

方正证券全球科技研究框架： 功率半导体研究框架总论

首席分析师： 陈杭 执业证书编号：S1220519110008

方正证券（601901.SH）是行业领先的大型综合类证券公司，致力于为客户提供交易、投融资、财富管理等全方位金融服务。
Founder Securities (601901.SH), an industry-leading large comprehensive securities company, is committed to providing its clients with full services in stock transactions, investment & financing, wealth management, among others.

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

截屏本页，微信扫一扫
或搜索公众号“尖峰报告”
回复<进群>，加入微信社群

限时赠送“2019行业资料大礼包”，关注即可获取



- 赛道：功率半导体是必选消费品，人需要吃“柴米油盐”，机器同样也需要消耗功率器件，任何和电能转换有关地方都需要功率半导体。
- 行业波动：符合大宗商品走势规律，产品和全球GDP走势密切相关，4-5年的行业波动非常吻合半导体周期规律。
- 行业增长：需求来自各行各业，单机半导体（硅）含量的提升是核心规律。
- 行业发展：所有技术进步都指向，1）更高的功率 2）更小的体积 3）更低的损耗 4）更好的性价比。
- 行业壁垒：参与竞争的主流厂商都是IDM模式，1）规模化前提下的质量品质 2）每年各个产品成本优化情况下的效率提升。
- 2020年投资机会来自于半导体周期复苏上行 3-4年大周期环境中，IDM模式的企业比fabless在成本端上更有优势，建议关注相关产业链标的：闻泰科技（600745），捷捷微电（300623），扬杰科技（300373）。

1 行业增长模型：需求驱动

2 行业发展逻辑：技术驱动

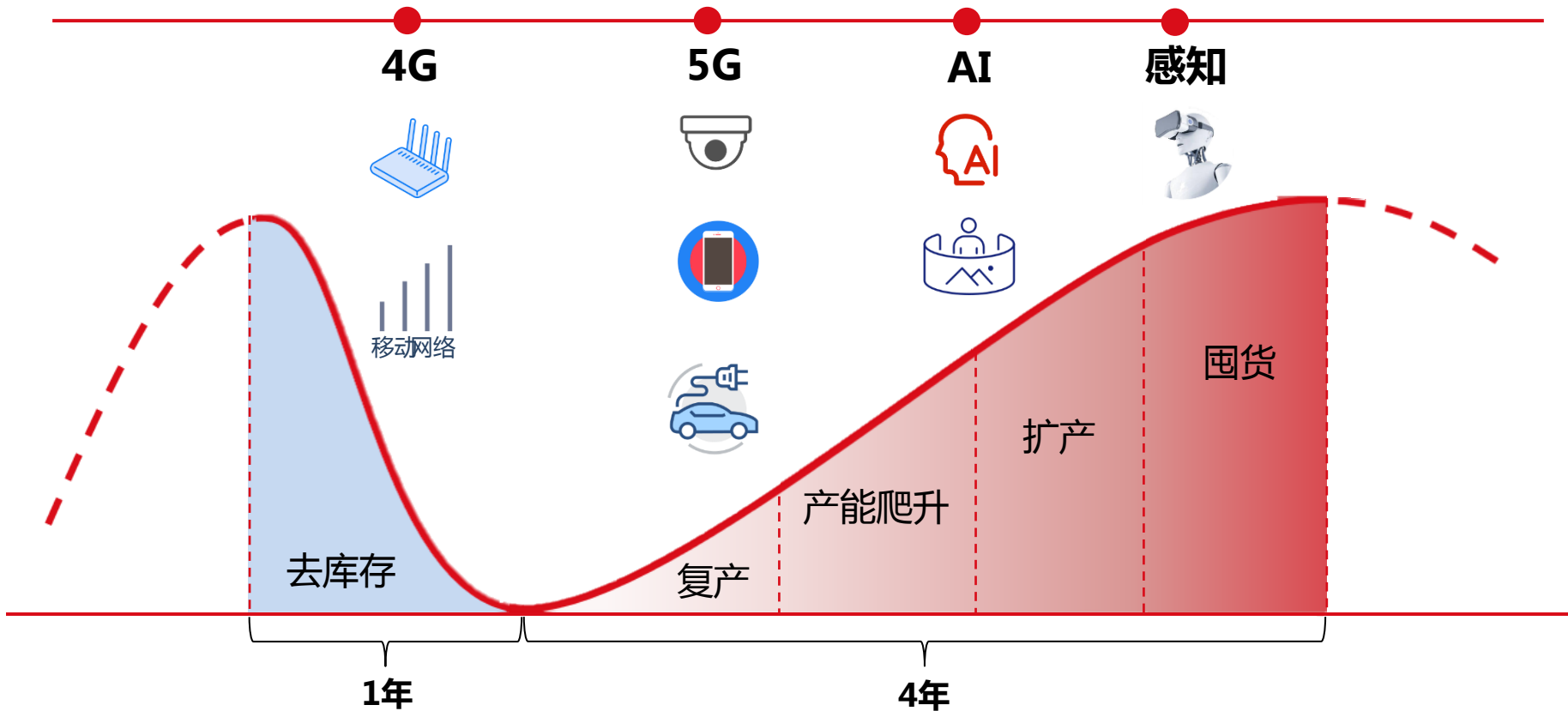
3 行业壁垒和竞争格局

4 重点公司投资机会分析

需求来自各行各业，单机半导体（硅）含量的提升是核心规律。功率半导体使得变频设备广泛应用于日常消费。

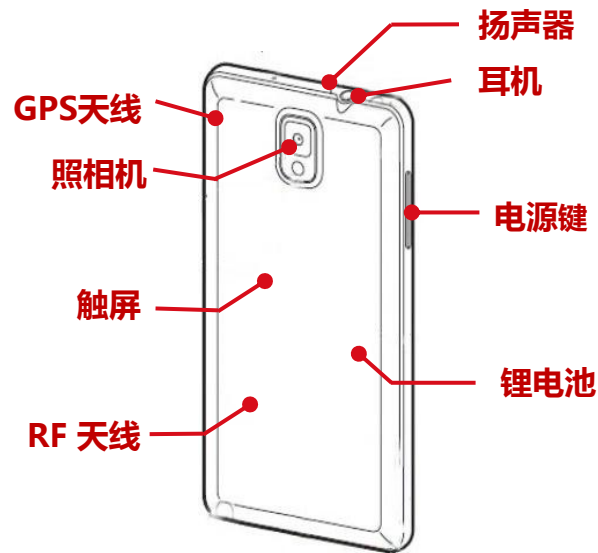
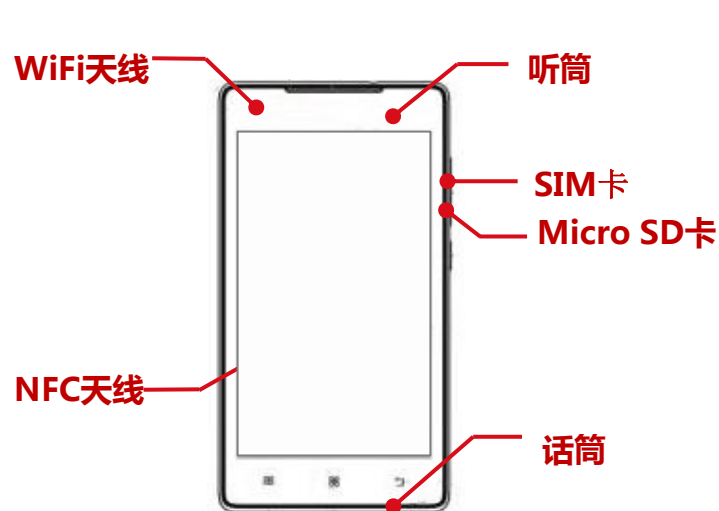
- 手机：ESD保护相关的功率半导体遍布全身，推动手机 功率半导体需求不断增长。
- 手机充电器：“闪充”需求逐步增加，功率半导体数量和性能要求提升。
- 汽车：功率半导体遍布整个汽车电子系统，推动汽车 功率半导体需求增加。
- 电力：柔性输电技术都需要大量使用IGBT等功率器件。
- 风电：可再生清洁能源提供功率半导体新市场。
- 高铁：随着变流器需求增加，行业得到持续稳定的发展。

功率半导体波动周期



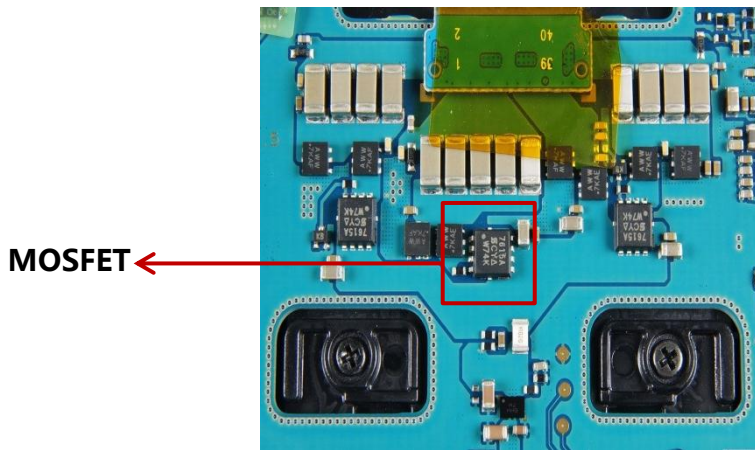
手机：单机硅含量保持稳定

手机上所有有接口的地方都需要有 ESD保护，比如麦克风、听筒、耳机、扬声器、SIM卡、Micro SD、NFC天线、GPS天线、WiFi天线、触屏、2G/3G/4G RF 天线、USB 接口、锂电池、电源键位置都有ESD保护器件。最多的手机用20多颗，少的用10多颗。

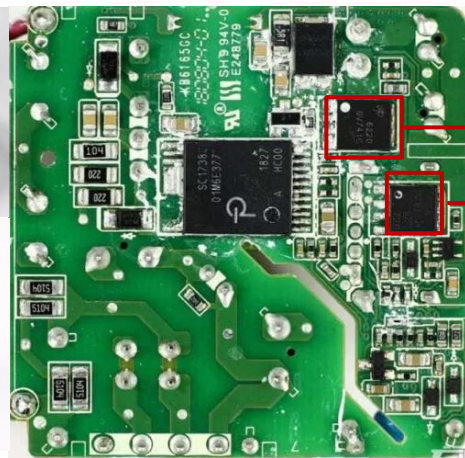


手机充电器：快充推动硅含量进一步提升

随着人们对充电效率的要求逐步提高，手机充电出现了“快充”模式，即通过提高电压来达到高电流高功率充电，但高电压存在安全隐患，需要添加同步整流的MOS管来调整；后来出现较为安全的“闪充”模式，即通过低电压高电流来实现高速充电，这对同步整流MOS管的要求更高，目前较为普遍的是GaN-mos管，它可以实现发热少、体积小的目的。



“快充”充电器拆解图

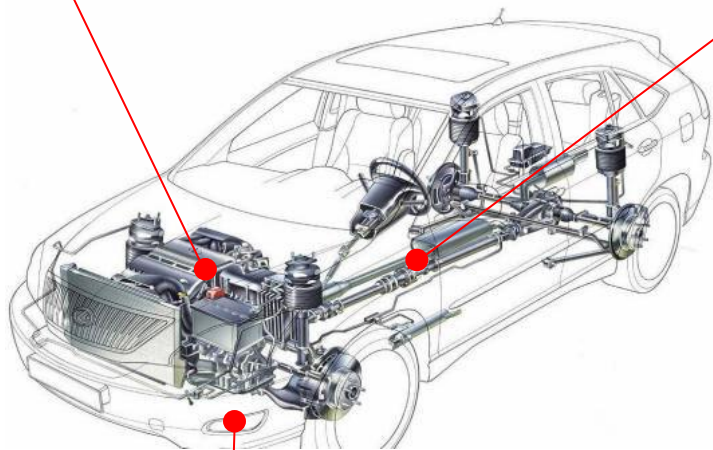


“闪充”充电器拆解图

汽车：单车含硅量不断提升

引擎

引擎控制
压力传感器
功率IC



驱动系统

混合动力 (HEV)

电动机控制

(IGBT模块、IPM、
驱动IC)

变速箱控制

功率IC

制动控制

功率IC

转向控制

MOSFET

车身

前大灯控制
MOSFET

室内等控制
功率IC、MOSFET

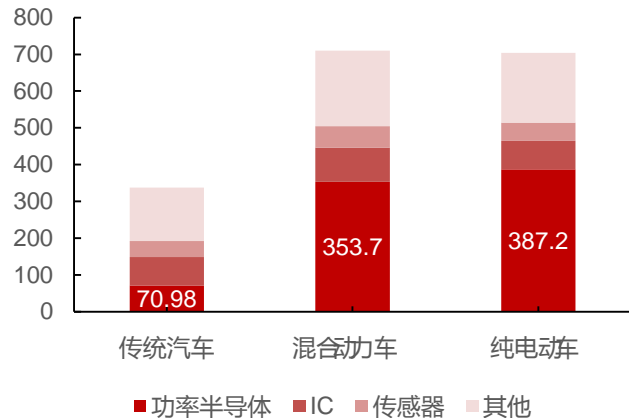
AV及附件控制
MOSFET

根据富士电机资料，汽车电子的核心是MOSFET和IGBT，无论是在引擎、或者驱动系统中的变速箱控制和制动、转向控制中还是在车身中，都离不开功率半导体。在传统汽车中的助力转向、辅助刹车以及座椅等控制系统等，都需要加上电机，所以传统汽车的内置电机数量迅速增长，带动了MOSFET的市场增长。

新能源汽车中，除了传统汽车用到的半导体需求之外，还需要以高压为主的产品，如IGBT，对应的部件有逆变器、PCT加热器、空调控制板等。

汽车：单车含硅量不断提升

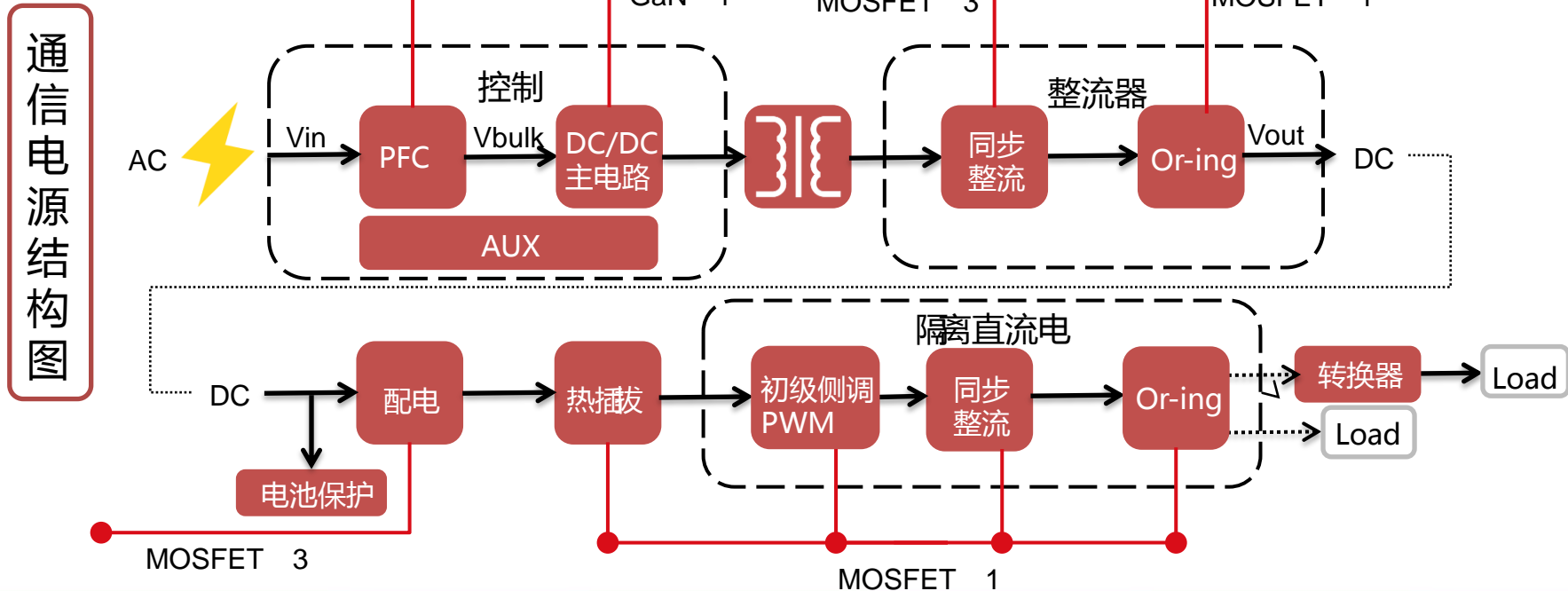
美元



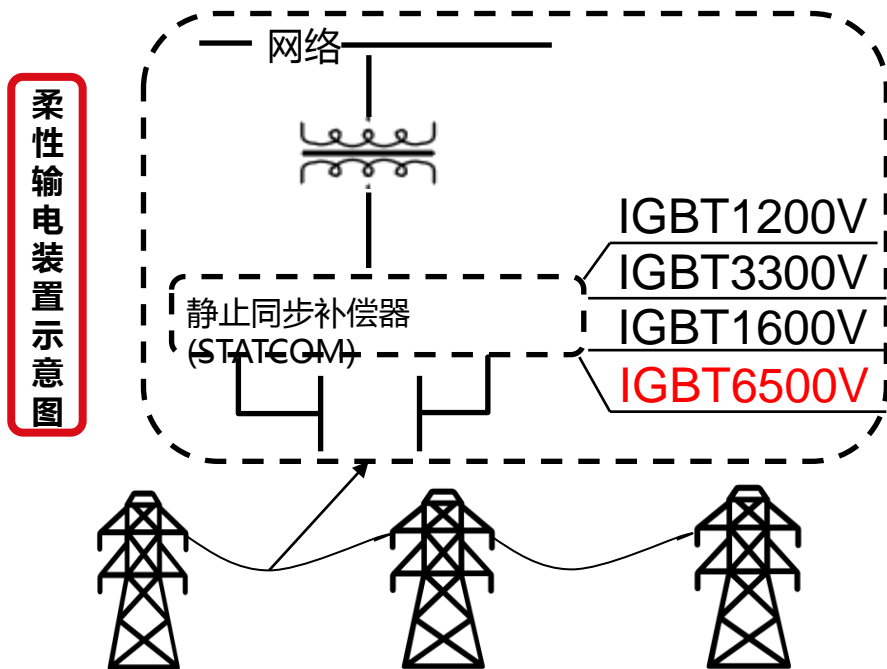
根据Strategy Analytics分析，在传统汽车中，平均车身半导体总价值约为338美元，其中功率半导体占比21%，约71美元；在混合动力车中，车身半导体总价值约为710美元，其中功率半导体的占比达到49.8%，而在纯电动汽车中的功率半导体占比最高，高达55%。

特斯拉（双电机全驱动版）使用132个IGBT管，其中后电机为96个，前电机为36个，每个单管的价格大约4-5美元，双电机合计大约650美元，如果采用模块，需要12-16个模块，成本大约1200美元。

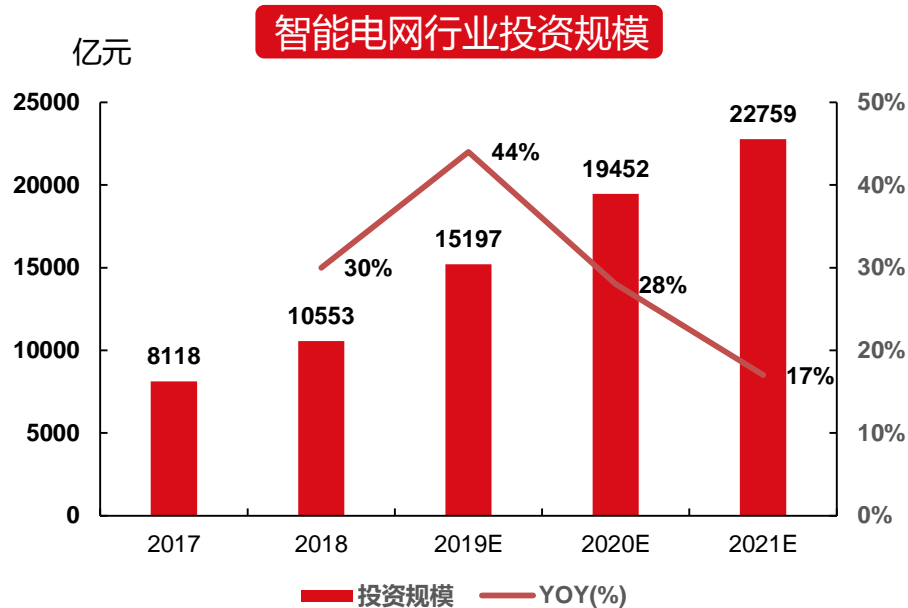
单基站电源：18颗MOS管



电力：每公里硅含量保持稳定



智能电网的各个环节，整流器、逆变器和特高压直流输电中的FACTS柔性输电技术都需要大量使用IGBT等功率器件。根据中国产业信息网发布的数据，预计到2021年我国智能电网行业投资规模将达到近23000亿元。

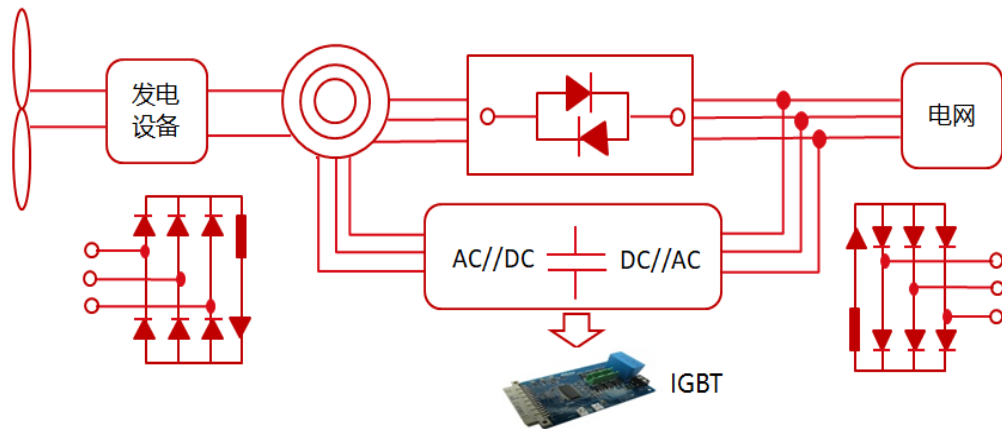


风电：每兆瓦硅含量保持稳定

风力发电的逆变设备，可以将蓄电池中的DC12V直流电转换为和市电相同AC220V交流电。逆变器主要是由MOS场效应管与电源变压器为核心，通过模拟电路技术连接的。2016年至2018年，我国风电装机量从18.73GW增至21GW，2019年仅前5个月装机量就新增6.88GW，增长趋势迅猛。

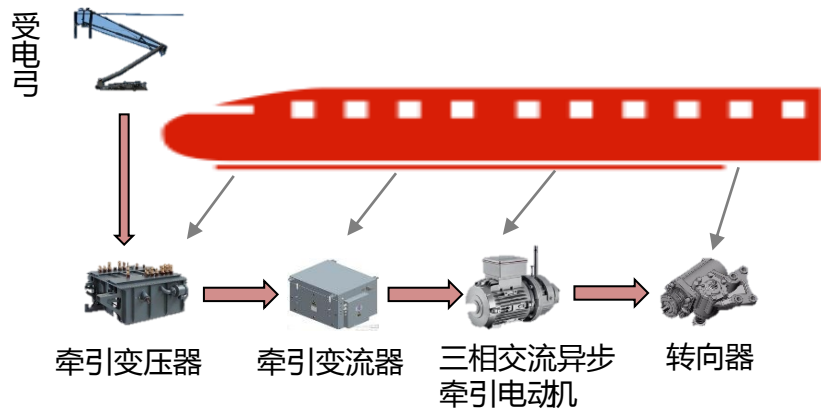


风力发电逆变器中的IGBT

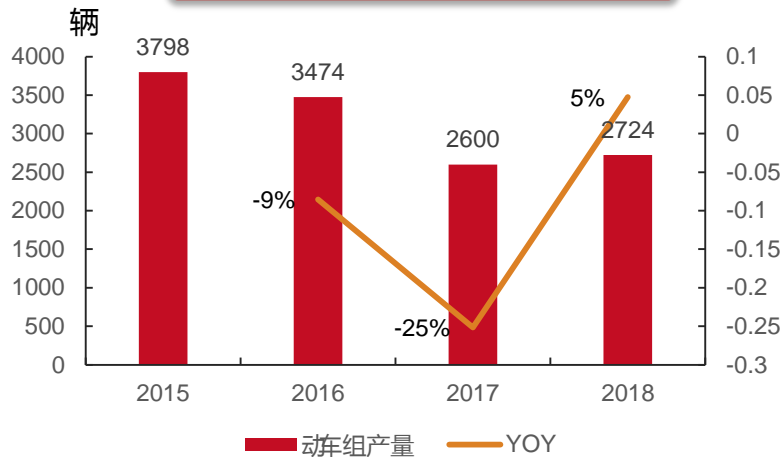


风力发电逆变器原理图

动车牵引系统



全国动车组产量



牵引变流器将超高电流转化为强大的动力，每辆列车共装有4台变流器，每台变流器搭载了32个IGBT模块。总的来说，一辆高铁电动机车需要500个IGBT模块，动车组需要超过100个IGBT模块，一节地铁需要50-80个IGBT模块。

2018年全国动车组产量达2724列，同比增长5%。世界范围内新一轮高铁建设热潮正在展开，而大多数国家对高速铁路的技术研究仍处于初级阶段。从需求来看，中国高铁的出口将存在广阔的国际市场空间。

1 行业增长模型：需求驱动

2 行业发展逻辑：技术驱动

3 行业壁垒和竞争格局

4 重点公司投资机会分析

产品性能要求：1) 更高的功率 2) 更小的体积 3) 更低的损耗 4) 更好的性价比。产品形态从单一的二极管，MOS管向融合的 IGBT 发展，从硅衬底往宽禁带半导体衬底迈进

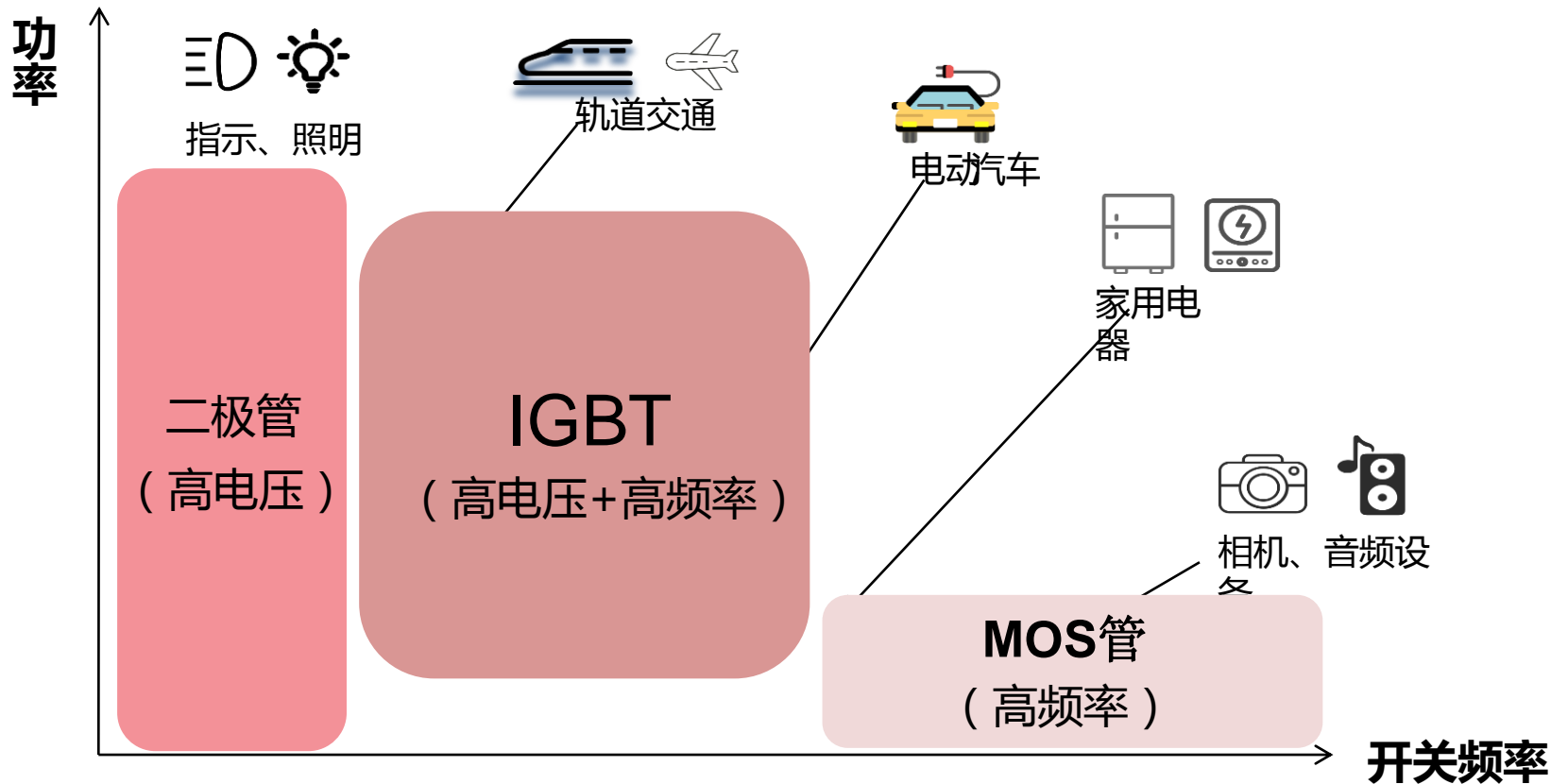
硅衬底（高损耗，高性价比）

- 二极管：高电压（高功率）
- MOS管：高频率（小体积）
- IGBT：高电压+高频率（高功率+高频率）

化合物半导体衬底（低损耗，低性价比）

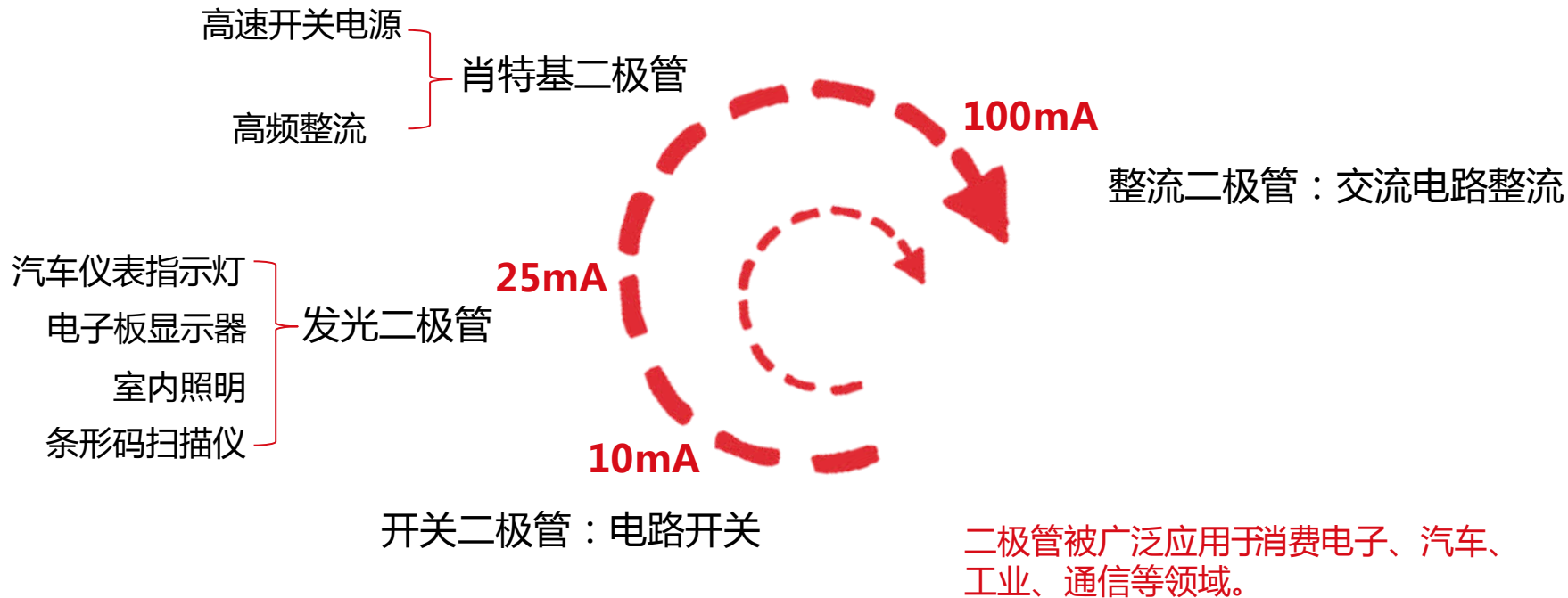
更宽的禁带使得产品性能和效率远胜于硅衬底的功率器件，目前只是性价比方面还不是太有优势。

未来趋势：化合物半导体制造的成本降低，凭借其优势替代硅基的功率半导体器件指日可待。



硅衬底：二极管（高电压）

二极管是最简单的功率器件，只允许电流在一个方向上流动。二极管的作用相当于电流的开关，常用作整流器，将模拟信号转换为数字信号，广泛应用于功率转换，无线电调制和电流转向。



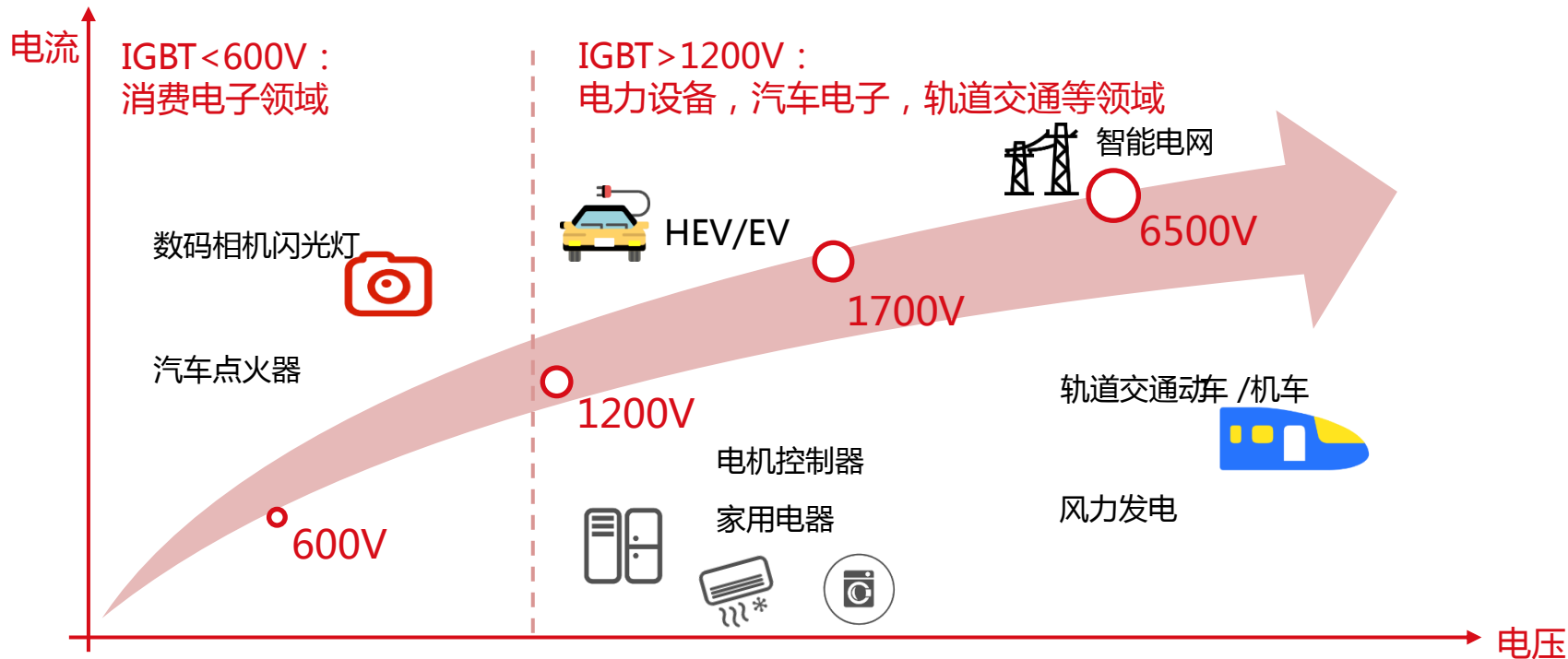
硅衬底：MOS管（高频率）

功率MOSFET器件工作速度快，故障率低，开关损耗小，扩展性好。适合低压、大电流的环境，要求的工作频率高于其他功率器件。

| 20—100V | 110—500V | 500—800V | 800—1000V | 1000V以上 |
|---------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------------|---------------|
| 手机 数码相机 电动自行车 | LCD显示器 电热水器 背投电视 | 车灯 电源 电极控制 | 风力发电 电焊机 变频器 | 高压变频器 发电设备 |
| 中低压MOSFET ($<100\text{V}$) | | | 高压MOSFET ($>500\text{V}$) | |

硅衬底：IGBT（高电压+高频率）

IGBT=二极管+MOS管，IGBT结合了 MOSFET与二极管的双重优点，即驱动功率小、饱和压降低，广泛应用于 600V 以上的变流系统如交流电机、变频器、开关电源、照明电路等领域。



需求：应用于效率很关键的电力电子设备中。
优势：禁带宽度是硅的3倍，零界击穿电场强度是硅的9倍，导热系数更高。

| 半导体材料 | 第一代 | 第三代 | |
|----------|------|------|------|
| | Si | SiC | GaN |
| 禁带宽度 | 1.12 | 3.02 | 3.45 |
| 电子迁移率 | 1500 | 700 | 1200 |
| 热导率 | 1.5 | 4.5 | 1.5 |
| 击穿电场 | 0.3 | 3 | 3.3 |
| 饱和电子漂移速度 | 0.9 | 2 | 3 |

SiC市场规模预测

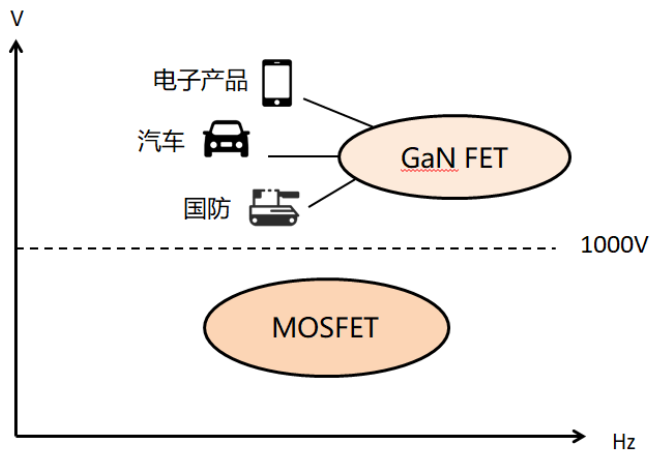


GaN市场规模预测

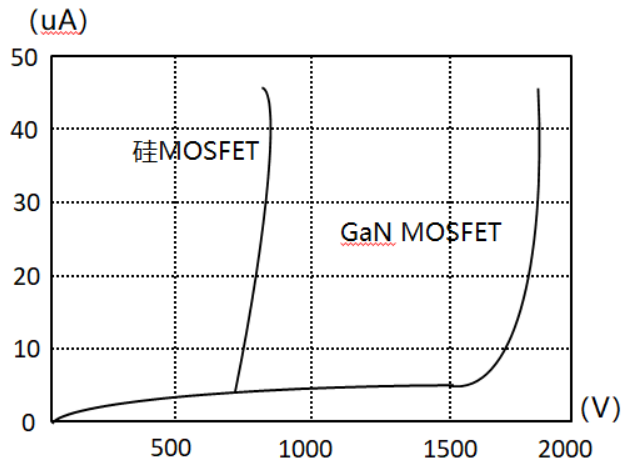


SiC器件正广泛应用于电力电子领域，市场前景广阔，据Yole预测，2020年到2022年，SiC年复合增长率将达到40%，新能源汽车为其最大驱动力。GaN市场也迎来高速发展，主要推动力来自电源、新能源汽车等方面的需求。

GaN的临界电场强度比硅片高，在导通电阻和击穿电压方面更加有优势，实现做出更小器件的目的，同时其电气端子也能更紧密地相联系。目前，GaN显示出广阔的发展前景，尽管只有少数厂商展示商业化的GaN技术，但已有许多公司投入GaN技术进行研究。GaN具有与MOS制程的相容性和低成本的优势，将逐步取代MOSFET并实现新的应用。



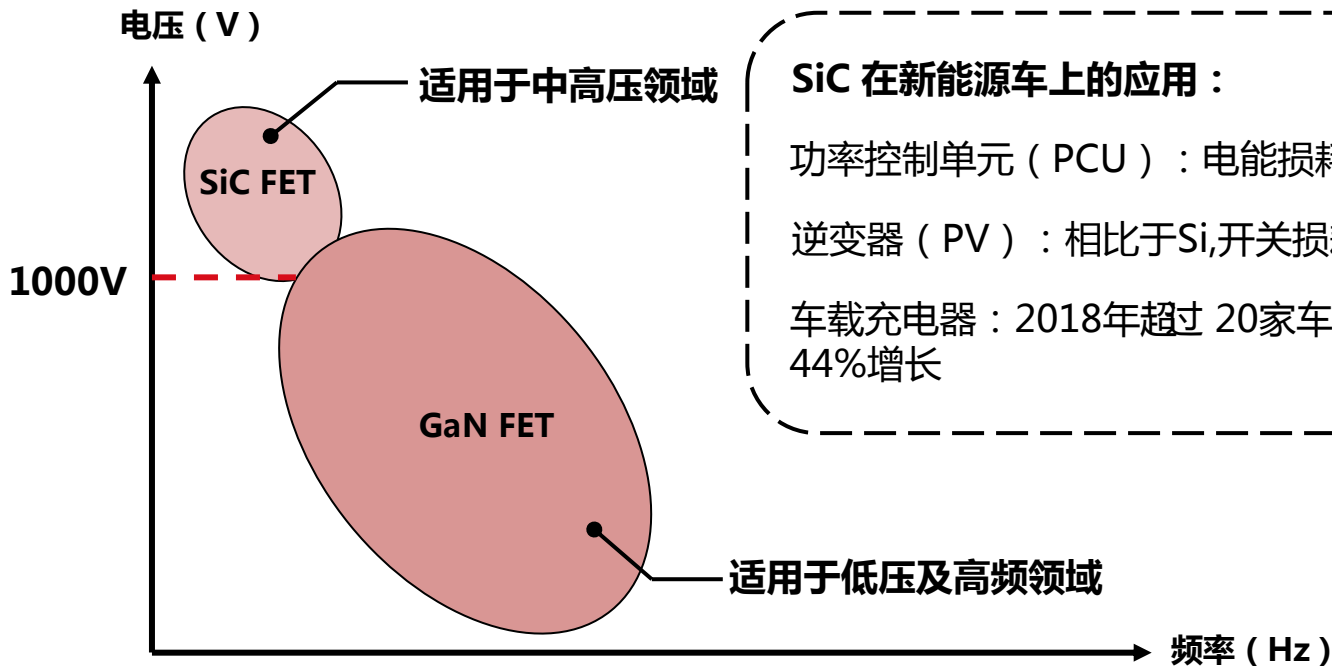
GaN和硅MOSFET的对比示意图



硅和GaN MOSFET的击穿电压关系图

碳化硅 (SiC) 衬底

SiC的市场应用领域偏向1000V以上的中高电压范围，具有高压、高温、高频三大优势，比Si更薄、更轻、更小巧。据Yole预测，2017年至2023年，SiC的复合年增长率将达到 31%，到2023年，其市场规模约为15亿美元



SiC 在新能源车上的应用：

功率控制单元 (PCU)：电能损耗降低10% ↓

逆变器 (PV)：相比于Si,开关损耗降低75%，尺寸缩小43% ↓

车载充电器：2018年超过 20家车厂采用SiC，2023年可望保持44%增长

1 行业增长模型：需求驱动

2 行业发展逻辑：技术驱动

3 行业壁垒和竞争格局

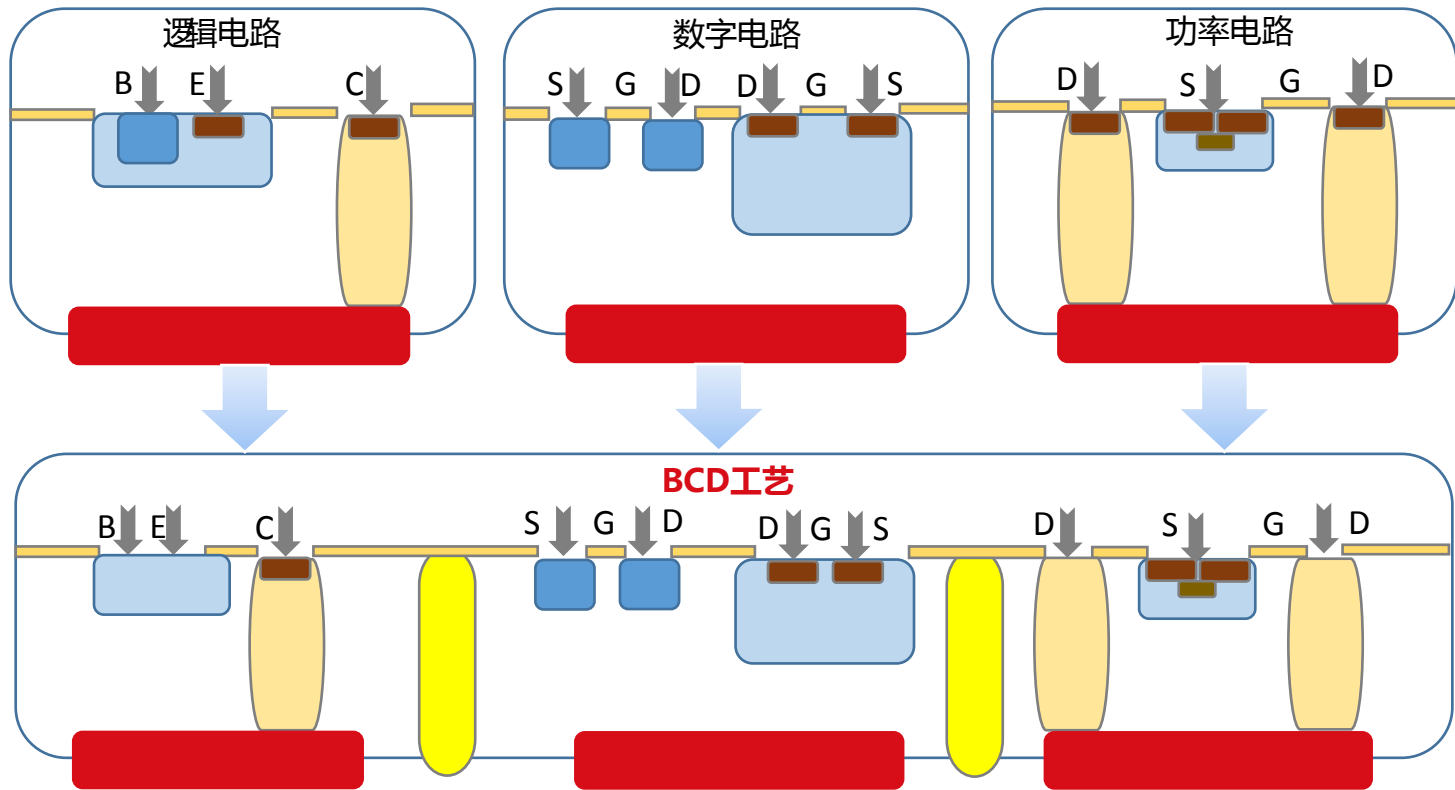
4 重点公司投资机会分析

IDM模式的优势：参与竞争的主流厂商都是IDM模式，IDM厂家是设计和制造一体化，优势在于：

- 制造产品的特殊工艺保密性好，产品效率提升，参数优化更容易实现
- 优化设备参数更加灵活，规模化生产更方便

长期被欧美厂商垄断：国内IDM模式厂很少，核心的工艺都在欧美厂商自己内部，凭借其产品优势控制交货周期，从而掌控整个行业的价格体系。

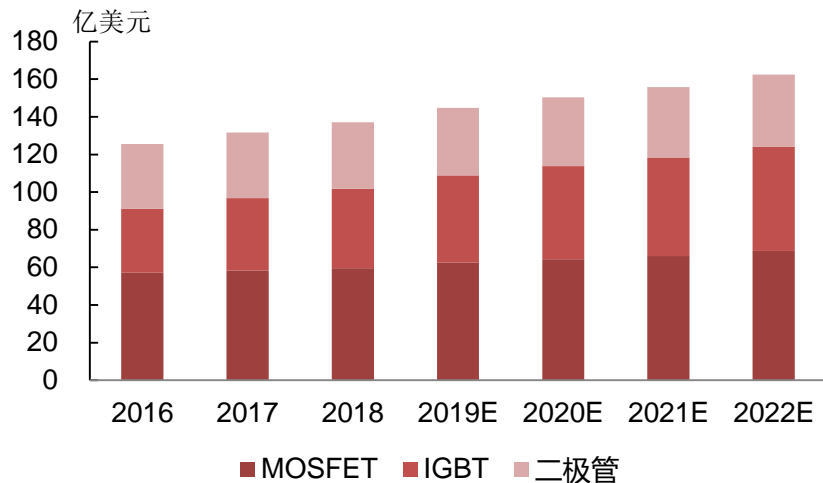
IDM模式：自主掌握核心BCD模拟电路工艺



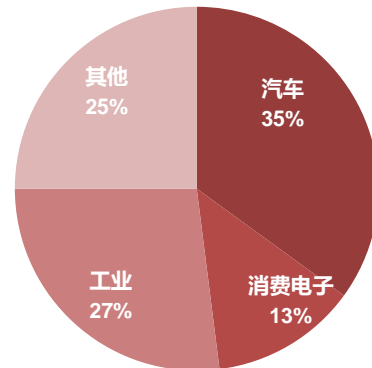
B-C-D工艺：功率集成电路最核心的工艺。

每种BCD工艺都具备在同一颗芯片上成功整合三种不同制造技术的优点，给产品带来高可靠性，低电磁干扰，缩小芯片面积等作用。

2016-2020年全球功率半导体分立器件市场规模



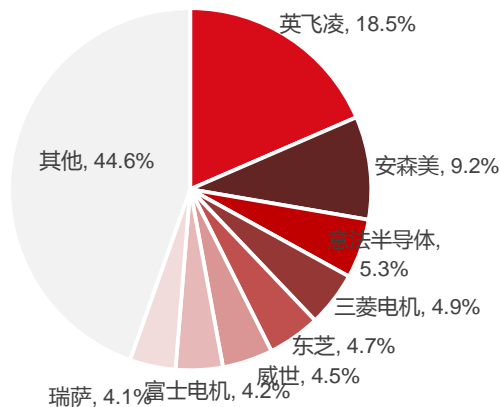
功率半导体应用分布



根据IHS数据统计，2018年全球功率器件市场规模约为391亿美元，预计至2021年市场规模将增长至441亿美元，年化增长率为4.1%，市场规模稳步增长。目前国内功率半导体产业链正在日趋完善，技术也正在取得突破。同时，中国也是全球最大的功率半导体消费国，2018年市场需求规模达到138亿美元，年化增长率为9.5%，占全球需求比例高达35%。预计未来中国功率半导体将继续保持较高速度增长，2021年市场规模有望达到159亿美元，年化增速达4.8%。

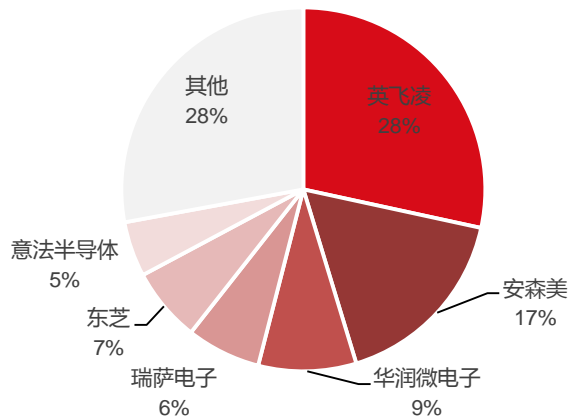
全球功率半导体公司市占率

2018年功率半导体企业全球市场份额



2018年全球功率半导体市场top8的公司里无一家中国企业，合计占 55.4%的市场份额。表明当前功率半导体厂商以欧美日为主，中国功率半导体厂商仍需继续努力追赶，做强自己，面向国际。

2018年中国MOSFET市场份额



2018年中国MOSFET销售规模约为183亿元，其中市场份额前六位的公司里仅有一家中国本土企业——华润微电子，市占率为8.7%，而排名前两位的海外企业市占率合计为 45.3%，占据了近一半的市场份额。由此看来，中国MOSFET市场仍然大量依靠进口，未来进口替代空间巨大。

2019年Q4功率半导体交期及价格情况

| | 制造商 | 货期 | 货期趋势 | 价格 |
|-----------|---------|-------|------|------------|
| 低压 MOSFET | 英飞凌 | 10-30 | 缩短 | 稳定 |
| | 安森美 | 8-16 | 缩短 | 依据市场进行选择调整 |
| | 安世半导体 | 8-18 | 缩短 | 依据市场进行选择调整 |
| 高压MOSFET | 英飞凌 | 16-26 | 缩短 | 稳定 |
| | 安森美 | 18-22 | 缩短 | 依据市场进行选择调整 |
| | 安森美（仙童） | 10-18 | 缩短 | 依据市场进行选择调整 |
| IGBT | 安森美（仙童） | 8-26 | 缩短 | 依据市场进行选择调整 |
| | 英飞凌 | 12-30 | 缩短 | 稳定 |
| ESD | 安森美 | 14-16 | 缩短 | 稳定 |
| | 安世半导体 | 12-26 | 缩短 | 依据市场进行选择调整 |
| 肖特基二极管 | 安世半导体 | 4-8 | 缩短 | 稳定 |
| | 安森美 | 6-15 | 缩短 | 稳定 |
| | 安森美（仙童） | 12-16 | 缩短 | 稳定 |

产品交期和价格主要被欧美企业牢牢掌握。

MOSFET、IGBT及二极管的产品交期普遍在20周以上，货期趋势都是缩短，可见供应商存货充足。随着5G的建设发展，新能源电动汽车的崛起，将会有效拉动功率半导体市场的需求，从而促进半导体产业快速发展。预测未来功率半导体市场前景广阔，交期会逐渐变长。

1 行业增长模型：需求驱动

2 行业发展逻辑：技术驱动

3 行业壁垒和竞争格局

4 重点公司投资机会分析

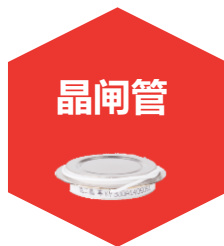
闻泰科技目前公告已经完成了安世半导体的收购。安世集团前身为恩智浦的标准产品事业部，拥有 60 多年的半导体行业专业经验，于 2017 年初开始独立运营，总部位于荷兰奈梅亨。专注于分立器件、逻辑器件和 MOSFET 的设计、生产、销售，其产品广泛应用于汽车、工业与能源、移动及可穿戴设备、消费及计算机等领域。



- 年收入超过 15 亿美元
- 市占率超过 14%
- 年产量超过 900 亿
- 全球 11000 名员工
- 每年 800+ 种新产品
- 200+ 专利
- 5 座自有工厂

晶闸管国产龙头。公司成立二十余年，专注于半导体功率器件，尤其是晶闸管与防护器件细分领域。其中晶闸管营收占比在60%以上，国内市场占有率45%以上，仅次于海外巨头 ST,NXP。

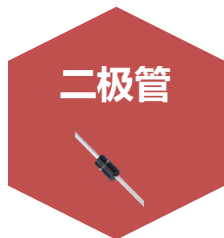
公司除了在晶闸管市场不断开拓外，还考虑产品结构的合理多样化。充分利用公司在分立器件领域的技术、渠道、品牌优势等各项资源，使公司产品系列形成互补，公司的发展战略脉络清晰，合乎产业发展逻辑，体现了管理层的高瞻远瞩。



电力变换与控制，
小电流控制大电流



整流、稳压、开关等



防浪涌冲击，防静电



国内分立器件龙头。在国内功率器件市场中，扬杰科技市占率排名第二。公司采用IDM模式，实现了分立器件芯片设计、晶圆制造、器件与模块封装、终端销售等全产业链布局。

公司的产品主要集中在半导体器件和半导体芯片，其中光伏二极管产品线和GPP晶圆产品线的市场占有率均达 40%以上。

功率
二极管



光伏
二极管

普通硅整流
二极管

高效快恢复
二极管

整流桥



超薄贴片
全波整流桥

大功率高效
硅整流桥

大功率三相
整流桥

芯片



汽车电子
芯片

FRD芯片

标准整流
芯片

- 半导体周期持续下行，贸易摩擦拉长周期下行的时间；
- 产品迭代速度较慢，国内竞争者迅速成长；
- 制造过程中核心设备和原材料遭到禁运，对生产造成不利影响。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

免责声明

方正证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司客户使用。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、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。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。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离制度控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“方正证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

公司投资评级的说明

强烈推荐：分析师预测未来半年公司股价有20%以上的涨幅；

推荐：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的涨幅；

中性：分析师预测未来半年公司股价在-10%和10%之间波动；

减持：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的跌幅。

行业投资评级的说明

推荐：分析师预测未来半年行业表现强于沪深300指数；

中性：分析师预测未来半年行业表现与沪深300指数持平；

减持：分析师预测未来半年行业表现弱于沪深300指数。

THANKS

方正证券 正在你身边

联系人 吴文吉(13918329416)



方正证券股份有限公司

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同28号太平洋保险大厦B座11层

11F, Pacific Insurance Building, No.28 Fengsheng Lane, Taipingqiao Street,
Xicheng District, Beijing, China

尖峰报告社群

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“尖峰报告”
回复<进群> 即刻加入