

面向 PRED 问题的人地关系 系统构型理论与方法研究^{*}

王黎明

(南京大学城市与资源学系 南京 210093)

摘 要 人地关系所涉及的因素复杂,以致在科学研究的实践上只能够根据研究目的和方法手段,在繁杂的因素中抽象出主要的方面进行研究。在总结各种人地关系系统构型理论的基础上,提出了面向区域 PRED 问题的人地关系系统构型理论,指出了 PRED 构型具有针对性、综合性、地域性、动态性、可控性等特征,分析了 PRED 构型的基本方法与工作步骤,提出了集成化、变结构、多层次多区域化的 PRED 模型系统设计思想,并探讨了 PRED 协调模式的主要内容及划分 PRED 协调区的构想。

关键词 PRED 人地关系 构型

分 类 中图法 X24

1 关于人地关系系统构型的概念与意义

从系统论的角度来看,人地关系系统是我们对人与地相互作用所涉及的诸因素固有的系统特征进行模拟分析的概念模式。从实物到概念的抽象是科学进步的标志之一。由于人地关系所涉及的因素是如此的复杂,以致在有限的时间内我们无法根本穷尽这些因素的所有方面。科学研究的实践活动只能根据研究的目的和方法手段,在繁杂的客观事物中抽象出主要的方面进行研究。我们把研究者在研究人地关系系统时,利用一定的方式(文字、图示、数学模型等)对客观事物所进行的抽象过程称为人地关系系统的构型,即构造模式或模型。人地关系系统构型的意义在于使人地关系的研究不只是仅停留在哲学意义上,而且在实践上具有可操作性。

人地关系是跨学科研究的课题,生态学、环境学、灾害学、气候学、地理学等不同学科从不同角度,构造了人地关系研究的理论与方法体系,形成人地关系系统的不同构型。这也是人地关系的不同研究方向。根据不同学科的研究内容,将主要的人地关系系统构型列举如下。

(1) 生态学构型。生态学从对一般生物体与自然环境关系的研究,进而到对复合生态系统^[3]的研究。其概念模式从生态学角度揭示了人与环境之间的关系。生态学构型的着眼点是生态关系,以碳循环、氧循环等物质流与能量流作为主要研究对象。生态学构型侧重于环境对人的影响。

^{*} 本文承蒙吴传钧先生、毛汉英先生、曾尊固先生悉心指导,谨此致谢!

收稿日期: 1996-04-25, 收到修改稿日期: 1997-04-11

(2) 环境学构型。与生态学构型相比较, 环境学构型更侧重于人类活动对环境的影响。环境费用与效益分析是环境学构型的主要内容之一。

(3) 灾害学构型。灾害学研究在广义上也是研究人地关系, 侧重于灾害对人类的的影响。

(4) 气候学构型。主要是气候影响评价, 特别是全球环境变化对人类的影响。

(5) 地理学构型。涉及人地关系综合研究的学科中, 以地域为单元, 着重研究人地关系地域系统的唯有地理学, 亦即从地理学入手来研究人地关系, 明确以地域为基础。地理学以学科的综合性与区域性为特征, 在人地关系研究中起着主力军作用。吴传钧院士 (1991)^[1] 提出人地关系地域系统是地理学研究的核心, 即研究人地关系地域系统的形成过程、结构、特点和发展趋势, 并指出协调人地关系首先要谋求人和地两个系统各要素之间在结构上和功能上保持相对平衡, 从而维持整个世界相对平衡的基础, 保证地理环境对人类活动的可忍度, 使人与地能长期共存。人地关系地域系统理论在人地关系思想史上具有重要的意义。这一学术见解正是保持人类持续发展的思想基础。

2 面向区域 PRED 问题的人地关系系统构型

人地关系系统的地理学构型强调人地关系协调一定要有整体性、有序性、层次性和地域性, 以动态的观点去度量各个国家和地区的发展。本文所探讨的面向解决区域 PRED 问题的人地关系系统构型, 旨在进一步实现人地关系地域系统研究的可操作性。

2.1 PRED 问题与 PRED 系统

人口 (Population)、资源 (Resource)、环境 (Environment) 与发展 (Development) 问题 (即 PRED 问题), 是当今世界关注的热点, 也是人地关系失调、人地系统内部主要过程失控的反映^[2]。从系统论的观点对区域 PRED 问题进行研究, 就形成 PRED 系统的概念。所谓 PRED 系统, 是指以人口 (P)、资源 (R)、环境 (E)、与发展 (D) 四个问题为中心, 由形成 PRED 问题的各种因素相互作用、相互影响和相互制约, 并在一个具体的区域上复合而成的一个紧密联系的统一体。PRED 系统是对区域地理事物的一种抽象, 是对其固有的系统特性进行模拟分析的概念模式。换言之, 区域 PRED 系统是对人地关系地域系统的一种近似, 因而我们把 PRED 系统作为人地关系地域系统的一种构型, 即 PRED 构型。

2.2 PRED 构型的特征

区域 PRED 构型具有以下一些特征。

2.2.1 针对性 人地关系系统的复杂性, 使得其建模可以有多种的目的和方法以解决不同的问题。由于人地系统的可持续性, 在当前主要表现为如何实现 PRED 四者的协调, 因此, PRED 构型具有很强的针对性。PRED 系统的简繁, 系统边界皆可由 PRED 问题的性质来决定。这种建模方式, 对于紧密结合当前区域可持续发展的研究, 解决面临的紧迫重大问题具有积极的意义。

2.2.2 综合性 PRED 构型, 将区域人口、资源、环境与发展四个问题及其形成因素纳入一个统一的框架, 进行全面的研究, 局部的问题纳入全局中协调解决, 在符合总体系统目标的前提下, 协调 PRED 四大问题之间的关系。

2.2.3 地域性 PRED 四者之间的关系在不同类型的地域上所表现出的结构和矛盾是

不尽相同的, 有其明显的地域差异性。这种差异性是人地关系矛盾差异性的表现。只有基于不同地域单元协调 PRED, 才能有效地解决不同地域单元的可持续发展问题。

2.2.4 动态性 时间尺度是 PRED 问题的一个重要特征, 人口增长、资源枯竭、环境恶化和经济发展等问题都是随时间推移而变化的动态过程, PRED 协调模式也是随时间而变化的。

2.2.5 可控性 PRED 构型重点在于揭示系统行为变化灵敏的参数或关系, 并以其作为对 PRED 实施调控的政策作用点。通过改变这些参数或关系, 达到优化系统的整体行为, 保证人地关系地域系统各要素的协调。

3 PRED 构型的基本方法与工作步骤

PRED 构型的基本方法, 就是根据系统的概念、构成和性质, 将 PRED 问题作为一个完整的系统进行充分的了解和分析, 将分析结果加以综合, 使之有效地实现 PRED 系统协调的目标。我们把区域 PRED 系统构型的工作步骤分为四步: ①PRED 系统的分析与确定; ②PRED 系统模型化; ③PRED 系统仿真与优化; ④系统综合评价。

3.1 区域 PRED 系统的分析与确定

组成 PRED 系统的因素并不是区域内所有的地理事物, 而是该地理事物是否对形成 PRED 问题有影响。在实际操作中, 我们可以分以下两步走:

(1) 建立 PRED 问题系统层次分析图。建立 PRED 问题系统层次分析图的目的, 是尽可能多地找出形成区域 PRED 问题的所有因素并明确问题的层次, 暂可不考虑因素间的反馈关系。层次分析图呈树枝状, 树枝分叉等级表明了形成 PRED 问题的因素的等级层次, 因此分析图是大规模多层次问题系统的直观化表示 (见图 1)。

(2) 区域 PRED 系统的基本结构关系分析。区域 PRED 问题的产生源于区域 PRED 系统内各因子之间的关系结构失调。比如人口数量这一指标, 只有当把它与区域资源、环境、经济社会发展, 以及与人口本身的年龄结构、生育特征等联系起来, 人口数量才具有分析意义。我们将区域 PRED 系统划分为人口、资源、环境、社会经济四个子系统, 四个子系统之间以及系统与系统环境之间构成了 24 种结构关系 (见表 1)。

在区域 PRED 系统关系结构矩阵表中, PRED 系统因子按其作用功能不同, 可分为使动因子和受动因子。使动因子是作为系统变化的“因”, 受动因子是系统变化的“果”, 但由于区域 PRED 系统各因子之间是通过复杂的反馈环相互联系, 一因子既作为其它因子的使动者, 同时也成为其它因子变化的受动者, 因此使动因子与受动因子是一个事物的两个方面。系统“源”(Sources)与系统“汇”(Sinks)是借用系统动力学的术语, 表示“系统流”(物质流、能量流、信息流、人口流)的来源和去向, 但在这里特指系统环境。系统环境是相对区域 PRED 系统而言的因子及关系的集合, 主要是指区外系统。

3.2 PRED 系统模型化

3.2.1 模型系统的设计思想 模型化是区域 PRED 系统构型最核心的一步。PRED 系统内部机制复杂, 具有很大的不确定性、随机性及时间动态性。因此, 必须借助定量与定性研究方法, 利用计算机仿真技术以发现系统的演化轨迹及系统内部各因素间相互制约的数量关系。模型系统的设计思想主要有:

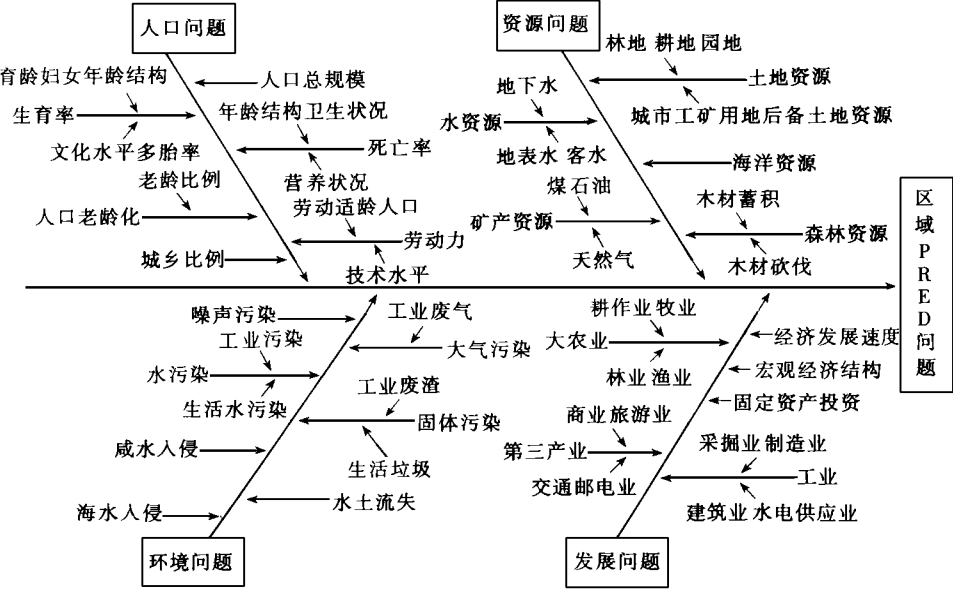


图 1 区域 PRED 问题系统层次分析示意图

Fig.1 Hierarchical analysis chart of regional PRED problems system

表 1 区域 PRED 系统关系结构矩阵

Tab.1 Matrix of regional PRED structure

关 系 结 构 使动因子 受动因子		区域 PRED 系统因子								系统环境
		人 口		资 源		环 境		社会经济		(系统汇)
区域 PRED 系统因子	人 口	人口结构		人口 资源		人口 环境		人口 社会经济		人口 外部系统
	资 源	资源 人口	资源结构		资源 环境		资源 社会经济		资源 外部系统	
	环 境	环境 人口	环境 资源		环境结构		环境 社会经济		环境 外部系统	
	社会经济	社会经济 人口	社会经济 资源		社会经济 环境		社会结构结构		社会经济 外部	
系统环境 (系统库)		外部系统 人口	外部系统 资源		外部系统 环境		外部 社会经济		外部系统结构	

A 集成化设计思想。解决复杂的PRED 问题, 单个的数学模型或者只依赖于定量或定性的模型, 已经被证明其作用是非常有限的, 因而必须把定性判断与定量分析, 定性模型与定量模型有机地组织起来, 成为一个功能与结构更为完善的模型系统。

建立PRED 模型系统的一种有效组织形式以系统仿真模型(系统动力学模型, 即SD 模型) 为核心模型, 以数理统计、经济计量模型、优化模型、系统评价模型等为辅助模型, 构成集成化的模型系统。

B 变结构设计思想。PRED 的演化过程, 也是系统内部结构不断变化的过程, 研究系统的进化结构是非常重要的。但是通常的系统动力学模型的结构是固定不变的, 不能跟踪真实系统的结构变化, 这样将系统动力学用于系统进化研究时就会导致模型仿真结果出现不应有的误差, 从而降低了模型的可信度。变结构系统动力学方法就显得十分必要^[4]。

PRED 的结构变化可以主要通过模型反馈结构的变化表现出来。系统动力学模型用于描述 PRED 复杂系统时,通过反馈结构从整体上再现系统的高阶非线性动态特征,并通过反馈结构的变化反映系统结构的变化。对于变结构系统的建模,系统动力学提供了比较简便可行的方法,即通过改变反馈结构方便地表示出来。

变结构方法有:改变模型边界、附加新反馈环、改变参数、改变表函数、增设逻辑函数。MAX、MIN、CLIP、SWITCH 是 DYNAMO 提供的逻辑函数,灵活运用这些逻辑函数,可以使模型运转当达到一定条件时增删反馈环或改变反馈环的极性。

C 多层次多区域化设计思想。多层次性多区域性是 PRED 系统的重要特征。PRED 系统协调既包括各因素之间的协调,也包括区域内各子区域之间的协调。传统的 SD 模型的建模方法往往只是单个区域进行建模,难以表达区内的差异性。

如对于一个内部差异明显的省级区域实现仿真模型的多层次多区域化具有重要的意义。实现 SD 模型的多层次多区域化,在理论上可以采取以下设计思路:

第一,自下而上的设计思路。首先建立县级 PRED 基本模型,这一基本模型结构对所有的县级区域都是适用的。然后由基本模型综合为地市级模型,再综合到省级 PRED 模型。这一设计思路的突出优点是县级基本模型的通用性,各县级区域的仿真结果具有可比性,有利于揭示全省内部差异。其不足之处是,要求每一个县都要有同样结构的数据资料,资料缺乏就会影响全省模型的精度。

第二,自上而下设计思路。首先是建立全省模型,再在全省模型的基础上分解为多区域模型。这条思路具有较强的可操作性,不要求规格一样的县级数据。但仍有一些问题难以解决,即全省模型分解,尤其是仿真结果的分析具有一定的主观性。

第三,对前两条思路加以综合,既建立全省模型,由全省模型自上而下分解;同时根据各区域数据资料的完整程度建立分区域模型,由分区模型向上综合。分区域模型根据数据资料情况,可简可繁。两条思路的仿真结果可以相互印证。

3. 2. 2 模型系统的基本结构 区域 PRED 系统模型系统可分三个层次 (见图 2)。

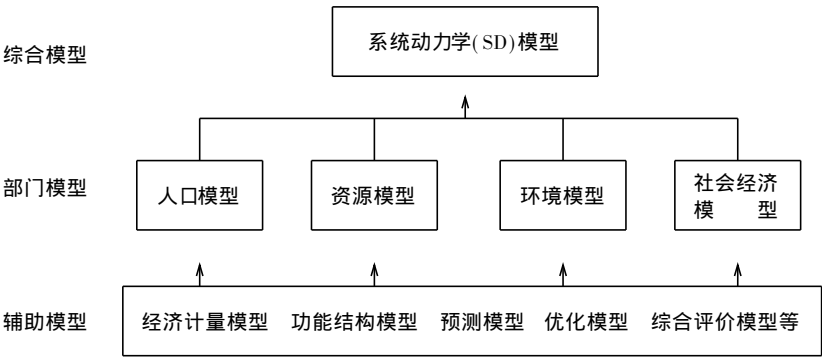


图 2 集成化 PRED 模型系统

Fig. 2 Integrated model system of regional PRED

综合模型是集成化 PRED 模型系统的核心,部门模型是综合模型的分解,辅助模型为部门模型提供整个或局部系统分析、优化、预测、评价等参数。模型系统通过统一的数据

交换机制及用户界面等集成起来。

3.3 PRED 系统仿真与优化

仿真与优化是两个相互补充、相互支持的过程。由于 PRED 系统的高阶次、非线性、多目标、因素众多等特征，使现有的数学优化方法的应用受到一定限制，只能对局部系统进行优化，比如工业部门结构优化、劳动力分配优化等。而对整个 PRED 系统，可行的办法是采取在局部优化支持下，人类的智能活动参与的系统仿真方法。因此仿真是全局性的，优化是局部性的，两者相互结合。

3.4 PRED 系统综合评价

区域 PRED 系统的综合评价是对人口、资源、环境和发展四个子系统众多要素的度量 and 评价，因而是一个多目标、多层次的优化判别过程。必须借助于一套科学的、综合性的指标体系进行综合评价，才能准确地度量出不同仿真方案对 PRED 协调程度的影响。为保证指标体系的科学性，指标体系的设计应坚持以下基本原则：客观性原则、整体性原则、系统性原则、稳定性原则、可操作性原则、独立性原则、简洁性原则等。

4 区域 PRED 协调模式及划分 PRED 协调区

区域 PRED 构型是对区域客观地理事物固有的系统特征的一种模拟分析过程，在实践上其主要的目的是要保证区域可持续发展的政策性建议提供支持。PRED 协调模式及 PRED 协调区的划分是政策性建议的主要内容。

所谓区域 PRED 协调模式是指一定空间尺度的区域在一段时期内，人口、资源、环境与社会经济协调发展的总的方式，是基于 PRED 构型而提出的政策性建议。PRED 协调模式包括人口增长模式、社会经济发展模式、资源利用模式、环境保护模式、区域开发模式和时间推进模式。

PRED 问题具有区域性特征，对其进行分区协调的地域划分，称为 PRED 协调区。PRED 协调区的主要功能是为综合地解决 PRED 问题提供科学的地域划分基础，为更高层次区域的 PRED 协调提供保证，为低层次区域的 PRED 协调提供宏观指导。它与经济区的划分有不同之处。PRED 协调区强调“问题导向”，划分指标可以相对集中于反映与问题有关的方面。同时其边界是“问题边界”的影射，当 PRED 问题的性质和程度发生变化，PRED 协调区的边界因此也发生变化。

参 考 文 献

1 吴传钧. 论地理学的研究核心——人地关系地域系统. 经济地理, 1991, 11(3)
2 毛汉英. 人地系统与区域持续发展研究. 中国科学技术出版社, 1995
3 马世骏, 王如松. 复合生态系统与持续发展. 系统生态, 1990(10)
4 王黎明. 重庆地区土地人口承载力 SD 模型研究. 资源开发与保护, 1991(3)
5 中国系统工程学会. 复杂巨系统理论. 方法. 应用. 科学技术文献出版社, 1994

A THEORETICAL AND METHODOLOGICAL STUDY ON
THE PRED-ORIENTED MODELLING OF MAN-LAND
RELATIONSHIP SYSTEM

Wang Liming

(Department of Urban and Resource Science, Nanjing University Nanjing 210093)

Abstract

Man-land relationship system is so complicated that the scientists usually focus on the main problems of it. After discussing various kinds of modelling theories and methodologies of man-land relationship system, this article advances regional PRED-oriented modelling theory and methodology.

Regional population problem, resource problem, environment problem and development problem (PRED problems) which indicate the uncoordinated situation of regional man-land relationship are being attached much importance to by people all over the world. Being interrelated and interacting to each other, all the factors causing regional PRED problems construct a complicated system which is called PRED system. Obviously, the study on PRED system is a practical way to research the mechanisms of the areal system of man-land relationship (ASMLR), which is the core of geographical studies.

In this article, the author generalizes the main characteristics of the PRED-oriented modelling, points out the importance of problem-oriented modelling to resolve the main problems of regional sustainable development at present day. Then a method framework of PRED-oriented modelling is put forward, which is divided into four steps: analysis of PRED system, establishment of the integrated model system, simulation and assessment. The integrated model system consists of three parts: 1. system dynamic simulating model as the core; 2. department models including population models, resource models, environment models and socio-economic development models; 3. auxiliary models containing econometrics models, mathematical statistics models, etc. Especially, the author emphasizes that metasymthetical engineering is an important methodology in PRED model system building. As the main contents of regional policies, the regional PRED coordinating patterns and PRED regionalizaion are suggested in this article.

Key words PRED, man-land relationship, modelling

作 者 简 介

王黎明, 男, 1963 年 4 月生, 博士。1984 年于西南师范大学地理系获学士学位, 1989 年于华东师大地理系获硕士学位, 1995 年于中国科学院地理所获博士学位, 现南京大学城市与资源学系从事博士后研究。主要研究方向为区域综合开发, 出版论著 2 本, 发表论文 6 篇。