

浙商汽车实验室

——4D成像雷达拆解

行业评级：看好
2023年4月28日

分析师 施毅
邮箱 shiyi@stocke.com.cn
证书编号 S1230522100002

目录

CONTENTS

01

4D毫米波雷达拆解

02

产业上下游梳理

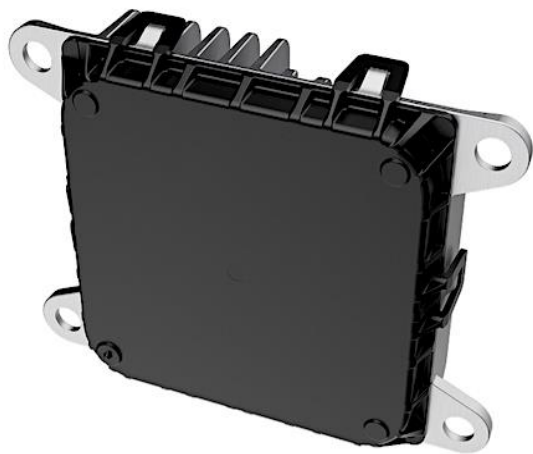
03

风险提示

01

4D毫米波雷达拆解

- 品牌：某海外Tier1
- 应用：国内某中高端纯电平台
- 数量：单车2个，安装在前后保内部
- 最远探测距离：350米

数字接口板及
结构件

发射单元及PCB



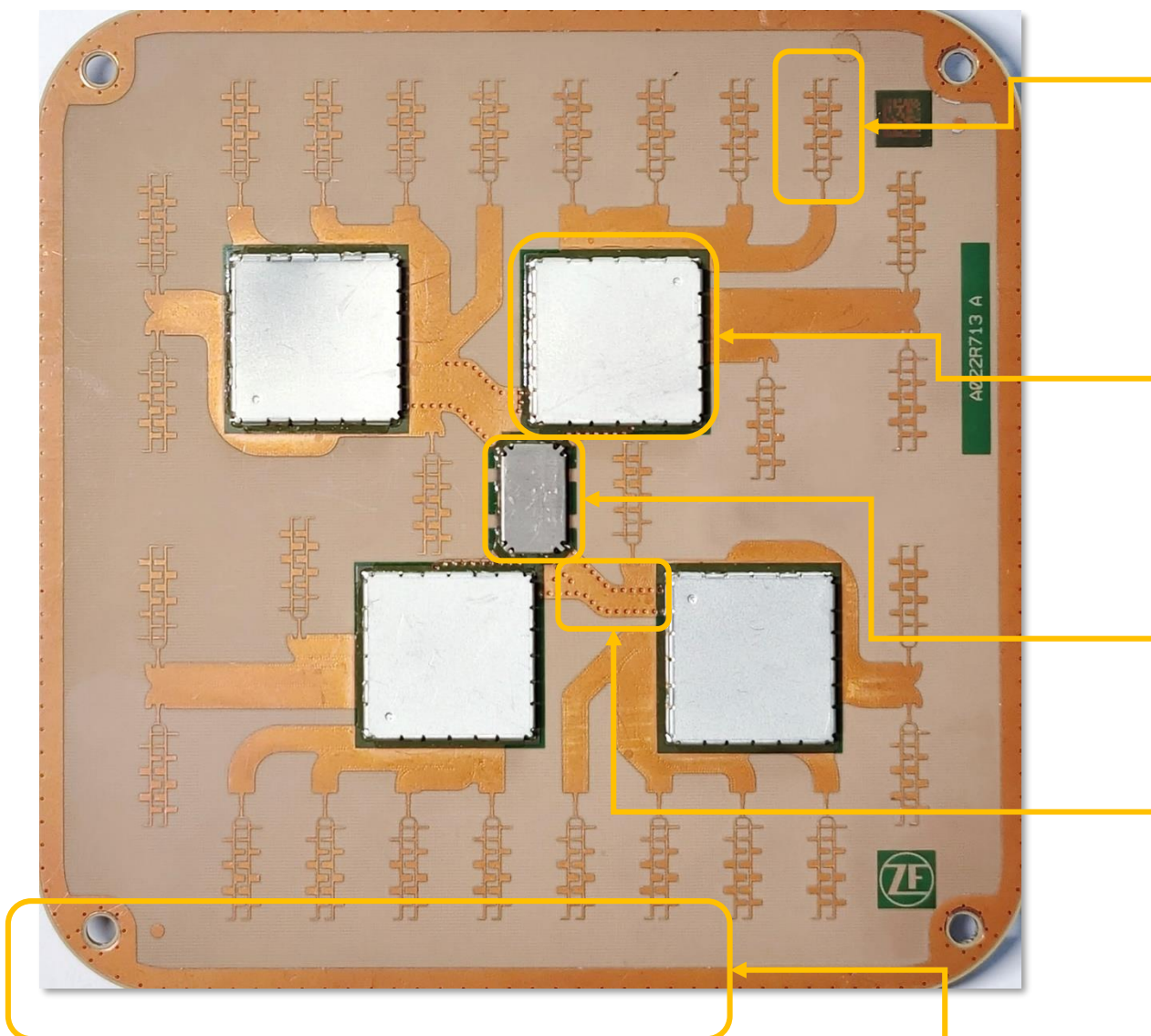
屏蔽罩



雷达天线罩



拆解来看，该4D雷达可以分成四个部分



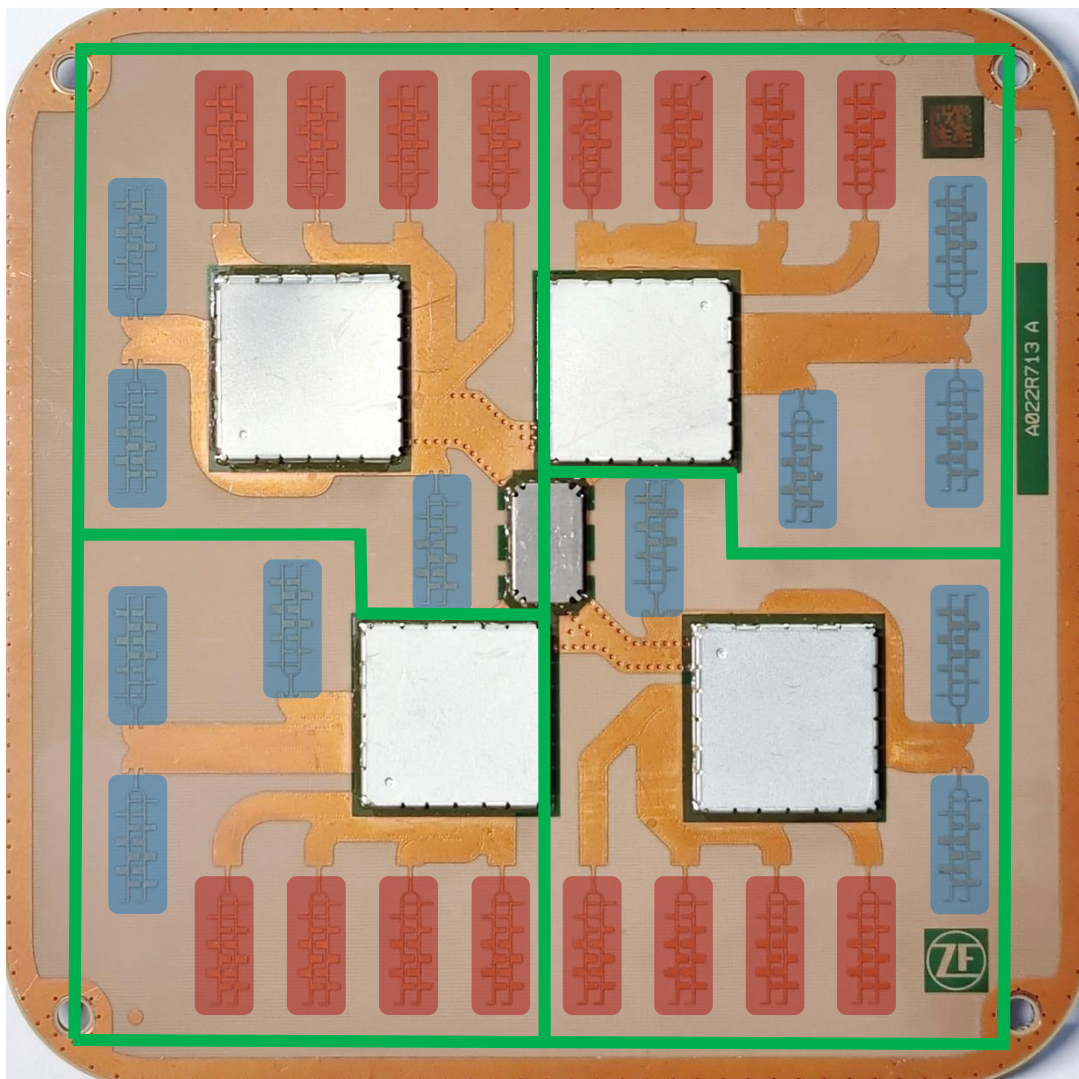
微带天线阵列：这一面上一共有天线28根，分为发射天线和接收天线两类，其中12个发射天线(TX)，16个接收天线(RX)，通过MIMO技术增加虚拟孔径，形成192个虚拟通道。

单片微波集成电路MMIC：本雷达一共有4个MMIC，采用多片级联的方式连接。外部银色的为屏蔽罩，内部为MMIC。MMIC是雷达关键零部件，负责毫米波信号的调制、发射、接收以及回波信号的解调。

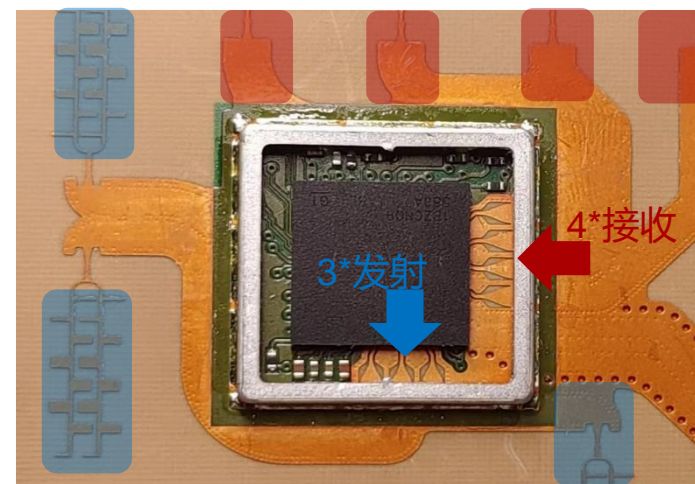
分功电阻：4个MMIC存在主从关系，功率需要均匀的分配到三个slave MMIC，分功电阻将本振功分信号功率进行均匀分配。

本振功分线：覆铜打孔处，用于4个MMIC的同步。

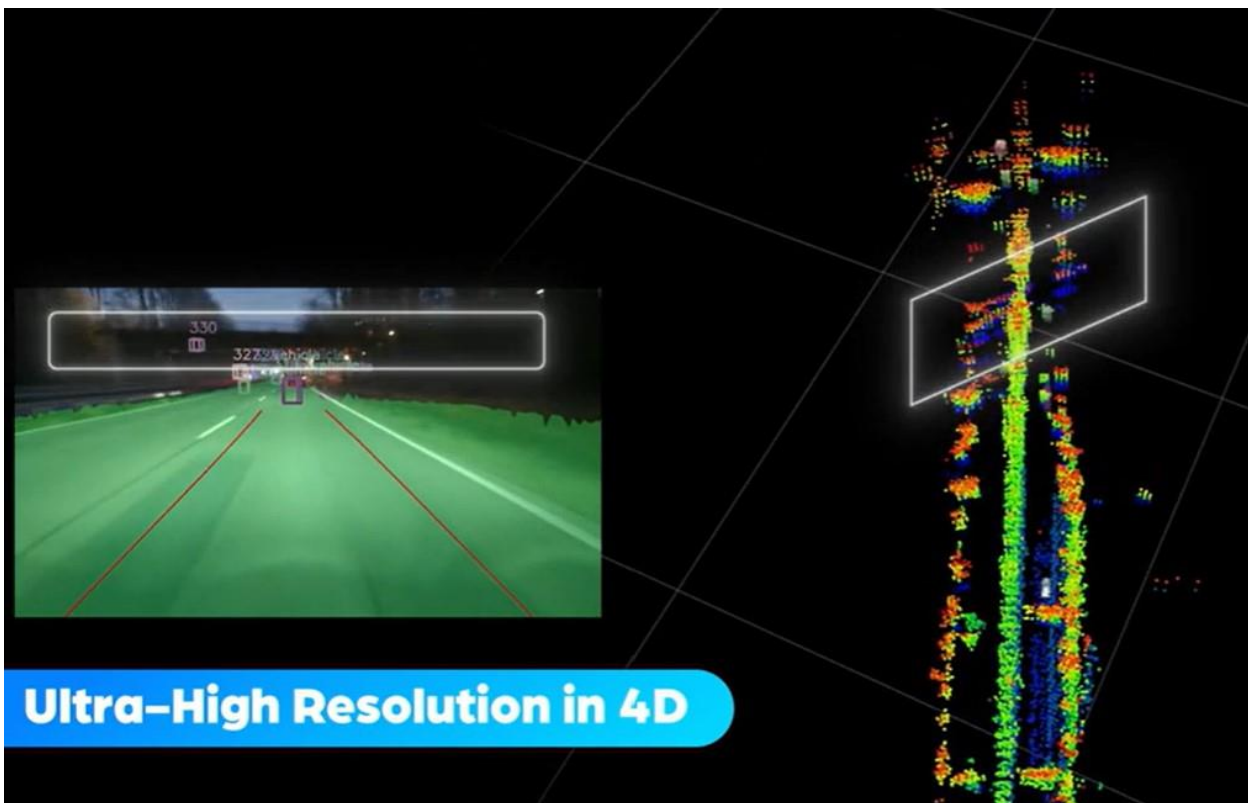
高频PCB板材：用于蚀刻毫米波雷达天线。性能要求高于普通PCB。



一共28根收发天线，一共4个MMIC，单个MMIC具有3发射天线及4接收天线。左图中，我们用绿色线框分割帮助梳理天线所属的MMIC。蓝色标注为发射天线，红色标注为接收天线。



移除屏蔽罩后，我们可以清晰的看见内部黑色的MMIC，以及3发4收的电路特征。MMIC具体型号为AWR2243P，由德州仪器提供。AWR2243是TI第二代毫米波传感器，使用了TI第二代毫米波射频前端，射频性能比第一代产品有了大幅提升，本雷达使用的AWR2243P是支持多片级联的型号。

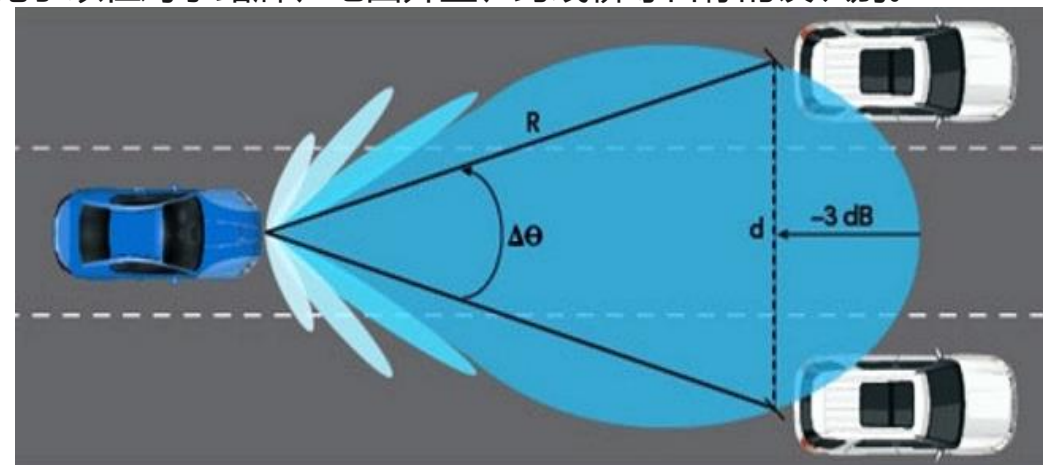


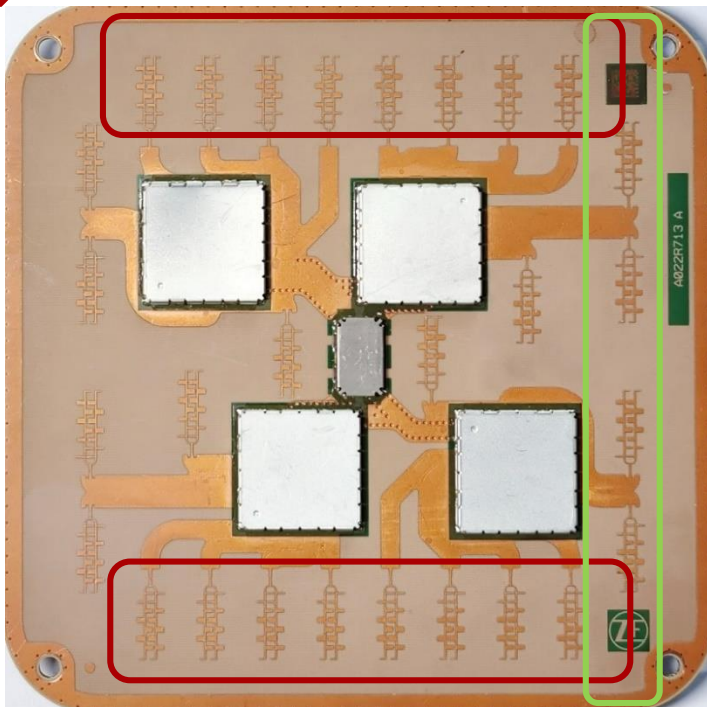
上图可见，4D毫米波雷达识别出了跨线桥，并且在点云上实现了具有高度信息的标注。

传统毫米波雷达也叫3D毫米波雷达，具有3个维度的信息，分别是距离、速度、方位角，不含有高度信息。

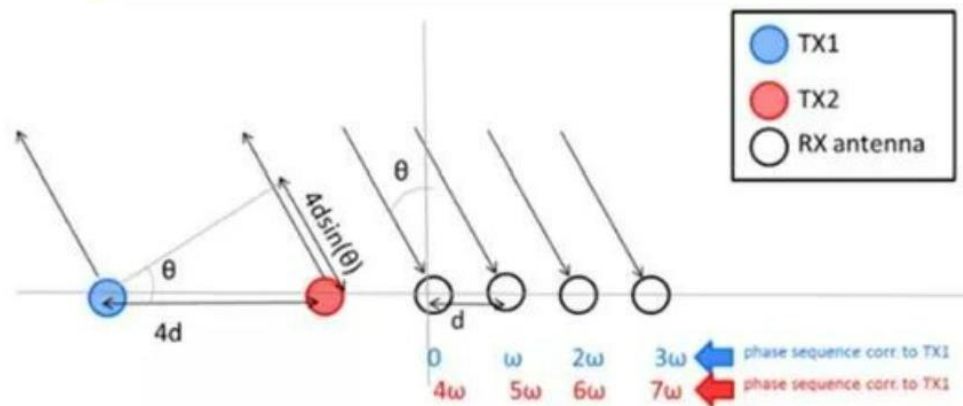
- 距离探测：通过计算经过调制的连续调频FMCW信号与回波之间的频率差来计算距离，雷达发射FMCW电磁波，速度为光速。
- 速度探测：通过多普勒效应探测目标与自车的相对运动速度，如需要目标绝对运动速度，则需要整车提供自车运动速度信息进行补偿得到。
- 方位角探测：通过相位法测角原理，利用不同接收天线阵元间接收回波的相位差计算方位角。

4D毫米波雷达在此基础上增加高度信息，形成4维信息输入。避免了以往对于路牌、地面井盖、跨线桥等目标的误识别。



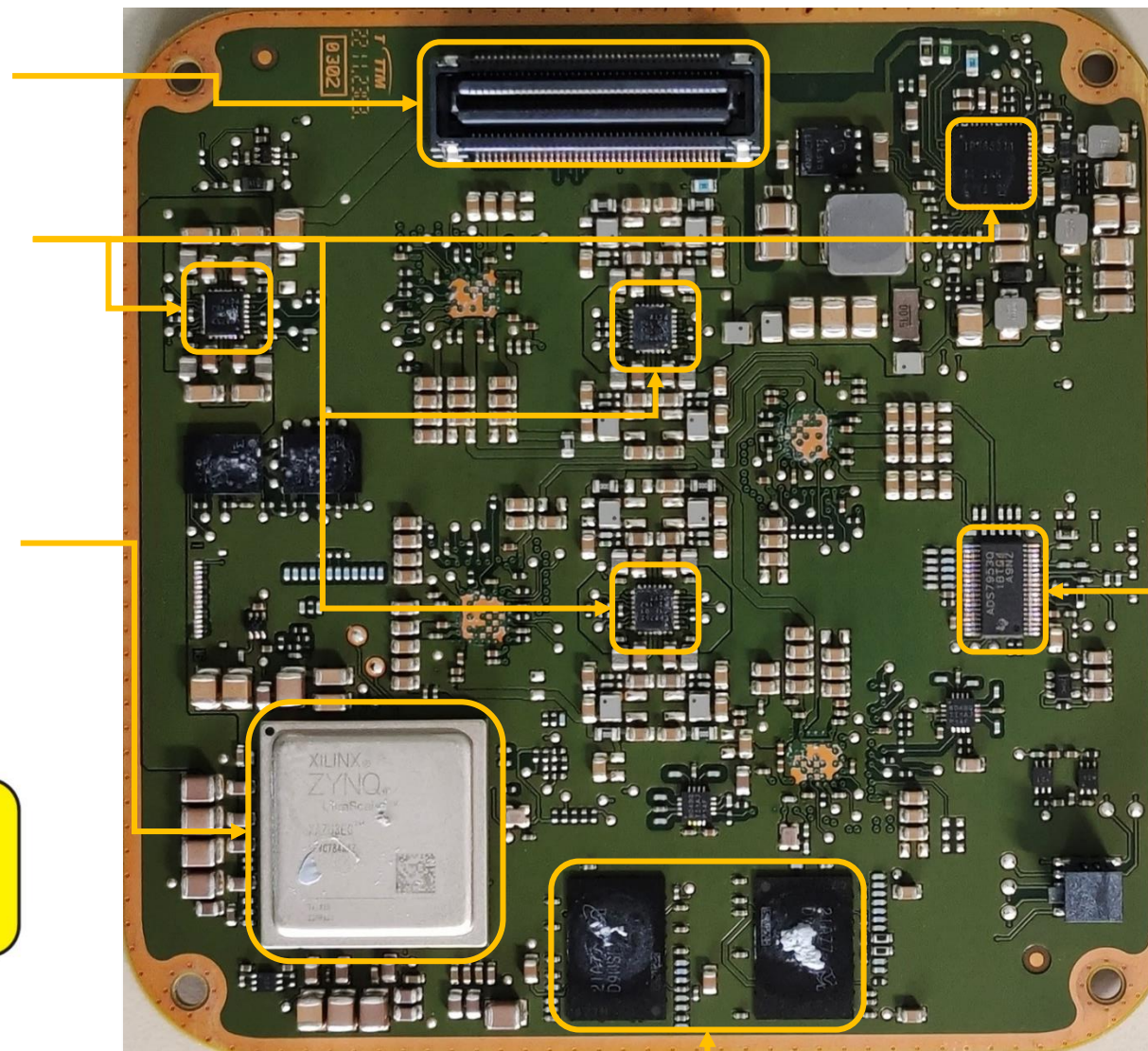


从雷达天线排列位置的角度，我们也能辨别4D毫米波雷达与传统毫米波雷达的区别。左上为本次拆解的采埃孚4D毫米波雷达，左下为来自日本电装的传统3D毫米波雷达。



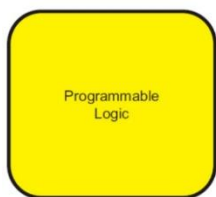
如上文所述，方位角的探测是通过接收天线所接受信号的相位差来进行计算的。水平直线排列的接收天线能够探测水平方向的相位方位角信息（左上图红框），绿色框内的发射天线与红色框的接收阵列通过MIMO技术，在垂直方向上形成虚拟孔径阵列，来实现高度方向上的测量，则可以得到目标的高度信息（左上图绿框）。作为对比，传统毫米波雷达发射天线和接收天线只在水平向上进行天线排列，在高度向上没有布局发射或接收天线，因此无法探测高度信息。

- 连接器：通过与数字接口板连接，将雷达感知信号输出到接口板，负责数据通讯和供电。
- 电源管理电路PMIC：PMIC是一种广泛应用于各种电子设备内的元器件。主要功能有电压降压或升压，确保为发射单元等用电设备提供稳压电流。
- 处理器：采用赛灵思ZYNQ UltraScale+ MPSoC FPGA，具体型号为XAZU3EG，优异的处理性能主要用于4D雷达复杂信号处理。传统毫米波雷达则使用低成本DSP进行信号处理的方案。NXP也在做类似产品，包括S32R45/41系列。

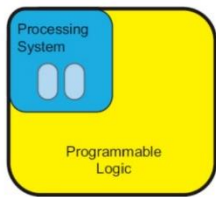


模数转换器ADC：用来控制PMIC模拟信号转换为数字信号，产品来自德州仪器，型号为ADS7953Q。

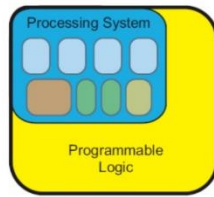
- DDR3存储单元：主要用于缓存雷达采集到的数据和中间处理结果。该雷达采用两块存储单元，产品来自美光，型号为MT53E128M32D2DS-053 AUT:A。



FPGA



Zynq



Zynq MPSoC

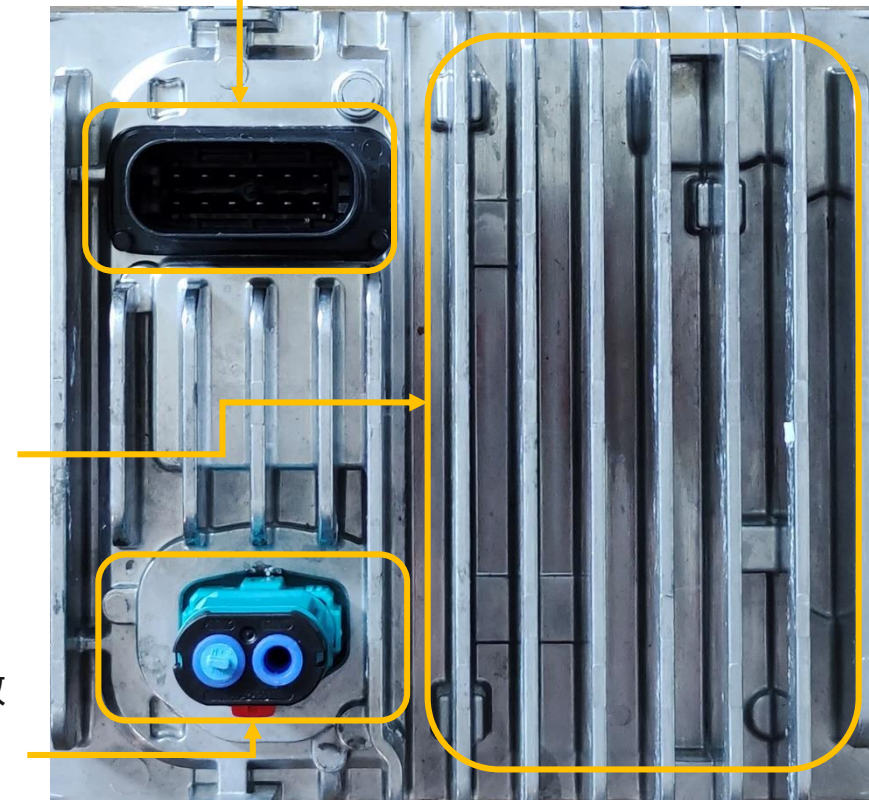


- CAN FD接口：传统毫米波雷达数据量较小，以20Hz频率估计，数据量约为数十kbps，CAN FD最高支持5Mbps，足以支持其数据传输需求。

- 散热翅片：4D毫米波雷达较大的功率使得其拥有较大的发热量，结构件背面的散热翅片帮助散热，降低其工作温度。

- 以太网接口：4D毫米波雷达点云数量大幅提升，达到数百甚至上千点云量，以太网的高数据传输速率得以支持其传输需求。

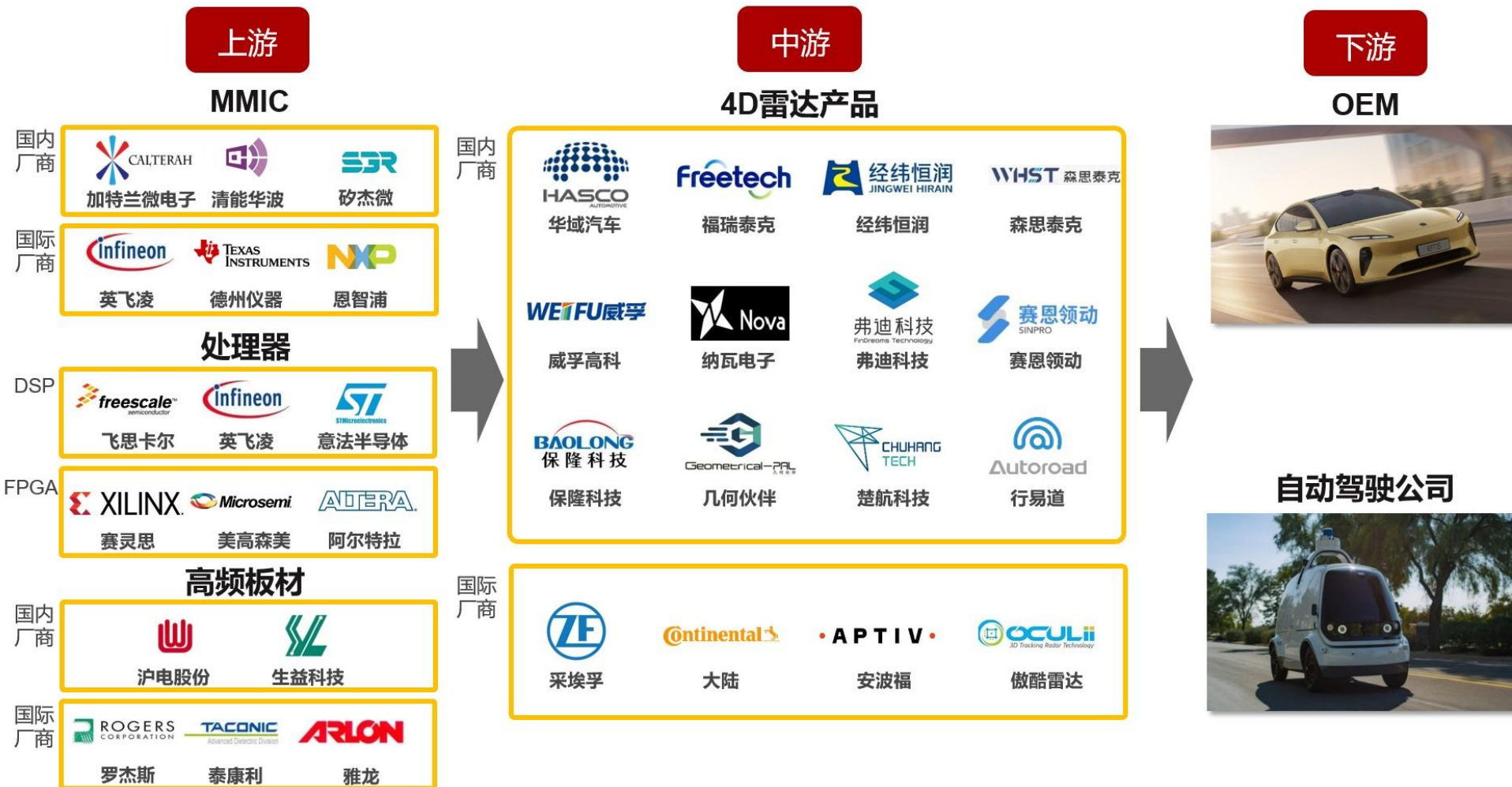
- 数字接口板：此电路板负责与雷达与整车域控信号及电源进行适配及转接。



02

产业上下游梳理

- 从上下游来看，下游为整车厂及各类自动驾驶公司。
- 中游为4D毫米波雷达厂商，国外主要为采埃孚、大陆等传统Tier1。国内厂商除了德赛西威、华域汽车、保隆科技等Tier1外也有类似楚航科技、几何伙伴、行易道等创业公司。
- 上游产业链中重要零部件为MMIC、处理器以及高频PCB板材。MMIC领域主要还是由海外大厂把控，国内加特兰电子、清能华波等厂商，整体实力偏弱。
- 处理器方面无论DSP还是FPGA还是以如英飞凌、赛灵思等海外厂商为主。
- 高频板材海外主要以罗杰斯、泰康利以及雅龙为代表，国内厂商沪电股份、生益科技为代表。



厂商	部分型号	型号产品信息
华域汽车	LRR30、LRR40	公司LRR30采用2片MMIC级联,具备6路发射和8路接收通道,最多可以输出1024点4D点云,能够追踪64个目标,最远探测距离达300m。公司LRR40采用4片级联,具备12路发射和16路接收通道,最多可以输出3072点4D点云,能够追踪128个目标,最远探测距离达350m。公司4D毫米波雷达产品已实现对友道智途相关项目的小批量供货。
福瑞泰克	FVR40	公司自主研发的成像毫米波雷达产品FVR40已获得国内多个车企定点,相关产品已进入量产交付阶段,预计2023第一季度完成上车搭载。FVR40角分辨率和俯仰角分辨率都小于1°,探测距离超过300米,速度分辨率小于0.1m/s能够区分出多个目标特征。
经纬恒润	/	公司4D毫米波雷达在研发过程中,公司正在积极拓展客户。2021年公司和Arbe在4D毫米波雷达技术方面达成战略合作,如有订单需求公司会向Arbe采购芯片,目前双方合作顺利。公司通过扩展MIMO体制的发射和接收通道数,构建了48路发射和48路接收通道,大大提升雷达信息获取能力,雷达探测距离达到350m,可实现方位向1°和俯仰向1.5°的真实孔径分辨率。
森斯泰克	STA77-6、STA77-8	公司2片级联4D成像雷达STA77-6量产车型——理想L7量产上市。采用6发8收,48虚拟通道,作用距离300米,方位角分辨率2°。公司4片级联4D成像雷达STA77-8已搭载国内一线主机厂主打车型量产上市。采用12发16收,192虚拟通道,作用距离350米,方位角分辨率0.7°。
威孚高科	/	公司4D毫米波雷达产品目前处于市场应用快速发展阶段,已获取干线物流定点项目。
纳瓦电子	NOVA77G-4D-S、NOVA77G-4D-IR	公司共规划了两款成像雷达产品,一款是6发8收,既可作为角雷达也可以作为前向雷达,一款是12发16收,主要瞄准前向雷达。纳瓦电子6发8收成像雷达最远探测距离可达320m,距离分辨率为0.35m,3dB水平波束宽度小于1.6°,方位角精度±0.1°,3dB俯仰面波束宽度小于2.4°,俯仰角精度±0.2°
弗迪科技	/	公司今年4D成像雷达、智能车门雷达、舱内活体检测雷达也会陆续量产。
赛恩领动	SIR-4K	公司发布了旗下首款产品SIR-4K,该产品最远探测距离400米,角分辨率0.5度(水平)×1度(垂直),较传统毫米波雷达提升了10倍。产品具备192个虚拟通道,可输出4096个点云。
保隆科技	/	公司自2021年底开始布局4D毫米波雷达研发,目前已进入优化调试阶段,预计今年8月份会对外开展客户推广,2024年一季度进入初步量产。
几何伙伴	/	公司自主研发的4D成像雷达,已经具有目标跟踪定位、可行驶区域检测以及自动泊车等能力。
楚航科技	/	公司宣布获得苇渡科技量产定点项目,将为苇渡科技首款纯正向研发的纯电智能重卡高配车型提供4D成像毫米波雷达,将在024年量产交付及落地应用。
行易道	ALRR300	公司ALRR300基于双片级联硬件,采用领先的稀疏信号成像技术,突破硬件的限制,实现了水平和俯仰角分辨率小于1°。

传统3D毫米波雷达并非不能识别静态目标，而是在没有高度信息的情况下极易出现诸如将路牌等目标识别成前方车辆等误识别现象，雷达厂商进而对3D毫米波雷达使用边界进行限定。4D毫米波雷达相比较传统3D毫米波雷达具有了高度信息，从而将雷达对静态目标的识别能力提升了一个台阶，同时在成本端并没有大幅提升。我们认为，4D毫米波雷达有望在中低端车型上占领激光雷达降本后的生态位，配合摄像头及传统毫米波雷达形成一套高性价比的智能驾驶硬件组合。

随着L2及L2+级智能驾驶的持续渗透，以及终端消费者和OEM愈发重视智能驾驶方案整体性价比。4D毫米波雷达预计将实现快速放量。建议关注4D毫米波雷达整机相关标的公司：华域汽车、经纬恒润、保隆科技、威孚高科。上游产业链建议关注标的公司：沪电股份、生益科技。

03

风险提示

- 1、汽车智能化速度不及预期；
- 2、4D毫米波雷达放量不及预期；
- 3、激光雷达降本提速。

行业的投资评级

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10%以上；
- 2、中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10%以上；
- 3、看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，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，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

邮政编码：200127

电话：(8621)80108518

传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：<http://research.stocke.com.cn>