

社会科学的系统分析方法



〔智利〕 费尔南多·科尔戴
〔美〕 亚当·普热沃尔斯基
约翰·斯布拉格 著
孙永红 丛大川 宋强 译

中国社会科学出版社



2 021 6486 1

社会科学的系统分析方法

〔智利〕 费尔南多·科尔戴

〔美〕 亚当·普热沃尔斯基 著
约翰·斯布拉格

孙永红 丛大川 宋 强 译



中国社会科学出版社



2 021 6486 1

责任编辑：冯春风

责任校对：王桂琴

封面设计：式一

版式设计：张汉林

社会科学的系统分析方法

She Hui Ke Xue De Xi Tong Fen Xi Fang Fa

*

中国社会科学出版社 出版
发行

新华书店 经销
北京印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 10.5印张 229千字

1990年12月第1版 1990年12月第1次印刷

印数：1—2300册

ISBN 7-5004-0634-7/B·128 定价：4.40元

内 容 提 要

本书介绍了系统分析的基本概念，并从数学角度入手，用大量的例证说明如何将系统分析方法运用于社会科学研究。第一部分着重介绍了系统论的基本思想。第二部分对系统的结构和功能、如何建立系统模型作了详细的阐述。第三部分对系统分析方法的具体运用，即从动态角度对输入、输出、时间行为等作了论证。第四部分说明了系统分析方法对理论和实践的指导意义。本书为社会科学的定量分析提供了一种新工具，对经济学、社会学等学科尤为适用。

前 言

从社会角度来说，线性系统论为研究社会进程的动态提供了一种逻辑机制。这一逻辑的基本命题就是：社会状态的转换方式取决于转换过程中社会系统的结构。系统的结构决定了系统外部环境由一种状态——输入——转换为其他状态，即输出的方式。系统对输入施行转换便是系统的功能。由于系统的结构决定了转换方式，而转换又是系统的功能；因此系统的结构决定了系统的功能。这后一个推论并非对任何假设都成立，它是建立于本书中的假说和对系统论的诠释之上。

结构与功能是同步术语。它们描述了系统中时不变的一面。显然，结构会变，因而功能也不时在变。但是社会制度、组织机构，习俗以及规范却是相当持久的。它们在相当长的一段时间内不会有多大的改变。系统的输入、状态和输出也许会迅速变化，但系统的结构以及系统状态的转换方式却都相对稳定。要把握系统状态和输出的动态，就必须了解结构和功能，也就是说要掌握变化的规律。阐明系统的结构就是阐明变化中的时不变规律。

结构是一个相当模糊的概念。要对它下严格的定义就必须对其涵义略加限制，放弃一些约定俗成的用法。这里我们的用法是具有限定性的：我们把结构定义为社会系统运行的有序集合。线性系统的运行逻辑取决于结构的具体概念，它为我们提供了社会存在的具体图示。同系统相关的本体是一个进行“运动的社会元素”。这

样，各种社会进程，诸如社会化，规范的内部化、资源分配、总需求，以及互通有无等等，都是作为转变社会状态的运动而以特殊的方式进入系统的。

一旦系统的结构得到确定，我们也就能够确定其功能，从而了解某一社会中各种历史进程相互关系的方式的时不变特性。正是结构和功能的这种关系使得系统论成为社会科学家和社会计划者们的有力工具。如果我们能对结构建立假说，那么就能用系统论规则来确定系统功能。

系统建立于这样一套法则之上，即根据此法则可以从结构推断出功能。这些法则构成了一种特殊代数：线性框图和线性算子代数。本书对这一代数法则进行了阐述。阐述的基本技术问题就是如何把我们对社会进程的认识用线性算子映射到线性框图上去。而基本的理性问题就是如何对结构作出适当的假设。这两个问题当然是相互联系的，两者都由于线性系统的限定而变得既复杂又容易。对这一点，认真的读者不难断定。

作者无意对这两个问题进行讨论，读者也可以忽视它们。然而我们想附带对谨慎的读者说明一下：我们尽了最大努力把现存的技术文献用易于为社会科学家接受的术语加以翻译和阐释。我们既非应用数学家，亦非工程师，所以这种翻译解释工作对我们来说，常常是不容易的。本书若由工程师来写也许更为恰当，然而由于这一任务尚未有人承担，所以我们不揣浅陋，尝试着将线性系统论中对社会科学研究有益的部分加以介绍。我们认为，在社会科学的某些领域中，系统论为从一些不严格的推测中推导出严格的结果提供了一套理想的工具。

因此可以说，线性系统论是社会科学家有力的定性微积分。

本书向读者提供的不是关于系统的理论，而是一种语言。利用这种语言，读者可以对系统进行思考（即建立理论的工具而不是理论本身）。为了避免单调枯燥，我们交替地使用了系统方法、系统的方法、甚至系统论这样一些字眼。读者应该了解这样做只是为变换一下读音，而没有实质上的区别。特别要注意的是，本书有意避免了被称之为一般系统论的写作方法。因为这种写法借助于这样一些术语来进行表达，例如，适应、等级制度、自动平衡、分化以及一些数学术语，其中最明显的就是均衡的概念。本书提供的这种语言使读者能系统地阐述各种概念（如系统的记忆），从而更好地了解系统并用得心应手的常规方法推导出结论。本书没有采用一般系统论的方法来论证、解释或构造系统。我们所利用的只是简单的直觉和高度完备的工程数学。目前尚不清楚本书同一般系统论的区别有多大，也难以确定对两者进行调合的难易程度。但有一点是可以肯定的，那就是，如果我们要将两者进行调合，那么我们还会写下去。

另外，本书并不象L. F.理查森（Richardson）那样对军备竞赛模型进行系统的讨论。裁军和国际政治的研究者们对此已有详尽的讨论和发展，因而没有必要再花费更多的时间、笔墨和精力赘述。熟悉该模型的人会毫不费力地将其翻译成我们的语言。事实上，本书第四章中社会民主党的投票模型同理查森军备竞赛的经典线性模型具有同型性（即有着相同的结构）。

最后，我们想谈谈如何阅读本书。信手翻来，读者

也许会被书中看起来冗长而复杂的代数公式所吓倒。然而大部分代数式并不十分难懂，即使跳过某些难懂的部分也不会影响对本书的理解。书中涉及两种数学概念——离散时间和连续时间。前者相当容易，不需要高深的数学知识。学过微积分的人可以读懂有关连续时间模型的章节，学过高中数学的人也可以读懂对于离散时间的讨论。为了让尽可能多的读者了解本书，我们把主要篇幅用于讨论离散时间问题。希望这样做能使数学基础好的读者不至于感到枯燥无味；而数学基础较差的人不至感到深奥无比。

本书的写作过程大致如下：普热沃尔斯基和科尔戴于1970—1971学年在智利圣地亚哥开始对线性系统的数学理论进行严肃的探讨。斯布拉格于1971年秋加入这一研究。本书在1971—1972年完成于圣路易斯的华盛顿大学。1972年春季，三位作者都居住在华盛顿大学。福特基金会的慷慨资助使科尔戴得以在1972年春访问圣路易斯。我们共同对本书的内容负责。

本书的大部分由普热沃尔斯基撰写，并经科尔戴和斯布拉格之手几易其稿。结束语部分由普热沃尔斯基于1972年秋在巴黎写成，另外两位作者只做了个别修改。作者要特别感谢莉莉·厄里奇，她负责本书草稿的打印及线性系统图的绘制。玛莉昂·唐以其特有的细心打印了本书的定稿。

费尔南德·科尔戴
亚当·普热沃尔斯基
约翰·斯布拉格

圣路易斯，密苏里

1974年1月

目 录

第一部分 概 论

第一章 系统论导论	(2)
系统论的基本概念.....	(5)
同步性、动态性和渐进性.....	(11)
系统分析的逻辑.....	(14)
引例.....	(17)

第二部分 结构和功能：同步分析

第二章 系统的结构	(24)
状态的瞬时变化及其时不变转换.....	(24)
元素与运动.....	(29)
系统的输入、输出及状态.....	(37)
一点说明：系统逻辑的物理诠释.....	(41)
运动的内在联系及秩.....	(43)
结构概念.....	(46)
第三章 系统的功能	(49)
功能、输入、输出和时间.....	(51)
系统运行的方式.....	(58)
系统的功能、结构及类型.....	(65)
系统的功能.....	(66)
系统功能的一般化.....	(77)
第四章 从结构到功能：正向通路，调节及反馈	

回路.....	(80)
框图代数与正向通路.....	(81)
调节与控制.....	(88)
框图代数与反馈回路.....	(99)
框图简化法.....	(104)
多输入-输出系统.....	(107)
第五章 系统分析方法举例.....	(116)
同步系统.....	(118)
离散时间系统.....	(122)
连续时间系统: I. 一般理论.....	(128)
连续时间系统: II. 举例.....	(134)
第二部分小结.....	(142)

第三部分 动态分析: 系统的时间行为

第六章 系统的响应——简介.....	(146)
研究系统的时间行为.....	(146)
系统的自发响应和受迫响应.....	(150)
系统分析中的特殊问题.....	(155)
几个有用的输入函数.....	(158)
第七章 同步系统的响应.....	(161)
响应的获得.....	(161)
系统状态作为响应.....	(166)
同步系统作为动态系统的极限.....	(168)
第八章 离散时间系统的响应.....	(171)
一般思想.....	(171)
离散模型 I.....	(175)
离散模型 II.....	(183)

离散模型Ⅲ	(191)
第九章 连续时间系统的响应	(196)
一般思想	(196)
连续模型Ⅰ	(201)
连续模型Ⅱ	(209)
连续模型Ⅲ	(215)
单位脉冲函数与系统响应	(218)
第十章 过去状态的权重: 系统的记忆	(222)
系统的记忆	(222)
解例	(228)
挪威和瑞典的选举动员及投票变化	(233)
第十一章 具有时间相关结构的系统	(240)
具有可变边界的系统	(242)
具有时间相关特征结构的系统	(245)
非线性系统	(246)
逻辑决策系统	(251)
模拟法在系统分析中的作用	(257)
结束语 系统方法对理论和实际的指导意义	(258)
系统是理论的客体	(258)
同步性和动态性	(263)
稳定与发展	(271)
同步现象的出现(再生)和渐进变化	(273)
附录Ⅰ 线性算子与简单系统算子	(282)
附录Ⅱ 常系数差分方程	(291)
附录Ⅲ 拉普拉斯变换	(304)
后记	(320)

第一部分

概 论

第一章 系统论导论

社会科学思维的很大一部分是用系统语言进行的。系统这一概念以及一些相关概念，诸如控制、调节、变化、稳定、极限、均衡等等，都属于社会科学语言中的标准词汇。关于美国、赞比亚、香港等“政治系统”的专著浩如烟海；家庭据说也是一个“社会系统”；“生态系统”更是一个早已家喻户晓的字眼。系统形式逻辑的运用更是广泛：人们已习惯于用图像、框图、箭头以及圆圈来表达思想。

然而，使用某种语言中互不相关的概念，甚至用它来进行形式描述，这并不意味着要依赖其基本原理。在大多数情况下，系统一词只是一些“不太复杂”概念的同义词。如社会、政府和经济等。系统语言词汇中的具体概念，甚至象结构、功能、状态这样一些基本概念，都只起着符号的作用。复杂的框图充其量只能用来填黑板。形式主义只有在能将自然语言翻译成具有演绎规则的已知系统时才会有用。换句话说，系统语言中的概念和形式只有在理论的环境中才能派上用场。

此外，由于研究目的有别，有些语言优于另外一些语言。累赘的语言对足球赛中的反攻毫无用处，而对于热衷字迷游戏的人来说，这又是必不可少的。描述各种类型雪的五

百个词汇对爱斯基摩人用处极大，而对其它人就未必有用。同样，具有“若…则…”和“以及/或者”句型的语言对站在自动售货机面前的人极为有用。任何科学的语言必须具备两套规则：一套规则将语句同经验对象挂钩，而另一套负责语句与语句的联系。

语言的语义规则能使词汇同对象联系的方式标准化，而不管这些对象是否存在于现实世界之中。这样，如果我们能找出导致产生香港权威式价值配置的元素来，那么，这些元素的集合就能被称为香港的政治系统。如果抛开各种具体对象的名称而只考虑其相互关系，那我们就有了该政治系统的“结构”。如果我们考虑这些政治对象的某些活动，就可以找出该系统的功能。如果我们研究的社会对象能将原料转化为有用的产品，那么就可称这些对象的集合为经济系统，原料被转化为产品的方式就是该系统的功能。用系统语言描述社会对象和社会进程有一种明显的倾向：观察的焦点集中在对象的集合、排列方式、以及转换方式上。任何从感性经验出发，依靠其结构建立“数据”的语言都是具有倾向性的。爱斯基摩人能分辨出几百种雪，而霍皮人^①（Hopis）却找不出一个笼统的词来形容水。

然而，语言作为理性思维工具的实用性，与其说取决于其语义倒不如说取决于该语言所包含的演绎规则。理论构造实际上由一系列概念构成。解释这些构造用到的有关规则实际上毫无理性可言，因为理论所包含的规则是用来分析假说所产生的结果。对社会理论来说，仅仅知道这是一个系统，那是一种结构，或这是一种功能，那是一种输出，是远远不

^① 栖居在美国亚利桑那州东北部的美洲印第安人。——译者注

够的。我们需要知道的是，对结构、功能或系统做出假说后会产生什么样的结果。如果系统的结构是给定的，那么它的功能是什么？如果具有某种结构的系统受到一定输入的作用，那么它的输出会是什么？社会系统论必须提供回答这些问题的有关规则——这些问题涉及到我们知道的，或准备推断的事物。

社会理论大都对各种社会组织在转换社会状态过程中的相互联系做了推断。可惜的是，大多数理论都止步于此，而没有做进一步的研究。结果，社会理论大多局限于对结构和元素运行的描述上。在政治学中，对政治系统结构的描述甚至成为一个专门的课题。例如，阿尔芒（Almond）把这样一个任务交给政治学家，即找出政治系统的结构与功能对应的概率来。这是一项枯燥无味、劳而无功的任务。我们所要了解的，是一定社会组织所产生的影响，以及某一社会结构对社会运行的作用。之所以要研究社会系统，是因为它的结构决定了它的运行方式：社会关系相互作用的形式影响着社会及各种社会机构将各种原材料转换为社会产品的方式。系统论为这种研究提供了相当有效的语言，因为系统论的演绎规则使我们能够根据系统的结构找出系统的各种转换方式来。

系统论是研究系统的结构与运行二者之间关系的理性工具。更准确地说，这一理论提供了一整套规则。运用这些规则能将系统的结构与其功能对应起来，能将输入同状态及输出联系起来。系统分析也包括功能与结构的对应：分析一个系统就是找出结构给定系统的运行方式。系统分析能回答这样的问题：若有系统的结构，那么它的功能是什么？相反，系统综合是一种社会计划的工具。它回答的是这样一类问

题：若要系统以一定的方式运行，那么哪些结构会产生这种运行？本书的重点在于系统的分析，而不是综合。我们从研究系统的结构开始，然后分析系统的功能，最后考察系统的响应。

系统论的基本概念

结构、功能、响应是系统语言中的基本概念。它们在系统论中的特殊含义将在以后论述。这里我们先看看这些概念在社会科学语言中的一般意义。

有必要在开头说明一下：我们现在踏入的是社会科学中历史悠久的语义学领域。结构和功能这些概念尤其容易引起争议。每个社会科学家都赋予这些术语以一定的褒义，我们的定义很有可能为这些早已确立的思维形式所湮没。由于我们的方法在很大程度上是假说性的，这种危险就尤为突出：我们无法从各种术语的通行用法中为所有的定义找到恰如其分的对应，因此不得不常常做一些与习惯意义不同的定义。

在社会研究中，为分析方便起见，有时要把研究对象及其特性看做是一成不变的。尽管现代科学不断涌现的大量证据说明，世界上没有什么是一成不变的，但各种特性变化的速度各异，所以假设它们在有限的一段时间内是不变的，也能较为合理地反映现实世界。亲缘结构、经济组织、政治体制以及人的性格特征等等都在较长的时间内保持不变——所谓长是相对于某一婚姻、价格变动、选举结果或个人行为而言的。尽管这些社会进程的结构相对稳定，但是会有男婚女嫁，价格会有升有降，政党在选举中也会有胜有负。此外，由于社会环境中时不变因素的作用，使得一定的男子和一定的女子联姻，价格以特定的方式变化，而选举的胜利又由具体的党派获得。所有的社会活动都发生在结构的特定排列中，

而这种排列在某种程度上又决定了这种活动的方向。

理论认识是对结构的认识，是对那些在某一历史时期内不变的社会元素之间关系的认识。禁止近亲结婚，用劳动交换货币工资，政党的票数转换成议会席位的方法——所有这些都是社会系统的结构特征。

然而结构并不具有可观性，在现象这一层次上只有各种活动、机构、个人，至多还能算上人们为其行为辩护所列的理由。“系统”早已是一种理论框架，因为断言一组社会实体——不管它们是规范、机构、个人、还是其相互作用——能构成一个系统，就等于假设社会实体的某一部分能够独立存在，从而使一种条件下的变化能同其他条件下的变化对应起来，把一组社会元素看成一个系统，就等于断定某一时空上的一系列社会过程是相互依赖的，并且相对地独立于同一时空中的其它过程。把某种事物当作一个系统也就是假定社会存在的某一部分的内部相互依赖而外部在某种程度上独立。

尽管系统早已成为理论框架，但它仍然存在于时空之中，其各种元素都各有称谓。“香港二十世纪六十年代的政治系统”——这就是对六十年代香港社会过程的内部组织情况的假设。这一政治系统包括了组织机构、规模和活动，它们在特定的时间和地点相互作用，配置着社会稀缺价值。这一系统的元素有着相应的名称：海关署，华人秘密社会，1954年选举法等等。

尽管机构、规模和活动是可察的，但结构表示的却是为解释可观世界而建立的构造。因此它代表的不是经验对象而是理论工具。正如莱维-施特劳斯 (Levy-Strauss) 所说：“社会结构一词同经验存在无关，而只同在其之后建立的模