

从纸质教材到电子教材

——教材数字化变革研究

CONG ZHIZHI
JIAOCAI DAO
DIANZI JIAOCAI

乐进军 /著



JIAOCAI
SHUZIHUA
BIANGE YANJIU

北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

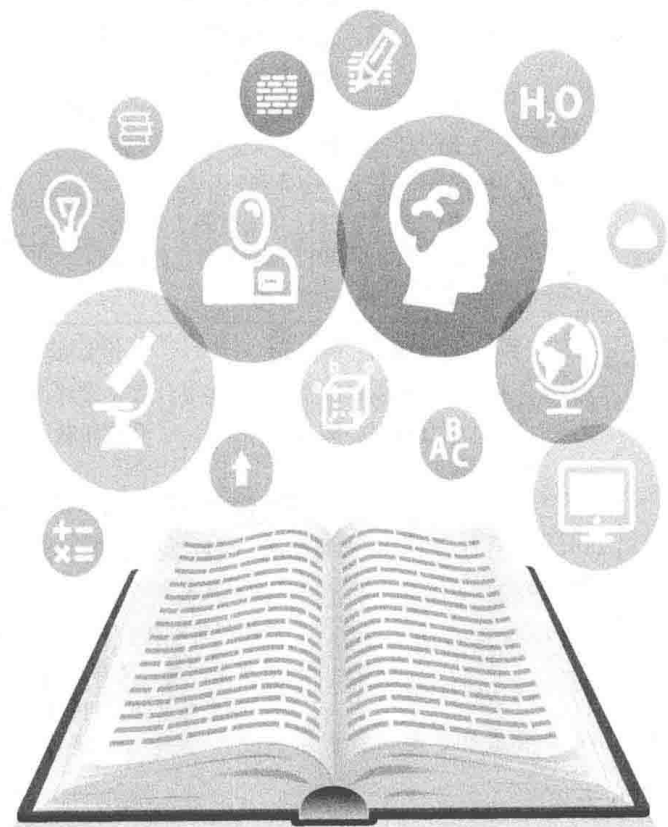
北京教育科学研究院学术著作出版资助基金项目

从纸质教材到电子教材

——教材数字化变革研究

CONG ZHI ZHI
JIAOCAI DAO
DIANZI JIAOCAI

乐进军 / 著



JIAOCAI
SHUZHUYI
BIANQI YANJIU



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

从纸质教材到电子教材：教材数字化变革研究/乐进军著. —北京：北京师范大学出版社，2017.5

ISBN 978-7-303-22233-9

I. ①从… II. ①乐… III. ①教材—数字化—教材改革—研究 IV. ①G423.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 071698 号

营销中心电话 010-58802181 58805532

北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com>

电子信箱 gaojiao@bnupg.com

出版发行：北京师范大学出版社 www.bnup.com

北京市海淀区新街口外大街 19 号

邮政编码：100875

印 刷：北京京师印务有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：787 mm×1092 mm 1/16

印 张：18.75

字 数：300 千字

版 次：2017 年 5 月第 1 版

印 次：2017 年 5 月第 1 次印刷

定 价：42.00 元

策划编辑：路 娜

责任编辑：戴 轶 肖 寒

美术编辑：焦 丽

装帧设计：焦 丽

责任校对：陈 民

责任印制：陈 涛

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话：010-58800697

北京读者服务部电话：010-58808104

外埠邮购电话：010-58808083

本书如有印装质量问题，请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话：010-58808284



关于作者

ABOUT THE AUTHOR

乐进军，现为北京教育科学研究院课程教材中心研究人员，中学高级教师，北京市骨干教师。主要从事教材、课程的开发与管理研究。主持北京教育科学规划重点课题“京版电子教材教学应用研究”，担任北京版初中化学教材副主编，独著及合著有《数据库FoxPro》《中学化学教学建模》《化学创造性思维培养方略》等著作，在各级刊物发表论文二十余篇。

前 言

教材作为传承人类知识和文明的特殊书籍，是重要的教育资源、载体和工具，与每一位教师、学生都有着密不可分的联系，在教学中发挥着举足轻重的作用。

数字时代，人类工作、生活的方方面面，由于技术的介入而发生着巨大的改变，人们也享受着技术带来的各种“福利”。在教育领域，电脑、网络已突破校园的围墙，进入课堂之中，使教育变得更具开放性，与社会、时代联系得更加紧密。在国家大力倡导把教育技术作为深化课程改革的重要抓手，学校教育技术应用不断深入、不断创新的背景下，传统教材的局限和不足愈发凸显，传统教材越来越难以适应教育的前进步伐，满足现代化教育的要求和期望，我们进而面临这样的抉择：是固守传统，坚守阵地；还是顺应时代的潮流发生变革？

答案似乎显而易见，教材的数字化变革其实已经悄然发生。近年来，国内外很多地区陆续开展对电子教材(或电子书包)的研究，投入了不少人力、物力、财力，但总体进展趋于缓慢，取得的成果也难尽人意。因为教育是一个相当复杂的系统，要达到理想的效果，需考虑诸多影响要素，满足诸多应用条件。如果在两者之间不能找到理想的对接点，将难以发挥技术的优势，其作用将流于表面，不能真正触及教育的痛点，解决教育的难题。换言之，将数字技术注入教材所发生的变化，远不是将文字内容“搬家”到屏幕上那么简单。

理想的电子教材应是依据教育目标和学生培养目的，充分发掘信息技术的优势和潜能，致力于技术与教育深度融合的一种全新的设计和开发。它既用于师生课堂教学，构建数字交互课堂，还支持学生的课外应用，实现个性化自主学习。它所追求的，将是教和学的方式的系统变革。由此不难看出，电子教材的研发是一项极具挑战性的任务，或者说是一个系统工程。对待这样具有前瞻性而又影响深远的新事物，我们不能盲目乐观，需要采取更审慎

的态度，在“动手”之前，把很多问题梳理出来，努力寻找对策和解决办法。

首先，教材是什么？具有什么功能？对教和学能产生什么样的影响？教材内容的编写和组织要把握哪些原则？传统教材有什么优势和劣势？

其次，电子教材是什么？国内外发展状况如何？如何在教育教学中对它合理定位？它有哪些类型？由什么组成？具有什么样的形态？内置什么样的内容？内容应以什么样的形式呈现？

再次，纸质教材向电子教材发展变化的过程中，变的是什麼，什麼不能变？纸质教材与电子教材两者是什麼关系？电子教材是否会替代纸质教材？电子教材带来开发和应用诸多环节的变化，与纸质教材相比，在这些环节上发生了什麼样的变化？该如何设计、制作、实验、推广？

还有，电子教材的应用需要创造和搭建什麼样的环境、平台？对教师和学生提出了哪些新要求？给教和学的方式带来什麼样的变革？对课程改革、“减负”、教育均衡等方面能发挥什麼作用？

笔者结合自身及研究团队在纸质教材和电子教材开发探索中积累的些许经验和思考，试图对以上问题做出一些回应。虽然探索还在路上，取得的经验尚显粗浅，思考也不很成熟，但仍然鼓起勇气将它们呈现出来，希望对纸质教材的变革、电子教材的研发及应用提供一些启发和参考，更期望获得同行的建议、指正和帮助。

乐进军

2016年11月

目 录

第一章 纸质教材的发展和应用	1
第一节 信息传播及出版技术对教材的影响 / 2	
第二节 教育改革与教材属性和功能的发展 / 8	
第三节 教材对教与学的影响 / 22	
第四节 教材内容的选择和组织 / 29	
第五节 数字时代纸质教材凸显的局限性 / 38	
第六节 纸质教材的配套数字资源 / 43	
第二章 电子教材的发展和研究	48
第一节 电子出版和电子书 / 49	
第二节 推动电子教材发展的关键技术 / 56	
第三节 电子教材概念的界定 / 62	
第四节 国内外电子教材发展状况 / 67	
第五节 对电子教材定位的思考 / 78	
第六节 电子教材的类型和组成 / 84	
第七节 京版电子教材研究概况 / 92	
第三章 电子教材与纸质教材的比较	101
第一节 两种教材的性能特点比较 / 102	
第二节 电子教材的优势和潜质 / 107	

2 /从纸质教材到电子教材

第三节 两种教材开发及应用流程比较 / 114

第四节 利益相关者对两种教材的态度 / 129

第五节 电子教材取代纸质教材之争 / 134

第四章 电子教材的设计和开发 142

第一节 电子教材开发的综合分析 / 143

第二节 电子教材内容的设计依据 / 147

第三节 电子教材的设计原则和开发策略 / 157

第四节 电子教材开发机制 / 163

第五节 京版电子教材特色概述 / 171

第六节 电子教材内容的评价 / 180

第七节 电子教材开发需解决的问题 / 186

第五章 电子教材与教学方式变革 190

第一节 数字化教学应用现状 / 191

第二节 电子教材应用环境建设 / 197

第三节 电子教材管理平台的应用 / 204

第四节 电子教材应用对师生的要求 / 208

第五节 电子教材促进教的方式变革 / 216

第六节 电子教材促进学的方式变革 / 223

第七节 京版电子教材应用调研 / 234

第六章 对电子教材的反思与展望 241

第一节 电子教材蕴含的辩证关系 / 242

第二节 电子教材推广面临的挑战 / 249

第三节 技术优势与教育优势 / 252

第四节 电子教材与教育均衡 / 258

第五节 电子教材与“减负” / 262

第六节 电子教材与深化课程改革 / 268

附录 1 电子教材使用情况调查问卷(学生卷)	273
附录 2 电子教材使用情况调查问卷(教师卷)	276
参考文献	279
后 记	288

第一章 纸质教材的发展和应用



【本章导读】

信息传播方式的发展和出版技术的不断提升,促进了书籍的生产,为纸质教材的普及应用奠定了基础。教材具有丰富的功能和多维属性,对教育教学产生了重要的影响,这种影响既有正面也有负面,需要辩证分析和理性对待。教材作为教学的重要载体,其内容需要精心、科学地设计和组织。相比起数字时代的需求,纸质教材的局限愈发凸显,为此当前在教学应用过程中,开发了许多数字化配套资源以弥补其不足。



【主要内容】

- (1) 信息传播及出版技术对教材的影响;
- (2) 教育改革与教材属性和功能的发展;
- (3) 教材对教与学的影响;
- (4) 教材内容的选择和组织;
- (5) 数字时代纸质教材凸显的局限;
- (6) 纸质教材的配套数字资源。

第一节 信息传播及出版技术对教材的影响

一、信息传播的发展

教材作为传播人类文明、传递科技文化、承载教育信息的特殊出版物，其发展直接受到信息传播方式的影响。

信息原指人类活动中相互沟通交流的内容。汉语词典将信息解释为“音信消息”和“现代科学指事物发出的消息、指令、数据、符号等所包含的内容”。很多人认为该词较早可能出自唐代诗人杜牧的《寄远》：“塞外音书无信息，道傍车马起尘埃。”以及南唐诗人李中的《暮春怀故人》：“梦断美人沉信息，目穿长路倚楼台。”在科技快速发展的今天，信息可泛指人类社会传播的一切内容，它无时无刻不在影响着人们的生活和工作，像空气、水和食物一样不可缺少。

信息种类繁多，难以尽述，其中与书籍出版相关的信息内容及记录、传播方式，在漫长的历史时期呈现出如下的变化趋势。

表 1-1 信息传播的发展变化

	信息内容	记录载体	记录方式	传播方式
远古	口语、结绳、图画、象形文字等	龟甲兽骨、绳索等	刻字等	口耳相传、铭文记事等
古代	文字(含图画)等	竹简、木牍、缣帛、羊皮纸、纸张	手抄、雕版印刷、活字印刷等	书籍传抄、出版发行等
近代	文字(含图画)等	纸张	活字印刷等	书籍出版发行等
现代	文字(含图画)、多媒体等	纸张、光盘、磁盘	电脑激光排版印刷、数字存储等	书籍出版发行、信息网络传播等

信息内容。信息内容从最初的口语传播、结绳记事，过渡为用简单的语意符号表达，最终发展为用内涵更复杂、形式更多样、更符合人类认知习惯的直观和抽象内容进行表达。

记录载体。信息记录载体的变迁主要经历了：龟甲兽骨—竹简和木牍—缣帛—羊皮纸—纸张—光磁存储。每一次技术的发展，都有力地推动

了文化的继承和传播。其发展大体呈现出这样的趋势：载体成本更低廉，存储的容量更大，保存的稳定性更高，记录的信息内容类型更丰富。

记录方式。信息记录方式的发展进程大体为：(1)在龟甲兽骨上用刀刻字；(2)在竹简、木简上书写；(3)在缣帛、纸张上书写；(4)在纸张上进行雕版印刷；(5)在纸张上进行活字印刷(人工、机械)；(6)电脑激光排版印刷；(7)二进制数字。其发展趋势为：从手工到机械化、电脑自动化，记录容量更大、速度更快、效率更高、效果更好、成本更低，且更便于修改和维护。

传播方式。信息传播方式发展进程大体为：(1)口语传播；(2)出版发行；(3)数字传播(拷贝、发行、网络传播)。其发展趋势为：随着技术的发展，传播方式更灵活、传播速度更快、传播范围更广。

二、出版技术的发展

书籍出版技术在其漫长的发展过程中，科技的进步对其产生了重要的推动作用，尤其对造纸和印刷两个最关键出版环节更是影响巨大，有力地促进了其推广和应用。

(一)造纸技术

在纸张发明之前，文字的记录载体主要是竹简、木牍、缣帛等。竹简和木牍占据空间很大，缣帛成本昂贵，都严重地制约了书籍的大范围传播。通过考古还发现，除此之外，人类使用过的教材制作材料极其驳杂，甚至有黄金、羊皮、石碑等材料。其中版面最大的当数我国古代的石碑教材，由于所刻内容是儒家经典，故史称“石经”。^①

中国是世界上最早发明纸的国家。据考古发现，西汉时期我国已经有了麻质纤维纸，但是质地粗糙，且成本高、数量少，普及程度不高。公元105年，蔡伦在东汉京师洛阳总结前人经验，改造了造纸术。他以树皮、麻头、破布、旧渔网等为原料造纸，大大提高了纸张的生产效率和质量，扩大了纸的原料来源，降低了纸的成本，为纸张取代竹帛开辟了广阔前景。《后汉书·蔡伦传》中说：“自古书契，多编以竹简；其用缣者，谓之为纸。缣贵而简重，并不便于人。伦乃造意，用树肤、麻头及敝布、鱼网以为

^① 韦石. 世界最大的教科书——我国古代的石经[J]. 中小学管理, 1991(1).

纸。”^①造纸技术在此基础上不断改善，纸张的质量也不断提升。北宋时，安徽已采用日晒夜收的办法，漂白麻纤维以制纸，抄出的生纸光滑莹白，耐久性好。造纸术随后传向西方各国，推动了各国文化的进步和发展。

18世纪工业革命以后，造纸业由手工操作向机械化生产转变。1750年，荷兰人发明了荷兰式打浆机。1798年，法国人N.L. 罗贝尔发明了长网造纸机。1809年，英国人J. 迪金森发明了圆网造纸机。1823年，英国人T. 克朗普顿发明了造纸机的蒸汽烘缸。1827年，德国人奥赫劳泽发明了长网扬克纸机。这些机械为实现抄纸过程的连续化，降低劳动强度，提高生产效率，以及生产“无限长”的卷筒纸创造了条件。进入20世纪以后，造纸机在纸机抄速、纸幅宽度和自动控制技术等方面都有了飞速的发展。^②

(二)印刷技术

中国的印刷术经过了雕版印刷和活字印刷两个阶段的发展。从排版工艺进行划分，可以把雕刻版称为第一代排版工艺，活字排版称为第二代排版工艺，照排称为第三代排版工艺。^③

1. 雕版印刷

印刷术发明之前，文化的传播主要依靠手抄的书籍。手抄费时、费事，效率较低，还容易抄错、抄漏，导致书籍的复制量极其有限，“家有书疏者，百无一二”。^④印章和石刻给印刷术提供了直接的经验性的启示，用纸在石碑上墨拓的方法，为雕版印刷指明了方向。雕版印刷一版能印几百部甚至几千部书，对文化的传播起了很大的作用，但是存在以下不足：刻版费时费工，大部头的书往往要花费几年的时间；存放版片又非常占用空间；易因变形、虫蛀、腐蚀而损坏；印量少而不需要重印的书，版片就成了废物；发现错别字，修改极其困难，常需对整版重新雕刻。

2. 活字印刷

北宋人毕昇发明了胶泥活字印制技术，这是印刷技术史上一次质的飞跃，使文字的复制方法从低效的手工抄写飞跃到大批量印刷。活字制版克

① 百度百科，“造纸”词条。

② 造纸技术史[EB/OL]. http://www.360doc.com/content/10/1126/09/803452_72513534.shtml.

③ 罗宝树，吕品. 编辑出版知识[M]. 北京：科学普及出版社，1988：256.

④ 曹之. 中国印刷术的起源[M]. 武汉：武汉大学出版社，1994：458.

服了雕版的不足，只要事先准备好足够的单个活字，就可随时拼版，大大缩短了制版时间。活字版印完后，可以拆版再重复使用，且活字比雕版占用的空间小，容易存储和保管，优越性明显。活字印刷又经历了泥活字、木活字、金属活字等不同阶段，材料不断优化，技术不断改善。

19世纪，印刷进入了机械化阶段。1845年，德国生产了第一台快速印刷机。1860年，美国生产出第一批轮转机。之后德国相继生产了双色快速印刷机和印报纸用的轮转印刷机，到1900年，制造了6色轮转机。从1845年起大约经过一个世纪，各工业发达国家都相继完成了印刷工业的机械化。^①

印刷技术的进一步提升使书籍价格降低，促进了知识的推广。当人们的识字率得以提高，更多人获得知识后，他们的人生观和世界观受到影响，反过来又扩大了书籍的需求量。这种良性循环，促进了教育的普及和教材的发展。

3. 照排印刷

随着近代科学技术的飞跃发展，印刷技术也迅速地改变着面貌，逐渐告别“铅与火”的时代，进入“电子、光和影”的时代。从20世纪50年代开始，印刷技术不断地利用电子技术、激光技术、信息科学以及高分子化学等新兴科学技术所取得的成果，进入现代化的发展阶段。70年代，感光树脂凸版、PS版的普及，使印刷迈入了向多色高速方向发展的途径。80年代，计算机检索、排版、图形处理及输出技术的进步，使出版领域实现了用计算机进行版式设计、文字编辑、图文合成、整版相纸和相片输出以及数字化数据再利用，实现了电子排版现代化。^②而汉字信息处理激光照排工艺的不断完善，使文字排版技术产生了根本性的变革。90年代，彩色桌面出版系统的推出，标志着计算机全面进入印刷领域。

(三)其他技术

除了造纸技术和印刷技术以外，油墨制造等其他一些技术对书籍生产也非常重要。

① 百度百科，“印刷术”词条。

② 包鹏程，范文婷，何海巍. 电子出版物[M]. 武汉：华中科技大学出版社，2010：2.

1. 油墨制造技术

印刷书籍，除了纸张、印版以外还必须用到墨。最早用的墨，是黑土或者石墨一类天然的黑色物质。我国在新石器时代，陶器上就已经出现了黑色图画。殷代的甲骨文，有的也是先用墨写然后再刻的。人造墨用松烟等制成，马王堆汉墓的西汉帛书，就是用人工造的墨书写而成。东汉时期的《说文解字》对“墨”字的解释是：“墨者，烟煤所成。”反映出当时制造墨的原料。^①

新中国成立以后，油墨制造业不仅在产量上有较大的增长，而且新材料、新品种不断涌现。到 20 世纪 80 年代末，我国油墨的光泽、固着速度、印刷性能等指标已达到国际先进水平，除单张纸胶印油墨外，其他品种的油墨质量均能替代进口产品。^②

2. 插图技术

插图是书籍内容的重要组成部分，它使书籍既具有抽象文字的“可读性”，又具有直观生动的“可视性”。

明朝时期我国大量推出通俗文艺类书籍，刻书中版画插图成为时尚，开始出现结构复杂、形体美观的牌记。明、清两代，版画作为插图艺术，被更广泛地运用于各类书籍。^③

3. 装帧技术

装帧技术随着印刷技术的发展而发展，尤其是近代，图书装帧更加讲究。一些装帧精良的经典书籍，往往成为收藏者钟爱的艺术品。

1904 年的《东方杂志》、1909 年的《域外小说集》等书刊用中国画、风景人像等装饰封面，开现代书籍装帧之先河。^④ 现代装帧更是涵盖了书籍的开本、封面、腰封、字体、版面、色彩、插图、纸张材料以及工艺等各个环节的艺术设计。

4. 装订技术

古典的装订方式包括卷轴装、经折装、旋风装、穿线装等。现代装订类型包括铁丝订、缝纫订、无线胶订、锁线订、骑马订、塑料线烫订、活

① 印刷术的发明[EB/OL]. http://www.china.com.cn/aboutchina/zhuanti/sdfm/2009-01/21/content_17163395.htm.

② 范慕韩. 中国印刷大全[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1994: 279.

③ 黄镇伟. 中国编辑出版史[M]. 苏州: 苏州大学出版社, 2014: 236.

④ 黄镇伟. 中国编辑出版史[M]. 苏州: 苏州大学出版社, 2014: 270.

页装、螺旋装等。^① 随着骑马联动订书机、精装书籍装订自动线、塑料线锁线折页机等印后机械的研制成功以及自动控制、联机联动等技术难题的解决,印后加工实现了由半机械化、单机生产向机械化、联动生产线发展。^②

5. 绿色印刷

出于对学生的身体健康的保护和进行环境保护教育的需要,近年来世界各国的教材纷纷采用绿色印刷方式。绿色印刷是指不破坏生态环境、不威胁人体健康、节约资源消耗的印刷方式,包括环保原辅材料的使用、清洁的印刷生产过程、印刷品的回收处理及可循环利用。简言之,绿色印刷的印刷品从原材料选择、生产、使用、回收等整个生命周期均应符合环保要求。^③

三、出版技术发展对教材的影响

出版技术对教材的生产和应用产生了强有力的推动作用,影响是多方面的。

其一,使教育从精英走向大众。由于教材成本不断下降,复制速度不断提升,出版数量不断增加,传播范围不断扩大,受教育的门槛得以逐渐降低,上学不再是权贵子弟的“专利”,普通人家的子女也能够进入学校,或者购买这些曾经是可望不可即的奢侈品——教材进行学习,从而摆脱文盲的身份,改善生存环境,提升社会地位。正如学者所言:“在印刷术发明之前,寥寥无几的人垄断着书本知识,随着印刷术的推广,科学哲学和宗教的进步,缓慢地传向几乎所有能读书能买得起书的人们。”^④西方进入工业革命时期,在普及义务教育运动的推动下,最早使印刷技术机械化,从而使讲义书发展成为通用的教材。^⑤西方国家利用统一的教材,可以面向班级学生开展统一的教学活动,到17世纪形成了学校教育的班级授课制。教材的推广和普及,使得学生不仅能向教师学习,还可以向书本学习,知识传播的速度和广度都得到显著提升。

① 罗宝树,吕品. 编辑出版知识[M]. 北京:科学普及出版社,1988:337.

② 机械工业部石化通用机械工业局. 中国印刷机械工业发展史[M]. 北京:机械工业出版社,1986:34.

③ 钟玲等. 论我国印刷行业的绿色转型[J]. 环境与可持续发展,2013(2).

④ 吴文虎. 传播学概论[M]. 武汉:武汉大学出版社,2000:120.

⑤ 曾天山. 教材论[M]. 南昌:江西教育出版社,1997:44.

其二，使教材努力适应学生的应用需求。彩色印刷、绿色印刷、活页、折页等技术的使用，使得教材逐渐超越大众阅读的书籍，更具有艺术性。在满足青少年学生对书籍的阅读喜好同时，也使教学中师生得到更多的主动权，对教材的应用更加灵活。

其三，使教材能够呈现更复杂的版面内容。电脑应用到制版工艺之前，教材的版面设计比较简单，只能满足相对规范的文字、符号和图表的呈现要求。进入电脑时代后，教材的版面变得灵活多样，主干内容和各种栏目进行有机编排，给师生在应用时提供了选择和组织的主动权。

其四，提升了教材的生产效率。在电脑应用于教材的编、排之前，教材的生产工序烦琐，生产周期较长，加上教材的投入使用有明确的时间要求，因此出版社、印刷厂和发行机构都承受着巨大的压力。我国在一些年份甚至不得不发文督促相关部门，保证要“课前到书”。比如，1985年9月，国家出版局下发《关于加强一九八六年春季教材、课本出版、印刷、发行工作的通知》，其中强调：“承担教材、课本出版任务的各出版社，要提早安排好编辑出版和发印工作。对新品种一定要按照规定的的时间和‘齐、清、定’的要求准期发稿，为后续工序创造条件。”“在赶印教材、课本期间，除紧迫的重点图书外，其他一般图书都要让路。”“承印教材、课本的印刷厂，要充分挖掘潜力，努力提高产品质量。确保按时、保质、保量完成印刷任务。”这以后国家虽然也常有关于教材的通知下发，但“催促”要按时完成教材生产、发行任务的内容却再未出现。

总之，由于出版技术的发展，教材作为文化传播载体的作用愈发显现，对人类文明素质不断提高发挥了更加重要的作用。

第二节 教育改革与教材属性和功能的发展

提到教育，人们通常容易联想到教育的物化载体——教材。教育、课程、学科、教材是几个自上而下、具有层级关系的概念。它们的关系可简要表述为：教育目标通过课程实现，课程体系分解成不同的学科，学科教学目标和内容主要通过教材予以明确。由此不难看出，教材成了教育的关键载体，是师生在教育互动中的共同依据。

随着社会的发展和时代的进步，教育理念也不断与时俱进，教材的地