医疗器械新材料技术发展信息（2023）

一、无液氦磁共振的未来

2021 年，GE 在 RSNA 发布新的磁共振: SIGNA Hero 3.0T 和 SIGNA Prime 1.5T，除智慧工作流、AIR 技术和人工智能重建技术加持外，这两台机器最大的亮点是绿色 MR，即采用先进的制冷剂管理技术，使其在整个生命周期内减少多达 70%的氦气消耗量。2020 年 6 月，飞利浦 007 无液氦磁共振 Ingenia Ambition 通过 NMPA 批准，正式在我国发布。与传统 1.5T 磁共振相比，Ambition 价格稍高，但体验真的不错，扫描速度快、图像质量好。未来更高磁场的无液氦磁共振的发展，从目前来看不同厂家更倾向于采用 Wire In Channel 线材去绕制磁体，磁体自身热稳定性好，失超次数明显较涂漆线偏少，因此开发性能更高、成本更低的 WIC 线材制备技术将是未来 NbTi 超导线材发展的方向。针对 WIC 线材分析了该类型线材的优缺点，旨在未来针对其缺点继续开发新技术弥补不足。Wire In Channel 线材是将 NbTi/Cu 复合圆线和 U 型铜槽线通过在线镶嵌焊接的方式结合起来，然后采用涤纶丝编织绝缘获得满足 MRI 用的 NbTi 超导线材，其优势在于大铜比、高热稳定性、高尺寸精度、高性价比、尺寸范围广、单根长度大等，WIC 线材可通过灵活调整 NbTi/Cu 复合圆线尺寸和铜槽线尺寸，实现铜比 4~50、宽度 1.8mm~4.5mm 万米长线批量稳定生产，同时具备高的临界电流、高 n 值、高 RRR 值，WIC 线材对比 MRI 磁体优势在于扁线绕制紧密便捷，线材密排紧密励磁稳定性高，同时可灵活调整线材尺寸实现不同磁场梯度 MRI 稳定生产。WIC 线材劣势在嵌入式镶嵌焊接加工工艺相对复杂，线材尺寸较大，制备的 MRI 磁体体积大，对液氦的消耗量大，对制冷机稳定性要求更高，同时镶嵌焊接过程为热加工，短暂的热加工会降低 NbTi/Cu 复合圆线高场性能，绝缘方式采用涤纶丝编织，耐电压相比涂漆绝缘偏低。WIC 线材的这些缺点将是未来研发的重点，通过优化线材结构、加工工艺、提高线材性能，使 WIC 线材不但具有更高的性能同时体积又小，这样 WIC 线材可进一步占据未来更多的 MRI 市场。近几年，西部超导通过参与无液氦项目，还研发了多款一体化 Monolith-NbTi 产品，芯数从数十芯到上千芯，外形包括了圆线及矩形线两类，尺寸包括几十种常规规格，可满足不同客户的批量化、定制化需求。通过将 NbTi 裸线进行漆包绝缘，最终制备出尺寸精度高（中心值 ± 0.005mm）、绝缘性能强（击穿电压 > 2000V）的

Monolith-NbTi 产品，可用于常规无液氦磁体的需求。对于特殊的无液氦磁体，其对超导线材屈服强度提出了较高的要求，成功开发了“涂漆+冷拉拔”工艺路线，在保证线材连续性绝缘质量的前提下，通过优化冷拉拔工艺参数，在保证线材剩余电阻比（RRR 值，评估超导线材热稳定性的重要参数）的同时，有效将 Monolith 产品的屈服强度提升 1 倍以上，满足客户的特殊需求。

二、关于闪烁体材料

国内宁波材料所采用气氛烧结加热等静压后处理技术，制备出了高致密 GGAG 陶瓷，通过多步烧结制度，解决组分分解问题、翘曲变形问题，实现了大尺寸陶瓷稳定制备，同时基于多模态加工技术，实现了高硬度 GGAG 闪烁陶瓷的高精度加工，建立起了一台闪烁陶瓷与阵列的产业化平台。有研稀土依托其高纯稀土原料粉体合成技术优势，通过液相法合成了高纯高活性的 GGAG 陶瓷前驱粉体，再通过冷等静压成型、高温氧化烧结合成、热等静压致密化等工序获得了高性能 GGAG 闪烁陶瓷批量化合成技术。公司目前自研的闪烁体材料已达到线阵探测器性能要求，通过建设闪烁体生产线可以实现探测器核心原料的国产化，打破国外巨头垄断，保证上游原材料供应的自主可控。

三、CT 球管及高热容量 X 射线球管阳极靶盘

2023 年度市场对国产化 3.5MHU、5MHU、8MHU 的 CT 球管阳极靶盘的的需求量进一步增大，市场上多家单位可批量提供热容量 3.5MHU 和 5MHU 的阳极靶盘，并逐步突破了 8MHU 的 CT 球管阳极靶盘的系统变形和异质材料焊接的整体制备技术，CT 球管阳极靶盘材料单位应致力 3.5MHU 和 5MHU 的 CT 球管阳极靶盘的稳定化生产供应以及 8MHU 的 CT 球管阳极靶盘的系统变形和异质材料焊接的整体制备工艺技术的固化及小批量样品加工。

随着 X 射线球管对热容量需求的不断增加，市场对于 600KHU 高热容量而对 X 射线球管阳极靶盘的需求不断增大。高热容量 X 射线球管阳极靶盘材料单位应致力于 600KHU 的 X 射线球管的阳极靶盘稳定化生产，以及带黑化涂层阳极靶盘材料表面处理技术的研究和制备工艺规范化。

四、关于 CT 球管零部件新材料技术发展信息

2023 年，CT 球管零部件新材料技术发展持续聚焦于提升热容量、散热效率以及实现国产替代。液态金属轴承技术作为一项重要的创新，因其高散热速率、

零磨损、高可靠性和使用寿命长等优势，逐渐成为 CT 球管领域的关注焦点 。随着 64 排及以上 CT 设备需求的增长, 液态金属轴承 CT 球管的市场空间预计将进一步扩大 。尽管国内 CT 球管市场长期由国外品牌占据，但国产 CT 球管企业正在快速成长，政策支持和市场需求的双重驱动下，国产 CT 球管的国产化率有望逐步提升。目前，国产 CT 球管主要适配中低端 CT 设备，而高端 CT 球管尚处于发展阶段 。CT 球管制造难点在于其技术复杂性、高工艺要求以及定制生产设备的需要，这些因素共同导致了高技术密集、高人才密集和高资金密集的特点 。国内企业在电真空领域虽有丰富经验，但 CT 球管的高功率、高离心力和高转速要求带来了特殊挑战，国内产品目前主要采用国外设计的类似方案，对技术的把控和理解相对较差。