



➤ **示波器属于通用的仪器，具备较好的场景泛化能力。**示波器能够绘制电信号图，帮助工程师或研发人员了解信号电压值随时间变化产生的波动，判断是否存在故障组件使信号失真。在示波器显示屏上，横坐标（X）代表时间，纵坐标（Y）代表电压。数字示波器正逐渐成为趋势。Lecroy 于 1985 年发明了第一台数字示波器，相比于模拟示波器，数字示波器具有更高的测量效率、测量精度，近年来，随着电子技术发展，数字示波器替代模拟示波器成为趋势。

➤ **数字示波器具备信号采集、显示、测量与分析、存储 4 大功能。**其中采集部分主要是由三颗芯片和一个电路组成。即放大器芯片，A/D 芯片，存储器芯片和触发器电路。输入的电压信号经耦合电路后送至前端放大器，前端放大器将信号放大，以提高示波器的灵敏度和动态范围。带宽、采样率和存储深度是数字示波器的三大关键指标。各项指标综合决定了数字示波器性能。

➤ **频谱分析仪是一种频率选择性、峰值检测的电压表，经过校准之后显示正弦波的有效值。**传统角度，工程师习惯于将时间作为参考系，示波器也是基于此。而根据傅里叶理论，时域中的任何电信号都可以由一个或多个具有适当频率、幅度和相位的正弦波叠加而成。换句话说，任何时域信号都可以变换成相应的频域信号，通过频域测量可以得到信号在某个特定频率上的能量值。

➤ **频谱分析仪分为扫频调谐式与动态信号两大类。**扫频调谐式分析仪通过各类滤波分析输入信号中的中频信号，从而得到频谱分析结果。该形式频谱分析仪较为普遍，结构也较为复杂。动态信号分析仪的核心在于快速傅里叶变化（FFT）算法，首先通过 FFT 将信号分解成分立的频率分量，由模拟/数字转换器（ADC）直接对输入信号取样，经过 FFT 处理后获得频谱分布图。此类分析仪速度明显优于传统分析仪，可以进行实时分析。

➤ **精密电子产品的复杂程度升高导致测试产品测试难度提升。**需要更高的精度、可重复性和可靠性。根据 Frost & Sullivan 对研发（R&D）和制造（Mfg）领域的高级决策者及运营经理调研，2018 年 77% 的公司认为更严格的容忍度、制造复杂性和更严格的客户要求使得产品更难达到质量要求。确保质量的第一步是制定适当、准确与可重复的测试流程。

➤ **研发环节看，电子测量在确保产品迅速推向市场中起到关键作用。**随着全球科技创新步伐加快，企业需要更好平衡产品稳定性、发布节奏以及投资回收期。研发好坏对产品的附加值高低有决定性作用，既要保证产品具备更多新功能，有能够快速通过研发环节测试对当下电子测量行业同样提出更高要求。

➤ **制造环节看，电子测量能够保证产品质量。**制造环节虚假不合格会导致产品返工或废品成本增加，不良测试会对产品质量产生连锁反应，进而影响公司的市场表现。电子测量可确保在产品生命周期的各个阶段（包括设计、验证和生产）进行正确的测试，以避免危机。

➤ **投资建议：**得益于 5G、新能源汽车等下游行业景气度上行，我们认为电子测量即将迎来新一轮发展期，建议关注普源精电、鼎阳科技、坤恒顺维、优利德、东方中科。

➤ **风险提示：**原材料供应紧缺及价格波动，芯片等电子元器件进口依赖，吸引人才与保持创新能力风险，经销体系管理风险，新产品研发不及预期风险。

推荐

维持评级



分析师：马天谔

执业证号：S0100521100003

电话：021-80508466

邮箱：matianyi@mszq.com



分析师：李哲

执业证号：S0100521110006

电话：13681805643

邮箱：lizhe_yj@mszq.com

相关研究

1.通用电子测量深度报告之二：它山之石，可以攻玉

2.通用电子测量深度报告之一：东风渐暖，挥斥方遒

目 录

1 时频域产品细拆，究竟何为壁垒？	3
1.1 示波器，时域的主流产品	3
1.2 射频类仪器，换个角度从频域出发	7
2 下游应用“百舸争流”，各场景需要哪些产品？	10
2.1 电子测量担任科技行业“守门人”	10
2.2 电子测量如何助力降本增效？	15
3 国内相关公司业务及介绍	17
3.1 普源精电	17
3.2 鼎阳科技	22
3.3 坤恒顺维	25
3.4 优利德	28
3.5 东方中科	31
4 风险提示	35
插图目录	36
表格目录	37

1 时频域产品细拆，究竟何为壁垒？

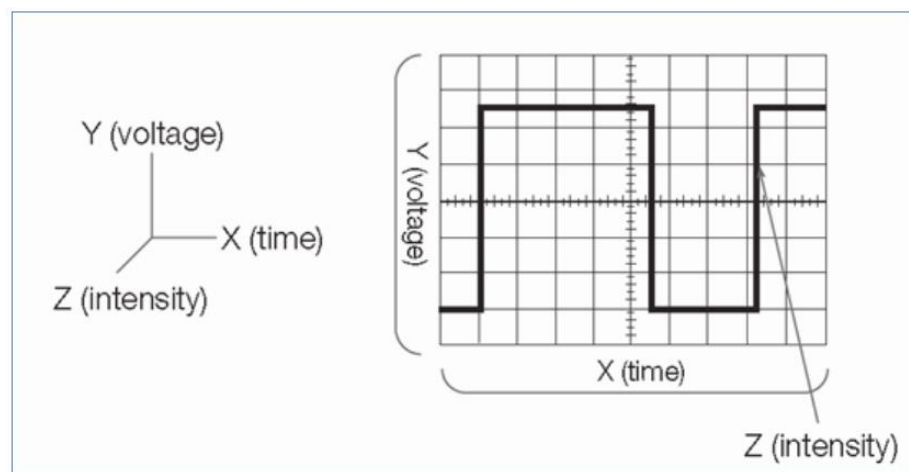
1.1 示波器，时域的主流产品

1.1.1 电子工程师之眼，用于诊断信号稳定性

示波器属于通用的仪器，具备较好的场景泛化能力。目前大多科技产品均会涉及电子电路，其中电子元件设计、验证和调试过程中，均需要使用示波器以分析众多电信号。

本质看，示波器是一种诊断仪器。示波器能够绘制电信号图，帮助工程师或研发人员了解信号电压值随时间变化产生的波动，判断是否存在故障组件使信号失真。在示波器显示屏上，横坐标（X）代表时间，纵坐标（Y）代表电压（如果示波器有测量电流的功能，纵坐标还代表电流）。除横纵坐标外，示波器中通常会用 Z 轴表示强度或亮度。

图 1：示波器的电信号图显示了信号如何随时间变化

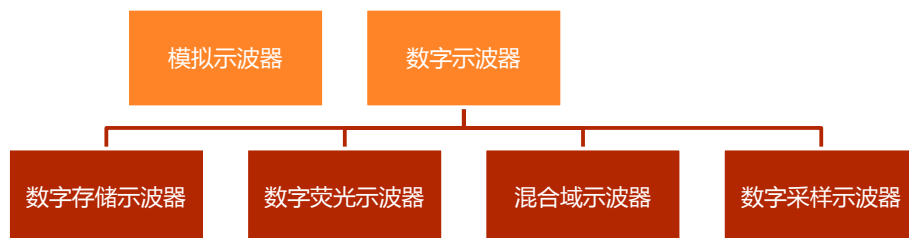


资料来源：Tektronix 官网，民生证券研究院

示波器一般分为数字示波器与模拟示波器。通常而言，数字示波器与模拟示波器均可用于电子信号测试，但两者各有侧重。模拟示波器用于测试要求实时显示并且变化很快的信号；数字示波器则用来显示周期性相对较强的信号，同时数字示波器内置 CPU 或 DSP 处理器可以处理分析信号，能够较好分析数据。

数字示波器正逐渐成为趋势。20 世纪 40 年代，Tektronix 引入了具有触发系统、能稳定显示重复信号的示波器，使得模拟示波器广泛地应用在实际测试测量中。但模拟示波器能测量的参数较少，无法进行单次信号的测量，且无法对波形进行存储，不能满足更复杂的测试需求。Lecroy 于 1985 年发明了第一台数字示波器，相比于模拟示波器，数字示波器具有更高的测量效率、测量精度，近年来，随着电子技术发展，数字示波器替代模拟示波器成为趋势。

图 2：示波器分为模拟示波器与数字示波器，数字示波器成为主流

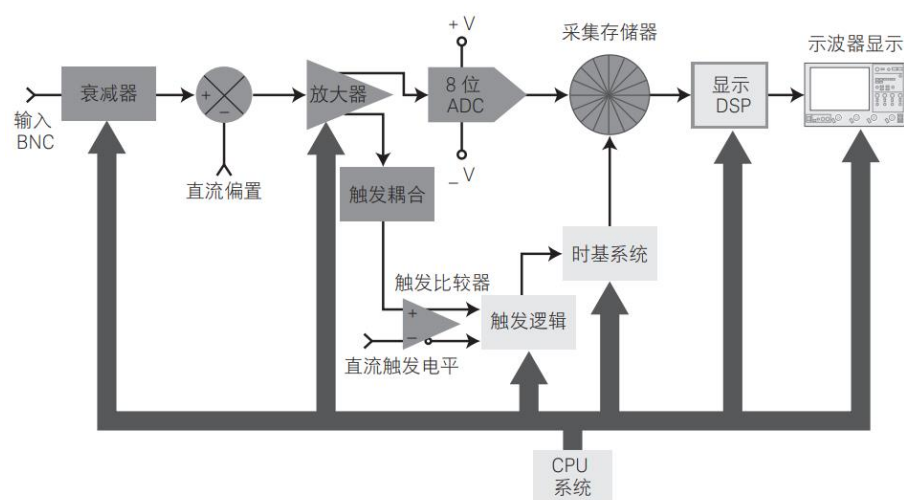


资料来源：Tektronix 官网，民生证券研究院

1.1.2 数字示波器具有三大核心指标，能力由不同芯片模块决定

数字示波器具备信号采集、显示、测量与分析、存储 4 大功能。其中采集部分主要是由三颗芯片和一个电路组成。即放大器芯片，A/D 芯片，存储器芯片和触发器电路。输入的电压信号经耦合电路后送至前端放大器，前端放大器将信号放大，以提高示波器的灵敏度和动态范围。放大器输出的信号由取样/保持电路进行取样，并由 A/D 转换器数字化，经过 A/D 转换后，信号变成了数字形式存入存储器中，微处理器对存储器中的数字化信号波形进行相应的处理，并显示在显示屏上。

图 3：数字示波器具备采集、显示、测量分析与存储 4 大功能



资料来源：Tektronix 官网，民生证券研究院

带宽、采样率和存储深度是数字示波器的三大关键指标。各项指标综合决定了数字示波器性能。

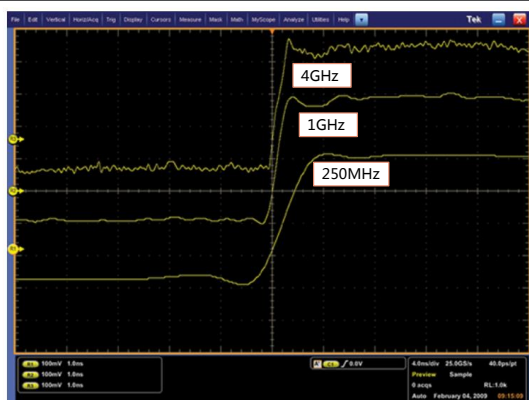
1) 带宽：数字示波器关键变量，直接影响产品品质

带宽常常被称为数字示波器的第一指标，数字示波器产品性能划分也大多以

带宽作为首要依据。一般而言，如没有特别说明，则提到的带宽为数字示波器模拟前端放大器带宽。随着信号频率的增加，数字示波器准确显示信号的能力会降低。带宽规格表示数字示波器可以准确测量的频率范围。如果没有足够的带宽，数字示波器就无法分辨高频变化，从而出现幅度失真、边缘消失、细节丢失问题。

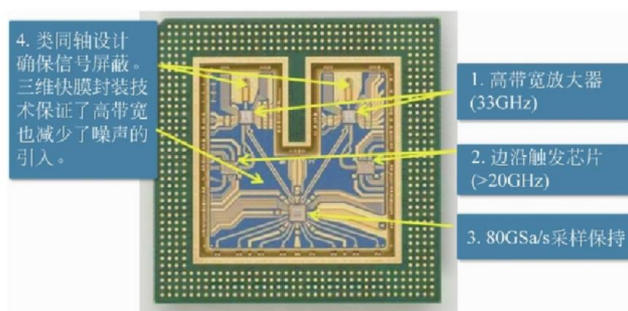
数字示波器的带宽主要取决于前端的衰减器和放大器的带宽。数字示波器需要通过前端放大器来捕获并放大各类琐碎信号，是数字示波器采集信号的第一步，因此前端放大器通常是示波器系统带宽的限制因素。主流数字示波器厂商都有自己特有的技术来实现高的带宽。以 Keysight 为例，其 33GHz 数字示波器前端芯片采用 InP（磷化铟）的高频材料，并使用了 MCM 多芯片封装技术，其内部主要由 5 片 InP 材料的芯片采用三维工艺封装而成。其中包含 2 片 33GHz 带宽 InP 材料做成的放大器，可以同时支持 2 个通道的信号输入；2 片 InP 材料做成的触发芯片以及 1 片 InP 材料做成的 80GSa/s 的采样保持电路；所有芯片采用快膜封装技术封装在一个密闭的屏蔽腔体内。

图 4：带宽同被测信号精度呈正相关



资料来源：Tektronix 官网，民生证券研究院

图 5：Keysight 前端芯片采用 InP 材料

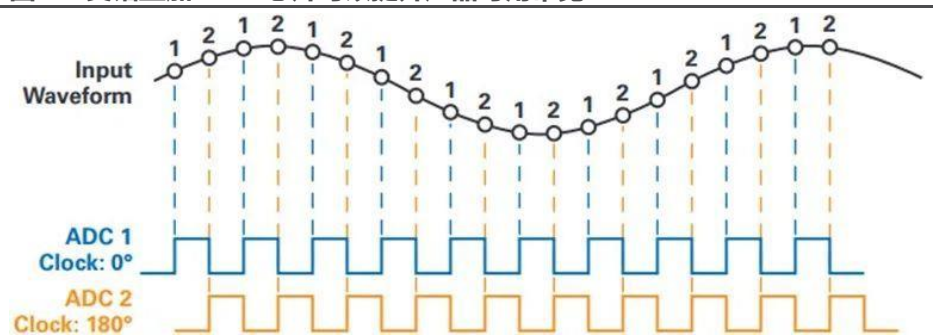


资料来源：Keysight 官网，民生证券研究院

提升数据信号处理能力（DSP）是提高数字示波器带宽的另一种手段。DSP 带宽增强技术实际上是一种数字 DSP 处理技术。采用数字 DSP 处理技术的初衷并不是为了增强带宽，而是为了进行频响校正。通过 DSP 可以将带宽以外一部分频率成分的能量增强，从而实现带宽提升。但由于该技术在提高带宽的同时也会提升系统的高频噪声，因此不适用于大比例增加系统带宽。

交错 ADC 技术也可提升系统带宽。通过叠加多个相同的 ADC 同步采样输入信号，以产生组合输出信号，使得总体采样带宽为单个 ADC 带宽的数倍，即利用 m 个 ADC 可让有效采样速率增加 m 倍，并同步提升工作时的可用带宽。假设当前数字示波器采用 2 个 100MSPS ADC 以交错方式组合，采样速率便能翻倍至 200 MSPS，每个奈奎斯特区可以从 50 MHz 扩展到 100 MHz，使工作时的可用带宽翻倍。为准确获取、测量各类信号，很多设计系统要求数字示波器采用领先商用 ADC 技术，交错叠加结构可一定程度弥补差距。

图 6：交错叠加 ADC 芯片可以提升产品可用带宽



资料来源：Lecroy 官网，民生证券研究院

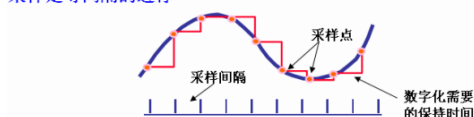
交错叠加 ADC 存在缺陷会导致信号失真。若两个 ADC 间增益不匹配，会出现干扰音，一定程度上抵消了交错带来的带宽增加的优势。

2) 采样率：类似于物理中“速度向量”，低采样率易造成波形失真

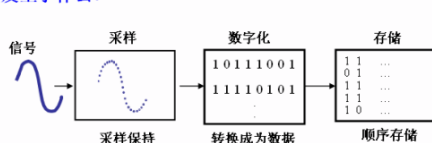
采样率是容易被忽视的另一关键指标。由于计算机仅能处理离散的数字信号。因此在模拟信号进入数字示波器后，首要的问题即为将连续的模拟信号离散化、数字化（A/D 转化），上述过程被称为采样，也是数字示波器作波形运算和分析的基础。采样电压之间的时间间隔越小，那么重建出来的波形就越接近原始信号，采样率就是采样时间间隔。比如，如果示波器的采样率是每秒 10G 次（10GSa/s），则意味着每 100ps 进行一次采样。一般而言，ADC 芯片对采样率大小具有决定性作用。

图 7：数字示波器采样原理

采样是等间隔的进行

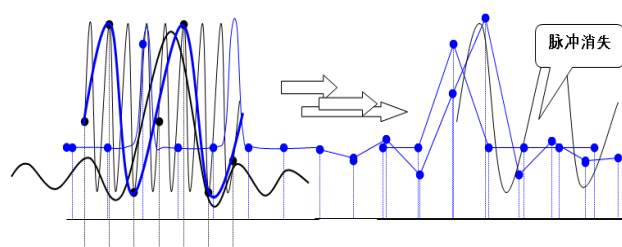


采样时发生了什么？



资料来源：Lecroy 官网，民生证券研究院

图 8：低采样率易造成波形失真



资料来源：Lecroy 官网，民生证券研究院

3) 存储深度：同时影响采样率

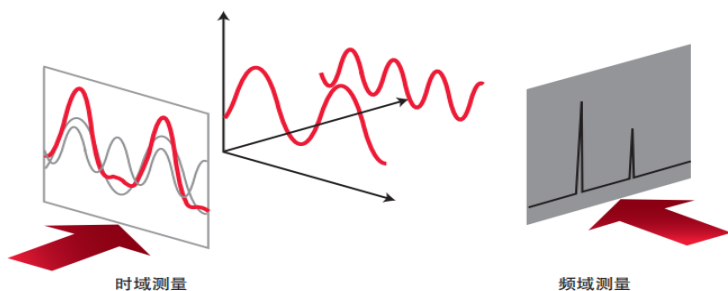
存储深度间接影响采样率。类比到物理学，存储深度可以理解为“距离向量”，采样率即为速度。**数字示波器存储深度=采样率×采样时间。**过小容易因采样点数不够而使波形失真。因此，提高示波器的存储深度可以间接提高示波器的采样率：当要测量较长时间的波形时，由于存储深度是固定的，所以只能降低采样率来达到，但这样势必造成波形质量的下降；如果增大存储深度，则可以以更高的采样率来测量，以获取不失真的波形。

1.2 射频类仪器，换个角度从频域出发

从最基础的角度出发，可以把频谱分析仪理解为一种频率选择性、峰值检测的电压表，经过校准之后显示正弦波的有效值。传统角度，工程师习惯于将时间作为参考系，示波器也是基于此。而根据傅里叶理论，时域中的任何电信号都可以由一个或多个具有适当频率、幅度和相位的正弦波叠加而成。换句话说，任何时域信号都可以变换成相应的频域信号，通过频域测量可以得到信号在某个特定频率上的能量值。

某些测量场合要求考察信号的全部信息——频率，幅度和相位。然而，即便不知道各正弦分量间的相位关系，也同样能实施许多的信号测量，这种分析信号的方法称为信号的频谱分析。

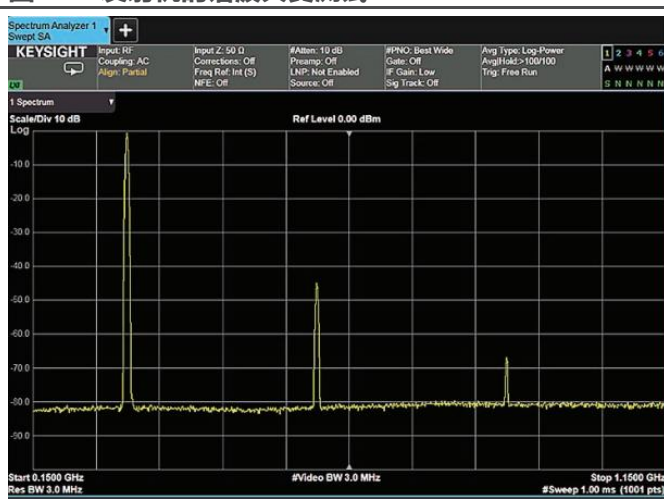
图 9：信号的时域和频域关系



资料来源：Keysight 官网，民生证券研究院

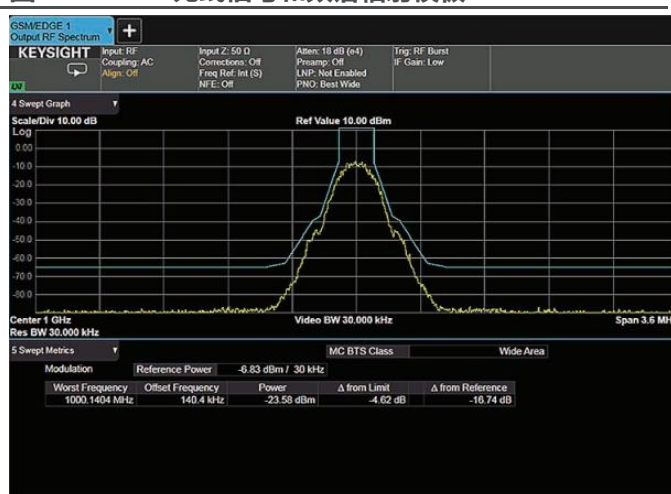
频谱监测是频域测量的重要领域。政府管理机构对各种各样的无线业务分配不同的频段，例如广播电视、无线通信、移动通信、警务和应急通信等其他业务。保证不同业务工作在其被分配的信道带宽内是至关重要的，通常要求发射机和其他辐射设备应工作于紧邻的频段。在这些通信系统中，针对功率放大器和其他模块的一项重要测量是检测溢出到邻近信道的信号能量以及由此所引起的干扰。

图 10：发射机的谐波失真测试



资料来源：Lecroy 官网，民生证券研究院

图 11：GSM 无线信号和频谱辐射模板



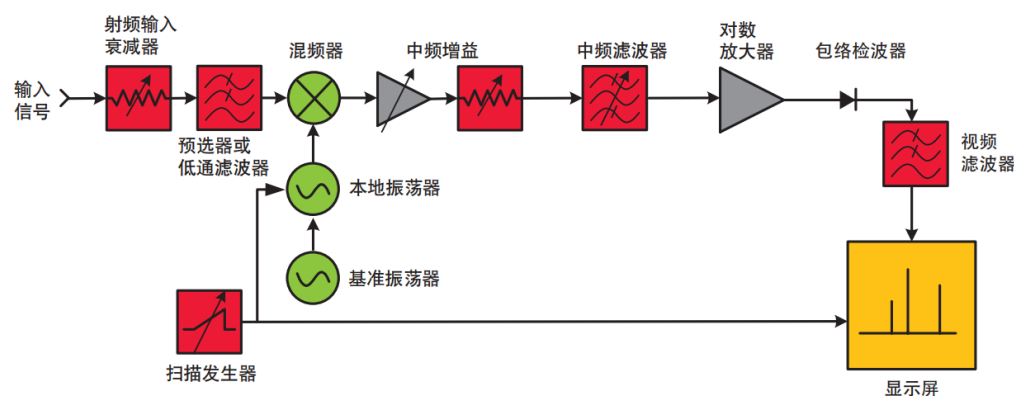
资料来源：Lecroy 官网，民生证券研究院

频谱分析仪分为扫频调谐式与动态信号两大类。扫频调谐式分析仪通过各类滤波分析输入信号中的中频信号，从而得到频谱分析结果。该形式频谱分析仪较为普遍，结构也较为复杂。动态信号分析仪的核心在于快速傅里叶变化（FFT）算法，首先通过 FFT 将信号分解成分立的频率分量，由模拟/数字转换器（ADC）直接对输入信号取样，经过 FFT 处理后获得频谱分布图。此类分析仪速度明显优于传统分析仪，可以进行实时分析。

1) 扫频调谐式分析仪

从高频降至低频是扫频调谐式分析仪的核心。输入信号先经过一个衰减器，再经低通滤波器到达混频器，然后与来自本振（LO）的信号相混频。由于混频器是非线性器件，其输出除了包含两个原始信号之外，还包含它们的谐波以及原始信号与其谐波的和信号与差信号。若任何一个混频信号落在中频（IF）滤波器的通带内，它都会被进一步放大。

图 12：频谱分析仪结构图



资料来源：Keysight 官网，民生证券研究院

射频衰减器，频谱分析仪的第一部分。其作用是保证信号在输入混频器时处在合适的电平上，从而防止发生过载、增益压缩和失真。由于衰减器是频谱仪的一种保护电路，所以它通常是基于基准电平值而自动设置。

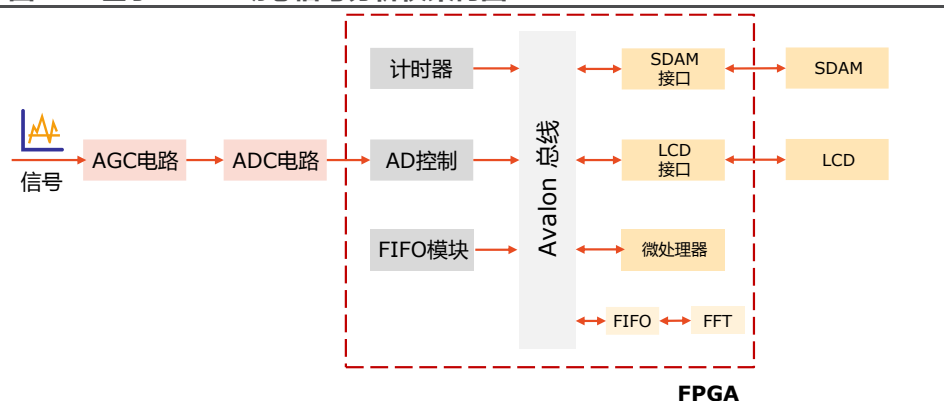
低通滤波器或预选器，防止高频信号到达。如不能有效阻止高频信号，则会出现多余的频率响应，从而影响频谱分析仪精度。

中频增益同射频衰减器具有联动机制。中频增益本质属于可变增益放大器，当中频增益改变时，电信号会相应发生改变，但研发过程中通常希望调节输入射频衰减器的电信号水平不变，因此频谱分析仪更加强调算法协调能力。

2) 动态信号分析仪

动态信号分析仪可基于 FPGA 设计，对系统协调能力要求更高。在此结构中，信号经过滤波、放大之后，通过 AD 取样，在 FGPA 内对信号进行全硬件的数字滤波后，交给 FFT 信息处理单元进行 FFT 变换，送到 LCD 显示其频谱分析的结果。

图 13：基于 FPGA 动态信号分析仪架构图



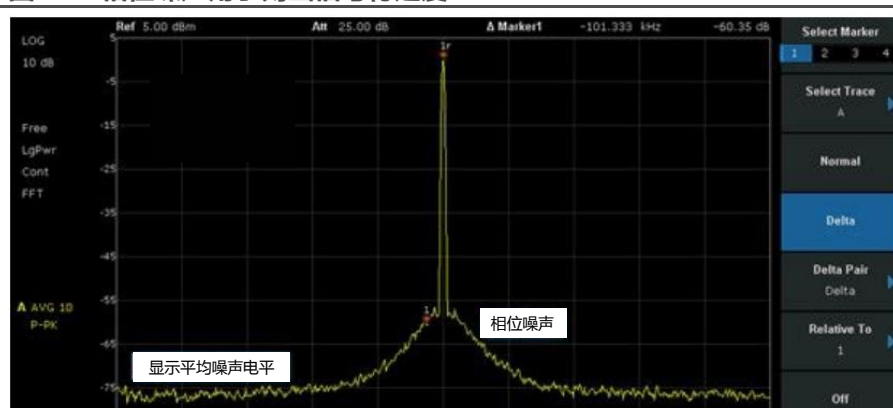
资料来源：中国知网《基于 FPGA 的频谱分析仪的设计与研制》，民生证券研究院

实时分析带宽同频谱分析仪可应用场景相关。实时分析带宽是指频谱分析仪 FFT 频谱分析一次分析的频谱宽度。在军用的跳频电台、雷达、RFID、蓝牙等信号测试中，通过 FFT 分析频谱，比扫描式频谱分析仪更快，在现代无线通信占用带宽更大、调制更复杂的发展中应用越来越多。根据坤恒顺维及电科司仪应用场景梳理，5G 通信、低轨卫星等场景要求带宽在 44GHz 左右；无人驾驶、卫星通信等新场景则要求在 67GHz 以上。

相位噪声是关系到频谱分析仪本振稳定度的关键指标。相位噪声直接作用于输出信号的质量三要素——频率、幅度、相位。噪声过大，影响则表现在频谱分析仪的分辨率 RBW 做不小，测量信号功率的动态范围窄，而当进行信号发射的带内和邻道测试时，“相噪”大会影响测试结果。

相位噪声用于描述信号频率稳定度。如果由于噪声的影响，偏离中心频率很远处也应该有该信号的功率，正如延误 1 小时以上的公交一样。偏离中心频率很远的信号叫做边带信号，边带信号可能被挤到相邻的频率中去，类似于延误的公交班次可能挤占后来的班次，从而使固定频率发车变得混乱。

图 14：相位噪声用于刻画信号稳定度



资料来源：普源精电官网，民生证券研究院

2 下游应用“百舸争流”，各场景需要哪些产品？

2.1 电子测量担任科技行业“守门人”

电子产品复杂性与日俱增，对质保提出了挑战。根据 Frost & Sullivan 统计，2020 年 64% 电子及制造公司受访者都认为确保产品质量正变得更加困难。且下游场景的不断丰富带来了更多可靠性保障压力。如自动驾驶汽车实现了联网，不但可以避免碰撞，而且可以选择最佳路线。高速宽带互联网和移动互联网技术（如 LTE 和 5G）等先进通信技术使设备和设备之间能够随时随地连接、监控和控制。从家中的电灯到 100 兆瓦的燃气轮机，再到用于农业、监控和防御的无人驾驶飞行器皆是如此。

精密电子产品的复杂程度升高导致测试产品测试难度提升。需要更高的精准度、可重复性和可靠性。根据 Frost & Sullivan 对研发（R&D）和制造（Mfg）领域的高级决策者及运营经理调研，2018 年 77% 的公司认为更严格的容忍度、制造复杂性和更严格的客户要求使得产品更难达到质量要求。确保质量的第一步是制定适当、准确与可重复的测试流程。

2.1.1 汽车产业持续转型，电子测量深入产业链

汽车行业将在技术创新方面实现模式转变，自动驾驶商用已成为趋势。由于机动化、城市化、人口增长和人口密度的变化，全球交通拥堵增加。拥堵降低了交通基础设施的效率，增加了出行时间、空气污染和燃料消耗。据疾病控制和预防中心统计，全球每年约有 125 万人死于交通事故。据美国交通部称，94% 的事故是由人为错误造成的。自动驾驶汽车可以解决这些问题。美国汽车工程师协会（SAE）将汽车自动化水平从 L0（无自动化）分级到 L5（全自动化）。大规模商用汽车目前处于 L2（部分自动化）。我们认为未来 L3（有条件自动化）将实现商业化。

图 15：SAE 分类自动化水平等级

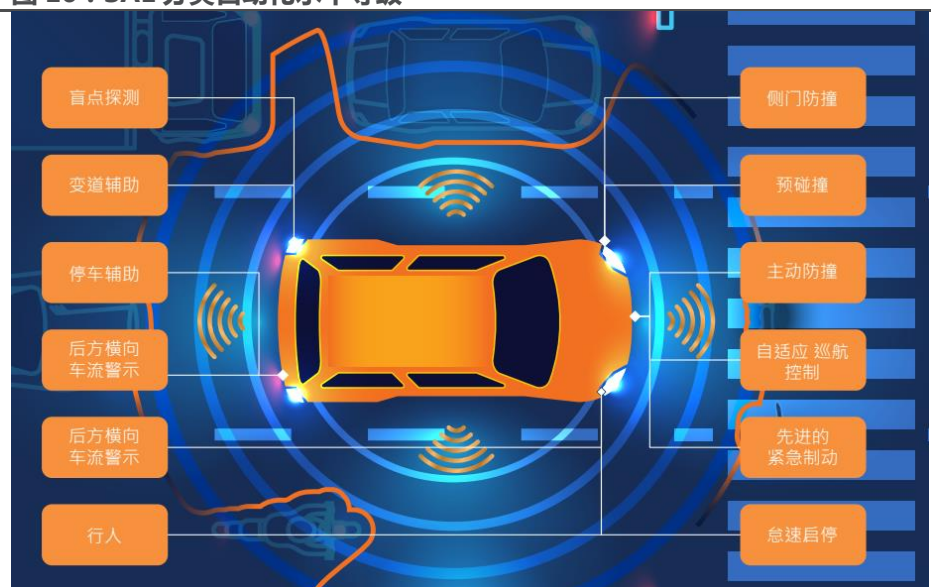
	SAE 分级	SAE 名称	执行转向/加速/减速	监控驾驶环境	动态驾驶任务表现	系统功能
人类驾驶员监控驾驶环境	0	无自动化	人类驾驶员	人类驾驶员	人类驾驶员	不适用
	1	驾驶员辅助	人类驾驶员和系统	人类驾驶员	人类驾驶员	一些驾驶模式
	2	部分自动化	系统	人类驾驶员	人类驾驶员	一些驾驶模式
自动驾驶系统	3	有条件的自动化	系统	系统	人类驾驶员	一些驾驶模式
	4	高度自动化	系统	系统	系统	一些驾驶模式
	5	完全自动化	系统	系统	系统	一些驾驶模式

资料来源：ResearchGate，民生证券研究院

为实现自动化功能，车载功能性模块包括雷达、激光雷达和相机等传感器；无线连接，例如蜂窝（如 5G、LTE、HSPA+）、Wi-Fi、蓝牙和近场连接；以及导

航系统，如 GPS 和 GLONASS。另外，自动驾驶汽车还包括连接总线、处理器和充电端口网络。

图 16：SAE 分类自动化水平等级



资料来源：ResearchGate，民生证券研究院

电子测量已深入自动驾驶功能模组研发及制造环节。就雷达系统来看，汽车雷达测试应用系统涉及测试任意波形发生器、信号发生器、示波器、信号分析器、毫米波信号源和接收器，以及其他连接器和接收器等各种器件。

图 17：汽车雷达测试应用



资料来源：Keysight 官网，民生证券研究院

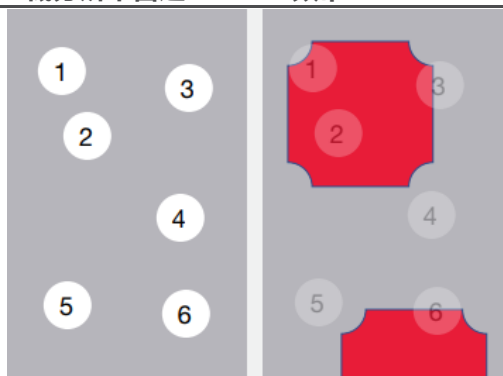
表 1：各类雷达技术对比

	雷达	摄像头	激光雷达 (LIDAR)
技术	探测—通过无线电波探测距离和速度、角度	通过图像识别、分类	利用激光获得 360 度三维视野
应用	• 自适应巡航控制 • 自动紧急制动系统 • 盲点探测 • 停车辅助	• 交通标志识别 • 车道保持系统 • 停车辅助 • 盲点探测 • ACC、AEBS	• 行人紧急制动辅助、碰撞紧急制动、地图
优点	• 历经数十年的考验 • 在所有环境条件下保持可靠 • 小巧、轻便 • 更远的探测距离	• 成本更低 • 大众市场技术 • 传感器体积更小 • 高分辨率 • 颜色识别 • 成像处理	• 高精度 • 高分辨率 • 对捕获的大量数据进行智能信号处理
局限性	• 对于探测到的目标只能提供有限的信息（仅限于外形和运动状态）	• 受环境（例如雨、雪、光线条件）影响，性能会发生变化	• 未经大规模部署的验证 • 传感器昂贵、笨重 • 昂贵而复杂的信号/数据管理 • 容易受天气的影响（例如雨、雪、光线条件）

资料来源：Frost & Sullivan, 民生证券研究院

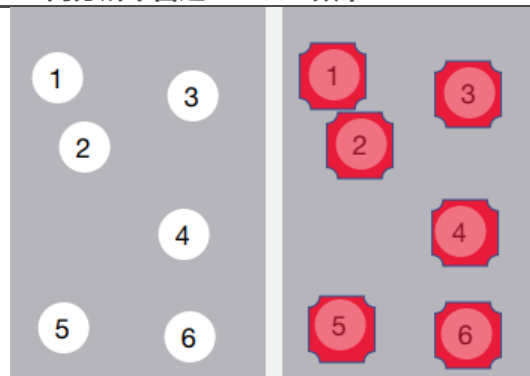
以汽车雷达为例，汽车雷达传感技术目前的主流还是 24GHz 窄带传感器，但它正在迅速向 76-81GHz 高频段、5Ghz 宽带宽、毫米波、调频连续波（FMCW）和波束赋形天线发展。远距离探测使用 76Ghz 频段，而短距离、高精度探测则使用 77-81Ghz 频段。了解更高频率、更宽带宽的先进汽车雷达系统所带来的性能提升非常重要。测试毫米波，特别是 76-81GHz 频段，需要一个周密的测试解决方案。研发环节，任意波形发生器和矢量网络分析仪是核心。产品解决方案组可将信号变频至毫米波频段，以实现雷达待测信号的模拟、干扰测试。以 Keysight 为例，对于汽车雷达信号宽带分析，包括射频功率、频谱发射、相位噪声、频率稳定性和调制质量分析，其高性能汽车雷达信号分析解决方案可以提供信号分析功能，频率高达 110GHz，带宽高达 5GHz，使设计可以留出额外的裕量，使开发人员能够测量低电平和灵敏的雷达信号。

图 18：低分辨率雷达 24GHZ 频带



资料来源：Keysight 官网，民生证券研究院

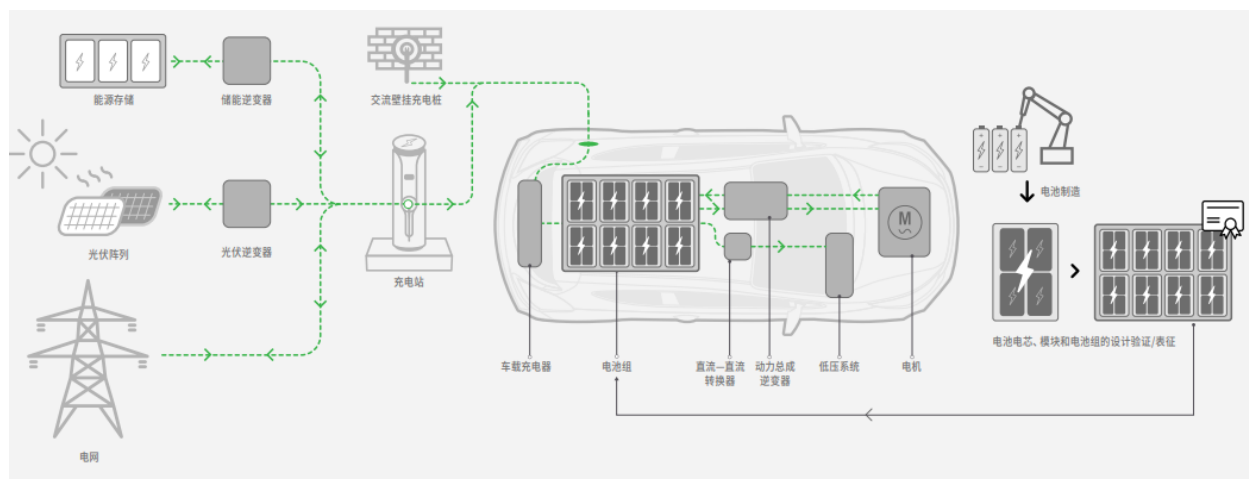
图 19：高分辨率雷达 79GHZ 频带



资料来源：Keysight 官网，民生证券研究院

在汽车电池领域，电子测量同样大有可为。据国际能源署（IEA）预测，2030 年全球上路的纯电动汽车（EV）和混合动力汽车（HEV）数量将达 2.5 亿辆，较 2018 年的 510 万辆增长近 50 倍。通常而言，动力传动系统的新技术要历经多个设计周期才能实现盈利。电动汽车动力传动系统组件（牵引电机、转换器、功率转换器和电池）所面临的成本压力一直在推动新的基础性技术持续发展。这些技术对设计和测试解决方案催生了更高的需求，要求它们提供更好的仿真和测试覆盖，以便符合各种安全和性能标准。以基础电动交通能源生态系统为例，电动汽车的续航制约主要来自电池制造环节，其本身也受到电池电芯、模块和电池组的设计验证/表征能力影响，电子测量可以算作实现电池性能的“最后一公里”。

图 20：电子测量在电动交通能源生态系统中扮演关键角色



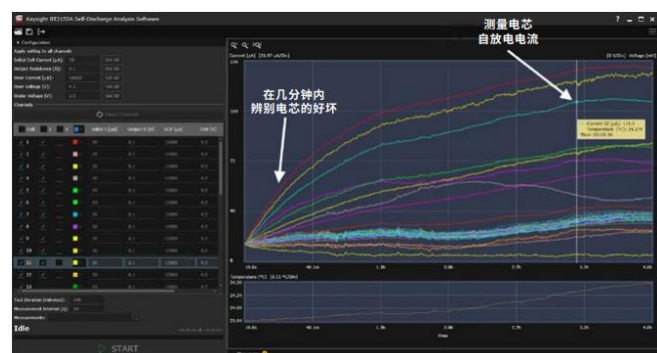
资料来源：Keysight 官网，民生证券研究院

软件工具包已经成为汽车电池测量环节“必需品”。电动交通对电芯和电池提出了更高的要求：提升性能、提高续航里程、降低成本。这些器件必须具有高品质，并能满足功率和能量密度、安全性、耐用性等要求。要想在市场上立足，成本必须优化。出于上述原因，工程师必须进行全面测试，以确保设计和生产成功达成目标。

Keysight 自放电分析模组可以直接测量大量锂离子电芯的自放电电流。恒电

位测量技术可以将判断电池自放电性能好坏所需的时间从几天或几个星期缩短到几分钟或几个小时。对于**电芯制造商**而言，这种方式大幅降低了他们的在制品库存、营运资本费用和设施成本。对于**电芯设计人员和评测人员**而言，这种测量可以更快地提供电芯分析结果，从而缩短设计周期，加快产品上市速度。

图 21：Keysight 恒电位测量模块可缩短判断电池自放电性能好坏所需的时间



资料来源：Keysight 官网，民生证券研究院

图 22：Keysight 恒电位测量模块为软硬件一体解决方案形式



资料来源：Keysight 官网，民生证券研究院

2.1.2 5G 是通信技术重要节点，无线电测量“大显身手”

5G 是无线通信技术演进道路上的一大转折点。与 4G 相比，其速度、时延、容量、灵活性以及可靠性都有极大提升，为新的使用模式敞开了大门。然而，5G 也对网络的正常运行时间和覆盖范围提出了更高要求，因此无线行业需要开发和采用新的支柱技术。

传统蜂窝网络技术完全是基于地面网络基础设施开发的，而 3GPP 计划将卫星加入 5G 网络中，从而补充地面 5G 网络的性能。这些非地面网络（NTN）将会把 5G 的触角延伸到缺少地面基础设施的地区。NTN 还可以增强机器对机器（M2M）和物联网（IoT）设备的业务连续性，提升任务关键型通信的可靠性。它们还能飞机和火车等移动平台上的乘客提供稳定的 5G 覆盖。

单链路卫星通信系统的测试过去主要使用信道仿真器。然而，现代系统由于采用了卫星网状网络、在单颗卫星内安装多个转发器等技术，复杂性大大增加。测试含有多颗卫星的系统比执行传统的单卫星链路仿真要复杂得多。信道仿真器提供了一个平台，该平台可以模拟维持卫星链路的无线信道，以便同时测试和仿真整个设备网络。

图 23：卫星通信系统与地面网络之间的信道仿真器

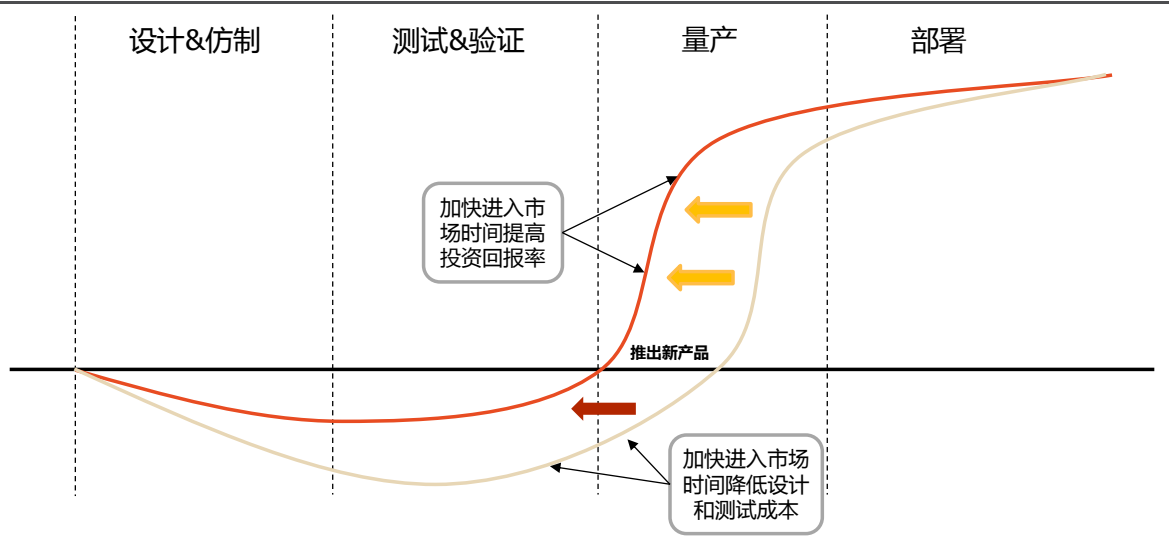


资料来源：Keysight 官网，民生证券研究院

2.2 电子测量如何助力降本增效？

研发环节看，电子测量在确保产品迅速推向市场中起到关键作用。随着全球科技创新步伐加快。企业需要更好平衡产品稳定性、发布节奏以及投资回收期。研发好坏对产品的附加值高低有决定性作用，既要保证产品具备更多新功能，又要能够快速通过研发环节测试，这对当下电子测量行业同样提出更高要求。

图 24：电子测量产品能够保证研发附加值，并加快产品推广速度以提高企业投资回报率

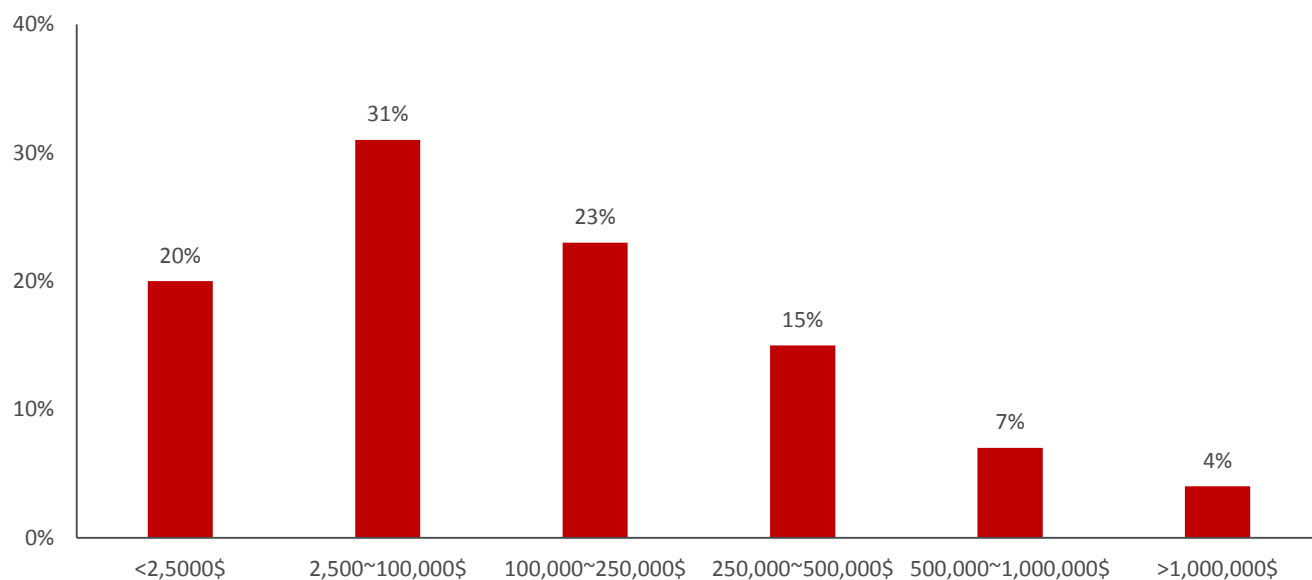


资料来源：Frost & Sullivan，民生证券研究院

制造环节看，电子测量能够保证产品质量。根据 Frost & Sullivan 统计调查，全球电子制造行业 64% 的受访者认为在过去几年中确保产品质量变得更加困难。虚假不合格会导致产品返工或废品成本增加，不良测试会对产品质量产生连锁反应，进而影响公司的市场表现。如 2016 年，三星不得不召回 250 万台 Galaxy Note7 智能手机（当时市面上最昂贵的手机之一），原因是由于负电极偏转和异常焊接毛刺引起的电池过热问题，导致有人报道该款手机发生起火。随后使三星 2H16 利润减少约 49 亿元。在这种情况下，确保在产品生命周期的各个阶段（包

括设计、验证、确验和生产) 进行正确的测试过程可以避免危机。

图 25：产品产量损失 1%对电子制造商产生的成本影响



资料来源：Frost & Sullivan，民生证券研究院

3 国内相关公司业务及介绍

3.1 普源精电

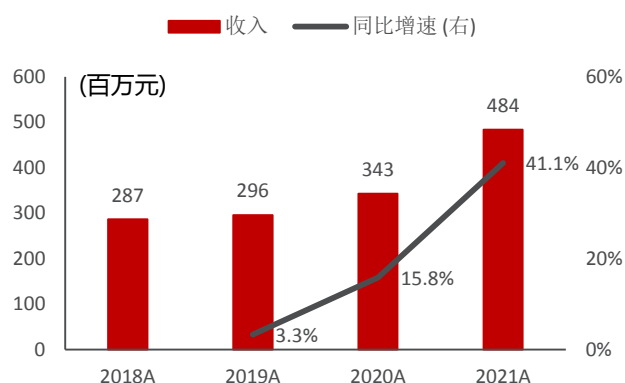
公司自成立以来专注于通用电子测量仪器领域的前沿技术开发与突破。公司以通用电子测量仪器的研发、生产和销售为主要业务，主要产品包括数字示波器、射频类仪器、波形发生器、电源及电子负载、万用表及数据采集器等，是目前唯一搭载自主研发数字示波器核心芯片组并成功实现产品产业化的中国企业。公司产品逐步在时域和频域测试测量应用方向实现多元化行业覆盖，为教育与科研、工业生产、通信行业、航空航天、交通与能源、消费电子等各行业提供科学研究、产品研发与生产制造的测试测量保障，并在前沿科学技术、新一代信息技术和新型基础设施建设的发展中提供支撑。

公司的主要产品包括数字示波器、射频类仪器、波形发生器、电源及电子负载、万用表及数据采集器等产品。公司聚焦于数字示波器产品的研发与生产，2009年推出的基于自研 UltraVision 技术平台的 DS6000 系列数字示波器是国内首台具备 1GHz 带宽，并提供高采样率、深存储、高波形刷新率、数字荧光显示等特性的数字示波器产品。基于该技术平台的 DS1000Z 及 DS2000 系列数字示波器目前仍是市场上广受欢迎的经济型产品，主要面向教育教学应用及小微企业研发生产等。2019 年公司推出的基于自研“凤凰座”示波器芯片组及 UltraVisionII 技术平台的 MSO8000 系列国产高端数字示波器，实现了 2GHz 带宽及更高采样率、更深存储、更高捕获率、全数字触发、全内存测量的特性。2020 年公司推出全新的数字示波器 DS70000 系列标志着公司正式步入国际高带宽数字示波器行列，凭借自研“凤凰座”示波器专用芯片组的卓越性能，实现了最高 4GHz 带宽、20GSa/s 实时采样率。同时推出的 UltraVisionIII 技术平台，可实现数字示波器存储深度达到 2Gpts，刷新率高达 1,000,000 波形/秒，并支持 8bit~16bit 可变分辨率，FFT 速率达到 10,000 次/秒。2021 年，公司推出的最新数字示波器 DS70000 系列实现了国内最高 5GHz 带宽、20GSa/s 实时采样率，综合性能在国产数字示波器领域中处于领先行列，该产品已于 2021 年上半年实现销售。

收入、净利润高速增长，彰显公司成长性。2018-2021 年，公司收入和剔除股权激励影响后的净利润分别从 2.9/0.4 亿元提升至 4.8/0.8 亿元，CAGR 分别达 18.3%/26.5%。

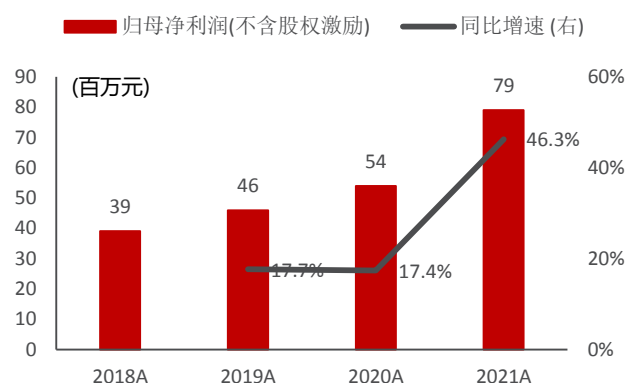
示波器为公司核心产品，收入占超 50%。截至 1H21，公司数字示波器收入占比 51.9%，射频类仪器、波形发生器收入占比分别为 14.9%/10.2%。时频域主流产品比重接近 77%，是未来公司收入增长主要驱动力。

图 26：普源精电收入及增速



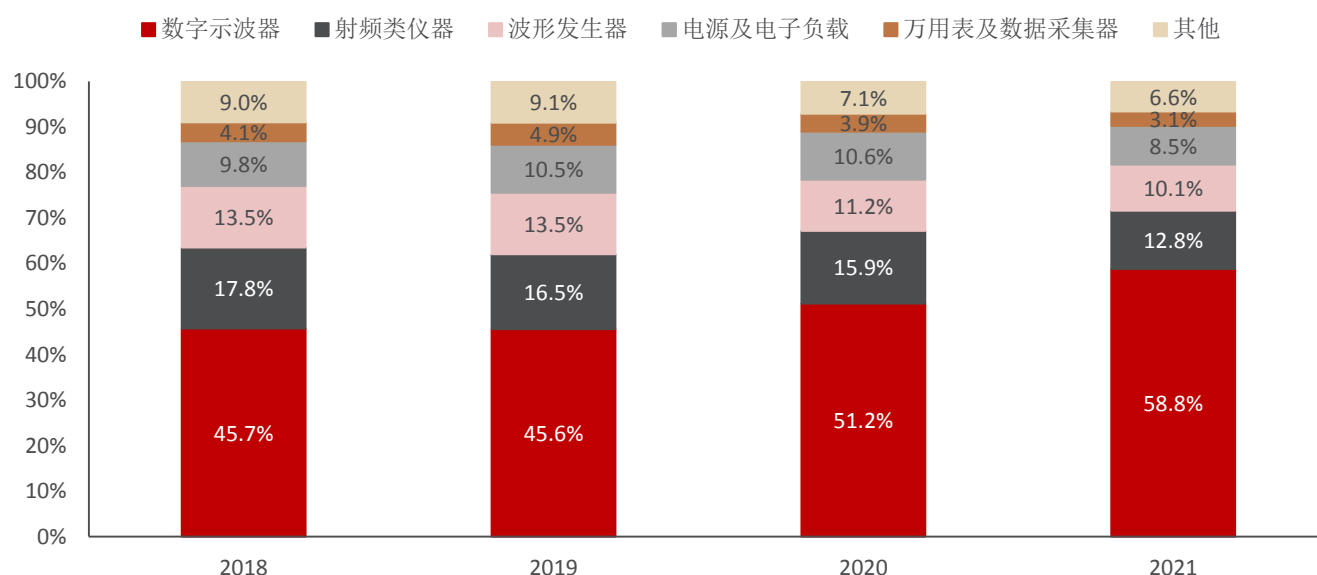
资料来源：普源精电公告，民生证券研究院

图 27：普源精电不含股份支付净利润及增速



资料来源：普源精电公告，民生证券研究院

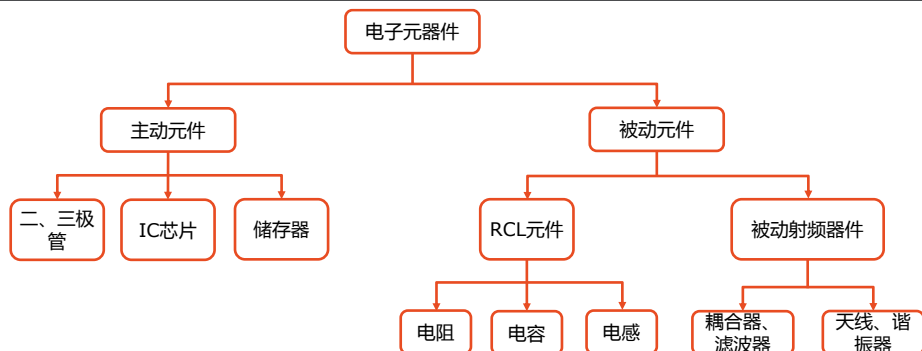
图 28：普源精电收入结构—按产品线



资料来源：普源精电公告，民生证券研究院

电子测量仪器行业上游供应商主要有电子元器件厂商、电子材料厂商、机电产品厂商、机械加工和电子组装厂等。其中电子元器件为主要部件，可分为主动、被动电子元器件。主动电子元器件能够执行信号变换、数据处理，由 IC 芯片、二极管、三极管等组成；被动电子元器件包括 PCB 板、电阻、电容、电感及被动射频元器件等。

图 29：电子元器件分类



资料来源：弗若斯特沙利文，民生证券研究院

电子测量仪器本身对于精度要求高，因此对电子元器件有较高的性能要求。

比如高带宽示波器在采集高速信号时需要用到高带宽的放大器芯片和高速模数转换器芯片等核心芯片；高精度数字万用表需要对电压进行稳定的分压需要用到年稳定度在 ppm（百万分之一）级别的高精度电阻；射频类仪器中用到很多微带线和带状线滤波器直接在 PCB 上加工，对 PCB 的加工精度和 PCB 基材的介电常数稳定性及介质损耗提出很高要求。我们认为，电子元器件性能决定了电子测量仪器的精度水平。

图 30：电子元器件一定程度上决定了电子测量仪器精度



资料来源：弗若斯特沙利文，民生证券研究院

电子测量仪器逐渐向软件化、智能化发展，芯片重要性愈加显著。不同于消费类电子产品追求高集成度和低功耗，电子测试测量仪器追求极致的整机性能，需要同时满足宽带、大动态范围和灵活且复杂的信号处理要求，在设计时往往优先考虑选择各种芯片类型中性能最为优良的型号来组建系统。这使得仪器系统中所用的芯片，除了针对仪器专门定制的芯片外，其它大部分芯片的集成度都相对较低；也使得仪器所用芯片种类繁多，几乎涵盖了现今芯片分类中所有的品类。

疫情缩减芯片产量，美国实施制裁将我国电子测量行业引入“分水岭”。2020 年新冠疫情推动互联网与移动计算技术发展，而上述产业需要大量智能化设备支

撑，而疫情同时也大部分产业都处于压缩状态，相应的制造需求也大幅度降低，从而导致上升的需求与下降的供给“剪刀差”。2020年12月18日，美国商务部工业与安全局宣布将中芯国际列入“实体清单”。此时，订单集中涌向中国台湾的企业等，进一步加剧了芯片短缺。

芯片自研能力突出，以普源精电为代表的国产化电子测量巨头有望“突破重围”。2007年，普源精电就投入了示波器芯片研发，并于2017年成功推出“凤凰座”示波器芯片模组，逐步打破了美国高端芯片出口限制的制约。2019年公司推出的基于“凤凰座”芯片组及UltraVision II技术平台的国内高端型MSO8000系列示波器实现了最高2GHz带宽及更深存储、更高刷新率、全数字触发、全内存测量等特性。鼎阳科技于2020年5月完成了4GHz数字示波器前端放大器芯片项目立项，并计划于2022年底流片。我们认为，自研芯片较外购芯片能够更好契合公司产品，从而使数字示波器等产品应用于复杂使用场景。

表2：普源精电自研与外购芯片性能存在差异

自研芯片类型	自研芯片的特性		外购芯片类型	外购芯片的特性	
示波器模拟前端专用芯片	带宽	5GHz	通用可变增益放大器芯片	带宽	0.9GHz
	集成高阻衰减器	√		集成高阻衰减器	×
	集成过载检测	√		集成过载检测	×
	多路宽带输入	√		集成1MΩ通路	×
	对称多输出	√		多路宽带输入	×
示波器专用信号处理芯片	采样率	10GSa/s	通用ADC	对称多输出	×
				采样率	5GSa/s
				带宽	2GHz
				集成模拟信号调理	×
示波器专用宽带差分探头放大器芯片	集成示波器信号处理	√	通用宽带差分放大器芯片	集成示波器信号处理	×
	带宽	7GHz		带宽	1.5GHz
	上升时间	80ps		上升时间	265ps
	噪声	3.8mVrms		噪声	6.8mVrms
	片上频响校准	√		片上频响校准	×

资料来源：普源精电招股书，民生证券研究院

公司高端数字示波器均使用自研芯片，提升产品竞争力。根据普源精电招股书，带宽为5GHz/2GHz数字示波器分别使用DS7000系列与MSO/DS8000系列芯片，以提升产品性能与产品集成度，并降低生产成本。对于带宽≥500MHz中端产品，使用自研芯片能够实现8GSa/s采样率，而外购芯片仅能实现2GSa/s采样率。同时公司在示波器专用模拟前端芯片和信号处理芯片上突破了带宽和采样率的技术壁垒，初步具备在国内高端型示波器市场与国外龙头厂商竞争的能力。

表 3：普源精电自研芯片能使产品具备更高性能

档次划分	带宽	使用自研核心芯片的示波器产品	使用外购核心芯片的示波器产品	产品差异
高端	最高 5GHz	DS70000 系列	无	自研芯片的产品实现了 5GHz 带宽和 20GSa/s 采样率，外购芯片无法实现该性能
	最高 2GHz	MSO/DS8000 系列	无	自研芯片的产品实现了 5GHz 带宽和 10GSa/s 采样率，外购芯片无法实现该性能
中端	≥500MHz	MSO/DS7000 系列	MSO/DS4000、DS6000 系列	使用自研芯片的产品实现 10GSa/s 采样率，外购芯片产品采样率最高为 5GSa/s
	< 500MHz	MSO5000 系列	MSO/DS2000 系列	使用自研芯片的产品实现 8GSa/s 采样率，外购芯片产品采样率最高为 2GSa/s
经济型	≤300MHz	无	MSO/DS1000 系列	外购芯片具备成本优势，自研芯片具有高采样率的优势

资料来源：普源精电招股书，民生证券研究院

表 4：普源精电业务情况

	2018	2019	2020	2021
	(百万元)			
收入结构—按产品				
数字示波器	131	135	176	285
射频类仪器	51	49	55	62
波形发生器	39	40	39	49
电源及电子负载	28	31	36	41
万用表及数据采集器	12	14	13	15
其他	26	27	24	32
合计	287	296	343	484
收入结构—按地区				
国内	115	128	157	n.a.
海外	172	168	186	n.a.
欧洲	73	75	83	n.a.
北美洲	62	56	64	n.a.
亚洲	31	29	30	n.a.
其他	6	8	9	n.a.
合计	287	296	343	484
收入结构—按商业模式				
经销	269	272	272	n.a.
直销	16	22	69	n.a.
ODM	2	2	2	n.a.
合计	287	296	343	484
财务数据				
收入	287	296	343	484
毛利润	151	149	181	257
研发费用	37	33	79	103
销售费用	49	48	90	108

管理费用	26	33	47	60
归母净利润	39	46	-27	-4
不含股权激励	39	46	54	79
财务指标				
毛利率	52.7%	50.5%	52.8%	53.2%
研发费用率	12.7%	11.0%	22.4%	21.3%
不含股权激励	12.7%	11.0%	13.4%	14.1%
销售费用率	17.1%	16.2%	26.2%	22.3%
管理费用率	9.0%	11.2%	13.8%	12.3%
归母净利率	13.6%	15.5%	-7.9%	-0.8%
不含股权激励	13.6%	15.5%	15.7%	16.3%

资料来源：普源精电公告，民生证券研究院；注：普源精电 2021 年产品线收入为测算值

3.2 鼎阳科技

公司在理解行业竞争状况和分析自身竞争力的基础上，制定了“研发+产品+品牌”的发展战略。经过多年的发展，公司已经发展成为国内技术领先的通用电子测试测量仪器企业之一，具备国内先进通用电子测试测量仪器研发、生产和销售能力。“SIGLENT”品牌已经成为全球知名的通用电子测试测量仪器品牌，在北美、欧洲、国内等主要市场得到客户的广泛认可。

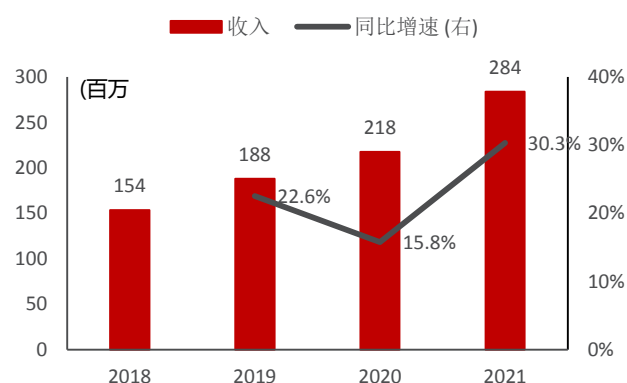
产品结构优化，不断推出更有竞争力的产品。公司持续完善产品线，并推动产品结构往更高档次发展。公司一方面对现有产品线进行纵向拓展，不断推出更高档次的产品；另一方面在通用电子测试测量仪器领域进行横向拓宽，不断丰富公司产品品类；同时根据市场需求变化对原有产品进行升级优化，不断推出综合性能更好的新产品，逐步替代原有产品。上述措施，使得公司各档次产品营收均呈增长态势，其中 2021 年低端产品同比增长 24%，中端产品同比增长 33%，高端产品同比增长 131%。

公司自主品牌“SIGLENT”已经成为全球知名的通用电子测试测量仪器品牌。公司于 2022 年 3 月发布 SDS6000L 数字示波器，成为国内第一家发布 2GHz 带宽 8 通道数字示波器的数字示波器厂商，再次填补了国内空白。基于多台 SDS6000L 系列高分辨率紧凑型数字示波器组网搭建，具有最高 512 通道、12-bit 垂直分辨率、优秀的本底噪声性能和垂直测量精度，能满足多通道、高精度的测量需求。模拟通道的最大带宽 2GHz，采样率最高 10GSa/s，存储深度可达 500Mpts/通道。进一步丰富公司产品种类，提高产品配套能力，巩固公司在国内通用电测测试测量领域行业地位。

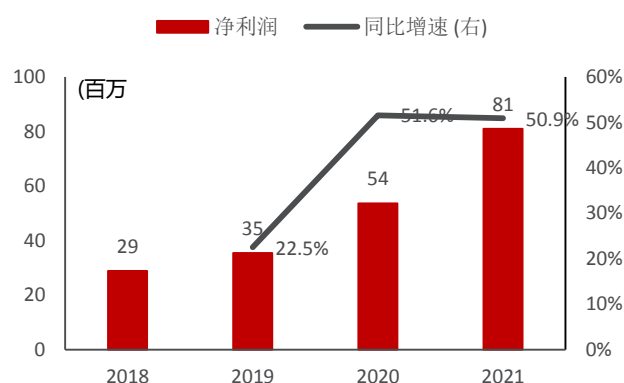
收入、净利润均保持高速增长。收入层面，2018-2021 年公司收入由 1.5 亿元增长至 2.8 亿元，CAGR 22.7%。我们认为高速增长收入得益于下游客户旺盛需求，以及国产化带来的替换空间。利润层面，2018-2021 年公司归母净利润实现从 2900 万元到 8100 万元增长，CAGR 41.0%。我们认为一方面由于公司持续拓

展产品矩阵，规模化效应逐渐凸显，另一方面在于公司高端收入产品占比提升，高 ARPU 提供高毛利率。

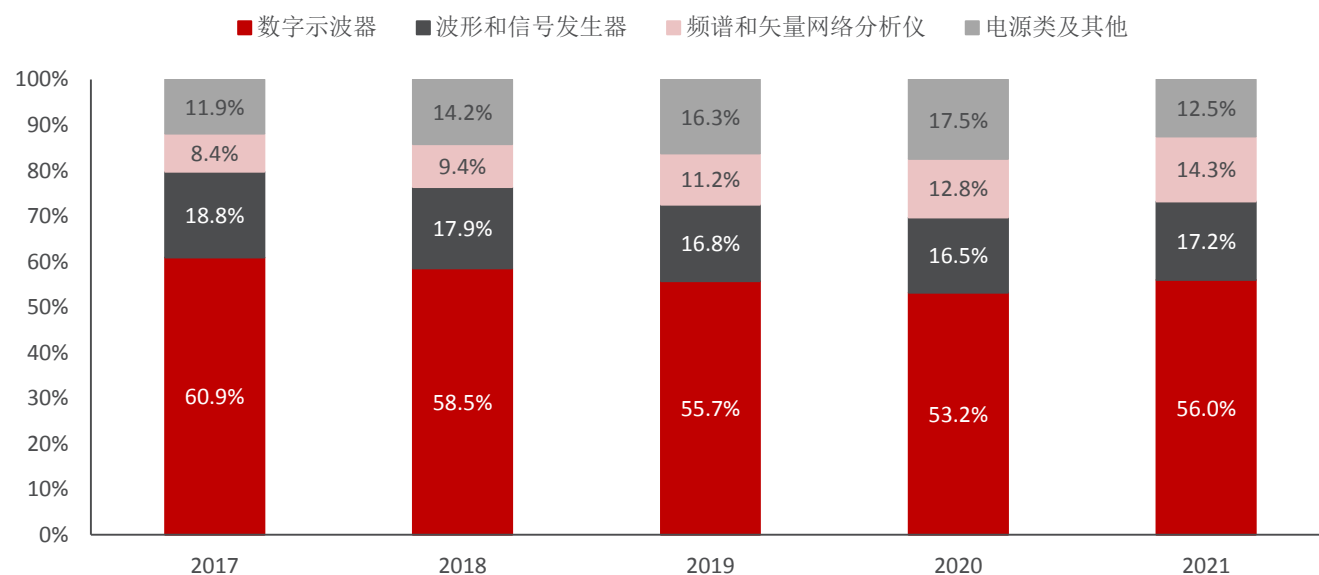
示波器为公司核心产品，收入占超 50%。截至 1H21，公司数字示波器收入占比 51.9%，射频类仪器、波形发生器收入占比分别为 14.9%/10.2%。时频域主流产品比重接近 77%，是未来公司收入增长主要驱动力。

图 31：鼎阳科技收入及增速


资料来源：鼎阳科技公告，民生证券研究院

图 32：鼎阳科技净利润及增速


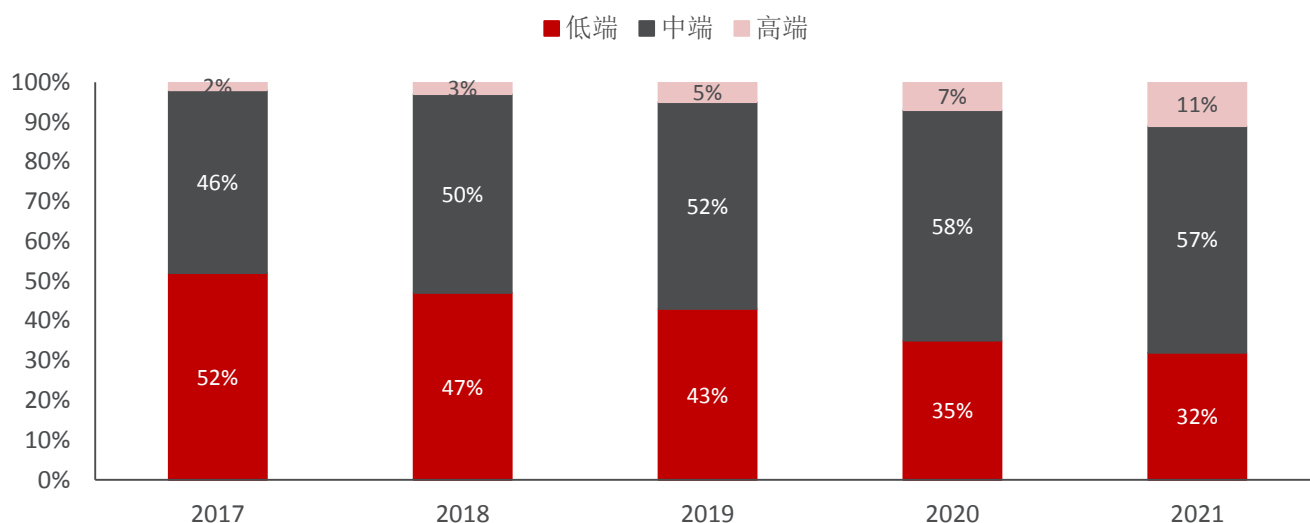
资料来源：鼎阳科技公告，民生证券研究院

图 33：鼎阳科技收入结构—按产品线


资料来源：鼎阳科技公告，民生证券研究院

公司持续完善产品线，并推动产品结构往更高档次发展。一方面，公司对现有产品线进行纵向拓展，不断推出更高档次的产品；另一方面，公司在通用电子测试测量仪器领域进行横向拓宽，不断丰富公司产品品类；同时根据市场需求变化对原有产品进行升级优化，不断推出综合性能更好的新产品，替代原有产品。

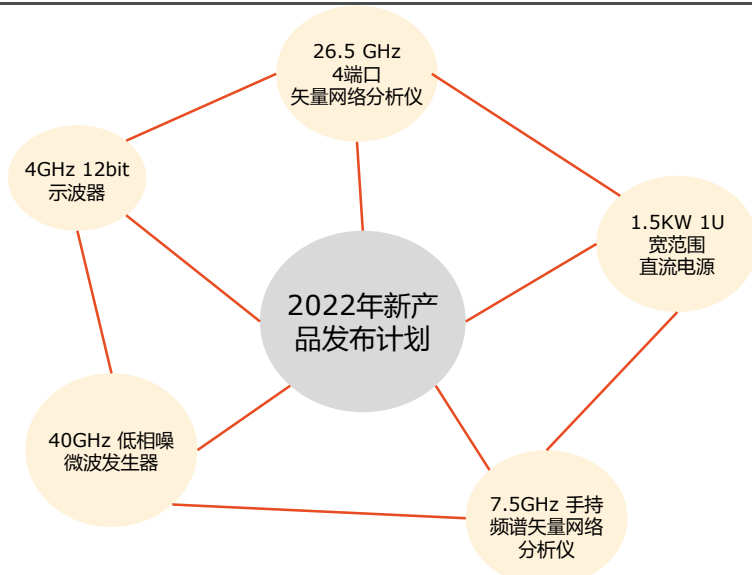
图 34：鼎阳科技收入结构—按产品性能



资料来源：鼎阳科技公告，民生证券研究院

公司持续加强营销渠道建设和品牌推广。2021 年公司销售费用 3,803 万元，同比增长 33.65%。公司致力于提高产品全球市场占有率，并逐步实现中高端产品的国产化和进口替代，进而发展成为更具国际品牌影响力和产品创新能力的通用电子测试测量仪器行业优势企业。通过对新产品开发和市场开拓的不断加强，产品认可度以及品牌知名度在行业内持续提升，实现了收入和利润水平整体保持快速增长。

图 35：2022 年鼎阳科技新产品在研情况



资料来源：鼎阳科技公告，民生证券研究院

表 5：鼎阳科技业务情况

	2018	2019	2020	2021
	(百万元)			
收入结构—按产品				
数字示波器	90	105	116	159
波形和信号发生器	27	32	36	49
频谱和矢量网络分析仪	14	21	28	41
电源类及其他	22	31	38	35
合计	154	188	218	284
收入结构—按地区				
国内	38	38	48	81
海外	115	150	170	216
北美	55	78	89	n.a.
欧洲	46	58	64	n.a.
亚非拉及其他	15	14	16	n.a.
合计	154	188	218	297
收入结构—按商业模式				
经销	109	142	179	235
直销	8	13	16	24
ODM	37	33	23	37
合计	154	188	218	297
财务数据				
收入	154	188	218	284
毛利润	79	103	126	172
研发费用	23	27	29	38
销售费用	21	29	28	38
管理费用	6	9	9	8
归母净利润	29	35	54	81
财务指标				
毛利率	51.5%	54.5%	57.8%	60.4%
研发费用率	15.3%	14.6%	13.3%	13.5%
销售费用率	13.9%	15.6%	13.1%	13.4%
管理费用率	4.0%	4.8%	4.0%	3.0%
归母净利率	18.8%	18.8%	24.7%	28.6%

资料来源：鼎阳科技公告，民生证券研究院；注：鼎阳科技 2021 年产品线收入为测算值

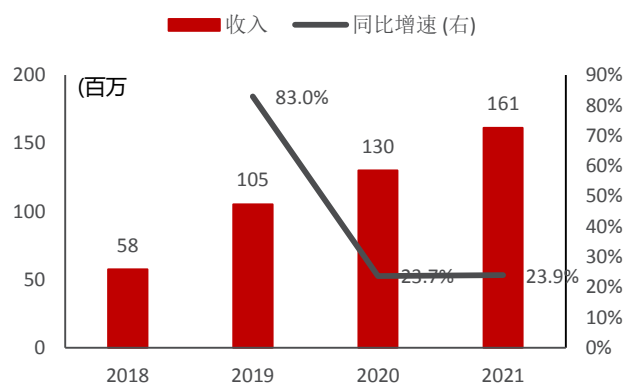
3.3 坤恒顺维

公司产品定位于高端无线电测试仿真领域。经过多年积累，公司掌握了高端射频微波技术、数字电路技术、无线电测试仿真算法实时信号处理技术和非实时信号处理技术。基于上述技术，公司开发构建了具有高速数据交换能力和同步特性的无线通信测试仿真仪表开发平台 High-data-rate Bus Instrument Platform（简称：HBI 平台）。公司依托 HBI 平台，自主研制了无线信道仿真仪、射频微波

信号发生器等测试仿真产品，以及为客户提供优质、高效的无线电测试仿真定制开发产品及系统解决方案。

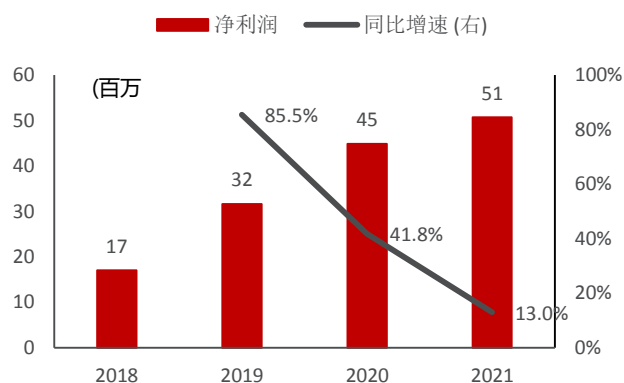
公司处于快速成长期，收入利润表现亮眼。收入层面，2018-2021 年公司收入由 5,800 万元增长至 1.6 亿元，CAGR 41.0%。公司主打通信、军工等细分赛道高端电子测量，同华为、中兴及各大军工研究所保持紧密联系，客户黏性高，且公司处于快速扩品类阶段，计划于 2022 年、2023 年分别发布频谱分析仪、矢量网络分析仪，市场空间有望进一步打开。利润层面，2018-2021 年公司归母净利润实现从 1,700 万元到 5,100 万元增长，CAGR 43.8%，在电子测量行业中增速位于前列。

图 36：坤恒顺维收入及增速



资料来源：坤恒顺维公告，民生证券研究院

图 37：坤恒顺维净利润及增速



资料来源：坤恒顺维公告，民生证券研究院

通过无线信道仿真仪，拓展频谱分析仪、矢量网络分析仪市场。公司依靠无线信道仿真仪进入射频类市场。无线电测试测量仪器的高端低端重点体现在频段、带宽、信号品质、稳定性等维度，相关核心指标是技术优势的直观体现。需综合看待技术质保，非聚焦单一技术指标。通过我们梳理，**坤恒顺维无线信道仿真仪产品性能较海外是德科技、罗德与施瓦茨产品性能相当**，坤恒顺维在无线信道仿真仪领域的技术积淀也为其构筑了向射频信号发生器、频谱分析仪、网络矢量分析仪延伸的核心技术基础。

研发应用于多场景多天线的信道仿真仪，进一步增强产品竞争力。该产品未来能够支持 5G 毫米波，高频段卫星通信、车联网等应用场景，具备多节点天线组网仿真能力。目前 5G 毫米波信道仿真仪国际国内均无成熟的解决方案，坤恒顺维有望实现进一步突破。

图 38：海内外各公司无线信道仿真仪的核心参数比较

技术指标名称	坤恒顺维KSW-WNS02/02B	是德科技高端系列F64	思博伦高端系列Vertex
频率范围	1.5MHz~6GHz，可扩展至6GHz~44GHz	3MHz~6GHz，可扩展至6GHz~12GHz，24.25GHz~29.5GHz，37GHz~43.5GHz	30MHz~5.925GHz
通道数	64通道	64通道	输入最大18通道 输出最大32通道
最大带宽	2GHz（需要载波聚合）	1.2GHz（需要载波聚合）	600MHz（独立通道）
最大独立本振数量	128	32	/
EVM（误差矢量幅度）	45dB RMS 20MHz 64QAM，100MHz	43dB RMS 20MHz 64QAM，100MHz	/
衰落通道最大多径数量	48	48	24
无损坏最大输出功率	33dBm	35dBm@>100MHz 15dBm@<100MHz	33dBm
大规模组网仿真	支持	支持	不支持

资料来源：坤恒顺维官网，是德科技官网，思博伦官网，民生证券研究院

表 6：坤恒顺维业务情况

	2018	2019	2020	2021
(百万元)				
收入结构—按产品				
无线信道仿真仪	17	71	93	111
射频微波信号发生器	3	2	11	26
定制化开发产品及系统解决方案	34	29	20	15
模块化组件	4	3	6	9
合计	58	105	130	161
收入结构—按商业模式				
直销	53	102	122	154
经销	5	4	8	7
合计	58	105	130	161
财务数据				
收入	58	105	130	161
毛利润	39	68	90	103
研发费用	6	11	16	19
销售费用	7	11	12	14
管理费用	5	6	8	10
归母净利润	17	32	45	51
财务指标				
毛利率	68.5%	64.3%	69.5%	63.6%
研发费用率	9.7%	10.8%	12.2%	11.7%
销售费用率	13.0%	10.3%	9.3%	8.9%
管理费用率	9.2%	5.9%	5.9%	6.1%
归母净利率	29.6%	30.1%	34.5%	31.4%

资料来源：坤恒顺维公告，民生证券研究院

3.4 优利德

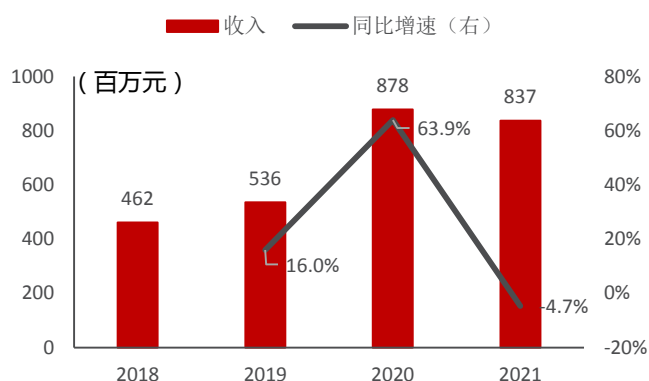
公司致力于测试测量仪器仪表的研发、生产和销售。公司产品广泛应用于电子、家用电器、机电设备、节能环保、轨道交通、汽车制造、暖通、建筑工程、5G 新基建、新能源、物联网、大数据中心、人工智能、电力建设及维护、医疗防疫、高等教育和科学研究等领域。

公司主要产品分为电子电工测试仪表、测试仪器、温度及环境测试仪表、测绘测量仪表、电力及高压测试仪表 5 大类别产品线。电子电工测试仪表包括数字万用表、数字钳形表、电压及连续性测试仪、测电笔网络寻线仪等产品。主要用于信号采集、测量、监控等，广泛应用于电子产品、电器产品、机电设备、轨道交通、汽车、航空电子、矿冶石化设备等的研发、制造、安装调试、维修维护和教学科研等。**测试仪器**包括实验系统综合测试平台、示波器、信号发生器、频谱分析仪、直流稳压电源和台式数字万用表等，应用于电子制造、通讯、高等教育及科研实验等领域。**温度及环境测试仪表**包括红外热成像仪、红外测温仪及环境测试仪表等，广泛应用于安防、医疗、暖通、器械检修等诸多领域。**测绘测量仪表**以土建工程、建筑施工、家庭装修等应用为主，具体产品包括激光测距仪、激光水平仪及其它测绘测量产品等。

2018-2020 年收入、净利润稳步增长，2021 年略有下滑。2018-2020 年，公司收入和归母净利润分别从 4.6/0.3 亿元提升至 8.8/1.5 亿元，CAGR 分别达到 37.9%/114.3%。2020-2021 年，公司收入和归母净利润分别同比下降 4.7%/25.9%，主要受海外疫情影响。

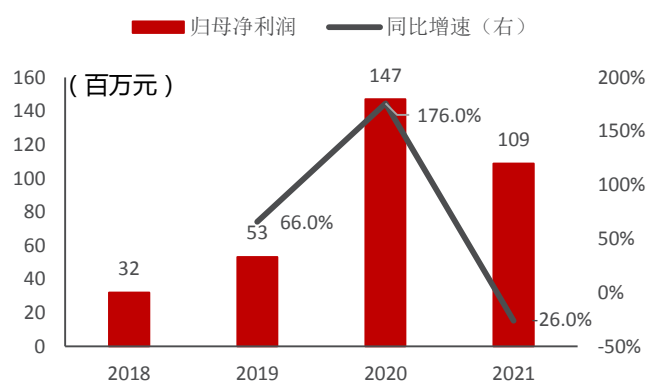
电子电工测试仪表为公司核心产品。除 2020 年温度及环境测试仪表收入占比达 46.4%超越电子电工测试仪表外，电子电工测试仪表为公司主要收入支柱。截至 2021 年末，公司电子电工测试仪表收入占比 58.2%，温度及环境测试仪表、测试仪器收入占比分别为 19.7%/11.2%。

图 39：优利德收入及增速



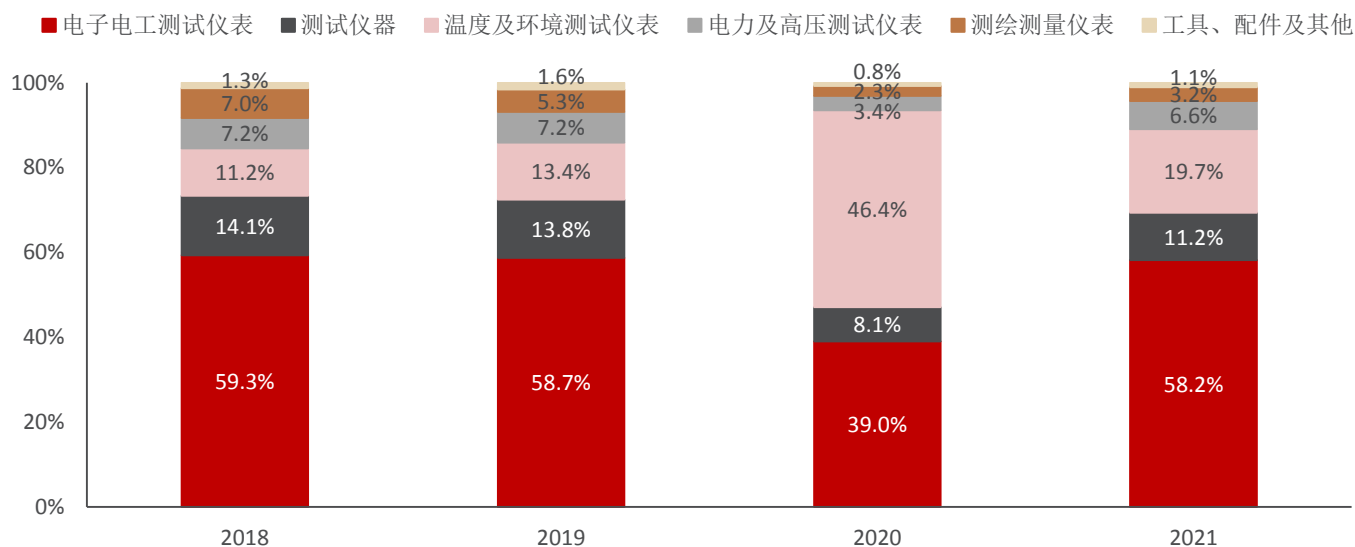
资料来源：优利德公告，民生证券研究院；注：已扣除与主营业务无关的业务收入和不具备商业实质的收入后的营业收入

图 40：优利德归母净利润及增速



资料来源：优利德公告，民生证券研究院

图 41：优利德收入结构—按产品线



资料来源：优利德公告，民生证券研究院

深耕仪器仪表领域 33 年，历史积淀深厚。自 1988 年创立骏溢电子厂，到 1997 年的优利德“UNI-T”品牌，再到 2003 年的优利德科技；30 余年的时间里，企业屡获国家奖项，逐渐成为全国乃至亚洲的知名厂商。“UNI-T”品牌具有良好的口碑和较高的市场接受度。2021 年度，公司在天猫平台和京东商城仪器仪表销售额均排行前三。

图 42：优利德被多家权威媒体报道



资料来源：优利德招股说明书，民生证券研究院

公司重视技术团队，研发能力逐步提高。优利德拥有合计 10 万平方米的研发及制造基地，掌握 373 项专利；同时，在管理层中，董事长洪少俊、副董事长洪少林均为仪器仪表领域的行业专家。2021 年公司技术团队人员大幅增加，较 2020 年同比增长 56.1%；且技术人员占比较 2020 年的 15.5% 提升到 2021 年的 20.9%。技术人员数量的提升，将更有利于公司打造多元化的产业链，掌握更多的核心技术；进一步提高公司在仪器仪表领域的研发能力。

“以销量定产量”处理 OMD 业务，“主动备货”应对自主品牌销售。公司为应对国外市场的 OMD 业务，为满足不同客户的定制化需求，采取“以销定产”的方式。对于自主畅销品牌，公司采取提前备货的生产模式，提升了订单反应速度。在生产方面，公司拥有东莞松山湖高新区 45000 平方米的现代仪器仪表的制造基地，因此公司销售出的产品以自制为主，少量产品的组装、贴片等工序需要外部厂商协助。

公司销售能力出众，经销网络发达。优利德拥有 100 多家经销商，可以紧跟市场变化节奏，快速响应消费者的市场需求。在完备的销售体系下，公司可以将产品销售到亚洲、欧洲、北美洲和南美洲等超 80 个国家和地区。同时，公司注重客户的购买体验和服务保障，有专业的人员和团队为用户提供售前和售后的配套服务。作为一家中国厂商，为了打开更大的境外市场，公司通过参加全球不同地区的展会来开拓新的经销商；以此来保证公司强劲的销售能力。

表 7：优利德业务情况

	2018	2019	2020	2021
	(百万元)			
收入结构—按产品				
电子电工测试仪表	274	315	342	487
测试仪器	65	74	71	94
温度及环境测试仪表	52	72	407	165
电力及高压测试仪表	33	39	30	55
测绘测量仪表	32	28	20	27
工具、配件及其他	6	8	7	9
合计	462	536	878	837
收入结构—按地区				
境内	241	265	457	377
境外	220	270	421	460
合计	462	536	878	837
收入结构—按商业模式				
自有品牌	323	365	610	524
经销	275	305	464	405
电商自营	21	27	68	57
其他客户	26	33	78	62
ODM	139	171	268	313
合计	462	536	878	837
财务数据				
收入	462	536	878	837
毛利润	143	182	340	289
研发费用	30	35	42	59
销售费用	35	44	65	61
管理费用	32	35	53	55
归母净利润	32	53	147	109
财务指标				
毛利率	30.9%	33.9%	38.8%	34.5%
研发费用率	6.5%	6.5%	4.8%	7.1%
销售费用率	7.5%	8.2%	7.4%	7.3%
管理费用率	7.0%	6.6%	6.0%	6.5%
归母净利率	6.9%	9.9%	16.7%	13.0%

资料来源：优利德公告，民生证券研究院

3.5 东方中科

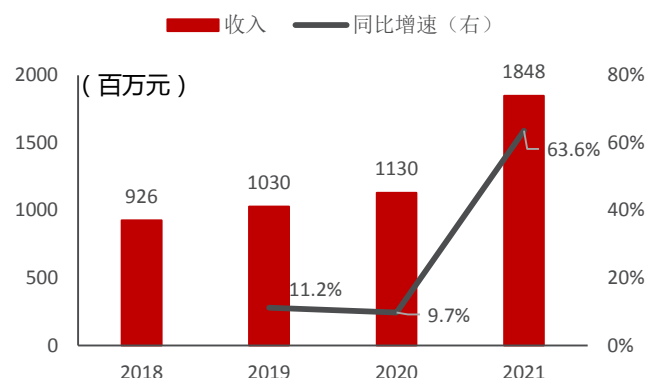
公司的测试技术与服务业务源自电子测试测量仪器行业。电子测试测量仪器在传统制造及高科技制造等行业都是至关重要的设备，在研发、生产、维护及其他服务提供等环节都拥有无可替代的地位。电测仪器目前广泛应用于各个行业及各大领域，包括但不限于半导体、大数据、无线通信、国防与航空航天、消费电子、汽车、工业电子、医疗设备以及其他诸多行业。

“业务+产品+服务”一站式综合服务模式是公司的核心竞争力所在。公司在不断拓展电子测量仪器产品线的基础上，结合高效的信息管理系统、经验丰富的技术团队和全国营销服务网络，为客户提供仪器销售、租赁、系统集成，以及保理和招标等多种专业服务；同时配套方案设计、产品选型、计量校准、维修维护、升级更新和专业咨询等增值服务，可以有效解决由于仪器的精密性、复杂性和多样性，以及测试要求的复杂性给客户采购、应用和管理等方面带来的难题，从而帮助客户降低商务成本和测试成本、提高工作效率和测试效果，一站式满足客户需求。

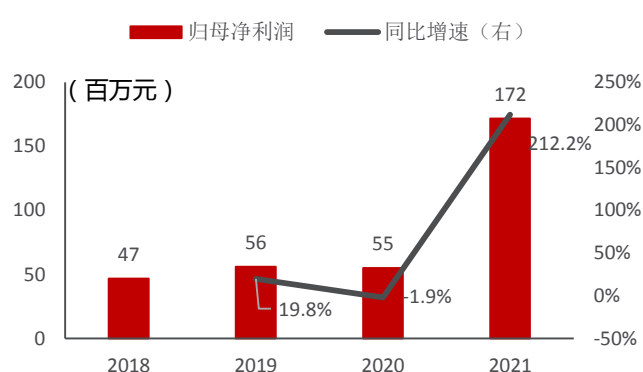
2021 年公司涉足信息数字安全领域。公司在数字安全与保密领域主要涉及包括信息安全保密、虹膜识别和政务集成等相关行业。信息安全保密行业属于信息安全行业的细分领域，近年来，全球信息安全威胁持续增长，各类危害到个人与国家信息安全的事件频发，信息安全受到社会和国家的高度关注。信息安全威胁持续增长带动全球信息安全市场的快速发展，全球信息安全相关支出呈增长态势。根据 Gartner 与 IDC 数据，2020 年，全球信息安全相关支出分别达 1338 亿美元与 1320 亿美元。根据智研咨询数据，2020 年我国信息安全产品和服务业务收入达 1498 亿元，同比增长 14.53%。**2021 年公司收购数据安全与保密公司万里红，为政府机关及事业单位等提供数据安全服务，2021 年相关业务收入 1.8 亿元。**

收入、净利润呈增长趋势，2021 年净利润迎来突破。2018-2021 年，公司收入和归母净利润分别从 9.3/0.5 亿元提升至 18.5/1.7 亿元，CAGR 分别达到 25.9%/54.1%。2020-2021 年公司归母净利润高速增长，较 2020 年的 0.55 亿元，同比增长 212.7%。

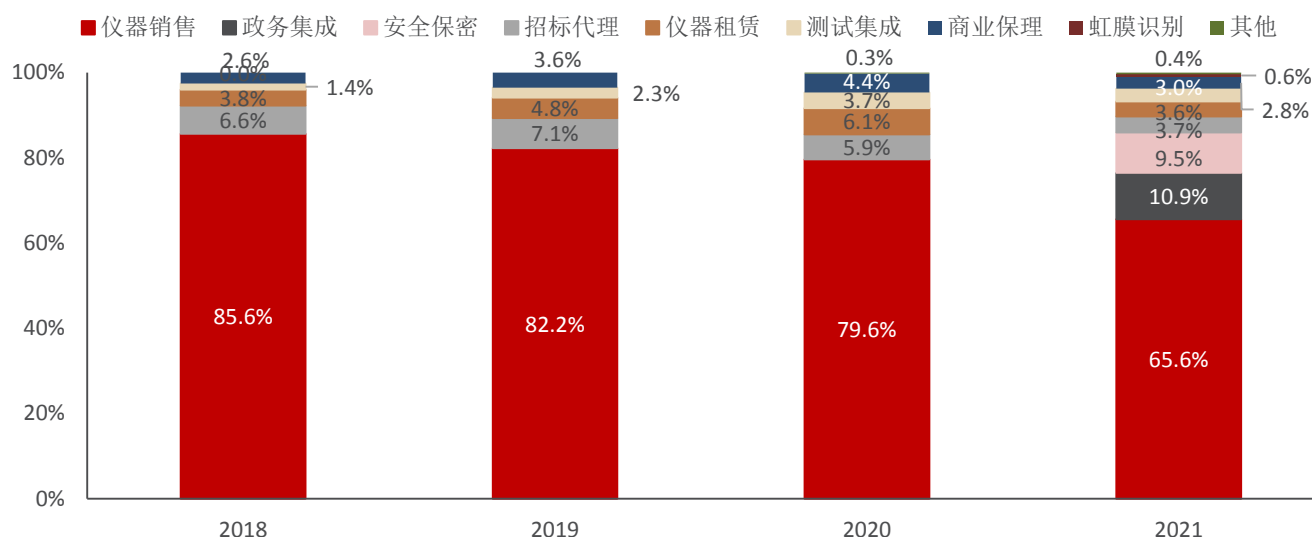
仪器销售收入占比逐年下滑，但仍为公司核心业务。截至 2021 年末，公司仪器销售收入占比 65.6%，政务集成、安全保密收入占比分别为 10.9%/9.5%。安全保密业务为 2021 年公司新拓展的业务领域，当年收入为 1.75 亿元。2018-2021 年，仪器销售收入占比下降 20pct。

图 43：东方中科收入及增速


资料来源：东方中科公告，民生证券研究院

图 44：东方中科归母净利润及增速


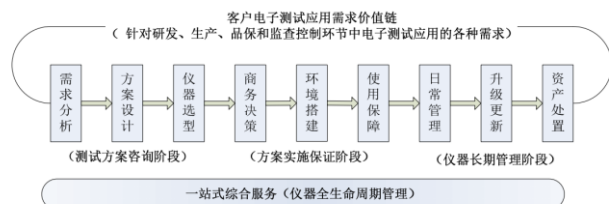
资料来源：东方中科公告，民生证券研究院

图 45：东方中科收入结构—按产品线


资料来源：东方中科公告，民生证券研究院

公司注重分销渠道的品牌建设和服务质量。东方中科作为中国领先的先进测试技术与科技服务商，提供包括仪器销售、仪器租赁、系统集成等相关业务的“一站式”综合服务。公司采取多品牌、多品种的经营模式。目前正式代理的仪器品牌接近 20 个，业务涉及的仪器品牌超过 200 个，提供超过 3000 种型号的仪器产品。测试产品覆盖汽车电子、新能源、半导体等新兴产业。

图 46：东方中科推出的“一站式”综合服务



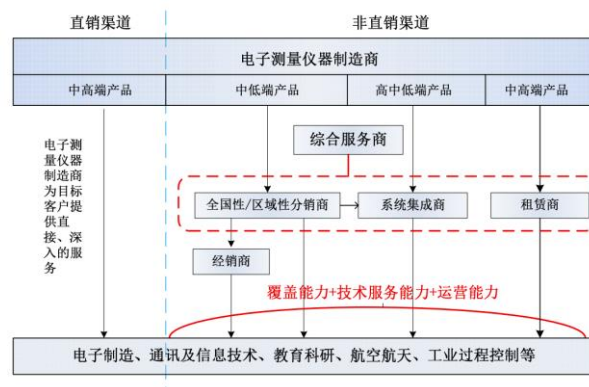
资料来源：东方中科招股说明书，民生证券研究院

公司对新能源汽车领域的投入不断增大。目前公司所推出的产品已经逐步覆盖新能源汽车无线充电测试、高压系统集成测试、燃料电池测试和智能网联测试等。同时，在新能源汽车三电测试系统、电磁兼容测试系统、数据采集系统、太阳能光伏测试系统和无线充电测试系统等方面积累了丰富的经验和成功案例。公司在新能源汽车测试方面的投入，有利于拓展自身下游客户的群体，带来更大的市场。

表 8：东方中科业务情况

	2018	2019	2020	2021
	百万元			
收入结构—按产品				
仪器销售	793	847	903	
系统集成	13	24	42	
仪器租赁	35	49	69	
保理业务	24	37	49	
招标业务	61	73	66	
2021 年调整业务口径				
仪器销售			900	1,212
政务集成				202
安全保密				175
招标代理			66	69
仪器租赁			69	66
测试集成			42	55
商业保理			49	52
虹膜识别				12
其他			3	7
合计	926	1,030	1,130	1,848
收入结构—按地区				
国内	925	1,030	1,130	1,848
海外	1.0	0.3	0.4	0
合计	926	1,030	1,130	1,848

图 47：电子测量行业直销、非直销互补的业内形态



资料来源：东方中科招股说明书，民生证券研究院

收入结构—按商业模式				
经销	n.a.	n.a.	360	463
直销	n.a.	n.a.	770	1,386
合计	926	1,030	1,130	1,848
财务数据				
收入	926	1,030	1,130	1,848
毛利润	170	205	216	426
研发费用	15	26	28	47
销售费用	35	33	32	62
管理费用	52	52	68	83
归母净利润	47	56	55	172
财务指标				
毛利率	18.4%	19.9%	19.1%	23.0%
研发费用率	1.6%	2.5%	2.5%	2.5%
销售费用率	3.7%	3.2%	2.8%	3.3%
管理费用率	5.6%	5.0%	6.0%	4.5%
归母净利率	5.1%	5.4%	4.9%	9.3%

资料来源：东方中科公告，民生证券研究院

4 风险提示

原材料供应紧缺及价格波动。通用电子测量仪器主要原材料中，通用 IC 芯片受到上游半导体产业波动影响较大。由于全球范围内产能转移、下游产业需求变化等因素导致市场供求变化的影响，近年半导体产业链的部分原材料出现供应紧缺等情况，且价格出现较大波动。如果未来上游半导体产业供应进一步紧缺、价格波动幅度进一步加大，将会对行业内各公司的毛利率水平和盈利能力造成一定的影响。

芯片等电子元器件进口依赖。电子元器件的设计及加工水平直接影响通用电子测量产品的性能，产品原材料中的部分高端电子元器件，如 IC（集成电路）芯片、高精密度电阻等需要使用进口产品，也是各电子测量产品所需重要零部件。目前进口 FPGA 主要为赛灵思（XILINX）、英特尔（Intel）等美国品牌，进口 ADC、DAC 主要为亚德诺半导体（ADI）、德州仪器（TI）等美国品牌，其中个别类型 IC 芯片受到美国商务部的出口管制。若国际贸易环境发生重大不利变化或外资厂商生产能力受到疫情的巨大影响，公司将面临重要电子料供应紧缺或者采购价格波动的风险，可能会对公司经营产生不利影响。

吸引人才与保持创新能力的风险。电子测量仪器行业中具有 IC 设计研发能力的企业属于智力密集型企业，随着产业芯片设计和研发能力的不断发展，优秀和高端研发人才的需求缺口将日益扩大。另外，管理和销售团队是企业取得竞争优势的关键所在，行业内各公司对这类人才的依赖程度也较高。如果薪酬水平与同行业竞争对手相比丧失竞争优势或人力资源政策及内部晋升制度得不到有效执行，将无法引进更多的高端技术人才，甚至可能出现现有骨干技术人员流失的情形，从而导致公司无法保持持续的创新能力。

经销体系管理风险。行业内部分公司采取以经销为主的销售模式，若部分经销商未按照公司规定履行合同，经营方针变化或代理产品结构调整可能带来产品销售、服务和支持的风险，可能对公司品牌和产品推广产生不利影响，进而影响公司经销模式下销售业绩的增长。

新产品研发不及预期。电子测量行业迭代速度较快。为追求产品高端化发展，覆盖更多应用场景，行业内部分公司投入了示波器芯片组、高带宽数字示波器、高端微波射频仪器等多个电子测量仪器领域的研发项目。上述研发项目具有资金投入规模大、技术难度高、项目周期长的特点，如果公司未能准确把握市场发展趋势，或未来研发资金投入不足，可能导致研发项目无法按计划取得成果，甚至出现研发失败的情形，将对公司业务发展造成不利影响。

插图目录

图 1：示波器的电信号图显示了信号如何随时间变化.....	3
图 2：示波器分为模拟示波器与数字示波器，数字示波器成为主流.....	4
图 3：数字示波器具备采集、显示、测量分析与存储 4 大功能.....	4
图 4：带宽同被测信号精度呈正相关.....	5
图 5：Keysight 前端芯片采用 InP 材料.....	5
图 6：交错叠加 ADC 芯片可以提升产品可用带宽.....	6
图 7：数字示波器采样原理.....	6
图 8：低采样率易造成波形失真.....	6
图 9：信号的时域和频域关系.....	7
图 10：发射机的谐波失真测试.....	7
图 11：GSM 无线信号和频谱辐射模板.....	7
图 12：频谱分析仪结构图.....	8
图 13：基于 FPGA 动态信号分析仪架构图.....	9
图 14：相位噪声用于刻画信号稳定度.....	9
图 15：SAE 分类自动化水平等级.....	10
图 16：SAE 分类自动化水平等级.....	11
图 17：汽车雷达测试应用.....	11
图 18：低分辨率雷达 24GHZ 频带.....	13
图 19：高分辨率雷达 79GHZ 频带.....	13
图 20：电子测量在电动交通能源生态系统中扮演关键角色.....	13
图 21：Keysight 恒电位测量模块可缩短判断电池自放电性能好坏所需的时间.....	14
图 22：Keysight 恒电位测量模块为软硬件一体解决方案形式.....	14
图 23：卫星通信系统与地面网络之间的信道仿真器.....	15
图 24：电子测量产品能够保证研发附加值，并加快产品推广速度以提高企业投资回报率.....	15
图 25：产品产量损失 1%对电子制造商产生的成本影响.....	16
图 26：普源精电收入及增速.....	18
图 27：普源精电不含股份支付净利润及增速.....	18
图 28：普源精电收入结构—按产品线.....	18
图 29：电子元器件分类.....	19
图 30：电子元器件一定程度上决定了电子测量仪器精度.....	19
图 31：鼎阳科技收入及增速.....	23
图 32：鼎阳科技净利润及增速.....	23
图 33：鼎阳科技收入结构—按产品线.....	23
图 34：鼎阳科技收入结构—按产品性能.....	24
图 35：2022 年鼎阳科技新产品在研情况.....	24
图 36：坤恒顺维收入及增速.....	26
图 37：坤恒顺维净利润及增速.....	26
图 38：海内外各公司无线信道仿真仪的核心参数比较.....	27
图 39：优利德收入及增速.....	28
图 40：优利德归母净利润及增速.....	28
图 41：优利德收入结构—按产品线.....	29
图 42：优利德被多家权威媒体报道.....	29
图 43：东方中科收入及增速.....	32
图 44：东方中科归母净利润及增速.....	32
图 45：东方中科收入结构—按产品线.....	32
图 46：东方中科推出的“一站式”综合服务.....	33
图 47：电子测量行业直销、非直销互补的业内形态.....	33

表格目录

表 1：各类雷达技术对比.....	12
表 2：普源精电自研与外购芯片性能存在差异.....	20
表 3：普源精电自研芯片能使产品具备更高性能.....	21
表 4：普源精电业务情况.....	21
表 5：鼎阳科技业务情况.....	25
表 6：坤恒顺维业务情况.....	27
表 7：优利德业务情况.....	30
表 8：东方中科业务情况.....	33

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准		评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价(或行业指数)相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
		谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上
	行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：广东省深圳市深南东路 5016 号京基一百大厦 A 座 6701-01 单元； 518001