

自主可控系列（一）：五轴机床&质谱仪

2022年10月23日

- **本周关注：科德数控、杭叉集团、安徽合力、精测电子**
- **本周核心观点：当前人形机器人、新能源行业新技术、新工艺层出不穷，需关注技术变化带来的设备需求。**

➤ **五轴联动机床：预计自主化率为个位数，但国产化进程有望加快。**五轴联动数控技术是衡量一个国家复杂精密零件制造能力技术水平的重要标准之一。五轴联动数控机床是解决航空发动机叶轮、叶盘、叶片、船用螺旋桨等关键工业产品切削加工的唯一手段。相较于数控机床整体，五轴联动数控机床整体应用更加集中，航空航天发动机零部件、飞机翼结构件关键零部件、能源、汽车和医疗需求占比较高。从我国进口数控机床的金额来看，2017-2018年，我国每年进口数控机床34亿美元，2019-2020年进口金额降至20亿美元附近，预计可能与贸易冲突以及疫情影响有关，2021年恢复至26.7亿美元，但整体相比2017-2018年呈现走低趋势。假设进口数控机床均为五轴机床的话，我们计算得出**2017-2018年我国五轴机床的自给率不足5%，2020-2021年因为疫情影响进口，国产化率可能被动有所提高。**机床关键功能部件包括数控系统、伺服驱动及电机，电主轴，铣头，转台，刀库等，其性能的优劣直接影响高端数控机床的加工精度及效率，其中**高端数控系统占成本20%-40%，我国自给率不到10%，其他例如主轴、丝杠等环节设备性能相比国外仍有差距，需要整体突破。**当下国内涌现不少优质五轴机床企业，包括科德数控、海天精工、华中数控、日发精机、国盛智科、纽威数控、拓斯达等。以科德数控为代表的国内五轴联动数控机床企业已实现大部分核心部件的自制，后续国产替代有望加速。

➤ **质谱仪：整机进口依赖度超70%，核心部件进口依赖度亦高。**质谱仪从20世纪20年代出现到目前已有近百年发展历史，一开始用于测量原子质量，随着高分辨率质谱仪出现用于有机化合物分析，随后气相色谱-质谱连用仪出现开始应用到天然有机化合物结构分析，20世纪80年代离子源技术获得快速发展，质谱分析技术作为产业关键共性技术，在多个行业或领域广泛应用，在环境监测、医疗健康、食品安全、工业过程分析等领域拥有广阔的市场前景。根据《质谱仪通用规范》（标准号：GB/T33864-2017），**质谱仪根据核心部件质量分析器的不同，可以分为飞行时间质谱仪、四极杆质谱仪、离子阱质谱仪、离子回旋共振质谱仪、磁质谱仪等类型。**2020年中国质谱仪市场规模约为142.2亿元，占全球市场不到20%（2015-2020年CAGR≈19.4%），根据海关总署数据，2014-2021年我国进口质谱仪由44.7亿元提升至104.3亿元（CAGR≈12.9%），进口依赖度由2014年的94.7%降至2020年的74.0%，仍较高；2021年美国、新加坡、德国、日本贡献我国进口金额的87%。根据SDI统计，目前，全球质谱仪市场的主要参与者为沃特世、丹纳赫、布鲁克、安捷伦、赛默飞、生物梅里埃、岛津等公司，大约占据了全球90%的市场份额。**而国内专门从事质谱仪研发、生产和销售的公司较少，主要质谱仪厂商包括禾信仪器、天瑞仪器、聚光科技、北京东西分析仪器有限公司、北京普析通用仪器有限责任公司、博晖创新、融智生物、珠海美华、珠海迪尔、广州瑞达等。**除了整机进口依赖度很高，我们从核心部件来看，仍有较高的海外进口依赖度，以2020年禾信仪器的核心部件进口占比来看，分子泵（进口占比100%）、激光器（98.6%）、数据采集卡（97.7%）、微通道板（82.3%）进口占比均较高，因此，质谱仪的国产化进展非易事。

- **风险提示：国产替代进展低于预期，核心零部件进口受限风险。**

推荐

维持评级


分析师 李哲

执业证书：S0100521110006

电话：13681805643

邮箱：lizhe_yj@mszq.com

分析师 罗松

执业证书：S0100521110010

电话：18502129343

邮箱：luosong@mszq.com

相关研究

- 1.一周解一惑系列：薄膜沉积设备 CVD 和 PVD 对比分析-2022/10/16
- 2.一周解一惑系列：激光设备如何赋能光伏行业发展？-2022/10/09
- 3.一周解一惑系列：超声波焊接需求放量，国产化进展加速-2022/09/25
- 4.一周解一惑系列：光伏电池片金属化技术进展跟踪（三）-2022/09/18
- 5.一周解一惑系列：培育钻石：高成长赛道，美国婚庆市场渗透率加速-2022/09/12

目录

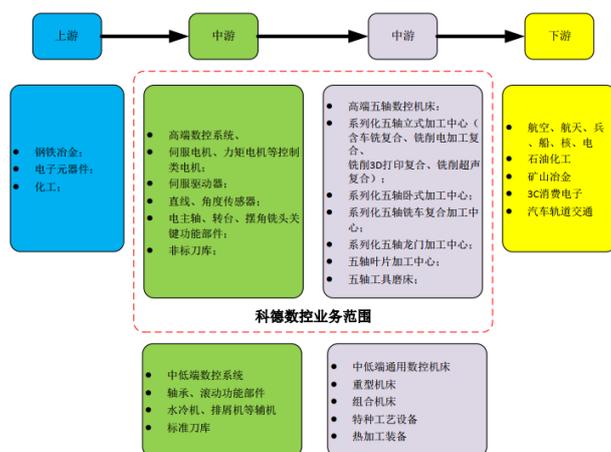
1 五轴机床国产化率低，但进度有望加快	3
1.1 工业母机，航空军工需求迫切	3
1.2 预计五轴联动国产化率为个位数	5
1.3 关键功能部件难度高，需整体突破	6
1.4 部分国产品牌开始崛起	8
2 质谱仪：整机进口超 70%，核心件进口率亦高	12
2.1 广泛应用于环境医疗食品及工业过程分析	14
2.2 2020 年进口依赖度 74%，集中在美加德日	20
2.3 国内质谱仪企业部分细分领域已崭露头角	21
3 风险提示	24
插图目录	25
表格目录	25

1 五轴机床国产化率低，但进度有望加快

1.1 工业母机，航空军工需求迫切

五轴联动数控技术是衡量一个国家复杂精密零件制造能力技术水平的重要标准之一。五轴联动数控机床是解决航空发动机叶轮、叶盘、叶片、船用螺旋桨等关键工业产品切削加工的唯一手段。从过去的“巴统清单”到现在的“瓦森纳协定”，西方发达国家一直把五轴数控系统及五轴联动数控机床作为战略物资实行出口许可证制度，对包括中国在内的诸多国家实行了严格的技术封锁。

图1：数控机床的产业链



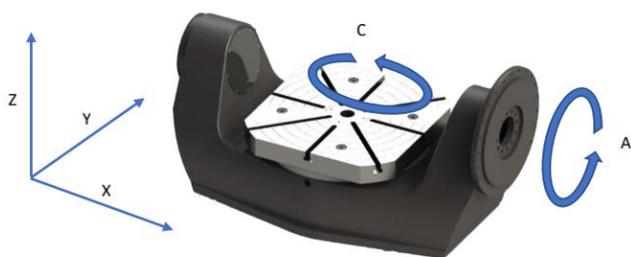
资料来源：科德数控招股说明书，民生证券研究院

1.1.1 五轴联动是复杂高精度设备制造能力代表

五轴联动是指机床基本的直线轴三轴 X、Y、Z 及附加的旋转轴 A、B、C 中的两轴，五个轴同时运动，任意调整刀具或工件的姿态，实现对空间复杂型面的加工。机床轴的绝对数量并非衡量数控机床先进程度的标准，重点在于联动轴数量。科德数控能够实现的五轴联动为目前数控机床的最大联动轴数。

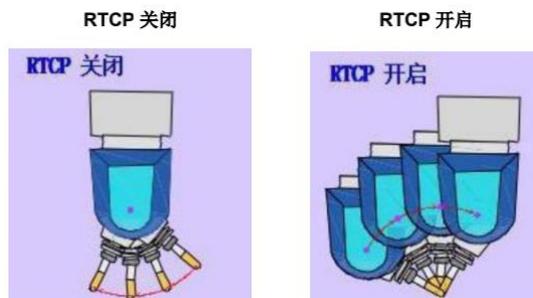
RTCP (Rotational Tool Center Point) 的含义是旋转刀具中心点编程，五轴机床的数控系统自动计算并补偿旋转轴旋转引起的刀尖点偏离原位置的距离。具备 RTCP 功能的数控系统(例如科德数控 GNC 系列、西门子 840D、海德汉 TNC530)在编制程序及加工时，可以直接使用刀尖点坐标编程，不需要考虑机床的结构参数和刀具长度等参数，这样更加简单、高效。高端五轴数控机床具有 RTCP 功能是区分“真假”五轴联动机床的依据。不具备 RTCP 功能的“假五轴联动机床”不能直接使用刀尖点坐标编程。加工同一个零件时，如果同型号机床或者刀具更换，就必须重新进行 CAM 编程和后处理。

图2：五轴联动示意图



资料来源：科德数控招股说明书，民生证券研究院

图3：RTCP 关闭和开启状态下的示意图

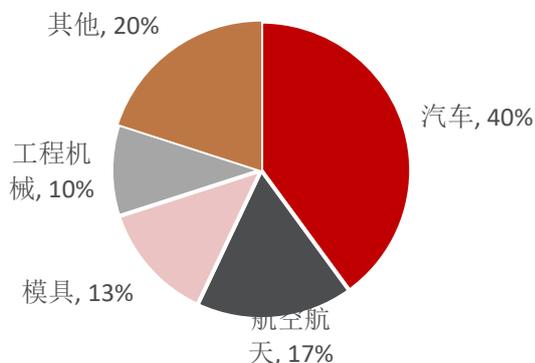


资料来源：科德数控招股说明书，民生证券研究院

1.1.2 航空军工汽车五轴联动机床需求迫切

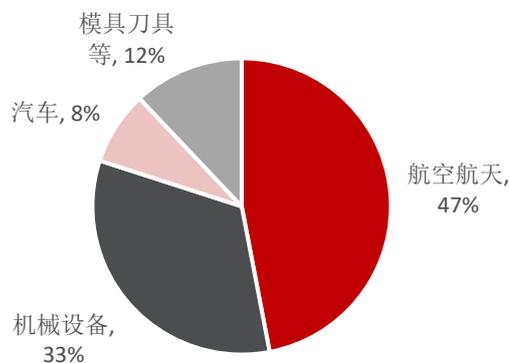
相较于数控机床整体，五轴联动数控机床整体应用更加集中，航空航天发动机零部件、飞机翼结构件关键零部件、能源、汽车和医疗需求占比较高。科德数控公告披露显示，2021年科德数控新签订单的下游客户中，航空航天占比47%，机械设备的占比33%，汽车领域占比8%，其他的模具刀具能源等行业整体的占比为12%。

图4：数控机床主要下游应用占比情况



资料来源：华经产业研究院，民生证券研究院

图5：科德数控 2021 年新签订单下游行业占比



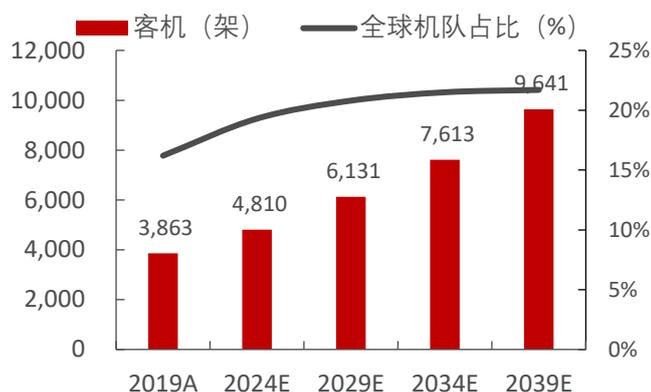
资料来源：科德数控公告，民生证券研究院

制造业转型升级，对高端机床的需求持续扩大。高端数控机床主要应用于航空、航天、核、电子、船舶、兵器、能源、汽车、模具、刀具等重点领域，特别是航空航天等军工领域，国产化需求强烈、存量市场规模巨大、市场增长可期。以航空领域为例，高端数控机床主要市场为军用飞机及民用飞机市场。

民机市场方面，中国商飞推出了三个级别客机，分别是 ARJ21、C919、CRJ929，根据《中国商飞公司市场预测年报（2020-2039）》，预计到 2039 年，我国累计交付 9,641 架客机，考虑到退役等因素，2020-2039 年预计交付 8,725 架客机，价值约 1.3 万亿美金。根据科德数控招股书披露，飞机整机制造具备产业链带动效

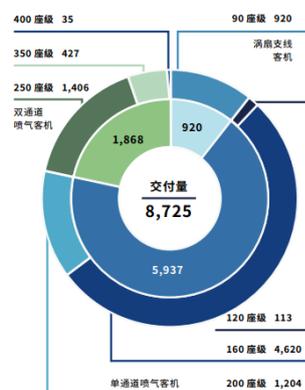
应，是国内制造业转型升级的重要契机，期间对五轴高端数控机床等高端制造装备的需求将进一步增加，同时产业集群效应将加速全球航空制造业向中国迁移，未来市场空间超过 2.7 万亿元的维修保障、工程服务等航空后市场也将向国内企业开放，将带来新的市场及机遇。

图6：2020-2039 年我国客机在运量预测



资料来源：中国商飞，民生证券研究院

图7：2020-2039 年我国客机交付量预测 (架)



资料来源：中国商飞，民生证券研究院

1.1.3 我国工业母机瓶颈突出

中国作为制造业大国，市场需求极大，吸引了大批国际品牌数控机床企业入驻抢占中国市场。随着中国制造业加速转型，精密模具、新能源、航空航天、轨道交通、3D 打印、医疗器械等新兴产业迅速崛起，其生产制造过程高度依赖数控机床等智能制造装备，故而将成为数控机床行业新的增长点。据前瞻产业研究院预测，我国数控机床市场规模未来将稳定较快增长，到 2024 年将达到 5,728 亿元。

目前，我国数控机床企业主要定位于中低端市场，高端产品渗透率虽在提升但仍处于较低水平。根据前瞻研究院整理的资料，2018 年我国低档数控机床国产化率约 82%，中档数控机床国产化率约 65%，高档数控机床国产化率仅约 6%。

1.2 预计五轴联动国产化率为个位数

当前，我国工业母机瓶颈仍然突出。中国机床行业起步较晚，目前大而不强，但整体发展迅速，政府产业政策对机床行业的创新发展起了一定的引导作用，中国机床行业在技术、市场规模上都有显著增长。

根据科德数控招股书披露，2017-2018 年机床工业协会统计的“协会重点联系加工中心”分别为 44 家和 41 家，包括沈阳机床、秦川机床等国内大型国企，包括公司选取的同行业可比上市公司日发精机、海天精工、友佳国际和国盛智科等，所统计的企业基本涵盖了行业内大多数国内的重点、大型加工中心制造企业。数据显示，2017-2018 年我国五轴机床的销量分别为 466、594 台，销售金额分别为

7.1 和 9.2 亿元。2019 年国产五轴机床销量为 780 台，实现 32% 的同比增速。

表1：国内五轴机床行业产销量情况

五轴机床分类	产量 (台)		销量 (台)		销售金额 (亿元)		单价 (万元/台)	
	2017A	2018A	2017A	2018A	2017A	2018A	2017A	2018A
五轴立式加工中心	393	544	386	501	3	3.5	77.7	69.9
五轴卧式加工中心	36	48	35	49	2.8	4	800.0	816.3
五轴超重型龙门式加工中心	1	1	1	1	0.1	0.1	1000.0	1000.0
五轴重型龙门式加工中心	6	3	2	3	0.1	0.1	500.0	333.3
五轴大型龙门式加工中心	26	15	26	13	1	0.5	384.6	384.6
五轴中小型龙门式加工中心	14	37	14	25	0.1	0.9	71.4	360.0
五轴车铣 (铣车) 加工中心	-	2	-	2	-	0.1		500.0
五轴其他加工中心	1	-	2	-	-	-		
合计	477	650	466	594	7.1	9.2	152.4	154.9

资料来源：科德数控招股说明书，民生证券研究院（注：统计不包括进口的五轴数控机床）

从我国进口数控机床的金额和数量来看，我国进口的数控机床的平均单价处在 10-21 万美元/台，显著高于国内金属切削机床的平均单价，主要因为我国高端数控机床对外依赖度高，从进口金额来看，2019-2020 年进口金额开始减少，预计可能与贸易冲突以及疫情影响有关，2021 年有所恢复，但整体相比 2017-2018 年呈现走低趋势。假设进口数控机床均为五轴机床的话，我们计算得出 2017-2018 年我国五轴机床的自给率不足 5%，2020-2021 年因为疫情影响进口，国产化率可能会有所提高。

表2：我国最近几年进口数控机床情况

时间	数控机床进口金额 (亿美元)	进口台数 (台)	进口均价 (万美元/台)
2017A	33.9	33,407	10.1
2018A	34.7	29,035	11.9
2019A	21.3	10,287	20.7
2020A	18.5	14,644	12.6
2021A	26.7	24,049	11.1
2022M1-8	16.5	14,258	11.6

资料来源：海关总署，民生证券研究院

1.3 关键功能部件难度高，需整体突破

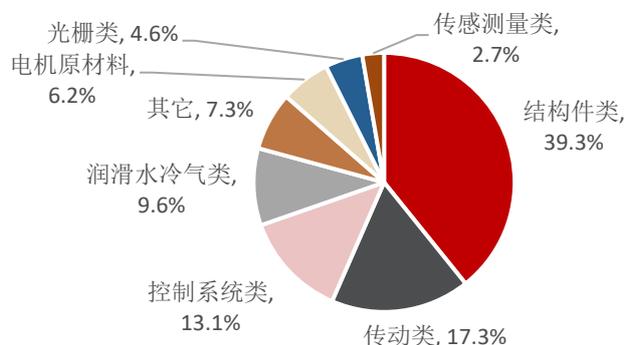
五轴机床关键功能部件包括数控系统、伺服驱动及电机，电主轴，铣头，转台，刀库等，其性能的优劣直接影响高端数控机床的加工精度及效率。主轴是机床上带动工件或刀具旋转从而实现机床切削加工的核心部件，分为机械主轴及电主轴，电主轴为近些年来新兴技术，特点为转速高、精度高、体积小、适应性强，转台及摆头是三轴机床实现向五轴机床升级转型的必要提升条件，要实现五轴联动功能必须要配备转台或者摆头。

表3：数控机床关键零部件供给结构

核心零部件	进口企业	国产企业	差距
数控系统	发那科、西门子、三菱、海德汉等	华中数控、科德数控、广州数控等	国产数控系统在高精度、高速等性能方面与国际先进水平尚存较大差距，国产数控系统合计不到30%，高端数控系统不足10%
主轴	德国 Kessler, 瑞士 Fischer, 瑞士 MCT, 瑞士 IBAG, 英国西风, 英国 ABL 等	昊志机电、轴研科技、科隆电机, 阳光精机, 科德数控等	具备一定的产能, 技术仍需迭代升级
丝杠	日本 THK, 德国 Rexroth 等	汉江机床、江门凯特等	产品技术水平有待提升
刀具	瑞士山特维克、美国肯纳、日本京瓷等	株洲钻石、厦门金鹭、欧科亿、华锐精密等	部分刀具已国产达到日韩水平, 与美国产品有一定差距

资料来源：华经产业研究院，科德数控招股书，民生证券研究院

参考科德数控 2020 年的原材料采购情况，主要原材料可以分为结构件类（机床防护件、床体等）、电机原材料类（磁钢、线缆等）、控制系统类（主板、FPGA 等）、传动类（丝杠、导轨等）、润滑水冷类（水冷机、泵、密封、紧固等）、光栅类（光栅尺、圆光栅等）、传感测量类（传感器等）及其他。

图8：五轴数控机床主要材料


资料来源：科德数控招股书，民生证券研究院

1.3.1 数控系统：高端数控系统占成本 20%-40%，自给率不到 10%

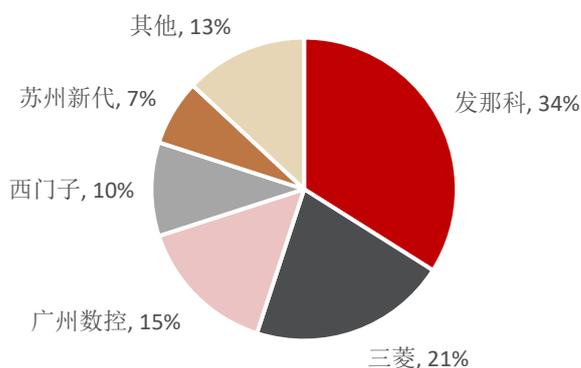
高档数控系统通常由控制单元、驱动单元、电机单元、传感单元构成完整的闭环控制系统，对应的技术复杂，将直接影响高端数控机床的精度、动态特性等重要参数。高档数控系统具备强大的性能、丰富的功能来实现各类型高端数控机床的复杂运动控制，是高端数控机床的大脑，是最具核心价值的关键部件，一直是重要的战略资源，被各发达国家严格管控，禁止对外销售或完全开放功能。

科德数控招股书披露，高档数控系统价值约占高端数控机床成本的 20%-40%。目前国内高档数控系统主要依赖于国外进口，但国外高档数控系统的功能通常无法完全开放甚至是禁止对中国出口，从而使我国高端数控机床产业受制于国外。

发那科、西门子、三菱三大龙头 2020 年合计市场份额达 65%，排名第五的

苏州新代为台湾数控系统供应商新代科技在大陆设立的子公司。仅有国产厂商广州数控凭借在中低端车床数控系统领域的拓展跻身国内市场前列。整体而言，目前国内主流数控系统市场还是被外资龙头垄断，整体国产化率较低导致我国整体机床产品仅为中低端产品，高端五轴数控机床仍主要依赖进口。根据科德数控招股书披露，在国家政策的支持与引导下，国内涌现了一小批研制高档数控系统的企业并实现部分国产化，但市场占有率不足 10%，目前国内高档数控系统包括德国西门子 840D、日本发那科 30i 以及科德数控的 GNC 系列数控系统。

图9：2020 年我国数控系统竞争格局占比情况



资料来源：华经产业研究院，民生证券研究院

1.3.2 主轴：电主轴是趋势，占数控机床市场 1.2%

根据科德数控招股书披露，根据昊志机电 2018 年年度数据估算 2018 年国内电主轴市场约为 41.25 亿元，占我国数控机床市场规模约 1.2%（2018 年我国数控机床市场规模为 3,388.9 亿元）。近几年来，日本的马扎克、德国的德玛吉等高端机床制造企业，产品全部标配电主轴，可见未来电主轴替代传统机械主轴将是数控机床主轴发展的主要趋势。

1.3.3 转台每年市场 30 亿，摆头难度系数高

根据科德数控招股书披露，国内进口单轴/双轴转台每年需求量约为 3 万台套，单轴/双轴分配比例约为 7: 3，按平均每台套 10 万元人民币估算，预估每年国产转台市场容量约为 30 亿元人民币；摆头制造工艺复杂、制造难度大，是单个价值极高的关键功能部件，单价从几十万到上百万人民币不等，具有极高的附加值。

1.4 部分国产品牌开始崛起

产数控机床产业经过几十年的发展，不断自主研发和汲取国外经验，从无到有、

不断壮大,产生了如沈阳机床、秦川机床等体量巨大、规模位于世界前列的老牌企业,也出现了如科德数控等一批具有核心设计技术和制造工艺,能够针对自身专注的应用领域和产品类型提供高性能、高品质的高度定制化产品,具有广泛市场影响力和较高品牌价值,发展迅速,具有活力的新型中高端机床厂商。

表4: 高档数控机床领域主要企业情况

国内/外	企业	经营情况	市场地位	技术实力
	华中数控	2021年,数控系统与机床领域(包含数控系统、电机、数控机床业务)实现收入83,905.05万元,较去年同期增长35.32%,毛利率32%;2021年,公司参与的多个重点领域国家科技重大专项项目验收完成,主要涉及的配套机床包括五轴加工中心、五轴龙门铣、五轴车铣复合、五轴卧加、落地镗等高档机型。	首批国家级创新企业、中国机械工业联合会智能制造分会副理事长单位、中国机床工具工业协会副理事长单位、数控系统分会理事长单位、全国机床数控系统标委会秘书长单位、高档数控系统及其应用产业技术创新战略联盟(试点)理事长单位	具有自主知识产权的数控装置形成了高、中、低三个档次的系列产品,公司在前期技术积累基础上,整合国家重大专项3个课题的研发任务,瞄准国外高档数控系统的最高水平,研制了华中8型系列高档数控系统新产品。
	海天精工	2021年,公司实现营业收入273,048.67万元,较上年同期上升67.30%;归属上市公司股东的净利润37,107.06万元,较上年同期上升168.46%;整机销量3932台。	宁波海天精工股份有限公司是一家专业制造数控机床的上市企业,拥有宁波大港制造基地、宁波堰山制造基地、大连海天精工制造基地	共计30余万平方米的现代化恒温加工装配厂房,员工近1500人,是国家重大技术装备企业,国家高新技术企业,省级高新技术研发中心。
国内	日发精机	2021年日发机床收入4.88亿元,利润0.79亿元。在研项目包括五轴核心件、五轴设备用于机匣加工,桥式五轴加工中心(已经有多款产品在市场上成熟应用,新的二款产品年底上市),五轴龙门(2款五轴龙门,其中1款已应用于市场,另一款于2022年6月份量产)。	日发机床公司主要面向高端轴承、汽车及零部件、工程机械等精密机械及零部件制造业客户提供产品和服务,产品涵盖了数控车床、立加/卧加、龙门铣床、镗床、高端磨床及柔性化生产线、自动装配线等产品。特别是在高端轴承磨超加工及装配生产线领域,公司产品在国内市场占有率第一,目前国内轴承行业规模靠前的30家企业中,有25家采用公司的高端轴承磨超加工及装配生产线产品。	浙江省机械行业的骨干企业和原国家机械部数控机床重要制造基地、国家级CIMS工程示范企业、国家级高新技术企业。
	亚威机电	2019年,公司实现营业收入为79,558.26万元;实现归属于上市公司股东的净利润为2,765.04万元	亚威机电股份有限公司成立于1986年,为台湾最具规模的专业CNC加工中心机制造厂商之一。	优良产品设计奖(外贸协会)、工具机创新产品奖(机器公会)、优良自创品牌奖(外贸协会)等,更拥有多项国家级奖项,如国家形象奖、磐石奖、产业科技发展奖、多项精品奖荣誉
	拓斯达	2021年,埃弗米数控机床签单量232台,出货量210台;其中五轴联动数控机床签单量超100台,出货量64台,较2020年同期增长68.42%。目前,埃弗米订单排产仍处于饱满状态,截至2021年12月31日,埃弗米在手订单超过1亿元。	公司在数控机床领域的布局主要以子公司埃弗米为主,埃弗米研发并投入市场的产品主要包括五轴联动数控机床、高速加工中心、数控磨床等数控机床产品,以及主轴、转台、摆头、齿轮头、动力刀塔等核心零部件。	埃弗米自成立以来,坚持自主创新的发展道路,持续多年投入五轴联动数控机床及关键功能部件的自主研发,在高刚性主轴技术、GTRT齿轮驱动转台技术、齿轮传动双摆头技术等关键部件均已实现自主可控,其所研发的产品在精度、稳定性、效率方面均具备一定优势,产品竞争力明显。
	国盛智科	2021年,公司贴近下游船用发动机缸体、工程机械、航空航天、新能源汽车等应用领域,加大产品	国内领先的金属切削类中高档数控机床以及智能自动化生产线提供商。国家高新技术企业、中国机床工具行业	公司建立了省市两级工程技术中心、江苏省企业技术中心、江苏省企业研究生工作站,拥有工程师及高级技师多名,获得多项发明专利专

	<p>研发, GMB2528 桥式五轴联动龙门加工中心研发试制完成。龙门系列机型完成迭代优化, 批量上市销售; 桥式五轴加工中心批量化投产。</p>	<p>30 强企业、中国机床工具行业经济效益十佳企业、江苏省优秀民营企业、江苏省创新型企业。</p>	<p>利, 产品曾荣获江苏省科技进步二等奖、江苏省首台(套)、南通市首台(套)重大装备。</p>
纽威数控	<p>2020 年销售五轴立式和龙门加工中心各 5 台。</p>	<p>参与了国家科技重大专项“高档数控机床与基础制造装备”研发项目的 7 个项目, 并在一个项目中担任牵头单位。</p>	<p>推出的高性能高速卧式加工中心、车铣复合数控机床、五轴联动立式加工中心、五轴联动龙门加工中心等数控机床产品在部分指标性能方面达到了较先进水平。</p>
科德数控	<p>2021 年公司主营业务收入 2.54 亿元, 同比增长 27.99%。其中高端数控机床业务收入 2.33 亿元, 占比 92.03%, 同比增长 35.88%。实现归属于上市公司股东的净利润 7,286.69 万元, 同比增长 106.81%, 主营业务毛利率 43.14%。整机平均单价 185.22 万元。整机生产 158 台, 同比增长 56.44%, 销售 126 台五轴。</p>	<p>五轴机床国内龙头</p>	<p>均为高端五轴机床, 产业链布局完整</p>
海德汉	<p>分支机构遍布 43 个国家, 自 1948 年海德汉公司在德国 Traunreut 重建后, 现已累计交付超过 500 万套直线光栅尺, 1100 万套旋转编码器和角度编码器, 460,000 台数显装置和近 235,000 套 TNC 数控系统</p>	<p>海德汉的高质量标准经过 ISO9001 质量体系 and 德国标准服务 (DAKKS) 针对长度和角度检查工序认证</p>	<p>长的产品寿命, 可再利用的设计理念, 对于资源的小心仔细利用和最有效化使用能源是基于 ISO14001 标准的; 对话格式编程语言的 TNC 数控系统已成为欧洲模具行业的标准系统; 提供全系列绝对式和增量式旋转编码器, 直线光栅尺和角度编码器</p>
马扎克	<p>全球知名的机床生产制造商。自 1919 年创业以来, 截至 2019 年 6 月, 全集团有员工 8,429 人。马扎克在全球拥有日本、美国、英国、新加坡、中国多家生产基地</p>	<p>根据美国机械行业杂志《Metal WorkingInsiderReport》的统计, 从 2004 年开始, 马扎克机床就相关产品连续多年居世界首位</p>	<p>其车削中心类产品涵盖近 20 个产品系列, 在数控车床产品上, 不仅有卓越的技术能力还有较高的市场占领能力。在全球有 85 处技术中心 (技术中心 38 处、技术服务中心 47 处)</p>
国外 大隈	<p>公司以生产各类通用数控机床为主。年产量超过 7,000 余台, 其中 50% 左右供出口, 其产品以刚性好、切削效率高、精度高、寿命长、操作方便著称</p>	<p>日本最大数控机床厂之一, 设立于 1898 年, 至今已有 100 多年历史, 上世纪六十年代已开始研制数控系统-OSP 数控装置, 目前年产数控装置 7,000 余台, 主轴和伺服电机约 3 万台, 在世界上排名在第 5 位左右。</p>	<p>自行开发生产 OSP 数控系统装置, 产品以刚性好、效率高、精度稳定、寿命长、操作方便而著称</p>
德马吉森精机	<p>全球领先的机床制造企业, 原德国德马吉公司和日本森精机公司合并而成, 2019 年 1 月 1 日-2019 年 9 月 30 日营业收入达到 2,211,754.07 万元</p>	<p>世界著名机床生产厂家, 员工超过 7,500 名, 在全球多达 159 个销售和服务中心</p>	<p>N/A</p>
西门子	<p>德国西门子股份公司创立于 1847 年, 是全球电子电气工程领域的领先企业。西门子数控系统是西门子集团旗下自动化与驱动集团的产品, 西门子数控系统 SINUMERIK 发展了很多代。目前在广泛使用的主要有 802、810、</p>	<p>凭借长期的行业知识, 西门子为实现汽车、航空、发电和电子领域中的低成本零件生产以及单个工件和模具制造提供了适宜解决方案。提供以行业特定的服务为基准, 包括培训、热线支持以及现场服务和定制备件和维修</p>	<p>西门子的数控系统将自动化、技术能力和数字化组合起来, 形成个性化的解决方案, 从而提高生产率。该数控系统是单个零件或批量生产的优秀解决方案, 适用于简单工件或复杂工件</p>

840 等几种类型，840D 主要用于五轴联动数控机床

哈默

哈默公司成立于 1938 年，是德国最著名的机床制造商之一。哈默的五轴立式加工中心在国际市场处于领先地位，工厂设在德国斯图加特附近的 Gosheim。如今有超过 17,000 台哈默生产的万能铣床和加工中心在世界范围内被使用

哈默是中小型五轴精密加工领域专家。可靠的产品质量，优秀的售后服务确保了哈默公司成为客户信赖的合作伙伴。哈默在德国中小型模具制造五轴机床市场上的占有率位居前列

其产品在复杂曲面加工、负角度加工、高精密度加工和高速加工等方面具有极为明显的优势。机床高刚性特别适用于薄壁件的加工。此外，工作台摆动角度大，动态性能好，适用于复杂曲面加工（含负角度加工）。机床的几何精度及位置精度高的特点适合高精度零件加工，尤其孔系位置精度（平行度，重复度）要求高的零件加工。机床性能稳定，精度长期保持性好

资料来源：科德数控招股书，相关公司 2021 年年报，民生证券研究院

1.4.1 科德数控为代表的国内企业已实现大部分部件的自制

五轴联动机床的自主可控需要实现核心部件的国产化，从科德数控的数据来看，依靠完整的人才链、技术链和产业链，公司在五轴联动数控机床、高档数控系统及关键功能部件核心技术方面取得一系列重大突破，站在了行业技术水平的前列，功能、控制精度和加工效率等方面达到国际先进水平。**高档数控系统技术，通用、专用五轴数控机床技术，高性能伺服驱动技术，直驱功能部件技术，高性能传感技术，高性能电机技术等核心技术的突破，保证了公司实现高端数控机床核心部件的自主化批量生产，在保障自主可控的同时完全有能力根据客户需求定义产品。**

表5：科德数控核心零部件与国际龙头企业对比情况

指标	日本大隈	哈默	德玛吉	马扎克	科德数控
数控系统	自制	外购	外购	外购	自制
伺服驱动器	自制	外购	外购	外购	自制
电机	自制	外购	外购	外购	自制
电主轴	自制	自制	外购	自制	自制
传感器	部分自制/外购	外购	N/A	N/A	部分自制/外购
转台	外购	自制	自制	自制	自制
刀库	自制	自制	自制	自制	自制
导轨	外购	外购	外购	外购	外购
丝杆	部分自制/外购	外购	外购	部分自制/外购	外购

资料来源：科德数控招股书，民生证券研究院

2 质谱仪：整机进口超 70%，核心件进口率亦高

质谱分析是使待测的样品分子气化，用具有一定能量的电子束轰击气态分子（电子撞击、化学电离、场致电离、激光），使气态分子失去一个电子而成为带电的分子离子，离子生成后，在质谱仪中被电场加速（加速后其动能跟位能相等， $mv^2/2=zV$ ），当被加速的离子进入磁分析器时，磁场再对离子进行作用，让每个离子按一定的弯曲轨道继续前进，其行进的轨道曲率决定于各离子的质量和所带电荷的比值（ m/z ）（此时由离子动能产生的离心力（ mv^2/R ）与由磁场产生的向心力（ Hzv ）相等），通过精确估计这些离子的路径和速度，就可以十分准确的计算出初始原子的质量。

$$(1) mv^2/2 = zV;$$

$$(2) mv^2/R = Hzv;$$

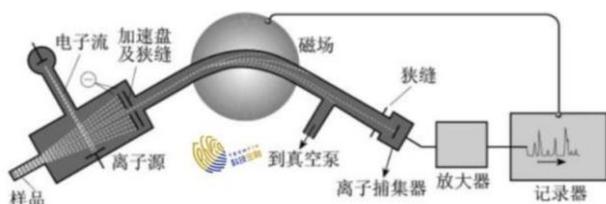
得出 $m/z = H^2R^2 / (2V)$ （质谱基本公式）

（ m ：离子质量， v ：离子速度， z ：离子电荷， V ：加速电压， R ：曲率半径， H ：磁场强度）

当然，现在所有已知的原子的质量都已经被测量了出来，质谱仪目前最主要的用途不是用来测量原子质量了，而是用来分析样品的组成成分。质谱分析的灵敏度特别高，进量通常只要几微克（ μg ）甚至更少的样本，便可得出一张满意的质谱图，质谱是唯一可以给出分子量，确定分子式的方法，分子式的确定对化合物的结构鉴定至关重要。

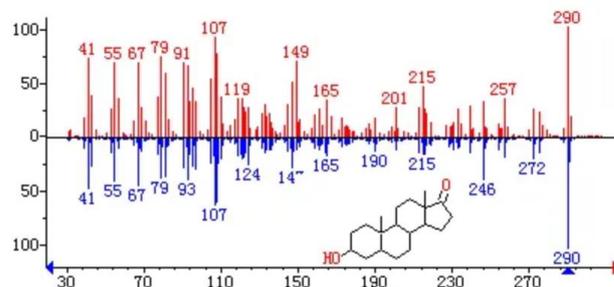
质谱图的横轴是单位电荷质量（ m/z ），纵轴表示离子流强度，通常以相对强度表示，最强的离子流强度定义为 100%，其他的均以百分数表示，质谱图的解析需要专业人士。

图10：质谱仪主要结构



资料来源：分析测试百科网，民生证券研究院

图11：质谱图



资料来源：化学仪器网，民生证券研究院

质谱仪 (Mass Spectrometry) 一般由进样系统 (Inlet System)、离子源 (Ion Source)、质量分析器 (Mass Analyzer)、检测器 (Ion Detector) 等四部件构成，其中，离子源和质量分析器是质谱仪的核心技术。

图12: 质谱仪基本构件



资料来源: 禾信仪器招股书, 民生证券研究院

质谱仪从 20 世纪 20 年代出现到目前已有近百年发展历史, 一开始用于测量原子质量, 随着高分辨率质谱仪出现用于有机化合物分析, 随后气相色谱-质谱连用仪出现开始应用到天然有机化合物结构分析, 20 世纪 80 年代离子源技术获得快速发展, 质谱仪开始应用到生物医学领域。

在分析样品的质量数之前必须在离子源中将其离子化, **分析物的极性决定了离子源的选择**。目前各种离子化方法在分析应用价值上各具独特之处, 没有单一类型的离子化方法适用于所有的分析需求。对于气相质谱仪 (GC/MS), 人们一般会选择 EI, 而 ESI 则多是液相质谱仪 (LC/MS) 的配置。

表6: 质谱仪离子源的特点及适用样品

离子源	特点	适用样品
电子轰击电离 (EI)	·结构简单、控温方便、发展最成熟、有标准化物质谱库 ·稳定、电子流强度可精密控制 ·电离效率高、灵敏度高、结构信息丰富	·挥发性样品, 分子量低于 1000 的样品, 热稳定性高、沸点低化合物
化学电离 (CI)	·最强峰为准分子离子 ·谱图简单	·不适用难挥发试样 ·低沸点化合物
快速原子轰击 (FAB)	·样品无需经过特别的前处理 ·可检测多种类分析物	·高极性、难气化、大分子量以及热稳定性差的样品
场致电离 (FI)	·分子离子峰强, 碎片离子峰少	·不适用于化合物的结构鉴定
电喷雾电离 (ESI)	·应用广泛, 只产生分子离子, 不产生碎片离子。 ·产生的离子常常带有多电荷, 尤其是生物大分子。 ·主要用于液相色谱-质谱联用仪。	·小分子 (葡萄糖) 和生物大分子 (蛋白质、寡核苷酸) ·适用于强极性, 大分子量的样品分析, 如肽, 糖等。
大气压化学电离 (APCI)	·仅有一个渠道产生离子	·主要为中低极性、分子量小于 1500u 的分子
大气压光电离 (APPI)	·有分析低极性或非极性物质的能力	·非极性物质, 在分析非极性芳香族化合物时尤为有用
基质辅助激光解吸电离 (MALDI)	·基质当作化学反应的媒介 ·反应机理不完全清楚 ·样品用量少	·非挥发性固态或液态样品, 生物分子 (DNA、蛋白质、糖类) ·有机大分子 (聚合物)
电感耦合等离子体 (ICP)	·高转化效率	·无机物 ·微量元素分析
敞开常压式电离	·减少前处理, 大气环境下直接分析 ·以解析喷雾电离和实时直接分析为代表, 目前有 40 余种离子化方法	——

资料来源: 《质谱分析技术原理与应用 (科学出版社)》, 探针资本整理, 民生证券研究院

根据《质谱仪通用规范》(标准号: GB/T33864-2017), **质谱仪根据核心部件质量分析器的不同, 可以分为飞行时间质谱仪、四极杆质谱仪、离子阱质谱仪、离子回旋共振质谱仪、磁质谱仪等类型。**

表7：各类型质谱仪的对比情况

质谱仪类型	竞争优势	竞争劣势	经济效益差异	在不同领域的应用情况
飞行时间质谱仪	分析速度最快，分辨能力好，有助于定性和质荷比近似离子的区别，定性能力好，质量上限高。	产品价格较四极杆质谱价格高，结构较精密，维护成本较高。	飞行时间质谱仪不必采用高强度电场或磁场，理论上对测定对象没有质量范围限制，拥有极快的响应速度以及较高的灵敏度，在快速检测方面拥有较强的优势。	生物医药领域占比约为 50%，公共事业领域(含环境监测)占比约为 25%，科学应用领域占比约为 20%，工业过程分析领域占比约为 5%。
四极杆质谱仪	定量能力好，结构和电路简单，体积小，具有较高的灵敏度，维护简单，成本相对较低，产品价格低。	定性能力不足，质量分辨率较低，存在同位素和其他质荷比近似的离子干扰，分析速度慢，质量下限低。	四极杆质谱仪由于技术结构和电路较为简单，体积小，成本相对低廉，目前应用最为广泛。	生物医药领域占比约为 35%，公共事业领域(含环境监测)占比约为 21%，科学应用领域占比约为 32%，工业过程分析领域占比约为 12%。
离子阱质谱仪	体积小，重量轻，成本低廉，具备多级串级能力，适合于分子结构方面的定性研究。	定量能力低于四极杆质谱仪。	离子阱质谱仪是便携式质谱首选的技术方案，具有广泛的环境适应性和较低的使用成本。	生物医药领域占比约为 53%，公共事业领域(含环境监测)占比约为 32%，科学应用领域占比约为 12%，工业过程分析领域占比约为 4%。
离子回旋共振质谱仪	分辨率最高，定性能力好，灵敏度高，常作为高端科学研究的必备装备，可以有不同的电离源联用实现对不同极性的化合物进行检测。	体积重量大，售价极高，扫描速度较慢，维护成本极高。	离子回旋共振质谱仪质量分辨率最高，价格昂贵，常作为高端科学研究的装备，可对化合物同位素精细结构进行深入分析，获得确认元素组成的详细信息。	生物医药领域占比约为 53%，公共事业领域(含环境监测)占比约为 32%，科学应用领域占比约为 12%，工业过程分析领域占比约为 4%。
磁质谱仪	定量能力最强，分辨率高，灵敏度高，在高精度同位素分析(核科学)中具有其他质谱仪难以超越的优越性。	应用范围较窄，售价较高，维护复杂，功率大，耗电量高。	磁质谱仪应用范围窄，技术难度大，集中于高端特殊领域，主要用于核磁共振、地质元素分析和宇宙射线研究等特殊领域。	生物医药领域占比约为 5%，公共事业领域(含环境监测)占比约为 52%，科学应用领域占比约为 37%，工业过程分析领域占比约为 5%。

资料来源：禾信仪器招股书，民生证券研究院

质量范围、分辨率是质量分析器的两个主要性能指标。质量范围指质谱仪所能测定的质荷比的范围；分辨率表示质谱仪分辨相邻的、质量差异很小的峰的能力。**高分辨率的质量分析器能够将两个质荷比十分相近的被分析物离子信号区分开来。**

表8：各类质谱仪的比较

质量分析器	四极杆	四极离子阱	飞行时间	扇形聚焦	轨道阱	离子回旋共振
质量范围 (Da)	>103	>103	>105	>104	~20,000	>104
质量分辨率	~103	~103	~104	~105	~105	~106
质量精确度/ppm	100	50-100	5-50	1-5	2-5	1-5

资料来源：《质谱分析技术原理与应用（科学出版社）》，探针资本整理，民生证券研究院

2.1 广泛应用于环境医疗食品及工业过程分析

质谱分析技术作为产业关键共性技术，在多个行业或领域广泛应用，在环境监测、医疗健康、食品安全、工业过程分析等领域拥有广阔的市场前景。

2.1.1 环境监测：聚焦于 PM2.5 及 VOCs 源解析

由于质谱技术的发展，特别是在快速分析、直接分析等方面的技术突破，质谱仪在环境监测领域应用日益广泛，已在大气、水质等监测领域成功实现产业化应用。2014 年，环保部出台了《关于开展第一阶段大气颗粒物来源解析研究工作的通知》（环办[2014]7 号），寻找污染源头的工作拉开序幕，通知要求大部分省会城市在 2015 年底，地级以上城市在 2016 年底摸清 PM2.5 的主要来源，“十三五”是 PM_{2.5} 源解析需求的爆发初期。2019 年，全国 261 个细颗粒物（PM2.5）未达标地级及以上城市平均浓度为 40 微克/立方米，与 2015 年相比下降 23.1%，提前完成“十三五”目标；但与此同时，臭氧（O₃）浓度上升了 21%，臭氧污染已成影响各地空气质量的重要因素，而挥发性有机物（VOCs）是臭氧形成的重要前体物，在治理中尤为关键。

2.1.2 医疗领域：主要应用于临床检验

质谱进入医学检测领域，最早始于 20 世纪 80 年代，用 GC-MS 检测美国海军飞行员尿液中大麻的含量；1988 年，美国联邦药品检验局发布强制性指南，要求治疗药物检测必须使用质谱法确认，奠定了质谱技术在治疗药物检测中的重要地位；20 世纪 80 年代中期，电喷雾技术（ESI）和辅助激光解析（MALDI）等“软电离”技术的发展，使蛋白质、酶、核酸等生物大分子的检测成为可能，大大拓展了质谱技术在医学检测领域的应用范围；20 世纪 90 年代，串联质谱（LC-MS）开始应用于新生儿筛查；21 世纪初，质谱技术（MALDI-TOF）开始尝试应用于感染性疾病的检测，如血源性感染性疾病的分子诊断；2013 年，FDA 首次认可使用 MALDI-TOF 对微生物进行鉴定。

目前临床诊断领域常用的质谱技术包括液相质谱（LC-MS/MS）、气相质谱（GC-MS）、电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）和基质辅助激光解析-飞行时间质谱（MALDI-TOF）。

图13：目前临床诊断领域常用的质谱技术



资料来源：生物药知识云享，民生证券研究院

参考生物药知识云享份额统计，美国质谱检测占医学检测市场约 15%，国内按照 10%的占比测算，2017 年国内医学检验市场规模已达 2760 亿元，那么国内临床质谱检测的市场空间为 276 亿元。目前国内质谱检测在医学检测中的占比约为 1-2%，市场潜力巨大，且主要来自新生儿遗传代谢病筛查、维生素 D 检测和微生物检测等领域。

由于国内对质谱的需求急剧增加，为能更好的服务于临床检测市场，国内外各大质谱厂商将其优质产品向国家药品监督管理局（NMPA，原 CFDA）进行申报，其中一些质谱检测仪器已经获得 NMPA 认证并取得相关医疗器械证件。临床质谱是近期质谱应用的热点，在中国需要进行临床医疗器械第二类的注册，此前主要获得注册的是三重四极杆液质和 MALDI-TOF，2020 年一款 ICP-MS 也获得注册许可。

对进口质谱企业来说，可以选择自己进行进口医疗器械注册，也可选择贴牌（OEM）给中国的企业进行国产医疗器械注册。我们熟知的 SCIEX（丹纳赫子公司）、梅里埃、布鲁克、安捷伦、沃特世、岛津，都进行了进口医疗器械注册，同时安捷伦也贴牌给中国企业（如品生医学）进行国产医疗器械注册，赛默飞均选择贴牌进行国产医疗器械注册（英盛、丰华等多家），珀金埃尔默选择让自己收购的国内企业（新波生物）进行国产医疗器械注册。截止 2020 年 9 月，进口质谱当前获得进口医疗器械注册许可的有 9 款，除 2 款 MALDI-TOF 外，其余均为三重四极杆液质。

表9：获得进口医疗器械注册许可的进口质谱情况（截止 2020 年 9 月）

产品名称	型号	注册号	注册人	产地	有效期至
液相色谱串联质谱检测系统 LC/MS/MS System	AB SCIEX Triple Quad™ 4500MD	国械注进 20172401554	AB Sciex Pte.Ltd.	新加坡	2022-6-1
全自动微生物质谱检测系统 VITEK MS	VITEK MS	国械注进 20162402385	bioMerieux SA 梅里埃	英国	2021-7-5
全自动生物质谱检测系统 IVD MALDI Biotyper System	Microflex LT/SH	国械注进 20182402017	Bruker Daltonik GmbH	美国	2023-5-8
三重四极杆质谱仪 LC/MS/MS System	API 3200MD™	国械注进 20192222266	AB Sciex Pte.Ltd.	新加坡	2024-7-22
液相色谱串联质谱系统 Infinity LC Clinical Edition / Triple Quad MS	Infinity LC Clinical Edition / K6460	国械注进 20202220004	Agilent	德国	2025-1-2
超高效液相色谱串联质谱系统 Liquid Chromatography–Mass Spectrometry Systems	ACQUITY UPLC I- Class/ Xevo TQ-S micro IVD System	国械注进 20192220270	Waters	美国	2024-5-20
高效液相色谱串联质谱检测系统 Liquid Chromatograph Mass Spectrometer	LCMS-8040CL, LCMS-8050CL	国械注进 20182400195	岛津	美国	2023-5-22
超高效液相色谱串联质谱系统 ACQUITY® UPLC I-Class IVD / Xevo® TQ- D IVD System	ACQUITY I-X	国械注进 20152221820	Waters	美国	2024-12-12
超高效液相色谱串联质谱系统 ACQUITY® UPLC I-Class IVD / Xevo® TQ- S IVD System	ACQUITY I-S	国械注进 20152220515	Waters	美国	2024-12-12

资料来源：分析测试百科网，民生证券研究院

国产医疗器械注册相对进口医疗器械注册程序简单一些，近期已获得临床医疗器械第二类注册许可的产品共计 15 项，三重四极杆液质 5 项，ICP-MS 类 1 项，MALDI-TOF 类 9 项。MALDI-TOF 类有 5 项的用途是微生物质谱，有 2 项明确为 SNP 检测，有 2 项没有指明专用用途，可能是既可以做微生物鉴定，也可作 SNP 检测。三重四极杆液质大都是 OEM，比如品生贴牌安捷伦的质谱，苏州新波是自家珀金埃尔默的产品，其余多为贴牌赛默飞的产品。ICP-MS 一项是贴牌赛默飞的产品。

表10：国产医疗器械已获得临床医疗器械第二类注册许可的产品（截止 2020 年 9 月）

型号	注册号	注册人	产地	有效期至	适用范围/预期用途
M-Discover 100、M- Discover 100 Excellence	粤械注准 20192220521	珠海美华医疗	珠海	2024-4-22	用于对临床分离出的细菌和真菌进行鉴定。
MS-S900	苏械注准 20192221449	美康盛德医疗科技 (苏州)	苏州	2024-12-3	基于液相色谱-质谱联用技术，以液相色谱作为分离系统，质谱作为检测系统，与配套的检测试剂共同使用，在临床上用于对来源于人体血液样本中的无机或有机化合物进行定性或定量检测，包括诊断指示物（内源性物质：氨基酸、维生素、激素）和治疗监控化合物（外源性物质：治疗/毒性药物）。
QSight 210MD	苏械注准 20192220669	苏州新波生物 (珀金埃尔默)	江苏 太仓	2024-6-23	配合非衍生化多种新生儿遗传代谢病筛查试剂盒（串联质谱法），用于检测和分析新生儿体内的氨基酸、游离肉碱、酰基肉碱、琥珀酰丙酮小分子化合物的浓度（仅供参考）
SDx MassARRAY	苏械注准 20202220850	江苏先声医疗	南京	2025-7-13	飞行时间质谱检测系统是对生命体 DNA 上的 SNP 进行检测的体外诊断设备，目前仅与配套的遗传性耳聋基因突变检测试剂配合使用。
DR MassARRAY	粤械注准 20182220875	广州市达瑞生物	广州	2023-9-29	飞行时间质谱检测系统是对生命体 DNA 上的 SNP 进行检测的体外诊断设备，目前仅与配套的遗传性耳聋基因突变检测试剂配合使用。
Clin-ToF-II	京械注准 20162401065	北京毅新博创	北京	2021-10-31	-
EXS3000	渝械注准 20202220197	重庆中元汇吉	重庆	2025-8-3	采用基质辅助激光解吸电离飞行时间（MALDI-TOF）质谱技术，对临床分离出的细菌及真菌进行鉴定。
microTyper MS	闽械注准 20192220072	天瑞仪器福建分公司	厦门	2024-6-9	采用基质辅助激光解吸电离飞行时间（MALDI-TOF）质谱技术对细菌及真菌进行鉴定。
I 型	浙械注准 20172400367	杭州意诚默迪	杭州	2022-4-9	
Autof ms1000、Autof ms2000	豫械注准 20182400196	安图实验仪器（郑 州）	郑州	2023-4-27	利用基质辅助激光解吸电离飞行时间（MALDI-TOF）质谱方法对分离后的细菌及真菌进行鉴定试验。
Qlife Lab 9000、Qlife Lab 9000 Plus	苏械注准 20202220435	南京品生医疗 (安捷伦)	南京	2025-4-13	该产品基于液相色谱-质谱联用技术，以液相色谱作为分离系统，质谱作为检测系统，与配套的检测试剂共同使用，在临床上用于对来源于人体血液样本中的无机或有机化合物进行定性或定量检测，包括诊断指示物（内源性物质：氨基酸、维生素、激素）和治疗监控化合物（外源性物质：治疗/毒性药物）。
FH-6000MD	粤械注准 20182220784	广州市丰华生物 (赛默飞)	广州	2023-8-26	主要用于确定人体样本中的无机或有机化合物(如铅、汞和药物成分等)，临床应用中主要用于对内源性物质如氨基酸类、肉毒碱和糖类物质，外源性如药物进行定性定量分析。
CMI-1600	粤械注准 20202220695	广州禾信康源医疗	广州	2025-5-26	利用基质辅助激光解吸电离飞行时间(MALDI-TOF)质谱方法对临床分离出的细菌进行鉴定。
YS EXT 8600MD	鲁械注准 20202220321	山东英盛生物 (赛默飞)	济南	2025-3-27	该产品基于电感耦合等离子体质谱技术，与配套的检测试剂共同使用，用于对人体血液、尿液、毛发样品中的无机元素进行定性或定量检测。
YS EXACT 9050MD	鲁械注准 20192220473	山东英盛生物 (赛默飞)	济南	2024-7-18	临床上用于对人体样本中有机化合物进行定性或定量检测。

资料来源：分析测试百科网，民生证券研究院

2.1.3 食品安全：广泛用于品质和卫生项目检测

质谱技术具有良好的定性以及精确定量功能，可广泛应用于食品中有毒有害物质及非法添加物质分析、转基因食品检测、食品安全快速检测等领域，从使用主体来看，包括食品企业、第三方检测实验室和政府监管实验室，从检测项目来看分为品质检测和卫生检测。

表11：食品检测实验室仪器配置大全

项目	简单配置	高配置		
食品企业实验室				
品质项目	水分、含盐量、含糖量、蛋白含量、脂肪含量、纤维含量、维生素含量、酸度等	化学法分析，只需配置最简单的烘箱、水浴、电炉、搅拌器、粉碎机、pH计等设备	通用仪器如：紫外/可见分光光度计、近红外分析仪、自动滴定仪等	
	根据对应的检测项目配置专用仪器 维生素 A、E 等 营养元素，如钙、锌、铁等	荧光光度计 原子吸收仪-火焰检测器		
卫生项目	微生物	微生物实验室，必建	按照生物实验室规范标准要求进行布局。必要的设备有洁净台、培养箱、高压灭菌锅、电炉等，其它设备则根据具体检测项目配置。简单配置为国产 高配置为进口	
	添加剂和有害元素	亚硝酸盐、二氧化硫、重金属含量、总砷等		化学法
		国际卫生标准：防腐剂（苯甲酸、山梨酸等）、甜味剂（甜蜜素、糖精钠等）、色素（柠檬黄、胭脂红等）		气相色谱-氢火焰检测器、液相色谱-紫外/可见光检测器
		铅、铬、镉、铜、镍等有害元素		原子吸收仪-石墨炉检测器
		砷和汞等		原子荧光
	残留农药	气相色谱，必配	气相色谱，毛细管柱分流/不分流进样口，安装毛细管色谱柱	气相色谱-质谱仪（四极杆、离子阱均可），EI 够用，可选配 NCI
有机氯农药		电子俘获检测器 ECD		
有机磷农药		火焰光度检测器 FPD 或 氮磷检测器 NPD		
残留兽药	项目不多、且批次多 有一定规模的出口食品企业	酶联免疫仪 ELISA，注：项目特别多时比用仪器成本高 三重四极杆液相色谱-串联质谱仪		
第三方检测实验室				
品质项目	根据使用的标准或客户要求，配置相应的检测仪器和设备，均可参考食品企业实验室的品质项目，可用化学法或仪			

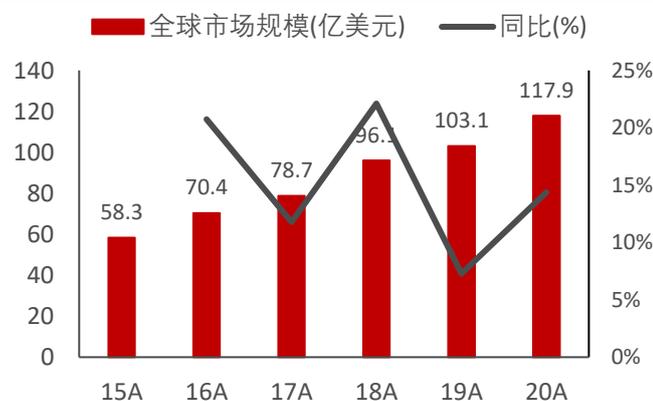
	器法, 另外如下:		水分测定仪、凯氏定氮仪、快速脂肪测定仪、精度计、粘度计、脂肪酸分析仪等
	根据对应的检测项目配置专用仪器:		氨基酸分析仪等专用仪器
卫生项目	均可参考食品企业实验室卫生项目, 另外如下:		
	农/兽药残留: 现代商业实验室必不可少的, 对禁用农兽药残留出具阳性报告时指令和标准要求条件	液相色谱-串联质谱、气相色谱-质谱	规模、检测项目多, 每类仪器还应配置多台套, 使仪器互补
	元素多、样品杂		ICP-MS、GC-MS/MS
	形态分析		ICP-MS 与 LC 或 GC 联用
政府监管实验室			
-	在已经配置比较全面的基础上, 可增加前处理设备, 效率更高、自动化程度更高, 提高结果的重现性。		微波消解 (包括微波萃取)、自动固相萃取仪、凝胶色谱净化仪、溶剂加速萃取仪、高速冷冻离心机、高速均质机、氮吹仪等
-	需要国际比对		高分辨质谱仪

资料来源: 仪器信息网, 民生证券研究院

2.2 2020 年进口依赖度 74%，集中在美加德日

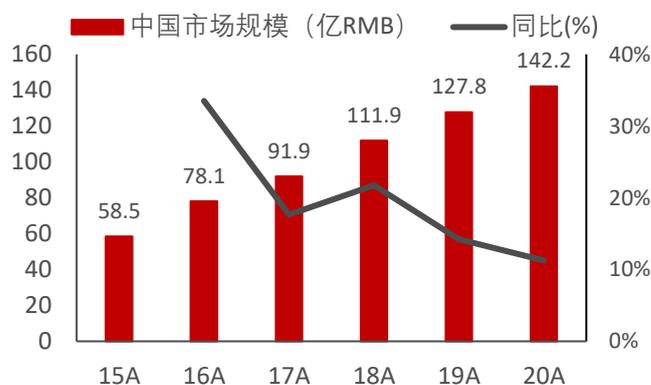
根据智研咨询数据, 2020 年中国质谱仪市场规模约为 142.2 亿元, 占全球市场不到 20% (2015-2020 年 CAGR≈19.4%)。

图14: 全球质谱仪市场规模情况



资料来源: 华经产业研究院, 民生证券研究院

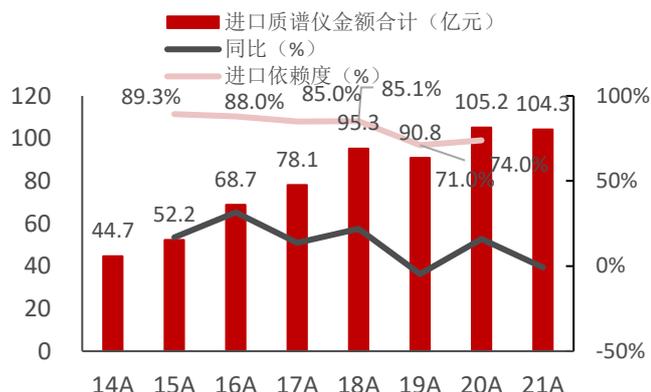
图15: 中国质谱仪市场规模情况



资料来源: 华经产业研究院, 民生证券研究院

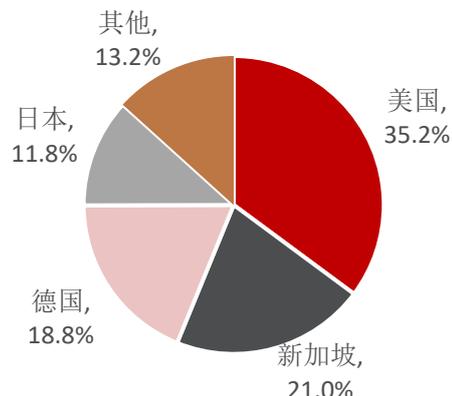
根据海关总署数据, 2014-2021 年我国进口质谱仪由 44.7 亿元提升至 104.3 亿元 (CAGR≈12.9%), 进口依赖度由 2014 年的 94.7% 降至 2020 年的 74.0%, 呈现改善趋势; 从进口设备国家来看, 美国、新加坡、德国、日本是我国进口质谱仪金额靠前的几个国家。

图16: 我国进口质谱仪金额及进口依赖度情况



资料来源: 海关总署, 民生证券研究院

图17: 2021年我国进口质谱仪金额分国家情况



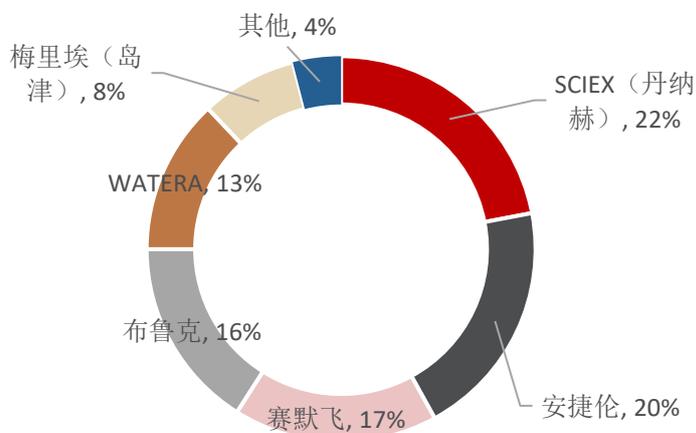
资料来源: wind, 民生证券研究院

除了整机进口依赖度很高, 我们从核心部件来看, 仍有较高的海外进口依赖度, 这里以 2020 年禾信仪器的核心部件进口占比来看, 分子泵 (进口占比 100%)、激光器 (98.6%)、数据采集卡 (97.7%)、微通道板 (82.3%) 进口占比均较高, 因此, 质谱仪的国产化进展非易事。

2.3 国内质谱仪企业部分细分领域已崭露头角

根据 SDI 统计, 目前, 全球质谱仪市场主要被国际行业巨头占据, 全球质谱仪市场的主要参与者为沃特世、丹纳赫、布鲁克、安捷伦、赛默飞、生物梅里埃、岛津等公司, 大约占据了全球了 90% 的市场份额。从全球市场来看, 目前质谱仪的销售主要集中于欧美地区, 其中北美地区占据了全球质谱仪市场的主导地位, 美国是全球最大的质谱仪销售市场, 英国、法国、德国占据了欧洲地区质谱仪市场的主要份额。

图18: 2020 年全球质谱仪市占率情况



资料来源: 华经产业研究院, 民生证券研究院

而国内专门从事质谱仪研发、生产和销售的公司较少，主要质谱仪厂商包括禾信仪器、天瑞仪器、聚光科技、北京东西分析仪器有限公司、北京普析通用仪器有限责任公司、博晖创新、融智生物、珠海美华、珠海迪尔、广州瑞达等。

表12：我国质谱仪领域优质企业简介

企业名	基本情况	优势领域/产品
禾信仪器	公司专注于质谱仪的自主研发、国产化及产业化，掌握质谱核心技术并具有先进工艺装配能力，是国内质谱仪领域从事自主研发的少数企业之一。公司多次牵头承担或参与国家级重大科研攻关计划，其中包括国家重大科学仪器设备开发专项、国家高技术研究发展(863)计划、国家重点研发计划、中科院战略性先导科技专项等。公司于 2019 年入选工信部第一批专精特新“小巨人”企业。基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱仪 CMI 1600，用于微生物鉴定。SPAMS 和 SPIMS 以及 AC-GCMS-1000，应用于环境监测领域，属于国内龙头低位。医学领域有三重四极杆质谱仪（用于新生儿筛查）、核酸检测质谱仪处于研发阶段；食品领域有大气压电离飞行时间质谱仪（API-TOF）、热辅助等离子体电离飞行时间质谱仪（TAPI-TOF-1000）处于研发阶段，主要用于农兽药残留、添加剂分析；工业过程分析有激光共振电离飞行时间质谱仪（LRI-TOF MS-2200）目前处于研发阶段	飞行时间质谱仪
聚光科技	公司主营业务是研发、生产和销售应用于环境监测、工业过程分析和安全监测领域的仪器仪表。公司主要产品包括：激光在线气体分析系统、紫外在线气体分析系统、环境气体监测系统、环境水质监测系统、数字环保信息系统、近红外光谱分析系统等。公司先后被认定为“国家企业技术中心”、“国家环境保护监测仪器工程技术中心”、“城镇水体污染治理工程技术应用中心”、“环境与安全在线检测技术国家工程实验室”、“国家规划布局内重点软件企业”、“国家创新型企业”、“国家级博士后科研工作站”、“浙江省院士专家工作站”、“浙江省重点企业研究院”等。在 2021 年，EXPEC 5231 气相色谱-三重四极杆质谱联用仪、EXPEC 5310 液相色谱-三重四极杆质谱联用仪、EXPEC 7910 四极杆飞行时间串联质谱 ICP-MS、TRACE 8000 化学电离飞行时间质谱仪、Calibus 手持式激光诱导击穿光谱仪、EXPEC 550 加压流体萃取仪、EXPEC 570 全自动固相萃取仪等几款实验室高端分析仪器推出并上市销售，快速切入细分行业市场，带动销售业绩增长。	三重四级杆质谱仪
天瑞仪器	公司作为国内化学分析行业的领航者，专业从事以光谱仪、色谱仪、质谱仪为主的高端分析仪器及应用软件的研发、生产、销售和相关技术服务。产品主要应用于环境保护与安全(电子、电气、玩具等各类消费品行业、食品安全、空气、土壤、水质污染检测等)、工业生产质量控制(冶金、建材、石油、化工、贵金属、医疗器械等)、矿产与资源(地质、采矿)、商品检验、质量检验甚至人体微量元素的检验等众多领域。公司被授予“国家火炬计划重点高新技术企业”，“江苏省高新技术企业”，“江苏省软件企业”，“江苏省科技创新示范企业”，“江苏省规划布局内重点软件企业”，“江苏省光谱分析仪器工程技术研究中心”等荣誉称号。产品品种齐全，为环境保护与安全、工业测试与分析及其它领域提供专业解决方案。质谱业务主要由子公司厦门质谱仪器仪表有限公司承担。	基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱仪 (MALDI-TOF)
安图生物	公司专业从事体外诊断试剂及仪器的研发、生产和销售，形成了以免疫诊断产品为主、微生物检测产品特色发展的格局，产品品种齐全，能够为临床诊断提供一系列解决方案。安图实验仪器（郑州）获得 MALDI-TOF 临床医疗器械第二类注册许可的产品	基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱仪 (MALDI-TOF)
北京东西仪器	主要从事色谱、光谱、质谱仪等科学分析仪器的研发、生产、销售，2007 年推出国内首台自主研发的商品化气相色谱-质谱联用仪 GC-MS310，质谱仪主要包括气相色谱仪-质谱联用仪、等离子飞行时间质谱仪等。	气相色谱-质谱联用仪
北京普析通用仪器	主要从事色谱、光谱、质谱仪等科学分析仪器的研发、生产、销售，其质谱仪产品主要是 L600 系列高效液相色谱-质谱联用仪。	高效液相色谱-质谱联用仪
中元汇吉	是一家专业从事体外诊断试剂及仪器研发、生产、销售和技术服务于一体的高新技术企业，质谱仪方面，公司的发明专利“基质辅助激光解吸飞行时间质谱仪样品靶的进出装置”（专利号：ZL201711277024.1）获得中国专利优秀奖。该技术产品已于 2020 年 8 月在国内上市，并于 2021 年 7 月在国际上市，取得了较好的经济效益。	基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱仪 (MALDI-TOF)
珠海美华质谱	珠海美华医疗科技有限公司成立于 2010 年，专注于临床 IVD 仪器及配套试剂的研发、生产、	基质辅助激光解吸电

	销售和服务，是国内唯一一家提供微生物实验室整体解决方案的高新技术企业，2019年4月，珠海美华的MALDI-TOF MS——M-Discover 100微生物快速鉴定系统，获得CFDA批准上市。	离飞行时间质谱仪 (MALDI-TOF)
毅新博创	2014年，推出的Clin-TOF I飞行时间质谱通过国家食品药品监督管理总局认证，成为国内第一个获得注册证书的临床质谱产品。Clin-TOF II于2016年也获得注册证书。该质谱已在50家医院和机构应用，完成超过1.5万株临床菌株的检测，建立超过3500种临床菌种。	飞行时间
融智生物	推出新一代宽谱定量飞行时间质谱QuanTOF。QuanTOF致力于解决上一代基质辅助激光解吸飞行时间质谱 (MALDI-TOF MS) 开拓更多应用的瓶颈是其定量重现性差 (RSD \geq 30%)、无法在宽质量数范围保持较高的灵敏度等问题，从而实现世界领先的定量能力和宽质量数范围较高灵敏度。	飞行时间
珠海迪尔	2018年4月，珠海迪尔推出自家第一款MALDI-TOF MS——DL SMART MS微生物快速鉴定质谱仪，该产品目前已经获得CE认证。	飞行时间
广州达瑞	2018年9月30日，达瑞生物申报的飞行时间质谱检测系统获得广东省食品药品监督管理局批准，是国内首台获批可直接检测核酸的飞行时间质谱系统，技术来自美国Agena Bioscience。	飞行时间

资料来源：布鲁克梅里埃官网，民生证券研究院

3 风险提示

1) **国产替代进展低于预期。**质谱仪和五轴机床均属高端设备，目前发达国家主导行业，国产替代需求强烈但进展不会一蹴而就，存在替代低于预期风险。

2) **核心零部件进口受限风险。**以五轴机床为例，核心部件的数控系统国产化率不到 10%，目前国产五轴机床数控系统存在依赖外资系统的情况，在贸易冲突的背景下不排除进口受限的风险。

插图目录

图 1: 数控机床的产业链.....	3
图 2: 五轴联动示意图.....	4
图 3: RTCP 关闭和开启状态下的示意图.....	4
图 4: 数控机床主要下游应用占比情况.....	4
图 5: 科德数控 2021 年新签订单下游行业占比.....	4
图 6: 2020-2039 年我国客机在运量预测.....	5
图 7: 2020-2039 年我国客机交付量预测 (架)	5
图 8: 五轴数控机床主要材料.....	7
图 9: 2020 年我国数控系统竞争格局占比情况.....	8
图 10: 质谱仪主要结构.....	12
图 11: 质谱图.....	12
图 12: 质谱仪基本构件.....	13
图 13: 目前临床诊断领域常用的质谱技术.....	16
图 14: 全球质谱仪市场规模情况.....	20
图 15: 中国质谱仪市场规模情况.....	20
图 16: 我国进口质谱仪金额及进口依赖度情况.....	21
图 17: 2021 年我国进口质谱仪金额分国家情况.....	21
图 18: 2020 年全球质谱仪市占率情况.....	21

表格目录

表 1: 国内五轴机床行业产销量情况.....	6
表 2: 我国最近几年进口数控机床情况.....	6
表 3: 数控机床关键零部件供给结构.....	7
表 4: 高档数控机床领域主要企业情况.....	9
表 5: 科德数控核心零部件与国际龙头企业对比情况.....	11
表 6: 质谱仪离子源的特点及适用样品.....	13
表 7: 各类型质谱仪的对比情况.....	14
表 8: 各类质谱仪的比较.....	14
表 9: 获得进口医疗器械注册许可的进口质谱情况 (截止 2020 年 9 月)	17
表 10: 国产医疗器械已获得临床医疗器械第二类注册许可的产品 (截止 2020 年 9 月)	18
表 11: 食品检测实验室仪器配置大全.....	19
表 12: 我国质谱仪领域优质企业简介.....	22

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。	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
	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：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元； 518026