

5G 商用带动产业链新材料国产化加速

——化工新材料行业投资策略报告

强于大市（上调）

日期：2020 年 06 月 17 日

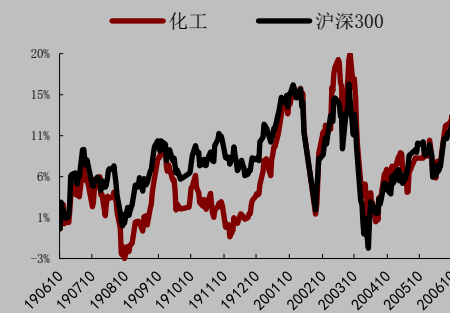
行业核心观点：

本文旨在对 5G 产业链上游基站建设和下游电子设备中各重要组件所涉及的新材料进行梳理和分析，探究 5G 时代各组件核心材料的变化及 5G 新材料的市场空间等。

投资要点：

- 我国 5G 技术全球领先，未来我国将成为世界最大的 5G 市场。5G 堪称是“改变社会”的技术革命，能够为世界带来巨大的经济产出，预计到 2035 年 5G 将在全球创造 13.2 万亿美元的经济产出、5G 全产业链将创造 2230 万个工作岗位，是目前同等经济产出水平所支持的工作岗位数量的 3 倍有余。我国 5G 技术在世界范围内高度领先，有望成为世界最大的 5G 市场。到 2030 年，5G 技术及其产业链将为我国带来 6.35 万亿元的直接经济产出、直接创造 800 万个就业岗位，届时 5G 对我国 GDP 的直接贡献将达到 2.93 万亿元。
- PTFE 是 5G 时代最优的 PCB 基材，在 PCB 方面应用的市场规模至少将达到 20 亿元。聚四氟乙烯（PTFE）有“塑料王”之称，因其介电性能优异，5G 时代将取代 FR-4 成为 PCB 板的最佳基材，在 5G 领域得到广泛应用，当我国 5G 基站建设量达到 500 万座时，PTFE 在我国 5G 基站 PCB 领域的应用规模可达到 20 亿元以上。
- LCP 有望成为 5G 时代天线核心材料，我国对于 LCP 原材料的需求量将至少达到 30 亿元。LCP 的介电性能几乎可以在全射频频范围内保持恒定，且其传输损耗低，能有效提高通信质量。且 LCP 的可弯折性好，可以提高手机内部以及基站天线的空间利用效率。因此，LCP 是 5G 时代天线的重要原材料，到 2025 年我国对于 LCP 的需求量将至少达到 30 亿元。
- 紫外固化光纤光缆涂覆材料在光纤光缆中的使用率达到 100%，2020 年我国需求量有望达到 1.57 万吨。紫外固化光纤光缆涂覆材料能够使光纤的使用寿命和光学性能在一定程度上有所提升，并长期降低光纤的使用和维护成本。因此，紫外固化光纤光缆涂覆材料已成为光纤传输的重要组成部分。现阶段生产的光纤光缆已 100% 使用紫外固化光纤光缆涂覆材料，因此 5G 建设增速也将带动紫外固化光纤光缆涂覆材料需求量上涨，预计 2020 年我国涂覆材料需求量有望达到 1.57 万吨。

化工行业相对沪深 300 指数表



数据来源：WIND, 万联证券研究所

数据截止日期：2020 年 06 月 17 日

相关研究

万联证券研究所 20200611_基础化工行业策略——半年报_AAA_周期钝化，科技为锋

万联证券研究所 20200608_燃料电池行业周观点

_AAA_入选广东重点专项，氢能政策推动加速

万联证券研究所 20200608_化工行业周观点

_AAA_原油需求复苏，价格持续上涨

分析师：陈雯

执业证书编号：S0270519060001

电话：18665372087

邮箱：chenwen@wlzq.com.cn

研究助理：黄侃

电话：18818400628

邮箱：huangkan@wlzq.com.cn

- **电子陶瓷下游应用广泛，5G 时代市场有望进一步打开，2023 年我国电子陶瓷市场规模有望增至 1145.4 亿元。**电子陶瓷凭借其诸多优异的特性而在电子电力工业中得到了广泛应用，5G 时代电子陶瓷的两大重要应用领域分别是 5G 基站中的陶瓷介质滤波器以及手机等消费电子产品的背板。经测算，陶瓷介质滤波器在我国的总市场规模有望达到 200 余亿元、2025 年我国陶瓷背板需求量将达到 7500 万片，市场规模在 56-75 亿元左右。
- **5G 手机发热量大幅上升，导热散热材料进一步升级。**5G 手机的功耗是 4G 手机的 2 倍有余，发热量也相应的大幅上升，原有散热技术不再适用于 5G。“多层石墨+VC/热管”的散热方案将成为 5G 时代的主流，技术升级将带动价格上涨，手机中散热组件的价格将整体上升 3-4 倍，预计到 2022 年全球手机散热市场将达到 35.8 亿美元。
- **风险因素：**政策支持力度低于预期、宏观经济景气度下行、5G 基站建设速度不及预期、5G 新材料国产化进程不及预期。

目录

1. 5G 商用进入快车道	5
1.1 5G 概述	5
1.2 5G 产业链梳理	5
1.3 我国 5G 商用进程加速	7
2. 5G 商用为新材料产业带来发展新机遇	9
2.1 印刷电路板 (PCB)	9
2.1.1 PCB 概述	9
2.1.2 5G 时代对 PCB 的需求量有望长期上涨	10
2.1.3 PTFE	11
2.2 LCP	13
2.2 光纤光缆	16
2.2.1 光纤预制棒	18
2.2.2 紫外固化光纤光缆涂覆材料	18
2.3 电子陶瓷	19
2.3.1 陶瓷介质滤波器	20
2.3.2 手机背板	22
2.4 导热散热材料	23
2.5 各组件及新材料相关标的的汇总	25
3. 投资建议	25
4. 风险提示	26

图表

图表 1: 5G 与 4G 性能对比	5
图表 2: 移动通信技术演进	5
图表 3: 5G 产业链	6
图表 4: 5G 频谱示意图	6
图表 5: 5G 对经济的贡献	7
图表 6: 我国 4G 基站累计数量 (万座)	8
图表 7: 我国 5G 基站建设规划及投资规模	8
图表 8: 运营商网络设备支出及行业 5G 设备支出 (亿元)	8
图表 9: PCB 下游应用占比	9
图表 10: PCB 硬板示意图	10
图表 11: FPC 软板示意图	10
图表 12: 5G 基站天线示意图	11
图表 13: 5G 基站天线解构图	11
图表 14: 聚四氟乙烯化学式示意图	11
图表 15: 高频 CCL 结构示意图	12
图表 16: 不同材料介电性能对比	12
图表 17: 我国 PTFE 在 PCB 应用方面的市场规模	13
图表 18: 手机天线示意图	13
图表 19: LCP 分子结构示意图	14
图表 20: LCP 应用分布	14

图表 21: LCP 与 PI 传输损耗对比	14
图表 22: LCP 软板生产成本结构	15
图表 23: LCP 天线成本结构	15
图表 24: 全球 5G 手机出货量预测	15
图表 25: 光缆结构示意图	16
图表 26: 我国新建光缆里程数	17
图表 27: 我国光缆产量及其同比增长率	17
图表 28: 光纤预制棒示意图	18
图表 29: 光纤结构示意图	19
图表 30: 电子陶瓷产业链	19
图表 31: 我国电子陶瓷市场规模预测	20
图表 32: 4G 和 5G 基站结构演进	21
图表 33: 陶瓷介质滤波器示意图	21
图表 34: 陶瓷介质滤波器与金属腔体滤波器性能对比	21
图表 35: 我国陶瓷介质滤波器市场规模预测	22
图表 36: 小米 MIX 3 陶瓷背板	23
图表 37: 各品牌 5G 手机采用的散热方案	24
图表 38: 均热板与热管热传导方式对比	24
图表 39: 全球手机散热市场规模趋势	24
图表 40: 各组件及新材料相关标的汇总	25

1. 5G 商用进入快车道

1.1 5G概述

5G (5th-Generation), 即第五代移动通信技术, 是在4G技术长期发展普及的基础上进行的技术演进, 也是为满足移动数据需求爆发式增长的必然选择。与4G相比, 虽然只多了“1G”, 但其所能到达的高度却是4G难以企及的, 主要源于5G的以下几点突出优势。

- 1) 超高速率:** 5G具有超大带宽传输能力, 峰值数据传输速率可达到10Gbit/s, 是4G LTE蜂窝网络数据传输速率的100倍左右。因此5G网络可以实现无卡顿观看高清视频以及虚拟现实顺畅体验。
- 2) 超低时延:** 5G的响应速度较4G更快, 空中接口时延可低至1毫秒。这一特质为实现4G时代下无法实现的自动驾驶、工业自动化等新兴技术提供了基础和可能性。
- 3) 海量连接:** 5G极大地扩充了网络容量, 每平方公里可支持百万台设备同时连接, 使得“万物互联”照进现实, 为打造物联网 (IoT, Internet of Things) 奠定了坚实基础。未来, 物联网的连接规模将达到10万亿。

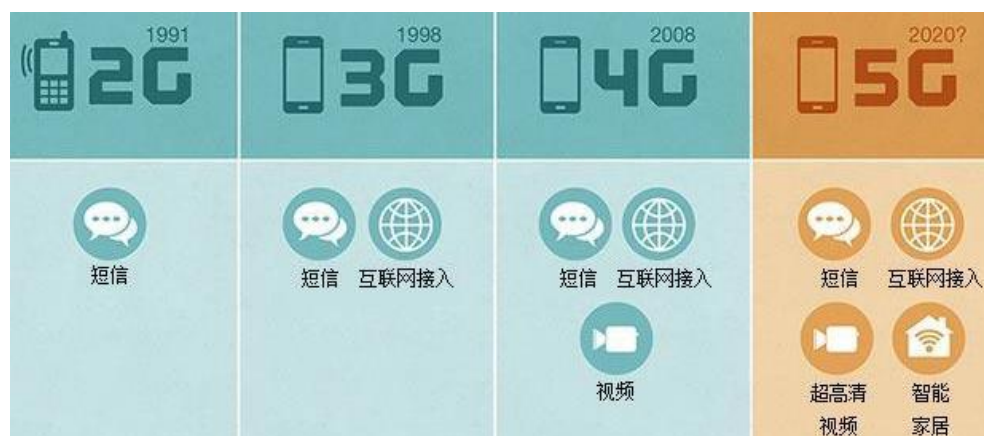
图表 1: 5G 与 4G 性能对比

	5G	4G
传输速率	10G bit/s	100M bit/s
空中接口时延	<1ms	30-70ms
连接数量 (1KM ²)	>1,000,000	<10,000

资料来源: 公开资料整理、万联证券研究所

综上所述, 4G到5G不单单是网速提高, 而是一次质的飞跃。正如人们常提起的那句“4G改变生活, 5G改变社会”所言, 4G实现了技术创新, 加快了我们的生活节奏; 而5G则是一场彻头彻尾的技术革新, 将打造全新的产业生态, 甚至最终将颠覆人们的生活方式、改变部分行业或企业的商业模式。

图表 2: 移动通信技术演进

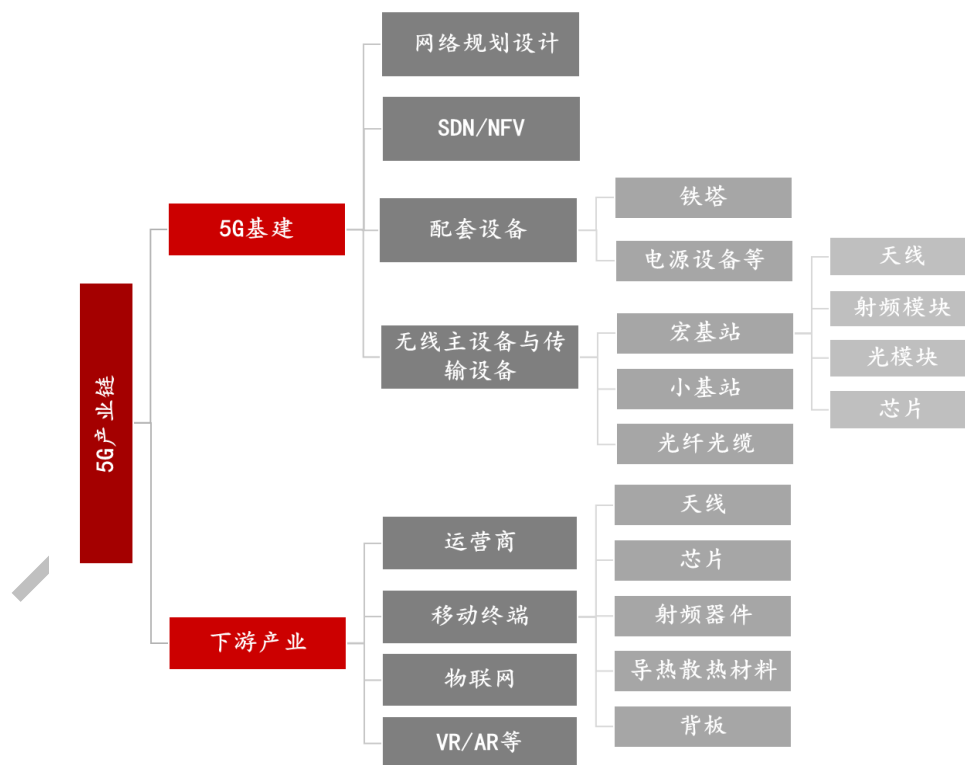


资料来源: 公开资料整理、万联证券研究所

1.2 5G产业链梳理

5G产业所涉及的链条十分广泛，可大致划分为上游5G网络基础设施建设、下游应用产业及运营商两大板块。在5G技术研发和发展初期，**最重要的环节是基础设施的建设**，即5G基建，主要指负责接入网的**5G基站**及其配套设备的建设，包括铁塔、有源天线、射频器件、PCB（印制电路板）、芯片、光纤光缆以及光模块等。

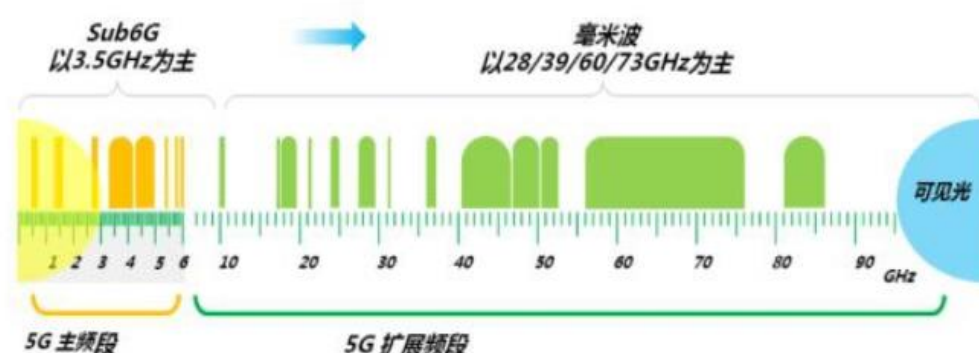
图表 3：5G 产业链



资料来源：公开资料整理、万联证券研究所

5G基站的建设在5G技术普及过程中的地位举足轻重的主要原因在于，5G为实现超高的传输速率和超大带宽，所使用的主频谱以3.5GHz为主，扩展频段更是达到了毫米波（mmWave）的级别，即电磁波的波长以毫米为单位。远高于4G在700MHz-2600MHz之间的频谱范围，频谱越高，则波长越短，穿过障碍物的能力也大大减弱，因此在覆盖相同的区域情况下，5G所需的基站数量远高于4G。

图表 4：5G 频谱示意图

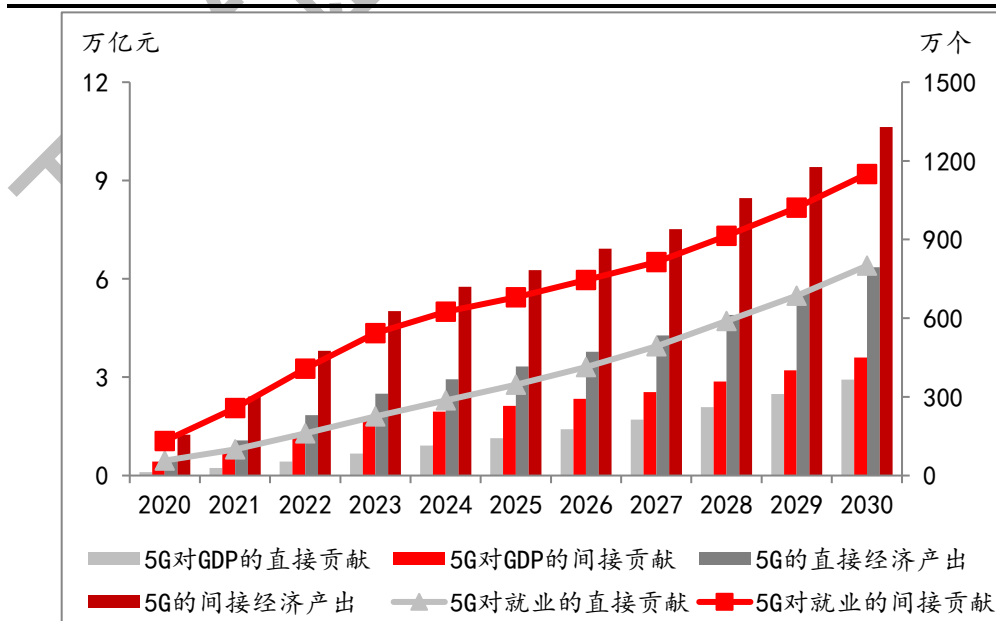


资料来源：公开资料整理、万联证券研究所

5G技术的下游应用产业是未来发展的主要环节，首先享受5G红利的是手机、平板电脑等移动终端设备行业，为适配于5G网络的高频段及其特性，相应零配件及设备必将引来一波“换新潮”。未来5G技术的进一步推广及其与云计算、大数据等技术的结合，将有更多的应用场景应运而生，包括人工智能、物联网、VR/AR、无人驾驶、智慧医疗等，受益于5G技术的行业将不胜枚举，也将为人们的工作和生活带来极大的便利。

5G技术及其产业链的发展能够极大地推动经济增长。美国高通公司委托 HIS Markit 于2019年更新的《5G经济》研究报告中表明，预计到2035年5G将在全球创造13.2万亿美元的经济产出、5G全产业链将创造2230万个工作岗位，是目前同等经济产出水平所支持的工作岗位数量的3倍有余。中国信通院发布的数据也显示，预计到2030年5G技术及其产业链将为我国带来6.35万亿元的直接经济产出、10.63万亿元的间接经济产出，同时直接创造800万个就业岗位、间接创造1150万个就业岗位，届时5G对我国GDP的直接贡献将达到2.93万亿元。

图表5：5G对经济的贡献



资料来源：中国信通院、万联证券研究所

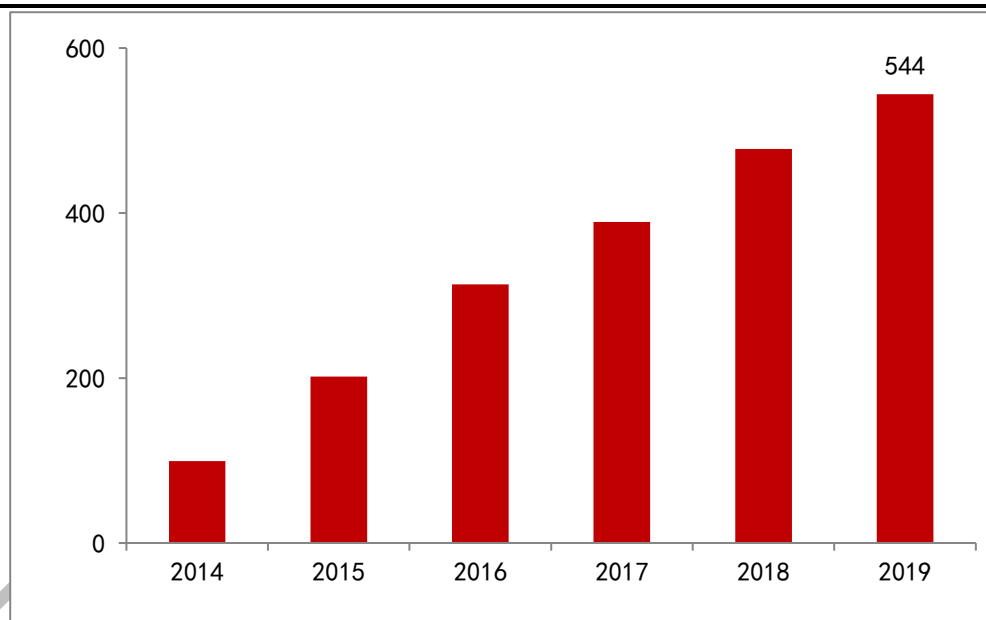
1.3 我国5G商用进程加速

我国高度支持5G的发展，并将5G纳入了国家战略，在《“十三五”规划纲要》、《国家信息化发展战略纲要》等政策文件中均对推动5G技术的发展做出了明确部署。各级政府部门也密集出台政策文件鼓励5G的发展，推动各级部门和企业积极布局5G全产业链。经过几年的积极筹备和技术积累，现已取得初步成效，我国已具备成为全球范围内5G技术的领跑者的竞争优势，并且在我国政府规划指导下完成了全球首个5G测试项目。

2019年6月6日，工信部正式向三大运营商发放5G商用牌照，标志着我国进入5G商用元年。同年10月31日，三大运营商公布5G商用套餐，并于11月1日上线。至此，我国

5G商用帷幕正式拉开，较原计划的5G于2020年正式商用稍有提前。回顾4G推广阶段，4G商用牌照于2013年发放，2013-2015年为4G基站及网络建设进程达到高峰期，截至2019年末，我国已建成4G基站共544万座，三大运营商累计投资额超万亿元。而前文提到，普及5G网络需建设的基站数量要高于4G，可达到4G基站数量的1.5倍甚至更多，因此建设5G基站所需的投资规模之大可想而知。

图表6：我国4G基站累计数量（万座）

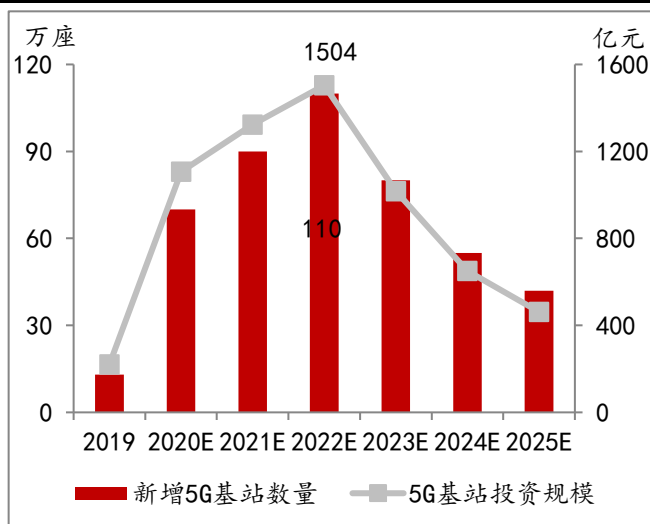


资料来源：三大运营商年报、万联证券研究所

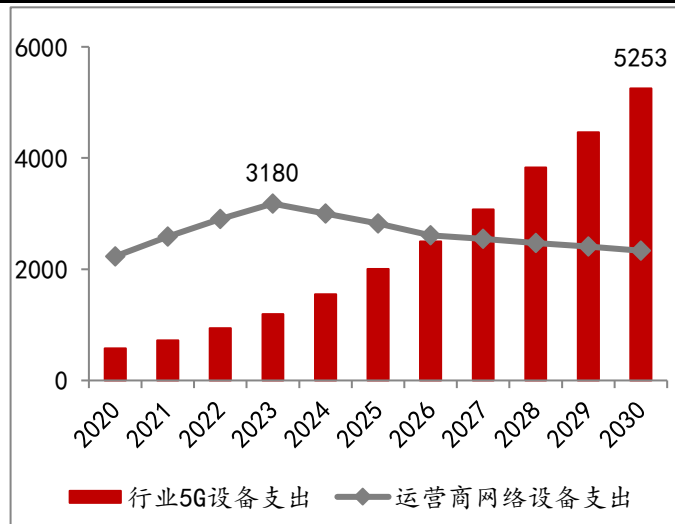
未来我国将成为世界最大的5G市场。现阶段各大运营商正紧锣密鼓地筹备5G基站的建设工作，2019年，我国已建成5G基站数量为13万座。据三大运营商公布的数据显示，2020年我国将新增近70万座5G基站。5月25日，工信部部长苗圩在“部长通道”中介绍称，目前我国5G基站数量正保持着每周1万座以上的增速。2020年至2023年间将是我国5G基站建设的高峰期，预计到2022年，我国年新增基站数量将达到110万座、5G基站年投资规模将达到1504亿元，运营商的网络设备支出也将在2023年左右达到近3180亿元的峰值，中国信通院副院长王志勤曾表示，预计到2025年，我国5G网络建设累计投资额将达到1.2万亿元。随着5G基站规模的不断扩大，各行业在5G设备方面的支出也将持续上升，到2030年有望达到5253亿元。由此可见，5G市场在我国的前景之广阔，据《中国5G经济报告2020》称，到2025年，我国发展成为全球最大的5G市场，届时中国5G用户规模将达到8.16亿。

图表7：我国5G基站建设规划及投资规模

图表8：运营商网络设备支出及行业5G设备支出（亿元）



资料来源：工信部、万联证券研究所



资料来源：中国信通院、万联证券研究所

2. 5G 商用为新材料产业带来发展新机遇

5G的普及给基站的建设 and 终端设备的升级带来了全新挑战。为适配5G高频谱、传输速率快等特点，对基站核心零部件的原材料提出了更高的要求，主要包括PCB、射频滤波器原材料、有源天线原材料、光纤光缆材料等。同时5G也将引领下游以智能手机为首的移动终端设备的更新换代，其他5G消费电子产品及可穿戴设备的出货量也将在一段时间内保持增速。5G终端设备的升级对新材料产业（天线、导热散热材料以及手机背板材料等）而言无疑也是极大的利好。由此可见，受益5G的建设，部分新材料产业在未来的一段时间内都将处于上升时期。

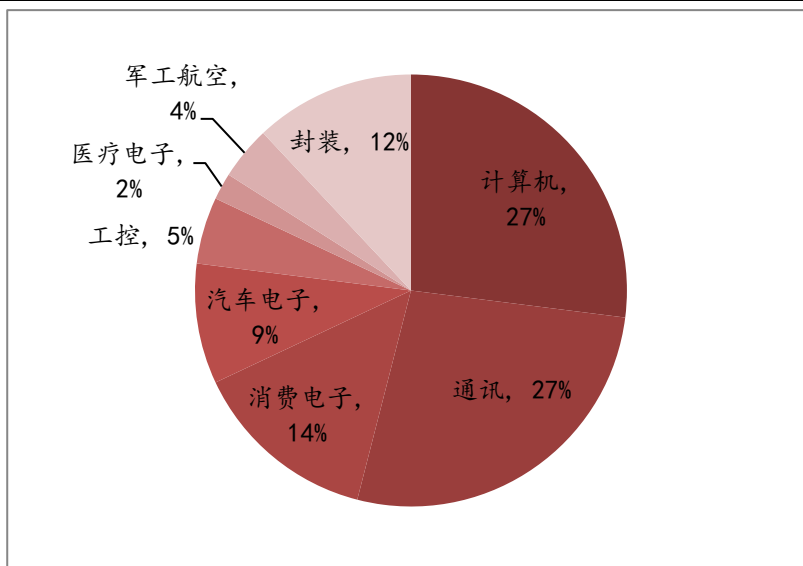
另一方面，新材料是我国七大战略新兴产业之一，且我国位列世界5G技术的第一梯队，积极布局5G全产业链，自然会把握住5G技术为新材料带来的全新发展机遇，加速5G新材料的国产化进程，巩固我国在5G产业的核心竞争力。时代变革与国家战略的碰撞下，我国新材料产业将迎来新的生机。下面将对5G建设过程中基站及终端设备所涉及的重要新材料进行盘点。

2.1 印刷电路板（PCB）

2.1.1 PCB概述

印刷电路板（PCB）是用于支撑各种元件并实现元器件电气连接的载体，是电子产品不可或缺的元器件，因此PCB有“电子产品之母”一称。其下游应用也十分广泛，包括计算机、通讯、消费电子、汽车、医疗电子等，其中PCB在通讯行业和消费电子行业的应用占比分别为27%和14%。

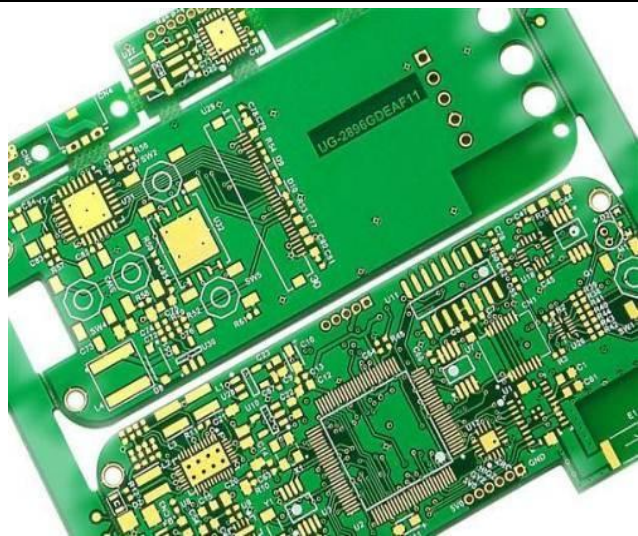
图表9：PCB下游应用占比



资料来源：HKPCA、万联证券研究所

覆铜板（CCL）是PCB的基板，由铜箔、玻璃纤维布、树脂以及其他填充材料构成。根据CCL使用的树脂材料不同，可将印刷电路板划分为硬板和软板两类。其中，硬板通常用PCB指代，也称作“刚性线路板”，4G时代一般使用FR-4（环氧树脂玻璃布基）作为基材，其机械强度较高，不能弯折、绕曲，因此通常应用于消费电子产品主板以及基站等通信设备；印刷电路板软板简称为FPC软板，全称为“柔性电路板”，通常以柔性材料PI（Polyimide，聚酰亚胺）作为基材，因此可进行弯折、绕曲，通常用于需要重复绕曲或结构复杂的小零部件的连接。

图表10：PCB硬板示意图



资料来源：公开资料整理、万联证券研究所

图表11：FPC软板示意图



资料来源：公开资料整理、万联证券研究所

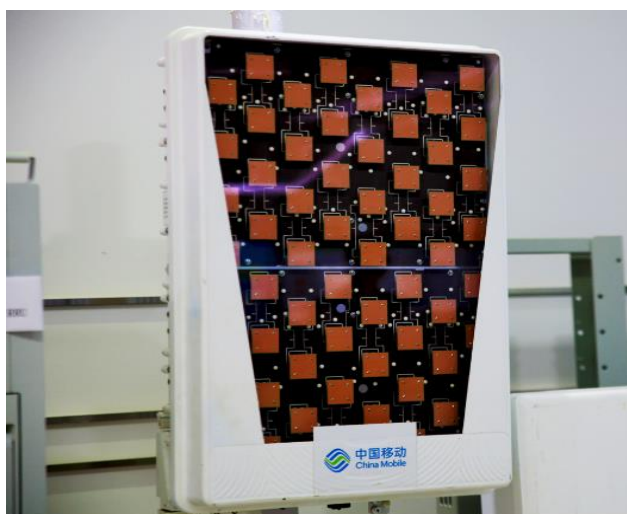
2.1.2 5G时代对PCB的需求量有望长期上涨

5G基站天线采用大规模天线技术（Massive MIMO），是提高系统容量和频谱利用率的关键技术。传统MIMO使用的天线振子通常不超过8个，但Massive MIMO排列的天线振子通常为64、128个，甚至可达到256个。由于天线振子需要集成在PCB上，因此

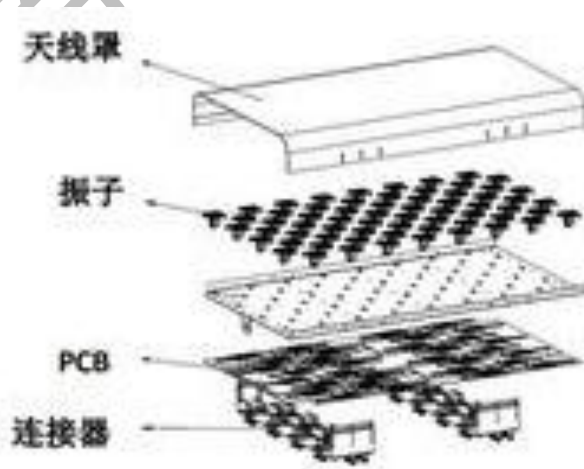
天线振子数量的大幅提升，使得5G基站天线所需的PCB面积也大幅提升。且由于5G基站的通信通道较4G基站更复杂，所需的PCB层数也从2层上升到了12层。

除天线振子外，5G基站配备的滤波器、芯片等元器件也需要PCB的连接和支撑，加之普及5G技术需建设的基站数量庞大，因此，5G基站的建设将促使PCB需求量大幅上涨。此外，5G下游产业所涉及的所有电子设备均需要PCB来连接各类元器件，因此，PCB的需求量即使在5G基站建设高峰期过后，也将依旧受益于5G下游各行各业电子设备的更新换代潮而处于高位。Prismark曾预测2021年全球PCB产值将达到703亿美元，我国PCB头部生产企业深南电路也在招股说明书中预测，我国仅5G宏基站对PCB的需求量就将达到582亿元。深南电路、生益科技、沪电股份、东山精密等现已进行产业升级支持5G建设，是国产5G PCB行业的有力竞争者。

图表12：5G基站天线示意图



图表13：5G基站天线解构图



资料来源：中国移动、万联证券研究所

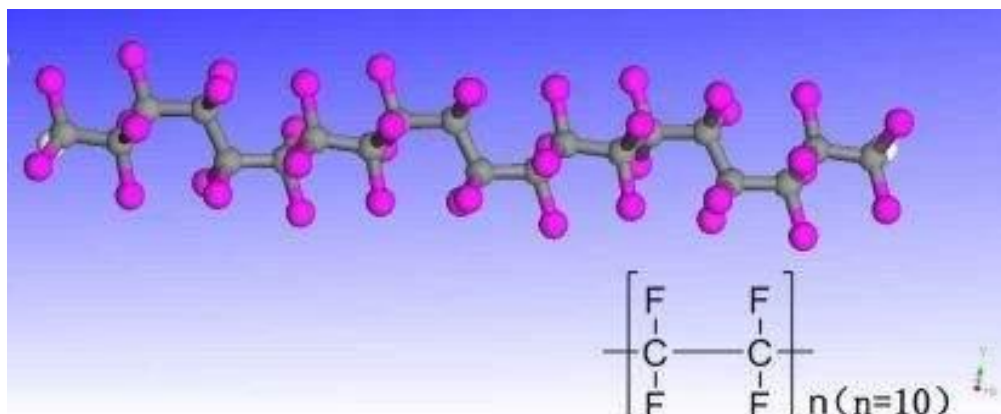
资料来源：公开资料整理、万联证券研究所

2.1.3 PTFE

5G时代，PCB需满足数据海量、高频、高速传输的需求，因对覆铜板（CCL）所使用的树脂材料的介电性能提出了更高的要求，介电性能通常用介电常数 D_k 和介电损耗因子 D_f 衡量，介电常数 D_k 和介电损耗因子 D_f 越小，则代表材料的介电性越优，越能满足高频、高速的需求，5G技术要求CCL树脂材料的介电常数 D_f 要小于0.005、介电损耗因子 D_k 在2.8~3.2之间，而目前常用的PCB板中采用的FR-4环氧树脂的 D_f 为0.025、 D_k 为3.6，难以满足5G的要求，因此CCL所使用的树脂材料亟待升级。

聚四氟乙烯（PTFE），即“特氟龙”，是四氟乙烯单体聚合得到的高分子聚合物，具有化学稳定性良好、耐高低温、耐腐蚀、耐候性、耐老化性、高润滑不黏附、无毒性、不溶于任何溶剂、高度绝缘等优异特性，因而有“塑料王”之称，被广泛应用于电子电气、汽车机械、医用材料、航空航天等领域，是目前产量最大、消费增长最快的氟聚物。

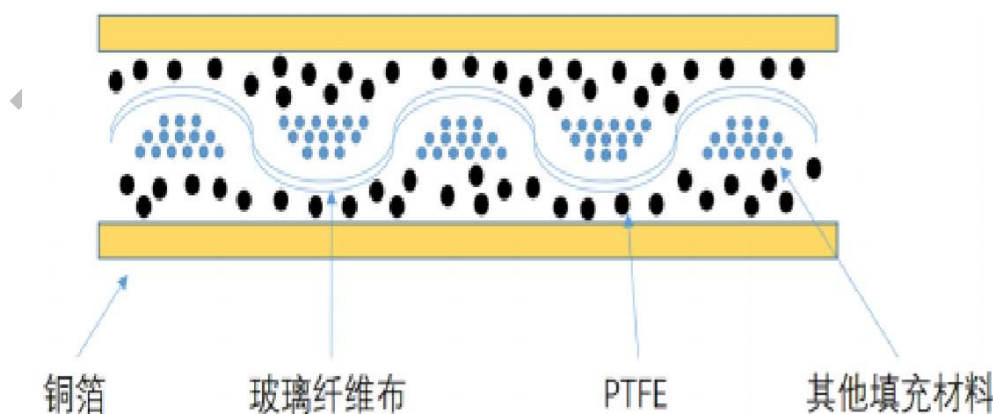
图表14：聚四氟乙烯化学式示意图



资料来源：公开资料整理、万联证券研究所

PTFE树脂的 D_f 可低至0.0004、 D_k 为2.1，是目前为止发现的最符合5G时代要求的CCL理想基材。除此之外，PTFE也是射频电缆、天线滤波器以及5G所涉及的领域中各类连接器的重要应用，PTFE无疑将成为5G时代最热的新材料之一。

图表15：高频CCL结构示意图



资料来源：中英科技招股书、万联证券研究所

图表16：不同材料介电性能对比

	介电常数 D_k	介电损耗因子 D_f
PTFE	2.1	0.0004
热固性塑料	2.2-2.6	0.001-0.005
APPE	2.5	0.001
PPO	2.4	0.0007
氟酸酯	2.7-3	0.003-0.005
环氧树脂	3.6	0.025

资料来源：《有机氟工业》、万联证券研究所

5G基站的PCB使用量（考虑损耗量）在0.8m²左右，适用于5G的高端PTFE现阶段的售价约为600元/m²，若单以PTFE在5G基站PCB中的需求量进行保守估计，当我国5G基

站建设量达到500万座时，PTFE在我国5G基站领域的应用规模可达到20亿元以上。

图表17：我国PTFE在PCB应用方面的市场规模

	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	合计
基站 PCB 使用量 (m ²)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	-
新建基站数量 (万座)	13	70	90	110	80	55	42	40	500
PCB 在基站建设方面 需求量 (万m ²)	10.4	56	72	88	64	44	33.6	32	-
PTFE 售价 (元/m ²)	600	582	566	549	534	518	500	500	-
PTFE 总产值 (亿元)	0.62	3.26	4.08	4.83	3.42	2.28	1.68	1.6	21.77

资料来源：万联证券研究所测算

我国PTFE年产能在13万吨左右，占全球总产能的40%，但我国以生产中低端PTFE产品为主，高端PTFE绝大部分产能掌握在美国、日本，我国进口依赖严重，国产化进程有待加速。为把握住5G带来的机遇，目前已有昊华科技、巨化股份、沃特股份、东岳集团等多家国内大型PTFE生产企业布局高端PTFE，日后将逐渐实现国产替代化。

2.2 LCP

射频天线和手机天线分别是基站和手机中用于收发信号的元件，天线的性能直接决定了通信的质量。4G时代的主流天线是由前文提到的以PI（聚酰亚胺）为基材的FPC软板（柔性电路板）和天线模组连接制成的。但由于PI的介电性能相对较差、吸水性强且其高频传输损耗较大，因此再不适用于需要满足高频、高速传输的5G天线。

图表18：手机天线示意图

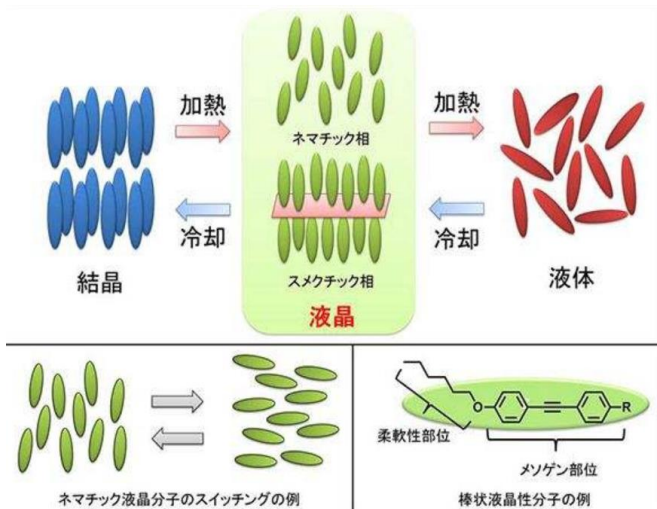


资料来源：公开资料整理、万联证券研究所

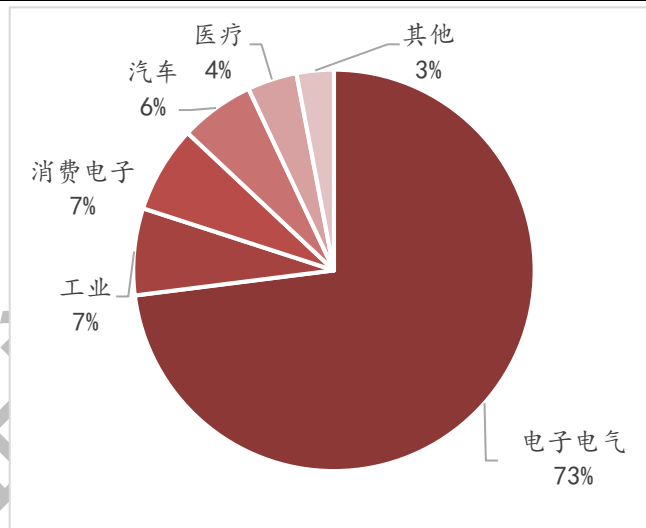
LCP（Liquid Crystal Polymer，液晶高分子聚合物）是一种芳香族热塑性聚酯类新型高分子材料，具有良好的热稳定性、介电性、耐辐射性、耐腐蚀性、电绝缘性以及自

增强性。其下游应用十分广泛，包括电子电气、工业、消费电子、汽车以及医疗行业。其中电子电气应用LCP的占比高达73%，主要用作高密度连接器（SMT）、天线、电容器外壳、插座、SIMM/QFP插口、电子封装材料等。

图表19：LCP液晶态示意图



图表20：LCP应用分布

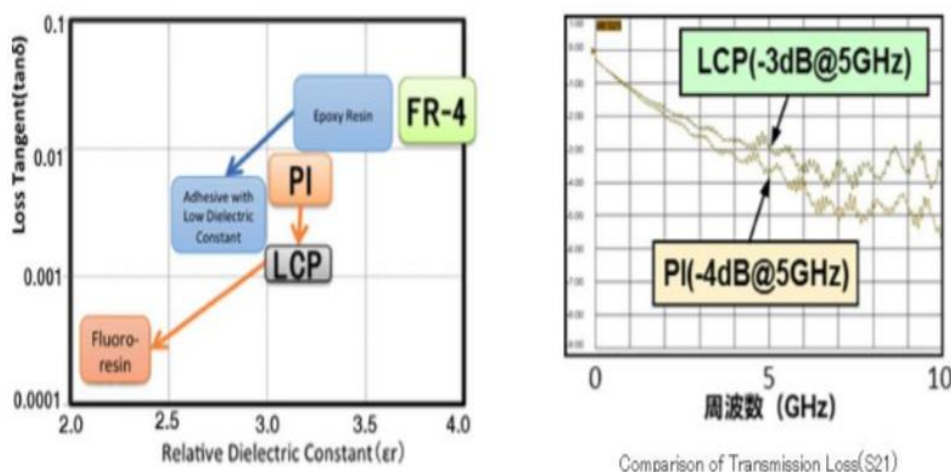


资料来源：strategy analytics、万联证券研究所

资料来源：Prismane Consulting、万联证券研究所

5G时代LCP有望取代PI成为在5G时代天线的核心材料。LCP的介电常数 D_k 在2.9-3.1之间，可以在几乎全射频范围内保持恒定，且其传输损耗可达到PI的十分之一，能够有效降低信号损失、提高通信质量。另外，LCP的可弯折性较PI更好，厚度可降至传统天线的65%，可以提高手机内部以及基站天线的空间利用效率。因此LCP有望替代PI成为5G时代天线PFC软板中的重要基材，LCP市场将迎来快速增长。

图表21：LCP与PI传输损耗对比



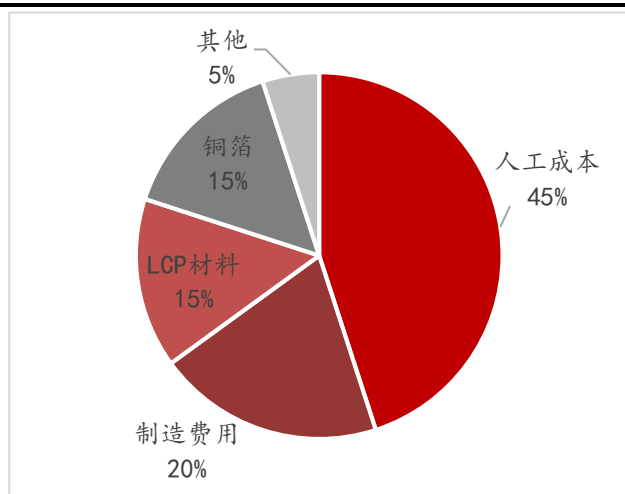
资料来源：住友电气工业、万联证券研究所

除LCP外，另一种天线新型FPC基材是MPI（Modified PI，改性PI）。MPI是对PI的升级，其技术门槛较低，且在5G主频段Sub-6G的介电性能和传输损耗率与LCP的差距

较小，价格比LCP更优惠、良品率比LCP高，因此在4G向5G过渡阶段（即5G低频段时期），MPI可与LCP分庭抗礼，甚至较LCP更占优势。但在5G扩展频段（毫米波频段），LCP的性能优势更加突出，且随LCP产能扩大、生产技术的提升，LCP原料成本仍有较大下降空间，届时，LCP仍将以绝对优势成为5G天线的主流基材。

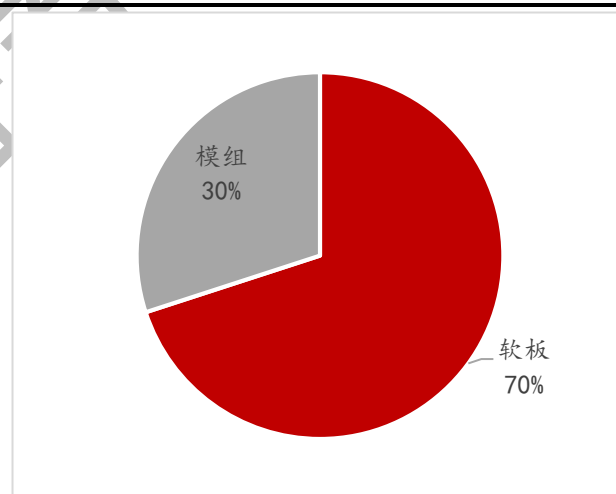
据悉，iPhone X中采用的就是LCP天线，目前LCP天线的单价约为4-5美元/根。而LCP材料成本约占LCP软板总成本的15%。另外，以LCP软板为基材的手机天线中，软板成本占天线总成本的70%。综合以上两种占比可以得出，LCP原材料成本占LCP天线总成本的10%左右，即每根天线中LCP原材料的成本约占0.4-0.5美元，以5G手机平均每部需要8根天线计算，则目前1部5G手机中LCP原材料成本需花费3.2-4美元，后期该价格水平将随着LCP扩大生产以及技术升级而下降。

图表22：LCP软板生产成本结构



资料来源：新材料在线、万联证券研究所

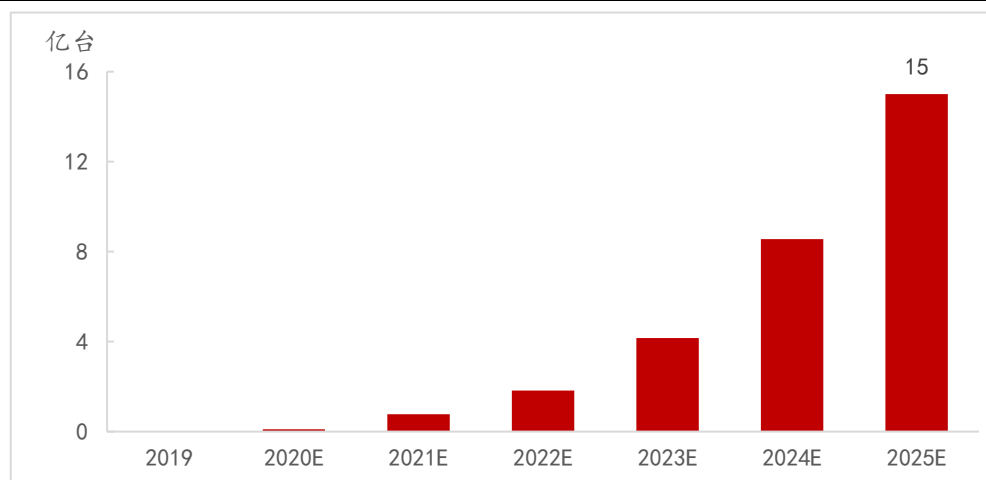
图表23：LCP天线成本结构



资料来源：新材料在线、万联证券研究所

strategy analytics曾做出预测，到2025年，全球5G手机出货量将达到15亿台。我们以到2025年，50%的5G手机采用LCP天线、LCP原材料生产成本降至现阶段的60%进行保守估计，则全球仅手机对LCP原材料的总需求也在10亿美元以上。作为世界上最大的5G市场，我国5G手机产量将至少占全球的50%以上，则到2025年，我国对于LCP原材料的需求量将至少达到30亿人民币规模。

图表24：全球5G手机出货量预测



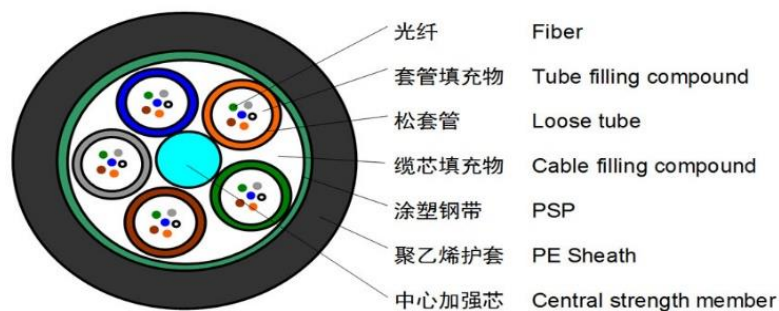
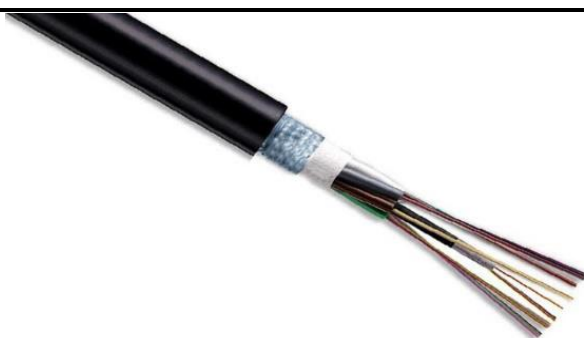
资料来源：strategy analytics、万联证券研究所

目前全球范围内LCP的产能主要由日本宝理塑料、住友化学和美国塞拉尼斯、苏威等掌握，我国LCP产能仅占世界总产能的20%左右。若想要降低对进口LCP材料的依赖，我国相关企业还需进一步扩大产能并进行技术升级，从而充分应对5G时代对LCP的庞大需求量。现已有沃特股份、金发科技、普利特等头部企业加大对LCP原材料的研发和生产力度，并积极与下游5G设备生产企业展开合作，LCP国产化提速。

2.2 光纤光缆

光缆由光纤、中心加强芯、缆芯填充物以及护套等构成，是重要的通信组件，光纤光缆通信取代了传统的电缆成为了互联网时代的主要通讯传输方式，这种传输方式在“电-光-电”的转换过程中实现数据和信号的传输，具有频带宽、损耗低、可靠性高等特点，其传输介质是光缆中的光导纤维，即光纤。单根光纤的传输速率可以达到几Gbps，单次传输距离可以达到几十公里，将数百数千根光纤组合成光缆，便可以在加强光纤强度的同时，进行更大量的数据传输，据悉，用于跨国、跨洲数据传输的海底光缆的传输速率甚至可达到几十Tbps。

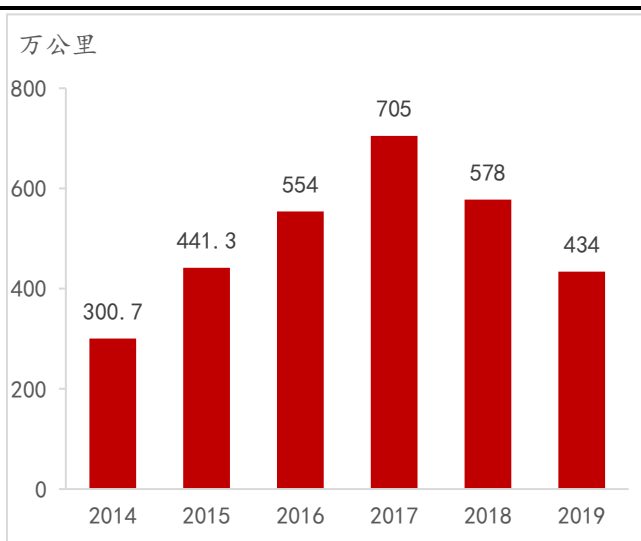
图表25：光缆结构示意图



资料来源：公开资料整理、万联证券研究所

2019年是我国光纤光缆行业的寒冬期，5G有望带领行业回暖。2018年，4G建设开始进入尾声，我国光纤用户渗透率达到93%，FTTx（Fiber To The Home，光纤入户；Fiber To The Building，光纤入楼）增长也进入瓶颈期，彼时5G也尚未开始进行基础设施建设，新建光缆里程数以及光缆产量于开始出现下降趋势。2019年，我国新建光缆里程数仅434万公里，为2015年以来的最低水平；光缆产量仅2.65亿芯公里，为自2014年以来首次低于3亿芯公里，我国作为光纤光缆产能第一大国，光纤光缆产业出现了严重产能过剩问题，行业触底进入寒冬。

图表26：我国新建光缆里程数



资料来源：工信部、万联证券研究所

图表27：我国光缆产量及其同比增长率



资料来源：工信部、万联证券研究所

2020年以来，5G基站进入加速建设阶段，且5G基站的覆盖面积更小、基站建设需求更高，都预示着5G时代需要更多的光纤光缆。光纤光缆产业将迎来新的景气周期，

同时也为相关新材料带来了增长机会,下面主要介绍光纤光缆的核心材料光纤预制棒和用于保护光纤光缆的涂覆材料。

2.2.1 光纤预制棒

光纤预制棒是由四氯化硅制成的用于拉制光纤的材料预制件,是光纤光缆的核心材料,光纤预制棒的质量对光纤的质量有直接的影响,而光纤传输需要把传输损耗降到最低,因此需要光纤预制棒的四氯化硅达到极高的纯度,这也使得光纤预制棒成为了高技术门槛、高附加值材料,在光纤光缆整体利润中占据制高点,光纤光缆中70%的利润都来源于光纤预制棒。

图表28: 光纤预制棒示意图



资料来源: 公开资料整理、万联证券研究所

目前世界范围内仅有极少数企业掌握了光纤预制棒的生产工艺,供应较为紧缺。可以说,掌握了光纤预制棒的生产工艺便是突破了光纤光缆产业最大的壁垒,站在了产业链的顶端。我国早期光纤预制棒技术处于短板,80%的需求都需要从美、日进口,后期通过技术引进和自主研发,我国现已逐渐掌握光纤预制棒的生产技术,根据CRU公布的数据显示,在全球主要生产光纤预制棒的20家企业中,我国已有长飞光纤、亨通光电、中天科技、烽火通信、杭州富通等8家企业在列。其中长飞光纤是我国光纤预制棒产能第一的企业,占国内总产能30%左右。

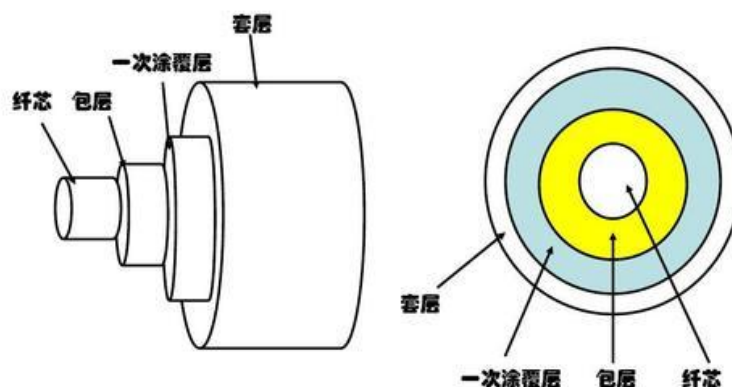
但基于我国对于光纤预制棒的高需求量,目前还不能实现完全自给自足,仍有10%左右的需求需要依赖进口,国产化率有待进一步提升。2018年,我国将针对光纤预制棒的反倾销政策延长至了2023年,对于国产光纤预制棒企业来讲,是绝佳的扩产能、提高毛利的机会。预计2022年以后,我国光纤预制棒能够实现自给自足,到2023年,我国光纤预制棒产量和需求量分别有望达到2.02万吨和1.94万吨,总产出将达到14亿元以上。

2.2.2 紫外固化光纤光缆涂覆材料

紫外光固化光纤光缆涂覆材料是为使光纤能够在不同环境下,均保持优异的机械强度和光学性能的涂覆在光纤表面的涂料。在涂覆材料的保护下,光纤的抗弯折能力和耐

磨性更强，能够保持优异的机械强度，且使用寿命和光学性能都能够在一定程度上有所提升，优质紫外固化光纤光缆涂覆材料更是可以有效提升光纤质量，降低传输损耗，并长期降低光纤的使用和维护成本。因此，紫外固化光纤光缆涂覆材料已成为光纤传输的重要组成部分。

图表29：光纤结构示意图



资料来源：公开资料整理、万联证券研究所

现阶段生产的光纤光缆已100%使用了紫外固化光纤光缆涂覆材料，因此紫外固化光纤光缆涂覆材料的需求量与光纤光缆的需求量是同步变化的。前文提到，2020年以来，随5G建设增速，光纤光缆产业有望回暖，因此也将带动紫外固化光纤光缆涂覆材料需求量上涨。据悉，每生产1亿芯公里光纤所需的紫外固化光纤光缆涂覆材料约为4500吨，以2020年我国生产3.5亿芯公里的光纤光缆进行估计，则2020年我国对紫外固化光纤光缆涂覆材料的需求量有望达到1.57万吨。

我国生产紫外固化光纤光缆涂覆材料的龙头企业是飞凯材料，其销量占据国内60%以上的份额，同时也向美国、印度、韩国等国家进行产品出口，2020年，公司为满足5G建设对紫外固化光纤光缆涂覆材料的增长需求，预计扩大1万吨产能，同时投产紫外固化光纤光缆涂覆材料上游原料（引发剂）以降低生产成本。

2.3 电子陶瓷

电子陶瓷是通过对表面、晶界和尺寸结构的精密控制最终获得的具有独特电学、光学、磁学等等性质的陶瓷，具有高机械强度、耐高温高湿、抗辐射、介质损耗正切值小、抗电强度和绝缘电阻值高以及抗老化等诸多优异性能，因而被制成了多种元器件并广泛应用于电子电力工业中，包括消费电子、航空航天、机械工程、国防军工、医疗汽车工业等多个细分领域。

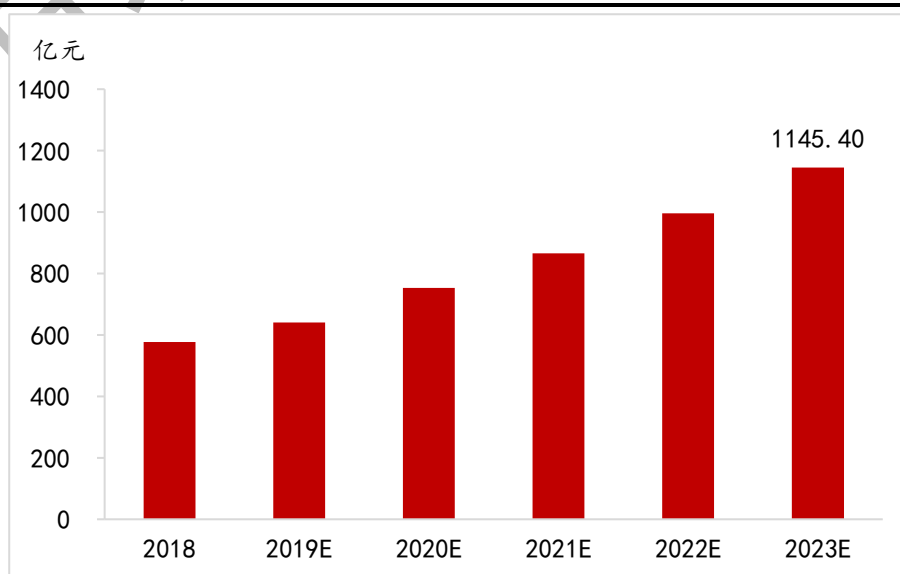
图表30：电子陶瓷产业链

上游	中游	下游
<ul style="list-style-type: none"> • 陶瓷粉体 • 化工原料 • 有色金属 	<ul style="list-style-type: none"> • 光纤陶瓷插芯 • 陶瓷封装基座 • 陶瓷基片 • 陶瓷基体 • 微波介质陶瓷 • 接线端子 • 其他 	<ul style="list-style-type: none"> • 消费电子 • 汽车工业 • 光通信产品 • 移动通信产品 • 新能源

资料来源：新材料产业、万联证券研究所

2019年全球电子陶瓷的市场规模约为241.4亿美元，我国电子陶瓷的市场规模也已在2018年达到了576.9亿元。随着5G投入商用，电子陶瓷的市场有望进一步打开，预计到2023年我国电子陶瓷市场规模将增长至1145.4亿元。

图表31：我国电子陶瓷市场规模预测



资料来源：粉体网、万联证券研究所

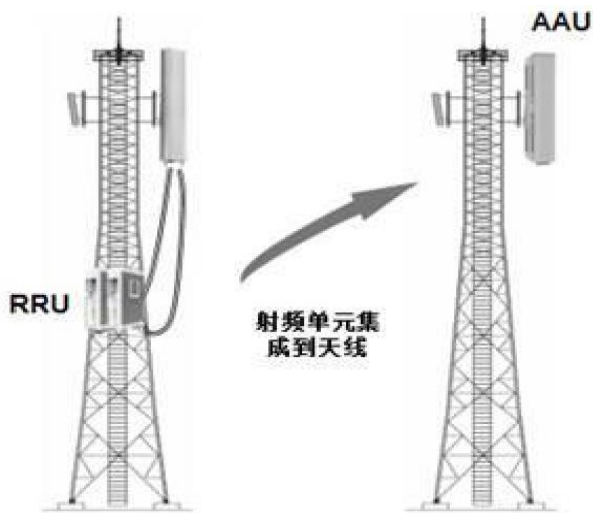
2.3.1 陶瓷介质滤波器

滤波器是基站射频器件中必不可少的关键器件之一。不同的基站有明确的工作频段，而滤波器就是帮助基站让需要的频率信号通过，并过滤不需要的频率信号、排除外界的干扰从而确保收发信号的精准度。

5G宏基站为简化站点部署、降低损耗，采用了射频模块与天线一体化的有源天线AAU设计，同时5G采用的Massive MIMO技术使天线从4/8通道上升到了64通道，并通过调整天线阵列中天线的收发单元的幅度和相位实现波束赋形，这就要求每个天线单元都需

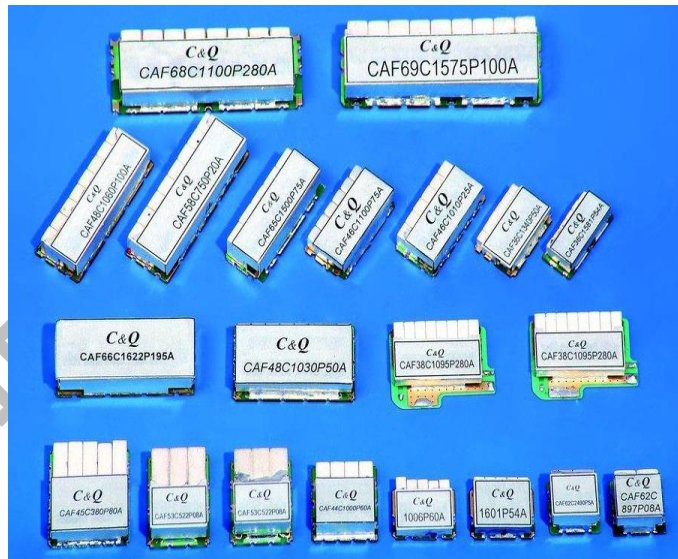
要有独立的收发信号的能力,则每一条通道都需要配备相应的滤波器等器件以构成完整的电路,现阶段主流的AAU集成方案是将滤波器阵列在天线背部的PCB上。且5G时代为实现毫米波的信号覆盖和高密度连接,需要在宏基站的基础上部署大量的微基站。这就使得5G时代在对滤波器需求数量大幅提升的同时,也对滤波器的体积和重量提出了更高的要求。

图表32: 4G和5G基站结构演进



资料来源: OFweek、万联证券研究所

图表33: 陶瓷介质滤波器示意图



资料来源: 公开资料整理、万联证券研究所

3G、4G时期选用的主要是金属腔体滤波器,这种滤波器技术成熟、价格较低,但其体积大且易发热,因而不适用5G时代的Massive MIMO技术。与金属腔体滤波器相比,陶瓷介质滤波器基于其高稳定性、高Q值、高介电常数的特点。

高稳定性: 陶瓷介质的频率温度系数 τ_f 很小,谐振频率几乎不会随外界环境变化而变化,因此陶瓷介质滤波器具有高稳定性和高可靠性。

高Q值: Q值即品质因数,与介质损耗成反比,Q值越高则介质损耗越低,滤波器的选频能力更好。

高介电常数: 滤波器的尺寸与电介质材料的介电常数的平方根成反比,介电常数越高,则滤波器的尺寸越小。

综上,陶瓷介质可以有效降低滤波器的体积、重量以及传输损耗。且微波介质陶瓷的原材料陶瓷粉体的价格较金属低,使得陶瓷介质滤波器的物料成本较金属腔体滤波器更低。因此未来陶瓷介质滤波器有望占据5G时代滤波器的主要市场。

图表34: 陶瓷介质滤波器与金属腔体滤波器性能对比

	微波介质陶瓷滤波器	金属腔体滤波器
介电常数	高	低
Q 值	高	低
温飘	低	高
体积	小	大
重量	小	大
成本	低	高
使用场景	64T/64R	2T2R/4T4R/8T8R

资料来源：公开资料整理、万联证券研究所

目前陶瓷生产工艺还在发展上升阶段,短期内陶瓷介质滤波器还难以实现大规模量产,市场上呈现供不应求的状态,且其造价在一段时间内将持续处于高位。后期随着行业的生产技术精进以及产能提升,陶瓷介质滤波器成本仍有较大下降空间。据悉,目前基站每面天线中陶瓷介质滤波器的成本价约为3200元,每座基站设置3面天线,则当我国5G基站总数量达到500万座时,若滤波器的成本价格能够降至目前的60%、陶瓷介质滤波器在基站中的普及率达到85%,则陶瓷介质滤波器在我国的总市场规模将达到200余亿元。

图表35：我国陶瓷介质滤波器市场规模预测

	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	合计
每座基站天线数（面）	3	3	3	3	3	3	3	3	-
新建基站数量（万座）	13	70	90	110	80	55	42	40	500
天线总数（万面）	39	210	270	330	240	165	126	120	-
每面天线中陶瓷介质滤波器成本（元）	3200	3200	2939	2699	2479	2276	2091	1920	-
陶瓷介质滤波器普及率	40%	40%	44%	48%	56%	64%	75%	85%	
新建基站天线中滤波器总价（亿元）	5.00	26.88	34.91	42.75	33.32	24.03	19.76	19.58	206.23

资料来源：万联证券研究所测算

2.3.2 手机背板

陶瓷是5G时代消费电子产品背板主要材料之一。智能手机等消费电子产品最初大多使用塑料背板,后期为追求产品的美观性和质感,金属取代了塑料成为了制作背板的主要材料。但5G采用的是毫米波,金属背板会对信号产生屏蔽作用。5G时代智能手机背板去金属化已成大势所趋。

陶瓷材料介电损耗低、无信号屏蔽、强度硬度高、耐磨性和散热性良好,且成品质感好、外表美观,能够很好的满足5G时代智能手机对背板的需求。此外,陶瓷在指纹识别、智能手表等可穿戴设备产业以及其他消费电子产业也备受欢迎。

图表36：小米MIX 3陶瓷背板



资料来源：小米官网、万联证券研究所

但由于目前陶瓷后盖的生产难度大、良品率较低、价格相对较高，目前单片陶瓷后盖的价格在150-200元之间，因此采用陶瓷作为背板材料的通常是旗舰机等高端机型。以2025年全球5G手机出货量达到15亿台、我国5G手机出货量占全球总出货量的50%预计，假设届时陶瓷背板的渗透率为10%，价格降至现在的50%，则我国陶瓷后盖的需求量将达到7500万片，市场规模在56-75亿元左右。

5G时代，另一与陶瓷背板并驾齐驱的是PC/PMMA复合背板。这种复合板材通过将PC和PMMA共挤得到，因而兼具PC的韧性和PMMA的硬度和耐磨性。且通过纹理设计和3D高压成型，复合板材可以达到与3D玻璃一样的视觉质感，加之具有成本优势，2018年PC/PMMA复合板材的市场规模已达到10.9亿元，预计近几年在5G的推动下，PC/PMMA复合板材市场规模仍将以不低于30%的速度增长。

2.4 导热散热材料

智能手机等电子设备中的电池、屏幕、摄像头、处理器等多种组件在工作时会产生热量，甚至有部分组件的性能和使用寿命会在高温下受到影响。因此散热器件是电子设备中不可或缺的一部分。4G手机多采用石墨与金属背板的散热技术。但5G时代对信号传输的要求大幅提升，背板去金属化趋势已成定局。另一方面，**5G手机的功耗是4G手机的2倍有余，发热量也相应的大幅上升，因此散热需求和对散热的技术要求也会大增，原有散热技术不再适用于5G。**

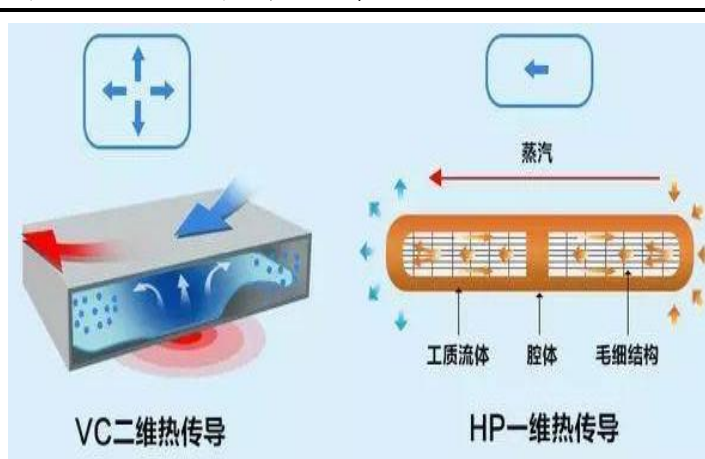
从目前已发布的5G手机采用的散热技术可以看出，“多层石墨+VC/热管”的散热方案将成为5G时代的主流。热管和VC（Vapor Chamber，均热板）的散热原理类似，内部均充满冷凝液，冷凝液受热蒸发后蒸汽在冷凝段释放热量。核心作用是热量的快速传导，其热导系数可达到石墨的10倍以上，被广泛应用于高功率、高集成度的电子设备中。区别在于热管是一维热传导，VC是二维热传导。因此VC可以覆盖更多热源区域，散热效率较热管更高。

图表37：各品牌5G手机采用的散热方案

品牌	机型	散热方案
华为	Mate 30 Pro 5G	石墨烯+液冷热管散热
小米	小米 10	石墨烯+多层石墨+VC
oppo	Reno 3 Pro 5G	多层石墨+VC
vivo	NEX 3 5G	多层石墨+VC
一加	OnePlus 7 Pro 5G	液冷热管散热
三星	Galaxy S10 5G	小型铜散热器+VC
LG	V50 ThinQ 5G	VC

资料来源：各公司官网、万联证券研究所

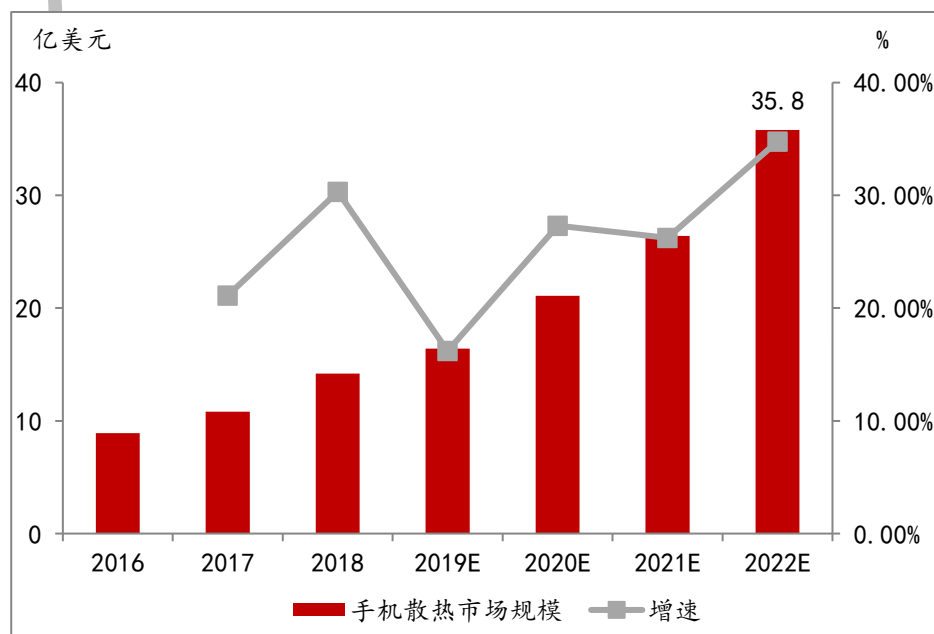
图表38：均热板与热管热传导方式对比



资料来源：公开资料整理、万联证券研究所

热管和VC的性能较石墨片更好，其价格也较石墨片更高。而VC因发展较热管晚，且其技术门槛更高，因此价格较热管更高。据悉，目前手机中使用的石墨片的单片价格在1.5-3元左右、热管单价在5-10元之间、VC单价在20-30元之间。由此可见，5G时代，手机中散热组件的价格将整体上升3-4倍，手机散热的市场空间将随5G“换机潮”的到来大幅上涨，据Yole的预测数据显示，受益于5G发展，到2022年全球手机散热市场将达到35.8亿美元。

图表39：全球手机散热市场规模趋势



资料来源：Yole、万联证券研究所

目前热管和VC的供应商多为台湾企业，超众、双鸿等台湾厂商已扩大产能且业绩高涨。为把握5G带来的红利，我国大陆飞荣达、中石科技等厂商也纷纷开始发力，投入研发生产适用于手机的超薄VC和热管等相关材料。国产散热组件产能将持续上涨。

2.5 各组件及新材料相关标的汇总

图表40：各组件及新材料相关标的汇总

PCB	深南电路（002916）、生益科技（600183）、沪电股份（002463）、东山精密（002384）
PTFE	昊华科技（600378）、巨化股份（600160）、沃特股份（002886）
LCP	沃特股份（002886）、金发科技（600143）、普利特（002324）
光纤光缆	中天科技（600522）、
光纤预制棒	长飞光纤（601869）、亨通光电（600487）、中天科技（600522）、烽火通信（600498）
紫外固化光纤光缆涂覆材料	飞凯材料（300398）
电子陶瓷	三环集团（300408）、国瓷材料（300285）
陶瓷介质滤波器	世嘉科技（002796）、通宇通信（002792）、大富科技（300134）
PC/PMMA	道明光学（002632）、万华化学（600309）
导热散热材料	中石科技（300684）、飞荣达（300602）

资料来源：万联证券研究所整理

3. 投资建议

1. 5G堪称是“改变社会”的技术革命，能够为世界带来巨大的经济产出，预计到2035年5G将在全球创造13.2万亿美元的经济产出、5G全产业链将创造2230万个工作岗位，是目前同等经济产出水平所支持的工作岗位数量的3倍有余。我国5G技术在世界范围内高度领先，有望成为世界最大的5G市场。到2030年，5G技术及其产业链将为我国带来6.35万亿元的直接经济产出、直接创造800万个就业岗位，届时5G对我国GDP的直接贡献将达到2.93万亿元。

2. 聚四氟乙烯（PTFE）有“塑料王”之称，因其介电性能优异，5G时代将取代FR-4成为PCB板的最佳基材，在5G领域得到广泛应用，当我国5G基站建设量达到500万座时，PTFE在我国5G基站PCB领域的应用规模可达20亿元以上。

3. LCP的介电性能几乎可以在全射频频范围内保持恒定，且其传输损耗低，能有效提高通信质量。且LCP的可弯折性好，可以提高手机内部以及基站天线的空间利用效率。因此，LCP是5G时代天线的重要原材料，到2025年我国对于LCP的需求量将至少达到30亿元。

4. 光纤预制棒是光纤光缆产业最大的壁垒，同时占据了行业的利润制高点。目前我国尚未实现光纤预制棒的自给自足，国产化率有待进一步提升。政策利好加之5G建设达到高峰期，预计2022年以后我国光纤预制棒能够实现自给自足，总产出将达到14亿元以上。

5. 紫外光固化光纤光缆涂覆材料能够使光纤的使用寿命和光学性能在一定程度上有所提升，并长期降低光纤的使用和维护成本。因此，紫外固化光纤光缆涂覆材料已成为光纤传输的重要组成部分。现阶段生产的光纤光缆已100%使用紫外固化光纤光缆涂覆材料，因此5G建设增速也将带动紫外固化光纤光缆涂覆材料需求量上涨，预计2020

年我国涂覆材料需求量有望达到1.57万吨。

6. 电子陶瓷凭借其诸多优异的特性而在电子电力工业中得到了广泛应用，5G时代电子陶瓷的两大重要应用领域分别是5G基站中的陶瓷介质滤波器以及手机等消费电子产品的背板。经测算，陶瓷介质滤波器在我国的总市场规模有望达到200余亿元、2025年我国陶瓷背板需求量将达到7500万片，市场规模在56-75亿元左右。

7. 5G手机的功耗是4G手机的2倍有余，发热量也相应的大幅上升，原有散热技术不再适用于5G。“多层石墨+VC/热管”的散热方案将成为5G时代的主流，技术升级将带动价格上涨，手机中散热组件的价格将整体上升3-4倍，预计到2022年全球手机散热市场将达到35.8亿美元。

4. 风险提示

政策支持力度低于预期、宏观经济景气度下行、5G基站建设速度不及预期、5G新材料国产化不及预期。

行业投资评级

强于大市：未来6个月内行业指数相对大盘涨幅10%以上；

同步大市：未来6个月内行业指数相对大盘涨幅10%至-10%之间；

弱于大市：未来6个月内行业指数相对大盘跌幅10%以上。

公司投资评级

买入：未来6个月内公司相对大盘涨幅15%以上；

增持：未来6个月内公司相对大盘涨幅5%至15%；

观望：未来6个月内公司相对大盘涨幅-5%至5%；

卖出：未来6个月内公司相对大盘跌幅5%以上。

基准指数：沪深300指数

风险提示

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

证券分析师承诺

本人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，以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

免责声明

本报告仅供万联证券股份有限公司（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。

本公司是一家覆盖证券经纪、投资银行、投资管理和证券咨询等多项业务的全国性综合类证券公司。本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。在法律许可情况下，本公司或其关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或类似的金融服务。

本报告为研究员个人依据公开资料和调研信息撰写，本公司不对本报告所涉及的任何法律问题做任何保证。本报告中的信息均来源于已公开的资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。报告中的信息或所表达的意见并不构成所述证券买卖的出价或征价。研究员任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告的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、刊登、发表和引用。未经我方许可而引用、刊发或转载的，引起法律后果和造成我公司经济损失的，概由对方承担，我公司保留追究的权利。

万联证券股份有限公司 研究所

上海 浦东新区世纪大道1528号陆家嘴基金大厦

北京 西城区平安里西大街28号中海国际中心

深圳 福田区深南大道2007号金地中心

广州 天河区珠江东路11号高德置地广场