

土木工程计算机绘图教学改革研究与实践

杨万理, 王 宁, 王广俊

(西南交通大学土木工程学院, 四川 成都 610031)

摘 要: 针对土木工程计算机绘图(CAD)教学中存在的缺点和教学课时不断压缩的压力, 从教学手段、教学方法和考核方式 3 方面提出了 CAD 教学改革方案。将 CAD 教学内容按照知识点录制了 121 个 3~5 min 长度的微视频, 通过超星学习通将微视频制作为《计算机绘图微课程》, 学生可利用碎片化时间在个人移动终端如手机、iPad (或平板)等上观看学习微视频。基于微视频, 采用任务驱动+翻转课堂方式开展教学, 将学时缩短 1/4, 注重学生创新学习能力培养。取消卷面理论考试, 将微视频完成度、习题完成情况, 翻转课堂表现、三维创作、上机考试纳入考核范围, 加强学习过程管理和实际绘图能力考查。采用该方案的试点班与传统班对比发现, 不仅缩短了课时, 还提高了期末上机考试平均成绩约 4 分, 证明了该改革方案的可行性。

关 键 词: 土木工程制图; 计算机绘图; 教学改革; 微视频; 翻转课堂

中图分类号: TP 391

DOI: 10.11996/JG.j.2095-302X.2020020319

文献标识码: A

文 章 编 号: 2095-302X(2020)02-0319-06

Research and practice on teaching reform of civil engineering computer aided drawing

YANG Wan-li, WANG Ning, WANG Guang-jun

(School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu Sichuan 610031, China)

Abstract: Based on the disadvantages of the teaching of civil engineering computer aided drawing (CAD) course and the pressure of continuous compression of class hours, the teaching reform scheme of CAD is presented in three aspects including teaching means, teaching methods and evaluation methods. According to different knowledge points in CAD teaching, 121 micro-videos with averaged duration of 3–5 minutes were recorded. Then a network course named computer drawing micro-course was developed on the platform of Chaoxing Xuexitong, which supports online study on personal mobile devices such as mobile phones and iPad in fragmentated time. Based on the micro-videos, the task-driven method and flipped classroom are adopted to carry out teaching, which could shorten the class time by 1/4 and focus on the cultivation of students' innovative learning ability. What's more, theory examination of CAD is cancelled, but the completion of micro-video self-study, homework, performance in flipped classroom, creation of 3D model and examination on computer are all included in the assessment, aiming to strengthen the management of learning process and the practical drawing ability with computer. Compared with the traditional classes, the pilot classes that adopted the scheme not only shorten the class hour, but also raises the average score of final

收稿日期: 2019-09-28; 定稿日期: 2019-11-21

基金项目: 西南交通大学2018年本科教育教学研究与改革重点培育项目(1803001); 面向新工科的工程图学课程体系改革与实践项目(2018XGK206-31)

第一作者: 杨万理(1979-), 男, 四川双流人, 教授, 博士, 博士生导师。主要研究方向为土木工程制图、桥梁水动力学等。

E-mail: 68360903@qq.com

通信作者: 王 宁(1976-), 女, 山东淄博人, 讲师, 硕士。主要研究方向为土木工程制图、CAD 教学。E-mail: 71367970@qq.com

examination on computer by about 4 scores, which demonstrates the feasibility of the proposed teaching reform scheme.

Keywords: civil engineering drawing; computer aided drawing; teaching reform; micro-video; flipped classroom

土木工程制图主要讲授制图标准、投影原理、图样画法的相关知识以及房屋、桥梁等专业图的阅读和绘制。土木工程计算机绘图(computer aided drawing, CAD)将土木工程制图和计算机技术有机的结合起来,立足土木工程制图标准或行业规范,讲授计算机绘制土木工程相关图形的基本技术,包括通过二维绘图、三维建模等实现图形的平面表达和工程结构的立体造型。上述 2 部分教学内容的结合让学生既能读图又具备准确、高效绘图的能力,以满足土木工程专业对工程制图课程的要求。土木工程 CAD 与土木工程制图作为土木工程以及相关专业的必修课和基础课,在培养土木类人才中的重要性不言而喻,且在应用型高校中尤为突出。土木工程 CAD 课程不仅承载着对工程制图理论教学效果的验证,更注重对学生应用 CAD 软件绘制工程图能力的培养,是技术性、实践性很强的课程,有着自身的特点,其教学方法与工程制图部分显著不同。因此,有必要专门对 CAD 教学方法开展研究。

1 土木工程 CAD 教学中存在的主要问题

虽然近年来不少学者对工程制图中 CAD 教学改革进行了较为广泛的研究^[1-5],取得一定研究成果,但同时仍还存在一些普遍的问题。

1.1 教学内容

CAD 教学内容与土木工程制图教学内容缺少联系。土木工程制图课程与 CAD 课程的设置模式主要包括:①土木工程制图和 CAD 作为 2 门独立的课程设置,先开设前者,再开设后者^[6];②土木工程制图课程中先讲授部分 CAD 内容,但是核心内容放入高年级再学习^[7];③将 CAD 内容融入土木工程制图中教学^[8]。3 种模式中,CAD 教学往往侧重于绘图命令本身的讲解和练习,而对制图标准的贯彻、与专业知识的结合或行业通用做法的讲解不够重视。在教学中也往往任意选择与土木

工程制图不相关、或关联度不够密切的图形来辅助命令讲解或用于实例演示,课后习题或上机实践中的练习题与土木工程制图联系也不够紧密。在学生毕业设计中或刚参加工作时就不能很好地按照国家制图标准规范作图,比例使用混乱,图纸也不满足实际工程设计的行业做法,更不能用于指导施工。如比较典型的问题是学生在一张图纸上分别采用 2 种不同的比例(1:100 和 1:10)绘制某工程形体的三视图和局部详图时,不会进行正确的成图操作,导致图纸打印出来后,文字高度和尺寸标注大小不一,甚至看不清楚,无法阅读。

1.2 教学手段

在土木工程制图课时不断压缩的情况下,CAD 教学学时有限,如西南交通大学土木工程学院 CAD 二维绘图、CAD 三维建模的课堂教学和上机实践,共有 24 学时。目前的教学手段通常使用多媒体设备播放 PPT 讲解 CAD 基本绘图命令,使用 CAD 软件进行操作步骤演示。因此,大多数教师注重 CAD 绘图方法讲解,仅讲解有代表性的绘图命令,其余命令要求学生举一反三利用课后时间上机练习,并布置一定量的练习题。虽然通过布置绘图作业的方式可在一定程度上督促学生课后自主学习和上机练习,但是,目前尚无有效手段确保学生课后能按要求完成,课后作业相互拷贝的现象严重。知识的构建是一个逐步的、不断训练的过程,如果学生在课堂上走神或未听懂,课后也未按教学要求操练绘图命令,学习效果就会大打折扣。

1.3 教学方法

目前的教学方法主要是理论授课和上机实践相结合,具体实施时有讲-练分离和讲-练穿插 2 种模式。讲-练分离模式是先有多媒体教室进行理论课学习,集中讲解应用软件命令、操作方法和流程;再到机房上机进行相应的实践操作。其缺点在于学生被动接受老师的理论知识讲解,被动接受繁琐的命令操作、复杂的参数设置,老师

和学生之间缺乏有效地互动,使学生学习起来难度大且枯燥无味,在课堂上表现为走神、说话、低头玩手机等,甚至产生厌学情绪。另外,理论知识和上机操作往往间隔一周的时间,即存在一定时差,在无法有效监督学生课后上机练习的情况下,大部分同学在上机实践时已经忘记理论知识,导致上机实践和理论知识脱节,上机练习效率低下。讲-练穿插进行模式是将理论授课和上机实践均安排在机房进行,教师先讲解几个绘图命令,学生再练习这些命令,同时教师在学生之间走动解决实践中存在的问题。但由于学生多,教师少,实践过程中很多学生得不到教师的及时指导,且机房后几排学生往往没有跟进讲-练的节奏,出现上网、玩电脑游戏等情况,教学效果也不理想。

1.4 考核方式

目前理论考试与上机考试相结合的方法仍然是 CAD 教学考核的主要方式。理论考试主要是检验学生对基本概念、基础理论的掌握程度,即对学生基本命令和绘图方法掌握程度的考察。理论考试往往划定考试范围,部分学生通过死记硬背、考前突击的方式应付考试,而不重视平时学习和上机操作过程。CAD 是一门操作性和技术性很强的课程,需要平时逐步上机操练、不断总结才能熟练掌握 CAD 基本命令、绘图技巧和成图方法,切实提高绘图能力。现行上机考试,在限定的时间内让学生完成平面视图抄绘和指定形体的三维建模,任课教师仅对考试题目的完成程度以及成图质量进行评判,无法对成图过程中绘图技巧的使用、构形思维是否正确进行判定。

2 土木工程 CAD 教学改革研究

在新工科背景下, CAD 教学应该更注重计算机二维绘图、三维建模动手能力以及创新能力的培养。鉴于目前土木工程制图中 CAD 教学存在的问题和课时不断被压缩的现状,本文对 CAD 教学改革方法进行探索,力求部分解决目前 CAD 教学中存在的一些问题,并在一个教学班上进行了试点以检验效果。

2.1 教学手段改革

当代本科生成长在信息时代,已经养成了通过手机、平板、计算机等电子产品获取知识的习惯。2019 年是 5G 元年,信息技术推动社会发生翻

天覆地变化的同时,也将会极大推动教学手段、教育技术的信息化。为适应本科生获取知识手段的变化和信息技术的发展,将 CAD 课程中二维绘图、三维建模教学内容按照知识点录制为 121 个微视频,并上传至超星学习通(简称“学习通”)云平台制作成《计算机绘图微课程》,如图 1 所示。该课程特点如下:

(1) 微视频所包含的知识点相对独立,大部分时长仅为 3~5 min,便于学生利用课后碎片化时间(如排队、乘车或某个间隙)灵活机动的观看视频学习。

(2) 该视频可在个人移动设备(如手机、平板、个人电脑)上播放。

(3) 学生可以按照课本章节顺序播放视频进行系统的学习,也可以灵活播放某个知识点的视频。此外,学习通能够统计班级学生对每个知识点(任务点)的完成情况(图 2(a)),提供学生自主学习的总体情况;也能记录每个学生对每个知识点的学习情况(图 2(b)),可帮助任课教师掌握个别学生自主学习视频的情况,加强学习过程管理,并将其作为期末总评成绩的一部分。学习通平台还具有作业布置、网上互动答疑、课堂点名、课堂互动等功能,利于教师将有限的时间集中到教学内容上,提高授课效率。

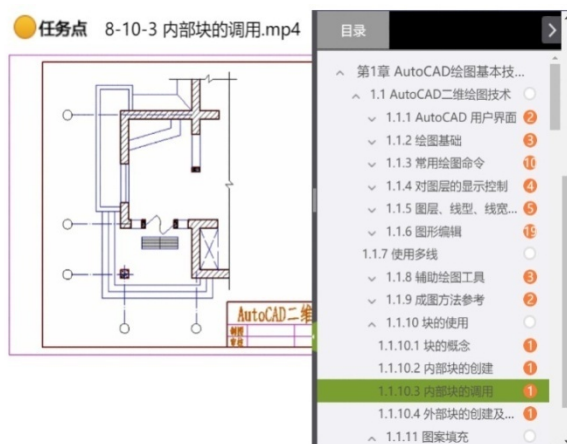


图1 在超星学习通上建设的《计算机绘图微课程》

2.2 教学方法改革

在土木工程制图课时不断被压缩的情况下, CAD 授课学时也进一步缩减,教学安排需要做出相应的调整。西南交通大学土木工程学院土木工程制图现行的 CAD 教学内容和教学安排见表 1 和表 2。



(a) 班级完成情况统计



(b) 个人完成情况统计

图 2 某一知识点(即图中任务点)视频自主学习情况统计

表 1 现行的 CAD 二维教学内容和教学安排

讲次	教学内容
第一讲(课堂理论教学)	使用 CAD 软件讲解和演示: (1) AutoCAD 用户界面、绘图基础; (2) 常用绘图命令; (3) 对图形的显示控制
第二讲(机房实践教学)	使用 CAD 软件讲解和演示: (4) 图层、线型、线宽和颜色; (5) 图形编辑; (6) 辅助绘图工具; (7) 成图方法介绍; 并指导学生实际操作某些命令
第三讲(课堂理论教学)	使用 CAD 软件演示和讲解: (8) 块的使用; (9) 图案填充; (10) 注写文字; (11) 尺寸标注
第四讲(机房实践教学)	先指导学生在机房实际操作练习第三讲课的部分命令, 在使用 CAD 软件演示和讲解: (12) 建立自己的样板文件; (13) 图形输出

表 2 现行的 CAD 三维建模教学内容和教学安排

讲次	教学内容
第一讲(课堂理论教学)	使用 CAD 软件讲解和演示: (1) AutoCAD 三维绘图概念; (2) 三维坐标和三维图形显示; (3) 标高和厚度; (4) 三维空间的线和面
第二讲(机房实践教学)	使用 CAD 软件讲解和演示: (5) 三维实体造型; (6) 三维空间中的编辑; 并指导学生实际操作某些命令
第三讲(课堂理论教学)	使用 CAD 软件讲解和演示: (7) 模型空间和图纸空间; (8) 在正投影上作剖视; (9) 渲染技术初步
第四讲(机房实践教学)	指导学生上机操作训练, 讲解学生在三维模型创作中遇到的问题

表 1 和表 2 中 CAD 二维绘图和三维建模教学分别安排在《土木工程制图 I》(大一上学期)和《土木工程制图 II》(大一下学期), 一般是在第 8 周之后的某一周开始, 为协调机房使用冲突问题, 每个教学班级开始 CAD 教学的时间不一致。表 1 和表 2 中每一讲为 3 个学时, 每一讲课后作业大致为: 自主学习课堂上未能逐一演示和讲解的命令; 完成习题集上一定量的作业。西南交通大学土木工程学院现行 CAD 教学存在的问题基本和 1.3 所述一致。另外, 土木工程制图课程学时的压缩也要求 CAD 教学学时作相应的压缩。改革后的教学内容基本保持不变, 但在 CAD 教学和作业布置中, 更注重制图规范的贯彻和与工程实际的联系, 并在教学方法上采用任务驱动加翻转课堂的方法。CAD 二维绘图、三维建模各安排 3 个任务, 每个任务结束后安排一次翻转课堂。每个任务的内容及所包含的知识点见表 3 和表 4。CAD 二维绘图、三维建模各为 9 个学时, 都比改革前缩短 3 个学时。在每堂翻转课堂之前, 需要将翻转课堂涵盖的知识点和任务(表 3 和表 4)划分到每周提前布置。例如 CAD 二维绘图中任务 1 主要是 AutoCAD 绘图基础、常用绘图命令、编辑命令、辅助绘图工具等的学习, 在第 1 周抽出几分钟简单介绍已在超星学习通上制作好的《计算机绘图微课程》, 并要求每位同学加入该课程, 在课后借助视频完成知识点(1)的学习; 第 2~5 周分别布置知识点(2), (3), (5), (6)的学习; 第 6 周布置知识点(8)~(9)的学习; 前面各知识点都有适当课后练习作业需要完成。第 7 周布置表 3 中的任务 1, 第 8 周在机房进行翻转课堂 1 教学。翻转课堂 1 主要由各小组同学介绍任务 1 遇到的困难和解决办法, 由任课教师对解决办法进行评判, 并总结各类行之有效的绘图方法。CAD 二维绘图任务 2 主要贯彻制图规范, 翻转课堂 2 主要指出和纠正 CAD 中字体、尺寸标注、线宽等未遵守制图规范的现象。CAD 二维绘图任务 3 主要训练成图方法和出图技术, 翻转课堂 3 强调成图方法的重要性, 归纳、总结绘图技巧, 以提高绘图效率和精度。CAD 二维绘图任务所涉及的部分练习题如图 3 所示。

CAD 三维建模任务 1 要求了解三维绘图基本概念, 掌握三维曲线和曲面建模技术等, 翻转课

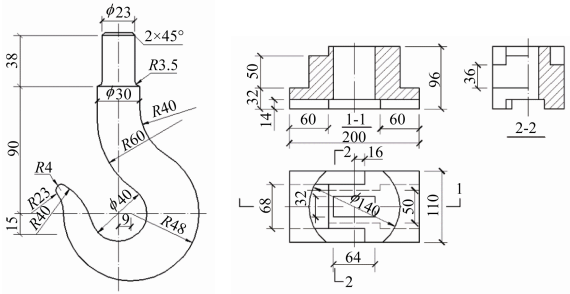
堂 1 主要引导学生思考土木工程中常见三维曲面的建模方法, 由教师进行归纳和总结; 任务 2 学习三维实体造型、编辑命令, 以及从三维模型生成二维图形的方法, 并创作与土木工程建筑相关的三维模型, 翻转课堂 2 对土木工程中三维实体建模方法进行归纳和总结; 任务 3 主要是效果图制作, 涉及材质、灯光、渲染背景设置等知识, 并完成对任务 2 中三维创作模型的渲染, 翻转课堂 3 主要归纳、总结土木工程三维模型渲染技术。各任务需完成的部分图形如图 4 所示。

表 3 基于任务驱动和翻转课堂的 CAD 二维绘图教学

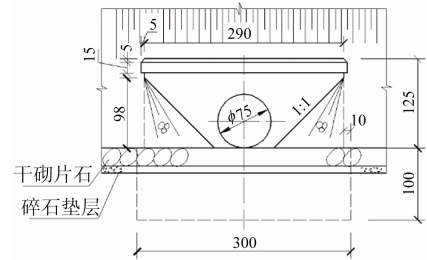
任务	涵盖的知识点	翻转课堂
任务 1: 绘制简单的二维图形, 仅仅绘制图形, 不涉及图层、尺寸标注等。	(1) AutoCAD 用户界面; (2) 常用绘图命令; (3) 对图形的显示控制; (4) 图形的显示控制; (5) 图形编辑; (6) 辅助绘图工具; (7) 图案填充	翻转课堂 1: 土木工程二维图绘制的基础技术(第 8 周, 3 学时)
任务 2: 设置绘图环境, 绘制组合体的三面投影, 要求文字正确、尺寸标注合理。任务中典型图形如图 3(b)所示	(8) 图层、线型、线宽和颜色; (9) 注写文字; (10) 尺寸标注	翻转课堂 2: 按照规范绘制土木工程二维图(第 12 周, 3 学时)
任务 3: 绘制土木工程形体平面图并输出为 PDF 文件, 如图 3(c)所示	(11) 成图方法介绍; (12) 样板文件; (13) 图形输出	翻转课堂 3: 高效、准确的绘制土木工程二维图(第 16 周, 3 学时)

表 4 基于任务驱动和翻转课堂的 CAD 三维建模教学

任务	涵盖的知识点	翻转课堂
任务 1: 三维空间曲面造型, 任务中典型的曲面造型如图 4(a)所示	(1) AutoCAD 三维绘图概念; (2) 三维坐标和三维图形显示; (3) 标高和厚度; (4) 三维空间的线和面	翻转课堂 1: 三维空间曲面造型技术(第 3 周, 3 学时)
任务 2: 三维创作——创作三维实体模型, 要求立体数量不少于 4 个, 组合体要求带有曲面。学生创作作品如图 4(b)所示	(5) 三维实体造型; (6) 三维空间中的编辑; (7) 模型空间和图纸空间; (8) 在正投影上作剖视	翻转课堂 2: 土木工程中三维实体模型建模技巧(第 6 周, 3 学时)
任务 3: 三维创作——土木工程中三维实体模型渲染, 典型作品如图 4(b)所示	(9) 渲染技术初步	翻转课堂 3: 土木工程三维模型渲染技术(第 9 周, 3 学时)

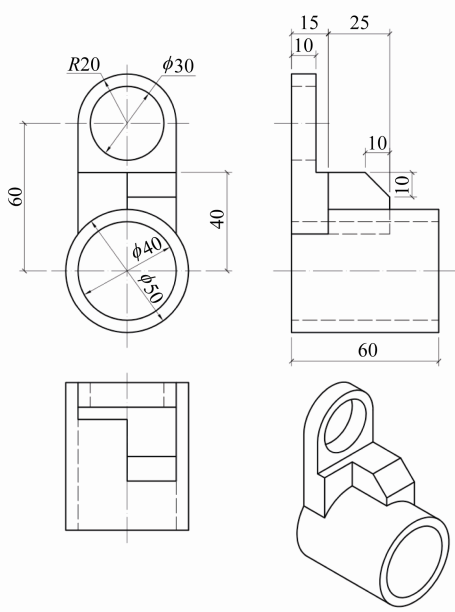


(a) 任务 1 (b) 任务 2



(c) 任务 3

图 3 CAD 二维绘图教学中需要完成的部分图形



(a) 任务 1



(b) 任务 2 与任务 3 中学生创作的作品

图 4 CAD 三维建模教学中需要完成的部分图形

2.3 考核方式改革

针对现行考核方式的缺点,改革后的考核方式完全取消了卷面理论考试,加强了学习过程管理和实际绘图能力、创新能力培养,CAD 二维绘图和三维建模考核内容及占比 r (定义为各项考核内容占期末总评的百分比)见表 5。其中,微视频完成度的评分是依据学习通平台对每位学生视频学习完成度的统计结果。CAD 期末上机考试内容仍在限定的时间内完成组合体二维图形的抄绘,以及指定三模型的建立,依据学生完成考题的速度(或完成度)与图形质量确定评分。

表 5 改革后 CAD 考核内容以及占期末总评的比例

CAD 二维绘图		CAD 三维建模	
考核内容	r (%)	考核内容	r (%)
微视频完成度	15	微视频完成度	15
习题完成情况	15	习题完成情况	15
翻转课堂表现	20	翻转课堂表现	20
-	-	三维创作	30
期末上机考试	50	期末上机考试	20

3 教学效果对比

笔者随机选择了一个教学班作为改革试点班,于 2018~2019 年第一学期和第二学期按照本文的改革方案分别开展了 CAD 的二维绘图和三维建模教学,并将期末上机考试成绩作为验证改革效果的指标,与传统教学班进行了对比。结果表明,CAD 二维绘图教学从 12 学时减少为 9 学时,试点班和传统班的期末上机考试平均成绩分别为 88.7 和 84.6 分,试点班约高出 4.1 分;CAD 三维建模教学也从 12 学时减少为 9 学时,试点班和传统班的期末上机考试平均成绩分别为 90.3 分和 86.8 分,试点班约高出 3.5 分。

4 结束语

本文从教学手段、教学方法和考核方式 3 个方面对土木工程制图 CAD 课程开展了教学改革,

一定程度上解决了以下几个问题:

(1) 录制了 121 个 3~5 min 长度的 AutoCAD 教学微视频,方便学生在个人移动终端上随时随地学习,缓解了 CAD 教学学时不足的问题;

(2) 调整教学内容,使用任务驱动+翻转课堂的方式开展教学,改善了创新能力培养不足以及制图规范贯彻不到位的问题;

(3) 取消卷面理论考试,将微视频完成度、习题完成情况、翻转课堂表现、三维创作、上机考试都纳入考核范围,注重实际绘图能力考查,解决了考核方式单一、考核方式(死记硬背应付考试)不合理的问题;

(4) 使用学习通辅助课堂点名、课后答疑、学习进度统计等,加强了学习过程管理和课后辅导,提高了教-学效率。

教学改革试点发现,本教改方案缩短了课时、提高了期末上机考试成绩,证明了本教改方案的可行性。但是,本教改方案还需要在提高微视频的质量、贯彻制图规范等方面开展进一步研究,以更好的解决目前 CAD 教学中存在的问题。

参 考 文 献

- [1] 肇承琴. 采用任务驱动法进行 CAD 教学的研究与实践[J]. 工程图学学报, 2009, 30(S1): 121.
- [2] 曾建仙, 赵冬香. 应用型本科土木工程 CAD 教学改革与实践[J]. 图学学报, 2014, 35(1): 151-154.
- [3] 王强. 土木工程 CAD 实例法教学模式改革[J]. 教育教学论坛, 2017(1): 68-69.
- [4] 曹兵. 土木工程专业 CAD 课程教学改革方法研究[J]. 教育教学论坛, 2016(37): 138-139.
- [5] 王珉, 张宗波, 牛文杰, 等. 融合云课堂的“机械 CAD 基础”课程教学改革研究[J]. 图学学报, 2018, 39(2): 367-372.
- [6] 魏旭, 王景阳, 谢建荣. 建筑 CAD 课程教学改革思考[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(7): 318-320.
- [7] 朱育万, 卢传贤. 画法几何及土木工程制图[M]. 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2015: 214-286.
- [8] 谭建荣, 张树有, 陆国栋. 图学基础教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 31-148.