



国内气凝胶行业研究专题报告案例

编制单位：北京尚普华泰工程咨询有限公司

联系电话：010-82885739 传真：010-82885785

邮编：100083 邮箱：hfchen@shangpu-china.com

北京总公司：北京市海淀区北四环中路 229 号海泰大厦 11 层

网址：<https://www.sunpul.cn>

一、气凝胶分类

1、材料分类

气凝胶可分为无机气凝胶、有机气凝胶、混合气凝胶和复合气凝胶。常见的气凝胶主要是硅气凝胶、碳气凝胶和二氧化硅气凝胶，新进发展的气凝胶主要是氧化石墨烯气凝胶、富勒烯气凝胶和纤维/二氧化硅气凝胶。

图表 1：气凝胶材料分类

无机气凝胶	有机气凝胶	混合气凝胶	复合气凝胶
<ul style="list-style-type: none"> • 氧化物 • 氟化物 • 碳化物 • 混合氧化物 	<ul style="list-style-type: none"> • 醛系 • 脲衍生物 • 聚合物 • 碳类 	<ul style="list-style-type: none"> • 有机+无机 	<ul style="list-style-type: none"> • 纤维增强气凝胶 • 其他复合气凝胶

目前国内最常使用的气凝胶材料为 SiO₂ 气凝胶。根据 Allied Market Research 及西部证券研报数据，从市场占比来看，SiO₂ 气凝胶市场占比约为 70%。

.....

2、应用领域

图表 2：气凝胶应用领域

应用领域	具体应用
石化	石油开采、管线保温、炼化装置
建筑	墙体保温、建筑管道、节能玻璃、保温涂料
交通	动力电池保温、汽车阻燃等
军工	飞机、舰船、坦克等军工设备
航天	空间站、探测器、运载火箭等

二、生产工艺

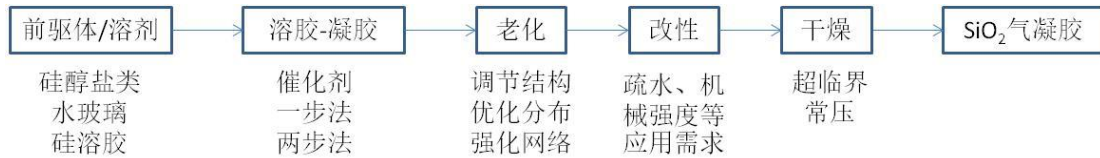
1、关键技术突破

从国内气凝胶技术发展历程来看，2012 年国内首套 1000L 超临界二氧化碳气凝胶干燥设备的生产，标志着国内气凝胶实现规模化量产，这也成为 2014 年开始国内气凝胶材料及制品产量开始快速扩大的产业化基础。

2、工艺流程

气凝胶的制备通常由溶胶凝胶过程和干燥处理过程。构成二氧化硅气凝胶的制备过程首先要得到二氧化硅凝胶，再通过干燥手段使气体取代凝胶中的液相从而形成气凝胶。

图表 3：气凝胶常规工艺流程



从生产原料区分工艺有两种。一种使用无机硅源，包括水玻璃（硅酸钠）和四氯化硅，另一种使用有机硅源，包括正硅酸甲酯（TMOS，又称四甲氧基硅烷）和正硅酸乙酯（TEOS，又称四乙氧基硅烷）等功能性硅烷。

有机硅源纯度高，工艺适应性好，可以适配超临界干燥以及常压干燥工艺，但有机硅元作为原料的缺陷是价格高，目前国内外采用超临界干燥工艺的企业基本上都是采用有机硅源。无机硅源相对更加廉价，但长期以来应用较少。一方面是由于无机硅源只能应用于常压干燥技术，常压法发展还较不成熟；另一方面，以水玻璃为硅源的气凝胶制备过程中需要大量水洗凝胶中的钠盐，而钠盐的水溶液难分离，造成大量的废水难以处理，处理不当可能会造成大面积的土地盐碱化。因此，目前最主流产业化生产路线是正硅酸酯为原料结合超临界干燥工艺的生产过程。

图表 4：有机硅源及无机硅源工艺对比

两种硅源		优势	劣势
有机硅源	正硅酸甲酯	纯度高，可同时满足超临界干燥以及常压干燥	有机溶剂成本高，价格波动较大
	正硅酸乙酯		
	其他烷氧基硅烷		
无机硅源	水玻璃	成本低，来源广泛	生产过程需要大量水洗和有机溶剂置换，劳动强度大、制备周期长，污染高。
	四氯化硅	多晶硅的副产物	

从生产干燥工艺上区分，可分为超临界工艺和常压工艺。其中有机硅源可同时满足超临界和常压工艺，无机硅源一般只能使用常压工艺。

其中超临界干燥具体还可细分为二氧化碳超临界和酒精超临界。

图表 5：不同干燥工艺对比

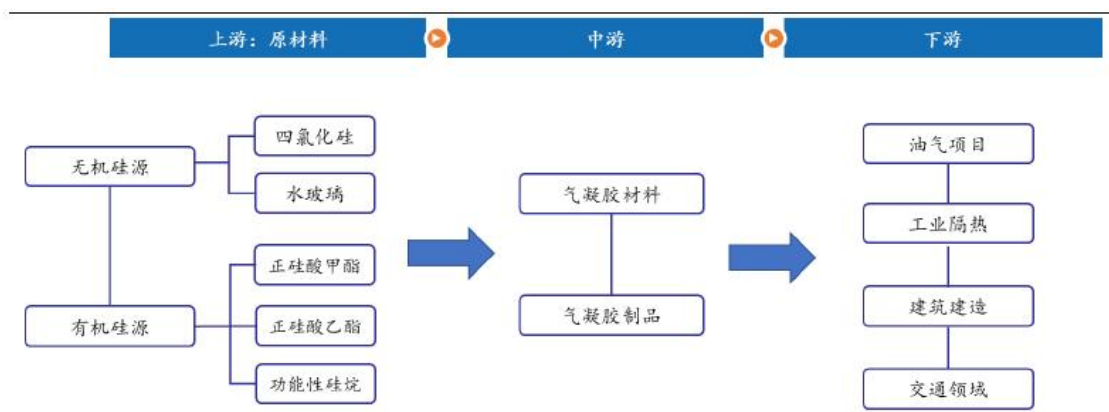
干燥路线对比	CO ₂ 超临界	酒精超临界	常压
设备	高压釜、设计制造复杂	高压釜、设计制造复杂	常压设备，设计制造较为简单
	制造及运行成本高、折旧高	制造及运行成本高、折旧高	制造及运行成本低、折旧低
	反应条件危险系数高	反应条件危险系数最高，需要加装安全设备	反应条件危险系数相对较低
原料	有机硅源、价格高	有机硅源、价格高	有机或无机硅源，灵活
工艺	电耗高，技术成熟，对设备系统要求高	电耗高，技术成比较熟，对设备系统要求高	电耗低，技术不成熟，对配方设计和流程组合优化要求高
产品	纯度高，应用于各种气凝胶	纯度高，应用于各种气凝胶	仅能应用于 SiO ₂ 气凝胶

在气凝胶的合成过程中，干燥步骤具有较强的技术壁垒，干燥技术路线的选择直接影响气凝胶性能。当前国内三种干燥路线并行发展，包括二氧化碳超临界干燥、乙醇超临界干燥和常压干燥。由于二氧化碳超临界干燥技术综合性能最佳，目前大多数产能以二氧化碳超临界干燥为主，采用二氧化碳超临界干燥路线的企业在当前阶段具有一定优势。

三、产业链介绍

根据生产工艺划分，气凝胶整体产业链可划分为上游原材料，中游制造和下游应用行业。

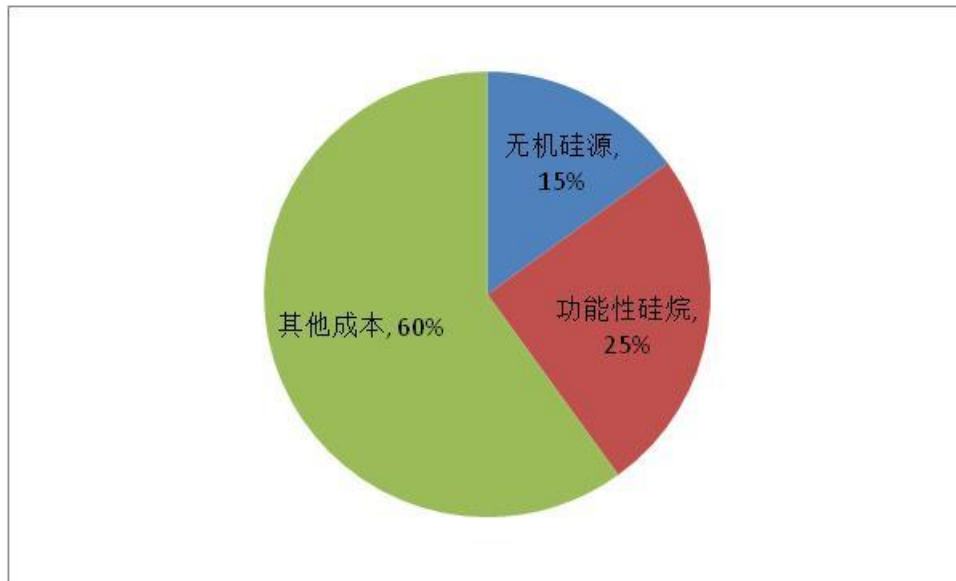
图表 6：气凝胶行业产业链



1、上游：有机硅源价格高昂，未来供应将逐渐紧张

气凝胶的生产成本主要集中在原材料硅源、设备折旧以及能耗方面。

图表 7：气凝胶行业生产成本分布

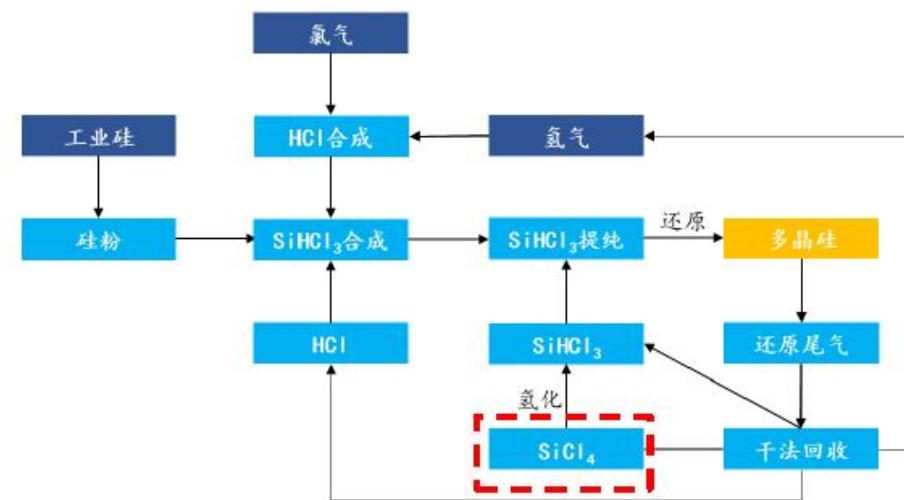


数据来源：华安证券

(1) 无机硅源

无机硅源包括四氯化硅和水玻璃，四氯化硅大部分为多晶硅副产物，随着多晶硅料扩产计划的启动，将带动四氯化硅产量的增长，从而为气凝胶提供充足原材料，但无机硅源杂质较多，去除杂质的工艺较为繁琐，制作出的气凝胶质量较差，现在业内基本采用有机硅源。但需要看到，一旦无机硅源常压合成气凝胶出现突破性进展，上游原材料对气凝胶行业的影响将大大降低。

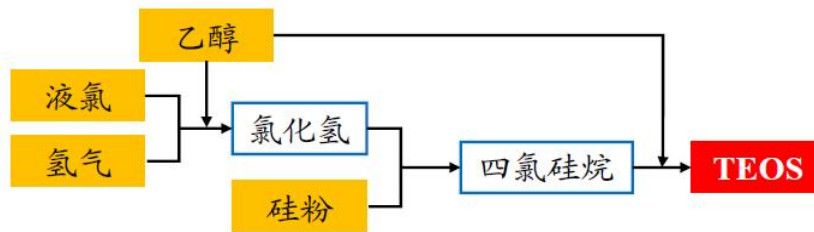
图表 8：多晶硅生产工艺流程



(2) 有机硅源

有机硅源包括正硅酸甲酯、正硅酸乙酯等功能性硅烷，成本占比约 20-30%，2019 年正硅酸乙酯市场价格约 12000-13000 元/吨，但近年来受到国家供给侧结构性改革、安全和环保政策持续收紧、中美经贸摩擦、和疫情等因素，2021 年正硅酸乙酯的市场价格已上升到 23000-28000 元/吨。未来，由于光伏产业蓬勃发展，对正硅酸乙酯将有大量需求，正硅酸乙酯在气凝胶领域将出现供应紧张的问题，价格将保持高位，成为气凝胶市场的一大痛点。

图表 9：正硅酸乙酯生产工艺



合成正硅酸乙酯的主要原料是四氯硅烷，国内气凝胶用烷氧基硅烷的生产企业分布主要集中在四川、江苏、江西、浙江、山东、湖北等地，与气凝胶生产企业配套能力差，距离遥远，运输成本高。同时生产规模普遍每年 2000-10000 吨的水平，与国际上万吨级规模存在差距。并且大多数是有机硅的副产品，专业厂家较少。这些也在一定程度上制约了原材料供应。

2、下游：下游应用较为广泛，新能源汽车将成为气凝胶行业新增长点

由于气凝胶技术近年来才逐渐进步，目前大多数应用领域仍处于气凝胶推广的早期及成长期，能源、建筑建造、交通运输、化工管道等领域发展较快。未来国内气凝胶将主要应用于建筑节能、石油石化、交通运输、电力工业等领域。

四、气凝胶市场规模

1、市场规模

中国气凝胶市场起步较晚，目前仍处于早期发展探索阶段。但得益于国家新型材料引导政策，我国气凝胶技术研发速度和市场规模都快速提升。

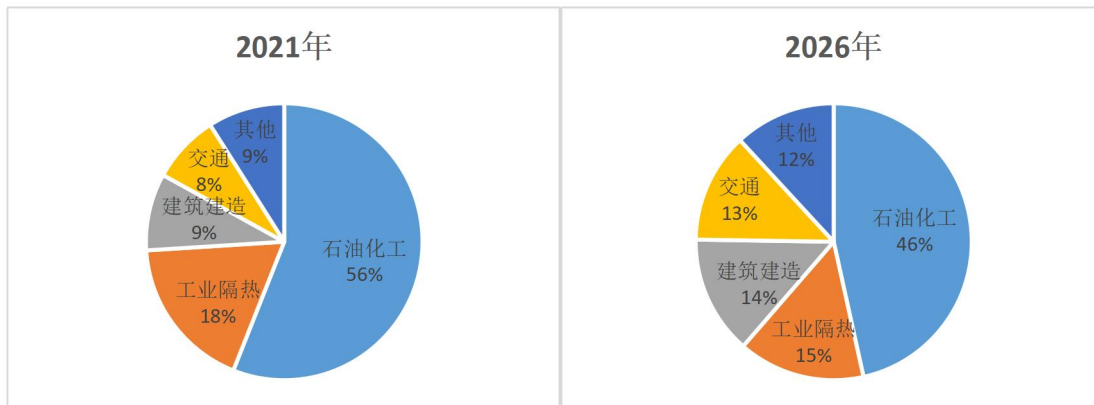
根据气凝胶行业业内访谈资料，2021 年我国气凝胶材料的产量约为 700-800 万平方米。

2、市场分布

2021 年，全球气凝胶下游市场分布中，占比最多的为石油化工行业，约占到气凝胶下游市场的 56%，其次是工业隔热占约 18%，建筑制造占比近 9%，交

通运输领域占比 8%左右。根据 IDTechEX Research 的数据显示, 预计 2026 年气凝胶下游需求市场中石油化工有限公司占比将减少至 47%, 建筑建造占比将提升至 14%, 交通运输领域占比将提升至 13%。

图表 10: 全球气凝胶市场应用领域发展



数据来源: IDTechEX Research

国内气凝胶下游市场分布与全球分布大致相同, 但在新能源领域的占比会稍高于全球。根据埃力生 2021 年的销售情况, 石油石化领域占 40%、工业隔热领域占 20%、新能源汽车领域占 25%, 其他领域占比 15%。

根据行业内专家访谈信息整理, 2021 年国内气凝胶材料市场, 石油石化领域占 43%、工业隔热领域占 20%、建筑领域 8%、新能源汽车领域占 20%, 其他领域占比 9%。

图表 11: 2021 年国内气凝胶材料市场分布



五、气凝胶主要生产企业

1、产能情况

目前国内气凝胶行业主流企业包括埃力生高新科技有限公司、爱彼爱和新材料有限公司、纳诺科技等。整体来看，我国的气凝胶产业在逐渐摆脱之前的产品结构低端化严重，产品成本优势不明显等劣势，行业的规模扩张进程加快。现阶段其气凝胶产品下游主要集中在油气、工业管道保温领域，地域分布主要集中在广东、山西、河北、河南、江苏、浙江、山东、湖北、贵州、重庆等地。

图表 12：我国主要气凝胶生产企业生产情况

厂商名称	2021 年产能情况 (万 m ²)	2025 年产能情况 (万 m ²)	2021 年销售额 (万元)	主要下游领域	新能源领域产品售价 (元/ m ²)
广东埃力生					
爱彼爱和					
金纳科技					
岩谷科技					
航天海鹰					
纳诺科技					
航天乌江					
华陆科技					
合计					

数据来源：尚普整理

2、产能利用率

由于我国对气凝胶材料的定制化需求较多，因此各厂商的产能储备一般较高，以满足高峰时段的突发需求。以 2021 年为例，气凝胶实际产量约为 800 万平方米，产能利用率约为 30%。

3、工艺路线

目前国内大规模量产企业均为二氧化碳超临界工艺，其中纳诺科技曾尝试过常压工艺。另外厦门纳美特等小规模企业有部分使用酒精超临界工艺。

六、气凝胶未来市场规模

1、能化领域

在能化领域，气凝胶凭借极佳的隔热保温性能可以作为外保温材料，如蒸馆塔、反应管道、储罐、泵、阀门、天然气和 LNG 液化气管道、深海管道等等。在高温蒸汽、导热油或流体介质管线外包裹气凝胶，一方面减少了管道暴露损失热量，另一方面这些区域往往受到重量、空间的限制，需要保温材料轻量又轻薄，气凝胶是唯一完美契合的材料。主要应用于油气管道、供热管道的保温。

2021 年国内石化能源领域气凝胶市场规模约为 3.2 亿元，预估 2025 年可以达到 18 亿元。

图表 13：2021-2025 年国内油气管道气凝胶材料行业市场规模

国内	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
国内油气管道里程数（万 km）					
其中新增油气管道里程（万 km）					
存量管道替代比例					
新增管道替代比例					
单 km 气凝胶用量（平方米）					
油气管道气凝胶用量（万平方米）					
单价（元/平方米）					
市场规模（万元）					

数据来源：国家统计局、西部证券研报、尚普整理

图表 14：2021-2025 年国内供热管道气凝胶材料行业市场规模

国内	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
国内供热管道里程					
其中新增供热管道里程（万 km）					
存量管道替代比例					
新增管道替代比例					
单 km 气凝胶用量（平方米）					
供热管道气凝胶用量（万平方米）					
单价（元/平方米）					
市场规模（万元）					

数据来源：国家统计局、西部证券研报、尚普整理

能化领域是目前气凝胶材料主要的应用市场，根据 Aspen Aerogel 19 年年报预测，能化领域的全球市场空间约 31 亿美元。

2、工业领域（工业隔热）

工业隔热领域主要是替代岩棉用于各类管线保温，根据实验数据，20mm 气凝胶毡保温层保温隔热效果已经远超 64mm 岩棉保温材料。2021 年国内工业隔热领域气凝胶材料市场规模约为 1.6 亿元，预估 2025 年可以达到 8.8 亿元。

图表 15：2021-2025 年国内工业隔热领域气凝胶材料行业市场规模

国内	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
工业管道岩棉消费（万吨）					
工业管道岩棉消费（万立方米）					
折算工业管道气凝胶消费（万立方米）					
折算工业管道气凝胶消费（万平方米）					
渗透率					
工业管道气凝胶消费（万平方米）					
单价（元/平方米）					
市场规模（万元）					

数据来源：国家统计局、西部证券研报、尚普整理

3、建筑领域

在建筑领域，房屋门窗、墙壁的隔热保温正越来越被重视。现有的保温材料或隔热能力不够理想，或达到理想效果厚度太厚、太重，也有一些隔热能力较好的材料但阻燃能力不佳，容易引发房屋火灾。而气凝胶既可以作为现有保温材料的升级替代，同时兼顾防火、隔声等功能，有望颠覆建筑保温材料现有格局。



气凝胶在建材领域主要应用于墙体保温材料、保温涂料以及节能玻璃中，面向新建建筑和既有建筑节能改造两大场景。我国日渐完善的建筑能耗标准和逐步建立的建筑节能运行监管体系将推动建筑墙体保温材料行业快速发展。

2021 年国内建筑领域气凝胶市场规模约为 0.72 亿元，包括墙体、建筑管道、节能玻璃等，其中墙体占主要规模。预估到 2025 年仅外墙节能部分气凝胶市场规模约为 3.09 亿元，按照建筑外墙隔热在建筑航行业市场占比 50% 计算，整体建筑行业气凝胶市场规模约为 4.64 亿元。

图表 16：2021-2025 年国内新能源行业气凝胶材料行业市场规模

国内	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
建筑业新开工面积（亿平米）					
新增外墙面积					
节能比例					
新增节能外墙（亿平米）					
存量住宅面积（亿平米）					
存量外墙面积					
节能改造比例					
存量节能外墙（亿平米）					
节能建筑外墙（亿平米）					
气凝胶渗透率					
节能外墙气凝胶用量（万平方米）					
单价（元/平方米）					
建筑外墙保温市场规模（万元）					
建筑气凝胶市场整体规模（万元）					

数据来源：国家统计局、西部证券研报、尚普整理

4、在新能源汽车领域市场情况

（1）市场应用

在交通领域，气凝胶材料主要应用在汽车防火隔热保温降噪层，大容量电池组防火防水保温盒，危险化学品运输车、液化天然气运输船等特种运输工具的保温防火层，高铁和地铁车体保温隔热降噪防火层等。在交通事故引发的火灾中，着火点一般集中在发动机仓位置。在发动机仓和驾驶舱之间加一层气凝胶防火隔离墙，可以阻隔火势蔓延到驾驶舱中。

气凝胶以其隔热保温、寿命长、更安全等优势可应用于多种交通细分领域，包含汽车、高铁、地铁及轮船等：




1) 在汽车领域，气凝胶可应用于构造小客车防火隔离墙、替代大客车防火保温层等；

2) 在高铁和地铁领域，气凝胶主要作为保温材料来达到保温降噪的作用；

3) 在轮船领域，气凝胶主要应用于轮船锅炉及 LNG 船舶管道及罐体保温方面。

而新能源汽车作为交通领域的细分赛道将成为气凝胶行业新增长点。根据北京理工大学数据统计，2019 年由于电池问题引起的新能源车起火的占比达 61%，电池问题包含电池的热失控和易燃电解质发生泄漏等。气凝胶以其高温耐受能力强、阻燃性能优异、环保性能好等优势，在解决高温环境三元电池热失控扩散方面，得到了关键电池路线的认可，是锂电隔热的首选材料。

图表 17：不同厂商电池隔热材料选择

电芯类型	圆柱	方形	软包
典型代表	特斯拉	宁德时代	通用
方案	蛇形管围绕电芯通冷却液	电芯之间放置气凝胶	电芯之间放置冷却片和泡棉
实物			

资料来源：OFweek 锂电网，华安证券

(2) 整体市场规模

我国新能源汽车行业一直处于高速增长期，2021 年中国新能源汽车产量达 354.5 万辆，较 2020 年增加了 217.90 万辆，同比增长 159.52%，占全国汽车总产量的 13.59%。从新能源汽车销量来看，2021 年中国新能源汽车销量达 352.1 万辆，较 2020 年增加了 215.40 万辆，同比增长 157.57%，占汽车总销量的 13.40%。

图表 18：2014-2021 年中国新能源汽车产量情况

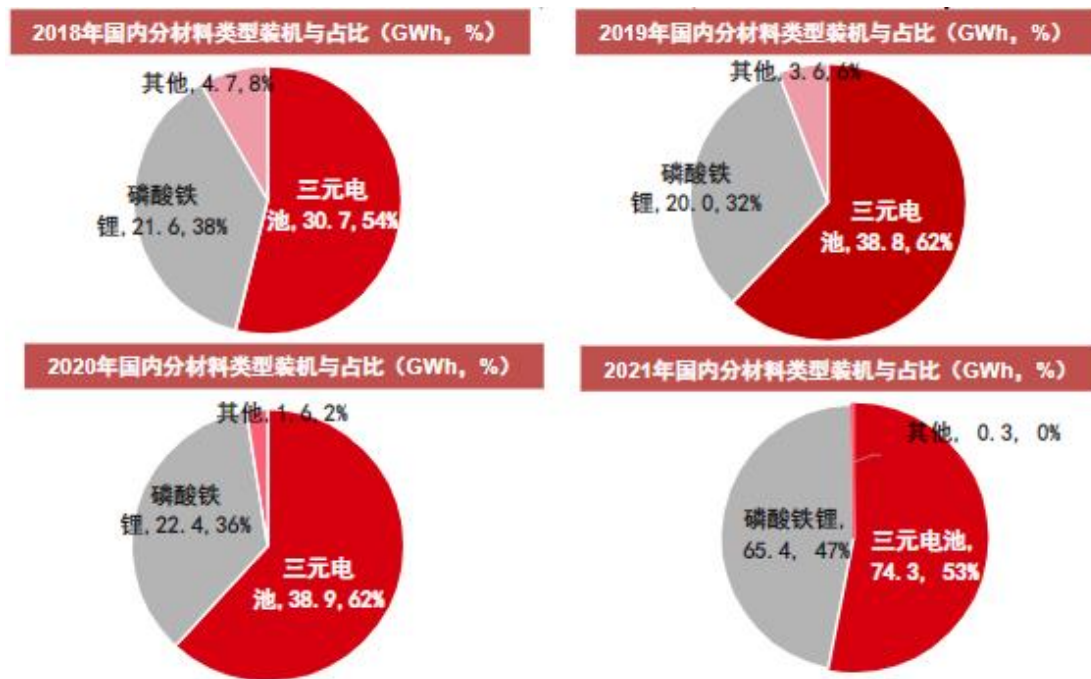


数据来源：汽车工业协会

根据《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》要求，到2025年时，新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的20%左右，同时工业和信息化部副部长辛国斌表示，按照规划每年的年复合增长率必须达到30%以上，则到2025年我国新能源车产销量预计在1000万辆。

根据高工锂电数据，2021年国内动力电池装机量为140GWh，按车型分类，新能源乘用车的电池装机量为122.7GWh，占比87.6%；按电池材料分类，三元电池装机量为74.3，占比53.1%。则假定新能源乘用车中三元电池的装机量也约为53.1%。

图表 19：2018-2021 年三元电池装机量均在 50%以上



数据来源：高工锂电

另外根据中国化学与物理电源行业协会数据，2020年中国新能源汽车动力锂离子电池装机量为63.3GWh，其中三元电池装机量为39.7GWh，占比62.7%。综合来看，三元电池在新能源汽车中的占比约为55-60%。

尽管磷酸铁锂技术仍在不断发展（比如比亚迪的超级磷酸铁锂刀片电池），但存在明显性能天花板。未来随着新能源汽车对于续航能力等要求不断提高，为了匹配新能源乘用车市场的需求，国内龙头电池企业仍将加紧研发三元高镍技术，提高三元电池安全性能。三元电池因为自身高能量密度、良好的稳定性与循

环性等性能优势，在新能源汽车市场中的核心地位不会发生明显改变。因此保守预计到 2025 年装载三元电池的新能源汽车占比仍将保持 60% 以上。

而未来 400km 续航里程以上的车型市场将主要搭载三元高镍电池，预计到 2025 年三元高镍电池的占比将达 40%。高续航能力的电动车更注重品质保障，成本敏感性更低，基本将采用气凝胶这一优秀的隔热材料，气凝胶在三元高镍电池新能源汽车中的渗透率以 80% 估算。

根据行业标准，每辆新能源汽车约需要 2 平方米的气凝胶复合材料，则按照新能源车产量和三元高镍电池渗透率计算，2025 年新能源车领域中国气凝胶潜在市场需求约为 1012 万辆*40%*80%*2 平方米/辆=648 万平方米。则按照 110 元/平方米计算，市场规模为 7.12 亿元。

图表 20：2021-2025 年国内新能源行业气凝胶材料行业市场规模

国内	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
国内新能源汽车产量（万辆）					
高镍三元渗透率					
单车用量（平方米/辆）					
新能源气凝胶用量（万平方米）					
单价（元/平方米）					
新能源市场规模（万元）					

数据来源：尚普整理

（3）宁德时代市场规模

.....

4、总量需求

根据上述测算，2025 年国内气凝胶材料行业整体需求量约为 4052 万平方米，整体市场规模约为 42.37 亿元。

图表 21：2021-2025 年国内气凝胶材料行业需求量（万平方米）

国内	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
能化领域					
工业隔热					
建筑领域					
新能源领域					
其他领域					
合计					
YOY					

数据来源：尚普整理

图表 22：2021-2025 年国内气凝胶材料行业需求量（万元）

国内	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
能化领域					
工业隔热					
建筑领域					
新能源领域					
其他领域					
合计					
YOY					

数据来源：尚普整理

七、行业发展趋势

从需求角度，根据现有市场预测，到 2025 年国内气凝胶材料市场应用领域变化不大，仍然为能化、工业隔热、建筑、新能源为核心领域，气凝胶企业应相对均衡发展。

从供应角度，2025 年市场需求量预测已达到 4000 万平方米，并且本次行业研究预测均从实际产品端倒推，从生产角度，可能会存在提前生产、提前备货的情况，实际需求爆发有可能会相对提前。现有头部企业至 2025 年产能预估为 4850 万平方米，产能负荷率已超过 80%，不符合气凝胶行业高产能储备应对爆发性需求的通常做法，因此有能力企业可考虑一定程度的扩产。

尚普华泰咨询各地联系方式

北京总部：北京市海淀区北四环中路 229 号海泰大厦 11 层

联系电话：010-82885739 13671328314

河北分公司：河北省石家庄市长安区广安大街 16 号美东国际 D 座 6 层

联系电话：0311-86062302 15130178036

山东分公司：山东省济南市历下区东环国际广场 A 座 11 层

联系电话：0531-61320360 13678812883

天津分公司：天津市和平区南京路 189 号津汇广场二座 29 层

联系电话：022-87079220 13920548076

江苏分公司：江苏省南京市秦淮区汉中路 169 号金丝利国际大厦 13 层

联系电话：025-58864675 18551863396

上海分公司：上海市浦东新区商城路 800 号斯米克大厦 6 层

联系电话：021-64023562 18818293683

陕西分公司：陕西省西安市高新区沣惠南路 16 号泰华金贸国际第 7 幢 1
单元 12 层

联系电话：029-63365628 15114808752

广东分公司：广东省广州市天河区珠江新城华夏路 30 号富力盈通大厦
41 层

联系电话：020-84593416 13527831869

重庆分公司：重庆市渝中区民族路 188 号环球金融中心 12 层

联系电话：023-67130700 18581383953

浙江分公司：浙江省杭州市上城区西湖大道一号外海西湖国贸大厦 15 楼

联系电话：0571-87215836 13003685326

湖北分公司：湖北省武汉市汉口中山大道 888 号平安大厦 21 层

联系电话：027-84738946 18163306806