

2018-12-23

公司报告 | 点评报告

评级 **买入** 维持

三安光电 (600703)

# 布局碳化硅功率器件，化合物半导体平台日臻完善

## 报告要点

### ■ 事件描述

2018年12月19日，三安光电子公司三安集成在官方网站发布新闻《Sanan IC 公布商业版本的6英寸碳化硅晶圆制造流程》，宣布已完成了商业版本的6英寸碳化硅（SiC）晶圆制造技术的全部工艺鉴定试验，并将其加入到代工服务组合中。

2018年12月21日，中央经济工作会议指出，我国发展现阶段投资需求潜力仍然巨大，要发挥投资关键作用，加大制造业技术改造和设备更新，加快5G商用步伐，加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设。

### ■ 事件评论

- **碳化硅功率器件是未来重要发展方向，未来成长性十足。**与硅材料相比，SiC材料在禁带宽度、击穿场强等参数上具备明显优势，相应产品具备耐高压、耐大电流的特性，更适合做大功率器件。公司新发布的SiC工艺技术可以生产肖特基二极管，未来将推出MOSFET产品，我们预计未来5-10年汽车是推动SiC功率器件发展的主要动力。据Yole预测，SiC功率器件在2017-2023年有望达到29%的复合增速。
- **公司的射频产品已经出货，现在是功率器件的推广。**公司在化合物半导体领域过去主要布局GaAs和GaN射频产品，已经应用于手机、基站等通讯产品的射频前端模块中，中央经济工作会议指出的方向将大力推动射频相关的化合物半导体行业发展；同时，公司推出GaN和SiC的功率器件，未来将在新能源领域广泛应用。此外，我们预计不久后公司的光通讯、滤波器也将会展现于市场。
- **公司LED业务产能释放获得市场份额的提升，巩固并提高龙头地位。**LED芯片自去年四季度开始受下游需求以及行业竞争的影响，价格逐步下滑。公司一边通过持续释放新增产能弥补收入损失且巩固行业地位，另一边通过降本增效维持合理毛利率。
- **再次重申，三安光电不仅是LED芯片龙头，第二代和第三代化合物半导体产业才是其最终真正的核心主业。**我们预计公司2018-2020年EPS分别为0.85、0.97、1.14元，对应PE15X、14X、12X，维持“买入”评级。

**风险提示：**

1. LED行业需求持续疲弱，供给端新厂商进入拉长行业调整期；
2. 化合物半导体行业发展进度不及预期。

分析师 莫文宇

☎ (8621) 61118752

✉ mowu@cjsc.com.cn

执业证书编号：S0490514090001

分析师 杨洋

☎ (8621) 61118752

✉ yangyang4@cjsc.com.cn

执业证书编号：S0490517070012

## 市场表现对比图（近12个月）



资料来源：Wind

## 相关研究

《集成电路放量开启，期待LED供需改善》  
2018-10-30

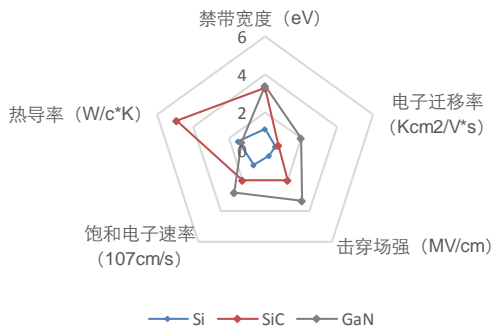
《5G划时代开启，成就化合物半导体“芯”力量》  
2018-9-26

《业绩符合预期，毛利率维持高位》2018-4-20

## 化合物半导体功率器件是未来趋势

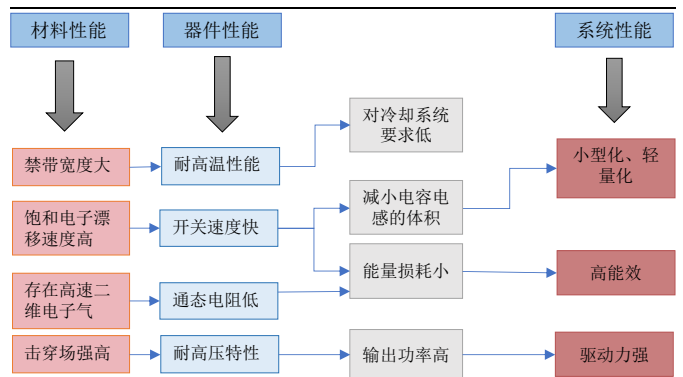
第一代半导体以硅（Si）为主要材质。**硅基（Si）**功率器件结构设计和制造工艺日趋完善，已经接近其材料特性决定的理论极限，依靠硅基器件继续完善来提高装置与系统性能的潜力十分有限。**砷化镓（GaAs）、磷化铟（InP）**等作为第二代化合物半导体因其高频性能较好主要用于射频领域，**碳化硅（SiC）和氮化镓（GaN）**等第三代半导体因禁带宽度和击穿电压高，未来在功率半导体领域有很大的应用潜力，这一领域可以说是传统硅基功率半导体的全方位升级。

图 1：三代主要半导体材料物理性质对比



资料来源：长江证券研究所

图 2：化合物半导体功率器件与硅基器件的对比



资料来源：长江证券研究所

## 各国高度重视化合物半导体行业的发展

第三代化合物半导体在国防军工、信息安全、能源安全方面意义重大，美国、欧洲等国家和地区相继发布政府或军队层面技术和产业扶持计划。

表 1：全球推动第三代半导体功率器件产业和技术发展的国家计划

发展计划	发布的国家或机构	计划目标
SPEED计划	欧盟委员会 (EU)	围绕材料、外延、器件、应用等SiC全产业链突破SiC器件技术，发展下一代SiC基电力电子器件，用于风能发电和新一代固态变压器。器件耐压目标是1.7kV和10kV以上。
SWITCHES计划	美国能源部 (DOE-ARPA)	研制新型宽禁带半导体材料、器件结构以及制造工艺，提高能量密度，加快开关频率，增强温度控制，使电力电子技术的成本更低，效率更高，降低电机驱动和电网电能转换等应用的能量损耗，使得控制和转换电能的方式发生重大变革。
NEXT计划	美国国防部先进研究项目局(DARPA)	研发能够同时实现极高的速度和电压的GaN器件制造工艺，满足大规模集成（在增强型/耗尽型模式下达到继承1000只晶体管）的要求。
MANGA计划	欧洲防务局 (EDA)	联合德国、法国、意大利、瑞典和英国，强化欧洲的SiC衬底和GaN外延片的区域内供应能力，降低对欧洲以外国家的依赖性，形成服务于国防工业的GaN电子器件产业链。
实现低碳社会的新 一代功率电子项目	日本新能源产业技术开发机构(NEDO)	通过资助富士电机、三菱电机、同和电子、东京大学等机构，研发低成本的SiC电力电子器件和功率模组，应用于电动车、铁路列车等。

资料来源：赛迪顾问，长江证券研究所

我国也相继发布国家计划，高度重视和推动产业发展。

表 2：中国第三代半导体功率器件发展目标

发展重点	细分重点	2025年任务目标
关键战略材料：先	6-8英寸SiC、4-6英寸GaN、2-3英寸AlN单晶衬底制备技术；可生产大尺寸、高质量第三代半导体单晶衬底的国产化装备。	2025年实现在高效能源管
进半导体材料	15kV以上SiC电力电子器件制备关键技术；高质量、低成本GaN电力电子器件的设计与制备；在高压电网、高速轨道交通、消费类电子产品、新能源汽车、新一代通用电源等领域的应用。	理中国产化率达到50%；在新能源汽车、消费类电子领域实现规模应用。

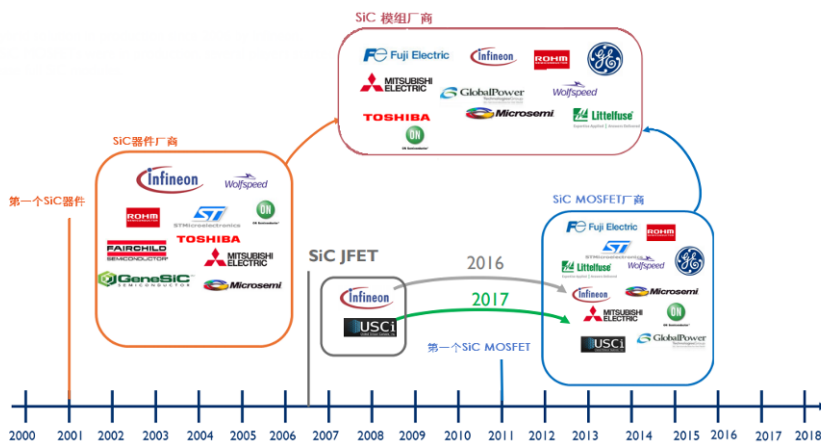
资料来源：《中国制造 2025》重点领域技术路线图，长江证券研究所

本次中央经济工作会议指出，“要发挥投资关键作用，加大制造业技术改造和设备更新，加快 5G 商用步伐，加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设”，也将推动射频相关的化合物半导体产业的快速发展。

### SiC 功率器件是未来重要方向

SiC 功率器件的研发始于 1970 年代，80 年代 SiC 晶体质量和制造工艺获得大幅改进，随着 90 年代高品质 6H-SiC 和 4H-SiC 外延层生长技术的成功应用，各种 SiC 功率器件的研究和开发进入迅速发展时期。Sanan IC 的碳化硅工艺技术可以生产 650V、1200V 的碳化硅肖特基二极管（SiC SBD），未来会推出 900V、1200V 的碳化硅金属氧化物半导体场效应晶体管（SiC MOSFETs）。

图 3：SiC 功率器件的 Timeline 及相关厂商



资料来源：Yole，长江证券研究所

在发展 SiC 功率半导体器件过程中，首先推出的是 SiC 肖特基二极管（SiC SBD），2001 年 Infineon 公司推出 300V-600V（16A）产品，接着 CREE 在 2002 年推出 600V-1200V（20A）的产品，它们主要用在开关电源控制及马达控制中，随后 ST、Rohm、Fairchild、TOSHIBA 等厂商纷纷推出相应产品。目前 SiC SBD 主要有电压为 600V、650V、900V、1200V、1700V 和 3300V 等产品。

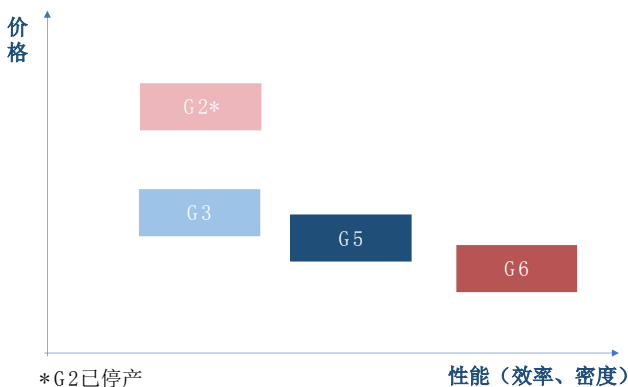
表 3: SiC 功率器件分类及相应优势

SiC功率器件类型	性能优势
肖特基二极管 (SBD)	是速度最快的高压肖特基二极管，在开关应用中，几乎没有反向恢复时间，可大幅降低开关损耗、提高开关频率，有在高频、中等电压功率开关的应用上替代Si基PiN二极管的趋势。
PiN二极管 (PiN)	PiN二极管的优势在于它有更小的反向漏电流和更高的击穿电压，因此广泛应用于高压低频率开关上。
势垒肖特基二极管 (JBS)	充分发挥SiC临界击穿电场强度高的优势，同时拥有SBD和PiN的优点，是耐高压、高温、高速的理想开关管。
金属氧化物半导体场效应管 (MOSFET)	SiC MOSFET的阻断电压在300V-4500V之间，由于其低导通电阻、高输入阻抗、高开关速度等优势，完全有可能取代Si IGBT器件，成为理想的高压功率开关器件。
结型场效应管 (JFET)	JFET性能略差于MOSFET，但其制备工艺相对MOSFET要简单，而且回避了SiC MOSFET存在的沟道迁移率低、栅氧化层质量不稳定等问题。
双极性晶体管 (BJT)	BJT与大多数FET相比具有更高的载流子处理能力和更低的导通电阻，对于4.5kV和更高阻断电压的应用，SiC双极功率器件将比单极型SiC功率器件更有实际应用价值
绝缘栅双极晶体管 (IGBT)	SiC IGBT适用于超高电压（5kV以上）低频领域，是最有希望应用到高压直流输电、舰船驱动等领域的高效节能的第三代半导体器件。
晶闸管	SiC晶闸管与Si晶闸管有着更低正向压降、更快的转化速度、更高的阻断电压和更高的工作温度。

资料来源：赛迪顾问，长江证券研究所

SiC JFET 和 SiC MOSFET 分别在 2006 年和 2011 年面世，目前 MOSFET 主要有电压为 400V、650V、900V、1000V、1200V 和 1700V 等产品。观察各厂商业务结构，一个大的趋势是各 SiC 器件厂商都发展其 SiC 模组业务。

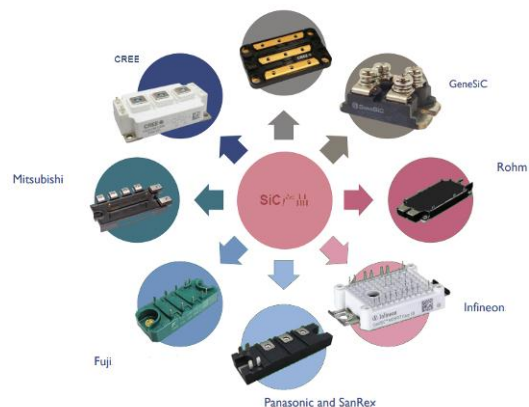
图 4: 英飞凌新一代 SiC 二极管推出，性价比越来越高



资料来源：英飞凌，长江证券研究所

目前，SiC 功率器件市场仍然主要受功率因素校正器（PFC）和光伏（PV）应用中使用的二极管驱动。在电源 PFC 电路中使用碳化硅肖特基二极管，电源效率提高显而易见，同时由于不再需要考虑软开关或无损吸收技术，缩短了电源的开发周期、减少了元件数

图 5: 各家厂商的 SiC 模组



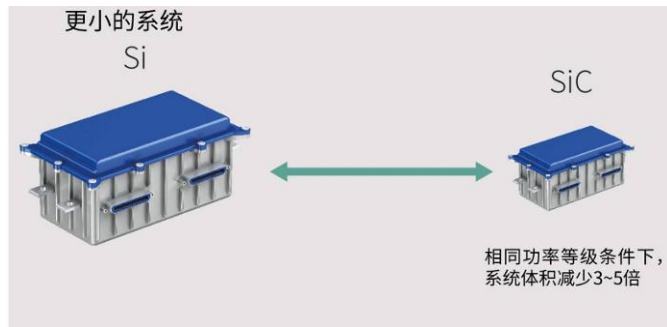
资料来源：Yole，长江证券研究所



量、简化了电路结构，更为重要的是它减小了对周围电路的电磁干扰，提高了电源的可靠性，使产品具有更高的竞争力。

在功率等级相同的条件下，采用碳化硅器件可将电体积缩小化，满足功率密度更高、设计更紧凑的需求，因此，在相同的电池容量下，基于碳化硅的驱动系统可使电动车续航里程更长，我们认为未来 5-10 年在汽车中使用 SiC 功率器件将推动行业的快速发展。

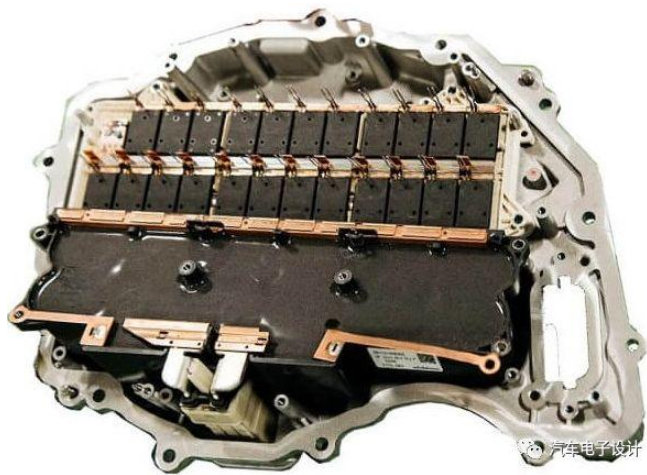
图 6：SiC 的功率密度更高



资料来源：英飞凌，长江证券研究所

据 Yole 统计，截至 2018 年，有超过 20 家汽车厂商已经准备好将在车载充电器中应用 SiC 肖特基二极管或者 SiC MOSFET。特斯拉是第一家在其 Model 3 中集成全 SiC 功率模块的车企，工程设计部门直接与意法半导体的合作，特斯拉逆变器由 24 个 1-in-1 功率模块组成，这些模块组装在针翅式散热器上。

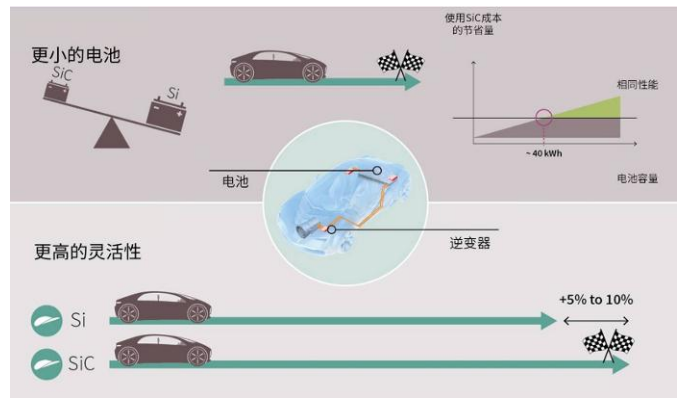
图 8：Tesla Model 3 逆变器由 24 个 1-in-1 功率模块组成



资料来源：汽车电子设计，长江证券研究所

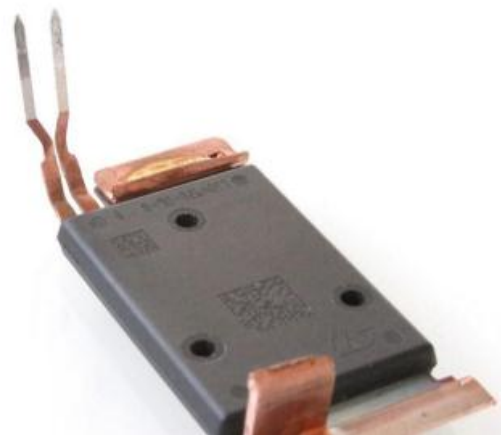
SiC 的出现符合未来能源效率提升的趋势，也是产业链努力的结果，未来市场空间必将越来越大。根据 Yole 的统计及预测，2017 年全球 SiC 功率器件的市场空间为 3.02 亿美金，预计到 2023 年，SiC 功率器件的市场空间可以达到 13.99 亿美金，对应 2017-2023 年复合增速达到 29%。

图 7：SiC 材料的电池更轻、更小、续航里程更长



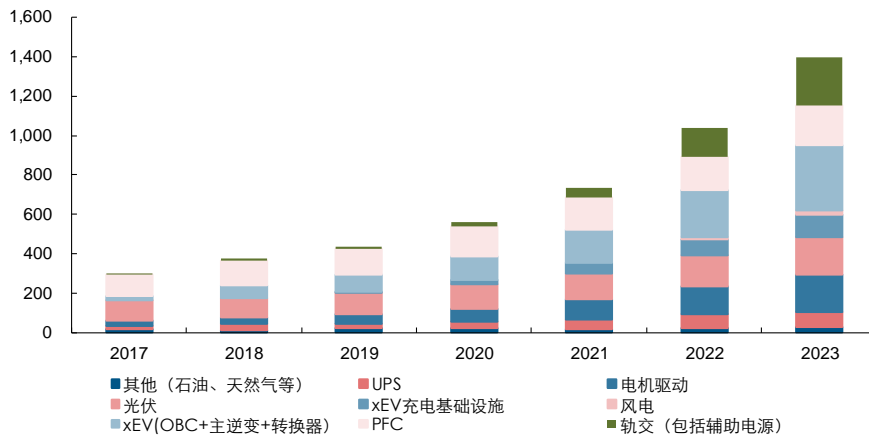
资料来源：英飞凌，长江证券研究所

图 9：单个 SiC 功率模块



资料来源：SYSTEM Plus CONSULTING，长江证券研究所

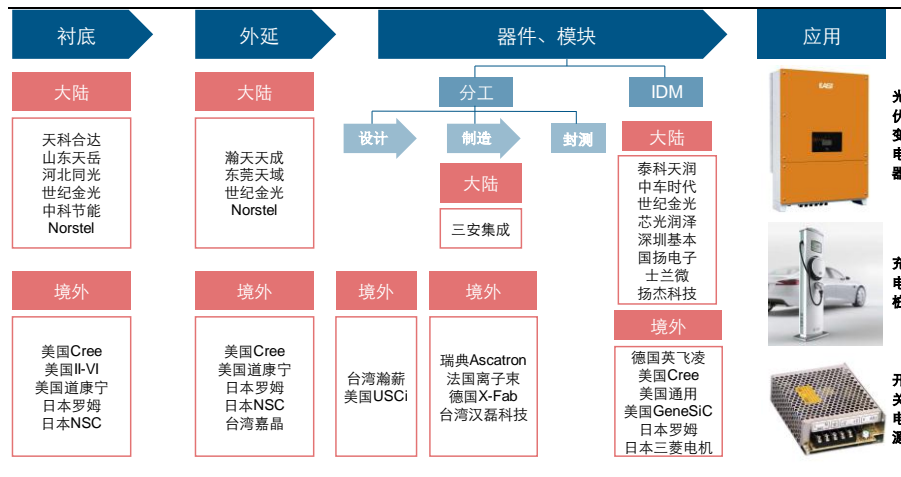
图 10: SiC 应用领域及其市场空间（百万美元）



资料来源: Yole, 长江证券研究所

类似于集成电路的制造, SiC 器件的生产也已经开始出现分工, 但目前仍以 IDM 模式为主。SiC 产业链包括上游的衬底和外延环节、中游的器件和模块制造环节以及下游的应用环节。由于功率半导体的投资额较硅半导体要低, IDM 厂商较多, 包括德国英飞凌、美国 Cree、美国通用、日本 Rohm 和日本三菱电机等。其中值得一提的是同样涉足 LED 产业的 Cree, 拥有多年碳化硅衬底生产经验, 并且其旗下的 Wolfspeed 是全球领先的射频与功率器件公司, 拥有垂直一体化的生产能力。但由于大陆与台湾地区企业的进入, 近年来专业分工模式也在增多, 代工企业包括大陆的三安集成、瑞典 Ascatron、法国离子束、德国 X-Fab 以及台湾地区的汉磊科技等。

图 11: SiC 电力电子器件产业链



资料来源: 长江证券研究所整理

## 主要财务指标

	2017A	2018E	2019E	2020E
营业收入 (百万元)	8394	8852	10893	13270
增长率(%)	34%	5%	23%	22%
归属母公司所有者净利润 (百万元)	3164	3484	3973	4638
增长率(%)	46%	10%	14%	17%
每股收益(元)	0.78	0.85	0.97	1.14
净资产收益率 (%)	16.01%	15.67%	15.65%	15.66%
每股经营现金流 (元)	0.63			

## 财务报表及指标预测

利润表 (百万元)					资产负债表 (百万元)				
	2017	2018	2019	2020		2017	2018	2019	2020
<b>营业收入</b>	<b>8394</b>	<b>8852</b>	<b>10893</b>	<b>13270</b>	货币资金	4740	4460	6186	8226
营业成本	4298	4724	6018	7435	交易性金融资产	0	0	0	0
<b>毛利</b>	<b>4095</b>	<b>4128</b>	<b>4875</b>	<b>5835</b>	应收账款	2390	2910	3283	3636
%营业收入	48.79%	46.63%	44.75%	43.97%	存货	1791	2589	2803	2852
营业税金及附加	118	114	154	181	预付账款	316	709	749	989
%营业收入	1.40%	1.29%	1.41%	1.37%	其他流动资产	2261	2534	2881	3357
销售费用	98	133	131	159	<b>流动资产合计</b>	<b>11498</b>	<b>13202</b>	<b>15903</b>	<b>19059</b>
%营业收入	1.16%	1.50%	1.20%	1.20%	可供出售金融资产	0	0	0	0
管理费用	523	569	693	847	持有至到期投资	0	0	0	0
%营业收入	6.23%	6.43%	6.36%	6.39%	长期股权投资	116	116	116	116
财务费用	72	-51	-55	-109	投资性房地产	0	0	0	0
%营业收入	0.86%	-0.57%	-0.50%	-0.82%	固定资产合计	8219	9538	9607	9680
资产减值损失	23	0	0	0	无形资产	2102	2206	2266	2333
公允价值变动收益	0	0	0	0	商誉	11	11	11	11
投资收益	114	60	70	74	递延所得税资产	197	200	200	200
<b>营业利润</b>	<b>3856</b>	<b>4223</b>	<b>4822</b>	<b>5630</b>	其他非流动资产	3094	4238	4750	5746
%营业收入	45.93%	47.71%	44.27%	42.43%	<b>资产总计</b>	<b>25237</b>	<b>29510</b>	<b>32852</b>	<b>37145</b>
营业外收支	-1	-1	-1	-1	短期贷款	0	0	0	0
<b>利润总额</b>	<b>3854</b>	<b>4223</b>	<b>4821</b>	<b>5629</b>	应付款项	866	1010	1270	1528
%营业收入	45.92%	47.70%	44.26%	42.42%	预收账款	19	133	117	162
所得税费用	690	739	848	991	应付职工薪酬	45	49	63	77
净利润	3164	3484	3973	4638	应交税费	298	177	218	265
<b>归属于母公司所有者的净利润</b>	<b>3164</b>	<b>3484</b>	<b>3973</b>	<b>4638</b>	其他流动负债	370	1585	1371	1069
少数股东损益	0	0	0	0	<b>流动负债合计</b>	<b>1598</b>	<b>2953</b>	<b>3038</b>	<b>3101</b>
<b>EPS (元/股)</b>	<b>0.78</b>	<b>0.85</b>	<b>0.97</b>	<b>1.14</b>	长期借款	652	452	552	552
					应付债券	0	0	0	0
					递延所得税负债	0	0	0	0
<b>现金流量表 (百万元)</b>					其他非流动负债	3214	3872	3872	3872
<b>经营活动现金流净额</b>	<b>2561</b>	<b>3446</b>	<b>5185</b>	<b>6185</b>	<b>负债合计</b>	<b>5464</b>	<b>7278</b>	<b>7462</b>	<b>7525</b>
取得投资收益	0	60	70	74	归属于母公司	19769	22229	25387	29617
长期股权投资	612	0	0	0	少数股东权益	3	3	3	3
无形资产投资	0	-289	-255	-266	<b>股东权益</b>	<b>19772</b>	<b>22233</b>	<b>25390</b>	<b>29620</b>
固定资产投资	-3363	-4173	-2584	-3376	<b>负债及股东权益</b>	<b>25237</b>	<b>29510</b>	<b>32852</b>	<b>37145</b>
其他	499	289	255	266	<b>基本指标</b>				
<b>投资活动现金流净额</b>	<b>-2252</b>	<b>-4112</b>	<b>-2515</b>	<b>-3302</b>		2017	2018	2019	2020
债券融资	0	0	0	0	EPS	0.78	0.85	0.97	1.14
股权融资	3	0	0	0	BVPS	4.85	5.45	6.23	7.26
银行贷款增加 (减少)	-708	-200	100	0	PE	32.73	15.91	14.17	12.14
筹资成本	-899	-27	-1044	-843	PEG	0.71	1.57	1.01	0.73
其他	-11	613	0	0	PB	5.24	2.49	2.22	1.90
<b>筹资活动现金流净额</b>	<b>-1614</b>	<b>386</b>	<b>-944</b>	<b>-843</b>	EV/EBITDA	19.67	10.51	8.72	7.10
<b>现金净流量</b>	<b>-1304</b>	<b>-280</b>	<b>1726</b>	<b>2040</b>	ROE	16.01%	15.67%	15.65%	15.66%



## 投资评级说明

**行业评级** 报告发布日后的 12 个月内行业股票指数的涨跌幅相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅为基准, 投资建议的评级标准为:

看 好: 相对表现优于同期相关证券市场代表性指数

中 性: 相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平

看 淡: 相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数

**公司评级** 报告发布日后的 12 个月内公司的涨跌幅相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅为基准, 投资建议的评级标准为:

买 入: 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 10%

增 持: 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5%~10%之间

中 性: 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%~5%之间

减 持: 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于-5%

无投资评级: 由于我们无法获取必要的资料, 或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件, 或者其他原因, 致使我们无法给出明确的投资评级。

**相关证券市场代表性指数说明:** A 股市场以沪深 300 指数为基准; 新三板市场以三板成指 (针对协议转让标的) 或三板做市指数 (针对做市转让标的) 为基准; 香港市场以恒生指数为基准。

## 联系我们

### 上海

浦东新区世纪大道 1198 号世纪汇广场一座 29 层 (200122)

### 武汉

武汉市新华路特 8 号长江证券大厦 11 楼 (430015)

### 北京

西城区金融街 33 号通泰大厦 15 层 (100032)

### 深圳

深圳市福田区中心四路 1 号嘉里建设广场 3 期 36 楼 (518048)

## 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并注册为证券分析师, 以勤勉的职业态度, 独立、客观地出具本报告。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。作者所得报酬的任何部分不曾与, 不与, 也不将与本报告中的具体推荐意见或观点而有直接或间接联系, 特此声明。

## 重要声明

长江证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格, 经营证券业务许可证编号: 10060000。

本报告仅限中国大陆地区发行, 仅供长江证券股份有限公司 (以下简称: 本公司) 的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告的信息均来源于公开资料, 本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证, 也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正, 但文中的观点、结论和建议仅供参考, 不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价, 投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断, 本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌, 过往表现不应作为日后的表现依据; 在不同时期, 本公司可以发出其他与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告; 本报告所反映研究人员的不同观点、见解及分析方法, 并不代表本公司或其他附属机构的立场; 本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时, 本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改, 投资者应当自行关注相应的更新或修改。

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

本报告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、复制和发布。如引用须注明出处为长江证券研究所, 且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的, 应当注明本报告的发布人和发布日期, 提示使用证券研究报告的风险。未经授权刊载或者转发本报告的, 本公司将保留向其追究法律责任的权利。