

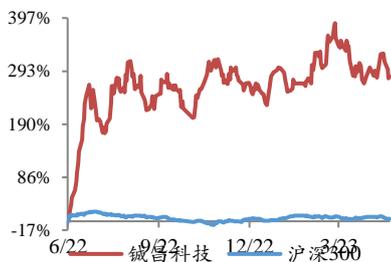
相控阵核心供应商，致力于低成本芯片自主可控

投资评级：买入（首次）

报告日期：2023-04-26

收盘价(元) **119.40**
 近12个月最高/最低(元) **152.00/31.22**
 总股本(百万股) **112**
 流通股本(百万股) **28**
 流通股比例(%) **25.00**
 总市值(亿元) **134**
 流通市值(亿元) **33**

公司价格与沪深300走势比较



分析师：**邓承佺**

执业证书号：S0010523030002

电话：18610696630

邮箱：dengcy@hazq.com

相关报告

主要观点：

● 公司致力于成为低成本自主可控相控阵芯片的核心供应商

公司自成立以来一直致力于推进相控阵T/R芯片的自主可控并打破高端射频芯片长期以来大规模应用面临的成本高企困局，研发出多项自主可控的核心技术，形成多项经过重大型号装备验证的关键核心技术。

● 相控阵芯片为相控阵雷达的核心部件，市场空间潜力巨大

相控阵系统一般占雷达系统总成本的近50%，组件占相控阵成本的45%左右，其中，射频芯片占比最大。考虑到相控阵雷达在频宽、信号处理和冗余设计上都比传统无源及机械扫描雷达具有较大的优势，可应用在探测、遥感、通信、导航、电子对抗等领域，受益于国防费用稳定增长，相控阵雷达市场未来有望享受到行业红利。

● 丰富产品矩阵支撑业绩增长，持续加码研发推动未来成长

公司目前已拥有几百款功率放大器芯片、低噪声放大器芯片、收发前端芯片、幅相控制芯片和无源类芯片等性能行业领先产品，并可为下游客户提供一站式解决方案。考虑到卫星通信行业景气度高昂，公司持续围绕低轨卫星互联网通信相控阵天线加码研发打造新业务，未来公司盈利能力有望进一步提升。

● 投资建议

基于下游行业的高景气度，预计公司2023年/2024年/2025年归母净利润分别为1.93/2.55/3.45亿元，对应增速为45.4%/32.3%/35.3%，对应市盈率为69.18、52.27、38.64倍，首次覆盖给予“买入”评级。

● 风险提示

研发不及预期，下游需求不及预期，募投项目建设不及预期。

● 重要财务指标

单位：百万元

主要财务指标	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入	278	396	529	709
收入同比(%)	31.7%	42.5%	33.6%	33.9%
归属母公司净利润	133	193	255	345
净利润同比(%)	-17.0%	45.4%	32.3%	35.3%
毛利率(%)	71.3%	72.5%	72.9%	73.4%
ROE(%)	9.7%	12.4%	14.1%	16.0%
每股收益(元)	1.33	1.73	2.28	3.09
P/E	102.76	69.18	52.27	38.64
P/B	10.00	8.57	7.36	6.19
EV/EBITDA	97.67	78.68	59.38	41.62

资料来源：wind，华安证券研究所

正文目录

1 相控阵芯片核心供应商之一	5
1.1 相控阵 T/R 芯片产品是相控阵雷达最核心的元器件	6
1.2 增值税退税、所得税费用及研发投入增加扰动业绩	7
2 相控阵雷达应用广阔打开需求	9
2.1 T/R 芯片：相控阵雷达核心组成，芯片成本占比高	10
2.2 星载、机载、弹载、船载及车载等领域市场潜力大	16
3 专注打磨技术及丰富产品矩阵	23
3.1 产品端：产品矩阵丰富，可满足下游多样化需求	23
3.2 技术端：专注研发，致力于自主可控及降低成本	27
4 财务分析	30
4.1 收入利润分析：业务规模逐渐扩大	30
4.2 成本费用分析：研发投入逐年加大	30
5 盈利预测及估值	32
5.1 盈利预测	32
5.2 公司估值	32
风险提示：	33
财务报表与盈利预测	34

图表目录

图表 1 公司发展历程	5
图表 2 公司股权结构	5
图表 3 公司放大器类芯片产品情况	6
图表 4 公司幅相控制类芯片产品情况	7
图表 5 公司无源类芯片产品情况	7
图表 6 铖昌科技近五年营业情况	8
图表 7 铖昌科技近五年各类业务收入情况	8
图表 8 有源相控阵雷达、无源相控阵雷达和机械扫描雷达主要能力表	9
图表 9 F-22 战机使用的 AN/APG-73 雷达	9
图表 10 相控阵雷达的基本组成	10
图表 11 典型 T/R 组件结构图	10
图表 12 T/R 组件三位构图及实物对比图	11
图表 13 T/R 组件各部分的作用	12
图表 14 T/R 组件芯片分类图	12
图表 15 功放基本结构	13
图表 16 放大器芯片照片	13
图表 17 几款 GaAs 幅相控制多功能芯片的基本性能	14
图表 18 Ka 波段幅相芯片整体框图	14
图表 19 开关芯片照片	15
图表 20 随着时间的推移，“瓦式”MPAR 的相对成本	15
图表 21 相控阵雷达的典型成本分布	16
图表 22 有源相控阵天线材料成本构成	16
图表 23 星载相控阵天线应用	17
图表 24 “铱星”结构布局	17
图表 25 “跟踪与数据中继卫星”及相控阵天线布局	17
图表 26 外军主要有源相控阵雷达研发装备情况	18
图表 27 四型主要战机装备有源相控阵雷达的模块数	18
图表 28 搭载了主动相控阵雷达的“阵风”（左，RBE-2 雷达）及“台风”（右，CAPTOR-E 雷达）	18
图表 29 采用了主动相控阵雷达的日本 AAM-4B 空空导弹	19
图表 30 T-50 外挂 R-77M 空空导弹配用的主动相控阵雷达	19
图表 31 装备 AN/SPY-6 (V) 防空反导雷达的“阿利·伯克”级 FLIGHT III 型导弹驱逐舰示意图	20
图表 32 “跟踪与数据中继卫星”及相控阵天线布局	20
图表 33 俄罗斯“天空-M”雷达系统：从左至右分别为厘米波雷达、分米波雷达、米波雷达	21
图表 34 俄罗斯“铍-SV”高机动米波预警雷达	21
图表 35 2014-2025E 全球雷达市场规模（单位：十亿美元）	22
图表 36 2013-2025E 我国雷达市场规模（单位：亿元）	22
图表 37 公司申请的部分结构设计及智能控制方面的专利	23
图表 38 试验十号 02 星搭载了铖昌科技研制的 2 万多颗高性能 T/R 芯片	24
图表 39 Ku 波段套片产品系列	25
图表 40 宽带应用频段覆盖（横轴单位：GHz，纵轴单位：W）	25
图表 41 四通道 T/R 套片方案	26

图表 42 公司 8~12GHz 2W 四通道 T/R 套片	26
图表 43 公司核心技术特点及技术优势及技术先进性	27
图表 44 公司 2022 年研发投入用于的项目	28
图表 45 公司部分公开的涉及成本管控的专利	29
图表 46 近五年公司营收情况 (单位: 亿元)	30
图表 47 近三年各业务毛利率水平 (单位: %)	30
图表 48 近五年营业成本情况 (单位: 万元)	31
图表 49 近五年三费情况 (单位: %)	31
图表 50 近五年研发费用情况 (单位: 万元)	31
图表 51 近五年研发费用占比总营收 (单元: %)	31
图表 52 2021 年-2025 年公司业绩拆分及盈利预测	32
图表 53 可比公司估值情况	33

1 相控阵芯片核心供应商之一

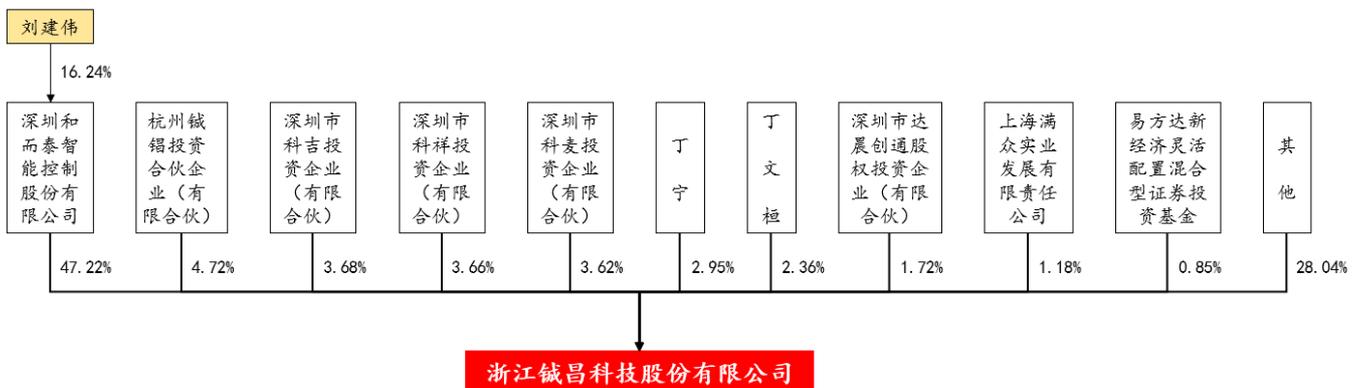
公司市场定位清晰，技术积累深厚，产品水平先进，是国内从事相控阵 T/R 芯片研制的主要企业，是微波毫米波射频集成电路创新链的典型代表。铖昌科技成立于 2010 年 11 月，是一家以微波毫米波模拟相控阵 T/R 芯片研发、生产、销售和技术服务为主营业务的公司，是国内少数能够提供相控阵 T/R 芯片完整解决方案的企业之一。主要向市场提供基于 GaN、GaAs 和硅基工艺的系列化产品以及相关的技术解决方案。公司产品分为功率放大器芯片、低噪声放大器芯片、收发前端芯片、幅相控制芯片和无源类芯片等，频率可覆盖 L 波段至 W 波段。产品已应用于探测、遥感、通信、导航、电子对抗等领域，在星载、机载、舰载、车载和地面相控阵雷达中列装，亦可应用至卫星互联网、5G 毫米波通信、安防雷达等场景。公司于 2022 年 6 月 6 日在深交所主板上市，股票代码 001270.SZ。

图表 1 公司发展历程



资料来源：公司官网，华安证券研究所

图表 2 公司股权结构



资料来源：公司 2022 年年报，华安证券研究所

公司实际控制人为刘建伟先生。据公司 2022 年年报，公司第一大控股股东为深圳和而泰智能控制股份有限公司，刘建伟先生为深圳和而泰智能控制股份有限公司董事长、总裁，持有和而泰 16.24% 股份，为浙江铖昌科技股份有限公司实际控制人。

1.1 相控阵 T/R 芯片产品是相控阵雷达最核心的元器件

公司主要产品可分为功率放大器芯片、低噪声放大器芯片、收发前端芯片、幅相控制芯片和无源类芯片等五类。具体产品包括 GaAs/GaN 功率放大器芯片、GaAs 低噪声放大器芯片、GaAs 收发前端芯片、收发多功能放大器芯片、幅相多功能芯片、模拟波束赋形芯片、数控移相器芯片、数控衰减器芯片、功分器芯片、限幅器芯片等。公司可根据客户不同的应用需求开展设计，产品具备低功耗、高效率、低成本、高集成度等特点。

- **放大器类芯片。**公司功率放大器芯片主要采用 GaAs、GaN 工艺，具有宽禁带、高电子迁移率、高压高功率密度的优势，研制多种频段的功率放大器芯片、低噪声放大器芯片、收发多功能芯片，具备高性能、高集成度和高可靠性等特点。对于幅相控制类芯片，公司研制的产品采用 GaAs 和硅基两种工艺，分别具备不同的技术特点，可适应于客户的各类应用场景，其中 GaAs 工艺芯片产品在功率容量、功率附加效率、噪声系数等指标上具备优势，硅基工艺芯片产品则在集成度、低功耗和量产成本方面具备显著优势。

图表 3 公司放大器类芯片产品情况

产品名称	产品介绍
低噪声放大器芯片	低噪声放大器是雷达、电子对抗、现代通信等应用中接收系统的关键元器件，主要用于接收系统前端，在放大信号的同时抑制噪声干扰，提高系统灵敏度，其功能决定了接收系统的性能。
功率放大器芯片	功率放大器是各种无线发射系统中最重要的组成部分。发射链路信号需要经缓冲级放大、驱动级放大和末级功率放大，再馈送到天线以向外辐射，实现输入激励信号的增益放大并将直流功率转换成微波功率输出。功率放大器作为输出功率最大、功耗最高的器件，其性能水平和效率也决定了发射系统的性能。
收发多功能芯片	收发多功能芯片内部集成了发射驱动/功放、接收驱动/低噪放、收发切换开关等功能电路单元，具有小型化、高集成度、低成本等优势。

资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所

- **幅相控制类芯片。**公司研制的幅相控制类芯片产品采用 GaAs 和硅基两种工艺，分别具备不同的技术特点，可适应于客户的各类应用场景：GaAs 工艺芯片产品在功率容量、功率附加效率、噪声系数等指标上具备优势；硅基工艺芯片产品则在集成度、低功耗和量产成本方面具备显著优势。
- **无源类芯片。**无源芯片是指不需要使用有源器件的射频芯片，公司研制的无源芯片主要有开关芯片、功分器芯片、限幅器芯片等。无源类芯片产品具备尺寸小、插损低等特点。

图表 4 公司幅相控制类芯片产品情况

产品名称	产品介绍
数控移相器芯片	数控移相器是控制信号相位变化的器件，通过控制相位变化量来调整波束形成，被广泛地应用于雷达、微波通信和测量系统中。
数控衰减器芯片	数控衰减器通过控制衰减量来调整信号幅度以适应有源相控阵天线的波束宽度和旁瓣功率电平，并补偿移相器引入的增益变化。
数控延时器芯片	数控延时器通过控制信号的延时量，改善天线的频率响应，对指向漂移进行校正，被广泛应用于宽带相控阵天线中以抵消天线的孔径效应。
模拟波束赋形芯片	模拟波束赋形芯片是将单个或多个射频收发通道单片集成，每个射频通道拥有独立信号放大、开关切换以及幅度和相位控制功能电路。同时芯片还同时包含数字控制、波束存储、电源调制以及温度传感等必要的辅助电路模块。用户可根据不同应用场景需求通过可编程控制接口快速设定最优辐射方案，极大简化系统设计。

资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所

图表 5 公司无源类芯片产品情况

产品名称	产品介绍
开关芯片	开关芯片的作用是将多路射频信号中的任一路或几路通过控制逻辑连通，以实现不同信号路径的切换，包括接收与发射的切换、不同频段间的切换等，以达到共用天线、节省产品成本的目的。
功分器芯片	功分器全称功率分配器，是一种将一路输入信号的能量分成两路或多路输出能量相等或不相等的器件，也可反过来将多路信号的能量合成一路输出，此时可也称为合路器。
限幅器芯片	限幅器用来在接收机前端保护低噪放器件，其作用是把输出信号的幅度限定在一定的范围内，即当输入功率电平超过某一参考值后，输出功率将被限制在限幅电平，且不再随输入电压变化。

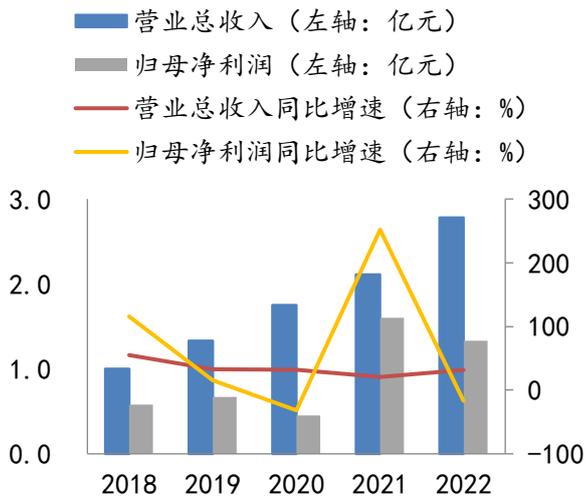
资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所

1.2 增值税退税、所得税费用及研发投入增加扰动业绩

2022 年公司持续拓展业务布局，推进各项经营管理工作，整体经营业绩保持较好的增长趋势，实现营业收入 2.78 亿元，较上年同期增长 31.69%；实现归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润 1.12 亿元，较上年同期增长 6.34%；归属于上市公司股东的净利润 1.33 亿元，较上年同期有所下降，主要原因系 2021 年非经常性损益金额合计为 5,452.35 万元（当期收到增值税退税 3,318.54 万元），2022 年度非经常性损益为 2,061.18 万元所致。

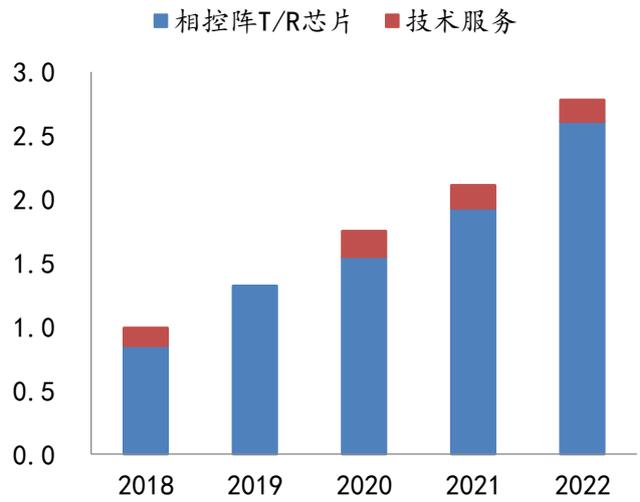
一方面，公司 2022 年度所得税费用为 947.26 万元，相比 2021 年度所得税费用-538.91 万元，同比增加 1,486.17 万元，主要因公司享受重点集成电路设计企业所得税税收优惠 2021 年度免征所得税，2022 年度所得税税率为 10%所致。剔除所得税费用的影响，公司归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润相比上年同期增长 20.02%。另一方面，因公司加大研发投入，2022 年度研发费用为 4,328.26 万元，较去年同比增长 45.29%，研发投入占营业收入比例 15.58%；同时地面相控阵雷达领域 T/R 芯片销售额增加，相比 2021 年度占营业收入比例提升，公司产品结构发生变动，因此相比 2021 年度毛利率，公司 2022 年度毛利率存在一定波动。

图表 6 铖昌科技近五年营业情况



资料来源: wind, 华安证券研究所

图表 7 铖昌科技近五年各类业务收入情况



资料来源: wind, 华安证券研究所

2 相控阵雷达应用广阔打开需求

机械扫描雷达因惯性大、目标容量有限，已无法满足对高速飞机、导弹和人造地球卫星的探测，无法适应更大的覆盖空域、更高的数据率以及多目标的环境，相控阵雷达则在新的应用环境下表现出了优异的性能。相控阵雷达（Phased Array Radar, PAR）即相位控制电子扫描阵列雷达，利用大量个别控制的小型天线元件排列成天线阵面，每个天线单元都由独立的开关控制，基于惠更斯原理通过控制各天线元件发射的时间差，就能合成不同相位（指向）的主波束，而且在两个轴向上均可进行相位变化；与托马斯·杨的双缝实验相似，相控阵各移相器发射的电磁波以建设性干涉原理强化并合成一个接近笔直的雷达主波瓣，而旁瓣则由于干涉相消而大幅减低。

图表 8 有源相控阵雷达、无源相控阵雷达和机械扫描雷达主要能力表

	有源相控阵	无源相控阵	机械扫描
多目标探测能力	强	强	一般(搜索区域受限)
多目标制导能力	强(6个目标)	强(4个目标)	一般(2个目标)
抗干扰能力	强	一般	一般
对抗能力	X波段侦收与干扰	无	无
复合多任务能力	有	无	无
同频兼容工作能力	强(兼容设计)	一般(闭锁设计)	一般(闭锁设计)
低截获概率(LPI)	有	有	无
工作带宽	宽带(2-4GHz)	窄带(300MHz)	窄带(300MHz)
任务可靠性	高(500h)	一般(200h)	一般(200h)

资料来源：《机载有源相控阵雷达的作战优势、性能对比及军事应用》，华安证券研究所

图表 9 F-22 战机使用的 AN/APG-73 雷达

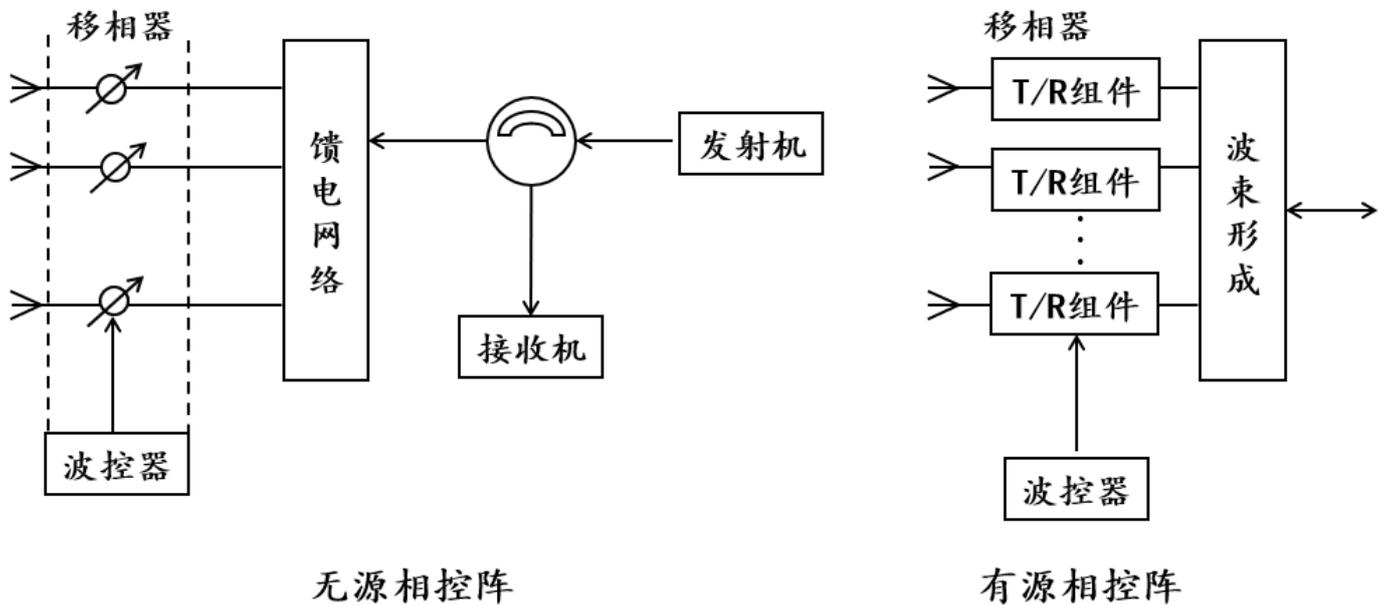


资料来源：《相控阵雷达与宽禁带半导体》，华安证券研究所

2.1 T/R 芯片：相控阵雷达核心组成，芯片成本占比高

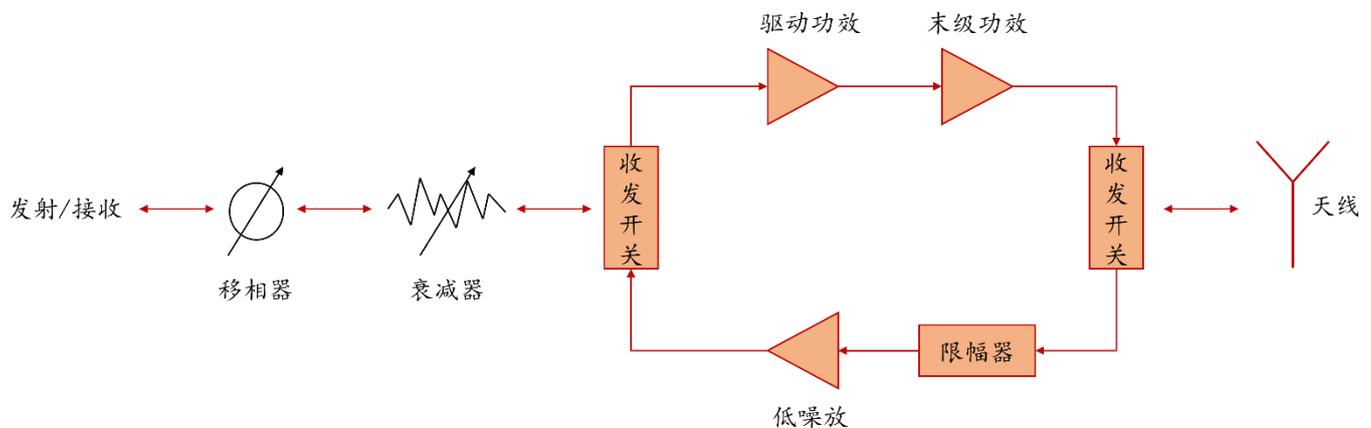
采用 T/R 组件，使有源相控阵雷达具有平均功率高、作用距离远、效率高、可靠性高等优点。目前典型的相控阵雷达共有无源相控阵列及有源相控阵列两种组成形式。无源相控阵列共用一个或者几个发射机和接收机，有源相控阵列中每个天线阵元有一个发射/接收装置（称为 T/R 组件）。有源相控阵雷达与无源相控阵雷达的主要区别就是，其射频功率的发射和接收通过阵列或子阵列中的发射/接收（T/R）组件实现，“源”其实指的就是“有能力独立发射电磁波”。

图表 10 相控阵雷达的基本组成



资料来源：《军事信息技术基础》，华安证券研究所

图表 11 典型 T/R 组件结构图

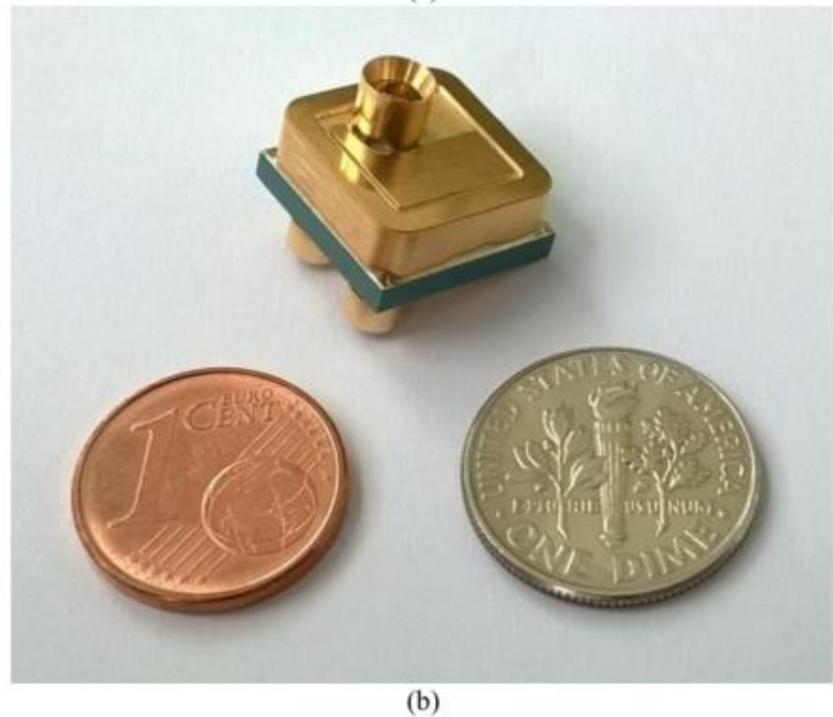
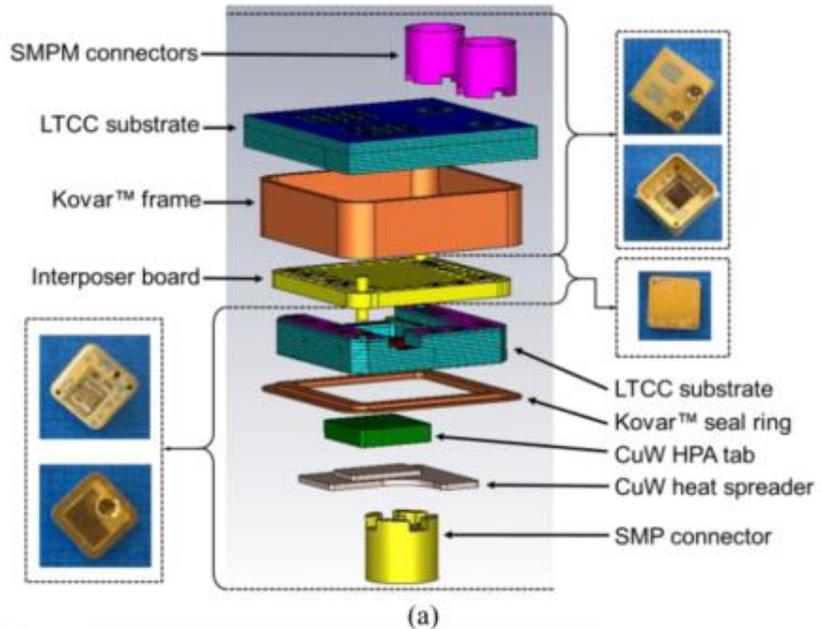


资料来源：《X 波段天线微系统关键技术研究》，华安证券研究所

T/R 组件作为有源相控阵雷达的射频前端，是集数字电路和模拟电路于一体的复杂电子系统。其基本工作原理：发射信号时，T/R 组件的控制电路接收来自雷达

的时序信号，射频开关切换到发射状态，同时根据指令分配移相和衰减位数，发射信号经过公共支路移相和调幅，发射支路放大后传送给天线单元。接收信号时同理，T/R组件的控制电路接收来自雷达的时序信号，射频开关切换到接收状态，同时根据指令分配移相和衰减位数，天线接收自由空间中的电磁波，接收信号经过限幅器后由低噪声放大器进行低噪声放大，再由公共支路完成移相和调幅，此后信号由信号处理机进行处理。

图表 12 T/R 组件三位构图及实物对比图



注：（a）T/R 组件三位构造图；（b）T/R 组件实物对比图

资料来源：《High Power, Thermally Efficient, X-band 3D T/R Module with Calibration Capability》，华安证券研究所

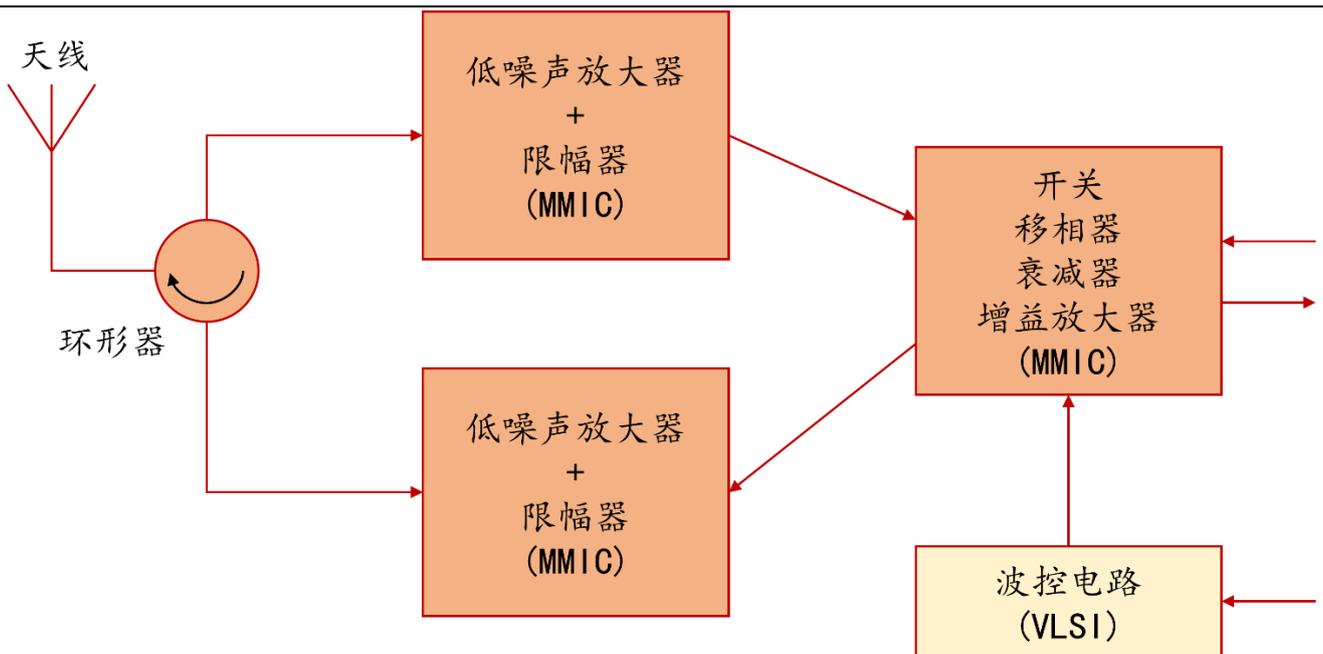
图表 13 T/R 组件各部分的作用

T/R 组件部分名称	作用
数字移相器、数字衰减器	根据雷达上位机的波控指令，控制电路控制移相器和衰减器的移相衰减位数，实现波束扫描和波束赋形。
射频开关	根据雷达上位机的波控指令，射频开关切换至接收或发射工作状态。
功率放大器	T/R 组件工作在发射状态时，功率放大器放大来自信号源的射频功率，放大后的高功率信号由天线辐射出去。
限幅器	T/R 组件工作在发射状态时，限幅器能够防止发射支路的大功率信号经由射频开关泄露至接收支路，损坏低噪声放大器。
低噪声放大器	低噪声放大器位于接收链路前级，作用是对天线接收到的信号进行初步放大。由噪声系数公式很容易得到，低噪声放大器的噪声系数越小，整个接收支路的噪声系数就越小，同时低噪声放大器的增益要适当大一些。
电源电路	将外供电源转换成 T/R 组件所需要的电源，稳定并具有供电保护功能。
控制电路	根据上位机指令，控制开关切换至收/发状态，配置移相衰减位数，对工作状态进行脉冲调制等。

资料来源：《X 波段天线微系统关键技术研究》，华安证券研究所

传统的 T/R 组件通常是各个芯片实现各自独立的功能，为了实现有源相控阵的性能指标，仅单个通道就需要多种芯片，例如，功放、低噪放、功分器和移相器芯片等。根据实现方式和功能的不同，T/R 组件中的芯片可以划分成三个 MMIC 芯片组和一个数字大规模集成电路 (VLSI)。开关、移相器、衰减器和增益放大器一起组成幅相控制芯片组，增益放大器的作用是补偿损耗低噪声放大器和限幅器组成接收芯片组功率放大器和驱动放大器（中功率放大器）组成发射芯片组；波控电路制成数字控制电路芯片。

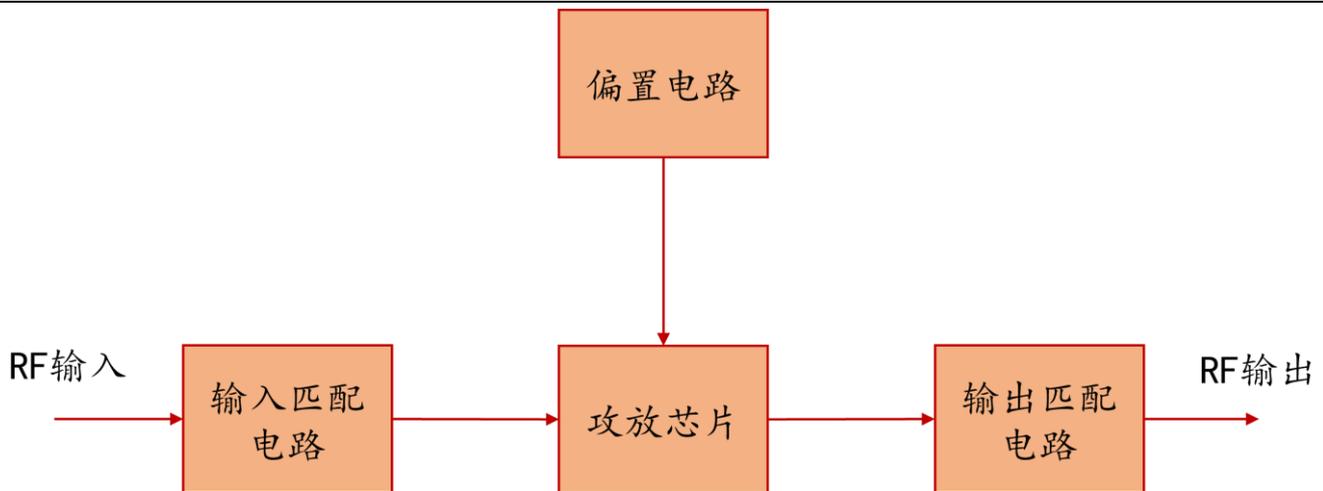
图表 14 T/R 组件芯片分类图



资料来源：《氮化镓幅相控制多功能芯片的研究》，华安证券研究所

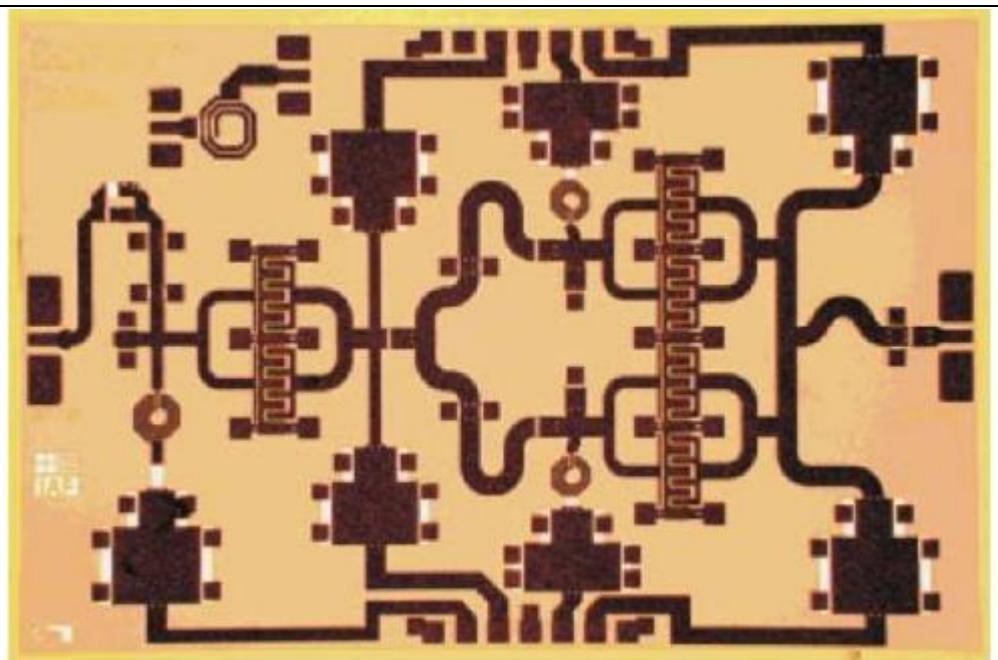
- 在通信系统的发射通道中，调制后的信号通过混频和滤波后被射频功率放大器放大，将满足发射要求的信号功率传输到天线，最后经由天线将信号发射，可以看出功率放大芯片的性能在一定程度上决定了射频收发系统的品质。

图表 15 功放基本结构



资料来源：《星载数传 X 波段相控阵系统射频组件研究》，华安证券研究所

图表 16 放大器芯片照片



资料来源：《射频开关与驱动放大器的研究与设计》，华安证券研究所

- 幅相控制多功能芯片是 T/R 组件的核心器件，是一种将输入信号的幅度和相位转变成新的特定的幅度和相位的功能电路。幅相控制多功能芯片通常集成了 T/R 组件中的移相器、衰减器、开关和放大器等功能电路，利用波束控制电路提供的数字信号控制半导体器件的导通和关断，可以调节微

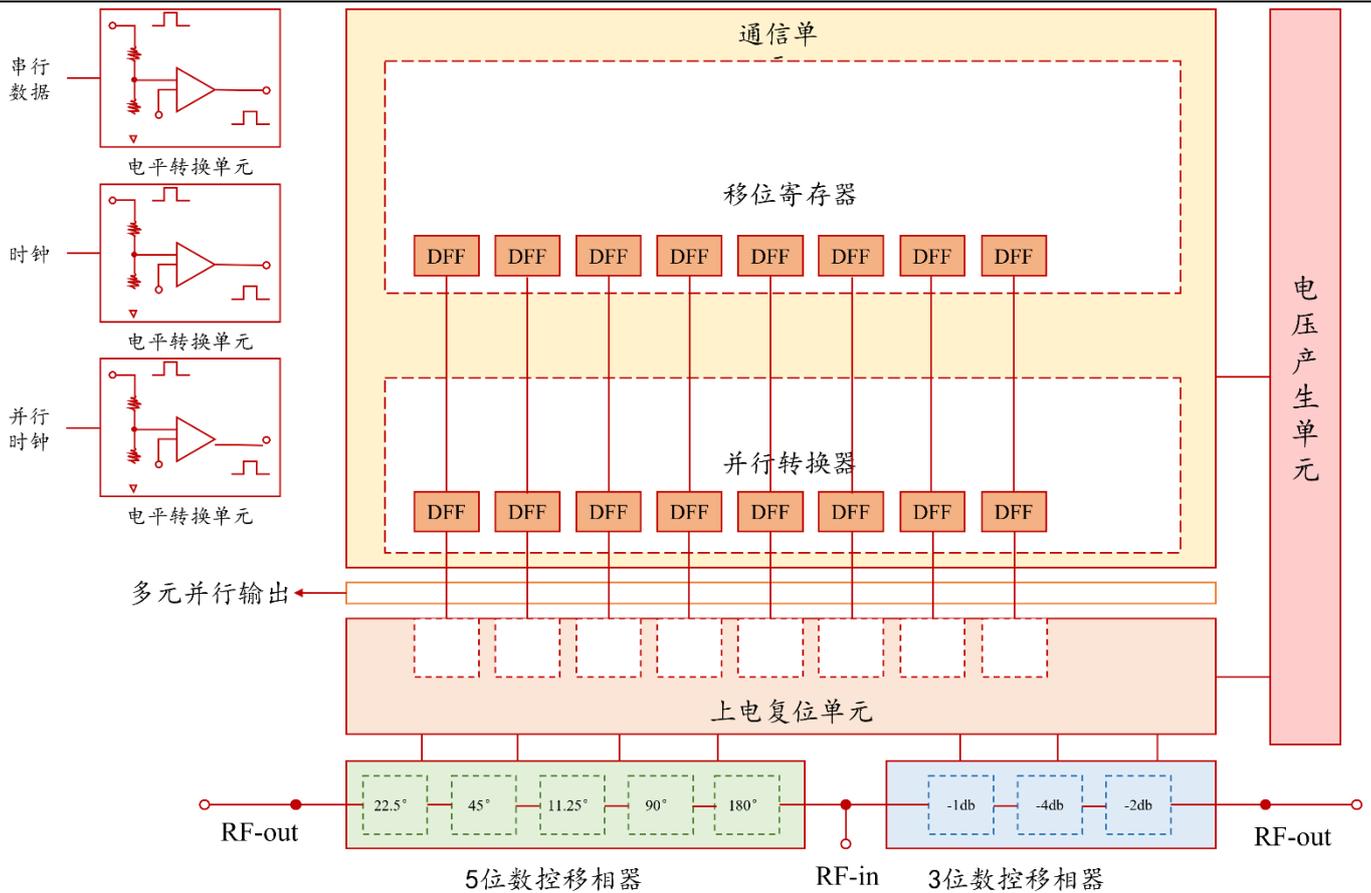
波信号的幅度和相位，还可以控制微波信号经过接收通道或发射通道。

图表 17 几款 GaAs 幅相控制多功能芯片的基本性能

参量	法国 OMMIC	德国 UMS	NEDI (南京)	NEDI (南京)	中国电科十三所
频段	X	X	Ku	C-X	K
宽带 (GHz)	3	2	4	5	2
接收线性增益 (dB)	>1	>27	>10	>3	>3
接收噪声系数 (dB)	<10	<2.5	<8	16	-
发射线性增益 (dB)	>1.5	-	>2.5	>4	>5
发射 P ₁ 输出功率 (dBm)	>11	>17	>9	>12	>4
移相 RMS 方差 (°)	<1.5	<4	<6	<3	<5
衰减 RMS 方差 (dB)	<0.1	-	<0.7	<0.5	<0.6
总功耗 (mW)	<600	-	<275	<300	<305
芯片尺寸 (mm ²)	4.2×4.4	4.0×5.0	5.0×3.5	5.0×3.5	4.8×3.5

资料来源:《氮化镓幅相控制多功能芯片的研究》, 华安证券研究所

图表 18 Ka 波段幅相芯片整体框图

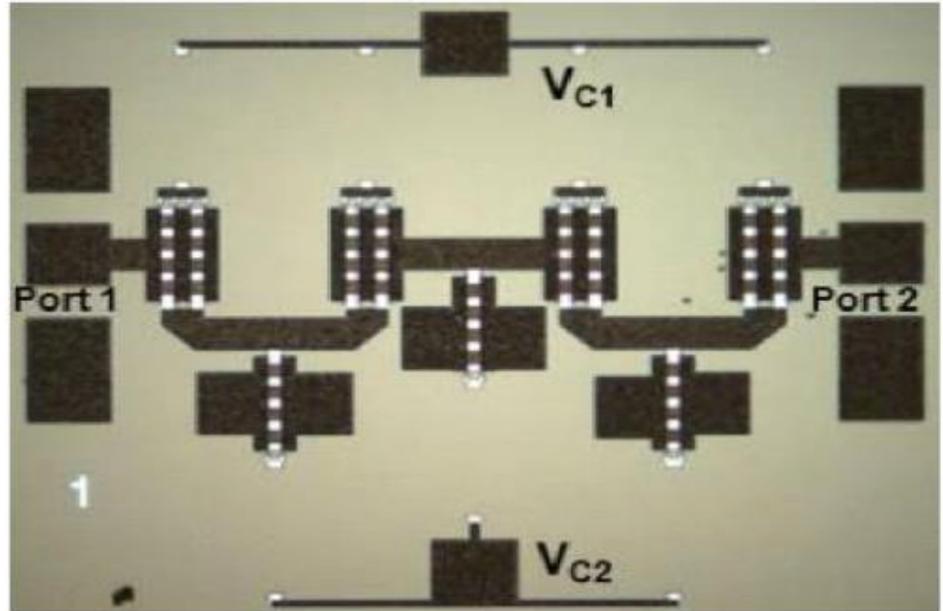


资料来源:《射频开关与驱动放大器的研究与设计》, 华安证券研究所

- 微波射频开关是雷达 T/R 收发组件的重要组成部分,也是雷达发射机/接收机模块执行时分双工的关键组件。在卫星有效载荷中,微波射频开关用于

在主子系统和冗余子系统之间进行选择，实现不同路径上接收信号和发送信号的低损耗高隔离；在数字衰减器和移相器中，微波射频开关用于切换衰减/相移参考路径，实现信号在不同路径上的传输。

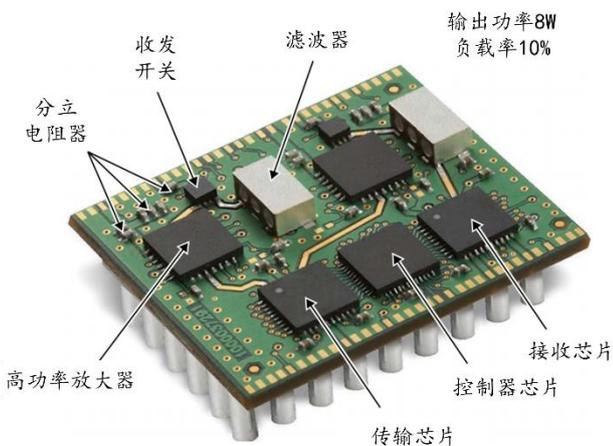
图表 19 开关芯片照片



资料来源：《射频开关与驱动放大器的研究与设计》，华安证券研究所

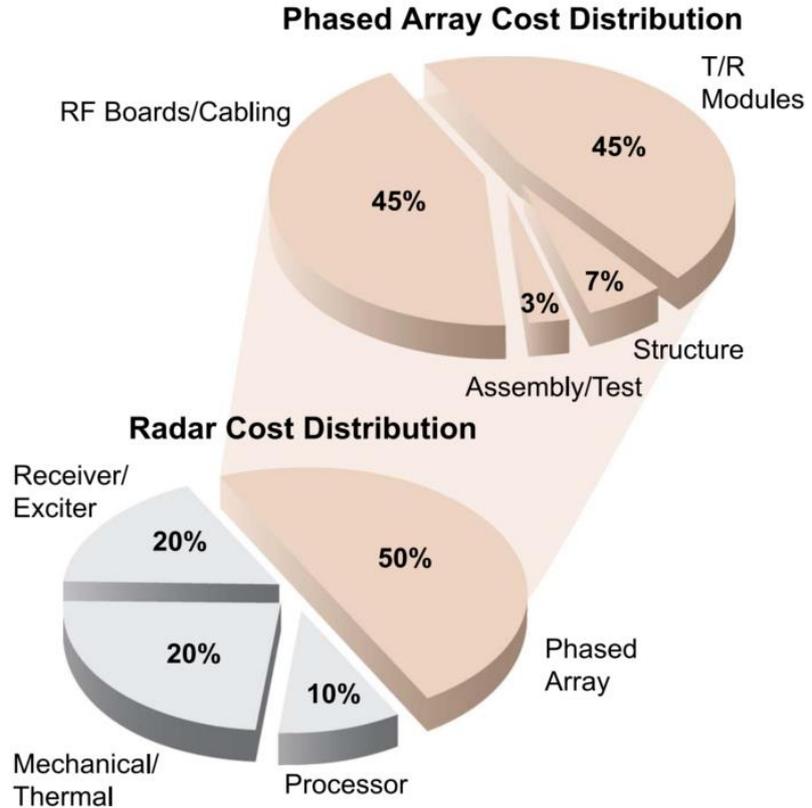
相控阵系统一般占雷达系统总成本的近 50%，组件占相控阵成本的 45%左右，其中，射频芯片占比最大。21 世纪初，T/R 组件从“砖块”发展到“瓦片”型，体积、重量、成本均下降为“砖块”的 1/5；2007 年，发展到 4 侧无引脚扁平封装，体积下降为“瓦片”的 1/5，重量下降为原“瓦片”的 1/20，成本下降为“瓦片”的 1/5；2008 年，从二维面板发展到三维面板/集成电路，体积下降为扁平封装的 1/3、重量下降为扁平封装的 1/2、成本下降为扁平封装的 1/2。

图表 20 随着时间的推移，“瓦式”MPAR 的相对成本



资料来源：《The Evolution to Modern Phased Array Architectures》，华安证券研究所

图表 21 相控阵雷达的典型成本分布



资料来源:《The Evolution to Modern Phased Array Architectures》, 华安证券研究所

图表 22 有源相控阵天线材料成本构成

名称	脉冲体制 320 阵元	连续波体制 144 阵元
接插件与电缆	6.7%	6.8%
印制板	5.6%	7.5%
射频芯片	53.6%	40.1%
材料二次集成	3.4%	6.2%
安装件	8.8%	11.2%
微组装	11.2%	12.4%
调试与测试	10.8%	14.9%

资料来源:《低成本有源相控阵天线研究》, 华安证券研究所

2.2 星载、机载、弹载、船载及车载等领域市场潜力大

相控阵雷达在频宽、信号处理和冗余设计上都比传统无源及机械扫描雷达具有更大的优势,因此在探测、通信、导航、电子对抗等领域获得广泛应用。

- 随着航天技术的不断发展,对搭载在卫星平台上的天线要求具有多功能、高传输速率和大功率已是比较普遍的现象,对数据传输的容量要求也越来越高,所以传统的小口径、低增益天线形式已越来越无法满足卫星平台的应用要求。并且,传统的天线依赖伺服机构通过机械扫描来实现天线转向,天线惯性大、速度慢,伺服机构的应用又往往导致可靠性下降、重量增加

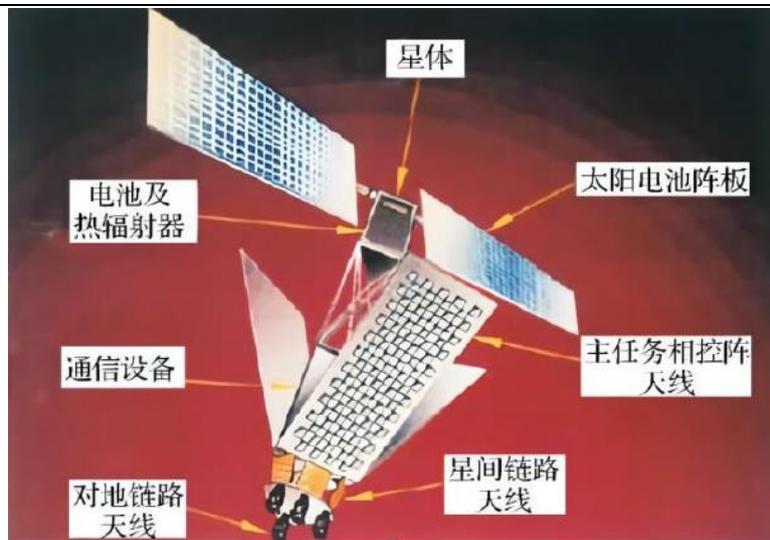
等附加问题。以卫星为平台的有源相控阵天线具有口径大、重量轻的特点，满足星载装备结构的要求；同时还具有高增益、作用距离远、波束形状捷变和多波束等特点，满足星载信息装备性能的要求。

图表 23 星载相控阵天线应用

星载相控阵天线	频段	举例	天线形式
大容量通信卫星	X/Ku/Ka	Space-way3 卫星、ViaSat 卫星、WINDS 卫星、AEHF 卫星、WGS 卫星	直接辐射相控阵天线
卫星移动通信	L/S	天通一号卫星、Thuraya 卫星、Inmarsat-4 卫星、Terrestar-2 卫星、Skyterra-2 卫星	阵列馈源反射面天线

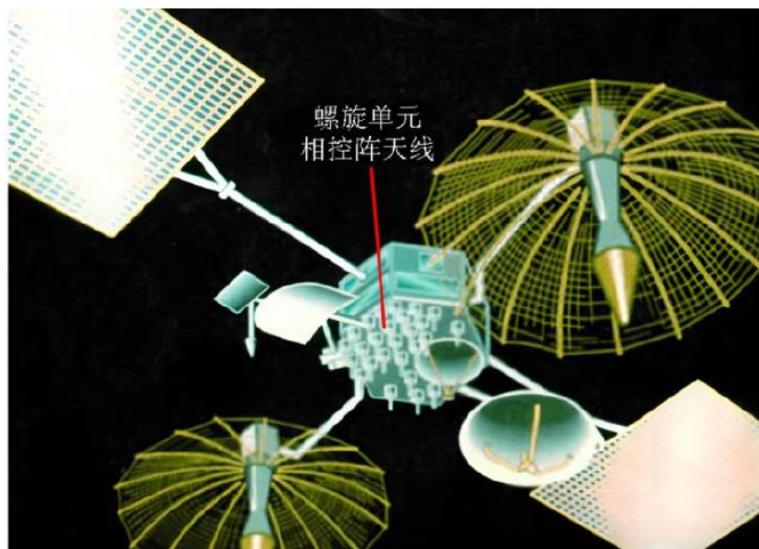
资料来源：《低轨卫星星地通信系统中相控阵天线技术研究》，华安证券研究所

图表 24 “铱星”结构布局



资料来源：《低轨卫星星地通信系统中相控阵天线技术研究》，华安证券研究所

图表 25 “跟踪与数据中继卫星”及相控阵天线布局



资料来源：《低轨卫星星地通信系统中相控阵天线技术研究》，华安证券研究所

- 机载有源相控阵(AESA)雷达是目前国际上最为先进的一种火控雷达,其具有目标追踪/搜索能力、高分辨率、强电子干扰和高数据通信能力等优势,远远超过了传统机械扫描体制的雷达。可以预见,机载 AESA 雷达的发展将会随着新型战机的不断推出而进入一个崭新的阶段,其应用更被说成为未来军用飞机必备的标准配置,以适应未来空战的需求。

图表 26 外军主要有源相控阵雷达研发装备情况

雷达型号	装配机型	状态	所属国别
AN/APG-63 (V)	F-15C/D	服役中	美国
AN/APG-80	F-16E/F	生产中	
AN / APG-82	F-15E	研发中	
AN/APG-79	F/A-18E/F	服役中	
AN/APG-77	F-22	小批量生产	
AN/APG-81	F-35	研发中	
Zhuk AE	米格-35、米格-29 升级	在研	俄罗斯
AFAR-X	T-50	在研	
RBE-2AA	“阵风”战斗机升级	研发中	欧洲
Captor-E	“台风”战斗机升级	研发中	
ES-05	JAS-39E/F	研发中	

资料来源:《机载有源相控阵雷达的作战优势、性能对比及军事应用》,华安证券研究所

图表 27 四型主要战机装备有源相控阵雷达的模块数

战机型号	F-22	F-18E/F	F-18E/F	F-35
雷达型号	AN/APG77	AN/APG79	AN/APG80	AN/APG81
模块数(T/R)	2000 个	1100 个	约 1000 个	1200 个

资料来源:《机载有源相控阵雷达的作战优势、性能对比及军事应用》,华安证券研究所

图表 28 搭载了主动相控阵雷达的“阵风”(左, RBE-2 雷达)及“台风”(右, Captor-E 雷达)



资料来源:《弹载有源相控阵雷达的应用》,华安证券研究所

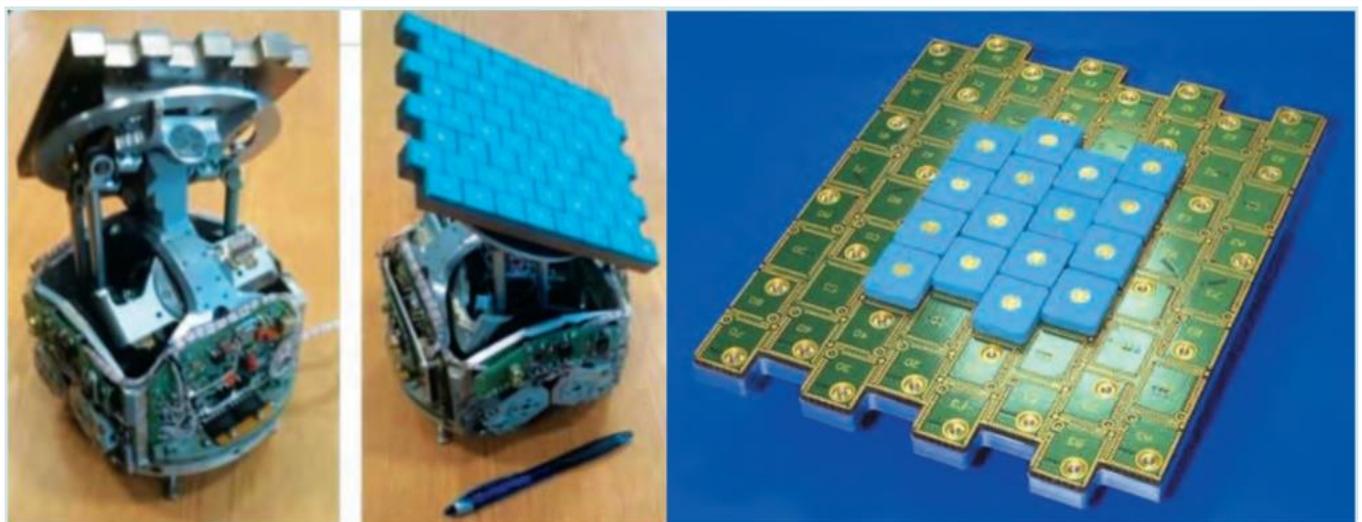
- 导弹的使用增大了战争的突然性和破坏性，加快了战役进程，使得战场的规模和范围扩大，彻底改变了以往常规战争的时空观念，引导了现代战争的技术装备和战略战术上的重大变革。高性能隐身战机、预警机、电磁干扰、低空突防等高科技技术装备和战略战术的陆续出现和发展，使得导弹面临日益复杂的战场环境的挑战。精确制导技术进一步发展，更是对导引头雷达系统的功能提出了一系列要求。如要求导引头雷达具有更强的抗干扰能力，能识别和跟踪距离远，速度快，数量多的目标，而且天线波束指向能灵活变化，高可靠性等等。传统的机械扫描天线已不能满足这些要求，而具备上述诸多优势的相控阵导引头雷达成为精确制导技术的发展方向。

图表 29 采用了主动相控阵雷达的日本 AAM-4B 空空导弹



资料来源：《弹载有源相控阵雷达的应用》，华安证券研究所

图表 30 T-50 外挂 R-77M 空空导弹配用的主动相控阵雷达



资料来源：《弹载有源相控阵雷达的应用》，华安证券研究所

- 随着科技的发展，现代海战已进入电子化和信息化的阶段。舰载雷达不仅

是现代舰船防御作战系统的重要组成部分，而且还是舰船的关键探测装备。而舰载雷达性能的优劣对整个作战起到至关重要的作用，甚至会影响到全部海域、空域作战体系的完备性，对一个国家的海事装备具有全面的制约作用。舰载相控阵雷达可以同时实现搜索、识别、跟踪、制导和探测等功能，能同时监视和跟踪多个目标，抗干扰性能好，可靠性高。

图表 31 装备 AN/SPY-6 (V) 防空反导雷达的“阿利·伯克”级 Flight III 型导弹驱逐舰示意图



资料来源：参考消息网，华安证券研究所

图表 32 “跟踪与数据中继卫星”及相控阵天线布局



资料来源：百度百科，华安证券研究所

- 天线车能够实现快速部署与转移，阵地适应性强。地面机动雷达天线阵面一般安装在专用车辆上，天线阵面与车辆为一体化设计，即为天线车；天线阵面也称为车载相控阵天线，通过旋转、折叠、倒竖、快速拼接等动作

实现快速架设与撤收。为实现 远程预警、精确跟踪与远程截获，车载有源相控阵天线通常具备的共同特点为阵元数 多、阵面口径大等。

图表 33 俄罗斯“天空-M”雷达系统：从左至右分别为厘米波雷达、分米波雷达、米波雷达



资料来源：军桥网，华安证券研究所

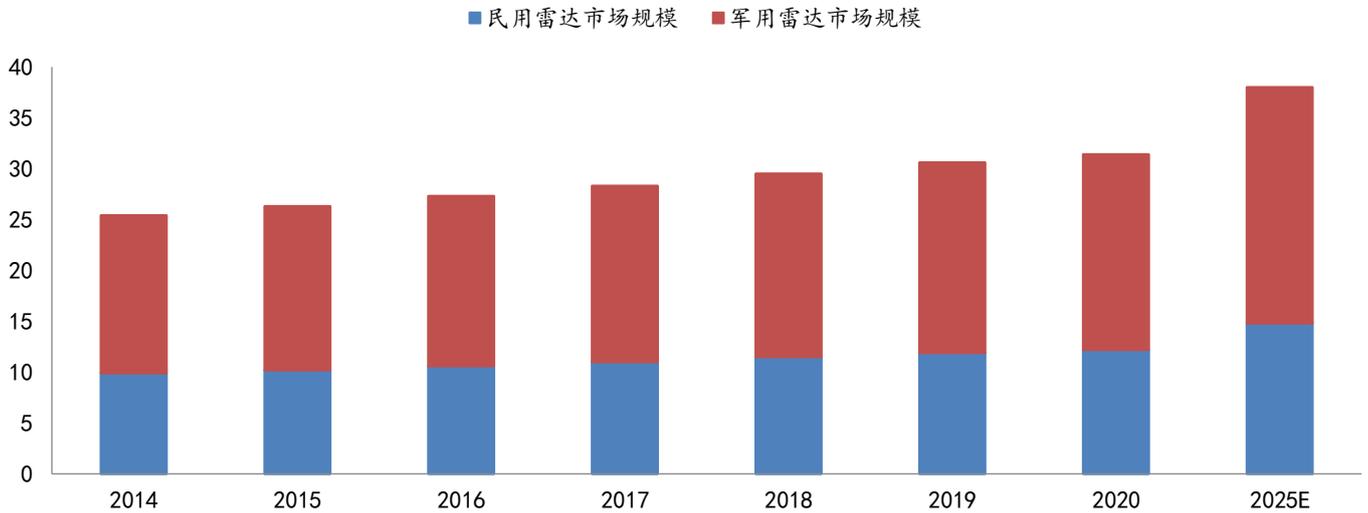
图表 34 俄罗斯“铈-SV”高机动米波预警雷达



资料来源：军桥网，华安证券研究所

根据 Grandview Research 研究报告,2020 年全球雷达市场规模为 314 亿美元,全球军用雷达市场规模为 192 亿美元,约占全球雷达市场份额的 61.15%;预计 2025 年全球雷达市场规模将达到 380 亿美元,按此比例测算,预计 2025 年全球军用雷达市场规模可达到 232 亿美元。

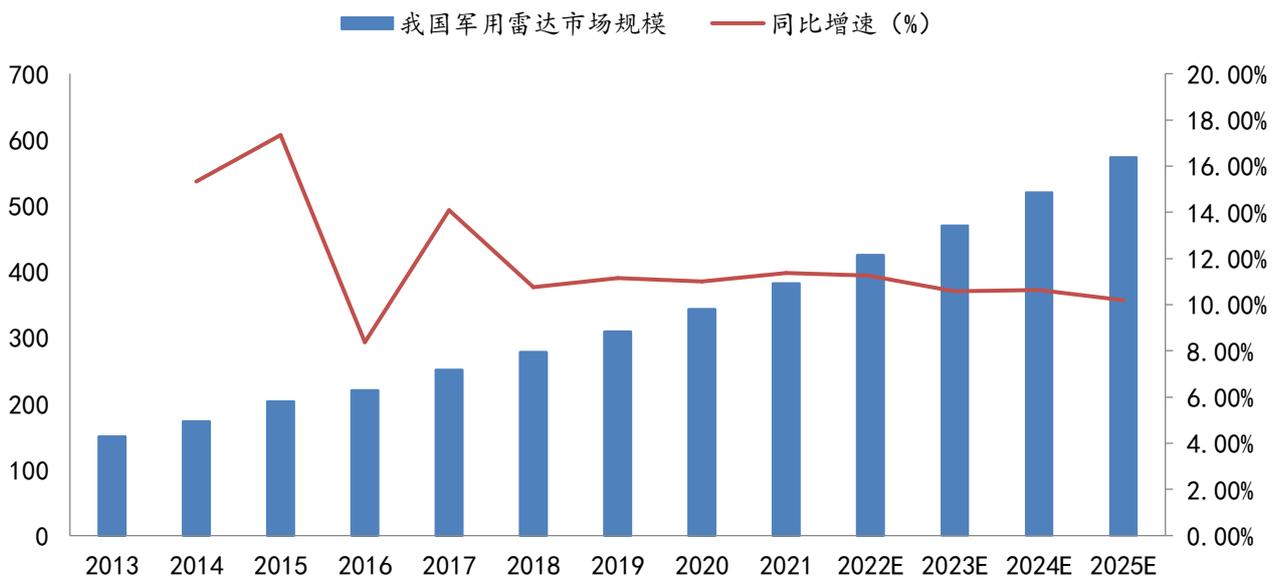
图表 35 2014-2025E 全球雷达市场规模 (单位:十亿美元)



资料来源:前瞻产业研究院,航天南湖招股说明书,华安证券研究所

根据立鼎产业研究院数据,我国军用雷达市场快速增长,相控阵雷达应用逐步普及。随着国防装备费用的持续投入,我国军用雷达市场保持快速增长,预计 2025 年市场达到 573 亿元。

图表 36 2013-2025E 我国雷达市场规模 (单位:亿元)



资料来源:立鼎产业研究院,华安证券研究所

3 专注打磨技术及丰富产品矩阵

3.1 产品端：产品矩阵丰富，可满足下游多样化需求

丰富的产品可以满足各领域下游客户的需求。相控阵 T/R 芯片是相控阵雷达的核心元器件，应用场景多元，包括星载、地面、车载舰载相控阵雷达等，不同应用场景对产品的性能要求截然不同，企业需要根据不同的应用场景设计符合客户需求的产品，这对新进企业的产品开发和设计能力提出了很高的要求。经过多年研发，公司产品已广泛应用于星载、机载、舰载、车载及地面相控阵雷达等多种型号装备中，特别是公司推出的星载相控阵 T/R 芯片系列产品在某系列卫星中实现了大规模应用，芯片的应用提升了卫星雷达系统的整体性能，达到了国际先进水平。

图表 37 公司申请的部分结构设计及智能控制方面的专利

类别		芯片型号
放大类芯片	GaN 功率放大器芯片	GN1605、GN1606、GN1603、GN1602、GN1512、GN1507、GN1505、GN1502、GN1511、GN1504-2、GN1501、GN1506、GN3501、GN1409、GN1407、GN1402、GN1401、GN1403、GN1303、GN1301、GN1302
	GaAs 功率放大器芯片	G3803-3、G1803、G3801-4、G1801、G1803-2、G1808、G1811、G1810-2、G1810、G3802、G1807、G1806、G1804、G3806、G1702-2、G1705、G1707、G1704-3、G1605、G1708、G1607、G1606、G1604、G1603-2、G1602、G1512、G1501-2、G1505、G1510、G1509、G1502-2、G1507*、G1509-2、G1402、G1401、G1302、G1302-2
	GaAs 单电源功率放大器芯片	G1711、G1709、G3603、G3504、G3503、G3501、G3502、G3401、G1301、G1206、G1207
	GaAs 收发多功能放大器芯片	G4805B01、G404C01、G4803、G4722、G4721、G4720、G4715、G1701S、G4719、G4717、G4716、G4604、G3601、G1511S*、G4508、G4515、G1508S-2*、G1508S*、G1507S*、G3201、G4202B02、G4202A01
	GaN 载片式功率放大器芯片	GIM1401、GIM1302、GIM1301、GIM1203、GIM1201、GIM1202
	GaAs 低噪声放大器芯片	G2801A07、G2808A04、G2807A03、G2805F01、G2804E01、G2701E03、G2708F08、G2708D02、G2708D01、G2502D04、G2501E19、G2503A02、G2502B01*、G2503A01、G2503C02、G2401D02、G2401J01、G2401A01、G2406A01、G2404A01、G2201B04、G2401K01
	GaAs 限幅低噪声放大器芯片	GL2605B01、GL2602A01、GL2607A01、GLB2601B01、GL2501A01*、GL2605A01、GLB2501B01、GL2503C01、GL2403B01、GL2402B01、GL2401C02、GL2401B01
幅相控制类芯片	GaAs 幅相多功能芯片	G4705B01、G4704B01、G4718A03、G4703B01、G4505B06
	GaAs 单通道模拟波束赋形芯片	G4810B01、G4707E01、G4708B01、G4603B02*、G4602C01*、G4601B01、G4509C06、G4501G03、G4512B01*、G4506D01*、G4502C03、G4502B02、G4510B01*、G4509A02、G4406C01*、G4406B01、G4405A01*、G4403A01、G4402B01、G4401B01、G4301A01、G4516A01*
	GaAs 多通道模拟波束赋形芯片	G4808C01
	硅基模拟波束赋形芯片	S4802B02、S4804A01、S4806B01、S4805B01、S4705B02、S4706A01、S4703B01、S4602A01、S4601A01、S4504B01、S4502A03、S4501A03
	GaAs 延时放大多功能芯片	G4605A01、G4513D01、G4513B01、G4513A01、G4511A01、G4513C01、G4410A01

幅相控制类芯片	GaAs 数控移相器芯片	G6803B01、G6801D02、G6701A01、G6602C01、G6601C01、G6603A01、G6502D02、G6501C01、G6401C01、G6301A01、G6503B01、G6201A03
	GaAs 数控延时器芯片	G6402A01、G6504A01
	GaAs 数控衰减器芯片	G5801C02、G5802B02、G5602C03、G5504C03、G5601C03、G5502C03、G5201A03、G5503C03、G5501C03
	固定衰减器芯片	P580X
无源类芯片	GaAs 开关芯片	G7504B02、G7603A02、G7603A01、G7503A02、G7503A01、G7502A02、G7502A01、G7501A02、G7501A01、G7402A02、G7402A01、G7401A01
	功分器芯片	P3701A01、P3501B03、P2802A04、P2701A05、P2604A01、P2501A01、P2503A01、P2502A01、P2504A01
	滤波器芯片	P4702A01、P4701B05、P4501A01
	定向耦合器芯片	P3504A02
	限幅器芯片	P9801D04、P9601E06、P9501A03、P9501A02、P9502A02、P9501A12、P9401A02、P9501A10、P9501A08、P9301A01、P9601H01、P9501C08、P9501A04

资料来源：公司官网，华安证券研究所

图表 38 试验十号 02 星搭载了铖昌科技研制的 2 万多颗高性能 T/R 芯片



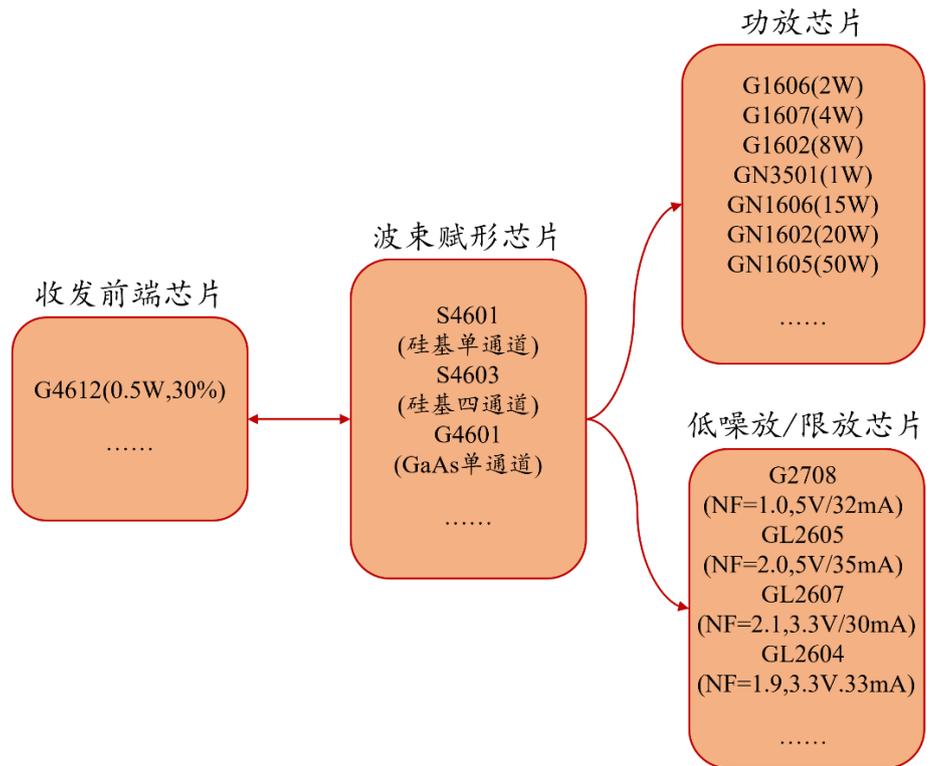
资料来源：公司官网，华安证券研究所

与此同时，公司加快拓展新兴领域业务。

● 卫星互联网领域，公司充分发挥技术创新优势，成功推出星载和地面用卫星互联网相控阵 T/R 芯片全套解决方案。

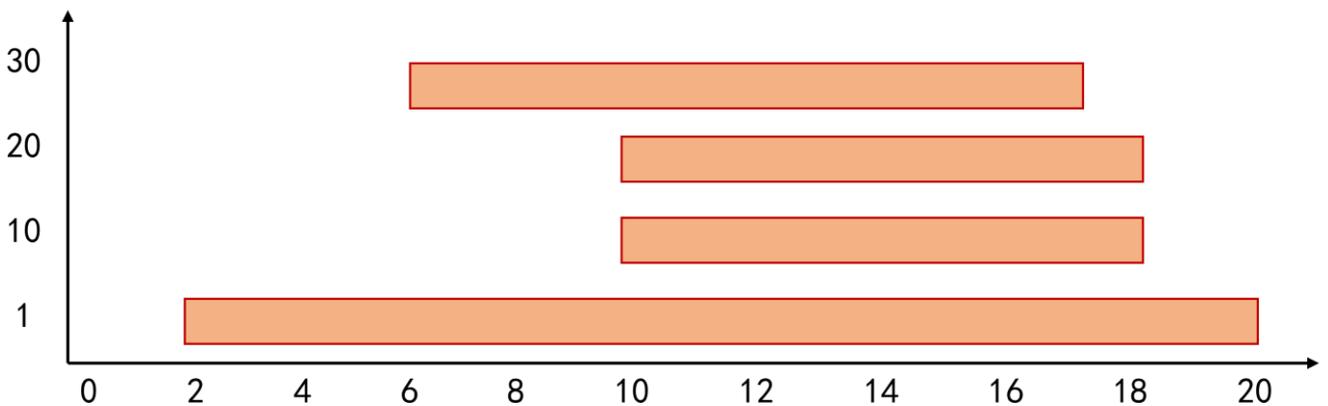
Ku 波段（12~18GHz）主要应用于卫星通信领域，尤其是用于直播卫星电视广播的下行链路，以及用于国际空间站（ISS）通信的跟踪数据中继卫星和星链（SpaceX Starlink）卫星等特定应用，此外 Ku 波段雷达还常用于机场表面探测设备（ASDE）。相比于频率更低的频段，Ku 波段波长更短，因此天线物理尺寸更小，分辨率也更高。近些年由于有源相控阵技术的发展，Ku 波段的相控阵 T/R 套片需求也日益增长。

图表 39 Ku 波段套片产品系列



资料来源：公司官网，华安证券研究所

图表 40 宽带应用频段覆盖（横轴单位：GHz，纵轴单位：W）



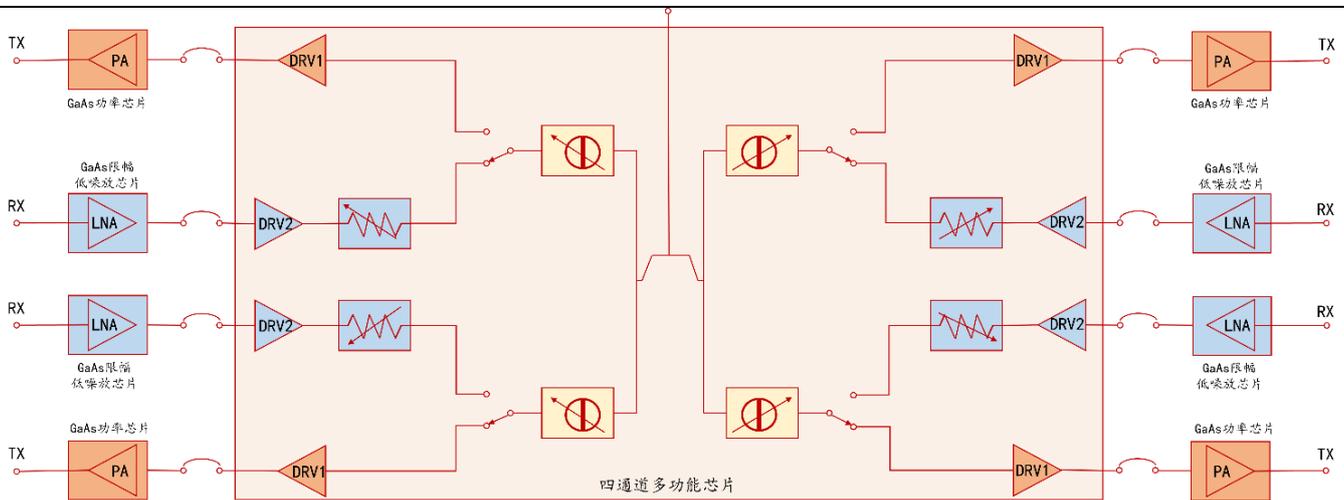
资料来源：公司官网，华安证券研究所

公司针对应用于 Ku 波段的 T/R 套片产品进行了深入的研究，开发了 GaAs/GaN 功放芯片、GaAs 收发前端芯片、GaAs 低噪放/限幅低噪放芯片、GaAs 限幅器芯片、GaAs/硅基波束赋形芯片等，套片产品拥有灵活的设计架构，覆盖多种功率量级，具有优异的性能指标。

- 毫米波通信方面，5G 毫米波通信方面，公司已经和主流通信设备生产商建立了良好的合作关系，支撑 5G 毫米波相控阵 T/R 芯片国产化。

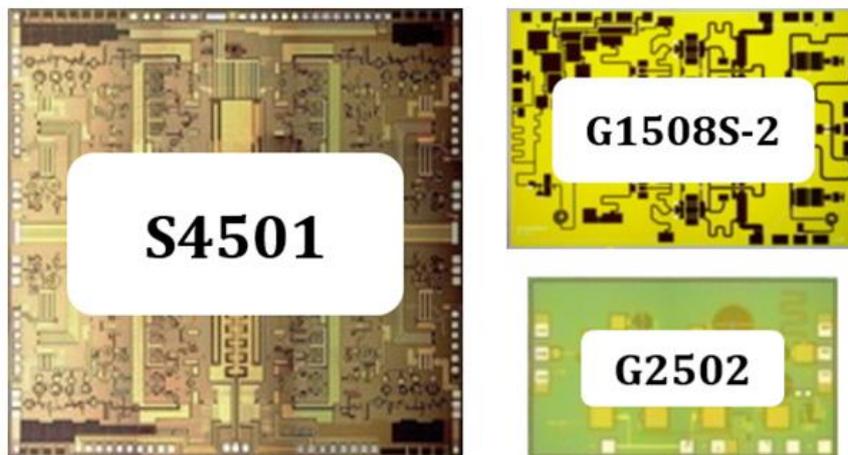
目前公司产品已覆盖 L~W 波段各类典型应用，产品涵盖 GaN/GaAs 功率放大器、GaAs 低噪声放大器、GaN/GaAs 收发前端芯片、GaAs/硅基幅相控制一体化多功能芯片、GaAs/GaN 开关芯片、GaAs 限幅器芯片等全套相控阵 T/R 前端芯片产品，并已成功应用于各类星载、机载、陆基平台，累计芯片出货量近百万颗。在出货量最大、应用最为广泛的 X 波段 T/R 套片产品方面，公司在研发和生产方面积累了丰富的经验，套片产品拥有灵活的设计架构，覆盖多种功率量级，具有优异的性能指标。

图表 41 四通道 T/R 套片方案



资料来源：公司官网，华安证券研究所

图表 42 公司 8~12GHz 2W 四通道 T/R 套片



资料来源：公司官网，华安证券研究所

3.2 技术端：专注研发，致力于自主可控及降低成本

公司自成立以来，专注于相控阵 T/R 芯片设计开发，经过多年的研究和技术攻关，形成了多项核心技术。

图表 43 公司核心技术特点及技术优势及技术先进性

序号	技术名称	技术特点及先进性	状态
1	微波功率放大器芯片热设计技术	该技术采用新型的微波毫米波功放芯片的片上散热结构，通过芯片设计流片与倒装封装，有效解决功放沟道降温问题，提升功放的性能与可靠性。	批量生产
2	高性能微波功率放大器设计技术	该技术通过器件结构优化及电路设计等维度提升功放芯片效率及线性度性能。器件层面上，优化外延材料、器件结构、栅结构、钝化层结构等，提升功率放大器线性度及效率潜力，另外采用预失真技术、Doherty 及谐波阻抗匹配等技术提升功率放大器线性度和效率，为相控阵雷达系统提供高集成、高效率、高线性的功放产品。	批量生产
3	GaAs 管芯非线性建模及模型参数提取和修正技术	该技术选取 GaAs pHEMT 管芯等效电路中的非线性元件的初步模型，对其非线性仿真进行修正，并通过粒子群算法求解非线性参数，实现管芯非线性建模。	批量生产
4	相控阵芯片高成品率分析及优化技术	该技术采用芯片成品率分析及优化方法，通过对影响芯片成品率的因素进行参数数据预处理和建模，对芯片电路进行敏感度仿真，并利用蒙特卡洛统计分析结果调整芯片设计，提高芯片的成品率。	批量生产
5	高性能低噪放芯片技术	针对用户产品工作环境恶劣、性能指标要求严苛的需求，研究出带宽拓展等低噪放芯片设计技术，所研制的低噪放芯片具有超宽带宽、极低噪声、线性度高、具备栅控功能等特点。	批量生产
6	相控阵前端收发一体化芯片技术	针对相控阵雷达小型化、轻量化、低成本应用需求，开展高集成度相控阵 T/R 芯片片内功能单元联合设计技术研究，解决射频开关大功率情况下压缩、开关与功率放大器输出匹配网络协同设计、限幅器网络与低噪声放大器输入匹配网络协同设计等问题，实现高效率功率放大器、高功率开关、限幅器、低噪声放大器等电路单元于一体的低成本的 T/R 射频前端解决方案，提升系统性能，降低客户产品开发成本。	批量生产
7	基于 MESFET 器件的限幅器电路设计技术	基于 GaAs MESFET 器件，研制高耐功率、低限幅电平的限幅器电路，为集成限幅功能的高性能低成本前端收发芯片技术奠定基础。	批量生产
8	限幅器 PIN 管结构设计技术	定制化设计 GaAs 工艺 PIN 器件结构、物理尺寸、外延材料，实现限幅器电路高耐功率、低限幅电平、低恢复时间等性能参数的优化，提升产品竞争力。	批量生产
9	模拟波束赋形芯片技术	针对毫米波高集成度相控阵系统应用需求，基于硅基、III-V 族等器件工艺以及毫米波芯片高密度集成工艺，通过多通道模拟波束赋形芯片高隔离度、高幅相控制精度及快速波束控制等关键技术研究，实现多个 T/R 通道高密度集成，有效减少系统内元器件数量及互联复杂度，提升系统性能，降低芯片成本。	批量生产
10	宽频带幅度相位电路设计技术	采用超宽带高精度移相器设计、衰减器相位校正、幅相一致性控制等手段，实现宽带幅度控制电路设计，提升波束赋形芯片性能。	批量生产
11	高精度微波射频芯片自动测试技术	该技术基于 10 项误差模型及自校准算法精确修正测试系统误差，依托全矢量修正算法，开发一体化微波射频芯片自动测试系统，实现直流、S 参数、噪声、功率及频谱等芯片指标参数的高精度一站式自动量测，提高测试吞吐率，达到测量精度、测量效率与测试可行性间的最佳平衡；同时结合面向对象语言的高效性与灵活性及关系型数据库的强大的数据存储与处理能力形成软件平台，实现测试数据的安全存储、快速统计分析与深度数据挖掘；此技术相较于传统分立式测试方案可明显缩短工程周期，显著降低测试成本。	批量生产

资料来源：公司招股说明书，华安证券研究所

公司自成立以来一直致力于推进相控阵 T/R 芯片的自主可控。

图表 44 公司 2022 年研发投入用于的项目

主要研发项目名称	项目目的	项目进展	拟达到的目标	预计对公司未来发展的影响
D711	本项目针对星载领域产品需求，研究高集成度相控阵 T/R 芯片架构，研制高性能的多功能芯片，高效率、高功率的功放芯片，低功耗的低噪放芯片等高集成度相控阵 T/R 芯片。	已完成高性能的多功能芯片，高效率、高功率的功放芯片，低功耗的低噪放芯片关键技术研究，目前分别为处于研发、初样、部分批产阶段。	为了星载领域产品进一步小型化、轻量化的应用需求，实现具有高性能、高集成度、高可靠性、满足抗辐照要求的星载 T/R 芯片解决方案，完成星载领域产品的技术储备和专用开发。	公司将基于星载领域的技术积累，保持较强的产品和技术创新，使公司技术始终保持国内行业领先地位，进一步提高产品市场竞争力，提升公司盈利能力。
D751	本项目针对各类型地面、车载雷达应用需求，开展高集成度多功能芯片、收发多功能芯片、功放芯片、限幅低噪放芯片等相控阵 T/R 芯片研制，降低组件尺寸及装配复杂度等，完善关键指标。	已完成以低成本高集成度为主要性能指标的收发多功能芯片关键技术研究，目前分别为处于研发、初样、部分批产阶段。	传统分立式套件解决方案芯片种类繁多，导致雷达装配复杂，体积较大、且价格昂贵。通过该项目的实施，实现具有低成本、高集成度的地面、车载相控阵 T/R 芯片解决方案，完成地面、车载应用领域产品的技术储备和专用开发。	公司利用多年的技术储备，逐步拓展并深入产品各个应用领域，在重点领域中保持份额的快速增长，增加新的盈利点。
D761	本项目针对机载、舰载领域需求，研究典型相控阵 T/R 芯片架构，开展高集成度多功能芯片、收发多功能芯片、功放芯片、限幅低噪放芯片等相控阵 T/R 芯片研制。	研究的高集成度、低成本收发多功能芯片，具备抗干扰、低截获、高分辨率等多方面优势、目前处于研发、正样、部分批产阶段。	实现具有小型化、高性能、低成本、高兼容性的机载、舰载相控阵 T/R 芯片解决方案，完成机载、舰载应用领域产品的技术储备和专用开发。	公司利用多年的技术储备，逐步拓展并深入产品各个应用领域，在重点领域中保持份额的快速增长，增加新的盈利点。
卫星互联网相控阵 T/R 芯片研发及产业化项目	本项目针对卫星互联网相控阵 T/R 芯片，进一步开展高集成、高效率、高线性的功放等方面技术研究。	已推出完整技术方案，以多通道多波束幅相多功能芯片为代表的 T/R 芯片，集成度、功耗、噪声系数等关键性能具备一定的领先优势，目前分别处于研发、批产阶段。	公司将进一步完善公司项目成果的总结和转化机制，加大卫星互联网用芯片产品设计、生产能力，应对卫星互联网产业链新机遇。	公司已拓展应用至卫星互联网领域，丰富了公司产品的应用场景，为收入提供支撑。
5G 毫米波相控阵高集成度波束赋形芯片项目	本项目针对 5G 毫米波相控阵高集成度波束赋形芯片项目射频通道通用化、小型化以及低功耗的设计瓶颈，开展毫米波波束赋形芯片设计技术研究。	5G 毫米波通信方面，公司已经和主流通信设备生产商建立了良好的合作关系，完成芯片多轮迭代开发。	开发 5G 毫米波相控阵高集成度波束赋形芯片产品，为 5G 通信系统提供自主可控的核心射频芯片技术支撑。	5G 毫米波相控阵高集成度波束赋形芯片项目的落地将不断优化公司产品结构，进一步增强公司的核心竞争力，增加新的盈利点。

资料来源：公司年报，华安证券研究所

公司在产品研发过程中，把握行业发展趋势并提前进行技术布局，聚焦复杂应用场景下相控阵 T/R 芯片先进架构方案设计及产品研发，研发出多项自主可控核心技术。公司产品涵盖整个固态微波产品链，包括功率放大器芯片、低噪声放大器、收发多功能芯片、幅相控制芯片、模拟波束赋形芯片、数控衰减器、数控移相器、数控延时器、限幅器、功分器、开关芯片等十余类高性能微波毫米波模拟相控阵芯片，工艺制程范围在 40nm-500nm 间，能够提供各典型频段的微波毫米波模拟相控阵系统芯片解决方案。通过高精度测试及模型修正、可靠性提升及试验验证等技术手段，2017 年成功推出星载相控阵 T/R 芯片，在某型号卫星中已实现大规模应用。目前，公司已完成该型号组网卫星的多颗卫星配套相控阵 T/R 芯片的出货，产品在卫星上稳定运行较长时间，未出现异常问题。公司获得了卫星总装单位对公司星载产品的应用证明，对公司产品高度评价：“该系列芯片的研制对卫星系统成功研制并达到指标要求意义重大，对加快我国星载大规模有源相控阵领域发展具有里程碑的作用”“芯片的功率附加效率和接收功耗控制水平属国际领先”。

图表 45 公司部分公开的涉及成本管控的专利

专利公开号	专利名称	实现的效果
CN109946651A	基于三维封装结构的多功能相控阵 TR 芯片	实现了基于三维封装结构的多功能相控阵 TR 芯片，具有体积小， 成本低 ，一致性好，可靠性高和调试简单的优点。
CN111983434A	多端口射频微波芯片的测试系统	多端口射频微波芯片的测试系统结构简单、测试参数覆盖性高、测试效率高、测试精度高、 成本低 、测试灵活性高。
CN113092976A	一种射频微波大功率器件测试系统及测试方法	射频微波大功率器件测试系统及测试方法通过高精度数字万用表和霍尔电流探头实现射频微波大功率器件的直流测试，准确、 成本低 。
CN113725717A	二维点阵式多波束相控阵及其设计方法	提供了一种尺寸较小、结构简单的二维点阵式多波束相控阵，有效提高了多波束相控阵芯片设计的集成度， 降低成本 ，应用广泛。
CN114325201A	基于自校准的多端口 S 参数去嵌方法、装置及电子设备	去嵌结构占用面积小， 有效降低了测试成本 ，提高了测试效率。

资料来源：CNKI，华安证券研究所

公司所研制的芯片兼具低成本及高性能等特点，产品通过严格质量认证，质量等级可达宇航级。公司经过多年技术与行业积累，突破了相控阵 T/R 芯片在性能、体积、成本等问题上面临的挑战，掌握了实现低功耗、高效率、低成本、高集成度的相控阵 T/R 芯片的核心技术，形成多项经过客户使用验证的关键核心技术，包括高性能微波功率放大器设计技术、相控阵芯片高成品率分析及优化技术、高性能低噪放芯片技术、基于 MESFET 器件的限幅器电路设计技术、拟波束赋形芯片技术、宽频带幅度相位电路设计技术等。

此外，公司募投项目“新一代相控阵 T/R 芯片研发及产业化项目”也将聚焦技术及规模化生产两大方向，以降低相控阵 T/R 芯片的成本。

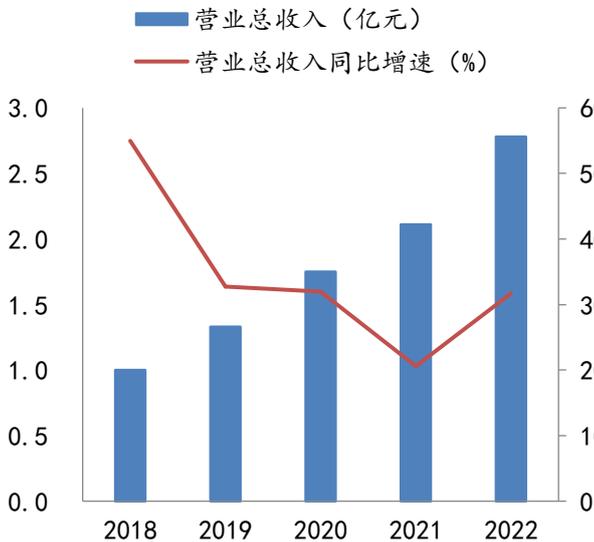
4 财务分析

4.1 收入利润分析：业务规模逐渐扩大

公司业务规模不断扩大，营业收入持续上升。2018-2022 年，公司实现营业收入分别为 1.00 亿元、1.33 亿元、1.75 亿元、2.11 亿元和 2.78 亿元，2018 年至 2022 年的年均复合增长率为 29.13%。主要原因系基于公司的技术积累和行业口碑的建立，与客户合作关系日渐巩固，公司参与的多个研制项目陆续进入量产阶段，产品结构逐渐丰富，不仅拓展了在星载领域产品应用的卫星型号数量，同时在地面、舰载、车载等应用领域的产品数量亦有所增长。

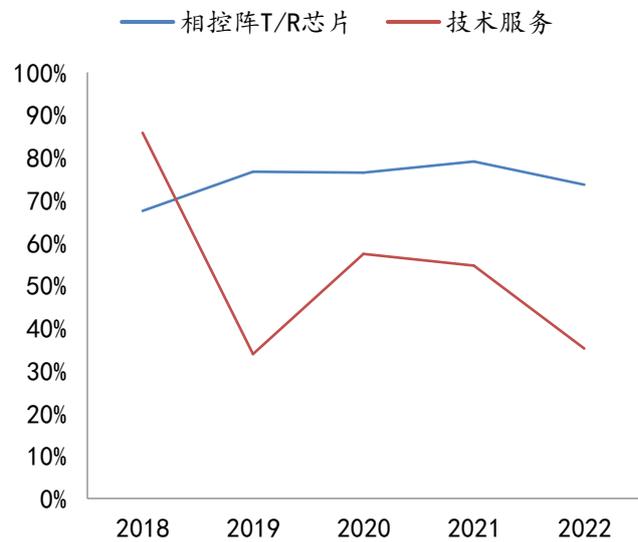
毛利率方面，2018 年-2022 年，公司相控阵 T/R 芯片销售的毛利率分别为 67.48%、76.67%、76.46%、79.07%和 73.63%，毛利率基本保持稳定，盈利能力较强。相控阵 T/R 芯片产品毛利率较高。具体而言，相控阵 T/R 芯片产品为相控阵雷达的重要组成部分，产品具有集成度高、结构复杂、性能参数指标严苛等特征，且在产品销售前需经过指标论证、方案设计、初样试样研制、产品定型等多个环节，研发所需的时间周期较长、前期投入较大。此外，公司相控阵 T/R 芯片核心产品需满足宇航级要求，有更高一致性和稳定性要求，售价及毛利水平较高。在上述因素影响下，公司相控阵 T/R 芯片的毛利率较高。2018-2022 年公司技术服务的毛利率分别为 85.81%、33.89%、57.39%、54.64%和 35.19%，毛利率波动较大。主要系公司技术服务高度定制化，受客户需求及项目技术水平差异影响，不同项目之间毛利率差异较大。

图表 46 近五年公司营收情况 (单位：亿元)



资料来源：wind，华安证券研究所

图表 47 近三年各业务毛利率水平 (单位：%)

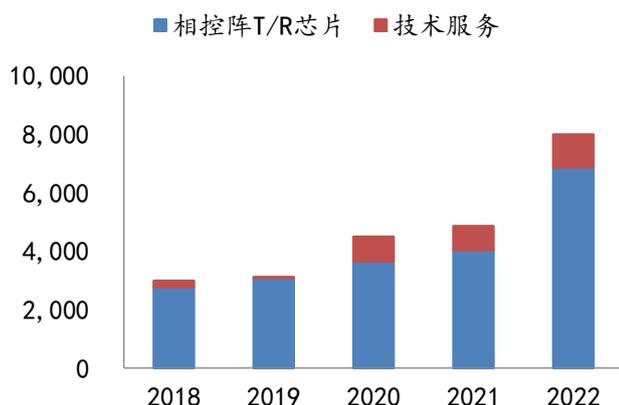


资料来源：wind，华安证券研究所

4.2 成本费用分析：研发投入逐年加大

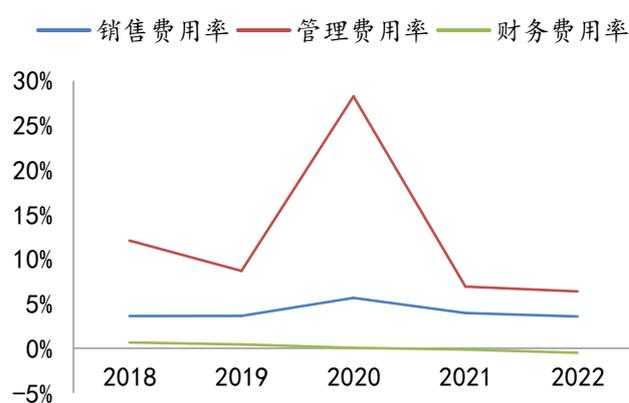
从业务类别来看，相控阵 T/R 芯片成本占比最大。2018-2022 年，公司营业成本分别为 0.30 亿元、0.31 亿元、0.45 亿元、0.49 亿元和 0.80 亿元。

图表 48 近五年营业成本情况 (单位: 万元)



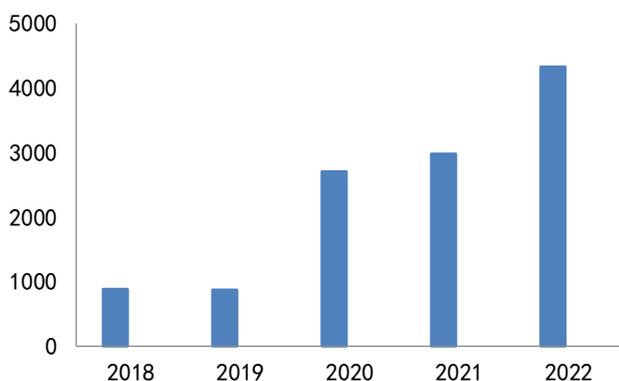
资料来源: wind, 华安证券研究所

图表 49 近五年三费情况 (单位: %)



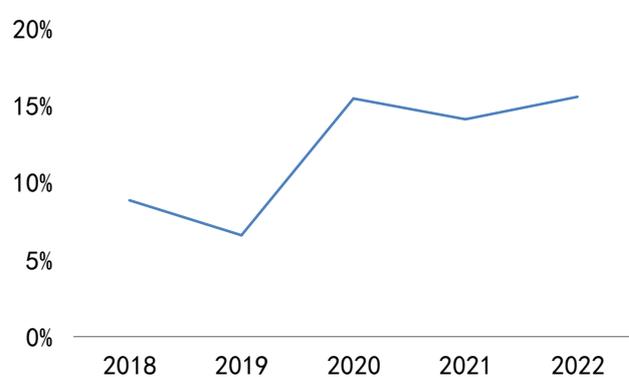
资料来源: wind, 华安证券研究所

图表 50 近五年研发费用情况 (单位: 万元)



资料来源: wind, 华安证券研究所

图表 51 近五年研发费用占比总营收 (单元: %)



资料来源: wind, 华安证券研究所

三费方面, 2018年-2022年, 公司的期间费用合计分别为 2516.75 万元、2561.72 万元、8643.39 万元、5241.98 万元和 6951.56 万元, 其中 2020 年包含确认股份支付的影响。整体上来看, 增长幅度远低于总营收增长幅度, 三费率呈现逐年减少的趋势。

研发方面, 公司将研发积累和技术创新作为企业发展的重要战略, 在研发方面保持着持续高投入, 2018年-2022年, 公司的研发费用分别为 884.36 万元、872.70 万元、2705.98 万元、2978.96 万元和 4328.26 万元, 占总营业收入的比例分别为 8.86%、6.58%、15.47%、14.12%和 15.58%, 研发投入力度呈现逐年加大态势。

5 盈利预测及估值

5.1 盈利预测

✓ 收入端

关键假设 1: 基于相控阵雷达行业的景气度, 预计公司相控阵芯片业务将处于快速发展阶段, 我们假设 2023 年/2024 年/2025 年业务增速分别为 45%/35%/35%。

关键假设 2: 成本方面, 募投项目建设完毕, 伴随着产能逐渐释放, 规模效应下毛利率会逐步抬升, 我们预计 2023 年/2024 年/2025 年毛利率分别为 73.7%/74.0%/74.1%。

✓ 费用端

关键假设 1: 随着销售体系的完善及募投项目的稳步推进, 预计费用保持相对稳定, 由于收入增速高于费用增速, 整体费用率呈下降态势。

基于上述关键假设, 我们对公司未来三年业绩做出预测。我们预计公司 2023 年/2024 年/2025 年的营业收入分别为 3.96/5.29/7.09 亿元, 同比增速为 42.5%/33.6%/33.9%。预计公司 2023 年/2024 年/2025 年归母净利润分别为 1.93/2.55/3.45 亿元, 对应增速为 45.4%/32.3%/35.3%。

图表 52 2021 年-2025 年公司业绩拆分及盈利预测

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
总营业收入 (万元)	21093.36	27778.84	39592.34	52908.67	70858.67
YOY	20.60%	31.69%	42.53%	33.63%	33.93%
营业成本 (万元)	4852.36	7986.16	10893.31	14312.68	18868.28
毛利润 (万元)	16241.00	19792.68	28699.04	38596.00	51990.39
毛利率 (%)	77.00%	71.25%	72.49%	72.95%	73.37%
相控阵 T/R 芯片业务					
营业收入 (万元)	19300.88	26061.41	37789.04	51015.20	68870.52
YOY	24.23%	35.03%	45%	35%	35%
营业成本 (万元)	4039.27	6873.05	9930.21	13274.57	17867.68
毛利润 (万元)	15261.61	19188.36	27858.83	37740.63	51002.85
毛利率 (%)	79.07%	73.63%	73.72%	73.98%	74.06%
技术服务业务					
营业收入 (万元)	1792.48	1717.43	1803.31	1893.47	1988.14
YOY	-8.30%	-4.19%	5%	5%	5%
营业成本 (万元)	813.09	1113.11	963.10	1038.11	1000.60
毛利润 (万元)	979.39	604.32	840.20	855.36	987.54
毛利率 (%)	54.64%	35.19%	46.59%	45.17%	49.67%

资料来源: wind, 华安证券研究所

5.2 公司估值

公司主要经营相控阵 T/R 芯片业务, 我们选取拥有卫星通信业务的景嘉微、盟

升电子、雷科防务及雷电微力进行对比，2023 年可比公司 PE 均值为 51 倍。我们预计 2023-2025 年公司归母净利润为 1.93/2.55/3.45 亿元，对应市盈率为 69.18、52.27、38.64 倍，首次覆盖给予“买入”评级。

图表 53 可比公司估值情况

证券代码	证券简称	可比公司业务情况	PE (取一致预期)		
			2023E	2024E	2025E
300474.SZ	景嘉微	图形显控模块产品和加固类产品	107.18	76.89	-
688311.SH	盟升电子	卫星应用技术领域相关产品的研发及制造	28.73	20.67	-
002413.SZ	雷科防务	覆盖了从系统设计、射频、天线、数字、模拟仿真等方面的完整产业链能力	30.17	25.16	-
301050.SZ	雷电微力	毫米波有源相控阵微系统	29.03	19.82	-
平均值			51.41	37.86	-

注：可比公司估值采用 Wind 一致预期

资料来源：公司招股说明书，wind，华安证券研究所

风险提示：

研发不及预期，下游需求不及预期，募投项目建设不及预期。

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告由华安证券股份有限公司在中华人民共和国（不包括香港、澳门、台湾）提供。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其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并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A 股以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普 500 指数为基准。定义如下：

行业评级体系

- 增持—未来 6 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%以上；
- 中性—未来 6 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%以上；

公司评级体系

- 买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
- 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
- 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
- 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。