

# 碳化硅 行业简析报告

2025

THE BRIEF MARKET ANALYSIS REPORT ON SILICON CARBIDE



# 01. 行业定义：第三代半导体主流材料

- 碳化硅是一种由碳和硅元素组成的化合物材料，具有较高硬度和优异的物理化学性能。碳化硅材料拥有耐高压、耐高频、高热导性、高温稳定性、高折射率等特点，可作为诸多行业实现降本增效的关键性材料。
- 碳化硅材料率先促进半导体行业变革，并开始在更多领域渗透并和硅基技术相互补充。相较硅基半导体，以碳化硅和氮化镓为代表的宽禁带半导体从材料端至器件端的性能优势突出，具备高频、高效、高功率、耐高压、耐高温等特点，是未来半导体行业发展的重要方向。
- 当前半导体材料市场主要由第一代半导体材料硅(Si)及第三代半导体材料氮化镓(GaN)和碳化硅(SiC)主导。2024年，硅占据市场份额的83.4%，碳化硅约占15.1%，氮化镓则约占1.5%。

## 半导体材料的发展进程



数据来源：公开数据整理；嘉世咨询研究结论；图源网络

## 02. 行业发展：从技术突破到产业化，未来将进入全球扩张周期

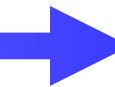
- 2008年之前，碳化硅产业尚处于萌芽阶段，其发展源于关键技术的突破。1978年，PVT晶体生长法成功改良，以此为基础，20世纪80年代末至2000年初，CREE等公司推动其初步产业化。2001年，英飞凌推出首款商用SiC二极管，正式开启商业化应用。
- 步入21世纪10年代，技术成熟度大幅提升，产业进入培育期。SiC MOSFET实现量产，应用领域拓展至光伏、工业驱动等市场；英飞凌、CREE推出一系列SiC FET产品，2014年，CREE量产了SiC IGBT。
- 2018年，特斯拉Model 3大规模采用SiC模块，这一标志性事件极大提振行业信心，直接引爆市场需求。2020年至今，行业进入全球快速扩张与竞争新阶段，产能竞赛加剧，晶圆尺寸向8英寸迈进，

### 碳化硅行业的发展历程

#### 萌芽期(1980-2007)

#### 培育期 (2008-2015)

#### 发展期 (2016-至今)



- 1987年CREE建设第一条SiC产线，1998年推出GAN-ON-SiC。
- 2001年英飞凌推出首款商用SiC二极管。
- 2005年，CREE生产4英寸SiC。
- 2006年，Si/SiC混合模组诞生。

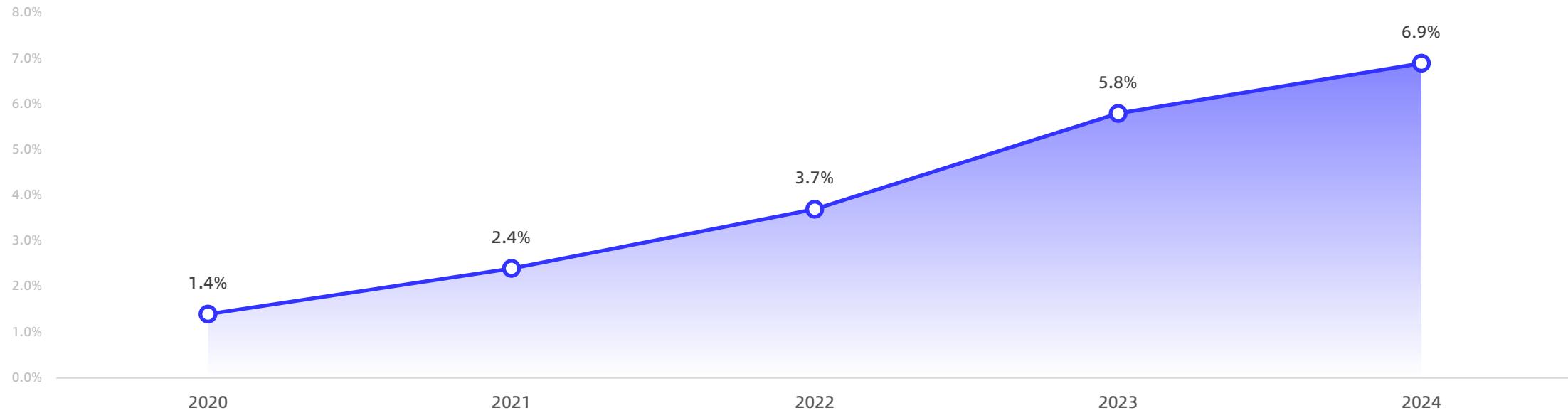
- 2008年发布了第一个增强型SiCFET。
- 2011年CREE、ROHM量产SiC MOSFET，碳化硅推进产业化。
- 2012年英飞凌发布1200V的SiCFET。
- CREE 6英寸SiC产品量产。
- 2015年ROHM量产1200V SiC产品。
- 8英寸SiC晶圆诞生，SiC进入8英寸时代。

- 意法半导体推出汽车级SiC产品，SiC进入汽车领域应用。
- 2017年，ROHM推出高可靠1700V SiC产品，SiC持续向高功率发展。
- 2018年特斯拉大规模采用SiC模块，推动SiC在新能源汽车渗透。

## 03. 行业前景：下游各行业替代硅基，低渗透率下未来空间广阔

- 2020年至2024年，碳化硅功率半导体器件市场迅猛增长。其于全球功率半导体器件市场的渗透率，由1.4%跃升至6.5%，预计2030年将达22.6%。当前行业尚处早期，未来渗透率提升空间广阔。碳化硅渗透率攀升主要得益于碳化硅器件在各行业的广泛应用，尤其是xEV与光伏领域。
- 2020年至2024年，应用于xEV的碳化硅功率半导体器件全球收入，复合年增长率高达65.1%；而2024年至2030年，该领域复合年增长率仍保持36.1%的高位。光伏储能、电网、轨道交通领域，碳化硅用量亦稳步增长，未来预测期内，复合年增长率将分别达27.2%、24.5%及25.3%。家用电器、低空飞行与数据中心等新兴应用领域，碳化硅功率半导体器件展现出更快增速，全球收入预测复合年增长率预计达39.2%。随着下游各领域逐步采用碳化硅替代硅基功率半导体，未来行业前景一片光明。

### 碳化硅渗透率

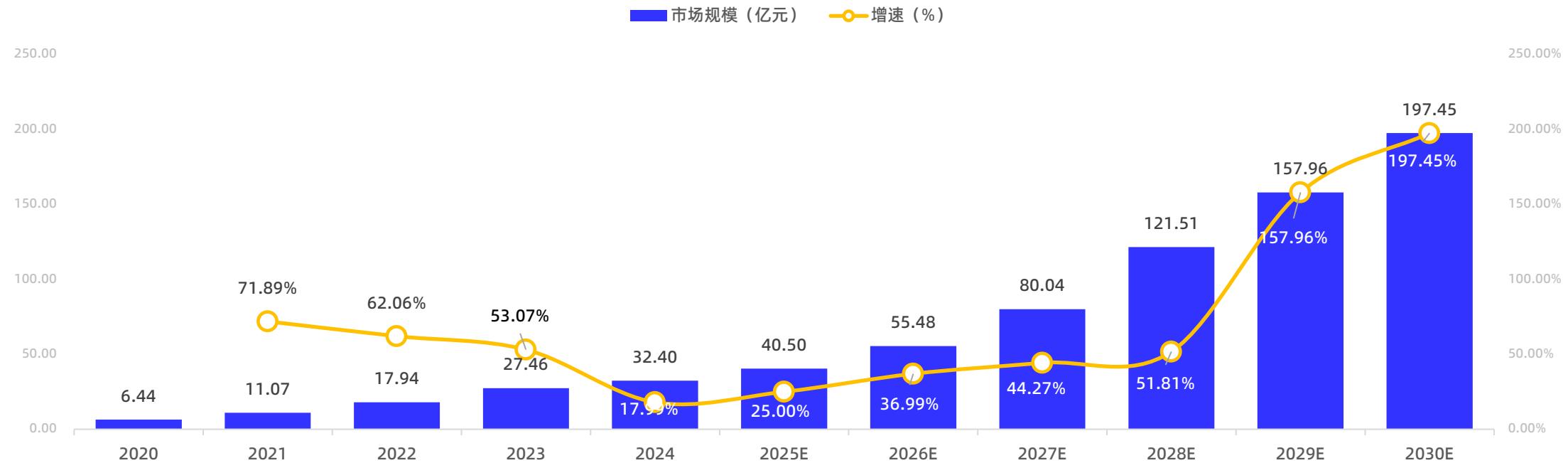


数据来源：公开数据整理；嘉世咨询研究结论；图源网络

## 04. 行业规模：下游需求旺盛，未来有望突破190亿美元

- 2020年，全球碳化硅市场规模仅6.44亿美元。此后，新能源汽车续航提升、充电加速，推动高功率碳化硅替代传统功率半导体。同时，向太阳能、风能等可再生能源系统的转型，促使逆变器及电网基础设施对碳化硅元件需求大增。
- 碳化硅半导体能量转换效率卓越，能降低系统损耗，是太阳能逆变器、风力涡轮机转换器及储能系统等应用的理想之选。下游核心应用需求旺盛，驱动行业快速增长，2024年规模扩至32.4亿美元。未来，数据中心、家用电器、低空飞行等新兴领域需求爆发，叠加新能源在主要领域持续渗透，行业有望在2030年突破190亿美元。

2020-2030E碳化硅市场规模及增速（亿元；%）

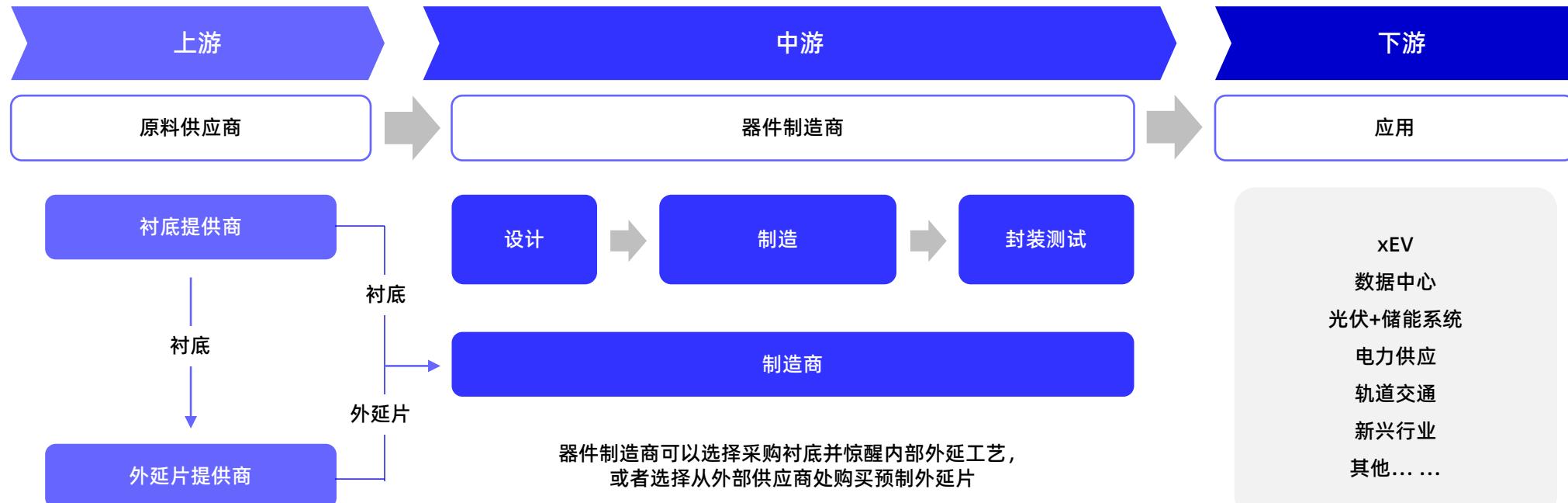


数据来源：公开数据整理；嘉世咨询研究结论；图源网络

# 05. 产业链：上游衬底主导成本，中下游应用驱动增长

- 衬底制造商属于整个碳化硅半导体器件产业链的上游参与者。碳化硅衬底是指以碳化硅粉末为主要原材料，经过晶体生长、晶锭加工、切割、研磨、抛光、清洗等制造过程后形成的单片材料，是用于制作宽禁带半导体及其他碳化硅基器件的基础材料。这些衬底制造商是产业链中将原材料转化为可供下游参与者使用的衬底产品关键环节。
- 中下游包括器件制造商、代工制造商和终端应用。衬底经过外延生长后，被用于制造各种功率器件、射频器件等。这些器件广泛应用于新能源汽车、数据中心光伏及储能、电力供应、轨道交通及新兴产业等领域。

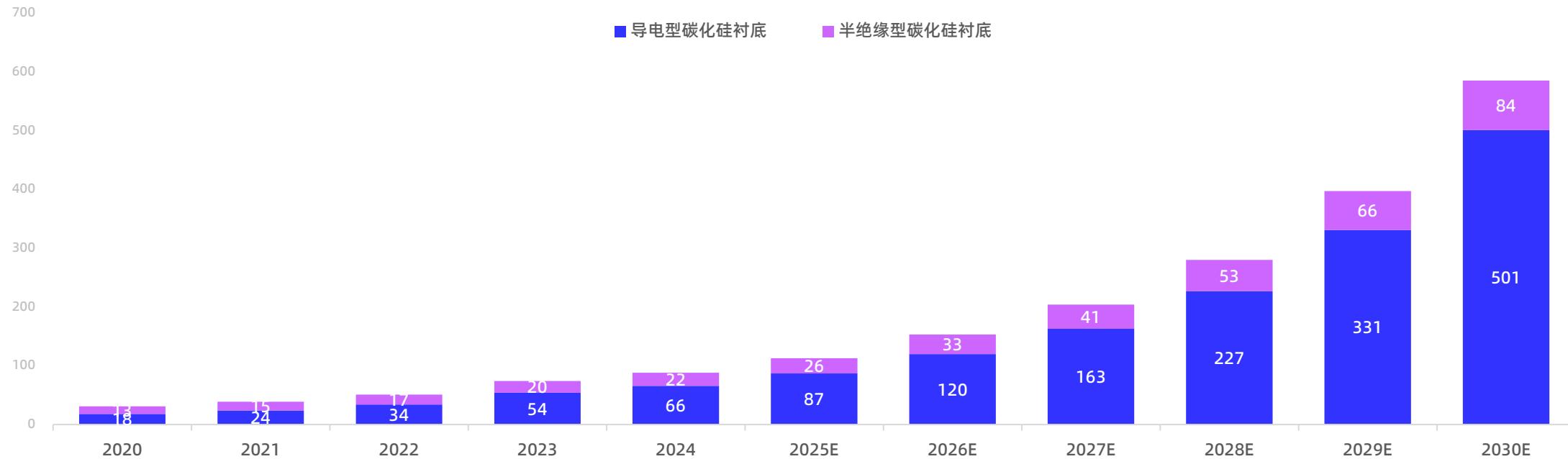
## 碳化硅产业链上下游



## 06. 上游：成本及价值量最大，衬底保持高速增长

- 在碳化硅器件制造流程中，由衬底与外延共同构成的“晶圆材料”环节，占据价值核心地位。此环节技术壁垒最高，且约占总成本的70%（其中衬底占比近半，约47%），其质量直接界定上游原材料规格标准，并从根本上限定下游SBD、MOSFET等最终器件的性能上限。
- 衬底产品方面，依碳化硅不同分类，可分为导电型与半绝缘型两类衬底材料。全球碳化硅衬底市场规模从2020年的30亿元人民币增至2024年的88亿元人民币，复合年增长率达30.86%。预计至2030年，市场规模将跃升至585亿元人民币，复合年增长率达37.1%，持续保持高速增长态势。

碳化硅衬底市场规模（十亿元）

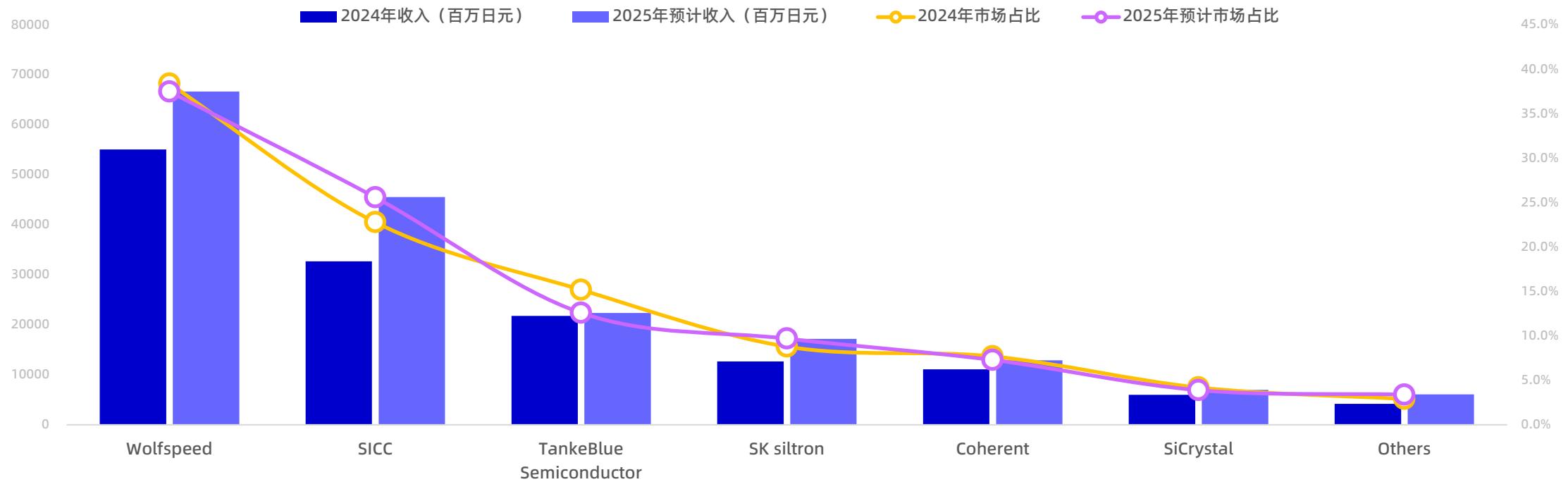


数据来源：公开数据整理；嘉世咨询研究结论；图源网络

## 07. 中游：全球被欧美大厂寡头垄断，国产化替代空间大

- 碳化硅中游器件领域护城河深厚，非轻易可复制之技术，需深厚技术积淀、长期工艺探索、巨额资本投入及强大人才团队方能攻克的系统性工程。故而，全球碳化硅器件市场格局高度集中，仍由海外巨头主导。
- 据富士经济数据，2024年美国依托Wolfspeed与Coherent占据领先，中国厂商（SICC、TankeBlue）已实现突破，稳居全球第一梯队。韩国巨头（SK siltron）及日欧联盟（ROHM/SiCrystal）则凭借集团优势奋力追赶。

2024年全球碳化硅衬底市场竞争格局

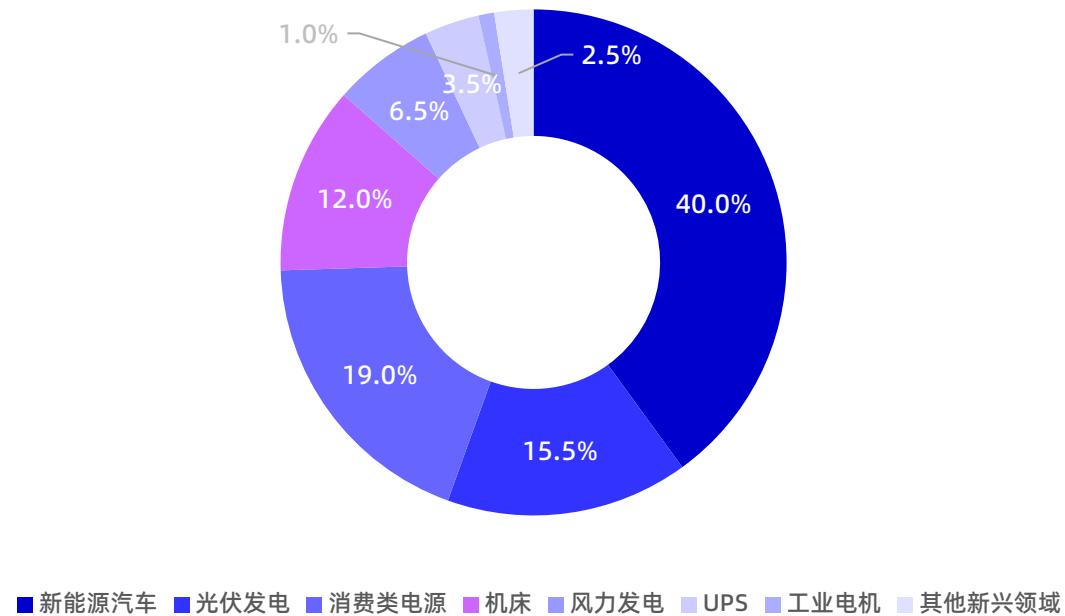


数据来源：公开数据整理；嘉世咨询研究结论；图源网络

## 08. 下游：新能源汽车应用最广泛，光伏、风电紧随其后

- SiC器件应用范畴广泛，涉及新能源汽车、充电桩、光伏、轨道交通及智能电网等领域。受5G、新能源汽车及数据中心等需求推动，市场正呈现高速发展态势。新能源汽车为最大应用领域（占比约40%），尤其在电机驱动与DC/DC转换等环节，节能效果显著。光伏、风电等新能源发电应用亦稳步拓展。数据中心、家电等新兴领域虽占比有限，但发展潜力巨大。
- 细分而言，中高压领域中，碳化硅基电力电子器件将持续渗透，新能源汽车仍为最大应用市场；低压小功率电源领域，包括LED驱动电源、电动工具电源、消费电源及D类音频等，GaN电力电子器件将成为主导，驱动市场新增长；中压领域，GaN与SiC电力电子器件在数据中心服务器、路由器及网络交换机中的应用正持续增长。

碳化硅下游应用市场结构



碳化硅材料在新能源汽车中的应用

主要应用	主要功能	碳化硅带来的关键效益
电机驱动 (主逆变器)	控制驱动电机	损耗降低 70%-90% 续航里程提升 10%
车载充电器 (OBC)	将交流电转为直流电 为电池充电	损耗降低 40% 充电速度更快
DC/DC 转换器	将高压电转为低压电 供车载设备使用	损耗降低 80%-90% 减少对续航的影响
其他部件 (空调压缩机等)	辅助系统供电与控制	提升系统效率与效能

# 09. 下游：数据中心、家电应用作为新兴领域，增长潜力大

- 下游所有应用的共同驱动力都是“提升能效”和“缩小体积/减轻重量”，碳化硅器件通过实现电源的高功率密度和高效率，恰好击中了现代科技发展在能源和环境方面面临的核心痛点，成为支持AI数据中心爆发式增长、降低其巨大能耗的关键技术解决方案，市场潜力巨大。同时，从新能源汽车、工业等对性能和效率极度敏感的领域开始，逐步向消费电子、家电等量大面广的领域渗透。

## 碳化硅材料在数据中心的应用

应用领域	核心优势	具体效益与市场前景
机架电源 (PSU) (特别是PFC电路)	更高开关频率 & 更低损耗 提升功率密度 & 转换效率	功率密度可达硅基器件的 2倍以上。 转换效率最高提升约 1%，减少能源浪费。
	提升能效，降低运营成本 (OPEX)。 支持高功率AI服务器的供电需求。	将现有供电系统效率从 85%-88% 进一步提升，减少高达 12%-15% 的能源浪费。在有限的机架空间内满足AI服务器更高的功耗要求。

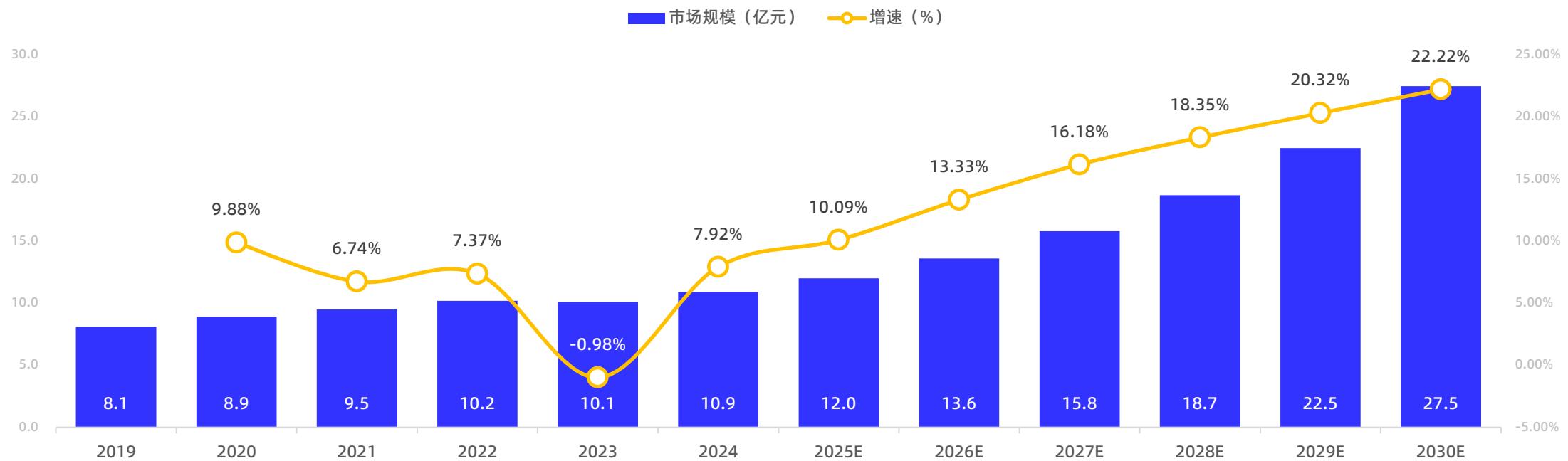
## 碳化硅材料在家用电器中的应用

应用领域	核心优势	主要应用部件
高功率家用电器 (空调)	提高能效，使产品更环保高效；提升功率密度，实现产品小型化；减少元件体积和成本 (散热器、磁性元件)	功率因数校正 (PFC) 电路 电机驱动、升压电路、高压电源
	未来拓展品类 (冰箱、洗衣机、微波炉、电磁炉、电烤箱、电饭煲、电视等)	潜力巨大，将更广泛应用

## 10. 下游：半绝缘体碳化硅，射频是主要应用

- 在无线通信领域，基于半绝缘型碳化硅衬底的碳化硅射频器件极为关键。其具备高功率、高效率及适配高频工作的特性，尤其适用于5G通信基站功率放大器，可显著提升信号覆盖质量与数据传输速率。
- 射频应用市场增长动力充沛，2024年，该市场规模达10.9亿美元。伴随5G技术普及，此类器件正加速替代传统LDMOS技术，预计2030年市场规模将达27.5亿美元，其间复合年增长率高达16.8%，彰显巨大市场潜力与发展速度。

半绝缘体碳化硅射频应用市场规模及增速（亿美元：%）

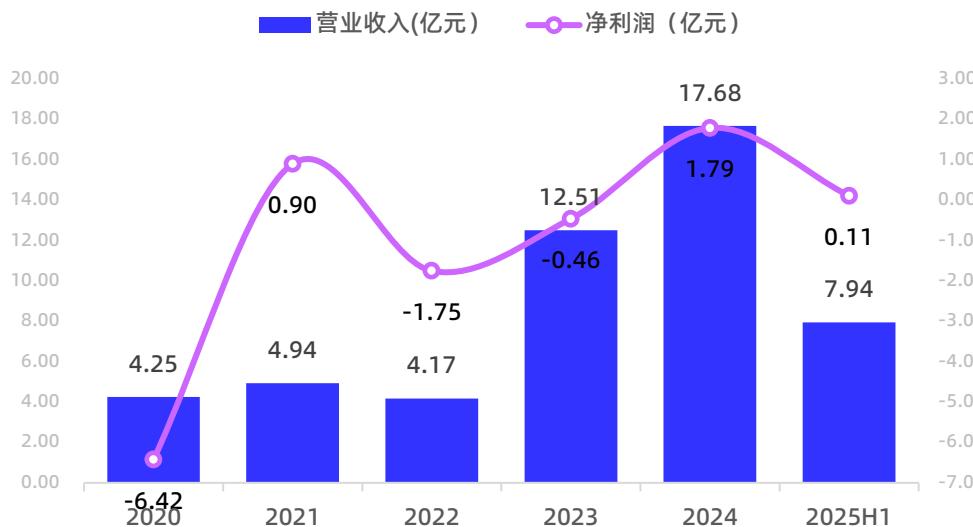


数据来源：公开数据整理；嘉世咨询研究结论；图源网络

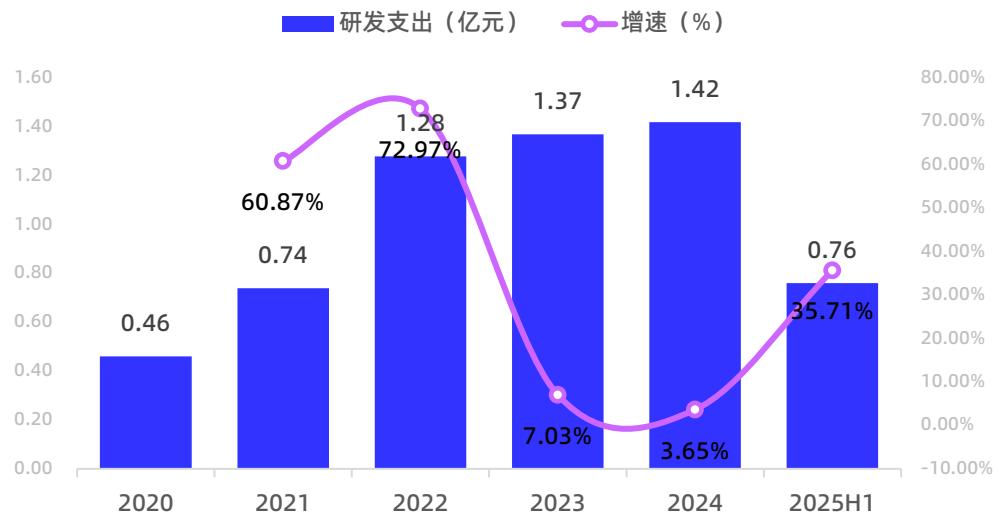
# 11. 企业案例：天岳先进，中国碳化硅衬底领军企业

- 天岳先进是全球领先的宽禁带半导体材料企业，主要产品包括导电型与半绝缘型碳化硅衬底，同时是全球少数能实现8英寸碳化硅衬底量产、率先完成2英寸至8英寸碳化硅衬底商业化的企业之一，也是率先推出12英寸碳化硅衬底的企业。
- 目前，公司已与全球前十大功率半导体器件制造商（按2023年收入计）中半数以上建立业务合作关系。碳化硅衬底经客户制成功率器件及射频器件后，最终应用于电动汽车、AI数据中心及光伏系统等多领域终端产品。
- 公司2020至2025年实现收入高速增长，从2022年4.17亿元大幅增长至2024年17.68亿元净利润达1.79亿元。通过持续研发投入保持技术领先，

天岳先进2020-2025H1营收及净利润（亿元）



天岳先进2020-2025H1研发支出及同比增速（亿元：%）



## 12. 企业案例：天科合达，中国碳化硅衬底标杆企业

- 北京天科合达半导体股份有限公司（简称“天科合达”）成立于2006年，由中科院物理研究所与天富集团联合发起设立，是国内首批专注于碳化硅（SiC）衬底研发、生产和销售的企业。公司总部位于北京，拥有北京研发中心及江苏、深圳等多个生产基地，产业布局覆盖碳化硅单晶炉制造、原料合成、单晶生长、衬底加工及外延制备全产业链，形成“设备-材料-衬底-外延”一体化能力，是全球少数具备碳化硅（SiC）衬底全产业链研发与规模化生产能力的企业之一，也是国内碳化硅半导体材料领域的标杆企业。
- 公司在碳化硅衬底技术上实现多代际突破：6英寸导电型衬底已实现规模化量产，占据国内主流市场；8英寸导电型衬底于2023年小批量量产，2024年北京二期项目投产后，8英寸年产能达13.5万片，晶体缺陷密度降至 $0.8/cm^2$ ，比肩国际一线水平；同时推进12英寸衬底研发，瞄准AI芯片、下一代新能源汽车等高端应用场景。
- 公司累计服务全球500余家客户，与比亚迪、英飞凌、芯联集成、华为、中芯国际、国家电网等头部企业形成了稳定合作关系，产品大量出口欧美、日本等20多个国家和地区，其产品广泛应用于全球主流新能源汽车、5G通信设备。

### 天科合达SiC衬底技术发展时间轴



# 13. 碳化硅行业未来发展的挑战

## 技术门槛高，缺陷控制难

碳化硅衬底的长晶环节技术壁垒极高，对温度和压力的控制要求极为苛刻。晶体生长过程中极易产生微管、位错等缺陷，这些缺陷会直接影响最终器件的性能和良率，是制约高质量、低成本量产的核心技术瓶颈。

01

## 国际竞争激烈，国产替代任重道远

全球碳化硅器件市场由意法半导体、Wolfspeed、英飞凌等欧美日巨头垄断，TOP6企业占据99%的市场份额。国内企业虽然在上游衬底领域有所突破，但全产业链能力尤其是高端器件设计制造方面仍较薄弱，国产化率不足1%，实现全面追赶和替代面临巨大压力。

03

## 成本压力巨大，降本需求迫切

衬底是碳化硅器件成本的大头，占比高达47%。目前原材料利用率低、长晶速度慢、生产能耗大，导致碳化硅器件的价格远高于传统硅基器件。如何通过技术改进（如向8英寸晶圆过渡）和规模效应来持续降本，是市场大规模渗透的关键挑战。

02

## 供需平衡与产能爬坡的挑战

下游需求（尤其是新能源汽车）爆发式增长，对上游衬底产能提出了极高要求。然而，衬底产能扩张周期长、难度大，易出现供需失衡风险。如何精准规划产能、高效爬坡，并应对可能出现的价格波动，是产业链各环节企业需要面对的经营挑战。

04

# 14. 碳化硅行业未来发展的机遇

## 市场渗透空间巨大，增长轨迹明确

碳化硅功率器件正处于快速替代硅基产品的早期阶段。其渗透率预计将从2024年的约6.5%跃升至2030年的22.6%，这一清晰且强劲的增长曲线为行业参与者提供了巨大的市场增量空间。

01

## 行业规模高速扩张，市场前景可观

全球碳化硅市场规模从2020年的低位起步，正以超过50%的年均复合增长率快速扩容，预计到2030年将突破190亿美元。这一显著的规模扩张预示着巨大的产业投资和价值创造机会。

03

## 下游应用多元化驱动，需求持续旺盛

行业增长由新能源汽车（当前最大应用领域）、光伏储能、轨道交通等核心市场强劲驱动，同时，AI数据中心、家用电器、低空飞行等新兴应用领域正展现出更高的增长潜力，形成了多元化的需求格局，增强了行业发展的韧性与动力。

02

## 国产替代窗口开启，本土企业迎来机遇

当前全球碳化硅器件市场由少数国际巨头主导，国产化率极低。随着国内企业在衬底等关键材料技术上实现突破并跻身全球前列，在供应链安全和国家政策支持下，国产替代已成为行业发展的核心逻辑之一，为本土企业提供了广阔的成长空间。

04

## 版权说明

本报告为简版报告，内容为嘉世咨询研究员通过桌面研究整理撰写。如有深度调研需求，请联系：  
[mcr@chinamcr.com](mailto:mcr@chinamcr.com)或021-52987060；

本报告中的所有内容，包括但不限于文字报道、照片、影像、插图、图表等素材，均受《中华人民共和国著作权法》、《中华人民共和国著作权法实施细则》及国际著作权公约的保护。

本报告的著作权属于上海嘉世营销咨询有限公司所有，如需转发、转载、引用必须在显著位置标注出处，并且不得对转载内容进行任何更改。

