



# 功率 MOSFET：非慎行无以度厄，非研发无以致远

## 研究院副总经理：林全

曾任华为供应链管理工程师，广证新三板研究副团队队长等职。

电话：0755-83068383-8816

E-mail:linquan@jiyechangqing.cn

## TMT 研究部电子行业研究员：陈凯

厦门大学经济学硕士，知名券商投行、研究所经历，研究覆盖半导体、LED、物联网等 TMT 领域细分行业。

电话：0755-83068383-8137

E-mail:chenkai@jiyechangqing.cn

## TMT 研究部研究员：高林瀚

南京财经大学经济学学士，国际贸易行业从业经历，阅文集团签约作者，研究专注于传媒及电子领域。

电话：0755-83068383-8057

E-mail:gaolinhan@jiyechangqing.cn

基业常青经济研究院致力于成为国内顶尖的一级市场研究机构：专注一级市场产业研究，坚持“深耕产业研究，助力资本增值，让股权投资信息不对称成为历史”，以优秀企业为创造增量价值的根本，协助上市公司规划产业布局做强做大，帮助地方政府产业升级，为股权投资机构发掘前瞻性投资机会。

## 特别声明：

作者保证本报告中的信息均来源于合规的渠道，研究逻辑力求客观、严谨；报告的结论是在独立、公正的前提下得出，并已经清晰、准确地反映了作者的研究观点。除特别声明的情况外，在作者知情的范围内，本报告所研究的企业与作者无直接利益相关。特此声明。

## ● 专精于高频领域，预计 2022 年功率 MOSFET 全球市场规模可达 85 亿美元

功率 MOSFET 是电力控制中必不可缺的专精于高频领域的功率器件。功率 MOSFET 是市场占比最高的功率器件，由于自身电压驱动、全控式、单极型的特点主要适用于对功率器件工作频率需求较高的领域。

**宽禁带半导体材料迭代引领功率 MOSFET 性能演进。**功率 MOSFET 主要通过制程缩小、技术变化、工艺进步与材料迭代这四种方式不断提高自身的性能以满足世界电气化程度不断加深带来的电力需求。其中，宽禁带半导体材料的迭代引领着功率 MOSFET 向着更高的性能迈进。

受益于世界的电动化、信息化以及对用电终端性能的更高追求，预计 2022 年功率 MOSFET 全球市场规模可达 85 亿美元，未来五年复合年化增长率为 4.87%，而国内市场由于“进口替代”格局以及中低端 MOSFET 的产能转移趋势，未来五年预计年化复合增长率超过 10%。

## ● 长期来看，恒逐峰者可览众山

由于功率半导体是一个需求驱动型的行业，因此我们通过不同的供需格局将功率 MOSFET 分为高中低三个层次来判断未来不同类功率 MOSFET 的市场格局，并分析得出这种格局本质上是由各类功率 MOSFET 生产工艺的演进进度决定的。

对于高端、中端、低端三种层次的功率 MOSFET 产品而言，核心竞争力分别为高品质产品的生产能力、渠道能力与成本控制能力。但由于单类功率 MOSFET 层次会从高端向低端自然下移，因此从长期来看，对于一家功率 MOSFET 企业而言，只有不断向着产品性能的更高峰攀登的技术研发能力才是核心竞争力。

## ● 中期来看，善驭风者助行高远

从未来 5-10 年的中期视角来看，由于中国功率 MOSFET 的市场需求与本土企业供给间存在的巨大差距以及中国企业存在的特有成本优势，国内功率 MOSFET 企业额外获得“进口替代”的增量市场空间。同时，由于低端 MOSFET 产品的核心竞争力在于成本控制能力，可以预见中低端功率 MOSFET 全球产能存在向中国转移的趋势。而在众多国内功率 MOSFET 企业中，我们认为成本控制能力优秀的设计企业更能够借助这两股东风顺势而起。

## ● 短期来看，久慎行者易御危厄

自 2017 年 9 月以来，功率 MOSFET 由于数字货币矿机、电动汽车等领域快速发展带来新增需求旺盛的同时 8 寸线产能被指纹识别以及双摄芯片挤压造成供给不足，经历了一轮疯狂的涨价潮，整个行业快速增长。

但考虑到矿机热度退潮、智能手机出货量下滑等因素造成的需求降低，以及存储价格下跌引发的半导体行业周期性下行，和随之而来的 8 寸线产能释放，我们对功率 MOSFET 继续涨价的可能性持谨慎态度。在可能到来的降价趋势中，我们认为在涨价潮中谨慎行事，没有盲目扩产囤货，并且因为具备优质渠道因此拥有良好的经营性现金流的设计企业有望在行业收缩周期规避风险、逆势前行。

● **投资策略：**我们认为功率 MOSFET 企业长期受益于提升技术研发能力，中期受益于做好成本控制以把握“进口替代”趋势，短期受益于巩固下游渠道抵御价格下跌风险。据此我们推荐关注现金流良好、成本控制能力强且具备中高端产品生产能力或潜在生产能力的国内功率 MOSFET 设计企业。

● **风险提示：**社会电气化、信息化进度不及预期；国内企业技术进步不及预期/国内人力成本快速上涨；半导体行业下行程度超过预期。



## 内容目录

1 专精于高频领域，预计 2022 年功率 MOSFET 全球市场规模可达 85 亿美元.....	4
1.1 作为电压驱动的全控式单极型功率器件，功率 MOSFET 专精于高频领域....	4
1.2 宽禁带半导体材料迭代引领功率 MOSFET 性能演进.....	5
1.3 受益于世界的电动化、信息化以及对用电终端性能的更高追求，预计 2022 年功率 MOSFET 市场规模可达 85 亿美元.....	7
2 长期来看，恒逐峰者可览众山.....	10
2.1 低端控本高端重质，生产工艺演进进程决定功率 MOSFET 不同层次.....	10
2.2 长远来看单类 MOSFET 产品层次会由高端向低端逐年下移，研发实力为功率 MOSFET 企业核心竞争力.....	12
3 中期来看，善驭风者助行高远.....	13
3.1 国际巨头垄断国内市场，“进口替代”空间利好纯设计企业.....	13
3.2 成本控制能力强的中国企业有望承接全球中低端产品的产能转移趋势.....	15
4 短期来看，久慎行者易御危厄.....	15
4.1 供弱需强，连续 5 个季度价格上涨帮助具备产能优势的功率 MOSFET 企业快速增长.....	15
4.2 供强需弱，销售渠道优质、经营性现金流良好的企业更易熬过危机.....	17
5 投资策略.....	18
6 风险提示.....	19



## 图表目录

图表 1	全球功率半导体市场结构 (2017)	4
图表 2	全球功率器件及模组市场结构 (2017)	4
图表 3	功率器件分类维度及其对应性能特点	4
图表 4	功率半导体主要应用领域	5
图表 5	MOSFET 的分类方式	6
图表 6	不同类型功率 MOSFET 的应用领域	6
图表 7	功率 MOSFET 的技术演进方式	6
图表 8	主流功率 MOSFET 的类型	7
图表 9	需求功率 MOSFET 的主要下游行业	7
图表 10	汽车电动化后单车半导体用量变化	8
图表 11	功率 MOSFET 在汽车中的应用	8
图表 12	数据中心的功率传输途径	8
图表 13	英伟达 RTX2080	9
图表 14	英伟达不同显卡产品所需供电相数变化	9
图表 15	2016-2022 年功率 MOSFET 市场空间测算	9
图表 16	功率 MOSFET 的分层方式	10
图表 17	低端功率 MOSFET 的特点	10
图表 18	中端功率 MOSFET 的特点	11
图表 19	高端功率 MOSFET 的特点	11
图表 20	各层次功率 MOSFET 部门的核心竞争力	11
图表 21	汽车电子领域功率 MOSFET 特有认证需求 (部分)	12
图表 22	功率 MOSFET 市场结构 (2018)	13
图表 23	功率 MOSFET 市场结构 (2023)	13
图表 24	全球功率 MOSFET 市场占比 (2017)	14
图表 25	中国功率 MOSFET 市场占比 (2017)	14
图表 26	国内功率半导体厂商的成本优势	15
图表 27	近年来国际厂商放弃中低端 MOSFET 市场的事件	15
图表 28	2017 年国内 MOSFET 厂商涨价事件 (部分)	16
图表 29	2018 年第三季度功率 MOSFET 市场供需状况	16
图表 30	价格的上涨对于厂商的影响	16
图表 31	2018 年第一、三季度功率 MOSFET 市场供需状况对比	17
图表 32	2018 年第一、三季度功率 MCU 市场供需状况对比	17
图表 33	价格的下跌对于厂商的影响	18

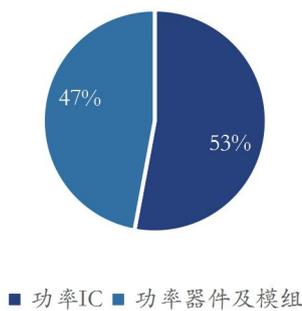
# 1 专精于高频领域，预计 2022 年功率 MOSFET 全球市场规模可达 85 亿美元

## 1.1 作为电压驱动的全控式单极型功率器件，功率 MOSFET 专精于高频领域

在 11 月 21 日的报告《功率半导体总览：致更高效、更精密、更清洁的世界》中我们主要向读者们介绍了功率半导体这一现代社会电气化运作的核心并对其未来的发展趋势做出了一定的预判。在这篇报告中，我们则希望向读者们展示功率 MOSFET 这一当今全球范围内市场占比最大的功率器件细分行业。

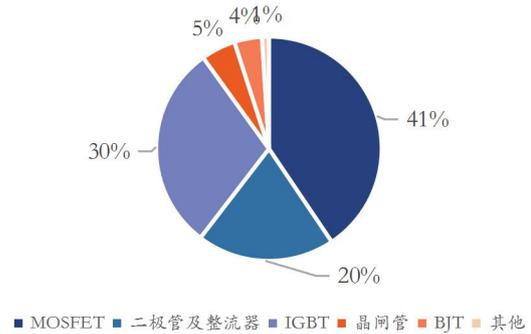
根据 IHS 及 Gartner 的相关统计，功率 MOSFET 占据约 40% 的全球功率器件市场规模。

图表 1 全球功率半导体市场结构 (2017)



资料来源：Yole Développement, 基业常青

图表 2 全球功率器件及模组市场结构 (2017)



资料来源：IHS, 基业常青

MOSFET 全称 Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, 中文名为金属-氧化物半导体场效应晶体管, 简称金氧半场效应晶体管或 MOS 管, 是一种可以广泛使用在模拟电路与数字电路的场效应晶体管。而功率 MOSFET 则指处于功率输出级的 MOSFET 器件, 通常工作电流大于 1A。

由于功率器件的分类方式非常多样, 且各分类方式的分类逻辑并不存在上下包含的关系, 因此在这里我们从驱动方式、可控性、载流子类型这三个分类维度将功率 MOSFET 定义为电压驱动的全控式单极型功率器件。

图表 3 功率器件分类维度及其对应性能特点

分类维度	分类方式	代表性器件	性能影响
驱动方式	电流驱动	BJT	驱动功耗相对较大
	电压驱动	MOSFET、IGBT	驱动功耗相对较小
可控性	不可控型	功率二极管	不可作为开关器件使用, 工作频率相对较慢
	半控型	晶闸管	可作为开关器件使用, 工作频率相对较慢, 驱动电路相对复杂
	全控型	MOSFET、IGBT	可作为开关器件使用, 工作频率相对较快,

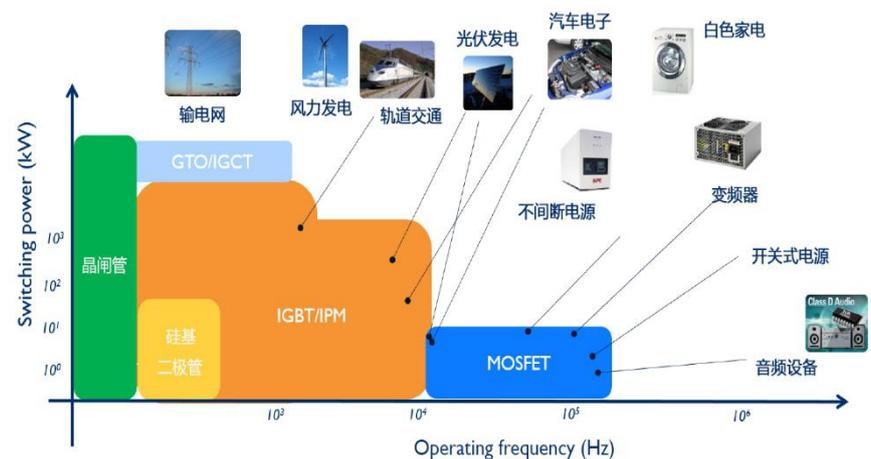
		驱动电路相对简单
载流子类型	单极型	MOSFET、SBD 工作频率相对较快，开关损耗相对较低但电压承载能力较差且导通损耗与关断损耗相对较大
	双极型	BJT、FRD 工作频率相对较慢，开关损耗相对较高但电压承载能力较强且导通损耗与关断损耗相对较小
	混合型	IGBT 工作频率居中较快，电压承载能力较高，开关损耗、导通损耗与关断损耗均居中较低

资料来源：基业常青

可以发现，功率 MOSFET 的电压驱动、全控式和单极型特性决定了其在功率器件中的独特定位：**工作频率相对最快、开关损耗相对最小，但导通与关断功耗相对较高、电压与功率承载能力相对较弱。**

因此功率 MOSFET 会在两个领域中作为主流的功率器件：**1.要求的工作频率高于其他功率器件所能实现的最高频率的领域，目前这个最高频率大概是 70kHz，在这个领域中功率 MOSFET 成为了唯一的选择，代表性下游应用包括变频器、音频设备等。****2.要求工作频率在 10kHz 到 70kHz 之间，同时要求输出功率小于 5kW 的领域，在这个领域的绝大多数情况下，尽管 IGBT 与功率 MOSFET 都能实现相应的功能，但功率 MOSFET 往往凭借更低的开关损耗（高频条件下开关损耗的功耗占比更大）、更小的体积以及相对较低的成本成为优先选择，代表性的下游应用包括液晶电视板卡、电磁炉等。**

图表 4 功率半导体主要应用领域



资料来源：Yole Développement， 基业常青

## 1.2 宽禁带半导体材料迭代引领功率 MOSFET 性能演进

根据载流子种类与掺杂方式，MOSFET 可以被分为 4 种类型：N 沟道增强型、N 沟道耗尽型、P 沟道增强型、P 沟道耗尽型。

图表 5 MOSFET 的分类方式

区分方式	类型	实际意义	影响
载流子种类	P 沟道	空穴作为多数载流子导电	载流子迁移速度慢，开关速率低，阈值电压高，导通电阻大
	N 沟道	电子作为多数载流子导电	载流子迁移速度快，开关速率高，阈值电压低，导通电阻小
掺杂方式	增强型	不掺杂	VGS=0 时为截至状态，正电压控制
	耗尽型	在 SiO <sub>2</sub> 绝缘层中掺入大量的正离子	VGS=0 时为导通状态，正、零、负电压控制，成本较高

资料来源：基业常青

由于功率 MOSFET 往往追求高频率与低功耗，且多用作开关器件，因此 N 沟道增强型是绝大多数功率 MOSFET 的选择。

图表 6 不同类型功率 MOSFET 的应用领域

	N 沟道	P 沟道
增强型	广泛应用	开关电路的高侧开关
耗尽型	常开型开关或用于小信号放大	常开型开关或用于小信号放大

资料来源：基业常青

功率 MOSFET 自 1976 年诞生以来，不断面对着社会电气化程度的提高所带来的对于功率半导体的更高性能需求。对于功率 MOSFET 而言，主要的性能提升方向包括三个方面：更高的频率、更高的输出功率以及更低的功耗。

为了实现更高的性能指标，功率 MOSFET 主要经历了制程缩小、技术变化、工艺进步与材料迭代这 4 个层次的演进过程，其中由于功率 MOSFET 更需要功率处理能力而非运算速度，因此制程缩小这一层次的演进已在 2000 年左右基本上终结了，但其他的 3 个层次的演进仍在帮助功率 MOSFET 不断追求着更高的功率密度与更低的功耗。

图表 7 功率 MOSFET 的技术演进方式

方式名称	演进特点	代表案例	影响
制程缩小	线宽制程的缩减，但不追求先进制程	从 10μm 演进至 0.15-0.35μm	全面提升器件性能
技术变化	同种设计结构中新技术带来的结构调整	从 Planar 变化至 Trench 再变化至 Super Junction 与 Advanced Trench	提高器件的电压承载能力与工作频率
工艺进步	同种设计与技术结构中生产工艺的进步	英飞凌 CoolMOS 系列 S5-C7	主要提高器件的 FOM 品质，降低功耗
材料迭代	半导体材料的改变	Si MOSFET 演进至 SiC/GaN MOSFET	全面提升器件性能并降低功耗

资料来源：基业常青

目前，市面上的主流功率 MOSFET 类型主要包括：由于技术变化形成的内部结构不同的 Planar、Trench、Lateral、Super Junction、Advanced Trench 以及由于材料迭代形成的半导体材料改变的 SiC、GaN。其中尽管材料迭代与技术变化属于并行关系，比如存在 GaN Lateral MOSFET，但就目前而言，由于宽禁带半导体仍处于初步发展阶段，所有面世的宽禁带 MOSFET 的性能主要由材料性能决定，因此将所有不同结构的 GaN MOSFET 和 SiC MOSFET 分别归为一个整体。

图表 8 主流功率 MOSFET 的类型

种类	主要特性	适用领域
Planar	工作频率低但耐压性较好	稳压器等
Lateral	电容低，工作频率高但耐压性差	音频设备等
Trench	导通电阻小，工作频率较高，耐压性一般	开关电源等
Super Junction	在 Trench 的基础上进一步提高了耐压性与输出功率	工业照明等
Advanced Trench	在 Trench 的基础上进一步提高了工作频率	通信设备等
SiC	功耗低、工作频率快、输出功率最高、耐压性能最好	汽车电子等
GaN	功耗低、耐压性好、输出功率高、工作频率最高	汽车电子等

资料来源：基业常青

### 1.3 受益于世界的电动化、信息化以及对用电终端性能的更高追求，预计 2022 年功率 MOSFET 全球市场规模可达亿 85 美元

在《总览》中我们提到，功率半导体行业是一个需求驱动型的行业，因此功率 MOSFET 行业的市场空间主要源于对功率器件的需求为 10kHz 以上的工作频率以及 5kW 以下的输出功率的行业的市场空间。

图表 9 需求功率 MOSFET 的主要下游行业

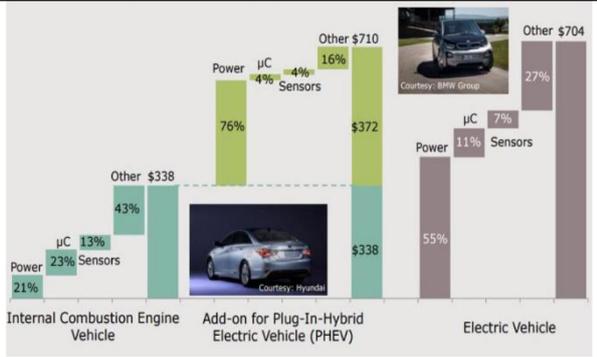
行业名称	代表性应用		
音画设备	显示设备	音频设备	摄像头
无线设备	手机	播放器	可穿戴设备
家用电器	洗衣机	冰箱	空调
医疗设备	血糖仪	核磁共振	X 光机
汽车电子	电机控制器	变频器	自动驾驶复制系统
计算存储	电脑	服务器	数据中心
工业	高频感应加热	不间断电源	太阳能逆变器
网络通讯	调制解调器	宽带网络	蜂窝无线网络

资料来源：Yole Développement，基业常青

而这 8 个行业的主要增长动力，又主要源于三个趋势：**电动化趋势、信息化趋势以及对用电终端性能的更高追求趋势。**

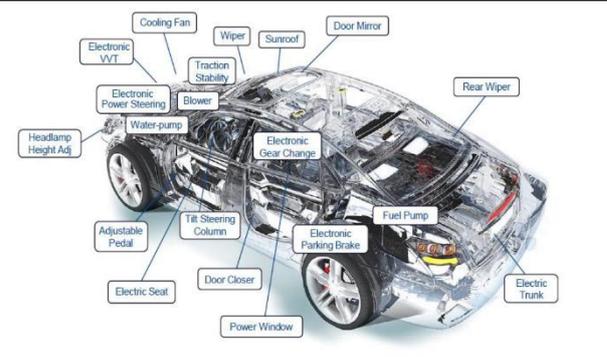
电动化趋势主要影响汽车电子以及工业这两个行业，汽车行业的电动化无疑是当今世界电动化最显著的一个特征，这既源于汽车行业每年全球近1亿量的产销量规模，也源自于汽车电动化后3-4倍的功率半导体用量规模增长；而工业则主要因为电动化带来整体用电量的提升，从而带动包括电源、太阳能逆变器等电力传输领域行业的增长。

图表 10 汽车电动化后单车半导体用量变化



资料来源：Strategy Analytics

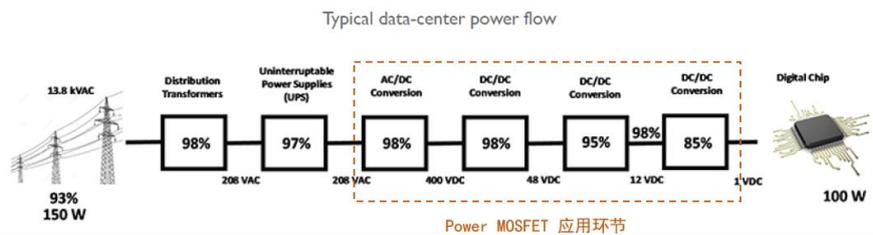
图表 11 功率 MOSFET 在汽车中的应用



资料来源：Diodes

信息化趋势主要影响无线设备、计算存储以及网络通讯这三个行业，就未来世界的趋势而言，无论是物联网或是AI，本质上都离不开更大程度上数据的收集、计算与传输，而数据量的增加，必将带来用电量与用电设备的增加，从而提高在这些设备中会被主要使用的功率 MOSFET 的市场空间。

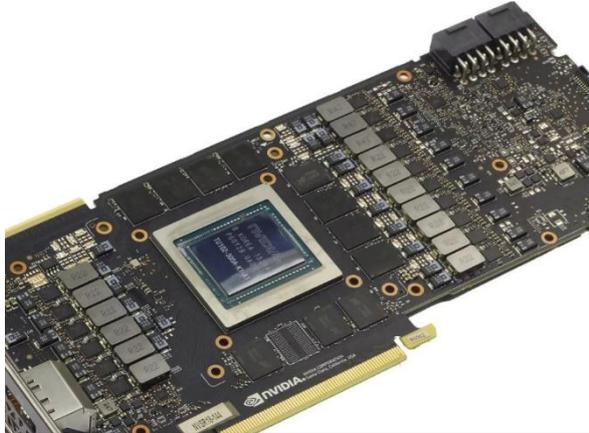
图表 12 数据中心的功率传输途径



资料来源：Yole Développement，基业常青

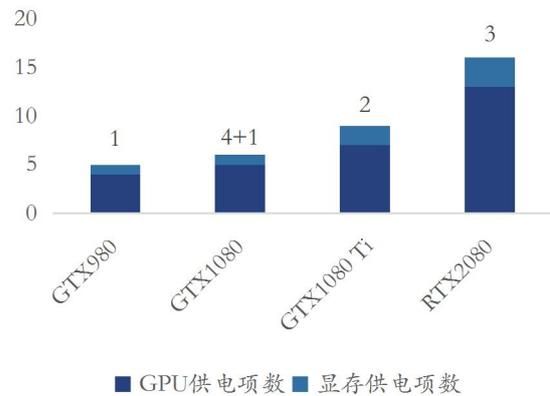
对用电终端性能的更高追求趋势则主要影响音画设备、家用电器以及医疗设备这三个行业。所谓对用电终端性能的更高追求，包括更高的音画质、变频降噪等舒适感需求以及更精准多样的医疗设备检测等。以对电脑画质更高的要求为例，更高的电脑画质需求更高运算速度的 GPU 和更多的显存，更高运算速度的 GPU 和更多的显存又自然需求更多相的供电来驱动其稳定工作，而每一相供电都需要2-4个功率 MOSFET。

图表 13 英伟达 RTX2080



资料来源：公开资料

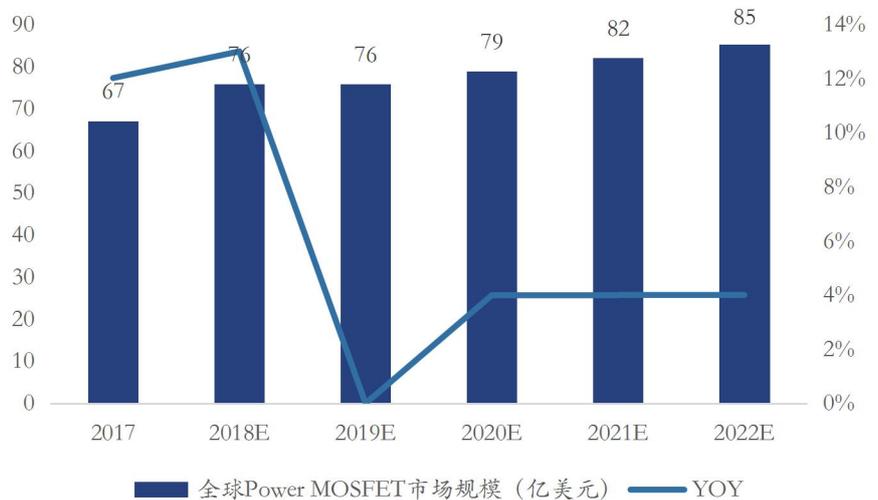
图表 14 英伟达不同显卡产品所需供电相数变化



资料来源：基业常青

受益于电动化、信息化以及对用电终端性能的更高追求带来的新增市场以及供需格局带来的价格变化，结合 IHS、Yole Développement 的相关测算，我们预计功率 MOSFET 市场在 2018 年将略高于 2017 年 12% 左右的增长速度达到 13%，在 2019 年由于挖矿机、智能手机等下游行业的需求不振维持市场规模不变，在 2020 年以后由于物联网、AI、5G 等信息产业的兴起回升至 4% 的年化增长速度，至 2022 年实现约 85 亿美元的市场规模，对应的复合年增长率为 4.87%。

图表 15 2016-2022 年功率 MOSFET 市场空间测算



资料来源：IHS, Yole Développement, 基业常青

## 2 长期来看，恒逐峰者可览众山

### 2.1 低端控本高端重质，生产工艺演进进程决定功率 MOSFET 不同层次

尽管功率半导体长远追求更高的功率密度以及更低的功耗，不同类型的功率 MOSFET 的市场地位与利润空间却并不完全由功率密度的高低与功耗的多少决定。比如 Lateral 型的功率 MOSFET 尽管属于比较早期被研发成功的功率 MOSFET，且存在耐压低功率密度难以提升的缺陷，但利润率一直较高。

有两个原因造成了目前的这种局面：1.功率半导体行业的整体发展方向是提高功率密度、降低功耗，但如果细化到某一个指标，比如工作频率时，后研发的 Super Junction 等类型的功率 MOSFET 并不比 Lateral 型更有优势；2.只有满足了下游行业特定性能需求的两种 MOSFET 才能形成替代，因此无法替代的 Lateral 型在市场地位中与技术更为先进的 Super Junction 等类型比肩，获得更高的超额利润。

由于功率半导体是一个需求驱动型的行业，因此，在将各类型的功率 MOSFET 分层来讨论未来的结构趋势时，我们更倾向于通过生产商与下游的关系将不同的功率 MOSFET 比较抽象地分为低端、中端和高端，而不依据功率密度的大小或功耗的多少来划分。

图表 16 功率 MOSFET 的分层方式

层级	代表 MOSFET 类型	对功率 MOSFET 的性能要求	主要应用行业
低端	Planar、Trench	工作频率要求一般，输出功率要求低，功耗能力要求一般	消费电子
中端	Super Junction、Advanced Trench	工作频率要求较高，输出功率要求较高，功耗能力要求一般	工业、家电
高端	SiC、GaN	工作频率要求较高，输出功率要求较高，功耗能力要求较高	汽车、航天

资料来源：基业常青

一般来说，低端层次的功率 MOSFET 所满足的性能要求相对较低、容易达到，且这种 MOSFET 面临着无从继续进行生产工艺演进，或者对这种 MOSFET 进行生产工艺演进带来的成本超过了其相对于更先进 MOSFET 的使用成本优势。

对应到生产商的层面，我们认为该层次的功率 MOSFET 领先生产厂商生产工艺演进已经停止，绝大多数市场参与者的产品性能差异性小，此时价格成为下游厂商选择产品的主要原因。

图表 17 低端功率 MOSFET 的特点

性能要求	生产工艺演进进程	不同厂商产品性能差异	下游厂商选择标准
较低	已停止	小	价格

资料来源：基业常青

中端层次的功率 MOSFET 所满足的性能要求适中，想要生产出相应性能的功率 MOSFET 具有一定的难度，对这种 MOSFET 进行生产工艺演进带来的成本低于其相对于更先进 MOSFET 的使用成本优势或并不存在更先进的 MOSFET 可选方案。

对应到生产商的层面，我们认为该层次的 MOSFET 领先生产厂商生产工艺演进仍在继续但已处于中后阶段，演进速度显著放缓，生产工艺演进积累各不相同的生产商产品性能存在一定的差异，此时下游厂商首先根据自己所需的产品性能来选择生产商名录，其次再综合考虑价格、供货量等因素。

图表 18 中端功率 MOSFET 的特点

性能要求	生产工艺演进进程	不同厂商产品性能差异	下游厂商选择标准
适中	中后期， 演进速度放缓	大	优先满足性能， 其次考虑价格

资料来源：基业常青

高端层次的功率 MOSFET 所满足的性能要求高，想要生产出相应性能的功率 MOSFET 存在较高的技术壁垒，并不存在更先进的 MOSFET 可选方案。

对应到生产商的层面，我们认为该层次的 MOSFET 领先生产厂商刚刚开启生产工艺演进，演进速度较快，仅有领先厂商能够生产该层次的 MOSFET，此时下游厂商更为关注自己所需的产品性能，对价格的敏感度较低。

图表 19 高端功率 MOSFET 的特点

性能要求	生产工艺演进进程	不同厂商产品性能差异	下游厂商选择标准
高	前中期， 演进速度较快	仅有领先厂商可以生产	性能

资料来源：基业常青

因此我们认为，上下游与不同功率 MOSFET 的不同关系，本质上是由于生产工艺演进进程（等价于该 MOSFET 领先厂商的生产工艺演进进程）的不同而导致的。

其中由于下游厂商不同的选择标准，各类 MOSFET 部门的核心竞争力也各不相同。对于低端功率 MOSFET 部门而言，由于下游厂商仅关注价格，成本控制能力成为核心竞争力；对于高端功率 MOSFET 生产部门而言，自然高品质产品的生产能力成为核心竞争力；而对于中端功率 MOSFET 部门而言则比较复杂，由于价格和性能对于不同下游厂商的重要性动态变化，在产品性能与价格均具备一定市场竞争力的前提下，渠道能力决定了企业能找到多少与自身产品匹配的下游客户，从而决定了营收规模，成为核心竞争力。

图表 20 各层次功率 MOSFET 部门的核心竞争力

层次	判断标准	下游厂商选择标准	核心竞争力
低端	生产工艺演进进程已终止	价格	成本控制能力
中端	生产工艺演进进程处于中后期， 演进速度显著放缓	优先满足性能，其次考虑 价格	渠道能力
高端	生产工艺演进进程处于前中期， 演进速度较快	性能	高品质产品的生 产能力

资料来源：基业常青

## 2.2 长远来看单类 MOSFET 产品层次会由高端向低端逐年下移，

### 研发实力为功率 MOSFET 企业核心竞争力

在 2.1 中，我们根据不同功率 MOSFET 的行业特性与上下游关系将功率 MOSFET 分为了低端、中端和高端三个层次，并总结了三个层次分类的本质原因是由于生产工艺演进进程的不同，以及三个档次产品分别的核心竞争力。

但是功率 MOSFET 产品的核心竞争力与功率 MOSFET 企业的核心竞争力存在着较大的差别。同样有两点原因：1.对于一家功率 MOSFET 企业，很少有只生产一种层次的功率 MOSFET 产品。2.单类功率 MOSFET 的层次会由高端向低端逐年下移。

单类功率 MOSFET 的层次会逐年下移本质上是由于该类功率 MOSFET 的生产工艺演进进程会逐年成熟，当生产工艺演进进程达到中后期，演进速度放缓时，高端层次的功率 MOSFET 自然下移至中端层次，而当生产工艺演进进程结束时，中端层次的功率 MOSFET 自然下移至低端层次。

这两年的汽车行业正好是一个非常好的观察者，由于汽车行业非常关注安全性，因此对零部件的一致性与合格率有着非常高的要求，通常一个合格的产品仍然需要经历 1-2 年的验证周期。这就是为什么汽车行业对性能要求高，且需求的产品仅能由领先厂商生产，但有一部分却使用的是中端的功率 MOSFET 的原因——汽车行业使用的是从高端层次自然下移至中端层次的功率 MOSFET。

图表 21 汽车电子领域功率 MOSFET 特有认证需求（部分）

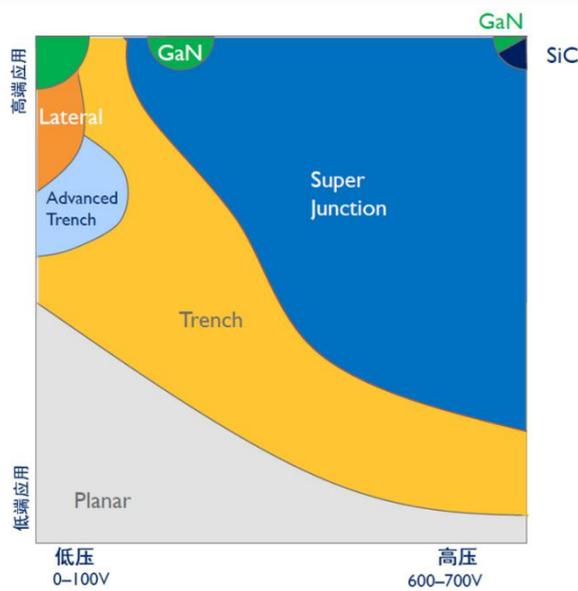
证书	认证对象	意义
TS16949	车用零部件行业生产商	证明拥有该证书的生产商具备质量认证是供货给汽车行业的生产商需要的资质
AEC-Q	特定的产品	证明经过认证的产品合格率高，属于车规级是供给汽车行业的产品需要的资质

资料来源：基业常青

同时，我们认为功率半导体行业会因为社会电气化程度的加深对功率半导体提出的更高需求，而不断追求着更好的性能。因此，高端层次将不断涌现新的功率 MOSFET 类型（直至功率 MOSFET 结构被别的功率半导体结构替代），而低端层次性能较差的功率 MOSFET 类型的市场空间将不断被压缩。

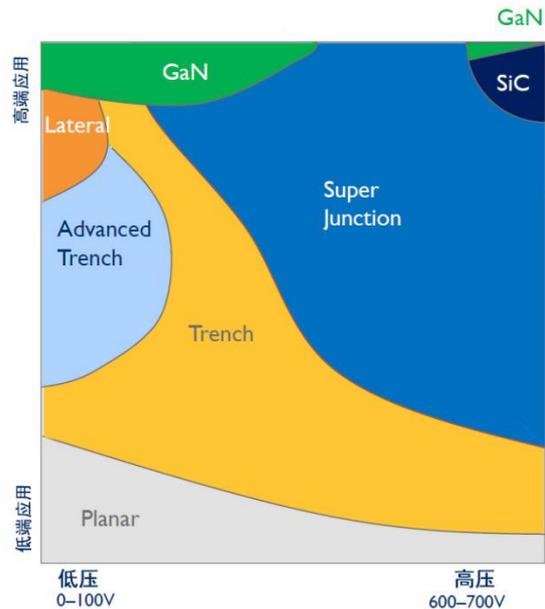
Yole Développement 也曾给出预判，未来五年会出现三个比较明显的结构变化趋势：Trench MOSFET 将从中端下移至中低端，替代部分 Planar MOSFET 的低端市场，Advanced Trench（如 SGT 等）MOSFET 将彻底下移至中端，替代 Trench MOSFET 在低压领域的中端市场，宽禁带（SiC、GaN 等）MOSFET 将更为广泛地占据高端市场。

图表 22 功率 MOSFET 市场结构 (2018)



资料来源: Yole Développement, 基业常青

图表 23 功率 MOSFET 市场结构 (2023)



资料来源: Yole Développement, 基业常青

因此对于一家功率 MOSFET 企业而言, 无论是依赖成本控制能力来占据低端市场, 或者依赖渠道能力来占据中端市场都不足以保障企业的长远发展, 因为本质上无论现在的某类功率 MOSFET 占据着哪个层次的市场, 长远来看都有市场空间被不断压缩的一天。

而如果一家企业能够凭借研发实力不断实现具备新涌现的高端层次功率 MOSFET 的生产能力, 一方面可以帮助企业实现高端领域产品核心竞争力的不断增强, 另一方面由于高中低端产品的渠道可以共用、生产成本会因为规模效应下降等原因, 企业在中端产品和低端产品领域的核心竞争力也能协同增强。

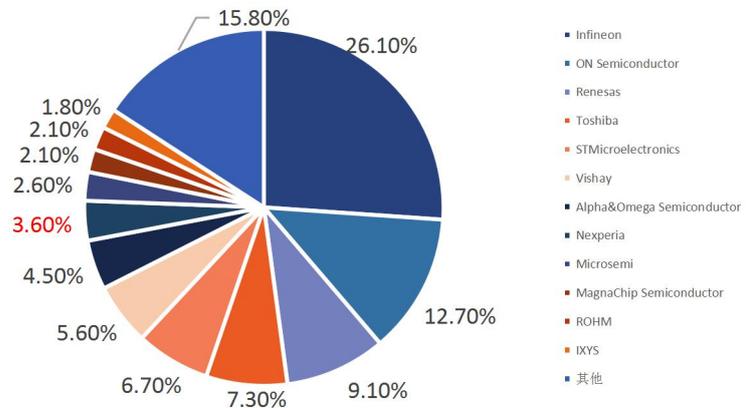
因此我们认为从长远看来, 研发实力为功率 MOSFET 企业核心竞争力。

### 3 中期来看, 善驭风者助行高远

#### 3.1 国际巨头垄断国内市场, “进口替代”空间利好纯设计企业

根据 IHS 的研究结果显示, 全球功率 MOSFET 市场前十二大企业共占据 84.2% 的市场空间, 其中仅有中国资本收购的外国企业 Nexperia 位列其中, 占据 3.6% 的市场份额。

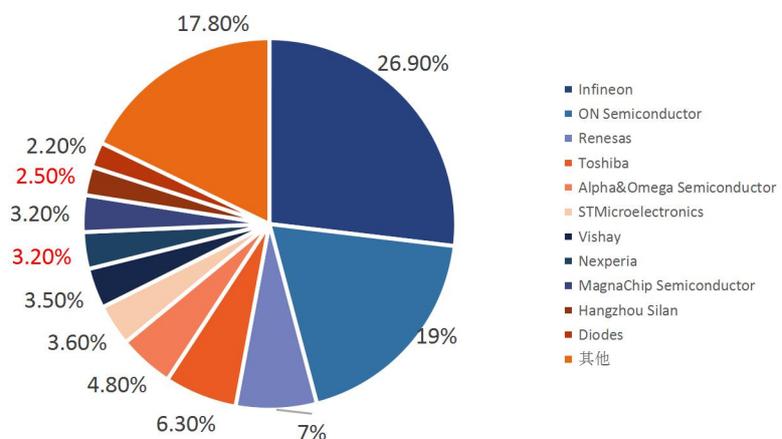
图表 24 全球功率 MOSFET 市场占比 (2017)



资料来源: IHS, 基业常青

中国功率 MOSFET 市场前十大企业共占据 82.2% 的市场空间, 其中中国资本收购的外国企业 Nexperia 位列第八, 占据 3.2% 的市场份额, 中国企业士兰微位列第十, 占据 2.5%, 二者合计为 5.7%。

图表 25 中国功率 MOSFET 市场占比 (2017)



资料来源: IHS, 基业常青

由于 2017 年中国功率 MOSFET 市场规模 26.39 亿美元, 占据全球 67.12 亿美元市场规模的 39.3%, 据此可以判断, 中国功率 MOSFET 市场需求量与中国企业供给量存在巨大差距, 中国功率 MOSFET 行业存在进口替代空间。

此外, 由于国内功率半导体行业具备较高的实现进口替代的可能性, 且短期内设计厂商可以利用晶圆代工的技术积累, 通过聚焦于设计领域的研发, 快速提升产品的性能与规模, 因此短期内设计厂商相较于 IDM 厂商更容易把握“进口替代”进程, 取得快速发展。(具体论证过程详见系列报告之一《功率半导体总览: 致更高效、更精密、更清洁的世界》)

因此短期内国内功率 MOSFET 设计企业更容易把握进口替代机遇。

### 3.2 成本控制能力强的中国企业有望承接全球中低端产品的产能

#### 转移趋势

在 2.1 中我们指出低端功率 MOSFET 产品的核心竞争力在于成本控制能力。并且由于功率 MOSFET 产品层次的自然下移，部分中低端产品的核心竞争力也将从渠道能力向成本控制能力过渡。

而国内的功率 MOSFET 企业相较于国际厂商在成本方面具备天然优势。

图表 26 国内功率半导体厂商的成本优势

优势类型	优势形成原因
成本优势	工程师红利，人力成本更低
面对中国下游厂商的额外成本优势优势	节省运输及关税费用
	国内厂商沟通成本低

资料来源：基业常青

与此同时，面对将要被进一步压低的利润率，以及由于近年来电动汽车行业的蓬勃发展使得相应的中高端 MOSFET 和 IGBT 的需求提高，欧美的功率半导体大厂往往选择更多地将毛利率低的中低端 MOSFET 产能转移至中高端 MOSFET 以及 IGBT 领域，**会放弃毛利率较低的中低端 MOSFET 市场。**

图表 27 近年来国际厂商放弃中低端 MOSFET 市场的事件

厂商	事件
Renesas	2013 年宣布推出 3C 类 MOSFET 市场
Magnachip	2016 年关闭了位于韩国的 MOSFET6 寸晶圆厂
NXP	2016 年剥离标准件部门（现 Nexperia）卖给中国资本

资料来源：基业常青

由于下游客户选用功率半导体时需要经过一段时间的验证周期，因此存在一定的替换成本，但由于国外厂商的直接退出，下游客户必须承受替换成本，此时**成本控制能力更好的中国企业有望凭借更低的价格打入这些下游厂商的供货体系，从而实现企业规模的快速增长。**

## 4 短期来看，久慎行者易御危厄

### 4.1 供弱需强，连续 5 个季度价格上涨帮助具备产能优势的功率

#### MOSFET 企业快速增长

2016 年下半年，存储价格开始上涨，随后更带动 12 寸晶圆线价格于 2017 年 1 季度开始上涨，于是晶圆代工厂选择加快将产能从 8 寸线向 12 寸线转移，同时指纹识别芯片和双摄芯片在智能手机中的大量应用占据了大量的 8 寸线产能，生产功率 MOSFET 的 8 寸晶圆产能因此遭到挤压，市面上功率 MOSFET 供给下降。

与此同时，短期内区块链货币的火热带来矿机销量的提升、电动汽车占比的快速提高以及长期中社会电动化、信息化程度的加深都带来了功率 MOSFET 的增量需求。

供给缩减的同时需求上升，功率 MOSFET 行业于 2017 年第三季度启动涨价潮。

图表 28 2017 年国内 MOSFET 厂商涨价事件（部分）

厂商	涨幅
长电科技	2 次调涨 MOSFET 价格，分别调涨 20%；10%-30%。
西安后裔	调涨 10%
乐山无限	调涨 10%
无锡新洁能	调涨 10%

资料来源：基业常青

而根据 Future Electronics 发布的 2018Q4（2018 年三季度）报告，功率 MOSFET 的涨价仍未终止，其中部分厂商产品货期仍在延长且价格仍在上涨。

图表 29 2018 年第三季度功率 MOSFET 市场供需状况

技术	厂商	目前货期	货期趋势	价格趋势
低压	Infineon	39-52	稳定	上涨
	Diodes	26-40	延长	上涨
	ON Semi (Fairchild)	26-40	延长	上涨
	ON Semi	39-52	延长	上涨
	Nexperia	36-52	延长	上涨
	ST	38-42	稳定	稳定
	Vishay	33-50	稳定	稳定
高压	Infineon	39-52	稳定	上涨
	Diodes	36-44	延长	上涨
	IXYS	36-44	稳定	上涨
	ST	28-44	稳定	稳定
	ROHM	36-40	稳定	稳定
	Microsemi	26-40	稳定	稳定
	Vishay	39-44	稳定	稳定

资料来源：Future Electronics，基业常青

功率 MOSFET 的涨价潮已持续了 5 个季度。在这五个季度中，我们认为，大部分功率 MOSFET 企业都享受了价格上涨带来的营收与利润规模红利，但具备产能优势的企业在此期间获得了超额的利好。

图表 30 价格的上涨对于厂商的影响

价格变动方向	影响方向	影响对象	影响原因
上涨	超额利好	产能利用率不足的设计厂商 晶圆厂产能供给充足的设计厂商	更多地占据了新增的需求市场

	高存货厂商	存货价值上涨
相对利空	规模小的设计企业	无法获得产能或必须以高昂的价格获得产能

资料来源：基业常青

## 4.2 供强需弱，销售渠道优质、经营性现金流良好的企业更易熬过危机

根据 Future Electronics 的 2018Q4 报告似乎很容易得出功率 MOSFET 涨价潮仍在继续的结论，但我们对这件事保持着相对谨慎的态度。

首先是因为如果结合 2018 年 Q2 (2018 年一季度) 报告，尽管 Q4 是部分厂商仍在延长交期、提高价格，但毫无疑问整体而言功率 MOSFET 已经摆脱加速上涨的局面，开始趋于平缓。

图表 31 2018 年第一、三季度功率 MOSFET 市场供需状况

技术	厂商	一季度 货期趋势	三季度 货期趋势
低压	Infineon	延长	稳定
	Diodes	延长	延长
	ON Semi (Fairchild)	延长	延长
	ON Semi	延长	延长
	Nexperia	延长	延长
	ST	延长	稳定
	Vishay	延长	稳定
高压	Infineon	延长	稳定
	Diodes	延长	延长
	IXYS	延长	稳定
	ST	延长	稳定
	ROHM	延长	稳定
	Microsemi	延长	稳定
	Vishay	延长	稳定

资料来源：Future Electronics，基业常青

同时无论是开启本轮半导体涨价潮的存储，或是同样主要使用 8 寸线生产的 MCU，都体现出货期与价格平稳乃至下降的趋势，因此我们认为 8 寸线产能被部分释放，功率 MOSFET 供给增加。

图表 32 2018 年第一、三季度功率 MCU 市场供需状况

技术	厂商	一季度 货期	三季度 货期
8 位 MCU	Cypress	16-18	14-16
	Microchip	12-16	12-14
	NXP	14-16	14-16

	Renesas	25	24-26
	ST	30	20-25
	Zilog	18-20	14-18
16 位 MCU	Cypress	22-24	20-24
	Microchip	12-16	12-16
	NXP	40	13-16
	Renesas	24-26	24-26
	ST	30	12

资料来源：Future Electronics，基业常青

从需求端而言，根据 IDC 数据，由于智能手机渗透率已上升至高位，截止到 2018 年第三季度全球智能手机出货量连续下滑四个季度，我国智能手机出货量连续下滑六个季度。

此外，再叠加矿机市场热度熄灭等因素的造成的需求进一步下滑，我们认为从 2018 年四季度开始，由于功率 MOSFET 的产能供给增加而需求短期内减少，本轮价格上涨行情将遭到延缓甚至终止。

而在价格下降的时候，我们认为大部分企业都会经历营收和利润滞涨乃至下滑的影响，但下游销售渠道稳定的企业受到的影响相对较小。我们认为企业拥有好的渠道的体现应该包括：账期稳定、存货少、经营性现金流良好，而一家企业无论是账期延长或存货增加均会对经营性现金流造成负面的影响，因此我们认为良好的经营性现金流一定程度上可以代表企业拥有优质的下游渠道。

图表 33 价格的下跌对于厂商的影响

价格变动方向	影响方向	影响对象	影响原因
下跌	相对利好	设计厂商	不存在资产折旧带来的利润压力
		销售渠道稳定的厂商	不受整体需求下降影响
	超额利空	高存货的厂商	存货价值下跌
		IDM 厂商	面临产能利用率大幅下降的风险

资料来源：基业常青

## 5 投资策略

根据以上的分析，我们认为功率 MOSFET 企业长期受益于提升技术研发能力、中期受益于做好成本控制以把握“进口替代”趋势、短期受益于巩固下游渠道抵御价格下跌风险。且由于长期需求的提升以及“进口替代”局势带来的额外增量市场空间，预计未来五年国内功率 MOSFET 行业年化复合增长率超过 10%。据此我们推荐关注现金流良好、成本控制能力强且具备中高端产品生产能力或潜在生产能力的国内功率 MOSFET 设计企业。

但 2018 年功率 MOSFET 企业往往因为前期涨价形成对业绩的拉抬，存在一定的估值泡沫，且目前处于半导体行业周期下行的趋势中，从投资的时间节点而言，我们认为未来会产生更好的投资机会，因此对具体企业的推荐会



在我们判断出行业恢复向上趋势后的下一篇跟踪报告中为大家呈现。

## 6 风险提示

**(1) 社会电气化、信息化进度不及预期：**我们判断，未来功率 MOSFET 的长远驱动力是社会电气化、信息化程度的加深，如果相关对应行业包括电动汽车、AI、物联网等发展不及预期，功率 MOSFET 行业的发展也将随之放缓。

**(2) 国内企业技术进步不及预期/国内人力成本快速上涨：**作为国内功率 MOSFET 行业发展的核心逻辑之一，进口替代的进度受国产 MOSFET 性能以及国产 MOSFET 价格优势的影响较大，如果国内功率 MOSFET 企业无法生产出满足下游需求的产品或产品价格优势消失，国内功率 MOSFET 行业的发展速度将受到较大影响。

**(3) 半导体行业下行程度超过预期：**如果半导体行业下行周期过长或下行幅度过深，容易打击功率 MOSFET 行业的市场规模增长与后续产能扩张，功率 MOSFET 行业的发展也将随之放缓。



## 投资评级

类别	级别	定义
公司 投资 评级	推荐	企业未来发展前景看好，具有较高的投资价值和安全边际
	谨慎推荐	企业未来发展有一定的不确定性，但仍具正向的投资价值
	中性	企业未来发展不确定性较大，投资价值尚不明朗
	回避	企业未来发展形势严峻，不建议投资
	(不评级)	企业的相关信息资料较少，不足以给出评价
行业 投资 评级	推荐	预计下一个完整会计年度，行业规模增速为 20%以上
	谨慎推荐	预计下一个完整会计年度，行业规模增速为 5%—20%之间
	中性	预计下一个完整会计年度，行业规模变动幅度介于±5%之间
	回避	预计下一个完整会计年度，行业规模降速为 5%以上
	(不评级)	行业的相关数据不可得，或无法可靠预测

## 免责条款

本报告信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述企业的投资决策。我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。我公司或关联机构可能会持有报告中所提到的企业的权益并进行交易，还可能为这些企业提供或争取提供投资银行业务服务。本报告版权归基业常青经济研究院所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、刊登。

## 基业常青经济研究院

基业常青经济研究院致力于成为国内顶尖的一级市场研究机构：专注一级市场产业研究，坚持“深耕产业研究，助力资本增值，让股权投资信息不对称成为历史”，以优秀企业为创造增量价值的根本，协助上市公司规划产业布局做强做大，帮助地方政府产业升级，为股权投资机构发掘前瞻性投资机会。