

半导体设备系列研究十四

半导体 ATE：国产装备向中高端进阶，细分领域多点开花

分析师：周静



SAC 执证号: S0260519090001



021-60750636



zhoujing@gf.com.cn

分析师：代川



SAC 执证号: S0260517080007



SFC CE.no: BOS186



021-60750615



daichuan@gf.com.cn

分析师：罗立波



SAC 执证号: S0260513050002



021-60750636



luolibo@gf.com.cn

分析师：许兴军



SAC 执证号: S0260514050002



021-60750532



xuxingjun@gf.com.cn

请注意，周静、罗立波、许兴军并非香港证券及期货事务监察委员会的注册持牌人，不可在香港从事受监管活动。

核心观点：

- **ATE：广泛应用于半导体产业链，需求趋势向上。** 半导体测试是产品良率和成本管理的重要环节，需求来自于下游广泛的产业链客户，包括半导体设计厂商、制造厂商（IDM 与代工厂）、封测厂。根据 SEMI，2018 年全球半导体测试设备（包括 ATE、探针台、分选机）市场规模约 56.3 亿美元，其中 ATE 约 40 亿美元。
- **设计、制造、封测三大环节，半导体全面国产化蕴藏机遇。** 在设计环节以及 OEM 客户方面，以华为为代表，需求潜力已逐步显现。根据泰瑞达年报，2019 年公司来自华为收入达到 2.52 亿美元。在制造环节，将充分受益逻辑厂与存储器厂双倍投资强度，其中晶圆代工厂行业景气上行、产能利用率攀升，推动代工厂提高资本开支。另一方面，国内存储器投资具备长期性与规模性，2020 年长江存储与合肥长鑫都进入积极的产能爬坡期。此外，封测行业景气回暖、企业盈利改善，有望促使资本开支回升。
- **产能与工艺驱动，深挖细分领域市场机遇。** 全球 ATE 市场以存储器和 SoC 测试占据绝大部分。而国内在模拟测试、分立器件测试等领域仍然有良好的市场空间。在存储测试领域，国内存储器扩产浪潮将有力推动测试设备需求，根据我们测算，2020-2022 年国内存储器建设对应 ATE 需求分别为 26.0 亿元/42.3 亿元/58.6 亿元。SoC 是全球 ATE 最大的细分领域，根据爱德万，2019 年 SOC 测试系统全球市场空间达到 27 亿美元。此外，模拟测试系统是国内 ATE 的重要组成部分，下游模拟芯片的需求稳定带来了模拟测试系统的稳定需求，根据赛迪顾问，2018 年国内模拟测试机市场占国内 ATE 的 12.0%。
- **全球市场高度集中，国产装备向中高端进阶。** 根据 SEMI，2017 年泰瑞达、爱德万两家企业在全球半导体测试机行业的市场份额达到 87%。国内半导体测试设备领先企业包括华峰测控、长川科技、武汉精鸿等，其中在模拟测试机领域，国内包括华峰测控、长川科技已经占据国内相当一部分市场份额，在存储测试机领域，根据中国招标网，武汉精鸿已经取得长江存储订单，在 SoC 测试机领域，包括华峰测控等将积极布局。
- **投资建议：** 国内晶圆厂积极扩产、封测行业复苏带动资本开支回升，以及设计环节的测试需求持续增长，预计未来几年国内半导体测试设备需求有望持续增长。未来国内半导体测试设备企业将充分受益投资红利以及产品扩张红利。建议关注国内半导体 ATE 的优质企业：华峰测控*、长川科技*等。（带*的为和广发电子联合覆盖）
- **风险提示：** 行业投资波动带来的收入不确定性；行业竞争加剧导致毛利率下滑；技术研发及国产化趋势推进不及预期；国家产业扶持政策变化或扶持力度不及预期。

每日免费获取报告

1. 每日微信群内分享**7+**最新重磅报告；
2. 定期分享**华尔街日报、金融时报、经济学人**；
3. 和群成员切磋交流，对接**优质合作资源**；
4. 累计解锁**8万+行业报告/案例，7000+工具/模板**

申明：行业报告均为公开整理，权利归原作者所有，
小编整理自互联网，仅分发做内部学习。

限时领取【行业资料大礼包】，回复“2020”获取

手机用户建议先截屏本页，微信扫一扫

或搜索公众号**“有点报告”**

回复<进群>，加入每日报告分享微信群



(此页只为需要行业资料的朋友提供便利，如果影响您的阅读体验，请多多理解)

重点公司估值和财务分析表

股票简称	股票代码	货币	最新	最近	评级	合理价值	EPS(元)		PE(x)		EV/EBITDA(x)		ROE(%)	
			收盘价	报告日期		(元/股)	2020E	2021E	2020E	2021E	2020E	2021E	2020E	2021E
华峰测控	688200	CNY	255.30	2020/5/14	增持	253.61	2.31	3.36	110.5	75.5	96.99	65.11	24.1	26.0
长川科技	300604	CNY	26.76	2018/12/16	增持	40.11	1.12	-	23.9	-	28.70	-	20.8	-

数据来源: Wind、广发证券发展研究中心

备注: 表中估值指标按照最新收盘价计算。

目录索引

一、ATE：广泛应用于半导体产业链，需求趋势向上	6
(一) 测试需求贯穿半导体设计、前道制造、后道封装全程	6
(二) ATE 迭代速度较慢，设备商充分享受技术沉淀成果	9
(三) 具备可观的市场空间，需求趋势向上	12
二、丰富的产业链客户，国产化趋势推动市场扩张	14
(一) 设计、制造、封测三大环节，半导体全面国产化蕴藏机遇	14
(二) 设计厂商/OEM：以华为为代表，需求潜力已逐步显现	16
(三) 制造环节：存储器厂与代工厂双重扩产红利	18
(四) 封测环节：封测行业景气回暖，有望促使资本开支回升	23
三、产能与工艺驱动，深挖细分领域市场机遇	25
(一) ATE 多个细分领域，市场需求有差异	25
(二) 存储器测试：国内存储器扩产浪潮将有力推动测试设备需求	26
(三) SOC 测试：ATE 最大的细分领域，仍然是未来主流发展方向	29
(四) 模拟测试：下游需求分散、产品成熟，为测试设备提供稳定需求	30
四、全球市场高度集中，国产装备向中高端进阶	32
(一) 历经半个世纪，形成高度聚焦市场	32
(二) 行业双寡头格局，国际龙头产品线丰富	35
(三) 模拟测试国产化程度高，国产装备向中高端逐步进阶	38
五、投资建议与风险提示	41

图表索引

图 1: 按测试内容分类的半导体测试类型	6
图 2: 测试在集成电路全过程中的应用	7
图 3: 经过测试和墨点标示的晶圆示意图	8
图 4: 单个晶体管的制造成本与测试成本对比 (美分)	9
图 5: 爱德万 V93000 配置	10
图 6: 半导体检测设备占半导体设备销售额比例	12
图 7: 半导体产业链及测试设备的应用	12
图 8: 晶圆测试和封装测试工作流程示意图	12
图 9: 半导体测试设备销售额	13
图 10: 各类半导体设备销售额占总销售比重	13
图 11: 泰瑞达客户结构	14
图 12: 华峰测控前五大客户收入 (万元) 及 CR5	15
图 13: 长川科技前五大客户收入 (万元) 及 CR5	16
图 14: 10 家芯片设计上市公司的营业收入 (亿元) 及同比增速	16
图 15: 10 家芯片设计上市公司的归母净利润 (亿元) 及同比增速	17
图 16: 晶圆代工模式与 IDM 模式对比	18
图 17: 中芯国际净利润与产能利用率	19
图 18: 华虹宏力与华虹无锡的资本开支 (千美元)	20
图 19: 长电科技等营业收入 (亿元)	23
图 20: 长电科技等归母净利润 (亿元)	23
图 21: 长电科技等购买固定资产、无形资产和其他长期资产支付的现金 (亿元)	24
图 22: 2017 年集成电路市场空间及结构、ATE 市场空间及结构	25
图 23: 2017 年全球 ATE 结构	26
图 24: 2018 年国内 ATE 结构	26
图 25: 全球存储器销售额 (亿美元)	27
图 26: 全球存储测试系统规模 (亿美元)	27
图 27: 爱德万测试设备订单情况 (十亿日元)	28
图 28: 爱德万公司分区域订单 (十亿日元)	28
图 29: 全球 SoC 测试系统需求规模 (亿美元)	29
图 30: SOC 测试与存储器测试占 ATE 设备的比重	29
图 31: 泰瑞达、爱德万的 SoC 测试平台	30
图 32: 模拟 IC 细分市场占比 (2017)	31
图 33: 模拟芯片高复合增长率	31
图 34: 模拟 IC 下游分类 (2017 年)	31
图 35: 全球半导体及设备销售额 (百万美元)	32
图 36: 全球 ATE 行业主要企业市场份额	33
图 37: 全球 ATE 行业主要企业并购情况	33
图 38: 2016 年全球测试设备市场格局	35

图 39: 全球半导体测试机市场份额 (百万美元)	35
图 40: 爱德万营业收入和毛利率.....	36
图 41: 泰瑞达营业收入和毛利率.....	36
图 42: 国际测试机企业与国内企业测试机产品系列对比	37
图 43: 2018 年中国集成电路测试机市场品牌结构	38
图 44: 华峰测控营业收入与净利润 (百万元)	39
图 45: 华峰测控毛利率与净利率.....	39
图 46: 长川科技营业收入与归母净利润 (百万元)	40

表 1: CP 测试与 FT 测试对比	8
表 2: 半导体测试机技术核心	10
表 3: 十二五后集成电路测试平台需求趋势	11
表 4: 国内主要在建晶圆代工厂情况	21
表 5: 国内主要在建晶圆厂 (存储器)	22
表 6: 国内主要在建晶圆厂 (存储器)	22
表 7: 国内存储器投资对应测试设备需求 (亿元)	28
表 8: 全球 ATE 行业并购史	34
表 9: 2019 年用于 IC 的半导体生产设备 TOP15 排名	36
表 10: 爱德万与泰瑞达的存储测试产品	37
表 11: 长江存储测试设备中标情况 (截止 2020 年 2 月)	40

一、ATE：广泛应用于半导体产业链，需求趋势向上

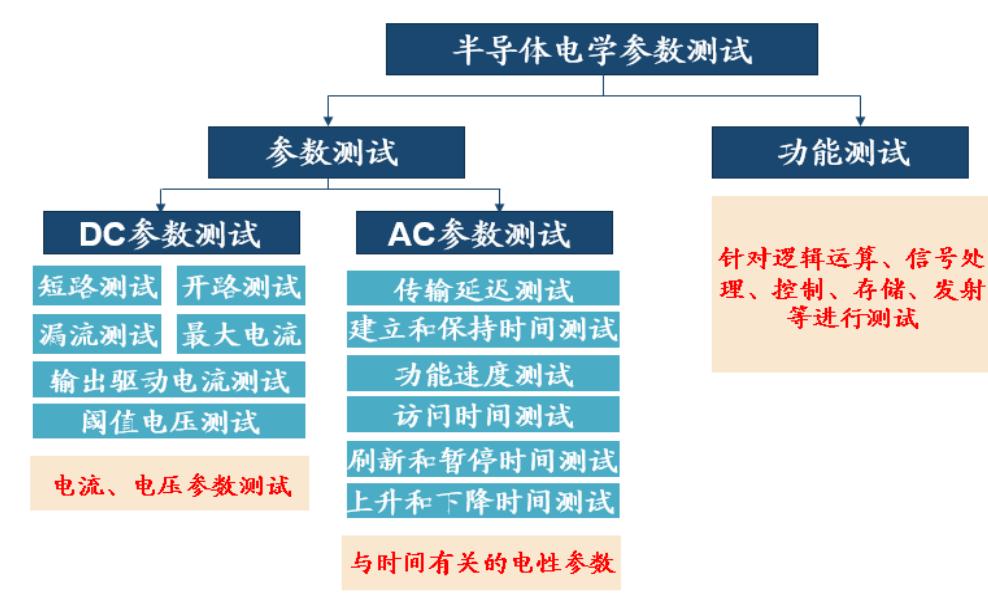
(一) 测试需求贯穿半导体设计、前道制造、后道封装全程

半导体测试贯穿设计、生产过程的核心环节。半导体测试就是通过测量半导体的输出响应和预期输出并进行比较以确定或评估集成电路功能和性能的过程，其测试内容主要为电学参数测试。一般来说，每个芯片都要经过两类测试：

(1) 参数测试。参数测试是确定芯片管脚是否符合各种上升和下降时间、建立和保持时间、高低电压阈值和高低电流规范，包括DC (Direct Current) 参数测试与AC (Alternating Current) 参数测试。DC参数测试包括短路测试、开路测试、最大电流测试等。AC参数测试包括传输延迟测试、建立和保持时间测试、功能速度测试等。这些测试通常都是与工艺相关的。CMOS输出电压测量不需要负载，而TTL器件则需要电流负载。

(2) 功能测试。功能测试决定芯片的内部数字逻辑和模拟子系统的行为是否符合期望。这些测试由输入适量和相应的响应构成。他们通过测试芯片内部节点来检查一个验证过的设计是否正常工作。功能测试对逻辑电路的典型故障有很高的覆盖率。

图1：按测试内容分类的半导体测试类型



数据来源：长川科技招股书，广发证券发展研究中心

测试成本与测试时间成正比，而测试时间取决于测试行为，包括低速的参数测试和高速的矢量测试（功能测试）。其中参数测试的时间与管脚的数目成比例，适量测试的时间依赖于矢量的数目和时钟频率。测试的成本主要是功能测试。

半导体测试贯穿设计、制造、封装、应用全过程。从最初形成满足特定功能需求的芯片设计，经过晶圆制造、封装环节，在最终形成合格产品前，需要检测产品是否

符合各种规范。按生产流程分类。半导体测试可以按生产流程可以分为三类：验证测试、晶圆测试测试、封装检测。

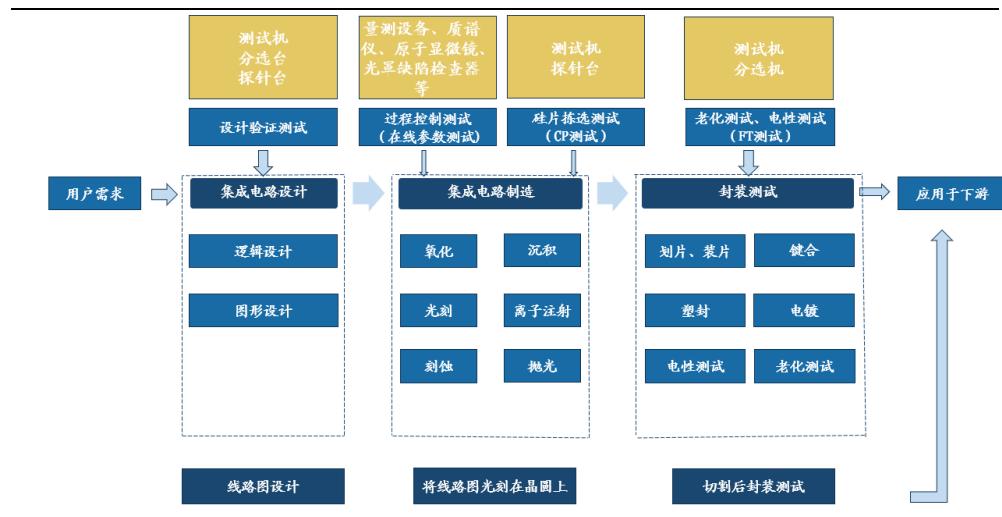
(1) 验证测试：又称实验室测试或特性测试，是在器件进入量产之前验证设计是否正确，需要进行功能测试和全面的AC/DC。特性测试确定器件工作参数的范围。通常测试最坏情况，因为它比平均情况更容易评估，并且通过此类测试的器件将会在其他任何条件下工作。

(2) 晶圆测试：每一块加工完成后的芯片都需要进行晶圆测试，他没有特性测试全面，但必须判定芯片是否符合设计的质量和需求。测试矢量需要高的故障覆盖率，但不需要覆盖所有的功能和数据类型。晶圆测试主要考虑的是测试成本，需要测试时间最小，只做通过/不通过的判决。

(3) 封装测试：是在封装完成后的测试。根据具体情况，这个测试内容可以与生产测试相似，或者比生产测试更全面一些，甚至可以在特定的应用系统中测试。封装测试最重要的目标就是避免将有缺陷的器件放入系统之中。晶圆测试又称前道测试、

“Circuit porbing”（即CP测试）、“Wafer porbing”或者“Die sort”。晶圆测试大致分为两个步骤：①单晶硅棒经标准制程制作的晶圆，在芯片之间的划片道上会有预设的测试结构图，在首层金属刻蚀完成后，对测试结构图进行晶圆可靠性参数测试（WAT）来监控晶圆制作工艺是否稳定，对不合格的芯片进行墨点标记，得到芯片和微电子测试结构的统计量；②晶圆制作完成后，针对制作工艺合格的晶圆再进行CP测试（Circuit Probing），通过完成晶圆上芯片的电参数测试，反馈芯片设计环节的信息。完成晶圆测试后，合格产品才会进入切片和封装步骤。

图2：测试在集成电路全过程中的应用

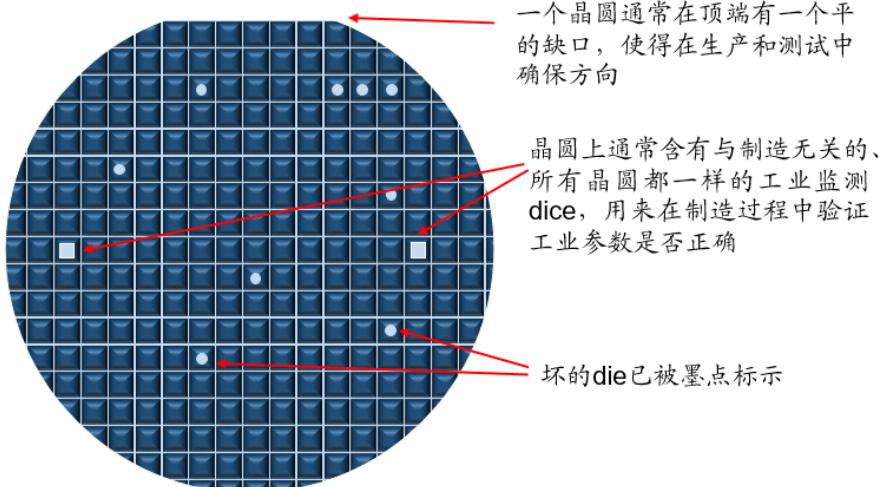


数据来源：华峰测控招股书，广发证券发展研究中心

封装测试：在一个Die封装之后，需要经过生产流程中的再次测试。这次测试称为“Final test”（即通常说的FT测试）或“Package test”、成品测试。在电路的特性要求界限方面，FT测试通常执行比CP测试更为严格的标准。芯片也许会在多组温度条件下进行多次测试以确保那些对温度敏感的特征参数。商业用途（民品）芯片通常

会经过0℃、25℃和75℃条件下的测试，而军事用途（军品）芯片则需要经过-55℃、25℃和125℃。

图3：经过测试和墨点标示的晶圆示意图



数据来源:《The Fundamentals of Digital Semiconductor Testing》，Guy A. Perry, Soft Test Inc, 广发证券发展研究中心

不同测试环节的测试参数和应用场景稍有区别。晶圆测试的对象是未划片的整个晶圆，属于在前端工序中对半成品的测试，目的是监控前道工艺良率，并降低后道封装成本。而成品测试是对完成封装的集成电路产品进行最后的质量检测，主要是针对芯片应用方面的测试，有些甚至是待机测试，以保证出厂产品的合格率。CP测试与成品测试的测试参数大体是相似的，但由于探针的容许电流有限，CP测试通常不能进行大电流测试项。此外，CP测试的常见室温为25℃左右，而成品测试有时需要在75-90℃的温度下进行。

表1: CP测试与FT测试对比

测试名称	测试对象	测试内容	测试范围	测试环境	测试目的
设计验证	晶圆级/芯片级		在芯片设计阶段进行测试，调试和检验芯片样品的功能设计是否符合要求		
WAT(Wafer Acceptance Test)	晶圆级 wafer level	管芯或结构测试	对专门的测试图形 (test key) 的测试		通过电参数监控各步工艺是否正常和稳定
CP(Chip Probing)	晶圆级 wafer level	电路测试含功能	每个芯片都要测试	测试机电的电压和功率不会很高	监控前道工艺良率，降低后道成本
FT(Final Test)	芯片级 device level	电路测试含功能	与CP测试类似，或更全面	要求更严格，测试环境更严苛	保证出厂产品的合格率，能实现全部的功能

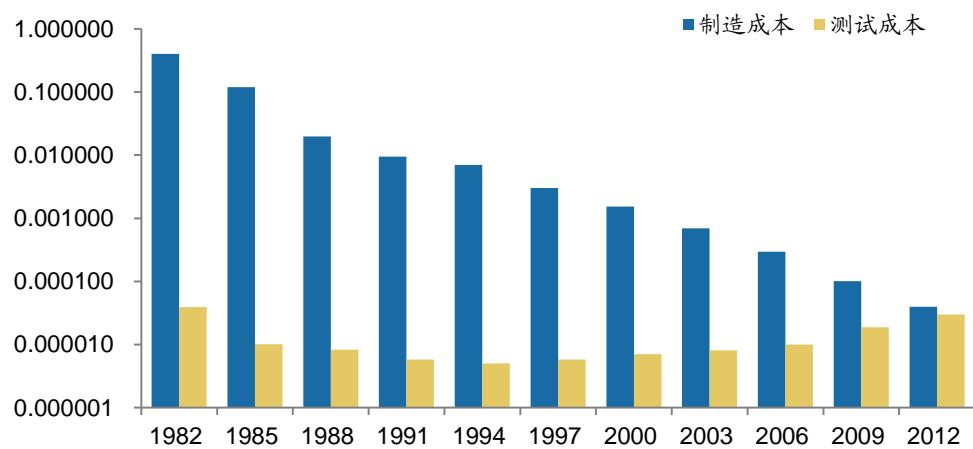
数据来源:《半导体制造技术》，MichaelQuirk，电子工业出版社，广发证券发展研究中心

识别风险，发现价值

请务必阅读末页的免责声明

半导体检测是产品良率和成本管理的重要环节，在半导体制造过程有着举足轻重的地位。面临降低测试成本和提高产品良率的压力，测试环节将在产业链中占据更为重要的地位。摩尔定律预测，芯片上的元器件数目每隔18个月会增加一倍，单位元器件的材料成本和制造成本会成倍降低，但芯片的复杂化将使测试成本不断增加。根据ITRS的数据，单位晶体管的测试成本在2012年前后与制造成本持平，并在2014年之后完成超越，占据芯片总成本的35-55%。另外，随着芯片制程不断突破物理极限，集成度也越来越高，测试环节对产品良率的监控将会愈发重要。

图4：单个晶体管的制造成本与测试成本对比（美分）



数据来源：ITRS，广发证券发展研究中心

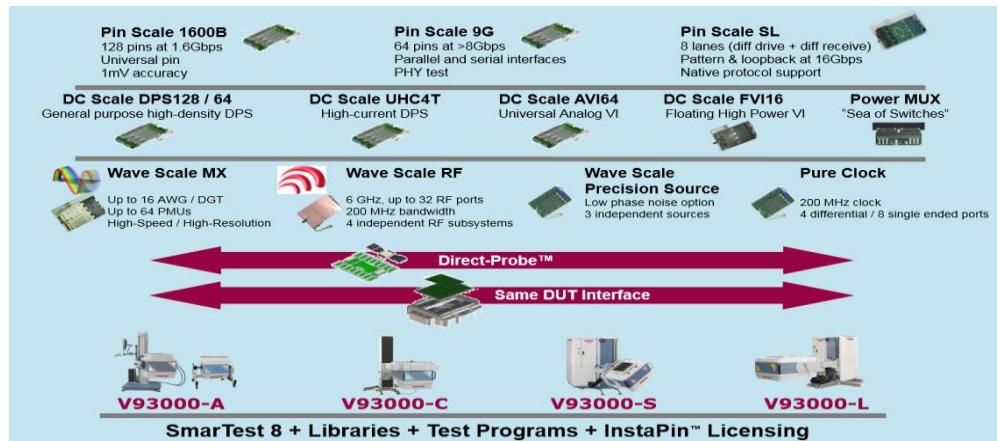
(二) ATE 迭代速度较慢，设备商充分享受技术沉淀成果

ATE迭代速度较慢，主力产品生命周期长。半导体自动化测试系统不属于工艺设备，和制程的直接相关度较低，产品迭代速度较慢，单类产品的存在时间较长，设备商享受技术沉淀成果。市场目前主流的ATE多是在同一测试技术平台通过更换不同测试模块来实现多种类别的测试，提高平台延展性。例如国际半导体测试机龙头泰瑞达的模拟及数模混合测试平台ETS-364/ETS-600由Eagle Test System于2001年推出，目前仍在泰瑞达官网销售。爱德万的V93000机型、T2000机型分别于1999年、2003年推出。根据爱德万官方数据，2014年V93000出货超过500台，截至2015年3月16日累计出货4000台，2017年更是创下累计出货5000台的记录，即使在2019年也有单笔订单超过30台的情况。

而这两款机型之所以能够维持如此好的销售成绩，是因为ATE设备仅需更换测试模块和板卡就可实现多种类测试以及测试性能提升，而不需要更换机器。V93000在更换AVI64模块之后将测试范围扩大到了电源市场和模拟市场，而更换PVI8板卡后不仅可以实现大功率电压/电流的测量，并且测试速度更快，测量更精准，更换Wave Scale板卡后可实现高并行，多芯片同测及芯片内并行测试，大大降低了测试成本与时间。而T2000也可以通过组合不同的模块完成对SoC器件、RF、CMOS图像、大功率器件以及IGBT的测试。于是一款ATE设备可以在市场上存在20年之久且依然有

良好的销售业绩，设备商从而可以享受技术沉淀的成果。

图5：爱德万V93000配置



数据来源：爱德万官网，广发证券发展研究中心

半导体测试机的技术核心在于功能集成、精度与速度、与可延展性。随着芯片工艺的发展，一片芯片上承载的功能越来越多，测试机需要测试的范围也越来越大，这就对测试机提出了考验，测试机的测试覆盖范围越广，能够测试的项目越多，就越受客户青睐。同时，企业购买测试机就是为了把不符合要求的产品精准地判断出来，于是测试机的测试精度也成了技术核心之一，测试精度的重要指标包括测试电流、电压、电容、时间量等参数的精度，先进设备一般能够在电流测量上能达到皮安(pA)量级的精度，在电压测量上达到微伏(μV)量级的精度，在电容测量上能达到 0.01 皮法(pF)量级的精度，在时间量测量上能达到百皮秒(pS)。同时，随着市场对半导体的需求越来越大，半导体生产商为了提高出货速度，会希望测试的时间越少越好，这就要求测试机的测试速度越快越好，主要指标有响应速度等，先进设备的响应速度一般都达到了微秒级。最后，因为半导体的测试要求不同且发展很快，而测试机的投入较高，测试机的可延展性也成为了买家关心的重点，这项技术具体体现在测试机能否根据需要灵活地增加测试功能、通道和工位数。例如爱德万的T2000测试机就可以通过组合不同的测试模块从而灵活实现对数字、电源、模拟、功率器件、图像传感器和射频的测试等。

表2：半导体测试机技术核心

技术核心		衡量指标	量级要求
测试精度	功能集成	测试模块覆盖范围	电流、电压等覆盖范围
	电流		皮安(pA)
	电压		微伏(μV)
	电容		0.01 皮法(pF)
	时间量		百皮秒(pS)
响应速度	响应速度		微秒(μS)
	可延展性	功能增加灵活性	测试功能可增加 通道可增加 工位可增加

数据来源：华峰测控招股说明书，长川科技招股说明书，广发证券发展研究中心

跟随半导体产品不断推进的测试需求。测试机的价格相对昂贵，通常为数百万元，针对不同测试对象而频繁更换测试机将带来大量资本开支。因此，目前的高端测试机已经由自动测试设备向开放式测试平台方向发展，基于开放式系统（如OpenStar2000等），通过搭建自定义的PXI模块，以适应日益增多的待测参数需求，增强了测试机的灵活性和兼容性。

由于元器件设计和生产工艺的不断进步，器件性能迅速提升，产品生命周期越来越短，相应的测试设备也必须及时升级换代，近年来国内集成电路测试需求主要包括：①模拟信号测试强调大功率、高精度、覆盖关键交流参数；②数字信号测试从中低速向高速跨越式发展，测试通道数倍增；③混合信号测试从模拟信号测试中逐渐剥离，追求高速、高带宽、高采样率，射频（RF）测试的需求日渐增长；④存储器测试产品更新换代较快，需要独立的测试平台。

表3：十二五后集成电路测试平台需求趋势

测试类型	器件种类	配置要求	测试平台	设备厂商
纯模拟信号	开关/电源/运放/比较器/功率器件	电压范围： $\pm 1000V$ 电流范围： $\pm 100A$ TMU 分辨率： $< 0.1nS$ 覆盖信噪比等交流参数	V93000 ASL1000	爱德万 科利登
高速数字	处理器 逻辑电路	数字频率 $\geq 400MHz$ 向量深度：32~64M 测试通道：512~1024CH	V93000	爱德万
混合信号	SoC AD/DA RF	数字频率 $\geq 200MHz$ 模拟带宽 $\geq 100MHz$ 采样频率 $\geq 200MHz$ 采样分辨率 $\geq 12bit$ 射频传输速率 $\geq 1GHz$	V93000 T2000 UltraFlex	爱德万 爱德万 泰瑞达
存储器	SDRAM/DDR Flash EEPROM	存储容量 $\geq 1G$ 数据速率 $\geq 200Mbps$ 测试通道 $\geq 256CH$	T5813ES	爱德万

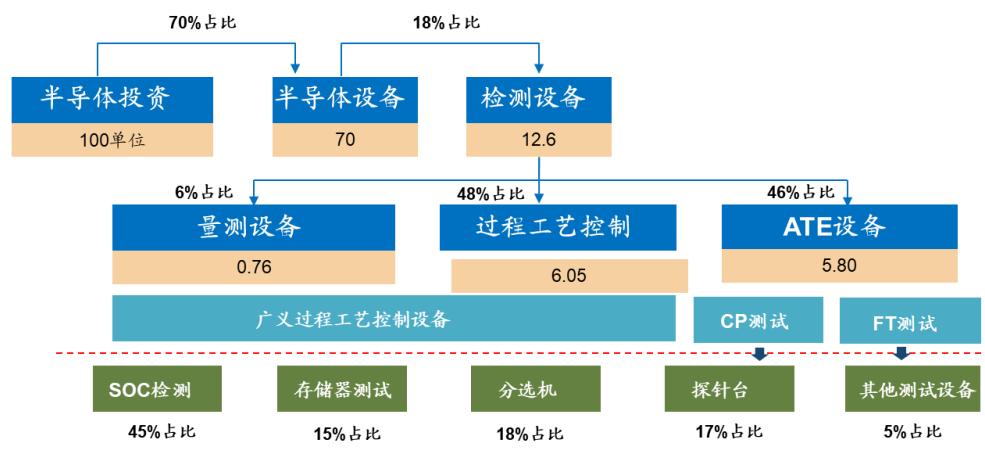
数据来源：《集成电路测试平台需求趋势分析》，孙丽军，广发证券发展研究中心

(三) 具备可观的市场空间，需求趋势向上

半导体测试设备具备可观的市场空间。半导体检测（包括过程工艺控制与半导体测试）的广泛应用以及对良率和成本的重要性，总体检测设备的投资与光刻、刻蚀等关键工艺相差无几。根据SEMI数据，在全球半导体设备市场中，近年来前段晶圆加工设备部分，光刻、刻蚀、薄膜沉积设备各占约20%的市场；在检测设备领域，包括工艺过程控制、CP测试、FT测试等，其占整个半导体设备市场空间的大致在15%~20%，其中半导体测试设备（包括ATE、探针台、分选机）大概占比8%~10%。

半导体测试设备主要包括三类：ATE、探针台、分选机。其中测试功能由测试机实现，而探针台和分选机实现的则是机械功能，将被测晶圆/芯片拣选至测试机进行检测。探针台和分选机的主要区别在于，探针台针对的是晶圆级检测，而分选机则是针对封装的芯片级检测。根据SEMI，ATE大致占到半导体测试设备的2/3，探针台和分选机合计占到半导体测试设备的1/3。

图6：半导体检测设备占半导体设备销售额比例



数据来源：SEMI，广发证券发展研究中心

图7：半导体产业链及测试设备的应用

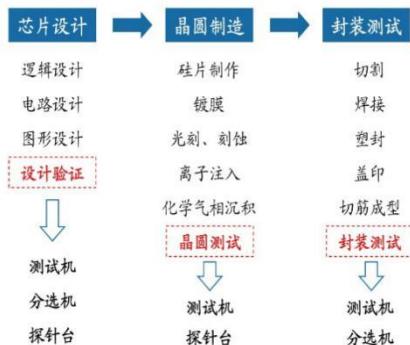
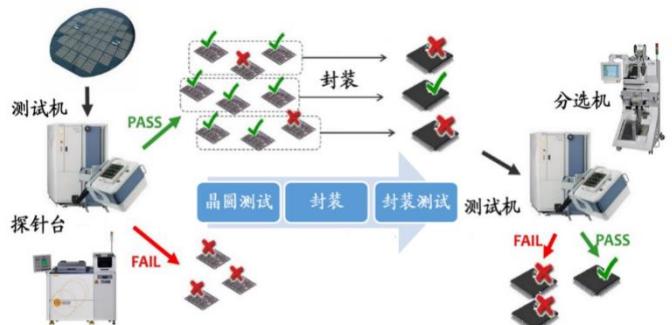


图8：晶圆测试和封装测试工作流程示意图



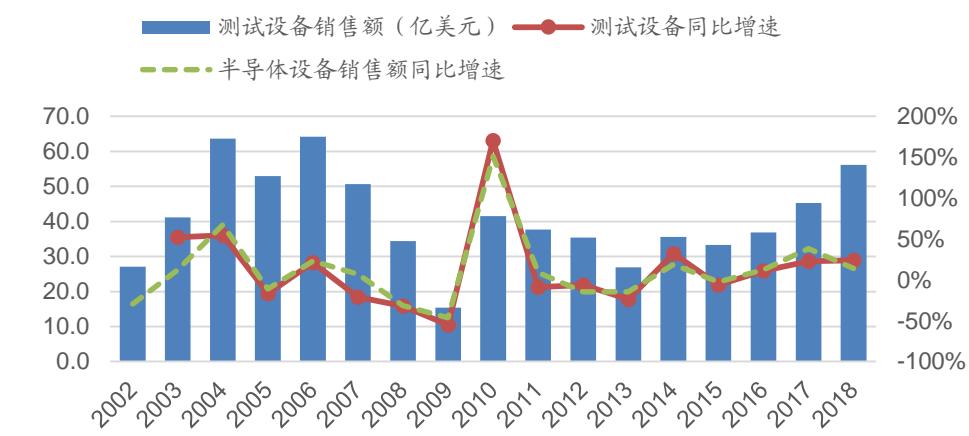
数据来源：长川科技招股说明书，广发证券发展研究中心

数据来源：长川科技招股说明书，广发证券发展研究中心

从ATE的历史发展看，1960s行业起步，在1990s~2000s伴随下游行业快速增长。在半导体行业上一轮大的景气周期中（2001年-2009年），全球半导体测试设备销售

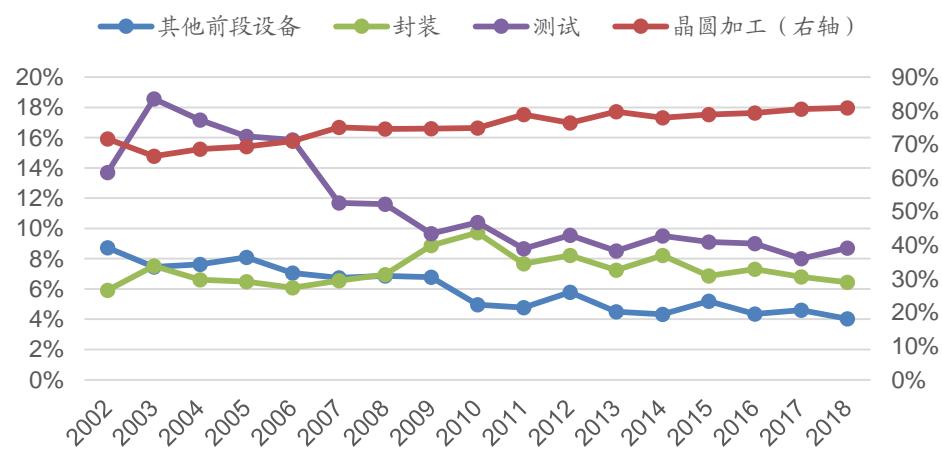
额在2006年达到顶点，当年销售额达到64.2亿美元，占半导体设备总销售额的15.9%。值得注意的是，在这一时期半导体测试设备行业处于快速成长期，下游需求旺盛，市场也在不断推出更适应当前需求的新产品，测试成本占比较高，在2003年到2006年半导体测试设备占半导体设备总销售额的比重都超过15%。而随着测试产品逐步成熟，下游需求增长放缓，市场竞争开始加剧，测试设备成本被压缩，主要的成本向前进道（主要是光刻、刻蚀、薄膜沉积设备、过成功工艺控制等）倾斜，同时测试设备市场份额逐步向头部集中。目前全球半导体测试设备市场已经非常成熟，测试设备占半导体设备销售额稳定在8%~10%。根据SEMI数据，2018年全球半导体测试设备整体市场规模约56.3亿美元，其中，SoC类和数字集成电路测试设备市场规模约为25.5亿美元。2015-2018年全球半导体测试设备需求稳步增长，年均复合增速达到19.0%。

图9：半导体测试设备销售额



数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

图10：各类半导体设备销售额占总销售比重



数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

二、丰富的产业链客户，国产化趋势推动市场扩张

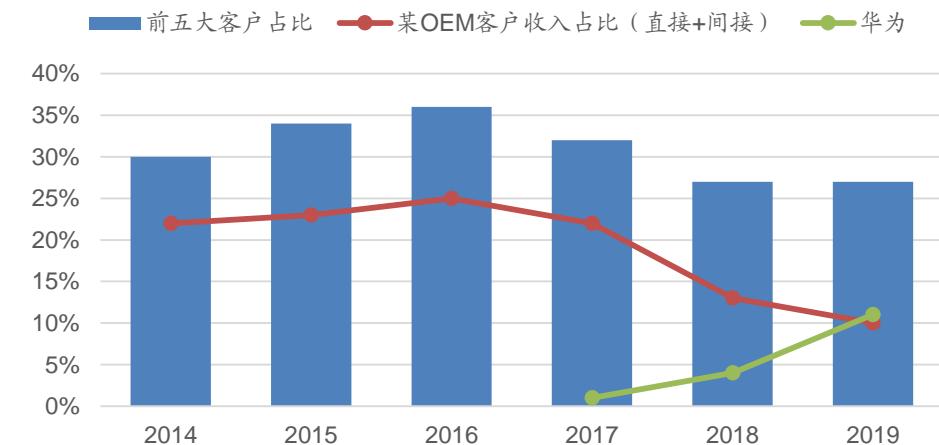
(一) 设计、制造、封测三大环节，半导体全面国产化蕴藏机遇

对应测试在半导体设计制造过程的应用，半导体测试系统企业的客户包含：(1)IDM模式下，IDM厂商。(2)晶圆分工模式下，IC设计企业(Fabless)、代工厂、封装测试企业(OSAT)。此外，对国际大厂而言，原始设备制造商(OEM)是非常重要的一类客户，主要通过直接采购、以及通过对代工厂、封测厂的间接采购。

从对ATE的需求量来看，封测环节>制造环节>设计环节。在封测环节，成品测试要求每一颗都要全参数测试，测试量大。晶圆制造环节，由于是半成品，所以以测试基本功能和主要参数为主，一般都是多工位测试，测试效率高，整体对测试机的需求量低于封测厂。设计公司买测试机目的是工程验证，以及问题验证和解决，对测试机的需求量相对较小。

因而，对ATE厂商来说，晶圆制造厂商(包括IDM和代工厂)以及封测厂是设备直接采购主力。值得注意的是，设计厂商、以及OEM也是重要的客户，包括直接采购，以及通过对代工厂、封测厂的间接采购。代工厂、封测厂往往会基于OEM、IDM以及设计厂的要求或建议来采购ATE。从泰瑞达的客户结构看，近几年，单一客户曾创造当年10%以上的收入的客户包括苹果公司、台积电等。根据泰瑞达年报，2012-2013年公司来自苹果公司的收入占公司总收入达到10%、12%。2016-2017年公司来自台积电的收入占比达到12%~13%。而考虑直接采购、以及通过代工厂与封测厂间接采购，在2014-2016年某OEM客户收入占泰瑞达总收入的比重达到22%、23%、25%，这其中包含了通过台积电、JA Mitsui Leasing公司的销售。近两年，来自华为的需求快速增长，根据泰瑞达2019年年报，2017-2019年公司来自华为的销售收入(包括直接采购，以及通过代工厂、封测厂采购)的占比分别达到1%、4%、11%。泰瑞达2019年收入22.95亿美元，由此计算2019年公司来自华为的销售收入达到2.52亿美元。

图11：泰瑞达客户结构

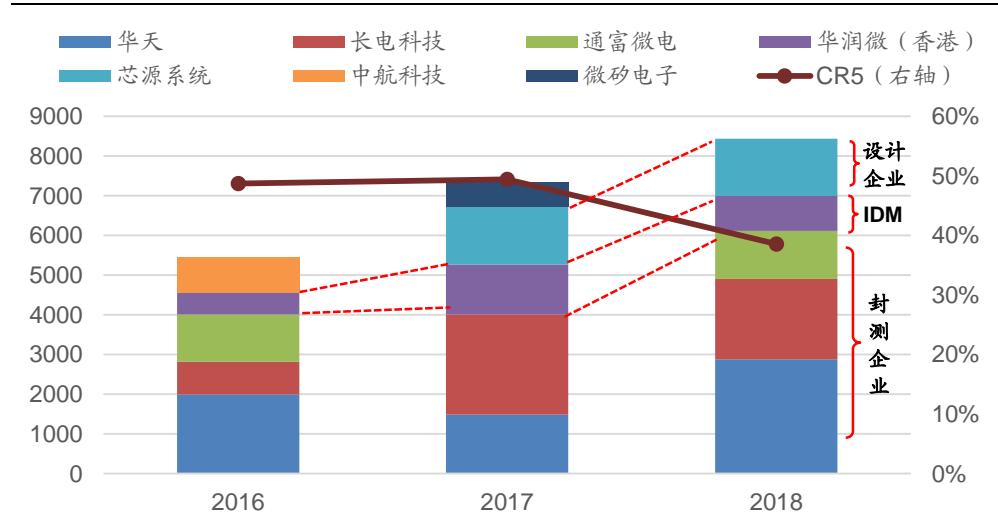


数据来源：泰瑞达年报，广发证券发展研究中心

从国内公司的情况看，国内ATE厂商需求主要来自国内封测厂，主要是受益国内封测产业近年来的快速扩张。包括长电科技、华天科技、通富微电等3家国内封测领先企业，2013-2018年合计收入规模从93.2亿元扩张至382.0亿元，年均复合增速32.6%；相对应的，三家企业2013-2018年资本开支水平从17.7亿元增长至81.8亿元，年均复合增速35.9%。这一时期，持续快速扩张的国内封测巨头是国内ATE厂商最重要的客户，占据收入份额的绝大部分。以长川科技为例，2014-2016年公司的前两大客户华天科技、长电科技占公司总收入的比重每年均超过60%，前五大客户收入占比均在80%左右。

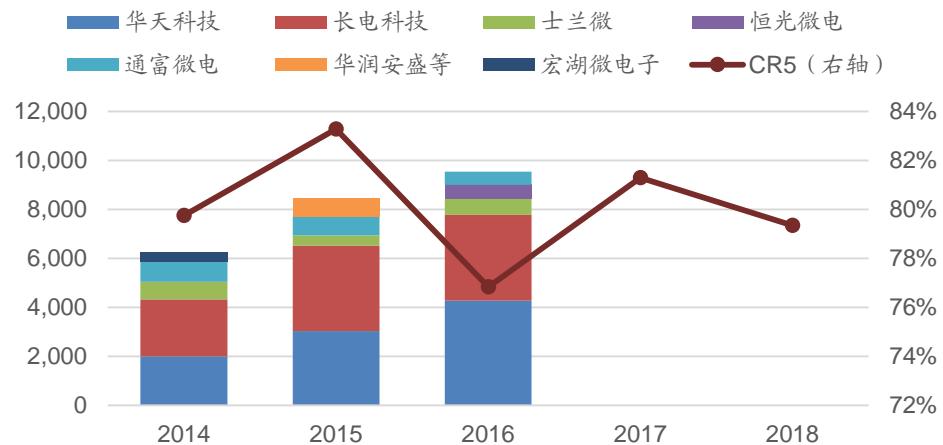
而随着当下国内半导体产业全面国产化，产业链前端的制造、设计环节，对国内ATE需求将得到显著提升，丰富的产业链客户有助于国内ATE需求的稳健攀升。以华峰测控为例，2018年公司收入2.19亿元，是2016年收入的1.95倍。其中客户结构显示以下变化：(1)客户集中度进一步下降，2018年公司前五大客户集中度仅38.6%，较2016年下降10.1个百分点。(2)发展了丰富的设计企业客户资源。2017-2018年设计企业芯源系统连续两年进入公司前五大客户，2017-2018年公司来自芯源系统的收入分别为1458万元、1444万元。根据公司招股书，公司拥有百家集成电路设计企业客户资源，也与超过三百家以上的集成电路设计企业保持了业务合作关系。(3)制造环节的客户需求在增加。根据公司招股说明书，2016-2018年华润微进入公司前五大客户，收入分别为554万元、1253万元、880万元；2019年5月取得万国半导体1008万元的测试设备订单。

图12：华峰测控前五大客户收入（万元）及CR5



数据来源：华峰测控招股说明书，广发证券发展研究中心

图13：长川科技前五大客户收入（万元）及CR5

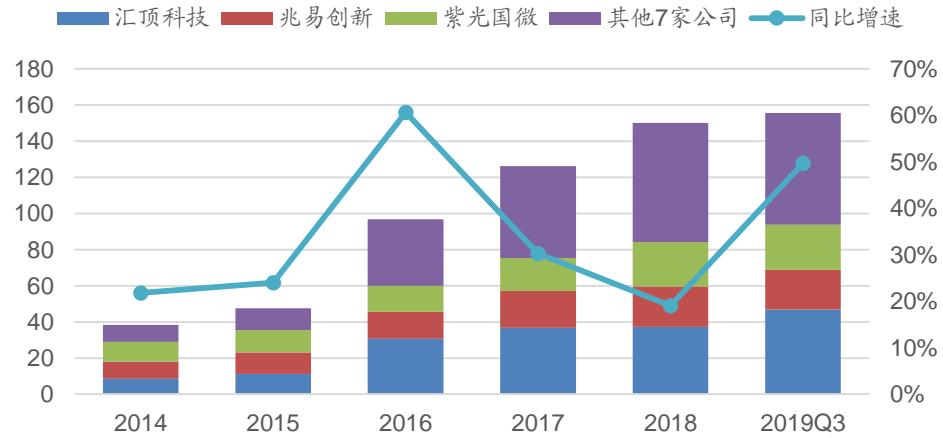


数据来源：长川科技招股说明书及年报，广发证券发展研究中心

(二) 设计厂商/OEM：以华为为代表，需求潜力已逐步显现

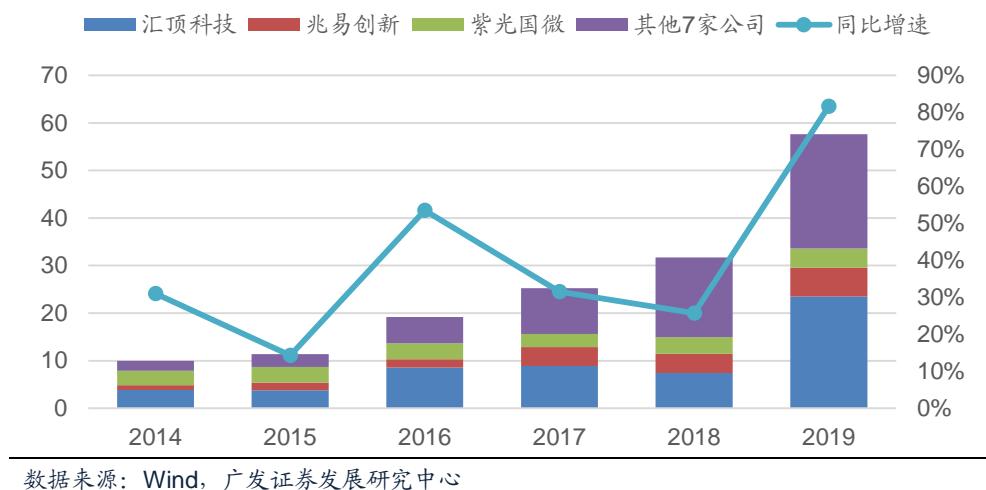
设计厂商主要负责芯片的设计环节，他们会直接对测试设备产生需求，也会间接推动自己的代工厂购买同一家企业的测试设备从而产生需求。随着国内研发能力的不断增强，不少国内芯片设计企业开始占据领先地位，根据智研咨询数据，2018年中国有11家企业上榜全球前五十芯片设计企业，而在2009年，这个数据仅为1家，而随着5G、AI等新一轮科技逐渐走向产业化，国内芯片行业将会迎来良好发展，从而给国内测试设备市场带来需求。我们统计了10家芯片设计上市公司的数据，包括汇顶科技、兆易创新、紫光国微等，10家公司2019Q3营业收入155.5亿元，同比增长49.7%；10家公司2019年归母净利润57.6亿元，同比增长81.6%。2016-2019年十家公司归母净利润的年均复合增速达到44.3%。

图14：10家芯片设计上市公司的营业收入（亿元）及同比增速



数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

图15：10家芯片设计上市公司的归母净利润（亿元）及同比增速



数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

华为产业链加速国产化的机遇。处于供应链安全考量，华为产业链有望加速国产化，包括代工行业、封测行业都有望受益华为需求向国内转移的良好机遇。华为对ATE的需求路径包括：（1）华为自身的测试需求，包括各部门的实验室等。（2）对产业链服务需求的增长，包括对代工环节、封测环节的需求增长，由此推动ATE需求。其中华为可能影响对应代工厂、封测厂对ATE产品的选择。

根据泰瑞达2019年年报，2019年泰瑞达来自华为（包括直接及间接）的收入占公司总收入比重达到11%，达到2.52亿美元，来自华为的需求正快速增长，未来需求仍然有进一步提升的空间。根据泰瑞达2016年年报，在2014-2016年某OEM客户收入占泰瑞达总收入的比重达到22%、23%、25%（其中包含了通过台积电、JA Mitsui Leasing公司的销售），由此计算该OEM客户2014-2016年贡献泰瑞达收入达到3.62亿美元、3.77亿美元、4.38亿美元。

在封测环节，目前为止华为主要是以外包测试为主，主要是国内及中国台湾封测厂。以华为海思为例，2018年收入501亿元，同比增长34%。按照采购成本60亿美元，其中封测成本占比25%计算，则华为海思每年的封测订单需求为15亿美元；同时海思仍保持较高的增长。因此，华为等半导体需求大客户的转单将给中国内地封测厂商带来明显增量，使得中国内地封测行业的景气度回升高于全球平均水平。

在制造环节，中芯国际第一代14nm FinFET已成功量产并于2019Q4贡献有意义的营收（客户以国内为主，产品涵盖中低端手机CPU、Modem及矿机等），产能计划从当前3-5K/月扩充至2020年底的15K/月；12nm FinFET已进入风险生产，同时第二代FinFET N+1技术平台研发与客户导入进展顺利。（详见广发海外报告《中芯国际（00981.HK）：半导体国产化持续加速，需求能见度不断提升》）。

根据华峰测控招股说明书，公司已经成为华为全球范围类测试设备的供应商，2019年8月与华为机器有限公司签订测试机正式合同，合同金额1947.15万元。

(三) 制造环节：存储器厂与代工厂双重扩产红利

国内半导体设备行业将充分受益逻辑厂与存储器厂双倍投资强度，具体的扩产逻辑有所区别：

1.晶圆代工厂。代工模式的核心在于“服务”，晶圆代工厂通常提供一个工艺技术平台，根据客户需求提供定制化产品与服务，发展壮大的关键在于覆盖更多的客户、满足客户更多的需求，因而晶圆代工厂的扩厂也是为了匹配客户需求、通常是顺应市场需求发展趋势的。当市场需求旺盛时，积极的资本开支以满足日益增长的下游需求，也是公司未来成长的动力。面向客户需求，晶圆代工厂的产能扩张情景主要有2类：（1）产能需求。即现有产能利用饱满，为匹配客户产能需求而扩大产能。

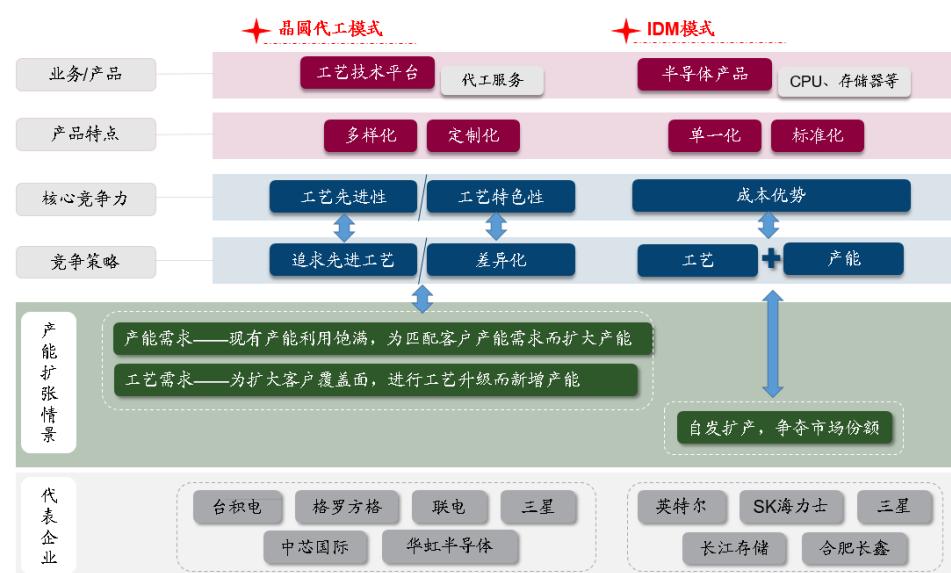
（2）工艺需求。即为满足客户更多需求或者扩大客户覆盖面，进行工艺升级而新增产能。

2019年以来行业的积极变化是，产业景气度持续攀升，晶圆代工厂产能利用率不断提升，促使代工厂积极规划资本开支。以中芯国际为例，根据公司季度报告，中芯国际19Q4的产能利用率进一步提升至98.8%，公司计划2020年资本开支31亿美元，较2019年的20亿美元大幅提升。

2.存储器厂。与代工厂不同，存储器厂采用IDM模式，直接提供半导体产品。由于存储芯片技术标准化程度高，各家厂商的产品容量、封装形式都遵循标准的接口，性能也无太大差别，在同质化竞争情况下，存储厂商通过提升制造工艺，提供制造产能，利用规模优势降低成本，从而赢得市场。为了提高竞争力、抢占市场份额，存储器厂可能采取逆市扩张的策略。

当前中国存储器产业面临重大机遇，促使国内存储器厂商积极进行工艺研发与产能建设，长期性与规模性的下游投资将对国产装备创造极佳的成长环境。其中长江存储与合肥长鑫都将在2020年进入积极的产能爬坡期，预期将促使设备需求大幅增长。根据集邦咨询，19年Q4长江存储产能2万片/月（12英寸），20年底有望扩产至7万片/月；合肥长鑫目前产能2万片/月，预计2020年第一季度末达到4万片/月。

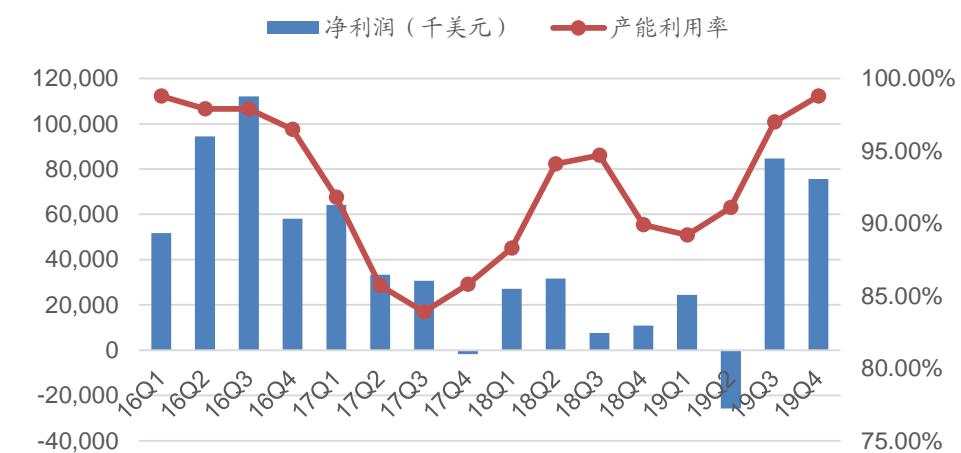
图16：晶圆代工模式与IDM模式对比



数据来源：集邦咨询，广发证券发展研究中心

中芯国际：产能利用率维持高位，20年计划资本开支强劲。由于TWS、多摄像头、超薄指纹识别等持续渗透，中芯国际的CIS、Power IC、Fingerprint IC、Bluetooth IC以及Specialty Memory等产品下游需求保持旺盛，产业景气度持续攀升，公司产能利用率持续提升。根据公司业绩公布，2019Q4公司产能利用率达到98.8%，已经是2016年以来最高水平，较上一季度继续提升1.8个百分点，较上年同期提升8.9个百分点。2019Q4中芯国际实现营业收入8.39亿美元，同比增长6.6%，结束了连续3个季度的持续下滑；2019Q4公司毛利率23.8%，较上一季度提高3.0个百分点，较上年同期提高6.8个百分点，主要得益于产能利用率的持续提升。根据19Q4业绩报告，公司预计2020年将重启成长。目前看一季度营收比季节性来得好。2020Q1公司收入指引仍保持环比增长（2%~2%），得益于成熟制程产能利用率的持续满载；毛利率指引略有下滑（由23.8%下滑至21%~23%），下滑主要由于14nm产能开始爬坡。

图17：中芯国际净利润与产能利用率



数据来源：中芯国际季度报告，广发证券发展研究中心

半导体国产化持续加速。2019Q4中芯国际与华虹半导体营业收入中，来自中国区收入占比分别达到65.1%、63.2%，分别较2019Q1提高11.2个百分点、10.4个百分点，显示半导体国产化进程加速。

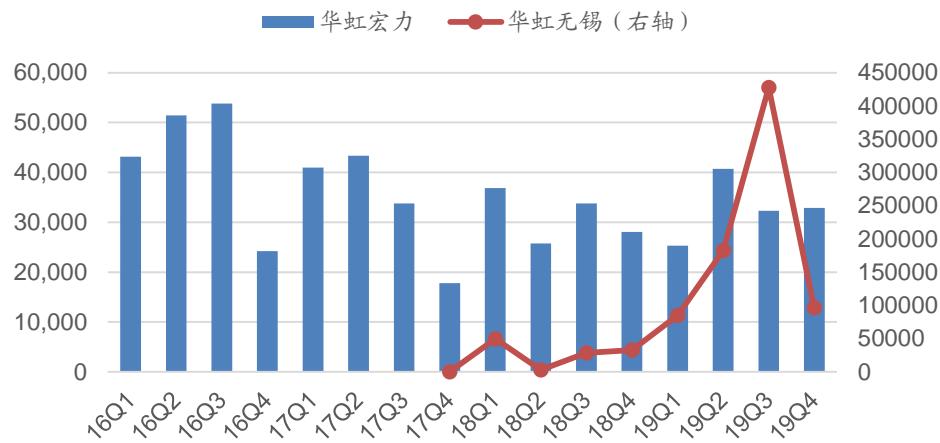
顺应市场需求，新一轮资本支出计划将启动，产能扩张逐步显现。根据公司季度报告，2019Q4中芯国际资本开支4.92亿美元，2019年全年资本开支20.29亿美元，略高于2018年资本开支18.13亿美元，接近公司在2018Q4给出的19年资本开支指引21亿美元。为了顺应下游客户需求，公司在季报中提出，将启动新一轮资本支出计划，公司计划2020年用于晶圆厂运作的资本开支约为31亿美元，其中20亿美元用于扩充拥有多数股权的上海300mm晶圆厂产能，上年为12亿美元；5亿美元用于扩充多数股权的北京300mm晶圆厂产能，上年该项资本支出计划为2亿美元。

除了中芯国际，华虹半导体的无锡12英寸厂房在未来两年也将处于产能快速爬坡阶段，将由当前的1万片/月扩充至2021年底的3万片/月。根据集微网，2019年9月华虹无锡厂12寸线建成投片，开始55纳米芯片产品制造，该项目总投资100亿美元，月产能4万片。该项目于18年3月开工，目前已完成1万片产能所需的设备安装和调试，通线投产后将迅速爬坡，形成量产能力。

2019年公司用于华虹无锡12寸厂的资本开支合计7.91亿美元；用于华虹宏力8寸厂的资本开支合计1.31亿美元。由于产业景气度回暖及成熟制程需求良好，华虹半

体产能利用率从2019Q1的87.3%提升至2019Q3的96.5%。2019Q4公司的产能利用率下滑至88.0%，主要是受无锡12寸厂在19Q4投产影响，其中8寸厂产能利用率92.5%、12寸厂产能利用率31.6%。

图18：华虹宏力与华虹无锡的资本开支（千美元）



数据来源：华虹半导体季度报告，广发证券发展研究中心

下游需求旺盛叠加国产化趋势，国内晶圆代工市场景气上行，产能利用率攀升，推动代工厂积极扩产。当前国内晶圆代工厂呈现先进与成熟工艺扩产并行的状态，为国产状态发展提供了充分的空间。当前国内晶圆代工厂的扩产力量按照工艺水平可以划分三类：

1.面向先进制程的12寸晶圆厂。以中芯国际、华虹集团为代表的国内头部晶圆代工厂，目标市场面向先进制程。包括中芯国际北京12寸厂（28nm）、中芯南方上海12寸厂（14nm）、华力集成二期（28-14nm）、弘芯武汉12寸厂（14nm）。

2.面向成熟制程的12寸晶圆厂。由于大尺寸硅晶圆的发展趋势，国内存在着一批面向成熟制程的12寸晶圆厂正在扩产中。包括华虹无锡12寸厂（90-65nm）、晶合集成合肥12寸厂（180-55nm）、万国半导体重庆12寸厂（90nm）、士兰微厦门12寸厂（90nm）、粤芯广州12寸厂（180-130nm）。

3.其余8寸厂/6寸厂等。包括中芯国际绍兴、宁波、天津8寸厂、士兰微8寸厂、积塔半导体上海8寸厂、燕东微电子北京8寸厂等等。19年底以来半导体市况明显回温，8英寸晶圆代工产能已吃紧。包括台积电、联电、世界先进的8英寸代工产能满载。伴随着旺盛的市场需求，国内8英寸也迎来扩产浪潮。

对国产装备而言，下游形成梯队的晶圆厂建设为其提供了充分的发展舞台。既有面向国际先进水平的先进制程市场，又有当前主流的12寸成熟制程市场，此外众多的8寸厂等为国产装备提供了良好的过渡市场。整体上看，国内各梯队晶圆代工厂的设备国产化率的情况是，先进制程<12寸成熟制程<8寸厂，分别以华力集成、华虹无锡12寸厂、积塔半导体8寸厂为例。根据中国招标网，截止2020年2月，主要的半导体设备的国产化率分别为，华力集成（28nm）7.0%、华虹无锡（90-65nm）23.7%、积塔半导体（8寸）34.4%。

表4：国内主要在建晶圆代工厂情况

产线	城市	类型	晶圆尺寸	技术节点	投资(亿元)	产能K/月	动工时间	投产时间	状态
中芯北方	北京	晶圆代工	12	28nm HKMG	234.0	35	2018-12		产能爬坡
中芯南方	上海	晶圆代工	12	14nm	675.0	35	2016-10	2019-06	投产
华力二期	上海	晶圆代工	12	28-14nm	387.0	40	2016-12	2018-10	产能爬坡
华虹无锡一期	无锡	晶圆代工	12	90-65nm	162.5	40	2018-03	2019-12	投产
华虹无锡二期	无锡	晶圆代工	12		487.5		2020-01	2022-01	规划
弘芯武汉一期	武汉	晶圆代工	12	14nm	520.0	45	2018年初	2020Q3	在建
弘芯武汉二期	武汉	晶圆代工	12	14nm、7nm	760.0	45			规划
联芯厦门	厦门	晶圆代工	12	55-28nm	403.0	50	2015-03	2016-11	产能爬坡
晶合集成 N1	合肥	晶圆代工	12	180-55nm	128.1	40	2015-10	2017-06	产能爬坡
晶合集成 N2/N3/N4	合肥		12						规划
万国半导体一期	重庆	IDM	12	90nm	32.5	20	2017-02	2018-07	投产
万国半导体二期	重庆	IDM	12		32.5	50			规划
士兰微一期	厦门	IDM	12	90nm	32.5	40	2018-10		在建
士兰微二期	厦门	IDM	12	90nm	32.5	40	2018-10	2021-06	在建
士兰微 12 寸厂-第二条	厦门	IDM	12	65nm	100.0				规划
粤芯广州	广州	晶圆代工	12	180-130nm	70.0	40	2017-12	2019-12	投产
粤芯投资二期	广州	晶圆代工	12		188.0	40			规划
芯恩青岛	青岛	CIDM	12	40nm	78.0		2018-05		在建
中芯国际天津 T2/T3	天津	晶圆代工	8		97.5	150	2016-10	2018-06	产能爬坡
中芯国际宁波 N2	宁波	晶圆代工	8				2018-11		产能爬坡
中芯国际绍兴	绍兴	晶圆代工	8		58.8	50	2018-05	2020-01	投产
积塔半导体	上海	晶圆代工	8		89.0	60	2018-08	2020-01	在建
积塔半导体	上海	晶圆代工	12	65nm	200.0	50			规划
燕东微电子	北京	晶圆代工	8	0.25-0.09um	48.0	50	2018-02	2019Q4	投产

数据来源：芯思想研究院、集微网等，广发证券发展研究中心

国内存储器投资：具备长期性与规模性，2020年迎增速向上拐点。中国大陆在过去五年掀起了存储芯片制造厂建设热潮。目前我国三大存储阵营，主要包括专注于3D NAND闪存的长江存储（紫光集团与武汉合作），专注于移动式内存（DRAM）的合肥长鑫（兆易创新与合肥合作）以及利基型内存（NOR Flash, SRAM等）的福建晋华（联电与福建合作）。三个项目在2016-2017年开工，其中福建晋华目前仍处于停滞状态，而长江存储与合肥长鑫都将在2020年进入积极的产能爬坡期，预期将促使设备需求大幅增长。

长江存储：根据集微网，长江存储总投资240亿美元，2018Q4成功实现32层NAND量产，2019年9月2日宣布已开始量产基于Xtacking架构的64层256 Gb TLC 3D NAND闪存。产能规划方面，根据集邦咨询数据，19年Q4长江存储产能在2万片/月（12英寸），到2020年底有望扩产至7万片/月，2023年扩产至30万片/月产能。投资水平方面，根据湖北省发改委发布信息，长江存储一期投资569.5亿元（对应10万片/月产能），其中2018、2019年计划投资分别为200亿元、50亿元。

合肥长鑫：根据集微网，合肥长鑫总投资1500亿元，总规划三期，全部完成后产能36万片/月（12英寸），其中一期设计产能12万片/月，目前产能已达到2万片/月，预计2020年达到4万片/月，后续扩产节奏将视研发进程、产品良率和市场需求来决定。投资水平方面，根据安徽省政府发布信息，合肥长鑫一期投资534亿元，截止2018年底合计投资191.3亿元，2019年计划投资50亿元。

此外，紫光集团曾宣布在南京、成都、重庆陆续展开集成电路基地建设，三地项目紫光投资总规模在千亿级别，有望中期对半导体设备需求形成有力支撑。但需要注意，目前均处于工程建设阶段，建设进程以及最终投资规模存在不确定性。

表5：国内主要在建晶圆厂（存储器）

晶圆厂	城市	模式	主要生产项目	投资金额(亿元)	产能(千片/月)	其中一期投资(亿元)	动工时间/计划动工
长江存储	武汉	IDM	3D NAND	1600	300	570	2016年12月
合肥长鑫	合肥	IDM	DRAM	1500	125	534	2017年6月
福建晋华	泉州	IDM	NOR Flash、SRAM	370	60		2016年7月
紫光南京	南京	IDM	NAND Flash、DRAM	2000	300	800	2018年
紫光成都	成都	IDM	3D NAND	1600	300	700	2018年
紫光重庆	重庆	IDM	DRAM	1000		500	2018年
武汉新芯(扩产)	武汉	晶圆代工	NOR Flash、微控制器等	120	13	120	2018年8月
三星西安	西安	IDM	NAND Flash	1000	80	450	2018年3月
海力士无锡	无锡	IDM	DRAM	560	40	560	2017年7月
合计				9750		4234	

数据来源：芯思想研究院，广发证券发展研究中心

备注：其中紫光在南京、成都、重庆的总投资包含建设IC国际城、研发中心、存储器制造基地等多个项目。

按照目前可知的项目计划与建设进程，我们测算了目前国内主要存储器厂未来几年的投资规模。根据测算，2019-2022年国内存储器厂投资规模分别为321.7亿元/495.0亿元/806.0亿元/1116.3亿元，分别同比变动-9%/+54%/+63%/38%；其中本土2019-2022年本土存储器厂投资规模分别为88.3亿元/291.9亿元/519.7亿元/860.4亿元，分别同比变动-54%/+231%/+78%/+66%。

表6：国内主要在建晶圆厂（存储器）

	2016	2017	2018	2019E	2020E	2021E	2022E
设备总投资（亿元）	400.0	518.7	824.3	818.0	1258.9	1851.1	2473.1
同比增速	37%	30%	59%	-1%	54%	47%	34%
其中：逻辑芯片投资	251.9	387.4	471.3	496.3	763.9	1045.2	1356.9
同比增速	74%	54%	22%	5%	54%	37%	30%
存储器投资	148.1	131.3	353.1	321.7	495.0	806.0	1116.3
同比增速	0%	-11%	169%	-9%	54%	63%	38%
本土存储器厂投资	0.0	82.0	191.6	88.3	291.9	519.7	860.4
同比增速				134%	-54%	231%	78%
							66%

数据来源：芯思想研究院，广发证券发展研究中心

(四) 封测环节：封测行业景气回暖，有望促使资本开支回升

封测行业营收呈现一定程度周期性，2019H2以来随半导体景气度提升而复苏。封测行业作为半导体加工的最后一个重要的环节，其封测出片量与半导体晶圆的出货量变化趋势保持一致，因此受半导体整体周期性的影响，封测行业也存在着较为明显的周期特性。2018年后期受半导体整体周期下行影响，封测行业增速放缓。2019年二季度起，随着半导体景气回升，封测行业也明显回暖。同时，国内半导体需求大客户的转单将加速国产替代，使得中国内地半导体封测行业的景气度回升高于全球平均水平。

包括长电科技、华天科技、通富微电3家国内封测企业2019Q3单季度营业收入117.8亿元，同比增长11.6%，扭转了3个季度连续下滑。2019Q4-2020Q1，3家公司合计单季度营业收入保持同比20%以上增长。3家公司2019Q4归母净利润4.4亿元，较上年同期增长147.0%，单季度合计的归母净利润创下新高。3家公司2020Q1归母净利润1.8亿元，上年同期为-0.8亿元。

图19：长电科技等营业收入（亿元）

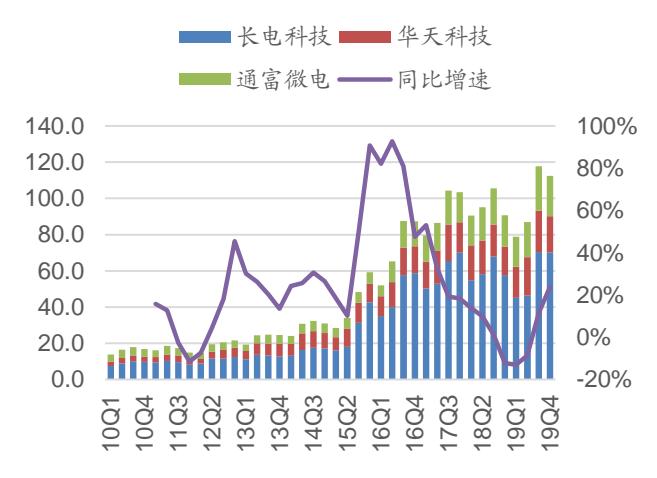
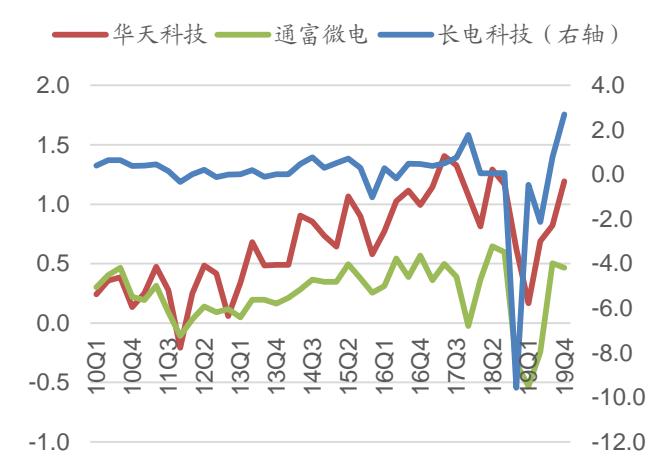


图20：长电科技等归母净利润（亿元）

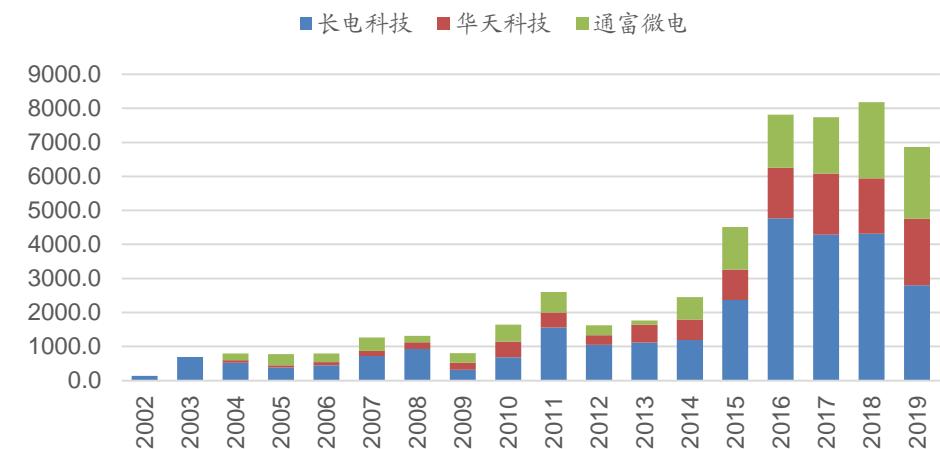


数据来源：Wind, 广发证券发展研究中心

数据来源：Wind, 广发证券发展研究中心

受益行业景气回升、企业盈利改善，封测厂资本开支正在回升。以国内封测龙头长电科技为例，公司2019年实现净利润0.89亿元，实现扭亏为盈，上年同期为-9.4亿元；2020Q1长电科技净利润1.34亿元。根据公司发布的董事会投资决议，在原有2020年30亿资本开支计划基础上，追加固定资产投资8.3亿元人民币用于重点客户产能扩充，以满足重点客户市场需求。对应2020年资本开支计划合计38.3亿元，其中重点客户产能扩充23.1亿元，其他零星扩产6.8亿元人民币，日常维护5.9亿元人民币，降本改造、自动化、研发以及基础设施建设等共3.0亿元人民币。根据2018年年报，公司2019年度固定资产资本支出约为29.30亿元。

图21：长电科技等购买固定资产、无形资产和其他长期资产支付的现金（亿元）



数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

三、产能与工艺驱动，深挖细分领域市场机遇

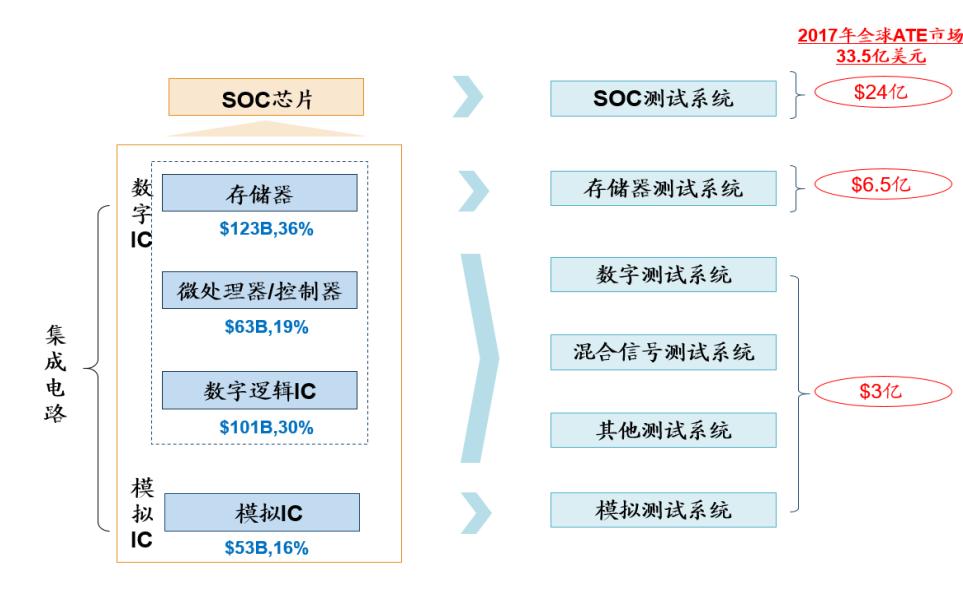
(一) ATE 多个细分领域，市场需求有差异

集成电路从功能、结构角度主要分为数字集成电路、模拟集成电路与数/模混合集成电路三类，其中：数字集成电路主要与数字信号的产生、放大和处理有关，数字信号即在时间和幅度上离散变化的信号；模拟集成电路主要与模拟信号的产生、放大和处理有关，模拟信号及幅度对时间连续变化的信号，包括一切的感知，譬如图像、声音、触感、温度、湿度等；数/模混合集成电路是指输入模拟或数字信号，输出为数字或模拟信号的集成电路。根据WSTS，2018年全球半导体销售额中，集成电路销售额3933亿美元，占83.9%。包括存储器1580亿美元，占比33.7%；逻辑电路1093元，占比23.3%；微处理器672亿美元，占比14.3%；模拟电路588亿美元，占比12.5%。

由于不同类型芯片的测试需求的侧重点不同，半导体测试系统包括多个细分领域。半导体测试机主要细分领域为存储器、SoC、模拟、数字、分立器件和RF测试机。全球ATE市场以存储器和SoC测试占据绝大部分。而国内在模拟测试、分立器件测试等领域仍然有良好的市场空间。

根据泰瑞达年报，2018年全球ATE市场约40亿美元。结构方面，2017年全球ATE市场为33.5亿美元，其中SoC测试设备24亿美元，占ATE总市场的71.6%；存储器测试系统6.5亿美元，占19%；而余下的3亿美元，则分散在模拟测试、数字逻辑测试、RF测试等众多领域。

图22：2017年集成电路市场空间及结构、ATE市场空间及结构



数据来源：WSTL, 泰瑞达, 广发证券发展研究中心

根据赛迪顾问，2018年国内ATE市场36.0亿元，同比增长41.7%。其中存储器测试机和SoC测试机分别占比43.8%、23.5%。此外，数字测试机、模拟测试机、分立器

件测试机占比分别达到12.7%、12.0%以及6.8%，RF测试机为0.9%。国内ATE需求结构与全球整体有较大差异，主要是由下游市场需求所决定。由于国内目前高端芯片的国产化仍然处于较低水平，所以SoC测试系统需求占比较全球整体水平有较大差距，未来伴随汽车电动化、5G和人工智能等的迅速发展和未来中国在SoC芯片和封测领域的国产化，国内SoC测试需求有望持续攀升。

图23：2017年全球ATE结构

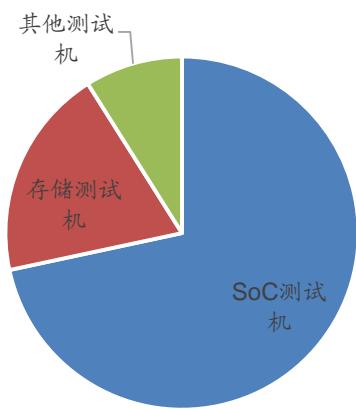
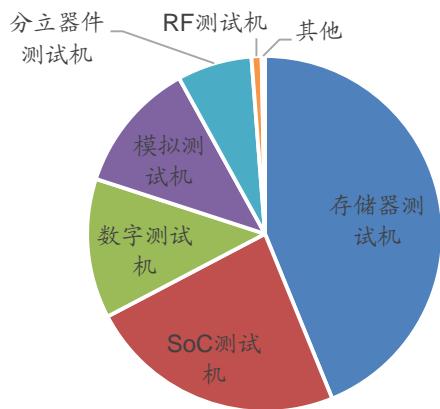


图24：2018年国内ATE结构



数据来源：泰瑞达年报，广发证券发展研究中心

数据来源：赛迪顾问，广发证券发展研究中心

(二) 存储器测试：国内存储器扩产浪潮将有力推动测试设备需求

存储芯片与逻辑芯片的测试区别。存储器芯片必须经过许多必要的测试以保证其功能正确，这些测试主要用来确保芯片不包括以下错误：存储单元短路、存储单元开路、存储单元干扰等。由于存储单元类型多样化，存储器内部还有大量的模拟部件，其中一些部件不能直接进行存取操作，而且存储器的每一个单元可能处于不同的状态，按逻辑测试方法测试需要庞大的测试图形，这些特性决定了存储器测试要求与模拟电路和数字电路不同。存储器芯片测试时使用测试向量进行错误检测，测试向量是施加给存储芯片的一些列功能，即不同的读和写的功能组合。

存储测试系统需求由存储芯片扩产驱动。存储器是一个周期性极强的产业，强于半导体产业整体周期性。下游需求的周期波动、市场份额集中的格局、产品的标准化属性导致存储器行业历史上容易出现大幅的波动。由于存储器行业的强周期性，行业的资本开支也呈现较强的波动，从而导致存储测试系统需求的周期波动。

在2007年之前，存储器测试还占据全部半导体自动测试设备市场的30%~40%；在2008年金融危机后，虽然到2010年存储器产品销售额已有良好的恢复，占半导体总市场的比重恢复至2006-2007年水平，但存储器测试设备的市场已经进一步被侵蚀，2009年存储器测试设备比重降至11%左右，此后存储器测试设备基本在17%~22%之间。

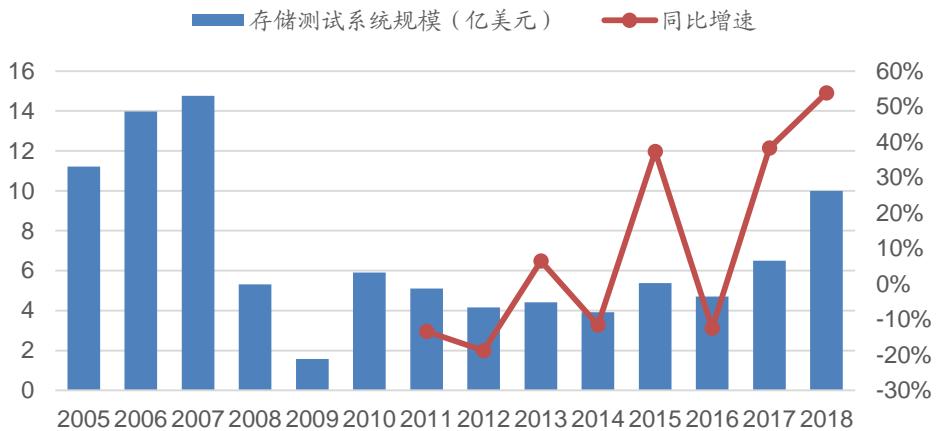
图25：全球存储器销售额（亿美元）



数据来源：WSTL，广发证券发展研究中心

由于2017-2018年存储器行业需求高景气，国际存储器巨头纷纷扩产，推动了存储测试系统的快速增长。根据爱德万年报，2017-2018年全球存储ATE销售额分别为7.5亿美元、11.5亿美元。2019年由于下游存储器行业景气下滑，对存储测试系统的需求也受到较大影响。根据爱德万年报，2019年全球存储ATE市场6.5亿美元。

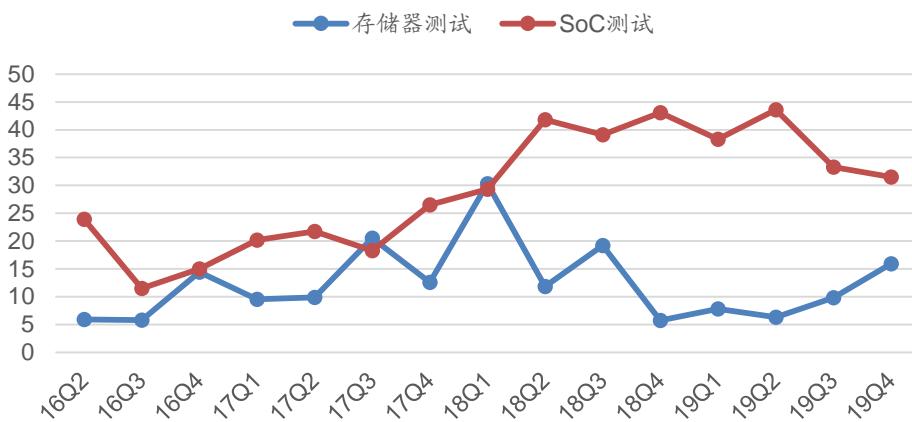
图26：全球存储测试系统规模（亿美元）



数据来源：VLSI research，广发证券发展研究中心

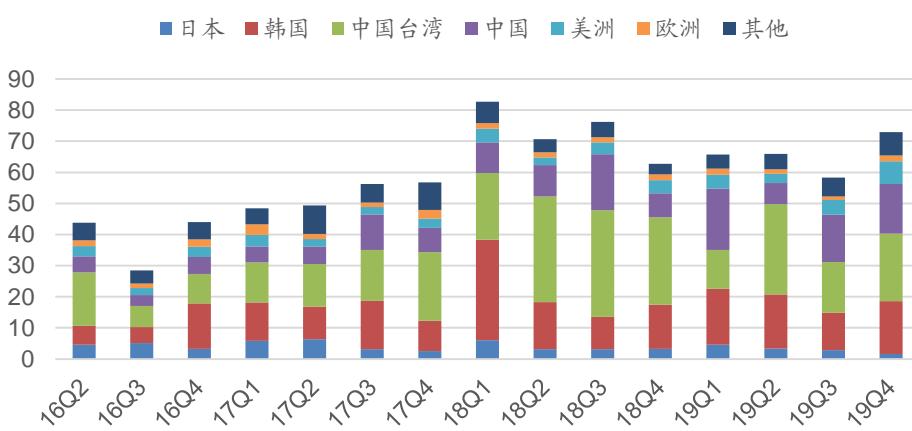
国内存储器厂建设，将直接推动存储器测试设备快速增长。根据爱德万公司预测，随着存储器市场复苏，存储器测试设备行业正在复苏。公司预测2020年全球存储ATE需求将达到8亿美元，较上年增长23%，其中三星、美光等国际存储巨头的扩产有限，中国地区存储器厂建设将贡献最主要的增量。爱德万公司存储器测试设备的订单反映了这一点。19Q4爱德万新签存储器测试订单15.9十日日元，同比增长40.6%，结束了自18Q3以来连续5个季度的持续下滑。分区域看，2019年爱德万全部业务新签订单72.9亿日元，同比下滑10.9%其中韩国区域、中国台湾、中国大陆区域订单占总订单合计74.9%，2019年三个区域订单分别同比变动-10.7%/-32.5%/+26.2%，中国地区贡献了最重要的增量。

图27：爱德万测试设备订单情况（十亿日元）



数据来源：爱德万公司季报，广发证券发展研究中心

图28：爱德万公司分区域订单（十亿日元）



数据来源：爱德万公司季报，广发证券发展研究中心

我们进一步测算了国内存储器厂扩产将带来的测试设备市场需求。我们统计了目前国内主要的在建晶圆厂，按照产能规划将投资额在各年进行分配。我们测算2020-2022年国内存储器厂投资495亿元/806亿元/1116亿元，分别同比增长54%/63%/38%。对应测试设备需求分别为39.6亿元/64.5亿元/89.3亿元，其中ATE需求分别为26.0亿元/42.3亿元/58.6亿元。

表7：国内存储器投资对应测试设备需求（亿元）

	2016	2017	2018	2019E	2020E	2021E	2022E
设备总投资（亿元）	400	518.7	824.3	818	1258.9	1851.1	2473.1
同比增速	37%	30%	59%	-1%	54%	47%	34%
其中：存储器投资	148.1	131.3	353.1	321.7	495	806	1116.3
同比增速	0%	-11%	169%	-9%	54%	63%	38%
测试设备	11.8	10.5	28.2	25.7	39.6	64.5	89.3
其中：ATE	7.8	6.9	18.5	16.9	26.0	42.3	58.6
分选机	2.1	1.9	5.0	4.6	7.0	11.5	15.9
探针台	2.0	1.7	4.7	4.3	6.6	10.7	14.8

数据来源：中国招标网，广发证券发展研究中心

(三) SoC 测试：ATE 最大的细分领域，仍然是未来主流发展方向

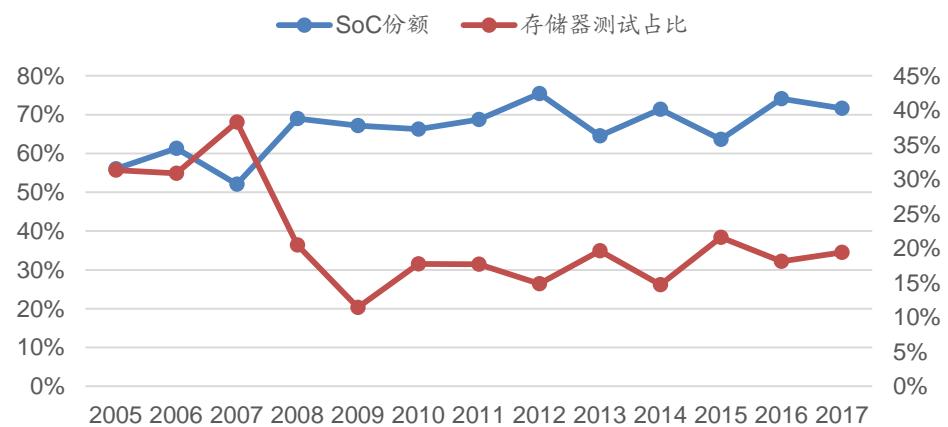
SOC测试占据大部分市场，趋势持续向上。进入新世纪以来，互联网大范围推广。同时，苹果推出智能手机、谷歌推出安卓系统，移动通讯进入爆发期，迅速取代PC成为新的驱动力。不同于台式电脑，人们对智能手机等消费类电子产品提出了轻薄短小、多功能和低功耗等新要求。在20世纪90年代中期诞生的SoC技术满足了人们这一需求，反过来对于消费类电子产品日益增长的需求也促使着SoC芯片产业的发展。而SoC芯片的快速发展也带来了对SoC测试设备的大量需求，SoC测试设备逐渐成为自动测试设备市场新的增长驱动力。根据爱德万年报，2017-2019年全球SoC测试系统市场规模分别为22亿美元、25.5亿美元、27亿美元，保持稳步增长。

图29：全球SoC测试系统需求规模（亿美元）



数据来源：VLSI research, 广发证券发展研究中心

图30：SOC测试与存储器测试占ATE设备的比重



数据来源：VLSI research, 广发证券发展研究中心

SoC芯片可使系统级产品具有高可靠、实时性、高集成、低功耗等优点，广泛应用于工业控制、航空航天、移动通信、消费类电子、汽车电子、医疗电子设备等领域。与传统芯片不同，SoC芯片集成了微处理器、模拟IP核、数字IP核以及片外存储器器控制接口等功能，其核心技术在于IP核的复用，这些模块可以是模拟、数字或数模混合类型，不同模块的频率、电压、测试原理也不同。同时，高集成度造成测试的数据量和时间成倍增长，测试功耗也是传统测试项目的2~4倍。因此SoC的复杂性使得传统测试机难以满足需求，专业的SoC测试机具有强大的并测能力，通过合理规划调度各个IP核完成并发测试，有效地降低了测试时间和测试成本。由于产品难以复制，客户愿意支付更高的溢价购买设备。

图31：泰瑞达、爱德万的SoC测试平台

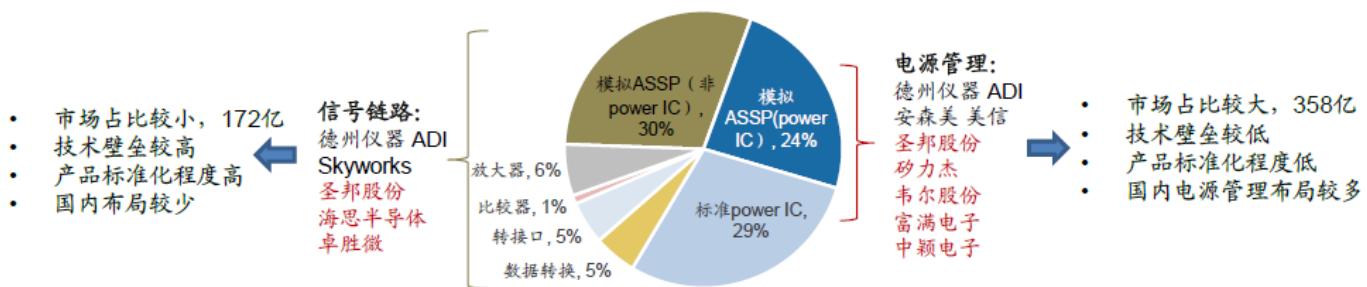
TERADYNE		ADVANTEST						
UltraFLEX	V93000	T2000						
								
支持子系统	适用范围	支持板卡	适用范围					
UltraPin1600 UltraWave12G/ UltraWave24 UltraVI80 UltraVS256 UltraPAC80 HEXVS/VSM DC30/DC75 UltraSerial10G/6 DG UltraPin4000	移动应用处理器 数字基带处理器 高频毫米波RF收发器 RF连接器件 PMIC 微处理器 UltraV UltraPAC	高速微控制器 视频处理器 基米波芯片 SERDES和背板 存储控制器 网络处理器	Pin Scale 1600B Pin Scale 9G/SL Pure Clock DC Scale DPS128/64 DC Scale UHC4/T DC Scale AV16/4/T/H16 Power MUX Wave Scale MX/RF Wave Scale Precision Source	射频芯片 数字芯片 模拟芯片 电源模块控制	100MDM/100M DMA 1GDM/1.6GDM 8GDM DPS500mA DSP90A DPS150AE Power MUX BBWGD GPWG	RF6G MMX/HMFHP/M PCM SHV2KV GVi64 3GICAP IPE2	12GWSGA RF6G DPS/VI DPS/VI BBWGD GPWG	数字芯片 模拟芯片 逻辑芯片 射频芯片 DPS/VI 固体传感器 汽车IPMIC

数据来源：泰瑞达官网，爱德万官网，广发证券发展研究中心

(四) 模拟测试：下游需求分散、产品成熟，为测试设备提供稳定需求

根据WSTS，2018年全球模拟芯片销售额588亿元，占全球集成电路销售额的14.9%。模拟芯片的两个主要用途包括电源管理与信号链路。模拟IC产品在各大电子系统基本上都会使用到，涉及下游应用有通信、汽车、工控医疗、消费类家电产品等。在数字电路系统中也会提供电源管理、稳压等功能。其中电源管理芯片是模拟芯片的主要部分。根据IDC数据，2017年电源管理芯片占模拟芯片的53%左右（包括标准power IC和模拟ASSP用途的power IC），电源管理用途在家电、工业用途相对较为成熟，技术更新迭代较慢，技术壁垒相对较低，国内布局厂商较多，包括圣邦股份、矽力杰、韦尔股份、富满电子、中颖电子等。信号链路芯片可细分为非power IC的模拟ASSP、放大器、比较器、数据转换芯片等，根据IDC数据，2017年信号链路芯片占模拟芯片的47%，国内布局厂商较少，以华为海思、圣邦股份为主。

图32: 模拟IC细分市场占比 (2017)

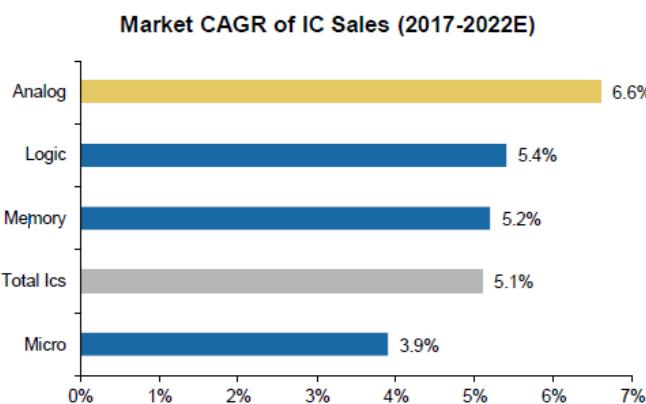


数据来源: IDC, 广发证券发展研究中心

模拟测试系统是国内ATE的重要组成部分, 下游模拟芯片的需求稳定带来了模拟测试系统的稳定需求。根据赛迪顾问, 2018年国内模拟测试机市场规模4.3亿元, 占国内ATE的12.0%。一方面, 模拟芯片下游应用非常广泛, 而单一下游市场规模相对较小, 竞争者通常专注差异市场, 厂商之间的产品重叠度较低、竞争较小。另一方面, 模拟芯片产品生命周期较长, 模拟类产品下游汽车、工业用途要求以可靠性、安全行为主, 偏好性能成熟稳定类产品的同时资格认可相对较为严格, 同时先进制程对于模拟类产品推动作用较小, 基本不受摩尔定律推动, 因此模拟类产品性能更新迭代较慢。因此模拟类产品生命周期较长, 一般不低于10年。

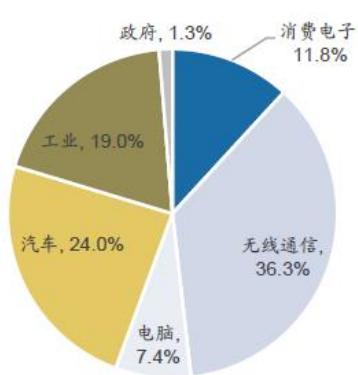
目前国内ATE厂商的测试机产品主要集中在模拟测试以及数模混合测试系统。在国内模拟测试系统领域, 包括华峰测控、长川科技等国内ATE领先企业已经占据了相当的市场份额。根据华峰测控的招股说明书, 公司2018年境内模拟测试相关收入1.73亿元, 占中国模拟测试机市场的份额为40.14%。

图33: 模拟芯片高复合增长率



数据来源: IC insights, 广发证券发展研究中心

图34: 模拟 IC 下游分类 (2017 年)



数据来源: IC insights, 广发证券发展研究中心

四、全球市场高度集中，国产装备向中高端进阶

(一) 历经半个世纪，形成高度聚焦市场

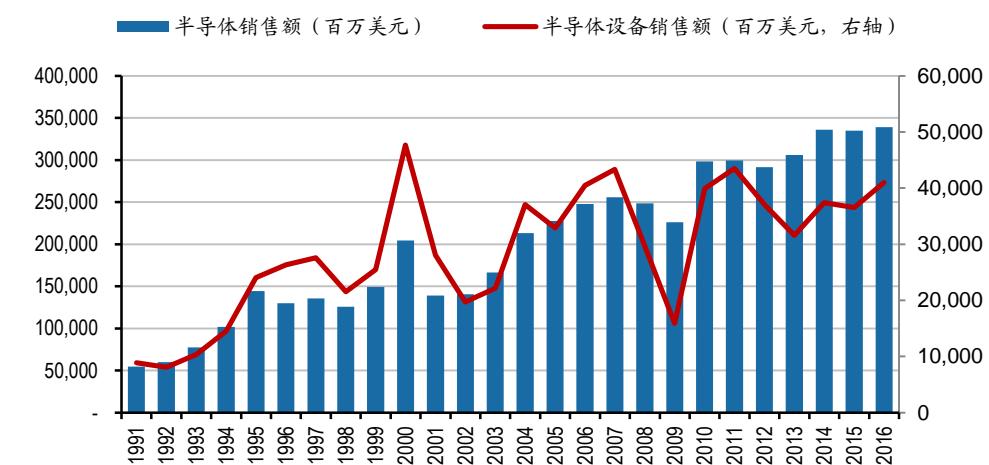
自动测试设备（ATE, Automatic Test Equipment）是检测芯片功能和性能的专用设备，测试机对芯片施加输入信号，采集被检测芯片的输出信号与预期值进行比较，判断芯片在不同工作条件下功能和性能的有效性。ATE行业从1960s诞生以来，其发展大致可归纳为以下几个阶段：

(1) 起步阶段：1960s~1970s，行业成立初期，在仙童半导体的主导下得以发展。ATE行业最早产生于1960s，龙头企业泰瑞达便是成立于1960年，但行业最开始的发展并不是由这些独立的设备商引导，而是由半导体企业主导的。ATE最开始就是由仙童半导体、德州仪器等企业生产用于内部使用，在70年代末之前，仙童半导体掌握着全球范围70%的ATE市场。

(2) 发展初期：1980s，ATE市场开始成为广泛的市场，独立的设备商崭露头角。随着CMOS技术开始起步，高管脚数门阵列器件的时代到来，测试要求提升，但仙童半导体在开发新的ATE系统上却遭遇失败，随后将其ATE部门卖给斯伦贝谢。而在这一段时间，日本爱德万在日本大力发展本国半导体产业的背景下得到迅速发展，泰瑞达从模拟测试供应商成长为数字测试和存储测试供应商，另外还包括GanRad、LTX、Agilent（安捷伦）等众多ATE公司出现，ATE发展成为广泛的市场。

(3) 规模阶段：1990s，主要的ATE设备商开始形成规模，并开始出现合并行为。根据WSTS数据，1991年全球半导体销售额仅546亿美元，到2000年增长至2044亿美元，增长274.%。随着下游半导体行业的迅速发展，设备商也得以规模成长，同时行业开始出现并购活动，行业主要参与者开始显现，到90年代末期，行业内主要的10多家企业形成了行业竞争格局。

图35：全球半导体及设备销售额（百万美元）

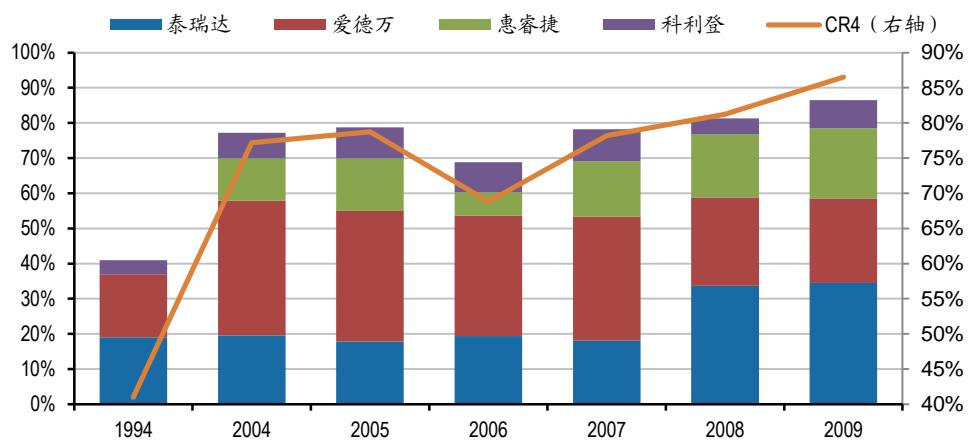


数据来源：WSTS, SEMI, 广发证券发展研究中心

(4) 聚焦阶段：2000s，行业出现大规模整合，主要竞争者减少至5家左右。2008

年泰瑞达250百万美元收购Eagle拓展闪存测试、379百万美元收购Nextest加强模拟测试业务；2004年科利登以660百万美元收购NPTest（2002年从Schlumberger的ATE部门分离出来），进入高端SOC测试领域，2008年LTX收购科利登，改名为LTX-Credence；2011年爱德万以1100百万美元收购惠睿捷，使得其在SOC测试市场份额得以迅速发展。全球ATE行业持续聚焦，到2009年泰瑞达、爱德万、惠睿捷、科利登四家企业占据全球ATE设备行业87%的市场份额。

图36：全球ATE行业主要企业市场份额



数据来源：Garner，广发证券发展研究中心

图37：全球ATE行业主要企业并购情况



数据来源：各公司公告，广发证券发展研究中心

（5）平衡与联盟阶段：2010s~，由于下游半导体行业进入成熟的周期性发展阶段，设备行业也呈现平稳发展；同时，行业集中度已经非常高，行业内并购的机会稀缺，近年来，全球ATE主要企业更加专注于市场份额巩固，以及可能地寻求其他领域的发展以拓宽可触及的市场空间。

表8：全球ATE行业并购史

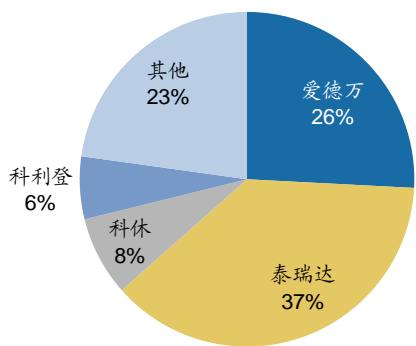
公司	并购时间	被并公司	成立时间 (被并公司)	并购成本 (百万美元)	业务
Teradyne	1980	Adar	1970		
Teradyne	1987	Zehntel			电路板测试系统
Teradyne	1995	Megatest	1975	245	半导体测试
Teradyne	1995	Hammer Tech	1991		
Teradyne	1996	Midnight Networks	1992		
Teradyne	1996	Control Automation	1983		
Teradyne	2001	Genrad	1915	255	电路板测试系统
Teradyne	2007	Mosaid	1975	17	
Teradyne	2008	Eagle	1976	250	闪存测试
Teradyne	2008	Nextest	1997	379	模拟测试
Teradyne	2011	LitePoint		646	无线测试
Teradyne	2013	Avionics Interface Technologies		21	商业和国防航空电子系统的总线测试仪器
Teradyne	2014	ZTEC		17	模块化无线测试
LTX-Credence	1990	Asix	1984		
LTX-Credence	1991	Tektronix	1946	30	
LTX-Credence	1995	EPRO Corporation	1986	32	
LTX-Credence	1997	TSSI	1979	5	
LTX-Credence	1999	TMT Inc.	1991	80	
LTX-Credence	2001	IMS Inc.	1994	170	
LTX-Credence	2003	Optonics Inc.	1998	21	
LTX-Credence	2003	SZ Testsystems	1978	4.7	
LTX-Credence	2004	NPTTest(Schlumberger)	2002	660	半导体测试
LTX-Credence	2008	LTX	1976	176.6	半导体测试
LTX-Credence	2014	Multitest			测试分选机、测试座、测试负载板
LTX-Credence	2014	ECT			PCB测试
NPTTest	1979	Fairchild	1965	425	
LTX	1984	Trillium Test System	1980		
Advantest	2008	SZ Testsystems		5	
Advantest	2011	Verigy (HP / Agilent Tech)	1938	1100	SOC测试
Verigy	1994	Versatest	1988		
Verigy	2008	Inovys	1999		
Yokogawa	2002	Ando Electric	1933	30	
Axcelis	1975	Macrodata	1969		

数据来源：公司官网，广发证券发展研究中心

(二) 行业双寡头格局，国际龙头产品线丰富

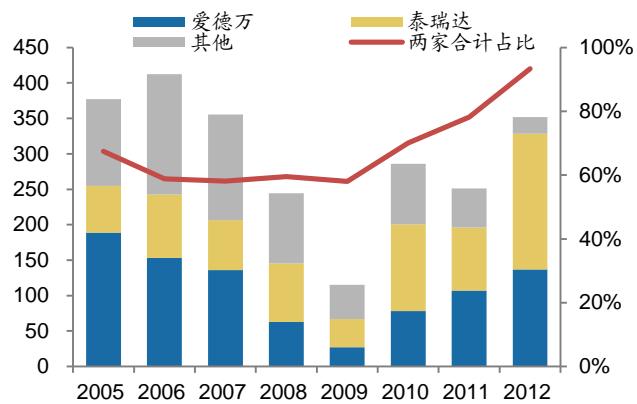
以2011年爱德万收购惠睿捷为标志，以泰瑞达、爱德万为中心的双寡头格局日渐清晰。根据SEMI数据，2017年泰瑞达、爱德万两家企业在全球半导体测试机行业的市场份额达到87%。其中泰瑞达在SOC测试领域具有较高的优势；而爱德万在存储器测试领域处于领军地位，在SOC测试市场相对于泰瑞达、惠睿捷属于后进入者，但其SOC测试设备市场份额逐渐稳步上升。根据泰瑞达2017年年报，2017年泰瑞达在ATE市场的份额已经达到50%左右。而在模拟测试机等其他测试机领域，市场参与者较多，格局相对分散。

图38：2016年全球测试设备市场格局



数据来源：Gartner，广发证券发展研究中心

图39：全球半导体测试机市场份额（百万美元）



数据来源：Gartner，广发证券发展研究中心

在存储器测试领域，由于80年代半导体产业由家电进入PC时代催生了DRAM大量需求，而日本在原有积累基础上实现DRAM大规模量产，迅速取代美国成为DRAM主要供应国，在此产业转移背景下，爱德万抢先布局存储器测试领域，于1976年推出了全球首台DRAM测试机T310/31，此后公司长期在存储器测试机领域占据50%以上绝对优势，特别在存储器发展良好的2003-2007年间公司份额达到60%~70%。

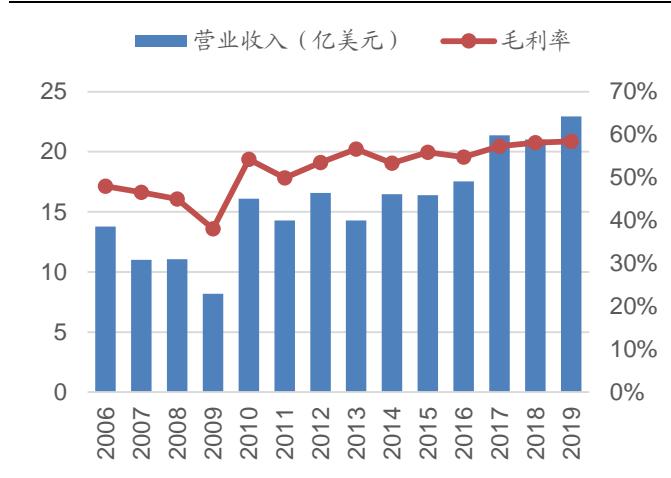
而在具备更大市场空间的SOC测试系统领域，此前这一领域的主要领导者包括泰瑞达、惠睿捷、爱德万，其中泰瑞达早在1995年收购Megatest，通过Catalyst和Tiger测试系统成为高端片上系统（SOC）测试的市场领导者。而爱德万虽然在存储器领域有着绝对优势，但在SOC测试领域则长期处于追赶的态势。根据Gartner数据，2010年泰瑞达、爱德万、惠睿捷、科利登在SOC测试领域的份额分别为55%、24%、12%、8%。而在2011年爱德万收购惠睿捷后，其在SOC测试领域迅速提升。至此，泰瑞达、爱德万两家在SOC、存储器领域都占据了绝对的优势地位。2017财年泰瑞达营业收入2,137百万美元，研发支出306百万美元；爱德万营业收入1,442百万美元，研发支出288百万美元。绝对的规模优势以及遥遥领先于其他竞争者的研发投入，将有助于持续锁定行业领先地位。

图40：爱德万营业收入和毛利率



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

图41：泰瑞达营业收入和毛利率



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

根据美国的半导体行业调查公司VLSI Research发布的按销售额排名的2019年全球前十大半导体设备厂商，测试设备商占据两个席位，分别是日本的爱德万公司（第6）、以及美国的泰瑞达公司（第8）。2019年爱德万、泰瑞达销售额（包括服务收入）分别为24.7亿美元、15.5亿美元。

表9: 2019年用于IC的半导体生产设备TOP15排名

2018年排名	2019年排名	地区	公司	2018年销售额	2019年销售额	同比
				(百万美元)	(百万美元)	
1	1	美国	应用材料	14016	13468	-3.9%
2	2	欧洲	阿斯麦尔	12816	12770	-0.4%
3	3	日本	东京电子	10915	9552	-12.5%
4	4	美国	拉姆研究	10871	9549	-12.2%
5	5	美国	科磊	4241	4665	10.0%
6	6	日本	爱德万	2572	2470	-4.0%
7	7	日本	迪恩士	2226	2200	-1.2%
8	8	美国	泰瑞达	1492	1553	4.1%
10	9	日本	日立高科	1403	1533	9.3%
13	10	欧洲	ASM International	991	1261	27.2%
	11	日本	尼康	551	1200	117.8%
9	12	日本	日立国际电气	1486	1137	-23.5%
14	13	日本	大福	972	1107	13.9%
11	14	中国	ASM 太平洋高科	1181	894	-24.3%
15	15	日本	佳能	765	692	-9.5%
			总共	66498	64051	-3.7%

数据来源: VLSI Research, 广发证券发展研究中心

从产品类型上看，泰瑞达、爱德万形成了SOC测试、存储器测试、模拟信号测试、数模混合信号测试等全面的产品系列，同时对5G、AI、物联网等新兴趋势进行了积极开发布局，代表着行业最前沿的水平。目前国内半导体测试设备与国际水平仍有很大差距。国内半导体测试设备领先企业包括华峰测控、长川科技、武汉精鸿等，其中在模拟测试机领域，国内包括华峰测控、长川科技已经占据国内相当一部分市场份额，在存储测试机领域，根据中国招标网，武汉精鸿已经取得长江存储订单，在SoC测试机领域，包括华峰测控等已经在积极布局。

图42：国际测试机企业与国内企业测试机产品系列对比

	ADVANTEST	TERADYNE	Xcerra measured by your success	杭州长川科技股份有限公司 Hangzhou Chengchuan Technology Co., Ltd.	ACCO TEST 太极华峰测控技术有限公司 Shanghai Acco Test Technologies Co., Ltd.	武汉精鸿 SHANGHAI JINGHONG SEMICONDUCTOR TECHNOLOGY CO., LTD.
SoC测试机	T2000/V93000	UltraFLEX	X-Series/Diamond系 列			
存储器 测试机	T5500系列 T5800系列	Magnum系列 UltraFLEX-M			JH5320	
模拟信号 测试机	T7912	Eagle系列	ASL系列	STS8200/8200 B		
数字信号 测试机						
数模混合信 号测试机	EVA100	FLEX系列	CTA系列	STS8250/8300		
其他 测试机	T6391 LCD驱 动测试机	J750系列 逻 辑测试系统	PAx射频测试系统	CTT系列 功率 测试系统	STS8202/8203 功率测试系统	NST625 系列 逻辑 测试系统

数据来源：各公司官网，广发证券发展研究中心

表10：爱德万与泰瑞达的存储测试产品

公司	系列	型号	适用范围	并行能力	最高测试速度
爱德万	T5500 系列	T5503HS		512	2.256GHz/4.511Gbps
		T5503HS2	DRAM 的后道成品测试	-	4.5GHz/8Gbps
		T5511		256	4GHz / 8Gbps
	T5800 系列	T5833/T5833ES		2048 (晶圆测试) 512 (成品测试)	2.4Gbps
		T5851/T5851ES	覆盖所有存储器类型的测 试平台	768	8Gbps
		T5830/T5830ES		2304 (晶圆测试) 768 (成品测试)	400MHz/800Mbps
泰瑞达	Magnum 系列	Magnum	非易失型存储器、SRAM、	640	50MHz/100Mbps
		Magnum2x	逻辑器件	80-640	400MHz/800Mbps

Magnum2x	160-1280	400MHz/800Mbps
MagnumV	高性能 FLASH 和 DRAM	20,480 个数字通道
MagnumVU	所有 NAND 测试	1.6Gbps
UltraFLEX-M	UltraFLEX-M	高速 DRAM 测试

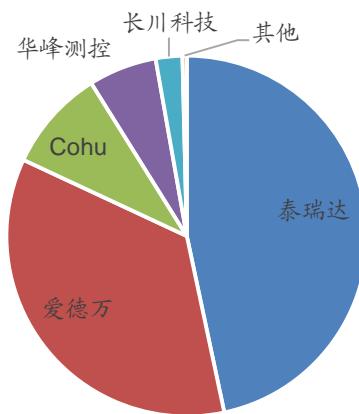
数据来源：各公司官网，广发证券发展研究中心

(三) 模拟测试国产化程度高，国产装备向中高端逐步进阶

根据赛迪顾问数据，2018年中国集成电路测试机市场规模为36.0亿元，其中：泰瑞达和爱德万产品线丰富，两者2018年中国销售收入分别约为16.8亿元和12.7亿元，分别占中国集成电路测试机市场份额的46.7%、35.3%；华峰测控产品以模拟及混合信号类测试系统为主，与长川科技2018年测试机销售收入分别约为2.2亿元和0.86亿元，分别占中国集成电路测试机市场份额的6.1%和2.4%。

国内目前主要的测试设备商包括华峰测控、长川科技、武汉精鸿等。其中在模拟测试机领域，国内包括华峰测控、长川科技已经占据国内相当一部分市场份额，在存储测试机领域，根据中国招标网，武汉精鸿已经取得长江存储订单，在SoC测试机领域，包括华峰测控等已经在积极布局。

图43：2018年中国集成电路测试机市场品牌结构



数据来源：赛迪顾问，广发证券发展研究中心

华峰测控：公司是国内最早进入半导体测试设备行业的企业之一，公司在行业内深耕二十余年，聚焦于模拟和混合信号测试设备领域。根据公司招股书，在模拟集成电路测试系统方面，公司已与国际领先厂商共同处于行业一流水平，是目前为止能够进入欧美半导体市场的中国本土半导体测试设备厂商。

公司产品已经在半导体产业链得到广泛应用，拥有广泛且具有较高粘性的客户基础。根据公司招股书，公司目前是国内前三大半导体封测厂商模拟测试领域的主力测试

平台供应商，相关产品已经在华润微电子等大中型晶圆制造企业和矽力杰、圣邦微电子、芯源系统等知名集成电路设计企业中批量使用，截止招股说明书签署日，公司累计装机量已超过2300台。

根据华峰测控招股书，2018年华峰测控的模拟测试相关产品在中国模拟测试机市场的市场占有率为40.14%，测试机产品占中国集成电路测试机市场份额的6.1%。2017-2019年公司营业收入分别为1.49亿元/2.19亿元/2.55亿元，年均复合增速30.8%，显著高于行业整体水平；2017-2019年归母净利润分别为0.41亿元/0.53亿元/1.02亿元。2018年公司毛利率82.15%、净利率41.49%。

根据公司招股书，在产品扩产上，公司计划进入SoC类集成电路测试系统和大功率期间测试系统领域。根据其招股书，公司募投项目之一的集成电路先进测试设备产业化基地项目，达产后预计将实现800套模拟测试系统和200套SoC类集成电路自动化测试系统的产能。

图44：华峰测控营业收入与净利润（百万元）



图45：华峰测控毛利率与净利率

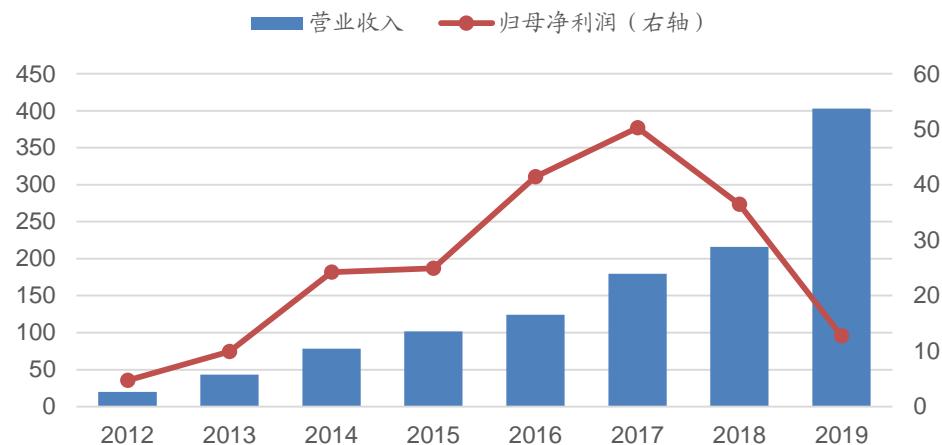


数据来源：Wind, 广发证券发展研究中心

数据来源：Wind, 广发证券发展研究中心

长川科技：主要产品包括测试机和分选机，在核心性能指标上已达到国际先进水平。其中测试机包括大功率测试机、模拟/数模混合测试机和数字测试机；分选机包括重力下滑式分选机、平移式分选机等，2019年完成对新加坡商STI公司的收购从而增加了AOI测试设备线，STI主要为芯片及Wafer提供光学检测、分选、编带等集成电路检测装备，其2D/3D高精度光学检测技术（AOI）位居世界前列。2019年公司营业收入4.03亿元，同比增长86.49%；归母净利润1278万元，同比下降64.95%。收入大幅增长主要由于STI并表，以及公司不断加大新产品研发和新市场拓展力度、加大与行业内知名客户的合作力度；净利润下滑主要是受下游景气下滑以及公司研发投入加大、收购资产的商誉减值、固定资产折旧及重大资产重组股份支付等费用大幅增加。

图46：长川科技营业收入与归母净利润（百万元）



数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

武汉精鸿：武汉精鸿主要产品是存储芯片测试设备，根据中国招标网，其于2019年年底获得长江存储5台存储器测试机订单。

表11：长江存储测试设备中标情况（截止2020年2月）

ATE		
中标厂商	中标台数	份额
泰瑞达	164	47.67%
爱德万	105	30.52%
SEMICS	32	9.30%
是德科技	21	6.10%
Qualitau	15	4.36%
武汉精鸿/上海精测	6	1.74%
DI	1	0.29%

数据来源：中国招标网，广发证券发展研究中心

五、投资建议与风险提示

投资建议：当前半导体产业链全面国产化将为半导体测试设备行业带来强劲的发展动力。国内晶圆厂积极扩产、封测行业复苏带动资本开支回升，以及以华为为代表的设计环节的测试需求也持续增长，预计未来几年国内半导体测试设备需求有望持续增长。国内测试设备厂商目前已经在模拟测试领域已经达到国际水平、国产化率高，在存储测试领域已经取得一定突破，此外未来向SoC测试领域扩张，有望打开更大的测试设备细分领域市场。国内半导体测试设备企业将充分受益投资红利以及产品扩张红利。建议关注国内半导体ATE的优质企业：华峰测控*、长川科技*等。（带*的为和广发电子联合覆盖）

风险提示：行业投资波动带来的收入不确定性；行业竞争加剧导致毛利率下滑；技术研发及国产化趋势推进不及预期；国家产业扶持政策变化或扶持力度不及预期。

广发机械行业研究小组

罗立波：首席分析师，清华大学理学学士和博士，9年证券从业经历，2013年进入广发证券发展研究中心，带领团队荣获2019年新财富机械行业第一名。

刘芷君：资深分析师，英国华威商学院管理学硕士，核物理学学士，2013年加入广发证券发展研究中心。

代川：资深分析师，中山大学数量经济学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。

王珂：资深分析师，厦门大学核物理学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。

周静：资深分析师，上海财经大学会计学硕士，2017年加入广发证券发展研究中心。

孙柏阳：南京大学金融工程硕士，2018年加入广发证券发展研究中心。

广发证券—行业投资评级说明

买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘10%以上。

持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。

卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘10%以上。

广发证券—公司投资评级说明

买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘15%以上。

增持：预期未来12个月内，股价表现强于大盘5%-15%。

持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。

卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘5%以上。

联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市	香港
地址	广州市天河区马场路 26号广发证券大厦35 楼	深圳市福田区益田路 6001号太平金融大厦 31层	北京市西城区月坛北 街2号月坛大厦18层	上海市浦东新区世纪 大道8号国金中心一 期16楼	香港中环干诺道中 111号永安中心14楼 1401-1410室
邮政编码	510627	518026	100045	200120	
客服邮箱	gfzqyf@gf.com.cn				

法律主体声明

本报告由广发证券股份有限公司或其关联机构制作，广发证券股份有限公司及其关联机构以下统称为“广发证券”。本报告的分销依据不同国家、地区的法律、法规和监管要求由广发证券于该国家或地区的具有相关合法合规经营资质的子公司/经营机构完成。

广发证券股份有限公司具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管，负责本报告于中国（港澳台地区除外）的分销。

广发证券（香港）经纪有限公司具备香港证监会批复的就证券提供意见（4号牌照）的牌照，接受香港证监会监管，负责本报告于中国香港地区的分销。

本报告署名研究人员所持中国证券业协会注册分析师资质信息和香港证监会批复的牌照信息已于署名研究人员姓名处披露。

重要声明

广发证券股份有限公司及其关联机构可能与本报告中提及的公司寻求或正在建立业务关系，因此，投资者应当考虑广发证券股份有限公司及其关联机构因可能存在的潜在利益冲突而对本报告的独立性产生影响。投资者不应仅依据本报告内容作出任何投资决策。

本报告署名研究人员、联系人（以下均简称“研究人员”）针对本报告中相关公司或证券的研究分析内容，在此声明：（1）本报告的全部分析结论、研究观点均精确反映研究人员于本报告发出当日的关于相关公司或证券的所有个人观点，并不代表广发证券的立场；（2）研究人员的部分或全部的报酬无论在过去、现在还是将来均不会与本报告所述特定分析结论、研究观点具有直接或间接的联系。

研究人员制作本报告的报酬标准依据研究质量、客户评价、工作量等多种因素确定，其影响因素亦包括广发证券的整体经营收入，该等经营收入部分来源于广发证券的投资银行业务。

本报告仅面向经广发证券授权使用的客户/特定合作机构发送，不对外公开发布，只有接收人才可以使用，且对于接收人而言具有保密义务。广发证券并不因相关人员通过其他途径收到或阅读本报告而视其为广发证券的客户。在特定国家或地区传播或者发布本报告可能违反当地法律，广发证券并未采取任何行动以允许于该等国家或地区传播或者分销本报告。

本报告所提及证券可能不被允许在某些国家或地区内出售。请注意，投资涉及风险，证券价格可能会波动，因此投资回报可能会有所变化，过去的业绩并不保证未来的表现。本报告的内容、观点或建议并未考虑任何个别客户的具体投资目标、财务状况和特殊需求，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的投资建议。本报告发送给某客户是基于该客户被认为有能力独立评估投资风险、独立行使投资决策并独立承担相应风险。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券认为可靠，但广发证券不对其准确性、完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策，如有需要，应先咨询专业意见。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券的立场。广发证券的销售人员、交易员或其他专业人士可能以书面或口头形式，向其客户或自营交易部门提供与本报告观点相反的市场评论或交易策略，广发证券的自营交易部门亦可能会有与本报告观点不一致，甚至相反的投资策略。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且无需另行通告。广发证券或其证券研究报告业务的相关董事、高级职员、分析师和员工可能拥有本报告所提及证券的权益。在阅读本报告时，收件人应了解相关的权益披露（若有）。

本研究报告可能包括和/或描述/呈列期货合约价格的事实历史信息（“信息”）。请注意此信息仅供用作组成我们的研究方法/分析中的部分论点/依据/证据，以支持我们对所述相关行业/公司的观点的结论。在任何情况下，它并不（明示或暗示）与香港证监会第5类受规管活动（就期货合约提供意见）有关联或构成此活动。

权益披露

(1) 广发证券（香港）跟本研究报告所述公司在过去12个月内并没有任何投资银行业务的关系。

版权声明

未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。

有点报告社群

分享8万+行业报告/案例、7000+工具/模版；
精选各行业前沿数据、经典案例、职场干货等。



截屏本页，微信扫一扫或搜索公众号“有点报告”
回复<进群>即刻加入