

Naruida

纳睿雷达

关于广东纳睿雷达科技股份有限公司
首次公开发行股票并在科创板上市
申请文件的审核问询函
之
回复报告

保荐人（主承销商）



中信证券股份有限公司
CITIC Securities Company Limited

广东省深圳市福田区中心三路 8 号卓越时代广场（二期）北座

上海证券交易所：

贵所于 2021 年 10 月 14 日出具的《关于广东纳睿雷达科技股份有限公司首次公开发行股票并在科创板上市申请文件的第二轮审核问询函》（以下简称“《问询函》”）已收悉，中信证券股份有限公司（以下简称“保荐机构”）作为广东纳睿雷达科技股份有限公司（以下简称“纳睿雷达”、“公司”或“发行人”）首次公开发行股票并在科创板上市的保荐机构，与纳睿雷达、上海精诚申衡律师事务所（以下简称“发行人律师”）及天健会计师事务所（特殊普通合伙）（以下简称“申报会计师”）等相关各方对问询函相关问题逐项进行了落实，现对《问询函》回复如下，请审核。

说明：

一、如无特别说明，本回复报告中的简称或名词释义与招股说明书（申报稿）中的相同。

二、本回复报告中的字体代表以下含义：

| | |
|--------------|---------|
| 问询函所列问题 | 黑体（不加粗） |
| 对问题的回答 | 宋体（不加粗） |
| 引用原招股说明书内容 | 楷体（不加粗） |
| 对招股说明书的修改、补充 | 楷体（加粗） |

目录

| | |
|-----------------------|-----|
| 目录..... | 3 |
| 1.关于市场规模及持续经营能力 | 4 |
| 2.其他应用领域拓展 | 19 |
| 3.关于产品生产与技术路线 | 24 |
| 4.关于收入确认 | 45 |
| 5.关于成本和毛利率 | 81 |
| 6.关于入股价格 | 95 |
| 7.关于气象专用装备使用许可证 | 98 |
| 8.其他..... | 103 |
| 保荐机构总体意见 | 105 |

1.关于市场规模及持续经营能力

根据问询回复：（1）中国气象局《气象雷达发展专项规划（2017-2020年）》指出，各地可根据气象服务需求，经主管部门批准后适度开展 X 波段局地雷达建设。截至 2020 年末，全国共有 333 个地级区划，按每个地级区划布设 3 台 X 波段天气雷达进行测算，则全国至少有 999 台 X 波段天气雷达的市场规模。但根据公开资料，截至 2016 年底，中国气象局统筹建设的 X 波段天气雷达共有 42 部，由地方自主建设的 X 波段天气雷达约 200 部；（2）目前，公司雷达产品已在粤港澳大湾区、福建、四川、陕西等地安装建设，但雷达产品具有固定资产的属性，一旦有竞争对手在某一地区进行部署，其他公司将难以在该地区进行产品销售；（3）不同波段雷达产品在使用时互为补充、协同，同行业公司产品结构较为丰富，而发行人聚焦于 X 波段相控阵雷达产品，目前未涉及其他波段（S、C 波段）产品；（4）公司订单获取并非主要依靠地方政策和区位优势，截至 2021 年 6 月末，公司在广东省外城市布网共 17 台，其中仅 3 台实现销售收入，其他为服务收入，2021 年上半年，华南地区以外收入占比较低；（5）截至回复意见签署日，公司在手订单金额合计不超过 4000 万元。

请发行人说明：（1）截至目前，各地已完成建设的 X 波段天气雷达数量，结合中国气象局和各地气象主管部门关于天气雷达建设的规划安排及相关政策文件，分析公司关于 X 波段天气雷达市场规模的测算是否科学准确，是否具有权威统计数据的佐证，相关测算结果是否包括已建设数量；（2）已建设 X 波段天气雷达的地区是否仍有该波段相控阵天气雷达的建设需求，未来 X 波段相控阵天气雷达的市场需求量，同行业公司该产品的生产制造及部署情况，并结合前述情况分析发行人未来业务拓展的重点地区、产品市场空间及是否具有竞争优势；（3）发行人 X 波段雷达产品与同行业公司 S、C 波段产品在硬件接口、软件系统等方面是否能够兼容，是否存在与其他公司产品实现协同的具体案例，结合下游客户对气象雷达产品的采购及使用需求，说明公司产品类型较为单一是否可能对其业务拓展及客户获取产生不利影响；（4）发行人省外市场的客户名称、提供的服务内容、获客方式、参与招投标的中标率，目前实现的收入占省外市场的份额，截至目前广东省外市场收入实现较少、收入占比较低的原因，在手订单仅有两个的原因，是否与中国气象局的政策支持和大量出台相关鼓励

和支持的政策相匹配，是否具备持续经营能力；（5）2021 年已实现收入情况及全年业绩预计情况。

请保荐机构、申报会计师及发行人律师对上述事项核查并发表明确意见。

【回复】

一、发行人的说明

（一）截至目前，各地已完成建设的 X 波段天气雷达数量，结合中国气象局和各地气象主管部门关于天气雷达建设的规划安排及相关政策文件，分析公司关于 X 波段天气雷达市场规模的测算是否科学准确，是否具有权威统计数据的佐证，相关测算结果是否包括已建设数量

1、截至目前，各地已完成建设的 X 波段天气雷达数量

根据《气象雷达发展专项规划（2017-2020年）》，截至2016年底，中国气象局统筹建设的X波段天气雷达共有42部，由地方自主建设的X波段天气雷达约200部；并提出规划：在苏皖平原、珠江三角洲、长江三角洲和江汉平原等地区新增建设25部左右X波段局地雷达。按此推算，截至2020年末，《气象雷达发展专项规划（2017-2020年）》实施完毕时，我国X波段天气雷达总数在267台左右，鉴于2016年底国内尚未有实际投入业务运用的X波段相控阵天气雷达，因此前述雷达主要以传统机械扫描雷达为主。

2、结合中国气象局和各地气象主管部门关于天气雷达建设的规划安排及相关政策文件，公司关于 X 波段天气雷达市场规模的测算科学准确，具有权威统计数据的佐证，相关测算结果包括少量的已建设数量

近期，各地出台了较多规划政策，支持建设X波段雷达或相控阵天气雷达，以省级或直辖市的重要文件为例，包括但不限于：

| 序号 | 文件名称 | 省或直辖市名称 | 发布时间 | 相关情况 |
|----|---|---------|---------|-----------------|
| 1 | 《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》 | - | 2021年7月 | 新建60部X波段双偏振天气雷达 |

| 序号 | 文件名称 | 省或直辖市名称 | 发布时间 | 相关情况 |
|----|-----------------------------------|----------|----------|---|
| 2 | 《广东省气象发展“十四五”规划》 | 广东省 | 2021年8月 | 建设覆盖粤港澳大湾区的 X 波段双极化相控阵天气雷达网，并向粤东粤西两翼、粤北生态区拓展 |
| 3 | 《江苏省“十四五”气象发展规划》 | 江苏省 | 2021年8月 | 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 |
| 4 | 《气象强国辽宁践行实验区建设方案》 | 辽宁省 | 2021年6月 | 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 |
| 5 | 《关于推进气象事业高质量发展助力现代化五大发展美好安徽建设的意见》 | 安徽省 | 2020年6月 | 组合布设新一代多普勒天气雷达、相控阵雷达、风廓线雷达、激光雷达、微波辐射计等设备，开展一网多能立体观测 |
| 6 | 《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 | 2021年2月 | 新建 28 部 X 波段天气雷达 |
| 7 | 《高质量推进四川气象现代化建设行动计划（2021-2023 年）》 | 四川省 | 2021年8月 | 加密新一代天气雷达、X 波段雷达，逐步形成组网观测运行；推广大城市试验成果，试点开展固态相控阵天气雷达、激光雷达、毫米波测云雷达等多雷达协同技术 |
| 8 | 《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 | 2021年6月 | 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 |
| 9 | 《山东省气象事业发展“十四五”规划》 | 山东省 | 2021年8月 | 在重点区域布设 X 波段天气雷达 |
| 10 | 《湖南省“十四五”气象发展规划》 | 湖南省 | 2021年7月 | 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 |
| 11 | 《江西省气象事业发展“十四五”规划》 | 江西省 | 2021年7月 | 优化天气雷达观测网，加快推进实施新一代天气雷达、局地天气雷达，开展相控阵雷达组网观测试验，提升雷达观测覆盖率 |
| 12 | 《贵州省“十四五”气象事业发展规划》 | 贵州省 | 2021年8月 | 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；针对人工影响天气能力工程的监测和指挥能力提升建设，布设 2 部 X 波段双偏振相控阵天气雷达、4 部车载 X 波段双偏振天气雷达；针对国家级冰雹防控外场试验示范基地建设，在省西北部建设 1 部 X 波段双偏振相控阵雷达 |
| 13 | 《新疆气象事业发展“十四五”规划》 | 新疆维吾尔自治区 | 2021年10月 | 提升地基垂直观测能力，新增 12 部 X 波段雷达 |
| 14 | 《河北省人民政府办公厅关于推进人工影响天 | 河北省 | 2021年2月 | 在黑龙港流域、张家口北部、冀东地区、白洋淀上游等区域，补充建 |

| 序号 | 文件名称 | 省或直辖市名称 | 发布时间 | 相关情况 |
|----|---------------------------------------|---------|----------|-----------------------------|
| | 气工作高质量发展的实施意见》 | | | 设相控阵雷达等人工影响天气专业观测设备 |
| 15 | 《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 | 2020年10月 | 建设5部X波段双极化相控阵天气雷达 |
| 16 | 《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 | 2021年3月 | 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 |

如上表所示，近期各省或直辖市出台了较多关于天气雷达建设的规划安排及相关政策文件，未来几年，我国X波段天气雷达将迎来发展机遇，市场需求较大。

公司关于X波段天气雷达市场规模的测算，公司已结合各地政策规划及发行人的雷达产品布网案例分析，并基于谨慎性考虑，按每个地级区划布设3台X波段天气雷达进行测算具有合理性。

因此，根据国家统计局官网，截至2020年末，全国共有333个地级区划，按每个地级区划布设3台X波段天气雷达进行测算，则全国至少有999台X波段天气雷达的市场规模，具有合理性。

根据前瞻产业研究院数据，到2020年，中国新一代天气雷达数量将达到270部。根据《气象雷达发展专项规划（2017-2020年）》，对于新一代天气雷达，中东部地区单点雷达站间距一般在150-200km左右，西部地区单点雷达站间距为250-300km左右；由此可见，新一代天气雷达平均间距在225km左右。目前X波段天气雷达探测距离在60km左右，假设X波段雷达布设达到中国新一代天气雷达的覆盖面积，则需要布设的雷达台数为1012台左右（ $225/60 \times 270$ 台），与前述999台X波段天气雷达的市场规模基本相符。

综上，公司关于X波段天气雷达市场规模的测算科学准确，具有相关规划中的权威统计数据进行检验和佐证，结合相关规划提出的建设为新建雷达及规划的发布时间，相关测算结果可能包括少量的已建设数量。

(二) 已建设 X 波段天气雷达的地区是否仍有该波段相控阵天气雷达的建设需求, 未来 X 波段相控阵天气雷达的市场需求量, 同行业公司该产品的生产制造及部署情况, 并结合前述情况分析发行人未来业务拓展的重点地区、产品市场空间及是否具有竞争优势

1、已建设 X 波段天气雷达的地区仍有该波段相控阵天气雷达的建设需求

已建设X波段天气雷达的地区仍有该波段相控阵天气雷达的建设需求, 主要原因系:

(1) X波段雷达精细化探测往往需要进行组网观测, 组网的要求将提升已建设X波段天气雷达的地区的需求

受地球曲率、雨衰等因素影响, 单台雷达探测往往会产生探测的盲区, 为了能够全方位、立体、高时效、精细化观测回波, 可以利用多部X波段雷达实现组网协同观测。

X波段雷达精细化探测往往需要进行组网, 如果已建设X波段天气雷达的地区未布设足够数量雷达进行组网观测, 其需要提高精细化探测能力仍需要继续购置雷达进行组网, 存在进一步购置雷达的需求。如广东省江门市气象局先后多次招标采购相控阵天气雷达。

(2) X波段相控阵天气雷达较X波段多普勒机械天气雷达扫描速度较快, 观测效果更好, 已建设X波段天气雷达的地区有相控阵天气雷达替代机械扫描雷达的需求

传统多普勒机械雷达由于采用机械驱动天线进行平面扫描方式工作, 体扫一周的完成时间较长, 因此造成雷达的探测周期较长; 其次, 由于机械扫描方式的扫描角度等限制, 相关雷达探测资料的时间分辨率较低。相控阵雷达采用了基于电扫的灵活扫描方式, 可以提高采集数据的时间分辨率。

因此, 对于已建设X波段多普勒机械天气雷达的地区, 存在着相控阵天气雷达替代机械扫描雷达的需求。如江苏省南京市气象局在江宁、浦口布设X波段双偏振全固态多普勒天气雷达(机械扫描雷达), 其《南京市政府关于推进气象事业高质量发展的实施意见》依然指出探索开展相控阵天气雷达布设试验和建设; 重庆市当地布设了全固态X波段双偏振天气雷达(机械扫描雷达), 目前

已采购X波段相控阵雷达。

但对于已建设X波段多普勒机械天气雷达的地区，由于X波段多普勒机械天气雷达已经进行布设，其已经能够承担当地的气象观测任务，发挥一定的雷达补盲效果。因此，对于利用相控阵天气雷达替代机械扫描雷达，可能会受当地政府财政预算、雷达选址等多方面考虑因素影响，其替代具有一定难度，同时替代进度具有不确定性。

2、未来 X 波段相控阵天气雷达的市场需求量

根据政府部门的公开规划情况及测算，未来 X 波段相控阵天气雷达的市场需求量将有一定保障。同时，目前还有较多地级市正处于制定“十四五”相关气象发展规划的过程中，预计会有更多城市会提出相关雷达的建设需求。对于前述的 X 波段相控阵天气雷达的市场需求，目前国内主流雷达厂商也正在积极布局相关相控阵天气雷达业务，包括国睿科技、四创电子等大型雷达国有企业，因此发行人的相关产品销售也面临着竞争加剧的风险。

3、同行业公司该产品的生产制造及部署情况

相控阵天气雷达还未进入大规模使用阶段，但随着相控阵雷达的各项技术快速的进步、应用范围的扩大和其自身优势的不断显现，相控阵天气雷达将成为我国下一代天气雷达的主要发展方向之一。

同行业公司该产品的生产制造及部署情况：

| 同行业公司 | 生产制造情况 | 部署情况 |
|--------------|--|--|
| 国睿科技股份有限公司 | 根据其官网信息，国睿科技有 GLC-36X 型 X 波段双偏振相控阵天气雷达产品 | 未检索到公开披露其 X 波段相控阵天气雷达部署的情况 |
| 四创电子股份有限公司 | 根据其 2021 年半年报，其开展了 X 波段机载相控阵雷达研制 | 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，开始研发专门应用于快速变化的中尺度对流系统的车载 X 波段相控阵天气雷达系统（XPAR）进行初步试验 |
| 湖南宜通华盛科技有限公司 | 根据其官网信息，其生产产品包括 X 波段单、双偏振相控阵雷达 | 依据相关政府采购网查询，包括但不限于以下项目： ①2019 年 7 月中标佛山相控阵天气雷达网（X 波段单偏振相控阵阵列天气雷达 4 部+X 波段双偏振相控阵阵列天气雷达 3 部）； ②2020 年 11 月中标台州市黄岩区应急能力提升工程（1 套 X 波段双偏振相控阵雷达及配套装机软件和系 |

| 同行业公司 | 生产制造情况 | 部署情况 |
|---------------------------------|-------------------------------------|---|
| | | 统信息处理硬件平台)； ③2021年3月联合北京宜通华瑞科技有限公司中标利用世界银行贷款以及德国复兴信贷银行贷款陕西特色小镇发展项目陕南区域协同平台设备采购项目(X波段双偏振有源相控阵天气雷达) ④2020年10月中标国家人影项目结果公告：分包/标段名称：相控阵X波段多普勒天气雷达采购项目 |
| 中国航天科工集团第二研究院二十三所(含航天新气象科技有限公司) | 根据2020年7月相关新闻报道，目前23所正在研制X波段相控阵天气雷达 | ①2020年12月航天新气象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； ②2018年7月北京无线电测量研究所(中国航天科工集团第二研究院二十三所)中标中国气象科学研究院X波段相控阵天气雷达系统项目 |

资料来源：各公司官网，公司年报，中国政府采购网、新闻报道等

如上表所示，由于X波段相控阵天气雷达属于创新型产品，同行业公司X波段相控阵天气雷达产品的生产制造及部署情形不多。

4、结合前述情况分析发行人未来业务拓展的重点地区、产品市场空间及是否具有竞争优势

如前所述，已建设X波段天气雷达的地区仍有该波段相控阵天气雷达的建设需求，同时同行业公司X波段相控阵天气雷达产品的生产制造及部署情形不多；前述情况给了发行人进行业务拓展的难得机遇。

发行人未来业务拓展的重点地区如下：将以粤港澳大湾区为根据地，重庆、四川为重点的西南区域，山西为重点的华北地区，江苏、安徽、福建为重点的华东区域，河南、湖北为重点的华中地区进行相应的市场拓展。该些经济地区气象灾害较为频繁，当期气象服务需求较为突出。

发行人目前的产品为X波段双极化(双偏振)有源相控阵雷达产品，发行人未来业务拓展的产品市场空间较大，随着各地气象部门规划陆续提及建设相控阵天气雷达，“十四五”期间其相关市场需求较大，参见本小题回复“(二)2、未来X波段相控阵天气雷达的市场需求量”的回复内容。

在未来业务拓展中，发行人具有相应竞争优势，如下所示：

(1) 发行人的产品性能较突出

发行人拥有协同式精细化相控阵雷达天气观测系统的核心技术，可以让多台雷达几乎同时扫过同一个区域，实现重点区域的超精细化监测，从而实现高

精度的风暴三维风场的反演。因此能够满足客户雷达组网观测的需求，增加业务拓展的优势。

发行人的 X 波段双极化（双偏振）有源相控阵雷达产品采用了基于电扫的灵活扫描方式，可以提高采集数据的时间分辨率，较 X 波段多普勒机械天气雷达扫描速度较快，观测效果更好。因此能够满足已建设 X 波段天气雷达的地区有相控阵天气雷达替代机械扫描雷达的需求，增加业务拓展的优势。

发行人的 AXPT0364 产品、DXPT0256 产品与同行业可比公司在相类似产品相比，发行人的雷达产品各项关键技术指标与同行业性能水平相当，部分指标优于同行业可比公司的产品，能实现高时空分辨率的天气探测扫描，具有较强的市场竞争力。

（2）同行业公司 X 波段相控阵天气雷达产品的生产制造及部署情形不多，与之相比发行人具有产品生产制造及部署的先发优势

截至 2021 年 6 月末，公司在粤港澳大湾区城市布网共 26 台相控阵天气雷达，在广东省外城市布网 17 台相控阵天气雷达。对于福建、四川、陕西、山西、山东、西藏、河南等地，目前公司均有相关雷达产品布设，与同行业公司 X 波段相控阵天气雷达产品的部署情况相比，发行人无论从省份的数量或者雷达产品的数量上，均有较为明显的优势。

（三）发行人 X 波段雷达产品与同行业公司 S、C 波段产品在硬件接口、软件系统等方面是否能够兼容，是否存在与其他公司产品实现协同的具体案例，结合下游客户对气象雷达产品的采购及使用需求，说明公司产品类型较为单一是否可能对其业务拓展及客户获取产生不利影响

1、发行人 X 波段雷达产品与同行业公司 S、C 波段产品在硬件接口、软件系统等方面是否能够兼容，是否存在与其他公司产品实现协同的具体案例

S、C 波段天气雷达进行大范围天气过程的探测与预警，X 波段相控阵天气雷达进行区域范围内高时空分辨率精细化天气观测的布局，两者在功能上实现互补，可以共同为气象部门提供高质量的天气探测数据。但在具体工作上，两者独立工作，独立获取气象数据；如需协同，两者所探测到的数据通过网络的形式传输到地方气象部门的服务器进行融合，雷达数据融合可以将 X 波段相控

阵雷达高时空分辨率精细化探测的特点和 S、C 波段雷达大探测范围、无衰减的特点融合起来，同时将两者盲区进行互补，提供更为精细和准确的探测结果，进一步增强气象部门的预报预警服务能力。

在硬件接口层面，S、C 波段天气雷达与 X 波段相控阵天气雷达均采用交流电源输入和 TCP/IP 网络输出，两者在外部电气接口是兼容的。但由于不同的波段、发射功率以及技术路线的较大差异，S、C 波段天气雷达与 X 波段相控阵天气雷达在内部模块上存在较大差异，在功能实现、结构尺寸以及电气接口均无法进行兼容，因而无法实现部件级或模块级的互换。

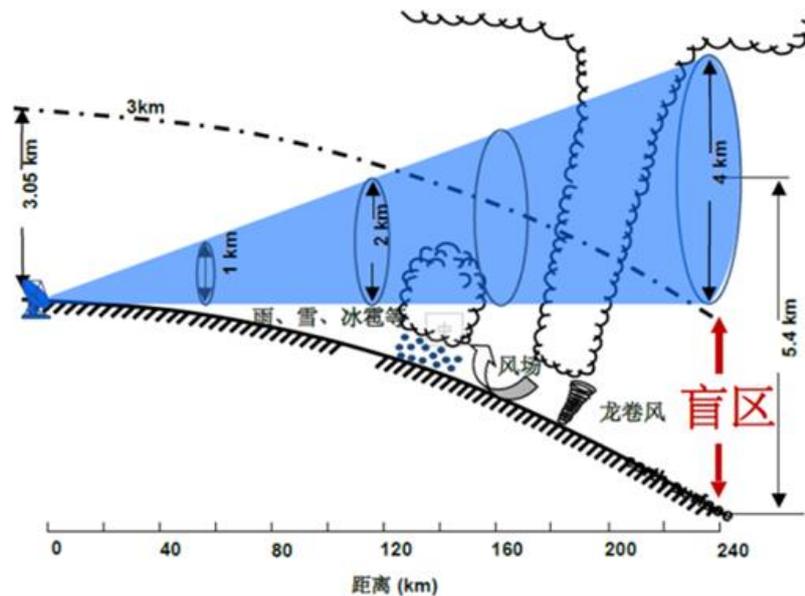
在软件系统层面，虽然因为不同厂家、波段、功率、技术路线等诸多原因，发行人 X 波段雷达与同行业公司 S、C 波段雷达在硬件结构上存在差异，但均采用了中国气象局统一规定的数据结构格式，可以统一接入到地方气象局的服务器中进行数据融合。因而，S、C 波段天气雷达与 X 波段相控阵天气雷达可以实现数据融合，为用户提供更为准确和精细化的观测结果。

发行人 X 波段相控阵雷达产品数据可以接入到地方气象局的服务器，与 S、C 波段雷达数据进行融合并投入业务化运行，因此，发行人存在与其他公司产品实现协同的具体案例。在雷达产品应用的大部分场景中，气象部门对雷达数据进行融合使用，在广州市、深圳市、西安市等地均已有发行人 X 波段相控阵雷达与现有的不同雷达制造厂商的 S、C 波段雷达数据融合的实际应用案例。

2、结合下游客户对气象雷达产品的采购及使用需求，说明公司产品类型较为单一是否可能对其业务拓展及客户获取产生不利影响

通常而言，下游客户对气象雷达产品的采购及使用需求主要侧重提供当期的气象服务水平，因此雷达产品的种类越丰富越好。S、C 波段雷达扫描距离远、雷达天线较大，因此侧重于远距离及大片区域的监测和预警，X 波段雷达扫描距离相对较短、雷达天线较小，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。下图展示了 S 波段天气雷达对中小尺度天气系统的探测盲区：

S 波段天气雷达对中小尺度天气系统的探测盲区



鉴于 S、C 波段雷达与 X 波段雷达具有互为补充的作用，下游客户往往对两类产品均存在采购及使用的需求，其采购及使用两类产品的需求较为独立，因而其公开招投标也较为独立。

目前公司产品主要聚焦于 X 波段相控阵天气雷达，随着全国新一代多普勒天气雷达网的建成，全国各个地区的天气监测盲点逐步显现。针对这些监测盲点，各地方气象局已经开始建设区域性的天气雷达站，在这种背景下，X 波段雷达的产品需求越来越大。因此，目前公司聚焦生产和销售 X 波段雷达符合市场需求的导向。

发行人已在招股说明书中作风险提示，具体如下：

“（七）产品单一的风险

报告期内，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，发行人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。

如果 X 波段双极化（双偏振）有源相控阵雷达产品市场需求下滑，同时公司未能如期实现其他波段雷达产品的业务拓展，将对公司的经营业绩产生重大不利影响。”

(四) 发行人省外市场的客户名称、提供的服务内容、获客方式、参与招投标的中标率，目前实现的收入占省外市场的份额，截至目前广东省外市场收入实现较少、收入占比较低的原因，在手订单仅有两个的原因，是否与中国气象局的政策支持和大量出台相关鼓励和支持的政策相匹配，是否具备持续经营能力

1、发行人省外市场的客户名称、提供的服务内容、获客方式、参与招投标的中标率

报告期内，发行人在省外市场已实现收入的主要客户名称、提供的服务内容、获客方式具体如下表所示：

| 主要客户名称 | 区域名称 | 主要提供的服务内容 | 获客方式 | 相关合同金额 (万元) |
|----------------------------------|-------------|-----------|-----------|----------------|
| 福建省福州市气象局 | 福建省 | 雷达整机销售 | 参加公开招标 | 2,840.83 |
| 成都市气象局 | 四川省 | 雷达数据服务 | 单一采购来源 | 368.60 |
| 滨州市气象局 | 山东省 | 雷达数据服务 | 行业交流，主动开发 | 159.00 |
| 中国气象局气象探测中心 | 北京市 | 雷达数据服务 | 行业交流，主动开发 | 35.00 |
| 中国气象科学研究院 | 北京市 | 雷达数据服务 | 参加公开招标 | 261.90 |
| 蒲县农业资源开发中心 | 山西省 | 雷达数据服务 | 行业交流，主动开发 | 10.00 |
| 隰县气象局 | 山西省 | 雷达数据服务 | 行业交流，主动开发 | 40.00 |
| 水利部信息中心 | 北京市 | 雷达数据服务 | 行业交流，主动开发 | 6.00 |
| Hong Kong Observatory (香港天文台) | 香港特别行政 区 | 雷达数据服务 | 行业交流，主动开发 | 890.63 万港元 |

如上表所示，对于通过招投标方式获取的福建省福州市气象局、中国气象科学研究院等客户，发行人参与省外的招投标项目共 10 个，中标 8 个，参与招投标的中标率为 80%。

2、目前实现的收入占省外市场的份额

目前省外市场的整体份额尚未有公开的权威数据可以引用。由于相控阵天气雷达下游客户通常属于政府部门或事业单位，其采购主要通过招投标方式进行，因此对雷达制造企业而言，其中标的相控阵天气雷达项目基本反应了其相控阵天气雷达的市场份额的情况。经检索，通过从招投标记录来看，截至本回复报告出具日，省外市场的相控阵天气雷达的招投标情况主要包括：

- (1) 中国航天科工集团第二研究院二十三所（含航天新气象科技有限公司）

中标 3 个项目，共 4 台相控阵天气雷达：①2020 年 12 月航天新气象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（2 台）；②2018 年 7 月北京无线电测量研究所中标中国气象科学研究院 X 波段相控阵天气雷达系统项目（1 台）；③2020 年 12 月北京无线电测量研究所中标中山大学海洋综合科考实习船船载天气雷达采购项目（C 波段相控阵天气雷达）（1 台）。

（2）宜通华盛中标 3 个项目，共 3 台相控阵天气雷达：①2020 年 11 月中标台州市黄岩区应急能力提升工程（1 台）；②2021 年 3 月联合北京宜通华瑞科技有限公司中标利用世界银行贷款以及德国复兴信贷银行贷款陕西特色小镇发展项目陕南区域协同平台设备采购项目（1 台）；③2020 年 10 月中标国家人影项目结果公告：分包/标段名称：相控阵 X 波段多普勒天气雷达采购项目（1 台）；

（3）国睿科技中标 1 个项目，共 1 台相控阵天气雷达：中标北京新机场相控阵天气雷达（C 波段相控阵天气雷达）（1 台）；

（4）浙江蓝天气象科技有限公司中标 1 个项目，共 1 台相控阵天气雷达：中标温州亚运场馆周边区域 X 波段相控阵雷达建设项目（1 台）；

（5）北方天穹信息技术（西安）有限公司中标 1 个项目，共 1 台相控阵天气雷达：中标陕西省大气探测技术保障中心全国第十四届运动会及全国第十一届残疾人运动会暨第八届特殊奥林匹克运动会气象保障工程——X 波段相控阵雷达项目（1 台）。

（6）发行人中标 5 个项目，共 12 台相控阵天气雷达：①中标福建省福州市气象局的相关相控阵天气雷达项目（3 台）；②中标河南省人工影响天气中心的全固态 X 波段相控阵天气雷达设备采购项目（2 台）；③中标重庆市气象信息与技术保障中心（重庆市气象局直属单位）的 X 波段相控阵雷达采购项目（3 台）；④通过单一采购来源的方式获取成都市气象局协同式精细化天气观测系统服务项目（雷达数据服务）（3 台）；⑤中标中国气象科学研究院西藏墨脱 X 波段双偏振相控阵天气雷达云降水连续观测技术服务（雷达数据服务）（1 台）。

如上述所示，通过从招投标记录看，省外市场的相控阵天气雷达的招投标中，发行人的相关中标项目数量和相控阵天气雷达台数较多，发行人的市场优

势较为明显。

3、截至目前广东省外市场收入实现较少、收入占比较低的原因，在手订单仅有两个的原因，是否与中国气象局的政策支持和大量出台相关鼓励和支持的政策相匹配

截至目前广东省外市场收入实现较少、收入占比较低的原因主要系：①我国民用领域相控阵雷达还处于起步的阶段。粤港澳大湾区将建成智慧气象发展先行区，因此广东省在国内相控阵天气雷达的应用方面发展较快，支持力度大。与广东省相比，广东省外的相控阵天气雷达产品的推广和市场需求需要一个过程。气象部门客户往往需要一定的时间接受产品和技术，目前市场接受度及渗透率正在逐步提升；②报告期内，省外市场的应用推广主要通过与客户合作进行开展研究试验，或开展技术服务等业务模式获取部分收入，使得客户对有源相控阵雷达产品、技术得以认识、了解和接受，客户通过试验能够全方位了解有源相控阵雷达产品的质量、性能、技术等方面的优势，因此雷达整机销售收入实现较少。

在手订单仅有两个的原因主要系：①相控阵天气雷达属于创新性产品，国内还处于起步的阶段，相控阵天气雷达产品的推广和市场需求需要一个过程，目前市场接受度及渗透率正在逐步提升；②公司客户主要面向政府和事业单位等，前述客户通常采取预算管理制度和集中采购制度，上半年进行项目预算审批，下半年组织采购验收交付。截至本回复报告出具日，发行人目前已中标尚未确认收入的项目包括广东省英德市气象局、河南省人工影响天气中心、重庆市气象信息与技术保障中心（重庆市气象局直属单位）等雷达整机销售项目，较上轮问询回复截至 2021 年 6 月 30 日的在手订单情况有所增加。综上，公司在手订单较少具有合理性。

近年来，中国气象局的政策支持和大量出台相关鼓励和支持的政策，较多省市的规划指出将在“十四五”期间进行规划建设，而今年是“十四五”开年的第一年，因而相关政策规划的具体实施需要一定周期。

综上，截至目前广东省外市场收入实现较少、收入占比较低，在手订单较少具有合理性，与中国气象局的政策支持和大量出台相关鼓励和支持的政策相

匹配。

4、发行人具备持续经营能力

发行人具备持续经营能力，主要系：

(1) 发行人目前的省外客户获客方式多元，包括参加公开招标、单一采购来源、行业交流等，多元化的获客渠道有利于促进发行人产品的推广应用，从而为实现整机销售奠定基础；

(2) 发行人的市场优势较为明显。通过从招投标记录看，省外市场的相控阵天气雷达的招投标中，发行人的相关中标项目数量较多。

(3) 近年来，中国气象局的政策支持和大量出台相关鼓励和支持的政策，“十四五”期间，相控阵天气雷达将迎来难得发展机遇，其相关市场需求较大，具体参见本小题回复“(二) 2、未来 X 波段相控阵天气雷达的市场需求量”的回复内容。因此，公司的 X 波段相控阵天气雷达产品未来的销售具有一定的保障。

(4) 报告期内，公司积极拓展广东省外市场业务，业务版图稳步扩大，已由广东扩展至福建、山东、山西、四川、西藏等地，随着省外气象局纷纷出台支持政策，在市场拓展上的先发优势将进一步有利于发行人抢占市场。

(五) 2021 年已实现收入情况及全年业绩预计情况

截至 2021 年 9 月 30 日，公司已实现收入 5,252.26 万元；根据在手订单、往年产品的销售情况等变动趋势，公司预计 2021 年度的营业收入在 18,616.97 万元，具体如下：

| 项目 | 2021 年营业收入预测值 |
|------------|---------------|
| 雷达销售收入（万元） | 17,662.93 |
| 雷达服务收入（万元） | 954.04 |
| 合计（万元） | 18,616.97 |

注：上述数据未经审计或审阅

上述 2021 年全年业绩预计是公司财务部门初步估算的结果，未经会计师审计或审阅，且不构成公司盈利预测或业绩承诺。

截至本回复报告出具日，发行人目前已中标尚未确认收入的项目（在手订

单) 情况如下:

| 序号 | 客户名称 | 项目名称 | 中标时间 | 中标/采购金额 (万元) | 公开披露网址 |
|-----------|----------------------------|---|---------------------|-----------------|---|
| 1 | 广东省英德市气象局 | 英德市 X 波段双极化相控阵天气雷达建设项目 | 2021 年 10 月 15 日 | 997.80 | http://www.ccgp.gov.cn/cggg/dfgg/zbgg/202110/t20211015_17021246.htm |
| 2 | 河南省人工影响天气中心 | 中部区域人工影响天气能力建设商丘试验示范基地综合观测系统全固态 X 波段相控阵天气雷达设备采购 | 2021 年 10 月 21 日 | 1,499.88 | http://www.ccgp.gov.cn/cggg/zygg/zbgg/202110/t20211021_17054030.htm |
| 3 | 重庆市气象信息与技术保障中心(重庆市气象局直属单位) | 天枢智能探测系统—X 波段相控阵雷达采购项目 | 2021 年 09 月 22 日 | 3,129.88 | http://www.ccgp.gov.cn/cggg/dfgg/zbgg/202109/t20210922_16916448.htm |
| 合计 | | | | 5,627.56 | |

截至本回复报告出具日, 除上述在手订单外, 发行人预计本年能实现收入的潜在项目的合同金额约为 10,625.00 万元。

二、中介机构的核查

(一) 核查程序

- 1、获得并查阅我国气象领域的相关产业政策;
- 2、获得并分析公司提供的在手订单;
- 3、获得并查阅气象探测领域雷达行业政策及行业研究报告等行业相关资料;
- 4、分析发行人所在行业的竞争格局;
- 5、查阅同行业公司的年度报告、官网等披露信息;
- 6、查阅中国政府采购网等政府招投网站的相关信息;
- 7、访谈行业专家, 了解公司所在行业的竞争情况和公司竞争优势;
- 8、获取发行人 2021 年度与业绩预计相关的财务或业务资料, 了解全年业绩预计情况。

（二）核查意见

经核查，保荐人、申报会计师及发行人律师认为：

1、截至 2020 年末，《气象雷达发展专项规划（2017-2020 年）》实施完毕时，我国 X 波段天气雷达总数在 267 台左右；公司关于 X 波段天气雷达市场规模的测算科学准确，具有相关规划中的权威统计数据进行检验和佐证，结合相关规划提出的建设为新建雷达及规划的发布时间，相关测算结果可能包括少量的已建设数量；

2、已建设 X 波段天气雷达的地区仍有该波段相控阵天气雷达的建设需求；未来 X 波段相控阵天气雷达的市场需求量有一定保障；由于 X 波段相控阵天气雷达属于创新型产品，同行业公司 X 波段相控阵天气雷达产品的生产制造及部署情形不多；发行人已对其未来业务拓展的重点地区进行说明，发行人的产品具有一定市场空间，具有竞争优势；

3、发行人 X 波段雷达产品与同行业公司 S、C 波段产品在硬件接口、软件系统等方面是否能够兼容已进行说明；存在与其他公司产品实现协同的具体案例；公司产品类型较为单一可能对其业务拓展及客户获取产生不利影响，已在招股说明书进行补充披露。

4、发行人省外市场的客户名称、提供的服务内容、获客方式、参与招投标的中标率已进行说明；截至目前广东省外市场收入实现较少、收入占比较低及公司在手订单较少的原因具有合理性；与中国气象局的政策支持和大量出台相关鼓励和支持的政策相匹配，公司具备持续经营能力；

5、发行人已按要求说明 2021 年已实现收入情况及全年业绩预计情况，与发行人的目前经营情况相符。

2.其他应用领域拓展

根据问询回复：公司掌握的全极化有源相控阵雷达技术具备多功能应用的能力，正逐步向其他领域进行市场化推广。但在水利监测、民用航空、海洋监测及低空安全监测领域，国睿科技、四创电子等头部公司已有相关部署且竞争实力较强，部分领域雷达产品应用尚处于起步阶段，仍需进行市场培育。

请发行人说明：公司是否具备在相关应用领域进行市场拓展所必须的业务资质及条件，各应用领域未来的主要客户类型及获取途径，结合与相关领域主要竞争对手产品技术指标的比较情况，分析公司产品是否具有竞争优势。

【回复】

一、发行人的说明

（一）公司是否具备在相关应用领域进行市场拓展所必须的业务资质及条件

公司在相关应用领域进行市场拓展所必须的业务资质及条件具体情况如下：

| 领域 | 必须的业务资质及条件 |
|----------|---|
| 水利监测 | 未有明确的必须的业务资质及条件限制 |
| 民用航空 | 根据《民用航空空中交通通信导航监视设备使用许可管理办法》规定，中国境内提供民用航空空中交通通信导航监视服务的单位不得使用未取得临时使用许可证或者使用许可证的设备提供民用航空空中交通通信导航监视服务。因此，民用航空领域的拓展需要取得临时使用许可证或者使用许可证资质 |
| 海洋监测 | 未有明确的必须的业务资质及条件限制 |
| 低空安全监测领域 | 未有明确的必须的业务资质及条件限制，如应用于通航机场则资质要求与民用航空类似 |

如上表所示，相控阵应用在水利监测、海洋监测、低空安全监测等领域时，相关领域目前未有明确的业务资质及条件限制；在民用航空市场拓展则需要取得临时使用许可证或者使用许可证资质，目前公司尚未取得前述资质会对公司拓展民用航空市场造成不利影响。

（二）各应用领域未来的主要客户类型及获取途径

公司的各应用领域未来的主要客户类型如下表所示：

| 领域 | 主要客户类型 |
|----------|---------------------|
| 森林防火 | 林业部门 |
| 水利监测 | 水利部门 |
| 民用航空 | 民用运输机场、民用航空局 |
| 海洋监测 | 海关缉私、渔业局、港口、海事局等 |
| 低空安全监测领域 | 港口、核电站、通航机场、大型活动安保等 |

针对上述客户，发行人获取途径主要包括：

1、通过发行人销售人员、自身网站及专业网站、行业展会、行业杂志等业务开发渠道主动开拓客户，与行业内的科研院所、政府部门进行交流沟通，开展相关技术探讨，通过技术推广的方式提升公司和产品在行业内的知名度，推动产品的销售转化；

2、由于上述客户基本属于政府部门或事业单位，其订单主要通过公开招标的方式进行发布，发行人会持续关注市场公开招标信息，积极参与相关产品的投标工作；

3、由于民用有源相控阵雷达产品不同于传统雷达，属于创新性的雷达产品。在销售时公司通常会采取必要的技术推广手段，通过与客户合作进行开展研究试验，或开展技术服务等业务模式获取部分收入，使得客户在短期内对有源相控阵雷达产品、技术得以认识、了解和接受，客户通过试验能够较好地了解有源相控阵雷达产品的质量、性能、技术等方面的优势，可以为促进最终整机销售的实现、提升产品的性能、促进技术研发等做一定铺垫。

（三）结合与相关领域主要竞争对手产品技术指标的比较情况，分析公司产品是否具有竞争优势

由于水利监测、森林防火、低空安全监测等领域无公开行业产品数据或竞争对手数据可以对照，因此下文主要选取民用航空、海洋监视相关领域主要竞争对手产品技术指标进行分析与对比：

1、民用航空领域

发行人的空管雷达产品可以在一次扫描过程中同时获得不依赖于飞机自身的三维及航向速度等信息以及完整的三维天气信息，弥补了现有空管雷达的不足。

发行人雷达与行业现有雷达技术指标对比如下所示：

| 产品关键性能参数 | 行业通常指标 | 发行人产品指标 |
|----------|------------------------------|--------------------------------|
| 雷达体制 | 机械式 | 相控阵 |
| 同时接收波束数量 | 1 | ≥32 |
| 飞行器维度信息 | 二维 | 三维 |
| 最大目标处理能力 | 一周期 400 个，11.25° 扇区内 32 个 | 一周期 1500 个，11.25° 扇区内 100 个 |

| | | |
|--------|-----------------|----------------------|
| 气象观测能力 | 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 |
|--------|-----------------|----------------------|

注：行业通常指标参考《中华人民共和国民用航空行业标准 空中交通管制 S 波段一次监视雷达设备技术规范（MH/T4017-2004）》

发行人雷达与行业现有相关竞品的对比如下所示：

| 产品关键性能参数 | 对比产品 1 | 对比产品 2 | 发行人产品 | 性能说明 |
|----------|-----------------|-----------------|----------------------|---|
| 生产厂家 | 四创电子 | 国睿科技 | 纳睿雷达 | - |
| 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° | 发行人雷达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 | 发行人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，使得发行人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 | 发行人雷达可以获取目标三维信息，降低了对二次雷达依赖 |
| 距离分辨率 | 220m | 250m | 30m | 发行人雷达具有较高的距离分辨率指标 |
| 距离测量精度 | 60m | 60m | 30m | 发行人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 | 发行人雷达具有完善的天气产品，可以实现多功能应用 |

注：1、公司目前的 DXPT-0256 产品处于样机测试阶段；根据中国民用航空局《民用航空空中交通通信导航监视设备使用许可目录（2021 年 7 月版）》显示，四创电子、国睿科技（子公司南京恩瑞特实业有限公司）目前取得许可的 S 波段一次监视雷达各有 1 款，设备型号分别为 3821 和 GLC-33；2、相关数据来源说明：根据四创电子公告，四创电子 3821 型雷达于 2010 年取得《民用航空空中交通通信导航监视设备 临时使用许可证》及相关指标参考论文《空管一次雷达的市场需求及发展》；国睿科技 GLC-33 型产品相关指标参考 radartutorial.eu 网站展示的 GLC-33 S 波段一次监视雷达页面（<https://www.radartutorial.eu/19.kartei/03.atc/karte038.en.html>），根据国睿科技公告，国睿科技 GLC-33 型雷达于 2017 年取得《民用航空空中交通通信导航监视设备使用许可证》；鉴于公开披露的数据资料有限及披露时间，不排除前述公司产品因为受技术更新迭代的因素影响，其产品性能指标有较大提升。

发行人雷达所具有的技术优势包括以下：

①采用数字相控阵多波束技术，可以在俯仰方向上同时接收 16 个全极化波束，实现对更广阔扫描空间（60°俯仰角度）进行覆盖，并获得目标的三维信息。

而传统雷达采用 1 个宽扇形波束只能获得目标的二维信息；

②气象和目标独立的信号处理通道，可以同时获得探测空间内完整的目标三维信息，以及与专业天气雷达一致的三维天气信息；

③全极化技术丰富了探测策略以及极化域信息的获取，并实现极化复用等传统雷达无法实现的功能，而竞品雷达只能进行固定的线极化/圆极化切换。

④发行人雷达具有较好的距离分辨率和测量精度，使得发行人雷达可以实现更精细化和准确的测量结果。

2、海洋监视领域

发行人雷达采用相控阵平面扫描技术，无需旋转即可实现对所需要覆盖区域的全面扫描，同时基于全极化的目标识别功能可以有效的完成海杂波滤去以及对目标类型的识别。这两项优势使得发行人雷达可以在台风等传统海洋监视雷达无法工作的情况以及大雨大浪等传统海洋监视雷达难以发现目标的情况下，持续性的对目标进行探测识别。因此，除传统海洋监视雷达应用领域外，发行人雷达在海难救援时的信息保障还具有一定优势。

发行人雷达与行业现有相关竞品的对比如下所示：

| 产品关键性能参数 | 对比产品 | 发行人产品 | 性能说明 |
|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|--|
| 生产厂家 | 海兰信 | 纳睿雷达 | - |
| 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 \geq 10m ² | 37.5km@RCS \geq 5m ² | 发行人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 | 发行人雷达具有较高的距离分辨率指标 |
| 极化方式 | / | 全极化 | 发行人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 | 发行人雷达无需机械转动，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 |

注：1、公司目前的 AXPN-0164 产品处于样机测试阶段，海兰信最新官网展示其海洋产品包括溢油探测雷达、海浪探测雷达、海底观测网、智能雷达监控系统四款，其中智能雷达

监控系统是海兰信自主研发、具有完全知识产权的基于 X 波段导航雷达、光电观察设备、AIS、GPS 等为传感器的综合信息处理系统，系统可用于船载、岸基等多种海面监控管理，如海洋渔业执法、预报减灾、港口监控、海事交通、海洋资源保护等。本次对比选取智能雷达监控系统中的雷达指标，其他产品并非海面监控雷达，可比性不强，因此选取该产品；2、相关数据来源说明：上表海兰信智能雷达监控系统相关指标参考来源于其官方网站的产品中心栏目所展示的智慧海洋产品，鉴于公开披露的数据资料有限及披露时间，不排除海兰信公司的产品因为受技术更新迭代的因素影响，其产品性能指标有较大提升

发行人雷达所具有的技术优势包括：

①基于相控阵分布式收发体制以及脉冲压缩技术的应用，发行人雷达具有较远的探测距离、较强的微小目标发现能力，其探测威力和探测精度较高；

②全极化技术丰富了探测策略以及极化域信息的获取，可以通过极化域信息区分海杂波和目标以及目标的类别，有利于提高雷达对于海杂波的抑制能力以及对目标的识别能力；

③基于相控阵电子波束扫描技术，雷达无需旋转即可实现对海面的扫描覆盖，有利于提升雷达数据刷新率以及雷达的抗风能力，同时有效降低雷达运行和维护的费用。

综上，在上述的相关领域，公司产品具有一定技术的优势，从而在其他领域应用的产品竞争中，发行人具有竞争优势。

3.关于产品生产与技术路线

根据问询回复：（1）公司生产环节包括雷达模块制作，但未明确相关生产环节的具体内容及发行人的价值体现；（2）公司是坚持采取双极化微带阵列天线技术路线并实现产业化的企业，与国的 ATD、日本的 MP-PAWR 等产品的技术路线一致，与同行业公司同类产品采用的波导缝隙阵列天线体制有所差异；（3）根据公开资料，收发组件为雷达产品的关键核心部分。

请发行人说明：（1）结合不同雷达模块的具体制作内容、工艺流程、原料采购情况、运用的核心技术、生产人员数量及分工、所需生产设备情况，说明发行人在相关生产环节发挥的作用及核心价值体现；（2）微带阵列天线与波导缝隙阵列天线两种技术路线的主要差别及各自的优劣势，发行人采用与同行业公司不同技术路线的原因及考虑；（3）发行人雷达产品收发组件应用的核心技术及生产过程，与同行业公司产品技术指标的对比情况，并结合前述情况分析

是否具有技术先进性。

请保荐机构、发行人律师对上述事项核查并发表明确意见。

【回复】

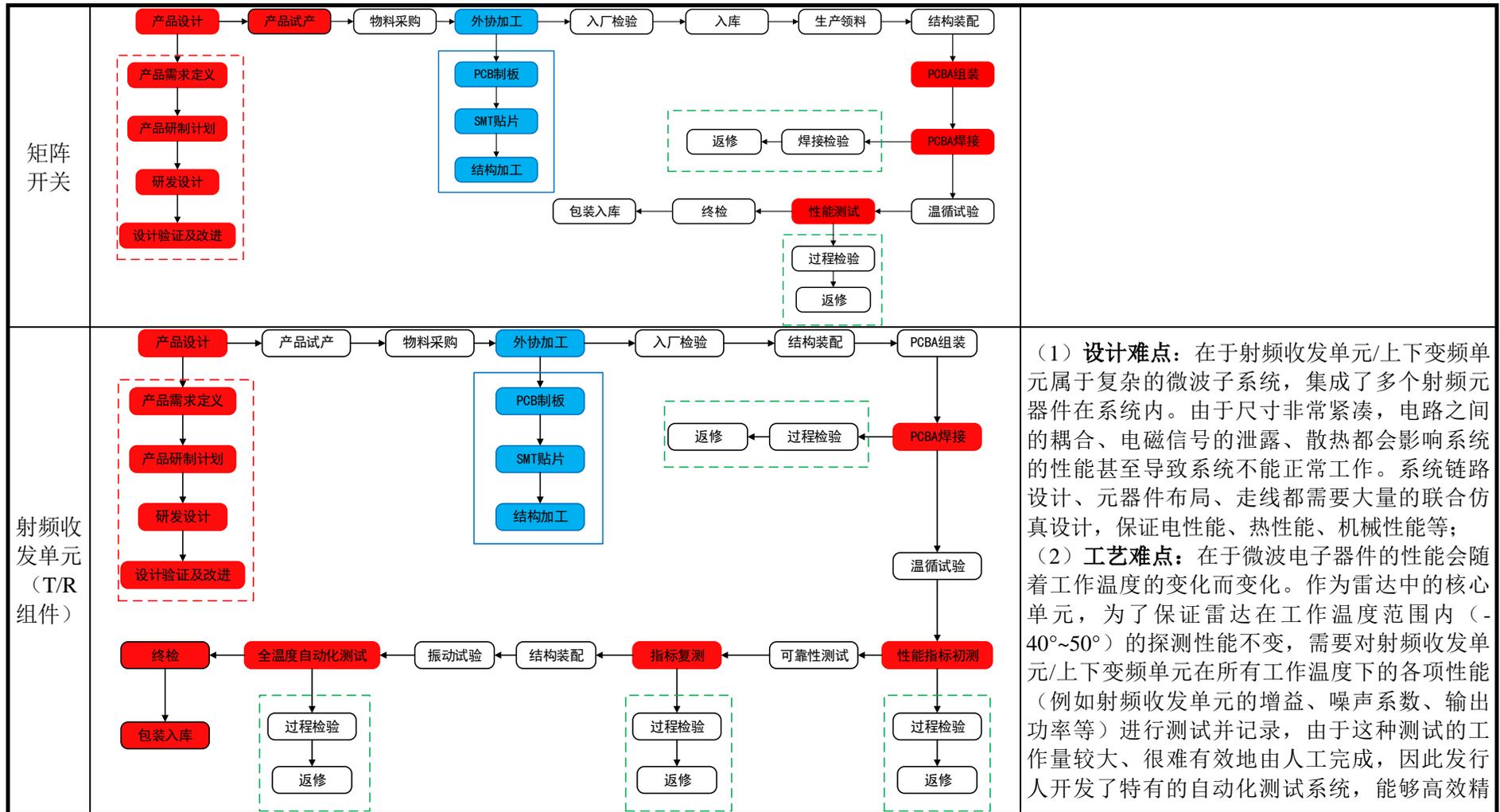
一、发行人的说明

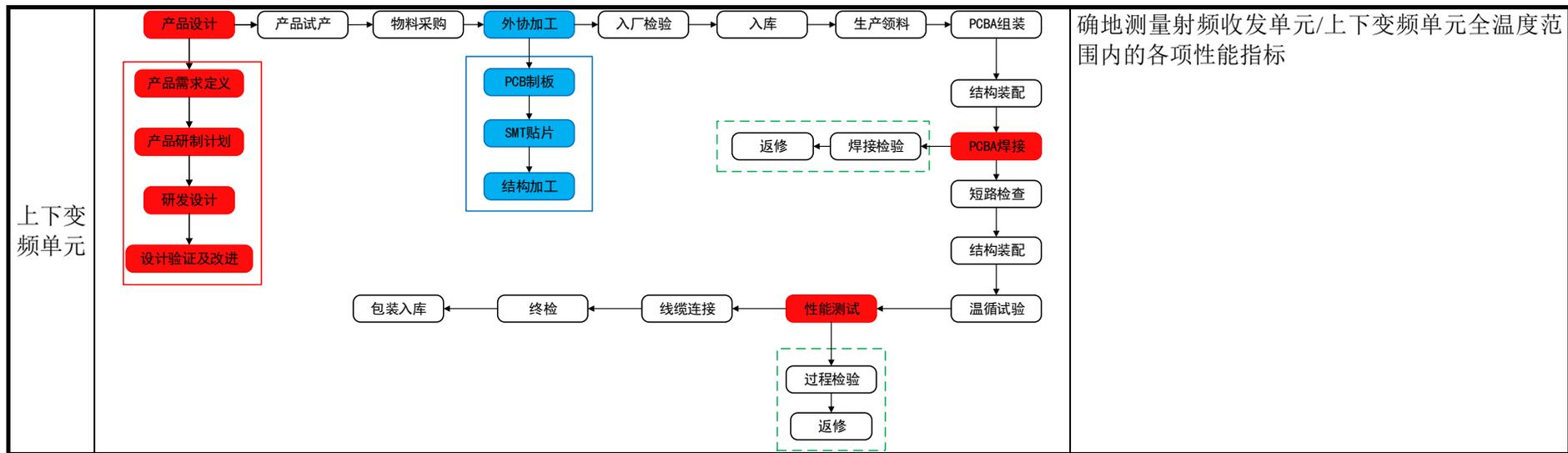
（一）结合不同雷达模块的具体制作内容、工艺流程、原料采购情况、运用的核心技术、生产人员数量及分工、所需生产设备情况，说明发行人在相关生产环节发挥的作用及核心价值体现

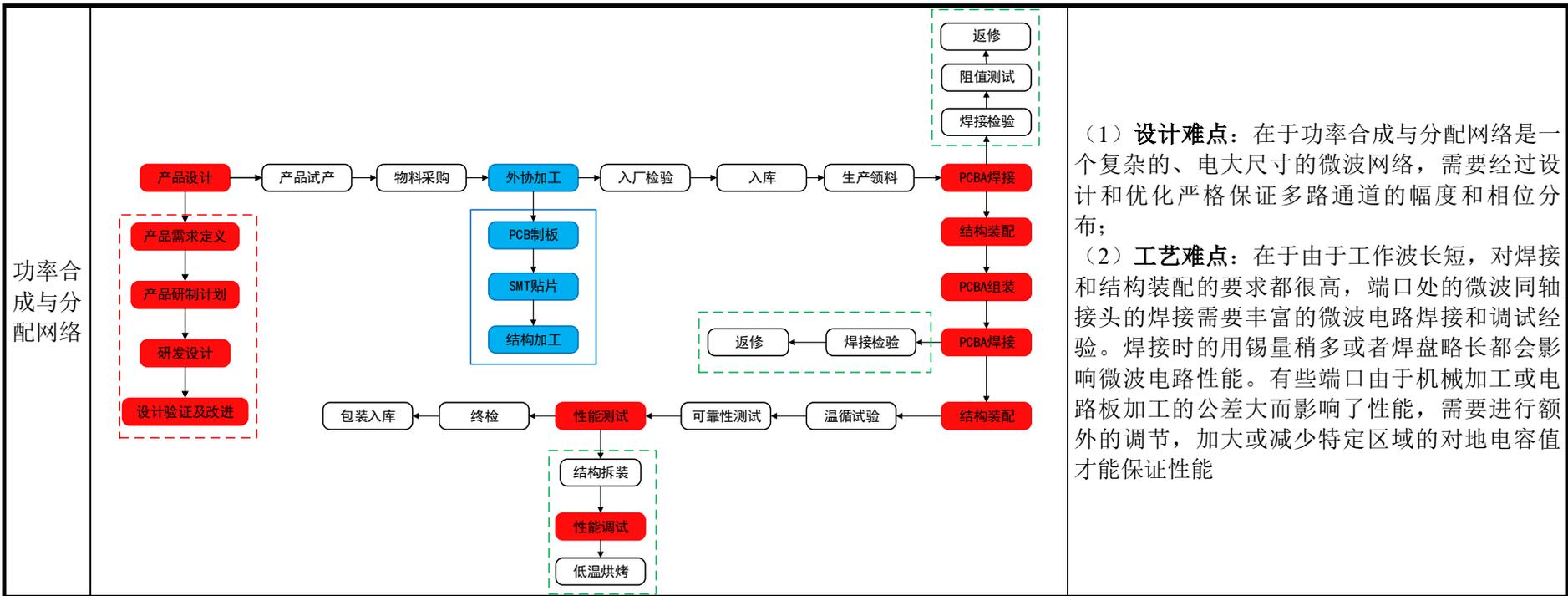
1、结合不同雷达模块的具体制作内容、工艺流程、原料采购情况、运用的核心技术、生产人员数量及分工、所需生产设备情况

不同雷达模块的具体制作内容、工艺流程如下表所示：

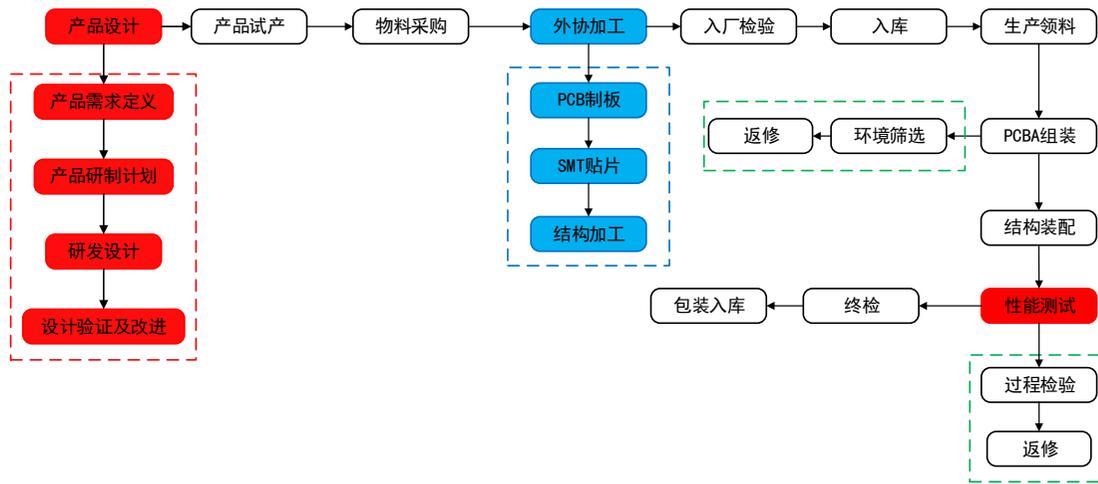
| 具体制作内容 | 工艺流程情况（红色为重点环节，蓝色为外协环节，绿框为主要生产流程的子流程） | 设计/工艺难点 |
|---------|--|---|
| 双极化阵列天线 | <p>工艺流程情况（红色为重点环节，蓝色为外协环节，绿框为主要生产流程的子流程）</p> | <p>(1) 设计难点： 由于辐射阵元之间存在耦合，设计和优化电大尺寸的耦合馈电和辐射结构需要大量的建模、仿真、分析和综合，并经过多次设计迭代，从而保证天线的垂直/水平极化主瓣重合度、旁瓣抑制、交叉极化等性能在工作带宽内都能满足；</p> <p>(2) 工艺难点： 天线的尺寸约 1.2 米*0.6 米，由于雷达工作在 X 波段，波长约 31mm，需要保证安装好的整个天线的位置精度和平面度要保持在 0.5mm 以下才能保证其辐射方向图的性能符合指标要求，因此天线的结构安装过程需要精细的测量和调节来保证天线的位置精度和平面度</p> |
| 射频适配器 | <p>工艺流程情况（红色为重点环节，蓝色为外协环节，绿框为主要生产流程的子流程）</p> | <p>(1) 设计难点： 在于需要经过仿真设计和优化严格保证设计微波电路的性能；</p> <p>(2) 工艺难点： 在于由于工作波长短，对焊接和结构装配的要求较高，端口处的微波同轴接头的焊接需要丰富的微波电路焊接和调试经验。焊接时的用锡量稍多或者焊盘略长都会影响微波电路性能。有些端口由于机械加工或电路板加工的公差大而影响了性能，需要进行额外的调节，加大或减少特定区域的对地电容值才能保证性能</p> |





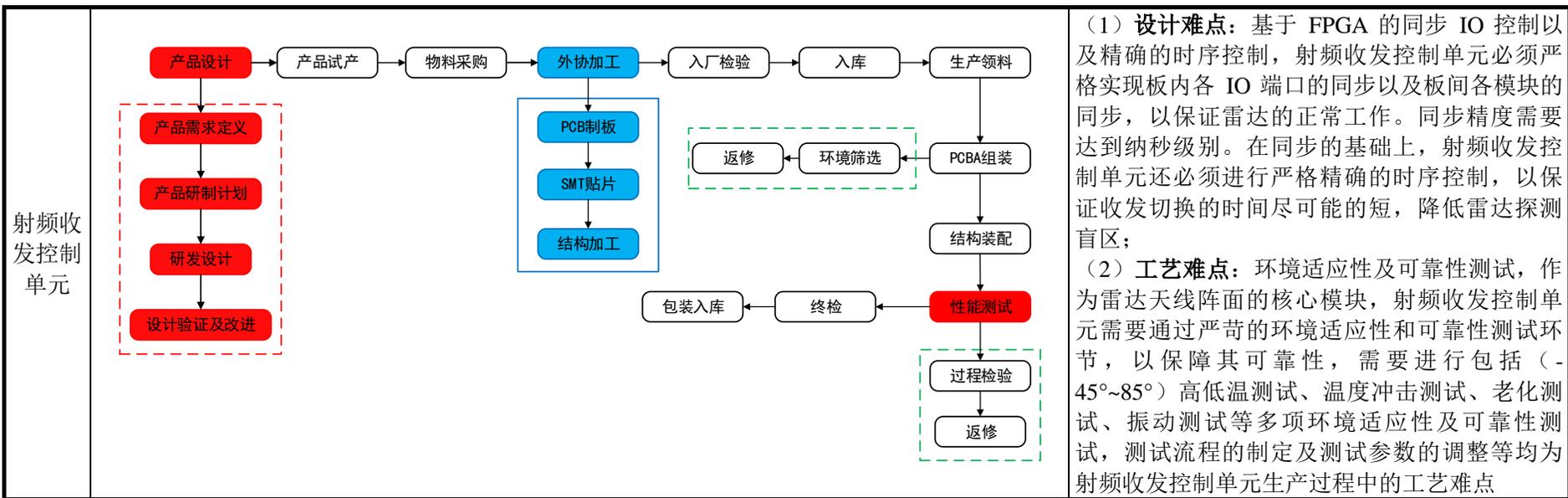


多功能中央信号处理器

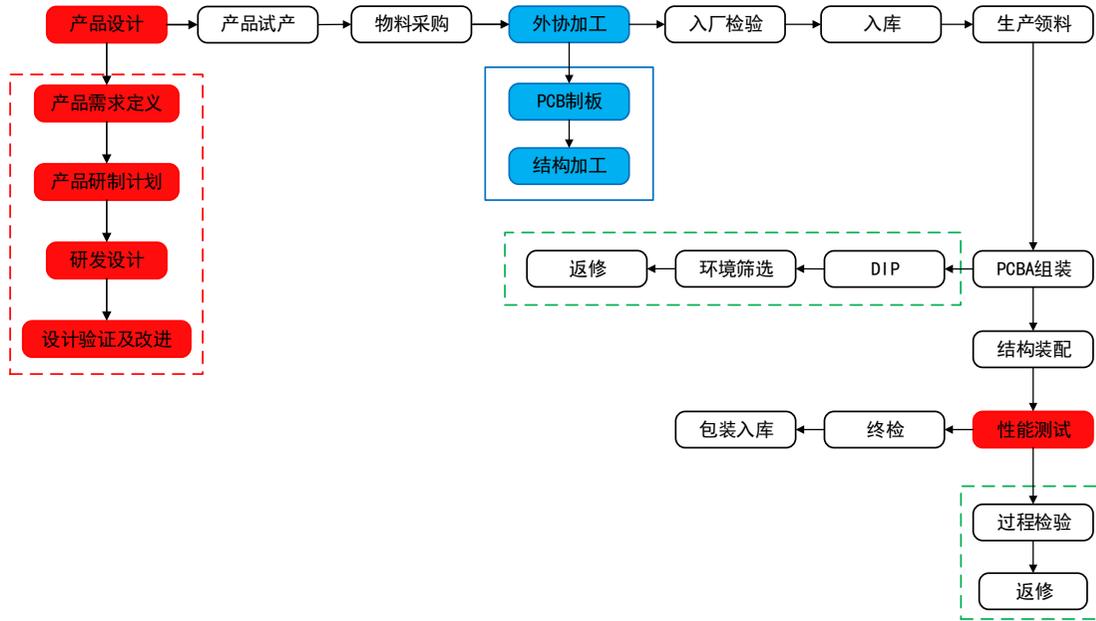


(1) **设计难度**: ①多路 A/D、D/A 的同步性设计: 相控阵雷达通过相位来控制其波束指向, 因此在发射时多路 D/A 产生的信号必须严格的进行时间同步和相位控制才能实现雷达的波束形成, 在接受模式下, 多路 A/D 也必须在同一个时间点采集回波信号的幅值和相位, 才能准确的合成出目标的探测信息。一旦时间和相位出现任何细微的偏差都会导致雷达系统的工作异常; ②多路 A/D、D/A 之间的隔离度设计: A/D、D/A 均是高速高精度的器件, 容易收到干扰, 特别是 A/D 以及 D/A 之间的同频相互干扰。因此, A/D、D/A 的抗干扰设计是多功能中央信号处理器设计的关键部分, 采用屏蔽墙体、线路隔离等手段提高 A/D、D/A 之间的隔离度能有效提高雷达系统的性能指标;

(2) **工艺难点**: A/D、D/A 校准测试, A/D 以及 D/A 的测量准确性以及精度直接影响雷达系统的测量准确性和精度, 因此 A/D 以及 D/A 需要被有效的校准才能保证雷达系统的测量准确性和精度。在多功能中央信号处理器的生产过程中, 利用其 A/D、D/A 的板上自校准功能以及自动化测试工装, 可以实现在-45~85°环境温度以及不同的功率范围下的 A/D、D/A 校准, 提高校准的准确性和应用范围

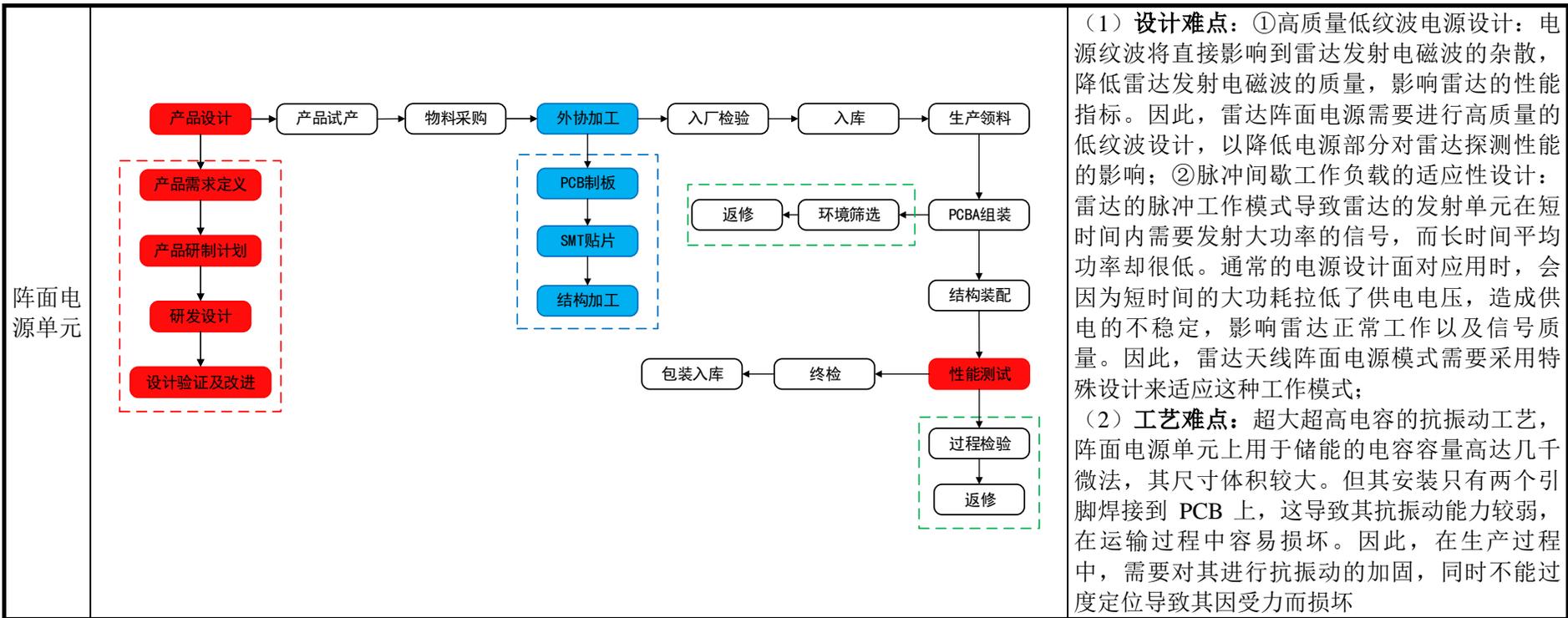


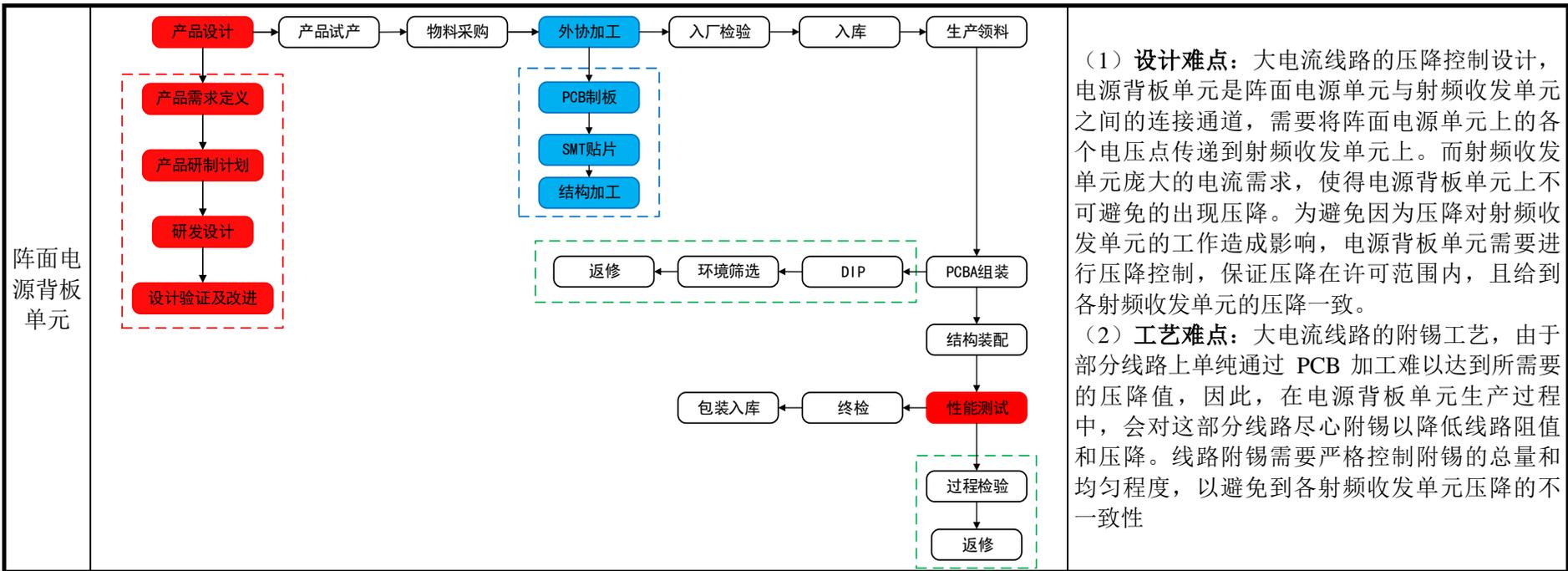
同步数字背板

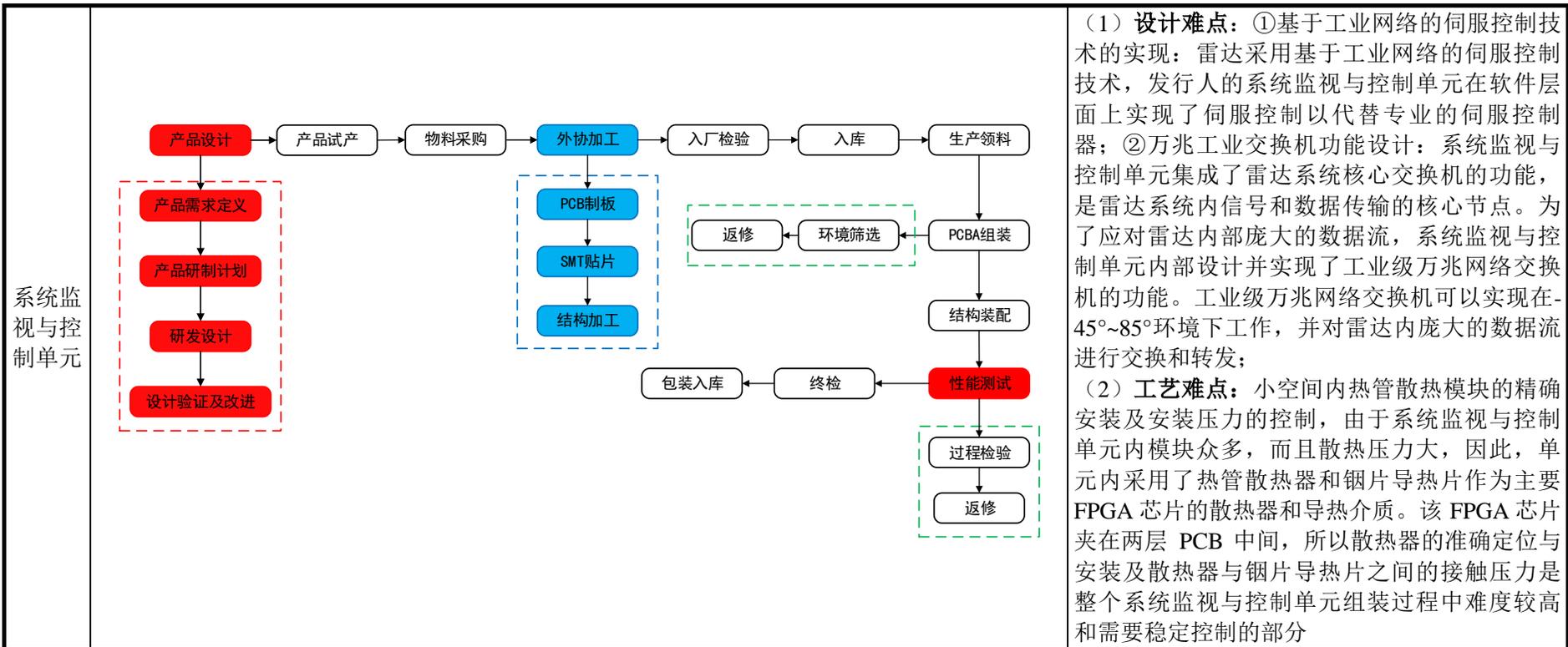


(1) **设计难点:** ①大范围、高密度时钟及控制线路的等长设计: 为实现雷达内部各模块的时钟同步和同步控制, 除了控制系统的同步控制外, 还在同步数字背板上对时钟和控制线路进行等长设计, 以保证各信号传输路径长度一致, 保证雷达时钟及控制的同步精度。由于雷达内射频收发单元、射频收发控制单元众多, 所以在同步数字背板上有众多的线路需要严格等长, 在 PCB 尺寸以及端口位置受限的情况下, 线路等长设计是整个同步数字背板的核心设计难点; ②高密度控制线路的板级抗干扰设计: 由于背板内线路等长要求以及背板互联的模块众多, 导致同步数字背板内线路密集, 且线路的长度较长, 这使得同步数字背板内各线路之间可能存在相互干扰, 造成时钟和控制信号的不稳定, 严重影响到雷达的正常工作。因此, 线路抗干扰设计也是同步数字背板设计的重要内容;

(2) **工艺难点:** 高密度端子的压接操作, 同步数字背板的尺寸已经超过回流焊以及 SMT 焊接的尺寸极限, 因此其所有端子均采用压接设计。压接端子的压接质量和可靠性均取决于压接工艺的好坏。而同步数字背板所采用的高密度 CPCI 端子以及其超尺寸的外形结构导致其压接设备、夹具、压接模具、工艺等需要特殊设计







不同雷达模块的原料采购情况、运用的核心技术、生产人员数量及分工、所需生产设备情况如下表所示：

| 核心模块 | 主要原料采购情况 | 运用的核心技术方面 | 生产人员数量及分工 | 所需生产设备情况 |
|------------|--|--------------------|-----------------------|--|
| 双极化阵列天线 | 微波电路板基材、微波电路板外协加工、机械结构外协加工、微波同轴接头 | 高增益低旁瓣 X 波段双偏振阵列天线 | 2 人 (天线组装) | 网络分析仪、可程式恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统 |
| 射频适配器 | 微波电路板外协加工、机械结构外协加工、微波同轴接头、电子元器件 | 微波电路 | 3 人 (2 人生产, 1 人测试) | 网络分析仪、可程式恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统 |
| 矩阵开关 | 微波电路板外协加工、机械结构外协加工、SMT 贴片、微波同轴接头、微波元器件、电子元器件 | 微波电路 | 1 人 (生产测试) | 网络分析仪、可程式恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统 |
| 射频收发单元 | 微波电路板外协加工、机械结构外协加工、SMT 贴片、微波同轴接头、微波元器件、电子元器件 | 全固态全相参的双偏振收发单元 | 3 人 (1 人生产, 2 人测试) | 频谱分析仪、信号源、网络分析仪、噪声源、示波器、电源、RDP 服务器、可程式恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统、安全性能综合测试系统、精密激光打磨机 |
| 功率合成与分配网络 | 微波电路板基材、微波电路板外协加工、机械结构外协加工、微波同轴接头、电子元器件 | 模块化的功率合成与分配网络 | 2 人 (1 人生产, 1 人测试) | 网络分析仪、可程式恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统 |
| 上下变频单元 | 微波电路板外协加工、机械结构外协加工、SMT 贴片、微波同轴接头、微波元器件、电子元器件 | 上下变频单元 | 2 人 (1 人生产, 1 人测试) | 频谱分析仪、信号源、网络分析仪、噪声源、示波器、电源、RDP 服务器、可程式恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统、安全性能综合测试系统、精密激光打磨机 |
| 多功能中央信号处理器 | PCB 电路板外协加工、机械结构外协加工、SMT 贴片、微波同轴接头、电子元器件 | 高速信号完整性设计 | 2 人 (1 人生产, 1 人测试) | 频谱分析仪、信号源、示波器、电源、RDP 服务器、可程式恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统、安全性能综合测 |

| 核心模块 | 主要原料采购情况 | 运用的核心技术方面 | 生产人员数量及分工 | 所需生产设备情况 |
|-----------|--------------------------------------|------------------------------|----------------------|--|
| | | | | 试系统、精密激光打磨机 |
| 射频收发控制单元 | PCB 电路板外协加工、机械结构外协加工、SMT 贴片、电子元器件 | 高速信号完整性设计 | 2 人 (1 人生产、1 人测试) | 频谱分析仪、信号源、示波器、电源、RDP 服务器、可编程恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统、安全性能综合测试系统 |
| 同步数字背板 | PCB 电路板外协加工、机械结构外协加工、电子元器件 | 高速信号完整性设计 | 2 人 (1 人生产、1 人测试) | 示波器、RDP 服务器、可编程恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统、 |
| 阵面电源单元 | PCB 电路板外协加工、机械结构外协加工、SMT 贴片、电子元器件 | 高效率数字电源技术 | 2 人 (1 人生产、1 人测试) | 频谱分析仪、示波器、电源、RDP 服务器、可编程恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统、安全性能综合测试系统、精密激光打磨机 |
| 阵面电源背板单元 | PCB 电路板外协加工、机械结构外协加工、SMT 贴片、电子元器件 | 脉冲电源完整性设计 | 2 人 (1 人生产、1 人测试) | 示波器、RDP 服务器、可编程恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统 |
| 系统监视与控制单元 | PCB 电路板外协加工、机械结构外协加工、SMT 贴片、电子元器件、线缆 | 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 | 2 人 (1 人生产、1 人测试) | 示波器、电源、RDP 服务器、可编程恒温恒湿试验箱、高低温循环(湿热)试验箱、快速温变湿热振动综合试验箱、电动振动试验系统、安全性能综合测试系统、精密激光打磨机 |

2、发行人在相关生产环节发挥的作用及核心价值体现

雷达模块的生产工艺的难点在于高精度组装和严格的生产测试，这是由于雷达的大尺寸、高复杂度、工作波长短、高速精确的信号、严酷的野外工作环境所决定的，具体如下表所示：

| 雷达模块生产工艺的难点 | 具体情况 |
|-------------|---|
| 高精度组装 | 高精度组装可以保证模块的电性能和机械性能 |
| 严格的生产测试 | 严格的生产测试可以保证雷达在工作的温度范围内保持一致的探测性能、高度的可靠性等 |

如上述所示，前述不同的雷达模块作为雷达的重要组成部分，其性能和稳定性将直接影响雷达的整机性能，并且相控阵系统的测试复杂度和精度要求高，

在前述不同雷达模块的相关生产环节中，发行人不仅仅是简单的集成装配，发行人生产过程中的焊接、调试、组装、测试等关键工序都是由发行人进行自主生产，而 PCB 制板、贴片、结构加工环节则委托外协企业进行加工。发行人通过精密的模块设计、自主的焊接、调试、装配和严格的测试等工艺环节，确保了其不同雷达模块可以达到设计性能及其可靠性。

例如天线模块：天线的尺寸约 1.2*0.6 米，由于雷达工作在 X 波段，波长约 31mm，需要保证安装好的整个天线的位置精度和平面度要保持在 0.5mm 以下才能保证其辐射方向图的性能符合指标要求，因此天线的结构安装过程需要精细的测量和调节来保证天线的位置精度和平面度。

例如功率合成与分配网络模块：功率合成与分配网络是一个复杂的微波网络，需要严格保证多路通道的幅度和相位分布，由于工作波长短，对焊接和结构装配的要求都很高，端口处的微波同轴接头的焊接需要丰富的微波电路焊接和调试经验。焊接时的用锡量稍多或者焊盘略长都会影响微波电路性能。有些端口由于机械加工或电路板加工的公差大而影响了性能，需要进行额外的调节，加大或减少特定区域的对地电容值才能保证性能。

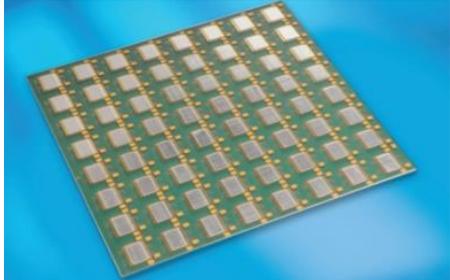
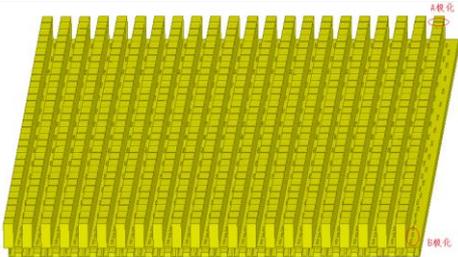
例如射频收发单元：微波电子器件的性能会随着工作温度的变化而变化。作为雷达中的核心单元，为了保证雷达在工作温度范围内（-40~50 度）的探测性能不变，需要对射频收发单元在所有工作温度下的各项性能（例如增益、噪声系数、输出功率等等）进行测试并记录，由于这种测试的工作量较大、较难有效地由人工完成，因此发行人开发了特有的自动化测试系统，能够高效精确地测量射频收发单元全温度范围内的各项性能指标。

综上，有源相控阵雷达是集现代相控阵雷达技术、超大规模集成电路、全固态收发单元、高速计算机以及高速通信技术于一身的高端机电设备，雷达系统涉及多个技术领域，相对复杂，涵盖数字、射频、机械等多个方面，发行人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。

(二) 微带阵列天线与波导缝隙阵列天线两种技术路线的主要差别及各自的优劣势，发行人采用与同行业公司不同技术路线的原因及考虑

1、微带阵列天线与波导缝隙阵列天线两种技术路线的主要差别

微带阵列天线与波导缝隙阵列天线两种技术路线的主要差别如下表所示：

| 主要差别情况 | 微带阵列天线 | 波导缝隙阵列天线 |
|---------------|---|--|
| 示意图 (仅供参考) |  |  |
| 实现原理 | 微带阵列天线通过激励起微带辐射贴片上的表面电流实现辐射，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的电进行切割实现辐射，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 |

如上表所示，微带阵列天线与波导缝隙阵列天线两种技术路线的主要差别体现在实现原理、双极化实现方式、加工方式等三个方面：

①实现原理不同：微带阵列天线通过激励起微带辐射贴片上的表面电流实现辐射；而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的电进行切割实现辐射，辐射方式不同使得两种天线的双极化实现方式和加工方式也有所差异；

②双极化实现方式不同：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。与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不同，微带阵列天线在同一个辐射单元上实现双极化，更有利于实现雷达的轻型化；

③加工方式不同：微带阵列天线可以通过 PCB（印刷电路板）制作工艺加工制作，工艺成熟，适合批量生产，而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。PCB 制作工艺意味着雷达天线能够在剖面较小的介质基片上实现，其制作精度很高，可以实现高精度的要求，从而获得优秀的辐射性能。

因而微带阵列天线更有利于实现双极化（双偏振）相控阵雷达的低成本以及设计性能。

2、微带阵列天线与波导缝隙阵列天线两种技术路线各自的优劣势

与传统波导缝隙阵列相比，微带阵列天线具有如下优势：

（1）易于实现双极化

通过对微带辐射贴片设计一对可激励其正交模式的馈电结构，在同一个辐射单元上实现双极化，两个极化辐射性能具有很高的一致性。

波导缝隙阵列受制于辐射原理，通常为波导宽边缝隙阵列与波导窄边斜切缝隙阵实现阵列的双极化辐射，二者独立设计，其结构也不具有相似性，从而导致设计难度高，双极化性能一致性差。

因此，采用微带贴片技术路线更易于实现相控阵雷达的双极化。

（2）优异的交叉极化鉴别率（XPD）

交叉极化鉴别率（XPD）是影响相控阵雷达天线的重要参数之一，一般而言，交叉极化鉴别率（XPD）越大越好，其意味着不同极化方向上的干扰更少，探测性能更好。

双极化微带阵列单元具有优异的交叉极化鉴别率，实测双极化微带阵列天线的 XPD 可以达到 30dB 以上，且在较大角度扫描过程中也能够保持该性能。

波导缝隙阵列应用于相控阵体制时，在较大角度扫描过程中交叉极化会明显恶化，无法保证稳定的 XPD。

因此，采用微带贴片技术路线应用于相控阵体制时，在较大角度扫描过程中能保持较优异的交叉极化鉴别率。

(3) 采用 PCB 制作工艺，适合大批量生产

由于采用了 PCB 制作工艺，在剖面较小的介质基片上实现，其制作精度很高，可以实现高精度要求的天线，从而获得优秀的辐射性能。

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，相对于采用金属波导制作的波导缝隙阵，微带阵列具有体积小，重量轻的特点，且具有成熟的制作工艺，便于大批量生产。

(4) 成本优势

借助于成熟的 PCB 加工工艺，工艺成熟，制造过程中良品率高，可以降低因良品率因素所影响天线的制造成本；其次，PCB 加工工艺便于批量生产，可以通过规模效应进一步降低雷达天线的成本。

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，不利于大规模批量生产，从而影响雷达天线的制造成本。

相对与波导缝隙阵列来说，微带阵列天线在以下方面处于劣势：

(1) 辐射效率低

辐射效率低是微带阵列天线固有的弱势，由于其电路基板为有耗介质，使得天线的辐射效率相对较低，影响天线增益。

波导缝隙阵列采用金属波导材料，其介质为空气，可以实现很高的辐射效率，相同口径下可以实现较高增益。

(2) 工作带宽窄

微带天线阵列的带宽一般较窄，不超过 10%，根据阵列实现方式及馈电网络的结构，其工作带宽可能进一步缩小。

波导缝隙阵列的行波阵列可以实现较宽的工作带宽，但其波束指向会随着频率发生变化。

3、发行人采用与同行业公司不同技术路线的原因及考虑

发行人采用与同行业公司不同技术路线的原因及考虑主要为以下几方面：

(1) 微带阵列天线设计自由度高，更易实现双极化

微带天线结构形式多样，设计自由度高，可实现对不同应用场景下对于天线性能的不同需求进行特殊优化；微带阵列天线更容易实现双极化探测，在制造双极化相控阵雷达过程中更有优势。

(2) 加工工艺成熟，适合大批量生产

因微带阵列天线采用的 PCB 制作工艺已发展得较为成熟，生产流程统一，使得微带阵列天线在加工周期、性能一致性以及批量化生产上具有明显优势。另外，由于行业内标准统一，可自由选择供应商，便于优化资源，降低成本。

(3) 实现成本优势

借助于成熟的 PCB 加工工艺，工艺成熟，制造过程中良品率高，可以降低因良品率因素所影响天线的制造成本；其次，PCB 加工工艺便于批量生产，可以通过规模效应进一步降低雷达天线的成本。

综上所述，基于以上几方面，发行人认为在其雷达产品中微带阵列天线的优势更大，这一技术路线也是美国 ATD 雷达和日本 MP-PAWR 雷达所采用的技术路线，与国际同类产品的发展趋势相符。因而，发行人选取微带阵列天线作为发行人雷达产品的技术路线，并在全极化微带贴片天线技术路线上进行了深度耕耘，获得了相关技术专利，形成了公司的核心技术。

(三) 发行人雷达产品收发组件应用的核心技术及生产过程，与同行业公司产品技术指标的对比情况，并结合前述情况分析是否具有技术先进性

1、发行人雷达产品收发组件应用的核心技术

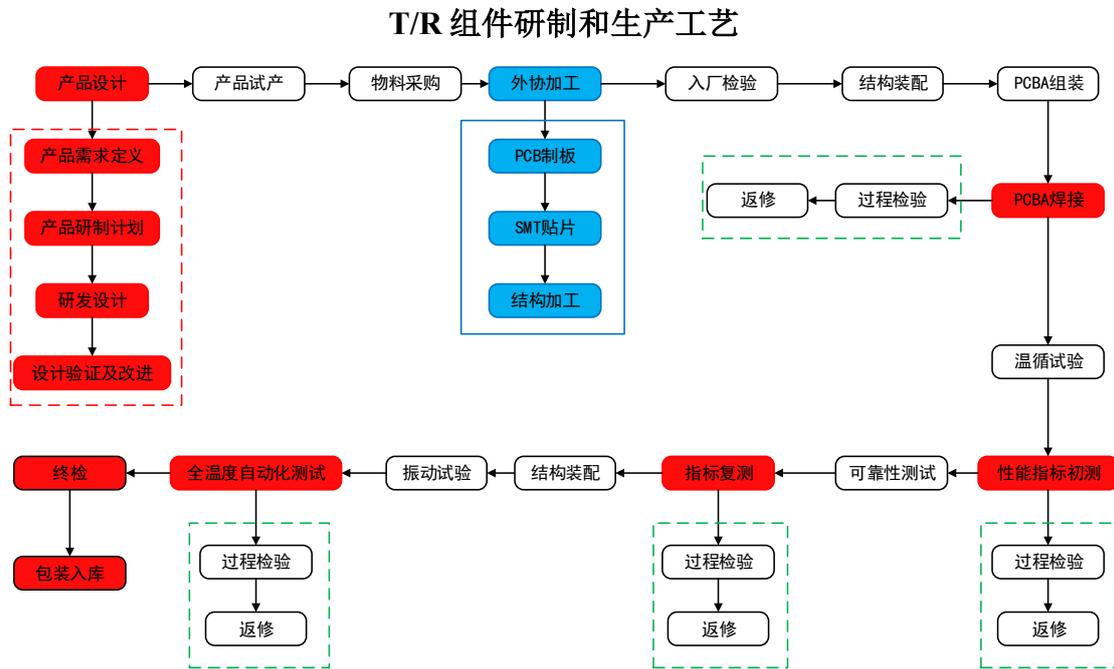
对于雷达产品收发组件应用，发行人拥有全固态全相参的双极化（双偏振）收发单元的核心技术，发行人的核心技术在于：

| 项目 | 具体情况 |
|-----------------|--|
| T/R 组件设计 | 在 T/R 中需要集成非常多的微波元件、控制电路、供电电路、状态监控电路等。由于 T/R 工作在微波频段，元件之间的互耦、电磁泄露、电路损耗等都远远比低频电路严重的多，需要精密的设计来保证电性能、热性能、机械性能等，包括合理的布局、丰富的设计经验并结合大量的计算机辅助联合仿真设计 |
| 双极化通道的幅度和相位的一致性 | 全极化有源相控阵雷达的收发组件有水平极化和垂直极化两个收发通道。两个极化通道之间的幅度和相位一致性性能非常关键，直接决定了雷达的双极化探测性能。发行人综合设计、测试和校准的方法，实现了工业级全温度范围内双极化通道的幅度和相位的一致性 |

2、发行人雷达产品收发组件应用的生产过程

T/R 组件（射频收发单元）是射频发射通道和接收通道的组合。在系统中，雷达的中央控制单元需要能够同时控制多个 T/R 组件（射频收发单元），或者只控制单个 T/R 组件。由于单个 T/R 的控制和通信引脚较多，导致多个 T/R 的控制和通信引脚的总数量较多，因此中央控制单元需要通过射频收发控制单元来控制多个 T/R 组件，例如一个射频收发控制单元控制 8 个 T/R 组件。

发行人的雷达产品收发组件生产过程如下图所示：



如上图所示，由于 T/R 组件在雷达上的使用数量较多，不仅需要控制成本，而且需要有足够高的稳定性和可靠性，因此在研发和生产过程中需要完善的设计、充分的试验与严格的测试。发行人的 T/R 组件从精密的设计环节开始到最终实现包装入库，在生产过程中通过一系列繁杂的工序和测试环节，依赖于发行人综合精密设计和测试校准的方法，发行人的 T/R 组件实现了工业级全温度范围内双极化通道的幅度和相位的一致性，能较好的提升雷达的双极化探测性能。

3、与同行业公司产品技术指标的对比情况，并结合前述情况分析是否具有技术先进性

目前，同行业雷达制造厂商未有公开披露的收发组件技术指标，选取 API

technologies Corp.（成立于 1981 年，技术领先的射频/微波、微电子和安全技术提供商，该公司的国际客户包括财富 500 强公司以及美国、加拿大、英国、北约和欧盟政府等）的 X 波段 T/R 组件技术参数对比如下表所示：

| 重要参数项目 | 发行人 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 |

资料来源：API technologies 官网；相关数据来源说明：上表 API technologies Corp.X 波段 T/R 组件相关指标参考来源于其官方网站展示的 X 波段 T/R 组件产品（X-Band QTRM Product, MAIA-009446-000000）

（<https://www.apitech.com/globalassets/documents/products/rf-microwave-microelectronics-power-solutions/imas--subsystems/aesa/x-band-qtrm.pdf>），其定于 2018 年 3 季度发布；鉴于公开披露的数据资料有限和披露时间，不排除 API 公司的 X 波段 T/R 组件产品因为受技术更新迭代的因素影响，其产品性能指标有较大提升

如上表所示，通过对比，可以看出发行人 T/R 组件总体性能优于 API technologies Corp.的 X 波段 T/R 组件，具有技术优势。

综上，发行人在雷达产品收发组件拥有全固态全相参的双极化（双偏振）收发单元的核心技术，依赖于发行人综合设计、测试和校准的方法，发行人的 T/R 组件实现了工业级全温度范围内双极化通道的幅度和相位的一致性，能较好的提升雷达的探测性能，与技术领先的射频/微波、微电子和安全技术提供商 API technologies Corp.的类似产品相比，发行人 T/R 组件总体性能具有技术优势。因此，发行人的雷达产品收发组件具有技术先进性。

二、中介机构的核查

（一）核查程序

- 1、获得并查阅有源相控阵雷达的相关论文、研究报告等资料；
- 2、访谈行业专家，了解公司所在行业的竞争情况和公司竞争优势。
- 3、检索同行业公司产品和 T/R 同类型组件产品的公开技术指标；
- 4、了解公司产品的不同雷达模块的具体制作内容、工艺流程、原料采购情况、运用的核心技术、生产人员数量及分工、所需生产设备情况等；
- 5、访谈公司核心技术人员，了解微带阵列天线与波导缝隙阵列天线两种技术路线的主要差别及各自的优劣势，发行人采用与同行业公司不同技术路线的原因及考虑；
- 6、获得并查阅发行人雷达产品收发组件应用的生产过程，了解其核心技术及技术先进性情况。

（二）核查意见

经核查，保荐人、发行人律师认为：

- 1、结合不同雷达模块的具体制作内容、工艺流程、原料采购情况、运用的核心技术、生产人员数量及分工、所需生产设备情况，发行人在相关生产环节发挥的作用及核心价值体现已进行说明，其符合企业实际，具有合理性；
- 2、微带阵列天线与波导缝隙阵列天线两种技术路线的主要差别及各自的优劣势已进行说明；发行人采用与同行业公司不同技术路线的原因及考虑其符合企业实际，具有合理性；
- 3、发行人雷达产品收发组件应用的核心技术及生产过程，与同行业公司产品技术指标的对比情况均已进行说明，其具有技术先进性。

4.关于收入确认

根据问询回复：（1）报告期内，公司实现雷达精细化探测系统产品的项目共有 13 个，其中在系统验收阶段满足收入确认的项目共有 9 项，在终期验收阶

段满足收入确认的项目有 4 个，收入确认时点的考虑主要基于，系统安装调试完成，投入观测业务试运行后，系统数据达到稳定状态，气象数据产品符合合同要求时；（2）以系统验收作为收入确认时点的验收条款内容包括，甲方接到验收申请后 5 个日历日内，按照市政府相关规定对采购项目（除运维保障服务以外的全部建设内容）进行终期验收；（3）经对比合同约定内容和实际执行情况，2020 年第四季度确认收入的惠州气象局项目未严格按照合同约定步骤试运行及验收；（4）经查，收入确认金额与项目合同金额存在一定差异。

请发行人说明：（1）发行人产品从安装到验收的具体步骤，包括但不限于各个步骤的人员、程序和工作安排，系统数据达到稳定状态、气象数据产品符合合同要求的判断标准，采用系统验收和终期验收的项目从安装到收入确认的时间周期、验收步骤、保修期的起算时间是否存在差异，各项目的实际回款进度与合同约定的回款进度的差异及原因，请提供各项目的验收单；（2）对于以系统验收确认收入的项目，请按照项目逐项说明系统验收和终期验收的具体差异，终期验收如何执行、获取哪些数据、需要满足哪些政策要求和行业标准以及终期验收发挥的作用，达到终期验收是否存在先决条件，如是否需要组网运行，是否需要异常天气提供监测等，结合上述事项说明在系统验收时是否完成实质性验收；（3）惠州气象局项目的具体安装、验收过程，未严格按照合同约定步骤试运行及验收的原因，在系统验收时是否达到组网运行，单台试运行和组网运行对产品功能实现的影响，并结合该项目需要组网运行 2 个月可提出终期申请的约定条款说明在系统验收时是否完成实质性验收；（4）与同行业可比公司收入确认政策的差异及原因，收入确认金额与项目合同金额存在差异的原因，收入金额确认的具体依据及其合理性。

请保荐机构和申报会计师对上述事项进行核查并发表明确意见，说明核查手段、核查证据和核查结论。

【回复】

一、发行人的说明

(一) 发行人产品从安装到验收的具体步骤，包括但不限于各个步骤的人员、程序和工作安排，系统数据达到稳定状态、气象数据产品符合合同要求的判断标准，采用系统验收和终期验收的项目从安装到收入确认的时间周期、验收步骤、保修期的起算时间是否存在差异，各项目的实际回款进度与合同约定的回款进度的差异及原因，请提供各项目的验收单

1、产品从安装到验收的具体步骤

发行人产品从安装到验收的具体步骤如下：

(1) 将雷达产品吊装到雷达塔

由于发行人的雷达产品一般需要安装在雷达塔上，在雷达运达安装的地点后，需要对雷达进行吊装，公司会聘请第三方公司提供吊装服务。

(2) 将雷达产品安装到雷达塔上

在雷达产品运送到雷达塔上之后，由公司的安装人员对雷达产品进行安装固定，确保雷达产品能够正常运转。

(3) 雷达调试、测试

雷达产品能够正常运转后，公司技术人员将雷达数据服务器、雷达控制服务器与雷达进行连通，并对雷达的工作参数进行配置，设置雷达工作状态，雷达系统便可转入天气探测业务运行。

(4) 雷达收集数据，输出产品

雷达系统开始天气探测业务运行后正式开始收集数据的工作，将收集的数据经过后台软件处理输出相应的气象产品，发行人的技术人员对输出的气象产品进行记录，观察其是否达到相关的要求。

(5) 准备资料，向气象局提出验收申请

雷达系统持续输出气象产品后，发行人判断系统已经稳定运行，输出的气象产品已经满足相关的要求后，按照各地气象局的要求进行准备资料，相关的文件准备完毕后向各地气象局提出验收。

(6) 气象局审核发行人资料，组织专家会进行验收

各地气象局接到发行人的验收申请及相关的申请文件后，对发行人的申请文件进行审核，判断是否达到申请验收的条件；然后由气象局组织验收会，验收专家组听取项目建设完成的汇报、监理单位关于监理情况的报告，审阅相关文档资料，质询、讨论后判断发行人的雷达产品是否已经满足相关的验收要求。

2、系统运行达到稳定状态、气象数据产品符合合同要求的判断标准

发行人在产品出厂前已经进行了严格的出厂测试和验收，针对的产品的技术参数进行测试并由气象局组织专家对产品进行出厂验收，对产品的距离分辨率、峰值发射功率及体扫时间等 40 余项关键指标和输出的气象数据产品进行测试，确保出厂时雷达产品的关键技术参数和输出的气象产品已经符合由中国气象局综合观测司发布《X 波段双线偏振一维相控阵天气雷达系统功能规格需求书》的相关要求。

出厂验收后，发行人将雷达设备运送到用户指定地点，并将雷达产品安装到雷达塔或其他设施上，将雷达数据服务器、雷达控制服务器与雷达进行连通，设置雷达工作状态，雷达系统便可转入天气探测业务运行。

系统运行达到稳定状态、气象数据产品符合合同要求是指雷达系统能够正常运行，收集气象数据，对收集的数据进行处理并输出合同中约定的气象产品（如基本量产品、降水产品、风速产品、风暴产品、气旋产品及切变产品）并将气象产品传输到地方气象局的服务器中，地方气象局能够使用雷达系统的软件实现气象产品自动处理、图形参数显示、查询等功能并利用上述气象产品进行天气预报和预警。

3、采用系统验收和终期验收的项目的差异

(1) 从安装到收入确认的时间周期

1) 系统验收确认收入的项目

| 序号 | 客户名称 | 项目名称 | 合同签署日期 | 安装完成日期 | 收入确认时间 | 验收时间周期(天) |
|----|------|------|--------|--------|--------|-----------|
|----|------|------|--------|--------|--------|-----------|

| | | | | | | |
|---|-----------|---|------------|------------|------------|-----|
| 1 | 珠海市气象局 | 珠海市气象局网络化双偏振 X 波段有源相控阵天气雷达系统采购项目 | 2018/11/27 | 2018/12/31 | 2019/6/30 | 181 |
| 2 | 广东省江门市气象局 | 江门 X 波段双极化相控阵天气雷达精细化观测系统采购项目 | 2020/3/26 | 2020/5/17 | 2020/6/28 | 42 |
| 3 | 惠州市气象局 | 惠州新一代天气雷达设备购置安装及软硬件 | 2020/11/9 | 2020/12/16 | 2020/12/27 | 11 |
| 4 | 福建省福州市气象局 | X 波段相控阵双偏振天气雷达项目 | 2020/5/12 | 2020/8/29 | 2020/9/28 | 30 |
| 5 | 中山市气象局 | X 波段相控阵雷达协同组网建设项目 | 2020/9/28 | 2020/12/9 | 2020/12/19 | 10 |
| 6 | 福建省福州市气象局 | X 波段双偏振相控阵天气雷达 | 2020/9/1 | 2020/10/9 | 2020/11/25 | 47 |
| 7 | 广东省江门市气象局 | 江门市季风强降水监测网 X 波段双极化相控阵天气雷达采购项目 | 2020/12/30 | 2021/2/2 | 2021/3/9 | 35 |
| 8 | 广东省东莞市气象局 | 东莞市气象综合观测能力提升工程-X 波段双极化有源相控阵天气雷达设备及附属设备系统配套服务 | 2021/2/5 | 2021/6/13 | 2021/6/28 | 15 |
| 9 | 广东省佛冈县气象局 | 佛冈县 X 波段双极化相控阵天气雷达项目 | 2021/5/24 | 2021/6/29 | 2021/6/30 | 1 |

注：验收时间周期为从产品安装完成到收入确认的时间段；

由于各个项目系统验收周期不同，从安装到收入确认的时间差异较大，其中验收周期较长的是珠海项目、验收周期较短的是佛冈项目，原因分别如下：

①第 1 项珠海市项目：根据珠海市信息化办公室的要求，项目中的雷达系统数据中心建设地点由合同约定的发行人本部建设变更到政府机构指定的地点，该变更审批程序较长，造成该项目系统验收的时间有所延后；

②第 9 项佛冈县项目：公司只交付雷达产品不负责雷达塔及配套设施的建设。在公司产品交付前，佛冈气象局已完成土地及基础配套设施，公司的产品运送到指定地点后可以马上进行安装测试，具体情况如下：

6月19日，广东省佛冈县气象局组织专家组在珠海对“佛冈县 X 波段双极化相控阵天气雷达项目”（采购编号：FEGD-CT210094）采购的 1 部 X 波段双极化相控阵天气雷达设备进行出厂验收。形成验收意见如下：“1.提交的验收资料完整，符合出厂验收要求。2.出厂交验的雷达设备为 AXPT0364 型 X 波段双极化相控阵天气雷达（序列号 S/N c0419436e2221cad），型号、规格和技术参数等符合合同要求。专家组同意通过出厂验收。”

6月29日，公司向佛冈县气象局提出申请组织开展验收的函《广东纳睿雷达科技股份有限公司关于申请组织开展“佛冈县 X 波段双极化相控阵天气雷达项目”系统验收的请示》：“由我司根据‘佛冈县 X 波段双极化相控阵天气雷达项目’研发生产的1部 X 波段双极化相控阵天气雷达，通过贵局组织的出厂验收后，已运抵贵局指定的地点安装调试，雷达开机运行稳定，能够正常收发数据，输出的单机雷达气象产品符合合同要求，达到了系统验收条件。根据合同相关要求，现特向贵局申请项目系统验收。”

同日，佛冈县气象局给予了《关于同意开展“佛冈县 X 波段双极化相控阵天气雷达项目”系统验收的函》：“同意于2021年6月30日16:30~18:00在广东省气象局探测数据中心6楼会议室组织开展项目系统验收会。”

2021年6月30日，佛冈县气象局出具系统验收报告：2021年6月30日于广东省气象局召开了雷达系统验收会，听取了承建单位关于雷达建设情况的报告，审阅了相关文档资料，专家组同意通过验收。

2021年7月27日，中介机构对佛冈县气象局相关人员进行现场访谈，气象局相关人员确认：“6月30日系统验收，有出厂验收运到现场后装上去就可以使用了，确认运行稳定，符合我们的要求。”

2) 终期验收确认收入的项目

| 序号 | 客户名称 | 项目名称 | 合同签署日期 | 安装完成日期 | 收入确认时间 | 验收时间周期(天) |
|----|-----------------|----------------------|------------|------------|------------|-----------|
| 1 | 广州市气象台 | 广州相控阵天气雷达购置项目 | 2018/12/17 | 2018/12/23 | 2019/10/31 | 312 |
| 2 | 广东省江门市气象局 | 江门相控阵天气雷达采购项目 | 2019/03/04 | 2019/3/12 | 2019/10/25 | 227 |
| 3 | 广州市突发事件预警信息发布中心 | 广州国际航运中心气象保障工程购置经费项目 | 2019/04/11 | 2019/12/7 | 2019/12/16 | 9 |
| 4 | 深圳市气象局 | X 波段双偏振相控阵雷达系统采购项目 | 2019/7/17 | 2019/12/12 | 2020/6/28 | 199 |

报告期内，以终期验收作为收入确认时点的销售项目有4个，广州市突发事件预警信息发布中心项目，因为其与广州市气象台同为广州市气象局直属单位，对公司的产品比较熟悉；其他项目从安装到收入确认的时间周期相对较长，主要是由于这些项目发生在公司销售业务发展初期，公司雷达属于创新产品，

客户对公司的产品熟悉和认知程度较低，因此需要较长的时间进行验收。另外，由于目前国家或地方气象局没有对 X 波段双偏振相控阵雷达验收具体规定，从而终期验收没有明确的前提条件，因此，每个项目终验时间也存在较大差异。

综上，由于各个地方气象局对公司产品熟悉和认识程度有所不同、受各地气象局工作计划和时间表影响以及其他原因，因此采用系统验收和终期验收的项目从安装到收入确认的时间周期存在的差异较大。

(2) 验收步骤

公司的雷达安装调试完毕后，由公司向气象局提出验收申请，验收的具体过程：①公司整理好验收所需要的相关文件，向气象局提交材料申请进行验收；②气象局审核公司提交的相关材料后组织专家安排验收；③气象局组织召开验收会议，验收专家组听取项目完成情况的汇报，进行质询、讨论；④验收专家组形成验收意见，气象局向公司出具验收报告完成验收。采用系统验收和终期验收的项目在验收步骤中不存在实际差异。

(3) 保修期的起算时间

1) 系统验收确认收入的项目

| 序号 | 客户名称 | 项目名称 | 保修期起算时间 |
|----|-----------|----------------------------------|---|
| 1 | 珠海市气象局 | 珠海市气象局网络化双偏振 X 波段有源相控阵天气雷达系统采购项目 | 系统验收通过后三年 |
| 2 | 广东省江门市气象局 | 江门 X 波段双极化相控阵天气雷达精细化观测系统采购项目 | 系统验收通过后次日起 3 年 |
| 3 | 惠州市气象局 | 惠州新一代天气雷达设备购置安装及软硬件 | 终期验收之日起，3 年质量保证期；系统验收至终期验收期间的质保由公司提供 |
| 4 | 福建省福州市气象局 | X 波段相控阵双偏振天气雷达项目 | 终期验收之日起 5 年免费质保期 |
| 5 | 中山市气象局 | X 波段相控阵雷达协同组网建设项目 | 通过系统验收次日起，3 年免费售后服务及质量保证期 |
| 6 | 福建省福州市气象局 | X 波段双偏振相控阵天气雷达 | 终期验收合格后雷达设备保修 60 个月，存储、UPS 系统、工作站保修 36 个月 |
| 7 | 广东省江门市气象局 | 江门市季风强降水监测网 | 通过系统验收次日起 |

| 序号 | 客户名称 | 项目名称 | 保修期起算时间 |
|----|-----------|---|---------------|
| | | X 波段双极化相控阵天气雷达采购项目 | 3 年 |
| 8 | 广东省东莞市气象局 | 东莞市气象综合观测能力提升工程-X 波段双极化有源相控阵天气雷达设备及附属设备系统配套服务 | 系统验收通过之日起 3 年 |
| 9 | 广东省佛冈县气象局 | 佛冈县 X 波段双极化相控阵天气雷达项目 | 通过系统验收次日起 3 年 |

2) 终期验收确认收入的项目

| 序号 | 客户名称 | 项目名称 | 保修期起算时间 |
|----|-----------------|----------------------|-------------------------------|
| 1 | 广州市气象台 | 广州相控阵天气雷达购置项目 | 项目初验合格之日起 3 年 |
| 2 | 广东省江门市气象局 | 江门相控阵天气雷达采购项目 | 终期验收合格交付甲方使用之日起 3 年 |
| 3 | 广州市突发事件预警信息发布中心 | 广州国际航运中心气象保障工程购置经费项目 | 在终期验收合格交付甲方使用之日起, 承诺 3 年质量保证期 |
| 4 | 深圳市气象局 | X 波段双偏振相控阵雷达系统采购项目 | 终验合同报告后 1 年保修 |

根据公司与客户签订的合同关于质保期约定不同, 公司产品质保期起算时点也不相同, 部分客户约定的质保期为产品系统验收合格之日起计算, 部分客户约定的质保期为产品终期验收合格之日起计算。

公司销售雷达产品确认收入时点为系统验收或终期验收, 按照《企业会计准则第 14 号——收入》的判断标准, 公司在履行了合同中的履约义务, 公司完成系统验收或终期验收后, 雷达精细化探测系统的所有权及所有权上的主要风险和报酬已经全部转移至客户。因此, 公司产品质保期起算的时点, 不影响公司的收入确认时点。

4、各项目的实际回款进度与合同约定的回款进度的差异及原因

(1) 以系统验收确认收入的项目

| 序号 | 客户 | 项目 | 系统验收完成后, 发行人取得收款权占合同总额的比例 | 终期验收完成后, 发行人取得收款权占合同总额的比例 | 系统验收完成后约定时间内实际回款进度 | 截至 2021 年 9 月 30 日的收款进度 |
|----|--------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|
| 1 | 珠海市气象局 | 珠海市气象局网络化双偏振 X 波段有源相控阵天气雷达系统采购项目 | 80% | 100% | 70.73% | 78.37% |

| 序号 | 客户 | 项目 | 系统验收完成后，发行人取得收款权占合同总额的比例 | 终期验收完成后，发行人取得收款权占合同总额的比例 | 系统验收完成后约定时间内实际回款进度 | 截至 2021 年 9 月 30 日的收款进度 |
|-----|-----------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|
| 2 | 广东省江门市气象局 | 江门 X 波段双极化相控阵天气雷达精细化观测系统采购项目 | 68% | 95% | 46.47% | 58.73% |
| 3 | 福建省福州市气象局 | X 波段相控阵双偏振天气雷达项目 | 50% | 95% | 30.00% | 95.00% |
| 4 | 福建省福州市气象局 | X 波段双偏振相控阵天气雷达 | 45% | 95% | 42.27% | 72.27% |
| 5 | 中山市气象局 | X 波段相控阵雷达协同组网建设项目 | 72.23% | 94.94% | 30.61% | 94.94% |
| 6 | 惠州市气象局 | 惠州新一代天气雷达设备购置安装及软硬件 | 70% | 95% | 29.14% | 48.35% |
| 7 | 广东省江门市气象局 | 江门市季风强降水监测网 X 波段双极化相控阵天气雷达采购项目 | 70% | 95% | 2.12% | 2.12% |
| 8 | 广东省东莞市气象局 | 东莞市气象综合观测能力提升工程-X 波段双极化有源相控阵天气雷达设备及附属设备系统配套服务 | 80% | 95% | 10.00% | 77.35% |
| 9 | 广东省佛冈县气象局 | 佛冈县 X 波段双极化相控阵天气雷达项目 | 70% | 95% | 0.00% | 0.00% |
| 平均值 | | | 67.25% | 95.55% | 29.19% | 58.57% |

上表第 7 项具系根据合同约定在系统验收完有 70%收款权，客户可以在 2021 年 12 月 31 日前支付，因此该款项未到约定的付款期限，款项公司争取在约定的时间内收回；上表第 5、6、8 项具有较大差异主要系当地的财政资金审批流程较预期长，但超过约定的回款时间不长，截至 2021 年 9 月 30 日的回款进度良好；第 9 项实际收款与合同具有较大差异主要系由于政府财政资金有所延后，造成实际回款进度与合同回款进度有所差异。

(2) 以终期验收确认收入的项目

| 序号 | 客户 | 项目 | 终期验收完成后，发行人取得收款权占合同总额的比例 | 终期验收完成后约定时间内实际收款进度 | 截至 2021 年 9 月 30 日的收款进度 |
|----|-----------|---------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|
| 1 | 广州市气象台 | 广州相控阵天气雷达购置项目 | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 2 | 广东省江门市气象局 | 江门相控阵天气雷达采购项目 | 95.00% | 95.00% | 100.00% |

| | | | | | |
|-----|-----------------|----------------------|---------|---------|---------|
| 3 | 广州市突发事件预警信息发布中心 | 广州国际航运中心气象保障工程购置经费项目 | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 4 | 深圳市气象局 | X波段双偏振相控阵雷达系统采购项目 | 90.00% | 70.00% | 70.00% |
| 平均值 | | | 96.25% | 91.25% | 92.50% |

报告期内，公司对政府客户或事业单位的销售收入占主营业务收入的比例较大。上述客户均为政府客户或事业单位，其付款资金来源主要来自当地的财政预算，且往往具有比较严格的预算控制和资金审批流程（需主管财政部门拨款到位后才能支付款项），受财政预算及资金划拨进度的影响，客户实际的回款进度与合同约定的回款进度存在一定差异具有合理性，由于政府客户或事业单位资信状况良好，上述款项回收不存在重大风险。

（二）对于以系统验收确认收入的项目，请按照项目逐项说明系统验收和终期验收的具体差异，终期验收如何执行、获取哪些数据、需要满足哪些政策要求和行业标准以及终期验收发挥的作用，达到终期验收是否存在先决条件，如是否需要组网运行，是否需要异常天气提供监测等，结合上述事项说明在系统验收时是否完成实质性验收

1、系统验收和终期验收的总体差异

报告期内，以系统验收作为收入确认时点的项目其系统验收和终期验收的合同中的具体差异如下所示：

| 序号 | 客户名称 | 项目名称 | 系统验收要求 | 终期验收要求 |
|----|--------|------------------|--|--|
| 1 | 中山市气象局 | X波段相控阵雷达协同组网建设项目 | X波段相控阵雷达协同组网建设项目系统安装调试完成，达到可使用状态后，投入观测业务试运行，系统运行稳定，气象数据收发正常，气象产品符合合同要求时，乙方书面向甲方提出验收申请，甲方接到申请后3个工作日内组织人员对系统进行验收，并在5个工作日内出具系统验收报告。甲方出具系统验收报告后，视为乙方已完成该项目的交付。 | X波段相控阵雷达协同组网建设项目系统验收后，乙方准备好所有相关材料，书面向甲方提出验收申请，甲方接到申请后5个工作日内，组织相关专家对该项目（除运维保障服务以外的全部建设内容）进行终期验收，并在5个工作日内出具项目终期验收报告。 |

| | | | | |
|---|-------------------------|--|---|---|
| 2 | 惠州市 气象局 | 惠州新一代 天气雷达设 备购置安装 及软硬件 | 乙方完成全部设备的架 设、安装和调试，达到可 使用状态后，投入观测业 务试运行，系统运行稳 定，气象数据收发正常， 气象产品符合合同要求 时，乙方书面向甲方提出 验收申请，甲方接到申请 后3个工作日内组织人员 对系统进行验收，并在5 个工作日内出具系统验收 报告。甲方出具系统验收 报告后，视为乙方已完成 该项目的交付。 | 项目通过系统验收之日 起，组网运行二个月后， 乙方书面向甲方提出终期 验收申请，甲方接到申请 后5个工作日内组织人员 对雷达系统进行终期验 收，并在10个工作日内 出具终期验收报告。 |
| 3 | 广东省 江门市 气象局 | 江门 X 波段 双极化相控 天气雷达精 细化观测系 统采购项目 | 乙方完成 X 波段双极化相 控阵天气雷达精细化观测 系统建设，系统安装调试 完成，投入观测业务试运 行后，系统数据达到稳定 状态，气象数据产品符合 合同要求时，乙方书面向 甲方提出验收申请，甲方 接到申请后3个日历日内 组织人员对精细化观测系 统进行验收，并在5个日 历日内出具系统验收报 告。 | X 波段双极化相控阵天气 雷达精细化观测系统系统 验收后，乙方准备好所有 相关材料，书面向甲方提 出验收申请，甲方接到申 请后5个日历日内，按照 市政府相关规定对采购项 目（除运维保障服务以外 的全部建设内容）进行终 期验收，并在5个日历日 内出具项目终期验收报 告。 |
| 4 | 珠 海 市 气 象 局 | 珠海市气象 局网络化双 偏振 X 波段 有源相控阵 天气雷达系 统采购项目 | 乙方完成珠海市气象局网 络化双偏振 X 波段有源相 控阵天气雷达系统建设， 包括4部雷达通电通网 络，4部雷达完成组网，数 据中心投入使用，并向甲 方提供雷达气象产品服务。 网络化天气雷达系统投入 观测业务试运行一个月， 系统达到稳定运行状态 后，乙方向甲方提出书面 验收申请，甲方收到申请 后按照《珠海市气象局网 络化双偏振 X 波段有源 相控阵天气雷达系统采购 项目要求》“4、雷达系 统，5、雷达系统软件要 求”要求组织系统验收。 | 系统验收和行业验收完 成后，乙方准备好所有相 关材料，向甲方提出书面 验收申请，甲方按照珠海 市政府投资项目相关规定 组织项目竣工验收。乙方 应将全部有关资料文档（ 含隐蔽工程资料、竣工图 纸、施工过程资料、影像 等）做成完整归档资料 验收前提供给甲方。 |
| 5 | 福 建 省 福 州 市 气 象 局 | X 波段相控 阵双偏振天 气雷达项目 | 乙方完成 X 波段相控阵双 偏振天气雷达建设，系统 安装调试完成，投入观测 业务试运行后，系统数据 达到稳定状态，气象数据 | X 波段相控阵双偏振天气 雷达系统验收后，经3个 月试运行，系统稳定无故 障，中标方准备好所有相 关材料，书面向采购方提 |

| | | | | |
|---|-----------|---|---|---|
| | | | 产品符合合同要求时，中标方书面向采购方提出验收申请，采购方接到申请后 7 个日历日内组织人员按照政府相关规定对采购项目（除运维保障服务以外的全部建设内容）进行验收，并在 7 个日历日内出具系统验收报告。 | 出验收申请，采购方接到申请后 7 个日历日内，按照市政府相关规定对采购项目（除运维保障服务以外的全部建设内容）进行终期验收，并在 10 个日历日内出具项目终期验收报告。 |
| 6 | 福建省福州市气象局 | X 波段双偏振相控阵天气雷达 | 中标人完成 X 波段双偏振相控阵天气雷达建设，系统安装调试完成，达到可使用状态后，投入观测业务试运行，系统数据达到稳定状态，气象数据产品符合合同要求时，中标人书面向采购人提出验收申请，采购人接到申请后 7 个日历日内组织人员对采购项目（除运维保障服务以外的全部建设内容）进行验收，并在 7 个日历日内出具系统验收报告。 | X 波段相控阵双偏振天气雷达系统验收后，中标人准备好所有相关材料，书面向采购人提出验收申请，采购人接到申请后 7 个日历日内，组织相关专家对采购项目（除运维保障服务以外的全部建设内容）进行终期验收，并在 10 个日历日内出具项目终期验收报告。 |
| 7 | 广东省东莞市气象局 | 东莞市气象综合观测能力提升工程-X 波段双极化有源相控阵天气雷达设备及附属设备系统配套服务 | 雷达系统安装调试完成，达到可使用状态后，投入观测业务试运行，系统运行稳定，气象数据收发正常，气象产品符合合同要求时，中标方书面向采购方提出验收申请，采购方接到申请后 7 个工作日内组织人员对雷达系统进行验收，并在 5 个工作日内出具系统验收报告。 | 雷达系统验收后，中标方准备好所有相关材料，书面向采购方提出验收申请，采购方接到申请后 7 个工作日内，组织相关专家对采购项目（除运维保障服务以外的全部建设内容）进行项目整体验收，并在 5 个工作日内出具项目验收报告。 |
| 8 | 广东省江门市气象局 | 江门市季风强降水监测网 X 波段双极化相控阵天气雷达采购项目 | 乙方完成 X 波段双极化相控阵天气雷达系统建设，安装调试完成，雷达投入观测业务试运行后，运行稳定、数据采集和输出正常、气象产品符合合同要求时，乙方书面向甲方提出验收申请，甲方接到申请后 3 个日历日内组织人员对雷达系统进行验收，验收合格的，甲方在 5 个日历日内出具系统验收报告。 | X 波段双极化相控阵天气雷达系统验收后，乙方准备好所有相关材料，书面向甲方提出验收申请，甲方接到申请后 5 个日历日内，按照市政府相关规定对采购项目（除运维保障服务以外的全部建设内容）进行终期验收，验收合格的，甲方在 5 个日历日内出具项目终期验收报告。 |
| 9 | 广东省佛冈县气象局 | 佛冈县 X 波段双极化相控阵天气雷 | 雷达安装调试完成，达到可使用状态后，投入观测业务试运行，系统运行稳 | X 波段双极化相控阵天气雷达系统验收后，中标方准备好所有相关材料，书 |

| | | | | |
|--|--|-----|--|---|
| | | 达项目 | 定，气象数据收发正常，气象产品符合合同要求时，中标方书面向采购方提出验收申请，采购方接到申请后 3 个工作日内组织人员对雷达系统进行验收，并在 5 个工作日内出具系统验收报告。采购方出具系统验收报告后，视为中标方已完成该期项目的交付 | 面向采购方提出验收申请，采购方接到申请后 5 个工作日内，组织相关专家对采购项目（除运维保障服务以外的全部建设内容）进行终期验收，并在验收合格后 5 个工作日内出具项目终期验收报告。 |
|--|--|-----|--|---|

系统验收与终期验收的主要差异：①系统验收主要对发行人建设的 X 波段相控阵雷达协同组网建设项目建设是否可以正常运行，技术性能指标（如覆盖范围、扫描仰角范围等指标）是否符合相关要求，是否能稳定输出约定的气象产品图例（如降水产品、风速产品等）；②公司在提出终期验收时，将全过程的所有资料进行整理并归档，终期验收发挥的作用主要是一方面丰富典型天气抓取案例，另一方面进一步验证雷达运行的稳定性，另外，对公司与气象局开展业务全过程的规范性及完整性进行检查及验收，同时作为气象局付款时间节点的影响因素之一。

2、雷达设备从出厂到验收过程情况

以中山项目为例：

1) 出厂前发行人自检

①技术参数出厂测试。2020 年 10 月 20 日，公司对每台有源相控阵天气雷达系统编制《技术参数出厂测试报告》，该报告显示对雷达的距离分辨率、探测距离、峰值发射功率、体扫时间等 43 项技术指标进行测试，报告结果显示：X 波段双极化有源相控阵天气雷达检测结果表明雷达技术参数符合“X 波段相控阵雷达协同组网建设项目”合同要求。

②出厂检验报告。2020 年 11 月，公司编制《出厂检验报告》，对产品的整体性进行检验，包括产品的一般要求、规格参数、整机运转、密封性、性能指标等项下的 32 项目进行检验，检验结论为：X 波段双极化有源相控阵天气雷达符合合同和投标书的技术指标要求。

2) 公司出具合格证书

通过技术参数出厂测试和出厂检验后，公司对出厂前每台雷达出具合格证、软件授权书和铭牌。

3) 气象局进行出厂验收

2020年11月，中山市气象局组织专家对产品进行出厂验收，主要按照公司出厂验收测试大纲进行。

①依据和引用文件

A.GB/T 12648-1990 天气雷达通用技术条件

B.GB/T 12649-2017 气象雷达参数测试方法

C.GJB 3310-98 雷达天线分系统性能测试方法方向图

D.SJ20884-2003 相控阵天线测试方法

②主要测试流程为：A.测试前，测试工作组对测试准备工作进行检查，主要内容有：待测系统情况，测试仪器、参试人员等方面的准备工作，确认准备完成后正式开始功能性测试；B.测试中，在客户的监督下由公司测试人员依照测试步骤对测试项目逐项进行测试；C.测试后，测试工作组对功能性测试结果进行确认，并出具测试报告。测试完成后编制功能性能测试记录表和现场测试记录。

③测试项目及要求

| 序号 | 测试项目 | 指标要求 |
|----|----------------|--|
| 1 | 雷达外观 | 外观完整、无砂眼、明显刮伤、漆面掉漆破损、无锈迹、变形、裂痕 |
| 2 | 扫描范围 | 方位：0~360°，俯仰：-2~60° |
| 3 | 体扫时间 | ≤60s（方位：0~360°，俯仰：0~30° 不少于17层无间隔扫描） |
| 4 | 最大副瓣电平 | 法向方向波束：≤-23dB 且其他方向（以天线法向方向为0°，电扫±30°）波束≤-21dB |
| 5 | 双线偏振波束角度误差 | 电扫方向上双线偏振波束角度误差：以天线法向方向为0°，电扫±30° 波束≤5% |
| 6 | 双线偏振 3dB 波束宽度差 | 电扫方向上双线偏振 3dB 波束宽度误差：以天线法向方向为0°，电扫±30° 波束≤5% |
| 7 | 波束数量 | ≥4 |
| 8 | 系统极限改善因子 | ≥50dB |

| | | |
|----|----------|--------------------------------|
| 9 | 整机峰值功率 | $\geq 350\text{W}$ |
| 10 | 接收系统动态范围 | $\geq 95\text{dB}$ |
| 11 | 最小可测功率 | $\leq -110\text{dB}$ (带宽 1MHz) |
| 12 | 系统噪声系统 | $\leq 4\text{dB}$ |

④雷达设备出厂验收报告

根据出厂验收现场测试情况并形成相关测试记录，由中山市气象局组织专家组出具专家验收意见：“1.提交的验收资料完整，符合采购项目要求；2.交验 2 部 ATXP0364 型 X 波段双极化有源相控阵天气雷达（序列号 d19c9560081c1568、eb11790e8b975776），雷达规格、型号、数量符合合同要求；3、雷达功能和主要技术参数指标满足合同要求”。

公司取得《雷达设备出厂验收报告》，已表明公司雷达功能和主要技术参数指标已满足合同要求。

4) 系统验收

公司在出厂验收后，将雷达设备运送到指定地点安装并调试后，将雷达数据服务器、雷达控制服务器与雷达进行连通，设置雷达工作状态，雷达系统便可转入天气探测业务运行，此时进入了系统验收阶段。

公司的雷达产品稳定运行，输出气象数据产品符合合同相关要求后，公司准备好雷达塔第三方检测报告、电磁辐射检测报告、系统验收报告等资料一并递交给气象局申请系统验收。系统验收主要关注公司雷达产品是否能稳定输出合同约定的气象产品，中山项目输出的气象产品如下所示：

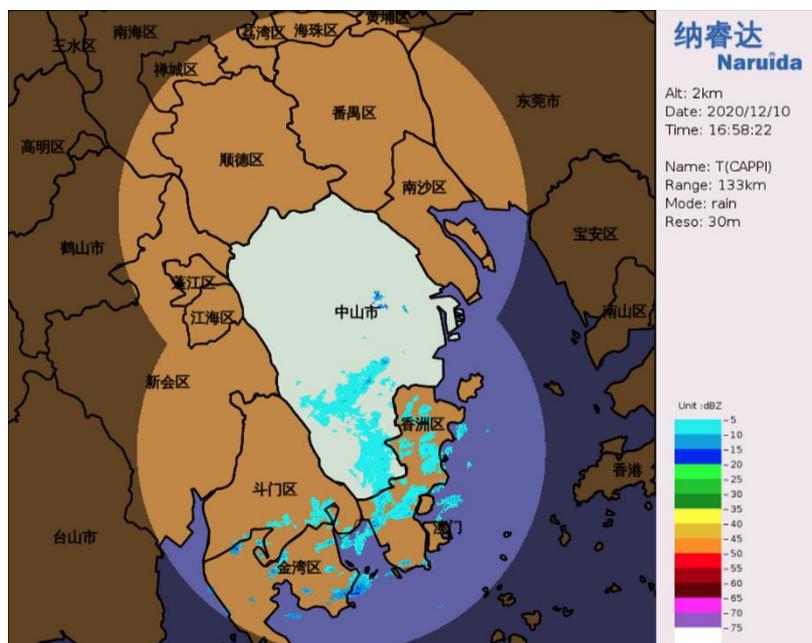
①基本融合气象产品

基本融合气象产品中包括：基本原始反射率因子（T）融合产品、基本反射率因子（Z）融合产品、基本谱宽（W）融合产品、组合反射率（CR）融合产品、组合反射率等值线（CRC）融合产品、差分反射率因子（ZDR）融合产品、差分传播相移率（KDP）融合产品、关系数（CC）融合算法模块、最大值（MAX）融合产品等，以基本原始反射率因子（T）融合产品为例：

A.基本原始反射率因子（T）融合产品

基本原始反射率因子就是未经过衰减订正的反射率因子。可用于估计冰雹

可能性，确定风暴结构，定位边界和降水中心。高分辨率情况下还可以探测冷锋、干线、雷暴外流边界、鸟群、昆虫以及烟羽，也可探测非常小的降水（雪和毛毛雨）和中高高度上云中的冰晶。

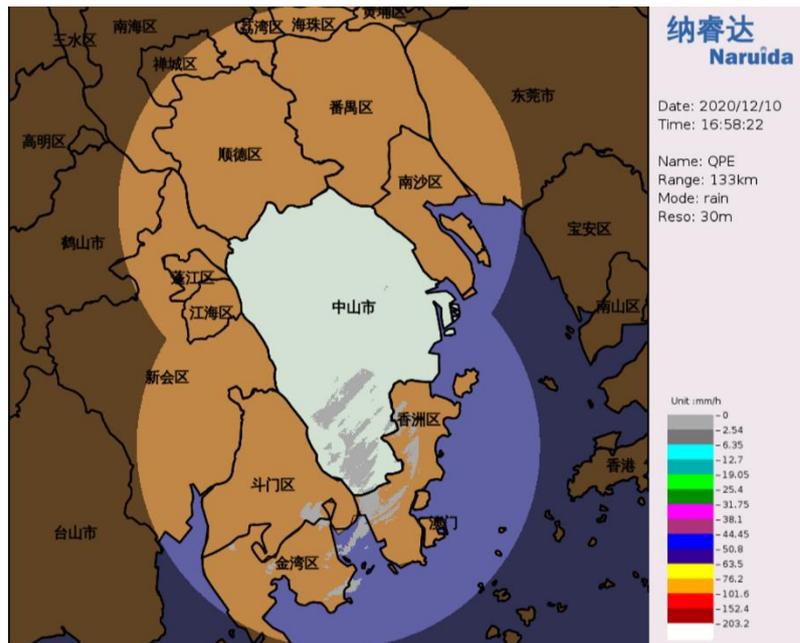


②降水产品

降水产品中包括：降水估计（QPE）融合产品、一小时累积降水量（OHP）融合产品、三小时累积降水量（THP）融合产品，以降水估计（QPE）融合产品为例：

A.降水估计（QPE）融合产品

利用 X 波段双偏振相控阵雷达的差分传播相移率（KDP）产品的敏感性，结合反射率因子与差分传播相移率（KDP），完成精确的降雨估计。

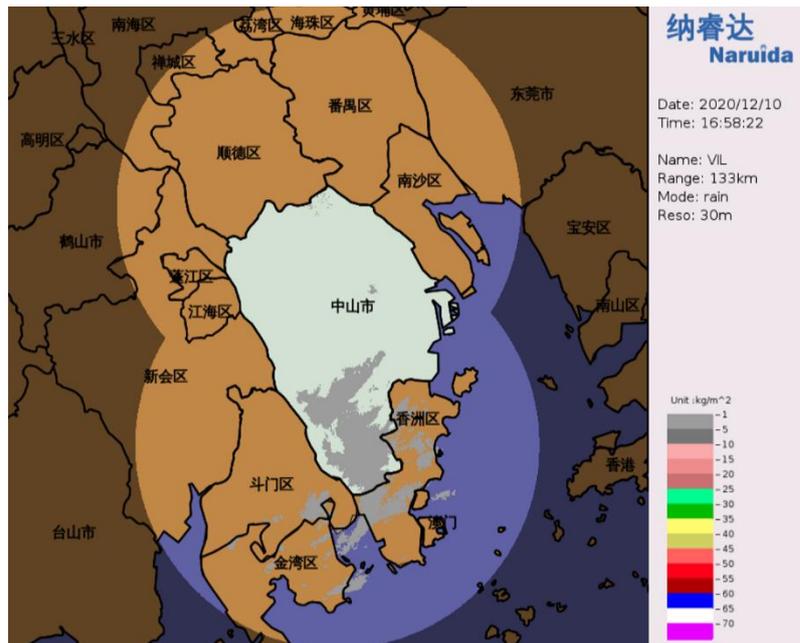


③风暴产品

风暴产品包括：风暴追踪信息（STI）融合产品、风暴结构（SS）融合产品、冰雹指数（HI）融合产品、剖面产品、弱回波区（WER）产品、回波顶（ET）融合产品、回波顶（ETC）等值线产品、垂直累积含水量（VIL）融合产品、强天气分析（SWA）融合产品、强天气概率（SWP）融合产品，以垂直累积含水量（VIL）融合产品为例：

A.垂直累积含水量（VIL）融合产品

回波顶产品可用于识别明显的风暴特征。其融合拼图产品，通过雷达极坐标系转为笛卡尔坐标系后，再通过拼图处理模块算法，完成不同雷达站点的数据融合拼图处理(最大值法，最近邻法，加权平均法等)，最终以 CAPPI 的形式显示出来。



④风场产品

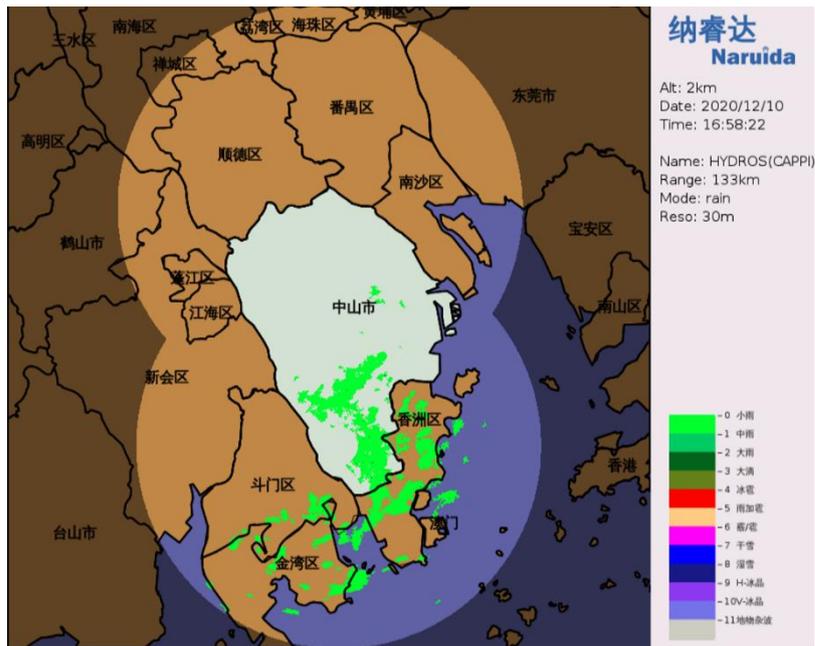
风场产品包括：三维风场产品，多普勒雷达探测到的只是风速的径向分量，而利用相控阵雷达网的多部雷达组成的雷达区域探测网能够明显提高大气风场的反演精度。反演的三维风场有助于了解风的流场结构，并判断其未来发展状况。这对于中小尺度对流灾害性天气（如龙卷、强风暴、微下击暴流）的监测以及临近预报方面发挥十分重要的作用。

⑤气旋产品

气旋产品主要包括：中尺度气旋（MESO）融合产品、龙卷涡旋特征（TVS）融合产品。

⑥粒子相态分类产品

粒子相态分类产品包括：粒子相态分类（HCL）融合产品，双偏振雷达通过发射水平和垂直方向的电磁波以及采用不同的信号处理方式得到多种测量参数，用于观测降水粒子的大小、形状、相态和空间上的翻滚等信息，揭示各种降水系统中小雨滴、大雨滴、霰、冰雹、雪花、冰晶等多种水凝物粒子的分布，为研究降水系统的微物理和动力结构提供了观测依据。



⑦系统验收意见

验收专家组由各地气象局进行组织，邀请的专家一般需要具有雷达或气象观测相关专业背景，同时具有副高职称。专家组组长由专家组内部推举，一般是在从事雷达或气象观测行业时间较长，具有丰富的工作经验的专家担任。

中山市气象局于 2020 年 12 月 19 日出具系统验收报告：“X 波段相控阵雷达协同组网建设项目系统安装调试完成，达到可使用状态，投入观测业务试运行，系统运行稳定，气象数据收发正常，气象产品符合合同要求。该项目建设内容达到合同要求的系统验收条件，验收专家组同意项目通过系统验收。”

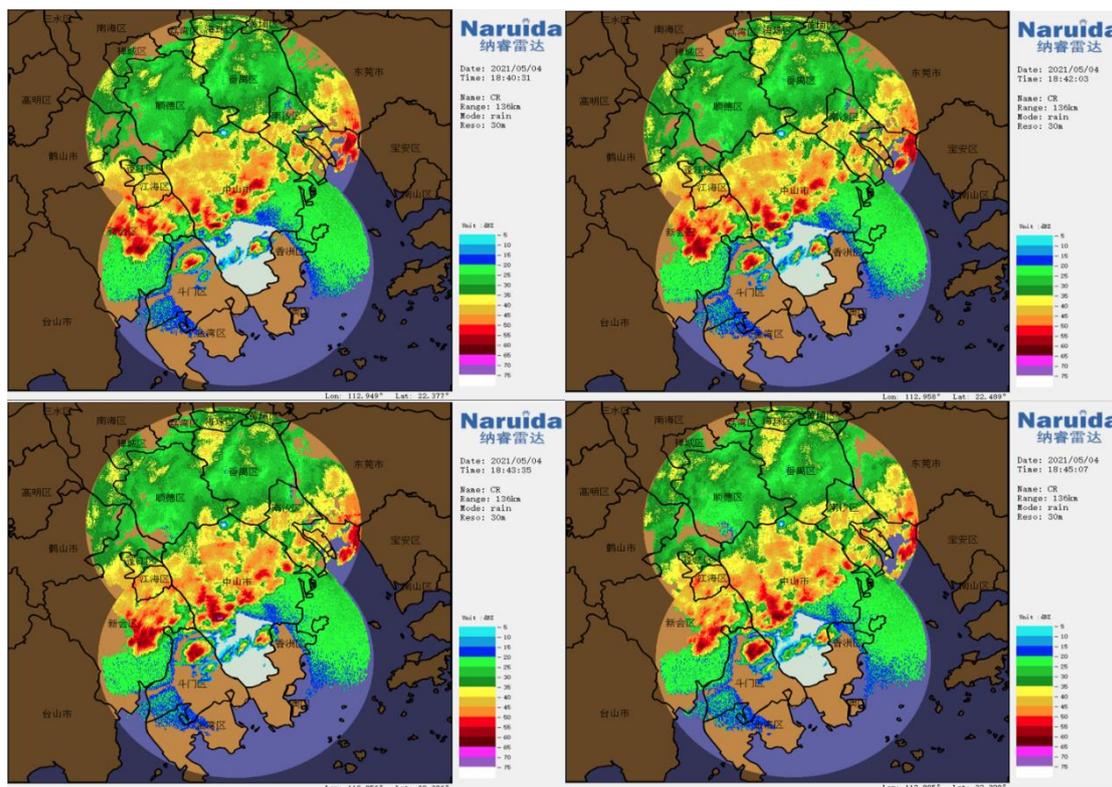
5) 终期验收

由于目前国家或地方气象局没有对 X 波段双偏振相控阵雷达验收具体规定，因此，终期验收没有明确的前提条件。系统验收完后，雷达系统继续运行，公司对雷达运行的情况进行记录，形成项目运行报告，在申请终期验收时与项目其他全部资料进行归档整理一并提交给中山市气象局，终期验收主要是丰富典型天气抓取案例，并进一步验证雷达运行的稳定性。典型案例如下：

①2021 年 5 月 4 日暴雨过程

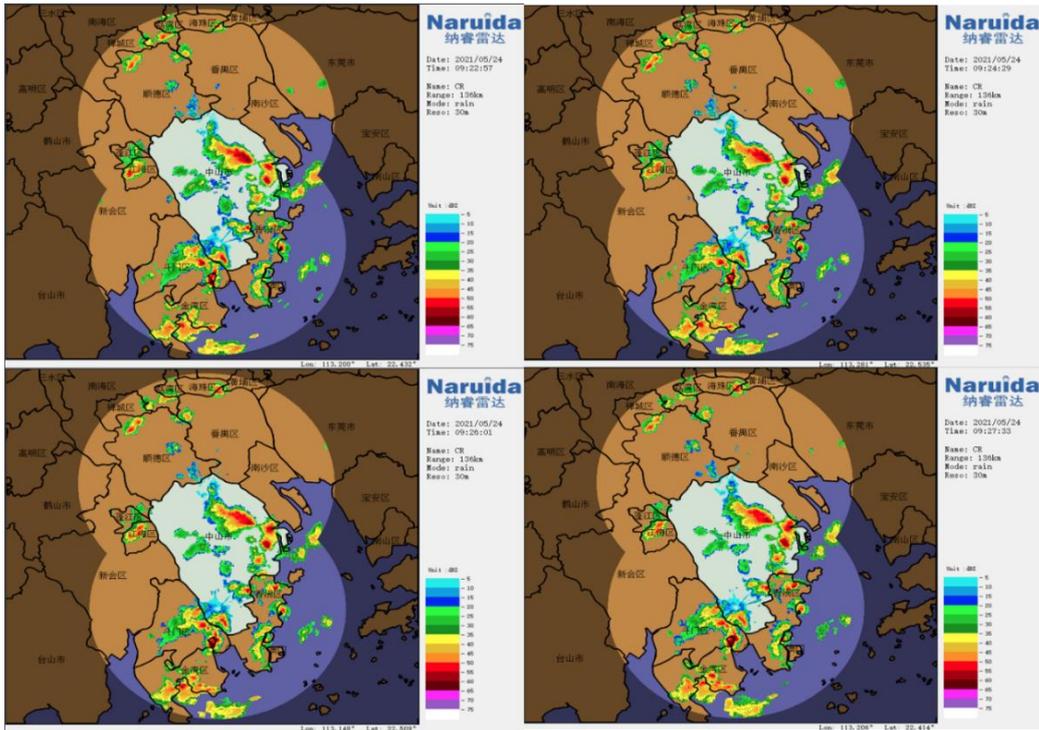
图为 2021 年 5 月 4 日的暴雨过程的 X 波段双偏振相控阵雷达组网的组合反射率因子图。可以看到此时中山中北部区域被暴雨覆盖，反射率回波强度大部

分超过 45dBz，且多个体扫中回波变化缓慢，说明降水量较大、降水时间持续不断。而中山南部地区只有局部的小单体回波存在，大部分地区都无降水过程。



②2021年5月24日局地短时强降水过程

图为 2021 年 5 月 24 日的局地短时强降水过程的 X 波段双偏振相控阵雷达组网的组合反射率因子图。此时降水云团位于中山区域内，强中心处的反射率值超过 55dBz，呈团状分布。且多个体扫内云团移动缓慢，给当地带来短时强降水。



③终期验收意见

中山市气象局于 2021 年 9 月 2 日出具终期验收报告：“该项目建设符合合同规定，同意通过终期验收。”

3、每个项目系统验收与终期验收的具体差异

由于江门三期及佛冈项目未进行终期验收，因此以下对除江门三期及佛冈项目外 7 个项目进行具体分析：

(1) 中山项目

中山项目系统验收与终期验收的具体详见本题“2、项目验收过程情况”的详细内容。

(2) 惠州项目

1) 系统验收

公司的雷达产品稳定运行，输出气象数据产品符合合同相关要求后，公司准备好雷达塔第三方检测报告、电磁辐射检测报告、系统验收报告等资料一并递交给气象局申请系统验收。惠州项目输出的气象产品类型与中山项目相同。

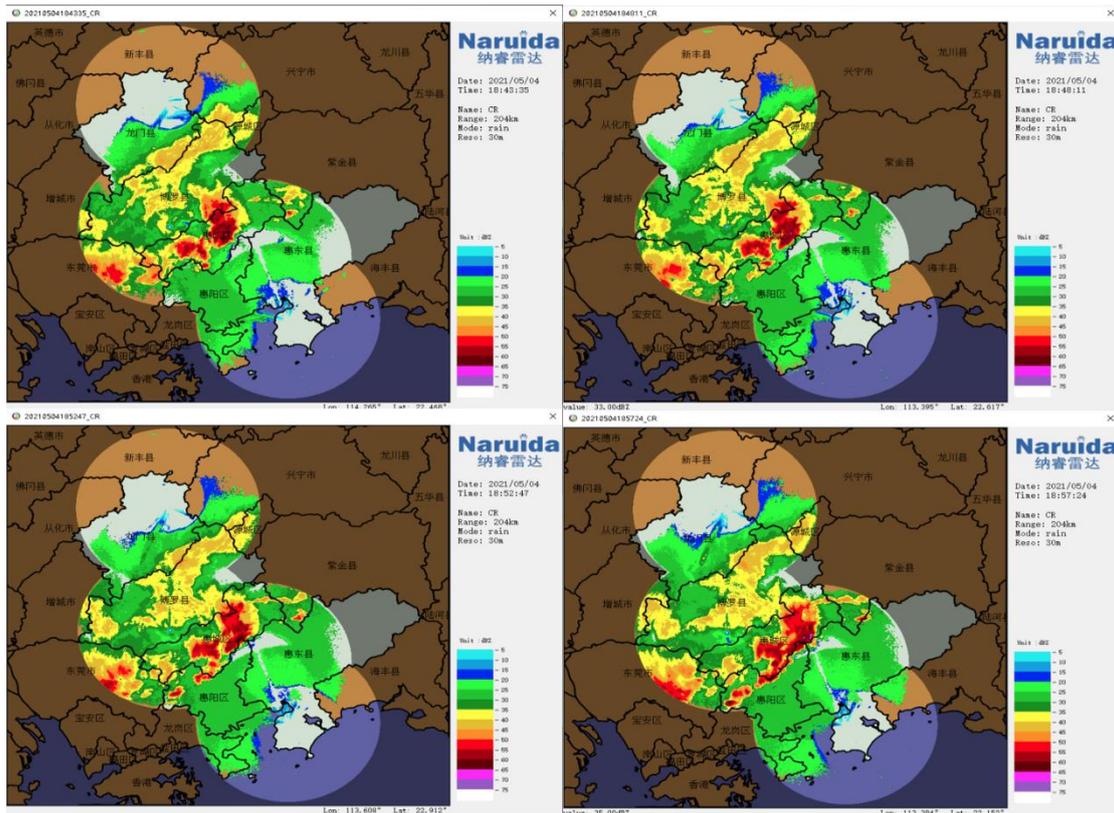
惠州市气象局于 2020 年 12 月 27 日出具系统验收报告：“承建方已按合同

及补充协议要求，完成全部设备的架设、安装和调试，达到可使用状态后，投入天气观测业务试运行，系统运行稳定，气象数据收发正常，气象产品符合合同要求，达到系统验收条件。专家组同意通过系统验收。”

2) 系统验收到终期验收的过程

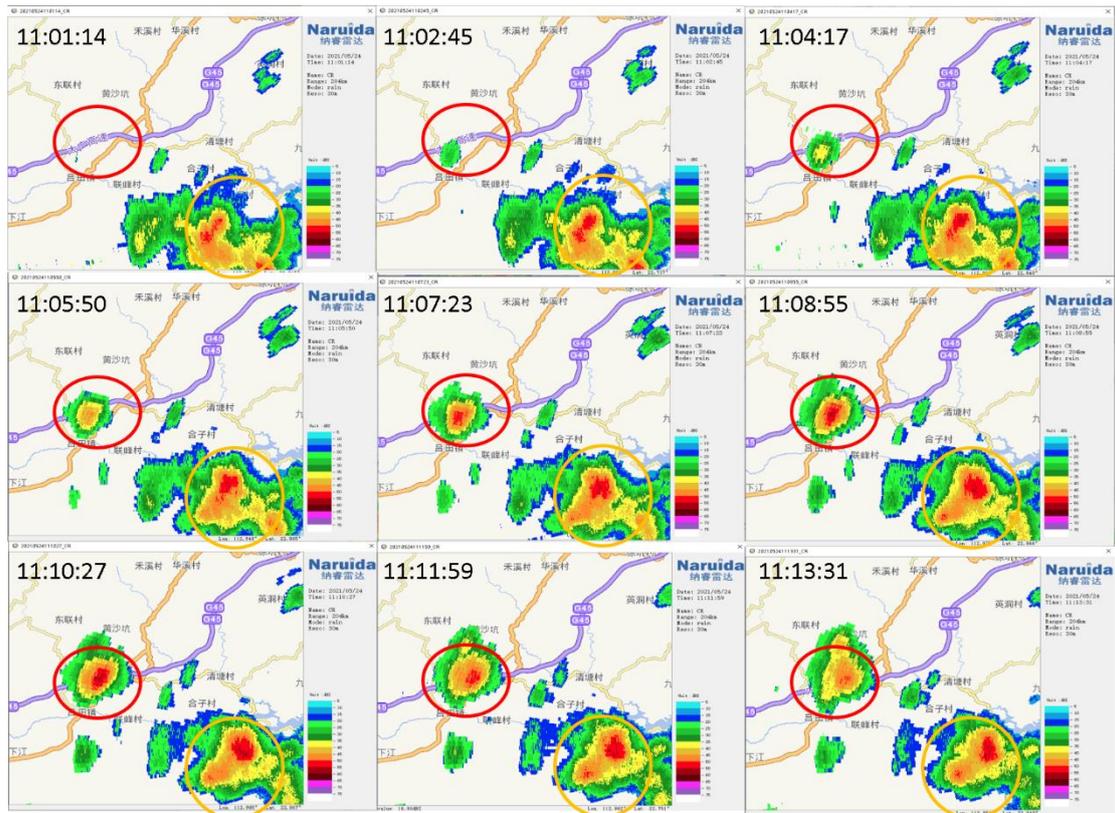
项目通过系统验收后，雷达系统继续运行，公司的技术人员每日定期对雷达系统进行巡检，对雷达控制软件、气象产品生产软件等运行状态并形成系统巡检记录。

在此过程中雷达捕捉到 2021 年 5 月 4 日的暴雨过程，可以看到此时惠州的惠城区被暴雨覆盖，强中心区域回波强度超过 60dBz 以上，且多个体扫中回波变化缓慢，说明降水量较大、降水时间持续不断。而惠州南部地区的回波较弱，整体反射率不超过 35dBz，且呈扇状分布，降雨量较少。



2021 年 5 月 24 日的局地短时强降水过程，图中红色圆圈内是一次局地快速生消的云团演变过程。11 点 02 分时雷达观测到该云团回波，11 点 06 分时云团已经加强，纹理结构明显，中心强度达到 45dBz 以上。随后云团在原地继续发展，最强回波强度达到 60dBz 以上，给当地带来短时降水。图中黄色圆圈内的云团回波的强度值达到 60dBz 以上，且强中心在原地持续了一段时间，此时可

以判断云团将给当地带来短时强降水过程。



3) 终期验收

系统验收完后，雷达系统继续运行，公司对雷达运行的情况进行记录，形成项目运行报告，在申请终期验收时与项目其他全部资料进行归档整理一并提交给惠州市气象局，终期验收主要是丰富典型天气抓取案例，并进一步验证雷达运行的稳定性。

惠州市气象局于 2021 年 9 月 14 日出具终期验收报告：“该项目建设符合合同规定，同意通过终期验收。”

(3) 江门二期项目

1) 系统验收

公司的雷达产品稳定运行，输出气象数据产品符合合同相关要求后，公司准备好雷达塔第三方检测报告、电磁辐射检测报告、系统验收报告等资料一并递交给气象局申请系统验收。江门二期项目输出的气象产品类型与中山项目相同。

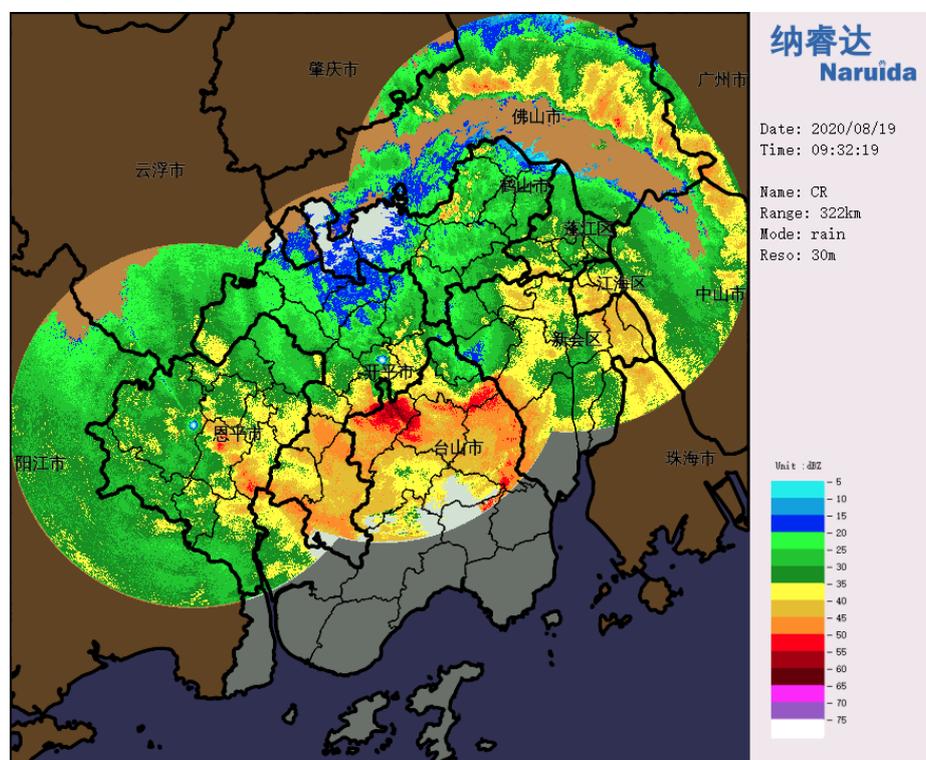
广东省江门市气象局于 2020 年 6 月 28 日出具系统验收报告：“完成 X 波段双极化相控阵天气雷达精细化观测系统建设，系统安装调试完成，投入观测业务试运行后，系统达到稳定状态，气象数据产品符合合同要求。”

2) 系统验收到终期验收的过程

项目通过系统验收后，雷达系统继续运行，公司的技术人员每日定期对雷达系统进行巡检，对雷达控制软件、气象产品生产软件等运行状态并形成系统巡检记录。

在此过程中雷达捕捉到 2020 年 8 月 19 日的台风“海高斯”（强热带风暴级）演化过程。2020 年 8 月 19 日 9 时，台风“海高斯”（强热带风暴级）由珠海市向西移动进入江门市台山市区域。10 时“海高斯”到达开平市区域，中心附近最大风速 10 级（25 米/秒）。

图为江门 4 台 X 波段双偏振相控阵雷达的组合反射率图。从图中可以观测从 9 点 30 分到 10 点 30 分，台风“海高斯”的中心云团向西北方向移动穿过江门中心区域时，云团回波快速生消变化的演化过程。



通过精细化、分钟级别的台风演变过程，可以帮助预报人员在更快的时间内对台风天气过程进行评估与预报。对事后灾害情况的评估也起到重要作用。

3) 终期验收

系统验收完后，雷达系统继续运行，公司对雷达运行的情况进行记录，形成项目运行报告，在申请终期验收时与项目其他全部资料进行归档整理一并提交给广东省江门市气象局，终期验收主要是丰富典型天气抓取案例，并进一步验证雷达运行的稳定性。

广东省江门市气象局于 2020 年 11 月 21 日出具终期验收报告：“该项目建设内容达到项目合同要求，验收人员同意项目通过终期验收。”

(4) 珠海项目

1) 系统验收

公司的雷达产品稳定运行，输出气象数据产品符合合同相关要求后，公司准备好相关资料递交给气象局申请系统验收，珠海市气象局组织专家在气象局现场查看公司雷达输出的产品，并听取气象预报员的对气象产品的使用情况。

珠海市气象局于 2019 年 6 月 30 日出具系统验收报告：“系统已按照合同中有关系统验收的要求完成建设，包括 4 部雷达通电通网络，4 部雷达完成组网，数据中心投入使用，并向珠海市气象局提供雷达气象产品服务。雷达系统硬件性能指标、软件功能和产品达到合同规定的要求，试运行以来，系统运行基本稳定可靠。”

2) 行业验收

珠海市气象局聘请第三方对项目进行行业验收，主要检测内容为：“根据检测依据要求，对珠海市气象局网络化双偏振 X 波段有源相控阵天气雷达系统信息化项目进行了软件功能性测试（项目主要建设内容、项目数据共享和交换、系统总体功能以及系统组成、双偏振 X 波段有源相控阵天气雷达控制软件系统、双偏振 X 波段有源相控阵天气雷达显示软件系统、网络化超精细化观测系统控制软件、网络化超精细化观测系统显示软件、网络化超精细化观测系统产品生成软件、双偏振 X 波段有源相控阵天气雷达定标软件、雷达数据传输与数据存储、雷达产品输出、数据中心建设方案内容及硬件设备核查（数据中心硬件清单、雷达设备清单），满足相关国家标准及建设方案的要求。”

第三方检测检测结论：“受检系统的功能正常、满足检测依据的要求，此次验收评测结果为通过。”

（5）福州一期项目

1) 系统验收

公司的雷达产品稳定运行，输出气象数据产品符合合同相关要求后，公司准备好雷达塔第三方检测报告、电磁辐射检测报告、系统验收报告等资料一并递交给气象局申请系统验收。福州一期项目输出的气象产品类型与中山项目相同。

福建省福州市气象局于 2020 年 9 月 28 日出具系统验收报告：“该项目已完成合同规定的建设内容，雷达系统投入天气观测运行以来，雷达数据质量稳定可靠，气象数据产品满足合同要求，专家组同意项目通过系统验收。”

2) 终期验收

系统验收完后，雷达系统继续运行，公司对雷达运行的情况进行记录，形成项目运行报告，在申请终期验收时与项目其他全部资料进行归档整理一并提交给福建省福州市气象局，终期验收主要是进一步验证雷达运行的稳定性。

福建省福州市气象局于 2020 年 12 月 16 日出具终期验收报告：“该项目已完成合同规定的建设内容，达到项目要求，同意通过终期验收。”

（6）福州二期项目

1) 系统验收

公司的雷达产品稳定运行，输出气象数据产品符合合同相关要求后，公司准备好雷达塔第三方检测报告、电磁辐射检测报告、系统验收报告等资料一并递交给气象局申请系统验收。福州二期项目输出的气象产品类型与中山项目相同。

福建省福州市气象局于 2020 年 11 月 25 日出具系统验收报告：“完成 X 波段双偏振相控阵天气雷达建设，系统调试完成，达到可使用状态后，投入观测业务试运行，系统数据达到稳定状态，气象数据产品符合合同要求。”

2) 系统验收到终期验收的过程

项目通过系统验收后，雷达系统继续运行，公司的技术人员每日定期对雷达系统进行巡检，对雷达控制软件、气象产品生产软件等运行状态并形成系统巡检记录。

3) 终期验收

系统验收完后，雷达系统继续运行，公司对雷达运行的情况进行记录，形成项目运行报告，在申请终期验收时与项目其他全部资料进行归档整理一并提交给福建省福州市气象局，终期验收主要进一步验证雷达运行的稳定性。

福建省福州市气象局于 2020 年 12 月 16 日出具终期验收报告：“该项目已完成合同规定的建设内容，通过系统验收，达到终期验收条件，同意通过终期验收。”

(7) 东莞项目

1) 系统验收和整体验收

公司的雷达产品稳定运行，输出气象数据产品符合合同相关要求后，公司准备好雷达塔第三方检测报告、电磁辐射检测报告、系统验收报告等资料一并递交给气象局申请系统验收和整体验收。东莞项目输出的气象产品类型与中山项目相同。

东莞市气象局于 2021 年 6 月 28 日出具系统验收报告：“项目完成了 3 部 X 波段双极化有源相控阵天气雷达布设，雷达系统完成安装调试，达到可使用状态，投入观测运行后，系统运行稳定，气象数据收发正常，输出气象产品符合合同要求。”根据发行人的申请及东莞气象局工作安排，同日对该项目进行了整体验收并出具整体验收报告：“承建方完成了 X 波段双极化有源相控阵天气雷达设备及附属设备系统配套服务—安装工程和土建工程，整个项目具备了投入天气观测运行的条件，同意项目通过整体验收。”由于东莞项目的系统验收和整体验收于同一日完成，没有系统验收和整体验收的过程。

综上，公司产品在出厂前需要履行严格质量控制程序：发行人自身对每台产品出具《技术参数出厂测试报告》、《出厂检验报告》；前述报告显示合格后，公司对每台雷达出具合格证、软件授权书和铭牌；地方气象局组织专家进行出厂前验收，并出具《雷达设备出厂验收报告》等，公司取得《雷达设备出厂验

收报告》，已表明公司雷达功能和主要技术参数指标已满足合同要求。

公司产品系统验收主要关注公司雷达产品是否能稳定输出合同约定的气象产品，一旦通过系统验收表明公司产品达到可使用状态，系统运行稳定，气象数据收发正常，气象产品符合合同要求，能供地方气象局正常使用。终期验收主要是丰富典型天气抓取案例，并进一步验证雷达运行的稳定性，由于目前国家或地方气象局没有对 X 波段双偏振相控阵雷达验收具体规定，从而终期验收没有明确的前提条件。综上，发行人产品通过系统验收后，地方气象局已取得雷达系统控制权及所有权。

4、终期验收的执行情况

（1）终期验收的执行情况

通过系统验收后，由公司向气象局提出验收申请，验收的具体过程：①公司整理好验收所需要的相关文件，向气象局提交材料申请进行验收；②气象局审核公司提交的相关材料后组织专家安排验收；③气象局组织召开验收会议，验收专家组听取项目完成情况的汇报，进行质询、讨论；④验收专家组形成验收意见，气象局向公司出具验收报告完成验收。

（2）获取哪些数据、需要满足哪些政策要求和行业标准以及终期验收发挥的作用

1) 获取哪些数据

在系统验收到终期验收的过程中，发行人的雷达产品获取的数据与系统验收时获取的数据及其输出的气象产品类型一致。

2) 需要满足哪些政策要求和行业标准

与新一代天气雷达系统业务验收不同，目前国家或地方气象局没有对 X 波段双偏振相控阵雷达验收具体规定。根据中国气象局监测网络司制定的《新一代天气雷达系统业务验收规定（试行）》，其中对于新一代天气雷达系统的运行期限的相关要求如下：

“第八条 雷达系统安装验收后试运行一年或一个汛期以上。

第九条 雷达系统无故障运行连续累计 300 小时以上（有关故障的说明见附

件一)，重大灾害性天气过程无漏测。”

与 S、C 波段新一代天气雷达系统对运行期限有明确要求不同，X 波段双偏振相控阵雷达属于近年来的创新性产品，目前中国气象局等相关机构尚未制定明确的针对其业务验收的相关规范或强制性标准，X 波段双偏振相控阵雷达的验收目前均为各地方气象局自行组织和安排，并未有明确的前提条件。

3) 终期验收发挥的作用

终期验收发挥的作用主要是一方面丰富典型天气抓取案例，另一方面进一步验证雷达运行的稳定性，另外，对公司与气象局开展业务全过程的规范性及完整性进行检查及验收，同时作为气象局付款时间节点的影响因素之一。

(3) 终期验收是否存在先决条件

对于以系统验收作为收入确认的项目，通常终期验收时不存在先决条件，但福建省福州市气象局地面相控阵采购项目和惠州市气象局项目在公司提出终期验收时，对产品的运行时间提出了一定要求。

福建省福州市气象的 X 波段相控阵双偏振天气雷达项目合同条款中约定：“X 波段相控阵双偏振天气雷达系统验收后，经 3 个月试运行，系统稳定无故障，中标方准备好所有相关材料，书面向采购方提出验收申请。”因为福建省福州市气象局是第一家采购雷达系统的省外客户，对产品的熟悉和认知程度较低，因此其终验条款与其他终验条款略有不同，但发行人在系统验收时已经达到系统运行平稳，数据质量稳定可靠，输出的气象产品符合合同的要求，且根据发行人的历史经验估计终期验收前出现故障的概率很低，因此在系统验收时已经完成了实质性验收。

惠州市气象局的惠州新一代天气雷达设备购置安装及软硬件项目合同条款中约定：“项目通过系统验收之日起，组网运行二个月后，乙方书面向甲方提出终期验收申请。”关于惠州市气象局的验收分析详见本题“(三) 惠州气象局项目的具体安装、验收过程，未严格按照合同约定步骤试运行及验收的原因，在系统验收时是否达到组网运行，单台试运行和组网运行对产品功能实现的影响，并结合该项目需要组网运行 2 个月可提出终期申请的约定条款说明在系统验收时是否完成实质性验收”中的相关分析。

综上，对于以系统验收确认收入的项目在系统验收时已经完成了实质性验收。

（三）惠州气象局项目的具体安装、验收过程，未严格按照合同约定步骤试运行及验收的原因，在系统验收时是否达到组网运行，单台试运行和组网运行对产品功能实现的影响，并结合该项目需要组网运行 2 个月可提出终期申请的约定条款说明在系统验收时是否完成实质性验收

1、惠州气象局项目的具体安装、验收过程

惠州市气象局项目的 4 台雷达分别位于惠州龙门、惠州惠东、惠州博罗及惠州铁涌，分别于 2020 年 11 月 26 日、2020 年 11 月 27 日、2020 年 11 月 30 日及 2020 年 12 月 16 日进行安装调试。

公司的雷达产品生产完毕后，由公司发往已经完成选址的安装地点，安装的具体过程：①将雷达产品架设到已经建设好的雷达塔上；②将架设好的雷达接入供电系统及网络系统，保证雷达能够正常运作及能够将搜集到的气象观测数据传输；③对雷达进行硬件及软件的调试，确保输出数据的准确性。

公司的雷达安装调试完毕后，由公司向气象局提出验收申请，验收的具体过程：①公司整理好验收所需要的相关文件，向气象局提交材料申请进行验收；②气象局审核公司提交的相关材料后组织专家安排验收；③气象局组织召开验收会议，验收专家组听取项目完成情况的汇报，进行质询、讨论；④验收专家组形成验收意见，气象局向公司出具验收报告完成验收。

2、未严格按照合同约定步骤试运行及验收的原因，在系统验收时是否达到组网运行

根据公司与惠州市气象局签订的协议对于初步验收的相关条款，公司在第一阶段 3 部 X 波段双偏振相控阵天气雷达运送到指定地点，并完成设备的架设、安装和调试并试运行一个月，公司可以向惠州市气象局申请初步验收。

签订主合同时，由于第 4 台雷达选址未确定，未对第四台雷达验收进行约定。在第 4 台雷达选址确定后，公司与惠州市气象局签订补充协议对全部 4 台雷达系统验收进行了约定。根据公司与惠州市气象局签订的补充协议对于系统验收的相关条款，公司完成全部设备的架设、安装和调试，达到可使用状态后，

投入观测业务试运行，系统运行稳定，气象数据收发正常，气象产品符合合同要求时，公司向惠州市气象局申请系统验收，惠州市气象局出具系统验收报告后，视为公司已完成该项目的交付。

综合上述关于初步验收和系统验收的条款分析，初步验收只对第一阶段的 3 台雷达进行约定试运行一个月，对于第四台安装的雷达没有试运行一个月的相关约定。

公司第一阶段的 3 台雷达分别位于惠州龙门、惠州惠东及惠州博罗，完成安装时间分别为 2020 年 11 月 26 日、2020 年 11 月 27 日及 2020 年 11 月 30 日，第二阶段的 1 台雷达位于惠州铁涌，惠州铁涌的雷达安装完毕后，4 台雷达已经在 2020 年 12 月 22 日完成组网运行。惠州市气象局于 2020 年 12 月 27 日在博罗组织召开了初步验收会确认项目第一阶段建设和运行满足合同要求，同意通过初步验收并出具了初步验收报告；同日召开了系统验收会确认项目的建设 and 天气观测业务试运行达到系统验收条件，同意通过系统验收并向公司出具了系统验收报告。其中惠州博罗的雷达的运行时间与合同中约定试运行一个月的时间相差 3 天，其主要原因为相关产品已稳定运行近一个月、同时惠州市气象局组织专家验收会需要协调专家及各方人员的时间。根据惠州市气象局出具的验收报告，惠州市气象局确认项目的建设 and 天气观测业务试运行达到系统验收条件，公司与惠州市气象局之间没有出现纠纷或者潜在纠纷的情况。

3、单台试运行和组网运行对产品功能实现的影响，并结合该项目需要组网运行 2 个月可提出终期申请的约定条款说明在系统验收时是否完成实质性验收

公司的雷达产品单台运行和组网运行之间比较，雷达的技术参数指标没有差异，最主要的差异在与观测范围的不同，在雷达组网运行后所观测的范围比单台运行观测的范围要大，收集的气象观测数据更多。

根据惠州市气象局项目的安装及验收过程，在系统验收时，发行人的四台雷达已经完成了组网运行，且输出的数据达到稳定状态、气象数据产品符合合同要求，达到验收条件并出具了系统验收报告。

根据与惠州市气象局的访谈，中介机构向惠州市气象局确认：“纳睿雷达是否已经完成系统验收的相关工作并向贵单位提出了验收申请，相关的材料和工

作是否已经得到贵单位的认可？贵单位是否出具了系统报告并认为该期项目已经交付？”；惠州市气象局答复为：“纳睿雷达已经完成系统验收的相关工作并提出了验收申请，并得到我单位的认可，出具了系统报告并认为该期项目已经交付，雷达等设备的所有权已经转移给我单位。”

综上，在系统验收阶段已完成实质性验收。

（四）与同行业可比公司收入确认政策的差异及原因，收入确认金额与项目合同金额存在差异的原因，收入金额确认的具体依据及其合理性。

1、与同行业可比公司收入确认政策的差异及原因

（1）公司收入确认的具体方法

1) 按时点确认的收入

① 公司销售雷达精细化探测系统，属于在某一时点履行履约义务，公司在产品交付使用、安装调试完成、运行稳定并经客户验收后确认收入。

（2）同行业可比公司的收入确认政策

| 同行业可比公司 | 收入确认方法 |
|---------|--|
| 四创电子 | 四创电子雷达及雷达配套、广电产品、电源产品、机动保障装备业务，以及能源系统和粮食信息化改造业务中的软、硬件销售业务均适用商品销售收入确认原则，在产品生产或安装完成并交付客户，经客户验收合格后确认收入实现。 |
| 国睿科技 | 雷达整机与子系统 民品收入确认时点：将产品交付并经客户验收合格后确认收入。 |
| 海兰信 | 海兰信直销产品分为内销和出口销售，收入确认时点分为下列情况： 对境外销售凡不需要安装的产品以产品报关离岸时作为收入确认时点； 对境外销售凡需要安装的产品以产品报关离岸时与安装验收后孰晚作为收入确认时点； 对境内销售凡不需要安装的产品以双方验收后作为收入确认时点； 对境内销售凡需要安装的产品以安装验收后作为收入确认时点。 |
| 雷科防务 | 雷科防务的营业收入主要包括商品销售收入和提供劳务收入，收入确认政策如下： 产品销售收入：内销产品收入确认销售收入实现，以货物已发出，买方已确认收货，相关收入和成本能可靠计量时，确认销售收入实现。出口产品收入以货物已报关并办妥货运手续确认销售收入。 |

通过与同行业可比公司的，同行业可比公司的销售需要安装的产品采取经客户验收后作为收入确认时点，公司的具体收入确认会计政策与同行业可比公司不存在重大差异。

2、收入确认金额与项目合同金额存在差异的原因

报告期内，公司实现雷达精细化探测系统产品的项目共有 13 个，项目合同金额和收入确认金额分别为 31,411.68 万元和 27,395.85 万元，各项目收入确认金额与合同金额的对比情况如下表所示：

单位：万元

| 序号 | 会计期间 | 客户名称 | 项目名称 | 招标金额 | 合同金额 | 收入确认金额 | 差异金额 | | |
|----|-----------|-----------------|--------------------------------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | 增值税 | 单项履约义务 | 合计 |
| 1 | 2019年度 | 珠海市气象局 | 网络化双偏振 X 波段有源相控阵天气雷达系统采购项目 | 6,473.96 | 5,391.50 | 4,734.12 | 649.60 | 7.77 | 657.37 |
| 2 | 2019年度 | 广州市气象台 | 广州相控阵天气雷达网购置项目 | 4,236.38 | 4,236.00 | 3,733.73 | 502.27 | - | 502.27 |
| 3 | 2019年度 | 广东省江门市气象局 | 江门相控阵天气雷达采购项目 | 920.00 | 918.86 | 800.53 | 118.33 | - | 118.33 |
| 4 | 2019年度 | 广州市突发事件预警信息发布中心 | 广州国际航运中心气象保障工程购置经费项目 | 1,000.00 | 999.80 | 899.37 | 100.43 | - | 100.43 |
| 5 | 2020年度 | 广东省江门市气象局 | 江门 X 波段双极化相控阵天气雷达精细化观测系统采购项目 | 3,750.61 | 3,750.36 | 3,250.54 | 409.82 | 90.00 | 499.82 |
| 6 | 2020年度 | 深圳市气象局 | X 波段双偏振相控阵雷达系统采购项目 | 1,500.00 | 1,499.60 | 1,333.35 | 166.25 | - | 166.25 |
| 7 | 2020年度 | 惠州市气象局 | 惠州新一代天气雷达设备购置安装及软硬件 | 3,723.08 | 3,722.89 | 3,210.23 | 412.65 | 100.00 | 512.65 |
| 8 | 2020年度 | 中山市气象局 | X 波段相控阵雷达协同组网建设项目 | 2,643.00 | 2,642.77 | 2,247.19 | 282.56 | 113.02 | 395.58 |
| 9 | 2020年度 | 福建省福州市气象局 | X 波段双偏振相控阵天气雷达 | 950.00 | 948.03 | 843.21 | 104.82 | - | 104.82 |
| 10 | 2020年度 | 福建省福州市气象局 | X 波段双偏振相控阵天气雷达 | 1,894.00 | 1,892.80 | 1,680.61 | 212.19 | - | 212.19 |
| 11 | 2021年1-6月 | 广东省江门市气象局 | 江门市季风强降水监测网 X 波段双极化相控阵天气雷达采购项目 | 1,104.53 | 1,104.48 | 832.73 | 107.35 | 164.40 | 271.75 |

| 序号 | 会计期间 | 客户名称 | 项目名称 | 招标金额 | 合同金额 | 收入确认金额 | 差异金额 | | |
|----|-----------|-----------|--|-----------|-----------|-----------|----------|--------|----------|
| | | | | | | | 增值税 | 单项履约义务 | 合计 |
| 12 | 2021年1-6月 | 广东省东莞市气象局 | 东莞市气象综合观测能力提升工程-X波段双极化有源相控阵天气雷达设备及附属设备系统配套服务 | 3,505.18 | 3,504.80 | 3,122.44 | 382.35 | - | 382.35 |
| 13 | 2021年1-6月 | 广东省佛冈县气象局 | 佛冈县 X 波段双极化相控阵天气雷达项目 | 800.00 | 799.80 | 707.79 | 92.01 | - | 92.01 |
| 合计 | | | | 32,500.74 | 31,411.68 | 27,395.85 | 3,540.64 | 475.19 | 4,015.83 |

项目招标金额与签订合同金额基本没有差异，其中珠海项目差异金额为 1,082.46 万元，主要系其招标金额中包含了三年运维保障服务，运维保障服务另外签订了合同，合同金额为 949.13 万元。

项目合同金额与收入确认金额之间的差异系 4,015.83 万元。其原因：一是项目合同金额系含增值税金额，收入确认金额系不含增值税金额，两者之间因增值税的影响导致差异 3,540.64 万元；

二是根据《企业会计准则第 14 号——收入》第九条的相关规定，企业需要识别合同中是否包含各单项履约义务，并分别确认收入，按此规定，公司部分项目合同中可识别的单项履约义务（如运维保障服务）累计金额 475.19 万元。具体为：

（1）2019 年度，珠海市气象局的网络化双偏振 X 波段有源相控阵天气雷达系统采购项目，合同金额 5,391.50 万元。其中可识别两项单项履约义务，系防火墙安全规则库每年更新服务和日志审计系统升级维护服务，累计金额 7.77 万元。该服务属于在某一时段履行履约义务，在公司提供服务时，按照服务期分摊确认收入。

（2）2020 年度，广东省江门市气象局的 X 波段双极化相控天气雷达精细化观测系统采购项目，合同金额 3,750.36 万元。其中可识别一项单项履约义务，系在公司免费质保期结束后，客户单独购买 1 年质保服务，金额 90.00 万元。该服务属于在某一时段履行履约义务，在公司提供服务时，按照服务期分摊确

认收入。

(3) 2020 年度，惠州市气象局的惠州新一代天气雷达设备购置安装及软硬件项目，合同金额 3,722.89 万元，其中可识别一项单项履约义务，系雷达系统运维保障服务 100.00 万元。该服务属于在某一时段履行履约义务，在公司提供服务时，按照服务期分摊确认收入。

(4) 2020 年度，中山市气象局的 X 波段相控阵雷达协同组网建设项目，合同金额 2,642.77 万元。其中可识别一项单项履约义务，系雷达系统运行维护保障服务 113.02 万元。该服务属于在某一时段履行履约义务，在公司提供服务时，按照服务期分摊确认收入。

(5) 2021 年 1-6 月，广东省江门市气象局的江门市季风强降水监测网 X 波段双极化相控阵天气雷达采购项目，合同金额 1,104.48 万元。其中可识别三项单项履约义务，系雷达系统全面运行维护保障服务 90.00 万元、防雷设施维护保障服务 24.00 万元和雷达站相关配套设施综合服务 50.40 万元，累计金额 164.40 万元。该服务属于在某一时段履行履约义务，在公司提供服务时，按照服务期分摊确认收入。

3、收入金额确认的具体依据及其合理性

公司销售雷达精细化探测系统，属于在某一时点履行履约义务，公司在产品交付使用、安装调试完成、运行稳定并经客户验收后确认收入。公司收入确认政策与同行业可比公司不存在重大差异。

公司的雷达精细化探测系统产品项目收入确认以合同金额为基础，减去其中应当识别的单项履约义务的金额（该金额在合同清单中约定）及根据规定计算的增值税销项税额后所确定的，收入金额确定具有合理性。

二、中介机构的核查

（一）核查手段

1、访谈发行人负责项目验收的相关人员，了解发行人产品从安装到验收的具体步骤，产品符合要求的判断标准；

2、获取并查阅发行人申请验收向气象局提交的相关文件，核查其申请验收

时是否已经满足相关要求；

3、获取并查阅发行人与客户签订的业务合同、发行人安装及验收过程中的相关文件及客户向发行人出具的验收单，核查从安装到收入确认的时间周期、验收步骤、保修期的起算时间等情况；

4、获取并查阅发行人与客户签订的业务合同、客户回款的银行凭证，核查各项目的实际回款进度与合同约定的回款进度的差异及原因；

5、获取并查阅发行人与客户签订的业务合同、发行人安装及验收过程中的相关文件及客户向发行人出具的验收单，核查系统验收和终期验收的具体差异；

6、访谈发行人的管理层及客户，向发行人的客户进行函证获取回函，确认系统验收作为风险转移和控制权转移的时点是否存在争议；

7、访谈发行人的管理层及惠州市气象局相关业务人员，了解并核查惠州气象局项目的具体安装、验收过程，确认系统验收作为风险转移和控制权转移的时点，双方对项目是否存在纠纷或潜在纠纷；

8、获取并查阅同行业可比公司的收入确认政策，与发行人的收入确认政策进行比较，核查发行人的收入确认政策与同行业可比公司是否存在重大差异；

9、访谈发行人的财务人员，了解并核查合同金额与确认收入金额存在差异的原因；获取并查阅发行人的业务合同，核查是否合同中存在识别不同的单项履约义务及其金额；获取并查阅了发行人开具的增值税发票，核查其增值税销项税额计算是否准确。

（二）核查证据

- 1、发行人与客户签订的业务合同；
- 2、发行人向客户提交系统验收或终期验收申请的相关资料；
- 3、发行人安装及验收过程中的相关文件及客户向发行人出具的验收报告；
- 4、客户回款的银行凭证；
- 5、发行人开具的增值税发票；
- 6、中介机构与客户的访谈记录。

（三）核查意见

经核查，保荐人、申报会计师认为：

1、发行人产品从安装到验收的具体步骤，系统数据达到稳定状态、气象数据产品符合合同要求的判断标准不存在异常情况；发行人已对采用系统验收和终期验收的项目从安装到收入确认的时间周期、验收步骤、保修期起算时间、实际回款进度与合同约定的回款进度的差异情况进行说明，上述差异具有合理性。

2、对于以系统验收确认收入的项目，发行人已逐项说明系统验收和终期验收的具体差异，终期验收的执行情况、获取数据、政策要求和行业标准以及终期验收发挥的作用，达到终期验收不存在先决条件，在系统验收时已完成实质性验收。

3、惠州气象局项目的具体安装、验收过程未出现异常情况，未严格按照合同约定步骤试运行及验收的原因系惠州市气象局组织专家验收会需要协调专家及各方人员的时间，在系统验收时发行人产品已达到组网运行，在系统验收时已完成实质性验收；

4、通过与同行业可比公司的对比，同行业可比公司的销售需要安装的产品采取经客户验收后作为收入确认时点，发行人的具体收入确认会计政策与同行业可比公司不存在重大差异。发行人已说明各项目收入确认金额与合同金额之间的差异原因，收入金额确定具有合理性。

5.关于成本和毛利率

根据问询回复：（1）发行人通过内部不断研制和实验，加强自身的设计和生产能力，加速迭代生产雷达所需的模块、组件、部件，进一步降低公司的成本，将 SUM 组件成本下降 40%、TR 上芯片成本下降了 90%、TR 组件类似模块成本下降 60%以上，发行人将 TR 上的电源芯片和微波射频用微控制器和二级管替代来达到实现相同功能但成本降低的效果；（2）发行人毛利率高于同行业可比公司差异来源为发行人的成本优势和产品差异，发行人元器件大部分采取通用产品，可比公司元器件往往自主生产或委托集团内其他公司进行定制化

生产后进行采购；公司生产过程中少量工序交由外协厂商完成，可比公司主要外协加工采购包括委托 T/R 组件的生产；（3）报告期内，发行人的毛利率分别为 88.00%、82.01%、79.68%及 76.66%。

请发行人说明：（1）通过研制和实验大幅降低雷达组件成本的具体做法，T/R 组件如何生产，列表说明 TR 组件中的低噪声放大器、功率放大器等关键部分的具体构成情况及各成本占比，是否与同行业可比公司一致，降低成本的做法是否导致发行人产品的稳定性和可靠性降低，是否符合行业同类产品集成化、芯片化等发展趋势；（2）通用产品采购与委托其他公司定制化生产的成本差异，T/R 组件自行生产过程与外协加工的成本差异，上述成本差异对毛利率的影响；（3）从价格、数量角度说明主要原材料采购、存货构成与主营业务成本的进销存勾稽关系，成本核算是否准确、完整，2019 年分红款的具体流向，是否存在体外代垫费用、成本的情形；（4）报告期内毛利率持续下滑的原因，请结合市场发展和行业进入前景，说明是否存在毛利率持续下滑的风险。

请保荐机构和申报会计师对上述事项进行核查并发表明确意见。

【回复】

一、发行人的说明

（一）通过研制和实验大幅降低雷达组件成本的具体做法，T/R 组件如何生产，列表说明 TR 组件中的低噪声放大器、功率放大器等关键部分的具体构成情况及各成本占比，是否与同行业可比公司一致，降低成本的做法是否导致发行人产品的稳定性和可靠性降低，是否符合行业同类产品集成化、芯片化等发展趋势

1、通过研制和实验大幅降低雷达组件成本的具体做法

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。

一是天线采用技术路线选择的方法来降低雷达组件成本。天线一般有微带天线和波导缝隙阵两种技术路线。发行人通过研制选取双极化微带阵列天线，因为微带天线通过 PCB 制作工艺加工制作，PCB 的制作工艺成熟，而且精度较高。并且 PCB 的生产工艺适合批量生产，而通过机械加工的方式实现大尺寸的

双极化波导缝隙阵的实现难度很大，需要结合大尺寸精密铣床、大尺寸精密铝焊接的多道加工，成本高而且产品一致性差。

二是发行人在雷达产品研制过程中，会根据技术的进步以及实际雷达生产运行过程中的反馈对雷达产品进行持续性的更新迭代。在更新迭代过程中，发行人充分利用自身在 FPGA 技术以及网络技术上的技术优势，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。

三是公司的重点在于前期的研发设计阶段，在设计研发阶段为生产阶段做好铺垫，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。发行人通过研发部门的研制和开发，对于公司的模块和组件进行迭代，在保证实现相同功能的前提下，采取成本更低的元器件，这样也能降低发行人的制造成本。

四是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。

2、T/R 组件如何生产，列表说明 TR 组件中的低噪声放大器、功率放大器等关键部分的具体构成情况及各成本占比，是否与同行业可比公司一致

（1）T/R 组件生产过程

发行人的 T/R 组件生产过程详见“3.关于产品生产与技术路线”之“（三）发行人雷达产品收发组件应用的核心技术及生产过程，与同行业公司产品技术指标的对比情况，并结合前述情况分析是否具有技术先进性”中的相关描述。

（2）发行人 T/R 组件的具体构成情况

发行人的 T/R 组件具体由数控移相器、数控衰减器、功率放大器、低噪声放大器及环形隔离组件等器件构成，各器件的成本占比情况如下：

| 主分类 | 成本占比 |
|-------|--------|
| 功率放大器 | 33.00% |
| 数控移相器 | 13.00% |

| | |
|-----------|----------------|
| 环形隔离组件 | 9.00% |
| 射频开关 | 7.00% |
| 外壳 | 7.00% |
| 电源芯片 | 6.00% |
| TR_PCB | 5.00% |
| 低噪声放大器 | 4.00% |
| 数控衰减器 | 3.00% |
| 射频放大器 | 2.00% |
| 其他 | 11.00% |
| 合计 | 100.00% |

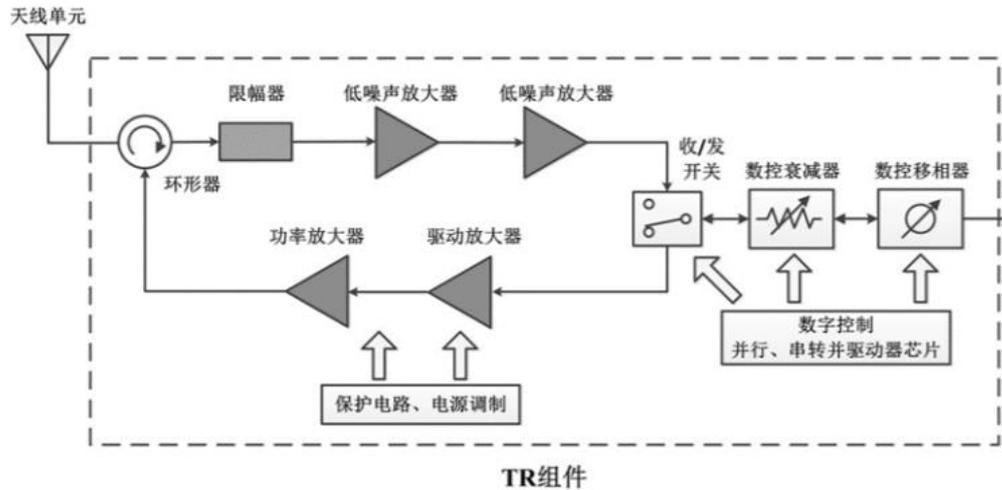
(3) 与同行业可比公司比较情况

同行业可比公司业务主要是涉及雷达整机，未检索到其单独对 T/R 组件中的低噪声放大器、功率放大器等关键部分的具体构成情况及各成本占比的披露情况。

根据国博电子的招股说明书，其主要产品中包含了有源相控阵 T/R 组件，主要功能为信号收发放大、移相衰减或混频处理功能，主要应用领域为精确制导、雷达探测等领域，其产品与发行人自行生产使用的 T/R 组件具有一定的可比性。

国博电子的招股说明书中对于有源相控阵 T/R 组件的构成有相关描述，其组成结构与公司的 T/R 组件基本一致，但未对 T/R 组件的各器件成本占比进行披露，国博电子的招股说明书中对于 T/R 组件的构成有相关描述如下：

“根据雷达的不同工作环境和不同的性能要求，有源相控阵 T/R 组件的构成形式不尽相同，但其基本结构一致，主要由数控移相器、数控衰减器、功率放大器、低噪声放大器、限幅器、环形器以及相应的控制电路、电源调制电路组成。典型的有源相控阵 T/R 组件工作原理示意图如下图所示：



3、降低成本是否对产品稳定性和可靠性产生影响，是否符合行业同类产品集成化、芯片化等发展趋势

公司产品的稳定性与可靠性是公司生存发展的根本之道，因此公司无论是采用微带贴片的技术路线，还是采用商用现货采购、自行生产关键模块及部件等方式降低公司产品的生产成本，都是建立在保持公司产品的稳定性、可靠性和性能的基础上。

发行人在降低成本的同时也坚持高稳定性和可靠性的设计理念（提高稳定性和可靠性也是发行人降低雷达生产成本的其中一种方法）。发行人的 T/R 组件主要采用商业通用的射频器件现货并结合大量的联合仿真设计和试验测试来降低成本。射频器件现货的使用范围很广，因此产量很大并且价格较低，其可靠性经过大量的生产和市场使用得到了持续的改进和验证。

而定制化的集成元件芯片，却因为其定制化导致应用规模的不足而无法充分验证芯片的可靠性和稳定。除此以外，集成化的前提还必须是保证性能，例如在 TR 组件关键器件的方案选用上，也同样尽量采用芯片化的器件。但是，由于芯片化的个别关键器件性能差于独立的器件性能，发行人就会在方案中采用独立器件。在 X 波段，独立的功率放大器的输出功率往往能比芯片化的收发模块要高出 10dB 以上，因此，为了实现高功率发射，发行人采用了独立的功率放大器而没有采用集成化的芯片

集成化和芯片化是整个电子行业发展趋势，但集成化往往意味着设计的耦合度增大，耦合度增大往往就意味着需要更多的时间来验证集成方案整体的可

靠性和稳定性。从系统的综合成本来看，集成化和芯片化所带来的设计成本下降往往会因为其测试成本的上涨而抵消，如果芯片的可靠性差还会因为良品率低而带来生产成本的上升。所以发行人对于集成化和芯片化的应用原则，是相对保守的，只有成熟稳定可靠的集成芯片才会应用到系统上。这个和行业发展趋势不冲突，但不会激进推进集成化和芯片化的进程。

（二）通用产品采购与委托其他公司定制化生产的成本差异，T/R 组件自行生产过程与外协加工的成本差异，上述成本差异对毛利率的影响

1、通用产品采购与委托其他公司定制化生产的成本差异

公司自雷达系统研制和开发以来，一直坚持“在满足雷达性能要求的前提下、使得产品成本最小化”的设计理念，公司的重难点在于前期的研发设计阶段，在设计研发阶段为生产阶段做好铺垫，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。

对于通用产品来说，供应商的技术比较成熟且一般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，因此其销售的价格比较合理。若使用定制化生产，由于发行人的采购规模比较小，供应商根据公司的要求进行生产，无法达到规模化的生产，所以其价格一般来说相对较高，同时生产的质量存在不稳定的风险。因此使用定制化生产可能会使得发行人的采购成本上升，会降低发行人产品的毛利率。

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，因此，公司通过掌握底层芯片编程技术后，才可使用通用产品实现相同功能，从而使其组件的成本降低幅度较大。

2、T/R 组件自行生产过程与外协加工的成本差异

（1）公司 T/R 组件与国博电子对比情况

根据国博电子公开披露的招股说明书，国博电子主要从事有源相控阵 T/R

组件和射频集成电路相关产品的研发、生产和销售，产品主要包括有源相控阵 T/R 组件、砷化镓基站射频集成电路等，覆盖军用与民用领域，是目前国内能够批量提供有源相控阵 T/R 组件及系列化射频集成电路相关产品的领先企业。

国博电子通过整合中国电科五十五所微系统事业部有源相控阵 T/R 组件业务，已构建起覆盖 X 波段、Ku 波段、Ka 波段的设计平台、高密度集成及互连工艺平台以及全自动制造及通用测试平台，具备 100GHz 及以下频段有源相控阵 T/R 组件研制批产能力。其生产的有源相控阵 T/R 组件主要应用于精确制导、雷达探测领域。

根据国博电子招股书中披露的 T/R 组件产品单位销售价格与发行人自行生产的 T/R 组件的平均单位成本对比情况如下：

单位：元

| 项目 | 2021年1-6月 | 2020年度 | 2019年度 | 2018年度 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 国博电子 T/R 组件单价 | 12,677.80 | 13,540.59 | 16,574.89 | 19,007.75 |
| 公司 T/R 组件的单位成本 | 2,864.15 | 2,829.50 | 2,760.74 | 2,684.05 |
| 差异 | -77.41% | -79.10% | -83.34% | -85.88% |

国博电子有源相控阵 T/R 组件属于高端国防装备的核心部件，主要应用于精确制导、雷达探测等军品领域，公司的产品主要用于民用领域，虽然两者有差异，但具有一定的可比性。由上述表格可见，发行人采用自行生产 T/R 组件成本较市场中公开销售的 T/R 组件的价格低。自行生产 T/R 组件能有效降低成本，对发行人的毛利率具有积极的影响。

（2）公司 T/R 组件成本相对较低的原因

1) 公司选用商用现货射频器件

发行人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，在研发中经过大量的联合仿真设计和试验测试的设计迭代，保证电性能、热性能、机械性能等，从而提高可靠性、组件批量生产的良品率和工作寿命。该类射频器件通常是表面贴装的封装形式，射频器件现货的产量较大，因此其价格较低，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，因此公司采用商用现货射频器件可降低组件 TR 的生产成本。

2) 采用表面贴装工艺

T/R 组件的主流工艺主要为微组装工艺和表面贴装工艺。

微组装工艺是指在芯片之间、芯片和电路板之间使用压金丝的方式进行连接。使用微组装工艺的好处是 TR 组件的尺寸可以做得很小，但整个的焊接组装耗费的工序和时间多，成本较高。

表面贴装工艺是指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，但采用表面贴装的工艺的 TR 组件尺寸比较大。

综上，公司通过使用商用现货射频器件和采用表面贴装工艺使得 T/R 组件成本相对较低。

(三) 从价格、数量角度说明主要原材料采购、存货构成与主营业务成本的进销存勾稽关系，成本核算是否准确、完整，2019 年分红款的具体流向，是否存在体外代垫费用、成本的情形

1、主要原材料采购、存货构成与主营业务成本的进销存的勾稽关系

(1) 主要原材料的采购量、领用量、各期末结存数量的勾稽关系

报告期内，公司主要原材料的采购量、领用量、各期末结存量的情况如下表所示：

| 年度 | 原材料类别 | 单位 | 期初数量 | 本期采购数量 | 本期领用数量 | 期末数量 |
|-----------------|-------|----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2021 年 1-6 月 | 电子件 | 个 | 7,561,858.00 | 2,240,335.00 | 1,898,076.00 | 7,904,117.00 |
| | | 米 | 413.04 | 485.00 | 582.25 | 315.79 |
| | IT 设备 | 个 | 1,363.00 | 588.00 | 457.00 | 1,494.00 |
| | 结构件 | 个 | 506,302.00 | 563,711.00 | 397,767.00 | 672,246.00 |
| | | 米 | 1,002.97 | 2,444.00 | 1,498.52 | 1,948.45 |
| | 线材 | 个 | 4,926.00 | 7,652.00 | 5,424.00 | 7,154.00 |
| | | 米 | 21,059.87 | 7,225.48 | 6,571.01 | 21,714.34 |
| | 机加件 | 个 | 49,511.00 | 35,854.00 | 27,880.00 | 57,485.00 |
| | | 米 | 47.60 | 20.00 | 14.80 | 52.80 |
| | 板材 | 个 | 1,564.00 | 8,987.00 | 7,651.00 | 2,900.00 |

| 年度 | 原材料类别 | 单位 | 期初数量 | 本期采购数量 | 本期领用数量 | 期末数量 |
|--------|--------|----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 钣金件 | 个 | 4,691.00 | 9,862.00 | 9,369.00 | 5,184.00 |
| | | 米 | 205.48 | 0.00 | 0.00 | 205.48 |
| | 配套基础设施 | 个 | 171.00 | 27.00 | 28.00 | 170.00 |
| | 其他 | 个 | 9,682.00 | 43,972.00 | 51,594.00 | 2,060.00 |
| | | 米 | 50.00 | 1,801.00 | 1,801.00 | 50.00 |
| | 总计 | | 8,162,846.96 | 2,922,963.48 | 2,408,713.58 | 8,677,096.86 |
| 2020年度 | 电子件 | 个 | 6,148,742.00 | 4,335,870.00 | 2,922,754.00 | 7,561,858.00 |
| | | 米 | 486.30 | 660.00 | 733.26 | 413.04 |
| | IT设备 | 个 | 1,184.00 | 2,004.00 | 1,825.00 | 1,363.00 |
| | 结构件 | 个 | 365,651.00 | 739,961.00 | 599,310.00 | 506,302.00 |
| | | 米 | 191.00 | 3,816.50 | 3,004.53 | 1,002.97 |
| | 线材 | 个 | 4,517.00 | 10,237.00 | 9,828.00 | 4,926.00 |
| | | 米 | 9,898.86 | 21,600.00 | 10,438.99 | 21,059.87 |
| | 机加件 | 个 | 46,005.00 | 47,507.00 | 44,001.00 | 49,511.00 |
| | | 米 | 14.00 | 78.00 | 44.40 | 47.60 |
| | 板材 | 个 | 2,892.00 | 8,194.00 | 9,522.00 | 1,564.00 |
| | 钣金件 | 个 | 4,015.00 | 18,739.00 | 18,063.00 | 4,691.00 |
| | | 米 | 204.48 | 2.00 | 1.00 | 205.48 |
| | 配套基础设施 | 个 | 176.00 | 67.00 | 72.00 | 171.00 |
| | 其他 | 个 | 3,097.00 | 152,223.00 | 145,638.00 | 9,682.00 |
| | | 米 | - | 590.00 | 540.00 | 50.00 |
| | 总计 | | 6,587,073.64 | 5,341,548.50 | 3,765,775.18 | 8,162,846.96 |
| 2019年度 | 电子件 | 个 | 4,482,096.00 | 3,203,778.00 | 1,537,132.00 | 6,148,742.00 |
| | | 米 | 114.00 | 1,163.00 | 790.70 | 486.30 |
| | IT设备 | 个 | 946.00 | 1,172.00 | 934.00 | 1,184.00 |
| | 结构件 | 个 | 250,750.00 | 471,126.00 | 356,225.00 | 365,651.00 |
| | | 米 | 27.30 | 1,325.20 | 1,161.50 | 191.00 |
| | 线材 | 个 | 2,427.00 | 5,520.00 | 3,430.00 | 4,517.00 |
| | | 米 | 2,224.20 | 11,509.24 | 3,834.58 | 9,898.86 |
| | 机加件 | 个 | 59,149.00 | 19,479.00 | 32,623.00 | 46,005.00 |
| | | 米 | 0.00 | 110.00 | 96.00 | 14.00 |
| | 板材 | 个 | 659.00 | 6,557.00 | 4,324.00 | 2,892.00 |

| 年度 | 原材料类别 | 单位 | 期初数量 | 本期采购数量 | 本期领用数量 | 期末数量 |
|--------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 钣金件 | 个 | 1,996.00 | 9,878.00 | 7,859.00 | 4,015.00 |
| | | 米 | 10.00 | 779.00 | 584.52 | 204.48 |
| | 配套基础设施 | 个 | 176.00 | 45.00 | 45.00 | 176.00 |
| | 其他 | 个 | 5,070.00 | 84,446.00 | 86,419.00 | 3,097.00 |
| | | 米 | - | 73.00 | 73.00 | - |
| 总计 | | 4,805,644.50 | 3,816,960.44 | 2,035,531.30 | 6,587,073.64 | |
| 2018年度 | 电子件 | 个 | 3,370,706.00 | 1,778,077.00 | 666,687.00 | 4,482,096.00 |
| | | 米 | 31.00 | 83.00 | 0.00 | 114.00 |
| | IT设备 | 个 | 429.00 | 1,642.00 | 1,125.00 | 946.00 |
| | | 米 | 3.00 | 0.00 | 3.00 | - |
| | 结构件 | 个 | 66,157.00 | 225,018.00 | 40,425.00 | 250,750.00 |
| | | 米 | 38.00 | 8.00 | 18.70 | 27.30 |
| | 线材 | 个 | 679.00 | 1,749.00 | 1.00 | 2,427.00 |
| | | 米 | 1,188.00 | 2,053.00 | 1,016.80 | 2,224.20 |
| | 机加件 | 个 | 55,875.00 | 6,544.00 | 3,270.00 | 59,149.00 |
| | | 米 | 0.00 | 22.50 | 22.50 | - |
| | 板材 | 个 | 529.00 | 1,567.00 | 1,437.00 | 659.00 |
| | 钣金件 | 个 | 1,085.00 | 2,023.00 | 1,112.00 | 1,996.00 |
| | | 米 | 16.00 | 0.00 | 6.00 | 10.00 |
| | 配套基础设施 | 个 | 179.00 | 10.00 | 13.00 | 176.00 |
| | 其他 | 个 | 7,438.00 | 2,352.00 | 4,720.00 | 5,070.00 |
| 总计 | | 3,504,353.00 | 2,021,148.50 | 719,857.00 | 4,805,644.50 | |

(2) 原材料采购、存货构成与主营业务成本的进销存勾稽关系

单位：万元

| 项目 | 行次 | 2021年1-6月 | 2020年度 | 2019年度 | 2018年度 |
|-----------------------|----|-----------|----------|----------|----------|
| 期初原材料余额+委托加工物资余额 | 1 | 1,822.38 | 1,033.65 | 544.02 | 194.53 |
| 加：本期采购原材料、加工费 | 2 | 3,002.55 | 5,427.87 | 2,643.53 | 1,791.53 |
| 减：其他出库（研发领用、固定资产、售后等） | 3 | 369.27 | 692.14 | 503.34 | 470.05 |
| 减：期末原材料余额+委托加工物资余额 | 4 | 2,208.62 | 1,822.38 | 1,033.65 | 544.02 |

| 项目 | 行次 | 2021年 1-6月 | 2020年度 | 2019年度 | 2018年度 |
|-----------------------|-------------------------|---------------|----------|----------|----------|
| 直接材料成本 | 5=1+2-3-4 | 2,247.03 | 3,947.00 | 1,650.57 | 971.99 |
| 加：直接人工 | 6 | 109.80 | 170.28 | 112.41 | 95.18 |
| 加：制造费用 | 7 | 113.00 | 274.87 | 153.02 | 56.66 |
| 加：期初在产品余额 | 8 | 2,456.55 | 1,140.71 | 17.03 | - |
| 加：其他入库（研发返料等） | 9 | 63.37 | 127.93 | 174.91 | 14.83 |
| 减：其他出库（研发领用、固定资产、售后等） | 10 | 352.21 | 400.56 | 116.66 | 13.35 |
| 减：期末在产品余额 | 11 | 3,205.33 | 2,456.55 | 1,140.71 | 17.03 |
| 库存商品成本 | 12=5+6+7+8+9-10-11 | 1,432.23 | 2,803.68 | 850.57 | 1,108.29 |
| 加：期初库存商品余额 | 13 | - | - | 80.55 | 49.33 |
| 减：期末库存商品余额 | 14 | 87.55 | - | - | 80.55 |
| 减：其他出库（研发领用、固定资产、售后等） | 15 | 285.71 | 641.36 | 81.49 | 49.33 |
| 加：期初发出商品余额 | 16 | - | 211.34 | 1,027.74 | - |
| 减：期末发出商品余额 | 17 | 77.77 | - | 211.34 | 1,027.74 |
| 加：合同履行成本 | 18 | 199.10 | 301.90 | 225.40 | 11.50 |
| 主营业务成本（计算数） | 19=12+13-14-15+16-17+18 | 1,180.31 | 2,675.56 | 1,891.43 | 11.50 |
| 主营业务成本（审定数） | 20 | 1,179.24 | 2,668.06 | 1,888.41 | 11.50 |
| 差异额 | 21=19-20 | 1.07 | 7.50 | 3.02 | - |
| 差异率 | 22=21/20 | 0.09% | 0.28% | 0.16% | - |

由上表可见，报告期内公司原材料采购、存货构成与主营业务成本的进销存勾稽关系合理。

2、2019年分红款的具体流向

2019年7月19日，公司通过股东会决议进行分红，向当时的股东加中通及刘世良分别分配1,889.92万元和810.08万元。加中通和刘世良使用取得的分红款最终去向是用于偿还置换无形资产出资的对外借款，分红款的用途不存在体外代垫费用、成本的情形。

(四) 报告期内毛利率持续下滑的原因, 请结合市场发展和行业进入前景, 说明是否存在毛利率持续下滑的风险。

报告期内, 公司的毛利率的情况如下:

单位: 万元

| 项目 | 2021年1-6月 | 2020年度 | 2019年度 | 2018年度 |
|------|-----------|-----------|-----------|--------|
| 营业收入 | 5,052.74 | 13,128.74 | 10,495.71 | 95.83 |
| 营业成本 | 1,179.24 | 2,668.06 | 1,888.41 | 11.50 |
| 毛利 | 3,873.51 | 10,460.68 | 8,607.30 | 84.33 |
| 毛利率 | 76.66% | 79.68% | 82.01% | 88.00% |

1、2019年毛利率变化情况

2019年公司的综合毛利率为82.01%，较2018年的综合毛利率88.00%下降5.99个百分点，2019年毛利率与2018年毛利率可比性较差，主要系2019年公司的业务结构较2018年产生了较大变化，2019年公司实现了雷达精细化探测系统收入并且占当年收入的96.88%，2018年服务收入及其他收入分别占比41.92%及58.08%，雷达精细化探测系统收入的毛利率较2018年的其他收入低，因此2019年公司的综合毛利率较2018年有所下降。

2、2020年毛利率变化情况

2020年公司的综合毛利率为79.68%，较2019年的综合毛利率82.01%下降2.33个百分点，总体保持稳定，主要系毛利占比较大的雷达精细化探测系统业务毛利率有所下降，其平均每台收入由1,016.78万元下降到897.51万元，主要系2020年的招标项目的每台平均单价较2019年的招标项目略有下降，因此当年的平均每台收入有所下降。

3、2021年1-6月毛利率变化情况

2021年1-6月公司的综合毛利率为76.66%，较2020年的综合毛利率79.68%下降3.02个百分点，主要系毛利占比较大的雷达精细化探测系统业务毛利率有所下降，主要系其平均每台成本有所上升，平均成本上升主要是受到2021年上半年行业中上游的电子元器件等原材料大幅涨价的原因影响导致公司的材料成本。

发行人已在招股书中“第四节 风险因素”之“三、经营风险”补充原材料价格波动风险：

“公司原材料占产品成本的比重较高。2019年、2020年及2021年1-6月，直接材料占营业成本的比例均超过 70%。公司主要原材料包括电子件、IT设备、结构件等，受宏观政策环境影响较大。

如果未来原材料价格大幅波动，在原材料价格上涨时，公司不能有效将原材料价格上涨的风险向下游转移或不能通过技术创新抵消原材料成本上升的压力，将会对公司的经营业绩带来不利影响。”

4、结合市场发展和行业进入前景，说明是否存在毛利率持续下滑的风险

公司主营业务为 X 波段双极化（双偏振）有源相控阵雷达及配套的软硬件产品的研发、制造及销售。从产业政策角度，结合近几年国家及各省市对气象观测和天气雷达行业出台的政策，我国将进一步部署更多的相控阵天气雷达，实现相控阵雷达与现有新一代天气雷达的组网协同监测，提高气象探测效率。目前，中国气象局正在谋划“十四五”气象发展规划，全国多个省市正在规划采购相控阵天气雷达，国家与各省市均出台相关政策鼓励气象观测和天气雷达发展，行业政策有利于行业的发展。

从下游应用角度，公司的产品主要面向气象探测领域。随着核心技术、关键技术和应用技术的突破，气象观测技术得到迅速发展，为了满足精细化气象预报和服务的需求，观测设备空间网格越来越密，资料时间密度越来越高，从二维观测向三维立体观测发展，从大尺度的天气观测向中小尺度天气观测发展，相控阵天气雷达将成为我国下一代天气雷达的主要发展方向之一。气象观测行业将在未来实现快速发展，也将为雷达行业创造旺盛需求，带动雷达行业的发展。同时公司产品未来向水利监测、民用航空等领域进行拓展应用，公司产品未来市场空间较为广阔。

发行人基于布设雷达数量的优势，在产品软硬件的迭代、优化上具有先发优势，随着未来国家加大对相控阵天气雷达的投入，公司的主营业务预计将实现稳定的发展，预计公司的产品毛利率不会持续下滑，但如果未来市场中竞争情况发生变化，公司可能会采用适当降低产品价格提高市场占有率的经营策略，

因此可能会造成公司产品毛利率下降的情况。

同时，公司采购的原材料的价格变动可能会造成毛利率的短期波动。公司采购原材料价格受宏观经济形势及市场供求关系的影响较大，而公司产品销售价格主要受市场供求关系影响，销售价格与原材料价格的变动无法完全同步，因而若公司所需原材料价格出现大幅波动，公司可能无法完全转移风险，当原材料价格快速上升时，公司的产品成本可能会增加，从而导致毛利率有所下降。

综上，公司的主营业务预计将实现稳定的发展，公司的产品毛利率不会持续下滑，但由于销售策略及原材料价格波动，毛利存在下降风险，公司已在招股书提示毛利率存在下降风险：

“报告期内，公司的毛利率分别为88.00%、82.01%、79.68%及76.66%，在未来的经营过程中，若市场竞争加剧、政策环境变化、原材料及人工成本上升，将会对公司产品销售价格和生产成本产生不利影响，进而公司的毛利率存在下滑的风险。”

二、中介机构的核查

（一）核查程序

1、访谈发行人研发部门人员，了解发行人的研发和实验工作如何降低雷达组件成本；

2、访谈发行人生产部门人员，了解 T/R 组件的生产过程及成本结构占比；

3、查阅生产雷达相关部件公司的公开资料，与发行人的情况进行比较，核查发行人的生产过程及相关结构与公开资料是否相符；

4、查阅生产雷达相关部件公司的公开资料，与发行人的情况进行比较，核查市场中相关部件的销售价格与发行人自行生产的成本之间的差异，发行人是否具有成本优势；

5、对发行人的主要原材料采购、存货构成与主营业务成本的进销存的情况进行勾稽，核查发行人的成本核算是否准确；

6、获取并查阅 2019 年分红的股东会决议的相关文件，核查分红是否履行了必要的程序；获取并查阅 2019 年分红的相关支付凭证；获取和核查了获得分

红股东的银行资金流水，核查其分红资金流向；

7、获取发行人报告期内各主要产品的单位毛利结构及主要产品毛利率变化的原因，对于毛利率存在较大波动的，分析产品单价及单位成本构成，以核实毛利率波动的原因；

8、获取行业的市场发展情况，结合行业的进入前景，分析发行人毛利率是否存在持续下滑的风险。

（二）核查意见

经核查，保荐人、申报会计师认为：

1、发行人具体通过（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。4种方法降低生产成本；发行人 T/R 组件的生产过程及具体构成情况与市场中生产 T/R 组件的公司不具有重大差异；发行人降低成本的做法不会导致发行人产品的稳定性和可靠性降低，符合行业同类产品集成化、芯片化等发展趋势；

2、发行人的通用产品采购及 T/R 组件自行生产的方式与委托其他公司定制化生产的成本差异及外协加工的方式比较成本较低，上述成本差异使得公司毛利率比同行业可比公司高；

3、从价格、数量角度分析，主要原材料采购、存货构成与主营业务成本的进销存能够勾稽，成本核算准确、完整；2019 年分红款的具体流向为加中通、刘世良使用取得的分红款是用于偿还置换无形资产出资的对外借款，分红款的用途不存在体外代垫费用、成本的情形。

4、报告期内，公司主营业务毛利率呈现出下降趋势，主要受到原材料价格波动、产品收入结构变化等因素影响；公司产品的市场发展及进入前景较好，毛利率不存在持续下滑的风险，但未来公司可能会采用适当降低产品价格的策略及受原材料价格波动的影响，毛利率存在下降风险。

6.关于入股价格

根据申报材料及问询回复：2019 年 12 月至 2020 年 7 月，天文公司（36.63

元/股)、景祥鼎富(69.26 元/股)和万联广生等股东(102.61 元/股)的入股价格差异较大。根据回复,增资价格存在差异原因主要系投资者的投资谈判时点和背景情况不同,景祥鼎富及万联广生等股东入股时公司销售业绩有较大提升,因而估值有一定幅度的上升具有合理性。

请发行人说明:前述股东入股价格的确定方式及依据,结合公司在相关时段的研发进度、新产品推出情况、项目中标情况、业务发展及销售增长情况等,具体分析在相近时段内股东入股价格存在明显差异的原因及合理性。

请保荐机构、发行人律师对上述事项核查并发表明确意见。

【回复】

一、发行人的说明

2019 年 12 月,天文公司增资入股发行人,天文公司入股发行人与同期其他股东入股情况对比如下表所示:

| 新增股东 | 入股时间 | 价格(元/注册资本) | 入股价格对应估值(亿元) | 入股价格的确定方式及依据 |
|---------------------|------------------|------------|--------------|-----------------------------------|
| 天文公司 | 2019 年 12 月 27 日 | 35.63 | 12.50 | 入股价格依据资产评估结果,后经双方协商确定 |
| 景祥鼎富 | 2020 年 5 月 11 日 | 69.26 | 24.30 | 入股价格依据其作为专业投资机构对公司的尽调及估值,后经双方协商确定 |
| 万联广生、瑞发二期、穗开新兴、天泽中鼎 | 2020 年 7 月 13 日 | 102.61 | 36.00 | 入股价格依据其作为专业投资机构对公司的尽调及估值,后经双方协商确定 |

由于不同投资者谈判的时点背景情况不同,在当时谈判时点的具体情况如下:

天文公司于 2019 年 6 月与发行人取得联系并洽谈初步投资意向并于同年 7 月基本确定入股价格,2019 年上半年仅珠海市气象局网络化双偏振 X 波段有源相控阵天气雷达系统采购项目确认收入,且当时公司的新型号 AXTP0364 的产品尚未投入销售且预计 2019 年下半年中标的项目较少。

景祥鼎富于 2019 年底与发行人取得联系并洽谈初步投资意向,并于 2020 年 1 月与发行人基本确定入股价格。公司在 2019 年 11 月获得了 AXPT0364 型号产品的无线电发射设备型号核准证,该产品为公司当时未来销售的主要产品,

该产品的推出及销售对公司的业绩增长有重大影响。2019 年下半年广州相控阵天气雷达网建设项目、江门相控阵天气雷达采购项目及广州国际航运中心气象保障工程购置经费项目确认收入，2019 年全年发行人实现销售收入 10,495.71 万元，预计 2020 年公司的业绩将继续增长。因此公司与景祥鼎富协商时估值较天文公司时有较大提升。

万联广生等股东 2020 年 5 月与发行人取得联系并洽谈初步投资意向，2020 年 3 月，发行人中标广东省江门市气象局江门 X 波段双极化相控阵天气雷达精细化观测系统采购项目，中标价格为 3,750.36 万元；2020 年 5 月，发行人中标福建省福州市气象局 X 波段相控阵双偏振天气雷达项目，中标金额为 948.028 万元，发行人的最新产品 AXTP0364 已经实现了销售，预计下半年中标的金额还将持续增加，预计 2020 年全年收入较去年有较大增长，加上此时发行人的上市计划已经比较明确，因此估值较高。最终 2020 年实现收入为 13,128.74 万元，较 2019 年增长幅度较大，因此万联广生等股东入股的估值较景祥鼎富有所提升具有合理性。

综上，相近时段内股东入股价格存在明显差异具有合理性。

二、中介机构的核查

（一）核查程序

- 1、查阅公控中心班子会议纪要及万联广生、瑞发二期、穗开新兴、天泽中鼎投决会决议；
- 2、访谈公司管理层，了解天文公司、景祥鼎富、万联广生、瑞发二期、穗开新兴、天泽中鼎入股背景；
- 3、查阅天文公司的增资协议及景祥鼎富、万联广生、瑞发二期、穗开新兴、天泽中鼎与转让方签署的股权转让协议、公司工商资料；
- 4、查阅公司中标文件、与客户签署的合同、专利证书。

（二）核查意见

经核查，保荐人、发行人律师认为：

- 1、天文公司、景祥鼎富、万联广生、瑞发二期、穗开新兴、天泽中鼎因看

好公司发展，经过与公司、转让方协商以增资或通过受让老股入股方式入股公司，入股价格依据市场化方式确定，前述股东入股公司是其市场化商业行为。

2、天文公司、景祥鼎富、万联广生、瑞发二期、穗开新兴、天泽中鼎与公司达成入股意向的时间不同，在达成入股意向时公司在发展情况方面存在差异，投资的估值存在差异，导致入股价格存在差异具有合理性。

7.关于气象专用装备使用许可证

根据问询回复：发行人已于 2021 年 3 月向中国气象局提交了气象专用技术装备使用许可证审批申请并获受理，但目前仍未取得。发行人认为因未取得气象专用技术装备使用许可证而影响公司产品销售及客户使用的可能性较小，但未提供充分的依据。

请发行人说明：（1）结合《中华人民共和国气象法》第十三条及《气象专用技术装备使用许可管理办法》及最新法律法规政策文件的规定，分析公司产品是否符合申请气象专用装备使用许可证的技术要求和条件；（2）目前许可证的取得进展及尚未取得的原因；（3）下游客户能否通过地方各级气象主管机构对气象专用设备的购买和使用情况的定期检查，发行人及客户是否存在被要求限期整改的风险，并结合前述情况说明未取得许可证是否可能对公司产品销售及客户使用存在不利影响。

请保荐机构、发行人律师对上述事项核查并发表明确意见。

【回复】

一、发行人的说明

（一）结合《中华人民共和国气象法》第十三条及《气象专用技术装备使用许可管理办法》及最新法律法规政策文件的规定，分析公司产品是否符合申请气象专用装备使用许可证的技术要求和条件

1、《中华人民共和国气象法》的相关规定

根据《中华人民共和国气象法》：

“第十三条：气象专用技术装备应当符合国务院气象主管机构规定的技术

要求，并经国务院气象主管机构审查合格；未经审查或者审查不合格的，不得在气象业务中使用。”

2、《气象专用技术装备使用许可管理办法》的相关规定

根据《气象专用技术装备使用许可管理办法》：

“第七条：气象专用技术装备使用许可应当由生产者提出申请，并具备下列条件：（一）具有法人资格；（二）通过质量管理体系认证；（三）产品满足国家标准、气象行业标准或国务院气象主管机构规定的技术要求；（四）具备与所生产产品相适应的生产、检测、销售、服务等体系；（五）符合国家其他有关规定。”

3、发行人符合申请气象专用装备使用许可证的技术要求和条件

（1）具有法人资格

公司为股份有限公司，具有法人资格。

（2）通过质量管理体系认证

公司在 2019 年 12 月已取得质量管理体系认证证书，有效期限至 2022 年 12 月。

（3）产品满足国家标准、气象行业标准或国务院气象主管机构规定的技术要求

公司产品需要满足中国气象局综合观测司于 2019 年 11 月 15 日发布的《X 波段双线偏振一维相控阵天气雷达系统功能规格需求书》中的相关要求，根据发行人申请气象专用装备使用许可证时由中国气象局大气探测试验基地（中国气象局气象探测中心下属机构，中国气象局气象探测中心主要职责包括承担气象专用技术装备使用许可的测试评估、质量检验和业务技术审核工作）出具的《AXPT0364 型 X 波段双线偏振一维相控阵天气雷达测试报告》的结论：“珠海纳睿达科技有限公司的 AXPT0364 型 X 波段双线偏振一维相控阵天气雷达（轻小型）满足《功能需求书》要求，通过测试。”根据相关检测报告，公司产品满足国家标准、气象行业标准或国务院气象主管机构规定的技术要求。

（4）具备与所生产产品相适应的生产、检测、销售、服务等体系

1) 生产体系

公司拥有一个集办公、先进雷达研发和生产于一体的研发生产基地。按照雷达生产的不同环节，公司建设了射频组件生产测试车间、数字组件生产测试车间、自动化生产测试车间、雷达部件装配车间、雷达总装生产车间等多个专业生产车间，负责不同的生产环节，所有生产车间均有执行严格的安全管理、防静电管理、“6S”管理等制度，并严格按照 ISO9001-2015 质量管理体系标准要求实施生产活动，公司具备与所生产产品相适应的生产体系。

2) 检测体系

公司已建成的专业实验室包括有：射频实验室、天线实验室、数字与信号处理实验室、自动化实验室、电源实验室等。公司配备了一整套与雷达产品研发制造质量保证工作需求相适应的用于元器件、组件、分系统和系统级测试、验证的实验室和相应的试验设施、测试仪器仪表，公司具备与所生产产品相适应的检测体系。

3) 销售、服务体系

公司为向公司的雷达系统用户提供满意的服务，公司内部专门设置了以技术支持总监领衔的售后服务部。售后服务部门由机械、电子、电气、软件等涵盖多个领域的专业技术支持工程师组成，为客户提供远程技术支持、定期巡查、常规维护保养、定期标定、故障修复、故障应急抢修、维修备件供应、软件产品维护和升级服务等。公司具备与所生产产品相适应的销售、服务体系。

综上，公司产品符合申请气象专用装备使用许可证的技术要求和条件。

(二) 目前许可证的取得进展及尚未取得的原因

根据 2016 年 8 月发布的《气象专用技术装备使用审批事项服务指南》规定，发行人产品归于“X 波段多普勒天气雷达（暂缓受理）”，当时属于暂缓受理的范围。根据 2020 年 8 月修订的《气象专用技术装备使用审批事项服务指南》将“X 波段相控阵天气雷达”正式纳入气象专用技术装备使用许可证管理目录。

根据中国气象局行政审批平台显示，2021 年 3 月 11 日发行人向中国气象局行政审批平台提交了申请；发行人于 2021 年 3 月 12 日收到编号为国

42008010120210311039 的《气象专用技术装备使用许可证申请受理通知书》，显示业务受理。根据中国气象局行政审批平台公告的气象专用技术装备（含人工影响天气作业设备）使用许可证名录进行查询，目前国内尚未有企业以“X 波段相控阵天气雷达”等相关字眼的装备名称获得相关使用许可证，由于 X 波段相控阵天气雷达属于创新型产品，因此相关的审批进展较慢。

截至本回复意见签署之日，相关申请流程正在进行中。发行人预计 2021 年年底将取得气象专用技术装备使用许可证。

（三）下游客户能否通过地方各级气象主管机构对气象专用设备的购买和使用情况的定期检查，发行人及客户是否存在被要求限期整改的风险，并结合前述情况说明未取得许可证是否可能对公司产品销售及客户使用存在不利影响。

1、下游客户招投标文件未要求发行人雷达设备产品取得专用技术装备使用许可证

发行人的下游客户主要为县级以上气象主管机构或其下属单位，发行人的销售业务以公开招标或单一采购来源方式获得订单，客户的招标文件均未要求发行人雷达设备取得气象专用技术装备使用许可证，发行人交付的雷达设备通过了客户的系统验收或项目终期验收，并稳定输出气象观测数据。

2、发行人雷达产品能通过各地气象局组织的本局及省局的专家验收

根据公司的雷达精细化探测系统销售项目的验收流程，各地气象局在验收过程中会组织专家听取项目的汇报及审阅项目的相关资料并对项目是否通过验收发表意见，各地气象局除了组织本局的气象专家外还会组织所属省气象局的专家参加专家验收会，目前公司的 13 项雷达精细化探测系统销售项目均已经通过了验收，获得了各地气象局及气象主管机构对发行人设备的销售和使用情况的认可。

3、各地气象局对发行人产品自行组织监测，未违反相关法规的提出的监督检查要求，公司产品投入使用以来未收到限期整改要求

各地市气象局在使用公司产品以来，主要是对雷达的运行状态及输出气象产品进行监测和检查，输出的气象产品会同步上传省气象局的数据库中，省气象局也会对其进行监测。目前，由于公司未取得《气象专用技术装备使用许可

证》，根据《气象专用技术装备使用许可管理办法》第十七条“国务院气象主管机构或者其委托的单位应当对被许可人生产的气象专用技术装备进行定期或者不定期的监督检查”，发行人产品不属于该管理办法下国务院气象主管机构或者其委托的单位需进行定期或不定期监督检查的对象。此外，自公司产品投入使用以来，公司未收到来自客户或者地方各级气象主管机构对因未取得气象专用技术装备使用许可证提出要求限期整改的要求。

综上，公司未取得许可证对公司的产品销售及客户的使用不存在重大不利影响。

二、中介机构的核查

（一）核查程序

1、登录中国气象局行政审批平台（<https://zwfw.cma.gov.cn/index>）查询公告的气象专用技术装备（含人工影响天气作业设备）使用许可证名录；

2、查阅《气象专用技术装备使用许可管理办法》《气象专用技术装备使用审批事项服务指南（2016年8月）》《气象专用技术装备使用审批事项服务指南（2020年8月）》等相关规定文件；

3、查阅《X波段双线偏振一维相控阵天气雷达系统功能规格需求书》及《AXPT0364型X波段双线偏振一维相控阵天气雷达测试报告》；

4、查阅发行人产品的《气象专用技术装备使用许可证申请受理通知书》；

5、查阅发行人销售项目的验收报告；

6、访谈发行人的管理层，确定是否收到来自客户或者地方各级气象主管机构对公司的产品提出要求限期整改的要求。

（二）核查意见

经核查，保荐人、发行人律师认为：

1、公司产品符合申请气象专用装备使用许可证的技术要求和条件；

2、截至本回复签署之日，相关申请流程正在进行中。发行人预计2021年年底将取得气象专用技术装备使用许可证；

3、发行人及客户不存在被要求限期整改的风险，未取得气象专用技术装备使用许可证不会对公司产品销售及客户使用造成重大不利影响。

8.其他

请发行人按照《公开发行证券的公司信息披露内容与格式准则第 41 号—科创板公司招股说明书》的规定，全面梳理“重大事项提示”各项内容，突出重大性、强化风险导向，并根据公司实际情况对以下内容予以补充完善：（1）公司产品类型较为单一，销售区域较为集中，未来产品开发及市场拓展存在较大不确定性；（2）公司产品主要应用于气象探测领域，其他应用领域尚待培育和开拓，且部分领域竞争压力较大。此外，请发行人以投资者需求为导向，进一步精简招股说明书，提高信息披露质量。

【回复】

发行人已全面梳理“重大事项提示”各项内容，突出重大性、强化风险导向，并在招股说明书中“重大事项提示”及“第四节 风险因素”中对要求补充完善事项进行风险提示，具体如下：

“（七）产品单一的风险

报告期内，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，发行人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。

如果 X 波段双极化（双偏振）有源相控阵雷达产品市场需求下滑，同时公司未能如期实现其他波段雷达产品的业务拓展，将对公司的经营业绩产生重大不利影响。

（八）销售区域过于集中的风险

报告期内，公司在华南地区的销售收入占总销售收入比例分别为 85.23%、99.61%、79.02%及 95.94%，销售区域较为集中，如果未来由于技术、政策等因素出现变化后导致华南地区市场竞争格局或市场需求出现变化，可能对公司的

销售收入造成不利影响，故公司存在销售区域集中风险。

（九）其他应用领域尚待培育和开拓的风险

公司产品主要应用于气象探测领域，在水利防洪、民用航空、海洋监测、森林防火、低空安全监视等领域进行市场化推广，前述其他应用领域尚待公司进行培育或开拓，且部分领域如民用航空等的竞争压力较大。

如果公司产品的竞争力不及其他应用领域的竞争对手，不能顺利拓展其他应用领域的市场份额，则可能对公司的未来业绩成长产生重大不利影响。”

发行人已按照以投资者需求为导向的要求，进一步精简招股说明书，提高信息披露质量。

保荐机构总体意见

对本回复材料中的发行人回复（包括补充披露和说明的事项），本保荐机构均已核查，确认并保证其真实、完整、准确。

（此页无正文，为广东纳睿雷达科技股份有限公司《关于广东纳睿雷达科技股份有限公司首次公开发行股票并在科创板上市申请文件的审核问询函之回复报告》之盖章页）

广东纳睿雷达科技股份有限公司



发行人董事长声明

本人已认真阅读广东纳睿雷达科技股份有限公司本次审核问询函回复报告的全部内容，确认审核问询函回复报告内容真实、准确、完整，不存在虚假记载、误导性陈述或者重大遗漏。

董事长：



XIAOJUN BAO

(包晓军)

广东纳睿雷达科技股份有限公司



(此页无正文，为中信证券股份有限公司《关于广东纳睿雷达科技股份有限公司首次公开发行股票并在科创板上市申请文件的审核问询函之回复报告》之盖章页)

保荐代表人： 王昌
王昌

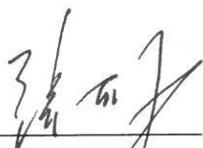
张锦胜
张锦胜



保荐机构董事长声明

本人已认真阅读广东纳睿雷达科技股份有限公司本次审核问询函回复报告的全部内容，了解报告涉及问题的核查过程、本公司的内核和风险控制流程，确认本公司按照勤勉尽责原则履行核查程序，审核问询函回复报告不存在虚假记载、误导性陈述或者重大遗漏，并对上述文件的真实性、准确性、完整性承担相应法律责任。

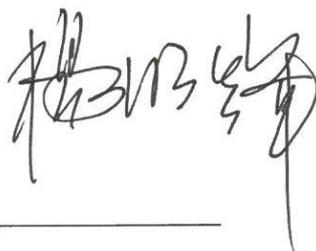
董事长：


张佑君

保荐机构总经理声明

本人已认真阅读广东纳睿雷达科技股份有限公司本次审核问询函回复报告的全部内容，了解报告涉及问题的核查过程、本公司的内核和风险控制流程，确认本公司按照勤勉尽责原则履行核查程序，审核问询函回复报告不存在虚假记载、误导性陈述或者重大遗漏，并对上述文件的真实性、准确性、完整性承担相应法律责任。

总经理：



杨明辉



中信证券股份有限公司

2021年11月3日