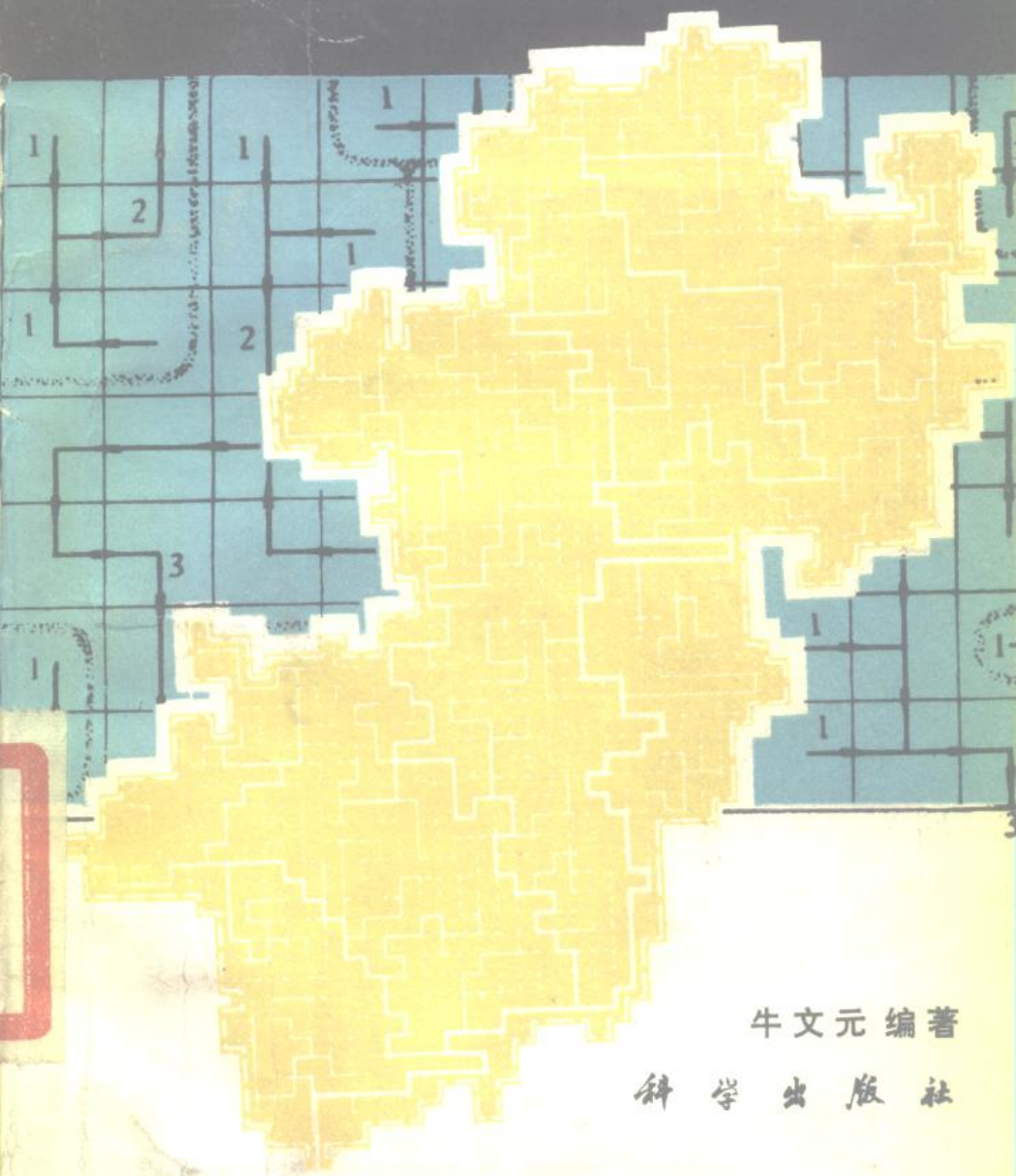


现代应用地理



牛文元 编著

科学出版社

现代应用地理

牛文元 编著

DB79/25

科学出版社

1987

内 容 简 介

本书系统地阐述了现代应用地理的最新进展。以地理学的基础理论为经，以国际上最新采用的成功方法为纬，共同编织成了信息时代应用地理的基本网络。从空间结构、时间过程、综合分析等方面，比较完整地阐明了现代应用地理的范围、内容、作用、价值和功能。尤其通过对“地理预测”、“地理决策”、“地理效应”等的详细介绍，使地理学中这些薄弱的环节，得到较好的充实和加强。

本书可供从事地理研究的人员、大专院校地理系师生、中学地理教师以及有关专业人员阅读和参考。

现 代 应 用 地 理

牛文元 编著

责任编辑 陈菲亚

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1987年4月第一版 开本：787×1092 1/16

1987年4月第一次印刷 印张：11 1/2

印数：0001—8,600 字数：256,000

统一书号：13031·3491

本社书号：4985·13-13

定价：2.60 元

目 录

绪 言	1
第一章 信息时代的地理学	5
第一节 物质、能量和信息	5
第二节 自然信息自动决策系统	8
第三节 信息时代的地理学	11
第二章 地理系统分析	14
第一节 地理系统的建立	15
第二节 地理系统的分类	24
第三节 地理系统的性质描述	29
第四节 地理系统的解析	33
第五节 地理系统的黑箱分析	42
第三章 地理模型建造	53
第一节 模型建造的内容	54
第二节 地理模型的建立程序	61
第三节 模型方法在农田灌溉中的应用	70
第四节 地理梯度模型 (以森林火灾模型为例)	81
第四章 地理模拟方法	91
第一节 引言	91
第二节 坡面数学模拟	93
第三节 河道分析与模拟	112
第四节 海岸沙嘴的分析与模拟	127
第五章 地理拓扑结构	133
第一节 引言	133
第二节 图论概念	135
第三节 形状	140
第四节 地理网络	148

第五节 道路型与树状型网络	150
第六节 环网型网络	155
第七节 细胞型网络	161
第八节 最短路径问题	165
第六章 地理空间效应	173
第一节 能量输入的地理效应	173
第二节 “空间场”的外部效应	182
第三节 空间选择行为	189
第四节 地理序列法	199
第七章 地理预测基础	208
第一节 引言	208
第二节 时间过程分析	211
第三节 地理预测的一般方法	219
第四节 地理预测的实例	242
第八章 地理风险决策	250
第一节 引言	250
第二节 决策原理	253
第三节 地理空间对策	264
第四节 地理风险评价	280
第九章 地理环境保护	287
第一节 引言	287
第二节 自然保护区的意义和价值	294
第三节 自然保护的理论基础	301
第四节 自然保护区“生态资源”的评价方法	314
第十章 地理信息遥感	322
第一节 地理遥感原理	323
第二节 地表温度的遥感测量	332
第三节 土地评价的遥感分析	340
主要参考文献	350

绪 言

地理环境是人类活动的空间基础。在大规模和有组织的人类活动中，决策行为又被看作是全部活动的最高层次。一个正确的计划、方案和对策，往往要从两个彼此平行的“轨道”上，被载荷和运送而来。从静止的观点去考察：主要联系到区域规模、地理关系、结构形式、配置格局和分布效应等宏观的空间性质；从动态的观点去考察：主要联系到区域沿革、系统演替、过程预测、趋势判断、发展周期等连续的时间性质。这两个平行的轨道，无一不联系着现代应用地理的内核。

在宇宙间，出现生命的几率是极小的，根据计算，它只有 10^{-100} 分之一的可能性。至于再从初级的生命形式进化到具有高度智能的人类，“可能性”更要小得多，因为这要求一种更为严格、更为狭窄的“自然要素集合”，而这种集合并非随处可遇的。从这个意义上讲，我们应当感谢自己所居住的地球，因为她既是孕育生命的温床，又是人类栖息的场所。

人类生生不息。在有限的土地上，他们劳动、创造、繁衍和进步，巨大的物质文明和精神文明，就在这一代又一代的更迭中，得以创建和延续。但是，人类活动从来也不是孤立的和单向的，它同时也引起了对于地理环境的大规模干预。这种干预有时是直接的，更多的时候是间接的和潜在的。随着世界人口的增长，随着生产力水平的提高，这种干预的范围和强度，也在与日俱增。难怪相当多的有识之士发出惊呼：现在已经出现了危及人类自身生存的地理征兆！非理智

的、不清醒的、无远见的人类活动是我们应该避免的，因为它们就象一柄“双刃的剑”，可能“创造”某种眼前的利益，同时却给后代布下了陷阱。这就要求人类应该努力地、自觉地去保护养育自己的摇篮。现代应用地理学，恰好在这时刻得以迅速发展，不能不考虑一系列自然上、经济上、社会上乃至心理上的背景。

世界即将临近二十世纪的终结。一方面人类迎来了“信息时代”，社会生产力正向一个新的高度飞速发展；另一方面人类所面临的“环境应力”（Environmental stress）和“五大危机”，也在令人惊骇地不断扩大。它们就象孪生兄弟那样，横亘在我们面前。迫于这样的形势和挑战，诸如区域开发、国土整治、土地评价、环境管理、资源利用、生态效益等，既联系着自然、又联系着人文的综合问题，就成为国家一级、区域一级、地区一级在决策中的重要组成部分。现代应用地理学，正是在此种意义上，显示出它的作用和价值。

地理学作为一门科学，从它诞生的那一天起，一直就与“应用”紧密地、不可分割地联系在一起。这些应用，可以出于政治和军事的需要，可以出于资源和经济的需要，可以出于商业和贸易的需要，可以出于殖民和掠夺的需要，当然也可以出于开发和创造的需要。凡此种种，均说明了应用地理学的“核心”，无论在古代、在近代、或在现代，无一例外地总是围绕着如下的状况，即在地理环境中，所存在的各种不相协调的或不相适应的“人地对立”状况，它包括人与自然的对立、环境管理的正确与错误的对立、资源利用的合理与破坏的对立、区域开发的成功与失误的对立、自然改造的收益与教训的对立等。正是在此种范畴中和此等意义上的对立状况，构成了整个应用地理学的研究对象、研究内容和研究目标。

任何一种有目的的人类活动，从它的开始酝酿阶段、形成方案阶段、计划执行阶段、产生后效阶段、都应当进行认真的评价。在对其中各个环节实施总体分析时，总能发现“最优的”选择只可能是一种，而“非最优”选择，却有成百上千种。于是，一个十分严峻的问题就被提到人们的面前：如何从众多的选择中，恰好挑出那个唯一的“最优解”？毫无疑问，这是一个慎之又慎的复杂过程。这个过程包括了人类知识的总体水平，人类对于地理环境的认识深度，决策者个人的素质、修养和对地理环境的“感应”以及执行方案时的社会条件、文化背景和价值观念。由此看来，现代应用地理学的基本研究领域，就被牢牢地固结在“人地关系”的总体范畴之中。

到目前为止，地理学所拥有的全部理论和全部方法，还远远不能恰当地反映和解析它所研究的对象。这种状况，一方面使我们深刻地认识到地理环境在空间分布上的复杂性和在时间序列上的多变性；另一方面也使得一切地理学工作者，深自反省并感到自己肩负的责任。随着社会的不断发展，生产水平的不断提高，知识的不断积累，理论的不断更新，任何一门科学，包括地理学在内，在不同的历史发展阶段，都应自觉地对社会作出“响应”和“贡献”。正当人类开始跨入信息时代的今天，地理学应该得到的社会承认与其实际的社会价值之间，产生了明显的差距，这就使得任何一个从事地理科学研究的人，都无法回避这样的问题，那就是如何去完成地理学的复兴和助长地理学突破的萌动。于是，一种既来自社会潮流的挑战，又来自地理学自身的反省，就成了现代应用地理学发展的根本动力。

现代应用地理学，不但要能够提出明确的研究目标，还必须具备为达到此目标的方法和途径。这些方法和途径，一些

是出自地理学固有方法的演进，大部分是来自对于其它学科的借鉴。尤其是近三十余年来，系统论、信息论、控制论、协同论、突变论、模糊数学、耗散结构、遥感方法，计算技术等，在地理学中的应用已有了长足的进步，这就开拓了应用地理学的范围，发挥了应用地理学的潜力，并取得了一定的成绩。但是，这些方法在地理学中的应用，还不能算是成熟的和系统的，还有待于当代地理学界同人的努力，尤其有赖于青年地理学家的负重和耕耘。

本书比较系统地阐述了现代应用地理的基本轮廓。以现代地理学的基本理论为经，以国际上最新采用的成功方法为纬，综合编织成对于应用地理认识的网络。希冀在时间过程与空间结构两个方面，比较完整地体现现代应用地理的范围、内容、作用和价值。对于地理系统分析、地理模型建造、地理模拟方法、地理网络结构、地理空间效应、地理预测基础、地理风险决策、地理环境保护、地理信息遥感等9个方面，作了比较深入的论述。尤其通过对于“地理预测”和“地理决策”这类属于当代地理学前沿课题的介绍，使地理学中这些一向薄弱的部分，得到了较好地充实和加强。同时，为了尽可能减少读者在理解上的困难，书中举出许多应用实例，将现代应用地理学中的基本观点和基本技术贯穿其中，以收取按图索骥之效。

作者奉献此书的初衷仍然是：希望有更多的地理学家，尤其是青年地理学者，对本书提出批评和校正，并期待在互帮互学和争鸣的气氛中获得收益和安慰。成书当中，承蒙前辈李旭旦教授、陈原教授、高泳源教授的关怀和鼓励，作者深表谢忱。对于那些知名的或不知名的师友、亲人和同志们的建议、协助和支持，作者表示由衷的感激。

一九八五年元月于北京

第一章 信息时代的地理学

处于信息时代的地理学，无论在理论上，还是在方法论上，都在酝酿着突破性的萌动。正如绪言中已经述及的，这种萌动既来自社会潮流的挑战，也来自地理学自身的反省。我们很难相信，一门古老的科学，一门与社会经济发展密切相关的学科，会在新时代的面前无动于衷，或无能为力；我们也很难相信，一个处于二十世纪末叶的地理学家，一个生活于“信息爆炸”时代的科学工作者，会满足于传统的概念和方法，而不去进行新的探索。正是在这种意义上，本章将概述对于现代地理学的基本认识。

第一节 物质、能量和信息

现代科学研究的基本对象，集中于物质、能量和信息这三大主题上。作为一门古老学科的地理学，在不同的时期，在这三大主题方面、都分别做出了相应的贡献，并和其它学科一道，共同构成了人类文明的基本支柱。

距今大约一万年以前，农业逐渐从畜牧业中分离出来，直到成功地实现了社会发展史上所称的“农业革命”时止，它标志着人在“物质”的获取上，实行了一次巨大的跃迁。在农业出现以前，人更多地表现为“自然的人”，他们无法去触动天然生态系统中的“物质流”，也无法去改变能量在自然结构的各个层次上的分配，当然也谈不到有意识地和大规模地去调整人与自然的关系。但是，地理环境各要素之间

的互相作用、互相制约的现象是客观存在的，并时刻反映在人的头脑中，当这些基本现象，以及对它们的认识积累到一定程度时，人类就试图利用生物与自然环境之间相协调的原理，平行地去改造生物与环境这两个方面，使得它们都能尽量适应人们的某种目的和满足人们的某种需要。农业，就是这种改造的直接结果，从此使得人的基本食物来源得到了稳定的供应，保证了人类的其它活动的进行，加快了人类文明的进程，也结束了人只是作为天然食物链中的一个环节，单单依赖渔猎和采集的那种纯自然的被动状态。这样，当我们去评价人类在物质获取上的这次大解放时，不能不想到：那是在地理环境中，以有机界为一方，以无机界为另一方，在人的直接干预下，长时期互相作用的必然归宿；这也是地球出现以来，各地理要素之间相互关系，在自然发展史上的合理延续。

从十八世纪的“工业革命”开始，直到本世纪七十年代，由于动力机械的普遍应用，蒸汽机、柴油机、发电机、核技术的不断引入，社会生产力急剧地发展到一个崭新的水平上。它意味着人在“能量”的获取和利用上，实行了一次巨大的跃迁。在工业革命之前，人更多地表现为“体力的人”，他们无法去进行超越人的体力极限之外的生产活动，能量开发的层次被局限到人与某些驯化动物的身上，他们活动的空间、持续的时间、攫取物质的深度和广度，都被囿于此种能量水平之中。但是，随着社会的发展，机械代替了人的劳动，开掘了物质生产的新天地。在这一形势的刺激下，各门学科都面对现实，作出了各自的反应。地理学亦不例外，从十八世纪酝酿，直到十九世纪完成的近代地理学体系，就发生在这一时期。随着“地理大发现”和“测地时期”的前期准备，人类对于“能量”的开发，既需要广泛的地理考察，更

需要对于地球的总体认识。洪堡德、李戴尔、李希霍芬、彭克、道库恰也夫、戴维斯等名字，以及他们所创立的学说和原则，都同这一时代的社会生产力特点，紧紧地联系在一起。

目前，社会生产力即将步入一个更高的阶段。由于电子计算机的应用已深入各行各业，不同类型的智能机器的大量涌现，社会生产所因袭的程式正在改变。空间上的扩大、时间上的压缩、知识上的密集、智慧上的开拓，都标志着人类即将在“信息”的获取和应用上，实行一次巨大的跃迁。美国《纽约时报》曾在专栏中，以醒目的标题宣称：“人类已经进入信息的时代”。在这一时代中，人更多地表现为“智能的人”，在信息开发中寻求财富，选择最优模式去扬长避短，试图更合理地驾驭越来越复杂的经济系统和社会系统。

信息资源的开发势在必行。一些工业发达国家，已经在尽力促其发展。例如，美国密西西比三角洲区域，约有数百家信息处理中心为该区域的环境管理、生态控制和区域规划服务；在苏联全国有几千个自动化信息系统，去组织管理国家的经济生活，这些设施都在投资不大的总前提下，得到了巨大的经济效益。而且，这种效益的获取，主要的不是通过增加设备、增加能源、增加输入等外延上的发展，而主要是通过调节系统内部各要素间的关系，通过组织合理的、有序的、平滑的和稳定的“生产流”等内涵上的挖掘，去实现既定的目标。这也是信息资源开发最基本的特点之一。

近几年来，信息资源的开发，出现了一系列令人瞩目的新动向，主要表现在：①信息开发已经从初级阶段时的那种单纯的服务和咨询，进展到直接干预经济、管理生产、控制流程、拟定计划的高一级阶段；②信息开发已从以商业信息、管理信息、经济信息、社会信息为主（如国外所称的三A革

命*)，进展到与环境信息、生态信息、资源信息、地理信息的开发并重的阶段；③已从单项的或“条条”的信息开发，逐步发展到综合的、区域的信息开发；④逐步从现状分布、清单式的信息罗列，进展到对区域发展实施模拟和预测的阶段。“自然信息自动决策系统”的出现，更集中地体现了上述四个方面的内容。

第二节 自然信息自动决策系统

所谓自然信息自动决策系统，就是利用目前已有的和继续大量增补的自然地理环境资料，结合经济分析，根据区域开发的战略目标，在地理学基本理论的综合指导下，制定区域发展的最优模式，经由电子计算机处理和分析，并通过网络系统的连接和传送，直接为国民经济服务的一项现代化设施。同时，它又是一项大规模的“软件工程”，在生产指挥部门、经济规划部门、资源管理部门、国土整治部门、生态控制部门、区域开发部门、土地利用部门等，将起重大的作用。除了帮助使用者作出正确的决策外，还能收到明显的经济效益。总括起来，该系统还具有如下三个主要的性质：

(1) 它具有信息全面、论据充分、方案完整、决策迅速，并具有对区域实施模拟和预测的特点。如美国现在采用的“泰普朗”(TEPLAN)系统、“基拉斯”(GIRAS)系统、“阿格乃特”(AGNET)系统以及加拿大所发展的“希几埃斯”(CGIS)系统等，都具有重大的咨询价值和执行区域开发的功能。

(2) 此项工程属于在区域内涵上的信息开发，因而具

* 国外所谓“三A革命”，通常是指办公室、工厂企业管理 and 家庭的自动化。

有特别明显的经济效益。以阿格乃特系统属下的一个子系统“农田用水自动决策”为例，美国国会在1978年给予财政批准，1979年组织实施，经过三年的研究，于1982年初投入运转，获得了十分明显的效果。在1982年4月有笔者参加的美国国家综合鉴定会上，确证了该项工程的投资与效益比为1:250（即每投资1元美金，可获249美元的利润），效益之显著由此可见一斑。

（3）利用电子计算机容量大、运算快的优点，一个中心网络可以同时执行多种功能，并可逐步地从地方到区域直至全国扩大应用，亦可逐步地从单项到多项直至综合地加以发展。仍以阿格乃特系统为例，目前，它已扩大到为美国中西部5个州的119个区域开发项目服务，而上述的农田用水自动决策子系统，只不过是这119项中的一个。此外，对于指导区域的最优土地利用、进行区域最优耕作制度的选择、实施土壤施肥决策、进行大面积的自然资源分析、确定合理的地理空间结构、决定重大生产项目的配置、进行综合的经济分析等，都是该系统的基本功能。

自然信息自动决策系统的研制，在我国应该引起极大的重视。这里，拟选择华北地区农田灌溉用水的决策作为例子，来说明它可能具备的重大价值。

我国目前每年的总用水量为4,700亿立方米，其中农业用水达4,190亿立方米，占总用水量的88%。另外，我国北方现有配套机井220万眼，井灌农田面积达1.7亿亩，占北方农田总灌溉面积的三分之一。上述所列的基本数字至少说明了两个事实：（1）农田用水在水循环、水平衡中占有重要地位，作物的生长必然消耗大量的水资源；（2）农田用水在整个自然地理系统中，明显地影响着“能量流”的强度、方向和速率，而且实施灌溉也必然消耗大量的能源，如果不作

出正确决策，势必导致水源和能源二者的双重浪费，同时还能降低区域的地下水位，引起土地退化（如产生盐碱化等），最后影响整个区域的地理结构，并使该区域地理质量下降。大量的研究指明，农田用水存在着一个最优的用水范围，高于它（过多地供水）或低于它（不充分供水）都会使作物产量下降，从而影响到整个区域的农业生产水平。

另外据我国著名小麦高产区，河北省栾城县的典型调查，该区从1972年到1982年的10年间，冬小麦每个生长季节平均灌水8次，最高年份达12次；每亩平均灌水450立方米，最高达600立方米以上。而试验研究的结论表明，在该地区的降雨条件下，每亩冬小麦只需350立方米以下的水量，就可以完全保证冬小麦的正常生长。而过多的灌溉，反而改变了正常的地表热量和水分平衡，致使地温下降、土壤板结、作物成熟过晚、易于倒伏，并会引起额外的病虫害等坏处。因此，完全可能在华北农田现有灌溉中减少两个“灌次”。现暂以减少一个灌次（如由8次灌溉减少到7次）去计算，则在北方1.7亿亩井灌农田上，每一季冬小麦可以产生的经济效益为：

（1）节约水源：可以节省的水达到102亿立方米（以一个灌次的灌水量为60立方米/亩计）。所节省的水约等于目前全国工业用水总量的五分之一；亦等于南水北调第一期工程调至黄河以北水量的三分之二强；

（2）节约能源：可节约石油约15万吨（以北方平均井深5—7米计，每抽取一立方米水耗柴油15—20克计）；

（3）节约资金：可达2亿元（暂按每立方米水的成本为2分计）；

（4）节约人力：可以节省相当数量的人力。

这样，在不增加更多投资的情况下，应用多种自然环境

信息资源，在正确的理论指导下，实行综合分析，建立最优模式，即可获取相当可观的收益，这种智力开发的前景相当诱人，也越来越为人们所认识。

第三节 信息时代的地理学

地理学在信息时代的价值通过上述实例已见苗头。作为一个综合性的自然信息开发工程，在信息采集、信息处理、模式建造、结果判定、推广应用、经济评价等几乎所有环节，地理学都能发挥其它学科不可代替的作用。令人感到遗憾的是，目前的地理学水平，无论在理论上、还是在方法上、距现在新形势的要求，还相去甚远。因此，迅速发展和革新地理学，应当是迫在眉睫的基本任务之一。为了适应信息时代的特点，现代地理学至少应当在以下5个方面作出明确的回答。

(1) 地理学应能提出自然信息的采集范围、采集数量、采集频率、采集精度、采集时段和采集方式。虽然信息采集系统本身的设备(硬件)，可以借助于技术学科来提供，但是，对信息采集的具体要求，则必须根据地理系统的统一筹划，去选择感应器及其适宜的工作方式。这就必须有完备的“地理系统”理论，并从区域的结构和功能，“地理流”的状态和变化，系统基本参数的确定，参数之间的互相作用，反馈机制的建立等基本规则出发，制定精确的地理信息采集规程。

(2) 地理学应能独立解决自然信息的“量化”，这是信息开发中的又一关键步骤。一般说来，自然信息在数量化方面可以分为三类：其一，可以直接用具体数字作标识的，例如高度、经度、纬度、面积、人口、温度、降水量等；其

二，不大容易表达成具体的数值的，如稳定性、适宜度、区域生产力水平、自然环境应力、地理梯度等；其三，不大容易实行地理内容统一比较的，例如相似性、相异性、地理空间的划分、过渡性或连续性的分离等。这就要求地理学在发展中，寻找出确定的方法，将所有的自然信息都转化成数值的、可比的、可测的和能够检验的量化指标。

（3）地理学的理论应能指导最优模式的建造。我们知道，软件的编制是信息系统的灵魂，其工作成效的优劣直接取决于各类模式的准确程度。而模式的建造，离不开地理学基本理论的指导。仍以前述的农田用水决策系统为例，其软件编制中就涉及了区域地理要素的现状；区域空间网络的构成；区域地理分布的结构；各地理要素的时间演替规律；地理区域的稳定性分析；区域质量判定；区域自然灾害的过程分析等近10种与地理学有关的基本模型。缺乏完整的理论和方法是无法适应这个基本要求的。

（4）地理学理论应当指导自然信息系统去模拟和预测地理区域的变化，这对于区域开发是必不可少的。一般说来，正确判定区域发展的演化方向，积极地实现区域的动态稳定，是一项十分复杂的课题。尤其在某些巨大的改造自然工程，被引入某个地理区域时，它所产生的自然地理效应和人文地理效应，都应该进行超前分析，这就必须依赖于对区域发展所进行的模拟和预测。预测结果的正确与否，又取决于指导这种模拟和预测的理论是否恰当。而现代地理学的内容之一，就是从理论上和方法上突破以定性描述为主的传统，突破以归纳法为主的方法论，代之以定量分析和模拟预测为主，并使得抽象思维与演绎法得到更充分的体现。

（5）现代地理学必须重视经济分析。鉴于我国地理学曾经长时期不大重视经济活动在自然环境中的作用，这个问