

区域产业结构系统工程

——理论与实践

杨建梅 刘永清 著

华南理工大学出版社

前 言

按照系统工程结构决定功能的观点,产业结构决定着经济发展的水平,因此,对产业结构的研究具有重要的意义。

长期以来,经济学界大都采用实证的方法对国家一级的产业结构进行分析。本书则是在对区域产业结构的基本概念进行系统思考之后,将它纳入系统工程研究的范畴,用系统工程的理论与方法,包括西蒙复杂性构造理论,霍尔硬系统工程方法论,切克兰德软系统方法论以及各种系统技法,对之进行探讨。因此,这是一本偏重于区域产业结构研究方法论的著作。为了使研究不流于空泛,本书又以广州市(广东省)为例进行论述,这样,也可以将它看成是一本研究广州市(广东省)产业结构的专著。笔者希望从系统工程中获得新的洞察力,以深化对产业结构的分析,也试图寻求新的产业结构研究的方法论。研究思路是从经济学与系统工程两个起点展开的,研究内容分为八章。

在第六章第四节中采用了作者1989年为广州市科委“新兴产业预测与产业结构优化”课题所设计的优化模型。参加相关课题的还有广州市经济研究所、广州市科技情报所以及华南理工大学自动化系研究生班蔡广基、陈营慧等同志,作者在与他们的合作中受益匪浅。此外,在数据处理中还得到管理工程系滕建秋、曾尚挺等同学的帮助。

本书是在国家自然科学基金的资助下撰写出版的。在撰写过程中参考了国内许多学者的论著,在出版过程中还得到华南理工大学出版社、管理工程系与自动化系的大力支持,在此一并深表谢意。

由于作者水平所限,书中的不当之处在所难免,真诚地希望能与读者共同探讨,商榷。

作 者

1992.9

目 录

前言

第一章 绪 论

第一节	经济学界对产业结构的研究	(1)
第二节	系统工程方法论的进展	(3)
第三节	本书所做的工作	(4)

第二章 产业结构几个基本概念的系统思考

第一节	引言	(7)
第二节	产业系统	(7)
第三节	产业系统的结构	(8)
第四节	产业结构与经济发展	(9)
第五节	区域产业结构的系统性	(10)

第三章 产业系统的复杂性构造——广州市产业结构的层级性分析

第一节	引言	(11)
第二节	复杂系统的构造	(12)
第三节	产业结构层级性分析的理论准备	(13)
第四节	广州市产业结构的层级性分析	(16)
第五节	广州市产业结构层级性分析的意义	(29)
第六节	几点说明	(31)
附 录	广州市35部门产业系统的层级构造模型	(32)

第四章 区域产业结构的现状分析——广州市产业结构的历史与现状

第一节	引言	(38)
第二节	广州市产业结构的“经验法则”分析	(39)
第三节	广州市三次产业结构变动速度分析	(45)
第四节	广州市产业结构的新陈代谢分析	(48)
第五节	广州市产业结构的二元状态分析	(55)
第六节	广州市产业结构的双重指标分析	(57)
第七节	广州市产业结构的投入产出三角化分析	(59)
第八节	广州市产业结构的地平线图分析	(61)
第九节	本章小结	(64)

第五章 区域重点产业选择的系统决策

— 广州市规划期重点工业行业的选择

第一节	引言	(67)
第二节	单纯递阶结构的AHP模型在广州市 重点工业行业选择中的应用	(68)
第三节	方案层内部依存的AHP模型在广州市 重点工业行业选择中的应用	(88)
第四节	问题讨论	(94)
第五节	进一步的工作	(96)

第六章 区域产业结构的硬系统工程研究

— 广州市1991年~2000年产业结构的优化

第一节	引言	(100)
第二节	硬系统工程的特点与霍尔系统工程方法论	(100)
第三节	产业系统与被设计的工程系统	(102)
第四节	硬系统工程方法论在广州市1991年~2000年 产业结构优化研究中的应用	(102)
第五节	有关问题的说明	(124)

第七章 区域产业结构的软系统方法论研究

— 广东省产业结构的规划与调整

第一节	引言	(148)
第二节	人类活动系统	(148)
第三节	软系统方法论简介	(152)
第四节	产业系统与人类活动系统	(154)
第五节	广东省产业结构的软系统方法论研究	(155)

第八章 结束语

参考文献	(183)
------------	---------

第一章 绪 论

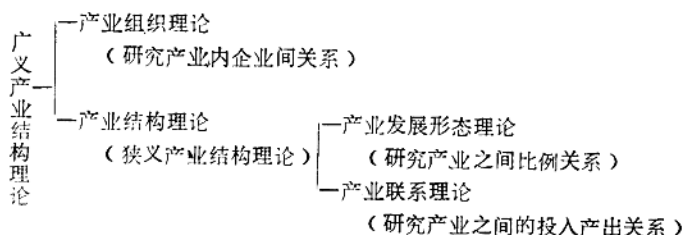
经济学的研究指出，经济发展的过程就是产业结构的演变过程。因此，发展中国家进行产业结构的规划，主动推动产业结构向高级化演进，对于加速经济的发展无疑具有重大的意义。

第一节 经济学界对产业结构的研究

产业结构是一个很新的概念，直至20世纪70年代，经济学界才有较统一的产业结构概念。经济学界的产业结构理论分为广义的与狭义两种。广义的产业结构理论包括研究产业内的企业间关系的“产业组织理论”以及研究产业之间关系结构的“产业结构理论”。狭义的产业结构理论仅指产业之间关系结构理论。

狭义的产业结构理论又分为“产业发展形态理论”与“产业联系理论”两小类。产业发展形态理论研究产业之间的比例关系及其变化；而产业联系理论研究产业之间的投入产出关系。

上述研究内容可图示如下：



经济学界常说的产业结构指的是狭义的产业结构概念。本文遵照这一惯例。

产业结构的研究可以追溯至17世纪的英国古典经济学家配第。他在《政治算术》一书中，对劳动力的部门移动进行了研究。20世纪40年代英国经济学家克拉克在他的名著《经济进步的条件》中，则进一步提出了就业人口随着经济发展在三次产业中分布如何变化的理论。上述二人的研究成果被称为配第-克拉克定律。这是从资源角度分析的产业结构演变规律。

美国经济学家库兹涅兹在《各国经济增长的数量分析》（1959），《现代经济的增长》（1966）等著作中，提出了相对国民收入即比较劳动生产率的概念及其变化规律。这就是产业结构的另一个规律——库兹涅兹定律。这个定律将资源投入与实现的国民收入结合起来，得到了从经济效益角度来分析的产业结构的演变规律。

除了研究三次产业的演变规律之外，德国经济学家霍夫曼对工业内部结构进行了开拓性研究。本世纪30年代，他在《工业化的阶段与类型》一书中，提出了工业结构变化

的霍夫曼定理。霍夫曼认为，消费资料净产值与资本资料净产值之比，即霍夫曼比例，在工业化进程中是不断下降的。

二次大战后，日本经济学家盐野谷祐一用总产值代替净产值指标，重新对霍夫曼比例进行了估算。他发现凡人均国民收入超过200~300美元（以1950年价格计算）的国家，霍夫曼比例实际上是不变的，而处于这个水平以下的国家，霍夫曼比例是下降的。但是不管什么类型的国家，重工业比重增大却是普遍存在的现象。

上述定理都是在分析大量历史数据中得出的结论，因而都可称为产业结构的“经验性法则”。它们属于产业发展形态理论的成果。

与此同时，由美国经济学家列昂惕夫在本世纪30年代提出的产业联系理论即投入产出理论，在产业结构的研究中得到了越来越广泛的应用。

投入产出表是投入产出理论的核心。基于投入产出表可以求出一系列指标值，来进行产业间的直接依存制约关系或波及效果分析，列昂惕夫在1963年发表的“发展的结构”一文中，又提出了分析产业结构的投入产出三角化与地平线图方法。

70年代以来，产业结构的实证研究又有了新的发现。日本经济学家提出，在工业结构的重工业化进程中，还会出现工业结构的“高加工度化”趋势。即当原材料工业发展到一定程度后，加工组装工业的发展速度要高于原材料加工业。若从工业资源的角度来讲，整个工业化进程分为以劳动密集型工业为主导，以资金密集型工业为主导以及技术密集型工业为主导三个阶段。伴随着工业结构的高技术化又会出现第三产业比重上升，一、二产业内部软部门作用上升的现象。这个现象被日本经济结构变化与政策问题研究会于1983年9月称为产业结构的软化现象。此外，德国经济学家弗里茨于1981年给出了产业变化态势图，他认为无论是劳动密集型产业，还是资本密集型产业都要向信息含量高的产业方向演变。

除了有关产业结构变化规律的新发现之外，70年代以来，在产业结构的实证研究方法上也有了新的进展。如哈佛大学教授钱纳里在1975年出版的《1950~1970年的发展类型》一书中，建立了世界发展的经济计量模型。他用此模型提出了标准结构的概念。即，不同类型国家（按人口与资源来分类）的产业构成与其人均国民生产总值之间有各自的对应规律。

上面谈到的经济学界对产业结构的研究，大都是对已存在的产业结构所进行的研究。至于对未来产业结构的规划，则由日本人筱原三代平开创。

1957年日本经济学家筱原发表了“产业结构与投资分配”的著名论文。提出了规划日本未来产业结构的“收入弹性基准”与“生产率上升率”基准。日本政府很快就采纳了筱原的基准，并在以后的实践中又补充了“防止过密”基准与“丰富劳动内容”基准。

日本用上述基准来选择规划期的主导产业，进而规划产业结构。

不少经济学家尤其是数理经济学家也用基于投入产出关系的优化模型（大都是线性规划模型），来规划未来的产业结构。

自改革开放以来，我国对产业结构的研究十分重视。经济学界发表了一系列专著与论文来讨论产业结构问题。见文献〔7〕~〔12〕。这些著作中，除了从经济学角度对我国的产业结构进行分析之外，还研制了规划我国产业结构的数学模型，见文献〔11〕。

以上国内外经济学家对产业结构的研究，基本上是用经济学方法对国家一级的产业结构所进行的实证研究。因此正像专家们所评论的，目前产业结构的研究方法还处于摸索阶段，仍未形成科学体系。

第二节 系统工程方法论的进展

一般系统论的创始人贝塔朗菲说，“古典科学的程序是把观察到的现象分解成孤立的诸因素，然后把这些因素综合起来，表现为观察到的现象。”这种机械分割与机械求和的作法，解决要素间联系可忽略的简单系统的问题是成功的。但对于要素间联系紧密从而不能机械分割与求和的大规模复杂系统里的问题就必须采用另一种方法——系统方法来处理。

本世纪40年代诞生的系统工程就是以系统观点为指导，以系统过程为核心的，作用于大规模复杂系统的一大类技术方法的总称。有许多描述系统过程的系统工程方法论，霍尔的三维结构就是其中最著名的一个。摆出问题，明确系统目标是霍尔方法论的起点，而系统最优化是霍尔方法论的核心。

1969年，阿波罗登月计划的成功，充分显示了系统工程方法论解决大规模复杂工程问题的威力。于是在世界上出现了一场将系统工程方法论用于社会经济问题的“运动”。但这场运动的结果却令人震惊地显示出系统工程的局限性。

随后，对系统工程的批评主要有三点：第一是系统工程往往以最优选择为重点，而没有继续考虑政策的制定、实施、评价等有关系统工程的真正实施问题。第二是系统工程没有考虑人的自我意识对社会经济系统的影响。第三是社会经济问题，根本不存在客观的最优方案。

事实上，系统工程40年代起源于美国贝尔电话公司的微波通讯问题与兰德公司的武器设计问题，二者都是工程问题。因此系统工程具有已知“是什么”，回答“怎样做”的工程类学科的特点。它的方法论的第一个逻辑步骤（摆出问题与确定目标）就体现了这样的特点。因此系统工程适于解决被设计的（工程）系统中的问题。

而社会经济系统中的问题，严格说来，都是人的自我意识起作用的所谓人类活动系统中的问题。它的问题及目标与人的自我意识有关，不再是“客观”存在的了，“是什么”成了问题。因此系统工程的第一个逻辑步骤在这里失去了意义，并且也没有客观最优的方案。

从上所述可以明白，完全照搬用于被设计系统中的系统工程方法论来求解社会经济系统中的问题是免不了要碰钉子的。

1981年世界著名的系统工程专家，英国的切克兰德教授提出了上述人类活动系统的概念，并在对系统工程方法论改进的基础上，创造了用于人类活动系统问题的软系统方法论。

从严格的工程一词的含义来看，软系统方法论不具备工程特点，不能称为软系统工程方法论。但是由于它起源于系统工程方法论，加上对工程一词也可以有广义解释，所

以本书仍将它归于系统工程方法论之中。并且称这个包括了软系统方法论的系统工程方法论为广义系统工程方法论，将原系统工程方法论称为硬系统工程方法论。

除了寻求解决人类活动系统问题的系统方法论之外，系统工作者还通过计算机将决策者的意见（人的因素）引进系统工程的研究之中。

在70年代末对工程学的反思中，人们认识到，系统工作者也好，信息系统也好，都不要企图取代决策者去做出决策，支持决策者才是他们正确的位置。在这种思想的指导下，1978年Keen等人首次提出了决策支持系统的概念。决策支持系统是决策者处理管理中半结构化问题的有力工具。

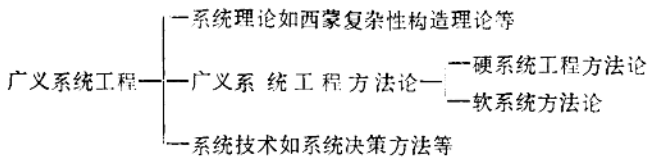
上述系统工作者为处理社会经济系统中的问题所作的努力，可参阅文献〔13〕～〔19〕。

除了系统工作者为求解这类问题不断探索新的系统理论、系统方法论与系统技术之外，社会科学工作者也在作出自己的努力。如将传统的政策制定方法与系统工程方法结合起来的政策分析新学科，就可以看成是社会学家对系统工程的贡献。见文献〔20〕～〔22〕。

还有其他领域的专家对求解社会经济系统中的问题也作出了自己的贡献。如数学家提出的层次分析法等，见文献〔62〕。

第三节 本书所做的工作

产业显然是个大规模的复杂系统，所以本书试图从广义的系统工程角度来研究产业结构问题。这里的广义系统工程包括系统理论、广义系统工程方法论以及系统技术，可图示如下：



为了简炼起见，本书将广义系统工程称为系统工程，下面不再一一说明。

由于国内外对产业结构的研究基本集中在国家这个层次上，而对国家内部区域的产业结构研究较少，所以笔者选择国家内部区域产业结构为研究对象。这样本书的主题可简称为区域产业结构的系统工程研究。

为了使研究不流于空泛，也为了检验用系统工程研究产业结构的设想是否可行与有效，更是为了能对广州市与广东省作一点贡献，本书以广州市（包括八区四县）和广东省为例来展开研究。

下面简要介绍一下本书的研究内容、研究思路以及各部分研究内容之间的关系。

第一章：绪论。本章简要介绍了产业结构研究的意义；经济学界对产业结构研究的历史与现状；系统工程方法论的进展以及本书所做的工作。

第二章：产业结构几个基本概念的系统思考。本章对产业结构的几个最基本的概念

进行系统思考，目的是为了将产业结构问题纳入系统工程的研究范畴，以便获得新的洞察力，深化对该问题的研究。

第三章：产业系统的复杂性构造——广州市产业结构的层级性分析。本章探讨西蒙复杂性构造理论用于产业系统的可能性与具体的方法。并用此方法揭示了广州市产业系统的层级构造、近可分解性以及存在的问题。这一章的结论可供第六章“区域产业结构的硬系统工程研究——广州市1991年~2000年产业结构的优化”参考。

第四章：区域产业结构的现状分析——广州市产业结构的历史与现状。本章在系统思想的指导下，用经济学的经验法则对广州市产业结构的历史演变进行了分析，对广州市产业系统的新陈代谢、二元状态的淡化过程进行了研究。同时用投入产出技术对广州市产业间的依存、制约关系进行了指标分析、三角化分析与地平线图分析。还用摩尔向量法研究了广州市改革开放以来产业结构的变动速度。本章证明了上述产业结构现状的分析方法是行之有效的，可用于其他区域产业系统。

第四章是第六章“区域产业结构的硬系统工程研究——广州市1991年~2000年产业结构的优化”的有机组成部分。因内容多，故独立成章。

第五章：区域重点产业选择的系统决策——广州市规划期重点工业行业的选择。本章以广州市规划期重点工业行业的选择为例，来探讨区域重点产业选择的系统方法。提出了区域重点产业选择的经济学准则、区域性准则、相关性准则和系统性准则，以及各准则下的子准则及相应的计算指标。不仅建立了单纯递阶结构的层次分析模型，而且还建立了几种方案层内部依存的层次分析模型，来进行广州市重点工业行业的选择工作。

本章的研究结论可帮助设定广州市产业结构优化模型中的产值上下限约束，见本书第六章。

第六章：区域产业结构的硬系统工程研究——广州市1991年~2000年产业结构的优化。本章论述了硬系统工程的工程性、系统性与最优性的特点。特别是与软系统方法论相比的工程性特点。说明产业系统可以被看作被设计的系统的条件。并在此条件下用硬系统工程方法论研究了广州市1991年~2000年产业结构的优化问题。由于有条件，实际上是满意化问题。研究的重点是能输入定性分析意见的多级递阶反馈混和规划模型的建立、求解与分析。

本章在研究过程中，采用了大盒套小盒的研究方法，即从整个工作的安排上及其中每一个步骤的安排上，都努力使用霍尔的方法论来指导。此外在搞清问题阶段，还采用了政策科学中的系统分析方法。

第七章：区域产业结构的软系统方法论研究——广东省产业结构的规划与调整。本章首先介绍了人类活动系统的概念及切克兰德的软系统方法论。重点探讨了人类活动系统的特点及其成因。然后论述了产业系统与人类活动系统的关系，最后尝试用软系统方法论探讨广东省1985~1995期间产业结构的规划与调整问题。

笔者在本章论述了人类活动系统中的问题与目标难以阐述清楚的理由。提出了用于大规模人类活动系统的两过程软系统方法论。在用地平线图分析产业结构时，给出了区域自给率的修正公式，并提出了在比较自给率时，首先要比较需求结构的观点。

第八章：结束语。本章说明无论用何种系统方法论来研究产业结构，都只有一个目

的，那就是为了获得新的洞察力。但是目前系统工程还未形成固定而清晰的科学体系。笔者相信，随着系统工程的发展，对产业结构的研究也将日益深入与完善。

本书的研究思路，是从系统工程与经济学两个起点出发、展开与融合的。这是由它的研究主题所决定的。不可能离开经济学知识展开对产业结构的系统工程研究，也不能脱离系统工程（理论、方法论与技术）来堆砌经济学关于产业结构的实证结论。笔者觉得，只有将系统工程与传统的经济学揉合起来，才能将产业结构的研究推向一个新的高度。

本书的研究思路、研究内容及各部分研究内容的关系可用图1-1表示如下：

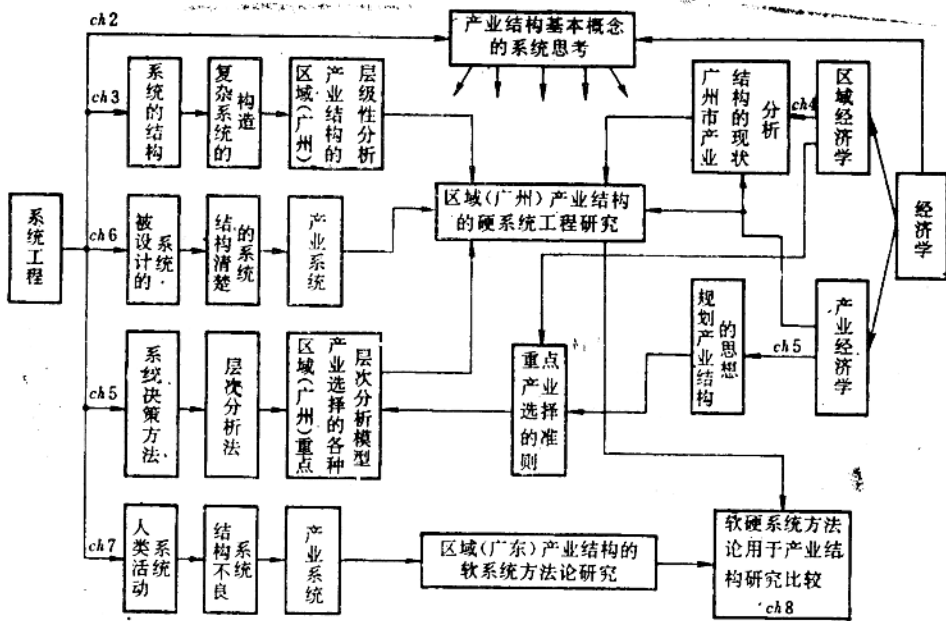


图1-1 区域产业结构系统工程研究框图

第二章 产业结构几个基本概念的系统思考

第一节 引言

我们在本章，仅对产业结构的几个最基本的概念用系统的观点进行再思考。这样作的目的，是为了从系统工程的角度对这些经济学概念进行再认识，以便与下面几章将要阐述的其他概念一起，来指导本书的区域产业结构的系统工程研究。换句话说，本章的目的是为了将产业结构问题纳入系统工程的研究范畴，以便获得新的洞察力，深化对产业结构的研究。

本章的安排与思路是这样的。

第一节：引言。

第二节：产业系统。本节从系统的定义与产业的经济学定义出发，讨论产业系统的含义，并介绍了本文如何对产业系统的要素进行划分。

第三节：产业系统的结构。本节先在对系统结构的实质与特点讨论的基础上，给出产业系统结构的含义，然后从系统的观点提出了产业结构研究中还应分析二元状态的淡化问题。

第四节：产业结构与经济发展。本节先讨论了系统功能的实质，系统功能与其结构的关系。给出了经济发展这一名词的定义。然后论证了产业系统的功能及其与产业结构的关系。

第五节：区域产业结构的系统性。本节用系统的经验法则，论证了规划区域产业结构的系统性原则。分析了近年来各地产业结构同构现象出现的原因。并简述了以下几章将如何体现区域产业结构的系统性要求。

第二节 产业系统

一、系统的定义

“系统”，无疑是系统工程中最基本的概念。但至今它仍没有公认的定义。

前苏联学者萨多夫斯基在研究过近40种系统的定义后认为“系统是相互联系的诸元素的整体集合。”

一般系统论的创始人贝塔朗非则认为“系统是相互作用的诸要素的复合体。”

我国科学家钱学森对系统下的定义是“把极其复杂的研究对象称为系统，即相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体，而且这个系统又是它所从属的更大系统的组成部分”。

笔者认为，钱学森教授的定义不仅包括了上述两种定义的含义，而且还说明了以下两点：

(1) 系统的问题实质上是复杂性问题。

(2) 系统在一定层次上具有整体性。

软系统方法论的创始人切克兰德教授认为，系统一词以突现与层级、通讯与控制这两组概念为基础，体现了相互联系起来的元素，形成了一个整体，这个整体表现出作为整体的性质，而不是它的组分的性质这样的思想。

二、产业的经济学定义

经济学认为产业是介于国民经济与企业之间的层次。根据研究目的的不同，产业可以是对国民经济以某一标准划分的部分，也可以是具有同一属性的企业的集合。本文所用的产业的含义是前者。即产业是对国民经济按某一标准所进行的划分。国民经济各种层次上的行业，国民经济整个领域，从生产到流通、服务以至于文化教育的各行各业都可以称之为产业。

三、产业系统

本文将国民经济划分出的部分称之为产业，而将被划分的对象称为产业系统。

我们说国民经济的所有产业部门形成了一个产业系统，是因为这些产业部门具有相互制约、相互依存、相互定义的特点。若离开了产业系统，现代产业便不复存在。因此根据系统复杂性的独立度测度，产业系统是比一般系统更为复杂的系统。产业系统一方面是个复杂系统，同时又是一个更大的系统——社会系统或上级产业系统的组成部分。

凡系统必有要素。显然产业系统的要素就是产业。系统工程认为，对系统要素划分的粗细程度是由研究目的决定的。这恰与经济学的观点不谋而合。本文在研究经济发展中资源分配的变化时对产业系统进行较粗的三次产业分类，在研究产业之间的关系时，按生产技术与工艺的相似性对产业系统进行较细的划分。

系统与要素的区分只具有相对的意义。每一个系统对于更高一级的系统来说，是一个要素；而对较低一级的要素来说，又是一个系统。在系统工程中，研究对象具有系统与要素的双重身份，这就是系统的递阶层次性。

第三节 产业系统的结构

要素是系统形成的必要条件，但不是全部条件。要素间以某种方式相互作用，形成整体的结构后才能构成系统。这就是说，世界上任何系统都是有结构的，无结构就无法将系统的要素组成一个有机的整体，也就无所谓系统。而结构是系统内诸要素之间相互关系的总和。

结构形成的秘密在于相互作用。是要素间的相互作用形成了系统结构。正像恩格斯所说，相互作用是事物的真正的终极原因。我们不能追溯到比对这个相互作用的认识更远的地方，因为在它背后没有什么要认识的了。

要素间相互作用有选择地限制了单个元素的自由度、状态空间，限制了元素的多样可能性与随机性，从而形成了有序的结构。要素间的相互作用还会使作用各方出现非线性的协调一致，出现新的质，新的有序结构。

结构是系统内诸要素作用的秩序，是系统的内在形式，它是可辨识的，因此结构具有稳定性。同时，系统内诸要素以及系统与外部环境之间总在进行着物质、能量与信息的交换而处于永不停止的运动、变化之中，因此结构具有动态性。

产业系统的结构是产业之间相互作用的秩序或者说是产业之间相互关系的总和。它表现在产业组成、产业构成与产业间投入产出关系三个方面。产业系统的结构与其他系统的结构一样，具有动态性，因而产业组成、产业构成与产业间的投入产出关系都处于不断的发展变化之中。

笔者认为产业组成的变化指的是新产业出现、旧产业消亡所引起的系统要素的变化。产业构成的变化是现有产业的产值等数量指标的变化，它反映了系统新要素的发展壮大与旧要素衰退、消亡的变化过程。产业间投入产出联系的变化，反映了系统要素间相互作用方式的改变。总之可以认为产业结构的发展变化过程或称高级化过程是产业系统新要素产生、成长和旧要素衰退、消亡及要素间相互作用的秩序发生变化的新陈代谢过程。伴随着这个过程往往发生经济效益增加的现象。

系统工程告诉我们，系统新要素可以通过引进，也可以通过提高原有要素的素质得到。但正像每一个原子都有自己的化合价一样，新要素对结构也有选择性，它会对结合方式提出自己的要求。而这种要求得到满足的过程就是原结构发生深刻全面变化的过程。如果这种要求得不到满足，新要素就会游离于原有结构之外，形成结构的所谓二元状态。这是一种非同质的结构，不利于结构的更新换代。

因此，在新要素导入时，必须考虑到原有结构的承受能力来选择新要素的种类或新素质的培养方向。而在新要素出现后，要有意识促使新要素与原结构的融合。

发展中国家与地区的新兴产业大都是通过引进形成的移植型产业。极易在新旧产业之间形成很大断层，从而出现引进越多，反而越穷的局面。这恰恰就是系统结构的二元状态。而迅速摆脱经济落后面貌的日本的经验指出，工业化进展率与农业生产力上升率以及重工业化进展率与工业生产力上升率分别都存在着正线性相关关系。这说明农业生产力的提高是工业化的基础，工业生产力的提高是重工业化的基础。

因此发展中国家与地区一方面在选择新兴产业时必须考虑现有结构的适应性，另一方面要大力加速实现农业现代化，加紧对现有产业进行技术改造。

这样，发展中国家与地区的产业结构研究问题，根据系統工程的观点，还应有一个系统结构二元状态的淡化问题。

第四节 产业结构与经济发展

系统是结构与功能的统一体。结构是系统内部各要素相互作用的秩序；功能是系统对外部作用过程的秩序。结构是系统的内在形式，功能是系统的外在形式。系统的功能是由系统的要素、结构，系统的环境共同决定，而系统的结构是决定系统功能的主要因素。我们已经给出了产业系统结构的含义，那么何为产业系统的功能呢？我们先给出经济发展的概念。

经济发展与常说的经济增长是两个不同的概念。经济增长是指国民收入或国民生产

总值（毛国民收入）在数量上的增长。它常用经济增长率这个指标来衡量，而经济发展不仅看经济规模的量的扩大，更重要的是经济活动效率的质的提高。人均国民收入是衡量经济发展的最常用的指标。

经济学家对产业结构演变的实证研究指出，一定的产业结构对应着一定的人均国民收入水平，二者之间存在着密切的相关关系。我们已经知道人均国民收入是经济发展的度量，因此可以说产业系统的功能就是“经济发展”，它主要是由产业系统的结构决定的。在第六章，我们以（人均）国民收入作为目标函数来优化产业结构就是根据这个道理。

第五节 区域产业结构的系统性

经济学界长期以来一直存在着均衡增长与非均衡增长理论的争论。争论的中心是合理的经济发展应使各种产业按同样的比例增长呢，还是应使某些产业成为重点产业而使各产业以不同比例增长？至今这个争论仍在进行。

笔者认为用系统工程的思想可以回答区域产业结构的均衡与非均衡增长问题。这里的区域指的是一个国家内部的区域。

首先，区域产业结构与国家产业结构一样，直接受需求、供给、国际经济联系以及一些非经济因素的制约。需求因素包括居民消费结构、社会消费结构、消费与投资比例、投资结构等内容。供给因素包括生产技术体系、劳动力与资本拥有状况、自然资源拥有状况等内容。国际经济联系主要指进出口贸易，而非经济因素指的是历史的、政治的、文化的、社会的因素。这是区域产业结构与国家产业结构共同具有的制约因素。

但是，从系統工程的观点看来，区域产业系统是上一级产业系统的子系统。为了避免犯系统工程最忌讳的“局部最优”的错误，对区域产业结构的规划应该按照系統工程的经验法则——站高一个层次，即从它所从属的系统的角度来进行。这样影响区域产业结构的因素除了前面已经列举的因素外，还有更重要的一个因素即系統性要求。系統性要求往往体现在从上层系統角度制定的区域发展战略中。这样，区域应该加速发展使上层系統整体最优的重点产业，执行非均衡的发展战略。

近几年我国一些省市在产业结构的调整中，出现了产业结构的同构现象，这就是没有考虑到区域产业结构的系統性的表现。区域产业结构的规划应该有别于国家产业结构的规划，这是应该特别明确的一点。

笔者在以下几章的研究中，根据情况分别用不同的方式来体现区域产业结构的系統性要求。比如在广州市产业结构优化模型的设计中，用决策变量的上下限约束反映广东省对广州市发展战略的要求。在选择广州市重点发展的工业行业时（这个题目本身表现了非均衡发展的思想），设计了评价重点产业的系統性准则。在对广东省产业结构的軟系統方法论研究中，修正了列昂惕夫的自给率计算公式，使之更符合区域产业结构的实际等等。

第三章 产业系统的复杂性构造

——广州市产业结构的层级性分析

第一节 引言

产业系统是个大规模的复杂系统。1978年诺贝尔经济学奖获得者H·A·西蒙教授指出，层级结构是复杂系统构造的主要形式。西蒙还给出了层级结构的近可分解定理。

在本章，笔者尝试用西蒙的复杂性构造理论来揭示广州市1987年产业系统的层级构造，并用之来分析广州市产业系统的特点与存在问题。目的是探讨西蒙复杂性构造理论用于一般产业系统的方法。本章的研究可为第六章服务。

本章的研究内容是这样安排的：

第一节：引言。

第二节：复杂系统的构造。本节先给出复杂系统与层级构造的定义，系统稳定性的定义。然后介绍西蒙由中间稳定物而推出的复杂系统层级构造的理论以及层级系统的近可分解定理。

第三节：产业结构层级性分析的理论准备。本节为产业结构的层级性分析进行理论准备，属应用的理论研究范畴。笔者的目的是将西蒙一般复杂系统构造的理论用于产业系统的实际。为此，探讨了层级与质变、相互作用与层级的关系、相互作用大小与系统规模、产业系统的近可分解性、投入产出直接消耗系数与产业间相互作用、置换变换与层级结构、子系统的划分及子系统内的层次分析等八个问题。最后，在小结中给出了复杂系统近可分解定理的两个推论。

第四节：广州市产业结构的层级性分析。本节在上一节理论分析的基础上，利用广州市统计局编制的该市1987年投入产出表，建立了广州市产业系统的层级构造模型。具体做法是：先确定广州市1987年产业系统的要素，给出层级划分的测度与标准；然后确定各层级所包含的产业，对这些产业进行子系统划分，并对各子系统进行层次分析；最后给出广州市产业系统的层级构造模型。

第五节：广州市产业结构层级性分析的意义。本节说明在产业系统的层级性分析中，由于在不同层级，仅仅考虑产业间不同数量级大小的相互作用，从而使对复杂的产业系统的描述，较之用投入产出表的描述大为简化。这样，我们仿佛可以“看到”整个产业系统，深刻理解其内涵并容易发现其中存在的问题，从而更好地为产业结构的调整服务。

第六节：几点说明。

最后给出一个附录。

第二节 复杂系统的构造

一、复杂系统与层级结构

复杂系统指的是由许多子系统组成的大规模系统。日本的系统工程专家浅居喜代治指出，若把构成系统的要素或子系统间关系的弱度称为独立度，则独立度就成为表示系统整体复杂性程度的大致标准。因为独立度越低，各要素或子系统间的干涉就越大，这样系统就越复杂。

层级结构的基本含义是：系统的各个组成部分是组成它们的下一级组分的系统，而同时又是它们上一级组分的组成部分。

Herbert A. 西蒙指出，层级结构(hierarchy)是复杂事物的建筑师们使用的主要结构方式。他说：“我不想确定哪个是鸡，哪个是鸡蛋：我们之所以能够理解世界，是因为世界是层级结构的；或，世界之所以显示出是层级结构的，是因为它的非层级结构的那些方面是我们既理解不了又观察不到的。”即复杂系统往往表现出层级结构，但它又不可能是全部的真理。

二、系统的稳定性

系统工程的理论给出了系统的稳定态与非稳定态的定义。当系统稍微偏离某一状态的时候，若能回复到这一状态，那么这种状态就是稳定态；若这种偏离越来越大，那么这种状态就是不稳定态。

钱学森教授在“系统科学、思维科学与人体科学”一文中指出，复杂系统中的结构稳定性代表着有序性，有序才能使系统稳定。这样将系统的稳定性与有序联系了起来。

耗散结构的理论认为，远离平衡态的开放系统，尽管本身在产生熵，但系统同时又在向环境输出熵。输出大于产生的熵时，系统保留的熵在减少，所以走向有序。而协同的理论进一步指出，系统的有序结构的形成不在于它离开平衡态有多远，而在于诸多状态变量中，总有几个相互独立的参量——序参量，不顾外部干扰和影响，要把系统拖向稳定才罢休。序参量是描写系统宏观有序度的参数，系统的每个序参量支配着一组微观组态，它对应着一类宏观结构。耗散结构通过有序形成的外部条件分析，给出了系统稳定的宏观机制，而协同学通过有序形成的内部机理分析，给出了系统稳定的微观机制。

三、复杂系统取层级结构的说明

西蒙通过一个寓言来说明他的复杂系统的层级构造理论。

假设有两个钟表匠甲和乙。两个人技术都高超，因而都很受尊重。他们的主顾不断，各自工场的电话响个不停，但乙越来越富，而甲越来越穷。为什么呢？

西蒙假设他们作的表都由1000个零件组成。甲的制表工艺决定了表必须装配完才能稳定，没装完而去接电话，则不管已经装了多少个零件，表都得散掉。这样他又得从头装起。而乙经过设计，用10个零件装成一个稳定的组件，再用10个组件装成一个稳定的部件，10个部件构成的系统就是整只表。这样乙在放下活去接电话时只损失了一小部分工作。西蒙又假设，甲、乙二工匠在正往一只未完成的装配件上安一零件时被电话打

断的概率都为0.01,那么只需经过简单的概率计算,就可得出甲装一只表要比乙多付出4000倍的努力。难怪甲愈来愈穷了。

我们当然不能把西蒙寓言中的数值当真,但它定性地说明了,如果具有稳定的中间形态,在充满干扰的世界中,复杂系统就能快得多地从简单系统进化而成。稳定的中间物为系统进一步进化提供了积木块,有关稳定中间物的信息指导着复杂系统进化的方向。

从西蒙的钟表匠寓言中还可以看出,这些稳定中间物,从零件、组件、部件到整块表,呈现出层级结构。所以我们说,由于稳定中间物所形成的结构——层级结构,具有复杂系统进化所需要的时间,复杂系统取层级结构形式就是情理之中的事了。

四、层级系统的近可分解性

在层级系统中,子系统之间,子系统内部要素之间的相互作用是属于不同层级的相互作用。子系统之间的相互作用小于子系统内部要素之间的相互作用,它们往往有数量级的差别。同时,属于不同子系统的要素之间的相互作用一般较同一子系统内部要素之间的相互作用为弱。

如果子系统间是完全独立的,我们就说这种系统是可分解的。如果子系统间的相互作用很弱但不可忽略,我们就称这种系统为近可分解系统。因此层级系统往往是近可分解系统。

西蒙举了一个简单的近可分解系统的例子来说明此类系统的性质。

图3-1表示一个有3个大房间、8个小房间的建筑物。图中用单线、双线、三线分别表示墙的绝缘性很差、尚好、很好三种情况。

因为3个大房间之间仍有微弱的热交换,所以这是一个近可分解系统。在每个小房间挂一个温度计。开始观察系统时,发现每个小房间的温度是均匀的,但小房间与小房间,大房间与大房间之间的温度差异较大。几小时后,第二次观察温度计读数时,发现每个大房间内的各小房间之间的温度没有多大差异了,但大房间之间温差仍较大。几天之后,第三次读取温度计读数时,发现整个建筑物温度几乎是均匀的了。

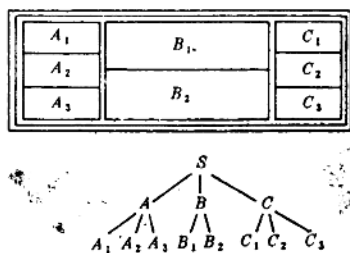


图3-1 近可分解系统示意

从这个建筑物温度的变化过程,我们可以看出近可分解系统的两条定理。

(1) 每个大房间在短时间里达到一个平衡温度,这一过程几乎与别的大房间无关。这一现象告诉我们,在近可分解系统中,每个子系统的短期行为与其他子系统的短期行为为近似无关。

(2) 每个大房间在较长时间内将近似保持温度平衡,在这段时间内,整个建筑物也建立起全面的温度平衡。这一现象说明,从长远来看,近可分解系统中的任一子系统的行为以总体的方式取决于其他子系统的行为。

第三节 产业结构层级性分析的理论准备

产业系统无疑是复杂系统。西蒙对复杂系统构造的研究为我们分析广州市产业结构