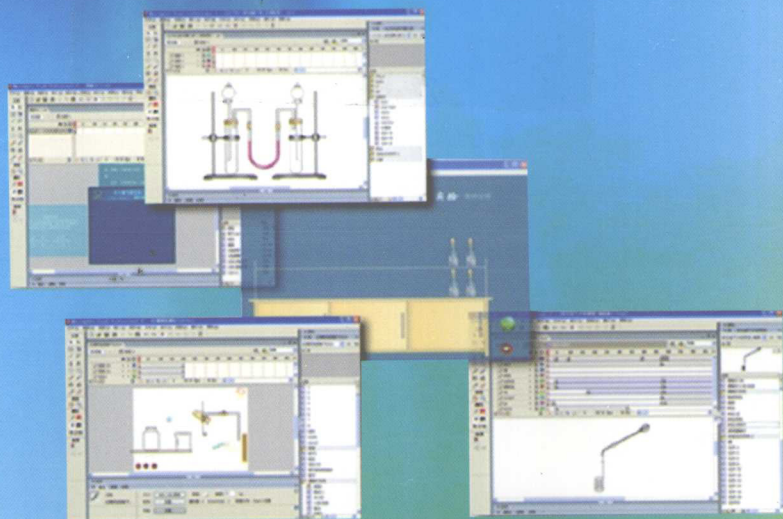


The Computer Aided Instruction Design
For Chemistry

化学CAI设计

冉 鸣 娄珀瑜 著



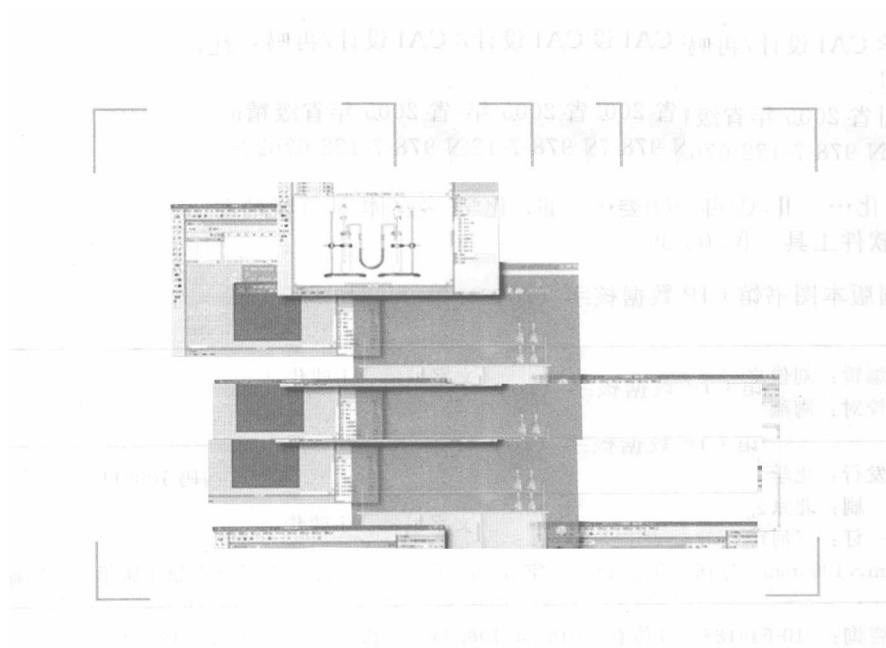
化学工业出版社

四川省2005年省级精品课程配套教材

The Computer Aided Instruction Design
For Chemistry

化学CAI设计

冉 鸣 娄珀瑜 著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书紧扣计算机辅助教学在化学领域中的应用,重点探讨了具有交互智能性的“体验式学习软件”的定义、设计、制作以及其在教学中应用的问题,为化学学习软件的设计开发提供了新的思路和技术实现路径。全书分为7章,由教育技术发展趋势、“体验式学习软件”的概念、交互智能性“体验式学习软件”的设计方法及其教学应用四大模块组成。

本书可作为高等师范学校化学专业、计算机辅助教学设计专业课程的教材,也可作为教育技术相关专业人员、中学教师从事交互智能性教学软件设计与开发的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

化学CAI设计/冉鸣, 姜珀瑜著. —北京: 化学工业出版社, 2010.1

四川省2005年省级精品课程配套教材

ISBN 978-7-122-07622-9

I. 化… II. ①冉…②姜… III. 化学-多媒体-计算机辅助教学-软件工具 IV. 06-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第008843号

责任编辑: 刘俊之

文字编辑: 丁建华

责任校对: 陶燕华

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张14 $\frac{1}{4}$ 字数300千字 2010年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.80 元

版权所有 违者必究

前言

本书系统地叙述了计算机虚拟实验教学在化学领域中的应用，重点探讨了具有交互智能性的“体验式学习软件”的定义、设计、制作及其在教学中应用的问题，为应用于化学学习的虚拟仿真实验软件的设计开发提供了一条新的思路和技术实现路径。

纵观当前的计算机辅助化学教学，多是采用媒体制作软件实现单一的线性动画或是视频演播的教学软件来进行教学设计，这些实现技术在计算机辅助化学教学中所需的学科性、系统性、集成性、参与性和可扩展性等方面都存在或多或少的不足，在一定程度上制约着化学教育信息化以及学习者的发展。本书正是在这一环境下，基于计算机虚拟实验的原理为计算机辅助化学教学寻求一个富于化学学科特性的、基于交互和智能性的、整体的解决方案而编写的。

本书围绕交互智能性化学 CAI 设计这一研究的基本问题，主要分为 7 章内容：

教育技术发展经历了哪些道路？当前教育技术的发展现状又是什么？教育技术与学科之间的整合为我们带来了哪些新的契机？教育技术在这种情况下又出现了哪些变化？带着这一系列的问题，第 1 章对教育技术的历史沿革进行了探讨。研究表明，当教育技术与化学学科相结合，其关键问题是开发出既符合教学要求又服从学生认知规律的高质量的学习软件，结合教师的主导作用，激发学习者学习化学的热情，提高学习者的学习质量。

那么，符合这种要求的新型信息化教学软件具有哪些属性和特征呢？为了揭示这个答案，第 2 章在对传统信息化教学软件研究的基础上，阐明了“交互智能”是新型信息化教学软件所具有的必要条件，并以此为基础提出了“体验式学习软件”的概念，归纳总结出该软件在化学教学中的作用。

在以上讨论的基础上，作者用了 4 章文字的笔墨，分别在第 3 章、第 4 章、第 5 章和第 6 章对信息化化学教学素材的制作、化学教学基础动画的设计和“交互智能性”体验式学习软件的设计等内容进行了研究，是作者对开发设计化学“体验式学习软件”的实践研究，从技术上实现了这一类软件“交互性”和“智能性”的主要特点。

第 7 章呈现的主要是化学“体验式学习软件”在教学中的应用，是作者试图对前面各章节的观点，特别是第 3~6 章的内容进行融合，重构化学“体验式学习软

件”的使用环境和使用方式，培育学习者使用化学“体验式学习软件”，解决实践中学习者的学习问题的一个尝试。第3~7章构成了本书的重心。

作者从20世纪90年代开始关注交互仿真教学软件的理论研究与技术开发，并探索将相关技术应用到开发化学教学软件中。2002年在四川师范大学化学学院开设“化学CAI设计”选修课程，编写了相应的校本教材，2005年，该课程被评为四川省精品课程。2007年到2009年，先后在四川师范大学软件实验室和可视化计算与虚拟现实四川省重点实验室从事交互性虚拟实验的专项研究，并获得重要进展，完成了相关系统软件的构建与开发。通过多年的潜心研究和近五届20余名研究生的共同努力完成本书，在此笔者要特别感谢四川师范大学化学学院研究生黄红梅、吴海燕、王晓军、王科、余薇薇、何佳莲、王聪聪、蒋红霞、刘源、陈琰君、张勇、黎国兰、王怀东、任池、甘强、李川江、李锐、段辉和李琼。本书是大家共同努力的结晶。

本书由冉鸣（第3~6章和附录以及全部教学软件的开发）和娄珀瑜（引言、第1、2、7章、结语）合著，在写作过程中，我们参考并引用了国内外许多专家的著述，在此表示衷心的感谢。四川师范大学教务处和化学与材料科学学院、西安文理学院化学系的各位领导和老师、陕西师范大学秦健老师给予了作者大力的支持，值出版之际，也代表可视化计算与虚拟现实四川省重点实验室同表谢意。本书另附有书中教学软件的源代码，需要的读者请与作者（<http://blog.sina.com.cn/sphinx4341>）或责任编辑（ljz@cip.com.cn）联系。也可以在www.cipedu.com.cn上下载本书相关的教学软件。

著 者

2009年11月于四川师范大学

目 录

引言 从重构学习方式到重构教学软件	1
第 1 章 教育技术的发展与融合走向	5
1.1 基本概念界定	5
1.1.1 教育技术的基本概念	5
1.1.2 几个专用名词的解析	6
1.2 教育技术发展的历程考察	8
1.2.1 国外教育技术的发展	8
1.2.2 我国教育技术的发展	10
1.3 教育技术的发展趋势——后现代教育技术	12
1.3.1 后现代教育技术的研究概况	12
1.3.2 后现代教育技术与化学学科的深层次整合	12
1.4 教育技术的融合走向——现实与虚拟的联结	14
第 2 章 新型信息化教学软件	18
2.1 传统信息化教学软件的现实审视	18
2.1.1 国内外教学软件的现状分析	18
2.1.2 影响我国教学软件发展的因素	19
2.1.3 教学应用软件发展的方向	24
2.2 新型信息化教学软件的本质揭示	26
2.2.1 体验式学习概述	26
2.2.2 新课程标准的要求	27
2.2.3 信息技术与课程整合的要求	28
2.2.4 新型信息化教学软件的本质	29
2.3 “体验式学习软件”的内涵剖析	30
2.3.1 体验式学习软件的概念	30
2.3.2 体验式学习软件的特点	32
2.3.3 软件的设计使用模型	35

2.3.4	实现技术	36
2.4	化学学科与“体验式学习软件”的融合渗透	40
2.4.1	化学体验式学习软件的个案分析	40
2.4.2	化学体验式学习软件开发的基本技术	45
第3章	化学 CAI 素材设计	47
3.1	化学 CAI 素材定义与分类	47
3.1.1	教学资源与信息化教学资源	47
3.1.2	教学素材与数字化教学素材	48
3.1.3	化学 CAI 素材及其分类	48
3.2	静态素材的设计	49
3.2.1	玻璃弯管的设计	49
3.2.2	玻璃烧瓶的设计	50
3.2.3	金属固体材质的设计	51
3.2.4	模糊材质的设计	52
3.3	动态素材的设计	53
3.3.1	动态火焰的设计	53
3.3.2	动态蒸汽、烟雾的设计	54
3.3.3	溶液颜色变化过程的设计	55
3.3.4	沉淀产生过程的设计	55
3.3.5	转移液体过程的设计	57
3.3.6	气体生成过程的设计	59
3.3.7	滴管吸滴液过程的设计	60
第4章	化学 CAI 基础动画设计	62
4.1	触发式动画的概述	62
4.2	单点式触发线性动画	64
4.2.1	过滤操作中各对象影片剪辑的设计	65
4.2.2	过滤操作的动画设计	70
4.3	多点式触发线性动画	72
4.3.1	氯气的实验室制法中各对象影片剪辑的设计	73
4.3.2	氯气的实验室制法的动画设计	81
第5章	化学体验式学习软件的技术基础	85
5.1	交互仿真性化学体验式学习软件的设计理念	85
5.1.1	交互仿真性体验式学习软件设计思路	85
5.1.2	交互仿真性体验式学习软件中的控制技术	86
5.2	点燃与熄灭酒精灯动画设计	87

5.2.1	手持火柴的动画设计	88
5.2.2	酒精灯的动画设计	89
5.2.3	点燃与熄灭酒精灯动画总体设计	90
5.3	玻璃棒在烧杯中的搅拌动作的动画制作	91
5.3.1	移动受阻的设计	91
5.3.2	玻璃棒的设计	93
5.3.3	烧杯的设计	94
5.3.4	搅拌动画的总体设计	95
5.4	滴管与试管的简单实验操作动画设计	96
5.4.1	试管的动画设计	97
5.4.2	试剂瓶的设计	97
5.5	称量及天平的使用	98
5.5.1	滤纸的动画设计	98
5.5.2	镊子的动画设计	100
5.5.3	固体试剂瓶的动作设计	102
5.5.4	药匙的动作	102
5.6	固体溶解过程动画设计	105
5.6.1	量筒和烧杯中水面上升的动画设计	106
5.6.2	向烧杯中倒入氯化钠固体的动画设计	108
5.6.3	玻璃棒搅拌溶解的动画设计	109
5.7	实验仪器组装过程动画设计	110
5.7.1	实验仪器柜的设计	110
5.7.2	仪器取用和放回操作的设计	112
5.7.3	仪器组装过程中拖拽路径和方向判断的设计	113
5.7.4	仪器组装过程中安装顺序的判断	115
第6章	化学体验式学习软件的综合设计与开发	118
6.1	淀粉的催化水解实验软件的开发	118
6.1.1	软件内容及设计思路	119
6.1.2	导航模板的设计	119
6.1.3	实验过程动画的制作	121
6.1.4	制作小结	125
6.2	测定空气里氧气的含量实验软件的开发	125
6.2.1	软件内容及设计思路	125
6.2.2	软件的制作流程	126
6.2.3	制作小结	133
6.3	盐类的水解实验软件的开发	133
6.3.1	开发内容及设计思路	134

6.3.2 软件的制作流程	134
6.3.3 制作小结	138
6.4 实验室制取 CO ₂ 实验软件的开发	138
6.4.1 软件内容及设计思路	138
6.4.2 软件的制作流程	140
6.4.3 探究实验的设计制作	141
6.4.4 制作小结	145
第7章 化学体验式学习软件教学应用的理论与实践	147
7.1 化学体验式学习软件教学应用的理论框架	147
7.1.1 知识的分类	147
7.1.2 SECI 模型与信息空间模型	148
7.1.3 利用“体验式学习软件”进行化学学习的微观过程	150
7.1.4 基于化学体验式学习软件的学习	151
7.2 化学体验式学习软件学习的实践案例	155
7.2.1 促进科学探究	155
7.2.2 帮助学习者学会学习——学习共同体的创建	160
7.2.3 引导学习者获得全面的、结构化的化学知识	163
7.2.4 创设学习情境	165
7.2.5 走进生活的体验	166
7.2.6 关注学习者的智能倾向	170
7.3 化学体验式学习软件的角色重构	172
结语 规划未来	174
附录1 元件与基本操作	179
附录2 Flash 动画基础	185
附录3 影片剪辑	191
附录4 动作脚本 (ActionScript2.0)	197
附录5 按钮	206
附录6 动画中的声音	212
参考文献	218

引言 从重构学习方式到重构教学软件

随着信息时代的到来，一场“学习的革命”正在全球兴起。计算机发展到多媒体阶段所引发质的飞跃扩展了计算机的应用范围，从基础上引发了阅读、写作、计算方式的历史性变革。“多媒体计算机和掌握多媒体技术的人共同构成信息时代的社会细胞。当一个新时代的社会细胞成熟了，这一时代也就随之降临了”^[1]。1994年，全世界电子百科全书的销量在历史上第一次超过用纸张印刷的百科全书^[2]，这对人类学习方式的挑战是令人震惊的。

联合国教科文组织于1996年提出，新世纪教育改革要围绕“学会学习（learn to know）、学会做事（learn to do）、学会共同生活（learn to live together）、学会生存（learn to be）”进行重新设计和规划^[3]，目前这“四大学习支柱”已经成为新世纪人才培养的目标。在国际社会规划和思考未来人才培养如何应对全球化发展趋势的同时，培养学习者科学探究能力和提高学习者科学素养的教育思潮也逐步形成并越来越受到关注和重视，学习者通过对科学探究过程的体验，培养创新能力和实践能力也成为教育所追求的目标。

以多媒体、互联网为代表的信息技术和以“知识”为核心资源的知识经济相辅相成的发展，一方面加速了知识总量指数式增长和日新月异的更新，另一方面也为知识的掌握和学习创造了前所未有的条件和环境。“信息技术已经成为一种全方位改变人类社会空间的技术架构，它已不只是一种传递信息的工具，而已成为一个人们的社会环境，一个生活空间”^[4]。在这种全新的社会环境中，“知识”成为了经济活动和社会发展中的最有价值的资源和最具革命的推动力。经济发展由工业经济向知识经济整体性的变迁，使得整个社会对知识倍加重视，并引发了全球化和知识经济背景下学习的变迁。

在这种环境下，对于知识的学习应该做相应的转变，学习者不仅仅需要学习传统教学中应该掌握的知识，更应该学会如何利用现有的各种教学软件和网络丰富的教学资源学习知识，学会在信息化学习的过程中体验科学探究过程，成为具有主体意识和创新精神的人才，目前知识的快速更新以及信息技术在实际生活中的普及使得利用教学软件系统进行学习成为学习者学习中十分重要的部分。

但是，当前我国教学软件的发展较为落后，品种单一、制作粗糙、交互性差、界面不理想、连贯性差，难以形成系列产品，更难以进行大面积的推广。

由此可见，在这样一个历史转折点上，转变学习方式与转变生产技术同为重

要,当前学习者对学习的需求已经从对学习方式的重构转变为对新型教学软件的重构!

如何寻找一个恰当的切入口,通过学习者自身的参与体验变革时代利用教学软件进行的知识学习,来获得对人才培养目标的深层次的认识与能力的提升;在学习中强调信息素养的作用,使学习者从“学”走向“会学”;由科学探究促进和引导自身对学习认识的生成,即在科学探究过程中成就学习者自身的存在价值,自主体验科学探究过程,提高自身的科学素养,以上内容正是进行教学软件重构的基本目的。因此,本书通过对教育技术发展的研究,归纳总结出当前教学软件的发展方向,提出“体验式学习软件”的观点,在此基础上将其与化学学科相融合,对化学体验式学习软件开发和实现的技术手段进行研究,最后从教学实践的角度对该类软件的应用进行了探讨。以上内容正是本书试图讨论和解决的问题。

本书立足于当今基础教育信息化及基础教育课程与教学改革的背景,聚焦于我国信息技术与化学教学整合的基本环节之一——具有交互性的化学CAI(计算机辅助教学)设计,力图综合已有的相关理论与实践研究的成果,进行以“利用科学探究过程,促进学习者学习”为目标的面向学习者学习的“体验式学习软件”的研究。笔者拟在多年化学教育和教育技术的教学、研究和应用的基础上,系统论述“体验式学习软件”的基本内容、实现技术及其在基础教育中的教学应用,以期能够填补国内这一出版领域的空白。该书的理论意义主要体现在以下两个方面:

① 在梳理该研究领域内一系列基础研究和实证研究的基础上,结合自身在教学与科研一线通过亲身实践而得出的生动教学应用案例和翔实的第一手数据资料,系统介绍了“体验式学习软件”这一人机交互系统的设计、创建、制作与应用,并对自身所做的研究进行了深入反思和总结。

② 大量运用信息科学、教育技术学、知识工程、学习理论和认知科学等多学科知识,分析“体验式学习软件”的内涵、研究该软件的制作技术与应用,使本书具有了明显的多学科交叉的特色。

通过“体验式学习软件”的研究,将信息技术从单独的学习对象转变为融合于化学教学中的学习目标,从教师教学的辅助工具转变为学习者学习化学的学习工具和教学资源的提供者,使学习者在应用信息技术学习化学学科领域知识和解决各种富有挑战性的实际问题的过程中,发展信息素养和科学素养,为交互性化学CAI设计提供一定的参考,本书的实际意义体现在以下几个方面。

① 解释教育问题:有助于读者改变传统的教学观念和教学模式,更新教学手段,使化学知识的学习更为形象、直观,有利于帮助学习者理解、记忆、建立和增强空间想象力,有利于提高学习者的积极性和主动性,从而提高学习效果。

② 指导教育实践:有助于读者探索新的教学方式,力求在当前基础教育中化学学科学时减少的情况下提高教学质量,减轻教师繁重的教学任务。

③ 预测教育未来:有助于提高学习者的学习效果,便于学习者在复习和预习(特别是在总复习)的过程中,通过“体验”实现自身对知识点的意义建构。

④ 提高学习者的学习兴趣:学习者利用“体验式学习软件”的学习,可以从

主动性、主体性、实践性、反思性和情境虚拟性上提高自身对化学学习的兴趣。所谓主动性，主要是强调学习者积极主动地参与；主体性是确立学习者的主体地位并发挥其作用；实践性是强调学习者在整个过程中亲身参与、经历和体验，实验的每个主要步骤都应该让学生通过鼠标操作才能得到结果，通过学生对鼠标的控制，实现实验仪器的选择、洗涤、组装，溶液的倾倒、转移，试剂的滴加以及化学仪器的使用等基本操作；反思性是学习者根据自身对实验的理解进行操作，因此操作的过程是随机的，软件在设计时对实际实验中可能出现的各种错误操作及其对应的错误结果进行合理设定，在学习者操作软件时软件自动跟踪学生的操作，并做出相应的反馈，使得学习者可以对自身在学习过程中的参与经历进行反思，最后总结、抽象、概括和提炼以升华新的知识，而且形成自己的理念和价值观；情景虚拟性是对于实验软件为学生创造的学习情境，应该强调对实验细节的真实模拟，让学生在视觉、听觉等方面在最大程度上有身临其境的感觉。

本书系统地叙述了计算机辅助教学在化学领域中的应用，重点探讨了具有交互智能性的“体验式学习软件”的设计、制作以及在教学中应用的问题，为化学学习软件的设计开发提供了可持续发展的技术路线。它围绕“交互智能性化学 CAI 设计”这一研究的基本问题，主要分为 7 章内容：

教育技术发展经历了哪些道路？当前教育技术的发展现状又是什么？教育技术与学科之间的整合带来了哪些新的契机？教育技术在这种情况下又出现了哪些变化？带着这一系列的问题，第 1 章对教育技术的历史沿革与发展趋势进行了探讨。研究表明，当前教育技术与化学学科相结合，其关键问题是开发出既符合教学要求又服从学生认知规律的高质量的学习软件，结合教师的主导作用，激发学习者学习化学的热情，提高学习者的学习质量。

那么，符合这种要求的新型信息化教学软件具有哪些特性呢？为了揭示这个答案，第 2 章在对传统信息化教学软件研究的基础上，阐明了“交互智能”是新型信息化教学软件所具有的必要条件，并以此为基础提出的“体验式学习软件”对学生的自主学习，将起到极大的推动作用。

在以上讨论的基础上，作者用了 4 章文字的笔墨，分别在第 3 章、第 4 章、第 5 章和第 6 章对化学 CAI 素材设计、化学 CAI 基础动画设计、化学体验式学习软件的技术基础以及软件的综合设计与开发等内容进行了论述，对桌面教育仿真的各技术环节，如物理仿真、环境仿真和行为仿真等，均取得了重大突破，具有原创性。特别对基础化学实验的仿真，是作者对开发设计化学体验式学习软件的实践研究，从技术上实现了这一类软件“交互性”和“智能性”的主要特点。

第 7 章呈现的主要是化学体验式学习软件在教学中的应用，是作者试图对前面各章节的观点，特别是第 3~6 章的内容进行融合，重构化学体验式学习软件的使用环境和使用方式，培养学习者使用化学体验式学习软件，解决实践中学习问题的一个尝试。第 3~7 章构成了本书的重心。

问题的解决与问题的产生相伴而行，结语部分展示了以后对该问题研究的“问题域”。

本书通过理论与实践相结合的分析,试图为教育技术学、课程与教学论、计算机等专业研究生、化学(师范类)、教育技术学专业高年级本科生以及所有关注教育信息化、信息技术与学科整合,特别是关注信息技术与化学学科整合研究的广大教育工作者的发展成长提供一个来自实践的理性发展框架;为计算机辅助教学在未来的全面普及与发展培养后备军,切实地、全面地提高任课教师的计算机辅助教学能力;为计算机辅助化学教学寻求一个富于化学特性的、基于交互和智能性的、整体的、可持续发展的解决方案;为未来计算机辅助化学教学提供一个智能化、网络化、可编辑化、积件化和可虚拟现实化的方向发展。

第1章 教育技术的发展与融合走向

教育技术作为一种辅助教学的手段可谓源远流长，它的发展过程是自身现代化的过程，也是教育技术在教学实践中应用而引起的教育现代化过程。20 世纪 70 年代以来，技术的迅速发展为教育技术的发展创造了必要的条件，许多学者和组织机构开始从不同角度对教育技术进行阐述，教育技术犹如一幅美丽的画卷开始清晰地呈现在世人面前。

迄今为止，教育技术在理论和实践方面都取得了较大的进展，成为教育发展变革所不可或缺的领域。尽管作为一个领域、一门学科，教育技术还十分年轻，但是无论对 20 世纪的世界教育应试模式的审视，还是对 21 世纪的当代教育进行开拓式的探讨，教育技术所起的作用都不容忽视。

本章从教育技术的基本概念入手，在理清教育技术中几个基本概念的基础上，沿着教育技术的发展路线，探索教育技术与学科整合的发展轨迹，以期能够从中解读出教育技术发展的特征及其所要实现的目标。

1.1 基本概念的界定

1.1.1 教育技术的基本概念

在对教育技术的历史沿革及发展趋势进行考察之前，为了全面地理解“教育技术”的含义，首先应对“教育技术”这个基本概念进行说明。

关于教育技术，不同时期不同学科背景的学者有着不同的理解和界定，其中对教育技术领域影响最大的当属美国教育传播与技术协会（Association for Education Communications and Technology，简称 AECT）的 7 个主要的定义，包括^[4,5]：1963 年的视听传播定义、1970 年的媒体-工具论、1972 年的手段-方法论、1994 年的理论-实践论、2005 年的绩效-创新论等。虽然教育技术的内涵与外延均在不断变化，但是从各种定义可以看出：①教育技术支持和优化教学，最终促进学习者的学习；②教育技术围绕教学过程和教学资源展开理论研究和实践；③教育技术的基本要素包括方法、工具和技能^[6]。因此，有一点是无可争议的：教育技术研究的是“技术”在教育中应用的问题，即如何运用“技术”来支持和优化教学过程。因此，

对于教育技术可以从广义和狭义两个方面进行理解:

从广义上来讲,教育技术指的就是“教育中的技术”,是人类在教育活动中所采取的一切技术手段和方法的总和,包括有形(物化形态)和无形(智能形态)两大类^[7]。从狭义上来讲:教育技术指的是在解决教育、教学问题中所运用的媒体技术和系统技术^[8]。而现代教育技术则是指运用现代教育理论和现代信息技术,通过对教与学的过程的研究,以及资源的设计、开发、利用、管理和评价,以实现实际教学的优化^[9]。

1.1.2 几个专用名词的解析

在整个教育技术发展的过程中,不同的时期出现了不同的专用名词,最常见的有:CAI、CAL 和 IITC,其理念更新极快,技术也发生飞速的进步。而出现的这三个重要的概念及其相关的教学资源、教学方式、教学设计等内容则是广大学者研究的热点之一,形成了 CAI 到 IITC 的演变轨迹。

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

CAI 是在计算机辅助下进行的各种教学活动,包括用对话的方式与学习者讨论教学内容、安排教学进程、进行教学训练的方法与技术,是教育现代化的一个重要标志。CAI 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。计算机辅助教学的过程往往是通过预先编写的计算机程序或者说软件(software)来实现的,这样辅助教学的程序或者说软件一般被称为“课件”(courseware),也称为“CAI 课件”,这类课件主要具有以下两个方面的特点和功能:①按照讲授者的讲解思路组织知识结构,基本上属于顺序结构;②内容包括教师的讲授提纲、重点等。这些 CAI 课件大多以演示为主,这是信息技术教育的第一个发展阶段。在这一阶段,一般只提计算机教育,还没有提出信息技术教育的概念。

应该指出的是当前 CAI 被广泛译为“计算机辅助教学”,已经基本得到教育界,特别是一线教师的广泛认可。目前从国内民间的实践与理解来看,“计算机辅助教学”的范围远远大于英语中 CAI 的本义,随着现代教育技术的不断深化,这一概念的内涵和外延还在发生着变化。当前我国的“计算机辅助教学”包含的范围大体有如下几个方面的整合:CAI——计算机辅助教、CBE (Computer Based Education)——计算机辅助教育和 CAL——计算机辅助学等。应该说,这是对 CAI 本意的大胆扩展。在本书中,将这种对 CAI 最初定义扩展之后的概念称为“广义 CAI”。

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

CAL 代表了课程整合发展的较高层次,这个阶段不仅客观上反映了计算机逐渐普及到一人一机的过程,也是“以学为中心”思想的体现^[10]。该阶段强调如何利用计算机作为辅助学习者学习的工具,例如用计算机帮助搜集资料、辅导自学、讨论答疑、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习者的学。除了学习者自主使用计算机学习之外,同时也产生了一些针对学

习者而开发的学习软件^[11]，这里的学习软件与 CAI 课件有着本质的区别，本书中将它称为“学件”。这些“学件”使得学习者基本可以自主地完成学习过程，这是信息技术教育的第二个发展阶段。在此阶段，计算机教育和信息技术教育两种概念同时并存。

(3) IITC (Integrating Information Technology into the Curriculum, 信息技术与课程整合)

IITC 是以计算机为核心的信息技术用于辅助教或辅助学，同时更强调要利用信息技术创建理想的学习环境、全新的学习方式和教学方式，从而彻底改变传统的教学结构与教育本质，这是信息技术教育的第三个发展阶段，即当今发展的阶段。在这一阶段，原来的“计算机教育”概念已完全被信息技术教育所取代，这主要体现在：①从教学层面上，信息技术进入课堂教学是以建构新型教学结构为本质特征的，这种新型教学结构强调的主要内容是通过对学习内容的分析设计学习资源和主动学习的教学策略；②从社会支持层面上，信息技术在教学系统中主要是创造教师和学习者相互合作和信任的环境，同步交流和异步交流模式都是教和学过程中基于信息技术的重要工具，信息技术的应用要有助于师生的互动和交流，提高协作学习的有效性，以及培养学习者人际沟通和人际交流的能力；③从技术支持层面上，信息技术与课程整合必须要具备一定的技术环境，正确合理地优化组合媒体，重视源于教学实践的实用型软件的设计与开发，把教学软件能否成为学习者的认知工具或情感激励工具作为教学软件使用效果的评价标准，尽量少地采用复杂和难以使用的技术，为教师和学习者提供充分的技术支持和培训，避免各种技术模块的堆砌，更多考虑支持学习和教学的策略，研究教育教学问题。

(4) 化学 CAI

同“广义 CAI”的提出相似，在我国进行信息技术与课程整合的实践过程中，还出现了诸如“化学 CAI”、“物理 CAI”等与具体学科相结合的计算机辅助教学术语。由于篇幅的关系，在此仅对“化学 CAI”进行初步的意蕴诠释。

单就术语使用的表面现象而言，通过“中国学术期刊网 (CNKI)”上的查询可知，“化学 CAI”一词作为“主题”始于 1988 年^[12]；作为“关键词”始于 1999 年，袁毅桦在“Internet 上的化学 CAI 资源”一文中将“化学 CAI”作为明确的关键词进行了提出^[13]。此后，我国关于“化学 CAI”的理论与实践研究逐步开展起来。

从“化学 CAI”短暂的研究情况来看，我国学者从理论和实践两个方面对“化学 CAI”进行了研究，但以实践研究为主。在理论方面主要是对已有的属于化学 CAI 的各种教学资源的应用方法和教学策略进行了研究，在实践方面则侧重于对化学 CAI 教学资源的开发与设计的研究。

所谓“化学 CAI”，其概念含义应该包括理论和实践两个层面的基本内容：它既是一种化学课程发展性的宏观理念和教学思想，也是技术在具体学科中的应用，还是一种课程设计的具体行动方法和微观教学实践。

从化学课程发展及其教育价值的宏观层面来看,广义上提到的“化学CAI”不仅是简单的计算机在化学课程教学中的使用,它更是一种关于化学课程设计和教育实践的思想体系和基本理念,体现了教学设计者在课程实施的过程中促进学习者自身的发展,在学习中强调“人”的作用,使学习者从“学”走向“会学”,由学习促进和引导“人”的生成的教育思想,从而为化学教学实践中课程的设计与实施提供了某种导向性的理论认识和发展观点。

从化学课程设计和教学实践的微观层面而言,当前狭义的“化学CAI”通常指信息技术与化学课程整合的各个层面,包括教学理念的更新与重整、计算机辅助教学与教学理论的有机结合、教学模式的开发、教学评价方法的跟进等内容。

由以上讨论可知,对于“化学CAI”的概念可以从以下四个方面进行理解:①信息技术与化学课程的整合不是简单的拼接;②化学CAI关注的重点应是化学课程本身而不是技术;③化学CAI既是一种过程也是一种结果;④新技术和新学习理论的出现促进了“化学CAI”的发展。

1.2 教育技术发展的历程考察

从教育技术的起源来看,它是在人类社会生产力的不断发展中产生与发展的,是以视听技术为基础,充分利用众多的最新科技成果和汲取科学方法论的精华而形成并发展起来的。

1.2.1 国外教育技术的发展

美国教育技术界的学者普遍认为教育技术起源于20世纪初期,并把美国教育领域内兴起的视觉运动(如照片、幻灯、无声电影等)作为教育技术起源的标志^[14]。

根据教育技术发展的不同时期,可以将教育技术的发展历程分为萌芽阶段、起步阶段、发展阶段和广泛应用阶段四个阶段,每个阶段均可按媒体技术的发展、学习的发展和研究思维的发展这三个维度对教育技术的发展历史进行考察,如图1-1所示。

(1) 萌芽阶段

19世纪90年代,幻灯机介入教育领域拉开了教育技术发展的序幕。20世纪初,“视觉教学运动”在美国兴起,主要表现为开办小型博物馆收藏照片、幻灯片、图片、无声电影等视觉材料。教育家在逐渐认识到班级授课制种种不足的基础上,设计了几种能够在一定程度上照顾不同学习者需要的个别化学习模式,如伯克个别学习系统、道尔顿实验计划等。由于技术水平等方面的因素限制,这些个别化学习模式没有发挥太大的作用,但为个别化学习模式的发展方向做出了有益的、开拓性的尝试。

(2) 起步阶段

20世纪20年代,无声电影、有声电影、广播等进入了教学领域,许多电视台