

DONGTAISHULITANJIUKECHENG

动态数理探究课程

主编/高琛 副主编/刘子军



本册主编 / 邱发文
姜平



辽宁教育出版社



NEYC 育才
NORTHEAST YUICAI SCHOOL

东北育才学校优才教育精品校本课程系列教材

动态数理探究课程

主编 / 高琛 副主编 / 刘子军

本册主编 / 邱发文 姜 平



辽宁教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动态数理探究课程/邱发文, 姜平主编. —沈阳: 辽宁教育出版社, 2009.3
(东北育才学校优才教育精品校本课程系列教材/高琛主编)

ISBN 978-7-5382-8197-2

I. 动… II. ①邱… ②姜… III. 数学课—中学—教学参考资料 IV. G634.603

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 208628 号

辽宁教育出版社出版、发行

(沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮政编码 110003)

沈阳七二二二工厂印刷

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 字数: 249 千字 印张: 13½ 插页: 1
印数: 1—2000 册

2009 年 3 月第 1 版

2009 年 3 月第 1 次印刷

责任编辑: 崔 崇 王 莹 赵姝玲

责任校对: 马 慧

封面设计: 熊 飞

版式设计: 熊 飞

ISBN 978-7-5382-8197-2

定 价: 27.00 元

继《中国古代文化常识》《影视制作及多媒体技术初步》《团体心理训练》《陶林漫步》和《有机化学》之后，东北育才学校又集中出版了《成功心理训练》《天文观测》《高中生职业生涯规划》《茶艺》《中学生单片机技术》《算法艺术》《咨询员培训》《稚拙的世界》《动态数理探究课程》《中国古代小说简史》《初中综合数学》《新语文》等一套共 12 本精品校本课程系列教材，可喜可贺。这是东北育才学校校本课程开发和建设的又一丰硕成果。它伴随着育才文化建设的时代脚步，承载着育才文化的基因面世，从一个侧面表明育才的改革在深化，育才的事业在发展。

比较而言，这一套校本教材在内容上，更加关注受教育者的成功立志，关注意志品格的锤炼，关注创造精神和实践能力的形成，关注思维品质和学习品质的培养，关注素养、人格和终身发展，既体现了东北育才学校“培养各方面领军人物领袖资质”的培养目标，也反映了该校认真落实“建设人力资源强国”的基本国策，使学生成为强国兴邦之栋梁的高度自觉。把打基础“全面、有个性”的做法，又提高到了一个新的层次。这启示我们，贯彻校本课程开发与建设的基础性原则，既要注意从本校实际出发，又要紧跟时代的脚步。

这套教材更加注重多样性和补充性，从实施操作角度，大大增加了学生自主选择的机会，拓展了他们涉猎更多课外领域知识和参与互动对话的空间，这在“校本课程主要服务于学生获取综合性知识和直接经验，主要满足于学生兴趣需

求”的宗旨定位上是一大进步。这启示我们，校本课程的独到之处与独特作用的呈现，有赖于“校本课程开发与建设必须坚持以学生发展为本，追求校本课程最大限度贴近学生个性发展需要”方针的认真贯彻。开发是为了应用，应用也有助于开发。这套教材中的许多内容就是源自学生社团活动的诉求和活动的感悟与经验的升华。

依托包括学生社团在内的各种组织，特别是场所设施并作为资源加以充分的开发与利用，是东北育才学校校本课程开发与建设的一个显著特点，也是该校不断开创校本课程开发与建设新局面并使之上层次的重要原因。东北育才学校伴随新课程改革和校园文化建设，有计划地建设了一大批能满足学生个性发展需要，培养探索、实践和动手能力的诸如机器人技术实验室、软件科学研究实验室、辽宁资源展馆、生命科学展馆、生态科普教育基地、天文观测站、校史馆、陶艺室、茶艺室、服装及设计教室、建筑及设计教室、汽车模拟驾驶室等高水平的实验基地和实习场所，催生了类似茶艺、天文观测等一些新的校本课程，同时又为这些校本课程的增效，发挥了不可替代的支撑作用。例如，在堪称国内一流的茶艺室讲茶道，通过文雅凝重的文化氛围，弘扬中华传统美德，帮助学生修身养性，提高人文素养；在本校的天文台上进行“天文观测”，感受浩渺星空的浩瀚和神秘，自有亲切别样情趣；在辽宁资源展馆流连，感受家乡的史之悠久、地之广博、物之丰饶；在校史馆中徜徉，回望那一段如歌的岁月，品味育才踽踽前行的艰难与沧桑，更幸福于作为一名育才人的自豪……所有这些启示我们，注重资源开发是校本课程开发与建设的重要条件，也是取得育人实效的有利保障，特别是校内资源的充分开发与利用，不可或缺，它具有独到性，有时是无法替代的。

以上各点表明，坚持优才教育的办学理念和追求卓越的行为方式的东北育才学校校本课程的开发与建设本身也在前进和发展。本套校本教材的出版是育才文化在闪光！其品位价值的客观存在，对我市中小学的借鉴意义不可低估。我们确信，在东北育才学校绚丽的校本教材的引领下，我市也会迎来校本课程开发的万紫千红。希望东北育才学校开发出更好更多的校本课程系列丛书，祝愿全市中小学的校本课程开发与建设的局面越来越喜人！

苏文捷

编者寄语

事物的不断深入总会让个体有深奥不可及的恐惧，放到整个环境里又有渺小得甚至可以忽略的焦虑，而真正的深入却能带来触类旁通的惊喜。教育创新也是这样的一件事情。

1995年，最初在收音机里获知美国两少年借助GSP软件发现线段无限等分构造的壮举，1996年，在原北师大未来教育中心主任桑新民教授的举荐下有机会邂逅这个神奇的小软件，这或许也是自己教育发展的“唯一一次机会”。1997年，带领学生发现广义蝴蝶定理，续写着它在中国的传奇……

教育上知识探究的重要性并不在于发现了什么，而是对人好奇天性的正向反馈。教学中始终把个人见解视为最珍贵的学习成果，并相信亲历实践的收获远比我们知道的要多。1997年，在全国率先开设面向中学生的相关选修课程，帮学生提供知识“再发现”的环境，让学生有机会“像科学家一样工作”，和学生分享探究的成果和快乐。蝴蝶定理的系列推广同美国GLAD构造一样，都是由学生相对独立发现的前所未知的规律，相关范例已被美国数学协会作为论文素材引用发表，后来的一系列发现和推广都是师生探究的成果。

好奇是人的天性，而技术为满足人好奇的探究提供了便利。一直认为对GSP“点石成金的金手指”的评价是对教育软件的最高期望。屏蔽了技术的动态开放环境下的探究是已有认知图景基础上的再发现、修正和优化的二次建构。当有人痴迷于软件技术的钻研和陶醉于课件华丽外表的时候，作为教师，我们仍坚持把学科知识放到第一位，投身于知识本身的探索，不断深入和归纳，逐渐形成了ICT环境下数理综合探究课程的框架，并作为一门选修课程不断实践、丰富和完善着。

一直向往麦克尼利的“网络让每一个都可以站到别人的肩膀上”的共享和期待“渺小的你也可以让世界倾听你的声音”的开放，网络的发展张扬了开放的特质，甚至成为了一种精神。从“动态与创新”课题网站到“求师得”教育实验室，每一次给别人提供方便的开放也给自己带来机会。

正如自然的美景对于所有的人都是开放的，数学王国的奇妙也绝对不是几个“数学家”们的特权！也正如自然的美景仅仅对于善于用眼睛观察它的人而

美丽，数学的美妙则需要勇于创新的敢于发现的头脑的帮助。自然的美景是用眼睛看的，数学的美妙更需要大脑的协助来体验的！

我们关注知识本身的探索 and 发现，那是好奇心得到满足的一种快乐；我们同样注重探究过程中带给我们的体验，超越数学知识的体验和思索！这里我们以一种生活化的视角看待数学上的问题，没有证明的数学同样精彩……并不一定要懂得所有的原因，至少要懂得欣赏和发现！作为教育工作者当然同样期待我们的这种体验能够在教学上得到迁移……

教育信息技术不单纯是电脑、网络的技术，更是人的技术。教育信息化中坚持和准备的结果都包含在以人为本的内涵。以人为本不仅仅是以自己的学生为本，以自己为本，而是人人以人为本。以人为本是教育的条件，是过程也是结果，更是我们教育信息化过程中需要坚持、需要准备的和值得期待的。福楼拜说“科学与艺术，在山脚下分手，在山顶上会合。”我想对于教育的大山，其山顶是民主，而攀登的过程需要勇气！



目 录

序言

编者寄语

第一章 动态数理探究课程概述	1
1.1 课程的开设背景	1
1.2 课程的指导思想	2
1.3 课程的构建与实施	7
1.4 课程的效果与评价	10
1.5 学生的体会	11
第二章 经典构造	15
2.1 滚动问题	21
2.2 蝴蝶定理	31
2.3 截面问题	37
2.4 分段函数	42
2.5 特殊曲线	47
2.6 等分线段	62
2.7 立体图形的表现	74
2.8 立体工具	88
2.9 颜色的使用	104
2.10 分形	114
2.11 蒲丰投针试验	130
第三章 探究性教学范例	137
3.1 GLAD 构造	137
3.2 椭圆的构造课堂实录	139
3.3 圆的旋轮线的构造 (一)	143

3.4	圆的旋轮线的构造 (二)	149
3.5	振动和波的再认识	152
3.6	“双蝶”齐飞	155
3.7	圆锥曲线及其相关图形构造	162
3.8	二面角的绘制	185
3.9	几何画板 3D 绘图指南	195



第一章 动态数理探究课程概述

信息时代，知识日新月异，传统教学中普遍强调记忆，以传授知识为主的“重现型”教育已经不适应时代的要求，当前的教育正向发展智力、培养能力的“发现型”教育转变，同时比以往更加注重对人才素质的培养。创新是世界各国教育共同面临的一个永久课题，在“教育的永久改革”中，探索创新教育具有更深远的意义。创新教育在基础教育阶段的主要目标是培养学生的创新素质。创新教育呼唤教育创新。

1.1 课程的开设背景

科技的发展在教育领域中集中表现为现代化教育技术的广泛应用和教育观念的不断更新。复杂的计算机设计，模拟系统及交互技术为创造力的培养和开发提供新的途径。如何利用现代技术更充分地为学生服务，以至为教育领域引入新的观念一直是教育工作者长期思考的一个永恒的问题。

我校是全国第一所在学生中开展相关活动的学校。我们借助 GSP 软件动态几何的特点和计算机网络的优势，结合创造教育理论，在“为创造而教，为迁移而教”的指导下，以选修课的形式，从“数理综合”的视角，采用项目教学的方法，在培养创造性思维的层面上进行了多年尝试。

以教师为主导，学生为主体的原则

在做中学，先做后说，师生共做。即在教学过程中充分发挥教师的主导作用的同时，充分尊重学生的主体地位，让学生充分参与知识的获取过程和问题的解决过程。

开放性原则

即数理综合课教学要求教师和学生广泛猎取知识，并使物理和数学紧密相连，对于所研究的问题的范围具有相对的灵活性和开放性。

问题解决原则

即以提出问题、分析问题、解决问题为中心。在强调结果的同时，更加注重研究的过程。调整和编组教学内容，并以问题为中心展开数理综合教学。

辅助性原则

即坚持分科教学为主，综合教学为辅的原则，特别注意加强数学物理的横向联系。它是分科教学的补充。

方向性原则

努力培养学生对待问题的综合分析的能力和创造素质的培养，为创造力发展打好基础。

选修课上，让学生在尝试中学，在尝试中成功，不是由教师把什么都讲清楚了再做练习，而是由教师指出问题，学生在所学知识的基础上，通过自学和讨论等形式，依靠自己的努力，通过尝试性的练习初步解决问题，最后教师根据学生尝试练习中的难点和教材中的重点，有针对性地进行讲解并协助归纳。

1.2 课程的指导思想

学习贵在创新，知识重在探索

在选修课上，我们利用心理学上的“脑激励法”，鼓励学生创新。在教师提出问题的前提下，鼓励学生尽可能找到更多的方法，重视方法的独特性，强调思维的新颖性。借助 GSP 动态几何的特点，师生一起创造性地研究了许多物理问题，如抛体运动、透镜成像、李萨如图等等。其中光横波的构造学生就提出多种构造方法。

在鼓励学生创新的同时，注重学生对知识的探索过程。让学生在探索中学，在尝试中成

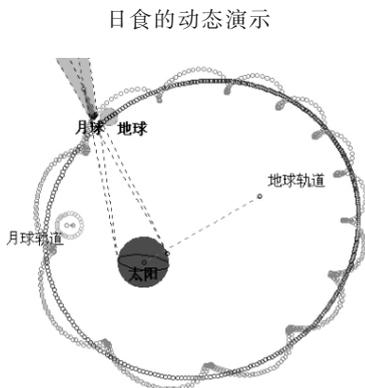


图 1.2—1



功,使学生明确,学习任何知识的最好方法是你自己亲历的探究,鼓励学生提出问题,倡导“提出问题比解决问题更重要”。使学生从学知识(knowing)到做知识(doing),即布鲁纳所倡导的从“占有真理”到“追求真理”。这有益于创造性思维,特别是求异思维能力的发展。如在借助GSP动态演示日食月食时,学生还可以尝试对地球月球轨道的探究。

在整个过程中,计算机准确快速的计算,直观动态的表象,创设了解决问题的情境,激发了学生的想象,提高了学生探索问题和解决问题的能力,这也是用计算机软件处理数理问题的优势所在。

注重知识积累,实现概括迁移

知识在于积累,有积累才有创新,创新不是“无中生有”,而是“推陈出新”。丰富的数理知识积累是创新素质培养的基础。心理学的研究表明创新同样需要原型的启发。概括是对一个科学技术领域把对全体细节的认识提升到更高的层次,用尽可能少的知识更深刻地表达尽可能多的知识。它使知识在积累中不断被选择、提炼或淘汰,使已知知识不断以更普遍的形式而更新。

心理学的研究表明,材料的概括性越高,知识的系统性越强,迁移性就越灵活;注意力越集中,创造性就越突出。利用计算机在信息处理上的优势,对于日常教学中教师和学生的优秀范例都给予备份,通过因特网等途径搜集一些素材和范例——这也是创造性思维的材料,这种材料越丰富、越新颖,引发学生的思维越具有创造性。

在理论的高度上把握了解了实际情况后,就能利用概括了的经验去迅速解决需要按照实际情况做出分析和调整的新问题。日常教学过程中,我们清晰地认识到创造能力同样需要扎实的基础,在帮助学生积累知识打好基础的同时,引导学生对知识进行概括和总结,即注重知识的系统性。选修课上,一方面注重数理单科知识的系统性,另一方面,注重数理综合的系统性。如在讨论圆锥曲线的统一时,借助凸透镜成像,不仅把圆及圆锥曲线同一起来,更体现了数理学科的同一年性与和谐性。

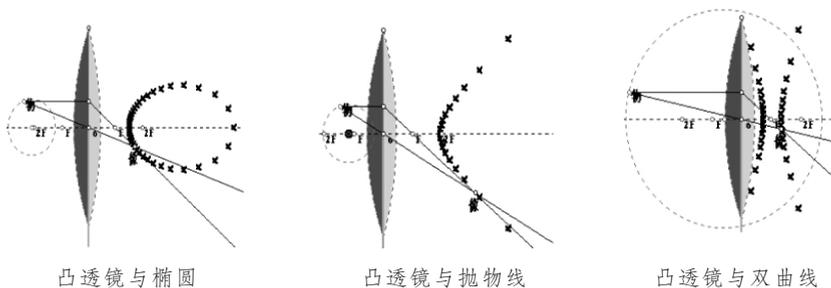


图 1.2—2

开发“原型”范例，启发创造思维

创造性思维一般有一个原型启发，原型在创造性思维中有重要意义。教学过程中，通过课堂演示或因特网把一些新颖的范例介绍给学生，以启发他们的创造性思维。如变革某一问题的重要属性，如讨论转动叠加时从速度相同，到速度为整数比，到任意比；或将一些属性从给定的情形迁移到新的情形中，如数学上的圆和圆上的一动点迁移到物理学上便是圆周运动，再迁移到“振动和波”上便构造出李萨如图、横波和纵波等。

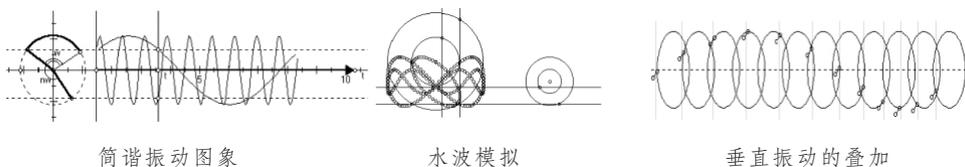


图 1.2—3

在“匀速圆周运动的竖直投影运动是简谐振动”原型的启发下学生想到了把原命题拓宽一下（任意方向投影的运动是简谐振动）；而当把“李萨如图”介绍给学生时，金鑫同学在该范例的启发下给出了由两匀速圆周运动构造李萨如图的方案；学生学习了波后，又给出了横波、纵波乃至“水波”的模拟。抛开这些尝试本身的意义不论，单凭猜想、尝试，电脑验证的方式不能不让人惊喜。

在日常教学过程中，我非常注重原型启发的作用，经常和学生交流一些新颖的范例，抛砖引玉。实践表明，一些新奇的事例经常会撞击出学生创造性思维的火花。

培养探索兴趣，激发创造热情

爱因斯坦说过，“我没有什么特别的天赋，我只有强烈的好奇心”。天才的秘密在于强烈的兴趣和爱好，从而产生无限的热情，这也是勤奋的重要动力。实践表明，动态的电脑演示不仅能辅助学生对一些数理概念的理解，更能激发他们的学习兴趣，丰富的图形变换，趣味性的动画演示，常使他们尝试到创造的快乐。一个好的计算机软件常有点石成金之效。如借助 GSP 对“小圆在大圆内外侧滚动”差异的模拟和探索，学生不仅理解了直线滚动与曲线滚动，还得到一些意想不到的图形，这极大地激发了他们的好奇心和热情，进而能充分调动学生的能动性。将练习内容与学习兴趣相结合，做到既有方向性又有动力。



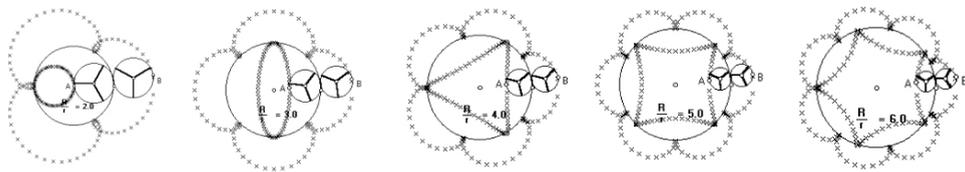


图 1.2—4

培养自控能力，实现自我指导

个人计算机加网络的学习环境使学生活动具可选择性。这培养了学生勇敢、大胆、自主、诚实、执著的精神，发展了思维的主动性。个别化和小组学习有助于发展好奇心和冒险精神，有助于培养学生自我监控能力。而学习材料丰富性和交互性有助于实现自我指导。

从学生“发现规律”——追求真理的思考过程来看，是在教师启发下自觉的思维和行为过程，他们不是每次的猜想都能够成功，但他们自己并不灰心，继续探索。没有一定的自控和自我指导能力是做不到这样的。而这与计算机提供的探索性学习环境更是分不开的。

发挥“媒体”优势，开展项目教学

继图书报刊、广播、电视三种媒体，1998年5月，联合国正式提出“第四媒体”——INTERNET（因特网）的概念。信息社会网络正发挥着超乎想象的作用。而它在教育领域的应用正引发教育观念的转变。计算机上提供了丰富的学生思维活动的素材和工具，通过网络则实现“资源共享”，这可以提供一种相对开放的课堂氛围。有助于发挥学生的主动性，使学生个体得到充分发展。

在数理教学过程中，抽象的数学表达和模糊的物理过程在一定程度上限制了学生的思维，而学习过程中不能及时得到反馈势必会影响学生求知的热情。借助电脑的高速运算，通过参数的连续变化，使原来抽象的数学表达和模糊的物理理解变成形象直观的动态图景，这往往可以启发学生问题、想象和猜想，从而激发创造性思维。爱因斯坦认为：“提出一个问题往往比解决一个问题更重要……提出新的问题……需要有创造性的想象力，而且标志着科学的真正进步。”鼓励学生提出问题和大胆的猜想。在电脑提供的动态、开放、交互的环境中，学生的思考得到及时反馈，通过学生的动手实践总会有新的发现，从而使好奇心和求知欲得到满足和加强。

创造性思维的一个主要障碍在于凡事求准，即必须得到唯一的一个答案。在教学过程中不是由教师把什么都讲清楚了再做练习，而是由教师提出问题，学生在所学知识的基础上，通过自学、小组讨论和查阅资料等形式，依靠自己



的努力，通过探索尝试性的练习初步解决问题。这种由教师提供题目或学生自己提出问题，教师帮助学生通过网络、图书等媒体手段广泛猎取知识，相对独立解决问题的方式可称为项目教学。

项目教学过程中，教师提供的大多是一些开放性题目，着眼于各种不同结论的选择，突出现成知识的动态性和能力结构的稳定性，并不拘泥于现成结论的死记硬背。项目教学使理论更贴近实际，并从实践中获取知识。学生以研究者的身份参与、发现、探索，并最终获得知识，整个过程中教师不是知识的灌输者，而是一位导师，帮助学生成为研究者。基于现代技术的项目教学将成为未来信息社会的一个重要特征。

珍视创造成果 师生互为主体

教学改革关键是教学观念的更新。教育即是自由，“呼唤人的主体精神是当代时代精神的最核心的内容。”^①创造力的发展必须在自主和安全的气氛下才能进行。打破教师万能、唯我独尊的观念，容纳不同意见，尊重并强调学生的个性。套用 Ibsen 的一句诗：what is a student's first duty? The answer is brief: to be himself! 教学过程中学生以研究者的身份参与包括发现探索在内的获得知识的全过程，教师不是知识的灌输者，而是学生的激发者、培养者和欣赏者。

现代信息技术的发展使教师在知识传授过程中的角色发生改变。师生关系的比喻有“一桶水和一杯水”，也有“一条小溪与一杯水”，但都只强调教师对于学生的单向给予，而忽视了学生的能动性。我更欣赏“灯芯和煤油”的比喻，从某种程度上教师更依赖于学生。正如我的学生所设想的师生关系体是由教师的经验与学生的好奇和热情组成股份公司。现代解释学认为，人们的思维和行为的模式正由“主客模式”向“互主体模式”转变，教学相长，学生也是老师，“向学生学习”是一种时代的新理念。

现代教育技术为创新教育注入了新的活力。但同时我们也看到计算机和网络也只不过是一种工具，它们不能使垃圾变成黄金，更多的关键具体工作还要靠人自身的创造性的劳动来实现。借助电脑通过参数的连续变化实现知识理解的动态图景，借助网络化学习（E-Learning）实现知识丰富动态结构，在计算机和网络提供的开放的环境中，学生自主、合作、“实践”的学习方式，有利于创新素质的培养。“动态开放”环境进一步完善和学生主体性的更好发挥是今后工作的研究方向。

实践在当前更具有现实意义，实践才能创新。只以“试题”来评价教育效

果,最多只能使学生学会“纸上谈兵”。人是教育的根本,创新是教育的目标,实践是创新的基础。

1.3 课程的构建与实施

实施条件

课程对电脑、网络等硬件环境的要求是中文或带中文的 WindowsXP 以上版本的操作系统,安装了 GSP 等基本软件,连接了局域网,最好接通 Internet。

参与课程的同学要求有必要的数学、物理知识储备和电脑基本应用操作等要求。协作的组织形式划分成多个小组,3—5 人一组不限(同一个小组的同学可以是不同班级的、不同年级的学生),学校、班级和教师对于小组内部和各个小组之间的学习交流和协作探究学习能够提供充分便利的条件,比如共同学习的时间、图书馆、电脑网络等资源的应用。

课程面向的对象

在校中学生(文理分科的要求是理科),通过学生调查问卷、申报表挑选,男女生不限。

课程安排

课时及时间安排:每周 2 课时,最好安排在周五、周六下午在多媒体教室/机房进行,对于其中的小组集中交流和期末的汇报最好安排在阶梯教室。

课程内容

课程的具体内容,经多年的整理搜集编撰,已经有了一个完善的体系。具体内容按章节编排。

其内容,很多都是教师的多年的总结:或是讲课的教案,或是发表的文章,或者是一些简单的总结。不是严格的书本教材结构,但是,遵循知识发生发展的过程,尊重个人的感受,强调实效。虽然形势看似松散,但不拘形式,很有特色。

教学设计及组织实施过程

1. 选择探究学习的内容

动态数理综合探究课程所选内容主要是中学数学和中学物理的一些核心的知识,更偏重于能借助计算机实现数学原理和物理表象整合的数理交叉的知识点。内容的难度适合于学生所处的年龄特点和能力水平。鉴于教育技术的发

展，探究课程所研究的内容应该有别于现行的大纲，比如李萨如图，学生要到大学才能接触到，但借助现代教育技术则变得直观和容易。对提高学生的理解能力和创造性思维能力具有重要的价值。

2. 确定探究性学习的类型

主要是根据所选的内容的特点不同来选择不同的探究形式。

(1) 以探究为本的教学。

主要是针对一些特别基础的和新的概念。比如在学习物理学中“圆周运动在水平方向的投影是简谐振动”的命题的时候，考虑到此命题的重要——它是处理振动特别是处理有关波的问题的基础，一方面联系课堂教学，通过传统的数学方式证明，另一方面组织学生借助 GSP，通过几何模型的构造探索，从而间接证明该命题。

(2) 以探究为本的学习。

在探究课上，个人的见解是教学过程中最希望得到的。学生学习如果只是重复前人的结论、生搬硬套，就不会形成真正的能力。而在应试教育的大环境中，能提供给学生一个可以发挥想象的空间，给学生创造讨论研究的气氛，并且得到一些初步的成果，应该说是实现我们所倡导的教育理论的有效渠道。

(3) 科学探究

在以教师探究为本的教学和以学生探究为本的学习过程中，当学生对于自己的一些想法和发现进行更广泛、更深入和更系统的探究的时候，他们的学习和研究也就转变为一种科学的探究。比如蝴蝶定理的推广、万蝶起飞和三角形五心的研究等学生的探究都可以看作是科学探究或者是准科学探究。

3. 确定教学组织形式

(1) 教师引导的探究性学习。

主要是通过教师的讲解、讨论、练习的方式进行，此种方式主要是发挥学生的主体作用和教师的指导作用，更强调学习的过程。通常是针对一些相对比较基础和系统的知识题目。比如对于圆锥曲线的构造系统的研究。

(2) 分层（工）的探究性学习。

在完成一个研究题目的过程中，从题目的选取，研究性学习，到成果的传播推广，需要很多具体的工作，而对于每一个同学，都有他擅长的一方面，如何发挥学生的特长，同时培养学生的协作学习及合作精神，这就要求小组内的同学在明确共同目标的前提下，独自承担其中的某一部分。

(3) 小组合作的探究性学习。

如果一个题目的完成离不开小组成员的分工合作，那么完成一个系统的研究题目就离不开各个小组的通力合作。在强调小组内部的协作的同时不能忽略小组间的交流。

