

考虑行为因素影响的 双渠道供应链成员最优策略研究

李庆华 著

Research on the Optimal Strategies of
Members in a Dual-channel Supply
Chain Considering Members' Behaviors



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

考虑行为因素影响的 双渠道供应链成员最优策略研究

李庆华 著

Research on the Optimal Strategies of
Members in a Dual-channel Supply
Chain Considering Members' Behaviors



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

考虑行为因素影响的双渠道供应链成员最优策略研究 /
李庆华著. — 杭州: 浙江大学出版社, 2018. 8
ISBN 978-7-308-18189-1

I. ①考… II. ①李… III. ①购销渠道—供应链管理
—研究 IV. ①F713.1②F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 085922 号

考虑行为因素影响的双渠道供应链成员最优策略研究

李庆华 著

责任编辑 樊晓燕
责任校对 陈静毅 陈 宇
封面设计 黄晓意
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 杭州中大图文设计有限公司
印 刷 虎彩印艺股份有限公司
开 本 710mm×1000mm 1/16
印 张 12
字 数 209 千
版 次 2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-18189-1
定 价 36.00 元



版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社市场运营中心联系方式: 0571-88925591; <http://zjdxcbbs.tmall.com>

浙江省科技厅软科学重点项目（2016C25028）

国家自然科学基金青年基金项目（71602045）

国家自然科学基金面上项目（71472133）

浙江省高校人文社科重点研究基地项目（ZD04-2016ZB2）

浙江省哲学社会科学研究基地规划课题（16JDGH104）

杭州电子科技大学人文社会科学研究基金课题(2015B012)资助

前 言

21 世纪是信息化、知识化的时代,信息是实践生活中不可或缺的生产要素。随着经济全球化和市场一体化的发展,消费者需求日趋多样化,企业之间的竞争越来越激烈,供应链上各自为政的成员企业面临着巨大的挑战。近年来,电子商务已成为中国经济新的增长点。依据中国电子商务研究中心最新的监测数据,2015 年中国电子商务市场整体交易规模将达到 16.2 万亿元人民币的水平^[1]。越来越多的现象表明,中国经济发展的“电商化”趋势日益明显,电子商务交易规模和创新应用再创历史新高,互联网交易量呈井喷式发展。2016 年天猫“双 11”购物狂欢节,全天总交易额达到了 1207.49 亿元,远超 2015 年的 912.17 亿元;全天总交易笔数达 10.5 亿笔,其中移动交易额占比 82%,交易覆盖 235 个国家和地区。只有在电子商务领域才能在短短 24 小时之内创造出如此规模巨大的销售量。发生在电子商务领域的一切,正在引发传统零售业、制造业的一系列变化。在电子商务环境下,信息传播速度加快,但是不对称信息给企业造成的影响也巨大,虚假信息给企业造成的损失不容小觑。双渠道营销模式已经成为越来越多的品牌制造商的主要运营模式。如国际商业机器公司(IBM)、苹果(Apple)、戴尔(Dell)、耐克(Nike)和雅诗兰黛(Estee Lauder)等除了传统的零售渠道外,还开设了直销渠道作为销售产品的新渠道。由于网络销售渠道的开设,制造商与零售商之间不仅存在传统渠道的纵向博弈,而且还存在着传统零售渠道与网络销售渠道之间的横向竞争。这种激烈的竞争和需求环境的不确定性,可能会引发供应链成员的公平关切行为或风险规避行为。已有文献的研究成果表明,成员的这种行为因素会对决策策略产生很大的影响。

本书致力于研究供应链中各个成员的行为因素,并结合双渠道供应链的应用背景,进一步研究决策者的决策策略。这不同于大多数文献中成员是完全理性的传统假设,本书研究的问题更接近于现实情况,拓展了供应链

管理问题的研究范畴,研究成果对供应链系统中的决策问题来说有着重要的理论指导意义。通过理论分析、模型构建和仿真实验,揭示供应链成员竞争和合作的内在机理,研究在集中式决策和分散式决策两种基本模式下供应链成员企业的最优定价策略、最优广告策略等对供应链绩效的影响方式、作用路径与提升对策。

本书通过建立供应链成员企业竞争与合作的基本模式以及提高供应链企业利润和绩效的研究框架,丰富和发展了供应链优化理论、双渠道供应链理论的研究成果,揭示了不同模式对供应链企业绩效的作用路径、方式等内在机理。通过探讨供应链成员的决策策略来提升成员的利润和绩效,分析不同供应链模式对企业利润和绩效的作用方式和基本流程,为供应链成员决策和协调能力的提升提供实践指导,从而加快企业在互联网背景下的经济增长和发展方式转变。本书的研究内容有助于帮助决策者提高供应链企业的决策能力,减少供应链运作中的成本,增加供应链成员的利润;可以为企业的决策和生产管理等提供高质量的信息服务,而适时准确的信息有助于促进企业提高效率;同时还可为企业的合作伙伴和消费者提供及时、有效的信息资源,通过信息共享提升他们的价值。企业要想抓住机遇、领先对手,关键就是通过信息共享获得有价值的准确信息,从而做出快速决策。本书具有面向广大供应链节点企业的决策参考价值,可以为国内企业的管理者推荐有效的采购与生产计划的制订策略,促使他们在供应链协同过程中做出最优的决策,有利于贯彻落实国家出台的“互联网+”“中国制造 2025”“工业 4.0”等行动计划,大力推进信息化与工业化的深度融合,实现我国由制造大国向制造强国的转变,对我国实施创新驱动发展战略、加快经济转型升级、实现百年强国梦具有十分重要的战略意义。

本书的研究过程和出版得到了浙江省科技厅软科学重点项目“‘互联网+’驱动下的中国(杭州)跨境电商生鲜农产品供应链质量安全与协调优化问题研究”(2016C25028)、国家自然科学基金青年基金资助项目“基于需求响应的高科技产品供应链协同研究”(71602045)、国家自然科学基金面上项目“供应商入侵下考虑成员风险规避行为的供应链决策与协调研究”(71472133)、2016 年度浙江省哲学社会科学研究基地规划课题(16JDGH104)和 2016 年度杭州电子科技大学人文社会科学研究基金课题(2015B012)、2016 年杭州电子科技大学管理科学与工程浙江省高校人文社科重点研究基地项目(ZD04—2016ZB2)的大力资助。另外,本书也受到浙

江省信息化与经济社会发展研究中心的鼎力支持。本书在写作和出版过程中得到了许多专家、教授的帮助和支持,作者在此向他们表示衷心的感谢。首先,要感谢杭州电子科技大学陈畴镛、周青、维兴刚、钱昇、方刚等诸位教授,以及杨伟、曾鸣、魏洁等副教授在我进行科学研究和工作的过程中给予的关心、爱护和帮助。其次,要感谢天津大学李波教授在我学业上的淳淳教诲、无私指导和生活上的悉心关怀。还要感谢浙江大学出版社特别是樊晓燕编审等对本书出版给予的大力支持和细致周到的安排。最后,我要感谢父亲李超明先生和母亲马仁臻女士,是您们在物质和精神上无私支持我,鼓励我勇于攀登科学高峰。在此,我对所有关心和帮助过我的人一并表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中难免存在一些不足之处,恳请读者批评指正。作者邮箱地址:liqinghua@hdu.edu.cn.

李庆华

2017年9月于杭州电子科技大学力行楼

目 录

第 1 章 绪论 / 1

- 1.1 双渠道供应链 / 1
- 1.2 博弈理论 / 5
- 1.3 最优控制理论 / 6
- 1.4 本章小结 / 7

第 2 章 双渠道供应链最优策略的行为科学研究 / 12

- 2.1 双渠道供应链的定价策略与协调机制 / 12
 - 2.1.1 双渠道供应链定价策略问题 / 13
 - 2.1.2 双渠道供应链中的协调问题研究 / 17
- 2.2 供应链成员的行为因素 / 19
 - 2.2.1 成员的公平关切行为 / 19
 - 2.2.2 成员的风险规避行为 / 25
- 2.3 信息不对称下的供应链博弈研究 / 30
- 2.4 本章小结 / 31

第 3 章 考虑公平关切行为的双渠道供应链定价策略 / 32

- 3.1 问题背景 / 32
- 3.2 问题描述与模型建立 / 34
 - 3.2.1 数学符号和假设 / 34
 - 3.2.2 模型描述 / 35
 - 3.2.3 两个渠道的需求函数 / 36

- 3.3 不考虑公平关切行为时的均衡策略 / 38
 - 3.3.1 考虑零售商提供增值服务时的分散式决策 / 38
 - 3.3.2 考虑零售商提供服务的集中式双渠道供应链决策 / 41
 - 3.3.3 零售商增值服务的价值 / 42
 - 3.3.4 开设直销渠道的影响分析 / 44
- 3.4 考虑零售商公平关切行为的均衡策略 / 45
 - 3.4.1 零售商的定价决策问题 / 46
 - 3.4.2 制造商的定价决策问题 / 50
- 3.5 数值分析 / 53
 - 3.5.1 消费者忠诚度的影响分析 / 54
 - 3.5.2 零售商的公平关切程度对成员策略的影响 / 57
- 3.6 不对称信息下基于行为因素的最优决策研究 / 60
- 3.7 本章附录 / 69
 - 3.7.1 命题 3.1 的证明 / 69
 - 3.7.2 命题 3.2 的证明 / 71
 - 3.7.3 引理 3.1 的证明 / 72
 - 3.7.4 Lagrangian 对偶问题 / 73
 - 3.7.5 命题 3.4 的证明 / 73
- 3.8 本章小结 / 76

第 4 章 服务合作模式下双渠道定价决策研究 / 77

- 4.1 问题描述与模型建立 / 79
 - 4.1.1 存在搭便车行为的决策模型 / 81
 - 4.1.2 制造商与零售商服务合作的决策模型 / 85
- 4.2 数值实验分析 / 88
 - 4.2.1 免费搭便车行为的影响 / 88
 - 4.2.2 服务合作的价值 / 90
- 4.3 本章附录 / 92
 - 4.3.1 命题 4.1 的证明 / 92

4.3.2	命题 4.3 的证明	/ 93
4.4	本章小结	/ 94
第 5 章	不对称信息下考虑风险规避零售商的双渠道供应链策略研究	/ 96
5.1	具有风险规避行为的零售商问题描述	/ 97
5.2	对称需求信息下的基准模型	/ 98
5.2.1	单一传统零售渠道时的决策	/ 98
5.2.2	双渠道供应链中成员的最优决策	/ 99
5.3	不对称需求信息下双渠道供应链模型	/ 101
5.4	市场规模服从均匀分布的决策模型	/ 114
5.4.1	不对称信息下双渠道供应链成员的决策	/ 115
5.4.2	不对称信息下风险规避行为对收益函数的影响	/ 118
5.4.3	数值实验分析	/ 123
5.5	本章附录	/ 127
5.5.1	引理 5.2 和命题 5.1 的证明	/ 127
5.5.2	命题 5.2 的证明	/ 128
5.5.3	命题 5.3 的证明	/ 133
5.5.4	命题 5.4 的证明	/ 134
5.5.5	注记 5.1 的证明	/ 136
5.5.6	对称信息情况下成员的利润/效用	/ 137
5.6	本章小结	/ 140
第 6 章	随机商誉下的双渠道供应链动态合作广告策略研究	/ 142
6.1	双渠道供应链的合作广告问题	/ 142
6.2	动态双渠道系统的模型描述	/ 144
6.3	基于 Stackelberg 微分博弈的合作广告模型	/ 145
6.3.1	分散式双渠道供应链决策模型	/ 145
6.3.2	集中式决策模型——基准模型	/ 148

6.4	双向收益共享合同	/ 150
6.5	数值实验分析	/ 151
6.6	本章附录	/ 154
6.6.1	命题 6.1 的证明	/ 154
6.6.2	命题 6.2 的证明	/ 157
6.6.3	命题 6.3 的证明	/ 157
6.6.4	预备知识	/ 158
6.7	本章小结	/ 159

第 7 章 结论与展望 / 160

7.1	总结	/ 160
7.2	展望	/ 162
7.2.1	基于行为因素的可扩展研究方向	/ 162
7.2.2	考虑产品个性化定制的未来研究	/ 163
7.2.3	信息不对称下的决策策略研究	/ 164
7.2.4	考虑新产品开发的未来研究	/ 165
7.2.5	考虑技术创新的供应链成员最优策略制定和供应链协同 问题研究	/ 165

参考文献 / 167

绪 论

目前,随着选择在网络上购物的消费者越来越多,制造商的渠道策略从传统实体销售渠道向网络电子渠道扩展和转移,传统零售渠道与电子渠道相结合的双渠道供应链模式成为重要的销售模式。对于电子商务环境下的双渠道供应链定价等决策问题,部分学者已经从基础理论、竞争机制和契约设计等不同的角度进行了研究。其中市场需求信息无疑对决策双方乃至整条供应链都有着重要意义,远离市场也是制造商不可避免的劣势。本书将尝试在供应链成员完全理性和具有行为因素影响的假设下,研究双渠道供应链成员之间的定价策略及相关决策问题。

在日益激烈的行业竞争下,供应链企业既要面对产品价格竞争和服务质量提高所带来运营压力,又要面对网络化带给客户的在便利性基础上的需求个性化和不确定性压力。基于这些实际背景,本书考虑供应链中各个成员的行为因素,研究双渠道供应链的定价策略和博弈均衡策略,对供应链管理理论的完善和发展具有重要的理论意义,而对于应用于企业的生产与服务实践也具有重要的实践意义。

1.1 双渠道供应链

随着人们生活需求的不断变化,电子商务快速发展,越来越多的制造商选择网络直销渠道作为产品的新的销售渠道。尤其是近年来,传统零售渠道和网络直销渠道相结合的双渠道运营方式已经成为许多品牌制造商的主

要销售模式,如国际商业机器公司(IBM)、苹果(Apple)、柯达(Kodak)、联想(Lenovo)、惠普(HP)、先锋电子(Pioneer Electronics)、耐克(Nike)、雅诗兰黛(Estee Lauder)等都迅速在传统零售渠道的基础上增设了网络直销渠道,而戴尔(Dell)除了在 dell.com 网站上为消费者提供电脑的在线销售和定制外,还开辟了传统门店销售其产品。再比如,新华书店可以通过其遍布全国的连锁实体书店销售图书音像制品,但消费者也可以在网店 winxuan.com (文轩网)来选购所有实体店铺的产品。还有,消费者既可以通过各航空公司的机票销售代理窗口来购买机票,又可以在各航空公司的门户网站或者各家在线机票预订网站(如去哪儿网、去啊(阿里旅行)、携程网、艺龙网等)进行在线购票。

以上多个行业的实例都表明,电子商务环境下的双渠道供应链在现实生活中是普遍存在的。与此相对应的是,越来越多的消费者选择在具备双渠道的供应链中购物。与传统零售渠道相比,网络直销渠道的优势在于:营销成本低,不需要实体门店和大量员工;商品相关信息在网络上的传播速度快,不需要支付广告和促销的大额费用;消费者也可以方便、快捷地查询和保存商品信息;支付方式电子化,大多数银行都提供快捷支付和网上银行服务;方便了数据搜集和消费者信息管理,很多信息可以在联网数据库里查询。制造商通过开设网络直销渠道,使得消费者可以根据自身偏好和需求选择购物渠道,可以增加制造商的潜在市场需求,提高供应链运行的效率。更重要的是,制造商可以通过直接控制分销和定价来获取高额利润。当一个制造商同时运用网络直销渠道和传统零售渠道来满足客户的需求时,这种供应链结构称为双渠道供应链(dual-channel supply chain),或混合渠道供应链(hybrid/mixed channel supply chain)。本书将基于这种双渠道供应链背景来进行成员之间的竞争定价、收益合作等均衡策略的研究。

显然,电子商务的快速发展使得各企业在市场上的竞争更加激烈。为了取得竞争优势,企业采取了多种运作模式,如定价、渠道、广告和增值服务等。而其中价格是最为灵活的因素,也是影响产品市场需求最有效的工具之一。在双渠道供应链环境下,两条渠道各自的定价策略及两渠道间定价策略的互相影响成为近几年研究者们关注的热点问题之一。如何为产品制定一个合理的价格,对企业和消费者来说都非常重要。麦肯锡在对财富1000家企业2001年的成本结构研究中发现,与可变成本、固定成本和销售量相比,定价是能使得收益提升的更加有力的杠杆。在定价方面,1%的改

进平均可以提高 8.6% 的营业毛利^[1]。

双渠道供应链中的定价决策策略有多种形式,其中最主要的有集中式决策和分散式决策两种。集中式决策是指制造商和零售商之间以最大化整体利润为目标进行合作;分散式决策是指制造商和零售商之间保持竞争与合作的双重关系,双方根据对方的策略进行博弈,从而制定最优的价格策略,做出最有利于自身利润的决策。其中集中式决策实现的重要条件是制造商在供应链中占主导地位,或者制造商和零售商之间存在充分的信任和信息交流。

在分散式供应链中,每个企业都是基于自己利润最大化原则,通过与上下游制造商和零售商的信息交流来独立定价的。比如:在制造商主导的市场环境下,产品的批发价格等决策权掌握在制造商手中,零售商是定价策略的接受者。随着产品差异化的程度变得越来越明显,消费者的需求种类也变得越来越多样,可供消费者选择的商品也是种类繁多,市场逐步转变为需求方主导的市场,制造商和零售商在市场中的地位逐渐产生了变化,从很大的程度上来说,零售商成为能对需求产生影响的价格决策者。

消费市场的日益成熟和分销体系的逐步完善,使得市场上涌现出一大批的零售巨头,乐购、沃尔玛、家乐福、苏宁、国美电器等大型零售商已成为制造商销售的核心渠道。随着大型零售商的崛起,供应链中制造商和零售商之间的关系开始发生变化,这主要体现在讨价还价能力的对比上。供应链中批发价格的决策已经不能完全由制造商来控制,而是基于双方讨价还价能力的博弈结果。相对于制造商来说,零售商更加了解消费者的需求发展趋势和消费动机,因此零售商可以通过设定合理的价格的方式来满足消费者的需求。总之,合理定价不仅影响商品的销售量,还影响着制造商的利润。特别地,由于双渠道的构建,制造商增加了网络直销渠道,制造商和零售商相互影响,出于利润最大化的目的,制造商和零售商都会制定不断变化的价格,因此他们之间的定价博弈也愈演愈烈。

关于供应链定价决策的研究成果虽然很丰富,但大多数的研究工作都是基于供应链成员是完全理性的假设,换句话说,供应链中的成员总是以自身利益最大化为决策目标和准则。但行为研究发现,实际决策中的决策者是有限理性的,在市场交易中往往受不同行为习惯的影响,比如公平关切行为和风险规避行为。在公平关切行为作用下,当决策者感到不公平时可能会采取行动,尽管这可能会损失自己的利益,但能达到惩罚对方的目的。另

外,目前外部市场环境具有很强的不确定性,消费者的需求波动也很大,供应链成员在运营过程中承担着一定的风险,所以成员可能会担心运营风险而出现风险规避行为。当前已有文献针对完全理性的决策策略和有限理性的决策策略进行了比较,发现有限理性下的研究结果会偏离完全理性下的结果。因此,虽然成员行为在完全理性下得出的结果可以很好地指导实践中的管理问题,但受到决策者的行为偏好心理影响,当成员具有公平关切行为因素影响或风险规避行为因素影响时,供应链成员将如何决策且这些决策策略对供应链各方和整体的影响如何,这些是需要进一步去研究的问题。因此,研究考虑供应链成员行为因素影响下的决策策略更加具有现实意义。

鉴于上述情况,本书提出以下研究问题:在制造商营销渠道选择策略中引入供应链成员的行为因素,并分析供应链不同的营销渠道模式、供应链成员的公平关切和风险规避行为,以及信息不对称之间的相互影响关系,探讨不同的供应链权力结构和供应链成员的不同行为倾向影响下的双渠道供应链的定价和服务策略,分析不同情况下行为因素对供应链成员的利润和供应链绩效造成的影响。

供应链成员的理性是有限的,很难对所有关于市场和环境的信息进行恰当的处理。渠道运作时的环境是动态和随机的,渠道冲突在渠道运作过程中在所难免。渠道冲突是指某个渠道成员意识到另一个渠道成员正在损害、威胁其利益,或者从事以牺牲其利益为代价获取稀缺资源的活动,从而在他们之间引发争执、敌对和报复行为。渠道冲突的根源在于渠道成员的相互依赖。建立在资源上的相互依赖关系就产生了彼此的权力关系。

按照渠道成员的关系类型,可把渠道冲突分为水平冲突、垂直冲突和多渠道冲突。水平冲突是指同一渠道中同一层次的零售商之间的冲突。这种冲突可能出现在同类零售商之间,如两家百货公司之间;也可能出现在同一渠道层次的不同类型的零售商之间,如超级市场和百货公司之间。垂直冲突是指同一渠道中不同层次成员之间的冲突,如批发商与零售商之间的冲突、批发商与制造商之间的冲突等。多渠道冲突是指当某个制造商建立了两条或两条以上的渠道向同一市场出售其产品(服务)时,发生于这些渠道之间的冲突。

使得渠道之间产生冲突的主要原因包括:(1)价格、折扣原因。(2)存货水平。由于季节性原因,企业产品的销售往往存在淡旺季的问题。(3)服务问题。对部分消费者来说,服务体验比价格更加重要。(4)渠道权力。渠道

权力是渠道管理的重要内容。渠道权力是指一特定渠道成员控制或影响另一渠道成员行为的能力。渠道权力的本质是一种潜在的影响力。渠道权力将最终取决于各成员渠道实力的大小。企业之间渠道权力分布的不均衡可能导致冲突。

本书用到的主要理论和方法为:博弈理论方法、行为运作管理理论和最优控制理论。本书的研究内容主要采用运筹学中的 Kuhn-Tucker 条件以及 Lagrange 条件等;博弈论中的 Stackelberg 博弈、微分博弈;合同理论中的信息不对称理论;变分法中不同约束条件下的动态优化方法;最优控制原理中的最优控制方法和 Bellman 原理、最大值原理、Hamilton-Jacobi-Bellman 方程等理论与分析方法。

1.2 博弈理论

Stackelberg 主从对策博弈问题即具有主从递阶结构的决策问题。Stackelberg 博弈模型是基于数量竞争的博弈,进行了与经济现实中厂商的行为相符的领导者与追随者的二元划分。双寡头模型要求两厂商彼此知悉对方的成本 and 市场需求信息,追随者将领导者的产量视为给定,并依此确定自己的产量。领导者则将追随者的反应视为给定,并依此确定自己的产量。本书在第 3 章研究考虑成员公平关切行为的双渠道供应链最优定价决策问题和第 4 章研究体验式服务合作的双渠道供应链最优定价问题时都用到了 Stackelberg 博弈,其中博弈中主导者的权力要比跟随者的权力大,这是由于主导者可预先估计到跟随者的反应形式,并据此提前做出相应的决策。

越来越多的学者开始重视研究微分博弈理论及其在经济、管理、军事和工程等各个领域的应用。非合作博弈首要关注的是参与者如何在博弈中做出决策。微分博弈论方面的学者在初始阶段主要研究的是博弈均衡解法的存在性等问题上,例如开环纳什均衡解和闭环纳什均衡解等。对于合作微分博弈的研究,主要集中在 Pareto 最优均衡解的存在性问题。早期的微分博弈主要应用于具有高度保密性的领域,比如航空、航海和军事等领域,后来逐渐应用于经济学、管理学和生产与运营管理、创新与研发等多个领域。

微分博弈的定义是:若博弈每个阶段的时差收窄到最小极限,则成为一个具有连续时间的动态博弈,具有连续时间的无限动态博弈即称为微分博

弈。微分博弈不仅可以是序贯开始的,如广告投放博弈、产品定价博弈和新市场进入博弈等,而且也可以是同时开始的,如资源开采或产品研发等。参与者行动的顺序并非是微分博弈的决定因素,往往更多考虑的是时间的连续性及策略的无限性双重角度。在微分博弈中,纳什均衡解法包括开环、闭环和反馈纳什均衡等三种解法。本书第6章研究了考虑动态合作广告的微分 Stackelberg 博弈问题。对于任何一个博弈来说,若博弈中某个参与方在某时间点的行动依赖于其之前的行动,则该博弈就是一个动态博弈。离散动态博弈一般都具有两个或两个以上的阶段。

1.3 最优控制理论

实质上,寻找微分博弈均衡解的过程是一个博弈的所有参与者进行各自动态最优化的过程。本书除了涉及动态规划和最优控制这两个动态最优化技术外,还用到了动态规划方法中的拉格朗日乘子法。动态规划是用于解决动态最优化问题的重要技术方法,是由贝尔曼给出的。其具体内容如下:

最优控制的最大值原理是由庞特里亚金等人建立的。在最优控制理论中,动态最优化问题是由时间变量、状态变量及控制变量三种变量组成的,最后一种变量给出了最优控制理论的命名。本书第6章通过建立系统的 Hamilton 值函数和 HJB 方程来求解时间变量、状态变量及控制变量。

在最优控制系统中,由于受控对象是一个动态系统,所有变量都是时间的函数,所以这是动态最优化问题。这时目标函数不再是普通的函数,而是时间函数的函数,称为泛函。研究最优控制的前提条件是:

- (1) 给出受控系统的动态描述,即状态方程;
- (2) 明确控制作用域;
- (3) 明确初始条件,通常 t_0 给定,若 $x(t_0)$ 给定,称为固定始端,若 $x(t_0)$ 任意,则称为自由始端;
- (4) 明确终端条件、固定终端、自由终端、可变终端;
- (5) 给出目标泛函即性能指标。