增长率增长。到本十年末，全球累计风电容量预计将超过 1756GW。

图 36: 2020-2031 年新增装机容量排名



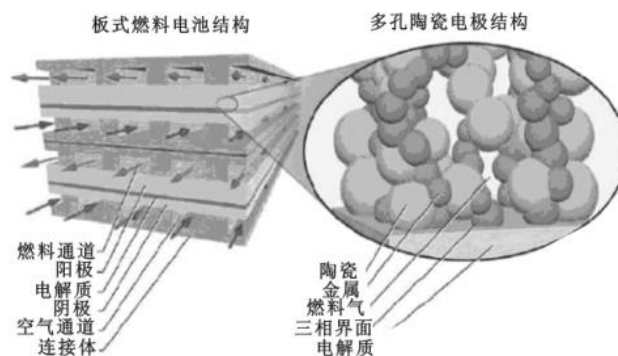
资料来源:伍德麦肯兹, 电缆网, 中国能源网, 信达证券研发中心

3. 粉末冶金技术在燃料电池材料中的应用

燃料电池是一种将燃料气体（或液、固燃料气化后的气体）的化学能直接转换为电能的装置。粉末冶金技术主要应用于燃料电池的密封部件和电极材料中。通过粉末冶金技术的应用，可以实现合成安全性高、倍率高的锡基合金材料及纳米 Sn 基合金—碳复合材料，这种材料能够大大提升燃料电池的充放电能耗，同时对燃料电池的充放电安全也有一定保障作用，粉末冶金技术的应用可以使得这种材料的生产产业化、规模化。

另外，燃料电池阴极材料为多孔的铈掺杂的锰酸镧，多孔材料的制备只能采用粉末冶金技术。

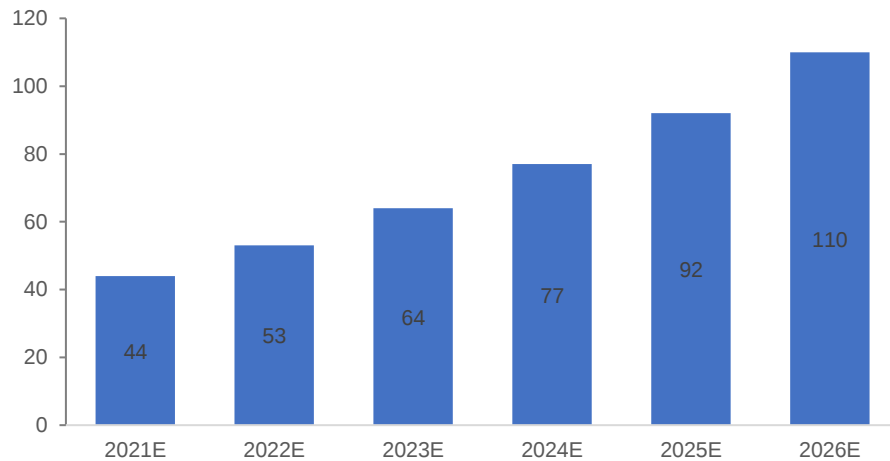
图 37: SOFC 结构和多孔陶瓷合金电极微观表征模拟



资料来源:86IC 科技网, 信达证券研发中心

由于技术突破、规模化生产能力以及广泛应用场景的形成需要一定时间，并且主要国家在 2025-2030 年的规划目标才有明显加速，因此前瞻产业院保守预测未来全球燃料电池行业市场维持年化 20% 增速，到 2026 年，全球燃料电池行业市场规模将达到 110 亿美元。

图 38: 2021-2026 年全球燃料电池市场规模（亿美元）



资料来源: 前瞻产业院, 信达证券研发中心

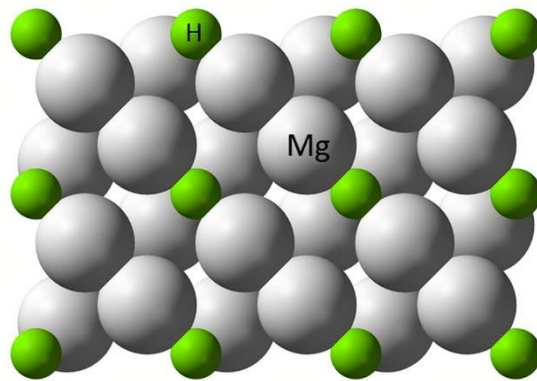
4. 粉末冶金技术在储氢材料中的应用

氢能源由于其燃烧产物是水，属于零碳清洁绿色能源，氢能源的应用关键点主要在两个方面，一个是氢能源的生产，另一个则是氢能源的储存。氢能源储存而言，因其化学性质活泼，具有一定的爆炸危险，因此氢能源储存方式和储存材料的选择具有严格的要求。

储氢合金是能够储存氢能源的金属或合金材料的统称，拥有较强的捕获氢的能力，能够在一定的压力、热度的基础上把氢分子分解成合金中的单个原子。氢能源储存的原理是，经过分解后单原子能够进入到储存材料原子间的间隙，通过化学反应形成较为稳定和安全的金属氢化物，从宏观上看，储存材料能够吸收氢能源，在吸收过程中会释放出化学热能，如果要多氢能源进行利用，则需要通过对储存材料加能，使得储存化学过程进行逆反应，分解氢化物，释放出氢原子后，再结合成氢分子。氢能源储存材料对氢能源的储存性能远远高于物理气瓶储存效率，且储存的化学稳定性也能得到保障

金属基储氢合金一般有镁基储氢材料、稀土系储氢材料及钛系储氢材料等，对于先进的储氢合金，一般采用机械合金化、氢化燃烧合成和还原扩散法等粉末冶金技术来制备。目前镁系储氢材料主要用于燃料电池中的燃料氢，稀土系储氢材料主要用于镍氢电池。

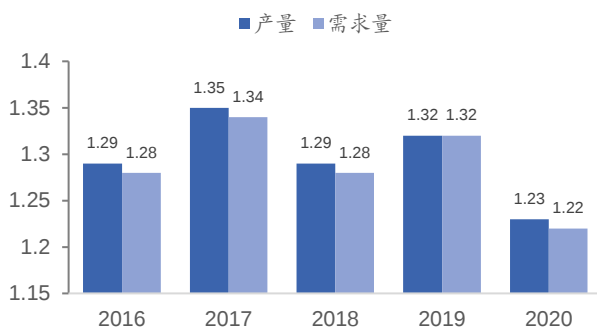
图 39：镁储氢材料示意图



资料来源:上海镁源动力科技有限公司官网, 信达证券研发中心

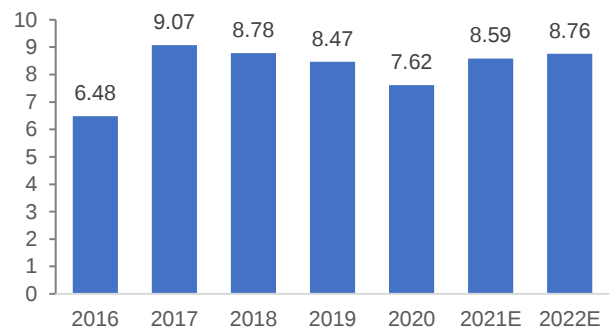
中国储氢材料基本达到供需平衡, 2020 年中国储氢材料产量达到 1.23 万吨, 需求量达到 1.22 万吨。根据中商产业研究院预测, 2022 年中国储氢材料市场规模将达到 8.76 亿元。

图 40：2016-2020 年中国储氢材料供需统计情况



资料来源:中商产业研究院, 信达证券研发中心

图 41：2016-2020 年中国储氢材料市场规模预测趋势图



资料来源:中商产业研究院, 信达证券研发中心

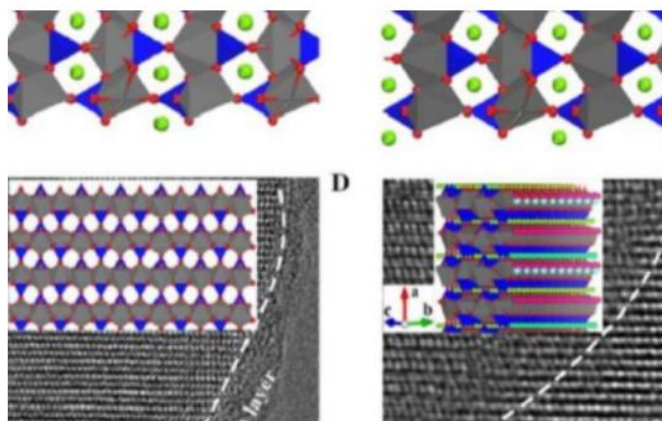
5. 粉末冶金技术在其他能源材料中的应用

粉末冶金技术除了可以应用于风能与太阳能方向之外, 它在核能开发、锂电池制造等方面同样有着不可忽视的应用效果。

以锂电池与粉末冶金技术结合为例, 锂电池中的新型电解质、能量密度等都和粉末冶金技术有着紧密关系。利用超微粉末制造纳米晶体材料和纳米管, 能够提升锂电池的充电速度、延长锂电池的使用时间。

在核能开发方面, 粉末冶金技术的应用同样十分广泛, 在铍的制备方面, 粉末冶金技术可以提升真空热压和半成品加工的质量, 有着不可替代的积极作用。粉末冶金技术涉及由铸锭生产粉末的工艺 (机械磨碎或者溅射熔化的镀) 和压制工艺如真空热压(VHP)和热等静压(HIP)等。

图 42: 纳米晶体扩大锂离子存储空间

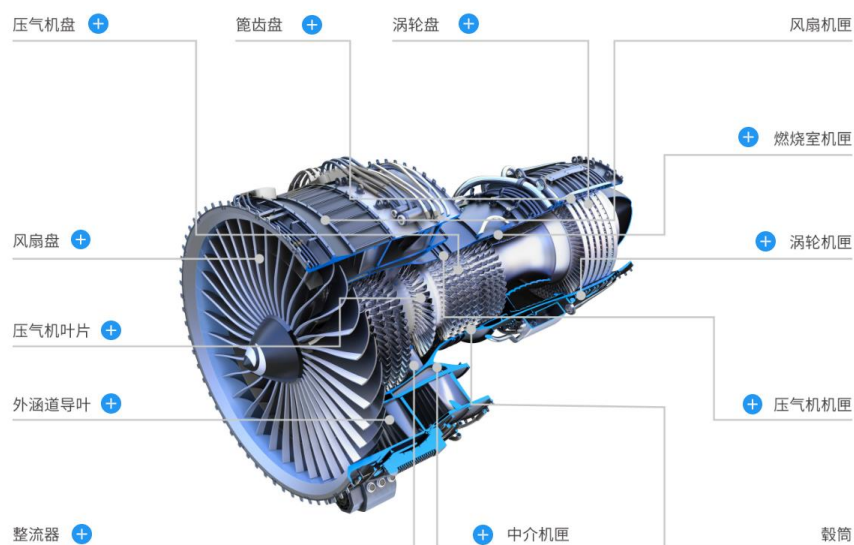


资料来源:粉体圈, 信达证券研发中心

航空航天: 3D 打印适配其结构复杂且轻量化的要求

在飞行器发动机发展进程中, 零部件的设计制造通常具有以下特征: 结构复杂且一体化程度高, 轻量化要求高, 服役环境恶劣等特性使铸造或者锻造+机加等传统技术在很大程度上已经无法满足零部件快速迭代的研发、设计及验证需求, 而增材制造技术作为一种固体无模快速成型技术, 具有快速响应, 制造自由度高、设计自由度高等优势, 同时增材制造技术可以显著降低买飞比 (BTF, Buytoflyratio), 即原材料重量与最终成品重量的比值, 相比传统加工技术 ($BTF > 10:1$), 增材制造技术可以将买飞比控制在 $BTF < 3:1$, 大幅度提高原材料的利用率, 降低材料消耗。

图 43: 航空发动机内部结构



资料来源: Hyatech 官网, 信达证券研发中心

目前飞行器发动机可以用金属增材制造技术进行构件制造。其中发动机的燃油喷嘴主要采用激光选区熔化技术，发动机的低压涡轮叶片主要采用电子束选区熔化技术，异形结构件的修复主要采用激光直接能量沉积技术。

表 20：典型金属粉末增材制造技术特点对比

金属粉末增材分类	优点	缺点	适用材料	应用领域
激光选区熔化技术（SLM）	可成形具有复杂内腔结构、精细结构或点阵结构的构件，提升设计自由度；成形精度高，表面状态好，部分零件简单打磨后即可直接使用。	成形过程中的孔洞难以完全消除，制件的疲劳性能和延伸率比激光能量沉积成形制件低；成形尺寸受限、成形效率低、成本高；复杂零件的内腔表面后加工技术难度高。	钛合金、高温合金等	发动机燃油喷嘴、异性管件、飞机异形结构精密制造等
电子束选区熔化技术（EBM）	高真空环境可有效防止氧化，减少气孔；成形环境预热温度高，可有效降低零件内部应力和裂纹产生。	需要真空度高的成形环境，对设备要求高；成形尺寸受成型仓尺寸限制；表面质量差，表面质量低于 SLM 技术。	钛合金、金属间化合物、难熔金属等	发动机低压涡轮叶片等
激光直接能量沉积技术（DED）	可成形大尺寸零件、效率高、成本低；可用于零件修复；可实现多材料梯度加工。	成形构件加工余量大，不适于成形精密复杂构件；成形过程易出现应力集中和变形问题。	钛合金、高温合金等	异性构件的修复、大型框架类零件的粗坯成形等

资料来源：《金属粉末增材在飞行器发动机的应用及挑战》，信达证券研发中心

1. 飞行器发动机的静态构件对服役性能的要求相对较低，增材制造技术在该领域的应用已经较为成熟

燃油喷嘴作为燃烧室的关键组件之一，其作用是使液态燃料雾化从而形成燃料颗粒群，达到将液/气态燃料与空气进行高效混合的目的，从而在燃料室产生稳定的火焰回流区，使产生的旋流火焰满足燃烧室点熄火、燃烧效率、燃烧排放物和出口温度等指标要求。

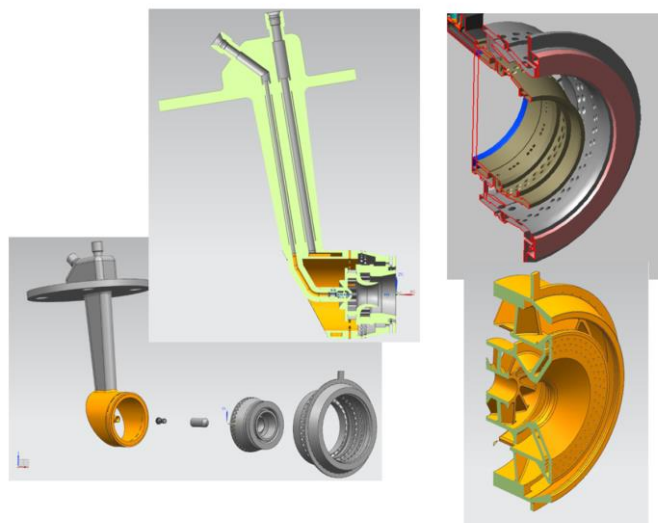
增材制造为先进复杂燃油喷嘴的整体制造提供了可能。金属增材制造将原来的 20 个部件作为一个整体被制造出来，喷嘴重量轻 25%，耐用度提升 5 倍，成本效益高 30%。采用 3D 打印燃油喷嘴可以解决燃油混合和燃油喷射等问题，同时还可以减少制造成本，提高使用寿命。

图 44: GE 公司采用金属增材技术制造的燃油喷嘴



资料来源:南极熊 3D 打印, 新材料在线, 信达证券研发中心

图 45: 商发民用大型航空发动机燃油喷嘴的 3D 打印



资料来源:海洋装备研究院增材制造研发中心, 信达证券研发中心

在航空发动机整流叶片生产中, 普惠公司采用 SLM 技术制备了航空发动机整流叶片, 与传统的叶片制造工艺相比, 实现了 50%的减重并缩短了制造周期。

在发动机涡轮部件生产中, 金属增材制造的点阵结构在发动机涡轮部件的应用可达到减重和改善性能的作用。

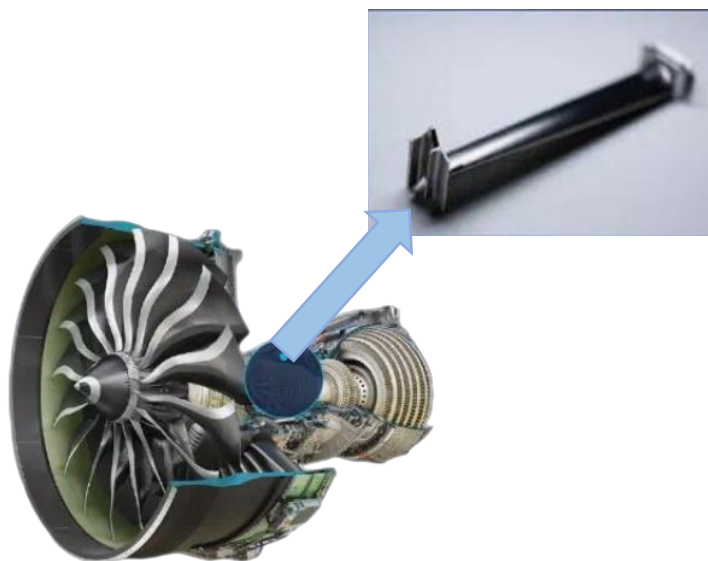
在热交换器和散热器生产中, 增材制造技术可以提高热装置的效率, 省去了钎焊工艺, 更容易实现内部形状复杂的构件制造。

2. 飞行器发动机的动态构件对服役性能的要求较高, 多采用增材制造技术

在飞行器发动机的动态部件(如转子叶片)在其服役条件下会受到极端性能要求和恶劣环境(如高压、温度、腐蚀等)的影响, 要求零件采用特殊材料的同时具有复杂的叶身结构, 该制造工艺特点决定了其采用增材制造技术。

增材制造技术允许设计人员直接进行复杂三维零件的设计制造, 降低制造难度同时实现生产成本控制。

图 46: GE9X 发动机采用 EBM 制备 TiAl 合金低压涡轮叶片



资料来源:《金属粉末增材在飞行器发动机的应用及挑战》, 信达证券研发中心

3.金属增材修复技术在飞行器发动机上的应用

作为增材制造技术的一个重要应用分支,金属增材修复技术特别是激光直接能量沉积技术(L-DED)已广泛应用于修复服役过程中的受损部件。通过原位修复,减少了原有零件的更换或者报废,在缩短生产周期的同时实现了降低成本。

《金属粉末增材在飞行器发动机的应用及挑战》中指出,以整体叶盘以及整体叶环零件为例,其制造成本可能高达数十万美元,采用修复技术可以避免整个零件的报废,具有显著的经济效益。发动机的高压压气机在工作过程中,压气叶片会与封严结构产生接触,导致叶片叶尖磨损。叶片故障检查结果表明,叶尖磨损损伤率为80%,报废率接近50%。为了修复叶片实现再次应用,传统焊接修复方法不能满足服役要求,采用激光直接能量沉积技术,可以利用激光能量集中、光束轨迹自动可编辑、光束移动速度快且运行控制稳定等特点,较好地解决该类叶片修复的难题

图 47: 增材修复在航空发动机整体叶盘上的应用



资料来源:《金属粉末增材在飞行器发动机的应用及挑战》, 信达证券研发中心

我们按照每台飞机配备两台发动机，发动机单台重量为 3.5 吨进行测算，根据买飞比推得成材率为 40%，给予全球飞机交付量未来年均增速为 10%，则 2025 年航空航天领域对金属粉末的需求量 2.44 万吨。飞机所用的多为高温合金粉和钛粉，我们假设单吨粉末售价为 30 万元，则 2025 年航空航天用粉末市场规模为 73.10 亿元。

表 21: 航空航天对金属粉末的需求量测算

指标	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
商用飞机交付量（台）	723	951	1046	1151	1266	1392
YOY		31.54%	10%	10%	10%	10%
粉末在发动机中的重量占比	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
成材率	40%	40%	40%	40%	40%	40%
飞机对粉末的需求量（万吨）	1.27	1.66	1.83	2.01	2.22	2.44
单吨粉末平均售价（万元/吨）	30	30	30	30	30	30
全球飞机金属粉末市场规模（亿元）	37.96	49.93	54.92	60.41	66.45	73.10

资料来源：航空产业网，信达证券研发中心

医疗行业：MIM 增速最快的下游

据《金属粉末注射成型技术在医疗产品上的应用》，医疗产品一般要求具有良好的使用性和足够长的使用寿命，并且在结构和形状设计上要有灵活的设计性。自 20 世纪 80 年代初期 MIM 技术首次在医疗产品中得到应用，至今已经成为 MIM 市场中增长最快的领域。医疗用 MIM 产品大部分使用的不锈钢材料，主要牌号是 316L 和 17-4PH，还有钛合金、镁合金、金、银、钯等。

医疗行业使用 MIM 技术主要来制造外科手术工具、牙齿正畸托槽、膝盖植入零件、助听器声管等等。

1. 外科手术工具

外科手术工具要求具有高强度、低血液污染和能够实现侵蚀性消毒程序等要求。外科手术工具中的内窥镜剪刀、腹腔镜外科手术剪刀、针推进器与末端吊钩、活体组织检查仪、缝合夹爪、腹腔镜夹爪等器械或器械中的部件均需要 MIM 工艺完成。

据东睦股份，腹腔镜外科手术剪刀中的螺旋齿轮，使用 MIM 工艺制造比切削加工制造节省 80% 的成本；MIM 制作的针推进器与末端吊钩与切削加工制造工艺相比节省 90% 的成本；MIM 制作的活体组织检查仪中的零件与切削加工制造工艺相比节省 50% 的成本。

图 48: 医疗类 MIM 零部件

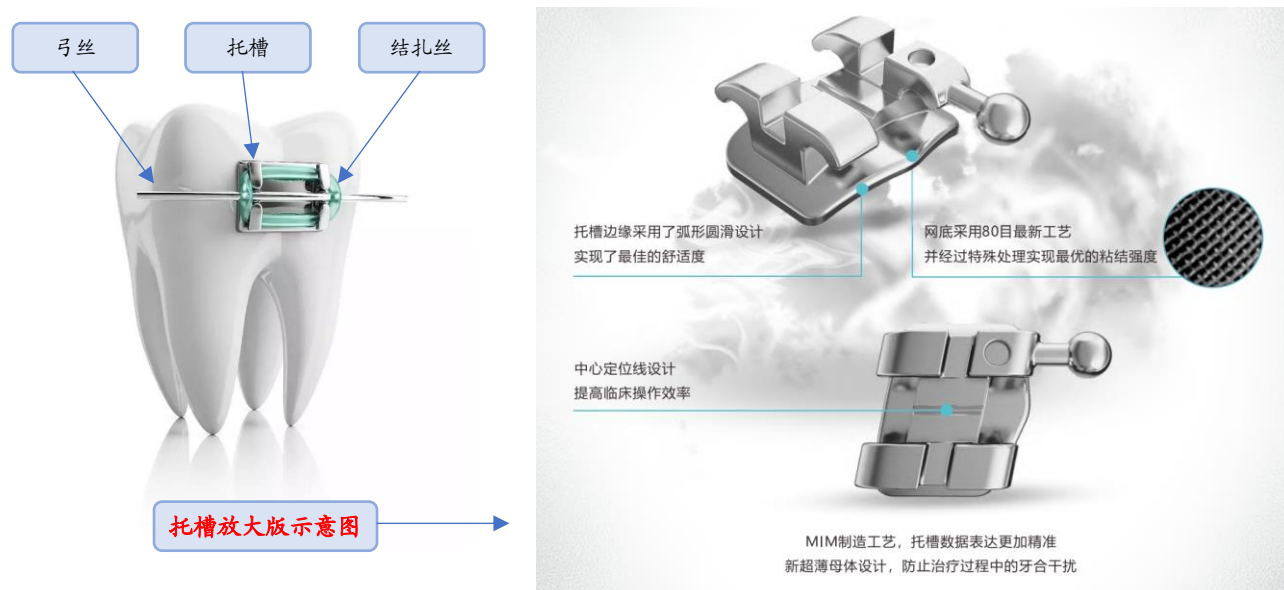


资料来源：东睦股份官网，信达证券研发中心

2. 牙齿正畸托槽

牙齿矫形工具是最早使用 MIM 工艺进行制造的医疗产品，其尺寸非常小、生物兼容性和耐腐蚀性好，主要使用 316L 不锈钢。德国 Forestadent 公司用 MIM 技术生产出一种双向倒勾式的正畸托槽，机械固位力提高 30%，且利用 MIM 工艺一次成型进行抛光后，能使托槽对弓丝的摩擦力大大降低。

图 49：牙齿正畸托槽示意图



资料来源：Vogue，普特医疗公司，信达证券研发中心

3. 膝盖植入零件

目前利用 MIM 技术可以生产部分替代骨头和关节的零件，主要应用的是钛合金。利用 MIM 成形后再进行热等静压，后续再进行喷丸、抛光和阳极氧化处理，以得到较好的表面性能，降低了与人体的摩擦，提高相容性和使用寿命。

4. 助听器声管

利用 MIM 工艺制成的助听器声管，具有提升音率和促进听力的效果，且 MIM 技术与传统生产工艺相比可以降低 20% 的生产成本。

此外医疗领域还可以应用 MIM 技术生产介入治疗支架、钨高密度合金注射器的防辐射屏蔽、显微外科机械手、微型泵内窥镜零件和药物吸收剂等。

增材制造技术在医疗领域的应用也逐渐拓展，在药物释放系统、医用植入物以及医疗器械制造中得到了大规模的应用。

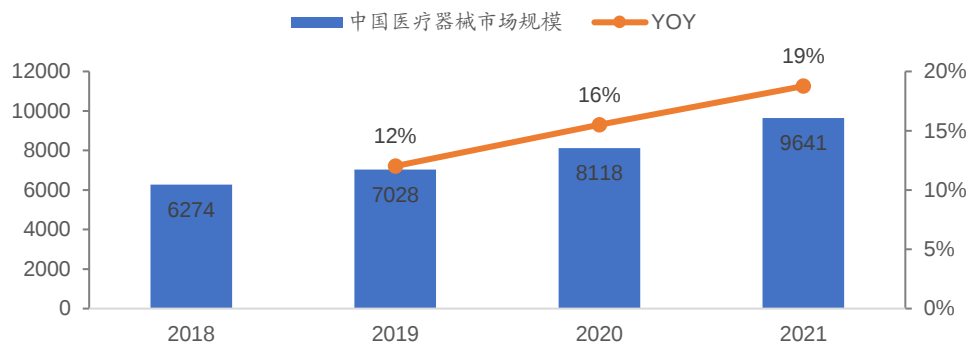
全球生物医用材料市场已超过 4500 亿美元，年增长率为 15.8%。在全球生物医用材料市场中，需求量最大的是骨科生物医用材料，市场份额约占全球市场的 38%；心血管生物医用材料占 36%，位居第 2 位，其次需求量较大的是牙种植体，约占全球市场的 10%；

请阅读最后一页免责声明及信息披露 <http://www.cindasc.com> 47

紧随其后的是占市场份额 8% 的整形外科生物医用材料。

据 Evaluate MedTech 预测，2021-2028 年，全球医疗器械行业将以 5% 的复合年增长率增长。细分领域，糖尿病护理和骨科的复合年增长率为 7%，诊断和药物输送等较大领域的复合年增长率较低，分别为 3% 和 2%。市场规模预计在 2025 年突破 1000 亿美元，在 2028 年达到 1150 亿美元。

图 50：2018-2021 年中国医疗器械市场规模及增速（亿元）

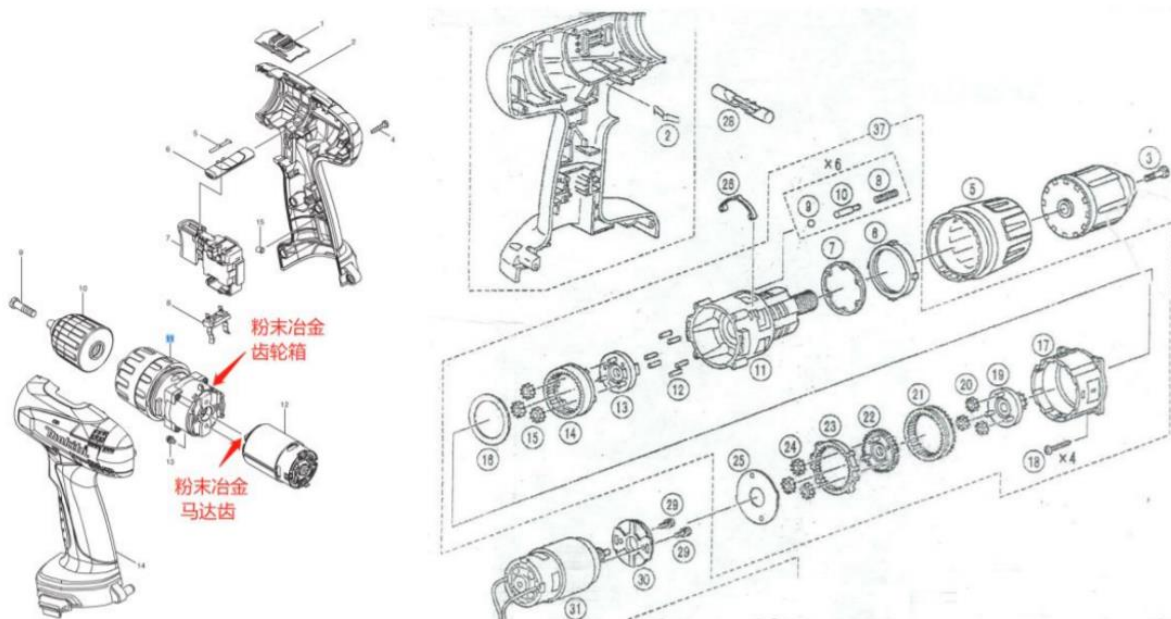


资料来源：艾瑞咨询，中投网，信达证券研发中心

电动工具：电动化智能化趋势推动需求增长

中国是世界上电动工具生产和出口大国，技术壁垒不高导致企业降本诉求高涨，粉末冶金在低成本、高性能、高精度方面的卓越表现使得其受到电动工具生产厂家的青睐。常见电动工具中的粉末冶金金属件有凸轮、杆件、配重、轴承、轴承座、电刷架、离合器、转子、缸体、端盖、叶片、卡盘手等。

图 51：电动工具粉末冶金零部件应用示意图

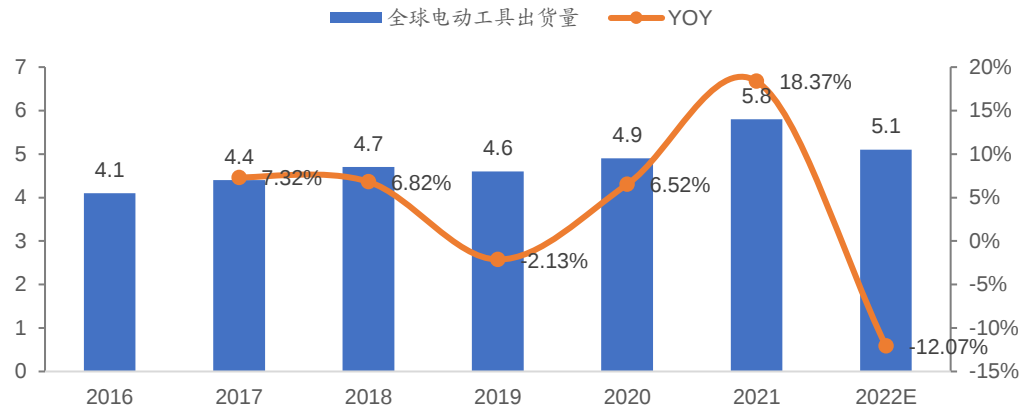


资料来源：海昌新材招股说明书，信达证券研发中心

（注：其中的粉末冶金零部件为：8-轴锁圈、13-支架、14-三级内齿圈、15-三级行星齿、19-三级行星架、20-二级行星齿、21-换挡齿圈、22-二级行星架、23-固定齿圈、24-一级行星齿、31-电机+马达齿）

根据 EV Tank 统计，2022 年全球电动工具出货量预计分别为 5.1 亿只，市场规模为 571.9 亿美元，同比 2021 年分别下滑 12.6% 和 10.2%，为近几年电动工具最大下滑幅度。展望未来 EV Tank 预计全球电动工具行业将在 2023 年逐步恢复增长，预计到 2026 年全球电动工具出货量将超过 7 亿台，市场规模或超过 800 亿美元。

图 52：2016-2026 年全球电动工具出货量（亿台）



资料来源：EV Tank，伊维智库，信达证券研发中心

家电：传统领域需求稳定增长

粉末冶金制品在家电中的应用主要包括：家用冰箱的压缩机中的连杆、活塞、阀门、进排气阀导管、上下轴承、平衡块、缸体、叶片等；洗衣机、干燥机之类设备中使用的偏心齿轮和齿条齿轮；洗涤剂中的水泵叶轮；电风扇中使用的多孔自润滑轴承；吸尘器中的齿轮与磁体等。

家用电气零件中的制冷压缩机和多孔自润滑轴承只能利用粉末冶金工艺生产，其中粉末冶金含油轴承由于具有自润滑性、噪声小、价格便宜、适于大批量生产，已广泛应用于洗衣机和电风扇电机中，且铁基含油轴承正在对铜基含油轴承进行替代。

家用空调排风扇、吸尘器中的复杂形状齿轮和磁体等利用粉末冶金生产工艺较优，据九菱科技招股说明书，同种产品采用粉末冶金材料，其成本相比降低 75%，效率提高 1.7 倍。

因此，从提高家电材料的性能或降低家电用材成本等方面来看，开发和应用粉末冶金材料对于家电行业意义重大。

图 53: 含油轴承



资料来源: 上海一丰粉末冶金有限公司官网, 信达证券研发中心

根据九菱科技招股说明书, 旋转压缩机的空调和冰箱, 每台需要粉末冶金结构件 80-350g; 冰箱连杆式压缩机, 每台需要粉末冶金结构件 100g; 滑动螺杆式空调和冰箱压缩机, 每台需要粉末冶金零件 30-200g。

我们按照单台电器的粉末需求量为 200g, 未来全球冰箱与空调的增速为 5%测算, 2025 年全球空调与冰箱对粉末的需求量将达到 9.20 万吨。

表 22: 家用电器对金属粉末的需求量测算

指标	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全球冰箱冷柜销售数量 (万台)	19452	21105	22160	23268	24432	25653
YOY		8.50%	5%	5%	5%	5%
全球家用空调销量 (万台)	15632	16722	17558	18436	19358	20326
YOY		6.97%	5%	5%	5%	5%
单台电器所需要的粉末冶金用量 (g)	200	200	200	200	200	200
全球空调冰箱对金属粉末的需求量 (万吨)	7.02	7.57	7.94	8.34	8.76	9.20

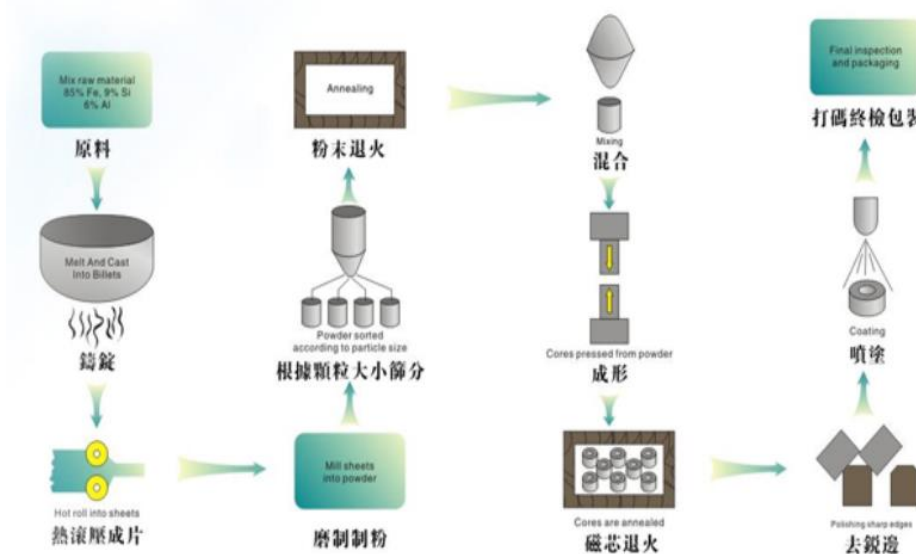
资料来源: 产业在线, 信达证券研发中心

软磁材料: 新能源扩大其应用规模

磁性材料多用于电网变压器、光伏储能逆变器、新能源汽车的 OBC 和 DC-DC、充电桩、UPS 电感、空调 PFC 电感以及无线充电导磁片等领域。磁性材料粉末可以经压制成型变成所需产品。我们认为在新型电力系统建设铺开、环保节能主旋律下, 非软磁材料需求快速提升。光伏发展进入快车道, 光伏装机量不断增长以及组串式逆变器市占率提升将带动金属软磁粉芯需求大幅增长; 同时储能能在“双碳”政策推动下发展加速、新能源汽车及充电桩快速发展都将带动金属软磁粉芯等软磁材料需求提升。UPS 在“东数西算”工程推动下受益于数据中心规模提升、无线充电器领域在消费电子增速恢复且无线设备渗透率提升下有望迎来需求提升、变频空调预计将随着 2020 年 7 月国家空调能效

标准的提高逐渐替代定频空调，均将对软磁材料需求有明显提振。

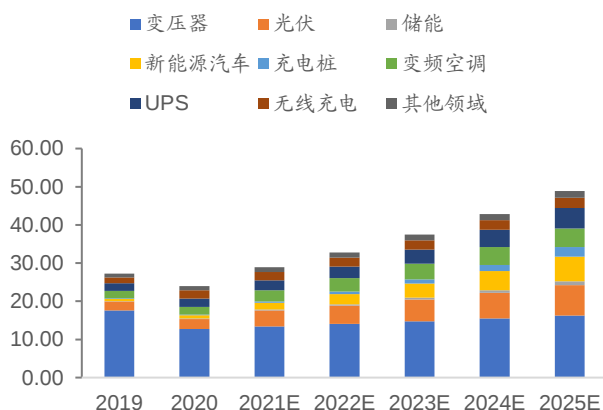
图 54：金属软磁粉芯生产工艺



资料来源：东睦科达官网，信达证券研发中心

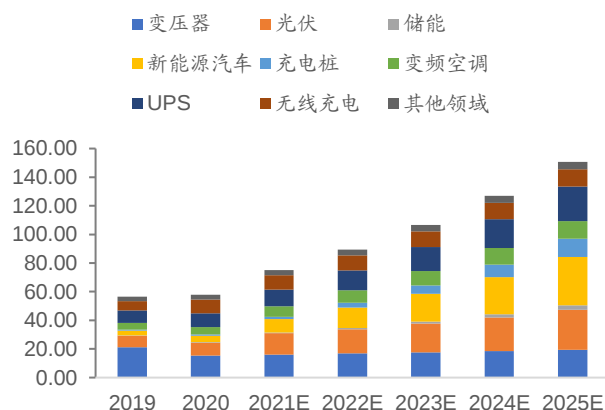
根据我们 2022 年 3 月份在深度报告《软磁：新能源加速扩大软磁市场规模》中的测算，软磁材料需求量预计将由 2020 年的 23.95 万吨增长至 2025 年的 48.88 万吨，复合增速为 15.34%；市场规模将由 2020 年的 57.89 亿元增长至 2025 年的 150.77 亿元，复合增速为 21.10%。其中光伏与新能源汽车领域需求增长明显，2025 年两者在软磁材料中的市场规模占比分别为 22.4%和 18.5%。

图 55：各领域软磁的需求量（万吨）



资料来源：信达证券研发中心

图 56：各领域软磁市场规模（亿元）



资料来源：信达证券研发中心

金属粉末重点上市公司梳理

我们重点梳理了在 A 股上市的主要的金属粉末生产企业的情况。

表 23：金属粉末重点上市公司汇总

公司名称	金属粉末产品	制粉工艺	直接（终端）应用	年产能：现有+规划	2021 年均价（万元/吨）	2021 年毛利率
铂科新材	铁基合金软磁粉	水雾化、气雾化	电感器（光伏、储能、新能源车、空调、UPS）	合金软磁粉芯：2.5+2（万吨）	合金软磁粉芯：3.2	合金软磁粉芯：34%
东睦股份	铁基合金软磁粉	水雾化、气雾化	电感器（光伏、储能、新能源车、空调、UPS）	合金软磁粉芯：4+6（万吨）	合金软磁粉芯：3.3	合金软磁粉芯：18%
悦安新材	羰基铁粉	羰基法	MIM、电感器（消费电子、汽车电子、军工）	羰基铁粉：5850+6000（吨）	羰基铁粉：3.76	羰基铁粉：49%
博迁新材	镍粉、铜粉、银粉	物理气相沉积法	MLCC 电容器（消费电子、汽车电子、航空航天）	镍粉：1720+1260（吨）；铜粉：122.4+80（吨）；银粉：40+20（吨）	镍粉：52.4 铜粉：34.6	镍粉：43% 铜粉：36%
屹通新材	纯铁粉、合金钢粉	水雾化	粉末冶金（汽车、家电、电动工具、医疗器械等）	铁基粉末：8+7（万吨）	铁基粉末：0.65	纯铁粉：26% 合金钢粉：33%
有研粉材	铜粉、锡粉	电解法、雾化法	粉末冶金（汽车、高铁、机械、航空航天等）	铜粉：2.8+1.73（万吨）；锡粉：2100+1100（吨）；3D 打印粉：40+500（吨）	铜粉：6.7 锡粉：26.6 3D 打印粉：36	铜粉：9% 锡粉：8% 3D 打印粉：45%
云路股份	非晶、纳米晶、雾化和破碎粉末	急速冷却	变压器、电感器（电网系统、新基建、新能源汽车、家电等）	非晶合金薄带 6 万吨、非晶铁心 1.85 万吨、纳米晶 3600+5000 吨、雾化粉末 1950+7700 吨、破碎粉末 700 吨	非晶合金薄带及其制品：1.2 纳米晶：4.6	非晶合金薄带及其制品：22% 纳米晶：33%
铂力特	钛粉、高温合金粉等	雾化法	3D 打印（航空航天、工业机械、能源动力、医疗研究、汽车制造、船舶制造及电子工业）			3D 打印原材料：41%
斯瑞新材	铬粉、铜合金粉	低温液氮、雾化法	高温合金、3D 打印（航空航天、火力发电等）	铬粉：700+2000（吨）	铬粉：8	铬粉：23%
中洲特材	高温合金粉末	气雾化法	3D 打印（汽车、船舶、模具等）			
章源钨业	钨粉、碳化钨粉	氢还原	硬质合金（军工、航空航天、机械加工、冶金、石油钻井、矿山工具等）	钨粉 1.5 万吨、碳化钨粉 1.06+0.5（万吨）	钨粉：13.6、碳化钨：13.5（2019）	钨粉：8% 碳化钨粉：10%

资料来源：各公司公告、信达证券研发中心

铂科新材：合金软磁粉龙头

深圳市铂科新材料股份有限公司成立于 2009 年 9 月，2015 年整体变更为股份有限公司，于 2019 年 12 月在深圳创业板上市交易。公司自设立以来一直从事合金软磁粉、合金软磁粉芯及相关电感元件产品的研发、生产和销售，为下游用户电力电子设备或系统实现高效稳定、节能环保运行提供高性能软磁材料、模块化电感以及整体解决方案。

公司主要产品包括合金软磁粉（制造合金软磁粉芯的核心材料）、合金软磁粉芯（电感元件的核心部件）和电感元件，主要应用于发电、输配电、用电等电能变换各环节各类电能变换设备中，以实现电能存储和变换，终端领域主要是光伏、储能、新能源汽车与充电桩、数据中心、变频空调等。

公司依托优异的产品性能及长期可靠的供货能力，已与 ABB、比亚迪、格力、固德威、华为、锦浪科技、美的、TDK、台达、阳光电源、伊顿、中兴通讯（按字母排序，排名不分先后）等一大批国内外知名厂商开展了广泛的技术和市场合作。

公司金属软磁粉末产品主要有铁硅软磁粉、铁硅铝软磁粉、铁硅钴软磁粉和片状铁硅铝软磁粉，制粉工艺主要以水雾化和气雾化为主。另外，公司成功开发了高效率的非晶和纳米晶软磁粉末，目前已经由实验转向了批量生产，其低损耗特性可以有效提高电感产品的效率，目前得到了台系等电感企业的广泛认可。2017 年及之前，由于粉末产能不足，公司外购铁硅铝退火粉、铁硅气雾化粉进行再销售或加工成粉芯，此时毛利率较低；2018 年后，公司自产磁粉产能增加，可实现铁硅气雾化粉等粉末的自产自用，随着公司经营重心向粉芯板块的转移，可供外售的粉末大幅减少，因此 2018 年公司粉末销售收入大幅降低，但毛利率由 30% 提升至了 76%。近两年来公司在粉末领域重点布局，销售收入逐年攀升。2021 年金属软磁粉末销售收入同比增长 29% 至 1349 万元，毛利率为 70%。公司软磁粉末完全可以满足下游粉芯的生产需求，且有部分对外销售，保证公司合金软磁粉芯高盈利的同时也可以额外贡献业绩。

2021 年公司合金软磁粉芯年产能 2.5 万吨，产量 2.34 万吨，产能利用率为 93%。2022 年二季度公司合金软磁粉芯销售量约为 7800 吨，且公司预计三四季度平均产能在 8500-8600 吨，全年实现约 3.1 万吨的产出。河源生产进度如期建设中，公司预计明年可开始第一条线的产能爬坡。芯片电感方面，公司从 7 月份开始逐步交货，截至半年报时已有 2000 万左右的订单，目前稳定供货中。

东睦股份：PM、MIM、SMC 三大粉末冶金业务并驾齐驱

东睦股份作为中国粉末冶金新材料行业的龙头企业，是中国最大、世界领先的粉末压制成形（P&S）制造企业，是中国领先的软磁复合材料（SMC）制造企业，也是中国最大的金属注射成形（MIM）制造企业之一，前身为成立于 1958 年的国营企业-宁波粉末冶金厂。公司于 2004 年在上海证券交易所上市。

公司以 P&S、SMC 和 MIM 三大新材料技术平台为基石，致力于为新能源和高端制造提供最优新材料解决方案及增值服务。产品为绿色环保、节能节材的粉末冶金新材料核心零部件，已覆盖新能源、5G 通信、智能手机、可穿戴设备、医疗器械、汽车、高效节能家电等领域。

公司 P&S 技术平台产品主要应用于汽车、家电、电动工具等。公司长期与国内外中高端汽车行业相关客户合作，有丰富的汽车产品生产经验。部分零件入泵类、减震器、汽车

空调零件等可通用于燃油汽车、混动汽车和新能源汽车。

公司 SMC 板块中，子公司浙江东睦科达明年 1 月前可具备年产 4 万吨的生产能力；2021 年 12 月，公司在山西东睦现有空置场地先行启动年产 6000 吨软磁复合材料生产线基地建设，截至目前，该基地已建成并部分投产。公司在山西建设 SMC 第二生产基地，以山西东睦磁电有限公司为实施主体，建设“年产 6 万吨软磁材料产业基地项目”，项目预计总投资 7 亿元，其中固定资产投资约 5.5 亿元，达产后预计可实现年产 6 万吨软磁材料的生产能力。公司软磁材料目前主要服务于光伏逆变器、新能源汽车车载/充电桩、5G/4G、电源等，也有应用在家电、燃油汽车等领域。目前国内光伏主要厂商都是公司主要客户。截至 2022 年第三季度，SMC 板块中光伏销售收入占比约 42%。公司 SMC 在新能源车领域中的应用主要为 PFC 电感，boost/buck 电感磁粉芯材料，主要有 Fe-Si-Al、Fe-Si、Fe-Si-Ni、Fe-Ni 等金属磁粉芯。

MIM 是公司三大技术平台之一，目前主要应用于消费电子领域，但也可应用于汽车、医疗器械、工具锁具等长周期领域。公司 MIM 目前在重点发展折叠屏铰链业务的同时，大力发展长周期领域业务。公司 MIM 目前粉体以外购为主，但最核心的喂料技术为上海富驰自主研发，具备较大的技术竞争优势。

悦安新材：羰基铁粉龙头，主攻超细金属粉末

悦安新材成立于 2004 年，2021 年上市。是一家专注于超细金属粉体新材料领域的高新技术企业，聚焦 500 纳米-50 微米细分领域，主要从事羰基铁粉、雾化合金粉及包括软磁粉、金属注射成型喂料、吸波材料在内的深加工产品的研发、生产与销售。

公司成立以来立足于羰基铁粉产业，目前总产能为 5850 吨/年，产能、技术与客户认可度比肩国际老牌羰基铁粉巨头公司巴斯夫。公司 IPO 募投项目为 6000 的羰基铁粉产能和 4000 吨的雾化合金粉产能，雾化合金粉产能主要为 2000 吨软磁粉芯用雾化合金粉、1400 吨金属注射成型用雾化合金粉、500 吨激光熔覆用粉末以及 100 吨 3D 打印用粉末。羰基铁粉自 2022 年底开始每年释放 2000 吨产能，达产后总产能将达到 11850 吨/年。

公司产品主要应用于高端精密件和电子元器件领域，对应终端下游为汽车、3C 电子、金刚石工具以及电磁领域的吸波材料等。在粉末冶金领域，超细铁粉可满足粉末冶金对于高密度和可压制性的需求，其中羰基铁粉制成的粉末冶金产品可以使产品寿命延长 5~10 倍。在电子元器件领域，超细粉末适用于 1MHz 以上高频和超高频场景，目前主要用于电子软磁。消费类电子产品更新换代周期缩短和新能源汽车产销量快速增长以及单车电子价值量提升将显著提高电子类软磁对羰基铁粉的需求。另外随着第三代半导体的普及，电力软磁工作频率有望由 10-50KHz 提升至几百 K 至 2MHz 之间，届时 10 微米以下的细粉将凭借功耗优势市占率快速提升。在吸波材料领域，公司采用微米级羰基铁粉或球形合金粉末为原材料，通过特殊表面修饰处理和化学表面包覆工艺，能够有效地实现粉末片状化的改型，达到吸波的作用。公司通过这些优化制得的吸波材料磁导率更高，具有低介电、高磁损耗、阻抗匹配特性好的特点，适用于 0.1GHz-70GHz 范围内的电磁屏蔽和微波吸收。另外公司通过拓展雾化合金粉以及降低羰基铁粉成本有望逐步打开新能源电力市场。

公司羰基铁粉平均粒径 1-5 微米，是目前能够采用工业化技术生产的粒度最细、纯度最

高、球形外观最好的铁粉，优化工艺后瓶颈粒度可降至数百纳米级别。羰基法工艺指以海绵铁、一氧化碳为主要原材料在高温高压反应下合成羰基铁 $\text{Fe}(\text{CO})_5$ ，再用羰基络合物热分解工艺技术生产的微米级、亚微米级单质元素纯铁粉。特点是工艺壁垒较高，生产过程易发挥毒性，生产成本较高。

公司羰基铁粉产品已经获得多家国际厂商的认可。在电子元器件领域，公司产品直接或间接得到了台达电子集团、韩国三星电机等公司的认可；在 3C 产品领域，公司产品直接或间接得到了 vivo、精研科技等公司的认可；在金刚石领域，公司产品直接或间接得到了富世华（Husqvarna）、韩国二和（Ehwa）、喜利得（Hilti）等国际领先金刚石工具企业的认可，与喜利得、富世华（河北）金刚石工具有限公司、威海祥光机械产业有限公司等建立了长期稳定的合作关系；在高端汽车零配件领域，公司主要客户有保来得、Indo-MIM Private Limited 等。

博迁新材：纳米金属粉末龙头

江苏博迁新材料股份有限公司，成立于 2010 年，是一家集高端纳米金属粉体材料研发、生产、销售为一体的国家高新技术企业，是中国纳米金属材料研发与产业化应用的开拓者之一，旗下拥有五家境内外子公司与分公司。

公司的主营业务为电子专用高端金属粉体材料的研发、生产和销售。目前公司产品主要包括纳米级、亚微米级镍粉和亚微米级、微米级铜粉、银粉、合金粉。公司产品是电子信息产业的基础材料，主要用于电子元器件制造，其中镍粉、铜粉主要应用于 MLCC 的生产，并广泛应用到消费电子、汽车电子、通信以及工业自动化、航空航天等其他工业领域当中。

公司现拥有物理气相法金属粉体生产线 92 条，其中镍原粉年产能 1720 吨，铜原粉年产能 122.4 吨，银原粉产能 40 吨。公司 IPO 募投项目新增产能镍原粉产能 1260 吨，铜原粉产能 80 吨，银原粉产能 20 吨。

公司采用常压下物理气相冷凝法(PVD)制备超细金属粉末，填补了国内该技术产业化的空白，并且公司作为唯一起草单位，起草与制定了我国第一项电容器电极镍粉行业标准，是目前全球领先的实现纳米级电子专用高端金属粉体材料规模化量产及商业销售的企业。

公司与三星电机、台湾国巨、台湾华新科、风华高科、潮州三环等国际、国内电子元器件行业领先企业保持了长期良好的业务合作关系，可以积极响应客户的需求并配合开发新产品。2022 上半年，公司对三星电机的销售收入占主营业务收入的比重为 72.2%，客户集中度较高。

新产品研发方面，公司新建一条 HJT 异质结电池用银包铜粉中试产线,持续推进产品稳定性测试，深入挖掘规模化生产降本增效潜力，为后续银包铜粉规模化量产提供有效技术支持；锂电池负极材料用纳米硅粉领域，通过对生产过程持续的工艺优化，硅粉单产效率得以有效提升。银包铜粉与纳米硅粉的研发推进，将为公司后续发展提供长足动力。

屹通新材：雾化铁粉龙头

杭州屹通新材料股份有限公司，成立于 2000 年 7 月，于 2021 年 1 月 21 日在深圳证券交易所成功挂牌上市。公司是一家以高品质铁基粉体为核心业务的高新技术企业，主要生产水雾化铁粉、合金钢粉、易切削钢粉、不锈钢粉、烧结硬化粉、金刚石胎体粉、磁性系列粉、超细铁粉、焊材及冶炼添加剂等铁基粉末产品。产品广泛应用于交通工具、家用电器、电动工具、工程机械及医疗器械等终端行业。

公司以各类废旧金属为原材料，通过熔炼、水雾化及还原等一系列复杂工艺流程，将废旧金属资源转化为具有高附加值的制造业基础原材料，兼具变废为宝和节能减排双重属性。公司已成为国内铁基粉体行业的领军者之一及进口替代的先行者，下游客户进而服务于包括奔驰、宝马、比亚迪、博世、电装、爱信、格力、美的等知名企业。

公司现有厂区 8 万吨铁基粉末产能将继续生产，IPO 募投 7 万吨项目（4.5 万吨高性能纯铁粉、0.7 万吨添加剂用铁粉、1.2 万吨无偏析混合粉、0.15 万吨铜基系列粉、0.3 万吨低合金粉及 0.15 万吨不锈钢粉），据公司 5 月投资者交流，一期已经完成大部分施工建设，磁性材料和 MIM 粉在试生产过程中，部分型号产品性能指标合格，正准备给客户送样过程中。

2022 年 6 月 24 日，公司召开了第二届董事会第六次会议，审议通过了《关于投资建设年产 2 万吨新能源用金属软磁粉体项目的议案》，该项目新增 250kg 真空气雾化装置、500kg 水雾化装置、超声波筛机等生产设备，形成年产 2 万吨高端金属软磁粉体生产能力，产品主要为大临界尺寸高球形度非晶软磁粉体、兆赫兹超低损耗纳米晶软磁粉体、芯片电感用铁硅铬粉体、5G 基站用高直流偏置铁镍粉体、光伏逆变器用高饱和磁通密度铁硅粉体等。

有研粉材：铜粉和锡粉龙头

有研粉末新材料股份有限公司成立于 2004 年 3 月，是由有研科技集团（隶属国务院国资委的中央企业）控股，专业从事有色金属粉体材料的设计、研发、生产和销售，是国内铜基金属粉体材料和锡基焊粉材料领域的龙头企业。2021 年，公司在上交所科创板上市。

产品主要用于粉末冶金、超硬工具、微电子封装、摩擦材料、催化剂、电工合金、电碳制品、导电材料、热管理材料、3D 打印等领域，其终端产品广泛应用于汽车、高铁、机械、航空、航天、化工、电子信息、国防军工等领域。

公司主营产品包括铜基粉体、微电子锡基焊粉和 3D 打印粉体，制粉工艺以电解法和雾化法为主。公司原有年产能铜粉 2.8 万吨、锡粉 2100 吨、3D 打印粉 40 吨，IPO 募投项目规划建设 1.73 万吨铜粉、1100 吨锡粉，另规划了 500 吨 3D 打印粉末和 2000 吨高温粉末材料（软磁粉末、MIM 粉末、真空钎焊粉末）。

公司铜基金属粉体主要客户包括全球领先的汽车零部件供应商辉门集团，世界知名粉末冶金企业赫格纳斯集团，国内粉末冶金行业领先企业东睦股份，国内超硬工具行业领先企业博深股份，国内领先的高铁动车组用粉末冶金闸片供应商天宜上佳，国内电碳制品

行业规模最大企业之一神奇电碳集团等。微电子锡基焊粉材料专门用于微电子封装领域，主要客户包括确信爱法、钶泰科技、弘辉电子等世界知名锡焊料生产商。

云路股份：非晶材料龙头，发力纳米晶

青岛云路先进材料技术股份有限公司成立于 2015 年 12 月，是由军工央企中国航空发动机集团有限公司控股的混合所有制企业。公司于 2021 年 11 月 26 日于上海证券交易所科创板上市。公司 13 年来专注于先进磁性金属材料领域，已形成非晶合金、纳米晶合金、磁合金粉末三大材料及其制品系列。公司具备国内材料企业鲜有的“科学、工程、设计”三维度、全产业链、深度技术拓展能力，产品覆盖 50Hz 至 100MHz 的全球电力装备、移动载荷电机、光伏、家电用功率电感、无线充电、消费电子用贴片电感、极端应用、电力电子用 EMI 滤波器的超宽频段应用领域。

公司主要生产软磁材料及衍生品，包括非晶合金薄带及铁心、纳米晶超薄带、雾化和破碎粉末及磁粉芯等产品。产品主要应用于电力配送领域，同时向新能源汽车、新基建、轨道交通、消费电子、白色家电、粒子加速器等下游行业领域延伸。

非晶合金又称“液态金属、金属玻璃”，是一种新型软磁合金材料，主要包含铁、硅、硼等元素。其主要制品非晶合金薄带是采用急速冷却技术将合金熔液以每秒 160°C 的速度急速冷却，使原子来不及有序排列结晶，形成厚度约 0.03mm 的非晶合金薄带。目前非晶合金薄带主要应用于全球配电变压器领域。

纳米晶主要指铁基纳米晶合金，是由铁、硅、硼和少量的铜、铌等元素经急速、高精度冷却工艺形成非晶态合金后，再经过高度控制的退火环节，形成具有纳米级微晶体和非晶混合组织结构的材料。与铁氧体软磁材料、非晶软磁材料等材料相比，纳米晶超薄带因其高饱和磁度、低矫顽力、高初始磁导率、高居里温度等材料特性可以缩小磁性器件体积、降低磁性器件损耗，属于新型磁性材料。纳米晶超薄带产品是制造电感、电子变压器、互感器、传感器、无线充电模块等磁性器件的优良材料，主要应用于消费电子、新能源汽车、家电、光伏、粒子加速器等领域，满足电力电子技术向大电流、高频化、小型轻量、节能等发展趋势的要求，目前已在智能手机无线充电模块、新能源汽车电机等产品端实现规模化应用。

公司磁性粉末板块主要包括雾化粉末和破碎粉末产品，以及使用磁性粉末所加工生产而成的磁粉芯。

公司 2020 年产品年产能：非晶合金薄带 6 万吨、非晶铁心 1.85 万吨、纳米晶超薄带 3600 吨、雾化粉末 1950 吨、破碎粉末 700 吨。IPO 募投项目产能：纳米晶带材及其器件约 5000 吨，2 条气雾化粉末生产线、3 条水雾化粉末生产线。该项目完全达产后公司雾化粉末产品合计产能将达到每年 9650 吨。

公司产品主要供应客户有国家电网、奥克斯、日本东芝、ABB 等。

铂力特：金属 3D 打印粉末一体化龙头

西安铂力特增材技术股份有限公司，成立于 2011 年 7 月，2019 年 7 月 22 日正式在上交所科创板挂牌上市。

公司是一家专注于工业级金属增材制造（3D 打印）的高新技术企业，业务覆盖金属增材制造全产业链，粉末原材料、装备、定制化产品及服务广泛应用于航空航天、工业机械、能源动力、科研院所、医疗研究、汽车制造、船舶制造及电子工业等领域。尤其在航空航天领域，公司金属 3D 打印定制化产品在国内航空航天增材制造金属零部件产品市场占有率较高。公司主要客户包括航空工业下属单位、中国航发下属单位、航天科工下属单位、航天科技下属单位、中国商飞、中国神华能源、中核集团下属单位、中船重工下属单位以及各类科研院校等。公司是空中客车公司金属增材制造服务的合格供应商，2018 年 8 月，公司与空中客车公司签署 A350 飞机大型精密零件金属 3D 打印共同研制协议，从供应商走向联合开发合作伙伴，标志着公司在金属 3D 打印工艺技术与生产能力方面达到世界一流水平，尤其在大型精密复杂零件打印方面，处于领先地位。

增材制造专用粉末原材料方面，公司已完成 10 条增材制造专用高品质金属粉末生产线建设，已经成功开发的高品质钛合金球形粉末及高温合金粉末材料包括 TA1、TA1ELI、TA15、TC4、TC4ELI、TA18、TC11、TC18、TC21、Ti65、 γ -TiAl、TiAM1、GH5188、GH3536、GH3230、GH4169、GH4099 等。公司生产粉末制备工艺成熟稳定，粉末球形度、空心粉率、杂质含量、特殊元素含量均达到行业先进水平。2021 年公司承担国家发改委 3D 打印钛粉产业化项目，粉末制备能力大幅提升。

斯瑞新材：布局高性能金属铬粉

陕西斯瑞新材料股份有限公司，成立于 1995 年，于 2022 年 3 月 16 日在科创板上市交易。公司专注于高性能铜合金材料、制品及其它特殊铜合金系列材料的研发和制造，向客户提供高强高导铜合金材料及制品、中高压电接触材料及制品、高性能金属铬粉、医疗影像零组件等产品的关键基础材料和零组件，公司产品广泛服务于中高压电力开关、轨道交通电机、新能源汽车、航空航天、高端医疗设备、模具制造、钢铁冶金结晶器、新一代电子信息产业等领域。

公司服务的客户主要有西门子电力、ABB、施耐德、东芝、伊顿、美国 GE 交通、法国阿尔斯通、中车、国家电网、西门子医疗等世界五百强企业。

公司主要产品有高强高导铜合金材料及制品、中高压电接触材料及制品、高性能金属铬粉、CT 和 DR 球管零组件、新一代铜铁合金材料等。高强高导铜合金材料主要应用于以新能源汽车、5G 通信、航空航天等为主的高端连接器产业，高强高导铜合金制品主要应用于轨道交通大功率牵引电机端环、导条；中高压电接触材料及制品分为铜铬触头和铜钨触头两大类，主要应用于以真空开关为主的各类中高压开关；CT 和 DR 球管零组件是医疗用 CT 设备和 DR 设备的核心零组件之一，主要产品包括金属管壳组件、转子组件、轴承套、阴极零件等。

公司高性能铬粉产品包括高纯低氧低氮低酸不溶物铬粉和真空级脱气铬，是国内首家成功应用低温液氮技术，批量制造并向全球批量供应低氧、低氮、低硫、低酸不溶物高性能金属铬粉的企业。一方面实现了对高强高导铜合金材料及制品和中高压电接触材料及

制品的铬粉原材料的自主可控和需求，另一方面满足了靶材、高温合金等应用市场对高性能金属铬粉原材料的需求。

另外，公司瞄准增材制造和粉末冶金行业，掌握了射频等离子球化工艺制备球形铬粉的技术能力，可应用于 3D 打印等领域；同时生产的高性能铜合金雾化粉末能够广泛应用于制造火箭发动机燃烧室内衬等。

公司原有铬粉产能 700 吨，2021 年启动建设年产 2000 吨高性能金属铬粉生产线，全力满足以两机专项、火力发电超临界机组为主的高端高温合金对高性能金属铬粉的需求。主要客户有西部超导等。

中洲特材：高温合金 3D 打印粉末已批量生产

上海中洲特种合金材料股份有限公司，创建于 1993 年，是一家集钴基、镍基、铁基、铜基系列合金等高端材料及新材料研发、生产、销售于一体的专业化公司。于 2021 年 4 月上市。

公司主要产品包括铸造高温耐蚀合金、变形高温耐蚀合金、特种合金焊材、表面堆焊服务四大类。产品主要应用于石油化工、化学工业、核电、汽车零部件、新能源、航天、军工、船舶、环保、医用新材料、海水淡化、3D 打印合金粉末、玻璃模具、页岩气等众多领域。

在海外市场，公司产品早已进入全球高端制造业配套体系，与 Emerson、GE、Schlumberger、Flowserve 等全球知名企业形成了长久的配套合作，是 Emerson/Fisher 中国大陆极少数特材供应商之一；SHELL 高温合金铸件（含砂铸）、锻件极少数的全球供应商之一；BP 精铸件、砂铸件极少数中国大陆供应商之一。在国内市场，公司产品与中石化、中车集团、上海电气、中核苏阀、北京航天长征机械等 30 多家大型央企、上市公司形成了稳定的配套关系。公司生产的镍基高压氧气阀铸件成功替代进口产品。

公司拥有超大直径筒体的气雾化超细粉末生产系统。公司自主研发的“中洲一号”雾化喷嘴，可实现微米级粉末雾化过程中的粒度与球状控制，在粉末分级筛选中以气流分级筛粉工艺，做到微米级粉末的量产。公司高温合金粉末已在汽车发动机、船用内燃机、大功率机车内燃机及玻璃模具等行业成功替代进口产品，成为该类产品的国内主力供应商，公司高温合金 3D 打印粉末已批量生产并出口海外工业零件及医用材料的 3D 打印市场。在 Emerson 工业级复杂零部件 3D 打印研发及试生产期间，公司与其进行了良好合作，3D 合金粉末已开始批量供货。

章源钨业：钨粉和碳化钨粉龙头

崇义章源钨业股份有限公司成立于 2000 年 2 月，于 2010 年在深交所上市。公司是国内集钨的采选、冶炼、制粉、硬质合金和深加工、贸易为一体的大型钨行业骨干企业。公司拥有 6 座采矿权矿山，8 个探矿权矿区。国家对钨矿开采实行总量控制，配额生产，不断规范钨矿勘查开采审批管理，允许在矿权范围内进行资源整合，但不再新增钨采矿权。

公司主要产品包括碳化钨粉（主要用于生产硬质合金）、钨粉（加工钨制品、钨合金）、仲钨酸铵（用于制造三氧化钨或蓝色氧化钨制金属钨粉，还用作制造偏钨酸铵及其他钨

化合物，用于石油化工行业作添加剂)、硬质合金等。硬质合金广泛应用于刀具材料，用在车床等机械加工器械上，可用来切削有色金属、铸铁、石墨等材料，也可切削不锈钢、高温钢等难加工的材料。硬质合金具有很高的硬度、强度、耐磨性和耐腐蚀性，广泛应用于军工、航空航天、机械加工、冶金、石油钻井、矿山工具、电子通讯、建筑等领域。

公司金属粉末产品主要有仲钨酸铵粉、氧化钨粉、钨粉、碳化钨粉、热喷涂粉。公司超细纳米级钨粉、碳化钨粉通过超细 APT 生产工艺和紫钨生产工艺两种不同的工艺路线加工。碳化钨粉的生产流程是钨矿经冶炼-仲钨酸铵-煅烧-氧化钨-还原-钨粉-碳化钨粉，公司超细纳米碳化钨粉的生产有两种核心工艺：一是通过冶炼得到超细仲钨酸铵、超细氧化钨、超细纳米级钨粉后碳化得到超细纳米级碳化钨粉；二是仲钨酸铵经煅烧生产紫钨 ($WO_{2.72}$) 经还原得到超细纳米级钨粉后，再经碳化得到超细纳米级碳化钨粉。

公司 2021 年钨粉产量排名国内行业第二，碳化钨粉产量排名国内行业第二。目前，公司钨粉的产能为 1.5 万吨，碳化钨粉产能为 1.06 万吨。2022 年上半年，公司投资建设“超高性能钨粉体智能制造项目”，项目建成后，公司将新增 5000 吨超细碳化钨粉的产能。

公司凭借着强大的钨粉产业链业务，形成了较强的竞争优势。

投资建议

金属粉末在新能源、航空航天等新兴领域的驱动下，需求加速增长，市场空间有望达到千亿元以上规模，叠加中国持续推动高端制造和产业升级，国内的金属粉末企业步入加速发展阶段。建议重点关注：(1) 铂科新材：合金软磁粉末及粉芯龙头，受益光伏、储能市场需求加速；(2) 悦安新材：羰基铁粉龙头，受益汽车电子需求加速，向电力和军工市场拓展；(3) 东睦股份：P&S、MIM、SMC 三大粉末冶金业务齐发力；(4) 博迁新材：电子专用纳米粉末龙头，受益 MLCC 电容器需求增长以及进口替代；(5) 有研新材：铜粉和锡粉龙头，受益 3D 打印粉末产能扩张和需求加速；(6) 屹通新材：雾化铁粉龙头，布局软磁粉；(7) 云路股份：非晶材料龙头，纳米晶业绩释放；(8) 铂力特：布局钛粉和高温合金粉，受益 3D 打印市场需求加速；(9) 斯瑞新材：高端铜合金龙头，布局铬粉；(10) 中洲特材：布局高温合金 3D 打印粉末；(11) 章源钨业：钨粉和碳化钨粉龙头。

风险因素

金属粉末竞争格局快速恶化；传统燃油车粉末冶金需求量下滑；新能源等领域需求增长不及预期。

研究团队简介

姜永刚，金属&新材料行业首席分析师。中南大学冶金与环境学院硕士。曾任中国有色金属工业协会副处长及中国有色金属工业协会铜业分会和铅锌分会副秘书长，工作期间主要与国家相关部委和国内有色企业对接有色行业咨询与协调业务；参与行业重要政策及规划制定。2016 年加入广发证券有色金属新材料组，团队多次获得新财富评选第一名。2019 年底正式加盟信达证券研究开发中心，从事金属及金属新材料研究。

黄礼恒，金属&新材料行业联席首席分析师。中国地质大学（北京）矿床学硕士，2017 年 7 月加入广发证券有色金属团队，2017、2018 年新财富第一名团队成员，2020 年 4 月加入信达证券研究开发中心，从事有色金属及新能源、新材料研究。

陈光辉，中南大学冶金工程硕士，2022 年 8 月加入信达证券研究开发中心，从事电池金属等能源金属研究。

云琳，乔治华盛顿大学金融学硕士，2020 年 3 月加入信达证券研究开发中心，从事基本金属及稀贵金属研究。

白紫薇，吉林大学区域经济学硕士，2021 年 7 月加入信达证券研究开发中心，从事软磁及稀土永磁等新材料研究。

机构销售联系人

区域	姓名	手机	邮箱
全国销售总监	韩秋月	13911026534	hanqiyue@cindasc.com
华北区销售总监	陈明真	15601850398	chenmingzhen@cindasc.com
华北区销售副总监	阙嘉程	18506960410	quejiacheng@cindasc.com
华北区销售	祁丽媛	13051504933	qiliyuan@cindasc.com
华北区销售	陆禹舟	17687659919	luyuzhou@cindasc.com
华北区销售	魏冲	18340820155	weichong@cindasc.com
华北区销售	樊荣	15501091225	fanrong@cindasc.com
华北区销售	秘侨	18513322185	miqiao@cindasc.com
华北区销售	李佳	13552992413	lijia1@cindasc.com
华东区销售总监	杨兴	13718803208	yangxing@cindasc.com
华东区销售副总监	吴国	15800476582	wuguo@cindasc.com
华东区销售	国鹏程	15618358383	guopengcheng@cindasc.com
华东区销售	李若琳	13122616887	liruolin@cindasc.com
华东区销售	朱尧	18702173656	zhuyao@cindasc.com
华东区销售	戴剑箫	13524484975	daijianxiao@cindasc.com
华东区销售	方威	18721118359	fangwei@cindasc.com
华东区销售	俞晓	18717938223	yuxiao@cindasc.com
华东区销售	李贤哲	15026867872	lixianzhe@cindasc.com
华东区销售	孙僮	18610826885	suntong@cindasc.com
华东区销售	贾力	15957705777	jjiali@cindasc.com
华东区销售	石明杰	15261855608	shimingjie@cindasc.com
华东区销售	曹亦兴	13337798928	caoyixing@cindasc.com
华南区销售总监	王留阳	13530830620	wangliuyang@cindasc.com
华南区销售副总监	陈晨	15986679987	chenchen3@cindasc.com
华南区销售副总监	王雨霏	17727821880	wangyufei@cindasc.com
华南区销售	刘韵	13620005606	liuyun@cindasc.com
华南区销售	胡洁颖	13794480158	hujieying@cindasc.com
华南区销售	郑庆庆	13570594204	zhengqingqing@cindasc.com
华南区销售	刘莹	15152283256	liuying1@cindasc.com

分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

免责声明

信达证券股份有限公司（以下简称“信达证券”）具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，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出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

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，也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下，信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权，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。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）； 时间段：报告发布之日起 6 个月内。	买入 ：股价相对强于基准 20% 以上；	看好 ：行业指数超越基准；
	增持 ：股价相对强于基准 5%~20%；	中性 ：行业指数与基准基本持平；
	持有 ：股价相对基准波动在±5%之间；	看淡 ：行业指数弱于基准。
	卖出 ：股价相对弱于基准 5% 以下。	

风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券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，投资者需自行承担风险。