# 关于上海奕瑞光电子科技股份有限公司向不特定对象发行可转换公司债券申请文件审核问询函的回复

保荐机构(主承销商)
CICC 中金公司
北京市朝阳区建国门外大街 1 号国贸大厦 2 座 27 层及 28 层

上海证券交易所:

贵所于 2022 年 5 月 18 日出具的《关于上海奕瑞光电子科技股份有限公司向不特定对象发行可转换公司债券申请文件的审核问询函》(上证科审(再融资)〔2022〕100 号)(以下简称"问询函")已收悉。上海奕瑞光电子科技股份有限公司(以下简称"奕瑞科技"、"发行人"、"公司")与中国国际金融股份有限公司(以下简称"保荐机构")、上海市方达律师事务所(以下简称"发行人律师")、立信会计师事务所(特殊普通合伙)(以下简称"申报会计师")等相关方对问询函所列问题进行了逐项核查,现回复如下,请予审核。

如无特别说明,本回复使用的简称与《上海奕瑞光电子科技股份有限公司向不特定对象发行可转换公司债券募集说明书》中的释义相同,若出现合计数值与各分项数值之和尾数不符的情况,均为四舍五入原因造成。

| | |
|---|---|
| 问询函所列问题 | 黑体(加粗) |
| 问询函所列问题的回复 | 宋体(不加粗) |
| 涉及对募集说明书等申请文件的修改内容 | 楷体(加粗) |

1. 关于募投项目

1.1 关于新型探测器及闪烁体材料产业化项目

根据本次申报及 IPO 披露材料,(1)公司掌握非晶硅、IGZO、柔性和 CMOS 四大传感器技术,并具备量产数字化 X 线探测器的能力。公司产品结构以非晶硅、IGZO 探测器为主,CMOS 探测器占比较低;尚不具备 CT 探测器、闪烁体材料的量产能力;(2)本项目将建设 CMOS 探测器、CT 探测器等新型探测器产能;以及碘化铯晶体、硫氧化钆陶瓷、钨酸镉晶体等闪烁体材料生产线,实现核心原料国产化和自主可控;(3)IPO 募投生产基地建设项目建设非平板探测器、线阵探测器和口内牙科探测器产能。

请发行人说明:(1)X 线探测器市场各技术路线的销售格局、对应客户类型及发展趋势,公司现有、前次及本次募投项目探测器产品报告期内收入及对应的技术路线、技术水平、应用领域等情况;(2)公司自研与外购闪烁体性能、制备工艺对比情况,对探测器产品质量、良率等的影响;(3)结合目前相关产品占比较低或尚未量产的原因、报告期内相关的研发项目及投入、形成的知识产权等,说明本次募投项目所需相关核心技术与工艺的准备情况,募投项目实施是否存在重大不确定性;(4)结合行业发展、市场格局、公司技术水平、客户认证及在手订单、贸易政策影响等情况,分析新增探测器产品产能的合理性及产能消化措施;(5)结合公司生产耗用、市场需求等情况,分析新增闪烁体材料产能能否充分消化。

回复:

一、X 线探测器市场各技术路线的销售格局、对应客户类型及发展趋势,公司现有、前次及本次募投项目探测器产品报告期内收入及对应的技术路线、技术水平、应用领域等情况

(一)探测器技术路线及发展趋势

数字化 X 线探测器按照传感器结构的不同,大致可分为平板探测器和 PD 探测模组(包括一维线阵探测模组和二维面阵探测模组)两大类。

1、平板探测器

平板探测器主要结构包括闪烁体、非晶硅/ IGZO/ 柔性/CMOS 传感器和读出芯片。平板探测器闪烁体材料目前常用的包括碘化铯和硫氧化钆,是直接蒸镀或耦合到光学传感器表面的一层薄膜状材料。平板探测器主要用于普放、乳腺、C 型臂 X 射线机(C-Arm)、齿科、工业等领域。

图:[illegible]

图:[illegible]

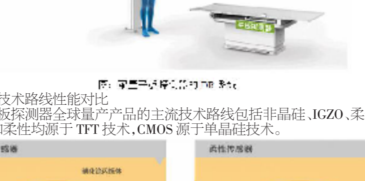


图:[illegible]

(1)不同技术路线性能对比

目前,平板探测器全球量产产品的主流技术路线包括非晶硅、IGZO、柔性、CMOS 四大类。其中非晶硅、IGZO 和柔性均源于 TFT 技术,CMOS 源于单晶硅技术。

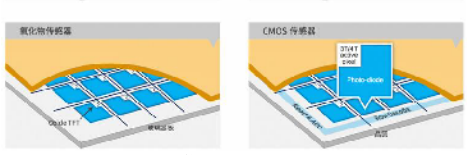


图:非晶硅、柔性、IGZO、CMOS 传感器

CMOS 使用单晶硅晶圆作为衬底,在一块晶圆上集成光电二极管和读出电路,由于单晶硅电子迁移率更高,具有明显优于非晶硅/ IGZO/柔性的高分辨率、高采集速度、极低噪声、低迟滞。

| 项目 | CMOS | 非晶硅 | IGZO | 柔性 |
|---|---|---|---|---|
| 衬底 | 单晶硅 | 玻璃 | 玻璃 | 聚亚酰胺 |
| 电子迁移率 | 更高 | 一般 | 高 | 一般 |
| 电子噪声 | 更低 | 一般 | 低 | 一般 |
| 分辨率 | 更高 | 一般 | 高 | 一般 |
| 低剂量 DQE | 更好 | 一般 | 好 | 一般 |
| 残影 | 更好 | 一般 | 好 | 一般 |
| 主要应用场景 | 高端静态/超高速动态 | 静态/动态 | 高速动态 | 静态/动态 |
| 生产厂家 | 更少 | 多 | 少 | 少 |

与非晶硅、IGZO、柔性相比,CMOS 具有更高的技术含量和技术难度。除发行人外,国内尚不存在具备 CMOS 探测器量产能力的国产厂家。

(2)不同技术路线探测器在医用领域应用及趋势情况

在医用静态领域,平板探测器应用的主要设备包括数字化 X 线摄影系统(DR)和数字化乳腺 X 射线摄影系统(FFDM)等。目前,静态医学影像设备主要使用非晶硅探测器。但是近年来,随着医学技术的发展,医生诊断需求提升,医疗机构对于医学影像设备的图像质量要求越来越高,部分领域非晶硅探测器已满足不了客户需求。例如,主流医学影像设备厂商基本上都为其高端 FFDM 配置 CMOS 探测器。未来,CMOS 探测器会逐步占据高端静态医学影像设备的市场份额,而非晶硅探测器则依旧会是中低端静态医学影像设备的主流技术。

在医用动态领域,平板探测器应用的主要设备包括数字胃肠机(DRF)、数字减影血管造影系统(DSA)、C 型臂 X 射线机(C-Arm)、放射性治疗的相关设备等。动态医学影像设备应用场景为动态影像诊断、术中透视成像及治疗辅助定位,在使用过程中需要进行持续曝光并提供连续的图像。目前,医用动态设备主要使用 CMOS、IGZO 和非晶硅探测器。但由于 CMOS 具有更高的分辨率、更小的电子噪声和残影,在心血管手术等对图像质量要求极高的领域 CMOS 无疑是最佳选择;在骨科手术应用中,在同等图像质量下,CMOS 探测器需要使用的 X 线剂量最小。在动态设备使用过程中,医生和患者均需长时间在 X 线透视辐射中工作或接受治疗,使用剂量更小、性能更优的 CMOS 探测器,对与保障医生职业健康、延长医生执业生涯具有重大意义。未来,一方面,CMOS 探测器在动态医学影像设备市场占有率预计会保持较快增长;另一方面,随着 CMOS 探测器的推广以及成本的下探,会促进医疗机构对 C-Arm、DSA 等医用动态设备的市场需求,提高动态设备在医疗机构的配置率,带动整个探测器市场规模提升。

在齿科领域,平板探测器应用的主要设备包括口腔 CBCT、口内摄影系统等。口腔三合一 CBCT 的主流配置一般需要两块探测器,目前主要使用非晶硅/IGZO 和 CMOS 技术。在全球范围内,口腔 CBCT 目前渗透率较低,存在较大的增量市场。2016 年国内口腔 CBCT 的数量约在 2,000 台左右,在国内口腔医疗机构的市场渗透率约为 4.0%;2018 年底,口腔 CBCT 的国内市场渗透率增至 9.7%,且市场渗透率以每年 3-4%的速度在增长[1]。根据灼识咨询数据显示,2020 年我国口腔医疗机构总数接近 10 万家,口腔 CBCT 渗透率 15.6%,目前我国每年口腔 CBCT 装机量近 10,000 台。从全球市场来看,随着全球人口老龄化趋势加快、口腔美容修复需求提升以及口腔诊所行业的快速扩张,口腔 CBCT 市场规模高速增长,市场空间巨大。口内摄影系统属于静态设备,主要用于口腔局部 X 线摄影(如 1-4 颗牙齿的拍摄),目前口腔医疗机构使用的设备主要包括以口内 CMOS 或 CCD 探测器为核心部件的数字化口内摄影系统和以 CR 影像板为核心部件的半数字化摄影设备。在公司口内 CMOS 探测器产品推出之前,数字化口内摄影系统价格远高于半数字化设备,导致口内 CMOS 探测器市场需求以及渗透率较低。公司产品推出后,主动对口内 CMOS 探测器采取了有市场竞争力的定价策略,降低口内摄影系统数字化升级的成本,数字化口内摄影系统对半数字化口内摄影设备的替代趋势已逐步显现。目前,仅中国、日本、美国、欧盟等国家和地区的口腔医疗机构数量已超过 60 万家,数字化口内摄影系统作为口腔医疗机构必备设备之一,口内 CMOS 探测器市场需求和潜力巨大。

(3)不同技术路线探测器在工业领域应用情况及趋势情况

在工业领域,目前平板探测器主要应用既包括工业铸件、管道焊缝、电路板等传统无损检测,也包括近年需求渐长的新能源电池检测、半导体封装检测以及食品安全检测等新兴应用。目前工业平板探测器主要使用非晶硅和 IGZO 技术。但随着 CMOS 辐射加固技术的成熟以及成本的下探,CMOS 探测器将凭借超高速动态和高分辨率的性能优势,拓展探测器在工业领域的应用范围,改善工业企业对工业产品的检测模式,刺激工业领域对探测器产生新增的市场需求。

在新能源电池领域,新能源电池生产企业早期使用影像增强器对电池短路检测进行离线抽检;现在逐步开始使用非晶硅、IGZO 探测器实现在线全检,虽然检测效率较影像增强器大为提升,但目前的在线检测需要射线源进行停顿曝光,与超高速的不停顿曝光相比,在线检测效率相对较低。而基于 CMOS 技术的 TDI 探测器可实现不停顿曝光、超高速成像,更加符合新能源电池超高速在线全检和 3D 检测应用需求,目前国内主要新能源电池厂商对超高速在线检测探测器需求较为迫切,预计基于 CMOS 技术的 TDI 探测器未来将会成为新能源电池生产企业的首选方案之一。此外,目前的电池检测大多集中于 2D 成像检测,3D 成像检测方面尚未形成规模应用,需要成像速度更快的 CMOS 探测器以及特定的射线源产品进行配合。探测器的技术革新和创新解决方案对新能源电池检测方式具有较大影响。根据 SNE Research 数据,全球动力电池装机量由 2018 年的 106GWh 快速增长至 2021 年的 296.8GWh;根据高工产业研究(GGII)预测,2025 年全球动力电池出货量将超过 1,500GWh。新能源电池行业对 CMOS 探测器的市场需求巨大。在半导体领域,芯片封装过程中需要对焊接和内部缺陷进行检测和识别,随着芯片封装工艺的提升,芯片的精度质量要求也越来越高,芯片的缺陷识别要求也越来越复杂,对检测设备分辨率要求也更高。但非晶硅和 IGZO 探测器性能无法完全满足相关领域的要求。而 CMOS 探测器凭借其优异的性能,能够更好的满足芯片封装的检测要求,CMOS 技术拓宽了平板探测器在工业领域的市场应用,刺激工业领域对探测器的市场需求。

(4)整体评价

目前,平板探测器主流技术包括非晶硅、IGZO、柔性和 CMOS。非晶硅、IGZO、柔性在国内已实现规模量产,而作为技术含量最高、难度最大的 CMOS 在乳腺、口腔 CBCT、C-Arm 及 DSA 领域已开始逐步使用,但国外厂商供应比例较高,CMOS 探测器仍然是国内探测器企业的短板,发行人虽然口腔 CBCT 探测器已实现量产,但在其他应用领域进入较晚,市场积累较少。国产 CMOS 探测器的产业化,不仅是国产探测器的技术升级、产品优化,对于下游医疗和工业领域的发展也具有较强的推动作用。发行人本次募投项目的实施,将推动国内探测器企业技术实力进步,促进国内探测器产业链地位提升,对探测器行业及下游应用领域具有重大意义。

2、PD 探测模组

PD 探测模组主要结构包括闪烁体阵列、PD 阵列和读出芯片。在使用过程中,需要将多个模组和主板拼接成一个具有完整功能的探测器系统。目前,PD 探测模组包括线阵探测模组和面阵探测模组,线阵探测模组拼接后即线阵 LDA 探测器,主要应用于安全检查设备、食品检测、矿选等领域,在工作过程中生成被检测物的 2D 图像;面阵探测模组拼接后即螺旋 CT 探测器,主要应用于螺旋 CT 系统,在工作过程中生成被检测物的 3D 图像。

图:[illegible]

图:[illegible]

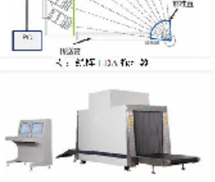


图:[illegible]

图:[illegible]

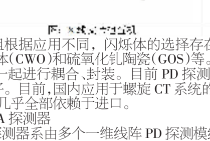


图:[illegible]

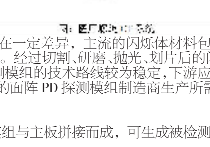


图:[illegible]

PD 探测模组根据应用不同,闪烁体的选择存在一定差异,主流的闪烁体材料包括碘化铯晶体(CsI)、钨酸镉晶体(CWO)和硫氧化钆陶瓷(GOS)等。经过切割、研磨、抛光、划片后的闪烁体晶体,通过光学胶与 PD 一起进行耦合、封装。目前 PD 探测模组的技术路线较为稳定,下游应用市场需求旺盛,发展趋势较好。目前,国内应用于螺旋 CT 系统的面阵 PD 探测模组制造商生产所需的闪烁体、PD 芯片和读出芯片几乎全部依赖于进口。

(1)线阵 LDA 探测器

线阵 LDA 探测器系由多个一维线阵 PD 探测模组与主板拼接而成,可生成被检测物的 2D 图像,广泛应用于安全检查、食品检测、矿选等领域。

在安全检查领域,X 线安全检查设备通常应用于机场、火车站、地铁、港口、海关、医院、大型活动举办地以及涉及重要公共安全的场所,用以检查行人、行李和货物中是否携带或隐藏了危险品、违禁物品、毒品等物品。2011 年至 2018 年,我国安全检查设备市场规模由 274.5 亿元增长至 488.5 亿元,年均复合增长率 8.58%。目前,我国每年安全检查系统年需求量接近 10 万套,市场空间广阔。在食品检测领域,我国食品安全检测行业市场规模近年来增长速度基本保持在 20%左右,但整体规模依旧有限。2010 年我国食品安全检测行业市场规模仅达 140 亿元,之后呈现逐年增长态势,2017 年,我国食品安全检测仪器需求规模将近 685 亿元,预计 2022 年食品安全检测市场规模有望超 1,000 亿。在矿选领域,随着绿色矿山理念的推出,高效、生态、精准地进行矿石分选已成为发展趋势。我国矿山的总储矿量在世界上排位靠前,但经过之前这么多年的开采,目前很多矿山出现了贫化现象。矿石含矿量低,对分选矿石需求也就越来越强烈。通过 X 射线的检测技术可以对全品类的矿石实现预先抛废、废石提精等功能,降低能耗和污染。选矿设备存在巨大的市场潜力,基于目前选矿技术能渗透的矿种保守估计,国内潜在的智能矿石分选设备市场规模超过 2,000 亿元,全球市场超过 5,000 亿元。综上所述,LDA 探测器应用领域广泛,具有广阔的市场空间。

(2)螺旋 CT 探测器

CT 即电子计算机断层摄影,目前量产 CT 系统根据其工作方式可分为螺旋 CT 和锥形束 CT(即 CBCT)。螺旋 CT 系统主要用于医疗和安全检查领域,锥形束 CT 主要用于齿科、宠物和工业领域。螺旋 CT 使用二维 PD 探测模组,而锥形束 CT 使用平板探测器。螺旋 CT 探测器主要结构除闪烁体阵列、PD 阵列和读出芯片外,还包括准直器(ASG)。

①医用 CT 系统

在医用领域,CT 是临床应用中最常见的医学影像设备之一,在医学诊断方面有重要的作用,X 光穿透人体后通过计算机处理可获得三维重建图像,具有扫描时间快、图像清晰、密度分辨力高的特点,可用于多种疾病的检查,在全球医院实现了广泛配置。从全球市场的维度,欧美发达国家 CT 市场已经进入了相对成熟期,全球 CT 市场的主要增长动力来自亚太地区。2020 年全球 CT 系统市场规模达到约 135.3 亿美元,预计 2030 年将达到约 215.4 亿美元,年复合增长率为 4.8%;其中,亚太地区的市场规模预计将在 2030 年达到约 98.7 亿美元,2020-2030 年亚太地区市场规模的年复合增长率预计将达到 6.5%。

从人均保有量的维度,2019 年,中国每百万人 CT 保有量约为 18.2 台,仅为美国每百万人 CT 保有量的约三分之一,具有较大的成长空间。国产 CT 生产企业经过十多年的积累,于 2010 年前后正式实现主流 CT 机型的国产化,技术突破带来医学影像设备企业的快速发展。随着中国人口老龄化程度加深对于医疗检查需求的提升、分级诊疗政策下基层医疗设施投资建设力度加大以及鼓励社会办医环境下民营医院数量的快速提升,CT 作为必备设备将会迎来较大的发展机会。2019 年中国 CT 市场规模达到约 117.6 亿元,2020 年在新冠疫情带来的强烈需求驱动下,中国 CT 市场规模达到约 172.7 亿元,预计 2030 年将达到 290.5 亿元,年复合增长率为 5.3%。

根据灼识咨询数据显示,2020 年我国医用 CT 系统新增装机量超过 7,000 台,若按照中国市场规模占全球市场规模比例测算,2020 年全球 CT 系统新增装机量预计在 30,000-40,000 台,市场空间广阔。

②安全检查 CT 系统

安全检查 CT 系统可广泛应用于机场、火车站、港口、海关以及其他涉及重要公共安全的场所,用以检查行人、行李和货物中是否携带或隐藏了危险品、违禁物品、毒品等物品。

传统的 X 射线安全检查设备(配置线阵 LDA 探测器)只能生成二维图像,当物品堆叠在一起时,会造成图像的遮挡。此时需要安全检查人员对其进行调整后重新过机检查。而安全检查 CT 系统可以生成行李、货物的三维图像、切片图像,同时可对图像进行 360 度旋转判图,从而准确识别物品,理论上不需要通过开包、重新过机检查就能解决物品叠放、遮挡等问题。目前,安全检查 CT 系统已在北京大兴机场、广州白云机场、深圳宝安机场、南京禄口机场等机场进行使用。美国运输安全管理局(TSA)也宣布采购近 500 台安全检查 CT 系统,在美国主要枢纽机场投入使用。安全检查 CT 系统不仅降低了民航一线安全检查人员的劳动强度,也极大地提高了旅客过检效率,改善了旅客的出行体验。

此外,2021 年 5 月,中国民航局批准深圳机场开工建设航空箱 CT 安全检查项目,预计 2022 年将在国内首试航空箱 CT 安全检查系统。未来,中国民航局将通过该项目,全面评估航空箱 CT 机探测能力、开展技术符合性测试,探索建立航空箱 CT 安全检查系统的技术标准。

(3)整体评价

PD 探测模组无论在医疗还是工业领域均具有广泛的应用,市场空间广阔。然而,目前国内对于 PD 探测模组主要结构(闪烁体、PD 芯片、读出芯片)仍主要依赖于进口。通过本次募投项目的实施,发行人将开发具有自主知识产权的国产 CT 探测器、闪烁体材料产能,推动 CT 探测器和闪烁体材料国产化进程,并实现进口替代。

(二)探测器各技术路线应用领域、销售格局、客户类型,以及与发行人现有、IPO 募投、本次募投产品对应关系

目前,全球数字化 X 线探测器各技术路线、应用领域、主要供应商、主要客户类型情况,以及发行人现有量产产品、IPO 募投规划产品及本次募投规划产品覆盖及技术水平情况如下:

| 探测器类型 | 技术路线 | 应用领域 | 探测器主要供应商 | 主要客户类型 | 现有量产产品 | IPO 募投规划产品 | 本次募投规划产品 | 发行人技术水平 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平板探测器 | CMOS | 普放、乳腺 | 发行人、Dalsa | 医学影像设备厂商 | × | × | √ | 国际持平 |
| | | 外科手术和介入设备 | 发行人、万睿视、Dalsa、日本佳能 | 医学影像设备厂商 | × | × | √ | 国内领先 |
| | | 口内摄影系统 | 发行人、Vatech、Carestream、日本滨松 | 口腔影像设备厂商、渠道代理商 | √ | √ | √ | 国际持平 |
| | | 口腔 CBCT | 发行人、万睿视、Dalsa、Rayence | 口腔影像设备厂商 | √ | × | √ | 国际持平 |
| | | 工业 | 发行人、万睿视、Dalsa、Rayence | 工业检测设备厂商、工业企业 | × | × | √ | 国际持平 |
| | IGZO | 外科手术和介入设备 | 发行人 | 医学影像设备厂商 | √ | √ | × | 国际领先 |
| | | 口腔 CBCT | 发行人、Vieworks | 口腔影像设备厂商 | √ | √ | × | 国际领先 |
| | 非晶硅 | 普放、乳腺 | 发行人、万睿视、Trixell、日本佳能、康众医疗 | 医学影像设备厂商 | √ | √ | × | 国际领先 |
| | | 外科手术和介入设备 | 发行人、万睿视、Trixell | 医学影像设备厂商 | √ | √ | × | 国际持平 |
| | | 兽用 | 发行人、万睿视、日本佳能、Rayence | 兽用影像设备厂商 | √ | √ | × | 国际领先 |
| | | 工业 | 发行人、万睿视 | 工业检测设备厂商、工业企业 | √ | √ | × | 国际领先 |
| | 柔性 | 普放 | 发行人、锐珂医疗、富士 | 医学影像设备厂商 | √ | √ | × | 国际领先 |
| | | 兽用 | 发行人 | 兽用影像设备厂商 | √ | √ | × | 国际领先 |
| | | 工业 | 发行人、DRTECH | 工业检测设备厂商 | √ | √ | × | 国际领先 |
| PD 探测模组 | 线阵 LDA 探测器 | 安全检查、车检设备 | 发行人、日本滨松、DT | 工业检测设备厂商 | √ | √ | 包含 LDA 探测器所需的闪烁体产能建设 | 国际持平 |
| | 面阵 CT 探测模组 | CT 系统 | DT、日本滨松 | 医用 CT 系统厂商、工业 CT 系统厂商 | × | × | √ | 准直器(ASG)、闪烁体晶体、PD 已完成开发,CT 探测器整机正在开发中,预计 2022 年下半年完成样机 |

(三)发行人探测器各技术路线收入分类情况

报告期内,发行人探测器相关收入按照不同技术路线分类,具体情况如下:

单位:万元

| 探测器类型 | 技术路线 | 2022 年 1-3 月 | | 2021 年 | | 2020 年 | | 2019 年 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 金额 | 占营业收入比例 | 金额 | 占营业收入比例 | 金额 | 占营业收入比例 | 金额 | 占营业收入比例 |
| 平板探测器 | CMOS | 4,566.46 | 13.98% | 13,472.70 | 11.35% | 2,965.34 | 3.78% | 93.71 | 0.17% |
| | IGZO | 4,649.66 | 14.23% | 11,057.19 | 9.31% | 1,308.72 | 1.67% | 106.00 | 0.19% |
| | 非晶硅 | 21,326.67 | 65.27% | 87,313.80 | 73.54% | 69,703.97 | 88.90% | 51,788.22 | 94.83% |
| | 柔性 | 228.30 | 0.70% | 757.57 | 0.64% | 10.62 | 0.01% | - | - |
| 小计 | | 30,771.09 | 94.17% | 112,601.16 | 94.83% | 73,988.66 | 94.36% | 51,987.93 | 95.20% |
| PD 探测模组 | 线阵 LDA 探测器 | 117.79 | 0.36% | 669.23 | 0.56% | 366.51 | 0.47% | 72.67 | 0.13% |
| | 面阵 CT 探测模组 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 小计 | | 117.79 | 0.36% | 669.23 | 0.56% | 366.51 | 0.47% | 72.67 | 0.13% |
| 合计 | | 30,888.88 | 94.53% | 113,270.39 | 95.40% | 74,355.17 | 94.83% | 52,060.60 | 95.33% |

注:报告期内发行人线阵 LDA 探测器收入金额较小,分类在其他业务收入。

二、公司自研与外购闪烁体性能、制备工艺对比情况,对探测器产品质量、良率等的影响

(一)闪烁体材料基本情况

本次募投项目规划的闪烁体材料主要包括碘化铯晶体(CsI)、钨酸镉晶体(CWO)和硫氧化钆陶瓷(GOS)。其中,碘化铯晶体(CsI)、钨酸镉晶体(CWO)主要应用于线阵 LDA 探测器,硫氧化钆陶瓷(GOS)主要应用于螺旋 CT 探测器。上述闪烁体材料基本情况如下:

| 名称 | 特点 | 应用领域 | 市场供给 |
|---|---|---|---|
| 碘化铯晶体(CsI) | 高出光量、易于加工、成本低 | 工业、安全检查及宇宙探测等领域 | 主要被日本滨松、法国圣戈班等所垄断,国内厂家可供应中低端产品 |
| 钨酸镉晶体(CWO) | 低余辉、良好的稳定性、短辐照长度,高密度、高抗辐照损伤 | 安全检查、集装箱检查、高能物理等领域,特别是高能车辆、集装箱及工业检测领域 | 主要被日本滨松、法国圣戈班等所垄断,国内暂无量产厂家 |
| 硫氧化钆陶瓷(GOS) | 高出光量、低余辉、抗辐射性能优异、良好的一致性 | 医用 CT、工业 CT、X 线的货物检测器及工业探测等领域 | 主要被日本日立、日本东芝等所垄断,国内暂无量产厂家 |

(二)性能对比情况

发行人自研与竞争对手闪烁体晶体的关键指标对比情况如下:

| 项目 | 关键指标 | 发行人 | 国外竞品 |
|---|---|---|---|
| 碘化铯晶体(CsI) | 光输出(相对 NaI(Tl)) | 40-50% | 45% |
| | 衰减时间(ns) | 1000 | 1000 |
| | 余辉 | 3%@6ms<br><1%@100ms | 0.5~5%@6ms |
| | 发光主峰(nm) | 560 | 550 |
| | 折射率(@λmax) | 1.8 | 1.8 |
| 项目 | 关键指标 | 发行人 | 国外竞品 |
| 钨酸镉晶体(CWO) | 光输出(相对 NaI(Tl)) | 30-50% | 30-50% |
| | 衰减时间(ns) | 14,000 | 14,000 |
| | 余辉 | <0.01@3ms | <0.1@3ms |
| | 发光主峰(nm) | 480 | 475 |
| | 折射率(@λmax) | 2.3 | - |
| 项目 | 关键指标 | 发行人 | 国外竞品 |
| 硫氧化钆陶瓷(GOS) | 光输出(相对 NaI(Tl)) | 30-50% | 40-50% |
| | 衰减时间(ns) | 3 | 3 |
| | 余辉 | <0.03@3ms<br><0.01%@50ms | <0.03@3ms<br><0.002%@50ms |
| | 发光主峰(nm) | 510 | 512 |

注 1:发行人指标数据来源于自测,国外竞品相关数据来源于其官方产品介绍;

注 2:关键指标中,光输出越高、衰减时间越短、余辉越小、折射率越高,代表产品性能越好;发光主峰越长,与光电二极管(PD)响应波长匹配性越好。

注 3:碘化铯晶体(CsI)指标对比,选取的竞品为友商在国内市场主流标准产品。

注 4:钨酸镉晶体(CWO)指标对比,选取的竞品为友商官网唯一产品。

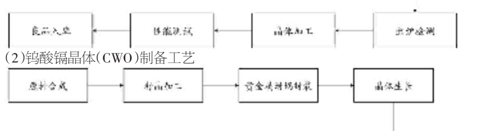
注 5:硫氧化钆陶瓷(GOS)指标对比,选取的竞品为医疗及工业用 X 光 CT 探测器通用产品。

从上表可以看出,发行人自研闪烁体材料的关键指标已达到或接近同行业主要竞争对手竞品的水平。具体而言,碘化铯晶体(CsI)、钨酸镉晶体(CWO)已能满足 LDA 探测器性能需求,硫氧化钆陶瓷(GOS)已能满足安全检查 CT 系统性能需求,接近医用 CT 系统性能需求。

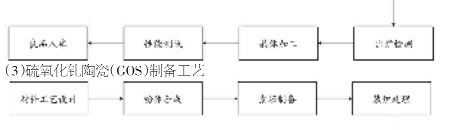
(三)制备工艺对比情况

1、发行人闪烁体制备工艺

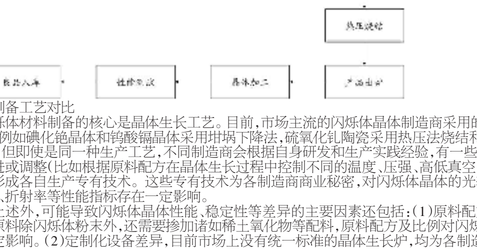
(1)碘化铯晶体(CsI)制备工艺



(2)钨酸镉晶体(CWO)制备工艺



(3)硫氧化钆陶瓷(GOS)制备工艺



2、制备工艺对比

闪烁体材料制备的核心是晶体生长工艺。目前,市场主流的闪烁体晶体制造商采用的工艺方法大致相同,例如碘化铯晶体和钨酸镉晶体采用坩埚下降法,硫氧化钆陶瓷采用热压法烧结和热等静压烧结工艺。但即使是同一种生产工艺,不同制造商会根据自身研发和生产实践经验,有一些个性化、针对性的改进或调整(比如根据原料配方在晶体生长过程中控制不同的温度、压强、高低真空、惰性气氛保护等),形成各自生产专有技术。这些专有技术为各制造商商业秘密,对闪烁体晶体的光输出、衰减时间、余辉、折射率等性能指标存在一定影响。

除上述外,可能导致闪烁体晶体性能、稳定性等差异的主要因素还包括:(1)原料配方,闪烁体晶体生产原料除闪烁体粉末外,还需要掺加诸如稀土氧化物等配料,原料配方及比例对闪烁体晶体性能存在一定影响。(2)定制化设备差异,目前市场上没有统一标准的晶体生长炉,均为各制造商结合生产工艺、经验、技术自主设计和定制,使用不同的设备对闪烁体晶体性能存在一定影响。

(四)闪烁体材料对探测器产品质量、良率等的影响

1、闪烁体性能对探测器产品性能具有一定影响

闪烁体是探测器主要结构之一,闪烁体制备和探测器生产相互独立,探测器生产过程中会选用已合格质检的闪烁体材料,闪烁体材料对探测器产品的质量、良率影响较小。但是选用不同的闪烁体性能对探测器产品性能具有一定影响,具体如下:

对于 X 线影像设备,探测器是成像系统的核心,而闪烁体材料是探测器的"眼睛",探测器的核心功能就是将穿过被检对象的 X 线转化为可见光或者数字信号,最终输出为数字图像,用于医疗诊疗及检查检测。探测器探测精度、图像清晰度、探测效率等都与闪烁体材料密切相关。而闪烁体材料通常按照光电转换器件的变化而定制设计,自主掌握闪烁体材料的研发与生产,可以有效促进探测器多元化应用设计开发。自主研发与生产的闪烁体材料可以与后端探测器应用形成良性互动,以图像需求来对闪烁体进行分级、筛选、反馈,可以充分提升闪烁体的性能指标,最大化满足探测器的技术升级需求。

2、发行人自研闪烁体材料性能优异,具备较强的市场基础和客户基础

目前,国内高性能的闪烁体大都被外资企业垄断,价格高,交期长,存在被"卡脖子"的风险,而国内其他厂家提供的闪烁体材料品质与性能参差不齐,难以满足探测器对性能和稳定性的要求。而公司自研闪烁体材料的关键指标已达到或接近国际领先水平,同时产品稳定性、可靠性也已达到送样客户要求,部分客户通过样品测试后已开始下单采购。具体情况如下:

公司自研的碘化铯晶体(CsI)、钨酸镉晶体(CWO)已能满足线阵 LDA 探测器性能需求,目前已供公司自主研发的线阵 LDA 探测器生产使用。与此同时,部分客户完成样品测试后已于近期开始下单采购。

公司自研的硫氧化钆陶瓷(GOS)已能满足安全检查 CT 系统性能需求,接近医用 CT 系统性能需求,公司已向部分客户送样。部分客户完成样品测试后已于近期开始下单批量采购。

综上所述,公司自研的闪烁体材料关键指标达到或接近国际领先水平,产品稳定性、可靠性达到客户要求,有利于加速实现国内闪烁体材料的进口替代,具有良好的市场基础和客户基础。此外,公司规划布局闪烁体材料的研发与生产,打通探测器产业链,有助于提升探测器的整体性能指标和质量控制水平。

三、结合目前相关产品占比较低或尚未量产的原因、报告期内相关的研发项目及投入、形成的知识产权等,说明本次募投项目所需相关核心技术与工艺的准备情况,募投项目实施是否存在重大不确定性

(一)目前相关产品占比较低或尚未量产的原因

本次募投项目规划产品为 CMOS 探测器、CT 探测器和闪烁体材料。上述产品目前占比较低或尚未量产的主要原因如下:

数字化 X 线探测器技术最早起源于欧美发达国家和地区,全球探测器巨头如万睿视、Trixell 等,皆具备深厚的研发经验、技术基础和资金优势。而公司成立于 2011 年,成立后首先对非晶硅探测器进行研发,成功研制出国产非晶硅平板探测器,打破国外厂商对非晶硅平板探测器的技术垄断。此后,公司在 2016 年北美放射年会上成功展出了 IGZO 探测器,并于 2018 年正式发布。2019 年,公司进一步推出柔性系列产品。

与非晶硅、IGZO 和柔性探测器相比,CMOS 探测器、CT 探测器和闪烁体材料具备更高的技术含量和技术难度。因此,公司在充分了解数字化 X 线探测器市场,同时具备一定探测器研发、量产经验的基础上,开始对相关产品进行研发。2017 年,公司开始陆续启动 CMOS 探测器、CT 探测器和闪烁体新材料的研发工作,并于 2020 年开始取得一系列成果。

相较于国际巨头,公司设立时间短,对相关产品研发起步较晚,因此相关产品目前占比较低或尚未量产,具有合理性。但公司整体研发效率较高,目前已掌握相关产品核心技术,相关产品均已取得阶段性成果。2019 年至 2021 年,公司 CMOS 探测器销售收入由 93.71 万元增长至 13,472.70 万元,收入占比已超过 10%,且保持高速增长。

(二)报告期内相关的研发项目及投入、形成的知识产权等

报告期内,发行人与本次募投项目规划产品相关的研发项目及投入情况如下:

| 产品名称 | 研发投入(万元) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2022 年 1-3 月 | 2021 年 | 2020 年 | 2019 年 | 合计 |
| CMOS 探测器 | 1,208.32 | 2,829.09 | 2,347.93 | 746.07 | 7,131.41 |
| CT 探测器 | 639.05 | 1,139.88 | 833.02 | 197.59 | 2,809.54 |
| 闪烁体材料 | 266.58 | 815.02 | 518.43 | 658.62 | 2,258.65 |
| 合计 | 2,113.95 | 4,783.99 | 3,699.38 | 1,602.28 | 12,199.60 |

发行人形成的与本次募投项目规划产品相关的知识产权情况如下:

| 类型 | 名称 | 编号 | 状态 |
|---|---|---|---|
| 专利 | 一种提高边缘通道响应的 X 光探测器 | ZL202020786290.8 | 授权 |
| | 一种闪烁体批量化测量装置 | ZL202020625637.0 | 授权 |
| | 量化选取滤光片及闪烁体厚度的方法 | ZL201910774455.1 | 授权 |
| | 一种 X 射线平板探测器及其制备方法 | ZL201811454893.1 | 授权 |
| | 柔性双能探测器模块及基于其的探测器及探测设备 | ZL201810129515.X | 授权 |
| | 平板探测器及其残影数据表的生成方法、残影补偿校正方法 | ZL201711386079.6 | 授权 |
| | 一种基于透射可见光的曝光控制系统及方法 | ZL201511003634.3 | 授权 |
| | 闪烁体封装结构 | ZL201110136312.1 | 授权 |
| | 一种工业 CT 实验装置 | CN202210073234.3 | 公布 |
| | 一种 CT 扫描仪的机架稳定性评价方法和装置 | CN202111546601.9 | 实质审查 |
| | 口内光线探测器及探测方法 | CN202111448046.6 | 实质审查 |
| | 一种 X 射线管焦点尺寸的测量装置及测量方法 | CN202110692234.7 | 实质审查 |
| | 基于 CMOS IC 的探测器阵列和 TDI-CMOS 线阵探测器的叠层结构 | CN202010250890.7 | 实质审查 |
| | 随机噪点校正方法 | CN202010085753.2 | 实质审查 |
| | 放射线图像探测器 | CN202010072678.6 | 实质审查 |
| | 双能辐射平板探测器、制备方法及探测系统 | CN202011611657.3 | 实质审查 |
| | 间接型平板探测器及其制备方法 | CN202011609243.7 | 实质审查 |
| | 用于单源多能成像系统的三能级线阵探测器 | CN202010871238.7 | 实质审查 |
| | X 射线探测器及其制备方法 | CN202010819065.4 | 实质审查 |
| | X 射线平板探测器及制备方法 | CN201911357250.X | 实质审查 |
| 集成电路布线图 | CMOS 图像传感器(TDI512) | 225000970 | 发证 |
| | CMOS 图像传感器(TDI256) | 225000962 | 在审 |
| | CMOS 图像传感器(Pluto0000) | 225000946 | 在审 |
| | CMOS 图像传感器(SYY121) | 225000989 | 在审 |
| | CMOS 图像传感器(TDI128) | - | 在审 |

(三)本次募投项目所需相关核心技术与工艺的准备情况

目前,发行人已具备的与本次募投项目规划产品所需相关核心技术与工艺情况如下:

| 产品名称 | 核心技术/工艺名称 | 技术类别 | 技术/工艺特点 |
|---|---|---|---|
| CMOS 探测器 | 非拼接 CMOS 探测器技术 | 传感器通用技术 | 具有有源像素内信号可放大(APS)、集成自动曝光探测(AED)、集成片上 ADC 等特点,具有读出噪声低,像素空间分辨率高(50um/20um),抗外部干扰能力强等优点。公司具备独立开发 CMOS 图像传感器芯片能力,已经成功流片并实现量产和销售,相比其他采购进口 CMOS 芯片的企业,具有更好的成本优势和底层创新能力。 |
| | TDI 技术 | 传感器通用技术 | TDI 技术通过对运动目标多级延迟积分大幅度提高了信噪比,通过面积换时间可显著提高扫描效率或者降低射线源功率。根据不同皮带速度和密度对比度需求可采用不同 TDI 级数,灵活实现 128 级、256 级、512 级、1024 级等,相比面阵探测器更适合流水线的匀速运动节拍;相比传统 CCD TDI 传感器具有更高动态范围,级数拓展和成本优势。 |
| | 基于 BSI 的 CMOS 技术 | 传感器通用技术 | BSI 通过在 wafer 背面布置光电二极管,避免了技术连线和读取晶体管对于感光面积的挤压,得到了更高的灵敏度和更低的串扰。对于提高成像质量、降低 X 光辐射剂量有巨大帮助。 |
| | Bumping 封装技术 | 传感器通用技术 | Bumping 封装技术通过重布线和在芯片表面制作金属凸块作为芯片和基板连接触点,提高引脚密度,大幅度缩小芯片封装面积;并支持晶圆级封装。目前已成为各种先进封装的基础工艺方案。采用该封装方案,可使得大面积 BSI 探测器具备更优的性能。 |
| | 大面积拼接 CMOS 探测器技术 | 普放、乳腺、介入等大面积探测器通用技术 | 受限于光刻机单次曝光面积 26x33mm,大尺寸 CMOS 探测器感光面积(如 120x150mm),需要通过特殊的叠层设计和曝光拼接工艺,将多个设计单元(block)进行曝光拼接。此外受限于晶圆尺寸(8 寸、12 寸),更大尺寸的探测器(如 10*12 英寸或 12*16 英寸等),需要对多个切割后的 die(裸片)做物理三边拼接,拼接缝精度需要精准控制在 1 个像素,z 向平整度在 5um 内。该技术需要极高的切割精度、拼接精度和平整度,且有良好的稳定性。 |
| | 轻薄化模组封装技术 | 普放应用专用技术 | 强化拼接型大面积 CMOS 模组的支撑强度同时减少模组的厚度满足普放应用中对探测器厚度的限制并满足移动应用中耐冲击的要求。 |
| | 窄边封装技术 | 乳腺应用专用技术 | 通过精确切割及多种基底的窄边闪烁体生长技术,结合高性能闪烁体封装形成极小盲区的窄边探测器。 |
| | 高帧率动态 CMOS 技术 | C-Arm 应用专用技术 | 利用 CMOS 探测器低噪声低残影优势集成高速高精度采样及模数转换电路实现高帧率 CMOS 传感器,结合高速数据处理及传输技术满足各类高帧率成像应用。 |
| | 高可靠性超薄闪烁体封装技术 | 口内应用专用技术 | 探测器厚度及长宽尺寸对口内探测器的应用体验有显著影响,通过优化的超薄闪烁体耦合封装技术在获得高灵敏度、高分辨率的优异图像性能同时实现极紧凑轻薄的探测器产品,提高口内应用的舒适度。 |
| | 动态噪声抑制技术 | 口腔 CBCT 应用专用技术 | 通过对随机噪点等噪声进行动态抑制提高图像信噪比和稳定性,优化重建图像质量。 |
| | 辐射加固技术 | 工业应用专用技术 | 通过器件设计和结构设计提高 CMOS 探测器耐辐射性能满足工业应用的辐射寿命要求。 |
| CT 探测器 | 高性能 CT 图像传感器技术 | CT 探测器通用技术 | 通过先进的器件设计和工艺实现多面可拼接的高性能 CT 图像传感器阵列;结合公司自主高性能闪烁体生长和封装工艺,可提供更具性能优势和成本优势的 CT 探测器模组方案 |
| | 高性能 ASG 技术 | CT 探测器通用技术 | 结合高精度钨合金 3D 打印技术,可根据不同产品和应用需要定制和批量生产各类一维、二维 ASG,相比传统 CT 准直器,可以更灵活实现不同视野 ASG 的定制加工,提高 CT 整机性能,并大幅度降低 ASG 的生产和组装难度。 |
| | 高精模组拼接技术 | CT 探测器通用技术 | 通过模组定位结构的精密加工和装调,实现不同排数、不同曲率的探测器模组的拼接和安装获得大尺寸、多排数 CT 探测器模组产品。 |
| | 基于 BSI 的 PD 技术 | CT 探测器通用技术 | 通过对器件结构和工艺流程的优化,并且采用特殊的 8 寸晶圆、背面减薄、抛光、离子注入等工艺,实现大尺寸超薄光电二极管阵列,并具有极低的暗电流和结电容,以及较高的宽光谱响应。适用于 CT 中的低噪声探测器,并具备四面可拼接的封装能力,实现高排数大面积探测。 |
| | 高速数据采集传输技术 | CT 探测器通用技术 | 根据成像模式要求对 CT 探测器各成像模组进行信号采集电路驱动,并同时采集各单元模组的光电转换信号并完成向上位机传输,满足高帧率、高分辨率 CT 成像需求。 |
| | 高性能探测器数据处理技术 | CT 探测器通用技术 | 根据 CT 探测器物理特性及系统参数模型,对 CT 探测器采集数据进行校正等快速处理等计算,提高探测器成像质量。 |
| | CT 探测器低噪声技术 | CT 探测器通用技术 | 采用先进的信号扇出技术及器件封装工艺、低噪声信号读出芯片及高抗扰度电子学设计等优化设计有效抑制噪声和外部干扰使得 CT 探测器获得优异的 X 光信号采集性能。 |
| | 高分辨率四面拼接模组技术 | 医用 CT 探测器专用技术 | 通过精密切割、耦合封装及配准安装工艺将 ASG 与闪烁体、图像传感器整列及读出电路等精确安装,实现模组四边均可拼接扩展的探测器模块。 |
| | 双能/多能探测器技术 | 工业 CT 探测器专用技术 | 针对不同应用需求设计不同排布和堆叠方式及闪烁体滤过组合实现高能量分离度及高信噪比双能/多能探测器方案。 |
| 闪烁体材料 | 硫氧化钆闪烁体陶瓷工艺 | 硫氧化钆(GOS)专用技术 | 通过精确调控闪烁体成分实现满足 CT 成像需求的低余辉高光输出和高稳定性的闪烁体陶瓷,并结合先进封装技术实现与 CT 传感器阵列高度匹配的闪烁体陶瓷阵列,可以根据不同传感器需求进行定制。 |
| | 碘化铯闪烁体晶体生长工艺 | 碘化铯(CsI)专用技术 | 通过直径 90mm 以上大尺寸多工位晶体生长炉自主设计、配方设计,实现大尺寸、低余辉、高质量的碘化铯单晶材料的生长。通过碘化铯原材料的提纯循环再利用技术,大幅提高材料的利用率,减低晶体材料成本,加强了产品的市场竞争力。 |
| | 钨酸镉闪烁体晶体生长工艺 | 钨酸镉(CWO)专用技术 | 通过直径 80mm 大尺寸多工位晶体生长专用设备的自主设计及温场调试,通过定向籽晶的筛选与定向生长,通过原材料配方设计与合成工艺的关键技术控制,实现大尺寸高品质完整钨酸镉单晶的制备。所获得的单晶体,颜色浅、单晶率高、光输出及余晖指标优秀。 |

(四)募投项目实施是否存在重大不确定性

本次募投项目规划的产品主要包括 CMOS 探测器、CT 探测器和闪烁体材料。本次募投项目实施不存在重大不确定性,具体分析如下:

1、CMOS 探测器

本次募投项目规划的 CMOS 探测器主要应用于普放 & 乳腺、外科手术和介入设备、口内摄影系统、口腔 CBCT、工业等领域。目前公司已完成 CMOS 传感器通用技术以及不同应用领域的专用技术开发。其中,应用于口内摄影系统、口腔 CBCT 的 CMOS 探测器已实现量产销售,应用于普放 & 乳腺、外科手术和介入设备、工业等领域的 CMOS 探测器已完成样机开发,并开始向国内外知名客户送样测试和整机注册,项目实施不存在重大不确定性。

2、CT 探测器

CT 探测器主要由准直器(ASG)、闪烁体、光电二极管(PD)、读出芯片等四大核心部件构成。目前公司已完成准直器(ASG)、闪烁体、光电二极管(PD)等核心部件开发,结合定制的读出芯片,预计在 2022 年下半年完成 CT 探测器整机集成。目前,CT 探测器整机集成技术较为成熟,国内主流 CT 制造商均已具备。从核心部件到整机集成,主要的技术瓶颈在于:

(1)电子噪声水平要求高

由于 CT 系统的三维重建算法的特殊性,与平板探测器相比,CT 探测器精度要求更高。平板探测器一般使用 16 bit ADC(数模转化器),而 CT 探测器一般需要 24 bit 以上 ADC(数模转换器)。高精度即对电子电路的噪声水平提出了更高的要求。公司具备超过十年的电子电路设计经验,目前设计的 CT 探测器电路板电子噪声水平已达到 CT 探测器要求。

(2)探测器模块性能要求高

CT 探测器主要由准直器(ASG)、闪烁体、PD 和读出芯片构成,各核心部件的像素一致性要求高,使得其技术难度增加。①机械加工的偏差以及核心部件间的对位偏差将可能导致各模块间的像素差异。公司已经就高精度的机械研发投入大量资源,建立相应模型,极大地提高了像素一致性。②PD 电学、光学特性一致性要求高,目前公司自主研发的 PD 已经获得部分国内 CT 系统整机厂商认可。③CT 探测器集成度高、功耗大,存在温度漂移。公司在过往成功研发超高速动态探测器的过程中积累了丰富的解决温度漂移的经验,目前已通过控制功耗、散热以及设计稳温系统解决了 CT 探测器温度漂移问题。

(3)数据传输要求高

CT 探测器在运行时帧率可达到数千帧每秒,对图像数据的实时、稳定传输要求高。公司在超高速动态平板探测器研发过程中积累了丰富的经验,与 CT 探测器数据传输量较为接近,目前公司已完成 CT 探测器高速稳定传输模块的开发。

综上,虽然公司 CT 探测器整机集成尚未完成,但核心技术瓶颈均已攻克,因此项目实施不存在重大不确定性。

3、闪烁体材料

本次募投项目规划的闪烁体材料主要包括碘化铯晶体(CsI)、硫氧化钆陶瓷(GOS)和钨酸镉晶体(CWO)。目前公司已完成上述闪烁体晶体材料生长工艺开发,部分产品已开始小批量生产、销售,项目实施不存在重大不确定性。

综上所述,发行人对本次募投项目规划产品进行了充分的研发与投入,形成了必要的知识产权、专有技术;部分规划产品已形成样机/样品并提供给客户用于整机测试、注册;虽然 CT 探测器整机集成尚未完成,但核心技术瓶颈均已攻克;募投项目实施不存在重大不确定性。

四、结合行业发展、市场格局、公司技术水平、客户认证及在手订单、贸易政策影响等情况,分析新增探测器产品产能的合理性及产能消化措施

本次募投项目计划新增 32,000 台 CMOS 探测器、100,000 台口内 CMOS 探测器和 2,000 台 CT 探测器产能。

"新型探测器及闪烁体材料产业化项目"海宁工厂部分将新建 CMOS 探测器生产线,主要购置 CMOS SENSOR 工艺设备、Wire Bonding 设备、探测器模组生产设备等。太仓工厂部分将新建闪烁体材料生产线,主要购置闪烁体原料处理设备、晶体生长设备、晶体加工设备、测试设备等。针对 CT 探测器,准直器(ASG)主要生产设备 3D 打印机公司已使用自有资金购置;硫氧化钆(GOS)陶瓷将通过太仓工厂新建的闪烁体产线进行生产;PD 由于生产设备投入较高,短期内将委托晶圆代工厂进行生产;读出芯片在短期内将直接向供应商进行采购;整机集成工序可选择在太仓工厂或海宁工厂的探测器整机组装车间进行。

(一)结合新增探测器产品行业发展、市场格局、公司技术水平、客户认证及在手订单、贸易政策影响等情况说明新增产能合理性

1、CMOS 探测器

(1)行业发展情况

CMOS 探测器行业发展情况详见本题回复之"一、X 线探测器市场各技术路线的销售格局、对应客户类型及发展趋势,公司现有、前次及本次募投项目探测器产品报告期内收入及对应的技术路线、技术水平、应用领域等情况"相关内容。

(2)市场格局

目前,在全球范围内,具备 CMOS 探测器量产能力的探测器厂商较少,主要包括万睿视、Dalsa、日本佳能、Rayence、日本滨松等。除发行人外,国内暂不存在具备 CMOS 探测器量产能力的国产厂家。

近年来,发行人在动态领域已取得了不俗增长,但整体市场份额仍较小。通过本项目的实施,公司将重点建设 CMOS 探测器产品线,扩大 CMOS 探测器产能,优化产品结构,力图在高端、动态领域实现弯道超车。

(3)公司技术水平

报告期内,发行人 CMOS 相关产品核心指标与竞争对手对比情况如下:

| 应用领域 | 关键指标 | 发行人 | 国外竞品 1(Dalsa 2329) | 国外竞品 2(Rayence 2430LM) |
|---|---|---|---|---|
| 乳腺 | 像素尺寸 | 50um | 49.5um | 70um |
| | DQE | 86%<br>@ 0lp/mm RQA5 | 70%<br>@ 0lp/mm RQA5 | / |
| | MTF | 90% @ 1lp/mm | 90% @ 1lp/mm | / |
| | 帧率 | 8fps | 8fps | 7fps |
| 应用领域 | 关键指标 | 发行人 | 国外竞品 1(Dalsa 3030HR) | 国外竞品 2 |
| 外科手术和介入设备 | 像素尺寸 | 100μm | 99μm | / |
| | DQE | >75%<br>@ 0lp/mm RQA5 | 66%<br>@ 0lp/mm RQA5 | / |
| | MTF | >60% @ 1lp/mm | 58% @ 1lp/mm | / |
| | 帧率 | 30fps | 31fps | / |
| 应用领域 | 关键指标 | 发行人 | 国外竞品 1(滨松 10834) | 国外竞品 2(Vatech EZ Sensor HD) |
| 口内 | 像素尺寸 | 20μm | 19.8μm | 32μm |
| | IP 防护 | IP68 | IP67 | IP67 |
| 应用领域 | 关键指标 | 发行人 | 国外竞品 1(Dalsa 1515 Gige) | 国外竞品 2 |
| 口腔 CBCT | 像素尺寸 | 100μm | 99μm | / |
| | 帧率 | 30fps | 22fps | / |
| | 数据接口 | 万兆网 | 千兆网 | / |
| 应用领域 | 关键指标 | 发行人 | 国外竞品 1(Dalsa Shadowbox 6k) | 国外竞品 2(Rayence 1215A) |
| 工业 | 像素尺寸 | 49.8um | 49.5um | 49.5um |
| | 帧率 | 9fps | 9fps | 10fps |
| | 耐辐照寿命 | >10000Gy | 10000Gy | 10000Gy |

注 1:发行人关键指标数据来源于自测,国外竞品相关数据来源于其官方产品介绍;

注 2:关键指标中,像素尺寸越小,DQE、MTF、帧率、耐辐照寿命、IP 防护等级越高,代表产品性能越好。

目前,全球范围内具备稳定量产能力的 CMOS 厂家和产品型号较少。从上表可以看出,发行人 CMOS 探测器产品性能指标已达到或接近同行业主要竞争对手竞品的水平。

(4)客户认证及在手订单

本次募投项目,CMOS 探测器应用集中在普放 & 乳腺、外科手术和介入设备、齿科口内、口腔 CBCT 和工业等五个领域。其中,普放 & 乳腺、外科手术和介入设备和工业已完成样机开发,正在进行送样和客户导入;齿科口内、口腔 CBCT 已实现量产销售。对于应用于普放 & 乳腺、外科手术和介入设备和工业领域的 CMOS 探测器,由于尚未量产,因此不存在在手订单。在医用领域,探测器是医学影像设备核心部件,受到各国医疗器械监督管理部门的严格监管。公司下游医学影像设备厂商增加新产品或变更探测器供应商及型号,需对整机产品进行二类或三类医疗器械产品(变更)注册。公司客户上述产品(变更)注册完成后,一般不会轻易更换供应商,公司将与下游客户保持较强的粘性。

对于应用于齿科口内、口腔 CBCT 领域的 CMOS 探测器已进入量产销售阶段。在探测器市场,公司与客户完成前期的产品测试、验证及导入阶段后,通常会签署框架协议,并根据其需求,每月向公司下达订单,同时提供之后 3 个月的采购预测,公司根据其每月订单及预测进行排产及备料。截至 2022 年 3 月末,口腔 CBCT 探测器在手订单约 700 台,口内 CMOS 探测器在手订单约 4,000 个。

综上所述,公司本次募投规划的探测器产品具有较强的客户基础。

(5)贸易政策影响

募投设备采购方面,CMOS 探测器生产设备主要包括 CMOS SENSOR 工艺设备、Wire Bonding 设备、探测器模组生产设备。①CMOS SENSOR 工艺设备主要包括成膜设备、光刻设备、腐蚀清洗设备、刻蚀设备、量测设备,其中大部分设备将向国产供应商采购,部分设备向国外供应商采购。需进口的 CMOS SENSOR 工艺设备目前尚不存在进口限制,向国外供应商采购相关设备预计不存在障碍。②Wire Bonding 设备主要包括贴合设备和切割设备,主要向国外供应商采购,目前公司已向供应商下单,预计 2022 年下半年交付。③探测器模组生产设备主要包括碘化铯镀膜机,由公司自主研发设计,具有自主知识产权,委托国外供应商进行生产,报告期内,公司已向国外供应商多次采购镀膜机产品,目前尚不存在进口限制。综上,公司本次募投设备采购确定性较强,不会对本次募投项目实施造成重大不利影响。

募投产品原材料采购方面,CMOS 探测器主要原材料包括闪烁体、CMOS 传感器、电子元器件、内外部线缆、结构件等。其中,FPGA、存储器、以太网芯片等基础电子元器件目前主要使用进口产品,主要终端制造商包括德州仪器(TI)等,其他主要原材料均已具备国产供应能力。一方面,FPGA、存储器、以太网芯片等均为基础电子元器件,广泛应用于电子行业,且公司量产产品均在使用;目前国内供应较为充足,报告期内公司与上述终端制造商及其国内代理商始终保持良好的合作关系,原材料供应风险较小;另一方面,公司正在与国内供应商共同开发国产化替代方案,以进一步降低国际贸易摩擦及原材料供应风险。综上,募投产品原材料供应风险较小,不会对本次募投项目实施造成重大不利影响。

募投产品销售方面,2018 年,美国政府以"贸易保护"为由,针对中国电子信息技术、高性能医疗器械等高科技产品加征 25%关税,其中包含 CMOS 探测器,即 X 线设备零部件(Parts and accessories of apparatus based on the use of X-rays)。报告期内,中美贸易摩擦及相应关税措施对发行人的日产经营活动产生了一定影响,发行人已通过"与客户协商共担关税"等措施予以应对,发行人与部分美国客户就关税承担或售价调整达成协议约定,该协议约定对营业收入的影响较小,对发行人经营与财务状况的影响总体可控。除上述外,中国与亚太、欧洲等其他主要进口国/地区不存在贸易摩擦的情况。

2、CT 探测器

(1)行业发展情况

CT 探测器行业发展情况详见本题回复之"一、X 线探测器市场各技术路线的销售格局、对应客户类型及发展趋势,公司现有、前次及本次募投项目探测器产品报告期内收入及对应的技术路线、技术水平、应用领域等情况"相关内容。

(2)市场格局

全球范围内,医用 CT 系统主要厂家主要包括 GE 医疗、飞利浦医疗、西门子医疗、佳能、东芝、联影医疗、安科医疗等。CT 探测器是 CT 系统的核心部件,CT 探测器核心部件又包括准直器(ASG)、闪烁体、光电二极管(PD)和读出芯片。目前,除了部分巨头公司能够实现探测器核心部件全部自产外,大部分 CT 系统整机厂商都通过外购 CT 探测器核心部件,结合自主开发的部分部件,自行组装成 CT 探测器供整机装配使用。

因此,CT 探测器及其核心部件存在着多种销售形式,常见的包括销售各类核心部件单品、闪烁体、PD 模组、以及完整的弧形探测器整机等。目前,CT 探测器四大核心部件全球主要供应商情况如下:

| 核心部件 | 全球主要供应商 |
|---|---|
| 准直器(ASG) | 美国 DUNLEE、上海六晶、上海瑞钼特等 |
| 闪烁体(GOS 陶瓷) | 日本日立、日本东芝等 |
| 光电二极管(PD) | 日本滨松、芬兰 DT 等 |
| 读出芯片 | 艾迈斯(AMS)、德州仪器(TI)、亚德诺(ADI)等 |

国内尚不存在具备拥有完整核心技术链条的 CT 探测器制造商。发行人在 CT 探测器核心部件研发的基础上,结合定制的读出芯片,预计 2022 年下半年生产出 CT 探测器整机(弧形探测器)样机。未来,发行人计划以销售 CT 探测器整机为主,但同时也会根据客户需求,灵活的选择产品销售形式。

(3)公司技术水平

报告期内,发行人对 CT 探测器核心部件均进行了布局,目前准直器(ASG)、闪烁体(GOS 陶瓷)、光电二极管(PD)已取得阶段性成果。发行人相关产品核心指标与竞争对手对比情况如下:

| 项目 | 关键指标 | 发行人 | 友商竞品 1 | 友商竞品 2 |
|---|---|---|---|---|
| ASG | 位置精准度(mm) | 0.025 | 0.025 | 0.025 |
| | 钨片厚度(mm) | 0.08-0.10 | 0.10 | 0.10 |
| | 机械强度 | 强度、机械稳定性好 | 脆,易变形 | 脆,易变形 |
| 项目 | 关键指标 | 发行人 | 友商竞品 1 | 友商竞品 2 |
| PD | 暗电流 | 2pA@-10mV | 5pA@-10mV | 1pA@-10mV |
| | 电容 | 15pF/mm2 | 17pF/mm2 | 15pF/mm2 |
| | 光响应 | 0.38A/W@550nm | 0.4A/W@550nm | 0.37A/W@550nm |

注 1:发行人关键指标数据来源于自测,国外竞品相关数据来源于其官方产品介绍;

注 2:闪烁体(GOS 陶瓷)关键指标对比详见本题回复之"二、公司自研与外购闪烁体性能、制备工艺对比情况,对探测器产品质量、良率等的影响"相关内容。

注 3:ASG 关键指标中,位置精准度、钨片厚度越小,机械强度越高,代表产品性能越好。

注 4:PD 关键指标中,暗电流、电容越小,光响应越大,代表产品性能越好。

注 5:ASG 关键指标与 CT 排数关联度较低,为目前各 CT 公司不同排数 CT 的通用技术指标。

注 6:PD 指标对比,公司产品及友商竞品选取的均为 FSI 结构的同类 PD 产品(主要适用于 32 排及以下 CT 系统)。

从上表可以看出,发行人 CT 探测器核心部件的关键指标已达到或接近同行业主要竞争对手竞品的水平。

(4)客户认证及在手订单

目前,发行人 CT 探测器核心部件之准直器(ASG)已量产销售,闪烁体(GOS 陶瓷)、光电二极管(PD)已完成样品开发,并向部分客户送样测试。

(5)贸易政策影响

募投设备采购方面,CT 探测器主要生产设备包括 3D 打印机(用于生产准直器)、晶体生长设备(用于生产闪烁体)等。公司已完成 3D 打印机购置。闪烁体晶体生长设备包括热等静压炉、真空热压炉、晶体生长炉、贵金属坩埚等,其中真空热压炉、晶体生长炉、贵金属坩埚均为公司结合生产工艺自主研发设计,并向国内制造商定制生产;热等静压炉向瑞典供应商采购,一方面中国与瑞典暂不存在贸易摩擦或设备进口限制,另一方面公司已经向瑞典供应商下单,预计 2023 年初交付,因此不会对本次募投项目实施造成重大不利影响。

募投产品原材料采购方面,CT 探测器主要原材料包括准直器、闪烁体、PD 和读出芯片。其中,准直器主要原材料为钨粉,闪烁体主要原材料包括碘化铯粉末、氧化钨、氧化镉、氧化钆、以及其他稀土氧化物配料。目前上述原材料均已具备国产供应能力。读出芯片需外购,主要供应商包括奥地利艾迈斯(AMS)、美国德州仪器(TI)和美国亚德诺(ADI)。目前国内 CT 系统厂家生产所需的探测器读出芯片几乎全部依赖于进口,不同供应商之间市场竞争较为充分,市场供应较为充足,公司与美国德州仪器(TI)合作多年,合作关系良好,原材料供应风险较小。此外,公司也在自主研发 CT 探测器读出芯片。整体看来,不会对本次募投项目实施造成重大不利影响。

募投产品销售方面,2018 年,美国政府以"贸易保护"为由,针对中国电子信息技术、高性能医疗器械等高科技产品加征 25%关税,其中包含 CT 探测器,即 X 线设备零部件(Parts and accessories of apparatus based on the use of X-rays)。报告期内,中美贸易摩擦及相应关税措施对发行人的日产经营活动产生了一定影响,发行人已通过"与客户协商共担关税"等措施予以应对,发行人与部分美国客户就关税承担或售价调整达成协议约定,该协议约定对营业收入的影响较小,对发行人经营与财务状况的影响总体可控。除上述外,中国与亚太、欧洲等其他主要进口国/地区不存在贸易摩擦的情况。

(6)政府政策情况

2011 年,国家科学技术部发布的《医疗器械科技产业"十二五"专项规划》提出重点突破 X 射线平板探测器等核心部件,着力突破高端装备及核心部件国产化的瓶颈问题,实现高端主流装备、核心部件及医用高值材料等产品的自主制造。2015 年,国务院印发的《中国制造 2025》中明确指出到 2025 年,影像设备等高性能诊疗设备 70%的核心基础零部件、关键基础材料实现自主保障。2016 年,国务院印发的《关于促进医药产业健康发展的指导意见》提出重点开发数字化探测器、超导磁体、高热容量 X 射线管等关键部件。2017 年,国家科学技术部发布的《"十三五"医疗器械科技创新专项规划》指出要重点突破动态平板探测器等核心部件和关键技术,数字 X 射线机技术水平达到国际先进水平,有效降低整机成本;积极发展探测器新型闪烁晶体制备技术。2021 年,国家工信部等部门联合发布的《"十四五"医疗装备产业发展规划》中,将 CT/PET 用闪烁体列为"攻关先进基础材料",将医用 X 射线探测器模拟芯片列为"攻关核心零部件",将高分辨率 X 射线光子计数探测器、检测系统用光电倍增管列为"攻关关键零部件"。同年,上海市经济和信息化委员会印发的《上海市高端装备产业发展"十四五"规划》,将平板探测器被列为"高端医疗装备"之"诊断检验装备",要求"以拉长长板、打响品牌为重点,推动上海高端医疗装备向数字化、智能化、自主化方向发展,全面增强产品美誉度、品牌认可度与行业影响力。"公司是国内数字化 X 线探测器行业龙头企业,推动国内探测器朝着动态化、高速化、低剂量化、多功能化发展,既符合国家产业政策要求,也符合公司的使命和愿景。

(二)新增探测器产品产能的产能消化措施

2021 年,公司平板探测器标准产能为 34,000 台;IPO 募投项目新建产能包括平板探测器 28,000 台,口内 CMOS 探测器 60,000 个,线阵 LDA 探测模组 100,000 个;本次募投项目新建产能包括 CMOS 探测器 32,000 台,口内 CMOS 探测器 100,000 个[2],CT 探测器 2,000 台。

前次及本次募投项目全部实施完毕后,公司合计将拥有平板探测器产能 94,000 台(其中非晶硅/IGZO/柔性探测器 62,000 台,CMOS 探测器 32,000 台),口内 CMOS 探测器 160,000 个,CT 探测器 2,000 台,线阵 LDA 探测模组 100,000 个。

1、平板探测器产能消化合理性

虽然 CMOS、非晶硅、IGZO、柔性技术路线存在差异导致 CMOS 图像质量、动态帧率等方面性能明显优于非晶硅、IGZO、柔性,但各产品用途、功能等具有一致性。不考虑成本等因素影响,其相互之间具有一定替代性。因此,结合公司现有及前募产能,就平板探测器市场需求总量与公司总体规划产能进行匹配性分析,具体如下:

(1)平板探测器市场空间持续增长

未来 3-5 年内,平板探测器市场空间增长主要系由齿科、工业领域应用拓展及需求大幅增长带动,而其他医用领域(如 DR、乳腺机、C-arm、兽用等)市场需求则保持一定幅度的自然增长。

在口腔 CBCT 领域,根据 QY Research 数据,2020 年全球口腔 CBCT 市场规模达到了 87 亿元,预计 2026 年将达到 181 亿元,年复合增长率为 11.4%。根据灼识咨询数据显示,2021 年我国每年口腔 CBCT 装机量近 10,000 台;根据中泰证券研究报告,预计 2025 年国内需求 20,000 台,而中国市场占全球市场比例约为 20-25%,据此计算 2027 年全球口腔 CBCT 需求量在 80,000 台以上。目前主流的三合一全景 CBCT 单台设备需配置 2 块探测器,因此 2027 年全球口腔 CBCT 探测器需求量预计在 160,000 台以上。

在工业领域,根据 Yole Développement 数据,2018 年全球市场规模为 12,300 台,年均复合增长率为 7%,据此计算 2027 年市场需求为 22,613 台。但由于 Yole Développement 研究报告发布时间较早,未能考虑到 2021 年平板探测器在新能源电池检测领域的广泛应用。根据 SNE Research 数据,2021 年全球动力电池装机量为 296.8GWh;根据高工产业研究(GGII)预测,2025 年全球动力电池出货量将超过 1,500GWh;年均复合增长率接近 50%。公司预计 2027 年新能源电池检测领域平板探测器需求量超过 10,000 台。考虑到探测器性能的提升、价格的下探将进一步刺激半导体、食品检测等领域的应用,公司综合预计 2027 年全球工业领域平板探测器需求量在 40,000 台左右。

根据 Yole Développement 数据,在 DR、乳腺机、C-arm、兽用领域,2018 年各应用领域全球市场规模分别为 47,239 台、6,400 台、13,810 台和 6,467 台,年复合增长率分别为 8%、4.1%、4%和 7.2%。据此预计 2027 年全球 DR、乳腺机、C-arm、兽用平板探测器市场规模分别为 94,431 台、9,188 台、19,656 台和 12,091 台,合计为 135,366 台。

综上所述,预计 2027 年全球平板探测器需求量将达到 33.53 万台。

(2)发行人平板探测器市场占有率情况

2021 年,全球平板探测器销量约为 18.5 万台,公司市场占有率约为 16%。本次募投项目预计在 2027 年(T5 年)满产,根据前述分析预测 2027 年全球平板探测器需求量约为 33.53 万台,若公司平板探测器产能全部消化,市场占有率将达到 28%。

(3)发行人平板探测器销售数量保持高速增长,新增产能消化具有合理性

2018 年至 2021 年,公司平板探测器销量快速增长,年均复合增长率超过 50%。同时,无论是非晶硅/IGZO/柔性探测器,还是 CMOS 探测器,均保持较高的增长率。

假设 2027 年产能全部消化,公司 2021 年至 2027 年平板探测器销量复合增长率需达到 20%左右,低于 2018 年至 2021 年增长率水平,具备合理性。

公司预计 2027 年 DR、乳腺、外科手术和介入设备、齿科、工业领域平板探测器销量分别为 30,000-35,000 台、2,000 台、7,000 台、40,000 台和 15,000 台,合计 94,000-99,000 台。具体情况如下:

①DR 领域预计产能消化情况

DR 属于医用静态领域,主流技术为非晶硅。2021 年公司 DR 探测器(含医用和兽用)全球市场占有率约为 28%。2027 年,全球 DR(含医用和兽用)探测器需求量预计为 106,522 台,假设公司全球市场占有率保持不变,预计销量为 30,000 台。目前,公司 DR 平板探测器主要客户包括柯尼卡、富士、锐珂、DRGEM、联影医疗、万东医疗、东软医疗等,公司正在与新战略客户就第三代无线系列产品(Mars-X)展开合作。此外,公司计划通过 CMOS 探测器进军 DR 高端市场,在 DR 探测器市场占有率会进一步提升。因此,公司目标 2027 年 DR 探测器销量将达到 30,000-35,000 台;假设高端 DR 配置率为 20-25%,公司目标 2027 年 DR 领域的 CMOS 探测器销量 7,000 台。目前,全球主流 DR 整机制造商均已和公司建立合作关系,公司具备深厚的客户基础;同时,发行人产品具有较高的性价比优势,预计产品产能能够顺利消化。

②乳腺领域预计产能消化情况

报告期内,公司产品线包括乳腺非晶硅探测器。由于乳腺机对图像分辨率要求较高,高端机型会选用 CMOS 探测器。目前乳腺机整机主要生产商包括豪洛捷(Hologic)、GE 医疗、西门子医疗、联影医疗、圣诺医疗等。2027 年,预计全球乳腺探测器需求量为 9,188 台,中国市场占比约为 10-20%。根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》,要求"保障妇女享有卫生健康服务,完善宫颈癌、乳腺癌综合防治体系和救助政策",不断扩大妇女免费乳腺癌筛查覆盖面,提高适龄人群筛查率,提高筛查服务质量和工作效率,让更多适龄妇女得到高质量筛查,尽早发现癌前病变,及时干预和治疗,阻断病情向乳腺癌发展。预计国内乳腺机市场需求将会进一步提升。公司凭借乳腺 CMOS 探测器,在保障国内市场占有率的前提下,同步开拓海外客户市场,预计出货量 2,000 台,其中乳腺 CMOS 探测器性能优于非晶硅探测器,预计未来会成为主流技术,出货量预计将达到 1,000-1,500 台。公司乳腺 CMOS 探测器推出后,目前已向部分客户送样、测试及注册。目前乳腺 CMOS 探测器市场价格普遍较高,发行人结合自身成本测算,将凭借产品的性价比优势促进乳腺 CMOS 探测器销售。

③外科手术和介入设备(C-Arm)领域预计产能消化情况

外科手术和介入设备属于医用动态领域。报告期内,公司外科手术和介入设备探测器主要采用 IGZO 和非晶硅技术。目前,外科手术和介入设备整机主要生产商包括 GE 医疗、德国奇目、西门子医疗、东软医疗、普爱医疗等。

公司在 C-Arm 等动态领域起步较晚,目前正在快速扩充产品线并拓展客户基础,与全球知名 C-Arm 整机制造商合作,证明公司产品具有优异的性能和较高的市场竞争力。公司客户资源的积累、产品线的优化、产品价格的下探,会进一步加速数字化平板探测器对半数字化影像增强器替代以及市场需求的提升。2027 年,预计全球 C-arm 探测器需求量为 19,655 台,公司 C-Arm 探测器销量预计将达到 7,000 台,由于 C-arm 属于医用动态领域,CMOS 探测器性能明显优于非晶硅和 IGZO,公司未来会主推 CMOS 产品,因此预计 CMOS 探测器销量将达到 6,000 台。

④齿科预计产能消化情况

目前,国内四大口腔 CBCT 制造商为美亚光电、朗视股份、菲森科技和博恩登特,公司已成为上述所有客户口腔 CBCT 探测器主要供应商。2021 年,公司在国内市场占有率约为 40%,预计 2022 年国内市场占有率将提高到 70%左右。同时,公司正在开发下一代口腔 CBCT 探测器,进一步开拓欧洲和韩国等海外齿科市场。2027 年,国内口腔 CBCT 需求量预计超过 20,000 台,公司预计国内市场占有率将达到 70%,国外口腔 CBCT 需求量预计超过 60,000 台,结合公司海外客户和市场开拓情况,预计国外市场占有率为 10%,公司预计口腔 CBCT 探测器出货量将达到 40,000 台(约对应 20,000 台口腔 CBCT),全球市场占有率约为 25%。公司将提供 CMOS 和 IGZO 等多种解决方案供客户选择,预计 CMOS 探测器占比超过 50%,销量将超过 20,000 台。

⑤工业领域预计产能消化情况

2021 年,公司工业探测器销量大幅增长。2027 年,公司预计全球工业探测器需求量为 40,000 台,考虑到全球新能源电池产业主要集中在国内,公司已经和国内主要新能源电池供应商建立了合作关系,公司预计工业探测器销量将达到 15,000 台,其中 CMOS 探测器销量预计将达到 12,000 台。

工业探测器市场增长目前主要体现在新能源电池领域。公司针对新能源电池客户需求开发了基于 CMOS 的 TDI 探测器样机,样机经内部检测性能优异。目前新能源电池客户采购的是非晶硅探测器,性能弱于 CMOS,未来基于 CMOS 技术的 TDI 探测器会成为更优的解决方案。目前,公司正在与新能源客户等洽谈 TDI 探测器合作事宜,预计将于近期向客户送样,预计 2023 年正式形成批量销售。根据 SNE Research 数据,全球动力电池装机量由 2018 年的 106GWh 快速增长至 2021 年的 296.8GWh;根据高工产业研究(GGII)预测,2025 年全球动力电池出货量将超过 1,500GWh。2027 年,全球新能源电池产能预计较 2021 年增长 500%以上,因此发行人预计 2027 年 CMOS 探测器在新能源电池领域出货量将达到 8,000-10,000 台。而在半导体封装检测、汽车一体化铸件检测、食品检测、电子点料、管道焊缝等工业应用场景,平板探测器也已逐步应用。上述工业检测设备市场规模较大,但对检测设备价格较为敏感,但受限于当前平板探测器和整机价格较高,目前尚未大规模配置。随着探测器价格下降带动整机价格下降,工业 CMOS 探测器市场需求预计会放量增长。

综上所述,公司预计 2027 年平板探测器销售数量为 94,000-99,000 台,其中 CMOS 平板探测器销售数量约为 46,000 台,本次募投项目新增 32,000 台 CMOS 平板探测器产能已充分考虑了预计销售实现过程中可能存在的不确定性,具有合理性。

2、口内 CMOS 探测器产能消化合理性

口内摄影系统是口腔医疗机构必备设备之一。2020 年以前,口腔医疗机构使用的口内摄影系统还是以 CR 影像板为核心部件的半数字化摄影设备为主,以口内 CMOS 探测器为核心部件的数字化摄影设备渗透率较低,主要原因系数字化摄影设备价格较半数字化摄影设备高 30%左右。2020 年公司产品推出后,主动对口内 CMOS 探测器采取了有市场竞争力的定价策略,数字化口内摄影系统凭借图像清晰、成像快等性能优势,且配置公司口内 CMOS 探测器的数字化摄影设备价格接近甚至低于半数字化摄影设备,对半数字化口内摄影设备的替代趋势已逐步显现。

目前,全球注册牙医数量超过 130 万名,口腔医疗机构数量超过 100 万家。口内摄影系统是一款便携式设备,主要放置于牙椅旁供牙医随时进行口腔局部拍摄,快速成像以提高诊疗效率;同时产品整体单价较低,与传统电子消费品较为类似;实践中可以按照口腔医疗机构数量 1:2 配置或按照牙医数量 1:1 配置。公司目标通过极具市场竞争力的定价策略,进一步刺激市场需求,提高数字化口内摄影的渗透率和配置率,进而提高公司整体市场占有率。

从历史销售数据来看,2020 年和 2021 年,公司口内 CMOS 探测器销量快速增长。根据公司市场调研数据,2021 年全球口内 CMOS 探测器销量约为 15-18 万个,公司市场占有率约为 20%-25%左右。根据 Allied Market Research 数据显示,预计 2030 年全球口内探测器市场规模将达到 4.46 亿美元,若按照当前国外主流价格 1,000 美金计算,届时全球市场需求量约为 45 万个。公司前次及本次募投合计规划口内 CMOS 探测器产能 16 万个,若产能顺利消化,预计公司 2030 年市场占有率将达到 35%。

2021 年公司口内 CMOS 探测器终端客户主要位于发展中国家和地区。而对于中国、美国、欧盟、日本等传统口腔产业规模较大的市场,公司产品仍存在较大的增长空间。中国、美国、欧盟、日本等国家和地区的注册牙医数量超过 80 万名,口腔医疗机构数量超过 60 万家,注册牙医和口腔医疗机构数量占全球总量的比例约为 50%。公司产品价格的下降,将带动数字化口内摄影设备价格进一步下降,进而促进数字化口内摄影设备渗透率的提高,加强其对半数字化口内摄影设备的替代效应。公司口内 CMOS 探测器突出的性价比优势,亦有助于促进公司市场份额进一步提升。目前公司正在加大市场开发和产品推广力度,上述市场是公司未来产品销量的核心增长点。

3、CT 探测器产能消化合理性

在医用 CT 系统领域,根据灼识咨询数据显示,2020 年全球医用 CT 系统市场规模达到约 135.3 亿美元,预计 2030 年将达到约 215.4 亿美元,年复合增长率为 4.8%。2020 年我国医用 CT 系统新增装机量超过 7,000 台,中国医用 CT 市场规模达到约 172.7 亿元。若按照中国市场规模占全球市场规模比例测算,2020 年全球 CT 系统新增装机量预计在 30,000-40,000 台。

在安全检查 CT 系统领域,目前安全检查 CT 系统已在北京大兴机场、广州白云机场、深圳宝安机场、南京禄口机场等机场进行使用,同时美国部分枢纽机场也已投入使用。虽然目前安全检查 CT 系统尚未实现大规模配置,但其凭借出色的性能和检测效率,预计未来会成为机场、海关等重要公共场所的主要安全检查设备。根据中研网数据,2021 年国内安全检查 CT 系统市场规模 16.5 亿,2016 年-2021 年复合增长率 10.6%,市场潜力较大。

目前全球医用 CT 主要供应商包括 GE 医疗、西门子医疗、飞利浦医疗、佳能、联影医疗、东软医疗、明峰医疗、安科医疗、赛诺威盛、万东医疗、宽腾医疗、康达洲际等,2021 年上述供应商出货量占全球总量的 60%以上,安全检查 CT 主要供应商包括同方威视、中盾安民(FISCAN)、Smith Detection、美国 Rapiscan 等。公司 CT 探测器核心部件之准直器(ASG)、闪烁体、光电二极管(PD)已分别向部分客户送样,或部分客户已开始小批量采购;上述全球 CT 主要供应商大都与公司在平板探测器领域达成合作,建立了较为深厚的合作关系和信任度,有利于 CT 探测器业务的拓展和延伸,公司具备一定的 CT 探测器客户基础。同时,公司 CT 探测器核心部件之准直器(ASG)、闪烁体、光电二极管(PD)均为自主开发,目前除准直器(ASG)外,闪烁体、光电二极管(PD)国内暂不存在稳定量产供应商,公司具有一定的成本优势。公司本次募投项目拟新建 2,000 台 CT 探测器产能,占 2020 年和 2027 年全球 CT 系统需求总量的比例较低,预计产能能够顺利消化,具有合理性。

4、线阵 LDA 探测器产能消化合理性

根据 Markets&Markets 对全球安全检查设备行业市场规模进行的预测,2021 年时全球安全检查设备的市场规模为 74 亿美元。预计到 2026 年,全球安全检查设备的市场规模能够突破 100 亿美元,5 年年复合增长率为 6.3%。其中,X 线安全检查设备在安全检查设备整体市场规模中的占比为 41%。不同通道、不同尺寸的 X 线安全检查机价格差异较大,从几万元到几十万元不等,假设按照 20 万元/台的平均价格测算,2021 年全球 X 线安全检查机市场需求量约为 9.8 万台,预计 2027 年将达到 14.2 万台。与此同时,目前双视角安全检查机为主流配置,在传统单视角基础上采用两套 X 射线源和探测器,进一步扩大了线阵 LDA 探测器的需求量。

通过本次募投项目,公司新建碘化铯晶体(CsI)和钨酸镉晶体(CWO)产能预计可供 2.1-3.1 万台线阵 LDA 探测器产品使用。假设主流双视角安全检查机占比为 50%,本次募投项目预计满产年为 2027 年(T5 年),若产能顺利消化,在 X 线安全检查机领域,公司线阵 LDA 探测器产品市场份额比例约为 15%,与公司现有市场地位和市场占有率相匹配。目前,公司已开发出多款单能和双能线阵 LDA 探测器,可广泛应用于安全检查、集装箱检测、异物检测等领域。国内下游整机厂商对线阵 LDA 探测器价格较为敏感。结合自主研发、设计的闪烁体晶体、光电二极管(PD)和读出芯片,公司线阵 LDA 探测器具有一定的成本和性价比优势。国内安全检测设备主要供应商包括海康威视、真空电子、航星科技、中广核贝谷、天和时代(安天下)、神飞、同方威视、大华股份、东影等,线阵 LDA 探测器年需求量 4-5 万套,预计公司可以供应 1.5-2 万套。新建闪烁体晶体及线阵 LDA 探测器产能消化具有合理性。

除 X 线安全检查机外,使用碘化铯晶体(CsI)和钨酸镉晶体(CWO)作为闪烁体材料的线阵 LDA 探测器还可用于食品安全检测、矿选等行业领域,食品安全检测、矿选市场空间广阔。

目前,碘化铯晶体(CsI)和钨酸镉晶体(CWO)主要被日本滨松、法国圣戈班等所垄断,碘化铯晶体(CsI)国内厂家仅可供应中低端产品,钨酸镉晶体(CWO)国内暂无量产厂家。公司新建闪烁体材料产能将推动国内进口替代进程,具有合理性。

5、发行人针对本次募投产品产能消化措施

发行人针对本次募投产品产能消化的主要措施主要包括:

(1)加强与现有客户合作,积极开发新客户

发行人是全球为数不多的、掌握全部主要核心技术的数字化 X 线探测器生产商之一。近年来,公司陆续推出多款应用于齿科、工业领域的新产品,完善了动态产品布局;同时获得工信部"专精特新"小巨人、上海市科技进步一等奖、上海市专利示范企业等多个奖项或荣誉。目前,公司产品远销亚洲、美洲、欧洲等地共计 80 余个国家和地区,得到柯尼卡、锐珂、富士、西门子、飞利浦、安科锐、DRGEM、联影医疗、万东医疗、美亚光电、朗视股份、正业科技、日联科技、BHGE 等国内外知名影像设备和检测设备厂商的认可。一方面,公司将继续加大与现有客户的合作范围与深度,从单一产品供应逐步转向多个产品线的全线导入,提高在客户内部的供应渗透率,另一方面,公司将积极推动"大客户战略"的实施,加强与尚未开展合作的医用及工业客户的的沟通与合作,进一步促进和保障本次募集资金投资项目产能的消化。

(2)加强产品研发,提高产品性能,拓展应用领域,持续优化成本

数字化 X 线探测器产品研发是一个长期且持续的过程,发行人本次募投项目拟使用自有资金为 CMOS 探测器、CT 探测器等新型探测器配套相应的研发费用。通过持续的研发投入,一方面可以进一步提升产品性能;另一方面可以结合下游客户新需求,拓展产品线和应用领域;此外,还可以对产品结构进行持续优化,以降低产品成本,提升产品市场竞争力,推动本次募投产品新增产能的消化。

(3)加强产品推广,拓展销售区域和销售渠道

近年来,受新冠疫情影响,发行人销售人员和工程师境外差旅减少,齿科 CMOS 探测器等新产品境外推广难度增加,当前客户群体主要集中在国内市场。新冠疫情结束后,发行人会积极现场参加全球性的医学影像设备及工业设备展会,加快对新客户、新产品及新市场的拓展和深化,加强新产品在全球范围内的推广,积极拓展销售区域和销售渠道,为募投项目的产能消化提供有效保障,有利于募投项目效益的实现。

综上所述,本次募投产品市场空间广阔,发行人产品具备较高的技术水平和较强的客户基础,新增产能合理,预计能够消化。

五、结合公司生产耗用、市场需求等情况,分析新增闪烁体材料产能能否充分消化

(一)生产耗用情况

碘化铯晶体(CsI)规划产能 6,400kg,钨酸镉晶体(CWO)规划产能 1,500kg,二者主要用于 LDA 探测器产品。假设一套 LDA 探测器产品由 10-15 片板卡拼接,每片板卡预计使用 25g 闪烁体晶体。碘化铯晶体(CsI)和钨酸镉晶体(CWO)规划产能预计可供约 21,000-31,000 套 LDA 探测器产品使用。目前,公司 LDA 探测器产品正处于市场拓展和整机产能建设阶段,结合公司自主开发的闪烁体晶体,产品竞争力大幅提升。LDA 探测器可广泛应用于安全检查、食品检测、矿选等领域,市场需求旺盛,预计产能能够充分消化。公司 IPO 募投项目已规划 100,000 个线阵 LDA 探测模组产能,由于 LDA 探测器市场需求较为旺盛,且公司已具备一定的自研闪烁体晶体优势,公司将进一步规划 200,000 个线阵 LDA 探测模组产能,合计对应约 20,000-30,000 套 LDA 探测器。线阵 LDA 探测模组与其核心部件闪烁体晶体产能相匹配。

硫氧化钆陶瓷(GOS)规划产能 2,000kg,主要用于 CT 探测器产品。CT 探测器排数不同、每排探测器的单元采集数也不用,使用的闪烁体数量会存在一定差异。整体来看,一台 32 排 CT 探测器使用的 GOS 陶瓷约为 1kg。硫氧化钆陶瓷(GOS)规划产能预计可供约 1,000-2,000 台 CT 探测器产品使用,与本次募投项目 CT 探测器规划产能匹配。

发行人闪烁体材料产能将优先满足自身 CT 探测器和线阵探测器的生产需求,余下部分可对外出售,如闪烁体产能无法满足探测器生产需求,发行人也可外购闪烁体材料。

(下转 D34 版)

---

[1] 数据来源:世纪证券:拓展医疗影像领域打开成长空间

[2] CMOS 平板探测器与 CMOS 口内探测器均采用 CMOS 技术路线,并使用相同的设备、产线进行生产。因 CMOS 口内探测器尺寸较小,数量较大,为避免投资者对公司产能数据产生歧义,因此将 CMOS 平板探测器和 CMOS 口内探测器产能单独列示。