

绪 论

21 世纪，人类社会正在走向一个崭新的知识经济时代。“世界范围内的经济竞争，综合国力的竞争实质上是科学技术的竞争和民族素质的竞争”，当前国际竞争日益激烈，国力的强弱越来越取决于劳动者的素质。正如美国教育学家克洛维尔 (S.Crowell) 指出：“教育面临的最大挑战，不是技术，不是资源，不是责任感，而是……去发现新的思维方式。”教育不只是教给学生知道什么，更重要的是要教会他们如何学习，同样，数学教育给予人们的不仅仅是知识，更重要的是培养学生学习的能力，这种能力突出为一种探索精神。著名数学教育家弗赖登塔尔指出：“数学知识既不是教出来的，也不是学出来的，而是研究出来的。”数学教学不但要告诉学生“是什么”，而且还要告诉学生“为什么”和“怎么来的”，受传统文化和应试教育体制等因素的影响，我国教育领域长期以来普遍重视具体知识的传授，灌输式教学方法影响深远，学生的学习偏重以模仿、训练和背诵为主的学习方式。在这样的课堂教学中，教师的教學方法是以讲授、灌输为主，形成了教师对学生的权威性，学生对教师的依赖性。学生的自主性、能动性、怀疑性和创造性得不到充分尊重和发展，以至于探究精神和实践能力得不到很好的培养，素质教育也就难以全面实施。学生在学习中的主体地位和自主发展空间受到严重的挤压。旧的教学模式和旧的学习方式已严重影响了学生对学习的兴趣，远不能适应未来社会对创新人才的需求。

近百年尤其近半个世纪以来，人们对探究性学习进行了不懈探索。探究作为一种学习方式，兴起于 19 世纪中叶，而真正对其系统深入研究，则始于 20 世纪初，并于该世纪中期达到第一个研究高潮。此后，探究性学习一直是教育工作者关注的焦点之一，近年来更成为各科共同探讨的话题。20 世纪 90 年代末，探究性学习的理念已被我国教育界接受，并受到了高度的重视，教育部连续召开会议，推动探究性学习，为了应对时代挑战，推进科教兴国战略的实施，增强国际竞争力，教育部主持制定的《面向 21 世纪教育振兴行动计划》和新颁布的各门学科的《课程标准》，都强调要改变学习方法，重视探究性学习和探究式教学。

近年来，我国新的基础教育课程改革也将变革学习方式，倡导探究性学习放在了突出的地位，强调在学科领域，要为学生创设探究性学习的空间。2001 年 6 月，在全国基础教育会议上通过了《基础教育课程改革纲要（试行）》，《纲要》在

陈述基础教育课程改革的具体目标时，提出了基础教育课程改革的目标，其中包括“改变课程过于注重知识传授的倾向，强调形成积极主动的学习态度，使获得基础知识与基本技能的过程同时成为学会学习和形成正确价值观的过程”，《基础教育课程改革纲要（试行）》中也指出：“改变课程实施过于强调接受学习、死记硬背、机械训练的现状，倡导学生主动参与、乐于探究、勤于动手，培养学生搜集和处理信息的能力、获得新知识的能力、分析和解决问题的能力，以及交流与合作能力”。^[1]这些“改变”的精神，都针对了改变学习方式，培养学生的探索精神和实践能力。“教材内容的组织应多样生动，有利于学生探究，并提出观察、实验、操作、调查、讨论的建议”。^[2]

根据全国基础教育会议精神，我国新颁布的课程标准和相应教材都将培养学生的探索、创新和实践能力放在了突出地位。《普通高中数学课程标准（实验）》在课程的基本理念中指出：“学生的数学学习活动不应只限于接受、记忆、模仿和练习，高中数学课程还应倡导自主探索、动手实践、合作交流、阅读自学等学习数学的方式，这些方式有助于发挥学生学习的主动性，使学生的学习过程成为在教师引导下的“再创造”过程。同时，高中数学课程设立“数学探究”“数学建模”等学习活动，为学生形成积极主动的、多样的学习方式进一步创造有利的条件，以激发学生的数学学习的兴趣，鼓励学生在数学学习过程中，养成独立思考、积极探索的习惯。高中数学课程应力求通过各种不同形式的自主学习、探究活动，让学生体验数学发现和创造的历程，发展他们的创新意识。”^[3]

作为一种新的学习理念，探究性学习突破传统学习理念对学生主动性和创造性的制约，使学生更加全面地从整体上了解学习内容的体系、思想方法、科学概念、理论及其历史现状。近几十年中，各国、各层面的数学教育的改革也围绕如何转变学生的学习方式这一问题展开。探究性学习在数学学习领域业已被广泛接纳，其价值已被国内外专家学者从理论和实证两方面给予充分肯定。以主动探究为特征的学习方式在理论和实践上都取得了很多有影响的研究成果。

在国内外 30 多年的研究中，我国对数学探究性学习的研究时间较短，大多局限于中小学数学教学，对探究式学习的原则、模式、意义的研究相对较多，并且尚处于尝试阶段，对相关理论还存在某些模糊认识，研究不够深入，缺乏系统性

[1] 张奠宙，李士铨，李俊. 数学教育学导论[M]. 北京：高等教育出版社，2003：82.

[2] 钟启泉等. 基础教育课程改革纲要（试行）解读[M]. 上海：华东师范大学出版社，2001：5.

[3] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准（实验）[M]. 北京：人民教育出版社，2003：3.

和针对性。对大学微积分探究性学习的实施策略涉及不多，研究更是仅处于探索阶段，大学师生对其比较陌生，现有相关研究资料并不多见。而建立一套可操作和适用性强的实施策略却又是目前微积分课程改革所必需的，有效的教学策略需要把国外的先进理念与国情、省情、校情、班情相结合，把专家的理想转化为一线教师的行动。

微积分探究性学习的开展对高师微积分教学有重要的现实意义，同时也是我国数学教育中亟待解决的问题。以高等院校课程中的微积分为载体，在阐述探究性学习的理论和实践研究的基础上，将教育心理学有关成果融入到微积分教学过程中，以切实帮助高校数学教师和学生构建新的学习方式，澄清其对数学探究性学习的模糊认识，为开展数学探究性学习提供理论支持。

第一章 研究微积分探究性学习的意义

一、符合数学教育的发展趋势

随着世界经济的迅速发展和人才竞争的日趋激烈,人们已经认识到 21 世纪的社会是一个学习的社会。在世纪之初,世界各国的教育者就纷纷关注了“学习”这一问题,联合国教科文组织负责人之一库姆斯就曾提出过“教育的核心即学习”。适应时代潮流发展的学习方式能够培养人的创新精神和实践能力,发展一种新型的学习方式已经成为世界各国教育工作者探索与研究的焦点,于是探究性学习被提出,并愈来愈受到人们的重视,目前已经成为各国基础教育改革大力提倡的学习方式之一。

数学是以抽象性和严谨性而著称的学科,解题是数学学习最重要的特征,这就决定了数学探究性学习不像自然科学探究性学习那样偏重于动手实验和调查取证,而是一种以独立思考、深入钻研数学问题为主要特点的思维活动。数学学习不仅要知其然还要知其所以然,能够从本质上理解数学概念和原理,把握其中的深刻关系。刘绍学^[1]、汪晓勤^[2]等认为学习数学加深理解数学的最好方法也许是唯一的方法就是研究数学。认为科研型教师通过研究数学会使自己对数学产生一种新鲜感,这种新鲜感则会使他的教学具有感染力,能够使学生感到学习数学的乐趣,并且认为这种乐趣对学生来说比获得数学知识和能力更重要。通过探究性学习,学生可以体会到数学研究的乐趣,进而激发起学习的主动性,而积极主动的学习正是数学探究性学习最重要的特点之一。学习不只是为了让学生掌握一门或几门学科的具体知识和技能,而是要让学生学会如何学习。李建国^[3]认为高中数学探究教学的真正目标是让学生在经历探究过程中,培养好奇心和求知欲,培养科学的推理能力,发展决策能力,培养抗挫力和克服困难的毅力以及形成实事求是的科学态度。实行探究性学习最重要的目的之一就是培养学生自主学习的能

[1] 应当给初等数学研究以有力的支持——刘绍学教授在第四届全国初等数学研究学术交流会开幕式上的讲话(摘要)[J]. 数学通报, 2000, 39(11): 封面 3.

[2] 汪晓勤, 柳笛. 使用否定属性策略的问题提出[J]. 数学教育学报, 2008, 17(4): 26-29.

[3] 李建国. 探究性教学重在让学生经历探究过程[J]. 数学通报, 2008, 47(2): 47-48, 52.

力。正所谓授人以鱼仅供一饭之需，授人以渔则终生受用无穷。吕星宇^[1]认为学生在学习中真正得到的是在不同的背景中表现出来的非凡的理解力，而理解是从独立研究中学会的，是悟出来的。总之，实施探究性学习有利于培养学生的好奇心和求知欲，能够更好地促进学生对数学的理解。

数学不同于其他学科，数学紧密的知识结构、数学知识创生和发展的过程，以及诸多数学家的发明和创造，本身就是一本“活生生”的教科书，它蕴藏着丰富的育人资源。首先，数学可以使学生有依据地猜想和发现。凭借着数学结构链之间的内在联系，学生可以进行类比的猜想；凭借着数学与生活之间的联系，学生可以进行经验的猜想；凭借着对数学问题的敏感，学生可以进行直觉的猜想。有了这样的猜想，学生就有了主动探究的欲望。因此，这些资源的开发可以为学生的“探究性学习”提供前提条件。其次，数学知识创生和发展的过程可以成为学生探索可能结论的过程。从问题的发现到有依据的猜想，从验证猜想到归纳概括获得结论，数学可以提供学生发现的方法和思维的策略，能够给学生以智慧和力量，有了这样的方法和策略、智慧和力量，学生就有可能实现数学知识的“再创造”。因此，这些资源的开发可以为学生真实的“探究性学习”提供保证。在数学学习中，学生进行“探究性学习”之所以必要是因为：首先，学生在“探究性学习”的活动中，或者通过一个偶然的问题，或者通过类比的联想，可以经历发现规律的瞬间。学生经历这一发现过程的价值在于，不仅可以使学生了解知识创生、发现的过程，而且可以让学生学会思考如何从偶然的现象中去发现必然的规律。学生一旦掌握了发现的一般方法，也就有了不断发现乃至创新的需要与可能。其次，学生在“探究性学习”的活动中，或者通过归纳推理，或者通过演绎推理，可以经历验证猜想并获得结论的过程。这不仅可以使学生形成研究的态度，而且可以使学生了解和掌握研究的方法，体验探索的艰辛和发现的欢乐，感受前人的智慧和渗透其中的数学思想。因此，借助于探究和发现的学习过程，一方面可以使学生了解数学知识的来龙去脉，学习有意义的数学；另一方面可以激发学生主动探究数学问题的欲望，增强学生学习数学的内驱力，更重要的是，可以使学生养成主动思考的习惯和形成主动学习的心态，在这样的过程中，数学教学对于学生主动发展的价值就有可能得以实现。

二、符合微积分学习的特点，有利于学生更好地理解和掌握微积分

21世纪是创新教育的世纪，是知识经济的世纪。实施微积分探究性学习从根

[1] 吕星宇. 论一堂好课的标准[J]. 教学与管理, 2010(2): 30-33.

本上来说，是时代的发展对人才提出了新的要求，同时，实施探究性学习也是为了更好地促进人自身的天赋得以充分和谐的发展。

微积分是高等师范院校理科专业的一门重要基础课，是学习微分方程、复变函数、实变函数以及概率论等课程的基础，被誉为“近代技术文明产生的关键事件之一。它引入了若干极其成功的，对以后许多数学的发展起决定性作用的思想”^[1]。微积分的产生革新了数学的观念、思想和方法，它的创立是数学发展中的里程碑，为研究变量和函数提供了重要的方法和手段。微积分的学习过程是学生在教师的指导下通过数学思维活动，学习数学知识、发展数学思维能力的过程，学习效果直接关系到整个大学阶段数学教学质量的高低乃至数学教学的成败。而学习方式的变革是培养具有创造意识和探究性思维能力人才的决定性因素。研究表明，“教育者必须理解学校教育应该超越单纯定位于数据获得与信息积累的教育目标，转向有用知识的产生与获取，而这必须由探究性学习来支持。”^[2]于是，在长期争论的基础上目前已取得的共识是：“探究性学习是学生的一种不可或缺的重要学习方式；对探究性学习的研究，促进了学习方式的变革；探究性学习与授受式学习的互补，有利于提高学生的学习水平。”^[3]美国国家研究委员会有这样一句名言“只有当学生通过自己的思考建立起自己的数学理解能力时才能真正学好数学”，微积分亦如此。因此，我们应重视探究微积分知识的形成、思想的产生、方法的应用，重视问题的提出，让学生学会探究这种获得新知识的学习方式，重拾兴趣，从而提高微积分的教学质量。

微积分学，或者数学分析，是人类思维的伟大成果之一。它处于自然科学与人文科学之间的地位，使它成为高等教育的一种特别有效的工具。遗憾的是，微积分的教育方法有时流于机械，不能体现出这门学科乃是一种撼人心灵的智力奋斗的结晶；这种奋斗已经历了 2500 多年之久，它深深扎根于人类活动的许多领域，并且，只要人类认识自己和认识自然的努力一日不止，这种奋斗就将继续不已。

(R.Courant) 探究是人类的一种本能，人类不仅通过日益强大的探究能力创造了浩大的数学知识体系，而且还对数学探究本身形成了日益深入的认识。从微积分产生和发展的历史可以看出，在任何发明和发现的背后，总有一股探究的力量和思想的进化发展使微积分的诞生成为可能。微积分本身就是一部人类历史探究的发展史，微积分以函数为研究对象，以极限为研究方法。其中运动、变化以及变化者的量之间的相依关系都将贯穿于微积分的内容之中，使作为变量数学的微积

[1] 张奠宙，朱成杰. 现代数学思想讲话[M]. 江苏：江苏教育出版社，1991：16.

[2] 钟启泉. 研究性学习国际视野[M]. 上海：上海教育出版社，2003：86-87.

[3] 任长松. 探究式学习——学生知识的自主建构[M]. 北京：教育科学出版社，2005：71.

分更富于生动的辩证思想：函数的思想、极限的思想、化归的思想、数学模型的思想等。这些思想蕴含在大量概念、定理、法则和解题过程中，使微积分的形成过程充满着无数前辈们的探究思维、科学探究精神和拼搏不已的奋斗精神。通过微积分探究性学习，探究和揭示微积分知识的发生、发展和应用过程，就能够激发学生学习微积分的热情，品味人类文化进步的喜悦与精神胜利以及数学美的享受，使其体现知识的再发现过程。

三、有利于培养未来社会需要的数学人才，解决目前课程改革背景的诉求

21 世纪的人才应是有主动探究精神和强烈的创新意识、有较强的实践能力的人，社会的发展呼唤新的教育理念、教育策略和学习方式。微积分是高等数学的主要内容，微积分的思想方法是学生学习后继课程的重要工具和基础。然而，目前我国许多高师院校的微积分学习情形不容乐观。大学基础课对学生至少应有三个方面的作用：掌握数学工具、培养理性思维、接受美感熏陶。但长期以来，由于过分强调了基础课为专业服务这一方面，忽视了另外两个重要的方面，甚至于发展到只“为专业课程服务”乃至“为考试服务”，这类片面的认识对培养全面发展的人是不利的（萧树铁，2000）。而且，高考指挥棒对学生应试思维模式的影响以及大学里考研热的升温，使大学微积分存在教学过度应试化的问题，考试文化已经影响了大学的数学教育（柴俊，2006）。诸多原因造成学生能做基本的运算，却不能理解其思想。这和大学基础课的作用相背离。在操作层面上，教师们对强调以探究为核心的教学仍旧感到陌生，“满堂灌”的教学方式仍然占主导地位：上课沉闷，学生缺乏质疑精神和探讨的热情，重解题技能而轻综合应用知识解决问题的能力。“冷静思考，我们应当认识到，长期以来数学分析课是教师教得最累，学生学得最苦，效果却不太如意的课程。”^[1]有一项统计结果表明，“在校学习期间有 93.5% 的人对数学分析学习投入的精力最大，但效果不太理想。”^[2]关于高师院校的学习调查结果显示：“目前多数高师学生的学习缺乏主动进取精神，被动围绕上课、作业和考试，不注意能力培养和思维水平的提高”。^[3]同时，高等数学改革研究报告中对当时的高等数学教学做了这样的评价：“由于课程内容单调，教学计划和大纲过死，导致教师只能对书本和考试负责，难于顾及对学生能力和素质

[1] 王晶昕，谭奕. 数学分析课程改革及课程基本要求制定问题[J]. 辽宁师范大学学报，2000，23（4）：437-439.

[2] 谢克藻. 数学分析教学现状调查与分析[J]. 隰阳师范高等专科学校学报，2001，21（3）：10-13.

[3] 孔凡哲. 高师数学教学方法的现状及改革尝试[J]. 数学教育学报，1998，10（3）：58-61.

的培养。教材内容相对陈旧，体系单一，缺乏鼓励教师创新的机制，以致教材种类虽多，却给人千人一面的印象，致使学生在掌握数学思想和方法、学习数学新知识方面造成困难。在教学方法上，过于偏重符号演算和解题技巧的训练，忽视从直观和问题背景方面的引导。往往走的是一条只讲推理不讲道理的最捷路线，使学生难以生动活泼、主动地学习。^[1]国内几项调查表明，目前高等院校高等数学教学存在下列几个突出问题：①学生的数学学习处于被动状态，80%的学生认识到数学的重要性，但对其又不感兴趣；②高等数学教学质量和教学效率有待提高，不管数学试卷出得多么容易，不及格人数都将近30%，有的高达40%。如何在讲解数学知识的同时，传授数学思想，培养学生分析问题、解决问题的能力，如何发展学生的创新意识等，都亟待实践研究。吴文俊曾在2002年8月在中国北京举行的第24届国际数学家大会上对中国数学研究的现状进行了中肯的评述：“不能否认，我们在数学的各个分支做出了让世人瞩目的成就。但我们独创的东西还远远不够”。

原国家主席江泽民在两院院士的讲话中明确指出：“创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力，一个没有创新能力的民族是难以屹立于世界民族之林的。”如今国家之间的竞争实质上是创新能力的竞争，归根结底是人才的竞争，尤其是顶尖人才的竞争。因此，培养创新型人才就成为教育改革最重要的目标，创新型人才的培养关系到民族的命运和国家的兴亡。我国已故著名科学家钱学森曾向温家宝总理提出这么个问题：“为什么我们的学校总是培养不出杰出的人才？”温家宝^[2]总理认为是“我们的学校比较重视认知教育和应试的教学方法，而相对忽视对学生独立思考和创造能力的培养。”关于我国基础教育阶段存在的不足研究颇多，其中最主要的问题是对学生创新能力和学习兴趣的忽视。研究认为中国学生之所以缺少创新精神，其原因就在于缺少“质疑”，缺少“勇于挑战的个性思维”，缺少“敢为天下先的自信和勇气”。尹裕^[3]认为“标准化的教育——准确地说是训练——是很能摧残人的，它能逐渐磨灭人的好奇心、幻想力、学习兴奋和创新意识。认为我们的标准化教育磨灭了学生的学习热情，我们的标准化教育的成绩就是培养出大批合格的劳动力，然后交给发达国家的精英们去领导。并且认为要毁掉一个国家首要的任务就是要毁掉其精英人才。”张奠宙^[4]指出：“数学普遍水平的提高固然重要，但是国家间的最后科学决战往往是在少数领袖级人

[1] 萧树铁. 高等数学改革研究报告[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 14.

[2] 温家宝谈教育编辑组. 温家宝谈教育[M]. 北京: 人民教育出版社, 2013: 10.

[3] 尹裕. 精英教育的迫切性与中国教育危机[J]. 数学通报, 2009, 48(6): 30-11-13.

[4] 张奠宙. 数学教育的中国道路[J]. 中国教育科学, 2014(4): 59-77.

才之间进行的。我国的数学英才教育，早年通过“奥林匹克数学竞赛”进行培养和选拔，也颇有成绩。但是，奥林匹克竞赛的题目有很大局限，基本不涉及微积分、抽象代数等现代数学基础。获奖选手的数学视野不够开阔，后劲不大。美国在英才教育方面的举措，值得我们认真借鉴学习。”李建华等^[1]指出：“5%的英才教育之外，美国的教育‘失败了’，但是这成功的5%，支撑了美国经济50余年在世界上长盛不衰”。郑毓信^[2]指出：“西方探索是第一位的，然后发展相关技能，但中国认为技能的发展是第一位的，然后才能创造。”这两种不同的学习观导致了两种截然不同的结果：西方的学生善于提出问题，并且为了解决问题而去探索研究；中国的学生很少提出自己的问题，但学习刻苦基础知识和技能比较扎实，然而仅限于善于解决有固定模式的问题。这两种不同的人才培养模式所培养的人才在问题意识和研究能力上差距巨大，特别是在顶尖人才的培养方面。西方的学生成了一流的大师，而我们的学生只是善于考试的人才。金盛华等^[3]研究认为做出高水平创造成就需要两种基本心理条件：产生或提出具有突破性创新概念的能力（概念创造力）和将创新概念付诸实施并物化为创造产品的能力（创造执行力）。简单地说创造者的基本特点就是敢想（概念创造力）、敢为（创造执行力）。徐利治等^[4]认为数学探索性思维的核心问题是数学的猜测与反驳，猜测提出新思想，而反驳加以修正。张楚廷^[5]认为数学创造活动应当从创造性的学习开始，经过自学走向独立研究的道路，经过自学获得新的创造源泉，甚至在坚持自学的过程中就有可能会出现创造。只关注传递数学教科书上呈现的现成知识，实际上是在“育”以简单接受、模仿、配合、服从等被动思维方式的人。在这样的课堂教学中，学生内在于生命中的主动精神和探索欲望，常常受到压抑，甚至被磨灭。因此，我们需要“培养主动发展的人”^[6]，“探究性学习”不失为良策之一。数学的学习应是一个自发探究的过程，如果认为只需要通过大量的生硬强记，就会容易地学到数学，那无论如何是一个可悲的错误（[法]R·托姆 R.Thom）。

[1] 李建华，张英伯. 英才教育之忧[J]. 数学通报，2009，48（1）：1-6.

[2] 郑毓信. 展望后课标时代——写在数学新课改实施8周年之际[J]. 中学数学教学参考（高中），2009，10：2-4.

[3] 金盛华，张景焕，王静. 创新性高端人才特点及教育的启示[J]. 中国教育学刊，2010（6）：5-10.

[4] 徐利治，王前. 数学与思维[M]. 大连：大连理工大学出版社，2008：98.

[5] 张楚廷. 数学与创造[M]. 大连：大连理工大学出版社，2008：198.

[6] 叶澜. 重建课堂教学价值观[J]. 教育研究，2002（5）：3-7.

四、符合学生学习的规律，有利于学生身心健康和谐发展

“数学学习与学生的身心发展”研究表明，每个学生都有分析解决问题和创造的潜能，都有一种与生俱来的把自己当成探索者、研究者、发现者的本能，他们有要证实自己思想的欲望^[1]。同时，高中生的认知水平和思维能力都已达到了较高的水平，适宜进行探究性学习。由此可见，改变原有的单纯接受式的学习方式，建立和形成旨在充分调动、发挥学生主动性的数学探究性学习方式，成为本次数学课程和教学改革一道亮丽风景线。

建构主义学习观认为：“学习不是学生被动接受的过程而是一个学生主动地建构自己知识体系的过程。学生的学习是在自己已有的知识基础之上进行的，通过同化和顺应而不断改变自己的知识结构，获得知识和技能。”荷兰著名数学教育家弗莱登塔尔认为学习数学最好的方法就是进行“再创造”，认为通过学生自己的再创造而获得的知识才能真正被掌握和灵活运用。探究性学习正是“再创造”学习方式的最佳途径。实行数学探究性学习有助于学生初步了解数学概念和结论产生的过程，初步经历数学研究的过程，体验创造的激情，初步理解直观和严谨的关系，建立严谨的科学态度和不怕困难的科学精神。新课程标准倡导自主、合作、探究的学习方式，鼓励学生在自主学习的基础上合作学习、探究学习，注重培养学生独立思考的能力和自主学习的能力。在数学探究性学习中教师的关键作用不再是向学生讲授现成的数学结论而是帮助学生发现值得研究的问题，提供研究的方法并做出恰当的评价。实行数学探究性学习有助于培养学生勇于质疑和善于反思的习惯；有助于培养学生发现、提出、解决数学问题的能力；有助于减少学生的困惑，能够提高学习的效率，减轻学生的负担。总之，实行数学探究性学习较为符合学生学习的规律，有利于学生身心健康和谐发展。

五、符合创新教育的要求，有利于培养创造型人才

21世纪是创新教育的世纪，是知识经济的世纪。实施数学探究性学习从根本上是时代的发展对人才提出了新的要求，同时，实施探究性学习也是为了更好地促进人自身的天赋才能充分和谐的发展。数学探究性学习的本质特点是主动性、问题性和创造性，主动性指学生的学习是积极主动的，表现出一种强烈的求知欲和进取心，有一种独立研究的精神。问题性指数学探究性学习是以问题为导向的，学生的学习表现为对问题的深入研究和探讨，渴望发现其中的特征和规律。创造

[1] 孙胜强. 高中数学探究性学习的现状与分析[J]. 数学教学通讯, 2005: 4.

性指学生通过探究性学习提出了新的问题或发现了问题的本质所在，从而找到了其中的数学规律或结论，尽管这种“创造”可能是别人已经得到的，但对学生来说却是独立发现的，具有一定的创造性。深刻理解探究性学习的本质特征对我们正确开展探究性学习是有重大意义的。

我国在《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》中指出：科技人才是提高自主创新能力的关键所在，要创造良好环境和条件，培养和凝聚各类科技人才特别是优秀拔尖人才，努力开创人才辈出、人尽其才、才尽其用的良好局面，努力建设一支与经济社会发展和国防建设相适应的规模宏大、结构合理的高素质科技人才队伍，为我国科学技术发展提供充分的人才支撑和智力保证^[1]。

2008年，科技部、教育部等部委颁发的《关于加强创新方法工作的若干意见》要求，建立有利于创新型人才培养的素质教育体系，实现由应试教育向素质教育的转变，培养一大批掌握科学思维、科学方法和科学工具的创新型人才，大幅提升国家核心竞争力^[2]。探究性学习的本质特点之一就是强调学习的主动性和自觉性，鼓励学生独立自主的学习。张楚廷^[3]认为数学创造活动应当从创造性的学习开始，经过自学走向独立研究的道路，经过自学获得新的创造源泉，甚至在坚持自学的过程中就有可能会出现创造、自学开始得越迟，创造到来得就越晚，自学能力越弱，创造能力就越差。史宁中^[4]指出我们的学生缺少的是根据情况预测结果的能力和根据结果探究成因的能力，这两个能力很重要，是创新的基础，前者有利于创造新产品，形成新工艺，后者有利于发现新理论。实施探究性学习正是为了弥补上述不足，培养学生的问题意识和合情推理能力，培养学生根据情况预测结果的能力和根据结果探究成因的能力。问题意识是创新的关键因素之一，我们不仅要重视提高学生解决问题的能力还要重视提高学生提出问题的能力。有研究^[5]认为应该从提出问题的角度、从探究规律和本质的角度、从进一步研究问题的角度来评价学生研究性学习的能力。实施探究性学习有利于培养学生的自学能力，有利于学生创造性才能的充分发展，实行数学探究性学习有助于发展学生的创新意识和实践能力，有利于创造型人才的培养。现如今，国家之间的竞争表现

[1] 中华人民共和国国务院. 国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）.

http://www.gov.cn/jrzq/2006-02/09/content_183787.htm.

[2] 科学技术部，发展改革委，教育部，中国科协. 关于加强创新方法工作的若干意见[S]. 国科发财（2008）197号.

[3] 张楚廷. 数学与创造[M]. 大连：大连理工大学出版社，2008：198.

[4] 史宁中. 《数学课程标准》的若干思考[J]. 数学通报，2007，46（5）：1-5.

[5] 《评价研究性学习能力》课题调研组. 甘做评价研究性学习能力的铺路石（上篇）[J]. 数学教学，2007，12：2-14，27.

为创新能力的竞争，归根到底则是创新型人才培养的竞争，创新型人才的培养更是关系到民族的命运和国家的兴亡。实行数学探究性学习正是培养创新型人才必然的要求，有利于社会的发展和进步，符合新时代国家长远的利益。高中新课标明确指出：“数学探究课题的选择是完成探究学习的关键。数学探究课题可以从教材提供的案例和背景材料中发现和建立，也可以从教师提供的案例和背景材料中发现和建立，应该特别鼓励学生在学习数学知识、技能、方法、思想的过程中发现和提出自己的问题并加以研究。”因此，如何选择探究课题，如何提出探究问题就成为高中数学探究性学习首先要解决的重要问题。

六、适应新一轮基础教育课程改革，体现微积分探究性学习的教育价值

世纪之交，我国全面启动了新一轮课程改革。新一轮基础教育课程改革对实施微积分探究学习提出迫切要求，《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》中指出：智育工作要转变观念，改革人才培养模式，积极实行启发式和讨论式教学，激发学生独立思考和创新意识，切实提高教学质量。要让学生感觉理解知识产生和发展的过程，培养学生的科学精神和创新思维习惯。《普通高中数学课程标准（实验）》（以下简称《新课标》）指出：学生的数学学习活动不应只限于接受、记忆、模仿和练习，倡导自主探索、动手实践、合作交流等学习数学的方式。课程设立的“数学探究”，为学生形成积极主动的、多样的学习方式进一步创造有利的条件，以激发学生学习数学的兴趣，鼓励学生在过程中，养成独立思考、积极探索的习惯。让学生体验数学发现和创造的历程，培养他们的创新意识^[1]；真正的原创思维往往来自那些能精通看来相距遥远的几个领域，而且能洞察到把一个领域的结果用于解决另一个领域问题的途径。那是建立在全面了解、长期思考、过人功力基础上的^[2]。由上述论述可知国家的发展需要创新，创新离不开探索，要探索就要有问题，问题来源于深入的思考和敏锐的问题意识，而这恰恰是目前我国中小学教育严重的不足之处。

新课程注重培养学生的独立性和自主性，引导学生质疑、调查、探究，使学习成为在教师指导下主动的、富有个性的过程。强调教师应尊重学生的人格，关注个体差异，满足不同需要，创造能引导学生主动参与的教育环境，激发学生学习的积极性（教育部基础教育司数学课程标准研制组，2003）。全日制义务教育《数学课程标准》指出：动手实践应当是一个生动活泼的、主动的和富有个性的过程。

[1] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准（实验）[M]. 北京：人民教育出版社，2003：2-3.

[2] 张恭庆. 谈数学职业[J]. 数学通报，2009，48（7）：1-7，36.

数学的学习方式不能再是单一的、枯燥的、以被动听讲、练习为主的方式，它应该是一个充满生命力的过程。学生要有充分的从事数学活动的时间和空间，在自主探索、亲身实践、合作交流的氛围中，解出困惑，更清楚地明确自己的思想，并有机会分享他人的想法。在亲身体验和探索中认识数学，解决问题，理解和掌握基本的数学知识、技能和方法。在合作交流、与人分享和独立思考的氛围中，倾听、质疑、说服、推广而直至豁然开朗，这是数学学习的一个新境界（教育部基础教育司数学课程标准研制组，2003）。《数学课程标准》描述了一幅理想的数学（课堂）学习蓝图。自主、合作、探究是新课程学习方式的精髓，探究是新课标的基石与取向（余清芳，2007）。高中数学课程设立“数学探究”“数学建模”等，激发学生的数学学习兴趣，鼓励学生积极探索（中华人民共和国教育部，2003）。新课程呼唤着、期待着，也直接促进着学习方式的变革。学习方式的变革不仅是课堂教学改革的重点，也是课程改革的亮点。然而，学习方式的变革，首先需要教学方式的变革，需要教师为学生创设自主、合作、探究学习的条件，需要教师为学生营造主动学习、有效思维和体验的时间和空间，需要教师将学生从单一的书本、封闭的课堂中解放出来，在活动中、生活中学习，利用、整合多种教学资源进行学习。^[1]

《基础教育课程改革纲要（试行）》指出，按照素质教育要求，充分体现“以学生发展为本”的现代教育理念，全面考虑和系统规划基础教育新课程的知识与技能目标、能力与方法目标、情感态度与价值观目标；基于社会现实需要和反映，基于学生的经验，反映日新月异的文化科学知识的变化；尊重学生的多样化发展需求，以培养学生思想道德素质为核心，以培养学生的创新精神和实践能力为重点；树立尊重差异、追求个性和鼓励创新的现代教育理念，积极引导、主动参与、乐于探究、善于实践，从根本上实现学生学习方式的转变，把学生的学习过程变成主动建构知识的过程，为每个学生的终身发展奠定基础^[2]。《基础教育课程改革纲要（试行）》的具体目标，充分表明了基础教育的改革已经发展到了教学模式、教学理念的改革——以“主体探究式学习”为标志，要改变课程实施过于注重接受学习、机械训练、死记硬背的现状，倡导学生主动参与，勤于动手，乐于探究，培养学生分析和解决问题的能力，提高学生信息素养能力，促进学生交流与合作的能力。诺贝尔奖获得者，著名的物理学家杨振宁说过：“过去的学习方法是人家指出来的路你去走，新的学习方法是要自己去找路”。教育家彼利亚说过：

[1] 教育部基础教育司. 数学课程标准解读（实验稿）[M]. 北京：北京师范大学出版社，2002：86.

[2] 任长松. 高中新课程与探究式学习[M]. 天津：天津教育出版社，2005：65.

“学习任何知识的最佳途径都是由自己去发现，因为这种发现，理解最深刻，也最容易掌握其中的内在规律、性质和联系^[1]。我们今天倡导的主体探究式学习，是要突出学生的主体地位，以学会学习，学会创造为根本，改变课程过于注重知识传授的倾向，强调形成积极主动的学习态度，指导学生学会知识技能，帮助学生学会自主学习，促进学生自主探究，有利于培养学生们的创新精神和实践能力。20 世纪 90 年代以来，以多媒体和网络通讯技术为核心的现代信息技术在教育领域的广泛应用，使现代教育技术得到了飞速发展并得到了社会各层面的广泛关注。教育技术作为深化教育改革的突破口和制高点正发挥着越来越重要的作用，以教育信息化带动教育现代化成为世界各国教育改革发展的一个重要战略。

[1] 任长松. 探究式学习[M]. 北京: 教育科学出版社, 2005: 3.