

收益管理： 顾客有限理性视角

Revenue Management:
A Perspective of Consumers With Bounded Rationality

◎ 杨 慧 / 著

海外借

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

《收益管理》杨慧著

《收益管理》杨慧著

《收益管理》杨慧著

《收益管理》杨慧著

收益管理： 顾客有限理性视角

Revenue Management:
A Perspective of Consumers With Bounded Rationality

◎ 杨 慧 / 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

收益管理：顾客有限理性视角/杨慧著. —北京：经济科学出版社，2017. 4

ISBN 978 - 7 - 5141 - 7922 - 4

I. ①收… II. ①杨… III. ①定价 - 研究 IV. ①F714. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 073337 号

责任编辑：刘明晖 李 军

责任校对：徐领柱

版式设计：齐 杰

责任印制：王世伟

收益管理：顾客有限理性视角

杨 慧 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

总编部电话：010 - 88191217 发行部电话：010 - 88191540

网址：[www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件：[esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店：经济科学出版社旗舰店

网址：[http://jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京中科印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 12.25 印张 180000 字

2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 7922 - 4 定价：38.00 元

(图书出现印装问题，本社负责调换。电话：010 - 88191502)

(版权所有 翻印必究 举报电话：010 - 88191586)

电子邮箱：[dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

收益管理起源于20世纪60年代西方的民航客运管理实践，它通过在微观层面预测顾客行为、优化产品价格与可获得性实现收益最大化，被成功应用于航空、酒店、零售、制造和旅游等多个行业。然而，随着网上预订系统的普及和电子商务的发展，顾客很容易获得产品库存和历史价格等信息，甚至可以利用软件代理跟踪和预测价格，通过调整购买时机来降低支出，从而削弱了收益管理方法的有效性。其原因在于，传统的收益管理方法建立在顾客为短视型的假设基础之上，忽略了顾客作为决策主体的能动性。为了解决这个问题，学者们开始关注顾客的策略行为，假定顾客能够预估产品未来的价格路径和可获得性，据此确定最佳购买时机，实现消费者剩余最大化；在此基础上研究厂商如何制定价格和库存策略。虽然策略型顾客的假设更接近真实情景，但是，从“天使”到“魔鬼”，这种对顾客行为的刻画显然是从一个极端走向了另一个极端。事实上，顾客既非“天使”也非“魔鬼”。随着行为决策科学的发展和实践，理论界普遍认为人的决策行为是有限理性的，顾客的购买决策当然也不例外。一方面，他们可以根据购买经验和商品信息对未来的销售状况进行预测；另一方面，这种预测受到认知能力、心智成本、信息搜集成本的限制。收益管理策略的制定应该建立在顾客对产品销售状况的认知及其购买决策机制的合理假设之上。

本书试图从根本上改变现有研究对顾客行为的假设，借助前景理论的分析框架，以民航客运为背景，研究基于顾客有限理性行为的收益管理决策问题。全书共9章，由三部分内容构成。第一部分为乘客有限理性行为分析与购买决策规则研究，包括第2、3章。其中，第2章提出并验证收益管理环境下乘客购票行为的有限理性特征；第3章选取乘客购买效用度量函数的表达形式。第二部分基于有限理性乘客的购买决策规则，研究收益管理的存量控制模型，由第4、5章构成。其中，第4章研究两票价等级存量分配方法；第5章研究多票价等级存量分配方法。第三部分基于有限理性乘客的购买决策规则，研究收益管理的动态定价模型，由第6、7、8、9这四章构成。其中，第6章研究基于静态参考价格的连续时间最优价格控制模型；第7章和第8章研究基于动态参考价格的离散时段动态定价模型；第9章研究考虑顾客感知价格的离散时段动态定价模型。

本书的创新之处体现在以下三点：其一，首次系统地研究收益管理情境下顾客有限理性购买行为；其二，应用有限理性顾客的效用度量函数，提出新的存量分配计算方法；其三，构建一系列考虑参考效应的动态定价模型，提出新的收益管理定价方法和策略。一方面，本书在提取收益管理环境下顾客的购买行为准则方面有一定的突破，这对于揭示真实情景下顾客的响应规律有着重要的理论意义和学术价值，同时为企业制定收益管理决策提供新的分析视角和决策依据；另一方面，本书在基于顾客有限理性行为的存量控制和动态定价模型的研究方面有一定的创新，这不仅能够丰富现有的收益管理理论，同时能够为企业提供更实用的收益管理方法，为研制收益管理软件的公司提供技术借鉴，具有良好的应用前景。

本书的出版得到国家自然科学基金项目（71571102、71102073）的资助。

感谢南京大学工程管理学院院长周晶教授长期以来给予著者的关心、指引和支持！

南京理工大学经济管理学院宋华明教授和加拿大达尔豪西大学Rowe商学院的陈静教授在学术研究方面给予著者许多建设性的建议，

在此表示衷心感谢!

感谢潘全、陈兰、张辰、陈小月、牛星、金惠等研究生为本书出版付出的努力!

由于著者水平有限,难免有谬误和不妥之处,尚祈专家、读者不吝指正。

杨慧

2017年3月

C 目 录

CONTENTS

第 1 章 绪论 / 1

- 1.1 收益管理概述 / 1
- 1.2 顾客行为假设的演进 / 3
- 1.3 相关研究述评 / 5
 - 1.3.1 收益管理的新进展 / 5
 - 1.3.2 存量控制研究 / 8
 - 1.3.3 动态定价研究 / 9
 - 1.3.4 收益管理环境下顾客购买行为研究 / 11
- 1.4 本书的内容组织 / 12
- 1.5 本书的创新之处 / 15
- 1.6 本章小结 / 17

第 2 章 顾客有限理性行为 / 18

- 2.1 收益管理环境下顾客购买行为分析 / 18
- 2.2 实证研究方案 / 21
 - 2.2.1 RD-RE-LA-DS 行为特征假设 / 21
 - 2.2.2 效用度量框架的初步构思 / 23
 - 2.2.3 问卷设计与发放 / 24
- 2.3 顾客购买行为的有限理性特征 / 27
 - 2.3.1 参考点依赖性 (RD) / 27

- 2.3.2 反射效应 (RE) / 28
- 2.3.3 损失规避性 (LA) / 29
- 2.3.4 敏感度递减性 (DS) / 30
- 2.4 购买影响因素的 KANO 分析 / 31
- 2.5 顾客购买的效用度量框架 / 34
- 2.6 本章小结 / 35

第3章 顾客效用度量方法 / 36

- 3.1 效用度量方法 / 36
 - 3.1.1 基于传统期望理论的效用度量方法 / 36
 - 3.1.2 基于前景理论的效用度量方法 / 38
- 3.2 基于传统期望效用理论的计算 / 40
- 3.3 基于前景理论的计算 / 43
 - 3.3.1 旅客风险态度水平等同于一般经济主体时的效用度量 / 44
 - 3.3.2 旅客风险态度接近中性时的效用度量 / 45
 - 3.3.3 旅客两种风险态度水平效用度量的比较分析 / 46
- 3.4 本章小结 / 47

第4章 两等级存量分配 / 48

- 4.1 修正的 Littlewood 存量分配模型 / 48
- 4.2 计算方法 / 51
- 4.3 算例分析 / 54
- 4.4 本章小结 / 56

第5章 多等级存量分配 / 57

- 5.1 EMSR 存量分配模型 / 57
- 5.2 顾客购买决策规则 / 60
- 5.3 独立参考点的存量分配决策 / 61
 - 5.3.1 需求转移概率的计算 / 62

- 5.3.2 各等级需求的修正 / 70
- 5.3.3 基于 EMSR 方法的存量分配计算 / 72
- 5.3.4 应用算例 / 73
- 5.4 关联参考点的存量分配决策 / 92
 - 5.4.1 模型描述 / 93
 - 5.4.2 需求转移概率的计算 / 94
 - 5.4.3 应用算例 / 98
- 5.5 本章小结 / 102

第 6 章 含静态参考价格的价格控制模型 / 103

- 6.1 参考价格与参考效应 / 103
 - 6.1.1 加性参考效应 / 104
 - 6.1.2 乘性参考效应 / 105
- 6.2 最优控制模型 / 107
- 6.3 需求函数 / 108
- 6.4 模型求解与分析 / 109
- 6.5 仿真实验 / 111
 - 6.5.1 需求旺盛的情况 / 113
 - 6.5.2 需求不足的情况 / 115
 - 6.5.3 比较分析与启示 / 117
- 6.6 本章小结 / 118

第 7 章 动态参考价格下的价格更新策略 / 119

- 7.1 单一价格模型 / 119
 - 7.1.1 模型描述 / 119
 - 7.1.2 最优价格的存在性与唯一性 / 120
 - 7.1.3 收益函数的性质 / 122
- 7.2 阶段性价格更新策略 / 125
- 7.3 考虑参考效应的价格更新策略 / 127
 - 7.3.1 模型描述 / 127

- 7.3.2 模型求解与算法设计 / 129
- 7.4 算例分析 / 130
 - 7.4.1 需求旺盛的情况 / 131
 - 7.4.2 需求不足的情况 / 134
- 7.4 本章小结 / 137
- 第 8 章 含动态参考价格的动态定价模型 / 139**
 - 8.1 动态定价模型 / 139
 - 8.1.1 决策情境描述 / 139
 - 8.1.2 随机动态规划模型描述 / 140
 - 8.1.3 需求函数的表达 / 143
 - 8.1.4 收益函数的性质分析 / 143
 - 8.2 价格路径的计算方法 / 148
 - 8.2.1 不考虑参考效应的动态定价模型算法 / 148
 - 8.2.2 考虑参考效应的动态定价模型算法 / 150
 - 8.3 算例研究 / 152
 - 8.3.1 仿真实验设计 / 152
 - 8.3.2 仿真结果分析 / 154
 - 8.4 本章小结 / 158
- 第 9 章 考虑顾客感知价格的动态定价模型 / 159**
 - 9.1 模型描述 / 159
 - 9.1.1 决策情境 / 159
 - 9.1.2 顾客感知价格 / 160
 - 9.1.3 需求函数 / 161
 - 9.1.4 随机动态规划模型 / 162
 - 9.2 模型分析 / 163
 - 9.2.1 定量性质 / 163
 - 9.2.2 计算方法 / 165
 - 9.3 算例分析 / 166

- 9.3.1 初始价格 / 167
- 9.3.2 价格变动方向 / 168
- 9.3.3 价格离散程度 / 168
- 9.3.4 总收益 / 170
- 9.4 本章小结 / 171

参考文献 / 172

第 1 章

绪 论

1.1 收益管理概述

收益管理是一种通过在微观层面预测顾客行为、优化产品价格与可获得性从而实现企业收益最大化的管理方法和技术。它最早起源于西方民航客运业，已被成功应用于航空、酒店、会议、赛事、零售、制造和旅游等多个行业。这些行业的产品或服务通常具有易逝性的特征，它们的价值在特定时期内会出现急剧衰退或完全消失。例如，飞机座位和酒店房间如果到了起飞和入住时间仍未售出，则残值骤然降低到零。再如，时尚型服装、更新换代快的高科技产品过了一定的销售期，虽然仍具备使用功能，但价值急剧衰退，经济生命周期短暂。

易逝性产品的市场供求关系同普通产品相比具有一定的特殊性。从供应上来讲，易逝品的供应能力通常是固定或相对固定的。例如一架飞机的座位数量是固定的，汽车租赁公司的汽车数量是有限的。有些产品虽然存量（Capacity）可变，但是增加一单位的额外存量往往需要等待很长时间或花费很高的成本。例如，宾馆想要改变单人间、标准间或套房的存量其代价是十分昂贵的；再如，对于时尚性或季节性产品的供应商，其订货或生产提前期的长度要远大于销售期，因此一旦进入销售期就无法再进行补货。在这些情况下，产品供应能力可视为是相对固定的。从需求上来讲，易逝品的市场需求通常具有更强的多样性和随机

性。这是因为产品价值的迅速衰退会给顾客造成时间上的压迫感，时间敏感程度不同的顾客会做出不同的响应，导致市场进一步分化。因此，收益管理通常适用于具有如下特征的产品/服务：第一，产品/服务具有明显的时效性；第二，提供产品/服务的公司的生产能力或者存量是有限的，在存量范围内，产品/服务的固定成本较高，但是可变成本相对很低（有时甚至可以忽略不计）。第三，与产品/服务的固定存量相反，产品的需求却是多种多样的；同时，需求受很多因素的影响，波动比较大，从而使得供求关系的平衡很难实现。收益管理正是针对这类产品/服务而形成的一个研究领域。从本质上讲，收益管理就是采用一定的机制和策略，使得有限的供给能够和变化的市场需求达到一个平衡，从而实现收益最大化。

收益管理从 20 世纪 60 年代开始萌芽。当时，IBM 公司与美利坚航空公司、达美航空公司分别合作开发出电脑订座系统，淘汰了原有的手工订座方式。数据处理的方便性促使管理者更清楚地意识到：旅客订座不登机（No show）的现象为航空公司造成不少浪费。于是航空公司开始实行超订（Overbook），即出售的机票数量超出实际座位数量，这样既减少了座位浪费，又为更多旅客提供了旅行机会。直到现在，超订仍是一种有效的收益管理手段。航空客运收益管理真正兴起是在 20 世纪 70 年代。1978 年，美国签署了航空放松管制法，废除了对航线和票价的所有管制，新的航空公司尤其是低成本航空公司大量进入市场，推动了航空运输的持续高增长，也使得票价竞争成为航空公司竞争的主要表现形式。20 世纪 80 年代初期，美国国内航空市场即掀起了价格大战。这场价格战为收益管理技术带来了更大发展，也使得许多航空公司及科研院所意识到了收益管理的重要意义。1987 年，麻省理工学院的 Belobaba 在其博士论文中提出了 EMSR 存量控制模型，成为第一个广泛应用的折扣舱位订座限额优化方法。之后的美国“92 年航空血战”则使得航空公司认识到，不依靠收益管理系统，就无法在激烈的市场竞争中生存，从而宣布了收益管理时代的开始。在民航业取得成功之后，收益管理很快向其他领域发展，包括酒店、汽车租赁和设备租赁、餐饮、医院和康复中心、体育赛事、会议、火车客运、货运、零售、制造、旅

游、项目管理、广播媒体等，获得了巨大的成功。

收益管理是从应用中产生的方法技术，同时又是一个与应用紧密结合的理论研究领域。收益管理的许多理论来源于运筹学、管理科学、微观经济学等学科，是多学科交叉的产物。收益管理的实质是对有限资源配置的决策问题，因此收益管理研究几乎采用了运筹学大部分学科的理论和模型，尤其是数学规划、动态规划、网络分析技术等，而且几乎运筹学的每一项新发展都会在收益管理中得到应用。国际运筹学联合会（IFORS）专门设有订座与收益管理研究小组，美国运筹学与管理科学学会（INFORMS）也设有分支机构——收益管理和定价部。收益管理方法包括需求预测、超订、动态定价、容量控制、团体管理、季节性管理等，理论研究主要分布在存量控制和动态定价两个分支。存量控制（又称存量分配）就是决定在产品/服务销售期间是接受还是拒绝顾客在某一时刻对某一类型产品/服务的请求。动态定价是指如何根据顾客需求制定各等级产品的定价策略，并随着时间推移和存量更新动态调整价格，从而获得最大化收益。本书关注的正是这两类主要的收益管理决策问题。

1.2 顾客行为假设的演进

传统的收益管理研究产生了一些经典方法，例如 Belobaba（1987，1989）提出的 EMSR 模型至今仍广泛应用于收益管理软件系统中，是一种基本的存量分配方法；Gallego 和 van Ryzin（1994）建立的 GVR 模型开创性地利用动态定价揭示了收益管理的实践规律，后来的许多模型都是在其基础上发展起来的。但是，这些研究都将顾客需求视为外生变量，顾客是短视的、被动的，不涉及决策制定过程。例如，EMSR 方法用需求分布来描述市场规模；GVR 模型用随机过程来刻画顾客的到达规律。然而，随着网上预订系统的普及和电子商务的发展，顾客很容易获得库存和历史价格等信息，甚至可以利用软件代理跟踪和预测价格，通过调整购买时机来降低支出，这样就削弱了收益管

理方法的有效性。根据 Anderson 等（2003）的研究，如果乘客预测到低票价重新开放的概率较大，重新调整购票时机，那么航空公司的实际收益要比应用 EMSR 方法的预期收益低得多。Asvanunt 等（2006）的研究也表明，由于顾客会理智地等待降价，应用 GVR 方法也不能达到预期收益水平。

问题出现的原因何在？原来，收益管理策略的有效性就在于顾客是否会像策略制定者所假设的那样进行购买决策，而传统的收益管理方法建立在顾客为短视型的假设基础之上，也就是说只要产品定价低于支付意愿，顾客就会立即购买，这个假设忽略了顾客作为决策主体的能动性。为了解决这个问题，学者们开始关注顾客的策略行为。他们假定顾客能够预估产品未来的价格路径和可获得性，据此确定最佳购买时机，以实现消费者剩余最大化；在此基础上研究厂商如何制定价格和库存策略。这些研究已经引起了企业界的重视，全球最大的电子产品零售商之一 Best Buy 将策略型顾客视为“魔鬼”，而将短视型顾客称为“天使”，它通过客户关系管理有效地区分这两类顾客，以最大限度地减少由于顾客等待降价而造成的损失。虽然策略型顾客的假设更接近真实情景，但也带来了新的问题。显然，从“天使”到“魔鬼”，这种对顾客行为的刻画是从一个极端走向了另一个极端。在这种绝对理性假设下，顾客在面临决策时具有清晰的问题、明确的目标、无限的认识能力和明确稳定的偏好等，这类收益管理研究仍然建立在传统的期望效用理论的体系之上。

事实上，顾客既非“天使”也非“魔鬼”。随着行为决策科学的发展和实践，理论界普遍认为人的决策行为是有限理性的，顾客的购买决策当然也不例外。一方面，他们可以根据购买经验和商品信息对未来的销售状况进行预测；另一方面，这种预测受到认知能力、心智成本、信息搜集成本的限制，并且企业与顾客之间存在着动态博弈的关系，交易市场不确定性因素的存在、企业策略的变更、顾客购买意愿的变化，都会对销售过程产生影响，因此顾客对产品未来价格的预估不可能是确定的。收益管理策略的制定应该建立在顾客对产品销售状况的认知及其购买决策机制的合理假设之上。针对这一问题的思考极大地激发了作者的

研究兴趣和热情,也为作者研究收益管理提供了新的视角,如图1-1所示。

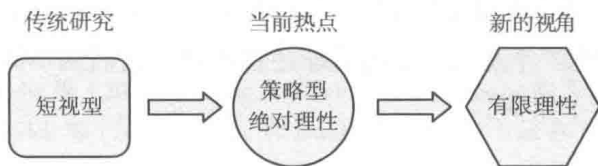


图 1-1 收益管理研究对顾客行为假设的演进

本书借助民航客运的行业背景和前景理论的分析框架,通过实证数据验证了旅客行为具有 RD-RE-LA-DS (参考点依赖性、反射效应、损失规避性和敏感度递减性) 的有限理性特征;乘客做出行为选择前的效用判断过程不仅参照了传统的期望效用体系,同时受到参考效用的调节。由此可见,在收益管理研究中,有必要对顾客行为的基本假设进行修正,这就需以行为决策理论为依据,探悉符合客观实际的顾客购买行为机理,进而研究企业如何基于顾客行为规则制定收益管理策略。它不同于传统的和正在流行的收益管理研究,是针对新的问题情景的一次积极探索。

1.3 相关研究述评

本节分四个方面归纳相关文献:首先是收益管理的新进展,主要介绍近十年最新出现的综述性研究和应用研究;其次介绍存量控制和动态定价两个分支领域经典的和 new 出现的理论模型;最后系统梳理收益管理环境下有关顾客行为的研究。对相关研究进行述评的同时将指出本书的研究角度和创新点。

1.3.1 收益管理的新进展

学者们对收益管理的理论探索已经持续了 40 年,积累了丰富的研

究成果。Chiang 等（2007）对前期文献进行了全面细致的梳理，系统介绍了收益管理方法技术的演进、在不同行业的应用研究等。以此篇文献为分水岭，下面主要分析 2007 年之后（近十年来）的研究文献。表 1-1 列举了 2007 年及之后出现的综述性研究，它们从不同角度对收益管理文献进行了归纳。

表 1-1 近年来综述性文献

Chiang 等 (2007)	回顾 220 多篇文献，列举了之前出现的综述性文献，全面系统地梳理了收益管理在不同行业的应用研究、收益管理方法技术等
Shen 和 Su (2007)	回顾 130 多篇文献，从多阶段决策、多产品决策、拍卖等方面归纳了收益管理中涉及顾客行为的研究
Guadix 等 (2011)	回顾 54 篇文献，分析收益管理在服务业尤其是停车位管理中的应用
Sun 等 (2011)	回顾 110 多篇文献，分析收益管理在邮轮产业中的应用
Guo 等 (2012)	回顾 130 多篇文献，讨论收益管理决策问题中的一个关键技术——需求无约束问题，归纳了 5 类无约束方法
Chen 和 Chen (2015)	回顾 130 多篇文献，从多产品决策、竞争环境、有限需求信息等方面对动态定价分支的研究进行了系统分析
杨慧等 (2009)	针对餐饮服务领域的 13 篇文献，分析了该行业收益管理应用的理论框架、时间管理方法、差别定价技术、座位组合方法等
李根道等 (2010)	回顾 70 多篇文献，分析了收益管理动态定价基本模型的研究现状、热点和前景
李金林等 (2012)	回顾 109 篇文献，对航空收益管理实践中各种柔性舱位控制机制的内涵和研究现状予以分析，包括：超订、可召回机制、灵活产品、驱赶策略等

如前所述，收益管理方法和技术来源于商业实践，同时又服务于商业应用，因此大多数理论文献的研究都带有一定的行业背景。航空公司、酒店、汽车租赁是收益管理应用的三大传统行业，表 1-2 列出了以这三大行业为背景产生的部分文献成果，同时还列举了收益管理在餐饮、交通、医疗、广告、电力、游轮、制造等非传统行业的应用研究示