

张道民○

# 软科学 基础

RUAN KE XUE  
JI CHU

青岛海洋大学出版社

# 软科学基础

张道民

青岛海洋大学出版社

鲁新登字 15 号

# 软科学基础

张道民

✱

青岛海洋大学出版社出版发行

青島市魚山路 5 號

邮政编码: 266003

新华书店经销

青島新华印刷厂印刷

✱

1992年9月第1版      1992年9月第1次印刷

32 开(850×1168 毫米) 11.25 印张 281 千字

印数 1—4000

ISBN 7—81026—251—3/G • 36

定价: 5.60 元

## 前 言

软科学在我国的兴起,是适应科学技术全面发展的需要、社会主义经济振兴的需要和社会协调发展的需要,也是适应改革开放形势发展的需要,具有鲜明的时代特征。我国软科学的宣传、研究和应用,对各级领导的决策、管理活动产生了一定的影响,起了积极的作用,已为我国社会主义现代化建设作出了重大贡献。在这种形势下,软科学的学科建设及其人才的培养教育日益提到议事日程上来了。这是因为软科学研究水平的提高,队伍建设等关系到发展后劲的问题,愈来愈成为人们关心的实际问题。无论从大学生能力的培养看,或是从社会上各类人才的智能的发挥看,既具备硬科学技术知识又具有软科学技术知识,才能形成更合理的知识结构,从而更有利于人们的知识和能力得以充分施展,促其人才涌现。

软科学课程在我校已经讲授了四年多,尽管是选修课,却很受学生欢迎。可惜,一直未见到比较适用的教科书,全靠课堂笔记。虽然软科学辞书已出版了几部,而且内容极其丰富,但是文字量很大,均在100万字以上,显然不适合于作教材,尤其对初学者,难于掌握,不易抓住重点。过去也出版过一些介绍软科学和决策学的书,但多侧重于某些应用性内容的介绍,不适于作基础教材。为了加强软科学的学科建设,作为青岛大学“七五”和“八五”课题任务之一,我们就某些基本理论问题进行了初步研究并结合教学实践,在原讲稿的基础上经修改和补充,编著成册,以求作为大学生的教科书、参考书,同时也作为广大干部、管理人员、科技人员以及爱好软科学的同志了解或自学软科学的参考书。只需要较短的时间就对软科学有一个比较全面的了解和认识,而且在掌握这些知识的

基础上,既可以独立地涉猎其它有关软科学的知识,又可以参与软科学研究工作。我们希望本书的出版,对广大青年读者系统地了解 and 掌握软科学知识能有所裨益。

由于该书是从学科建设和发展的角度出发,故尽量吸收国内外有关软科学基础研究的成果,以基本知识、基本理论、基本方法 and 应用基础为主要内容。其体系结构是根据作者 1990 年在《软科学研究》杂志第四期上发表的“试论软科学与硬科学的关系”一文所提出的那个基本层次结构框架而具体化的。全书共四篇 26 章:第一篇,包括 1—5 章,主要介绍软科学的基本知识,如软科学的概念,对象和特点,体系结构与功能,产生与发展等,起导引作用;第二篇,包括 6—17 章,主要介绍软科学的一部分基础学科理论,其中又分两部分:6—11 章为元学科理论,12—17 章为系统学科理论;第三篇,包括 18—23 章,主要介绍一部分软科学方法和软技术;第四篇,包括 24—26 章,主要介绍一部分软科学应用学科理论。

软科学的内容极其丰富多样,涉及的领域和知识范围也极为广泛,笔者只对部分领域作过较深入的探讨,其它只是为教学需要而写成,请各位专家、学者和教师以己之长补笔者之短。

编著软科学书,本人尚属首次,不仅缺乏经验,又受时间和水平所限,欠妥之处,甚至差错,在所难免,敬请广大读者批评指正。

本书稿在修改过程中,曾得教于李庆臻教授;本书的出版,得到青岛海洋大学出版社的热情支持,在此一并致谢。

# 目 录

|                    |    |
|--------------------|----|
| 前言                 | 1  |
| 第一章 软科学的概念、对象和特点   | 1  |
| 第一节 软科学的概念与定义      | 1  |
| 第二节 软科学的研究对象和内容    | 5  |
| 第三节 软科学的特点         | 8  |
| 第二章 软科学的体系与功能      | 14 |
| 第一节 软科学的体系         | 14 |
| 第二节 软科学的功能         | 18 |
| 第三章 软科学的产生与发展      | 23 |
| 第一节 软科学的产生         | 23 |
| 第二节 现代软科学兴起的标志     | 27 |
| 第三节 现代软科学兴起的原因     | 30 |
| 第四节 当代软科学发展的趋势     | 35 |
| 第四章 软科学在中国         | 40 |
| 第一节 古代的软科学活动       | 40 |
| 第二节 软科学在我国的传播与发展   | 46 |
| 第三节 现代软科学在我国的崛起    | 48 |
| 第五章 学习、研究软科学的意义和方法 | 53 |
| 第一节 研究软科学的意义       | 53 |
| 第二节 学习软科学的方法       | 61 |
| 第六章 元科学与软科学        | 63 |
| 第一节 元科学的产生与发展      | 63 |
| 第二节 元科学研究的特点       | 66 |
| 第三节 元科学与软科学的关系     | 69 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| <b>第七章 科学论</b>    | 72  |
| 第一节 科学的概念和性质      | 72  |
| 第二节 科学的功能和作用      | 77  |
| 第三节 科学的分类         | 79  |
| 第四节 科学的体系结构       | 84  |
| <b>第八章 技术论</b>    | 87  |
| 第一节 技术论的产生        | 87  |
| 第二节 技术的概念、要素和特性   | 89  |
| 第三节 技术的分类         | 94  |
| 第四节 技术体系的结构原则     | 97  |
| <b>第九章 交叉科学论</b>  | 101 |
| 第一节 交叉科学的产生与发展    | 101 |
| 第二节 交叉科学产生和兴起的动因  | 107 |
| 第三节 交叉科学的形成机制     | 112 |
| <b>第十章 科学价值论</b>  | 117 |
| 第一节 科学价值的涵义及特性    | 118 |
| 第二节 科学技术的价值属性     | 121 |
| 第三节 科学价值的实现       | 127 |
| 第四节 科学价值的评价       | 129 |
| 第五节 科学价值论与软科学     | 133 |
| <b>第十一章 科技社会论</b> | 135 |
| 第一节 科技进步的社会意义     | 135 |
| 第二节 科学的社会功能       | 138 |
| 第三节 科学的社会建制       | 141 |
| 第四节 科技与经济社会的协调发展  | 143 |
| <b>第十二章 信息论</b>   | 147 |
| 第一节 信息论的产生与发展     | 147 |
| 第二节 信息的本质和特性      | 151 |

|             |                         |            |
|-------------|-------------------------|------------|
| 第三节         | 信息论的方法论功能·····          | 157        |
| <b>第十三章</b> | <b>控制论·····</b>         | <b>162</b> |
| 第一节         | 控制论的产生·····             | 162        |
| 第二节         | 控制论的发展·····             | 168        |
| 第三节         | 基本概念和原理·····            | 172        |
| 第四节         | 控制论的方法论功能·····          | 175        |
| <b>第十四章</b> | <b>系统论·····</b>         | <b>177</b> |
| 第一节         | 系统论的产生与发展·····          | 177        |
| 第二节         | 基本概念·····               | 182        |
| 第三节         | 系统的发生与发展·····           | 186        |
| 第四节         | 系统的类型·····              | 189        |
| 第五节         | 系统论的方法论原则·····          | 194        |
| <b>第十五章</b> | <b>耗散结构论·····</b>       | <b>200</b> |
| 第一节         | 耗散结构论的产生·····           | 200        |
| 第二节         | 基本概念和原理·····            | 203        |
| 第三节         | 耗散结构的产生与进化·····         | 208        |
| 第四节         | 耗散结构论的意义·····           | 212        |
| <b>第十六章</b> | <b>协同论·····</b>         | <b>214</b> |
| 第一节         | 协同学的产生·····             | 214        |
| 第二节         | 基本概念和原理·····            | 216        |
| 第三节         | 协同论的重要意义·····           | 220        |
| <b>第十七章</b> | <b>突变论·····</b>         | <b>222</b> |
| 第一节         | 突变论的产生·····             | 222        |
| 第二节         | 基本概念和原理·····            | 223        |
| 第三节         | 突变论的意义·····             | 227        |
| <b>第十八章</b> | <b>软科学方法的原则和分类·····</b> | <b>229</b> |
| 第一节         | 建立软科学方法的原则·····         | 229        |
| 第二节         | 软科学研究的一般程序·····         | 231        |

|              |                         |            |
|--------------|-------------------------|------------|
| 第三节          | 软科学方法的分类·····           | 234        |
| <b>第十九章</b>  | <b>元研究方法·····</b>       | <b>236</b> |
| 第一节          | 元研究与反思方法·····           | 236        |
| 第二节          | 反思方式·····               | 237        |
| <b>第二十章</b>  | <b>系统方法·····</b>        | <b>244</b> |
| 第一节          | 系统分析法·····              | 245        |
| 第二节          | 系统综合法·····              | 250        |
| 第三节          | 系统工程方法·····             | 251        |
| <b>第二十一章</b> | <b>信息方法和功能模拟方法·····</b> | <b>255</b> |
| 第一节          | 信息方法·····               | 255        |
| 第二节          | 功能模拟方法·····             | 258        |
| <b>第二十二章</b> | <b>预测方法·····</b>        | <b>260</b> |
| 第一节          | 德尔菲法·····               | 261        |
| 第二节          | 趋势外推法·····              | 263        |
| 第三节          | 时间序列分析预测法·····          | 263        |
| 第四节          | 回归分析预测法·····            | 264        |
| <b>第二十三章</b> | <b>软技术·····</b>         | <b>266</b> |
| 第一节          | 统计技术·····               | 267        |
| 第二节          | 网络技术·····               | 272        |
| <b>第二十四章</b> | <b>战略科学·····</b>        | <b>279</b> |
| 第一节          | 战略概念和特性·····            | 279        |
| 第二节          | 战略研究的发展及意义·····         | 282        |
| 第三节          | 战略结构·····               | 285        |
| 第四节          | 战略制定·····               | 289        |
| 第五节          | 战略实施·····               | 293        |
| <b>第二十五章</b> | <b>政策科学·····</b>        | <b>296</b> |
| 第一节          | 政策学的产生与发展·····          | 296        |
| 第二节          | 政策·····                 | 302        |

|              |                   |            |
|--------------|-------------------|------------|
| 第三节          | 政策制定.....         | 306        |
| 第四节          | 政策执行.....         | 308        |
| <b>第二十六章</b> | <b>决策科学</b> ..... | <b>312</b> |
| 第一节          | 决策和科学决策.....      | 312        |
| 第二节          | 科学决策的原则和程序.....   | 318        |
| 第三节          | 科学决策系统.....       | 325        |
| 第四节          | 决策者素质.....        | 336        |
| 第五节          | 案例.....           | 341        |

# 第一章 软科学的概念、对象和特点

## 第一节 软科学的概念与定义

### 一、概念的产生

20 世纪 50 年代初,世界上第一台程序式通用电子计算机问世,人们把这种计算机分成硬件(Hardware)和软件(Software)两个组成部分。硬件是指主机和设备部分;软件是指控制程序部分。“软科学”一词就是从电子计算机的软件概念经类比演变而来。人们把科学系统与计算机系统作类比,将类似于硬件系统的学科称为硬科学,将类似于软件系统的学科称为软科学。在 60 年代初刚开始采用软科学一词时,就是相对于硬科学而言的。如英国学者 M·戈德史密斯和 A·L·马凯在他们主编的《The Science of science》(1964 年)一书中就使用了软科学(Softscience)这一术语,并把它与硬科学(Hardscience)这一术语在相对的意义上使用着。根据他们当时的观点,把只限于“定性分析”的著作称为软科学,而把采用计量方法进行定量研究的著作称为硬科学。

软科学概念的产生,有着深刻的历史背景。第二次世界大战结束后,和平的国际环境为各国的发展提供了有利的机会和条件,各主要交战国纷纷改革战时体制,实现了战略转变,推动了科技、经济和社会的发展。随之,全世界进入了创造知识和应用知识的新时期;同时国际市场日益激烈的竞争更促进了科学技术的发展,科学

研究的问题层出不穷,涉及的因素急剧增多,如科学、技术、经济、政治、文化、社会、生态环境等因素,研究对象日趋复杂化。因而对各种现实问题必须运用多种学科的知识进行综合研究,才有可能取得比较满意的效果。尤其涉及到那些与决策科学化有关的政策问题更是如此。这类研究不仅扩及到自然科学和社会科学本身的理论和方法,而且触及到它们的社会功能。因此,难于达到严格量化的程度,多处于定性研究和半定量研究的水平。于是人们就把这种科学称为软科学。在这一历史背景下,各种软学科逐渐开始萌发,使软科学概念不仅正式产生,而且迅速形成,不断深化。

## 二、概念的形成与发展

既然“软科学”一词是从电子计算机的“软件”一词移植而来,怎样确立它的正确涵义就成为软科学工作者不能不研究回答的问题。

假如把软科学完全限于软件的概念,显然是有局限性的。因而既要寻求它们两者之间的共性,也要探讨软科学深层次的涵义。在电子计算机中,软件和硬件是两个相对的概念,软件是脑力劳动成果,对物质硬件起“指令”和“控制”的作用。这对理解软科学和硬科学的关系也是适用的,即“软科学”和“硬科学”也是两个相对的概念,前者对后者也能起“指令”和“控制”作用。除此之外,是否还有更深刻的含义呢?有人曾把只限于定性分析的著作称为软科学,而把定量研究的著作称为硬科学,直到现在仍有人这样使用着。这种理解是否合理呢?按照这种见解,自然科学和社会科学等硬科学在开始产生和形成阶段总是软的,只有从定性研究过渡到定量研究时才变成硬的。这就很难把软科学和硬科学比较严格地区分开来。说明是定性研究还是定量研究,不足以成为衡量科学软硬的根本标准,因为这个标准没有反映出软硬科学的本质区别。

后来,随着软科学的发展,人们对软科学又有了更广义的理

解。如科学系统相结于技术系统,认为前者是软的,后者是硬的;哲学相对于科学,前者是软的,后者是硬的;理论系统相对于实践系统,前者是软的,后者是硬的;精神相对于物质,前者是软的,后者是硬的;等等。这些区分虽然是相对的,但却有质的区别标准。

其实,软和硬这对概念,是先在硬科学中得到广泛应用后,才又进入软科学领域的。为了寻求这两个概念的普遍意义,在此不妨再简要分析一下它们在硬科学中的应用情况。通常,软、硬多被用来表示某种物质或技术所具有的两种相对应的不同性质。如软水和硬水,软化剂和硬化剂,软 X 射线和硬 X 射线,软磁材料和硬磁材料,软着陆和硬着陆,软酸碱和硬酸碱等,这些应用都是依据一定的标准而区分的,如依据是否含有钙盐和镁盐而区分为软水和硬水,依据 X 射线能量的高低而区分为软 X 射线和硬 X 射线,依据飞行器着陆时是否减速与毁坏的程度而区分为软着陆和硬着陆,依据受电子原子是否易变形而区分为软酸和硬酸等。由此可见,在硬科学中使用软硬二个概念时,有明确的区分标准,而且这个标准要反映本质的区别。但这种区分标准只能是相对的,两种区分物之间并无严格而分明的界线。软和硬只表示两种物质的某种本质属性,并没有差与好或弱与强的区别。推而广之,这些原则对区分软科学和硬科学也是适用的。但在软科学中使用“软”字时,仅限于科学研究和科学知识的范围。

软科学和硬科学的区别,还要从认识软科学的对象、体系结构与功能的基本特征去解决。硬科学的研究对象是自然界和社会,而软科学的研究对象主要是自然科学和社会科学及其交叉科学。硬科学是直接获取有关自然界和社会的知识,属于直接知识;而软科学是获取有关直接知识如何实现科学化和如何实现合理应用的知识,属于间接知识。硬科学的知识主要是为人们的生产实践和社会实践服务,起理论指导作用;而软科学的知识主要是为领导决策科学化和科学管理服务,对硬科学的发展和应用以及生产实践和社

会实践起“指令”、“控制”和“协调”作用。

有人曾认为“软”字不太确切,易引起误解,认为软就是不重要,因而不重视软科学的研究与发展。但是至今也未找到更合适的词来能为社会所普遍接受。所以,“软科学”一词仍然作为科学术语一直沿用着。事实上,“软”字不但不弱,反而更强,意义更大。如在电子计算机中,没有软件,硬件就不起作用,等于废物一堆。又如在一个乐队中,光有高质量的乐器(硬件)不行,还必须有乐谱(软件)。如果没有乐谱,那么指挥者就无从指挥,演奏者也无从奏乐,即使乐器再好,也发挥不出作用来。可是,同一乐器,可随着乐谱的变化而演奏出各种各样动听的歌曲来。软科学是为有目的有计划的行为做好充分准备而提供理论和方法,而硬科学发展到今天,也必须依靠软科学才能充分发挥其作用。

软科学重要性的增长与人们对软科学概念的深化是相互促进的。这种相辅相成的发展关系,加速了软科学概念的形成和发展,使其定义不断完善。

### 三、概念的定义

软科学的正式定义,最早见于1972年日本《昭和四十六年科学技术白皮书》。该定义认为,“软科学是一门新的综合性科学技术”,其目的是“阐明现代社会复杂的政策课题”和实现“决策科学化”,因而其任务就是“对包括人和社会现象在内的广泛范围的对象进行跨学科的研究工作。”这个定义的特点,既明确了软科学研究与决策的关系,又指明了软科学研究的综合性和跨学科等特点。但这个定义也有不足之处,有些提法不够确切,如“靠自然科学的方法”一语,就否定了社会科学方法所起的作用,而且日本学者提出的这个定义已经近20年了,软科学又有了飞速发展,如何定义仍然是软科学工作者所注视的问题。

至今,人们对软科学概念的理解仍然相当纷繁,其说法五花八

门。我国由于软科学的兴起比较晚,对软科学的理解也不尽一致。如有的人认为,软科学是一组学科群;软科学是一类学科的总称;软科学是一门高度综合性的新兴学科;软科学是一门新兴的科学技术等观点。也有人不承认软科学是门学科。上述几种观点是有代表性的,虽然它们都有一定的道理,但也有不够全面或不够准确的地方,还不足以作为定义看待。

软科学尚处于新兴时期,还未展示出它的全貌,因而人们对它的认识比较肤浅,对这样一个涉及范围极其广泛的研究领域,要用一个定义把握住它的全部内涵也是十分困难的。但也不能因此而否定它是科学。就象物理学、化学、生物学等这样一些所谓严格的科学,在它们的兴起阶段,也没有完全经得起后来实践检验的科学定义,事实上人们仍然承认它们是科学。尽管软科学正处在深入发展和不断完善阶段,但它的研究对象、体系结构及其功能的特征正在逐步清晰起来,因而尽量提炼出一个反映当前认识水平的定义,不仅是可能的,而且是必要的,对促进软科学的深入发展有利。

我们认为可把软科学定义如下:软科学是综合运用现代科学技术手段,从理论和应用上研究各种智能软系统的结构、功能及其发展规律以及科技、经济、社会和自然界协调发展规律,并为科学决策和科学管理服务的科学。

这个定义的特点,一是能把软科学的本质特征表达清楚;二是把软科学与决策学相区别,虽然它们两者之间密切相联,但不宜等同;三是把软科学概念与硬科学概念在相对的意义上使用着。

## 第二节 软科学的研究对象和内容

### 一、研究对象

在讨论软科学概念的形成时,已经开始涉及到软科学的研究

对象,但仅限于这样的讨论是不够的。在此展开讨论,以更有利于达到全面而科学地把握研究对象的目的。

软科学作为一种科学,它必须有比较确定的研究对象,否则,它将不称其为科学。

软科学的研究对象,不仅有别于自然科学的研究对象,也有别于社会科学的研究对象。自然科学着重于研究自然界的物质形态和运动规律及其应用;而社会科学着重于研究社会形态和运动规律及其应用。从应用的角度看,自然科学和社会科学都要研究自然界和社会的关系,但却不涉及(或基本上不涉及)自然科学和社会科学的关系。软科学是专门研究自然科学和社会科学的发展规律以及两者交叉发展的规律及其应用的规律。当然,从应用的角度看,也要研究和涉及科技、经济和社会协调发展的规律。由此可见,软科学的研究对象,既不取代自然科学的研究对象,也不取代社会科学的研究对象。软科学研究的是自然科学或社会科学自身不能胜任或无法解决的更复杂的问题。

虽然软科学的研究对象也涉及到交叉科学,而且它们之间的关系也很密切,但不能把两者等同起来。交叉科学仅是软科学产生与形成的重要基础,也只是软科学研究对象的一个重要组成部分,而不是它的全部内容。

从系统论的观点看,任何研究对象都是一种系统,软科学的研究对象也不例外。硬科学研究的应是硬系统,软科学研究的应是软系统。这种研究对象系统的差别,是软科学和硬科学的根本区别,抓住这一特征,更有利于弄清软科学的研究对象和本质。

所谓软系统,一是指具有软功能的各种社会系统,如战略研究系统、战略预测系统、决策系统、咨询系统、软管理系统以及科技系统、教育系统、思想文化系统等;二是指具有软科学研究功能的组织系统,如美国兰德公司、罗马俱乐部、国际应用系统分析研究所,人类 2000 年国际协会等;三是指知识和智能产品系统,如自然科

学知识、社会科学知识、交叉科学知识以及咨询建议、方案、报告、论文、著作和程序资料、说明书、数据库、信息情报等。总之,软科学的研究对象主要是智能性软系统。

这些对象不是虚构的,而是实实在在的客观系统,是人类社会系统的重要组成部分。研究这些对象对人类社会的发展起着优化控制和协调发展的作用。

## 二、研究内容

软科学的研究内容,既与研究对象有关,又与研究目的相联。研究对象的广泛性和多样性,决定着研究内容的丰富性。软科学除了研究各种软系统的特性、结构、功能及发展规律外,也应研究软系统与硬系统的关系。这是因为软系统不是孤立的,它和硬系统都是整个社会的有机组成部分,往往相互交叉影响,表现出硬中有软、软中有硬,而且软系统必须通过转化成硬系统才能真正发挥出改造世界的作用。

从研究目的看,主要有两个:一是认识目的(也可说是理论目的);二是改造目的(也可说是应用目的)。

要达到认识软系统的目的,就要运用马克思主义的基本哲学观点研究科学技术的本质特点及其发展的规律性,因此,科学技术论研究,科技社会论研究,科学价值论研究,潜科学研究,交叉科学研究以及科学未来学研究等都是不可缺少的内容。同时,科学系统理论研究也是重要的研究内容。系统理论已从世界观和方法论上改变着人们的认识,并把这种理论应用于软科学研究中,构成具体的研究内容。这些研究领域都是为回答科学如何实现科学化的问题所必需的内容。

要达到应用的目的,就要围绕着决策科学化问题,相应地进行领导学研究,战略学研究,政策学研究、决策学研究和管理学研究等内容。从而回答科学技术如何实现合理化应用的问题。