

千亿级进口替代市场，国产企业已露锋芒

医学影像深度（下）：非X射线类与公司篇

证券分析师：陈烨远 A0230521050001

联系人：陈烨远

2022.2.18



- 我们的系列报告从技术原理、发展历史、环境与趋势、竞争格局等方面对医学影像行业予以全景描述，本篇报告作为系列报告的第二部，将聚焦非X射线类（磁共振和超声）、核心零部件以及海内外公司情况。
- **医学影像设备是医疗器械行业的第一大细分市场。**根据灼识咨询的估计，2020年全球医学影像市场规模约440亿美元，国内市场规模约537亿元（出厂价口径），2015-2020年国内CAGR 12.4%，预计2030年国内市场规模将接近1100亿元（2020-2030E CAGR预计7.3%）。
- **医学影像设备同时是医疗器械行业中技术壁垒最高的细分市场。**医学影像属于典型的多学科融合的产业，全球市场长期以来呈寡头垄断局面，“GPS”（GE医疗、飞利浦、西门子）和日系厂商专利和技术积累深厚，全球医学影像的核心零部件生产技术也集中在少数企业手中，高壁垒下全球格局长期相对稳定。
- **国产企业正实现破局。**联影医疗、迈瑞医疗、奕瑞科技等国内整机和零部件厂商正随着中国制造业能力提升而逐步崛起，产品性能和国际龙头公司的差距在快速缩小。国内市场在中低端完成进口替代的基础上正实现中高端国产份额的逐年提高。当前国内大型设备配置管理趋松，鼓励国产替代政策方向明确，我们认为国产产品高端转型和份额提升、供应链自主可控、AI和云技术等技术融合和国产产品出海将是行业趋势。
- **投资分析意见：**医学影像行业是医疗器械技术高地，千亿级别的进口替代空间正逐步打开，未来十年或是国产黄金发展期，建议关注：**联影医疗、东软医疗、迈瑞医疗、万东医疗、开立医疗、奕瑞科技、康众医疗**等国内医学影像整机和关键零部件领先企业。
- **风险提示：**研发风险、政策变化的风险、疫情波动风险、技术迭代风险、集采风险

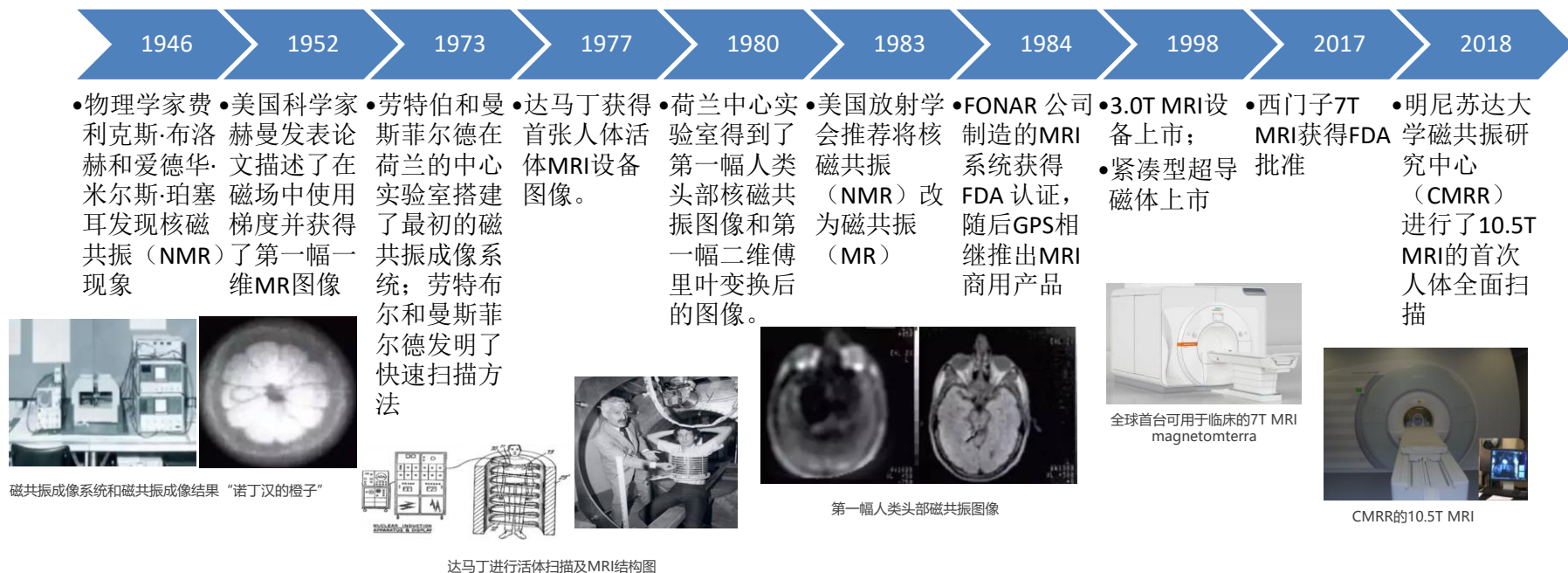
主要内容

1. 非X射线类设备
2. 主要影像产品对比及市场空间
3. 核心零部件
4. 海外龙头公司
5. 国内代表企业
6. 核心观点及风险提示

1.1 磁共振成像 (MRI)

- **磁共振成像系统** (Magnetic Resonance Imaging, MRI) 是一种利用人体内水分子中的原子核 (主要是氢质子) 在强磁场中的磁共振信号经重建进行组织或器官成像的设备。
- 磁共振成像对软组织分辨能力高, 且具有无辐射损伤的优势。从1946年核磁共振 (NMR) 现象被发现, 到1980s MRI设备进入商用, 再到当前1.5T和3.0T设备普及, MRI已经成为临床不可或缺的设备。

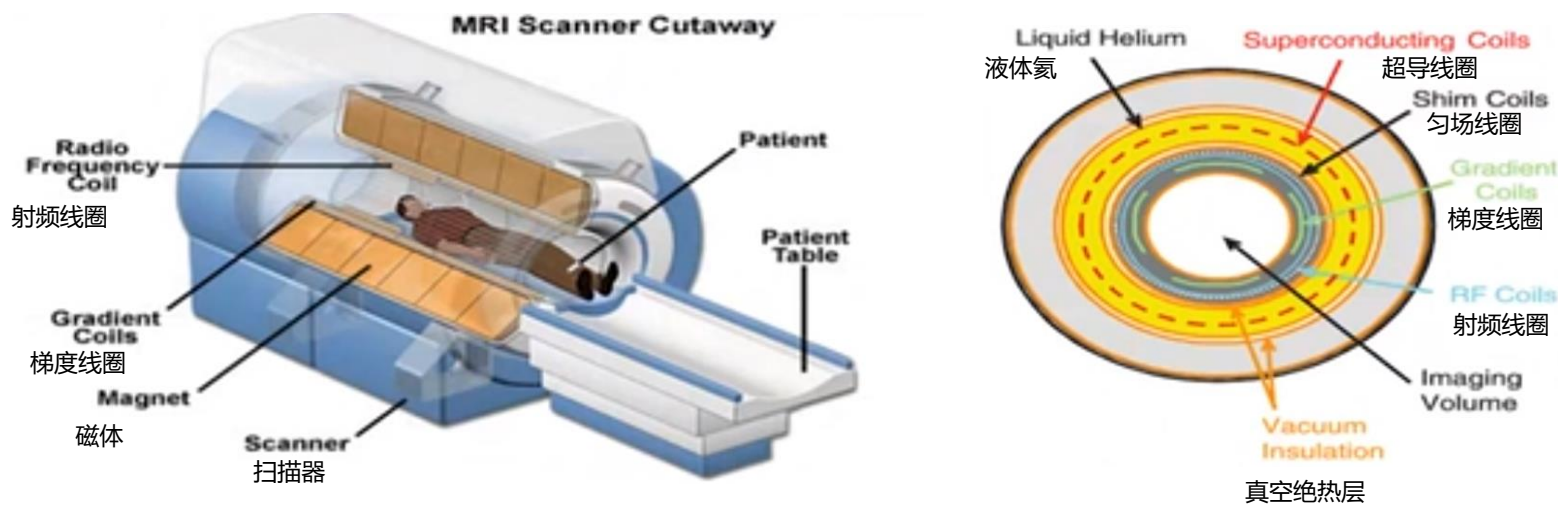
图1: 磁共振成像 (MRI) 发展历史



1.1 磁共振成像 (MRI)

- **磁共振成像系统**主要由**主磁体系统**、**梯度磁场系统**、**射频系统**、**计算机处理系统**以及**辅助设备**组成，其中：
(1) **主磁体**的功能是提供使原子核定向所必需的静磁场；
(2) **梯度磁场**的功能是利用梯度线圈产生在空间位置上变化的磁场，并叠加在主磁场上，以此对磁共振信号进行空间编码；
(3) **射频系统**是发射射频脉冲，使得磁化的质子吸收能量产生共振，并且接受质子在弛豫过程中释放的能量而产生磁共振信号；
(4) **计算机系统**包括了主机，存储器，输入输出设备，系统和应用软件；
(5) **辅助设备**包括操作控制台，检查床以及高压注射器等。
- 主磁体一般可分为普通电磁体、永磁体和超导磁体，超导磁体在场强、稳定性、体积重量等方面具有明显的优势。

图2：磁共振成像 (MRI) 设备横截面



1.1 磁共振成像 (MRI)

- **MRI原理:** (1) 人体富含氢质子, 通常是无序排列的, 但在强外磁场内产生纵向的磁矢量和进动; (2) 通过向人体发射一个频率等于进动频率的射频脉冲, 造成两个现象: 一是吸收能量的氢质子呈反磁力线方向排列, 导致纵向磁矢量变小、二是氢质子进行同相位进动, 由此产生横向磁矢量; (3) 停止发射射频脉冲后, 氢质子恢复到平衡状态 (即弛豫过程, relaxation process), 所需时间称弛豫时间 (relaxation time), 其又包括纵向磁矢量恢复时间 (T1弛豫时间) 和横向磁矢量的衰减和消失时间 (T2弛豫时间); (4) FID自由感应衰减信号通过傅里叶变换形成类似吸收谱线的核磁谱。

图3: 磁共振成像 (MRI) 的原理

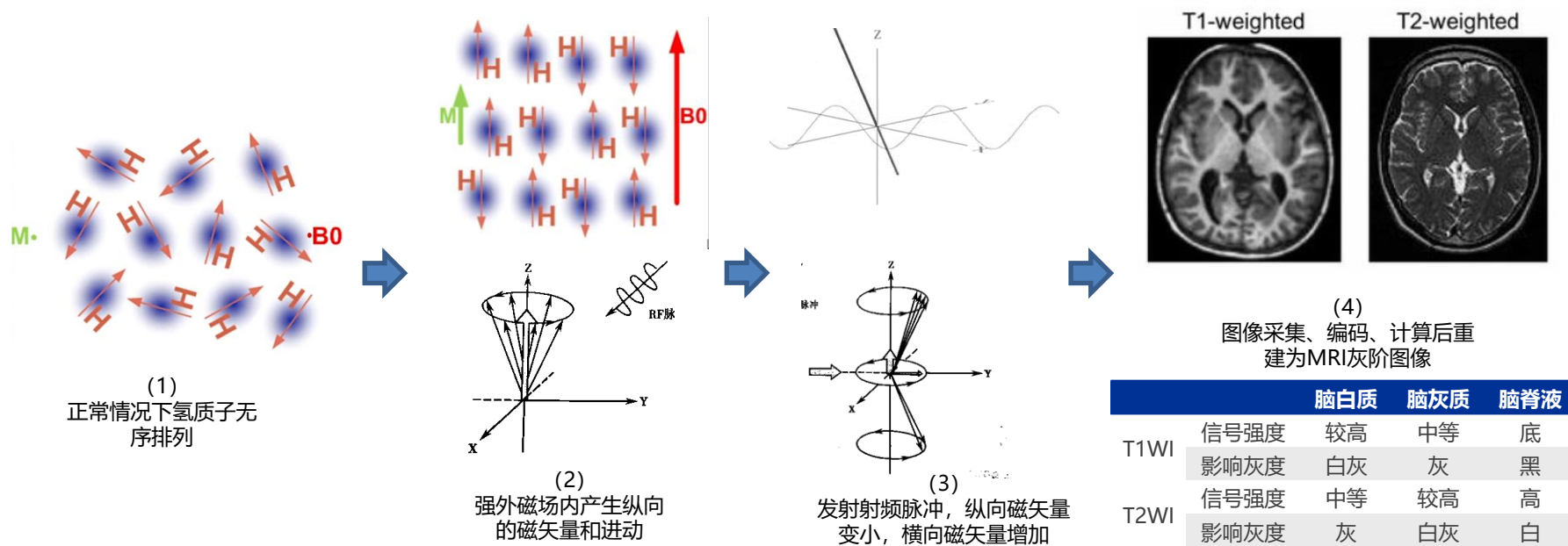


图4：磁共振成像 (MRI) 的特点、检查方法和适应症、主要分类、技术壁垒和发展方向

MRI的优势



- 软组织分辨率高
- 多参数成像、多序列成像多序列、多方位成像
- 水成像和血管成像
-

MRI的局限性



- 检查时间长
- 易发生不同类型伪影
- 识别钙化能力有限
-

检查方法



- 平扫 (T1WI和T2WI)
- 特殊平扫 (如脂肪抑制T1WI和T2WI、梯度回波等)
- 对比增强检查 (如静脉注入顺磁性对比剂Gd-DTPA)
- MR血管成像 (MRA)
-

主要适应症



- 神经系统 (脑梗塞、脑肿瘤等)
- 心血管 (心脏病、心肌病等)
- 胸部病变 (纵膈内的肿物、淋巴结及胸膜病变等)
- 腹部器官 (肝癌等)
- 盆腔器官 (子宫肌瘤等)
- 骨与关节 (骨内感染、关节软骨、滑膜等)
- 全身软组织 (神经、血管、淋巴管、结缔组织肿瘤等)
-

MRI的分类



- 永磁型 (重量大、场强低)
- 常导型 (功耗大、场强低)
- 超导型 (磁场均匀、瞬时稳定性好、场强高)

技术壁垒



- 磁体技术
- 匀场技术
- 射频技术
- 梯度技术
- 成像技术

发展方向

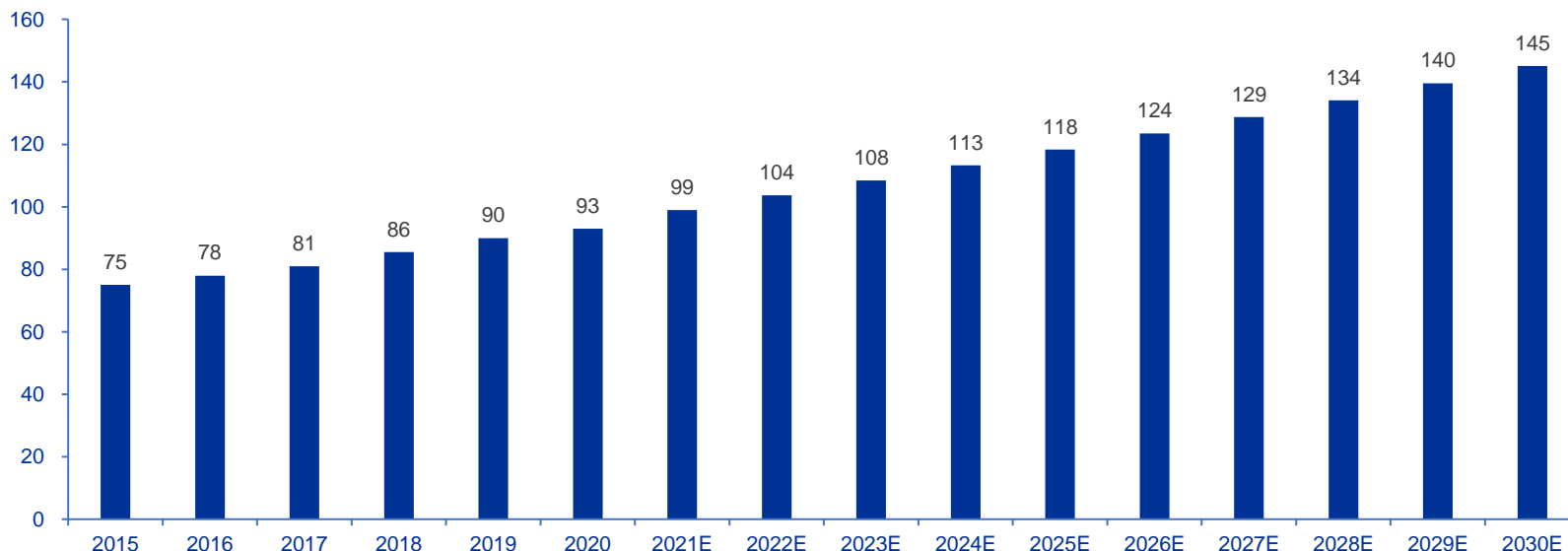


- 高场强、便携两极化发展
- 检查速度加快
- 患者舒适度提高
- AI+MRI

1.1 磁共振成像 (MRI)

- 从20世纪80年代初第一台MRI问世到2020年底，全球已有超过50000台MRI装机并运用到不同领域，全球市场规模2020年达到93.0亿美元，预计2030年将达到145.1亿美元，年复合增长率为4.5%。随着各国在MRI领域的研发投入不断增加，MRI的研究和产业化仍处在快速发展阶段，系统的性能不断提高，应用领域不断拓展。
- 从全球市场构成的维度，超导MRI已经逐渐成为主流产品，其中1.5T MRI系统目前保有量最多，更新换代主要是以3.0T MRI 取代1.5T MRI。

图5：全球MRI市场规模（单位：亿美元）



1.1 磁共振成像 (MRI)

- 1985年我国首次引进常导和超导MRI，东软医疗、联影医疗、安科医疗等企业的技术日趋成熟，产品快速迭代下，质量和性能逐步赶上了海外步伐。
- 据医招采统计数据，2021年国内共采购MRI 1061台，合计金额达158亿元。当前国内MRI市场仍主要为GE、飞利浦、西门子为首的进口龙头所垄断（三家合计市场份额超过70%），国产企业中，联影医疗和东软医疗份额领先。

图6：国内磁共振成像 (MRI) 发展历史

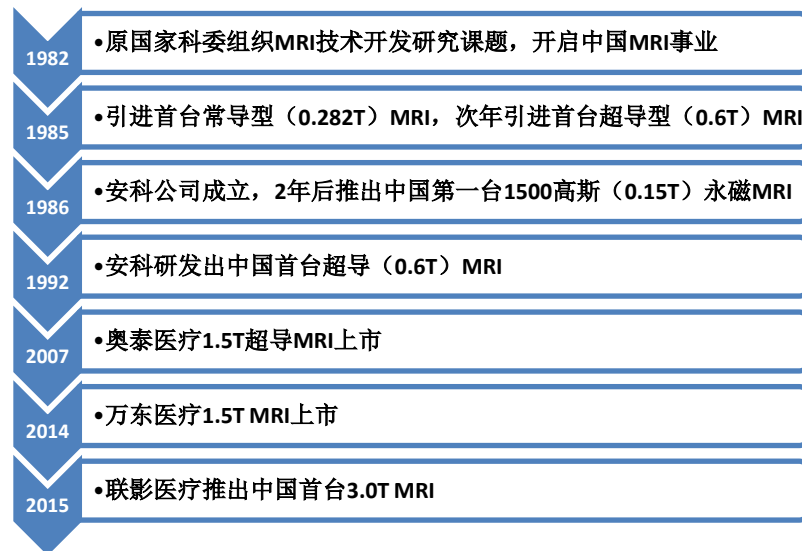
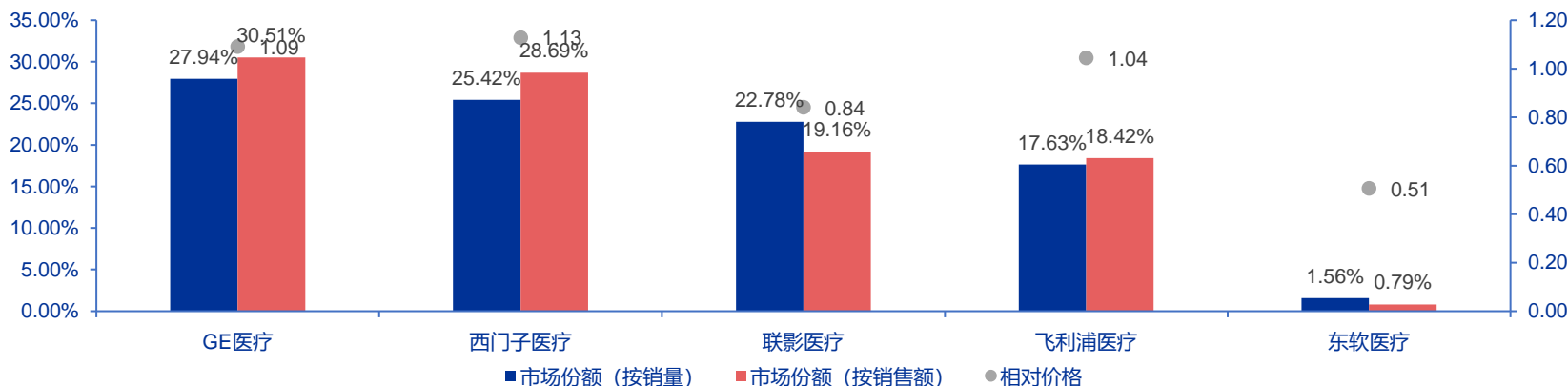


图7：国内MRI市场格局 (2021年)



注：相对价格=销售额计算的市场份额/销售量计算的市场份额

1.1 磁共振成像 (MRI)

- 2020年，中国MRI市场规模达89.2亿元，预计2030年将增长至244.2亿元，年复合增长率为10.6%。根据沙利文研究院的估计，国内超导MRI中：1.5T及以下的中低端MRI占比约为74.9%，3.0T高端MR占比25.0%（2020年），预计未来中3.0T的占比将不断提升。
- 国产厂家中，仅联影医疗拥有3.0T产品，其在1.5T和3.0T的市占率分别达到27.14%和17.23%，1.5T的市占率已经超过西门子（仅次于GE医疗）。

图8：国内1.5T及3.0T MRI格局 (2021年，按销量)

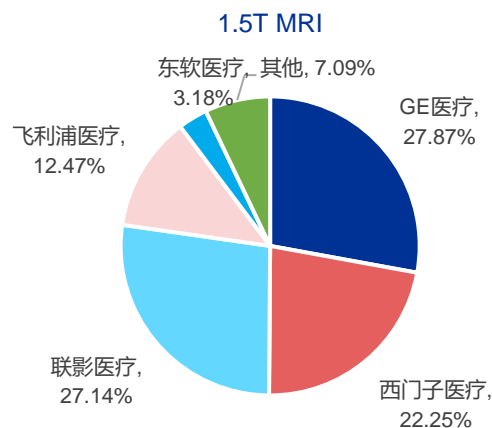
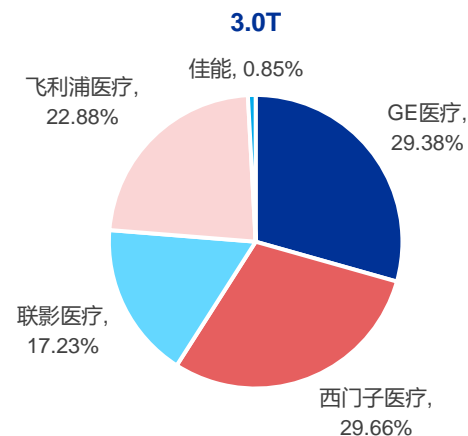
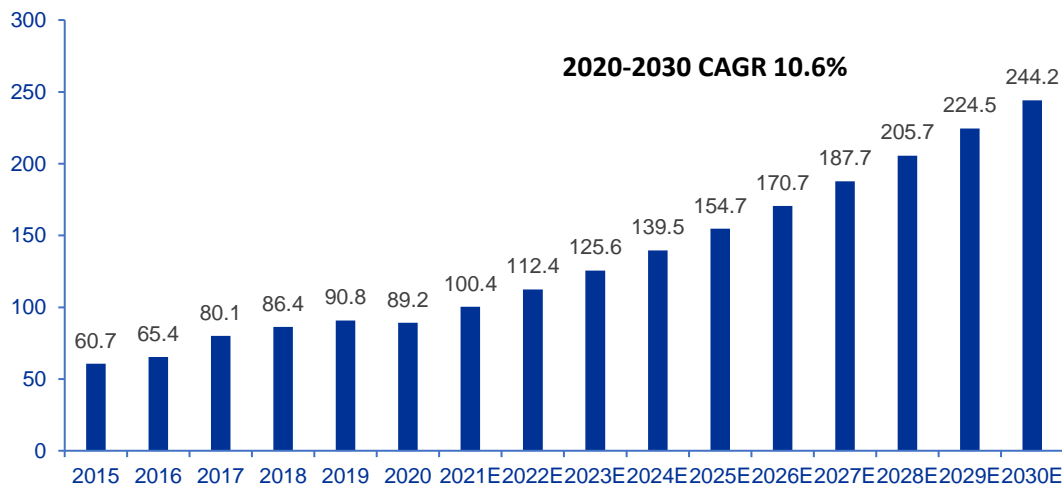


图9：国内MRI市场规模 (单位：亿元)



1.1 磁共振成像 (MRI)

- 根据中国医学装备协会数据，截止2020年底，国内MRI保有量10713台。从人均保有量的维度，中国每百万人MRI人均保有量水平与发达国家存在显著差距：日本、美国、韩国每百万人保有量分别约为55台、40台和29台，而中国每百万人保有量约为8台。
- 随着1.5T和3.0T主流型号的国产产品性能和进口产品逐步接近，预计国产品牌将优先凭借价格优势享受到配置率提升的红利。

图10: 国内MRI保有量 (单位: 台)

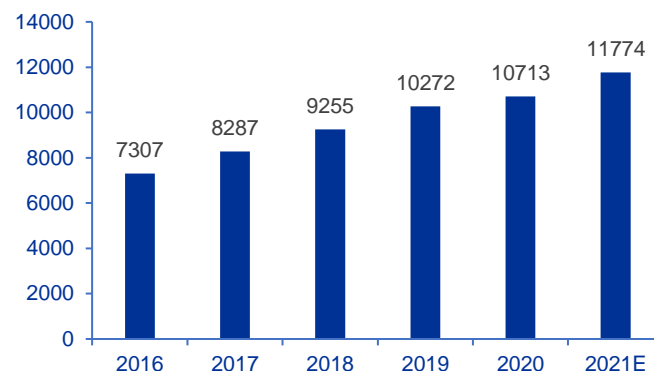


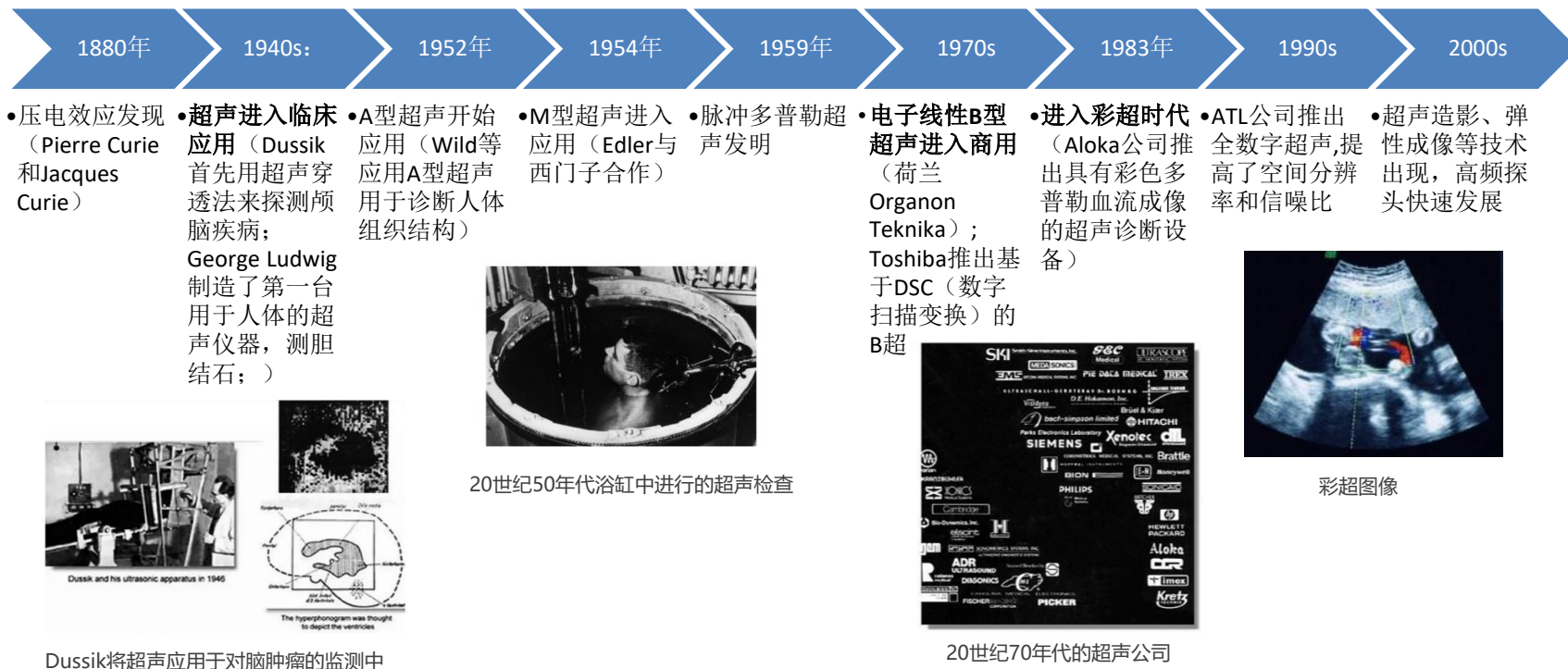
表1: 联影医疗MRI 参数与同行产品比较

	uMR Omega	uMR 880	竞品A1	竞品B1	竞品C1	参数说明
磁体系统						
病人检查孔径	75cm	65 cm	70cm	70cm	70cm	孔径越大，病人检查舒适度越高
磁场均匀度 (50cm DSV)	0.96 ppm	1.16 ppm	1.8ppm (50 * 50 * 45 cm)	2.3 ppm	1.73ppm	数字越小，代表磁场均匀度越高，设备性能越好
梯度系统						
最大单轴梯度场强度	45mT/m	80 mT/m	45mT/m	60mT/m	80mT/m	梯度场强越大，设备性能通常越好
最大单轴梯度场切换率	200T/m/s	200T/m/s	220T/m/s	200T/m/s	200T/m/s	
射频接收线圈						
头颈联合线圈	24 单元/48单元	24 单元/48单元	20 单元	16/20/64单元	21 单元	线圈单元数越高，线圈接收信息的能力越高，图像质量越好
体线圈	12 单元/24单元	12 单元/24单元	32 单元	12/18/30/24/ 48 单元	16/30 单元	

1.2 超声 (US)

- **超声成像 (Ultrasound)**是利用超声波的物理特性和人体组织声学参数进行的成像技术。超声诊断所用声源震动频率一般为1-10兆赫兹。
- 其他成像技术相比，超声成像具有安全无创、患者无痛苦、实时性好、价格低廉等优点，在预防、诊断、治疗疾病中有很高的价值，广泛应用于消化科、妇科、产科、泌尿科、胸科、小器官、儿科、心脏科、急诊等多种临床检查，且逐渐与其他临床科室结合，发展出消化科（超声内镜）、心外科（血管内超声）等检查应用。

图11: 医用超声的发展史



Dussik将超声应用于对脑肿瘤的监测中

20世纪70年代的超声公司

1.2 超声 (US)

- **基本原理:** 由于人体是非均匀介质, 超声波在人体组织中传播, 经过不同器官、不同组织 (包括正常和病变组织) 的多层界面时会因为两侧介质的声阻抗不同而发生不同程度的反射和散射, 反射和散射形成的回声以及超声在传播中经过不同组织的衰减信息, 经接受、放大和信息处理后以波形显示, 形成波形图。
- 超声成像的种类包括A型、B型、M型和D型, 其中D型亦称多普勒超声, 包括频谱多普勒超声和彩色多普勒血流成像 (CDFI) 等。

图12: 超声原理示意图

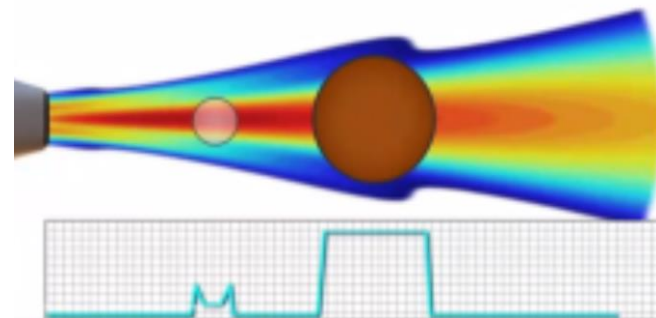


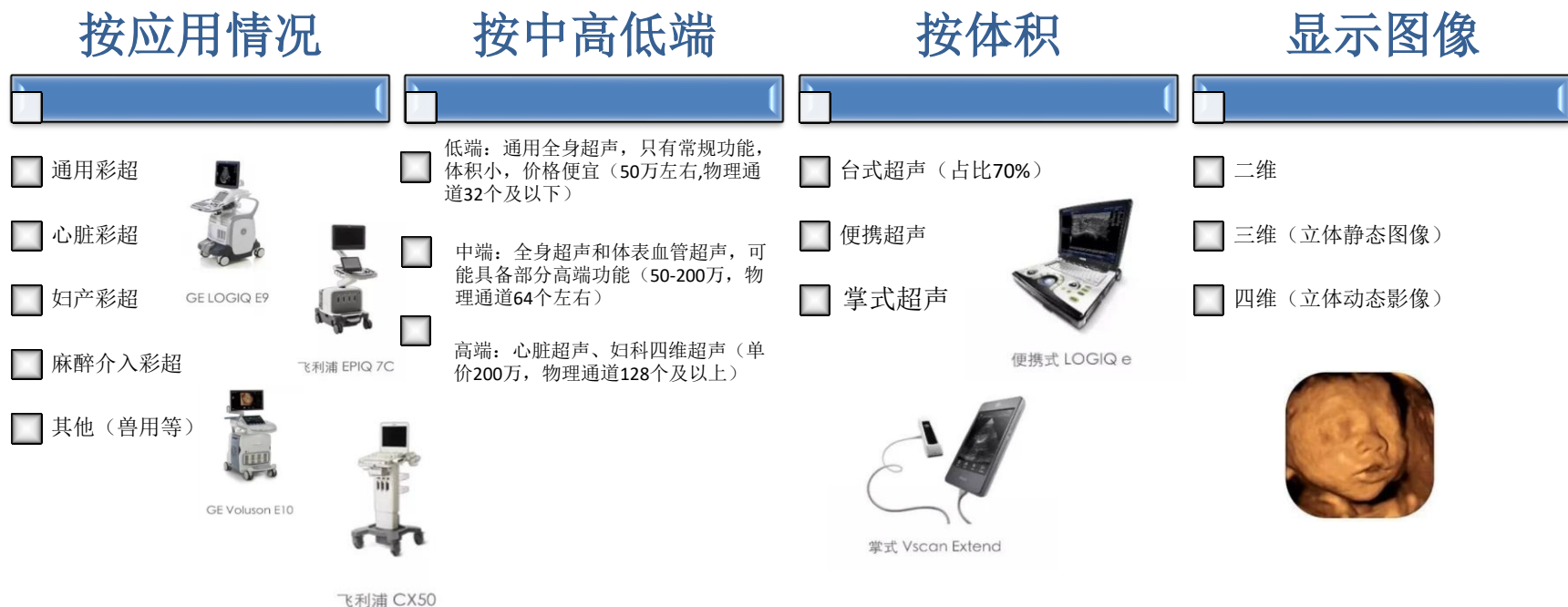
表2: 超声的成像类型

分类	特点	用途
A型超声	一维波形图 (以超声传播和反射时间为横坐标, 反射波幅为纵坐标), 界面两侧介质的声阻抗越大回声的波幅越大。	判断测量器官径线, 判断大小 (当前已很少使用)
B型超声	二维超声, 采用多声束对选定切面进行检查。二维图像上回声强弱用不同辉度的光点表示, 可分为扇形、线形和复合式。	探查组织具体情况 (广泛应用)
M型超声	采用单声束检查, 在横坐标方向加入一对慢扫描波, 使回声光点沿水平方向移动, 获得采样部位不同深度组织回声随时间变化的曲线。	用于观察心脏等活动界面时间变化
D型超声	亦称多普勒超声, 利用多普勒效应探测 (利用物体运动时频率的偏移), 包括频谱多普勒超声和彩色多普勒血流成像 (CDFI)。	用于心脏、血液、组织的运动

1.2 超声 (US)

- **按目前临床上应用的超声诊断仪主要有两种类型：**（1）常规B型超声诊断仪：主要用于二位灰阶超声检查，兼有M型和频谱多普勒超声功能；（2）彩色多普勒超声诊断仪：进行CDFI扫描同时兼具二维灰阶超声、M型和频谱多普勒超声检查功能。高级机型还配有静态和动态三维成像、超声造影、声学定量以及弹性成像等多种功能。
- 除此之外，**按体积分：**超声可分为台式超声和便携式超声（包括掌式超声）；**按照应用情况分：**又可分为通用彩超、心脏彩超、妇产彩超和麻醉介入彩超。

图13: 超声的分类



1.2 超声 (US)

- 超声设备主要由换能器（俗称探头）、主机和信息处理系统、显示和记录系统等结构组成，其中探头和数字波束形成器是决定超声诊断仪成像质量的核心因素。
- 超声探头是超声的核心零部件之一，一般由压电晶体、声透镜、匹配层、吸声背材及外壳构成。其中压电晶体（一般由PZT材料）制成，在受点刺激后会沿其短轴方向膨胀，改变电信号后又收缩，快速膨胀和收缩从而产生超声波（电能转换成声能），而当超声波作用于晶体时会造成晶体的膨胀和收缩（声能转换成电能）。因此超声探头兼有超声波发射和回声接受功能（详见后文“核心零部件”章节）。

图14：超声设备的构成

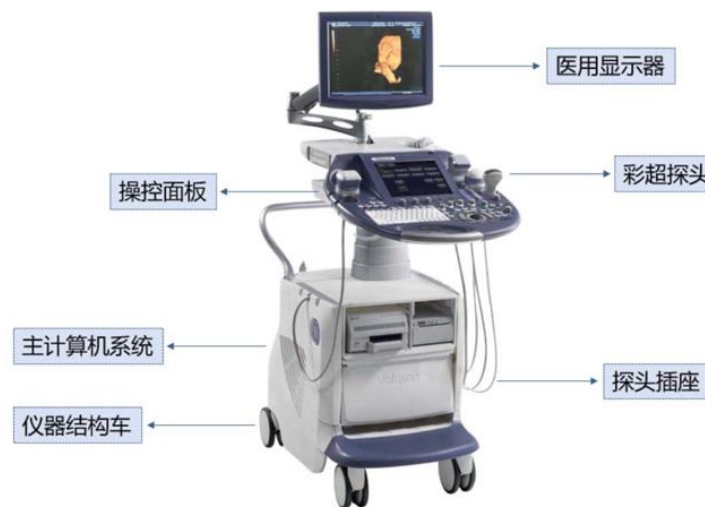


图15：超声探头结构

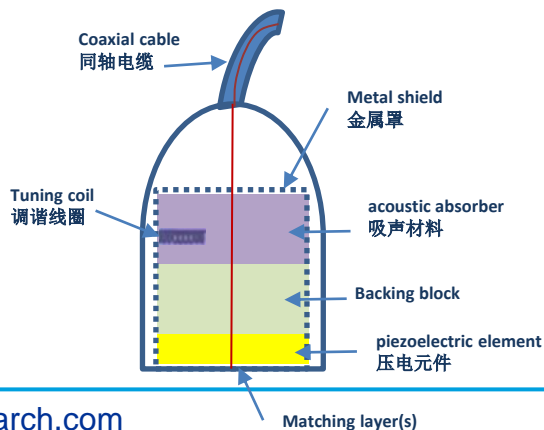
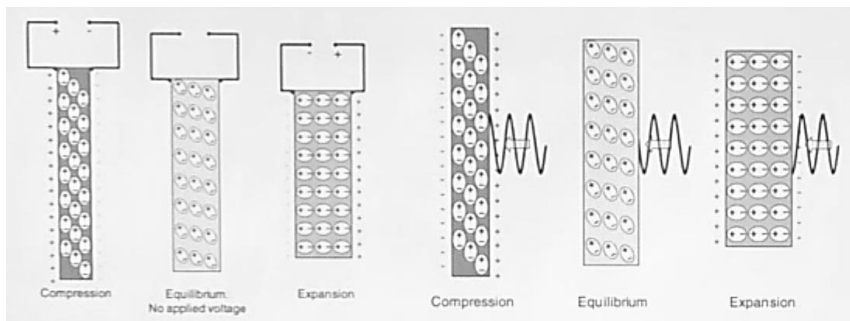


图16：压电晶体换能原理



1.2 超声 (US)

- 国内超声行业发展已有近50年历史。上世纪80年代国产B超研制成功，此后进口品牌进入国内并占据国内市场。21世纪以来众多国产品牌完成了中低端产品的国产化，而迈瑞医疗和开立医疗则在高端超声市场实现产品和份额的突破。
- 根据灼识咨询的估计，2020年中国超声设备市场规模为99.2亿元，2030年预计将增长至216.2亿元(2020-2030 CAGR 8.1%)。销量上高端彩超占比约15%，但因单台价格高，销售额占总体的近40%。

图17：国内超声发展史

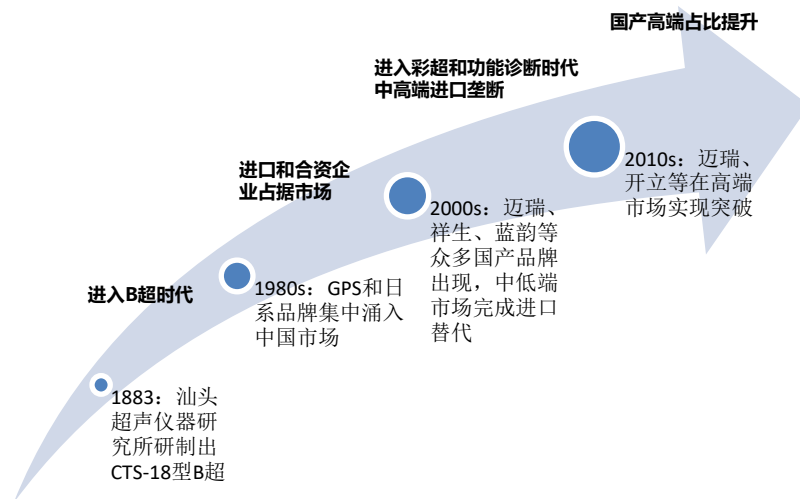


图18：国内超声市场规模 (单位：亿元)

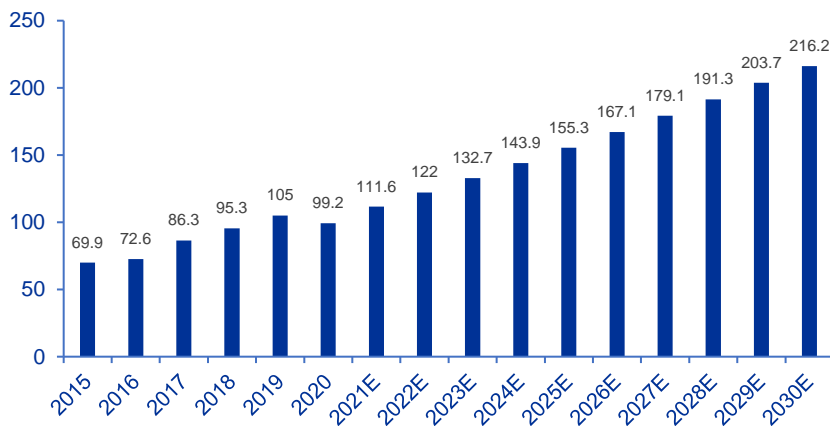
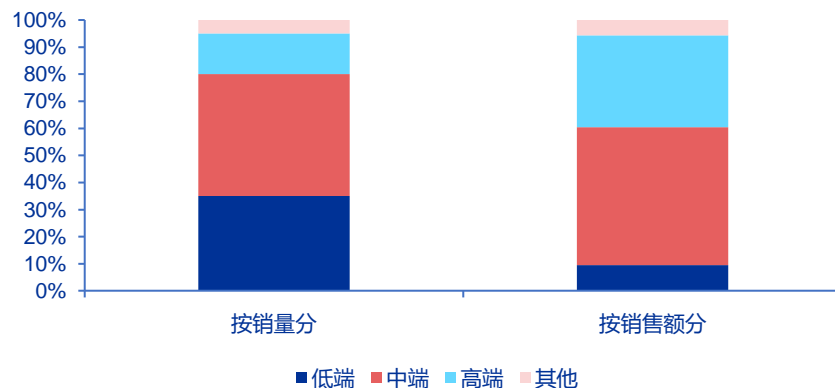


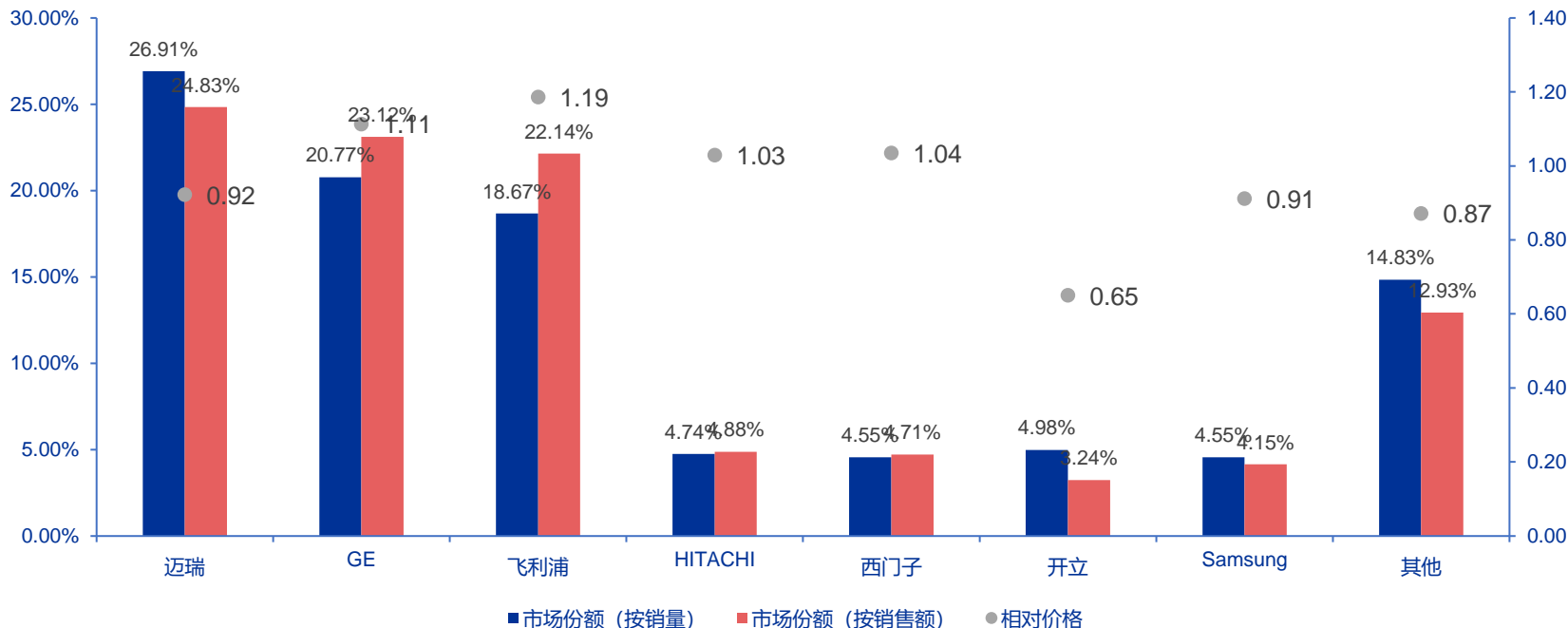
图19：超声市场按低中高端拆分



1.2 超声 (US)

- 根据医招采数据，按照销量计算，2021年台式彩超方面迈瑞医疗以26.91%的市场份额位列第一，GE以20.77%的市场份额紧随其后，飞利浦以18.67%的市场份额位列第三。国外品牌（GE、飞利浦、日立、西门子、三星以及佳能）六家企业合计市场份额为55%。便携超方面，迈瑞同样以39%的市场份额排名第一（按销量），其次依次是GE（12.11%）和开立（9.86%），六大国产企业（迈瑞、开立、华声、飞依诺、汕超、理邦）共占据了62%的市场份额。

图20: 国内超声市场格局 (2021年)



注：相对价格=销售额计算的市场份额/销售量计算的市场份额

1.2 超声 (US)

- 和GPS发展历史类似，国内龙头迈瑞和开立也通过自研和并购完成了产品的高端化转型。
- 分低中高端看，国产彩超在低端市场的占有率80%以上，中端市场国产占比40%-50%，高端市场在10%以内。目前国产龙头迈瑞的中高端彩超（包括通用型和妇科专用）在性能方面逐步和国外产品接近，硬件方面差别不大，基本可以满足除心脏科以外临床科室的使用需求。

表3: 国产和进口部分厂商技术对比

技术/关键部件/指标		GE医疗	飞利浦	迈瑞医疗	开立医疗	祥生医疗
关键技术	数字化波束合成	✓	✓	✓	✓	✓
	高帧频彩色血流成像	✓	✓	✓	✓	✓
	小型化设计技术	✓	✓	✓	✓	✓
	利用灰阶、彩色、频谱、弹性等多模态超声影像信息进行综合判断的技术	✓	✓	✓	✓	✓
	利用超声、磁共振、CT 进行多模态成像技术	✓	✓	✓	-	在研
	传统实时三维成像技术	✓	✓	✓	✓	✓
	面阵探头实时三维成像技术	✓	✓	在研	在研	在研
	造影剂谐波成像	✓	✓	✓	✓	✓
关键部件	剪切波弹性成像	✓	✓	✓	-	在研
	高密度单晶材料探头	✓	✓	✓	✓	✓
关键指标	二维面阵探头	✓	✓	✓	在研	在研
	物理通道数≥128	✓	✓	✓	✓	✓

图21: 超声企业并购及国内彩超发展史



图22: 心超标杆——飞利浦心悦IE33



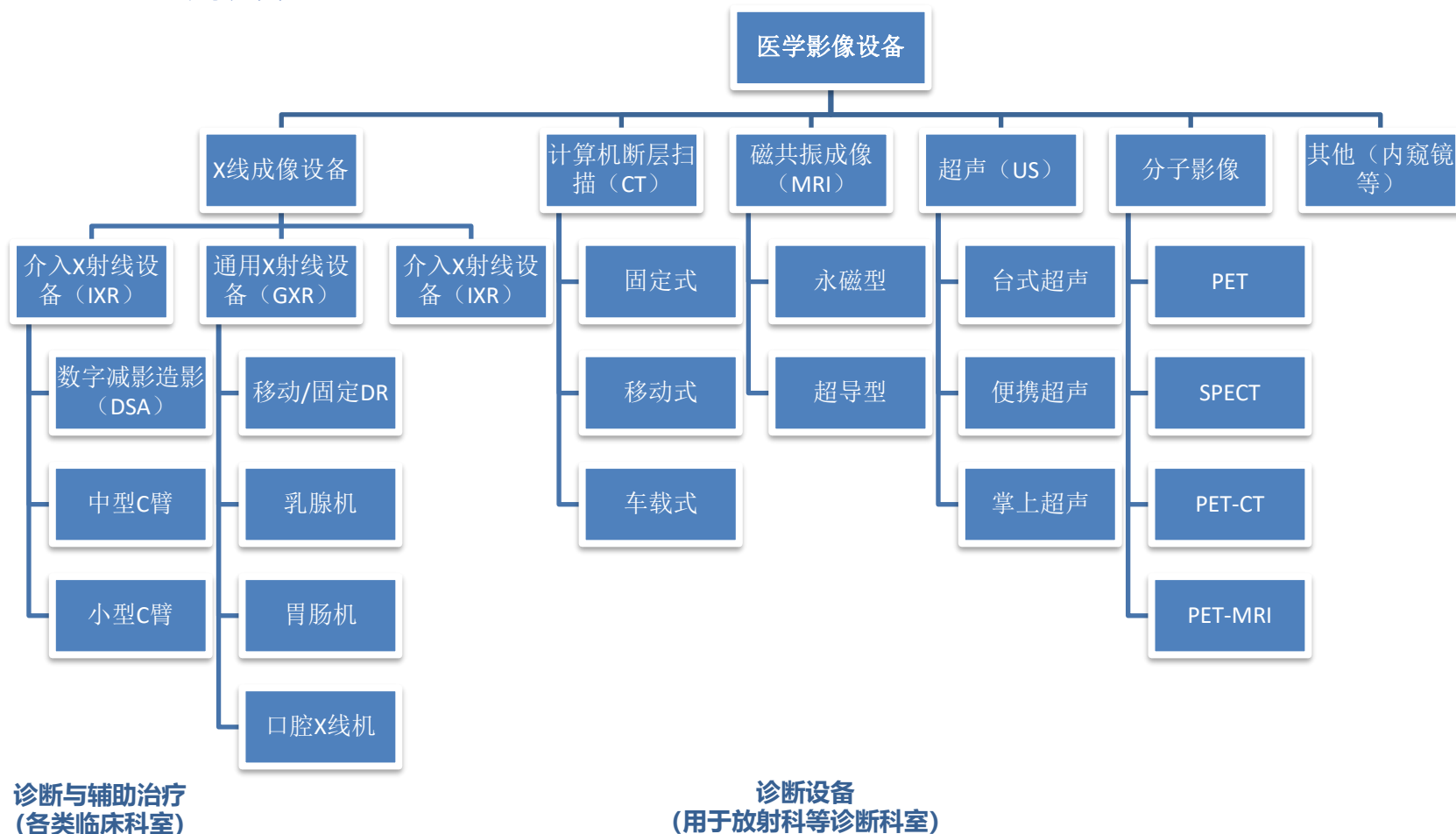
主要内容

1. 非X射线类设备
2. 主要影像产品对比及市场空间
3. 核心零部件
4. 海外龙头公司
5. 国内代表企业
6. 核心观点及风险提示

2.1 医学影像检查体系

- 当前医学影像已经形成了包括X线、CT、超声、MRI以及分子影像在内的多种成像检查体系。

图23：医学影像分类



2.2 主要成像技术对比

- 不同系统和解剖部位组织结构的差异，以及不同成像技术适用范围和诊断能力特点的差异，赋予了不同检测技术不同的应用场景。总体而言：
 - X射线：适合自然密度对比度较好的部位或器官，因此用于基础筛查和骨骼检查较多；
 - CT：密度分辨率高，几乎覆盖人体各个系统和解剖部位，尤其在呼吸系统检查方面；
 - MRI：软组织分辨率高，无辐射，易于发现病变并显示特征，可用于多部位，尤其在中枢神经系统方面；
 - 超声：检查易行且无辐射，但骨骼和气体穿透性差，主要用于乳腺和腹部等；
 - DSA：心血管诊断和血管介入“金标准”；
 - PET-CT：当前主要用于肿瘤诊断。

表4：人体主要器官及部位影像检查手段

	中枢神经系统	呼吸系统	心血管	乳腺	胃肠道	肝胆胰脾	子宫腔	骨骼
DR								
DSA								
CT								
MRI								
超声								

不常用/不适用

辅助检查

基本筛查

部分检查

主要检查方式

首选方式

2.2 主要成像技术对比

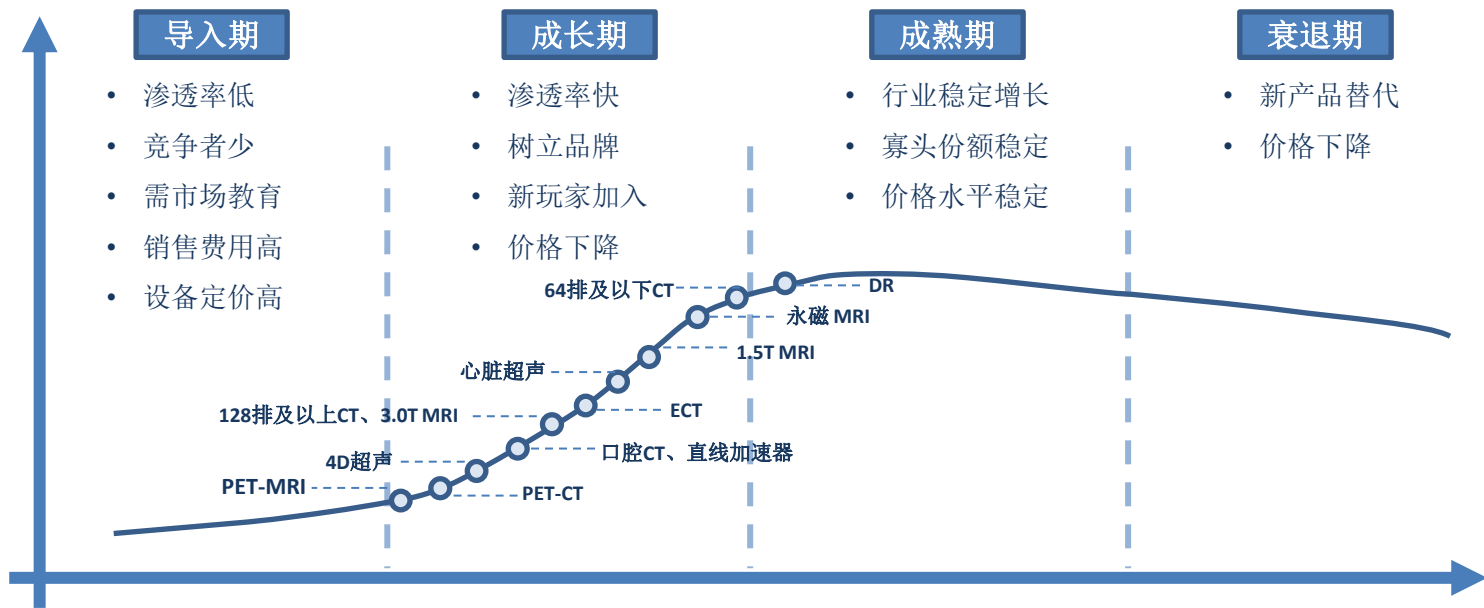
表5：主要成像技术对比

	DR	CT	MRI	超声	PET	PET-CT
原理	基于人体组织对X光吸收程度不同	X线进行断层扫描，探测器接受信号后由计算机生成图像	利用磁共振现象从人体获得信号，重建信息后成像	利用超声波的物理特性和人体组织声学参数进行的成像	放射性同位素释放光子信号	PET加CT结合
图像特点	非断层图像；直观显示，快速空间分辨率高；组织重叠影响大；	断层、灰阶图像；密度分辨率高；可进行密度定量分析	断层图像；软组织分辨率高；检查时间长；易发生伪影	动态显示器官运动和血流情况；不如CT和MRI清晰	显示生物代谢活性；图像清晰度较低	断层图像+生物代谢活性
主要应用	胸部、骨关节、乳腺、胆泌尿系统、肠道等（基础检测）	骨科、呼吸系统、中枢神经系统、心血管系统等	中枢神经系统、头颈部、肌肉、骨髓、腹部等	腹部、泌尿系统、妇产科、血管、心脏、浅表器官等	诊断癌症	诊断癌症、心血管、老年痴呆等
辐射	有	有，高于DR	无	无	有	有，高于CT
检查价格(元)	~100	~300-500	~600-1000	~100-300	6000-7000 (全身)	8000-12000
设备价格	100-150万	16排400-500万，64排600-1000万	1.5T核磁500-1500万	中高端50-200万，高端200万以上	1000万以上	2000-3000万

2.3 发展阶段

- 从发展阶段上看，国内除了DR等产品外，大多数影像设备均处在渗透率持续提升、新厂家（特别是国产厂家）加入并树立品牌、价格整体下探的“成长期”。而分子影像复合类产品（如PET-CT、PET-MRI）则处在发展较早期，终端渗透率低且行业内竞争者较少。
- 和耗材类不同，设备类产品受到集采等政策影响的风险较低，叠加分级诊疗和大型设备管理的松绑趋势，以及庞大的进口替代空间，我们长期看好国产影像设备发展前景（自然增长+政策拉动）。

图24：医学影像主要产品的发展阶段



2.4 保有量及市场规模

- 从保有量上看，DR、超声、CT的保有量较高，需求主要来自设备更换与高端产品对现有产品的替代（如64排CT替代16排CT）。PET-CT、DSA和MRI的设备保有量还很低，预计未来10年的年化增速在10%以上。从市场规模上看，DR、DSA、CT、MRI、超声和PET-CT在2020年的合计市场规模约490亿元，预计2030年合计近1000亿元。

表6：各类设备保有量、市场规模、国产化率等信息汇总

	DR	DSA	CT	MRI	超声	PET-CT
设备保有量 (台, 2020)	70000	6000	26000	11000	240000	850
人均保有量 (2020年, 台/百万人)	50.0	4.3	18.6	7.9	171.4	0.6
预计年新增数 (台)	约15000台	约1000台	3500-4500台	~1000台	2-3万台	100-200台
市场规模 (2020, 亿元)	74.3	39.5	172.7	89.2	99.2	13.2
市场规模预测 (2030E, 亿元)	61.5	106.8	290.5	244.2	216.2	53.4
历史CAGR (2015-2020)	3%	13%	22%	8%	7%	18%
预期CAGR (2020-2030)	-2%	10%	5%	11%	8%	15%
国产化率	约80%	不到10%	约40%	约20-25%	40-50%	20-30%
医院配置情况	配置较充分	三级医院为主	二三级医院 (三级64排替 换16排)	二三级医院	各级别医院 (超声科、妇 科、心血管)	三甲医院

注：DR包括常规DR、移动DR、数字胃肠机、乳腺X射线机，不包括DSA和C臂机

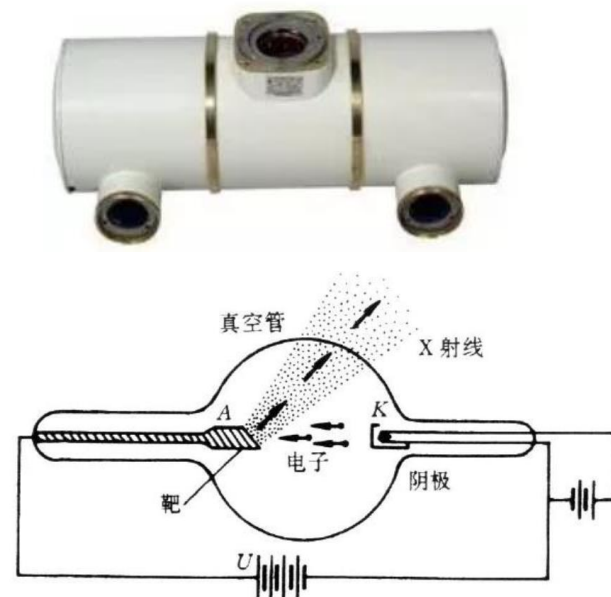
主要内容

1. 非X射线类设备
2. 主要影像产品对比及市场空间
3. 核心零部件
4. 海外龙头公司
5. 国内代表企业
6. 核心观点及风险提示

3.1 核心零部件——X线球管

- **X射线管**是用于产生X射线的设备，直接影响CT和DR的成像质量和使用寿命。CT和DR球管零组件包括管壳组件、转子组件、轴承套、阴极零件等。
- 在电子轰击靶面的时，除产生X射线外，90%的能量会转换为热量，从而使靶面温度急剧升高。根据阳极类型，常见X射线管分为**旋转阳极X射线管**和**固定阳极X射线管**两类：
 - (1) **固定阳极X射线管**较为简单，由阳极、阴极和固定两极并保持玻璃管内高真空的玻璃壳等三部分组成。阴极的灯丝（一般都是钨丝）发射电子束轰击阳极靶。阳极头的靶面（一般选用钨靶）阻挡高速运动的电子流而产生X射线。由于单位面积上所承受的最大功率是一定的，所以固定阳极X线管的功率有限，临床局限性较大。
 - (2) **旋转阳极X射线管**的靶面可高速旋转。因为承受电子流轰击的面积因阳极旋转而增加，使热量分布面积增加，所以有效提高了X线管的功率。

图25: X线球管和X射线产生原理



注:

(1) 原理: 高速电子有一定的概率将内层电子击出, 外层轨道电子跃迁填补空位, 跃迁产生出能量为两能级之差的电磁波, 即特征X射线;

(2) 控制高能电子: 撞击靶面的电子动能越高, 产生X射线波长越短, 穿透力越强;

(3) 靶面材料: 相同动能的电子撞击不同靶面时产生的X射线的波长不同, 材料包括钨、钼、铈等等

3.1 核心零部件——X线球管

- **我国X线球管市场规模超30亿元。** X线球管使用寿命一般在1-3年（一般可用10-20w秒，寿命和使用情况有关，使用液体轴承等技术可以延长球管寿命），因此球管是设备使用期间的主要成本。根据Mordor Intelligence的估计，2020年全球X线球管市场规模约28亿美元。按照我国2.6万台CT和7万台DR的保有量，平均进口价1万美元计算，我国每年X线球管替换市场规模超过30亿元（2019年进口金额5.1万美元，假设用两年）。
- **进口垄断市场，国产产品逐渐跟上。** X线球管技术壁垒较高，研发周期长，因此技术长期控制在外国公司手中，当前我国CT球管主要来自通用（GE）、西门子（Siemens）、飞利浦（Philips，收购Dunlee）、万睿视（Varex，前身是瓦里安影像组件部门）、东芝（TOSHIBA）等企业。“十三五”以来，国家层面对CT球管等核心部件的研发扶持力度明显加大。在利好政策下，近年来联影医疗等一批公司的球管产品相继上市。

表7：主要进口厂家情况

公司	产品/技术/公司情况
GE	GE推出的Performix Plus的液体轴承球管，实现快速转速，提供高质量图像的同时，不仅降低旋转时的噪音，延长了球管的使用寿命。
西门子	西门子利用Straton高能层子技术制造出号称“无热容量”的电子束控球管，支持每转0.37秒机架旋转速度的X射线球管，即使在心率较高时也能清晰地显示心脏最细微的组织，且不会产生运动伪影。
Varex	全球主要第三方球管制造厂家之一，美股代码VREX.O，公司前身是瓦里安影像组件部门，2017年从瓦里安分拆。产品包括X射线球管、平板探测器等。
飞利浦	2001年飞利浦收购Dunlee，其是全球主要第三方球管制造厂家之一，于1998年率先开辟了CT球管替代市场，CT替代球管已经覆盖了GE、飞利浦、西门子、佳能等各大厂商；2018年Dunlee美国伊利诺伊州工厂被Chronos Imaging收购。
IAE	1950年成立，产品范围几乎覆盖所有医用X线设备。可以替代Varian、Dunlee、GE、西门子、飞利浦、岛津、日立、东芝等品牌X线机和CT设备球管，在欧洲占有绝对市场优势。

3.1 核心零部件——X线球管

表8: X线球管国内企业情况

公司	发展情况	产品型号	参数 (热容量)	获批日期
中电科十二所 (电科睿视)	1957年成立, 曾研制出我国第一支X射线管; 近年来先后研制出了国内具有自主知识产权的3.5兆、5.3兆、8兆热容量CT球管。 2019年, 十二所专门成立电科睿视技术(北京)有限公司作为承接其科技成果转化的平台。目前已有4款CT球管产品获批上市批量生产, 部分产品已在东北、华北、华南、西南等多家医院临床应用。	CRV802ID、 CRV501ID、 CRV502ID、 CRV352IS	CRV3521S型号达到 8MHU	2020.3 (CRV3521S)
杭州万东	前身是杭州电子管厂生产X射线管。目前以生产工作管电压30kv-150kv、焦点标称值在0.1以上的旋转阳极、固定阳极医用X射线管。	XD系列	-	2001年起
珠海瑞能	公司2005年成立, 总部位于广东珠海, 已建立研发、生产、营运三个中心和4500m ² 的中国高端医疗设备CT球管及技术的产业化示范基地。 2013年, 瑞能成为国内首家完成3.5M金属陶瓷管和4.0M玻璃CT管注册的企业。 2016年瑞能CT球管上市, 2016年底国家十二五“5.2M大容量CT球管”新品发布。 2020年, 国家十三五“8.0M大容量CT球管”重点研发计划产品上市。 公司产品可配置西门子、飞利浦、东软、联影、安科等CT设备。	RX352、RX406、 RH406、RH526等	2.0MHU 到 8.0MHU	2013年起
上海联影	2018年10月, 联影型号为UHCT0550的球管产品获批NMPA, UHCT0550适用于联影生产的uCT510、uCT530、uCT550产品。	UHCT0550	5.3MHU	2018.1
昆山医源	2018年成立, 2016年6月与工信部签署《医用5MHU以上高能X射线管》强基工程项目。	GLA 2153-GX	5.3MHU	2019.1
思柯拉特	2017年成立, 2021年TureRay350、TrueRay500产品上市, 2021年5月完成A轮融资。	TureRay350、 TrueRay500	3.5MHU, 5.0MHU	2021.3
麦默真空	2017年成立, 公司通过NMPA审批的RS350、RS500可对大部分厂商CT球管进行替代, 也为静态CT研发企业纳米维景定制静态CT用X射线管。	RS350、RS500等	3.5MHU, 5.0MHU	2019.9
科纳森	2019年成立, 公司产品可配置optma、GE、东软、飞利浦CT产品, 上药桑尼克全权代理公司产品。	KS750、KS2150、 KS240等11款产品	-	2020.9
昊志影像	2018年成立, 致力于新一代碳纳米管冷阴极X线成像部件生产和研发。	碳纳米管冷阴极CT 球管	新一代纳米管电子技术, 场发射电流密度 80A/cm ² , 实现X线 快速开启和关闭	-

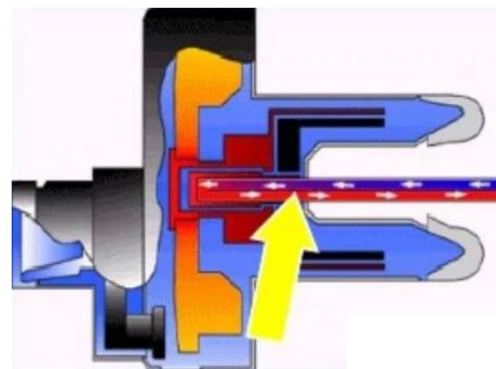
3.1 核心零部件——X线球管

- **液态金属轴承：**CT球管的难度要远高于DR球管。传统的CT球管的阳极是机械滚珠轴承的，但是散热能力不足。液态金属轴承是在转子和轴承之间缝隙填充液态金属，取代钢珠，从滚动轴承变成滑动轴承，有高散热率和零磨损零震动的特点，大大提升了球管寿命。以经典的飞利浦MRC800为例，该球管的寿命通常在200万秒左右。
- **阳极直接冷却：**传统X线管的阳极和轴承被封装在真空中，外面的冷却液无法将热量带出，只能通过热辐射散热，辅以和阳极连接的固定轴进行热传导。所以虽然液态金属轴承球管冷却效率受限。当前有两大思路：**(1) 阳极直接油冷：**如西门子的“0兆球管”，单侧阳极靶阳极直接与冷却油接触，散热面积足够大，极易散热；**(2) 阳极直接水冷：**如飞利浦iMRC冰球管，将阳极靶的固定轴做成中空的，与管壳中的水循环散热。

表9：部分主流CT产品球管参数

	GE	飞利浦	西门子	佳能	联影
型号	Revolution	Iqon	Force	Aquilion One	Uct960+
球管热容量	6.8MHU	30MHU	60MHU	7.5MHU	30MHU
最大输出管电压	140KV	140KV	150KV	135KV	140KV
球管冷却方式	风冷	阳极直接水冷、 液态金属轴承	阳极直接水冷、 液态金属轴承	风冷	阳极直接油冷、 液态金属轴承
机架冷却方式	风冷	风冷	水冷	风冷	风冷
连续扫描时间	60s	120s	80s	100s	100s

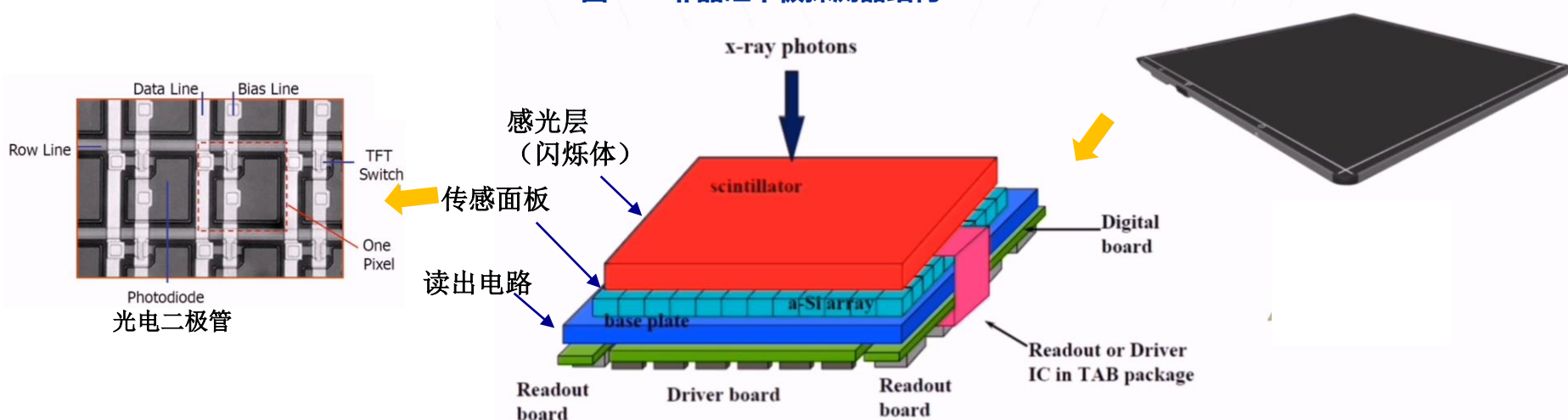
图26：阳极直接水冷示意图



3.2 X线探测器

- **数字化X线探测器**是通过间接或直接的方式将X射线转换为电荷，并最终数字化为医学图像的设备。以非晶硅平板探测器为例，其主要由**闪烁体**、**光学传感面板**和**电荷读出电路**组成，其中闪烁体将透过人体后衰减的X线转换为可见光，闪烁体下的非晶硅光电二极管传感器阵列又将可见光转换为电信号，在光电二极管自身的电容上形成存储电荷，在控制电路的作用下，扫描读出各个像素的存储电荷，经信号放大、A/D 转换后输出数字信号，传送给计算机进行图像处理从而形成X线数字影像。
- **闪烁体材料**主要包括**碘化铯**和**硫氧化钆**，碘化铯可见光的综合转换效率更高，X线使用剂量更小，成像更清晰，但成本相对较高。**光学传感面板**一般由光电转化层和TFT阵列开关等寻址电路组成，按照这两部分的组成材料，可分为非晶硅探测器、CMOS/单晶硅探测器、IGZO 探测器、非晶硒探测器和CdTe/CZT（碲化镉/碲锌镉）探测器等。

图27：非晶硅平板探测器结构



3.2 X线探测器

- 非晶硅、IGZO、CMOS技术均有其特定的终端应用场景。其中“非晶硅+闪烁体”技术成熟，是目前应用最广的传感器技术；“CMOS+闪烁体”有分辨率高、图像噪声低、采集速度快的优点，适合小尺寸动态X线设备（如齿科CBCT）；IGZO有更高的采集速度及更低的噪声，是理想的大尺寸高速动态探测器技术（用于DSA、胃肠机等动态设备）

表10：各类探测器的特点和应用领域

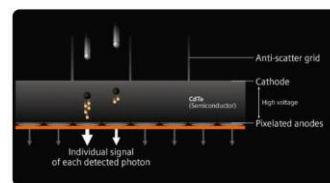
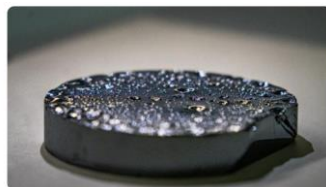
探测器类型	工作方式	传感器材料	主要应用的设备	特点
平板探测器	积分式	非晶硅+闪烁体	各类DR、工业检测设备，放疗	目前最主流的X线探测器传感器技术，具有大面积、工艺成熟稳定、普通放射的能谱范围响应好、材料稳定可靠、环境适应性好等特点，可同时满足静态和动态探测器的需求。
		CMOS 单晶硅+闪烁体	CBCT、乳腺机、介入	CMOS 高度集成化，具有分辨率高、图像噪声低、采集速度快的优点。但受到半导体产业中晶圆大小的限制，制作大尺寸探测器需要进行拼接，工艺较为复杂，因此成本均高于非晶硅。CMOS 探测器在小尺寸动态X线影像设备应用上具有明显的优势（如齿科CBCT、乳腺）。
		非晶硅/IGZO+闪烁体	DSA、C臂机、胃肠机、乳腺机	与非晶硅探测器相比，IGZO探测器采用了更先进的传感器阵列。在继承非晶硅探测器易于大面积制造的特点的同时，具有更高的采集速度及更低的噪声，是理想的大尺寸高速动态探测器技术。具有优于非晶硅探测器的性能和低于CMOS探测器的成本。
		非晶硒	乳腺机	X光直接转成电子，目前，在40kv以下的射线能量下，非晶硒探测器的能量转换效率更高。
	单光子计数式	CdTe/CZT 等	CT、食品检测设备	单光子计数探测器具备能谱分辨能力，较传统积分型光电探测器，光子计数器无附加电子噪声，有效降低辐射剂量。
线阵探测器	积分式	单晶硅PD+闪烁体	安防、工业检测、食品检测等	成本低、成像速度快。
	单光子计数式	CdTe/CZT/单晶硅等	工业检测、食品检测等	-

3.2 X线探测器

- **动态 vs 静态**: 当前静态探测器的占比约占65%，动态和静态在底层技术原理及架构无本质差异，探测器的分辨率、采集速度和感光效率这三者在物理原理上相互制衡、此消彼长。TFT为例，静态探测器更侧重分辨率而动态探测器更侧重采集速度。
- **柔性基板探测器**: 是当前X光探测器最前沿的技术之一，通过用柔性基板取代刚性玻璃基板，在移动医疗、野战/舰载医院、排爆检测方面将具有广阔的应用前景。
- **单光子计数平板探测器**: 单个像素能够在测量完一个光子转化的电子能量后，迅速复位并等待下一个光子入射，从而能够在有限的光子流量下精确记录入射光场中每一个光子的能量。单光子计数式平板探测器不仅仅能够测出入射光场的强度分布，还能够得到能谱分布。目前“GPS”、万睿视及佳能均致力于此领域研发，西门子已发布基于光子计数探测器的CT设备NAEOTOM Alpha。

图28: 西门子NAEOTOM Alpha (左), 碲化镉晶体 (中), 光子计数探测器 (右)

NAEOTOM Alpha®
CT redefined.



CdTe (碲化镉)/CZT (碲锌镉) 不需要转化能够直接变成电信号，但生长对环境要求很高

注：通过设置阈值把信号幅度超过阈值的光子从低于阈值的暗噪声中提取出来，可以消除暗电流导致的假计数，实现真正意义上的零噪声；直接成像避免闪烁体造成的光散射，能实现更高的高空间分辨率和密度分辨率。

相比于积分型探测器的单色成像，光子计数探测器能实现射线多能谱采样点的多色成像，从而具备物质分辨能力。

3.2 X线探测器

- 2018年全球数字化X线探测器的市场规模约为17.3亿美元，预计至2024年，将达到24.5亿美金。其中医疗用探测器约占总体的74%（约12.9亿美元，2018年），非晶硅探测器市场规模近10亿美元，占比医用市场的75%。预计至2024年，IGZO和CMOS的市场规模将增长至1.92亿美元和4.27亿美元，而非晶硅市场规模预计将维持在10亿美元左右。
- 平板探测器诞生于上世纪90年代，21世纪初“GPS”均完成了探测器研发工作。2010年前后日韩系厂商（富士、柯尼卡、Viewworks、Rayence等）以及国内的奕瑞、康众等公司也纷纷加入行业。当前全球数字化X线探测器主要厂家有万睿视、Trixell、奕瑞科技、佳能、Viewworks、江苏康众等。

图29：国内和全球医疗探测器出货量（单位：台）

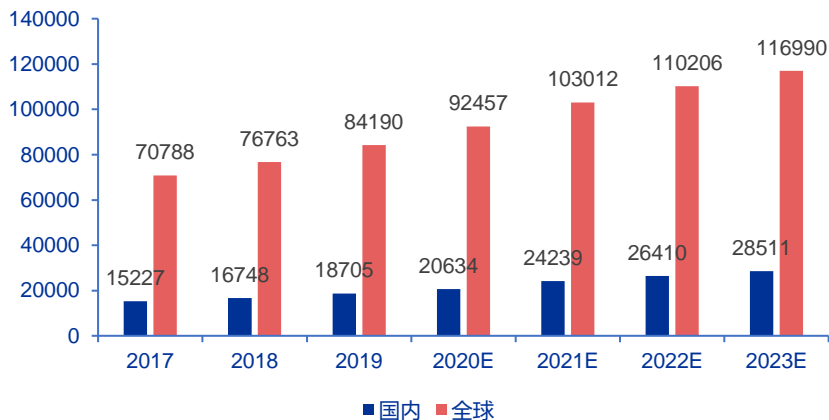
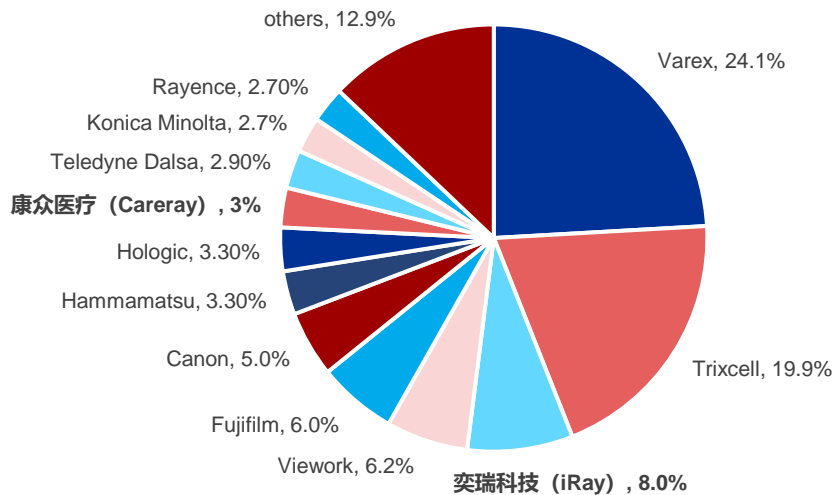


图30：全球医疗探测器市场格局（2018年）



3.2 X线探测器

- 下游整机厂商多通过控股或参股形式向探测器企业延伸，如泰雷兹、西门子和飞利浦参股了Trixell，韩国整机厂商VATECH 为Rayence的母公司，柯尼卡、锐珂医疗等企业亦有生产数字化X线探测器的子公司。

表11：全球探测器主要企业情况

公司	特点
美国Varex	公司产品包括平板探测器、球管及其他图像处理部件等。2017 年万睿视收购珀金埃尔默（全球第三大平板探测器制造商）获得CMOS技术。2019 年万睿视收购Direct Conversion 公司，并获取光子计数探测器产品。
法国Trixell	由THALES (TCFA.PA)、西门子和飞利浦联合创建。Trixell 母公司THALES 为法国上市公司，系全球排名前十的军工巨头。除了数字化X 线探测器外，THALES 还从事影像增强器的研发与制造，是全球影像增强器两大巨头之一。
日本佳能	日本影像整机设备商，2016 年3 月，佳能收购了TOSHIBA 医疗（包括旗下探测器业务），进一步扩大了其在探测器行业业务规模。
韩国Vieworks	成立于1999 年，开发了适用于各种应用的X 射线探测器和图像处理技术，全球知名的X 射线探测器供应商。
韩国Rayence	韩国整机厂商VATECH 子公司，同时掌握非晶硅和CMOS 技术。
日本Fujifilm	前身为成立于1934 年的富士写真胶片公司，为客户提供从数码X 射线诊断设备到放射性药剂的多种解决方案。
美国Hologic	产品集中在乳腺健康、诊断、骨骼健康、医美、妇科手术几大领域，Hologic独有碘化硒技术。
奕瑞科技	成立于2011 年，为全球少数几家同时掌握非晶硅、IGZO、CMOS 和柔性基板四大传感器技术并具备量产能力的X 线探测器公司之一。
康众医疗	公司掌握了非晶硅TFT/PD的设计和制造等关键技术，在非常规平板探测器的制造和集成技术、MOTFT 技术、人工智能技术、双能成像技术等领域进行了前瞻研发布局。

3.2 X线探测器

- **CT探测器**一般采用CdWO₄（钨酸镉）、CsI（碘化铯）闪烁晶体、固态稀土陶瓷等材料。其中**高效的固态稀土陶瓷探测器**有高吸收率、发光效率高、余晖效应短、转换率高、高稳定性等特点，是当前最广泛使用CT探测器。
- **新材料**：GE的宝石能谱CT采用（石榴石）的探测器，其对X线反应非常快，将X线转换为可见光的速度是一般探测器材料的100倍，余晖效应快4倍以上，从而确保两次高速数据采用之间有足够的**时间分辨率**，互不影响。飞利浦的IQon光谱CT采用**双层探测器**，上层采用稀有金属钷为基质的闪烁晶体，只吸收低能光子，下层采用稀土陶瓷探测器吸收高能光子。

图31：宝石探测器（上）和双层探测器（下）

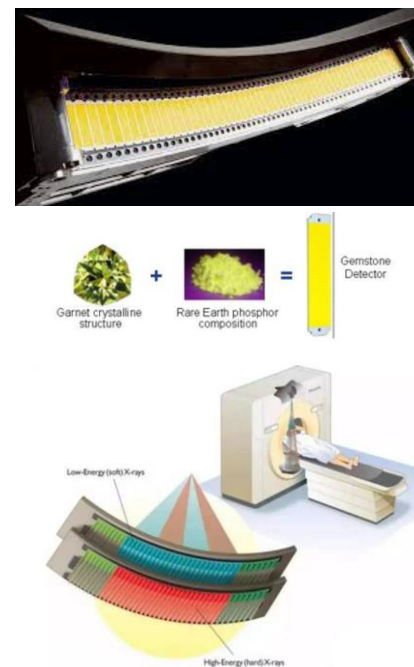


表12：不同探测器材质的物理特性对比

项目	钨酸镉晶体	闪烁晶体	稀土陶瓷	宝石探测器
初级速度/s	5×10^{-6}	3×10^{-6}	1×10^{-5}	3×10^{-8}
余晖效应 (40ms) /%	> 0.010	0.004	< 0.004	0.001
Z轴均匀性	由于高辐射损失，Z轴均匀性好但不稳定	由于探测器材料是半透明的，Z轴均匀性较差	稳定的Z轴均匀性	优异而稳定的Z轴均匀性

- **磁体**是磁共振设备中产生主磁场的核心部件，作用是保持在目标区域中的高磁场和高均匀度，一般分为永磁体、常导和超导磁体。磁体的主要技术指标包括磁感应强度、磁场均匀度、磁场时间稳定性和边缘场的空间范围等。永磁体磁场强度较弱，超导磁场强度更强，稳定性更高，是当前市场主流技术。
- **超导磁体利用超导材料在低温下零电阻的特性**：通过将超导线圈置于制冷环境中达到超导状态，由此产生强大磁场并且不消耗电能。低温一般通过浸泡在低温液氦中的方式实现。虽然磁体采用了真空绝热结构，但由于结构支撑等多种因素，不可能完全阻止热传导，所以液氦会以蒸发的形式带出导入的热量。为减少液氦的蒸发，磁共振配备了制冷系统，提供降温减少液氦蒸发。
- 2018年，飞利浦推出了helium-free超导MRI产品，其采用了Blueseal技术，将7L液氦完全封装在容器中一次成型，使该产品液氦使用量约为传统超导磁体的0.5%。

图32：超导磁体图示

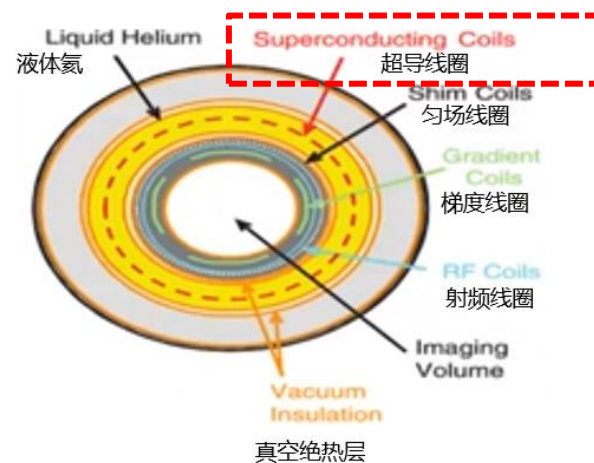
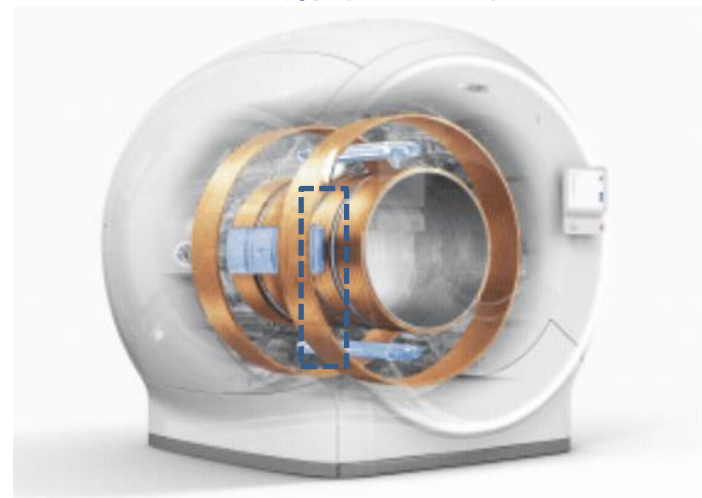


图33：飞利浦Blueseal技术



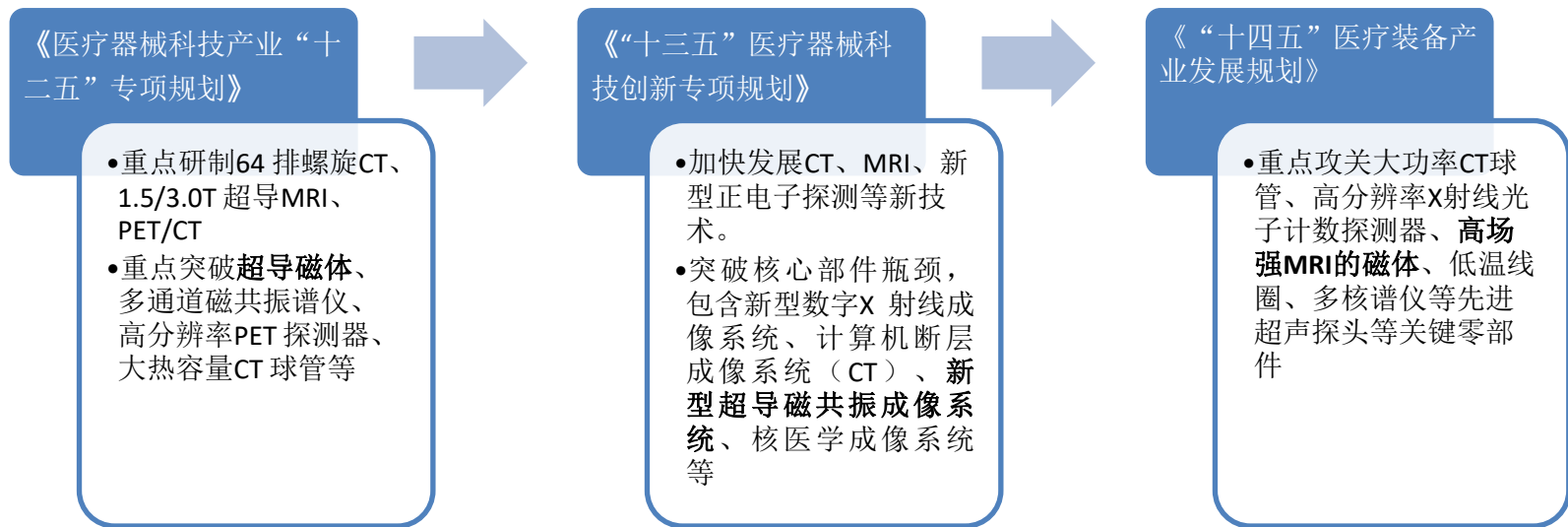
3.3 MRI磁体

- 磁体和探测器、球管均是国家重点发展的影像设备核心零部件。从“十二五”到“十四五”一直是重点突破发展的医疗设备零部件之一。当前超导磁体海外主要厂商包括英国Oxford、德国Bruker、日本ASTEC，而“GPS” (GE、Philips、Siemens)均有自己的超导磁体工厂。国内主要厂家包括宁波健信、西部超导和潍坊新力等。国内联影医疗、万东医疗、成都奥泰等企业现均实现磁体技术突破。

表13: 磁体及MRI整机厂情况

公司	磁体	MRI设备	公司	磁体	MRI设备
西部超导	✓		英国Oxford	✓	
宁波建信	✓	✓	德国Bruker	✓	
潍坊新力	✓		日本ASTEC	✓	
成都奥泰	✓		GE	✓	✓
苏州安科		✓	Philips	✓	✓
上海联影	✓	✓	Siemens	✓	✓
东软医疗	✓	✓			

图34: “十二五”、“十三五”及“十四五”涉及医学影像关键零部件的内容



3.4 超声探头

- 超声探头是超声的核心零部件，由压电晶体、声透镜、匹配层、吸声背材及外壳构成。其中压电晶体（一般由PZT材料）制成。
- 一般而言：（1）通道数越大，频带越宽，探头档次越高（高端彩超通道数在128个以上）；（2）探头的频率越高，分辨率越高（但高频穿透性差，因此浅表用高频，深层器官用低频）。
- 超声探头可分为凸阵探头、线阵探头、相控阵探头、穿刺探头、腔内探头、术中探头等。其中相控阵探头是由一行或一组特定的小阵元组成的，通过激活多个阵元，并向每个阵元施加特定的电压，可以产生预定的声束角度或不同角度的声束。

图35：超声探头结构

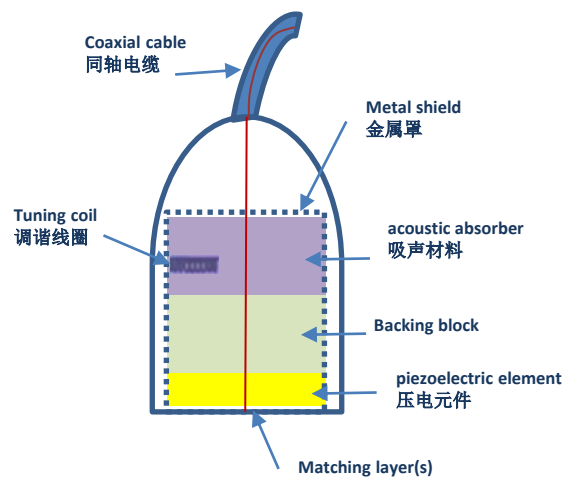


图36：超声探头的分类

分类	凸阵探头	线阵探头	相控阵探头	穿刺探头	腔内探头	术中探头
特点	腹部、妇科、儿科	血管、外科、胎儿	深腹部、心脏	手术、辅助	经直肠、阴道	手术、辅助
图示						

注：相控阵探头可分为一维线阵、二维矩阵、环形阵、扇形阵、凹面阵、凸面阵、双线型阵等。二维矩阵不仅能实现沿晶片排列方向的扫描，还可以纵向摆动扫描，因此其具有三维成像的优势，但加工工艺限制、电路复杂及制作成本高。

3.4 超声探头

- 超声探头属于较为昂贵的核心元件，高端超声探头售价在10万/个以上，因此探头成本可占到彩超整机成本的1/3-1/5，且容易损毁，因此更换率高（特别是使用频率高的三级医院）。包括GE、飞利浦等进口厂商以及国内龙头迈瑞医疗和开立医疗等均已具备高密度单晶探头的自产能力，迈瑞医疗的二维面阵探头技术也已具备。
- 除探头外，数字声束形成（可将超声换能器采集的数据直接转换为数字信号并传输到终端储存或显示）也会影响图像质量，高端机型的芯片一般需要外购。

图37：飞利浦XL14-3 xMatrix探头及三维成像

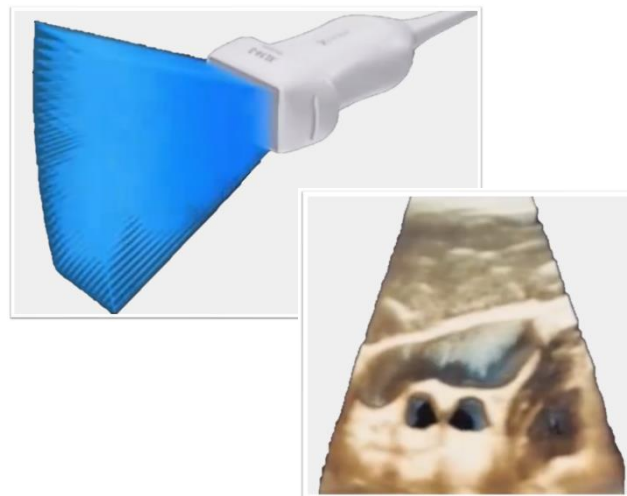


图39：数字波束形成

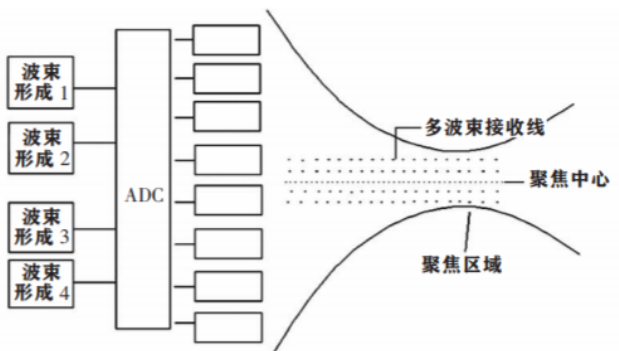


图38：超声探头成本

高端超声	中端超声	低端超声	
探头数量 > 4个	探头数量 > 2-4个	探头数量 1个	
价格：10万元， 妇科专用30-40万元	价格：4-5万元	价格：< 3万元	
	私立医院	一二级医院	三甲医院
设备寿命	10年	5-7年	3年

3.5 其他核心零部件

- **高压发生器**：CT和XR的核心部件之一，提供X射线设备灯丝加热和电子加速的高压功能的装置，大功率CT高压发生器主要依赖进口。
- **射频线圈**：MRI设备中的核心部件之一，负责发射、接收和放大信号。由于MRI采集到的射频信号很弱，极易受到来自外界噪声的干扰，射频接收线圈作为信号接收链前端，是决定图像质量信噪比的重要部件。
- **梯度线圈**：MRI设备中的核心部件之一，主要用于进行MRI信号空间定位编码，同时也具备产生梯度回波信号、施加扩散敏感梯度场、流动补偿、流动液体流速编码等作用。
- **谱仪**：MRI设备的重要核心部件和控制系统，主要起到磁共振射频、梯度、采集等小信号时序控制的作用。谱仪的性能是磁共振成像系统性能的重要衡量标准之一。
- **闪烁晶体**：能够与X射线、伽玛射线、带电粒子等粒子发生作用，将粒子沉积在闪烁晶体中的动能转换为可见光光子的透明晶体（包括应用于PET产品的LYSO）。
- **光电倍增管**：将微弱光信号转换成电信号的真空电子器件。光电倍增管用在光学测量仪器和光谱分析仪器中。它能在低能级光度学和光谱学方面测量波长200~1200纳米的极微弱辐射功率。

主要内容

1. 非X射线类设备
2. 主要影像产品对比及市场空间
3. 核心零部件
4. 海外龙头公司
5. 国内代表企业
6. 核心观点及风险提示

4.1 产品线对比

- 当前全球医学影像市场仍为进口几大龙头公司垄断，“GPS”（GE、飞利浦、西门子）三家占据了全球60-70%的市场，其他厂家包括佳能、日立等。国内已经涌现了联影医疗、东软医疗、万东医疗等多产品布局的龙头公司（产品线角度已和海外龙头接近），以及迈瑞医疗、开立医疗等在部分产品领先的公司。

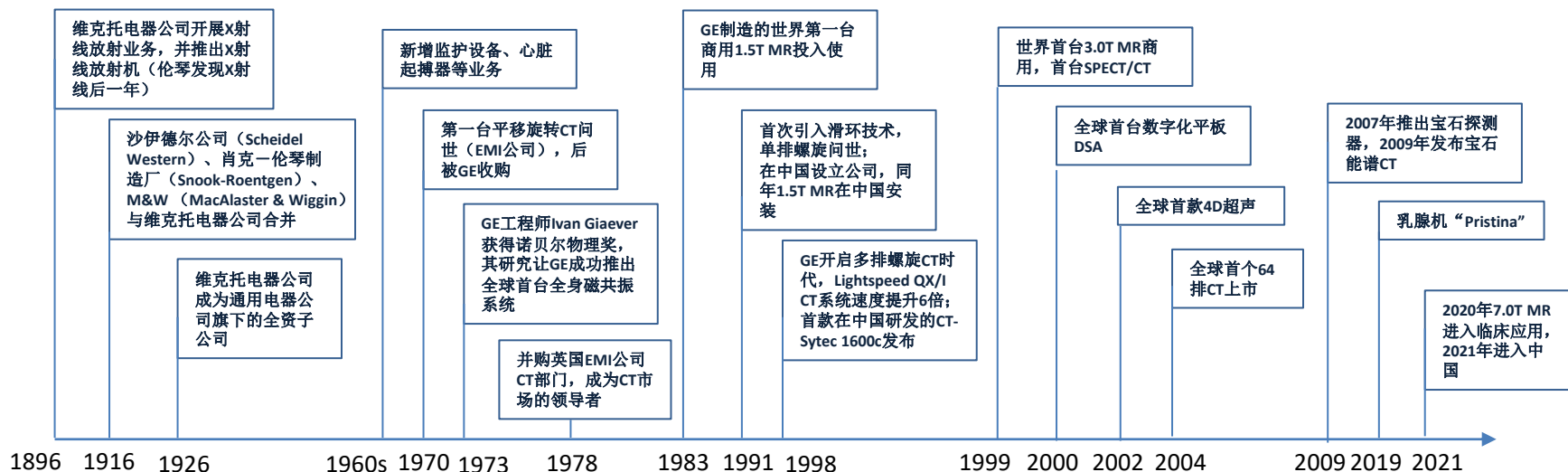
表14：部分国内外医学影像企业收入和产品线对比

	GE医疗	西门子医疗	飞利浦医疗	佳能	联影医疗	万东医疗	东软医疗	迈瑞医疗
成立日期	1893年	1847年	1891年	1904 (东芝前身)	2011年	1994年	1998年	1999年
2020年收入(亿元)	1175	860	656	240	57.6	11.3	24.6	42.0 (影像业务)
设备种类								
MR:								
3.0T及以上	✓	✓	✓	✓	✓			
1.5T及以下	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
CT								
320排/640层				✓	✓			
256排/512层	✓	✓					✓	
128排及以下	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
能谱CT	✓	✓	✓	✓			✓	
XR								
乳腺机	✓	✓		✓	✓	✓	✓	
常规DR/移动DR	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
中小C	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
DSA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
分子影像								
PET-CT	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
PET-MR	✓	✓			✓			
超声	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
直线加速器		✓			✓		✓	

4.2 GE医疗

- GE公司 (NYSE:GE) 成立于1892年，拥有100多年的悠久历史，GE医疗是GE旗下的医疗健康业务部门，在全球160多个国家拥有约4.7万名员工，2020年GE医疗业务收入超170亿美元。GE医疗当前业务覆盖医学影像、信息技术、医学诊断、患者监测、疾病研究、药物开发和生物制药，其中GE医疗的医学影像设备产品线涵盖DR、DSA、CT、MR、超声、PET-CT等全部医学影像品类，是公司核心业务。
- GE医疗从1979年开始在中国开展业务，目前在我国共建有四大全球生产基地，GE的CT、MR、超声在国内的份额都在“GPS”三家中排名第一，在乳腺机领域也领先于其他对手。

图40：GE医疗发展史



- GE医疗在CT和MR领域技术积累深厚，产品梯度性好，代表技术包括宝石探测器、超低剂量ASiR-V 迭代平台、AIR 线圈技术等等。

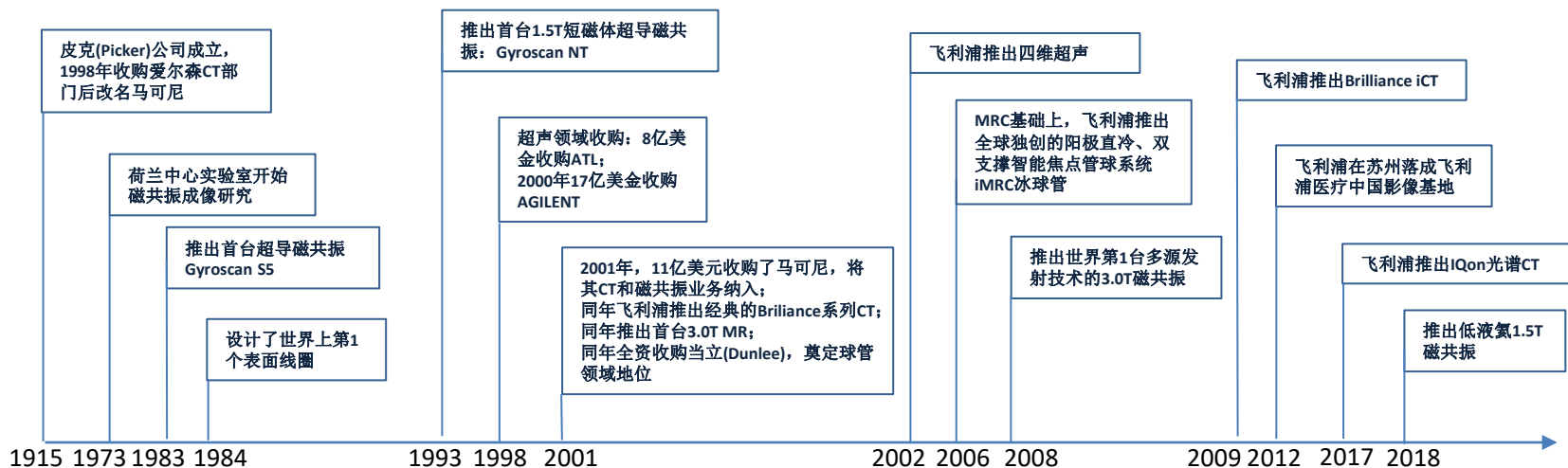
表15: GE医疗国内MR和CT产品线情况

分类	型号	特点	
MR	3.0T	SIGNA Premier 70cm孔径, 超级梯度, 146通道高通量采集, AIR技术平台, QuantWorks全息定量磁共振平台	
		SIGNA Architect 70cm孔径, AIR技术平台, "Orchestra"交响图像重建平台等	
		SIGNA Pioneer Elite 70cm孔径, 全身压缩感知(Hyper Sense), 定量图谱技术等	
	1.5T	SIGNA Voyager 交响射频减少采集时间, 全身压缩感知技术(Hyper Sense), 极速动态增强技术(Hyper DISCO)和极速显微成像技术(Hyper Cube)	
		SIGNA Explorer SIGNA Creator 全新多维靶向射频平台, 全静音平台, 1300KHz 射频激发带宽 全新智能全流程平台, 长重磁体, 采用冷却效率最高的恒温4K冷头	
CT	Apex	256排512层能谱CT, TrueFidelity™技术, Quantix高能球管和宝石探测器	
	New Revolution	256排512层能谱CT, 探测器、球管、高压发生器、滑环、旋转及迭代重建都进行了大幅更新	
	Revolution ES	128排256层能谱CT, 256 层宽体宝石高清探测器、矢量精控动态变焦球管、极速高低压瞬切系统以及 MMD 矢量多物质分离	
	Revolution Frontier	64排128层能谱CT, 新一代宝石高清探测器、全新精控动态变焦球管、NVIDIA人工智能平台	
	Revolution Ace	64排128层CT, 全新视网膜探测器, 液态变频球管, Volara DAS, Performix 40 plus 液态变频球管	
	Revolution Maxima	64排128层天眼 CT	
	Revolution EVO	64排128层CT, 全新视网膜探测器、液态变频球管、Volara DAS以及宝石ASiR-V平台	
	Optima 系列	Optima CT620	62排124层CT, 拥有集成化视网膜探测器, Performix 40 plus 液态变频球管, 以及宝石 ASiR2.0 平台
		Optima CT540	24排CT (有16层和32层), 6.3 MHU大容量球管、超低剂量ASiR 2.0迭代平台
		Optima CT520	24排CT (16层和32层), 具备超低剂量ASiR 2.0迭代平台, 自动筛查肺结节功能, IQE HD高清快扫技术
Rev ACT		16层CT, 经济型CT产品, 主要适用于社区医院及乡镇卫生院	

4.3 飞利浦医疗

- 飞利浦成立于荷兰，业务涉及生产照明、家庭电器、医疗等方面。飞利浦医疗保健事业部 (Philips Healthcare) 涵盖医学影像系统、临床监护、家庭医疗等，销售和服务团队超30000人，2020年收入超100亿美元。飞利浦医学影像业务条线同样全面，覆盖X光机、CT、MR、超声波和核医学成像等设备。零部件方面，飞利浦2001年收购Dunlee，奠定了其球管领域的领先地位。
- 飞利浦上世纪80年代进入中国，1985在华开设合资企业。2012年飞利浦在苏州建成飞利浦医疗中国影像基地。国内飞利浦在CT、MR、PET-CT领域份额略落后于GE和西门子，但在DSA、心脏超声等领域较为领先。

图41：飞利浦医疗发展史



4.3 飞利浦医疗

- 飞利浦在球管技术技术方面领先，特别是其在MRC基础上推出全球独创的阳极直冷、双支撑智能焦点管球系统“iMRC冰球管”，使用动态飞焦点技术提升了提高成像质量，液态金属轴承、阳极直冷、金属节段阳极，再次带来超长寿命。飞利浦的Iqon使用的双层探测器被认为是目前最优秀的能量成像解决方案。

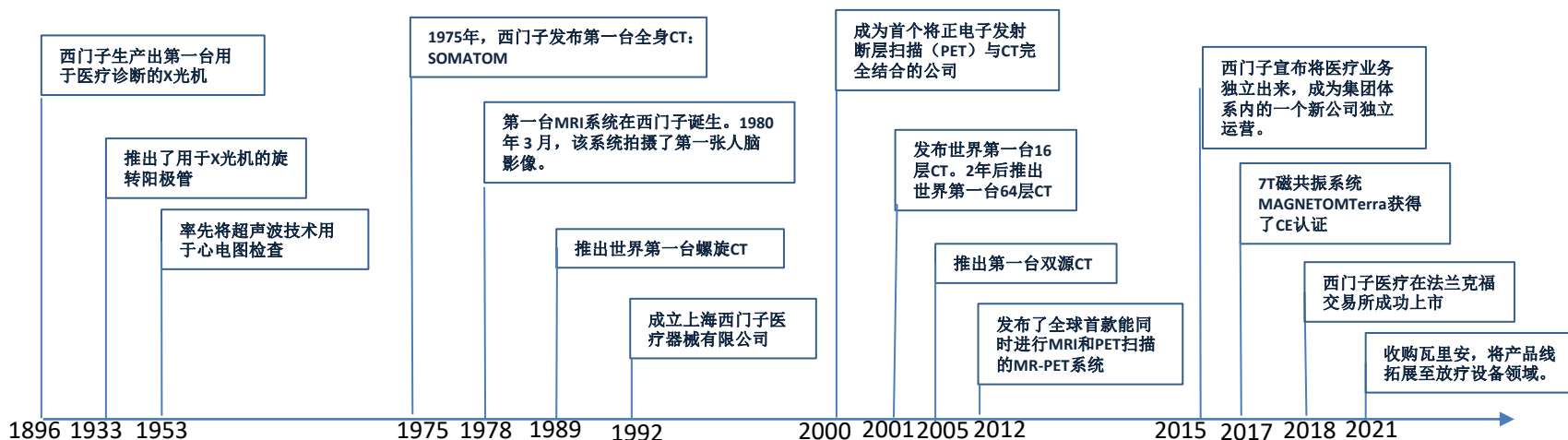
表16：飞利浦医疗国内MR和CT产品线情况

分类	型号	特点	
MR	3.0T	Ingenia Elition 3.0T	科研型3.0T磁共振，具有70cm大孔径和最大55cm的FOV，多源发射技术和dStream全数字影像链，以及全身2D/3D压缩感知技术
		Ingenia CX 3.0T	科研型3.0T磁共振，60cm孔径，采用Alpha智能梯度，采用多源发射技术和dStream全数字射频接收技术
		Ingenia 3.0T	3.0T全数字磁共振，70cm孔径，多源发射技术，首创dStream全数字影像链
	1.5T	Ingenia Ambition	低液氦1.5T全数字磁共振：采用Blueseal技术，将7L液氦完全封装在容器中一次成型
		Ingenia 1.5T	70cm孔径1.5T全数字磁共振，搭载dS Sense和iPatient
		Prodiva 1.5T CX	1.5T人工智能磁共振，搭载4D ASL技术，能够同时实现全脑容积灌注及脑血管血流动态成像
		Multiva 1.5T	16 通道射频、16 通道线圈及16 倍并行加速
		Ingenia MR-RT	集成肿瘤放疗治
	CT	光谱CT系列	Iqon
超高端CT系列		Brilliance iCT	128排256层CT，iMRC球管，百万秒次寿命
中高端CT系列		Incisive	64排128层CT，vMRC球管，百万秒次寿命，搭载了业内先进的智能AI workflow，工作效率提高2倍
		Incisive Power	60排120层CT，无需配置证
		Ingenuity core 128	64排128层微平板CT，采用高度集成的纳米探测器，拥有100%射线利用率，8M MRC球管
中低端CT系列		Access	16排32层CT，iFlow 智能工作平台，应用70 kV低剂量技术
		MX16evo2	16层24排CT，星光iDose4迭代平台、iFlow 智能操作平台、高分辨率成像技术以及去金属伪影技术

4.4 西门子医疗

- 西门子1847年成立于德国，是全球历史最悠久的电子电气类公司，旗下西门子医疗（Siemens Healthineers）核心业务包括影像诊断、临床诊疗与实验室诊断、分子医学的配套服务业务系统。2020年西门子医疗收入159亿美金，仅次于GE。西门子医学影像产品组合包括CT、MR、MI、X射线摄影系统、超声诊断系统和医学图像处理软件等。西门子医疗于2021年收购瓦里安，将产品线拓展至放疗设备领域。
- 早在1899年西门子就为中国提供了第一台X射线系统。上世纪80年代起西门子全面进入中国并推进本地化进程，当前西门子医疗已分别在中国的上海、深圳、无锡、苏州建立了五大生产研发基地。

图42：西门子医疗发展史



4.4 西门子医疗

- 西门子在CT和MR领域均具有深厚技术积累，包括零兆球管和双源CT、BioMatrix 生命矩阵系统、光子探测器、Tim全景矩阵技术等。

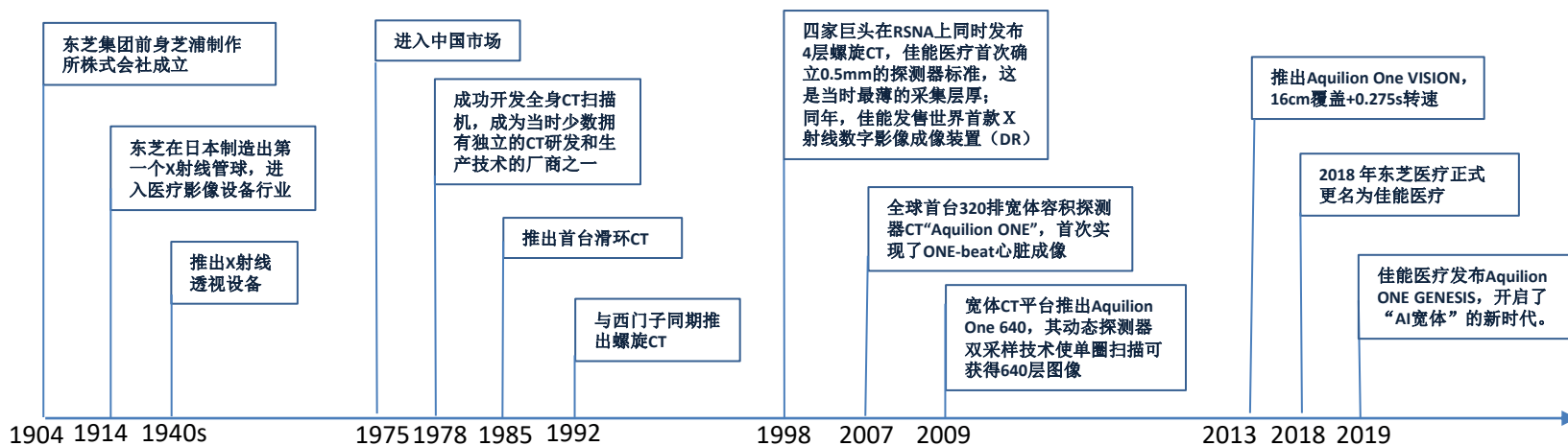
表17: 西门子医疗国内MR和CT产品线情况

分类	型号	特点
MR	MAGNETOM Spectra	具备聚能舱Direct RF内置射频技术，在获得优异影像的同时保持较低的特异吸收率；Tim 4G全景矩阵技术和Tim TX TureForm适形技术，可以获得优异的信噪比与均匀度
	MAGNETOM Prisma	磁体系统均匀性可达 40 cm DSV- 0.1 ppm，梯度系统实现了 80 mT/m、200 T/m/s，64 通道头颈线圈，实现高分辨率头颈部、血管及脑功能成像
	MAGNETOM Skyra	数字化太空舱成像系统，第四代超高清全景一体化线圈，第三代Skyra采用全新的静音设计梯度线圈
	MAGNETOM Vida	集成BioMatrix 生命矩阵系统，具备体部、心脏及颈部三大生命感知扫描
	MAGNETOM Aera	科研型，第四代全景矩阵一体化线圈技术，70cm 大孔径
	MAGNETOM Amira	FREEZEit 平台（西门子自由呼吸成像平台），通过 QuietSuite（西门子静音扫描组件）全静音扫描，智能磁体技术通过智能磁体监测磁体腔液氨压力的变化实现冷头智能启停
	MAGNETOM ESSENZA Galaxy	仅 147cm 的整机长度，全自动扫描 AutoScan 平台，0.0L/年的液氨挥发率
	MAGNETOM Sempra	Trueform智能磁体，冷头智能启停，智能靶向匀场，Tim4G平台
CT	SOMATOM Force	2 x 96排2 x 192层的双源CT，业界最顶级的高端CT之一
	SOMATOM Drive	2 x 64排2 x 128层的双源CT。搭载了Sigma球管、Stellar光子探测器以及三域迭代重建等一系列革新技术，实现了零碘量子双能量技术
	SOMATOM Definition AS+	64排128层 CT，磁悬浮直接驱动，Straton零兆电子束控球管
	SOMATOM Definition Edge	64排128层同源双光谱 CT，TwinBeam黄金能谱球管，光子探测器
	SOMATOM go.Now & Up	go.Now是16排32层CT，go.Up是32排64层CT，具备源自Force的光子探测器技术和能谱纯化Sn技术等双源CT高端技术，超长寿命的Chronon球管
	SOMATOM go.All & Top	go.All是32排64层CT，融入了AI技术；go.Top是一款64排128层CT，可开展包括CT血管造影(CCTA)和心功能分析等高级功能
	模拟定位CT/术中CT	SOMATOM Confidence 针对放射治疗的CT，有20层和64层两种配置
	移动CT	SOMATOM On.site 可用于急救和ICU的头部扫描

4.5 佳能

- 佳能是日系影像厂商杰出代表，其前身是东芝医疗（Toshiba，2016佳能以约合62亿美元总价收购东芝集团旗下的东芝医疗系统株式会社，2018年东芝医疗正式改名佳能医疗），服务于全球140个国家和地区。佳能医疗主要产品包括CT、MRI、US、通用X射线成像设备、DSA、生化产品等，2020年收入约38亿美元。
- 佳能也是较早布局中国的厂商，1975年进入中国市场，目前员工近800人，在中国建成6大区域总部，为中国各地区上万家医院及医疗机构，提供了5万余套先进的医疗设备。

图43：佳能（东芝）的发展史



4.5 佳能

- 佳能是宽体CT发明者，2007年佳能医疗在RSNA上推出世界第一台320排宽体动态容积CT “Aquilion One”（16cm），实现单圈全器官成像。
- 佳能医疗的锗黄金640CT区别与其他的能谱成像技术，“一次成像”不仅能实现X-Y平面50cm的超大采集视野，而且一圈覆盖16cm，小于1s就能完成能谱数据的采集，实现了全身快速低剂量的能谱采集。

表18：佳能医疗国内MR和CT产品线情况

分类	型号	特点
MR	Vantage Titan 3T MRT-3010	71cm超大检查孔径，全身各部位任意序列硬件静音技术，ATLAS SPEEDER 16倍加速平台
	Vantage Elan MRT-2020	1.5T，四代无对比剂成像序列，在获得出色临床影像的同时提升了患者检查的安全性
CT	ONE系列 Aquilion ONE GENESIS	320排640层，科学研究型，使用新的PUREVISION Optics锗黄金影像链，在CT扫描成像的全流程都应用了人工智能技术
	PRIME系列 Aquilion PRIME(锗黄金CT)	包括64排128层的Aquilion PRIME 128和80排160层的Aquilion PRIME 160，临床科研型，7.5MHU的液态金属轴承球管
	Lightning SP系列 Aquilion Lightning SP(彩色CT)	包括64排128层的和80排160层，AI柔性成像技术（柔性彩色成像），液态金属轴承球管，连续100秒曝光能
	Lightning系列 Aquilion Lightning(大视界CT)	28排临床实用型CT，可根据需要配置16层和32层两种规格，78cm超大孔径
	Precision系列 Aquilion Precision	超高分辨率高端的临床科研型CT产品，4K影像链超高分辨率CT，业内最薄的0.25mm探测器单元以及0.4mm×0.5mm的微焦球管，从源头实现了4K级的超高分辨率的采集

主要内容

1. 非X射线类设备
2. 主要影像产品对比及市场空间
3. 核心零部件
4. 海外龙头公司
5. 国内代表企业
6. 核心观点及风险提示

5.1 国产公司情况汇总

- 国内医学影像龙头包括联影医疗、迈瑞医疗、东软医疗等，全产品布局的公司（如联影、东软、万东）当前聚焦国内市场，海外收入比例低于迈瑞、开立、奕瑞等公司。

表19：部分国内医学影像企业情况

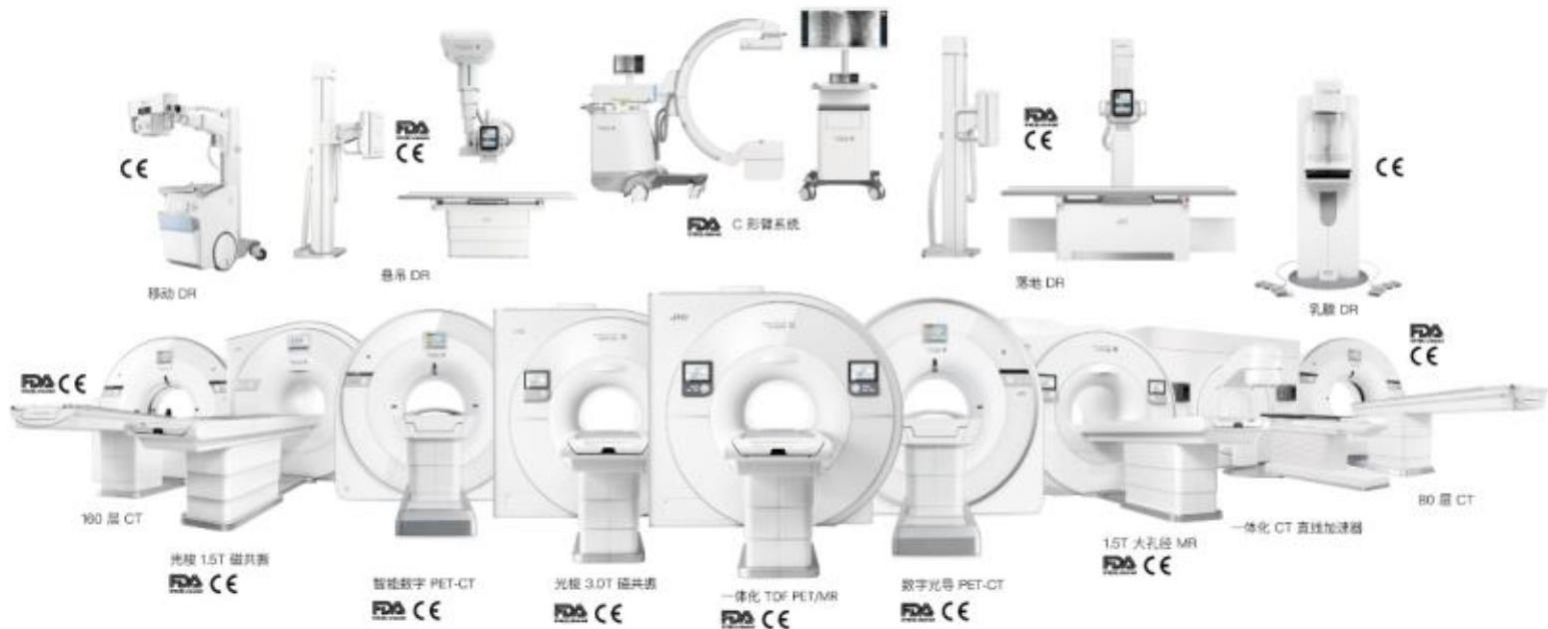
代码	主要产品	主要影像产品	收入 (亿元)			CAGR (2018-2020)	毛利率 (2020年)	员工人数 (人)	海外收入比例
			2018	2019	2020				
A21725.SH	联影医疗	MR、CT、DR、PET-CT等	20.4	29.8	57.6	68%	49%	4562	4%
300760.SZ	迈瑞医疗	DR、超声、内窥镜	36.0	40.4	42.0	8%	66%	11833	约50%
H01577.HK	东软医疗	MR、CT、DR、PET-CT、超声、DSA等	19.2	19.1	24.6	13%	37%	2742	18%
300633.SZ	开立医疗	超声、内窥镜	12.1	12.4	11.5	-3%	66%	2127	43%
600055.SH	万东医疗	MR、CT、DR、超声、DSA等	9.4	9.7	11.1	9%	50%	814	9%
688301.SH	奕瑞科技	平板探测器	4.4	5.4	7.8	34%	52%	540	41%
A21371.SZ	普爱医疗	DR、C臂、胃肠机等	3.6	3.7	5.6	24%	50%	1187	25%
688607.SH	康众医疗	平板探测器	2.1	2.3	3.4	26%	43%	191	43%
688358.SH	祥生医疗	超声	3.2	3.7	3.3	1%	59%	538	80%
300206.SZ	理邦仪器	超声	1.1	1.3	1.3	11%	68%(2019年)	2255	-
300003.SZ	乐普医疗	DSA	62.6	77.0	79.5	13%	67%	9388	-

注：迈瑞仅统计影像业务，理邦仪器仅包括超声业务，乐普为整体收入

5.2 联影医疗

- 通过持续进行高强度研发投入，公司当前已经构建包括医学影像设备、放射治疗产品、生命科学仪器在内的完整产品线布局。公司累计向市场推出70 余款产品，包括磁共振成像系统（MRI）、X 射线计算机断层扫描系统（CT）、X 射线成像系统（XR）、分子影像系统（PET/CT、PET/MR）、医用直线加速器系统（RT）以及生命科学仪器。
- 公司产品现已入驻全国近900家三甲医院，按2020年度国内新增台数口径，公司MRI、CT、PET/CT、PET/MR 及DR 产品排名均处在行业前列。

图46：联影医疗产品线



5.2 联影医疗

- 联影先后推出了国产首款3.0T MR、国产首款70CM孔径1.5T MR及行业首款3.0T MR、国产首款320排CT、国产首款PET-MR、行业首款4D PET-CT、国产首款超高场动物用MR (9.4T) 等产品，在医学影像极大领域均具备了国内领先地位。

表20：联影医疗产品里程碑

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
MR	1.5T MR 产品 uMR 560	1.5T 70cm大孔径 uMR 570	3.0TMR 产品 uMR 770	3.0T 高性能临床型 MR 产品 uMR 780	首款3.0T 高性能科研型MR 产品 uMR 790	PET/MR 新产品 uPMR 790			行业首款75cm 大孔径3.0T MR 产品、超高性能科研型3.0T MR 产品uMR 890
CT			64 排及以上CT 产品 uCT 780					超高端320 排 CT 产品 uCT 960+、自研高压的CT 产品 uCT 530+	高端临床和科研场景的160 排宽体CT 产品 uCT 860、80 排临床科研型CT 产品uCT 820
XR	悬吊DR 产品 uDR 770i、落地DR 产品 uDR 580i	移动DR 产品 uDR 360i	乳腺机 uMammo 590i、uDR570i		首款搭载自研高压的 DR 产品uDR 592h	移动式C 形臂产品 uMC 560i	乳腺断层摄影系统产品 uMammo 890i	便携式DR 产品 uDR 330i	
分子影像	PET/CT 产品 uMI 510			数字化TOF PET/CT uMI 780		国产首款PET-MR uPMR790	临床前动物全身 PET/CT uBioEXPLORER、行业首款4D 全身动态扫描PET/CT uEXPLORER	超高场动物用MR 产品 uMR 9.4T	
直线加速器						诊断级CT 引导的直线加速器产品uRT-linac 506c			

5.2 联影医疗

- 2018-2020三年公司研发费用分别为5.51、5.79和7.56亿元（三年研发费用率分别为27%、19%、13%），国内企业行业公司中仅少于迈瑞医疗。高强度研发下，公司平均产品价格、整体毛利率、高端产品占比均呈现提升趋势。
- 新冠疫情带动了公司CT、XR 等产品的销量增加，其中2020年CT销售金额同比上年增长153%，XR 同比增长127%。

图47：联影研发费用及研发费用率（单位：亿元）

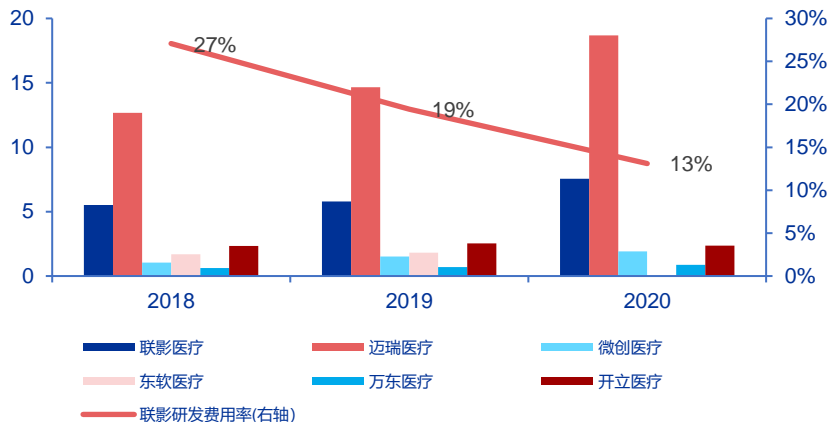


图48：联影医疗收入结构（2020年，单位：亿元）

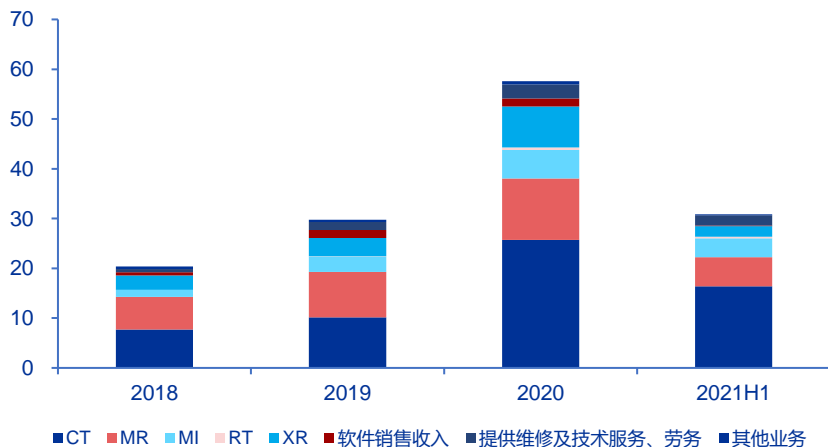
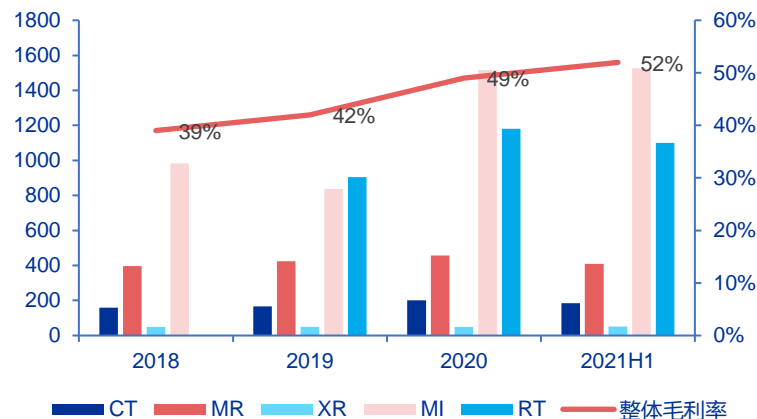


图49：联影主要产品单价变化趋势（单位：万元）



- **核心零部件自研自产比例：**（1）**MR：**主磁体、谱仪和计算机系统全方面的自研自产；（2）**CT：**探测器自研自产，少数产品的球管和高压发生器系自主研发外；（3）**XR，**球管和平板探测器均系对外采购，少数产品的高压发生器系自主研发；（4）**RT：**生产用的磁控管等亦系对外采购；（4）**MI：**探测器和晶体制造技术均已掌握。

表21：联影医疗MR、CT和MI的核心技术掌握情况

分类	技术类别	具体情况
MR	超导磁体技术	拥有1.5T、3.0T、5.0T 以及更高场强的超导磁体研制技术，包括高均匀度磁体设计技术、磁体制造工艺技术及主动屏蔽和失超保护技术等。
	梯度技术	线圈：公司具备多尺寸、高性能梯度线圈研制能力； 梯度功率放大器：公司掌握大范围高功率梯度功率放大器的研制技术。
	射频技术	射频接收线圈：公司拥有适用于人体各部位的高通道射频接收线圈设计和制造技术； 射频发射线圈：公司能够设计和制造1.5T 到3.0T 及以上场强的人体多通道射频发射线圈； 射频功率放大器：公司拥有多品种、高功率脉冲式射频功率放大器设计和制造技术。
	分布式谱仪系统技术	公司拥有全数字化分布式谱仪设计的核心技术，包括超高通道射频并行数据采集技术、纳秒级同步技术、全天候部件监控技术等。
	快速成像技术	搭载光梭成像平台，实现0.5 秒/期快速动态高清成像。
CT	探测器技术	时空探测器（已应用于公司全线CT 产品），宽体探测器技术。
	球管技术	双极性CT 球管技术、高温真空轴承、X 向飞焦技术。
	高压发生器技术	双极性CT 高压发生器、高速栅控技术可支持飞焦。
MI	探测器技术	高清数字探测器技术，包括闪烁晶体研发和生产技术、探测器系统架构设计、读出电子学设计、信号采集及后处理技术等。
	晶体制造技术	掌握LYSO 晶体制造技术。

表22：联影医疗在研产品情况

类别	在研产品	在研产品所包含核心技术
MR	新一代1.5T 磁共振	1.新型数字化谱仪技术；2.新型智能化传感器技术；3.人工智能扫描技术
	新一代3.0T 磁共振	1.高性能系统技术；2.新一代磁共振成像技术；3.新型智能化传感器技术
	超高场强磁共振 (5.0T 磁共振等)	1.超高场专用超导磁体技术；2.超高场磁共振多通道射频发射技术；3.超高场磁共振成像技术
CT	新一代高性能CT	1. 高性能系统架构；2. 高性能探测器技术；3.新型成像算法；4.人工智能辅助成像技术
	新一代超低剂量CT	1.新型探测器技术；2.新型球管高压技术；3.新型成像算法
	新一代经济型CT	1.新型核心部件；2.新型智能化传感器技术；3.人工智能扫描技术
XR	X 射线血管造影系统	1. 高可靠性高压发生器技术；2.大容量X 射线球管技术；3.图像重建与后处理技术；4.大载荷高精度运动控制技术
	下一代智能X 射线摄影系统 (DR)	基于机器视觉的自动工作流程技术
	新款移动式C 形臂	1.图像重建与处理技术；2.低剂量成像技术
MI	新一代全景动态PET/CT	1.适用于全景系统的高性能PET 探测器技术；2.高定量临床应用
	新一代临床PET 技术预研项目	1.新型高性能探测器技术；2.探测器高场磁兼容技术；3.快速重建技术；4.新临床应用解决方案
	下一代智能PET/CT	1. 新型智能化传感器技术在PET/CT 中的应用；2. 智能化临床应用
超声	超声影像系统	1.全域聚焦相干成像技术；2. 超高帧频、全数字信号传输与数据处理技术；3.全方向实时采集与显示向量血流技术；4. 基于新型传感器与人机交互终端的智能工作流程技术
	超声探头	高性能探头技术
RT	新一代CT 一体化高能放疗直线加速器系统	1. 大孔径CT 技术；2. 具有能量开关的高能加速管技术；3.高功率密度全固态功率源技术
	WEB-TPS 及智能放疗云解决方案	1.云端放射治疗计划系统，新架构远程计划技术；2.支持更实用的自动计划，自动分割，自适应计划
	新一代多模态一体化放疗直线加速器系统	1.升级多模态影像系统；2.升级人机交互系统
生命科学仪器	光子计数显微CT	1.采用光子计数探测器；2.针对能谱探测器优化的图像算法；3.人工智能辅助成像技术
	磁共振兼容的插入式PET	适用于超高场临床前磁共振设备的高性能插入式PET 探测器技术
	超高性能临床前显微PET	1.适用于临床前科研用的高性能PET 探测器技术；2.亚毫米尺寸晶体加工与阵列拼接技术
	超高性能临床前显微SPECT	1.设计领先的高性能准直器；2.全新的SPECT 算法

5.3 东软医疗

- 东软医疗成立于1998年，经过20余年发展现已拥有数字化医学诊疗设备（CT、MRI、DSA、GXR、超声、PET/CT、RT及设备核心组件）、MDaas（医疗设备和医疗影像数据服务）平台、设备服务和培训、体外诊断四大业务线。公司在美国、德国、阿联酋、俄罗斯等9个国家设有子公司，当前产品已经累计销往全球110余个国家，装机量超41000台。
- 东软医疗于12月1日二次向港交所递交了上市申请，计划在主板挂牌上市。

图50：东软医疗收入和利润（单位：亿元）

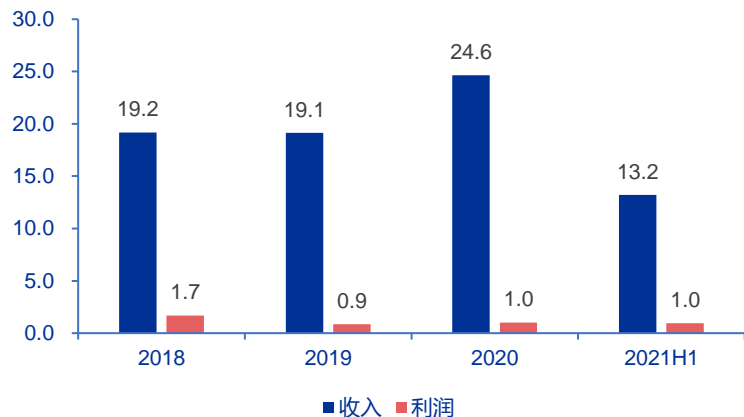
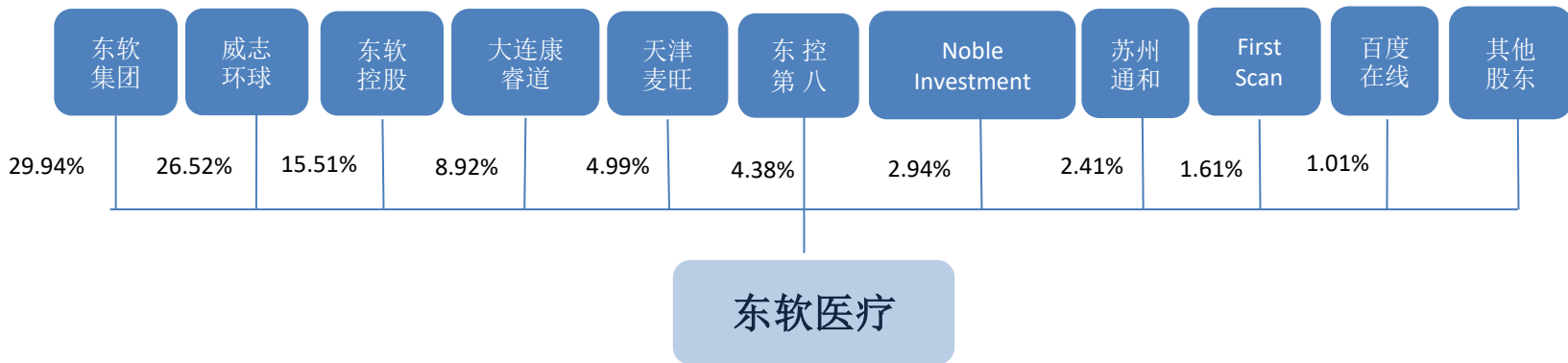


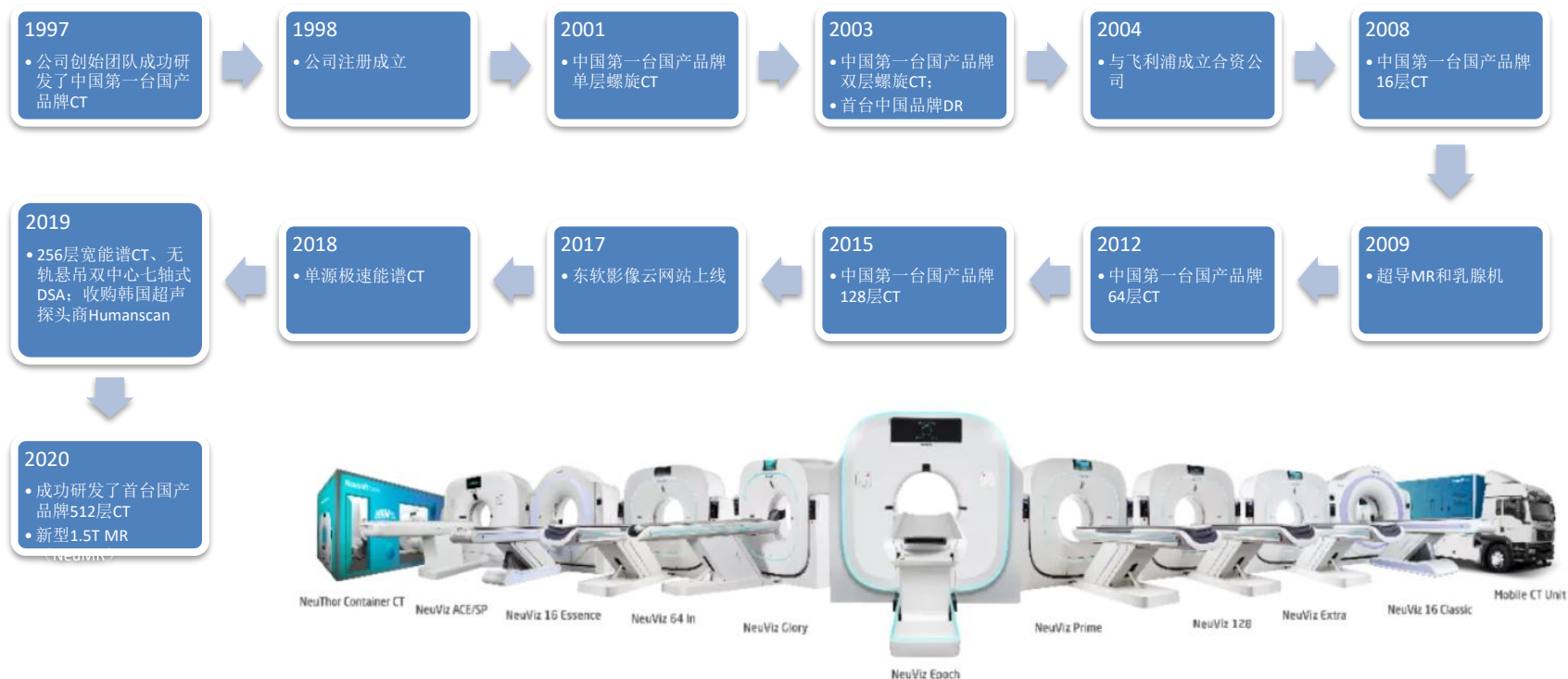
图51：东软医疗股权结构



5.3 东软医疗

- 东软医疗是国内CT领域的先行者，其创始团队于1997年研发了中国第一台国产品牌CT，此后相继推出了国产第一台单层螺旋CT、双层、16层、64层、128层螺旋CT以及能谱和宽体CT。

图52：东软医疗发展史及CT产品线



5.3 东软医疗

- 东软是国内CT系统最大制造商之一，2021年国内CT市场份额11.6%。公司同时也是最大CT出口企业，2020年公司营业收入24.6亿元，其中海外收入占比20%。
- MR方面，公司已陆续完成1.5T超导磁体、谱仪、梯度及射频放大器、梯度及射频线圈等核心部件的研发，实现了MR领域的全链自主可控。公司NeuMR 1.5T MR于2020年上市。今年初，东软医疗磁共振研发中心3.01T超导磁体研发成功，

图54：东软医疗收入海内外收入（单位：亿元）

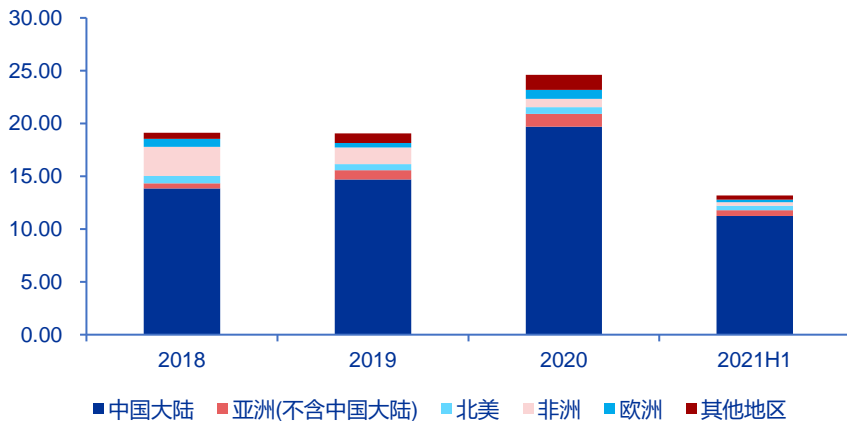


图53：东软医疗收入构成（2019年）

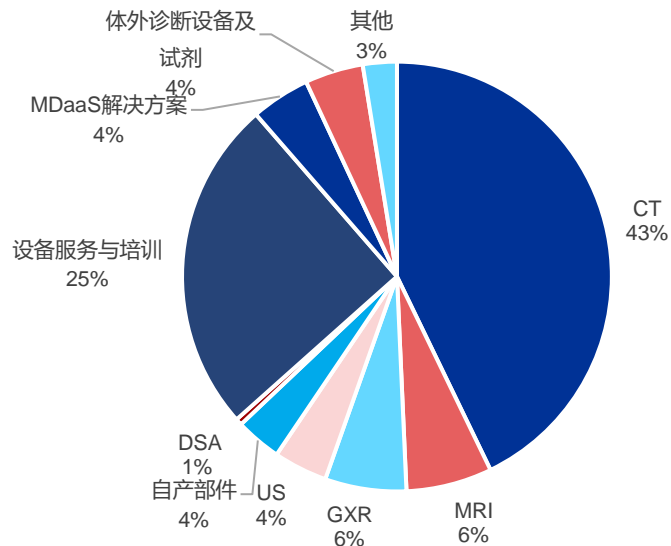
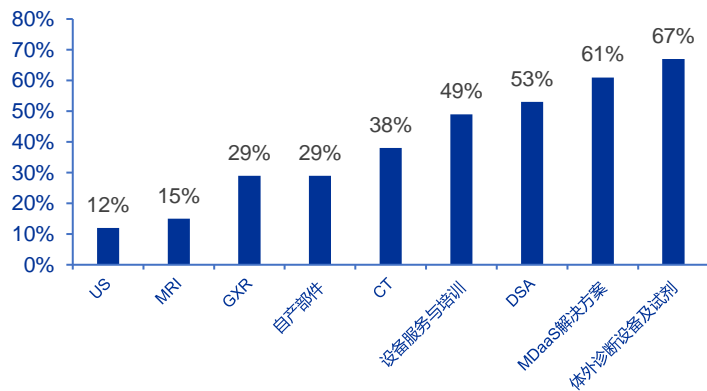


图55：东软医疗毛利率（2019年）



5.3 东软医疗

- **核心零部件情况：** 公司已完成CT探测器、CT高压发生器、MR谱仪、MR磁体、MR梯度线圈、MR谱仪、DR高压发生器、US单晶探头、PET探测器等核心零部件的研发。
- **主要供应商：** 第一大供应商是飞利浦，其供应球管、磁体、探头等。
- **在研项目：** 包括CT球管、超高端CT、光子计数探测器CT、大孔径CT等。

表23：公司部分核心技术、主要供应商和部分在研项目

	产品	技术
部分核心技术	CT	CT探测器技术、CT高压发生器技术、CT双能量扫描重建技术等
	MR	超导磁体技术、高性能梯度线圈技术、光纤分布式谱仪技术等
	GXR & DSA	高压发生器技术、无轨悬吊多轴机器人机架技术等
	US	单晶探头技术、1.5D探头技术等
	PET/CT	基于半导体的PET探测器技术等
	公司	产品
主要供应商 (2019年)	KONINKLIJKE PHILIPS N.V.	球管、磁体、探头等
	滨松光子学科学仪器(北京)有限公司	硅光敏二极管等
	信邦电子股份有限公司	PCBA、电缆等
	沈阳宏泰机械设备有限公司	机械加工件等
	捷普科技(上海)有限公司	PCBA等
	具体情况	
部分在研项目	CT球管、探测器、磁体及超声波探头等核心部件	
	高端PET/CT	
	超高端CT（即速度更快、功率更大和口径更宽的256层及512层CT扫描仪）、光子计数探测器CT、低成本CT及大孔径CT	
	人工智能来开发差异化产品，如配备乳腺CAD及高端悬浮DR的新型低剂量数字乳腺X光机 经济机型DSA产品及高端DSA产品	

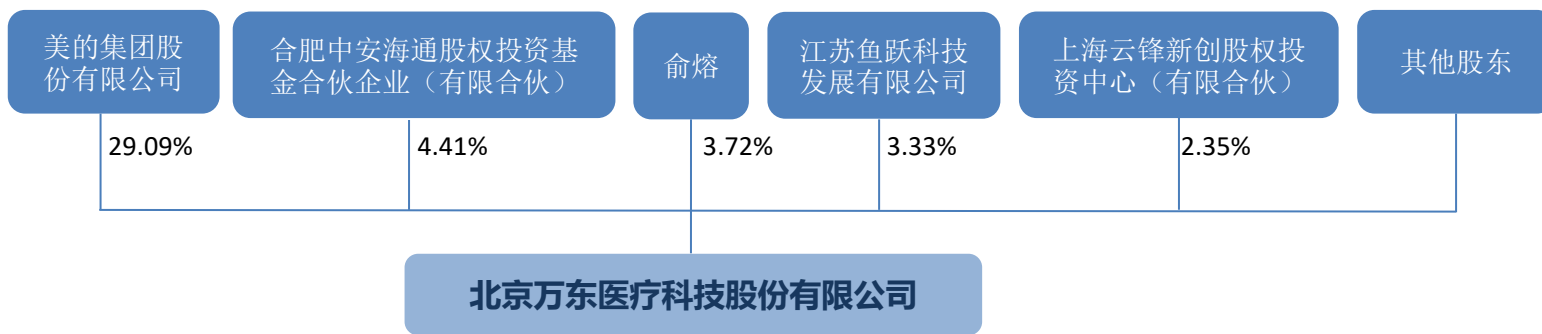
5.4 万东医疗 (600055.SH)

- 万东医疗始于1955年（前身是北京医用射线机厂），1997年公司上市（股票代码：600055.SH）。
- 万东医疗建有北京、苏州两大研发生产基地，生命事业覆盖大型影像产品、移动影像产品、影像诊断服务（万里云）、超声诊断产品（万东百胜），产品涵盖MR、CT、DR、RF、DSA、乳腺机、超声诊断产品、移动式影像产品、移动体检车、远程医学影像服务以及影像云技术服务。
- 公司普及型射线产品市场占有率居全国前列，DR销量连续多年创国内领先。

图56：万东医疗发展历史



图57：万东医疗股权结构



5.4 万东医疗 (600055.SH)

- 万东医疗在国内有22个办事处及分公司，产品出口世界70多个国家，全球累计销售10万台设备。2020年公司实现营业收入11.32亿元，归母净利润2.21亿元，综合毛利率逐年提高。
- 公司已掌握X射线和磁共振全部核心技术，具备X线平板探测器和X线球管生产能力。2015万东携手阿里健康成立“万里云”医学影像平台，依托万东医疗、阿里健康、鱼跃集团和美年大健康的平台优势，构建医学影像大数据云平台。
- 今年1月，万东医疗“开天i_Vision1.5T无液氦磁共振”正式获得国家药品监督管理局批准的医疗器械注册证。“开天i_Vision1.5T无液氦超导磁共振”创研FREE-cool超低温传导技术，融合高效低温介质、超高真空，超绝热技术，航天级碳纤维悬挂等技术，实现100%无液氦。

图58: 万东医疗收入、利润和毛利率 (单位: 亿元)

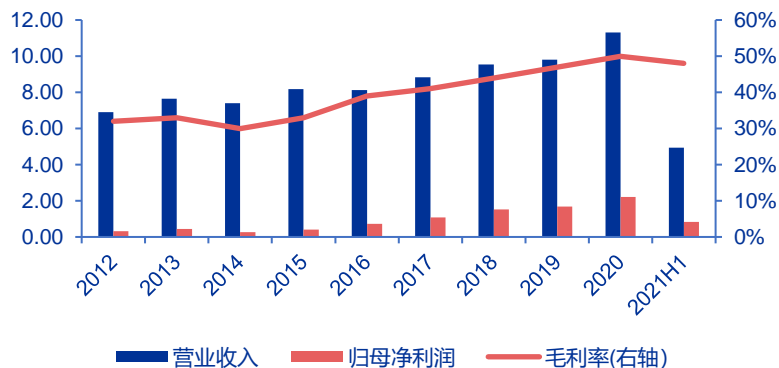


图59: 万东医疗开天i_Vision1.5T无液氦磁共振



5.5 迈瑞医疗 (300760.SZ)

- 迈瑞医疗成立于1999年，主营业务覆盖生命信息与支持、体外诊断、医学影像三大领域。公司2020年医学影像业务收入42亿元，占总体收入20%。
- 公司当前主要影像产品包括彩超和DR。在彩超领域，公司2002年推出国内第一台黑白超，2006年推出国产第一台全数字彩色超声DC-6，2013年完成对Zonare的收购，2015年起推出Resona7等高端彩超。公司当前已深入布局通用型、妇科、便携等领域，在超声领域的具有领先地位。根据医招采数据，2021年迈瑞在台式彩超和便携彩超方面均市场份额排名第一（分别为20.77%和39%），市场份额超过“GPS”。

图60：迈瑞影像板块收入和毛利率

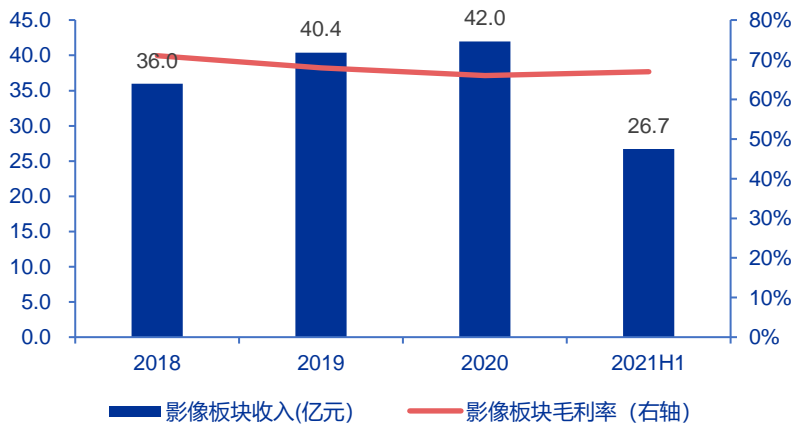
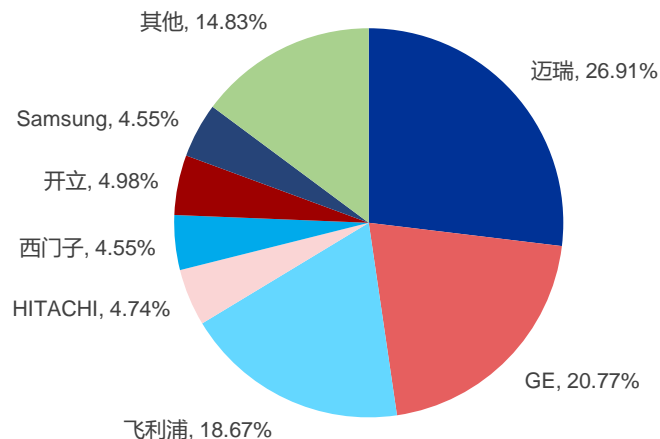


图61：联国内超声市场竞争格局（2021，按销量）



5.5 迈瑞医疗 (300760.SZ)

- **迈瑞是国内唯一拥有剪切波弹性成像的公司。** 剪切波弹性成像是高端弹性彩超的核心技术之一，迈瑞是全球唯一一家全面提供自主知识产权的应变式弹性成像技术、剪切波式弹性成像技术、瞬时弹性成像技术的公司。公司“超声剪切波弹性成像关键技术及应用”项目获得2017年度国家技术发明奖二等奖，2020年获得国家知识产权局发布的“中国专利金奖”。
- **“瑞影云++”云平台：**通过连接迈瑞影像设备和用户的云端生态应用平台，迈瑞创新性地提供了可供用户自主创建和运营的云社区以及多种云端应用。目前，基于“瑞影云++”，公司已推出带远程质控的医联体会诊、医联体/连锁医疗机构超声远程质控、POC科室与超声科业务整合的远程教学培训/会议、聚集病例讨论和云端课堂的研讨社区等远程超声解决方案。

图62：迈瑞部分超声产品



Resona R9

通用



Resona I9



Nuewa R9

妇科



Nuewa I9



TE7

临床



M9

5.6 开立医疗 (300633.SZ)

- 开立医疗成立于2002年，由我国超声行业先行者和奠基人姚锦钟先生主导创立。公司当前主要产品包括超声、内窥镜和血液分析仪等。超声方面，公司2012年以收购美国Sonowise公司，弥补了在波束合成模块等核心硬件方面的短板，此后产品完成高端化转型，2016年推出中高端彩超S50，2018推出新一代高端彩超S60。公司已掌握基于PC的Linux彩超软件技术，128通道彩超技术，嵌入式计算机技术，高密度、宽频带探头技术，单晶探头技术，特种应用探头技术等多项超声诊断设备领域专利技术。
- 公司同时是国产软镜龙头：2013年开立医疗开始内窥镜的生产与销售，2016年推出高清内窥镜产品HD-500，2018年推出HD-550及三晶片高清硬镜SV-M2K30。国产技术和市场份额领先。

图63: 开立医疗收入 (单位: 亿元)

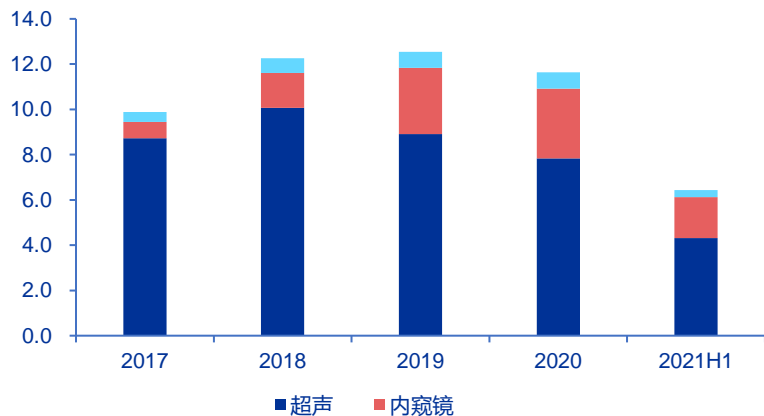


图64: 开立医疗彩超 (S60) 和内窥镜 (HD550)



5.7 祥生医疗 (688358.SH)

- 祥生医疗成立于1996年，系国内最早从事超声医学影像技术国产化的企业之一，已掌握了从二维超声、三维超声到四维超声，从探头核心部件、图像处理算法、图像分析软件到整机设计开发，从临床应用专科化、设备便携化到人工智能云平台解决方案在内的全套超声医学影像的核心技术。公司在便携式彩超方面产品丰富，产品包括2017年推出的高端笔记本彩超 Sonobook 系列、SonoEye 掌上超声、2011年推出的国内首款平板彩超等。
- 2020年祥生医疗实现收入3.3亿元，归母净利润1.0亿元，公司收入以海外收入为主，2020年海外收入占比超过80%，国内超声出口企业中排名前三。

图65：祥生医疗收入及海外收入占比（单位：亿元）

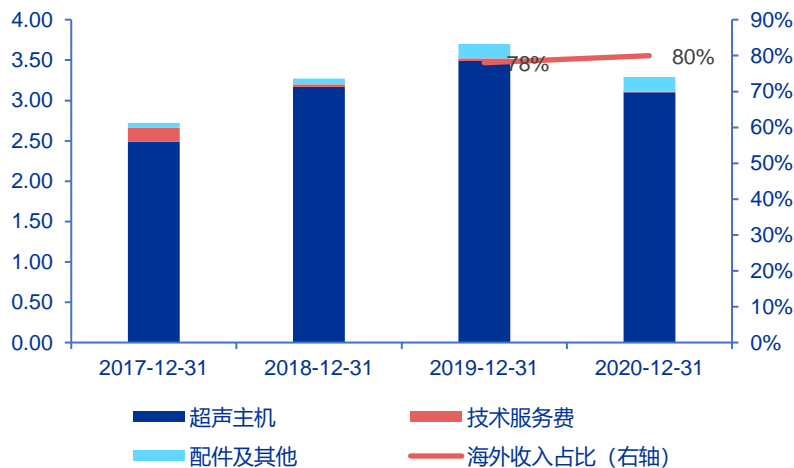


图66：祥生医疗便携彩超产品



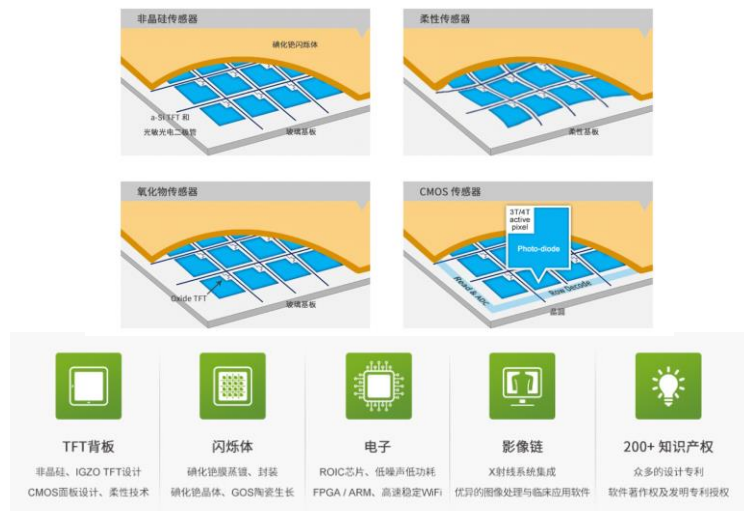
5.8 奕瑞科技 (688301.SH)

- 奕瑞科技成立于2011年，现已成为全球数字化X线探测器行业知名企业。奕瑞是全球少数同时掌握非晶硅、IGZO、CMOS和柔性基板四大传感器技术并具备量产能力的X线探测器公司之一。公司产品在图像性能、质量稳定性和可靠性等方面已达到全球领先水平，并在高性能闪烁体制备、高灵敏度低噪声传感器和电子电源设计、嵌入式智能系统和图像算法等领域的技术突破。
- 公司产品已远销亚洲、美洲、欧洲等地共计70余个国家和地区，得到柯尼卡、锐珂、富士、西门子、飞利浦、安科锐、DRGEM、上海联影、万东医疗、普爱医疗、蓝韵影像、东软医疗及深圳安科等国内外知名影像设备厂商的认可，产品装机总量超50000台。

图67：公司发展历史



图68：公司核心技术及探测器产品



5.8 奕瑞科技 (688301.SH)

- 2020年公司实现营业收入7.84亿元（2015-2020 CAGR 30%），实现归母净利润2.23亿元（2015-2020 CAGR 61%）。当前公司在数字化X线平板探测器领域国内市场份额第一，全球第三。
- 奕瑞科技为代表的国产平板探测器企业的崛起促进了DR等设备生产成本的持续下降。

图69：奕瑞科技收入和利润及增速（单位：亿元）

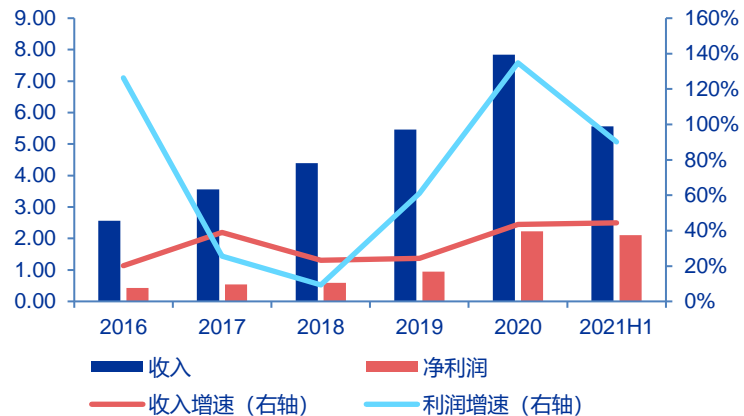


表24：公司在研项目情况

项目名称	进展或阶段性成果	拟达到目标	技术水平
静态平板探测器技术及应用	高分辨率探测器已形成产品家族可满足各类主要应用，柔性基底探测器已实现量产，部分产品已具备智能化AEC功能	完善产品系列，提高产品性能，形成更具优势的应用解决方案，保持产品的市场领先地位	已形成较完整产品家族覆盖各类应用，总体水平国际领先
动态平板探测器技术及应用	已形成不同规格探测器家族化产品覆盖主要医疗、工业等领域应用，高帧率、高可靠性产品已推出样机；攻克高精度大尺寸拼接技术，实现 17*48 英寸大尺寸探测器产品	提高产品性能，针对不同应用形成完整解决方案，扩大产品优势，占据市场领先地位	已形成较完整产品家族覆盖各类应用，总体水平国际领先
新型材料及工艺	GOS 粉体及陶瓷实现阶段制备，实现多工位碘化铯晶体生长炉设计制造及晶体生长工艺开发，满足全面应用需求	针对不同应用，完成关键材料及晶体的工艺开发和制备，实现规模量产，填补国内空白，争取市场领先	部分材料具备量产能力，总体水平国内领先；部分材料及晶体关键指标国际领先
线阵探测器技术及应用	完成探测单元、探测板卡以及探测器整机的产品研发和销售	提高产品性能，形成覆盖低、中、高端市场端的产品家族和完整解决方案，增大市场份额	已形成针对不同应用的产品家族和解决方案，总体水平国际先进

5.9 康众医疗 (688607.SH)

- 康众医疗成立于2007年，始终致力于深耕数字化X射线平板探测器行业，已掌握非晶硅TFT/PD的设计和制造等关键技术，在非常规平板探测器的制造和集成技术、MOTFT 技术、人工智能技术、双能成像技术等领域进行了前瞻研发布局。
- 康众医疗现已成为数字化X射线平板探测器行业内全球知名、国内领先的企业之一，产品远销境外三十多个国家和地区，2018年公司全球份额3%，全球第九，国内第二，客户包括深圳蓝韵、深圳宝润、VMI、Control-X、安健科技、圣诺医疗、普爱集团、万东医疗、江苏瑞尔、深圳深图、新华医疗等。2020年公司实现营业收入3.39亿元 (+45%)，2017-2020CAGR 20%，实现归母净利润0.75亿元 (+56%)，2017-2020CAGR 50%。

图70：康众医疗部分产品情况

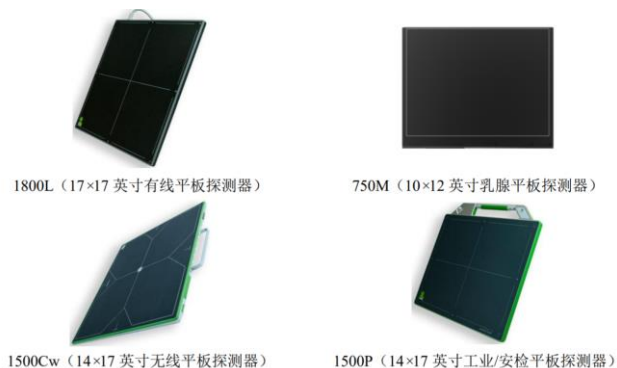
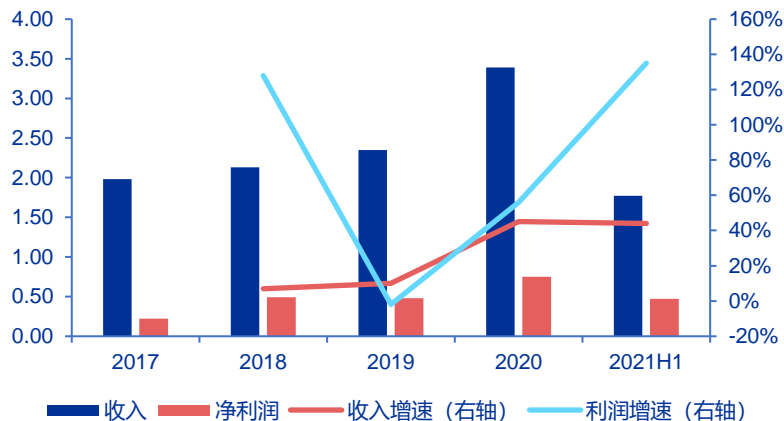


图71：康众医疗收入和利润及增速 (单位：亿元)



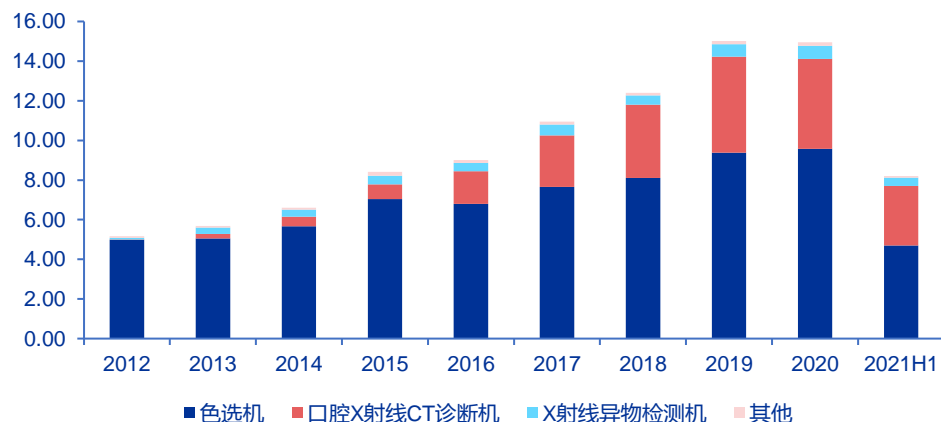
5.10 美亚光电 (002690.SZ)

- 美亚光电成立于2000年，是国内领先的光电识别产品与服务提供商，业务范围涵盖农产品检测、医疗影像、工业检测等领域。
- 公司医疗影像板块主要产品为口腔X射线CT诊断机，2012年取得中国首个口腔CBCT产品CFDA认证，打破口腔高端影像设备长期被国外品牌垄断，产品现已安装于超10000家口腔诊疗机构。公司产品具有空间分辨率高、扫描速度较快、辐射量小、重建效果好、三维成像精确度高等众多优点，目前已形成FOV12*10CM、FOV15*10.5CM、FOV17*11CM、FOV23*18CM等多成像视野产品梯队。当前公司不断优化产品、提升客户体验，连续推出全新局部CT、三维全景、三维定向、三维正畸、根骨剥离等功能，为客户构建从数据到决策的最佳路径。

图72：美亚光电CBCT



图73：美亚光电收入构成（单位：亿元）



主要内容

1. 非X射线类设备
2. 主要影像产品对比及市场空间
3. 核心零部件
4. 海外龙头公司
5. 国内代表企业
6. 核心观点及风险提示

- **医学影像设备是医疗器械行业的第一大细分市场。**全球医学影像市场规模约440亿美元，2020年国内市场规模已达到537.0亿元（出厂价口径），2015-2020年 CAGR 12.4%，预计2030 年市场规模将接近1100 亿元。
- **医学影像设备同时是医疗器械行业中技术壁垒最高的细分市场。**医学影像属于典型的多学科融合的产业，全球市场长期以来呈寡头垄断局面，“GPS”（GE医疗、飞利浦、西门子）和日系厂商专利和技术积累深厚，全球医学影像的核心零部件生产技术也集中在少数企业手中。高壁垒导致长时间全球格局相对稳定。
- **国产企业正实现破局。**联影医疗、迈瑞医疗、奕瑞科技等整机和零部件厂商正随着中国制造业能力提升而逐步崛起，产品和国际龙头公司的差距在快速缩小。国内市场在中低端完成进口替代的基础上正实现中高端国产份额的逐年提高。当前国内大型设备配置管理趋松，鼓励国产替代政策方向明确，国产产品高端转型和份额提升、供应链自主可控、AI和云技术等技术融合和国产产品出海将是行业趋势。
- **投资分析意见：**医学影像行业是医疗器械技术高地，千亿级别的进口替代空间正逐步打开，未来十年或是国产黄金发展期，建议关注**联影医疗、东软医疗、迈瑞医疗、万东医疗、开立医疗、奕瑞科技、康众医疗**等国内医学影像整机和关键零部件领先企业。

- **研发风险：**医学影像设备属于典型的研发密集型行业，国内企业均在寻求核心零部件以及软件的核心技术自主可控，因此投入较高研发费用，研发周期长且存在失败可能。
- **政策变化的风险：**总体而言医学影像受益于国内鼓励进口替代和配置证管理趋松的趋势，但政策风向仍然具有调整可能，另外财政资金支持和设备配置规划目标也存在不确定性。
- **疫情波动风险：**疫情期间国内便携式设备迎来采购高峰，常规设备采购暂缓。疫情常态化以后采购回归正常，未来疫情若出现波动，可能造成采购量的波动。
- **技术迭代风险：**国内企业在医学影像前沿技术方面的储备仍然明显落后于进口产品，未来若出现颠覆式创新技术，可能会造成技术迭代下国产产品缺乏竞争力。
- **集采风险：**大型设备类集采风险较低，但安徽等地也已进行了大型医用设备集中采购的尝试。未来集采若全国范围内实施，终端价格将有较大降价压力，企业也均存在丢标风险。

表25: 涉及公司估值表

证券代码	证券简称	2022/2/17		预测EPS(元)				PE		
		收盘价(元)	总市值 (亿元)	2020A	2021E	2022E	2023E	2021E	2022E	2023E
300760.SZ	迈瑞医疗	317.60	3861	5.48	6.62	8.23	10.15	48	39	31
600055.SH	万东医疗	30.95	167	0.41	0.35	0.41	0.47	89	76	66
300633.SZ	开立医疗	29.57	127	(0.11)	0.53	0.68	0.86	56	43	34
688358.SH	祥生医疗	39.36	31	1.25	-	-	-	-	-	-
688301.SH	奕瑞科技	402.36	292	3.06	6.02	7.98	11.03	67	50	36
688607.SH	康众医疗	28.11	25	0.85	-	-	-	-	-	-

注：迈瑞医疗为申万预测，其他为wind一致预期
资料来源：wind，申万宏源研究

信息披露

证券分析师承诺

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注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

与公司有关的信息披露

本公司隶属于申万宏源证券有限公司。本公司经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司关联机构在法律许可情况下可能持有或交易本报告提到的投资标的，还可能为或争取为这些标的提供投资银行服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。客户可通过compliance@swsresearch.com索取有关披露资料或登录www.swsresearch.com信息披露栏目查询从业人员资质情况、静默期安排及其他有关的信息披露。

机构销售团队联系人

华东	陈陶	021-23297221	13816876958	chentao1@swhy.com
华北	李丹	010-66500631	13681212498	lidan4@swhy.com
华南	胡双依	0755-23832423	15323808066	hushuangyi@swhy.com

A股投资评级说明

证券的投资评级：

以报告日后的6个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入 (Buy)	： 相对强于市场表现20%以上；
增持 (Outperform)	： 相对强于市场表现5% ~ 20%；
中性 (Neutral)	： 相对市场表现在 - 5% ~ + 5%之间波动；
减持 (Underperform)	： 相对弱于市场表现5%以下。

行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好 (Overweight)	： 行业超越整体市场表现；
中性 (Neutral)	： 行业与整体市场表现基本持平；
看淡 (Underweight)	： 行业弱于整体市场表现。
本报告采用的基准指数	： 沪深300指数

港股投资评级说明

证券的投资评级：

以报告日后的6个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入 (BUY) :	： 股价预计将上涨20%以上；
增持 (Outperform)	： 股价预计将上涨10-20%；
持有 (Hold)	： 股价变动幅度预计在-10%和+10%之间；
减持 (Underperform)	： 股价预计将下跌10-20%；
卖出 (SELL)	： 股价预计将下跌20%以上。

行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好 (Overweight)	： 行业超越整体市场表现；
中性 (Neutral)	： 行业与整体市场表现基本持平；
看淡 (Underweight)	： 行业弱于整体市场表现。
本报告采用的基准指数	： 恒生中国企业指数 (HSCEI)

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。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。申银万国使用自己的行业分类体系，如果您对我们的行业分类有兴趣，可以向我们的销售员索取。

法律声明

本报告由上海申银万国证券研究所有限公司（隶属于申万宏源证券有限公司，以下简称“本公司”）在中华人民共和国内地（香港、澳门、台湾除外）发布，仅供本公司的客户（包括合格的境外机构投资者等合法合规的客户）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司<http://www.swsresearch.com>网站刊载的完整报告为准，本公司并接受客户的后续问询。

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、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为作出投资决策的惟一因素。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本公司特别提示，本公司不会与任何客户以任何形式分享证券投资收益或分担证券投资损失，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。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所引致的任何损失负任何责任。市场有风险，投资需谨慎。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告的版权归本公司所有，属于非公开资料。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记，未获本公司同意，任何人均无权在任何情况下使用他们。

简单金融 · 成就梦想

A Virtue of Simple Finance



申万宏源研究微信订阅号



申万宏源研究微信服务号

上海申银万国证券研究所有限公司
(隶属于申万宏源证券有限公司)

陈烨远
chenyy@swsresearch.com