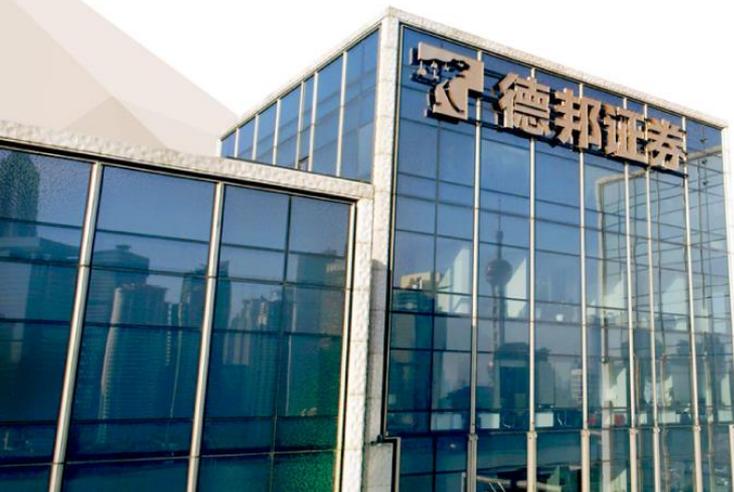




德邦证券  
Topsperity Securities

证券研究报告 | 行业深度  
生物医药  
2022年8月18日

# 医学影像专题系列二： 掘“芯”核心部件，高端影像国产替代进行时



## 证券分析师

姓名：陈铁林  
资格编号：S012052108001  
邮箱：chentl@tebon.com.cn

## 研究助理

姓名：王艳  
邮箱：wangyan5@tebon.com.cn

□ **核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破。从全球格局看影像行业头部垄断特征显著**，医学影像设备属于为数不多的高垄断高集中度细分行业，根据西门子2018年公布数据，GPS医疗（GE、Philips、Siemens）三家份额全球占比68%以上，在高端的Advanced Therapies CR3更是高达80%。**产业链纵向看**，全球关键核心部件大多集中在GPS及少数第三方厂商手中，目前仅少数国产整机厂商及第三方上游部件商实现自研自产，高端产品核心零部件绝大部分依赖进口，上游的垄断造就全球影像设备高度集中的格局。**产业链对比看**，国产替代中游整机先行，上游核心部件国产厂商技术替代滞后。**国内厂商盈利薄、成长慢、中低端的原因几何？**国内整机生产过程更多为组装集成，高采购成本压缩国内影像企业空间，采购受限制约高端化，中低端加速竞争，进一步弱化公司盈利能力，国产企业打破GPS垄断及提高盈利的关键一环就是核心部件的突破甚至创新。国内以联影医疗为代表的整机厂商正跨越集成阶段，国产第三方部件厂商也逐步形成对影像供应链的赋能，加速布局上游核心部件，实现核心部件（如CT探测器、球管、高压发生器、超导磁体、超声换能器等）的加速突破。

□ **窥核心部件之“核心”，见国产供应链“破壁”与“差异”，判国产高端进取之势**。影像设备核心部件成本占比高，DR三大核心部件平板探测器+高压发生器+X射线管成本占到整机成本的50%+，CT三大核心部件球管+CT探测器+高压发生器成本占比为65%，MR核心部件磁体+GPA+RFPA+谱仪+线圈成本总计占比可高达80%。本文全方位梳理了影像设备（CT、MR、XR、PET/CT、超声）核心部件，总体来看，国内已经形成影像核心部件的国产化趋势，但结构上主要集中在中低端的部件突破。拨开核心部件之“芯”，我们进一步解析“上游的上游”，判断核心部件技术壁垒卡位的环节，明晰国产追赶进口瓶颈与否：核心部件中的CT探测器（闪烁体、硅光电倍增管（SiPM）、ASIC芯片）、CT球管（金属陶瓷管、液态金属轴承、阳极直接冷却技术）、高压发生器、超声探头（压电晶体、FPGA、波束合成芯片）等国产均有突破，但主要依赖外购，国内高端技术水平和产品性能与国际巨头仍有较大差距。DR（闪烁体、光电传感技术）、MR（超导磁体、GPA等）、PET探测器（LYSO闪烁体）等零部件国产厂商自主化与高端化程度相对较高，其中国产影像龙头联影成为我国第一家实现大部分核心部件自主研发的企业，并引领关键零部件自主生产与国产替代的创新浪潮。

- **国产影像设备加速破局，中高端蓝海创新追赶。** 历时40年，从技术跟进、市占率追赶再到高端技术垄断破除、并走向全球化，国内影像企业蓄势待发，发展动能强劲。市场格局迅速变迁，国产后起之秀联影黑马式姿态份额强势进入前三，打破了GPS维持多年的三强天下，整体以联影为代表的国产厂商份额加速提升。结构看，低端已实现显著国产替代，中高端CT、MR的市场格局依然是GPS位列三甲，我们认为国产在中高端尤其是高端（如128排以上CT、5.0TMR）市占率中长期至少有一倍以上提升空间。国产在中端领域性能差异化优势显著，同时以创新高质换高价，跨过高端采购门槛，叠加GPS加速供应链国产化，推动行业发展进入到实打实的产品力核心比拼，也进一步推动国内产业的高端追赶。
- **投资建议：**当前随着国内人才、技术、供应链的多维赋能，国内影像设备企业从数量来说并非稀缺，发展阶段也进入到从低端到高端的竞争。我们建议从以下三个方面优选个股：**1）平台化角度**，具备影像全产线的企业更容易平滑单个产品线的增长波动性（如更新换代的周期性、配置证等导致的需求制约等），销售端凭借全线产品及解决方案可互相协同导入院内，研发生产端由于各产品通用技术的复用成本优势显著；**2）创新力角度**，纵观GPS历史，持续的创新引领乃做大做强的第一要素，且从整机集成到上游核心部件的产业链自主可控是创新的根本，核心部件的自主化是企业技术高端化、保持竞争力的关键；**3）盈利能力角度**，大影像设备投入成本高、研发周期长、壁垒攻克难，是典型的持续投入持续进化的行业，只有通过掌握议价权+规模优势+核心部件自主等极致的成本管控，才能保持盈利的持续性以及高位的盈利能力。综上，我们认为**投资首选具备平台化产线、全产业链创新、高盈利能力的标的，建议关注：联影医疗、迈瑞医疗、东软医疗、万东医疗、开立医疗、明峰医疗。**
- **医学影像专题系列三，我们将持续深入拆分细分领域市场规模并复盘GPS成长启示录，旨在以细分产品视角呈现国内长期空间，以GPS成长之路展望国产厂商未来全球化做大做强路径。**
- **风险提示：**关键核心技术被侵权风险、研发不及预期或无法产业化风险、集采政策风险、国际化经营及业务拓展不及预期风险。

# 目录

## CONTENTS

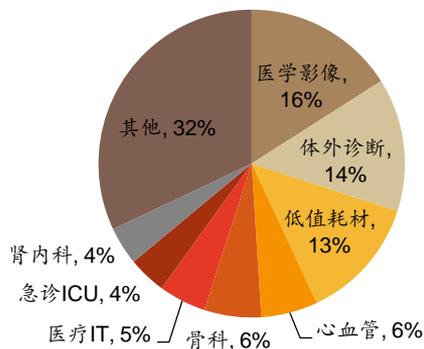
- 一、技术为核心驱动力，国内千亿影像市场进入快速成长期
- 二、核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破
- 三、国产加速破局，中高端蓝海创新追赶
- 四、投资建议：首选平台化+创新力+盈利能力标的

# 技术为核心驱动力，国内千亿影像市场进入高速成长期

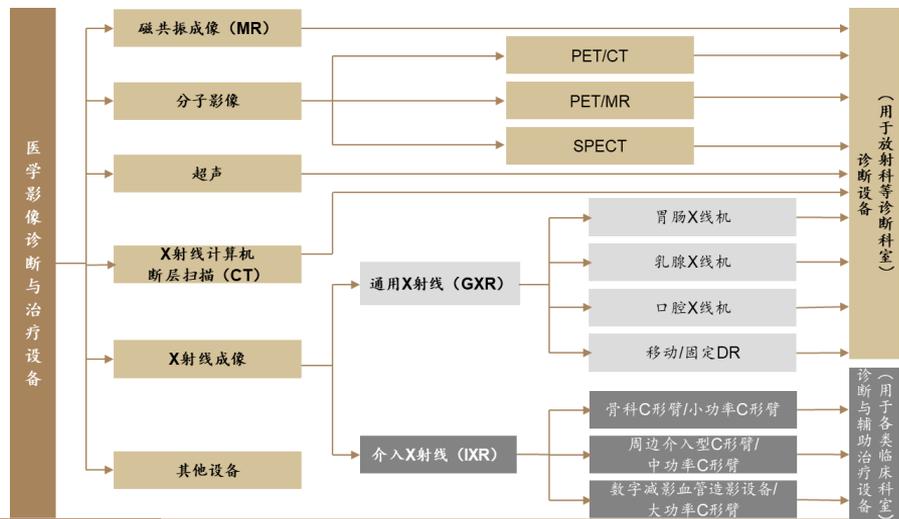
## ■ 医学影像在医疗器械占比居首，为医疗器械行业中技术壁垒最高细分市场

- 根据目的不同，医学影像设备可分为诊断影像设备及治疗影像设备；诊断影像设备根据信号的不同大致可分为磁共振成像（MR）设备、X射线计算机断层扫描成像（CT）设备、X射线成像（XR）设备、分子影像（MI）设备、超声（US）设备等；治疗影像设备大致可分为数字减影血管造影设备（DSA）及定向放射设备（骨科C臂）等。
- 约75-85%的治疗信息来源于医学图形和图像，医学影像规模占到国内医疗器械的首位，高达16%，供应链复杂，部分核心部件需依赖进口，技术壁垒位列医疗器械之最，导致大多数医学影像设备国产化率低。

图：中国医疗器械行业市场占比



图：医学影像设备分类

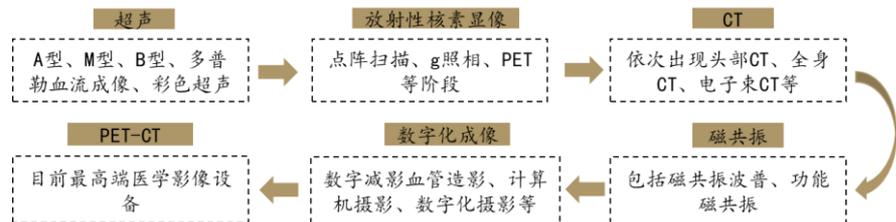


# 技术为核心驱动力，国内千亿影像市场进入高速成长期

## ■ 技术进步为核心驱动力，细分影像设备应用互为补充

- 技术进步驱动影像设备从胶片时代走到数字时代再到进入分子影像时代：从超声技术、放射性核素显像进入CT、MR阶段，数字化成像大幅提升成像清晰度及分辨率，并持续技术融合创新发展到当前最高端医学影像设备PET/CT、PET/MR。
- DR、CT、MRI、PET、超声等各类影像设备原理各异，基于X射线、静磁场、射频核磁、放射性同位素、超声等不同原理，应用于不同的人体部位的病灶诊断，都有其各自的优势（如检测快、成本低、分辨率高、图像重建、灵敏度高或安全性高）及劣势，互为补充。

图：医学影像技术发展历程



表：医学影像设备分类

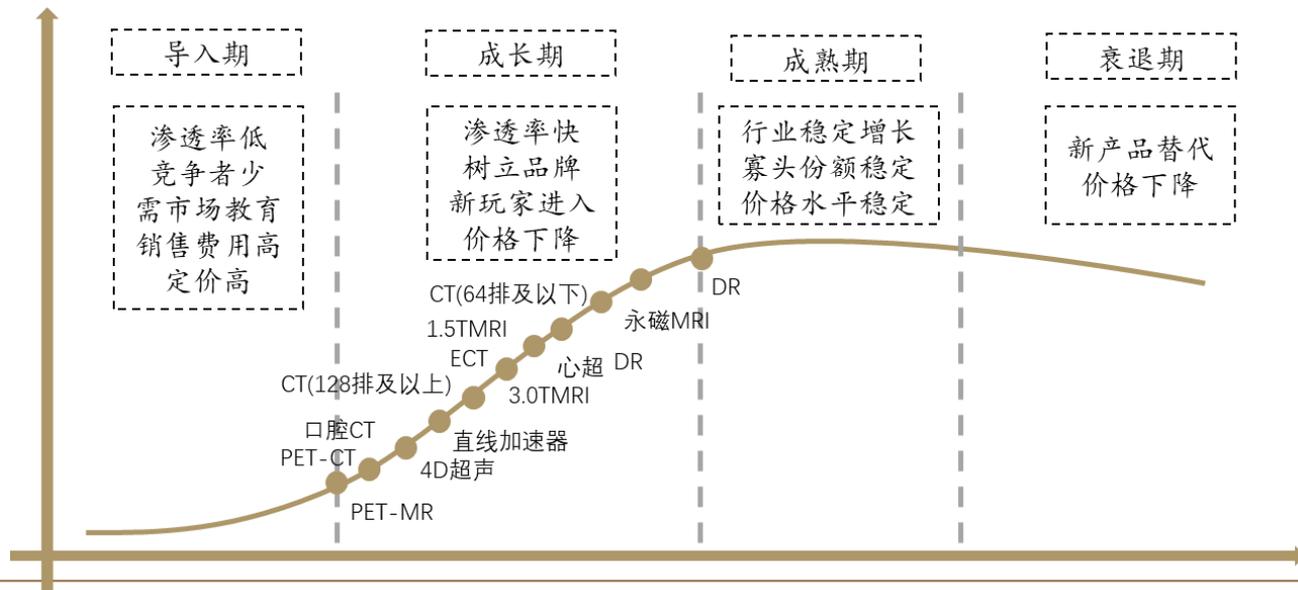
类型	原理	应用部位	优点	缺点	安全性
数字X线摄影 (DR)	根据人体不同组织对X光吸收程度存在差异的原理进行成像	基础检测，常用于骨科、呼吸科及消化科诊断	快速、空间分辨率高、价格低	影像互相重叠和隐藏	有少量辐射
计算机断层扫描 (CT)	根据人体对X光吸收程度存在差异的原理进行成像	对于骨科、早期脑出血、钙化性病灶、肺、肝等诊断优于MRI	成像速度快、图像清晰、密度分辨率高，无影响重叠等问题	空间分辨率低，存在伪影，只反应解剖特征	有辐射
磁共振成像 (MRI)	利用静磁场和射频磁场使人体组织成像	软组织结构显示清晰，对中枢神经、膀胱、直肠、子宫、阴道、关节、肌肉、颈椎病、腰椎间盘突出等优于CT	高度的软组织分辨能力，无需对比剂即可显示血管结构	扫描时间长、患者易感不适、易产生运动伪影、空间分辨率低于CT、价格较高	无辐射
核医学 (PET)	注射放射性同位素并利用其释放的光子信号成像	用于诊断癌症等疾病，PET/CT在肿瘤方面的应用占其临床应用的90%以上	灵敏度高、特异性高，可用于早期诊断	图像清晰度较低、价格高昂	有辐射
超声成像	利用超声声束扫描人体，对反射信号进行接收、处理，进而获得体内器官图像的原理成像	肠胃道、子宫、骨科、专科心脏彩超，多普勒技术探测血管	较高的软组织分辨力、高度安全性、实时成像、使用简单、费用较低	超声诊断准确性受操作者经验、检查技巧、认真程度影响大	无辐射

# 技术为核心驱动力，国内千亿影像市场进入快速成长期

## 国内影像技术大多数进入快速成长期，前沿技术加速突破

技术结构看，国产医学影像逐步攻克核心技术和前沿技术，细分品类处于不同的发展周期。1) 发展较早的DR、超声、永磁MRI、64排及以下CT依托国内相对成熟的平板探测器、永磁、中低端超声探头等技术逐步发展到成熟期。2) 新技术、大多数影像设备的中高端品类处于成长期，其中PET技术尚处于成长早期，总体国产渗透率加快，国产企业品牌力凸显，发展速度快，成长潜力大，国内低成本供应链优势也进一步推动成本和价格的下降，反过来进一步推动医学设备配置率的提升。

图：医学影像技术成熟度分布



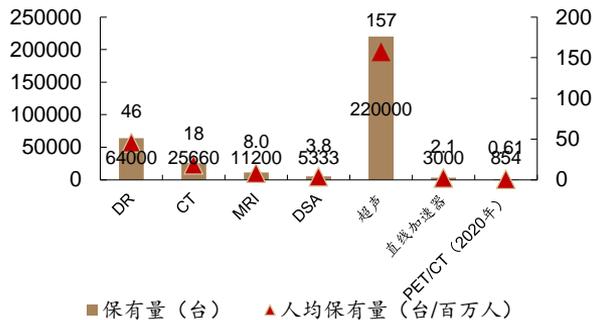
# 技术为核心驱动力，国内千亿影像市场进入快速成长期

## ■ 保有率提升是行业增长的最长β逻辑

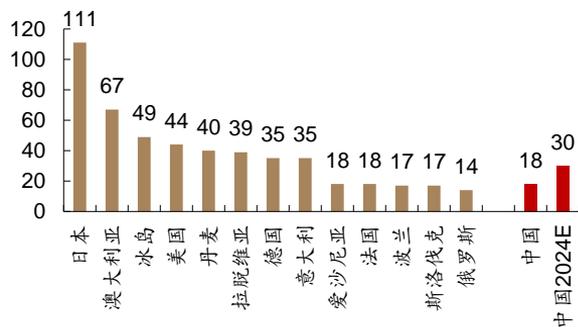
□ 大影像设备单价高，对财政资金及医院运营来说都是较大的开支，且对安装检查场地要求高，我国的大设备保有量相比发达国家依然还存在显著的差距，发展较早的CT每百万人保有量仅有美国的1/3左右，MR仅有美国的1/5；技术发展相对较晚的PET/CT，国内的人均保有量与美国等国家差距接近10倍。

□ 随着国内医疗基建、老龄化加深及人均医疗消费的快速增长，叠加分级诊疗等医改政策的大力推动，未满足的临床诊断需求将持续推动国内医学影像设备的增长潜力，保有率提升是行业增长的最长β逻辑。

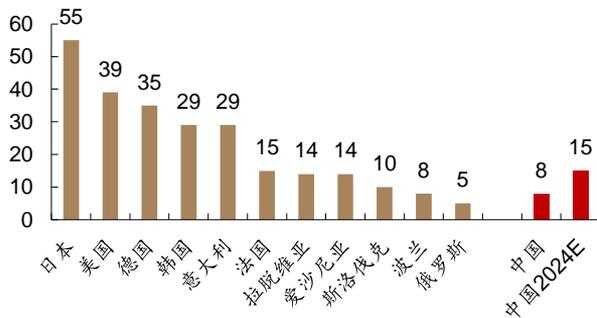
图：国内各影像设备人均保有量（2019年）



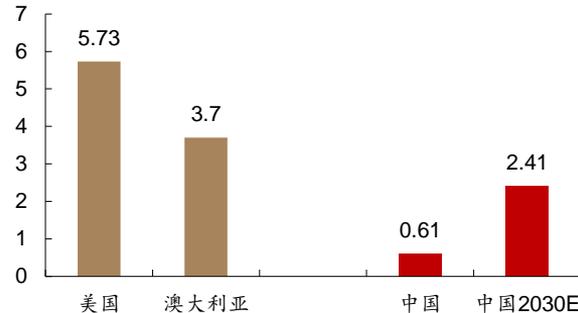
图：主要国家人均CT保有量（2019年）



图：主要国家人均MRI保有量（2019年）



图：主要国家人均PET/CT保有量（2020年）



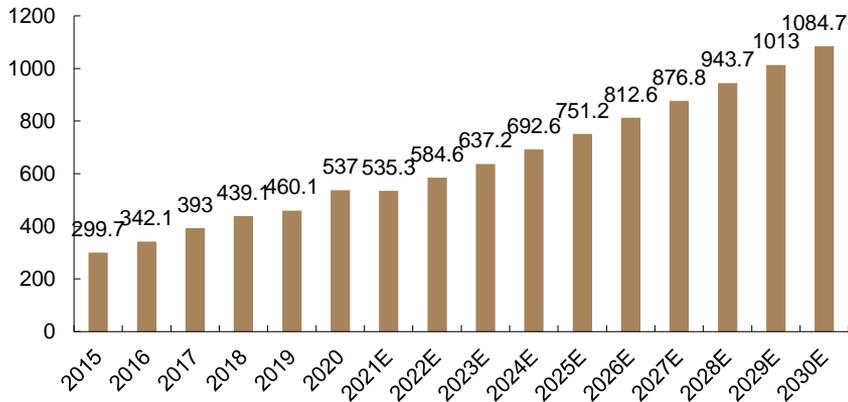
注：人均保有量单位：台/百万人，以14亿人口为基数计算

# 技术为核心驱动力，国内千亿影像市场进入快速成长期

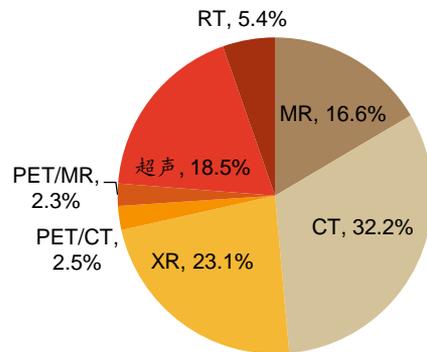
## □ 高个位数增速，中国医学影像设备市场规模2030年预计超千亿

- 市场需求及政策红利的双轮驱动下，中国医学影像设备市场将持续增长。2020年市场规模已达到537亿元，据灼识咨询预计，2030年市场规模将接近1100亿元，年均复合增长率预计将达到7.3%。
- 从产品构成看，CT、XR、超声、MR构成医学影像放疗设备的主力，2020年占比合计超90%。

图：中国医学影像设备市场规模（亿元，出厂口径）



图：2020年中国医学影像放疗设备构成



# 技术为核心驱动力，国内千亿影像市场进入快速成长期

## ■ 医学影像市场高个位数增长，细分品类增长驱动因素各异

□ 大类口径看，技术差异导致细分设备增长节奏分化，结构升级+更新换代+人均保有率提升为未来主要驱动因素。各细分设备发展阶段差异显著，我们复盘后续细分设备驱动因素，CT、MR、XR、超声占比超90%，技术发展及应用较早，在人均保有率提升基础上，更新换代+结构向高端升级为主要驱动力，此类设备预计20-30年CAGR在10%左右；分子影像PET/CT、PET/MR技术融合，应用后发，PET/CT增量市场+较美国同期约10倍人均保有率差距，或将贡献未来10年增长动能，预计20-30年CAGR高达15%。PET/MR超高端设备，全球20-30年CAGR预计高达17%。

表：医学影像整体市场及细分品类市场规模及增速

(出厂端口径, 亿元)	2020年市场规模	占比	2015-2020CAGR	2030年市场规模	2020-2030年CAGR	驱动因素
中国医学影像设备	537	100%	12.4%	1084.7	7.3%	人均保有率提升，更新换代，结构升级
CT	172.7	32.20%	21.8%	290.5	5.3%	疫情加速CT配置后，后续向中高端升级
MR	89.2	16.60%	8.0%	244.2	10.6%	对比CT，MR人均保有率将进一步提升，同时向3.0T结构升级
XR	123.8	23.10%	7.4%	206	5.2%	传统DR（含移动DR）渗透率高，国产化率高，下沉增量市场+更新换代升级+高端化；DSA、中C、小C、乳腺机等非通用DR较DR渗透率低较快增长
其中：DSA	39.5	7.78%	12.7%	106.8	10.4%	国内DSA渗透率低，国产化率不足10%
PET/CT	13.2	2.50%	17.9%	53.4	15.0%	人均保有率0.61台/百万人VS美国5.73，保有率提升空间大，2018年降为乙类设备，配置证审批权下放省级，装机加速
PET/MR	-	-	-	-	-	超高端设备，全球起步晚，新技术应用推广加速，全球2020年仅装机200台左右，全球20-30年CAGR预计高达17%
超声	99.2	18.50%	7.3%	216.2	8.1%	整体存量市场，多科室渗透+低端向高端升级，国产高端超声结构性加速
RT	29	5.47%	0.6%	63.3	8.1%	渗透率提升

# 目录

## CONTENTS

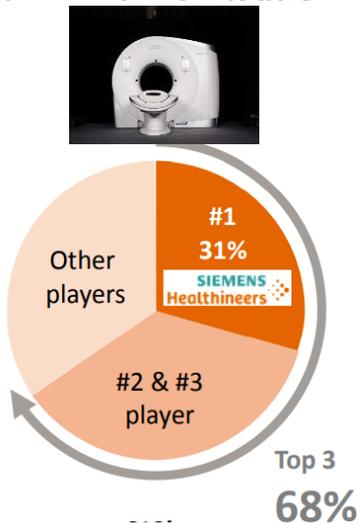
- 一、技术为核心驱动力，国内千亿影像市场进入快速成长期
- 二、核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破**
- 三、国产加速破局，中高端蓝海创新追赶
- 四、投资建议：首选平台化+创新力+盈利能力标的

# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

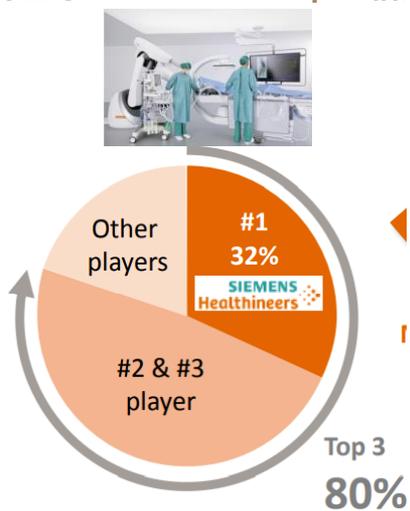
## ■ 全球医学影像集中度超高，GPS三家多年垄断全球市场

□ 根据西门子2018年公布数据，GPS医疗（GE、Philips、Siemens）三家份额全球占比68%以上，在高端的Advanced Therapies（包含介入影像及定制化软件方案）CR3更是高达80%，横观对比医疗器械各领域，医学影像属于为数不多的高垄断高集中度细分子行业，其中西门子影像设备全球单家超过30%。对比全球及国产龙头医学影像收入规模，GPS医疗21年在全球影像市场依然霸主前三，其收入体量远超国内龙头联影医疗，国内龙头收入不足GE、西门子医疗的1/10。

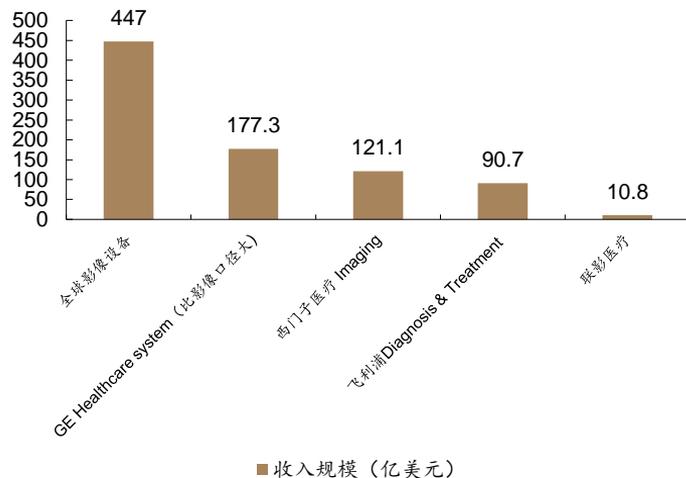
图：2018年全球影像格局



图：2018年全球Advanced Therapies格局



图：2021年GPS影像设备收入体量远超国产龙头



# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ 高技术壁垒构筑护城河，关键部件外资垄断

- 医学影像技术壁垒极高，供应链复杂，软硬件集成、整机各部件整合和组装需要较高的工艺水平、经验积累、医工合作等。核心元器件的技术水平直接决定出厂整机的技术水平，整机产品能否做到全部部件自研自产是构筑核心竞争力的关键。
- 全球关键核心部件大多集中在GPS及少数第三方厂商手中，目前仅少数国产整机厂商及第三方上游部件商实现自研自产，高端产品核心零部件绝大部分依赖进口。其中GPS三家基本实现大多数影像设备上游核心部件的自研自产，上游的垄断进一步造就全球影像设备高度集中的格局。

表：医学影像设备关键部件厂商分布

产品系列	核心零部件	进口（整机厂商/第三方，部分厂商代表）	国产（整机厂商/第三方，部分厂商代表）
MR	超导磁体	GE、西门子、飞利浦/德国Bruker、Telsa、JASTEC	联影医疗、东软医疗/成都奥泰、宁波建信、宁波鑫高益、新力超导、辰光医疗
	梯度功率放大器	GE、西门子、飞利浦/Analogic	联影医疗
	射频功率放大器	GE、西门子、飞利浦/Analogic	联影医疗
	谱仪	GE、西门子、飞利浦/Bruker	联影医疗、东软医疗
CT	球管	GE、西门子、飞利浦/万睿视、当立（飞利浦）	联影医疗/瑞能医疗、昆山医源、麦默真空、电科睿视等
	高压发生器	GE、西门子、飞利浦/spellman、当立（飞利浦）、万睿视	联影医疗/苏州博思得、埃斯凯
	探测器	GE、西门子、飞利浦、东芝/日立、当立（飞利浦）、DT	联影医疗、明峰医疗/纳米维景
XR	X射线管	GE、西门子、飞利浦、佳能/万睿视、当立（飞利浦）	
	高压发生器	GE、西门子、飞利浦/spellman、EMD	联影医疗/苏州博思得、珠海睿影
	平板探测器	GE、西门子、飞利浦、佳能/万睿视、Trixiell、DT、滨松、Vieworks、Teledyne DALSA、Rayence、Analogic	奕瑞科技、康众医疗
MI	探测器	GE、西门子、飞利浦	联影医疗、明峰医疗
	SiPM（硅光电倍增管）	飞利浦/onsemi、MePhi、DUBNA、CPTA、MPI、Zecotek、滨松、SensL、NDL	宁波芯辉科技、京邦科技
	LYSO晶体	CTI（西门子控股）、CPI、Saint-Gobain	上海新漫晶体（联影医疗）
超声	探头（超声换能器）	GE、西门子、飞利浦、富士索诺声、日立	迈瑞、开立，暂无超高端

# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ 高技术壁垒构成护城河，关键部件外资垄断

□ 产业链对比看，国产替代中游先行，上游核心部件国产厂商技术替代滞后。国产整机厂商涌现出联影医疗、东软医疗、万东医疗等一批代表性企业，在发展较早的超声、CT等细分品类国产化率已相对较高，但在核心部件仅少数厂商突破，且多数处于低端替代。



图：医疗设备上下游产业链品牌代表



# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

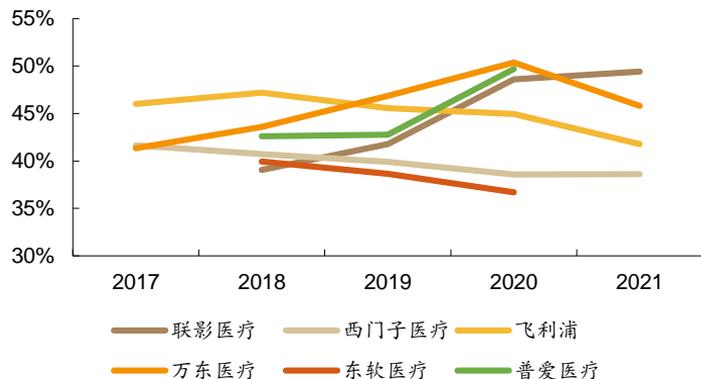
## ■ 核心部件成本占比高，核心零部件创新自主是医学影像弯道超车关键路径

- 目前国产厂商核心部件自主供应缺乏，上游格局垄断，高采购成本压缩国内影像企业空间，各类零部件基本依靠外购，整机生产过程更多为组装集成，是否拥有核心零部件的自主生产能力以及相对于上游供应商的议价能力成为区分医学影像设备制造企业竞争力强弱的关键。
- 国产企业打破GPS垄断及提高盈利的关键一环就是核心部件的突破甚至创新。以相对壁垒低的DR设备为例，X线球管、平板探测器、高压发生器是其核心三大器件，根据火石创造数据，三大部件约占生产成本的40%至60%。以高端技术PET/CT设备为例，据器械汇，其中LYSO晶体关键材料成本占PET/CT成本的40-50%，LYSO晶体材料成本自主掌握则是整机厂商获取成本竞争优势的关键因素。。
- 随着国内厂商规模提高，新技术规模效应逐步提升，国产厂商正加速推进核心部件自研。国产影像龙头联影医疗依靠全产业链的核心部件自研+部分自产，实现差异化竞争力以及盈利能力的显著提升，其毛利率边际显著提升，加速超越其他国产竞争对手。

图：医学影像设备产业链



图：影像设备厂商毛利率对比



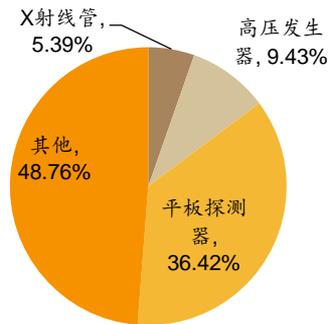
# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ DR关键部件：X线探测器+高压发生器+球管

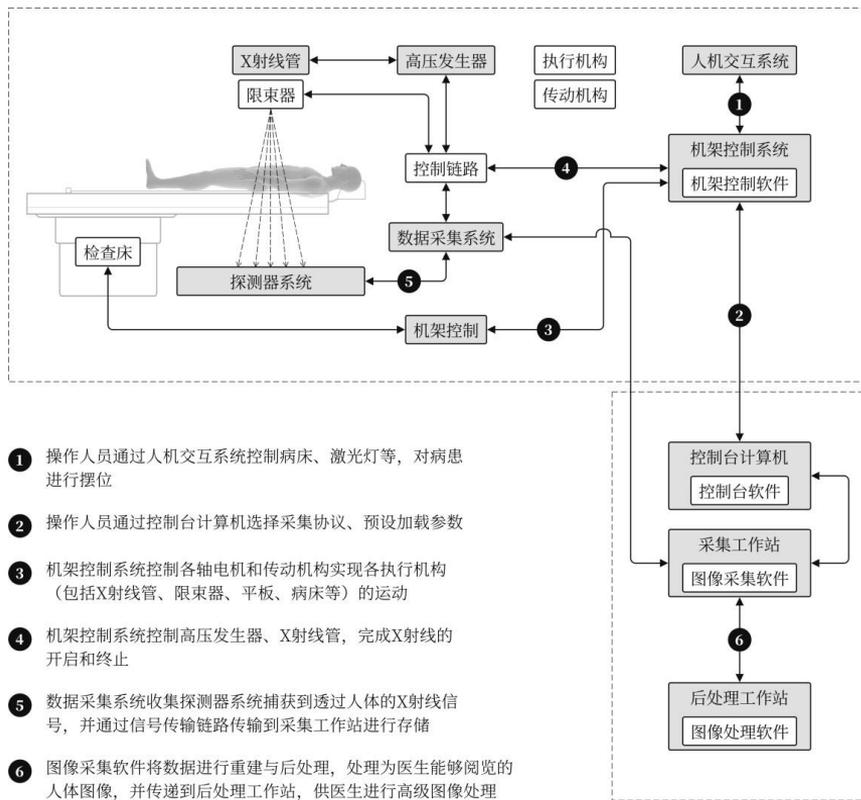
□ **DR成像原理**：通过球管发出 X 射线，X 射线穿透人体组织后被探测器接收并生成人体影像，根据临床应用的不同具有不同的成像模式，包括二维静态成像、二维动态成像、三维断层成像等。

□ X射线机基本由数字化X线探测器、高压发生器、球管、机械臂、线缆等组成。三大核心部件平板探测器+高压发生器+X射线管成本占到整机成本的51%。

图：联影医疗X射线机核心部件成本占比分布（2019年）



图：DR工作原理图

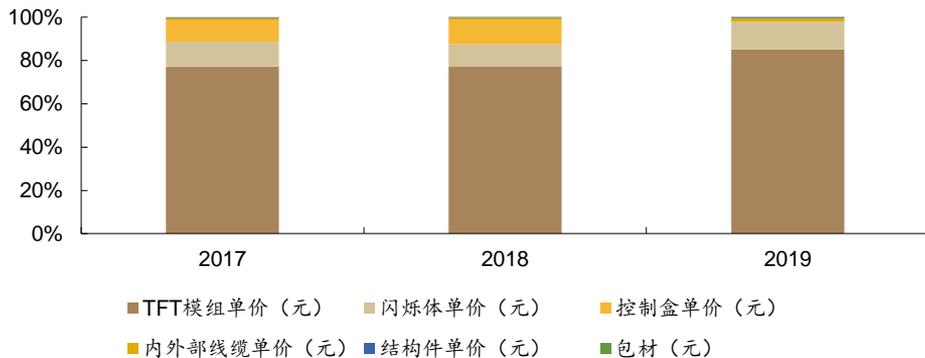


# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

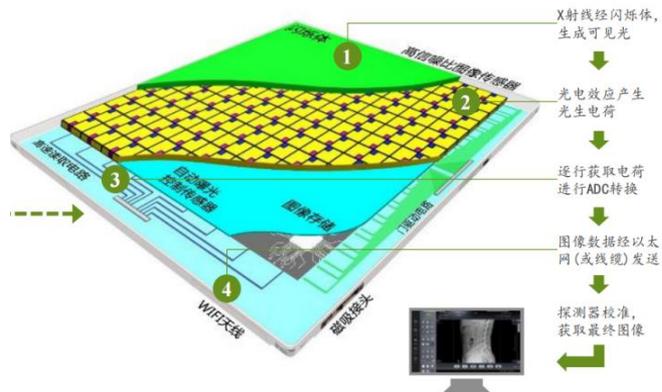
## ■ 关键部件技术壁垒：DR平板探测器

- **平板探测器**：X射线探测器在设计、生产以及布局方面略有差异，但总体大同小异，以非晶硅探测器为例，**非晶硅探测器主要由闪烁体、光学传感器（TFT SENSOR，一般由光电转化层和 TFT 阵列开关等寻址电路组成）和电荷读出电路等构成**，当有 X 线入射时，位于探测器表面的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，传递给计算机进行图像处理从而形成 X 线数字影像。
- TFT 模组及闪烁体的设计、量产及集成为探测器核心关键壁垒，以奕瑞科技非晶硅探测器为例，其 TFT 模组（TFT 模组包括了 TFT 传感器、PCBA，PCBA 包括了驱动 IC、读出 IC 及外部接口电路等电子元器件）及闪烁体构成探测器最主要的原材料，分别占成本比重 77~85%、11~13%。

图：奕瑞科技探测器主要原材料拆分



图：非晶硅平板探测器剖面图



# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

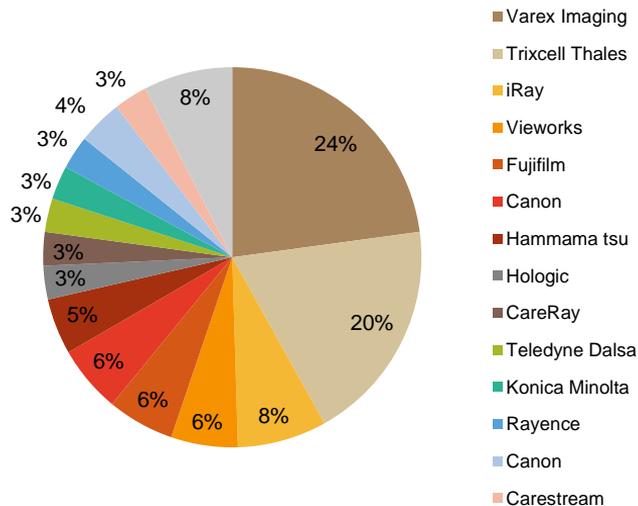
## ■ 关键部件技术壁垒：DR平板探测器

□ **闪烁体**：闪烁体为耦合或直接蒸分碘化铯和硫化钨，相比于硫化钨涂层，碘化铯针状晶体结构将X线转换成可镀到TFT传感器表面的一层材料，见光的综合转换效率更高。生产工艺门槛较高，且量产良率控制难度较大。**大部分厂商闪烁体外购，国产奕瑞科技成功打破日本滨松在碘化铯闪烁屏领域的绝对垄断地位**，基于闪烁体的自主一体化镀膜、封装工艺，有效降低了单位数字化平板探测器的成本。

□ **光学传感器技术**：TFT SENSOR 为采用非晶硅、IGZO 及柔性基板技术路线的数字化 X线探测器的核心部件，当前主要通过 TFT-LCD 的显示面板产线进行生产。但 TFT SENSOR在设计、量产及要求远高于 TFT-LCD。当前非晶硅为主流传感器技术，销售额占比高达76%，未来随着CMOS、IGZO、柔性基板的技术难点及痛点逐步解决，新技术探测器将加速放量。

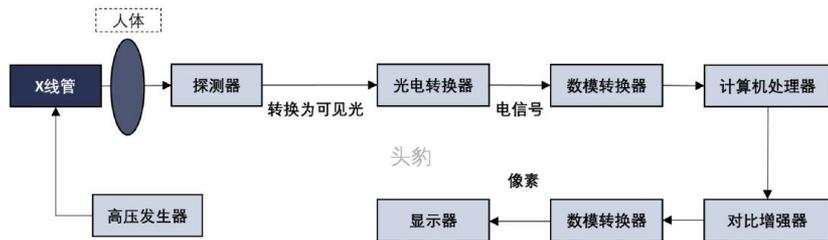
□ **探测器全球集中度高，国产厂商后来居上**。全球来看，由于数字化X线探测器的技术壁垒较高，全球市场能规模化生产数字化X线探测器的厂家不足20家，行业集中度相对较高，CR3达到52%。万睿视、Trixiell、Vieworks 等跨国公司进入数字化 X 线探测器市场较早，技术、工艺与客户的先发优势显著，占据较多市场份额。国内以奕瑞科技、康众医疗为代表的国产厂商攻坚克难，逐渐突破外资垄断。奕瑞科技凭借非晶硅、CMOS、IGZO等核心技术的自主研发与攻关，占据全球8%的市场，排名第三位。

图：2018平板探测器全球竞争格局

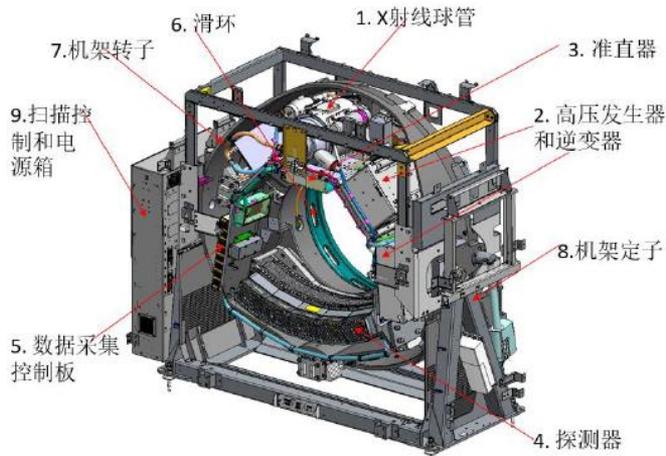


# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

图：CT工作原理图



图：CT主要组成部件



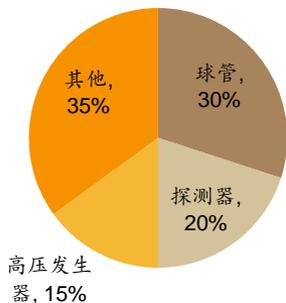
## ■ CT关键部件：球管+CT探测器+高压发生器

□ **CT成像原理**：通过球管发出X射线，X射线穿透人体组织后被探测器接收并转换为数字信号，经计算机变换处理后形成检查部位的断面或立体图像，从而发现人体组织或器官病变。

□ CT主要由球管、高压、探测器、滑环、机架等硬件与数据采集系统、图像处理软件、机架控制系统、人机交互系统、控制台软件系统等软件集合而成，各软硬件之间通过系统集成相互连接，由计算机系统控制协调，完成X射线产生、X射线信号采集与存储、数据处理、图像重建、显示和存储等功能。

□ CT三大核心部件球管+CT探测器+高压发生器成本占比为65%。

图：CT核心部件成本占比分布



# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

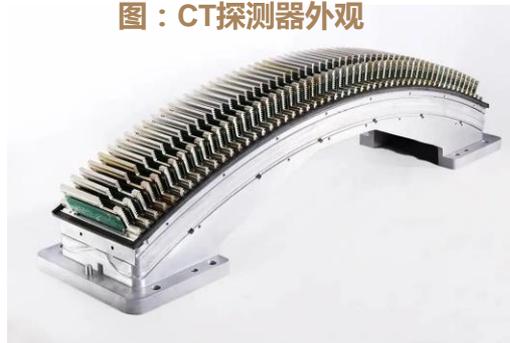
## ■ 关键部件技术壁垒：CT探测器

- 探测器原理：**探测器是CT成像最核心的部件，将已经通过人体衰减后的X线转换为光电信号，基本部件包括：准直器(ASG)、闪烁体、光电二极管和ASIC。目前，准直器基本可通过通过3D打印完成，大部分CT厂家也已掌握；闪烁体、光电二极管及ASIC是真正的核心部件。
- 闪烁体：**一种特殊材料，吸收高能光子后发出可见光，是探测器的核心，更是CT的核心机密。最重要的是光输出、衰减时间和余晖效应，高光输出意味着更低的辐射剂量；快衰减时间和低余晖效应决定了更高的成像精度，对于能谱成像尤其重要。80年代后期，闪烁陶瓷(稀土陶瓷)多晶体材料以制备工艺简单、尺寸灵活、生产成本低，及高光输出量、高稳定性、低辐射损伤等优点，成为闪烁体第一选择。从稀土陶瓷配方的角度来讲，目前主要包括4种探测器材料，GE的HiLight和Gemstone，GOS，Superlight（明峰医疗）。
- 目前我国商用的闪烁体主要是GOS材料（硫氧化钆），同时探测器材料不断出新，如GE陶瓷闪烁体、宝石闪烁体等，**我国几乎所有的CT探测器几乎都是GOS，高端GOS闪烁陶瓷几乎全部进口，主要壁垒在于GOS闪烁陶瓷的核心制备技术，进口主要来自日本京瓷、日立、东芝等厂家。**

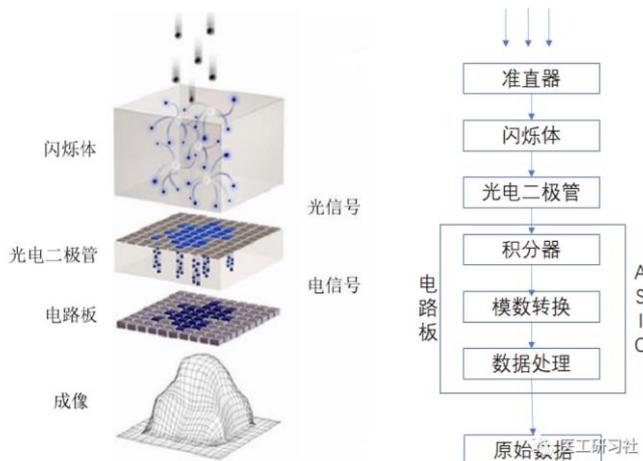
表：4种闪烁体及性能

	Gemstone	Superlight	GOS	HiLight
衰减速度（时间）	0.03μs	0.03μs	3.2μs	960μs
余晖（40ms）	0.001%	0.001%	0.004%	0.010%
发光效率（ph/Mev）	40000	70000	35000	44000
密度	6.1	6.6	7.3	5.8
辐照损伤	<0.03%	<0.04%	<0.65%	<0.08%

图：CT探测器外观



图：CT探测器信号转换过程



# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

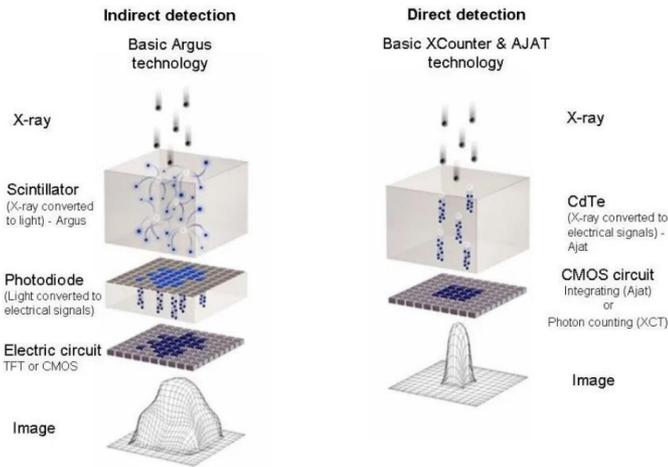
## ■ 关键部件技术壁垒：CT探测器

□ **光电二极管**：CT上主要使用硅光电二极管(SPD)，对不同波长的光敏感度不同，SPD的敏感区和闪烁体的发射光谱要尽可能匹配，才能获得最好的灵敏度和转换效率。日本滨松光子光电二极管具有超宽光谱范围(340-1100 nm)，从近红外紫外到高能区域的光谱皆可覆盖。目前，**绝大部分CT使用的光电二极管来自日本滨松光子(HPK)和芬兰Detection Technology(DT)等厂家。**

□ **ASIC**：在CT中，ASIC其实就是模数转换器(ADC)，负责将模拟电信号转换为数字信号。其性能决定了探测器的性能，进一步决定了X线剂量和图像质量。优秀的ASIC具有多通道、高速、高分辨率、低噪声的等特点。ASIC核心技术，目前GE、西门子、飞利浦、佳能等国际厂家的ASIC均是自己的，且基本不外卖；**几乎所有国产CT厂商的ASIC来自艾迈斯(AMS)、亚德诺(ADI)、DT、德州仪器(TI)等半导体巨头。**

□ **光子技术探测器**：能量积分探测器（图左）与光子计数探测器（图右）的区别：常规能量积分探测器，入射的X射线光子被转换为多个可见光子，最终由光传感器检测到，产生宽信号。光子计数探测器将入射X射线光子直接转换为可测量的电荷云，到达探测器的光子可以通过光子计数探测器同时区分。**FDA评价光子技术CT是近十年来CT影像领域最重大的技术进展，是CT技术革命。随着探测器信号转换这一步被移除，光子计数CT也达到了更高的剂量效率，X光的转化效率由以前的大约60%到70%，到现在可以达到90%多。**

图：能量积分探测器（左）与光子计数探测器（右）的区别



# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ 关键部件技术壁垒：CT探测器

□ **光子计数探测器壁垒**：以碲化镉（CdTe）为例，相比于其他类型的化学材料（如硅Si、锌Zn等），碲化镉的杂质更少，纯度更高，X线光子的转换效率也最高。自然界中，碲化镉需要三百万年才能生成，在西门子医疗的探测器实验室中只需要三个月内就可以生长出纯净的晶体。

□ 目前光子计数CT按三种路线齐头并进：

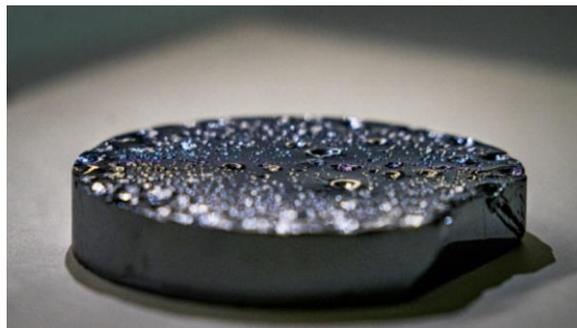
1) **碲化镉路线**：西门子是全球最大的碲化镉上游企业Acrorad的大股东，二者通过合作，西门子成为了第一个商用的光子计数CT的企业，另外万睿视每年也卖出上千块的光子计数探测器。

2) **碲锌镉路线**：21年佳能收购了全能型的碲锌镉探测器企业redlen，成为了目前光子计数CT领域综合实力最强的企业，目前其光子计数CT在日本进入临床实验。

3) **硅路线**：GE通过收购瑞典Prismatic公司改走深硅路线，目前进入临床实验。

□ 目前我国碲锌镉和硅都有自己的布局，比如迪泰克和帧观德芯，但是缺少碲化镉这一非常重要的路线。同时国产厂商也在加紧布局，东软、联影也分别在光子计数CT方面有着自己的计划，联影招股书披露其光子技术能谱CT处于样机打磨及型式检测阶段，预计2024年进入产品注册阶段。

图：碲化镉材料



# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

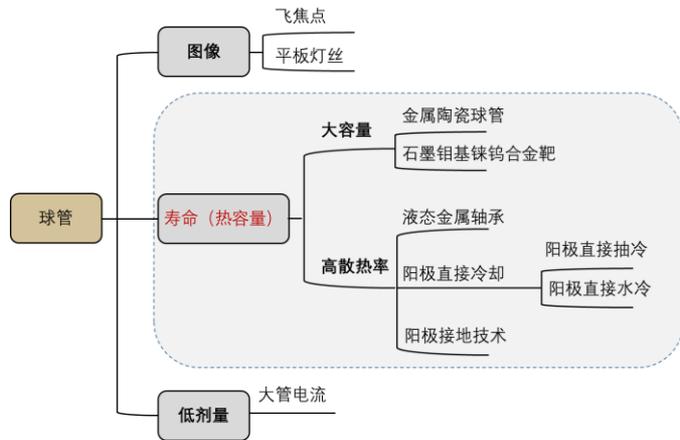
## ■ 关键部件技术壁垒：CT球管

□ **球管**：X线设备中的顶级工艺，不同厂家的CT球管差别巨大。球管是医学影像的“耗材”，从经济学的角度，球管非常昂贵，自主化方可实现成本最低化。热容量是最重要参数，一般来说，热容量越大，其能承载热量的能力就可以越多，使用寿命越长，高端设备使用的CT球管热容量大大高于低端球管。此外，散热率同样非常重要，高端球管改变散热方式，提高阳极最大冷却率，由此涉及的工艺差异性主要体现在三个方面：1) 金属陶瓷管；2) 液态金属轴承；3) 阳极直接冷却技术。

□ **1) 金属陶瓷管**：为防止灯丝在高温下的氧化升华，管芯要求抽真空，金属管不仅有更长的寿命，还可将灯丝加热到较高温度，以提高球管的负荷。海外厂商几乎都以金属管芯代替玻璃管芯，国内的昆山医源、思柯拉特等企业也实现了金属陶瓷替代玻璃壁。

□ **2) 液态金属轴承**：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。液态金属一般是镓、铟或锡的合金，液态金属轴承技术的零磨损、零震动、高散热率优势，大大提高球管的平均寿命。飞利浦率先使用液态金属轴承技术（1989年），飞利浦专利过期后GE、万睿视、佳能(东芝)等陆续跟进该技术，**国产厂家联影和CT球管生产商珠海瑞能目前也已申请了相关专利推出相应产品。**

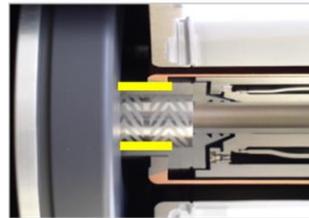
图：高端球管创新技术



图：机械轴承与液态金属轴承对比



金属滚珠在高速旋转下磨损严重



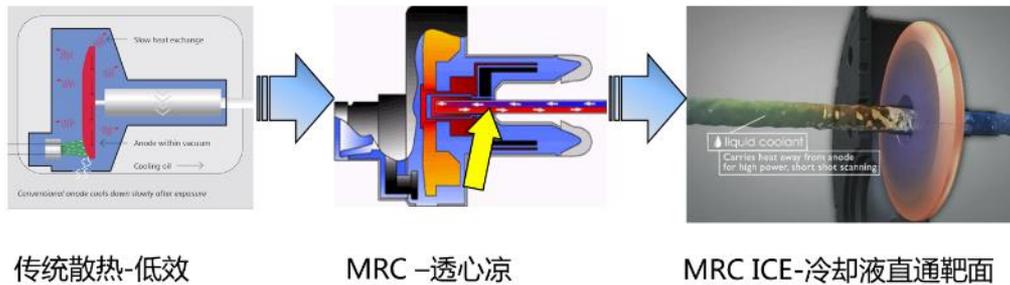
液态无转子轴承，几乎无磨损

# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ 关键部件技术壁垒：CT球管

□ 3) **阳极直接冷却**：传统X线管的阳极和轴承被封装在真空中，通过热辐射散热，辅以和阳极连接的固定轴进行热传导。当前以西门子的“0兆球管”阳极直接油冷以及飞利浦的“单极高压+双轴承”直接水冷两大技术领先，创新设计及工艺实现构筑高门槛，**除PS外，国产联影在其高端CT上也使用了阳极直冷技术。**

图：飞利浦MRC冰球管



表：各厂家高端CT配置的球管对比

	GE	飞利浦	西门子	佳能	联影
型号	Revolution	IQon	Force	Aquilion ONE	uCT960+
球管热容量	6.8 MHU	30 MHU	50 MHU	7.5 MHU	30 MHU
最大输出管电压	140 KV	140 KV	150 KV	135 KV	140 KV
球管冷却方式	风冷	阳极直接水冷 液态金属轴承	阳极直接油冷 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

# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

表：国产球管生产厂家

## ■ 关键部件技术壁垒：CT球管

□ 球管的制造之难归纳为三个方面：复杂技术、高工艺要求、定制化设备，球管在使用中处于真空、高温、高速旋转状态，要在诸多复杂状态下保证其稳定性与精准性非常难，整个工艺较为复杂。**主要由整机厂商GE、西门子、飞利浦以及第三方厂商万睿视、当立（飞利浦）所掌握。**

□ 国内厂商逐步打破球管瓶颈，CT球管市场的国产化正重塑国内CT整机市场与国内CT替换市场，其中替换市场的市场变化尤为明显，**总体整个市场以第三方球管制造商为主，且以低端医用5MHU以下X射线管为主。**珠海瑞能是国内首个具备CT球管生产能力的厂商，其新产品RH406，可替换飞利浦、东软医疗等国内主要厂商的CT球管。整机厂商中联影医疗的UHCT0550球管于2018年获批NMPA，适用于其生产的uCT510、uCT530、uCT550产品。

企业	球管型号	参数	备注
瑞能医疗	RX352（西门子）	2.0MHU、3.0MHU 130K/ss	2017年2月获NMPA批准
	RX165、RX135、RX115等	/	2012年3月获NMPA批准
	RH406（飞利浦、东软医疗）	2.0MHU、2.5MHU、 4.0MHU、5.0MHU、 6.5MHU； 140K/ss- 200K/ss	2019年12月获NMPA批准
	RH526（安科、联影、明峰、赛诺威盛）	5.0MHUS；200K/ss	2020年7月获NMPA批准
昆山医源	GLA 2153-GX	5.3MHU	2019年1月获NMPA批准
麦默真空	RS350	/	2019年9月获NMPA批准
	RS500	/	2019年9月获NMPA批准
	RXT140管芯、RXT190 管芯 静态CT用X线管(纳米维景)	/	/
电科睿视	CRV3521S	8MHU	2020年3月获NMPA批准
联影医疗	UHCT0550	/	2018年10月获NMPA批准
思柯拉特	TrueRay 350	3.5MHU；250K/ss	2021年3月
	TrueRay 500	5.0MHU；300K/ss	2021年3月
吴志影像	碳纳米管冷阴极CT球管	新一代碳纳米管电子技术；场发射电流密度打 80A/cm2,实现x射线的快 速开启与关闭	/
科纳森	KS720、KS2150 等	/	2020年9月获NMPA批准

# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ 关键部件技术壁垒：CT高压发生器

- **高压发生器**：在CT主控电脑程序控制下，产生稳定的具有足够功率的高频逆变后的直流高压供给CT球管，同时提供旋转阳极驱动电路电压；灯丝电流控制电路供给球管灯丝产生稳定的管电流。
- 输出功率、响应速度、稳定性以及控制精度决定了高压发生器的品质。最重要的功能是提供精确稳定的kV和mA。GE、西门子、spellman、当立、万睿视等均有高性能CT高压发生器，其产品具有功率大(高达100kW)、高压线性稳定度高(0.5%)、灯丝电流稳定度高(2%)等优点。从KV、mA对比，当前最高端的高压发生器更多掌握在整机厂商（GE、西门子）。
- **国内高端技术水平和产品性能与国际巨头仍有较大差距**：产品种类少、输出功率不够大、输出纹波较大、输出精确度低、可持续输出时间短等。虽然已有部分厂家和独立制造商实现50kW及以下CT高压发生器的国产化工作，但100kW单极高压发生器在国内尚属空白。鉴于64排及以上CT通常采用80kW及以上发生器，因此我国亟需研制更大功率高压发生器，才能更好提升国产中高端CT的市场竞争力。苏州博思得提供X光影像系统核心部件整体解决方案，在CT高压发生器领域，已推出42kW及50kW两种，联影医疗已成功研制出50kW高压发生器，并应用在其40排CT（uCT530+）。

表：三家高压发生器对比

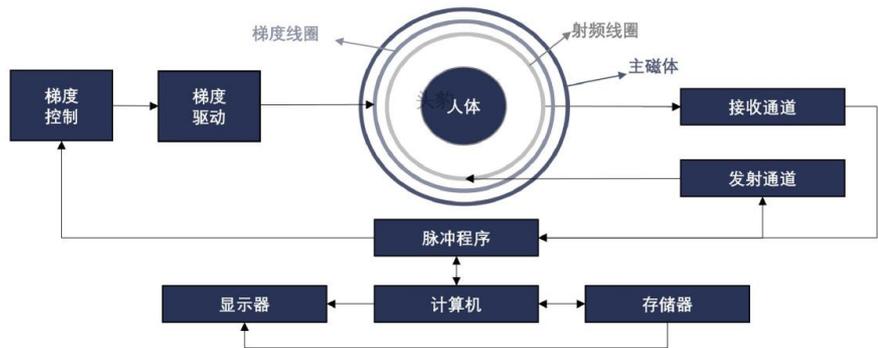
	GE	西门子	Spellman
功率	108kW	120kW	110kw
输出kV	70-140kV	70-150kV	60-140kV
输出mA	10-1300mA	20-1300mA	6-900mA
使用设备	APEX	Force	其他高端CT

# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

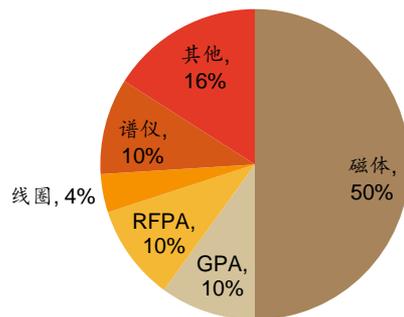
## ■ MR关键部件：磁体+GPA+RFPA+谱仪+线圈

- 核磁共振：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。
- 由主计算机、谱仪、功率放大器、主磁体、梯度线圈和射频线圈等部分组成。MR核心部件磁体+GPA+RFPA+谱仪+线圈成本总计占比高达84%。

图：MR核磁共振成像原理



图：MR核心部件成本占比分布



# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ 关键部件技术壁垒：超导磁体

- 核磁共振的技术壁垒主要体现在磁场技术、射频技术、射频技术、匀场技术、梯度技术以及成像技术五方面。其中**超导磁体是超导磁共振的绝对核心**，主磁场强度、磁场均匀度、磁场的稳定性和边缘场的空间范围等核心指标对影像质量有重要影响，超导线将在不消耗能量的情况下提供强大稳定均匀的磁场，励磁的难度在于高精度大功率的励磁电源以及匀场技术和绕线工艺。在磁共振应用中，对于磁场均匀度的要求是优于1ppm，这意味着，如果把3T磁场强度比作珠穆朗玛峰的高度，那么1ppm磁场均匀度的偏差就不能超过1厘米。据《MRI技术——磁体与系统》，1.5T磁共振超导磁体成本占比在30%~40%，3.0T磁共振超导磁体的成本占比在50%~60%。
- **超导磁体**：超导磁体主要由超导螺线管线圈（简称超导线圈）、高真空超低温杜瓦容器、以及附属部件构成。超导线圈须浸泡在高真空、全密封、超低温、液氮杜瓦容器中方能工作，其磁体制造工艺比较复杂，定期补充液氮也给用户带来一定的消耗成本。超导磁体因设计特殊、制造工艺复杂，对生产商有很高的技术门槛及资金门槛。

图：MRI系统硬件结构

<b>主计算机</b> 负责接收用户的操作指令和显示图像	<b>谱仪</b> 按成像序列要求生产和处理相应的信号	<b>功率放大器</b> 对信号进行增强
<b>主磁体</b> 提供成像所需的均匀稳定的静磁场	<b>梯度线圈</b> 产生空间编码所需的梯度磁场	<b>射频线圈</b> 产生射频激励磁场并集成成像体产生的磁共振信号

表：MR核心技术

1	<b>磁场技术</b>	中国厂商联影/东软推出3.0TMRI，液氮属于不可再生战略资源
2	<b>匀场技术</b>	匀场线圈可提高主磁场均匀性，对匀场技术灵敏度要求较高
3	<b>梯度技术</b>	超快速序列的运用对于梯度场的场强和切换率具有较高的要求
4	<b>射频技术</b>	发射线圈需要均匀地发射射频脉冲，接受线圈与MRI图像信噪比密切相关
5	<b>成像技术</b>	属于算法技术，利用动态图像序列时空相关性，同时满足高时间和高空间分辨率的要求

# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ 关键部件技术壁垒：超导磁体

- 全球范围内，具有超导磁体生产能力的，包括美国GE、英国牛津磁体(已被西门子完全收购)、美国IGC(已被飞利浦完全收购)、日本三菱等企业，随着超导材料价格和低温制冷费用的下降，GPS均已开发并向市场推出7.0T的超高场MRI设备。
- 国内上海联影、宁波健信等整机厂商或者上游厂商陆续实现 1.5T 及以上超导磁体产业化，突破国内超导磁体技术门槛，并降低研发成本。
- 联影医疗是国内第一家自主研发生产3.0T/5.0T的国产厂家。2017年，国产影像龙头联影成为我国第一家实现了超导磁共振的磁体、谱仪、梯度线圈、梯度放大器、射频线圈、射频放大器等所有核心部件的100%自主研发和生产的的企业。

表：国内具有超导磁体制备能力的企业

公司名称	超导线材	超导磁体	超导设备
西部超导	采用“青铜法”和“内锡法”两种方法生产Nb3Sn线材	拥有制备能力	作为上游原材料供应商。
宁波健信	未布局	拥有制备能力	已布局
潍坊新力	未布局	拥有制备能力	未布局
成都奥泰	未布局	拥有制备能力	目前已实现1.5T、3T超导MRI的商业化生产
苏州安科	未布局	未布局	目前已实现1.5T、3T超导MRI的商业化生产
东软医疗	未布局	已实现3T超导磁体	已布局至3T
上海联影	未布局	第一家实现3T超导磁体的整机厂商	国内第一家自主研发生产3.0T/5.0T的国产厂家
鑫高益	未布局	未布局	已布局

# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

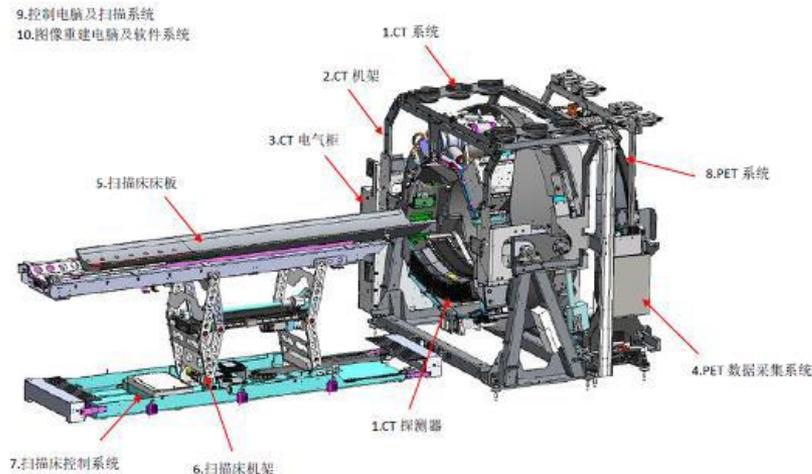
## ■ PET/CT关键部件：PET探测器+CT核心部件

- PET/CT是由PET和CT融合为一体来实现诊断功能，其中，PET能够反映人体细胞对正电子示踪药物的代谢情况，从分子水平观察细胞或组织的早期功能变化，具有灵敏度高、特异性强、定量性好的特点，适合早期发现病灶，而CT能够为临床诊断提供高精度的人体解剖结构信息。
- PET/CT由CT主机和PET主机两部分组成，其中PET主机由探测器系统、前端电子、后端电子和重建系统组成，实现伽马射线的采集和成像。

图：PET/CT成像原理



图：PET/CT系统构成



# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ 关键部件技术壁垒：PET探测器

- 在高端PET/CT领域，有两个至关重要的核心器件——LYSO晶体（硅酸钽铷）与硅光电转换器件（SiPM）及其信号读出芯片，晶体和光电转换器的性能直接决定了探测器性能。
- **闪烁晶体**：占PET/CT整机成本40%-50%，据贤集网公众号，每台PET约需LYSO晶体12000cc，约80万美金，预计全球用于PET的LYSO晶体有10亿人民币的销售额。目前用于PET探测器的晶体主要有NaCl、BGO、LSO、LBS和LYSO，当前主流的LYSO光输出高、余晖时间短（余晖时间小于80ns就可以实现飞行时间技术），并且物化性质稳定、不潮解、对γ射线探测效率高，是用于PET-CT最理想的γ射线探测材料。
- 国际上LYSO晶体的产业主要由美国CTI（西门子控股）、CPI公司和法国Saint-Gobain公司为主导，垄断了全球80%以上的应用市场。当前国产PET/CT在LYSO“卡脖子”的原材料方面也取得了突破性进展，上海新漫（联影医疗全资子公司）生产的LYSO闪烁晶体尺寸和性能均达到国际先进水平，其制造规模目前位居国内第一、全球第三，实现了LYSO晶体的国产化，一台联影uEXPLORER探索者中LYSO晶体用量为常规PET-CT晶体用量的八倍，其整机生产成本中LYSO晶体材料的占比远高于常规PET-CT，达到50%左右，晶体自主化是提升盈利空间的关键因素。

图：PET典型探测器结构



表：PET采用的几种不同晶体材料性能比较

材料	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	有效原子序数 (Z)	光子产额 (%)	余晖时间 (ns)
NaCl (TI)	3.67	51	100	230
BGO	7.13	74	8	300
GSO	6.71	59	16	60
LSO	7.4	66	75	40
LYSO	5.37	54	75	53

# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ 关键部件技术壁垒：PET探测器

- **硅光电倍增管 (SiPM)：**具有高增益（百万级）、响应速度快（皮秒级）、工作电压低（~35V）、计数速率快（10M/s），量子效率高（大于45%）、对磁场不敏感、光谱灵敏度范围宽（400至900nm）且结构紧凑等诸多特点，是一种理想的超级微光探测器，不但明显提高PET探测器空间分辨率，而且能够实现PET的TOF技术。
- 较传统光电部件而言，其尺寸从厘米级缩减至毫米级，突破现有PET技术极限，**尽管SiPM以外资为主，国内还处于研发中，但就全球SiPM的分布，其不大可能像PMT(光电倍增管)那样出现少数寡头企业垄断局面。**

表：三种不同光电转换器结构及性能比较

	光电倍增管 (PMT)	雪崩式二极管 (APD)	固相阵列式光电转换器 (SiPM)
最小单元	100mm	2mm	2mm
磁场兼容性	不	可以	可以
转化效率	25%	50%	50%
增益	106	102	105-6
噪音	低	高	低
时间分辨率	550ps	~2930ps	<400ps
冷却装置	气冷	专用水冷	专用水冷
价格	低	低	高

图：SiPM的全球机构分布



# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ 关键部件技术壁垒：PET探测器

- **TOF技术**：TOF时间分辨率是衡量PET/CT关键性能指标，TOF技术通过测量来自同一信号的两个光子到达探测器的时间差，可以把病灶定位在一个较小的区域内，减少病灶与正常组织信号的相互干扰。TOF时间分辨率越高（数字越小），病灶的识别就越准确，图像信噪比就越高，PET可以在短时间获得高质量的图像。
- ToF性能俨然已成为各PET/CT厂商最新商用机争夺的制高点，PET系统ToF性能的提升也意味着其晶体材料、光电器件、探测器设计、电子学系统、数字电路等整体性能的提升。**目前国产联影微电子推出TOF190皮秒的PET/CT芯片，用于高端医学影像，相较于常规的350-550皮秒时间分辨率，图像信噪比大大提升，助力精准筛查。**

表：各品牌分子影像TOF技术比较

厂商	PET / CT or PET / MR型号	ToF性能	ToF增益 ( vs NoToF )	首次NMPA
联影	uMI Panorama	190ps	7x	未拿证
	uPMR790(PET/MR)	450ps	3x	2018年
Siemens	Biograph Vision 600&450	214ps	6.2x	2020年
	Biograph Vision Quadra	228ps	5.9x	未拿证
	Biograph mMR(PET/MR)	无	无	2015年
赛诺联合	PoleStar Flight	287ps	4.6x	未拿证
Philips	Vereos	325ps	4.1x	2018年
明峰	ScintCare PET/CT 750T	380ps	3.5x	未拿证
GE	Discovery MI&Columbia	385ps	3.5x	2018年
	Discovery Gen2&Max&Max+	385ps	3.5x	2021年
	SIGNA(PET/MR)	400ps	3.3x	2015年
东软	NeuWise&NeuWise pro	440ps	3x	2020年

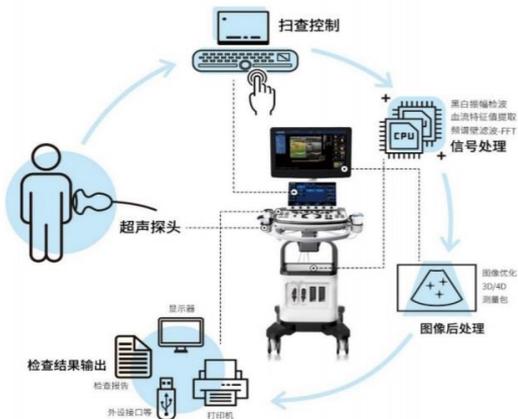
# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

表：高端超声设备衡量标准

## ■ 超声核心部件：超声探头（压电晶体+波束合成芯片）

- **超声**：利用超声波在人体中传播时，不同器官的声阻抗不同而产生不同强度的反射或散射回波，并将这些不同强度的回波转化成不同亮度的灰阶值。全数字彩超则在黑白超声的基础上引入了对血液流动或者组织运动的多普勒效应检测，可以获得血液流动的方向、速度、流量等信息。
- 上游原材料及核心元件较大影响了超声定价及毛利率，高端超声的评价标准（探头工作频率、探头阵元、灵敏度、清晰度等方面）都受到核心部件的影响，高端超声探头的价格和单机配置数量显著高于中低端。

图：超声工作原理



项目	细分	高端彩超的评价标准
探头	探头的工作频率	由压电材料决定，宽频带:发射时有一很宽的频带范围，如2-6MHz、8-12MHz等
	探头阵元	高密探头256、512、1024阵元，可获得清晰的图像 二维高密探头有60*60阵元、80*80阵元、用于实时三维超声心动图成像
较大程度影响超声设备售价、影响中游厂商的毛利率	换能器的灵敏度	换能器越灵敏、探测深度越大
	可适配探头	能配备多种用途的探头：直肠探头、阴道探头等
全数字化声束处理技术		数字声束形成对接收阵元的信号数字化后，以数字方式实现延迟及变实际函数、其性能指标将明显提高，实现高分辨率成像
临床应用		可用于全身脏器检查
图像质量	空间分辨力	强
	速度分辨力	强
	动态分辨力	强
	敏感度	高
	图像均匀性	好
	彩色显示效果	好

表：各层级超声探头价格及配置数量

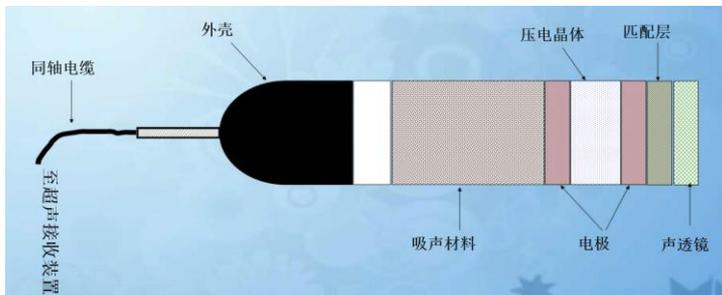
超声探头	高端	中端	低端
数量	>4个	2-4个	1个
售价	10万元 妇产专用30-40万元	4万元-5万元	<3万元
应用设备类型	心脏超声、妇科四维超声	全身超声、体表血管超声	通用全身超声
设备总售价	>200万	>50万	<51万

# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

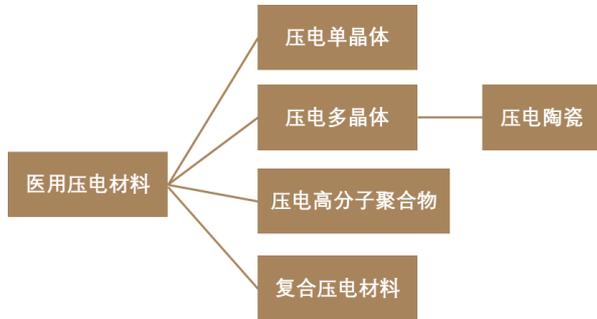
## ■ 关键部件技术壁垒：超声探头（压电晶体+波束合成芯片）

- 超声探头：**超声设备成像质量的核心，可将高频电能转换为超声机械能向外辐射，也可接受超声波并将声能转换为电能，换能器为多层结构，经常做成阵列形式，基本结构都是由压电材料、电极、声匹配层、声透镜、背衬和柔性电路板等组成。据祥生医疗招股书，**探头的技术难点与工艺核心在于“换能器”从陶瓷片经十几道工序加工得来，影响换能器性能与良率的因素包括几十项物理和电学参数的综合平衡（厚度、密度、衰减等）、十几道工序的累积效应（成型、切割、溅射等）。**
- 压电晶体：**超声探头的核心是压电材料，对某些非对称结晶材料进行一定方向的加压和拉伸时，表面的两侧将会出现符号相反的电荷，具有此性质的材料称为压电材料，分为压电晶体（单晶体），经过极化的压电陶瓷（多晶体，主要有钛酸钡及当前应用最广的PZT）、高分子聚合物和复合材料。单晶材料由于相比传统的压电陶瓷材料具有更优异的压电性能，单晶体技术具有良好的极向性且比传统的PZT陶瓷效率提高85%，可以极大地提高换能器的灵敏度，提升图像分辨率和穿透力，改善信噪比。但单晶材料脆性大，制造工艺复杂，难度和成本都很高。我国压电陶瓷生产企业数量不断增加，据新思界，**京都陶瓷、日本村田、德国爱普科斯、摩根公司等国外企业凭借技术、质量、品牌等优势占据高端压电陶瓷市场主要份额，国内企业目前多不具备与国际企业相竞争的能力。**

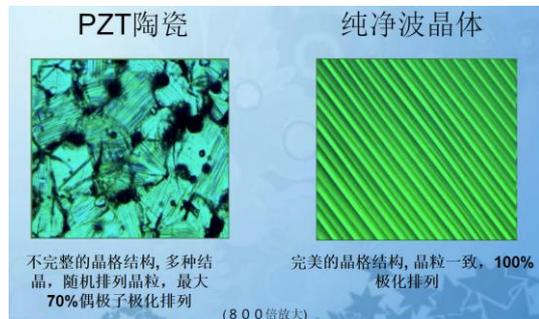
图：超声换能器结构



图：压电材料分类



图：PZT陶瓷与晶体材料对比

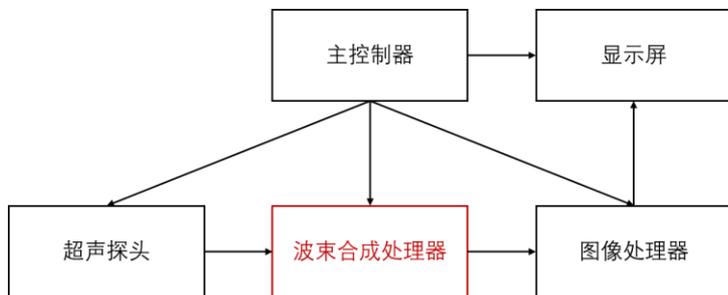


# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

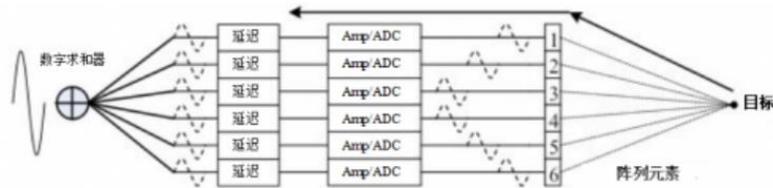
## ■ 关键部件技术壁垒：超声探头（压电晶体+波束合成芯片）

- **超声波束合成器**：医学超声成像的核心环节之一，包括发射和接收波束合成器，用来实现电子聚焦和控制多阵元换能器的声束，包括对超声探头进行激励并产生超声波的方式（发射序列）、对组织反射回来的超声波进行接收的方式（接收序列）以及相应的图像重建方法。高质量的超声成像序列与图像重建方法是后续进行B超成像、血流成像、弹性成像、超分辨率超声成像、超声脑功能成像的前提。
- 根据应用，一维（1D）阵列换能器包括线性阵列、弯曲线性阵列和相位阵列，主要区别在于光束成形结构、成像范围和图像分辨率。此外，由超过 2000 个元件组成的最新 2D 阵列换能器可支持实时三维（3D）成像。在使用阵列式换能器时，需要通过波束形成技术，采用电子聚焦、变迹及方向控制等技术来形成指向特性良好的声束。
- 数字波束合成器通常在具有极高的计算能力的 FPGA、DSP、PC 或 GPU（图形处理单元）中实现，在高端超声系统中，256 个换能器元件形成一个聚焦光束，以获得精细分辨率图像，因此高端波束合成器所需的计算能力相当复杂。据思宇器械观察，由于波束合成器设计的重要性和复杂性，**大多数超声公司都有自己的IP。部分低端机型采用的单片机芯片，已经可以实现国产，而中高端机型所采用的FPGA 芯片需要外购，仅掌握在四家海外企业中：Xilinx、Altera、Lattice 和 Microsemi。海外高端IP的设计由于专利及与代工厂合作协议保护，国内获得时间滞后，因此整体落后进口厂商。**

图：超声成像处理过程



图：数字波束合成器图解

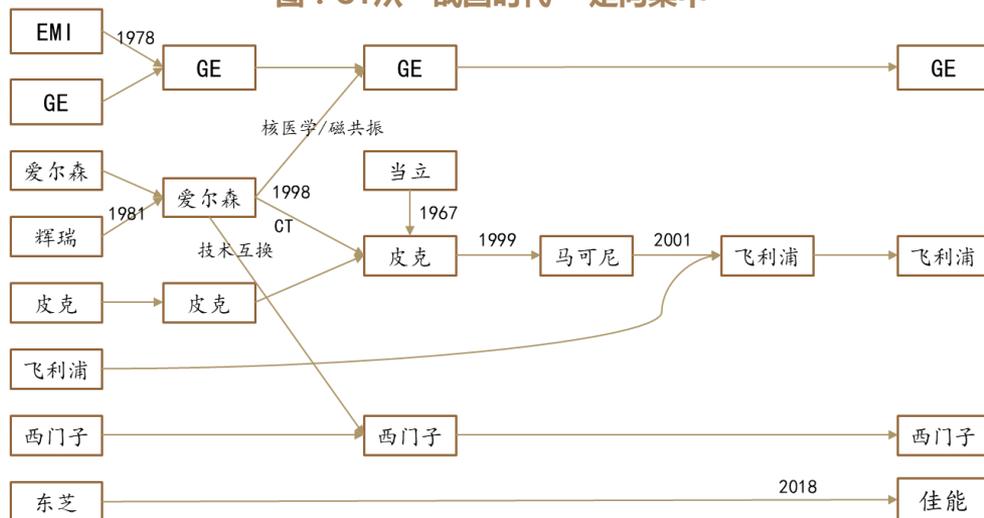


# 核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破

## ■ 从战国时代走向全球四强争霸，集中度提升是必由之路

- 看CT从“战国时代”走向GPS集中。1972年4月，在英国放射学年会上，豪斯菲尔德发布了其CT，震惊了世界，迅速引发了“CT热”，很多企业加入到CT开发行列，百花齐放后很快就经历了行业洗牌。
- 经历近20年资源整合，GPS+C（Canon，简称C）通过对经营不善的企业并购、技术互换、业务拓展等，形成了全球4巨头的局面。
- 我们认为，全球影像设备集中度的提升路径，给国内当前格局展望了未来发展趋势，随着技术变迁及中小企业逐渐退出市场，国内头部企业有望进一步实现份额和集中度的提升。

图：CT从“战国时代”走向集中



# 目录

## CONTENTS

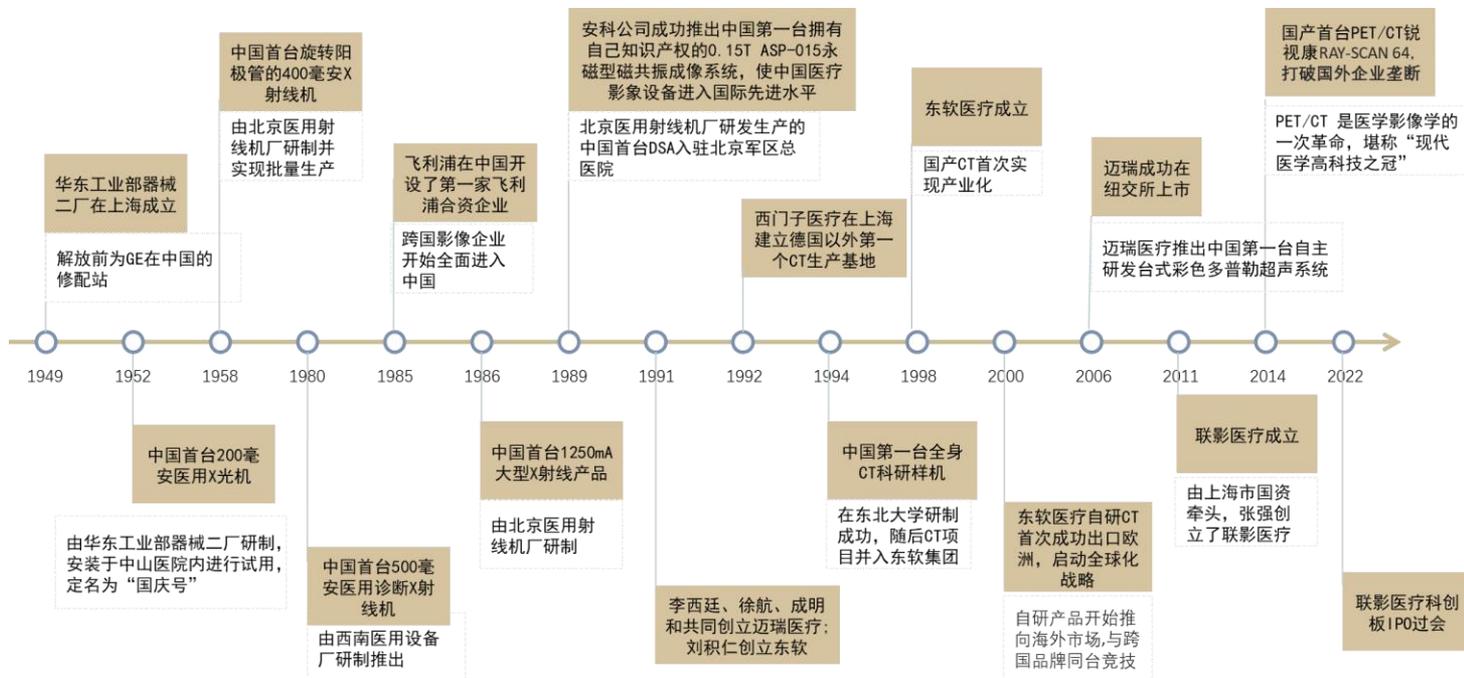
- 一、技术为核心驱动力，国内千亿影像市场进入快速成长期
- 二、核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破
- 三、国产加速破局，中高端蓝海创新追赶**
- 四、投资建议：首选平台化+创新力+盈利能力标的

# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

## 国内影像复盘：从后起跟进到创新引领再到国际化

中国医疗影像发展70年，五十年代从国有企业承担大型医学影像的研发生产任务，到九十年代第一批民营企业崛起，再到21世纪中国医疗影像加入全球竞争，可以发现，万东、迈瑞、联影各自诞生于中国历史发展的不同关键节点；同时，八十年代末到九十年代初期，跨国企业全面进入中国，在外资强有力竞争下，国内企业历时40年，从技术跟进、市占率追赶再到高端技术垄断破除、并走向全球化，国内影像企业蓄势待发，发展动能强劲。

图：国内影像行业发展历程

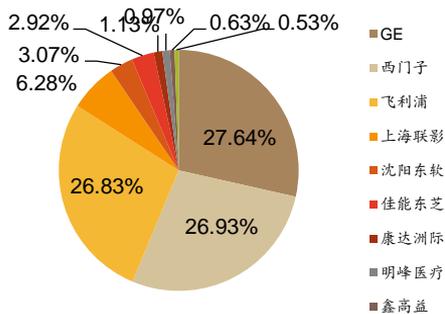


# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

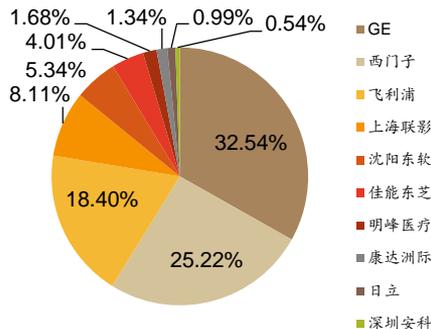
## ■ 玩家格局：国产龙头联影强势打破GPS垄断，国产化率加速提升

- 进口厂商GE、西门子、飞利浦、佳能（简称GPSC）等多年垄断国内影像设备，销量口径看，在整体放射设备、CT、MR、DSA等细分领域普遍呈现GPSC份额超80%的格局。
- 国内涌现较多影像国产厂商，国内影像设备格局近三年发生显著变化，国产厂商对进口厂商的替代不断加速。2018年GPS三家持续垄断前三，但对比20年数据看，国产后起之秀联影黑马式姿态在大多数品类份额强势进入前三，打破了GPS维持多年的三强天下，整体以联影为代表的国产厂商份额加速提升。

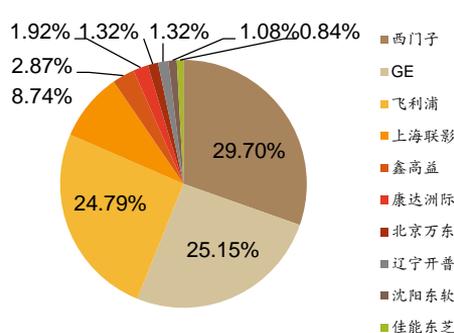
图：2018大型放射设备销量市场格局



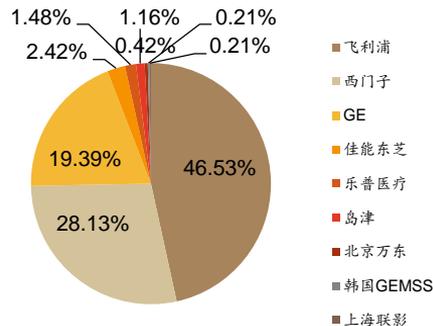
图：2018年CT销量市场格局



图：2018年MR销量市场格局



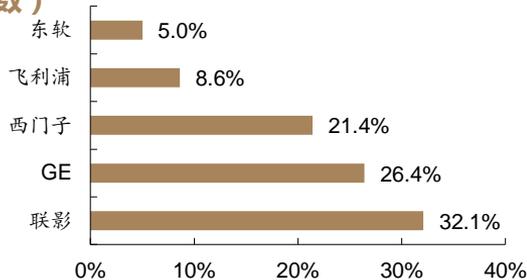
图：2018年DSA销量市场格局



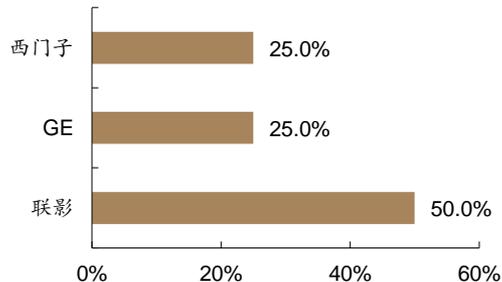
# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

## ■ 玩家格局：国产龙头联影强势打破GPS垄断，国产化率加速提升

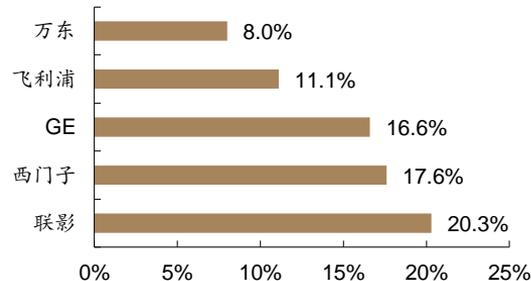
图：2020年国内PET/CT市占率（新增台数）



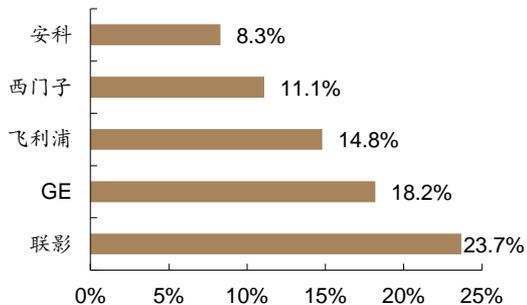
图：2020年国内PET/MR市占率（新增台数）



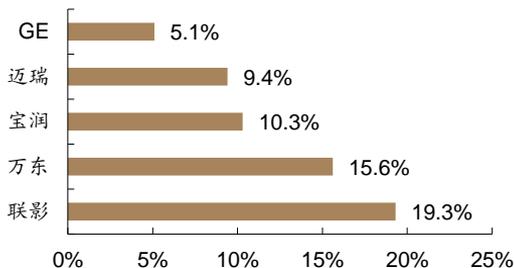
图：2020年国内MR市占率（新增台数）



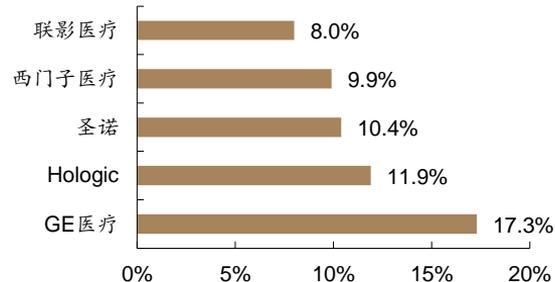
图：2020年国内CT市占率（新增台数）



图：2020年国内移动DR市占率（新增台数）



图：2020年国内乳腺市占率（新增台数）



# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

## □ 技术结构升级，中高端为规模主力+成长高动能，未来国内的竞争更是中高端的竞争

- 产品构成看，中低端设备占主流配置，根据灼识咨询，2020年中国市场64排以下CT占比65%，1.5T及以下MR占比约74.9%，随着技术升级、产业链成本下降以及PCI等高难度手术的下沉普及，更新换代市场及增量市场中有望实现产品的高端结构升级，高端领域将成为主要增长点。
- 2020年64排以下CT国产化率已经超过50%，而64排以上CT国产化率仅为35%，仍以GPS为主，3.0TMR外资份额超过80%，高端蓝海成国产替代关键征途。
- 影像设备结构升级为题中之义，高端进口替代市场为兵家必争之地。以MR销量规模结构看，据中康产业资本预测，2019-24年高端和超高端MR销量CAGR分别为17.5%、118.7%，低端市场萎缩，中端市场下探，高端超高端市场快速装机。

图：中国CT、MR设备市场结构变化预测

	2020年	2030年
64排以下CT	65%	59.20%
64排及以上CT	35%	40.80%
	2020年	2030年
1.5TMR	61.40%	60.60%
3.0TMR	25%	35.70%
其他	13.60%	3.70%

图：国内各层级MR销售量（台）

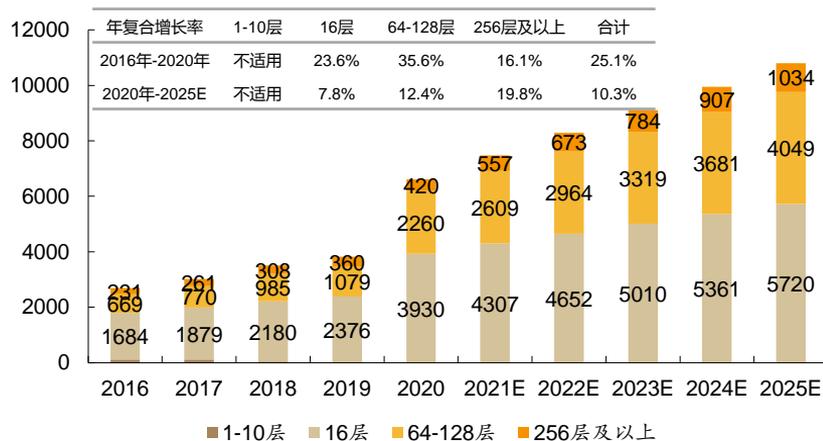


# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

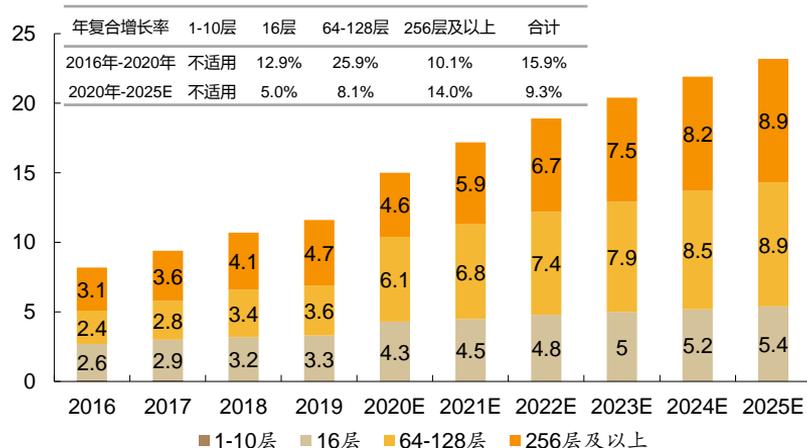
□ 技术结构升级，中高端为规模主力+成长高动能，未来国内的竞争更是中高端的竞争

□ 以CT规模结构看，根据沙利文预测，2025年64层及以上的市场规模占比高达76%，256层高端规模占比超38%。增速结构看，未来五年，中高端CT收入及销量增速显著超出低端，超高端增速一马当先，256层或以上CT能够极大改善成像质量并缩短扫描时间，预计其销量2020-25年CAGR为19.7%，为CT市场中增长最快的细分市场。

图：中国各层级CT销售量（台）



图：中国各层级CT销售收入（十亿元）

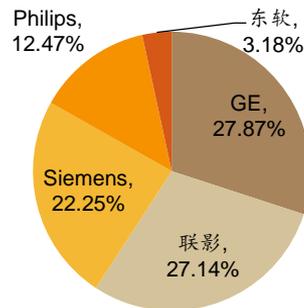


# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

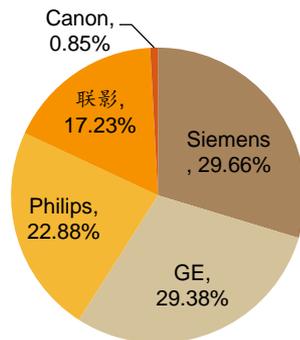
## ■ 玩家格局：中低端逐步实现国产替代，高端加速垄断破局

- 分层次看，国产替代的主力产品为相对中低端的产品，以CT为例，64排以下CT，国产化率超50%；以MR为例，国产主要是在永磁体及1.5T及以下MR实现更大的替代。
- 中高端CT、MR的市场格局依然是GPS位列三甲，国产联影、东软等紧随其后，但横向对比低端领域，我们预计国产在中高端、高端（如64、128排及以上CT、3.0T及以上MR）市占率至少有一倍以上提升空间。

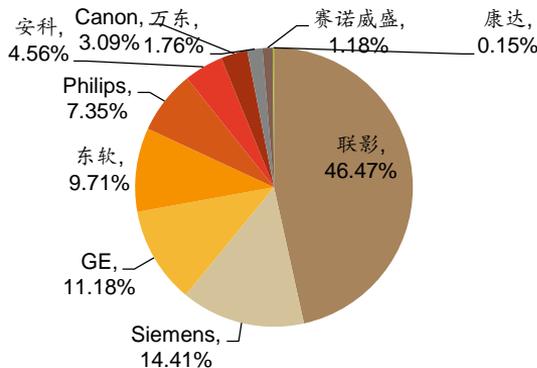
图：2021MRI (1.5T) 销量市场格局



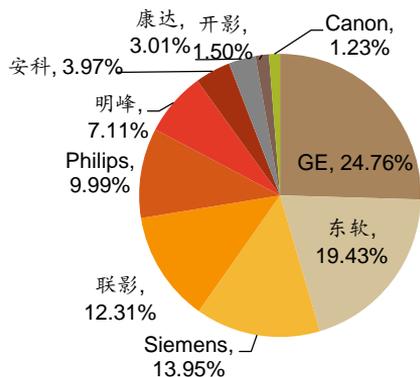
图：2021MRI (3.0T) 销量市场格局



图：2021年CT (24-63排) 销量市场格局



图：2021年CT (16排) 销量市场格局

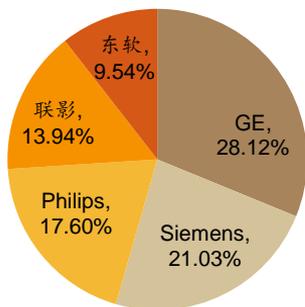


# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

## ■ 国产在中端领域性能差异化优势显著

- 64排CT是检查心脏疾病的门槛CT，在冠脉CTA方面，选取GPS与国产联影64排128层CT做对比，根据医影器械评测，联影uCT760、GE ct680、飞利浦core128的多扇区技术具有优势，go.Top是西门子go系列的心血管版，作为主流的64排CT，图像质量接近。
- 国产联影UCT760在高压、球管、Z轴像素尺寸、探测器通道、采样率、重建速度都相对更有优势，也反映了国产对GPS的追赶表现为依靠多环节的优化来提升中端设备的性能和口碑，64排CT国产市场占有率超20%，国产发力高端有基础。

图：2021CT（64排）销量市场格局



表：进口与国产影像龙头64排CT对比

	联影 UCT760	飞利浦 Ingenuity Core128	西门子 go.top	GE Optima ct680
机架转速	0.35 s/r	0.4 s/r	0.33 s/r	0.5s/r
高压	<b>80KW</b>	<b>80KW</b>	75KW	72KW
球管	7.5 MHU	<b>8 MHU</b>	7 MHU	7 MHU
z轴宽度	4 cm	4 cm	3.84 cm	4 cm
Z轴像素尺寸	<b>0.5 mm</b>	0.625 mm	0.6 mm	0.625 mm
最薄层厚	0.625 mm	0.625 mm	<b>0.6 mm</b>	0.625 mm
探测器通道	<b>936</b>	672	840	848
采样率	<b>4800</b>	4640	/	/
重建速度	<b>60fps</b>	33fps	23fps	24 fps

# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

表：市场顶级CT对比

## ■ 以创新高质换高价，国产跨过高端采购门槛

□ 高端产品其核心竞争力聚焦到产品力，对比市面上各家顶级的CT，可以看到在顶级的技术应用方面，如**机架孔径、集成化探测器、排数、层厚、采样率、高压功率、球管热容量、液态金属轴承、阳极直接冷却、及图像分辨率**方面，国产联影CT实现了从关键部件到顶层图像算法的多维度的创新超越。

表：CT参数指标说明

探测器	指标说明
探测器 Z 轴覆盖宽度 (mm)	Z 轴覆盖宽度越大，冠脉扫描功率越高
最薄重建层厚 (mm)	探测器的最小单元切割越薄，CT 的分辨能力就越高，对于微小结构的检测能力越强
探测器最高采样率 (view/圈)	数据的采样率越大，重建图像的数据量越大，图像质量越好
<b>球管和高压</b>	
球管阳极实际热容量 (MHU)	球管热容量越大，设备连续集中扫描及大范围长时间扫描能力越强，球管使用寿命越长，设备维护成本越低
球管散热率 (MHU/min)	球管散热率越大，能够连续扫描的时间越长
最低输出管电压 (kv)	低管电压可以实现低辐射剂量和对比剂用量双低成像
<b>机架</b>	
机架最快旋转速度 (360°) (s)	机架转速越快，CT 原始时间分辨率越高，心脏冠脉检查成功率越高
机架物理倾斜角度 (°)	具备物理倾角可以使特定部位如腰椎间盘的检查辐射剂量大幅降低
<b>图像质量</b>	
X-Y 轴空间分辨率	空间分辨率越高，图像质量越好
密度分辨率	密度分辨率越好，对低对比度的微小病灶的成像越清晰

	GE Revolution	飞利浦 IQon Spectral CT	西门子 SOMATOM Force	佳能 Aquilion ONE	联影 uCT960+	
机架	滑环类型 / 碳刷	无接触静音滑环无碳刷	低压滑环有碳刷	无接触静音滑环无碳刷	无接触静音滑环无碳刷	
	机架转速	0.28 s/r	0.27s/r	0.25 s/r	0.275s/r	0.25s/r
	机架孔径	80cm	70cm	78cm	78cm	82cm
	机架冷却方式	风冷	风冷	水冷	风冷	风冷
扫描床	水平移动范围	2000mm	2100mm	2000mm	2390mm	2520mm
	最大扫描范围	2000mm	2100mm	2000mm	2100mm	2000mm
	垂直升降最低位置	757mm	645mm	490mm	346mm	480mm
	最大水平移送速度	300mm/s	185mm/s	737mm/s	160mm/s	440mm/s
探测器	最大垂直升降速度	40mm/s	N/A	50mm/s	10mm/s	55mm/s
	最大承重	227kg	204kg	227kg	300kg	300kg
	探测器类型	宝石高清探测器	立体双层光谱探测器	Stellar Infinity全息光子探测器	错黄金(稀土陶瓷)探测器	高度集成化时空探测器
	探测器排数	256排	128排	2x96排	320排	320排
	探测器单元总数	212992	86016	176640	386720	399520
	Z轴宽度	16cm	4cm	5.76cm	16cm	16cm
	Z轴最小尺寸	0.5mm	0.625mm	0.4mm	0.5mm	0.5mm
	单圈扫描最大层数	512层	256层	2x192层	640层	640层
	采样率	2496 views/s	4800 views/s	N/A	2910 views/s	4800 views/s
	高压发生器功率	103 KW	100KW	2x120KW	100KW	100KW
最大输出管电压	140KV	140KV	135KV	135KV	140KV	
最小输出管电压	70KV	80KV	70KV	80KV	60 KV	
球管热容量	6.8 MHU	30 MHU	等效 50 MHU	7.5 MHU	30 MHU	
X线系统	焦点 (IEC)	1.0x0.7/1.6x1.2/2.0x1.2	0.6x0.7/1.1x1.2mm	0.4x0.5/0.6x0.7/0.8x1.1	0.9x0.8/1.6x1.5mm	0.4x0.8/0.6x0.8/1.1
	球管冷却方式	油冷机械滚珠轴承	阳极直接水冷液态金属轴承	阳极直接水冷液态金属轴承	油冷机械滚珠轴承	阳极直接水冷液态金属轴承
	最大冷却效率	3.0KW	22.5KW	17KW	16.5KW	20KW
	连续扫描时间	60s	120s	80s	100s	100s
图像质量	高对比度空间分辨率	0.23mm	0.31mm	0.15mm	0.31mm	0.23mm
	X / Y轴空间分辨率 MTF=10%/lp/cm	21.4 lp/cm	16 lp/cm	30p/cm	16.6lp/cm	21.4 lp/cm
	X / Y轴空间分辨率 MTF=50%/lp/cm	13lp/cm	16 lp/cm	27 lp/cm	12lp/cm	13 lp/cm
	Z轴空间分辨率 MTF=10%/lp/cm	12.2 lp/cm	16 lp/cm	17.7 lp/cm	16.6 lp/cm	12.2lp/cm
	Z轴空间分辨率 MTF=50%/lp/cm	7.3 lp/cm	16 lp/cm	10.9 lp/cm	12lp/cm	7.3 lp/cm
	密度分辨率	3mm@0.3%	2mm@0.3%	2mm@3HU 12.3mGy	2mm	2mm@0.3%

# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

## ■ 以创新高质换高价，国产跨过高端采购门槛

- 高端产品其核心竞争力聚焦到产品力，对比市面上各家高端MR，可以看到国产联影其uMR Omega、uMR 880 相较于市场可比产品拥有**更大的检查孔径、更高的梯度场强、磁场均匀度**，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，包括大孔径容积发射线圈、超高场多通道去耦发射线圈、PET/MR 专用发射线圈等，全面提升患者检查体验及检查效能。

表：市场高端MR对比

参数	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	80 mT/m	梯度场强越大，设备性能同城越好
最大单轴梯度	200T/m/s	201T/m/s	202T/m/s	203T/m/s	204T/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 ( 联合下片在 60cm 的Fov下 )	12/18/30/2 4/48 单元	16/30 单元	
脊柱线圈	32 单元/48 单元	32 单元/48 单元	44 单元	24 单元/32 单元/72 单元	32/60 单元	
柔性线圈	8 单元	8 单元	4/6/8 通道 ( 联合下片线圈共计 )	18 单元	16 单元/20 单元/21 单元	
肩关节线圈	12 单元	12 单元	8或16单元	16 单元	16单元	
膝关节线圈	12 单元	12 单元	8或16单元	收发一体18单元	收发一体18单元	
手腕线圈	12 单元	12 单元	8或16单元	16 单元	收发一体16单元	
足踝线圈	/	24 单元	8或16单元	16 单元	8 单元	
下肢线圈	/	/	/	36 单元	/	
心脏线圈	/	24 单元	/	/	/	
乳腺线圈	10 单元	10 单元	7/16 ( 穿刺 ) 通道	2/4/8/10/16 /18 单元	16 单元	
头线圈	/	64 单元	32 单元	32 头/64 单元	48单元	

# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

## ■ 以创新高质换高价，国产跨过高端采购门槛

- 医疗机构对高端、超高端的诉求大多数来自于科研需求，随着国产厂商逐步掌握高端影像设备全产业链的自主能力，借助本土优势快速扩大与医疗机构的科研合作，医疗机构对国产高端影像设备接受度日渐提升，国产品牌逐步跨过医疗机构的高端采购门槛。
- 设备档次决定CT临床应用，越高档次的CT，其临床应用也越丰富越复杂。此外，同档次的CT配置也不尽相同，尤其是超高端CT，各厂家还有独家应用。

表：2021年第三季度诊断X射线设备中标金额最高的产品

排名	品牌	规格型号	中标总额（万元）	中标数量（件）
1	联影	uMI 780	4093.6	2
2	GE	Revolution Maxima	2785	2
3	GE	Revolution CT	2359.5	1
4	联影	uCT 960+	2242.8	1
5	GE	Discovery IGS7 0R	1870	1
6	GE	Revolution CT ES	1750	1
7	飞利浦	Incisive CT	1708	2
8	美敦力	02	1689.6	2
9	东软	NeuVizEpoch	1686	1
10	西门子	Artis zee III biplane	1585	1

表：不同档次的CT应用配置

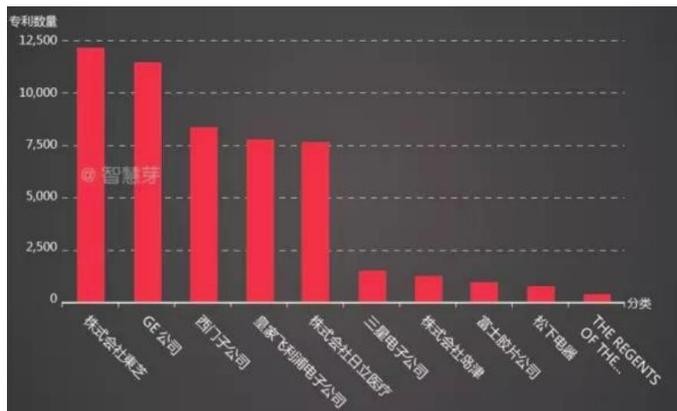
	基础应用	高级应用	超高端应用
16排档	3D包	部分可选头颈CTA	
64排档	3D包； Illumination	冠脉CTA，体部、头颈CTA，结肠分析，肺结节分析，入门能谱	个别有全脑灌注，多部位扫描
128排及以上档	3D包； Illumination	冠脉CTA，体部、头颈CTA，结肠分析，肺结节分析	心肌灌注，TAVR，全脑灌注，体部单器官灌注，灌注+多期CTA。高级能谱，各厂家独有应用等

# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

## ■ 从专利窥见我国影像行业技术加速上位

- 高端技术的角逐，离不开专利的比拼。从全球主要申请人来看，排在前五的公司所拥有的专利总量为4万多件，占全球专利总量的30%。东芝公司（后被佳能收购），GE公司，西门子公司，飞利浦公司，日立公司这几家影像医学设备的巨头，借助专利技术的储备和技术壁垒的构建，全球影像产品的市场份额遥遥领先。
- 中国医学影像专利后来居上。2011之前美国、日本持续位列全球前二，得益于政府对医学影像的大力推动和进口替代的政策支持，中国专利申请快速增长，国产公司后起追赶，2011年后专利数量超越美日年度居首，国产专利的申请加速反映了国产厂商在创新实力或行业影响力的快速提升。

图：全球高端医学影像设备专利申请人排名（2015年）



图：1997-2015年中美德日医学影像设备四国专利申请趋势



# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

## ■ 产线覆盖面广

□ 国产厂商产线逐步拓宽，逐步构筑平台优势。以联影医疗、东软医疗、万东医疗为首的影像医疗器械厂商技术逐渐成熟，完成横向大类的全面覆盖，且由影像进一步拓展至放疗及生命科学仪器领域，持续打开成长天花板；同时在垂直梯队布局方面纵深发展，覆盖多层次市场多价格品类，其中国产龙头联影医疗在产品覆盖面及横向新领域方面更胜GPS。

表：进口与国产厂家的产品系列

设备种类	联影医疗	GE医疗	西门子医疗	飞利浦医疗	医科达	万东医疗	东软医疗	迈瑞医疗	开立医疗
<b>MR产品</b>									
3.0T及以上	▲	▲	▲	▲					
1.5T及以下	▲	▲	▲	▲		▲	▲		
<b>CT产品</b>									
320排/640层	▲								
256排/512层		▲	▲				▲		
128排及以下	▲	▲	▲	▲		▲	▲		
<b>XR产品</b>									
Mammo	▲	▲	▲			▲	▲		
常规/移动DR	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	
中小C	▲	▲	▲	▲		▲	▲		
大C ( DSA )	布局	▲	▲	▲		▲	▲		
<b>MI产品</b>									
PET/CT									
AFOV >120cm	▲								
AFOV 50-120cm	▲	▲	▲						
AFOV <50cm	▲	▲	▲	▲			▲		
PET/MR	▲	▲	▲						
超声产品	布局	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲
<b>RT产品</b>									
直线加速器	▲		▲		▲		▲		
图像引导直加	▲		▲		▲				
生命科学仪器	▲								

# 国产加速破局，中高端蓝海创新追赶

## ■ GPS加速供应链国产化，产品力比拼进入新赛点

□ GPS医疗影像三巨头在中国的本地化布局最早可以追溯到1991年，GE医疗率先在北京成立合资公司和生产基地，后续西门子和飞利浦也分别在上海和深圳建立了生产基地。综合来看，医疗影像三巨头的本地化程度：GE医疗 > 西门子医疗 > 飞利浦。监管与政策，也成为GPS国产化的“催化剂”。

□ GPS的本土化，加速国产供应链的培育。以GE航卫为例，据经济观察网，其供应链中，国内供应商超过150家，主流产品的零部件国产化率已达85%。此外，国产也有利于缩短供货周期，以往3到6个月，国产能缩短到1个月。GE医疗合作的不少供应商已经从最初小规模生产、营业额几百万的体量，成长为营收几亿甚至几十亿的企业。

□ GPS国产化进程，推动产品力的比拼进入新赛点。三巨头都遵循了先实现X光、CT、监护仪等基础医疗产品的国产化，再逐步升级到磁共振等前沿产品；先实现整机国产化，再实现核心部件国产化；先建立生产中心，再建立研发中心。GPS的国产化程度已较深，使得国内影像企业政策优势减弱，推动行业发展进入到实打实的产品力核心比拼，也进一步推动国内产业的高端转型。

表：GPS本地化布局

	GE	西门子	飞利浦
工厂所在地	北京、上海、无锡、天津	上海、无锡、深圳	深圳、苏州、沈阳
开工时间	1991	1992	2008
进入中国时间	1979	1985	2008
特点	综合实力强	核磁第一	消费者健康
综合排名	1	2	3
国产化布局	北京工厂（GE航卫） X射线和CT设备	上海基地 CT、X光设备、移动C形臂、 数字化医疗等	深圳金科威 基础医疗业务
	上海工厂（通用电气药业） CT/MR/超声设备的造影剂	无锡基地 X射线管及X射线管组件	苏州医疗影像基地 飞利浦医疗影像中国基地、研发中心、客户体验中心
	无锡工厂（海鹰无锡） 超声设备和探头	深圳基地 磁共振产品	沈阳基地 基础性CT产品创新中心
	天津工厂 磁共振设备		
产品国产化率	北京工厂主产品零部件国产化率已达85%。 无锡工厂采购本土化率达90%，超声主机100%，探头90%。 GE全球60% CT来自北京、50%核磁来自天津、40%超声来自无锡；上海生产的造影剂90%出口。	上海基地供应链国产化率达80%； SSME供应链国产化率超过80%；瓦里安Halcyon组建国产化率达90%。	飞利浦全球CT90%研发来自苏州；未来，精准诊断业务群100%国产化；“悦享”系列2022年实现90%国产化，2024年100%国产化。 2024年，中国市场90%的产品来自于中国制造

# 目录

## CONTENTS

- 一、技术为核心驱动力，国内千亿影像市场进入快速成长期
- 二、核心部件高壁垒构筑高集中格局，上游国产化加速突破
- 三、国产加速破局，中高端蓝海创新追赶
- 四、投资建议：首选平台化+创新力+盈利能力标的**

# 投资建议：首选平台化+创新力+盈利能力标的

## ■ 首选平台化+创新力+盈利能力标的

- 当前随着国内人才、技术、供应链的多维赋能，国内影像设备企业从数量来说并非稀缺，发展阶段也进入到从低端到高端的竞争。我们建议从以下三个方面优选个股：**1) 平台化角度**，具备影像全产线的企业更容易平滑单个产品线的增长波动性（如更新换代的周期性、配置证等导致的需求制约等），销售端凭借全线产品及解决方案可互相协同导入院内，研发生产端由于各产品通用技术的复用成本优势显著；**2) 创新力角度**，纵观GPS历史，持续的创新引领乃做大做强的第一要素，且从整机集成到上游核心部件的产业链自主可控是创新的根本，核心部件的自主化是企业技术高端化、保持竞争力的关键；**3) 盈利能力角度**，大影像设备投入成本高、研发周期长、壁垒攻克难，是典型的持续投入持续进化的行业，只有通过掌握议价权+规模优势+核心部件等极致的成本管控，才能保持盈利的持续性以及高位的盈利能力。
- 综上，我们认为投资首选具备平台化产线、全产业链创新、高盈利能力的标的，**主要标的**：联影医疗、迈瑞医疗、东软医疗、万东医疗、开立医疗、明峰医疗。

表：国产各影像公司销售情况对比

厂商		2021年							
		CT系列	MRI系列	DSA	GXR系列	超声	PET/MR	PET/CT	RT
联影医疗	均价	188.61	453.68	—	51.36	—	1300.29		931.53
	销售数量	1814	337	—	961	—	80		15
东软医疗(1-6月)	均价	139.96	346.34	257.81	27.13	10.84	—	530.88	
	销售数量	548	14	7	185	287	—	4	
迈瑞医疗	销售数量	—	—	—	—	33203	—	—	—
万东医疗	销售数量	23	125	63	1463	—	—	—	—
明峰医疗	均价	121.17	—	—	—	—	—	—	—
	销售数量	258	—	—	—	—	—	—	—

注：价格单位：万元/台，数量单位：台

# 投资建议：首选平台化+创新力+盈利能力标的

## 表：国产影像公司对比

国内影像公司	联影医疗	东软医疗	万东医疗	明峰医疗	迈瑞医疗	开立医疗
产品	磁共振、CT、C型臂、DR/移动DR、数字化乳腺X射线摄影系统、PET/CT、PET/MRI、放疗、生命科学仪器、基于云的医疗互联网软件	磁共振、CT、DSA、DR/移动DR、数字化乳腺X射线摄影系统、PET/CT、超声、放疗、IVD、MDaaS解决方案	磁共振、CT、DSA、DR/移动DR、数字化乳腺X射线摄影系统、超声、影像诊断服务（万里云）	CT、PET/CT、DR/移动DR、磁共振、超声	DR/移动DR、超声、IVD、生命信息与支持（监护仪、除颤、心电图机、麻醉机、呼吸机，输注泵，手术灯、床、吊塔等）	超声、内窥镜、IVD
21年收入(亿元)	72.54	24.64（20年）	11.56	3.52	252.7	14.45
收入CAGR（18-21）	52.76%	13.37%(18-20)	6.60%	28.96%(19-21)	22.48%	5.60%
21年归母净利润（亿元）	14.17	1.02（20年）	1.83	-2.07	80.02	2.47
21年毛利率	49.42%	36.7%（20年）	45.82%	21.15%	65.01%	67.38%
21年净利率	19.35%	亏损	15.59%	-58.75%	31.67%	17.12%
21年影像设备相关收入（亿元）	66.23	18.29（20年）	10.38	3.43	54.26	9.46（超声）
21年员工数量	5478		861	629	14684	2156
21年研发投入/收入比重	14.45%	14.4%（21年1-6月）	9.27%	23.22%	10.79%	18.21%
市场地位	2021年在中国市场的CT销售量国产品牌第一名，2020年在CT/MR/MI/移动DR等销售全市场第一	2021年在中国市场的CT销售量国产品牌第二名，CT对外出口量位居国产品牌第一名	DR产品销售数量处于国内市场第一	2021年在中国市场的CT销售量国产品牌第三名，CT对外出口量位居国产品牌第三名	主要产品覆盖生命信息与支持、体外诊断以及医学影像，其中超声产品2021年国内排名第二	国内较早研发并掌握彩超设备和探头核心技术的企业，彩超技术在国内同行业中处于领先地位
技术实力	截至2021年末，共计拥有超过1700项发明专利，其中境内发明专利超过1200项，境外发明专利超过400项	截至2021年8月31日，共计拥有926项专利，其中国内专利732项，国外专利194项	截至2020年末，持有有效专利37项，软件著作权64项，2021年新申请发明专利1项	截至2021年末公司拥有授权专利455项，其中境内发明专利51项、境外发明专利11项。	截至2021年末，共计授权专利3,437件，其中发明专利授权1,618件	截至2021年末，拥有境内外各项专利共计617项
21年境外收入占比	7.05%	21.1%（20年）	7.31%		39.61%	46.07%
境外拓展国家/地区	美国、日本、欧洲、非洲和东南亚等国家和地区	美国、德国、阿联酋、俄罗斯、巴西、秘鲁、肯尼亚、泰国、韩国、越南等	中亚、欧洲、非洲，包含俄罗斯	乌兹别克斯坦、巴西、印度、阿尔及利亚、埃及等30多个国家及地区	北美、欧洲、亚洲、非洲、拉美	欧洲、南美洲为主

# 风险提示

- **关键核心技术被侵权风险**：如果行业内公司关键核心技术被侵权或泄密，将使公司研发投入的产出效果降低，无法持续保证公司产品的技术优势，对公司盈利产生不利影响。
- **研发不及预期或无法产业化风险**：如果行业内公司未来研发投入不足，或者受研发人员、研发条件等不确定因素限制，可能导致公司不能按照计划开发出新产品，在研项目无法产业化，或者开发出的新产品在技术、性能、成本等方面不具备竞争优势，进而影响到公司在行业内的竞争地位和市场占有率。
- **集采政策风险**：如果未来更多省市甚至国家层面出台、实施大型医用设备的集采政策，则行业内公司可能面临较大的降价压力；如果公司未能在大型医用设备集采环节中标，则可能面临区域性销售收入下滑的风险。
- **国际化经营及业务拓展不及预期风险**：不同海外市场和对地区对医疗器械的监管政策和法规通常不同，政治经济局势存在不确定性，对知识产权保护、不正当竞争、消费者保护等方面的监管力度也存在差异。随着海外业务规模的进一步扩大，行业内公司涉及的海外法律环境将会更加复杂多变，若公司不能及时应对海外市场环境、政策环境的变化，则会对公司海外业务拓展和经营带来不利影响。

## 分析师与研究助理简介

陈铁林，德邦证券研究所副所长，医药首席分析师。研究方向：国内医药行业发展趋势和覆盖热点子行业。曾任职于头部疫苗上市公司、西南证券、国海证券。所在团队获得医药生物行业卖方分析师2019年新财富第四名，2018年新财富第五名、水晶球第二名，2017年新财富第四名，2016年新财富第五名，2015年水晶球第一名。

## 投资评级说明

	类别	评级	说明
1. 投资评级的比较和评级标准： 以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准， 报告发布日后6个月内的公司股价（或行业指数） 的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅；	股票投资评级	买入	相对强于市场表现20%以上；
		增持	相对强于市场表现5%~20%；
		中性	相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
		减持	相对弱于市场表现5%以下。
2. 市场基准指数的比较标准： A股市场以上证综指或深证成指为基准；香港市 场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳 斯达克综合指数为基准。	行业投资评级	优于大市	预期行业整体回报高于基准指数整体水平10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与10%之间；
		弱于大市	预期行业整体回报低于基准指数整体水平10%以下。

# 免责声明

**分析师声明：**本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，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，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

## 法律声明：

本报告仅供德邦证券股份有限公司（以下简称“本公司”）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。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。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。市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。在法律许可的情况下，德邦证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。本报告仅向特定客户传送，未经德邦证券研究所书面授权，本研究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。如欲引用或转载本文内容，务必联络德邦证券研究所并获得许可，并需注明出处为德邦证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。根据中国证监会核发的经营证券业务许可，德邦证券股份有限公司的经营范围包括证券投资咨询业务。



**德邦证券**  
Topsperty Securities

## 德邦证券股份有限公司

地 址：上海市中山东二路600号外滩金融中心N1幢9层

电 话：+86 21 68761616      传 真：+86 21 68767880

400-8888-128