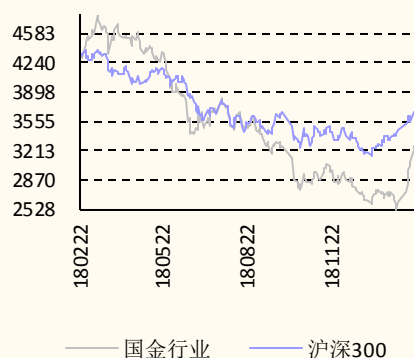


半导体行业研究 买入（维持评级）

功率半导体行业深度研究

市场数据(人民币)

市场优化平均市盈率	18.90
国金半导体指数	3243.70
沪深300指数	3451.93
上证指数	2761.22
深证成指	8473.43
中小板综指	8419.30



相关报告

- 1.《全年衰退，最糟已过，进入另一波上行周期-全年衰退，最糟已过，...》，2019.2.18
- 2.《5G东风已至，VR/AR乘势起航-5G东风已至，VR/AR乘...》，2019.2.15
- 3.《芯片封测行业 2018 年业绩遇冷，2H19 下半年恢复可期-封测...》，2019.2.1
- 4.《【半导体周报】下半年半导体有望复苏，可折叠手机带动 OLED-...》，2019.1.31
- 5.《【国金计算机周报】政策的快速推动和实质性改善，板块吸引力和发...》，2018.4.1

樊志远

分析师 SAC 执业编号: S1130518070003
(8621)61038318
fanzhiyuan@gjzq.com.cn

鲁洋洋

联系人
luyangyang@gjzq.com.cn

功率半导体淡季不淡，看好旺季来临投资机遇

投资建议

- **行业策略：**功率半导体是电子装置电能转换与电路控制的核心，未来在新能源（电动汽车、风电、光伏）、工业、电源、变频及 IOT 设备的需求带动下，呈现稳健增长态势，Yole 预测，2017-2021 年功率器件市场规模 CAGR 为 5.39%，其中 MOSFETs (5.23%)，IGBT (9.02%)，功率模块 (6.20%)。在新能源汽车等新兴需求拉动下，2019 年 Q1 功率半导体呈现淡季不淡的趋势，我们认为，二、三季度行业将进入需求旺季，建议买入行业龙头。
- **推荐组合：**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，中国是全球最大的功率器件消费国，占全球需求比例高达 40%，且增速明显高于全球，未来在新能源、变频家电、IOT 设备等需求下，中国需求增速将继续高于全球，行业稳健增长+国产替代，我们看好细分行业龙头，推荐：**闻泰科技（安世半导体）、华虹半导体、扬杰科技。**

行业观点

- **新兴需求驱动，功率半导体淡季不淡：**在新能源、变频家电、IOT 设备等需求拉动下，功率半导体呈现淡季不淡的良好趋势，根据富昌电子 2019 年 Q1 市场行情报告，MOSFET、IGBT 的产品交期依然普遍在 30 周以上，且价格有所上调，其中英飞凌交期最长，达到 39-52 周，晶体管、二极管、逻辑器件交期也大都呈现延长的趋势，涨价趋势明显，供给紧缺情况依然严峻。
- **2019 年 1 月中国新能源汽车产销大幅增长，纯电动是主力军：**根据中汽协数据，2019 年 1 月，中国新能源汽车产销分别完成 9.1 万辆和 9.6 万辆，同比分别增长 113%和 138%。其中纯电动汽车占比 78%，产销分别完成 6.7 万辆和 7.5 万辆，同比分别增长 141.1%和 179.7%。我们看好新能源汽车发展，相对于燃油汽车而言，新能源汽车功率半导体器件使用量大幅增加，纯电动增加尤为明显，汽车电动化进程将带动功率半导体器件产业快速发展。
- **新能源及变频将成为功率半导体器件产业的核心驱动力：**燃油车单车半导体价值量约 375 美元，纯电动增加一倍，约 750 美元。其中，传统燃油车中功率器件单车价值量 71 美元，48V 轻度混动车中功率器件单车价值量 146 美元，重度混动车和插电混动车中功率器件单车价值量 371 美元，而纯电动车中功率器件成本为 455 美元，占比车用半导体 61%，相较于燃油车增长 541%。2016 年汽车 IGBT 市场为 8.64 亿美元，2022 年将增长至约 20.7 亿美元，16-22 年 CAGR 为 15.7%。预测太阳能发电量 15-25 年 CAGR 为 16.4%，风能发电量 CAGR 为 8.8%，对功率半导体的需求拉动亦十分明显。
- **中国功率半导体产业突围，迎来发展良机：**中国新能源汽车发展较快，但配套的功率半导体发展相对薄弱，随着技术的进一步成熟和成本下降的要求，未来有望通过新车型的导入进一步提升功率半导体国产化配套比例；安世半导体在功率半导体及逻辑器件领域优势非常明显，闻泰科技收购完成后，有望通过整合，在中国市场发挥更大优势，从而实现在汽车电子、消费电子、工业及通信等领域的快速增长。2017 年功率半导体器件市场规模达到 185 亿美元，其中采用 12 英寸制程约 20 亿美元，占比约 10.8%，大部分采用 6、8 英寸制程，我们研判，未来 3-5 年虽然会有一部分产品转向 12 英寸制程，但仍主要以 8 英寸为主。由于 8 英寸晶圆设备已停产，全球晶圆厂在 8 寸扩产方面幅度不大，我们认为，在需求不断提升的情况下，8 英寸晶圆产能部分产品仍吃紧，车用功率半导体表现尤为明显，需求旺季，功率半导体器件供给紧缺情况更为严重，看好 8 英寸晶圆代工华虹半导体。

风险提示

- 功率半导体技术突破及市场拓展难度较大，需要持续性投入，竞争激烈。

内容目录

一、新兴需求驱动，功率半导体淡季不淡	5
1.1 2019 年 Q1 功率半导体维持高景气	5
1.2 2019 年 1 月中国电动汽车销售同比增长 138%	5
二、多点开花，功率半导体器件稳健成长	6
2.1 电子装置电能转换与电路控制的核心	6
2.2 全球功率半导体器件需求发展稳健	7
2.3 中国功率器件市场规模全球首位，国产替代空间大	10
三、汽车电动化和智能化为功率器件行业的核心驱动力	12
3.1 新能源车显著提升单车电子组件价值量	12
3.2 汽车半导体，智能化及电动化下的“芯”机遇	13
3.3 轻型车功率器件 2020 年市场超百亿美元，16-20 年 CAGR 达 13.1%	16
四、新能源发电/储能、家电领域功率器件稳定增长	19
4.1 光伏风力发电量快速增长，工业功率器件迎新增长动力	20
4.2 全球家用电器变频化，是家电功率器件的主要驱动力	22
五、MOSFETs 和 IGBT 齐头并进，第三代半导体功率器件放量在即	23
5.1 汽车和工控领域需求旺盛，17-21 年 MOSFETs 复合增速 5.23%	24
5.2 汽车电动化推动 IGBT 高增长，预测 16-22 年复合增速 15.7%	24
5.3 第三代化合物半导体的新挑战和新机遇，大有作为	25
六、功率半导体器件由海外巨头统治，国内企业开启国产替代之路	29
6.1 全球功率半导体呈现欧美日三足鼎立之势	29
6.2 国内功率半导体突围，迎来发展良机	31
七、看好行业细分龙头	32

图表目录

图表 1：2019 年 Q1 MOSFET 及 IGBT 交期及价格趋势	5
图表 2：2019 年 Q1 二极管等产品交期及价格趋势	5
图表 3：2019 年 Q1 整流器等产品交期及价格趋势	5
图表 4：2019 年 Q1 晶体管等产品交期及价格趋势	5
图表 5：2019 年 1 月中国新能源汽车销量（万辆）	6
图表 6：2019 年 1 月中国新能源汽车销售情况	6
图表 7：2019 年 1 月中国新能源汽车销量构成	6
图表 8：功率分立器件主要作用	7
图表 9：功率分立器件是半导体行业的重要分支	7
图表 10：全球功率半导体器件市场规模	8
图表 11：2023 年全球功率半导体分立器件市场增长预测（百万美元）	8

图表 12: 功率半导体器件应用领域.....	9
图表 13: 功率半导体器件下游应用市场占比.....	9
图表 14: MOSFET、TGBT 和 BJT 性能对比	10
图表 15: 2017 年功率器件细分占比	10
图表 16: MOSFET 结构图	10
图表 17: IGBT 结构图	10
图表 18: 中国功率器件市场规模	11
图表 19: 功率器件全球各地区市场占比.....	11
图表 20: 功率器件各产品中国市场占比.....	11
图表 21: TI 中国销售占比.....	12
图表 22: 英飞凌中国销售占比.....	12
图表 23: 中国汽车电子市场空间.....	12
图表 24: 全球新能源车销量（万辆）	13
图表 25: 中国新能源车销量（万辆）	13
图表 26: 汽车电子成本占比	13
图表 27: 中国新能源汽车电子市场.....	13
图表 28: 2016-2021 年全球半导体主要细分行业市场规模复合增速.....	14
图表 29: 全球汽车半导体市场规模及增速.....	14
图表 30: 中国汽车半导体市场规模及增速.....	15
图表 31: 2015 和 2020 年汽车半导体各模块市场占比变化.....	15
图表 32: 2015 到 2020 年各主要细分产品中新增半导体市场空间.....	16
图表 33: 汽车主动安全系统.....	16
图表 34: 2018M5 不同电动化汽车车用半导体价值量	17
图表 35: 2020 年全球各类轻型车销量预测.....	17
图表 36: 功率器件在汽车中的应用.....	18
图表 37: 新能源车电力驱动系统功能模块	18
图表 38: 不同电动化汽车驱动系统新增功率器件量.....	19
图表 39: 电源管理行业应用越来越广泛.....	20
图表 40: 全球发电量.....	20
图表 41: 全球可再生能源发电量	20
图表 42: 风电和光伏增长情况（百万欧元）	21
图表 43: 可再生能源发电方案.....	21
图表 44: 全球储能累计装机量.....	21
图表 45: 全球储能每年新增装机量.....	22
图表 46: 全球储能装置每年功率器件市场空间	22
图表 47: 变频家电和不可变频家电销量趋势.....	23
图表 48: 功率器件个细分产品发展趋势.....	23
图表 49: 2023 年 MOSFET 市场规模预测.....	24
图表 50: 2022 年 MOSFETs 各应用领域市场占比预测	24

图表 51: 不同应用 IGBT 市场规模 (含模组)	25
图表 52: IGBT 技术发展历程.....	25
图表 53: 半导体各材料物理化学性能对比	26
图表 54: SiC 元件产业发展与应用	26
图表 55: 未来功率器件发展趋势.....	27
图表 56: 典型的 EV/HEV 电路框图及适用于 SiC/GaN 的可能性.....	28
图表 57: 未来十年 SI 仍将主导电动汽车市场、但是化硅模块将迅猛增长	28
图表 58: SiC 半导体各领域应用增长 (不包括电动汽车)	29
图表 59: SiC 半导体各类型产品增长 (不包括电动汽车)	29
图表 60: SiC 基功率器件在快速大功率充电方面优势明显	29
图表 61: 2017 年全球功率分立器件和模组市场格局.....	30
图表 62: 2017 年 MOSFET 全球各公司占比	30
图表 63: 2017 年 MOSFET 全球前十大公司市占率	30
图表 64: 2017 年分立 IGBT 全球市场竞争格局	30
图表 65: 2017 年分立 IGBT 全球前十大公司市占率.....	30
图表 66: 2017 年 IPMs 全球竞争格局	31
图表 67: 2017 年 IPMs 全球前十大公司市占率.....	31
图表 68: 2017 年 IGBT 模组全球竞争格局	31
图表 69: 2017 年 IGBT 全球前十大公司市占率.....	31
图表 70: 2017 年功率半导体 12 英寸制程占比.....	32

一、新兴需求驱动，功率半导体淡季不淡

1.1 2019 年 Q1 功率半导体维持高景气

- 在新能源（电动汽车、光伏、风电）、变频家电、IOT 设备等需求拉动下，功率半导体呈现淡季不淡的良好趋势，根据富昌电子 2019 年 Q1 市场行情报告，MOSFET、IGBT 的产品交期依然普遍在 30 周以上，且价格有所上调。
- 高低压 MOSFET、IGBT 英飞凌交期最长，达到 39-52 周，供给紧缺情况依然严峻。

图表 1：2019 年 Q1 MOSFET 及 IGBT 交期及价格趋势

产品	制造商	目前交期 (周)	交期趋势	目前价格
低压 Mosfet	Infineon	39-52	稳定	上涨
	Diodes Inc.	26-40	延长	上涨
	ON Semiconductor (Fairchild)	26-40	延长	上涨
	ON Semiconductor	39-52	延长	上涨
	Nexperia(安世半导体)	36-52	延长	上涨
	STMicroelectronics	38-42	稳定	稳定
高压 Mosfet	Vishay	33-50	稳定	稳定
	Infineon	39-52	稳定	上涨
	ON Semiconductor (Fairchild)	36-44	延长	上涨
	ixys	36-44	稳定	上涨
	STMicroelectronics	38-44	稳定	稳定
	ROHM	36-40	稳定	稳定
IGBT	Microsemi	26-40	稳定	稳定
	Vishay	39-44	稳定	稳定
	ON Semiconductor (Fairchild)	33-52	延长	上涨
	Infineon	39-52	延长	上涨
	Microsemi	36-44	稳定	上涨
	ixys	36-44	延长	上涨
	STMicroelectronics	50	稳定	上涨

来源：FUTURE ELECTRONICS，国金证券研究所

图表 2：2019 年 Q1 二极管等产品交期及价格趋势

产品	制造商	目前交期 (周)	交期趋势	目前价格
ESD	Littelfuse	12-16	延长	稳定
	ON Semiconductor	14-16	延长	稳定
	Bussmann	20-24	延长	上涨
	STMicroelectronics	16-20	稳定	稳定
	Nexperia(安世半导体)	12-26	延长	上涨
二极管阵列	Littelfuse	8-10	稳定	稳定
	Semtech	6-8	稳定	稳定
	Protek	12-14	稳定	稳定
晶闸管 /Triac	STMicroelectronics	25+	延长	上涨
	Littelfuse	8-10/17-30	稳定	稳定
	ixys	16	稳定	上涨
TVS 二极管	Diodes Inc.	12-16	延长	稳定
	Littelfuse	16	延长	上涨
	Vishay	25-40	延长	上涨
	STMicroelectronics	8	稳定	稳定
桥式整流器	Diodes Inc.	16-30	延长	上涨
	ON Semiconductor (Fairchild)	16-42	延长	上涨
	Vishay	20-52	延长	上涨

来源：FUTURE ELECTRONICS，国金证券研究所

- 晶体管、二极管、逻辑器件交期也大都呈现延长的趋势，涨价趋势明显。

图表 3：2019 年 Q1 整流器等产品交期及价格趋势

产品	制造商	目前交期 (周)	交期趋势	目前价格
肖特基二极管	Diodes Inc.	12-22	延长	上涨
	Nexperia(安世半导体)	20-52	延长	上涨
	ON Semiconductor	20-40	延长	上涨
	ON Semiconductor (Fairchild)	16-45	延长	上涨
整流器	Diodes Inc.	12-26	延长	上涨
	Vishay	16-52	延长	上涨
	ON Semiconductor	18-42	延长	上涨
	STMicroelectronics	20-33	延长	上涨
开关二极管	ON Semiconductor (Fairchild)	12-42	延长	上涨
	Diodes Inc.	12-30	延长	上涨
	ON Semiconductor (Fairchild)	16-45	延长	上涨
	ON Semiconductor	16-40	延长	上涨
小信号 MOSFET	Nexperia(安世半导体)	20-52	延长	上涨
	Diodes Inc.	20-42	延长	上涨
	ON Semiconductor (Fairchild)	20-50	延长	上涨
	Nexperia(安世半导体)	20-52	延长	上涨
逻辑器件	ON Semiconductor	18-40	延长	上涨
	Nexperia(安世半导体)	16-20	缩短	上涨
	Diodes Inc.	16-18	稳定	稳定
	ON Semiconductor	20	延长	上涨

来源：FUTURE ELECTRONICS，国金证券研究所

图表 4：2019 年 Q1 晶体管等产品交期及价格趋势

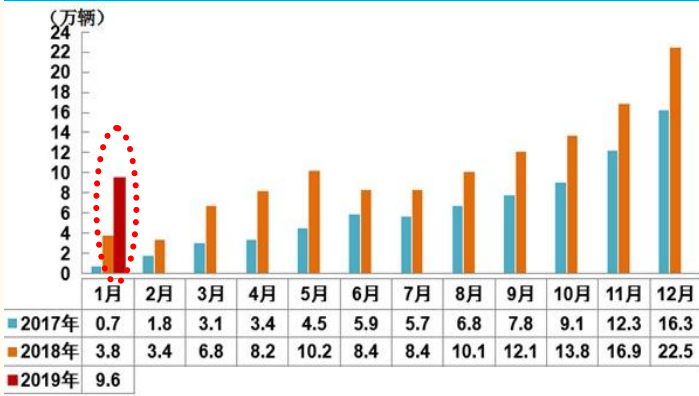
产品	制造商	目前交期 (周)	交期趋势	目前价格
齐纳二极管	Diodes Inc.	12-35	延长	上涨
	ON Semiconductor (Fairchild)	10-40	延长	上涨
	Nexperia(安世半导体)	13-52	延长	上涨
	ON Semiconductor	12-40	延长	上涨
双极晶体管	Vishay	12-55	延长	上涨
	Diodes Inc.	12-30	延长	上涨
	ON Semiconductor (Fairchild)	12-40	延长	上涨
	ON Semiconductor	12-40	延长	上涨
数字晶体管	STMicroelectronics	20-45	延长	上涨
	Diodes Inc.	12-30	延长	上涨
	ON Semiconductor (Fairchild)	12-40	延长	上涨
	ON Semiconductor	12-40	延长	上涨
通用晶体管	STMicroelectronics	20-45	延长	上涨
	Diodes Inc.	12-30	延长	上涨
	ON Semiconductor (Fairchild)	10-40	延长	上涨
	Nexperia(安世半导体)	13-52	延长	上涨
	ON Semiconductor	12-50	延长	上涨
	ROHM	10-60	延长	稳定

来源：FUTURE ELECTRONICS，国金证券研究所

1.2 2019 年 1 月中国汽车销售同比增长 138%

- 中国汽车工业协会（以下简称“中汽协”）发布的 2019 年新一期的产销数据，2019 年 1 月，新能源汽车产销分别完成 9.1 万辆和 9.6 万辆，比上年同期分别增长 113%和 138%。
- 其中纯电动汽车产销分别完成 6.7 万辆和 7.5 万辆，比上年同期分别增长 141.1%和 179.7%；插电式混合动力汽车产销分别完成 2.4 万辆和 2.1 万辆，比上年同期分别增长 59.9%和 54.6%。

图表 5：2019 年 1 月中国新能源汽车销量（万辆）



来源：EV 世纪，国金证券研究所

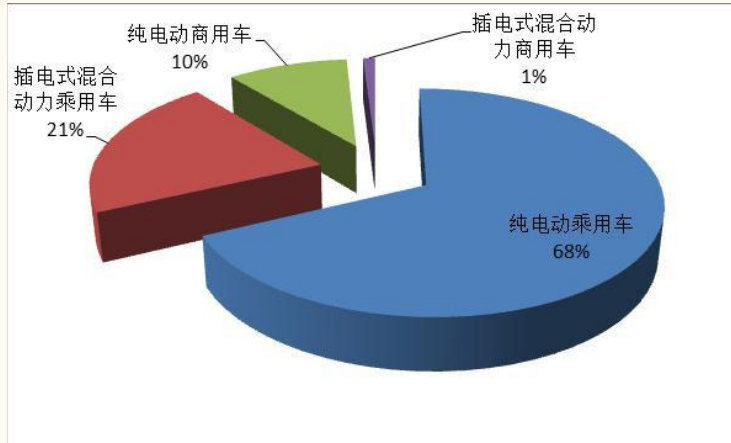
图表 6：2019 年 1 月中国新能源汽车销售情况

2019年1月新能源汽车销售情况			
	1月	环比增长	同比增长
新能源汽车	9.6	-57.5	138.0
新能源乘用车	8.5	-49.0	138.3
纯电动	6.5	-51.9	188.5
插电式混合动力	2.0	-36.3	52.5
新能源商用车	1.1	-81.5	135.1
纯电动	1.0	-82.4	133.6
插电式混合动力	0.1	30.1	137.8

来源：EV 世纪，国金证券研究所

- 纯电动依然是新能源市场的主力军，占据着 78%的市场份额。但混合动力自 2018 年起就表现出强大的市场增势，在后补贴时代，综合性能更强的混合动力车型会更具市场竞争力。

图表 7：2019 年 1 月中国新能源汽车销量构成



来源：EV 世纪，国金证券研究所

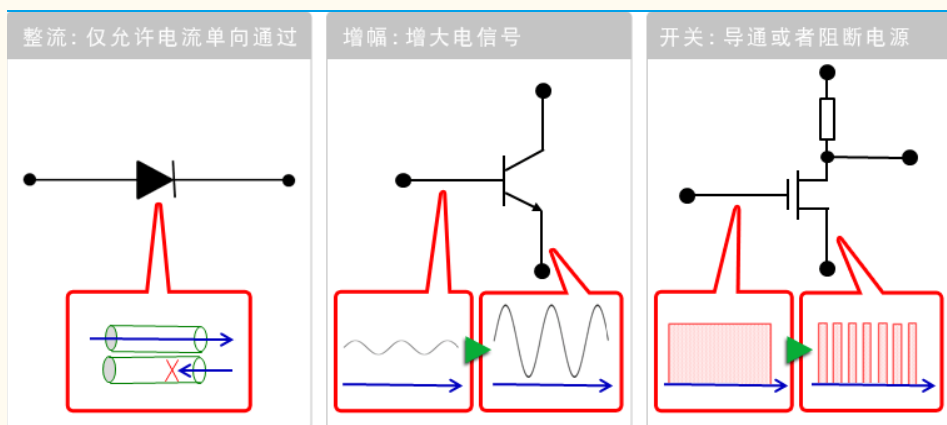
- 我们看好新能源汽车产业的发展，相对于传统汽车而言，新能源汽车单车功率半导体器件使用量成倍增长，汽车电动化进程将带动功率半导体器件产业快速发展。

二、多点开花，功率半导体器件稳健成长

2.1 电子装置电能转换与电路控制的核心

- 功率器件是电子装置电能转换与电路控制的核心，主要用于改变电压和频率，或将直流转换为交流，交流转换为直流等的电力转换，也可精准的将发动机从低速到高速的循环运转，或用于太阳能电力转送至电站，或给各家电、电器等提供安定的电源，并同时可具有节能的功效。

图表 8：功率分立器件主要作用

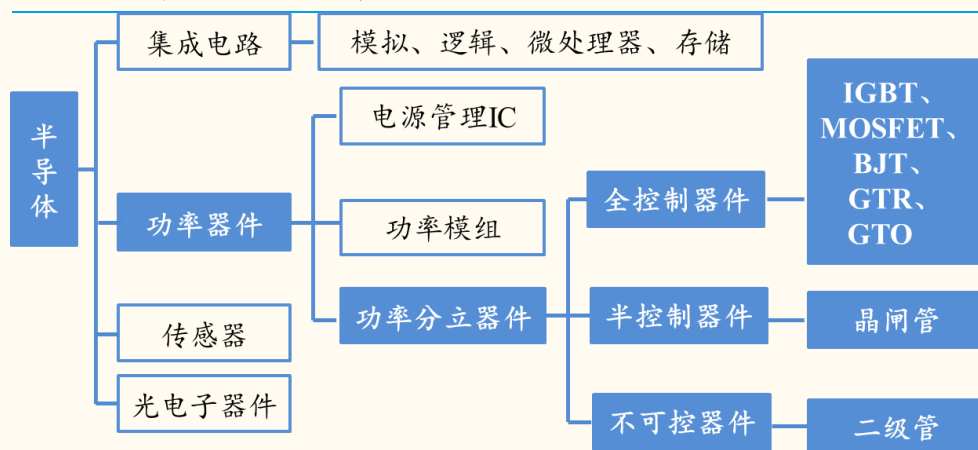


来源：富士电机，国金证券研究所

2.2 全球功率半导体器件需求发展稳健

- 功率器件是半导体的一个重要分支，根据 WSTS 的统计，2017 年全球功率器件产值同比增长 10.7%，在半导体总产值中占比 5.3%。
- 功率器件可以分为电源管理 IC、功率模组和功率分立器件三大类，其中功率分立器件又可以分为全控制器件、半控制器件和不可控器件。

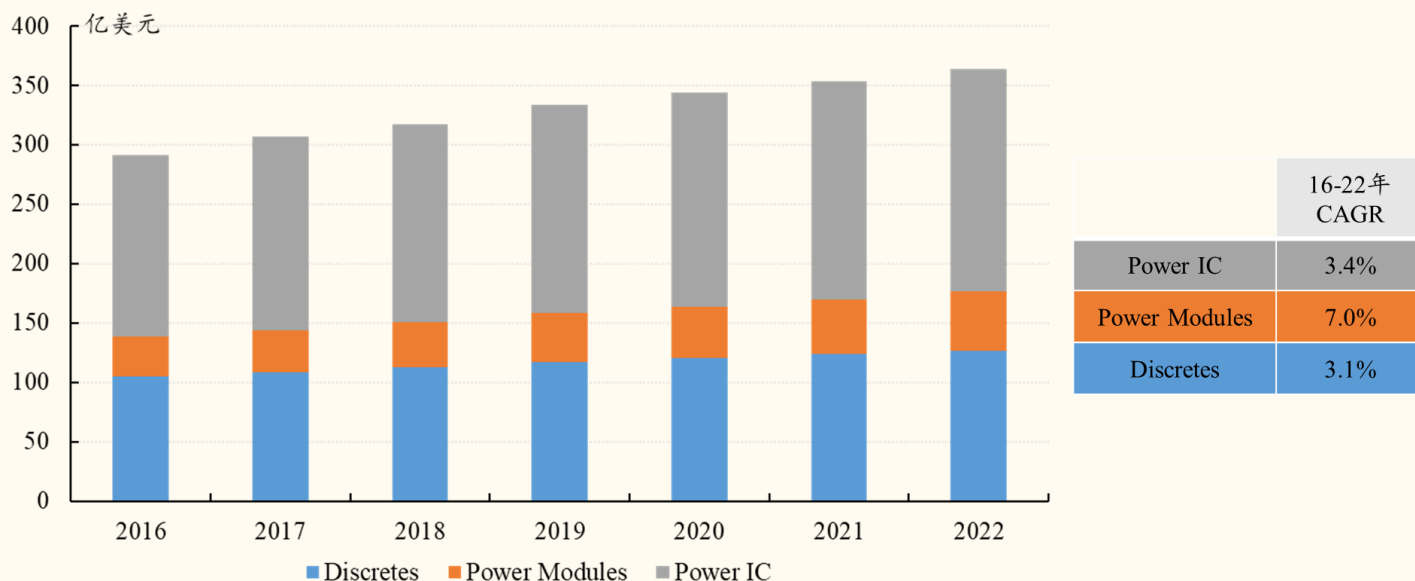
图表 9：功率分立器件是半导体行业的重要分支



来源：中国产业信息网，国金证券研究所

- Yole 预测，2016 年全球功率器件市场规模约为 292 亿美元，预计至 2022 年市场规模将增长至 364 亿美元，2016-2022 年复合增速为 3.8%。其中，2022 年电源管理 IC 市场规模约为 187 亿美元，2016-2022 年复合增速为 3.4%；功率模组市场规模约为 50 亿美元，复合增速为 7.0%；功率分立器件市场规模约为 137 亿元，复合增速为 3.1%。

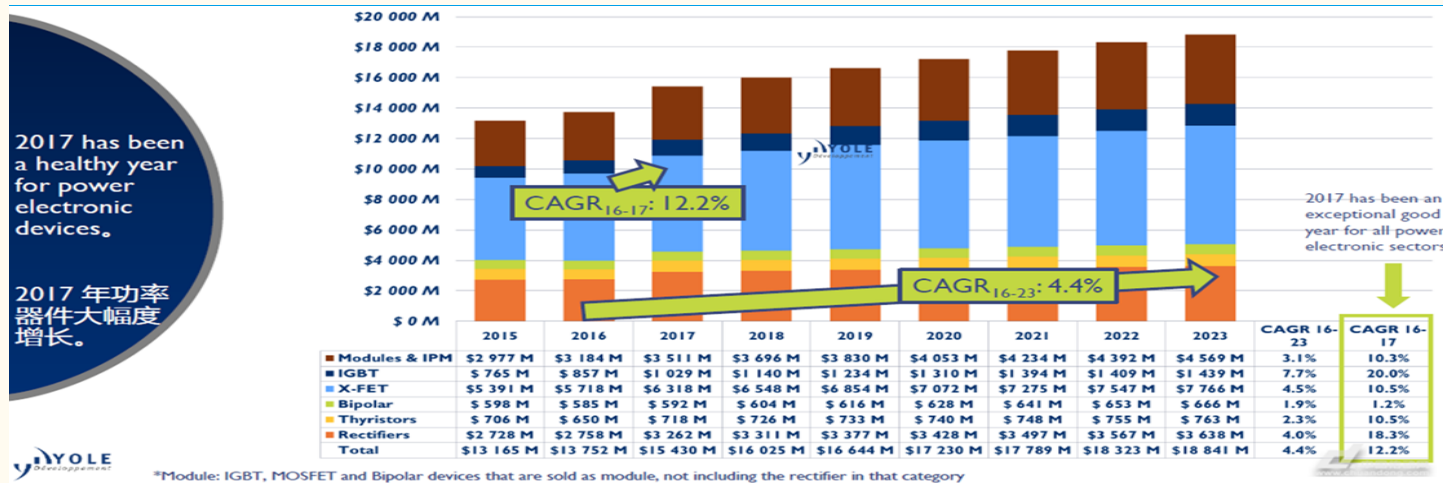
图表 10：全球功率半导体器件市场规模



来源：Yole，国金证券研究所

- 2017 年，功率分立器件市场规模约 154 亿美元，同比增长 12.2%，主要是电动汽车及 IOT 等新兴市场需求，预计到 2023 年将达到 188 亿美元，2016-2023 年年均复合增速 4.4%。

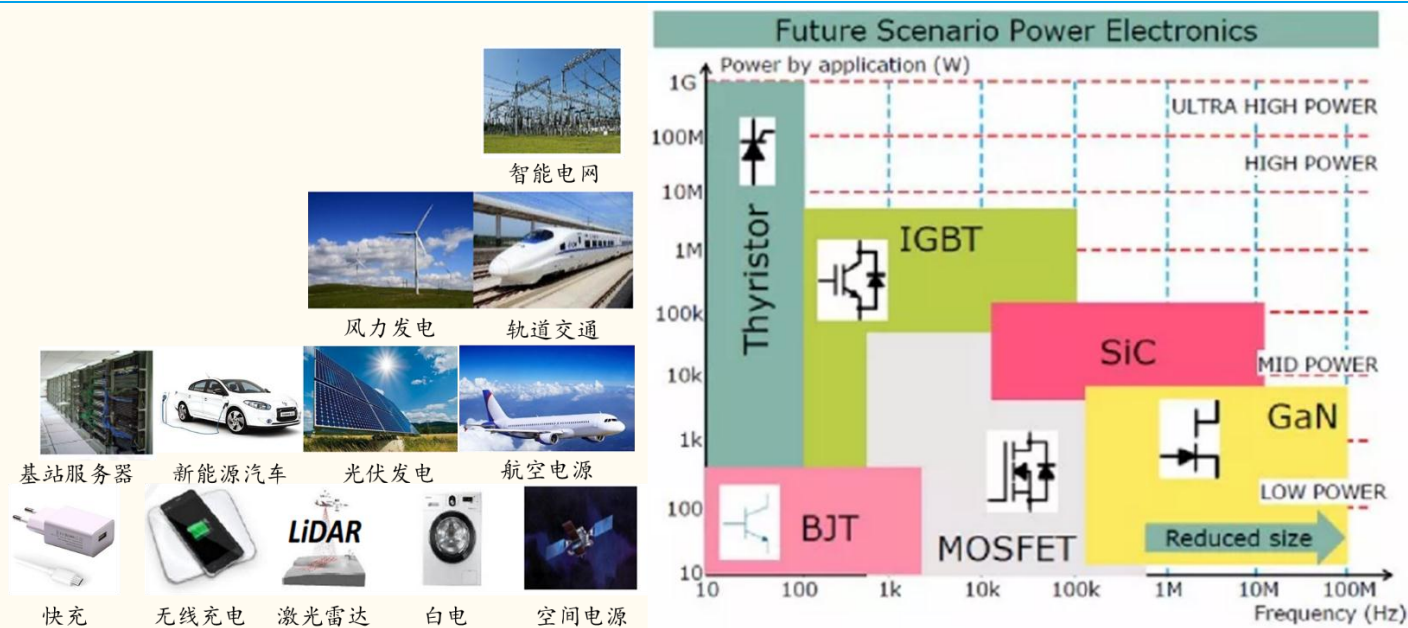
图表 11：2023 年全球功率半导体分立器件市场增长预测（百万美元）



来源：Yole，国金证券研究所

- 功率半导体器件可用于几乎所有的电子制造业，其下游应用非常广泛，包括新能源（风电、光伏、电动汽车）、消费电子、智能电网、轨道交通等，根据每个细分产品的物理性能不同（主要是针对高频和高功率两大性能），不同的功率器件（MOSFET、IGBT、SiC 等）可以应用于不同的领域。

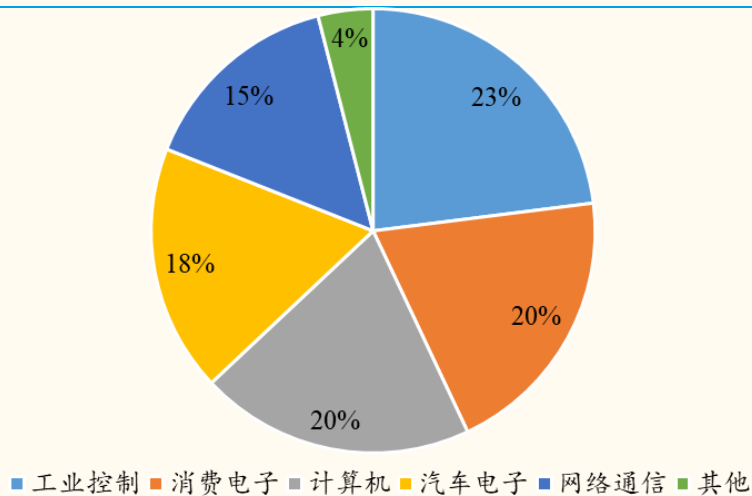
图表 12：功率半导体器件应用领域



来源：SIMIT，国金证券研究所

- 功率半导体器件按照下游应用领域，主要可以分为五大类，包括工业控制（市场占比约为 23%），消费电子（20%），计算机（20%），汽车电子（18%），网络通信（15%）。

图表 13：功率半导体器件下游应用市场占比



来源：前瞻产业研究院，国金证券研究所

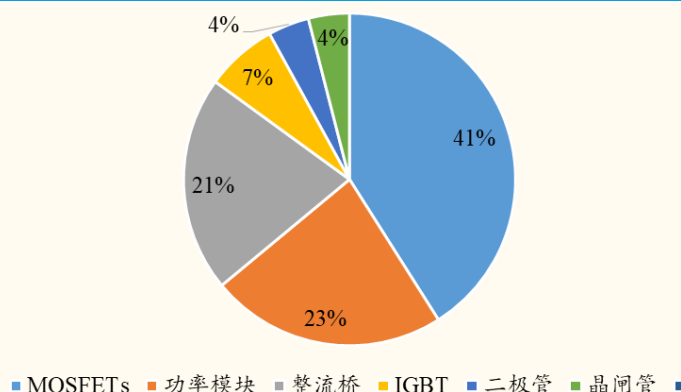
- MOSFET、IGBT、整流桥是功率半导体器件中最为重要的三个细分产品，2017 年 MOSFET 在功率器件中的占比达到 41%，整流桥 21%，功率模块占比 23%，IGBT 则为 7%。

图表 14: MOSFET、TGBT 和 BJT 性能对比

特性	BJT	MOSFET	IGBT
驱动方法	电流	电压	电压
驱动电路	复杂	简单	简单
输入阻抗	低	高	高
驱动功率	高	低	低
开关速度	慢 (us)	快 (ns)	中
开关频率	低	快 (小于 1MHz)	中
安全工作区	窄	宽	宽
饱和电压	低	高	低

来源: 菱瑞电子, 国金证券研究所

图表 15: 2017 年功率器件细分占比

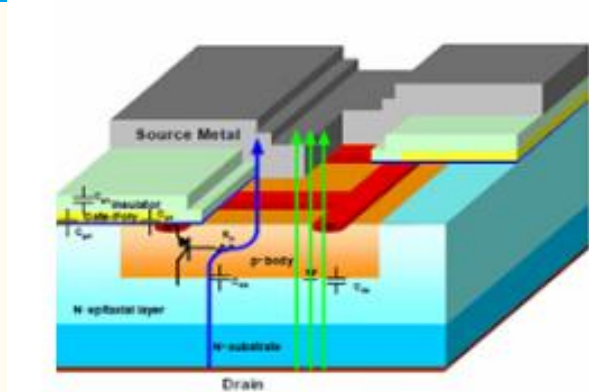


来源: Yole, 国金证券研究所

■ **MOSFET:** MOSFET 全称金属氧化物半导体场效应管, 是一种可以广泛使用在类比电路与数位电路的场效晶体管, 依照其“通道”的极性不同, 可分为 n-type 与 p-type 的 MOSFET。在普通电子电路中, MOS 管通常被用于放大电路或开关电路, 而在主板上的电源稳压电路中, MOSFET 扮演的角色主要是判别电位。MOSFET 器件速度极快, 耐冲击性好, 故障率低, 电导率负温度系数, 扩展性好。大功率应用时成本不敏感, 因此低压大电流是 MOSFET 的强项。

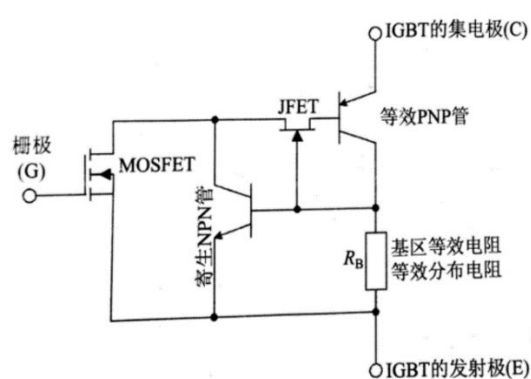
■ **IGBT:** IGBT 全称绝缘栅双极晶体管, 它是由 BJT 和 MOSFET (组成的复合全控型电压驱动式功率器件。IGBT 是在 VDMOSFET 基础之上演化发展而来的, 结构十分相似, 主要不同之处是 IGBT 用 P+衬底取代了 VDMOS 的 N+衬底, 形成 PNPN 四层结构, 正向导通时 J1 结正偏, 发生一系列反应, 产生 PN 结电导调制效应, 从而有效降低了导通电阻和导通电压, 增大了 IGBT 的流通能力。IGBT 具有电导调制能力, 相对于功率 MOSFET 和双极晶体管具有较强的正向电流传导密度和低通态压降。IGBT 稳定性比 MOSFET 稍差, 强于 BJT, 但 IGBT 耐压比 MOSFET 容易做高, 不易被二次击穿而失效, 易于高压应用领域。

图表 16: MOSFET 结构图



来源: 国际电子商情, 国金证券研究所

图表 17: IGBT 结构图



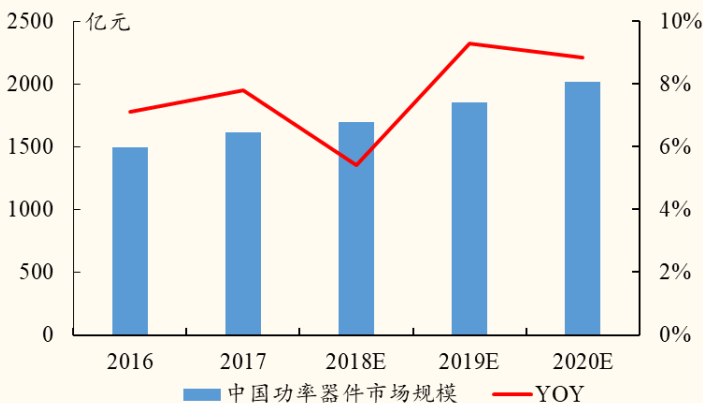
来源: 亨力拓电子, 国金证券研究所

2.3 中国功率器件市场规模全球首位, 国产替代空间大

■ 根据赛迪顾问统计, 2016 年, 中国功率器件 (包括功率 IC 和功率模组) 的市场规模达到 1494.5 亿元, 2017 年市场规模则为 1611.1 亿元, 同比增长

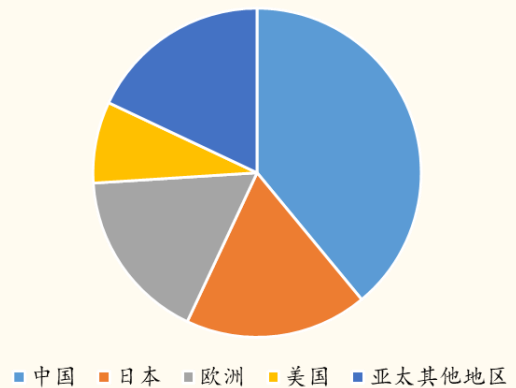
7.80%，为全球最大的功率器件市场。赛迪预计中国功率器件市场规模未来三年 CAGR 达到 7.83%，高于全球平均增速。

图表 18：中国功率器件市场规模



来源：赛迪顾问，国金证券研究所

图表 19：功率器件全球各地区市场占比

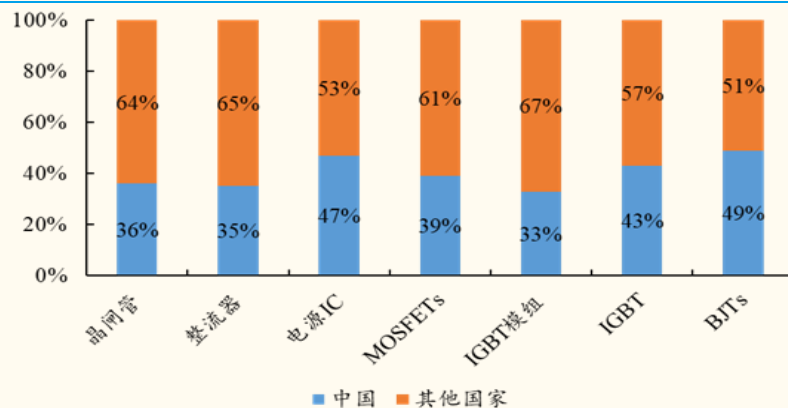


来源：前瞻产业研究院，国金证券研究所

- **中国功率器件市场占比全球达 40%：**中国是全球最大的功率器件消费国，功率器件细分的主要几大产品在中国的市场份额均处于第一位。其中，MOSFET 中国市场规模占比全球为 39%，IGBT 为 43%，BJT 为 49%，电源管理 IC 为 47%，其他如晶闸管，整流器，IGBT 模组等等产品中国市场占比均在 40%左右。

国内龙头全球市占率依旧很低，与国际大厂差距明显：与整个半导体产业类似，对比海外的功率器件 IDM 大厂，国内的功率器件龙头企业（扬杰科技、华微电子、士兰微、斯达半导体、英恒科技等）的年销售额仍是巨头们的几分之一且产品结构偏低端，表明中国功率器件的市场规模与自主化率严重不匹配，国产替代的空间巨大。

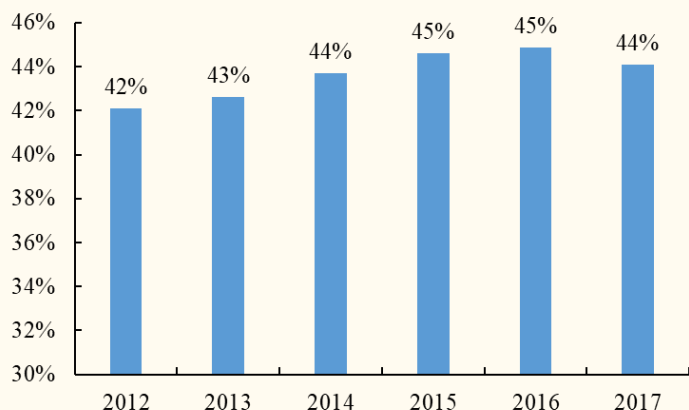
图表 20：功率器件各产品中国市场占比



来源：Yole，国金证券研究所

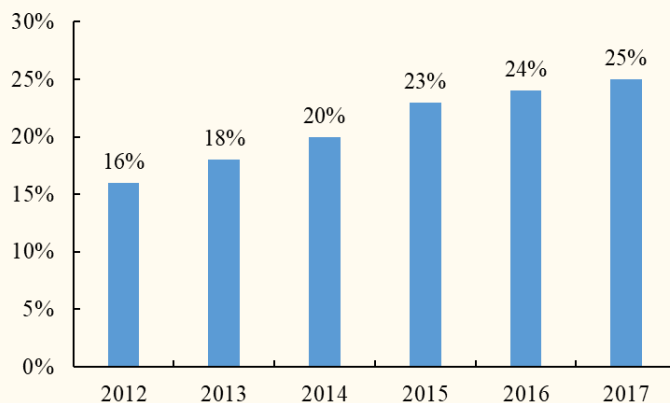
- **海外巨头对华功率器件销售逐年增加：**全球功率器件 IDM 龙头企业在华的销售占比在过去几年也是稳步提升，目前第一大厂英飞凌中国销售占比从 2012 年的 16% 提升至 2017 年的 25%，而 Texas Instruments 的中国销售占比也从 2012 年的 42% 提升至 2017 年的 44%，进一步验证了国内功率器件市场的发展速度要明显快于全球平均速度。

图表 21: TI 中国销售占比



来源: Texas Instruments, 国金证券研究所

图表 22: 英飞凌中国销售占比



来源: wind, 国金证券研究所

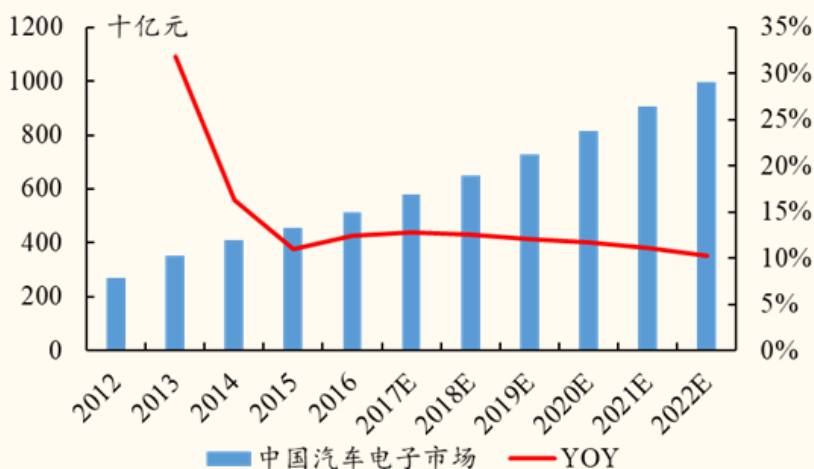
三、汽车电动化和智能化为功率器件行业的核心驱动力

3.1 新能源车显著提升单车电子组件价值量

- 汽车电子通常是车载汽车电子控制装置和车体汽车电子控制装置的总称, 常由半导体器件组成的、用以感知、计算、执行汽车的各个状态、功能的系统, 主要以提高汽车的舒适性、安全性、经济性、娱乐性为主要目的。其中车体汽车电子控制装置包括发动机控制系统、底盘控制系统和车身电子控制系统 (车身电子 ECU), 车载汽车电子控制装置包括娱乐通讯系统、驾驶辅助系统等。

未来五年中国汽车电子 CAGR 达到 11.5%: 随着汽车逐步向智能化和电动化发展, 未来三年全球汽车电子市场将从 2017 年的 2070 亿美元增长至 2400 亿美元, 三年复合增速 5.05%。而中国市场的复合增速将会快于全球平均增速 (一方面来自于单车汽车电子价值量的提升, 另一方面来自中国汽车销量的增长), 预计到 2022 年, 中国汽车电子市场规模将达到 9968 亿元, 未来五年复合年增长率为 11.5%。

图表 23: 中国汽车电子市场空间

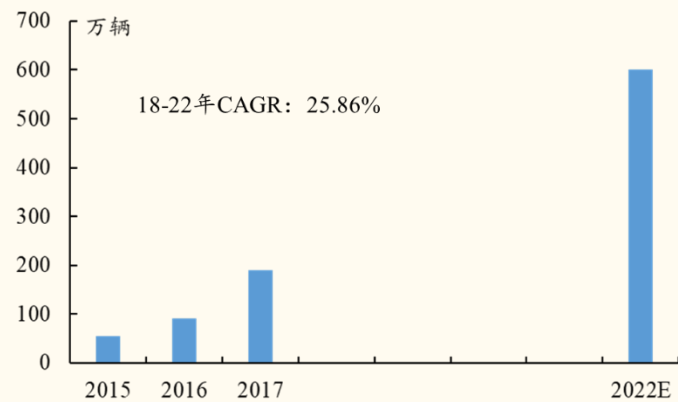


来源: 中国汽车工业协会, 国金证券研究所

- **新能源车行业将进入高增长的成长期:** 2017 年全球新能源车销量 190 万辆, 其中中国新能源车销量 68 万辆。预测 2022 年全球新能源车销量将达到 600

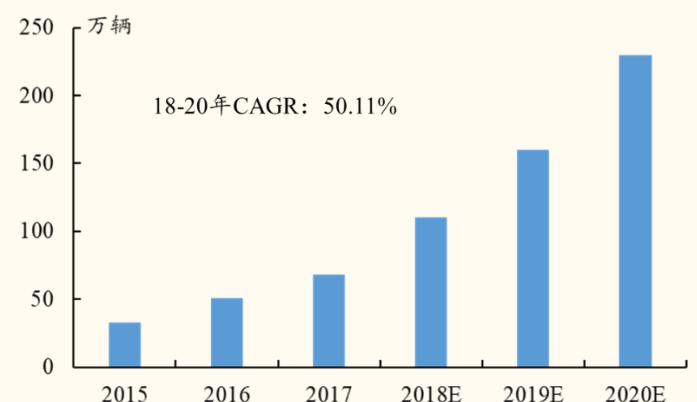
万辆，18-22 年销量 CAGR 达到 25.86%，而 2020 年中国新能源车销量将达到 230 万辆，18-20 年销量 CAGR 达到 50.11%。新能源车将在全球范围内（尤其是中国）加速渗透。

图表 24：全球新能源车销量（万辆）



来源：中国产业信息网，国金证券研究所

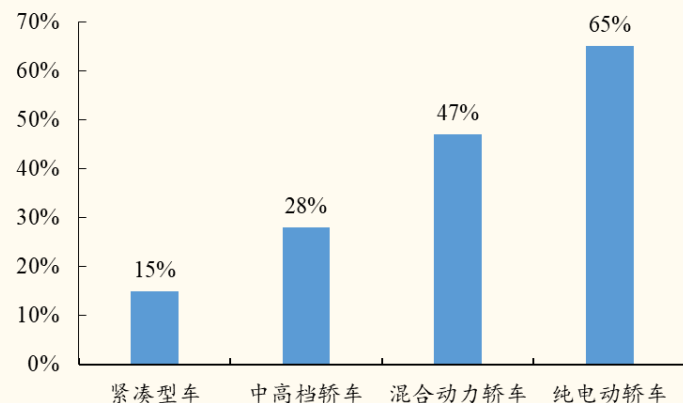
图表 25：中国新能源车销量（万辆）



来源：中国产业信息网，国金证券研究所

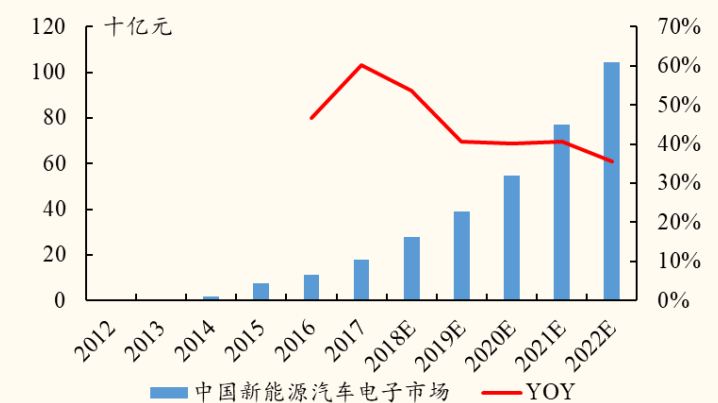
- **新能源汽车对电子的需求更加明显，纯电动车汽车电子成本占比达 65%：**
从各种车型的成本结构来看，纯电动汽车的汽车电子成本占比达到了 65%，而目前的传统燃油车中紧凑型车为 15%，中高档汽车为 28%，因此新能源车的普及将会显著提升对汽车电子的需求。2017 年中国新能源车用电子零部件市场规模达到 181 亿元，预计到 2022 年市场规模将达到 1045 亿元，未来五年新能源汽车电子的市场规模复合增速将达到 42.0%，远远高于中国汽车电子行业平均增速。

图表 26：汽车电子成本占比



来源：智研咨询，国金证券研究所

图表 27：中国新能源汽车电子市场

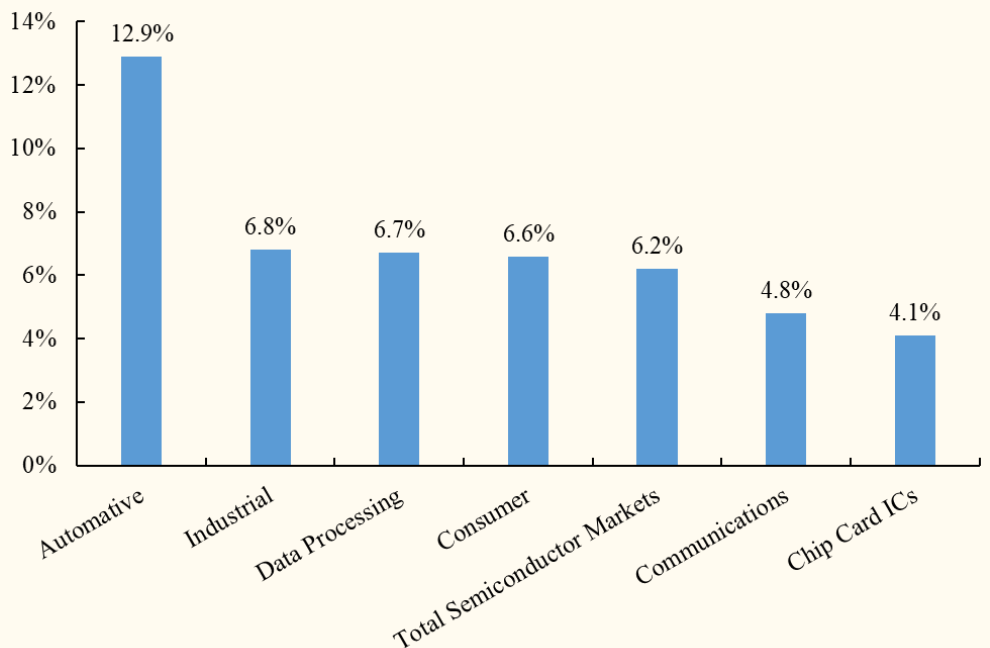


来源：中国汽车工业协会，国金证券研究所

3.2 汽车半导体，智能化及电动化下的“芯”机遇

- **汽车半导体是汽车电子中的一个重要分支，16-21 年全球行业复合增速达 12.9%：**2017 年全球汽车半导体市场规模 355 亿美元，同比增长 16.4%，在全球半导体产业中占比 8.7%。国金证券半导体陆行之团队预测 2021 年全球汽车半导体市场规模将达到 559 亿美元，在半导体产业中的占比将提升至 11.4%。2016-2021 年汽车半导体市场规模复合增速 12.9%，远远高于半导体行业的平均增速（6.2%，数据来源于 IHS 和 ABI Research），以及其他主要的应用领域如工业领域（6.8%），数据处理（6.7%），消费（6.6%），通信（4.8%），智能卡（4.1%）等。

图表 28：2016-2021 年全球半导体主要细分行业市场规模复合增速



来源：IHS, ABI Research, 国金证券研究所

- 全球汽车半导体市场稳健增长，中国增速更快
- 汽车电动化和智能化是推动汽车半导体增长的主要驱动力，随着电动汽车数量的增多及智能驾驶的不断渗透，预计至 2025 年，全球汽车半导体市场容量将从 2017 年的 345 亿美元增长至 830 亿元，年均复合成长率 11.6%。

图表 29：全球汽车半导体市场规模及增速



来源：IHS, Strategy Analytics, 国金证券研究所

- 2017 年，中国车用半导体市场规模 75 亿美元，占比全球车用半导体市场 21.1%；预测 2025 年中国车用半导体市场规模将达到 229 亿美元，占比全球车用半导体市场提升至 26.1%，17-25 年复合增速为 15%，高于全球增速。

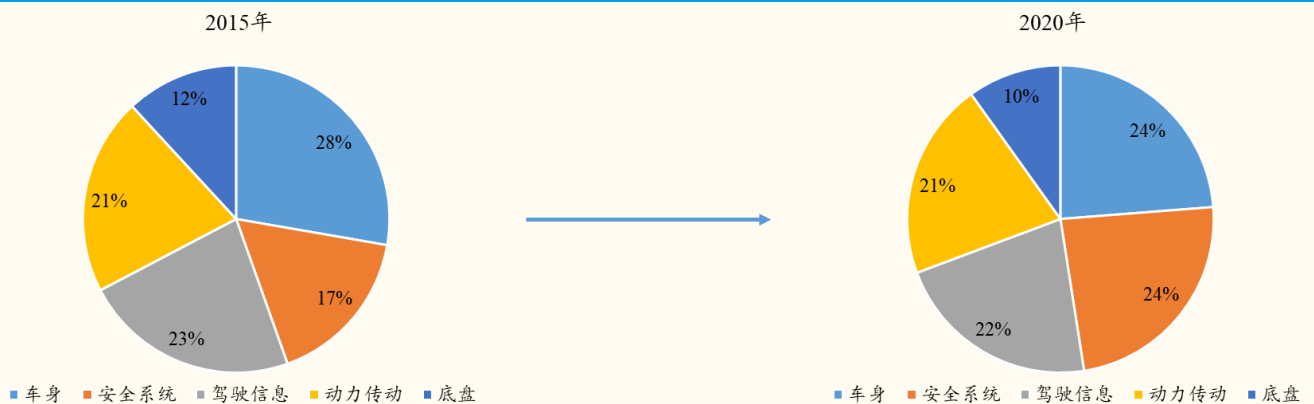
图表 30：中国汽车半导体市场规模及增速



来源：IHS, Strategy Analytics, 国金证券研究所

- **新能源汽车“安全”第一，安全系统半导体价值量占比提升：**汽车半导体被用于汽车五大模块领域，包括车身、底盘、安全系统、驾驶信息和动力传动。随着汽车电动化和智能化的推进，未来半导体在安全系统模块中的用量将会显著增加，预计占比将从 2015 年的 17% 提升至 2020 年的 24%；而动力传动模块、驾驶信息模块和底盘模块的半导体用量占比基本维持不变，2020 年分别为 22%、21%、10%；车身模块的半导体用量占比下降明显，从 2015 年的 28% 下降至 2020 年的 24%。

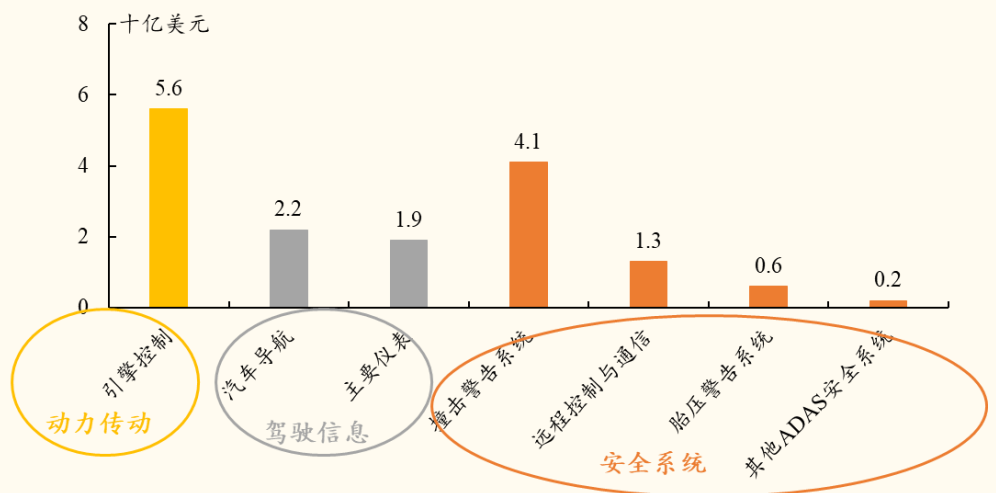
图表 31：2015 和 2020 年汽车半导体各模块市场占比变化



来源：McKinsey Analysis, 国金证券研究所

- **进一步细分，引擎控制和撞击警告系统的半导体用量增加最多：**从 2015 年到 2020 年，动力传动模块的引擎控制系统半导体用量增加最多，达到 56 亿美元，安全系统模块的撞击警告系统和远程控制与通信系统半导体用量分别增加 41 亿和 13 亿美金，而驾驶信息模块的汽车导航系统和仪表系统半导体用量分别增加 22 亿和 19 亿美金。

图表 32：2015 到 2020 年各主要细分产品中新增半导体市场空间



来源：McKinsey Analysis, 国金证券研究所

从功能到智能，汽车主动安全技术是未来汽车电子最强劲的增长动力之一：主动安全包括制动防抱死系统（ABS）、电子制动力分配装置（EBD）、车身电子稳定控制系统（ESC）、牵引力制动系统（TCS），以及如今主流配置中的主动巡航、偏航预警、自动刹车等等。汽车和电子智能系统的结合，是从“被动”转向“主动”的根本原因，需要使用大量的汽车半导体。

图表 33：汽车主动安全系统



来源：腾讯科技，国金证券研究所

3.3 轻型车功率器件 2020 年市场超百亿美元，16-20 年 CAGR 达 13.1%

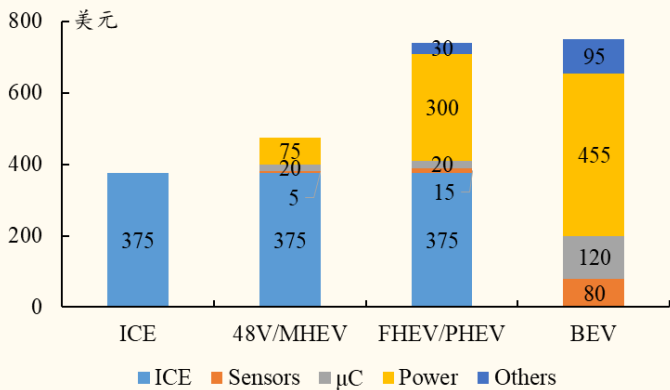
- 根据汽车半导体可以分为五大类，分别是功率器件（Power）、传感器（Sensor）、处理器（Processor，Main for MCU）、ASSP（主要是 Connectivity 和 Amplifier）、Logic 和其他。

汽车中采用大量的半导体器件，根据 Strategy Analytics 和 Infineon 的最新数据（2018 年 5 月），燃油车单车半导体价值量约 375 美元，纯电动增加一倍，约 750 美元。其中，传统燃油车中功率器件单车价值量 71 美元，48V 轻度混动车中功率器件单车价值量 146 美元，重度混动车和插电混动车中功率器件单车价值量 371 美元，而纯电动车中功率器件成本为 455 美元，占比

车用半导体 61%，相较于燃油车增长 541%。因此，我们认为混动和纯电动汽车的加速渗透将成为功率器件行业最强劲的驱动力。

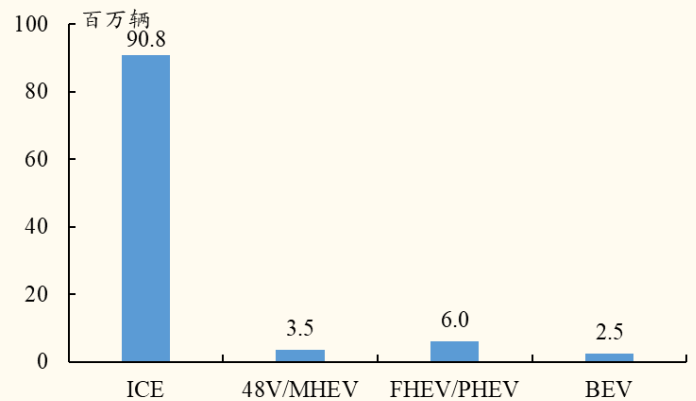
假设 16-21 年轻型汽车总销量复合增速 2.5%，至 2020 年轻型汽车总销量约 10277 万辆，Infineon 预测 2020 年 48V/MHEV 销量约 350 万辆，FHEV/PHEV 约 600 万辆，BEV 约 250 万辆，功率器件每年涨价 CAGR 为 3%，仅考虑轻型车，2020 年车用功率器件市场约 108.05 亿美元，而 2016 年为 66.10 亿美元，16-20 年复合增速 13.1%，高于汽车半导体平均增速。

图表 34：2018M5 不同电动化汽车车用半导体价值量



来源：Strategy Analytics, Infineon, 国金证券研究所

图表 35：2020 年全球各类轻型车销量预测



来源：Infineon, 国金证券研究所

- 功率器件在汽车中的应用领域主要有：1) 驱动系统：电动机控制、变速箱控制、制动控制和转向控制；2) 引擎系统：引擎控制；3) 车身：前大灯控制、室内灯控制、AV 及附件控制。

与传统燃油车不同，新能源车动力源发生根本性改变，对汽车动力传动系统中的功率器件提出新需求：新能源车采用蓄电池作储能动力源，给电机驱动系统提供电能，驱动电动机，推动车轮前进，属于电力驱动系统。电力驱动系统是新能源车的心脏，分为电力部分和机械装置两部分，其中电力部分主要包括电动机、能量转换器、电子控制器和电源系统。功率器件在新能源车上的应用与传统燃油车相比，主要增加了在电力驱动系统上的应用，包括电动机调速系统、能量转换器、充电器等。

48V/MHEV 驱动系统新增功率器件价值量约 77 美元，FHEV 驱动系统新增功率器件 254 美元，PHEV 驱动系统新增功率器件 262 美元，BEV 驱动系统新增功率器件 360 美元。因此，新能源车新增功率器件价值量主要就是来自于汽车的驱“三电”系统，包括电力控制，电力驱动和电池系统。

(1) 电动调速系统：功率器件在新能源车电机调速系统中，主要有两种形式：用于直流电动机的斩波器和交流电机的逆变器。(1) 斩波器：对于直流电动机调速系统，一般采用斩波器，其功率电路比较简单，效率也比较高。随着功率器件的发展，斩波器的频率可做到几千赫兹，因而很适合用作直流牵引调速。新能源车采用直流电机驱动，无论是串励电机，还是他励电机，都采用斩波器作为功率变换器。斩波器的功率器件多采用 MOSFET 和 BJT。(2) 逆变器在 DC/DC 变换方式中，一般采用直流斩波器加逆变器和 DC/DA 逆变器两种方式。由于新能源车的电源电压低，采用前种方式，传输能量环节过多，会降低整个系统的效率。而采用 PWM 电压型逆变器，则线路简单、环节少、效率高。另外，现在还出现了谐振直流环节变换器和高频谐振交流环节变换器。由于采用零电压或零电流开关

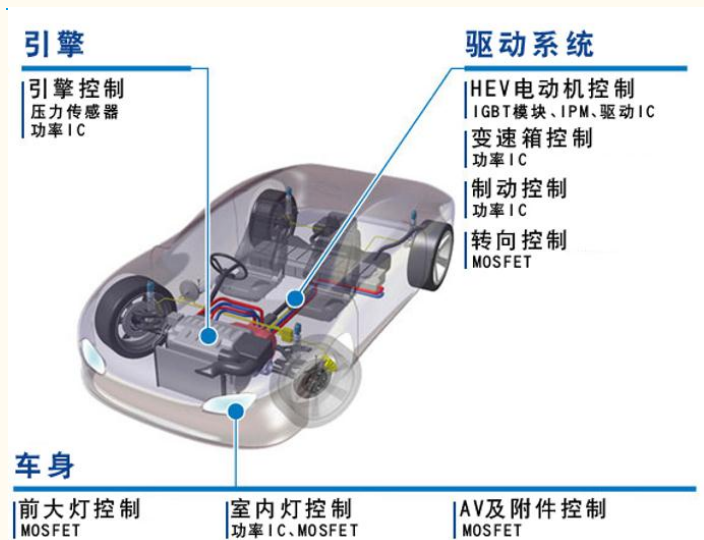
技术，谐振式变换器具有开关损耗小、电磁干扰小、低噪声、高功率密度和高可靠性等优点。

(2) **能量转换器**：新能源车能量转换器的主要部件是功率器件。目前常用的功率器件有 CTO、BJT、MOSFET、IGBT、SITSITH、MCT，其中 CTO、MCT 具有高开关速度、高能量传输能力、优越的动态特性及高可靠性，很适合于电动汽车驱动，同时功率器件能影响到能量转换器的结构。直—直流及直—交流转换器各自应用于直流电动机和交流电动机。

(3) **车载充电装置**：发展车载充电器是发展新能源汽车的必要条件，因为它能将交流电网的电能有效地补充到每辆电动汽车的蓄电池中。充电器的功能就是将交流电变为直流电，这就需要使用 IGBT 等功率器件。新能源汽车队这些功率器件提出新的要求，不仅要求恒流恒压二段式充电，还要求高效、轻量，有自检及自动充电等多种保护功能，并且能程控设定充电时间曲线、监视电池温度，对电网无污染等。

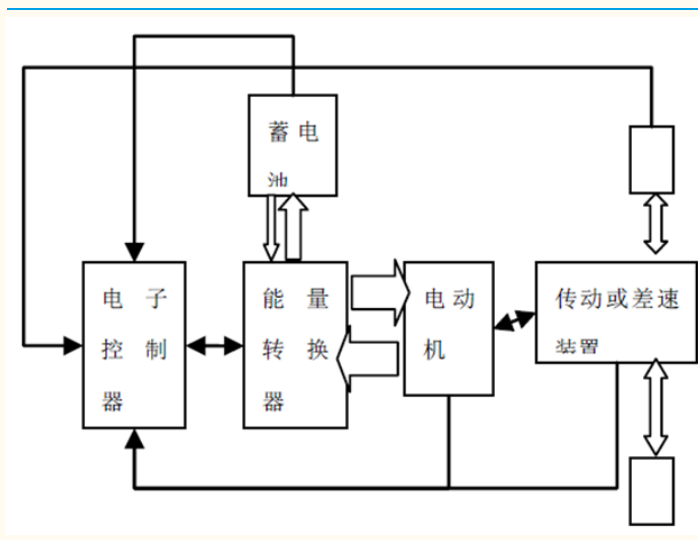
(4) **充电桩**：作为新能源汽车必不可少的基础配套设施，我国充电桩行业也正处于高速增长的建设期，未来市场空间广阔。根据国家发展改革委等发布的《电动汽车充电基础设施发展指南（2015—2020 年）》，到 2020 年，新增集中式充换电站超过 1.2 万座，分散式充电桩超过 480 万个。Infineon 统计 100 kW 的充电桩需要的功率器件价值量在 200-300 美元，预计至 2020 年中国充电桩建设对功率器件的总投资额约 9.6-14.4 亿美金，而其中 MOSFETs，IGBT 模块是充电桩的核心器件。

图表 36：功率器件在汽车中的应用



来源：富士电机，国金证券研究所

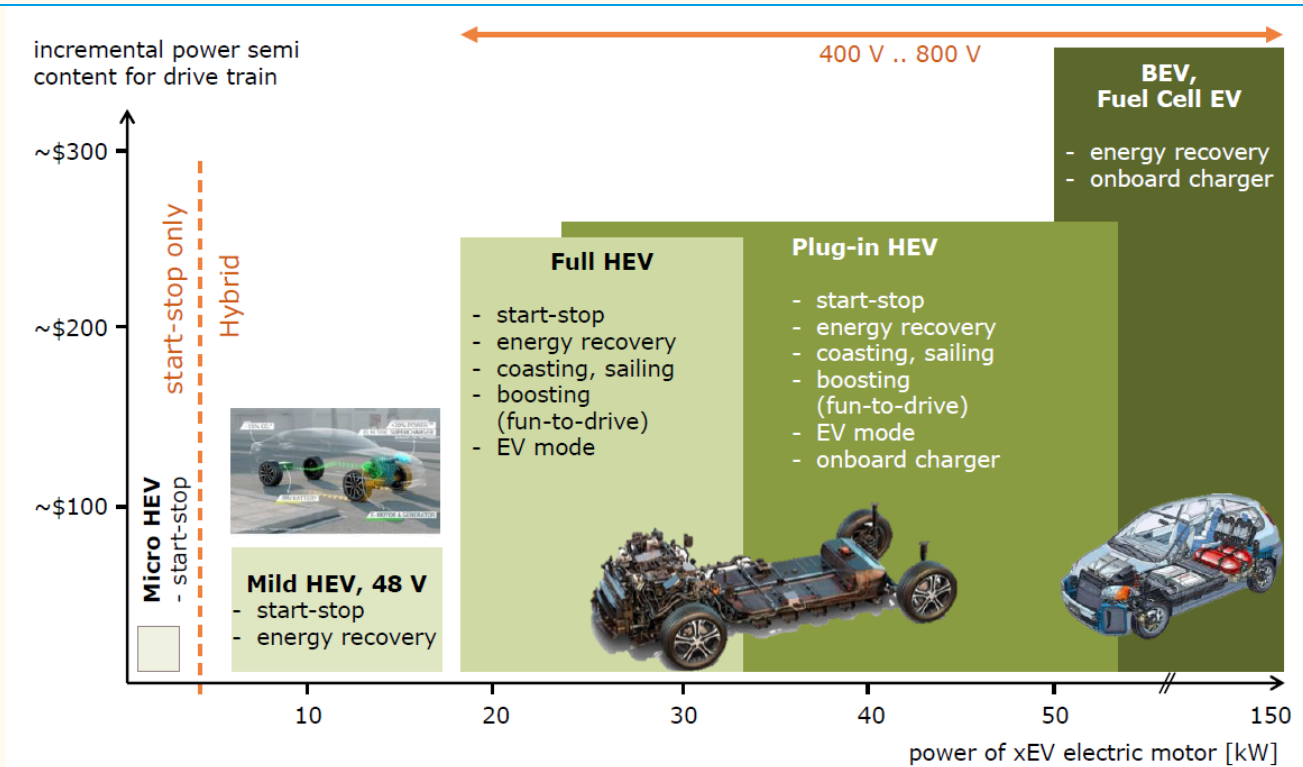
图表 37：新能源车电力驱动系统功能模块



来源：新浪汽车，国金证券研究所

- 不同电动化汽车所需要的功率半导体器件数量不同，随着纯电动车型的增多，汽车功率半导体器件将迎来量价齐升。

图表 38：不同电动化汽车驱动系统新增功率器件量



来源：Infineon，国金证券研究所

四、新能源发电/储能、家电领域功率器件稳定增长

- 功率半导体器件在电源管理行业应用越来越广泛，未来数据中心、5G、IOT、新能源等领域将是功率半导体器件快速增长的核心领域。

图表 39：电源管理行业应用越来越广泛

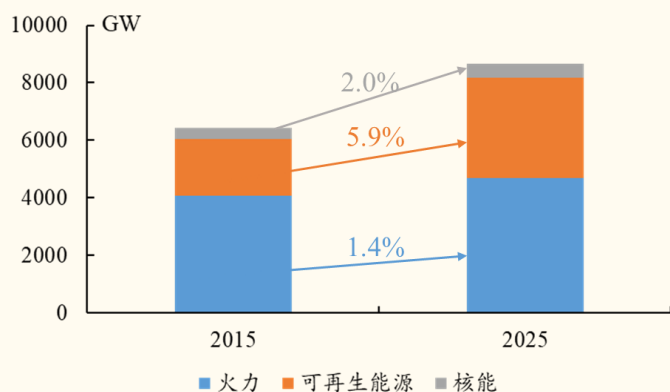


来源：Infineon，国金证券研究所

4.1 光伏风力发电量快速增长，工业功率器件迎新增长动力

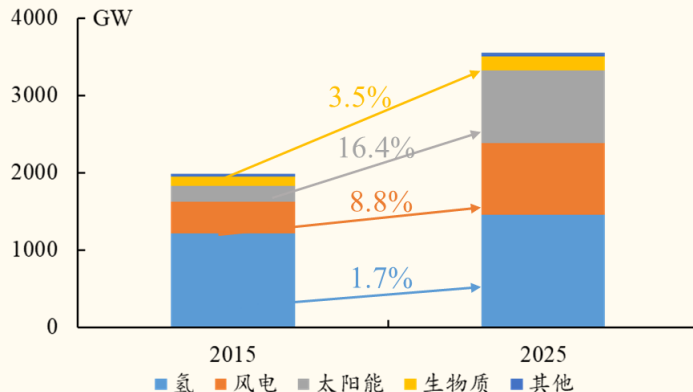
- 2015 年全球发电量 6414 GW，预计 2025 年全球发电量将达到 8647 GW，10 年 CAGR 为 3.0%，其中可再生能源发电量增速较快，CAGR 达到 5.9%；进一步细分，太阳能发电和风电发电量的增速要高于可再生能源发电量的复合增速，太阳能发电量 15-25 年 CAGR 为 16.4%，风能发电量 CAGR 为 8.8%，远高于行业的平均增速。从地区来看，风电增长较快的地区包括中国，欧洲和美国，而太阳能发电增长较快的地区则有中国，欧洲，美国和其他亚太地区。

图表 40：全球发电量



来源：富士电机，国金证券研究所

图表 41：全球可再生能源发电量

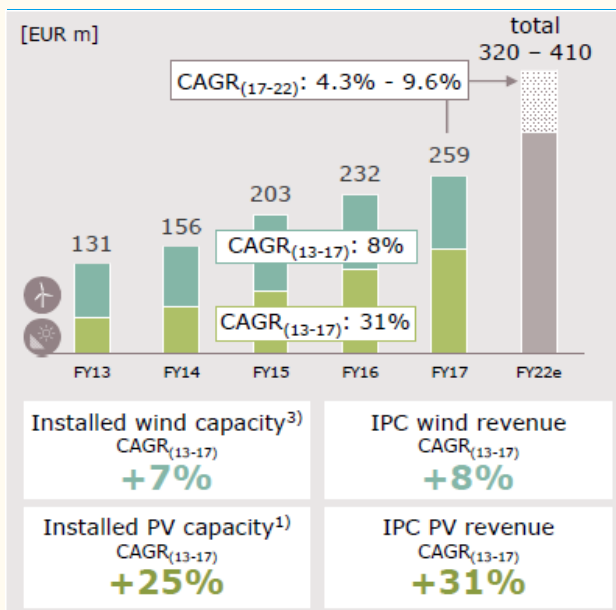


来源：富士电机，国金证券研究所

风电：风电主要是中国美国在积极发展，从中长期来看，风力发电量处于稳步增长的态势。相较于火力发电，每 1MW 的风电厂的半导体需求是火电厂的 30 倍，2011 年风电机器的功率为 1.5 MW，2017 年已经增长至 2-3 MW。风力发电量的稳定增长将对功率半导体提出新的需求。

太阳能发电：IHS 预测，2016-2021 年太阳能发电对 IGBT 模组的需求复合增速为 9.0%。为了有效地满足绿色能源太阳能发电及逆变并网的需求，就需要控制、驱动器和输出功率器件的正确组合，IGBT 是作为功率开关的必然之选，而 PV 逆变器也将是第一批使用 SiC 基的器件之一，这将显著提升 IGBT 的价值量。

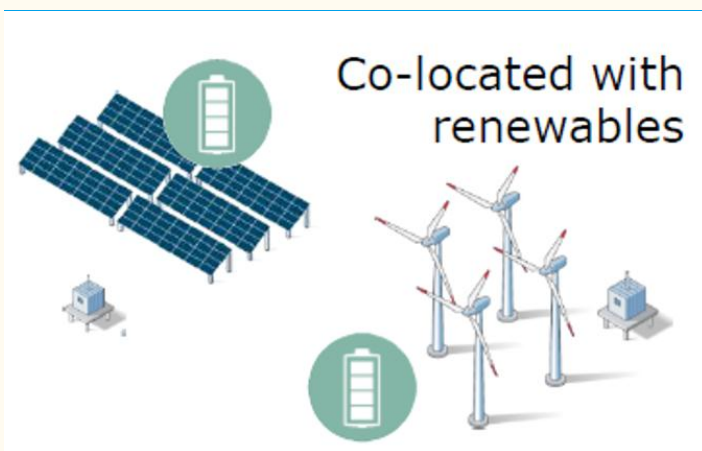
图表 42：风电和光伏增长情况（百万欧元）



来源：Infineon，国金证券研究所

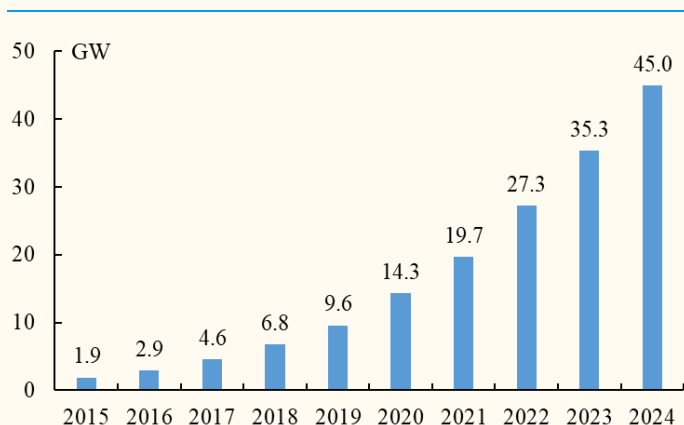
- **储能：**储能对新能源的利用具有重大意义。随着储能成本逐年下降，储能技术不断提升，储能在全球范围内越来越受到重视。如今，储能正以不可阻挡之势，引领世界走向能源利用新格局。

图表 43：可再生能源发电方案



来源：Infineon，国金证券研究所

图表 44：全球储能累计装机量

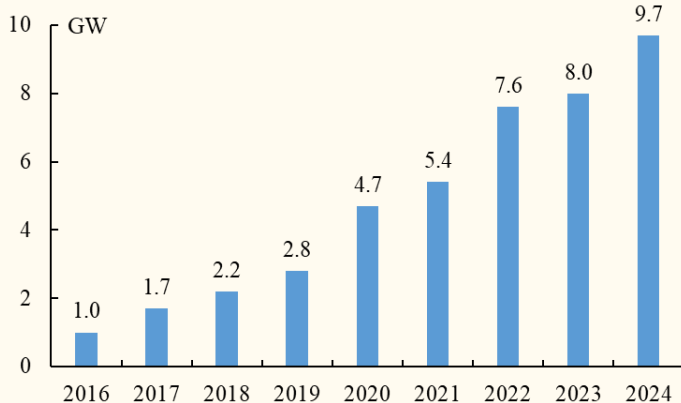


来源：Bloomberg New Energy Finance，国金证券研究所

- 在储能领域，2017 年每 MW 储能容量所需功率器件价值量为 3200 欧元，2017 年储能用功率器件市场规模 544 万欧元，至 2024 年将达到 3104 万欧元，17-24 年 CAGR 为 28.2%。目前全球储能占发电量比例不足 5%，随

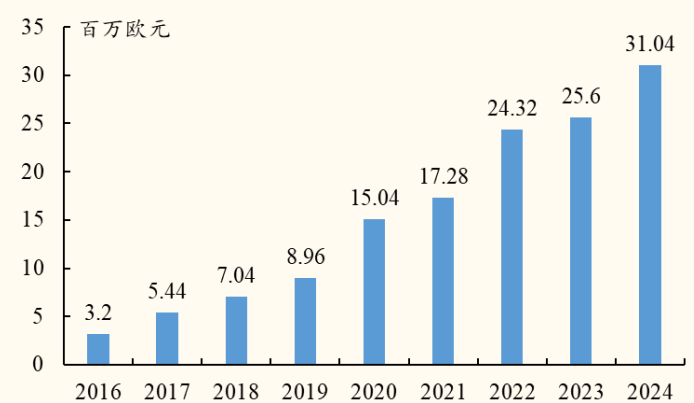
着储能量的逐渐增加，这一领域功率器件的市场规模在未来长时间内保持高速增长。

图表 45：全球储能每年新增装机量



来源：Bloomberg New Energy Finance，国金证券研究所

图表 46：全球储能装置每年功率器件市场空间



来源：Bloomberg New Energy Finance，IHS，国金证券研究所

4.2 全球家用电器变频化，是家电功率器件的主要驱动力

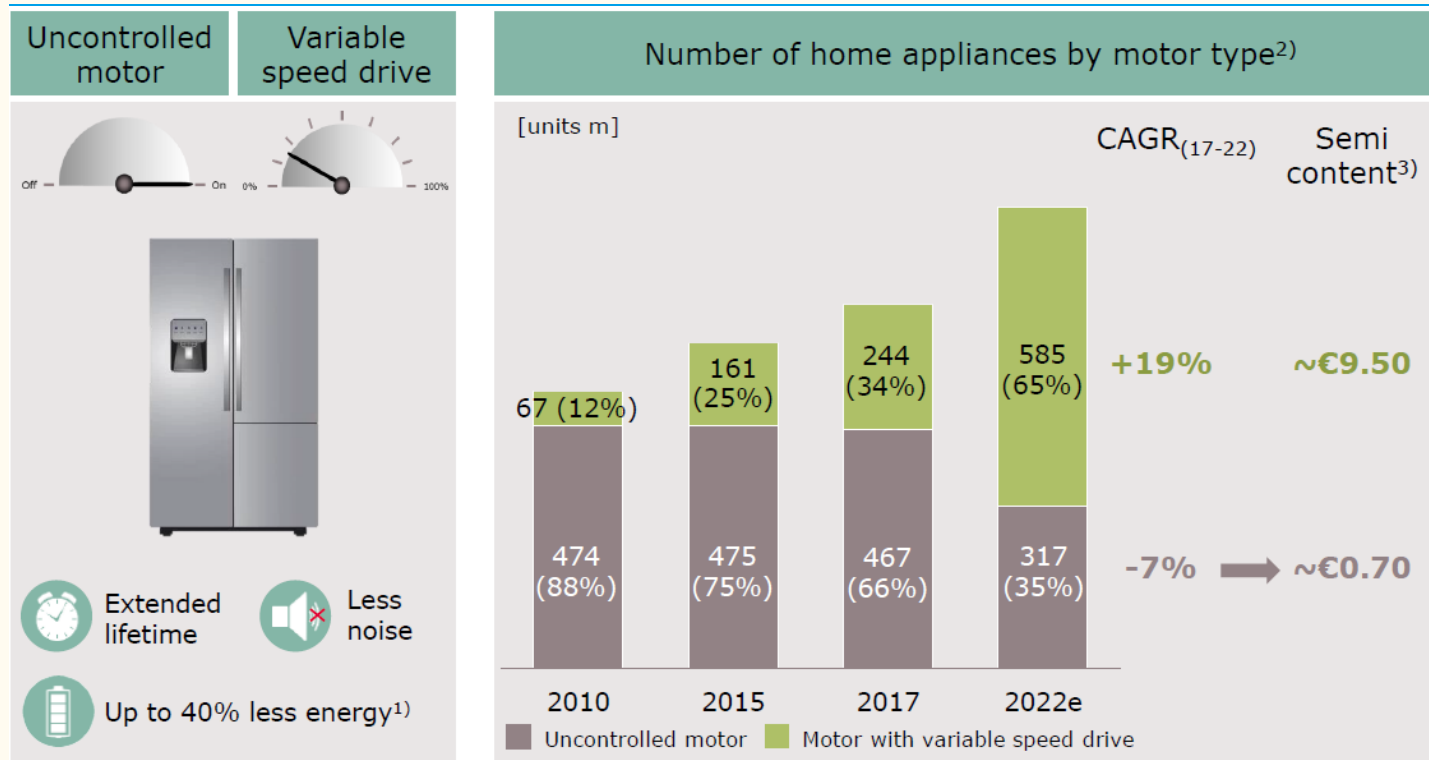
- 变频家电向家用电器供给的电流不是固定频率的交流电，而是随着家用电器的工作情况而自动调整频率的变频电流，由于家庭入户电流均为固定频率交流电，变频功能由家电中的功率转换器实现。

相对于传统的家电产品，变频家电产品在能效、性能及智能控制等方面有明显的先天优势。近年来，变频家电正处在全面发展的阶段，主要应用于空调、微波炉、冰箱、热水器等耗电较大的电器。举例来讲，相较于不可变频冰箱，可变频冰箱的使用寿命长，噪音小，并且能够节省 40% 的能耗。

- IHS 统计，2017 年全球家用电器销量约 7.11 亿台，其中 4.67 亿台为不可变频家电，占比达到 66%，而可变频家电数量为 2.44 亿台，占比为 34%。预计到 2022 年可变频家电销售量将达到 5.85 亿台，占比达到 65%，17-22 年销售量 CAGR 为 19.1%，而不可变频家电销售量将下降至 3.17 亿台，占比减少至 35%。

而可变频家电的快速放量，将显著提升单位家电中半导体的价值量，Infineon 预测半导体价值量将从不可变频的 0.7 欧元提升至 9.5 欧元，而增加的半导体主要是属于功率半导体，假设 9.5 欧元是单位可变频家电的平均半导体价值量，预计 2022 年家电半导体市场空间将从 2017 年的 26.45 亿欧元增长至 57.79 亿元，17-22 年 CAGR 为 16.9%。

图表 47：可变频家电和不可变频家电销量趋势

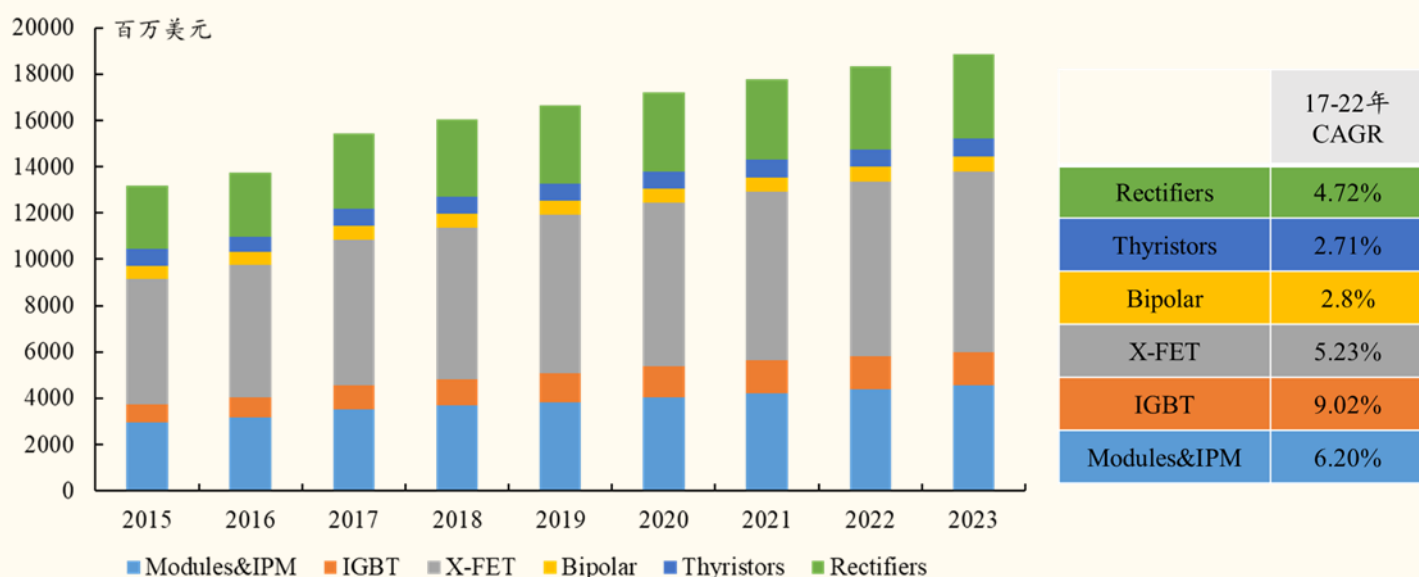


来源：IHS, Infineon, 国金证券研究所

五、MOSFETs 和 IGBT 齐头并进，第三代半导体功率器件放量在即

- 功率器件细分产品主要包括 MOSFETs，功率模块，整流桥，IGBT 等。根据 Yole Development 统计和预测，17-21 年功率器件市场规模 CAGR 为 5.39%，其中 MOSFETs (5.23%)，IGBT (9.02%)，功率模块 (6.20%)，二极管 (2.8%)，晶闸管 (2.71%)，整流桥 (4.72%)。

图表 48：功率器件个细分产品发展趋势



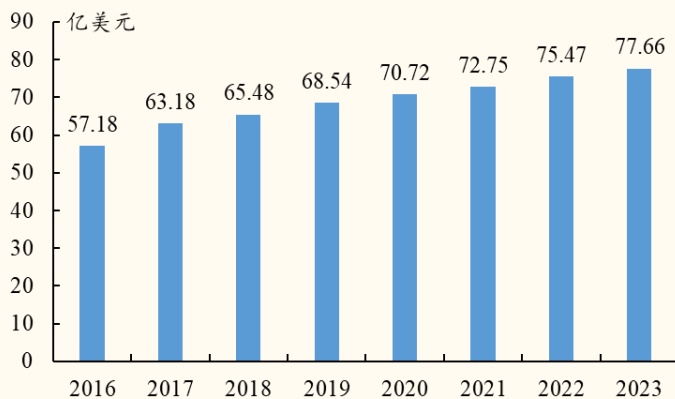
来源：Yole, 国金证券研究所

5.1 汽车和工控领域需求旺盛，17-21 年 MOSFETs 复合增速 5.23%

- 2016 年，全球 MOSFETs 市场规模接近 62 亿美元，受益于汽车和工控领域的稳定增长，功率 MOSFETs 在汽车应用市场的市场占到整体的 20%，超过了在计算机和数据存储应用中的表现。预计到 2022 年，随着新能源汽车销量的快速放量，功率 MOSFETs 在汽车应用市场占比将提升至 22%，而计算存储和工控领域的市场占比则分别达到 19%和 14%，三者合计占到 55%。

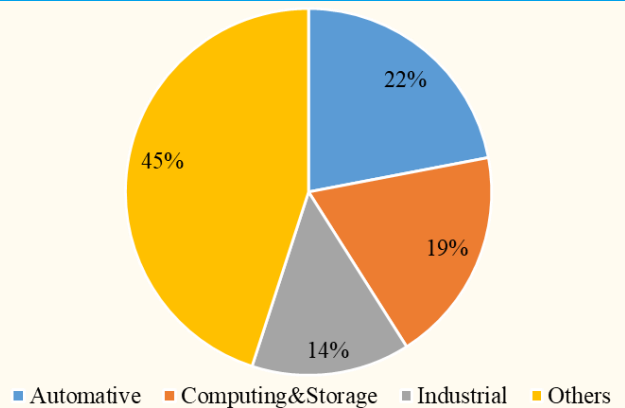
功率 MOSFETs 被用于汽车的刹车系统，引擎管理，动力转向系统和其他小型电机控制电路：随着汽车电动化提升，MOSFETs 在纯电动汽车和混合动力汽车中的转换器（Converter），小型插电式混合动力汽车和纯电动汽车的充电器（3-6 kW），48V 的 DC-DC 转换器，以及其他启动/停止功能模块的微型逆变器等等汽车零部件中的应用将会更加广泛。未来 5-10 年，电动车用 MOSFETs 在整个 MOSFETs 市场中会变得越来越重要。

图表 49：2023 年 MOSFET 市场规模预测



来源：Yole，国金证券研究所

图表 50：2022 年 MOSFETs 各应用领域市场占比预测



来源：Yole，国金证券研究所

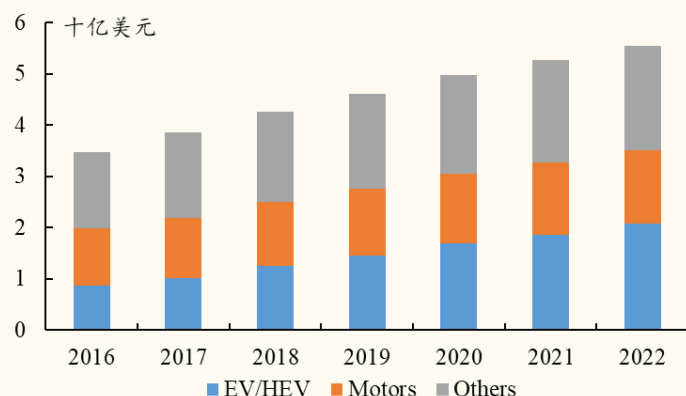
5.2 汽车电动化推动 IGBT 高增长，预测 16-22 年复合增速 15.7%

- 2017 年，全球 IGBT 芯片和模组的市场规模约为 37.3 亿美元，Yole 预测，2022 年 IGBT（含 IGBT 模组）市场空间将达到 55 亿美金，年均复合增长 8.1%，主要的增长即来自于 IGBT 模组。

下游应用领域的主要驱动力主要来自于汽车电动化带来的需求，2016 年汽车 IGBT 市场为 8.64 亿美元，2022 年将增长至约 20.7 亿美元，16-22 年 CAGR 为 15.7%，2022 年汽车 IGBT 市场占比整体市场将达到接近 40%。另一个驱动力是电机 IGBT，Yole 预测电机 IGBT 市场 16-22 年 CAGR 为 4.6%。

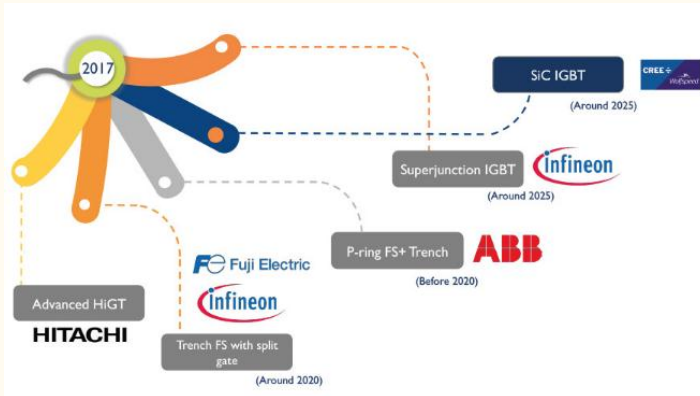
其他应用领域如光伏和风力发电对 IGBT 需求量较为受政策影响，未来市场规模相对显得动态，需要跟踪每年新增新能源发电装机量。而消费电子、白电等领域未来将会向节能方向发展，因此对 400-1700 V 的中低功率 IGBT 仍然有比较稳定增长的需求，16-22 年白电领域对 IGBT 需求 CAGR 为 6%。

图表 51：不同应用 IGBT 市场规模（含模组）



来源：Yole，国金证券研究所

图表 52：IGBT 技术发展历程



来源：Yole，国金证券研究所

5.3 第三代化合物半导体的新挑战和新机遇，大有作为

- 半导体经过近百年的发展后，目前已经形成了三代半导体材料。第一代半导体材料主要是指硅、锗元素等单质半导体材料；第二代半导体材料主要是指化合物半导体材料，如砷化镓(GaAs)、锑化铟(InSb)；三元化合物半导体，如 GaAsAl、GaAsP；第三代半导体材料主要以碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN)、氧化锌(ZnO)、金刚石、氮化铝(AlN)为代表的宽禁带半导体材料，其中最为重要的就是 SiC 和 GaN。

和第一代、第二代半导体材料相比，第三代半导体材料具有宽的禁带宽度，高的击穿电场、高的热导率、高的电子饱和速率及更高的抗辐射能力，因而更适合于制作高温、高频、抗辐射及大功率器件，通常又被称为宽禁带半导体材料（禁带宽度大于 2.2eV），也称为高温半导体材料。

- **氮化镓：**GaN 是继硅和砷化镓后的新一代半导体材料，具有带隙宽（室温下， $E_g=3.39\text{ eV}$ ）、原子键强、导热率高、化学性能稳定（几乎不被任何酸腐蚀）、抗辐照能力强、结构类似纤锌矿、硬度很高等特点，在光电子、高温大功率器件和高频微波器件应用方面有着广阔的前景。GaN 器件早已被应用到军事雷达和有线电视等相关设施中，过去受限于成本问题民用领域进展相对缓慢，近些年 GaN 的材料成本和制造成本均在下降。

碳化硅：SiC 是新一代宽禁带半导体，它具有热导率高（比硅高 3 倍）、与 GaN 晶格失配小（4%）等优势，采用碳化硅作衬底的 LED 器件亮度更高、能耗更低、寿命更长、单位芯片面积更小，且在大功率 LED 方面具有非常大的优势。此外，碳化硅除了用作 LED 衬底，它还可以制造高耐压、大功率电力电子器件如肖特基二极管（SBD/JBS）、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、晶闸管（GTO）、金属-氧化物半导体场效应晶体管（MOSFET）等，用于智能电网、太阳能并网、电动汽车等行业。

图表 53：半导体各材料物理化学性能对比

半导体材料	硅	磷化铟	砷化镓	氮化镓	碳化硅
分子式	Si	InP	GaAs	GaN	SiC
300K 电子迁移率 ($\text{cm}^2/(\text{V s})$)	1500	5400	8500	1000-2000	700
电子饱和速度 (10^7cm/s)	1.0	1.0	1.3	2.5	2.0
击穿强度 (MV/cm)	0.3	0.5	0.4	3.3	3.0
热导率 ($\text{W/cm}^2\text{K}$)	1.5	0.7	0.5	>1.5	4.5
工作温度 ($^{\circ}\text{C}$)	250	300	350	>500	>500
介电常数 ($\text{C}^2/(\text{N}\cdot\text{M}^2)$)	11.9	12.5	13.1	9.8	9.7
禁带宽度 (eV)	1.1	1.3	1.4	3.4	3.2
优点	储量大，价格便宜	耐热、抗辐射	工作温度高、光电性能好、耐热、抗辐射	高频、高温、高压特性好、大功率、耐酸耐碱抗腐蚀	高频、高温、大功率
应用领域	大功率晶体管、二极管、集成电路等	高频、高速和低功耗微波器件和电路	二极管、晶体管、集成电路、霍尔元件、IR LED、LED、激光二极管、光探测器、太阳能电池等	LED、激光器、高频、大功率	高耐压、大功率电力电子器件、金属-氧化物半导体场效应晶体管

来源：CNKI，国金证券研究所

- 预测至 2022 年，SiC 元器件的市场规模约 10 亿美元，2018-2020 年 CAGR 为 28%，而 2020 年之后市场规模加速增长，2020-2022 年 CAGR 达到 40%。

图表 54：SiC 元件产业发展与应用



来源：Yole，国金证券研究所

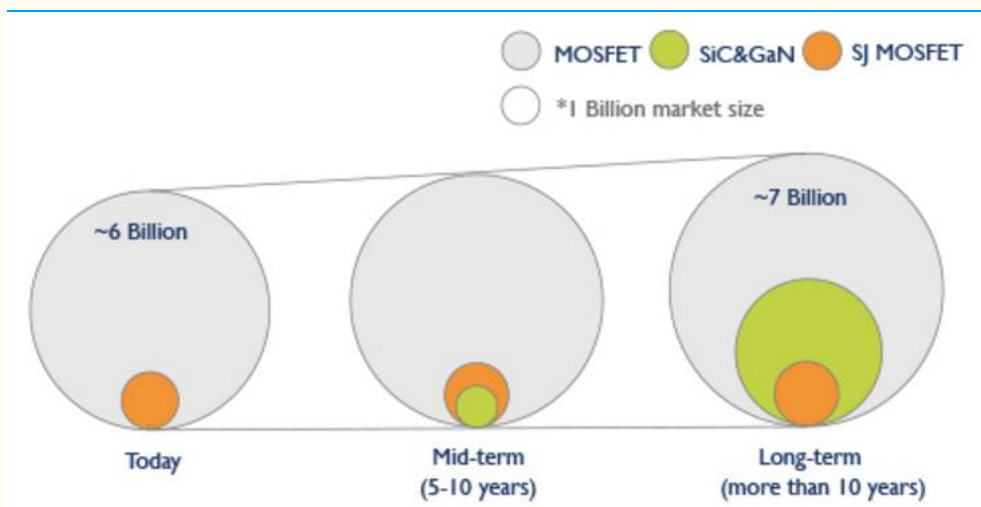
- **GaN/SiC 基 MOSFETs**：硅基 MOSFETs 已经发展了 20 年，不断的技术进步和发展使得 MOSFET 器件的体积和成本显著地下降。MOSFETs 被广泛使用在各个电子电力相关领域，但是，硅基 MOSFETs 的性能也逐渐达到了物理极限。

SiC 和 GaN 基 MOSFETs 突破性能极限，技术升级势在必行：为了追求更小的器件体积以及更好的性能，功率器件厂商逐渐推进下一代技术方案的

SiC 和 GaN 基 MOSFETs。举例来讲，1) SiC 基 MOSFETs 相较于硅基 MOSFETs 拥有高度稳定的晶体结构，工作温度可达 600 ℃；2) SiC 的击穿场强是硅的十倍多，因此 SiC 基 MOSFETs 阻断电压更高；3) SiC 的导通损耗比硅器件小很多，而且随温度变化很小；4) SiC 的热导系数几乎是 Si 材料的 2.5 倍，饱和电子漂移率是 Si 的 2 倍，所以 SiC 器件能在更高的频率下工作。

未来 5-10 年，GaN 器件首先会在中低压（100-200V）的高频开关领域崭露头角，但是市场占比仍然会比较小；在 600V 的高频领域，GaN 和 SiC 器件均会开始渗透，但只是在某些特定的应用场景中，如纯电动车中的车载充电器以及数据中心供电单元（在车载充电器中，SiC 基 MOSFETs 可以缩小充电器体积约 50%，同时可以提升充电功率减少充电时间）。其余绝大部分 MOSFETs 市场仍将被兼具可靠性和成本优势的硅基 MOSFETs 所占据。

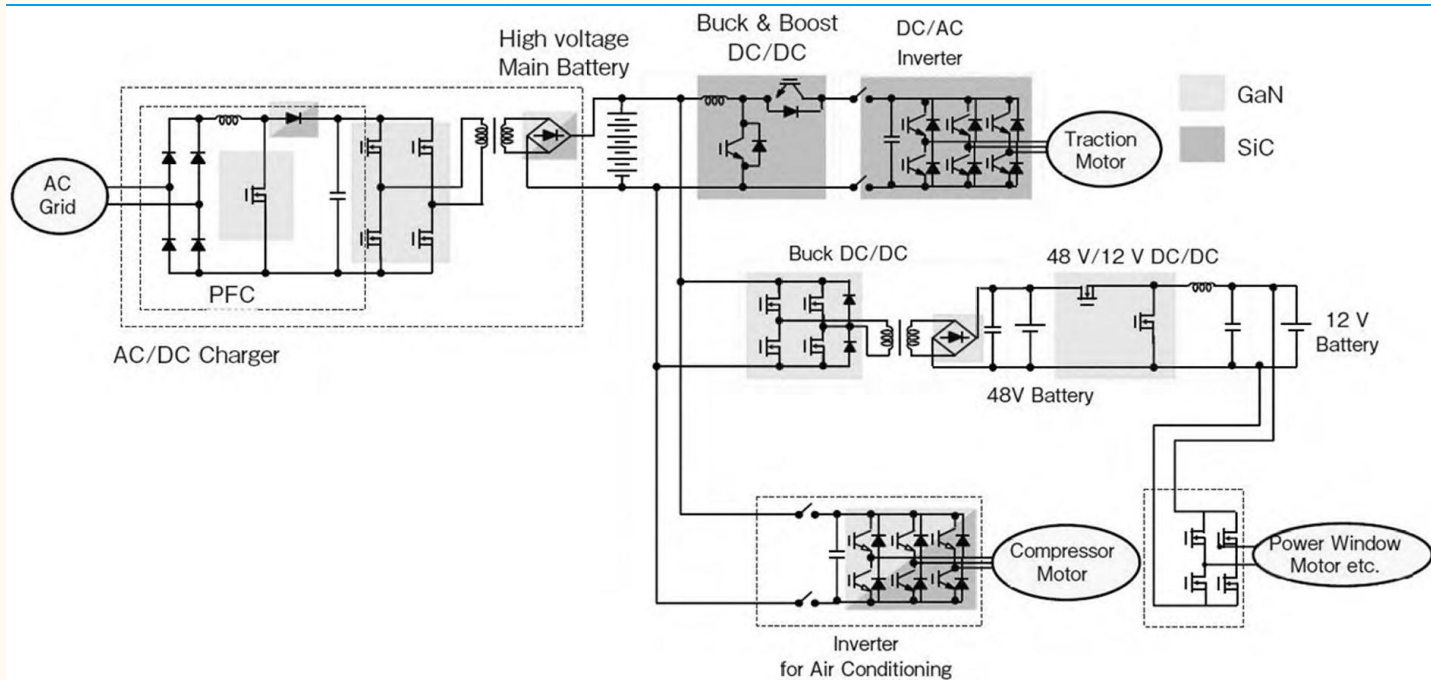
图表 55：未来功率器件发展趋势



来源：Yole，国金证券研究所

- 综上所述，未来 5-10 年第三代半导体功率器件的主要驱动力还是电动汽车和混动汽车的渗透。在电池容量成为电动车瓶颈问题的背景下，提高充电功率和效率，节省行车过程中的能耗等问题是提升电动车续航能力的有效途径，因此，常规车用硅基功率器件均具备被第三代半导体功率器件替代的可能性。

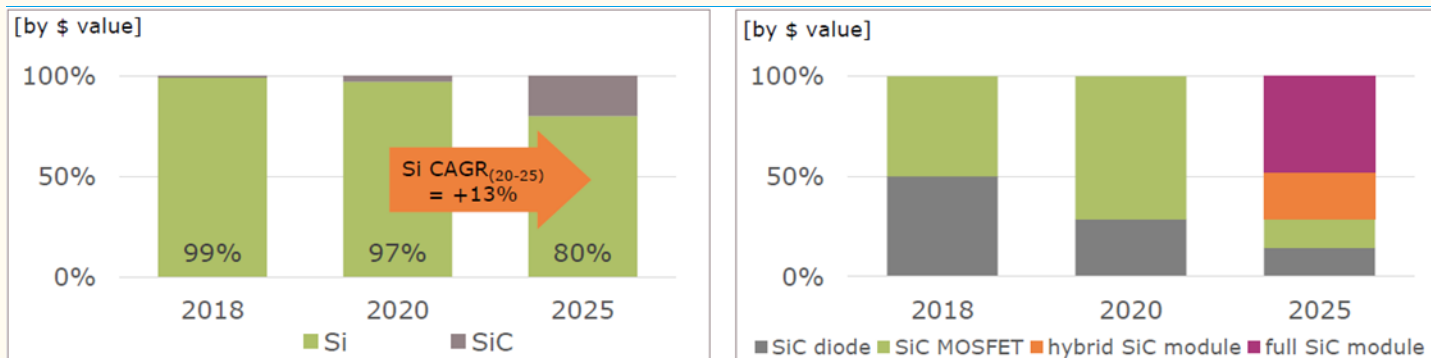
图表 56：典型的 EV/HEV 电路框图及适用于 SiC/GaN 的可能性



来源：机电工程技术，国金证券研究所

- 未来 Si 仍将主导电动汽车市场，但是 SiC 将迅猛发展，尤其是全 SiC 模组。

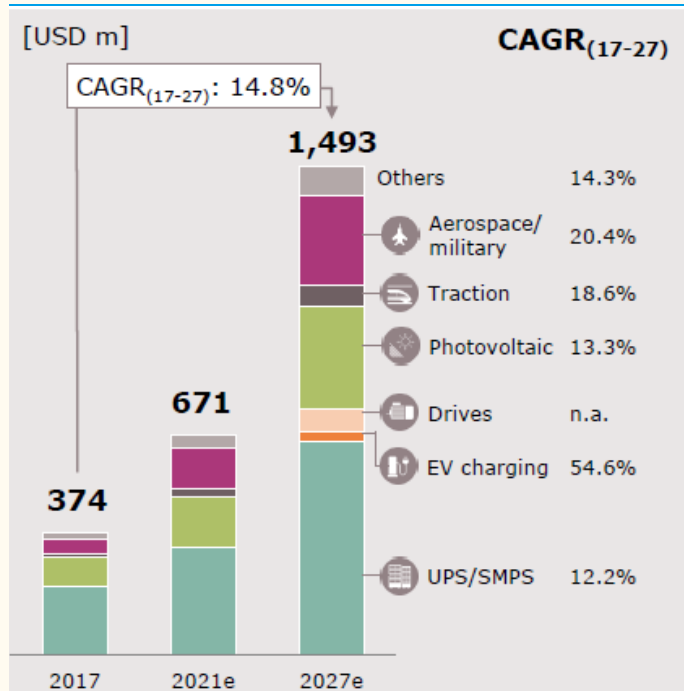
图表 57：未来十年 Si 仍将主导电动汽车市场、但是碳化硅模块将迅猛增长



来源：Infineon，国金证券研究所

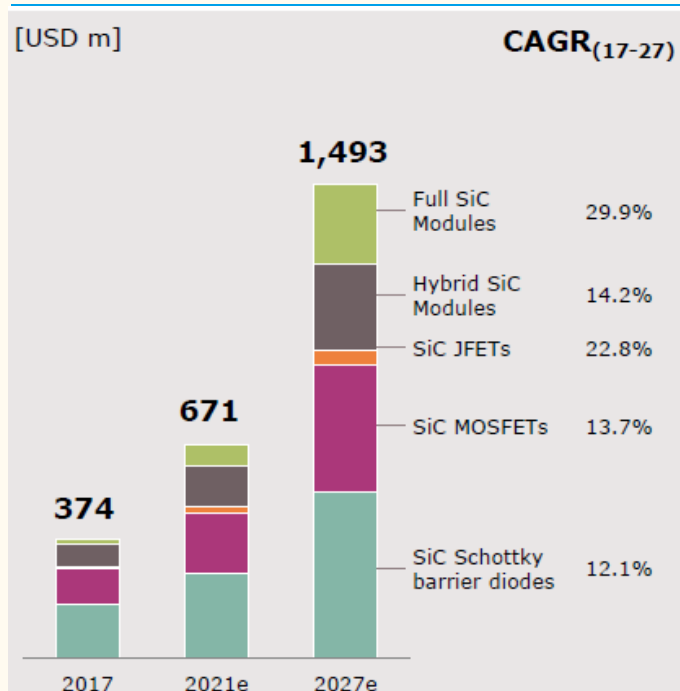
- SiC 半导体将快速增长，除电动汽车领域外，预计 2017 至 2027 年年均复合增速达到 14.8%，增长最快的领域为充电桩，在各类产品中，全碳化硅模块及碳化硅结型场效应晶体管增长较快。

图表 58: SiC 半导体各领域应用增长 (不包括电动汽车)



来源: Infineon, 国金证券研究所

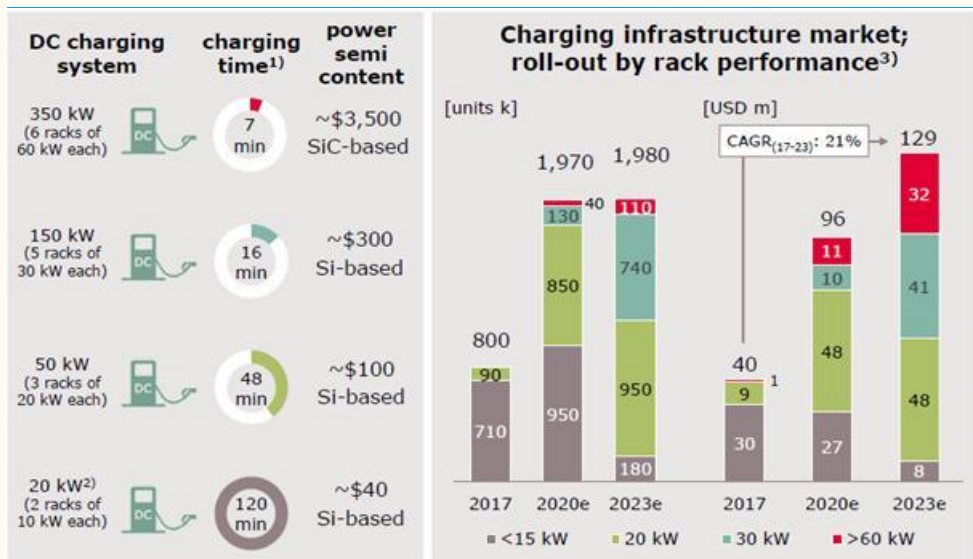
图表 59: SiC 半导体各类型产品增长 (不包括电动汽车)



来源: Infineon, 国金证券研究所

- SiC 基功率器件在快速大功率充电方面优势明显, 预计 2017 至 2023 年均复合增速达到 21%。

图表 60: SiC 基功率器件在快速大功率充电方面优势明显



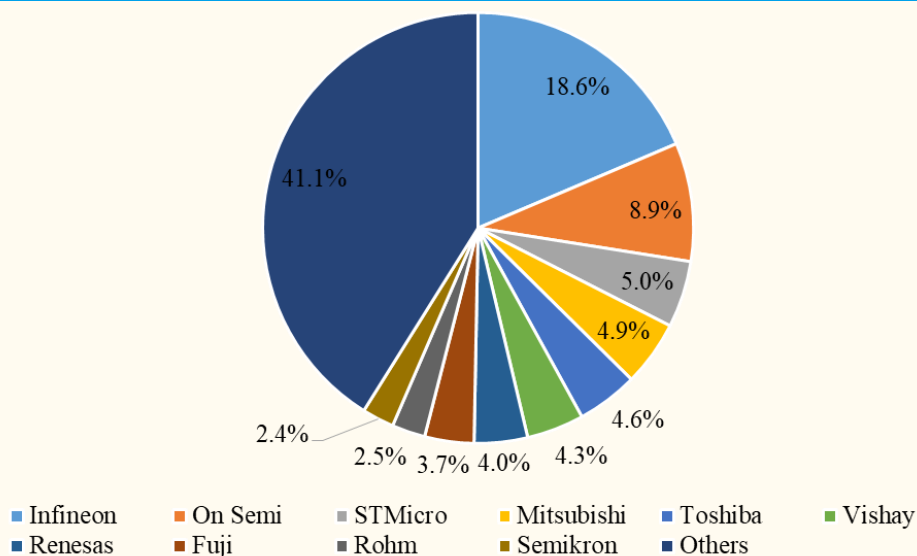
来源: Infineon, 国金证券研究所

六、功率半导体器件由海外巨头统治, 国内企业开启国产替代之路

6.1 全球功率半导体呈现欧美日三足鼎立之势

- 据 IHS 统计, 2017 年全球功率半导体器件与模组市场规模为 185 亿美元, 欧美日呈现三足鼎立之势, 英飞凌位居第一, 占比 18.6%, 安森美次之, 占比 8.9%, 前十大公司合计市占率达到 58.9%, 日本企业占据 5 席, 合计占比达到 19.7%。

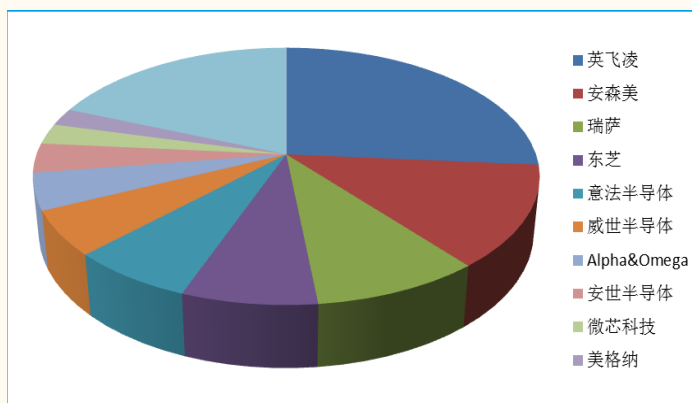
图表 61：2017 年全球功率分立器件和模组市场格局



来源：IHS，国金证券研究所

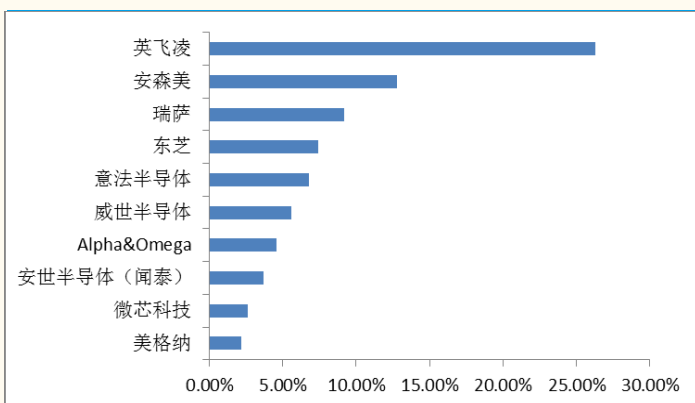
- 2017 年，全球 MOSFET 市场规模达到 66.5 亿美元，英飞凌以绝对优势排名第一，市占率达到 26.3%，前五大公司市占率达到 62.5%。

图表 62：2017 年 MOSFET 全球各公司占比



来源：IHS，国金证券研究所

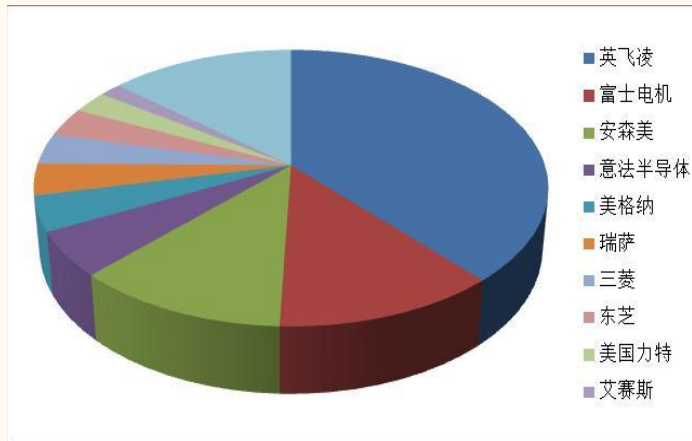
图表 63：2017 年 MOSFET 全球前十大公司市占率



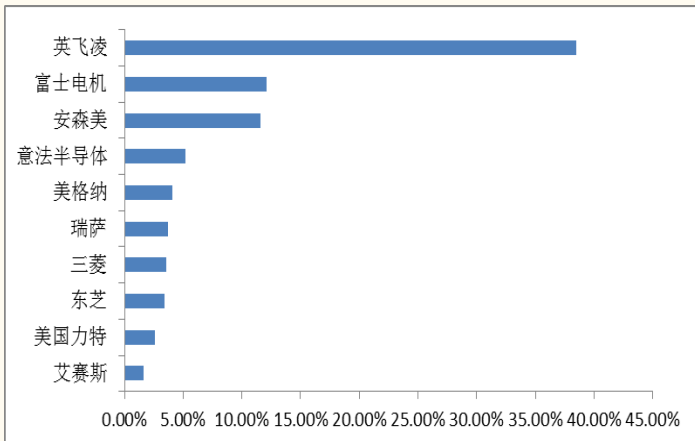
来源：IHS，国金证券研究所

- 2017 年，分立 IGBT 市场规模为 11 亿美元，英飞凌排名第一，市占率高达 38.5%，前五大公司合计占比达到 71.5%。

图表 64：2017 年分立 IGBT 全球市场竞争格局



图表 65：2017 年分立 IGBT 全球前十大公司市占率

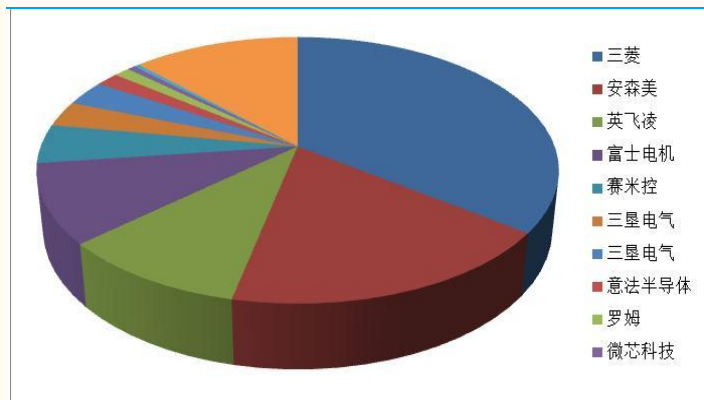


来源：IHS，国金证券研究所

来源：IHS，国金证券研究所

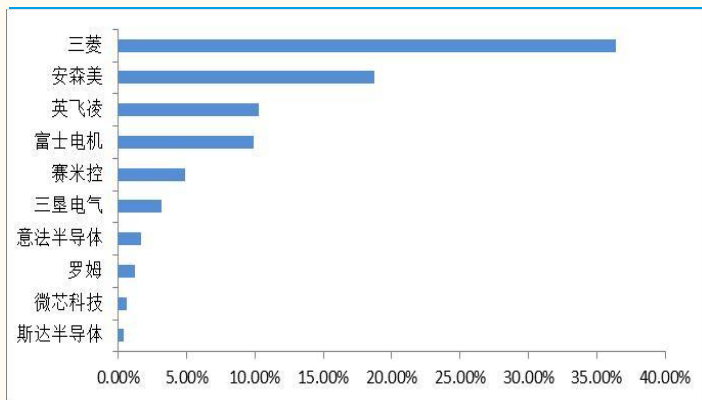
- 2017 年，IPMs 市场规模为 15.7 亿美元，三菱排名第一，市占率为 36.4%，前五大公司合计占比达到 80.2%。

图表 66：2017 年 IPMs 全球竞争格局



来源：IHS，国金证券研究所

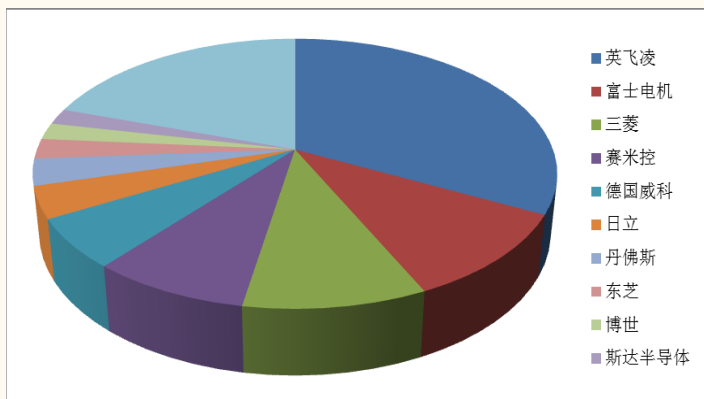
图表 67：2017 年 IPMs 全球前十大公司市占率



来源：IHS，国金证券研究所

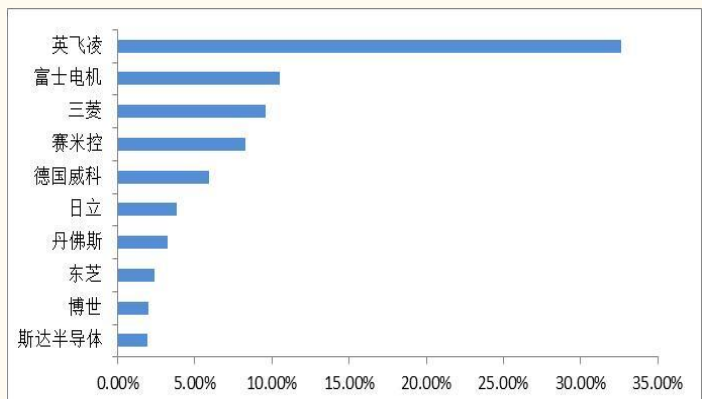
- 2017 年，IGBT 模组市场规模为 26.3 亿美元，英飞凌排名第一，市占率为 32.6%，前五大公司合计占比达到 66.9%。

图表 68：2017 年 IGBT 模组全球竞争格局



来源：IHS，国金证券研究所

图表 69：2017 年 IGBT 全球前十大公司市占率



来源：IHS，国金证券研究所

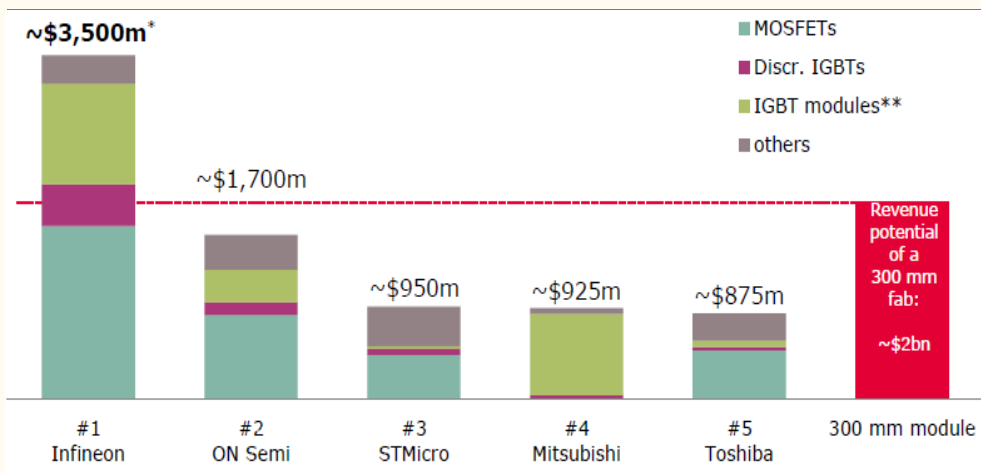
6.2 国内功率半导体突围，迎来发展良机

- 我国是全球最大的功率半导体市场，国际龙头企业较大部分收入来自中国地区，以达尔科技和恩智浦为例，其收入的 58%和 41%来自中国大陆。由此可见，我国功率半导体市场需求量巨大，本土厂商拥有非常大的进口替代空间。
- 在全球功率半导体市场上，中高端产品生产厂商主要集中在欧洲、美国和日本地区。欧美日的功率半导体厂商大部分属于 IDM 厂商，英飞凌、达尔科技、安森美、恩智浦等是行业中的龙头企业。中国台湾地区也是较大的功率半导体产地，厂商大多属于 Fabless 厂商，产品主要集中在低端领域。我国功率半导体市场占据全球 50%左右份额，在高端产品领域，90%依赖进口。
- 我国半导体厂商主要为 IDM 模式，生产链较为完善，但产品主要集中在二极管、低压 MOS 器件、晶闸管等低端领域，生产工艺成熟且具有成本优势，行业中的龙头企业盈利水平远高于台湾地区厂商。而在新能源、轨道交通

等高端产品领域，国内仅有极少数厂商拥有生产能力，高端产品市场主要被英飞凌、安森美、瑞萨、东芝等欧美日厂商所垄断。

- 我国功率半导体市场中，本土厂商在低端产品领域已经开始进口替代，扬杰科技、斯达半导体、华微电子、士兰微、三安光电、捷捷微电、富满电子、苏州固锟、新洁能是行业中的优质企业，但市场份额占比仍然较低，闻泰科技收购安世半导体，安世半导体主营 MOSFET、分立器件及逻辑器件，是全球知名的模拟半导体公司，公司产品 40% 以上应用于汽车电子，我们看好后期的整合发展。
- 我国功率半导体厂商在低端领域生产工艺成熟，而在高端领域，市场仍被国外企业所垄断。国内市场发展前景广阔，实现技术突破、产品提升，以及进口替代，是我国功率半导体行业未来发展的必然选择。
- 2017 年功率半导体器件市场规模达到 185 亿美元，其中采用 12 英寸制程约 20 亿美元，占比约 10.8%，大部分都还在采用 6、8 英寸制程，我们研判，未来 3-5 年虽然会有一部分产品转向 12 英寸制程，但仍主要以 8 英寸为主。由于 8 英寸晶圆设备已停产，全球晶圆厂在 8 寸扩产方面幅度不大，我们认为，在需求不断提升的情况下，8 英寸晶圆产能部分产品仍吃紧，车用功率半导体表现尤为明显，需求旺季，功率半导体器件有望涨价，看好 8 英寸晶圆代工厂华虹半导体。

图表 70：2017 年功率半导体 12 英寸制程占比



来源：Infineon，国金证券研究所

七、看好行业细分龙头

投资建议

- 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，中国是全球最大的功率器件消费国，占全球需求比例高达 40%，且增速明显高于全球，未来在新能源（电动汽车、光伏、风电）、变频家电、IOT 设备等需求下，中国需求增速将继续高于全球，行业稳健增长+国产替代，我们看好细分行业龙头，推荐：闻泰科技（安世半导体）、华虹半导体、扬杰科技。
- 中国新能源汽车发展较快，以斯达半导体为首的中国 IGBT 厂商本土化优势明显，但由于起步较晚，目前市占率还不高，随着技术的进一步成熟和成本下降的要求，未来有望通过新车型的导入进一步提升国产化配套比例；安世半导体在功率半导体及逻辑器件领域优势非常明显，闻泰科技收购安

世半导体，有望通过整合，在中国市场发挥更大优势，从而实现在汽车电子、消费电子、工业及通信等领域的快速增长。

■ 风险提示

- 功率半导体产业技术突破及市场拓展难度较大，中高端功率半导体产品（IGBT、MOSFET）国内公司进展缓慢，国内企业众多，但是规模较小，大部分为中低端产品，竞争激烈，价格下滑，功率半导体产业需要持续性投入。

公司投资评级的说明：

买入：预期未来 6—12 个月内上涨幅度在 15% 以上；

增持：预期未来 6—12 个月内上涨幅度在 5%—15%；

中性：预期未来 6—12 个月内变动幅度在 -5%—5%；

减持：预期未来 6—12 个月内下跌幅度在 5% 以上。

行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15% 以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5% 以上。

特别声明:

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准,已具备证券投资咨询业务资格。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”(以下简称“国金证券”)所有,未经事先书面授权,本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝,或再次分发给任何其他人,或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发,需注明出处为“国金证券股份有限公司”,且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料,但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证,对由于该等问题产生的一切责任,国金证券不作出任何担保。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断,在不作事先通知的情况下,可能会随时调整。

本报告中的信息、意见等均仅供参考,不作为或被视为出售及购买证券或其他投资标的邀请或要约。客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突,而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品,使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况,以及(若有必要)咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议,国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保,在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下,国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易,并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法,故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致,且收件人亦不会因为收到本报告而成为国金证券的客户。

根据《证券期货投资者适当性管理办法》,本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级(含 C3 级)的投资者使用;非国金证券 C3 级以上(含 C3 级)的投资者擅自使用国金证券研究报告进行投资,遭受任何损失,国金证券不承担相关法律责任。

此报告仅限于中国大陆使用。

上海

电话: 021-60753903

传真: 021-61038200

邮箱: researchsh@gjzq.com.cn

邮编: 201204

地址: 上海浦东新区芳甸路 1088 号

紫竹国际大厦 7 楼

北京

电话: 010-66216979

传真: 010-66216793

邮箱: researchbj@gjzq.com.cn

邮编: 100053

地址: 中国北京西城区长椿街 3 号 4 层

深圳

电话: 0755-83831378

传真: 0755-83830558

邮箱: researchsz@gjzq.com.cn

邮编: 518000

地址: 中国深圳福田区深南大道 4001 号

时代金融中心 7GH