

西安交通大学¹

医工交叉项目申请表²

(2026 年第一附属医院第一批)³

项目名称 面向肝胆胰微创手术的术中智能感知与自主协⁴
同机器人系统研发及转化

项目类别 交叉创新 转化孵化⁵

支持级别 重点项目 面上项目 青年项目⁶

指南关联 消化系统肿瘤领域 1.3 医疗器械研发类⁷

申请者 彭子洋⁸

所在科室 耳鼻喉头颈外科⁹

合作者 武佳懿¹⁰

所在院系 人工智能学院¹¹

西安交通大学¹²

2026 年 05 月 12 日¹³

填 表 说 明¹

1. 本申请表供申请西安交通大学医工交叉项目使用。

2

2. 申请人应根据申报通知、指南的要求，逐项认真编写，表达明确严谨，内容真实有效。外来语同时用原文和中文表达。

3. 封面均用中文填写，其中“项目名称”一般不超过 100 个字符；所在科室/所在院系/所属企业应与汇总表上保持一致。

4. 指南关联，以指南为依据。请填写申报项目对应的指南方向，格式为“XX 疾病领域 X 类”（如“消化系统肿瘤领域 1.1 人工智能与数字医疗类”）。首批指南围绕国家医学中心建设目标，聚焦三大高峰学科的相关疾病领域：消化系统肿瘤、心脑血管疾病、泌尿系统疾病。项目类别包括医工交叉领域的主要方向：人工智能与数字医疗类、医药研发类、医疗器械研发类、生物医学技术类、诊断试剂与检测技术类。（备注：其余专业领域随后推送，此次申请为探索性试点。）

5. 如果项目涉及生物安全、科技安全、科研和医学伦理等相关问题，申请人应当严格执行国家有关法律法规和伦理准则。凡涉及人类遗传资源的活动，应符合《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》要求。凡涉及人的医学研究项目，需提供伦理委员会批件。

6. 本申请表制订单位是西安交通大学。

项目基本信息表¹

项目名称	面向肝胆胰微创手术的术中智能感知与自主协同机器人系统研发及转化 ²					
关联指南	消化系统肿瘤领域 1.3 医疗器械研发类					
经费预算	总经费 60 万元，其中申请校（院）经费 25 万元，企业投入 10 万元，其他配套 25 万元					
实施周期	2026 年 06 月 01 日 至 2028 年 06 月 01 日					
医院 PI	姓名	彭子洋	性别	男	出生年月	1996 年 2 月
	所在单位	西安交通大学第一附属医院耳鼻咽喉头颈外科				
	职称	助理研究员	学位	博士		
	手机	17809212035	Email	1061201104@qq.com		
	研究方向	手术导航、数字医疗、医学图像处理				
学校 PI	姓名	武佳懿	性别	女	出生年月	1988 年 1 月
	所在单位	西安交通大学人工智能学院				
	职称	副教授	学位	博士		
	手机	15291579939	Email	jiayi.wu@xjtu.edu.cn		
	研究方向	智能医学图像处理				
企业负责人 (非必填项)	姓名	苏原				
	所属企业	陕西淘丁数据科技有限公司				
	企业组织机构代码	91610138399800906X				
	手机	029-63617962	Email	826260583@qq.com		
医院 PI 签字			学院 PI 签字			
医院科室审核签字			学院领导 审核签字			

<p>预期达到的目标 (至少选一项,可多选,如果是其他,请详细描述)</p>	<p>☑1.以本项目为基础,成功获批国家自然科学基金重大项目、国家重点研发计划、重大仪器专项等国家级重大课题,纵向经费到账总金额不少于项目总经费投入;</p> <p>□2.相关诊疗方案进入行业、国家或国际临床指南,国家或国际专家共识;</p> <p>☑3.新技术、新产品在国家生物技术领域完成注册备案;</p> <p>☑4.完成原型机(品)的第三方权威检测,且核心指标达到预定标准;</p> <p>□5.依托该项目,成功牵头制订国家及行业相关标准(GB或YY);</p> <p>□6.获得第二、第三类医疗器械注册证或药物临床研究批件;</p> <p>□7.与企业签署转化协议,且转化经费到账金额不少于项目总经费投入;</p> <p>□其他:</p>
--	--

<p>项目概述 (1500字以内)</p>	<p>1. 研究背景:</p> <div data-bbox="558 1075 1372 1523"> <h3 style="text-align: center;">面向肝胆胰微创手术的智能感知与自主协作系统研究框架</h3> </div> <p style="text-align: center;">图1 系统研究框架</p> <p>本研究拟面向消化道微创手术,研发“术中智能感知+AI自主扶镜+AI缝合/吻合辅助+术后图文报告生成”协同系统。以真实手术场景、国产机器人平台为牵引,形成国产化智能装备方案。</p> <p>术中腹腔中门静脉、肝动脉、胆管等结构相互毗邻,术中视野遮挡会持续改变解剖关系。传统微创手术解决了器械入体和操作问题,但软组织动态识别、关键结构、镜头协同和缝合质量客观评价等问题尚未充分解决。</p>
---------------------------	--

 <p>1</p> <p>伦理审批 2</p>	 <p>3</p> <p>术中影像分析专利 4</p>	 <p>5</p> <p>图文报告专利 6</p>
 <p>7</p> <p>术中多模配准专利 8</p>	 <p>9</p> <p>智能扶镜专利 10</p>	 <p>11</p> <p>国产手术机器人公司专利转化 12</p>
 <p>13</p> <p>成果一：手术识别及主动风险提示系统 14</p>	 <p>15</p> <p>成果二：国产手术机器人AI自动缝合及扶镜系统 16</p>	 <p>17</p> <p>成果三：可溯源关键多模影像报告及医患服务系统 18</p>
<p>前期团队在手术识别与导航、腔镜影像分析及图文报告生成等方向发表 SCI 论文 16 篇，授权发明专利 5 项，部分成果转化于杭州唯精医疗手术机器人公司。成果纳入《2024 中国数字医疗创新发展蓝皮书》，入选国家数据局项目库，具备一定的原创性、工程成熟度和推广基础。</p>		
<p>2. 研究意义、拟攻克的核心医学问题和拟解决的关键科学问题：</p>		
<p>医学问题一：真实手术场景的器械复杂性 21</p>		
<p>主刀医生要在同一术野内对多个器械视野遮挡下重建三维解剖结构，具有认知负荷要求。</p>		
 <p>23</p> <p>24</p>		
<p>图 2.1 真实机器人手术场景 25</p>		
<p>医学问题二：高风险吻合术式的量化盲区 26</p>		
<p>术中吻合重建质量相比于传统的缝合与吻合操作缺乏触觉反馈，缺乏量化缝合时参数评价客观工具。</p>		

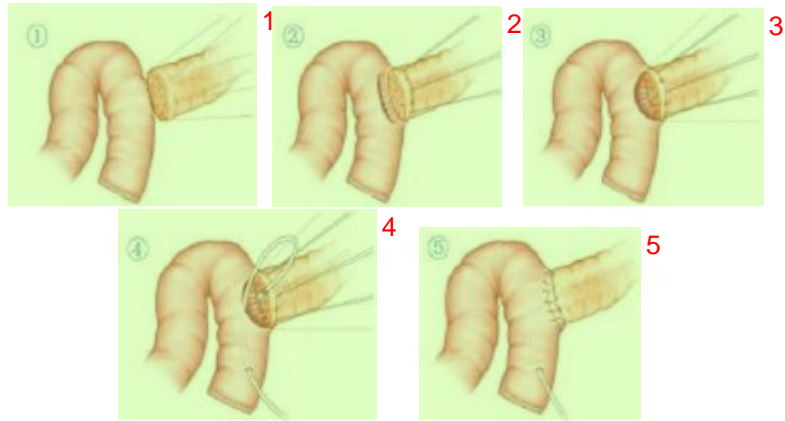


图 2.2 胰肠吻合术式：针距、张力评价需求 6

医学问题三：团队协作瓶颈与人才培养困境 7

助手扶镜稳定性影响主刀医生的操作安全。基层医疗中心缺乏标准化的记录，术后难以技术迭代。 8

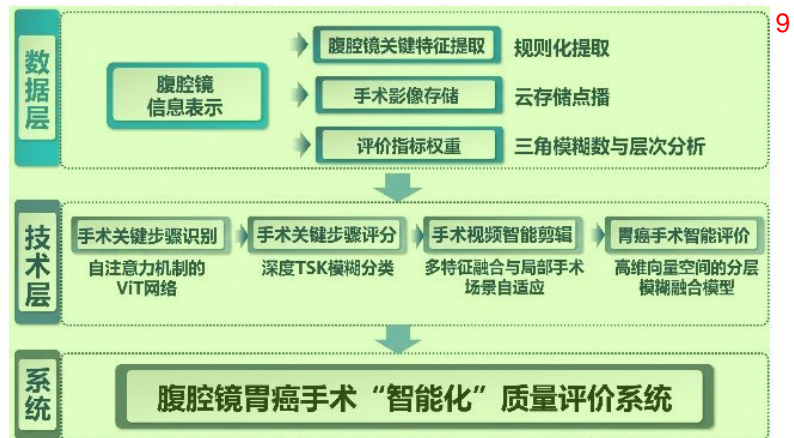


图 2.3 智能质控框架 10

对应的关键科学问题包括五个方面： 11

- 一是烟雾和组织变形条件下的视觉感知； 12
- 二是术前三维重建与术中内镜画面的动态配准； 13
- 三是医生视线、镜头运动和器械之间的共享自治控制； 14
- 四是缝合操作和吻合口闭合风险的可解释评价； 15
- 五是术中事件结构化图文报告，形成数据资产。 16

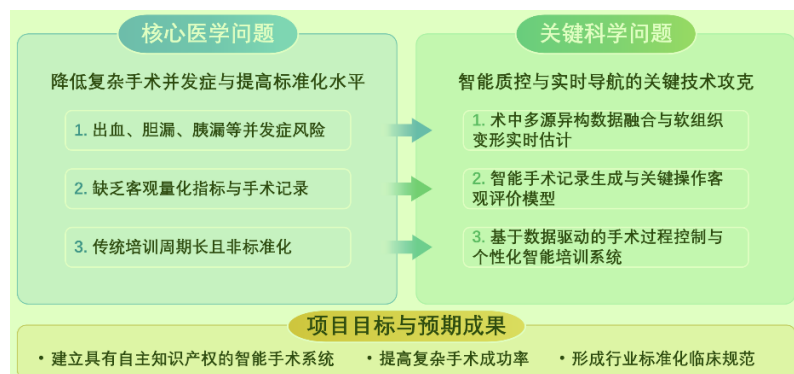
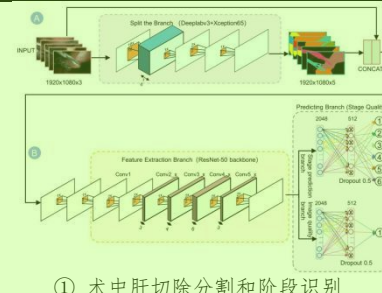
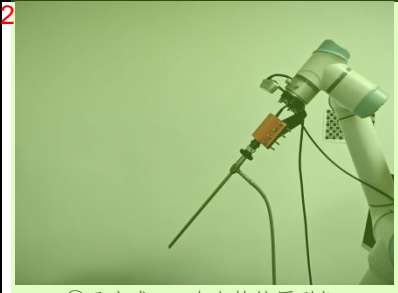


图 2.4 关键科学问题 18

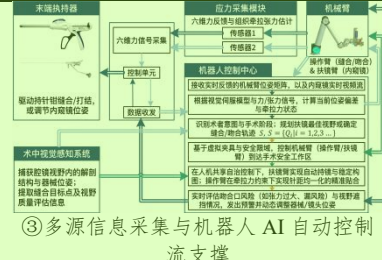
3. 拟采取的研究方案及可行性分析:1



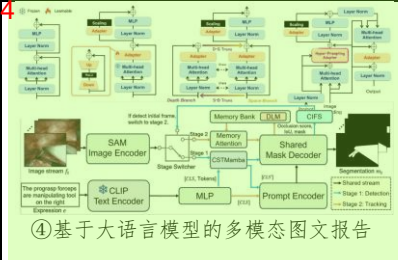
① 术中肝切除分割和阶段识别



② 已完成 AI 自主扶镜原型机




③ 多源信息采集与机器人 AI 自动控制流支撑




④ 基于大语言模型的多模态图文报告

项目拟采用四个模块并完成闭环的研究方案:6


- (1) 术中影像标注分析与智能辅助识别;
- (2) 基于目标跟踪实现 AI 自动持镜跟随;
- (3) 依托医疗机器人基础完善 AI 缝合辅助;
- (4) 自动识别关键帧生成图文报告。



临床: 真实手术室和边缘设备数据积累




工科: 人工智能学院智能算法前期积累



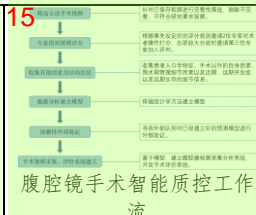
转化: 国产机器人平台合作开发

可行性分析:11

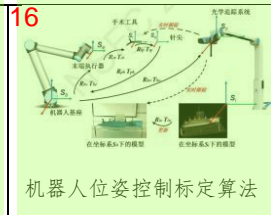
- 临床可行: 数据整理和图文报告应用基础;
- 技术可行: 人工智能在医学图像处理方向算法积累;
- 转化可行: 企业端手术机器人转化经验; 陕西淘丁数据公司数据治理经验。



离线、模拟器、动物、手术和注册逐级推进



腹腔镜手术智能质控 workflow



机器人位姿控制标定算法

4. 本项目的原始创新和颠覆性创新之处:18

本项目的原始创新于把手术视觉感知、具身智能控制融合, 以医生主导、机器限域辅助, 将经验型手术配合转化为数据驱动操作, 具有明确的临床价值。

颠覆性创新体现在三个层面:20

第一, 从被动导航走向主动操作, 围绕关键管道距离、

器械运动趋势和视野质量实时提示；

第二，从单机机器人走向人机共享自治，实现 AI 智能扶镜和缝合/吻合辅助智能控制；

第三，从手术视频走向可追溯数据资产，术中事件、关键帧、质控指标和报告文本自动关联。

5.预期研究结果：

预期理论与方法创新：

- (1) 提出结合去雾增强与多任务学习的新算法；
- (2) 构建医生主导、机器限域辅助的安全交互新范式；
- (3) 打造吻合质量可解释评价新模型。

预期标志性成果：

- (1) 获批国家级、省市级课题；
- (2) 发表高水平论文；
- (3) 完成系统原型机开发；
- (4) 申报专利并推进成果转化。