

生产运作管理教学实践与情景式教学设计

——以“啤酒游戏”为例

杜福洲 杨威 徐璋茂 邓必超^{*}
北京航空航天大学机械工程及自动化学院

摘要: 基于当代建构主义,在生产运作管理课程中开展啤酒游戏实践活动,通过情景式教学设计,发挥学生的主体性与创造性,让学生代入角色参与游戏,在订货与销售决策的过程中体验“牛鞭效应”,完成对供应链管理知识的建构。基于布卢姆教育目标分类学,分析了啤酒游戏实验的教育目标、教学活动与教学测评,对啤酒游戏实验的改进提出了建议,并对啤酒游戏的未来发展及应用进行展望。

关键词: 供应链; 啤酒游戏; 情景式教学; 布卢姆教育目标分类学

中图分类号: G642 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-6711-12-2024-15-0021

一、引言

当代建构主义在知识观上质疑知识的客观性和确定性,认为知识是动态的和相对的,是人们在社会实践中建立的暂定性的解释和假设。因此,当代建构主义在学习观上主张学习者的主动建构性、社会互动性和情景性,在教学观上更加主张激发学生原有的相关知识和经验,从而促进知识经验的进化。20世纪50年代,麻省理工学院斯隆商学院团队开发了啤酒游戏(Beer Game),模拟了一个简化的供应链网络,将学生带入教师创设的情景,让学生亲身参与市场行为的决策,直观感受信息传递时沿供应链的逐级放大与失真。

近年来,啤酒游戏的实验载体与其教学模式也在不断更新与丰富,如黄敏芳等实现了啤酒游戏的移动应用,借助移动设备便捷地对该游戏进行模拟,研究了如何在软件实现层面进行教学辅助;王昌等研究了在现代管理类课程中基于建构主义理论的体验式教学的内涵,为体验式教学提供了组织模式与实践周期的参考。在啤酒游戏教学设计及实践上,仍缺乏教育理论视角下的系统分析与评价。因此,研究了如何基于建构主义学习理论,通过情景式教学设计,面向智能制造工程专业本科生在生产运作管理课程中开展啤酒游戏教学活动,并基于布卢姆教育目标分类学从学习问题、教学问题、测评问题及一致性问题设计并分析了实验与教学,提升了教学效度。

二、教学目标

“生产运作管理”(Production and Operations Management)属于北京航空航天大学机械及自动化学院智能制造工程方向的专业核心课程,旨在使学

生了解生产管理学的基本概念,掌握现代制造企业在生产系统规划、设计、运营与控制上的基本模式与方法。作为支撑供应链管理、库存管理教学的演练实验,啤酒游戏的教学目标在于:

(1) 理解供应链的动态性:使学生理解游戏规则及其现实背景,进行动态变化的供应链模拟,并帮助学生理解供应链中信息传递和决策的延迟对复杂系统运作的影响。

(2) 认识库存管理挑战及策略:使学生通过游戏体验到库存管理的挑战,包括库存积压和库存短缺如何影响供应链的效率和成本,并在模拟中探索适应于供应链的库存管理策略。

(3) 体会信息流在供应链的作用:鼓励学生在模拟中代入角色,借助信息化手段进行消息传递,通过合理的预测与沟通完成决策,体会到供应链各环节的相互依赖及影响,思考信息流在供应链中的重要性。

(4) 体会精益生产模式与信息化的紧密关系:使学生体会到精益生产模式的优势与实现难度,思考维持供应链鲁棒性的方法,并理解信息化手段在供应链管理中的不可或缺。

三、教学活动

1. 供应链情景营造

(1) 角色介绍

通过对啤酒游戏再设计,教师与学生共分为五类角色开展实验,各角色的职责及游戏任务如表1所示。其中,消费者由教师扮演,为供应链系统提供原始需求输入;零售商、批发商与制造商(以下简称“商家”)由学生扮演,并模拟经营。与斯隆商学院的经典啤酒游戏不同,实验在供应链的上、

下游交互中引入了“司机”这一角色，以强调物流与信息流的重要性，为学生引入合作沟通上的挑战。

表 1 啤酒游戏各角色职责及任务

角色	职责	任务
消费者 (Customer)	向零售商发布啤酒订单	由教师扮演提供啤酒的市场需求输入
零售商 (Retailer)	向批发商发布啤酒订单 接收顾客订单并交付啤酒	进行库存管理合理制定 订单量
批发商 (Wholesaler)	向制造商发布啤酒订单接 收零售商订单并交付啤酒	进行库存管理合理制定 订单量
制造商 (Manufacturer)	发布啤酒生产订单接收批 发商订单并交付啤酒	进行库存管理合理制定 生产量
司机 (Driver)	负责商家之间的订单传达 与啤酒交付	在上、下游之间提供订 单量与实际到货数量

(2) 规则说明

基于各游戏角色的设置，实验构建如图 1 所示的供应链模拟。在供应过程中，实验设置有以下规则，以体现在供应链中物流与信息流的延迟性。①游戏以“周”为单位，单次模拟持续 12 周，在开始时，商家均有一定的初始啤酒库存和资金；②商家只能看到自身的订单、库存、资金信息，位于相邻上下游的商家只能通过司机确定订单数量与实际到货数量；③消费者与零售商之间的啤酒订购与交付无延迟，即消费者的订购行为与零售商的交付行为在同一周内完成，于当周从零售商的啤酒库存中扣除实际销量；④零售商与批发商之间有 2 周的“订购 - 交付”延迟时间，即零售商于第 n 周下达订单给司机，司机于第 n+1 周将订单提供给批发商，批发商于第 n+1 周扣除啤酒库存，交货给司机，司机再于第 n+2 周将货物交付给零售商，记入库存，完成一次订购与交付，批发商与制造商同理；⑤制造商有 2 周的生产延迟时间，即制造商第 n 周下达的生产计划，需要在第 n+2 周生产完成，于第 n+2 周正式记入库存。



图 1 供应链上、下游交互及延迟设置方式

(3) 场景布置

在人员安排与教室布局上，根据学生人数，以“制造商 : 批发商 : 零售商 = 1:2:8”的组成比例进行人员配置，单个商家可由多位学生构成，并按信息沟通需求安排上、下游之间的司机数量。教室采取了如图 2 所示的瀑布式布局，教室最远端设置为制造商，讲台处设置为消费者，与供应链的上、下游关系保持一致。

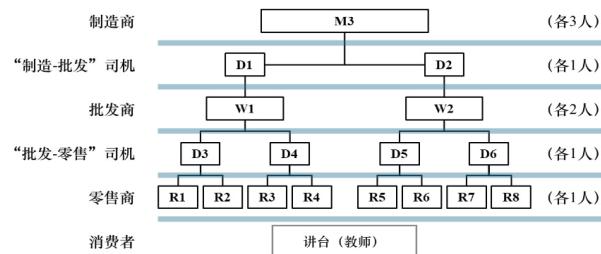


图 2 啤酒游戏教室布局及人数安排参考

实验还设计有角色标志牌、身份牌等道具，提前布置在教室各位置，在学生选择角色后，学生将找寻与道具对应的位置就坐，并借助道具进行角色身份的展示，快速确定自己的上、下游交互对象与任务内容。

2. 实验目标定义

实验选择资金作为目标主线，激励学生思考与经营。在啤酒游戏实验中每一周，都会对资金情况更新，其计算方法参考以下公式：

$$\text{本周库存成本} = \text{啤酒购入(或生产)单价} \times \text{订购量} + \text{仓储成本} \times \text{到货后库存量}$$

$$\text{本周经营收入} = \text{啤酒售价} \times \text{实销数量} + \text{啤酒售价} \times \text{补救系数} \times \text{本周过期补救数量}$$

在上述的计算过程中，还设计了订单过期惩罚作为目标暗线，体现在补救订单售价的降低以及最终结算时的惩罚。在商家的库存小于收到的订单数时，会存在订单无法完成导致过期的情况；过期订单可以在下一周及之后，完成进货且库存有余量时，通过过期订单补救的方式进行处理，但是订单对应的售价会降低。

在 12 周的模拟完成后，将本次实验最终结算，结算的内容包括剩余的资金与库存，进行中的订购（生产）订单以及订单过期惩罚项，计算方法为：

$$\text{结算分数} = \text{资金结余} + \text{进行中订货 / 生产订单金额} + \text{库存啤酒价值} - \text{订单过期惩罚}$$

其中，进行中的订货 / 生产订单金额一般指最后两周下达的订单金额数总和，鼓励学生在最后两周按照预测规律继续订购或生产，而不是受到实验的时间限制这一模拟外因素而停止下单。订单过期惩罚指在第十二周结束时，由未补救的过期订单带来的损失，定为最后一周的啤酒售价乘以未补救的过期订单数量。

3. 游戏演练与讨论

为了方便学生理解游戏规则与游戏操作，游戏中的一周划分为以下三个阶段：到货或产出阶段，交付阶段以及订购或投产阶段。各角色在每周内的具体操作内容如表 2 所示，教师在一周的模拟周期内，可以使用 PPT 及声音信号适时告知学生各阶段的起始节点，以有效推进游戏。供应链将从第三周

开始，在所有角色间建立起完整的“到货/产出→交付→订购/投产”循环。

表2 各角色每周内的操作内容

角色		各阶段对应的操作	
	①到货/产出	②交付	③订购/投产
消费者	/	制定本周零售需求	/
零售商	两周前的订单到货，司机提供实际到货量，记入库存	与消费者确认本周零售需求，决定实际销量，扣除库存	制定本周订购量
批发商	两周前的订单到货，司机提供实际到货量，记入库存	与司机确认上周订购量，决定实际销量，扣除库存	制定本周订购量
制造商	两周前的生产完成，实际生产量记入库存	与司机确认上周订购量，决定实际销量，扣除库存	制定本周生产量

在实际课程中，共进行了三次啤酒游戏的模拟实验：其中第一轮设计为预热实验，主要协助学生熟悉实验操作过程，推进速度较慢，并采取变化较为平缓啤酒需求量作为输入；第二轮为波动体验实验，目的在查看在需求影响波动较大时学生制定的策略，给予拥有较大震荡与较大极差的需求量作为输入；第三轮为调换实验，在学生之间自由交换角色，使学生体验供应链中不同的角色，并在库存成本上给予了调整。上述三次模拟实验对应的需求输入如图5所示。以第一次模拟实验为例，如图6所示，实验中体现出了需求信息从下游到上游的逐级放大。

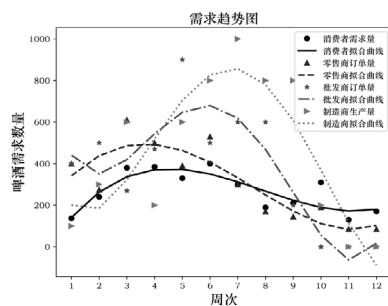


图5 三次模拟实验的消费者需求输入趋势图

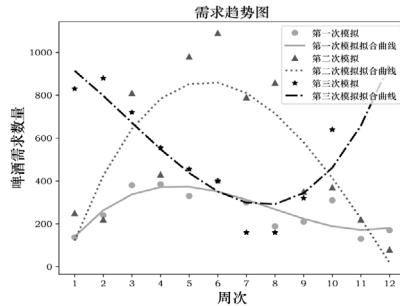


图6 第一次模拟实验需求放大效应示意图

在完成三轮啤酒游戏实验后，教师引导学生自由发表感想，对游戏活动的过程展开讨论，与此同时，由助教协助完成对三轮游戏的数据分析与可视化呈现。在完成讨论环节后，将啤酒游戏实验数据的分

析结果展示出来，以教师口述的方式，完成对游戏的复盘与知识的总结。

四、教学评价

布卢姆教育目标分类学在分类学视野下论述了学与教及其测评，对于目标、活动、测评的分类与设置主要是要回答三个问题：选择什么样的知识让学生学习，怎样让学生在更高层次上学习，如何确定学生的学习情况，即：把学生带到哪儿了？怎样把学生带到那儿？怎样保证学生到了那儿？我们将本课程的目标、活动与评价依据布卢姆的分类表分类，如表3所示。

表3 “啤酒游戏”案例：目标、教学活动和测评在分类表中的位置

知识维度	认知过程维度					
	1. 记忆	2. 理解	3. 应用	4. 分析	5. 评价	6. 创造
A. 事实性知识	活动1 测评2					测评2
B. 概念性知识		目标1 活动1 测评1, 2		活动4 活动5	测评2	
C. 程序性知识			目标2 活动2, 3			测评2
D. 元认知知识			目标3	目标4		

通过该表格我们能够基于学习问题、教学问题、测评问题对本情景式教学案例分析，并审视目标、教学活动与测评三者的一致性。

1. 学习问题

本实验真正的重点是让学生认识到供应链管理中信息不对称所导致的“牛鞭效应”，学生在啤酒游戏中通过亲身感受市场的起伏波动，深刻认知信息流对供应链的作用，信息的短缺导致“牛鞭效应”产生，使市场崩盘。啤酒游戏这一项教学活动可能并非只涉及表中的几项，啤酒游戏在一定层面上是较复杂的认知过程，涉及到用户基于现有的多维知识对市场作实时的分析、评价与决策执行（创造），这种较复杂的认知过程可以用来实现复杂程度较低的认知过程的教育目标，且这种情景式教学下习得的知识，会长期保留在记忆中，且易于迁移。因此，学生可能在仅仅几节课的啤酒游戏后，对供应链与市场有深刻的理解。

2. 教学问题

课程将大部分时间用于啤酒游戏的开展中，而花了较少的时间对目标中的记忆事实性知识、理解概念性知识展开介绍。需要注意区分教学活动与教育目标，在课堂实施情景式教学，带领学生做啤酒游戏，这是教学活动，而教育目标应当是从啤酒游戏中更深层地意识到市场的波动、信息不对称带来

的供应链管理的困境。学生可能更感兴趣于从事这项活动，而不是从活动中学习，因此需要教师适当地引导与启发。

3. 测评问题

测评分为形成性测评与终结性测评，形成性测评用于改善学生学习效果，而终结性测评用于评定学生成绩。形成性测评的形式通常更加随意，本分类表的测评 1 与测评 2 主要指终结性测评，而在游戏开展过程中，其实也存在多种形成性测评，例如在游戏过程中对学生的引导性提问、教师观察等，都一定程度上与目标 1 与目标 2 相一致，形成性测评为学生提供了如何达到学习目标的信息，否则学生可能将在游戏中迷失，追求心中所误解的目标。终结性测评的评分标准应当与教育目标保持一致。

4. 一致性问题

尽管啤酒游戏是希望参与者作出尽可能合理的、效益更高的库存管理与买卖策略，但学习内容的核心是基于信息不对称的认知作出更合理的分析、评价和创造，因此测评更加针对创造这一认知过程，与目标、活动表现出不一致性。因此依据测评可以发现，我们对于教学目标的撰写和表达其实还不够准确，仅用理解供应链动态性、掌握库存管理原则等表达不足以表现出我们对学生完整的教育期待。应当调整为理解供应链动态性、掌握应用库存管理原则并基于供应链动态性能够分析、评价供应链中的信息不对称、牛鞭效应，能够创造一定的管理策略。这样写似乎对学生的要求十分高，然而只有这样才能保证目标与测评一致。因此也应当适当考虑测评 2 的标准。如果测评 2 的标准立足与学生并非一定要有足够好的管理策略，而只是需要正确阐述对供应链管理规律（事实性知识、概念性知识）的认知，则可以与当前的目标 1 对应。

对目标、活动、测评的设置均需要非常谨慎，否则将无法使学生达到好的学习效果。例如，如果这门实验课是开设在一些商业投资培训机构，那么目标就应当是学生掌握更先进的投资策略，从而达到更好的、稳定的收益。从专业教育的角度，则不应当将游戏的得分作为测评标准，也不应将追求得分作为教育目标，教学活动的开展也不一定要提高各位学生的游戏得分。

五、总结与展望

建构主义理论与布卢姆教育目标分类学理论保持了一致性，建构主义支持在活动中学习，创设教学情景，而本案例的啤酒游戏就是为学生创设了一个供应链的模拟情景，而学生在这个情景中的决策

设计是高维的、复杂的认知过程，因此对学生达到较简单的认知目标有促进作用，且能够促进知识的保持与迁移，这也一定程度上支撑了建构主义理论。

有望且有必要将布卢姆教育目标分类学进一步推广至各类课程，用于检验目标、活动与测评的一致性问题，并对三类任务进行修正，明确的教育目标对教学活动的开展、学生的学习评价有重要的指导意义。在本实验中，通过对啤酒游戏实验课程的目标、活动与测评的分类，我们可以发现目标表述与设置存在的问题，测评的不合理性，也认识到教学活动应当适当调整，以提升教学效度。

几十年来，啤酒游戏产生于课堂、应用于课堂，希望能进一步将啤酒游戏拓展至教学以外的活动。不同性格、认知的参与者可能有不同的投资倾向，基于每一位参与者在游戏中的表现生成用户画像，可以对用户进行投资建议、职业推荐、性格分析、生活建议等，用户可经过虚拟学习到真人竞赛的比赛过程，基于用户信息调查、基于信息的特征建模等手段，生成用户个性化画像的系统。用于人力资源管理、职业考核、个人兴趣爱好等，进行群体行为中的博弈与用户感受研究。有望利用 AIGC 技术（ChatGPT、New Bing）生成特殊情况，给啤酒游戏增加趣味与随机性，也可以利用 AIGC 技术生成虚拟玩家与用户对战。

参考文献：

- [1] 黄敏芳，王颜新.“供应链与物流管理”课程实验教学探索——“啤酒游戏”移动应用的实现[J].工业和信息化教育，2017 (09)：46–52.
- [2] 王昌，马尚才，刘小玲，等.建构主义体验式教学在现代管理类课程中的实践[J].教育理论与实践，2009，29 (15)：53–55.
- [3] 张春莉，马晓丹.布卢姆教育目标分类学修订版在数学学科中的应用[J].课程·教材·教法，2017，37 (01)：119–124.
- [4] 皮连生.从教育目标分类学看语文学科核心素养论[J].课程·教材·教法，2022，42 (02)：4–11.

作者简介：杜福洲（1976—），男，汉族，山东潍坊人，北京航空航天大学工业与制造系统工程系教授、博士，主要从事现代质量工程、大部件测量与装配，人工智能应用研究；杨威（2001—），男，汉族，湖北咸宁人，北京航空航天大学硕士研究生（国优计划），主要从事机器视觉、增强现实研究；徐璋茂（1997—），男，汉族，湖南岳阳人，北京航空航天大学博士研究生，主要从事增强现实、人体骨架识别研究。

通讯作者：邓必超（1979—），男，汉族，北京航空航天大学工业与制造系统工程系实验室主任、工程师、硕士，主要从事制造执行系统、生产物流管控、柔性智能生产系统研究。