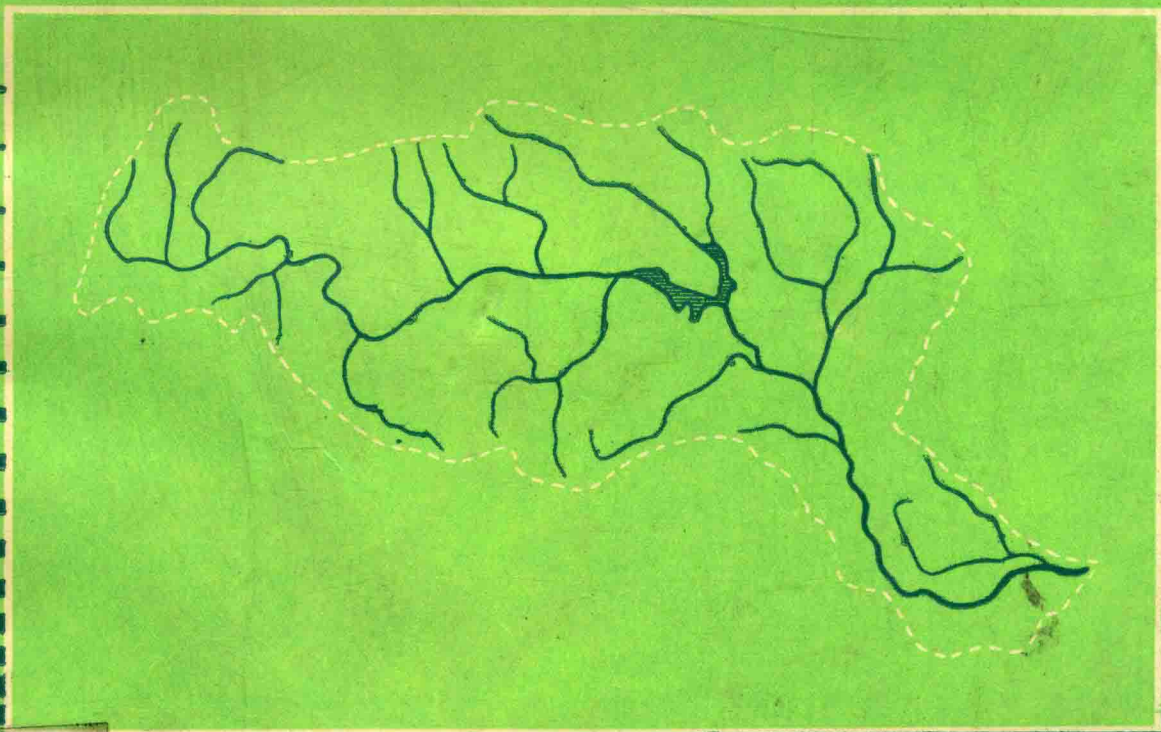


# 流域地貌系统

尹国康 著



南京大学出版社

# 流域地貌系统

尹国康 著

国家自然科学基金资助项目

南京大学出版社

1991·南京

(苏)新登字第 011 号

## 内 容 简 介

本书通过流域地质基础、地貌结构、物质和能量流通特性及时空过程分析,阐述了流域地貌系统的结构、功能及其演化规律。并从系统的时空耦合、过程-反应、组织序变、集合效应、协同互补等方面,论述了流域物质、能量流的综合平衡,其空间结构的整体优化,其功能特性的有效调控等问题。这些内容构成了一个比较完整的流域地貌系统模式,为地学系统的研究积累了经验,为流域及区域的综合开发与治理提供了科学原则。

本书适合地理、地质、水利、生态等专业的规划、设计、科研和教学人员使用,还可作为这些专业研究生的教材。

## 流 域 地 貌 系 统

尹国康 著

\*

南京大学出版社出版

(南京大学校内)

江苏省新华书店发行 常熟市印刷二厂印刷

\*

开本 787×1092 1/16 印张 18.5 字数 462 千

1991 年 9 月第 1 版 1991 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—1000

ISBN 7-305-01193-2/p·63

定价 14.00 元

## 序 言

在传统地貌学中,对地貌现象及其发育过程的认识,一向有注重综合性、区域性研究的优良传统。但是,由于世界上的地貌景观千姿百态、影响地貌过程的因素错综复杂,并且这些因素的组及其变异均带有很大的随机性,这就使地貌过程复杂多变,以致对一些地貌景观进行初步的分类都有一定的困难。为了弥补对自然现象总联系的细节和具体内容认识的不足,加深对现象本质的理解,从而走向对局部现象进行动力与形态分析和实验研究。学科愈分愈细,研究方向愈来愈窄。这种趋势一方面对某些问题的认识固然可以大大深化,但在另一方面,却又人为地割断了自然界这个有机联系的整体,反映在区域开发上,往往顾此失彼,引起物质、能量平衡的失调,导致地貌过程发生突变,并使灾害增多。

正当对过去科学实践的着眼点深感不足的时候,系统论的思潮及其基本原则迅速地向地貌学领域渗透和扩展,改变着地貌学家的知识结构和思维方式,愈来愈感受到在地貌景观的研究中,要求采用新的综合方法,即从总体出发,把分析与综合结合起来,形成对自然界整体化、系统化的认识方法。

鉴于流域既是独立的地貌单元,又是具有明确分水岭的天然开放性系统,因此,对地貌景观的研究,在一定的层次上,以流域作单元为宜。我们拟选择流域面积适中,地貌类型较多,人类开发程度较高,地学灾害频繁,定位观测资料丰富,研究者又有一定工作积累的汉江流域作为研究的实验流域,以求取得较好的成效。承蒙校、系领导的推荐,有幸得到了国家自然科学基金委员会的支持,使得流域地貌系统试点研究的构想付诸实践。

本书的素材以汉江流域地貌系统的研究成果为基础,并作适当的引伸。通过汉江流域地貌空间结构及其物质组成的分析,及其与自然环境、社会经济环境之间相互反馈的分析,揭示了该流域地貌系统的结构、功能、效应及其演化规律,并从系统的时空耦合、过程-反应、组织序变、整体效应、协同互补等方面探讨了本流域综合平衡、有效调控及整体优化等问题,建立了一个比较完整的流域地貌系统模式,为优化汉江流域人地系统,提出了导向性的意见,也为流域地貌系统的研究和建模积累了经验,可望起到一定的示范作用。

本书的研究成果是课题组成员共同合作完成的。陈钦岳教授对全书作了审阅,提出了许多宝贵意见;其他同志在十万分之一航测地形图上,对汉江12条较大支流河系精心地作了分级、各级河流数目的统计和部分河长的量计,其中褒河、滑水河和溢水河的工作由高蕴钰同志完成;子午河和旬河的工作由张云云同志完成;堵河、南河和蛮河的工作由吴国平同志完成;任河和丹江的工作由许定庆同志完成;夹河和唐白河的工作由赵依坤同志完成。书内部分图件由顾国琴同志清绘。因此,本课题的完成是与他们辛勤劳动分不开的。

本书的研究成果是在汉江流域原有丰厚工作积累的基础上完成的。长江水利委员会、湖北省水利厅、丹江口水利枢纽管理局为本书提供了大量水文泥沙定位观测资料,以及河床演变、水利规划等方面的研究成果。汉中、安康、商洛、荆州等地区的水利局、农业区划办公室、襄

樊地区水利局、南阳地区水土保持委员会办公室、以及房县、竹溪、竹山、宜城等县农业区划办公室提供了丰富的实测和调查统计资料,谨此表示深切的感谢。

尹国康

1990年12月25日

# 目 录

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| <b>第一章 绪论</b> .....                 | ( 1 )  |
| 第一节 现代的地貌系统观.....                   | ( 1 )  |
| 一、系统是一个有结构的整体.....                  | ( 1 )  |
| 二、系统又是一个具有特殊功能的整体.....              | ( 1 )  |
| 三、系统组成的多元性.....                     | ( 2 )  |
| 四、系统是整个物质和精神世界存在的形式.....            | ( 2 )  |
| 第二节 对流域地貌系统基本特性的认识.....             | ( 3 )  |
| 一、系统结构的有序性与稳定性.....                 | ( 4 )  |
| 二、系统的突变性.....                       | ( 7 )  |
| 三、系统时空演变过程中的状态差异性.....              | ( 8 )  |
| 第三节 流域地貌系统研究的应用前景.....              | ( 9 )  |
| 第四节 流域地貌系统研究的原则和方法.....             | ( 10 ) |
| 第五节 作为典型研究的汉江流域概况.....              | ( 11 ) |
| 一、地貌结构梗概.....                       | ( 11 ) |
| 二、气候特点.....                         | ( 13 ) |
| 三、地貌过程灾变特点.....                     | ( 13 ) |
| 四、开发与治理的现状与未来.....                  | ( 14 ) |
| 第六节 研究思路与成果体系.....                  | ( 15 ) |
| 一、流域地貌系统的概念模式.....                  | ( 15 ) |
| 二、成果体系的构成.....                      | ( 19 ) |
| 参考文献.....                           | ( 20 ) |
| <b>第二章 汉江流域地貌系统的空间结构与土地资源</b> ..... | ( 22 ) |
| 第一节 地质基础与地貌格局概况.....                | ( 22 ) |
| 一、地层分布特点及其地貌反映.....                 | ( 22 ) |
| 二、地质构造特点及其地貌反映.....                 | ( 22 ) |
| 第二节 流域地貌的基本格局.....                  | ( 27 ) |
| 一、流域周围群山起伏.....                     | ( 27 ) |
| 二、宽谷盆地及其边缘岗丘阶地.....                 | ( 31 ) |
| 三、汉江三角洲平原.....                      | ( 43 ) |
| 四、汉江流域的水域低地.....                    | ( 44 ) |
| 第三节 地貌结构的多层性与土地资源质量的差异性.....        | ( 44 ) |
| 一、河谷低层次地面优质土地资源.....                | ( 44 ) |
| 二、山区土地资源具有多层次的特点.....               | ( 45 ) |
| 第四节 流域形态的特征要素及其组合关系.....            | ( 61 ) |

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| 一、流域面积与流域平面的总体外形·····           | ( 62 )  |
| 二、流域面积与流域地面形态结构·····            | ( 63 )  |
| 三、流域地面形态与流域总体平面外形·····          | ( 64 )  |
| 参考文献·····                       | ( 65 )  |
| <b>第三章 河系的空间结构</b> ·····        | ( 66 )  |
| 第一节 集水域河系的布局特性·····             | ( 66 )  |
| 一、河系的多元性·····                   | ( 66 )  |
| 二、河系的形态参数·····                  | ( 70 )  |
| 三、河系的分枝结构·····                  | ( 72 )  |
| 四、河系的数量结构·····                  | ( 79 )  |
| 五、河系的形态结构·····                  | ( 81 )  |
| 六、河系结构的随机性·····                 | ( 84 )  |
| 第二节 三角洲分流河网的布局特性·····           | ( 87 )  |
| 一、三角洲系统的空间结构·····               | ( 87 )  |
| 二、三角洲分流河网的布局特性·····             | ( 89 )  |
| 第三节 河道的形态结构·····                | ( 92 )  |
| 一、河道形态要素·····                   | ( 92 )  |
| 二、断面形态·····                     | ( 92 )  |
| 三、弯道平面形态·····                   | ( 93 )  |
| 四、分汊河道及河口的平面形态·····             | ( 94 )  |
| 五、河道纵剖面形态·····                  | ( 95 )  |
| 参考文献·····                       | ( 97 )  |
| <b>第四章 流域地貌系统的物质流与能量流</b> ····· | ( 99 )  |
| 第一节 流域物质流的流通过程·····             | ( 99 )  |
| 一、流域水文循环模式·····                 | ( 99 )  |
| 二、河道中泥沙的流通过程·····               | ( 101 ) |
| 三、流域地貌系统中水、沙流通过程·····           | ( 101 ) |
| 第二节 流域地表径流及其能量的时空变化特点·····      | ( 103 ) |
| 一、径流与能量的空间分布特性·····             | ( 103 ) |
| 二、径流在时间上的多变性·····               | ( 105 ) |
| 第三节 流域泥沙流的时空变化特点·····           | ( 109 ) |
| 一、流域泥沙流的空间输移特点·····             | ( 110 ) |
| 二、输沙量在时间与空间上的多变性·····           | ( 110 ) |
| 第四节 流域溶质流的时空变化特点·····           | ( 111 ) |
| 第五节 流域地貌系统中各类物质流之间的关系·····      | ( 113 ) |
| 一、泥沙流、溶质流与径流的关系·····            | ( 113 ) |
| 二、溶蚀在侵蚀作用中所占的地位·····            | ( 113 ) |
| 参考文献·····                       | ( 115 ) |
| <b>第五章 流域地貌过程-反应系统</b> ·····    | ( 117 ) |
| 第一节 流域地面的过程-反应·····             | ( 117 ) |
| 一、影响流域产沙的因素及其指标·····            | ( 117 ) |

|                        |         |
|------------------------|---------|
| 二、流域产沙特性指标的筛选          | ( 119 ) |
| 三、流域产沙变量参数分析           | ( 124 ) |
| 四、小流域产沙的宏观统计模式         | ( 126 ) |
| 第二节 河道的过程-反应           | ( 128 ) |
| 一、河道系统过程-反应的时空差异       | ( 128 ) |
| 二、差异来自来沙量随流量变率的不同      | ( 130 ) |
| 第三节 河流系统动力与形态之间的和谐关系   | ( 133 ) |
| 一、河道断面的沿程关系            | ( 134 ) |
| 二、河道纵剖面的动力形态关系         | ( 134 ) |
| 三、河道的平面形态关系            | ( 135 ) |
| 第四节 流域地貌系统整体结构的过程-反应特性 | ( 136 ) |
| 一、流域地貌过程-反应系统模式        | ( 136 ) |
| 二、流域地貌系统的复杂滞后反应        | ( 138 ) |
| 三、流域地貌系统内河型的空间布局特点     | ( 138 ) |
| 第五节 流域地貌系统过程-反应的渐变与突变  | ( 142 ) |
| 一、坡面侵蚀                 | ( 142 ) |
| 二、沟谷侵蚀发展               | ( 145 ) |
| 三、河床演变与河型转化            | ( 148 ) |
| 参考文献                   | ( 150 ) |
| 第六章 流域地貌控制系统           | ( 153 ) |
| 第一节 自动调整的反馈控制作用        | ( 153 ) |
| 第二节 系统控制作用的灵敏度         | ( 156 ) |
| 第三节 流域地貌系统的时空尺度与时空耦合   | ( 160 ) |
| 第四节 人类活动所引起地貌效应        | ( 162 ) |
| 一、土地利用方面               | ( 162 ) |
| 二、城市化发展方面              | ( 164 ) |
| 三、河流工程方面               | ( 165 ) |
| 四、工矿生产方面               | ( 172 ) |
| 第五节 水库调控所引起地貌效应        | ( 173 ) |
| 一、水库引起河道的物质、能量流通效应     | ( 173 ) |
| 二、河道系统空间结构的多层次多因素效应    | ( 176 ) |
| 三、河道系统结构、功能的整体效应       | ( 180 ) |
| 四、河道系统结构功能效应的时序结构      | ( 181 ) |
| 第六节 河流地貌系统的水库效应对环境的反馈  | ( 183 ) |
| 一、社会经济环境得到优化           | ( 183 ) |
| 二、自然环境受到影响             | ( 189 ) |
| 三、生态环境有所改善             | ( 190 ) |
| 参考文献                   | ( 192 ) |
| 第七章 汉江流域地貌系统时空过程剖析     | ( 194 ) |
| 第一节 地貌时空过程的速率与尺度       | ( 194 ) |
| 一、地貌过程的速率              | ( 194 ) |

|                                                          |         |
|----------------------------------------------------------|---------|
| 二、地表剥蚀速率·····                                            | ( 195 ) |
| 三、地表构造变动的速率·····                                         | ( 196 ) |
| 四、Davis 地貌发育旋回的时间尺度·····                                 | ( 196 ) |
| 第二节 汉江流域地貌系统时空过程梗概·····                                  | ( 199 ) |
| 一 汉江流域层状地貌的空间分布特点·····                                   | ( 199 ) |
| 二、流域地貌时空过程分析·····                                        | ( 201 ) |
| 第三节 流域地貌发育阶段的地域分异·····                                   | ( 210 ) |
| 一、面积-高程曲线·····                                           | ( 210 ) |
| 二、面积-高程曲线参数方程·····                                       | ( 211 ) |
| 三、流域地貌发育阶段的数量化·····                                      | ( 211 ) |
| 第四节 坡地系统时空过程·····                                        | ( 212 ) |
| 一、断层崖地貌时空过程的实况研究·····                                    | ( 213 ) |
| 二、坡地发育模式的比较·····                                         | ( 213 ) |
| 三、汉江流域坡地的现代地貌过程特点·····                                   | ( 216 ) |
| 第五节 汉江三角洲的时空过程·····                                      | ( 221 ) |
| 一、江汉盆地历史过程梗概·····                                        | ( 221 ) |
| 二、汉江三角洲的发育过程·····                                        | ( 221 ) |
| 三、汉江三角洲系统结构的再调整·····                                     | ( 226 ) |
| 四、建立一个良性的动态平衡系统·····                                     | ( 228 ) |
| 参考文献·····                                                | ( 230 ) |
| <b>第八章 流域地貌系统的优化决策</b> ·····                             | ( 232 ) |
| 第一节 建立一个以防洪为主并满足多目标要求的径流流通体系·····                        | ( 232 ) |
| 一、改善防洪体系·····                                            | ( 232 ) |
| 二、完善排灌体系·····                                            | ( 238 ) |
| 三、建立水资源梯级开发体系·····                                       | ( 240 ) |
| 四、关于汉江西源“嘉夺汉”及“引嘉济汉”的讨论·····                             | ( 241 ) |
| 第二节 建立合理的坡地资源利用体系·····                                   | ( 242 ) |
| 第三节 建立动态平衡的三角洲开发体系·····                                  | ( 243 ) |
| 一、汉江中下游河床演变趋势与对策·····                                    | ( 244 ) |
| 二、解决好洪水出路问题·····                                         | ( 245 ) |
| 三、合理利用三角洲湿地资源·····                                       | ( 246 ) |
| 第四节 走向和谐、高效的流域发展之途·····                                  | ( 247 ) |
| 附录·····                                                  | ( 249 ) |
| 信息源(2.4.1) 黄河中游若干小流域的面积与沟道坡降·····                        | ( 249 ) |
| 信息源(2.4.2) 美国新泽西州等地小流域资料·····                            | ( 249 ) |
| 信息源(2.4.3) 汉江流域若干形态变量·····                               | ( 250 ) |
| 信息源(3.1.1) 汉江沿程(自北河源起算)各点有关的特征值·····                     | ( 251 ) |
| 信息源(3.1.2) 直汇汉江干流的部分支流的特征值·····                          | ( 252 ) |
| 信息源(3.1.3) 直汇汉江干流的各级主要支流中不同级别河道的平均河长·····                | ( 256 ) |
| 信息源(3.1.4) 直汇汉江干流(自西河源起算)的四级以上支流水系不同级别河道的直汇分枝量与分枝总量····· | ( 258 ) |

|                                                                                                        |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 信息源(3.1.5) 直汉江干流的各级主要支流的分枝数·····                                                                       | ( 260 ) |
| 信息源(3.1.6) 河道的交汇角 $CJa$ 与河道纵坡降 $CJ$ 及支流坡度 $SJ$ 之间的关系·····                                              | ( 270 ) |
| 信息源(4.1.1) 汉江干流各测站水、沙及溶质的平均年输移量·····                                                                   | ( 270 ) |
| 信息源(4.1.2) 汉江中上游各主要支流的流域面积 $A$ 、平均年径流量 $\bar{V}_\omega$ 、年输沙量 $\bar{V}_s$ 及溶质年输移量 $\bar{V}_{so}$ ····· | ( 270 ) |
| 信息源(4.2.1) 汉江丹江口以上流域平均年雨量 $P_m(\text{mm})$ 与年径流量 $R_m(\text{mm})$ ·····                                | ( 271 ) |
| 信息源(4.2.2) 汉江干流及部分支流沿程年平均流量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$ 与面积 $A(\text{km}^2)$ 之间的关系·····                   | ( 271 ) |
| 信息源(4.2.3) 汉江干流及其支流水文-地貌特征值 ·····                                                                      | ( 272 ) |
| 信息源(4.2.4) 汉江年平均流量 $\bar{Q}$ 、平均年最大流量 $\bar{Q}_{\max}$ 、流量年内倍比 $Q_{\max}/Q_{\min}$ 及坡降 $J$ 的沿程变化·····  | ( 275 ) |
| 信息源(4.2.5) 汉江丹江口断面年径流量 $V_\omega$ 、年实测最大7天、15天、30天洪量 $V_7, V_{15}, V_{30}$ 及最大洪峰流量 $Q_{\max}$ ·····    | ( 275 ) |
| 信息源(4.3.1) 汉江干流及部分支流输沙特征值·····                                                                         | ( 277 ) |
| 信息源(4.3.2) 汉江年最大日平均输沙率历年最大值 $G_{s\max}$ 与最小值 $G_{s\min}$ 之倍比沿程 $L$ 变化·····                             | ( 278 ) |
| 信息源(4.4.2) 汉江部分测站溶质含量 $\rho_{so}(\text{mg/l})$ 与流量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$ 间关系 (1980年)·····           | ( 278 ) |
| 信息源(4.4.3) 汉江干流各站年平均流量 $\bar{Q}$ 与溶质年平均输移量 $\bar{V}_{so}$ ·····                                        | ( 280 ) |
| 信息源(4.5.1) 汉江二断面月平均输沙率 $\bar{G}_{sm}$ 与月平均流量 $\bar{Q}_m$ 之间的关系···                                      | ( 280 ) |
| 信息源(7.4.3) 汉中水保站径流小区降雨强度与水土流失关系·····                                                                   | ( 280 ) |
| ABSTRACT·····                                                                                          | ( 281 ) |

## Contents

|                                                                                                                     |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Chapter I Introduction</b> .....                                                                                 | ( 1 )  |
| 1 The present-day concept on geomorphological systems .....                                                         | ( 1 )  |
| 1.1 A whole with a certain structure .....                                                                          | ( 1 )  |
| 1.2 A whole with a special function.....                                                                            | ( 1 )  |
| 1.3 Plurality of system in composition .....                                                                        | ( 2 )  |
| 1.4 Being form of the physical and mental world.....                                                                | ( 2 )  |
| 2 The basic specific properties of geomorphic system for drainage basin ...                                         | ( 3 )  |
| 2.1 Orderability and stability of system in structure .....                                                         | ( 4 )  |
| 2.2 Thresholds in geomorphic system .....                                                                           | ( 7 )  |
| 2.3 State differentiation in temporal and spatial variations of system .....                                        | ( 8 )  |
| 3 Applied prospect on the study of geomorphic system of basin .....                                                 | ( 9 )  |
| 4 Principles and methods of the study of geomorphic system of basin ...                                             | ( 10 ) |
| 5 General situation of the Han Jiang River Basin as case study .....                                                | ( 11 ) |
| 5.1 Broad outline of geomorphic structure .....                                                                     | ( 11 ) |
| 5.2 Climatic characteristics .....                                                                                  | ( 13 ) |
| 5.3 Catastrophe characteristics in geomorphic process .....                                                         | ( 13 ) |
| 5.4 Present and future conditions on development and regulation .....                                               | ( 14 ) |
| 6 Study train of thought and achievement system.....                                                                | ( 15 ) |
| 6.1 Conceptual models in geomorphic systems of basin.....                                                           | ( 15 ) |
| 6.2 Composition of achievement system.....                                                                          | ( 19 ) |
| References.....                                                                                                     | ( 20 ) |
| <b>Chapter II The spatial structure and land resources of geomorphic system for the Han Jiang River Basin</b> ..... | ( 22 ) |
| 1 General condition of geological geomorphology of the drainage basin ...                                           | ( 22 ) |
| 1.1 Stratigraphic distribution feature and its expression on landscape .....                                        | ( 22 ) |
| 1.2 Geologic structure character and its expression on landscape .....                                              | ( 22 ) |
| 2 General structure of basin landforms.....                                                                         | ( 27 ) |
| 2.1 Mountain ridge around the drainage basin .....                                                                  | ( 27 ) |
| 2.2 Valley basins and their border hills-terraces .....                                                             | ( 31 ) |
| 2.3 Delta plain.....                                                                                                | ( 43 ) |
| 2.4 Water area depressions in the basin.....                                                                        | ( 44 ) |
| 3 Multi-level forms of landform structure and differentiation of land resources .....                               | ( 44 ) |
| 3.1 High-quality land resources in valley as low level surface .....                                                | ( 44 ) |

|                                                                                       |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 3.2 Multi-level characteristic of land resources in mountainous area .....            | ( 45 )        |
| 4 Characteristic factors of watershed forms and relations among them ...              | ( 61 )        |
| 4.1 Relation between area and plane shape of basin.....                               | ( 62 )        |
| 4.2 Relation between area and form structure of basin .....                           | ( 63 )        |
| 4.3 Relation between landform and plane shape of basin .....                          | ( 64 )        |
| References .....                                                                      | ( 65 )        |
| <b>Chapter III Spatial structures of drainage system and channel.....</b>             | <b>( 66 )</b> |
| 1 Topologic properties of drainage system in catchment basin .....                    | ( 66 )        |
| 1.1 Plurality of drainage system.....                                                 | ( 66 )        |
| 1.2 Form parameters of drainage basin .....                                           | ( 70 )        |
| 1.3 Bifurcation structure of drainage system .....                                    | ( 72 )        |
| 1.4 Quantitative composition of drainage system .....                                 | ( 79 )        |
| 1.5 Form structure of drainage system .....                                           | ( 81 )        |
| 1.6 Randomness of drainage system composition .....                                   | ( 84 )        |
| 2 Topologic properties of delta distributary networks .....                           | ( 87 )        |
| 2.1 Spatail structure of delta morphological system.....                              | ( 87 )        |
| 2.2 Topologic properties of delta distributary networks.....                          | ( 89 )        |
| 3 Channel form structure .....                                                        | ( 92 )        |
| 3.1 Factors of channel form.....                                                      | ( 92 )        |
| 3.2 Crosss section form of channel .....                                              | ( 92 )        |
| 3.3 Form of longitudinal profile of channel.....                                      | ( 93 )        |
| 3.4 Plane form of meandering channel .....                                            | ( 94 )        |
| 3.5 Plane form of braided channel and river mouth reach .....                         | ( 95 )        |
| References .....                                                                      | ( 97 )        |
| <b>Chapter IV Flows of energy and mass in basin geomorphic system ...</b>             | <b>( 99 )</b> |
| 1 The path followed by throughput of msss .....                                       | ( 99 )        |
| 1.1 A model of basin hydrological cycle.....                                          | ( 99 )        |
| 1.2 The path followed by sediment runoff.....                                         | ( 101 )       |
| 1.3 The path followed by throughput of water and sand .....                           | ( 101 )       |
| 2 Characteristics of runoff together with energy in space-time variation... ( 103 )   |               |
| 2.1 Characteristics of spatial distribution of runoff together with energy... ( 103 ) |               |
| 2.2 Changeability of runoff in temporal distribution.....                             | ( 105 )       |
| 3 Characteristics of sediment runoff in space-time variation .....                    | ( 109 )       |
| 3.1 Space dependence characteristic of sediment runoff.....                           | ( 110 )       |
| 3.2 Changeability of sediment discharge in space-time variation .....                 | ( 110 )       |
| 4 Space-time dependence characteristics of basin dissolved solid yield... ( 111 )     |               |
| 5 Relation among various mass flows .....                                             | ( 113 )       |
| 5.1 Relation of dissolved and suspended load to discharge.....                        | ( 113 )       |
| 5.2 Ratio of dissolved load to total load .....                                       | ( 113 )       |
| References .....                                                                      | ( 115 )       |
| <b>Chapter V process-response (form) systems of drainage basin form... ( 117 )</b>    |               |

|     |                                                                                            |         |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1   | Process-response of drainage basin form .....                                              | ( 117 ) |
| 1.1 | Factors impacting on basin sediment yield and their indexes.....                           | ( 117 ) |
| 1.2 | Selection on characteristic indexes impacting on basin sediment yield...                   | ( 119 ) |
| 1.3 | The parameters impacting on basin sediment yield.....                                      | ( 124 ) |
| 1.4 | A statistical model of sediment yield in small basin .....                                 | ( 126 ) |
| 2   | Process-response of fluvial system .....                                                   | ( 128 ) |
| 2.1 | Space-time variance of process-response in fluvial system .....                            | ( 128 ) |
| 2.2 | The variance coming from various change rates of sediment runoff<br>to discharge .....     | ( 130 ) |
| 3   | A harmonious relation between dynamic environment and form in<br>fluvial system .....      | ( 133 ) |
| 3.1 | Relation of channel cross section to discharge as discharge increases<br>downstream .....  | ( 134 ) |
| 3.2 | Relation between dynamic properties and form of channel longitudinal<br>profile .....      | ( 134 ) |
| 3.3 | Relationships between dynamic properties and plane forms of channel                        | ( 135 ) |
| 4   | Process-response characteristic of the whole structure of basin<br>geomorphic system ..... | ( 136 ) |
| 4.1 | models of process-response systems in basin landforms .....                                | ( 136 ) |
| 4.2 | Complex-lag response of geomorphic process in drainage basin .....                         | ( 138 ) |
| 4.3 | Topologic properties of channel patterns in basin .....                                    | ( 138 ) |
| 5   | Gradual and sudden changes of process-response in geomorphic<br>system .....               | ( 142 ) |
| 5.1 | Slope erosion .....                                                                        | ( 142 ) |
| 5.2 | Development of gully erosion .....                                                         | ( 145 ) |
| 5.3 | Fluvial processes and channel pattern transformation .....                                 | ( 148 ) |
|     | References .....                                                                           | ( 150 ) |

## **Chapter VI Control systems for drainage basin landscape .....** ( 153 )

|     |                                                                          |         |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1   | Feedback control in maintaining state of self-regulation.....            | ( 153 ) |
| 2   | Sensitivity of control action on geomorphic systems .....                | ( 156 ) |
| 3   | Space-time scale and linkage of basin geomorphic system .....            | ( 160 ) |
| 4   | Man's effect on drainage basin landscape .....                           | ( 162 ) |
| 4.1 | Land use.....                                                            | ( 162 ) |
| 4.2 | Urbanization .....                                                       | ( 164 ) |
| 4.3 | Hydraulic engineering works.....                                         | ( 165 ) |
| 4.4 | Industrial production and mining engineering.....                        | ( 172 ) |
| 5   | A response of fluvial forms for reservoir regulation.....                | ( 173 ) |
| 5.1 | Effects of reservoir regulation on throughputs of mass and energy .....  | ( 173 ) |
| 5.2 | Effects on many levels and factors of fluvial system in composition ...  | ( 176 ) |
| 5.3 | Effects on the whole of fluvial system in structure and function .....   | ( 180 ) |
| 5.4 | Time series of effects on structure and function of fluvial system ..... | ( 181 ) |

|     |                                                                                  |         |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 6   | A feedback of reservoir effect on fluvial geomorphic system to environment ..... | ( 183 ) |
| 6.1 | Some aspects on socio-economic environment optimized .....                       | ( 183 ) |
| 6.2 | Impact on some ways of physical environment .....                                | ( 189 ) |
| 6.3 | Ecological environment improved to a certain degree ; .....                      | ( 190 ) |
|     | References .....                                                                 | ( 192 ) |

|                    |                                                                                                        |         |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Chapter VII</b> | <b>The temporal and spatial variations in the geomorphic system of the Han Jiang River basin</b> ..... | ( 194 ) |
| 1                  | The tempo and scale of geomorphic change .....                                                         | ( 194 ) |
| 1.1                | The rate of geomorphic processes .....                                                                 | ( 194 ) |
| 1.2                | Denudation rates .....                                                                                 | ( 195 ) |
| 1.3                | Rates of tectonic processes .....                                                                      | ( 196 ) |
| 1.4                | The time scale of the Davis geomorphic cycle .....                                                     | ( 196 ) |
| 2                  | Broad outline of variations in the geomorphic system of the Han Jiang River Basin.....                 | ( 199 ) |
| 2.1                | The space distribution characteristics of landforms with level shape in altitude .....                 | ( 199 ) |
| 2.2                | Variations in drainage basin form.....                                                                 | ( 201 ) |
| 3                  | Regional differentials in development stage of basin landscape.....                                    | ( 210 ) |
| 3.1                | Hypsographic curve .....                                                                               | ( 210 ) |
| 3.2                | Parametric equations of hypsographic curve .....                                                       | ( 211 ) |
| 3.3                | Quantitative interpretation on development stage of basin landscape...                                 | ( 211 ) |
| 4                  | Variations in hillslope system .....                                                                   | ( 212 ) |
| 4.1                | A case study on the sequence of fault scarp degradation .....                                          | ( 213 ) |
| 4.2                | Comparison of evolution models of hillslopes .....                                                     | ( 213 ) |
| 4.3                | The characteristics of present processes of hillslope in the Han Jiang River Basin .....               | ( 216 ) |
| 5                  | Variations in the delta of the Han Jiang River.....                                                    | ( 221 ) |
| 5.1                | Broad outline of historic processes of the Jiangnan Basin .....                                        | ( 221 ) |
| 5.2                | The evolution of delta of the Han Jiang River .....                                                    | ( 221 ) |
| 5.3                | The readjustment of delta composition of the Han Jiang River.....                                      | ( 226 ) |
| 5.4                | constructing a dynamic equilibrium delta system with good function...                                  | ( 228 ) |
|                    | References .....                                                                                       | ( 230 ) |

|                     |                                                                                          |         |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Chapter VIII</b> | <b>Optimum decision for re-development of geomorphic systems of drainage basin</b> ..... | ( 232 ) |
| 1                   | Constructing a runoff circulation system with meeting multi-objective demands .....      | ( 232 ) |
| 1.1                 | Improving the flood control works system .....                                           | ( 232 ) |
| 1.2                 | perfecting the irrigation and drainage system .....                                      | ( 238 ) |
| 1.3                 | Constructing a step development system of water resources .....                          | ( 240 ) |
| 1.4                 | A discussion on the river capture and water sent from the Jia                            |         |

|     |                                                                                                               |         |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|     | Ling Jiang River to the Han Jiang River .....                                                                 | ( 241 ) |
| 2   | Constructing a system of putting slope resources to rational use .....                                        | ( 242 ) |
| 3   | Constructing a delta development system with dynamic equilibrium...                                           | ( 243 ) |
| 3.1 | The fluvial processes tendency and countermeasure in the middle and lower reaches of the Han Jiang River..... | ( 244 ) |
| 3.2 | Solving the problem on outlet for the flood water .....                                                       | ( 245 ) |
| 3.3 | Putting wet land resources to rational use .....                                                              | ( 246 ) |
| 4   | Advancing towards the way of basin development with harmonious and high beneficial results .....              | ( 247 ) |
|     | <b>Appendix: Information source</b> .....                                                                     | ( 249 ) |
|     | <b>Abstract</b> .....                                                                                         | ( 281 ) |

# 第一章 绪 论

## 第一节 现代的地貌系统观

所谓系统,它是由要素组成的,具有一定层次和结构,并与环境发生关系的整体。它包含有下面四个重要涵意。

### 一、系统是一个有结构的整体

系统反映了客观事物的整体性,但系统不是简单地等同于整体,它还反映整体与部分、整体与层次、整体与结构、整体与环境的辩证关系。在流域地貌系统中,它以分水岭为周界,其组成从根本上说,由面(坡面)和线(河道)两大形态要素构成。鉴于坡面形态(尺寸、坡度)千变万化,故构成流域地貌千姿百态。但是它们的结构并不是杂乱无章的,而是有规律可循的,如具有一定的层次性。任何一个流域,只要它的规模不是太小,其地面总是包含有湖泊洼地、冲积平原、山间盆地、河流阶地与台地、夷平面等层状地貌面,丘陵和山地的高度上也具有多层次性,不同层次的地貌,往往有一定的空间布局,其中湖泊洼地,冲积平原等低层次地貌多分布于下游地区;丘陵、阶地和台地等这类中等层次地貌,多出现在中游的河谷两侧和山前谷口地带;较高层次的山地和夷平面,以及山间盆地,一般为上游地区的主要地貌景观。

河道几何形态也是类似的情形,它由断面宽、深及底坡等形态要素所构成,其形态也是那样的千差万别,从局部河段来看,有的是悬崖壁立谷道,有的是低缓沙堤约束的宽浅河床,有的则是流淌在茫茫荒滩间的水道。从河流平面形态来看,既有弯曲的、又有顺直的;既有单股的,又有分汊的,形态各异。但在其空间布局上,仍有一定的规律可循,如河流的上游,多为山地基岩谷道,中游以平原冲积河道为主,而下游则多为三角洲分流河道。就中、下游平原冲积性河道而论,各类河型一般也随地貌部位而异,即河流一出山口,多呈辫状河型,然后向下游方向逐渐过渡为弯曲河型,接着又转变为江心洲分汊河型,最后逐渐过渡为三角洲分流河型。

由上可见,系统所具有的整体性,都是建立在一定结构基础上的,仅有要素未必就成系统,如要素的无组织凑合似乎也是一个整体,但这种凑合只是简单的叠加,没有形成系统的结构,因而还不是系统,只有当要素以某种方式相互联系、相互作用而形成整体结构时,才具备系统的整体性。现代的地貌系统观就是从地貌景观的整体与其要素、层次、结构、环境的辩证关系来揭示其整体的特性。

### 二、系统又是一个具有特殊功能的整体

系统内部各要素相互联系和作用方式体现了系统的结构,而系统与外界环境相互联系、相互作用及反馈效应的性质和能力则体现了系统的功能。系统的结构是使系统保持整体性,使系统具有一定的整体功能的内在依据,是一个系统区别另一个系统的重要标志,而系统功能乃

是系统的外在表现。因此,在人工优化地貌系统时,应从变革、调整结构入手,如采取生物措施和工程措施等,以确保整体功能的实现。这种系统思想方法,地貌学家并不陌生,我国古代修建的都江堰工程,就是一个在系统思想指导下,利用岷江从川西山地进入成都平原冲积扇这样的地貌条件,在冲积扇顶端修建的自然分水工程,它所发挥的分洪、灌溉、排沙等多种功能,充分体现了系统的思路(图 1-1)<sup>[1]</sup>。

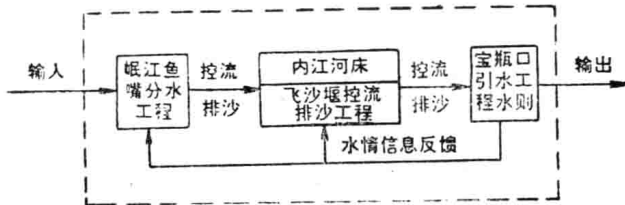


图 1-1 都江堰系统工程

Fig. 1-1 System engineering of Dujiangyan in China

三、系统组成的多元性

鉴于系统由众多的要素,不同的部分和多个层次所构成,而这些要素、部分和层次又自成系统,它们的时空尺度较小,分别隶属于比其更高一层次的系统,故谓之子系统。因此任一系统总是包含两个以上的次一级子系统,而它本身又是较之更高一级系统的子系统。从作为一种宏观地貌单元的流域整体结构来看,汉江流域自然是长江流域的一个子系统,而唐白河、丹江等这些汉江大支流的流域,又是汉江流域的子系统,如此按照河系的级别,一级一级划分下去,直到河源的最小沟壑小流域,它们都分别从属于其更高级流域的子系统。从流域地貌系统内部结构来看,河网与河间地(流域地面)分别为流域这一较高层次的子系统,其中河网,又可按河系的级别,从河源小到不能再分的细沟开始,一级一级加以划分,直到下游滔滔的大江。其中各级河道又可根据其结构特点进行划分,直到每个细小的河段。从各级河流到各具体河段,它们均分别从属于不同档次的子系统。至于流域地面,基于其多层次结构和各部分空间布局的差异,其系统的多元性是不言而喻的。从系统的多元性及其功能来看,一个流域又有上游、中游和下游之分,其上游集水域系统,也是流域产水、产沙系统;中游冲积河道系统,也是流域的输水、输沙系统;至于下游河口三角洲系统,也是流域水、沙扩散及滞留系统。

鉴于系统既是一个有机联系的整体,又是一个由最基本子系统——要素所组成的整体。因此,系统与要素既是统一的,又是对立的。系统的性质不同于要素的性质,系统的发展规律也不同于要素的发展规律。然而系统与要素又是统一的,系统的性质需要以要素的性质为基础,系统的规律必须通过要素之间的相互关系(结构)体现出来。没有脱离要素而存在的系统,也没有脱离系统而存在的要素。

四、系统是整个世界物质和精神世界存在的形式

按系统产生和存在的形式,它可分为自然系统和人文系统。前者属自然界存在的系统,如太阳系、流域地貌系统等;后者属于人类造就的物质系统和思维概念系统。如城市消防系统、医疗系统、交通运输系统等属于人类造就的物质系统;如马克思主义理论、生物进化论、模糊数学等则属于思维概念系统。所以,系统是整个世界物质世界和精神世界存在的形式。

具体到流域范围以内,既存在着地貌系统、生态系统等自然系统,又存在着包括土地结构