

黄土坡面土壤 侵蚀过程与模拟

郑粉莉 高学田 著

陕西人民出版社

黄土坡面土壤侵蚀过程与模拟
SOIL EROSION PROCESSES AND MODELING
AT LOESSIAL HILLSLOPE

郑粉莉 高学田 著

陕西人民出版社

(陕)新登字 001 号

图书在版编目(CIP)数据

黄土坡面土壤侵蚀过程与模拟/郑粉莉,高学田编著.
西安:陕西人民出版社,2000

ISBN 7-224-05385-6/P·1

I. 黄… II. ①郑…②高… III. ①黄壤-土壤侵蚀-过程-模拟②黄壤-土壤侵蚀-防治 IV. P642.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 05111 号

黄土坡面土壤侵蚀过程与模拟

郑粉莉 高学田 著

陕西人民出版社出版发行

(西安北大街 131 号)

西北农林科技大学印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 11 印张 210 千字

2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月第 1 次印刷

印数:1-1000

ISBN 7-224-05385-6/P·1

定价:15.00 元

前 言

土壤侵蚀过程及预报研究是科学地进行水土流失综合治理、水土保持规划及水土保持效益评价的基础。本世纪40年代,W. D. Ellison 将水蚀过程分为雨滴分散过程、雨滴搬运过程、径流分散过程和径流搬运过程四个子过程,标志着土壤侵蚀研究由定性描述进入理论分析和定量研究阶段。几十年来,土壤侵蚀过程及其预报始终是土壤侵蚀学科的前沿领域。随着土壤侵蚀过程及其机理研究的不断深入,建立在侵蚀过程基础上的侵蚀预报模型相继建立并得到广泛应用,如美国的 RUSLE 及水蚀预报模型(WEPP)、欧洲侵蚀预报模型 EUROSEM 和 LISEM 等在水土保持规划和水土保持效益评价中发挥了重要作用。我国黄土高原是世界上土壤侵蚀最严重的地区之一,复杂多变的地貌类型决定了侵蚀类型的多样性和侵蚀产沙过程的复杂性,导致国际上现有的土壤侵蚀预报模型均难以推广应用。深入研究黄土高原土壤侵蚀过程及其机理,揭示土壤侵蚀动力学机制,建立以侵蚀过程为基础的具有物理成因的黄土高原土壤侵蚀预报模型,是我国土壤侵蚀学科研究的前沿领域,其研究成果将填补国际上同类研究的空白。

黄土丘陵沟壑区坡面土壤侵蚀具有明显的垂直分带性,各侵蚀带之间不但侵蚀过程及其机理不尽相同,而且上方侵蚀带的来水来沙对下方侵蚀带的侵蚀过程产生重要影响。本书以坡面侵蚀过程及其侵蚀带之间侵蚀产沙关系的研究为主线,以野外试验观测和室内模拟降雨试验为技术手段,基于大量的野外试验观测和室内模拟降雨试验数据,较深入地研究了坡面土壤侵蚀的发生发展、产沙过程及其机理、坡面侵蚀—沉积—搬运过程、侵蚀带之间的侵蚀产沙关系及其机理和植被开垦破坏后坡面土壤侵蚀演变过程等,这些是当前黄土高原坡面土壤侵蚀过程研究的主要内容,也是国际土壤侵蚀研究关注的热点和前沿所在。本书在以下几个方面取得了具有一定创新性的研究成果:(1)细沟间侵蚀与细沟侵蚀及降雨侵蚀与径流侵蚀的关系;(2)细沟侵蚀的发生发展过程及其影响因素;(3)坡面侵蚀—沉积—搬运过程定量研究;(4)坡面侵蚀带之间侵蚀产沙关系及其机理;(5)植被开垦破坏后坡面侵蚀演变过程。鉴于坡面土壤侵蚀过程的复杂性和实验技术条件的限制以及作者认识水平有限,有些结论尚需进一步研究深化。

本书是在郑粉莉所完成的硕士学位论文(导师唐克丽研究员和周佩华研究员)和博士学位论文(导师唐克丽研究员)部分内容的基础上,对所承担和完成的科研项目研究成果进行系统总结和提高,并补充近三年来的部分研究成果撰写而成。因此,本书除反映署名作者的研究成果外,也体现了所参加课题的负责人和合作者的研究成果,特别是导师唐克丽研究员和周佩华研究员的精心指导和无私奉献为本书作出了重要贡献。本书研究成果主要来自以下研究项目:中国科学院基金项目“坡耕地土壤侵蚀过程及其机理”(唐克丽研究员主持);国家自然科学基金重大项目“黄河流域环境演变与水沙运行规律”(左大康研究员、叶青超研究员主持)三级课题“自然侵蚀和人为加速侵蚀的评价”(唐克丽研究员主持);中国科学院“百人计划”首批项目“黄土区土—植—气连续体水分运转与调控及其对土壤侵蚀环境影响的研究”(康绍忠教授主持);以及郑粉莉主持的国家自然科学基金项目“黄土坡面水蚀过程动力机制与预报模型”(编号49671051)、国家人事部择优资助项目“坡面土壤侵蚀动力过程”、黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室基金项目“人为破坏植被的加速侵蚀与土壤退化过程”和“子午岭林区土壤侵蚀与生态环境演变动态监测”、杨凌农业科技开发基金项目“子午岭林区人为破坏植被对土壤侵蚀和土壤退化的影响”和高学田主持的国家自然科学基金项目“雨滴打击与土壤力学性质对坡面侵蚀过程的影响”(编号49871052)等。

本书第一章、第二章由郑粉莉和高学田执笔,第三章第一节由高学田执笔,第七章由高学田和郑粉莉执笔,其余各章由郑粉莉执笔,最后由郑粉莉汇总定稿。由于作者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

内 容 简 介

本书是作者基于大量的野外试验观测资料和室内模拟试验资料,系统论述黄土坡面土壤侵蚀过程与模拟研究的学术著作。全书共分十一章。主要内容有:细沟间侵蚀与细沟侵蚀;细沟侵蚀发生发展、影响因素及其防治;坡面侵蚀—沉积—搬运过程;坡面侵蚀垂直带之间的侵蚀产沙关系及其机理;坡面侵蚀过程中降水—土壤水转化规律;植被开垦破坏后坡面土壤侵蚀过程;梁坡与沟坡侵蚀产沙关系等。

本书可供从事水土保持、土壤、自然地理、自然资源、国土整治、农林牧和水利等方面工作的科技工作者及大专院校有关专业师生参考。

Brief Introduction

Soil erosion processes and modeling at loessial hillslope have been systematically discussed in this book based on a great number of data from field observation and laboratory simulated rainfall experiments. This book, composed of 11 chapters, mainly covers inter-rill erosion and rill erosion, rill erosion genesis and development, analysis on factors affecting rill erosion and its control, quantitative study on erosion-deposition-transport processes, runoff and sediment from different erosion zones and their interaction mechanisms at hillslope, water transform from rainfall to soil water during soil erosion processes at hillslope, hillslope soil erosion processes after vegetation removal and relationship of erosion and sediment yield between hilly slope and gully slope etc..

This book will provide a reference for scientists and technologists who work in soil and water conservation, soil science, physical geography, natural resources, territory harnessing, agriculture and water conservancy etc. and it also can be taken as a reference book for teachers and students in universities and colleges who teach or study in related scientific fields.

目 录

第一章 土壤侵蚀研究现状与发展趋势	1
第一节 我国土壤侵蚀的主要研究成果及发展趋势	2
一、我国土壤侵蚀的主要研究成果	2
二、我国土壤侵蚀学科的发展趋势	3
第二节 坡面土壤侵蚀过程研究进展	4
一、雨滴溅蚀	5
二、片蚀	6
三、细沟侵蚀	8
四、浅沟侵蚀	11
第三节 土壤侵蚀预报研究进展	11
第二章 坡面径流与侵蚀产沙	19
第一节 坡面产流汇流过程与侵蚀方式	19
一、坡面产流汇流过程	19
二、坡面侵蚀方式	21
第二节 坡面径流、侵蚀产沙分带性	22
第三节 侵蚀性降雨与产沙	23
一、研究区的降雨侵蚀特征	24
二、侵蚀性降雨及其指标	26
第三章 坡面细沟间侵蚀与细沟侵蚀	30
第一节 雨滴溅蚀	31
一、试验设计与研究方法	31
二、溅蚀量与降雨强度的关系	32
三、溅蚀量与降雨能量的关系	33
四、降雨历时对溅蚀的影响	33
五、原状土与扰动土溅蚀量对比	35
第二节 坡面细沟间侵蚀与细沟侵蚀	35
一、试验方法和试验处理	36
二、坡面土壤侵蚀过程	37
三、细沟间侵蚀和细沟侵蚀的关系	38
四、降雨动能对细沟间侵蚀和细沟侵蚀的影响	39
第三节 降雨侵蚀与径流侵蚀	43
一、试验设计与研究方法	43

二、降雨侵蚀和径流侵蚀与坡面侵蚀产沙的关系	45
三、降雨侵蚀和径流侵蚀在坡面侵蚀中的地位	46
第四章 细沟侵蚀的发生发展	49
第一节 试验布设与研究方法	50
一、定位观测和野外调查	50
二、人工降雨试验	51
三、实验室分析测试	52
第二节 细沟侵蚀的发生发展	52
一、细沟侵蚀的形成	52
二、细沟侵蚀的发育过程	54
三、细沟的分叉与合并	56
四、细沟侵蚀的发展趋势	58
第三节 细沟侵蚀发生临界条件	59
一、临界流量	59
二、临界坡长与坡度	61
第四节 细沟侵蚀量的测算	62
一、测算方法	62
二、容积法量测时的样方选择与计算方法	63
三、填土法与容积法的比较	65
第五节 细沟侵蚀在坡面土壤侵蚀中的地位	65
第五章 影响细沟侵蚀的因素	68
第一节 降雨径流因素	69
一、降雨因素	69
二、径流因素	74
三、雨滴动能与径流位能对细沟侵蚀的综合影响	75
第二节 土壤因素	76
一、土壤水稳性团粒和有机质	76
二、土壤容重	78
三、土壤含水量	79
第三节 地形因素	81
一、坡度	81
二、坡长	83
三、坡度坡长因素的综合分析	84
四、坡形	85
第四节 土地利用与管理	86
第六章 细沟侵蚀防治实验研究	88
第一节 试验布设与研究方法	89
第二节 免耕留茬、覆盖与残渣埋入	90

第三节 带状间作与水平沟种植	92
一、带状间作	92
二、水平沟种植	92
第四节 林草植被	93
第七章 上方来水来沙与坡面侵蚀—沉积—搬运过程模拟实验研究	95
第一节 上方来水来沙与细沟侵蚀带的侵蚀过程	97
一、试验设计与研究方法	97
二、上方来水来沙与细沟侵蚀带的侵蚀过程	99
三、细沟侵蚀过程对坡面侵蚀产沙的影响	102
四、结论	104
第二节 上方来水来沙与浅沟侵蚀带侵蚀过程	105
一、试验设计与研究方法	105
二、上方来水来沙与浅沟侵蚀带的侵蚀过程	106
三、上方来水与浅沟侵蚀发育	110
四、结论	111
第八章 坡面侵蚀带之间侵蚀产沙关系及机理	113
第一节 试验设计与研究方法	114
第二节 坡面侵蚀带侵蚀产沙分配及其变化规律	115
一、坡面侵蚀带侵蚀产沙分配	115
二、坡面侵蚀带侵蚀产沙变化规律	117
第三节 上方来水来沙对下方侵蚀带侵蚀产沙的影响	118
一、上方来水来沙对细沟侵蚀带侵蚀产沙的影响	118
二、上方来水来沙对浅沟侵蚀带侵蚀产沙的影响	119
第四节 上方侵蚀带影响下方侵蚀带侵蚀产沙的机理	120
一、增沙系数与上方来水量及含沙量的关系	120
二、增沙系数与降雨特征值的关系	122
三、增沙系数与下垫面侵蚀发育的关系	123
第五节 上方侵蚀带影响下方侵蚀带侵蚀产沙统计模型	123
第九章 坡面侵蚀带侵蚀过程中降水—土壤水转化规律	125
第一节 试验设计与研究方法	126
第二节 不同侵蚀条件下坡面侵蚀带土壤水分分布规律	127
一、无径流发生时坡面各侵蚀带土壤水分分布规律	127
二、轻度侵蚀条件下坡面不同侵蚀带土壤水分分布规律	129
三、强度侵蚀条件下坡面土壤水分分布	131
四、上方侵蚀带径流、产沙对下方侵蚀带降水入渗的影响	134
第三节 侵蚀条件下影响坡面降水—土壤水转化的主要因素及作用机理	137
一、降雨特征对坡面水流沿程入渗的影响	137

二、前期含水量对坡面侵蚀产沙及径流沿程入渗的影响	138
三、坡形对坡面侵蚀与降水入渗的影响分析	140
第十章 植被破坏开垦后的坡面侵蚀过程	142
第一节 植被破坏开垦后坡面侵蚀特征	143
一、试验区概况及试验布设	143
二、自然植被下的土壤侵蚀特征	143
三、林地开垦后的土壤侵蚀特征	145
四、自然侵蚀与加速侵蚀定量评价	149
第二节 植被破坏开垦对坡面细沟侵蚀的影响	150
一、林地破坏开垦后坡面细沟侵蚀特征	150
二、影响细沟侵蚀的因素分析	151
三、林地开垦后细沟侵蚀的发展	153
第三节 植被破坏开垦对坡面浅沟侵蚀的影响	154
一、植被破坏开垦后的浅沟侵蚀量	154
二、林地开垦后浅沟侵蚀的发展	155
三、植被恢复与浅沟侵蚀演变	158
第十一章 梁坡与沟坡侵蚀产沙关系	160
第一节 研究现状	160
第二节 研究方法	162
一、小区布设	162
二、分析方法	162
第三节 梁坡与沟坡侵蚀产沙关系	163
一、梁坡来水对沟坡侵蚀产沙的影响	163
二、梁坡来水对全坡面侵蚀产沙的影响	164
三、梁坡来水增加沟坡侵蚀产沙的多元统计模型	164

Contents

Forwards

Chapter 1 Research Progresses and Development Trends on Soil Erosion Sciences

.....	1
Abstract	
1.1 Main Achievements and Development Trends on Soil Erosion Research in China	
.....	2
1.1.1 Main Achievements on Soil Erosion Research	2
1.1.2 Development Trends on Soil Erosion Sciences	3
1.2 Research Progresses in Hillslope Soil Erosion Processes	4
1.2.1 Raindrop Splash	5
1.2.2 Sheet Erosion	6
1.2.3 Rill Erosion	8
1.2.4 Shallow Gully Erosion	11
1.3 Research Progresses in Hillslope Soil Erosion Prediction Models	11
References	

Chapter 2 Hillslope Runoff, Erosion and Sediment

.....	19
Abstract	
2.1 Hillslope Runoff Formation, Convergence and Erosion Patterns	19
2.1.1 Hillslope Runoff Formation and Convergence	19
2.1.2 Hillslope Erosion Patterns	21
2.2 Hillslope Runoff and Erosion Vertical Zonation	22
2.3 Erosive Rainfall and Sediment Production	23
2.3.1 Rainfall Characteristics in the Experimental Region	24
2.3.2 Erosive Rainfall and Indicators	26
References	

Chapter 3 Interrill Erosion and Rill Erosion at Steep Hillslopes of the Loess Plateau

.....	30
Abstract	
3.1 Raindrop Splash Erosion	31

3.1.1	Experimental Design and Research Methods	31
3.1.2	Relation between Raindrop Splash and Rainfall Intensity	32
3.1.3	Relationship between Raindrop Splash and Rainfall Kinetic Energy	33
3.1.4	Effects of Rainfall Duration on Raindrop Splash	33
3.1.5	Experimental Study on Undisturbed Soil and Disturbed Soil	35
3.2	Interrill Erosion and Rill Erosion at Hillslopes	35
3.2.1	Experimental Designs and Research Methods	36
3.2.2	Hillslope Erosion Processes	37
3.2.3	Interaction between Interrill Erosion and Rill Erosion	38
3.2.4	Effect of Rainfall Kinetic Energy on Interrill Erosion and Rill Erosion	39
3.3	Rainfall Erosion and Runoff Erosion	43
3.3.1	Experimental Designs and Research Methods	43
3.3.2	Effects of Rainfall Erosion and Runoff Erosion on Hillslope Erosion and Sediment	45
3.3.3	Positions of Rainfall Erosion and Runoff Erosion in Hillslope Soil Erosion	46

References

Chapter 4 The Genesis and Development of Rill Erosion 49

Abstract

4.1	Experimental Designs and Research Methods	50
4.1.1	Observation of Runoff Plot and Field Investigation	50
4.1.2	Simulated Rainfall Experiments	51
4.1.3	Laboratory Analysis	52
4.2	Rill Erosion Genesis and Development	52
4.2.1	Rill Erosion Formation	52
4.2.2	Rill Erosion Developing Processes	54
4.2.3	Rill Branching and Junction	56
4.2.4	Developing Trend of Rill Erosion	58
4.3	Critical Conditions for Rill Erosion Genesis	59
4.3.1	Critical Runoff	59
4.3.2	Critical Slope Length and Slope Gradient	61
4.4	Measurement of Rill Erosion Amount	62
4.4.1	Measuring Methods	62
4.4.2	Sample Selection and Calculating Methods on Rill Volume Measuring Method	63
4.4.3	Comparison of Rill Volume Measuring Method and Earth-Filling Method	

7.1.1	Experimental Designs and Research Methods	97
7.1.2	Run-on Water and Sediment Effects on Erosion Process at The Downslope Rill Erosion Zone	99
7.1.3	Effects of Rill Erosion Process on Hillslope Sediment Delivery	102
7.1.4	Conclusions	104
7.2	Run-on Water and Sediment Effects on Erosion Process at Downslope Shallow Gully Erosion Zone	105
7.2.1	Experimental Designs and Research Methods	105
7.2.2	Effects of Run-on Water and Sediment on Erosion Process at the Downslope Shallow Gully Erosion	106
7.2.3	Relationship between Upslope Water and Sediment and Shallow Gully Erosion Development	110
7.2.4	Conclusions	111
References		

Chapter 8 *Runoff and Sediment from Different Erosion Zones and Their Interaction and Mechanisms* 113

Abstract

8.1	Experimental Designs and Research Methods	114
8.2	Distribution of Erosion and Sediment Delivery and Variable Characteristics of Different Erosion Zones	115
8.2.1	Distribution of Erosion and Sediment Delivery in Different Erosion Zones	115
8.2.2	Characteristics of Sediment Delivery in Different Erosion Zones with Rainfall	117
8.3	Effects of Upslope Runoff and Sediment on Erosion Process at Downslope Erosion Zone	118
8.3.1	Effects of Upslope Water and Sediment on Erosion Process at Downslope Rill Erosion Zone	118
8.3.2	Effects of Upslope Runoff and Sediment on Erosion Process at Downslope Shallow Gully Erosion Zone	119
8.4	Mechanisms of Upslope Erosion Zones Affecting Erosion Processes at Downslope Erosion Zones	120
8.4.1	Relations among the Increasing Amount of Sediment Delivery at Downslope Erosion Zones and Upslope Runoff Rate and Sediment Concentration	120
8.4.2	Relationship between the Increasing Amount of Sediment Delivery at Downslope Erosion Zones and Rainfall Characteristics	122

8.4.3	Relation between the Increasing Amount of Sediment Delivery at Downslope Erosion Zones and Surface Erosion Regimes	123
8.5	Statistical Analysis on Upslope Runoff and Sediment Affecting Downslope Erosion and Sediment Production	123
References		

Chapter 9 Runoff and Infiltration during Soil Erosion Processes at Loessial Hillslope

Abstract		
9.1	Experimental Designs and Research Methods	126
9.2	The Distribution of Soil Water under Different Erosion Conditions	127
9.2.1	No-runoff	127
9.2.2	Gentle Erosion Condition	129
9.2.3	Intensive Erosion Condition	131
9.2.4	Effects of Upslope Runoff with Variable Sediment on Infiltration at Downslope Erosion Zones	134
9.3	Main factors Affecting Rainfall Infiltration under Erosion Conditions and Their Influenced Mechanisms	137
9.3.1	Effects of Rainfall Characteristics on Runoff Infiltration	137
9.3.2	Influence of Antecedent Soil Water Content on Erosion and Runoff Infiltration	138
9.3.3	Effects of Slope Shapes on Infiltration	140
References		

Chapter 10 Hillslope Erosion Processes after Vegetation Removal

Abstract		
10.1	Hillslope Soil Erosion Characteristics after Vegetation Removal	143
10.1.1	Research Area and Experiment Design	143
10.1.2	Soil Erosion Characteristics under Natural Vegetation	143
10.1.3	Soil Erosion Characteristics after Vegetation Removal	145
10.1.4	Quantitative Evaluation on Natural Erosion and Accelerated Erosion	149
10.2	Rill Erosion Process after Vegetation Removal	150
10.2.1	Rill Erosion Character after Deforestation	150
10.2.2	Analysis on Factors Affecting Rill Erosion after Vegetation Removal	151
10.2.3	Rill Erosion Advance Following Deforestation	153
10.3	Effects of Deforestation on Shallow Gully Erosion	154

10. 3. 1	Shallow Gully Erosion Following Deforestation	154
10. 3. 2	Shallow Gully Erosion Development	155
10. 3. 3	Vegetation Restoration and Shallow Gully Erosion	158
References		

Chapter 11 Relation of Erosion and Sediment between Hillslope and Gully-Slope

.....		160
Abstract		
11. 1	Current Research Progresses of Relation of Erosion and Sediment between Hillslope and Gully-Slope	160
11. 2	Research Methods	162
11. 2. 1	Installation of Runoff Plots	162
11. 2. 2	Research Methods	162
11. 3	Relation of Erosion and Sediment between Hillslope and Gully-Slope	163
11. 3. 1	Effects of Runoff from Hillslope on Sediment Production at Gully-Slope	163
11. 3. 2	Effects of Runoff from Hillslope on Sediment Yield at Steep Slope Landscape	164
11. 3. 3	Quantification on Hillslope Runoff Effects on Gully-Slope Sediment Production	164
References		

第一章 土壤侵蚀研究现状与发展趋势

摘要 概述了我国土壤侵蚀学科的研究现状,提出我国土壤侵蚀学科亟待加强的研究领域有区域土壤侵蚀宏观研究与侵蚀环境效应评价、侵蚀动力过程与预报模型、土壤侵蚀新技术与新方法等。详细评述了雨滴溅蚀、坡面片蚀、细沟侵蚀和浅沟侵蚀的研究进展,指出侵蚀动力机制的研究如溅蚀力学,薄层水流水力学,片蚀、细沟侵蚀和浅沟侵蚀的泥沙输移过程及侵蚀预报模型等是当前坡面土壤侵蚀过程研究亟待加强的研究领域。

关键词 土壤侵蚀学科 侵蚀动力过程 预报 溅蚀 片蚀 细沟侵蚀 浅沟侵蚀

Chapter 1 Research Progresses And Development Trends On Soil Erosion Sciences

Abstract Research progresses of soil erosion science in China have been summarized. Strengthening research fields of soil erosion science are macro — research on regional soil erosion and soil erosion impact assessment, soil erosion dynamic processes and predicting models, new technology and new methods of soil erosion. The advances in sloping soil erosion including raindrop splash, sheet erosion, rill erosion, shallow gully erosion have been evaluated. Strengthening research fields in sloping soil erosion processes should focus on erosion mechanisms that cover raindrop splash mechanics, hydraulics of sheet flow, sediment delivery principles of sheet erosion, rill erosion and shallow gully erosion and their predicting models.

Key words soil erosion science; erosion dynamic process; prediction; splash erosion; sheet erosion; rill erosion; shallow gully erosion

土壤侵蚀是危及人类生存与发展的重要环境问题之一,在我国表现得更为突出。黄河中游的黄土高原由于自然和人类活动的长期影响,形成了独特的侵蚀景观,是世界上土壤侵蚀最为严重的地区。长江中上游生态环境的严重破坏,导致水土流失、洪涝等自然灾害的频繁发生,已严重制约着社会经济的可持续发展。另一方面,几十年来,我国水土流失综合治理取得了重要进展,如朱显谟院士提出的水土流失综合治理“28 字方针”^[1]为国家 and 地区水土流失综合治理战略决策的制定提供了重要科学依据。但由于土壤侵蚀学科的发展滞后于水土保持实践,至今没有建立起适合中国独特侵蚀环境的土壤侵蚀物理过程概念模型和宏观区域水土流失预测、预报模型,对水土流失综合治理宏观调控战略研究不够深入,影响了国家的宏观决策。因此,强化土壤侵蚀科学研究,进行区域水土流失趋势的