

1. 推荐奖种：医学科学技术普及奖

2. 项目名称：围术期心脏超声模拟教学方法的创新及规范化推广

3. 推荐单位或推荐科学家：四川大学

4. 推荐意见：

我们认真审阅了推荐书，确认推荐材料真实有效，确认相关栏目符合填写要求，经公示后无异议，符合推荐要求。

随着我国临床医学教育的全面推进，临床技能培训能力的培养面临严重挑战。对围术期心脏超声临床模拟教学系统技能培训的需求日益增加，如何创新教学方法是临床技能教学中的重点和难点。本项目提出了自主知识产权的围术期心脏超声模拟教学方法，并研发了模拟教学系统，包括基于实体仿真的心脏超声临床模拟训练装备，临床超声培训教材和操作指南（人民卫生出版社）。

该方法可以让学员亲自动手练习心脏超声的各个切面，并且可呈现一个同时包含三维心脏模型、探头和声窗的虚拟场景，为麻醉医师在手术室外的环境下练习超声技术提供了理想的环境。该方法采用的心脏超声模拟系统提供了简单全面的学习界面和没有心理压力及时间限制的友好环境，同时也用于评价和评估学员的操作能力、空间思维能力和临床判断能力。该方法的主要技术特征为： 1. 使实体仿真模拟系统与真实临床病例图像数据无缝对接；2. 实现了基于实体仿真的心脏超声临床模拟训练系统；3. 实现了基于虚拟仿真的心脏超声临床模拟训练系统。4. 规范化的教材和指南。5. 标准化的培训模式，易于复制和推广。

项目成果心脏超声模拟教学系统已在浙大附二院和四川大学华西医院全面使用，并且在上海瑞金医院、深圳市人民医院、港大深圳医院、川北医学院、湘雅第一人民医院、甘肃省人民医院等医院推广。共培养心脏超声师资 190 名，技术骨干 500 余名，基层医生 2000 余名。

该研究紧密结合临床与教学培训需求，起点高、难度大，属国内外首创的重大技术发明，技术思路独特，技术上有重大创新，技术经济指标达到同类技术的领先水平，推动了该领域的技术进步，已产生显著的经济效益和社会效益。推荐申报中华医学科技奖医学科学技术普及奖。

5. 项目简介：

心脏超声是临床医师监测心血管形态和功能变化，控制手术风险的重要工具，需要在围术期医学领域广泛推广。然而，心脏超声是公认的高难度临床监测技术，其主要表现在：1) 术中心脏超声监测对麻醉医生的信息综合能力，决策能力提出了很高的要求，要求快捷有效，要求团队协作。2) 对没有影像学基础的临床医生而言，学习心脏超声监测更是难上加难，学习曲线长，需要大量的培训和练习。3) 超声影像技术的特性决定了超声检查对临床医生的实际经验有较强的依赖性。

为了提高临床医生对心脏超声的应用水平，使围术期心脏超声技术易于学习和掌握；急需解决以下关键问题：（1）如何让学员早期理解心脏超声探头-超声平面-心脏模型三者的位置关系，从入门就将二维的超声图像转换成三维的空间想象；（2）如何解决学员量大，基础水平参差不齐，过度的临床教学练习给病人带来潜在伤害的问题；（3）如何解决临床思维训练对真实临床病例图像的需求。

本课题组历时 9 年，针对上述问题进行了系列研究和自主创新：

1. 针对心脏超声监测教学难度高，主要障碍在于学习心脏、大血管结构与超声切面的空间三维关系难以掌握的问题，创新围术期心脏超声教学方法，该方法是以临床模拟教学系统为核心的成套技术。包括四大核心技术，模拟人，数字人，虚拟人，手机 APP, 以上技术的综合应用使学员可以直接观察到超声探头、切面、心脏以及超声图像之间的关系，使心脏模型和超声切面的学习曲线缩短，记忆时间延长。

2. 从 2010 年开始，来华西培训基地学习心脏超声监测技术的骨干教师到 190 人，目前培训规模稳定在 8 人/3 月。该技术教学流程清晰，可操作性强，安全可靠，使高难度教学“简易化”，易于学习和掌握，解决了心脏超声临床监测床旁教学的瓶颈。通过规范化的推广，在全国掀起了心脏超声监测技能培训的高潮，成立了中华医学会麻醉学分会超声学组，中国医药教育协会超声医学分会麻醉超声专业委员会，成员单位达涵盖了中国最重要的心血管麻醉教学基地，围术期心脏超声规范化监测规模达到 10000 例/年，改变了我国临床术中心脏超声监测培训和临床应用的现状。

3. 针对学员量大，基础水平参差不齐，对上手操作练习需求量大的问题，

我们创立了基于模拟教学的切面标准化、测量标准化、决策标准化教学方案，实现了循环系统快速评价方法的模拟教学方法。本教学方案由基于实体仿真的心脏超声临床模拟训练系统，由一个模拟人和一个仿真探头组成，让培训学员亲自动手练习经食道超声心动图的标准切面，并可呈现一个同时包含三维心脏模型、探头和声窗的虚拟场景。在切面标准化方面，术中心脏超声监测必备的基本切面类型为 4 个标准切面，在此基础上做成免费的手机 APP 软件和教学挂图广为传播，作为初学者和日常心脏超声监测监测的必查切面。

在华西基地近 2000 例心脏超声教学病例显示，华西心脏超声监测标准化模拟教学方法配合 120 例实际病例的诊疗决策，可以让没有超声基础的临床医生在模拟教学后的 3 个月的学习过程中达到甚至超过没有经过模拟技能培训的超声科医生，华西基地的 72 名学员全部具备独立监测的能力，广东省心研所，北京阜外医院，北医三院，郑州大学第一附属医院也在建立相应的培训机制。标准化心脏超声模拟培训带来了心脏超声监测技术在术中迅速普及，使术中血流动力学诊疗决策效率大大提高，以心脏手术为例，以前请心脏内科会诊需要额外等候 30 分钟以上，即无谓延长体外循环和全麻时间从 30 分钟减少到 5 分钟，在不增加额外人力成本的基础上使这部分费用从 3000-7500 元降低到 500 元。改善了患者的预后，减轻了经济负担，取得了显著的社会效益。

3. 针对心脏超声监测临床思维训练零散、无序的特点，结合临床思维训练对真实病例图像的需求的难点，我们首次实现了实体仿真模拟系统与真实临床病例图像数据无缝对接，临床和教学之间的信息通道被打通，用于构建临床医师超声技术非临床学习环境，构建和评估学员的操作能力、空间思维能力和临床判断能力，进行心脏超声模拟训练和测试，使模拟教学成为临床操作前心脏超声培训课程的重要内容，心脏超声模拟系统提供了简单全面的学习界面和没有心理压力及时间限制的友好环境，心脏超声模拟系统同时也用于评价和评估学员的操作能力、空间思维能力和临床判断能力。心脏超声模拟训练和测试是学员进入手术室开始临床操作前心脏超声培训课程的重要内容。该成果的推广应用改变了国产心脏超声模拟教学装备几乎空白的现状，在我国医学模拟教育发展中具有重要意义。

表 1 心脏超声传统培训方法和模拟培训方法的区别

	传统培训方法	模拟培训方法
患者安全	潜在风险	无风险
相对大量的学员	不允许	允许
培训时间	不保证充足	保证充足
学习环境压力	压力大	无压力
学习的计划性	计划性不强	计划性强
所需设备	临床超声设备	模拟教学设备
增强现实技术	不能采用	可以采用
学习曲线	平缓	陡直
心脏超声培训标准化	难以实现	容易实现
短时间病例数量	少	多
短时间病例种类	不全面	全面

6. 客观评价

1. 科技成果评审汇总意见 该科技发明项目选题来自心脏超声监测临床教学实践，课题组提出并实现了一种与国外心脏超声模拟教学系统完全不同的设计理念和办法，其最显著的技术特征为充分利用心脏超声临床图像构建心脏超声模拟培训课程奠定了坚实的基础。该项目中的成果有发明专利，发明转化、SCI 论文和国际会议交流。正是具有以上特征，使得该系统能够快速提高没有超声基础的临床医生的空间思维能力，缩短临床心脏超声监测技能的学习曲线。这个特征使我国麻醉界在围术期心脏超声模拟教学领域占有一席之地。

课题负责人具有丰富的临床经验和临床教学经验，大胆设想，设计并实现了一种全新的心脏超声模拟教学系统，为临床教学提供了有力的手段，已产生显著的经济效益、社会效益。因此，我们认为该成果具有国内领先，国际一流的技术应用水平，技术经济指标达到了同类技术的领先水平，对围术期监测领域的科技进步具有明显的推动作用。

2. 科技查新结论 经教育部科技查新工作站 Z05 作国内外查新，本项目查新点如下：

- ①利用探头姿态数据采集装置获取心脏超声探头姿态数据；
- ②利用仿真探头在智能体模内调用位置存储的真实心脏超声图像

除本委托项目课题组发表的论文以及其他单位应用本委托项目课题组的方法发表的论文外，未查到有和本委托项目查新点内容完全相同的文献报道。

3. 论文收录引用证明经四川省科技成果查新咨询服务中心分院分中心检索，本项目成果发表的论文中，11 篇被 SCI 收录，EI 收录 11 篇。

4. 编入指南 《2014 中国麻醉学指南》、《围术期经食管超声心动图监测操作快捷指南》、《临床科室超声技能分册》。

5. 耶鲁大学纽黑文医院麻醉科 Viji Kurup 高度评价本成果，公开发表在“CURRENT OPINION Exploring new frontiers in anesthesia education” Viji Kurup 教授特别在该篇编者显著位置介绍本成果及第一完成人：

“ Teaching transesophageal echocardiography to trainees is a daunting undertaking, especially as it involves understanding of the spatial orientation of anatomical structures. Recent advances in simulator technology have enabled the simulators to be used for this purpose. Dr Song et al. (pp. 686 - 691) describe the use of simulators for this application. ”

上文翻译：给学员传授心脏超声技术是一件困难的事情，特别是学员难以理解切面的空间解剖位置，最近在模拟教学领域的进展能够帮助解决这个问题，宋医生将在本刊 686-691 页介绍他们在模拟教学领域的应用。

7. 推广应用情况

本课题组已成功举办 9 次华西可视化技术在麻醉镇痛与危重急救中的应用大会，围术期心脏超声模拟教学系统是会议最具吸引力的教学内容，多次举办国内包含 workshop 在内的高级研修班及多次境内外培训班，使数十家医院能够成功开展术中心脏超声监测，累计完成标准化模拟培训 3000 多例。本项目是目前国内外术中心脏超声模拟教学领域最全面、系统的教学研究之一，研究成果使心脏超声模拟培训合格的成功率提高到 96.7%，中途退出培训导致失败率低到 1.3%，使早期三维心脏模型的构建率从 30%左右提高到 100%。本项目成果进入全面应用推广阶段，项目成果心脏超声模拟教学系统已在浙大附二院和四川大学华西医院全面使用，并且在上海瑞金医院、深圳市人民医院、港大深圳医院、川北医学院、湘雅第一人民医院、甘肃省人民医院等医院推广。共培养心

脏超声师资 190 名，技术骨干 500 名，基础医师 2000 余名。

8. 知识产权证明目录

[1] 宋海波；姚宇；苗青；付忠良；刘进 等 经食道心脏超声可视化仿真系统及方法 国内发明专利（已授权） 申请日 2010.08.12 申请号 201010251812.5 公开号 CN101916333A 已转化

[2]宋海波 苗青 刘进 陈晓清 王伟东 雷超 付忠良 姚宇等 用于教学及临床技能培训的经食管超声可视化仿真系统与方法 国内发明专利（实际审查） 申请日 2012.08.08 申请号：201210281103.0 公开号 102789732A 已转化

[3] 宋海波；任洁钊；魏明天 等 经食道检查喉罩 国内发明专利（已授权） 申请日 2009.4.28 申请号 200910059119.5 公开号 CN101530315 已转化

9. 代表性论文目录

[1] Song H, Tsai S K, Liu J. Tailored Holder for Continuous Echocardiographic Monitoring. [J]. Anesthesia & Analgesia, 2017, 126(2):1.

[2] Song H, Peng YG, Liu J. Innovative transesophageal echocardiography training and competency assessment for Chinese anesthesiologists: role of transesophageal echocardiography simulation training. Curr Opin Anaesthesiol. 2012 Dec; 25(6): 686 - 91.

[3] Han P, Song H, Yang P, Xie H, Kang YJ. Cardiac Arrhythmias Induced by Chloral Hydrate in Rhesus Monkeys. Cardiovasc Toxicol. 2011 Feb 13.

[4] SongH, LiuF, DianK, LiuJ. Echorounds: intraoperative transesophageal echocardiography-guided patent ductus arteriosus ligation in an asymptomatic nonbacterial endocarditis patient. Anesth Analg. 2010 Oct;111(4):878-80. Epub 2010 Aug 27.

[5] Tao K, Lin K, Shi Y, Song H, Lui RC, Gan C, An Q. J Periventricular device closure of perimembranous ventricular septal defects in 61 young children: early and midterm follow-up results. Thorac Cardiovasc Surg. 2010 Oct;140(4):864-70. Epub 2010 Jun 18.

[6] Chen G, Lai W, Liu F, Mao Q, Tu F, Wen J, Xiao H, Zhang JC, Zhu

T, Chen B, Hu ZY, Li RM, Liang Z, Nie H, Yan H, Yang BX, Du Q, Huang WX, Jiang YW, Kwan AS, Song L, Wu CM, Xiang T, Xu HW, Lau WB, Song HB, Wen CB, Yao ZH, Zhang L, Zeng J, Dai YE, Lopez BL, Zheng JQ, Zhou J, Christopher TA, Ma XL, Yu H, Xu LL, Guo Q, Song ZP, Volinn E, Kryger K, Cao Y, Ge H, Liu H, Luo CZ, Tao W, Zuo YX, Liu J. The dragon strikes: lessons from the Wenchuan earthquake. *Anesth Analg.* 2010 Mar 1;110(3):908-15.

[7] Gan C, Lin K, An Q, Tang H, Song H, Lui RC, Tao K, Zhuang Z, Shi Y. Periventricular device closure of muscular ventricular septal defects on beating hearts: initial experience in eight children. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009 Apr;137(4):929-33.

[8] Gan C, An Q, Tao K, Tang H, Lui RC, Song H, Lin K, Pan W, Shi Y. How to choose an occluder for two nearby muscular ventricular septal defects? *Ann Thorac Surg.* 2009 Apr;87(4):1307-8.

[9] Yang PL, Wong DT, Dai SB, Song HB, Ye L, Liu J, Liu B. The feasibility of measuring renal blood flow using transesophageal echocardiography in patients undergoing cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2009 May;108(5):1418-24.

[10] Tao KY, An Q, Gan CP, Tang H, Feng Y, Song HB. Give the patient another chance: peratrial device closure of a secundum atrial septal defect that failed percutaneous device closure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009 Apr;137(4):1024-7. Epub 2008 May 19.

[11] Yang L, Chong-Qi T, Hai-Bo S, Lan Z, Tian-Fu Y, Hong D, Fu-Xing P. Applying the abdominal aortic-balloon occluding combine with blood pressure sensor of dorsal artery of foot to control bleeding during the pelvic and sacrum tumors surgery. *J Surg Oncol.* 2008 Jun 1;97(7):626-8.

[12] Wong DT, Weng H, Lam E, Song HB, Liu J. Lengthening of the trachea during neck extension: which part of the trachea is stretched? *Anesth Analg.* 2008 Sep;107(3):989-93. 2)

EI 收录论文:

[1] Zhongliang FU, Yu YAO, Xianghui ZHAO. The Best Combining of Classifiers with Prior Probabilities[C]. // Machine Learning and Data Mining in Pattern Recognition. International Conference on machine learning and data mining, Germany, July 2009. (EI Compendex and ISTP)

[2] Yu Yao, Zhongliang Fu, Xianghui Zhao, Wenfang Cheng. Combining Classifier Based on Decision Tree[C]. 2009 WASE International Conference on Information Engineering. (EI Compendex and ISTP)

[3] Qing Miao, Zhongliang FU, Xianghui ZHAO. A method for image segmentation based on optimal geometric model [C]. // 2010 2nd international conference on computer engineering and technology. (EI Compendex and ISTP)

[4] Qing Miao, Zhongliang FU, Xianghui ZHAO. A New Approach for color character Extraction Based on Parallel Clustering [C]. // 2009 CSSE International Conference on Computer Science and Software Engineering. (EI Compendex and ISTP)

[5] 付忠良. 不平衡多分类问题的连续 AdaBoost 算法研究[J]. 计算机研究与发展, 2011, 48(12):2326-2333. (EI Compendex)

[6] 付忠良. 多分类问题代价敏感 AdaBoost 算法[J]. 自动化学报, 2011, 37(8):973-983. (EI Compendex)

[7] 付忠良. 分类器线性组合的有效性和最佳组合问题的研究[J]. 计算机研究与发展, 2009, 46(7):1206-1216. (EI Compendex)

[8] 付忠良, 赵向辉, 苗青等. AdaBoost 算法的推广——组集成学习算法[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2010, 42(6):91-98. (EI Compendex)

[9] 赵向辉, 姚宇, 付忠良等. 面向目标的带先验概率的 AdaBoost 算法[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2010, 42(2):139-144. (EI Compendex)

[10] 付忠良. 关于 AdaBoost 有效性的分析[J]. 计算机研究与发展, 2008, 45(10):1747-1755. (EI Compendex)

10. 完成人情况, 包括姓名、排名、职称、行政职务、工作单位、完成单

位，对本项目的贡献

姓名：宋海波

排名：1

职称：副主任医师

行政职务：无

工作单位：四川大学华西医院

完成单位：四川大学华西医院

对本项目的贡献：提出项目总体方案，完成核心知识产权

姓名：刘进

排名：2

职称：主任医师

行政职务：主任

工作单位：四川大学华西医院

完成单位：四川大学华西医院

对本项目的贡献：指导项目总体方案，指导核心知识产权

姓名：姚宇

排名：3

职称：研究员

行政职务：无

工作单位：中科院成都信息技术股份有限公司

完成单位：中科院成都信息技术股份有限公司

对本项目的贡献：完成项目总体方案，实施核心知识产权转化

姓名：左云霞

排名：4

职称：主任医师

行政职务：副主任

工作单位：四川大学华西医院
完成单位：四川大学华西医院
对本项目的贡献：指导项目总体方案

姓名：唐红
排名：5
职称：主任医师
行政职务：副主任
工作单位：四川大学华西医院
完成单位：四川大学华西医院
对本项目的贡献：指导项目总体方案

姓名：魏蔚
排名：6
职称：主任医师
行政职务：无
工作单位：四川大学华西医院
完成单位：四川大学华西医院
对本项目的贡献：参与完成项目总体方案

姓名：付忠良
排名：7
职称：研究员
行政职务：总经理
工作单位：中科院成都信息技术股份有限公司
完成单位：中科院成都信息技术股份有限公司
对本项目的贡献：指导项目总体方案，指导核心知识产权转化

11. 完成单位情况，包括单位名称、排名，对本项目的贡献

单位名称：四川大学

排名：第 1 完成单位

对本项目的贡献：

本项目由华西医院麻醉科、中科院成都信息技术股份有限公司通力合作，组成医工联合项目组。随着我国住院医师规范化培训的全面推进，临床技能培训能力的培养面临严重挑战。对经食道超声心动图临床模拟教学系统监测技能培训的临床需求日益增加，是临床技能教学中的重点和难点。该项目组 11 年联合攻关，打破超声可视化技术传统的培训模式，研发的基于实体仿真的心脏超声临床模拟训练系统。这个模拟的系统可以让培训学员亲自动手练习经食道超声心动图的各个切面，并且可呈现一个同时包含三维心脏模型、探头和声窗的虚拟场景，为麻醉医师在手术室外的环境下练习超声技术提供了理想的环境。心脏超声模拟系统提供了简单全面的学习界面和没有心理压力及时间限制的友好环境，心脏超声模拟系统同时也用于评价和评估学员的操作能力、空间思维能力和临床判断能力。