



28nm 节点的深蹲起跳

投资要点

- **中国大陆晶圆代工龙头，天时地利人和。**公司是全球第四大纯晶圆代工企业，中国大陆晶圆代工的龙头，可提供从 0.35 微米到 28 纳米不同技术节点的晶圆代工与技术服务。公司近五年主营收入年均复合增速达到 14.3%，目前公司产能已提升至每月 44.8 万片，未来公司将聚焦晶圆产线扩建和更先进制程技术研发，如果产能利用率回升到 95%，也就是 2017 年之前的水平，营收和业绩弹性将实现深蹲起跳。
- **发展进入快车道，28 纳米良率提升在即。**公司是中国大陆目前唯一能提供 28 纳米制程服务的纯晶圆代工厂，28 纳米收入占比大幅度提升，公司 2017 年第三季度 28 纳米技术占晶圆销售额 8.8%，环比大幅增加，到 2017 年第四季度将继续保持增长趋势。2017 年联席 CEO 的引入将有望加速 28 纳米良率的突破，进一步提高市场占有率和产能利用率，为业绩的持续增长保驾护航。
- **28 纳米性价比高，在未来很长一段时间内将成为性价比最高的黄金节点。**相比 40 纳米工艺，28 纳米工艺制程栅密度更高、晶体管的速度更快，开关能耗更低，技术可控性也更好。相比 16/14nm 制程，28 纳米成本优势明显。凭借高性价比和广泛的应用前景，28nm 工艺技术将持续流行较长一段时间。目前市场上 28 纳米的竞争格局是“一超四强一崛起”，一超台积电，四强联电、三星、Intel、格罗方德，还有崛起中的中芯国际。
- **中芯难以撼动台积电 28 纳米市场，有望超越联电和格罗方德。**台积电 2016 年 28 纳米占据 60% 以上的市场，且收入占比维持 25% 左右，短时间内难以撼动。联电 28 纳米技术落后台积电 2 年多，16 年市场占比 8% 左右。格罗方德于 2012 年底实现 28 纳米工艺的量产，多年处于亏损状态且中国市场客户不足。中芯 28 纳米目前虽然市场占比较低，但是不断扩大研发投入和引进人才，竞争力日渐增强，有望超越联电和格罗方德。
- **估值与评级：**中芯 28nm 在三季报的收入占比中超预期达标，我们认为 28nm 工艺突破在即，另外考虑公司的战略地位，应给予一定的估值溢价，2018 年可比公司平均 PE 为 25 倍，2016 年 PB 为 6 倍，综合考虑 PE 和 PB，最终给予公司 2018 年 25 倍 PE 估值，对应股价为 14.83 港元，维持“买入”评级。
- **风险提示：**公司产能利用率或受终端产品需求减弱而下降的风险；先进制程研发和良率提升进度或不达预期；晶圆平均价格或有波动的风险。

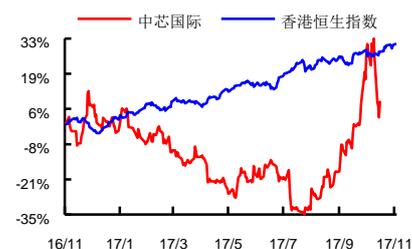
指标/年度	2016A	2017E	2018E	2019E
营业收入(百万元)	20,216	21,219	27,425	32,823
增长率	37.4%	5.0%	29.2%	19.7%
归属母公司净利润(百万元)	2,613	1,392	2,318	3,244
增长率	58.8%	-46.7%	66.6%	39.9%
每股收益 EPS(元)	0.61	0.30	0.50	0.70
净资产收益率 ROE	7.0%	3.6%	5.7%	7.4%
PE	13.8	28.3	17.0	12.1

数据来源: Wind, 西南证券

西南证券研究发展中心

分析师: 王国勋
执业证号: S1250517060002
电话: 021-68415296
邮箱: wgx@swsc.com.cn
联系人: 陈杭
电话: 021-68415296
邮箱: chenhang@swsc.com.cn

相对指数表现



数据来源: 聚源数据

基础数据

52 周区间(港元)	0.99-14.36
3 个月平均成交量(百万)	72.76
流通股数(亿)	46.64
市值(亿)	548.48

相关研究

1. 中芯国际 (0981.HK): 正在崛起的中国芯制造 (2017-10-17)

目 录

1 中芯国际：正在崛起的中国芯制造	1
1.1 大陆晶圆代工龙头企业	1
1.2 发展芯片制造核心业务	2
1.3 研发投入和产线扩充保证持续发展	4
2 中芯 28 纳米良率有望提升，将显著提升市场占有率	5
2.1 28 纳米技术丰富，IP 选择广泛	5
2.2 高端 28nm HKMG 制程良率低成制约中芯发展瓶颈	8
2.3 时势造双雄，开启中芯新时代	9
3 28nm：生命周期较长，市场空间较大	10
3.1 28nm 工艺两种主要模式：Poly/SiON 和 HKMG	10
3.2 28nm 优势明显，成为 IC 工艺制程发展的关键节点	11
3.3 28nm 在未来很长一段时间将成为高端主流工艺节点	12
3.4 28nm 竞争格局：一超四强一崛起	13
4 对标台积电、联电、格罗方德，聚焦 28 纳米产业	15
4.1 台积电：横扫千军，雄踞 28nm 市场最高点	15
4.2 联华电子：稳扎稳打，紧追台积电	19
4.3 格罗方德：将 28nm 工艺技术优化到极致	21
4.4 对标三巨头，定位中国芯	24
5 盈利预测和投资建议	25
6 风险提示	26

图 目 录

图 1: 公司历史沿革.....	1
图 2: 中芯国际是中国最大、最先进的纯晶圆代工厂.....	1
图 3: 中芯国际的全球化制造服务体系.....	1
图 4: 2016 年全球芯片代工厂商市占率.....	2
图 5: 中芯国际 2012-2017H3 年营收利润情况.....	2
图 6: 中芯国际 2012-2017H3 年利润率情况.....	2
图 7: 中芯国际各地区收入占比.....	3
图 8: 中芯国际各应用分类收入占比.....	3
图 9: 中芯国际各制程技术收入占比.....	4
图 10: 中芯国际各季度产能与产能利用率.....	4
图 11: 中芯国际研发投入.....	4
图 12: 中芯国际累计专利数量.....	4
图 13: 中芯国际资本开支情况.....	5
图 14: 中芯国际晶圆厂运作规划.....	5
图 15: 中芯国际技术组合.....	6
图 16: 中芯国际移动计算 28HK IP 平台.....	7
图 17: 中芯国际数字家庭 28HK IP 平台.....	7
图 18: 中芯国际移动存储 28HK IP 平台.....	7
图 19: 中芯国际数据中心 28HK IP 平台.....	7
图 20: 2012-2020 年 28nm 市场需求.....	8
图 21: 中芯国际 28nm 制程收入占比.....	8
图 22: 台积电各制程收入占比.....	9
图 23: 联华电子各制程收入占比.....	9
图 24: 中芯国际各制程收入占比.....	9
图 25: 2016 年全球 28nm 制程纯晶圆代工厂商市占率.....	9
图 26: 晶体管结构示意图.....	11
图 27: 28nm 制程两种主要工艺.....	11
图 28: 28nm 的性能优势.....	11
图 29: 40nm 和 28nm 工艺技术实现同样性能的静态功耗比较.....	11
图 30: A9(40G)和 Krait(28LP)功耗-温度曲线对比.....	12
图 31: 28 纳米 2017-2018 在各领域市场份额预测.....	13
图 32: 28 纳米 2019-2020 在各领域市场份额预测.....	13
图 33: 各制程技术成本比较.....	13
图 34: 全球纯晶圆代工制程技术产值比重.....	13
图 35: 晶圆加工竞争格局.....	14
图 36: 28nm 竞争格局.....	15
图 37: 台积电技术组合.....	16
图 38: 台积电四大技术平台.....	17
图 39: 不同技术的产品晶粒大小比较.....	18

图 40: 不同技术下的产品使用耗电比较	18
图 41: 28nm 及更先进制程技术对台积电晶圆销售贡献	18
图 42: 台积电 28nm 制程收入占比	18
图 43: 联华电子 28 纳米制程技术沿革	19
图 44: 联华电子各应用端所占收入明细	20
图 45: 联华电子各制程占销售额百分比	20
图 46: 联华电子 2007-2016 总产能及同比增长	20
图 47: 联华电子 2013-2017 季产能及产能利用率	20
图 48: 28nm 平台成本和性能对比	21
图 49: HK/MG 技术优势	21
图 50: L28 设备提供的解决方案	21
图 51: 格罗方德客户应用和解决方案	22
图 52: 格罗方德 28nm-HPP 和 28nm-SLP 与 40/45nm 平台对比	23
图 53: 格罗方德 28SLP 平台	23
图 54: 格罗方德 28nm 平台扩展	24

表 目 录

表 1: 2016 年全球十大芯片代工厂商排名 (单位: 亿美元)	2
表 2: 28SLP 目标应用和解决方案	23
表 3: 分业务收入及毛利率	25
表 4: 可比上市公司盈利预测相对估值	26
附: 财务报表	27

1 中芯国际：正在崛起的中国芯制造

1.1 大陆晶圆代工龙头企业

中芯国际成立于 2000 年，是全球领先的集成电路晶圆代工企业之一，也是中国内地规模最大、技术最先进的集成电路晶圆代工企业。公司可提供从 0.35 微米到 28 纳米不同技术节点的晶圆代工与技术服务。公司于 2004 年在港交所和纽交所上市。中芯国际是中国大陆第一家率先投产 8 寸和 12 寸晶圆产线的集成电路晶圆代工企业，也是目前中国大陆唯一一家制程工艺水平达到 28 纳米并且同时提供 28 纳米 PolySiON（多晶硅）、28 纳米 HKMG 工艺的晶圆代工企业。

图 1：公司历史沿革



数据来源：中芯国际，西南证券整理

中芯国际拥有全球化的制造和服务基地。中芯国际在上海有一个 300mm 晶圆加工厂和一个 200mm 大型晶圆厂；在北京有一个 300mm 大型晶圆厂和一个拥有先进制程的 300mm 晶圆厂；在天津和深圳有一个 200mm 加工厂；在江阴有一个合资 300mm 厂；在意大利有一个控股的 200mm 晶圆厂。中芯国际总部在上海，在美国、欧洲、日本和台湾地区设立营销办事处、提供客户服务，同时在香港设立了代表处，产品远销美国、欧洲、日本和台湾。

图 2：中芯国际是中国最大、最先进的纯晶圆代工厂



数据来源：中芯国际，西南证券整理

图 3：中芯国际的全球化制造服务体系



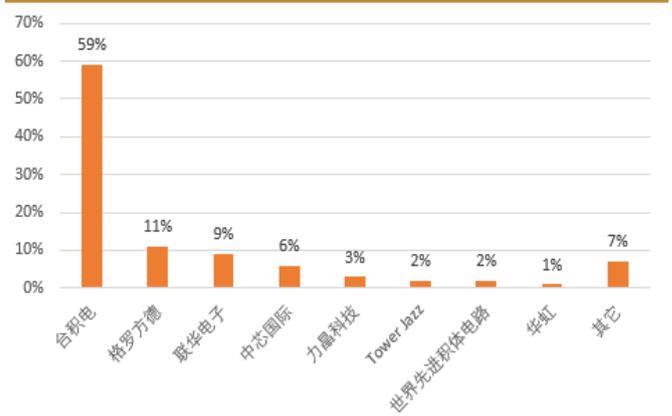
数据来源：中芯国际，西南证券整理

公司从 2012 年扭亏为盈开始, 经历了开疆拓土快速发展的 5 年历程, 成为全球发展最快的集成电路晶圆代工制造企业之一。按照 ICInsights 的统计, 按照营收排名, 公司已成为全球第四大晶圆代工企业 (不包括英特尔、三星电子等 IDM 企业), 在全球代工市场的占有率达到 6%。

表 1: 2016 年全球十大芯片代工厂商排名 (单位: 亿美元)

排名	国家	芯片代工厂商名称	2016 年	2015 年
1.	中国	台积电	294.88	265.74
2.	美国	格罗方德	55.45	50.19
3.	中国	联华电子	45.82	44.64
4.	中国	中芯国际	29.21	22.36
5.	中国	力晶科技	12.75	12.68
6.	中国	Tower Jazz	12.49	9.61
7.	以色列	世界先进积体电路	8.00	7.36
8.	中国	华虹	7.12	6.50
9.	韩国	Dongbu hi Tek	6.72	5.93
10.	德国	X-Fab	5.10	3.31

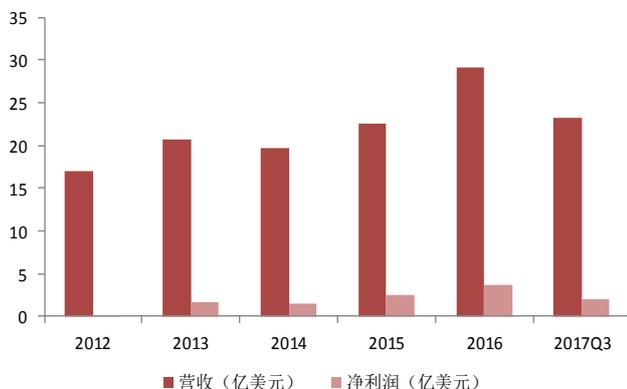
数据来源: ICInsights, 西南证券整理

图 4: 2016 年全球芯片代工厂商市占率


数据来源: ICInsights, 西南证券整理

1.2 发展芯片制造核心业务

近年来由于国内集成电路发展迅猛, 中芯国际作为中国大陆晶圆代工龙头业绩表现良好, 2012-2016 营收的年均复合增速达到 14.3%, 归母净利润年均复合增速高达 101.7%。2017 年第二季度收入 7.51 亿美元, 较上季度下降 5.3%, 主要是因为市场疲软。受深圳新工厂的建设投入、新产能的扩充所带来的折旧费用、以及先进制程技术的研发投入影响, 2017 第三季度净利率下降至 3.97%。由于 28 纳米产线良率处于较低水平, 产能利用率减少, 加上部分客户制程转换, 价格竞争压力下, 毛利率环比下降 8.7%。另外公司加大了短期研发费用, 也导致 17 年这几个季度利润的降低, 但为未来更大规模的发展做好准备, 2018 年第一季度有望成为毛利率上行的拐点。

图 5: 中芯国际 2012-2017H3 年营收利润情况


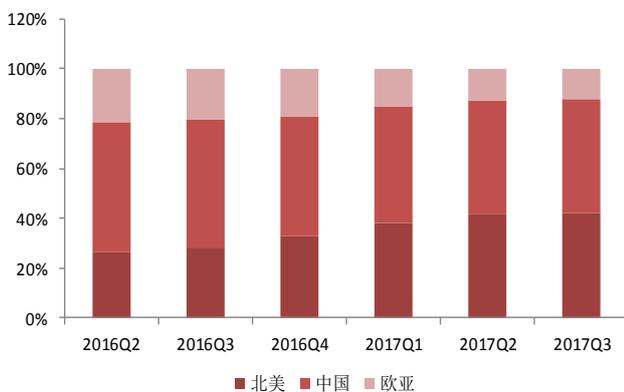
数据来源: 中芯国际, 西南证券整理

图 6: 中芯国际 2012-2017H3 年利润率情况

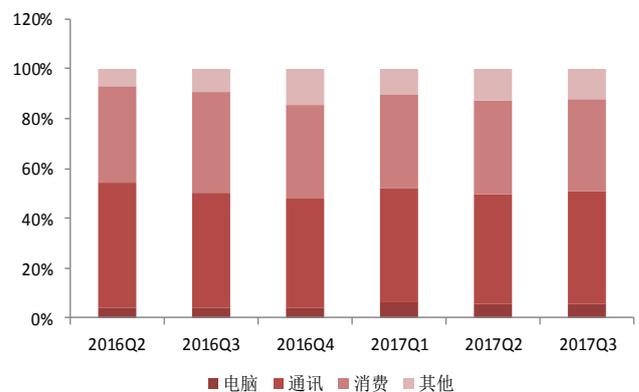

数据来源: 中芯国际, 西南证券整理

从地区来看，2017 年第三季度营收有 45.7%来自于中国，中国贡献的收入比重环比上升 0.4%，同比降低 5.9%；来自北美地区的收入占比从 2016 年第二季度的 26.5%逐季回升，2017 年第三季度的占比已达到 41.9%；欧亚地区的收入占比持续下滑，从 2016 年第二季度的 21.5%下滑至 2017 年第三季度的 12.4%。随着半导体产业链向中国转移，以及国内芯片设计公司的崛起，未来中芯国际来自中国地区的收入有望持续增长。

从芯片应用场景来看，公司收入主要来源于通讯设备与消费电子类产品。2017 年第三季度电脑和消费电子收入比重环比有所下降，通讯产品的比重环比上升 1.6%；其他类业务主要包含了汽车与工业类产品，未来物联网以及智能汽车的发展将是集成电路产业新的推动力。

图 7：中芯国际各地区收入占比


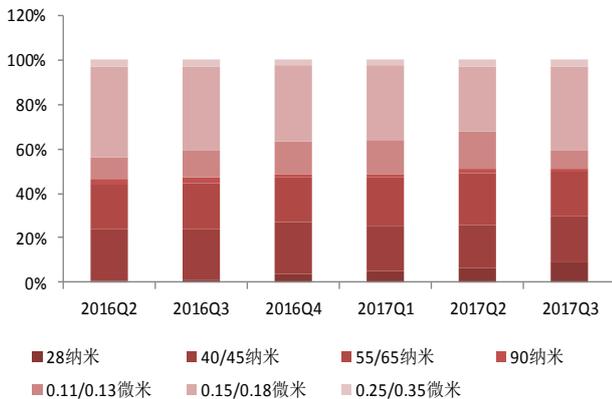
数据来源：中芯国际，西南证券整理

图 8：中芯国际各应用分类收入占比


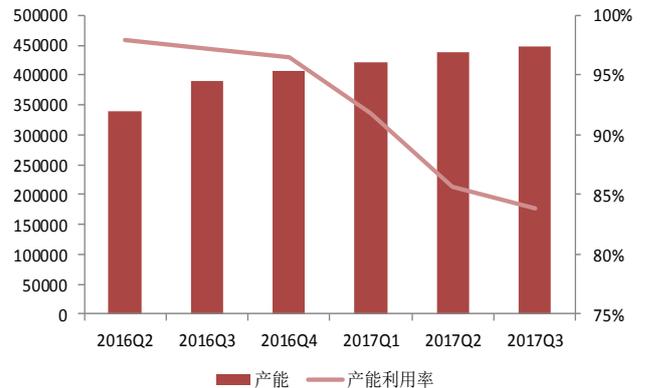
数据来源：中芯国际，西南证券整理

从制程技术指标来看，40/45 纳米、55/65 纳米、0.15/0.18 微米贡献了绝大部分收入，28 纳米的收入占比持续提升，2017 年第三季度已接近 8.8%，与第二季度 6.6%相比增加了 2%，与 2016 年第三季度 1.4%相比增加了 7.4%。预计未来随着产能扩增、技术的升级和良率的改善，28 纳米贡献的利润比例将会有所上升，也会带来公司整体收益的提高。

公司的产能一直处于高负荷运行状态，产能利用率高于全球晶圆代工厂的平均水平。2017 年第三季度产能利用率达到 83.9%，由于扩产的原因略有下降但仍处于高位，产能从 2017 年初的每月 40.6 万片提高至 2017 第三季度的每月 44.8 万片。公司第三季度产能利用率 83.9%，环比下降 2.1%，同比下降 13.7%，相比前三年的高产能利用率公司进入了过渡期，为下一阶段成长准备好技术和工厂。短期来看公司的成长动力来源于 28 纳米、闪存、指纹识别传感器和电源管理芯片，长期来看公司需要加快执行速度，将资源聚焦于关键技术平台，在集成电路产业的发展浪潮中受惠。

图 9：中芯国际各制程技术收入占比


数据来源：中芯国际，西南证券整理

图 10：中芯国际各季度产能与产能利用率


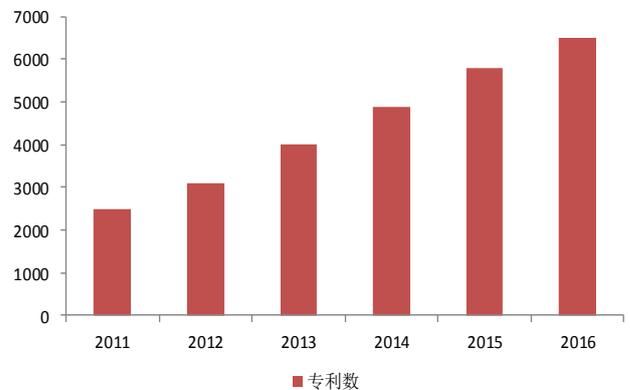
数据来源：中芯国际，西南证券整理

1.3 研发投入和产线扩充保证持续发展

在摩尔定律的驱动下，半导体代工厂商需要持续投入研发来升级更先进的制程工艺。公司一直以来都在先进制程研发方面投入，近五年的研发开支占收入比重大部分超过 10%，2017 年上半年的研发费用投入达到了 14% 的占比。截止到 2016 年，公司累计专利数量达到 6500 多件，近五年每年新增专利数量超过 700 件。

图 11：中芯国际研发投入

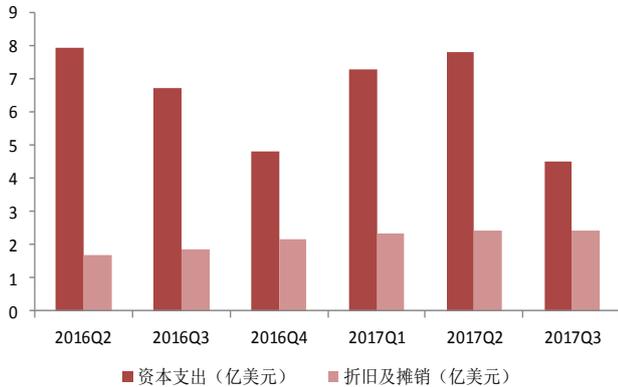

数据来源：中芯国际，西南证券整理

图 12：中芯国际累计专利数量


数据来源：中芯国际，西南证券整理

考虑到未来国内市场需求仍处于增长态势、以及产品技术的升级需要，公司 2017 年计划用于晶圆厂运作和技术研发的资本开支约 23 亿美元，资金主要用于扩建北京自身的 12 寸晶圆厂和拥有大部分权益的 12 寸晶圆厂、深圳 8 寸晶圆厂、上海和深圳的新项目、14 纳米 FinFET 技术的研发等项目。

未来公司的发展将重点聚焦于满足客户需求、技术储备和持续的盈利上。公司计划将天津 8 寸晶圆厂发展成全球最大的 8 寸晶圆代工线，上海将重点打造高端 12 寸先进制程晶圆代工线，而作为中国大陆南方第一条 12 寸晶圆线的深圳厂则聚焦于 12 寸成熟制程技术的晶圆代工。

图 13: 中芯国际资本开支情况


数据来源: 中芯国际, 西南证券整理

图 14: 中芯国际晶圆厂运作规划


数据来源: 中芯国际, 西南证券整理

2 中芯 28 纳米良率有望提升, 将显著提升市场占有率

2.1 28 纳米技术丰富, IP 选择广泛

自 45 纳米工艺技术于 2011 年被攻克之后, 以中芯国际(SMIC)为代表的 IC 制造企业积极开展 28 纳米工艺技术的研发。中芯国际的 28 纳米生产制程经过几百人研发团队和近三年时间, 于 2013 年底实现产品在上海试生产。2014 年高通与中芯国际宣布了将双方的长期合作拓展至 28 纳米晶圆制造。中芯国际借此成为中国内地第一家在最先进工艺节点上生产高性能、低功耗手机处理器的晶圆代工企业。2015 年 9 月, 中芯国际 28 纳米工艺产品将基本上实现量产。首先量产的将是 PolySiON 工艺, 下一步集中在 HKMG 工艺。2017 上半年, 中芯国际来自 28 纳米的收入已经增长至占晶圆总收入的 5.8%, 较 2016 年同时期增长已达 13.8 倍。

中芯国际的 28 纳米技术是主要包含传统的多晶硅 (PolySiON) 和后闸极的高介电常数金属闸极 (HKMG) 制程。中芯国际 28 纳米技术现已成功进入多项目晶圆 (MPW) 和量产阶段, 可依照客户需求提供 28 纳米 PolySiON 和 HKMG 制程服务。来自中芯国际设计服务团队以及多家第三方 IP 合作伙伴的 100 多项 IP, 可为全球集成电路设计商提供多种项目服务。中芯国际 28nm 技术主要应用于智能手机、平板电脑、电视、机顶盒和互联网等移动计算及消费电子产品领域, 可为客户提供高性能的 CPU、GPU、FPGA、AP 等产品, 公司已与高通、华为等客户建立合作关系。2015 年公司宣布为高通代工骁龙 410 处理器, 采用的正是 28nm 制程; 此外, 博通和华为海思也已经成了中芯国际 28nm 工艺的客户。

中芯国际可提供从 0.35 微米到 28 纳米不同技术节点的晶圆代工与技术服务, 包括逻辑电路、混合信号/CMOS 射频电路、高压电路、系统级芯片、闪存内存、EEPROM、影像传感器, 以及硅上液晶微显示技术。40/45 纳米及以下技术已经完全成熟, 28 纳米在逻辑器件上已经实现了量产, 现在逐渐将 28 纳米技术往射频、嵌入式非挥发性内存等方面发展。

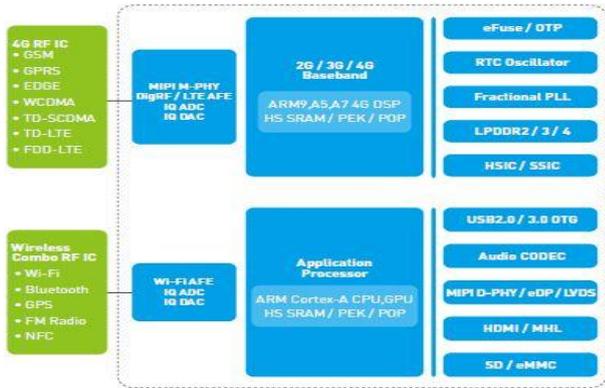
图 15: 中芯国际技术组合


数据来源: 中芯国际官网, 西南证券整理

中芯国际 28 纳米主要有 3 个平台: PolySiON, High-K-HKM 和 High-KC。28 PolySiON, 是 2017 年收入的主要增长动力, 服务通信相关应用, 未来市场对 PolySiON 在长期仍将保持需求。第二个平台 28 纳米 HKM, 自 2016 年以来已经小批量生产。这个平台适合并正在服务通信应用。第三个平台, 28 HKC, 2017 年第二季度成功进入 Risk Production 阶段。该平台正在用于通信和消费者应用。此外, HKC Plus 将于 2018 年启用。28 纳米整体贡献了 2017 年第二季度晶片收入的 6.8%-6.6%, 预计第四季度还会继续增长。

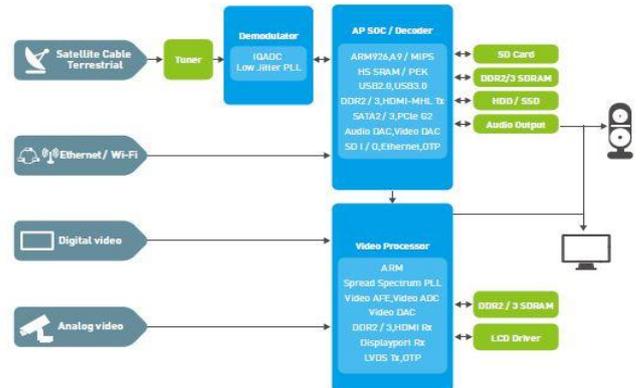
中芯国际 28 纳米 HKMG 和 PolySiON 的优势效应明显。中芯国际 28 纳米 HKMG 提供 1.8V 和 2.5V 输入/输出组件且 28 纳米 HKMG 比 40 纳米技术速度强化约 40%, 闸极密度是 40 纳米的 2 倍, 静态存储器元件尺寸比 40 纳米缩减了 50%。中芯国际 28 纳米 PolySiON 为客户提供低成本解决方案。28 纳米 PolySiON 提供标准阈值电压、低阈值电压和超低阈值电压 (附加选择), 速度比 40 纳米技术强化约 20%, 闸极密度提升一倍, 静态存储器元件尺寸缩减一半。除了丰富的 28 纳米工艺制程技术, 广泛的 IP 选择也是中芯国际一大竞争力。

图 16: 中芯国际移动计算 28HK IP 平台



数据来源: 中芯国际官网, 西南证券整理

图 17: 中芯国际数字家庭 28HK IP 平台



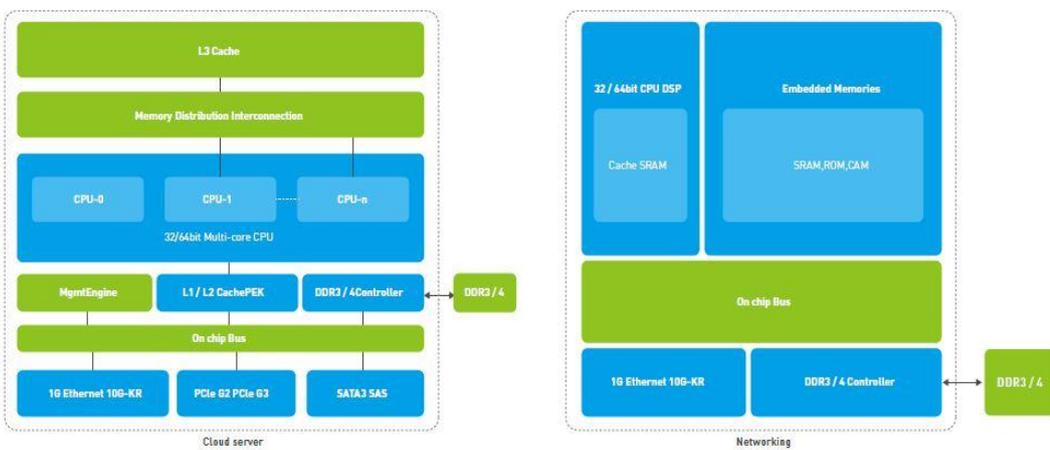
数据来源: 中芯国际官网, 西南证券整理

图 18: 中芯国际移动存储 28HK IP 平台



数据来源: 中芯国际官网, 西南证券整理

图 19: 中芯国际数据中心 28HK IP 平台



数据来源: 中芯国际官网, 西南证券整理

2016年2月，中芯国际与联芯科技共同宣布，中芯国际28纳米高介电常数金属闸极（HKMG）制程已成功流片，基于此平台，联芯科技推出适用于智能手机等领域的28纳米SoC芯片，包括高性能应用处理器和移动基带功能，目前已通过验证，准备进入量产阶段。基于中芯国际28纳米HKMG制程平台，联芯科技推出的智能手机SoC芯片拥有更高的性能、更快的速度以及更低的功耗，CPU主频达1.6GHz。延续联芯科技在4G移动通信市场的佳绩，该芯片的面世将推动搭载“中国芯”的智能手机进一步扩大市场份额。

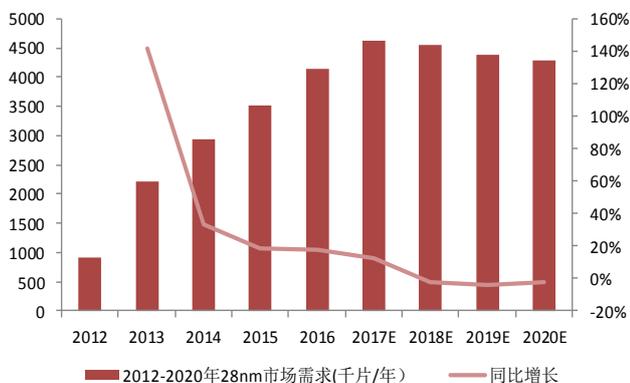
2016年6月，中芯国际与Synopsys合作研发的28纳米HKMG的RTL-to-GDSII参考设计流程已完成推向市场的准备。该流程基于Synopsys公司的Galaxy™设计平台，采用了IC Compiler™ II布局及路由解决方案、Design Compiler®图像综合、StarRC™提取解决方案、PrimeTime®结束解决方案、以及IC验证器物理验证。IC Compiler II已在数以百计的设计应用中采用，它能解决目前高度敏感的市场投放时间需求，提供了优异的结果质量，生产率也得到显著提升，使设计规划速度提高了10倍，执行速度提升了5倍，容量提升了2倍。对于中芯国际28纳米HKMG工艺，Lynx技术插件拓展了参考流程，与Synopsys的Lynx设计系统一起，加快了设计导入和闭合，这是一种全芯片设计环境，提供了新颖的自动化和可视化特性。该插件包含额外的工艺技术信息，以及有代表性的流程和工具设置，有助于降低所需的时间，实现优化的设计结果。此外，中芯国际28纳米制程营收占比也持续提升。

2.2 高端28nm HKMG 制程良率低成制约中芯发展瓶颈

中芯国际的28纳米生产制程于2013年底实现产品在上海试生产，2015年9月基本上实现量产。首先量产的将是PolySiN工艺，下一步集中在HKMG工艺。公司28nm制程采用Poly/SiON低端技术，而高端HKMG技术目前良率仅40%不达预期。Poly/SiON功耗表现较好且价格较低，工艺简单；但HKMG可提供较佳的效能表现，能大幅减小漏电流，降低晶体管尺寸，因此运算取向与高阶电子产品多采用HKMG技术。

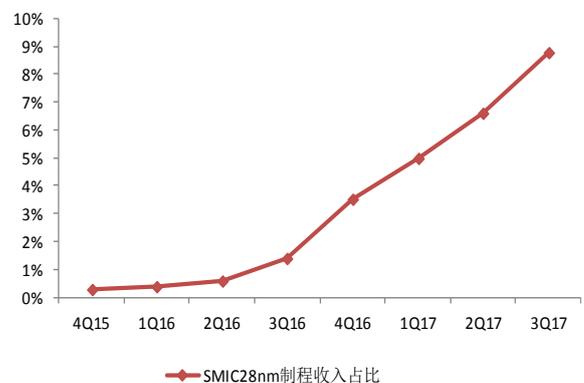
自2013年底以来，中芯国际一直加大28纳米的研发，28纳米制程的收入占比也因此自2016年以来得以快速提升，从16年第一季度不足1%到17年第三季度的8.8%，28纳米制程一次次创下新的记录。从需求端来看，随着28nm工艺的成熟，市场需求呈现快速增长的态势。从2012年的91.3万片/年到2014年的294.5万片/年，年CAGR达79.6%，并将延续到2017年。2017年以后由于高端制程的突破，市场对于28纳米的需求将不再增加，但是将继续保持400万片/年的需求量，如此巨大的市场给中芯国际28纳米的收入占比提供了巨大的增长空间。

图 20: 2012-2020 年 28nm 市场需求



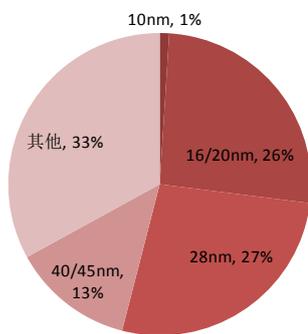
数据来源：赛迪顾问，西南证券整理

图 21: 中芯国际 28nm 制程收入占比

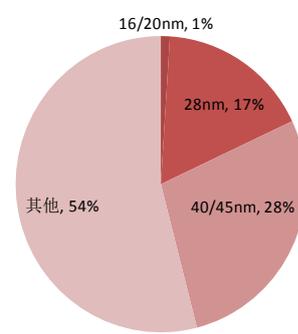


数据来源：中芯国际公司公告，西南证券整理

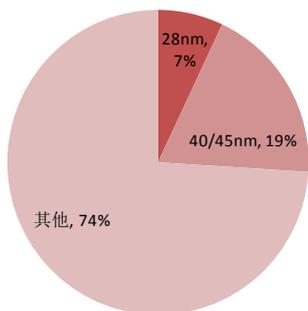
中芯国际自身的 28nm 产品规格目前处在 Poly/SiON 的较低端技术，相当于台积电的 28LP 技术，已投入量产；高端的 28nm HKMG 制程良率则不达预期，目前约在 40% 附近，良率过低问题严重制约了公司向更先进制程技术发展。从市场角度看，在国际上增长最快的工艺制程都是 40 纳米以下的工艺节点，40 纳米晶片销售额有望年增 18%。随著产业的发展，28 纳米以下的晶圆代工市场更会突飞猛进。2017 年台积电的先进制程（40 纳米以下）销售额占比可能接近 60%，联华电子 28nm 制程收入占比也达到 17%，反观中芯国际，28 纳米产品在 PolySiON 制程下逐渐成熟，占比也渐渐升高，但是属于高阶的 HKMG 量产尚有困难，而且目前仅不足 10% 的收入来自 28 纳米制程。因此想要进一步提高 28 纳米的收入占比，良率的突破迫在眉睫。

图 22：台积电各制程收入占比


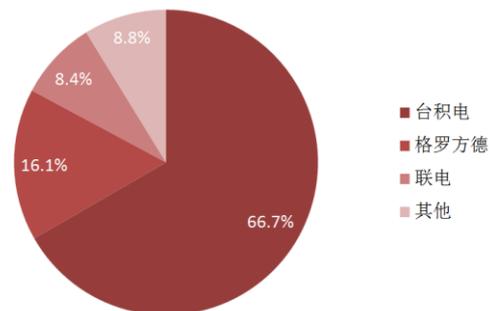
数据来源：中芯国际官网，西南证券整理

图 23：联华电子各制程收入占比


数据来源：中芯国际官网，西南证券整理

图 24：中芯国际各制程收入占比


数据来源：中芯国际官网，西南证券整理

图 25：2016 年全球 28nm 制程纯晶圆代工市场占有率


数据来源：百度，西南证券整理

2.3 时势造双雄，开启中芯新时代

2017 年 10 月 16 日，中芯国际宣布赵海军和梁孟松担任中芯国际联合首席执行官兼执行董事。这是中芯国际第一次采取 Co-CEO 制度，在中国半导体企业中也是首例。梁孟松博士毕业于美国加州大学伯克利分校电机工程及电脑科学系，博士论文指导教师是 FinFET 的发明者胡正明教授。梁孟松博士在半导体业界有着逾三十三年经历，从事内存储存器以及先进逻辑制程技术开发，拥有逾 450 项半导体专利，曾发表技术论文 350 余篇。纵览梁孟松的

职业生涯，不论其任职于台积电或是三星，均为其在职企业带来了技术的突破：梁孟松在台积电时，台积电在 130 纳米工艺击败 IBM，当时负责先进模组的梁孟松居功至伟；梁孟松 2011 年加入三星后，三星的制程演进路线由 32 纳米/28 纳米 Planner 技术直接跳阶到 14 纳米 FinFET 技术，并在 2014 年底开始量产。赵海军博士在北京清华大学无线电电子学系获得工程学士学位和博士学位，在美国芝加哥大学商学院获得工商管理硕士学位，拥有 25 年集成电路技术研发和工业生产经验。梁孟松拥有雄厚的技术研发实力，赵海军拥有先进的企业管理能力，两者的的联手协作，将发挥 1+1>2 的综效，把中芯国际带领到一个新的高度，为推动集成电路产业发展做出贡献。

据赛迪顾问预计，中国 28nm 制程服务市场仍有需求缺口，2018 年 28nm 制程服务需求为 454 万片/年，而台积电、联电双雄扩产之后 28nm 总供给为 436.8 万片/年，存在 17.2 万片/年需求缺口，公司 28nm 产能可消化 17.2 万片/年的需求缺口。梁孟松此次加入中芯国际，给中芯国际突破 28 纳米 HKMG 低良率的问题带来巨大的技术支持，叠加巨大的需求缺口，公司业绩有望大幅增加，势必会提高中芯国际在市场的竞争力。虽然短时间内难以和台积电抗衡，但是和联华电子、格罗方德等二线晶圆代工厂还是有能力进行正面抗衡的，未来的 28 纳米格局将成为“一超五强”。

3 28nm：生命周期较长，市场空间较大

自从集成电路发明以来，集成电路的集成度一直呈指数型增长。从 20 世纪 60 年代开始，全球集成电路的规模由小规模级（晶体管数目小于 100）、中规模级（晶体管数目 100-1000）、大规模级（晶体管数目小于 1000-10000）、超大规模级（晶体管数目小于 10000-100000）一直演化到特大规模级别（晶体管数目大于 100000）。纵观集成电路 50 年来的发展历程，芯片集成度的提高离不开半导体制造工艺的不断进步。以硅片上的最小特征尺寸为标准，生产线的主要技术节点由微米级、亚微米级、深亚微米级，一直演化到纳米级。目前世界最先进的半导体工艺技术已经达到 10nm 水平，7nm 等更先进的制程也在加速研发中。同时，晶圆尺寸也由 3 英寸、4 英寸、5 英寸、6 英寸、8 英寸发展到目前的 12 英寸，并且 18 英寸也开始处于研发阶段。当然，随着工艺技术的快速进步，集成电路产品的整体性能也得到逐步提升。

3.1 28nm 工艺两种主要模式：Poly/SiON 和 HKMG

在半导体行业中，最常见的工艺参数就是 14nm、28nm、55nm 等，这些参数的意义就是半导体的工艺制程。直观的感觉就是制程越小，芯片的性能越好，功耗也越低，但随之带来的工艺复杂度也会越高。例如骁龙 835 制程为 10nm，芯片集成了超过 30 亿个晶体管，但是体积比骁龙 820 小 35%，整体功耗降低 40%，性能提高 27%。

在晶体管中，电流从 Source（源极）流入 Drain（汲极），Gate（栅极）相当于闸门，主要负责控制两端源极和漏极的通断。栅极的宽度决定了电流通过时的损耗，宽度越窄，功耗越低。而栅极的最小宽度，就是半导体的芯片制程。对于芯片制造商来说，工艺制程是越小越好，但是随着制程的减小会带来一系列的技术问题。比如当制程逼近 20nm 时，栅极对电流控制能力急剧下降，会出现“电流泄露”问题。当晶体管的尺寸缩小到小于 10nm 时会产生量子效应，这时晶体管的特性将很难控制，芯片的生产难度就会成倍增长。胡正明教授提出的 FinFET 鳍式场效应晶体管可以解决上述问题，这种新的晶体管把芯片内部平面的结

构变成了 3D，把栅极形状改制，增大接触面积，减少栅极宽度的同时降低漏电率，而晶体管空间利用率大大增加。

目前，28 纳米制程工艺主要分为多晶硅栅+氮氧化硅绝缘层栅极结构工艺 (Poly/SiON 工艺) 和金属栅极+高介电常数绝缘层 (High-k) 栅结构工艺 (HKMG 工艺)。Poly/SiON 工艺的优点是成本低，工艺简单，适合对性能要求不高的手机和移动设备。HKMG 工艺的优点是大幅减小漏电量，降低晶体管的关键尺寸从而提升性能，但是工艺相对复杂，成本与 Poly/SiON 工艺相比较为高。

图 26: 晶体管结构示意图

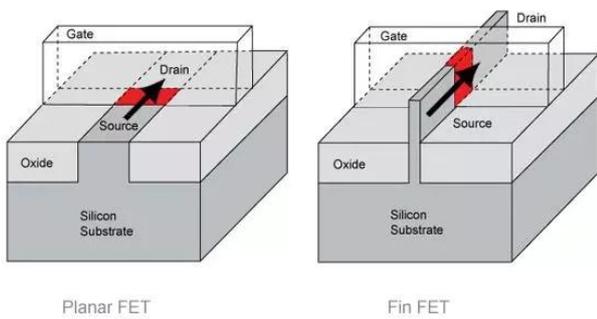
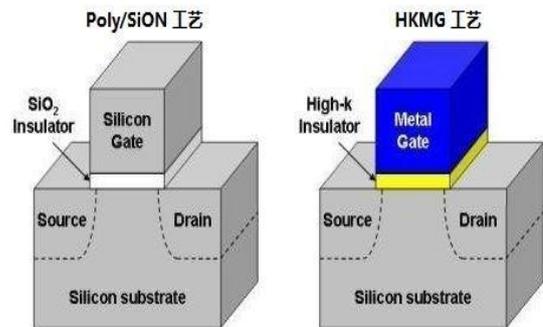


图 27: 28nm 制程两种主要工艺



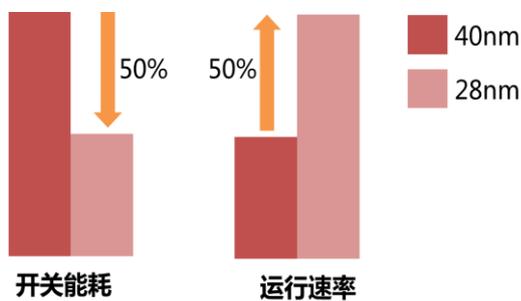
数据来源: 中国市场情报中心, 西南证券整理

数据来源: 中国市场情报中心, 西南证券整理

3.2 28nm 优势明显，成为 IC 工艺制程发展的关键节点

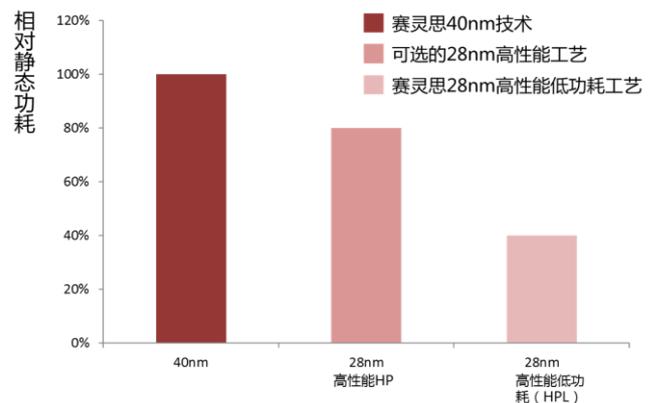
在成本几乎相同的情况下，使用 28 纳米工艺制程可以给产品带来更加良好的性能优势。例如与 40 纳米工艺相比，28 纳米栅密度更高、晶体管的速度提升了约 50%，每次开关时的能耗则减小了 50%。而从技术可控方面，由于 20/22 纳米一直无法实现很好的控制。因此，综合技术和性能等各方面因素，28 纳米都将成为未来很长一段时间内的关键工艺节点。

图 28: 28nm 的性能优势



数据来源: 赛迪顾问, 西南证券整理

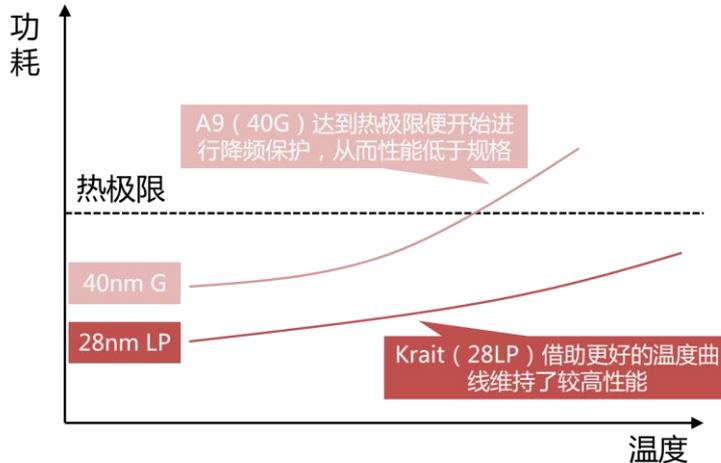
图 29: 40nm 和 28nm 工艺技术实现同样性能的静态功耗比较



数据来源: Xilinx, 西南证券整理

高通 APQ8064 是世界首个采用 28nm 制程的智能手机处理器，在高通白皮书中给出的对比图中，Krait 对比 NVIDIA 采用 40nmLPG 混合工艺的 Kal-EI，Krait 架构处理器可以借助更好的温度曲线维持更高的性能。高通对于制造工艺的态度是，40nm G 晶体管只有在全程高频时才有意义，其余多余情况下纯 LP 工艺晶体管三个更有优势。

图 30: A9(40G)和 Krait(28LP)功耗-温度曲线对比



数据来源: 小米社区 (高通白皮书), 西南证券整理

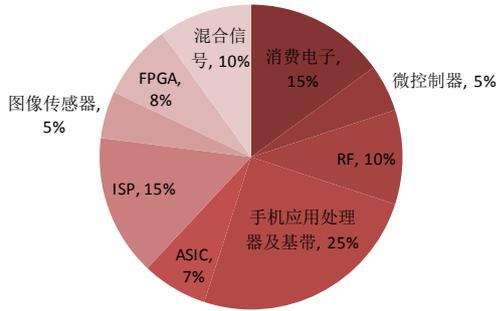
目前, 28nm 制程主要有两个工艺方向: High Performance (HP, 高性能型) 和 Low Power (LP, 低功耗型)。LP 低功耗型是最早量产的, 不过它并非 Gate-Last 后栅工艺, 还是传统的 SiON (氮氧化硅) 介质和多晶硅栅极工艺, 优点是成本低, 工艺简单, 主要应用于对性能要求不高的手机和移动设备。而 HP 才是真正的高介电常数金属闸极 (HKMG) + Gate-Last 工艺, 又可细分为 HP、HPL (Low Power)、HPM (Mobile) 三个方向。HP 工艺拥有最好的每瓦性能比, 频率可达 2GHz 以上; HPL 的漏电流最低, 功耗也更低; HPM 主要针对移动领域, 频率比 HPL 更高, 功耗也略大一些。

3.3 28nm 在未来很长一段时间将成为高端主流工艺节点

2015 年赛迪顾问发布的《中国 IC 28 纳米工艺制程发展》白皮书指出, 随着 28 纳米工艺技术的成熟, 28 纳米工艺产品市场需求量呈现爆发式增长态势: 从 2012 年的 91.3 万片到 2014 年的 294.5 万片, 年复合增长率高达 79.6%, 并且这种高增长态势将持续到 2017 年。28 纳米工艺技术因其性价比高、应用领域广泛, 又因为成本优势明显, 14/16 纳米不会在短时间内取代 28 纳米工艺, 因此, 28 纳米工艺将会在未来很长一段时间内作为高端主流的工艺节点。考虑到中国物联网应用领域巨大的市场需求, 28 纳米工艺技术预计在中国将继续持续 4-5 年。

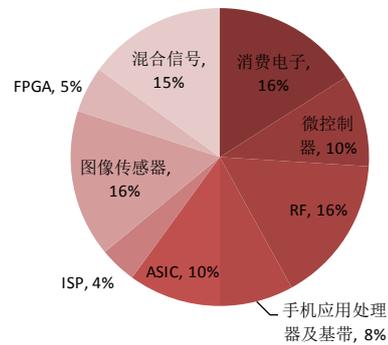
28nm 制程广泛应用于手机应用处理器和基带, 消费电子 (DTV、OTT 等), FPGA, GIS 等。2015 年至 2016 年, 28 纳米工艺主要应用领域仍然为手机应用处理器和基带, 据赛迪顾问统计, 占比达 65%。2017 年之后, 28 纳米工艺虽然在手机领域的应用有所下降, 预计未来四年该领域应用将迅速降低至 8%。28 纳米工艺在其它多个领域的应用将迅速增加, 如 OTT 盒子和智能电视等应用领域市场的增长速度较快。预计 2019 年至 2020 年, 混合信号产品和图像传感器芯片也将会规模采用 28 纳米的工艺。消费电子、RF、GIS、混合信号等领域则各自占据 16% 左右, 应用领域呈分散化现象。

图 31: 28 纳米 2017-2018 在各领域市场份额预测



数据来源: 赛迪顾问, 西南证券整理

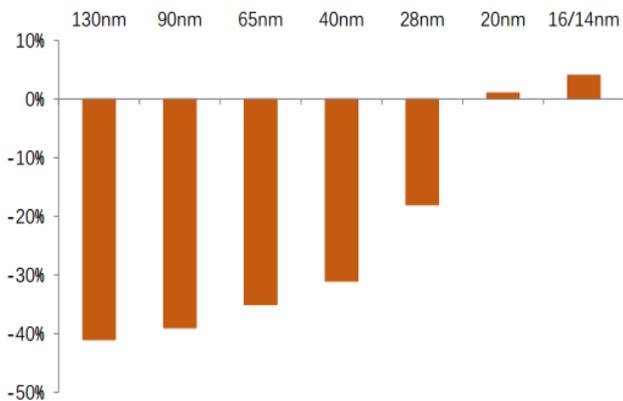
图 32: 28 纳米 2019-2020 在各领域市场份额预测



数据来源: 赛迪顾问, 西南证券整理

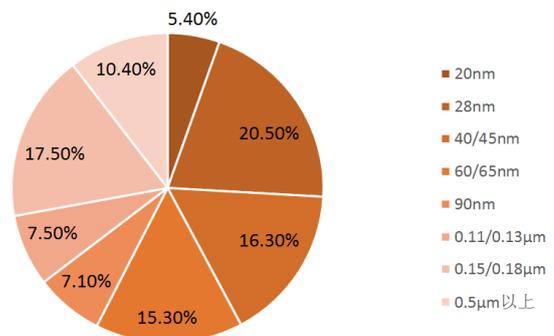
28 纳米在未来很长一段时间将成为高端主流工艺节点。理论上按照摩尔定律, 制程的进步将会带来成本降低。28nm 性价比最高。从 45/40 纳米向下演进时, 中间经过 32 纳米很快跳跃到 28 纳米。因为使用基本相同的光刻设备便可以从 32 纳米延伸缩小至 28 纳米, 目前 28nm 采用的是 193nm 浸液式光刻机。但是当尺寸从 28 缩小到 22/20 纳米时, 必须采用辅助的两次图形曝光技术, 制程成本将提高 1.5-2 倍左右。16/14nm 制程成本将更高, 这意味着发展先进制程不再具有成本优势。综合考虑成本和技术因素, 28nm 制程或成为未来很长一段时间作为主流工艺节点。虽然国际上先进制程的代工市场已进入 10nm, 即将迈入 7nm, 但目前仍以 28nm 制程市场需求量最大。预计 2019 年至 2020 年, 混合信号产品和图像传感器芯片也将会规模采用 28 纳米的工艺。

图 33: 各制程技术成本比较



数据来源: SIA, 西南证券整理

图 34: 全球纯晶圆代工制程技术产值比重



数据来源: 拓璞产业研究所, 西南证券整理

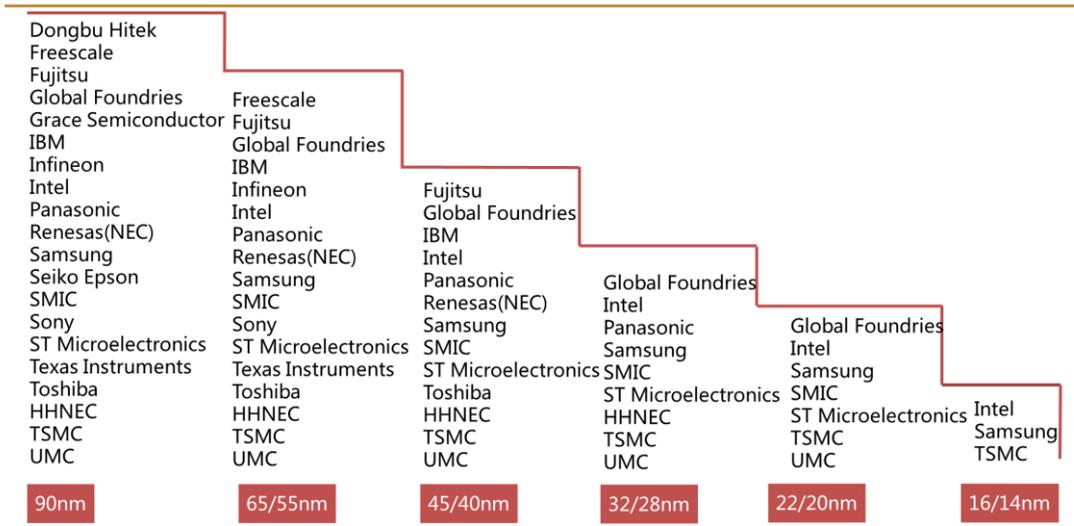
3.4 28nm 竞争格局: 一超四强一崛起

目前的半导体企业主要有三种模式, IDM, fabless, foundry。IDM 就是企业自身完成芯片设计、制造、封测整个流程的企业, 比如 Intel, IBM 等。Fabless 是指那些设计芯片架构但本身没有晶圆厂, 需要外包给晶圆代工厂进行加工制造的企业, 比如 ARM、高通、苹果、华为等。Foundry 是指专门做晶圆代工的企业, 比如台积电、联华电子、格罗方德等。某些晶圆代工厂也会涉及到芯片设计环节, 比如三星除了代工苹果 A 系列和高通骁龙芯片

系列，自己也会研发猎户座芯片，但是台积电只做晶圆代工，不涉及芯片设计，主要接单替苹果和华为代工生产。

晶圆代工厂数目众多，按照技术可以分成三个梯队。第一梯队：台积电、三星、Intel，掌握了 10nm 的高端制程量产技术。第二梯队主要有格罗方德(Global Foundries)、联电(UMC)等，在高端 14nm 上有小规模量产，28nm 制程算是完全成熟。第三梯队主要是中芯国际，28nm 已实现量产，但是良率较低，40nm 制程完全成熟。

图 35：晶圆加工竞争格局



数据来源：wind，西南证券整理

纵观所有晶圆代工厂，能进行 28 纳米量产的企业屈指可数，主要竞争格局为“一超四强一崛起”。

一超台积电

台积电长期以来霸占着集成电路代工市场占有率的第一名。高通骁龙 800 就采用了 TSMC 的 28nm HPM HKMG 这一最高标准，而高通 MSM8960 和联发科四核芯片 MT6589T 以及联芯、展讯等厂商的芯片使用的则是 TSMC 相对较差的 28nm LP 工艺。台积电 2011 年第四季度率先进行 28 纳米的量产，率先占据智能手机、平板电脑市场，由于产能较低，且只有台积电一家能提供成熟的 28 纳米技术，远远不能满足市场需求，后来产能不断扩充，市场份额进一步增多。

四强 Intel、三星、联电、格罗方德

Intel 以技术领先为导向，最先使用 HKMG+Gate-Last 工艺，最先量产 3D 晶体管，其制程领先对手可以按代来计算。但是 Intel 并不是专做晶圆代工的企业，所以在产能和市场占有率方面比较低。

三星发展势头迅猛，长期以来都为自家芯片和苹果 A 系列移动芯片提供集成电路制造服务。三星较早采用 HKMG 工艺，在业界进入 HKMG 时代之初，又秘密研发后栅极工艺。三星目前的 28nm 级别制程使用的是 HKMG 栅极和前栅极工艺。三星自家的 Exynos5 系列芯片和苹果的 A7 都是采用的此种工艺。

格罗方德与台积电目前因所用的 HKMG 工艺的不同。格罗方德在 28nm 上会使用 gate first 型 HKMG 工艺，而台积电则会使用 Gate-last HKMG 工艺。格罗方德于 2013 年第四季度实现 28 纳米工艺的量产。2014 年成为继台积电之后 28 纳米工艺产能最大的晶圆代工厂，产能达到 40000 片/月。

联电在 28nm 制程也获得重大突破，并在 2014 年进行量产，随着不断提高 28 纳米产能，牢牢占据超过 8% 的市场份额。承接的先进网通及高端手机芯片的关键 HKMG 制程，且已获全球第二大 IC 设计商博通认证。

➤ 一崛起中芯国际

中芯国际是中国大陆目前唯一能提供 28 纳米制程服务的纯晶圆代工厂，但是由于良率较低，业务占比不到 10%。由于梁孟松和赵海军的加入，28 纳米良率突破在即，收入占比将持续提升，有望撼动四强的市场垄断地位。

图 36: 28nm 竞争格局



数据来源：西南证券整理

4 对标台积电、联电、格罗方德，聚焦 28 纳米产业

4.1 台积电：横扫千军，雄踞 28nm 市场最高点

台积电成立于 1987 年，是全球首创专业积体电路制造服务的公司。台积电提供客户专业集成电路制造服务领域中最全面的制程技术，涵盖 500 纳米以上到 7 纳米等先进制程，并且持续投资先进及特殊制程技术。台积电的十二寸超大晶圆厂是其制造策略的重要关键。台积电目前拥有三座十二英寸超大晶圆厂——晶圆十二厂、晶圆十四厂及晶圆十五厂。2012 年，这三座超大晶圆厂的总产能已达到 393 万 6000 片 12 英寸晶圆，目前提供 0.13 微米、90 纳米、65 纳米、40 纳米、28 纳米全世代以及其半世代设计的生产，并保留部分产能作为研发用途，以支持 20 纳米、16 纳米及更先进制程的技术发展。台积电提供了业界领先的专业技术组合，以补充其先进的技术领导能力。台积电专业技术全面，可以满足特定客户的需求，例如 MEMS、CMOS 图像传感器、eNVM、RF、模拟、高电压、嵌入式 DRAM，BCD 动力过程等等。台积电的专业技术涵盖了广泛的应用，包括移动设备、汽车电子系统、医疗系统、可穿戴设备和物联网，极大丰富了人们的生活。

图 37: 台积电技术组合



数据来源：台积电官网，西南证券整理

台积电面对行动装置、高效能运算、汽车电子及物联网四个快速成长的主要市场分别建构四个不同的技术平台，提供客户业界最完备且最具竞争优势的逻辑制程技术、特殊制程技术、硅智财以及封装测试技术，协助客户缩短芯片设计时程及加速产品上市速度。在这四个技术平台中都 28 纳米的身影出现的极为频繁，可以看出 28 纳米的地位之显赫。

行动装置平台：台积电公司针对客户在高阶产品的应用，将提供领先的 7 纳米鳍式场效应晶体管 (FinFET)、10 纳米 FinFET、16FF+、20 纳米系统单晶片、28 纳米高效能 (28HP) 及 28 纳米移动式高效能 (28HPM) 等逻辑制程技术以及完备的硅智财，更进一步提升芯片性能、降低功耗及芯片尺寸大小。针对客户在低阶到中阶产品的应用，则会提供 12FFC、16FFC、28 纳米低功耗 (LP)、28 纳米高效能低功耗 (28HPL)、28HPC、28HPC+ 和 22ULP 等不同逻辑制程选项以及完备的硅智财，满足客户高效能、低功耗的芯片产品需求。此外，不论高阶或低阶到中阶产品应用，也提供客户领先业界且最具竞争力的射频、嵌入式闪存、新兴内存、电源管理、感测器、显示芯片等特殊制程技术，以及涵盖领先的整合型扇出 (InFO) 等多种先进封装技术。

高效能运算平台：台积电公司将提供领先的 7 纳米、16 纳米 FinFET 和 28 纳米等逻辑制程技术，以及包括高速互连技术等完备的硅智财，来满足客户对数据高速运算与传输的需求。台积电也提供涵盖领先的 CoWoS® 和 3D IC 等多种先进封装技术，能够成功完成异质和同质芯片系统封装，以满足客户对高速运算、低功耗以及较小的系统空间的需求。台积电将持续优化高性能运算平台，协助客户赢取由海量数据和应用所驱动的市场成长，包括数据分析、人工智慧以及 5G 无线传输等。

汽车电子平台：台积电公司将提供客户涵盖领先的 7 纳米 FinFET、16 纳米 FinFET、28 纳米到 40 纳米的逻辑制程技术、领先且最具竞争力的多样射频、嵌入式闪存、感测器、多种通过美国汽车电子协会 AEC-Q100 Grade-0 等级制程规格验证的电源管理等特殊制程技术，以及多种先进封装技术。

物联网平台：台积电将提供客户领先的 16 纳米、12 纳米、28 纳米、40 纳米到 55 纳米的超低功耗逻辑制程技术选择，也提供客户领先业界且最具竞争力的多样射频、嵌入式闪存、新兴内存、感测器、显示芯片等特殊制程技术，与涵盖领先的整合型扇出等多种先进封装技术。

图 38：台积电四大技术平台

四大技术平台	行动装置	7nm FinFET、10nm FinFET、16FF+、20nm系统单晶片、 28nm HP、28 nm、28HPM 、12FFC、16FFC、 28nm LP、28nm HPL、28HPC、28HPC+ 和22ULP	射频、嵌入式闪存、新兴内存、电源管理、感测器、显示芯片等
	高性能运算	7nm FinFET、16nm FinFET、 28nm 逻辑制程技术	CoWoS®和3D IC等多种先进封装技术和数据分析、人工智慧以及5G无线传输
	汽车电子	7nm FinFET、16nm FinFET、 28nm-40nm 逻辑制程技术	多样射频、嵌入式闪存、感测器、多种电源管理等特殊制程技术，以及多种先进封装技术
	物联网	16nm、12nm、 28nm 、40nm-55nm的超低功耗逻辑制程技术选择	多样射频、嵌入式闪存、新兴内存、感测器、显示芯片等特殊制程技术，与多种先进封装技术

数据来源：台积电官网，西南证券整理

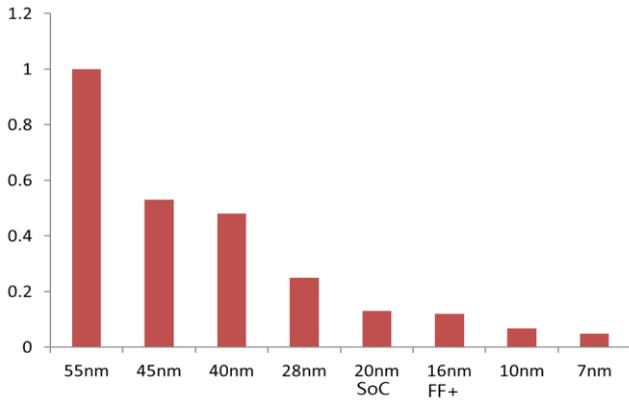
28nm 制程技术是台积电历史上的一个转折点，当时三星与格罗方德同时选择了先闸极 (Gate-first) 方案，而台积电独自选择了后闸极 (Gate-last) 方案，这又是一次类似于 130nm 战役的巨大获胜，将三星与格罗方德远远地甩在身后。至今，台积电的 28nm 制程仍占据着全球三分之二的市场份额，远超台积电 2016 年在晶圆代工整体的市占率 58%。

2011 年第四季度，台积电首先实现了 28 纳米全世代制程工艺的量产。由于 Intel 在工艺技术发展上从 32 纳米直接进入了 22 纳米工艺制程，所以台积电成为首个实现 28 纳米工艺量产的企业。2012 年智能手机、平板电脑需求发展速度大幅高于市场预期，当时只有台积电有 28 纳米制程产能供应，且台积电产能严重不足，无法满足高通、英伟达、超微、赛灵思等大客户的需求。因此台积电大客户开始找联电、格罗方德、三星电子等合作，但这三家晶圆代工厂由于良率过低，市场占比极为有限。

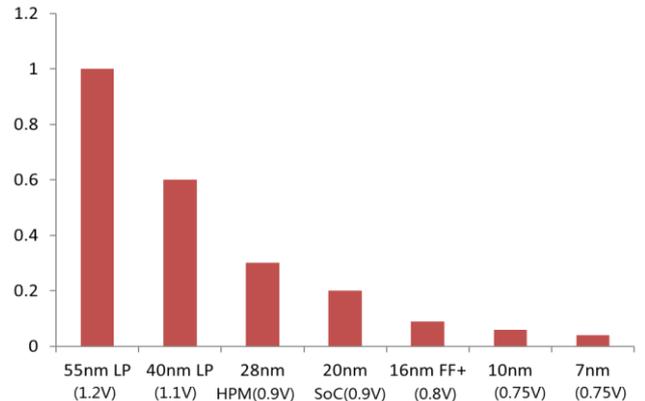
台积电将于 2013 年大幅扩产 28 纳米制程产能。2012 年台积电靠着领先的 28 纳米技术，在晶圆代工市场打下漂亮一仗，营收及获利皆屡创新高。迈入 2013 年，台积电确信 28 纳米制程需求依然强劲，故预计将产能提高三倍，同时也协助更多新客户顺利将晶片从 40 纳米转进 28 纳米时代。2014 年底市场份额为 80%，产能达到 130000 片/月。2016 年 28nm 及更先进制程技术占晶圆销售额 54%，同比增长 48%。

台积电的的业界领先的 28nm 工艺技术主要采用高 K 金属栅 (HKMG) 后栅技术，与门极技术相比，栅极端部提供了更低的漏电流和更好的芯片性能，再加上其 28nm 无缝集成设计系统实现更快的产品上市时间。28nm 工艺技术支持多种应用，包括中央处理单元 (CPU)、图形处理器 (GPU)，高速网络芯片，智能手机应用处理器 (AP)、平板电脑、家庭娱乐、消费电子和物联网。

台积电公司持续推进半导体高阶制程技术, 为客户生产更先进、更节能及更环保的产品, 为地球永续发展尽一份心力。半导体制程技术每向前推进一个世代, 集成电路线宽就得得以持续缩小, 使得晶体管愈来愈小, 也让电子产品所消耗的电力更为降低。

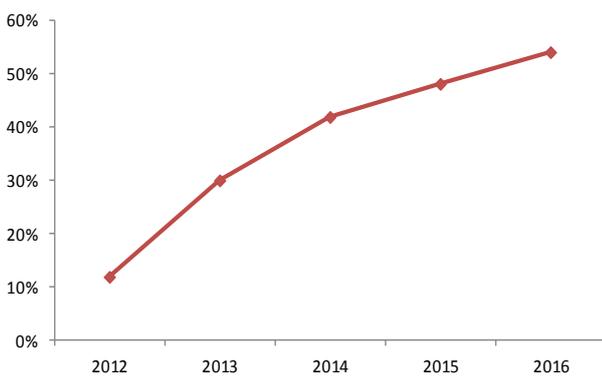
图 39: 不同技术的产品晶粒大小比较


数据来源: 台积电官网, 西南证券整理

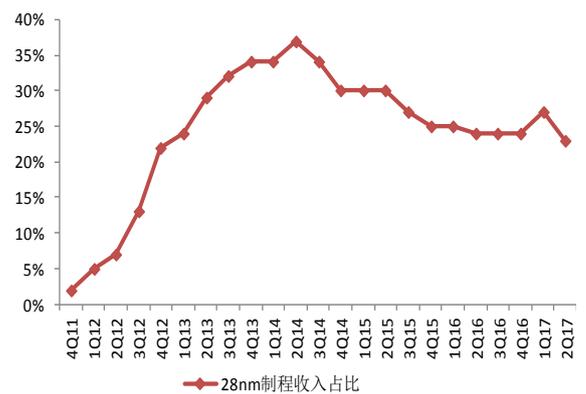
图 40: 不同技术下的产品使用耗电比较


数据来源: 台积电官网, 西南证券整理

2011 年第四季度台积电 28nm 制程收入占比为 2%, 随后的四年内收入占比猛增, 到 2014 年第二季度达到 37%, 成为台积电收入的主战场之一。随后由于工艺的提, 20nm、16nm、10nm、7nm 的突破, 台积电的高端制程产品占比也越来越大, 因此 28nm 收入占比从 2014 年第三季度开始缓慢下降, 到 2015 年第四季度基本稳定在 25%, 由于 28nm 的高性价比, 未来较长时间内 28nm 制程收入占比将保持在 25% 左右。从台积电近几年的制程工艺上看, 28 纳米制程一直占据着其收入的重要比重。台积电自 2013 年以来, 28 纳米工艺一直占据其收入的 20% 以上比重, 是前二大收入来源, 且大部分时间是第一大制程业务。即使台积电将制程工艺缩小至 20 纳米以内, 28 纳米制程在较长一段时间内仍是台积电的主流工艺节点。

图 41: 28nm 及更先进制程技术对台积电晶圆销售贡献


数据来源: 台积电官网, 西南证券整理

图 42: 台积电 28nm 制程收入占比


数据来源: 台积电公司公告, 西南证券整理

4.2 联华电子：稳扎稳打，紧追台积电

联华电子成立于 1980 年，是台湾仅次于台积电的半导体晶圆代工厂。联电提供先进制程与晶圆制造服务，为 IC 产业各项主要应用产品生产芯片，并且持续推出尖端制程技术及完整的解决方案，让芯片设计依照客户之特有需求，提供横跨 28 纳米到 0.5 微米之逻辑与混合信号制程技术。客户亦可以根据不同的制程选择搭配特殊技术，如嵌入式内存、高压、整合式双极性 / 互补金属氧化半导体元件 / 扩散式金属氧化半导体元件、微机电感测器及混合信号 / 射频互补金属氧化半导体技术等，提供客制化平台以满足不同客户对系统单晶片之需求，期许提供多方位服务。联电完整的解决方案能让芯片设计公司利用尖端制程的优势，包括 28 纳米 Poly-SiON 技术、High-K/Metal Gate 后闸极技术、14 纳米量产、超低功耗且专为物联网应用设计的制程平台。联电现共有十一座晶圆厂，遍及亚洲各地，每月可生产超过 50 万片芯片。

2013 年，联电成功开发 28 纳米 Poly-SiON 制程技术，并通过客户产品验证逐步导入量产。2014 年，成功开发 28 纳米 HK / MG 制程技术，并通过先期客户产品验证逐步导入量产。2015 年，成功开发 28 纳米高效能精简型 (HPC+, High Performance Compact Plus) 制程技术，提供更低的漏电流及耗电，并导入客户产品试产。2016 年，成功开发 28HPCU 制程技术，并提供智财研发厂商推出高速 I / O 之可程式设计 12.5 Gbps SerDes PHY IP 解决方案。

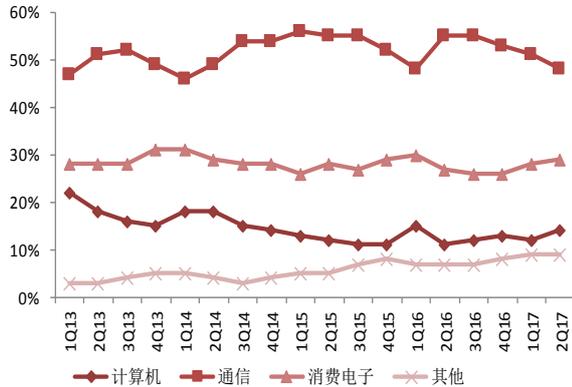
图 43：联华电子 28 纳米制程技术沿革



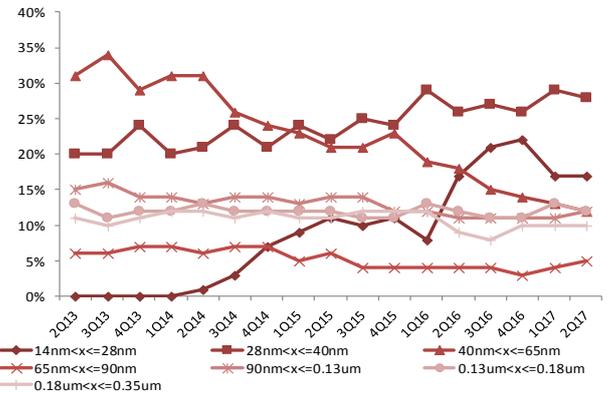
数据来源：联华电子官网，西南证券整理

联电于 2016 年中提供的 28 纳米高效能精简低耗电型制程技术平台与前一代技术平台相比，有效降低近 40% 的漏电流及耗电，如与当今业界水准相比，则降低了近 15%，联电持续保持同业间的领先优势。除了在漏电流及耗电的优异表现之外，HPCU+ 在芯片良率与缺陷密度方面也成功地达到了 28 纳米 HK / MG 产线现有的水准。日前提供客户集成电路模拟程序，客户已着手电路设计验证，相关芯片测试班车也于 2016 年第四季陆续启动。联电 28 纳米制程的全面量产与持续改良，提供了客户最具竞争力的先进制程技术，也达成协助客户开发高阶产品的承诺。

2008 年 10 月联华电子是第一家提供 28nm SRAM 芯片的晶圆代工厂，并且使用了高介电常数绝缘层 (High-k) 栅结构工艺。往后的联电 28nm 平台基于行业主流技术，包括传统的多晶硅栅工艺和 gate last, HKMG 工艺。联华电子在先进制程方面落后台积电，主攻成熟制程，14nm-40nm 之间的制程占销售额百分比超 50%。联华电子的 28 纳米制程于 2014 年第四季度才开始量产，虽说落后台积电 2 年多，但是联华电子利用策略性投资布局多种市场应用，例如计算机、通信、手机等消费电子市场，牢牢占据 28 纳米成熟制程市场的部分份额。

图 44: 联华电子各应用端所占收入明细


数据来源: 联电公司公告, 西南证券整理

图 45: 联华电子各制程占销售额百分比


数据来源: 联电公司公告, 西南证券整理

联华电子的年产能一直保持增长趋势, 产能利用率也居高不下, 为了进一步扩大市场份额, 联华电子现正积极扩增 28 纳米产能, 以满足客户对此广受欢迎制程的高度需求。联华电子在厦门建立的 12 寸晶圆厂 Fab 12X 在 2016 年第四季度开始量产, 同时也准备导入 28 纳米技术, 进一步提高 28 纳米产能。

图 46: 联华电子 2007-2016 总产能及同比增长


数据来源: 联电公司公告, 西南证券整理

图 47: 联华电子 2013-2017 季产能及产能利用率


数据来源: 联电公司公告, 西南证券整理

联电高效能低功耗 (HLP) 制程为 40 纳米平顺的制程移转途径, 具备了便于设计采用, 加速上市时程, 以及优异的性能 / 成本比。针对有高速要求的客户应用产品, 此制程提供了大幅提升的性能与功耗, 速度可较业界其他晶圆专工厂提供的 28nm SiON 制程提升 10%。

联电 28HPM/HPC 采用高介电系数 / 金属闸极堆叠技术, 广泛支持各种元件选项, 以提升弹性及符合性能需求, 同时针对多样的产品系列, 例如应用产品处理器、手机基频、WLAN、平板电脑、FPGA 及网通 IC 等。具备高介电系数 / 金属闸极堆叠及丰富的元件电压选项、记忆体位元组及降频 / 超频功能, 有助于系统单晶片设计公司推出性能及电池寿命屡创新高的产品。

联华电子丰富的 28 纳米技术平台及双制程方法, 可精准满足市场上所有主要应用产品的需求。联华电子采用的 28nm 技术来解决不同的市场应用的多种方法。第一个选项是传统的聚融合技术用于高性能的 Low Power (HLP) 过程。HLP 的过程中提供 10% 的性能提升在行业标准平台由于工艺优化技术。这些平台非常适合便携式应用和消费类电子产品, 如移

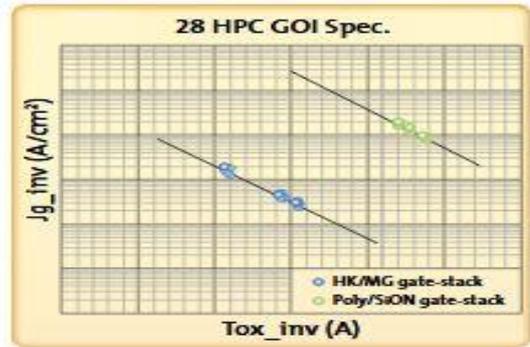
移动电话、无线集成电路和电视。对于需要提高性能但仍保持低功耗的应用，第二个高 k/金属门 (HK / mg) 选项是在高性能的移动 (HPC) 平台上提供的。高性能计算过程是理想的速度型和功耗优化的产品如数字电视的应用，便携式处理器和高速网络。

图 48: 28nm 平台成本和性能对比



数据来源: UMC 官网, 西南证券整理

图 49: HK/MG 技术优势



数据来源: UMC 官网, 西南证券整理

联华电子 28nm 工艺技术主要应用于那些需要高性能和低耗能产品，技术设计平台可以提供灵活的解决方案。客户可以选择工艺设备选择为特定的应用程序的优化，如高脂血症、hpcu, hpcu + 和小晶体管 VT 选项多。整体而言，联电的 28 纳米工艺主要针对应用芯片、手机基带、WLAN、平板、FPGA 以及网络芯片。

图 50: L28 设备提供的解决方案

PLATFORM OFFERING		HLP	HPC ^u	HPC ^u +/uLP
CORE VCC (V)		1.05	0.9	0.9/0.7
VT OPTIONS	ULTRA -LOW		√	√
	LOW	√	√	√
	REGULAR	√	√	√
	HIGH	√	√	√
	ULTRA - HIGH		√	√
	EXTRA - HIGH			√
1.8V IO	1.8V UD 1.2V		√	√
	1.8V UD 1.5V	√	√	√
	1.8V	√	√	√
2.5V IO	2.5V UD 1.8V	√	√	√
	2.5V	√	√	√
	2.5V OD 3.3V	√	√	√
SRAM	SP	√	√	√
	DP	√	√	√
MIXED SIGNAL DEVICES		NATIVE VT / LDMOS / BIPOLAR / DIODE / VARACTOR / RESISTOR / MOM / INDUCTOR		

数据来源: 联华电子官网, 西南证券整理

4.3 格罗方德: 将 28nm 工艺技术优化到极致

格罗方德 (Global Foundries) 成立于 2009 年 3 月, 是从美商超微 (AMD) 公司亏损后拆分出来的晶圆厂与阿布达比创投基金 (ATIC) 合资成立。ATIC 持有大部分股份, AMD 仅持有 8.8% 股份。借助 ATIC 的资金优势, 格罗方德在 2010 年收购了新加坡特许半导体,

成为仅次于台积电和联电的世界第三大晶圆代工厂，又于 2015 年收购了 IBM 微电子部门。起初格罗方德主要承接 AMD 处理器和绘图晶片等业务，但是由于 32 纳米良率过低，导致格罗方德在 2011 年加工 AMD Bulldozer 架构的微处理器时延误了第一季度出货的进度，且一直延误到第四季度，因而后来 AMD 被迫将部分订单转交给台积电。ATIC 持续投入高额资本在先进制程的研发上，但是进度仍落后于台积电。台积电早在 2011 年就开始量产 28 纳米制程，而格罗方德却迟至 2012 年下半年才正式量产。2015 年底，格罗方德和联电在低阶版的 28nm 制程上侵蚀台积电的市占率，但这是基本折旧完 28nm 的台积电猝然进行价格战，导致联电和格罗方德大量订单流失。

格罗方德 28 纳米平台已优化为适用于大范围的多种应用：从注重功率的移动设备、无线设备和消费级设备，到高性能计算、联网和储存。格罗方德 28HPP 和 28SLP 28nm 平台利用高相对介电常数栅极金属(HKMG)“Gate First”技术。此技术提供优越的 PPAC 特性（性能、功率、面积、成本）、优化的可拓展性（模具尺寸、设计兼容性、性能表现）和可制造性。28HPP 与 28SLP 都提供了超过 40 纳米技术一倍的电路逻辑密度，和将近一半的静态存储器尺寸精简。

图 51：格罗方德客户应用和解决方案

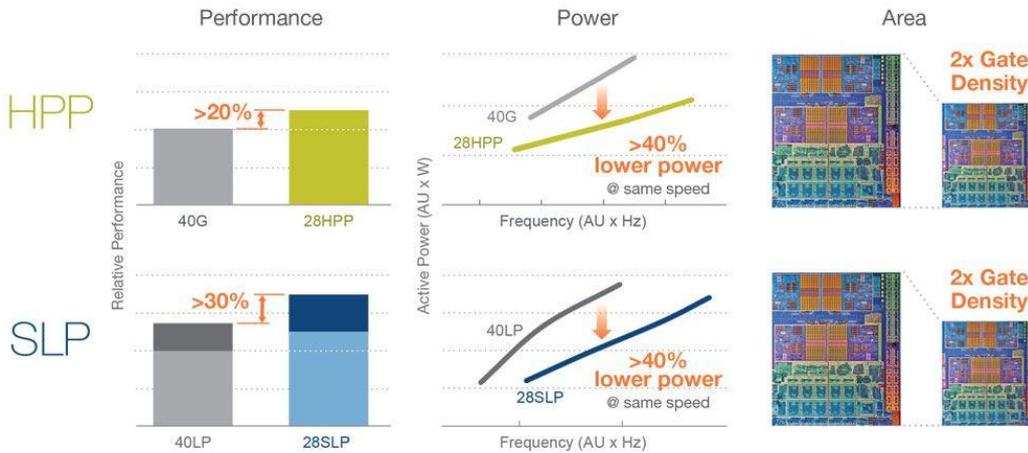


数据来源：格罗方德官网，西南证券整理

经过了全面优化的 28 纳米超高性能(28HPP)平台，能够满足高效能功耗比的计算、联网、储存和其他有线应用。提供支持 0.85V 工作环境下的低、标准和高门阈电压的选择。在输入/输出方面，可以选择 1.8V 并辅以 1.5V 低速驱动。

28 纳米超低功率 (28SLP) 平台针对各个领域进行了成本和功耗的改良，覆盖的应用包括服务移动设备、无线电、消费者设备以及其他处于千兆赫兹市场并追求低功耗低成本的应用。可支持五种不同的门阈电压：超低、低、标准、高、超高并且在 1.0V 的标准电压下还可支持超高阈电压。两种输入输出的选择:1.8V 配合 1.5V 慢速驱动；1.8V 配合 1.5V 慢速驱动或 3.3V 超速驱动。多种金属堆叠方式可供选择，特别为密度和功耗（选择包括射频 BEOL 和特厚金属）进行了改进。额外低功率模式可在超低功率平台通过使用 0.8V 电压，达到额外的 45%功耗降低。额外增添设备以达成超低静态功率泄漏。射频电路与模拟电路集成以降低系统成本、功率，减少投入市场所需时间。多种改良版 FIP 选择，针对功能或功率降低。

图 52: 格罗方德 28nm-HPP 和 28nm-SLP 与 40/45nm 平台对比



数据来源: 格罗方德官网, 西南证券整理

格罗方德 28SLP 工艺技术平台针对功耗、性能和裸晶成本进行了优化。该平台对于移动、无线、消费者和其他市场的功耗和价格敏感型应用是一个理想选择, 可实现 GHz 的性能, 具有灵活的射频、超低功耗和超低漏电混合技术选项。

图 53: 格罗方德 28SLP 平台



数据来源: 格罗方德官网, 西南证券整理

28SLP 平台支持多种设备组件选项, 可以满足低功耗产品的严格要求。相较于 40nm 技术, 28SLP 技术可降低 40% 的功耗, 缩减 50% 的面积, 显著降低成本。应用超低功耗 (ULP) 选项可再降低 40% 的功耗。相比 40nm 工艺, 28SLP 可提供两倍的栅极密度, 缩减 SRAM 单元大小超过 50%。

表 2: 28SLP 目标应用和解决方案

目标应用	解决方案
基带 SoC/DTV	28SLP+射频+超低功耗
移动 AP	28SLP+射频+超低功耗
可穿戴设备	28SLP+射频+超低功耗+NVM
物联网/射频收发器	28SLP+射频

目标应用	解决方案
ISP 和音频处理器	28SLP+超低功耗+NVM
远程监控摄像机	28SLP+射频+超低功耗+超低漏电

数据来源：格罗方德公司官网，西南证券整理

28nm-SLP 平台提供多种技术选项，帮助客户进一步创新，并且让客户的设计独具风格。

图 54：格罗方德 28nm 平台扩展



数据来源：格罗方德官网，西南证券整理

4.4 对标三巨头，定位中国芯

根据 2016 年数据显示，台积电占据了 66.7% 的 28 纳米市场，格罗方德占据了 16.1% 的 28 纳米市场，联电占据了 8.4% 的 28 纳米市场，三巨头加起来总共占据了 90% 以上的 28 纳米市场，中芯国际能否从不足 10% 的夹缝中生存，分取一杯羹？

从 28 纳米量产时间来看，台积电于 2011 年第四季度实现了量产，格罗方德于 12 年底实现了量产，联电也在 2014 年 9 月实现了量产，中芯则在 15 年实现了量产。中芯仅仅比联电落后了一年，所以从技术的成熟度上来说，中芯和联电的差距并不大。另外，28 纳米良率问题本身就是一个坎，台积电虽然 2011 年实现了 28 纳米的量产，但是良率也不高，直到 2014 年才成功突破良率，进行大规模量产。从 28 纳米占主营业务百分比来看，台积电于 11 年实现量产以来，28 纳米收入占比直线提升，从 11 年的 2% 一直增长到 14 年的 37%，由于 14 年以后高端制程技术的突破，28 纳米收入占比逐渐下降，2015 年以后基本维持在 25% 左右，28 纳米对于台积电来说是一个相当成熟的制程，对 28 纳米折旧后进行降价处理，用价格战继续保持其市场占有率。所以对于台积电这个巨头来说，28 纳米市场是难以撼动的，中芯国际只能想办法去争夺台积电 28 纳米产能难以覆盖到的那 30%-40% 的市场。联电的 28 纳米制程落后台积电两年多，16 年营收所占比重约 17%，联电一直以来视台积电为最大的劲敌，为了赶上台积电，不断斥巨资加大 10 纳米、7 纳米的研发，但是效果并不理想。今年下半年由于 28 纳米 HKMG 出货下滑，联电意识到 28 纳米是长期制程，因此改变经营策略，暂缓 10 纳米、7 纳米，强化现有制程生产效率。反观中芯国际，28 纳米一直是中芯的研究重点，研发投入也逐年增加，2016 年中芯国际的投资额约为 25 亿美元，超越联电 22 亿美元的投资额，这将加速中芯国际的半导体制造工艺研发进程。中芯近年来 28 纳米收入

占比猛增，2016 年第一季度不足 1%，2017 年第三季度却增至 8.8%，且未来将继续保持增长势头。所以从实力上看，中芯国际和联电差距不那么悬殊，加上中国 28 纳米市场巨大，中芯依靠国家政策扶持、大基金的赞助、本地化的优势，在中国大陆的订单抢夺战中，中芯是有足够的优势超过联电，实现和联电的差距不断缩小，相信在未来几年内中芯一定可以超越联电。格罗方德 2012 年底实现了 28 纳米量产，28 纳米收入占比 18% 左右，但是格罗方德一个致命的软肋就是亏损严重，2013 年亏损 9 亿美元，2014 年亏损 15 亿美元，2015 年亏损 13 亿美元，2016 年上半年亏损 13.5 亿美元，因此格罗方德发展前景并不明朗。再加上在全球最大芯片市场的中国市场并没有多少客户，因而格罗方德面对日益强大的中芯国际，只能眼睁睁地看着被超越。

5 盈利预测和投资建议

关键假设：

假设 1：2017 年产能每季度环比增长 4% 左右，2018 年初新的 12 寸晶圆厂投产，产能利用率保持 90% 以上；

假设 2：12 寸晶圆产线产值占比逐年提升，超过 8 寸晶圆产值；

假设 3：2018 年 28 纳米工艺良率取得突破，2019 年具备量产 28 纳米各个层次的技术条件；28 纳米良率攻克后，带动整体毛利率提升。

假设 4：2017 年第三季度 28 纳米占比 8.8%：提前一季度完成 Q4 目标，突破进度超预期。今年 16% 的产能闲置率和明年新增产能，叠加明年突破关键节点带来的 ASP 的提升，明后年营收有望迎来量价齐升，因此上调 2018、2019 年晶圆增速。

基于以上假设，我们预测公司 2017-2019 年分业务收入如下表：

表 3：分业务收入及毛利率

单位：百万元人民币		2016A	2017E	2018E	2019E
晶圆	收入	19450.1	20422.6	26549.4	31859.2
	增速	40.3%	5.0%	30.0%	20.0%
掩膜制造测试	收入	765.6	796.2	875.8	963.4
	增速	16.2%	4.0%	10.0%	10.0%
合计	收入	20215.7	21218.8	27425.2	32822.6
	增速	37.4%	5.0%	29.2%	19.7%
	毛利率	29.2%	27.0%	28.0%	28.0%

数据来源：公司公告，西南证券

我们预测公司 2017-2019 年 EPS 分别为 0.30、0.50、0.70 元，对应 PE 分别为 28、17、12 倍。考虑到公司是中国内地半导体晶圆代工的龙头企业，由于 28nm 工艺前期低于预期，导致产能利用率持续下降，但是持续的研发投入和关键人物的加盟，28nm 已经在三季报的收入占比中超预期达标，我们认为 28nm 工艺突破在即，2018 年产能利用率会上升到正常水平，另外公司将会在 2019 年量产 14nm，所以我们认为公司未来 5 年内的收入和业绩会持续维持高速增长，另外考虑公司的战略地位，应给予一定的估值溢价，港股可比公司有瑞

声科技、舜宇光学科技，2018 年可比公司平均 PE 为 25 倍，2016 年 PB 为 6 倍，综合考虑 PE 和 PB，最终给予公司 2018 年 25 倍 PE 估值。我们估算公司对应股价为 14.83 港元，维持“买入”评级。

表 4：可比上市公司盈利预测相对估值

证券代码	证券名称	股价/元人民币	EPS			PE		
		2017/11/16	2016A	2017E	2018E	2016A	2017E	2018E
		均值				34.14	37.37	26.88
		中位数				33.00	38.21	29.50
2018.HK	瑞声科技	173.5	5.63	4.47	5.73	21.33	26.94	21.03
1478.HK	丘钛科技	16.82	0.18	0.42	0.62	30.52	30.75	21.18
2382.HK	舜宇光学科技	142.6	1.17	2.36	3.42	34.63	43.17	29.83
002475.SZ	立讯精密	25.58	0.6	0.58	0.81	39.75	44.12	31.73
300433.SZ	蓝思科技	38.00	0.57	0.84	1.26	48.03	45.07	30.16
002415.SZ	海康威视	40.88	1.22	1.02	1.29	20.91	39.95	31.66
002236.SZ	大华股份	28.31	0.63	0.85	1.13	23.60	33.92	25.39
002456.SZ	欧菲光	24.81	0.69	0.55	0.83	53.19	44.97	29.72
002008.SZ	大族激光	54.96	0.71	1.56	1.95	31.36	36.46	29.28
300115.SZ	长盈精密	27.98	0.76	0.99	1.49	38.11	28.38	18.83

数据来源：Wind, 西南证券整理

6 风险提示

公司产能利用率或受终端产品需求减弱而下降的风险；先进制程研发和良率提升进度或不达预期；晶圆平均价格或有波动的风险。

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，报告所采用的数据均来自合法合规渠道，分析逻辑基于分析师的职业理解，通过合理判断得出结论，独立、客观地出具本报告。分析师承诺不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接获取任何形式的补偿。

投资评级说明

公司评级	买入：未来 6 个月内，个股相对恒生指数涨幅在 20%以上
	增持：未来 6 个月内，个股相对恒生指数涨幅介于 10%与 20%之间
	中性：未来 6 个月内，个股相对恒生指数涨幅介于-10%与 10%之间
	回避：未来 6 个月内，个股相对恒生指数涨幅在-10%以下
行业评级	强于大市：未来 6 个月内，行业整体回报高于恒生指数 5%以上
	跟随大市：未来 6 个月内，行业整体回报介于恒生指数-5%与 5%之间
	弱于大市：未来 6 个月内，行业整体回报低于恒生指数-5%以下

重要声明

西南证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会核准的证券投资咨询业务资格。

本公司与作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

本报告仅供本公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本公司或关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行或财务顾问服务。

本报告中的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告，本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，本公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

本报告版权为西南证券所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为“西南证券”，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。

西南证券研究发展中心

上海

地址：上海市浦东新区陆家嘴东路 166 号中国保险大厦 20 楼

邮编：200120

北京

地址：北京市西城区金融大街 35 号国际企业大厦 B 座 16 楼

邮编：100033

重庆

地址：重庆市江北区桥北苑 8 号西南证券大厦 3 楼

邮编：400023

深圳

地址：深圳市福田区深南大道 6023 号创建大厦 4 楼

邮编：518040

西南证券机构销售团队

区域	姓名	职务	座机	手机	邮箱
上海	蒋诗烽	地区销售总监	021-68415309	18621310081	jsf@swsc.com.cn
	黄丽娟	机构销售	021-68411030	15900516330	hlj@swsc.com.cn
	邵亚杰	机构销售	02168416206	15067116612	syj@swsc.com.cn
	张方毅	机构销售	021-68413959	15821376156	zfyi@swsc.com.cn
	郎珈艺	机构销售	021-68416921	18801762801	langjiayi@swsc.com.cn
	欧阳倩威	机构销售	021-68416206	15601822016	oyqw@swsc.com.cn
北京	蒋诗烽	地区销售总监	021-68415309	18621310081	jsf@swsc.com.cn
	王雨珩	机构销售	010-88091748	18811181031	wyheng@swsc.com.cn
	陈乔楚	机构销售	18610030717	18610030717	cqc@swsc.com.cn
	路剑	机构销售	010-57758566	18500869149	lujian@swsc.com.cn
广深	张婷	地区销售总监	0755-26673231	13530267171	zhangt@swsc.com.cn
	刘宁	机构销售	0755-26676257	18688956684	liun@swsc.com.cn
	王湘杰	机构销售	0755-26671517	13480920685	wxj@swsc.com.cn
	熊亮	机构销售	0755-26820395	18666824496	xl@swsc.com.cn
	刘雨阳	机构销售	0755-26892550	18665911353	liuyuy@swsc.com.cn
	刘予鑫(广州)	机构销售	0755-26833581	13720220576	lyxin@swsc.com.cn