

[以] Avishai Ceder 著
关伟 等 译

CRC Press
Taylor & Francis Group

公共交通规划与运营

—— 建模、应用及行为

(第2版)

PUBLIC TRANSIT PLANNING AND OPERATION
Modeling, Practice and Behavior

Second Edition

清华大学出版社



公共交通运输规划与运营

—— 建模、应用及行为

(第2版)

PUBLIC TRANSIT PLANNING AND OPERATION

Modeling, Practice and Behavior

Second Edition

[以] Avishai Ceder 著

关伟 等 译

清华大学出版社

北京

Public Transit Planning and Operation: Modeling, Practice and Behavior, 2nd Edition/by Avishai Ceder/
ISBN: 978-1-4665-6391-9

Copyright © 2016 by Taylor & Francis Group, LLC.

Authorized translation from English language edition published by CRC Press, part of Taylor & Francis Group LLC; All rights reserved; 本书原版由 Taylor & Francis 出版集团旗下, CRC 出版公司出版, 并经其授权翻译出版, 版权所有, 侵权必究。

Tsinghua University Press is authorized to publish and distribute exclusively the Chinese (Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for sale and distribution in the People's Republic of China exclusively (except Taiwan, Hong Kong SAR and Macao SAR). No part of the publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher. 本书中文简体翻译版授权由清华大学出版社独家出版并仅限在中国大陆地区销售。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Copies of this book sold without a Taylor & Francis sticker on the cover are unauthorized and illegal. 本书封面贴有 Taylor & Francis 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2016-7643

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

公共交通规划与运营: 建模、应用及行为: 第2版/(以)阿维什·赛德尔著; 关伟等译. —北京: 清华大学出版社, 2017

书名原文: Public Transit Planning and Operation: Modeling, Practice and Behavior, Second Edition
ISBN 978-7-302-45476-2

I. ①公… II. ①阿… ②关… III. ①城市交通运输—公共交通系统—交通规划 ②城市交通运输—交通运输管理—研究 IV. ①U491.1 ②F57

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 276756 号

责任编辑: 冯昕 刘远星

封面设计: 常雪影

责任校对: 刘玉霞

责任印制: 杨艳

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 三河市中晟雅豪印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm

印 张: 40.75

字 数: 990 千字

版 次: 2010 年 5 月第 1 版

2017 年 1 月第 2 版

印 次: 2017 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1~2000

定 价: 108.00 元

产品编号: 068846-01

谨以此书献给我的父亲 Samuel, 他在一家大型公交企业作为驾驶员和财务人员工作了 30 多年; 献给我的母亲 Anna, 祝愿她健康长寿。

◆ 中文版序 ◆

首先,非常感谢北京交通大学关伟教授承担了本书中文版的翻译工作,关伟教授及其团队也是2010年本书第1版的译者。需要指出的是,本书第2版中有2/3的内容来自于第1版,另外1/3的内容来自于近年研究的新成果。

我很高兴看到从2010年至今,有很多中国学生和研究人员使用本书中文第1版。我每年到中国访学时,都会注意到有许多中国学生带着本书2010年的中文版来参加我的讲座和研讨会,甚至在美国、欧洲、澳大利亚和新西兰,也能看到中国学生带着2010年中文版来上课的类似情景。毫无疑问这是本书内容引起越来越多关注的一个指标,我相信中文第2版的出版将继续提高其关注度。为此,这里引用阿尔伯特·爱因斯坦说的一句话:“努力不是为其成功,而是为了其价值。”

能否成功引入新的概念和方法,在某种程度上是评价一本专业书籍价值的依据。通过学习书本的内容,要能够激发读者的想象力,该理念也是本书第2版撰写的指导方针。最后,我以阿尔伯特·爱因斯坦的另一句话作为结束语:“教育并不是单纯学习知识,而是训练头脑如何去思考。”



于新西兰奥克兰
2016年3月

译 者 序

Avishai Ceder 教授从 1981 年起作为访问教授就曾在美国麻省理工学院等讲授“公共交通运营规划”等课程,是公共交通领域国际著名的学者,现任新西兰奥克兰大学交通研究中心主任。自 2007 年起,Avishai Ceder 教授多次到北京交通大学交通运输学院访问讲学,并介绍了凝聚他 30 多年研究成果的专著《公共交通规划与运营——理论、建模及应用》(第 1 版),该书由 Elsevier 公司于 2007 年出版,并被国外多所大学选作教材或教学参考书。2010 年,《公共交通规划与运营——理论、建模及应用》的中文版由清华大学出版社出版,国内一些大学将其选作公交方面课程的教材或教学参考书。

2016 年,Avishai Ceder 教授在第 1 版的基础上,完成了《公共交通规划与运营——建模、应用及行为(第 2 版)》的工作,该书由 Taylor & Francis 集团旗下的 CRC 出版社出版。与第 1 版相比,第 2 版更新和增加了其中大约 1/3 的内容,诚如书名微调所体现,这一版重点增加了公交出行乘客心理和行为、公交运营策略等方面的内容。在第 1 版中文翻译工作的基础上,经过团队的共同努力,《公共交通规划与运营——建模、应用及行为(第 2 版)》的中文翻译工作终于完成。

正如作者在前言中所述,本书与同类教材相比具有鲜明的特色,是一本既有理论深度又与实践紧密结合,广泛适用于研究人员、教师、本科生、研究生以及公交实践人员的优秀教材或教学参考书。希望本书能对我国公共交通规划与运营领域教学活动中的课程体系建设和教学内容改革发挥积极作用,同时也能对公共交通规划与运营的实践活动给予一定的帮助和指导。

全书由关伟负责统译和统校工作。北京交通大学高自友教授为本书的翻译工作提出了许多宝贵的建议。除参加第 1 版翻译工作的人员外,重点参加第 2 版翻译工作的教师有黄爱玲、李宝文、马继辉、张文义、熊杰等,研究生有江世雄、郭戎格、郑思瑶、韩光胤、周传钰、段畅、王俊兵等。这里特别感谢北京交通大学交通运输学院“城市公共交通”课程组的各位老师,他们有 5 年使用本书作为教材的实践教学经验,为本书中文版的修改提出了很多宝贵意见。

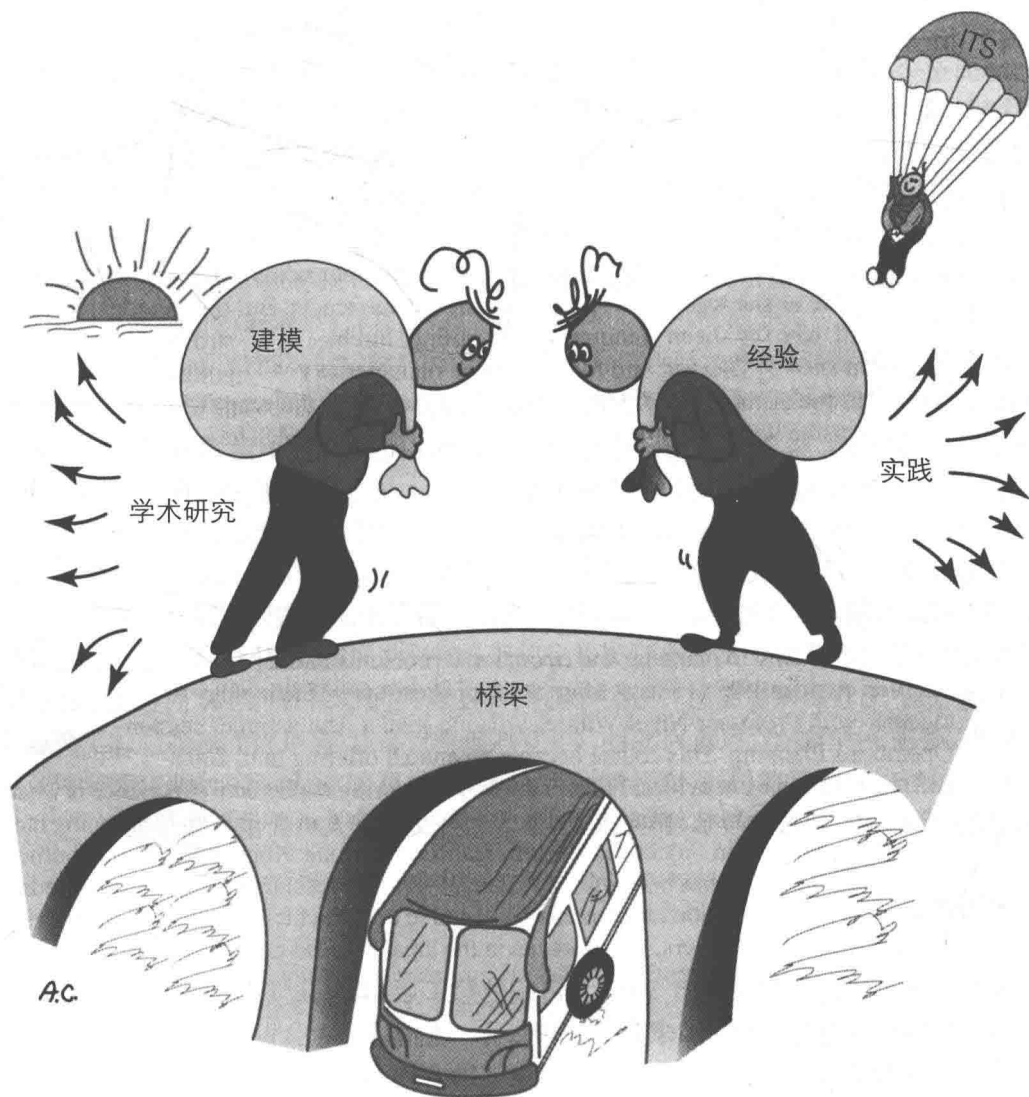
本书的出版得到了国家重点基础研究发展计划(“973”计划)项目(编号:2012CB725403)和国家自然科学基金重点项目(编号:71621001)的支持,在此表示衷心感谢。

由于译者水平所限,书中翻译内容不准确甚至错误之处难以避免,恳请专家学者和读者指正。

关 伟

于北京交通大学

◆ 前 言 ◆



本章提纲

撰书动机
本书特色
本书结构
评语

撰书动机

下面这个故事,可能会帮助读者理解本书的撰书动机:一艘大船在汹涌澎湃的海面上航行,船长的女儿正在甲板上开心地玩耍。突然,一阵狂风袭来,小女孩被卷入了大海。船长急忙命令水手们下海救人,但是却没有一个人敢冒这个险。情急之下,船长只能向旅客们求助,并承诺给下海救人的英雄一笔巨额赏金。这时,一个大胡子男人奋不顾身地跳了下去,水手们急忙抛下救生艇,最后这个男人成功地把小女孩救了回来。船长非常兴奋地上前拥抱那个英雄以示感谢,但是大胡子男人却一把推开了船长,愤怒地吼道:“刚才是哪个混蛋把我推下去的!”

以下是推动我撰写本书的动力。在1967年至1971年之间,我是以色列国家公交公司EGGED的一名驾驶员,这家公司作为世界上最大的公交公司之一,拥有4000多辆公交车。在取得公交驾驶员驾照之前,我曾经学过公交方面的理论知识。但是拿到了公交驾驶员驾照之后,我却不知道该如何应用这些理论知识。第二个撰书动机源于我在EGGED从事咨询工作的经历(1975—1985年),那段时间我每天都要处理大量公交运营和规划问题。第三个撰书动机源于1981年我应邀在美国麻省理工学院与Nigel Wilson教授共同讲授一门公交运营规划的暑期课程,该门课程在2003年之前一直是麻省理工学院的必修课。从2006年至今,我与墨尔本莫纳什大学的Graham Currie教授共同讲授两门公交方面的短期课程。

事物总是“无心插柳柳成荫”。迄今为止,我已经在阿德莱德、奥克兰、波士顿、布里斯班、加利福尼亚、中国香港、以色列、墨尔本、罗马、珀斯、悉尼、惠灵顿等地讲授过公交运营规划课程。在公交领域,我积累了长达40余年的教学、科研和现场经验,因此,希望本书能够为从事此领域工作、学习的教师、研究人员、学生和公交实践人员提供一些帮助。

本书特色

本书中有2/3的内容来源于2007年出版的第1版,其余1/3的内容为更新和新增内容。书中使用简洁的“公交”一词来表示公共交通。本书旨在为全世界的公交实践人员和研究人员建立有效的沟通桥梁,促成两者之间更多的合作和互动,以便共同改善公交服务水平。亨利·福特曾经说过:“失败乃成功之母。”因此,本书将包括两类内容:①已实施的公交服务,以及以往的经验教训;②新的概念和理念。

本书的主要特色是各章之间相对独立,并对公交领域内的大量文献进行了综述,此外,各章还提供了参考文献以供读者进一步阅读。部分含有数学模型的章节,对于公交实践人员来讲可能不易理解,但仍希望他们能抓住问题的实质,并认真阅读其中的实践案例。同

时,研究人员可能会发现某些内容过于冗赘,然而,这些冗赘对于公交实践人员和本科学生却很有必要。鉴于此,本书的撰写原则可概括为:①问路两次胜过迷路一次;②确定性优先于简洁性。

本书结构

每章的开头是“学习指导”,旨在为公交实践人员提供一些实用信息。“学习指导”建议公交实践人员可以忽略各章中理论性较强的部分,因此可以帮助他们更好地掌握各章重点。

本书结构在第1章中有所描述。总的来说,讨论了以下5个主题:

- (1) 公交规划概述和数据采集的必要性(第1,2章);
- (2) 公交时刻表的设计与优化、车辆行车计划和司售人员排班(第3~9章);
- (3) 乘客需求和客流分析(第10,11章);
- (4) 围绕运营计划和乘客行为的公交服务、路网和线路设计(第12~17章);
- (5) 公交服务可靠性、运营策略和公交运营规划的未来发展趋势(第18~20章)。

本书中更新内容较多的章节包括第5,8,12和15章,新增章节包括第13,14和19章。

以上含有定量分析的章节,都在各章结尾提供了习题,以便帮助读者理解和掌握各章内容(除第1,2和20章之外),书后附有习题答案。各章的最后一节是文献综述与延伸阅读(除第1,7章外),这样编排的目的是将核心内容放在每章的前面,只是在结尾为部分感兴趣的读者提供参考文献,以便其进一步延伸阅读。

评语

一本专著的成功之处在于引入新的理念和方法。除了帮助读者掌握书中的内容以外,还要激发他们进一步思考的动力,这一指导思想也将贯穿本书始终。

本书力图使用诙谐幽默的写作手法,正如英国著名剧作家萧伯纳所言:“当一件事看起来滑稽可笑时,就需要用心发现它背后隐藏的真相。”很多人都建议我撰写专著的时候要尽可能采用幽默诙谐的写作手法,因此在各章的“学习指导”中,我采纳了大家的建议。

Avishai (Avi) Ceder

Auckland, New Zealand, Haifa, Israel

◆ 致 谢 ◆

首先,再次感谢为本书第 1 版做出贡献的所有人。第 2 版中有 2/3 的内容来源于 2007 年出版的第 1 版,其余 1/3 的内容为更新和新增内容。

其次,特别感谢我奥克兰大学以前和现在的博士生。在过去的 7 年里,我与他们新的科研方向上共同探索前行,共享提出新理念与新方法的欢欣喜悦。感谢 Subeh Chowdhury 博士(目前是奥克兰大学的员工)在换乘点公交用户行为方面的研究;感谢 Stephan Hassold 博士(新西兰航空的 OR 分析师)在不同车型条件下时刻表和行车计划编制方面的出色工作;感谢 Supun Perera 对文献综述更新所做的贡献,我们之间有很多愉快的交谈。同时也对我目前正在读的 3 位博士生表示感谢: Tao Liu 非常努力,在公交实时控制方面做了很好的工作; Mahmood Mahmoodi Nesheli 非常勤奋,在公交运营策略建模方面做了前沿性的研究; Mahdi Amiripour 以极大的热情投入公交网络设计方面的研究工作。

最后,衷心地感谢我的妻子 Selina (史兰)对我的鼓励、爱和理解。感谢我的三个儿子和儿媳 Roy 和 Roni, Ohad 和 Liat, Dror 和 Valerie,我的七个孙辈 Eran, Elad, Yael, Yahli, Naama, Gefen 和 Jonathan,感谢我的妈妈 Anna,我的兄弟 Tuli, Hagai 及所有帮助我完成本书第 2 版的亲人们。

欢迎读者对本书提出反馈意见。

◆ 作者简介 ◆

Avishai (Avi) Ceder 于 1975 年获得美国加利福尼亚州伯克利大学博士学位,现任新西兰奥克兰大学交通研究中心主任,教授,以色列理工学院教授。本人经常在亚洲、欧洲、澳大利亚和美国讲授公交运营规划方面课程,对公交研究与实践的兴趣源于在一家大型公交公司 4 年的驾驶员的经历。



目 录

第 1 章 公交服务规划介绍	1
1.1 撰书动机	2
1.2 实际规划步骤分解	4
1.3 服务、评价标准及相关问题	9
1.4 公交服务的可行性分析	13
1.5 其他章节概述	14
参考文献	16
第 2 章 数据需求和采集	19
2.1 引言	20
2.2 数据采集技术	21
2.3 数据需求	23
2.4 基本统计工具	26
2.5 文献综述与延伸阅读	31
参考文献	35
第 3 章 发车频率与发车间隔的确定	39
3.1 引言	41
3.2 最大客流(站点调查)方法	42
3.3 断面客流(跟车调查)方法	44
3.4 选择站点调查或跟车调查的准则	48
3.5 结论(两个示例)	51
3.6 文献综述与延伸阅读	60
习题	62
参考文献	63
第 4 章 时刻表的编制	65
4.1 引言	67
4.2 目标、可选时刻表和比较指标	68
4.3 平滑过渡的均匀发车间隔	72
4.4 平均载客量均衡的发车间隔	75

4.5 自动化、测试和结论	79
4.6 文献综述与延伸阅读	87
习题	89
参考文献	90
第5章 先进的时刻表——优化与协同	93
5.1 引言	95
5.2 单个车辆的均衡最大载客量	95
5.3 兼顾均匀发车间隔和均衡平均载客量的时刻表	102
5.4 基于多目标规划方法的时刻表	109
5.5 最优化、运筹学和计算复杂性	113
5.6 固定车队规模的最小乘客拥挤度时刻表	115
5.7 最大协同算法和运筹学模型	121
5.8 文献综述与延伸阅读	131
习题	136
参考文献	137
第6章 车辆行车计划编制 I: 固定行车计划	141
6.1 引言	142
6.2 确定单线路的车队规模	144
6.3 多线路车辆调度问题精确求解实例	146
6.4 求解固定行车计划的车辆调度的最大流法	148
6.5 插入空驶车次的逆差函数模型	151
6.6 有场站约束的车辆行车计划编制	161
6.7 文献综述与延伸阅读	165
习题	168
附录 6. A 最大流问题	170
参考文献	175
第7章 车辆行车计划编制 II: 可变行车计划	177
7.1 引言	178
7.2 固定行车计划条件下车队规模下限的确定	179
7.3 可变车次发车时间	183
7.4 可变行车计划条件下车队规模下限的确定	189
7.5 缩减车队规模的过程	192
7.6 车辆行车计划编制实践	198
7.7 均衡载客量时刻表的检验和思考	199
习题	203
附录 7. A 行车计划编制软件实例	205

参考文献	207
第 8 章 行车计划中的车辆类型和大小	209
8.1 引言	210
8.2 概述及优化架构	211
8.3 基于逆差函数的车辆类型计划问题	213
8.4 基于逆差函数的车辆类型计划问题示例	216
8.5 多类型行车计划问题的最小费用流方法	223
8.6 车辆类型选择	227
8.7 最优公交车辆大小: 文献综述	229
习题	234
参考文献	236
第 9 章 司售人员排班	239
9.1 引言	240
9.2 基于人员成本最小方法建立车次链	241
9.3 数学求解方法	248
9.4 案例分析: 新泽西通勤铁路	252
9.5 人员轮班	256
9.6 文献综述与延伸阅读	261
习题	265
附录 9. A 最短路径问题	267
参考文献	270
第 10 章 乘客需求	273
10.1 引言	275
10.2 公交需求、影响因素和需求弹性	275
10.3 需求预测方法及过程示例	281
10.4 多项式 logit 模型(MNL)	286
10.5 文献综述与延伸阅读(O-D 估计)	288
习题	291
参考文献	292
第 11 章 路径选择与客流分配	295
11.1 引言	297
11.2 基于等待时间策略的路径选择	297
11.3 线路乘客分配比例	300
11.4 有规律到达车辆的乘客比例	302
11.5 基于路径选择的客流分配	304

11.6 文献综述与延伸阅读	306
习题	312
参考文献	312
第12章 公交服务设计:要素、停车泊位及站点位置	315
12.1 引言	316
12.2 公交服务设计要素	317
12.3 基于车辆行车计划编制的停车泊位冲突解决方案	322
12.4 最佳站点设置——基于路网的理论探讨	327
12.5 不平坦地形下公交站点的选择	334
12.6 文献综述与延伸阅读	339
习题	342
参考文献	344
第13章 协调性与衔接性:指标和分析	347
13.1 引言	348
13.2 衔接性指标	350
13.3 线路间及多出行方式间路径薄弱点的检测	358
13.4 检测衔接网络中的瓶颈	359
13.5 公共交通供给均等化	366
13.6 文献综述与延伸阅读	369
习题	369
参考文献	370
第14章 协同性与衔接性:行为方面	373
14.1 引言	374
14.2 心理因素对乘客换乘意向的影响	376
14.3 车外时间变化对乘客换乘决策的影响	382
14.4 基于路径选择的出行时间与费用节省最小可觉差	389
14.5 有计划与无计划的换乘:决策者指南	393
14.6 文献综述与延伸阅读	398
习题	400
参考文献	401
第15章 线网(线路)设计	405
15.1 引言	406
15.2 目标函数	408
15.3 方法和案例	415
15.4 需求变动下的公交线网设计	421

15.5	实际规模公交线网的设计方法	435
15.6	公交线网中优先车道互连的思考	437
15.7	文献综述与延伸阅读	439
	习题	445
	参考文献	447
第 16 章	区间车设计	451
16.1	引言	453
16.2	主要方法	453
16.3	候选区间点的确定	454
16.4	删减发车车次的方法	456
16.5	最大化延伸区间车车次	462
16.6	文献综述与延伸阅读	467
	习题	469
	参考文献	471
第 17 章	机动班车和支线服务	473
17.1	引言	475
17.2	单条圈点班车线路所需的最小车队规模	476
17.3	路径选择策略	478
17.4	仿真模拟	480
17.5	案例分析	484
17.6	乘客调查问卷	488
17.7	最优路径设计: 基本网络	490
17.8	最优路径设计: 算法	494
17.9	实施策略	497
17.10	文献综述与延伸阅读	499
	习题	504
	参考文献	505
第 18 章	服务可靠性与控制	507
18.1	引言	509
18.2	可靠性指标和不可靠服务的来源	511
18.3	可靠性变量建模	516
18.4	站点乘客等待时间	520
18.5	先进的数据采集技术和控制	524
18.6	解决可靠性问题的技术	527
18.7	文献综述与延伸阅读	534
	习题	542

参考文献	543
第 19 章 运营战略与战术	547
19.1 引言	549
19.2 多智能体公交系统(MATS)	549
19.3 路段上的车辆交会	552
19.4 协同换乘仿真模型	559
19.5 协同换乘目标下的控制发车与跨站策略	564
19.6 基于车间通信的公交换乘协同	573
19.7 文献综述与延伸阅读	585
习题	587
参考文献	588
第 20 章 公共交通系统运营前景展望	593
20.1 引言与换乘新概念	594
20.2 自动化公共交通系统的发展	597
20.3 双向单梁高架公交案例	599
20.4 文献综述与延伸阅读	602
20.5 结束语	608
参考文献	608
习题解答	611
专业术语中英文对照表	623