

## 中投证券电子团队，行业趋势热点前瞻解析系列之六

# IGBT：功率半导体皇冠，进口替代正当时

**电子首席分析师：孙远峰(S0960516020001)**

**参与人：耿 琛(S0960115100022)**

**张 雷(S0960116060029)**

**张 磊(S0960116030023)**

中国中投证券有限责任公司研究总部

2016年8月14日

# 主要内容

1

- IGBT是什么？

2

- IGBT各世代有何技术差异？

3

- IGBT有哪些重要应用领域？

4

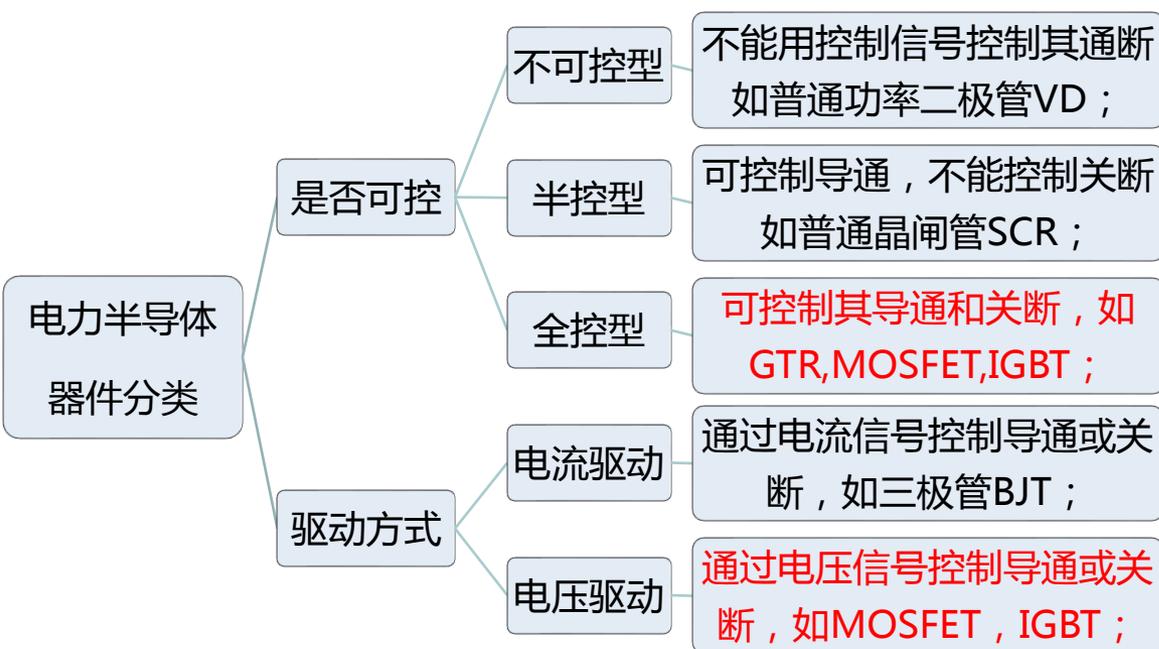
- IGBT行业国内外差距有多大？

5

- 受益标的有哪些？

# IGBT简介

IGBT(绝缘栅双极型晶体管)，是由BJT(双极结型晶体三极管)和MOS(绝缘栅型场效应管)组成的复合全控型-电压驱动式-功率半导体器件,其具有自关断的特征。简单讲,是一个非通即断的开关,IGBT没有放大电压的功能,导通时可以看做导线,断开时当做开路。IGBT融合了BJT和MOSFET的两种器件的优点,如**驱动功率小**和**饱和压降低**等。



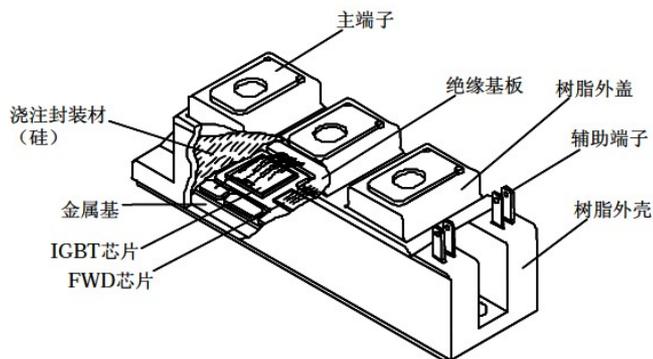
## 三种器件性能比较

特性	BJT	MOSFET	IGBT
驱动方式	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	快	居中
工作频率	低	高	居中
饱和压降	低	高	低

资料来源:公开资料整理、中国中投证券研究总部

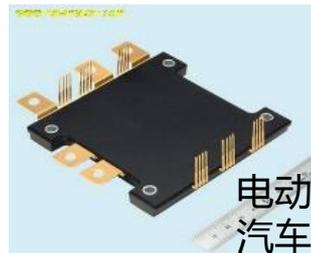
# IGBT模块

## IGBT模块结构简图



**IGBT模块**是由IGBT与FWD（续流二极管芯片）通过特定的电路桥接封装而成的模块化半导体产品，具有节能、安装维修方便、散热稳定等特点。

## 常见IGBT模块产品



## IGBT不同产品类型对比

类别	IGBT单管	IGBT模块	PIM模块	IPM模块
结构	封装模块较小，电流通常在100A以下	多IGBT芯片并联集成封装在一起	集成三相全波整流、二极管桥接电路、制动电路的模块	即智能功率模块，集成栅极驱动电路+各保护电路的IGBT模块
特点	IGBT单管是体验IGBT制造水平的核心技术	外部电路简单，工作更可靠，更适合高压和大电流连接	需要外接驱动电路	在IGBT器件基础上增加外围电路（过流/短路/欠压/过热保护等），防止过高的温升或者高压冲击损害IGBT，比IGBT模块更加智能

资料来源：公开资料整理、中国中投证券研究总部

资料来源：公开资料整理、中国中投证券研究总部

# IGBT常见应用

IGBT是能源转换与传输的核心器件，是电力电子装置的“CPU”。采用IGBT进行功率变换，能够提高用电效率和质量，具有高效节能和绿色环保的特点，是解决能源短缺问题和降低碳排放的关键支撑技术。

## 工业领域

如变频器、逆变焊机



## 家用电器领域

如变频空调、洗衣机、冰箱



## 轨道交通领域

如动车、地铁、轻轨



## 新能源领域

如新能源汽车、风力发电



## 医学领域

如医疗设备稳压电源



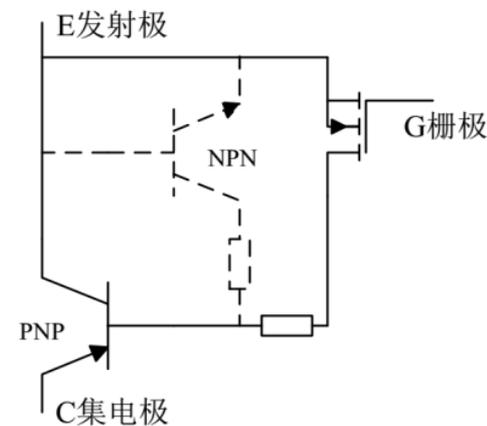
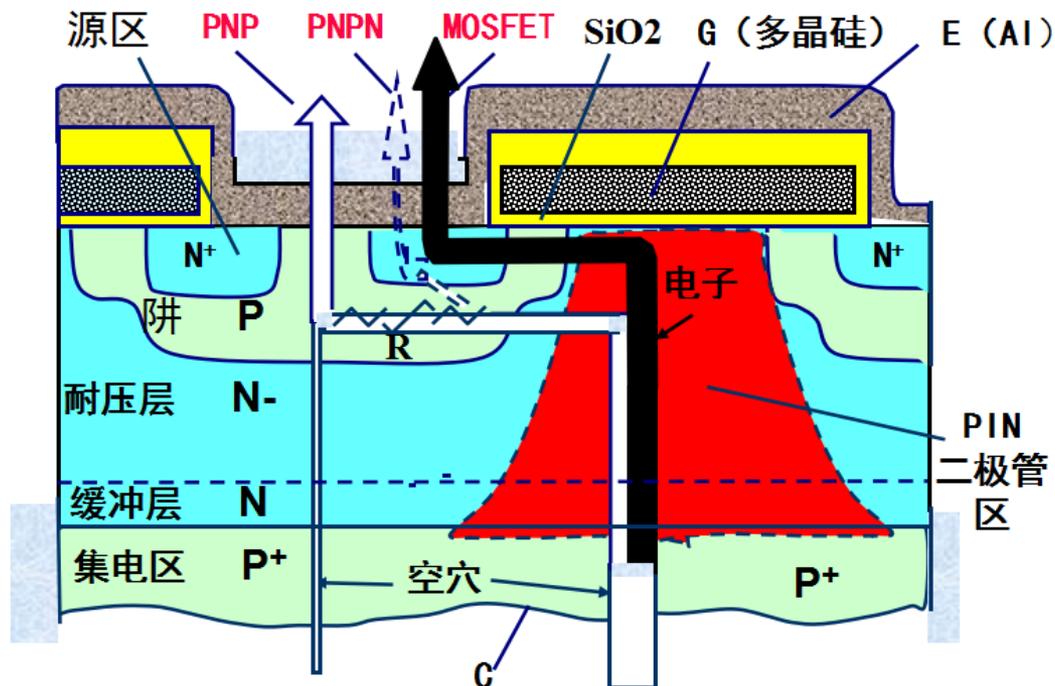
## 军工航天领域

如飞机、舰艇



# IGBT基本工作原理

- IGBT结构简图（左）与等效电路图（右）



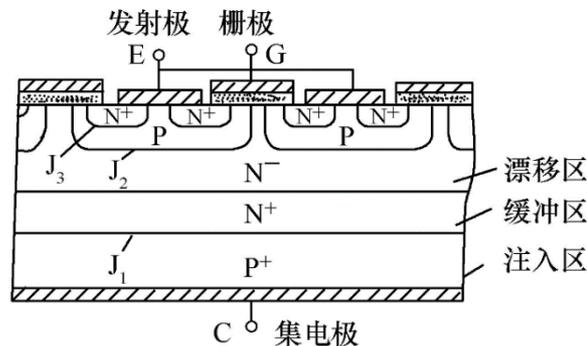
资料来源：百度文库、中国中投证券研究总部

IGBT是以GTR为主导元件，MOSFET为驱动元件的达林顿结构的复合器件。其外部有三个电极，分别为G-栅极，C-集电极，E-发射极。

# IGBT基本工作原理

## IGBT四种工作状态

在IGBT使用过程中，可以通过控制其集-射极电压 $U_{CE}$ 和栅-射极电压 $U_{GE}$ 的大小，从而实现对其导通/关断/阻断状态的控制。



- 当IGBT栅-射极加上加0或负电压时，MOSFET内沟道消失，IGBT呈**关断状态**。
- 当集-射极电压 $U_{CE} < 0$ 时，J3的PN结处于反偏，IGBT呈**反向阻断状态**。
- 当集-射极电压 $U_{CE} > 0$ 时，分两种情况：
  - ①若栅-射极电压 $U_{GE} < U_{th}$ ，沟道不能形成，IGBT呈**正向阻断状态**。
  - ②若栅-射极电压 $U_{GE} > U_{th}$ ，栅极沟道形成，IGBT呈**导通状态**（正常工作）。此时，空穴从P+区注入到N基区进行电导调制，减少N基区电阻 $R_N$ 的值，使IGBT通态压降低。

## IGBT可靠性因素

栅-射极电压 $U_{GE}$

集-射极电压 $U_{CE}$

集-射极电流 $I_{CE}$

IGBT结温



- 若 $U_{GE}$ 过低，则IGBT**不能正常工作**；
- 若 $U_{GE}$ 、 $U_{CE}$ 、 $I_{CE}$ 、结温过高，则会造成IGBT**永久性损坏**；

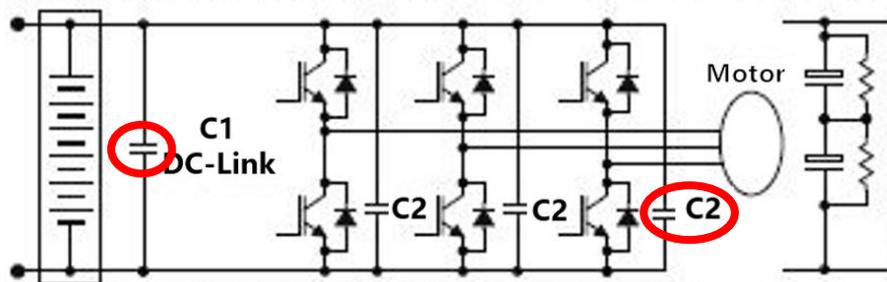
资料来源：公开资料整理、中国中投证券研究总部

# 薄膜电容在IGBT相关电路中的应用

- 薄膜电容常用在新能源（风力发电/光伏发电）及新能源汽车IGBT相关电路中

类别	DC-Link电容	吸收电容	滤波电容
位置	并联在整流电路输入端	与IGBT并联作为保护电容	并联在整流电源电路输出端
作用	为后级逆变系统的功率器件开通瞬间提供有效值和幅值很高的脉动电流	用来缓冲IGBT开关时产生的高脉冲电压和电流	滤除IGBT逆变器产生的高频纹波

- 薄膜电容在新能源汽车主电机驱动系统中的应用图



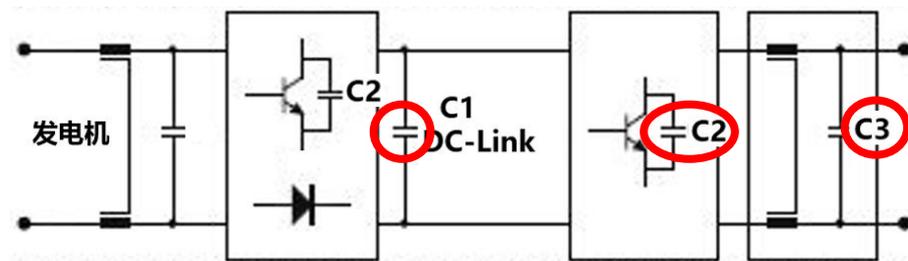
- 常见薄膜电容及其结构简图



- 薄膜电容与电解电容性能对比

参数	电解电容	薄膜电容
电极材料	铝箔	金属化薄膜
电容成本	低	高
静态损耗	较大	极小
高温对寿命影响	影响极大	几乎无影响
使用寿命	6000h以下	10Wh
过电压击穿后	须更换	自愈无须更换

- 薄膜电容在风力发电变流器中的应用图



C1 : DC-Link电容    C2 : IGBT吸收电容    C3:滤波电容

资料来源：公开资料整理、中国中投证券研究总部

资料来源：公开资料整理、中国中投证券研究总部

# 主要内容

1

- IGBT是什么？

2

- IGBT各世代有何技术差异？

3

- IGBT有哪些重要应用领域？

4

- IGBT行业国内外差距有多大？

5

- 受益标的有哪些？

# IGBT芯片技术演进

## 发明背景

1950-60年代  
双极型器件  
SCR, GTR, GTO

通态电阻很小；  
电流控制，  
控制电路复杂且  
功耗大；

1970年代  
单极型器件  
VD-MOSFET

通态电阻很大；  
电压控制，  
控制电路简单且  
功耗小；

## 发明动力

需要一种新功率器件能同时满足：

- 驱动电路简单,以降低成本与开关功耗；
- 通态压降较低,以减小器件自身的功耗；

1980年代初, 试图把MOS与BJT技术集成起来的研究, 导致了IGBT的发明。1985年前后美国GE成功试制工业样品(可惜后来放弃)。自此以后, IGBT主要经历了6代技术及工艺改进。

## 各代IGBT主要参数对比

代别	技术特点	芯片面积	饱和压降	$T_R/\mu s$	功率损耗	出现时间
第1代	平面穿透型 (P.PT)	100	3	0.5	100	1988
第2代	改进的平面穿透型 (P.PT)	56	2.8	0.3	74	1990
第3代	沟槽型 (trench)	40	2	0.25	51	1992
第4代	透明集电区非穿透型 (NPT)	31	1.5	0.25	39	1997
第5代	电场截止型 (FS)	27	1.3	0.19	33	2001
第6代	沟槽型电场截止型 (FS-Trench)	24	1	0.15	29	2003

资料来源：SITRI产业研究、中国中投证券研究总部

# IGBT芯片技术演进

- 从结构上讲，IGBT主要有三个发展方向：

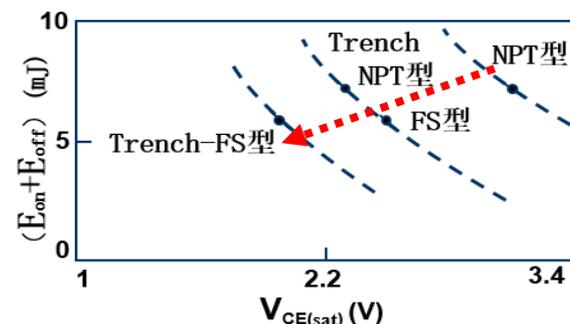


发展趋势：①降低损耗 ②降低生产成本

总功耗 = 通态损耗 (与饱和电压  $V_{CEsat}$  有关) + 开关损耗 ( $E_{off}$   $E_{on}$ )

同一代技术中通态损耗与开关损耗两者相互矛盾,互为消长。

## IGBT技术发展线



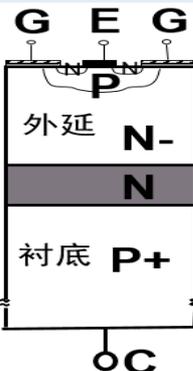
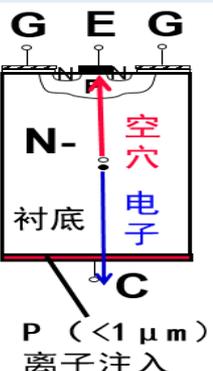
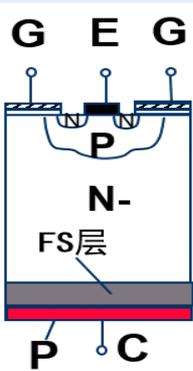
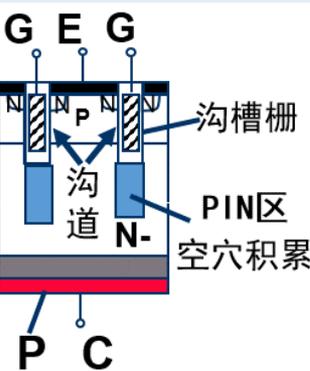
- IGBT新技术作用位置及发展趋势

代别	第2代PT型	第4代NPT型	第5代FS型	第6代Trench-FS型
新技术	载流子寿命控制技术	TC (透明集电区技术)	TC+FS (电场中止技术)	TC + FS + Trench (沟槽栅)
作用位置	近表层 <span style="color:orange">■</span>	集电区 <span style="color:blue">■</span>	耐压层 <span style="color:green">■</span>	近表层 <span style="color:orange">■</span>
位置图示				

资料来源：百度文库、中国中投证券研究总部

# IGBT芯片技术演进

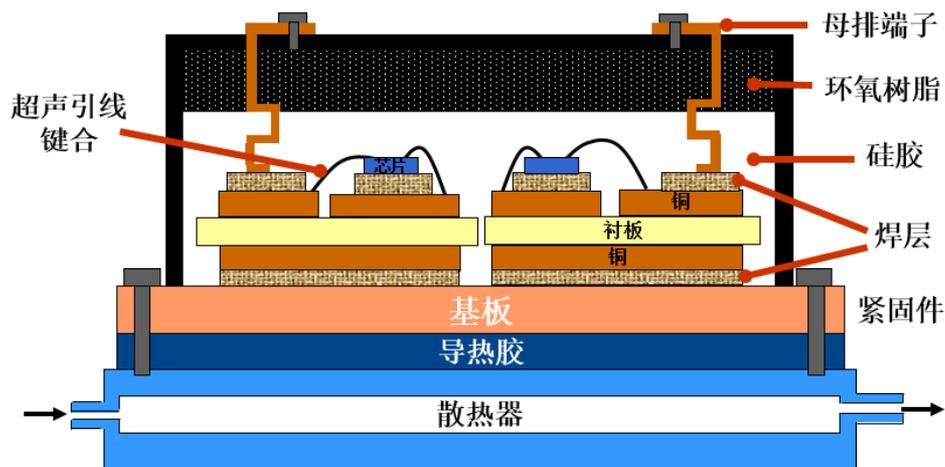
## IGBT芯片各代特点及结构简图

代别	第2代PT型	第4代NPT型	第5代FS型	第6代Trench-FS型
技术效果	相比GTR和MOSFET 实现了低通态压降 同时低开关损耗	减小开关损耗 利于高频工作 降低成本	即减小开关损耗 也减小通态损耗	减小通态损耗 利于大电流
结构特点	外延晶片	不用寿命控制技术； 不用外延片；	NPT工艺+FS	NPT工艺 + FS + Trench
性能特点	通态压降不均； 不适于并联使用； 功耗有待降低；	制造成本低； $E_{off}$ 比PT型小； $V_{CE(sat)}$ 比PT型大； 坚固不易损坏；	N-耐压层比NPT型更薄； $V_{CE(sat)}$ 低于NPT型； $E_{off}$ 比PT和NPT型都低； $V_{CE(sat)}$ 正温度系数；	$V_{CE(sat)}$ 比FS型低； $V_{CE(sat)}$ 和 $E_{off}$ 低于 NPT型；
结构简图				

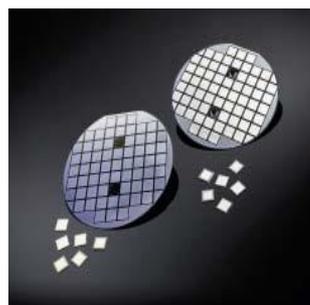
资料来源：百度文库、中国中投证券研究总部

# IGBT模块封装技术

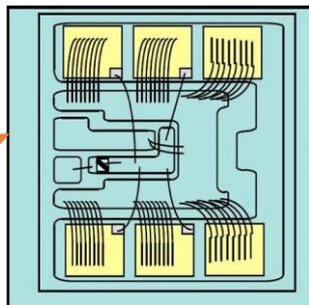
## ● 焊接式IGBT模块结构简图



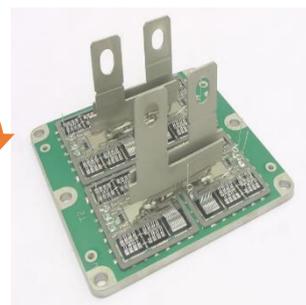
## ● 焊接式IGBT模块封装过程



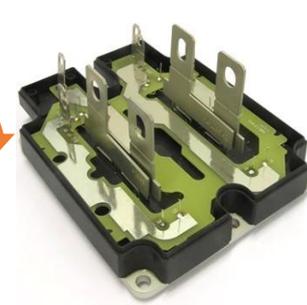
多芯片并联



加装衬板



加装基板



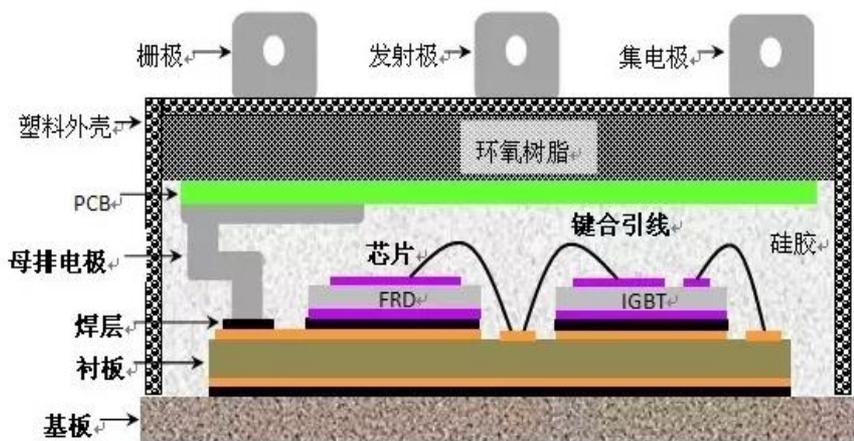
加装外壳、密封固化

资料来源：中国南车、中国中投证券研究总部

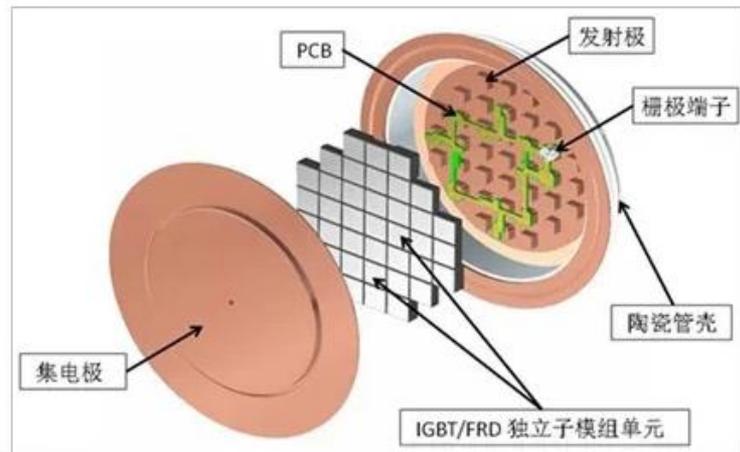
# IGBT模块封装技术

IGBT模块按封装工艺来看主要可分为 **焊接式** 与 **压接式** 两类。

高压IGBT模块一般以标准焊接式封装为主，中低压IGBT模块则出现了很多新技术，如烧结取代焊接，压力接触取代引线键合的压接式封装工艺。



焊接式



压接式

随着IGBT芯片技术的不断发展，芯片的最高工作结温与功率密度不断提高，IGBT模块技术也要与之相适应。

未来IGBT模块技术将围绕 **芯片背面焊接固定** 与 **正面电极互连** 两方面改进。

模块技术发展趋势：

- 无焊接、无引线键合及无衬板/基板封装技术；
- 内部集成温度传感器、电流传感器及驱动电路等功能元件，不断提高IGBT模块的功率密度、集成度及智能度。

# 主要内容

1

- IGBT是什么？

2

- IGBT各世代有何技术差异？

3

- IGBT有哪些重要应用领域？

4

- IGBT行业国内外差距有多大？

5

- 受益标的有哪些？

# IGBT应用领域

作为新型功率半导体器件的主流器件，IGBT已广泛应用于工业、4C(通信、计算机、消费电子、汽车电子)、航空航天、国防军工等传统产业领域，以及轨道交通、新能源、智能电网、新能源汽车等战略性新兴产业领域。

## ● 按电压分布的IGBT应用领域



# IGBT模块应用领域——新能源汽车

IGBT模块在电动汽车中发挥着至关重要的作用，是**电动汽车**及**充电桩**等设备的核心技术部件。IGBT模块占电动汽车成本将近**10%**，占充电桩成本约20%。IGBT主要应用于电动汽车领域中以下几个方面：

电动控制系统

大功率直流/交流(DC/AC)逆变后驱动汽车电机

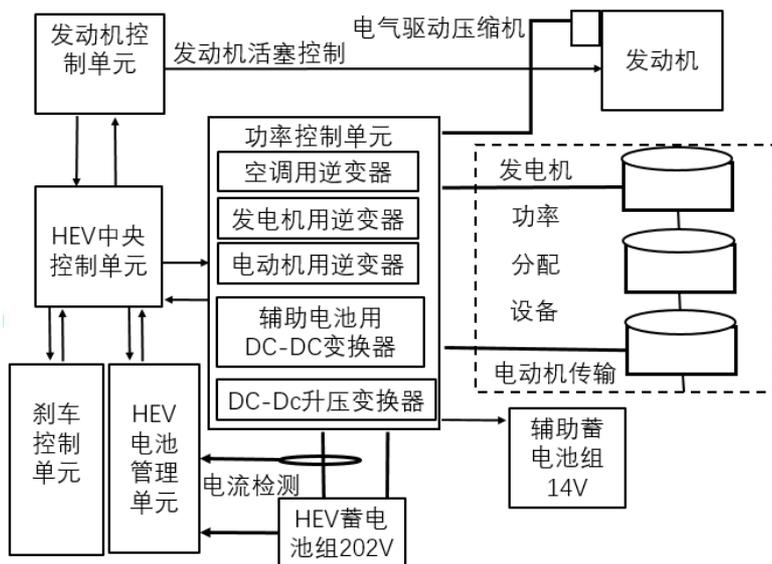
车载空调控制系统

小功率直流/交流(DC/AC)逆变，使用电流较小的IGBT和FRD

充电桩

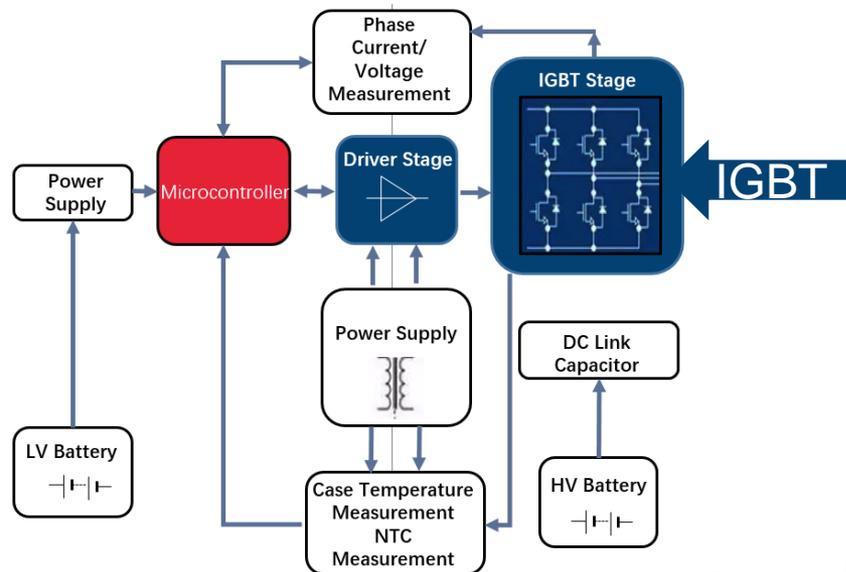
智能充电桩中IGBT模块被作为开关元件使用

## ● HEV电气系统图



资料来源：公开资料整理、中国中投证券研究总部

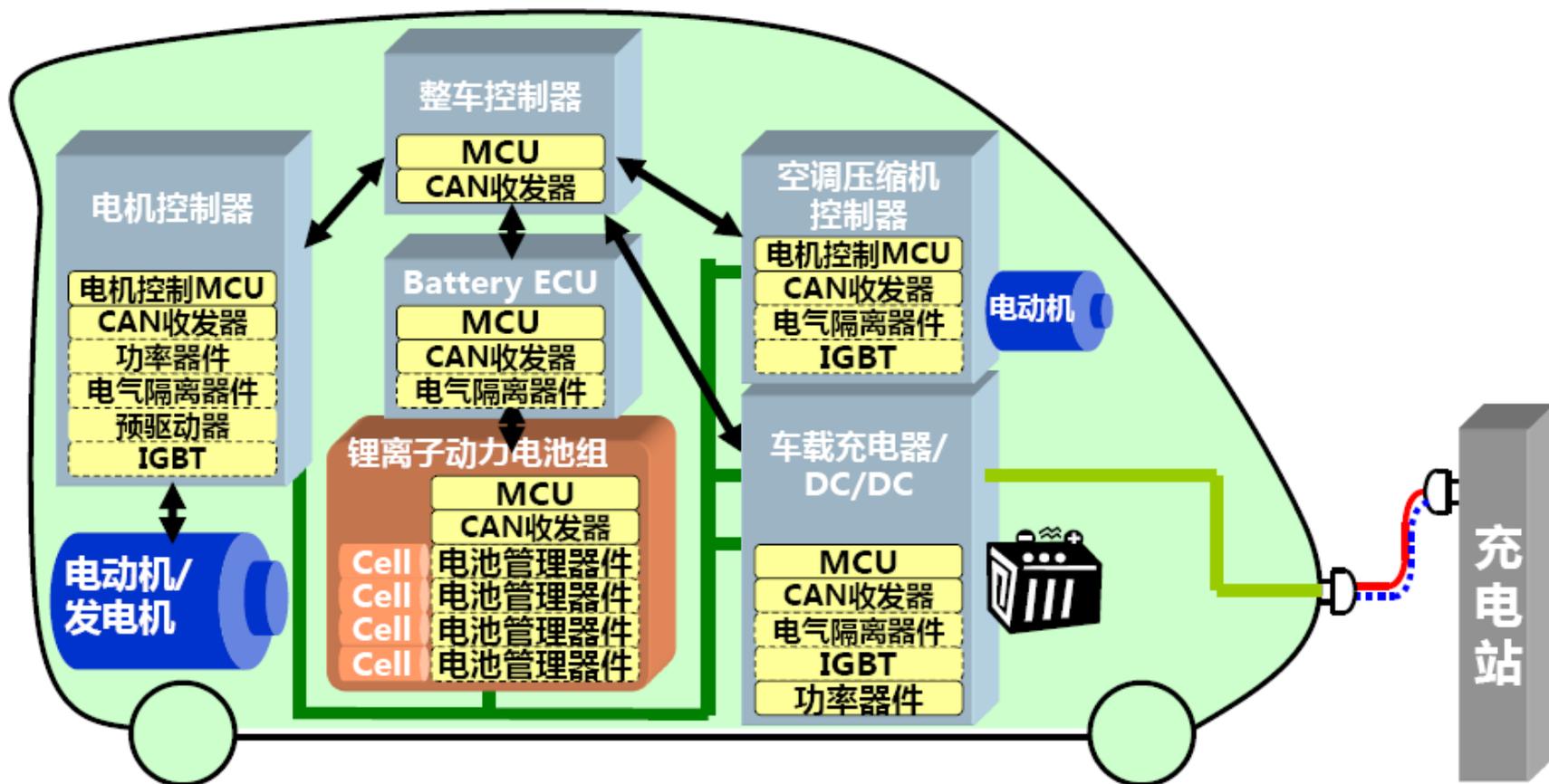
## ● Infineon IGBT 在电动汽车逆变器应用图



资料来源：Infineon英飞凌、中国中投证券研究总部

# IGBT模块应用领域——新能源汽车

- 混合动力 (HEV) / 纯电动 (EV) 汽车可用的半导体产品

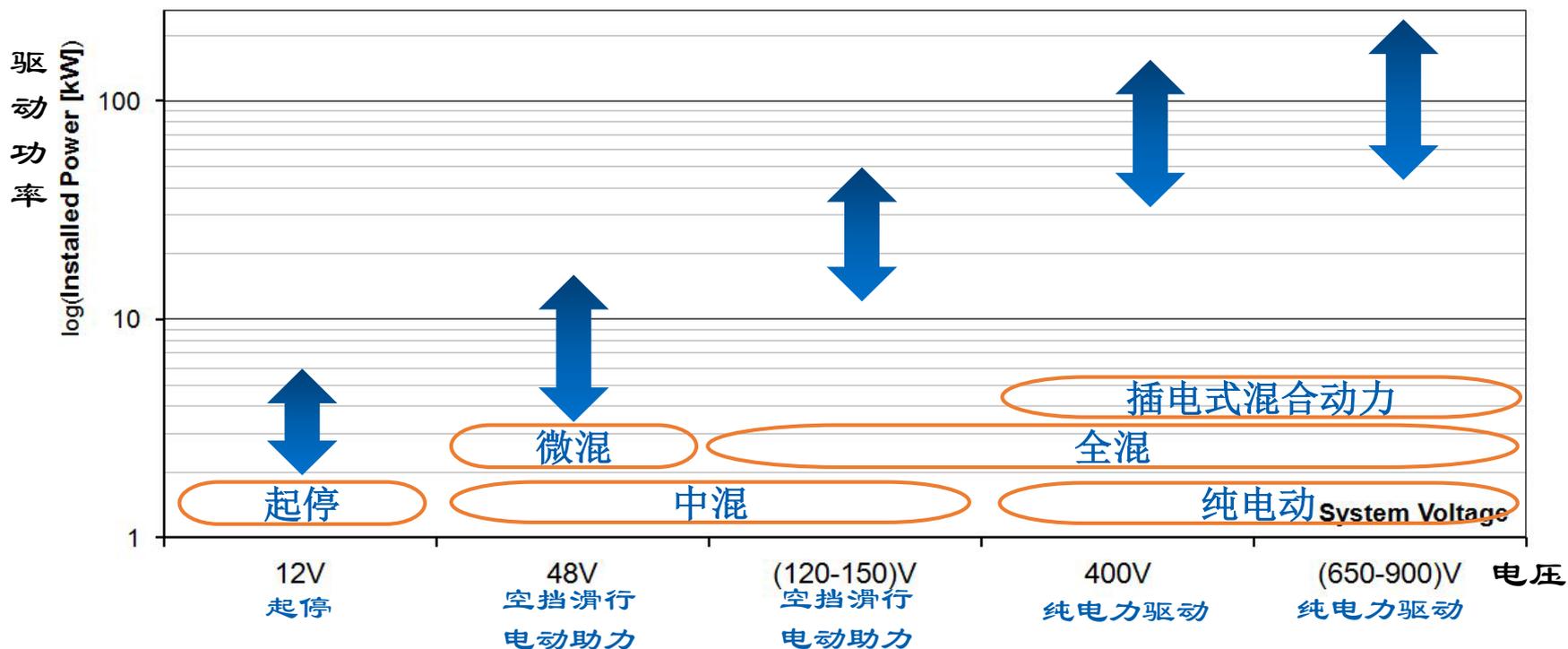


资料来源：公开资料整理、中国中投证券研究总部

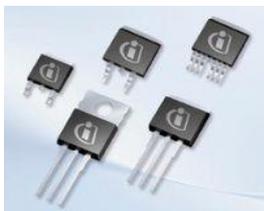
# IGBT模块应用领域——新能源汽车



- 英飞凌全电压范围应用的新能源汽车功率器件



MOSFET 30~60V



MOSFET 60~100V



IGBT 400V



IGBT 650V



IGBT (850V, 1200V)



# IGBT模块应用领域——智能电网

IGBT广泛应用于智能电网的**发电端**、**输电端**、**变电端**及**用电端**。

从**发电端**来看，风力发电、光伏发电中的整流器和逆变器都需要使用IGBT模块。

从**输电端**来看，特高压直流输电中FACTS柔性输电技术需要大量使用IGBT等功率器件。

从**变电端**来看，IGBT是电力电子变压器（PET）的关键器件。

从**用电端**来看，家用白电、微波炉、LED照明驱动等都对IGBT有大量的需求。

发电端



- 太阳能光伏成长空间巨大
- 风能装机容量将成倍增长

新型可再生能源的接入和管理需要大量半导体器件来实现控制：

- 逆变器MCU/DSP
- IGBT/MOSFET等功率器件

输电端



- HVDC高压直流输电技术
- FACTS柔性输电技术

- HVDC长距离节能、节地、环保，应用前景广泛；
- 采用IGBT的FACTS柔性输电技术已在国内试验成功，可提高能效并降低损耗；

变电端



电力电子  
变压器

IGBT换流器使PET实现电压全控制和小型化。

用电端



# IGBT模块应用领域——轨道交通

IGBT器件已成为轨道交通车辆**牵引变流器**和各种辅助变流器的主流电力电子器件。交流传动技术是现代轨道交通的核心技术之一，在交流传动系统中牵引变流器是关键部件，而IGBT又是牵引变流器最核心的器件之一。

## ● 动车牵引系统



## ● 动车组IGBT器件等级及数量

动车组 型号	200km/h等级			300km/h等级	
	CRH1	CRH2	CRH5	CRH3	CRH2
IGBT等级	3300V/ 1200A	3300V/ 1200A	6500V/ 600A	6500V/ 600A	3300V/ 1200A
IGBT数量 (个/列)	80	80	150	128	100

## ● 交流传动机车IGBT器件等级及数量

机车型号	HXD1	HXD2	HXD3	HXN3	HXN5	六轴9600kW货运机车		
						大连厂	大同厂	株洲厂
IGBT等级	3300V/ 1200A	3300V/ 1200A	4500V/ 900A	4500V/ 1200A	2400V/ 2200A	4500V/ 900A	6500V/ 600A	6500V/ 600A
IGBT数量 (个/台)	88	80	66	24	36	90	90	88

# 主要内容

1

- IGBT是什么？

2

- IGBT各世代有何技术差异？

3

- IGBT有哪些重要应用领域？

4

- IGBT行业国内外差距有多大？

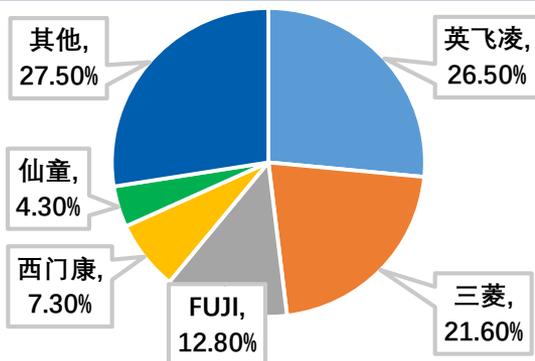
5

- 受益标的有哪些？

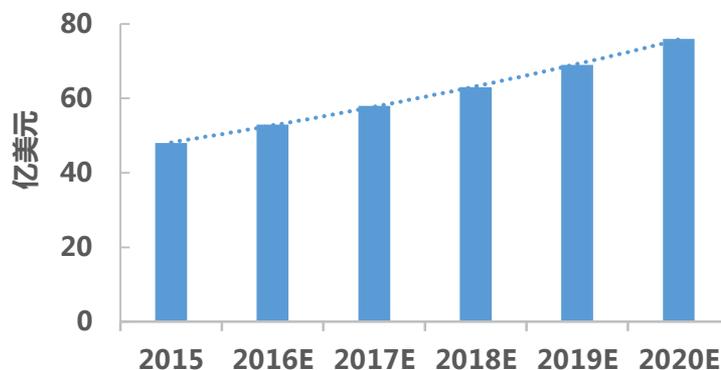
# IGBT国内外市场规模

国外研发IGBT器件的公司主要有英飞凌、ABB、三菱、西门康、东芝、富士等。中国功率半导体市场占世界市场的50%以上，但在中高端MOSFET及IGBT主流器件市场上，90%主要依赖进口，基本被国外欧美、日本企业垄断。

## ● 2014年国际IGBT市场份额

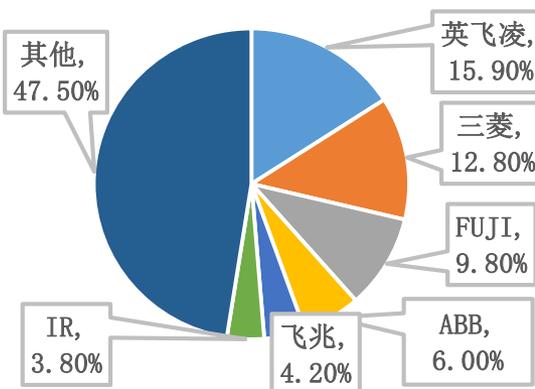


## ● 2015-2020国际IGBT市场规模 (亿美元)

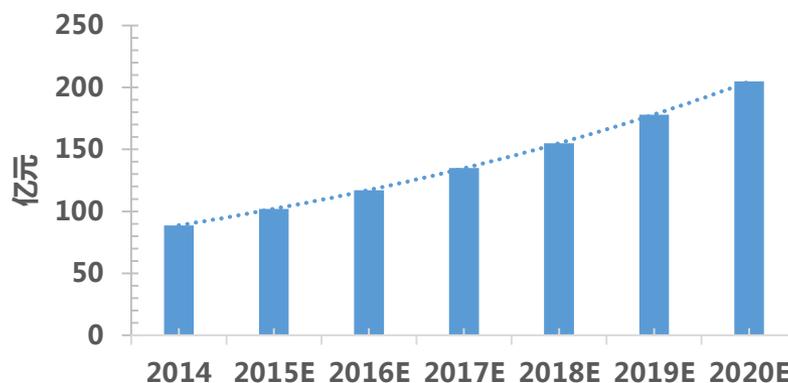


2015年国际IGBT市场规模约为48亿美元，预计到2020年市场规模可以达到**80亿美元**，年复合增长率约10%。

## ● 2014年国内IGBT市场份额



## ● 2014-2020中国IGBT市场规模 (亿元)



2014年国内IGBT销售额是88.7亿元，约占全球市场的1/3。预计2020年中国IGBT市场规模将**超200亿元**，年复合增长率约为15%。

资料来源：IHS，中商产业研究院、中国中投证券研究总部

资料来源：IHS，中商产业研究院、中国中投证券研究总部

# IGBT国际市场现状

国外企业如英飞凌、ABB、三菱等厂商研发的IGBT器件产品规格涵盖电压600V-6500V，电流2A-3600A，已形成完善的IGBT产品系列。



英飞凌、三菱、ABB在1700V以上电压等级的工业IGBT领域占绝对优势；在3300V以上电压等级的高压IGBT技术领域几乎处于垄断地位。在大功率沟槽技术方面，英飞凌与三菱公司处于国际领先水平。



西门康、仙童等在1700V及以下电压等级的消费IGBT领域处于优势地位。



Leading Innovation >>> Innovating Energy Technology



● 国际市场供应链已基本成熟，但随着新能源等市场需求增长，市场链条正逐步演化.....

## IGBT 芯片

## IGBT 模组

## 系统集成

垂直一体化



模组+系统集成



模组/IPM封装



逆变器/系统



IGBT芯片+模组



资料来源：IHS、中国中投证券研究总部

# IGBT国内市场现状

尽管我国拥有最大的功率半导体市场，但是目前国内功率半导体产品的研发与国际大公司相比还存在很大差距，特别是IGBT等高端器件差距更加明显。核心技术均掌握在发达国家企业手中，**IGBT技术集成度高的特点又导致了较高的市场集中度**。跟国内厂商相比，英飞凌、三菱和富士电机等国际厂商占有绝对的市场优势。形成这种局面的原因主要是：

- 国际厂商起步早，研发投入大，形成了较高的专利壁垒。
- 国外高端制造业水平比国内要高很多，一定程度上支撑了国际厂商的技术优势。

中国功率半导体产业的发展必须改变目前技术处于劣势的局面，特别是要在产业链上游层面取得突破，改变目前功率器件领域封装强于芯片的现状。

## ● 国内IGBT主要厂商

设计	制造	模组	IDM
中科君芯	中芯国际	中车西安永电	中车株洲时代
西安芯派	华润上华	西安爱帕克	深圳比亚迪
无锡同方微	深圳方正微	江苏宏微	吉林华微
宁波达新	上海先进	南京银茂	杭州士兰微
山东科达	华虹宏力	深圳比亚迪	中环股份
		嘉兴斯达	中航微电子

资料来源：SITRI产业研究、中国中投证券研究总部

## 技术差距



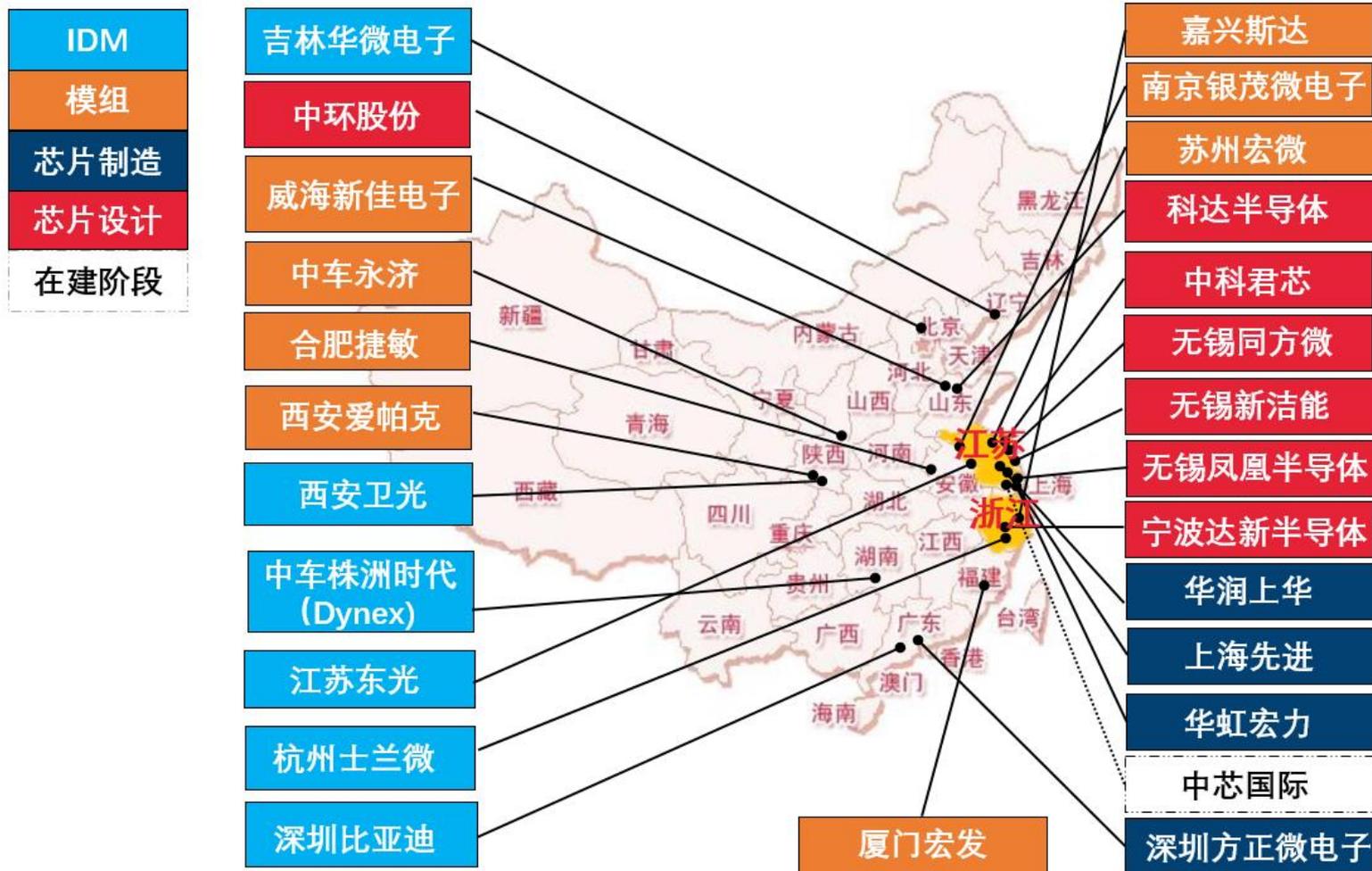
高铁、智能电网、新能源与高压变频器等领域所采用的IGBT模块规格在6500V以上，技术壁垒较强。



IGBT芯片设计制造、模块封装、失效分析、测试等IGBT产业核心技术仍掌握在发达国家企业手中。

# IGBT国内厂商地域分布

## 国内IGBT主要厂商地域分布

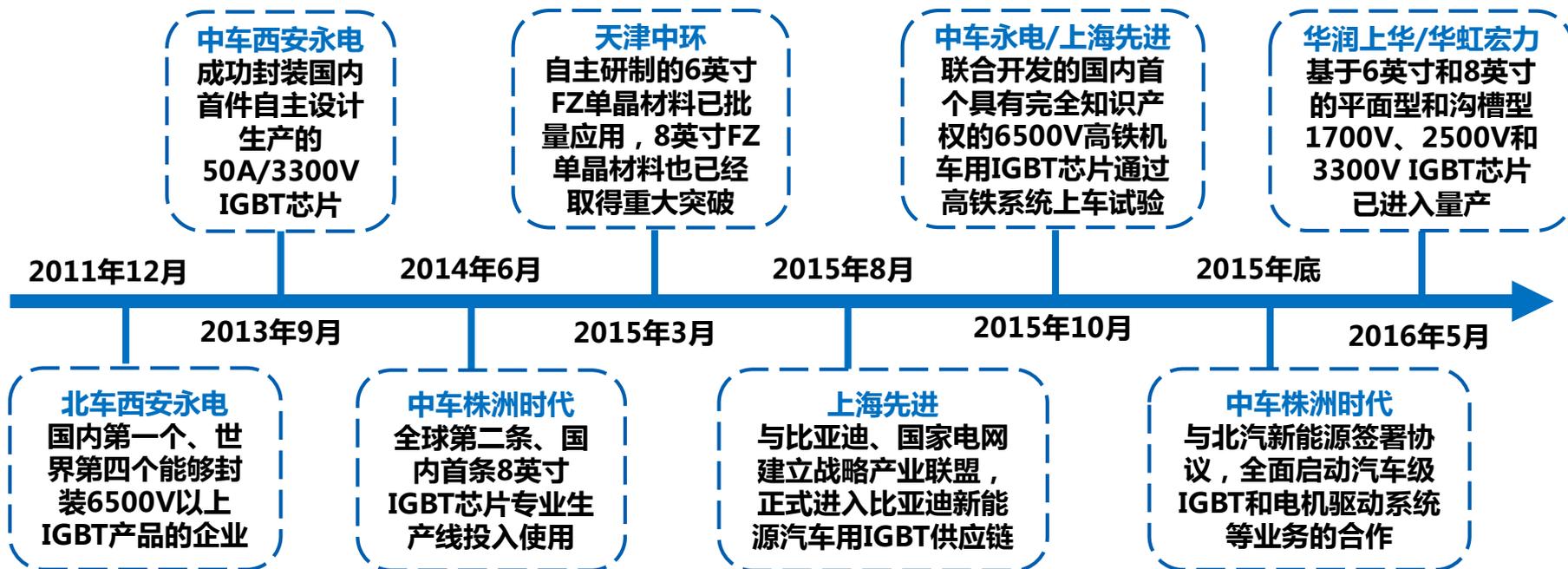


资料来源：SITRI产业研究、中国中投证券研究总部

# IGBT国内技术进展

近几年中国IGBT产业在国家政策推动及市场牵引下得到迅速发展，已形成了IDM模式和代工模式的IGBT完整产业链，IGBT国产化的进程加快，有望摆脱进口依赖。

## 国内IGBT行业技术进展



# IGBT国内市场前景

受益于新能源汽车、轨道交通、智能电网等各种利好措施，IGBT市场将引来爆发点。

**【新能源汽车】** 2016年上半年**新能源汽车**销量达到**17万辆**，同比增长126.9%。虽不及年初预期，但中汽协宣称仍会继续坚持全年70万销量的目标。随着“骗补”风波接近尾声，国家和地方会调整相关政策，继续加强对新能源汽车的补贴。

2015年11月发改委《电动汽车充电基础设施发展指南(2015-2020年)》，预计至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**，以满足全国500万辆电动汽车充电需求。

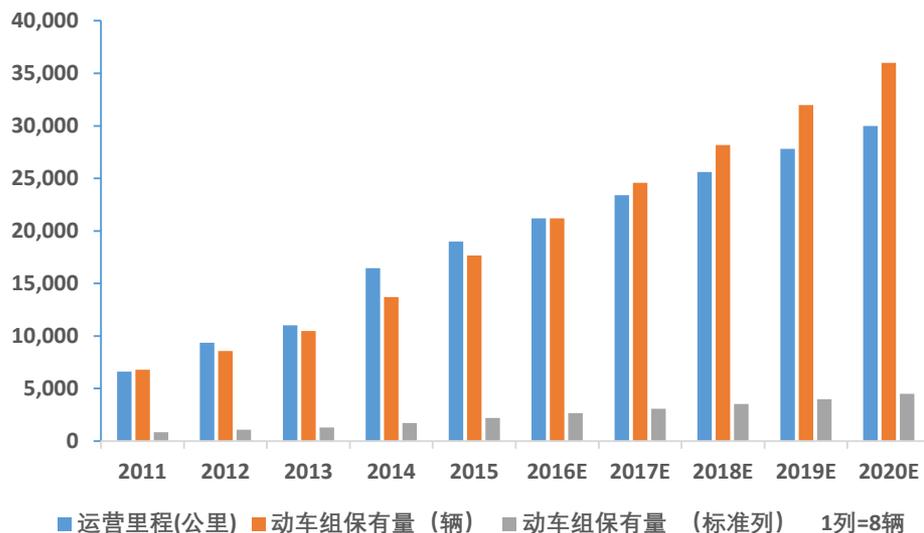
新能源汽车用IGBT模块规格一般600V~1200V/200A~800A，充电桩需要的IGBT模块功率相对要小。不同功率、不同电机数量的新能源汽车所需的IGBT模块差别较大，按照市场均价来计算，预计未来5年新能源汽车和充电桩将带动我国IGBT模块**200亿**的市场需求。

**【智能电网】** 预计到2020年风电和光伏装机将分达到2.5亿千瓦和1.5亿千瓦，共4亿千瓦。即使一半在远离负荷中心的区域，则需要送出的容量也达到2亿千瓦。按照特高压直流输送工程每条线路输送800万千瓦计算，至少需要25条特高压直流输送工程与其配套。按照国家电网的长期规划，到2020年将建成“**五纵五横**”，合计27条特高压线路，去除已投入运行的6条，还有21条待建。若15条采用FACTS高压柔性直流输电技术，则估算IGBT市场规模**10亿元**左右。

# IGBT国内市场前景

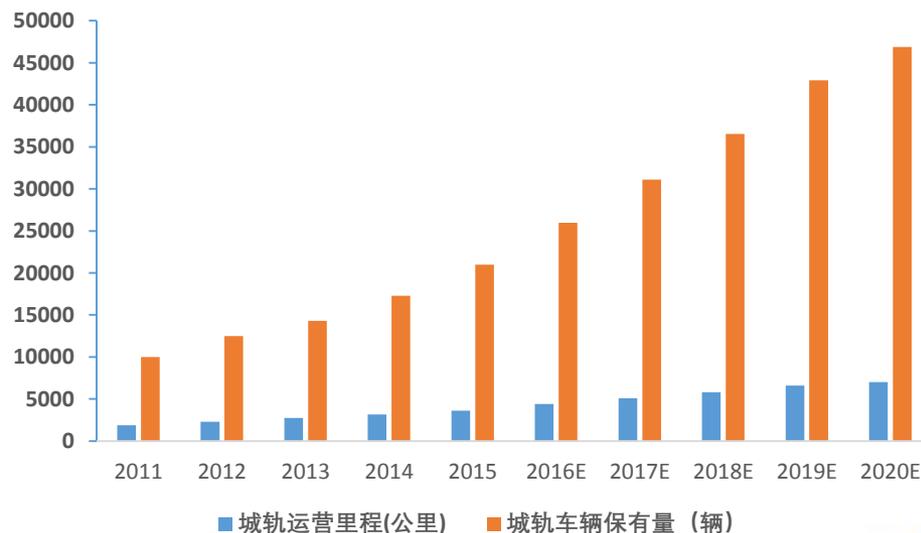
**【轨道交通】** 截至2015年底，中国铁路营业里程达到12.1万公里，其中高速铁路1.9万公里。城轨运营里程3618公里（地铁超过3000公里）。根据**2016年7月20日国家发改委发布的《中长期铁路网规划》**，预计“十三五”（2016-2020年）期间，铁路网规模将达到15万公里，其中高速铁路3万公里；城轨总里程将超过7500公里（地铁6700公里）。据此计算，十三五期间铁路总运营里程新增约3万公里，其中高速铁路新增1.1万公里；地铁运营里程将翻番。预计新增机车需求5000辆，新增动车2300标准列；城轨方面，预计新增城轨车辆25000辆左右。十三五期间全国轨道交通总投资约4-5万亿元，预计IGBT市场规模**近百亿**。

## “十三五”动车组保有量稳步增长



资料来源：中国产业信息网、中国中投证券研究总部

## “十三五”城轨发展迅速，有望突破7500公里



资料来源：中国产业信息网、中国中投证券研究总部

# 主要内容

1

- IGBT是什么？

2

- IGBT各世代有何技术差异？

3

- IGBT有哪些重要应用领域？

4

- IGBT行业国内外差距有多大？

5

- 受益标的有哪些？

# IGBT相关受益标的



## 华微电子 大陆功率半导体领军企业



- 公司是专注于设计+材料创新，以及特种工艺的“芯片级”功率半导体龙头企业，亦是技术积累超50年的A股稀缺“自主可控”标的。公司凭借长期技术和市场积累将实现行业突破，适逢本土龙头企业投融资热潮，以及英飞凌等国际同业龙头高速发展的“黄金周期”；实际控制人更替和股权激励计划表征内部治理告一段落，预计迎来可持续的高速发展周期。
- 高成长行业爆发和自主可控，综合催生IGBT/智能模块IPM等高端功率半导体飞速成长。新能源汽车及其充电设备对IGBT类芯片和模块产品需求旺盛，功率模块成本占比高达约10%，仅本土需求即达600亿元规模；历史上，公司曾为国家军工行业相关建设提供坚强保障和支撑，现今在高端武器装备电磁化发展趋势明显下，国产替代实现自主可控已迫在眉睫；公司能力已达国际水平，并具备稀缺的“实际量产落地”能力，预计将依托旺盛需求，实现高附加值产品放量，盈利水平将获得快速提升。

资料来源：中国中投证券研究总部



## 华微电子 大陆功率半导体领军企业



- 第三代功率器件迎巨大潜在市场，公司具备迎接新机遇的充足主客观条件。第三代功率半导体与现有高端产品，在材料/结构/工艺/封装等核心环节，具备明显的传承性，公司IDM模式下完全能够满足新材料器件的发展需要，技术向上延伸水到渠成，高端产能扩容和技术升级发展预期十分强烈。
- 高门槛行业龙头有望依托其产业资源，提供更关键的“产业服务”。摆脱以往国外引进和自主培养的传统模式，实现人才繁荣，是半导体发展核心动因；公司在功率半导体领域50多年的资源优势可谓凤毛麟角，有望带动相关产业服务，形成集群创新发展。
- 风险提示：宏观经济低于预期，功率半导体行业景气度下降，

资料来源：中国中投证券研究总部

# IGBT相关受益标的



## 扬杰科技

### 创领新材料市场契机



- 公司是A股稀缺的专注于半导体器件，且具高端产品和客户布局的优质企业，产品包括芯片、二极管、整流桥和电力电子模块等，积极布局SiC和GaN等第三代半导体功率器件，覆盖应用领域包括汽车电子、LED照明、太阳能光伏、通讯电源等多个新兴领域。**2016年名列中国半导体行业功率器件五强企业第三名。**公司主打产品在细分领域具有优势地位，通过内在铸就“技术+经营+营销”竞争优势、外在践行“技术与渠道并举”发展战略，内生外延打造半导体器件领域核心实力。
- 公司没有走OEM代工路线和低端市场路线，而是坚持**品牌经营**，优先拓展大客户，布局一体化等，综合构建较高的市场拓展能力和盈利能力，2012年至2015年，净利润率稳定高居16.4%，19.4%，17.4%和16.6%，显著领先同业。
- 产品在国内诸多新型细分市场具领先市场地位及较高市占率。车用大功率二极管芯片和智能电表贴片式整流桥，国内市占率均超20%；拥有最先进的光伏旁路二极管生产线，产能约占全球份额30%；拥有国内先进的高端模块制造线和一流的IGBT生产线。2014年7月引进人才设立扬州杰盈汽车芯片有限公司，使汽车电子芯片从GPP系列顺利过渡到OJ系列。

资料来源：中国中投证券研究总部



## 扬杰科技

### 创领新材料市场契机



- 公司稳步推进第三代宽禁带半导体项目的研发及产业化，自公司与西安电子科技大学联合开展第三代半导体材料与器件的产业化应用研究开始，目前已成功研制出碳化硅肖特基二极管、氮化硅钝化GPP芯片等新产品，未来有望批量生产实现高端进口替代。SiC功率器件相对传统的硅器件具备更高的电流密度，相同功率等级下，体积小于IGBT等模块，更重要的是，SiC器件能够提高能源系统的效率和工作频率，与IGBT相比相比较，其开关损失可降低约85%，且开关频率高于IGBT约10倍，大幅节约系统外围器件的使用量，进而降低成本；
- 我们认为，伴随汽车电子和智能电网等领域市场对高端功率半导体器件需求的增长，适逢公司现阶段处于先进制造业向研发科技转型的高潮时期，**预计公司传统产品销量和盈利有望持续稳步提升。**
- **风险提示**：宏观经济低于预期，功率半导体行业景气度下降。

# IGBT相关受益标的



## 士兰微 获大基金青睐的IDM半导体企业



- 公司是A股稀缺的半导体IDM企业，且是唯一一家获得大基金青睐的分立器件公司，产品包括功率器件、模数混合电路、LED芯片等，公司产业布局合理，技术积累雄厚，是A股稀缺的半导体IDM标的。
- 功率器件领先者，IGBT有望批量出货。公司在功率器件领域耕耘多年，在高端二极管、三极管、MOSFET等领域各系列产品型号齐全，近年来公司深耕IGBT研发，目前部分IGBT产品已在家电等领域得到应用，是国内少数能批量生产IGBT的企业，公司的IGBT业务未来有望深度受益新能源汽车大爆发的行业趋势。
- 大基金增资6亿参与的8英寸芯片生产线项目进展顺利，预计2017年上半年将进入试产阶段。该条产线主要用于制造模数混合电路芯片，模数混合电路设计难度大、对企业的经验积累要求高，公司在该领域耕耘数十年，有着雄厚的经验积累和人才储备，我们预计本次大基金增资公司的八寸线项目是在模数混合电路领域的战略投资，公司已经成为大基金在该领域重点扶持的对象，未来国产替代空间广阔，有望为公司的长远发展注入源源不断的动力。
- 风险提示：8寸线建设不及预期，功率器件市场需求不及预期

资料来源：中国中投证券研究总部



## 法拉电子 薄膜电容世界级品牌



- 公司薄膜电容器产量排名全国第一，世界前三位。产品型号丰富，可为各类整机客户如照明、通讯、家电、电源、工业控制、汽车电子、绿色能源等提供薄膜电容器“一站式”解决方案，产品行销全球，成为各个领域龙头企业的主力供应商。
- 新能源领域贡献增量市场，公司率先布局取得卡位优势。目前新能源用薄膜电容占公司营收的30%左右，光伏市场未来保持稳定增速，而在增速最快的新能源汽车领域(配套IGBT外围保护电路)，公司产品单车价值在800元以上，准入门槛高，公司已成为多家主流新能源车厂的主供应商，合作关系稳固，市场占有率50%以上；公司的新厂建设进展顺利，达产后产能达到400万辆/年，超前的产业布局有望为公司未来的发展注入了新的动力。
- 假设特斯拉中国设厂，公司有望深度受益。我们预计特斯拉出于成本、市场、产能等诸多因素考量，今明两年在中国大陆建厂或为大概率事件。公司作为行业龙头，未来有望切入特斯拉产业链，充分享受行业发展的红利，进一步巩固其在新能源汽车领域的领先地位。
- 风险提示：宏观经济低于预期，新能源行业景气度下降

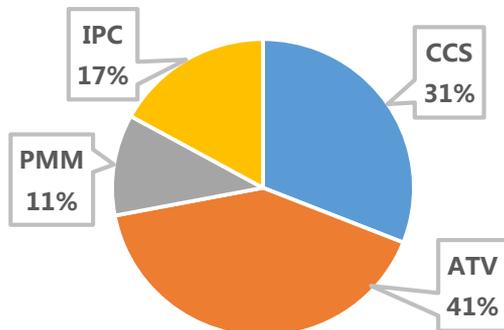
# √ 附录：国际IGBT厂商简介



## Infineon英飞凌

- **英飞凌科技公司**于1999年4月1日在德国慕尼黑正式成立，是全球领先的半导体公司之一。其前身是西门子集团的半导体部门，于1999年独立，2000年上市。至2015年，**英飞凌已连续12年蝉联全球功率半导体市场第一。**
- 目前公司主营业务分为四块：汽车电子ATV、工业功率控制IPC、功率管理及混合市场PMM、IC卡和安全控制CCS。其中在IGBT模块、分立式IGBT和MOSFET等细分市场英飞凌地位强势，尤其在高端IGBT市场，其技术升级路线更成为IGBT换代的标杆。

### ● 2015年英飞凌各业务营收占比



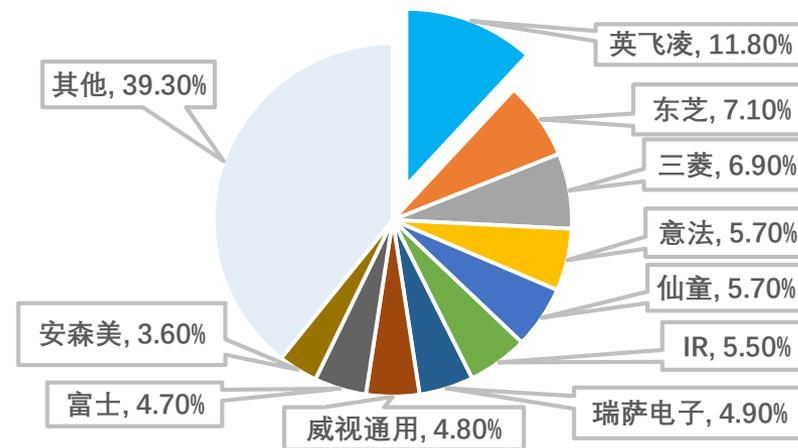
资料来源：英飞凌、中国中投证券研究总部



## Infineon英飞凌

- 据美国市场调查机构IHS公司2014年的调查结果，英飞凌和国际整流器公司IR2013年在全球功率半导体市场总份额约为17.5%。
- 通过在2014年末斥资30亿美元收购IR，英飞凌在2015年将功率半导体市场份额提升至近20%，领先最接近的对手高达7个百分点，进一步确立了功率半导体市场的竞争优势。特别是在IGBT等部分细分领域甚至已经接近垄断地位。

### ● 2014年全球功率半导体市场份额



资料来源：IHS、中国中投证券研究总部

# √ 附录：国际IGBT厂商简介



## Infineon英飞凌

### ● 收购IR后，英飞凌股价大幅跑赢市场



- 近日（7月14日），英飞凌又宣布以8.5亿美元现金收购CREE旗下功率和射频部门Wolfspeed（15年营收超2亿美元）。Wolfspeed生产的碳化硅芯片在未来数年将逐渐取代传统芯片，尤其是在电动和混合动力汽车市场。当前，英飞凌约40%的销售额来自于汽车行业。收购Wolfspeed之后，英飞凌一跃成为SiC功率半导体领域的霸主。
- 目前英飞凌**总市值约在160亿美元左右**。

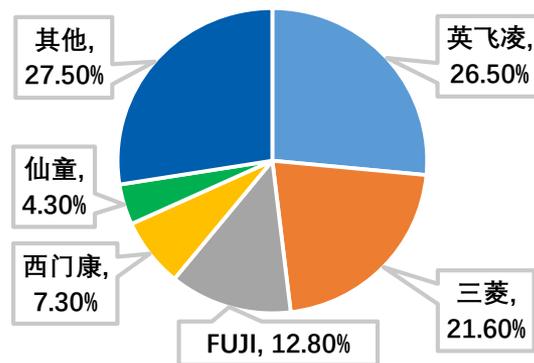
资料来源：网络整理、中国中投证券研究总部



## Infineon英飞凌

- 从IGBT模块、分立式IGBT和MOSFET等细分市场，可以看出英飞凌的强势地位。
- 2014年，英飞凌MOSFET市场份额从26.4%增至27.8%，而市场排名第二的竞争对手的市场份额则仅为10.5%；**分立式IGBT**市场份额从34.7%增至38.5%，最接近的竞争对手仅为14.1%；在**IGBT模块**细分市场上，英飞凌的市场份额从21.4%增至23.2%，仅落后约3个百分点排名第二。

### ● 2014年国际IGBT市场总份额



资料来源：IHS、中国中投证券研究总部

# √ 附录：国际IGBT厂商简介

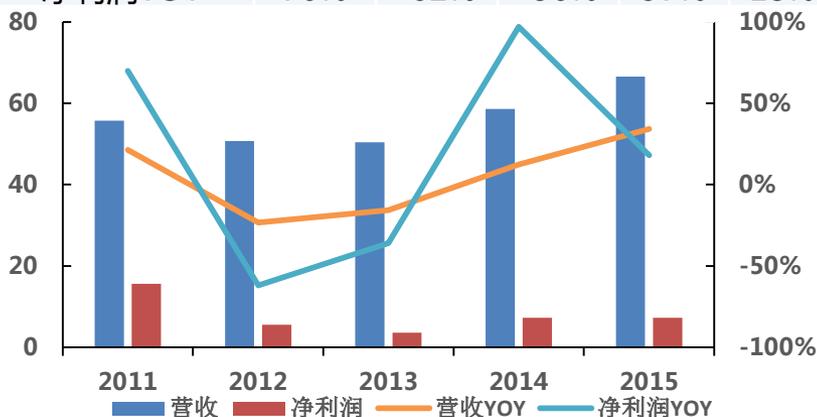


## Infineon英飞凌

- 英飞凌公司2015财年报收**67亿美元**，同比增长34%，增长情况远超行业平均水平。
- 收购Wolfspeed能够进一步增强英飞凌在电动交通、可再生能源及物联网等增长型市场上作为功率和射频（RF）功率解决方案供应商的领先地位。

### ● 英飞凌2011-2015年营收vs净利润

年份	2011	2012	2013	2014	2015
营收(亿美元)	56	51	50	59	67
净利润(亿美元)	16	6	4	7	7
营收YOY	21%	-23%	-16%	12%	34%
净利润YOY	70%	-62%	-36%	97%	18%



资料来源：Bloomberg、中国中投证券研究总部

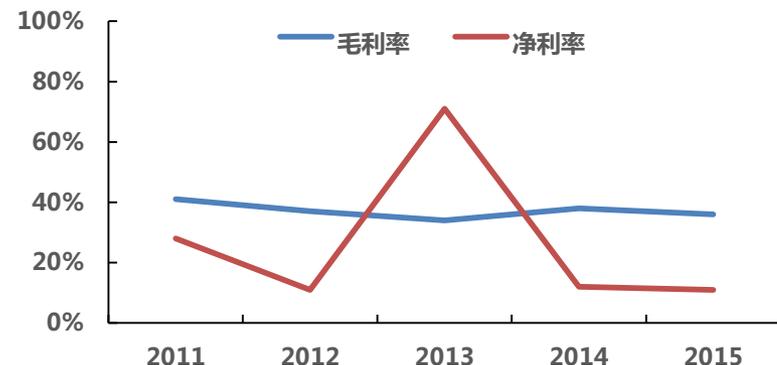


## Infineon英飞凌

- Wolfspeed生产的碳化硅芯片在未来数年将逐渐取代传统芯片，尤其是在电动和混合动力汽车市场。
- 收购Wolfspeed后将在短期内提高公司每股摊薄收益和利润率。当前（2016年7月）英飞凌的**毛利率约为55%**，而未来4年有望保持20%的年平均增长率。

### ● 英飞凌2011-2015年毛利率vs净利率

年份	2011	2012	2013	2014	2015
毛利率	41%	37%	34%	38%	36%
净利率	28%	11%	71%	12%	11%



资料来源：Bloomberg、中国中投证券研究总部

# √ 附录：国际IGBT厂商简介



## 三菱电机

- 三菱电机创立于1921年，是三菱MITSUBISHI财团之一，全球500强。产品范围广泛，包含面向个人消费者的显示产品、手机、厨房电气、车载电气、生活电气、空调电气。面向商业消费者的电子、电力、社会、交通、宇宙、信息、电气、机器、半导体和影像等。。三菱电机自动化作为机电产品综合供应商，其业务范围覆盖工业自动化（FA）产品和机电一体化（Mechatronics）产品。
- 三菱电机在保持公司在工业及重电设备、卫星、防御系统、电梯及自动扶梯、汽车用电子产品、空调、通风设备等领域的领先地位的同时，还将进一步拓展在移动通信设备、显示设备、显示装置技术及尖端半导体等领域的世界市场份额。
- 三菱电机半导体产品包括功率模块（IGBT、IPM、MOSFET等）、微波/射频和高频光器件、光模块、和标准工业用的TFT LCD等产品。
- 目前，三菱电机已经成功开发了基于碳化硅芯片技术的新一代功率器件。

资料来源：网络整理、中国中投证券研究总部



## 瑞萨电子

- 瑞萨电子公司（Renesas Electronics Corporation）是由瑞萨科技与NEC电子合并而成，2010年成立，总部位于日本，是世界第六大半导体制造商（2012年数据）。瑞萨电子公司由日本电气、日立、三菱电机等持股。
- 2016年3月10日，瑞萨电子宣布推出第八代G8H系列绝缘栅双极型晶体管（IGBT）的六款新产品，其可将用于太阳能发电系统的功率调节器中的转换损耗降至最低，并减少不间断电源（UPS）系统中的逆变器应用。瑞萨也为带内置二极管的1250V IGBT实现了业界首款TO-247 plus封装，它为系统制造商提供了更大的电路配置灵活性。
- 第八代设备的性能指数与之前的第七代IGBT相比改进了30%，有助于为用户系统降低功耗并改善整体性能。对注重光伏逆变器、UPS、工业电机驱动器的电力行业主要市场来说，这些更新具有很重要的意义。

资料来源：网络整理、中国中投证券研究总部

# ✓ 免责条款

本报告由中国中投证券有限责任公司（以下简称“中国中投证券”）提供，旨在派发给本公司客户及特定对象使用。中国中投证券是具备证券投资咨询业务资格的证券公司。未经中国中投证券事先书面同意，不得以任何方式复印、传送、转发或出版作任何用途。合法取得本报告的途径为本公司网站及本公司授权的渠道，由公司授权机构承担相关刊载或转发责任，非通过以上渠道获得的报告均为非法，我公司不承担任何法律责任。

本报告基于中国中投证券认为可靠的公开信息和资料，但我们对这些信息的准确性和完整性均不作任何保证。中国中投证券可随时更改报告中的内容、意见和预测，且并不承诺提供任何有关变更的通知。

本公司及其关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。

本报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券的买卖出价。投资者应根据个人投资目标、财务状况和需求来判断是否使用报告所载之内容，独立做出投资决策并自行承担相应风险。我公司及其雇员不对使用本报告而引致的任何直接或间接损失负任何责任。

该研究报告谢绝一切媒体转载。

# 谢谢！

## 电子团队简介

**孙远峰**，电子行业首席分析师，哈尔滨工业大学工学学士，清华大学工学博士，近3年电子实业工作经验，2013-2015年新财富团队核心成员。

**耿琛**，电子行业分析师，哈尔滨工业大学工学/金融学士，美国新墨西哥大学计算机硕士，新加坡国立大学计算机学院助理研究员。

**张雷**，电子行业分析师，西北工业大学理学学士，北京大学集成电路设计与工程系硕士，近3年军工研究所工作经验。

**张磊**，电子行业分析师，北京大学理学学士，工学硕士，近3年商业银行总行科技管理工作经验。