

2018 年国家科学技术进步奖项目提名

公示内容

一、项目名称：颅面形态信息学研究与应用

二、提名单位：北京市科学技术委员会

三、项目简介：

颅骨和面貌是人最重要的部分，该项目始于 96 年公安部国家重点攻关项目“计算机颅骨面貌复原技术”，历时 21 年，运用信息技术创新研究颅面形态变化规律和应用技术，形成了颅面形态信息学系统研究，解决了面貌复原、身份认证、人种溯源、颅面手术等关键技术，成果应用改变了涉及颅面的法医认证、人类学与考古、医学等传统技术方法，奠定了我国在该领域国际优势地位。

在下列工作中推动了科学技术进步：

1、发明研制了根据颅骨的计算机面貌复原方法和颅骨人像重合技术，解决了法医尸骸面貌复原、刑侦的遗骸与遗像的身份认证问题，为公安刑事侦查破案提供了新技术；应用互联网+公安尸源认定的云计算平台，建设了覆盖全国的颅骨人像复原识别认证网络系统，极大地提高了公安刑侦认证和身份识别的效率。20 余年从事颅面形态的基础研究和社会安全事业，将传统手工复原变成了科学数据计算、虚拟现实展示、3D 打印制作的信息工程，使颅面复原的效率与效果达到国际先进。研究成果推动了公安法医刑侦的科技进步，形成国家标准《法庭科学颅骨面貌复原技术规范》2014 年在公安部行业实施，有效维护了公共安全，取得显著社会效益。

2、研制了颅面三维数字测量、碎片修复和可视分析的技术，应用于古人类和考古遗骨数字测量和头颅面貌复原，改变了传统的古人类遗骸研究和考古名人遗骸面貌复原方法，实现了复杂遗骸可视量化分析和计算面貌复原，完成 138 例古人面貌计算复原；应用破碎颅骨虚拟修复与三维测量实现 30 万年以来古人头骨分析复原和面貌重现，初步建立了系列中国考古遗骸面貌演化图系。为古人类学研究和考古学提供了数字分析和可视计算平台，推动行业的科技进步。

3、提出了颅面数据采样新方法和颅面数据组织新技术，构建了精度和数量国际领先的中国人颅面数据库。针对蒙古人种（中国人）研究，发现了在颅面、性别、种族的关键特征数据群，揭示了多项人类学种族和性别特征差异。本成果突破了传统人类学研究缺乏科学数据、主观性强的局限，填补了我国在计算体质人类学的领域空白，确立了我国在该领域的重要地位，研究成果（发表在领域国际顶级期刊）处于国际领先。

4、将复杂的颅骨面貌变为可计算对象，攻克了器官建模、模型配准、关系

建模、复原重构、面貌评价等关键技术，提出颅颌面修复的统计及有限元混合仿真模型，支持颅颌面虚拟手术修复。将黎曼流形几何度量用于颅面评价，解决复原客观评价方法缺失难题。提出知识分析和统计学习两种颅面形态学习计算模型。可视化、虚拟化、智能化技术用于相关医学领域，推进了传统医疗技术的进步，取得了良好的效益。

该项目通过公安部验收和教育部鉴定，多项技术“国际领先水平”，“填补国内空白，社会效益显著”，并在公安、考古和医疗等行业应用。发表 SCI/EI 论文 168 篇且法医人类学顶刊 4 篇。软著 18 项；主办国际会议 3 次；专著 3 部其中《颅面形态信息学》是该领域第一部学术专著。授权发明专利 15 项，其中《一种基于分区统计模型的颅面复原方法》获 18 届中国专利优秀奖。

四、客观评价：

1. 国际同行评价

颅面统计建模方面：IEEE Fellow 德克萨斯大学奥斯汀分校 Ahmed H. Tewfik 教授在其发表于《IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING》的文章 Real Time 3D Visualization of Intraoperative Organ Deformations Using Structured Dictionary 中，认为项目提出的多分辨率统计形变模型是一种先进的非稀疏的曲面表示方法，提升了小样本条件下的建模精度；IEEE Transactions on Cybernetics 主编 Stefanos Zafeiriou 教授发表于《International Journal of Computer Vision》上的 Large Scale 3D Morphable Models 将颅面形变模型列为一种典型的统计形变复原模型。发表在 27 届 SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images 上的文章 Forensic Facial Reconstruction using Mesh Template Deformation with Detail Transfer over HRBF 认为提出的层次化颅面统计形变模型光滑地融合了局部模型和整体模型，无需基于已经定义的颅面测量点和软组织厚度值，仅通过迭代方法调整模板颅骨，使其逐渐匹配输入的未知颅骨以产生复原颅面。

颅面身份鉴别方面：发表于《International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication》上的文章 A Hybrid Model for Photographic Supra-Projection 对在颅面身份鉴别的工作进行跟踪研究，认为提出的方法是解决颅骨身份认证的有效途径，并在该工作的基础上进行了改进。

古人颅面复原方面：“The facial reconstruction of LI CHUI”在 39 届国际计算考古会议(CAA)大会报告后，国际数字考古学会科学委员会主席美国佛吉尼亚大学 Bernard Frischer 教授在会议总结指出：“信息技术应用到颅骨面貌复原在此领域的活跃工作，使得他们成为此领域的领先者(They have been taking an active part in CAA, they have emerged as leader)”。国际数字考古学会秘书长 A.G.Lange 博士对该项工作高度评价：“将机器学习技术应用于此是领先的工作，该研究结果相当特别，不仅视觉效果极好，科学上也是严谨的(The application of Machine Learning techniques in this is also well ahead of developments. The results are rather spectacular in the literal sense, wonderful to the eye and scientifically sound)”。

医学图象分割模型方面：发表于《IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING》的文章 Robust Nanoparticles Detection From Noisy Background by Fusing Complementary Image Information 对提出的综合区域与边缘信息主动轮廓模型多处引用并指出**该模型较其他同类方法有较好的收敛性**，在他们方法中采用了该模型；发表于《Pattern Recognition》上的文章 Inhomogeneity-embedded active contour for natural image segmentation，将该模型作为一种流行的主动轮廓模型分割方法进行了实验比较。

颅面模型配准方面：新加坡国立大学的 Wee Kheng Leow 教授发表于 15th International conference on Computer Analysis of Images and Patterns 上的论文 Performance Analysis of Active Shape Reconstruction of Fractured, Incomplete Skulls 把提出的两种颅面非刚性配准方法作为经典的非刚性稠密点云数据配准方法进行了实验分析与对比。

2. 科技成果评价

2011年8月10日,教育部科技发展中心在北京组织了"颅面形态信息学研究与应用"成果鉴定会,以中国工程院常务副院长潘云鹤院士为鉴定委员会主任,虚拟现实技术与系统国家重点实验室主任赵沁平院士为副主任的鉴定委员会一致认为：“该项目成果开创了颅面形态信息学研究的新领域，形成了系列成果，社会效益显著，系统方法创新，技术先进，体系设计合理，使用效果良好。在颅骨面貌科学数据重构方面**填补了国内空白**。研究工作整体上达到了国际先进水平，其中的**颅面数据库、颅面形态计算模型处于国际领先。**”

2012年7月16日,中国图形图像学会在北京对"颅面形态信息学研究与应用"成果进行行业评审,工程院院士刘耀为主任的评审委员会一致认为：“项目在理论和技术手段上**创新性强**,形成了系列成果,在颅面重构方面**填补了国内空白**。研究成果已应用于公安刑侦、颅面医学、考古学与体质人类学等多个领域,实例丰富,效果良好,**社会效益显著。**”

3. 检测结论

2014年3月和2016年10月863软件孵化器软件评测中心分别对“基于大数据颅面数据库的自动化颅骨面貌复原平台、颅面形态数据库及颅像重合系统、计算机辅助颅颌面修复和分析系统”进行了功能测试,检测报告结论：“所测项目功能表现均通过。

4. 国家科技支撑计划课题验收意见

2000年公安部科技局在西安主持的国家“九五”重点科技攻关项目验收意见：“研究工作**填补了我国计算机颅骨面貌复原技术领域的空白**,所解决的关键技术对该领域的研究工作有普遍的指导意义,其研究技术为国际先进水平,研究成果**属国际领先。**”

5. 曾获科技奖励情况

发明专利“一种基于分区统计模型的颅面复原方法”（ZL201110022354.2），获 2016 年第十八届中国专利奖优秀奖，授奖单位：国家知识产权局。

“颅面形态信息学研究与应用”获 2014 年度“北京市科学技术奖”二等奖，授奖单位：北京市人民政府，2014.12

“颅面形态信息学研究与应用”获 2013 年度“中国计算机学会科技进步奖”二等奖，授奖单位：中国计算机学会，2013.10

“颅颌面影像数据智能处理技术研究与应用”2017 年度“陕西省科技进步奖”二等奖，授奖单位：陕西省人民政府，2017.12

6. 知识产权情况等

授权国家发明专利 15 项，软著 18 项；国家标准 1 项；主办国际会议 3 次；SCI/EI 论文 168 篇，法医人类学顶级期刊 4 篇，专著 3 部且《颅面形态信息学研究与应用》国家学术著作基金资助出版。

五、推广应用情况：

该项目在公共安全（公安部物证鉴定中心）、人类学（中国科学院古脊椎动物与古人类研究所）、医学（北京协和医院）、考古学（秦陵博物院）行业顶尖单位应用，引领行业科技进步。

技术进步改变了行业应用模式：形成国家行业标准，将传统小样本数据专家经验复原改变为大样本数据科学复原的行业规范；3000 余例现代人和古人类头骨修复分析和面貌复原；系统平台支持在公安部系统、考古研究院、多家医疗机构的推广应用，社会效益经济效益显著。

六、主要知识产权证明目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	专利有效状态
1	发明专利	一种基于分区统计模型的颅面复原方法	中国	ZL201110022354.2	2012-12-19	第 1104468 号	西北大学	周明全, 冯筠, 耿国华, 张彦飞, 李康	有效
2	发明专利	基于层次化回归模型的颅面重构方法	中国	ZL201210298913.7	2015-03-18	第 1608809 号	北京师范大学	段福庆, 武仲科, 周明全	有效
3	发明专利	颅面复原用模型库和颅面复原方法	中国	ZL201310209976.5	2015-09-30	第 1805187 号	西北大学	贺毅岳, 耿国华, 周明全, 高妮, 贾甲, 茹少峰, 贺小伟	有效
4	公安部行业标准	法庭科学颅骨面貌复原技术规范	中国	无	2014-09-28	GA/T1187-2014	公安部物证鉴定中心、北京师范大学、西北大学	纪元、周明全、耿国华、税午阳、张继宗、何光龙、邓擎琼、段福庆、李康	其他有效知识产权

5	发明专利	一种基于断层图像的面皮三维表面模型重建方法	中国	ZL201210403195.5	2015-03-25	第 1612324 号	西北大学	耿国华, 周明全, 贺毅岳, 高妮, 李康, 贺洁琼	有效
6	发明专利	基于子空间分析的颅骨性别鉴定方法	中国	ZL201210264630.0	2015-03-18	第 1007114 号	北京师范大学	段福庆, 王梦扬, 周明全	有效
7	发明专利	头发模型建模方法	中国	ZL201210527580.0	2015-06-17	第 1700843 号	西北大学	耿国华, 周明全, 李康, 韩翼, 刘伦春, 尚鹏	有效
8	发明专利	一种基于测地线的躺卧三维颅面模型的直立矫正方法	中国	ZL201410771056.7	2017-05-17	第 2014107 号	北京师范大学	刘翠婷, 赵俊莉, 段福庆, 武仲科, 周明全	有效
9	发明专利	基于空间共线点的单光心反射折射摄像机焦距标定方法	中国	ZL201110064472.X	2012-07-18	第 201110 号	北京师范大学	段福庆、周明全	有效
10	发明专利	一种矢量几何模型压缩方法	中国	ZL201210118488.9	2014-05-14	第 1402335 号	西北大学	周明全、耿国华, 杜卓明、李康、贺毅岳、史哲、郭竞、张婧	有效

七、主要完成人情况：

排序	姓名	主要贡献	工作单位	完成单位	职称	职务
1	周明全	项目主持人，于1996年首先系统提出了计算机辅助面貌复原系统的总体思路和方案。提出了计算机辅助颅像重合技术与身份认证的总体思路。历时20年研究，提出颅面信息学的科学体系，组织相关研究成果的应用和实施。主持国家九五攻关、十一五863、十二五国科金重点等重大项目。主持开展医学、刑侦、考古领域应用。	北京师范大学	北京师范大学	教授	
2	耿国华	提出基于中国人颅面数据库数据处理、分类、测量和分析方法，研究活体颅面数据采集与建模算法，建立虚拟颅面测量分析系统，为颅骨面貌形态研究提供科学依据。根据五官与形态特征关系，给出了颅骨特征点标准，分类测量获得中国人面部软组织分布规律。提出了基于知识模型和统计模型颅面形态信息学研究新模式。	西北大学	西北大学	教授	
3	纪元	法医人类学专家，提出颅面形态特征点群定义标准，组织制定法庭科学颅骨面貌复原技术规范；提出颅面形态研究成果在刑事案件侦查应用的总体方案。	公安部物证鉴定中心	公安部物证鉴定中心	研究员	
4	段福庆	提出基于层次化统计模型的颅骨面貌复原新方法；提出基于解剖结构的三维颅相重合新方法；提出基于颅骨的性别判别新方法；	北京师范大学	北京师范大学	教授	

5	武仲科	提出基于黎曼几何和等测地区域的三维面貌客观评价方法；提出基于球 B 样条曲面和盘 B 样条曲面的三维模型表示新方法；参与颅面形态信息学理论框架	北京师范大学	北京师范大学	教授	
6	李康	负责颅面数据库管理系统的设计和实现，制定颅面数据采集标准；提出可重用头发的三维建模新方法；设计和研发了颅骨面貌复原网络化和数字化平台；在考古领域开展实际应用。	西北大学	西北大学	副教授	
7	税午阳	提出基于软组织分布和统计形状模型的颅面形态分析方法；提出基于医学影像的头部器官重建和 3D 打印方法；在人类学、医学和刑侦领域开展实际应用。	北京师范大学	北京师范大学	讲师	
8	吴秀杰	提出古人类头骨化石的虚拟修复和古人类头骨面貌复原的技术方案，提供人类学专业知识和化石标本；实施颅面形态信息学方法在古人类头骨面貌复原的应用。	中科院古脊椎动物与古人类研究所	中科院古脊椎动物与古人类研究所	研究员	
9	邓擎琼	提出了基于全局和局部变形相结合的颅面模型稠密点云配准方法、基于全局和局部坐标校正的颅面分区复原方法以及基于误差分析的颅面分区融合方法；建立了面部测量点软组织厚度与样本属性回归方程。	北京师范大学	北京师范大学	高级工程师	
10	冯筠	提出颅面分区统计模型和基于特征点的颅骨和面貌模型分区方法。提出基于三维统计变形和有限元混合的颅颌面手术方法，在医学领域开展应用。	西北大学	西北大学	教授	

八、主要完成单位及创新推广贡献：

(1) 北京师范大学，第 1 完成单位

成果主持单位，负责项目整体平台设计、系统推广、案例应用；负责项目的组织管理、组织相关单位合作，为项目提供科技人员保证和人力资源配置，提供必要的物质条件，为项目顺利完成提供了保障。

(2) 西北大学，第 2 完成单位

完成了该项研究的部分关键技术，在数据采集、可视化三维建模、分区面貌重构方面做出了创新贡献。西北大学积极协调各方力量，提供必要的人力和物质资源的配置，为项目的开展搭建了良好的工作环境和开发平台。

(3) 公安部物证鉴定中心，第 3 完成单位

提供了人类学支撑和刑侦案例支撑，从人力物力方面给予支持。针对颅面形态学研究要求，提出实际应用模型及颅骨面貌的智能复原模型。协助该项成果检测实验，案例数据采集，系统推广应用。

(4) 中科院古脊椎动物与古人类研究所，第 4 完成单位

是我国唯一专门从事古脊椎动物学、古人类学及相关生物地层学研究的学术机构。共同完成了古人类头骨的修复和颅面 3D 复原。为研究提供了古人类头骨数据、人员、经费、软硬件环境等支持。

九、完成人合作关系说明：

该项目由北京师范大学牵头，与西北大学、公安部物证鉴定中心和中科院古脊椎动物与古人类研究所长期深入合作，围绕颅骨面貌形态信息学中的数字化、分析、复原、认证和应用中的关键问题开展研究，共同完成该项目成果的研究与应用推广工作。

项目研究始于 1996 年公安部立项的国家“九五”重点科技攻关项目“计算机颅骨面貌复原技术研究”（96-919-01-03）需求，由公安部二所（现在的物证鉴定中心）主持，北京师范大学周明全教授（当时工作单位为西北大学，2005 年调任北京师范大学信息科学与技术学院院长）负责牵头，西北大学耿国华教授和公安部物证鉴定中心纪元作为骨干成员开始组建“计算机颅骨面貌复原技术研究团队”，密切开展合作研究。周明全教授和耿国华教授作为项目主要负责人主要负责技术研发、纪元负责法医人类学经验知识，组织协调并参与技术研发和标

准制定及推广应用。同年，周明全、耿国华教授以项目组成员为基础组建西北大学“可视化技术研究所”，2002年，西北大学李康副教授作为西北大学可视化技术成员进入项目组从事基于知识模型的颅面复原技术的研究工作。

2008年到2011年间，北京师范大学、西北大学和公安部物证鉴定中心合作，由北京师范大学周明全教授作为项目负责人，北京师范大学武仲科教授、段福庆教授、税午阳博士、邓擎琼博士，西北大学耿国华教授、冯筠教授、公安部物证鉴定中心纪元研究员作为主要项目组成员共同承担了国科金重点项目及公安部相关项目的研究工作。在国家“九五”重点科技攻关项目的基础上，进一步开展基于中国人颅面科学数据集的颅骨面貌形态重建、分析和颅面重构相关的研究和应用工作。2013年以来，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所吴秀杰研究员与北京师范大学周明全教授、段福庆教授、税午阳博士合作开展了古人类破碎头骨化石的修复、计算机三维测量和古人类面貌复原等的研究工作，基于上述研究成果申请获批了2016年度中国科学院创新交叉团队。2014年以来，在公安部物证鉴定中心《基于颅骨面貌复原数字化与网络化平台建设》项目支持下，纪元研究员、李康副教授和税午阳博士将颅骨面貌复原技术与互联网+结合，在公安系统得到了推广和应用。基于多年合作的研究成果，相关研究单位及主要研究人员共同联合申报了2014年度北京市科学技术奖，获得二等奖（颅面形态信息学研究与应用，周明全（1）、耿国华（2）、纪元（3）、武仲科（4）、冯筠（6）、段福庆（7）、李康（9）、税午阳（11）、邓擎琼（12））。由公安部物证鉴定中心纪元研究员牵头，周明全、耿国华、税午阳、邓擎琼、段福庆、李康等人合作起草了《法庭科学颅骨面貌复原技术规范》国家公共安全行业标准（GA/T 1187-2014）。

上述项目合作产生了系列专著、论文、发明专利和软件著作权。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者 (项目排名)	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	共同立项	周明全(1)、耿国华(2)、纪元(3)	1996.7至2000.10	国家“九五”重点科技攻关项目“计算机颅骨面貌复原技术研究”(96-919-01-03)合同	结题报告	
2	共同立项	周明全(1)、耿国华(2)、武仲科(5)、纪元(3)、冯筠(10)、段福庆(4)	2008.1至2011.12	国家自然科学基金重点项目“颅面形态学和颅面重构的研究”(60736008)任务书	结题报告	
3	共同立项	吴秀杰(8)、段福庆(5)、周明全(1)	2013.1至2017.12	中科院2016年度创新交叉团队-古人类颅面复原创新交叉团队(科发人函字[2016]79号)	立项文件	
4	技术规范	纪元(3)、周明全(1)、耿国华(2)、税午阳(7)、邓擎琮(9)、段福庆(4)、李康(6)	2010.1至2014.10	法庭科学颅骨面貌复原技术规范(GA/T1187-2014)	标准	
5	共同获奖	周明全(1)、耿国华(2)、纪元(3)、武仲科(5)、冯筠(10)、段福庆(4)、李康(6)、税午阳(7)、邓擎琮(9)	1996.7至2014.12	2014年北京市科技进步奖二等奖《颅面形态信息学研究与应用》	获奖证书	
6	共同获奖	周明全(1)、冯筠(10)、耿国华(2)、李康(6)	2010.1至2012.12	2016年第十八届中国专利奖优秀奖“一种基于分区统计模型的颅面复原方法”(ZL201110022354.2)	获奖证书	
7	专著合著	周明全(1)、耿国华(2)、李康(6)、税午阳(7)	2002.7至2016.5	《颅面形态信息学》科学出版社	专著	
8	专著合著	冯筠(10) 周明全(1)	2002.7至2016.5	Reconstruction and analysis of soft-tissue organs and tubular structures using three-dimensional statistical deformable models 陕西科学技术出版社	专著	
9	共同知识产权	周明全(1)、冯筠(10)、耿国华(2)、李康(6)	2010.1至2012.12	一种基于分区统计模型的颅面复原方法(ZL201110022354.2)	授权专利	