

第 5 章 牛鞭效应 (bullwhip effect)

【本章学习目标】

- 了解什么是“牛鞭效应”
- 理解“牛鞭效应”产生的原因及其对供应链绩效的影响
- 掌握弱化或消除“牛鞭效应”的方法

【引导案例分析】 “Michelob”啤酒与牛鞭效应

1. “Michelob”啤酒突然畅销导致脱销

某一天，一家酒吧的客人开始争相喝一种“Michelob”牌的啤酒，很快该品牌啤酒库存不足，开始脱销。酒吧老板 Smith 先生立即向零售商紧急加订平时需求量的 20%，但仍然不能满足大家对“Michelob”牌啤酒的需求。第二天，Smith 先生不得不再加大订量，为平时需求量的 1.5 倍。不幸的是，上一级的零售商也面临着众多酒吧同样的需求暴涨。于是众多零售商们开始向批发商加大订量，但被告知目前“Michelob”牌啤酒已经脱销，增加的订量短期内是不可能马上补足，最多只能补足到现在增订量的 50%。即使制造商增产，也不能满足需求。而经销商们（酒吧和零售商）不愿意丧失千载难逢的大好销售时机，仍然加大增订货量，提升至平时需求量的 1 倍，甚至 2 倍。Smith 先生也开始要求增加 150 箱，甚至 200 箱。但啤酒总是迟迟不能按照订量到达，这样的情况维持了整整 8 个星期。

2. “Michelob”啤酒的滞销

突然有一天，Smith 先生的客人口味又恢复了常态，销量骤然跌回原来的水平。然而 Smith 先生却在几周前加订了“Michelob”牌啤酒，并且供应商都给补足货，Smith 先生的库房都容纳不下了。“Michelob”啤酒的滞销让 Smith 先生损失惨重。

3. “Michelob”啤酒供应链的牛鞭效应

和 Smith 先生同样遭遇的有酒吧老板们、批发商们，还有配送商们。其中损失最大的是“Michelob”牌啤酒制造商。这条啤酒供应链上的四个角色由于损失惨重，不得不坐在一起研究悲剧发生的前因后果。

这种夸大实际需求量变动的订货信息沿着供应链向上游传递，通过经销商，一直传到制造商，甚至到标签供应商、啤酒瓶的供应商，最终导致悲剧的发生。这是现实生活中的真实案例，所反映的现象就是牛鞭效应 (Bullwhip Effect)，即需求波动沿着供应链向上游传递，从消费者到零售商，再到批发商、制造商、供应商，存在逐级放大现象。

一、牛鞭效应与啤酒游戏

1. 牛鞭效应的发现及现象

牛鞭效应也称为需求变异放大效应。当供应链上的各级供应商只根据来自其相邻的下级销售商的需求信息进行供应决策时，需求信息的不真实性会沿着供应链逆流而上，产生逐级放大的现象，到达最源头的供应商时，其获得的需求信息和实际消费市场中的顾客需求信息发生了很大的偏差，需求信息严重扭曲。由于这种需求放大变异效应的影响，上游供应商往往维持比下游供应商更高的库存水平，以应付下游订货的不确定性。

提出“牛鞭效应”这一术语的则是宝洁公司。当某地区的总人口、婴儿出生率和替代品供给比较稳定时，婴儿对该产品的消费量基本是稳定的，零售商那里的销售量变化幅度也不大。但当分销商向宝洁公司订货时，订货量的变化幅度却显著变大。同一时期，宝洁公司向其原材料供应商的订货量波动幅度则更大。为此，宝洁公司使用“牛鞭效应”这一名称来形容供应链中顾客的需求信息在向上游传递过程中发生的被扭曲和放大的现象。

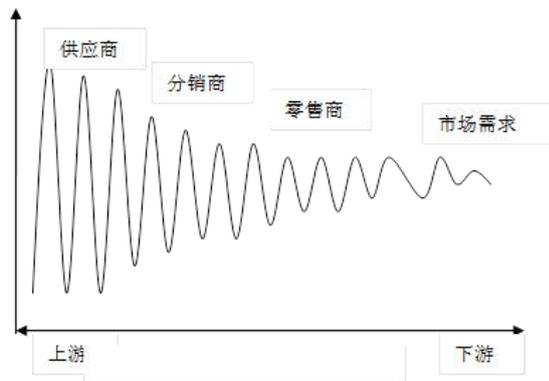


图 5—1 供应链中需求变动的增加

很多领域都证实了牛鞭效应的普遍存在。

2. 牛鞭效应的模拟实验——啤酒游戏

啤酒游戏（**Beer Game**）源于麻省理工学院，是 20 世纪 60 年代由该学校 Sloan 管理学院发展出来的一种模拟简单供应链运营的实验。该游戏通常可以反映牛鞭效应产生的过程。游戏中的供应链包括四个阶段：生产、分销、批发和零售阶段，如图 8-2 所示。每个阶段的主要职责分别如下：

- （1）零售商：向顾客出售啤酒，管理零售商库存，向批发商订货；
- （2）批发商：向零售商出售啤酒，管理批发商库存，向分销商订货；
- （3）分销商：向批发商出售啤酒，管理分销商库存，向生产商订货；
- （4）生产商：向分销商出售啤酒，管理生产商库存，安排啤酒酿制计划。

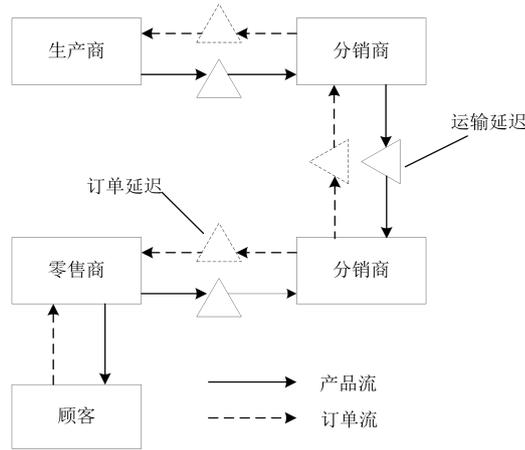


图 5-2 啤酒游戏的供应链结构

游戏的初始条件如下：

- (1) 在零售商、批发商、分销商、生产商各有 12 瓶啤酒的存货；
- (2) 每个运输环节各有 4 瓶啤酒。

开展游戏时，要遵循如下规则：

- (1) 用棋子代替啤酒，一颗棋子代表一瓶啤酒；
- (2) 在供应链每两个阶段间增加一个内过渡阶段，解决延迟问题（如图 8-2），即下游厂商的需求自下订单后要经过一定延迟期才能被上游厂商满足。延迟包括订单处理延迟、运输延迟。其中订单处理期为 1 周，运输延迟期和生产提前期为 1 周；
- (3) 各阶段厂商每期要清算库存量和缺货量，单位库存成本为 0.50 元/周，单位缺货惩罚成本为 1.00 元/周，每个阶段厂商的目标是使当期的总运营成本最小化；
- (4) 除特殊情况外，本游戏只有零售商可以直接看到来自市场的订单需求，其余各级厂商都只能通过相邻的下游厂商的订单来推测市场需求，而且任何两个厂商都不能私自交流信息；

(5) 每期各阶段厂商同时按顺序完成以下活动：

第 1 步：运送在途的啤酒。将啤酒从“运输延迟 1 周”运抵至各级厂商的“现有库存”；

第 2 步：接受下游厂商的订单。读取来自下游厂商的订单，并在本级厂商“收到订单”处作相应记录；

第 3 步：供应下游厂商的需求。如果现有库存量不足以满足下游厂商的需求，则推迟到以后有货物时再供应。每期各阶段厂商应满足的总需求量可用下式计算：

本期总需求量 = 本期接收到的订单需求量 + 上期缺货量

第 4 步：记录库存量和缺货量。清点库房存货，在“现有库存”中做记录；如果有缺货，则在“本期缺货”里做记录；

本期缺货量 = $\text{Max}(0, \text{本期总需求量} - \text{本期发出的啤酒量})$

如上期有 5 瓶啤酒的缺货，本期又收到 6 瓶啤酒的订单，而本期只发出 7 瓶啤酒，则本期最终缺货量为 $(5+6-7) = 4$ 瓶啤酒；

第5步：处理订单。使上期下游厂商的订单需求成为本期各阶段厂商收到的订单（对于生产商来说，就是读取生产任务，然后准备好相应数量的原材料）；

第6步：确定下期订单数量。各阶段厂商向上游厂商订货（生产商确定生产任务），并在本阶段“发出订单”（生产商在“生产任务”）中做记录。

（7）游戏共进行20期，游戏结束后，请每个参与者根据自己收到的订单情况对市场需求量进行估计。

（8）游戏结束时，汇总库存总量和缺货总量，总成本 = (0.50元) × (库存总量) + (1元) × (缺货总量)。

二、牛鞭效应产生的原因

（1）需求预测的修订

为了适应消费者需求的变化，节点企业向上游企业订货时总是在需求预测的基础上进行一定的放大修订，这种错误的信息通过供应链传递到上游，并逐级扩大，最终导致生产量远远偏离实际需求量。

（2）批量订货

期性的订货批量实际反映的是一段时期内累积的需求量，订货批量的波动则反映的是需求量的累积波动，因此，前者的波动比后者明显要大。如果制造商进一步以批量向供应商发出订货，此影响将进一步放大。

（3）订货提前期

供应链各环节之间的订货提前期越长，牛鞭效应的影响就越大。以某零售商为例，它误以为某次随机需求增长为增长趋势，如果订货提前期为两周，则它下订单时会考虑两周内的预期增长。然而，如果零售商的订货提前期为两个月，那它下订单时会考虑两个月内的预期增长。当需求的随机减少被认为是减少趋势时，其理亦然。

（4）价格波动

制造商提供的商业促销和其他短期折扣会导致预先购买，批发商或零售商在折扣期内采购大批产品来满足将来的需求，在促销期后减少采购量或停止订货，从而造成订货数量的大幅波动。

（5）配给和短缺博弈

配给是指供应商将有限的产品按照客户的订货量比例来进行分配供应。

配给方案人为地放大了产品的订货数量，使供应商无法区分订货需求中有多少是消费者实际需求，有多少是零售商因为担心缺货而增加的订货量。因此配给使需求信息在供应链中向上传递时发生了扭曲。

（6）信息共享

零售商与制造商之间缺乏信息共享就导致了制造商订货量的巨大波动。例如，零售商会因为一次促销计划而增加特别订货量。如果制造商不知道此次促销计划，它可能认为此次订货量增加是需求的永久增长，从而向供应商发出更大的订货量。

(7) 供应链结构

当供应链较长时，一方面供应商距离消费者比较远，对需求的预测不准确。另一方面，供应链越长，涉及的成员越多，需求信息的扭曲程度就越大。

三、牛鞭效应对供应链绩效的影响

(1) 导致库存水平升高，库存成本增加。库存水平增加还会导致所需的仓储空间增加，产生更高的仓储成本。

(2) 生产计划变化加剧，额外成本支出增加。节点企业不得不频繁修改生产计划。预期之外的短期产品需求导致了额外成本，例如紧急生产导致的员工加班费用，加快运输费用等。

(3) 供应不稳定，订货提前期延长。需求波动的加大使供应商和制造商的生产计划比平时更难安排。有时会出现生产能力和库存不能满足订单的情况，即使加班加点也难及时完成，从而导致订货提前期延长。

(4) 产品可获得性水平低，客户服务水平下降。当生产能力不足时会导致产品脱销，无法满足客户需求，客户服务水平下降。

(5) 供应链成员关系恶化。牛鞭效应对供应链每个环节的绩效都有负面影响，从而损害各个环节成员间的关系。导致了各个成员之间互不信任，使得潜在的协调努力更加困难。

四. 弱化或消除牛鞭效应的方法

(1) 减小不确定性。减小或消除牛鞭效应最常用的方法是通过集中需求信息，即为供应链的各阶段提供实际的顾客需求的全部信息，来减小整个供应链的不确定性。

然而需要注意的是，即使每个阶段使用同样的需求数据，每一阶段仍可能采用不同的预测方法和不同的采购策略，这两者都可能引起牛鞭效应。此外，即使当每一阶段都使用同样的需求数据、同样的预测方法和同样的订货策略，牛鞭效应仍会继续存在。

(2) 减小变动性。我们可以通过减小顾客需求过程内在的变动性来减小牛鞭效应的影响。例如，如果我们能够减小零售商所观察到的顾客需求的变动性，那么即使出现了牛鞭效应，批发商所观察到的需求的变动性也会相对减小。

我们可以通过采用诸如“天天低价”等策略来减小顾客需求的变动性。当零售商推行天天低价策略时，他们提供的是单一稳定的商品价格，而不是带有周期性价格促销的常规价格。通过消除价格促销，零售商可以消除由于这种促销引起的需求的急骤变化。因此，天天低价策略能够形成更加稳定的、变动性更小的顾客需求模式。

(3) 缩短提前期。由于需求预测提前期加大了需求变动的增幅。我们已经证明了提前期的延长对供应链上各阶段的需求变动产生显著的影响。因此，缩短提前期能够大大地减小整个供应链的牛鞭效应。

我们注意到提前期通常由两部分组成：订货提前期(即生产和运输物品的时间)和信息提前期(即处理订单的时间)。这种区分是很重要的，因为我们可以通过使用直接转运缩短订货提前期，而通过使用电子数据交换缩短信息提前期。

(4) 战略伙伴关系。可以通过实施若干种战略伙伴关系中的任何一种来消除牛鞭效应。这些战略伙伴关系改变了信息共享和库存管理的方式，可能消除牛鞭效应的影响。例如：在供应商管理库存中制造商管理其在零售店的库存，从而决定在每一期自己该持有多少库存量以及应该向零售商发运多少商品。因此，在供应商管理库存中，制造商不需要依赖零售商发出的订单，因而可以彻底地避免牛鞭效应的发生。

五、实例分析：Benetton 贝纳通如何应对牛鞭效应？

(1) 公司简介

Benetton 贝纳是意大利运动服装生产商，成立于 1964 年。到 90 年代，贝纳通在全球 80 多个国家拥有 6000 多间零售店。

(2) 表现

- 快速反应的有效战略：将生产商、仓库、销售和零售商联系在一起。
- 零售商直接通过贝纳通在意大利的计算机系统订货。
- 在 4 周内向新订单发货，比竞争对手提前了几周。

(3) 措施

1) 整合的信息系统

- 全球 EDI 网络将生产和库存信息在代理商间分享
- EDI 订单传送到总部
- EDI 与航空公司联系
- 数据 与生产商连接

2) 协同计划

- 频繁的检查
- 整合配送战略

● 本章小结

“牛鞭效应”意味着随着我们向供应链上游前进，需求的变动程度增加。需求变动程度的增加导致了显著的无效率作业（如供应链中的各机构被迫大量增加库存）。实际上，如在医药行业，这种扭曲的信息能够导致供应链中的总库存超过 100 天的供应量，因此，找出有效的应对牛鞭效应的策略是很重要的。在本章首先分析了“牛鞭效应”产生的原因，随后提出了弱化或消除“牛鞭效应”的策略。

● 思考题

1. “牛鞭效应”产生的原因及弱化或消除“牛鞭效应”的方法？
2. 讨论以下各因素如何有助于减轻“牛鞭效应”的影响：电子商务和互联网、快速送货、合作预测、天天低价、供应商管理库存、供应合同？