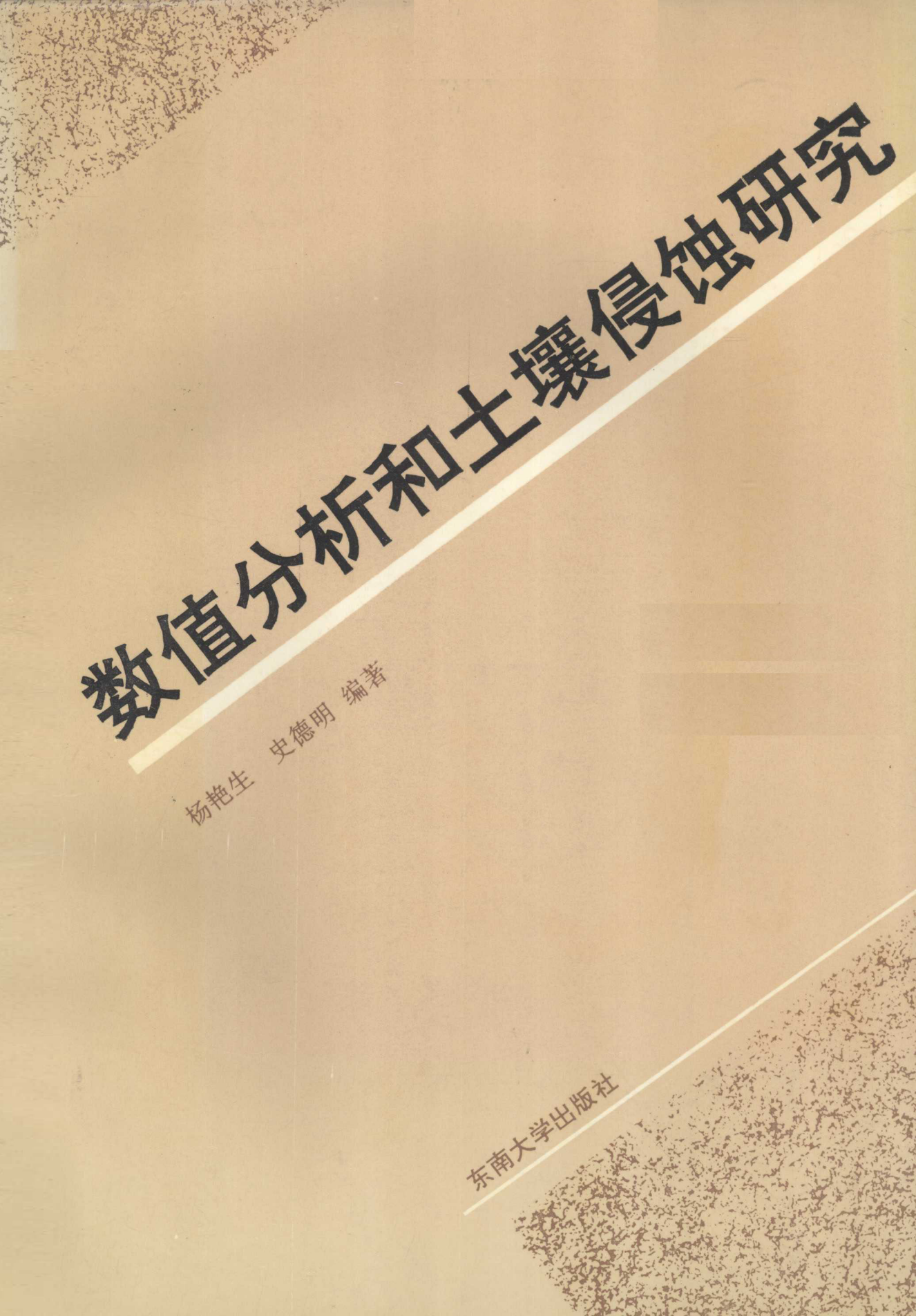




数值分析和土壤侵蚀研究

杨艳生 史德明 编著

东南大学出版社

数值分析和土壤侵蚀研究

杨艳生 史德明 编著

东南大学出版社

(苏)新登字第012号

内 容 简 介

本书以长江三峡区的土壤侵蚀研究和水土保持为背景,用系统科学、模糊数学、灰色系统的思想和方法,在充分拥有室内外资料的基础上,对土壤侵蚀程度的数值划分;土壤坡面流失量、入江泥沙量的计算;土壤流失方程推导;与土壤侵蚀有关的基本性质的测定方法和常用的数值分析方法应用实例等都作了介绍和阐述。本书可作为有高中以上文化程度的农、林、牧、水利、水保等专业工作者和有关大专院校师生的参考书。

数 值 分 析 和 土 壤 侵 蚀 研 究

杨艳生 史德明 编著

东南大学出版社出版

南京四牌楼2号 邮编: 210018

江苏新华书店发行 高淳县印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/16 印张21.25 字数504千字

1992年10月第1版 1992年10月第1次印刷

印数: 1—1000册

ISBN 7-81023-656-3/X ·4 定价: 9.50元

前 言

我国长江流域及其以南地区,约占全国总面积23%,中度及严重水土流失的面积约占南方总面积的28%,年流失泥沙量占全国总量的一半。南方地区一方面水、热、光能资源十分丰富,另方面水土流失十分严重,土壤急剧退化,极大地限制了优越自然资源的开发和利用,阻碍了生产的发展。因此,开展土壤侵蚀研究,搞好水土保持,对国土整治、保护人类生产资源和生存环境,振兴国家,都具有十分重要的意义。本书是为适应土壤侵蚀研究和水土保持工作的开展而编写的。

中国科学院南京土壤研究所,自60年代以来,同有关单位一道在南方水土流失区,开展了一系列的土壤侵蚀研究及水土保持工作。先后对江西、福建等省及长江流域重点流失区,开展了山地利用水土保持调查,建立了一些水土保持试验点。1985年以来,承担了国家“六五”和“七五”“长江三峡工程对生态与环境的影响及对策”的攻关课题。为国家建设提供了基础资料。

土壤侵蚀研究及水土保持工作有几个鲜明特点:1.本研究领域同其它许多学科有很宽的交接面,研究工作的进展,常常受到其它学科的制约;2.本学科内某一研究主体受到诸多因子的影响,这些因子之间有千丝万缕的联系和相互作用,並构成复杂的网络系统;3.每一个影响因子有明确的内涵,但其外缘常常不分明,很难用准确的量值去描述它。由于这些特点,使得土壤侵蚀研究及水土保持工作面广量大,要求收集的资料包罗万象,而且多半停留在对资料的文字记录和定性分析研究阶段。对许多影响因子,由于缺乏量测手段,无法取得数值资料;对某些观测项目,其数据又多得无法处理;而对一些精确数值资料,由于受复杂条件的限制,还不如用非精确值更能反映实际情况。这些特点和矛盾,都限制了这一研究工作的深入。但是随着科学技术的进步,电子计算机的应用和普及,系统科学,信息理论,模糊数学,灰色系统等学科分枝的出现,将对土壤侵蚀研究及水土保持工作有大的推动。

本书以长江三峡区为工作背景,以我国南方的水土流失区为讨论对象,介绍常规的土壤侵蚀研究方法,应用新的学科思想、原理和方法,对土壤侵蚀研究对象作数值分析处理。全书分三部分:第一章至七章以长江三峡区的工作为例,阐述有关方法在实际工作中的应用,从中可以了解三峡区的有关资料 and 知识。其中对各土壤流失因子的研究、土壤流失方程推导、土壤侵蚀潜在危险预测模式建立,土壤水分特征曲线测定方法和土壤侵蚀分区原则等都作了详细的介绍。第八章至第十章是水土保持和山区开发,包括土壤侵蚀防治的基础工作,水土保持的基本方针和原则,行之有效的水土保持工程和生物措施,优良的水保乔、灌、草种和栽植方法,以及种植业、养殖业相结合开发山区的构想。第十一章至第十四章是观测资料的数值处理方法,包括线性代数和集合的基础知识,模糊集合的基本

概念，其中编入了模糊聚类分析、模糊综合评判、模糊模式识别、灰色建模、关联分析、灰色局势决策和灰色预测等应用实例。因此本书兼有理论和手册一类的实用功能。並且还具有如下特点：

1.土壤侵蚀研究方法从实际出发，以具体区域为对象，传统方法与数值分析方法相结合，实现了研究工作的数值化。

2.数值分析处理原理简洁，方法具体，步骤清楚，易为初学者掌握。

3.运算方法简便。只要借助于计算器都能完成运算。为加速运算速度，对一些处理方法还用BASIC语言编写了计算程序，能用PC-1500机很方便的实现运算。

4.本书编入了有关数学方面的预备知识，对有高中以上程度的实际工作者，几乎无须翻阅其它数学书籍，都能掌握和应用书中介绍的方法。

5.对各种多元分析方法，亦分别介绍了它的基本思想和最佳处理对象，据此读者可有针对性地选用。

因此，本书不仅对土壤侵蚀研究及水土保持工作者，而且对农、林、牧、水等学科及有关大专院校师生，亦有重要参考价值。

本书是集体长期工作的结果。江西省水保办，赣南地区、吉安地区水保办，宁都县、兴国县水保办、水保站；福建省水保办、水保站；广东省梅县地区、梅县水保办；四川省水保办，重庆市、万县地区、涪陵地区水保办，江津县农业局土肥站，铜梁县水保办；湖北省宜昌地区水保办，秭归县、巴东县水保办都是作者单位的友好合作伙伴，在此对他们致以衷心的感谢。参加本书编辑工作的还有吕喜玺和梁音同志；江苏省植物研究所的魏宏图先生、邓懋彬先生通览了本书並提出了宝贵意见；席承藩先生，马毅杰先生和龚子同先生对本书的编著作了指导和关怀；本所分析室、绘图室也协助做了许多工作，在此一並对他们致于深切谢意。

本书的出版若对土壤侵蚀研究及水土保持工作有所推动，则是作者的愿望。由于作者水平所限，书中不适和错误之处难免，敬请读者批评指正。

序

《数值分析和土壤侵蚀研究》一书是针对长江三峡水利枢纽工程建设中一大问题——水土流失及其防治研究的方法论编写而成的。

长江三峡蕴藏着大量的水利、水能资源，有待开发。但三峡地区的特点与世界各地已建成的大枢纽工程不同之处在于：通常水库坝址上游大都为无人区或居民稀少地区；而三峡库区则不然，其上四川盆地与云贵高原北部，有1亿人口从事工农业生产活动，加速了土壤侵蚀，并输入库区大量的悬移质与推移质。其中仅库区峡谷型水库回水区延伸五百余公里，两岸为山高坡陡的平行岭谷，其间紫色土丘陵漫延起伏，多为耕地与植被稀少的水土流失区，年可提供四千余万吨泥沙。四川盆地四周山地及川东丘陵区的垦植率很高，大量泥沙亦向库区运送。加之大渡河及嘉陵江上游地处青藏高原边缘新构造运动的活跃带，经常大量沙石崩落入江，经逐步转运亦会推移入库。因此，水土流失现象是计划设计中的枢纽工程不可忽视的重大问题。

因此，重视三峡库区及其以上四川盆地、云贵高原北部等地山丘的水土流失并进行系统研究，取得扎实的科学资料，据此建立好水土保持工程与生物体系是一项先行的，刻不容缓的科学研究项目。

水土流失现象的观察研究和有效的水土保持的实施是一个问题两个方面，此项研究十分广阔。它既联系地学与环境科学，也涉及工程(包括田间工程)与生物措施。每个水土流失因素(内因)与影响因素(外因)都是彼此联系，互为因果的。其本身的内涵可以确立，但其外延幅度则甚难肯定。因此，既要系统观察研究各因素间的内在联系；也应重视人类生产活动所加速了的水土流失现象。除应收集有关自然资源的诸多方面外，还应收集人文社会诸因素对水土流失的影响。由于情况复杂，长期以来只能采取描述性或概念性的记载与论述。用记述方式或强拉某些因素作定性描述，甚难把这样复杂的现象加以系统化；也难以把各因素的相互制约、相互联系的内在特征作确切的结论。

自本世纪70年代以来，由于新兴科学技术的长足进展，如系统科学的兴起，电子计算技术、卫星影象及卫星遥感广泛应用等等，有可能对水土流失与水土保持这项错综复杂的研究与实施，置于系统网络中，确定各因素在系统运行中的位置。本书就是企图以长江三峡区特定的水土流失为研究内容，利用模糊数学、灰色理论等分析长江三峡区的自然概况、泥沙与水文状况，土壤流失程度的数值分析以及坡面流失量与入江流失量的计算，并对三峡区土壤流失预测方程进行推导。

为提供初学者方便起见，本书后一部分对线性代数、集合、模糊集等基本概念作了介绍。同时还编入了模糊综合评判、模式识别、灰色建模、灰色预策等应用实例。所有这些内容是从事土壤侵蚀研究与水土保持科技工作者必需的知识。

我国水土流失相当严重，有些地方已达十分严重的地步。当然也应认识到水土流失也是国际性的重大问题。1986年在西德汉堡召开的第13届国际土壤大会上，会议主席Hartige大声疾呼土壤侵蚀的严重性，已危及着人类的安全与生产，属世界性问题，应引起人们的广泛重视。

我国水土流失范围之广，决不限于黄土高原，而在南方的花岗岩、紫色土区以及岩溶区(石灰岩)土壤，均遭到严重的侵蚀；长江三峡区也应列为严重侵蚀区之一。由于水土流失以及相关的一些原因，当地人民生活贫困，亟待研究这一课题，制定相应的水土保持措施，并据此拟订确实可行的科学技术方案，付诸实施。这样才能扭转这一恶性循环，促使其向良性生态循环发展，人民生产与生活才有可能复苏，并向“两岸猿声啼不住”的生态景象发展。根据三峡区优越的自然资源特点。这种劣势有可能迅速得到转化。

本书的出版如能促进对三峡区以及我国南方山区重视水土流失问题的研究，并开展相应的水土保持措施有参考价值，并能有所建树，则为幸甚！

席承藩

1989.1.10

目 录

序

第一章 土壤侵蚀和流失的影响因素

§ 1.1 气候因素	1
§ 1.2 地形地貌因素	5
§ 1.3 地质及地表组成物质	7
§ 1.4 土壤因素	9
§ 1.5 植被因素	11
§ 1.6 人为因素	16
§ 1.7 水库淤积现状	16

第二章 土壤侵蚀类型及类型区划分

§ 2.1 水力侵蚀	19
§ 2.2 水力和重力侵蚀	20
§ 2.3 重力侵蚀	21
§ 2.4 重力侵蚀要素	22
§ 2.5 土壤流失程度分级	26
§ 2.6 我国南方的主要侵蚀类型区	27

第三章 土壤流失程度的系统模式分级

§ 3.1 确定土壤流失程度的因子系统	30
§ 3.2 土壤流失程度影响因子的权值确定	31
§ 3.3 土壤流失因子的强度分级及其赋值	32
§ 3.4 土壤流失程度系统模式处理构想	36
§ 3.5 系统模式识别分类的实际应用	48

第四章 坡面流失量及入江泥沙量的计算

§ 4.1 流失程度类别内流失量的可能性分布	55
§ 4.2 土壤坡面流失量的测定和计算	56
§ 4.3 从调查资料推算坡面流失量	59

§ 4.4 各水文站所属片区的坡面流失量计算	61
§ 4.5 各水文站所属片区输移比的确定	62
§ 4.6 入江泥沙量的计算	64

第五章 侵蚀土壤基本性质测定

§ 5.1 土壤透水性	66
§ 5.2 土壤透气性	68
§ 5.3 土壤抗蚀性	69
§ 5.4 土壤抗冲性	70
§ 5.5 土壤水分特征曲线(孔隙分布)	71

第六章 土壤流失预测方程

§ 6.1 通用土壤流失方程	78
§ 6.2 降雨因子(R)值的求取	80
§ 6.3 土壤可蚀性因子(K)值的求取	87
§ 6.4 地形因子(LS)值的求取	91
§ 6.5 栽培管理因子(C)和保土措施因子(P)的求取	98
§ 6.6 土壤植被因子	98
§ 6.7 流失方程的导出	99

第七章 土壤侵蚀分区

§ 7.1 侵蚀分区原则、依据及分区系统	102
§ 7.2 区划片块分述	104

第八章 我国南方的土壤侵蚀防治

§ 8.1 土壤侵蚀防治的基础工作	118
§ 8.2 水土保持规划	130
§ 8.3 水土保持的基本方针和原则	135
§ 8.4 南方流失区的生态系统及光能利用分析	136
§ 8.5 挖掘生产潜力,提高土壤侵蚀承载力	140

第九章 水土保持措施

§ 9.1 主要水土流失区类型的水土保持措施	146
§ 9.2 水土保持工程措施	150
§ 9.3 水土保持生物措施	156
§ 9.4 常见的水保植物介绍	160

第十章 山区开发中的种植业和养殖业

§ 10.1 饲料植物栽植要求 186

§ 10.2 青贮饲料加工 192

§ 10.3 木本饲料 193

§ 10.4 饲草青干粉加工和存贮 194

§ 10.5 鹅的饲养 197

§ 10.6 兔的饲养 202

第十一章 线性代数和集合的基础知识

§ 11.1 行列式 207

§ 11.2 向量和矩阵 216

§ 11.3 集合 230

第十二章 土壤信息资料的预处理

§ 12.1 土壤信息资料的类型和特点 237

§ 12.2 土壤信息资料的收集要求和转换处理方法 238

§ 12.3 数值资料的多元分析处理 249

第十三章 模糊集合的一般概念

§ 13.1 模糊集合与模糊子集 253

§ 13.2 模糊集合与普通集合的关系 255

§ 13.3 模糊子集的运算 256

§ 13.4 模糊数 261

§ 13.5 隶属函数及隶属度 264

§ 13.6 几种常见的模糊分布 270

§ 13.7 分解定理和扩张原理 274

§ 13.8 模糊语言和语言变量 276

§ 13.9 择近原则和贴近度 279

第十四章 数值处理方法及应用

§ 14.1 模糊聚类分析 286

§ 14.2 模糊综合评判 291

§ 14.3 模糊模式识别 299

§ 14.4 灰色建模和关联分析 309

§ 14.5 灰色局势决策 315

§ 14.6 灰色预测 322

第一章 土壤侵蚀和流失的影响因素

土壤侵蚀和流失研究，有其强烈的地区特点，对其方法论的研究，也必须以一定的地域作研究对象。本文则以长江三峡区作为研究区，並从中取得数值分析研究的主要资料。本章则首先介绍土壤侵蚀和流失的基本要素。

影响土壤侵蚀和流失的自然因素主要是气候、地质、地形、植被、地面组成物质，以及同这些自然因素密切相关的人类活动或社会经济因素。

§ 1.1 气候因素

三峡区属于中亚热带暖湿东南季风气候区。区内大部分地域气候的季节特点大体是冬冷无严寒，春早冷暖多变，夏热多伏旱，秋凉多绵雨。由于地形特点，使本区气候水平变化小，而垂直变化大，立体分异明显。

在气候因子中对土壤侵蚀和流失影响最大的是降雨因子。本区开县北面，巫溪西北面以及奉节、巴东南部各有一暴雨中心，即大巴山暴雨区和川鄂高中山暴雨区，在靠近暴雨

表1.1 三 峡 区 各 县 的 气 候 要 素

县 名	年平均气温(℃)	年平均降雨(mm)	日照时数(h)	无霜期(d)
江 北	17.1	1150.7	1341.1	>300
巴 县	16.3	1100~1200	1170	320
重 庆	17.9	1125	1117.6	>300
长 寿	17.6	1152.4	1245.1	331
丰 都	18.3~11.3	998~1320	1333.3	365
垫 江	17	1160	1262.1	235
涪 陵	18.2	1000~1400	1297	315
石 柱	>14	1103	1353.5	320
忠 县	14.7	1100~1400	1327.5	300
万 县	18.1	1179.7	1430	302
云 阳	18.7	1146.1	1523	304
巫 山	16	1230~1615	1540	270~305
秭 归	18~7.8	1016~1904.3	1509.5~1631.5	205~306
开 县	18.5	1221.7	1463.1	306
奉 节	7~19	950~1900	1639.1	232~334

中心区域，年降水量可接近2000mm，相反沿江两侧，年水量约1000 mm。从全区情况

看，大部分区域年降水量为1000~1300mm(见表1.1)。降水量随地形升高而有所增加。降水的变异大，不光表现在垂直地域变幅大上，而且年变幅、季节分配和暴雨的频繁都说明了这一点。以奉节县的资料为例。该县气象站1957~1980年共24年的资料统计，多年平均降水量为1107.3mm,降水量最大的1979年,达1404.1mm，最小的1966年，仅为808mm，相差596.1mm，但是80%的年份其降水量都在1010mm以上。从奉节县年降水变化曲线图(图1-1)，可以看出，一些年份雨量偏少如1957~1961，1975—1978年。降水量的

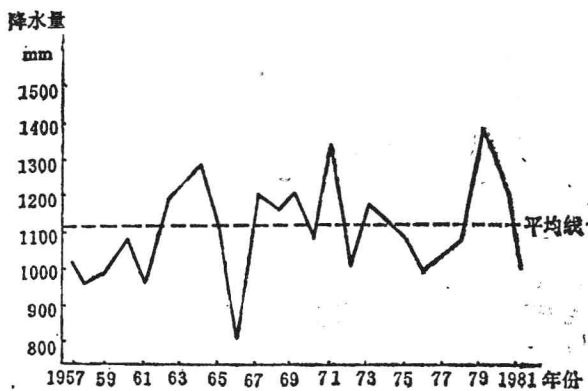


图1-1 奉节县年降水量变化曲线

季节性变化明显，夏季6~8月，降水量最多，多年平均达408mm，占全年降水量37%。5~10月份降水量占全年降水76%，最高年份(1979年)竟高达85%。春季次之，冬季最少，各季节的降水量分配见表1.2。降水量最多的月份是5月份，多年平均为182.7mm；其次是9月份，多年平均为157.0mm；最少为1月份，多年平均仅13.0mm。每年5-9月份都会出现1~5次不等的暴雨，1964年5月24最大暴雨量达121.4mm。从1957~1981年共出现暴雨76次，平均每年3次；出现大暴雨5次，平均每年0.2次。万县、涪陵、秭归和宜昌县一些年份的降水量及暴雨日数如表1.3。奉节县按月、按季的降水量保证率如表1-4。

表1.2 奉节县降水量季节性分配表

	春 3-5月		夏 6-8月		秋 9-11月		冬 12-2月		半年夏 5-10月		冬半年 11-4月		全 量
	降水量 (mm)	%	降水量 (mm)	%	降水量 (mm)	%	降水量 (mm)	%	降水量 (mm)	%	降水量 (mm)	%	
平 均	346.4	31	408.1	37	289.1	27	54.4	5	843.2	76	268.3	24	1107.3
最 多	505.4	39	663.4	54	467.8	33	106.3	11	1191.8	85	359.4	36	1404.1
年 份	1963		1980		1979		1959		1979		1976		1979
最 少	148.6	15	200.0	20	182.7	19	109	1	625.0	63	178.5	16	808.0
年 份	1965		1959		1958		967		1959		1964		1966

由于降水量的增加，地表径流也必然增加，地表径流对侵蚀土壤的冲刷力也增加，因

而使径流的含沙量及输沙率增大,这可从奉节县邻近区域水文站的悬移质观测资料得以说明,见表1.5。

表 1.3 秭归、涪陵、宜昌、万县1975—1984年年降水量及暴雨日数

份 年	万 县		涪 陵		秭 归		宜 昌 县	
	年 雨 量 (mm)	暴 雨 日 数	年 雨 量 (mm)	暴 雨 日 数	年 雨 量 (mm)	暴 雨 日 数	年 雨 量 (mm)	暴 雨 日 数
1975	1231.0	6	1108.0	3	1028.7	3	1096.9	1
1976	856.3	2	955.7	2	750.7	0	827.9	0
1977	1231.3	2	1351.4	4	841.8	0	856.1	1
1978	901.6	1	965.4	0	852.5	1	987.2	3
1979	1531.8	4	1145.1	4	1118.2	3	1131.9	7
1980	1423.0	4	1166.7	2	1252.7	5	1363.0	6
1981	1013.6		842.5		849.4	5	768.7	0
1982	1635.2		1331.3		1113.0	1	1253.7	5
1983	1570.5		1015.9		1403.0	1	1638.1	6
1984	1211.7		1122.5		1017.1	3	1038.1	2
合 划	12606.9		11004.5		10227.1	25	10961.6	31
平 均	1260.7		1100.5		1022.7	2.5	1096.2	3.1

表 1.4 奉节县各月、季降(mm)

月季降水 量保证率 (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全 年	春季 3-5月	夏季 6-8月	秋季 9-11月	冬季 12-2月
90	2.2	3.1	24.8	46.3	93.9	70.5	85.0	30.1	55.9	27.6	16.3	2.6	963.4	235.4	285.1	215.1	29.7
80	3.6	5.5	29.7	59.1	126.6	91.8	106.5	56.9	89.3	52.6	26.4	9.3	1010.2	289.6	295.9	256.7	33.4
70	7.4	12.6	35.4	74.3	154.4	106.4	112.0	67.1	109.2	67.5	28.8	12.3	1028.6	309.8	346.1	261.1	38.8
60	8.4	15.3	37.3	103.0	164.4	120.5	123.4	74.6	123.7	80.7	32.8	13.6	1075.8	330.7	374.3	275.7	44.7
50	9.1	16.4	42.8	113.7	171.0	133.8	152.8	84.6	139.3	92.5	45.6	17.4	1079.6	337.7	386.5	289.5	52.4
40	9.6	19.6	59.4	128.0	185.5	144.4	162.2	95.3	147.1	111.0	54.3	20.4	1121.6	354.1	420.9	307.7	60.9
30	13.2	25.0	80.0	132.5	212.0	150.4	176.6	159.2	178.7	116.5	59.8	24.3	1172.6	369.4	471.4	321.3	66.2
20	24.5	29.8	100.2	138.4	235.5	201.3	187.3	194.9	199.4	150.4	64.2	30.7	1210.3	425.7	509.3	353.3	74.2
10	34.9	50.2	111.6	141.4	302.0	252.1	214.5	228.1	302.3	164.1	88.7	40.0	1216.1	463.0	544.4	427.3	92.6

表1.5

奉节县邻域水文站平均月悬移质输沙量

单位: 含沙量 g/m^3 , 输沙率 kg/s

站名	集水面积 (km^2)	观测年数	项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年输沙量 (kt)
恩施	2928	22	含沙量	4.09	14.60	66.70	227	708	580	669	544	426	116	52.3	7.12	1530
			输沙量	0.099	0.425	4.910	23.1	113	119	135	98	69.7	11.7	3.95	0.22	
龙角	2268	16	含沙量	11.50	20.90	189.00	1280	2650	2150	3000	2960	2050	755	166	13.20	3310
			输沙量	0.075	0.118	3.250	29.1	280	235	248	178	179	72.0	7.38	0.16	
大滩口	1386	10	含沙量	10.10	19.70	274.00	1180	1150	1170	1880	1980	1460	299	82.8	2.58	1270
			输沙量	0.038	0.093	6.460	43.9	86.2	103	89	71	66	9.4	2.35	0.01	
大昌	2893	4	含沙量	9.00	10.80	148.00	332	240	836	515	1100	809	79	40	22.5	1780
			输沙量	0.102	0.147	17.300	29.0	26.1	72.1	312	134	67.9	6.74	2.24	0.71	

又如宜昌县太平溪小流域(26km^2)径流量与含沙量直接受到降水量的影响(图1-2)。据宜昌水文站资料,长江年输沙量与年平均流量之间也显示出良好的对应关系(图1-3)*。由图1-4*同样可以看出,年降雨量基本上决定着土壤侵蚀的基本动态,每年7~9三个月多雨季节,长江输沙量占年输沙量70%以上。其余项气候要素见前表1.1。

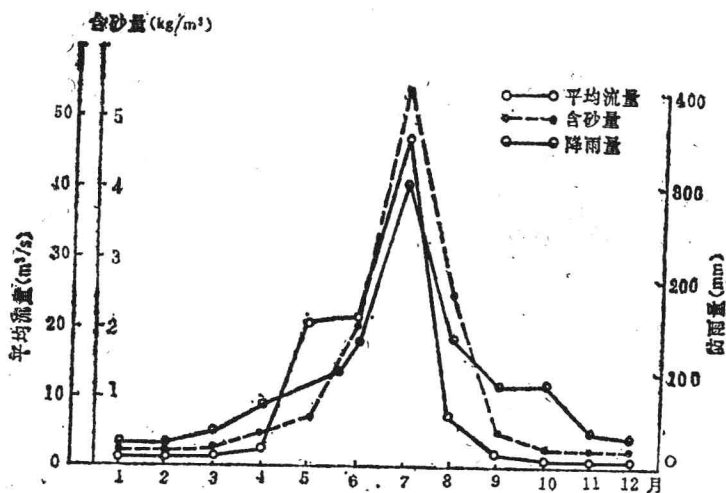


图1-2 降雨量与径流量、含沙量的关系
(以1984年宜昌县太平溪为例)

* 引自《长江上游悬移质泥沙来源与特性的初步分析》，1980，史立人

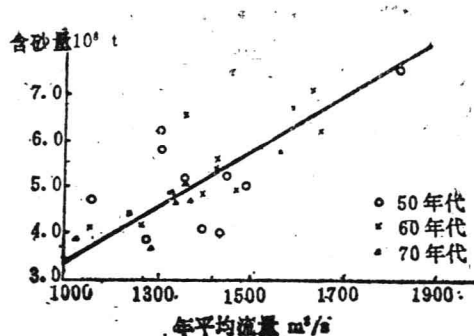


图1-3 长江宜昌年输沙量与年平均流量的关系

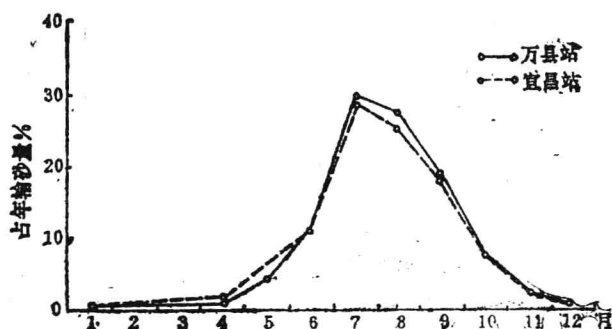


图1-4 长江干流年输沙量的月分配百分数

§ 1.2 地形地貌因素

三峡区的主体部分，处于大巴山、川东褶皱带及川鄂湘黔隆起褶皱带三大构造单元的结合部，地形变化复杂。自燕山运动以来，由于地壳的上升和侵蚀作用，地形割切强烈，形成山高、坡陡、谷窄、土薄、岩石山多的地貌特征。长江在三峡区的流向，从重庆至巫山段，由西南向东北，巫山至宜昌段，流向基本朝东。长江干道在本区恰似向北突起的弯弓。在巫山以西河段，整个区域内有若干条山脉岭带，其走向基本同长江流向平行。长江北岸最西的岭带是重庆西北面的华莹山，长寿、垫江西北面的明月山，东北面的南华山，长江南岸有齐耀山。这些山脉岭带呈长条形由西南向东北，至大巴山和巫山山脉会集。这些条带状山岭海拔多为1000~2000m。开县北部巫溪、巫山等县境属大巴山。巫山山脉，山体较大，海拔较高，较高的山峰都在2000m以上。从地貌上看，整个三峡区，以开县东北部和巫山县一线分为东西两部分。东区似低山丘陵为主，西区以中、低山区为主。

1 东区

主要地貌类型分为：

(1)低山 一般海拔高度为500~1000m，少数山峰达到2000m。这些山体除前述大的岭

带状山体外，局部还派生许多小的条带山体。如江北县华莹山与明月山岭带之间，派生出若干条与之相平行的小岭带，它们称为观音峡背斜、龙王洞背斜、铜锣峡背斜等。这些岭带或背斜山，多为二迭系、三迭系岩层所构成。两背斜之间则为向斜。如观音峡背斜与龙王洞背斜之间为静观向斜；龙王洞背斜与铜锣峡背斜之间为两路向斜等等。向斜部分有的为低山，有的为丘陵，多数分布侏罗系紫砂页岩。

背斜低山(或中山)，又分一山三岭两槽或一山一岭。这里的山在地质构造上多为二迭系、三迭系岩层，但是它们的分组不同，因而岩石矿物组成各异。一般“岭”都是由抗风化强的石灰岩、硅质灰岩、白云质灰岩等组成，而“槽”一般由质地较软、易风化暗紫红色页岩、泥质灰岩、黑色灰岩或粉砂岩等组成。前者风化慢，目前形成像高墙一般矗立，而后者则像深沟一般下切。所以岭部坡陡土薄，槽部多辟作农地，均呈条带状分布。岭带部分水蚀较轻，但岩崩等重力侵蚀形式常可见到，特别是由于采石、修路、开矿等引起的岩石崩塌更为常见。槽谷部分多为坡耕农地，水土流失严重。

(2)丘陵 广泛分布于各向斜和背斜山的山麓地带，大部分为侏罗系岩层所组成。一般常见的有背斜山麓的深丘窄谷丘陵，单斜丘陵、坪状丘陵、中丘中谷和浅丘宽谷型丘陵。丘陵区大部分都辟为坡耕农地。这里也是三峡区主要水土流失区。

(3)河谷阶地和槽谷坝区 长江及其主要支流的阶地，都比较狭窄，面积不大且都辟为农地。槽谷坝区主要指从长寿、垫江至梁平县是长而较宽面积连片的槽谷平坝区，也是主要农区所在地。此区由于地势较平，坡度小，土壤流失量小于堆积量，所以属堆积区。

2 西区

主要地貌类型分为：

(1)中山 海拔高一般为1000~2000m。岩层分布复杂，有志留系、奥陶系、寒武系、泥盆系，二迭、三迭、侏罗系等皆有分布。其中分：深切割褶皱中山，中切割单斜中山，浅切割台阶状褶皱中山，浅切割向斜中山。这些山区的特点是，山高坡陡、土薄。坡度普遍在20°以上，一般在30°左右，最陡竟达60~70°。露岩面积大，一般露岩面积占坡面30%，有的甚至达60%，土壤侵蚀形式以重力侵蚀为主，一般崩塌较为普遍，在坡积层较厚地段也有泥石流发生。

在中山区还有峰丛中山。它由三迭系灰岩及角砾岩等组成。峰体呈窝头形，峰的相对高在20~300m不等，峰间为溶蚀洼地或岩溶槽谷。此区域土壤流失轻，裸岩比例大，一般为40%~60%，土薄、缺水，土壤耕种利用率低，产量不高。

(2)低山 低山处于丘陵向中山的过渡区。矿物组成主要是各类灰岩，钙质页岩以及志留系和泥盆系泥页岩等。一些软质岩分布的低山区，亦是山区的主要农作区。这一区域由于耕作条件较差，耕作比较粗放，水土流失十分严重。低山区分中切割单斜低山，浅切割褶皱低山、浅切割向斜低山和峰丛低山。

(3)丘陵 一般是河谷水蚀丘陵和岩溶残丘。组成物主要有三迭系巴东组紫色砂泥岩，一些丘陵顶部为泥质灰岩、泥灰岩等。此区皆为农区，由于坡耕地分布广泛，水土流失都很严重。

(4)平坝 主要指由河流冲积而成或山间小坝区。一般面积小，水土流失轻。

§ 1.3 地质及地表组成物质

不同地质时期、不同地质构造内的成岩矿物，亦是土壤母岩，由于母岩的结构和组成不同，必然影响到它的风化速度、风化层厚度和土壤养分元素含量，也影响到土壤侵蚀和流失。三峡区的母岩，按其形成地质期先后，并按 §1.2 节中东区和西区分述于后。

东区从寒武系至第四系各类地层皆有分布。由于该区地质构造的古老性与多期性，各地层在分布高度上，并没有明显的高度分布特征。如第四系地层的上更新统从海拔 150 ~ 1500m 都有分布。下面将本区不同时期的基本岩层简述如下：

(1) 寒武系，地层分布于海拔 1000 ~ 1700m 的深切割中山区。主要是灰色或灰白色的白云岩，风化物呈酸性，风化层薄，以化学风化为主，土壤多呈砾质土。此类地层属岩层崩塌区。由于此区所处地势较高，岩体经物理或化学风化沿裂隙分解成巨石，在重力作用下易崩塌。

(2) 奥陶系，地层常在海拔 1000 ~ 1700m 的深切割中山出露，属海相沉积，呈黑色、灰色，其中页岩部分呈黄、绿、紫、红色。岩石组合主要是灰岩夹页岩、白云岩，局部含有燧石。以化学风化为主，页岩部分则以物理风化为主。风化物呈酸性，风化层薄，多为砾质岩，页岩区为沙土或壤土。此区多为重力侵蚀区，以崩塌侵蚀为主，但在缓坡风化物堆积较厚地段，亦可能出现滑坡。页岩区则以水蚀为主，主要是坡耕地上的面蚀。

(3) 志留系，分龙马溪组、纱帽组、罗岩惹坪组等。均属海相沉积，在不同海拔高度皆有分布，岩石呈灰绿、浅黄绿、黑色和灰色等，有页岩、沙质页岩、粉砂岩、石英沙岩、砂质泥岩等，主要为物理风化。风化物呈酸至强酸性。风化层和土壤层一般不厚，但半风化层较厚。在坡积层较厚地段或岩层倾斜地段常会出现滑坡或泥石流。在页岩、粉砂岩区多为坡耕农地，坡面流失相当严重。

(4) 泥盆系分布于不同高度的中切割低、中山区，为滨海相或滨海浅海相沉积。岩体呈浅灰、棕红、灰色等，由白云岩、泥质灰岩、页岩、石英沙岩组成。白云岩、石英沙岩等硬质岩主要为化学风化、页岩或泥质页岩主要为物理风化。风化物呈弱酸性。硬质岩部分风化层极薄，并属岩层崩塌区；软质岩区主要为水蚀区，并多为坡耕地上的坡面严重流失。在岩层倾斜或坡积物厚的地段，常出现泥石流或滑坡。

(5) 石炭系，一般出露于 1000m 以上的海拔高度，属海相沉积。岩体由灰岩、硅质灰岩、白云质灰岩组成。以化学风化为主，风化层不厚，土层一般约 30cm，土质中壤至粘土。目前植被较好，土壤流失较轻。但是局部地方由于开矿、采石或建水电设施等，也造成斑块状的严重流失。

(6) 二迭系，各岩组分布于不同海拔高度，成岩条件主要为海相或海陆相交替沉积，各成岩矿物比较复杂，岩体多样，其中有泥岩、硅质灰岩、页岩、石英沙岩、白云岩、炭质页岩等。根据岩类不同，其风化物可呈中性、微酸性或酸性。风化方式亦可为化学风化或物理风化。二迭系岩层在东区分布的范围较广。土壤侵蚀和流失方式也不一样。一般农区主要为面蚀，海拔较高的硬质岩区主要为崩塌，厚层坡积物区主要为滑坡或泥石流。

(7) 三迭系，分布范围最广，在奉节县以西条岭带状山体部分分布。这一岩从分布高