



管理与创业实验丛书

江苏省实验教学与实践教育中心建设项目
江苏高校品牌专业建设工程资助项目(TAPP)

张怀胜 主编

运筹学

基础常用算法

互动

实训教程

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

AN INTERACTIVE TRAINING COURSE OF THE COMMON
ALGORITHM IN FUNDAMENTALS OF OPERATIONS RESEARCH



江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS



管理与创业实验丛书

江苏省实验教学与实践教育中心建设项目
江苏高校品牌专业建设工程资助项目(TAPP)

张怀胜 主 编

杨素华 副主编

运筹学

基础常用算法

互动 实训教程

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
AN INTERACTIVE TRAINING COURSE OF THE COMMON
ALGORITHM IN FUNDAMENTAL OPERATIONS RESEARCH

编委会主任：梅 强

副 主 任：杜建国 张海斌 李国昊

成 员：刘秋生 冯 纛 李 昕

刘晓松 张怀胜 金 帅

张道海 李 雯 杨晶照

赵广凤 张书凤 许玲燕

许 忠 白光林 陈 洋

谢 刚 王建华 刘 曦

 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

镇 江

图书在版编目(CIP)数据

运筹学基础常用算法互动实训教程 / 张怀胜主编

— 镇江 : 江苏大学出版社, 2017.1

ISBN 978-7-5684-0390-0

I. ①运… II. ①张… III. ①运筹学—计算方法—计算机辅助教学—高等学校—教材 IV. ①O22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 326759 号

运筹学基础常用算法互动实训教程

Yunchouxue Jichu Changyong Suanfa Hudong Shixun Jiaocheng

主 编/张怀胜

责任编辑/张小琴

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/http://press.ujs.edu.cn

排 版/镇江华翔票证印务有限公司

印 刷/江苏凤凰数码印务有限公司

开 本/718 mm×1 000 mm 1/16

印 张/10.75

字 数/178 千字

版 次/2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-5684-0390-0

定 价/28.00 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

序

近年来,社会对于高校大学生的实践能力要求越来越高,但是大学生群体所具备的实践能力普遍不能够满足社会和企业的需要,尤其是对于管理类大学生实践能力的培养与社会需要之间存在的脱节现象,严重影响了人才培养目标的实现。高校迫切需把培养学生的实践创新能力作为教育改革的重点,特别是管理类专业,其实践性和应用性要求很高,传统的理论教学模式无法满足管理能力培养的需要,因此,就更应加强实践培养模式和课程体系的创新,不断推进实践教学内容和教学方法的发展,而实验教学则是提升大学生实践创新能力的重要途径。

我国正处于“大众创业,万众创新”时代,大学生是“大众创业、万众创新”的主力军。2015年5月,国务院发布《关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》,文中既强调深化高等学校创新创业教育改革是国家实施创新驱动发展战略、促进经济提质增效升级的迫切需要,是推进高等教育综合改革、促进高校毕业生更高质量创业就业的重要举措,又突出要求各高校加强专业实验室、虚拟仿真实验室、创业实验室和训练中心建设,完善国家、地方、高校三级创新创业实训教学体系,深入实施大学生创新创业训练计划,开展创新创业实践活动。

江苏大学管理与创业综合实验中心是江苏省省级实验教学与实践教育中心,2015年被教育部评为“全国高校实践育人创新创业基地”,其教学团队已经构建起较为完整的管理与创业教学体系和先进的教学模式,其中“创业人生”“创业管理”先后被评为国家精品视频公开课和国家精品资源共享课,《“塔式”立体化中小企业创业人才培养模式研究与实践》获国家教学成果二等奖和江苏省教学成果特等奖。管理与创业教学团队在多年的教学实践过程中,深刻认识到创业实践训练是创业管理教育中特别重要的一环,但也是相对薄弱的环节,要想让每位学生直接参加现实的管理与创业实践活动,显然在时间、成本、实际操作上都难以承受,而通过实验教学,模拟从事创业活动全过程的真实环境,让学生以最短的时间、最低的成本,完成相关管理与创业实践活动,从而实现管理与创业教育从单纯

的理论教学走向理论与实践相结合的实训,具有重要的意义。

教学团队通过深入分析实验、实践教学与信息技术的发展趋势,引入模拟、实践相结合的管理与创业综合实战的设计思路,用信息技术、网络技术、教学软件等构建起管理与创业综合训练的创新教学实验平台,从实验、实践教学内容层面、模式层面、管理层面、技术层面进行了一系列的探索与创新,从而实现了实践教学层次化、实验模式多样化、实训内容综合化、实践环境真实化、学习资源共享化、教学管理信息化,为学生提供更为真实的实验教学体验。

“管理与创业实验丛书”是对上述实验、实训教学原则、教学思想、教学方法、教学手段和教学经验的归纳和总结,在编写过程中,力求顺应我国促进实验、实践教学改革的要求,采用分层次综合实验教学体系,依据管理与创业实验教学“实验、实训、实践、实习、创新”循序渐进的原则,让学生遵循“观、做、感、改、创”5个基本过程进行训练,巩固所学知识,提高实际动手能力,促进学生个性发展。努力构建以基础课程训练为主的基础课程实验层次,以专业课程训练为主的专业课程实验层次,以培养综合专业能力为主的综合设计实验层次,以培养自主创新、创业、研究能力,提升综合素质的综合实训、实习层次的实验课程教学体系。该丛书汇集了教学团队多年积累的大量的实验教学素材、案例、心得和体会,在综合考虑管理类各专业学科间所具有的相互融合趋势的基础上,为师生提供一个能够模拟企业经营管理各项职能、运作过程及互动关系,综合管理实验、创业实践,跨专业综合实训、实习的富有特色、较为完整的实验教学范本。

丛书的编写倾注了江苏大学管理与创业教学团队教师的大量心血,希望能为我国管理与创业实验教学资源添砖加瓦,为培养大学生的实验、实践能力提供借鉴和帮助。

管理与创业实验实践教育的改革远未完成,高水平的管理与创业实验实践教学教材还相对匮乏,需要更多有志于从事管理与创业教育的同仁共同努力,使之臻于完善,从而为培养更多具有创新、创业能力的管理人才作出应有的贡献。



2016年4月于江苏大学

前 言

“运筹学”是高等院校经济管理类专业的专业必修课程,设置该课程的目的是为学生学习专业课程奠定理论基础,培养学生优化系统的思维方法和逻辑推理能力,使学生能够运用模型技术、数量分析及优化方法分析解决各类系统优化问题,全面提升学生运用运筹学知识分析和解决实际问题的能力,使他们真正成为应用复合型人才。

现代运筹学的发展已经历了 70 多年,其应用范围也从最早的军事活动扩展到了众多行业和领域。在不断的发展中,运筹学中新的思想、观点和方法不断地出现,并有向大规模和复杂化发展的趋势。基于运筹学课程的特点,不断改革和完善本课程的教学内容和教学方法是非常有必要的。

运筹学的主要定量方法有:解线性规划问题的图解法、单纯形法、对偶单纯形法,解运输问题的表上作业法,解一般整数规划的分枝定界法、割平面法、解指派问题的匈牙利法,解多阶段优化问题的动态规划法,图与网络分析中的最小树、最短路、最大流等。以前这些方法的原理和步骤的教学主要通过教师在课堂上讲授,布置纸上的练习和作业,但由于学生人数较多,教学工作繁重,教师不可能仔细检查和批阅每位学生的作业,另外纸上作业也不便于反复交互训练,因此学生掌握有关原理和方法有较大的困难,学习的积极性也受到一定的影响。教师应以探索问题来引发和维持学习兴趣和动机,创建真实的教学环境,让学生带着任务学习并拥有学习的主动权。此外,教师应不断地激励学生,使其逐渐进步。

模拟教学是一种综合性很强的教学手段,通过模拟训练,可以让学生在类似游戏的环境中、在竞技中了解运筹学各种场景下的优化问题及优化方法,学会综合运用数学知识、数学思维及计算机技术解决各种类型的经济系统建模与优化。模拟实验教学的应用是一种建立在建构主义教学理论基础上的教学法。建构主义教学设计原则强调:学生的学习活动必须与大的任务或问题相结合。

基于以上思路,本教学团队开发了《运筹学》CAI 网络互动教学系统。该系统已于 2009 年获江苏省教育厅多媒体教学软件特等奖,并完成服务器端数据库的建设、装有 Windows 操作系统的电脑客户端和 Android 系统手机客户端的制作。其中课程管理子系统可实现选课班级的建立,管理学生的注册和授权,设置练习、测验和考试时间、选择和布置做题内容,了解和掌握学生学习情况;学生在客户端进行在线虚拟作业的练习子系统与测验子系统,可实现在线做题的反复人机互动;在线讨论子系统可实现师生互动和生生互动;在线考试子系统可实现智能快速组卷和半自动阅卷(选择题、判断题和计算题全自动阅卷评分,填空题和案例应用题由教师审阅)。

《运筹学》CAI 网络互动教学系统的投入使用,激发了学生学习的主动性、对综合知识的探索性,增强了学生学习的兴趣、便捷性和学习效果,降低了教师的劳动强度,提高了教师的教学效率。

本教学系统自开发完成以来,已成功使用了 7 年。如今,这本配套的上机操作指导书终于要和广大师生见面了,希望本上机实验指导教材的出版,能给大家带来更多的方便,进一步提高教学效率和效果。

限于作者的水平与经验,书中难免会出现一些问题,希望专家和读者给出宝贵意见,以便进一步完善本教学系统和指导教材。

目 录

第 1 章 实验前准备及相关说明	(001)
1.1 客户端插件的安装与系统注册登录	(001)
1.2 三个在线做题系统的说明	(004)
1.3 在线讨论的说明	(005)
第 2 章 LP 图解法	(008)
2.1 LP 图解法的练习系统做题	(008)
2.2 LP 图解法的测验系统做题	(016)
第 3 章 LP 单纯形解法	(023)
3.1 LP 单纯形解法练习系统做题	(023)
3.2 LP 单纯形解法测验系统做题	(037)
第 4 章 对偶单纯形法	(048)
4.1 对偶单纯形法的练习系统做题	(048)
4.2 对偶单纯形法的测验系统做题	(058)
第 5 章 运输问题的表上作业法	(065)
5.1 表上作业法的练习系统做题	(065)
5.2 表上作业法的测验系统做题	(079)
第 6 章 匈牙利解法	(087)
6.1 匈牙利解法的练习系统做题	(087)
6.2 匈牙利解法的测验系统做题	(098)

第 7 章 最小生成树	(106)
7.1 最小生成树的练习系统做题	(106)
7.2 练习系统中用“避圈法”求最小生成树	(111)
7.3 最小生成树的测验系统做题	(113)
第 8 章 最短路问题的 Dijkstra 算法	(116)
8.1 Dijkstra 算法的练习系统做题	(116)
8.2 Dijkstra 算法的测验系统做题	(121)
第 9 章 网络最大流的 Ford-Fulkerson 算法	(128)
9.1 Ford-Fulkerson 算法的练习系统做题	(128)
9.2 Ford-Fulkerson 算法的测验系统做题	(138)
第 10 章 资源分配的动态规划解法	(145)
10.1 资源分配的练习系统做题	(145)
10.2 资源分配的测验系统做题	(150)
第 11 章 背包问题	(155)
11.1 背包问题的练习系统做题	(155)
11.2 背包问题的测验系统做题	(160)
参考文献	(164)

第1章 实验前准备及相关说明

1.1 客户端插件的安装与系统注册登录

“《运筹学》CAI网络互动教学系统”是一个在线练习的系统,故所用电脑必须可连接网络,机房各客户端或学生自备电脑必须安装 Authorware Web Player 6.5 插件。若在理论课上进行在线互动练习,则只需要一部 Android 4.0 或以上版本的智能手机,安装“运筹学练习 App”即可使用。注意应先认真学好各相关内容的算法,然后可以在机房边看投影演示边操作,或在学理论课时一边看教师的多媒体演示,一边跟着教师的演示用手机进行练习。进入系统可选择学习 45 学时或 60 学时,45 学时的要求掌握前 8 个内容,60 学时的要求掌握系统中提供的全部内容。上机练习前,任课教师首先要选择教师身份登录系统并开通新班级,让学生完成所在班级的注册,然后重新进入系统激活全体班级的注册账号。学生在进入系统后,若选择在线练习,则最好先下载题目,并解压保存到自己想要存放的磁盘位置;如果不想用已下载的题目进行练习,也可自己创建题目后输入系统。

系统登录地址:<http://fos.ujs.edu.cn/web/index.php>,打开后出现登录框(如图 1-1 所示)。

没有账号的学生应先注册,注册时选择相应的任课教师和班级,用 10 位半角数字学号作为用户名,设置的登录密码至少为 6 位半角字符,可以是数字、字母或混合密码。学生注册页面如图 1-2 所示,根据页面提示完成注册,然后请任课教师激活。

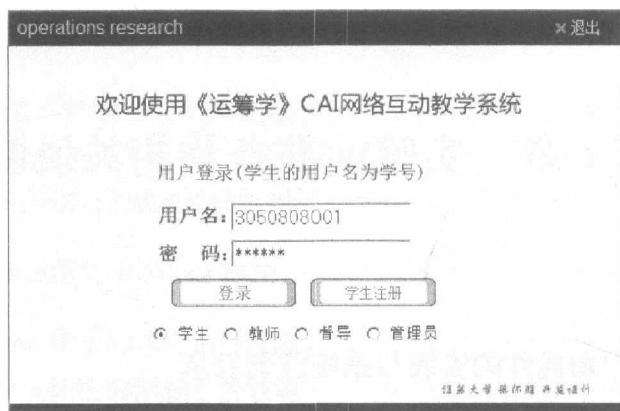


图 1-1 系统登录



图 1-2 学生注册页面

教师对学生的账号激活授权后,学生便可以登录系统了,注意选择学生身份登录,如果忘记登录密码,请任课教师以教师身份登录系统,找到学生的记录后,在该生的测验成绩的链接处点击即可进入密码修改页面。例如,要修改郭竹媛的登录密码,教师应在登录课程管理页面后,找到郭竹媛所在行,点击郭竹媛的测验成绩(如图 1-3 所示),即可进入注册资料修改页面(如图 1-4 所示),最后在郭竹媛的密码一栏重新输入一个新密码即可。

班级	学号	姓名	期末机考	测验系统	练习系统	考试日期	注册时IP地址	考试重否	激活
J信息13	4131110038	郭竹媛	0	0	0	未考	202.195.160.82	重置	<input type="checkbox"/>
J信息13	4131118001	周芳雅	0	0	0	未考	10.3.8.13	重置	<input type="checkbox"/>
J信息13	4131118002	史可	0	0	0	未考	202.195.160.82	重置	<input type="checkbox"/>
J信息13	4131118003	吴蒙蒙	0	0	0	未考	202.195.160.82	重置	<input type="checkbox"/>
J信息13	4131118004	杨璐	0	0	0	未考	202.195.160.82	重置	<input type="checkbox"/>
J信息13	4131118005	双霜	0	0	0	未考	202.195.160.82	重置	<input type="checkbox"/>
J信息13	4131118006	霍宝毅	0	0	0	未考	202.195.160.82	重置	<input type="checkbox"/>
J信息13	4131118007	胡新怡	0	0	0	未考	202.195.160.82	重置	<input type="checkbox"/>
J信息13	4131118008	徐莹娜	0	0	0	未考	202.195.160.82	重置	<input type="checkbox"/>

图 1-3 课程管理页面

+ 最大流 (15%)	100 (该项平均)		专项讨论
资源分配 (0%)	0 (该项平均)		专项讨论
背包问题 (0%)	0 (该项平均)		专项讨论
加权总平均:	61		综合讨论

你的学号:4131110038 任课老师:张怀胜 学时:45

如要修改注册资料,请在各框修改后提交

班级: J信息13 姓名: 郭竹媛 密码: ●●●●●● 提交修改

图 1-4 郭竹媛的测验成绩及资料页面

若学生注册时班级选择错误或姓名输入错误,如姓名一栏输入了学号,但学生能记住登录密码,则学生也可以自己登录系统(如图 1-5 所示),然后点击“修改注册资料”,便会出现图 1-6 所示的修改页面,重新选择班级或重新输入正确的姓名。

欢迎进入运筹学CAI网络互动教学系统

学号:3050808001 姓名:龙晓君 班级:财务05

任课老师:张怀胜 [修改注册资料](#) [留言簿](#) [退出本系统](#)

在线做题	记录查询	文档下载	软件下载
练习系统	练习记录	练习系统题库	Lindo
测验系统	测验记录	PPT教学课件	Winqsb
考试系统	考试记录	OR教学案例集	练习系统指导书

图 1-5 系统主界面

你的学号：3050808001 任课老师：张怀胜

班级： 姓名： 密码：

如要修改注册资料，请在各框修改后提交

注：你只能修改所在班级、姓名和登录密码，如果学号与任课老师信息不对，请老师帮忙修改

图 1-6 修改注册资料

1.2 三个在线做题系统的说明

在主目录页面中,除了可以修改注册资料外,平时主要是选择练习系统、测验系统做题,到了期末考试时还可以进入考试系统,点击“考试系统”,会出现“填空与判断”“选择题”“应用题”和“计算题”四种题型的链接,如图 1-7 所示。四种题型都要完成,每种题型单独提交并保存。

在线做题	记录查询	文档下载	软件下载
练习系统	练习记录	练习系统题库	Lindo
测验系统	测验记录	PPT教学课件	Wingsb
考试系统	考试记录	OR教学案例集	练习系统指导书
填空与判断 选择题 应用题 计算题			

图 1-7 考试题型说明

三个在线做题系统的右边一列为对应的记录,做题完成并提交后即可保存到网络服务器。在练习记录中可以查看做题内容和得分,在测验记录与考试记录中可以查看已做内容、得分、详细批改过程和参考答案。注:考试记录的可查询时间被设置为考试完成后的第二天。

在练习系统做题时,学生可以自己创建题目,也可以读取练习系统题库中的题目,题库中的题目需先下载并解压。

在线测验子系统的计算题不用题库,而是内含的出题软件现场自动随机出题,每种类型计算题的数量几乎是无穷多的;计算题出题时,软件会进行预判断和预处理,使每个学生的题目类型和难度都一样,但每个学生的题目数据互不相同。

在线测验子系统去掉了大量的提示,并且不接受学生输入题目(以防止学生输入过于简单的题目),因此允许学生自己发现并纠正错误。学生在做题过程中可以任意后退并修改,最后以提交的答案为准。

注:若点击测验系统或考试系统的计算题几秒钟后仍未有题目出现,则返回计算题的主目录,重新点击要进入的题目菜单即可。

在后续的各章中,将按不同的算法内容分别对练习系统与测验系统进行操作说明,每一算法内容为一章。

1.3 在线讨论的说明

学生登录系统后,便进入系统主界面,界面上有留言簿,见图 1-5。点击“留言簿”,便可进入在线讨论,如图 1-8 所示。

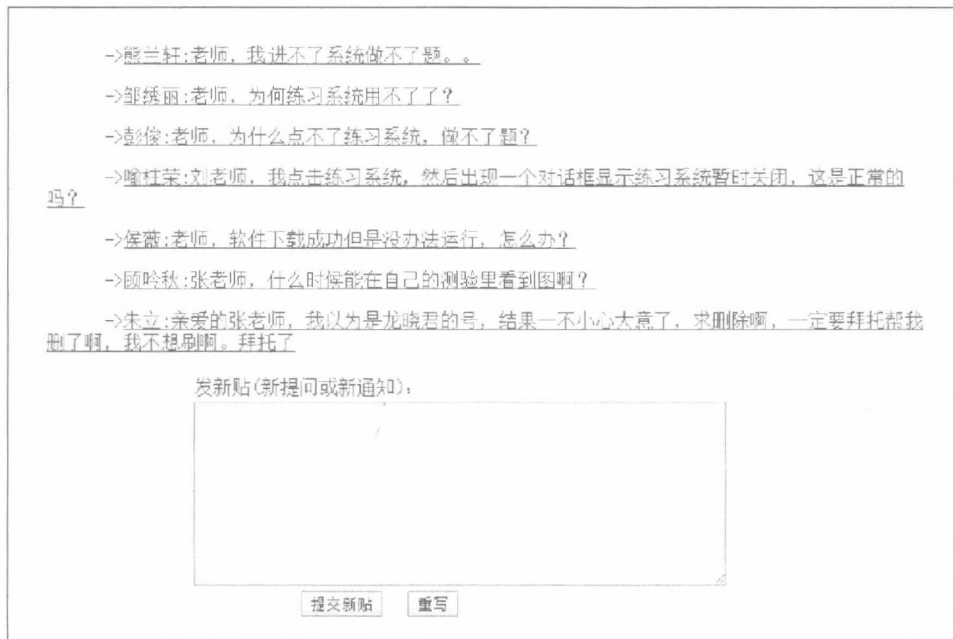


图 1-8 留言簿

在留言簿中点击每个帖子,便可展开查看有无回复及回复的内容。

另外,还有针对每道题目的专项讨论。在系统主界面点击“测验记录”或“测验系统”,做好一道题后点击“查看测验成绩”,便会进入做题者的测验记录页面,该页面有专项讨论的链接(如图 1-9 所示)。

龙晓君的《运筹学》测验成绩记录表

(点击“此题详情”可查看批改情况!)

[进入测验系统做题](#) [返回主目录](#)

测验内容与日期	成绩	上机IP	BBS
+ LP的图解法(12%)	96(该项平均)		专项讨论
+ LP单纯形解法(15%)	97(该项平均)		专项讨论
+ 对偶单纯形法(12%)	88(该项平均)		专项讨论
+ 表上作业法(15%)	92(该项平均)		专项讨论
+ 匈牙利解法(12%)	98(该项平均)		专项讨论
+ 最小生成树(7%)	95(该项平均)		专项讨论
+ 最短路问题(12%)	89(该项平均)		专项讨论
+ 网络最大流(15%)	82(该项平均)		专项讨论
+ 资源分配(0%)	100(该项平均)		专项讨论
+ 背包问题(0%)	100(该项平均)		专项讨论
加权总平均:	92		综合讨论

图 1-9 测验记录

在图 1-9 所示的测验记录页面,针对每项测验内容的题目,均可进行专项讨论,如在“LP 图解法”一行中的右端点击“专项讨论”,便可进入对 LP 图解法题目的单项讨论,可以对系统批改未懂的地方或不会做、不会判断的地方进行提问,教师或其他同学也可回复此同学的提问,如图 1-10 所示。

注意:当学生在单项内容中有新的做题记录时,原有的相同标题的做题记录便会被覆盖,同时,此标题内容的做题记录中原有的留言内容或讨论便会自动删除。

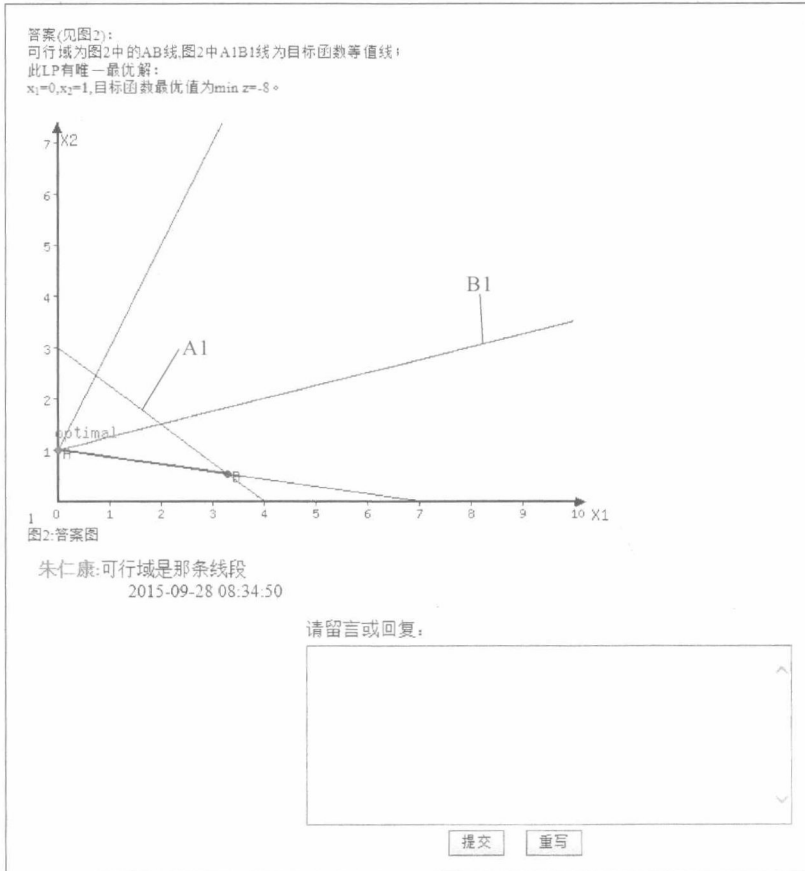


图 1-10 单项讨论

第2章 LP图解法

2.1 LP图解法的练习系统做题

在系统主界面中点击“在线做题”中的“练习系统”，便出现图 2-1 所示的练习内容目录。

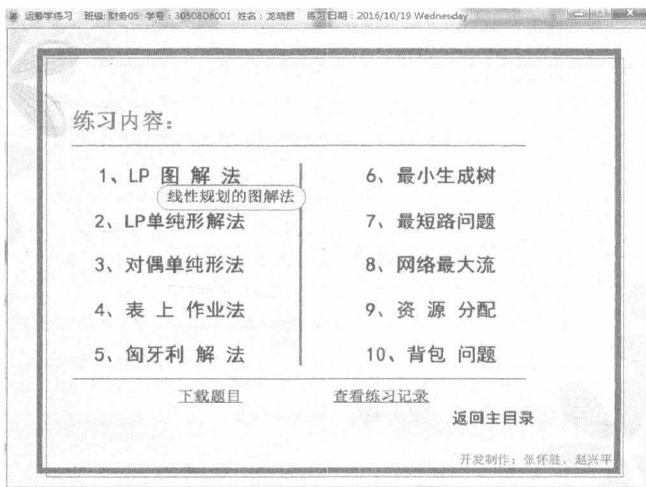


图 2-1 练习系统内容目录

在“练习内容”中点击“1、LP图解法”，出现 LP图解法开始页面(如图 2-2 所示)。

可把磁盘中已有的题目读到输入框中，也可在输入框中新建一个题目(如图 2-3 所示)。如果本地磁盘上没有题目，可在主目录中下载。