

# 5G 系列报告一：导热材料

5G 浪潮下导热材料迎发展良机，看好国产供应链成长

## 核心观点：

### ● 导热材料：电子设备必需品，壁垒高，亟待国产替代

散热是电子设备正常运行必须克服的问题，因此导热材料与器件广泛应用于电子设备，下游应用领域与市场广阔。导热材料是导热器件的上游原料，国际大厂凭研发和品牌优势在中高端市场具有优势地位。材料产品认证壁垒高、且受下游需求驱动需要代代升级，结合产能瓶颈小的特点，材料产品行业相比于器件制造行业具有在整机中成本占比低、高壁垒、高毛利的特性。目前伴随国产力量的成长，国产导热材料供应商开始在产业链中扮演愈发重要的角色。

### ● 5G 时代带来增量需求，行业市场规模有望打开新空间

在迈向 5G 的重要产业背景下，终端市场和基站领域均将产生大量新增导热材料需求。

在终端领域，一方面，5G 的到来将会带来功耗增加和结构变化（内部结构紧凑和机身非金属化）；另一方面，OLED、无线充电等高散热需求型创新渗透率不断提升，上述变化均带来导热材料的应用增加。

在通信基站端，毫米波叠加超密集组网技术将驱动 5G 基站数量大幅增加，5G 基站中多处结构变化均令散热需求成长，且叠加海量运算需求和 Massive MIMO 技术提升单基站功耗，催生了不同于 4G 时代基站的新架构下增量散热需求。

### ● 国产自主品牌材料逐渐形成突破，未来有望快速成长

对于国内企业而言，一旦自主品牌通过终端厂认证，凭借成本优势，品牌商将很有动力采用国产品牌材料，从而迅速提高产品市占份额，实现快速发展。以中石科技为代表的国内企业目前在导热材料领域已经取得突破，从行业目前发展态势看，国产材料环节有望打破国外企业品牌的垄断地位，从而实现快速成长。

### ● 投资建议

我们看好拥有导热材料自主研发能力、积极布局打造自主材料品牌和平台的本土企业通过不断发展逐步展开国产替代，进而切入高端供应链体系，未来分享下游行业发展红利的成长逻辑。

我们建议关注 A 股导热材料龙头型企业中石科技（300684.SZ），同时建议关注碳元科技（603133.SH）、飞荣达（300602.SZ）以及下游模切环节供应商领益智造（002600.SZ）。

### ● 风险提示

5G 商业化进展低于预期风险；客户产业链份额增长不及预期风险；行业竞争加剧风险。

## 行业评级

买入

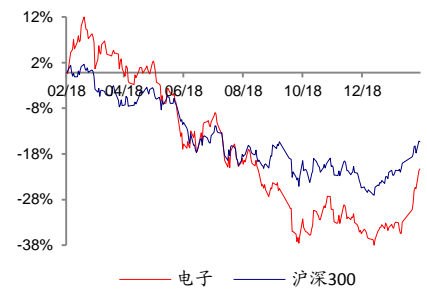
前次评级

买入

报告日期

2019-02-25

## 相对市场表现



分析师：

许兴军



SAC 执证号：S0260514050002



021-60750532



xuxingjun@gf.com.cn

分析师：

余高



SAC 执证号：S0260517090001



SFC CE No. BNX006



021-60750632



yugao@gf.com.cn

请注意，许兴军并非香港证券及期货事务监察委员会的注册持牌人，不可在香港从事受监管活动。

## 相关研究：

LED 行业:底部区域逐步确 认, Mini LED 有望提供新动能	2019-02-19
电子行业:终端市场边际改 善, 苹果产业链或迎复苏	2019-02-13
电子行业:折叠屏专题报告: 柔性显示新纪元, OLED 产 业链新机遇	2019-02-12

联系人： 王帅 0755-23953620  
wshuai@gf.com.cn

联系人： 谢淑颖 0755-82792502  
xieshuying@gf.com.cn

## 目录索引

研究逻辑 .....	4
导热材料：壁垒高、应用广，国产力量近年快速成长 .....	6
导热材料行业下游空间广，未来增速快 .....	6
行业壁垒高企，国产力量快速成长 .....	7
终端领域：5G 时代到来与 OLED、可折叠设计、无线充电等创新推动需求成长 .....	10
5G 时代到来，终端功耗增加、机身非金属化，推动导热材料需求增长 .....	10
OLED、可折叠和无线充电等创新应用引入将带来导热材料的显著增量 .....	11
通信基站领域：5G 时代散热方案变革延伸出增量市场空间 .....	15
毫米波+超密集组网技术驱动 5G 基站数量大幅增加 .....	15
5G 引领基站部件更新换代，导热材料需求同步上涨 .....	15
海量运算和 MASSIVE MIMO 技术提高 5G 基站功耗，散热需求显著增加 .....	16
投资建议：建议关注产业链相关标的 .....	18
风险提示 .....	19

## 图表索引

图 1: 导热器件工作原理 .....	6
图 2: 导热和其他相关材料及器件行业产业链 .....	6
图 3: 材料企业相比器件企业毛利率较高 .....	8
图 4: 从 1G 到 5G 的代际推进 .....	9
图 5: iPhone XR/XS 双层主板表面的散热石墨片 .....	10
图 6: 苹果 A12 芯片涂上了大量的导热硅脂散热 .....	10
图 7: 5G 时代手机天线可能增加到 16 根 .....	11
图 8: 智能手机热量两条传导路径——后盖和屏幕 .....	11
图 9: 中小尺寸 OLED 面板需求 (单位: 百万 m <sup>2</sup> ) .....	12
图 10: 中小尺寸 OLED 供需对比 (单位: 百万 m <sup>2</sup> ) .....	12
图 11: 三星在 19 年 2 月 20 日召开可折叠手机发布会 .....	13
图 12: 外折式可折叠手机概念图 .....	13
图 13: 智能手机无线充电市场规模将快速增长 .....	13
图 14: iPhone X 的屏幕散热方案 .....	14
图 15: iPhone X 在线圈上贴上铜箔石墨层 .....	14
图 16: 从 4G 基站数到 5G 基站建设推演 (万座) .....	15
图 17: 5G RAN 对功能模块的重构 .....	17
表 1: 不同导热材料产品技术特点一览 .....	6
表 2: 2017 年合成石墨导热材料部分市场规模测算 .....	7
表 3: 合成石墨导热材料部分市场规模测算 .....	7
表 4: 国内外主要从事导热材料与其他相关材料的企业一览 .....	9
表 5: 5G 与 4G 关键技术指标对比 .....	9
表 6: 近年来主流手机厂商旗舰系列产品的屏幕种类情况梳理 .....	12
表 7: 产业链相关标的估值比较表 .....	19

## 研究逻辑

散热是电子设备正常运行必须克服的问题，因此导热材料与器件广泛应用于电子设备，下游应用领域与市场广阔。

从导热材料的行业来看，有以下2个特点：

第一、在整机中，导热材料成本占比低但是重要性突出，这决定了对于品牌商而言，并不会轻易的更换导热材料供应商，因此供应链相对稳定，但进入大品牌供应链的认证难度大；

第二、导热材料开发周期长，属于典型的研发驱动型产品，叠加高重要性的特点，参与厂商通常客户获得较好的利润水平。

目前来看，海外材料大厂仍在市场中占据重要的地位，但是以中石科技为代表的国产品牌正在快速成长，特别是进入消费电子领导品牌供应链体系后开始在产业链中扮演着愈发重要的角色。

**展望未来，在5G时代作为最为重要的产业背景下，我们从终端应用和通信基站领域两方面来看，导热材料正迎来发展的重要机遇期。**

**从终端领域来看：**

第一、5G时代智能手机将面临重要变化，其一是计算需求增加带来功耗的增长，其二是结构的变化，更为紧凑的内部设计和机身非金属化将成为趋势，而两种变化均需要显著增加导热需求，我们判断，在智能手机面向5G进行技术迭代的进程中，导热石墨片的多层化趋势将会持续强化，从而推升单机价值的不断提高；

第二、以OLED面板、可折叠手机设计和无线充电等创新应用的普及也在推动了导热材料的增量需求，OLED面板和无线充电对导热有着严格的要求，例如，从iPhone X来看，OLED面板的散热石墨对平整度、面积上都要求严格，我们预计伴随OLED和无线充电渗透率提升，导热材料增量市场空间将会不断打开。

**从通信基站领域来看：**

由于5G采用“宏基站+小站”的超密集组网模式，我国4G基站数达到372万座，我们测算5G基站总数将超过500万座，这为导热材料市场提供了广阔的应用空间。而对导热材料的影响同样表现在2方面：

第一、多个环节的结构变化均将衍生出导热市场空间：陶瓷PCB板由于导热性较差，其应用及数量增长将催生导热需求；陶瓷介质滤波器替代金属腔体滤波器，射频前端导热性能同样被弱化，需要导热材料的参与；天线数量的增加也将带动导热材料用量增加；

第二、通信基站主要由基带处理单元（BBU）、射频处理单元（RRU）和天馈系统三大部分组成。根据功耗的主要来源不同，基站总功耗可以分为传输功耗、计算功耗和额外功耗。由于5G采用海量运算和Massive MIMO技术，将显著提高5G基站功耗，从而催生了增量导热需求。

在通信基站领域，由于新型导热方案在4G时代并不需要，故而对导热材料市场推动明显。

我们认为，在5G时代即将到来的大的产业背景下，导热材料正迎来发展的重要机遇期，而国产力量的快速成长将会分享行业成长的红利。我们看好拥有导热材料自主研发能力、积极布局打造自主材料品牌和平台的本土企业通过不断发展逐步展开国产替代，进而切入高端供应链体系，分享下游行业发展红利的。

我们建议关注国际客户供应链中导热材料龙头企业中石科技（300684.SZ），同时建议关注碳元科技（603133.SH）、飞荣达（300602.SZ）以及下游模切环节供应商领益智造（002600.SZ）。

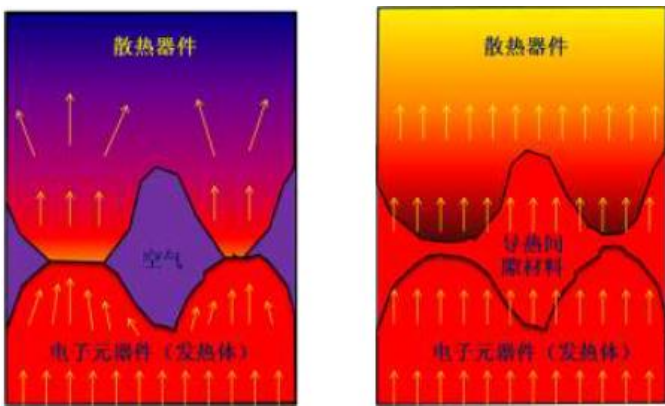
风险提示：5G商业化进展低于预期风险；客户产业链份额增长不及预期风险；行业竞争加剧风险。

# 导热材料：壁垒高、应用广，国产力量近年快速成长

## 导热材料行业下游空间广，未来增速快

导热材料与器件的功能是填充发热元件与散热元件之间的空气间隙，提高导热效率。未采用导热界面器件时，发热元件与散热元件之间的有效接触面积主要被空气隔开，而空气是热的不良导体，不能有效导热，采用导热界面器件后能实现热的有效传递，提高产品的工作稳定性及使用寿命。导热材料分类繁多，目前广泛应用的导热材料有合成石墨材料、导热填隙材料、导热凝胶、导热硅脂、相变材料等。

图1：导热器件工作原理



数据来源：飞荣达招股说明书，广发证券发展研究中心

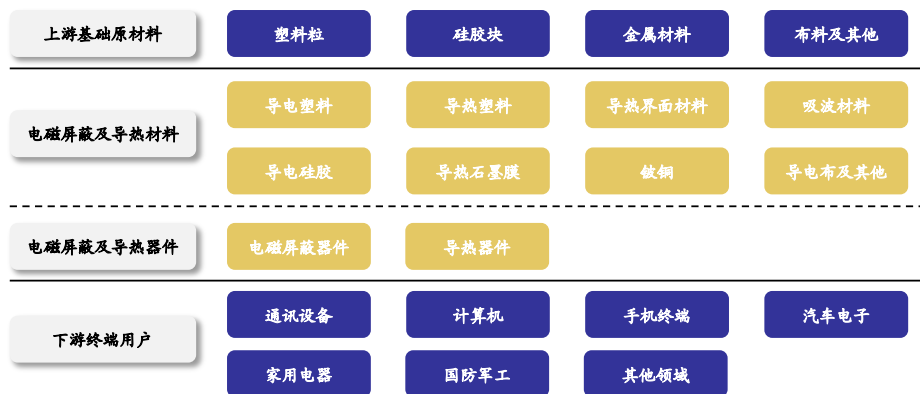
表1：不同导热材料产品技术特点一览

产品类型	技术特点
合成石墨材料	各向异性和均热性能优良，平面方向的导热系数较高
导热填隙材料	导热系数范围广；高粘性表面，减少接触阻抗；长时间工作导热稳定度好；柔软，并且有优秀的电绝缘性能
导热凝胶	质软且对器件反作用力较小，低热阻，优异的电绝缘性
导热硅脂	高导热系数，低热阻，优良的表面湿润性能
相变材料	低总热阻，具有自粘性，高可靠性，固态易于处理

数据来源：中石科技招股说明书，广发证券发展研究中心






导热材料是导热器件的上游原料，器件是在材料的基础上进行二次开发。同时导热材料及器件行业下游应用领域广泛，包括通讯设备、计算机、手机终端、汽车电子、家用电器、国防军工等，下游市场的快速发展将带来器件和材料的巨大增量需求。经测算，2017年仅智能手机和平板电脑市场，所需的合成石墨导热材料就达到将近百亿规模。根据BCC Research的预测，全球界面导热材料的市场规模将从2015年的7.64亿美元提高到2020年的11亿美元，复合增长率为7.1%。

图2：导热和其他相关材料及器件行业产业链



数据来源：飞荣达招股说明书，广发证券发展研究中心

表2: 2017年合成石墨导热材料部分市场规模测算

散热方式	散热原理	示意图
石墨散热	手机工作发热时,大面积的热量会经过贴在手机背板内部的石墨贴片,并快速由石墨贴片传导至手机背板外部和周边。除了后盖上有石墨贴,手机的其他部位也会有石墨散热片。	
金属背板、边框散热	在使用石墨散热膜的基础上,在金属外壳的内部也设计了一层金属导热板,它可以将石墨导出的热量直接通过这层金属导热板传递至金属机身的各个角落	
导热凝胶散热	导热凝胶可以迅速吸收处理器上的温度,以更快的方式直接将处理器表面热量传递到散热辅件上,比石墨贴片更为直接,速度更快。缺点是粘接力较弱,不能用于固定散热装置。	
冰巢散热-液态金属散热	主要是填充发热点与导热结构之间的缝隙,以达到帮助更快扩散热量的作用。典型应用:OPPO超薄手机R5搭载冰巢散热(液态金属散热)技术。	
热管散热	将一个充满液体的导热铜管顶端覆盖在手机处理器上,处理器运算产生热量时,热管中的液体就吸收热量气化,这些气体会通过热管到达手机顶端的散热区域降温凝结后再回到处理器部分,周而复始从而进行有效散热。	

数据来源:粉体圈,广发证券发展研究中心

表3: 合成石墨导热材料部分市场规模测算

项目	合成石墨材料用量 (m <sup>2</sup> /部)	2017年全球出货量 (百万部)	导热材料总量 (万m <sup>2</sup> )	2017年市场规模 (亿元)	考虑多层化趋势,预计2020年市场规模 (亿元)
智能手机	0.022	1461.8	3215.96	86.83	260.49
平板电脑	0.025	163.5	408.75	11.04	33.12
合计			3624.71	97.87	293.61

注:粗略估算每部手机和平板电脑分别使用合成石墨导热材料0.022m<sup>2</sup>和0.025m<sup>2</sup>,单价以270元/m<sup>2</sup>计算

数据来源:中石科技招股书, IDC, 广发证券发展研究中心

## 行业壁垒高企, 国产力量快速成长

### 导热材料技术壁垒高、获利能力好, 向下游整合可能性高

导热材料行业具有较高的进入壁垒, 此类产品在终端中的成本占比并不高, 但其扮演的角色非常重要, 因而供应商稳定性较好、获利能力稳定, 具备以下几个壁垒:

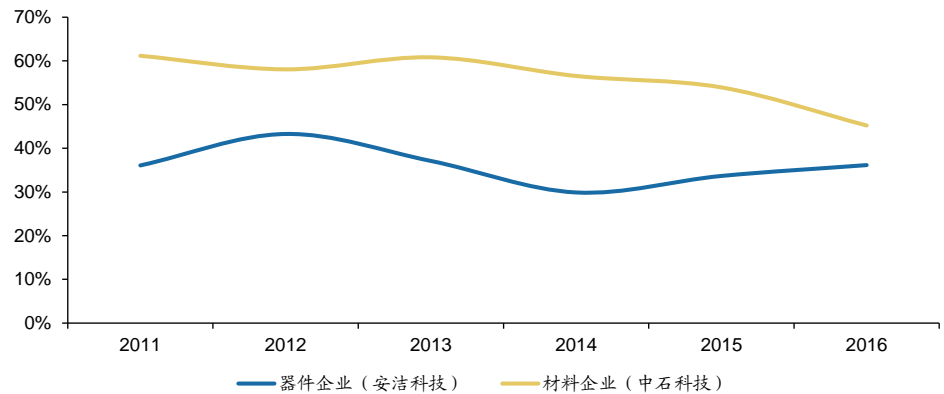
- **技术密集型:** 该材料行业属于技术密集型行业, 需要较高的研发投入和深厚的专利技术积累。技术壁垒主要体现在以下三个方面: 基于不同行业应用的产品配方技术、研制实现配方成果的特殊工艺过程、专业的技术服务能力和丰富的现场应用经验。
- **供应商认证壁垒高:** 一般大型消费电子(如手机、平板电脑、可穿戴设备等)品牌商基于对产品质量、成本控制等因素考虑, 都建立了较完善的供应商认证体系, 在合作开始之前对于潜在的零配件供应商进行严格的资质认证和产品质量的审核, 要求供货企业具有ISO9001质量体系认证、ISO14001环境体系认证、OHSAS18001职业健康安全和社会责任等管理体系认证。同时, 供应商一旦进入其体系, 轻易不会更换。
- **跨区域销售需要通过国际认证:** 不同国家和地区存在各自的强制性安全认证标准, 其中欧洲地区设有CE认证、ENEC认证、TüV认证、RoHS认证等, 美国设有UL认证、OUTGAS认证等。中国企业只有通过产品认证后方可进入国际市场销售。
- **资金密集型:** 生产规模化的实现需要有众多专业设备与技术人才来作为支撑, 因此需要大量且持续的资金投入。
- **产品升级快需要持续投入:** 材料需要代代升级以适应客户产品不断的新增需求, 早期智能手机发热严重, 随着精密度的提高, 这一问题的解决依赖于不断进化升级的新型导热材料, 因此对于材料供应商而言需要不断升级自身产品, 缺位于高性能材料布局的企业将会在不断的需求升级中掉队。

结合导热材料产品的特点, 终端厂商无意于此类产品进行杀价, 因此行业一

直保持着较高毛利水平，同时也意味着认证通过较难。此外，导热材料的生产工艺核心是配方，不存在加工制造业的良率爬坡等问题，因此一旦通过产品认证，其产能释放的速度将会很快，对后进者形成的壁垒也很高。

此外，对于材料供应商，整合产业链也相对较容易。具有进取心的导热材料供应商不仅以成卷的形式按平方米计算出货导热材料给下游模切厂，同时也会自主的尝试去对自由产品完成模切工作。由材料厂向下整合模切环节更有利于扩大材料厂的营收体量和增加获利环节，这将成为材料厂未来布局的方向之一。

图3: 材料企业相比器件企业毛利率较高



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

### 行业竞争格局以国际供应商为主，近年国产厂商进步明显

国际市场上，导热材料行业已经形成了相对比较稳定的市场竞争格局，主要由国外的几家知名厂家垄断，导热材料垄断企业是美国Bergquist和英国Laird，合成石墨产品的高端客户市场主要由日本Panasonic、中石科技和碳元科技支撑。

国内市场上，由于我国导热材料领域起步较晚，在巨大的市场需求推动下，近年来生产企业的数量迅速增加，但绝大多数企业品种少，同质性强，技术含量不高，产品出货标准良莠不齐，未形成产品的系列化和产业化，多在价格上开展激烈竞争。

但对于国内企业而言，一旦自主品牌通过终端厂认证，凭借成本优势，下游主流国内模切件的制造商将很有动力采用国产品牌材料，从而迅速提高产品市占份额，实现快速发展。目前少数国内企业如中石科技等逐渐具备了自主研发和生产中高端产品的能力，已经形成自主品牌并在下游终端客户中完成认证，近年在国际客户的供应体系中扮演着越来越重要的角色。

表4: 国内外主要从事导热材料与其他相关材料的企业一览

地区	企业名称	公司简介
国外	Parker Hannifin Corporation	公司 Seal Group 的部门之一——Parker Chomerics是导电橡胶全球领导者，为客户提供电磁屏蔽材料、热界面材料、塑料以及光学产品。
	The Bergquist Company	Bergquist 是生产导热产品、薄膜开关的企业，导热材料全球领导者，其产品应用涉及汽车、消费品器、工业电子、LED 照明等领域。公司于 2014 年底被汉高（Henkel）收购。
	Laird Technologies	Laird PLC 的子公司，屏蔽簧片和导电布全球领导者，Laird Technologies 专业设计和供应电磁干扰屏蔽产品、导热产品、机械驱动系统、信号完整性部件和无线天线解决方案，以及无线电频率（RF）模块和系统。
	Nolato	聚合物部件生产商，流体导电橡胶的全球领导者，NolatoTelecom 部门产品中包括导电橡胶和导热材料。主要客户包括爱立信、华为等。
	Graf Tech International Ltd.	世界领先的石墨材料公司，天然石墨（非合成石墨）全球领导者，主要为高能量部件提供范围广泛的天然和合成石墨热管理产品。
	Panasonic Corporation	世界制造业 500 强企业之一，合成石墨材料全球领导者，从事各种电器相关产品的生产和销售等。石墨膜与电磁波屏蔽薄膜是公司材料类主要产品之一。
	Minnesota Mining and Manufacturing (3M公司)	世界著名的产品多元化跨国企业，涉及领域包括：工业、化工、电子、电气、通信、交通、汽车、航空、医疗、安全、建筑、文教办公、商业及家庭消费品等各个领域。
国内	中石科技	致力于使用自主研发的导热/导电功能高分子技术和电源滤波技术提高电子设备可靠性，产品涵盖热管理材料、人工合成石墨材料、电磁屏蔽及IP密封材料、EMI滤波器、信号滤波器、EMI/EMC设计咨询和整改等众多业务领域，可持续为客户提供有竞争力的热管理及电磁兼容全面解决方案。
	碳元科技股份有限公司	合成石墨的生产企业，其主要生产导热石墨膜，产品主要应用于智能手机、平板电脑。
	深圳市飞荣达科技股份有限公司	国内电磁屏蔽及导热应用解决方案提供商，产品包括屏蔽材料、导热材料、吸波材料和其它配套电子材料。
	江苏坚力电子科技股份有限公司	公司是一家 EMI/EMC 电源滤波器制造企业，已在全国中小企业股份转让系统挂牌。

数据来源：中石科技招股说明书，各公司官网，广发证券发展研究中心

展望未来，我们认为5G时代将是导热材料行业增长的最大驱动力。第五代移动通信技术（5G）相比4G，应用场景更加广阔，通信能力更加强大，预计将在2020年实现全面商用，届时消费电子终端和通信基站端都将迎来重要的变化，推动导热材料需求的发展。

图4: 从1G到5G的代际推进

1G	2G	3G	4G	5G
AMPS TACS	9.6-14.4 kbps GSM GPRS	2-42 Mbps WCDMA TD-SCDMA CDMA2000	50-100 Mbps TD-LTE FDD-LTE WiMAX	5-10 Gbps ? Massive MIMO、超密集组网、NOMA
频分多址 FDMA	时分多址 TDMA	码分多址 CDMA	正交频分多址、MIMO	eMBB、mMTC、uRLLC
模拟语音	数字语音 &低速数字业务	同时传输 语音及数据 &多媒体数据	快速传输 数据&多媒体等全IP业务	
1980s	1990s	2000s	2010s	2020s

数据来源：IMT-2020(5G)推进组，广发证券发展研究中心

表5: 5G与4G关键技术指标对比

技术指标	4G参考值	5G目标值	提升倍数
用户体验速率	10Mbps	0.1-1Gbps	10-100倍
峰值速率	1Gbps	20Gbps	20倍
流量密度	0.1Tbps/km <sup>2</sup>	10Tbps/km <sup>2</sup>	100倍
连接数密度	10 <sup>4</sup> /km <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup> /km <sup>2</sup>	10倍
空口时延	10ms	1ms	0.1倍
移动性	350km/h	500km/h	1.43倍

数据来源：前瞻产业研究院，广发证券发展研究中心

## 终端领域：5G 时代到来与 OLED、可折叠设计、无线充电等创新推动需求成长

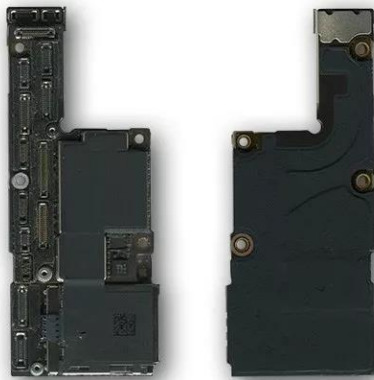
### 5G 时代到来，终端功耗增加、机身非金属化，推动导热材料需求增长

5G时代对散热需求的变化主要来自于2方面：一方面，5G时代要求终端运算能力提升，带来功耗增加从而需要增加散热；另一方面，5G时代带来终端结构上的变化，无论内部空间更为紧凑的设计还是机身非金属化的趋势，都对散热提出了更高的要求。

#### 5G时代功耗增加，带来散热新需求，散热片多层化趋势有望持续强化

根据Digitimes的报道，华为的5G芯片消耗的功率将是当前4G调制解调器的2.5倍，届时需要更多更好的散热模块以防止手机过热。从手机结构上来看，目前苹果公司推出的旗舰机型iPhone XR/XS中，为了让双层主板更好的散热，主板正反面都贴有非常大块的散热石墨片，同时主板上的A12芯片也涂上了大量的导热硅脂进行散热。我们认为在5G时代来临时，这些导热材料的需求也会进一步增加，相应的石墨片有望持续强化目前的多层化趋势，从而推动单机搭载价值量持续提升。

图5: iPhone XR/XS双层主板表面的散热石墨片



数据来源：集微拆评，广发证券发展研究中心

图6: 苹果A12芯片涂上了大量的导热硅脂散热



数据来源：集微拆评，广发证券发展研究中心

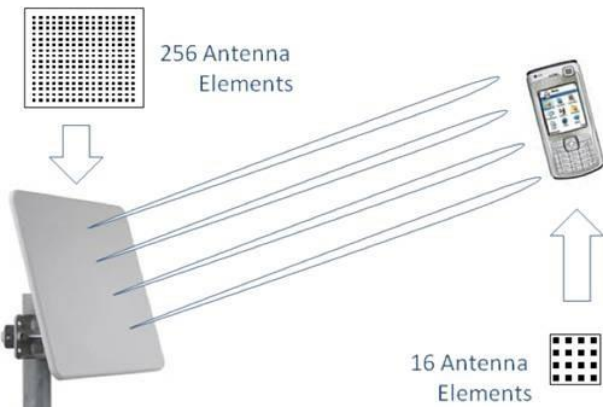
#### 5G内部结构设计更为紧凑，机身向非金属化演进，需额外散热设计补偿

5G具体到技术层面上，一方面是通信频率需要进一步提升，届时波长变小，叠加空气吸收等其他因素，电磁波的传输距离变小，穿透能力变弱；另一方面5G将采用Massive MIMO技术，手机天线数量将从4G时代的2-4根变为8根甚至16根，天线数量增加可以在不需要增加信道带宽或者总发送功率损耗的情况下大幅度地增加数据吞吐量以及发送距离，有效地提升了通信质量。而电磁波会被金属屏蔽，在5G天线数量增多以及电磁波穿透能力变弱的情况下，金属后盖已经不再适用。

而后盖是手机的两条重要传热路径之一，其传热能力是该决定手机背面温度的重要因素。但和铝材质相比，玻璃材质的导热能力较差，所以5G机身非金属化时代下，后盖需要增加额外的散热设计，增加了导热材料的需求。

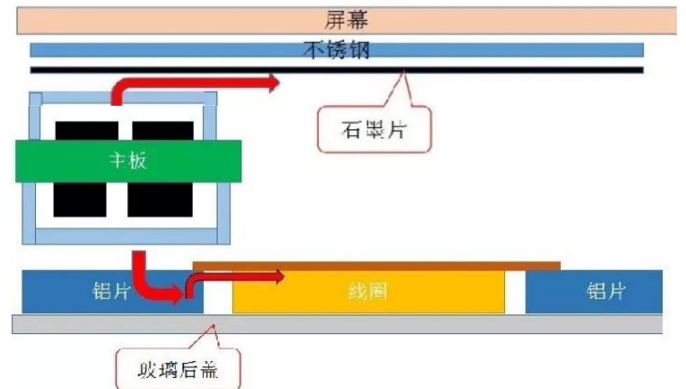
而同时，5G时代终端内部紧凑的结构设计令散热解决方案的设计更具难度，具有解决方案设计能力的散热材料企业将会在客户供应体系中担任更加突出的产业链角色。

图7：5G时代手机天线可能增加到16根



数据来源：与非网，广发证券发展研究中心

图8：智能手机热量两条传导路径——后盖和屏幕



数据来源：微信公众号“手机技术资讯”，广发证券发展研究中心

## OLED、可折叠和无线充电等创新应用引入将带来导热材料的显著增量

### OLED渗透率快速提升，针对其散热的需求将同步快速成长

OLED屏幕相比LCD屏幕具备显示效果好、更轻薄、能耗低、可实现柔性效果等优点，随着技术的逐渐成熟与成本的逐渐下降，在智能手机中的渗透率不断提升。

通过梳理2018年前六大手机品牌旗舰机型的面板种类，我们发现各大旗舰机种OLED的渗透率不断提升，而最高端的柔性OLED面板仍有较大提升空间。根据IHS Markit数据，2018Q3全球智能手机出货结构中，采用柔性OLED面板的比例为10%，渗透率处于低位。

基于强烈的需求，柔性OLED产能近年来快速增长，各大面板厂商纷纷加码布局柔性OLED产线，三星快速扩大其产能，韩国LG和以京东方为首的国内面板厂商也加速追赶。根据IHS Markit数据，若按现有规划，2016~2021年期间，全球柔性OLED理论总产能面积将达到88%的复合增速，呈现爆发式的增长。

而对于导热材料而言，OLED的渗透率提升将对其助益明显。OLED材料高温受热易衰退，因此对散热要求大幅增加。苹果在iPhone X的OLED屏幕内侧贴了石墨片，面积较大，且要求非常平整，厚度0.1mm，为双层石墨。我们预计，伴随OLED渗透率的提升，导热需求将会得到不断释放。

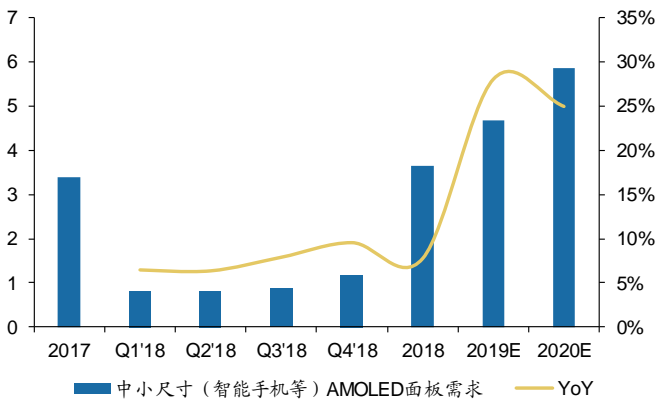
表6: 近年来主流手机厂商旗舰系列产品的屏幕种类情况梳理

		2014			2015			2016			2017			2018								
三星	Galaxy	S5			S6	S6 Edge	S6 Edge+	S7	S7 Edge		S8	S8+		S9	S9+							
	Galaxy Note	3 Lite	4	Edge	5			7			8			9								
苹果	iPhone	6		6Plus		6S	6S Plus		SE	7	7Plus		8	8Plus		X	XR	Xs	Xs Max			
华为	Mate	2	7		S		8		9	9 Pro		10		10 Pro		20	20 X		20 Pro			
	P	P7			P8		P8 Max		P9	P9 Plus		P10		P10 Plus		P20		P20 Pro				
OPPO	R	R1S	R3	R5	R7	R7 Plus	R7S	R7S Plus	R9	R9 Plus	R9S	R9S Plus	R11	R11 Plus	R11S	R11S Plus	R15	R15X	R17	R17 Pro		
	Find	Find 7															Find X					
小米	Mi	3S		4					4S	5	5S	5S Plus		5X	6		6X		8			
	Mix							1			2			2S		3						
VIVO	X	3	5		5 Max	5 Pro	6		6S	6S Plus	7	7 Plus	9	9 Plus	9S	9S Plus	20	20 Plus		21	21S	23
	NEX																NEX		NEX 双屏版			

LCD
  硬屏OLED
  柔性OLED

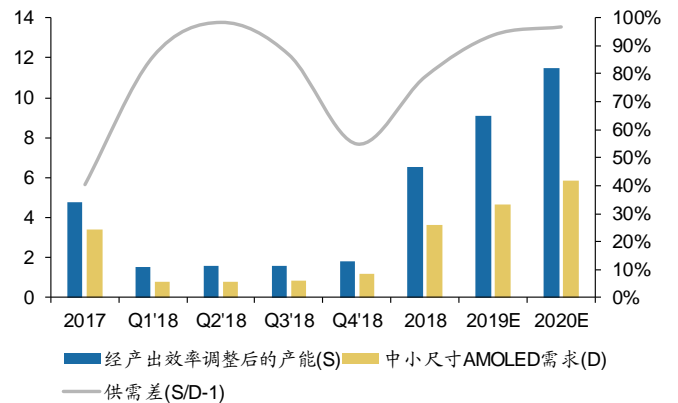
数据来源: 各品牌官网, 广发证券发展研究中心

图9: 中小尺寸OLED面板需求 (单位: 百万m<sup>2</sup>)



数据来源: IHS, 广发证券发展研究中心

图10: 中小尺寸OLED供需对比 (单位: 百万m<sup>2</sup>)



数据来源: IHS, 广发证券发展研究中心

**可折叠手机的问世大大强化了OLED的发展趋势, 成为散热市场新增量**

而可折叠手机有望进一步释放OLED需求, 从而显著增加散热方案的市场增量。目前三星、华为等具备高端机定义能力的品牌厂商都积极布局可折叠手机, 该领域有望助力散热材料市场成长。

三星已发布的“Galaxy Fold”采用内折式设计, 首发备货预计百万台左右, “Galaxy Fold”配有4.6英寸外置小屏和7.3英寸内置可折叠大屏(命名为Infinity Flex Display)两块屏幕, 内置可折叠大屏面积已经接近小型平板电脑, 可以像书

本一样向内对折。根据Digitimes报道，“Galaxy Fold”预计首发备货一百万台左右，发布后将视需求状况调整量产规模。我们认为，三星“Galaxy Fold”作为全球首款量产商用折叠屏手机，虽出于磨合用户需求、产业链配套尚不成熟的考虑备货量较少，但有望点燃消费者对折叠屏设计的关注度，为后续全面迭代奠定基础。

我们认为，各大手机厂商对于折叠屏手机产品的积极规划布局直接印证了“折叠屏”将是下一代智能手机产品的确定性迭代发展方向，而2019年将是折叠屏手机的爆发元年，而相关的散热材料市场有望获得新动能，从而得到快速成长。

图11: 三星在19年2月20日召开可折叠手机发布会



数据来源: Samsung官网, 广发证券发展研究中心

图12: 外折式可折叠手机概念图

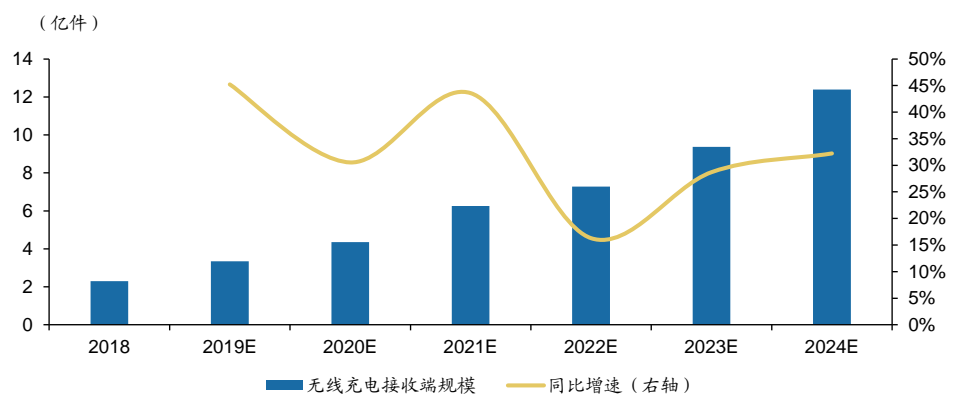


数据来源: 搜狐, 广发证券发展研究中心

### 无线充电渗透率快速提升中，推动对应散热材料市场的成长

无线充电是指无需借助电导线，在发送端（无线充电器）和接收端（位于智能手机等设备中）用相应的设备发送和接收产生感应的交流信号来进行充电的一项技术。其相比有线充电具有便利性、安全性和通用性的优势，同时近年来充电功率和效率也不断提升。苹果、三星、华为等领先品牌都已在旗舰机型上积极推出无线充电，预计未来渗透率将进一步提升，根据Yole的数据，预计2018-2024年智能手机无线充电接收端销量的复合增速将达32.4%。

图13: 智能手机无线充电市场规模将快速增长



数据来源: Yole, 广发证券发展研究中心

由于手机中无线充电线圈的存在，iPhone X中的钢板中央开有大孔，但其阻碍了热量沿铝板传导，削弱了后盖的传热能力，因此苹果在线圈上贴铜箔石墨层来

弥补。

据中时电子报报道，由于OLED屏幕、Force Touch、无线充电及部份晶片的散热需求，iPhone X对人造石墨散热片用量为iPhone 8的2-4倍。

图14: iPhone X的屏幕散热方案



数据来源：微信公众号“手机技术资讯”，广发证券发展研究中心

图15: iPhone X在线圈上贴上铜箔石墨层



数据来源：微信公众号“手机技术资讯”，广发证券发展研究中心

## 通信基站领域：5G 时代散热方案变革延伸出增量市场空间

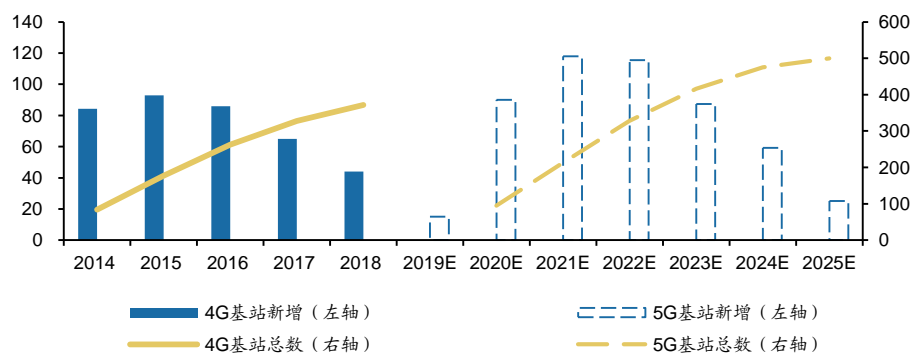
站在用户视角上，5G时代是通信产业的全新变革，可以承载三大应用场景：增强型移动宽带（eMBB）、超可靠低时延（uRLLC）和海量机器类通信（mMTC）。大规模天线阵列（Massive MIMO）、毫米波、超密集组网、新型多址、全频谱接入等关键技术为5G的网络建设提供新的架构，也带来大幅增长的导热需求。

### 毫米波+超密集组网技术驱动 5G 基站数量大幅增加

5G通信采用毫米波技术，频谱分布在高频段，电磁波波长很短，信号衰减更快，覆盖能力大幅减弱。相比于4G，无线通信信号覆盖相同的区域所需5G基站的数量将大幅增加。同时，5G采用“宏基站+小站”的超密集组网模式，宏基站主要运用于大规模室外区域，而小站将广泛分布在室内场景。

现实的5G基站建设中，运营商将采用独立组网和非独立组网混合的模式。一方面，进行5G全新网络构建；另一方面则依托现有4G网络设施，在业务密集区域建立5G小基站。我们预测5G基站总数将达到4G基站数的1.3至1.5倍。根据工信部的数据，截至2018年底，我国4G基站数达到372万座，我们测算5G基站总数将超过500万座。

图16：从4G基站数到5G基站建设推演（万座）



数据来源：三大运营商财报，广发证券发展研究中心

### 5G 引领基站部件更新换代，导热材料需求同步上涨

由于4G时代基站各部件难以满足高频、高速和大容量的信号传输要求，为实现5G万物互联的愿景，5G基站各零部件亟需更新换代，新的架构下基站端对导热材料的需求量同步提升。

**高频PCB板：陶瓷PCB板的应用及数量增长催生导热需求。** Massive MIMO技术令单基站天线数量大幅增加，同时5G基站规模相对4G扩张，促进5G基站整体高频PCB板用量增加。为满足高频、高速的数据传输需求，5G基站采用介电常数低、高频特性好的高频陶瓷PCB板。陶瓷基板的导热性能不及金属基板，从而产生对高性能导热材料的增量需求。

**滤波器：陶瓷介质滤波器替代金属腔体滤波器，射频前端导热性能弱化。** 4G基站射频前端的滤波器主要以金属腔体滤波器为主，而5G基站为满足有源天线的重量和尺寸要求，将以具有高抑制、低损耗、温度漂移特性好的陶瓷介质滤波器为新主流方案。普通陶瓷的导热系数只有1~2，即使是特种陶瓷，例如氧化铍（BeO）瓷的导热系数也仅为243，但金属铜的导热系数高达377。5G时代滤波器单位时间内将处理海量信号，器件功耗和发热增加，陶瓷材质难以快速的导热，必将对导热材料产生增量需求。

**天线振子：天线数量的增加将带动导热材料用量增加。**

5G基站的天线将迎来两大变化：1. Massive MIMO和波束赋形技术的应用，单面天线里将集成64、128甚至更多的天线振子。2. 从无源天线到有源天线系统，4G时代基站RRU与BBU分离，通过馈线与天线连接。而5G时代没有馈线需求，RRU与天线集成为AAU。两种变化中天线数量的增加将带动导热材料用量增加。

随着天线结构愈加复杂，天线呈现小型化、轻量化的发展趋势，以往金属材料天线重量大、成本高的问题凸现出来。并且5G采用了高频段，原有钣金、压铸工艺只能达到3.5GHz、4.9GHz的精度极限，难以承载6GHz及以上频段的工作需求。市场出现的全新工艺——3D选择性电镀塑料振子，凭借其重量轻、成本优、性能好、体积小等特点有望成为主流，而塑料的导热性能较差，由此带来导热材料需求大幅提升。

## 海量运算和 Massive MIMO 技术提高 5G 基站功耗，散热需求显著增加

通信基站主要由基带处理单元（BBU）、射频处理单元（RRU）和天馈系统三大部分组成。根据功耗的主要来源不同，基站总功耗可以分为传输功耗、计算功耗和额外功耗。由于基站设备产生的热量与功耗成正比，单个基站的功耗越大，产热越多，散热需求越大。

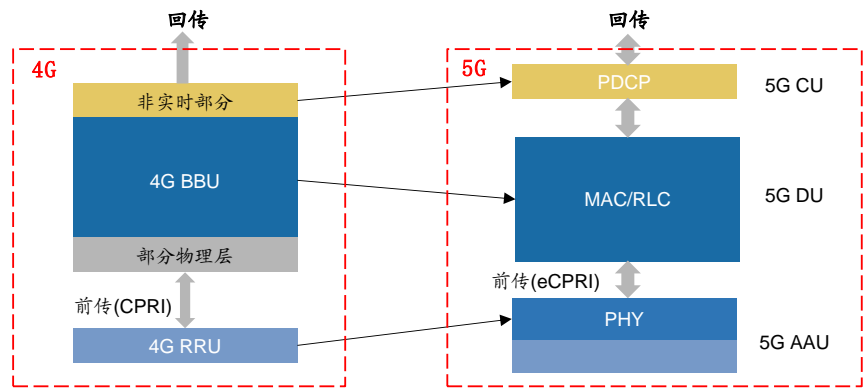
**传输功耗：**即电信号在传输过程中因传输介质等因素引起的损耗，并转化为热量散失。5G基站中的传输损耗主要存在于功率放大器（PA）和射频（RF）部分所消耗的电量，用于执行基带信号与无线信号之间的信号转换，也包括馈电线的功耗。由于5G基站承载的数据量大幅增加，RRU接收和传输信号的速度和容量剧增导致设备功耗增加，产生的热量变多。由于滤波器将采用陶瓷材质，导热性能下降，并且基站数量大幅增加，也会带来传输总功耗上升。

**计算功耗：**集中在基带处理单元（BBU）消耗的电量，包含数字部分处理、管理和控制、与核心网和其他基站间通信等功耗。5G时代，由于单基站的计算能力大幅提升，BBU的计算功耗将远远超过射频器件的传输功耗。5G基站计算总功耗的增加主要来源于小微基站部署数量剧增和Massive MIMO（大规模天线阵列）技

技术的应用。

- **密集部署的小基站将带来总功耗的增量。**据赛迪咨询的预测，我国未来5G时期的小微基站总数量将达到950万个，密集部署带来数量的增加将大幅提升小微基站的总功耗。
- **Massive MIMO技术的数据传输大幅提高了基站的计算功耗。**Massive MIMO技术通过大幅增加天线数量来扩大信号容量，提高频谱资源利用率，基站的天线数量由4G时代的2、4、8天线剧增到64、128或256个，使得基带处理单元（BBU）能在单位时间内接收并处理海量的数据。大带宽、高速率的数据传输大幅提高了基站的计算功耗。
- **5G基站的BBU功耗大幅抬升。**根据C114的数据，华为5G基站BBU的功耗为1400W，而4G时期平均功耗则在250W左右，5G高出了4G时期近6倍。而大唐5G BBU的功耗更高，达到了1850W，相比于4G时期高出7倍多。

图17: 5G RAN对功能模块的重构



数据来源：《5G时代光传送网技术白皮书》，广发证券发展研究中心

**额外功耗：**是指从市电引入到基站直流供电的过程中的额外损失的电量，同时包括机房空调、制冷设备所消耗的电量。相对于4G LTE接入网的BBU和RRU两级构架，5G RAN采用DU-CU-核心网的三级网络架构，5G时代更复杂的网络架构不可避免的会带来传输过程中的电量消耗。

根据设备功耗和发热的关系，5G基站功耗的大幅增加将导致设备发热过度，催生散热需求，触发导热材料产业的新行情。

## 投资建议：建议关注产业链相关标的

总结来看，导热材料行业有以下2个特点：

一方面，在整机中，导热材料成本占比低但是重要性突出，故而供应链的稳定性很高；另一方面，导热材料属于典型的研发驱动型产品，因而利润水平高，对下游亦具备整合的可能性。

目前来看，海外材料大厂仍在市场中占据重要的地位，但是以中石科技为代表的国产品牌正在快速成长。

**展望未来，在5G时代作为最为重要的产业背景下，我们从终端应用和通信基站领域两方面来看，导热材料正迎来发展的重要机遇期。**

从终端领域来看，5G时代智能手机的变革（功耗增加、内部结构紧凑、外观非金属化）和新型创新（OLED和无线充电等）渗透率的增长都推动导热材料需求的成长；

从通信基站领域来看：“宏基站+小站”的超密集组网模式带来巨大应用基数，而基站的结构性变化（陶瓷PCB板、陶瓷介质滤波器替代金属腔体滤波器、天线数量增加等）和功耗增长（海量运算和Massive MIMO技术）也带来了大量新需求，且由于新型导热方案在4G时代未采用，故而对行业推动明显。

**我们认为，导热材料正迎来发展的重要机遇期，而国产力量的快速成长将会分享行业成长的红利。**

我们看好拥有导热材料自主研发能力、积极布局打造自主材料品牌和平台的本土企业通过不断发展逐步展开国产替代，进而切入高端供应链体系，分享下游行业发展红利的。

**我们建议关注消费电子领导品牌导热材料龙头企业中石科技（300684.SZ）。公司立足于自身研发能力，目前在A客户供应链中承担着导热材料供应商的重要角色，2018年公司业绩实现快速增长，根据业绩预告，公司2018年归母净利润同比增加58%-82%。**

**同时建议关注碳元科技（603133.SH）、飞荣达（300602.SZ）以及下游模切环节供应商领益智造（002600.SZ）。**

表7: 产业链相关标的估值比较表

公司名称	股票代码	相关业务	单位	市值/亿元	净利润/亿元			PE 估值水平		
					2017A	2018E	2019E	2017A	2018E	2019E
中石科技	300684.SZ	导热材料	RMB	62.15	0.82	1.45	2.07	75.56	42.97	30.09
碳元科技	603133.SH	石墨材料	RMB	40.28	0.51	N/A	N/A	78.65	N/A	N/A
飞荣达	300602.SZ	导热材料	RMB	78.37	1.08	1.71	2.52	72.47	45.88	31.06
领益智造	002600.SZ	材料模切	RMB	289.39	14.05	N/A	N/A	20.60	N/A	N/A
安洁科技	002635.SZ	材料模切	RMB	108.48	3.91	6.00	7.84	27.71	18.09	13.83
派克汉尼汾	PH.N	导热材料	USD	227.39	9.83	10.61	15.17	23.12	21.44	14.99
汉高公司	HEN.F	导热材料	USD	423.75	28.46	27.30	25.93	14.89	15.52	16.34
GRAFTECH	EAF.N	石墨材料	USD	43.29	0.08	8.54	8.73	542.28	5.07	4.96
松下电器	6752.T	石墨材料	USD	231.01	21.31	22.52	22.11	10.84	10.26	10.45
3M 公司(3M)	MMM.N	材料模切	USD	1205.44	48.58	53.49	61.96	24.81	22.54	19.46

注: 表中 A 股标的盈利预测均来自 Wind 一致预测, 其他股票标的盈利预测来自 Bloomberg 一致预测, 市值为最新行情

## 风险提示

5G 商业化进展低于预期风险; 客户产业链份额增长不及预期风险; 行业竞争加剧风险。

## 广发证券电子元器件和半导体研究小组

- 许兴军：资深分析师，浙江大学系统科学与工程学士，浙江大学系统分析与集成硕士，2012年加入广发证券发展研究中心。
- 王璐：分析师，复旦大学微电子与固体电子学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 余高：分析师，复旦大学物理学学士，复旦大学国际贸易学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 王帅：研究助理，上海交通大学机械与动力工程学院学士、安泰经济与管理学院硕士，2017年加入广发证券发展研究中心。
- 彭雾：研究助理，复旦大学微电子与固体电子学硕士，2016年加入广发证券发展研究中心。
- 王昭光：研究助理，浙江大学材料科学与工程学士，上海交通大学材料科学与工程硕士，2018年加入广发证券发展研究中心。

## 广发证券—行业投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘10%以上。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘10%以上。

## 广发证券—公司投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘15%以上。
- 增持：预期未来12个月内，股价表现强于大盘5%-15%。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘5%以上。

## 联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市	香港
地址	广州市天河北路183号大都会广场5楼	深圳市福田区益田路6001号太平金融大厦31层	北京市西城区月坛北街2号月坛大厦18层	上海市浦东新区世纪大道8号国金中心一期16楼	香港中环干诺道中111号永安中心14楼1401-1410室
邮政编码	510075	518026	100045	200120	
客服邮箱	gfyf@gf.com.cn				

## 法律主体声明

本报告由广发证券股份有限公司或其关联机构制作，广发证券股份有限公司及其关联机构以下统称为“广发证券”。本报告的分销依据不同国家、地区的法律、法规和监管要求由广发证券于该国家或地区的具有相关合法合规经营资质的子公司/经营机构完成。

广发证券股份有限公司具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管，负责本报告于中国（港澳台地区除外）的分销。

广发证券（香港）经纪有限公司具备香港证监会批复的就证券提供意见（4号牌照）的牌照，接受香港证监会监管，负责本报告于中国香港地区的分销。

本报告署名研究人员所持中国证券业协会注册分析师资质信息和香港证监会批复的牌照信息已于署名研究人员姓名处披露。

## 重要声明

广发证券股份有限公司及其关联机构可能与本报告中提及的公司寻求或正在建立业务关系，因此，投资者应当考虑广发证券股份有限公司及其关联机构因可能存在的潜在利益冲突而对本报告的独立性产生影响。投资者不应仅依据本报告内容作出任何投资决策。

本报告署名研究人员、联系人（以下均简称“研究人员”）针对本报告中相关公司或证券的研究分析内容，在此声明：（1）本报告的全部分析结论、研究观点均精确反映研究人员于本报告发出当日的关于相关公司或证券的所有个人观点，并不代表广发证券的立场；（2）研究人员的部分或全部的报酬无论在过去、现在还是将来均不会与本报告所述特定分析结论、研究观点具有直接或间接的联系。

研究人员制作本报告的报酬标准依据研究质量、客户评价、工作量等多种因素确定，其影响因素亦包括广发证券的整体经营收入，该等经营收入部分来源于广发证券的投资银行类业务。

本报告仅面向经广发证券授权使用的客户/特定合作机构发送，不对外公开发布，只有接收人才可以使用，且对于接收人而言具有保密义务。广发证券并不因相关人员通过其他途径收到或阅读本报告而视其为广发证券的客户。在特定国家或地区传播或者发布本报告可能违反当地法律，广发证券并未采取任何行动以允许于该等国家或地区传播或者分销本报告。

本报告所提及证券可能不被允许在某些国家或地区内出售。请注意，投资涉及风险，证券价格可能会波动，因此投资回报可能会有所变化，过去的业绩并不保证未来的表现。本报告的内容、观点或建议并未考虑任何个别客户的具体投资目标、财务状况和特殊需求，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的投资建议。本报告发送给某客户是基于该客户被认为有能力独立评估投资风险、独立行使投资决策并独立承担相应风险。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券认为可靠，但广发证券不对其准确性、完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策，如有需要，应先咨询专业意见。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券的立场。广发证券的销售人员、交易员或其他专业人士可能以书面或口头形式，向其客户或自营交易部门提供与本报告观点相反的市场评论或交易策略，广发证券的自营交易部门亦可能会有与本报告观点不一致，甚至相反的投资策略。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且无需另行通告。广发证券或其证券研究报告业务的相关董事、高级职员、分析师和员工可能拥有本报告所提及证券的权益。在阅读本报告时，收件人应了解相关的权益披露（若有）。

## 权益披露

(1) 广发证券（香港）跟本研究报告所述公司在过去 12 个月内并没有任何投资银行业务的关系。

## 版权声明

未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。