



中国医疗器械创新创业大赛  
China Medical Device Design & Entrepreneurship Competition



# 光谱智航

## 全球首创显微手术智能导航系统

中国医疗器械创新创业大赛  
商业计划书

# 目录

## PART 01 项目背景

- 医疗与社会背景
- 核心痛点梳理
- 产业课题梳理

## PART 03 市场与商业战略

- 产品化的到达点和完善计划
- 市场规模预测
- 盈利模型
- 竞品分析与差异化优势

## PART 02 产品介绍

- 显微3D导航概念
- 核心技术与产品形态
- 专利壁垒

## PART 04 团队与资源

- 核心管理与技术团队介绍
- 项目潜在风险与应对
- 本轮融资需求与资金使用计划

# 显微肿瘤切除：规模大，风险高，医生资源稀缺

导航成为结构性刚需

 **手术量规模大：**  
跨学科、高基数的手术领域

> **225万** 台/年

中国显微外科核心相关手术量

恶性脑肿瘤相关	≈51.21万
神经血管高风险	≈115.45万
眼科（非白内障）	≈28.38万
耳鼻喉	≈30.06万

## 平台型导航需求：

显微不是“小众科室”，而是“跨学科通用能力 + 高频发生场景”

 **手术难风险高：**  
边界与深度决定结局

+29.4月 生存期

4级胶质瘤全切除对比次全切除的平均生存获益

## 精度缺口大

- 传统导航精度多在 1-3 mm（毫米级），与显微场景的 20-25 μm 量级存在数量级差距

## 视觉极限

- 关键边界/残余往往 <0.5 mm，超出人眼/显微镜景深识别极限。

## 将“不可见”转化为“可用信息”：

人脑+人手已达极限，必须依靠导航突破生理与视觉瓶颈。

 **医生资源稀缺：**  
术者供给是硬约束

**0.78** 人/十万人

中国神经外科医生密度

中国神经外科手术医生的**密度仅为发达国家的30%**，且培养周期长达**10-15年**

以显微**游离皮瓣手术**为例

- 初学者吻合通畅率仅为**60 - 70%**
- 手术成功率曲线趋于平稳所需病例数高达**600例**

## 无法快速扩增人材：

需要导航辅助关键决策，降低难度波动，缩短学习曲线

# 显微手术痛点：深部不可见 → 风险与人才瓶颈

缺少边界/深度/距离等定量参照，手术难度与培养周期被放大

## 🧠 医生痛点：盲区带来的认知高压



### 📏 深部不可见

边界、深度、距离难以量化从而容易导致过切、遗漏、损伤

### 📖 决策高度依赖经验

缺乏客观量化指标，新手经验不足易导致误判

## 🏥 社会痛点：区域能力差距与可及性瓶颈



### 📖 地方医院难以开展高难度手术

可完成手术的医生供给有限，患者就医难

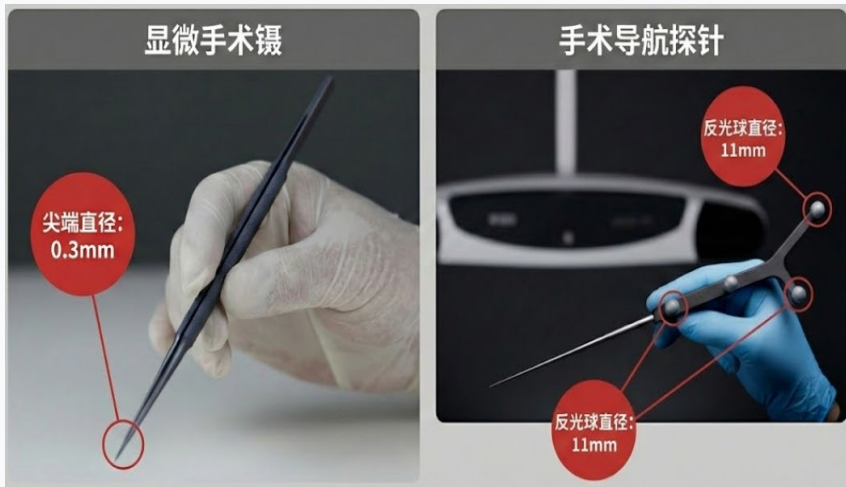
### 👥 人才供给慢

手术难度高导致带教与训练成本高

# 传统手术导航为何“不能用于”显微手术？

设计前提（毫米级 + 大标记 + 线视通达）与显微需求（微米级 + 轻量微器械 + 深部遮挡）的不适配

## 物理尺度的限制



2-10mm VS 0.3mm

### 反光球标记太大太重:

标志物(20-100毫米)造成严重占位与遮挡, 改变精细操作的手感与惯性。

### 限制:

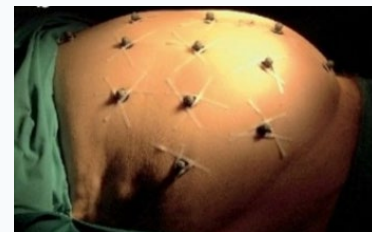
“能被传统导航追踪的器械”, 往往笨重得不再适合显微精细操作。

## 创伤性固定和精度的取舍



### 骨性固定(钉针/螺钉):

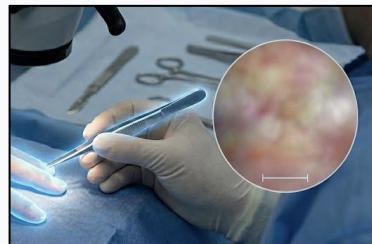
精度高, 但带来额外创伤与导入负担。



### 皮肤贴附/表面匹配:

轻量化, 但受体位变化与软组织形变影响, 精度受限。

## 配准算法失效



### 视野受限:

显微视野仅 数毫米, 可用特征极少



### 动态真实环境挑战:

反光、渗血、形变导致特征不稳定。

# 直面痛点：把“不可见信息”变成术中可用信息

从“不可见”到“可用”：术中深部信息定量呈现



缺乏导航的显微外科手术



## 深部结构不可见

组织边界无法定量，漏切和过切风险高



## 决策依赖经验

信息整合成本高，学习曲线陡峭



智能导航辅助的显微外科手术



## 可视化关键结构

实时提示尖端与病灶边界的相对位置



## 术中风险提示和支援

病灶边界和关键结构实时叠加

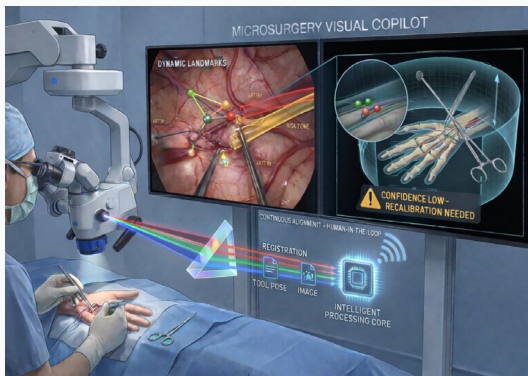
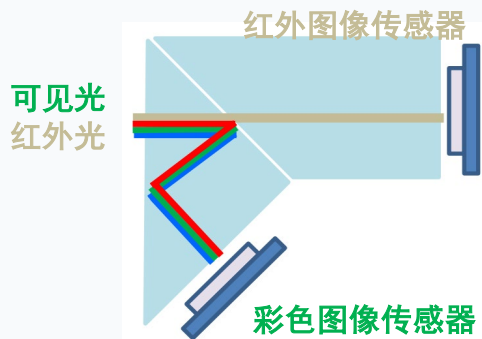
# 自主知识产权+全球首创三大核心技术

以“可视化/精确化/智能化”三步把显微场景的导航信息变为术中可用能力

## 可视化：分光式立体视觉搭载型显微成像系统

20 mm显微视野下误差缩小至0.11 mm

- ✓ 可见光与近红外分光同轴采集，一套光路满足显示与追踪
- ✓ 立体视觉提供三维计量基座，实现从“看见”到“可量化”的升级
- ✓ 为器具追踪与可视化提供稳定观测输入

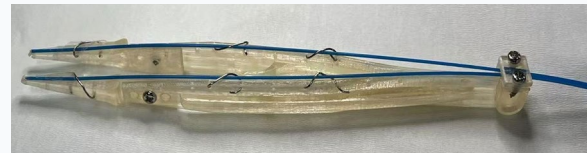
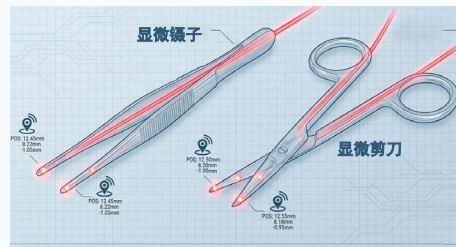


输出：在术中提供“病灶边界 / 相对位置”的稳定提示，支撑关键决策一致性

## 精确化：显微手术器具 光纤外径<0.1 mm 精度 0.009 mm

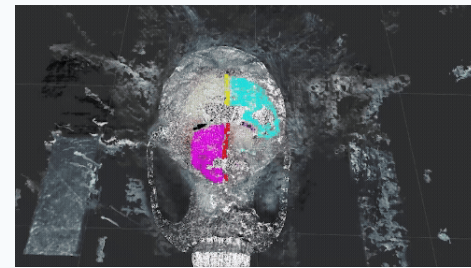
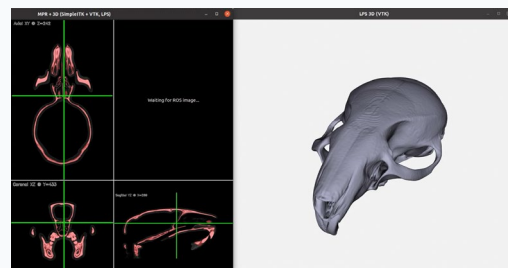
※9 μm

- ✓ 嵌入极细光纤形成主动追踪点，维持器械原有手感
- ✓ 深部/狭窄视野下保持追踪可用性，支持尖端位置提示



## 智能化：动态自适应智能配准 动态更新 高精度自适应

- ✓ 面向小视野与特征稀缺场景，稳定匹配术前模型
- ✓ 利用血管/骨面纹理等语义特征作为对齐约束
- ✓ 独创动态标志点机制，持续评估并在线更新参照



# 光谱AI手术导航系统

以“可视化/精确化/智能化”三步把显微场景的导航信息变为术中可用能力

## 三维导航界面

- ✓ 术前计划
- ✓ 手术流程记录和评估
- ✓ 立体鲁棒定位

## 可定位追踪显微器械

- ✓ <math><0.1\text{ mm}</math>的极细光纤嵌入
- ✓ 微米级追踪
- ✓ 配合算法提示与关键结构之间相对位置

## 分光式立体手术显微镜

- ✓ AI识别和配准
- ✓ 器具追踪
- ✓ 荧光成像/结构光成像

## 术中场景AR可视化

- ✓ 实时术中导航
- ✓ 与术前计划联动
- ✓ 可视化肿瘤边界，提示关键解剖结构



# 专利保驾护航，高技术壁垒

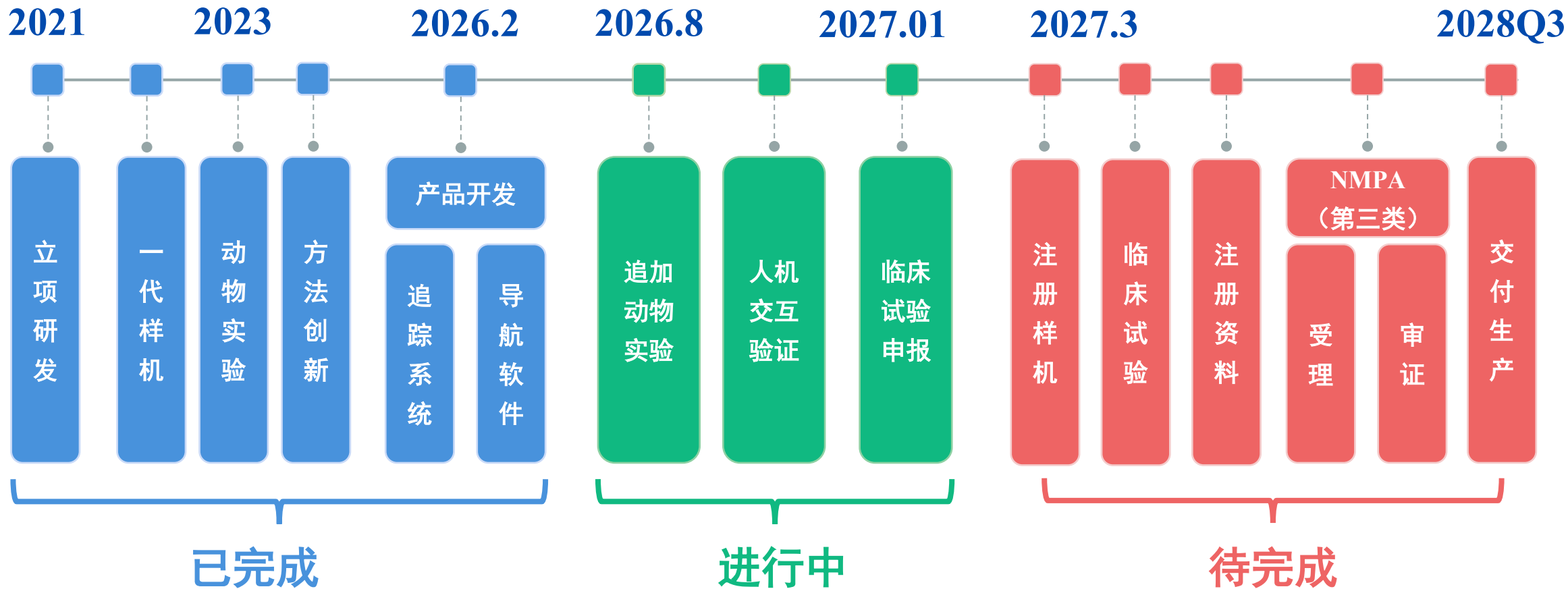
软硬件一体：分光成像×术中配准×微米级器械追踪

申请国	专利名称	专利号	状态
日本	ナビゲーションシステム、プログラム及び術具 (导航系统、算法及其器具)	2025-284200	申请中
中国	适用于血管介入手术的导丝导管同轴驱动设备及控制方法	CN114177480A	已授权
中国	一种面向胆道穿刺的机器人穿刺定位装置	CN215874870U	已授权
中国	一种血管介入手术机器人和设备	CN110200700B	已授权
WIPO	FORCE FEEDBACK APPARATUS, AND APPLICATION THEREOF	WO2022204869 A1	已授权
中国	一种力反馈装置及其应用	CN113081275A	已授权
中国	放射粒子植入穿刺机器人	CN110548218A	已授权
中国	门静脉粒子支架植入机构	CN305545928S	已授权



# 预计年内开展动物实验，开启器械注册流程

“科研样机→临床验证→NMPA注册→量产”的路径规划



# 手术导航市场进入规模化增长期：全球近百亿美元级，中国加速扩张

驱动因素：微创化 + 数字化/精准手术 + 导航需求上升

## 全球市场规模预测

年复合增长率 (CAGR)

14.0%

单位：亿美元

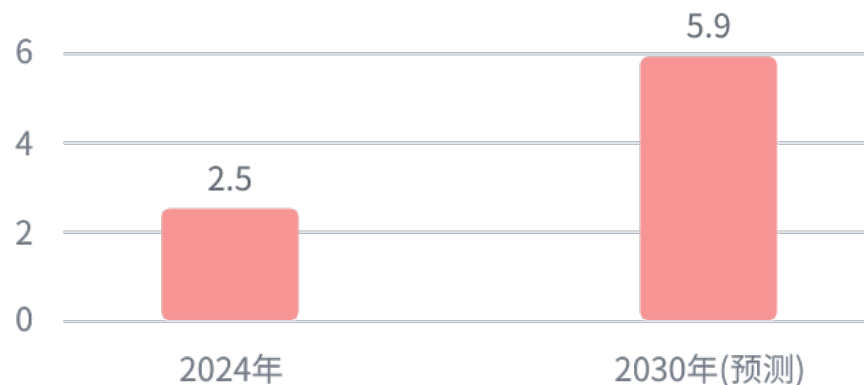


## 中国市场规模预测

年复合增长率 (CAGR)

15.3%

单位：亿美元 (约17亿 -> 41亿人民币)



# 预计盈利模型

两段路径（OEM→整机）+耗材贯穿：用装机做规模，用软件与耗材做持续利润

## 阶段1 OEM供货 + 软件许可

**硬件模块 (转移价)** 80–120 万元/套

内容：分光式立体视觉系统

**软件许可 (年费)** 高毛利 20–30 万元/套·年

- 3D点云模型可视化算法
- 配准算法

**专用耗材** 持续贯穿 500–1500 元/例

专利型耗材：不可替代 / 可持续采购

**营收示例 (假设装机 100/台 耗材渗透率100%)**

年经常性营收毛利 (装机量×(年费+耗材单价×例数×耗材渗透率))  
≈ 2500 万元/年

## 阶段2 整机销售 (自有品牌)

**整机售价 (终端)** 200–250 万元/套

内容：立体视觉系统 + 导航工作站 + 显示系统

**软件许可 (年费)** 增强版 30–50 万元/套·年

- 3D点云模型可视化算法
- 配准算法
- 术中ai助手算法

**专用耗材** 持续贯穿 500–1500 元/例

专利型耗材：不可替代 / 可持续采购

**营收示例 (假设装机 100/台 耗材渗透率100%)**

年经常性营收 (装机量×(整机售价+年费+耗材单价×例数×耗材渗透率))  
≈ 3500万元/年

## PART 04-3 竞品分析

产品名/国家	外观	配准方式	显微视野适配性	软组织形变补偿	闭环能力	标准适应症
Proprio Paradigm (美国)		骨性固定	不适配	有	配准+追踪	脊柱
Brainlab Microscope Navigation (德国)		骨性固定	不适配	无	配准+追踪	骨科通用或脊柱
Medtronic StealthStation S8 (美国/爱尔兰)		骨性固定	不适配	无	配准+追踪	神经外科通用 /骨科通用
Beyeonics One (以色列, 手术显微镜)		不支持配准	适配	无	仅可视化增强	眼科通用
Augmedics xvision (美国/以色列)		骨性固定	不适配	无	配准+追踪 (AR)	脊柱
SeaSpine/Orthofix 7D FLASH (美国)		无创伤固定	不适配	无	配准+追踪	神经外科 (脑肿瘤)
光谱AI导航系统 (本产品)		无创伤固定	适配	有	配准+追踪	神经外科通用/耳鼻喉科通用/眼科通用/ 重建外科通用

## 团队CEO 林晓锋 博士



### 经历

- 东京大学 医学院 医疗器械部门 特聘研究员
- 东京大学 生物医学工程 博士学位
- 中国科学院大学 深圳先进技术研究院 硕士学位
- 曾任横乐医学科技有限公司（B+轮）共同创始人

### 成果

- 全球医疗机器人创新设计大赛：银奖
- 第六届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛：金奖
- 手术机器人顶会IROS Workshop Best Poster Award
- 发表手术导航系统顶刊、顶会多篇
- 取得手术机器人和手术导航系统专利共8项

## 核心技术与算法研究



**赵恩锋** 自动化方向

- 清华大学 生物医学工程学院 博士后
- 东京大学 机械工学 博士学位
- 发表手术机器人系统相关期刊和会议论文7篇
- 取得多项机器人相关专利



**宋雨涵** 视觉方向

- 东京大学 生物医学工程 博士在读
- 日本国立大学特聘研究员，独立推进机器人医疗系统的算法研发与工程化落地
- 日本学术振兴会特别研究员，负责显微手术导航相关课题
- 发表医疗图像处理相关期刊及会议论文4篇



**姜晟灏** 临床方向

- 澳大利亚新南威尔士大学 临床医学 MD在读
- 哈佛大学 计算机科学与工程 硕士学位
- 曾从事AI自动驾驶导航视觉算法研发工作数年
- 已发表医疗、机器人相关期刊和会议论文8篇

# 技术转化与商业运营



**余增辉** 市场&运营

- 曾于投资企业任职制造业方向咨询分析师数年
- 曾于日本制造业企业负责海外业务拓展数年
- 日本驹泽大学 商学 硕士学位



**林冠昊** 技术转化&财务

- AI系统集成咨询企业 AI咨询师兼系统工程师
- 曾于创业投资企业（VC）任职咨询助理数年
- 东京大学 系统创新 硕士学位



**Gina Quan** 技术转化&资源整合

- 东京大学 医学院 博士在读
- 耶鲁大学 生物医学工程 硕士学位
- 曾于医疗机器人企业从事软硬件开发工作

# 团队首席顾问 陆建



## 职务

- 东南大学附属中大医院副主任医师、青年首席教授、博士生导师
- 长江学者青年学者
- 东南大学附属中大医院人才工作办公室主任
- 东南大学附属中大医院介入与血管外科副主任
- 中国抗癌协会肿瘤组织间植入专委会副主任委员
- 中国医师协会介入医师分会青年委员会委员

## 成果

- 主持江苏省杰出青年基金项目、国家重点研发计划子课题、国家自然科学基金面上项目、江苏省重点研发计划、国家自然科学基金青年项目等省部级以上课题 10 项
- 以第一作者/通讯作者发表 SCI 论文 50 余篇，代表期刊包括 Lancet Gastroenterology & Hepatology（封面）、Nature Communications、Journal of Hepatology 等
- 授权/申请专利 16 项
- 获 2022 年江苏省科学技术奖一等奖
- 获北美、欧洲、亚太三大介入学会青年学者奖励
- 获 ASCO GI Conquer Cancer Merit Award
- 获中国医师协会介入医师分会“杰出青年学者”称号
- 获“国之名医·青年新锐”称号

# 关键风险与应对

临床 workflow 验证、资金节奏、新市场验证

## 产品侧：临床 workflow 验证

**风险点：**真实 workflow 与价值指标需临床验证，可能导致定义收敛慢。



### 应对策略

- ✓ 利用已确立合作意向的三甲医院端网络，快速触达科室开展联合验证。
- ✓ 小规模实验梳理 workflow，沉淀痛点与决策动作对应关系。

## 资金侧：现金流压力

**风险点：**早期硬件集成投入集中，现金流压力与融资窗口存在不确定性。



### 应对策略

- ✓ 早期阶段模块化/OEM路线：减少自建整机开发与商业化体系的前置成本。
- ✓ 结合项目资金与共同研究，优化验证阶段资金结构。

## 商业化侧：新市场路径验证

**风险点：**新细分市场采购逻辑、付费主体与ROI证据需逐步建立。



### 应对策略

- ✓ 核心痛点市场优先：聚焦脑部肿瘤切除，快速形成一致价值主张。
- ✓ 沉淀证据包：积累使用流程、术者反馈与对照基线，支撑采购。

# 资源需求与资金使用计划

围绕“临床共创→样机迭代→动物验证→注册准备”，落实生产研发和部署能力

## 1. 临床验证资源

- 推进动物实验验证
- 临床医生深度合作
- 数据采集与阶段性评审

## 2. 产品工程资源

- 软硬件设计优化与系统集成
- 产品外观设计
- 样机迭代

## 3. 经营与合规资源

- 法务支持与知识产权布局
- 注册策略与质量管理体系建设
- 生产管理

## 人员与外部资源配置

### 核心岗位补强

临床项目负责人、硬件/软件工程师、质量/注册/生产供应链专员

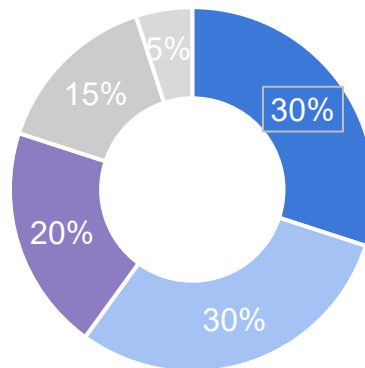
### 外部支持（顾问/咨询）

动物实验执行、法务专利代理、合规测试咨询、工艺量产导入顾问

## 资金使用概览

### 资金使用框架

- 临床验证
- 产品工程
- 合规注册
- 经营支持
- 预备金



# 感谢聆听

(打造显微外科医生的智能“伙伴”)

---