

# 机械设备

## 国产替代核心零部件专题：微焦点X射线源及检测装备

作者：

分析师 李鲁靖 SAC执业证书编号：S1110519050003

分析师 朱晔 SAC执业证书编号：S1110522080001

联系人 张钰莹



**天风证券**

【综合金融服务专家】

行业评级：强于大市（维持评级）

上次评级：强于大市

# 摘要

## 1) X射线智能检测装备：市场从国外垄断逐步走向国产替代。

根据沙利文咨询预测，预计到2026年，我国X射线检测设备除医疗健康领域外的其他主要应用领域的市场规模为241.4亿元，2021-2026年CAGR约为15.2%。

- **集成电路及电子制造检测设备：**需求稳步增长，目前中国X射线集成电路及电子制造检测设备领域有超过75%的市场被海外企业占据。沙利文预计到2026年，国内集成电路及电子制造X射线检测设备市场规模预计达到61.2亿，2022-2026年CAGR将达23.0%。
- **新能源汽车和储能行业检测设备：**需求高速增长，国内设备占主导地位；沙利文预计至2026年，X射线检测设备在电池检测领域市场规模将达到58.0亿，2022-2026年CAGR超过28.9%。
- **铸件焊件领域检测设备需求：**国外企业占据约60%的市场份额，中国企业市场占有率均较为分散。沙利文预计2026年市场规模将超过44.2亿元，2022-2026年CAGR接近17.0%。

## 2) 微焦点X射线源：国产替代从0到1阶段。

我国工业检测的微焦点X射线源几乎全部依赖进口，日本滨松光子和美国赛默飞世尔2021年合计市场份额近85%，日联科技系国内极少数能够在该领域实现技术突破并产业化应用的厂商。除医疗市场外，根据华经产业研究院预计，2026年X射线源市场规模将达54.25亿，2021至2026年CAGR达19.0%；2026年国内工业微焦点X射线源市场规模将达24.8亿，2021至2026年CAGR达27.71%。

## 3) 日联科技：国内唯一实现闭管式热阴极微焦点X射线源量产企业，核心零部件+设备双管齐下。

- **X射线检测设备有望持续发力：**受益下游集成电路及电子制造、新能源电池等行业需求的快速增长影响，同时自产微焦点X射线源显著降低检测设备核心零部件成本，公司X射线设备业绩表现有望稳中向好；
- **X射线源打开公司第二成长曲线：**公司自主研发90kV和130Kv射线源，打破海外厂商垄断，已经实现量产并积极推进客户验证工作，产能逐步提升，有望作为检测设备耗材实现独立销售收入；正在加速完成150kV闭管微焦点X射线源、160kV开管微焦点X射线源研发和产业化工作，加速国产替代进程。

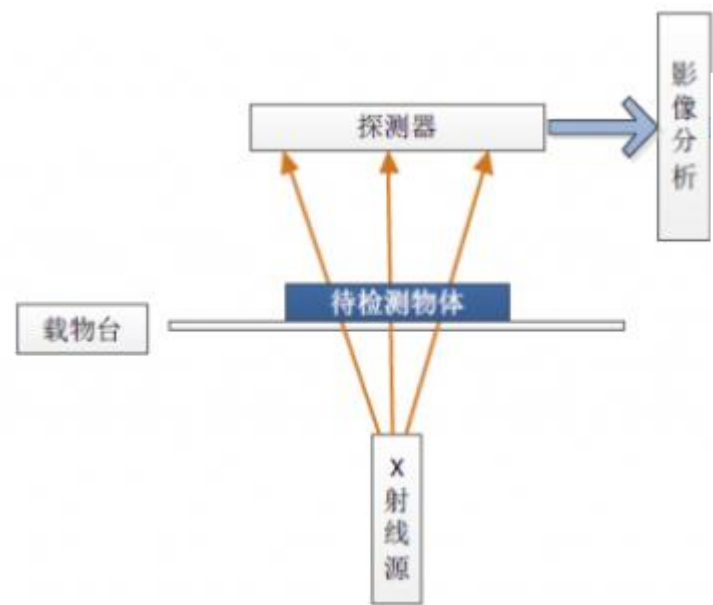
**风险提示：**国产微焦点X射线源进口替代不及预期；下游行业景气度波动的风险；产能释放不及预期；国际贸易摩擦风险。

# 1. X射线工业智能检测装备： 从国外垄断走向国产替代

# 1.1 X射线检测设备工作原理

- ❑ **X射线检测设备原理：**通过X射线穿透不同密度（或厚度）物质的衰减差异，即X射线探测器探测到的X射线穿透被测物体后的剩余光子数量不同，可以得到被检测物体的内部结构成像，通过影像分析而判定物体内部是否存在缺陷及缺陷类型、等级。
- ❑ **X射线智能检测设备使用寿命一般3-8年：**在线式的检测设备由于使用频率高、运行时间长，使用寿命相对较短，一般在4年以内；离线式的检测设备视客户的检测需求不同使用寿命有所差异。X射线源作为检测的核心消耗部件，使用寿命相对有限，在线型设备的X射线源使用寿命一般在1-3年。

图：X射线检测设备原理



表：X射线智能检测设备使用寿命情况

下游应用领域	使用寿命
集成电路X射线智能检测装备	3-6年
电子制造X射线智能检测装备(在线型)	3-4年
电子制造X射线智能检测装备(离线型)	5-8年
新能源电池X射线智能检测装备	3-4年
铸件焊件及材料X射线智能检测装备	5-8年

# 1.2 X射线检测设备：国产替代逻辑清晰

□ X射线检测设备行业涉及环节众多，国内厂商正逐步实现国产替代。行业人士认为X射线检测装备40%左右的成本来自X射线源，探测器则占成本的20%左右。

X射线检测设备产业链及竞争企业图谱				
X射线检测设备产业链		竞争企业图谱		
上游	零部件供应	开管微焦点源	闭管微焦点源	大功率焦点源
		YXLON Finetech X-W or X	滨松 Thermo Fisher 日联	COMET Varian VJ Technologies
		探测器		高压电源
		东芝，THALES Varian，滨松 Rayence，奕瑞，康众		Gulmay Spellman COMET
中游	设备系统集成及制造	集成电路及电子制造	电池检测	铸件、焊件及压力容器等检测
		YXLON 诺信 岛津 GE SEC 日联 善思	正业科技 日联 大成 双元	蔡司 YXLON 日联 华日理学 丹东奥龙
	异物检测			太易 美亚 多科 高晶 日联 梅特利-特利多 赛默飞 安立
下游	多领域检测应用	集成电路及电子制造	电池领域	铸件、焊件及压力容器等检测
		华为 立讯精密 比亚迪 长电科技 富士通	宁德时代 中创新航 比亚迪 国轩高科	中信戴卡 奥迪 特斯拉 一汽大众 中集集团
				雀巢 百事公司 家乐氏 英联食品集团 双汇集团

# 1.3 X射线检测设备：下游应用领域较为广泛

□ **主要应用于医疗健康领域和工业无损检测：**其中工业无损检测领域主要应用于集成电路及电子制造、新能源电池、铸件焊件及材料检测、公共安全及其他（如食品安全等）等领域。

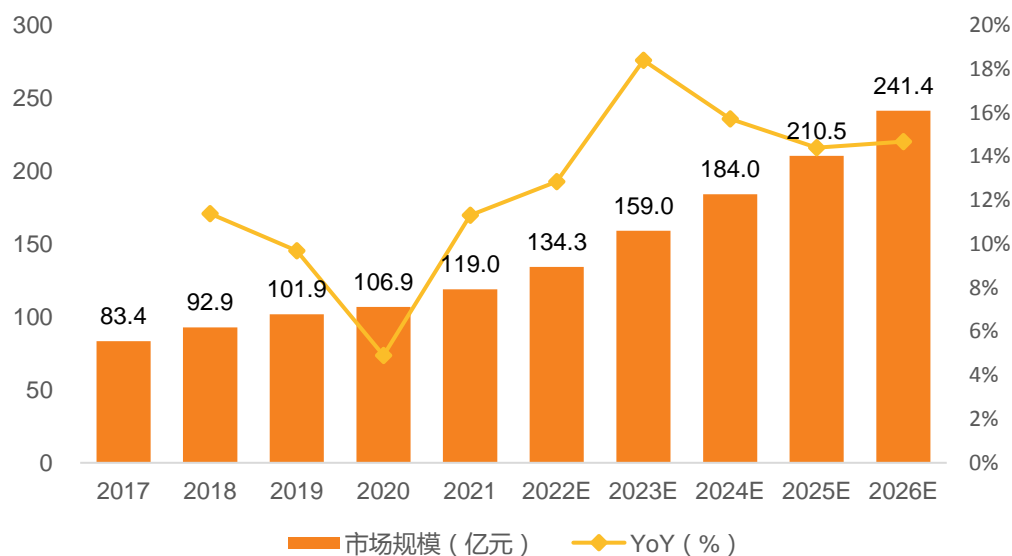
表：X射线智能检测装备应用领域

项目	集成电路	电子制造	新能源电池	铸件焊件及材料	公共安全
焦点尺寸	0.1-15微米	1-80微米	5-80微米	400-1000微米	1000-5000微米
电压及输出功率	≤ 160kv；≤ 80w	≤ 300kv；≤ 500w	≤ 150kv；≤ 75w	≤ 450kv；≤ 4500w	≤ 450kv；≤ 4500w
封装形式	封闭管/开放管	封闭管/开放管	封闭管	封闭管/开放管	封闭管
技术特点	射线源的焦点尺寸非常小，可以实现纳米级别精度检测；绝大多数集成电路检测设备使用开放管射线源，实现高精度检测，但维护成本较高				
应用环节	晶圆切割检测、集成电路封装检测等	PCBA焊接质量检测、SMT质量检测、汽车电子配件X射线检测	动力类电池X射线检测、3C类电池X射线检测设备、储能电池检测等	铸件X射线检测、焊件X射线检测、材料X射线检测	快递物流安检，地铁、客运站、机场安检，高速公路、公安检查站、监狱汽车物流园区、司法监狱等场景的整车检测

## 1.3 X射线检测设备：下游应用领域较为广泛

□ **高速增长趋势：**根据沙利文咨询的统计和预测，除医疗健康外，2021年我国X射线检测设备的市场规模约为119亿元，受到下游集成电路及电子制造、新能源电池等行业需求的快速增长影响，预计到2026年，我国X射线检测设备除医疗健康领域外的其他主要应用领域的市场规模为241.4亿元，2021-2026年CAGR约为15.2%。

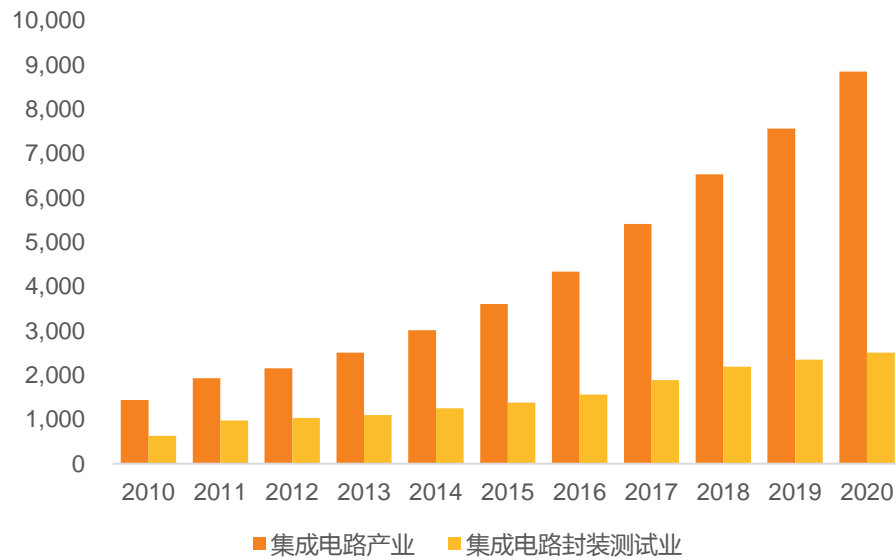
图：中国X射线检测设备市场规模（除医疗健康领域应用外，亿元）



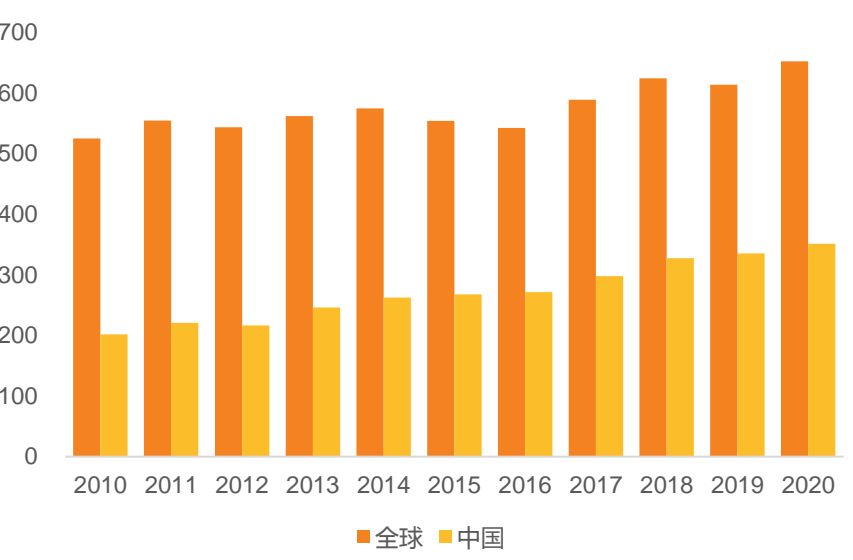
# 1.4.1 集成电路及电子制造：X线检测设备逐步国产替代

- ❑ **集成电路产业快速发展驱动需求增长：**X射线检测可以用于晶圆检测与封装后检测工艺中，根据华经产业研究院统计，2021 封装测试约占整体集成电路销售规模的26.4%。目前，设备以德国、美国和日本等国外厂商为主，特别是百纳米级检测精度的检测设备市场主要集中在国外厂商。
- ❑ **PCB产业发展带动电子制造检测需求：**据Prismark数据，中国市场PCB产值持续稳定增长，从2010年的201.7亿美元增至2020年的351.0亿美元，CAGR≈5.7%，高于全球市场平均增速，中国市场在全球市场的占比从2010年的38.4%，持续上升至2020年的53.8%。PCB产业发展带动SMT贴装行业同步发展，对X射线影像检测设备的需求同步上升，潜在市场容量有望进一步增长。

图：中国集成电路及封测产业销售额（亿元）



图：全球及中国PCB产值（亿美元）



资料来源：Prismark，中国半导体行业协会，日联科技招股说明书，天风证券研究所



# 1.4.1 集成电路及电子制造：X线检测设备逐步国产替代

□ **集成电路及电子制造检测设备需求有望稳步增长：**半导体行业逐渐成为国家重点发展产业，在相关扶持政策加持下，集成电路及电子制造行业有望蓬勃发展，对X射线检测设备的需求有望进一步扩大，根据沙利文预计，到2026年，集成电路及电子制造X射线检测设备市场规模预计达到61.2亿元，22-26年CAGR将达23.0%。

图：中国X射线检测设备市场规模（集成电路及电子制造领域，亿元）



# 1.4.1 集成电路及电子制造：X线检测设备逐步国产替代

□ 集成电路及电子制造X射线检测设备逐步从国外垄断走向国产替代：国外企业起步早、技术经验积累深厚，根据沙利文的统计，目前中国X射线集成电路及电子制造检测设备领域有超过75%的市场被海外企业占据，尤其是在X射线高端电子制造及集成电路检测设备领域。中国企业中，日联科技以约6%的市场占比处于中国企业领先水平，包括日联科技、善思等在内的少数中国企业进入该市场。

图：集成电路X射线检测设备竞争格局

集成电路X射线检测设备竞争格局							
2D检测设备				3D检测设备			
微米级2D检测设备		百纳米级2D检测设备					
岛津		GE		GE			
Nordson		YXLON		YXLON			
日联		Nordon		Zeiss			
SEC				尼康		尼康	
				日联		日联科技	

图：电子制造X射线检测设备竞争格局

电子制造X射线检测设备竞争格局							
2D检测设备				3D检测设备			
离线设备		在线设备					
YXLON		德律		YXLON			
诺信		日联		Zeiss			
岛津		欧姆龙		GE			
GE		Matrix		尼康		尼康	
SEC				日联		日联科技	
日联							
善思							

# 1.4.1 集成电路及电子制造：X线检测设备逐步国产替代

□ 日联科技是国内领先的工业X射线智能检测厂商，掌握基础算法和源代码，不断升级迭代。

集成电路及电子制造智能检测设备（离线式2D检测）					
性能/指标	日联科技	善思科技	卓茂科技	国外厂商	指标说明
射线源	自产/进口	进口	进口		日联自产射线源应用渗透率逐步提高
探测器	国产	国产/进口	国产/进口	主要国内厂商主导，国外厂商较少参与该领域竞争	国产探测器主选奕瑞科技
影像软件	自主研发	未知	未知		日联掌握基础算法和源代码，不断迭代升级
载物台尺寸（mm）	610*610	550*530	540*440		载物台尺寸越大，可兼容检测的产品尺寸越大且设计制造难度越大。

集成电路及电子制造智能检测设备（在线式2D检测）				
性能/指标	日联科技	卓茂科技	国外厂商（诺信）	指标说明
射线源	自产/进口	进口	进口	日联自产射线源应用渗透率逐步提高
探测器	国产/进口	国产/进口	进口	国产探测器主选奕瑞科技
影像软件	自主研发	未知	自主研发	日联掌握基础算法和源代码，不断迭代升级
检测效率	< 1s/fov	未知	未知	数值越低检测效率越高

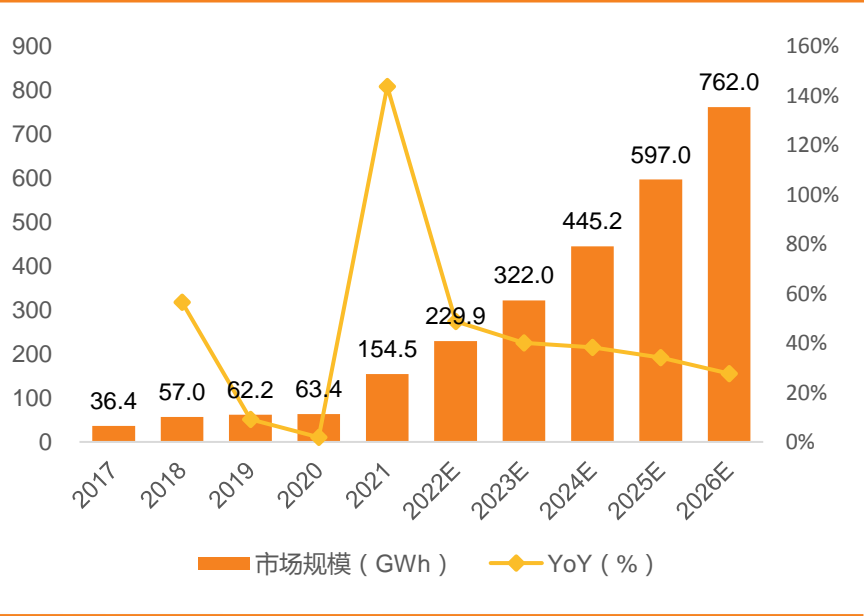
集成电路及电子制造智能检测设备（在线式3D/CT检测）			
性能/指标	日联科技	国外厂商（诺信、欧姆龙）	指标说明
射线源	自产	进口	日联自产射线源应用渗透率逐步提高
探测器	国产/进口	进口	国产探测器主选奕瑞科技
影像软件	自主研发	自主研发	日联掌握基础算法和源代码，不断迭代升级
3D/CT软件	自主研发	自主研发	日联掌握基础算法和源代码，不断迭代升级
检测效率	6s/fov	未知	数值越低检测效率越高

资料来源：日联科技招股说明书，天风证券研究所

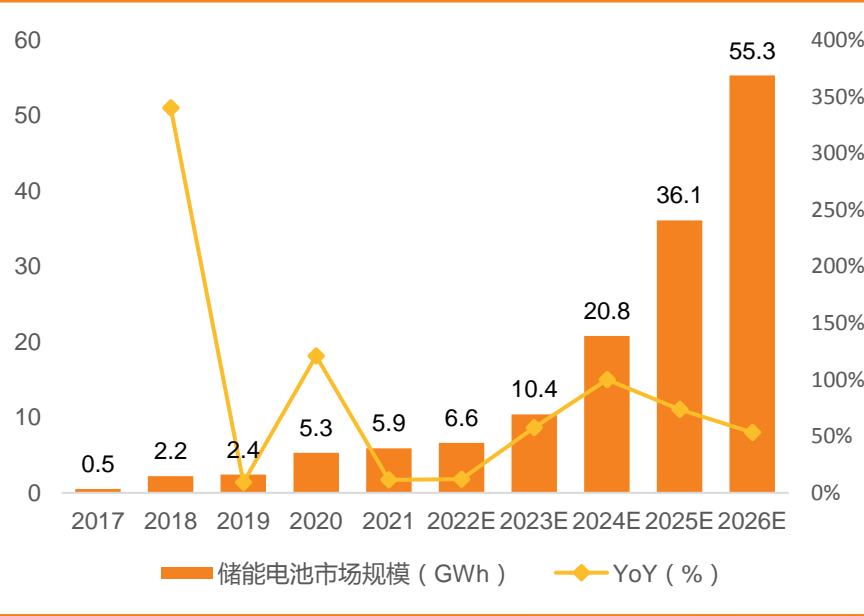
# 1.4.2 新能源电池领域：国产X射线检测设备商占主导地位

- ❑ **动力电池检测：**随着新能源汽车大面积普及，动力电池装机量迎来爆发式增长，直接带动锂电池检测设备需求。2017-2021年，动力电池装机量CAGR为43.5%。根据沙利文预计，2022-26年，动力电池装机量CAGR为34.93%，在2026年达到762GWh。锂离子电池行业规范逐步完善，在线式检测方式取代原有的离线式检测，进一步提高X射线检测设备的需求量。
- ❑ **消费电池检测：**智能手表、TWS耳机、智能可穿戴设备、消费类无人机、电子烟等新型消费电子产品带来一定增长空间。
- ❑ **储能电池检测：**受益发电、输配电、5G 基站、数据中心等场景，根据沙利文预计，2022-26年储能电池装机量将保持高速增长，CAGR达53.0%，在2026年达到新增装机量55.3GWh，储能电池的发展将会带动相关X射线检测需求。

图：中国市场动力电池市场规模及增速（GWh，%）



图：中国市场储能电池市场规模及增速（GWh，%）

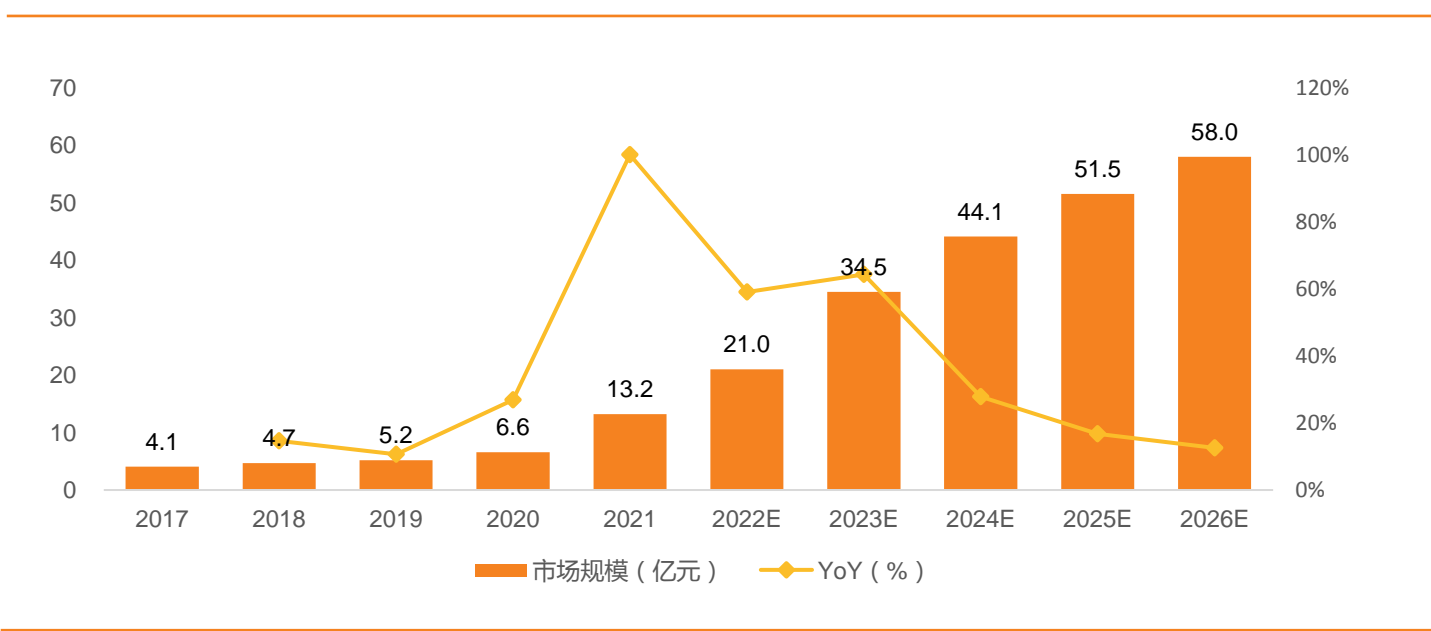


资料来源：中国汽车动力电池产业联盟，中关村储能产业技术联盟，日联科技招股说明书，天风证券研究所

# 1.4.2 新能源电池领域：国产X射线检测设备商占主导地位

**新能源汽车和储能行业快速发展驱动检测设备高速增长：**根据沙利文统计和预测，2021年，X射线检测设备在电池检测领域的市场规模为13.2亿元，其中中国设备占主导地位。伴随着动力电池及储能企业产能的高速扩张，X射线检测设备在该领域的需求量增长迅猛，且设备技术迭代快，根据沙利文预计，2022-26年年复合增长率将超过28.9%，预计至2026年，X射线检测设备在整体电池检测领域的市场规模将达到58.0亿元。





图：中国新能源领域X射线检测设备市场规模（亿元，%）



# 1.4.2 新能源电池领域：国产X射线检测设备商占主导地位

- **中国企业占比超9成：**电池X射线检测设备受到下游行业集中度的影响，竞争格局较为集中；得益于中国动力电池及储能电池产业上下游的高速发展，以及该领域对X检测设备的非标定制化需求较强，使得中国动力电池及储能电池领域的X射线检测设备国产化程度较高，中国企业占据超过90%的市场份额。
- 根据沙利文的统计，2021年，正业科技市占率行业第一，日联科技在中国新能源电池X射线智能检测装备市场处于领先地位，业务规模位列中国市场第二位。

图：电池检测领域X射线设备企业竞争格局

电池检测领域X射线设备企业竞争格局			
	国内企业	国外企业	
正业科技			
大成精密			
日联科技			
双元科技		赢多美立	innometry

# 1.4.2 新能源电池领域：国产X射线检测设备商占主导地位

□ 日联科技是国内领先的工业X射线智能检测装备企业，掌握基础算法和源代码，不断升级迭代。

新能源电池智能检测装备（离线式设备）				
性能/指标	日联科技	正业科技	国外厂商（赢多美立）	指标说明
射线源	自产	进口	进口	日联自产射线源应用渗透率逐步提高
探测器	国产	国产	进口	国产探测器主选奕瑞科技
影像软件	自主研发	自主研发	自主研发	日联掌握基础算法和源代码，不断迭代升级
重复精度（μm）	60	60	未知	重复测量精度越小，设备检测精度越高
检测速度（不含上下料和运动时间）	约1.0s/检测点	≥1.5s/检测点	未知	日联检测设备效率更高
载物台尺寸（mm）	520*500	515*460	未知	载物台尺寸越大，可兼容检测的产品尺寸越大且设计制造难度越大
最大载重量（kg）	10	≤5	未知	载物台承重越大，设备能够兼容产品范围越广

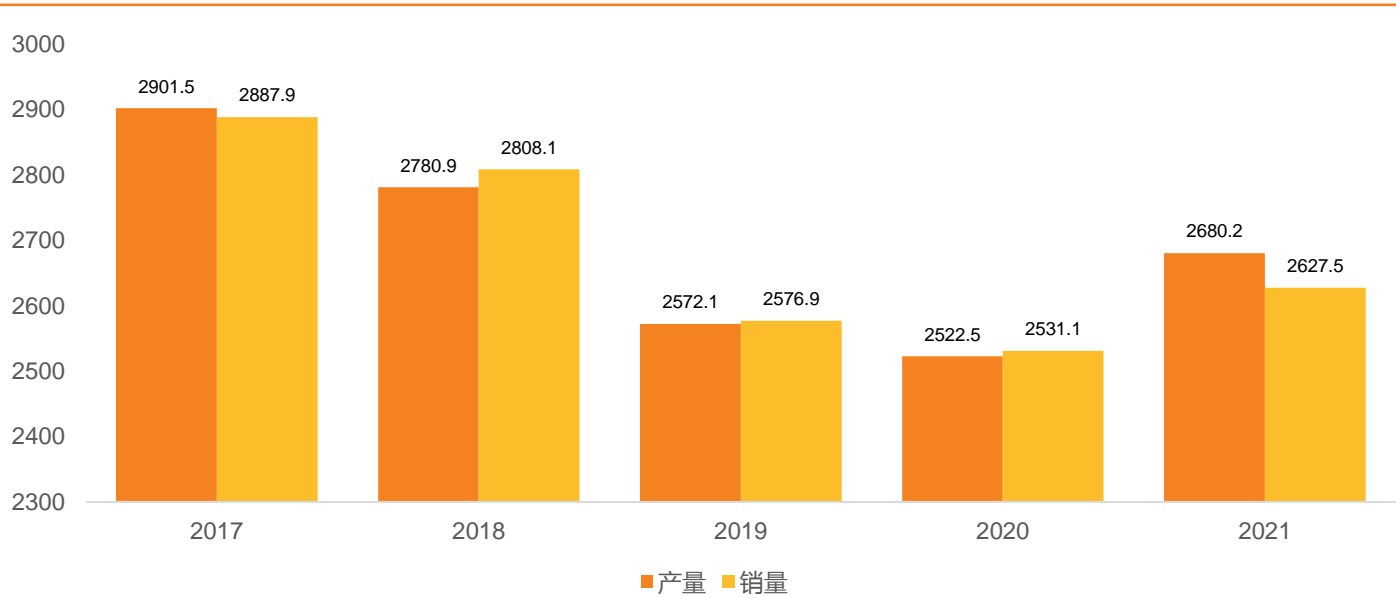
新能源电池智能检测装备（在线式圆柱电池）				
性能/指标	日联科技	正业科技	国外厂商（赢多美立）	指标说明
射线源	自产/进口	进口	进口	日联自产射线源应用渗透率逐步提高
探测器	国产	国产	进口	国产探测器主选奕瑞科技
影像软件	自主研发	自主研发	自主研发	日联掌握基础算法和源代码，不断迭代升级
检测能力	通用	通用	通用	标准要求
误判率	≤2%	≤2%	未知	误判率越低，设备检测准确性越高
漏判率	0	0	未知	漏判率越低，设备检测准确性越高
重复精度（μm）	60	60	未知	重复测量精度越小，设备检测精度越高
最大产能	120PPM	120PPM	200PPM	最大产能越高，设备检测效率越高

资料来源：日联科技招股说明书，天风证券研究所

# 1.4.3 铸件、焊件及材料领域：国外X射线检测设备商占比约60%

- 大量应用于各类缺陷检测诊断：①金属铸造件（包括汽车各类零部件、一体化压铸成型车架、工业机械零件、轨道交通轮毂等）；②敏感结构件（如航空航天、军工零部件等）；③压力容器（如高压锅炉、气瓶、气罐等）；④管件焊接等场景检测。
- 汽车制造业带动需求：X射线检测设备的需求量也随着汽车市场、航天航空等整体规模的扩大逐渐增加。在汽车向新能源、智能化进程加速推进的同时，以X射线检测技术为主导的X射线智能检测设备也在不断保障汽车制造业的更新换代，X射线检测技术与汽车生产的结合已是大势所趋。

图：中国汽车产销量（万辆）



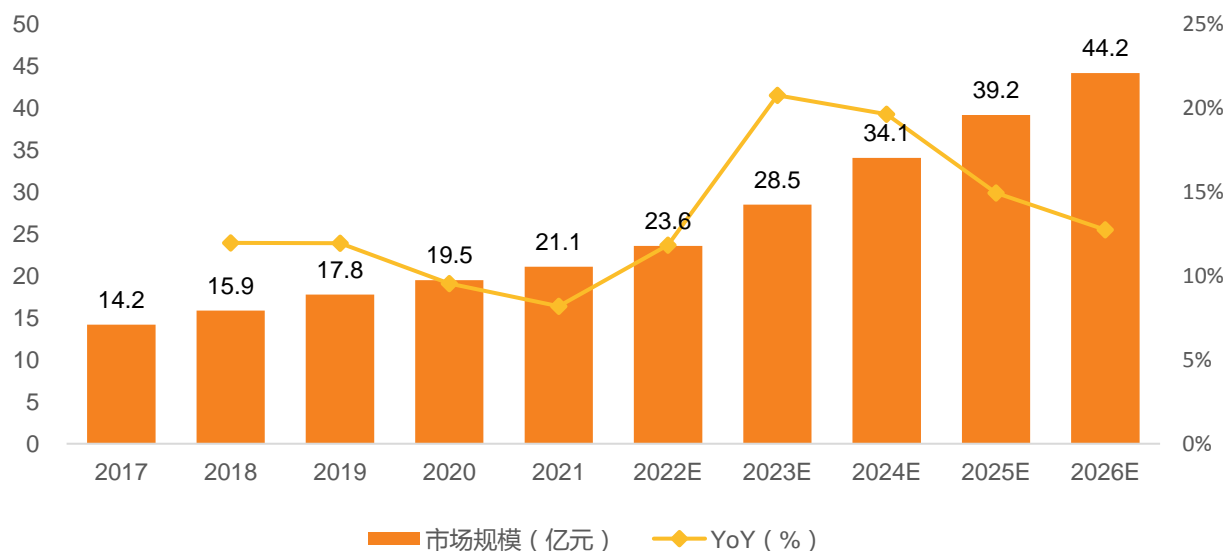
资料来源：工信部，日联科技招股说明书，天风证券研究所



### 1.4.3 铸件、焊件及材料领域：国外X射线检测设备商占比约60%

□ **未来相关领域X射线检测设备市场仍具备发展空间：**根据沙利文的统计和预测，2021年，中国工业领域(铸件、焊件及材料)X射线检测设备市场规模近21.1亿元，国外企业占据约60%的市场份额，中国企业整体市场占有率均较为分散。预计2026年市场规模将超过44.2亿元，2022年到2026年年复合增长率将接近17.0%。

图：中国铸件、焊件及材料领域X射线检测设备市场规模（亿元，%）



# 1.4.3 铸件、焊件及材料领域：国外X射线检测设备商占比约60%

- **市场参与者较多，国外企业处于市场主导地位：**蔡司，依科视朗、菲尼克斯，其设备技术先进且单台设备价值高，被广泛应用于汽车、航空航天等领域。中国企业中，日联科技、华日理学、丹东奥龙较为领先，是国外企业市场地位的主要竞争者及挑战者。
- **轨道交通，电力设施等领域也有广泛应用：**除行业领先的头部企业外，也有众多体量较小的企业参与，但市场份额较小。

铸件焊件及材料智能检测装备（离线式）					
性能/指标	日联科技	丹东奥龙	丹东华日	国外厂商（依科视朗、 宝石隆、GE、VJ Technologies）	指标说明
射线源	进口	进口	进口	自产	-
探测器	国产/进口	国产/进口	国产/进口	进口	国产探测器主选奕瑞科技
影像软件	自主研发	未知	未知	自主研发	日联掌握基础算法和源代码，不断迭代升级
3D/CT软件	自主研发	未知	未知	自主研发	日联掌握基础算法和源代码，不断迭代升级
影像三维重建方式	锥束/平面	锥束	未知	锥束	锥束CT重建属传统方式，日联独立开发了平面CT重建方式，属于国内首创。

# 1.5. 海外厂商处于整体主导地位，国内企业主导新能源领域

- ❑ **集成电路及电子制造领域由国外厂商占据，集中度较高。**在线型的高端3D/CT检测设备中，国外厂商占有较高的市场份额，在线式的2D检测设备中，日联科技与国外厂商均是主要供应商；在离线式的检测设备中，日联科技拥有较高的市场占有率。
- ❑ **新能源电池领域竞争格局较为集中，设备的非标定制化需求强，国内企业主导。**
- ❑ **铸件焊件及材料领域竞争较为激烈。**蔡司-宝石隆、依科视朗等国外厂商处于主导地位，日联科技、丹东华日等国内厂商系该领域的有力挑战者。

图：X射线智能检测装备主要竞争企业

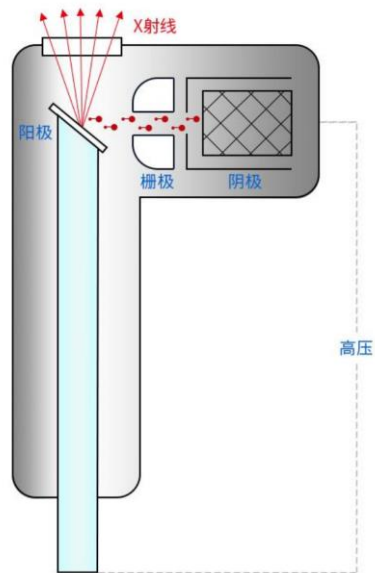
检测装备分类	集成电路及电子制造检测	新能源电池检测	铸件、焊件及材料检测	异物检测及其他
主要竞争企业	<div>日联科技 </div> <div>依科视朗 </div> <div>诺信 </div> <div>GE </div>	<div>日联科技 </div> <div>正业科技 </div> <div>赢多美立 </div>	<div>日联科技 </div> <div>丹东华日 </div> <div>丹东奥龙 </div> <div>蔡司宝石隆 </div> <div>依科视朗 </div>	<div>日联科技 </div> <div>上海太易 </div> <div>美亚光电 </div>

## 2. 微焦点X射线源： 国产替代核心零部件，远期成长空间正在打开

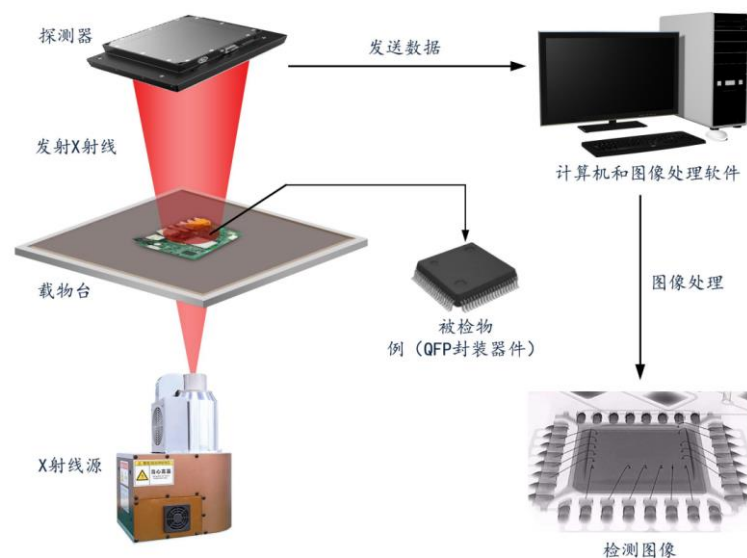
## 2.1 X射线、X射线源及其工作原理

- **X射线（又称伦琴射线、X-Ray）系高速运动的电子在与物质相互作用中产生的：**在X射线管中，从阴极发射的电子，经阴极、阳极间的电场加速后，轰击X射线阳极靶，将其动能传递给靶上的原子，其中约有1%左右的能量转化为X射线，并从X射线照射窗中射出。X射线源阴极发射的电子被聚焦到靶上的一个点，称之为焦点，焦点的尺寸越小，则检测精度越高。因X射线能量高、穿透力强等特点广泛应用于医疗健康和工业影像检测等领域。
- **X射线源（又称X射线发生器）是X射线智能检测设备的核心部件：**X射线源的研发涉及电子透镜（包括阴极、阳极、栅极）材料研究、电磁场数学模型研究、电真空物理参数研究、高压系统控制、电磁干扰控制以及热管理系统开发等关键研究工作。

图：X射线真空管结构示意图



图：X射线检测原理



## 2.1 X射线、X射线源及其工作原理

□ 根据其不同性能特点，可分为微焦点射线源、大功率射线源、普通射线源。

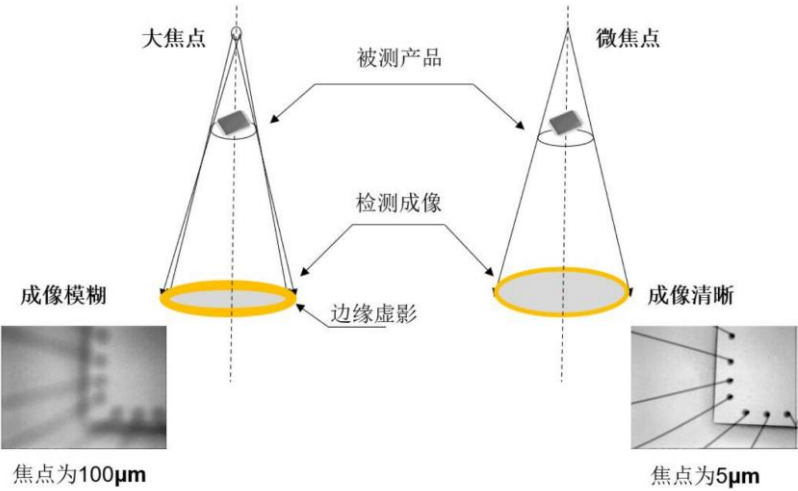
表：各类X射线源对比

射线源类型	封闭式微焦点X射线源	开放式微焦点X射线源	大功率X射线源	普通X射线源
封闭形式	封闭式	开放式	封闭式	封闭式
焦点尺寸	3-80微米	0.1-3微米	400-1000微米	1000-5000微米
最大管电压	≤ 180kv	≤ 300kv	≤ 450kv	≤ 450kv
技术难度	极高	极高	较高	低
国产化程度	低	无	低	较高
应用领域	集成电路封测、电子制造、新能 源电池	集成电路晶圆检测	汽车制造、航空航天、压力容器、 工程机械	公共安全、异物检测
产业化情况	日联科技： 90/130kV 封闭式微焦点 X射线 源已产业化； 赛默飞世尔： 80/90/110/130kV 封闭式微焦 点 X射线源已产业化； 滨松光子： 90/100/110/130/150/180kV 封 闭式微焦点 X 射线源已产业化；	依科视朗： 160/225kV 开放式微焦点 X 射 线源已产业化； X-WorX： 多型号开放式微焦点 X 射线源已 产业化；	Varian： 160~320kV大功率 X 射线源已 产业化； COMET： 75~450kV 大功率 X 射线源已产 业化 成都凯赛尔： 160~350kV 大功率 X 射线源已 产业化	伟杰科技： 80~200kV 普通 X 射线源已产业 化 上海超群： 100~200kV 普通 X 射线源已产 业化 丹东荣华： 30~350kV 普通 X 射线源已产业 化

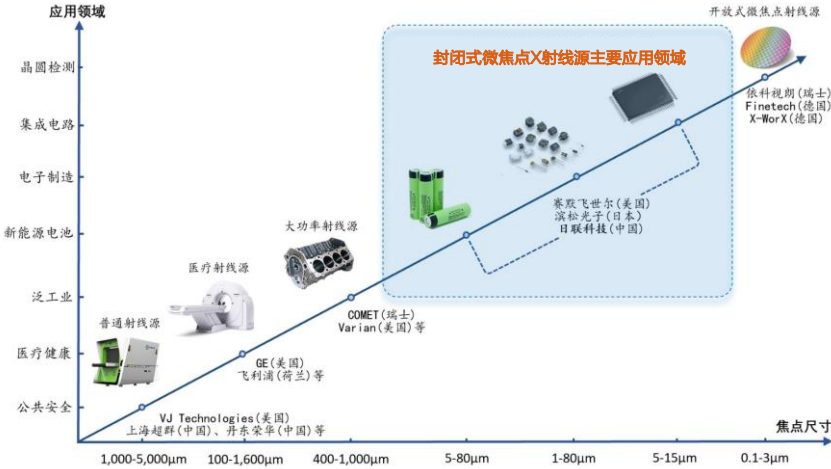
# 2.1 X射线、X射线源及其工作原理

- X射线源主要性能指标包括焦点尺寸、管电压、管电流：
- 焦点尺寸决定了检测图像的精度，焦点尺寸越小，检测精度越高；
  - 管电压决定了X射线的光子能量和穿透能力，管电压越高，X射线源的穿透能力越强；
  - 管电流决定了图像信噪比质量，管电流越高，光子剂量越大，成像信噪比越好。

图：检测成像效果对比



图：X射线源应用领域



## 2.2 微焦点X射线源：日联科技打破国外厂商垄断

- ❑ **微焦点X射线源：**在集成电路、电子制造、新能源电池等精密制造领域，为满足高精度检测要求，须配置微米级、纳米级焦点尺寸X射线源，即微焦点X射线源。
- ❑ **可分为开放式（开管）和封闭式（闭管）两种：**闭管X射线源中，阴极与阳极/靶都封闭在真空管内。在使用时无需抽真空，闭管方式的X射线管高压一般在30kV-150kV之间，靶功率可以做到75W，使用寿命在3年左右，常用于集成电路及电子制造、新能源电池等精密检测等领域；开管则带有真空泵、真空阀，开管的阴极和阳极/靶都可以更换。开放式的X射线管高压一般在30-225kV之间，靶功率可以做到25W。
  - 开管式微焦点射线源：焦点尺寸更小、最大管电压更高、更高的放大倍率和更强的穿透力，精度高，零部件可以更换，但性价比、维护成本、使用寿命和启动时间等方面具有一定的劣势，多用于要求较高的科研领域或集成电路领域。
  - 闭管式微焦点射线源：是集成电路、电子制造、新能源电池等精密X射线检测领域的主要选择。

表：闭管式与开管式对比

项目	封闭式热阴极微焦点射线源	开管式微焦点射线源
应用领域	集成电路封装、电子制造、新能源电池检测	集成电路晶圆检测
焦点尺寸	3-80微米	0.1-3微米
最大管电压	≤ 180kv	≤ 300kv
真空系统	保持真空密封	配备独立的真空泵，每次使用前需抽真空
电子发射形式	一般反射型	透射型
维护成本与使用寿命	无需维护，寿命可达5000-8000小时	维护频率500小时，维护成本较高
集成形式	一体集成式	分离式
启动时间	约10分钟，预热后即可发生射线	40分钟，需要使用真空泵对X射线进行抽真空
性价比	较高	较低，价格在封闭管的5倍以上



## 2.2 微焦点X射线源：日联科技打破国外厂商垄断

□ **微焦点X射线源领域主要由国外厂商占据主导优势：**技术壁垒最高，受限于国内技术和制造水平不足，我国工业影像检测的微焦点X射线源几乎全部依赖进口。日本滨松光子和美国赛默飞世尔两家公司（提供全系列微焦点射线源）对微焦点射线源实行严格的技术保护和供应垄断，2021年其合计市场份额近85%，日联科技系国内极少数能够在该领域实现技术突破并产业化应用的厂商。

图：微焦点X射线源主要企业情况

开管微焦点源	Finetech	Finetech GmbH & Co.KG，德国高精度贴片系统和开管射线源生产商等，产品覆盖行业包括数据通信和电信、工业半导体、消费电子等
	X-Work	X-Ray Worx GmbH，德国开管微焦点X射线源供应商
闭管微焦点源	滨松光子	总部位于日本，系全球领先从事电子技术研究和光产业的企业，主要业务包括电子管、光学半导体、图像测量设备、半导体激光器等，产品应用于生物医疗、高能物理、宇宙探测、精密分析、工业计测、民用消费等领域
	赛默飞世尔	总部位于美国马塞诸塞州，致力于科学仪器、消耗品和化学品等产品的研发、生产和销售，为制药和生物技术公司、医院和临床诊断实验室、大学、研究机构和政府机构提供分析仪器、实验室设备、软件、服务、消耗品、试剂、化学品和用品等
	日联科技	是国内领先的工业 X 射线智能检测装备供应商，主要从事微焦点和大功率X射线智能检测装备的研发、生产、销售与服务，产品和技术应用于集成电路及电子制造、新能源电池、铸件焊件及材料等检测领域。

## 2.2. 微焦点X射线源： 日联科技打破国外厂商垄断

□ 日联科技打破海外厂商绝对垄断：封闭式热阴极微焦点X射线源技术和供应主要由日本的滨松光子和美国的赛默飞世尔垄断。日联科技开发出了市场亟需的90kV和130kV产品，已批量应用于集成电路封测、电子制造SMT/PCB/PCBA、新能源电池等领域，打破海外厂商绝对垄断地位，是国内唯一一家实现量产的企业。

项目	日联科技	赛默飞世尔	滨松光子
产品序列	90kV/130kV	80kV/90kV/110kV/130kV	90kV/100kV/110kV/130kV/150kV/180kV
技术储备	日联科技攻克了高纯钨栅控微孔电子枪制备、三级电子光学微焦点聚焦、微尖高密度电子覆膜阴极制备和一体化耐高压固态高频高压发生器制备等技术难点，掌握了玻璃真空封接、陶瓷真空封接、陶瓷金属化、中低压真空绝缘陶瓷、环氧高压灌封等关键技术，在X射线源产品设计、关键材料、生产设备、技术工艺和技术团队等方面均实现了完全自主可控。		滨松光子微焦点X射线源业务发展较早，技术积累深厚，产品品类齐全，应用覆盖最广，具备90~180kV封闭式微焦点X射线源研发、制造能力，产品可靠性高、性能稳定，市场口碑佳。尤其在150kV、180kV等高电压等级封闭式微焦点X射线源领域率先实现了阴阳极关键材料、焊接及绝缘关键工艺的突破。
市场占有率	较低	较高	高

## 2.2.微焦点X射线源： 日联科技打破国外厂商垄断

□ 已实现产业化应用的微焦点 X 射线源在技术参数上与国外企业同类产品不存在明显差异。

90kV闭管式	日联科技		滨松光子	赛默飞世尔	指标说明	日联科技情况
性能/指标	产品参数	国家计量院测试结果				
最大管电压（kV）	90	—	90	90	射线源管电压越大，穿透能力越强	持平
最大管电流（ $\mu$ A）	180	—	200	178	射线源管电流越大，成像信噪比越好	居中
最大管功率（W）	8	—	8	8	射线源管功率越大，射线穿透能力越强、成像信噪比越好	持平
最小焦点尺寸（ $\mu$ m）	<5	3	15	5	射线源管焦点尺寸越小，检测精度越高	领先
发射角	45度	—	30度	45度	射线源发射角越大，检测视场范围越大	领先
焦物距（mm）	10	—	11	8.5	射线源焦物距越小，检测放大倍率越大	居中

130kV闭管式	日联科技		赛默飞世尔	滨松光子	指标说明	日联科技情况
性能/指标	产品参数	国家计量院测试结果				
最大管电压（kV）	130	130	130	130	射线源管电压越大，穿透能力越强	持平
最大管电流（ $\mu$ A）	500	500	500	300	射线源管电流越大，成像信噪比越好	领先
最大管功率（W）	65	65	65	39	射线源管功率越大，射线穿透能力越强、成像信噪比越好	领先
最小焦点尺寸（ $\mu$ m）	<8	6	8	16	射线源管焦点尺寸越小，检测精度越高	领先
发射角	110度	110度	115度	100度	射线源发射角越大，检测视场范围越大	领先
焦物距（mm）	10 $\pm$ 0.5	9.71	10	13	射线源FOD越小，检测放大倍率越大	领先

资料来源：日联科技招股说明书，天风证券研究所

## 2.2.微焦点X射线源： 日联科技打破国外厂商垄断

□ **公司目前正稳步推进客户端验证：**公司自产的90kV和130kVX射线源已实现量产并正积极推进与客户的验证工作，其中130kV的微焦点X射线源已与客户签署批量化采购协议，同时，公司自产的120kV X射线源已完成技术突破，并逐步开展与客户的验证工作。

客户名称	所属行业	认证射线源类型	认证进展	预计实现收入时间
宁德时代	新能源电池	130kV微焦点X射线源	验证通过，已取得验证报告且签订供货协议	2022Q4
欣旺达惠州动力新能源有限公司	新能源电池	130kV微焦点X射线源	样机测试阶段，已完成图像测试，老化测试中	2023Q1
浙江锂威能源科技有限公司	新能源电池	120kV微焦点X射线源	验证通过，已取得验证报告	2023Q2
惠州锂威新能源科技有限公司	新能源电池	120kV微焦点X射线源	验证通过，已取得验证报告	2023Q1
天津力神电池股份有限公司	新能源电池	130/120kV微焦点X射线源	验证通过，已取得验证报告，已签订采购合同，并交付验收	2022Q4
合肥国轩高科动力能源有限公司	新能源电池	130/120kV微焦点X射线源	样机测试阶段，图像测试中	2023Q2
江苏正力新能电池技术有限公司	新能源电池	130kV微焦点X射线源	样机测试阶段，老化测试中	2023Q2
珠海冠宇电池股份有限公司	新能源电池	90kV微焦点X射线源	样机测试阶段，老化测试中	2023Q1
无锡先导智能装备股份有限公司	新能源电池	130kV微焦点X射线源	验证通过，已签订采购合同	2023Q1
安费诺永亿（海盐）通讯电子有限公司	集成电路及电子制造	120kV微焦点X射线源	验证通过，已取得验证报告，订单洽谈中	2023Q1

\*截止2023年3月22日

## 2.2.微焦点X射线源： 日联科技打破国外厂商垄断

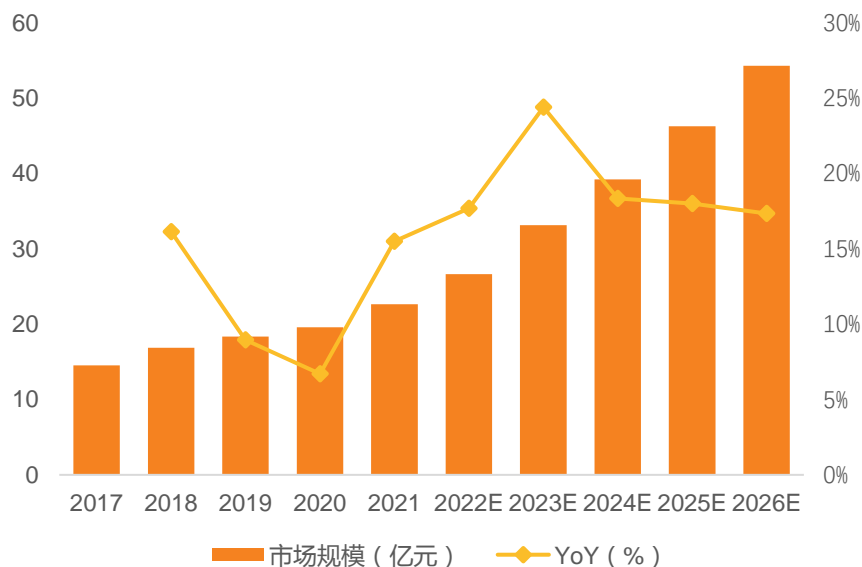
**□ 持续投入研发培育未来盈利增长点：**公司正加速完成150kV闭管微焦点X射线源、160kV开管微焦点X射线源研发和产业化工作，满足国内集成电路及电子制造、新能源电池等领域的更高精密度检测需求。我们认为公司有望进一步抢占国内市场份额，成长空间较为广阔。

研发项目名称	应用领域	项目主要内容
160kV透射式开管微焦X射线源	集成电路及电子制造检测装备： 1)可穿戴电子产品、汽车电子产品检测 2)半导体封测 3)航天和军工（主控板）检测	在高精度（ $<1\mu\text{m}$ ）的检测中，特别是伴随着半导体元件越做越小、成像的颗粒度要求越来越密，闭管几微米级的X射线源在技术指标上已不能满足要求。技术上开管微焦点X射线源可以实现更高的管电压、更小的焦点尺寸、更大的射线锥角、更高的光学放大倍数，满足近纳米级别高精度检测要求。 公司已经掌握微焦点X射线源核心技术，并成功研制出封闭式微焦点射线源，为了突破国外对开放式微焦点射线源的技术封锁，实现核心技术自主可控，并最终实现核心器件进口替代，公司立项研制一款160kV开放式微焦点射线源，降低关键核心部件的成本。
150kV闭管微焦点X射线	新能源电池检测装备； 集成电路及电子制造检测	随着新能源电池、集成电路及电子制造、工业连接器、金属零部件对检测精准度的要求越来越高、降低误判率的呼声越来越大，90-130kV 的射线源穿透较大厚度、密度物体后成像的清晰度已不能满足客户的要求，必须使用更高电压、更高功率的微焦点 X 射线源，才能够符合穿透性的要求。为迎合市场需求、公司在已有较低电压微焦点 X 射线源技术的基础上，投入研发力量研制150kV 的闭管微焦点 X 射线源，实现进口替代、填补国内供给的空白、降低设备成本。

## 2.3 X射线源：行业高速增长，2026年非医疗领域市场规模有望超50亿元

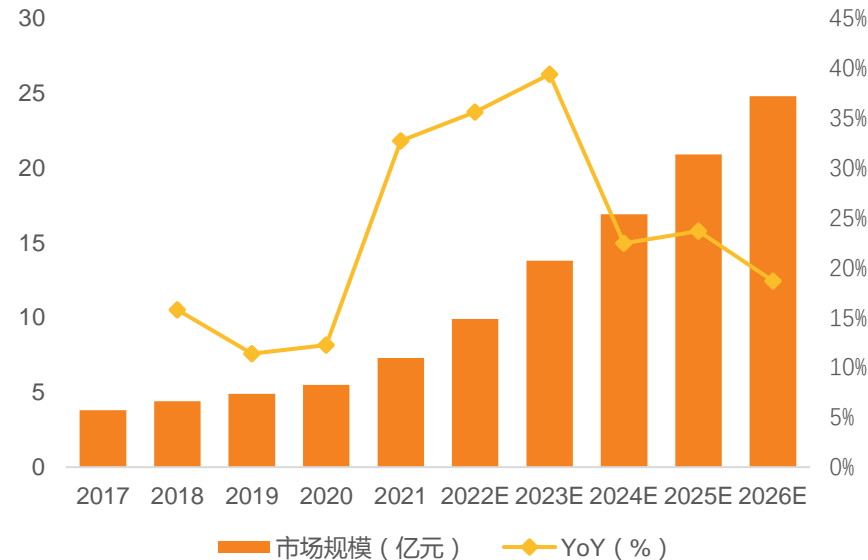
- ❑ **X射线源市场规模2026年有望超50亿元：**除医疗市场外，中国X射线源市场规模从2017年14.64亿增至2021年22.76亿，CAGR为11.7%。集成电路产业、动力电池和储能电池市场进入高速发展期，将显著利好于X射线源市场的发展。根据华经产业研究院预计，2026年X射线源市场规模将达54.25亿，2021至2026年CAGR达19.0%。
- ❑ **微焦点X射线源市场规模2026年预计接近25亿元：**除医疗领域外，中国微焦点X射线源市场规模从2017年3.8亿增至2021年7.3亿，CAGR为17.73%。根据华经产业研究院预计，2026年工业微焦点X射线源市场规模将达24.8亿元，2021至2026年CAGR达27.71%。

图：2017-2026年中国X射线源行业市场规模及增速（亿元，%）



\*上图数据不包含医疗领域

图：2017-2026年中国微焦点X射线源市场规模及增速（亿元，%）



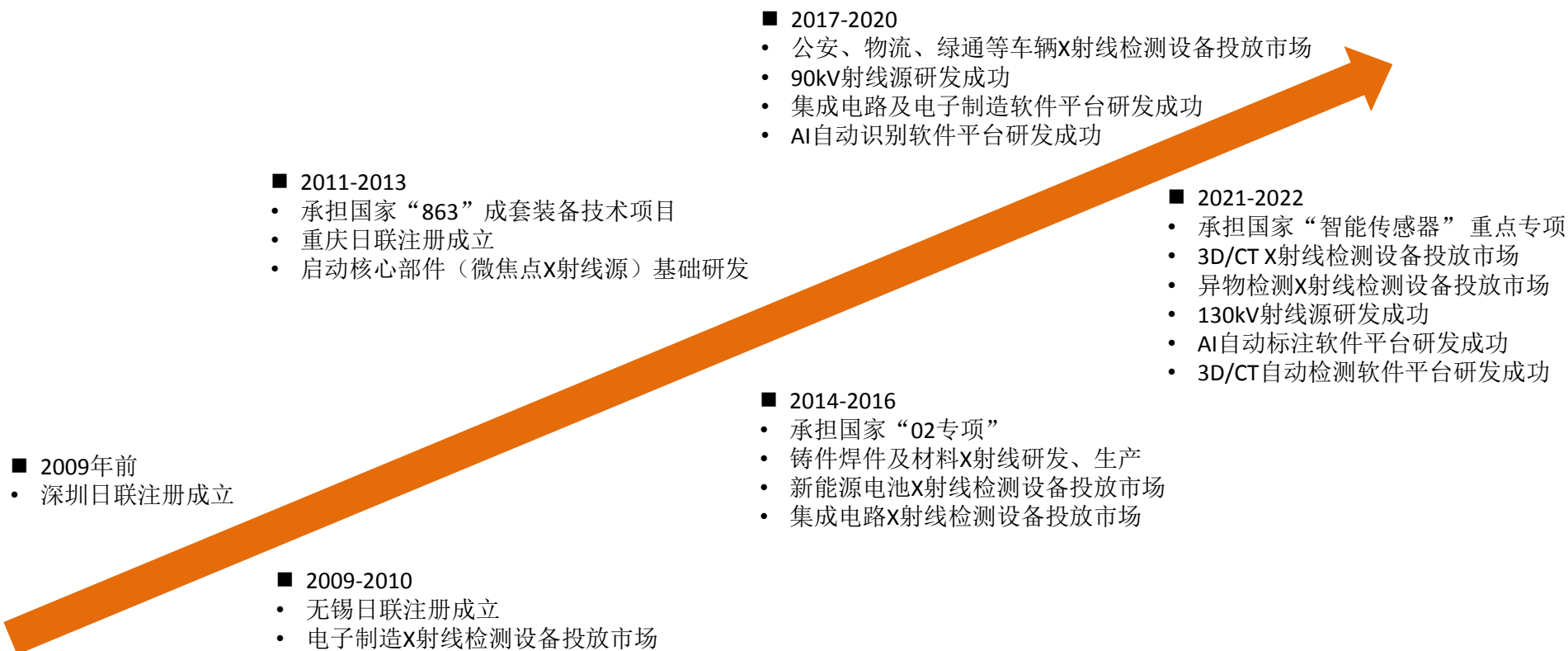
\*上图数据不包含医疗领域

### 3. 日联科技：公司护城河深厚 X线检测设备+微焦点射线源双轮驱动



## 3.1. 发展历史：专注X射线智能检测装备及核心部件

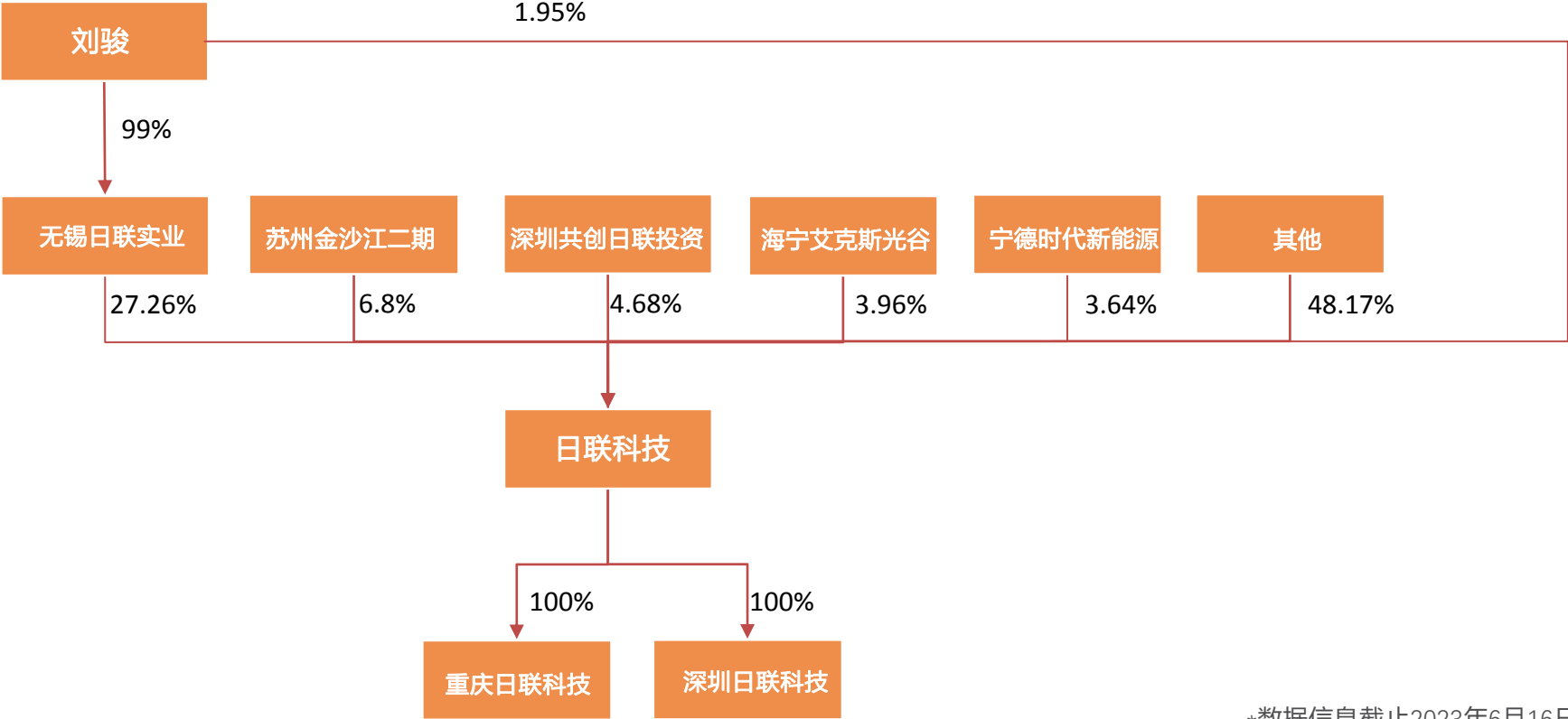
□ 公司自2009年设立以来，始终专注于X射线智能检测装备及核心部件的研发、生产、销售和服务，自主研发了X射线影像软件系统，并陆续开发了集成电路及电子制造、新能源电池、铸件焊件及材料检测、异物检测等领域的X射线智能检测装备，产品种类及应用领域不断拓宽，逐渐成为国内领先的X射线智能检测设备供应商。





### 3.2. 股权结构：股权结构稳定，实控人为刘骏

□ **股权结构稳定，实控人为董事长刘骏：**截止2023年6月16日，刘骏直接持有公司1.95%股份，同时刘骏和其妻秦晓兰通过日联实业及共创日联间接持有公司 27.26%股份，刘骏总计持股28.94%，股权结构稳定。



\*数据信息截止2023年6月16日

### 3.3 管理层：产业经验丰富，核心技术理解深刻

□ **公司高管产业经验丰富，对核心技术深刻理解：**公司董事长刘骏先生拥有29年的电子设备行业的从业经验，首席技术官ZHOU LI毕业于清华大学微波专业，拥有23年从业经验。

姓名	职位	简介
刘骏	创始人	制定了以X射线智能检测系统和核心部件的研发和产业化的公司发展战略。公司发展过程中，进一步制定和完善公司的技术发展路线并牵头组建了高精密X射线影像检测工程技术研究中心。截至2021年末，刘骏主导或参与了闭管微焦点X射线源的研发和多款X射线智能检测设备的研发与设计，已获得授权发明专利32件，其中核心部件相关专利5件、核心软件算法相关专利5件、电子半导体检测设备相关专利7件、锂电池检测设备专利4件、铸件焊件及材料检测设备相关专利4件，其它领域检测设备相关专利7件，并在国内核心期刊发表相关领域论文1篇、国家级期刊7篇。
ZHOU LI	首席技术官	拥有超20年的研发项目管理经验，主要负责主持公司新系列产品开发和前瞻性技术研发工作，参与公司包括160kV透射式开管微焦X射线源项目、150kV闭管微焦点 X 射线源项目、一体化 X 射线源项目、刀片电池X射线检测技术与系统项目、固态电池X射线检测技术开发项目等研发项目方案的制定及规划工作。
王刘成	基础研发部负责人	负责公司基础研发相关工作，带领团队成功研发90kV5 $\mu$ m闭管微焦点射线源并实现量产、成功研发225kV高压发生器、130kV 65W可变焦闭式微焦点射线源。
刘永杰	3D/CT 研发部负责人	拥有超十年的 3D/CT 软件及相关算法开发经验，主要负责公司 X 射线 3D/CT 重建算法研发及软件优化，主导了公司多款集成电路与电子制造行业 3D/CT 在线自动检测设备的开发，并负责公司后续3D/CT 在线自动检测设备与软件的迭代。
杨雁清	研发部骨干	主导设计开发了公司AX、LX系列集成电路及电子制造X射线检测设备软硬件系统及多项通用于新能源电池领域的技术研发。
程树刚	重庆日联应用研发部骨干	主持UNC、UNZ和UNT系列铸件焊件及材料检测领域标准产品研发及迭代升级工作，并主导完成了公司一体化压铸成型车架检测设备的开发工作。

# 3.4 产品沿革：X射线源及智能检测装备双轮驱动

□ 主营业务、主要产品或服务、主要经营模式演变情况如下：



资料来源：日联科技招股说明书，天风证券研究所


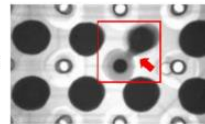
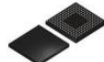
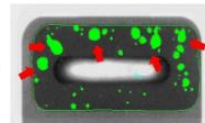

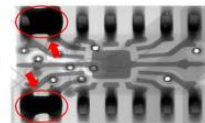

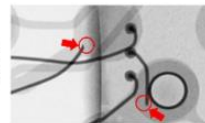

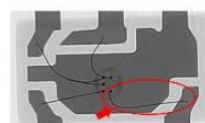
## 3.4 产品沿革：掌握核心零部件，打通检测设备和软件

□ **主要产品是工业X射线智能检测装备、影像软件和微焦点X射线源：**公司X射线智能检测装备下游应用领域包括集成电路及电子制造、新能源电池、铸件焊件及材料检测等。






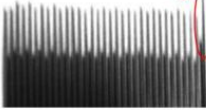

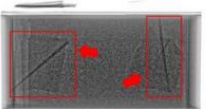


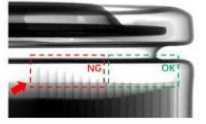
## 3.4 产品沿革：掌握核心零部件，打通检测设备和软件

- ❑ **集成电路及电子制造检测装备：**主要应用于集成电路SOP、QFP、BGA、CSP、IGBT封装，电子制造PCB、PCBA制程检测和电子元器件质量检测中。根据应用场景配备离线型和在线型装备，可以满足客户针对2D、3D/CT成像的不同检测需求。
- ❑ **极少数国产替代供给：**日联科技是国内极少数能为上述客户提供 3D/CT 功能X射线智能检测装备的供应商，为实现核心装备自主可控，实现进口替代提供保障，并且可为集成电路及电子制造领域知名客户提供在线式X射线智能检测解决方案。

集成电路及电子制造X射线智能检测装备检测范围		
检测产品及图示	缺陷及图示	缺陷描述
QFP封装 	虚焊 	焊接的引脚或焊盘焊锡填充不足；图像表现为焊点模糊或偏白，或焊点尺寸大小不一致
BGA封装 	气泡 	焊锡内藏空气在焊接过程中没有及时排出导致；图像表现为焊点中存在圆形白斑（图中用绿色标记）
PCB 	短路 	焊锡在毗邻的不同焊点、导线或元件之间形成桥接；图像表现为焊点之间有黑色阴影桥接
PCBA 	引线断裂 	芯片绑定线断裂；图像表现为芯片绑定线影像不连续、存在断裂
IGBT 	曲率不良 	芯片绑定线形态存在扭曲、塌陷；图像表现为芯片绑定线影像异常、曲率不良

### 3.4 产品沿革：掌握核心零部件，打通检测设备和软件

□ **新能源电池检测装备：**可实现对锂电池生产过程中的电芯卷绕对齐度、极耳焊接质量等工艺的检测，广泛应用于动力类电池（包括卷绕型、叠片型）、消费类电池、储能类电池内部缺陷的影像检测；以在线式为主，具有较高的定制化特点，新能源设备也可以应用在储能和消费类电池领域。

新能源电池X射线智能检测装备检测范围		
检测产品及图示	缺陷及图示	缺陷描述
按应用领域分类  动力电池   储能电池   消费类电池 	极片对齐度不良 	电芯负极片包覆正极片的距离不在工艺值要求范围内；图像表现为负极片顶点与正极片顶点之间的距离大于或小于工艺值
	极片数量错误 	电芯极片层数与工艺值要求不符；图像表现为极片数量多于或少于工艺值
	极片褶皱 	电芯在生产的过程中，极片发生了打皱；图像表现为电芯主体中有灰度值不均匀的黑色阴影
按生产工艺分类  卷绕电池   叠片电池 	电芯入壳尺寸不良 	电芯在装入电池外壳时，电芯与外壳之间的结构距离与工艺值要求不符；图像表现为电芯与外壳之间的结构距离不在工艺值范围内

资料来源：日联科技招股说明书，天风证券研究所



## 3.4 产品沿革：掌握核心零部件，打通检测设备和软件

□ **铸件焊件及材料检测装备：**开发出UNC单进单出、UNCT断层扫描、UNZ转台式等系列化智能检测装备及图像高速处理和缺陷自动识别软件。大功率X射线智能检测装备可广泛应用于各类工业领域影像检测，包括汽车制造、航空航天、压力容器、工程机械等。

铸件焊件及材料检测X射线智能检测装备检测范围		
检测产品及图示	缺陷及图示	缺陷描述
汽车 轮毂		铸件生产时材料中的气体未及时逸出造成气孔缺陷；图像表现为圆形孔状白斑，轮廓圆滑
一体压 铸成型 车架		铸件生产时工作温度不合理或铸件厚度不均匀会造成疏松缺陷；图像表现为孔状白斑，轮廓粗糙
铁/铝 铸件		铸件生产时其固态收缩过程受阻，会在其内部产生应力，造成铸件裂纹缺陷；图像表现为条状的白斑
钢管/ 钢瓶/ 压力容器		铸件生产时有外来物混入、精炼效果不良或材料剥落会造成夹渣缺陷；图像表现为点、条、块状的黑斑

## 3.4 产品沿革：掌握核心零部件，打通检测设备和软件

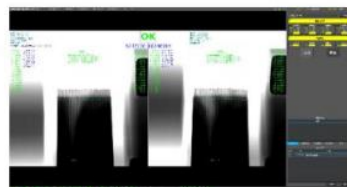
□ **X射线影像软件系统：**针对性的搭建了集成电路及电子制造、新能源电池及铸件焊件及材料检测三大软件及系统控制平台，自主研发并迭代出适用于各领域的影像软件系统，搭配公司智能检测装备实现销售，成熟应用于公司90%以上的智能检测装备中，不独立销售。

3D/CT  
检测软件



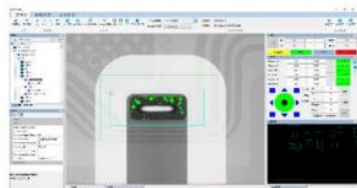
3D/CT检测软件应用自主研发的X射线图像三维重建与切层分析技术，通过对检查对象的多角度X射线检测图像进行三维重建还原，实现被测产品任意切层和断面的缺陷分析，具备超高速、超高分辨率、在线自动检测等特点。

新能源电池  
检测软件



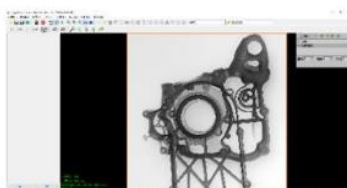
新能源电池检测软件应用自主研发的锂电智能检测技术，通过对电池检测图像的深度预处理及批量图像特征自学习，实现了缺陷形态特征自动分析、判定并输出检测结果，具备高效率、高稳定性、高智能化检测等特点。

集成电路  
检测软件



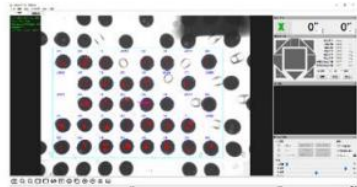
集成电路检测软件应用自主研发的高速X射线影像定位和捕捉技术和X射线数字影像内部缺陷智能检测技术，通过对集成电路多个细分领域产品X射线成像特征的分析及技术开发，实现了多种类产品全自动识别检测，具备检测效率高、识别精度高、产品兼容性等特点。

铸件焊件  
及材料  
检测软件



铸件焊件及材料检测软件应用自主研发的缺陷智能识别(ADR)技术，通过对被检工件X射线图像增强处理后缺陷区域特征的人工智能机器学习，实现缺陷自动识别、标记及尺寸测算，实现了铸件、焊件缺陷识别的自动化与智能化分析，具备识别精度高、检测效率高、检测效率快等特点。

电子制造  
检测软件



电子制造检测软件应用自主研发的高效X射线稳定清晰成像系统和缺陷特征AI识别技术，通过整合电子制造业多种类封装产品特点以及X射线成像特性，实现了电子制造元器件缺陷种类的全覆盖式自动识别以及可根据客户工艺的模块化组合检测、判定，具备产品覆盖广、检测功能全、识别精度高等特点。

食品异物  
检测软件



食品异物检测软件应用自主研发的X射线异物检测技术，通过AI深度学习算法，实现对食品包装内金属、玻璃、塑料等异物的精准检测，具备软件交互人性化、缺陷展示图形化、检测算法泛化性等特点。



### 3.5 产品布局：掌握核心零部件，打通检测设备和软件

□ **微焦点X射线源：**已开发出了市场急需的90kV和130kV产品，已批量应用于集成电路封测、电子制造 SMT/PCB/PCBA、新能源电池等领域。90kV微焦点X射线源已经实现规模化量产，130kV微焦点X射线源处于熟练技术人员和核心生产设备等产业化瓶颈的拓展期，产能持续提升。

图：微焦点X射线源产品

日联科技封闭式热阴极微焦点射线源		
产品型号	UNS-U1	UNS-U3
产品图示		
主要技术参数	<ul style="list-style-type: none"><li>最小焦点尺寸：3-5μm</li><li>最大管电压：90kV</li><li>最大管电流：200μA</li><li>最大功率：8W</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>最小焦点尺寸：&lt;8μm</li><li>最大管电压：130kV</li><li>最大管电流：500μA</li><li>最大功率：65W</li></ul>
应用领域	<ul style="list-style-type: none"><li>电子制造(集中在PCB/PCBA/SMT)</li><li>集成电路(集成电路封装、二、三极管、场效应管、分离器件)</li><li>锂电新能源(消费类电池)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>电子制造(集中在PCB/PCBA/SMT及终端电子产品制造)</li><li>锂电新能源(动力类、储能类电池)</li><li>集成电路(CPU、GPU、IGBT模块)</li><li>精密元器件、传感器等</li></ul>

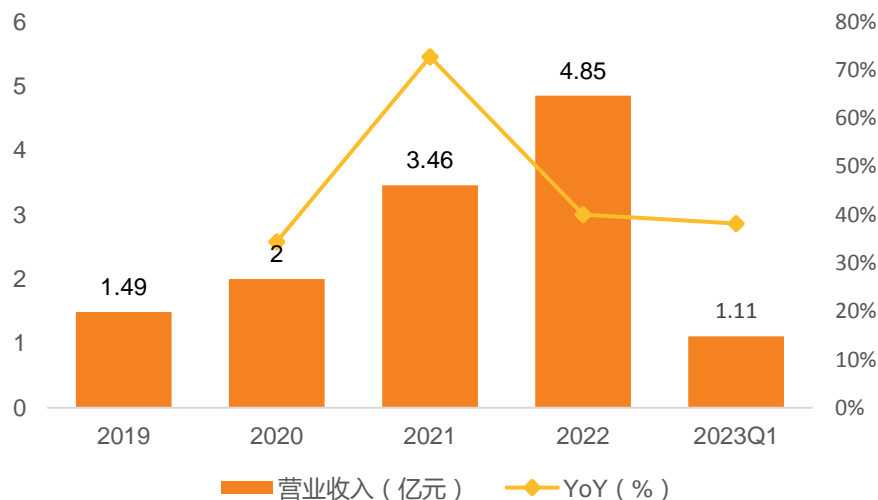
表：微焦点X射线源产能规划（套）

项目	2022	2023	2024	2025
自产X射线源产能规划	450-470	1050-1150	1700-1800	2300-2400
自产X射线源独立销售计划	100-220	400-450	600-650	700-750
检测设备应用自产X射线源数量比例	30%-35%	60-65%	85-90%	95%-100%
公司应用自产X射线源检测设备预计实现收入（万元）	8000	25000	45000	65000

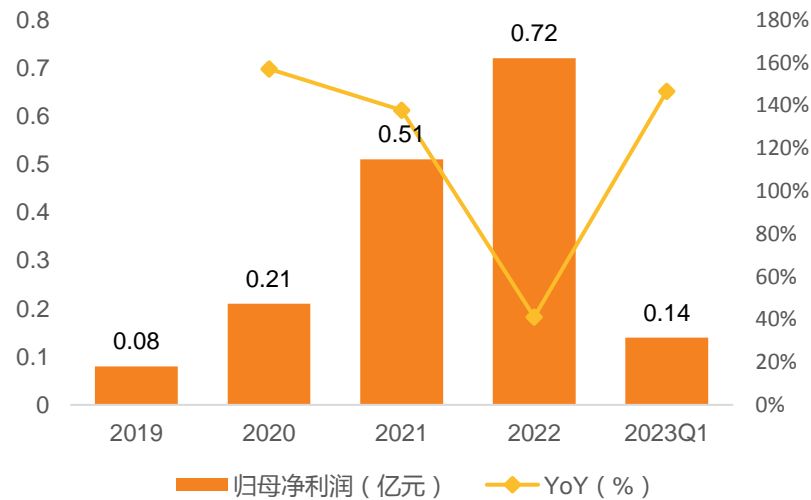
### 3.5 财务分析：业绩稳定增长，盈利能力不断增强

- 2019-2022年，公司营业收入从1.49亿增至4.85亿，CAGR $\approx$ 48.20%；归母净利润从0.08亿增至0.72亿，CAGR $\approx$ 108.01%，保持高速增长；未来随着公司90kV和130kV自产微焦点X射线源验证和交付，公司盈利有望进一步增强。
- 2022H2营收同比增速为20.90%，净利润同比增速为39.11%，主要原因系：2022年H2疫情多点散发、频发，公司无锡、深圳、重庆三地工程生产经营在一定程度上受疫情影响，使得公司设备发货、调试及验收工作有所延迟。

图：日联科技营收及增速（亿元，%）



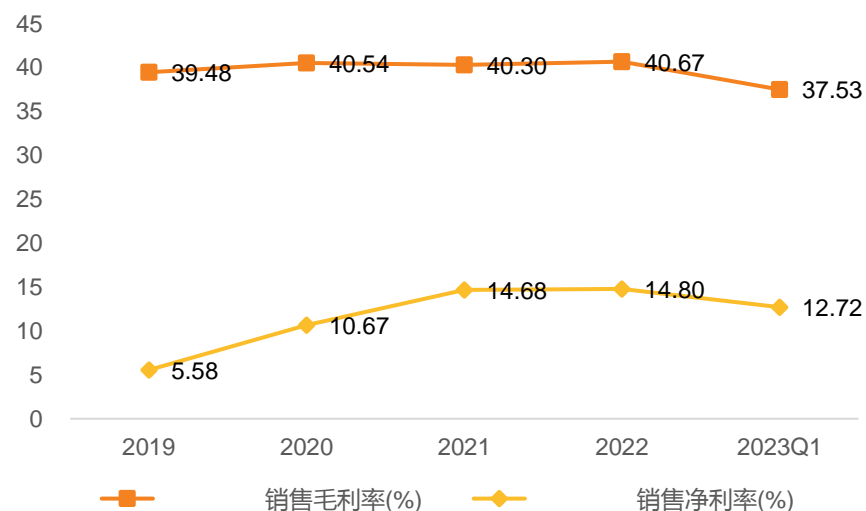
图：日联科技归母净利润及增速（亿元，%）



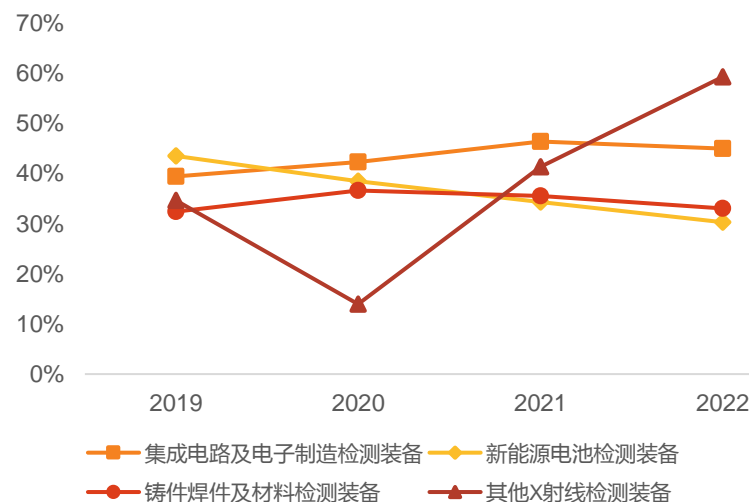
## 3.5 财务分析：毛利率稳定，自产微焦点X射线源有望提升盈利能力

- ❑ **毛利率稳定，盈利能力增强：**公司毛利率保持在40%左右，盈利能力较强，2019-2022年，净利率逐步提升至14.80%。
- ❑ **集成电路及电子制造X射线检测装备毛利率呈现上升趋势：**系公司该类装备核心部件微焦点X射线源自主生产占比逐年提高，显著降低公司该类装备的核心部件成本；2019-2021年自制射线源装备毛利率超过50%，2019-2022H1自制射线源毛利率超70%。
- ❑ **新能源汽车X射线智能检测装备毛利率呈现下降趋势：**系2020年及2021年公司该类设备的非关键组成部分（机械、电气及传输作业装置）绝大部分为对外定制化采购，定制化采购占比逐年上升，毛利率相应下降。2021年和2022H1，国内130kV和150kV微焦点X射线源紧缺；期间向宁德时代共销售51台检测设备只有7台配备核心部件，降低了毛利率。随着130kV自制微焦点射线源量产以及微焦点射线源验证工作的持续推进，毛利率下降趋势有望一定程度得到缓解。

图：毛利率和净利率情况（%）



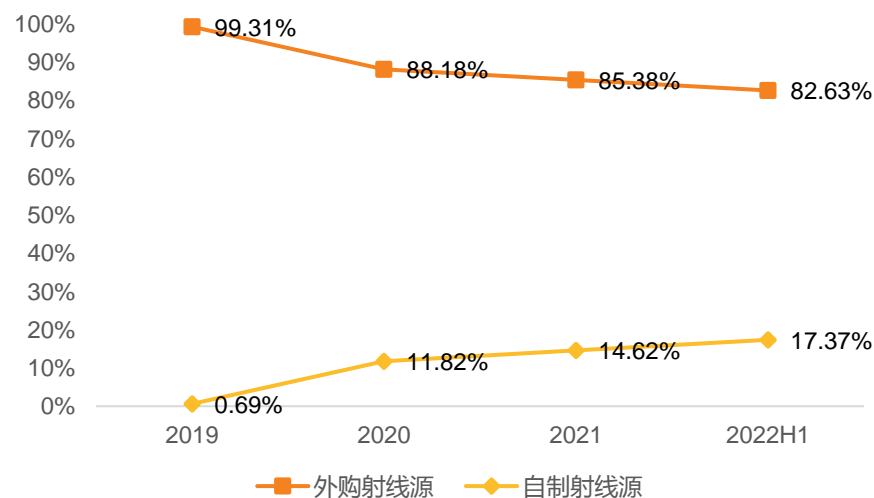
图：X射线检测设备分产品毛利率（%）



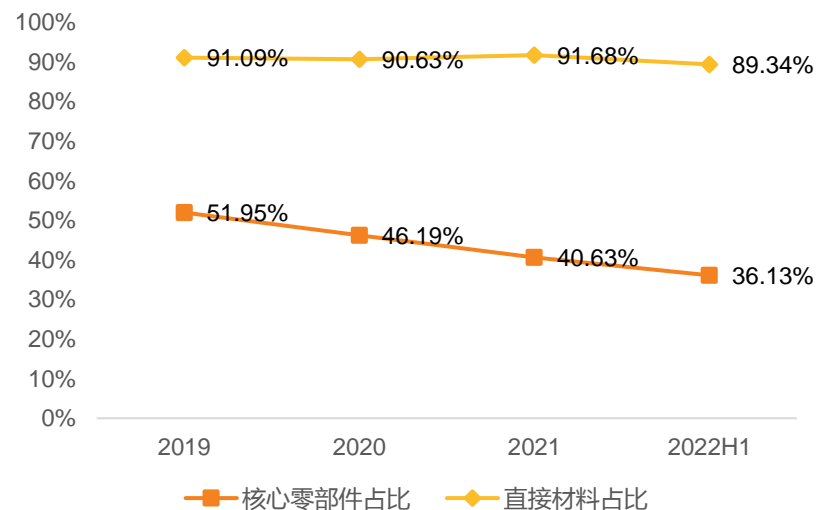
## 3.5 财务分析：毛利率稳定，自产微焦点X射线源有望提升盈利能力

- 微焦点射线源使用占比大：**主要用于集成电路及电子制造及新能源电池检测领域；2022H1，以收入占比计算，公司有65.01%的检测设备使用微焦点射线源。
- 自制微焦点X射线源设备收入占比上升：**从2019年来实现从0到1的突破，2022H1，以收入占比计算，集成电路及电子制造自制射线源应用比例达到32.17%。
- 核心零部件成本占比呈现下降趋势：**1）自制微焦点X射线源对外购射线源的逐步替代使得X射线源的成本占比逐渐下降；2）新能源电池X射线智能检测装备中机械、电气及传输作业装置绝大部分为对外定制化采购，2021年新能源电池X射线智能检测装备收入增长较快，使得非核心部件占比提高，

图：自制射线源应用比例（%）



图：X线检测设备核心零部件占比及直接材料占比（%）

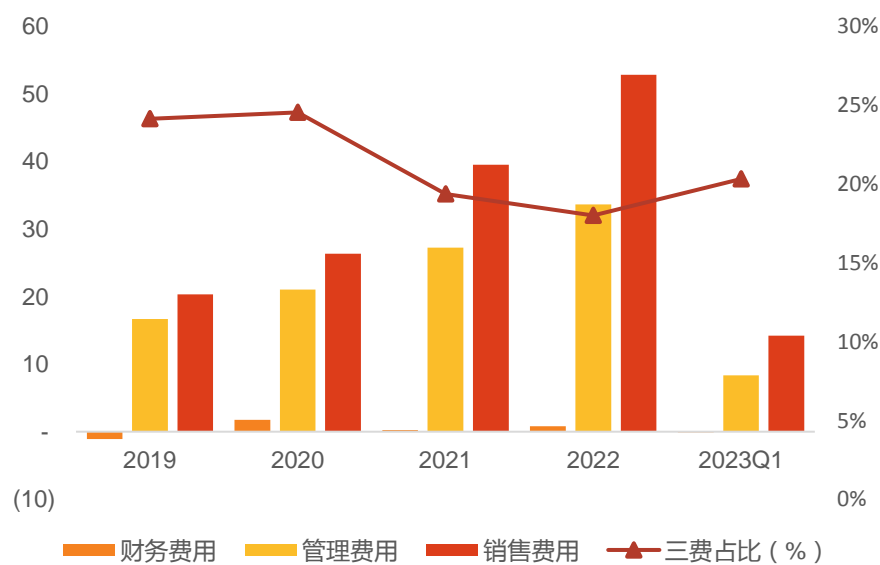


\*左图数据以收入占比测算，右图数据以成本占比测算

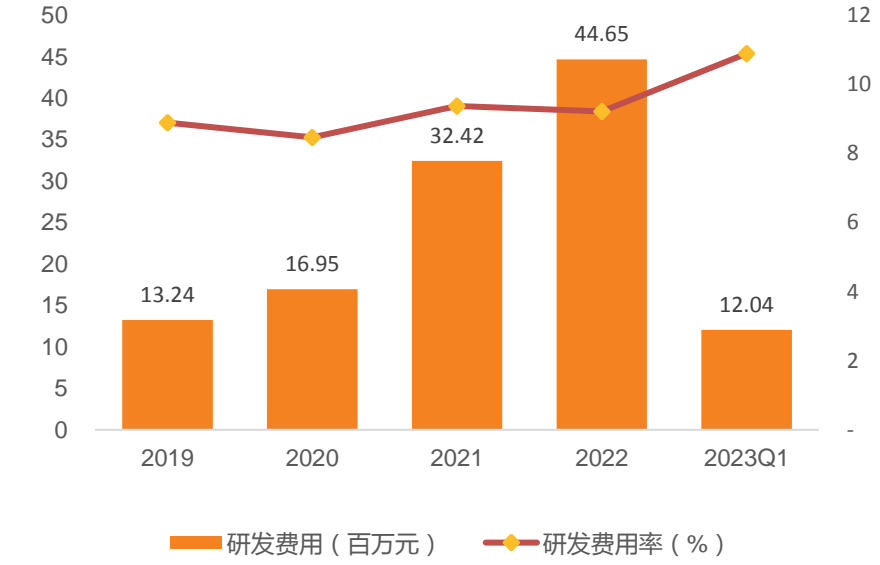
### 3.5 财务分析：持续研发投入，加速产业化进程

- ❑ **公司对X射线全产业链技术持续地研发投入：**目前已在开管微焦点X射线源、大功率射线源、3D/CT智能检测装备、动力电池X射线检测装备、异物检测X射线智能检测装备等领域形成初步技术储备，并持续投入人员进行技术创新以加快相关技术的产业化应用。
- ❑ **费用率逐年下降：**2019年-2022年间三费（销售费用+管理费用+财务费用）占收入比分别为24.15%、24.55%、19.37%、18.02%，总体呈现逐渐下降趋势。

图：销售费用、管理费用和财务费用占收入比（百万元，%）



图：研发费用和研发费用占收入比

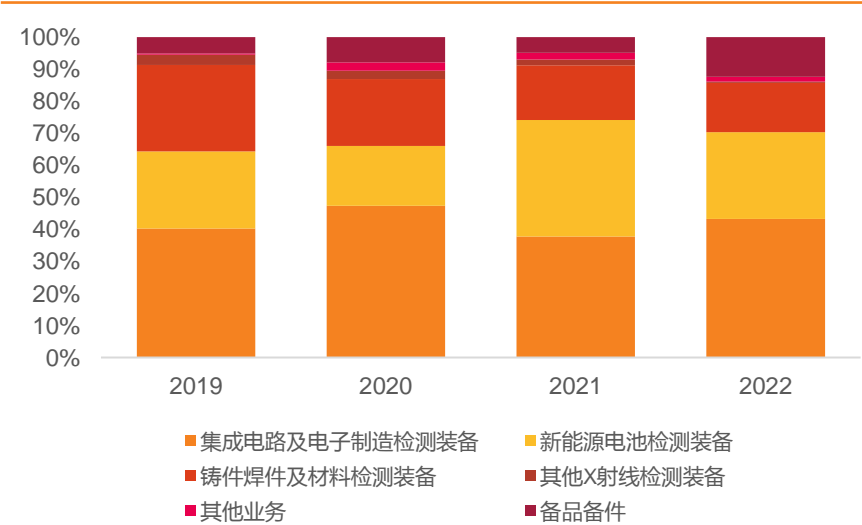


资料来源：Wind，天风证券研究所

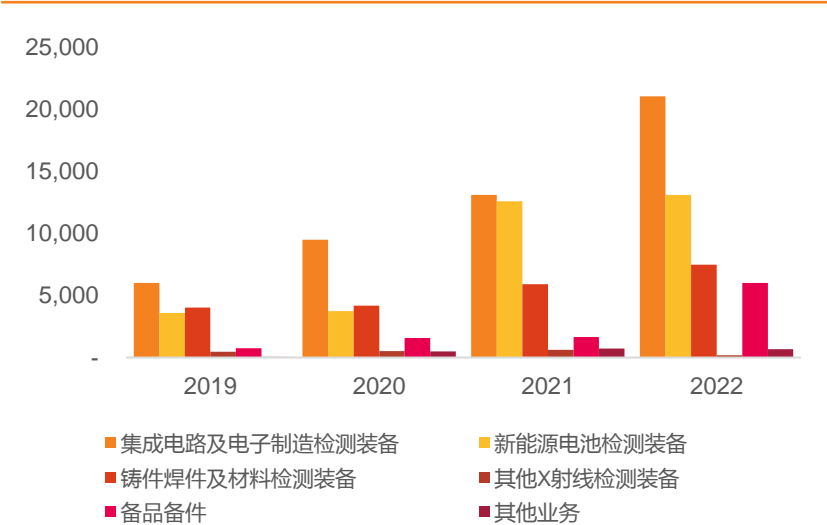
### 3.5 财务分析：X射线检测装备贡献较多业绩，公司在手订单充足

- ❑ **公司收入主要来自X射线智能检测装备：**主要来源于集成电路及电子制造、新能源电池检测、铸件焊件及材料检测三大应用领域，2019-2022占各期主营业务收入的比例为91.33%、86.91%、91.25%和85.78%。
- ❑ **集成电路和及电子制造产业订单稳定增长：**2019-2022年销售收入持续上升，CAGR 51.74%，呈快速上升趋势；其中在线型检测设备收入占比从2019年14.06%提升到2022H1的48.05%，呈逐年增加趋势；截止2022年6月末，在手订单约为6300万元。
- ❑ **新能源电池检测设备客户集中度相对较高：**2021年大幅增长也系头部客户新增采购在线设备金额较大导致；随着在线设备收入占比增加，设备平均单价呈现上升趋势；截止2022年6月末，在手订单超过12500万元。

图：主营业务分产品收入占比（%）



图：主营业务分产品收入（万元）



### 3.6 客户结构：新能源领域客户集中度较高，呈现上升趋势

□ 公司新能源领域客户集中度较高：2019-2022H1，公司前五大客户合计收入占公司营业收入的比例分别为17.32%、17.31%、30.63%和30.60%；前五大客户主要为新能源电池X射线智能检测装备领域相关客户，集中度较高，其他领域客户集中度相对较低，客户集中度随着新能源电池X射线智能检测装备领域收入的增长整体呈现一定的上升趋势。

年度	客户名称	销售收入（万元）	占营收比例	主要销售内容
2022H1	宁德时代	2003.70	9.77%	新能源电池X射线检测装备
	欣旺达	1635.86	7.97%	新能源电池X射线检测装备，其中应用自制射线源的相关设备收入为44.25万元
		44.25	0.22%	
	景旺电子	1268.67	6.18%	集成电路及电子制造X射线检测装备
	比亚迪	647.35	3.15%	集成电路及电子制造、新能源电池X射线检测装备，其中应用自制射线源的相关设备收入为53.10万元
		53.10	0.26%	
	上海智能贸易有限公司	625.55	3.05%	集成电路及电子制造X射线检测装
	合计	6279.47	30.60%	-
2021	比亚迪	3789.20	10.97%	新能源电池、集成电路及电子制造、铸件焊件及材料X射线智能检测装备
	欣旺达	2336.65	6.75%	新能源电池X射线智能检测装备，其中应用自制射线源的相关设备收入为437.61万元
		437.61	1.26%	
	宁德时代	2548.86	7.36%	新能源电池X射线检测装备
	深圳光大激光科技股份有限公司	776.84	2.24%	新能源电池X射线检测装备
	安费诺	703.47	2.03%	集成电路及电子制造X射线检测装
	合计	10601.63	30.63%	-

### 3.7 募投项目：加速X射线源产业化进程

- 公司募集资金总额为人民币302,495.13万元，扣除各项发行费用后的实际募集资金净额为人民币273,079.07万元。
- X射线源产业化建设项目：扩大公司90kV闭管微焦点X射线源、130kV闭管微焦点X射线源及225kV高压发生器生产规模，加快公司核心技术产品转化进程，实现微焦点X射线源进口替代，满足国内电子制造、新能源电池等行业日益增长的市场需求。
- 重庆X射线检测装备生产基地建设项目：提升公司X射线检测装备的生产能力、生产技术、生产效率，从而使公司突破现有的产能瓶颈，满足日益增长的市场需求。
- 研发中心建设项目：将围绕核心部件的持续性基础研发及为产业升级和迭代的应用研发进一步开展开管X射线源、闭管X射线源、3D/CT在线型 X射线检测技术以及在新能源电池、集成电路、高端电子制造、航空航天器件等领域应用技术的研究。

表：募投资金使用计划（万元）

募集资金运用方向	总投资额	拟投入募集资金
X射线源产业化建设项目	11800	11800
重庆X射线检测装备生产基地建设项目	28200	28200
研发中心建设项目	11325	11325
补充流动资金	8675	8675
合计	60000	60000



## 风险提示

---

- 1) **微焦点X射线源进口替代不及预期：**国产微焦点X射线源能够满足进口替代的需求，国产的130kV微焦点X射线源仍处于市场拓展的早期阶段，国产微焦点X射线源的可靠性仍需要一定周期的验证。若国产X射线源客户验证和市场拓展不及预期，下游行业向境外供应商采购微焦点X射线源的情况持续，可能对国产微焦点射线源行业产生不利影响。
- 2) **下游行业景气度波动的风险：**微焦点X射线专用检测装备行业的下游行业主要为集成电路及电子制造、新能源汽车等行业；如果全球集成电路、电子制造和新能源汽车造等下游行业景气程度下降，将导致下游行业对检测设备的采购量下降。
- 3) **国际贸易摩擦：**日联科技采购的X射线源主要来自日本、德国、美国等国外厂商，目前国内微焦点X射线源尤其是130kV及以上微焦点X射线源供应存在短缺的情形。若国际贸易摩擦进一步升级，上述国家针对X射线源采取一定的出口限制，且公司自身X射线源产能提升遇到阻碍或无法找到替代供应商，将对日联科技生产经营造成不利影响。
- 4) **产能释放不及预期：**日联科技微焦点射线源产能仍处于爬坡阶段，公司90kV和130kV微焦点射线源将逐步由外购转向自产自销和对外销售，如公司微焦点射线源产能不能及时释放，或因研发不及预期，导致无法持续实现高功率微焦点射线源的开发和生产，则公司的微焦点X射线源的供应将仍主要掌握在国外少数厂商中，将对日联科技经营业绩产生较大的不利影响。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益20%以上
		增持	预期股价相对收益10%-20%
		持有	预期股价相对收益-10%-10%
		卖出	预期股价相对收益-10%以下
行业投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅5%以上
		中性	预期行业指数涨幅-5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅-5%以下

THANKS