

成果公报

课题名称：中小学电子教科书开发与实验研究

课题批准号：AJA11170

课题类别：重点课题

研究领域：教育信息化发展研究

课题负责人：杨德军

一、背景与目的

随着电脑显示技术、触控技术、虚拟现实技术等科技手段的快速发展，便携式电脑终端设备及相关电子产品不断问世和更新换代，电子化阅读已经成为一种流行且极具前景的阅读方式，在这样的背景下，应用技术手段促进教育信息化走向深入的条件已经具备，新型电子教科书的开发和应用成为大势所趋。

国内很多地区和学校尝试利用平板电脑进行教学，取得了不少成功的经验和案例。相关教育技术研发公司也积极参与相关教育软件开发，形成了一些类似于电子教科书的数字资源，也积累了一定的开发经验和研发模式。

虽然越来越多的专家认为电子教科书将在基础教育中发挥重要价值，但无论从国际还是从国内总体状况来看，电子教科书的开发和应用仍处于探索阶段，还缺乏足够的实验数据来证明其可行性和有效性。在电子教科书的开发理念和技术应用，以及实现理想的人机交互，突破传统纸质教材的局限，满足课堂教学要求和学生自主学习等方面，都存在不少的问题，需要研究人员和教学人员共同努力，以实现电子教科书对于学习方式、教学效果的优化。另外，这些电子教科书的开发也存在着严重的问题，没有赖以生存发展的机制流程标准作为出版规范。电子教科书的开发、审查、出版、发行、管理、应用、评价是个系统工程，全面推广牵涉到整个教育信息化软硬件环境的改造；学校教学方式的变革，教师、学生信息素养的提升；以及整个教育出版、发行、应用产业链体系的科学重构。因此，它的推进需要选准切入点、把握节奏、分步实施。

本研究在电子教科书开发的过程中，探索电子教科书开发的经验，并形成科学的开发机制。通过对电子教科书的实验研究，探索电子教科书使用反馈修订的科学途径，把握师生及教学对电子教科书的需要，提升教学效果。

二、内容与方法

(一) 内容主要包括：开发、实验、修订。

(1) 电子教科书开发研究。

除了电子教科书的内容及呈现方式研究外，由于其编写、出版、发行等环节与传统教科书差异很大，因此开发过程中管理协调机制的研究也是一个重要的内容。

具体研究内容包括：电子教科书编写组织模式和编写标准、出版模式和出版标准；电子教科书审查模式、审查标准、发行模式、实验及回馈模式；电子教科书媒体格式种类及标准；电子教科书互动内容呈现方式研究；电子教科书的正文、阅读、作业内容呈现形式；电子教科书版式、版饰；电子教科书内容下载更新方式。

(2) 电子教科书实验及修订研究。

作为电子教科书的应用主体，学生和教师对电子教科书的适应程度和快慢将直接决定教学效果，因此在推广使用电子教科书之前，需要研究其内容的呈现方式如何兼顾传统阅读习惯、充分考虑学生和教师的阅读喜好，同时结合其它电子媒体比较成熟且已被大家所接受的呈现方式，使学生和教师能较快较好地适应和使用电子教科书。另外如何将电子教科书的诸多功能进行科学整合，在教学中发挥最大效果，且避免其负面的影响，是更值得重视的研究内容。

具体研究内容包括：师生适应电子教科书阅读方式的研究；电子教科书对教学效率及效果影响的研究；利用电子教科书对教学互动交流方式影响的研究；电子教科书对学生阅读心理影响的研究；电子教科书对学生学习心理影响的研究；电子教科书对教师教学方式影响的研究；电子教科书对教学评价的影响的研究；电子教科书修订程序的研究。

(二) 研究方法与流程

课题组强调理论与实践研究并重，采用“理论——实验——理论”的研究路线，通过理论指导实践，在实践中检验理论、创新和发展理论。

在这样的研究思想指导下，课题的研究工作主要包括：文献研究，调查研究，电子教科书设计、开发、实验、修订，提炼理论成果等。具体流程如下图所示。

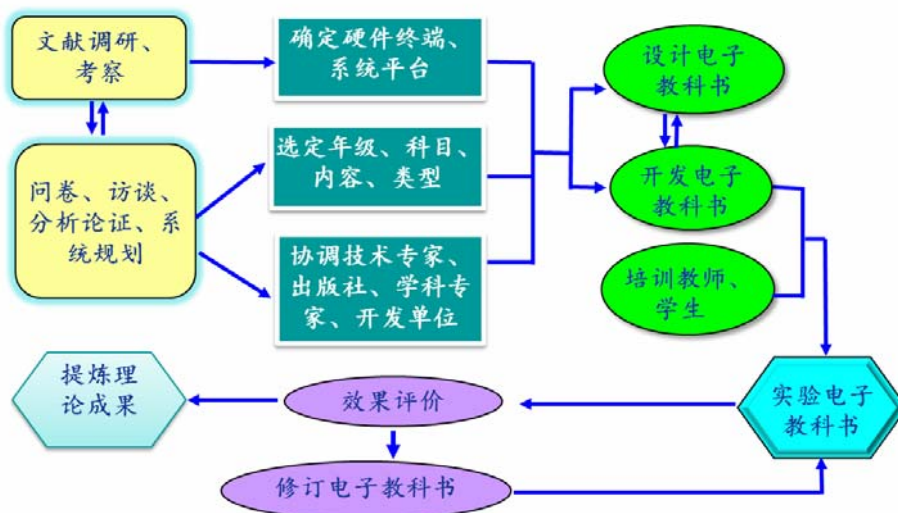


图 研究工作流程

这几个环节环环相扣，前面的工作是后面工作的基础和准备。在三年的研究中，这些工

作经历了两轮螺旋上升式的反复，设计开发的电子教科书由点到面，由少到多：从部分章节到全册，从小学到中学，从部分类型到各种类型。

三、 成果和结论

（一） 理论成果

1. 国内外相关研究进展状况及趋势

世界很多国家正积极推动电子教科书的发展应用。到 2012 年，以美国、新加坡、马来西亚、日本、韩国等为代表的许多国家在电子教科书领域进行了大量的研发和实验。根据克里夫兰市场咨询公司的调查报告，迄今至少有 50 个国家（地区）计划推广电子教科书。国内如上海、广东、陕西等很多省市地区，也于近年来陆续开展电子教科书（或称电子教科书、电子书包，概念内涵稍有差异）研发，并在很多学校进行教学实验，举行了为数不少的现场会及研讨活动。

已有关于数字化课程资源在教育中的应用研究可以分为两类，一类是探究电子教科书或数字化课程资源对提升学生的学习效果，增进学生的学习能力、语言表达能力、人际沟通能力等方面的效果。部分研究结果出现正效果；另一类是探究电子教科书本身的设计与用户体验上，学习者对于电子教科书有使用的愿望和兴趣，但是电子教科书在易用性、支持个性化学习、支持人际交流等方面还有很多待改进的地方。

国外电子教科书在 21 世纪初经历了 5 个主要的阶段：

（1）实验阶段（experimentation）（2000-2003）。在这起步探索期间，教科书的出版商与书商合作启动了“非便携式文档格式（non-PDF）、无标准的（non-standard）、顾客读者-产品”每次发行 50 至 100 个品种的教科书，但是发现此类的电子教科书并无市场，因为这一时期的电子教科书没有得到技术的足够支持。

（2）早期市场阶段（early markets）（2004-2006）

当出版界在持续探索电子教科书发展的出路时，许多出版商回归到使用低成本的便携式文档格式，看准了高等教育机构中特定的相关学科内容需求（在数学、科学和世界各国语言课程领域），从而进行开发和进一步扩充应用在线技术，从而培育出一个更稳定的电子教科书市场。在此期间，电子教科书中占主导影响的技术是 Flash 动画素材。在此阶段的后期，主要的电子教科书出版商都在积极发行电子书。

（3）扩容、整合阶段（proliferation and integration）（2007-2008）

电子教科书的发展趋势迎来了新一轮的冲击波，电子教科书的生产成本急剧下降，出版商开始将电子书整合到各自的作业管理产品（homework management products）之中。此阶段，绝大多数的电子教科书出版商支持多元电子教科书的格式和各种读者。当可扩展标记语言（XML，Extensible Markup Language）在备受关注的时候，Flash 动画也在持续获得读者的青睐。

(4) 盈利与社会化学习阶段 (profitability and social learning) (2009-2011)

截至 2009 年, 电子教科书市场的规模实质上在持续扩大, 体现在盈利性的虚拟大学在扩容。如美国的凤凰城大学 (University of Phoenix)。实体大学提供的远程学习课题在激增。同时, 移动学习设备被广泛使用和电子书读者的持续增加, 随后平板电脑也在促进电子教科书出版商提供更多的数字文本。在此阶段, 电子教科书不但提升了各种媒体技术的整合, 而且同时也提升了社会化学习环境的整合。开放型教科书所倡议的免费或低成本理念的出现和拓展, 也许将变得同等重要。

(5) 标准和分解的分布阶段 (standards and disaggregated distribution) (2012-2014)

此阶段将标志几大发展趋势的出现, 尤其是 (XML 格式的) 电子教科书的出现和数字化教科书的重新配置: 从单一、紧密联系的产品转向具有可延伸性的内容资源, 能容易分解或采用混合技术与其他的数字产品进行搭建。

2. 电子教科书界定及分类

通过文献研究和调查研究, 在比较国内外较有影响的电子教科书基础上, 依据呈现方式、功能和效果, 课题组认为大体可分为以下三种类型 (如图 1 所示)。

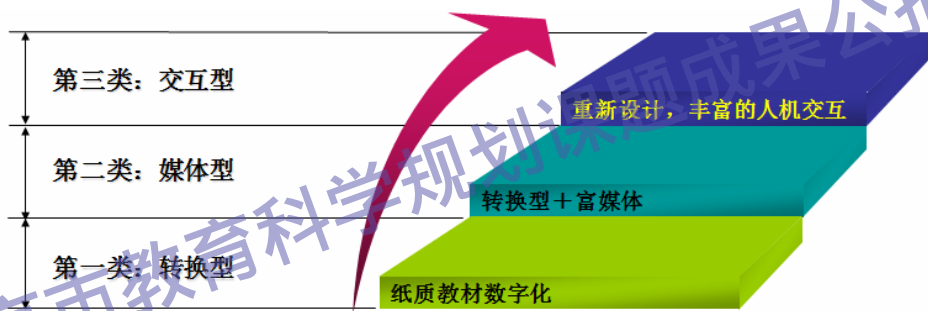


图 1 电子教科书的类型

(1) 转换型

这种电子教科书是将纸质教材在不改变内容, 基本保持原有版式的情况下进行数字化, 常保存成 PDF、Epub 等文件格式。

存在的价值, 是纸质化向数字化过渡的必经之路。虽然内容方面基本没有提升, 但可以利用阅读器的学习功能 (如检索、笔记、标注、插入媒体资源等), 集成导入和生成的数字化学习资源, 引导学生进行数字化学习。

(2) 媒体型

“媒体型”电子教科书是在转换型电子教科书基础上, 添加了图片、动画、声音、视频等多媒体资源, 这些资源以超链接的方式“嵌入”。

媒体型电子教科书因为其多媒体更符合学生认知喜好, 更易受到学生的欢迎。同时通过媒体手段突破传统教科书和教学的难点和障碍, 能提高学习效率, 进而一定程度上减轻学生的学习负担和教师的教学压力。

(3) 交互型

“交互型”电子教科书是在“媒体型”基础上, 对原纸质教材的内容和增加的多媒体

资源在版面布局上重新设计，调整字体、字号、装饰等，灵活改变每页的容量，相关内容之间设置跳转链接，对文本内容和多媒体资源进行合理混排，增加阅读的美观舒适度，切合电子阅读的习惯和需要。同时，设置了丰富的人机交互功能，包括交互文本、交互探索活动、交互测试、交互游戏等。

前两种类型电子教科书各有其优势，与纸质教材的主要内容一致，学生易于适应。但由于过于依赖纸质教材，纸质印刷的不足也被保留下来，比如文字内容的呈现缺乏层次、互动等，没有充分发挥电子设备的优势。理想的电子教科书应是这样的交互型电子教科书，它结合教育目标，发掘电子设备的优势和价值，重新设计，“量身定做”，真正实现信息技术与教育的深度融合。

3. 电子教科书的组成要素

如果只是用于个体阅读和学习，电子教科书可由数字教科书内容和装有阅读器软件的移动终端两部分组成。

但理想的电子教科书既用于学生个体的课外学习，又应用于师生课堂教学，构建数字交互课堂，是重要的教学交流载体。为了更好地实现课堂管理、教学互动、资源共享、实时评测、跟踪记录学习过程等功能，并充分发挥“云技术”的优势，教学管理平台是不可缺少的组成要素。因此应由三要素组成：电子教科书内容（资源部分）、移动终端设备（硬件支撑部分）、教学管理平台（软件支撑部分）。三者的关系大体可以比喻为：货物（内容）、车（终端）、路（平台），均为重要的系统组成要素，缺一不可。

电子教科书的三要素互相依存，形成合力共同发挥作用。其应用价值不局限于电子教科书内容一方面，每一要素都具备其自身的功能和价值（例如平板电脑在其系统软件支持下具备拍照、录像记录功能，网络检索功能），并随着技术的发展而不断提升，使得电子教科书的功能和价值不断“增值”，达到“1+1+1>3”的效果。

4. 电子教科书的价值、优势与推广面临的问题

（1）电子教科书的价值和优势

相比起传统纸质教材相对单一的功能，电子教科书的“集成度”更高，增加了媒体资源、辞典手册、课外读物、练习、笔记等（如图2所示）。理想的电子教科书不是将这些“元素”简单“拼盘”或“做加法”，而是依据教育理念和课程标准进行科学设计、有机整合，以实现高层次的教育价值。从初步的实验效果来看，电子教科书的价值包括：改善教学内容的呈现方式；改善学习方式；改善课堂教学方式，构建数字交互课堂；为师生减负；有利于促进教育均衡发展等；

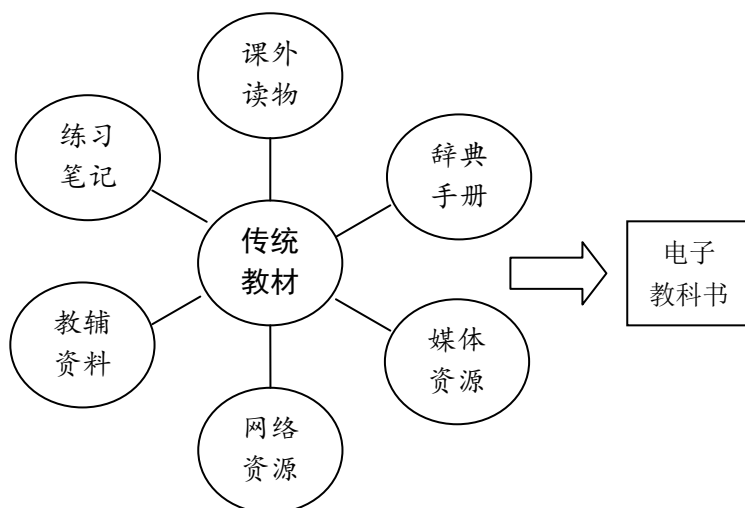


图2 电子教科书内容

(2) 电子教科书推广面临的问题

作为一项新生事物，电子教科书会引发从开发、管理、发行、使用等一系列的变革，因此对相关的变化进行针对性的研究势在必行。在研究过程中应重点关注以下几个方面：（1）电子教科书开发、出版、管理、使用等责权协调研究；（2）电子教科书编写研发模式的研究；（3）电子教科书整合于教学，改善教学效果的研究；（4）电子教科书的维护和回收研究。

除了以上内容，电子教科书对学生视力影响、学生阅读心理影响、学生学习心理影响、教师教学方式影响、教学互动方式的影响、教学评价的影响等很多方面，也都应适时加以研究。

5. 电子教科书的开发机制

(1) 综合分析环节

包括目标分析、应用主体分析、内容分析、技术分析、成本分析。

(2) 系统设计环节

设计环节蕴含了认知加工与媒体元素呈现的设计。通过媒体要素创建、媒体要素组合、单个画面形成和画面组接等环节，结合多媒体学习认知理论的认知原则、通道原则等为前期形成的学习目标和学习任务设计最匹配的媒体或媒体组合、最佳的呈现位置、最恰当的呈现时间、最合理的结构编排等，提供与认知加工活动中相匹配的信息流。媒体要素创建就是在学习者分析和内容分析的基础上将文字、图片形式的纸质教材富媒体化，增加交互性，提升用户的参与度。

电子教科书中的媒体要素主要包括视觉要素、听觉要素和交互要素三类。视觉要素的媒体形式包括图形、文本、动画和视频，听觉要素的媒体形式包括解说、背景音乐、特效音乐等，交互要素的媒体形式包括嵌入式的学习支持工具。媒体要素组合是通过协同效应使媒体

组合的刺激效果大于单个媒体相加之和，实现言语和非言语在人脑中的组合加工。媒体要素组合需要遵循“一致性原则”和“冗余原则”保证各要素之间表达的内容目标一致性和对媒体数量的限制。

（3）制作集成环节

电子教科书在研发阶段的开发流程主要包括三个部分：样章制作流程、批量制作流程、实验应用运维流程。

（4）测试审校环节

电子教科书的测试和评价贯穿于整个电子教科书开发的各个环节，是改进设计方案、检验并保证应用效果的重要环节，目的在于衡量和估计它对教学应用的教育价值，判断其应用效果，并形成改进建议。具体包括内容、质量、技术三个方面。

（5）形成产品环节

电子教科书在提供了师生使用之前，还需要提供支持使用的相关帮助文档，如教师手册、学生手册、技术手册等。在版权保护方面，还需要进行文档使用的权限设置，或者进行加密。然后将电子教科书与发行平台进行对接，做好网络服务器端的部署，保证电子教科书应用的可靠性和可接入性。

（6）实验优化环节

在缺乏成熟模式情况下，电子教科书的设计和开发过程应加强应用实验，通过有效的用户沟通机制，及时获得用户的感受和意见，在科学分析论证的基础上合理调整设计和开发进程。

6. 电子教科书的相关标准

电子教科书相关标准的研制，是课题研究的一个重要内容。因为可供借鉴的参考标准很少，其复杂程度又比较高，因此也是极具挑战性的内容。课题组在研究过程中，采用行动研究法，一方面在尝试开发少量电子教科书，并进行实验过程中提炼初步的标准；然后利用这些初步标准，指导进行数量和范围更大一些的开发，然后通过检验和论证进一步检验和完善这些标准。

目前已经完成的标准包括：

（1）转换型电子教科书开发标准。

内容包括：目的；范围；参考文档；格式编码标准；文件的缩略词和缩写词；原则；正文及页面制作要求；目录标签制作要求；封面、封二、封三、封底制作要求；图形/图像素材技术指标。

（2）媒体型电子教科书开发标准。

内容包括：目的；范围；参考文档；格式编码标准；文件的缩略词和缩写词；正文及页面制作要求（页面基本要求，页面文字质量）；目录标签制作要求（目录标签要求，目录标签组成，正文目录标签分级要求，目录标签制作中的注意事项）；封面、封二、封三、封底制作要求；图形/图像素材技术指标；PDF文档要求；媒体资源加工技术要求（图形/图像素材，音频素材，视频素材，二维动画素材）。

(3) 转换型电子教科书阅读器标准。

内容包括：范围；术语、定义和缩略语；总体说明（编写目标，编写原则）；系统架构（体系架构，功能架构）；系统功能（基础框架，个人书架，教材阅读，学习管理，个人中心）；系统接口；质量与性能要求。

(4) 媒体型电子教科书 EPUB 格式加工质量规范。

内容包括：前言；目的和范围；参考文档；制作加工软件；ZIP 包含内容；Mimetype 文件；Meta-inf 目录；OEBPS 目录；术语、定义和缩略语；EPUB 格式电子教科书文件结构（MIMETYPE，META-INF，OEBPS）；EPUB 格式加工结构层次；加工类型；加工流程；加工规范（正文及页面制作，目录导航，正文导航及分级要求，转制原则，媒体资源功能规范（音频，视频，动感图像，动画，超链接，网页视图）

(5) 电子教科书评审标准。

内容包括：评审维度；评审指标（课标要求，内容设置，教学引导，呈现效果，素材资源，互动效果）

(二) 课题的实践成果

1. 对北京市基础教育的影响和贡献

近年来，北京市委教育工委、市教委按照北京市教育发展的整体部署，积极推进基础教育信息化工作。为加强工作指导，于 2014 年 3 月，2015 年 6 月、11 月先后印发了《北京市教育委员会关于做好 2014 年基础教育信息化建设工作的通知》（京基教二〔2014〕8 号）、《北京市教育委员会关于做好 2015 年基础教育信息化工作的通知》（京教函〔2015〕204 号）、《北京市教育委员会关于做好 2015-2016 学年度基础教育课程教材改革试验工作的意见》（京基教二〔2015〕17 号）三个文件，以上文件在电子化课程教材资源建设与发展方面，以本课题成果为基础研究制定。文件中提出的教育信息化的诸多内容，如“加强数字化优质教育资源及应用体系建设”“市区校三级资源开发机制”“市区校资源集约共享交换机制”“政府购买资源开发服务”“以学生为中心引导开放式学习”“以应用为导向”“穿越课堂边界线上线下相结合”“穿越资源边界课内课外相整合”等等，都参考吸纳了本课题对数字资源开发模式、电子教科书的开发、实验机制和应用策略的研究成果，并通过北京市中小学课程教材资源网开展上述电子教科书开发成果等资源的应用实验。

2. 教师和学生对电子教科书的看法和期望

为了清楚当前北京市小学生媒介拥有、使用、认知等各方面情况，调查在几个实验学校展开，由班主任老师组织实施，对学生拥有、使用、认知媒介的各个方面进行了问卷调查。课题组共对 2465 名（问卷回收率为 96.80%）学生进行了问卷调查。

调查发现：93.3% 的学生家中可以上网；超过 50% 的学生拥有 QQ 账号，但只有 39.2% 的学生有邮箱；80% 以上的学生每次上网时间通常在 1 小时以下；44.2% 的学生有电子学习

机；15.5%的学生表示自己经常用电脑、电纸书、平板电脑或手机等电子设备进行阅读；32.0%的学生认为如果把现有的课本内容都“装进”电纸书或平板电脑，用这些电子设备代替课本进行学是“好”或“非常好”的，28.4%的学生认为“一般”，23.0%的学生认为这样“不好”或者“很不好”；33.3%的学生表示用电子设备代替课本进行教学可能会“对视力可能有不好的影响”，22.0%的学生表示这样做可能会“用起来不适应、不习惯”。

3. 了解教师教育技术应用水平及应用状况

课题组对三所实验校30名教师进行调查，了解其整合技术学习教学知识能力(TPACK)。试题23道，分值共计161。教师的TPACK分值集中于90-120分数段，最低值69，最高值155，平均107。由数据显示，教师的整合技术教学能力差异较大，并且处于中等分数段，最低与最高分相差也较大，充分说明教师教学过程中，将技术整合到教学中，促进学生学习等能力有待加强。

调查还发现，在缺乏有效组织和提供电子教科书的情况下，大部分教师属于偶尔使用电子教科书（或类似的数字资源）授课。并且在使用电子教科书授课时，还是较多的时间属于教师主导，或者教师操作和参与电子设备占用大部分时间，而学生实际动手操作的时间、次数较少。一方面说明应用电子教科书没有真正走进课堂，成为常态化，起到辅助教与学的作用；另一方面，忽视了电子教科书本身特有的丰富资源和功能，依旧局限于教师的使用与演示，学生真正参与电子教科书的学习活动时间少，因此就会影响活动目标的质量和数量，从而达到促进学习效果的作用就会缓慢。

4. 开发了部分学科各种类型的电子教科书

研发不同类型、不同学科的电子教科书，是课题研究的重点之一。通过协调课题组相关单位和人员，目前已开发的电子教科书统计如下：

（1）转换型电子教科书

涉及绝大多数目前已投入使用的新京版教材，共计170余册。具体又包括PDF型和EPUB型两种，前者与纸质教材保持原版原饰，后者能够在适应不同的阅读设备（PC机、平板电脑、手机），版面、字体、字号等方面可以按使用者的期望进行灵活调整。

（2）媒体型电子教科书

目前已开发完成包括数学、信息技术、地理、生物等13个学科，38册媒体型电子教科书。除了国家课程，还涉及“学生生涯规划”等地方课程及一些校本课程。

（3）交互型电子教科书

目前已开发完成包括英语、美术、音乐等7个学科，55册交互型电子教科书。

5. 带动实验校进行电子教科书教学实验

本课题研究在实验环节，一方面检验和完善开发完成的电子教科书，另一方面让研究的成果及时在实验校发挥效用，推动实验校教育技术应用水平的提升，提高参与实验教师的教

学水平。

四、改进与完善

研究虽然取得了许多可喜的初步成果，但课题组后续的研究仍将面临如下一些困难和挑战，其中以下几个方面尤其突出：

- （1）相关标准需要进一步积累和完善。
- （2）电子教科书的设计要追求真正意义的技术与教育融合。
- （3）数字媒体素材资源的开发是电子教科书开发的重要保障。
- （4）电子教科书应用效果的评价。
- （5）理想的实验模式还有待构建。

任何技术的应用都存在两面性，电子教科书也不例外。它给教育带来诸多“利”的同时，也带来一些令人担忧的问题，例如学生的视力健康、对电子设备及网络的依赖等。对电子教科书的实验研究还有很长的路要走，一是论证其价值并能发挥其价值，二是寻找问题的有效解决办法，最终实现趋利避害。

北京市教育科学规划课题成果公报