

收入管理理论的研究现状及发展前景

罗利^{1,2}, 萧柏春^{2,3}

(1. 西南交通大学经济管理学院, 成都 610031;

2. 四川大学工商管理学院服务管理研究所, 成都 610064; 3. 美国长岛大学商学院, 美国)

摘要: 收入管理作为管理科学一个飞速发展的分支, 是对服务业中易逝性产品进行管理的有效工具. 对收入管理理论的三个主要部分——价格策略、存量控制和超订的研究文献加以综述、评价, 介绍收入管理理论最新发展动态及其在中国的研究现状. 强调对于加入 WTO 后的中国服务业, 收入管理是一项亟待促进的商业策略.

关键词: 收入管理; 动态定价; 存量控制; 超订

中图分类号: F275

文献标识码: A

文章编号: 1007 - 9807(2004)05 - 0075 - 09

0 引言

收入管理 (revenue management, RM) 作为管理科学的一个分支, 迄今已有 40 年左右的历史. 20 世纪 70 年代末美国政府放松对民航管制后, 美国民航客运业经历了空前的激烈竞争, 并推动收入管理理论迅速发展.

收入管理是指企业以市场为导向, 通过对市场进行细分, 对各子市场的消费者行为进行分析、预测, 确定最优价格和最佳存量分配策略以实现收入最大化的过程. 其核心是在适当的时候将适当的产品以适当的价格销售给适当的顾客, 取得最大的经济效益.

40 多年来, 收入管理在服务业各个领域里迅速发展. 以民航为例, 世界各大航空公司从不断完善收入管理系统中使年收入增长了 2~7 个百分点^[1]. 据 Smith 等^[2]报道, 美洲航空公司 (American Airlines) 依靠先进的收入管理手段每年可增收 5 亿美元. 由于固定成本在航空公司的支出中占极大比例, 因此, 通过收入管理增收的绝大部分收

入将转化为净利润. 美国三角洲航空公司 (Delta Airlines) 在采用收入管理技术的第一年便增收了 3 亿美元, 占其当年利润的一半^[3]. 由于在民航业中的巨大成功, 今天, 收入管理技术已经被广泛应用于酒店、汽车出租、电视广告、公路运输、电信和能源供应、旅游等服务行业, 并向金融服务、零售业、制造业和互联网服务等领域发展. 随着应用范围的不断扩展, 收入管理的理论研究也在不断完善之中. 1994 年, Weatherford 和 Bodily^[4]提出了“易逝性资产收入管理” (perishable-asset revenue management) 的概念, 并对一般易逝性产品收入管理的研究作了文献回顾. 1999 年, McGill 和 van Ryzin^[5]对近 40 年来收入管理的发展 (早期多称为收益管理, yield management) 作了全面的综述, 该文搜集了大量有关收入管理研究的参考文献. 本文在对一般收入管理相关文献整理基础上, 简略介绍该理论的三个主要部分——价格策略、存量控制和超订, 以及最新发展动态. 对收入管理在中国发展的状况也作了回顾, 旨在推动其在中国的应用, 提高国内服务业的竞争力.

收稿日期: 2002 - 11 - 27; 修订日期: 2004 - 03 - 25.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (70201011).

作者简介: 罗利 (1968 -), 女, 四川宜宾人, 副教授, 博士生.

1 价格策略

经济理论和实践证明,价格是影响产品市场需求的最有效工具.收入管理的差别定价(price discrimination)策略基于细分市场存在,即根据消费者需求的多样性以及不同时刻消费者对于产品价值认同的差异,将产品或服务设定在不同价格水平上.如以商务乘客为主的航班,乘客对时间、服务较价格更为敏感,则应多售全价票;旅游热线上对价格比较敏感的休闲旅客占多数,则应以折价票为主.通过差别定价,可满足不同价格弹性的消费者对产品的需求,最大限度地增加收入.

近十年来,动态价格策略研究作为收入管理的一个分支,取得了丰硕的成果. Gallego 与 Ryzin^[6]曾就产品定价问题提出了产品定价综合模型.在模型中,假定产品的需求过程是连续的,并在需求函数为指数函数的条件下得出了动态价格的最优解.对一般需求函数,他们证明,当产品的销售时间足够长或产品的剩余存量足够大时,单一价格体系是渐近最优的. Feng 与 Gallego^[7]就需求函数是一般函数的情形提出了两级价格结构的收入管理模型,并得出了最优定价策略.后来,他们对上述模型进行拓展,并允许需求与票价随时间不断变化^[8]. Feng 与 Xiao^[9]在考虑风险因素及多种票价的基础上提出了更为一般的两级票价结构的收入管理模型. Bitran 与 Monschein^[10]考虑周期性价格检查策略.该模型根据易逝性产品的特点,假定价格随时间递减.他们证明起始价格随着底线价格的变动幅度而增加,期望收入随着观察时期的长短显著变化. Bitran, *et al.*^[11]进一步将上述单个产品价格模型推广到零售链中. Zhao 和 Zheng^[12]在单个产品的价格模型中假定需求平均密度随时间变化,并证明收入函数是剩余时间和库存量的凹函数.

大多数连续时间定价模型均假设价格的变动是单向的,不允许价格的逆向运动. Feng 与 Xiao^[13]就不断变化的价格情形提出了时间连续的、多级票价结构的动态定价模型,用点过程密度控制论得出了最优控制时间序列,并且指出这种不断变化的价格策略有利于收入与利润的增加.此外,多数连续时间价格模型侧重于最优价格的

分析,而对产生最优价格的可行价格集研究很少. Feng 与 Xiao^[13]同时证明了在可能选择的价格集合中存在一个子集,这些子集中的价格和对应的收入密度(单位时间收入)在图上构成一个最大凹向包络.最优价格只能从这一子集中产生.这一理论称为最大凹向包络理论.该理论不仅可用来探讨建立价格和存量控制的综合模型,而且可以在实践中帮助企业制定最优价格组合.

2 存量控制策略

收入管理除动态定价策略外,还可通过另一重要手段——存量控制(capacity control)来实现资源价值最大化的目的.存量控制是指将尚未售出的产品在不同的消费等级中适当分配.在航空公司称为舱位控制.由于存量控制策略完全掌握在公司自己手中,因此即使在价格竞争的情况下,这一手段也常常奏效.

存量控制研究主要集中于民航客运业中的舱位分配问题.其过程经历了从1972年首次建立单航段、两级票价结构的收入管理模型^[14],单航段、多级票价结构的期望边际座位收入(expected marginal seat revenue, EMSR)控制^[15,16],再到多航段的最优订座限制、航节控制,直至最近的ODF控制(origin-destination control),每一过程都取得了较大进步.酒店业存量控制策略的研究可参见: Bitran 与 Mondschein^[17], Bitran 与 Gilbert^[18], Ladany^[19], Liberman 和 Yechiali [20], Rothstein^[21], 以及 Williams^[22].收入管理在其他行业应用较晚,因而有关这些行业的存量控制策略的研究文献相对较少,但基本原理是相似的.下面对航空舱位控制研究进行较为详细的综述.

早期的航空舱位控制研究主要针对单航段. Littlewood^[14]的边际座位收入原则指出:倘若某座位能以高价售出,则该座位就不应以低价格售出. Belobaba^[15,16]通过将边际座位收入原则应用于多级票价结构,提出了期望边际座位收入 EMSR 的方法. EMSR 模型除了在两个等级时是最优的,在多等级情况下不能取得最优订票限制,但它易于计算. Wollmer^[23]证明了在特殊的需求分布下, EMSR 模型提供了一个合理的估计. Robinson^[24]证明了在一般需求分布下, EMSR 模型将产生一个

近似结果. Curry^[25], Wollmer^[23], Brumell 与 McGil^[26]提出了单航段最优订座限制的计算方法. Robinson^[24]在放松订票等级顺序为先低后高的假设下得到了最优订座限制. 虽然以上学者都指出了 Belobaba 的 EMSR 方法并不能得出最优解, 仅能够预测航空公司需求分布的近似情况, 但 EMSR 模型作为收入管理舱位控制方面的经典模型, 由于其易编码、易计算等原因已成为民航收入管理系统应用的主要理论模型. 而且, 研究表明其与优化策略在效果上差别不大, 甚至在收入管理理论研究中 EMSR 模型成为检验一个舱位控制策略的优化效果的一个标准, 在离散时间优化策略的讨论中尤其明显. 大多数作者都将自己的策略和 EMSR 比, 如 Wollmer^[23], Brumelle 与 McGil^[26], Robinson^[24]等.

上述方法都基于各个等级需求到达不随时间变化的过程. 一般把上述方法称为静态控制, 而把随时间变化的到达过程称为动态控制. Lee 和 Hersh^[27]将每个等级的需求假设为一个非齐次的泊松过程, 建立了离散时间的动态规划模型, 并将该模型扩展至成批到达的情况. Kleywegt 和 Papastavrou^[28]证明了此问题可以表述为随机动态背包问题 (dynamic and stochastic knapsack problem, DSKP). 在此基础上, 他们提出了允许批量预定的扩展模型. Subramanian, Stidham 和 Lautenbacher^[29]扩展了 Lee 和 Hersh 的模型, 综合考虑有退票、No-Show 和超售的情况. Liang^[30]重新解决了 Lee 和 Hersh 在连续时间下的求解问题. Lautenbacher 和 Stidham^[31]把静态和动态方法综合起来考虑, 证明了在两种方法下具有共同的马尔可夫决策过程, 且阐述了包含两种模型的一种特殊情况. Liang^[30], Feng 和 Xiao^[32]曾分别提出了连续时间动态舱位控制策略, 并各自独立地指出临界控制策略的最优性. Zhao 和 Zheng^[33]证明, 对于更为一般的座位分配模型, 如包括转机、升舱及误机等问题, 类似的临界控制策略也是最优的.

进入 20 世纪 80 年代以来, 网络对收入管理的影响变得越来越重要. 航空公司的网络收入管理也称为 ODF 控制 (origin-destination control). 由于在进行座位分配时, 不仅要考虑旅客的票价折扣率, 而且需要考虑旅客的行程, 决策模型相当复杂, 模型也少有精确结果. 最早涉及网络问题的是

Gover^[34]等人, 他们建立了一个整数规模模型. 但他们在模型中假设旅客需求是确定的. Curry^[35]在线性规划模型中将收入函数用逐段线性函数估计, 建立了数学规划和边际分析的综合模型. 他得出了每一个 O-D 的不同等级是嵌套的, 每一种 O-D 嵌套分别对单航段、嵌套的订座限制是最优的. 这种方法在大量的收入管理系统中被采纳.

上述数学规划模型能很好地抓住网络控制问题的组合情况, 但由此得到的订票控制策略仍是静态和非嵌套的. 而对于网络控制问题, 应该考虑嵌套情况. 用数学规划解出的影子价格近似表示在一个航段、买一张机票的机会成本, 则当 ODF 的价格超出所有航段的影子价格之和时, 接受订票需求. 这种方法称为竞价法 (bid price). Talluri 与 van Ryzin^[36]考虑用确定线性规划 (deterministic liner programming, DLP) 方法的随机因子计算竞价.

不管是嵌套方法还是竞价方法, 都是当 ODF 的贡献用到所有比它低的预留座位时, 用一个线性规划模型从一个非嵌套解转换到一个嵌套订票控制策略的启发式方法. 但是, 如果去掉给 ODF 预留的座位这个条件, 则结果将不是最优. 为了得到一个最优的订票控制策略, 要求嵌套和舱位分配决策结合起来. 但只依靠数学规划模型不能解决, 可以用模拟方法解决.

综上所述, 历史上对单航段的舱位控制问题的解决方法应该是完美的, 目前, 在这方面主要的工作是扩展已有模型, 说明如超订、成批到达、较少依赖需求预测等问题. 但对于网络舱位控制问题的求解方法还欠缺. Weatherford^[37]曾提出了价格与舱位控制决策的综合公式, 但由于收入函数的表达式较复杂, 至今未能得出计算结果.

3 超订

超订 (overbooking) 在收入管理的研究中有很长历史, 它与定价和存量控制是不同的, 前者主要讨论在开始时应该提供多少能力, 而后者讨论对给定的资源如何定价和更好利用. 在民航客运业, 超订是指售出的机票多于飞机的最大允许座位数. 它主要是为了减少由于退票 (cancellation) 和误机 (no-show) 带来的座位浪费. 退票和误机都给民航业的收入造成巨大威胁. 据 Smith, et al^[2]的一

篇研究报告中得到,50%的飞机订座在起飞前或起飞时被取消或放弃。如果不采用超订策略,航空公司将损失15%的收入。然而,如果起飞时登机人数超过了座位总数,超订策略又会带来超售(oversale)的风险。收入管理理论有助于航空公司建立精确的数学模型。通过对历史订座数据的分析,未来订座数据的预测,准确地计算出航空公司应超订的座位数量。

最早关于超订策略的研究主要集中于政府管制下的航空运输业的超售概率,大多数超订模型(如 Beckman^[38], Belobaba^[16], Brumelle 与 McGill^[26])主要是试图降低由于退票和误机所造成的损失。Subramanian, Stidham 及 Lautenbacher^[29]通过将单航段座位分配问题描述成离散型的马尔可夫过程得出了最优订票策略,即对于每一级票价,都有一个依赖座位数量变量及时间变量的订座上限。Chatwin^[39]通过将订票与退票过程视作生死过程讨论了连续时间超订模型,并指出最优订座策略的订座限额应是一个分段函数。

在酒店业, Ladany^[19, 40]提出酒店超订模型,他用 Bayesian 动态运作规则优化酒店预定问题。Lieberman 与 Yechiali^[41, 42]又提出有随机取消的酒店超订模型。Bitran 和 Gilbert^[18]分析了基于拒绝服务成本的序列决策问题,即根据在不同时间段到达顾客的拒绝成本确定超售。

现今,关于超订策略的研究面临的主要困难是处理动态退票过程。Kosten's^[43]曾试图利用连续时间模型来求解一系列微分方程,但未成功。Rothstein^[21]和 Alstrup, et al.^[44]曾利用动态规划理论来解决超订问题,但由于所需要的数据不断以指数倍增长,因而不适合在实践中应用。

4 收入管理研究展望

国外收入管理应用研究涉及各个服务行业,结合了各自的行业特征,从一般概念,到定性分析,再至复杂的定量技术等各层次的应用均有研究。如何使收入管理更好地适用于特定行业以发挥应有的作用,将更新的收入管理理论转化成应用层面的技术,是国外收入管理应用研究下一步将开展的课题。除此以外,目前,收入管理在以下几个方面正在获得新的进展。

4.1 无约束需求预测

预测是收入管理的基础和前提,因为所有的收入优化模型都需要将预测结果作为它的输入,并且预测能力直接影响收入管理系统的功能。在一个收入管理系统中,需求预测是最基础和关键的工作。此外,还需对取消预定(cancellation)、no-show等情况进行预测。当然,预测工作不是收入管理特有的。通常的预测方法:因果分析(如回归、神经网络等)和时间序列分析(Holt-winters、ARIMA等),在收入管理中都可以应用。随着收入管理研究的深入,收入管理的预测工作有两方面发展趋势:一方面是考虑顾客行为对预测的影响。而顾客行为又受服务、价格、质量等影响。如在航空公司,影响顾客行为的因素有航班离港时间、联程与直达、整个路程的时间、价格和服务限制等。另一方面,要从无约束的数据(unconstrained data)或不能观察的数据中进行预测。因为传统的收入管理预定系统只记载实际发生的预定数据,不考虑已经到来的但没有被满足的需求。未被满足的需求通常与价格和库存有关。显然,这部分需求对收入管理结果的准确度有很大影响。如何把预订系统中被截掉的需求修复,是收入管理预测中特有的难题。目前,在收入管理中无约束需求预测常用且较有效的方法主要有EM(期望最大化法)、PD(投影截尾法)、预定曲线法以及参数回归方法^[45~47]。以后的发展趋势应探索适合于收入管理的无约束需求预测方法,以提高预测精度。

4.2 收入管理与风险管理的统一分析

现行的收入管理模型都以追求产品期望收入最大化为目标,这使不确定性情况下的收入与确定性情况下的收入没有区别。但由于信息的不完全,市场预测方法的认识不足以及市场投机行为存在等原因,产品的实际收入往往偏离于其期望收入。另外,传统的收入管理模型均假设所有的个体具有相同风险偏好,即为风险中性。事实上,收入管理中广泛使用的基于需求数量的价格折扣政策,恰恰与风险中性模型的若干基本结论相悖。因此,不考虑风险因素的收入管理研究在理论和实践上都存在缺陷。

目前,收入管理中有关风险分析的研究非常零星。Feng 和 Xiao^[48]提出了风险敏感型定价模型以最大化易逝性产品的销售收入。他们在目标函

数中引入风险因子并得出了具有封闭解的最优定价策略。他们还指出,最优升价(降价)时间随着个体风险厌恶程度的增加而提前(延迟)。Bitran 和 Dhadwal^[49]指出,在给定需求价格弹性及未来可供能力的前提下,承担风险的带宽(数据传输率)垄断者面临着销售期限固定的动态定价问题。同时,他们的模型还分析了价格风险以及交易数量过量风险的影响。Bitran 和 Dhadwal^[50]还分析了供给能力不确定的现期交易合约的定价策略。

如何在收入管理研究中引入风险管理,并针对具体问题构建收入管理与风险管理的综合模型,是今后收入管理的主要研究方向之一。

4.3 竞争环境下的收入管理研究

传统收入管理研究集中于从公司自身收入的角度考虑存量控制或定价策略,对竞争对手的影响讨论较少。这在完全垄断或联盟的市场上是可行的。然而,当市场处于寡头垄断或完全竞争状况时,公司作出的每一次价格调整均要充分考虑到竞争对手对市场变化所作出的决策的影响。由于服务产品的易逝性,价值在一定时间后迅速递减,因此,相比制造业而言,服务业的竞争程度更为激烈。如北京到上海等热点航线,各航空公司对每天的各个时段、航班的各个舱位等级的决策都要充分考虑竞争对手的策略,稍有不慎就会被击败。因此,在收入管理中考虑竞争因素是很自然的。长期以来,竞争分析未能进入收入管理的主要原因还是问题本身的复杂性。无论是离散的还是连续的数学模型,许多问题在不假定竞争的情况下已不易解决,引入竞争后问题会变得更为复杂。Soumis 与 Nagurney^[51]提出网络航线结构下的一个交通流模型,得出不同航线上已实现需求和可提供的座位数之间的一个均衡解。Dana^[52]从经济学角度分析了收入管理在竞争状况下的情况,提出在价格刚性和需求不确定的情况下,竞争不光会导致市场价格的散乱(dispersion),而且会使得内部价格(intra-firm price)散乱,且竞争越激烈,散乱的程度越高。Netessine 和 Rudi^[53]考虑了集中和竞争两种情况下的存货模型,得出在需求可替代的情况下,竞争使得商家考虑更高的存货水平。目前,在收入管理文献中出现的竞争策略模型均没有把价格作为决策变量,也没有把竞争和均衡策略看成一个随时间变化的动态过程。

4.4 消费者选择模型研究

传统收入管理模型的一个假设是顾客对某种产品等级的需求完全独立于供方的销售策略。这与现实不符合。如航空公司卖一张全价票的可能性依赖于在同一时刻是否可能有一张折扣票会卖出去,并且,顾客买的可能性依赖于是否有最低票价等级。显然,消费者行为对卖方的决策起着很重要的影响,应该在建立模型时考虑进去。这类模型称为选择模型(choice model)。考虑消费者买涨的行为模型在 Belobaba^[15]文章中已经讨论。他用启发式方法求解,但该模型一个最大缺点是只能考虑两个等级,而不能考虑多等级。因为消费者买某等级 i 的概率不仅依赖于等级 j ,而且依赖于其它等级。即消费者面临多重选择。类似的研究可见 Belobaba 和 Weatherford^[54]、Weatherford^[55]。最具代表性的是 Talluri 和 van Ryzin^[56],他们提出了一个离散时间的选择模型。与前面不同,该模型提出了许多综合考虑消费者选择行为的理论上合理的方法。该理论第一次提出了一般选择模型并且应用到一些一般的需求模型。在此基础上,Algers 和 Besser^[57]、Andersson^[58]在 SAS 软件上对离散选择模型进行应用,得到了很好结果。对于离散选择模型较好的阐述是 Ben-Akiva 和 Lerman^[59]写的《离散选择分析:到达需求的理论和应用》。但如何应用这类选择模型更好地解决收入管理问题,是收入管理今后研究的趋势之一。

5 收入管理在中国的研究与应用现状

收入管理在中国仍是一门新的学科。国内学术界关于收入管理的研究甚少,且多集中于定性研究,缺乏定量分析工作。国内最早关于收入管理的研究集中在民航业,这也与收入管理思想起源于民航业密不可分。主要文献可参见杨思梁与刘军^[60]、杨思梁^[61]、黄为与刘永俊^[62]、邵龙^[63]、乐卫松^[64]、刘军与邱莞华^[65]、李艳华^[66]、耿淑香^[67]等。对于收入管理在酒店、餐饮、旅游业、高新技术企业中的应用则可参见魏轶华与胡奇英^[68]、曾波^[69]、陈旭^[70]及刘德文与萧柏春等^[71]。

目前,收入管理技术在国内服务业的各个领

域里,除民航、酒店等少数行业外,几乎没有得到应用。有的行业只是引进了收入管理的思想,但并没有建立真正的收入管理系统。以酒店业为例,国内如喜来登、万豪等参加国际酒店管理集团的酒店都采用了收入管理系统,根据市场供需变化灵活选择价格,并进行酒店客房存量控制,来实现酒店客房收入最大化。但90%以上的国内酒店,包括星级酒店都没有采用收入管理的技术和方法。因此,面对入世和激烈的市场竞争,国内企业如何理好应用收入管理,是一个迫切的课题。

6 结 论

收入管理是一门应用性很强的,同时也是一个边缘性的学科。它结合了市场营销学、运筹学、

经济学、统计学和决策科学等多学科的理论与方法,不仅随着这些基础学科的发展前进,也由于它与实际紧密结合,反过来又推动了运筹学、决策科学等学科的研究与发展。如何使收入管理更好地适用于特定行业以发挥应有的作用,将先进的理论转化成应用技术,如何将国外较为成熟的成果运用于中国服务业,建立起一套适用于中国服务业的收入管理方法,也是国内研究工作者和商业人士应该共同关注的一个迫切课题。

随着我国经济发展,特别是加入了WTO以后,我国的航空、酒店、电信、零售、交通运输等行业对收入管理的需求已经迫在眉睫。中国的制造业正在走向世界,发达国家的服务业却在觊觎中国。面对这一严峻的形势,收入管理技术亟待成为我国服务业的一项重要经营策略。

参 考 文 献:

- [1]Feldman J M. To rein in those CRSs[J]. Air Transport World, 1991, 28(12): 89—92.
- [2]Smith B, Leimkuhler J, Darrow R, *et al.* Yield management at American Airlines[J]. Interface, 1992, (1): 8—31.
- [3]Cross R G. Revenue Management: Hard-Core Tactics for Market Domination[M]. New York: Broadway Books, 1997. 34—47.
- [4]Weatherford L R, Bodily S E. A taxonomy and research overview of perishable asset Revenue management: Yield management, overbooking and pricing[J]. Operations Research, 1994, 40: 831—844.
- [5]McGill J I, van Ryzin G J. Revenue management: Research overview and prospects[J]. Transportation Science, 1999, 33: 233—256.
- [6]Gallego G, van Ryzin G J. Optimal dynamic pricing of inventories with stochastic demand over finite horizons[J]. Management Science, 1994, 40: 999—1020.
- [7]Feng Y, Gallego G. Optimal stopping times for end of season sales and optimal stopping times for promotional fares[J]. Management Science, 1995, 41: 1371—1391.
- [8]Feng Y, Gallego G. Perishable asset revenue management with Markovian time dependent demand intensities[J]. Management Science, 2000, 46: 941—956.
- [9]Feng Y, Xiao B C. Optimal policies of yield management with multiple predetermined prices[J]. Operations Research, 2000, 48: 332—343.
- [10]Bitran, Mondschein S. Periodic pricing of seasonal product in retailing[J]. Management Science, 1997, 43: 427—443.
- [11]Bitran, Caldentey R, Mondschein S. Coordinating clearance markdown sales of seasonal products in the retail chains[J]. Operations Research, 1998, 46: 609—624.
- [12]Zhao W, Zheng Y S. Optimal dynamic pricing for perishable assets with nonhomogeneous demand[J]. Management Science, 2000, 46: 375—388.
- [13]Feng Y, Xiao B C. A continuous-time yield management model with multiple prices and reversible price changes[J]. Management Science, 2000, 46, 5: 644—657.
- [14]Littlewood K. Forecasting and control of passengers[A]. In: 12th AGIFORS Symposium Proceedings[C]. 1972. 103—105.
- [15]Belobaba P P. Airline yield management: An overview of seat inventory control[J]. Transportation Science, 1987, 21: 63—73.
- [16]Belobaba P P. Application of a probabilistic decision model to airline seat inventory control[J]. Operations Research, 1989, 37: 183—197.

- [17] Bitran G R, Mondschein S V. An application of yield management to the hotel industry considering multiple day stays[J]. *Operations Research*, 1995, 43: 427—443.
- [18] Bitran G R, Gilbert S M. Managing hotel reservations with uncertain arrivals[J]. *Operations Research*, 1996, 44: 35—49.
- [19] Ladany S. Dynamic operating rules for motel reservations[J]. *Decision Science*, 1976, 7: 829—840.
- [20] Liberman V, Yechiali U. On the hotel overbooking problem: An inventory system with stochastic cancellations[J]. *Management Science*, 1978, 24: 1117—1126.
- [21] Rothstein M. Hotel overbooking as a markovian sequential decision process[J]. *Decision Science*, 1974, (5): 389—404.
- [22] Williams F E. Decision theory and the innkeeper: An approach for setting hotel reservation policy[J]. *Interfaces*, 1977, 7(4): 18—31.
- [23] Wollmer R D. An airline seat management model for a single leg route when lower fare classes book first[J]. *Operations Research*, 1992, 40: 26—37.
- [24] Robinson L W. Optimal and approximate control policies for airline booking with sequential nonmonotonic fare classes[J]. *Operations Research*, 1995, 43: 252—263.
- [25] Curry R. Optimal seat allocation with fare classes nested by origins and destinations[J]. *Transportation Science*, 1990, 24: 193—204.
- [26] Brumelle S L, McGill J I. Airline seat allocation with multiple nested fare classes[J]. *Operations Research*, 1993, 41: 127—137.
- [27] Lee T C, Hersh M. A model for dynamic airline seat inventory control with multiple seat bookings[J]. *Transportation Science*, 1993, 27: 252—265.
- [28] Kleywegt A J, Papastavrou J D. The dynamic and stochastic knapsack problem[J]. *Operational Research*, 1998, 46: 17—35.
- [29] Subramanian J, Stidham S, Lautenbacher A C. Airline yield management with overbooking, cancellations and no shows[J]. *Transportation Science*, 1999, 33: 147—167.
- [30] Liang Y. Solution to the continuous time dynamic yield management model[J]. *Transportation Science*, 1999, 33: 117—123.
- [31] Lautenbacher C J, Stidham J S. The underlying markov decision process in the singleLeg airline yield management problem[J]. *Transportation Science*, 1999, 33: 136—146.
- [32] Feng Y, Xiao B C. A dynamic airline seat inventory control model and its optimal policy[J]. *Operations Research*, 2001, 49: 938—949.
- [33] Zhao W, Zheng Y S. A dynamic model for airline seat allocation with passenger diversion and no shows[J]. *Transportation Science*, 2001, 35: 80—98.
- [34] Glover F, Glover R, Lorenzo J, *et al.* The passenger mix problem in the scheduled airlines[J]. *Interfaces*, 1982, 12: 73—79.
- [35] Curry R E. Optimal airline seat allocation with fare classes nested by origins and destinations[J]. *Transportation Science*, 1990, 24: 193—204.
- [36] Talluri K, van Ryzin G. An analysis of bid-price controls for network revenue management[J]. *Management Science*, 1999, 44: 1577—1593.
- [37] Weatherford L R. Optimization of joint pricing and allocation perishable asset revenue management problems with cross elasticity[J]. *J Combin Optimization*, 1997, (1): 277—304.
- [38] Beckmann J M. Decision and team problems in airline reservations[J]. *Econometrica*, 1958, 26: 134—145.
- [39] Chatwin R E. Continuous-time airline overbooking with time dependent fares and refunds[J]. *Transportation Science*, 1999, 33: 182—191.
- [40] Ladany S P. Bayesian dynamic operating rules for optimal hotel reservations[J]. *Zeitschrift Operations Research B*, 1977, 21: 165—176.
- [41] Liberman V, Yechiali U. Hotel overbooking problem inventory system with stochastic cancellations[J]. *Advances in Applied Probability*, 1977, 220—230.
- [42] Liberman V, Yechiali U. On the hotel overbooking problem[J]. *Management Science*, 1978, 24: 1117—1126.
- [43] Kosten L. Een mathematisch model voor een reservings probleem[J]. *Statist Neerland*, 1960, 14: 85—94.
- [44] Alstrup J, Boas S, Madsen O B G, *et al.* Booking policy for flights with two types of passengers[J]. *European Journal of Operational Research*, 1986, 27: 274—288.

- [45]McGill J I. Censored regression analysis of multiclass demand data subject to joint capacity constraints[J]. *Annals of Operations Research*, 1995, 60: 209—240.
- [46]Weatherford Pbl. Better unconstraining of airline demand data in revenue management systems for improved forecast accuracy and greater revenues[J]. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 2002, 1(3): 234—254.
- [47]Liu Patrick H, Smith, Orkin, *et al.* Estimating unconstrained hotel demand based on censored booking data[J]. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 2002, 1(2): 121—137.
- [48]Feng Y, Xiao B C. Maximizing revenues of perishable assets with a risk analysis[J]. *Operations Research*, 1999, 47: 337—341.
- [49]Bitran G S, Dhadwal. Dynamic Pricing in Forward Delivery Bandwidth Markets with Uncertain Capacity[R]. *Sloan School of Management*, 2001.
- [50]Bitran G, Dhadwal S. A Single Period Model for Spot Pricing in Bandwidth Markets with Uncertain Capacity[R]. *Sloan School of Management*, 2000.
- [51]Soumis F, Nagurney A. A stochastic multiclass airline network equilibrium model[J]. *Operations Research*, 1993, 41: 721—730.
- [52]Dana J D. Equilibrium price dispersion under demand uncertainty: The roles of costly and market structure[J]. *Rand Journal of Economics*, 1999, 30(4): 632—660.
- [53]Netessine S, Rudi N. Centralized and competitive inventory models with demand substitution[J]. *Operations Research*, 2003, 51: 329—335.
- [54]Belobaba P P, Weatherford L R. Comparing Decision rules that incorporate customer diversion in perishable asset revenue management situations[J]. *Decision Science*, 1996, 27: 343.
- [55]Weatherford L R, Bodily S E, Pefifer P E. Modeling the customer arrival process and comparing decision rules in perishable asset revenue management situations[J]. *Transportation Science*, 1993, 27: 239—251.
- [56]Talluri K T, van Ryzin G J. Revenue Management Under a General Discrete Choice Model of Customer Behavior[R]. *Columbia Graduate School of Business*, 2001.
- [57]Algers S, Basser M. Modelling choice of flight and booking class A study using stated preference and revealed preference data[J]. *International Journal of Services Technology and Management*, 2001, (2): 28—45.
- [58]Andersson S E. Operational planning in airline business can science improve efficiency & experiences from SAS[J]. *European Journal of Operations Research*, 1989, 43: 3—12.
- [59]Bertsekas M, Lerman S. Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand[M]. *Cambridge, Mass: MIT Press*, 1985.
- [60]杨思梁, 刘 军. 关于航空客运收益管理的一些基本概念[J]. *民航经济与技术*, 1998, (4): 37—41.
Yang Siliang, Liu Jun. Some basic concepts about the revenue management in air transport[J]. *China Airlines Economics and Technology*, 1998, (4): 37—41. (in Chinese)
- [61]杨思梁. 航空客运收益管理的发展与重要性(上)[J]. *民用航空*, 1998(5): 42—44.
Yang Siliang. History and importance of air passenger revenue management(part 1)[J]. *Civil Aviation*, 1998, (5): 42—44. (in Chinese)
- [62]黄 为, 刘永俊. 航空公司收益管理初探[J]. *民航经济与技术*, 1998, (5): 25—28.
Huang Wei, Liu Yongjun. A probe to airlines revenue management[J]. *China Airlines Economics and Technology*, 1998, (5): 25—28 (in Chinese).
- [63]邵 龙. 航空收益管理的理论与应用[J]. *民航经济与技术*, 1999, (4): 19—23.
Shao long. An Analysis of the theory and applications of the airlines revenue management[J]. *China Airlines Economics and Technology*, 1999, (4): 19—23. (in Chinese)
- [64]乐卫松. 航空客运营营销实务[M]. 上海: 东方出版中心, 2000. 196—226.
Le Weisong. *Civil Aviation Marketing Practice*[M]. Shanghai: Orient Publishing Center, 2000. 196—226 (in Chinese).
- [65]刘 军, 邱莞华. 航空客运收益管理的结构模型[J]. *北京航空航天大学学报(社会科学版)*, 2000, 13(4): 17—21.
Liu Jun, Qiu Wanhua. A structure model for the airline passenger revenue management[J]. *Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics(Social Science Edition)*, 2000, 13(4): 17—21. (in Chinese).
- [66]李艳华. 帕累托最优与航空客运中的超售[J]. *中国民航学院学报*, 2000, 18(2): 18—22.

- Li Yanhua. Pareto optimality and overbooking in passenger revenue management[J]. Journal of Civil Aviation University of China, 2000, 18(2): 18—22. (in Chinese).
- [67] 耿淑香. 航空公司运营管理方略[M]. 北京: 中国民航出版社, 2000. 141—170.
Geng Shuxiang. Airline Operation Management[M]. Beijing: Press of China Airlines, 2000. 141—170(in Chinese).
- [68] 魏轶华, 胡奇英. 顾客有最大、最小保留价的连续时间收益管理[J]. 管理科学学报, 2002, (6): 47—52.
Wei Yihua, Hu Qiying. Continuous time revenue management with maximal & minimal reservation prices[J]. Journal of Management Sciences in China, 2002, (6): 47—52. (in Chinese)
- [69] 曾波. 收益管理在旅游产品价格策略中的应用[J]. 江西社会科学, 2003, (3): 242—243.
Zeng Bo. The application of revenue management to pricing travel products[J]. Jiangxi Social Sciences, 2003, (3): 242—243. (in Chinese)
- [70] 陈旭. 酒店收益管理的研究进展与前景[J]. 管理科学学报, 2003, (6): 72—78.
Chen Xu. Hotel revenue management: Research overview and prospects[J]. Journal of Management Sciences in China, 2003, (6): 72—78. (in Chinese)
- [71] 刘德文, 萧柏春, 鲁若愚. 易逝性高新技术产品在衰退期的收入管理问题[J]. 管理科学学报, 2003, (6): 66—71.
Liu Dewen, Xiao Baichun, Lu Ruoyu. Revenue management of perishable hitech product in declining period[J]. Journal of Management Sciences in China, 2003, (6): 66—71. (in Chinese)

Revenue management :State-of-the-art and future prospects

LUO Li^{1, 2}, XIAO Bai-chun^{2, 3}

1. School of Economics & Management, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;
2. School of Business Administration, Sichuan University, Chengdu 610064, China;
3. School of Business Administration, Long Island University, USA

Abstract : As a rapidly growing field of management science, revenue management is an effective technique to manage perishable products in service industries. While it has advanced in both theory and practice worldwide, it is yet to be boosted in China. This article surveys the research works in three major components of revenue management—dynamic pricing, capacity control, and overbooking. It also reviews the development of revenue management in China, which is much needed in promoting the business strategy in the nation's service sector in its post WTO economy.

Key words : revenue management; dynamic pricing; capacity controlling; overbooking