

688301.SH

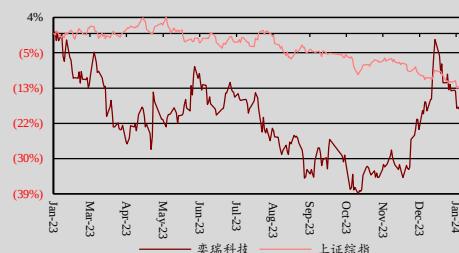
买入

原评级：未有评级

市场价格：人民币 269.38

板块评级：强于大市

股价表现



(%)	今年至今	1个月	3个月	12个月
绝对	(13.8)	1.4	31.8	(42.2)
相对上证综指	(9.4)	4.8	37.5	(29.6)

发行股数 (百万)	101.99
流通股 (百万)	101.99
总市值 (人民币 百万)	30,344.07
3个月日均交易额 (人民币 百万)	221.23
主要股东	
上海奕原禾锐投资咨询有限公司	16.39

资料来源：公司公告，Wind，中银证券
以 2024 年 1 月 19 日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

医药生物：医疗器械

证券分析师：梁端玉

duanyu.liang@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300523090003

证券分析师：刘恩阳

enyang.liu@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300523090004

奕瑞科技

聚焦传感器核心技术及高端制造能力，中国平板探测器行业龙头未来可期

奕瑞科技深耕 X 射线平板探测器行业，公司掌握非晶硅、IGZO、CMOS 和柔性基板四大传感技术，产品应用覆盖医疗、兽用及工业。公司国内与海外业务均保持稳健增长，客户覆盖多家下游行业头部公司。首次覆盖，给予买入评级。

支撑评级的要点

- 公司深耕平板探测器领域，客户覆盖多家下游头部企业。奕瑞科技主要经营 X 射线影像设备上游核心部件的研发、生产、销售与服务，目前已形成局部领先优势。公司营业收入在 2018 年-2022 年期间由 4.39 亿元增至 15.49 亿元，2018 年-2022 年年均复合增长率为 37.03%。2023 年前三季度公司实现营业收入 13.97 亿元，同比增长 26.54%。利润端方面，公司 2018 年-2022 年归母净利润由 0.61 亿元增至 6.41 亿元，年均复合增长率为 80.39%。公司 2023 年前三季度扣非归母净利润为 4.92 亿元，同比增长 21.26%。公司客户包括多家下游头部企业，在医疗业务方面国内客户包括有联影医疗、万东医疗等，海外客户包括柯尼卡、富士、西门子、飞利浦等。
- 平板探测器行业下游需求仍存在增长空间，行业涉及较高的技术门槛及制造能力要求。X 射线平板探测器是 X 射线影像设备的重要核心部件，在医疗诊断、安防、工业检测、食品检测等领域均有应用。X 射线平板探测器的性能和稳定性会影响影像设备的性能，同时 X 射线平板探测器从闪烁体到集成电路板均涉及较高的技术门槛。全球 X 射线平板探测器市场仍存在增长空间，下游医疗影像设备 DSA、CBCT 和 C 型臂等市场的增长潜力有望推动 X 射线平板探测器市场的增长。部分海外头部厂商占据了平板探测器市场中较高的份额，根据 IHS Markit 数据，2018 年奕瑞科技在全球医疗及宠物医疗平板探测器市场中市场份额为 8%，市场份额排名第三，在动态平板探测器市场份额方面也存在较大的提升空间。
- 公司掌握闪烁体蒸镀及传感器核心技术，产品覆盖医疗及工业应用。公司探测器涉及医疗及工业安防领域，覆盖静态与动态场景需求。公司目前已掌握优秀的闪烁体蒸镀技术，且已掌握非晶硅、IGZO、CMOS 和柔性基板四大传感技术。公司非晶硅传感器技术经过 10 年左右的迭代和发展，实现了从小尺寸 0505 到大尺寸 1748 的数十款产品的量产。公司 IGZO 平板探测器于 2018 年发布，目前公司使用 IGZO 传感器技术的产品已经广泛用于 C 臂、DSA、胃肠、齿科 CBCT、工业无损检测等市场。CMOS 传感器方面，公司已掌握非拼接 CMOS 探测器技术并实现量产，大面积拼接式 CMOS 平板探测器已经实现量产。

估值

- 预期公司 2023 年、2024 年和 2025 年营业收入分别为 19.75 亿元、25.35 亿元、32.21 亿元，归母净利润分别为 6.52 亿元、9.55 亿元和 12.28 亿元，EPS 分别为 6.39 元、9.36 元和 12.04 元。根据 2024 年 1 月 19 日收盘价，公司 2023 年、2024 年和 2025 年的市盈率为 42.2 倍、28.8 倍和 22.4 倍。首次覆盖，给予买入评级。

评级面临的主要风险

- 研发不及预期风险、产品推广不及预期风险、汇率波动及海外运营风险。

投资摘要

年结日：12 月 31 日	2021	2022	2023E	2024E	2025E
主营收入(人民币 百万)	1,187	1,549	1,975	2,535	3,221
增长率(%)	51.4	30.5	27.5	28.4	27.1
EBITDA(人民币 百万)	414	533	837	1,145	1,502
归母净利润(人民币 百万)	484	641	652	955	1,228
增长率(%)	117.8	32.5	1.6	46.5	28.6
最新股本摊薄每股收益(人民币)	4.75	6.29	6.39	9.36	12.04
市盈率(倍)	56.8	42.8	42.2	28.8	22.4
市净率(倍)	9.0	7.1	6.4	5.5	4.8
EV/EBITDA(倍)	83.9	60.1	30.6	22.8	16.7
每股股息 (人民币)	2.2	2.9	2.1	3.1	4.0
股息率(%)	0.4	0.6	0.8	1.1	1.5

资料来源：公司公告，中银证券预测

目录

深耕平板探测器领域，客户覆盖下游头部企业	5
1.1 专业团队深耕平板探测器领域，已形成局部领先优势	5
1.2 公司业绩保持稳健增长，毛利率呈现出上升趋势	7
1.3 客户囊括多家下游头部企业，境内与境外业务均保持优秀增长	8
X 射线平板探测器行业门槛高，下游需求仍存在增长潜力	11
2.1 X 射线平板探测器是 X 射线影像设备的核心部件，更灵敏、影像质量更高、速度更快是行业研发的重要趋势	11
2.2 行业下游需求仍存在增长潜力，X 射线平板探测器市场仍存在扩容空间	14
2.3 行业门槛涉及较高的设计及生产工艺门槛	20
公司产品覆盖医疗与工业，掌握多项核心技术	23
3.1 公司产品覆盖医疗与工业	23
3.2 公司掌握闪烁体及传感器等多项核心技术	26
3.3 持续研发投入，积极进行技术储备	27
盈利预期及估值	31
风险提示	33

图表目录

股价表现.....	1
投资摘要.....	1
图表 1. 奕瑞科技发展历程.....	5
图表 2. 奕瑞科技创始团队介绍.....	6
图表 3. 公司 2021 年股权激励计划首次授予的限制性股票的业绩考核情况.....	6
图表 4. 公司 2023 年股权激励计划首次授予的限制性股票的业绩考核情况.....	7
图表 5. 奕瑞科技营业收入及增速（单位：百万元）.....	7
图表 6. 奕瑞科技毛利情况（单位：百万元）.....	8
图表 7. 奕瑞科技费用率情况.....	8
图表 8. 奕瑞科技归母净利润及增速（单位：百万元）.....	8
图表 9. 公司境内境内客户营业收入情况（单位：亿元）.....	9
图表 10. 境外客户营业收入情况.....	9
图表 11. 境内外主营业务收入及增速（单位：百万元）.....	10
图表 12. 全球 XR 市场规模.....	11
图表 13. 直接转换平板探测器工作原理.....	12
图表 14. 间接转换平板探测器工作原理.....	12
图表 15.X 射线探测器传感器发展历史.....	13
图表 16. TFT 结构示意图.....	14
图表 17. CMOS 结构示意图.....	14
图表 18. 全球平板探测器市场（单位：百万美元）.....	15
图表 19. 全球 XR 市场规模（单位：亿美元）.....	15
图表 20. 2020 年中国 DR 市场占有率.....	16
图表 21. 2020 年中国移动 DR 市场占有率.....	16
图表 22. 中国放疗设备市场规模.....	17
图表 23. 2020 年中国高能放疗设备市场占有率.....	17
图表 24. 2020 年中国低能放疗设备市场占有率.....	17
图表 25. 中国数字剪影血管造影系统市场规模.....	18
图表 26. 2022 年中国 DSA 设备市场格局.....	18
图表 27. 中国数字胃肠机（DRF）市场规模.....	19
图表 28. 中国口腔 CBCT 市场规模.....	20
图表 29. 2018 年全球医疗及宠物医疗平板探测器市场格局.....	21
图表 30.非晶硅平板探测器剖面图.....	21
图表 31.奕瑞科技主要产品系列.....	23
图表 32.奕瑞科技探测器产品.....	24
图表 33.奕瑞科技动态平板探测器产品.....	25
图表 34.奕瑞科技乳腺平板探测器产品.....	25

图表 35. 针状结构的碘化铯	26
图表 36.非晶硅传感器示意图	26
图表 37.柔性传感器示意图	26
图表 38.IGZO 传感器示意图	27
图表 39.CMOS 传感器示意图	27
图表 40. 奕瑞科技研发费用情况（单位：百万元）	28
图表 41.奕瑞科技截至 2023H1 在研项目情况	28
图表 42. 奕瑞科技盈利预期（单位：百万元）	31
图表 43.奕瑞科技及可比公司市盈率情况	32
利润表(人民币 百万)	34
现金流量表(人民币 百万)	34
财务指标	34
资产负债表(人民币 百万)	34

深耕平板探测器领域，客户覆盖下游头部企业

奕瑞科技主要经营 X 射线影像设备上游核心部件的研发、生产、销售与服务。X 线平板探测器目前是公司最主要的经营产品，此外公司在 X 线影像光源的组成部件包括高压发生器、组合式射线源、球管等核心部件方面也有所布局。公司 X 射线平板探测器产品覆盖工业及医疗领域，技术路线包括传统非晶硅、IGZO 和 CMOS。

1.1 专业团队深耕平板探测器领域，已形成局部领先优势

1.1.1 公司经历 10 余年技术积累，已形成局部领先的优势

奕瑞科技自成立以来一直专注于研发生产高性能数字化 X 线探测器，并在十余年中不断实现技术与生产能力的突破。

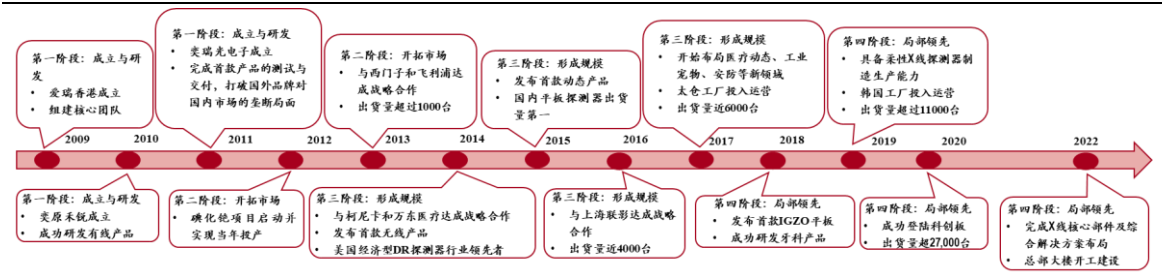
成立与研发阶段（2009-2011）：2009 年，公司核心团队组建成功，同时爱瑞香港成立。2010 年，爱瑞香港出资设立奕原禾锐，并持股 100%。2011 年，奕原禾锐出资设立奕瑞光电子，并持股 100%。同时公司完成首款非晶硅（最主流的 X 线探测器传感器技术）探测器产品的测试与交付，打破国外品牌对国内市场的垄断局面。

开拓市场阶段（2011-2013）：2012 年，公司碘化铯闪烁屏（将 X 光转换为可见光的关键材料）项目启动并实现当年投产。2013 年，公司与西门子和飞利浦达成战略合作，同时探测器出货量超过 1000 台。

形成规模阶段（2014-2017）：2014 年，公司与柯尼卡和万东医疗达成战略合作。同时，公司发布首款无线产品、首款乳腺平板，并成为美国经济型 DR 探测器行业领先者。2015 年，公司发布首款动态产品。同时公司发货量快速增长，成为国内平板探测器出货量第一。2016 年，公司与上海联影达成战略合作，同时探测器出货量近 4000 台。2017 年，公司开始布局医疗动态、工业、宠物、安防等新领域，探测器出货量近 6000 台。同时太仓工厂投入运营。

局部领先阶段（2018 至今）：公司发布首款 IGZO 平板并成功研发牙科产品，同时 LDA 模组实现销售。2019 年，公司具备柔性 X 线探测器制造生产能力，探测器出货量超过 11000 台。同时韩国工厂投入运营。2020 年，公司成功登陆科创板，齿科、LDA 实现量产。2022 年，公司完成 X 线核心部件及综合解决方案布局，同时总部大楼开工建设。

图表 1. 奕瑞科技发展历程



资料来源：奕瑞科技招股说明书，2022 年环境、社会及管治报告，中银证券

1.1.2 专业团队深耕平板探测器领域

公司创始人分别为顾铁先生、曹红光先生、邱承彬先生和杨伟振先生。顾铁、邱承彬、曹红光和杨伟振四位创始人在公司核心技术形成及发展过程中发挥了积极作用。

顾铁先生曾任光学影像系统公司研发工程师和工程部经理，以及通用公司医疗系统和珀金埃尔默项目经理、运营经理和产品工程部总监。另外顾铁先生不仅参与美国第一条 2 代 TFT-LCD（薄膜晶体管液晶显示器）生产线的组建，还领导了世界第一台胸腔数字 X 光机的研发与制造，规划并筹建中国第一条 4.5 代 TFT-LCD 生产线。

邱承彬先生曾任加拿大利通系统公司副经理和高级制程开发工程师、高通公司项目经理和主任研发工程师。另外，邱承彬先生带领研发团队成功研制出国内首片数字 X 光图像传感器。

曹红光先生曾负责科技部国家级重点新产品之心电工作站产品的研发与生产项目，并主持设计具有自主知识产权的 DSA 数字减影系统、国产大型 C-臂血管造影机等。

图表 2. 奕瑞科技创始团队介绍

姓名	职务	出生年份	个人简历
顾铁	董事长及总经理	1968 年	博士学位。历任光学影像系统公司研发工程师、工程部经理，通用公司医疗系统和珀金埃尔默项目经理、运营经理、产品工程部总监，通用全球研发中心（上海）总经理，上海天马微电子有限公司董事、总经理。2014-2019 年，历任公司董事及总经理；2019 年 7 月至今，任公司董事长及总经理。
邱承彬	董事、副总经理和首席技术官	1964 年	硕士研究生学历，博士候选人。历任加拿大利通系统公司副经理、高级制程开发工程师，光学影像系统公司项目经理、主任研发工程师，珀金埃尔默项目经理、主任研发工程师，高通公司项目经理、主任研发工程师，苹果公司主任平板工艺整合工程师，上海天马微电子有限公司研发部资深经理。2011-2017 年，历任公司董事、副董事长、副总经理和首席技术官；2017 年 7 月至今，任公司董事、副总经理和首席技术官。
曹红光	董事	1962 年	硕士研究生学历，副主任医师职称。历任兰州铁路局中心医院神经外科主治医师、副主任医师、神经外科研究所副所长，兰州医药科技公司医械部总工程师，北京恒瑞美联公司董事长、总经理、总工程师，北京国药恒瑞美联信息技术有限公司副董事长、总经理，TCL 医疗放射技术（北京）有限公司副董事长、首席科学家。2012-2019 年，历任公司董事、董事长；2019 年 7 月至今，任公司董事。
杨伟振	董事	1979 年	专科学历，中级技术职称。历任深圳市蓝韵实业有限公司研发工程师、研发总监。2011 年-2014 年，历任公司董事、总经理；2014 年至今，任公司董事。

资料来源：奕瑞科技年报，中银证券

公司拥有由多名行业内专家组成的技术管理团队，团队在平板显示和医学影像等领域有深厚的技术积累和敏锐的市场嗅觉。同时，公司拥有一支高学历、高素质、梯队合理的研发队伍。截至 2023H1，公司研发人员 440 人，其中本科及以上学历人数占比约 76%，硕士及以上学历人数占比约 34%，研发团队专业涵盖数字 X 线探测器、闪烁体、高压发生器、组合式射线源、球管、准直器等不同领域，其中涉及新核心部件业务的研发人员超过 50 人。

1.1.3 股权激励提高公司董事、高级管理人员及核心技术人员积极性

2021 年 10 月 13 日，奕瑞科技召开第二届董事会第七次会议、第二届监事会第七次会议，审议通过了《关于向激励对象授予限制性股票的议案》。公司确定 2021 年 10 月 13 日为授予日，并计划以 180.91 元/股的授予价格向 210 名激励对象授予 49.78 万股限制性股票。激励对象为公司（含子公司）董事、高级管理人员以及董事会认为应当激励的其他人员。同时公司也设置了业绩考核标准，考核年度为 2021-2023 年三个会计年度，每个会计年度考核一次。对应目标为公司 2021-2023 年净利润分别不低于 3.9 亿元、5.00 亿元和 6.40 亿元。（“净利润”指归属于上市公司股东的净利润，并剔除股份支付费用的影响。）

图表 3. 公司 2021 年股权激励计划首次授予的限制性股票的业绩考核情况

归属安排	业绩考核目标
第一个归属期	2021 年净利润不低于 3.90 亿元
第二个归属期	2022 年净利润不低于 5.00 亿元
第三个归属期	2023 年净利润不低于 6.40 亿元

资料来源：奕瑞科技公告，中银证券

为了进一步将公司战略目标与员工个人利益相结合，充分调动核心团队工作积极性，公司于 2023 年 10 月 14 日披露了《2023 年限制性股票与股票期权激励计划（草案）》。公司拟向包括董事、高级管理人员、核心技术人员等不超过 455 名激励对象（占截至 2022 年底员工总数的 36.78%）授予 91.625 万限制性股票及 200 万份股票期权，加之预留部分，占公告日公司股本总额的 2.95%。这是公司继在科创板上市后拟定的第二个激励计划，针对 2024 年、2025 年设定了明确的业绩考核标准。对应目标为 2024 年、2025 年归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润分别不低于 8.20 亿元和 10.00 亿元。（由本次股权激励产生的激励成本将在管理费用中列支，业绩考核目标可以剔除任意批次公司因实施股权激励、员工持股计划而产生的激励成本）

图表 4. 公司 2023 年股权激励计划首次授予的限制性股票的业绩考核情况

归属安排	业绩考核目标
第一个归属/行权期	2024 年归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润不低于 8.20 亿元
第二个归属/行权期	2025 年归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润不低于 10.00 亿元

资料来源：奕瑞科技公告，中银证券

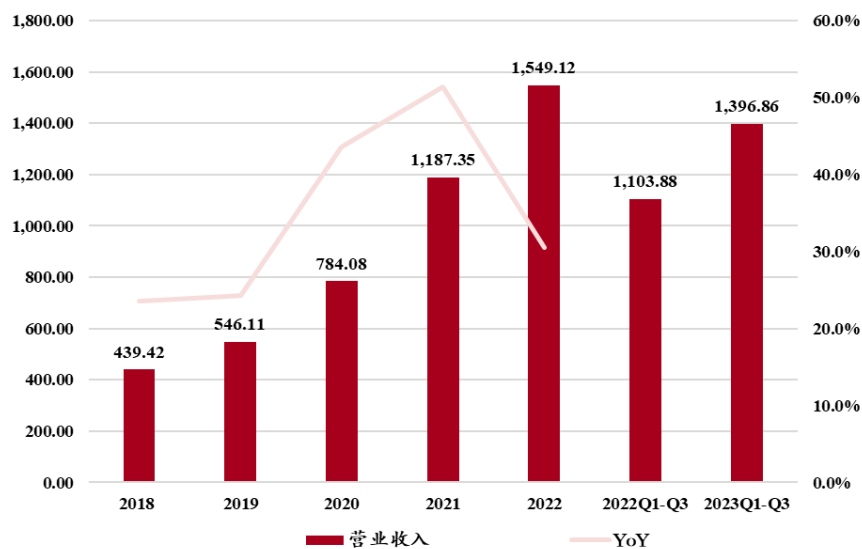
1.2 公司业绩保持稳健增长，毛利率呈现出上升趋势

1.2.1 公司营业收入保持稳健增长

奕瑞科技在持续搭建平台化产品结构、扩大产能储备的同时，继续开拓全球市场，深化战略大客户策略。齿科、工业产品销售得以快速增长，普放、放疗等产品销售亦整体保持稳定增长。

公司营业收入在 2018 年-2022 年期间由 4.39 亿元增至 15.49 亿元，2018 年-2022 年年均复合增长率为 37.03%。2023 年前三季度公司实现营业收入 13.97 亿元，同比增长 26.54%。其中，公司 2023 年上半年营业收入为 9.57 亿元，同比增长 32.83%，2023 年第三季度单季营业收入为 4.40 亿元，同比增长 14.71%。

图表 5. 奕瑞科技营业收入及增速（单位：百万元）



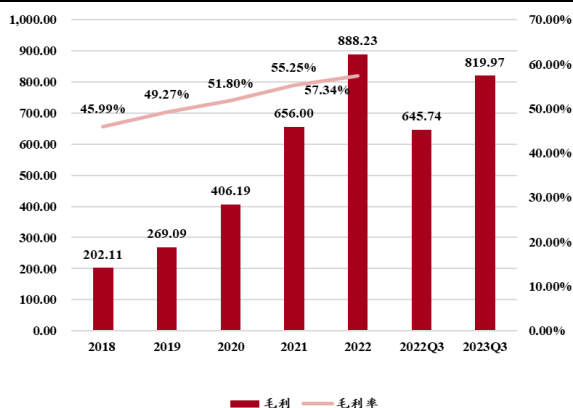
资料来源：iFinD，中银证券

1.2.2 公司毛利率整体呈上升趋势

奕瑞科技自 2018 年以来，公司毛利率呈现上升趋势。公司毛利率由 2018 年的 45.99% 增至 2022 年的 57.34%，提升 11.34 个百分点。2023 年前三季度公司毛利率为 58.70%，同比提高 0.20 个百分点

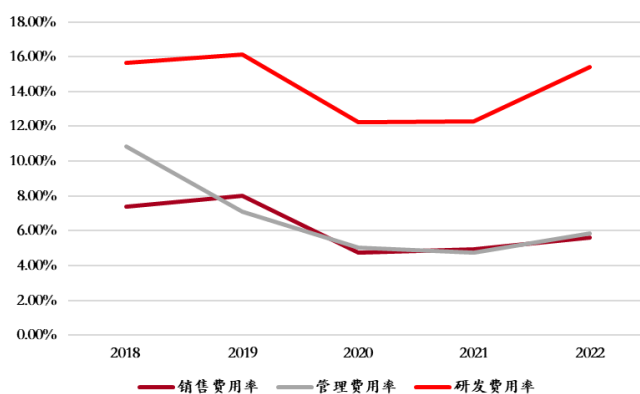
在费用率方面，公司研发费用率维持在较高水平。公司 2018 年至 2023Q1-Q3 期间，研发费用率均保持在 12% 以上。管理费用率与销售费用率均呈现下降趋势，2023 年 Q1-Q3 期间公司管理费用率为 4.58%，销售费用率为 4.44%。

图表 6. 奕瑞科技毛利情况（单位：百万元）



资料来源：iFind，中银证券

图表 7. 奕瑞科技费用率情况



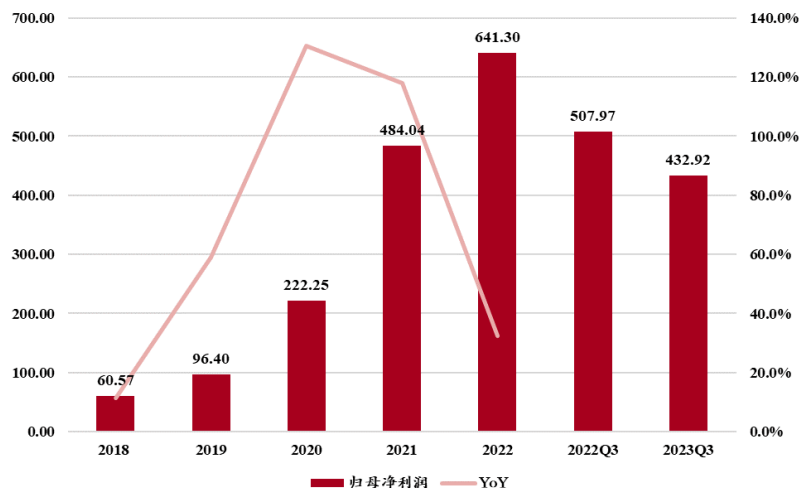
资料来源：iFind，中银证券

1.2.3 公司归母净利润表现优秀

公司归母净利润由 2018 年的 0.61 亿元增至 2022 年的 6.41 亿元，2018 年-2022 年年均复合增长率为 80.39%。2023 年前三季度公司实现归母净利润 4.33 亿元，同比下降 14.77%，主要是受交易性金融资产公允价值变动影响。其中，公司 2023 年上半年归母净利润为 3.25 亿元，同比增长 17.43%，2023 年单三季度归母净利润为 1.08 亿元，同比降低 53.23%。

公司 2023 年前三季度扣非归母净利润为 4.92 亿元，同比增长 21.26%。其中，公司 2023 年上半年扣非归母净利润为 3.46 亿元，同比增长 25.86%，2023 年 Q3 单季扣非归母净利润为 1.46 亿元，同比增长 11.59%。

图表 8. 奕瑞科技归母净利润及增速（单位：百万元）



资料来源：iFinD，中银证券

1.3 客户囊括多家下游头部企业，境内与境外业务均保持优秀增长

1.3.1 客户覆盖境内外下游头部企业

公司不断实现国内及海外客户的突破：在医疗业务方面公司覆盖多家医疗影像设备头部企业，国内客户包括有联影医疗、万东医疗、美亚光电等，海外客户包括柯尼卡、富士、西门子、飞利浦等。在工业领域，公司客户包括宁德时代等。

图表 9. 公司境内境内客户营业收入情况（单位：亿元）

		2022 年	2022Q3	2023Q3
联影医疗	公司产品包括磁共振成像系统（MR）、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。	92.38	58.59	74.32
美亚光电	专注于光电智能识别装备研发制造，主要产品有色选机、X 光异物检测机、口腔 CBCT、脊柱外科手术机器人等。	21.17	15.00	16.57
万东医疗	公司影像产品涵盖 MRI、CT、DSA、DR、DRF、数字乳腺机、移动 DR 和超声诊断设备。	11.21	7.33	9.26

资料来源：各公司官网，各公司年报及三季报，iFinD，中银证券

图表 10. 境外客户营业收入情况

公司名称	公司简介	营业收入情况
飞利浦	飞利浦医疗致力于在从健康的生活方式及疾病的预防、到诊断、治疗和护理的整个健康关怀全程。产品包括 CT、MR、XR、MI 等。X 光产品方面，2023 年 5 月 2 日，飞利浦发布一款图像引导治疗移动 C 型臂系统 Zenition 10。	● 2022 年营业收入为 178.27 亿欧元，同比增长 3.9%。 ● 2023 年 1-9 月公司营业收入为 45 亿欧元，同比增长 11%。
西门子	全球知名医疗科技公司，公司产品包括 CT、MR、血管造影设备、分子影像系统、超声扫描系统等。X 实现产品方面，2022 年公司发布一款先进的落地式射线照相系统 MULTIX Impact。	● 2023FY 营业收入为 216.8 亿欧元，同比下降 0.2%。 ● 2023FY 影像业务收入 118.4 亿欧元，同比增长 9.0%。
日本富士	综合性医疗健康公司，发挥在传统胶片领域积累的技术优势，将业务范围扩大至“医疗健康”、“高性能材料”和“影像”三大领域。公司医疗产品包括医疗 IT、CT 系统、X 线摄影系统、超声设备、内镜等。X 射线产品方面，2022 年公司推出一款数字化乳腺 X 线摄影系统 AMULET SOPHINITY。	● 2023 年上半年销售收入达 13885 亿日元，同比增长 2.9%。 ● 影像领域销售收入达 2192 亿日元，同比增长 19.5%。

资料来源：各公司官网及财报，中银证券

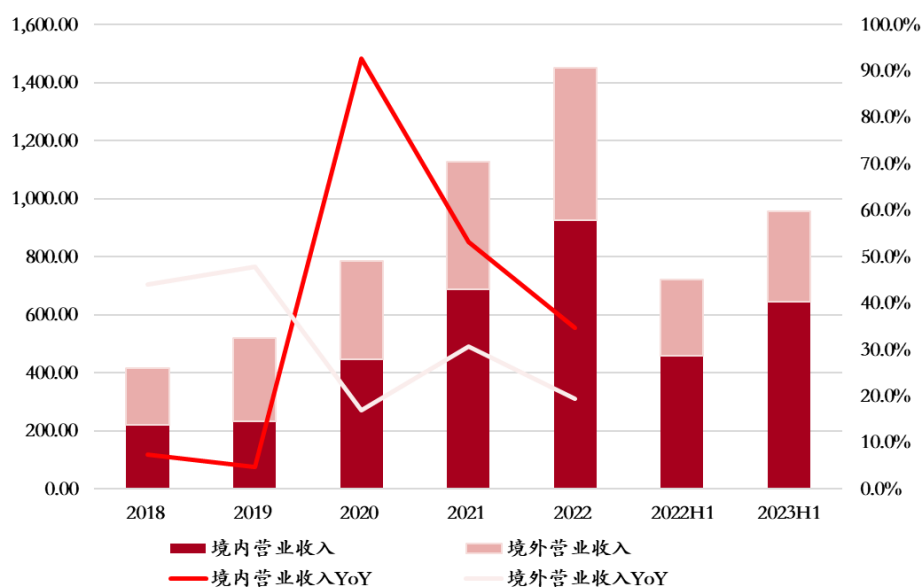
1.3.2 公司境内境外业务均呈现增长趋势

公司境内客户主要包括朗视股份、宁德时代、正业科技、日联科技等，境外客户主要包括锐珂、安科锐、DRGEM 等。公司近几年境内与境外业务均保持优秀增长。

境内业务方面，2018 年-2022 年期间公司主营业务收入由 2.22 亿元增至 9.24 亿元，2018 年-2022 年年均复合增长率为 42.86%。在 2020 年-2022 年期间，公司境内齿科业务和来自工业战略大客户的收入表现出优秀的增长。2023 年上半年公司境内业务收入为 6.45 亿元，同比增长 40.97%。

境外业务方面，2018 年-2022 年公司主营业务收入由 1.94 亿元增至 5.25 亿元，2018 年-2022 年年均复合增长率为 28.20%。2023 年上半年公司境外主营业务收入为 3.12 亿元，同比增长 18.68%。

图表 11. 境内外主营业务收入及增速 (单位: 百万元)



资料来源: iFinD, 中银证券

X 射线平板探测器行业门槛高，下游需求仍存在增长潜力

2.1 X 射线平板探测器是 X 射线影像设备的核心部件，更灵敏、影像质量更高、速度更快是行业研发的重要趋势

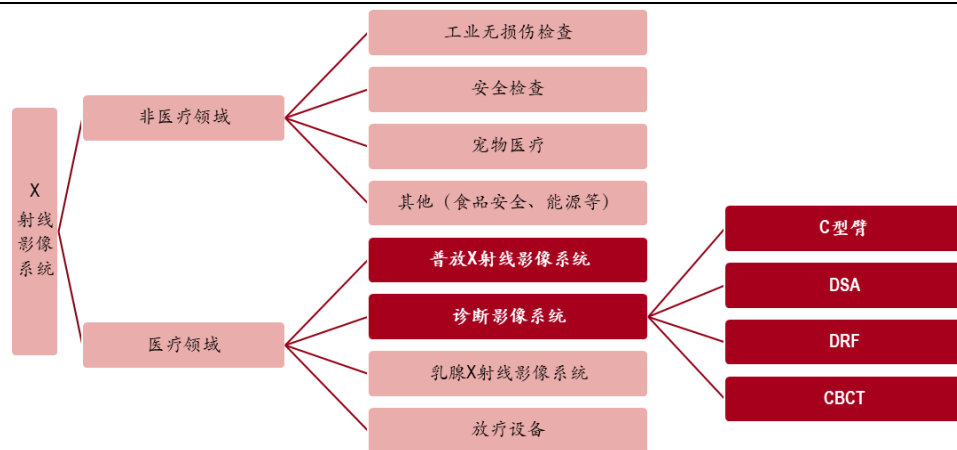
2.1.1 X 射线平板探测器是 X 射线影像设备的核心部件，应用于医疗工业等领域

X 射线平板探测器是 X 射线影像设备的重要的核心部件，在医疗诊断、安防、工业检测、食品检测等领域均有应用。X 射线平板探测器的基本运作原理将收到的 X 射线通过直接或间接地方式转换为电信号，传输给计算机进行图像构建后进行显示。

而从应用的角度，平板探测器可分为静态平板探测器和动态探测器，应用于不同的使用场景。静态平板探测器由单次 X 射线或单次 X 射线组合的序列拍片下成像，而动态平板探测器在脉冲式或连续 X 射线曝光拍片下成像。动态平板探测器相比静态平板探测器，需要快速对于动态的光信号进行捕捉，对于传感器的性能具有较高的要求。

X 射线平板探测器的性能和稳定性会影响影像设备的性能，因此对于下游影像设备的企业来说选择可靠的性能优秀的平板探测器是非常重要的，X 射线平板探测器往往在影像设备的成本中占有较大的比重。同时，平板探测器的研发设计及加工都涉及较高的行业门槛。

图表 12. 全球 XR 市场规模



资料来源：康众医疗招股书，中银证券

工业应用

工业领域，工业用 X 线探测器主要应用于无损检测领域，无损检测是指：在不损害或不影响被检测对象使用性能的前提下，采用射线、超声、红外、电磁等原理技术并结合仪器对材料、零件、设备进行缺陷、化学、物理参数检测。射线技术包括放射同位素及 X 射线两大方向，放射同位素有很多应用限制，X 射线目前是主流的应用技术方向。

半导体封装和动力电池检测领域均需要用到工业无损检测，此外机械制造、汽车、电子、铁路、压力容器、食品、矿选等领域也涉及使用平板探测器进行工业检测。半导体封装需要对生产过程中的缺陷进行检测，比如 PCB 电路板及其 SMT 工艺过程中需要检测电路板内部缺陷以及电路板中的微小电子器件焊接情况。半导体封装的检测对于检测设备的分辨率要求较高，因此对于传感器的性能要求也较高。

医疗领域应用

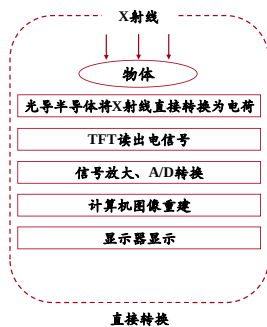
在医疗领域，X 射线平板探测器主要应用于普放、诊断影像系统、乳腺 X 射线影像和放疗设备中。普放 DR 是目前是全球主流的 X 线摄影设备，在医院的内科、外科、骨科、创伤科、急诊科、体检科等科室均有所应用。在诊断影像方面，平板探测器应用于减影血管造影系统（DSA）、C 型臂 X 射线机（C-Arm）、齿科 CBCT（锥形束 CT）和肠胃 DRF 的使用场景均为动态，需要用到动态平板探测器。

2.1.2 目前平板探测器以间接转换探测器为主

据转换的方式，平板探测器可分为直接转换探测器和间接转换探测器，目前间接转换平板探测器在医疗影像设备领域使用较多。

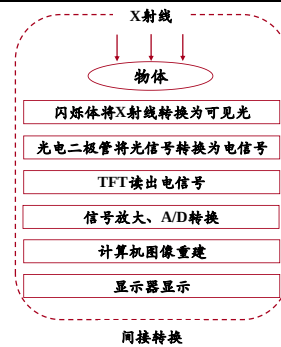
采用间接转换的平板探测器结构一般包括闪烁体、传感器及读出电路以及外围控制电路：首先闪烁体将 X 射线转化为可见光，光电二极管将光信号转换为电信号，信号放大转换后计算机进行图像重建。而直接转换的平板探测器则是通过光导半导体将 X 射线转换为电荷，传感器读出电信号后由计算机进行图像重建。

图表 13. 直接转换平板探测器工作原理



资料来源：康众医疗招股书，中银证券

图表 14. 间接转换平板探测器工作原理



资料来源：康众医疗招股书，中银证券

直接转换平板探测器

直接转换平板探测器包括能量积分型探测器和光子计数器，光子计数器由于采用的光导半导体材料价格昂贵目前实际应用较少，但是光子计数器仍然是目前平板探测器研发的重要方向。

能量积分型探测器以非晶硒探测器为代表。硒元素对于温度较为敏感，受热结晶会导致性能衰减，因此使用条件有限且使用寿命较短。同时，非晶硒对于 X 射线的吸收率较低，因此在低剂量的射线水平下难以保证图像质量。所以，基于以上因素，非晶硒直接转换平板探测器应用没有间接转换平板探测器广。

但是非晶硒平板探测器的优势在于 X 射线光子在非晶硒介质内完成电荷转化，不需要通过闪烁体转化为可见光，进而不涉及可见光的散射问题，因此在高剂量 X 射线水平下可以实现更高的图像质量。因此，非晶硒平板探测器一度应用于高端乳腺 X 射线成像设备，乳腺癌筛查需要观察钙化点和周围组织的形态，对图像质量的要求很高。

间接转换平板探测器

间接转换平板探测器需要闪烁体将 X 射线转换为可见光，因此在生产的过程中需要对闪烁体进行蒸镀的步骤。闪烁体包括碘化铯(CsI)平板和硫氧化钆(GdOS)平板两种。目前由于性能的特点，碘化铯是平板探测器中最常用的闪烁体。

间接平板探测器的介质包括非晶硅、氧化铟镓锌和单晶硅，其中非晶硅因技术成熟、适应性好、低成本等原因，是目前最主流平板探测器。但是动态应用的平板探测器的性能要求更高，因此需要性能更好的介质材料。

由于硅元素对于 X 射线的吸收率高于硒元素，因此非晶硅间接转换平板探测器在低剂量的射线水平下相比非晶硒平板探测器在低剂量水平下图像质量更高。但是间接转换平板探测器由于需要将 X 射线转换为可见光，而可见光存在散射的问题，因此在过去的一段时间里一些需要高分辨率图像的情景（例如乳腺癌筛查）一度需要采用直接转化平板探测器。但是随着更多性能更加优良的材料开发与工艺发展——以氧化铟镓锌和单晶硅为代表，目前很多场景下间接转换平板探测器已经替代非晶硒直接转换平板探测器。

2.1.3 更加灵敏、影像质量更高、速度更快的 X 射线平板探测器是行业研发的趋势

从性能上看，更加灵敏、影像质量更高、速度更快的 X 射线平板探测器是行业研发的趋势。这些更加优秀的性能需要传感器具备更高的电子迁移率，IGZO 和 CMOS 技术的研发也是出于对于电子迁移率提高的要求。但是一些前沿的技术也涉及较高的成本，因此下游产品在选择平板探测器的时候往往需要在性能的侧重以及成本之间权衡。衡量平板探测器的性能指标包括像素尺寸、灵敏度、动态范围和 DQE 等。

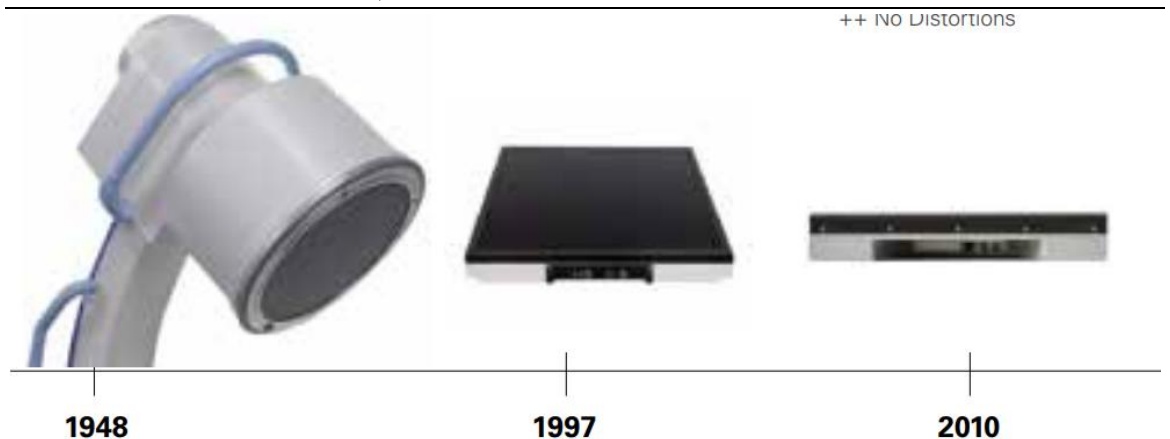
DQE (Detective Quantum Efficiency)：即量子检测效率，较高的量子检测效率可以在同样的射线剂量下取得更高的图像剂量——即可以通过更低剂量的射线实现同样的图像质量，因此高 DQE 的平板探测器有利于降低使用环境与使用者受到的辐射剂量。DQE 使用输出信噪比的平方与输入信噪比的平方之比的百分数来表示。

图像残影情况：由于非晶硅和非晶硒的物理特性，曝光图像上都会存在着残影的问题，拍摄时图像会受到之前拍摄图像的影响。残影的影响会随着拍摄增强，而一旦产生残影需要长时间自然衰减才能消退。平板探测器厂商通过硬件改善或计算机算法改良的方式来降低残影的影响。

X 射线探测器传感器的发展主要经历了 CCD、TFT 和 CMOS 三个阶段。目前 TFT 技术是最广泛的应用，CMOS 技术在性能上具有较大的优势但是也涉及更高的成本。

更高的性能需要更高的电子迁移率，电子迁移率是指金属或半导体内部电子在电场作用下移动的快慢程度，电子迁移率受到材料晶体结构、载流子与晶格相互作用、杂质和掺杂、外加电场、温度、载流子浓度以及应力与畸变等影响。更高的电子迁移率可以为平板探测器带来更快的反应速度和更高的图像分辨率，因此更高电子迁移率的材料是研发的重要方向。平板探测器目前使用较多的材料包括非晶硅、IGZO 和单晶硅，IGZO 的电子迁移速度大于非晶硅，单晶硅的电子迁移速度大于 IGZO。

图表 15.X 射线探测器传感器发展历史

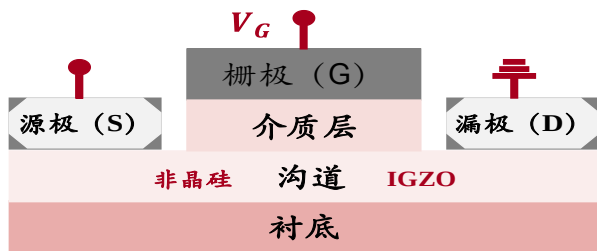


资料来源：Dalsa，中银证券

CCD (电荷耦合器件)

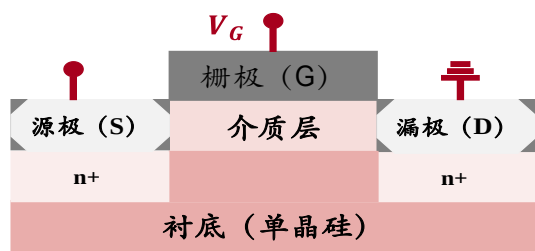
CCD-DR 采用电荷耦合器件 (CCD) 芯片进行光电转换，CCD 传感器是按一定规律排列的 MOS 电容器组成的阵列。CCD 影增技术发展较早，但是密度分辨率与空间分辨率一般。CCD 的成像速度较快，因此在很长的一段时间内一些 C 型臂设备仍然在使用 CCD 传感器。但是目前 IGZO 技术与 CMOS 技术已经应用于 C 型臂设备，同时上游多家 CCD 芯片供给厂商已经停产 CCD 芯片。

图表 16. TFT 结构示意图



资料来源：搜狐，中银证券

图表 17. CMOS 结构示意图



资料来源：搜狐，中银证券

TFT（薄膜晶体管）与氧化物 TFT

TFT 传感器的集成电路层采用薄膜晶体管技术，经过转化形成的可见光被非晶硅集成电路板上的光电二极管吸收从而转化成相应数量的电子。TFT 原理在于“开关”，可见光被光电二极管吸收并转化为电子后，在 TFT 开关打开时电子向电容充电进行“积分”。积分完成后控制读出电路的开关打开，电荷传输进入读出电路。每一帧图像都需要经过积分和读出，平板探测器的每一个像素单元都需要 TFT 进行驱动。

非晶硅与 IGZO 平板探测器均属于 TFT 传感器技术范畴，区别在于采用的 TFT 有源层材料为非晶硅或氧化铟镓锌，非晶硅/IGZO 探测器的衬底一般是便宜的玻璃或者塑料。

一般非晶硅的电子迁移速度小于 $1\text{cm}^2/\text{Vs}$ ，低于 IGZO 和单晶硅。非晶硅探测器的工艺比较成熟，可以进行大面积制造，目前绝大部分平板探测器的厂商均掌握非晶硅的制造工艺。在参数方面，目前非晶硅的分辨率已经可以达到 100 微米以下，同时产品的稳定性和成本也是下游在进行采购时的重要考量。

IGZO（氧化铟镓锌）的电子迁移速度高于非晶硅，可以达到 $10\text{cm}^2/\text{Vs}$ 。IGZO 平板探测器相比传统非晶硅平板探测器具有更高的采集速度、更高分辨率和更好的低剂量图像质量，因此可以被应用于动态平板探测器领域，包括 DSA 等。同时，IGZO 平板探测器的制造成本较低，且可以进行大面积制造，但是目前掌握 IGZO 制造工艺的厂商较少。

CMOS

CMOS 传感器的衬底是单晶硅晶圆，单晶硅的电子迁移率可以达到 $1500\text{cm}^2/\text{Vs}$ ，远高于非晶硅和 IGZO。CMOS 探测器具有高分辨率、高采集速度、高 DQE 的性能优势，但是成本较高，因此仅应用于对于画面质量要求较高或者需要进行动态探测的场景中。

CMOS 的制造加工涉及难度较高的工艺和昂贵的成本，单晶硅晶圆成本较高，而基于 CMOS 探测器的制备工艺也需要更高的温度且更为复杂——CMOS 平板探测器需要在一块晶圆上集成光电二极管、寻址电路和放大器。同时，**CMOS 平板探测器受到晶圆尺寸的限制，大尺寸的 CMOS 平板探测器需要进行拼接**，但是拼接涉及工艺较为复杂，行业内掌握拼接工艺的厂商较少。

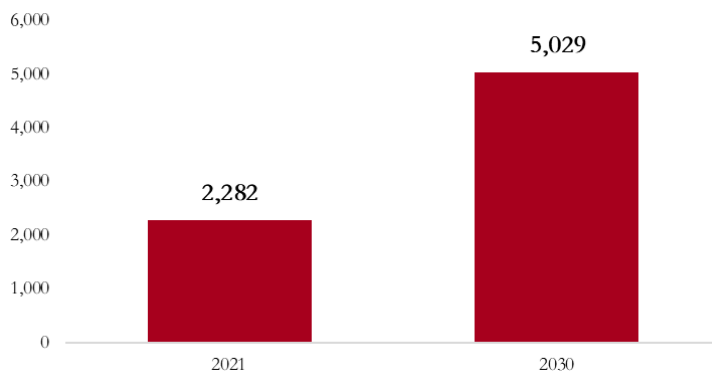
因此，CMOS 平板探测器在涉及动态场景且不需要大尺寸平板探测器的下游设备中具有一定的优势，比如牙科 CBCT、乳腺机等。

2.2 行业下游需求仍存在增长潜力，X 射线平板探测器市场仍存在扩容空间

2.2.1 X 射线平板探测器市场仍存在扩容空间

根据 Frost&Sullivan 数据，预期全球平板探测器市场在 2021 年至 2030 年由 22.82 亿美元增长至 50.29 亿美元，年均复合增长率达到 9.2%。

图表 18. 全球平板探测器市场（单位：百万美元）



资料来源：Frost&Sullivan，中银证券

在医疗领域，X 射线平板探测器分为静态和动态产品，其中静态产品主要应用于数字化 X 线摄影系统（DR）、数字化乳腺 X 射线摄影系统（FFDM）和齿科口内 X 线拍摄系统，动态产品应用于数字减影血管造影系统（DSA）、C 型臂 X 射线机（C-Arm）、齿科 CBCT 及放射性治疗等场景。

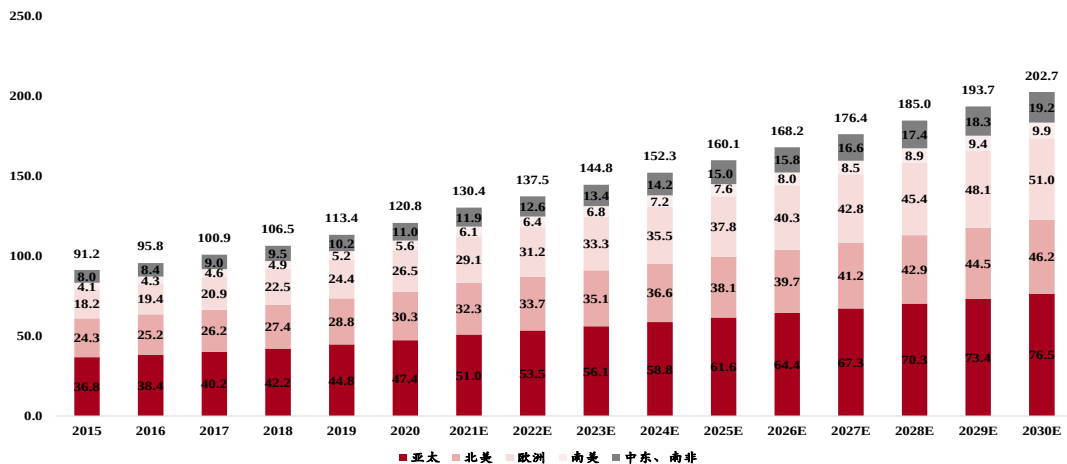
工业领域，工业用 X 线探测器主要应用于无损检测领域，动力电池检测和半导体后段封装检测成为近年来 X 线探测器在工业领域应用新的增长点。

2.2.2 平板探测器下游医学影像市场仍存在增长空间

X 射线平板探测器下游的医疗诊断设备 XR（X 射线成像系统）可以广泛应用于胸部、骨关节、乳腺疾病、胆系和泌尿系统结石、消化、呼吸、泌尿、心血管系统疾病的临床诊断。其中，通用 X 射线机 GXR 包含常规 DR、移动 DR、乳腺机及胃肠机，均通过 X 射线摄影进行诊断检查疾病；介入 X 射线机 IXR 主要为 C 型臂 X 射线机（包括 DSA 和小小型 C 型臂），主要用于外科手术时进行监控式 X 射线透视和摄影。

从全球市场的维度来看，XR 市场规模呈现增长趋势。根据联影医疗招股书，2019 年全球 XR 设备市场规模约 113.4 亿美元，2015 年-2019 年年复合增长率为 5.8%。其中亚太地区由于人口众多，将会持续保持全球最大 XR 市场的地位。根据联影医疗招股书，2030 年 XR 市场规模将达到 202.7 亿美元，2019 年-2030 年年复合增长率为 5.3%（市场规模以出厂价口径计算）。市场的增长主要得益于设备的移动化趋势、全球老龄化进程的加速、骨科疾病和癌症的发病率变化等因素。

图表 19. 全球 XR 市场规模（单位：亿美元）



资料来源：灼识咨询，联影医疗招股书，中银证券（以出厂价口径计算）

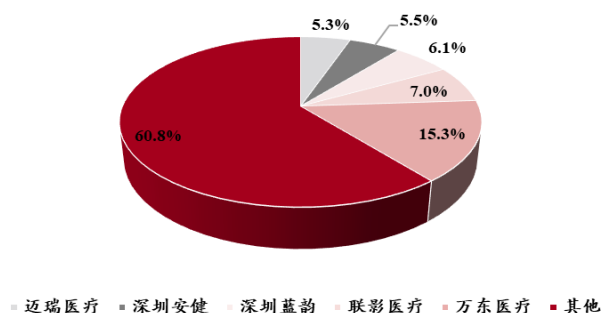
中国 XR 市场尚未饱和，具有增长潜力。随着分级诊疗政策的推行，基层下沉市场空间逐步得到释放。同时，新冠疫情带来的相关需求也有力促进了移动 DR 等 XR 设备的发展。根据联影医疗招股书数据：2020 年，中国 XR 市场规模约 123.8 亿元，2015 年-2020 年年复合增长率为 7.4%；中国 XR 市场规模预期在 2030 年达到 206.0 亿元，2020 年-2030 年年复合增长率达到 5.2%（市场规模以出厂价口径计算）。

DR

DR 普放影像设备是目前全球主流 X 线摄影设备，广泛应用于医院的内科、外科、骨科、创伤科、急诊科、体检科等科室。海外主流厂商有西门子医疗、GE 医疗、飞利浦医疗、富士医疗、锐柯医疗、日立医疗、爱克发医疗（比利时）、佳能医疗等；国内主流厂商有万东医疗、安健科技、迈瑞医疗、普爱医疗、联影医疗、蓝影医学科技以及深图医学影像设备等。

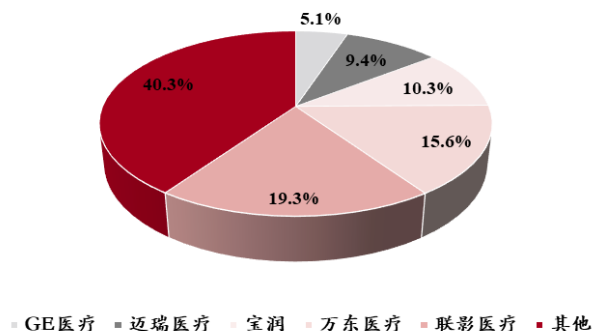
DR 系统向基层医疗机构下沉，国产替代趋势明显。根据卫计委发布的《医疗机构基本标准（试行）》的通知，我国医院（不包括美容医院、疗养院、眼科医院、结核病医院、麻风病医院、职业病医院、护理院及其他专科医院）和乡镇卫生院基本设备均需配置 X 光机（包含传统胶片机、CR、CCD-DR 和 DR）。我国与发达国家的 DR 配置差距，形成了较大的采购需。另外随着全球经济增长和中国的城镇化进程推进，以及分级诊疗和普惠的医疗服务逐渐成为公共卫生事业广泛的共识，未来更多的国内基层医疗机构将配置 DR 等基础诊断设备。根据咨询数据，2020 年 DR 设备市场占有率排名前五的厂商分别是万东医疗、联影医疗、深圳蓝韵、深圳安健和迈瑞医疗，市场占有率分别为 15.3%、7.0%、6.1%、5.5%和 5.3%。根据奕瑞科技年报，2022 年 DR 设备的国产化率已达 80%。

图表 20. 2020 年中国 DR 市场占有率



资料来源：灼识咨询，联影医疗招股书，中银证券

图表 21. 2020 年中国移动 DR 市场占有率



资料来源：灼识咨询，联影医疗招股书，中银证券

放疗设备（RT）

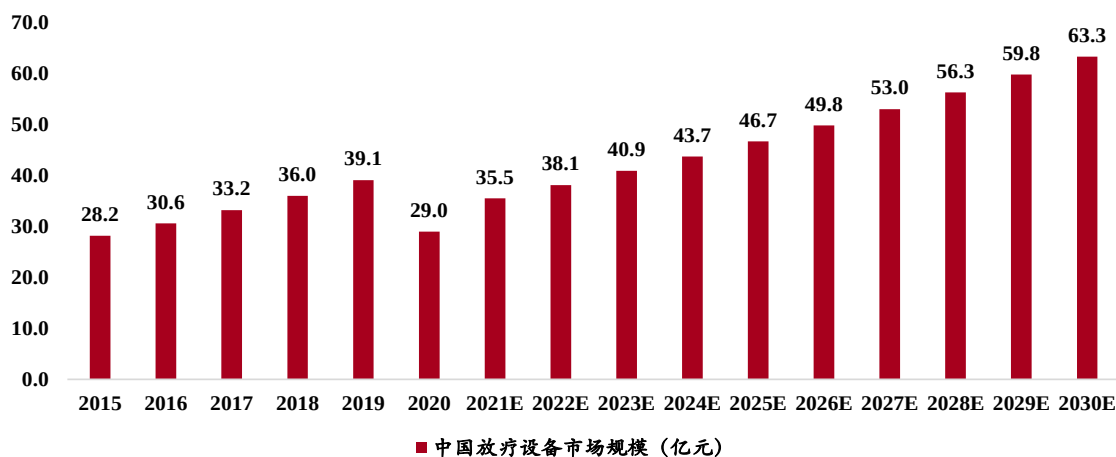
放射治疗设备（RT）是目前肿瘤治疗中的一种重要治疗工具，其中包括医用直线加速器、伽马刀、Cyberknife（射波刀），TomoTherapy（螺旋断层放疗）、质子重离子设备等，其中中国内外采用较多的是医用直线加速器。

RT 设备海外主流厂商有医科达、瓦里安等；国内主流厂商有新华医疗、上海联影、沈阳东软、苏州雷泰、广东中能、深圳海博、西安大医、江苏海明以及成都利尼科等。

全球放疗设备市场份额持续上升。根据 Business Wire 数据，2018 年全球的放射治疗设备市场规模为 24.8 亿美元，预期全球的放射治疗设备市场规模在 2025 年将达到 39.3 亿美元。

中国放疗设备 2020 年后恢复增长，后续增速趋于稳定。2020 年中国放疗设备市场中，瓦里安和医科达两大巨头依然占据了大多数市场份额。根据联影医疗招股书数据：2020 年中国放疗设备为 29.0 亿元，2015 年-2020 年年复合增长率为 0.6%；2030 年中国放疗设备市场规模将达到 63.3 亿元，2020 年-2030 年年复合增长率为 8.1%（市场规模以出厂价口径计算）。

图表 22. 中国放疗设备市场规模

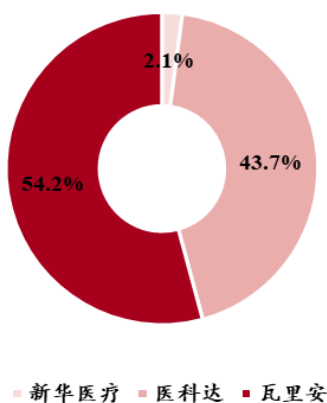


资料来源：灼识咨询，联影医疗招股书，中银证券（以出厂价口径计算）

民营医院放疗设备配置加速，市场存在扩容空间。2018 年新版大型医用设备目录将主要放疗设备例如直线加速器、伽玛刀等调整为乙类大型医用设备，配置许可证颁发由国务院卫生行政部门颁发下放至省级卫生行政部门。2021 年 6 月，国家卫健委发布了《社会办医疗机构大型医用设备配置“证照分离”改革实施方案》，进一步优化社会办医疗机构甲类大型医用设备配置许可审批服务。未来民营医院大型设备配置将加速，有利于未来民营医院肿瘤治疗设备的增长。同时这也可以改善我国目前肿瘤设备供给不足的现状，提高民营医院承接公立医院溢出的患者治疗需求的能力。

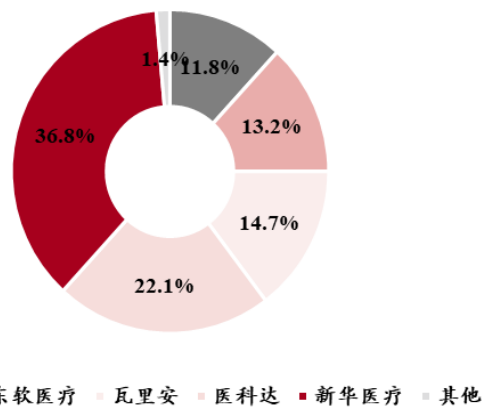
在直线加速器等放疗设备上，瓦里安、医科达两大巨头目前依然占据了大多数市场份额，本土产品市场占有率较低。根据中华放射肿瘤学杂志《“十四五”大型医用设备规划编制基础研究课题放射治疗组地区调查研究》数据显示，截至 2020 年 12 月 31 日，国内现有用于放疗的直线加速器 2139 台。其中进口设备 1803 台，占比 84.3%；国产 336 台，占比仅为 15.7%。近年影像技术、大数据、人工智能、物联网等新技术的发展促进了放疗设备的更新换代，国产放疗设备产业发展壮大呈现积极趋势，有望随着技术升级实现国产替代。

图表 23. 2020 年中国高能放疗设备市场占有率



资料来源：灼识咨询，联影医疗招股书，中银证券

图表 24. 2020 年中国低能放疗设备市场占有率



资料来源：灼识咨询，联影医疗招股书，中银证券

数字剪影血管造影系统 (DSA)

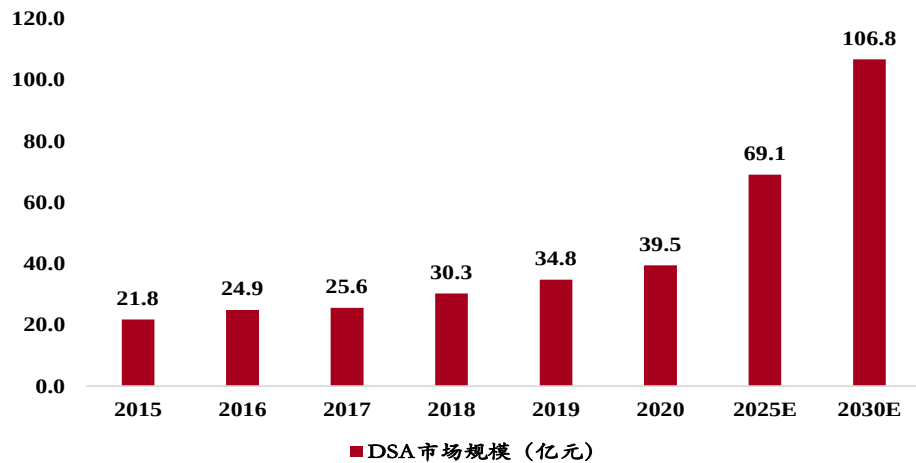
数字减影血管造影系统 (DSA) 包括 X 线管、高压发生器、影像增强器、光学系统、电视摄像机和监视器等，适用于心脏大血管及外周血管的检查，具体应用有经动脉栓塞治疗恶性肿瘤、狭窄血管的球囊导管扩张术和内支架成形术等。

DSA 设备海外主流厂商有飞利浦医疗（荷兰）、西门子医疗（德国）、GE 医疗（美国）、佳能医疗（日本）等；国内主流厂商有东软医疗、万东医疗、联影医疗、乐普医疗以及唯迈医疗等。

全球血管造影设备市场规模逐渐增长。根据世界卫生组织的数据，2017 年，心血管疾病每年造成近 1790 万人死亡，预计到 2030 年这一数字将增长到 2360 万以上，血管造影设备的需求被推动。根据 Morder Intelligence 报告预测，血管造影设备市场预计在预测期间（2024 年-2029 年）的复合年增长率为 4.7%。

中国数字减影血管造影系统具有较高的市场前景。随着人口老龄化进程加快以及介入治疗技术进步，介入手术量将保持增长态势，数字减影血管造影机市场需求将随之增加。根据华经产业研究院数据，2020 年我国 DSA 市场规模为 39.5 亿元，2015 年-2020 年年复合增长率为 12.6%。根据华经产业研究院报告预测，DSA 市场规模 2025 年将达到 69.1 亿元，2020 年-2025 年年复合增长率为 11.8%；2030 年将达到 106.8 亿元，2020 年-2030 年年复合增长率为 10.4%。

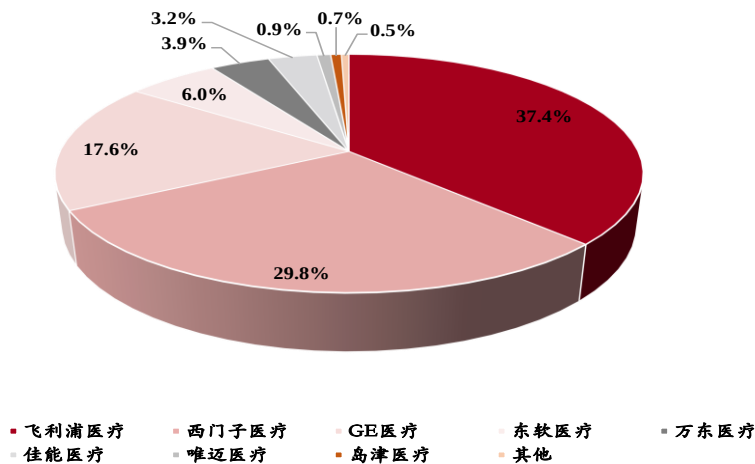
图表 25. 中国数字减影血管造影系统市场规模



资料来源：华经产业研究院，中银证券

国产替代将成为发展主旋律。数字减影血管造影机技术壁垒较高，受技术、研发能力、品牌以及资金投入等因素限制，我国数字减影血管造影机市场仍由飞利浦、西门子医疗、GE 医疗等国际企业占据主要地位。2022 年飞利浦医疗、西门子医疗、GE 医疗、佳能医疗和岛津医疗的市场占有率分别为 37.4%、29.8%、17.6%、3.2%和 0.7%，合计为 88.7%。而国产数字减影血管造影机市场占比较小，2022 年东软医疗、万东医疗和唯迈医疗的市场占有率分别为 6.0%、3.9%和 0.9%，合计为 10.8%。因此产品国产替代空间广阔。

图表 26. 2022 年中国 DSA 设备市场格局



资料来源：共研产业咨询，中银证券

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/708030013067006031>