

科技管理干部进修丛书

系统分析和决策

科技管理教材编写组

XITONGFENXI

HE

GUANLIJUECE

贵州科学编辑部

人民教育出版社

系统分析和决策

科技管理教材编写组

第一章 绪论 (1)

第二章 系统分析 (15)

第三章 决策 (35)

第四章 系统分析在决策中的应用 (55)

第五章 系统分析在企业管理中的应用 (75)

第六章 系统分析在农业中的应用 (95)

第七章 系统分析在工业中的应用 (115)

第八章 系统分析在交通运输中的应用 (135)

第九章 系统分析在国防中的应用 (155)

第十章 系统分析在科学研究中的应用 (175)

第十一章 系统分析在社会科学中的应用 (195)

第十二章 系统分析在医学中的应用 (215)

第十三章 系统分析在环境科学中的应用 (235)

第十四章 系统分析在能源科学中的应用 (255)

第十五章 系统分析在材料科学中的应用 (275)

第十六章 系统分析在空间科学中的应用 (295)

第十七章 系统分析在海洋科学中的应用 (315)

第十八章 系统分析在地球科学中的应用 (335)

第十九章 系统分析在天文学中的应用 (355)

第二十章 系统分析在生物学中的应用 (375)

第二十一章 系统分析在化学中的应用 (395)

第二十二章 系统分析在物理学中的应用 (415)

第二十三章 系统分析在数学中的应用 (435)

第二十四章 系统分析在计算机科学中的应用 (455)

第二十五章 系统分析在人工智能中的应用 (475)

第二十六章 系统分析在机器人学中的应用 (495)

第二十七章 系统分析在虚拟现实中的应用 (515)

第二十八章 系统分析在元宇宙中的应用 (535)

第二十九章 系统分析在区块链中的应用 (555)

第三十章 系统分析在数字货币中的应用 (575)

第三十一章 系统分析在网络安全中的应用 (595)

第三十二章 系统分析在数据科学中的应用 (615)

第三十三章 系统分析在大数据分析中的应用 (635)

第三十四章 系统分析在云计算中的应用 (655)

第三十五章 系统分析在物联网中的应用 (675)

第三十六章 系统分析在5G通信中的应用 (695)

第三十七章 系统分析在人工智能伦理中的应用 (715)

第三十八章 系统分析在人工智能法律中的应用 (735)

第三十九章 系统分析在人工智能教育中的应用 (755)

第四十章 系统分析在人工智能医疗中的应用 (775)

第四十一章 系统分析在人工智能金融中的应用 (795)

第四十二章 系统分析在人工智能军事中的应用 (815)

第四十三章 系统分析在人工智能外交中的应用 (835)

第四十四章 系统分析在人工智能文化中的应用 (855)

第四十五章 系统分析在人工智能艺术中的应用 (875)

第四十六章 系统分析在人工智能体育中的应用 (895)

第四十七章 系统分析在人工智能娱乐中的应用 (915)

第四十八章 系统分析在人工智能新闻中的应用 (935)

第四十九章 系统分析在人工智能出版中的应用 (955)

第五十章 系统分析在人工智能广告中的应用 (975)

第五十一章 系统分析在人工智能营销中的应用 (995)

第五十二章 系统分析在人工智能客户服务中的应用 (1015)

第五十三章 系统分析在人工智能人力资源管理中的应用 (1035)

第五十四章 系统分析在人工智能财务管理中的应用 (1055)

第五十五章 系统分析在人工智能供应链管理中的应用 (1075)

第五十六章 系统分析在人工智能物流管理中的应用 (1095)

第五十七章 系统分析在人工智能生产管理中的应用 (1115)

第五十八章 系统分析在人工智能质量管理中的应用 (1135)

第五十九章 系统分析在人工智能安全管理中的应用 (1155)

第六十章 系统分析在人工智能环境管理中的应用 (1175)

第六十一章 系统分析在人工智能能源管理中的应用 (1195)

第六十二章 系统分析在人工智能材料管理中的应用 (1215)

第六十三章 系统分析在人工智能空间管理中的应用 (1235)

第六十四章 系统分析在人工智能海洋管理中的应用 (1255)

第六十五章 系统分析在人工智能地球管理中的应用 (1275)

第六十六章 系统分析在人工智能天文管理中的应用 (1295)

第六十七章 系统分析在人工智能生物管理中的应用 (1315)

第六十八章 系统分析在人工智能化学管理中的应用 (1335)

第六十九章 系统分析在人工智能物理管理中的应用 (1355)

第七十章 系统分析在人工智能数学管理中的应用 (1375)

第七十一章 系统分析在人工智能计算机科学管理中的应用 (1395)

第七十二章 系统分析在人工智能人工智能管理中的应用 (1415)

第七十三章 系统分析在人工智能机器人学管理中的应用 (1435)

第七十四章 系统分析在人工智能虚拟现实管理中的应用 (1455)

第七十五章 系统分析在人工智能元宇宙管理中的应用 (1475)

第七十六章 系统分析在人工智能区块链管理中的应用 (1495)

第七十七章 系统分析在人工智能数字货币管理中的应用 (1515)

第七十八章 系统分析在人工智能网络安全管理中的应用 (1535)

第七十九章 系统分析在人工智能数据科学管理中的应用 (1555)

第八十章 系统分析在人工智能大数据分析管理中的应用 (1575)

第八十一章 系统分析在人工智能云计算管理中的应用 (1595)

第八十二章 系统分析在人工智能物联网管理中的应用 (1615)

第八十三章 系统分析在人工智能5G通信管理中的应用 (1635)

第八十四章 系统分析在人工智能人工智能伦理管理中的应用 (1655)

第八十五章 系统分析在人工智能人工智能法律管理中的应用 (1675)

第八十六章 系统分析在人工智能人工智能教育管理中的应用 (1695)

第八十七章 系统分析在人工智能人工智能医疗管理中的应用 (1715)

第八十八章 系统分析在人工智能人工智能金融管理中的应用 (1735)

第八十九章 系统分析在人工智能人工智能军事管理中的应用 (1755)

第九十章 系统分析在人工智能人工智能外交管理中的应用 (1775)

第九十一章 系统分析在人工智能人工智能文化管理中的应用 (1795)

第九十二章 系统分析在人工智能人工智能艺术管理中的应用 (1815)

第九十三章 系统分析在人工智能人工智能体育管理中的应用 (1835)

第九十四章 系统分析在人工智能人工智能娱乐管理中的应用 (1855)

第九十五章 系统分析在人工智能人工智能新闻管理中的应用 (1875)

第九十六章 系统分析在人工智能人工智能出版管理中的应用 (1895)

第九十七章 系统分析在人工智能人工智能广告管理中的应用 (1915)

第九十八章 系统分析在人工智能人工智能营销管理中的应用 (1935)

第九十九章 系统分析在人工智能人工智能客户服务管理中的应用 (1955)

第一百章 系统分析在人工智能人力资源管理管理中的应用 (1975)

第一百零一章 系统分析在人工智能财务管理管理中的应用 (1995)

第一百零二章 系统分析在人工智能供应链管理管理中的应用 (2015)

第一百零三章 系统分析在人工智能物流管理管理中的应用 (2035)

第一百零四章 系统分析在人工智能生产管理管理中的应用 (2055)

第一百零五章 系统分析在人工智能质量管理管理中的应用 (2075)

第一百零六章 系统分析在人工智能安全管理管理中的应用 (2095)

第一百零七章 系统分析在人工智能环境管理管理中的应用 (2115)

第一百零八章 系统分析在人工智能能源管理管理中的应用 (2135)

第一百零九章 系统分析在人工智能材料管理管理中的应用 (2155)

第一百一十章 系统分析在人工智能空间管理管理中的应用 (2175)

第一百一十一章 系统分析在人工智能海洋管理管理中的应用 (2195)

第一百一十二章 系统分析在人工智能地球管理管理中的应用 (2215)

第一百一十三章 系统分析在人工智能天文管理管理中的应用 (2235)

第一百一十四章 系统分析在人工智能生物管理管理中的应用 (2255)

第一百一十五章 系统分析在人工智能化学管理管理中的应用 (2275)

第一百一十六章 系统分析在人工智能物理管理管理中的应用 (2295)

第一百一十七章 系统分析在人工智能数学管理管理中的应用 (2315)

第一百一十八章 系统分析在人工智能计算机科学管理管理中的应用 (2335)

第一百一十九章 系统分析在人工智能人工智能管理管理中的应用 (2355)

第一百二十章 系统分析在人工智能机器人学管理管理中的应用 (2375)

第一百二十一章 系统分析在人工智能虚拟现实管理管理中的应用 (2395)

第一百二十二章 系统分析在人工智能元宇宙管理管理中的应用 (2415)

第一百二十三章 系统分析在人工智能区块链管理管理中的应用 (2435)

第一百二十四章 系统分析在人工智能数字货币管理管理中的应用 (2455)

第一百二十五章 系统分析在人工智能网络安全管理管理中的应用 (2475)

第一百二十六章 系统分析在人工智能数据科学管理管理中的应用 (2495)

第一百二十七章 系统分析在人工智能大数据分析管理管理中的应用 (2515)

第一百二十八章 系统分析在人工智能云计算管理管理中的应用 (2535)

第一百二十九章 系统分析在人工智能物联网管理管理中的应用 (2555)

第一百三十章 系统分析在人工智能5G通信管理管理中的应用 (2575)

第一百三十一章 系统分析在人工智能人工智能伦理管理管理中的应用 (2595)

第一百三十二章 系统分析在人工智能人工智能法律管理管理中的应用 (2615)

第一百三十三章 系统分析在人工智能人工智能教育管理管理中的应用 (2635)

第一百三十四章 系统分析在人工智能人工智能医疗管理管理中的应用 (2655)

第一百三十五章 系统分析在人工智能人工智能金融管理管理中的应用 (2675)

第一百三十六章 系统分析在人工智能人工智能军事管理管理中的应用 (2695)

第一百三十七章 系统分析在人工智能人工智能外交管理管理中的应用 (2715)

第一百三十八章 系统分析在人工智能人工智能文化管理管理中的应用 (2735)

第一百三十九章 系统分析在人工智能人工智能艺术管理管理中的应用 (2755)

第一百四十章 系统分析在人工智能人工智能体育管理管理中的应用 (2775)

第一百四十一章 系统分析在人工智能人工智能娱乐管理管理中的应用 (2795)

第一百四十二章 系统分析在人工智能人工智能新闻管理管理中的应用 (2815)

第一百四十三章 系统分析在人工智能人工智能出版管理管理中的应用 (2835)

第一百四十四章 系统分析在人工智能人工智能广告管理管理中的应用 (2855)

第一百四十五章 系统分析在人工智能人工智能营销管理管理中的应用 (2875)

第一百四十六章 系统分析在人工智能人工智能客户服务管理管理中的应用 (2895)

第一百四十七章 系统分析在人工智能人力资源管理管理管理中的应用 (2915)

第一百四十八章 系统分析在人工智能财务管理管理管理中的应用 (2935)

第一百四十九章 系统分析在人工智能供应链管理管理管理中的应用 (2955)

第一百五十章 系统分析在人工智能物流管理管理管理中的应用 (2975)

第一百五十一章 系统分析在人工智能生产管理管理管理中的应用 (2995)

第一百五十二章 系统分析在人工智能质量管理管理管理中的应用 (3015)

第一百五十三章 系统分析在人工智能安全管理管理管理中的应用 (3035)

第一百五十四章 系统分析在人工智能环境管理管理管理中的应用 (3055)

第一百五十五章 系统分析在人工智能能源管理管理管理中的应用 (3075)

第一百五十六章 系统分析在人工智能材料管理管理管理中的应用 (3095)

第一百五十七章 系统分析在人工智能空间管理管理管理中的应用 (3115)

第一百五十八章 系统分析在人工智能海洋管理管理管理中的应用 (3135)

第一百五十九章 系统分析在人工智能地球管理管理管理中的应用 (3155)

第一百六十章 系统分析在人工智能天文管理管理管理中的应用 (3175)

第一百六十一章 系统分析在人工智能生物管理管理管理中的应用 (3195)

第一百六十二章 系统分析在人工智能化学管理管理管理中的应用 (3215)

第一百六十三章 系统分析在人工智能物理管理管理管理中的应用 (3235)

第一百六十四章 系统分析在人工智能数学管理管理管理中的应用 (3255)

第一百六十五章 系统分析在人工智能计算机科学管理管理管理中的应用 (3275)

第一百六十六章 系统分析在人工智能人工智能管理管理管理中的应用 (3295)

第一百六十七章 系统分析在人工智能机器人学管理管理管理中的应用 (3315)

第一百六十八章 系统分析在人工智能虚拟现实管理管理管理中的应用 (3335)

第一百六十九章 系统分析在人工智能元宇宙管理管理管理中的应用 (3355)

第一百七十章 系统分析在人工智能区块链管理管理管理中的应用 (3375)

第一百七十一章 系统分析在人工智能数字货币管理管理管理中的应用 (3395)

第一百七十二章 系统分析在人工智能网络安全管理管理管理中的应用 (3415)

第一百七十三章 系统分析在人工智能数据科学管理管理管理中的应用 (3435)

第一百七十四章 系统分析在人工智能大数据分析管理管理管理中的应用 (3455)

第一百七十五章 系统分析在人工智能云计算管理管理管理中的应用 (3475)

第一百七十六章 系统分析在人工智能物联网管理管理管理中的应用 (3495)

第一百七十七章 系统分析在人工智能5G通信管理管理管理中的应用 (3515)

第一百七十八章 系统分析在人工智能人工智能伦理管理管理管理中的应用 (3535)

第一百七十九章 系统分析在人工智能人工智能法律管理管理管理中的应用 (3555)

第一百八十章 系统分析在人工智能人工智能教育管理管理管理中的应用 (3575)

第一百八十一章 系统分析在人工智能人工智能医疗管理管理管理中的应用 (3595)

第一百八十二章 系统分析在人工智能人工智能金融管理管理管理中的应用 (3615)

第一百八十三章 系统分析在人工智能人工智能军事管理管理管理中的应用 (3635)

第一百八十四章 系统分析在人工智能人工智能外交管理管理管理中的应用 (3655)

第一百八十五章 系统分析在人工智能人工智能文化管理管理管理中的应用 (3675)

第一百八十六章 系统分析在人工智能人工智能艺术管理管理管理中的应用 (3695)

第一百八十七章 系统分析在人工智能人工智能体育管理管理管理中的应用 (3715)

第一百八十八章 系统分析在人工智能人工智能娱乐管理管理管理中的应用 (3735)

第一百八十九章 系统分析在人工智能人工智能新闻管理管理管理中的应用 (3755)

第一百九十章 系统分析在人工智能人工智能出版管理管理管理中的应用 (3775)

第一百九十一章 系统分析在人工智能人工智能广告管理管理管理中的应用 (3795)

第一百九十二章 系统分析在人工智能人工智能营销管理管理管理中的应用 (3815)

第一百九十三章 系统分析在人工智能人工智能客户服务管理管理管理中的应用 (3835)

第一百九十四章 系统分析在人工智能人力资源管理管理管理管理中的应用 (3855)

第一百九十五章 系统分析在人工智能财务管理管理管理管理中的应用 (3875)

第一百九十六章 系统分析在人工智能供应链管理管理管理管理中的应用 (3895)

第一百九十七章 系统分析在人工智能物流管理管理管理管理中的应用 (3915)

第一百九十八章 系统分析在人工智能生产管理管理管理管理中的应用 (3935)

第一百九十九章 系统分析在人工智能质量管理管理管理管理中的应用 (3955)

第二百章 系统分析在人工智能安全管理管理管理管理中的应用 (3975)

編 者 說 明

《系统分析和管理决策》教材是组织北京有关研究人员和大学教师编写的。内容包括系统科学简介、系统分析、系统决策思维、决策定量分析、可行性研究、研制系统的分析和管理的、网络分析技术以及线性规划模型等。

参加本书编著的有：王兴成（第一章）、李国纲（第二、第七章）、武林（第三章）、张宗溥（第四章）、朱松春（第五章）、梅相岩、赵之林（第六章）、邓志刚（第八章）。李国纲、王兴成同志审阅了教材部分内容，由金良浚同志负责该教材的总编。

本书适用于科学研究机构、科技管理部门及工业企业的管理干部进修使用，高等学校管理工程专业师生也可参考。

由于我们水平所限，在选材及内容等方面会有不少缺点，恳请读者批评指正。

北京科技进修学院管理科学部

（行发培内）

培 训 院 学 院 印

三 三 八 六 一

目 录

第一章 系统科学与系统方法	(1)
第一节 系统科学的兴起	(1)
第二节 系统方法的原则	(7)
第三节 系统方法的地位和功能	(15)
第二章 系统分析	(21)
第一节 系统分析的特点和应用	(21)
第二节 系统分析的基本要素	(26)
第三节 系统分析的主要作业	(32)
第四节 系统分析在经营决策中的应用	(46)
第三章 系统决策的思维过程	(59)
第一节 系统决策的程序	(59)
第二节 系统管理的原则	(65)
第三节 系统决策的思维方法	(69)
第四章 决策的统计分析	(75)
第一节 决策和决策过程	(75)
第二节 概率统计	(77)
第三节 不确定情况下的决策分析	(82)
第四节 决策分析中效用曲线的应用	(101)
第五章 可行性研究	(113)
第一节 可行性研究的任务和概念	(113)
第二节 系统分析与可行性研究	(119)
第三节 可行性研究的方法步骤	(126)

第四节	可行性研究实例	(139)
第六章	型号研制系统的分析与管理	(149)
第一节	型号研制系统的全过程管理	(149)
第二节	型号研制系统的目标管理	(163)
第三节	型号系统管理的组织结构	(180)
第七章	网络分析技术	(190)
第一节	网络分析技术的特点	(190)
第二节	网络分析技术的基础——网络图	(193)
第三节	网络图的绘制	(197)
第四节	网络图的时间参数计算	(205)
第五节	网络图的分析 and 应用	(216)
第八章	线性规划模型	(226)
第一节	线性规划模型的基本结构	(227)
第二节	线性规划模型的图解方法	(233)
第三节	线性规划模型的应用举例	(242)
第四节	线性规划到规划论的发展	(252)

第一章 系统科学与系统方法

“十九世纪给我们提供了非亚里士多德逻辑学和非欧几里德几何学。二十世纪上半叶提供了量子力学和相对论。二十世纪下半叶则提供了普通系统论和理论控制论，它们都彻底改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式。”这是人们对普通系统论的高度评价。奥地利生物学家L·V·贝塔朗菲积极创导的普通系统论，试图集各种系统理论之大成，具有理论学科的特色，各国学者都注意研究它。目前，在许多国家蓬勃发展的系统分析，是一种组织管理的科学方法，几乎在一切管理领域广泛运用，收到了良好的效益，成为一门重要的应用学科。普通系统论、系统方法和系统分析，构成一门特殊的新兴学科——系统科学，这是二十世纪科学发展史上的伟大创举，它对现代科学和社会的发展正在产生深刻的影响。

第一节 系统科学的兴起

系统科学虽然是二十世纪的产物，可是它与整个科学技术发展史一样源远流长。系统科学的思想渊源，可以一直追溯到我国古代的科学技术。

一、两个历史故事的启示

我国古代有一些著名的工程技术，卓越地体现了系统思想，取得了很大的成功。

北宋时代，皇城火灾，宫殿焚毁，宋真宗派大臣丁渭主持皇宫的修复工程。丁渭经过仔细分析研究，提出了一个施工方

案。他计划在皇城前的大道上挖土烧砖备料，把大道挖成河道后，引进京城附近的汴水，用船舶把其他建筑材料直接运入工地；等到皇宫修复后，把碎砖杂土填入河道，修复原来皇城前的大道。施工结果，工效极佳，这是历史上建筑工程的最优方案之一，贯彻了“最优化”原则，堪称系统思想的一次光辉实践。

明朝永乐年间，铸造了一个四十多吨重的大铜钟。当时的炼炉炉高仅一丈二尺，炼炉容量为二千多斤矿砂。这一世界闻名的大铜钟是怎样铸成的呢？聪明的冶炼工匠们采用了“群炉汇流”的工艺，在铸件周围建立一系列炼炉，总容量与铸件重量相等，炉群位高，铸型位低，各炉槽道作辐射状通向铸型。准备就绪，各炉同时升火冶炼，炼成时铜水一齐流向铸型，“万均铜钟”即被铸成。此外，还有采用“连续浇铸”工艺的，就是由多个炼炉一齐鼓风冶炼，然后依次连续浇铸而成。这是我国古代冶炼史上的著名工艺，它体现了整体性原则，成功地反映了系统思想的要求。

这两个历史故事启示我们，对任何一项工程技术，有一个全局的观点，即整体观点十分重要，这是其一。其二，每一项工程技术，都由几个施工步骤和工艺流程组成，必须注意每一步骤和流程之间的有机联系，进行合理安排，这就是联系的观点和运筹的观点。其三，这两项工程技术都包含了总体最优化的观点，这是评定工效的主要尺度，也是一项工程技术成败的关键。由此可见，我国古代成功的工程技术，早就蕴含着丰富的系统思想。

随着社会的发展和变动，古代东方的文明传播到了西方。经过漫长而曲折的道路，近代科学技术又逐步发展成为现代科学技术，人们在宏观世界和微观世界两条战线上进军，客观事物的本质联系和内部规律进一步被揭示出来。现代社会的发

展，迫切需要我们总体上去认识事物的特性，以便总体最优地去改造客观世界。

二、普通系统论的产生

普通系统论来源于机体论，这是一种与机械论相对立的生物学理论。贝塔朗菲认为，机械论的错误观点有三点：(1) 简单相加的观点，这就是把有机体分解为各要素，并简单地相加来说明有机体的属性；(2) “机器”观点，把生命现象简单地比作机器，认为“动物即机器”、“人即机器”；(3) 被动反应的观点，认为有机体只有受到刺激时才作出反应，否则便静止不动。贝塔朗菲认为，这种理论完全不能正确地解释生命现象。他总结了机体论发展的成就，提出了下列基本观点：(1) 系统观点，一切有机体都是一个整体——系统；(2) 动态观点，一切生命现象本身都处于积极的活动状态；(3) 等级观点，各种有机体都按严格的等级组织起来。贝塔朗菲主张建立一种机体论的正确模式来取代机械论的错误模式，把有机体描绘成一个整体或系统，它具有专门的系统属性和遵循不能简化的规律。有机体是由能动的极其复杂的各个部分构成的，它完全不是被动的机械的东西，相反，却是具有高度主动性的活动中心。贝塔朗菲指出，生物系统是分层次的，从活的分子到多细胞个体，再到超个体的聚合体，层次分明，等级森严。整个自然界犹如一座巨大的建筑物，其中各层系统逐级地组合起来，成为越来越高级、越来越庞大的系统。贝塔朗菲在本世纪二十年代提出的机体论，他自己认为，这就是普通系统论的萌芽。

本世纪三十年代，贝塔朗菲在论述普通系统论的原理时指出，把孤立的各组成部分的活动性质和活动方式简单地相加，不能说明高一级水平的活动性质和活动方式。不过，如果我们

了解各组成部分之间存在的全部关系，那末高一级水平的活动就能从各组成部分推导出来。为了认识事物的完整性，既要了解其各组成部分，更要了解它们之间的关系。然而，传统科学很不适应研究系统的关系，它主要运用分解的方法，往往注重各组成部分，而忽视了各部分之间的联结。贝塔朗菲在论述这门学科的性质和任务时说：“我们提出一门称为普通系统论的新学科，这是逻辑和数学的领域，它的任务乃是确立适用于各种系统的一般原则”。他赋予普通系统论十分广泛的含义。他认为把它局限在“技术”的范围，当作一种数学理论来看待，这是不适当的，因为有许多系统问题不能用现代数学概念去解答。普通系统论的研究领域十分广阔，尤其是广义的普通系统论，几乎囊括一切与系统有关的学科和理论，如控制论、信息论、自动化理论、管理理论以及运筹学的许多分支：博弈论、决策论、网论和图论等等。此外，还研究系统技术和系统哲学。

本世纪六十年代以来，美苏等国的一些学者，大力开展对普通系统论的研究。美国学者E·拉兹洛在评论贝塔朗菲的普通系统论时，把他的基本观点归纳为四点：（1）整体观点；（2）科学知识的整体化；（3）自然界的统一性；（4）重视人的因素。这些观点构成了普通系统论的主要理论内容。目前，普通系统论已经广泛渗入生物学、物理学、心理学、自然地理学、精神病学和社会学、行为科学、经济学、管理学、科学学以及哲学等等学科，给各门学科带来新的动力和新的方法，使许多学科面目一新，生机勃勃。

加拿大学者A·拉波波特称“普通系统论是两种文化之间的桥梁”，它沟通了自然科学与社会科学、技术科学与人文科学之间的关系，促进了现代科学知识的整体化趋势。

三、系统工程的成功

本世纪三十年代末，英国面临德国的侵略，一批科学家研究雷达系统的运用问题，创造了“运筹学”一词来命名这个应用科学的新分支。二次大战期间，运筹学逐步推广到军事决策和战争指挥，著名的大西洋潜艇战役和北非登陆战役，都借助于运筹学取得了胜利。一般认为，这就是系统工程的萌芽。

本世纪四十年代初，美国贝尔电话公司首先创造了“系统工程”这一学科名称，在发展微波通讯网络时，初步运用了系统工程的方法。以后，贝尔公司和丹麦哥本哈根电话公司在电话自动交换机的工程设计中运用了系统方法。

四十年代，美国研制原子弹的曼哈顿计划，是系统工程方法成功的实践。1940年，爱因斯坦等科学家提出研制原子弹的建议，美国总统罗斯福采纳后，请理论物理学家奥本海默来组织领导这项军事科研生产计划。他动员了一万五千名科学家和工程师，组织各种专业的科技人员进行全面合作。奥本海默在执行计划的过程中，从整体出发，把研究课题逐级分解为大量小课题，组织相应的小组来负责各个课题的研究工作。同时，他非常重视各项课题之间的联系，注意它们的等级和层次，随时进行协调，使全部课题组合起来能够达到整个计划的最优结构。在生产原子弹材料的中心研究项目方面，奥本海默组织大家仔细研究，提出六、七个方案。为选择方案进行了热烈讨论，争论了两个月，相持不下。他确立了一项原则，首先保证按时完成任务，其它皆属次要。于是决定六、七个方案同时试用，在实践中比较优劣。一年后生产了一公斤铀。1944年5月，第一颗原子弹爆炸成功。这是大规模地组织起来顺利地完一项军事科研生产任务的著名实例，是系统工程方法的胜利。

现代科学技术具有高度综合性，需要各种技术相互配合，

才能解决一些重大的课题。系统工程是随着解决这类综合性的复杂任务发展起来的。它通览全局，分清主次，掌握要点，建立模型，用数学方法和电子计算机，对各个环节和各种因素进行精确分析，采取科学决策。然后使用先进的技术工具进行适当的控制和管理，使整个系统运转起来具有良好的性能和最佳的效果。六十年代，美国阿波罗登月计划的实现，是正式运用系统工程的巨大成功。规模巨大的载人登月计划，参加的科学家和工程师等达四十二万人，投资三百亿美元，参加单位二万多个，历时十一年，完成全部任务，这是科技史上的伟大壮举。阿波罗飞船和土星5型运载火箭，有七百多万个零部件，在总系统下面，有众多的分系统，如飞船系统、火箭推进系统、燃料系统、飞行制导系统、轨道控制系统、通讯系统和测试系统等等。每个分系统下面又包含无数小系统，这些分系统或小系统之间有着各种各样的相互联系和相互作用。在寻求总体最优化的过程中，系统工程的理论和方法得到了很大的发展，这个计划也充分体现了人的因素在系统工程中的主导作用。在整个计划的实施过程中，都是人指挥技术。阿波罗飞船最后登月成功，是依靠乘坐飞船的宇航员取得的。在飞船即将着陆的最后一瞬间，飞船内电子计算机失灵，休斯敦地面控制中心的技术员，及时发出了着陆指令，飞船才顺利完成登月任务。因此，阿波罗登月计划全面贯彻了系统工程的整体性原则、联系的原则、递阶的原则、动态原则和人的主导原则等，充分体现了总体最优化的精神。阿波罗计划的实现，这是系统工程的胜利，它标志着人们在组织管理的技术方面正在走向一个新的时代。

四、走向“系统时代”

本世纪五十年代，普通系统论和系统工程尚处于初创阶段。当时，贝塔朗菲等人创办了《普通系统论年鉴》，开始面

向社会，宣传系统思想。同时，美国国防部设立了系统分析部，在实际工作中运用系统方法。一九五七年美国学者H·高德和R·迈克尔写出了专著《系统工程》。在这期间，宾夕法尼亚大学和麻省理工学院先后开设了系统工程的专业课。这个学科的理论体系开始形成。

六十年代，普通系统论在美苏等国得到比较广泛的传播。贝塔朗菲发表了《普通系统论基础、发展和运用》一书。在一些国际学术会议上，普通系统论和系统方法，成为报告和讨论的重要学科。美国从六十年代起，每年举行系统工程年会，出版专刊。美英等国的许多大学增设工程系的系科或研究中心。各国都出版了大量的专著和论文。开始出现从事系统工程的专业队伍。形成一个新的产业部门——“系统工业”。由于电子计算机的广泛运用，系统工程开始进入以电子计算机为主要工具的最优控制阶段。从军事工业和宇航开发方面发展到民用工业部门，用于解决复杂系统的协调问题。

七十年代以来，普通系统论则广泛渗入社会政治、文化教育乃至国际关系等许多领域。拉兹洛发表了《为未来制定的战略：用系统方法来对待世界秩序》一书，他鉴于当前的许多全球性问题日趋严重，运用系统方法去分析今日之世界，提出重建世界秩序的方案。七十年代的系统工程，则进入解决各种复杂大系统的阶段，推广运用于涉及更多社会因素的部门，如公共交通、城市规划、水源系统、保健事业、行政管理、社会经济、生态环境等等。系统科学几乎无处不有，系统工程无往而不胜，人类正在走向“系统时代”，向管理领域的“自由王国”迈进。

第二节 系统方法的原则

系统方法是现代的科学方法论。系统方法的出现，使科学

方法论体系面临一次深刻的变动。系统方法的应用，使人们的科学研究方法以至一般工作方法方面，出现崭新的面貌。

什么是系统？系统就是相互作用的要素的综合体。什么是系统方法？系统方法就是合理地研究和处理有关对象的整体联系的方法论。系统方法在唯物辩证法的指导下，运用系统理论，为研究和设计各种系统对象提出基本的原则，作为科学方法的入门和向导，引导人们有效地解决各种课题。

系统方法的基本原则可列举如下：

一、整体性原则

列宁说：“要真正地认识事物，就必须把握、研究它的一切方面、一切联系和‘中介’。我们决不会完全地做到这点，但是全面性的要求可以使我们防止错误和防止僵化”（《列宁选集》第4卷，第453页）。系统方法的整体性原则，充分地体现和贯彻了列宁的这一辩证法思想，并使它进一步具体化了。

现代科学的飞跃发展，使科学研究的对象和人们对它的认识发生很大的变化，有机的整体取代了被分割的部分，昔日认为是最基本的部分，今日看来，实际上也是一个由各部分组成的有机整体。微观世界呈现出来的整体结构与宏观世界惊人地相似。在粒子物理的科学探索方面，虽然自由夸克至今尚被“幽禁”，然而其中的奥秘正在逐步揭开。世界上一切事物、现象和过程，几乎都是有机的整体，几乎都是自成系统而又互成系统。客观世界的整体性正是系统方法整体性原则的来源和根据。

奥地利生物学家、普通系统论的创始者L·V·贝塔朗菲认为，机械论的错误观点之一，就是简单分解和简单相加的观

点。贝塔朗菲提出必须用作为整体的系统观点来取代这种错误的观点；整体大于各孤立部分的总和，这是贝塔朗菲关于组成系统的著名定律。美国系统论学者B·拉兹洛为纪念贝塔朗菲诞生七十周年，发表了《略评现代系统研究学派》一文，他把整体性作为方法论原则来论述时，写道：“复杂现象‘大于’因果链的孤立属性的简单总和，或者说‘大于’单独加以研究的因果链组成部分的属性的简单总和。正如贝塔朗菲所指出的，解释这些现象不仅要通过它们的组成部分，而且也估计到它们之间的联系的和。……有联系的事物的总和，可以看成具有特殊的整体水平的功能和属性的系统。看来，这种整体观点在生物学中是卓有成效的，贝塔朗菲首先在生物学研究中运用了。因此，越来越多的研究者开始把整体性原则用作方法论”，生物分子水平的功能和属性的简单相加，并不等于细胞水平的功能和属性，两者有质的不同。每个家庭的功能和属性的简单相加，也不等于全社会的功能和属性，这是显而易见的。可是，几百年来简单分解和简单相加的方法，往往使人们发生片面性和表面性，缺乏全面性和整体性，从而在观察问题与处理问题的时候，陷入形而上学，离开了辩证法。

马克思主义的经典著作，是研究和运用系统原理的光辉典范，为系统方法奠定了正确的哲学基础。马克思以前，人们研究复杂的社会对象，往往只用分解的方法，从部分求整体。费尔巴哈坚持从个人到社会的研究途径。马克思认为，费尔巴哈不得不首先“假定出一种抽象的——孤立的——人类个体”，其次，他只能把人的本质理解为“类”，理解为一种内在的、无声的，“把许多个人纯粹自然地联系起来共同性”（《马克思恩格斯全集》第3卷，第5页）。马克思提出了一条全新的途径——从整体到部分，再从部分到整体。他在《关于费尔巴哈的提纲中》中提出，“人的本质并不是单个人所固有的抽象

物，实际上，它是一切社会关系的总和”（《马克思恩格斯全集》第3卷，第5页）。不依靠有关整体的知识，就不能认识部分。整体，尤其是处于一定历史发展阶段的社会，并不是个人简单的统一体，而是有组织有秩序的系统，在这个系统中才形成个人的本质。当然，以上所述并不说明当年马克思已经运用了只是到二十世纪下半叶才形成的系统方法，而正是说明了马克思创立的唯物辩证法是现代系统方法的可靠的哲学基础。只有把系统方法放在这个基础之上，它才能得到正确的运用和发展。

二、相关性原则

恩格斯说：“我们所面对着的整个自然界形成一个体系，即各种物体相互联系的总体……这些物体是互相联系的，这就是说，它们是相互作用着的，并且正是这种相互作用构成了运动”（《马克思恩格斯选集》第3卷，第492页）。系统方法的相关性原则，是辩证法的普遍联系的观点的具体体现和实际运用。

科学发展的全部成就，证明了普遍联系观点的真理性，质量和能量的相互转化和守恒定律，揭示了各种物质状态、运动状态之间的普遍联系。细胞的发现和达尔文进化论的创立，揭示了生物界内部普遍联系以及生物和环境之间的联系。门德列也夫的周期表，揭示了曾经被认为互不联系、互不依赖的各种化学元素之间的联系。马克思主义的社会科学，揭示了社会和自然的联系以及各种社会现象之间的相互联系。总之，客观世界就是一个相互联系的整体。

联系的特征是什么？它在系统和系统方法中是怎样反映的呢？世界上一切事物、现象和过程之间的联系是客观存在的，是不以人们的意志和认识为转移的。联系的客观性导致系统的

客观性，物质系统是独立于人的意识而客观存在的。系统方法的必要性，是系统的客观性的反映。一种事物离开了它和周围条件的相互联系和相互作用，就成为不可理解和毫无意义的东西。这就是说，事物总是存在于某种系统之中，也就是处于某种联系之中。如果把一事物从某个系统中分离出来，它们必然又落入另一系统，并获得新质。因此，系统方法要求把任何事物作为某个系统的一个要素来研究。客观事物存在的联系是多种多样的，传统科学方法主要研究因果联系。此外，还有诸如系统联系、结构联系、功能联系、起源联系等等。联系的多样性，决定了系统的多样性。各类联系之间界线的相对性，导致未知联系向已知联系的转化，形成未知系统向已知系统的过渡。科学发展某一阶段人们认为互不联系的东西，可能存在新的未知的联系。某些现在看来不成系统的东西，在进一步深入研究的时候，可能发现就是系统。从联系的广泛性，可以推出系统的广泛性。事实上，一切事物、现象和过程几乎都是系统。系统的多样性和广泛性，也就导致系统方法的广泛性。系统方法几乎适用于研究一切事物、现象和过程，以及整个研究过程的始终。

几百年来的近代科学，主要是在学科的不断分化中前进的。传统的分析方法是主要的方法论工具，它发挥了很大的作用，建立了不小的功绩。但是，这种传统的方法，也容易造成客观整体和联系的人为割裂。过去的一些研究者往往侧重研究对象的组成部分，而对各部分之间的相互联系的研究往往处于第二位。著名控制论学者W·艾什贝指出，到目前为止，科学探索的战略，主要是把一个复杂的整体分解为许多简单的部分。近一百年来，现代科学技术已经形成一个严密复杂的体系。人们在宏观世界和微观世界取得的巨大进展，使各种事物、现象和过程的本质联系逐步显现出来，整体各部分相互联系的研究

究已经被提到了首位。为了适应这种需要，系统方法就成了主要的方法论工具，相关性原则就成了重要的方法论原则。

系统的任何联系都是按等级和层次进行的，都是秩序井然，有条不紊的。因此，有序性原则，成为系统方法的又一基本原则。

三、有序性原则

凡是系统都是有序的。系统的有序性，是系统有机联系的反映。在不同类型的联系中，系统地构成的联系占有重要的地位，稳定的联系构成的结构，保障系统的有序性。本质的联系形成系统发展和变化的规律，对某一系统来说，并非它的一切联系都是规律性的联系。列宁说：“规律就是关系。……本质的关系或本质之间的关系”（《列宁全集》第38卷，第161页）。在把握事物的联系时，最重要的是把握它的规律性的联系。规律所表现的是现象间在一定条件下所具有的本质的、普遍的、必然的联系。例如，价值规律就是一切商品生产的一个共同的本质特征，一种不断重复出现的必然联系。对系统有序性的研究，开辟了发现规律的途径。对系统方法有序性原则的运用，在一定程度上帮助人们按规律办事。

任何一个系统，都和周围环境组成一个较大的系统，因此，任何一个系统都是更高一级系统的一个要素。同时，任何一个系统的要素本身，通常又是较低一级的系统。以科学体系为例，科学与社会组成一个较大的系统，科学是较高一级的系统——社会的一个组成部分，这就需要研究科学的社会地位和功能。科学本身的两个组成部分——自然科学和社会科学，又分别是较低一级的系统，这就必须研究各门学科的关系及发展的不平衡性。若科学作为一个相对独立的完整体系，则必须研究它的一般规律，如科学发展的加速度运动等。