

建设特色鲜明世界一流大学 人才培养的探索与实践

北京交通大学本科教学研究论文集（2013）



主 编 张星臣
副主编 李长春

下 册



北京交通大学出版社
<http://www.bjtu.cn>

建设特色鲜明世界一流大学 人才培养的探索与实践

(下册)

主 编 张星臣
副主编 李长春

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

无论从历史还是现状来看,行业大学之所以能够在我国高等教育体系中占有重要的一席之地,正是由于国家和行业的需求以及自身鲜明的办学特色。北京交通大学作为以信息、运输、建筑工程、产业经济等学科为优势,以交通科学与技术为特色,多学科协调发展的高水平行业特色大学,为国家培养了大批高素质专门人才,是培养国家经济社会建设人才,尤其是国家轨道交通现代化高水平人才成长的摇篮,也是解决国家现代化建设重大科技问题的研究基地。学校第十次党代会提出了到本世纪中叶把学校建成特色鲜明世界一流大学的奋斗目标,今后一段时期本科教学工作的主要任务是:以提高人才培养质量为核心,立德树人,坚持内涵建设,实施优势转化,深化模式改革,开拓人才培养事业的新局面。

长期以来,北京交通大学一直积极探索拔尖创新人才培养,发挥自身优势参与国家创新体系建设,不断深化学校本科人才培养模式改革,构建适应研究型大学建设的本科创新人才培养体系,形成了一大批教学改革与实践的研究成果。本书精选辑录了271篇文章,分为11个专题,既有宏观层面对教育观念的探讨,又有微观层面对具体工作的实践,是对北京交通大学近年来教学改革的一个总结和提炼,对人才培养质量的全面提高有着积极的理论和实践意义。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

建设特色鲜明世界一流大学人才培养的探索与实践 / 张星臣主编. — 北京:北京交通大学出版社,2014.5

ISBN 978-7-5121-1909-3

I. ①建… II. ①张… III. ①北京交通大学-人才培养-研究 IV. ①G649.281

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第093184号

责任编辑:赵彩云 特邀编辑:林夕莲

出版发行:北京交通大学出版社

电话:010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街44号

邮编:100044

印刷者:北京艺堂印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:203×280 印张:84.5 字数:2329千字

版 次:2014年5月第1版 2014年5月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-1909-3/G·219

印 数:1~350册 定价:198.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043,51686008;传真:010-62225406;E-mail:press@bjtu.edu.cn。

目录 (下册)



浅谈教学实践过程中大学数学教育及创新思维培养	王晓霞 (677)
基于 Clicker 的课堂教学方式的探索和实践	赵红敏 蔡天芳 郑 凯 (680)
数学思维模式在教学中的探讨 ——以导数概念在微积分教学实践为例	王秋媛 郝荣霞 (685)
关于全校任选课“生命科学纵横”的思考与探讨	田 甜 (690)
高等数学教学中的探索与创新	邵吉光 (694)
工科化学课程教学改革与实践 马玉涛 颜鲁婷 戴春爱 李 智 程志明 杨玉国 唐爱伟 段武彪 刘 博	(699)
将新型的教学理念融入到微积分教学中的教学方法及案例	郝荣霞 王秋媛 (704)
理工科院校非生物类专业开设生命科学选修课的重要性的和我校的教学实践与探索 侯玲玲 何金生 晏 琼	(709)
关于数学类通识核心课程建设的几点体会	孔令臣 于永光 (712)
在高等数学教学中引入斯蒂尔吉斯积分的建议	刘迎东 (715)
工科化学课程以教风带动学风的探索 戴春爱 颜鲁婷 刘莲云 马玉涛 唐爱伟 刘 博	(718)
工科化学考试评价形式的改革 颜鲁婷 唐爱伟 刘莲云 戴春爱 康晓红 李 智 程志明 马玉涛	(723)
函数极值与切线问题的物理学方法探究	邵吉光 (726)
JavaEE 框架与程序设计双语课程的教学改革	冀振燕 (731)
计算机入门课程建设与教学实践探讨	孔令波 陈旭东 马迪芳 冯凤娟 赵 宏 (735)
多媒体技术在计算机辅助教学中的合理应用	崔 铸 陈凡丁 (749)
土木工程制图教学改革的回顾与思考	李雪梅 (752)
The Education of Contemporary College Student on Technology and Policy Management of Low-carbon Yu Haiqin Li Jin Chen Rui Tian Xiujun	(759)
《路基工程》课程教学方法探讨	冯瑞玲 刘建坤 沈宇鹏 魏 静 田亚护 (763)
从《欧洲语言共同参考框架》看大学德语课程的实践与改革	于秀伟 (766)
英语写作课教学实例解析	徐国萍 (771)

实践教学

学生实践环节管理规范化机制的研究与实践	竺超今 武惠芳 孙海波 (777)
---------------------------	-------------------

卓越法律人才培养的基本理念	郑翔	(780)
CDIO 能力大纲与集成化课程体系建立研究与实践	查建中 徐文胜 顾学雍 朱晓敏 陆一平 鄂明成	(785)
借鉴中国大学生物理学术竞赛,构建学生创新能力培养新模式	邵双运 王波波	(792)
电气实验中心实践教学多媒体资源的建设与应用	徐建军 关宇 王玮	(798)
“铁道信号综合实验”课程建设	戴胜华 李正交	(801)
“电路分析实验”全英语教学的实践探索	赵文山 养雪琴 杜普选	(807)
基于 LabVIEW 的“自动控制原理”虚拟实验系统开发	苗宇 蒋大明	(810)
学科竞赛与多层次创新能力培养模式的探索	李正交 戴胜华	(816)
基于 CDIO 教育理念的“逆向型实验”教学方法研究	李维敏	(820)
研究型大学本科教学实验平台建设的探索与实践	姚冬革 王根英 郭宇春	(825)
基于物联网技术的智慧实验室架构研究	周春月 闫子淇	(827)
本科生科研创新与工程实践能力集成培养模式研究	赵建东 鄂明成	(833)
“自动控制原理”精品课程实践环节建设与探索	延皓 张金英	(838)
现代设计与制造综合实践教学理念探索与实践	蔡永林 孔繁征 徐双满 鄂明成	(842)
基于实验教学的虚拟测试系统研究	杜秀霞 李平康 洪建平	(846)
竞赛驱动的热能工程大学生创新能力培养模式实践	宋泾舸 何伯述 陈淑玲 李学政	(850)
规范化管理我院大创项目的几点措施	宋志坤 房海蓉 邱成 张秀丽 蒋增强 张华	(854)
CRH5 型动车组故障诊断仿真教学培训系统开发	张新华 王健 焦风川 刘志明	(857)
信息类课程教学实验平台建设的研究与实践	黄惠芳 刘建刚 赵守国 刘杰 诸强 王瑞平 田丽霞	(863)
C 语言程序设计实验教学方法研究	王冰	(867)
基于创新型本科人才培养的实验室开放新探索	刘美琴 赵耀 朱振峰 白慧慧 林春雨 常冬霞	(871)
计算机基础教学实验服务体系与平台建设	周 围	(875)
依托大学生程序设计竞赛的 IT 拔尖人才培养模式研究	李清勇 黄 华 于二元	(880)
实践可重用设计方法学,促进高素质工程创新型人才的培养	熊 轲 丁晓明 白慧慧 王升辉	(885)
数字时代文化创意产业设计人才培养实践教学平台建设	王丽君	(894)
学科竞赛:高校艺术设计教学实践第二课堂		
——以大学生环艺专业竞赛为例	魏泽崧 张 澎 马 强	(898)
通过实体模型直接切入建筑设计的教学方法初探		
——大学生创新实践项目“从三维直接切入设计的设计模式探索”指导体验	程力真 鲍英华	(906)
物流管理专业本科生创新能力培养的理论与实践	华国伟 丁静之 张菊亮	(912)
物流管理专业实习中存在的问题分析	唐孝飞	(916)
本科网络数据库课程教学体系改革研究	王馨迪 陈梦飞	(919)
会计专业学生专业实习课程效果分析	李远慧	(924)
关于实习论文的撰写	章 竞 卞文良	(928)

国家级科研项目同大学生创新创业训练计划的融合研究 张润彤 袁 泉 (932)

从毕设选题看采购课程内容设计的改革 卞文良 徐 杰 周建勤 (937)

全过程立体化的课程实践教学环节建设

——“物流学”课程的教学改革 田 源 汝宜红 (942)

“知行合一”的市场营销专业实践教学创新 万 晓 高红岩 (947)

基于智能化综合教学平台的经管类创新人才培养模式研究

..... 张润彤 张真继 刘世峰 邵丽萍 常 丹 (952)

信息管理专业加强实践能力培养的几点思考 郭春芳 (957)

氧化还原反应理论在无机化学实验中的重要性 段武彪 刘 博 (962)

大学物理实验数字化导学系统的开发和应用

..... 范 玲 韩 笑 缪 萍 魏敏建 张丽梅 (966)

《现代材料分析方法及实验》课程的实验设计

..... 张 辉 刘 洪 段晓霞 唐爱伟 刘 博 段武彪 于永光 (970)

工科化学探究性实验设计——化学镀 Ni - P 研究 康晓红 (973)

后续拓展物理实验教学需求调研报告

..... 朱亚彬 王 超 赵红敏 范 玲 魏敏建 彭继迎 (977)

材料化学专业综合性实验设计

——共沉淀法合成锂离子电池正极材料 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ 研究 康晓红 (983)

软件工程方向基于课程群的实践课教学改革 马迪芳 陈旭东 (988)

大学生创新性实验计划项目指导方法初探

..... 陈绍宽 聂 磊 刘 爽 柏 赟 梁 肖 (993)

大学生科研创新训练体系建设与探索 雷 凯 (1000)

运输设备教学馆电子导览系统的研究与实现

——对高校建设数字化博物馆的探索与思考 李 菊 武晋飞 (1005)

研究性教学

电路课程动态电路暂态过程的研究性教学设计与实践 黄 辉 (1013)

论知识产权案例教学法的应用 马 宁 (1017)

论法学案例教学法应用的改进 张春雨 (1020)

机械最优化课程的研究性教学实践 刘 伟 查建中 (1024)

《工程流体力学》课程中研究性教学的选题方法研究 卢 梅 宁 智 (1027)

《机械原理》课程研究性教学模式与学生综合实践能力培养

..... 张 英 房海蓉 方跃法 姚燕安 郭 盛 (1030)

扩大学生思考空间提高学生创新思维 艾丽华 于二元 罗四维 (1037)

研究性学习与双语教学有机结合的思考 周辉宇 (1040)

研究式案例教学在投资学课程的应用与探索 刘德红 (1046)

《公司信息战略与管理》研究性教学环节设计与实施 秦秋莉 (1051)

投资学课程研究性教学模式探讨 刘 恩 (1055)

专业素质的培养与审计学教学方法的改进 万里霜 (1058)

基于分组案例教学法的建设工程管理理论教学方法研究 刘玉明 (1062)

数据地图技术物流可视化教学中应用探讨	鲁晓春	(1068)
《材料化学实验》教学中研究性教学的探究	段晓霞 刘 博 段武彪 唐爱伟 张 辉	(1077)
无机化学研究型教学探讨	颜鲁婷 唐爱伟 刘 博 段武彪 戴春爱 刘连云	(1082)
软件工程专业主干课程研究性教学改革实践	陈旭东 赵 宏 冯凤娟 马迪芳 刘 铎	(1085)
《数据结构》研究性教学改革与实践	冯凤娟 陈旭东 孔令波	(1091)
关于“约束”概念的教学实践活动的探索 ——谈理论力学的研究性教学与实践	祝 瑛 刘 颖	(1096)
“广告学概论”研究性教学方法的探索与思考	文卫华	(1099)
视觉传播课程的教学方法研究 ——基于建构主义的视角	董媛媛 夏丽志	(1103)
英语课堂中的教师指令性话语	乔澄澈	(1108)
从中国梦的提出看翻译的历史角色及研究趋势	靳铁柱	(1113)
传播学视域下的高校形势与政策课现状及对策分析	高永峰	(1118)
内容依托式教学培养英语专业学生思辨能力的研究 ——以《英语散文选读》课程为例	朱岩岩	(1121)
网络平台英语写作多级评改反馈模式研究	朱岩岩	(1125)
文化与外语教学效率	张日美	(1130)
运输市场营销课程研究性教学实践与思考	赵 瑜	(1135)
“城市轨道交通运营管理”课程研究性教学的研究与实践	许 红	(1139)
基于创新能力培养的《道路工程》优质课程教学模式探讨	王 颖 姚恩建 宋国华	(1144)

对比研究

美国本科教育的特点及启示

——以美国芝加哥大学为例	姚 畅 陈后金 刘 云 戴胜华 胡 健	(1151)
--------------------	---------------------	--------

伯明翰大学教学科研特点及探究式学习方法介绍

.....	杨世武 崔 勇 黄赞武 王海峰	(1156)
-------	-----------------	--------

美国高校电子信息类专业教育之浅析	郭宇春	(1162)
------------------------	-----	--------

高校复合型法律人才培养模式比较	夏晓红	(1166)
-----------------------	-----	--------

普渡大学工程教育项目与模式探析	张冬泉	(1174)
-----------------------	-----	--------

中日机械设计课程的综合比较	兰惠清 杜永平 鄂明成	(1180)
---------------------	-------------	--------

机械电子工程中外合作办学初探	孙娟娟 方跃法 房海蓉	(1185)
----------------------	-------------	--------

中美大学机械工程专业本科课程设置的比较与启示

.....	吴 斌 张乐乐 徐宇工 房海蓉 兰惠清	(1190)
-------	---------------------	--------

德国亚琛工业大学机械工程专业培养方案分析与借鉴

.....	张乐乐 吴 斌 兰惠清 徐宇工	(1195)
-------	-----------------	--------

借鉴美国教学新模式,开展探究式大学物理教学

.....	郑 凯 朱广天 王 璟 蔡天芳 赵红敏	(1201)
-------	---------------------	--------

一体化育人环境建设

基于转换专业学生的学业及个人发展情况研究	戴胜华	韩柏涛	(1209)		
一元主导 多元交融					
——高校本科教学与学生工作一体化培养学生工作模式探索	戴胜华	刘宾生	王虹英	莫凌	(1213)
自媒体环境下大学生爱国主义教育的若干思考	郑晶晶	裴丽	(1217)		
高校教学管理队伍建设的思考与对策	刘宾生	戴胜华	闫秀旗	王笑冰	(1222)
高校学院本科教学管理规范化探索与实践	张华	房海蓉	赵会美	譙丽	(1225)
树立服务型教学理念,提高教学质量					
——经济管理类专业经济法教学体会	刘天善	(1229)			
大学生创造力倾向的影响因素研究	何晓明	叶龙	刘夏	(1233)	
理工科专业经济思想与管理意识培育					
——以《新产品开发与管理》课程设计与教学组织为例	徐丽娟	(1240)			
从人本管理角度看教学管理	高桂莲	郑宏丹	(1244)		
融合思想教育三课堂 实现德育工作无缝对接	蔡红建	(1248)			
转变观念才能实现以学生为本	蔡红建	(1253)			
从英国高校的学生管理谈“三全”育人	蔡红建	(1256)			
新形势下增强大学生思想政治教育实效性的理路	陈树文	郑士鹏	(1259)		
如何利用课堂发言环节培养学生独立人格意识和规则意识	杨学萍	(1264)			
信息化时代的思想政治教育转型	李效东	(1267)			
治学育人与校园文化	刘智丽	齐华兴	冯雪松	丁勇	(1273)
着力数字化校园推广 促进一体化育人环境建设	夏杨	柴莹	(1277)		
关于高校开设新生心理健康课程的探索	张驰	卢赞驰	(1281)		
大学生心理健康教育课程研究综述	张驰	卢赞驰	(1285)		
大学生艺术团在理工科院校人才培养中的功能探析	刘珊	(1289)			
高校高水平运动队的多元体系构建					
——以北京交通大学羽毛球队为例	郭晓培	郑超	林立文	(1294)	
基于参与式教学法的羽毛球选修课教学改革的研究与实践	杨杨	(1299)			
空手挥拍在网球课教学准备活动中的应用	王金连	(1303)			
试论“大体育”理念之“潜性”体育	侯君吉	(1308)			
体育素养在学校拔尖创新人才培养中的独特作用	陈健文	郑超	(1312)		
我国普通高校公共体育课教学实施效果的调查研究					
——基于大学生体育学习的视角	陈永发	(1316)			
我国普通高校田径课程改革的探索与研究	周艳茹	(1323)			
语言艺术与语言运用在体育教学训练中的应用研究	周兴伟	(1327)			



多、课时少的矛盾。为此,我们在教学中增加一些数学中“理”性的内容,用以提高学生的数学素养,在数学基础部分与选学内容上做精心安排:①注重数学各部分内容的有机结合,加强了数学的综合运用;②把现代数学的观点、思想包括一些符号和术语,渗透到课堂中,并兼顾学生的接受能力;③加强概念与思维方法的传授,对工科的数学内容进行了适当的应用化;④更新一些内容,改变一些讲法,使得教学内容的结构更加合理、教学难点分散,增加选学内容,扩大了知识面。这些有利于加强学生的数学基础,增强学生所需的数学素养、培养学生自我更新数学知识的能力。同时为学生今后根据工作和学习的需要去学习有关新的数学知识创造了有利条件。

(二) 课堂教学

设计了合理的教学选材后,教学改革的具体实现落在了课堂教学上,为此,在课堂教学中我们注重以下几个方面。

1. 注重改革教学方法

灌输式、保姆式的教学方法是我国传统教学方法的一大弊端。对于刚上大学的学生来说,已经习惯了教师教材讲解得很细很清楚,甚至不用复习就能比照例题来做题,但是,从培养高素质创新型人才来要求,这样就远远不够。需要启迪学生积极思维,引导学生去主动探索。因此,教师必须花大力气来引导学生做这种转变,数学教师首当其冲成了这种转变的先行者,他们所经历的时期正是学生实现这种转变的过渡期,是学生逐步形成创造思维的启蒙阶段。由于一些学生不习惯,在教学方法的改变初期,我们为此需要付出巨大的努力。但是我们觉得这种努力是值得的,因为我们认识到那种试图通过课堂上讲细讲透来“帮助”学生学习的想法和做法,不仅不能扩大课堂信息量,更重要的是助长了学生学习上的依赖心理,养成思想懒惰的习惯,影响其学习后继课程的学习能力,更重要的是这将严重阻碍学生的创新意识和创新能力的培养。

学生要有创新能力,首先要善于创新思维,创新思维是创新能力的核心和灵魂。因而这就要求我们要善于去发掘问题的实质和这些思维方法,把自己的体会和多年来积累的科学思维方法,通过教学内容传授给学生,增大了学生的选学内容,鼓励学生,特别是学有余力的学生去阅读,培养学生的独立思考能力。

2. 注重分流培养

统一教学计划、统一教学要求、统一教学模式使得我们把教学基准统一到了中等、甚至中下等学生的水平,大大约束了优秀学生成长。我们应注重优秀学生的培养,注重学生个性的发展,这样才能造就一批真正站在世界科学技术前沿的学术带头人和尖子人才。注重分流培养,这也是解决学时少、要求高这一矛盾的一条重要出路。为加强高等数学教学,开设了数学分析课程,数学分析课程除了内容上是对高等数学课程的加强外,更重要的是数学分析课程重视理论分析,符合当前工科课程适当理科化的需求。对学生的数学基础进行了进一步加强,充分体现了通过加强数学基础教育,培养创新思维的改革总体思路。

3. 注重数学的应用

工科学生学习数学不是为了研究数学本身,主要是应用数学,运用数学在自己的领域内进行研究和创新。为此,在课堂教学上教师选择较多的数学应用的实例。学生在二年级还可以选修数学建模课程,数学建模课程强调以学生动手为主,在教师指导下用学到的数学知识建立数学模型,再运用计算机技术,选择合适的软件,给出数学模型的解。数学建模课程为学生将所学的数学理论联系到实际应用起到了很好的衔接作用,它培养了学生应用数学的意识、提高了学生应用数学的兴趣和能力,在培养学生的创新精神和创新能力方面发挥了重要作用。



(三) 计算机辅助教学

现代化教学手段在节省学时、加大课堂信息量、提高课堂教学效率方面起着传统教学无法替代的积极作用。如果说数学建模课程的开设是使得原本枯燥的数学知识有了一个较好的载体,那么计算机辅助教学则是这一载体的自然延伸。在教改的实践中,针对学生对计算机的学习比较主动的实际情况,我们可以利用计算机辅助教学的形式和方法,增强了可视性、交互性,为学生自学、复习提供了方便。现代化教学手段的开发和采用有利于启迪思维培养能力,有利于培养学生的创新思维和创新能力、有利于培养高素质创新型人才。

三、结语

由于数学本身是一种思维方式,表现了人类思维的本质和特征,因而数学在培养学生创新思维中的作用与其他课程相比是独特的。这种独特的作用,是培养学生创新思维能力的源泉。

通过工科数学课程的系列改革,其目的是为了加强数学基础教育,培养学生的创新能力,使学生的思维广阔、思维活跃、思维流畅。真正使数学课程既有扎实稳固的基础理论作后盾,又具备向上拓展应用口径的潜力。

参考文献

- [1] 徐利治. 数学方法论教程 [M]. 南京: 江苏教育出版社, 1992.
- [2] 皮尔逊. 科学的规范 [M]. 李醒民, 译. 北京: 华夏出版社, 1998.
- [3] 胡作玄, 邓明立. 20 世纪数学思想 [M]. 济南: 山东教育出版社, 1999.
- [4] 陈兰荪, 宋新宇等. 数学生态学模型与研究方法 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2003.
- [5] 姜启源. 数学模型 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1993.
- [6] 弗兰克. 科学的哲学: 科学和哲学之间的纽带 [M]. 许良英, 译. 上海: 上海人民出版社, 1985.
- [7] 卡库. 远景: 二十一世纪科技演变 [M]. 徐建, 等, 译. 海口: 海南出版社, 2000.



基于 Clicker 的课堂教学方式的探索和实践

赵红敏 蔡天芳 郑 凯

(北京交通大学物理系北京)

摘 要: 课堂教学是教学的关键环节之一, 在提高教学质量方面占据着重要地位。国外先进的教学工具——Clicker 和教学理念——同伴教学的引入, 为国内的课堂教学改革带来了新的思路。本文在介绍 Clicker 这个教学工具的基础上, 重点介绍了 Clicker 在创建我校大学物理互动课堂教学的经验和取得的成果, 探索了人人参与的课堂教学模式, 激发了学生的认知潜力, 发挥了教师的主导作用, 从而实现了教与学的互动与相长。

关键词: Clicker 课堂教学 同伴教学 互动课堂

一、引言

国家的“十二五”规划指出, 加大教学投入, 强化教学关键环节, 提高本科教学质量是高等学校教育教学改革的核心。课堂教学是教学关键环节之一, 多年来, 高校教师一直在课堂教学方面进行着探索和尝试。从多媒体教学到随堂演示, 教师在努力营造一个有吸引力的课堂教学环境, 以期吸引每个学生的参与, 达到一个整体提高学生能力的教学效果。现代化教学手段的使用虽然实现了大容量、高密度、快节奏的课堂教学, 但并没有改变满堂灌的传统教学模式, 学生仍然是在被动地接受知识。即便是非常活跃的课堂, 也永远只有几个特定的同学在回答问题, 大部分同学不愿意主动思考问题、积极回答问题 (见图 1)。如何在大班教学中实现互动, 吸引每个学生参与? 如何组织一个有效地课堂, 学生通过自己探索获得知识, 从而锻炼学生的科学思维能力, 达到一个整体提高学生能力的教学效果? 这些都是我们一线教师格外关注的课题。

根据国际教育研究理论: 探究教学可以有效地锻炼和提高学生的科学思维能力。那么如何在 大班中做探究教学? 新的教学工具——Clicker (课堂应答系统) 在我校的引进和使用, 为大班中实现探究教学提供了可能。本文主要介绍我校在大班 (150 人) 物理教学中应用 Clicker 创建交互式课堂的方法和实践, 总结一些经验和教训与同行共勉。

资助信息: 本论文由北京交通大学教改项目“大学物理互动课堂题库系统开发”资助。



Figure1 The sleepy person in the classroom

图 1 课堂上的特“困”生



二、新的教学工具——Clicker（课堂应答系统）

（一）Clicker 简介

Clicker（课堂应答系统）^[1]是由表决器和统计软件构成的实时课堂应答系统。教师在课堂上围绕知识点逐步设问，问题以选择题的形式在 ppt 中给出，学生利用手持的点击“键盘”参与回答问题。安装在计算机中的统计软件收集学生的反馈信息并给出选择每个选项（A、B、C、或 D）的学生人数统计结果。教师根据这个结果可以实施相应的教学策略。

（二）Clicker 在我校的引进和应用

基于 Clicker 的课堂教学在国外的的发展已十年。在美国，包括哈佛大学、俄亥俄州立大学、华盛顿大学等世界一流大学，以及为数众多的中小学在课堂教学中均使用了 Clicker 系统，大量的文献报道了结合 Clicker 的课堂教学对学生学习的热情、对知识的理解和掌握以及学生建构新知识之后的成就感都产生了正面的影响^[2,3]。

2008 年，基于 Clicker 的交互式课堂的教学理念由蔡天芳教授首次引入到我校的大学物理教学中。2009 年，我校为 10 个教室配备了 Clicker 软件和硬件设备。为配合 Clicker 课堂教学，以蔡天芳老师为核心，数十位一线大学物理教师组成的物理教育研究团队借鉴美国物理教育的研究思路，根据我国学生的知识基础和特点，开发了基于脚手架理论和认知冲突理论的 Clicker 题库（近千题）。

迄今为止，Clicker 的教学手段和 Clicker 题库在我校已经试用三年，有十余位大学物理教师启用该模式上课。借助 Clicker，我们在大班教学中实现了每个学生都参与的教学过程，改变了教师的“一言堂”，激发了学生的认知潜力，发挥了教师的主导作用，从而实现了教与学的互动与相长。

三、基于 Clicker 的交互式课堂的实践

（一）建立互动课堂的困难

Clicker 工具及其题库为课堂中实施探究教学提供了必要的支持，但是在使用之初，我们遇到了如下难题。第一，该系统可以方便实现对学生的考勤，给教师课堂管理极大的便利，但同时，对学生却是一种约束。所以部分学生有些抵触使用 Clicker。第二，根据投票结果，教师在课堂中向选择错误选项的学生提问，交流探讨，找到问题症结所在。但教师的沟通仅限于某几个学生，由于时间的原因，多数选择错误答案的同学很难在课堂中展示其真实的想法。第三，在全班同学面前让学生陈述自己的错误思路，使他们感到有些难堪，因此即使被教师叫起，学生也不会直抒胸臆，跟教师建立有效的沟通。第四，不同于美国学生，简单的热身题目不容易引起中国的学生的兴趣，他们往往认为是浪费时间，所以题库中初期设计的一些简单热身题目对我校的学生不适用。第五，从小到大在一言堂环境中走出来的中国学生，课堂上表现得异常沉闷。我们期望给出每一个互动应答问题之后，学生必须要经历积极思维的过程，重新主动而不是被动地建构新的概念，并进行整合、融会贯通最后形成新的知识结构。这个过程鼓励学生组成小组进行讨论。但是，实施之初，很难组织一个有效的小组讨论。因为学生来自不同学院，彼此并不熟悉，座位也不固定。

（二）互动课堂教学策略的调整

为什么在国外成功的课堂教学模式应用到我们的物理教学课堂，却不尽如人意？为解决实



际实施中的困难,我们通过调查问卷,跟学生座谈等方式,与学生进行沟通,了解了造成这种情况的原因,从而有针对性的改进我们的课堂教学策略。

首先,在绪论课中对 Clicker 进行介绍时,教师强调使用 Clicker 的目的不是记录出勤率,消除学生的反感情绪。同时,告诉学生,他们每节课每道题的投票无论对错,均不会影响这门课程的成绩。只要积极参与投票,把自己真实的想法表达达到题目的选择中,均计入平时成绩中(见图2)。



Figure 2 The scene of using Clicker in the classroom

图2 课堂上使用 Clicker 的答题情况

其次,鼓励学生课下自由结组,课上小组讨论。帮助学生转变学习观念,引导他们如何进行有效的学习,这一点非常重要。为了激励学生,课程开始的几周内,我们在课堂中进行分组讨论时,教师侧重的不是倾听学生讨论的内容,而是更关注参与讨论的人。在讨论结束之后,教师在课堂上会口头表扬热烈发言和讨论的学生,并给予一定的奖励,比如平时成绩加分等。经过几周之后,课堂讨论的气氛明显加温(见图3),小组成员逐步稳定。我们发现,课下结好组的学生,课上座位基本在一起,以方便课上的讨论。



Figure 3 The enthusiastic discussion in the classroom

图3 课堂上的热烈讨论

再次,根据投票结果,教师掌握了学生对每个知识点的掌握程度,据此精简课堂讨论的题目。如果某个知识点学生答对率较高,则会在题库中做下记录,一般课上避免出现答对率太高的题目。所以可以直接进入其他的教学内容,调整了课堂进度的同时,避免了使课堂变成题海课堂。一般50分钟的一堂课中我们设置一到两个序列的互动题目,一个序列一般是2~3题。

最后,Mini(微型)探究的实施。针对教学重点和难点教师先进行讲解,然后抛出问题,组织学生先进行一次投票选择。假如选择错误选项的比例比较高,教师则引导学生结组讨论,同组学生的交流,不同思路的相互撞击,小组成员的平等的环境中很容易给出各自真实的想法。最终小组成员能通过共同探讨得到一个大家认可的答案。这个过程就是Mini探究,围绕知识点展开

的序列题目作为探究的主题。教师主要是以倾听的方式参与。通过倾听,教师可以捕捉学生的真实想法。然后教师给出必要的提示,引导学生的讨论更切合题意。讨论结束之后,让学生进行第二次投票选择。针对这次的结果,教师如果让每个组的同学作为代表陈述考虑问题的思路,此时,学生还是愿意直抒胸臆,因为他陈述的是他们小组共同的结论。

课程实践中我们发现:同伴教学的好处就是能够让每个同学学会真正的思考。对同一个问题,面对不同思路同学的质疑,学生必须要经历积极的思维的过程,根据自己的理解进行辩论,在这个过程中,不论是自己能够自圆其说还是自己的解释和结论自相矛盾,这种思辨过程是对学生科学思维能力的锻炼。最终,学生是重新主动而不是被动地建构新的概念,并进行整合、融会贯通最后形成新的知识结构,纳入自己已有的知识体系中。

(三) 互动课堂实施的效果

根据近三年的实证研究,我们的互动课堂取得了一些成效。

1. 学生学习观念的转变

2011年,在学生态度调查问卷中有这样一道题目:“在课堂上,当同学对某个 clicker 题的选择出现较大的分歧时,老师采取以下哪个方式你比较容易获得帮助?”

A 直接给出答案,然后解答;B 先让同学讨论沟通,让同学达到一定认同后,再讲解;C 让某几个同学来回答,并针对这几个同学的回答来分析;D 其他。调查结果给出选择 A、B、C、D 的学生的比例分别是 20%、42%、38% 和 0%,选择 A 和 C 的学生总数略高于选择 B 的学生人数。可见,虽然教师鼓励学生相互讨论,但是由于中国学生传统课堂所养成的习惯,使得课堂的生生互动没有得到很好的积极开展。2012年,我们调整了教学策略,开展了新的教学方式,采用同伴教学法,教育学生转变学习观念,并制定了激励措施鼓励学生课堂上的相互讨论。在 2012 年的学生态度调查问卷中,对上述的这道问卷题目,调查结果给出与 2011 年截然不同的结果,选择 A、B、C、D 的学生的比例分别是 14%、82%、4% 和 0%。数据表明:(1) 学生开始转变学习观念,有 82% 的学生对生生互动支持,比例很大;(2) 任何好的方法一开始实行时候都需要教师采取一定的激励措施。当激励措施起了作用,学生尝到这种同伴交流的“甜头”,发现对自己的帮助很大,而且增进了学习的兴趣,自然会从被激励状态变为主动积极状态。

2. 学习积极性和成绩的提高

在学习中同伴之间的教与学是非常重要的手段,这也是 Harvard 大学的 Eric Mazur 教授近二十年的物理教育成就^[4,5],课上和同伴交流中那种试图说服对方的讨论,在加深学生对物理概念的理解的同时,对学生的各方面能力的培养,如,合作,表达,评价解决问题的能力等等无疑都是有很大帮助的。三年来的实证研究表明:① 使用 Clicker 进行 Mini 探究学习在同等教育资源设定下可提高学生学习成绩 6%~12%,并使学生自觉自愿来上课,到课率约达 95% 以上^[6];② 约有 80% 的学生喜欢使用 Clicker 回答问题。余下的 20% 同学不喜欢的原因是因为键盘或系统偶尔有时候会失灵,即硬件设备的原因。

学生对基于 Clicker 的互动课堂的评价是:很喜欢老师的这种教学方式,原来我很厌烦物理,现在在课上我能认真听讲,肯做题,变积极了,也开始喜欢物理了;新的教学方式改变了我接下来的生活,关于阅读的习惯,关于独立思考,关于提问等,提高了我的阅读能力和自学能力。

四、结语

依靠现代化技术手段——课堂应答系统,借鉴国外物理教育行之有效的教学方法——同伴教学,我们在物理教学的大班课堂中也成功地实现了师生互动尤其是生生之间的交流,打破了传统的“满堂灌”的课堂教学模式,在进行每一题的 Mini 探究的过程中,全体学生人人参与,打破



了课堂的沉闷,锻炼了学生解决问题的能力。

三年来的实证研究工作让我们看到了课堂改革带来的成果,同时,也让我们面临了更大的挑战。我们发现,仅仅有 Clicker 这个技术手段,如果没有把先进的教学理念与之融合,那么这样的课堂仍然缺乏活力和吸引力。如何能做到先进的技术手段和教学方法结合,转变我们的学生由“要我学”到“我要学”的学习观念和习惯,这是我们的教学改革努力的方向。

参考文献

- [1] Voting systems are discussed at http://celt.ust.hk/ideas/prs/exp_share.htm.
- [2] N. W. Reay, Pengfei Li, and Lei Bao, Testing a new voting machine question methodology, *Am. J. Phys.*, 2008, 76 (2): 10, 171.
- [3] W. Reay, Toward the Effective use of voting machines in physics lectures, *American Journal of Physics*, 2005, 73 (6): 554-558.
- [4] A. P. Fagen, C. H. Crouch, and E. Mazur, Peer Instruction: Results from a range of classroom, *Phys. Teach.* 40, 206, 2002.
- [5] A. H. Crouch and E. Mazur, Peer Instruction: Ten years of experience and results, *Am. J. Phys.* 69, 970, 2001.
- [6] TianFang Cai, YingJian Qi etc. The effective use of Clicker in freshmen classrooms, *The International Conference on E-business and E-government (IECE) 2011*, 19 (5): 8396-8399.

数学思维模式在教学中的探讨

——以导数概念在微积分教学实践为例

王秋媛 郝荣霞

(北京交通大学理学院数学系)

摘要: 本文把微积分课程中不同章节讲授的概念——导数、偏导数、方向导数等加以讨论,探讨了数学思维的继承性,延续性以及同源性,力求帮助学生加深对导数概念的理解与认识,从不同角度全面掌握各种导数的本质。同时,研究通过分析本质,发展概念,培养创造性思维。

关键词: 数学思维模式 继承性 创造性思维 迁移性

导数,偏导数,方向导数三个概念是微积分课程中微分部分里既相互联系又相互区别的三个重要概念。以往的研究文献中对这些问题的研究多是集中在概念之间的蕴含关系,能推出的给出证明,不能推出的则给出反例。例如:研究可微,偏导存在,连续之间的关系;方向导数与梯度之间的关系等。本文试图通过这三个微分学概念的教学来体现数学思维的发展过程。

一、导数、偏导数、方向导数三个概念体现的数学思维模式

首先给出这三个定义。

导数定义:

设函数 $y = f(x)$ 在点 x_0 的某个邻域内有定义,当自变量从 x_0 变到 $x_0 + \Delta x$ 时,相应函数 $y = f(x)$ 的增量 $\Delta y = f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)$, 如果

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}$$

当 $\Delta x \rightarrow 0$ 时极限存在,则称函数 $y = f(x)$ 在点 x_0 处可导。

偏导数的定义: 设函数 $z = f(x, y)$ 在点 (x_0, y_0) 的某一邻域内有定义,当 y 固定在 y_0 而 x 在 x_0 处有增量 Δx 时,相应地函数有增量 $f(x_0 + \Delta x, y_0) - f(x_0, y_0)$, 如果

$$\frac{f(x_0 + \Delta x, y_0) - f(x_0, y_0)}{\Delta x}$$

当 $\Delta x \rightarrow 0$ 时极限存在,则称此极限为函数 $z = f(x, y)$ 在点 (x_0, y_0) 处对 x 的偏导数,记为

$$\left. \frac{\partial z}{\partial x} \right|_{\substack{x=x_0 \\ y=y_0}}, \left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_{\substack{x=x_0 \\ y=y_0}} z_x \Big|_{\substack{x=x_0 \\ y=y_0}} \text{ 或 } f_x(x_0, y_0)。$$

类似定义函数 $z = f(x, y)$ 在点 (x_0, y_0) 处对 y 的偏导数。

$$\left. \frac{\partial f}{\partial y} \right|_{(x_0, y_0)} = \lim_{\Delta y \rightarrow 0} \frac{f(x_0, y_0 + \Delta y) - f(x_0, y_0)}{\Delta y}$$

方向导数定义:

设由点 P 发出的一条射线 l , 在点 $P(x_0, y_0)$ 附近于 l 上取一点 $P'(x_0 + \Delta x, y_0 + \Delta y)$,

记 $|PP'| = \rho$ 即 $\rho = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$,



如果极限

$$\lim_{\substack{P' \rightarrow P \\ \rho}} \frac{f(P') - f(P)}{\rho} = \lim_{\substack{\Delta x \rightarrow 0 \\ \Delta y \rightarrow 0}} \frac{f(x_0 + \Delta x, y_0 + \Delta y) - f(x_0, y_0)}{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}}$$

存在, 则把这个极限值称为函数在点 P 沿方向 l 的方向导数记为: $\left. \frac{\partial f}{\partial l} \right|_{(x_0, y_0)}$, 见图 1。

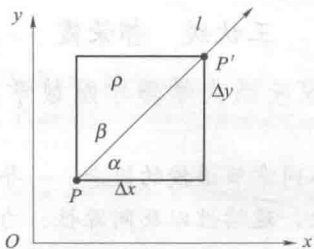


图 1

这三个概念分别在一元微分学和多元微分学中出现, 他们的本质都是一样的, 即研究平均变化率的极限。其中一元函数的导数概念是最基本的概念, 是根, 是发源地, 偏导数和方向导数是导数概念在特殊限制条件下的延伸, 这就是数学思维模式。

三个概念中平均变化率表达式分别为:

导数概念中平均变化率 $\frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}$ 表示自变量增量为 Δx 时, 相应函数值的改变量对 Δx 的平均变化率;

偏导数概念中平均变化率 $\frac{f(x_0 + \Delta x, y_0) - f(x_0, y_0)}{\Delta x}$, 表示自变量 y 不变时, 只给自变量 x 以增量 Δx 时, 相应函数值的改变量对 Δx 的平均变化率; 本质上是一元函数变化率。

方向导数概念中平均变化率 $\frac{f(x_0 + \Delta x, y_0 + \Delta y) - f(x_0, y_0)}{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}}$, 表示自变量 x, y 沿着射线 l

变化时, 相应函数值的改变量对两点间距离 $\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$ 的平均变化率。由于自变量 x, y 沿着射线 l 变化, 所以本质上仍然是一元函数变化率。体现了概念的继承性、延续性、数学思维的同源性。

下面从几何学的角度来进一步阐述这三个概念的延续性。

导数的几何意义为:

$f'(x_0)$ 表示平面 xoy 上曲线 $y = f(x)$ 在点 $M(x_0, f(x_0))$ 处的切线的斜率, 即 $f'(x_0) = \tan \alpha$ (α 为倾角) (见图 2)。

偏导数的几何意义为:

$\left. \frac{\partial z}{\partial x} \right|_{\substack{x=x_0 \\ y=y_0}}$ 表示三维空间 $O-xyz$ 中平面 $y = y_0$ 上曲线 $z = f(x, y_0)$ 在点 (x_0, y_0) 处切线斜率,

即 $\left. \frac{\partial z}{\partial x} \right|_{\substack{x=x_0 \\ y=y_0}} = \tan \alpha$ (见图 3)

方向导数的几何意义:

是曲面在点 $P_0(x_0, y_0)$ 处沿方向 l 的变化率, 即半切线 MN 的斜率 (见图 4)。