

3D打印与5G白皮书1.0

White Paper of 3D Printing and 5G 1.0

发布：

Published by:



随时查看白皮书请关注“3D科学谷”微信公众号: [cn_3dsciencevalley](https://www.cn_3dsciencevalley.com)

www.3dsciencevalley.com

Version ID:20200405

3D科学谷核心竞争力-整合力量与影响力 Core Strength – Integrative the Power and Influence



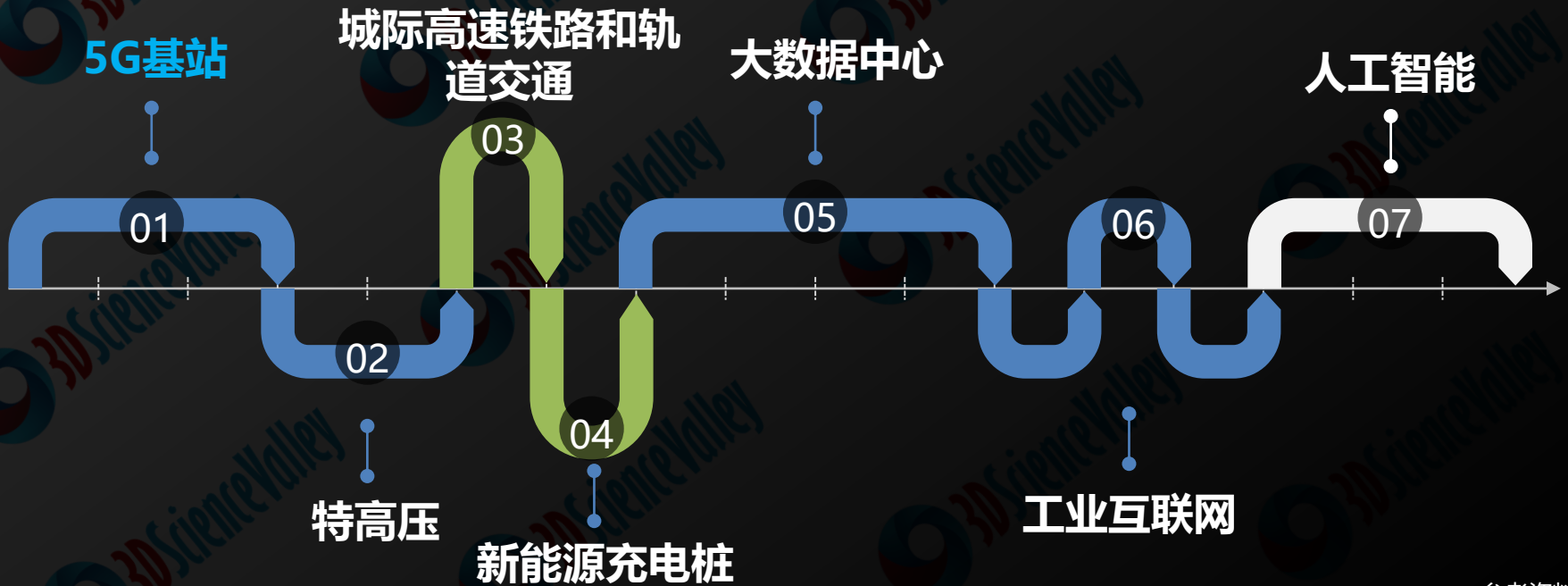
5G技术政策环境与市场机遇

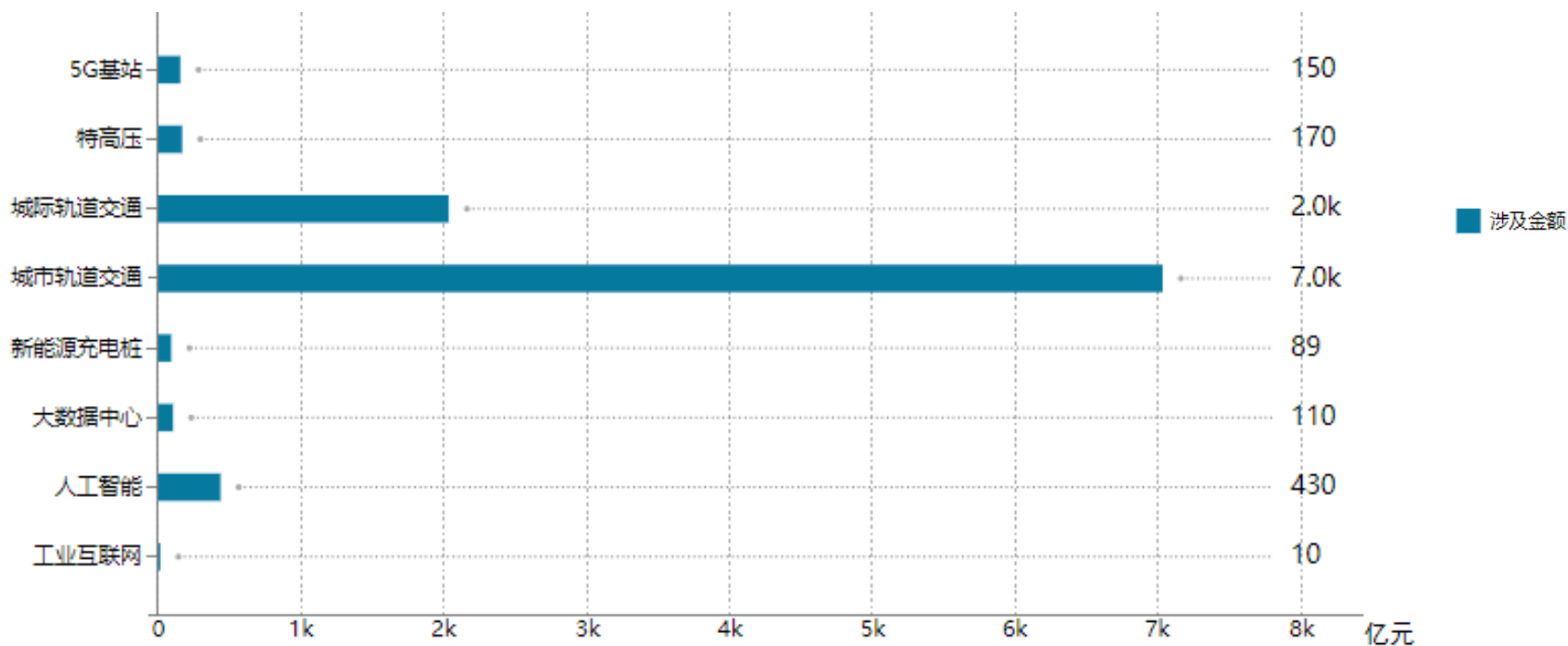
1 “新基建”中的5G发展机会

中共中央政治局常务委员会3月4日召开会议，会议指出，要加大公共卫生服务，应急物资保障领域投入，加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度。

传统基础设施建设，主要指铁路、公路、机场、港口、水利设施等建设项目，在我国经济发展过程中具有重要的基础作用。“新基建”则主要指以5G、人工智能、工业互联网、物联网为代表的新型基础设施，本质上是信息数字化的基础设施。

“新基建”
七大领域





2020年3月初，已经开建项目70多个，其中5G基站项目3个，涉及金额148个亿，总金额超过1万亿，已有24省列出计划，总投资额为48万亿。

政策支持力度

作为产业经济发展风向标的北京、上海、深圳等城市先后发布推动5G核心产业发展的相关政策，《北京市5G产业发展行动方案（2019-2022年）》、《上海5G产业发展和应用创新三年行动计划（2019-2021年）》、《深圳市人民政府印发关于率先实现5G基站设施全覆盖及促进5G产业高质量发展若干措施的通知》均提出在5G关键元器件等领域实现重点突破，可知5G核心产业发展是各地抢抓5G发展先机的重要支点。

市场需求高

中国信通院预测，随着5G商用、大规模网络建设开展，2020年网络设备和终端设备收入合计约4500亿元，2030年各领域在5G设备上的支出将超过5200亿元，持续拉动5G核心产业发展。

技术难度提升

5G建设对天线设计、节能降耗、中高频器件提出了更高的要求，Massive MIMO等5G创新技术的出现推动光纤等产业向高附加值产业发展，技术要求提升，倒逼中低端产业升级。华为、中兴等主设备商成为产业技术升级的重要驱动力，通过主设备商研发设计、制造商生产代工的模式，我国5G核心产业将得到升级发展。

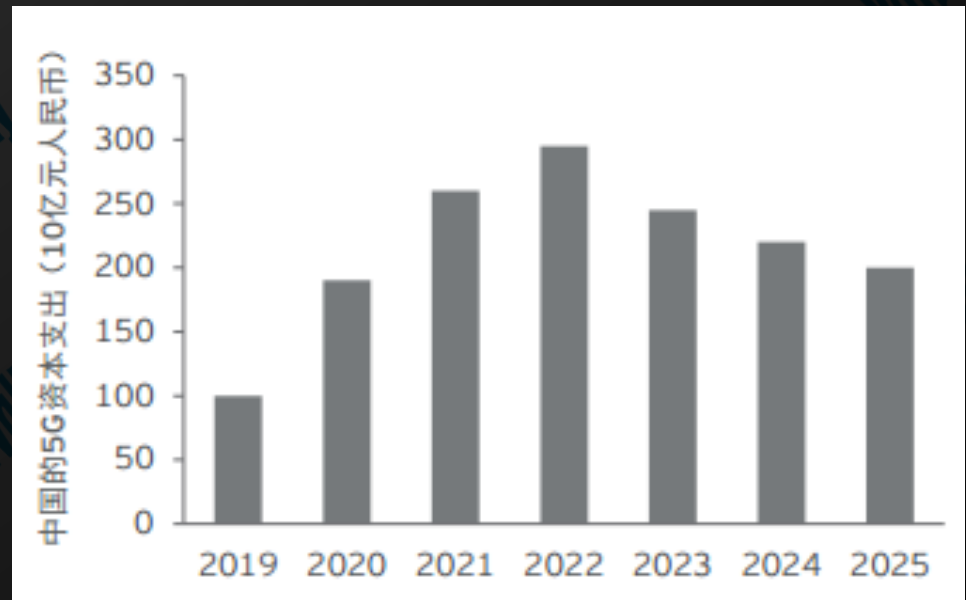
4 5G市场中国运营商投资预测

中国运营商5G投资预测

项目	5G投资测算依据	5G投资 (亿元)	4G投资 (亿元)	增长%
网络规划	一般总投资额2%	286	150	91%
基站设备	4G宏基站平均价格为9.5万元，预计5G宏基站平均为14.5万元（投资初期单价会较高，根据专家访谈目前价格在20-30万左右）	7250	2805	158%
核心网设备	5G核心网的重要性进一步加强，支持切片、云化	380	200	90%
传输设备	包括前传、中传、回传及配套的城域网/骨干网扩容，根据4G经验测算，同时考虑SDN/NFV带来软硬件解耦，硬件设备通用化	2600	1800	44%
光纤光缆	5G前传和中传将带来新增光纤需求，此外还考虑CU与DU集中部署与分离部署的比例及现网复用率	280	152	84%
无线工程建设	根据4G经验测算	1850	1800	3%
小基站	预计小基站单价在1万元	1000	343	192%
其他	其他设备，包括支撑系统、运营商自采器材等	650	500	30%
总投资	各项加总	14296	7450	92%
设备零部件领域				
基站天线	宏基站64通道192振子，每个宏基站3面天线，每面天线平均按3000元测算	437	166	163%
基站滤波器	单面天线64通道对应64个滤波器，宏基站平均按50元/个测算	480	81	493%
基站功放	单面天线64通道对应64个功放，宏基站平均按50元/个测算	480	128	275%
光模块	考虑前传、中传、回传需求，目前5G光模块网络并未确定，一个基站大概前传6个，中传2个，回传2个	370	180	106%
基站PCB	单扇面平均0.3平米，每平米5500元，BBU成本4000元左右，合计9600元	456	120	280%

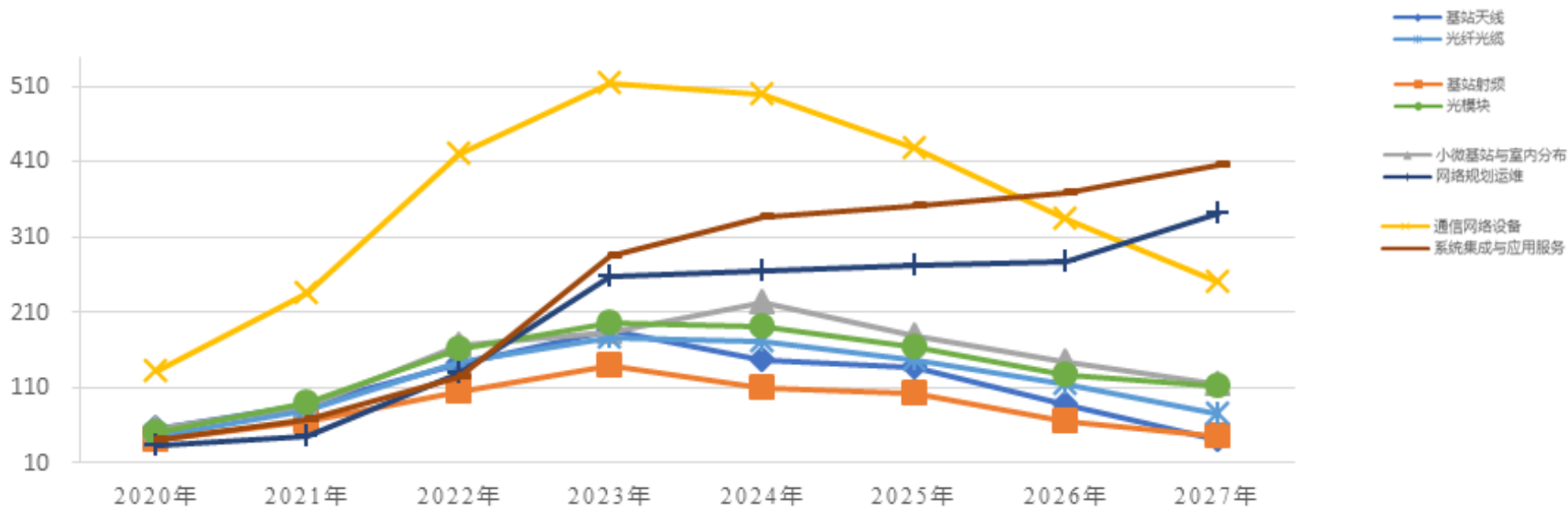
Source : 公开资料、中信建投

安永预计，2019-2025年，中国5G资本支出可能达到1.5万亿元人民币（约合2230亿美元）。中国信息通信研究院发布的一项调查结果显示，到2025年，中国5G市场规模可能达到1.1万亿元人民币，占中国大陆地区国内生产总值的3.2%；到2030年，将产生800万个就业机会，实现2.9万亿元人民币的经济价值。



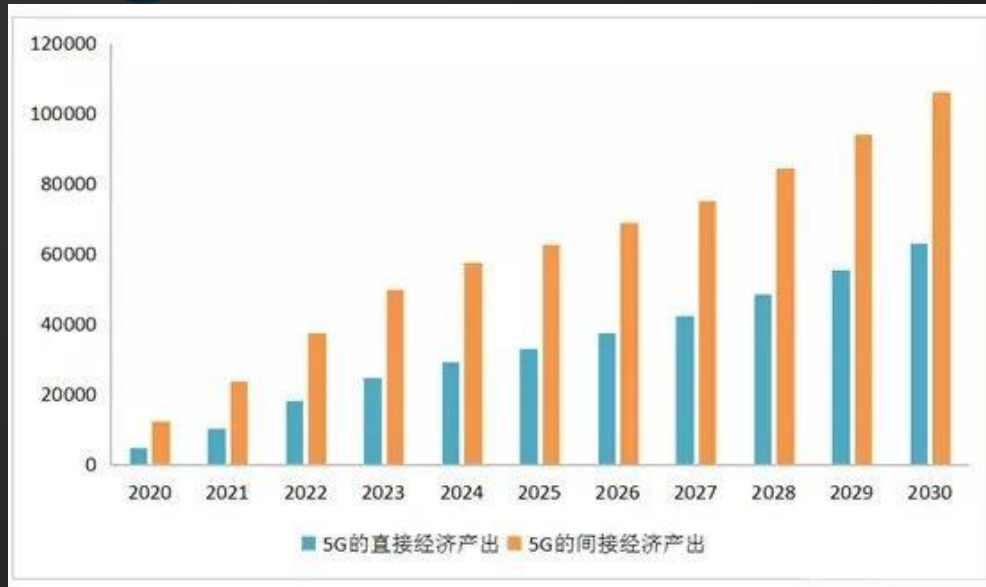
来源：安永分析

2020-2027年中国5G 细分环节市场规模预测（亿元）



来源：赛迪顾问

根据赛迪顾问总裁孙会峰，从产业推动要素来看，拉动5G产出增长的动力随着5G商用进程的深化而相继转换：在5G商用初期，运营商大规模开展网络建设，5G网络设备投资带来的设备制造商收入将成为5G直接经济产出的主要来源，预计2020年网络设备和终端设备收入合计约4500亿元，运营商在5G网络设备上的投资将超过2200亿元；5G商用持续推进，互联网企业与5G相关的信息服务收入增长显著，成为直接产出的主要来源，5G设备的支出将稳步增长，预计2030年互联网信息服务收入达到2.6万亿元，各领域在5G设备上的支出将超过5200亿元。



根据中国信通院2018年发布的《5G经济社会影响白皮书》，按照2020年5G正式商用算起，2030年5G带动的直接产出和间接产出将分别达到6.3万亿和10.6万亿元，综合平均复合增长率为26%。

其中，在直接产出方面，2020年、2025年、2030年将分别增长到0.48万亿、3.3万亿、6.3万亿元，十年间的年均复合增长率为29%。在间接产出方面，2020年、2025年和2030年，5G将分别带动1.2万亿、6.3万亿和10.6万亿元，年均复合增长率为24%。

8 5G通信产业核心部件主要供应商

核心网、BBU、RRU

华为
中兴
爱立信
新诺基亚

芯片及模组

海思
中兴
MTK
大唐电信
晨讯

天线/天线振子

通宇通讯
摩比发展
京信通信
盛路通信
齐星铁塔
梅泰诺
飞荣达
宜通世纪
华为

小基站

京信通信
邦讯技术
三元达
超讯通信
日海通讯

射频器件 (PCB/覆铜板/滤波器)

PCB/覆铜板:

生益科技
沪电股份
深南电路

滤波器:

东山精密
武汉凡谷
大富科技
春兴精工
麦捷科技
信维通信
硕贝德
顺络电子

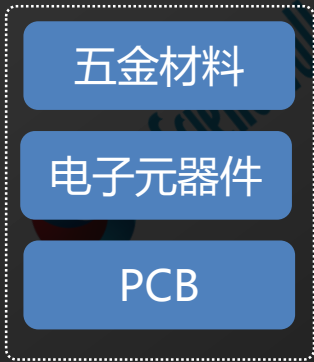
光模块/光器件

中际装备 (苏州旭创)
光讯科技
天孚通信
昂纳科技
新易盛
博创科技
科信技术
太辰光
日海通讯

5G天线市场-技术及应用

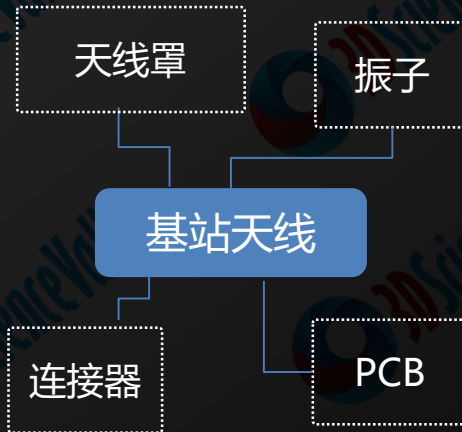
9 5G 基站天线产业链

01 上游



02 中游

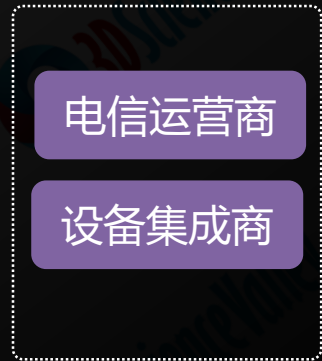
元件供应



产品及解决方案



02 下游



01

采购特点:

5G基站天线与RRU合为AAU (有源天线), 射频电缆消失, AAU与设备商BBU难解耦, 天线被部件化, 采购方式逐步转向由设备商采购。

发展趋势:

由于MassiveMIMO技术引入, 直接导致基站天线发展的三个趋势:1)无源天线向有源天线发展2)光纤替代馈线3)RRH(射频拉远头)和天线部分集成。

02

03

主要类型:

随着通信网络向5G的不断演进, 阵列天线(多天线空分复用)、多波束天线(网络致密化)和多频段天线(频谱扩展)将成为未来基站天线发展的主要类型。

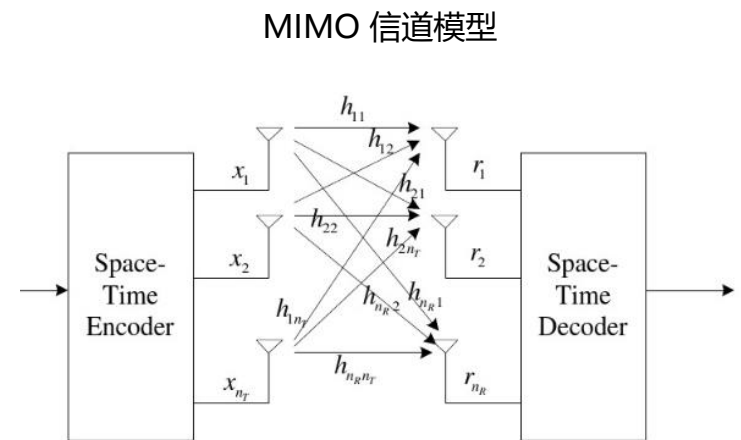
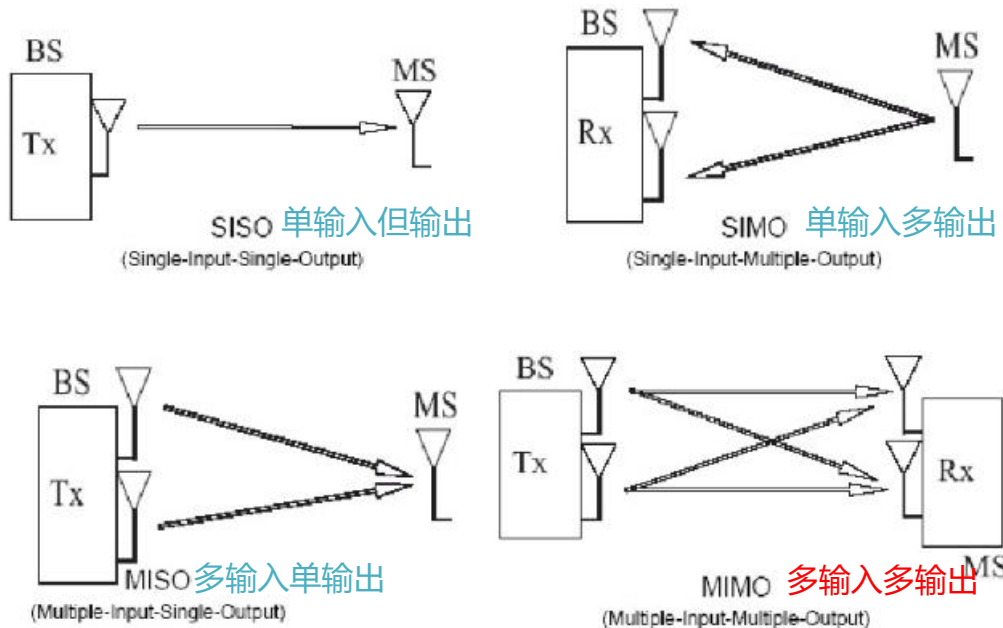
在5G基站天线集成化的趋势下, **小型化及轻量化成为天线设计基础。**



11 MIMO 天线

基于阵列式的多入多出(MIMO)技术使基站天线数量成倍增加，远远超过了移动终端使用的天线，从而大幅提高通信频谱效率。MIMO技术是5G通信中比较重要的技术，根据MIMO技术的相关要求，5G移动通信的天线应具有高增益、小型化、宽频段及高隔离度等技术特征，以满足5G通信的高传输速率、波束智能赋形、波束能量聚集等功能。

MIMO天线有时被称作空间多样，因为它使用多空间通道传送和接收数据，利用MIMO技术可以提高信道的容量。5G基站的天线小型化有利于阵列天线的安装部署。频段升高，基站数量增加也必将加强有源一体化天线的普及趋势，一体化基站子系统将会被广泛地应用。



制造工艺

LDS



激光直接成型技术(Laser-Direct-structuring),在成型的塑料支架上,利用激光镭射技术直接在支架上化镀形成金属天线pattern。这样一种技术,可以直接将天线镭射在手机外壳上。LDS技术目前已经被广泛应用于通信、汽车电子、机电设备、医疗器械等应用领域。



LRR

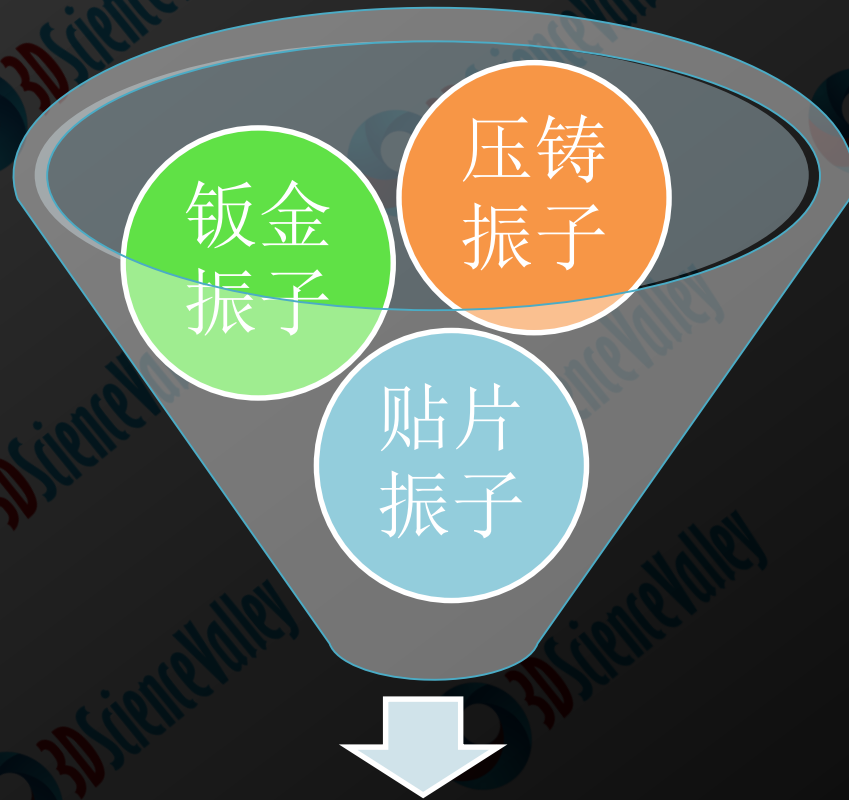
LRP (LDS的升级技术)指通过三维印刷工艺,将导电银浆高速精准地涂敷到工件表面,形成天线形状,然后通过三维控制激光修整,以形成高精度的电路互联结构。3D-MID技术的LRP(激光重构印刷Laser Restructured Print)是适用于大规模量产的基于3D激光的3D打印技术。

LCP



LCP (液晶聚合物材料)作为一种新材料,非常适用于微波,毫米波设备,具有很好的应用前景。多层 LCP 天线非常适用于高频段,有望成为手机天线的主要发展趋势, 2020年其市场空间预计能达到24-30亿美元以上。LCP, 是80 年代初期发展起来的一种高性能特种工程塑料,主要生产商包括Du Pont、Ticona、住友、宝理塑料、东丽等。

5G天线核心部件 - 轻量化
需求推动天线振子升级，塑料
天线振子成为5G天线的主
流方案



3D打印应用点

塑料振子：3D选择性电镀塑料振子，即在塑料振子表面进行电镀，3D塑料振子的制造工艺一般指的是注塑+激光，激光就是在塑料表面用激光进行3D打印电路板，实现部分PCB功能。3D塑料振子方案凭借高精度，低重量和低成本等优势，有望替代传统钣金和金属压铸振子方案，成为5G的主流方案。

14 5G采用Massive MIMO天线技术面临的三大挑战

01

功放效率和散热挑战

Massive MIMO天线由于需要64套功放及架设在高空，不利于水冷或风冷技术散热，会变相的催生出基站**天线散热材料**以及更多的天线振子需求。

02

大规模生产和快速测试能力挑战

根据国内三大运营商每天需3000幅天线需求，大规模的生产能力和快速测试能力是Massive MIMO天线成功落地的关键，天线厂商必须将自动生产化、业务数字化和信息化智能化高度融合，以提高生产和测试能力。

03

成本挑战

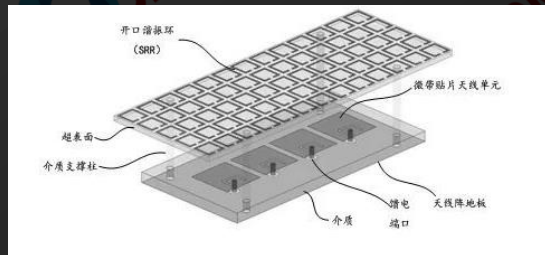
由于天线技术采用超高容量场景的64TR，需要配套更多组射频单元。因此，降低天线系统成本是5G建网的首要条件。

15 5G新体制天线技术简介

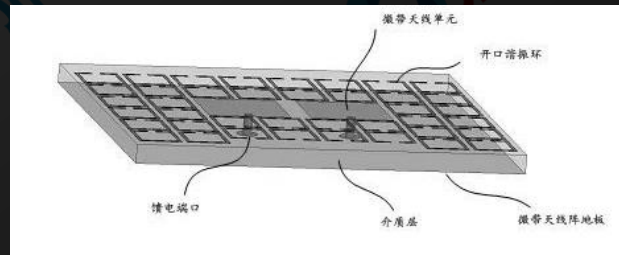
西安电子科技大学天线与微波技术重点实验室 赵鲁豫教授及团队提出两大类新体制天线技术：

- 1) 基于耦合谐振器去耦网络的紧耦合终端天线；
- 2) 基于超材料（超表面）的MIMO, Massive MIMO天线阵耦合减小及性能提升技术。

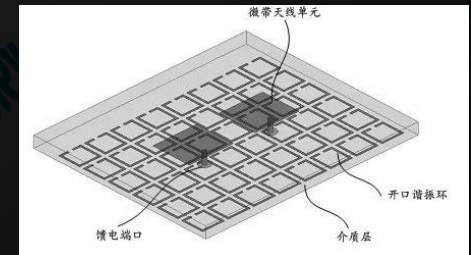
该团队开拓了三种超材料技术与MIMO天线、天线阵及相控阵相结合的天线技术，分别是：



超表面覆盖于天线阵列之上



天线单元镶嵌于超表面同层



超表面替代天线阵列的地板

16 其他5G天线技术及应用

天线小型化应用：

1. 新加坡国立大学陈志宁教授团队和东南大学洪伟教授团队的基于超材料的平面透镜天线阵；
2. 加拿大康考迪亚大学一些学者提出的同样含有超材料透镜的、用缝隙波导馈电的天线阵；

一种5G可调谐天线专利：

- 1、发明人：刘冬生，王萌
- 2、申请人：讯创（天津）电子有限公司
- 3、地址：300385 天津市西青区经济开发区宏源道12号天直工业园4号B座
- 4、专利简介：本发明提供了一种5G可调谐天线，包括基材层、天线层、天线组、接口连接线、RF分布单元和CMOS中央单元，所述的基材层上表面涂覆有天线层，所述天线层表面设有天线组，所述的天线组通过接口连接线连接，所述的接口连接线上表面通过铜柱与RF分布单元以及CMOS中央单元连接，本发明利用多天线技术实现移动终端与基站连接，利用陶瓷材料作为基材，利用镭雕工艺雕刻成天线阵列，损耗更低且加工更加紧密，通过激光切割工艺保证每一个天线与设计的天线性能完全相同，发挥天线应有的效能，保持整机合理功耗，确保传输速率超过10Gbps。

5G天线市场-市场规模

17 全球主要国家5G预商用计划

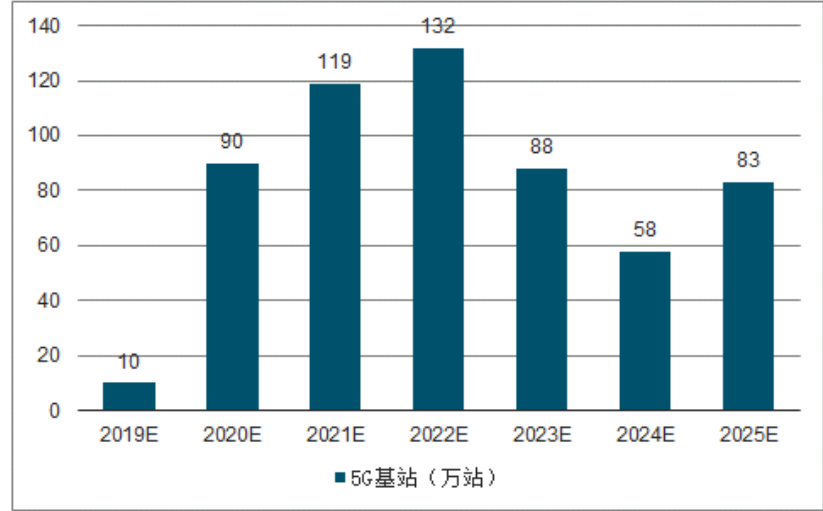


从上图可看出，2021年将是5G商用建设高峰，其市场规模也将大幅增长。

18 国内5G基站建设规模预测

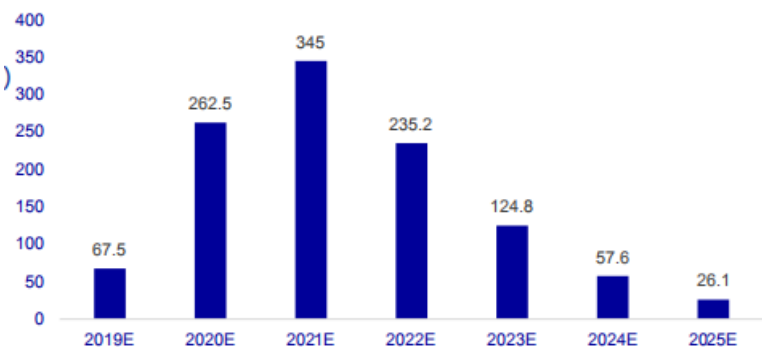
运营商	4G基站 (2018)	5G基站 (预计数量)	5G RFU数量 (3面/基站)
中国移动	195W	292.5W	645W
中国联通	96W	144W	456W
中国电信	137W	205.5W	618W
总计	428W	750W	2250W

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年站规模有望达到60~80万个。



2019 - 2025年基站建设规模预测，中信建投预计我国5G宏建站密度将至少是4G基站的1.5倍，总数或将达到近600万个。

I5 : 全球宏基站天线 (无源部分) 5G投资规模 (单位: 亿元)



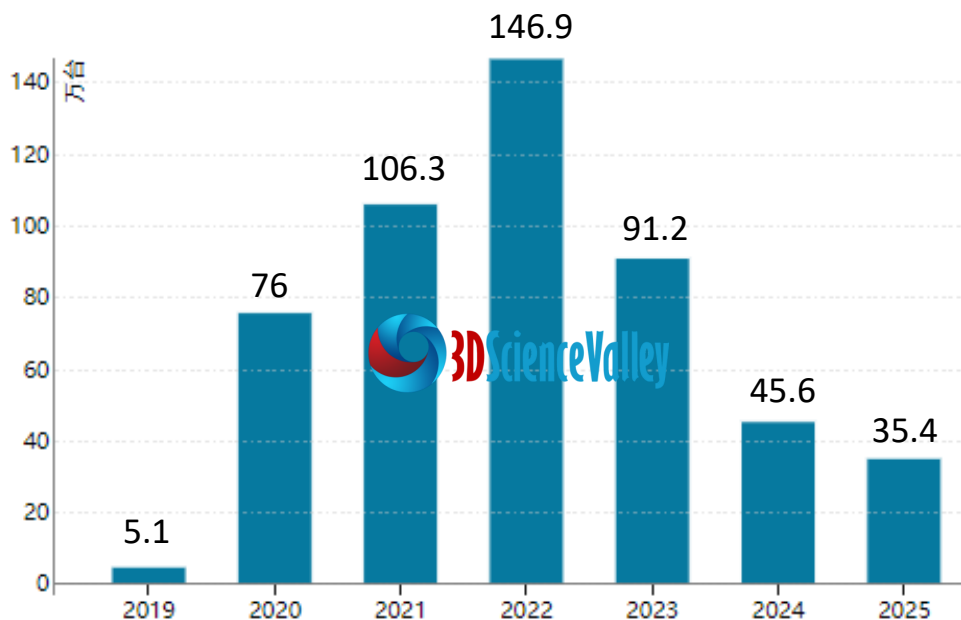
资料来源:公司公告, 工信部, 申万宏源研究

	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
国内基站数 (宏站+小站) (万站)	10	100	180	210	190	160	110
国内宏站 (万站)	10	70	100	70	40	20	10
全球宏基站数 (中国除外)	20	70	100	70	40	20	10
国内宏站天线单价 (元/副) (振子+PCB+天线罩+结构件+接口)	6500	5500	5000	4700	4400	4100	3700
国际天线单价 (元/副) (振子+PCB+天线罩+结构件+接口)	8000	7000	6500	6500	6000	5500	5000
宏站天线市场规模 (亿元)	67.50	262.50	345.00	235.20	124.80	57.60	26.10

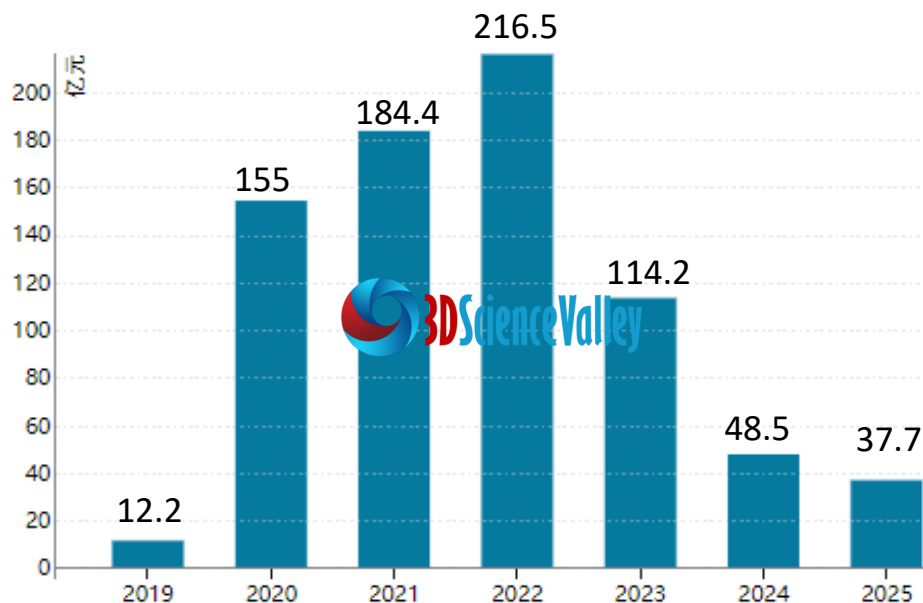
根据券商测算, 在2021年5G建设高峰期, 全球基站天线的市场规模可以达到345亿元。

20 国内5G基站天线市场规模预测分析

年新增基站数预测



国内天线市场规模预测

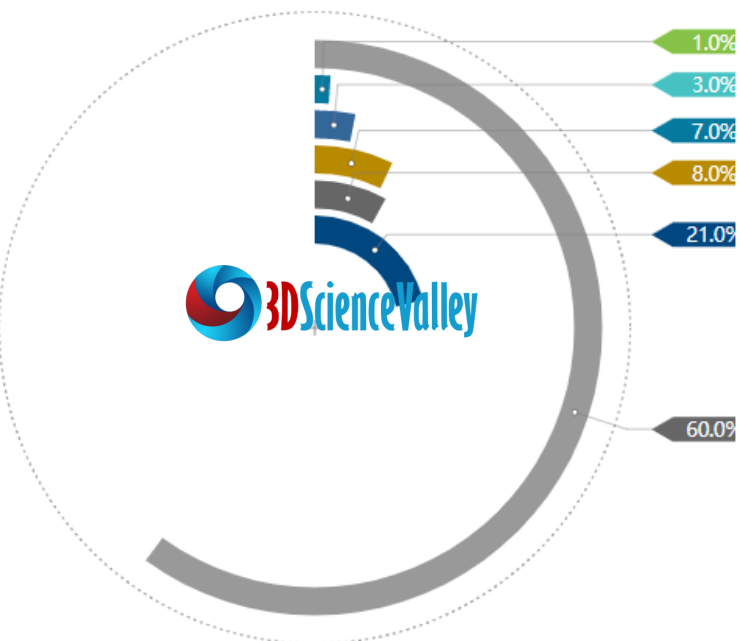


数据来源：华泰证券研究所

相较4G建设高峰期国内平均每年约50多亿元(高峰期4G基站一年建设数为100万站,单幅天线平均价格1700元)的宏基站天线市场, 5G市场空间同比增长124%~324%。

5G天线市场-主要制造商

21 国内基站天线主要竞争格局和 market 占比



主要天线供应商：通宇通讯（天线龙头厂商之一）、京信通信（天线与小基站龙头）、摩比发展（中兴核心供应商）、鸿博股份、飞荣达（华为核心供应商）、武汉凡谷、大富科技。

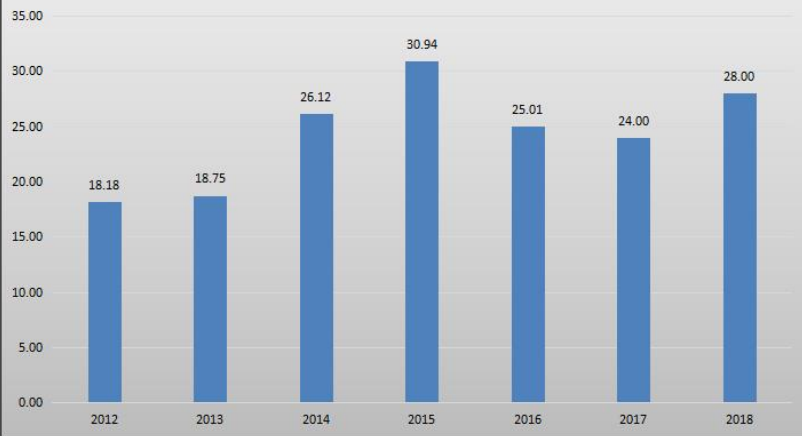
根据市场研究报告《Global BTS Antenna Market Analysis and Forecast, 2015-2019》发布的调查数据，除美国康普和德国凯瑟琳以外，国内京信通信发货量达17.3%，位居全球第一，华为、摩比和通宇的发货量份额分别为14%、9%和7%。

京信通信	通宇通讯	摩比发展	盛路通信	健博通	其他
21%	8%	7%	3%	1%	60%

22 京信通信 - 港股上市公司

京信通信主要从事研究、开发、制造及销售无线电信网络系统设备以及提供相关安装服务业务。公司还从事提供维护服务业务。公司在中国内地、亚太区其他国家或地区、美洲、欧盟以及中东地区运营。公司通过其子公司还从事提供软件技术服务业务。截止2018年公司总资产113.03亿港币，营业收入56.63亿港币，净利润-1.71亿港币。公司在射频技术能力、算法仿真能力、系统开发能力、协议栈技术能力、信号处理技术能力、电磁场和电磁波技术能力等关键技术上具有储备优势。

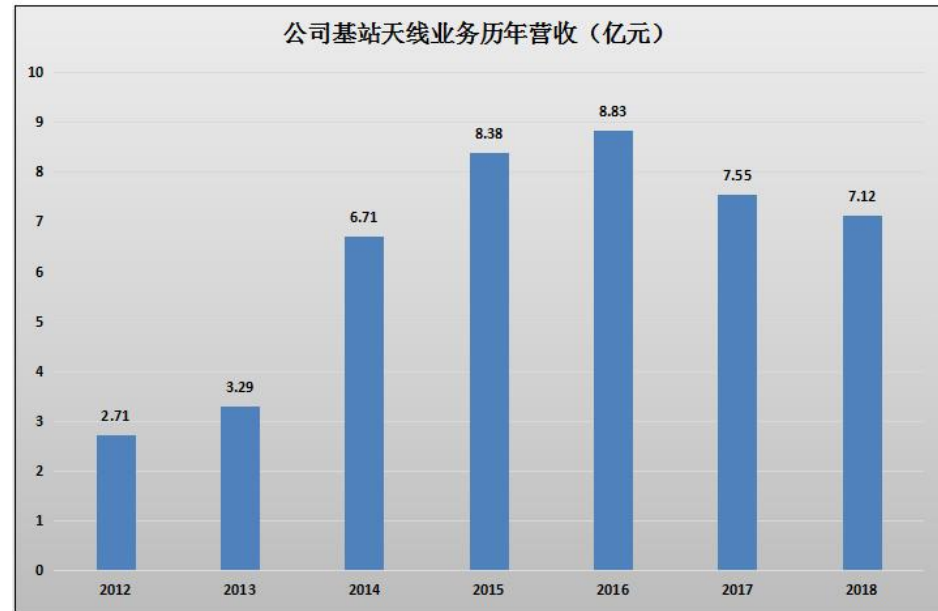
公司天线及子系统业务历年营收（亿港币）



京信通信已为全球100多个国家和地区的客户提供移动网络覆盖及行业应用整体解决方案和服务，参与起草、制定的国家及行业标准多达87项，具有明显的技术领先优势。公司技术优势体现在，小型化技术和智能制造技术引领行业发展，并积极与大客户开展有源天线和5G天线研发，取得重大技术突破。

摩比发展是一家主要从事无线通信天线及基站射频子系统制造及销售业务，通过三大经营分部运营。天线系统分部从事天线系统及相关产品的制造及销售业务，天线产品包括智能天线、微波天线及直放站天线等。基站射频子系统分部从事基站射频子系统及相关产品的制造及销售业务。射频产品包括双工器、滤波器、耦合器及驱动器等。业务覆盖中国、泰国、日本、加拿大、墨西哥及俄罗斯等地。截止2018年公司总资产23.02亿元，营业收入12.57亿元，净利润0.17亿元。

公司基站天线业务历年营收（亿元）



24 通宇通信 - A股上市公司

广东通宇通讯股份有限公司创立于 1996 年，从事通信天线及射频器件产品的研发、生产、销售和服务业务已经 20 年，到目前为止，已有超过 500 万面天线在网应用。其客户包括中国移动、沃达丰、中国联通等全球前十大运营商，华为、爱立信、诺基亚、阿里卡特-朗讯、中兴通讯全球前五大主设备商。通宇通讯基站天线业务位列国内第二（第一京维通信在港股上市），全球第七，是国内基站天线企业的领头羊。

公司天线业务历年经营情况

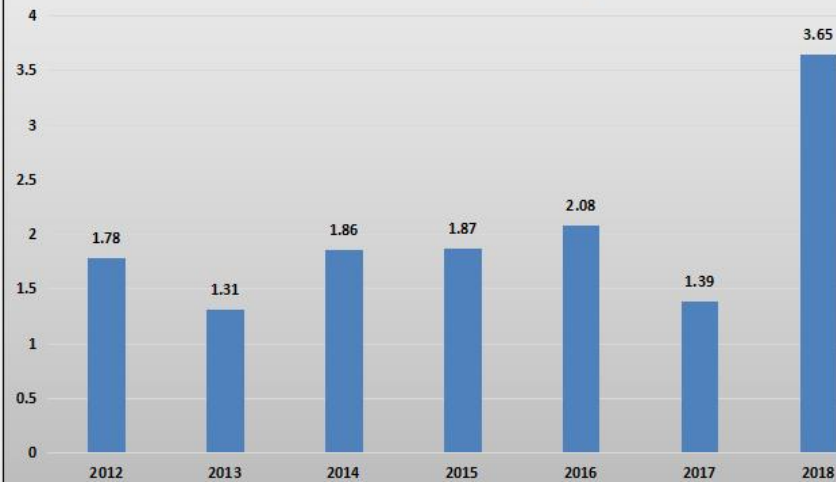


通宇通讯产品主要包括移动通信基站天线、射频器件、微波天线、室内分布天线等，其中基站天线为公司的主要产品。公司 76% 以上的收入来自于基站天线业务。

25 盛路通信 - A股上市公司

盛路通信目前主营通信、汽车电子、军工三大板块，其中通信领域包括窄带物联网基站天线、物联网终端产品、5G承载网传输天线、有源相控阵天线等产品；汽车电子领域包括DA智联系统、智能辅助驾驶系统等；军工电子领域包括高可靠性射频器件等。2018年公司总资产52.96亿元，营业收入14.17亿元，净利润1.21亿元。

公司基站天线业务历年营收（亿元）



盛路通信已经储备了迎接5G商用的核心技术。经过多年的研发，2018年，盛路通信掌握了第五代移动通信的关键技术——有源相控阵技术，研发出“5G毫米波有源相控阵天线模组”。公司成功开发国内首款模拟芯片的28G64通道毫米波有源相控阵天线，该款产品获得了由工信部组织的5G“绽放杯”大赛二等奖，也是该次唯一以硬件参赛获奖的民营企业项目，目前该款产品已经批量出售。

5G天线市场-3D打印应用

26 MIMO 天线

英国大学开发了适用于5G和毫米波 (mm-wave) 应用的低成本多输入多输出 (MIMO) 天线的设计和原型。这种MIMO天线通过3D打印技术制造，能够在多个方向上传送光束，从而在不使用移相器的情况下，在高达 $\pm 30^\circ$ 的高度上提供连续和实时的覆盖范围。

这为MIMO提供了优越的优势，是一种有吸引力的低成本技术，这种3D打印的MIMO天线适合在28 GHz 5G频段上工作，宽带性能超过4 GHz，并且在仰角平面内的波束切换能力高达 $\pm 30^\circ$ 。通过将具有不同高度的3D打印壁引入3D打印辐射天线一侧，可以在整个带宽上控制MIMO中单元天线的主波束方向。与所有其他可用的光束转向技术不同，这种不同高度的壁不仅能够改变天线波束的方向，而且能够在整个带宽上同时增益总体方向性。

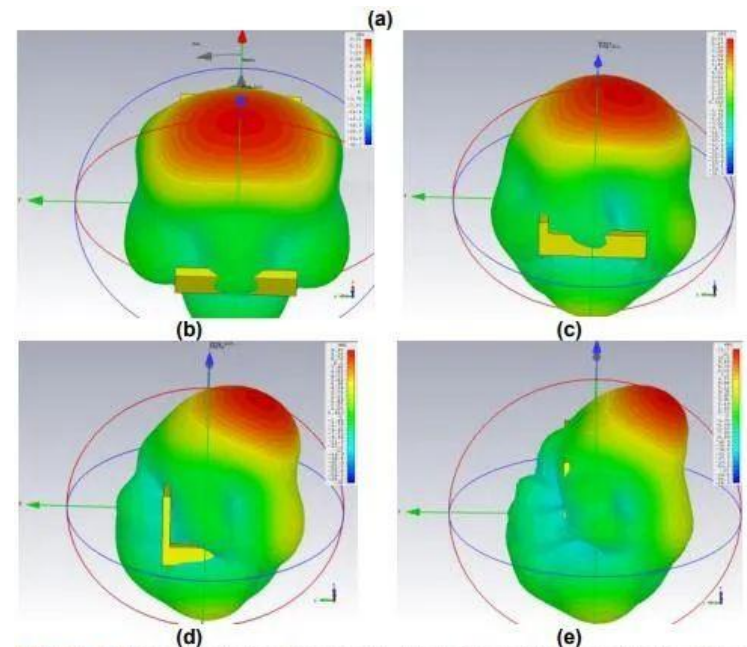


FIGURE 8. The effect of wall height (wh) on the radiation patterns of the antenna. (a) 2D radiation patterns of H-plane (y - z plane) for different wall height in mm , (b) 3D radiation patterns of the antenna with no wall $Wh = 0$ mm , (c) 3D radiation pattern for $Wh = 4.5$ mm , (d) $Wh = 11$ mm and (e) $Wh = 25$ mm .

图片来源: mm-Wave_Low_Cost_3D_Printed_MIMO_Antennas

27 3D打印陶瓷5G 天线

特拉华大学 (UDEL) 安装了XJet的纳米射流陶瓷3D打印设备, 用于开发5G 天线部件。推出5G网络一直是一项挑战, 因为它的信号比3G或4G网络对干扰更敏感。这意味着为了实现更快的5G网络, 需要更多的天线来维持连接。而现有天线昂贵, 是5G网络扩展的一个很大的障碍。

UDEL开发了一种用于设计5G 天线的专用软件, 然而天线设计的复杂性和严格的材料特性增加了制造挑战, 纳米射流3D打印技术解决了研究小组在实现材料特性和几何特征所必需的两方面需求。该技术能够实现每个通道内壁的细节特征, 具有保持波方向所需的精度和平滑度, 尤其是XJet的陶瓷是一种各向同性, 100%密度的陶瓷, 具有正确的介电常数, 不会“吸收”和削弱信号。这对于5G天线来说尤为重要, 因为任何微小的容差变化都可能导致信号转移到错误的位置。



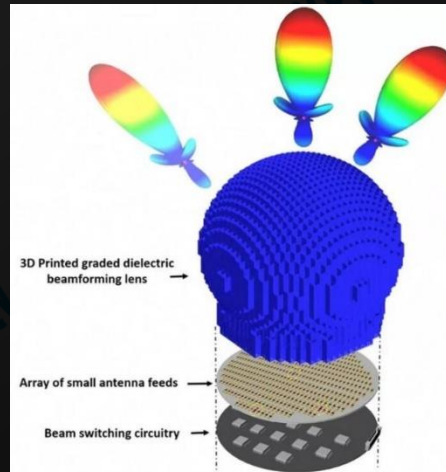
CELLULAR - PASSIVE ANTENNA LENS FOR 5G

Challenges:

- Need for geometrical complexity not produced at present
- Need for high density and high uniformity

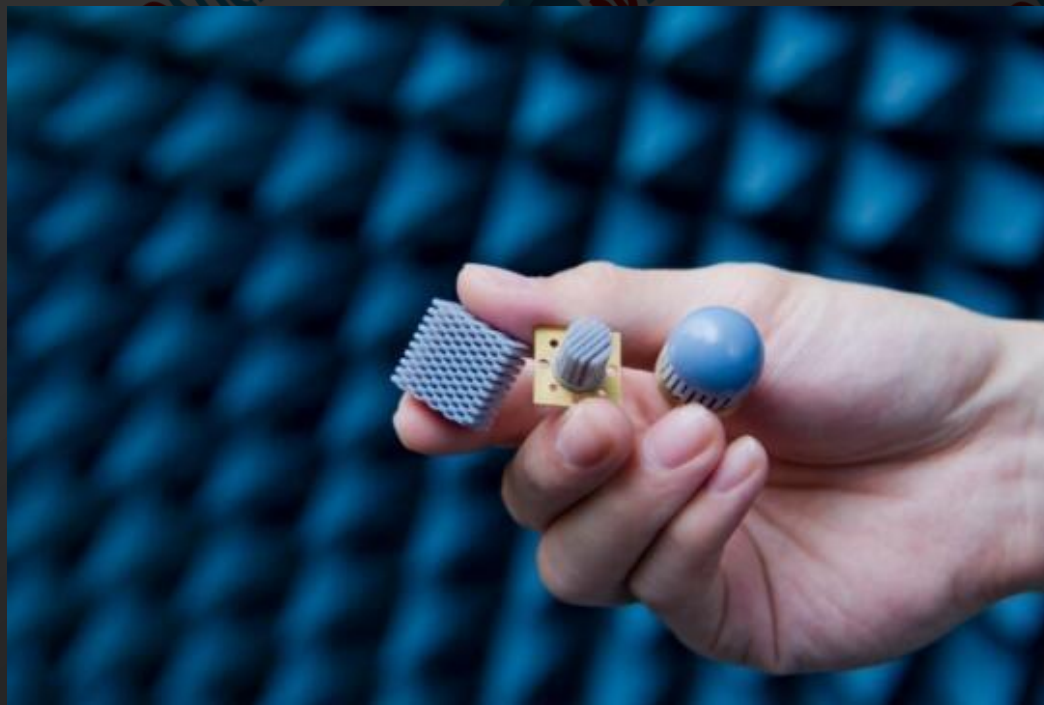
XJet Advantages:

- Complex geometry
- Smooth surfaces, high accuracy, fine details and thin walls
- High density and high uniformity providing required consistent dielectric constant to ensure perfect electromagnetic wave reflection
- Enabler of small cost-effective 5G antennas



图片来源: XJET

28 3D打印研发超轻5G天线



香港城市大学电子工程学系助理教授及毫米波国家重点实验室黄衡博士（其他成员：香港城市大学电子工程学系讲座教授及毫米波国家重点实验室成员梁国华教授，香港城市大学电子工程学系讲座教授及毫米波国家重点实验室副主任薛泉教授）团队进行小型超轻天线研究计划，应用尖端材料科学与3D打印技术，解决传统基站天线问题，并获国家工业和信息化部的国家科技重大专项拨款1100万港元资助。2018年首度做全球试用。

该计划为全球首个“TD-LTE小型介电质谐振器基站天线研发”计划，利用具有极佳电气特性的塑料聚合物做原材料，透过3D打印技术将聚合物印制成理想的形状和大小，制作出超轻且小巧的天线，不仅使新天线的重量减少一半，也缩减了其大小的三至五成，大大解决传统基站天线面临的问题，使5G网络变成更加可行。



俄亥俄州立大学电子科学实验室 (ESL) 的研究人员正在设计“悬停”高增益毫米波天线阵列，以提升无线信号，减轻拥挤的电磁频谱。研究团队利用了微机电系统 (MEMS) 和3D打印技术，制造该悬挂式高增益毫米波天线阵列。为了解决天线设计中这一确定的限制问题，研究团队打算开发出辐射效率大于85%的硅集成电路扫描阵列。此外，研究生研究助理Jiantong Li和Kyoung Ho Jeong正在利用3D打印技术将镜头组件连接到天线，以建立一种透镜结构，使其聚焦和放大由悬挂天线阵列产生的信号。

30 3D打印共形天线制造技术

技术举例



Optomec Aerosol Jet (气溶胶喷射打印技术) 属于一种增材制造/3D打印技术, 可将各种导电、绝缘或半导体材料以及生物医学墨水准确地打印到各种2D或3D塑料、陶瓷、金属、纸、玻璃等承印基底上。

该技术在打印天线过程中可精确控制导电纳米银墨水的沉积位置、几何形状和厚度, 并产生光滑的镜面表面光洁度, 在该过程中不使用电镀或环境有害物质。

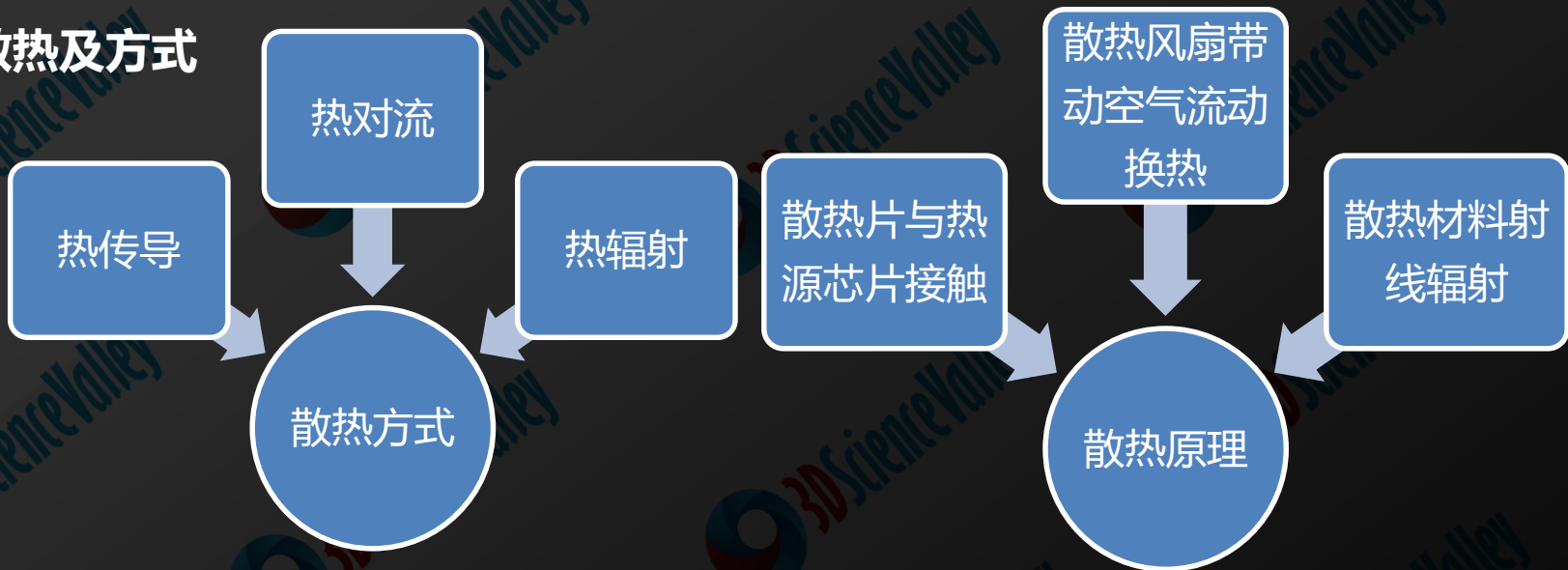
案例



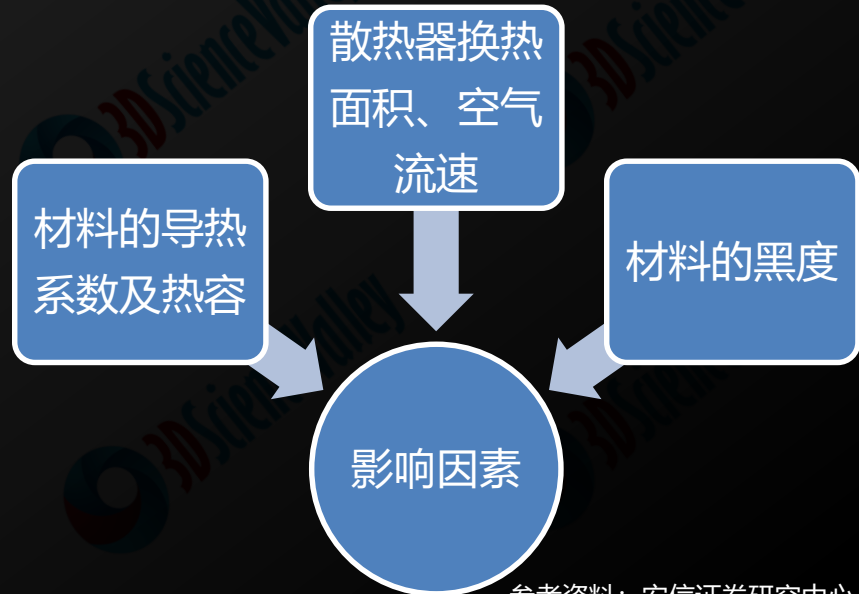
光宝科技使用Optomec的Aerosol Jet 3D打印技术将3D天线直接打印在电子产品的外壳中, 从而最大化设计灵活性, 实现更轻薄的产品设计。

5G散热器-技术及应用

31 5G散热及方式



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。



32 5G散热方式及方案

5G移动端被动散热方案

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。



5G基站结构与主动散热方案

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。

33 5G基线AAU液冷散热技术应用



中兴通讯基站AAU设备采用 V型散热结构+液冷散热技术

传统厂商设计的AAU散热齿，下部热量上部扩散，造成散热齿结构上部温度高，降低散热效率，成为散热瓶颈。为解决该问题，厂商在AAU散热片结构上通过结构创新设计优化整机体积重量，引入新工艺，在整机结构上实现了轻量化设计。如中兴通讯独特的V齿结构设计，改进散热气流，使冷空气正面进两侧出，避免热级联，散热提升20%，成为业界首创。

5G散热器-市场规模

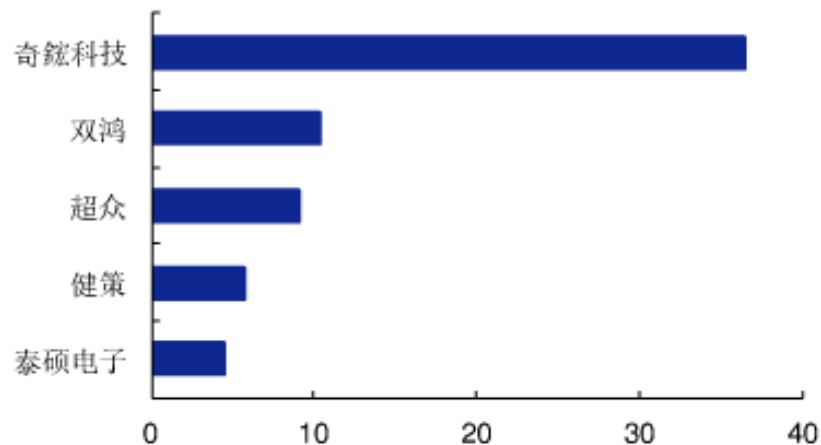
34 散热技术方案持续升级，5G时代市场规模有望突破2000亿元

散热行业市场规模及增速



散热产业市场规模有望从2018年的1497亿元增长到2023年的2199亿元。

台系散热厂商2019年上半年营业收入 (亿元)



在被动散热中热管和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。

35 代表性电子散热器制造商

台湾双鸿科技股份有限公司

综合性专业散热解决方案提供商。是全球第一大NB散热模块厂。现转型为专业全方位热管理方案提供者。



典型产品

散热器、散热片、散热模块、散热导管、均热板.....

飞荣达

主要产品为电磁屏蔽器件和导热器件等，2019年分别收购润星泰和昆山品岱的股权，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。



典型产品

散热模组
半固态压铸壳体

东莞宜安科技

华为的二级供应商。拥有全球最大规模生产锆基非晶合金的生产线；对外公布具备大形块状非晶金属成型能力。

液态金属工艺流程



合金化 → 成型 → 加工 → 后处理

典型产品

5G基站产品有滤波器，散热壳体。

长盈精密技术股份有限公司

2019年，长盈精密宣布将取得昆山捷桥股权，初步完成在消费电子散热领域的布局，并将与现有的结构件产品形成协同效应。



典型产品

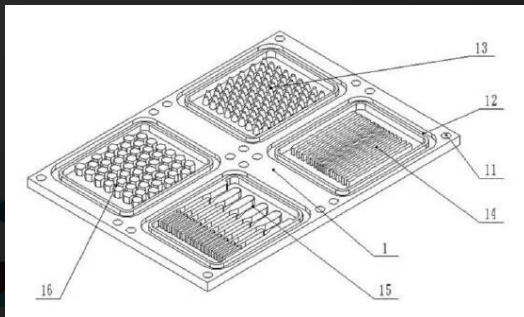
昆山捷桥正全力研发下一代超薄均热板，无论从厚度到散热效率，均比现有普通散热板有质的提升。

5G散热器-3D打印应用潜力



成都电子科技大学开发了基于3D批量打印的微通道冷板、散热器及装置，可适用于热源范围较大、热源分布不均的散热需求。在板体上微通道组件的通道结构采用波壁流道模型、分形模型、针刺形模型、蜂窝形模型中的一种或多种。

CN108759533A

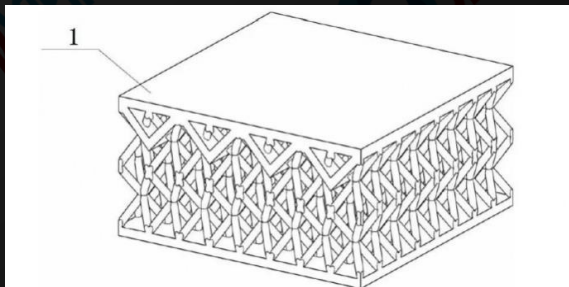


Resource:
<http://www.51shape.com/?p=14271>



大连理工大学开发了含流道的金字塔微桁架夹芯板式散热器，提高了散热器的散热效率，并提高了承载能力、抗缺陷能力和抗冲击防护能力。所应用的微桁架单胞由两个金字塔型点阵单胞顶部相接而成，金字塔型点阵单胞是由四根横截面呈圆形的杆件构成的金字塔型结构，相邻所述微桁架单胞之间通过所述杆件连接。

CN105667837A



Resource:
<http://www.51shape.com/?p=14271>



成都三鼎日新激光科技设计了一种翅片式微通道梭形散热器，解决了以往散热效率低、密封性和可靠性差等问题。采用激光3D打印成型技术保证了梭形散热器的无失真性，使得内部微通道壁面平整，从而可得到结构更为优化的微通道散热器。此外，采用掺有稀土元素镍基合金粉末，制成实体硬度及耐腐蚀性能高于传统铜或铝材，获得更长的使用寿命。

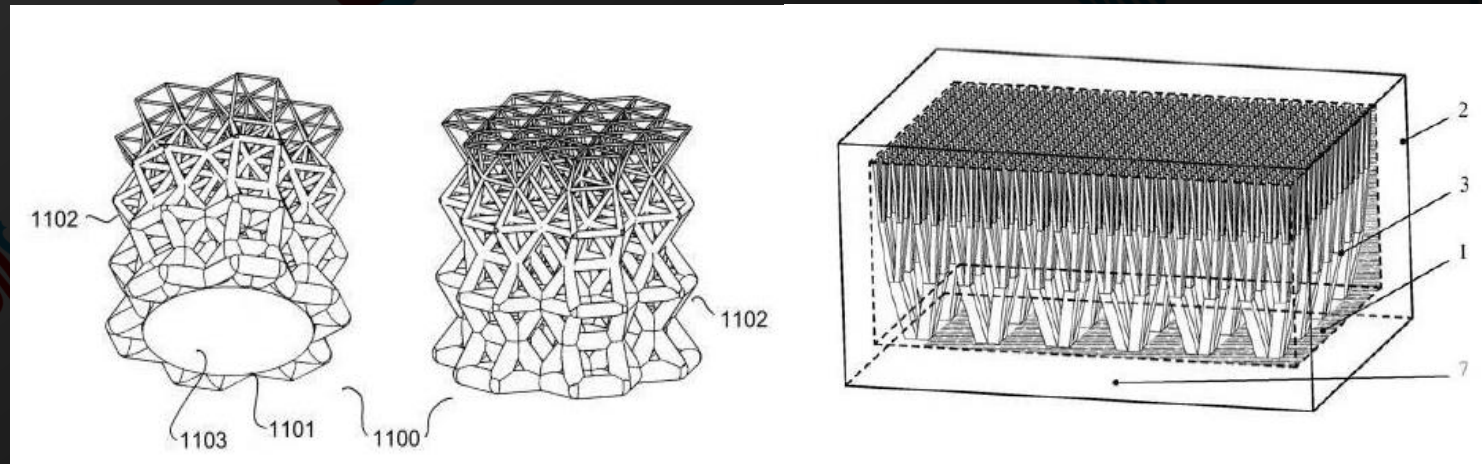
CN108759533A

Resource:
<http://www.51shape.com/?p=14046>

37 电子-相变材料

在变梯度分形点阵夹芯强化相变热沉方面，西南电子技术研究所（中国电子科技集团公司第十研究所）开发了一种技术方案予以实现。强化传热结构按阵列分布在相变热沉壳体中，在一级强化传热结构的变梯度V形端，以形状相同的变梯度V结构逐级递增形成多级强化传热结构，各级强化传热结构比表面积依次呈倍数增加。

随着大规模集成电路和功率电子器件的日益普遍应用而得到广泛的应用。当电子设备停止工作(或环境温度下降、外界热冲击消失)后温度下降(低于相变温度)，相变材料在温度恒定的情况下发生物相变化(一般是由液相变为固相)，释放热量，热量经由相变热沉封装壳体进入周边环境或需要吸热保温的设备，从而解决热量生成和排放在时间、强度及地点上不匹配的问题，确保电子设备在可控的温度环境下可靠工作。



N105144374A、CN106940148A

请前往《[3D打印与换热器及散热器应用2.0](#)》白皮书，查看更多相关应用。



3DScienceValley.com

3D科学谷
白皮书系列
-Whitepaper-

白皮书赞助方：
Sponsors:  铂力特  H3D 汉邦科技

合作单位：
 中国汽车工程学会
 安世亚太



pdf下载请加入3D科学谷QQ群：529965687

随时查看请关注“3D科学谷”微信公众号：cn_3dsciencevalley

换热器

换热器市场

散热器

3D打印的优势

3D打印在散热器与换热器领域的精华应用案例

代表性3D打印知识产权

软件

换/散热器设计、仿真与优化

激光考虑

材料考虑

后处理考虑

5G-其他领域应用

5G性能提升还需依赖超密集组网提升空间复用度。为了解决未来移动数据流量增长1000倍以及用户体验速率提升10-100倍的需求，除了增加频谱带宽以及采用先进的无线技术提升频谱利用率以外，最为有效的办法依旧是加密小区基站的部署从而提升空间复用度。基站体积的减小对天线和滤波器集成化要求也较高。

类型	单载波发射功率	覆盖能力（理论半径）
宏基站	12.6W以上	200m以上
微基站	500mw-12.6W	50-200m
皮基站	100mw-500mw	20-50m
飞基站	100mw以下	10m-20m

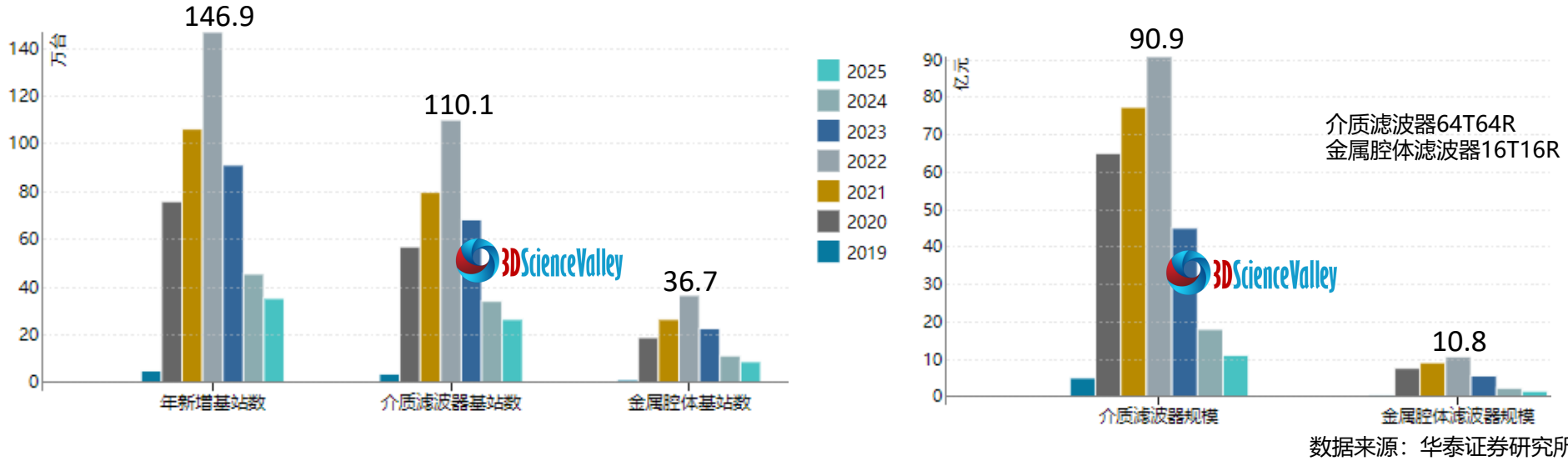
参考资料：5G 白皮书，国信证券

一方面由于微型化的基站方便部署且易携带，可以根据使用场所灵活布设，且同时功耗低、成本低，容易满足未来物联网海量连接、海量部署的特点，小基站具有填补网络覆盖漏洞并提升网络服务质量的特点。

另一方面，未来尺寸小、多制式、异构接入的基站将有更多的发展空间，推广是趋势，甚至有望替代现有WiFi的单一无线制式路由器。

基站尺寸小、天线与滤波器集成化的需求或将为3D打印技术带来新机遇。

5G时期国内滤波器市场规模预测（假设64T64R占比75%,16T16R 占比25%）



陶瓷滤波器产业链目前以华为为主导，国内能够生产陶瓷介质滤波器的公司主要有未上市的灿勤科技，上市公司中主要有东山精密(艾福电子)，武汉凡谷，风华高科(国华新材料)，通宇通讯(江佳电子)以及北斗星通(佳利电子)，港股上市公司京信通信表示也已经有介质波导滤波器生产能力。

5G由于MassiveMIMO的应用，单个天线的通道数达64个，也就意味着单个天线需要64个滤波器。一般单个基站天线扇面为3个，平均每个基站需要192个滤波器。以未来主流方案来预估，目前2.6GHz滤波器单价约为100元，3.5GHz滤波器约为70元，综合考虑未来大批量的生产与技术的成熟，综合价格以40元计算，滤波器的市场容量大约在445亿。5G时代，陶瓷介质滤波器将成主流，同时滤波器和天线一体化将是行业发展趋势。

41 卫星3D打印功能集成滤波器跨界借鉴

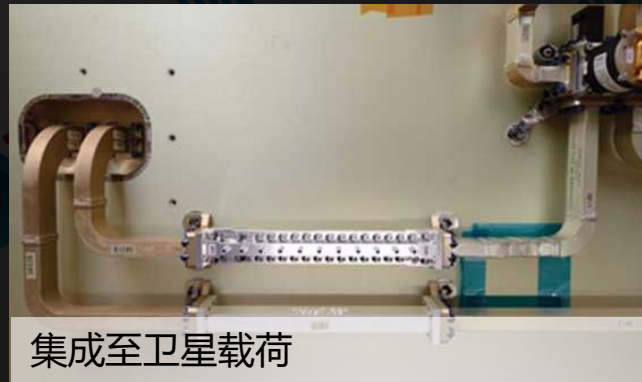
空中客车防务及航天与3D Systems 合作制造的首个3D打印射频（RF）滤波器，经过测试和验证，可被用于商业通信卫星。

之前的射频滤波器是按照传统标准化元素设计的，例如矩形腔和波导截面。部件的形状和连接由典型制造工艺决定，比如铣削和电火花腐蚀。然后，滤波器的腔体需要将两个部分通过加工固定在一起。

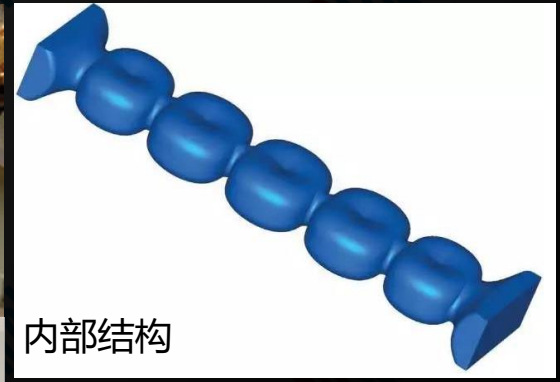
面向增材制造-3D打印设计的滤波器为**功能集成**的整体式结构，内部集成了凹陷型超椭圆设计的腔体。独特的形状有助于RF电流的通过，且在Q因子之间进行平衡传递-一种基于能量损耗的波导效率的测量方法-和外来信号的屏蔽。此外，滤波器的总重量减轻50%。



3D打印功能集成滤波器



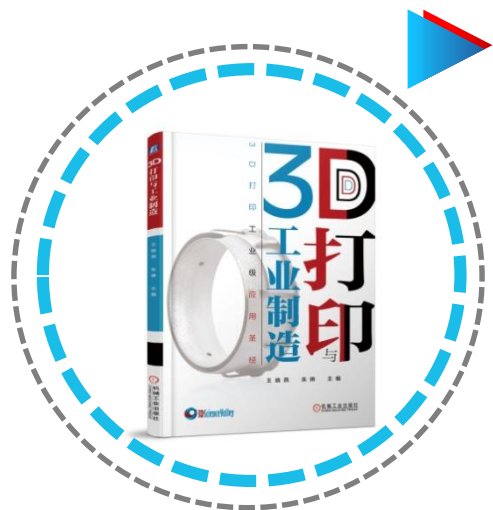
集成至卫星载荷



内部结构

图片来源：3D Systems

敬请关注3D科学谷微信公众号，或参考3D科学谷出版物（京东、当当有售）



《3D打印与工业制造》
京东售书链接



3D科学谷官方网站



3D科学谷微信公众号



3D科学谷三千人QQ群



3D科学谷系列白皮书



免责声明

- 本书中包含的数据、部分内容来源于网络或其他公开资料，版权归原作者所有。任何以盈利为目的使用，所产生的后果由使用者自己承担。
- 本书中所有引用的数据都已标明出处，如任何个人或单位认为内容存在侵权之处，请及时与我们联系，3D科学谷将及时给予处理。
- 3D科学谷力求内容的严谨性，但限于时间和人力因素，书中难免有不足之处，如存在失误、失实，敬请您不吝赐教、指正。我们热忱欢迎各界专业人士免费加入3D科学谷交流平台。
- 本书内容仅作交流学习之用，不构成任何投资建议，请读者仅供参考。