

2025年中国液态金属行业概览： 从高端芯片散热到柔性机器人，液态金属如何重 构工业材料应用边界？

2025 China Liquid Metal Industry
2025 年中国液体金属です産業

概览标签：液态金属、应用、瓶颈

报告主要作者：许哲玮

2025/06

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

研究目的&摘要

本报告为2025年中国液态金属行业概览报告，将梳理中国液态金属行业的基础背景、原材料、制程工艺及应用场景，并对该行业的产业化应用瓶颈做出具体分析。此研究将会回答的关键问题包括：1) 中国液态金属行业的产业链上中下游发展现状如何？2) 液态金属主要面向哪些应用场景？是什么因素制约了液态金属行业的产业化进程？

• **洞察一：液态金属材料的物理化学特征优势显著**

液态金属因原子无序排列且微观结构均匀而相对于传统金属材料具备更高的强度、硬度和耐磨性，弹性形变能力也更强；同时，液态金属具备熔沸点范围较宽、高粘度和表面张力、较低密度、较高导电率和导热率、生物毒性极低等特性，在冷却、柔性电路、生物医学等领域应用优势明显。

• **洞察二：高纯镓是镓基液态金属的主要原材料，中国在镓资源储量和产量方面均处于全球领先地位，镓资源供应充足**

高纯镓是镓基液态金属的主要原材料，目前全球约90%的镓提取自铝土矿生产氧化铝的循环母液。在循环母液基础上通过镓富集、碱化造液、电解、分解结晶等工艺流程即可得到高纯镓；中国在镓资源储量和产量方面均处于全球领先地位，充足的镓资源供应将为中国液态金属行业提供原料成本优势和技术迭代基础，助力液态金属向各应用领域渗透。

• **洞察三：液态金属的下游应用场景众多，包括热管理、制氢、3D打印、柔性机器人等领域**

目前液态金属的产业化应用领域主要是高端芯片散热，液态金属凭借优异的导热性和流动性充当热界面材料，常用的液态金属TIMs材料有液态金属热膏、液态金属导热片和液态金属导热硅脂。而制氢、3D打印和柔性机器人等其他应用领域囿于技术尚未成熟而仍处于实验室研发阶段，未实现产业化应用。

• **洞察四：目前液态金属行业的产业化应用瓶颈主要体现在材料和封装两个维度**

在材料维度，液态金属所采用的6N高纯镓含有微量的Na、Mg、Al等多种杂质元素，囿于材料体系搭建尚不完善，杂质类型和性质的不确定性对液态金属改性所带来的后果难以预期而导致产业化进程趋缓；在封装维度，囿于技术原因，固液相变复杂、流动性强、表面张力大等特性使得液态金属封装仍存在材料兼容性、结构设计、工艺优化、高成本等瓶颈。



目录

CONTENTS

◆ 中国液态金属行业基础背景	07
• 定义与分类	08
• 发展历程	09
• 行业政策	10
• 材料特性	11
◆ 液态金属原材料与制程工艺分析	13
• 原材料	14
• 制程工艺	17
◆ 液态金属行业应用分析	18
• 应用领域	19
• 产业化应用瓶颈	23
• 发展机遇及挑战	25
◆ 中国液态金属行业代表企业	26
• 宜安科技	27
• 中宣液态	29
• 北京梦之墨	31
◆ 方法论及法律声明	33

目录

CONTENTS

◆ Basic Background of China Liquid Metal Industry	07
• Definition and Classification	08
• Development History	09
• Related Policy	10
• Material Properties	11
◆ Analysis of Liquid Metal Raw Materials and Manufacturing Processes	13
• Raw Materials	14
• Manufacturing Process Technology	17
◆ Analysis of Liquid Metal Industry Applications	18
• Application Field	19
• Bottleneck of industrial application	23
• Development Opportunity and Challenges	25
◆ Representative Enterprise of China Liquid Metal Industry	26
• E-ande	27
• Zhongxuan Liquid Metal	29
• Dreamink	31
◆ Methodology and Legal Statement	33

图表目录

List of Figures and Tables

图表1：液态金属的分类	-----	08
图表2：常见的液态金属单体/合金熔点及特征梳理	-----	08
图表3：液态金属行业发展历程	-----	09
图表4：液态金属行业相关政策	-----	10
图表5：液态金属与传统金属材料的基本属性对比	-----	11
图表6：液态金属与传统金属材料的耐磨性对比	-----	11
图表7：液态金属与传统金属材料的结构对比	-----	11
图表8：常见镓基液态金属与普通流体和导体的物理性质对比	-----	12
图表9：镓基液态金属主要原材料高纯镓的提取流程	-----	14
图表10：全球及中国镓金属储量及分布情况	-----	15
图表11：全球及中国原生镓产量及中国产量占比	-----	15
图表12：中国国产高纯镓（≥99.9999%）平均市场价格变动趋势	-----	16
图表13：液态金属结构件的生产工艺流程	-----	17
图表14：液态金属与其他金属的制程工艺对比	-----	17
图表15：液态金属作为热界面材料（TIMs）的应用	-----	19
图表16：熔融金属法甲烷裂解制氢工艺流程	-----	20
图表17：不同制氢工艺对碳排放的影响	-----	20
图表18：液态金属3D打印的材料、技术与应用框架	-----	21
图表19：液态金属在柔性机器人各结构部件中的潜在应用	-----	22
图表20：镓的纯度及用途	-----	23
图表21：6N高纯镓的化学成分构成	-----	23
图表22：材料体系搭建不完善对液态金属产业化应用的影响路径	-----	23
图表23：封装瓶颈对液态金属产业化应用的影响路径	-----	24

图表目录

List of Figures and Tables

图表24：中国液态金属行业的发展机遇及挑战	-----	25
图表25：宜安科技液态金属业务应用的四大板块	-----	27
图表26：宜安科技主营业务分产品收入占比情况	-----	27
图表27：宜安科技研发投入占营业收入比例变化情况	-----	27
图表28：宜安科技的技术与设备优势	-----	28
图表29：宜安科技的核心竞争力	-----	28
图表30：中宣液态的液态金属业务应用领域	-----	29
图表31：中宣液态的液态金属产品和技术矩阵	-----	29
图表32：中宣液态的液态金属产品/产线产能布局	-----	30
图表33：中宣液态核心竞争力	-----	30
图表34：北京梦之墨2030发展规划	-----	31
图表35：北京梦之墨融资历程梳理	-----	31
图表36：北京梦之墨液态金属电子电路打印技术的应用	-----	32
图表37：北京梦之墨电子增材制造eAMP工艺的工艺优势	-----	32

第一部分：行业基础背景

主要观点：

- 液态金属是一系列熔点低于或接近室温的金属或金属合金材料的统称，它在室温或较低的加热温度下呈现出一种可流动、不定型的液体状态，具备低熔点、导电性强、导热率高、流动性好、液态温区宽、表面张力大、易被改性等特征，可应用于消费电子、航空航天、军工国防、生物医疗等领域
- 中国于21世纪初开启液态金属研究，伴随中科院理化所在液态金属领域的理论与应用技术体系不断完善以及众多高新技术企业涌现，中国液态金属行业逐步从早期技术跟随过渡至技术领先，产业化发展加快
- 中国从强化行业标准建设、加快核心技术瓶颈突破、鼓励技术创新和成果转化、应用探索及产业布局等方面为液态金属行业指明发展方向
- 液态金属与传统金属材料在结构上存在本质差异，液态金属因原子无序排列且微观结构均匀而相对于传统金属材料具备更高的强度、硬度和耐磨性，同时弹性形变能力也更强
- 以应用最广的镓基液态金属为例，液态金属具备熔沸点范围较宽、高粘度和表面张力、较低密度、较高导电率和导热率、生物毒性极低等特性，在冷却、柔性电路、生物医学等领域应用优势明显

液态金属行业——定义与分类

液态金属是一系列熔点低于或接近室温的金属或金属合金材料的统称，它在室温或较低的加热温度下呈现出一种可流动、不定型的液体状态，具备低熔点、导电性强、导热率高、流动性好、液态温区宽、表面张力大、易被改性等特征，可应用于消费电子、航空航天、军工国防、生物医药等领域。

液态金属的分类

基于不同组成成分和材料特性

➤ 纯液态金属

❑ 液态金属如镓以低熔点、优异的导热性能及液态适应性在柔性电子散热等领域优势明显。

➤ 液态金属合金

❑ 通过调整金属比例可优化合金性能，实现熔点、粘度与导热性平衡。

➤ 液态金属复合材料

❑ 通过将液态金属与高分子、陶瓷或碳基材料复合，可实现高导热性、高机械强度、绝缘性等多功能。

➤ 相变型液态金属

❑ 利用固-液相变特性，在特定条件下具备功能可调性，如可实现高效热缓冲与定向传热。

➤ 功能化液态金属

❑ 通过改性技术，在保留了原有优异性能的同时，赋予自修复和电控变导等额外功能。

常见的液态金属单体/合金熔点及特征梳理

类型	名称	熔点	特征
单体	汞 (Hg)	-38.8℃	有毒，易挥发
	铷 (Rb)	39.3℃	高放射性，低化学稳定性
	铯 (Cs)	28.4℃	高放射性，低化学稳定性
	钫 (Fr)	27℃	高放射性，低化学稳定性
	镓 (Ga)	29.8℃	无毒，无挥发，高化学稳定性
合金	镓铟合金	15.5℃	高导电性及高导热性
	镓铟锡合金	-19℃	高导电性及抗氧化性
	铋基合金	58-138℃	高导电性及热稳定性

■ 镓基液态金属因安全无毒且性能稳定优异而被广泛应用

广义的液态金属既包括在常温常压下呈现自然液态的金属单体及其合金等传统液态金属，也涵盖在特定条件（温度、压力、电场等）下具备流动性的金属及合金体系。目前常见的液态金属单体有汞、铷、铯、钫、镓，其中汞、铷、铯、钫因化学性质不稳定而应用受限，镓则应用相对较广；液态金属合金主要有镓基合金和铋基合金两大类，其中镓铟合金与镓铟锡合金等镓基合金凭借较低熔点、较高导电性、导热性及抗氧化性而被广泛使用，应用占比超50%，是市面上主流应用的液态金属类型。

液态金属行业——发展历程

中国于21世纪初开启液态金属研究，伴随中科院理化所在液态金属领域的理论与应用技术体系不断完善以及众多高新技术企业涌现，中国液态金属行业逐步从早期技术跟随过渡至技术领先，产业化发展加快。

液态金属行业发展历程

2001年，中国首个液态金属合金材料实验室成立；2002年，中国团队首次提出将低熔点金属特别是镓基液态金属流体用于芯片冷却，开启了高安全性常温液态金属的基础与应用研究；

2004年，中科院理化所开始推动液态金属前沿技术产业转化工作，当时高性能芯片“热障”问题突出，传统散热方法面临挑战，液态金属在芯片散热方面的优势开始受到关注；2008年，中科院理化所前瞻性地提出在中关村创建中国液态金属谷的战略构想，但限于时机而未能实质性推动，同年其研制的液态金属CPU散热器进入市场

2010年前后，中国研究者开创性地提出液态金属印刷电子技术与3D打印技术；2013年，中科院理化所液态金属项目落地云南，由中宣液态金属科技有限公司实施产业化；同年中科院理化所不仅研制出全球首台液态金属电子电路及3D打印实验室样机，还利用液态金属固液之间灵活转变的特性发明液态金属肿瘤栓塞治疗技术，另外基于液态金属的流动性和高密度进一步首创液态金属高分辨血管网络；2014年，中科院理化所理化所与北京梦之墨科技有限公司联合推出自主研发的全球首款桌面级液态金属电子电路打印机

2015年，中科院理化所研发出首个自驱动可变形液态金属机器，同年中宣液态公司建成世界首套液态金属电子手写笔、液态金属导电油墨、导热膏、导热片生产线并投产；2016年，宜安科技完成对美国液态金属公司（LQMT）的投资收购；2017年，宜安科技用液态金属生产的汽车门锁扣成功应用于新能源汽车上；2021年，中宣液态公司年产100万件液态金属骨科材料及支具项目建成试产；同年由中科院理化所牵头制定的液态金属首项国家标准（镓基液态金属GB/T 39859-2021）实施，这是国际上第一项液态金属国家标准

■ 中国液态金属行业技术进步迅速

在国外，美国液态金属公司早于1997年开始用液态金属生产高尔夫球杆头，而中国液态金属行业起步于21世纪初，因此在早期发展阶段中国厂商的技术研究与商业化进展要落后于国际厂商，国内科研机构主要通过跟踪国际液态金属研究来进行技术探索；自2002年中国团队首提出将低熔点金属用于芯片冷却以来，中国在液态金属领域不断取得新突破，相继发明液态金属肿瘤栓塞治疗技术、首创液态金属高分辨血管网络，并研发出液态金属CPU散热器、液态金属电子电路打印机、液态金属电子手写笔等产品，取得多项国际专利，目前国内液态金属整体技术水平已全球领先。

■ 中国液态金属产业化进程加快

2013年，中科院理化所液态金属项目落地云南，由中宣液态金属科技有限公司实施产业化；2015年中宣公司建成液态金属热界面材料等生产线，推出液态金属电子手写笔、液态金属导电油墨、导热膏、导热片等系列产品，同年云南科威液态金属谷研发中心挂牌成立；此后产业体系逐步完善，多家公司被孵化，“中国液态金属谷”产业集群初步形成；同时，中科院理化所牵头制定并颁布实施液态金属首项国家标准，中国液态金属行业标准化体系建设取得新进展。未来在政策支持及技术取得实质性突破等因素影响下，预计液态金属行业的产业化进程将显著加快，不仅在消费电子等传统领域应用深化，还将持续向可变形机器人、太空探索等新兴应用领域迈进。

技术探索
2000-2008

技术创新
2009-2014

产业化起步
2015至今

来源：热设计网，中宣公司，新材料在线，前瞻科技杂志，头豹研究院



液态金属行业——行业政策

中国从强化行业标准建设、加快核心技术瓶颈突破、鼓励技术创新和成果转化、应用探索及产业布局等方面为液态金属行业指明发展方向。

液态金属行业相关政策

《GB/T 39859-2021 镓基液态金属》	政策类型：规范性政策	发布时间：2021年3月	发布部门：国家市场监督管理总局、中国国家标准化管理委员会
➤ 政策内容：规定了镓基液态金属的技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输、贮存等内容，如对不同型号的镓基液态金属的成分、物理性能等作出明确规定，试验方法则涵盖电导率、密度等物理性能测定方法，适用于散热流体工质、导电流体工质等多种用途的镓基液态金属。 ➤ 政策分析：作为液态金属领域的首个国家标准，该标准为行业提供了统一规范，严格规定了产品技术指标，有助于提升产品质量，推动行业向规范化、标准化发展。同时可降低用户选择成本，促进市场推广并引导技术创新，提升中国在该领域的国际话语权。			
《“十四五”新型储能发展实施方案》	政策类型：指导性政策	发布时间：2022年1月	发布部门：国家发展改革委、国家能源局
➤ 政策内容：到2025年要实现新型储能由商业化初期步入规模化发展阶段，具备大规模商业化应用条件的发展目标，强调要加大关键技术装备研发力度，研发储备液态金属电池、固态锂离子电池、金属空气电池等新一代高能量密度储能技术。 ➤ 政策分析：该政策将液态金属电池列为新一代储能技术，作为国家集中攻关的储备方向，旨在突破高温运行、材料腐蚀等核心技术瓶颈，这为液态金属行业在储能领域的发展提供了明确的政策支持和技术研发导向，有助于吸引更多资源投入该领域，推动液态金属电池技术创新发展。			
《前沿材料产业化重点发展指导目录（第一批）》	政策类型：指导性政策	发布时间：2023年8月	发布部门：工信部、国务院国资委
➤ 政策内容：聚焦已有相应研究成果、具备工程化产业化基础、有望率先批量产业化的前沿材料，包括超导材料、量子点材料、液态金属等，其中指出液态金属包括镓基液态金属、铋基/钢基/锡基低熔点合金、功能性液态金属复合材料等，潜在应用领域涵盖消费电子、智能机器人、新能源等。 ➤ 政策分析：该目录明确了液态金属在前沿材料产业化中的重点发展地位，引导各类市场主体开展技术创新、应用探索和产业布局，有助于吸引更多资源投入液态金属领域，推动其技术创新和产业化进程，促进液态金属在新一代信息技术、新能源、高端装备制造等多领域应用拓展。			
《关于推动未来产业创新发展的实施意见》	政策类型：鼓励性政策	发布时间：2024年1月	发布部门：工信部、教育部、科技部等七部门
➤ 政策内容：把握全球科技创新和产业发展趋势，重点推进未来材料等六大方向产业发展，发挥前沿技术增量器作用，推动有色金属、化工、无机非金属等先进基础材料升级，发展高性能碳纤维、先进半导体等关键战略材料，加快超导材料等前沿新材料创新应用。 ➤ 政策分析：该意见将未来材料列为重点发展方向之一，推动包括液态金属在内的前沿新材料创新应用，有助于吸引更多资源投入液态金属行业，促进液态金属加快技术创新、成果转化和产业化应用。			

来源：国家标准信息公共服务平台，中国政府网，工信部，头豹研究院

液态金属行业——材料特性（1/2）

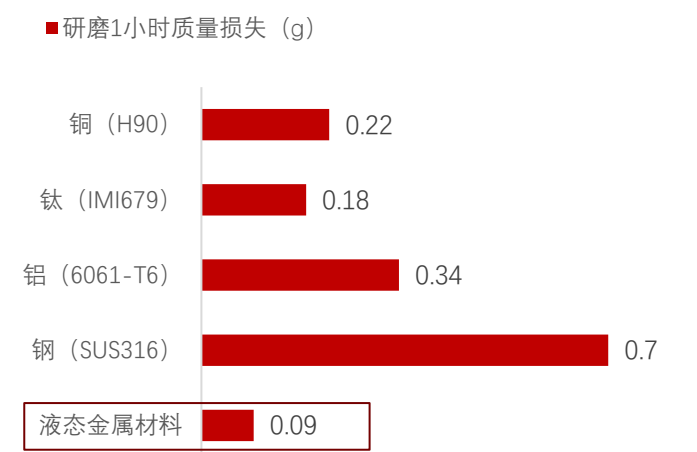
液态金属与传统金属材料在结构上存在本质差异，液态金属因原子无序排列且微观结构均匀而相对于传统金属材料具备更高的强度、硬度和耐磨性，同时弹性形变能力也更强。

液态金属与传统金属的对比分析

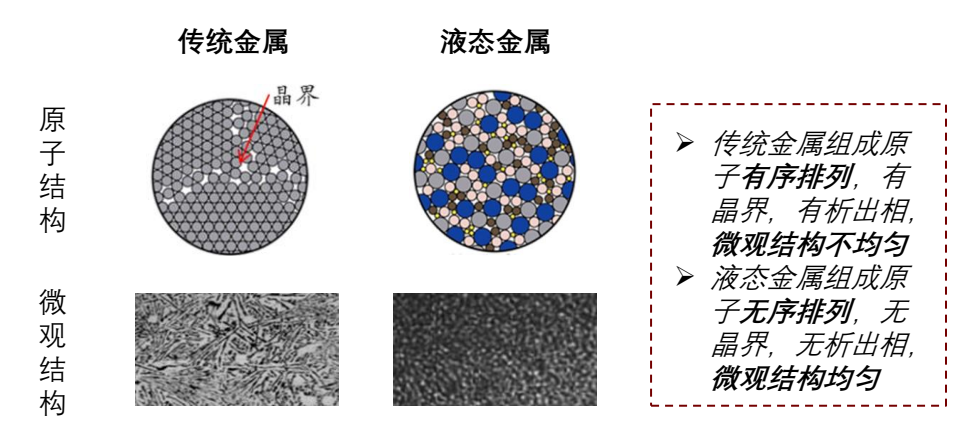
液态金属与传统金属材料的基本属性对比

属性	传统金属					液态金属
	铝（7075-T6）	镁合金（AZ91D）	锌合金（ZnAl4）	钛合金（TiAl6V4）	不锈钢（SUS304）	
抗弯强度（MPa）	570	230	250	950	590	2200
屈服强度（MPa）	500	160	/	910	240	/
弹性形变（%）	0.2	0.2	0.2	1	0.2	2
塑性形变（%）	12	3-5	2	13	60	/
密度（g/cm³）	2.82	1.81	6.6	4.5	7.85	6.3
维氏硬度（HV）	150	140	85	340	200	500

液态金属与传统金属材料的耐磨性对比



液态金属与传统金属材料的结构对比



液态金属与传统金属材料在结构上存在本质差异。铝、镁、不锈钢等传统金属材料在常温下呈固态，原子按规则晶格结构有序排列，有晶界，但微观结构不均匀，导致传统金属虽具备一定的强度和硬度，但性能存在波动性和局限性，如晶界会散射电子从而使得金属的导电性下降。而液态金属是非晶结构，组成原子无法规则排列，冷却时直接从液态转变为非晶固态，均匀的微观结构使得液态金属原子间的结合力分布均匀，相比于传统金属材料往往具备更高的强度、硬度和耐磨性，同时弹性形变能力也相对更强。

具体而言，在抗弯强度方面，由于液态金属具备均匀的原子结合力和无缺陷的微观结构，其应力分布更均匀，抗弯强度达2200MPa，显著高于传统金属材料；在弹性形变方面，液态金属的弹性应变能量高达19MJ/m²，远高于应变能量达2.2MJ/m²的弹簧钢，相对于传统金属材料而言其弹性性能优越且无塑性形变，更能确保成型与使用尺寸精度；在硬度方面，液态金属成型后在不需要做任何表面强化处理的情况下表面硬度达480-520HV（相当于约50HRC），普遍在传统金属材料的2倍以上，达到了钢材热处理硬化后的标准，可直接用于许多有硬度要求的场景；在耐磨性方面，液态金属和传统金属材料按照同样的方式进行耐磨实验，液态金属几乎没有质量损失，耐磨性较高。

液态金属行业——材料特性（2/2）

以应用最广的镓基液态金属为例，液态金属具备熔沸点范围较宽、高粘度和表面张力、较低密度、较高导电率和导热率、生物毒性极低等特性，在冷却、柔性电路、生物医学等领域应用优势明显。

液态金属与普通流体和导体的对比分析

常见镓基液态金属与普通流体和导体的物理性质对比

物质	熔点（℃）	沸点（℃）	蒸汽压（Pa）	粘度（mPa·s）	表面张力（mN·m ⁻¹ ）	密度（g·cm ⁻³ ）	电阻率（μΩ·cm）	导热率（W·m ⁻¹ ·K ⁻¹ ）
镓	29.76	2229	1.94×10 ⁻⁷ （526.85℃）	1.37	707	5.91	27.2	30.54
EGaln*	15.5	2000	/	1.99	624	6.25	29.4	26.43
Galinstan*	-19	> 1300	< 1.33×10 ⁻⁶ （500℃）	2.4	718	6.44	30.3	25.41
水	0	100	3.17×10 ³	0.89	71.97	1	1.82×10 ¹³	0.61
汞	-38.83	356.6	0.26	1.53	485.48	13.53	96.1	8.51
铜	1084.62	2560	6.60×10 ⁻¹¹ （526.85℃）	/	/	8.96	1.71	401
银	961.78	2162	1.27×10 ⁻⁷ （526.85℃）	/	/	10.49	1.62	429

与普通流体和导体对比，镓基液态金属具备低熔点与高沸点并存、高粘度和表面张力、较低密度和较高导电率和导热率等特性：

- 镓基液态金属的熔沸点范围较宽，镓的熔点为29.76℃，与其他金属形成的合金熔点会降到更低，而沸点较高（蒸汽压较低），这意味着镓基液态金属在较大温度范围内能够稳定地维持液态，在芯片散热、柔性电路、电池能源等领域具备较强的应用优势，如在芯片散热领域，镓基液态金属可作为循环冷却介质，在高温下不气化、不分解，实现稳定传导热量并有效降低芯片温度。
- 镓基液态金属兼具高粘度和高表面张力，因而具备光滑表面和高表面能，这一特性被利用在一维材料生长、二维材料生长、有机物催化以及光催化中以加速化学反应和提高产物生成率。其他材料的渗入会改变镓基液态金属的粘度和表面张力，如在金属表面覆盖氧化物颗粒或聚合物对其进行改性可得到核壳结构，从而实现弹性和表面张力增强而表面粘度降低。
- 镓基液态金属具备较高导电率和导热率，虽不及铜和银，但可通过渗入铜粒子、铝粒子等导电率及导热率更高的粒子来改善，如使用由聚二甲基硅氧烷、镓钢锡共晶合金和氮化铝混合制备的新型液态金属热脂在计算机中央处理器的冷却测试中的运行温度比商用热脂产品低4℃，由此可见，镓基液态金属在冷却方面的应用潜力较大。
- 相对于汞、铜、银等传统金属，镓基液态金属的密度较低且几乎不具备生物毒性，可应用于轻量化的电子设备与柔性器件、医疗诊断与生物医学等场景。

*EGaln（镓钢共晶合金）由质量分数为75%的镓和25%的钢组成，Galinstan（镓钢锡共晶合金）通常由质量分数为68%的镓、22%的钢和10%的锡组成。

第二部分：行业原材料与制程工艺

主要观点：

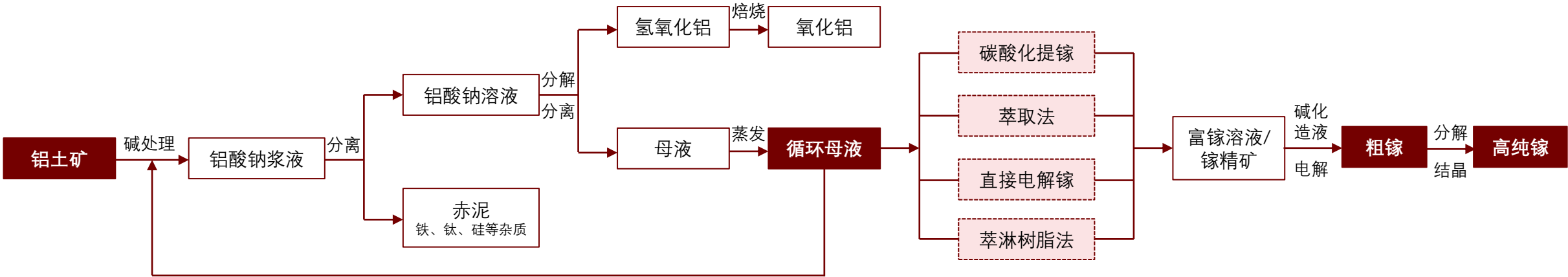
- 高纯镓是镓基液态金属的主要原材料，目前全球约90%的镓提取自铝土矿生产氧化铝的循环母液。在循环母液基础上通过镓富集、碱化造液、电解、分解结晶等工艺流程即可得到高纯镓
- 中国在镓资源储量和产量方面均处于全球领先地位，充足的镓资源供应将为中国液态金属行业提供原料成本优势和技术迭代基础，助力液态金属向各应用领域渗透
- 液态金属的主要金属原材料高纯镓的市场价格整体呈现波动上升趋势，但由于目前液态金属在CPU散热等产品中的用量较少，高纯镓价格变动对液态金属产品成本和价格影响程度有限
- 真空压铸成型是目前液态金属结构件生产所普遍采用的成型方式之一，与其他传统的金属制程工艺相比，液态金属的压铸工艺具备低成本/零件高复杂形状、净成型、小公差、高弹性等多方面优势

液态金属行业——原材料（1/3）

高纯镓是镓基液态金属的主要原材料，目前全球约90%的镓提取自铝土矿生产氧化铝的循环母液。在循环母液基础上通过镓富集、碱化造液、电解、分解结晶等工艺流程即可得到高纯镓。

液态金属的主要金属原材料提取流程

镓基液态金属主要原材料高纯镓的提取流程



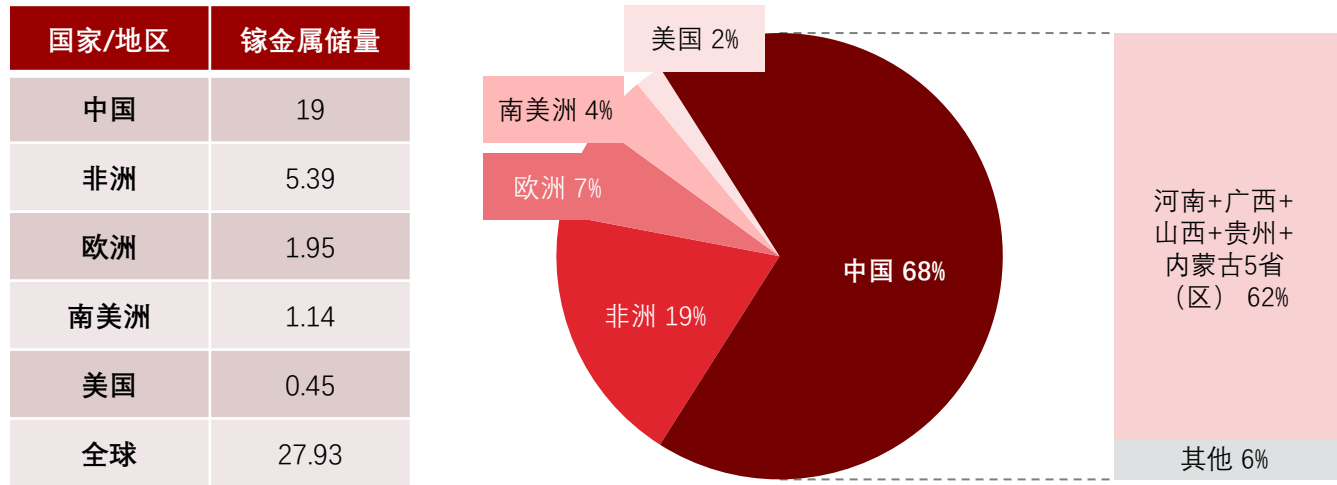
液态金属的原材料以镓、铟、锡、铋等基础金属为核心。以镓基液态金属为例，高纯镓是镓基液态金属的主要原材料，镓通常在自然界中不以单一矿物形式存在，而是作为铝土矿或闪锌矿等矿物的伴生物。目前，全球约90%的镓是从铝土矿生产氧化铝的循环母液中回收的，其余少量镓则从浸锌渣、铁矿石冶炼渣及粉煤灰中提取。基于铝土矿提取高纯镓的工艺流程为：**1) 碱法制备氧化铝循环母液**（主流工艺）：铝土矿经粉碎后与循环母液、石灰按比例混合制成矿浆，在高温高压下溶出铝酸钠浆液，经沉降、过滤分离出含铁、钛、硅等杂质的赤泥后，得到的纯净铝酸钠溶液在合适条件下分解析出氢氧化铝晶体，而过滤后的母液经蒸发浓缩后形成循环母液；**2) 循环母液回收镓**：由于生产氧化铝循环母液中镓的浓度低且溶液中碱度及杂质含量高，无法满足电解提镓的要求，因此必须对循环母液进行富集及净化处理方能获取电解镓液以实现镓的电解提取。目前生产氧化铝循环母液中镓的富集方法主要有石灰乳碳酸化法、萃取法、直接电解法和萃淋树脂法等，其中萃取法因萃取效率高、可实现镓与铝等杂质的深度分离而广泛应用于规模化镓富集，是当前工业最常用的富集方法之一，富集后得到富镓溶液或镓精矿经进一步经碱化造液和电解即可得到金属粗镓，分解结晶后形成高纯镓。

液态金属行业——原材料（2/3）

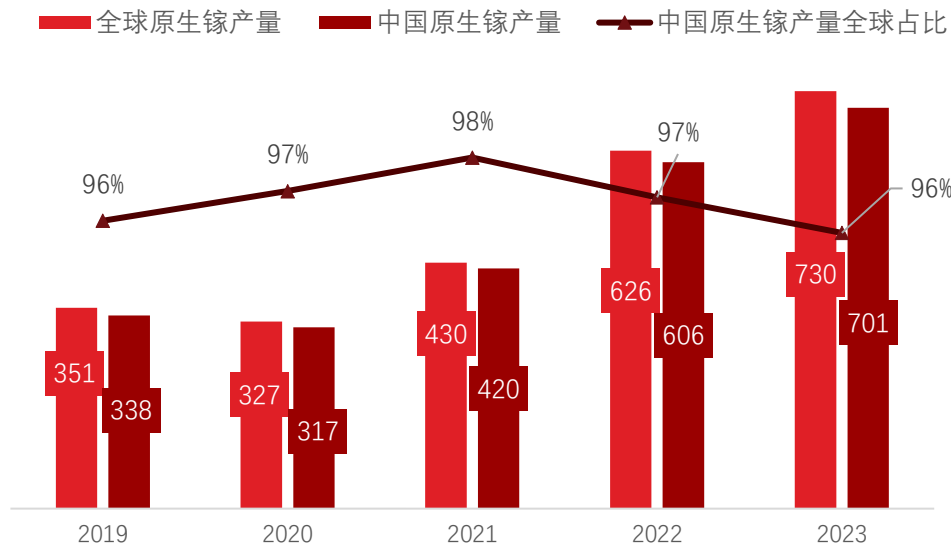
中国在镓资源储量和产量方面均处于全球领先地位，充足的镓资源供应将为中国液态金属行业提供原料成本优势和技术迭代基础，助力液态金属向各应用领域渗透。

液态金属的主要金属原材料供给现状

全球及中国镓金属储量及分布情况，2024



全球及中国原生镓产量及中国产量占比，2019-2023



镓是分散元素，通常不能形成独立矿床，主要以伴生形式存在，而铝土矿床为主要的富镓矿床。据美国地质调查局统计，全球铝土矿资源量在550亿吨到750亿吨之间，含镓量超过100万吨，但目前全球已探明的镓金属储量只有约27.93万吨，其中中国镓金属储量19万吨，约占全球镓金属储量的68%，是全球镓资源最丰富的国家，这主要得益于中国高产的铝土矿资源且地质条件多样利于镓矿形成；非洲、欧洲、南美洲和美国镓金属储量分别为5.39万吨、1.95万吨、1.14万吨和0.45万吨，分别占据全球镓金属储量的19%、7%、4%和2%。在中国，镓矿的地域分布相对集中，主要集中在河南、广西、山西、贵州和内蒙古5省（区），5省（区）镓资源量总和占全国镓矿资源总量的91.64%。

2000年以前，全球镓市场的主导者为美国GEO特殊化学品公司，2001年开始中国镓产量逐年增加，2019-2023年中国原生镓产量从338吨增加至701吨，年均复合增长率达20%。作为原生镓生产大国，目前中国原生镓产量全球占比维持在95%以上。由此可见，中国在镓资源储量和产量方面均处于全球领先地位，在全球镓资源供应体系中竞争优势明显。镓作为液态金属的核心原材料，充足的镓资源供应将为中国液态金属行业提供原料成本优势和技术迭代基础，助力液态金属加速向高端制造、电子、医疗等应用领域渗透。

液态金属行业——原材料（3/3）

液态金属的主要金属原材料高纯镓的市场价格整体呈现波动上升趋势，但由于目前液态金属在CPU散热等产品中的用量较少，高纯镓价格变动对液态金属产品成本和价格影响程度有限。

液态金属的主要金属原材料市场价格变动趋势

中国国产高纯镓（≥99.9999%）平均市场价格变动趋势，2017-2025

单位：元/千克



2017-2025年，中国国产高纯镓（≥99.9999%）的市场价格整体呈现波动上升趋势。2017-2020年，受半导体、LED等传统需求平稳增长及中国国内生产能力逐步提升影响，高纯镓价格维持在相对稳定水平；2021年后，受大流行背景下物流的不稳定性、氧化铝厂产能承压以及全球5G通信、新能源、人工智能等新兴产业需求增长导致的金属镓阶段性供应偏紧等因素影响，高纯镓价格快速上涨至历史高位，2022年6月价格涨至年度峰值3625元/千克，随后在持续供强需弱的情况下市场开启下行通道；2023年伴随第三季度商务部、海关总署发布《关于对镓、锗相关物项实施出口管制的公告》，市场供应趋紧，海内外金属镓价格均出现一定幅度上涨；2024-2025年，前期部分镓厂受氧化铝厂进口矿使用比例增加、矿石含镓量减少等问题影响，存在一定压减产现象，价格呈现震荡上行态势，后期伴随中国金属镓新建项目产能逐步稳定释放，前期部分压减产企业恢复正常生产，中国金属镓供应达到稳定且充足的状态，整体需求低迷、供给过剩的行情驱使价格开始进入下跌趋势，但仍高于早期水平，2025年以来高纯镓价格维持在1800-2200元/千克价格区间。

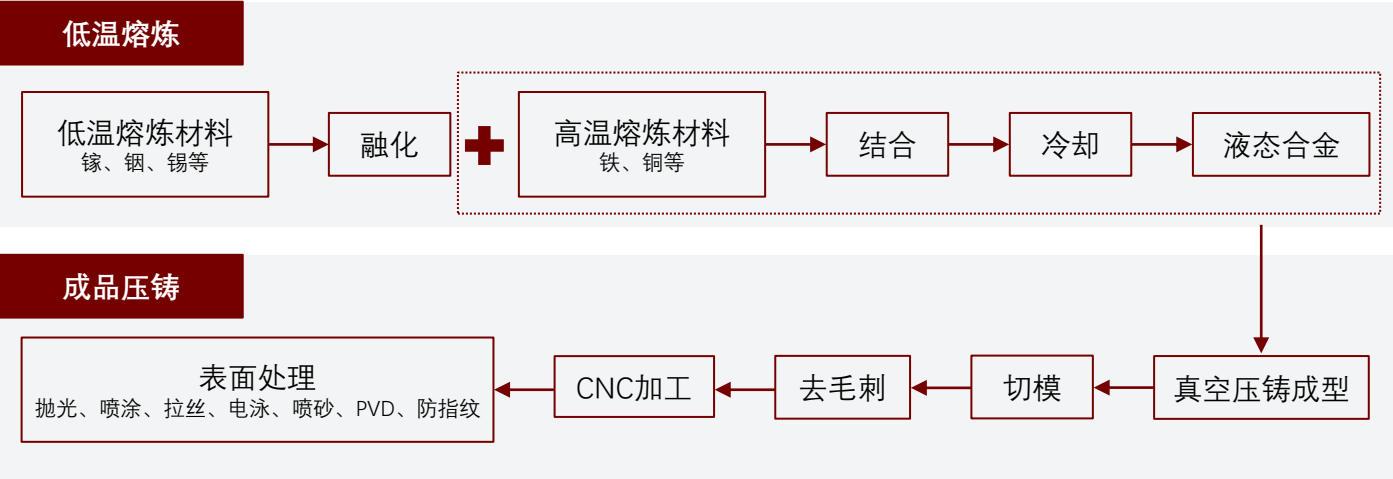
作为液态金属的关键原材料，高纯镓平均市场价格的变动对液态金属产品的成本和价格会造成一定程度影响，但由于当前液态金属在相关产品中用量较少，影响程度有限。以CPU散热领域为例，单个CPU使用的液态金属导热剂仅需微量，在整个产品成本结构中占比较低，即使高纯镓价格大幅上涨，分摊到单个产品上的成本增量也极其微小，即高纯镓价格变动对液态金属产品成本和价格的影响是微弱的。但未来随着液态金属应用范围拓展，在下游产品中的用量或有较大提升，此时高纯镓价格变动将成为产品成本和价格波动的重要影响因素。

液态金属行业——制程工艺

真空压铸成型是目前液态金属结构件生产所普遍采用的成型方式之一，与其他传统的金属制程工艺相比，液态金属的压铸工艺具备低成本/零件高复杂形状、净成型、小公差、高弹性等多方面优势。

液态金属结构件的生产制备工艺

液态金属结构件的生产工艺流程



液态金属结构件的生产工艺主要包括低温熔炼和成品压铸两个核心环节，其中在低温熔炼阶段，将镓、铟、锡等低熔点金属按照特定配比混合融化后，可选择性地采用浸渗或涂层等工艺将镓、铟、锡等低温熔炼材料与铁、铝等高温熔炼材料相结合，形成的复合材料或构件可实现不同材料间的功能互补，如兼顾高强度、良好的导电、导热性等特性，接着通过真空压铸条件将液态合金快速注入精密模具型腔，并利用液态金属良好的流动性填充复杂结构，在模具冷却系统作用下迅速冷却凝固成型，后陆续经过切模、去毛刺、CNC加工和抛光、喷涂、拉丝等表面处理工艺得到液态金属成品。

通过对比液态金属与其他金属的制程工艺可以发现，相比于常规压铸、MIM、熔模铸造、机械加工、冲压成型等传统金属制程工艺，液态金属的压铸工艺具备低成本/零件高复杂形状、净成型、小公差、高弹性、高表面光洁度、高硬度、废弃物少等多方面优势，有利于助力下游电子制造、医疗、航空航天、汽车等行业突破传统工艺瓶颈，驱动技术迭代与产业升级。

液态金属与其他金属的制程工艺对比

工艺优势	液态金属	常规压铸	MIM	熔模铸造	机械加工	冲压成型
低成本/零件高复杂形状	√	√	×	×	×	×
单工序成型（净成型）	√	√	×	×	×	×
公差控制	±0.03	±0.1	±0.3	±0.5	±0.02	±0.1
高弹性极限（>2%变形度）	√	×	×	×	×	×
表面粗糙度无需后加工（Ra<2）	√	×	×	×	√	×
无需热处理即可得到高硬度	√	×	×	×	×	×
废弃物少量	√	√	√	×	×	×

第三部分：行业应用分析

主要观点：

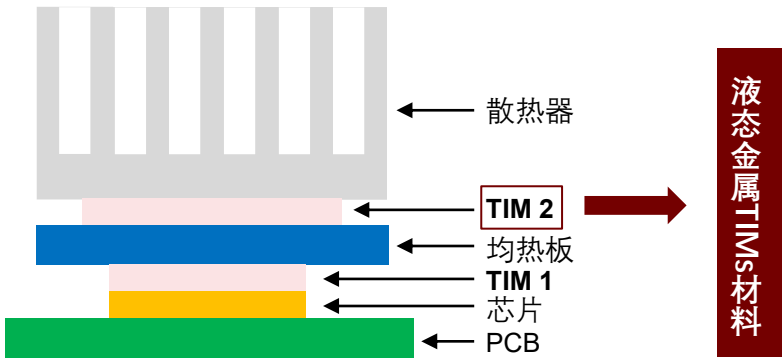
- 目前液态金属的产业化应用领域主要是高端芯片散热，液态金属凭借优异的导热性和流动性充当热界面材料，常用的液态金属TIMs材料有液态金属热膏、液态金属导热片和液态金属导热硅脂
- 利用液态金属作为传热介质和催化剂的熔融金属法甲烷裂解制氢是液态金属的应用方向之一，该制氢技术虽具备显著的环境效益，但当前该技术仍处于实验室研究阶段，大规模推广应用面临挑战
- 凭借良好的流动性、可拉伸性、可成型性及生物相容性等特性，液态金属3D打印技术可应用于柔性电子电路、生物医疗健康等领域，但目前仍主要停留在实验室研发阶段，尚未实现规模化的商业应用
- 液态金属在柔性机器人领域应用潜力巨大，可用于制作执行器、传感器、电池、逻辑器件、电路网络、结构组件等机器人重要组元，但现阶段要实现产业化应用仍面临长期技术挑战
- 液态金属所采用的6N高纯镓含有微量的Na、Mg、Al等多种杂质元素，囿于材料体系搭建尚不完善，杂质类型和性质的不确定性对液态金属改性所带来的后果难以预期，液态金属的产业化应用受限
- 囿于技术原因，固液相变复杂、流动性强、表面张力大等特性使得液态金属封装仍存在材料兼容性、结构设计、工艺优化、高成本等瓶颈，制约着液态金属的产业化应用
- 目前液态金属行业面临着技术创新、国家政策支持、多领域市场需求扩张等发展机遇，但也存在关键材料与技术突破难题、高成本困境、产业化应用进程缓慢等方面的发展挑战

液态金属行业——应用领域（1/4）

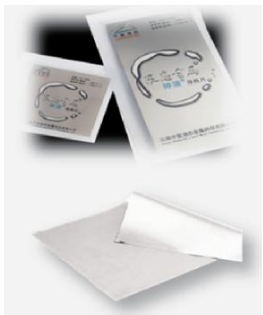
目前液态金属的产业化应用领域主要是高端芯片散热，液态金属凭借优异的导热性和流动性充当热界面材料，常用的液态金属TIMs材料有液态金属热膏、液态金属导热片和液态金属导热硅脂。

液态金属行业应用领域——热管理

液态金属作为热界面材料（TIMs）的应用



液态金属热膏

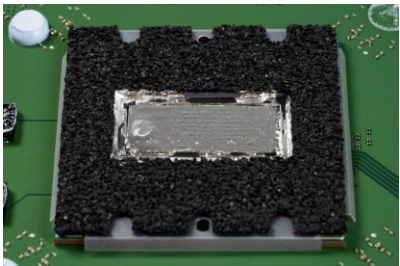


液态金属导热片

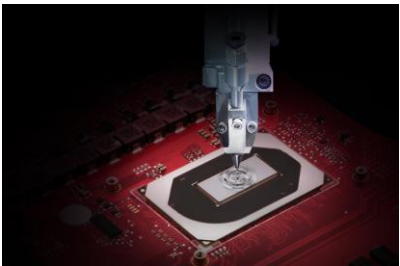


液态金属导热硅脂

应用



索尼PS5 Pro在其AMD芯片和散热器之间使用液态金属散热



华硕ROG系列笔记本于CPU上方之散热模块涂抹液态金属

芯片散热是液态金属实现产业化应用的主要领域之一，由于高成本限制，目前主要应用于高端芯片散热领域。在芯片散热系统中，TIM 1通常由硅胶、环氧树脂等高分子基材和氮化硼、氧化铝、石墨烯等导热填料组成，TIM 2的材料组成同样包括基材和导热填料，其中基材除了高分子材料外有时还会采用液态金属等特殊材料。常见的液态金属TIMs材料有液态金属热膏、液态金属导热片和液态金属导热硅脂，这些液态金属导热材料不仅具备优异的导热性能，界面热阻小，导热系数是传统导热膏、焊料、导热垫的数倍至数十倍，还具有良好的流动性，能够很好地适用均热板和散热器间的复杂形状与微小间隙，进而提高热传递效率。

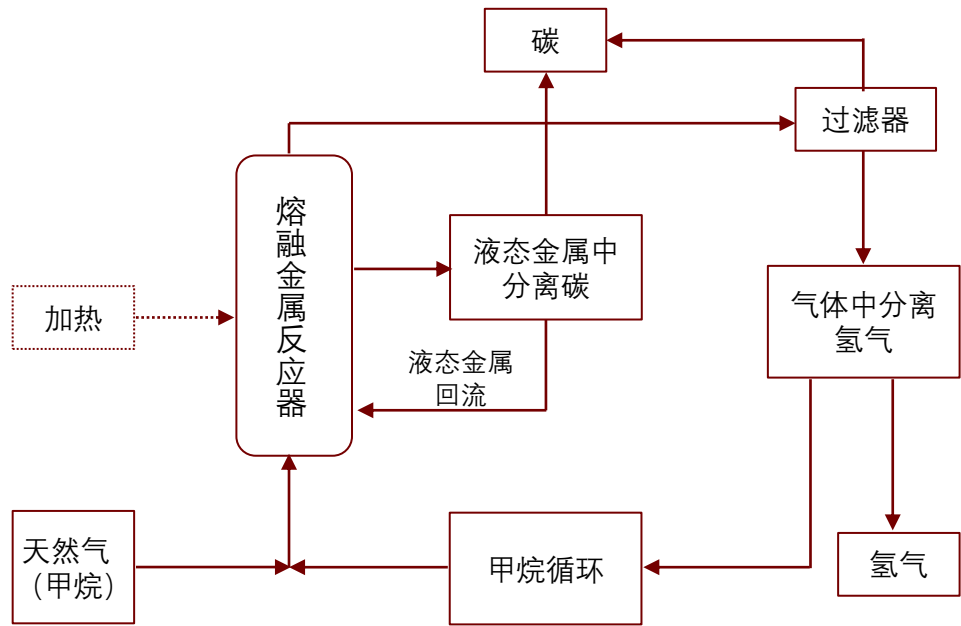
目前，液态金属TIMs材料已被广泛应用于消费电子领域中高端游戏本、笔记本、高算力服务器等设备的高效散热，主要应用案例有索尼PS5 Pro在其AMD芯片和散热器之间使用液态金属散热、华硕ROG系列笔记本于CPU上方之散热模块涂抹液态金属等。伴随液态金属材料和技术发展趋于成熟，应用成本不断下降，液态金属冷却技术除应用于传统的电子散热场景外，还有望逐步扩展到光电器件、能量储存、发动机冷却、热点转换等领域。

液态金属行业——应用领域（2/4）

利用液态金属作为传热介质和催化剂的熔融金属法甲烷裂解制氢是液态金属的应用方向之一，该制氢技术虽具备显著的环境效益，但当前该技术仍处于实验室研究阶段，大规模推广应用面临挑战。

液态金属行业应用领域——制氢

熔融金属法甲烷裂解制氢工艺流程



不同制氢工艺对碳排放的影响

工艺	SMR		熔融金属法 (碳供能)		熔融金属法 (天然气供能)		熔融金属法 (氢供能)	熔融金属法 (电供能)
	碳捕集技术	/	MDEA 脱碳	/	MEA 脱碳	/	MEA 脱碳	
反应温度 (°C)		890	890	1200	1200	1200	1200	1200
反应压力 (MPa)		3.2	3.2	1	1	1	1	1
NG流率 (kg/s)		2.62	2.81	3.86	3.86	5.33	5.33	7.31
H ₂ 流率 (kg/s)		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
1 mol CH ₄ 的H ₂ 产率 (mol)		2.49	2.48	1.65	1.63	1.25	1.23	0.93
1 kg H ₂ 的CO ₂ 排放量 (kg)		9.18	1.57	5.26	0.45	6.16	0.56	1.46

目前甲烷水蒸气重整（SMR）是全球天然气制氢主流应用的工业制氢技术，但存在高能耗、高碳排放等问题，为应对传统甲烷制氢的弊端，近年来有学者提出熔融金属法甲烷裂解技术，主要工艺流程是通过利用液态金属作为传热介质和催化剂促使甲烷在液态金属中直接裂解，生成氢气和碳材料，生成的碳材料由于其密度远低于液态金属而自发漂浮在金属表面，实现固体炭直接分离。由于该技术在生产氢气的同时还能产生具有附加值的碳产品，且不直接产生CO₂排放，有助于降低制氢成本并提高系统的经济可行性，因而具备显著的环境效益和广阔的应用前景。

通过对比SMR工艺与熔融金属法的碳排放情况可知，不同供能方式下熔融金属法单位输出氢能对应的CO₂排放量均低于SMR工艺；而当SMR工艺装备碳捕集设施后，其碳排放量从1kg H₂产生CO₂排放量9.18kg降至1.57kg，此时对于熔融金属法甲烷裂解技术而言，仅有电供能以及燃烧部分氢能供能才能与之竞争；若基于碳供能和天然气功能的熔融金属法同样装备碳捕集设施，其单位输出氢能对应的CO₂排放量仍低于SMR工艺，契合低碳目标。但当前该技术仍处于实验室研究阶段，大规模推广应用面临挑战。

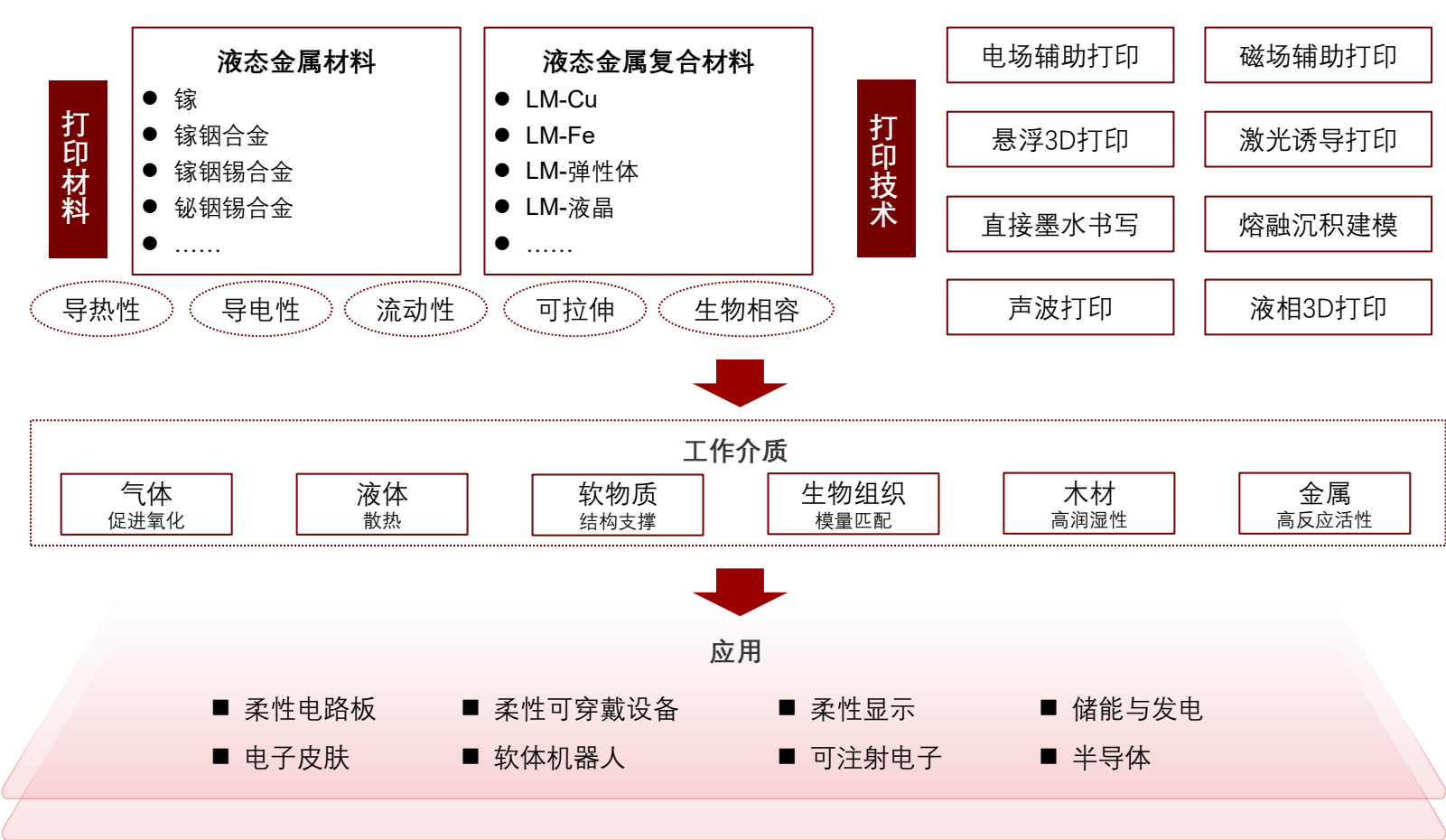
来源：石油与天然气化工，化工进展，头豹研究院

液态金属行业——应用领域（3/4）

凭借良好的流动性、可拉伸性、可成型性及生物相容性等特性，液态金属3D打印技术可应用于柔性电子电路、生物医疗健康等领域，但目前仍主要停留在实验室研发阶段，尚未实现规模化的商业应用。

液态金属行业应用领域——3D打印

液态金属3D打印的材料、技术与应用框架



液态金属凭借优异的流动性、灵活的固液相转变性和良好的可成形性而在3D打印领域具备广阔发展前景。自2013年中科院理化所刘静团队首次提出常温液态金属3D打印思想并研发出桌面级液态金属3D打印设备以来，液态金属3D打印技术快速更新迭代，陆续创新出液相3D打印技术、悬浮3D打印技术等，并尝试应用于柔性电子器件等领域。目前，3D打印已被认为是液态金属基柔性电子产品的主流制造方法。

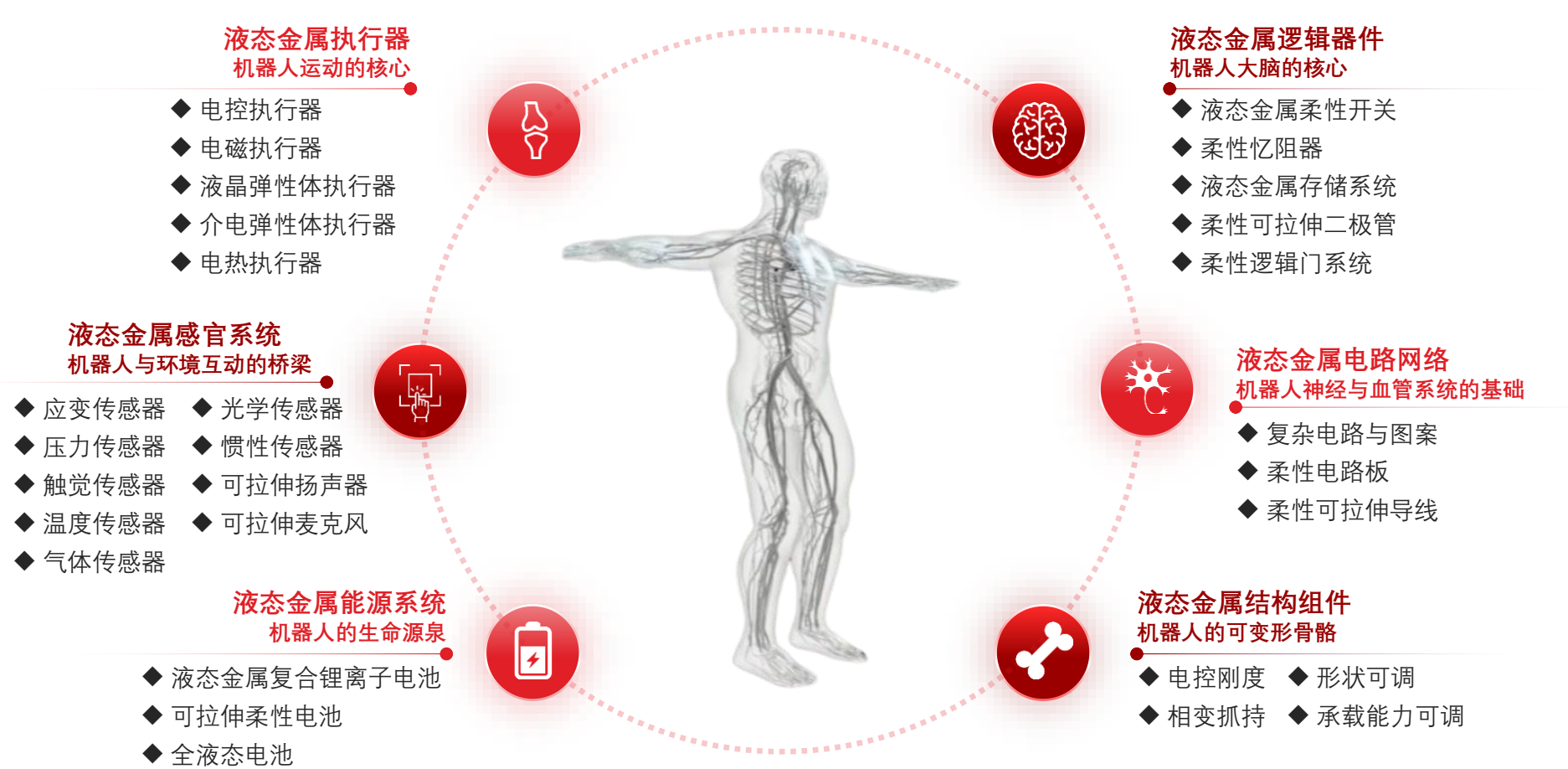
基于镓、镓铟合金等液态金属材料和LM-Cu、LM-Fe等液态金属复合材料这些打印材料，搭配电场辅助打印、悬浮3D打印、直接墨水书写等多元打印技术，液态金属与气、液、柔性、固体介质间的相互作用会进一步优化目标对象的打印效果，如在气体介质中，液态金属暴露于氧气环境中会自发形成一层薄氧化膜，在提高粘附性的同时能保持沉积结构完整性，而通过引入氧化、氮化处理等更多气相化学反应还可形成氧化镓、氮化镓半导体薄膜和器件；在液态介质中，水和乙醇等液态可快速冷却液态金属，提升最终成品的成型精度和速度。在目前的研究成果中，液态金属3D打印技术可应用于柔性电路板、柔性可穿戴设备、电子皮肤、软体机器人等领域，但仍主要停留在实验室研发阶段。如何提高液态金属的可印刷性和可成型性、提升印刷分辨率和速度、改善液态金属与基材间的附着力、实现液态金属的稳定封装等挑战制约着液态金属3D打印的产业化应用，后续还需持续推进新材料研发和工艺技术优化进程。

液态金属行业——应用领域（4/4）

液态金属在柔性机器人领域应用潜力巨大，可用于制作执行器、传感器、电池、逻辑器件、电路网络、结构组件等机器人重要组元，但现阶段要实现产业化应用仍面临长期技术挑战。

液态金属行业应用领域——柔性机器人

液态金属在柔性机器人各结构部件中的潜在应用



液态金属在柔性机器人领域的应用代表了现代机器人技术的一项重大创新，不同于以往学术界研发出的大部分基于多个硬质单元构成的软体动物机器人，液态金属的流动性及易变形、固液易转变、导电流体、自驱动等物质属性使其在一定程度上具备类人体柔软性的生物体特质，可通过集成执行器、传感器、动力源、逻辑单元、电路网络、可变形骨骼等柔性组元开发出多功能且灵活敏捷的机器人。例如，流动的液态金属导电通路可类比于生物体血液循环系统，为机器人系统内信息与能量耦合传输网络设计提供新思路；液态金属固液转变在构建机器人柔性及刚性结构之间快速变换技术方面具有独特优势等。

虽然液态金属在人形机器人领域具备强大的应用潜力，但仍存在液态金属感知—致动融合控制、液态金属高密度能量驱动、液态金属可变形机器人核心功能构建等机理与技术难题，目前液态金属在柔性机器人中的应用仍处于前期研发阶段。

液态金属行业——产业化应用瓶颈（1/2）

液态金属所采用的6N高纯镓含有微量的Na、Mg、Al等多种杂质元素，囿于材料体系搭建尚不完善，杂质类型和性质的不确定性对液态金属改性所带来的后果难以预期，液态金属的产业化应用受限。

液态金属行业产业化应用瓶颈——材料维度

镓的纯度及用途

分类	定级	用途
精镓	4N	光伏衬底、磁性材料、高温温度计、低熔点合金、光学玻璃等
	5N	高温真空泵、紫外线灯炮、硅/锗半导体掺杂剂、核反应堆的热交换介质等
高纯镓	6N	制作LED用砷化镓等晶体半导体、钕铁硼高性能磁及钢镓锡液态金属
	7N	制造半绝缘砷化镓单晶，用于集成电路、微电子用衬底及光伏电池行业领域
	8N	用作分子束外延（MBE）源，制作微波电路、量子器件等

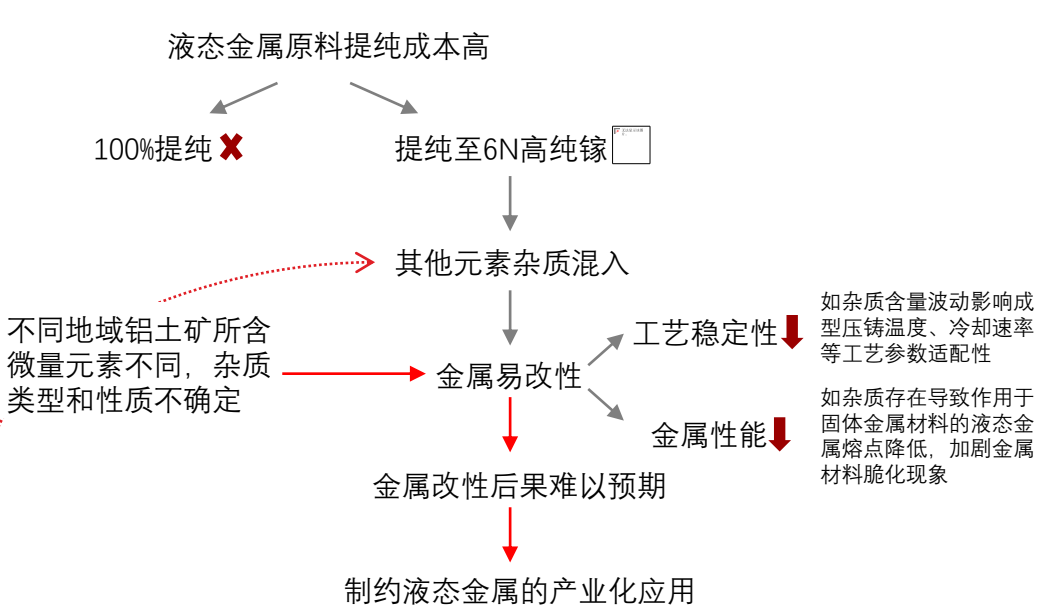
6N高纯镓的化学成分构成

牌号	Ga-06									
Ga（质量分数）	≥99.9999%*									
杂质含量 ng/g	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Cr	Mn	Fe
	≤30	≤20	≤20	≤20	≤20	≤20	≤30	≤20	≤20	≤20
	Co	Ni	Cu	Zn	As	In	Sn	Hg	Pb	总含量
	≤20	≤20	≤15	≤20	≤20	≤30	≤20	≤20	≤20	≤1000

*镓含量为100%减去杂质含量总和的差值，杂质含量总和包括但不限于表中所列杂质元素实测值之和。

来源：专家访谈，铜业工程，全国标准信息公共服务平台，头豹研究院

材料体系搭建不完善对液态金属产业化应用的影响路径



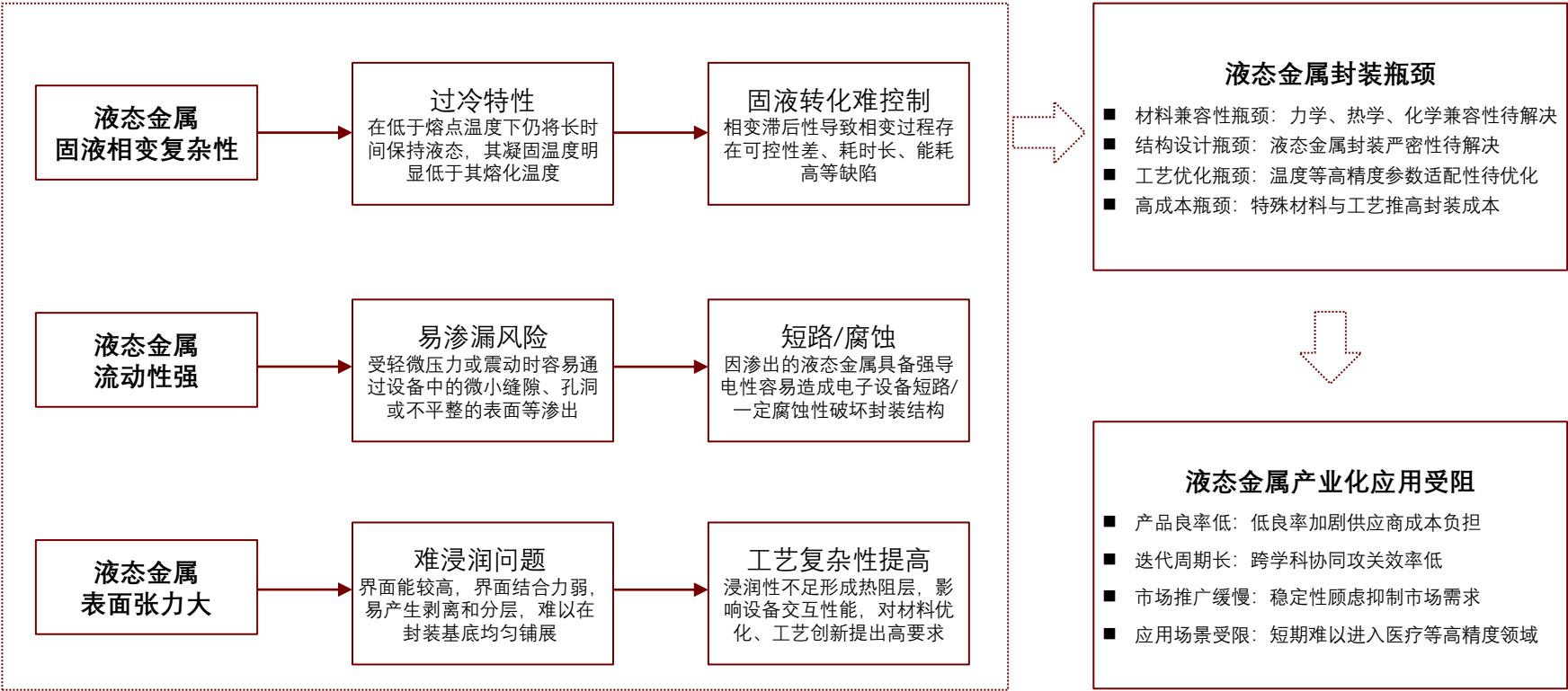
金属镓按产品纯度可分为粗镓、精镓和高纯镓三大类，其中由于金属镓的提纯成本较高，100%提纯方案可行性较低，因此液态金属所需金属镓纯度一般为99.9999%，即6N高纯镓。6N高纯镓虽所含杂质相对较少，但仍含有微量的Na、Mg、Al等多种杂质元素，且由于不同地域铝土矿所含微量元素不同，液态金属中的杂质类型和性质均不确定，造成金属改性所带来的后果难以预期，或导致工艺稳定性下降，或导致金属性能劣化，从而制约液态金属的产业化应用。

液态金属行业——产业化应用瓶颈（2/2）

囿于技术原因，固液相变复杂、流动性强、表面张力大等特性使得液态金属封装仍存在材料兼容性、结构设计、工艺优化、高成本等瓶颈，制约着液态金属的产业化应用。

液态金属行业产业化应用瓶颈——封装维度

封装瓶颈对液态金属产业化应用的影响路径



液态金属因固液相变复杂、流动性强、表面张力大等性质衍生出多维度封装难题，进而阻碍其产业化应用。固液相变复杂存在的过冷特性导致相变过程存在可控性差、耗时长、能耗高等缺陷；流动性强使得液态金属在受轻微压力或震动时容易通过设备中的微小缝隙、孔洞或不平整的表面等渗出，而液态金属的强导电性和一定腐蚀性易引发电子设备短路或封装结构腐蚀等问题；表面张力大带来的难浸润问题使得液态金属难以在封装基底均匀铺展，这些特性对液态金属的封装方案提出了材料、结构、工艺等多方面需求，虽目前已有研究机构陆续通过制备复合封装材料等方式解决了传统封装材料面临的部分难题，但囿于技术尚未成熟，前沿的封装方案还停留在实验室阶段，大部分方案仍存在材料兼容性、结构设计、工艺优化、高成本等瓶颈，导致液态金属的产业化应用受阻，主要体现在封装技术完善所需的跨学科协同攻关效率低，技术迭代周期较长；封装方案不成熟导致的低良率加剧供应商成本负担，且限制了液态金属在医疗等高精度领域的应用；市场对封装方案的稳定性顾虑抑制了市场需求扩张，市场推广进程缓慢。

液态金属行业——发展机遇与挑战

目前液态金属行业面临着技术创新、国家政策支持、多领域市场需求扩张等发展机遇，但也存在关键材料与技术突破难题、高成本困境、产业化应用进程缓慢等方面的发展挑战。

中国液态金属行业的发展机遇与挑战

发展机遇

技术创新

01

在材料研发方面，镓锡合金、液态金属与铜构成的复合材料等新型液态金属材料的出现在显著提升传统液态金属导电性、导热性与机械强度等性能的同时，推动生产工艺与设备同步升级；在制造工艺领域，通过与人工智能、物联网技术相融合，3D打印技术基于液态金属材料实现了液态金属复杂结构的精确成型，为其在柔性电子和机器人等创新领域的应用奠定技术基础，行业整体技术进步明显。

国家政策支持

02

在中国，自“十三五”规划起，液态金属便被纳入新材料领域，明确了其战略性新兴产业的地位。2017年，液态金属被列入《新材料产业发展指南》，同年6月被纳入《重点新材料首批次应用示范指导目录》，2023年8月又入选了《前沿材料产业化重点发展指导目录（第一批）》，系列政策的陆续出台有助于引导液态金属企业加快技术研发及产业化应用进程。

多领域市场需求扩张

03

伴随科技进步与工业制造高端化发展，液态金属因其独特的物理化学性质而在众多领域中展现出广阔应用前景。例如，在电子制造领域，随着5G、物联网技术快速发展，电子产品趋于轻薄化和高性能化，相应地对液态金属等高效散热材料的需求不断增长；在医疗健康行业，液态金属凭借其良好的生物相容性而适用于牙科植入体、心血管支架等应用，从而满足高精度医疗需求。

发展挑战

1

关键材料与技术突破难题

目前囿于材料体系搭建尚不完善，液态金属所用主要原料高纯镓中的杂质类型和性质的不确定性对液态金属改性所带来的后果难以预期；同时，由于技术尚未成熟，固液相变复杂、流动性强、表面张力大等特性使得液态金属封装难度较大，制约了行业的进一步发展。

2

高成本困境

由于液态金属采用的原材料多为镓、铟等稀有金属，且提纯和制备工艺复杂，涉及高精度设备和严格的环境控制，且封装技术的高标准和低良率进一步推高制造成本，使得液态金属产品的整体生产成本较高，一定程度上影响了下游应用市场的接受度和规模化推广。

3

产业化应用进程缓慢

目前，受限于材料与技术突破挑战，液态金属行业仍处于前期起步阶段，大部分应用仍停留在实验室阶段，仅在冷却/散热领域实现了一定的产业化应用。未来若在关键材料与技术上实现突破性进展，预计液态金属行业将迎来爆发式增长。

第四部分：代表企业

主要观点：

- 液态金属是宜安科技布局的三大重点板块业务之一，2024年营收占比7.43%，主要面向消费电子、新能源汽车、医疗器械、音乐及体育器材等应用领域；近年来研发投入占比维持在6%附近
- 截至2024年末，宜安科技及其子公司累计拥有有效专利314项，商标51项，拥有40余台液态金属真空成型机，在技术研发、资源整合、设备布局等方面具备核心竞争力
- 中宣液态具备液态金属原液、导热膏、3D手写笔等液态金属产品及热控与能源技术、柔性电路穿戴设备等液态金属技术，主要面向生物医学、柔性机器、热控与能源、增材制造等应用领域
- 目前，中宣液态已建成年产200吨液态金属原材料及系列产品生产线，在行业内竞争优势明显，在技术研发、产品布局、客户资源等方面具备核心竞争力
- 北京梦之墨的液态金属业务主要围绕电子增材制造领域展开；自2017年开始进行天使轮融资以来，截至2025年北京梦之墨已获得多轮融资，融资金额累计达数亿元
- 北京梦之墨在液态金属打印和柔性电子印刷等方面技术进展显著：自研桌面级液态金属电子电路打印机可实现柔性电路板的打印，电子增材制造eAMP工艺具备绿色低碳、生产效率高等优势

液态金属行业代表企业——宜安科技

液态金属是宜安科技布局的三大重点板块业务之一，2024年营收占比7.43%，主要面向消费电子、新能源汽车、医疗器械、音乐及体育器材等应用领域；近年来研发投入占比维持在6%附近。

东莞宜安科技股份有限公司

企业介绍

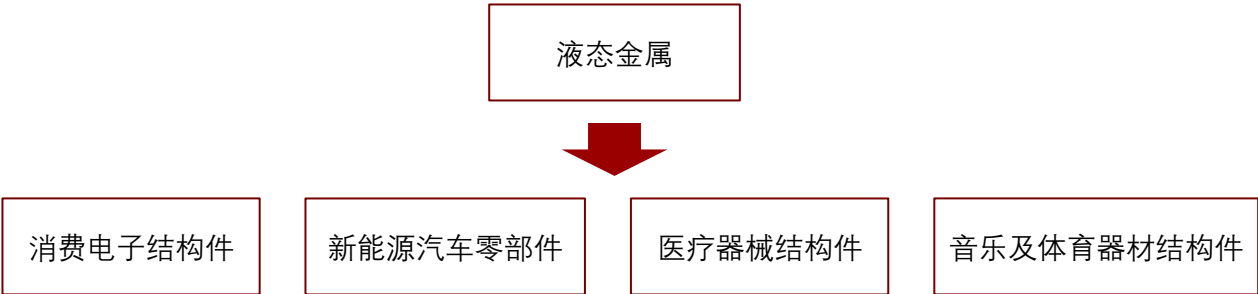
☐ 企业名称：东莞宜安科技股份有限公司

☐ 成立时间：1993年

☐ 注册地址：东莞市清溪镇

东莞宜安科技股份有限公司（以下简称“宜安科技”）是一家集轻合金材料研发、生产、营销为一体的国家火炬计划重点高新技术企业，液态金属、生物可降解医用镁合金、镁铝合金汽车产品为公司三大重点板块业务。公司专注液态金属研发和产业化10余年，是行业内较早进行液态金属研发的企业，在非晶合金成分、成型技术设备等多个方面拥有自主知识产权。

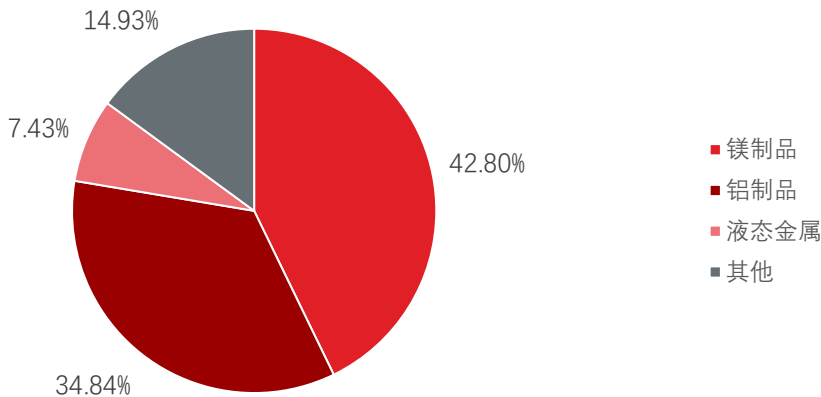
宜安科技液态金属业务应用的四大板块



来源：宜安科技，头豹研究院

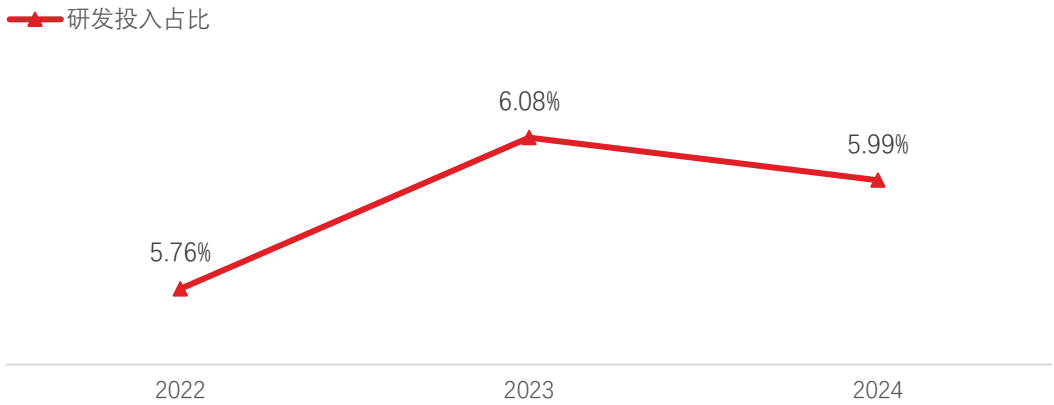
宜安科技主营业务分产品收入占比情况，2024年

单位：%



宜安科技研发投入占营业收入比例变化情况，2022-2024年

单位：%



液态金属行业代表企业——宜安科技

截至2024年末，宜安科技及其子公司累计拥有有效专利314项，商标51项，拥有40余台液态金属真空成型机，在技术研发、资源整合、设备布局等方面具备核心竞争力。

东莞宜安科技股份有限公司

宜安科技的技术与设备优势，截至2024年末

宜安科技核心竞争力



1

技术优势

作为行业内较早进行液态金属研发的企业，宜安科技在非晶合金成分、成型技术设备等多个方面拥有自主知识产权，具备非晶合金材料成分的设计、母合金的熔炼、精密模具设计和制造、精密机加工、表面处理及液态金属真空成型设备的制造等全制程的能力，拥有中国最大规模非晶合金的生产线。经过多年的技术和市场积累，公司在块状非晶合金的应用与产业化方面取得行业领先优势，成功开发并生产大块非晶系列产品。

2

资源整合优势

宜安科技建有“国家博士后科研工作站”、“广东省轻合金工程技术研究中心”、“省企业技术中心”等多个科研平台，与中国科学院金属研究所、重庆大学、大连大学附属中山医院等国内知名科研机构建立了良好的产学研合作关系，长期致力于生物医用镁、块体非晶（液态金属）、汽车轻量化等技术领域的研究开发、应用场景打造及产业转化，为全球客户提供优质解决方案。

3

设备优势

宜安科技具备40多台液态金属真空成型机，并已有全球最大的液态金属成型机，拥有14寸大型尺寸部件生产实力，且具备材料/成型设备研发、生产及销售全球的专利，同时拥有行业先进的品质检测及研发设备。

液态金属行业代表企业——中宣液态

中宣液态具备液态金属原液、导热膏、3D手写笔等液态金属产品及热控与能源技术、柔性电路穿戴设备等液态金属技术，主要面向生物医学、柔性机器、热控与能源、增材制造等应用领域。

云南中宣液态金属科技有限公司

企业介绍

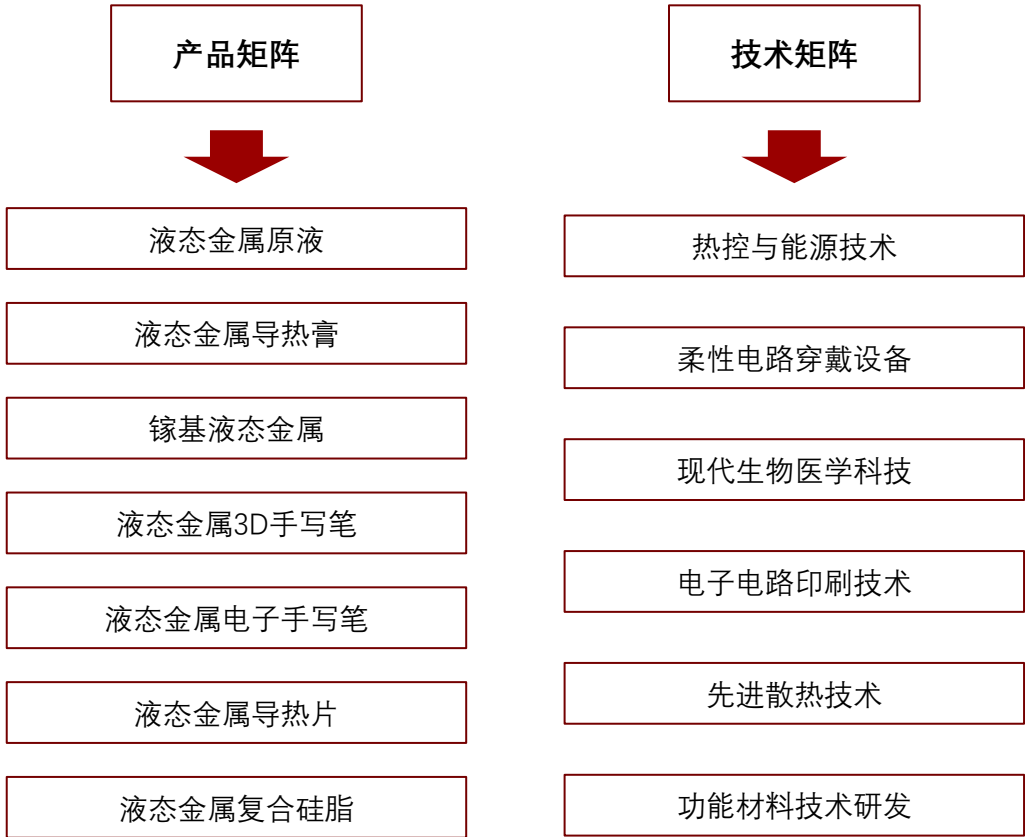
- 企业名称：云南中宣液态金属科技有限公司
- 成立时间：2013年
- 注册地址：云南省宣威市

云南中宣液态金属科技有限公司（以下简称“中宣液态”）是一家专注于液态金属材料、功能器件、装备制造的研发、生产与销售的高科技企业。中宣液态金属项目是云南省2014年“科技入滇”签约重点项目，由公司采用中科院理化所刘静团队先进的液态金属技术，与中科院理化所联合云南科威液态金属谷研发有限公司、云南靖创液态金属热控技术研发有限公司等企业在云南打造液态金属谷产业集群。

中宣液态的液态金属业务应用领域

应用领域	特征
生物医学	液态金属具有优异的物理化学特性和生物相容性，可保证生物医学领域应用
柔性机器	研究发现液态金属可在吞食少量物质后以可变形机器形态长时间高速运动，实现无需外部电力的自主运动，为研制液态金属机器人奠定了理论和技术基础
热控与能源	液态金属较高的热导率可解决高热流密度场合下的极端散热难题
增材制造	液态金属电子手写笔和电子电路打印机可实现电子电路的直写和即时打印

中宣液态的液态金属产品和技术矩阵



来源：中宣液态，头豹研究院

液态金属行业代表企业——中宣液态

目前，中宣液态已建成年产200吨液态金属原材料及系列产品生产线，在行业内竞争优势明显，在技术研发、产品布局、客户资源等方面具备核心竞争力。

云南中宣液态金属科技有限公司

中宣液态的液态金属产品/产线产能布局

产品/产线	年产产能
液态金属原液	200吨
纳米液态金属导热片	20吨
液态金属导热膏	10吨
液态金属电子手写笔	20万套
液态金属LED灯	15万套
液态金属电子电路打印机	1万套
液态金属光伏组件	50兆瓦
液态金属骨科材料及外固定支具（一期）	200万件
液态金属LED智能玻璃屏	10万平方米

中宣液态核心竞争力

1

技术优势

中宣液态技术团队由刘静先生、邓中山先生等长期从事液态金属领域研究的顶级专家领衔，与中科院理化所和宣威市人民政府共建的液态金属谷研发中心有研发人员100余人，已申请专利超100项。公司高度重视科技创新，把科技创新作为企业发展的根本，已建成云南省级的企业技术中心、制造业创新中心、液态金属制备与应用工程研究中心、产品设计中心，建立了云南省刘静专家工作站。

2

产品优势

中宣液态于2016年建成国内首套液态金属热界面材料自动化生产线，实现了液态金属热界面材料的规模化生产，现综合产能达80吨/年，主要产品包括液态金属导热膏、液态金属导热片、液态金属复合导热硅脂，产品处于国际先进水平。公司产品性能优异，如在芯片散热解决方案方面，公司自主研发的液态金属高频点胶技术，能在保证导热性的同时实现一定精度要求，满足日益增长的高功率设备散热需求。

3

客户优势

公司已实现液态金属规模化量产，其系列液态金属产品同索尼、荣耀、联想等多家企业有订单合作，并与多家世界500强企业进行技术对接，在行业内具有较高的知名度和认可度，品牌影响力较大。

液态金属行业代表企业——北京梦之墨

北京梦之墨的液态金属业务主要围绕电子增材制造领域展开；自2017年开始进行天使轮融资以来，截至2025年北京梦之墨已获得多轮融资，融资金额累计达数亿元。

北京梦之墨科技有限公司

企业介绍

☐ 企业名称：北京梦之墨科技有限公司

☐ 成立时间：2014年

☐ 注册地址：北京市海淀区

北京梦之墨科技有限公司（以下简称“北京梦之墨”）是依托中国科学院理化技术研究所、清华大学等强大技术力量建立的前沿科技型企业。公司围绕其全球首创的液态金属电子增材制造技术开展技术研发及产业化应用，建立了桌面级电子电路快速制作系统、工业级柔性电子印刷服务平台等产品体系，可应用于消费电子、汽车电子、物联网、创新教育等领域。

北京梦之墨2030发展规划

2023-2025	公司稳步发展、实现收入倍增，成为FPC行业的参与者并得到行业和客户认可
2025-2027	公司将成为行业主流的贡献者，将颠覆性的工艺技术实现快速复制和拓展
2027-2030	公司力争成为行业引领者，实现百亿营收

北京梦之墨融资历程梳理

时间	融资轮次	投资方	融资金额
2017.03	天使轮	中科创星	约千万元
2018.05	A轮	纵横资本、东方贝格、中科创新、乐信嘉业、高科发创、中科院母基金等	数千万元
2020.06	A+轮	麦星投资、亦庄国际科技创新基金、中冀投资	约亿元
2021.09	B轮	中芯聚源投资、阳光融汇资本	约亿元
2022.01	B+轮	中芯科技基金、北创投	数千万元
2025.01	C轮	中科先行创投、重庆江北产业基金、川翔资本	数千万元

来源：北京梦之墨，企查查，头豹研究院

液态金属行业代表企业——北京梦之墨

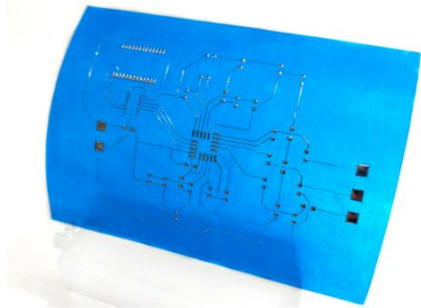
北京梦之墨在液态金属打印和柔性电子印刷等方面技术进展显著：自研桌面级液态金属电子电路打印机可实现柔性电路板的打印，电子增材制造eAMP工艺具备绿色低碳、生产效率高等优势。

北京梦之墨科技有限公司

北京梦之墨液态金属电子电路打印技术的应用



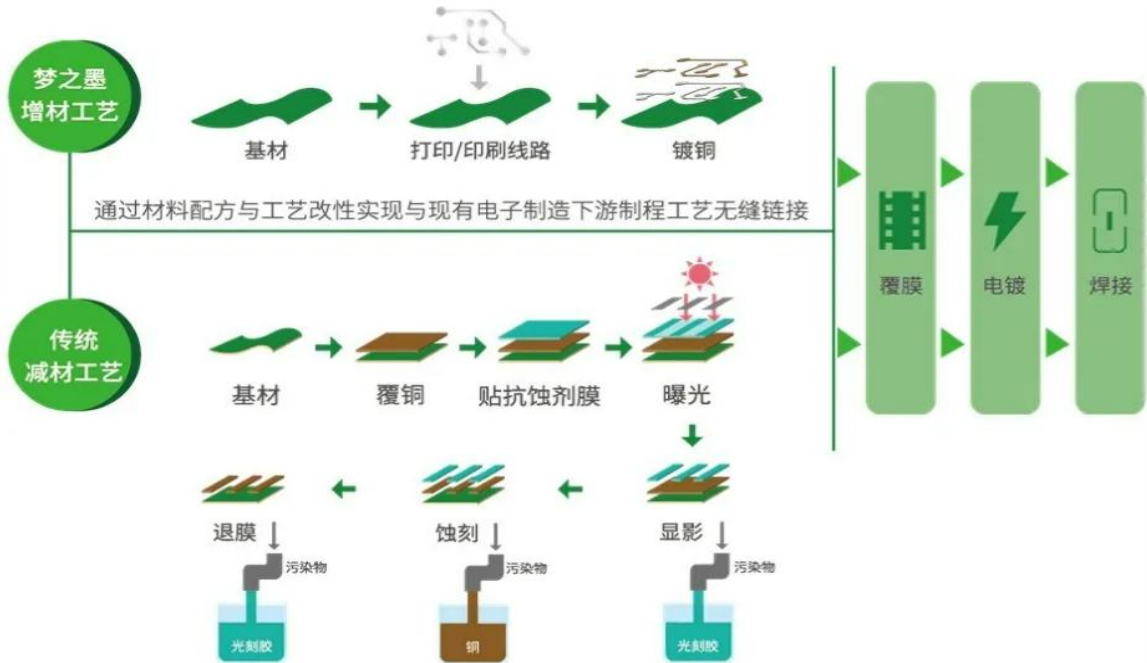
北京梦之墨自研桌面级液态金属电子电路打印机
(DP-I电子电路打印机)



柔性电路板

液态金属打印机与普通打印机的打印原理一致，仅将墨水替换为液态金属并通过特制的打印机进行打印。通过材料改性和电路直接打印技术开发，梦之墨液态金属打印机可实现功能电路打印，且可以满足柔性电子器件可拉伸、可折叠的需求。与传统刚性电路板相比，柔性电路板在5G通信、物联网、汽车电子、智能包装、生物医疗等行业均有广泛用途。梦之墨用其自研的桌面级液态金属电子电路打印机制作的柔性电路板不仅成本低、可回收，而且极大地提高了生产效率，打印一块150mm*100mm电路仅需5-10分钟。

北京梦之墨电子增材制造eAMP工艺的工艺优势



基于功能复合导电材料、电子增材制造工艺等研究的技术突破，北京梦之墨构建了包含“五大材料技术+三大工艺技术”的线路板级电子增材制造eAMP工艺体系，对传统电子电路制造的浪费性工艺进行革新和优化，申请了620余项国内外专利。整体来看，该工艺具备多项优势，主要为：1) 实现无废水排放，整个制造过程趋于零污染；2) 净成型技术大幅降低材料成本，减少高达90%的材料浪费；3) 制备周期较传统工艺的工序减少约1/3，提升生产效率且缩短交货时间。

方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究19大行业，532个垂直行业的市场变化，已经积累了近100万行业研究样本，完成近10,000多个独立的研究咨询项目。
- ◆ 研究院依托中国活跃的经济环境，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ◆ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何证券或基金投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告或证券研究报告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告或文章。头豹均不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。

头豹业务合作

全球视野 · 本土洞察 · 研究数据 · 可信知识网络



行业数据API

开放原创报告与研究数据接口，
支持企业知识库、系统平台及AI
应用高效接入和调用



KNIT解决方案

构建企业可信内容体系，提升品
牌在AI搜索与问答中的可见度、
准确性与转化效果



报告会员账号

可阅读全部原创报告和百万数据，
提供PC及移动端，方便触达平台
内容



定制报告/白皮书

对产业及细分行业进行现状
梳理和趋势洞察，输出全局
观深度研究报告



商业尽调

面向投资并购和商业决策，
评估标的公司的商业前景、
价值及风险



招股书引用

研究覆盖国民经济19+核心产
业，内容可授权引用至上市
文件、年报



报告作者

- 陈夏琳 | 首席分析师
- 许哲玮 | 行业分析师



service@leadleo.com



业务咨询

- 客服电话：400-072-5588
- 官方网站：www.leadleo.com



深圳办公室

广东省深圳市南山区粤海街道华润
置地大厦E座4105室
邮编：518057



上海办公室

上海市静安区南京西路1717号会
德丰国际广场2701室
邮编：200040



南京办公室

江苏省南京市栖霞区经济开发区兴
智科技园B栋401
邮编：210046

中国机器人产业全球化与出海白皮书 大湾区实践



聚集产业集聚、企业出海成熟度、出海路径与全球化竞争力

沙利文&头豹&深圳机器人协会联合发布 | 我们旨在筛选最具出海成熟度的大湾区企业，建立出海能力评估模型，形成首批企业诊断案例

聚焦 机器人领域（FCC DA 26-786管制影响下中国机器人出海新范式）

核心价值

关键节点 · 申报流程



FCC DA 26-786管制影响与地缘风险分析
解析FCC DA 26-786等监管政策及全球地缘政治风险影响，评估企业出海合规风险



大湾区企业出海成熟度评估
构建企业出海成熟度CGI评估体系，从技术与产品竞争力、供应链与交付能力、合规与认证能力、渠道与客户拓展、国际组织与运营能力等维度综合评估企业全球化能力



欧洲、东南亚、中东多元化市场机会
对比欧洲、东南亚、中东、日本、韩国及美洲等重点市场的发展潜力、准入政策与竞争格局，识别优先布局市场及进入路径



海外竞争对手对标分析
围绕人形机器人、四足机器人、AMR/AGV、工业机器人、服务机器人、医疗机器人及具身智能等赛道，对标全球头部企业技术路线、产品指标、融资情况、商业化进展及全球布局



大湾区企业出海评估与路线图
描绘大湾区机器人企业出海成熟度全景画像，进行标杆案例解读，分析行业共性短板与突破方向，形成企业全球化发展路线图及行动建议



权威公信力背书
依托头豹、沙利文及深圳机器人协会全球产业研究积淀，为企业 提供第三方验证；入选全球创新案例库，助力企业拓展国际视野，加速全球化布局



市场地位确认
依托头豹行业研究能力，确认企业 在全球机器人产业市场地位， 强化品牌影响力与市场竞争优势



资源对接
海外客户、渠道商和投资机构资源对接，搭建国际合作桥梁，助力企业拓展全球市场

01. 申报节点
2026年9月7日 全面开放申请通道

02. 评审期
9月14日-24日 多维度交叉评估

白皮书发布
2026年10月30日（初拟）

联系方式
陈夏琳Sharlin.chen@leadleo.com