

TPACK——美国“信息技术与课程整合” 途径与方法研究的新发展(上)

何克抗

(北京师范大学 现代教育技术研究所, 北京 100875)

[摘要] 美国自 20 世纪 90 年代中期以来,对“信息技术与课程整合”途径与方法的研究大致可划分为三个发展阶段,文章对前面两个发展阶段先作了简要的介绍与回顾,然后对第三阶段(即近年来美国在这一领域的最新发展)作了重点阐述。在此基础上,又对三个发展阶段的不同特点进行分析与比较,以便从中吸取可供借鉴的有益经验与教训。

[关键词] 信息技术与课程整合;信息技术整合于学科教学;整合的途径与方法;WebQuest;TELS;TPACK

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 何克抗(1937—),男,广东大埔人。教授,博士生导师,主要从事教育信息化工程、中小学教学改革试验和教育创新理论的研究。E-mail:hekkbnu@163.com。

一、引言

美国以科技立国,历来重视各种技术(尤其是信息技术)在教育、教学领域的应用,也是最早强调应将信息技术有效地整合于学科教学(即应有效实现“信息技术与课程整合”)的国家。在这一领域,美国进行了大量的理论与实践探索(包括在“信息技术与课程整合理论”和“信息技术与课程整合的途径与方法”这两个方面都进行了大量的探索),并取得了许多富有教益的经验与教训。随着教育信息化在全球的蓬勃发展,许多国家(包括像我们中国这样的发展中国家),教育信息化进程已经从强调“软、硬件基础设施建设”的初始阶段,逐渐进入到强调应用,尤其是“教学过程中应用”的深入发展阶段。在当前教育信息化已经发展到强调“教学过程中应用”的新阶段中,广大教师(特别是中小学教师)最为关注的恰恰是如何实施“信息技术与课程整合”的有效途径与方法。可见,对美国在这一领域——即“信息技术与课程整合的途径与方法”领域——多年来所做的研究与探索(特别是近年来在这方面取得的最新进展)进行回顾和梳理,将对我国的广大教师以及教育信息化的健康深入发展具有重要的借鉴意义。

众所周知,“信息技术与课程整合”是由早期的计

算机辅助教学发展而来。自 1959 年美国 IBM 公司研究出第一个计算机辅助教学系统以来,信息技术教育应用大体上有以下三种不同的应用方式:

1. CAI(Computer-Assisted Instruction, 计算机辅助教学)

这种方式主要应用于 20 世纪 60 年代初至 80 年代中期(事实上,迄今在世界各地 CAI 方式仍有不少应用)。此方式主要是利用计算机的快速运算、图形动画和仿真等功能,辅助教师解决教学中的某些重点、难点。这些 CAI 课件大多以演示为主。在这一时期,一般只提“计算机教育应用”(因为这时还没有“信息技术教育应用”的概念)。

2. CAL(Computer-Assisted Learning, 计算机辅助学习)

这种方式主要是从 20 世纪 80 年代中后期开始应用。在这一时期,计算机教育应用逐步从辅助“教”为主,转向辅助“学”为主。也就是强调要利用计算机作为辅助学生自主学习的认知工具、探究工具,例如用计算机帮助搜集资料、辅导答疑、自我测试以及帮助安排学习计划等,即不仅用计算机辅助教师的教,更强调用计算机辅助学生自主地学。从 20 世纪 80 年代中后期开始,“计算机教育应用”和“信息技术教育应用”两种概念同时并存。

应当指出的是,对于我们中国来说,由于信息技术教育应用的起步较晚——20世纪80年代初才开始进行计算机辅助教学的试验研究,加上我国教育界历来受“以教师为中心”的传统教育思想影响较深,只重视教师的教,而忽视学生自主地学,所以尽管国际上自20世纪80年代中后期以后,信息技术教育应用的主要方式已逐渐由CAI转向CAL,但是在我国国家似乎并没有感受到这种变化——不仅在20世纪80年代和90年代是如此,就是到了今天,我国有许多学校将信息技术应用于教学时,所采用的模式仍然主要是CAI。

3. ITCI (Information Technology and Curriculum Integration, 信息技术与课程整合)

信息技术与课程整合是20世纪90年代中期以来,国际教育界非常关注的一个研究课题,是信息技术应用于教育的全新方式,也是信息技术应用于教学过程的最有效方式(从20世纪90年代中期开始,由于以多媒体计算机和网络通信为标志的信息技术已普及到国民经济的各个领域,并日益融合于人们的日常生活,这就使原来的“计算机教育应用”概念,从此以后完全被“信息技术教育应用”所取代)。那么,“信息技术与课程整合”的具体内涵又是什么呢?

美国教育技术CEO论坛的第三年度(2000)报告为“信息技术与课程整合”给出的、比较公认的定义是:“数字化学习的关键是将数字化内容整合的范围日益增加,直至整合于全课程,并应用于课堂教学。……为了创设生动的数字化学习环境,培养21世纪的能力素质,学校必须将数字化内容与各学科课程相整合。”^[4]

这是国际上关于“数字化内容与学科课程相整合”(也就是“信息技术与课程整合”)最为权威的论述。它阐明了整合的目标——培养具有21世纪能力素质的创新人才;也揭示了整合的内涵——创设生动的数字化学习环境。根据这一定义可知,“信息技术与课程整合”和CAI或CAL的本质区别在于:“整合”强调的是通过信息技术来创设数字化的学习环境(或数字化的教学环境),而CAI或CAL只是把计算机或信息技术看作是辅助教或辅助学的一种新工具、新手段。由于“环境”这一概念含义较广(凡是主体以外的一切人力因素与非人力因素都属于环境的范畴),所以CEO论坛第三年度报告所界定的整合内涵,就信息技术在教育领域的应用而言,和把信息技术仅仅看成工具、手段的传统观念相比,显然更深、更广,其实际意义也要重大得多。

由于教育信息化的最终目标是要提升教育质量,也就是要通过促进各级各类教育的深化改革,来显著提升各学科的教学质量与学生的综合素质。显然,为实现这一目标,信息技术的教育应用一定要关注课堂教学过程,而且必须落实到课堂教学过程。这表明,“信息技术与课程整合”是实施教育信息化的核心与关键。正因为如此,西方发达国家(尤其是美国)历来重视对“信息技术与课程整合”的途径与方法的研究及探索。根据目前我们所查阅到的文献资料,自20世纪90年代中期以来,美国对“信息技术与课程整合”途径与方法的研究大致可划分为三个发展阶段:

第一阶段——WebQuest(基于网络的探究)阶段(大致从20世纪90年代中期至2003年);

第二阶段——TELS(运用技术加强理科学习)阶段(大致从2003年至2008年);

第三阶段——TPACK(由“学科内容、教学法和技巧”这三者整合而成的一种新知识)阶段(大致从2008年至今)。

下面我们先对上述前两个阶段作简要的介绍与回顾,然后对第三阶段(即近年来美国在这一领域的最新发展)作重点阐述。在此基础上,再对三个阶段进行比较、剖析与评价,以便从中吸取可供借鉴的有益经验与教训。

二、WebQuest 阶段——美国探索“信息技术与课程整合”途径、方法的第一阶段

(一) 第一阶段最具影响力的“整合”模式——WebQuest

教学模式的类型是多种多样的、分层次的,而且因学科和教学单元而异。基于信息技术与课程整合的教学模式也不例外。由于“信息技术与课程整合”也就是“信息技术与学科教学整合”,而学科教学过程涉及三个阶段:一是与课堂教学环节直接相关的“课内阶段”,另外两个是“课前”与“课后”阶段——这二者也可合称为一个“课外阶段”。所以从最高层次考虑,基于信息技术与课程整合的教学模式只有两种,即按照所涉及教学阶段来划分的“课内整合模式”与“课外整合模式”两种。

在上世纪的整个90年代,美国从事信息技术教育应用的学者普遍认为,信息技术应用于教学主要应在课前与课后——包括资料查询以及在学生与教师之间的互动、学生与学生之间的交流与合作;而在课堂教学过程的几十分钟内,一般难以发挥信息技术的

作用,还是要依靠教师去言传身教。^①在这种主流观念的指引下,多年来美国(乃至整个西方)教育界关于信息技术与课程整合,一直是在课前及课后下功夫,而较少在课堂上(即课堂教学过程的几十分钟内)去进行认真的探索。

从美国在上世纪整个90年代(包括21世纪初的头几年)实施的信息技术与课程整合的主要教学模式上看,确实可以看到上述主流观念所起的作用。自20世纪90年代中期以来,美国实施信息技术与课程整合的常用教学模式不外乎以下几种:Just-in-Time Teaching(适时教学模式,简称JiTT)、WebQuest(基于网络的探究)、基于问题的学习(Problem-based Learning)、基于项目的学习(Project-based Learning)和基于资源的学习(Resources-based Learning)等。

其中Just-in-Time Teaching主要应用于课前与课后——教师利用JiTT这种模式在课前将讲授内容、相关资料、重点难点以及预习要求,事先通过网络发布,使学生在上课前能作好充分准备,并要求学生将预习情况与存在问题在上课前反馈给任课教师,以便教师及时调整下一节课的授课内容、方法及进度;JiTT模式还要求教师布置疑难问题让学生在课后进行网上探究。

基于问题的学习、基于项目的学习与基于资源的学习,若从本质上看,则和WebQuest一样都是属于基于网络探究的同一类模式(这类模式都离不开网络的支持)。由于这类模式都是选择自然界或社会生活中的某个实际问题作为探究主题而展开,因而往往是多个学科的交叉,多种知识的综合运用(或是一个学科内若干知识点的综合运用),需要通过网络进行大量的文献调研和小组合作探究,需要花费较多的课外活动时间。所以基于问题的学习、基于项目的学习与基于资源的学习实际上可以看成是WebQuest模式的三个子类,而且都属于“课外整合模式”(一般来说,它们不适宜作为课堂教学几十分钟内的“课内整合模式”)。这样,在上世纪的整个90年代(包括21世纪的头几年)美国实施的主要整合模式就只有“WebQuest”和“JiTT”两种,而在实际应用中占据统治地位的则是“WebQuest”模式。在2003年12月由美国*Teaching & Learning*杂志评选出的全美十佳“教育技术应用项目”中,无一例外都属于WebQuest模式,就是有力的证明。由此也可看出,在这一阶段,上述“重课外、轻课内”主流观念的深刻影响。

(二)关于WebQuest模式的内容及实施

1. WebQuest模式产生的背景

WebQuest模式由美国圣地亚哥州立大学的伯尼·道奇(Bernie Dodge)和汤姆·马奇于1995年提出。在英语中,“Web”是指“网络”,“Quest”是指“寻求”、“探究”,组成“WebQuest”以后,可以理解为“基于网络的探究性活动”。这种整合模式可以有效激发学生到网上去查找相关资料并在此基础上开展自主探究活动的积极性。对于WebQuest的产生背景,伯尼·道奇教授作了以下说明:

“美国的权威教育研究机构总结了全美对人类学习的研究,发现教育研究并没有作出人类学习方面的关键性的发现。在研究的过程中,大量的情境被剥离了,人工的成分很多,获得的研究结果对学校教育很难有切实的指导作用。……真实的学校环境极其复杂,难于控制,教学实验充满开放性和不确定性,往往存在多种合理解释,这就给研究结果的应用造成了很大困难。……和学生学习需要支架一样,教师的教学设计能力的发展同样需要支架。在WebQuest中,我们给教师们提供了固定的结构、大量的规则和指导,教师们不需要从头开始设计,操作性强,容易去做。我想这是众多教师选择WebQuest的原因”^[2]——这也正是伯尼·道奇等人研究WebQuest的初衷与背景。

2. WebQuest模式的内涵与特征

WebQuest创始人伯尼·道奇等人为WebQuest给出的定义为:“一种以探究为取向、利用因特网上的资源来开展课程单元的教学活动,在这种教学活动中,学习者交互过程所使用的全部或部分信息都是从因特网上获得的(可以选择视频会议资料作补充)。”^[3]

“在这类课程计划中,呈现给学生的的是一个特定的情景或者一项任务(通常是一个需要解决的问题或者一个需要完成的项目);课程计划中为学生提供了一些网上的信息资源,要求学生通过对信息的分析与综合来得出创造性的解决方案。为了便于开展这种教学活动,WebQuest还要为教师提供固定的设计模板和有关的规则及指导,使教师们不需要从头学习实施这种整合模式的教学设计,因而操作性强,容易实施。”^{[4][5]}

由以上定义可以看到WebQuest的内涵具有以下三个方面的特征:第一,WebQuest的主题(这类课程计划的主题)是“一个需要解决的问题或者一个需要完成的项目”,即现实生活中的真实任务;第二,在

^①《中国电脑教育报》2004年8月16日的教育信息化专刊,其中有关美国著名信息技术教育专家观点的报道。

WebQuest 这类活动中,“学生使用的全部或大部分信息都是从网上获取”,所以 WebQuest 能有效激发学生上网查找相关资料的积极性,这也是 WebQuest 模式的主要特征之一;第三,由于 WebQuest 为教师提供有固定结构的教学设计流程模板和一系列的指导信息,这就为一线教师提供了一种便于实施这种整合课程教学设计的脚手架,从而使广大教师易于上手、易于操作。

3. WebQuest 模式的实施

伯尼·道奇认为 WebQuest 的实施应包含下面七个步骤:^[6]

(1)设计一个合适的课程单元

为设计这样的课程单元需要考虑四个方面:应与课程标准一致,能取代原来令人不满意的课,能有效地利用网络,能促进学生更深层次地理解。

(2)提出一个能促进高级认知发展的任务

按照伯尼·道奇的观点,促进高级认知发展的任务可以划分为:复述、汇编、神秘性任务、编写新闻、设计、创造性作品、达成一致、劝说、认识自我、分析、判断和科学任务等 12 种类型。任务(即探究的主题)是 WebQuest 模式中最重要组成要素之一,它为学生的学习、研究活动提供基础。

(3)开始网页设计

为便于教师进行设计网页,自 1995 年开始 WebQuest 即向广大教师提供设计模板。为使用该模板可以从 WebQuest 网站 (<http://www.spa3.k12.sc.us/WebQuests.html>) 下载。这种设计模板具有以下特点:包含 WebQuest 的基本结构,模板的每一部分都给出帮助你设计 WebQuest 的具体策略。例如,第一步是草拟任务和标题,并写出一份能引起学习者兴趣的引言。

(4)完成评价

在评价的设计环节中,教师应给出评价指标,这有助于理清思路,同时在考虑评价指标时还有可能对任务作进一步修改。

(5)制定学习活动过程

(6)以文字形式记下所有活动内容

(7)检查并改进

除了伯尼·道奇提出的、包含上述七个实施步骤的 WebQuest 模式以外,在多年实际推广应用 WebQuest 的过程中,还形成了其他一些实施步骤或实施环节略有不同的 WebQuest 模式(例如,包含引言、任务、过程、资源、评价、总结等六个步骤的 WebQuest 模式,以及包含引言、任务、过程、评价、结论等五个环节的 WebQuest 模式)。

三、TELS 阶段——美国探索“信息技术与课程整合”途径、方法的第二阶段

(一)第二阶段最具影响力的“整合”模式——TELS

这个阶段的主要特征是:“信息技术与课程整合”的模式,逐渐从原来全球一边倒地只推崇 WebQuest 的这类课外整合模式,过渡到有愈来愈多的教师与学生开始关注各种行之有效的课内整合模式。

第二阶段之所以强调应从 2003 年前后开始,是因为在 2003 年秋天,美国国家科学基金会启动了一项对于教育信息化具有标志性意义的重要项目——“运用技术加强理科学习 (Technology Enhanced Learning in Science,简称 TELS 项目)”。该项目的目标是要通过理科课程设计、教师专业培训、评估和信息技术支持等四个环节的研究与实践,来促进信息技术与理科教学的有效整合,从而显著提高学生的理科学业成绩,最终达到“运用技术加强理科学习”的目的。^[7]为实现该项目的上述目标,美国国家科学基金会还为此建立了专门的研究中心,并吸纳 28 所学校的 14000 多名中学生和 200 多名中学教师参与试验研究。

应当特别指出的是,TELS 项目十分重视课程的设计。为满足中学理科教学的需要,实现信息技术与理科教学的整合,TELS 项目为初中的理科教学选择了三个主题学科:地球科学、生命科学、物理科学;为高中的理科教学也选择了三个主题学科:生物学、化学、物理学。在此基础上,TELS 项目共形成了有信息技术环境支持的 18 个中学理科主题课程模块(初中和高中各有 9 个主题模块)——TELS 项目的课程模块之所以设计成若干个主题,其目的就是想把类似 WebQuest 的、基于网络的探究性学习引入课堂教学,以便能更有效地实现信息技术与学科教学的“课内整合”。^[8]

该项目经过几年的试验研究探索,并通过实际测试与评估结果证实,在理解复杂科学概念方面,参与 TELS 项目的所有试验班学生与非试验班学生相比,确实都有比较明显的提高,从而使该项目在美国产生愈来愈大的影响。

TELS 项目的实施是美国(乃至所有西方国家)从只关注课外整合模式开始转向重视课内整合模式的一个明显标志,也是以 TELS 项目为代表的“信息技术与课程整合”途径、方法具有日益增大影响力的一个明显标志。

(二)关于 TESL 模式的内容及实施

1. TESL 模式产生的背景

尽管教育信息化可以在显著提升学科教学质量与学生能力素质方面,从理论上为我们描绘出一幅令人鼓舞的美好前景(2004年微软主办的国际信息化论坛曾强调“通过信息技术在教育中的应用,要实现教育在质量提升方面的蛙跳式发展”),但是,多年来国内外教育信息化领域的应用实践,却与这种理想境界之间有较大的落差,这种现象在基础教育信息化领域显得尤为明显。例如,“美国亚洲协会”的教育专家(亚洲协会的宗旨是专门对西方和亚洲文化作比较研究),在21世纪初发表的一项关于美国中学生数学与理科学习状况的研究报告显示,美国中学生的数学与理科成绩大大落后于亚太地区的韩国、新加坡以及我国台湾等地的学生。为此,美国国内对中学的数学和理科教育水平深感担忧。

这就表明,能否通过教育信息化来显著提升学科的教学质量与学生的能力素质,正面临一场严峻的挑战。这场挑战的实质就是要求对“教育信息化能否显著提升学科教学质量与学生的能力素质”这一问题作出明确的回答,并要为此找到相关的对策(也就是要找到实现“信息技术与课程整合”的有效途径与方法)。

美国为应对基础教育领域面临的这一挑战,由国家科学基金会出面,于2003年秋天建立了一个称之为“运用技术加强理科学习(Technology Enhanced Learning in Science,简称TELS)研究中心”。如上所述,该研究中心的任务是要通过对中学理科课程设计、教师专业培训、评估和信息技术支持等四个环节的研究与实践,来促进信息技术与中学理科教学的有效整合,从而显著提高中学生的理科学习成绩,最终达到“运用技术加强理科学习”的目的。^[9]

2. TESL 模式的内涵与特征

如上所述,TELS 实际上是美国国家科学基金会于2003年秋天启动的“运用技术加强理科学习(Technology Enhanced Learning in Science)项目”的简称。该项目力图通过理科课程设计、教师专业培训、评估和信息技术支持等四个环节的研究与实践,来促进信息技术与理科教学的有效整合,从而显著提高中学生的理科学习成绩,最终达到“运用技术加强理科学习”的目的。^[10]这既是该项目所要达到的研究目标,实际上,也正是在此项目基础上形成的“TELS 整合模式”的基本内涵。

这个基本内涵有两个主要特征:

第一,是特别关注课程设计。如上所述,为满足中学理科教学的需要,实现信息技术对理科教学的支持,TELS 项目为中学理科设计了有信息技术环境支持的18个主题课程模块(初中和高中各有9个主题模块)。

TELS 项目之所以要这么做,是想把类似 WebQuest 的、基于网络的探究性学习引入课堂教学,以便能更有效地实现信息技术与学科教学的“课内整合”。这是因为,到了21世纪初,美国教育界的专家、学者已普遍认识到:WebQuest 这种课外整合模式,鼓励学生围绕自然界或社会生活中的实际问题进行自主学习,自主探究,对于学生的创新精神与创新能力培养非常有利。但由于 WebQuest 强调的是解决实际问题,而实际问题都具有综合性和跨学科性质,且主要是课外活动,所以需要花费较多的时间;加上是针对某个具体实际问题,因而对于中小学各学科基础知识的系统学习与掌握,往往不如传统课堂教学。这样,随着 WebQuest 的流行不仅不能保证提高学科的课堂教学质量,甚至还可能削弱。不过,如果能够在坚持课堂教学的前提下(即采用课内整合模式的前提下),适当吸纳 WebQuest 模式的优点(例如围绕若干主题来进行课堂教学),从而使学科基础知识的学习与创新精神、创新能力的培养二者有机结合起来,将有可能达到既培养学生的创新精神与解决实际问题能力,又显著提升课堂教学质量与学生综合素质的效果,与此同时,还可以把课内整合模式提升到一个新的层次。

第二,是特别关注信息化学习环境的创设与营造。这与 TELS 项目力图把类似 WebQuest 的、基于网络的探究性学习引入课堂教学,以便能更有效地实现信息技术与学科教学的“课内整合”设想密切相关——要想在课堂教学过程中开展这类探究性学习,当然离不开基于计算机软件的各种学习工具和教学资源的支持,也就是“信息化学习环境”的支持。为此,在实施“TELS 整合模式”之前,必须先下大力气研究、开发能支持理科教学的、基于计算机软件的各种学习工具和相关的信息化教学资源。

3. TESL 模式的实施

下面我们结合 TELS 四个环节(即理科课程设计、教师专业培训、评估和信息技术支持等四环节)的贯彻落实,对 TELS 整合模式的实施方式作简要介绍。^[11]

(1)TELS 的理科课程设计

课程是教学实施的关键,为满足中学理科教学的需要,实现信息技术对理科教学的支持,TELS 项目为

中学理科设计了有信息技术环境支持的 18 个主题课程模块(初中和高中各有 9 个主题模块),如表 1 所示。

表 1 TELS 项目的中学理科主题课程模块

初级中学	高级中学
地球科学	生物学
主题 1——全球变暖:地球; 主题 2——火成岩(Igneous Rocks)	主题 1——鸟翅膀的进化; 主题 2——改善社区哮喘问题; 主题 3——减数分裂(Meiosis) ——下一代:多样化生存
生命科学	化学
主题 1——减数分裂(Meiosis)与细胞形成过程; 主题 2——探索海底世界; 主题 3——简单遗传	主题 1——化学反应; 主题 2——我们如何循环利用旧轮胎; 主题 3——事件的阶段与阶段的变化; 主题 4——汽车使用汽油会成为历史吗?
物理科学	物理学
主题 1——体验速度; 主题 2——氢燃料小汽车; 主题 3——热力学:探索身边环境; 主题 4——狼的生态学与人口管理	主题 1——安全气囊; 主题 2——模拟静电

(2)TELS 的教师专业培训

为了达到 TELS 项目的上述目标,需对参与项目的教师进行专业培训,以帮助教师理解和把握 TELS 的设计思想与课程要求。培训任务由 TELS 项目的设计者和研究者承担;培训内容主要是如何运用信息化环境下的各种学习工具与教学资源来支持、促进中学生的理科学习,以达到有效提高中学理科教学质量的目标;培训方式是举办讲习班和个别辅导相结合。

(3)TELS 的评估

对 TELS 项目进行评估的目的,是想检验通过该项目的课程计划和信息化环境下学习工具与教学资源的支持,能否有效实现信息技术与理科教学的整合,从而提高中学生的理科学习成绩。

为了检验信息技术与理科教学整合的有效性,TELS 项目组结合各学科的主题模块制定了学生应达到的具体而详细的能力标准,在此基础上拟定了一套标准化的基准测试题。测试科目覆盖初中的地球科学、生命科学、物理科学以及高中的生物学、化学、物理学。

(4)TELS 的信息技术支持

在 TELS 项目中的信息技术支持,主要体现在:为了项目的实施,项目研究组与有关企业合作,大力开发基于计算机软件的各种学习工具和信息化教学资源,以便为课堂教学创设、营造生动的信息化学习环境,使复杂、抽象的科学现象可视化,从而帮助和促进学生对科学知识、概念的理解与掌握。

在 TELS 项目中的信息化学习环境包括“基于网络的科学探究环境(Web-based Inquiry Science Environment,简称 WISE)”和“互动学习升级系统(Scalable Architecture for Interactive Learning,简称 SAIL)”等两大部分。借助 WISE 和 SAIL 能有效地实现下列教与学的功能:

- 教师可方便地完成 TELS 课程内容的设计、修改、完善与上传;
- 学生可按事先拟定的“探究学习主题”(如关于地球气候变化、人类遗传学、汽车混合动力与循环等),在该信息化学习环境中,通过设计、实验、辩论、批判和解决问题等方式,让学生既能深入理解有关学科的知识、概念,又能运用这些知识、概念去解决实际问题;
- 便于学习小组之间的协作;
- 便于师生之间的互动。

[参考文献]

- [1] Ceoforum on Education Technology[DB/OL].<http://www.ceoforum.org>.
- [2] 孙洪涛.和大师面对面——我给 Bernie Dodge 做翻译[J].信息技术教育,2005,(9):46~48.
- [3] Dodge, B.WebQuests: A Technique for Internet-Based Learning[J].Distance Educator,1995,1(2):10~13.
- [4] 秦卫东.WebQuests:因特网环境下的研究性学习[DB/OL].<http://www.being.org.cn/webquest/nr.htm>.
- [5] 惟存教育.网络主题探究[DB/OL].<http://www.being.org.cn/>.
- [6] Dodge Bernie.FOCUS: Five Rules for Writing a Great WebQuest[J].Learning & Leading with Technology,2001,28(8):6~9.
- [7] [9] [10] Technology Enhanced Learning in Science[DB/OL].<http://telscenter.org/>.
- [8] [11] 吕萍.美国 TELS 技术支持科学学习的研究与实践[J].基础教育参考,2009,(4):14~19.

(未完待续)