

2019年08月20日

电子元器件

新材料、新技术、新方案，5G 开辟散热市场新天地

■散热技术方案持续升级，5G 时代市场规模有望突破 2000 亿元：散热下游应用领域众多，涵盖消费电子、和汽车、基站、服务器和数据中心等，市场空间在千亿级别。根据前瞻产业研究院预估，2018 年~2023 年散热产业年复合成长率达 8%，市场规模有望从 2018 年的 1497 亿元增长到 2023 年的 2199 亿元。手机散热约占行业总规模的 7%，2018 年约为 100 亿元，未来受益于 5G 智能终端持续升级的驱动，手机散热市场增速在 2019~2022 年有望提升至年平均复合增长率 26%。此外，5G 商用基站大规模建设也会驱动半固态压铸壳体和吹胀板等细分散热市场空间的扩大。而从长期发展趋势来看，5G 带来的网络流量的增加，也会驱动服务器应用的进一步上量，并由此带动细分散热市场容量的扩大。

■石墨烯、热管和 VC 渗透到 5G 智能手机，单机散热 ASP 显著提升：传统手机散热材料以石墨片和导热凝胶等 TIM 材料（导热界面材料）为主，石墨片存在导热系数相对较低、厚度相对较大等问题。目前热管和 VC（均热板）开始从电脑、服务器等领域渗透到智能手机终端，石墨烯材料也开始应用。相对而言，VC 和石墨烯的导热系数高，厚度低，是性能更佳的散热材料。华为 2019 年发布的 Mate 20 X 中率先使用石墨烯+VC 散热方案，三星新款旗舰机 Note 10 中也首度采用了 VC 散热。随着石墨烯、热管和 VC 在智能手机中渗透率的提升，5G 时代单机 ASP 有望达到 5~10 美金，实现 3~4 倍的价值量增长。除了单价 ASP 的倍增外，智能手机出货量有望借力于 5G 迎来新的换机潮。根据 IDC 预测，2019 年下半年智能手机行业有望恢复增长，预估该趋势将一直延续到 2023 年，届时全球智能手机出货量将达到 15.42 亿台，其中 5G 手机渗透率达到 25%。

■吹胀板应用至 5G 基站，基站散热量价齐升：基站架构包括基带单元 BBU 和有源天线 AAU(4G 为 RRU+天线)。5G 基站引入 Massive MIMO 技术，未来 64T64R 将广泛应用，基站功耗超过 3500W。目前，4G 基站主要采用 4T4R，功耗仅 1000W 左右，因此，5G 基站功耗增加明显。从功耗构成来看，5G 功耗的增加主要来源于有源天线 AAU，100% 业务负荷下功耗超过 1000W，大约是 4G 的 3 倍。5G 基站 BBU 功耗平均为 300W 左右，大约是 4G 的 2 倍。除传统的散热材料及方案外，半固态压铸件具有重量轻和散热性能好的优势，吹胀板具有热传导效率高、制冷速度快的优势，结合半固态压铸件和吹胀板的散热器件有望大幅

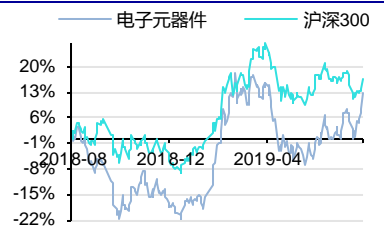
行业深度分析

证券研究报告

投资评级 **领先大市-A**
维持评级

首选股票	目标价	评级
300602 飞荣达	43.75	买入-A

行业表现



资料来源：Wind 资讯

%	1M	3M	12M
相对收益	-4.21	-11.31	-30.94
绝对收益	-4.65	-6.52	-14.91

夏庐生

分析师

SAC 执业证书编号: S1450517020003
xials@essence.com.cn
021-35082732

陈昊

报告联系人

chenhao1@essence.com.cn

薛辉蓉

报告联系人

xuehr@essence.com.cn

相关报告

华为首款 5G 手机发布，集成电路产业投融资热度不减，共话产业盛况 2019-07-28

Q2 电子基金持仓持续低位，各板块趋势看长期成长 2019-07-24

2019 年电子行业策略报告--估值配合产业逻辑，关注半导体、PCB 与 LED 2018-11-29

电子行业三季度综述：估值已具备投资价值，关注半导体、PCB 与 LED 细分行业 2018-11-12

5G 手机射频前端/天线，增量需求分析 2018-10-25

提升 5G 基站散热价值量。根据产业链调研，5G 单基站散热材料价值量约为 1500~2000 元。

■**主流散热材料技术成熟，热管和 VC 尚处于技术突破阶段：**目前主流的被动散热方案包括石墨片、石墨烯、导热界面材料（Thermal Interface Materials, TIM）、热管（Heatpipe, HP）和均热板（Vapor Chamber, VC）以及半固态压铸件。从供应链和竞争格局的角度看，我国在石墨片、石墨烯、TIM 材料和半固态压铸件上掌握相关技术，涌现出一大批参与者，但由于技术门槛相对较低，目前竞争较激烈。热管和 VC 的供应链主要在台湾，相关厂商占据市场 70%左右的份额，国内厂商已经实现技术突破，目前处于量产前期，成长空间巨大。

■**投资建议：**5G 终端散热将采用石墨膜/石墨烯膜+TIM+热管/VC 综合技术方案，其中石墨膜较 4G 用量显著增加，石墨烯膜、热管/VC 渗透率有望大幅提升。**重点推荐飞荣达。**飞荣达主营电磁屏蔽和导热器件，业务占比分别为 49%和 13%，2018 年收购润星泰（主营半固态压铸壳体）51%和昆山品岱（拥有热管/VC 技术）55%的股权，持续加大对智能手机和基站散热的布局。**建议关注碳元科技、中石科技、精研科技和捷荣技术。**碳元科技主营高导热石墨膜，2018 年自主布局超薄热管/VC 及相关材料的研发和生产。中石科技主营导热材料和 EMI 屏蔽材料，业务占比分别为 89%和 7%。2019 年 6 月收购江苏凯维迪（掌握热管等散热技术）51%的股权，布局石墨膜+热管/VC 一体化的智能终端散热解决方案。精研科技主营消费电子和汽车 MIM 核心零部件，产品涉及散热器，捷荣技术是国内消费电子精密结构件核心供应商，有望借助大客户优势切入散热领域。

■**风险提示：**5G 终端出货量及渗透率不及预期；5G 基站建设量不及预期；5G 终端和基站散热方案变化不及预期

内容目录

1. 散热技术方案持续升级，5G 时代市场规模有望突破 2000 亿元	6
1.1. 以被动散热为主，多元材料构成目前散热设计解决方案.....	6
1.2. 热管和 VC 渗透到智能手机，5G 单机散热 ASP 显著提升.....	7
1.3. 半固态压铸件+吹胀板，5G 基站壳体价值量提升.....	10
1.4. AR/VR 新终端有望超预期，创造散热新增需求.....	12
2. 石墨膜：散热方案的主流材料，国内技术成熟稳定	12
2.1. 主流散热材料，单手机用量为 3~6 片.....	12
2.2. 行业竞争激烈，价格持续走低.....	14
2.3. PI 膜是人工石墨膜的核心材料，高端产能集中在国外厂商手中.....	15
3. 石墨烯膜：理化性能丰富，国产优势明显	16
3.1. 导热系数最高、导电性能好，下游锂电材料和导热膜空间巨大.....	16
3.2. 我国石墨烯产业全球领先，参与者众多.....	17
3.3. 制备方法众多，CVD 法发展前景良好.....	18
4. TIM：产品种类众多，国产供应链成熟	19
4.1. 配套的导热填充材料，应用场景众多且不可或缺.....	19
4.2. 国内厂商不断涌入，市场竞争格局日益充分.....	21
4.3. 制备工艺种类丰富，多样化满足各层次散热需求.....	22
5. 热管/均热板：渗透至手机和基站，本土厂商实现技术突破	23
5.1. 热管/VC 导热系数最高，渗透率有望持续提升.....	23
5.2. 厚度、长度和外观要求高，生产工艺难度大.....	25
5.3. 台湾厂商占据主要份额，大陆厂商已实现技术突破.....	25
6. 基站散热壳体：半固态压铸件+吹胀板，国产实力强劲	26
6.1. 重量轻、散热性能好，半固态压铸件广泛应用于基站.....	26
6.2. 上游压铸机行业竞争充分，压铸件供应商格局稳定.....	27
7. 重点公司推荐	28
7.1. 碳元科技：立足高导热石墨膜，布局热管/VC 产品.....	28
7.2. 飞荣达：电磁屏蔽器件核心供应商，深入拓展散热业务.....	29
7.3. 中石科技：导热材料全球领先，持续突破大客户.....	31

图表目录

图 1：散热行业市场规模及增速.....	6
图 2：手机散热市场规模及增速.....	6
图 3：散热方式.....	7
图 4：散热方案简介.....	7
图 5：手机散热（被动）.....	7
图 6：手机主要散热源.....	8
图 7：智能手机部件温度（℃）.....	8
图 8：智能终端散热方案及性能.....	9
图 9：智能终端散热方案.....	9
图 10：全球智能手机销量及预测（百万），换机潮开启，5G 手机渗透率逐步提升.....	9
图 11：基站架构.....	10
图 12：BBU 散热方案.....	10
图 13：吹胀式板式换热器.....	11

图 14: 导热硅胶片在基站中的应用.....	11
图 15: 中国 VR/AR 出货量及预测 (万台)	12
图 16: 全球 VR/AR 出货量及预测 (万台)	12
图 17: 石墨晶体结构图.....	13
图 18: 石墨均匀散热示意图.....	13
图 19: 智能手机石墨膜使用场景介绍.....	14
图 20: 中石科技和碳元科技石墨膜单价 (元/m ²)	14
图 21: 代表厂商综合毛利率变化趋势.....	14
图 22: 石墨膜生产的工艺流程.....	15
图 23: PI 膜全球主要供应商	15
图 24: 中国 PI 膜产量及预测.....	15
图 25: 石墨和石墨烯结构对比.....	16
图 26: 金属材料以及新材料的导热系数.....	16
图 27: 中国石墨烯市场规模预测 (单位: 万美元)	17
图 28: 石墨烯未来应用领域情况图.....	17
图 29: 全球十大石墨烯专利发明人.....	18
图 30: 石墨烯产业相关政策梳理.....	18
图 31: 石墨烯产业链.....	19
图 32: 氧化还原法制备石墨烯粉体.....	19
图 33: CVD 法制备石墨烯膜.....	19
图 34: 导热界面材料散热原理.....	20
图 35: 导热界面材料种类.....	20
图 36: 导热硅脂.....	21
图 37: 导热凝胶.....	21
图 38: 全球导热界面材料市场规模.....	21
图 39: 全球导热界面材料产量分布.....	21
图 40: 全球导热界面材料销售区域分布.....	21
图 41: 石墨相变导热硅脂的工艺流程图.....	22
图 42: 复合导热硅脂的工艺流程图.....	22
图 43: 导热界面材料产业链.....	23
图 44: 2015 年全球导热界面材料下游结构	23
图 45: 2016-2021 年导热界面材料各个行业需求	23
图 46: VC 和热管工作原理	24
图 47: VC 和热管工作原理	24
图 48: 散热材料导热系数对比.....	24
图 49: 热管和均热板在智能手机渗透率的预测.....	24
图 50: 三星 Galaxy S7 散热拆分图示.....	25
图 51: 华为手机散热方案.....	25
图 52: 台系散热厂商 2019 年上半年营业收入 (亿元)	26
图 53: 台系散热厂商 2019 年上半年营业收入增速 (%)	26
图 54: 半固态流变压铸和触变压铸的工艺流程.....	27
图 55: 半固态压铸件在通讯领域的应用.....	27
图 56: 碳元科技 2014-2018 年主营业务构成情况.....	28
图 57: 碳元科技 2018 年主营业务构成情况.....	28
图 58: 碳元科技 2014-2018 年营业收入及增速.....	28

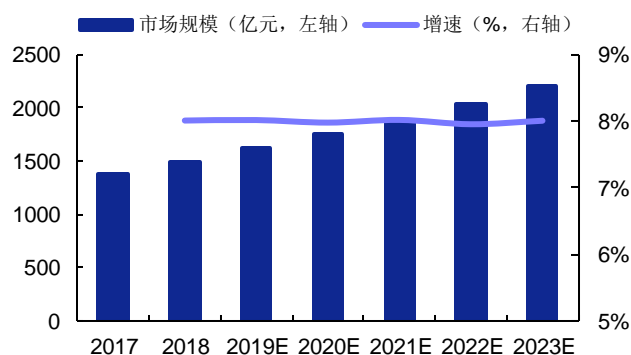
图 59: 碳元科技 2014-2018 年归母净利润及增速.....	28
图 60: 碳元科技 2014-2018 年毛利率和净利率.....	29
图 61: 飞荣达主要产品在智能手机、通信机柜和笔记本电脑中的应用.....	29
图 62: 飞荣达 2016-2018 年主营业务构成情况.....	30
图 63: 飞荣达 2018 年主营业务构成情况.....	30
图 64: 飞荣达 2014-2018 年营业收入及增速.....	30
图 65: 飞荣达 2014-2018 年归母净利润及增速.....	30
图 66: 飞荣达 2014-2018 年毛利率和净利率.....	30
图 67: 中石科技 2016-2018 年主营业务构成情况.....	31
图 68: 2018 年中石科技各产品收入占比.....	31
图 69: 2014-2018 年中石科技营业收入及增速.....	32
图 70: 2014-2018 年中石科技归母净利润及增速.....	32
图 71: 2014-2018 年中石科技毛利率及净利率.....	32
表 1: 散热材料及方案性能对比.....	7
表 2: 智能手机导热需求增加因素.....	8
表 3: 5G 基站功耗测试结论.....	10
表 4: 2G~4G 阶段中国移动、中国电信和中国联通的频谱汇总.....	11
表 5: 主要国家 5G 频谱规划.....	11
表 6: 石墨导热性能与铜、铝对比.....	13
表 7: 三种石墨散热膜优缺点对比.....	13
表 8: 行业主要参与者情况.....	14
表 9: 国内外主要生产厂商.....	16
表 10: 石墨烯粉体和石墨膜的下游应用.....	17
表 11: 石墨烯部分下游潜在市场规模.....	17
表 12: 中国石墨烯主要企业竞争力一览表.....	18
表 13: 石墨烯粉体和薄膜的参数对比.....	19
表 14: 导热界面材料分类.....	20
表 15: 国外和国内导热界面材料主要厂商.....	22
表 16: 热管和 VC 使用情况.....	25
表 17: 台湾主流散热厂商简介.....	26

1. 散热技术方案持续升级，5G 时代市场规模有望突破 2000 亿元

热设计和热管理是电子产品组件的核心构成，并且随着组装密度和集成度的持续提升而越来越受到重视。散热下游应用领域众多，包括消费电子、和汽车、基站、服务器和数据中心等，市场空间在千亿级别。根据前瞻产业研究院预估，2018 年~2023 年散热产业年复合成长率达 8%，市场规模有望从 2018 年的 1497 亿元增长到 2023 年的 2199 亿元。

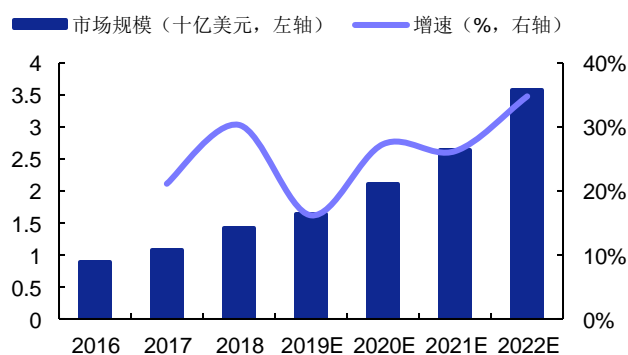
手机散热约占行业总规模的 7%，2018 年约为 100 亿元。虽然占比低，但是未来受益于 5G 智能终端持续升级的驱动，手机散热市场有望保持高增长，2018~2022 年年平均复合增长率有望达 26%。此外，5G 商用基站大规模建设也有望驱动半固态压铸壳体和吹胀板散热市场空间的扩大。而从长期发展趋势来看，5G 带来的网络流量的增加，服务器散热市场也将持续扩大。

图 1：散热行业市场规模及增速



资料来源：前瞻产业研究院，安信证券研究中心

图 2：手机散热市场规模及增速



资料来源：Yole，安信证券研究中心

1.1. 以被动散热为主，多元材料构成目前散热设计解决方案

散热就是将发热部件产生的热量发散到空气中。其技术原理包括热传导 (Conduction)、热对流 (Convection) 和热辐射 (Radiation) 三种。例如，CPU 散热片底座与 CPU 直接接触带走热量的方式就属于热传导；散热风扇带动气体流动即热对流；热辐射指的是依靠射线辐射传递热量。一般而言，热传导和热对流是散热系统的两种主流方式，其中热传导主要与散热器材料的导热系数和热容有关，热对流则主要与散热器的散热面积有关。

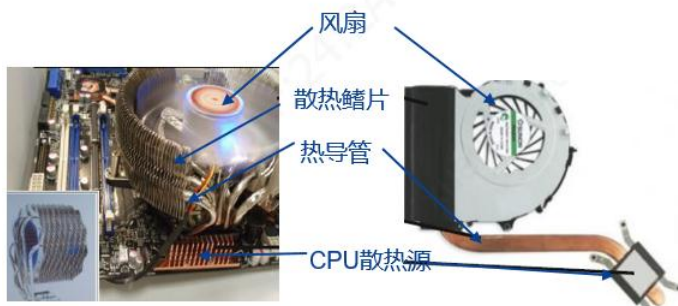
根据热传导和热对流手段的不同，可以将散热器产品分为主动与被动两种方式。主动散热是由与发热体无关的能源参与进行强制散热，比如风扇、液冷中的水泵、相变制冷中的压缩机，其特点是效率高，但同时也需要其它能源的辅助。被动散热就是仅依靠发热体或散热片的自行发散来进行降温。台式电脑和笔记本电脑采用主动与被动结合的方式散热，而手机终端、平板电脑等轻薄型消费电子受内部空间结构限制的影响，多采用被动散热方案。

图 3：散热方式

散热方式	热传导	热对流	热辐射
散热原理	散热片与热源芯片接触	散热风扇带动空气流动换热	散热材料射线辐射
影响因素	材料的导热系数及热容	散热器换热面积、空气流速	材料的黑度

资料来源：安信证券研究中心整理

图 4：散热方案简介



资料来源：Intel，安信证券研究中心

图 5：手机散热（被动）



资料来源：三星和小米，安信证券研究中心

目前主流的被动散热方案包括石墨片、石墨烯、金属背板、冰巢散热、导热界面材料 (Thermal Interface Materials, TIM)、热管 (Heatpipe, HP) 和均热板 (Vapor Chamber, VC)。导热系数是衡量散热方案的核心指标。以上方案的导热系数，按照由低到高，依次为金属、石墨片、石墨烯、热管和 VC。

虽然热管和均热板的导热系数更高，但是其功能只是加快热量从手机发热零件转移到散热片的速度，而最终的散热效果，还要看散热片和空气之间的热对流，即散热片材质的热特性对手机散热效果具有不可忽视的影响。因此，散热片+热管/VC 融合的解决方案有望成为发展主流，对石墨片、TIM 和热管/VC 产业链的参与厂商形成利好。

表 1：散热材料及方案性能对比

	导热系数 (W/m·K)	散热产品形态	散热应用领域
金属	200	金属背板，精密金属结构件	消费电子和基站等
石墨膜	1000	人工石墨散热膜	卫星导航、数码、FH 级电机、电脑和智能手机等
石墨烯	800-5300	石墨烯粉体和薄膜	智能手机等
导热界面材料	-	导热硅脂、硅胶片、凝胶和双面胶等	汽车、航空、通信电子设备、电器、军工等
热管	20000	/	家用电器、航空航天、飞机、船舶舰艇等
均热板	-	/	电子产品、服务器、高档图形卡等

资料来源：安信证券研究中心整理

1.2. 热管和 VC 渗透到智能手机，5G 单机散热 ASP 显著提升

手机在运行的过程中会产生大量的热量，CPU、电池、摄像头和 LED 等都是重要热源。同

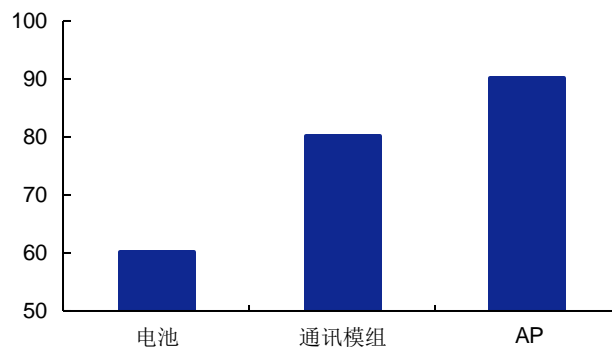
时伴随手机性能的持续升级，包括拍照像素提升、电池容量加大、曲面屏设计以及玻璃陶瓷等非金属机壳的应用，都对散热提出更高要求。热量过高对手机性能、手机寿命和用户体验会产生不利影响。根据国际安全标准的规定，手持终端的表面温度上限为 48℃，超过则会导致 CPU 降频和电池损害等安全问题。因此良好的散热解决方案成为伴随手机迭代升级的关键之一，也是手机品牌商在推出新一代手机时的重要宣传点。

图 6：手机主要散热源



资料来源：Yole Développement，安信证券研究中心

图 7：智能手机部件温度（℃）



资料来源：Yole Développement，安信证券研究中心

总体来看，芯片处理能力、射频功耗、机壳材质和轻薄化的设计是影响手机散热需求的主要因素。一方面，随着智能手机的发展，手机芯片的主频越来越高，功率越来越大。5G 芯片处理能力是现有芯片的 5 倍；5G 手机总功率约 9.6W，是 4G 的 2 倍；5G 手机运行在多频段和高频网络，Massive MIMO（大规模多入多出）天线技术商用，耗能是 4G 芯片的 2.5 倍；加上高速处理大量数据，同时手机视频内容、游戏内容等的高清化。

表 2：智能手机导热需求增加因素

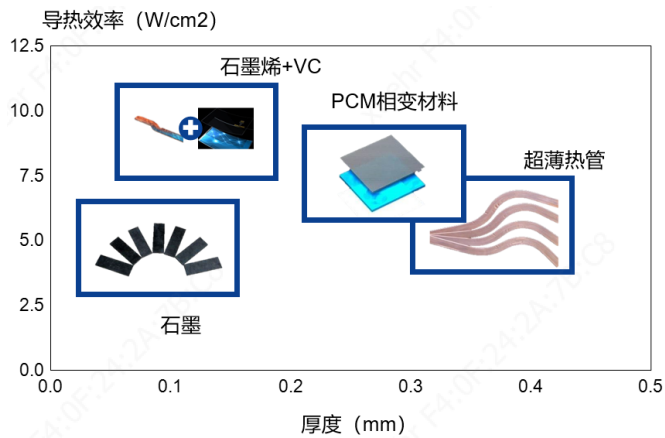
因素	分析
芯片	5G 芯片计算效率提高，发热密度绝对值增加
外壳	玻璃、陶瓷等非金属材料机壳代替金属机壳，散热性差
防水	零部件与整机具有更高的密封性，散热性能下降
轻薄	内部零部件间排布紧凑，热量难以扩散
全面屏	全面屏屏占比提升，增加了热散量
拍摄	后置双摄三摄成为趋势，发热模组和发热密度大幅提升

资料来源：安信证券研究中心整理

导热系数和厚度是评估散热材料的核心指标。传统手机散热材料以石墨片和导热凝胶等 TIM 材料为主，但是石墨片存在导热系数相对较低，TIM 材料存在厚度相对较大等问题。在手机品牌商的推动下，热管和 VC 开始从电脑、服务器等领域渗透到智能手机终端，并且在石墨烯材料持续取得突破，也开始切入到消费电子散热应用。相对而言，VC 和石墨烯的导热系数高，厚度薄，是散热材料的更优选择。

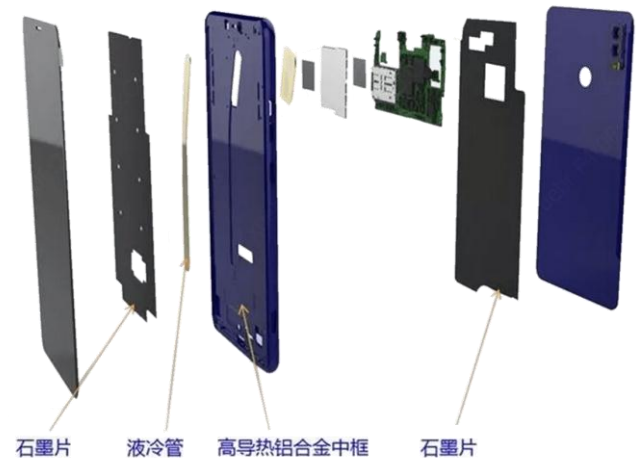
- ◇ 华为在荣耀 Note 10 4G 手机中采用了 9 层立体散热方法，石墨片+金属+TIM+热管，由手机屏幕侧开始，分别是中框石墨片、PC 级液冷管、高导热铝合金中框、导热铜片、处理器屏蔽罩、两层导热凝胶、后盖石墨片。具体方案为：CPU 的一部分热量经过散热硅脂、铜合金屏蔽罩、铜片、焊锡传输到热管蒸发段，热管负责把这些能量快速传输到整机冷区，并通过铝合金均温板、大面积石墨片，把传送到冷区的热量快速散开。CPU 另的一部分热量则经过 PCB 板均热后，辐射到后壳石墨片上，进行后壳均热。
- ◇ 华为在 2019 年发布的 Mate 20 X 中率先使用石墨烯+VC 的散热技术，三星新款旗舰机 Note 10 中也首度采用了 VC 散热方案。

图 8：智能终端散热方案及性能



资料来源：手机终端厂商，安信证券研究中心

图 9：智能终端散热方案



资料来源：手机终端厂商，安信证券研究中心

随着石墨烯、热管和 VC 在智能手机中渗透率的提升，5G 时代单机 ASP 有望达到 5~10 美元的较高水平，实现 3~4 倍的价值量增长。首先，高端机型单机石墨片/石墨烯使用数量为 3~6 片，其中石墨片单片价格在 0.2~0.3 美金，石墨烯价格更高；其次，单机热管使用数量为 1 个，价格在 0.3~0.6 美金，均热板 VC 价格为 2~3 美金；TIM 视不同相变材料而定，价值量区间为 0.5~2.5 美金。

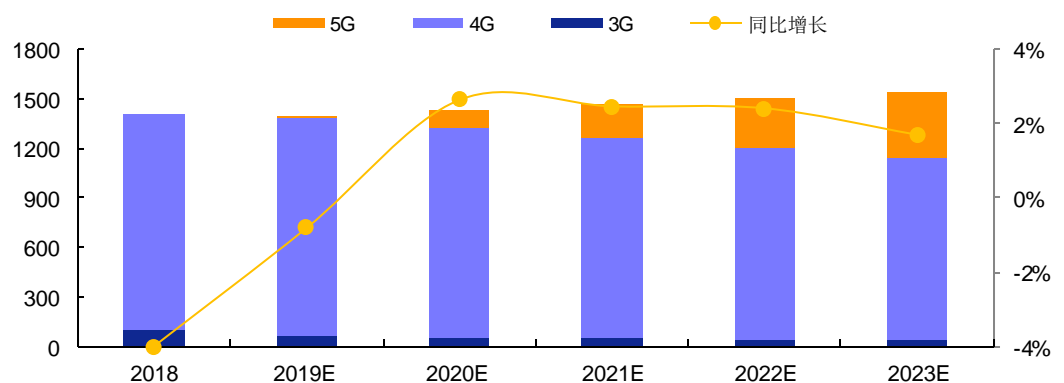
表 3：手机散热价值量变化趋势

	5G 以前		5G 以后	
	数量	价值量	数量	价值量
石墨片	3-6 片	1 美金	≥6 片	2~3 美金
TIM	/	0.5~1.5	/	0.5~2.5
热管/VC	1	0.3~0.6 美金	1	2~3 美金
合计	/	2~3 美金	/	5~10 美金

资料来源：安信证券研究中心

除了单价 ASP 的倍增外，智能手机出货量有望借力于 5G 实现大幅增长。根据 IDC 发布的报告，预计 2019 年全球智能手机出货量仍延续下滑趋势，同比下降 0.8%，达到 13.9 亿部。但随着可折叠屏和 5G 手机的商用，2019 年下半年智能手机行业有望恢复增长，预估该趋势将一直延续到 2023 年，届时全球智能手机出货量将达到 15.42 亿台，其中 5G 手机渗透率达到 25%。

图 10：全球智能手机销量及预测（百万），换机潮开启，5G 手机渗透率逐步提升



资料来源：IDC，安信证券研究中心

1.3. 半固态压铸件+吹胀板，5G 基站壳体价值量提升

基站架构包括 BBU 和 AAU (4G 为 RRU+天线)。其中 BBU (Base Band Unite, 基带处理单元) 负责集中控制与管理整个基站系统, 完成上下行基带处理功能, 并提供与射频单元、传输网络的物理接口, 完成信息交互。AAU (Active Antenna Unit, 有源天线) /RRU (Remote Radio Unit, 射频处理单元) +天线通过基带射频接口与 BBU 通信, 完成基带信号与射频信号的转换。

5G 基站引入 Massive MIMO 技术, 典型应用是 64T64R, 单基站典型功耗超过 3500W, 而 4G 基站主要采用 4T4R MIMO, 单基站典型功耗仅 1000W 左右。由于设备在运行过程中消耗的部分电能会转化为热能, 使得基站一体化机柜内的温度不断上升, 因此散热需求大幅提升。

表 4: 5G 基站功耗测试结论

设备分类	业务负荷	中兴 (W)		华为 (W)	
		AAU/RRU 平均功耗	BBU 平均功耗	AAU/RRU 平均功耗	BBU 平均功耗
5G	100%	1127.28	293.012	1175.4	325.8
	50%	892.32	293.012	956.8	325.8
	30%	762.43	292.537	856.9	319
	20%	733.92	293.233	797.5	319
	10%	699.36	293.416	738.6	319
	空载	633	293.568	663.0	330
4G	100%	289.68	175.68	-	-
	50%	273.58	174.32	-	-
	30%	259.1	171.92	-	-
	空载	222.59	169.44	236.7	286.26

资料来源: 运营商, 安信证券研究中心

从基站功耗数据的构成来看, BBU 功耗相对稳定, 与所插板件相关, 受业务负荷的影响不大。根据运营商的测试数据, 5G 基站 BBU 功耗平均为 300W 左右, 大约是 4G 的 2 倍。5G 功耗的增加主要来源于有源天线 AAU。5G 业务为空载、负荷 30%和负荷 100%时, AAU 平均功耗依次为 633W、762W 和 1127W; 4G 时代, 以上三种业务负荷下 RRU 的功耗分别为 222W、259W 和 290W。因此, 5G AAU 功耗相对于 4G 有 3 倍左右的提升。

图 11: 基站架构



资料来源: 导热邦, 安信证券研究中心

图 12: BBU 散热方案



资料来源: 导热邦, 安信证券研究中心

目前主流的基站散热方案为: BBU 正面使用鳍片散热片覆盖 PCB, 仅仅露出电源部分, 背面使用金属散热片和热管/均热板, 而内部使用导热界面材料 (TIM)。AAU/RRU 由于功耗大幅增加, 除了在内部使用 TIM 材料填充缝隙之外, 还需要使用重量更轻、散热性能更好的压

铸壳体，对翅片设计、壳体材料以及壳体压铸工艺都提出更高要求。半固态压铸件具有重量轻和散热性能好的优势，吹胀板具有热传导效率高、制冷速度快的优势，结合半固态压铸件和吹胀板的散热器件有望大幅提升 5G 基站的散热价值量。根据产业链调研，5G 基站散热价值量为 1500~2000 元/站。

图 13：吹胀式板式换热器



资料来源：热设计网，安信证券研究中心

图 14：导热硅胶片在基站中的应用



资料来源：金戈新材，安信证券研究中心

理论上，5G 基站（宏基站）的覆盖密度将比 4G 更密。原因在于，5G 通信频段提升，基站覆盖范围持续缩小（蜂窝小区的半径缩小），要达到同样的覆盖范围，基站的密度会有所增加。

表 5：2G~4G 阶段中国移动、中国电信和中国联通的频谱汇总

		中国移动	中国电信	中国联通
2G	上行	890-909 MHz 1710-1725 MHz	825-840MHz	909-915MHz 1745-1755MHz
	下行	935-954 MHz 1805-1820MHz	870-885MHz	954-960MHz 1840-1850MHz
3G	上行	1880-1900MHz	1920-1935MHz	1940-1955MHz
	下行	2010-2025MHz	2110-2125MHz	2130-2145MHz
4G	TD-LTE	1880-1900MHz 2320-2370MHz 2575-2635MHz	2370-2390MHz 2635-2655MHz	2300-2320MHz 2555-2575MHz
	FD-LTE			
	上行	-	1755-1785MHz	1955-1980MHz
	下行	-	1850-1880MHz	2145-2170MHz

资料来源：工信部，安信证券研究中心

表 6：主要国家 5G 频谱规划

国家	低段频谱	中段频谱	高段频谱
中国		3.3-3.4GHz（室内）； 3.4-3.6GHz；4.8-5GHz	24.75-27.5GHz；37-42.5GHz 征求意见
美国			27.5-28.35GHz；37-38.6GHz； 38.6-40GHz；64-71GHz
韩国		一阶段：3.4-3.7GHz	一阶段：27.5-28.5GHz 二阶段：26.5-27.5GHz；28.5-29.5GHz
日本		3.6-4.2GHz； 4.4-4.9GHz	27.5-29.5GHz
欧盟	700MHz	2020 年前主要频段	24.25-27.5GHz 5G 先行频段
德国	2GHz	3.4-3.7GHz 国家用途 3.7-3.8GHz 区域使用	已被占用
英国	700MHz	3.4-3.8GHz	26GHz

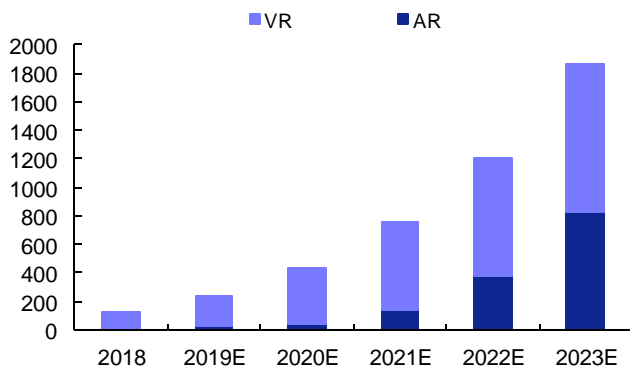
资料来源：TDIA（2017 年 10 月），安信证券研究中心

我国 4G 基站（宏基站）总量在 400 万站左右。考虑到运营商提高资本效率的诉求，5G 建网初期广域覆盖的过程中，实际建站数量或将维持在 400 万站左右，但是后续考虑到新终端新应用带动的流量增长，5G 基站建设量有望持续提升。从建设进度上看，工信部表示，2019 年 5G 将在 40 多个城市进行部署，预计将建设 10 万个宏基站，2020~2022 年为我国 5G 建设高峰期，其中 2020 年宏站规模有望达到 60~80 万个。

1.4. AR/VR 新终端有望超预期，创造散热新增需求

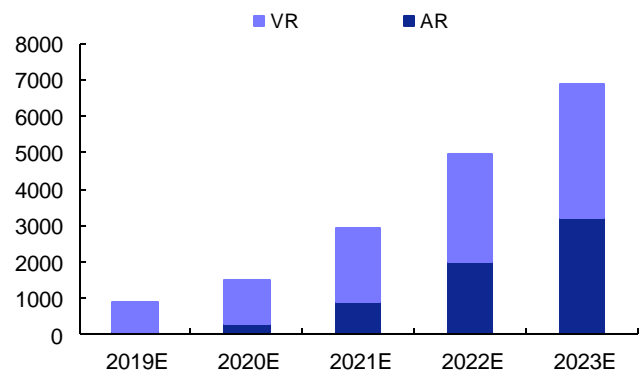
VR/AR 等新型终端的发展也会带动电子产品市场对散热材料及器件的需求。2018 年，受益于医疗、教育和制造业等下游需求的驱动，AR 头显增长迅速。未来，商业级应用仍将驱动 AR/VR 的持续增长，同时面向消费端的爆款应用也有望推动出货量超预期。根据 IDC 的数据及预测，2019 年，我国 AR/VR 合计出货量将达到 240 万台，同比增长 100%；到 2023 年，我国 AR/VR 合计出货量将达到 1872 万台，2019~2023 年年均复合增长率为 67.1%。2019 年，全球 AR/VR 头显出货量将达到 890 万台，同比增长 54.1%；到 2023 年，全球 AR/VR 头显出货量有望突破 6860 万，2019~2023 年预测期间的五年复合年增长率为 66.7%。

图 15：中国 VR/AR 出货量及预测（万台）



资料来源：IDC，安信证券研究中心

图 16：全球 VR/AR 出货量及预测（万台）



资料来源：IDC，安信证券研究中心

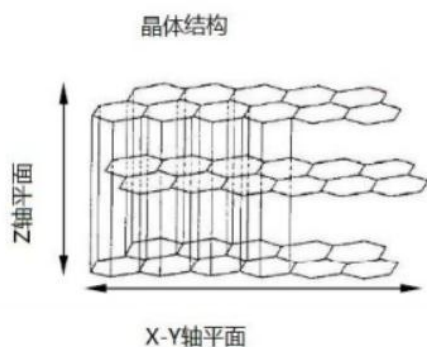
2. 石墨膜：散热方案的主流材料，国内技术成熟稳定

2.1. 主流散热材料，单手机用量为 3~6 片

石墨是相较于铜和铝等金属更好的导热材料，主要原因在于石墨具有特殊的六角平面网状结构，可以将热量均匀地分布在二维平面并有效地转移。在水平方向上，石墨的导热系数为 300~1900W/(m·K)，而铜和铝的导热系数约为 200~400W/(m·K)。在垂直方向上，石墨的导热系数仅为 5~20W/(m·K)。因此，石墨具备良好的水平导热、垂直阻热效果。同时，石墨的比热容与铝相当，约为铜的 2 倍，这意味着吸收同样的热量后，石墨温度升高仅为铜的一半。此外，石墨密度仅为 0.7~2.1g/cm³，原低于铜的 8.96g/cm³ 和铝的 2.7g/cm³，因此可以做到轻量化，能够平滑粘附在任何平面和弯曲的表面。

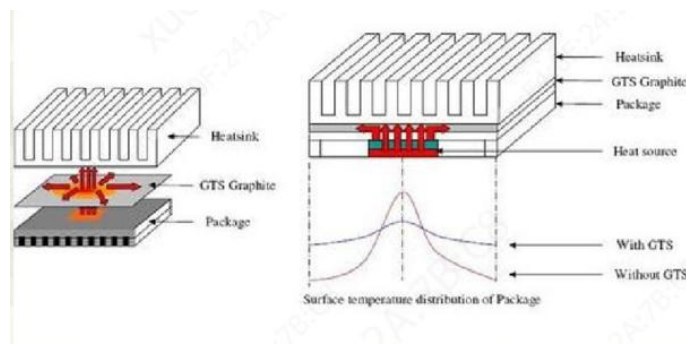
基于高导热系数、高比热容和低密度等性能优势，石墨自 2009 年开始批量应用于消费电子产品，2011 年开始大规模应用于智能手机，目前已经取代传统金属，成为消费电子领域主流的散热材料。

图 17: 石墨晶体结构图



资料来源: 碳元科技招股说明书, 安信证券研究中心

图 18: 石墨均匀散热示意图



资料来源: 文档网, 安信证券研究中心

表 7: 石墨导热性能与铜、铝对比

材料	导热系数 W/(m · K)	比热容 J/kg · K	密度 g/cm ³
铝	200	880	2.7
铜	380	385	8.96
石墨	水平 300~1,900; 垂直 5~20	710	0.7~2.1

资料来源: 碳元科技招股说明书, 安信证券研究中心

理论上, 石墨膜越薄, 导热系数越高。早期石墨膜厚度主要介于 20~50 μm 之间, 其水平轴的导热系数介于 300~1,500W/(m · K)。随着技术改善, 石墨膜的加工工艺更加成熟, 目前最薄可到 0.01mm, 其水平轴的导热效率也高达 1,900W/(m · K)。然而, 石墨散热片并不是越薄越好, 关键是要将功率器件和散热器之间的缝隙填满。因此, 不同应用场景下使用的石墨散热膜各有不同。

主流的散热膜有天然石墨散热膜、人工合成石墨散热膜和纳米碳散热膜三种。

(1) 天然石墨膜: 完全由天然石墨制成, 在真空条件下不会发生脱气现象, 在 400 $^{\circ}\text{C}$ 以上的温度也可继续使用, 最低能做到 0.1mm 左右, 主要应用在数据中心、基站和充电站等。

(2) 人工石墨散热膜: 由聚酰亚胺 (PI 膜) 经过碳化和石墨化制成, 是当前最薄的散热膜材料, 最薄可做到 0.01mm, 广泛应用于手机、电脑等智能终端产品。

(3) 纳米碳散热膜: 由纳米碳 (石墨同素异构体) 制成, 最薄可做到 0.03mm, 散热功率可高达 1000~6000。由于纳米碳散热膜加工工序简单, 只需要开模和冲切, 成本低售价也低。

表 8: 三种石墨散热膜优缺点对比

名称	厚度	散热功率	价格	应用场景	产品形态
天然石墨	最薄智能做到 0.1mm	400	相对较低	数据中心、基站和充电站等	
人工石墨	最薄可做到 0.01mm	1500	价格最高	手机、平板和笔记本电脑等	
纳米碳	最薄可以做到 0.03mm	1000~6000	加工过程简单, 价格最低	好	

资料来源: 东方富海, 安信证券研究中心

智能手机中主要使用人工合成石墨膜, 用量视手机性能和要求而定, 大概在 3~6 片, 使用到的部件包括镜头、CPU、OLED 显示屏、WiFi 天线、无线充和电池等。其中 CPU 对散热的

性能要求最高，其次是无线充，再次是镜头和电池，最后是显示屏和 WiFi 天线。目前，高导热石墨膜的价格约为 0.2~0.3 美金/片。初步估算，单机石墨膜价值量为 1~2 美金。未来，随着智能手机更多创新型的电子化设计，单机石墨膜价值量有望进一步提升。

图 19：智能手机石墨膜使用场景介绍



资料来源：贝恩咨询，安信证券研究中心

2.2. 行业竞争激烈，价格持续走低

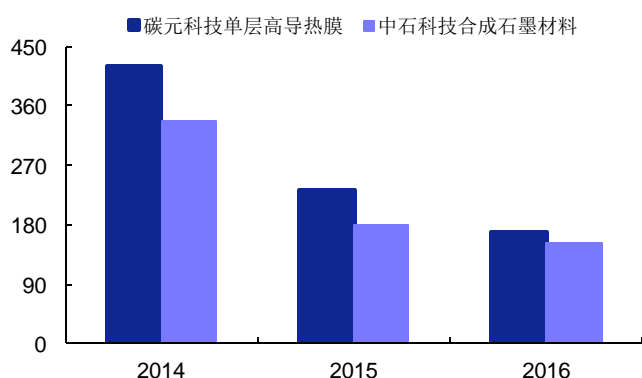
目前导热石墨膜行业主要参与者为日本松下、美国 Graftech、日本 Kaneka、碳元科技、中石科技和飞荣达等国内外企业。日本松下和美国 Graftech 进入该领域较早，技术较为成熟，是先行者。国内碳元科技、中石科技和飞荣达等技术成熟且相对领先，并且成功进入三星、华为等主要手机生产商的供应链体系。由于行业进入门槛相对较低，众多厂商参与进来，导致价格竞争激烈，产品价格持续走低。根据碳元科技和中石科技招股说明书等公告披露，2014 年以来，单层和多层高导热石墨膜价格持续下滑，已经从 2014 年 400 元/m² 下降至 2017 年的 180 元/m² 左右。

表 9：行业主要参与者情况

行业参与者	简要情况
日本松下	2012 年开发出了厚度仅为 10 微米厚的石墨膜产品
Kaneka	日本大型化工产品上市公司，主要产品包括多功能塑料、膨胀塑料、合成纤维等
碳元科技	产品质量与国际水平相当，目前已经成为三星、华为、OPPO、魅族、VIVO 等手机品牌的供应商。
中石科技	产品包括导热材料（含人工石墨膜）、EMI 屏蔽材料、电源滤波器以及 EMC 射频解决方案。
飞荣达	主要产品包括电磁屏蔽材料及器件、导热材料及器件及其他电子器件等三大类。
新纶科技	光学胶带类、高净化保护膜类、高净化胶带类、石墨散热膜等业务

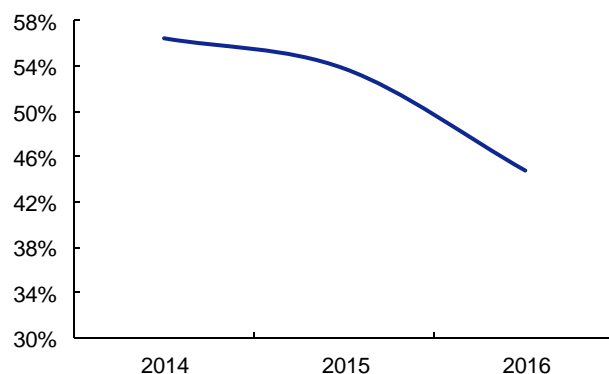
资料来源：各公司公告和官网，安信证券研究中心

图 20：中石科技和碳元科技石墨膜单价（元/m²）



资料来源：中石科技，碳元科技，安信证券研究中心

图 21：代表厂商综合毛利率变化趋势

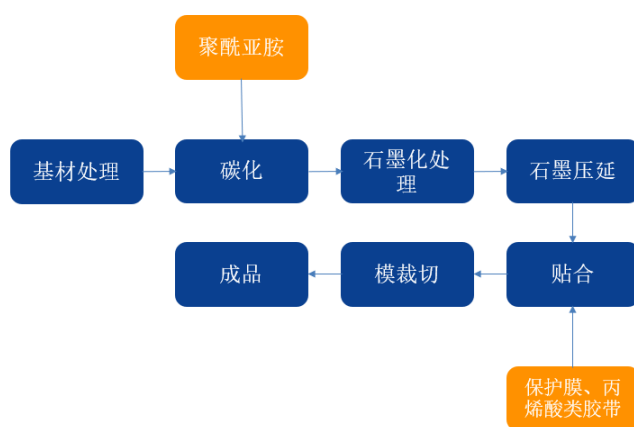


资料来源：Wind，安信证券研究中心

2.3. PI 膜是人工石墨膜的核心材料，高端产能集中在国外厂商手中

智能手机中广泛使用的人工石墨散热膜是由聚酰亚胺（PI 膜）经过碳化和石墨化制成的。从生产工艺的角度来说，主要经过 6 道工序，依次是基材处理、碳化、石墨化、压延、贴合、模切。其中，碳化指的是高温下将 PI 膜的结构分子径向排列打乱，羰基断裂，非碳成分全部或大部分挥发，最后形成乱层结构的聚酰亚胺碳化膜（一种多环化合物）。石墨化则是进一步在高温下将多环化合物分子重整，有序性增大，无序性减少，向六角平面的层状石墨结构转变，最后形成高结晶度的大面积石墨原膜。碳化和石墨化之后，再经过压延（挤压延展形成柔软且高密度的石墨原膜）、贴合（在上下表面贴覆离型膜和保护膜）和模切（加工和切割使材料定制零部件），最终形成满足需求的高导热石墨膜成品。

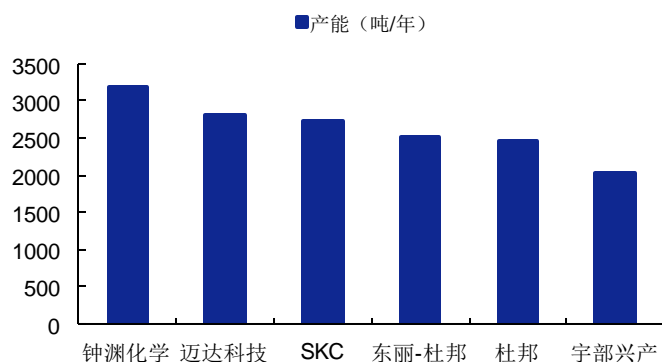
图 22：石墨膜生产的工艺流程



资料来源：安信证券研究中心整理

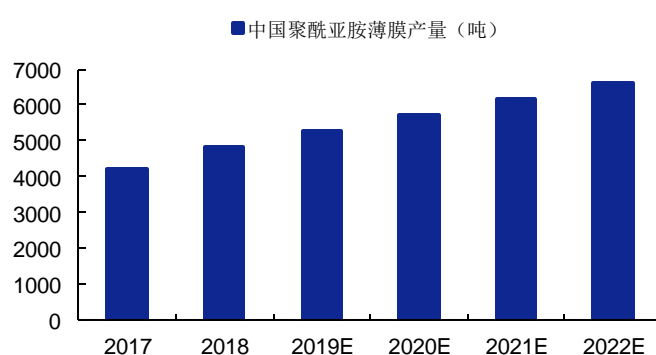
聚酰亚胺、胶带和保护膜等是上游关键原材料，其中又以聚酰亚胺（PI 膜）为主，成本占比高达 30%。PI 膜是一种高性能的绝缘材料，可广泛应用于卫星导航、数码产品、计算机、手机等领域。该产品具有较高的技术壁垒，全球范围内生产厂商较少，高端主要有美国杜邦、日本 Kaneka、韩国 SKPI 等，其中美国杜邦公司占据全球 40%以上的高性能聚酰亚胺薄膜市场，是 PI 膜厂商龙头，产品品种齐全，能够满足各类 PI 薄膜应用需求。国内厂商主要生产低端产品。

图 23：PI 膜全球主要供应商



资料来源：前瞻产业研究院，安信证券研究中心

图 24：中国 PI 膜产量及预测



资料来源：智研咨询，安信证券研究中心

表 10: 国内外主要生产厂商

国家	制造商	生产线/条	产能 (t/y)	备注
美国	杜邦	7	2640	电子信息行业发展
	东丽-杜邦	5	2520	柔性线路行业需求
日本	宇部兴产	12	2020	液晶、等离子电视及 TAB 等应用
	钟澜化学	9	3200	手机等电子信息业应用
韩国	SKC KOLON PI	7	2740	柔性线路行业需求
	万达集团微电子材料	-	200	0.0125mm, 0.025mm, 0.05mm, 0.075mm, 0.08mm 等
中国	时代新材	1	500 (二期扩建 2000 吨/年)	
	常熟中讯航天绝缘材料	-	160	生产聚酰亚胺流涎薄膜

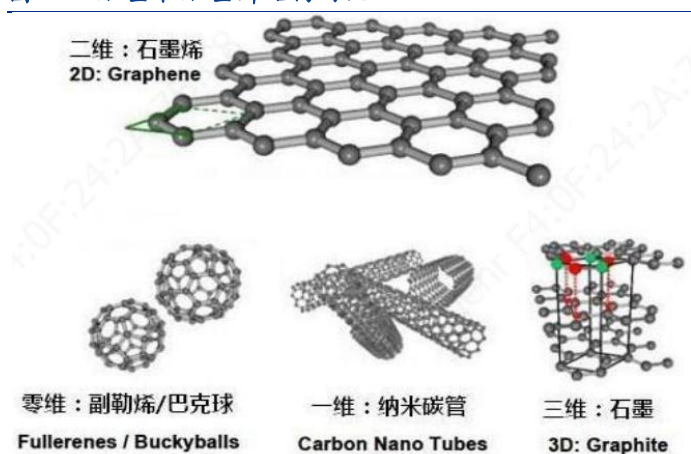
资料来源: 中国产业信息网, 安信证券研究中心

3. 石墨烯膜: 理化性能丰富, 国产优势明显

3.1. 导热系数最高、导电性能好, 下游锂电材料和导热膜空间巨大

石墨烯是已知的导热系数最高的物质, 理论导热率达到 $5300\text{W/m}\cdot\text{K}$, 远高于石墨。它是由单层碳原子经电子轨道杂化后形成的蜂巢状二维晶体, 厚度仅为 0.335nm , 又称为单层石墨, 是碳纳米管、富勒烯的同素异形体。根据中国石墨烯产业技术创新战略联盟标准, 单层石墨烯指由一层碳原子构成的二维碳材料。

图 25: 石墨和石墨烯结构对比



资料来源: 大比特商务网, 安信证券研究中心

图 26: 金属材料以及新材料的导热系数

材料	热导率 ($\text{W/m}\cdot\text{k}$)
银	418.72
铜	349-395
铝	203.5
铁	46.5-52.3
镁	157
石墨	400-1500
纳米碳	1000-6000
石墨烯	800-5300

资料来源: 安信证券研究中心整理

石墨烯的快速导热特性与快速散热特性, 使其成为传统石墨散热膜的理想替代材料, 广泛用于智能手机、平板电脑、大功率节能 LED 照明、超薄 LCD 电视等散热。除高导热性之外, 石墨烯还有其他优异的理化特性, 因此下游应用广泛。例如, 导电性高, 可应用在集成电路、导电剂、传感器和锂电等领域; 比功率高, 可作为超级电容和储能元件; 柔性强, 弯折不影响性能, 可作为柔性材料用于曲面屏和可穿戴设备; 具有高透光率, 可用于透明导电薄膜。

石墨烯产品形态包括薄膜和粉体两类, 石墨烯粉体的应用领域包括: (1) 锂电池正负极材料的导电添加剂, 可以提高充放电速度和循环性能; (2) 超级电容的电极材料, 储能活性强且循环性能优良; (3) 特征涂料, 作为添加剂掺杂在防腐涂料、散热涂层和导电涂层中改善涂料性能; (4) 高效催化剂, 应用于能源化工领域。石墨烯薄膜的应用领域包括: (1) 导热膜, 用于智能手机和平板电脑等的散热层; (2) 柔性显示, 用于柔性显示屏和可穿戴设备等领域; (3) 传感器材料, 用于可穿戴设备、医疗和环境监测等领域; (4) 集成电路基础材料, 用于超级计算机、高频芯片和精密电子元件等领域。

表 11: 石墨烯粉体和石墨膜的下游应用

	用途	性能	下游应用领域
石墨烯粉体	导电剂正负极添加剂	提高充放电速度、使用时间，降低内阻	锂电池和动力电池储能
	超级电容	千次充放电循环后，稳定性仍然很高	储能
	特种涂料	防腐、电磁屏蔽、散热和导电	电子器件和精密仪器
	高效催化剂	提高催化反应效率	化工
石墨膜	导热膜	快速转移热量	消费电子和精密仪器
	柔性显示	高柔韧性	消费电子
	传感材料	导电性能好，电子传输快	消费电子可穿戴设备
	IC 基础材料	电子迁移率快，热稳定性高	精密仪器和超级计算机等

资料来源：新材料在线，安信证券研究中心

锂电材料和导热膜有望成为最大的下游应用。华为在 2019 年发布的 Mate 20 X 智能手机中，首次将石墨烯用做散热材料，石墨烯锂电池也有望在手机端实现商用推广。从市场规模来看，根据中商产业研究院的测算，锂电池材料的市场空间最大，有望达到 40~50 亿元，其次是导热膜，有望达到 15~20 亿元，此外复合材料的市场空间也在 20 亿元左右。

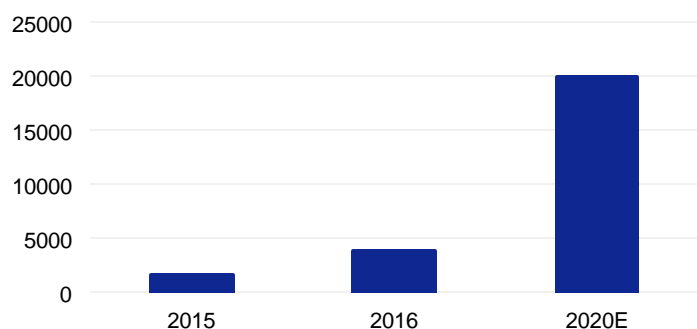
表 12: 石墨烯部分下游潜在市场规模

应用领域	应用阶段	下游市场	潜在市场规模
导电油墨	成熟，已产业化	印刷、打印复印	2 亿元
复合材料	较成熟，产业化早期	树脂基复合材料、工程塑料	20 亿元
导热膜片	较成熟，产业化早期	手机、电脑 LED 灯等散热	15-20 亿元
锂电池材料	较成熟，产业化早期	手机、平板电脑、新能源汽车	40-50 亿元
超级电容	企业研发阶段	新能源汽车	10 亿元

资料来源：中商产业研究院，安信证券研究中心

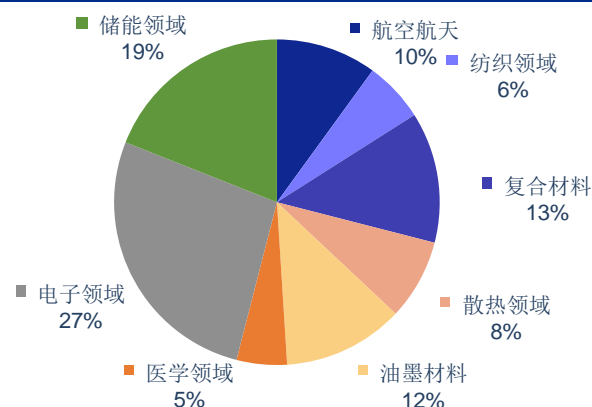
根据中国石墨烯产业联盟的统计，我国石墨烯产业规模从 2015 年的 1630 万美元增长到 2016 年的 3842 万美元。随着石墨烯量产的解决和下游的拓展，预计 2020 年我国石墨烯市场规模将达到 2 亿美元，超过全球市场的 50%，成为最大的石墨烯消费国家。

图 27: 中国石墨烯市场规模预测（单位：万美元）



资料来源：中投顾问，安信证券研究中心

图 28: 石墨烯未来应用领域情况图



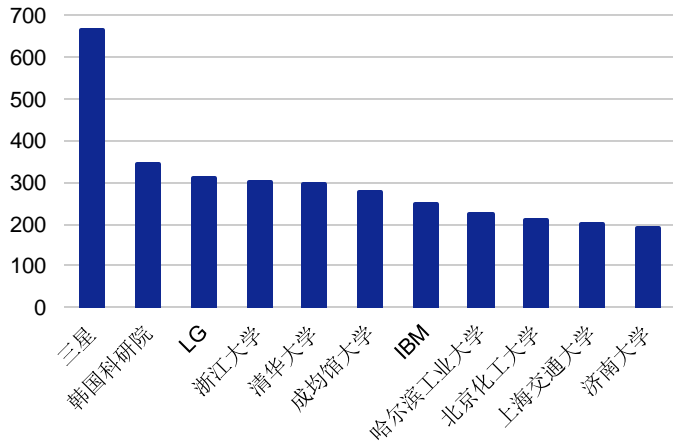
资料来源：粉体网，安信证券研究中心

3.2. 我国石墨烯产业全球领先，参与者众多

石墨烯的相关研究从 1994 年开始出现，2004 年英国科学家安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫成功分离出石墨烯，并于 2010 年诺贝尔物理学奖。近年来，石墨烯研究持续走热，专利数量不断增加，同时产业化进程也在不断推进。

我国石墨烯理论研究和产业化均位居世界前列。理论研究方面，根据石墨烯产业联盟的数据，截止 2016 年，在全球主要优先权专利申请统计中，我国石墨烯专利占比达 58%（其次是韩国和美国）；产业化方面，石墨烯在战略前沿材料中占据关键地位，中国计划实现石墨烯产业“2020 年形成百亿产业规模，2025 年整体产业规模破千亿”的发展目标。

图 29：全球石墨烯专利机构排名（个）



资料来源：石墨烯产业联盟，安信证券研究中心

图 30：石墨烯产业相关政策梳理

政策	发布单位	时间	石墨烯相关
《关键材料升级换代工程实施方案》	发改委、财政部、工信部	2014年11月	到2016年，推动包括石墨烯在内新材料实现批量生产和规模应用
《中国制造2025》	国务院	2015年10月	努力实现石墨烯产业“2020年形成百亿产业规模，2025年整体产业规模破千亿”的发展目标
《国家创新驱动发展战略纲要》	工信部	2016年5月	发挥纳米、石墨烯等技术对新材料产业发展的引领作用
“十三五”国家科技创新规划	国务院	2016年8月	重点发展以石墨烯等为代表的先进碳材料
“十三五”材料领域科技创新专项规划	科技部	2017年5月	重点发展单层薄层石墨烯粉体、高品质大面积石墨烯薄膜工业制备技术石墨烯粉体高分散、复合与应用技术，高催化活性纳米碳基材料应用技术。

资料来源：政府官网，安信证券研究中心

根据中国石墨烯产业联盟的统计，中国石墨烯生产企业已经从 2015 年的 300 多家增长到 2016 年的 400 多家。在石墨烯导热膜方面，常州富烯技术领先并最先在智能手机中实现商用。根据常州市武进区政府官网，该公司生产的石墨烯导热膜已经广泛应用至华为 mate 20 系列、P30 系列等多款终端产品。

表 13：中国石墨烯主要企业竞争力一览表

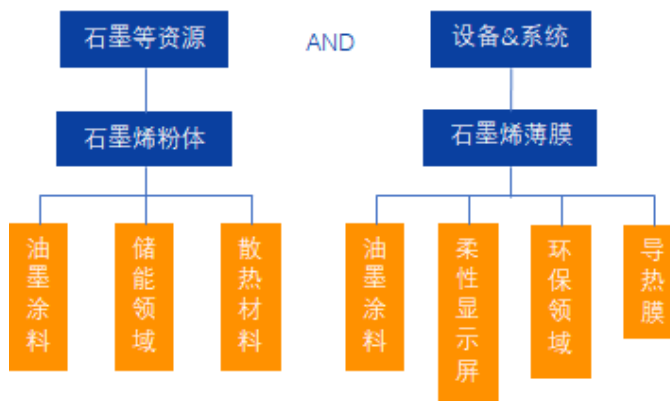
企业名称	主要产品	应用领域	竞争力情况
昊鑫科技	石墨烯粉体、导电浆料、石墨负极	电池电极、超级电容	可生产 500 吨石墨烯粉体，石墨负极 13000 吨
宁波墨西	石墨烯粉体、浆料	电池电容、涂料油墨、复合材料	可生产 500 吨石墨烯粉体
第六元素	氧化石墨、石墨烯粉体	涂料、复合材料、锂电池	100 吨石墨烯粉体
厦门凯纳	石墨烯粉体、浆料	电池电容、涂料油墨、导热材料	规划年产 2200 吨石墨烯产品
鸿纳科技	水性/油性石墨烯浆料	新能源、工程塑料、导热膜	千吨级石墨烯生产线
华高墨烯	氧化石墨烯粉体	电池材料、航空航天、储能领域	预计年产能超 5000 吨
德阳烯碳	石墨烯粉体/薄膜/浆料/母液	锂电池、复合材料、特种涂料	年产 1.5 吨石墨烯粉体,规划未来年产 300 吨
二维碳素	石墨烯薄膜	触摸屏产品、传感器	年产 20 万平米石墨烯薄膜
重庆墨希	石墨烯导电薄膜	触摸屏、电子元器件	年产单层石墨烯薄膜 100 万平米
德尔未来	石墨烯制备设备、应用产品、检测	木制家用家具类	不断完善在石墨烯领域的专利储备
东旭光电	石墨烯单层薄膜	锂离子电池、新能源领域	拟投资 16.5 亿元建设石墨烯基锂离子电池项目
济南圣泉	石墨烯纤维、生物质石墨烯	内暖纤维、功能服饰、散热材料	石墨烯产品累计 2000 万以上的销售额

资料来源：中商产业研究院，wind，安信证券研究中心

3.3. 制备方法众多，CVD 法发展前景良好

石墨烯的上游包括石墨等资源、设备和系统等，下游应用领域包括导热、导电、柔性显示屏和油墨涂料等，中游有石墨烯粉体和石墨烯薄膜两种产品形态。

图 31：石墨烯产业链



资料来源：安信证券研究中心整理

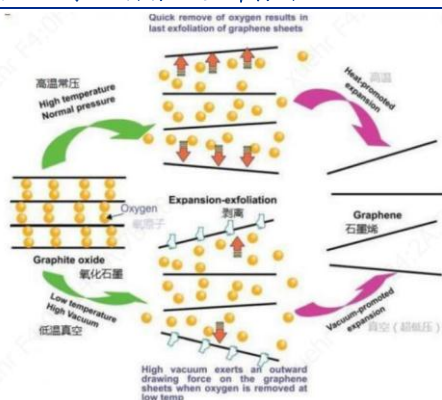
石墨烯粉体和石墨烯膜在制备方法上有显著差异。总体来看，石墨烯的制备方法包括物理法、化学法和生物法。其中，物理法主要有机械剥离法、液相剥离法和气相剥离法；化学法包括氧化还原法、气相沉积法（CVD）和 SiC 外延生长法；生物法包括氧化还原法。石墨烯粉体主要由机械剥离法、液相剥离法、气相剥离法和氧化还原法制备，石墨烯膜主要由机械剥离法、气相沉积法（CVD）和外延生长法制备。从技术成熟度和规模量产的角度看，氧化还原法下，石墨烯粉体的层数最少，并且工艺流程相对简单；CVD 法下石墨烯膜的尺寸最大，因此成为产业化和发展前景较好的两个方向。

表 14：石墨烯粉体和薄膜的参数对比

	制备方法	层数分布	粉体直径/薄膜尺寸 (最大)
粉体	球磨剥离法	>50 层	微米级
	气/液相剥离	4-50 层	纳米级、微米级
	氧化还原法	1-10 层	纳米级
薄膜	机械胶带法	1-10	1mm
	SiC 外延生长法	1-4	50μm
	CVD	1-4	65cm

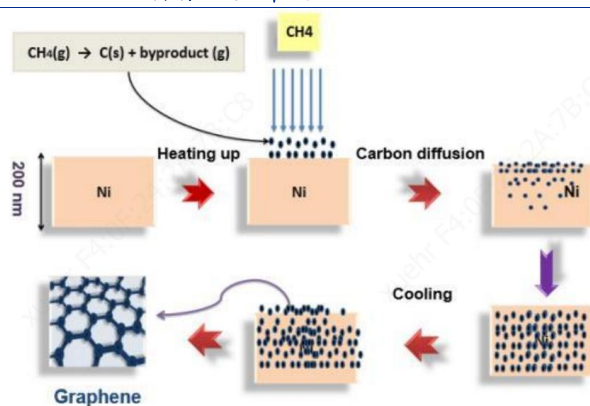
资料来源：知网，安信证券研究中心

图 32：氧化还原法制备石墨烯粉体



资料来源：中关村在线，安信证券研究中心

图 33：CVD 法制备石墨烯膜



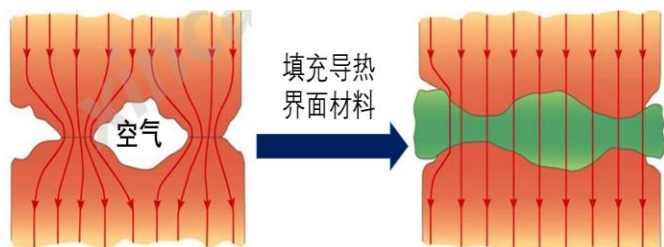
资料来源：有赞，安信证券研究中心

4. TIM：产品种类众多，国产供应链成熟

4.1. 配套的导热填充材料，应用场景众多且不可或缺

导热界面材料 (Thermal Interface Materials, TIM), 是常见散热方式中的一种, 普遍用于 IC 封装和电子散热。在组装微电子材料和散热器时, 它们之间存在极细微的凹凸不平的空隙, 如果直接进行安装, 它们之间的实际接触面积只有散热器底座面积的 10%, 其余均为空气间隙。而空气是热的不良导体, 将严重阻碍热量的传导, 最终造成散热器的效能低下。导热界面材料的作用是充满这些空气间隙, 在电子元件和散热器间建立有效的热传导通道, 减少传热热阻, 提高散热性能。

图 34: 导热界面材料散热原理



资料来源: LED 学院, 安信证券研究中心

图 35: 导热界面材料种类



资料来源: 搜狐网, 安信证券研究中心

导热界面材料种类繁多, 主要包括导热硅脂、导热硅胶片、导热相变材料和导热双面胶。其中, 导热硅脂具有良好的流动性, 可以以点胶、印刷等方式置于发热器件上, 适用于更小间隙或零间隙使用的导热功能复合材料。导热硅脂具有超低的热阻, 因此适用于高发热量紧密贴合场景, 具有导热产品最低的使用厚度, 可以快速将设备热量传输出去从而达到良好的温控。此外, 视不同场景和需求, 导热硅胶片、相变材料和双面胶也都有广泛应用。

表 15: 导热界面材料分类

	工作温度	优点	缺点	应用领域	产品图示
导热硅脂	-60℃-300℃	性价比高	操作不方便	CPU、温度传感器、汽车电子、电源模块等	
导热硅胶片	-40℃-220℃	性能最好	热阻高, 工艺复杂	记忆存储模块、高速海量存储驱动等	
导热相变材料	-25℃~130℃	保护作用	不易保存及安装	微处理器、存储器模块 DC/DC 转换器、IGBT 组件、功率模块、高速缓冲存储器芯片等	
导热双面胶	-20℃~130℃	使用便捷	印刷和电镀表面不	高端电子产品首选	

资料来源: 安信证券研究中心

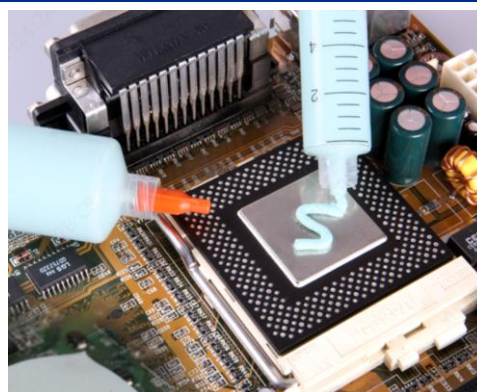
智能手机单机 TIM 的用量不大, 但价格较石墨膜更高。根据中石科技招股说明书, 2017 年合成石墨的单价为 129.94 元/平方米, 而 TIM 导热材料的单价为 783.35 元/平方米。根据我们的估算, 智能手机单机 TIM 的价值量约为 0.5~2.5 美金。

图 36: 导热硅脂



资料来源: 中石科技官网, 安信证券研究中心

图 37: 导热凝胶

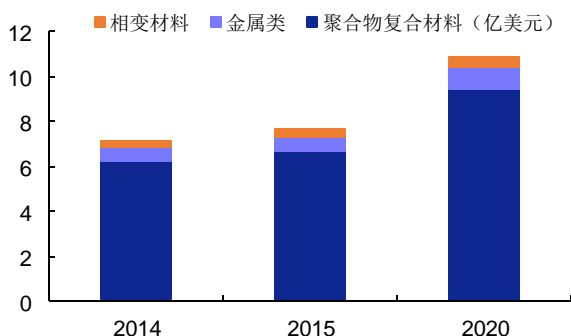


资料来源: 中石科技官网, 安信证券研究中心

4.2. 国内厂商不断涌入, 市场竞争格局日益充分

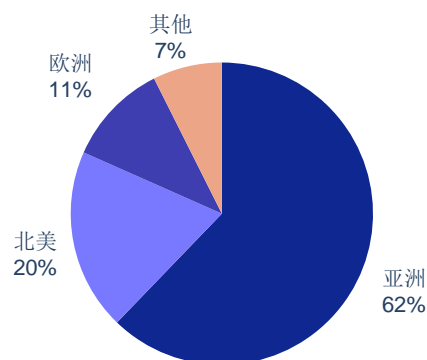
根据 BCC Research 2015 年发布的报告, 全球热界面材料市场规模将从 2014 年的 7.16 亿美元提高至 2020 年的 11 亿美元, 2014~2020 年期间年复合增长率为 7.28%。根据 Credence Research 2016 年发布的报告, 2022 年全球热界面材料市场规模预计达 17.11 亿美元, 2014~2022 年期间年复合增长率为 12.0%。工业和信息化部数据显示, 2016 年全球导热界面材料市场规模最大的国家是中国, 占比 45%, 预计到 2020 年占比将提升至 53%。

图 38: 全球导热界面材料市场规模



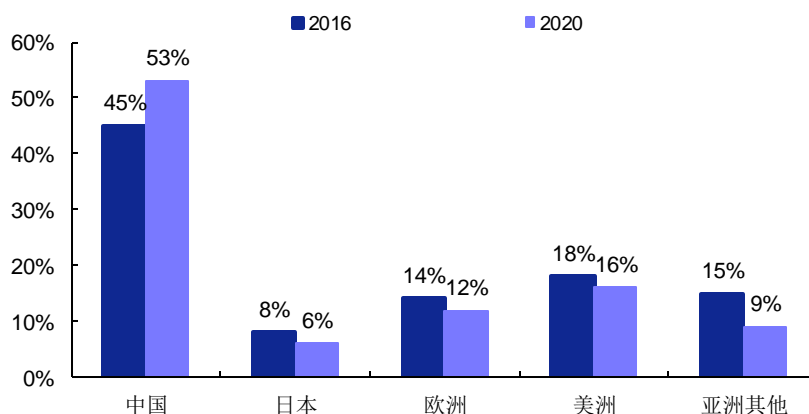
资料来源: BCC Research, 安信证券研究中心

图 39: 全球导热界面材料产量分布



资料来源: Credence Research, 安信证券研究中心

图 40: 全球导热界面材料销售区域分布



资料来源: 搜狐科技, 安信证券研究中心

国际市场上，导热界面材料领域已经形成了相对稳定的市场竞争格局，以 Chomerics 和 Bergquist 为代表的美国和欧洲公司在国际及国内中高端市场上处在垄断地位。国内市场上，在巨大的市场需求刺激下，近年来生产企业的数量迅速增加，但由于我国导热领域起步较晚，绝大多数企业品种少，同质性强，技术含量不高，多以价格战方式抢占市场。另一方面，由于高端产品技术仍垄断在欧美及日本等少数企业中，国内众多导热界面材料生产厂家仍以低端产品输出为主，销售额仅占市场总额 10% 左右。

表 16：国外和国内导热界面材料主要厂商

国家	公司	主要导热界面材料产品	2018 年导热材料营业收入
美国	Chomerics	热传导性填隙垫、凝胶、绝缘垫和相变材料等	——
	Laird	导热衬垫，导热泥，导热凝胶	——
德国	Bergquist	导热绝缘垫片、相变材料、双面胶带及金属铝基覆铜板	——
中国	飞荣达	导热凝胶、导热硅脂、导热相变材料	1.79 亿人民币
	中石科技	导热凝胶、导热硅脂、导热相变材料	6.77 亿人民币

资料来源：Wind，安信证券研究中心

4.3. 制备工艺种类丰富，多样化满足各层次散热需求

导热界面材料的制作工艺种类丰富。以石墨相变导热硅脂为例，从熔融石蜡开始，一共经历 5 道程序，最终得到高导热硅脂。这一制备工艺简单易行，制作难度低，材料之一纳米多孔石墨对高精度石蜡有高吸附性，使用寿命长。最终产品高导热硅脂能够高效降温，同时能重复使用。

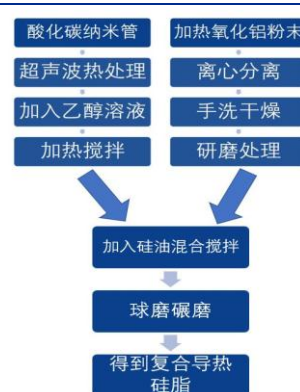
复合导热硅脂的制作工艺相对复杂，它主要利用碳纳米管的特殊性质，与氧化铝一起在胶体内形成导热网络，最终产品复合导热硅脂的导热系数明显高于现有技术的导热硅脂，导热性能表现优异。

图 41：石墨相变导热硅脂的工艺流程图



资料来源：安信证券研究中心整理

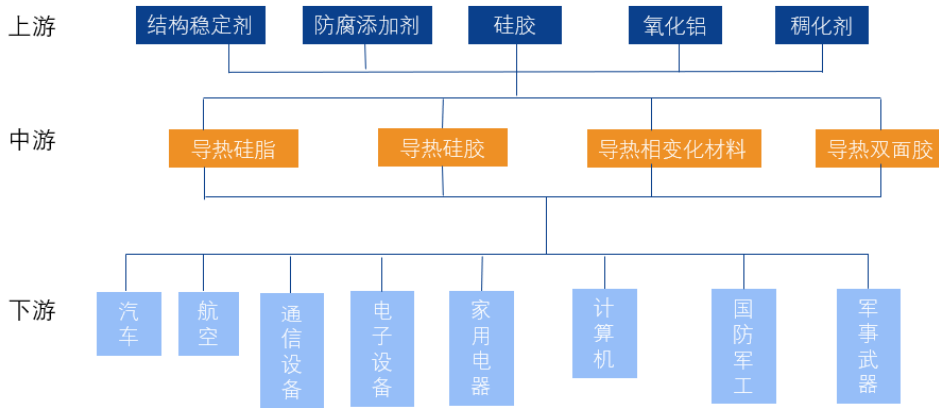
图 42：复合导热硅脂的工艺流程图



资料来源：安信证券研究中心整理

导热界面材料上游包括结构稳定剂、防腐添加剂、硅胶、氧化铝和稠化剂等，这些材料大部分都能够通过市场化采购取得，市场供应充足，不存在稀缺性，因此上游议价能力较弱。下游应用十分广泛，主要包括通信设备、电子设备、汽车和家用电器等领域。

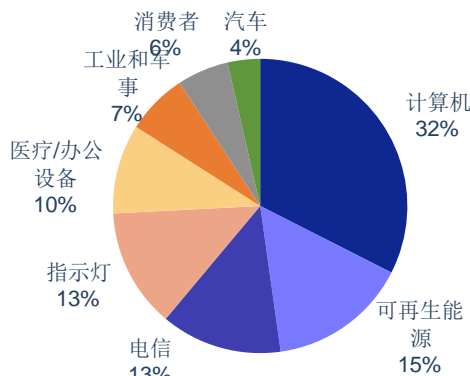
图 43：导热界面材料产业链



资料来源：安信证券研究中心整理

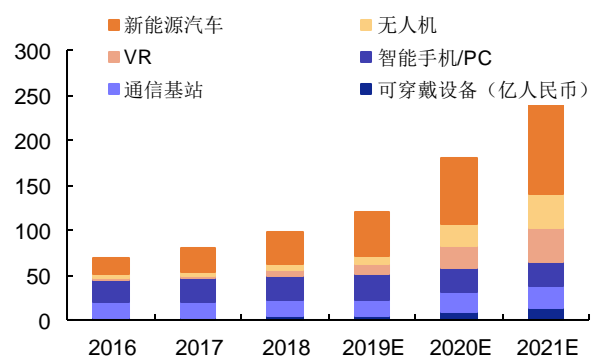
除了传统的下游行业对导热界面材料具有增长的需求外，新兴的技术和行业对导热界面材料的需求也在不断增加。根据工业和信息化部预测，2021 年 VR 对导热界面材料将达到 37.8 亿人民币，2016 年至 2021 年年复合增长率高达 99.37%；2021 年新能源汽车对导热界面材料需求将达到 122.4 亿人民币，成为需求量最大的下游领域之一，年复合增长率达 44.84%。

图 44：2015 年全球导热界面材料下游结构



资料来源：智研咨询，安信证券研究中心

图 45：2016-2021 年导热界面材料各个行业需求



资料来源：智研咨询，安信证券研究中心

5. 热管/均热板：渗透至手机和基站，本土厂商实现技术突破

5.1. 热管/VC 导热系数最高，渗透率有望持续提升

热管和均热板（Vapor Chamber, VC）利用了热传导与致冷介质的快速热传递性质，导热系数较金属和石墨材料有 10 倍以上提升，作为新兴的散热技术方案，近年来开始获得广泛应用。热管的导热系数范围为 10000~100000 W/m·K，是纯铜膜的 20 倍，是多层石墨膜的 10 倍。均热板作为热管技术的升级，进一步实现了导热系数的提升。

热管/VC 散热系统的导热路径为：CPU 产生热量经过 TIM（导热界面材料）传导到热管，热管将热量快速传导到铜箔均匀散开，铜箔的热量进一步传导到石墨散热膜再均匀散开，同时石墨散热膜在手机平面方向把热量传导到金属支架上最后均开。

热管一般由管壳、吸液芯和端盖构成，将管内抽成负压后充以适量的工作液体，使紧贴管内壁的吸液芯毛细多孔材料中充满液体后加以密封，管的一端为蒸发段（加热段），另一端为冷凝段（冷却段），根据应用需要在两段中间可布置绝热段。吸液芯采用毛细微孔材料，利用毛细吸力（由液体表面张力产生）回流液体，管内液体在吸热段吸热蒸发，冷却段冷凝回

流，循环带走热量。

均热板又叫平板热管，其工作原理与热管类似，包括了传导、蒸发、对流、凝固四个主要步骤。两者的差别在于热传导的方式不同。热管的热传导方式是一维的，是线的热传导方式，而均热板的热传导方式是二维的，是面的热传导方式，所以散热效率更加高。研究表明，VC散热器的性能比热管提高 20%~30%。

图 46: VC 和热管工作原理

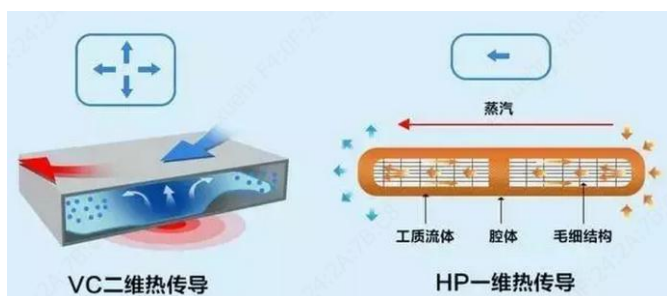


图 47: VC 和热管工作原理

	热管	混合式一层均热板	传统两层均热板
形状	圆形、扁平或弯曲	平面扁平巨型，印花	形状复杂，表面印花
热源	通过底座间接接触	直接接触	直接接触
成本	成本效益高	类似于2-4热管	加工设计更贵

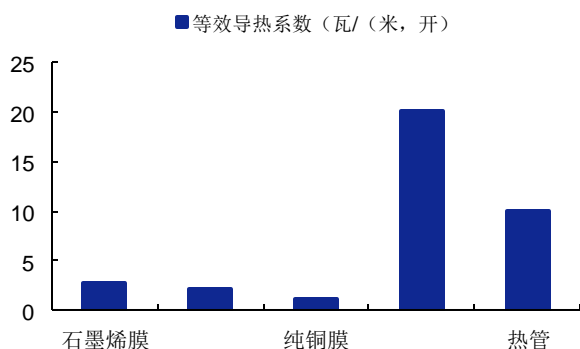
资料来源：手机搜狐网，安信证券研究中心

资料来源：搜狐网，安信证券研究中心

从应用范围和渗透率来看，由于热管成熟时间早，且成本相对较低，在计算机/笔记本、投影仪、LED、大功率 IC 等微电子和光电领域具有广泛应用，目前也已经延伸到手机。而 VC 当前的生产成本高，且量产能力弱，应用领域局限在高端笔记本、5G 智能手机和电竞手机上，华为从 Mate 20 X 开始均热板 VC，三星新款旗舰机 Note 10 首度采用 VC。目前，VC 平均单价为 2~3 美金，是热管的 5~10 倍，轻薄型的单价更高。在消费电子轻量化、超薄化且性能持续升级的背景下，热管和 VC 有望发挥导热性能优势，渗透率持续提升。

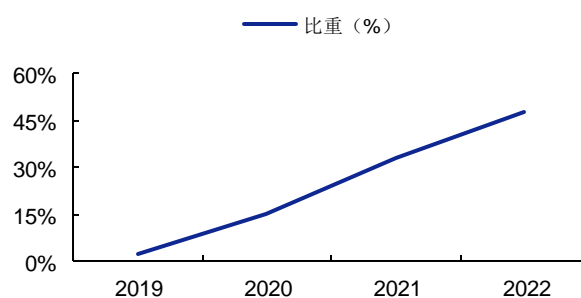
乐观预计，到 2020 年，热管/VC 在手机终端的渗透率有望提升至 15%，按照 15 亿台的手机出货量测算，假设热管/VC 平均单价为 1.5 美金，则 2020 年市场空间为 3.38 亿美元。

图 48: 散热材料导热系数对比



资料来源：安信证券研究中心整理

图 49: 热管和均热板在智能手机渗透率的预测



资料来源：安信证券研究中心整理

表 17: 热管和 VC 使用情况

方案	手机品牌及型号
热管	华为荣耀 note10、MateRS、华为荣耀 note11
	VIVO IQOO、NEX、X 系列、Y 系列
	OPPO RENO
	小米黑鲨游戏手机 2
VC	华为 Mate 20X、
	VIVO APEX 2019

资料来源: 手机品牌官网, 安信证券研究中心

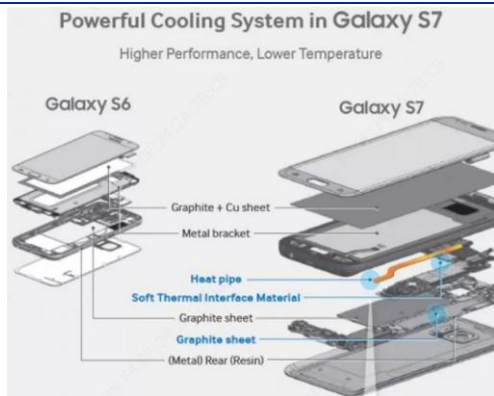
5.2. 厚度、长度和外观要求高, 生产工艺难度大

虽然热管和 VC 的导热系数远高于金属、石墨和 TIM 材料, 但在电子产品超薄化和轻量化的发展背景下, 将热管和 VC 的厚度控制在合理范围面临很大挑战。PC 上热管直径一般在 1~2 毫米, 便携电脑和平板上的热管一般在 0.8~1.2 毫米, 智能手机热管则需要控制在 0.6 毫米以内。三星 S8 中的热管厚度已经下降至 0.4mm。均热板是将两片铜板四边焊接, 由于面积更大, 散热效果更佳, 但随着产品的轻薄化要求, 均热板的毛细结构从铜粉烧结往蚀刻过渡, 并且厚度下探到 0.4mm 以下对焊接精度等更为苛刻, 故而生产难度较高, 价格昂贵。

除厚度需要满足智能手机轻薄化的需求外, 热管实际导热系数受长度和外观两大因素的影响。长度越长, 导热系数越高。外观方面, 打扁和折弯等形状变化都会影响热管的毛细极限和蒸汽腔极限, 两大极限值中的较低者决定了热管的最大导热量 Q_{max} 。毛细极限是指毛细结构决定的将水从冷凝器输送回蒸发器的能力; 蒸汽腔极限是指蒸汽从蒸发器移动到冷凝器的空间。因此, 通过改变热管外观, 调整毛细结构 (孔隙率和厚度), 可以满足不同应用场景对导热性能的要求。例如, 当需要给定直径的热管在较高功率负载或重力下操作时, 毛细管压力就需要增加; 当需要更大的传热量时, 孔隙半径就要扩大; 当需要抵抗重力时, 孔隙半径要适当缩小或者增加孔隙厚度。

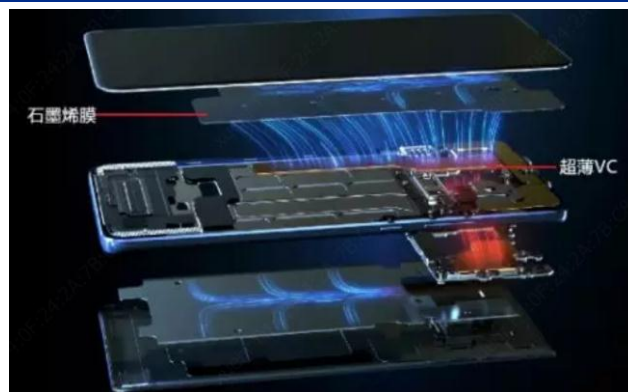
从生产工艺的角度, 热管的核心技术是纳米烧结吸液芯技术。具体流程为, (1) 在热管内部壁上涂布一层纳米高分子液体粘结剂; (2) 在粘结剂上涂布一层金属粉末; (3) 送入高温烧结炉内进行烧结; (4) 冷却后即完成热管烧结芯。由于热管和 VC 的生产工艺要求较高, 目前主要供应链在海外, 国内厂商正在积极寻求突破。

图 50: 三星 Galaxy S7 散热拆分图示



资料来源: 三星, 安信证券研究中心

图 51: 华为手机散热方案



资料来源: 华为, 安信证券研究中心

5.3. 台湾厂商占据主要份额, 大陆厂商已实现技术突破

热管和 VC 均热板的供应链主要在台湾, 相关厂商占据了大约 70% 的市场份额, 包括超众、

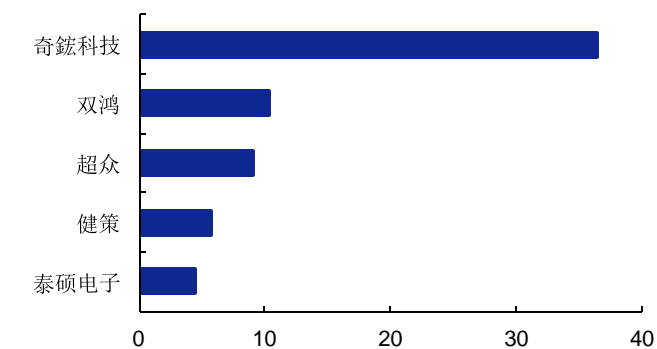
双鸿、泰硕、奇宏和健策等，下游客户覆盖全球主流的服务器、计算机、笔电和手机厂商。2019 年上半年，在消费电子市场整体疲软的市场背景下，主要台湾散热厂商实现收入大幅增长，营收增速回暖，我们判断主要原因在于 5G 基站及相关终端需求的快速放量。

表 18: 台湾主流散热厂商简介

公司名称	成立	主营业务和产品	主要客户
超众科技	1973 年	提供散热产品设计及散热方案，产品包括散热模组、散热片、热导管及微均热板。	英业达、MITAC、浪潮信息、英特尔、纬创电脑、华硕、雷蛇、三星
双鸿科技	1998 年	全球第一大笔记本电脑散热模组设计及制造商，以及服务器、主板板、一体成型电脑、工作站、DVD 播放器散热模组。	戴尔、广远、仁宝电脑、纬创电脑、和硕、英业达、三星、华为
泰硕电子	1994 年	从事散热管理解决方案，以及连接器、行动商务产品之研发、设计、产制及销售	联想、戴尔、中兴、华为、三星、英特尔、AMD、浪潮、惠普、索尼、EPSON、富士通、中科曙光、仁宝
力致科技	1997 年	电脑、VGA、LED 灯、服务器、汽车和智能手机的散热产品和解决方案，产品有散热风扇、散热模组、热导管、均温板等。	宏基、华硕、仁宝、戴尔、Facebook、富士康、富士通、谷歌、惠普、英伟达、联想、三星、夏普、索尼、东芝
奇铨科技	1991 年	散热解决方案供应商和零部件制造商，产品有散热片、散热风扇、机箱机柜、摄像模组、系统组装与整体散热解决方案等。	惠普、戴尔、联想、华为、中兴通讯、中国移动、Motorola、Ericsson 等。
健策精密	1987 年	散热解决方案、均热片、半导体导线架、SMDLED 导线架、防电磁波屏蔽盖、RF 同轴连接器、TV 金属调谐器、陶瓷基板	百通线缆、飞思卡尔、德州仪器、AMD

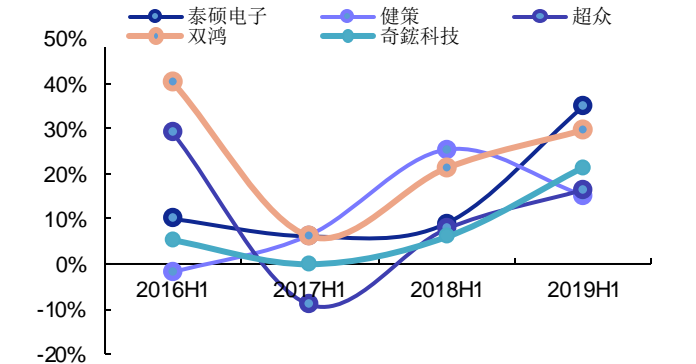
资料来源：各公司官网，安信证券研究中心

图 52: 台系散热厂商 2019 年上半年营业收入 (亿元)



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 53: 台系散热厂商 2019 年上半年营业收入增速 (%)



资料来源：Wind，安信证券研究中心

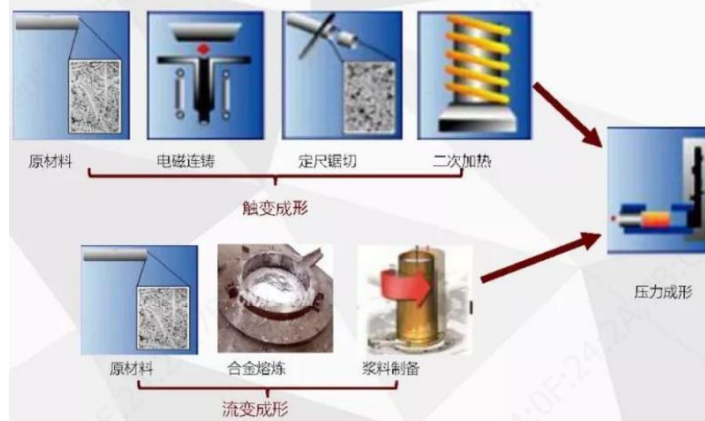
目前，国内厂商在热管和 VC 上已取得一定的技术突破，碳元科技和飞荣达均有布局。根据碳元科技招股说明书，公司于 2018 年投资设立常州碳元热导科技有限公司，主要从事超薄热管/VC 及相关材料的研发和生产，从而提供包括高导热石墨、超薄热管及 VC 在内的完整的终端散热解决方案。飞荣达于 2018 年收购昆山品岱 55% 股权，昆山品岱主营散热模组，拥有热管/VC、冲压件和风扇技术和产品，在服务器、医疗器械、军工产品、新能源以及消费电子等领域具备丰富的技术、产品和销售经验。

6. 基站散热壳体：半固态压铸件+吹胀板，国产实力强劲

6.1. 重量轻、散热性能好，半固态压铸件广泛应用于基站

半固态是指金属原料中既有液态也有固态，合金经过连续搅拌后表现粘度低且容易变形，很小的力就可以充填模具型腔。半固态压铸就是利用压铸机将半固态金属熔液压入一定形状的的金属模具内形成精密压铸件。其本质特点就是高压和高速。半固态压铸包括流变压铸和触变压铸两种类型。流变压铸就是将半固态胚料直接压射进型腔里，形成制件，触变压铸就是将半固态浆料预先制成大小一定的锭块，需要时再重新加热到半固态温度，然后送入压室进行压铸。

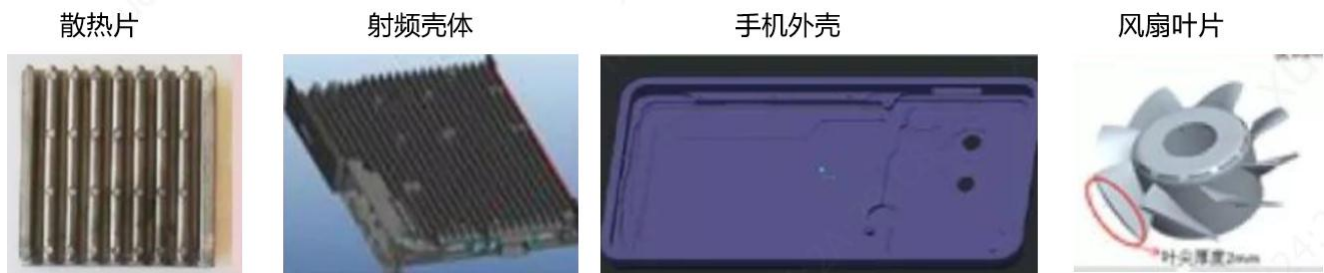
图 54：半固态流变压铸和触变压铸的工艺流程



资料来源：银宝山新，安信证券研究中心

相较于传统压铸技术，半固态压铸技术可降低压铸件中气孔的含量，使得压铸件更加密实，既提高了压铸件的导热率，又可以使机箱做得更小、更轻，在通信具有广泛应用，包括基站散热片、散热壳体、手机外壳和风扇叶片等。研究显示，针对同等功耗的芯片，使用半固态压铸件，芯片机箱温度较传统压铸件可以下降 7℃ 以上。

图 55：半固态压铸件在通讯领域的应用



资料来源：银宝山新，安信证券研究中心

吹胀板用于散热齿片上，就是将一定规格的铝板用化学方法进行表面处理，在铝板对合面印上蒸发器管路图，烘干图样后，将沿边点焊接，经过热轧、冷轧以及退火后再用氮气吹胀，铝板管路单面外鼓，再对铝板进行剪切和冲压。吹胀板具有热传导效率高、制冷速度快和外形美观等特点，其传统使用场景包括冰箱、冰柜、具备冷藏功能的饮水机、陈列柜、酒柜以及具有特殊散热要求的 IT 设备。结合半固态压铸工艺和吹胀板技术的散热器件，有望在 5G 基站成为主流应用。

6.2. 上游压铸机行业竞争充分，压铸件供应商格局稳定

压铸机是压铸件的上游核心设备，按照下游不同应用，可划分为大型和中小型两类，大型设备主要应用于汽车和通信，中小型设备主要应用于 3C。目前我国压铸机市场竞争充分，国内厂商形成了力劲、伊之密和海天三足鼎立的格局，国外进口供应商以布勒、意德拉、富来和意特为主。

我国通信行业压铸件参与者主要包括润星泰（2018 年飞荣达收购润星泰 51% 股权）、银宝山新、泰日升、春兴精工、东山精密和大富科技等。根据公司公告，润星泰和银宝山新在半固态压铸件方面专利数量领先。

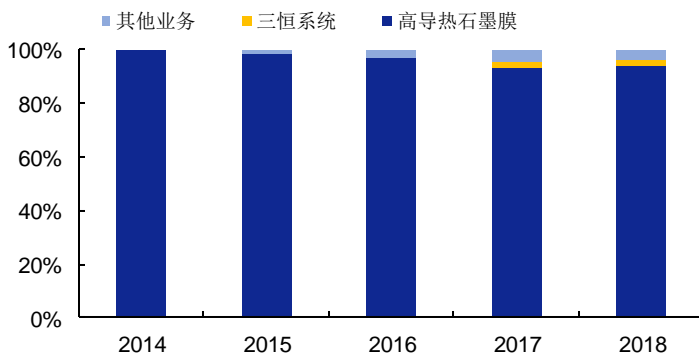
7. 重点公司推荐

7.1. 碳元科技：立足高导热石墨膜，布局热管/VC 产品

碳元科技成立于 2010 年，2017 年上市，产品主要包括高导热石墨膜和三恒系统，2018 年收入占比依次为 94%和 3%，产品下游应用领域以智能手机、平板电脑和笔记本电脑等消费电子为主，客户包括三星、华为、VIVO 和 OPPO 等。根据照顾招股说明书，2016 年前五大客户依次是华为终端、上海宇为（经销 VIVO 和金立等）、三星、OPPO 和浩鸿，收入占比依次为 16.19%、14.58%、10.11%、9.01%和 5.36%，合计为 55.26%。2018 年公司高导热石墨膜广泛应用于三星 NOTE9,三星 S9,三星 A9,华为 P20,华为 MATE20,OPPO R17,VIVO X21,VIVO NEX 等机型。

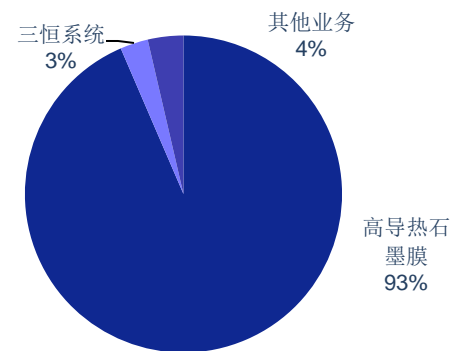
受主要客户销量的影响，公司近年来业绩表现不佳。借智能手机散热方案升级的战略发展机遇，公司正着力布局热管和 VC 技术以应对 5G 发展趋势，将超薄热管与高导热石墨膜形成互补，以期为终端大客户综合性的散热解决方案。

图 56：碳元科技 2014-2018 年主营业务构成情况



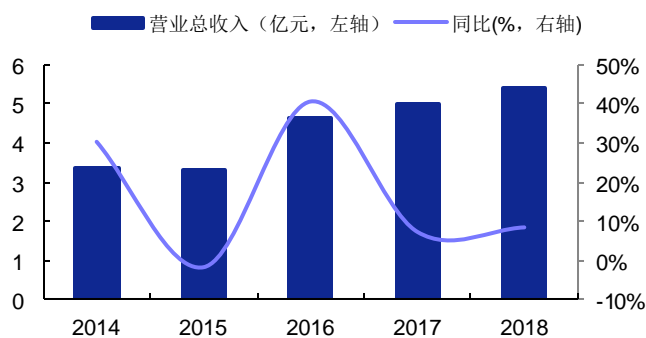
资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 57：碳元科技 2018 年主营业务构成情况



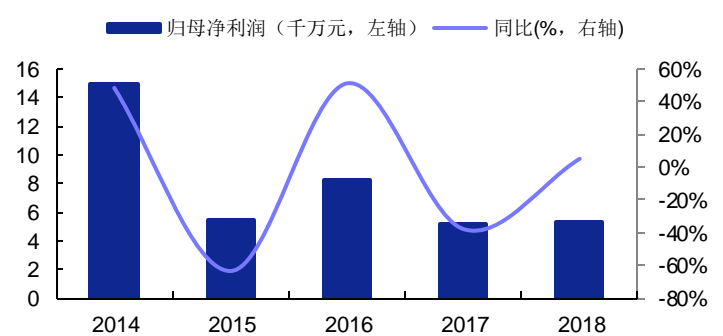
资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 58：碳元科技 2014-2018 年营业收入及增速



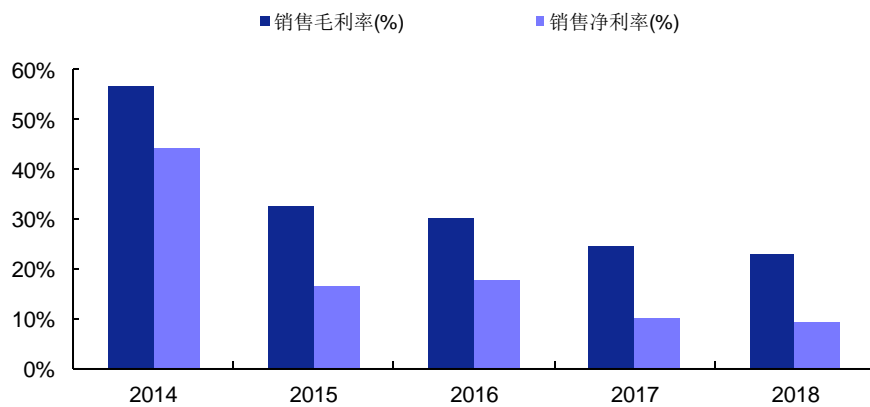
资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 59：碳元科技 2014-2018 年归母净利润及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 60：碳元科技 2014-2018 年毛利率和净利率



资料来源：Wind，安信证券研究中心

风险提示：大客户拓展不及预期；热管/VC 市场渗透率不及预期

7.2. 飞荣达：电磁屏蔽器件核心供应商，深入拓展散热业务

飞荣达 1993 年创立，2017 年上市，主要产品为电磁屏蔽器件和导热器件等，下游应用领域包括通信设备、笔记本电脑、智能手机、汽车电子、数据中心及家用电器等。今年来，公司产品结构稳定，电磁屏蔽器件为第一大业务，2018 年收入占比 49%，其次为导热器件，收入占比 13%，此外，公司还生产防尘网、保护膜、绝缘片和单双面胶等多元产品，合计收入占比 36%。根据招股说明书的披露，2016 年公司前五大客户依次为华为、和硕、富士康、比亚迪和中兴，收入占比依次为 22.71%、14.34%、9.68%、6.39%和 5.19%，合计占比为 58.30%。

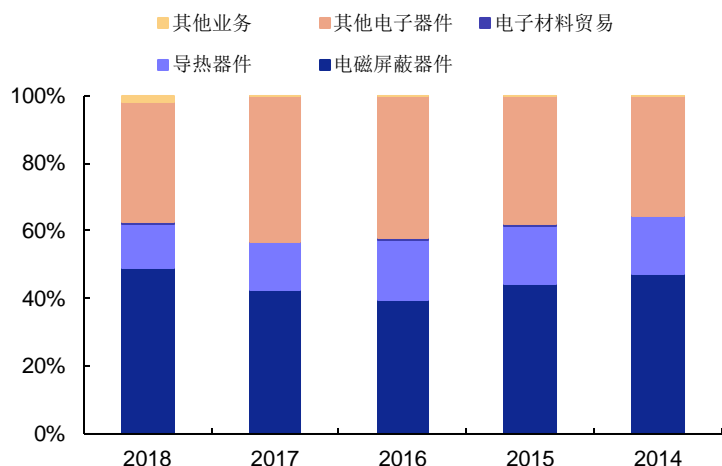
公司通过战略收购的方式着力布局智能手机和基站散热新方案，2019 年分别收购润星泰 51% 的股权和昆山品岱 55% 的股权，润星泰主营半固态产品，半固态压铸壳体可用于 5G 基站，满足轻量化和散热需求；昆山品岱主营散热模组，拥有热管/VC、冲压件和风扇技术和产品，在服务器、医疗器械、军工产品、新能源以及消费电子等领域具备丰富的技术、产品和销售经验。

图 61：飞荣达主要产品在智能手机、通信机柜和笔记本电脑中的应用



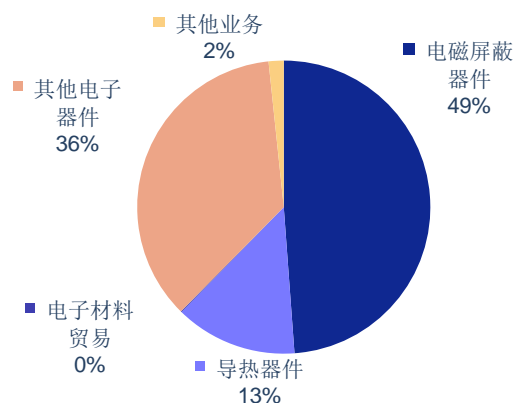
资料来源：招股说明书，安信证券研究中心

图 62：飞荣达 2016-2018 年主营业务构成情况



资料来源：Wind，安信证券研究中心

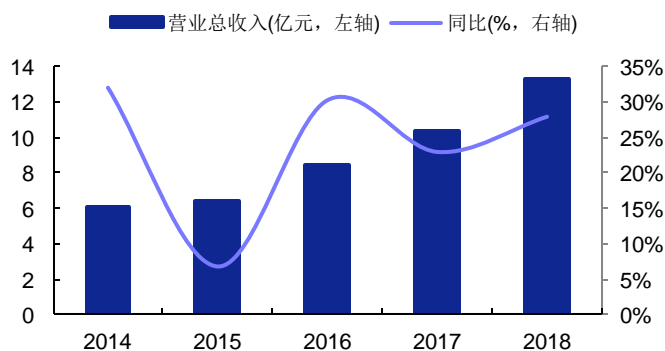
图 63：飞荣达 2018 年主营业务构成情况



资料来源：Wind，安信证券研究中心

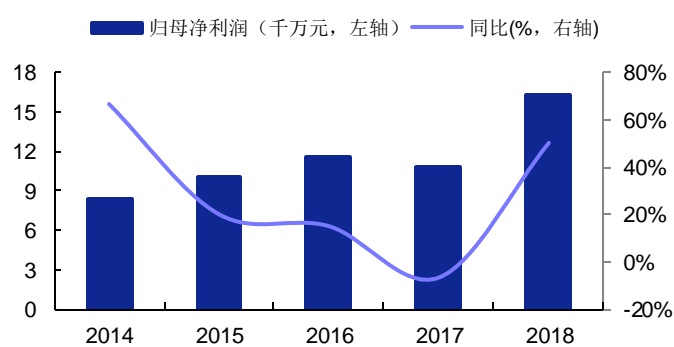
2014~2018 年，公司营业收入持续增长，从 2014 年的 6.06 亿元上升到 2018 年的 13.26 亿元，年均复合增长率达到 21.62%。归母净利润从 2014 年的 0.84 亿元到 2018 年的 1.63 亿元，2017 年出现下降的主要原因是手机终端项目新产品开发较多，部分新项目开发推迟量产，项目开发及管理成本上升等。

图 64：飞荣达 2014-2018 年营业收入及增速



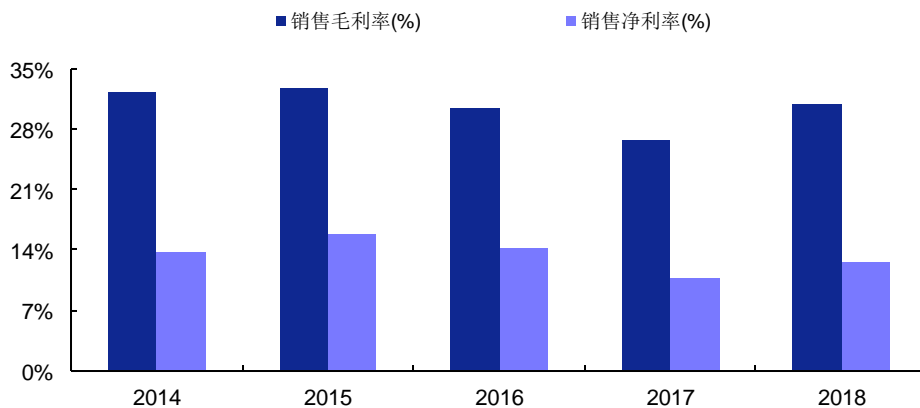
资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 65：飞荣达 2014-2018 年归母净利润及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 66：飞荣达 2014-2018 年毛利率和净利率



资料来源：Wind，安信证券研究中心

风险提示：大客户拓展不及预期；收购整合不及预期

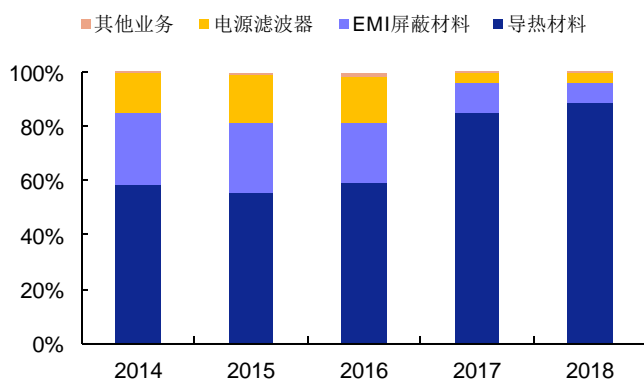
7.3. 中石科技：导热材料全球领先，持续突破大客户

公司成立于 1997 年，并于 2017 年上市，产品包括导热材料（含人工石墨膜）、EMI 屏蔽材料、电源滤波器以及 EMC 射频解决方案，主要应用于智能手机、消费电子、通信、汽车电子、高端装备制造、医疗电子等领域。通信行业主要客户为 Ericsson、Nokia、华为和中兴；智能手机行业主要客户为北美手机知名品牌、华为和 VIVO；消费电子行业主要客户为 Google、Amazon 和 Microsoft；医疗行业主要客户 Philips，迈瑞医疗；工业电子行业主要客户是 ABB，Schneider, Siemens。

- ◇ 从产品构成来看，导热材料是公司核心产品，2018 年收入占比高达 88.75%，EMI 屏蔽材料以及电源滤波器收入占比分别为 7.14% 和 3.92%。
- ◇ 从下游领域来看，消费电子是公司主要业务方向，2018 年收入占比高达 85.16%，其次是通讯设备，占比 14.65%，医疗和工业电子领域公司业务体量较小，占比不到 1%。
- ◇ 从销售市场来看，2018 年公司 75.64% 的收入来自海外，内销占比仅为 24.36%。

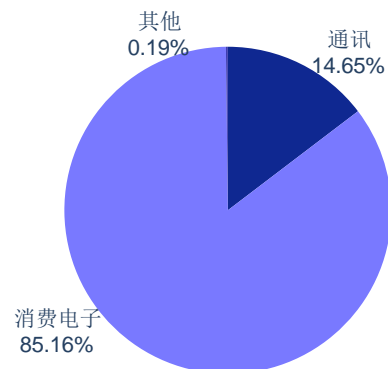
根据公司公告，2018 年公司在 5G 通信设备主要客户处取得多个项目，主要产品在 5G 基站 Massive MIMO 天线单元和射频前端单元、基带数字单元和光缆接口单元等关键设备被选用，同时，公司完成智能手机市场重大布局，成为华为和 VIVO 的正式供应商，进一步增强了在石墨市场地位。2019 年 6 月，公司公告收购江苏凯维迪 51% 的股权，凯维迪主要经营热导管、散热器和五金件等产品，收购完成后，有助于公司掌握石墨膜+热管/VC 一体化的智能终端散热解决方案。

图 67：中石科技 2016-2018 年主营业务构成情况



资料来源：Wind，安信证券研究中心

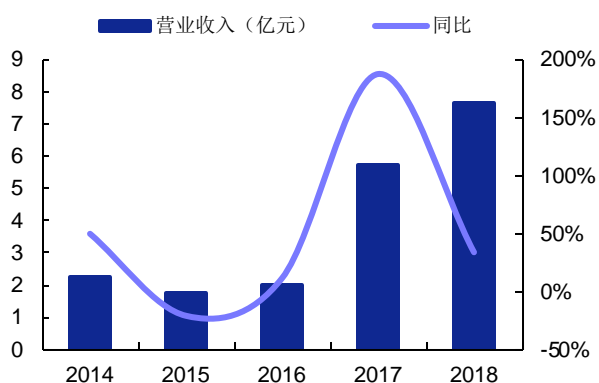
图 68：2018 年中石科技各产品收入占比



资料来源：Wind，安信证券研究中心

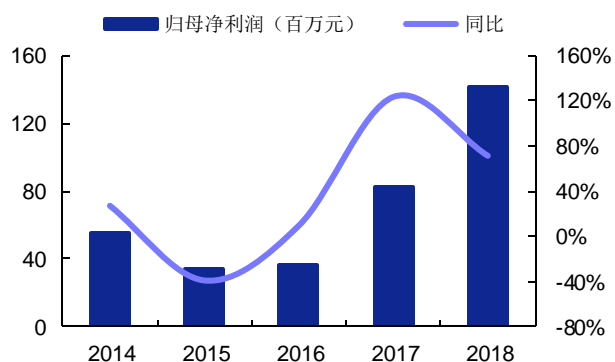
2017 年以来，公司实现业绩高成长，主要原因是在消费电子领域成功拓展国际大客户，推动导热和屏蔽产品销售额高增长。同时，面对国际核心客户的智能手机设计升级，合成石墨使用数量大幅增加，公司顺利完成产能扩张，满足了核心客户急速增长的出货需求。2018 年公司实现营业收入 7.63 亿元，同比增长 33.78%；归母净利润为 1.41 亿元，同比增长 71.09%。

图 69：2014-2018 年中石科技营业收入及增速



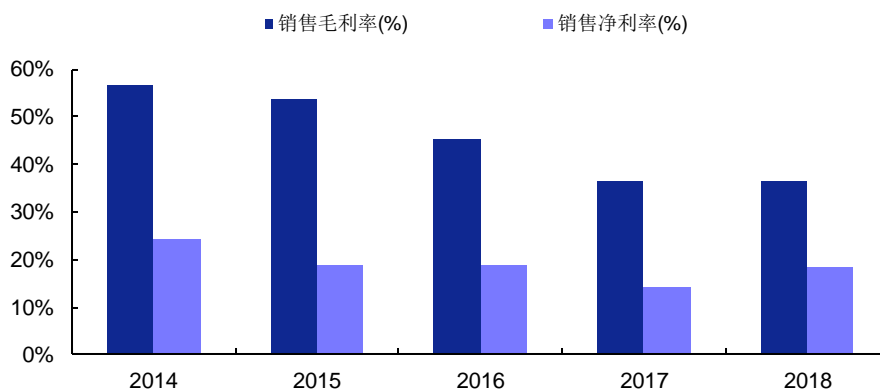
资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 70：2014-2018 年中石科技归母净利润及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 71：2014-2018 年中石科技毛利率及净利率



资料来源：Wind，安信证券研究中心

风险提示：大客户拓展不及预期；热管/VC 市场渗透率不及预期

■ 行业评级体系

领先大市 — 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%以上；
同步大市 — 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%；
落后大市 — 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%以上；

风险评级：

A — 正常风险，未来 6 个月投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动；
B — 较高风险，未来 6 个月投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动；

■ 分析师声明

夏庐生声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

■ 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

安信证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向本公司的客户发布。

■ 免责声明

本报告仅供安信证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息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。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准，如有需要，客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“安信证券股份有限公司研究中心”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设，并采用适当的估值方法和模型得出的，由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性，估值结果和分析结论也存在局限性，请谨慎使用。

安信证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

■ 销售联系人

上海联系人	朱贤	021-35082852	zhuxian@essence.com.cn
	李栋	021-35082821	lidong1@essence.com.cn
	侯海霞	021-35082870	houhx@essence.com.cn
	潘艳	021-35082957	panyan@essence.com.cn
	刘恭懿	021-35082961	liugy@essence.com.cn
	孟昊琳	021-35082963	menghl@essence.com.cn
	苏梦	021-35082790	sumeng@essence.com.cn
	孙红	18221132911	sunhong1@essence.com.cn
	秦紫涵	021-35082799	qinzh1@essence.com.cn
	王银银	021-35082985	wangyy4@essence.com.cn
北京联系人	温鹏	010-83321350	wenpeng@essence.com.cn
	姜东亚	010-83321351	jiangdy@essence.com.cn
	张莹	010-83321366	zhangying1@essence.com.cn
	李倩	010-83321355	liqian1@essence.com.cn
	姜雪	010-59113596	jiangxue1@essence.com.cn
	王帅	010-83321351	wangshuai1@essence.com.cn
	曹琰	15810388900	caoyan1@essence.com.cn
	夏坤	15210845461	xiakun@essence.com.cn
	袁进	010-83321345	yuanjin@essence.com.cn
	深圳联系人	胡珍	0755-82528441
范洪群		0755-23991945	fanhq@essence.com.cn
聂欣		0755-23919631	niexin1@essence.com.cn
杨萍		13723434033	yangping1@essence.com.cn
巢莫雯		0755-23947871	chaomw@essence.com.cn
黄秋琪		0755-23987069	huangqq@essence.com.cn
王红彦		0755-82714067	wanghy8@essence.com.cn
黎欢		0755-23984253	lihuan@essence.com.cn

安信证券研究中心

深圳市

地址： 深圳市福田区深南大道 2008 号中国凤凰大厦 1 栋 7 层

邮编： 518026

上海市

地址： 上海市虹口区东大名路 638 号国投大厦 3 层

邮编： 200080

北京市

地址： 北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮编： 100034