

高 等 教 育
国 家 级 教 学 成 果 奖 申 请 书

成 果 名 称 自由实验、乐学创新的
 研究型近代物理实验教学

成果完成人姓名 王合英，孙文博，陈宜保，张慧云，
 陈宏，侯清润，茅卫红，张留碗

成果完成单位名称 清华大学

成 果 科 类 理 学

类 别 代 码 0 7 1 1

推 荐 序 号 1 1 1 1 5

成 果 网 址 http://qiyuan.tsinghua.edu.cn/intro/info_award_2018.jsp

推荐单位名称 北京市教育委员会

推 荐 时 间 2018 年 4 月 30 日

填 表 说 明

1. 成果名称：字数（含符号）不超过 35 个汉字。

2. 成果科类按照教育部颁布的《普通高等学校本科专业目录（2012 年）》（教高〔2012〕9 号）的学科门类分类（规范）填写。综合类成果填其他。

3. 成果类别代码组成形式为：abcd，其中：

ab：成果所属科类代码：填写科类代码一般应按成果所属学科代码填写。哲学—01，经济学—02，法学—03，教育学—04，文学—05，历史学—06，理学—07，工学—08，农学—09，医学—10，军事学—11，管理学—12，艺术学—13，其他—14。

c：成果属普通教育填 1，继续教育填 2，其他填 0。

d：成果属本科教育填 1，研究生教育填 2，其他填 0。

4. 推荐序号由 5 位数字组成，前两位为推荐单位代码，按照附件 1 中各推荐单位代码填写，后三位为推荐单位推荐成果的顺序编号。

5. 申请单位需提供一个成果网址，将成果申请材料和认为必要的视频及其他补充支持材料放在此网址下，并保证网络畅通。

6. 成果曾获奖励情况不包括商业性的奖励。

7. 成果起止时间：起始时间指立项研究或开始研制的日期；完成时间指成果开始实施（包括试行）的日期；实践检验期应从正式实施（包括试行）教育教学方案的时间开始计算，不含研讨、论证及制定方案的时间。

8. 本申请书统一用 A4 纸双面打印（封面去掉“附件 3”字样），正文内容所用字型应不小于 4 号字。需签字、盖章处打印复印无效。

9. 指定附件备齐后合装成册，但不要和申请书正文表格装订在一起；首页应为附件目录，不要加其他封面。

的领军人才是高等教育的责任和使命。创新人才的培养应注重以人为本，因材施教，实施多元化、个性化的人才培养模式。传统的近代物理实验教学内容固定、模式单一，优秀学生因课程缺少挑战性而失去兴趣，不利于创新人才的培养。我们于 2006 年进行教学改革，整合实验室的所有资源，建立了基础、综合与设计研究性实验相结合的分层次、多模式教学体系，满足不同学生群体的需求，广受学生好评。以此为基础，我们在 2010 年开展以“自由实验、乐学创新”为主旨、学-研-创相结合的研究型近代物理实验教学，成效显著，荣获 2014 年清华大学教学成果一等奖和 2017 年北京市高等教育教学成果一等奖。

“自由实验、乐学创新”的研究型近代物理实验教学理念是为学生营造宽松自由的实验环境和研究氛围，以兴趣和问题为导向，让学生处于主导地位，为学生提供挑战自己的空间和施展特长的实验平台，学生在学研创相结合的形式下，通过探究式学习发现问题，解决问题，在以主动的姿态获得知识的同时，获得一整套科学研究方法的训练和综合实践能力的大幅度提高。践行“教育”的深刻内涵，实现“知识传授、能力培养、价值塑造”三位一体的教学目标。

所谓“自由实验”，一是实验室全面开放，学生自由选择实验时间和实验项目；二是实验内容具有开放性，学生按兴趣自由开展不同的探究内容；三是实验仪器具有开放性，学生利用自己的特长改造仪器或增加新功能，也可自由搭建新仪器，做新实验。“乐学创新”是以学生的兴趣和问题为导向，提高课程的挑战性和趣味性，唤醒学生学习和研究的内动力，学-研-创相结合，达到“乐学”和“创新”的效果。

主要解决的教学问题:

本教学模式能有效解除传统实验教学模式中内容固定、模式单一、对优秀学生缺少挑战性的弊端，通过分层次、多模式的自由实验，解除传统实验教学模式对学生创新意识和独立精神的束缚与限制，激发学生的实验兴趣，呵护学生的探索热情，给学生挑战自己和发挥特长的空间，实现个性化、多样化人才培养。学生在学研创相结合的自由实验中，展现个人特长，激发创新灵感，实现学校“三位一体”的教学目标，同时实现优秀人才培养和实验室持续发展的双赢。

2. 成果解决教学问题的方法(不超过 1000 字)

为了解决传统近物实验模式存在的问题，实施研究型教育的理念，实现学校“三位一体”的教学目标，我们整合实验室内各平台资源、调集实验室全体教师和技术人员，开展以“自由实验、乐学创新”为主旋律，面向优秀人才培养的研究型近物实验教学模式。我们着重规划完成以下环节，保证新模式的实施效果：

(1) 兴趣激发：有效利用分层次的近代物理综合教学平台，在每个环节增设对学生有挑战性的内容，每个实验有不同的探究问题，充分利用教学网络平台和教学中留白的艺术，激发学生实验探究的兴趣和内动力。

(2) 教学内容：实验室提供 8 个近代物理综合实验平台，40 多个实验项目，内容基本涵盖物理学的所有二级学科。每个平台有不同的物理学学术方向和现代前沿技术方向。教学内容具有开放性和探究性，平台仪器具有开放性和组合性。学生按兴趣和特长灵活选题，强调设计实验的过程和实验能力的提高，重视科学思维和创新

意识的培养。

(3) 教学组织与管理：教学组织充分体现“自由、乐学、创新”的宗旨，采用现代信息技术进行数字化管理。学生自由选题，自主实验，实验注重细节，享受过程，允许失败。教师是一同探索的同伴，参与问题的讨论和方案规划，但不做具体细节的指导，充分发挥学生的潜能，给学生独立思考和解决问题的空间，鼓励质疑和创新。这种教学组织给学生营造宽松的实验环境，学生以愉悦的心情享受实验过程，在轻松的氛围中学生潜在的独立精神和创新意识得以唤醒和展现。

时空上实验室在工作日全天开放。几乎全体教师与技术人员随时为学生提供帮助，并设有专门时间进行讨论。实验预约、问题讨论、报告提交与批改均通过教学管理软件平台随时进行。同时定期举办组会讨论和报告会，学生及时梳理实验细节和过程，解决实验中遇到的问题，保证实验进度和质量。组会上请一些学有特长的学生作学术报告，分享他们在某一领域的技术特长和实验技巧，增加学术氛围，增长学识，启迪灵感。

(4) 资源配置：除实验室现有的所有仪器设备，实验中心提供一定的经费，根据需要购买自主设计实验所需的材料和通用实验设备。对于一些需要昂贵设备的方案，实验室积极为其联系物理系的科研实验设备或学校的大型开放仪器完成部分实验内容。

(5) 成绩评价：根据实验内容灵活安排，设置多目标、分层次、多出口的成绩评价模式。全面考察实验选题的原创性和新颖性、实验设计的简洁与巧妙，实验过程中独立解决问题的能力、研究报告的写作能力、口头报告能力等进行综合评价。

3. 成果的创新点(不超过 800 字)

- (1) 以分层次、多模式的近代物理实验教学体系为基础，通过“自由实验、乐学创新”的教学方式，解除传统近物实验教学模式对学生创新意识和独立精神的束缚与限制，改变传统实验教学中的“教”与“学”，学生不仅“做”实验，而且“创”实验，切实贯彻“研究型教学”的教育理念。
- (2) 以兴趣和问题为导向，做到“以人为本，因材施教”，实施个性化、多样化人才培养。满足不同学生群体的实验需求，为学生提供施展才华和展现个性的自由空间，让近代物理实验室成为学生创新研究的基地和学习乐园。
- (3) 把兴趣激励与能力培养相结合，注重唤醒学生的好奇心和学习的内动力，通过学-研-创相结合的自由实验，让学生在学中研，在研中创，不仅实现“知识传授、能力提高和价值塑造”的教学目标，而且实现实验拔尖人才培养和实验室持续发展的双赢。

4. 成果的推广应用效果(不超过 1000 字)

6 年多的教学实践表明以“自由实验、乐学创新”为基调的近代物理实验教学模式能充分利用实验室的所有资源，满足不同学生群体的实验需求，破除学生在传统实验教学中被动实验、不敢探索的心理问题，通过学研创相结合的自主实验激发学生对实验和物理学习的兴趣，提高学生的综合实验能力，增强学生的自信心，培养学生的创新意识，形成兴趣激励、自主探索、独立思考、乐学创新的良好实验氛围，是培养多样化、个性化、高素质创新人才的有效方式。

在过去 6 年内参与本项成果所述模式的理工科学生有一千多

名，较好完成小项目 300 多项。学生在这门课的学习中付出很多，也收获很多。参与的学生对新模式普遍反映良好，建议继续发扬。张靖同学这样评价：“近物实验可以发挥个人特长，自主设计实验，广泛涉猎前沿的科技知识，感觉到知识犹如一股清泉般涌入头脑，那种惬意的感觉不是任何物质享受可以比拟的。我享受每次实验探究的乐趣，体味能力的增长。这一阶段是快乐的跃迁，就像原子被激发放出 X 射线一般，我的整个身体被来自内部的这种强烈的爱所透穿……”。很多学生反映通过近物实验的学习学到的不仅是知识和能力，更有品质和精神上的收获，而后者将会让他们受益良多。这正是我们希望达到的教学效果。学生的诸多正面反映使我们坚定了推广本成果的信心，学生喜欢挑战，喜欢创新，我们所做的就是给学生提供挑战和创新的舞台，让他们的潜能和才智得以充分发掘和展现。具体事例见附件 1 成果总结。

在这种教学模式中，每个学生想法各异，教师随时面临新问题的挑战，老师不再是指导者，而是和学生一起探索，一起成长。这种教学相长的教学模式深得兄弟院校的同行认可，多次被兄弟院校邀请作报告介绍具体实施方法。已有多所院校多个实验室展开类似工作，相信本项成果所带来的裨益必将惠及实验物理教学的很多领域。

新模式实施以来发表教学论文二十余篇，获得各种奖项近三十项，专利两项，教学研究项目六项，开发出与新模式配套的教学管理系统和网络平台，新建设实验项目十八项。多次参加全国实验教学会议做大会报告和分会报告。平时经常接待众多国内高校同行的参观交流，被同行评价为“理念先进、效果显著、在国内高校具有引领作用，值得有推广和借鉴”。

此外，本教学成果的受益群体还有北京市的部分优秀中学生，他们在近物实验室完成的成果分别获得“明天小小科学家”和东润丘成桐科学奖（物理）等。

具体的成果推广应用列举见附件 2 教学成果应用及效果证明材料。

二、主要完成人情况

主持人姓名	王合英	性别	女
出生年月	1965年11月	最后学历	博士研究生
专业技术职称	副教授	现任党政职务	无
现从事工作及专长	近代物理实验教学		
工作单位	清华大学物理系		
联系电话	010-62773140	移动电话	13681524065
电子信箱	wanghey@mail.tsinghua.edu.cn		
通讯地址	清华大学物理系		
何时何地受何种省部级及以上奖励	无		
主要贡献	<p style="text-align: center;">负责本成果的规划、制定、组织与实施。组织近代物理实验室的教师讨论规划教学新模式的具体实施和分工合作、教学方法的改进、教学内容的拓展等，并负责近代物理实验室发展的建设规划与创新人才培养教学模式的改革实践。同时也是本成果的主要实施者。</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">本人签名：王合英</p> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">2018年4月16日</p>		

主要完成人情况

第(2)完成人姓名	孙文博	性别	男
出生年月	1980年2月	最后学历	本科
专业技术职称	工程师	现任党政职务	无
现从事工作及专长	近代物理实验教学, 教辅, 设备开发改造, 电子机械设计		
工作单位	清华大学物理系		
联系电话	010-62783572	移动电话	15652920016
电子信箱	swb@mail.tsinghua.edu.cn		
通讯地址	清华大学物理系		
何时何地受何种省部级及以上奖励	无		
主要贡献	<p>参与近代物理实验课程新模式方案的规划与制定, 作为主要技术支撑力量参与新模式的具体实施, 直接参与教学方法改进, 并主持部分实验项目的教学内容拓展。是本成果得以顺利完成的保障性力量。</p> <p>本人签名: 孙文博</p> <p>2018年4月16日</p>		

主要完成人情况

第(3)完成人姓名	陈宜保	性别	男
出生年月	1973年6月	最后学历	硕士研究生
专业技术职称	高级工程师	现任党政职务	无
现从事工作及专长	近代物理实验教学, 教辅, 设备开发改造, 软件设计开发		
工作单位	清华大学物理系		
联系电话	010-62773140	移动电话	13910398037
电子信箱	chenyibao@mail.tsinghua.edu.cn		
通讯地址	清华大学物理系		
何时何地受何种省部级及以上奖励	无		
主要贡献	<p style="text-align: center;">参与近代物理实验课程新模式方案的规划与制定, 为近代物理实验教学改革工作提供实验设备的建设、维护、软件开发、教务管理等方面的技术支持, 负责部分研究性实验课题的指导工 作。是本成果得以顺利完成的保障性力量。</p> <p style="text-align: right;">本人签名:  2018年4月16日</p>		

主要完成人情况

第(4)完成人姓名	张慧云	性别	女
出生年月	1964年11月	最后学历	博士研究生
专业技术职称	副教授	现任党政职务	无
现从事工作及专长	近代物理实验教学		
工作单位	清华大学物理系		
联系电话	010-62782872	移动电话	13521033544
电子信箱	zhhy3324@mail.tsinghua.edu.cn		
通讯地址	清华大学物理系		
何时何地受何种省部级及以上奖励	无		
主要贡献	<p style="text-align: center;">参与近代物理实验课程新模式方案的规划与制定，负责部分教学改革内容的实际执行与实施以及研究性课题的指导工作。是本成果得以顺利完成的保障性力量。</p> <p style="text-align: right;">本人签名: </p> <p style="text-align: right;">2018年4月16日</p>		

主要完成人情况

第(5)完成人姓名	陈宏	性别	女
出生年月	1966年10月	最后学历	硕士研究生
专业技术职称	副教授	现任党政职务	无
现从事工作及专长	近代物理实验教学		
工作单位	清华大学物理系		
联系电话	010-62773140	移动电话	17744538509
电子信箱	chen-hong@mail.tsinghua.edu.cn		
通讯地址	清华大学物理系		
何时何地受何种省部级及以上奖励	无		
主要贡献	<p>参与近代物理实验课程新模式方案的规划与制定，负责部分教学改革内容的实际执行与实施以及研究性课题的指导工作。是本成果得以顺利完成的保障性力量。</p> <p>本人签名：陈宏</p> <p>2018年4月16日</p>		

主要完成人情况

第(6)完成人姓名	侯清润	性别	男
出生年月	1965年1月	最后学历	博士研究生
专业技术职称	副教授	现任党政职务	无
现从事工作及专长	近代物理实验教学		
工作单位	清华大学物理系		
联系电话	010-62782872	移动电话	13601154824
电子信箱	houqr@mail.tsinghua.edu.cn		
通讯地址	清华大学物理系		
何时何地受何种省部级及以上奖励	无		
主要贡献	<p style="text-align: center;">参与近代物理实验课程新模式方案的规划与制定，负责部分教学改革内容的实际执行与实施以及研究性课题的指导工作。是本成果得以顺利完成的保障性力量。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：侯清润</p> <p style="text-align: right;">2018年4月16日</p>		

主要完成人情况

第(7)完成人姓名	茅卫红	性别	女
出生年月	1969年11月	最后学历	硕士研究生
专业技术职称	工程师	现任党政职务	无
现从事工作及专长	近代物理实验教学, 教辅, 设备开发改造		
工作单位	清华大学物理系		
联系电话	010-62783572	移动电话	15652970318
电子信箱	maowh@mail.tsinghua.edu.cn		
通讯地址	清华大学物理系		
何时何地受何种省部级及以上奖励	无		
主要贡献	<p style="text-align: center;">参与近代物理实验课程新模式方案的规划与制定, 作为技术支撑力量参与新模式的具体实施, 负责部分研究性课题的指导工作。是本成果得以顺利完成的保障性力量。</p> <p style="text-align: right;">本人签名: </p> <p style="text-align: right;">2018年4月16日</p>		

主要完成人情况

第(8)完成人姓名	张留碗	性别	男
出生年月	1967年11月	最后学历	博士研究生
专业技术职称	教授	现任党政职务	无
现从事工作及专长	物理教学, 凝聚态物理实验研究, 实验物理教学中心负责人		
工作单位	清华大学物理系		
联系电话	010-62772762	移动电话	13911328570
电子信箱	lwzhang@mail.tsinghua.edu.cn		
通讯地址	清华大学物理系		
何时何地受何种省部级及以上奖励	2006年教育部新世纪优秀人才		
主要贡献	<p style="text-align: center;">参与近代物理实验课程新模式方案的规划与制定, 指导教学改革的总体方向, 为近代物理实验教学改革工作的具体实施提供资源支持, 是本成果得以顺利完成的重要领导和支撑力量。</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">本人签名: </p> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">2018年4月16日</p>		

四、推荐单位意见

推
荐
意
见

该成果符合高等教育教学规律，经多年实践检验，具有较强的创新性、导向性、适用性和示范作用，对推动教育教学改革、提高人才培养能力具有显著效果，同意推荐参加 2018 年高等教育国家级教学成果奖评审。



五、评审意见

评审意见	<p>高等教育国家级教学成果奖评审委员会主任委员</p> <p>签字：_____</p> <p>_____年 月 日</p>
审定意见	<p>签字：_____</p> <p>_____年 月 日</p>

高等教育国家级教学成果奖申请书附件

成果名称：自由实验、乐学创新的研究型近代物理实验教学

推荐序号： 11115



附件目录：

1. 教学成果报告（不超过 5000 字，报告名称、格式自定）
2. 教学成果应用及效果证明材料（仅限 1 份）