

# 浙江省高等教育课堂教学改革研究项目

## 申 请 书

项目名称： 《工程图学》虚拟现实场景融合的课堂教学改革

申 请 人： 徐敬华

申请学校： 浙江大学

通讯地址： 浙大玉泉校区教 1-418 室

联系电话： 0571-87951737

传 真：

电子邮箱： xujh@zju.edu.cn

浙 江 省 教 育 厅

2016 年制

## 一、简表

项目 简 况	项目名称	《工程图学》虚拟现实场景融合的课堂教学改革						
	项目类别	A、基础课      B、专业课      C、实验课      D、其他 <input checked="" type="checkbox"/>						
	起止年月	2016 年 10 月-2018 年 10 月						
项目 申 请 人	姓 名	徐敬华		性别	男	出生年月	1979.10	
	专业技术职务/行政职务		副教授/		最终学位/授予国家		工学博士/中国	
	所在学校	学校名称	浙江大学			邮政编码	310027	
						电话	0571-87951737	
		通讯地址	浙大玉泉校区教 1-418 室					
	主要教学工作简历	时间	课程名称	授课对象		学时	所在单位	
		2014.09-2015.01	工程图学	本科生		48	浙江大学	
		2015.03-2015.07	工程图学	本科生		48	浙江大学	
		2015.09-2016.01	工程图学	本科生		48	浙江大学	
	主要教学改革和科学研究工作简历	时间	项目名称					获奖情况
项目 参 与 人  (可无)	姓名	性别	出生年月	职称	工作单位	分工	签章	
	费少梅	女	1966.10	副教授	浙江大学	校对		
	刘晓健	男	1983.11	讲师	浙江大学	建模		
	陈前勇	男	1993.11	博士生	浙江大学	仿真		
	盛红升	男	1992.02	硕士生	浙江大学	渲染		

备注：项目参与人不超过四人，没有参与人的务必填写“无”。

## 二、立项依据：(项目的意义、现状分析)

《工程图学》是培养学生空间思维能力的课程，包括工程图形处理技术和最基本的设计方法，是培养学生的空间思维能力、掌握机器设计制造能力的重要基础课程。《工程图学》培养空间想象能力，掌握看图画图技能，研究对象是机器，用图样的方式表达机器。《工程图学》向机械工程、几何学、计算机图形学、机器视觉、现代医学、虚拟现实等技术融合的方向发展。《工程图学》内涵有“工程”和“图学”，分别注重应用和理论，以培养“以图示形”空间想象能力为核心目标。《工程图学》的培养目标：培养学生的空间思维能力、培养学生的空间思维变成图形的能力、培养学生把图形变成模型的能力、培养学生的绘图能力。

《工程图学》课程的定位是培养学生空间思维能力的大类通识课程，也是设计和制造中的入门课程。《工程图学》面临的主要问题：课堂缺乏充分互动的载体。同时，图学课程只着眼于形体的表达，而忽视了形体的产生及其要求。构思就成为图学中非常重要的内容，而这种构思是基于功能的。从工程图学教学改革的角度思考，不仅仅要明确教什么，更重要的是如何处理教学内容，采取什么样的方法，这恰恰是当前教学中所缺少的内容，具有重要的研究意义。

《工程图学》旨在培养空间想象能力，实现以图示形，因其需建立二维视图与三维模型的逻辑映射关系，是普遍反映最抽象、最难学的大学课程之一。工学、理学、医学、信息学、农学及留学生等本科生对《工程图学》关注的教学内容不同，对其教&学提出了多样化、个性化、柔性化的更高要求。美国、德国、日本的大学教学中，已将工程图学与CAD相结合，并着重拓展了不同领域的应用，带动高新技术并促进商业繁荣。例如，美国华盛顿大学Wilmot Li等发表在ACM Transactions on Graphics的论文Interactive cutaway illustrations of complex 3D models提出了复杂模型三维交互式剖面图表达方法，用于机械工程、航空航天、医学等领域的复杂形体表达。国内工程图学教学，仍依赖教具，已部分采用先进的三维数字模型驱动的教学方式，极大地提高了课堂演示效果。另一方面，浙江大学在三维数字模型方面的具有很好的研究基础，这为数字建模提供了契机和基础。

《工程图学》教学改革创新，不是是否转向三维的问题，而是如何转向三维、更好地满足学生需求、与MOOC/SPOC差异化的问题。依赖木质、塑质教具，效果有限，随着CAD技术、数字媒体影视技术的发展，采用虚拟现实、场景交互、三维数字模型参数化驱动等前沿技术的教学方式，将有助于提高课堂效果。

项目申请者已经初步制作了三维模型，已初步构建剖视、旋转、相贯、截交的三维数字模型，如图1所示，在浙江大学本科生《工程图学》教学中应用，取得了同学们的好评和积极评价，每学期教学评价均为良好以上。在前期教学工作的基础上，提出了《<工程图学>虚拟现实场景融合的

《课堂教学改革》教学改革项目，本项目采用最新的三维建模与数字样机技术，采用更灵活、更快捷的参数驱动交互模型，构建一个通用性强、扩展性强、交互性强的工程图学三维模型库与虚拟现实交互平台，对于实现高水平综合性大学的实时多元交互式教学、主动学习与主动设计式的课堂教学和多学科综合性知识融合的教学都具有重要意义。

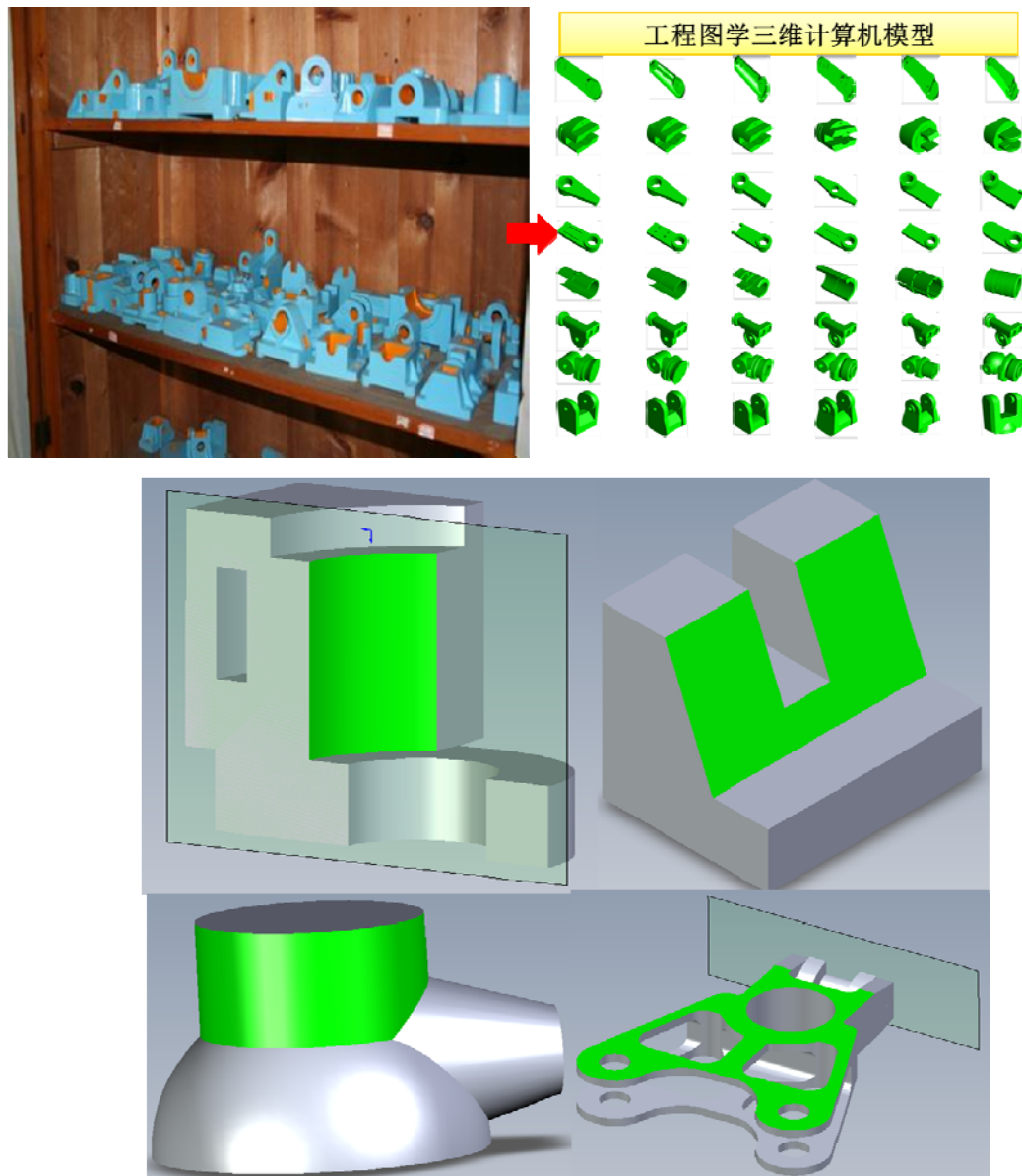


图1 《工程图学》虚拟现实场景融合的课堂教学改革

### 三、项目实施方案及实施计划

#### 1.具体改革内容、改革目标和拟解决的关键问题

##### **(1)克服《工程图学》过于抽象的教学难题，实现虚拟现实场景切换的交互式教学**

构建参数化驱动的复杂三维模型可视化集成模拟系统，变抽象为形象、变难学为易懂，满足等轴测（正等轴测、轴测图）、多体相贯、剖视图、零件图、装配体装拆（即装配和拆卸）、常用件和标准件等高难度教学要求，解决《工程图学》复杂点线面投影抽象性引起课堂交互性不足的传统难题。搭建三维虚拟仿真平台，建立一个逼真的3D环境，使学习者产生身临其境的感觉。采用虚拟仿真技术进行开发，学习者在场景中进行灵活的交互式操作，配置教学中的主要知识模块，灵活设置参数，依据属性参数，模拟一套动态数据库，动态交互式获得知识节点，使学习者更直观、高效、便捷地加深《工程图学》学习。将传统的《工程图学》二维拓展到三维，再进一步拓展到可交互的虚拟现实场景教学，实现虚拟现实场景切换的交互式教学改革。

##### **(2)克服《工程图学》被动的教学难题，实现主动学习与主动设计式的课堂教学**

在二维图元、三维模型的基础上，遵循视觉记忆性原理，提取学生视觉高敏感区域，科学性地吸引学生注意力，增强《工程图学》教学效果。解决《工程图学》理解模型与实际模型偏差大、理论与应用脱节、应用与场景错位等关键教学难题。倒摄抑制指后学习的材料对保持和回忆先学的材料的干扰作用。当先前学习的记忆内容，随着时间的流逝，受到其他活动或刺激的影响，记忆力逐渐减弱的现象，就称之为“倒摄抑制”。与之相反的是前摄抑制。本项目改革遵循基本的认知规律，人类记忆深刻的总是主观感兴趣的区域。兴趣点的培养成为学习的重点，类比是激活兴趣点的重要途径，实现主动学习与主动设计式的课堂教学改革。

##### **(3)克服《工程图学》知识面单一的教学难题，实现多学科综合性知识融合教学**

抓住“图形”，扩大应用范围，从而提高《工程图学》教学的地位。解决知识面窄化、扩展性不够、互动性不足等关键教学难题，扩展设计专业，以使与图形具有更密切的配合，面向多元化的设计的侧重点，包括结构设计中的造型设计、视觉传达设计、平面设计（美术）、动漫画、美术领域等多学科综合性知识融合。充分利用综合性高水平大学工学、理学、医学、信息学、农学及留学生的生源优势和差异性需求，挖掘满足教学需求的知识网络与创新路径，克服《工程图学》知识面单一的教学难题，实现多学科综合性知识融合的教学改革。

## 2.实施方案、实施方法、具体实施计划（含年度进展情况）及可行性分析

### 实施方案与实施方法及可行性分析

在已有的前期教学研究基础上，充分运用二维和三维建模软件和开发工具包，例如AutoCAD、Solidworks、ACIS、Virttools等，继续构建1个视觉显著度驱动的的工程图学三维模型库，不少于500个典型三维模型（含常用件和标准件）提取1000个模型显著区域，用于课堂教学吸引注意力，包括200项机械加工、工艺、维修知识，开发1个虚拟现实原型系统教学共享平台，在浙江大学本科生大类课《工程图学》中应用推广，使不少于300名（4个班，分4个学期）本科生受益，学科门类包括工学、力学、信息学、农学、医学、社科等，发表或录用教学研究论文2篇。

对机械产品图样建立一个完整的概念准备系统中需要用到的素材，需要时可在Photoshop中进行绘制与处理，在Flash中进行小动画的设计与制作，构建素材库；在3Dmax中进行建模、材质贴图、动画制作并进行渲染；设置多个相机，调节帧，充分应用放缩、旋转、漫游、剖视等可视化手段，将渲染的动画以tga序列导入到After Effects中进行后期特效处理并渲染；在3Dmax中将包含动画的模型以cmo格式导入Virttools，加动作模块，形成可交互的虚拟现实交互系统。

### 本项目的特色与创新之处

#### **(1) 构建参数化驱动的三维图学模型库，实现众创式的共建共享**

传统的工程图学课堂教学依赖教具模型，不能适应截交线、相贯线形成的基本体参数与轴线灵活变化的情况，拓展素材，极大地提高课堂动态多元交互效果。项目申请者从事的三维模型研究与建模方法，应用于教学环节中，提高了课堂效果。通过人类科学性视觉原理，吸引学生注意力，并非通过“注意听讲”等字眼强迫学生注意，提升工程图学教学的实时多元交互性，引入众创式汇智方法，实现三维图学模型库的虚拟现实场景平台的共建共享。

#### **(2) 适应工学大类培养的浙大综合性大学特色的工程图学教学改革**

适应不同专业对工程图学的需求，强化多学科融合。培养学生的空间思维能力、培养学生的空间思维变成图形的能力、培养学生把图形变成模型的能力、培养学生的绘图能力。在纯二维图元、仅三维几何模型的基础上，工程图学经历新一代教学改革：视觉显著度的三维可交互模型，适应工学、理学、医学、信息学、农学等多学科学生的多样化教学需求与创新知识网格。

#### **(3)融合创新设计国际化元素的工程图学教学改革**

工程设计现在已发展到全数字化阶段，能使设计、制造一体化过程得以实现的核心是三维几何模型，二维投影图、三维建模已满足不了形势发展的需要。因此，必须对传统的工程图学课程进行改革。新的现代工程设计图形学课程体系，突出“三维”和“设计”两个重点与SRTP、机械设计大赛、挑战杯、创新设计大赛充分融合，提高《工程图学》课程的竞争力。在视觉显著度交互性的基础上，

研究工程图与一些机械加工、工艺、维修等方面三维图结合，扩展工程图学的内涵，增加工程实用性。遵循机类图学课程的改革规律，按《工程图学》的思路与设计、制造相结合，组织图学课程的内容，与实践相结合，增大工程设计实例的分析，实时多元交互性、科学性记忆理解性与知识大类融合性，项目具有很好的可行性。

申请者和项目组成员简介：

**徐敬华**，项目负责人，机械工程学院副教授，主讲《工程图学》、《计算机辅助几何》、《CAD技术与基础》，主要研究方向为现代机械设计与装备数字样机。获得2015年度浙江大学青年教师教学竞赛奖（三等奖）。主持国家自然科学基金2项，浙江省自然科学基金1项，国家973项目计划子课题1项。

**费少梅**，1966年10月生，副教授，主要研究方向数字几何与计算机工程建模。工程及计算机图形学研究所副所长，主持参与国家自然科学基金项目2项，主持国家级教改项目1项，作为主要成员参与国家级教改项目2项，主持浙江省科技厅项目2项，主持省级教改项目2项。

**刘晓健**，1983年11月生，讲师，主要研究方向为数字化设计，发表SCI/EI期刊论文5篇，参加教育部《工程图学》教学改革项目1项。

**陈前勇**，1993年11月生，博士生，主要研究方向为计算机辅助几何与仿真，申请国家发明专利1项。

**盛红升**，1992年2月生，硕士生，主要研究方向为计算机辅助几何，申请国家发明专利2项，担任《工程图学》助教100学时。

实施计划（2年）：

2016.10-2017.3 构建工程图学素材库、三维模型库及其可视化

2017.4-2017.7 回转体表面的截交线和相贯线、组合体的表达、组合体视图的画法系统测试，模型库显著度的不同需求的多样化应用

2017.8-2017.12 投影体系的建立、多体相贯、正等测轴测投影、斜二测轴测图的放缩、旋转、漫游、剖视等可视化表达，不同专业的柔性化拓展

2018.1-2018.7 开发虚拟现实交互原型系统，常用件和标准件、装配体的课堂应用推广

2018.8-2018.10 平台完成后的测试、试运行及推广，提交工程图学教学改革成果，完成研究论文2篇，参与完成著作1部

#### 四、教学改革基础

##### 1.与本项目有关的教学改革工作积累和已取得的教学改革工作成绩

课题负责人：**徐敬华**，男，1979年10月生，工学博士，机械工程学院副教授，主要研究方向为现代机械设计与装备数字样机。获得2015年度浙江大学青年教师教学竞赛奖（三等奖）。

徐敬华以第一作者发表SCI/EI论文20余篇，在中国科学技术出版社出版专著2部，申请国家发明专利9项，其中已转化应用国家发明专利2项，获得计算机软件著作权15项，参与完成数控机床模块化设计与仿真分析国家标准（建议稿）2项，获得国家科技进步二等奖1项、浙江省科技进步一等奖1项。获得2011年国家科技进步二等奖，获得2013年国家自然科学基金青年-面上连续项目。参与完成“复杂装备与工艺工装集成数字化设计关键技术及系列产品开发”项目，获得2011年国家科技进步二等奖；参与完成“一类高端龙门加工中心创新设计关键技术与研发工具及系列产品应用”项目，获得2015年浙江省科技进步一等奖。

已完成的教学工作：

2016.3-2016.7 工程图学 本科生 48学时 全校性

2015.9-2016.1 工程图学 本科生 48学时 全校性

2015.3-2015.7 工程图学 本科生 48学时 全校性

2014.9-2015.1 工程图学 本科生 48学时 全校性

2014.3-2014.7 工程图学 本科生 48学时 全校性

2013.9-2014.1 工程图学 本科生 48学时 全校性

2013.3-2013.7 工程图学 本科生 48学时 全校性

2012.9-2013.1 工程图学 本科生 48学时 全校性

2012.3-2012.7 工程图学 本科生 48学时 全校性

2015.3-2015.7 计算机辅助几何 硕士研究生 32学时 机械工程学院

.....



2.学校已具备的教学改革基础和环境,学校对项目的支持情况(含有关政策、经费及其使用管理机制、保障条件等,可附有关文件),尚缺少的条件和拟解决的途径

浙江大学高度重视本科教学改革,并为教师教学改革提供了良好的相关环境。学校制订了《浙江大学本科教学工作奖励暂行办法》(浙大发教〔2006〕48号)、《浙江大学专业技术职务评聘工作实施办法》(浙大发人〔2012〕25号)、《浙江大学加强高水平教育教学工作办法》(浙大发本〔2010〕126号)等系列文件,鼓励广大教师积极申报及实施本科教学改革,在教师晋升、聘岗中,明确规定,对投身教学改革取得成果的教师给予政策奖励。

学校有专门管理部门,组织教师申报、管理教学改革项目。近年来,学校已设立了校级教学改革项目,如专业综合改革、通识核心课程、大类课程及教学方法改革等,为教师申报省级教学改革项目奠定了很好的基础。

浙江大学机械工程学院全力支持青年教师主持教学改革项目,并提供软件、硬件和人力资源方面的项目保障。本项目组隶属于教育部工程图学课程教育基地,装备有包括SUN小型机、多投影面的CAVE系统、半实物性能实验平台、图形工作站、高档微机、多种商用CAD/CAM/CAE软件在内的各种软硬件设施。

在软件方面,本项目组可使用的先进商用CAD软件有ACIS、HOOPS、Virtools、Fluent、CAESAR II、Isight等,覆盖产品建模与虚拟现实、复杂装备流体仿真与流程优化、成套装备多工况性能集成等。此外,还有基于Java的Agent开发工具Aglet SDK和JAT、基于Web的专家系统工具JESS、多种HTTP服务器数据库软件等也将用于项目开发。本项目组所在单位浙江大学的图书、资料、网络等科研资源充足,学术氛围浓厚,项目组课程改革软件支撑能力强。

在硬件方面,本项目组隶属的教育部工程图学课程教育基地可提供配套和支撑条件。教育部工程图学课程教育基地拥有教学的设备:三维模型虚拟现实平台、高精度同步三维扫描仪、机电耦合系统性能实验台、红外热像仪、粗糙度测试仪、虚拟装配平台、机械MV-5A型加工中心、ARSE-II三坐标测量机、热像敏分析仪、噪声测试设备、振动检测仪、形状测量仪、数字立式光学仪、CNC数控车床、数控铣床等仪器设备,项目组课程改革硬件支撑能力强。

开发虚拟现实场景交互平台的部分软件工具包,尚需购置,希望通过各方支持尽快落实深度开发工作。

## 五、经费预算

[illegible]

## 六、专家组名单及评审意见

姓名	职称	专业	所在单位	签字
蒋焕煜	教授	农业工程	生工食品学院	蒋焕煜
颜洽茂	教授	汉语言文学	人文学院	颜洽茂
马博森	教授	语言学	外语学院	马博森
冷建兴	教授	船舶与海洋工程	海洋学院	冷建兴
赵新兵	教授	材料科学与工程	材料学院	赵新兵
尹永成	教授	数学	数学学院	尹永成
段治文	教授	当代中国社会发展研究	马克思主义学院	段治文

### 评审意见：

该项目结合课程特点进行教学方式的改革，目标明确。通过增加三维动画过程演示，有利于激发学生学习兴趣，提高学生的理解能力，增强与学生的互动，具有一定的创新性。

特向浙江省教育厅推荐，给予该项目立项。

负责人（签字）

2016年 10 月 11 日

七、申请人所在学校意见

( 公 章 )

学 校 领 导 签 字

年 月 日