附件

**教育部工程研究中心年度报告**

（2020年1月——2020年12月）

|  |  |
| --- | --- |
| **工程中心名称：** | 体腔内局部诊疗工程中心 |
| **所属技术领域：** | 生物医药 |
| **工程中心主任：** | 谢天宇 |
| **工程中心联系人/联系电话：** | 010-62767405 |
| **依托单位名称：** | 北京大学 |

2020年3月10日填报

**编制说明**

1. 报告由中心依托单位和主管部门审核并签章；
2. 报告中主管部门指的是申报单位所属国务院有关部门相关司局或所在地方省级教育主管部门；
3. 请按规范全称填写报告中的依托单位名称；
4. 报告中正文须采用宋体小四号字填写，单倍行距；
5. 凡不填写内容的栏目，请用“无”标示；
6. 封面“所属技术领域”包括“机械与运载工程”“信息与电子工程”“化工、冶金与材料工程”“能源与矿业工程”“土木、水利与建筑工程”“环境与轻纺工程”“农业”“生物医药”；
7. 第八部分“年度与运行情况统计表”中所填写内容均为编制周期内情况；
8. 报告提交一份WORD文档和一份有电子章或盖章后扫描的PDF文件至教育部科技司。

**编制大纲**

1. 技术攻关与创新情况（结合总体定位和研究方向，概述中心本年度技术攻关进展情况和代表性成果，字数不超过2000字）

在研项目的进展如下，

1. **超高清柔性电子内镜系统**

研发超高清柔性电子内镜系统，研制超高清图像处理器、多LED光源、双焦点内镜、光学放大内镜，实现图像传感器等核心部件国产化。

理清各部分研究内容相互关系，提出整体解决方案，研发关键技术，研发了超高清柔性电子内镜系统，研制超高清图像处理器、多LED光源、双焦点内镜、光学放大内镜，实现图像传感器等核心部件国产化。系统的主要参数：140万像素；5 LED，白光成像、窄带光成像、纹理和颜色增强成像、红色双色成像；常规成像时视场角140°，分辨率15 lp/mm，近焦成像时视场角140°，分辨率26 lp/mm，放大成像时视场角90°，分辨率64 lp/mm。

超高清柔性电子内镜系统，将柔性电子内镜图像分辨率帅先提升到4K水平，多LED光源跻身国际一流，双焦点内镜、光学放大内镜实现国产化，将大大提高国产内镜在国内、国际的竞争力，提高市场份额，缩小与日本内镜产品的差距，加快国产替代步伐。

**(2)光学放大内镜**

完成了新一版高清光学模组（包含高清CMOS图像传感器、5片镜头组合的光学镜组、采用后端微马达加钢丝驱动及前端微马达驱动两种方式，以及相关驱动和支撑机械结构）的设计、制作，实现了压电微马达与镜头片的集成驱动，完成了新一款光学放大内镜的集成组装，完成了放大图像的采集及图像处理，在此进行临床实验前的电气安全实验及电磁兼容试验。

**（3）内镜磁场定位项目**

完成了多频率同时发射同时接受系统的集成，在此基础上进行了一系列的测试评估及分析，主要达成以下几点创新成果：

1. 在理论研究方面，系统研究了内镜电磁定位问题相关的理论，并对内镜电磁定位中临近金属材料对定位问题的影响进行了定性评估。

2. 针对存在金属材料情况下电磁定位问题的求解，提出了内镜电磁定位问题求解的局部加权法，定位精度提高了2.4～5.3倍。

3. 在内镜形状重建问题的求解方面，提出了求解内镜形状重建问题的部分显式求解法，该方法能够快速准确地对内镜形状重建问题进行求解。

**（4）电动控制内镜机器人**

当前，医院的柔性内窥镜仍然是机械式手动操作方式，分量重、操作时手指手臂及肩膀都要费力，这种操作方式不灵话，而且时间长会对医生的肩臂手健康造成损害。本项目提出了双同轴驱动四方向弯曲一方向旋转的电动内镜方案，着重克服了医院及医生的操作接受度问题，操作的安全性和舒适性问题及治疗的高效性问题。在此基础上，达成了以下几点创新成果：

1. 提出了双同轴驱动连接方式，使得内镜连接处易于密封、保证了防水性，能降低电动内镜成本、提高可靠性及消毒便利性；

2. 提出了基于复合型丝传动模型，进行了试验验证，实现力反馈的安全及高效操作；

3. 提出了基于内镜的图像伺服控制来进行图像目标追踪技术和蛇骨建模关键技术，为以后在临床上实现高效的治疗打下了基础。

完成了内窥镜精准控制与操作技术研发，建立控制理论模型，实现包括进镜（前进后退、镜体旋转）、四方向弯曲、送水送气、吸引等功能，进镜行程大于1200mm，进镜速度0~20mm/s，最大进镜推力不小于20 N；旋转角度范围+/-160°，旋转速度0~90°/s，最大旋转扭矩不小于0.4 N•m；完成基于空间定位的内窥镜机器人自动插入技术研发，镜体在人体内定位精度标准差不超过20mm，可自动插入常规管腔；完成辅助器具的精准控制与操作技术研发，建立控制理论模型，实现钳道器械的进退、旋转、开闭

**（5）基于深度学习的高光谱内镜系统**

高光谱成像技术是一种结合了单点光谱测量与二维成像的新型技术，已被广泛应用于医学诊断及手术导航领域。该技术针对目标物获取一组同时包含光谱信息和空间形态信息的二维图像，可辅助医生进行无创的更精确的疾病诊断。

本项目基于柔性消化内镜开发了一套高光谱成像系统。该系统可以在病人消化道内无损地获取覆盖可见光范围的高光谱图像。其中分光装置通光效率高，成本低，已获两项专利授权。经过大量的，机械电路设计及程序调试工作后，目前该系统具有很高的工作稳定性和操作便捷性，达到了临床应用的标准。本系统在通过伦理审批后在北京友谊医院进行了临床评估，并获取了消化道不同粘膜组织的高光谱图像，形成了一个图像数据库，以用于后续分析和研究。我们对部分图像进行了分析，通过计算对比度，信息相关指数，和递归散度，提取了含有不同信息的波长。这些图像和分析结果证明了该系统的临床实用性，以及它作为医学研究平台的潜力。我们还提出了一种新的适应性窄带光成像技术，并讨论了系统在未来的改进方向。特别是为了提高光谱图像的亮度和信噪比，还提出了一种基于通带重叠的滤光片组进行高光谱成像的方法。

本项目还进一步提出自适应的窄带光成像技术，针对高光谱成像速度低，实时性差的缺点，选择少数的3-5个波段进行针对性成像，可以获得比传统窄带光呈现更高的准确率和特异性。

系统已经完成全部核心部件研发；主要参数为，像素不小于130万，视场角不小于140o，分辨率不小于10 lp/mm；具备20个波段以上的窄带光成像，成像速度达到30帧/秒以上；具备3个波段以上的红外成像能力；具备三种AI辅助高光谱特殊成像模式；具备 4K（显示分辨率大于等于3840\*2160）的超高清视频输出能力，其帧率不低于60fps。

1. 成果转化与行业贡献
2. **总体情况**（总体介绍当年工程技术成果转移转化情况及其对行业、区域发展的贡献度和影响力，不超过1000字）

1．工程中心的中期任务

赶超国际水平，致力于创新研发，开发内窥镜等体内局部诊疗的下一代技术，掌握核心技术，持续不断地开发出一系列拥有自主知识产权的国际领先水平的产品，推进产业化，改变国外内窥镜品牌在我国的市场垄断状况，并推动我国内窥镜产业向高技术高附加值方向发展，进而波及其他医疗器械领域。同时培养大批的高水平的专门人才。

2．工程中心的近中期目标

总体目标：

* 建设一个拥有能从事尖端内窥镜技术研究条件的设施；
* 组织起一支涵盖各相关学科的专家队伍；
* 建立一个从研发—临床实验—产品化的组织机制；
* 从而持续不断地开发出一系列国际领先水平的产品；
* 培养大批的专门人才。

同时，强化专利申请，保障产品的自主知识产权。

拟开发完成以下内容：

(1)高光谱光内窥镜系统：诊断早期癌症。2020年12月完成产品化。

(2)电动弯曲内窥镜系统：用电机控制内窥镜的四方向弯曲、旋转及进退，用带有六轴传感器的无线遥控手柄对电机进行控制。2021年完成产品化。

(3)分体内窥镜：将内窥镜的插入部与操作部拆分开来(电、光、弯曲传动等)，使用时可自由装卸。这样一个操作部可配多个插入部，大大降低了医院的内镜的购买成本。

申请5-10个专利。

3．工程中心的经营战略

1）重新整合工程中心

兴趣和利益是中心能够良性发展的基础。调整整合共建单位及实验室，根据各单位的研究兴趣方向，整合出相关联的共同兴趣点，同时积极争取依托单位对中心的人、财、物的支持和倾斜，共同申请教育部、科技部及横向的项目支持，建立并加强对人才和学生的合作培养机制。

2）强化产学研模式

加强与企业的合作，加强与医院的合作，挖掘适合国情及市场的项目方向，强化技术转让机制，形成项目开发-技术转让-利益分配的有效机制，使得中心能够通过产学研合作将项目研发与收益有效结合起来，形成良性发展态势。

3）加强与国内外其他相关机构设施的合作

加强与其他科研机构的合作，尤其是国外的设施。内镜领域总体上国外要领先于我国，通过与外部科研机构的合作，跟踪技术前沿，培养壮大我们自身的科技能力及水平。

1. **工程化案例**（当年新增典型案例，主要内容包括：技术成果名称、关键技术及水平；技术成果工程化、产业化、技术转移/转化模式和过程；成果转化的经济效益以及对行业技术发展和竞争能力提升作用）

高清内镜系统AQ-200的产业化

于2017年11月获得国家药监局批号并投放市场，这是国产高档内窥镜系统，已经开始在国内及南美销售，2020年全年实现销售1.2亿元人民币。

超高清（4K）内镜系统AQ-300

已经完成临床样机的开发，正在进行临床试验前的药监局检测，计划2020年底开始海外销售，2021年7月开始国内销售。

1. **行业服务情况**（本年度与企业的合作技术开发、提供技术咨询，为企业开展技术培训，以及参加行业协会、联盟活动情况）

中心作为产品化实验基地承担辅助项目研发、开发生产技术、实施产品化。我们已与澳华公司达成合作意向，由澳华公司承担产品化实验基地的责任，负责中心所开发出的产品的产品化生产技术的开发。作为回报，澳华公司将是中心研发技术的产业化定点企业之一，同时我们也将帮助他们提升企业的技术力量。

中心是中华医学会消化内镜分会的理事成员，中华医学装备协会消化病学分会理事，中国大数据产业联合和会消化大数据分会成员。

1. 学科发展与人才培养
2. **支撑学科发展情况**（本年度中心对学科建设的支撑作用以及推动学科交叉与新兴学科建设的情况，不超过1000字）

中心成员共承担4门本科生课程、3门研究生课程。 安排了7人次学生到中心成员单位的企业进行实习。得力于中心的工作，本学科（生物医学工程系）加强了于医院的交流与合作、显著扩大了与企业的广泛交流与合作，贴近了市场及用户，对学科的发展和建设起到了积极的推动作用。

1. **人才培养情况**（本年度中心人才培养总体情况、研究生代表性成果、与国内外科研机构和行业企业开展联合培养情况，不超过1000字）

中心2019年共培养博士生32名、硕士生8名，其中外国及港澳台学生2名。

1. Xiong linhao; Sun Zhongxiao; Xie Tianyu\*; A calibration method for the simultaneous correction of position and orientation errors of an endoscopic tracking system; International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 2019，1：1-13.
2. Sun Zhongxiao; Xie Tianyu\*; Electromagnetic localization of endoscopes; Electromagnetics and Mechanics，2018，58：387–410
3. **研究队伍建设情况**（本年度中心人才引进情况，40岁以下中青年教师培养、成长情况，不超过1000字）

中心2019年共引进FPGA专家2名，系统专家2名。

王兵洋 FPGA高级工程师

专业优势：

1、具有良好的代码风格和规范的文档编写习惯；

2、使用VHDL、Verilog HDL语言编程，熟悉FPGA的开发流程；

3、熟练使用Modelsim、Quartus、ISE、Synplify、Vivado等常用软件。

4、具有硬件设计和C驱动开发工作经验。

5、具有开发PCIE、SATA、Rapid IO、DDR3、AXI4、GTX工程经验。

6、实际工程应用仿真过DDR、SATA、PCIE、Rapid IO。

7、从事航天军工行业开发超过8年工作经验。

何健 FPGA高级工程师

专业优势：

1、精通FPGA技术，高效编码能力，资源仅为Xilinx官港IP核的70%；

2、善于解决FPGA各种时序难题；

3、熟悉各种控制接口、通讯协议；熟练使用Modelsim、Quartus、ISE、Synplify、Vivado等常用软件。

4、在中外多家企业从事硬件设计和C驱动开发工作经验。

5、申请了8项发明专利。

许方 机械结构工程师

专业优势：

1、有6年汽车行业机械设计(设计多款工装夹具)经验,3年机器人开发经验(零突破)；

2、日本茨城大学智能机械系统硕士学位；日语可作为工作语言,英文书面英语可交流；

3、熟练使用CAA、 python、C语言、 Solidworks、 auto CAD精通机械结构设计、传感器电路设计、PC端与单板机软件编程；

4、主动出击的问题发现及解决者,机械设计、机器人开发的超级爱好者,悟性高、学以致用的创新匠。

张柳音 电子工程师

专业优势：

1、英语口语流利,能够完成日常对话。

2、熟悉FPGA的开发流程,熟悉 Verilog语言,能够完成第见的P核的调用能够完成FPGA的设计仿真。

3、熟悉 Vivado,有ZYNQ的开发经验熟悉C.、C++、 Matlab. Labview等编程语言有图像处理工业应用项目的开发经验经验熟悉拍照系统和常用的图像处理算法,能够使用Labview快速完成一些图像处理软件的开发工作能够使用 Matlab对图像处理的过程进行仿真了解 OpenCV,并了解一些深度学的原理,能够使用PA实现滤波。

4、边绿提取等算法。有单片机和DSP的开发经验

1. 开放与运行管理
2. **主管部门、依托单位支持情况**（主管部门和依托单位本年度为中心提供建设和运行经费、科研场所和仪器设备等条件保障情况，在学科建设、人才引进、研究生招生名额等方面给予优先支持的情况，不超过1000字）

北京大学是我国著名的综合性大学，是国家“211工程”重点建设的首批两所大学之一，为国家培养了近400百名两院院士，输送了无数国家栋梁人才，产生了大批重大科研成果。北京大学科研队伍庞大，每年承担国家自然基金项目数百项，科技部973、863、支撑等大型项目数十项。具体参加该项目的北大工学院生物医学工程系是2005年新近创建的系，该系从国外引进了12名年轻有为的学术带头人，因而也带来了大批国际水平的知识、技术，尤其是内窥镜相关技术的研究在处于国际先进水平，国内领先的地位。2007年9月该系为加速其开发的内窥镜技术的产业化进程，与澳华公司签署了全面合作的协议，支持澳华推进国有内窥镜技术的发展。

北大工学院生物医学工程系还与本校医学部（7加附属医院）等联合成立了前沿交叉学科研究院，与临床医院进行了广泛的合作，为我们该项目的临床试验及市场推广提供了坚实的后盾。

 学校每年给中心博士生名额8-11名，硕士生名额2-4名。

1. **仪器设备开放共享情况**（本年度中心30万以上大型仪器设备的使用、开放共享情况，研制新设备和升级改造旧设备等方面的情况）

中心的特种光内镜系统、高频示波器、光谱仪开放共享。

1. **学风建设情况**（本年度中心加强学风建设的举措和成果，含讲座等情况）

中心按学校要求加强学风建设，尤其强调科研诚信杜绝学术造假现象。中心成员多次参加了学风相关的讲座并向全中心成员贯彻落实。

1. **技术委员会工作情况**（本年度召开技术委员会情况）

技术委员会涵盖各个相关技术领域（如光学、电子控制、机械、图像处理、分子检测等）里的国内一流的专家，2020年12月1日召开了年度会议，主要内容如下，

会议时间：2020年12月1日

会议地点：上海市 上海澳华公司会议室

参会人员：中心技术委员会成员—谢天宇教授、董蜀湘教授、葛子钢研究员、李宗周经理、付野研发总监、陈鹏高级工程师、王希光高级工程师

会议内容：1、回顾各个项目的进展情况，审议新的技术方案

 2、一次性内镜项目的立项

 3、AQ300超高清内镜系统的最终评审

4、制定2021年技术及项目的发展目标。

1. 下一年度工作计划（技术研发、成果转化、人才培养、团队建设和制度优化的总体计划，不超过1500字）

技术开发及成果转化：

(1)完成超高清内镜系统的产业化。

(2)完成基于AI的高光谱内镜系统的临床试验。

（3）完成内镜磁场定位系统的动物实验及临床实验。

(4)完成一次性内镜的样机开发。

人才培养：中心2020年培养博士生30名、硕士生6名。

1. 问题与建议（工程中心建设运行、管理和发展的问题与建议，可向依托单位、主管单位和教育部提出整体性建议）

教育部及依托单位专门针对工程中心运营的人财物支持有限，各个实验室及共建单位凝聚力不强，常常各自为政，对中心的归属感不强，集体攻坚力难以充分发挥出来，这阻碍了中心的快速发展壮大。希望国家及依托单位今后通过增加资金、政策扶持鼓励、学生名额、场地等的投入，增强中心的凝聚力，使得组织机构能更有效运转，进一步提升中心规模，从而扩大科研产出。

1. 审核意见（工程中心负责人、依托单位、主管单位审核并签章）



工程中心负责人签章：

依托单位签章：

八、年度运行情况统计表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **研究方向** | 研究方向1 | 内镜系统 | 学术带头人 | 谢天宇 |
| 研究方向2 | 微型驱动器 | 学术带头人 | 董蜀湘 |
| 研究方向3 | 生物医学光学 | 学术带头人 | 李长辉 |
| 研究方向4 | 临床应用 | 学术带头人 | 刘冰熔 |
| **工程中心面积** | 6000m2 | **当年新增面积** | 0m2 |
| **固定人员** | 46人 | **流动人员** | 7人 |
| **获奖情况** | 国家级科技奖励 | 一等奖 | 0项　 | 二等奖 | 0项　 |
| 省、部级科技奖励 | 一等奖 | 0项　 | 二等奖 | 0项　 |
| **当年项目到账** **总经费** | 158万元 | 纵向经费 | 0万元 | 横向经费 | 158万元 |
| **当年知识产权与成果转化** | **专利等知识产权****持有情况** | 有效专利 | 8项 | 其他知识产权 | 1项 |
| **参与标准与规范****制定情况** | 国际/国家标准 | 0项 | 行业/地方标准 | 2项 |
| **以转让方式转化科技成果** | 合同项数 | 0项 | 其中专利转让 | 0项 |
| 合同金额 | 0万元 | 其中专利转让 | 0万元 |
| 当年到账金额 | 0万元 | 其中专利转让 | 0万元 |
| **以许可方式转化科技成果** | 合同项数 | 0项 | 其中专利许可 | 0项 |
| 合同金额 | 0万元 | 其中专利许可 | 0万元 |
| 当年到账金额 | 0万元 | 其中专利许可 | 0万元 |
| **以作价投资方式转化科技成果** | 合同项数 | 0项 | 其中专利作价 | 0项 |
| 作价金额 | 00万元 | 其中专利作价 | 0万元 |
| **产学研合作情况** | 技术开发、咨询、服务项目合同数 | 项 | 技术开发、咨询、服务项目合同金额 | 100万元 |
| **当年服务情况** | **技术咨询** | 6次 | **培训服务** | 4人次 |
| **学科发展与人才培养** | **依托学科**(据实增删) | 学科1 | 生物医学工程 | 学科2 | 材料 | 学科3 |  |
| **研究生****培养** | 在读博士 | 32人 | 在读硕士 | 8人 |
| 当年毕业博士 | 6人 | 当年毕业硕士 | 3人 |
| **学科建设**（当年情况） | 承担本科课程 | 152学时 | 承担研究生课程 | 134学时 | 大专院校教材 | 6部 |
| **研究队伍建设** | **科技人才** | 教授 | 9人 | 副教授 | 3人 | 讲师 | 2人 |
| **访问学者** | 国内 | 1人 | 国外 | 2人 |
| **博士后** | 本年度进站博士后 | 2人 | 本年度出站博士后 | 0人 |