

F R O S T & S U L L I V A N

中国半导体测试设备行业 独立市场研究

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系弗若斯特沙利文公司独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经弗若斯特沙利文公司事先书面许可，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，弗若斯特沙利文公司保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。弗若斯特沙利文开展的所有商业活动均使用“弗若斯特沙利文”或“Frost&Sullivan”的商号、商标，弗若斯特沙利文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弗若斯特沙利文开展商业活动。

1. 半导体设备定义及分类

半导体设备指在芯片制造流程中应用到的设备。一块芯片的诞生需经历芯片设计、芯片制造、芯片封装测试三大环节。而按芯片制造流程来分，半导体设备可分为晶圆制造设备、检测设备、封装设备与其他设备四类。

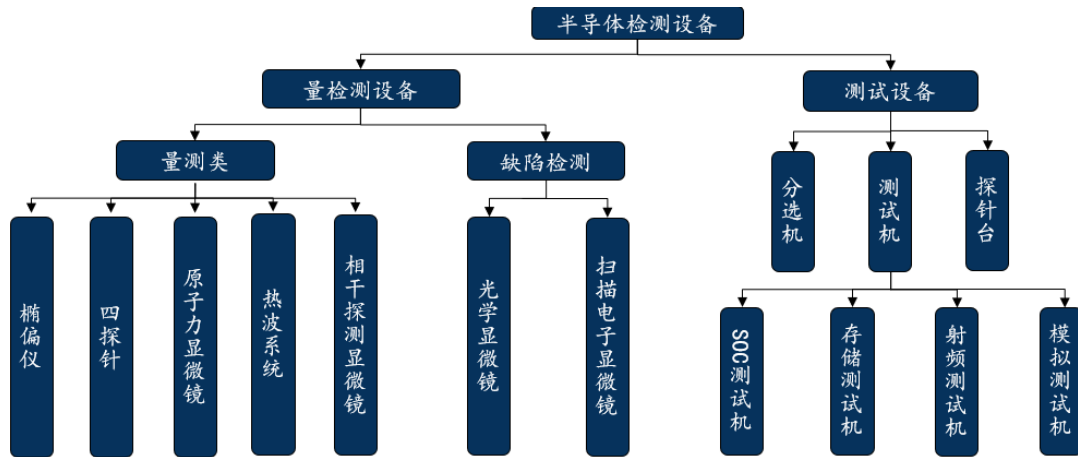
1) **晶圆制造设备**指在硅片上加工制作各种电路元件结构，使之最终形成具有特定电性功能所用到的设备，主要包括光刻机、刻蚀机、薄膜沉淀设备等；2) **检测设备**指对晶圆的质量、性能进行量测检测的设备，可分为量检测设备与测试设备；3) **封装设备**指将晶圆裸片装配为芯片过程中所使用到的设备，包括晶圆减薄机、切割机、黏片机、引线键合机等设备；4) **其他设备**包括晶圆制造过程中的辅助设备，例如硅片导片机、抛光片以及存储设备等。

2. 半导体检测设备行业产品定义与分类

2022年，在全球市场，半导体检测设备市场规模占整体半导体设备市场规模的比重约在17%。其中，量检测设备与测试设备分别占整体半导体设备市场规模的10%和7%。而在中国市场，半导体检测设备市场规模占整体半导体设备市场规模的19%。其中，量检测设备与测试设备分别占整体半导体设备市场规模的9%和10%。

半导体检测设备是用于检测半导体器件的物理参数及性能的设备，可对制造过程中的半成品和成品芯片进行质量控制和性能测试。它们通常使用各种测试技术和方法，例如电学测试、光学测试、热学测试等，以评估器件的关键参数和功能。

图表 1 半导体检测设备分类



来源：沙利文公司

半导体检测设备根据其应用领域和功能的不同，可分为量检测设备和测试设备两大类。

量检测设备主要用于监控制造过程，通过测量透明薄膜厚度、不透明薄膜厚度、膜应力、掺杂浓度、关键尺寸、套准精度等指标，检查每一步制造工艺后晶圆产品的加工参数是否达到设计的要求或者存在影响良率的缺陷。根据功能的不同，量检测设

备可分为量测类设备和缺陷检测类设备。量测类设备包括椭偏仪、四探针、原子力显微镜、热波系统和相干探测显微镜等。缺陷检测类设备包括光学显微镜和扫描电子显微镜。各类设备的功能如下。

- **椭偏仪**：主要通过发射激光，在样本中经反射会产生椭圆，通过椭圆来计算薄膜厚度。
- **四探针**：根据薄膜厚度与两端电阻之间的对应关系，通过测量电阻率来计算薄膜厚度。
- **原子力显微镜**：利用微小的机械探针扫描被研究样品的表面，并通过探针与样品之间的相互作用力来生成高分辨率的表面形貌图像。
- **热波系统**：通过测量聚焦在硅片上同一点的两束激光在硅片表面反射率的变化量来计算杂质粒子的注入浓度。
- **相干探测显微镜**：利用相干光的干涉原理，将相干光的相位差转换为光程差。
- **光学显微镜**：利用光学的反射或散射来检测晶圆表面缺陷。
- **扫描电子显微镜**：通过百万倍数的放大效果，检测尺寸和表面缺陷，放大效果好于光学显微镜，但是检测效率较慢。

测试设备则主要用于检查芯片的电性能是否符合要求。根据功能的不同，测试设备可分为测试机、分选机和探针台。其中，测试机又可根据测试对象的不同，分为SoC测试机、模拟测试机、存储器测试机、分立器件测试机和射频测试机。各类设备的功能如下。

- **分选机**：用于将待检测的芯片自动传送至测试工位，并在测试结束后，根据测试结果将检测过的芯片进行标记、分类、收料。
- **探针台**：配备有微小的探针，可以在晶圆表面上进行精确的电气接触，可用于帮助测试人员通过测试仪器测量芯片的各种参数，也可对芯片进行微小的调整，以便优化电性能和品质。
- **SoC测试机**：SoC (System on Chip) 是一种将多个功能单元集成在一个芯片上的技术，SoC测试机可以测试CPU、GPU、ASIC、DSP、MCU、显示驱动芯片等对象的性能。
- **存储测试机**：存储测试机是用于测试各种类型存储芯片的设备，例如DRAM、NAND Flash、SSD等，可以测试存储芯片的读写速度、容量、耐久性等性能参数。
- **模拟测试机**：广义的模拟测试机大类除包含狭义的模拟测试机外，还包含功数模混合测试机。它可用于测试放大器、电源芯片、部分AD/DA芯片等各类对象的电流、电压、电阻等参数。
- **分立器件测试机**：指对MOS管、二极管、三极管、IGBT元件等分立器件进行电性能测试及其他测试。
- **射频测试机**：射频测试机是用于测试无线通信芯片的设备，可以测试无线通信芯片的发射功率、接收灵敏度、频谱特性等。

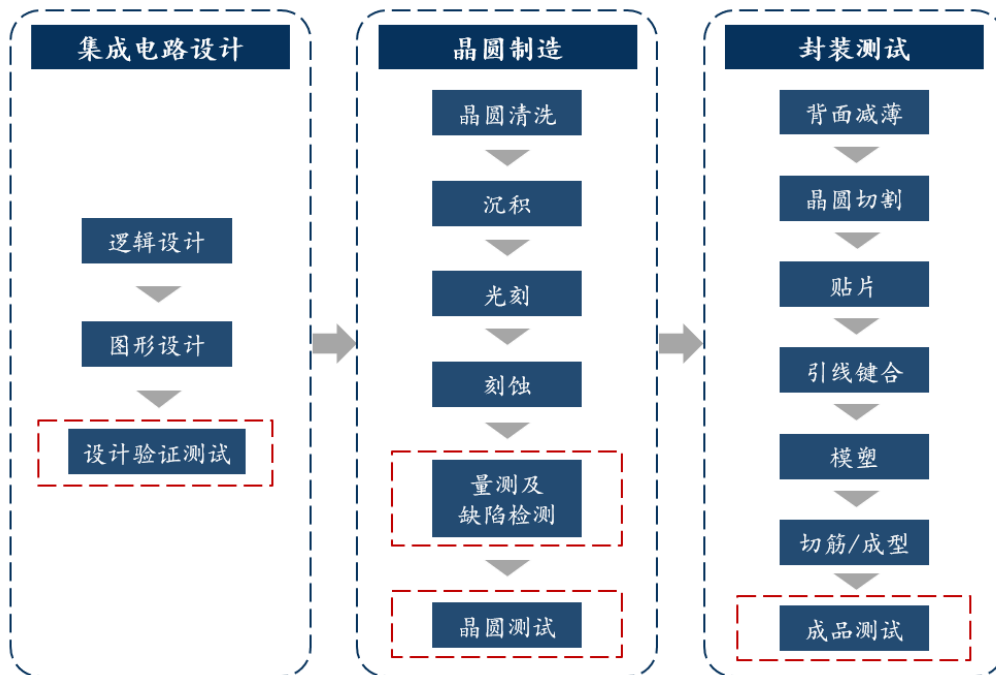
3. 半导体检测设备行业产业链分析

半导体检测设备贯穿集成电路设计、生产的核心环节。其中，在集成电路设计环节，测试机、分选机、探针台被用于对晶圆样品进行验证测试，从而保证样品符合设计要求。

在晶圆制造环节中，椭偏仪、四探针、原子力显微镜等各类设备被用于对晶圆进行量测和缺陷检测，从而确保晶圆的各项参数达到设计要求，并且晶圆不存在影响良率的缺陷。而测试机、探针台被用于对晶圆的电参数及功能进行测试。其中，探针台将晶圆传送到指定测试位置，测试机对芯片施加输入信号，并在采集到输出信号后与预期值进行比较，判断芯片是否合规。之后，探针台对芯片进行喷墨，标记出不合规的芯片。

在封装测试环节中，测试机和分选台对成品进行最后一道测试。其中，在分选机将成品芯片传送到指定位置后，测试机对其施加输入信号，并再次在采集到输出信号后与预期值进行比较，判断芯片是否合规。最后，分选机在对不合规的芯片进行标记后，将其进行淘汰处理。

图表 2 半导体检测设备产业链



来源：沙利文公司

4. 半导体检测设备行业市场规模

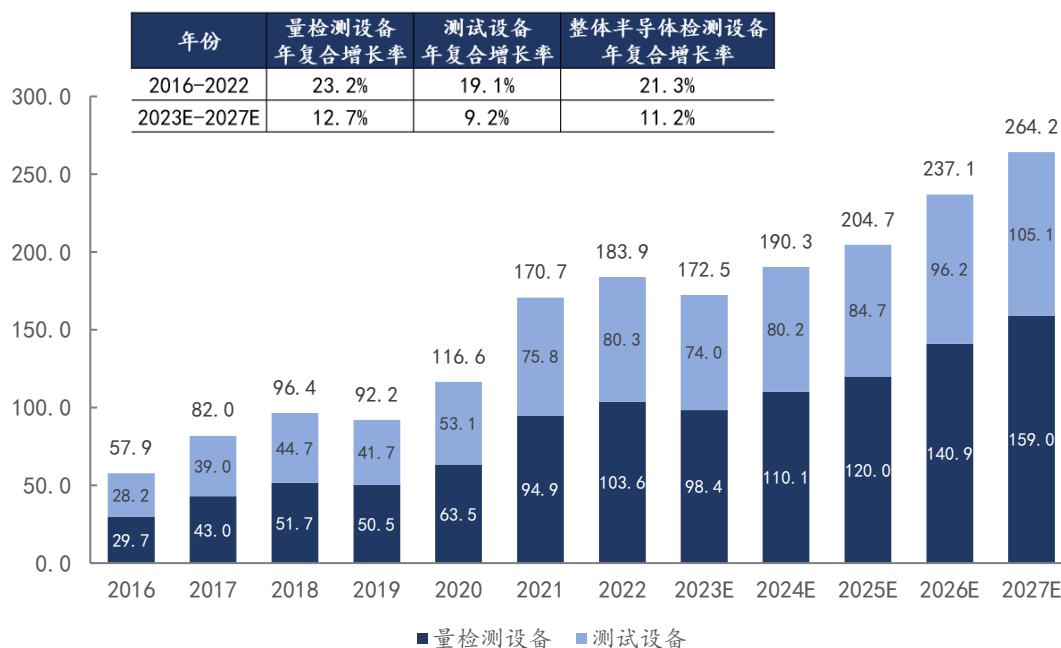
全球半导体检测设备市场在过去几年经历了较快发展，市场规模以21.3%的年复合增长率，从2016年的57.9亿美元增长至2022年的183.9亿美元。尽管市场规模预计将在2023年受下游消费电子市场波动等因素短期影响，下滑至172.5亿美元，其预计仍

将在 2023 年至 2027 年期间以 11.2% 的年复合增长率增长，于 2027 年达到 264.2 亿美元。

全球半导体检测设备市场的驱动因素主要包括：（1）5G 技术的进步和物联网科技的应用推动了对更大规模数据流量以及更高计算能力的需求，相关设备产品不断增长的需求量推动了对半导体检测设备需求的迅猛增长；（2）在后疫情时代，医疗电子产业整体需求量预计仍将不断上升，带动上游半导体检测设备市场的扩大；（3）半导体检测设备产业工艺水平不断进步，更高性能的仪器及设备被不断投入生产，以满足日益丰富的下游需求。

在全球半导体检测设备市场中，半导体测试设备市场以 19.1% 的年复合增长率，从 2016 年的 28.2 亿美元增长至 2022 年的 80.3 亿美元。尽管预计将在 2023 年经历短暂波动，其仍将以 9.2% 的整体年复合增长率，从 2023 年的 74.0 亿美元增长至 2027 年的 105.1 亿美元。

图表 3 半导体检测设备行业市场规模（按收入），全球，2016-2027E，亿美元



来源：沙利文公司

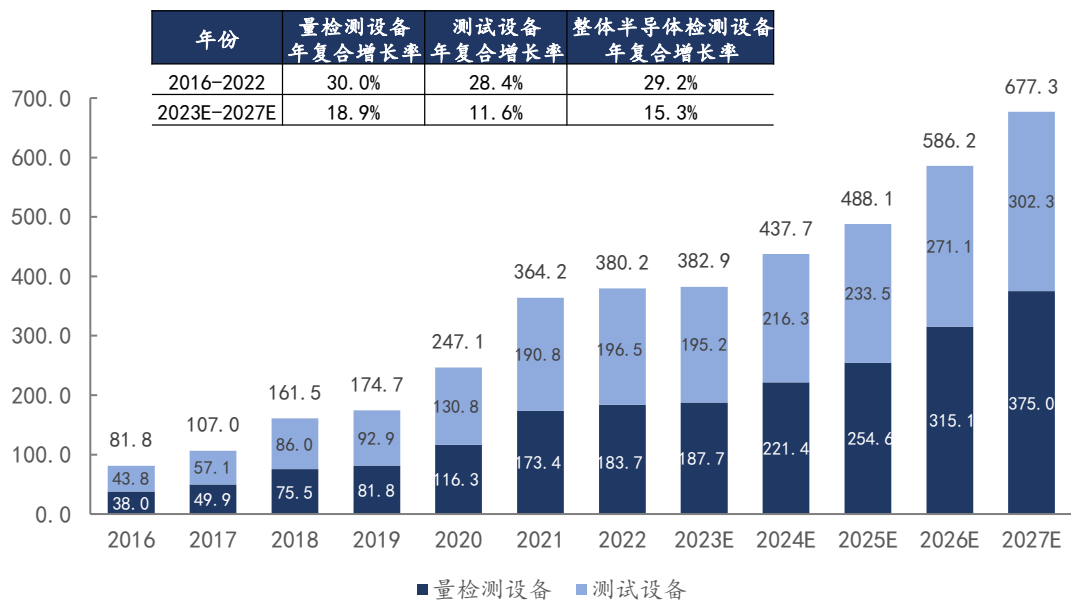
中国半导体检测设备市场规模以 29.2% 的年复合增长率，由 2016 年的 81.8 亿人民币迅速增长至 2022 年的 380.2 亿人民币。2023 年，受下游消费电子市场整体低迷表现，以及半导体行业周期性影响，预计中国半导体检测设备市场增速将放缓，预计市场规模将略微增长至 382.9 亿人民币。但中国半导体检测设备市场预计仍将在 2023 年至 2027 年间，以 15.3% 的整体年复合增长率增长，于 2027 年达到 677.3 亿人民币的规模。

中国半导体检测设备市场的发展主要由下游应用市场的不断发展所推动，其中主要包括：（1）在节能减排政策的推动下，中国新能源汽车市场迎来蓬勃发展期，销量不断攀升，对半导体检测设备的需求也随之迅速上升；（2）在“中国制造 2025”规划

的指引下，中国制造业迎来了数字化、网络化、智能化的改革浪潮，信息技术、新材料技术等行业不断发展，助力半导体检测设备应用于更广泛的下游场景；（3）在 5G 建设浪潮的推动下，加之数据中心市场建设的不断深入，通信行业对半导体检测设备的需求量不断提高。此外，半导体检测设备制造商技术水平的不断进步、中国政府及行业协会发布的支持性政策也对半导体检测设备市场的发展起到了推动作用。

在整体半导体检测设备市场中，中国半导体测试设备市场以 28.4% 的年复合增长率，从 2016 年的 43.8 亿人民币增长至 2022 年的 196.5 亿人民币，并预计将在 2023 年的短暂调整后，仍以 11.6% 的年复合增长率，从 2023 年的 195.2 亿人民币增长至 2027 年的 302.3 亿人民币。

图表 4 半导体检测设备行业市场规模（按收入），中国，2016–2027E，亿人民币



来源：沙利文公司

中国本土半导体检测设备制造商在过去几年经历了较快发展，但受限于整体技术水平，中国半导体检测设备市场的国产化率仍处于较低水平。尤其在高端半导体检测设备领域，本土企业整体相比于海外领先企业仍有较大提升空间。但随着本土企业不断加大研发投入，以及中国政府对半导体检测设备行业不断加大重视，国产替代化进程预计将持续推进。中国半导体检测设备市场的整体国产化率已由 2016 年的 6% 上升至 2022 年的 14%，并预计将于 2027 年进一步升至 17%。其中，测试设备国产化率预计将由 2022 年的 23% 增长至 2027 年的 30%。

图表 5 半导体检测设备市场国产化率（按收入计），中国，2016，2022，2027E

	2016	2022	2027E
量检测设备国产化率	1%	3%	7%
测试设备国产化率	11%	23%	30%
整体半导体检测设备国产化率	6%	14%	17%

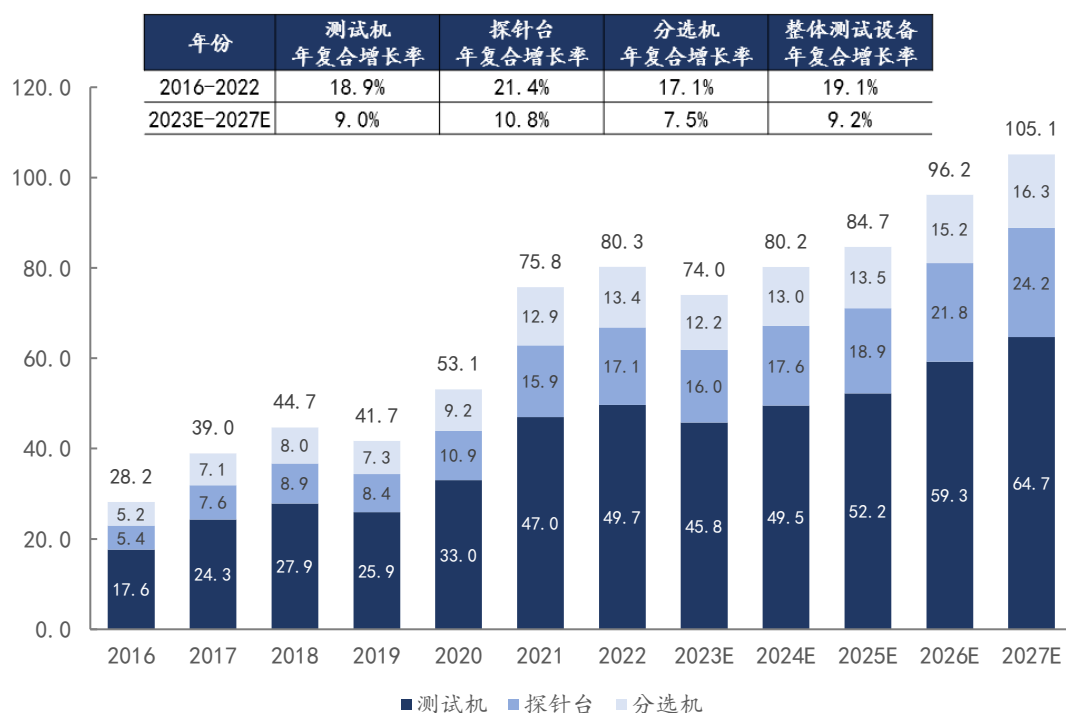
来源：沙利文公司

5. 半导体测试设备行业市场规模

在各类半导体测试设备中，探针台与测试机被应用于晶圆测试环节，而成品测试环节主要应用分选机及测试机。全球探针台市场规模在过去五年及未来五年分别以 21.4% 及 10.8% 的年复合增长率增长。

而半导体测试机则是测试设备市场的最大部分。按收入计，2022 年全球半导体测试机市场占整体测试设备市场的 61.9%。全球半导体测试机市场以 18.9% 的年复合增长率，从 2016 年的 17.6 亿美元增至 2022 年的 49.7 亿美元。并预计将在 2023 年的短暂调整后，继续以 9.0% 的年复合增长率，由 2023 年的 45.8 亿美元增长至 2027 年的 64.7 亿美元。

图表 6 半导体测试设备市场规模（按收入计），全球，2016-2027E，亿美元

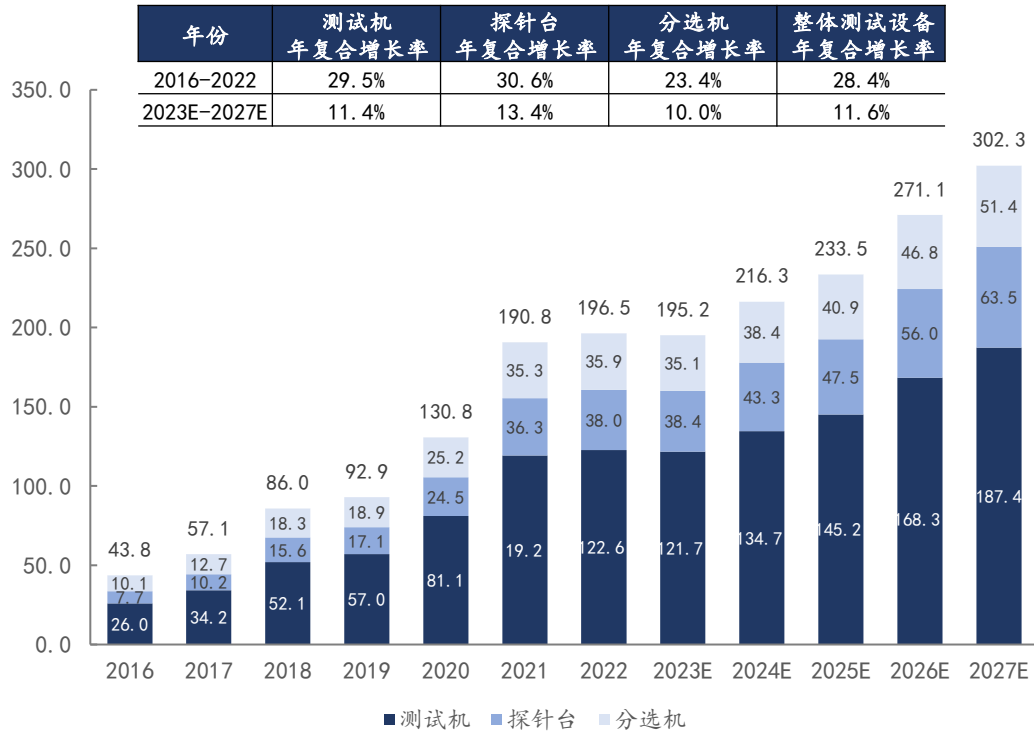


来源：沙利文公司

在中国半导体测试设备市场中，按收入口径，半导体测试机市场在 2022 年占据 62.4% 的规模。其以 29.5% 的年复合增长率，从 2016 年 26.0 亿人民币上升至 2022 年的

122.6 亿人民币。2023 年，受下游消费电子市场调整影响，以及半导体行业周期性影响，预计中国半导体测试机市场将略微下滑至 121.7 亿人民币。但在下游汽车电子等市场持续稳定增长的带动下，半导体测试机市场预计仍将在 2023 年至 2027 年间，以 11.4% 的整体年复合增长率增长，于 2027 年达到 187.4 亿人民币的规模。

图表 7 半导体测试设备市场规模（按收入计），中国，2016-2027E，亿人民币



来源：沙利文公司

半导体测试各个环节对技术水平的要求高，海外企业相比中国本土企业整体上具有一定技术优势。因此，中国半导体测试设备市场的国产替代率始终处于较低水平。在各个子市场中，分选机市场由于技术壁垒相对较低，目前国产化率已经达到了大约 38%，并预计将在五年后达到 45%。

图表 8 半导体测试设备市场国产化率（按收入计），中国，2016，2022，2027E

	2016	2022	2027E
半导体测试机国产化率	13%	22%	27%
探针台国产化率	8%	16%	24%
分选机国产化率	8%	38%	45%
整体半导体测试设备国产化率	11%	23%	30%

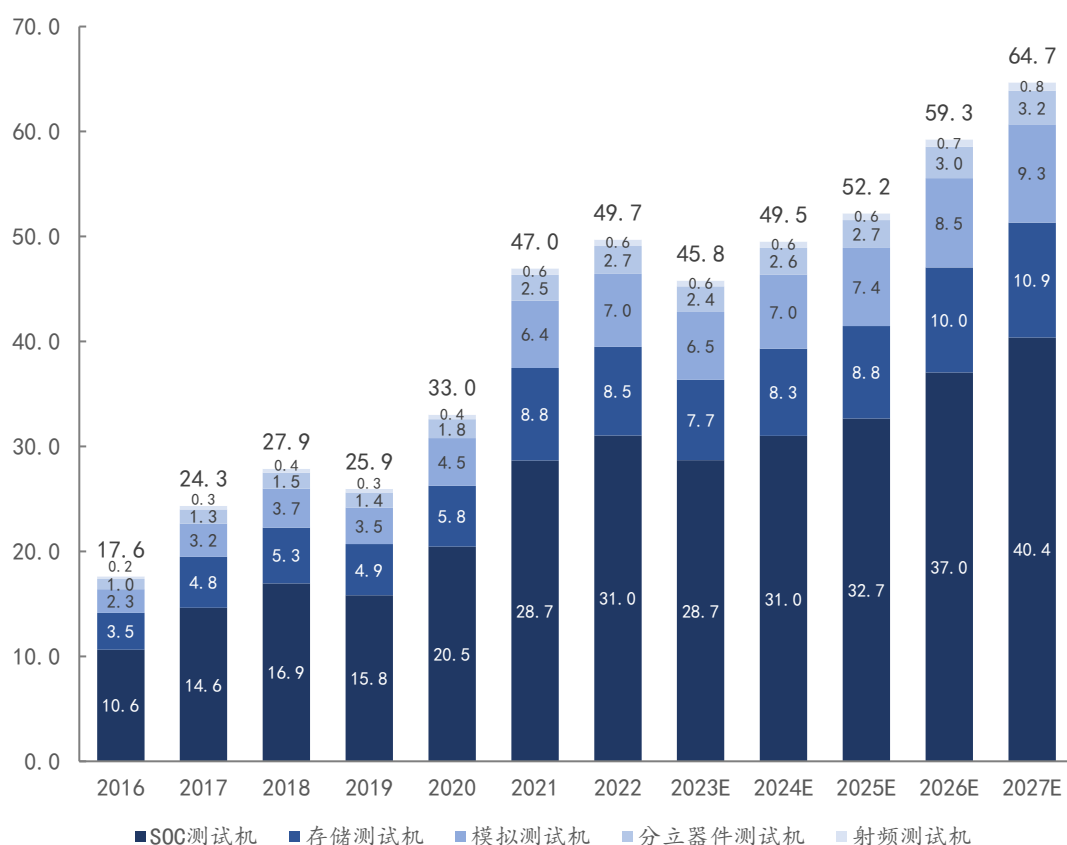
来源：沙利文公司

6. 半导体测试机市场规模

在全球半导体测试机市场中，按收入计，SoC 测试机品类的占比于 2022 年超过了 60%。得益于下游微处理器、逻辑芯片、通信芯片各项市场的不断发展，全球 SoC 测试机市场从 2016 年的 10.6 亿美元增长至 2022 年的 31.0 亿美元，期间的年复合增长率约为 19.6%。尽管市场规模预计将在 2023 年由于整体半导体市场的周期性滑落而有所下跌，预计其仍将从 2023 年的 28.7 亿美元增长至 2027 年的 40.4 亿美元，期间的年复合增长率预计将达 8.9%。

图表 9 半导体测试机市场规模（按收入计），全球，2016-2027E，亿美元

年份	SoC测试机 年复合增长率	存储测试机 年复合增长率	模拟测试机 年复合增长率	分立器件测试机 年复合增长率	射频测试机 年复合增长率	整体半导体测试机 年复合增长率
2016-2022	19.6%	15.7%	20.5%	18.2%	16.8%	18.9%
2023E-2027E	8.9%	9.3%	9.6%	7.4%	9.2%	9.0%



来源：沙利文公司

在各类半导体测试机中，存储测试机市场受以手机市场为代表的消费电子市场影响最大。以 2022 年为例，尽管整体半导体行业处于上升期，存储测试机市场仍受到手机出货量大幅下降的负面影响，整体规模略有下降。

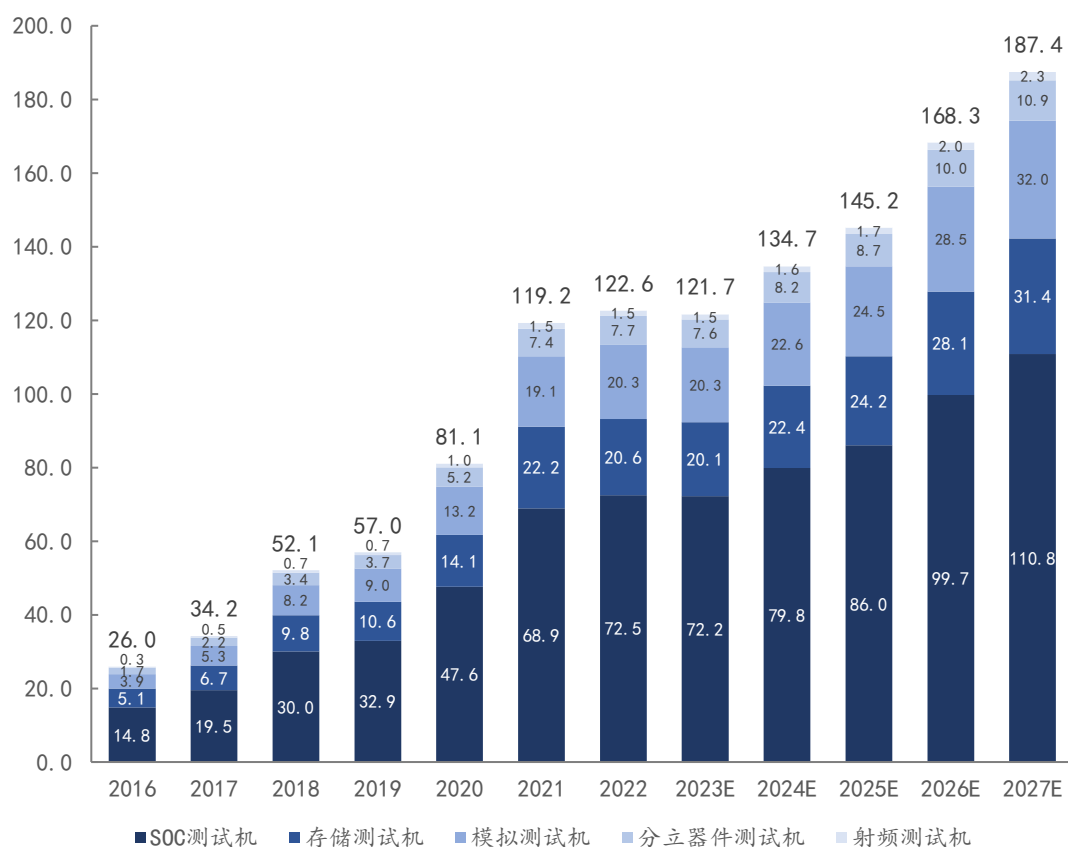
在中国半导体测试机市场中，SoC 测试机市场的规模从 2016 年的 14.8 亿人民币上升至 2022 年的 72.5 亿人民币，期间的年复合增长率约为 30.3%。预计在 2023 年经历小

幅调整后，其仍将于 2023 年至 2027 年间以 11.3% 的年复合增长率增长，于 2027 年达到 110.8 亿人民币的规模。

2022 年，按收入计，中国 SoC 测试机市场占整体半导体测试机市场的份额达到了 59.1%。其后依次为存储测试机、模拟测试机、分立器件测试机、射频测试机，其份额占比分别为 16.8%、16.5%、6.3%、1.2%。

图表 10 半导体测试机市场规模（按收入计），中国，2016-2027E，亿人民币

年份	SoC测试机 年复合增长率	存储测试机 年复合增长率	模拟测试机 年复合增长率	分立器件测试 机年复合增长 率	射频测试机 年复合增长率	整体半导体测试 机年复合增长率
2016-2022	30.3%	26.1%	31.4%	28.7%	27.3%	29.5%
2023E-2027E	11.3%	11.7%	12.1%	9.6%	11.6%	11.4%



来源：沙利文公司

在国内市场，各类半导体测试机的国产化率主要由该类设备的技术壁垒高度决定。在技术壁垒较低的模拟测试机领域，目前国产化率已经达到了 81%，并预计将于五年后达到 89%。而其他三类设备的国产化率则相对较低。以 SoC 测试机为例，其国产化率由 2016 年的 2% 增长至 2022 年的 4%，并预计将在五年后进一步增长至 9%。

图表 11 半导体测试机市场国产化率（按收入计），中国，2016，2022，2027E

	2016	2022	2027E
SoC 测试机国产化率	2%	4%	9%
存储测试机国产化率	1%	3%	8%
模拟测试机国产化率	55%	81%	89%
分立器件测试机国产化率	56%	84%	93%
射频测试机国产化率	1%	4%	10%
整体半导体测试机国产化率	13%	22%	27%

来源：沙利文公司

7. 中国半导体测试机市场政策与行业监管分析

近年来，国家高度重视半导体测试机市场的发展，国务院、工信部、商务部等相关部委相继出台各项具体产业政策，支持鼓励市场发展。作为国民经济的基础性、战略性高技术产业，中国半导体测试机行业将在国家政府、地方政府、行业协会出台的各类法律法规与行业政策的鼓励支持下，取得持续稳定较快的发展。

图表 12 中国半导体测试机行业主要法律法规及行业政策

时间	部门	法律法规及行业政策	相关内容
2022年	工信部	《工业能效提升行动计划》	推动低功耗芯片等产品和技术在移动通信网络中的应用。
2021年	国务院	《“十四五”国家知识产权保护和运用规划》	健全高质量创造支持政策，加强人工智能、量子信息、集成电路、基础软件、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海探测等领域自主知识产权创造和储备。
2021年	国务院	《“十四五”国家信息化规划》	推动计算芯片、存储芯片等创新，加快集成电路设计工具、重点装备和高纯靶材等关键材料研发。
2021年	国务院	《“十四五”数字经济发展规划》	着力提升基础软硬件、核心电子元器件、关键基础材料和生产装备的供给水平，强化关键产品自给保障能力。实施产业链强链补链行动，加强面向多元化应用场景的技术融合和产品创新，提升产业链关键环节竞争力，完善5G、集成电路、新能源汽车、人工智能、工业互联网等重点产业供应链体系。

2020年	国务院	《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策》	国家鼓励集成电路设计、装备、材料、封装、测试企业和软件企业，自获利年度起，第一年至第二年免征企业所得税，第三年至第五年按照25%的法定税率或减半。
2020年	商务部	《关于推动服务外包加快转型升级的指导意见》	支持信息技术外包发展。将企业开展云计算、基础软件、集成电路设计、区块链等信息技术研发和应用纳入国家科技计划(专项、基金等)支持范围。培育一批信息技术外包和制造业融合发展示范企业。

来源：沙利文公司

8. 中国半导体测试机产品技术分析

不同类型测试机间在技术路线方面不存在较大差异，但在技术难度、应用领域等方面差别较大。总体而言，存储测试机技术难度较大，射频测试机及SoC测试机次之，模拟测试机技术难度较小。具体对比情况如下。

图表 13 不同类型半导体测试机对比分析

测试机分类	应用场景	测试对象	主要参数	特征
SoC 测试机	微处理器、逻辑芯片、通信芯片、消费类芯片等	CPU、GPU、ASIC、DSP、MCU、AP、MODEM、显示驱动芯片等多种类型芯片	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 测试频率在 100MHz 至 10GHz 之间 ➢ 向量深度范围在 32MV 至 512MV 之间 ➢ 可并测几百到几千个引脚 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ SoC 测试机的技术难度较高，作为通用测试机需要测试各种应用和类型的芯片。 ➢ SoC 测试机的被测产品集成度和复杂度高，被测产品种类和功能丰富，测试功耗大，且需持续研发以适应各种不同的、不断迭代的技术标准。此外对信号频率、测试精度、测试信号的灵活性及多样性的要求较高，尤其是对数字通道测试频率要求较高。 ➢ SoC 测试机通过集成数字板卡、射频板卡、模拟混合信号板卡等测试架构，以覆盖多种芯片的测试需求。 ➢ SoC 的客户涵盖面较广，客户对测试机的功能需求也较复杂，对测试机的稳定度也造成了挑战。
存储测试机	存储器	仅 DRAM、Flash 等存储芯片	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 测试频率在 100MHz 至 6GHz 之间 ➢ 向量深度范围在 16MV 至 128MV 之间 ➢ 可并测几百到上万个引脚 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 存储测试机的技术难度较高，但仅针对单一类存储器芯片。 ➢ 存储测试机为提高测试效率、降低测试成本，对芯片测试数量、测试速度、自动算法等要求较高。尽管存储器逻辑电路较为简单，但由于存储单元较多，数据量巨大，因此存储测试机的并测引脚数多，且对频率及信号同步性要求高。 ➢ 存储测试机主要针对存储器进行测试，其基本原理与模拟/SoC 测试机不同，往往通过反复写入一些数据再校验读回的数据进行测试。
模拟测试机	模拟电路、数模电路等	放大器、电源芯片等功率类芯片为主	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 测试频率在 5MHz 至 10MHz 之间 ➢ 向量深度范围在 8MV 至 16MV 之间 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 模拟测试机的技术难度中等。 ➢ 模拟测试机技术难度主要体现在对测试精度的准确性，以及电流和电压的测试范围有一定要求。

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ 可并测几十到几百个引脚 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 模拟测试机通过改变输入模拟芯片的模拟/数字信号，监测输出端的信号情况。 ➤ 可能被通用测试仪器取代。
分立器件测试机	大功率器件、分立器件	MOS管、二极管、三极管、IGBT等元件	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 测试频率在 5MHz 至 8MHz 之间 ➤ 向量深度在 8MV 至 12MV 之间 ➤ 可并测几十到上百个引脚 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 分立器件测试机的技术难度中等。 ➤ 大功率器件和第三代半导体在高压和大电流参数等方面对分立器件测试机有一定要求。 ➤ 分立器件测试机通过改变分立器件承受的电压电流，测试其性能。 ➤ 可能被通用测试仪器取代。
射频测试机	射频开关等射频器件	仅射频类应用芯片	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 速度 50MHz 至 5GHz 之间 ➤ 向量深度在 8MV 至 16MV 之间 ➤ 可并测几十到上百个引脚 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 射频测试机技术难度较高，但仅针对单一类射频芯片。 ➤ 射频测试机测试专用射频板卡需支持最新通信协议标准例如 5G 协议，以及未来将会成熟的 6G 协议，且对频率范围要求高。 ➤ 射频测试机通过在特定时段内发出特定频率及功率的信号，并监测收回的信号进行分析，达到测试射频芯片功能的目的。 ➤ 可能被通用测试仪器取代。

来源：沙利文公司

受芯片持续升级驱动，测试机厂商需不断更新测试技术和测试类别的多样性。测试机的总体技术发展主要受数字通道数、测试频率等参数的影响，通道越多，测试频率越高，单位时间处理的数据量越大，测试效率、可测芯片种类也随之上升。

针对 SoC 测试机而言，由于 SoC 类集成电路领域的关键技术在于高性能数字通道，国内头部厂商将主要升级目标定为增加测试机的数字通道数量，例如从 32 路通道增加至 128 路或 256 路，同时在测试频率、精度、向量长度上发展。又因 SoC 芯片要求测试系统具有协同芯片各部分同步工作的能力，国内头部厂商已在产品架构中设计了同源的时钟网络和同步总线，以同步系统中各项资源。

此外，为达成多类别测试全面覆盖，国内头部企业已推出通过更换不同测试模块实现多类测试需求的通用化测试平台，其同时具备 64 工位以上并行测试能力，能够测试更高引脚数和更多工位的模拟及混合信号集成电路。

9. 中国半导体测试机市场驱动因素分析

中国半导体测试机市场发展的驱动因素主要包括：（1）全球晶圆厂扩产潮；（2）芯片技术升级；（3）半导体终端产品应用面的扩展；（4）政策支持。在上述因素的共同驱动下，预计在未来五年，中国半导体测试机市场将保持快速增长。

（1）全球晶圆厂扩产潮

当前，全球晶圆代工厂满载但半导体行业仍处于晶圆制造产能吃紧的状态，因此各地晶圆代工厂纷纷新建晶圆厂并新增晶圆产线。2022 年全球晶圆厂产能增长约 8%，2023 年产能预计将继续增长约 6%。同时，2022 年全球前端晶圆厂设备支出以约 20% 的增长率实现连续第三年增长。新晶圆厂的建设与新增晶圆产线将释放大量对包括半导体测试设备在内的各类半导体设备的增量需求。在这一利好因素的驱动下，下游封测厂及第三方测试厂商纷纷受益，产能利用率逐步提升并保持高位，盈利能力亦得到显著提升。

（2）芯片技术升级

摩尔定律指出芯片上可接纳的元器件数目每隔 18-24 个月会增加一倍，性能也将提升一倍，摩尔定律不断推动芯片线宽缩小。目前国际一流晶圆代工厂台积电已经量产 5nm 芯片，而国内晶圆厂的 7nm 芯片也处于试产阶段，下一个阶段 3nm 或 2nm 芯片技术将会实现。不断缩小的芯片线宽要求晶圆制造工序重复道数大幅增加，个别制造工序需重复百道以上：例如制造 7nm 芯片所需的刻蚀步骤达 140 道，较 14nm 芯片提升了 115%。由于晶圆的尺寸、电阻等性能会在工序叠加时产生变化，需在设计及封测环节加以测试，而大幅增加的工序会直接导致测试次数的增加，提升设计公司及封测厂对半导体测试机的需求。

此外，chiplet（小芯片）模式因具有设计灵活性、成本低、上市周期短等优势，已成为半导体工业重要发展方向之一。该模式将芯片分区制作成 die（裸片），再通过 die-to-die 内部互联技术将多个模块芯片与底层基础芯片组合，形成系统级封装

(System in Packages, SiP) 芯片。并且，因 chiplet 方案产生的大量裸片皆需在封测环节进行测试以保证成品良率，封测厂对测试机的需求大幅提升。

(3) 半导体终端产品应用面的扩展

半导体终端产品应用面的扩展带动中国芯片的需求近年来快速增长，中国半导体市场规模由 2016 年的 1,077.6 亿美元增长至 2022 年的 2,028.4 亿美元，年复合增长率达到 11.1%。而随着 5G、云计算、物联网及人工智能相关技术的不断发展，半导体的终端应用场景将不断扩展，新能源汽车、新能源汽车充电桩等新兴终端应用场景逐步兴起。结合国家在战略层面对于芯片自给的鼓励和支持，预计中国上游晶圆制造和半导体测试机行业将在较长时间内保持稳定快速增长。

(4) 政策支持

近年来，中国各政府部门陆续发布一系列政策，鼓励包括半导体测试机在内的半导体供应链各环节的发展。例如，2021 年国务院《“十四五”数字经济发展规划》明确提出要加强完善 5G、集成电路、新能源汽车、人工智能、工业互联网等重点产业供应链体系。同年国务院发布的《“十四五”国家信息化规划》提出要推动计算芯片、存储芯片等创新，加快集成电路设计工具、重点装备和高纯靶材等关键材料研发。这些规划政策明确了半导体测试机行业作为基础性、战略性高技术产业，在国民经济中的重要地位。

10. 中国半导体测试机市场发展趋势分析

(1) 国产替代率逐步提升

中国是世界第一大半导体消费国，但产业链各环节仍高度依赖进口。由于半导体测试机各测试环节技术难度大、壁垒高，中国半导体测试机市场国产化率始终处于较低水平，2022 年整体国产化率仅为 22%。但得益于近年来国家对半导体行业关键技术攻坚的扶持，以及下游晶圆厂扩产能需求的推动，包括国产半导体测试机在内的国产半导体设备技术及设备产量已有所提升。目前已有一批国产半导体测试机制造商取得突破。预计中国半导体测试机市场国产化率将于 2027 年达到 27%，半导体测试机国产替代率的提升是中国完善半导体产业，打造完整半导体产业链的必然趋势。

(2) SoC 测试机市场需求不断扩大

SoC 芯片因其高性能、高算力和低功耗的优势，愈发受到下游各行业客户的青睐。例如在汽车领域，随着汽车电子逐渐向自动化、智能化和网联化发展，人机交互和一芯多屏技术已成为重要趋势，驱动汽车算法和交互效率不断提升。因 MCU 芯片已无法承载大量非结构化算力需求，其在汽车电子主流架构中的应用逐渐被高性能的 SoC 芯片取代，这一趋势主要体现于自动驾驶 SoC 和智慧座舱 SoC 等应用场景。而在物联网领域，在人工智能、云计算等低功耗技术推动下，物联网产业加速扩张，物联设备需求随之增长。其中在智能硬件端，SoC 芯片因可以满足 AI 对高算力、低功耗的要求，逐

渐取代 MCU 芯片，成为智能芯片终端市场主流。而随着智能家居、智能安防等终端市场的不断发展，SoC 芯片又将迎来重要的市场增量。随着 SoC 芯片市场的不断扩大，其对上游 SoC 测试机市场的需求也将不断增长。

(3) 半导体测试集成解决方案逐渐兴起

在半导体测试领域，随着客户需求的不断提升，单一测量很难满足用户的基本测量要求，越来越多的企业客户要求将多个测量功能分模块封装，再根据需求进行模块化调用。半导体测试设备制造商逐步研发出各类半导体测试集成解决方案，将整个系统打造成多功能平台，提高使用效率，增强技术复用性，满足多功能的测量要求。

(4) 高端半导体测试机需求增加

中国高端芯片行业的产业链逐渐完善，形成了包括芯片设计、制造、封装、测试、以及下游应用等环节的产业链体系。并且，中国政府已经制定了一系列政策，支持芯片制造商和设计公司加大在高端芯片研发方面的投入，大力鼓励国内企业加强自主研发能力，从而减少对进口芯片的依赖。在市场需求层面，以车规级芯片为例，随着自动驾驶、智能网联等新兴技术的不断发展，车规级芯片在汽车行业中的应用前景广阔，并且由于其可有效提高汽车的性能、安全性和可靠性，汽车制造商对车规级芯片的需求愈发增长。由此，中国高端芯片市场逐步发展，带动了对上游高端半导体测试机的需求扩张。

11. 中国半导体 SoC 测试机市场竞争格局概览

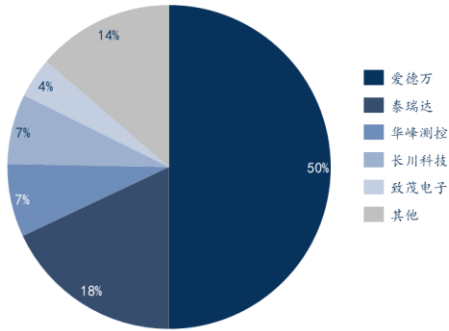
中国半导体测试机市场大部分市场份额为海外企业所占据，2022 年爱德万、泰瑞达等海外企业占据了约 78% 的市场总收入，其中爱德万在中国半导体测试机市场占据了约 50% 的市场份额，泰瑞达占据了约 18% 的市场份额，致茂电子占据了约 4% 的市场份额；其余约 22% 为华峰测控、长川科技、胜达克等本土企业所占据。

中国半导体 SoC 测试机市场现阶段大部分市场份额为海外企业所占据，市场集中度相比整体测试机更高。2022 年爱德万、泰瑞达等海外企业占据了约 96% 的市场总收入，其中爱德万在中国半导体 SoC 测试机市场占据了约 60% 的市场份额，泰瑞达占据了约 18% 的市场份额，致茂电子占据了约 6% 的市场份额，科休占据了约 5% 的市场份额；其余约 4% 为胜达克、悦芯科技等本土企业所占据，其中胜达克是本土 SoC 测试机企业排名第一，在中国半导体 SoC 测试机市场中占据了约 2% 的市场份额。

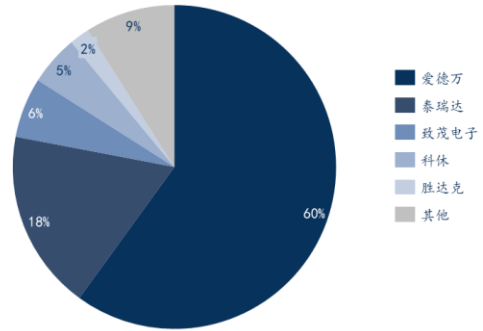
2022 年，胜达克在本土半导体 SoC 测试机企业中是在包括华天科技、长电科技、通富微电在内的三大封测厂中客户覆盖度最广、实际销售台数最多的企业。

图表 14 半导体测试机及 SoC 测试机市场份额（按收入规模），中国，2022

中国半导体测试机市场前5名企业市场份额，2022



中国半导体SoC测试机市场前5名企业市场份额，2022



来源：公开资料，沙利文公司