

系统分析和运筹学

——发展中国家制订政策和计划的工具



中国社会科学出版社

现代管理科学丛书

系统分析和运筹学

——发展中国家制订政策和计划的工具

美国科学院
国际科学技术发展局

徐禾夫 译

丁元煦

钱仲侯 校

周 方



中国社会科学出版社

0003333

系统分析和运筹学
——发展中国家制订政策和计划的工具

中国社会科学出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京京辉印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 3.125印张 60千字
1979年9月第1版 1985年10月第3次印刷
印数12,001—22,500册
统一书号, 4190·013 定价, 0.55元

《现代管理科学丛书》出版说明

管理的知识是随着人类生产的发展而发展起来的。但是，管理作为一门科学却是大工业出现以后产生的。

工业革命把手工业生产转变为机器生产，扩大了生产的规模，推动了生产过程内部分工的发展，对管理提出了新的要求。早在十八世纪七十年代和十九世纪初，古典经济学的始祖亚当·斯密和以后的巴贝奇，首先讨论了使用机器和分工所产生的问题。到了本世纪初，大机器工业生产获得了普遍的发展，泰罗才真正开始把管理变成一门科学。但是，被泰罗称之为“科学管理”的范围还是很狭窄的。他只限于对生产过程进行科学管理，对劳动动作作出测定，求出生产动作的模式化和生产工具的标准化，从而为大幅度提高工效创造条件。

第二次世界大战以后，科学技术迅速发展和大规模应用于生产，急速改变了现代生产力的面貌，同时也迅速地推动了管理科学的发展。管理科学在以下两个方面都得到了进展。

首先是人的行为成为管理者重要研究对象。行为学派的理论得到了十分广泛的应用，如何发挥人的积极作用成为资本主义管理在理论和实践上所要追求的重要目标。工人参加管理和决策，以至参加利润分红也已成为七十年代资本主义管理的时尚。

其次，为了适应复杂的生产技术和日益大规模的经营，

运筹学、控制论、系统科学、信息科学和电子计算机技术、连同组织的科学化，都得到了广泛的研究和应用。

生产力的巨大发展使得生产社会化的程度达到了前所未有的高度，马克思所说的“生产、分配、交换、消费”，“构成一个总体的各个环节”的情况，从来没有像今天这样突出。生产的高度社会化成为资本主义生产背后起作用的力量，它要求把整个社会生产组织起来，成为相互联系的整体，否则，生产就不能进行。为了适应这种需要，各种各样的组织生产的形式就成为必需的了。从此，大规模生产的大公司以及专业化和协作等等组织形式出现了。不但企业发展起各种预测和决策方法，使生产计划化，使企业的生产尽可能反映社会再生产的要求，而且从全社会来说，也在生产无政府状态的一旁，逐渐出现了某种程度的计划性。资本主义国家的政府越来越多地采取各种经济政策和经济手段对企业的经营实行有计划的干预。运用系统理论的方法来研究管理问题也成为七十年代西方管理科学中占统治地位的思潮。

在资本主义制度下，管理科学的发展是以利润的取得作为动力的，因而必然要带来资本主义剥削制度所特有的糟粕。但是，为了取得最大限度的利润，资产阶级必然要使管理适应于生产力的发展，这就使得管理科学不但吸收了社会科学的许多成果，而且吸收了自然科学的许多成果，建设成为一门综合性的学科。它是人类社会的共同财富，我们应当有批判地加以继承。

社会主义是一种比资本主义制度优越得多的社会制度。它实现了生产资料的公有制，消灭了剥削，这就有可能使劳

动人民成为国家和企业的主人，激发出劳动人民办好自己国家的经济事业和企业的无比热情。这是我们能够建设起比资本主义更加优越的管理制度的社会基础。但是，社会主义制度，包括社会主义的人民民主制度、社会主义的法制在内，和其他一切新生事物一样，有一个产生和发展的过程，而且只能是随着封建残余和资本主义的剥削影响的消灭而逐步实现的。坚持马克思列宁主义、毛泽东思想的民主原则，批判地吸取外国管理科学的长处，建立起具有我国自己的特点的社会主义民主和科学的现代管理制度，这是我们经济工作者和管理工作者的任务。

《现代管理科学丛书》的出版，就是为实现上述任务服务的。我们将有计划地组织翻译国外有关管理的重要著作，包括它的主要学派和各种专著。同时还准备出版国内管理研究工作者和实际工作者有价值的著作，以便群策群力，把这门科学推向前进。

原 序

第二次世界大战以来，在管理方面应用科学方法取得了巨大进展。现在到处可以见到系统分析和运筹学 (SA/OR) 专家在政府、企业、交通、卫生以及业务复杂的其他许多领域任职或服务。系统分析和运筹学已在世界各国，特别是在工业发达的国家，获得了广泛应用。

系统分析和运筹学对于发展中国家解决所面临的某些问题究竟有没有用处呢？如果回答是肯定的，那么这些国家又应如何设法获得或提高在应用系统分析和运筹学方面的能力呢？根据国际开发署 (AID) 的要求，国际科学技术发展局 (BOSTID) 就这些问题起草了本报告。同该局所作其他一些调研报告一样，这个报告赋有两个目的：(1) 对国际开发署和向发展中国家进行技术援助的其他机构提供指导；(2) 向广泛的不懂技术的读者，特别是发展中国家的读者，普及有关系统分析和运筹学的基本特征、用途及功能的知识。

这个报告将提供下列几个方面的资料：

(一) 阐明系统分析的方法论及其局限性，着重说明所研究的一些问题和所得结果的实用价值；

(二) 举例说明系统分析和运筹学在决策上的应用，着重说明发展中国家所面临的问题及采用系统分析和运筹学的必要性；

(三) 说明建立和使用系统分析和运筹学工作组的必要条件以及适合发展中国家具体情况的各种组织形式；

(四) 说明在发展中国家培养合格的系统分析人材的方法和标准；

(五) 指出技术援助中的几个有关问题，供国际开发署和其他开发机构参考。

国际科学技术发展局建立了一个由系统分析和运筹学方面的教授、专家和“用户”组成的特别委员会。其中一些成员来自发展中国家，一些成员曾在发展中国家做过实际工作或制订发展项目 and 政策方面参加过系统分析和运筹学工作。

这个委员会在初步审议中得出的结论是：它的报告应当是特别针对发展中国家的高级官员和行政人员，因为他们是上层决策人，处于最终评价系统分析和运筹学的价值的最高地位。为了便于他们阅读，本报告比通常的要稍微详细些。

作为该委员会的主席，我十分高兴地指出，这个委员会的成员在工作中的合作和作出的贡献是卓越的。他们的贡献反映了系统分析和运筹学这门学科的优良传统。我特别要感谢弗朗西斯科·R·萨噶斯蒂博士(Dr. Francisco R. Sagasti)

(秘鲁,利马)。虽然他未接受科学院的邀请而成为这个委员会的一名成员，但是他审查了本报告的草稿并多次同委员会通信联系，对报告的审议作出了宝贵贡献。

特别幸运的是，系统分析和运筹学专家阿瑟·布朗博士(Dr. Arthur Brown)担任委员会的主要负责人。他的经验促进了这门学科的诞生。他耐心而清晰地准备了委员会报告的全部草稿，并欣然地接受了同事们提出的增删修改意见，不惜花费时间来修饰最后的定稿。

主席：菲利普·莫尔斯 (PHILIP MORSE)

目 录

第一章 总述	(1)
第二章 系统分析和运筹学的理论和实践	(11)
第一节 定义和概述.....	(11)
第二节 一些实例.....	(13)
(一) 印度巴罗达市公共汽车行车路线和行车时刻表 的研究.....	(14)
(二) 世界银行的研究: 关于印度河流域的水利和动力 资源的调研报告.....	(18)
(三) 南朝鲜国民经济模型.....	(23)
(四) 墨西哥农业的系统研究.....	(30)
(五) 血液库存管理.....	(36)
(六) 其他实例简介.....	(41)
第三章 系统分析和运筹学的应用	(47)
第一节 概述.....	(47)
第二节 详细过程.....	(48)
第四章 系统分析和运筹学的组织工作	(57)
第一节 关键人员.....	(57)
第二节 组织形式.....	(58)
第三节 小组的设置地点.....	(61)
第四节 设备与设施.....	(63)
第五节 初期工作规划.....	(64)

第六节 注意事项.....	(66)
第七节 失败的情况.....	(68)
第五章 系统分析和运筹学工作人员的培训.....	(71)
第一节 行政领导人的培训.....	(71)
第二节 工作组组长的培训.....	(72)
第三节 系统分析和运筹学专业人员的培训.....	(74)
第六章 技术援助中的有关问题.....	(76)
第一节 制定大学培训计划.....	(76)
第二节 发展系统分析和运筹学规划.....	(78)

词汇注释

附录：世界银行关于印度河项目的报告前言摘录

第一章

总 述

发展中国家的政府和人民面临的一个中心问题，就是如何对巨大而迅速的变化过程进行管理。他们渴望把工业发达国家花费了将近十代人时间所完成的工业化过程，压缩到用一代人时间来完成。当然，如果没有指导，经过不断摸索和纠正偏向，也能够发生缓慢的变化，正如很多工业化国家从前已经发生过的一样。但这毕竟要造成很大浪费。另一方面，在变化迅猛时，有必要接受来自各方面的指导。变化越大，就越需要了解那些促进或妨碍、帮助或抵消这种变化的种种因素。

技术和经济进步带来的变化涉及到生活和文化的各个方面：原料和能源的利用、劳动力的培训和组织、妇女的作用、家庭生活的特征、学校的经验、业余时间的利用等等，多不胜数。在变化和不确定的情况下，计划人员和政府官员在计划、分析和管理工作中必须采用所有可靠的方法。这个报告介绍一种行之有效的，能帮助单位主管人员作出决策的方法。

三十五年来，人们力图将科学家通常用以思考和工作的方法应用于解决政府、企业和其他机构的决策人所碰到的问题。这方面的工作已经有了长足的发展。这些方法有各种各样的名称：运筹学、系统分析、管理科学和控制论。所有这

些名词的含义差不多都相同。因此，我们在这里加以综合，称为系统分析和运筹学(简写为SA/OR)。这种称法比较笨拙，但似乎也没有别的更好的称法。

在系统分析和运筹学的发展过程中，常常由于某些倡议者过份夸张的说法而使它反而受到了损害。批驳这类说法是困难的，本委员会也不打算这样做。我们相信，只要正确了解系统分析和运筹学的方法及其应用范围，我们就可以清楚地看出这些说法是不恰当的。简言之，系统分析和运筹学能帮助决策人解决那些可以用定量方法和有关理论来处理的问题。运用系统分析和运筹学的一个基本原则，就是这项工作必须与熟悉当地习俗特点的人密切合作，而最后决策必须由了解这些特点的行政当局，而不是局外人来作出。

系统分析和运筹学的成就毕竟是个事实，而且它发展得很快。国际运筹学会联合会有二十五个团体会员，遍及发达国家和发展中国家。管理科学协会的会员分布在七十七个国家。最近，根据一些国家政府的协议，在奥地利成立了国际应用系统分析*研究所。

解决许多具体问题的广泛理论体系已经建立起来，那些尚未使用这种理论体系的政府部门和企业可以很容易地应用它。对库存管理、生产排序、船队管理、医院业务、社会服务中心(消防队、派出所、教堂、图书馆、银行等)的布局、城市规划及其他许多问题，作了研究。对较大规模的长远问题也已经着手处理。在处理国家资源使用问题方面，也取得

注有*号的技术名词，参见本书末的“词汇注释”。

了进展(参看本报告的实例)。

系统分析和运筹学工作者是技术专家,不是决策人。决定政策的是经选举产生或任命的行政官员。他们熟悉当地的自然和社会特点,系统分析和运筹学工作者则向他们提出报告。系统分析和运筹学工作者的工作就是向行政主管人员提供各种备选方案,并同行政官员合作,拟定实施所选方案的各种途径。当然,系统分析和运筹学工作者对该国自然和社会条件的知识越多,他的报告就越有用,越切实可行。因此,在成立系统分析和运筹学工作组时,应尽量多吸收本国人员参加。本报告提出一些办法,以便招聘、培训本国人员为了他们自己国家的利益来从事这项工作。

稀有资源与系统分析和运筹学

在必须有效地利用稀有资源时,系统分析和运筹学特别有用。资源的利用是世界性问题。它涉及发达国家,也涉及发展中国家。历史上发展中国家大部分限于生产一种或少数几种作物或产品,现在它们希望全面利用本国的所有资源。他们发现,在任何特定时期都有一些因素(如技术、人力、动力、交通、原料及资本)妨碍着本国的发展。

在这种情况下,发展中国家的政府和计划人员必须充分利用现有的资源,保存未来发展所需的资源,以及平衡现在的需求和将来投入使用的资源。这就是系统分析和运筹学的工作领域。系统分析和运筹学通过下列方法提高计划过程的效率:

(1) 通过制定模型*及进行模拟*,了解有关的因素及其相互作用的方式;

(2) 利用计算和模拟, 预测各种可供选择的行动和政策可能产生的结果;

(3) 利用计算和有计划的实验及模拟, 来帮助选择达到预期目标的最优途径。

在过去二十年中, 存在着一些过份夸大系统分析和运筹学应用范围的论点。必须指出, 系统分析和运筹学的价值在于它能简化计划过程, 对业务和研制的管理给以辅助。它不能代替政策判断, 而只是通过确定可能性边界和预测行动结果或这种预测的确定性极限, 对政策判断给以帮助。当然, 有些情况是不宜应用系统分析和运筹学的, 这些情况将在“注意事项”一节中讨论。

系统分析和运筹学的五个应用实例将在本报告后面几节里加以阐述, 即: 印度巴罗达市公共汽车行车路线和行车时刻表的研究; 世界银行的研究; 关于印度河流域的水利和动力资源的调研报告; 南朝鲜国民经济模型; 墨西哥农业的系统研究; 血液库存管理。其他实例还有: 编制农业发展计划、海港设计、交通系统管理、分配设施(仓库、货站)布局、生产排序以及其他方面。这些例子均在第43页表一内作了简单介绍(可参阅第1页目录)。

在发展中国家实际应用系统分析和运筹学

成功地应用系统分析和运筹学的必要条件并不太高。一个系统分析和运筹学工作组只需有四名至六名专家就可以了, 其中一人能熟练地使用电子计算机, 另一人是应用数学家, 其他成员可以是科学家、经济学家或数学家。这个小组应由一名组长负责, 并向决策人(在本报告中也称为行政官

员)报告。决策人并不是小组的成员,但他要利用小组的成果,并在工作中与小组合作。工作组的效能取决于决策人是否愿意小组对他提出的问题自由地进行讨论和提出意见。小组工作的成效还在很大程度上取决于小组组长的才能。组长必须关心行政官员所关心的事,并须了解小组成员所用的方法。他还必须具有想象力,能够提出新问题,并且有能力利用成员的设想和才能,保证最大限度地发挥他们的作用。

系统分析和运筹学工作组需要聘请顾问,以补充本身技术力量的不足。例如进行海港或公路网设计时,需要聘请土木工程师;处理国民经济计划问题时,要有计量经济学家;设计地区发展计划时,要有农业、堤坝、生态学和公共卫生等方面的专家。这些顾问可以按具体项目的需要从国内或国外招聘。

工作组必须在一旦需要时就有使用大型快速电子计算机的条件(这种电子计算机可以设在任何地方,甚至在国外)。如果有这种使用条件,工作组就不一定自己拥有大型电子计算机。许多实验工作和数据编制工作都能用价格适当的小型计算机进行。

系统分析和运筹学人员的培训工作

在美国大学里,系统分析和运筹学教学计划中,多半设有统计学与概率论、高等微积分、线性代数、经济学和自然科学某些领域的课程。计算机程序设计和社会科学课程也是需要的。研究生课程,一般设有数学、分配理论*、应用随机过程*、研究和研制管理、档案与财务管理、选址*理论、长期预测、排队论*和库存管理、运输、交通与停车系统、水利资

源管理、保健与社会福利系统、教育与城市系统。

一些发展中国家的大学，由于受欧洲的影响，有脱离实际工作的传统。现在已经逐步认识到教师和学生都必须接触和解决现实生活中的问题。可以通过下列途径来提高运用系统分析和运筹学的能力：

(1) 通过地方性和地区性会议，大学教师可以了解国家的需要，发现运用系统分析和运筹学的机会。

(2) 系统分析和运筹学工作组可以选聘大学教师担任顾问及开设培训课程。课程应讲授一些实际问题。

(3) 同工业化国家的系统分析和运筹学工作组合作，进行研究或工作。执行这种计划可以帮助认清有科学素养的大学教师在这项工作中的实际作用。这种计划将有助于提高对系统分析和运筹学的性质与重要性的认识。

系统分析和运筹学在发展和使用中的障碍

应用系统分析和运筹学的主要障碍，恐怕是行政主管人员不熟悉系统分析和运筹学的性质和作用。这突出地反映在某些行政主管人员发表的冷淡而否定的言论之中。萨噶斯蒂在报告中曾指出，政府官员有下列议论^①：

(1) 政府机构复杂，行政效率太低，系统分析和运筹学无能为力；

(2) 存在着许多政治问题，利用系统分析和运筹学也解决不了；

^① 弗朗西斯科·R·萨噶斯蒂：《一个发展中国家里管理科学：秘鲁的一个运筹学实例》（费城管理学中心，宾夕法尼亚大学，一九六一年）。

(3) 系统分析和运筹学可能有用，但现在不成。它花费太大，而且缺乏所需的数据资料。

萨噶斯蒂发现企业负责人有下列一些代表性的言论：

(1) 唯一迫切的问题只不过是纯技术问题，而不是别的什么问题；

(2) 失败的危险性大，需要保证能够成功，而系统分析和运筹学不一定能够做到；

(3) 如果没有具体的专门知识，显然不可能成功地应用系统分析和运筹学。因而存在着一种危险，即最初由于没有具备这种专门知识而应用得不好，结果可能使人失去信心。

困难之一是人们往往把系统分析和运筹学的整个运用过程同过程中所采用的具体方法混淆起来。打算应用系统分析和运筹学的人往往认为系统分析和运筹学就是线性规划*（或者模拟，或者排队论、或者其他什么），他知道他的问题是不能用上述某种特定方法解决的。对于因不熟悉而抱的保留态度和反对态度，只有用明显的可靠的本地成功实例才能够说服。因此，在大多数发展中国家，系统分析和运筹学在开始时可能发展缓慢，但经过10—20年之后就会迅速发展起来。在工业化国家里，过去也是这种情况。

另一个困难是缺少训练有素的行家。这个问题不太严重。在相当短的时期内是可以培养出系统分析和运筹学工作者的。在培训规划实施初期，在培训能承担全部职责的本国工作组的时候，可以聘用外国专家。挑选这类专家时，必须确认他们具有系统分析和运筹学方面的实际经验，并且能够指导受训人员，向后者传授自己的经验。