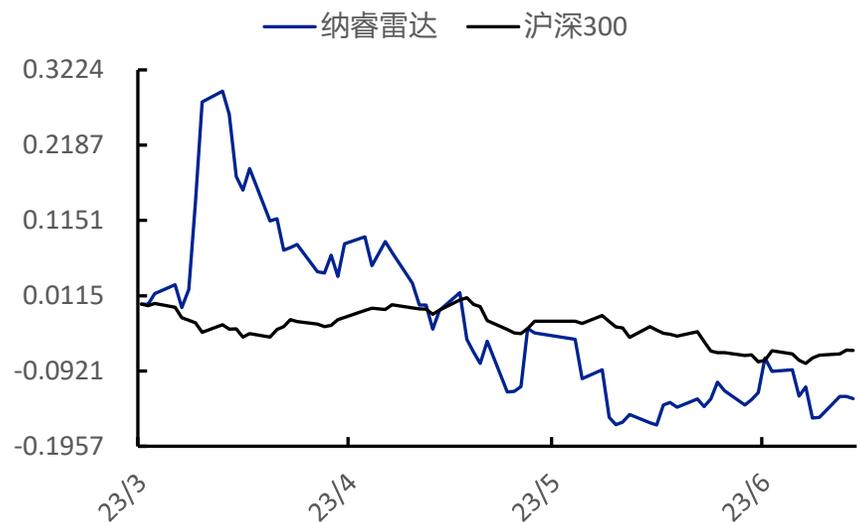


纳睿雷达(688522)深度报告：全极化有源相控阵气象雷达 供应商，技术支撑多维发展

评级：买入(首次覆盖)

杨阳(证券分析师)
S0350521120005
yangy08@ghzq.com.cn

近期市场走势



相对沪深300表现

表现	1M	3M	12M
纳睿雷达	2.6%	-31.0%	
沪深300	-1.9%	-3.0%	

预测指标	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入(百万元)	210	404	619	943
增长率(%)	15	92	53	52
归母净利润(百万元)	106	206	314	474
增长率(%)	10	94	53	51
摊薄每股收益(元)	0.69	1.33	2.03	3.06
ROE(%)	19	9	12	15
P/E	0.00	39.11	25.63	16.97
P/B	0.00	3.45	3.04	2.58
P/S	0.00	19.91	13.00	8.53
EV/EBITDA	-1.18	29.11	18.13	11.36

资料来源: Wind资讯、国海证券研究所

- ◆ **纳睿雷达是国内领先的全极化有源相控阵雷达供应商。**纳睿雷达成立于2014年5月，从事相控阵雷达整机及相关系统的研发、生产、销售以及相关服务。公司产品主要为X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达及配套的软硬件，主要应用于气象探测领域，并逐步向水利防洪、民用航空、海洋监测、森林防火、公共安全监测等领域推广。公司实际控制人为包晓军和刘素玲夫妇，核心管理层包晓军及技术人员刘远曦、李琳持股，与股东利益一致，有助于公司长远发展。2019-2022年公司实现营业收入分别为1.05/1.31/1.83/2.10亿元，取得归母净利润分别为0.71/0.67/0.97/1.05亿元。公司收入主要来自雷达硬件和软件产品，各项毛利率水平较高，综合毛利率水平在80%左右，收入多在第四季度确认。
- ◆ **“X+双偏振+有源相控阵”气象需求悄然而至，水利需求释放翘首以盼。**(一)在气象领域，当前国内已部署的多为S/C波段的单偏振机械雷达：(1)相较于X波段，S/C波段探测距离远但精确度有限，且受地球曲率的影响对低层探测较为困难，难以探测如雷暴大风、龙卷风等强对流天气；(2)相较于双偏振/全极化，单偏振仅能从单一维度获取降水粒子等目标信息；(3)相较于相控阵，机械扫描技术体扫周期长、分辨率低、运维成本高。国家为完善气象雷达网的探测盲区建设、加强近地领域对强对流天气的精准探测等计划催生了天气雷达对于“X波段+双偏振+相控阵”的技术需求，并持续出台政策对发展给予支持；2022年2月中国气象局发布的《中国气象科技发展规划(2021-2035年)》明确提出对多极化、相控阵技术天气雷达系统的研发。从国际发展趋势上看，美国、日本的相控阵雷达技术发展较早，目前在积极推进气象领域的研制及推广应用。我们采用两种方法对国内X波段气象雷达市场的需求进行测算，结果分别为999套、1050套；**我们预计X波段雷达在国内气象领域需求有望达千套以上。**(二)在水利领域，2021年以来，相控阵雷达已于多地的水利监测中进行试点应用；2023年水利部提出要构建气象卫星和测雨雷达、雨量站、水文站将组成的雨水情监测“三道防线”，或将加速相控阵雷达的放量。
- ◆ **气象许可+军品认证匹配高附加值，核心组件自研凸显降本优势。**纳睿雷达是国内目前唯二取得X波段相控阵天气雷达的气象专用技术装备使用许可证的企业，并取得武器装备质量管理体系认证。据中国政府采购网统计，2018-2022年X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达产品的累计中标数量中纳睿雷达排名第一，销售已走出广东面向全国各地。公司采取自研核心技术+采购通用现货的方式实现降本，天线体制采用微带贴片技术，T/R芯片降本达90%，组件降本达60%以上；其中T/R组件采用商用现货射频器件和表面贴装工艺，单位成本与国博电子单价相比差异达80%左右。公司技术外延从事77GHz车载4D毫米波雷达的研发，4D毫米波雷达有望受益于汽车智能化发展及国产化率提升。未来公司将以全极化有源相控阵雷达技术为支点纵向深耕硬件、软件，横向拓展军事国防、民航空管、水利检测、海洋监视等相关价值领域。
- ◆ **盈利预测与投资评级：**纳睿雷达是国内为数不多的掌握自主知识产权全极化多功能有源相控阵雷达核心技术并实现产业化的高新技术企业，是掌握从微带贴片阵列天线、射频前端、数字中频后端、信号处理、数据融合到雷达数据产品开发等相控阵雷达的设计制造、雷达软件生态和雷达算法服务的全价值链系统解决方案提供商。未来纳睿雷达有望持续受益于X波段双偏振有源相控阵雷达在气象领域渗透率的加速提升，同时在水利、军事、民航等新领域有望形成突破；公司核心技术壁垒深厚、产品溢价较高，我们认为具备长期成长潜力。**我们预计纳睿雷达2023-2025年归母净利润分别为2.06/3.14/4.74亿元，对应PE分别为39/26/17倍，首次覆盖，给予“买入”评级。**
- ◆ **风险提示：**市场空间较依赖行业政策和各级财政预算；行业竞争加剧；产品形式过于单一；高毛利率难以维持；客户集中度较高；募投项目进度或经营成果不及预期；国内市场与国际市场不可完全对比参照。

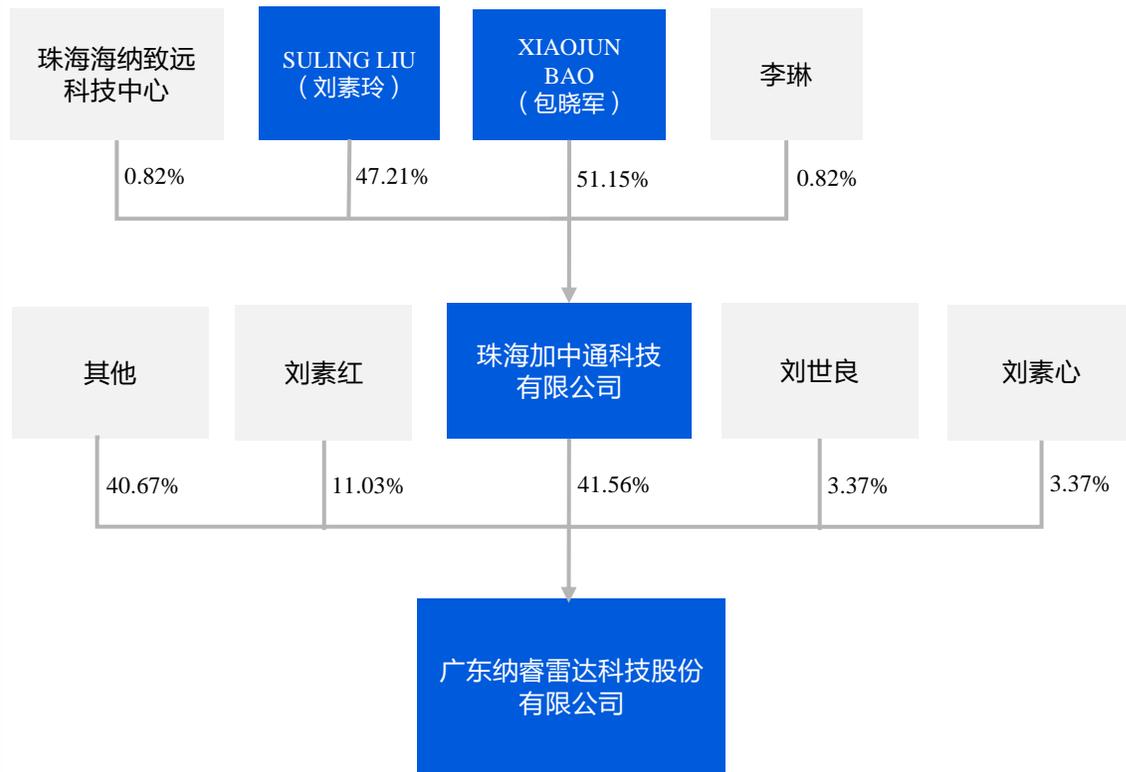
1 纳睿雷达：国内领先的全极化有源相控阵雷达供应商.....	5
1.1 专注于全极化有源相控阵雷达技术，聚焦于X波段.....	6
1.2 业绩增长稳步、盈利能力较强，持续加大研发投入.....	8
2 “X+双偏振+有源相控阵”气象需求悄然而至，水利需求释放翘首以盼.....	10
2.1 X波段可弥补探测盲区，双偏振+有源相控阵技术为发展主流.....	11
2.2 气象领域需求悄然而至，本土企业发展会逢其适.....	15
2.3 X波段雷达气象需求有望达一千套，未来或将向全极化演变.....	20
2.4 水文监测建设正当时，相控阵雷达水利领域发展翘首以盼.....	23
3 气象许可+军品认证匹配高附加值，核心组件自研凸显降本优势.....	25
3.1 核心技术自研储备深厚，气象许可+军品认证匹配高附加值.....	26
3.2 T/R核心组件自研设计，降本优势凸显盈利能力.....	31
3.3 布局智能驾驶领域，研发77GHz车载4D毫米波雷达.....	33
3.4 募集资金研发扩产，深耕核心技术+拓展多领域市场.....	36
4 盈利预测与投资评级.....	38
4.1 盈利预测与业务拆分.....	39
4.2 可比公司估值与投资评级.....	40
5 风险提示.....	41

1 纳睿雷达：国内领先的全极化有源相控阵雷达供应商

1.1 专注于全极化有源相控阵雷达技术，聚焦于X波段

- 纳睿雷达是国内领先的全极化有源相控阵雷达供应商。纳睿雷达成立于2014年5月，是国内掌握自主知识产权全极化多功能有源相控阵雷达关键核心技术并实现了产业化的高新技术企业，也是全球为数不多掌握从微带贴片阵列天线、射频前端、数字中频后端、信号处理、数据融合到雷达数据产品开发等相控阵雷达设计制造、雷达软件生态和雷达算法服务全价值链系统解决方案提供商。公司产品主要为X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达及配套的软硬件，融合了极化技术与相控阵技术，在当前气象雷达领域处于技术前沿。公司产品主要应用于气象探测领域，并逐步向水利防洪、民用航空、海洋监测、森林防火、公共安全监测等领域推广。
- XIAOJUN BAO(包晓军)和SULING LIU(刘素玲)通过加中通合计控制纳睿雷达41.56%股份，为公司的共同实际控制人。纳睿雷达创始团队由海归博士科学家和资深工程师技术团队组成，具有全球雷达巨头、世界500强芯片企业和北美微波国家重点实验室技术背景，是广东省引进的“创新创业团队”。截至2023年4月17日，加中通持有公司41.56%股份，为公司控股股东；包晓军与刘素玲夫妇合计持有加中通98.36%股份，为公司实际控制人，公司核心技术人员包晓军带领公司突破全极化相控阵雷达技术和产业化，刘远曦和李琳分别负责雷达的射频前端和数字中频、雷达天线相关核心技术攻关。2019年10月刘远曦通过增资海纳致远、李琳通过增资加中通间接获取了纳睿雷达股权。公司核心管理层及技术人员持股，与股东利益一致，有助于公司长远发展。

图表：纳睿雷达股权结构图(截至2023年4月17日)



图表：纳睿雷达公司发展历程

年份	发展阶段	发展情况
2014-2015年	技术启蒙期	技术路径选择
2015-2016年	技术探索期	研发投入和技术突破
2016-2018年	产品突破期	样机研制与小批量生产
2019年至今	快速发展期	稳定量产并实现规模化销售

图表：纳睿雷达实控人概况

姓名	职务	简介
包晓军	董事长、总经理	加拿大国籍，硕士学位。曾任美国雷神公司(加拿大)工程师、美国超威半导体公司工程师。目前担任中国气象局气象探测中心特聘专家、科学技术委员会委员等。
刘素玲	董事、副总经理	加拿大国籍，硕士学位。曾任加拿大统计国际公司统计岗位、任纳睿达董事与副总经理。

1.1 专注于全极化有源相控阵雷达技术，聚焦于X波段

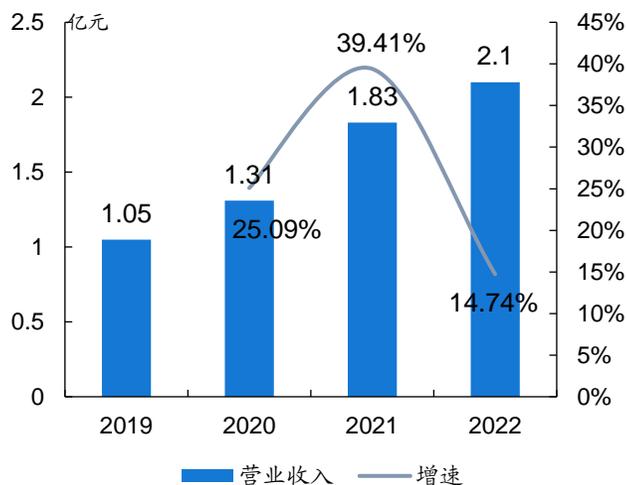
图表：纳睿雷达主要产品类型及服务介绍

业务	分类	名称/图例			产品介绍	技术特点	应用场景展示	
有源相控阵雷达	双极化(多功能/数字)有源相控阵雷达				全球较早实现双极化和相控阵技术结合的雷达系统，可满足 气象探测、水利监测、森林防火、公共安全 等不同领域应用需求，已建立完整的服务体系；全极化雷达可在双极化雷达的应用场景基础上实现对 港口导航、缉私、海况监测、海难救援、机场终端天气及航路天气的监测 等场景应用。	①快速探测雷达周围天气目标，输出反射率、平均径向速度、速度谱宽、差分反射率、差分相移、差分相移率、相关系数等雷达基数据；② 时间分辨率30S(双极化相控阵天气雷达)，比传统天气雷达快12倍 ；③ 空间分辨率30*30m(双极化相控阵天气雷达)，比传统天气高60倍 ；④ 雷达组网协同观测。		
	全极化(多功能/数字)有源相控阵雷达							
雷达软件生态	雷达控制软件	网络化相控阵天气雷达控制软件系统 NRC(Net Radar Control)			适用于 多台雷达设备进行状态监听及控制 ，能实时监听多台雷达的在线状态、雷达各模块的运转信息，可多台设备同时操作等雷达控制的软件。	雷达扫描参数配置；雷达阵面参数配置；电机运行模式配置；(多)台雷达开关机；雷达时间同步；电机控制；各个组件状态监视；历史数据查看、查询；告警。		
		相控阵天气雷达控制软件系统 SRC(Single Radar Control)			适用于 相控阵天气雷达天线阵面等硬件控制的软件 ，实时监控雷达各个组件运行状态，对于发生异常的组件能够及时发出告警。			
	雷达数据产品生成软件	双极化相控阵雷达气象产品生成软件 (MPG)			对 技术进行处理分析，生成雷达气象产品 ，软件包含了多种先进可靠的雷达产品算法，能根据用户需求生成各种雷达气象产品。	生成的雷达气象产品包括：①单站产品、②组网产品、③ 智能自动预警产品。		
		WebGIS三维数据可视化软件			基于B/S架构的气象综合应用软件，能够实现雷达数据的 二维或三维的可视化展示 ，为用户提供 气象监测、气象预报和气象预警一站式应用服务	提供气象分析、智能天气监测告警、历史数据查看、天气过程管理、综合监测数据融合展示等功能。		
	雷达数据分析软件	Naruida雷达基数据分析软件 (RBD)			协助用户对 双极化相控阵雷达基数据以及气象产品文件进行解析及绘图 ，支持客户进行数据的二次开发、自研算法模块接入、产品解析。	基数据读取；产品文件读取；雷达图像显示；自动分析站点地图生成；数据块查询；自研产品算法接入；图片导出。		
	气象预警/预报/管理软件	Naruida冰雹人影自动预警作业系统			通过智能冰雹识别技术实现 冰雹自动预警 ，并通过地理信息技术、3D展示技术和自动弹道算法，实现高保真的作业场景模拟。	冰雹智能识别；冰雹自动预警；数字化安全射界；三维弹道模拟；智能火控瞄准；人影作业提醒；作业指导报告输出。		
Naruida气象短时临预报系统			结合基于光流法、TITAN、雷达三维风场反演、深度学习、数值预报等技术， 对未来0-12小时的天气进行预报。	光流法算功能；深度学习算法功能；TITAN算法功能；三维风场反演功能；气象数值预报模式；基于WebGIS的短临预报产品显示功能。				
天气管理系统			根据综合观测资料， 对各种天气过程进行自动判别，自动形成天气过程记录 ，并对天气过程的观测资料进行自动归档。	智能天气判别；智能天气资料归档；天气过程查询；天气过程资料显示；天气过程分析；天气过程信息外部服务接口。				
算力算法服务	分布式高速数据处理平台				专为海量气象数据存取和处理而设计的 软硬一体化数据处理平台 ，提供高速数据存取服务和高性能计算服务，数据处理能力比普通服务器提高40倍，支撑相控阵天气雷达高时空分辨率数据处理的需求。	①74类气象产品生产最大延迟<10秒； ②90层60*60m三维风场生成最大延迟<15秒； ③一套能支持8台相控阵雷达的数据存储和处理需求。		
双极化毫米波雷达	mmwr001双极化毫米波雷达				基于双极化技术探测的工作频率在 76-77GHz的毫米波雷达 ，可应用于 无人机、自动驾驶 等应用场景。	①获取目标距离、速度、角度；②通过偏振信息对目标进行识别，确认目标类型；③基于BDF的角度测量，有效提高测角精度，环境适应性高，不受雨雪雾等恶劣天气以及夜晚的影响。		

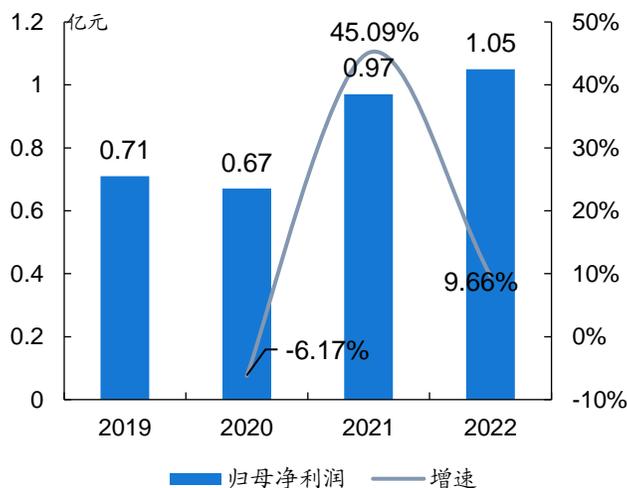
1.2 业绩增长稳步、盈利能力较强，持续加大研发投入

- **公司产品量价齐升，营收业绩稳步增长。**2019-2022年公司实现营业收入分别为1.05/1.31/1.83/2.10亿元，取得归母净利润分别为0.71/0.67/0.97/1.05亿元。2020年，公司IT设备、电子元件等原材料价格上行，致使当期成本增速大于收入，导致归母净利润小幅下降；2021年，公司雷达整机产品量价齐升；2019-2022年公司获得的政府补助分别为0.30/0.14/0.20/0.30亿元，2022年同比有所增长。总体上，2019-2022年公司雷达整机产销两旺、持续增长，营收业绩相应逐年增加。
- **综合毛利率维持在80%左右，盈利能力较强。**2019-2022年纳睿雷达毛利率水平分别为82.01%/79.68%/80.28%/80.82%，净利率水平分别为67.62%/50.72%/52.79%/50.45%。毛利率方面，公司采购的元器件等大部分的材料多为市场上已批量生产、供应稳定的通用器件，对于市场上没有的通用产品以及核心模块部件进行自主研产，能够有效降低成本、保障较高的盈利能力水平。净利率方面，2019年公司获得政府补助0.30亿元致使当期净利率水平相对较高。

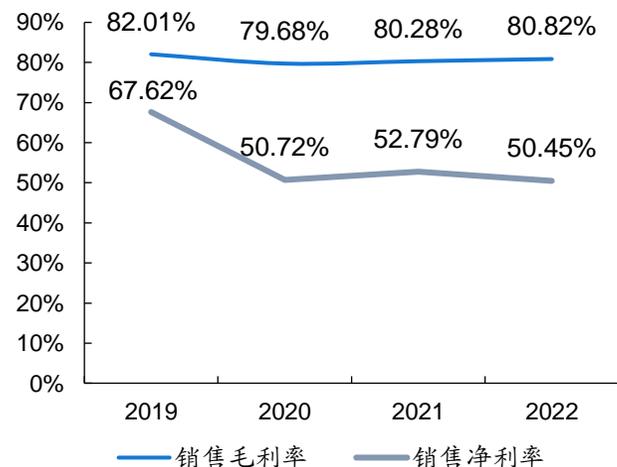
图表：2019-2022年公司营业收入



图表：2019-2022年归母净利润



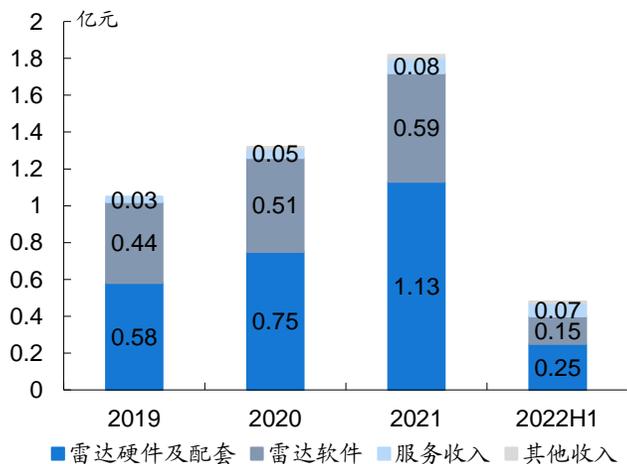
图表：2019-2022年毛利率&净利率



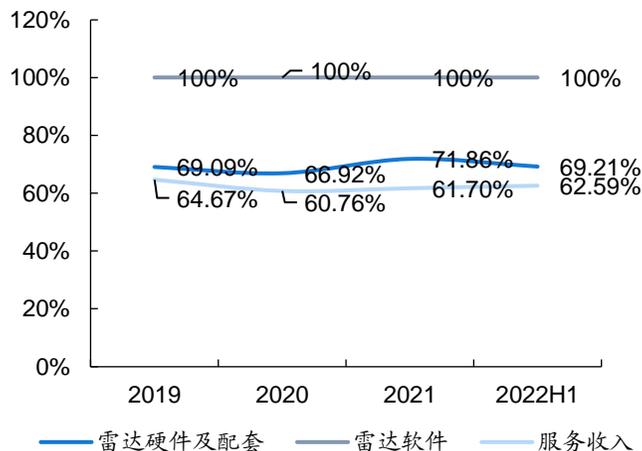
1.2 业绩增长稳步、盈利能力较强，持续加大研发投入

- 公司收入主要为雷达硬件和软件产品，各项毛利率水平较高，收入多在第四季度确认。雷达精细化探测系统是公司收入的主要来源，2019-2022H1收入占比合计分别为96.88%/95.71%/94.35%/84.66%。雷达精细化探测系统包括雷达硬件和雷达软件，毛利率水平分别在70%/100%左右，客户以各地方政府气象部门为主；受客户的采购周期、公开招投标节奏影响，公司主营业务收入与净利润存在明显的季节性特征，多集中在第四季度确认，2022H1各项业务收入水平相对较低。
- 纳睿雷达管理费率基本稳定，销售费用随业务扩张增长，持续加大研发投入。2019-2022年，公司期间费用率整体呈现上升趋势。管理费用方面，2020年公司因分摊股份支付、以及筹划上市导致当期管理费率相对较高；随着公司业务的扩张，销售费用持续增加，其中2021年起公司在深圳、南京、北京等多地举办展会加大宣传，致使销售费用率上涨；公司重视研发持续加大研发投入，2022年研发费用为0.42亿元，同比增长32.92%。

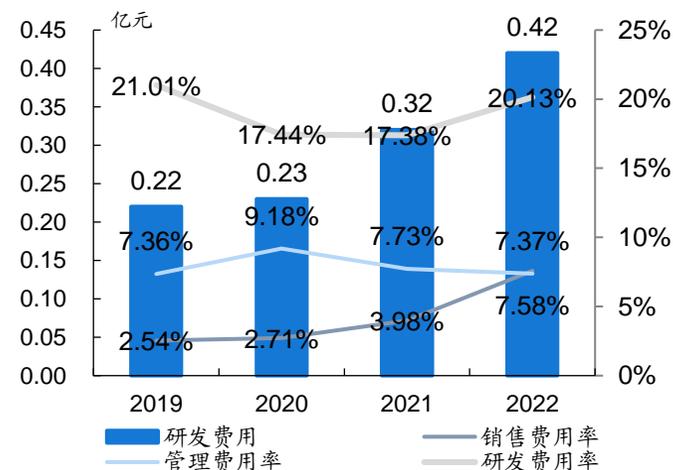
图表：2019-2022H1主营业务收入结构



图表：2019-2022H1各项业务毛利率



图表：2019-2022年研发费用及期间费用率



2 “X+双偏振+有源相控阵”气象需求已至，水利需求释放翘首以盼

2.1 X波段可弥补探测盲区，双偏振 + 有源相控阵技术为发展主流

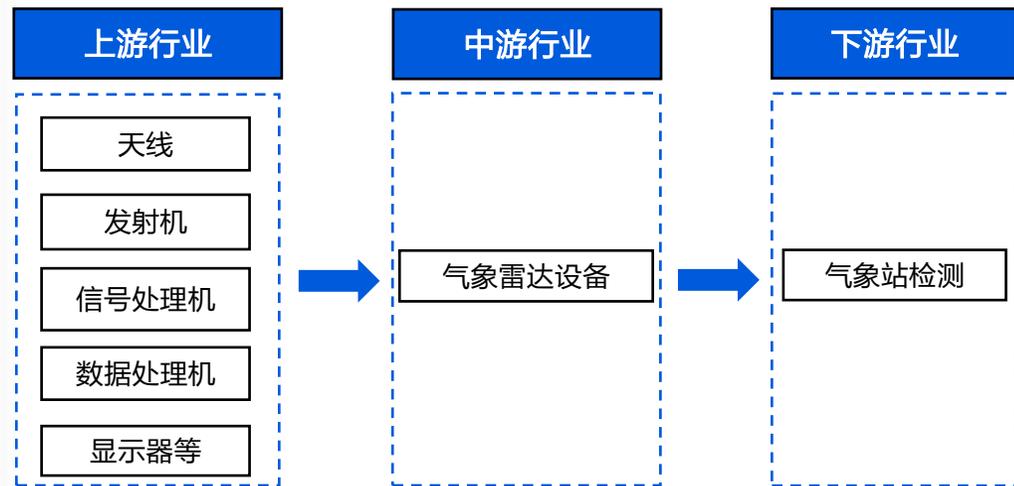
- X波段在近地层探测更准确，相控阵技术具有多目标追踪、反应迅速的优势。气象雷达是用于警戒和预报天气的探测工具，由天线、发射机、信号处理机、数据处理机、显示器等组件构成；其工作原理是利用不同物质对电波的不同反应，通过具有方向性的天线向空间发射脉冲无线电波，根据回波信号的振幅、相位、频率和偏振度等信息来确定目标物位置、形状、发展变化等物理特性。气象雷达多用于气象站，监测并收集云中含水量、降水强度、风场、云和降水粒子相态以及闪电等信息，广泛应用于天气预报以及农业、水文、海洋、航空等领域。

➤ (1)按照波段长短划分，气象雷达主要包括S/C/X波段雷达：S/C波段雷达波长相对较长、探测距离大于400千米，而X波段雷达波长相对较短、探测距离在100千米以内；雷达的波段越长、搜索范围越大、探测精度则会降低，因此在近地层X波段雷达具有更高的监测效应。

➤ (2)按天线扫描方式划分，气象雷达包括机械扫描雷达和相控阵雷达：机械扫描雷达是通过机械台的旋转将一个位置发射的信号波实现多方向、多目标探测，而相控阵雷达是由多个小单元天线组成的“阵元”实现多信号波的发射与接收；机械扫描雷达机械转动效率低、探测区域和探测目标有限、与日趋复杂的电磁场发展方向相悖，而相控阵雷达反应速度快、更新速率高、多目标追踪能力强、分辨率更高，因此相控阵雷达更具技术优势。

综上所述，X波段在近地层探测更准确，相控阵技术具有多目标追踪、反应迅速的优势。

图表：气象雷达产业链结构图

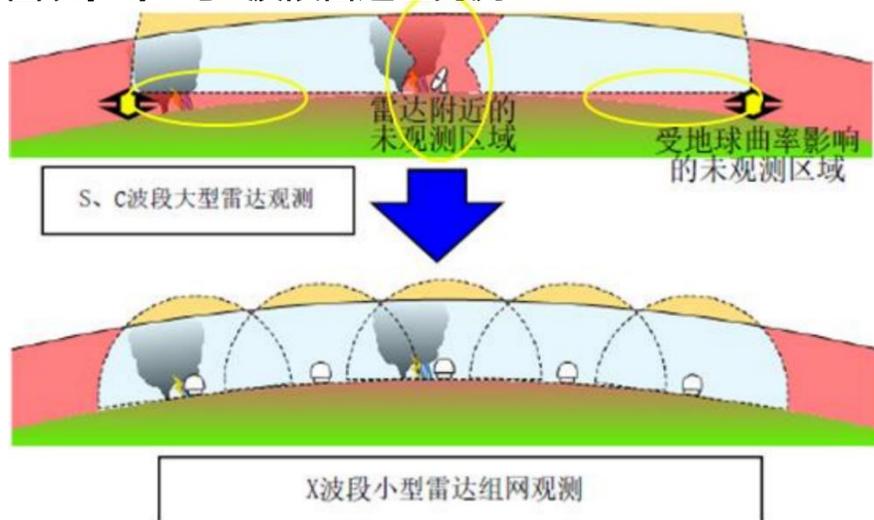


图表：不同波段雷达的应用对比

波段	频率范围	应用
HF	3-30MHz	民用电台及短波广播
VHF	30-300MHz	电台及电视广播
UHF	9300-1000MHz	移动通信
L	1-2GHz	DAB、卫星导航系统
S	2-4GHz	中继、卫星通信、雷达
C	4-8GHz	小型卫星地面站等
X	8-12GHz	空间研究等
Ku	12-18GHz	卫星之间的波段通信
K	18-27GHz	雷达通信
Ka	27-40GHz	卫星通信

2.1 X波段可弥补探测盲区，双偏振 + 有源相控阵技术为发展主流

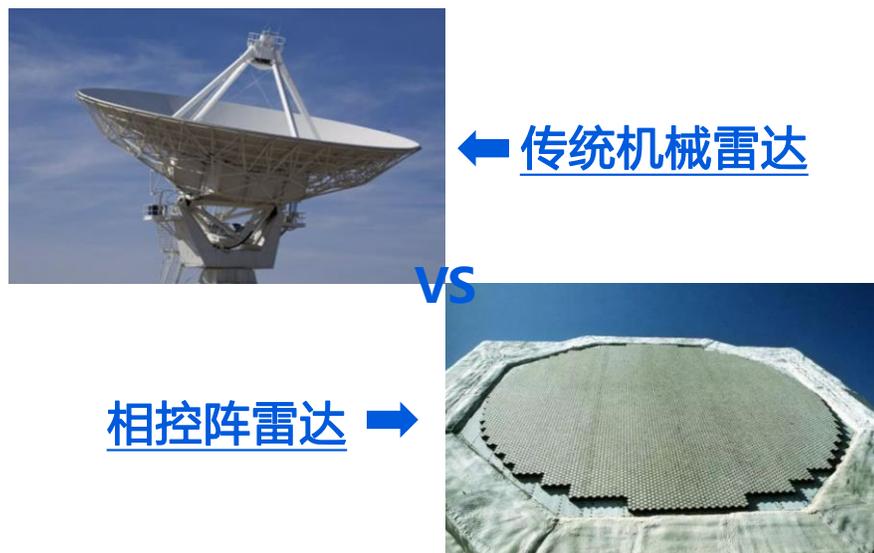
图表：S/C与X波段雷达组网测



图表：S/C/X波段的气象雷达参数对比

波段	波长	频率	探测距离	作用特点	国内部署情况	
S波段	7.5~15厘米	2-4GHz	可达460千米	国内业务雷达主力	体积大、天线直径高达5-8m；远距离的天气系统；	大部分地区
C波段	3.75~7.5厘米	4-8GHz	可达400千米	相对于S波段，监测能力弱、成本低	受地球曲率的影响， 低层探测较为困难 ，难以探测强对流天气(如雷暴大风、龙卷风通常发生于位置较低处)	主要布设于降水较少的中西部地区
X波段	2.4~3.75厘米	8-12GHz	100千米以内	体积小、造价低	用于近地层，针对S/C进行 填补盲区及精细化探测	发展刚刚起步

图表：机械雷达与相控阵雷达图示



图表：机械扫描雷达与相控阵雷达对比

产品种类	技术	特点	具体情况
传统多普勒机械雷达	机械驱动天线进行平面扫描	探测周期长	完成一个空间体扫通常耗时约6分钟
		探测数据不连续	超过某一仰角后几乎没有数据
		分辨率低	相关气象产品(包括冰雹识别、龙卷识别等)清晰度较差
相控阵雷达	基于电扫的灵活扫描	扫描速度快、体扫时间短	不用变换仰角，体扫时间1分钟
		可靠性提高	若一个或多个T/R组件出现故障，雷达仍然可正常工作
		提高预警能力	对多个目标特别是对精细目标实现同时探测
		全寿命周期成本低	一次性投入较大，但随着模块成本降低成本会下降

2.1 X波段可弥补探测盲区，双偏振 + 有源相控阵技术为发展主流

- 气象雷达的发展已经历了模拟、数字、多普勒机械雷达3个阶段，有源相控阵雷达在气象领域的应用刚刚起步。国内气象雷达行业的发展已经经历了三个阶段：(1)常规模拟天气雷达阶段、(2)数字化天气雷达阶段、(3)多普勒机械雷达阶段。根据中国气象局出台的《气象雷达发展专项规划(2017-2020年)》，截至2016年底在全国范围内形成了由233部新一代天气雷达部署的天气观测网络，其中多为S、C波段天气雷达的部署。目前布网的气象雷达主要为新一代天气雷达，包括多普勒机械式扫描天气雷达、S波段多普勒天气雷达、C波段多普勒天气雷达。粤港澳大湾区组建国内首个超高时空分辨率的X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达天气观测网，标志着气象雷达的发展逐渐进入相控阵雷达阶段。
- 近地层气象领域精细化探测亟待部署，双偏振 + 有源相控阵或为气象雷达行业发展主流。S、C波段雷达扫描距离远，侧重于远距离及大片区域的监测和预警，对近地层探测准确性有限；而X波段雷达扫描距离相对较短，侧重于局部区域的精细化监测和精准预警，能够弥补S、C波段天气雷达近地层的探测盲区，近地层气象探测领域亟待部署。目前布网的气象雷达多为单偏振、机械式雷达：(1)双偏振相较于单极化可在水平和垂直两个方向发射电磁波，可获取降水粒子的形状、尺寸大小等更为具体的气象信息，有助于对冰雹识别、降水粒子分类研究以及定量降水估算；(2)机械雷达在扫描速度、体扫时间、预警能力、分辨率、气象产品的质量等关键技术方面均落后于相控阵雷达；(3)相控阵雷达包括有源和无源，其中有源相控阵雷达的每一个T/R模组均可实现发射和接收，从而有效降低雷达的故障率、提升性能，提高雷达工作效率，据《预测国际》数据，2010-2019年有源相控阵雷达占雷达总产值的比例从20%增加至68%，而无源相控阵雷达占比从49%下降至6%。随着粤港澳大湾区对X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达天气观测网建设的落地，近地层气象探测的部署以及“双偏振+有源相控阵”对“单偏振+机械式”技术的替换已悄然而至。

图表：气象雷达发展阶段

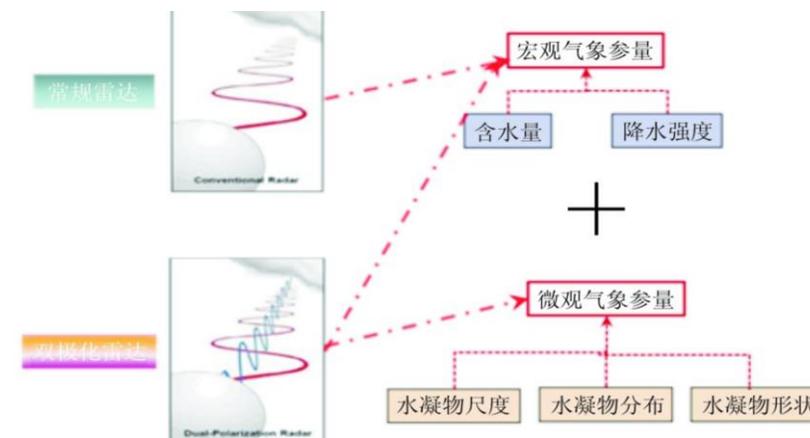
序号	阶段	时间	布网情况	具体情况
第一阶段	常规模拟天气雷达阶段	20世纪60年代末至80年代	形成了由51部各种型号雷达组成的天气观测网	模拟天气雷达是一种模拟信号雷达，根据降水粒子对电磁波的散射，其模拟显示器上只能显示出降水及云体的空间位置及范围区域
第二阶段	数字化天气雷达阶段	20世纪70年代至80年代	到20世纪90年代初，我国形成了由58部S波段和C波段数字化天气雷达组成的基本探测站网	数字化天气雷达利用了计算机技术对模拟天气雷达的回波强度信息进行了数字化处理，能够对气象目标信息进行快速处理并生成多种图形图像产品。但数字化天气雷达存在获得的探测信息少、可靠性及稳定性差等不足
第三阶段	多普勒天气雷达阶段	20世纪90年代起	截至2016年底已经完成了全国233部新一代天气雷达建设	根据多普勒效应发展的新一代天气雷达不仅可以提供出云和降水的强度信息，还可以提供大气风场和湍流等信息
第四阶段	有源相控阵雷达阶段	2018年起开始布局	粤港澳大湾区组建了国内首个超高时空分辨率的X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达天气观测网	X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达主要应用于对中小尺度、快速形成、生消迅速、致灾性强的强对流天气进行探测、监视和预警

2.1 X波段可弥补探测盲区，双偏振 + 有源相控阵技术为发展主流

图表：单极化与双极化雷达技术特点对比

分类	工作模式	特点
单极化(单偏振)雷达	只能发射水平方向的电磁波	能定量探测降水强度、径向速度和速度谱宽等要素的空间分布
双极化(双偏振)雷达	发射和接收垂直和水平两种极化的偏振信号	不仅可以获取水平和垂直这两个方向降水粒子的速度和强度等信息，还可以获取其信息差分量

图表：单极化与双极化雷达探测示意图



资料来源：《机载气象雷达发展趋势分析》陈娟等，纳睿雷达招股书，国海证券研究所

图表：有源与无源相控阵雷达对比

分类	不同点	优点	不足	技术路线图示
有源相控阵 (AESE)	每个辐射单元有独立的发射/接收组件 (T/R)，每一个T/R组件都能自己发射和接收电磁波	频宽较大、灵敏度较高、信号处理能力较强、单个TR组件损坏不影响雷达整体性能	成本高、技术难度大等	
无源相控阵 (PESE)	辐射单元共用一个中央发射机接收机 (T/R)	成本低、技术难度较小、性能优于多普勒机械雷达	频宽较小、灵敏度较低、信号处理能力弱、可靠性较低等	

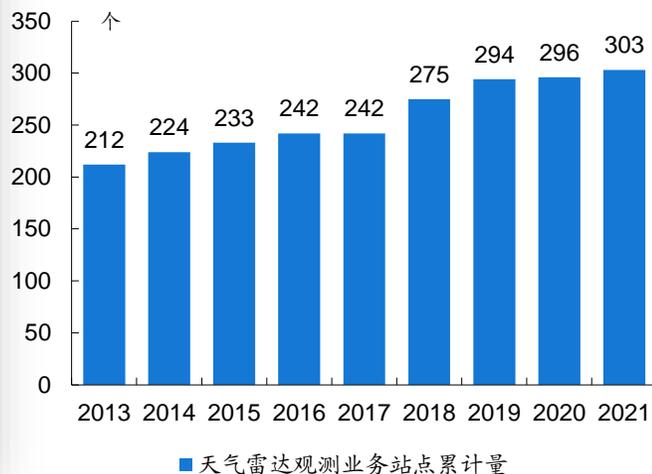
资料来源：《有源相控阵雷达与无源相控阵雷达的功率比较》张光义，纳睿雷达招股书，国海证券研究所

请务必阅读报告附注中的风险提示和免责声明

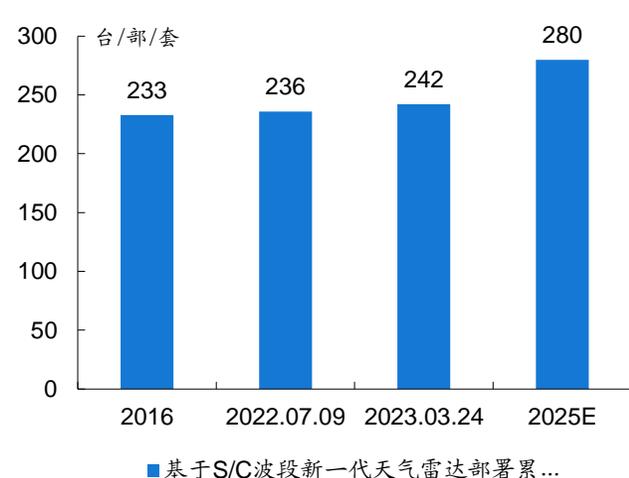
2.2 气象领域需求悄然而至，本土企业发展会逢其适

● 当前国内部署的S/C波段新一代天气雷达多以单偏振+机械式扫描技术为主，与欧美发达国家相比，国内气象雷达网建设在技术的可持续发展、雷达探测能力等方面存在差距。据国家统计局数据，2013-2021年中国天气雷达观测业务站点数量从212个增长至303个；其中在基于S/C波段的新一代天气雷达的建设方面，据国家气象局、中国气象报数据，2016年已部署233台、截至2023.03.24共部署242台，规模扩张程度有限。当前部署的天气雷达多以单偏振、机械式扫描为主：单偏振技术在获取降水粒子的形状、尺寸大小、相态分布、空间取向以及降水类型等方面的信息精确度有限，机械式雷达体扫时间达6分钟、响应速度低效。国内目前的气象雷达网探测能力有限，近地面1km高度探测覆盖率为20%左右(2017年美国达35%)，对中小尺度天气的检测能力不足、精细化程度不高，不能准确识别降水类型，雷达数据产品不够完善。与欧美发达国家相比，国内气象雷达网建设在技术的可持续发展、雷达探测能力等方面存在差距。

图表：2013-2021年中国天气雷达观测业务站点数

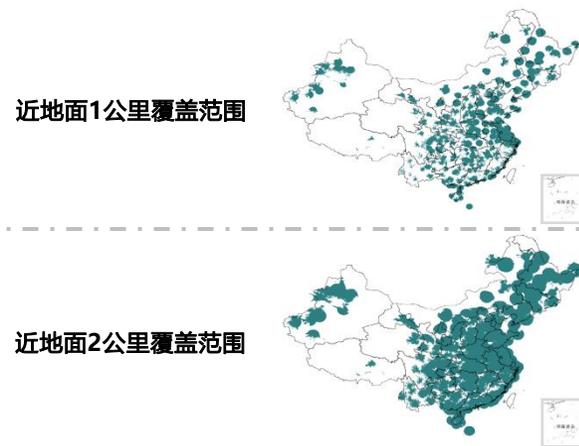


图表：中国新一代天气雷达部署累计量

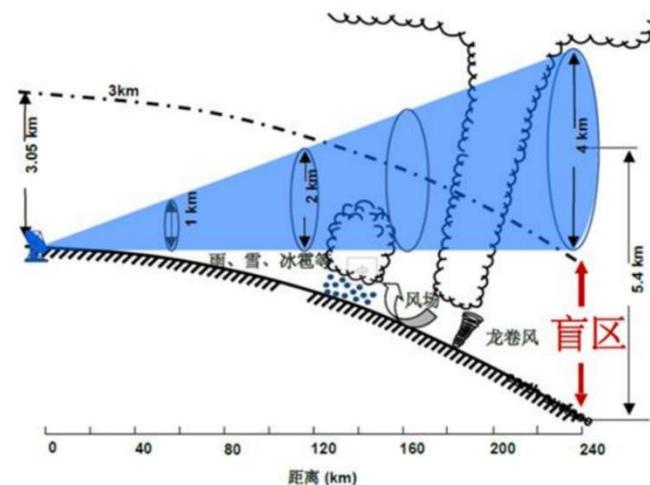


● 完善气象雷达网的探测盲区建设、加强近地领域对强对流天气的精准探测等计划催生了天气雷达对于“X波段+双偏振+相控阵”的技术需求，国家持续出台政策给予支持。国家持续深耕完善气象雷达网的建设。2017年国家发布气象雷达发展专项规划(2017-2020年)中明确提出要提升天气雷达观测能力使全国近地面1km高度的雷达探测覆盖范围在原有基础上提高约20%，定量估测降水精度提高到80%；2021年中国气象局针对强化气象监测预报预警能力、补短板强弱项明确提出新建86台X波段天气雷达，实现在一定程度上消除观测盲区的目标；2022年2月中国气象局发布《中国气象科技发展规划(2021-2035年)》明确提出对多极化、相控阵技术天气雷达系统的研发；2022年7月，中国气象局计划2022-2024年将聚焦龙卷、雷暴大风、冰雹、短时强降水四类强对流天气开展雷达观测试验。据国家气象局数据，中国X波段天气雷达2016年已部署约242台，2017-2020年计划额外部署25台，2022年计划部署86台；据中国气象报预计，“十四五”期间中国有望建成至少由280台S/C波段天气雷达和400台X波段雷达组成的雷达观测网。

图表：2016年233部新一代天气雷达覆盖情况



图表：S波段雷达对中小尺度天气系统的探测盲区



2.2 气象领域需求悄然而至，本土企业发展会逢其适

图表：“X波段双偏振相控阵雷达”与“传统新一代天气雷达”的差异对比

雷达种类	天线直径	天线罩	扫描方式	产品结构	架设建筑物	安装过程	运行测试要求	产品图片
X波段双偏振相控阵雷达	为长方形阵面天线，大小为长1.3米×宽0.7米	一般无需天线罩	垂直方向使用移相器实现控制信号方向，水平方向机械转动方式扫描，可以有效减少转动的机械结构部件	产品具有高度集成、小型化的特点。在运输和安装的过程中不需要重新拆卸和组装，产品的稳定性较强	一般为架设的雷达铁塔	直接将雷达整机进行吊装，安装在雷达塔即可，安装过程较为简单	由于产品具有高度集成和小型化的特点，其整机运行测试的限制条件较少，产品在完成生产后，在公司厂房区域内连接电源和网络即可投入运行并进行测试，产品出厂前已经过较长时间的运行测试。在客户处安装后产品能够迅速满足气象局的要求，现场运行测试的时间较短	
传统新一代天气雷达	一般为抛物面天线，S波段直径为8.54米，C波段直径为4.3米	一般使用球形天线罩，S波段天线罩直径12米，C波段天线罩直径7.2米	水平方向和垂直方向均使用机械转动方式扫描，转动所需要的机械结构部件较多	产品体积较大，一般分为天线单元、主机单元、终端单元和电源站四个部分构成。在运输过程中一般分为三个单位，天线系统运输单位、电子设备及附件运输单元、天线罩运输单元，产品运达现场后需要进行分别安装	一般为建设的钢筋混凝土的雷达站建筑物	天线单元安装在房顶或专用塔上；主机单元放在雷达主机室内；终端单元放置于雷达终端室内。安置妥当后还需要联接各单元全部线缆，安装过程比较复杂	由于其体积较大且分有不同的单元，对于整机运行测试限制条件较多，在出厂前较难进行整机运行测试。不同的单元分别运行到现场进行组装之后正式投入运行测试，因此其在现场运行测试的时间较长	

注：“X波段双偏振相控阵雷达”为纳睿雷达产品参数

2.2 气象领域需求悄然而至，本土企业发展会逢其适

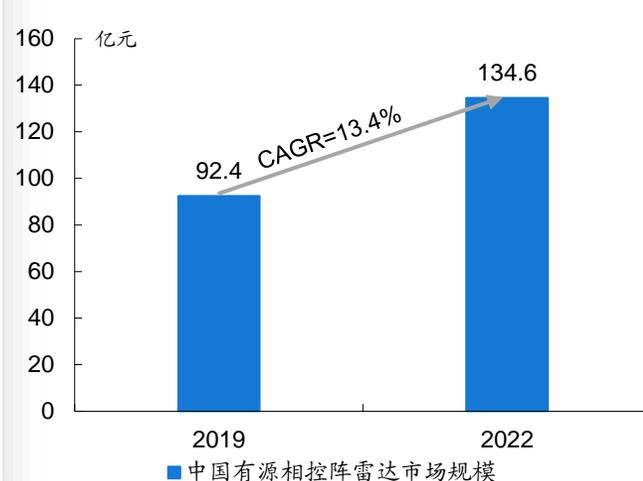
图表：各地出台规划政策支持X波段雷达及相控阵天气雷达的建设，广东地区率先布局

发布时间	文件名称	发布单位/省份地区	相关内容
2022年11月	《综合气象观测业务发展“十四五”规划》	中国气象局、国家发改委	补充完善地面气象观测，完善天气雷达观测，升级和建设探空观测，开展地基遥感垂直廓线观测，加强海洋气象观测；完善气候观测，加强气候变化观测，完善大气成分观测
2022年5月	《气象高质量发展纲要(2022—2035年)》	国务院	共同建设国家天气、气候及气候变化、专业气象和空间气象观测网，形成陆海空天一体化、协同高效的精密气象监测系统。持续健全气象卫星和雷达体系，强化遥感综合应用，做好频率使用需求分析和相关论证
2021年11月	《全国气象发展“十四五”规划》	中国气象局、国家发展改革委	研制集成多波长、窄频、多极化、多普勒、相控阵等技术的天气雷达系统
2021年7月	《国家发展改革委关于下达气象基础设施2021年第二批中央预算内投资计划的通知发改投资〔2021〕737号》	国家发改委	新建60部X波段双偏振天气雷达
2022年9月	《湖北省综合气象观测发展规划(2021-2025)》	湖北省气象局	计划对多部新一代天气雷达完成双偏振等技术升级，增补多部X波段相控阵雷达
2021年10月	《新疆气象事业发展“十四五”规划》	新疆维吾尔自治区政府	提升地基垂直观测能力，新增12部X波段雷达
2021年8月	《广东省气象发展“十四五”规划》	广东省发展改革委和广东省气象局	建设粤东西北X波段双极化相控阵天气雷达网；建立四维网格数字预报体系，提升台风、暴雨和强对流天气预报预警能力
2021年8月	《江苏省“十四五”气象发展规划》	江苏省气象局	完善X波段双偏振天气雷达布网，发展相控阵雷达、无人机等新型观测装备
2021年8月	《山东省气象事业发展“十四五”规划》	山东省气象局	在重点区域布设X波段天气雷达
2021年8月	《贵州省“十四五”气象事业发展规划》	贵州省发改委	针对气象灾害监测预报预警能力提升工程，在贵阳、六盘水、安顺、铜仁、黔南等区域内开展天气雷达补盲建设
2021年7月	《湖南省“十四五”气象发展规划》	湖南省气象局	建设X波段、相控阵雷达组网，提升重点区域暴雨、强对流监测能力；开展双偏振相控阵雷达的示范应用
2021年6月	《气象强国辽宁践行实验区建设方案》	辽宁省气象局	新建辽宁东北部、东南部强对流天气多发区X波段双极化相控阵天气雷达协同探测网
2021年6月	《陕西省气象局2021年防灾减灾救灾气象保障工作方案》	陕西省气象局	增加X波段局地警戒雷达，填补新一代天气雷达监测盲区，实现局地天气精细观测
2021年3月	《重庆市人民政府办公厅关于加快推进气象事业高质量发展的意见》	重庆市人民政府	在现有雷达监测盲区、强对流天气易发区增设相控阵天气雷达
2021年2月	《关于做好气象监测预报能力提升工程(立体化观测项目)的通知》	浙江省气象局	新建28部X波段天气雷达
2020年10月	《天津市人民政府办公厅关于推进更高水平气象现代化助力天津高质量发展的意见》	天津市人民政府	建设5部X波段双极化相控阵天气雷达
2020年4月	《粤港澳大湾区气象发展规划(2020-2035年)》	中国气象局	开展超大城市立体观测，构建协同观测基地，共建由相控阵雷达和其它天气雷达组成的高密度试验网，联合开展城市群生态气候环境观测和城市群微气候观测。
2019年11月	《气象观测技术发展引领计划(2020-2035年)》	中国气象局	研制双偏振相控阵天气雷达；提高天气雷达观测速度和多参数获取能力；提高定量测量降水准确度。

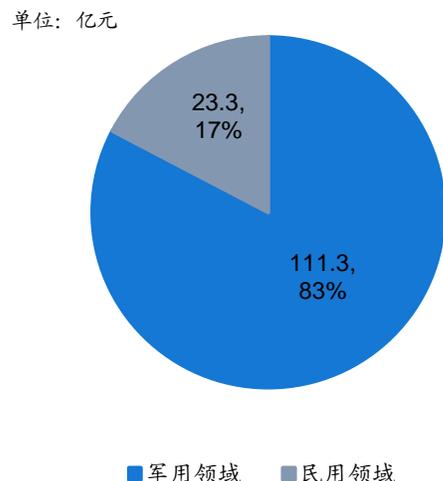
2.2 气象领域需求悄然而至，本土企业发展会逢其适

- 有源相控阵雷达市场规模稳步增长，多用于军事领域，民用的气象领域发展刚刚起步。据Forecast International数据，2010-2019年全球相控阵雷达总销售额占雷达销售额的比例约为25.68%。据新思界数据，2022年中国有源相控阵雷达市场规模为134.6亿元，较2019年上升了42.2亿元，年复合增长率为13.4%；其中军用领域有源相控阵雷达市场规模为111.3亿元，同比增长13.3%；民用领域为23.3亿元，同比增长25.3%。有源相控阵技术在民用领域的渗透率低于军用领域，发展刚刚起步。
- 美国、日本的相控阵雷达技术发展较早，积极推进气象领域的研制及推广应用。据Grand view数据，2021年北美地区在全球雷达市场规模中占比约40%；据智慧芽数据，2014-2022年美国有源相控阵雷达专利申请数量一直领先于中国但差距逐渐缩小。与美国、日本等发达国家相比，国内相控阵雷达发展起步较晚。美国的多功能有源相控阵雷达的研究计划(MPAR)于2006年启动，服务于国家安全、天气监测、空中交通管制等方面，可同时监测气象目标和非气象目标。2012年日本研制了X波段的相控阵天气雷达(PAWR)可在1分钟内对积雨云进行三维探测并证明了雷电活动和风暴结构之间的关系。国内雷达行业起步较晚，军用领域先行，民用领域于20世纪后期逐步兴起，最初用于气象监测。

图表：2019-2022年中国有源相控阵雷达市场规模



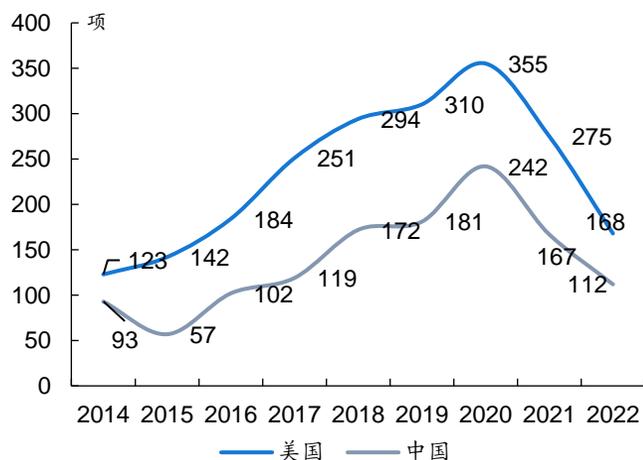
图表：2022年有源相控阵雷达军用/民用占比



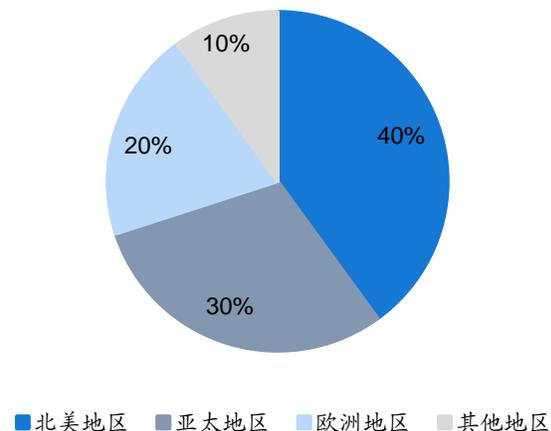
图表：美国与日本气象领域相控阵雷达发展历程

时间	研究单位	发展技术	具体情况
20世纪90年代初	美国国家气象局(NWS)与美国国防部(DoD)和美国联邦航空管理局(FAA)	WSR-88D雷达	具有多普勒能力的机械扫描常规天气雷达，满足美国主要气象监视需求
2002年	美国强风暴实验室	相控阵天气雷达(NWRT)	第一部具有相控阵扫描的天气雷达
2006年	美国政府	多功能有源相控阵雷达研究计划(MPAR)	可同时监测气象目标和非气象目标
2012年7月	日本大阪大学和东芝公司等机构	相控阵天气雷达(PAWR)，外场试验	在1分钟内对积雨云进行三维探测
2014年	美国国家海洋和大气管理局(NOAA)和美国联邦航空管理局(FAA)	“先进技术演示器”(ATD)的设计与研究	评估平面相控阵雷达的极化性能
2017年	日本跨部门战略创新促进计划(SIP)成立的研究小组	多参数相控阵天气雷达(MP-PAWR)试验	具有双极化功能，其具备了多参数和相控阵气象雷达的综合优势，可以更早、更准确地检测到暴雨迹象

图表：中美两国有源相控阵雷达专利申请数对比



图表：2021年全球雷达行业区域分布情况



2.2 气象领域需求悄然而至，本土企业发展会逢其适

●相控阵雷达海外企业具备先发优势，亚太地区发展迅速。北美地区雷达行业全球领先，具备技术先发优势，其中军用雷达领域多被美国垄断，据亿渡数据统计，雷神技术在全球军用雷达领域市场份额超50%。亚太地区，我国企业已在雷达产业链上、中、下游纷纷布局。

●气象领域本土军民企业各具特色，发展会逢其适。在气象雷达领域，本土军工背景企业与民营企业已有发展，核心技术已在S/C/X波段、单/多极化、相控阵等方向实现不同程度的融合。随着气象领域对于气象雷达布网的完善，本土企业发展会逢其适。

图表：国内X波段双偏振相控阵天气雷达主要玩家

公司名称	业务范围	市场地位	技术实力	销售及部署情况
纳睿雷达	从事有源相控阵雷达整机及相关系统的研发、生产、销售以及相关服务	行业内少数专注于X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达整机的企业	X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达	在粤港澳大湾区；2018年至2022年6月底，X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达整机在全国范围内安装建设73台
南京恩瑞特(国睿科技子公司、第一大股东中国电科14所)	主要从事雷达整机及相关系统、轨道交通信号系统、微波器件、特种电源等产品的研发、生产、调试、销售以及相关服务	A股市场雷达技术较为先进、产品品类较为齐全的上市公司；承担了多个民用及军用气象应用系统的建设任务	成功研制出S波段双偏振相控阵天气雷达；完成了国内机场终端区C波段数字化相控阵天气雷达的研制	完成福州(闽侯)S波段相控阵双偏振天气雷达项目；C波段数字化相控阵天气雷达交付北京大兴国际机场
四创电子(第一大股东中国电科38所)	主要从事雷达产业、智慧产业、能源产业	国内第一家以雷达为主业的上市公司，被誉为“中国雷达第一股由中国电子科技集团公司第三十八研究所发起成立	开展C波段机场相控阵、X波段机载相控阵雷达及S波段多功能相控阵雷达研制；X波段相控阵天气雷达系统(XPAR)进行初步试验	2009年中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室与四创公司合作
湖南直通华盛科技有限公司	业务涉及天气雷达产业	成立于2014年，是一家研发、生产相控阵天气雷达和短时临近预警预报平台的高新技术企业	包括X波段单、双偏振相控阵雷达	广东佛山、浙江台州、陕西旬阳等地有布设相控阵天气雷达产品
中国航天科工集团第二研究院二十三所	主要从事雷达、通讯、电子信息、综合系统的研究、设计和制造	我国专业的雷达研究所，主要从事雷达、通讯、电子信息、综合系统的研究、设计和制造	研发C波段相控阵天气雷达在龙卷风高发地；X波段相控阵气象雷达	中标我国海洋综合科考实习船“中山大学”号的船载C波段相控阵天气雷达项目且在江苏省高邮市安装落户；航天新气科技有限公司中标清华大学双偏振(X波段)相控阵气象雷达

图表：全球雷达行业头部企业

公司名称	国家	简介
雷神技术	美国	雷神公司在雷达、光电探测器和其他供陆、海、空军事设备使用的先进电子系统是世界领先的研发和制造商
Hexagon AB	瑞典	全球领先的传感器和3D可视化技术的领导者，主要专注于地理空间测量和工业计量领域
Velodyne Lidar	美国	创立于1983年，全球领先的激光雷达巨头，全球涉及自动驾驶研发投入的主机厂与地图厂商，80%都是公司客户
Hexagon AB	瑞典	全球领先的传感器和3D可视化技术的领导者，主要专注于地理空间测量和工业计量领域
Sick AG	德国	全球领先的工业自动化技术系统，传感器的制造商。公司最新推出的新型二维激光雷达传感器具有极高的激光扫描频率，可在3米宽景深范围内计算部件的位置、形状、体积或表面质量
先锋雷达	日本	日本著名电子厂商，聚焦激光雷达领域，采用的技术路线来自多年的影碟机技术积累，当前通过激光雷达和地图产品，进入自动驾驶领域

图表：国内雷达产业链行业相关上市公司

产业链	公司名称	公司简介	公司产品
上游 元器件/ 材料/ 测试设备	振芯科技	从事军用相控阵雷达核心器件生产	雷达数字处理芯片
	三安光电	从事化合物半导体材料的研发与应用，以砷化镓、氮化镓等半导体新材料所涉及的外延片、芯片为核心主业	雷达芯片
	海特高新	从事第二代/第三代化合物半导体芯片的设计制造	雷达芯片
	华讯方舟	从事军用超宽带相控阵天线研发及生产	雷达天线
	航天发展	从事仿真雷达系统的研发和生产	雷达射频仿真系统，电子战模拟系统
中游 部组件/ 微系统	天银电机	主营雷达射频仿真系统、数字仿真系统、成像雷达目标模拟器	雷达干扰模拟器、目标回波模拟器
	雷电微力	主要生产用于导弹精确制导、星载和机载相控阵微系统产品	毫米波有源相控阵微系统
	亚光科技	从事军用半导体分立器件、微波电路及组件等军品及安防与专网通信等工程类业务	雷达微波组件
下游 雷达整机	雷科防务	主要生产雷达系统、卫星导航、数据采集、存储、处理等产品	毫米波雷达、雷达模拟器、雷达数据处理计算机
	天和防务	主营以连续波雷达和光电探测技术为核心的侦察、指挥、控制系统	便携式防空导弹雷达指挥系统、警戒雷达
中游+ 下游	海兰信	主要从事航海电子科技产品和系统的研发、生产、销售和服务	船用导弹雷达，小目标雷达
	国睿科技	中国电科14所下属；主要从事微波与信息技术产品研制	军用机载火控雷达、情报雷达、民用一次雷达等
	四创电子	中国电科38所下属；主要从事雷达、通信及其他相关电子产品研制	民用雷达及相关配套产品，X、C、S波段雷达等

2.3 X波段雷达气象需求有望达一千套，未来或将向全极化演变

国内X波段雷达气象领域需求有望达一千套

● 测算方法一： X 波段天气雷达数量=中国地级区划数量*每个地区部署X波段雷达数量

- 假设：中国各地级区划均计划部署X波段天气雷达
- 中国地级区划数量：333个【根据国家统计局官网，截至2020年末，全国共有333个地级区划单位】
- 每个地区部署X波段雷达数量：3个【结合各地政策规划并基于谨慎性考虑，保守假设每个地级区划布设3台X波段天气雷达】

➤ 中国X波段天气雷达数量=中国地级区划数量*每个地区部署X波段雷达数量=333*3=999套

● 测算方法二： X 波段天气雷达数量=S&C波段雷达部署距离/ X 波段雷达部署距离*S&C波段雷达数量

- 假设：X波段雷达部署情况达到中国新一代天气雷达的覆盖面积
- S&C波段雷达部署距离：225km【中东部地区单点雷达站间距一般在150-200km，西部地区单点雷达站间距为250-300km；平均间距约225km】
- X波段雷达部署距离：60km【目前X波段天气雷达探测距离在60km】
- S&C波段雷达数量：280个【根据中国气象报，“十四五”期间国内S/C波段雷达的部署数量有望累计达280台】

➤ 中国X波段天气雷达数量=S&C波段雷达部署距离/ X 波段雷达部署距离*S&C波段雷达数量=225/60*280=1050套

结论：在国内X波段气象雷达市场的测算中，两种方法测算结果分别为999套、1050套；我们预计国内X波段雷达气象领域需求有望达一千套。

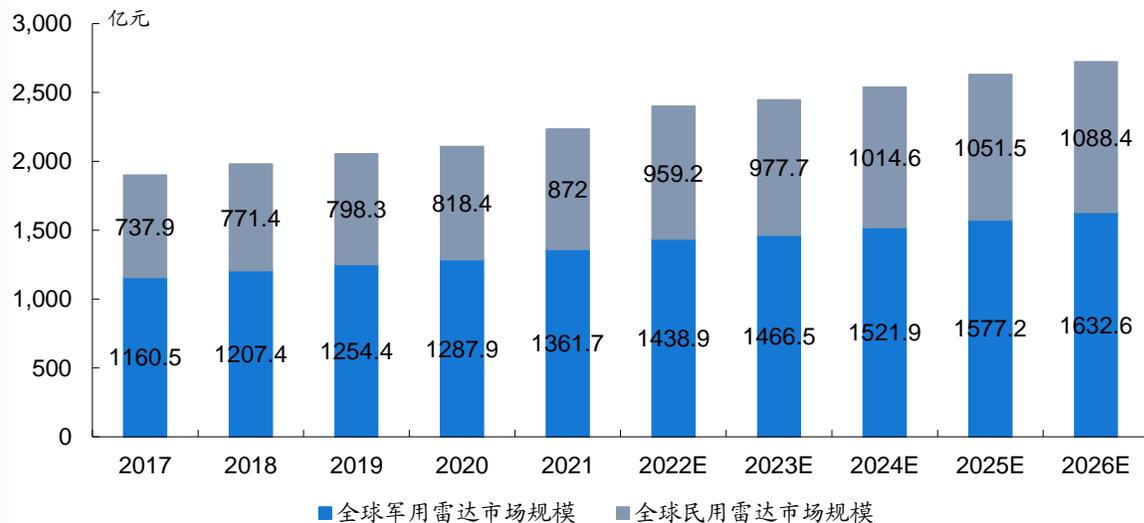
2.3 X波段雷达气象需求有望达一千套，未来或将向全极化演变

● 相控阵雷达未来在军用领域的应用或将仍是的主流方向，民用领域除气象探测外空管领域、水利监测、海洋监视等方面有望拓展市场空间。相控阵雷达主要用于军事、航天等领域，研发制作成本高昂致使民用领域发展相对缓慢。据亿渡数据统计，在全球雷达市场中军用雷达占比约60%、民用雷达占比约40%。

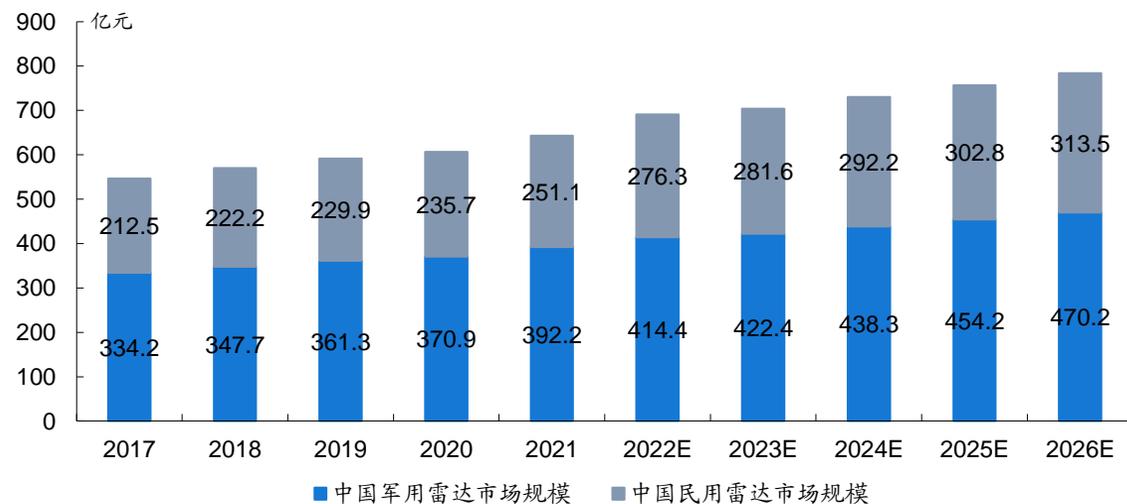
➢ (一)在军用领域，雷达是军事领域实现精确打击的重要手段，相控阵雷达是军用雷达的主流产品。有源相控阵雷达，拥有功能多样化、可同时针对多个目标、机动性强等特点，还可以实现多模式工作方式，具有更优的工作性能以及强适应性、高抗干扰性、高可靠性等优点。未来军用领域的精度需求和对国防安全部署的要求不会降低，相控阵雷达在军用领域的应用或将仍是的主流方向。

➢ (二)在民用领域：(1)在天气探测方面，近年来国家气象局及其他部委持续出台相关政策支持相控阵天气雷达的发展，奠定了相控阵天气雷达的全国推广和业务应用的基础，大量地方气象部门将相控阵雷达的布设列进了相关规划或提出建设需求；相控阵雷达在“十四五”期间有望迎来发展机遇，市场需求较大。(2)在空管领域方面，中国民航空管雷达的应用长期依赖进口，随着国内生产商的技术进步，国产雷达有望实现进口替代。目前纳睿雷达在厦门部署的三部X波段相控阵雷达探测范围覆盖中国民用航空厦门空中交通管理站所辖机场。根据《国家综合立体交通网规划纲要》，2020-2035年中国颁证的民用运输机场有望从241个增长至400个，民航运输机场建设带来的空管设备市场规模有望达358亿元。(3)在水利监测方面，利用雷达估测流域降雨并结合水文模型进行流域径流模拟和预测，是防洪减灾工程应用比较有前景的方法。英国、美国等国家将雷达定量估计降水应用在水文预报业务中已有多年，而中国水利监测雷达市场还处于起步阶段。《黄河流域生态保护和高质量发展气象保障工作方案(2021-2025年)》的提出或将加快雷达在水利监测领域的应用，雷达可为水利部门提供实时精确的地表降水估计信息，有望有效提升洪水预报预警能力。(4)在海洋监视方面，全极化多功能相控阵雷达的精细化测量技术可有效提升来自浅滩、急流、礁石、岛屿、海岸线陆地等复杂地形的杂波干扰能力，可提升近岸海域的国防安全。根据2012年美国综合海洋观测系统(IOOS)的独立成本估算，IOOS项目十五年内的总预算约为542.06亿美元（即年均36.14亿美元），美国海岸线22,680公里。根据《2017年中国海洋统计年鉴》，中国大陆海岸线长度约为18,000公里，对标美国在海洋观探测领域的投资进行测算，中国海洋观探测领域市场规模预计约为每年201.68亿元人民币。海洋监视领域的建设有望拓展雷达的市场空间。

图表：2017-2026年全球军用/民用雷达市场规模及预测



图表：2017-2026年中国军用/民用雷达市场规模及预测



2.3 X波段雷达气象需求有望达一千套，未来或将向全极化演变

● 全极化技术可加强雷达探测的准确性，相控阵雷达未来或将向全极化演变。电磁波的属性包括相位、幅度、极化，其中极化是描述电磁波的矢量运动特征。

➢(1)双极化：雷达可发射和接收水平极化(H)和垂直极化(V)的电磁波，两者可同时或交替发射、接收；

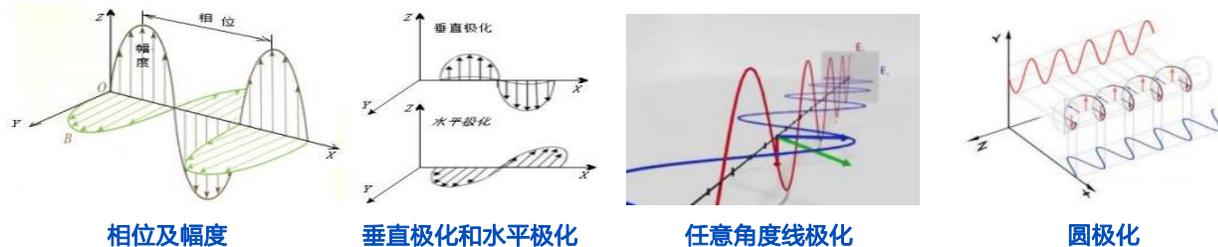
➢(2)全极化：包括线极化、圆极化等各种极化方式的综合体，双极化是全极化的子集，当雷达同时或交替发射水平极化电磁波(H)和垂直极化电磁波(V)时，并通过对电磁波的幅值和相位加以控制，即可实现全极化。

全极化技术能够提供更加全面、精确的目标极化特性测量，更能满足气象观测、防空反导、遥感等领域的极化信息应用需求。在技术层面上，全极化从雷达系统设计和信号处理技术层面上实现对电磁波幅值和相位的控制，减少天线交叉极化的影响，使雷达探测具有更精准更丰富的极化信息，加强雷达的目标识别性能。相控阵雷达未来或将向全极化演变。

图表：全极化在幅值控制和相位控制的特殊性

条件	一般极化条件	全极化条件	目的
幅值控制	当雷达发射的水平极化电磁波(H)和垂直极化电磁波(V)是同相的时候，H和V同时达到波峰和波谷时，极化的合成就是普通的向量合成	当H和V极化电磁波的幅值不同时，合成的极化波就可以处于不同角度，也就是所谓的任意角度线极化	实现任意角度线极化
相位控制	当雷达发射的水平极化电磁波(H)和垂直极化电磁波(V)是不同相的时候，在任意时刻H极化的幅值和V极化的幅值都在相对变化，使得雷达发射合成波束的极化方向在不断变化	当H极化和V极化相位相差90度时，雷达发射电磁波极化方向在做圆周旋转，幅值永远处于最大值，也就是所谓的圆极化	实现圆极化

图表：电磁波相位/幅度、水平/垂直极化、线极化、圆极化示意图



图表：全极化技术未来在船舶雷达和低空监视雷达中的运用

应用方向	项目	具体情况
船舶雷达系统	海杂波的模型建立	针对海杂波的物理模型，计算和仿真多种极化方式(水平极化、垂直极化、斜极化、圆极化、椭圆极化等)下的海杂波雷达散射模型
	海面“慢、小”目标的散射模型	建立目标的物理尺寸模型，将模型进行网格剖分，然后使用基于矩量法或有限元法的电磁仿真软件进行仿真，得到目标在不同极化模式下和不同观测角度下的雷达反射截面积
	海面“慢、小”目标的信号处理算法	采用全极化多功能相控阵雷达技术中的灵活数字波束控制、极化精确测量等技术，将“慢、小”目标从背景杂波中分离出来
低空监视雷达系统	航迹的生成算法	根据目标运动特性等的信息特征库，过滤掉部分传感器的探测误差，从而得到精确可靠的目标点航迹
	飞行器的极化散射模型	针对各种材料的飞行器，计算和仿真不同极化方式下的目标雷达反射截面积
	强背景杂波的雷达散射模型	通过大量模拟仿真和实地测量，得到不同应用背景在不同极化模式下地物所引起的强背景杂波的雷达散射模型
	针对低空中“慢、小”目标的信号处理算法	设计和优化雷达信号波形和相应的信号处理算法，将目标从背景杂波中分离出来
	航迹的生成算法	根据目标的物理特性，从多个连续的周期中提取出每个目标的起始航迹，然后从每个脉冲中挑选出符合起始航迹的最佳点

2.4 水文监测建设正当时，相控阵雷达水利领域发展翘首以盼

- **相控阵雷达在水利检测领域应用优势明显。**雷达技术在水利监测中的应用包括洪水监测、水资源管理、工程隐患探测，应用场所多位于水库、流域、水文站。传统的水利领域雷达产品包括雷达水位计、雷达波测流仪、探地雷达、传统测雨雷达等，价值量在2万至3000万不等。而相控阵雷达具有波束指向灵活、可形成多个独立波束、目标容量大、复杂目标环境适应能力强、抗干扰性好的优点，可以实现搜索、识别、跟踪、制导、无源探测等多种功能，方向指位和波段切换速度快，能够同时完成对空、对地、对流域等不同目标的探测，价值量约为800万-900万元。
- **水利部统筹规划、加紧监测信息的部署建设，有望推动水利行业更高质量的发展。**2016年，水利部在《水利改革发展“十三五”规划》中提出对水库汛限水位动态控制和洪水预报工作部署作出要求；2021年起，水利部继续推进“十四五”规划，提出建成数字孪生流域，全面实现水利治理管理活动数字化、网络化、智能化的工作目标。水利部党组书记、部长在2023年全国水利工作会议上指出，要建成多源空间信息融合洪水预报系统、高精度河流水系分区雨水情预报模型，实现140条河湖的230个重要断面生态流量监测预警。目前，我国水利监测雷达市场还处于起步阶段。

图表：雷达技术在水利领域的应用

应用领域	介绍
洪水监测	探测气象条件下的降雨情况，从而预测洪水的发生、程度和扩散范围。
水资源管理	测量水库、湖泊和河流中的水位和水量，实现水资源的监测、管理和调度。
工程隐患探测	通过探测管道的声波反射来检测漏水位置和漏洞大小，减少浪费和损失。
海岸保护	监测海岸线变化、潮汐和海浪等自然因素，以及海岸工程的建设和维护情况，保护海岸线安全稳定。

图表：水利领域传统雷达产品

雷达产品	工作原理	价值量
雷达水位计	在实际运用中，雷达液位计有两种方式即调频连续波式和脉冲波式。采用调频连续波技术的液位计，功耗大，须采用四线制，电子电路复杂。而采用雷达脉冲波技术的液位计，功耗低，可用二线制的24VDC供电，容易实现本质安全，精度高，适用范围更广。雷达液位计采用脉冲微波技术，其天线系统发射出频率为6.3GHz、持续时间为0.8ns的脉冲波束，接着暂停278ns，在脉冲发射暂停期间，天线系统将作为接收器，接收反射波，同时进行回波图像数据处理，给出指示和电信号。	约20000元/部
雷达波测流仪	根据多普勒雷达测速原理，借用岸边升杆、桥梁或其他合适的载体，仪器安装在河道中泓位置，对水流的表面流速进行测量。雷达探头向河道水面发射雷达波，波束在遇到水流反射进而测得某一区域内的平均流速（指标流速），通过建立实测断面平均流速与指标流速的关系，然后利用测得的指标流速换算为雷达波断面平均流速，再将雷达波断面平均流速乘以测时水位下的断面面积，即为断面的瞬时流量。	约30000元/部
探地雷达	探地雷达将高频电磁波以宽频带短脉冲形式通过地面发射天线送入地下，遇到与周围介质有电阻抗差异的地层或目标体时，部分能量被反射回地面，由接收天线接收。发射脉冲和作为时间及振幅函数的反射脉冲形成一个扫描记录。收发天线在地面上连续移动，地面上不同位置的扫描记录构成一张与地震记录相似的时距曲线图。由波速和所记录的脉冲旅行时间可计算出反射界面的深度。常用于工程与水文地质勘察、水利工程施工质量控制、水利工程质量和隐患检测。	40~80万元/套
测雨雷达	当降水粒子相对于雷达发射波束有相对运动时，测雨雷达可以通过测定接收与发射信号频率之间存在的差异（即频移）测定散射体相对于雷达的运动速度，在一定条件下反映出大气风场、气流垂直速度的分布及湍流情况。系统通过软件分析处理接收到回波信号强度，反映降雨强度大小；通过电磁波在雷达与雨滴之间的传播时间，可以准确了解雨滴的位置；通过回波强度与接收回波时间，进行降雨的定点、定量探测。	每套测雨雷达系统900万~3000万元不等
相控阵雷达	相控阵雷达的天线阵面由许多个辐射单元和接收单元（称为阵元）组成，单元数目可以从几百个到几个万。这些单元有规则地排列在平面上构成阵列天线。利用电磁波相干原理，通过计算机控制馈往各辐射单元电流的相位，就可以改变波束的方向进行扫描，故称为电扫描。辐射单元把接收到的回波信号送入主机，完成雷达对目标的搜索、跟踪和测量。	每套800万~900万元不等

资料来源：水利部，中国地质调查局，中华人民共和国自然资源部，湖南省水利厅，茂名市水务局，《探地雷达在水利工程隐患探测中的应用》李姝昱等，《2000年以来胶州湾海岸线光学与SAR多源遥感变化监测研究》李鹏等，《探地雷达技术原理及其在水利工程建设与管理中的应用》邱信敬等，《雷达波在线测流系统在典型水文站的应用》刘运珊等，《多普勒测雨雷达在洱海流域的建设目标与展望》陶汝颂等，研报报告网，中国电科38所公众号，北京科斯特自动化装备有限公司公众号，蓝海长青智库公众号，中国政府采购网，辽宁省招标投标监管网，安徽省招标网，国海证券研究所

2.4 水文监测建设正当时，相控阵雷达水利领域发展翘首以盼

- 2021年以来，相控阵雷达已于多地的水利监测中进行试点应用；2023年水利部提出要构建气象卫星和测雨雷达、雨量站、水文站组成的雨水情监测“三道防线”，或将加速相控阵雷达的放量。据水利部官网：(1)2020年，黄河流域水文局为提升测报能力自主研发相控阵雷达测流系统并投入比测实验，开启了水利部官网对于有关相控阵雷达的报道；(2)在2021年水文行业十件大事中提到，湖南建成全国水文系统第一套X波段双极化相控阵雷达；(3)在2022年水文行业十件大事中提到，最新一代相控阵测雨雷达在湖南湘江流域和河北雄安新区等地投入试点应用；在降雨水文预报方面，据水利部发布的2022年第14期水利信息化工作简报，珠江、辽河、黑龙江、黄河中游等重要控制断面的关键预报优秀提升至平均90%以上，实现汛期基于水利相控阵雷达的超高时空分辨率短临暴雨监视预警试点应用，预演功能支撑珠江流域性较大洪水的防御工作；(4)国家防总副总指挥、水利部部长在2023年1月10日审议的《关于推进水利工程配套水文设施建设的指导意见》中，以及2023年4月23-27日率国家防总检查组检查松花江、嫩江、图们江流域防汛准备工作中，多次强调要构建气象卫星和测雨雷达、雨量站、水文站组成的雨水情监测“三道防线”；2023年5月29日，《国家水网建设规划纲要》正式发布，水利部规划计划司司长表示：“以防洪为例，提升流域防洪智能化水平，就要加快构建气象卫星和测雨雷达、雨量站、水文站组成的雨水情预报监测‘三道防线’，建设具有预报、预警、预演、预案功能的智慧化防洪调度体系”。相控阵雷达已于多地的水利监测中进行试点应用，伴随国家水利部门的高度重视，相控阵雷达在水利领域的放量值得翘首以盼。

图表：5月30日至31日，水利部长调研吉、辽省级水网建设和鸭绿江流域保护治理工作并强调加快测雨雷达的建设



3 气象许可+军品认证匹配高附加值，核心组件自研凸显降本优势

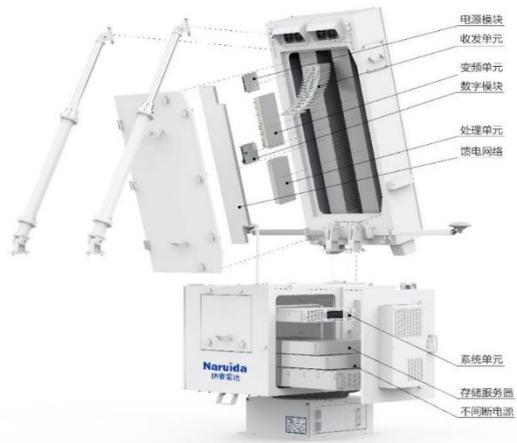
3.1 核心技术自研储备深厚，气象许可+军品认证匹配高附加值

●纳睿雷达是国内少数的具有双极化(双偏振)有源相控阵雷达生产与集成测试能力的厂家，核心技术全部自研。截至2022年12月31日，公司拥有已获授予专利权的主要专利118项，布局有源相控阵雷达系统领域，掌握多项核心技术、均为自研。核心技术具体包括：雷达系统集成与应用技术、高增益低旁瓣X波段双偏振阵列天线、全固态全相参的双偏振收发单元、模块化的功率合成与分配网络、上下变频单元、数字中频处理单元、波束合成控制单元、高速信号处理单元、协同式精细化相控阵雷达天气观测系统。纳睿雷达在不同的核心雷达模块拥有核心自主生产能力，解决了有源相控阵雷达集成与测试过程中的诸多问题，成为国内少数的具有双极化(双偏振)有源相控阵雷达生产与集成测试能力的厂家。**纳睿雷达具备技术先进性：**①技术路线上采用微带阵列天线，与传统波导缝隙阵列相比具备设计自由度高易于实现双极化、优异的交叉极化鉴别率(XPD)、PCB制作工艺成熟可大批量生产、有利于降本等优势；②自主研发设计了全固态全相参的收发T/R组件，提高雷达最小可接收信号以及动态范围，一部雷达使用多个(64/128/256等)T/R组件，损坏率5%内仍可正常工作，提升容错率和使用寿命；③摒弃现有基于DSP结构的设计思路、采用基于现场可编程门阵列(FPGA)结构的雷达信号处理技术，可以实现更高的数据并行处理能力，实现大数据量的快速处理，优化雷达系统集成度和简洁架构；④灵活的数字波束合成技术，使雷达具有低功耗、高可靠、高精度等特点，实现超高时间分辨率的扫描探测。

图表：纳睿雷达产品核心模块及相关技术

核心模块	运用的核心技术
双极化阵列天线	高增益低旁瓣X波段双偏振阵列天线
射频适配器	微波电路
矩阵开关	微波电路
射频收发单元	全固态全相参的双偏振收发单元
功率合成与分配网络	模块化的功率合成与分配网络
上下变频单元	上下变频单元
多功能中央信号处理器	高速信号完整性设计
射频收发控制单元	高速信号完整性设计
同步数字背板	高速信号完整性设计
阵面电源单元	高效率数字电源技术
阵面电源背板单元	脉冲电源完整性设计
系统监视与控制单元	异构高速计算平台、高宽带低延时交换机技术、多平台同步技术

图表：纳睿雷达整机产品拆解图示



图表：微带阵列天线与波导缝隙阵列天线的技术差别

主要差别	微带阵列天线	波导缝隙阵列天线
示意图		
实现原理	微带阵列天线通过激励起微带辐射贴片上表面电流实现辐射，通过调整天线的馈电网络以及天线单元的结构参数来控制每个微带天线单元表面电流的幅相分布，实现所需要的辐射波束。	波导缝隙阵列天线由开设在波导窄边或者宽边上的辐射缝隙对波导壁上的电流进行切割实现辐射，通过调整缝隙的结构参数实现不同的辐射强度，通过阵列实现所需的辐射波束。
双极化实现方式	双极化微带阵列天线在同一个辐射单元上实现双极化。	双极化波导缝隙阵列由两个独立的阵列分别实现一对正交的极化，通常为波导宽边缝隙阵与波导窄边斜切缝隙阵实现阵列的双极化辐射。
加工方式	微带阵列天线通过PCB(印刷电路板)制作工艺加工制作，工艺成熟，适合批量生产。	波导缝隙阵列通过机械加工的方式进行加工制作，工艺要求较高、加工难度大。

图表：纳睿雷达产品的T/R组件与API产品的T/R组件核心参数对比(2021/12公司公告)

重要参数项目	纳睿雷达 T/R组件	API technologies Corp.X波段T/R组件	条件	性能说明
相位控制切换速度	≤100ns	≤500ns	-	更小的幅值和相位切换时间意味着更快的电子波束切换速度，相控阵雷达具有更高的可控制性，这是相控阵雷达体制优越性的核心体现
幅度控制切换速度	≤100ns	≤500ns	6位, 0.5dB步进衰减	
衰减精度	0.5dB	0.9dB		更小的衰减精度数值意味着更好的雷达波束控制能力
发射P1dB	≥42dBm	≥39.3dBm	9.3~9.5GHz	该参数与相控阵雷达峰值发射功率相关。该参数数值越大，峰值功率越大，探测距离越远，该参数直接影响到雷达的探测威力
接收噪声系数	≤3.5dB	≤3.5dB	9.3~9.5GHz	该参数反映T/R组件输出信噪比与输入信噪比相对恶化程度，数值越小越好
接收最小可探测信号	≤-110dBm	≤-110dBm	9.3~9.5GHz, RBW=1MHz	该参数反映T/R组件接收小信号的能力，越小越好
工作温度范围	-40~85° C	-30~70° C	-	该参数反映T/R组件环境适应性和可靠性，发行人的T/R模块具有宽广的环境温度适应性

图表：纳睿雷达产品技术路线与美国、日本等国家一致

项目	产品名称	相控阵雷达天线体制差异点
纳睿雷达	所有产品	微带贴片阵列天线
日本	多参数相控阵天气雷达(MP-PAWR)	微带贴片阵列天线
美国	“先进技术演示器”(ATD)	微带贴片阵列天线

3.1 核心技术自研储备深厚，气象许可+军品认证匹配高附加值

图表：纳睿雷达主要产品的核心技术自主研发(截至2023年2月24日)

核心技术	专利类型	专利名称	来源
雷达系统集成与应用技术	发明专利	一种双频相控阵雷达系统及其实现方法	自主研发
	实用新型	一种基于多功能相控阵雷达的混合模式气象探测系统	
	软件著作权	智能超精细化短时临近预报预警系统V1.0	
高增益低旁瓣X波段双偏振阵列天线	发明专利	一种直联双极化微带阵列天线	自主研发
	实用新型	一种低旁瓣的平面相控阵列天线	
全固态全相参的双偏振收发单元	发明专利	全固态全相参的双偏振收发单元	自主研发
	实用新型	相控阵雷达TR组件电源系统及有源相控阵雷达	
模块化的功率合成与分配网络	发明专利	一种一分多端口网络测量方法、系统、装置及存储介质	自主研发
	实用新型	波导功分器	
上下变频单元	发明专利	一种相控阵雷达系统变频单元及其误差校准方法	自主研发
数字中频处理单元	发明专利	双/多路DA/AD无参照基准的互校准系统及方法	自主研发
	实用新型	一种模拟到数字转换器校准系统	
波束合成控制单元	发明专利	一种相控阵雷达的波束控制与信号处理集成卡板	自主研发
高速信号处理单元	发明专利	雷达反射信号处理装置及其处理方法	自主研发
协同式精细化相控阵雷达天气观测系统	发明专利	一种三维气象雷达显示方法	自主研发
	软件著作权	双偏振X波段有源相控阵天气雷达软件[简称：相控阵天气雷达软件]V1.0	

3.1 核心技术自研储备深厚，气象许可+军品认证匹配高附加值

- 气象领域核心产品获许可认证，累计中标数量位列第一，市场开拓已走出广东省；国防军事领域获得武器装备质量管理体系认证。

➢(1)在民用气象领域，纳睿雷达是国内较早取得X波段相控阵天气雷达的气象专用技术装备使用许可证的单位之一。截至2023年4月，仅有纳睿雷达和宜通华盛的相控阵雷达产品取得中国气象局颁发的气象专用技术装备使用许可证。截至2022年12月，国家或地方气象局尚未制定明确的针对X波段双偏振相控阵雷达业务验收的相关规范或强制性标准，纳睿雷达作为行业的先行者，产品已被广泛客户验收并得到认可。据中国政府采购网统计，2018年起可查询到“相控阵天气雷达”的招投标信息；2018-2021年X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达产品的累计中标数量中纳睿雷达排名第一；以中标台数口径统计，2018-2020年纳睿雷达的国内市场占有率超72%。公司市场拓展逐渐走出广东，2022年公司实现在福建厦门、陕西西安、四川成都的全国市场布局。基于部署天气雷达数量的优势，纳睿雷达在产品软硬件的迭代、优化上具有先发优势。

➢(2)在军事应用方面，2022年公司顺利通过GJB9001C-2017武器装备质量管理体系认证，GJB9001C-2017认证是国家军用标准。纳睿雷达通过审核认证的产品主要为有源相控阵测控雷达、有源相控阵警戒雷达，为进军国防军事领域未雨绸缪。

➢(3)在海洋监视领域，公司岸海雷达系统实现销售，可有效用于海上缉私打私、港口导航、海况监测、海难应急救援等场景，与传统海事雷达相比具有精细化、高维度和智能化的处理能力，有效提高雷达扫描速度以及对海杂波的抑制能力，对于飞机、快艇等高速运行目标更为敏感。

公司自研的AXPT0464型双极化有源相控阵雷达系统不仅能够提供天气系统的精细化预报预警信息，而且能提供精确的目标检测识别、定位测角以及追踪预警等功能，有效解决“民航、通航交通管制”、“低空慢小威胁飞行目标”等易受恶劣天气影响的精细化目标探测、管制、预警等精细化服务问题，可广泛应用于气象、民航等领域。在第十届世界雷达博览会上AXPT0464成功斩获“雷达行业创新产品挑战赛”金奖。据2023.04.15公告，公司拟用自有资金投资3亿元在安徽省合肥市设立全资子公司，开展雷达软硬件的制造开发，以及智能车载设备相关的制造为主。

图表：相控阵天气雷达中纳睿雷达与宜通华盛产品获得气象专用技术装备使用许可证(截至2023.06.13)

装备类型	装备名称	装备型号	装备生产单位	装备编号	有效截止日期
观测	X波段双线偏振一维相控阵天气雷达	YLX2-D	广东纳睿雷达科技股份有限公司	SXZ-04-2022	2026-02-16
观测	X波段双线偏振一维相控阵天气雷达	YLX1-D	浙江宜通华盛科技有限公司	SXZ-03-2022	2026-02-16
观测	X波段单偏振一维相控阵天气雷达	YLX1		SXZ-12-2022	2026-03-01
观测	X波段双线偏振多普勒天气雷达	YLD8-D	中船重工鹏力(南京)大气海洋信息系统有限公司	SXZ-49-2021	2025-12-31
观测	X波段全相参多普勒天气雷达	YTD2	北京敏视达雷达有限公司	SXZ-29-2021	2025-10-29
观测	X波段双线偏振多普勒天气雷达	YTD		SXZ-25-2021	2025-10-14
观测	X波段双线偏振多普勒天气雷达	YLD7-D	成都锦江电子系统工程技术有限公司	SXZ-27-2021	2025-10-22
观测	X波段双线偏振多普勒天气雷达	YLD5-D	南京恩瑞特实业有限公司	SXZ-26-2021	2025-10-14
观测	X波段双线偏振多普勒天气雷达	YLD4-D	航天新气象科技有限公司	SXZ-24-2021	2025-10-14
观测	X波段双线偏振多普勒天气雷达	YLD6-D	成都远望探测技术有限公司	SXZ-23-2021	2025-10-14
观测	X波段双线偏振多普勒天气雷达	YLD3-D	四创电子股份有限公司	SXZ-22-2021	2025-10-14
观测	全固态X波段双偏振多普勒天气雷达	YLD1-D	西安华腾微波有限责任公司	SXZ-06-2020	2024-01-20

3.1 核心技术自研储备深厚，气象许可+军品认证匹配高附加值

图表：气象领域纳睿雷达产品与行业现有相关竞品对比(截至2023年2月)

项目	纳睿雷达		国睿科技	宜通华盛		说明
	AXPT0364产品	DXPT0256产品	GLC-36X型X波段双偏振相控阵天气雷达	X波段双偏振相控阵雷达 (ETWS-X02/X03)	X波段双偏振相控阵雷达 (ETWS-X04)	
天线体制	微带贴片		未披露	波导缝隙阵		微带贴片天线在实现X波段双极化功能时具有更好的可实现性和可加工性与高一一致性
同时接收波束数量	≥16	≥32	≥5	≥16	≥16	多波束能力可以有效提高雷达扫描速度，探测更广泛的俯仰区域
峰值功率 (W)	≥400	≥2500	未披露	≥320	≥1280	更高的峰值功率有助于雷达探测更远的距离，发现更小的目标
极化方式	双极化	全极化	双极化	双极化	双极化	双极化(双偏振)产品可以提高天气探测的准确性
体扫时间	60s (60km68层无间隔扫描)	12.8s (150km68层无间隔扫描)	≤50s (20层扫描)	24s/30s/48s/60s (可按需求设置)	60s/90s	更快的体扫时间能使得短时间灾害性天线的观测成为可能
距离分辨率	30m	≤30m	≤75m	≤30m		相对较小的距离分辨率使得雷达具有探测微小气象过程的产生、发展、消亡的能力
探测距离	60km	≥150km	≥120km	≥60km	≥100km	相对较大的探测距离使得雷达能覆盖更广阔的区域
脉冲宽度	1~200μs (可选)	1~200μs (可选)	未披露	未披露	未披露	能灵活自由的根据扫描策略调整脉冲宽度
天线增益	≥36dB	≥41dB	未披露	≥38dB		天线增益表征天线对于电磁波的聚焦能力，其只与天线大小相关，较高的天线增益可以有效的提高雷达电磁波的发收能力
第一副瓣电平 (水平)	≤-23dB	≤-23dB	未披露	≤-23dB		较低的旁瓣会降低目标区域外对象对雷达信号的影响
电扫方向上的波束指向误差	≤5%	≤5%	未披露	≤5%		电扫方向上的波束指向误差越小，天线波束的控制精度越高，雷达测量结果的误差越小
波束宽度	水平3.6°，垂直1.8°	水平1.8°，垂直0.9°	未披露	水平(法向)、垂直(法向)：1.6° ± 10%		波束宽度是指雷达发射的电磁波经过天线聚焦后其主要能量分布的区域，较低的波束宽度可以有效提高雷达的角度分辨率
同时接收波束数量	≥16	≥32	≥5	≥16		多波束能力可以有效提高雷达扫描速度，在一次扫描过程中，探测更广泛的俯仰区域

3.1 核心技术自研储备深厚，气象许可+军品认证匹配高附加值

图表：航空领域纳睿雷达产品与行业现有相关竞品对比(2021/10公司公告)

产品关键性能参数	四创电子	国睿科技	纳睿雷达	性能说明
雷达型号	3821	GLC-33	DXPT-0256	-
雷达体制	全固态机械式	全固态机械式	全固态有源相控阵	-
俯仰角	40°	/	60°	纳睿雷达产品能够实现较高俯仰角度的探测覆盖
极化方式	线/圆极化	线/圆极化	全极化	纳睿雷达具有较多的极化模式，可以获取更全面的极化域信息
同时接收波束数量	1	1	≥16	数字相控阵多波束技术的使用，使得纳睿雷达可以以较短时间实现对更大范围的扫描，同时获得目标三维信息
飞行器维度信息	二维	二维	三维	获取目的标三维信息可以降低对二次雷达依赖
距离分辨率	220m	250m	30m	纳睿雷达具有较高的距离分辨率指标
距离测量精度	60m	60m	30m	纳睿雷达具有较高的距离测量精度指标
气象观测能力	仅提供无垂直剖面信息的强度产品	仅提供无垂直剖面信息的强度产品	提供与专业天气雷达一致的三维天气探测信息	纳睿雷达具有完善的天气产品，可以实现多功能应用

图表：海洋监视领域纳睿雷达产品与行业现有相关竞品对比(2021/10公司公告)

产品关键性能参数	海兰信	纳睿雷达	性能说明
雷达体制	机械式	相控阵	-
雷达产品名称/型号	智能雷达监控系统	AXPN-0164	-
作用距离	18km@RCS≥10m ²	37.5km@RCS≥5m ²	纳睿雷达具有较远的探测距离以及较强的微小目标识别能力
距离分辨率	优于20m	优于7.5m	纳睿雷达具有较高的距离分辨率指标
极化方式	/	全极化	纳睿雷达具有较多的极化模式，可以获取较全面的极化域信息，实现对海杂波的滤去以及对目标的识别
机械运动	机械转动	固定，无机械运动	纳睿雷达无需机械转动，具有较好的抗风能力、较高的可靠性，以及更低的运行维护费用

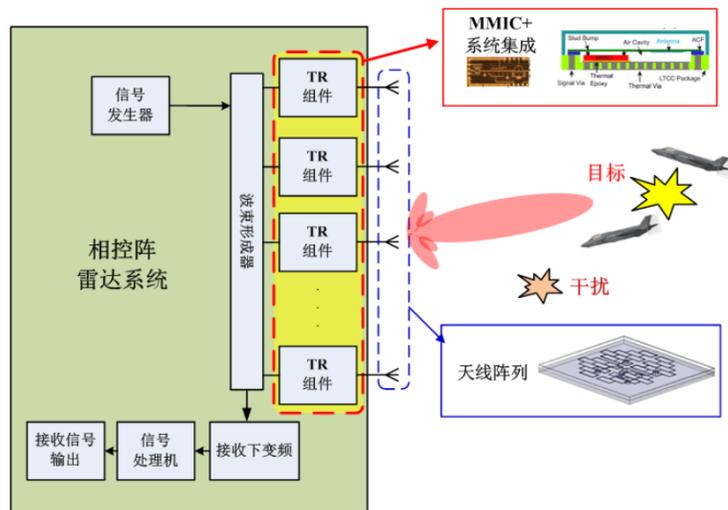
图表：纳睿雷达在研项目进展(截至2022.12.31)

项目名称	预计总投资规模(万元)	本期投入金额(万元)	累计投入金额(万元)	进展	拟达到目标	技术水平	具体应用前景
舰载或岸基全极化相控阵船舶雷达系统的研发	2000	1246.38	2715.90	已完结	研制出舰载或岸基全极化相控阵船舶雷达系统	国际领先水平	主要应用于海域监视领域，利用精细化测量技术和灵活的波束控制技术，能在复杂、多变海域环境中自适应的工作，使系统与周围环境始终处于最佳的匹配状态
复杂背景下低可观测目标全极化探测技术研究	2000	675.67	1557.17	已完结	研究出复杂背景下低可观测目标全极化探测技术	国际领先水平	基于已有的全极化多功能有源相控阵雷达系统的研究基础，开展极化杂波抑制、多位信息融合和目标检测等技术的研究开发，应用于民航(军航)机场塔台管制区空域航空管制(无人机黑飞管控)以及空域鸟情观测、近海超低空防御目标探测。
多波束双极化相控阵雷达研制及卷风探测业务应用-龙卷风探测雷达的研制	2860	2212.53	2674.20	已完结	研制出数字式X波段双极化相控阵超精细天气雷达和数字式C波段双极化相控阵全空域高速搜索天气雷达	国际领先水平	龙卷风具有尺度小、难以捉摸的特点，目前已有的探测手段和预警预报技术还不能满足要求，因此迫切需要研发新型设备，变更观测技术，突破龙卷识别算法，以满足对龙卷等强对流监测预警预报的迫切需求。

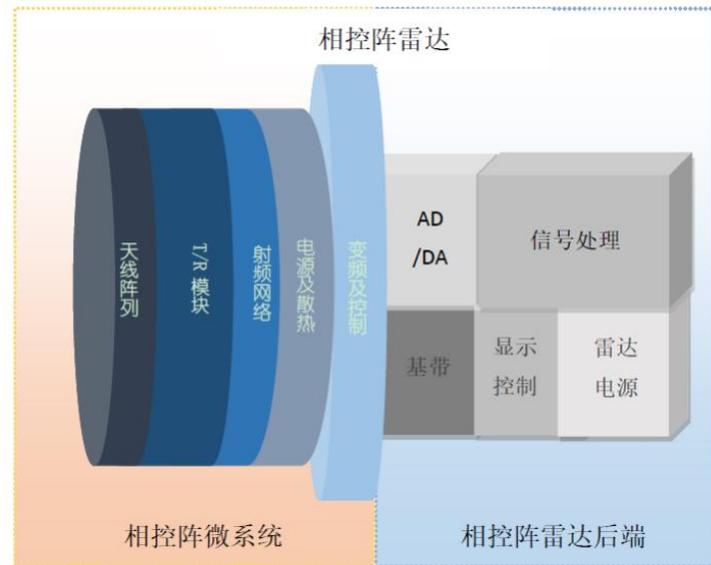
3.2 T/R核心组件自研设计，降本优势凸显盈利能力

- 与机械雷达相比，相控阵雷达容错率高、运维成本更低且具备性能优势，产品定价相对较高。传统多普勒机械雷达具有一个发射机和一个接收机，若出现故障，整个雷达系统将无法工作，更换故障模块的成本较高。而有源相控阵雷达收发机由多个独立工作的T/R组件构成，若一个或多个T/R组件出现故障(一般不超过总数5%)，雷达仍然可以正常工作，高可靠性相对较高。未来随着模块成本价格的降低，相控阵雷达更换故障模块的成本较传统的多普勒机械雷达有望更低。根据2021/10公司公告，相控阵雷达较常规的多普勒机械雷达具备性能优势，因此纳睿雷达的主产品销售单价通常高于同行业可比上市公司的X波段双偏振全相参多普勒天气雷达50%以上。
- 在有源相控阵雷达的结构中，天线系统的成本占70%~80%，其中T/R组件是核心器件。有源相控阵雷达由天线微系统、发射机、接收机、信号处理机、数据处理机、显示器及其他组件构成，其中天线微系统主要包括T/R组件与天线阵列。据国博电子招股说明书，一部有源相控阵雷达天线系统成本占雷达总成本的70%-80%。T/R模块在阵列性能发挥方面作用较大，主要功能包括：发射期间将信号放大到指定功率、接收期间降低噪声放大回波信号、实现天线波束扫描所需的波束及相移控制等。据军武次位面公众号(2023/03)，每个T/R组件的价格大概在1000美元左右，而一个相控阵雷达上的T/R组件少则上千多则上万，需要进行大量的封装设计，T/R组件的成本则占整部雷达的60%~70%。

图表：有源相控阵雷达系统结构图示



图表：有源相控阵雷达系统各模块结构



3.2 T/R核心组件自研设计，降本优势凸显盈利能力

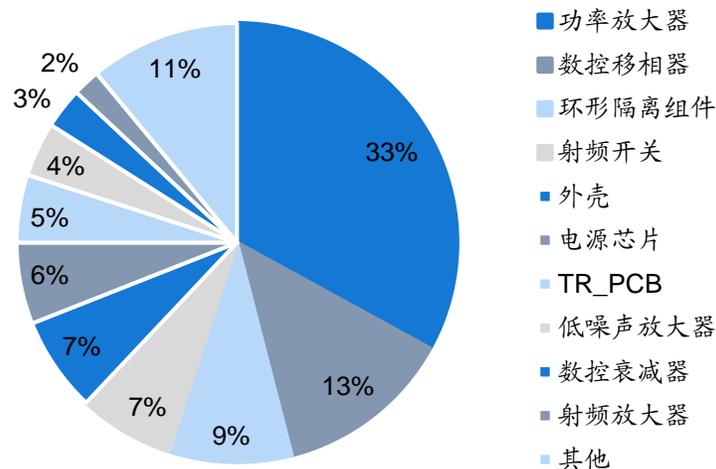
- 与同行业公司相比，纳睿雷达具备成本优势。据纳睿雷达2021年10月公告，与同行业上市公司四创电子和国睿科技的X波段双偏振全相参多普勒天气雷达产品成本相比，纳睿雷达的X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达产品成本分别低24.26%和34.47%。

图表：纳睿雷达同行业公司产品成本比较

项目	四创电子	国睿科技	纳睿雷达
产品	X波段双偏振全相参多普勒天气雷达	X波段双偏振全相参多普勒天气雷达	X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达
单位成本	235.14万元	271.78万元	178.10万元

- 纳睿雷达T/R芯片降本达90%，组件降本达60%以上。纳睿雷达持续研制和实验，加速产品的迭代，在模块、组件、部件等环节中逐步实现降本。据公司2021年12月7日公告披露，经过迭代后SUM组件成本下降40%、T/R芯片成本下降了90%、T/R组件类似模块成本下降60%以上。公司降低雷达组件成本的具体做法主要有4种：(1)低成本技术路线的选择；(2)集成化设计；(3)采用商业通用的现货；(4)大量的联合仿真设计和试验测试。2021年12月公告中，如公司使用SMU组件中的FPGA芯片和交换芯片两种通用的芯片，通过FPGA上面的自主研发的控制逻辑模块对商用现货的交换芯片中的三百多个寄存器进行编程，并在逻辑控制模块中持续对交换芯片进行网络状态监视，实现网络信息稳定传输交换的功能，其芯片硬件成本为370.61元；而根据公开市场查询的价格，实现相同功能的工业以太网交换机的整机销售价格为8,780元。

图表：纳睿雷达T/R组件成本结构(2021年12月7日公告)



图表：纳睿雷达降本方法

降本方法	介绍
低成本技术路线的选择	天线一般有微带天线和波导缝隙阵两种技术路线。大尺寸的双极化波导缝隙阵通过机械加工的方式实现，成本高而且产品一致性差。微带天线通过成熟、精度较高、适合批量生产的PCB制作工艺加工制作，因此公司通过研制选取双极化微带阵列天线。
集成化设计	在更新迭代过程中，公司充分利用自身在FPGA技术以及网络技术上技术优势，对雷达内的模块、组件、部件进行功能分解、合并与重构，尽可能将功能在软件层面实现，降低硬件成本。
采用商业通用的现货	公司在研发设计阶段对元器件采用通用设计方案。商用现货的元器件已经实现了规模化的生产，其生产的成本较低，产品的质量比较稳定。
大量的联合仿真设计和试验测试	公司在研发中经过大量的联合仿真设计，保证电性能、热性能、机械性能等，通过高可靠性的设计来提高组件批量生产的良品率和工作寿命，从而降低组部件的生产成本。

3.2 T/R核心组件自研设计，降本优势凸显盈利能力

- 根据公司2021年12月7日公告，T/R组件方面，纳睿雷达采用商用现货射频器件和表面贴装工艺，2018-2021H1，单位成本比国博电子单价相比差异达80%左右。纳睿雷达采用已在通信设备广泛应用的商用现货射频器件进行设计，该类射频器件现货的产量较大，价格较低，并且其可靠性通过大量的生产和使用得到了持续的改进和验证；公司采用的表面贴装工艺在芯片和电路板之间使用成熟的表面贴装技术进行焊接，能够达到成本低和批量生产，因此可以降低T/R组件的成本。

图表：2018-2021H1纳睿雷达T/R组件单位成本与国博电子T/R组件单价对比

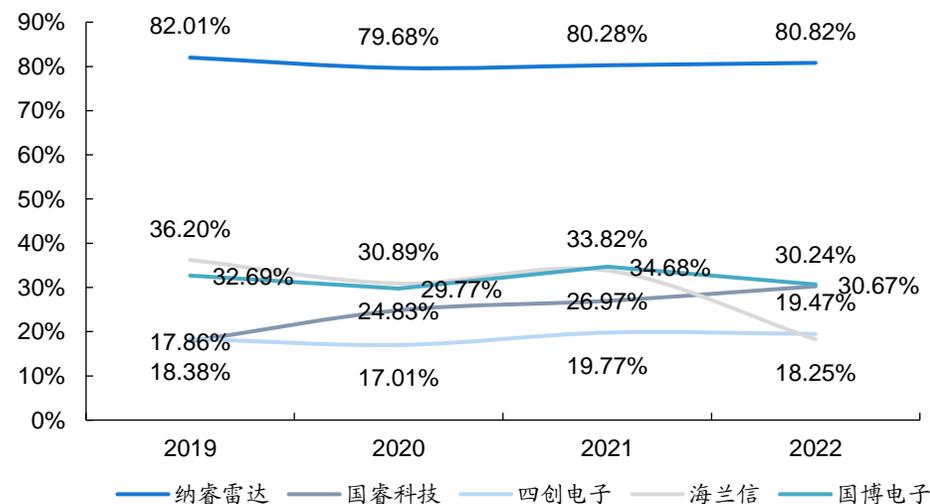
项目	2021H1	2020	2019	2018
国博电子T/R组件单价(元)	12,677.80	13,540.59	16,574.89	19,007.75
纳睿雷达T/R组件的单位成本(元)	2,864.15	2,829.50	2,760.74	2,684.05
差异	-77.41%	-79.10%	-83.34%	-85.88%

图表：纳睿雷达生产T/R组件与市场中其他生产商的销售价格对比情况

项目	市场价格	纳睿雷达自主生产成本	差异情况
T/R组件包含16个T/R通道(4个T/R通道构成一个独立模块，一个发射输入/接受输出公共接口)	根据公开市场相控阵雷达T/R组件采购项目的招标公告，招标价格为13.5万元	由公司自主设计及生成的类似的T/R组件成本约为4.8万元	纳睿雷达自主设计并生产的组件较市场中价格低64.44%

- 与同行业公司相比，2019-2022纳睿雷达毛利率在80%左右，显著高于可比公司，盈利能力一枝独秀。公司的雷达产品硬件主要由元器件、模块、组件、部件逐级装配而成，对元器件采用通用设计方案，公司使用的元器件大部分为市场上可批量生产、供应稳定的通用产品，其供应稳定、价格合理；对于市场上没有通用产品的部分元器件、公司采取自主设计委托外部厂商定制化生产采购的模式，对于核心模块、组件、部件由公司自主设计和生产完成，进而控制产品成本；项目核心部件、材料等国产占比90%以上，核心技术自主可控，总体技术在气象雷达领域达到国际先进水平。2019-2022公司毛利率分别为82.01%/79.68%/80.28%/80.82%，显著高于国睿科技等可比上市公司。

图表：2019-2022纳睿雷达与可比上市公司毛利率



3.3 布局智能驾驶领域，研发77GHz车载4D毫米波雷达

- **布局智能驾驶领域，研发77GHz车载4D毫米波雷达。**凭借自身在气象探测领域积累的雷达核心技术，纳睿雷达向毫米波雷达等技术相关领域拓展，目前进行“77GHz车载毫米波雷达”的研发。公司在研的77GHz车载毫米波雷达是一种双线偏振相控阵毫米波雷达，能够利用不同类型目标对于雷达双线偏振波散射的差异来识别目标，可提供包括距离、方位、速度和高度在内的四维数据信息，为汽车辅助驾驶及自动驾驶提供支持，属于4D成像雷达；项目计划总投资规模500万元，截至2022年底累计投入112万元。

图表：纳睿雷达在研77GHz车载毫米波雷达项目进展（截至2022年底）

项目名称	累计投入金额(万元)	项目进展	拟达到目标	技术水平	具体应用前景
77GHz车载毫米波雷达	112	研究阶段	77GHz车载毫米波雷达设计定型	国内领先水平	针对目前市场上毫米波雷达缺乏对目标类型进行识别的能力，决定研发一款可提供一种双线偏振相控阵毫米波雷达，利用不同类型目标对于雷达双线偏振波散射的差异来实现对目标类型的识别

- **特斯拉再次启用4D毫米波雷达，摄像头+雷达的融合感知是更为可靠的自动驾驶方案。**特斯拉自2021年5月起先后在不同地区的不同车型上取消了毫米波雷达和超声波雷达，曾一度深化坚持“摄像头+算法”的纯视觉方案实现自动驾驶，最终因市场检验及技术实现问题而舍弃；2023年特斯拉新的HW4.0硬件系统中配置了高精度4D毫米波雷达。除特斯拉外，大陆集团、安波福、采埃孚等传统巨头纷纷布局4D毫米波雷达赛道。当前摄像头技术面对极端环境和明暗变化时感知能力较差，搭载雷达可提升自动驾驶识别的准确率，摄像头+雷达的融合感知是更为可靠的方案。
- **4D毫米波雷达较3D毫米波雷达具备纵向感知能力，较激光雷达成本更低；L3级自动驾驶功能的逐步落地有望成为4D毫米波雷达的主要市场。**与3D毫米波雷达相比，4D毫米波雷达可以探测出物体的高度信息，能够测量俯仰角度且分辨率小于2度，有效侦测立交桥、路牌等障碍物。此外，4D毫米波雷达水平角分辨率更高，探测距离可达300米，点云图更密集，能够识别静止障碍物。与激光雷达相比，4D毫米波雷达成本低，最低可达到激光雷达成本的1/10；环境适应性更高，可实现全天候工作，不受雨雪等极端天气的影响。我们认为在L2+、L3级的自动驾驶中，4D毫米波雷达兼顾传统毫米波雷达和低线束激光雷达的性能，可在一定程度上实现对低线束激光雷达的替代。L3级自动驾驶功能的逐步落地有望成为4D毫米波雷达的主要市场。

图表：3D毫米波雷达与4D毫米波雷达的区别

项目	识别范围	水平角分辨率	俯仰角分辨率	探测距离	点云图
3D毫米波雷达	距离、方位、速度	-	5度左右	不超过200米	不密集
4D毫米波雷达	距离、方位、速度、高度	小于2度	小于1度	最远可达300米	密集

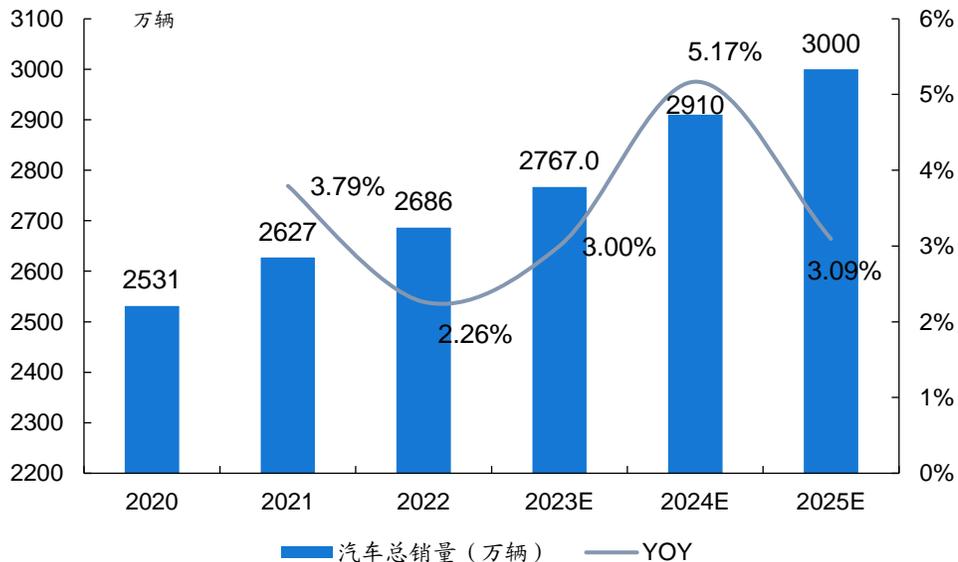
图表：激光雷达与4D毫米波雷达的区别

项目	成本	环境适应性
激光雷达	数千元到万元级别	受不良天气影响，测量可能出现较大偏差
4D毫米波雷达	千元级别	不受不良天气影响，可实现全天候工作

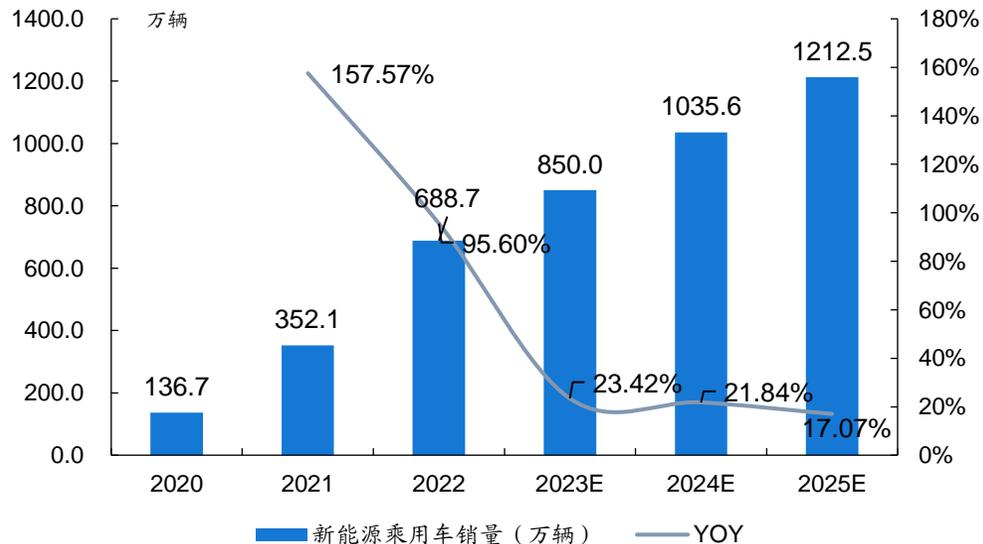
3.3 布局智能驾驶领域，研发77GHz车载4D毫米波雷达

- 未来4D毫米波雷达有望受益于汽车智能化发展国产化率提升，纳睿雷达或将充分享受行业红利。根据智研咨询，毫米波雷达80%用于智能汽车领域，是汽车辅助驾驶的重要传感器之一。未来汽车行业的发展有望稳步增长，伴随智能化水平的不断提升，单车将搭载更多数量的车载传感器，4D毫米波雷达有望充分受益。我们预计，2025年中国汽车总销量有望达3000万辆，新能源乘用车销量有望达1212万辆。而毫米波雷达国外企业具备先发优势、技术领先，国内发展较晚、技术逐渐趋于成熟。2019年红旗HS5搭载的森斯泰克77GHz车载毫米波雷达成为国内首个真正实现“上路”的ADAS毫米波雷达传感器。伴随国内技术的进步，未来毫米波雷达有望实现自主可控，国产化率有望提升。据高工智能汽车研究院预计，2023年中国乘用车市场前装4D毫米波雷达将突破百万颗，到2025年4D毫米波雷达占全部前向毫米波雷达的比重有望超过40%。纳睿雷达已在公司经营范围中添加“人工智能理论与算法软件开发、智能车载设备制造、智能车载设备销售、汽车销售、租赁服务(不含许可类租赁服务)”，未来或将凭借技术先发优势自研77GHz车载4D毫米波雷达成功上车，有望充分享受行业红利。

图表：2020-2025年中国汽车总销量及预测



图表：2020-2025年中国新能源乘用车销量及预测



3.4 募集资金研发扩产，深耕核心技术+拓展多领域市场

- **IPO募集资金投资项目将用于公司业务能力、核心技术等方面。**纳睿雷达于2023年3月1日成功登录科创板上市，拟投入9.68亿元募集资金用于雷达产品的研发和扩产。募投项目有助于公司提高技术研发能力、提升产品研发能力、缩短产品研发和交付期限，提升公司的市场竞争力。
- **募投项目：**拟投入8.48亿元募集资金用于全极化有源相控阵雷达研发创新中心及产业化项目，其中，全极化有源相控阵雷达产业化项目投入5.72亿元募资，用于构建现代化车间、购置智能化设备，提升公司现有业务开发能力和交付能力；雷达创新研发中心项目投入2.76亿元募资，用于改善公司研发基础设施，提升公司核心技术水平。

图表：纳睿雷达IPO募投项目

序号	项目名称	项目投资总额(亿元)	募集资金拟投入金额(亿元)
1	全极化有源相控阵雷达研发创新中心及产业化项目	9.00	8.48
1.1	全极化有源相控阵雷达产业化项目	6.03	5.72
1.2	雷达研发创新中心项目	2.97	2.76
2	补充流动资金	1.20	1.20
	合计	10.20	9.68

3.4 募集资金研发扩产，深耕核心技术+拓展多领域市场

- 以全极化有源相控阵雷达技术为支点纵向持续深耕软件、硬件，横向拓展相关价值领域。公司未来战略规划将从三大领域延伸：(1)硬件端：加大研发力度，研发性能更好的新产品；(2)软件端：面向天气探测、水利防洪、民用航空、海洋监测、森林防火、公共安全等领域开发更多应用场景，研发具备更高数据处理能力、更强算力、更具智能化的软件产品；(3)价值链端：开拓与现用核心技术关联度深、能够有效提升公司核心竞争优势的相关领域，如毫米波雷达、雷达数据服务等。

图表：纳睿雷达未来战略规划

序号	起点	发展方向	具体事项	新技术储备
1	全极化有源相控阵雷达技术	硬件端	研发性能更好的产品	大阵面时钟同步技术
				T/R功率系列化技术
				雷达信号处理单元技术
				C波段天线研制
				S波段天线研制
2	全极化有源相控阵雷达技术	软件端	面向天气探测、水利防洪、民用航空等多领域开发更多应用场景，研发具备更强算力、更具智能化的软件产品	1项发明专利：基于目标速度特征的航迹起始方法及系统
				2项实用新型专利
				8项软件著作权
				在申请中的发明专利：二维测角车载雷达系统、雷达二维测角方法及存储介质
3	全极化有源相控阵雷达技术	价值链端	利用现有技术向毫米波雷达、雷达数据服务等关联度深、能够提升公司核心竞争优势的相关领域进行研发投入	微组装技术研究
				连续波雷达技术研究
				基于FPGA+CPU+GPU+DSP技术的软硬件一体化高速数据处理异构计算平台研究
				2项相关领域的专利
				在申请中的发明专利：基于分块策略的快速有序统计方法及装置

4 盈利预测与投资评级

4.1 盈利预测与业务拆分

纳睿雷达是国内为数不多的掌握自主知识产权全极化多功能有源相控阵雷达核心技术并实现产业化的高新技术企业，是掌握从微带贴片阵列天线、射频前端、数字中频后端、信号处理、数据融合到雷达数据产品开发等相控阵雷达的设计制造、雷达软件生态和雷达算法服务的全价值链系统解决方案提供商。

(1)雷达精细化探测系统业务：国家为完善气象雷达网的探测盲区建设、加强近地领域对强对流天气的精准探测等计划催生了天气雷达对于“X波段+双偏振+相控阵”的技术需求。未来纳睿雷达的雷达精细化探测系统业务有望持续受益于X波段双偏振有源相控阵雷达在气象领域渗透率的加速提升，同时在军事、民航、水利、海岸建设等新领域有望形成突破；公司核心技术壁垒深厚、产品溢价较高，我们认为具备长期成长潜力。我们预计2023-2025年公司的雷达精细化探测系统业务收入有望分别达3.67/5.63/8.60亿元，对应毛利率分别为80.90%/80.96%/80.91%。

(2)服务及其他业务：未来伴随公司雷达精细化探测系统业务的扩张、雷达销量有望增加，纳睿雷达对于已售雷达的售后服务等收入规模将扩大，我们预计2023-2025年公司的服务及其他业务收入有望分别达0.37/0.55/0.83亿元；鉴于纳睿雷达核心技术的高壁垒保障了产品性能的优异稳定，我们预计2023-2025年公司的服务及其他业务的毛利率有望达78.10%/78.74%/79.16%。

图表：纳睿雷达业务拆分预测

业务	项目	2022A	2023E	2024E	2025E
雷达精细化探测系统	营业收入（百万元）	194.29	367.00	563.28	859.92
	营业成本（百万元）	34.45	70.11	107.27	164.12
	毛利（百万元）	159.83	296.89	456.01	695.80
	毛利率	82.27%	80.90%	80.96%	80.91%
服务及其他收入	营业收入（百万元）	15.72	36.93	55.44	83.49
	营业成本（百万元）	5.84	8.09	11.79	17.40
	毛利（百万元）	9.89	28.85	43.65	66.09
	毛利率	62.88%	78.10%	78.74%	79.16%
合计	营业收入（百万元）	210.01	403.93	618.71	943.40
	营业成本（百万元）	40.28	78.20	119.05	181.52
	毛利（百万元）	169.73	325.73	499.66	761.89
	毛利率	80.82%	80.64%	80.76%	80.76%

4.2 可比公司估值与投资评级

首次覆盖，给予“买入”评级。我们预计纳睿雷达2023-2025年归母净利润分别为2.06/3.14/4.74亿元，对应PE分别为39/26/17倍，归母净利润复合增速达51.79%。纳睿雷达主要从事相控阵雷达整机及软件系统的研发、生产、销售，是国内唯一取得X波段双偏振相控阵天气雷达的气象专用技术装备使用许可证的公司，截至2023年6月13日是A股市场中唯一一家专供X波段双偏振相控阵雷达的企业。根据产品的相似性，我们选取雷达装备及系统供应商国睿科技(600562)、雷达及智慧能源产业供应商四创电子(600990)、海洋观探及智能航海产品供应商海兰信(300065)、有源相控阵T/R组件供应商国博电子(688375)作为可比公司，可比公司2023/2024/2025年Wind一致预测PE平均值为37/30/25倍，可比公司2023-2025年归母净利润均值的CAGR为26.89%低于纳睿雷达业绩预期增速(+51.79%)。首次覆盖，给予“买入”评级。

图表：纳睿雷达可比公司估值对比

股票代码	公司简称	最新收盘价 (元/股)	总市值 (亿元)	EPS			PE		
				2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E
600562.SH	国睿科技	14.79	183.67	0.56	0.70	0.89	26.60	21.20	16.59
600990.SH	四创电子	30.42	64.32	0.71	0.83	0.95	43.04	36.80	32.13
300065.SZ	海兰信	13.05	94.54	0.16	0.30	0.48	82.50	43.22	27.38
688375.SH	国博电子	73.25	293.01	1.71	2.25	2.87	42.82	32.60	25.54
平均							37.49	30.20	24.76
688522.SH	纳睿雷达	52.01	80.44	1.33	2.03	3.06	39.11	25.63	16.97

注：相关数据取自2023年6月13日收盘，国睿科技、四创电子、国博电子、海兰信盈利预测取自Wind一致预期。

5 风险提示

- **市场空间较依赖行业政策和各级财政预算：**公司对政府客户或事业单位的销售收入占比较高，政府部门用于气象监测的财政预算的变动将对公司的销售规模和盈利状况产生影响，使得公司存在盈利波动的风险。
- **行业竞争加剧：**公司的主要竞争对手包括国睿科技股份有限公司、四创电子股份有限公司、中国航天科工集团第二研究院二十三所等；若竞争对手X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达的技术及产品的竞争实力增强，以致公司市场份额难以提升或营业收入难以持续增长，将会导致公司的持续经营能力产生重大不确定性的风险。
- **产品形式过于单一：**X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达产品是公司营业收入的主要来源，但与同行业大型的雷达制造厂商相比较，公司的雷达产品类型较为单一，在全系列雷达产品的推广和应用上存在一定劣势，可能会对其业务拓展及客户获取产生不利影响。
- **高毛利率难以维持：**毛利率受到下游市场需求、市场竞争程度、产品销售价格、原材料价格、人工成本等多个因素的影响；公司当前毛利率水平在80%左右，如果未来公司产品销售价格下降、原材料采购价格和人工成本上升，进而公司的毛利率存在下滑的风险。
- **客户集中度较高风险：**公司的主要产品为X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达，目前主要应用于气象探测领域，主要客户为各地的气象部门，单个项目订单往往规模较大且金额较高。如果公司在全国市场的业务开拓、新产品研发等方面进展不顺利，或现有客户需求大幅下降，则较高的客户集中度将对公司的经营产生不利影响。
- **募投项目进度或经营成果不及预期：**募投项目包括研发、扩产，若公司研发未能取得预期成果或者研发的新产品不能满足客户需求，将对公司未来业务持续经营带来不利影响，可能造成公司营业利润下滑甚至亏损的风险。
- **国内市场与国际市场不可完全对比参照：**国内外市场的经济环境、社会环境有所差别，雷达产品的应用普及和技术发展节奏或有差别，国内市场与国际市场不可完全对比参照。

纳睿雷达盈利预测表

证券代码： 688522

股价： 52.01

投资评级： 买入(首次覆盖)

日期： 20230614

资产负债表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E	利润表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E	每股指标与估值	2022A	2023E	2024E	2025E
现金及现金等价物	225	298	476	905	营业收入	210	404	619	943	每股指标				
应收款项	156	279	230	226	营业成本	40	78	119	182	EPS	0.91	1.33	2.03	3.06
存货净额	100	241	232	759	营业税金及附加	1	2	4	6	BVPS	4.71	15.06	17.09	20.15
其他流动资产	72	1293	1173	735	销售费用	15	28	43	66	估值				
流动资产合计	553	2111	2112	2625	管理费用	15	28	43	66	P/E	0.0	39.1	25.6	17.0
固定资产	48	126	350	402	财务费用	-3	-3	-4	-8	P/B	0.0	3.5	3.0	2.6
在建工程	11	209	327	381	其他费用/(-收入)	42	81	124	189	P/S	0.0	19.9	13.0	8.5
无形资产及其他	67	67	68	68	营业利润	117	231	355	535	财务指标	2022A	2023E	2024E	2025E
长期股权投资	0	0	0	0	营业外净收支	0	0	0	0	盈利能力				
资产总计	678	2513	2856	3476	利润总额	117	231	355	535	ROE	19%	9%	12%	15%
短期借款	60	60	60	60	所得税费用	11	25	41	62	毛利率	81%	81%	81%	81%
应付款项	19	45	46	148	净利润	106	206	314	474	期间费率	13%	13%	13%	13%
预收帐款	0	0	0	0	少数股东损益	0	0	0	0	销售净利率	50%	51%	51%	50%
其他流动负债	31	56	85	130	归属于母公司净利润	106	206	314	474	成长能力				
流动负债合计	110	162	191	337	现金流量表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E	收入增长率	15%	92%	53%	52%
长期借款及应付债券	0	0	0	0	经营活动现金流	34	-1204	577	624	利润增长率	10%	94%	53%	51%
其他长期负债	22	22	22	22	净利润	106	206	314	474	营运能力				
长期负债合计	22	22	22	22	少数股东权益	0	0	0	0	总资产周转率	0.31	0.16	0.22	0.27
负债合计	132	183	213	359	折旧摊销	19	26	60	95	应收账款周转率	1.34	1.45	2.69	4.18
股本	116	155	155	155	公允价值变动	0	0	0	0	存货周转率	2.11	1.67	2.66	1.24
股东权益	547	2329	2643	3117	营运资金变动	-109	-1443	197	51	偿债能力				
负债和股东权益总计	678	2513	2856	3476	投资活动现金流	-24	-298	-396	-193	资产负债率	19%	7%	7%	10%
					资本支出	-24	-302	-402	-203	流动比	5.03	13.06	11.06	7.78
					长期投资	0	0	0	0	速动比	3.48	3.58	3.71	3.37
					其他	0	4	6	9					
					筹资活动现金流	56	1575	-2	-2					
					债务融资	60	0	0	0					
					权益融资	0	1654	0	0					
					其它	-4	-79	-2	-2					
					现金净增加额	66	73	179	429					

公共事业和中小盘团队介绍

杨阳，中央财经大学会计硕士，湖南大学电气工程本科，5年证券从业经验，现任国海证券公用事业和中小盘团队首席，曾任职于天风证券、方正证券和中泰证券。获得2021年新财富分析师公用事业第4名，21世纪金牌分析师和Wind金牌分析师公用事业行业第2名，21年水晶球公用事业入围，2020年wind金牌分析师公用事业第2，2018年新财富公用事业第4、水晶球公用事业第2核心成员。

罗琨，香港浸会大学经济学硕士、湖南大学会计学本科，5年证券从业经验，曾任财信证券资管投资部投资经理、研究发展中心机械研究员、宏观策略总监。

钟琪，山东大学金融硕士，现任国海证券公用事业&中小盘研究员，曾任职于方正证券、上海证券。

许紫荆，对外经济贸易大学金融学硕士，现任国海证券公用事业&中小盘研究员。

分析师承诺

杨阳，本报告中的分析师均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，以勤勉的职业态度，独立、客观的出具本报告。本报告清晰准确的反映了分析师本人的研究观点。分析师本人不曾因，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取到任何形式的补偿。

国海证券投资评级标准

行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深300指数；

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深300指数；

回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深300指数。

股票投资评级

买入：相对沪深300 指数涨幅20%以上；

增持：相对沪深300 指数涨幅介于10%~20%之间；

中性：相对沪深300 指数涨幅介于-10%~10%之间；

卖出：相对沪深300 指数跌幅10%以上。

免责声明

本报告的风险等级定级为R4，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，也不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所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、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

风险提示

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。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。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。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

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。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

郑重声明

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。

国海证券 · 研究所 · 公用事业和中小盘研究团队

心怀家国，洞悉四海



国海研究上海

上海市黄浦区绿地外滩中心C1栋
国海证券大厦

邮编：200023

电话：021-61981300

国海研究深圳

深圳市福田区竹子林四路光大银
行大厦28F

邮编：518041

电话：0755-83706353

国海研究北京

北京市海淀区西直门外大街168
号腾达大厦25F

邮编：100044

电话：010-88576597