

制造企业与制造物流组织的对偶原理

沈广亚, 张宁

(北京航空航天大学经济管理学院, 北京 100191)

摘要: 制造企业与制造物流的产业组织存在经济学意义上的对偶关系。这种对偶关系取决于三个基本要素: ①以制造产品为对象组织生产的规模经济效益; ②以制造技术为对象组织生产的规模经济效益; ③以制造物流为企业产品交换纽带的交易成本。当制造技术进步和制造物流组织具有规模经济与网络经济效应时, 制造物流才能做到迅捷性、低成本性、准时性和可靠性, 支撑我国实施制造强国战略。从制造企业的生产组织分析入手, 将制造企业划分为以制造产品为对象和以制造技术为对象的两种理想化生产组织, 建立模型分析了它们与制造物流的组织耦合特性。

关键词: 制造物流; 对偶产业; 制造企业; 产业发展

中图分类号: F259.23 **文献标识码:** A

Duality Principle of Organization between Manufacture's Company and Logistics

Shen Guangya, Zhang Ning

(School of Economics and Management, Beihang University, Beijing 100191, China)

Abstract: The organization of manufacture's company and logistics involves duality relationship due to the economics definition. The relationship depends on three critical factors: ① the scale economy on the division of manufacture product; ② the scale economy on the division of manufacture technology; ③ the transaction cost on the manufacture logistics. When the manufacture technology makes progress and the manufacture logistics owns the scale economy and network economy, the manufacture logistics can achieve rapidity, low cost, punctuality and reliability, so that it is able to support the development strategy of the manufacture power in China. This article is started with the analysis of production organization for manufacturers and classifies them into two ideal production organizations of manufacture product division and manufacture technology division. It formulates programming models to demonstrate the duality between the manufacture company and manufacture logistics.

Key words: manufacture logistics; dual industry; manufacture company; industry development

一、前言

依据经济学的定义, 对偶产业指具有相互确定关系的两个产业。对偶理论主要研究经济学中的相

互确定关系, 涉及经济学的诸多方面。例如, 产出与成本的对偶和效用与支出的对偶是经济学中典型的对偶关系。经济系统中还有许多其他这样的对偶关系, 如王根蓓^[1]和李山寨^[2,3]所做的研究工作。

收稿日期: 2015-05-22; 修回日期: 2015-06-17

作者简介: 沈广亚, 北京航空航天大学经济管理学院, 管理科学与工程专业博士研究生, 主要研究方向为制造资源优化配置;

E-mail: nzhang@buaa.edu.cn

基金项目: 中国工程院重大研究课题“制造强国”战略研究(2013-ZD-4)

本刊网址: www.enginsci.cn

其中，制造企业与制造物流的组织就是一种经济学意义上的对偶关系，但是前人还没有研究过这种对偶关系。

就制造企业与制造物流的对偶关系而言，一定业态的制造业决定了物流服务业一定的业态，而一定业态的物流服务业也决定了制造业一定的业态。与我国现行制造业的企业业态对比明显，我国物流服务业的企业业态分工过细，缺乏供应链整体组织与服务。汽运、铁路运输、水运、空运、仓储、货运代理等，虽然有明确的分工，却没有一体化的协作。即使在同一运输方式内部，各自为战、人自为战的现象也极为普遍。各种运输方式之间与同一运输方式内部的运输组织一直缺乏一体化的协同和衔接。运输组织没有达到联程联运整体化运作的要求及境界。而联程联运是运输及物流企业为用户做到门对门多样化服务，为运输协同过程做到“一单到底、一个价格、一个代码、一个时刻表”的最优化制造物流组织方式。

当前，我国的制造业业态与物流服务业业态在经济上的对偶关系是一种产业发展成熟度较低的对偶关系，是一种非良性循环的经济结构关系。这种低效率、低水平的经济结构却有着很高的稳定性。我国在现阶段调整升级产业结构依旧面临巨大的挑战，尚需付出艰辛的努力。我国制造企业普遍认为，外包物流服务企业不尽如人意，“靠不住”——时间、质量与服务保障差，急需时刻见不到车辆，车辆型号与货物不匹配，需用数量与时间不匹配，运输过程损耗高，野蛮装卸，在途信息不清楚，服务无标准，一问三不知等。制造企业遭遇的痛苦经历迫使制造企业自己建立运输与仓储服务部门，或是成立自己的供应链公司，甚至自己修铁路，办铁路运输，以致制造物流服务还没有真正形成产业。我国制造物流服务服务企业普遍认为，制造企业拥有车队和运输公司，物流企业只能通过挖掘制造企业自己干不了或不愿干的事来发展自己的业务。制造物流企业只能提供一种跟随性与辅助性的服务，是被动的服务企业，这又强化了制造企业自我完善物流的动机。

现代制造物流服务的对偶产业是即将发展的战略性新兴产业。打造我国的战略性新兴产业要以发展和利用“颠覆性技术”为突破口，创建一系列有国家竞争力的制造企业；此外，还必须打造

好现代制造物流服务业。我们今天必须要学会组织全球供应链，整合产品与技术的外部研发，整合生产与服务的外部协作，整合其他各种社会资源，并且做到通过集中自有资源来开发核心技术及关键产品。连接这种产业协同的纽带就是供应链组织——以新型经济业态出现的现代制造物流服务。

从对偶关系看，战略性新兴产业势必将生产链两端的服务业剥离出来，并将这些分散广、网络性强的服务需求在全社会集聚起来，形成孕育现代制造物流的产床，构建一个有规模经济、范围经济和网络经济的产业组织，最终建设出一个相对独立的、为供应链服务的产业形态——现代制造物流服务业。

二、工厂定义

按制造企业生产过程的投入产出关系分析，制造企业的产出为制造产品或制造服务。制造产品包括原材料、零部件、总成件、半成品和产成品等内容；制造服务包括代理加工、代理制造、代理装配、代理维修、代理产品和工艺设计等内容。制造企业的投入为原材料、零部件、技术、资本和劳动力等内容。制造企业按产品对象分工提供制造产品，按制造技术分工提供制造服务。一般而言，同一制造企业既可产出制造产品，也可产出制造服务；但其主业要么偏重制造产品，要么偏重制造服务。

定义工厂为制造企业从事生产活动的基本单位，它是制造企业生产制造产品或制造服务的一个空间集中地或场所。假设一个制造企业拥有 Q 个工厂，工厂之间的物流交换定义为内部物流，工厂与外部企业的物流交换定义为外部物流，包括投入物流与产出物流，如图 1 所示。

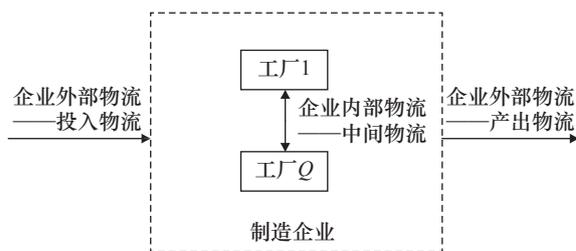


图 1 制造企业的投入产出关系

三、基于产品或制造技术的专业化

制造企业的工厂分工按专业化组织形态可分为按产品分工和按制造技术分工两种基本类型。如图2所示，按产品分工的技术经济优势是按产品类别实现原材料加工、零配件制造、总成件装配、最终产品装配的均衡布局与最终产品的规模经济生产；按制造技术分工的技术经济优势是按制造技术类别，包括原材料加工、零配件加工、总成件装配、最终产品装配等，分别实现单个制造技术环节的规模经济生产。表1从理想经济规模、物流品类、生产联系、组织结构、事业部组织、管理对象、社会化专业性生产与协作等七个方面，对按产品分工与按制造技术分工的生产组织形态进行了比较。就现代产业组织而言，“互联网+制造”的产业组织形态倾向选择按制造技术分工，突

出了装备生产的基础功能，并要求分离制造技术与产品线生产运作，在产品生产组织上实施高度社会化分工的生产协作。

四、制造企业与制造物流的组织耦合性

假设制造企业拥有可以独立形成制造工厂的 M 项技术方案，技术方案 k 的资源限制为 S_k 。该制造企业生产 N 项产品，产品 i 的市场价格为 P_i ，以及产品 i 使用技术方案 k 资源的消耗系数为 a_{ik} ，产品 i 使用物流资源的消耗系数为 b_i ，此外物流资源没有限制。考虑以产品 i 利用技术方案 k 加工产品的单位成本为 $C_i(a_{ik}x_i)$ ，单位物流成本为 $L_{ik}(b_i x_i)$ ，且满足 $d^2 C_{ik}/dx_i^2 \geq 0$ 和 $d^2 L_{ik}/dx_i^2 \geq 0$ 。

设生产产品 i 的数量为 x_i ，以产品分工为对象

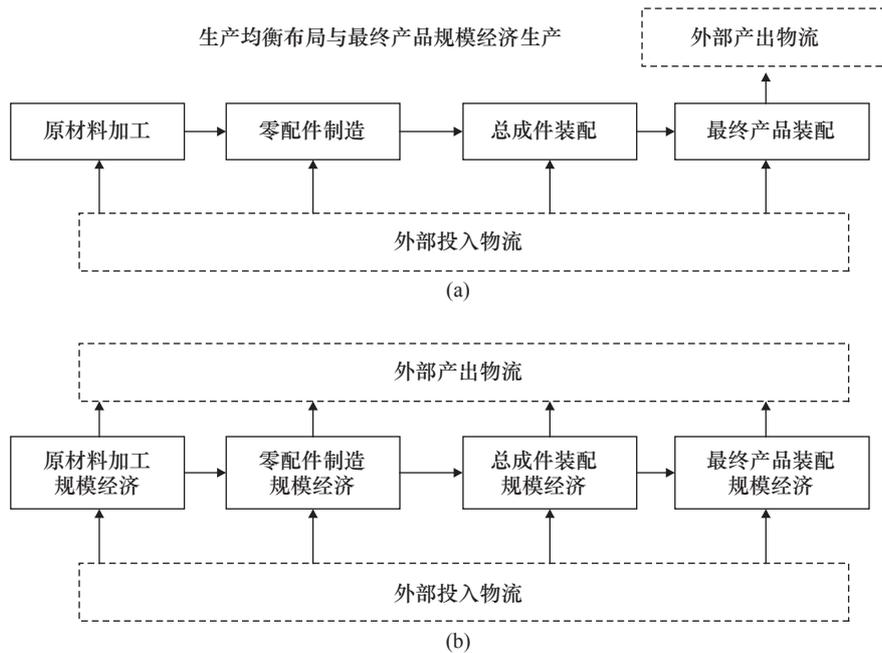


图2 按产品分工与按制造技术分工的生产组织形态比较

表1 按产品分工与按制造技术分工的生产组织形态比较

比较指标 \ 比较类型	按产品分工	按制造技术分工
理想经济规模	大	非常大
物流品类	多	非常多
生产联系	层级化线性	扁平化网络
组织结构	直线职能制	矩阵制
事业部组织	依托产品对象	分别依托制造技术与产品
管理对象	产品与制造管理职能一体化	分离产品管理职能与制造管理职能
社会化专业性生产与协作	成熟度低	成熟度高

设置工厂，生产计划优化模型为

$$\max \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^M [P_i - C_{ik}(a_{ik}x_i) - L_{ik}(b_i x_i)] x_i \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^N a_{ik} x_i \leq S_k, \forall k \in \{1, \dots, M\} \quad (2)$$

考虑以制造技术分工为对象设置工厂，生产计划优化模型为

$$\max \sum_{k=1}^M \left[P_i - C_{ik} \left(\sum_{i=1}^N a_{ik} x_i \right) - L_{ik} \left(\sum_{i=1}^N b_i x_i \right) \right] x_i \quad (3)$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^N a_{ik} x_i \leq S_k, \forall k \in \{1, \dots, M\} \quad (4)$$

若 $dC_{ik}/dx_i \leq 0$ 且 $dL_{ik}/dx_i \leq 0$ ，即制造技术的专业化分工的规模经济效益远大于按产品对象组织的生产，而其交易成本远低于按产品对象组织的生产，相应的物流组织也必须按规模化、网络化运行；相应地说，要有规模化、网络化的供应链组织，才能支撑制造技术的专业化分工。这种特性反映了德国提出“工业 4.0”的经济要求。

反之，当制造物流表现出交易成本过大时，必

将阻碍按制造技术的专业化进行产业分工，产业组织只能选择按产品对象组织生产。这种特性反映了我国产业组织的经济现状。

五、制造物流的组织

如表 2 所示，按产品分工布局工厂，企业制造物流的规模可以较大，物流品类也较为单一；按制造技术分工布局工厂，企业制造物流的总体规模非常大，但物流品类复杂。为实现企业制造物流的迅捷、低成本、准时和可靠保障的要求，在按制造技术分工布局工厂时，要求物流供应商必须相对集中，要求依据项目需求计划，并依靠物流运行网络平台、企业资源计划（ERP）信息平台 and 物流配送中心来统一指挥与调度管理；在物流运输及其他资源的利用上，也需要广泛利用社会资源来充分降低综合物流成本。换言之，在企业的生产组织从以产品生产为主体转向以分离制造技术与产品线生产的社会化分工与协作方式时，通常采用物料需求计划（MRP）信息平台，沿用分散化物流服务供应商、单线物流管理的方式，企业制造物流的迅捷性将降低，物流成本将上升，供应准时性将下降，供应保障能力将弱化。

表 2 按产品分工与按制造技术分工的企业制造物流的组织协同

比较指标 \ 比较类型	按产品分工	按制造技术分工
物流规模	一般或较大	非常大
物流服务供应商	零散	集中
供应链管理	单线业务管理	网络平台管理
信息化要求	物料需求计划信息平台	企业资源计划信息平台
仓储运作	仓库管理	配送中心管理
运输组织	倾向于自营	倾向于外包
物流运行与调度	基于生产计划	基于项目计划

六、结语

研究制造企业与制造物流的组织业态在产业组织研究领域具有重要意义。笔者是在承担制造服务战略研究的子课题“制造物流服务业”的研究过程中，逐步认识和理解这种产业组织关系的，即制造企业的生产组织与制造物流的产业组织之间存在对偶关系，需要找到一条有效路径，采用市场经济调控手段，发展制造物流产业，支撑我国实现制造强国战略。到目前为止，笔者的研究

工作仅是一个开端，提出了一点初浅的想法，此外还存在大量亟待认识的问题值得进一步去做深入细致的分析与研究工作。

参考文献

- [1] 王根蓓. 对偶性一般均衡分析与国际贸易理论的深化——基于迪克西特与诺曼著《国际贸易理论》的分析[J]. 经济学(季刊), 2005, 4(3): 803-820.
- [2] 李山寨. 论生产和成本理论中的纵横交错对偶性[J]. 商业时代, 2010(14): 79-80.
- [3] 李山寨. 投入与产出的对偶性及其行为单决策均衡原理[J]. 科技和产业, 2011, 11(10): 82-88, 104.