

21世纪高等院校教材·地理信息系统教学丛书

地理建模原理与方法

◎ 韦玉春 陈锁忠 等 编著



科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材·地理信息系统教学丛书

地理建模原理与方法

韦玉春 陈锁忠 等 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书根据地理学发展和地理信息系统专业教学的需要,阐述了地理建模中的主要模型和方法,覆盖了模型构建中的主要部分。内容包括:概念模型、物理模型、统计相关模型、模糊数学模型、动态数据分析模型、空间数据分析模型、分布式机理过程模型、模型的构建和检验。同时,重点讨论了模型构建和模型的应用。

本书可作为环境、遥感、地理、测绘、土地、海洋、农业、地矿、水利、经济、管理、信息等学科的本科生及研究生教材,也可供资源环境、遥感和地理信息系统、计算机等领域研究人员和技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地理建模原理与方法/韦玉春,陈锁忠等编著. —北京:科学出版社,2005
(21世纪高等院校教材·地理信息系统教学丛书)

ISBN 7-03-014019-2

I. 地… II. ①韦…②陈… III. 地理信息系统-系统建模-高等学校-教材
IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 076601 号

责任编辑:杨 红 王日臣 宛 楠 / 责任校对:鲁 素

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:高海英

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年2月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2005年2月第一次印刷 印张: 26 1/2

印数: 1—4 000 字数: 514 000

定价: 39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《地理信息系统教学丛书》编委会

顾	问	陈述彭	王家耀	孙九林	李小文	李德仁
		承继成	高俊	童庆禧	廖克	
主	编	闫国年				
副	主	王桥	汤国安	盛业华	黄家柱	
委	员	(按姓氏笔画排序)				
		王卫国	王庆	王建平	王桥	王铁成
		韦玉春	文斌	石富兰	龙毅	兰小机
		孙在宏	孙毅中	刘二年	刘剋	刘晓艳
		刘基余	毕硕本	乔延春	任建武	汤国安
		张之沧	张书亮	张亦含	张宏	张金善
		张海涛	张鎰	陈洋	陈昕	陈踊
		陈锁忠	李云梅	李硕	李斌	李秀梅
		李旭文	李安波	宋亚超	严荣华	杨旭
		杨一鹏	杨建军	何建邦	吴长彬	吴平生
		沈陈华	苏乐平	林琿	林振山	周卫
		周晟	郑在洲	闫国年	钟金宁	袁丁
		袁林旺	陶陶	徐敏	徐秀华	唐卫
		盛业华	常本春	黄家柱	龚敏霞	蒋海琴
		温永宁	缪瀚深	潘莹		

序

南京师范大学地理科学学院发起并组织编写地理信息系统专业系列教材,奋斗三载,先后问世,这是我国第一套全面阐述地理信息系统理论、方法、技术和应用的教科书。对于地理学科的现代化,信息科学新型人才的培训,对于落实科教兴国战略,深化教学改革来说,都是值得庆贺的。

据中国科学院地学部调查(2002),全国综合性大学共有 150 个地理学科机构,在地学领域中居首位,而地理信息系统专业脱颖而出,发展最快。21 世纪之初,已设置地理信息系统专业的学校有 70 多个,仅江苏省内就有 12 个。这是经济发展、社会进步的客观需求。面对全社会数字化的浪潮,“数字地球”、数字化城市、省区与流域,百舸争流。地理信息系统作为人口、资源与环境问题的公共平台,作为国家推动信息化、实现现代化的重要组成部分,正在与电子政务、电子商务信息系统相融合,愈来愈显示出其跨行业、多功能的优势,不断开拓新的应用领域。一些涉及地理分布现象的数据采集、时空分析,涉及城市或区域规划、管理与决策的过程,都喜欢用上地理信息系统这种新的技术手段,来提高办公自动化的水平,提高企业科学管理的效率和透明度,加强面对国际市场的开放力度和竞争能力。近 20 年来,全国范围从事地理信息系统的事业、企业单位,迅猛增长,已超过 400 个,而且方兴未艾,与时俱进。

中国科学院地学部地学教育研究组在咨询报告(2002)中指出:“随着社会和科技的发展,地学的内涵、性质和社会功能也在变化。这在最近 20 年中尤为明显:遥感、信息技术和各种实时观测、分析技术的发展,使地球科学进入了覆盖全球、穿越圈层,即地球系统科学的新阶段,从局部现象的描述,推进到行星范围的推理探索,获得了全球性和系统性的信息。”这就是说,从学科的本质及其自身发展的规律来看,地理信息系统不仅仅是技术,而且是科学,是发展地球系统科学不可缺少的部分。

地理信息系统之所以一枝独秀,并非偶然!主要是由于它本身具备着多样化的社会功能。社会信息化的主要内容包括三个方面:一是信息基础设施的建设,地理信息系统正是地图测绘的数字化产品,同时又是兼收并容遥感、定位系统的缓冲带,起着调节网络信息流的作用;二是产业结构调整,地理信息系统起着润滑剂的作用,以信息流调控物流、能流和人流,以信息化促进现代化;三是信息服务,地理信息系统是电子政务、电子商务信息系统不可分割的组成部分。在航天事业、电信

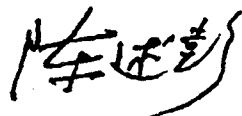
网络和电脑技术日新月异的 21 世纪,地理信息系统如虎添翼,广泛地渗透到各行各业之中,提供无微不至的信息服务。

地理信息系统教材,前人多以综论形式出版。例如,英文教材先后有 Taylor D. R. (1991),Autenucci J. C. et al. (1991),Goodchild M. D. I. (1991),Fisher M. M. (1993),Murai Shuji (1996),D. Rhind (2000);中文教材先后有黄杏元、汤勤(1989),边馥苓(1996),陈述彭、鲁学军、周成虎(1999),龚健雅(1999),邹伦(1999),闫国年、吴平生、周晓波(1999),李德仁、关泽群(2000),马蔼乃(2000),王家耀(2001)等。这些教材对地理信息系统的科学与哲学性质,及其与邻近学科的相互关系,均有精辟论述。地理信息系统应用专论方面,城市:曹桂发等(1991),宋小冬、叶嘉安(1995),宫鹏(1996),陈述彭(1999),张新长等(2001);林业:李芝喜、孙俊平(2000);农业:王人潮(1999)。这些专论密切结合相关行业,具有中国特色。现在,闫国年教授等主持编写的地理信息系统专业系列教材,是在前人的工作基础上,博采众家之所长,继往开来,推陈出新,拓展为系列教材。基础是扎实的,时机是成熟的。

这套系列教材的编写,紧密结合地理信息系统专业的课程设置。在理论方面,又推出了一部新作,从哲学的高度来探讨地理信息系统中的虚拟时空。系列教材的重点侧重于方法、技术。总结了数据集成、知识发现的最新进展,率先推出数据共享、虚拟环境与网络三部分,反映地理信息系统的生长点。在应用方面,主要是结合作者们近年参与建设项目的实践,加以总结和提高,是来自生产第一线的“新知”。目前已涉及到土地与水资源管理、城市规划、环境保护以及设备设施管理与房产管理等,今后随着应用领域的拓展,还会有旅游、物流等地理信息系统教材相继问世。

同学们可以根据课程设计划,循序渐进,在理论方面广泛涉猎,解放思想,开阔眼界。在方法、技术方面,配合辅导教材和实习大纲,刻苦钻研,掌握关键技术,学以致用。在应用方面结合个人志趣、专长与就业需求,选修其中一、二门,理清不同行业的应用特点,举一反三。系列教材是面向整个专业的,并不要求每位同学都把全部教材囫圇吞枣下去,食而不化。编写系列教材,正是为同学们提供了更加宽阔的学习园地、更加宽松的学习环境。祝同学们健康成长,时刻准备着,与时俱进,开拓创新,为祖国信息化和现代化多做贡献。

中国科学院院士



2003 新年

前 言

当前,信息技术的应用已经深入到了各个领域。计算机性能越来越好,功能越来越强大,这为复杂地理问题的分析和解决提供了条件,使得地理建模成为可能。

地理学研究人地关系、研究空间格局、研究地理现象在空间和时间上的演变等问题。地理学研究的问题涉及众多因素,而且多不可控制,明显区别于物理学和化学。地理建模针对这些问题,试图通过分析社会、经济和自然各个因素之间包含的关系,建立可解释的模型,为社会、经济的决策和预测提供服务。

地理建模不同于计量地理学。计量地理学以方法的论述和应用为主体,其方法包括经典概率统计学的内容、信息工程、决策论和模式识别等。地理建模以问题的分析为主体,使用的方法包括了逻辑分析方法、物理学方法、经典概率统计学中的相关分析方法、模糊数学方法以及动态数据分析和空间数据分析方法等。地理建模中使用的这些方法本身已经有许多著作进行了很好的论述,而且也有成熟的软件可用,所以,本教材中更多的是强调这些方法的应用,特别是强调了利用这些方法对地理问题进行分析和解释。

本教材包括9章。第1章是概论,主要介绍了模型的基本概念和建模的方法等。第2章是概念模型,介绍了概念模型的建立和概念模型的分类等。概念模型可以是模型建立的起点——从此出发,对问题进行更深入的分析,建立起物理和数学模型;也可以是模型研究的终点——通过建模分析,形成新的概念模型,并对已有的概念体系进行修正。地理建模中具体使用的模型可以归为两大类:物理模型和数学模型。第3章对物理模型类型、特点、建模理论、建模方法与建模步骤等进行了讨论。数学模型是个很广泛的概念,本教材主要介绍了其中的统计相关模型、模糊数学模型、动态数据分析和空间数据分析模型。根据所获取的数据特征的不同和模型性质的差异,本教材选取的数学模型主要基于离散数学方法。第4章讨论了统计相关模型,分析的是随机性的问题,目的是通过不同要素及其分组的相关分析来建立模型,包括了相关分析、典型相关分析、因子分析和回归分析等方法。第5章是模糊数学模型,分析的是模糊性问题,重点是模糊关系分析、模糊分类和模糊评价。第6章讨论了动态数据分析模型,包括时间序列分析、灰色动态模型和系统动力学方法,目的是研究对象与时间的关系,或研究对象随时间的变化趋势。第7章是空间数据分析模型,介绍了空间数据的特征和问题,包括空间相关分析、空间变异分析、空间插值等方法,目的是建立空间自相关分析和空间变异分析模型。第8章是分布式机理过程模型,包括与大气和水流有关的模型构建。在地理

学中,分布式机理模型在气象气候学、水文学和地貌学中应用较多。第9章对模型构建中的一些问题,包括对模型的认识、基于计算机的模型构建方法和模型的检验等进行了讨论。

本教材侧重于问题的分析和软件的应用,力避数学公式的推导和证明,只有在必要的时候才给出一些公式。有关算法都是比较成熟的,如果需要了解这些算法,请参阅参考文献。

对于地理专业的学生而言,在阅读本教材前,应该已具有自然地理和人文地理的基本知识,特别是综合自然地理学、水文学、人文地理学和区域地理学的知识。

本教材的编写人员分工如下:韦玉春负责编写本教材的前言、第1章、第2章、第4~6章,参与编写了第3章、第7章、第9章的部分内容。陈锁忠负责编写第3章和第8章的部分内容。李云梅编写了第6章的时间序列模型部分的主要内容。徐敏参与编写了第3章的部分内容。张金善负责编写第8章的大气运动过程模型的相关内容,参与编写了第3章、第7章、第9章的部分内容。由闫国年、韦玉春、袁林旺统稿,韦玉春定稿。

本教材的相关内容是国家自然科学基金“数字长江河道实验研究”(49971064)、“GIS支持下苏锡常地区地下水开采与地面沉降模拟研究”(49771061)、“长江三角洲地区地下水开采与地面沉降虚拟调控研究”(40171065),国家863项目“虚拟地理环境系统的研究与开发”(2001AA135130),香港大学基金“基于GIS系统的海岸带演变三维模拟支持系统”(CUHK318/95H)的研究成果。

在教材的撰写过程中,始终得到了闫国年教授的指导和帮助,从相关资料的提供、体系结构的确定、到最后的统稿和定稿,闫国年教授都付出了大量的劳动。本教材涉及的一些研究成果主要来自于地理信息科学江苏省重点实验室、中国科学院遥感应用研究所、中国科学院地理科学与资源研究所等。

感谢研究生光洁、孙云峰、蒋海富,他们参与了本教材文字校对和图表绘制工作。感谢地理信息科学江苏省重点实验室诸位同仁的共同努力。

本教材是个尝试,内容和体系还在不断完善之中。对本教材存在的各种问题,恳请专家、学者和读者批评指正,提出宝贵意见。

韦玉春
2004年4月

目 录

序

前言

第 1 章 概论	1
1.1 模型的一般概念	1
1.2 模型的特征	2
1.3 模型的分类与用途	5
1.3.1 模型的分类	5
1.3.2 模型的用途	7
1.4 建模步骤	7
1.5 地理建模	8
1.5.1 地理建模与地理模型	8
1.5.2 地理建模与地理学	9
1.5.3 地理建模与地理信息系统.....	10
1.5.4 地理建模与决策分析.....	10
1.6 本教材的体系结构.....	10
思考题	11
第 2 章 概念模型	12
2.1 概念和变量.....	12
2.1.1 概念和观察.....	12
2.1.2 指标和维度.....	13
2.1.3 属性和变量.....	13
2.2 数据.....	15
2.2.1 数据源.....	15
2.2.2 有效数字和数据误差.....	16
2.2.3 数据的精确性和准确性.....	18
2.2.4 测量尺度.....	18
2.3 系统和地理系统.....	23
2.3.1 系统.....	23
2.3.2 系统结构和功能.....	24
2.3.3 系统分类.....	25

2.3.4 地理系统·····	26
2.4 系统分析·····	27
2.4.1 系统分析的目标·····	28
2.4.2 系统分析的要素·····	28
2.4.3 系统分析步骤·····	30
2.4.4 结构分析方法·····	30
2.4.5 系统控制·····	36
2.5 概念模型·····	41
2.5.1 建立目的·····	41
2.5.2 模型的表示·····	41
2.5.3 常用表示符号·····	43
2.5.4 概念模型的类型·····	44
2.6 概念模型的建立和应用·····	54
2.6.1 概念模型建立的步骤·····	54
2.6.2 人口控制的概念模型·····	55
2.7 概念模型的一些实例·····	57
思考题·····	61
第3章 物理模型 ·····	62
3.1 概述·····	62
3.2 物理模型分类·····	63
3.2.1 实体模型和思想模型·····	63
3.2.2 理想对象模型和过程模型·····	64
3.3 物理模型的特点·····	64
3.3.1 客观性与主观性·····	64
3.3.2 相对性·····	65
3.3.3 多样性·····	65
3.3.4 互补性·····	66
3.4 物理模型建模理论·····	66
3.4.1 相似的概念·····	66
3.4.2 相似律基础·····	69
3.4.3 量纲齐次原则·····	71
3.5 物理建模方法·····	73
3.5.1 抽象·····	73
3.5.2 类比·····	73
3.5.3 假设·····	74

3.5.4 模拟实验	75
3.6 物理建模步骤	75
3.7 物理模型实例	76
3.7.1 三角洲分流河道形成过程物理模型	76
3.7.2 地下水运动过程模拟物理模型	82
思考题	96
第4章 统计相关模型	97
4.1 建模基础	97
4.1.1 统计学的基本概念	98
4.1.2 统计方法	102
4.1.3 统计关系与确定关系	102
4.2 模型分类	102
4.2.1 相关分析	102
4.2.2 因子分析	103
4.2.3 回归分析	103
4.2.4 统计相关建模目的	104
4.3 建模步骤	105
4.4 数据预处理	106
4.4.1 统计特征描述	106
4.4.2 正态分布检验	109
4.4.3 数据变换	112
4.5 相关分析	118
4.5.1 简单相关分析	118
4.5.2 典型相关分析	122
4.6 因子分析	127
4.6.1 背景	127
4.6.2 典型问题	128
4.6.3 因子分析模型	129
4.6.4 因子分析常用方法	131
4.6.5 工作步骤	132
4.6.6 应用实例	135
4.6.7 因子分析的应用	140
4.7 回归分析	142
4.7.1 回归分析模型和随机干扰项的意义	142
4.7.2 回归分析的步骤和内容	143

4.7.3	常用回归分析方法	147
4.7.4	线性回归	147
4.7.5	最小二乘法的基本假设	148
4.7.6	多元线性回归分析实例	149
4.7.7	其他回归方法简介	153
4.8	复杂数据分析的一些问题	158
4.8.1	多因子问题	158
4.8.2	非线性问题	158
4.8.3	噪声问题	158
4.8.4	非正态分布问题	159
4.8.5	数据样本点分布不均匀问题	159
4.8.6	复杂数据处理的对策	159
	思考题	161
第5章	模糊数学模型	164
5.1	精确性、随机性与模糊性	165
5.1.1	精确性与模糊性	165
5.1.2	随机性与模糊性	165
5.1.3	信息中的不确定性	167
5.2	模糊集合和隶属函数	168
5.2.1	模糊集合	168
5.2.2	隶属函数	171
5.3	模糊关系和模糊运算	177
5.3.1	模糊关系	177
5.3.2	模糊关系运算	178
5.3.3	模糊相似关系和等价关系	179
5.3.4	复合运算	179
5.4	模糊聚类分析	183
5.5	模糊识别	186
5.5.1	工作步骤	186
5.5.2	识别方法	187
5.5.3	应用实例	188
5.6	模糊综合评判	196
5.7	其他应用	198
	思考题	199
第6章	动态数据分析模型	201

6.1 动态数据	201
6.1.1 动态数据分类	201
6.1.2 动态数据的可比性原则	203
6.1.3 动态数据的构成和分解	204
6.2 建模方法和模型分类	207
6.2.1 建模方法	207
6.2.2 模型分类	208
6.3 建模步骤	210
6.4 时间序列模型	210
6.4.1 基本概念	211
6.4.2 常用的方法	213
6.4.3 周期分析	214
6.4.4 确定性时间序列分析	218
6.4.5 随机时间序列分析	228
6.4.6 灰色关联度分析	240
6.5 动态系统模型	243
6.5.1 过程与过程系统	244
6.5.2 系统模型	245
6.5.3 系统仿真	246
6.5.4 系统动力学模型	249
思考题	257
第7章 空间数据分析模型	261
7.1 空间数据	261
7.2 空间数据分析	261
7.3 空间数据分析的一些基本问题	262
7.3.1 空间自相关	262
7.3.2 可变区域单位问题	263
7.3.3 生态学谬误	264
7.3.4 空间尺度	264
7.3.5 空间非均一性和边界效应	265
7.4 空间数据的关系	265
7.4.1 距离	265
7.4.2 邻接	266
7.4.3 交互	266
7.4.4 近邻	266

7.5	空间自相关分析	267
7.5.1	Moran's I 参数	268
7.5.2	Geary C 参数	268
7.5.3	G 统计量	269
7.5.4	草地蝗虫的空间聚集性分析	269
7.6	空间变异分析	271
7.6.1	空间变异	271
7.6.2	空间变异模型	272
7.6.3	采样和数据外推	274
7.6.4	空间数据插值	275
7.7	距离倒数插值方法	276
7.8	趋势面分析	278
7.8.1	狭义趋势面分析与广义趋势面分析	279
7.8.2	趋势面模型	279
7.8.3	趋势面分析实例	280
7.9	方差云图	282
7.10	区域变量和克里格插值	286
7.10.1	区域化变量	286
7.10.2	方差变异函数	287
7.10.3	克里格插值	291
7.10.4	克里格插值的影响因素分析	296
7.10.5	小结	301
	思考题	302
第 8 章	分布式机理过程模型	303
8.1	概述	303
8.2	模型特点	303
8.3	建模基本原理	304
8.4	模型的组成	304
8.5	建模步骤	305
8.6	模型的求解方法	306
8.6.1	数值计算方法	307
8.6.2	数值模拟的优点和局限性	310
8.7	建模实例	311
8.7.1	大气运动过程模型构建及其应用	311
8.7.2	区域中尺度大气数值预报模式 MM5	317

8.7.3 流域水文过程模拟模型	331
8.7.4 海洋潮波运动模拟模型	342
8.7.5 入海河流下游近河口段水流模拟模型	352
8.7.6 区域地下水运动模拟模型	361
思考题	376
第9章 模型构建和模型检验的若干问题	377
9.1 模型构建的若干问题	377
9.1.1 归纳和演绎	377
9.1.2 方法论的常见谬误	378
9.1.3 模型解释与研究对象	380
9.2 基于计算机的模型构建	382
9.2.1 全局性建模的基本思路	384
9.2.2 模型对象及其信息存储	385
9.3 模型的简化	391
9.3.1 模型描述变量的简化	391
9.3.2 随机变量取代确定性变量	392
9.3.3 粗化描述变量	393
9.3.4 归组实体及聚集变量	393
9.4 模型的有效性检验	394
9.4.1 可能的错误	394
9.4.2 影响模型有效性的主要因素	395
9.4.3 模型的确认、验证和认定	396
9.5 模型的可信度评估	398
9.5.1 理论模型有效性确认	399
9.5.2 模型软件验证	399
思考题	399
参考文献	403

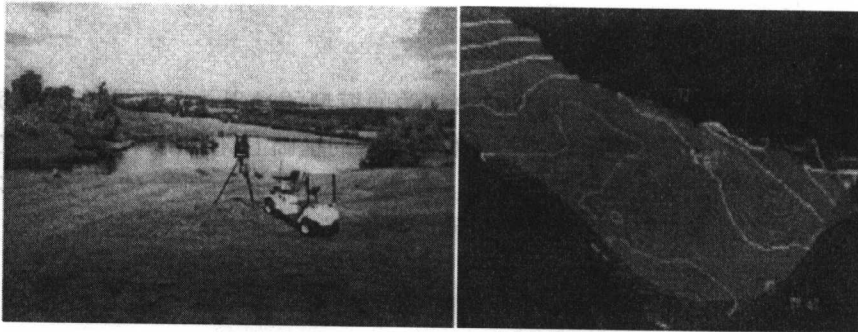
第1章 概 论

1.1 模型的一般概念

1. 模型

模型的定义有多种,但其核心含义都是一致的。模型是对现实世界中的实体或现象的抽象或简化,是对实体或现象中的最重要的构成及其相互关系的表述。根据不同的研究目的,抽象或简化可以通过多种方法,例如,文字、图形、实物以及数学等方法来实现。抽象方法不同,就构成了不同的模型,如文字或语言模型、图像模型、实物模型(如飞机、建筑模型等)以及数学模型等。

模型是为了解理解和预测现实世界而构建的一种有效的替代物,它不是现实世界的复制。这种替代就像是某一物体的漫画,它极为简化,但仍能够再现物体的关键特征(图 1.1)。



(a) 现实世界

(b) 现实世界的抽象或简化

图 1.1 模型与现实的关系

地理学研究的目的是理解人类与环境间的关系。因此,地理学家不能像艺术家那样完全自由地想像或随心所欲地表达所涉猎的世界。但是,既然模型是对现实的简化或抽象,这就决定了它也必然要包含一定的“艺术”成分,即在地理建模过程中包含许多人为或主观因素。地理模型可以看作是科学和艺术的有机结合。同样的一个地理问题可以用不同方式或不同类型的模型来描述,模型表达也可多种多样。一个好的模型可以把一个复杂问题简单明了地表达出来,而一个劣质的模型常常是把一个相对简单的问题描述得既复杂又玄秘。

2. 模式

模式原指供模仿用的完美无缺的标本,现在被理解为一类事物的标准形式。经过检验有效的模型如果被广泛接受,便成为一个模式。人们在生产、生活中无时无刻不在认识和识别事物,自觉或不自觉地使用着模式。例如,对于新的事物,人们总是先按照事物相似的程度进行分类,然后看它与哪类已知的事物相近及相近程度,进行归类。

与模式相关的一个重要概念是模式识别。模式识别是把具体事物正确地归入特定类别的过程。识别的目的是把观测到的数据按照样本进行归类,所用的标准来自观测值或从被归类的模式中提取。模式识别主要使用统计学方法,它通过寻找互不相同的数据组之间的关系来寻找和识别存在于观测值中的恒定关系。

3. 模拟

模拟是一种实验方法,是模型的构建和模型应用过程。模拟首先是针对特定的研究对象构建一个模型,然后利用该模型对研究对象进行各种实验,其目的是为了理解研究对象的行为,评估在一定的限制条件下研究对象的各种变化和不同对策所产生的结果。

4. 建模

建模是构造现实世界中与研究对象相关的模型的过程。在建模中,首先观测研究对象,然后在忽略次要因素和不可观测因素的基础上,使用物理或数学的方法进行抽象,建立与实际对象近似的模型。建模的重点是探讨研究对象与模型之间的关系,所建立的模型要尽可能地接近研究对象。

1.2 模型的特征

不论模型是怎么建立的,它的表现形式如何,模型本身应具备如下的特征。

1. 结构性

模型结构性表现为两个方面:

1) 相似性。模型与所研究的对象或问题在本质上具有相似的特性和变化规律,即现实世界的“原型”与“模型”之间具有相似的物理属性或数学特征。

2) 多元性。对于复杂的研究对象,不同研究目的下构建的模型是不同的。所建立的多层次的多种模型反映了不同角度下对研究对象的认识,它们之间相互补充、相互完善。