



中国黄土高原

# 植被建设与水土保持

程积民 万惠娥 著

中国林业出版社



国家科学技术著作出版基金资助出版

# 中国黄土高原 植被建设与水土保持

---

程积民 万惠娥 著



中国林业出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

中国黄土高原植被建设与水土保持/程积民著.-北京:中国林业出版社, 2002.2

ISBN 7-5038-3012-3

I. 中… II. 程… III. ①黄土高原-植被-研究 ②黄土高原-水土保持-研究 IV. Q948.524

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 005498 号

**出版:** 中国林业出版社

北京市西城区刘海胡同 7 号, 100009

网址: [www.naturalbook.com](http://www.naturalbook.com)

**印刷:** 北京地质印刷厂

**发行:** 新华书店北京发行所

**版次:** 2002 年 5 月第 1 版

**印次:** 2002 年 5 月第 1 次

**字数:** 680 千字

**印张:** 28

**开本:** 787mm×1092mm, 1/16

**印数:** 1~1000 册

**定价:** 56.00 元





黄土高原天然次生林



黄土高原人工刺槐林



黄土高原人工小叶杨林（小老树）



黄土高原柠条灌木林基地







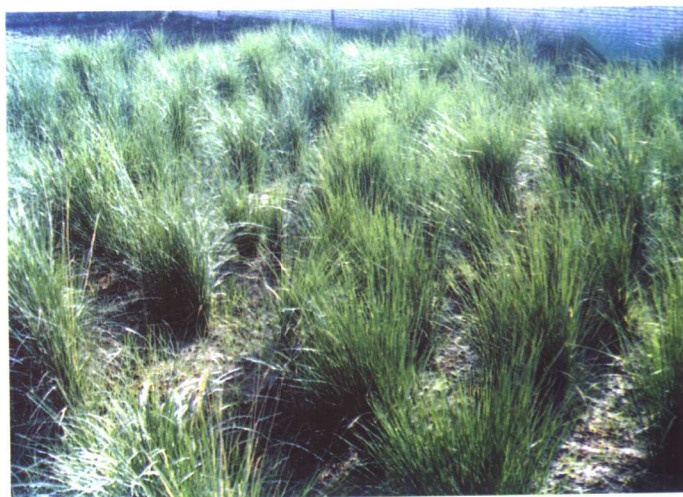
黄土高原天然草地（本氏针茅群落）



黄土高原改良草地（本氏针茅 + 沙打旺群落）



黄土高原紫花苜蓿人工草地



黄土高原人工芨芨草草地







## 内容简介

本书以作者多年来在黄土高原研究的植被恢复建设与水土保持方面的科研成果为主,全面系统地介绍了黄土高原森林、灌丛、草地植被资源类型、分布特点、演替规律及保护利用等内容,并结合实施退耕还林(草)工程,阐述了植被恢复建造与土壤水分生态特征及水土保持效应,重点提出了林草植被的规划布局、建设理论与技术途径,可为黄土高原及同类型地区植被快速恢复建造及生态环境建设提供重要的科学依据和理论基础。

该书的出版是植物学、生态学、林学、草原学、畜牧学、水土保持学、环境科学等方面的研究人员和高等院校师生及基层专业工作者的主要参考文献和必备的工具书。

## Brief Introduction

This book introduces resource types, distribution features, succession law, protection and utilization of forest, shrubbery and grassland in the Loess Plateau mainly based on the research achievements of vegetation restoration and soil and water conservation. Combining with the project of changing farming into forests, vegetation restoration, soil moisture characteristics and impacts of soil and water conservation are discussed, and the layout, construction theories and technical approaches are emphasized. All these provide an important scientific foundations and theoretic basis for vegetation restoration and ecotope construction in the Loess Plateau and other similar regions.

This book is designed to be a reference for researchers, students, teachers and practitioners in the areas of biology, ecology, forestry, grassland, husbandry, soil and water conservation, and environment science.

## 作者简介

---

程积民，男，1955年出生于陕西蒲城，1978年毕业于北京林业大学林学系水土保持专业，分配到中国科学院水利部水土保持研究所工作。20多年来，一直从事黄土高原草地生态、植被建设及水土保持方面的试验研究工作。1996年被中国科学院特批为研究员，同年被陕西省评为跨世纪学科带头人，首批进入陕西省“三五人才”工程。本人参与主持的国家“九五”科技攻关固原试区，工作成效显著，被评为2000年国家和宁夏回族自治区政府科技扶贫先进集体，本人被评为2000年国家科技扶贫先进个人和香港振华科技扶贫个人服务奖。先后到日本、澳大利亚、新西兰、美国进行过草地生态学方面的合作研究与考察访问。曾主持与参加过国家科技攻关、国际合作、国家基金、国家973、中国科学院重点及省、部级研究课题20余项。在黄土高原植被资源与利用、恢复与建设和植被演替规律等方面取得了一批具有重大意义的科研成果，提出了一系列林草植被规划与布局、建设理论与技术途径。尤其是在黄土丘陵区干旱阳坡植被建设和草场改良试验研究中有一定创新；在草原自然保护区的建设中，协同邹厚远研究员建立的我国黄土高原和西北地区的第一个“本氏针茅草原自然保护区”，填补了黄土高原草地生态系统研究的空白；提出了黄土高原集流灌草优化配置模式和半干旱区林草土壤水分动态特征与调控途径。特别是在实施西部大开发及退耕还林（草）工程中，研究了农牧交错区畜牧业的发展阶段，提出了黄土高原畜牧业的发展应走草食畜牧业（放牧）与农副牧业（利用秸秆和农副产品）相结合的高效半舍饲养殖的道路，为黄土高原植被保护、生态环境建设与农村经济的协调发展创出了一条新的路子。在科学技术研究中曾获省、部级科研成果奖13项，主编《草地资源与建设》专著一部，参编专著8部，发表论文90余篇，培养硕士生3人，合作培养博士生3人，为地方代培科技人员20余人。现任中国科学院宁夏回族自治区固原生态试验站站长，硕士生导师，宁夏固原县科技副县长，陕西省生态学会副理事长，杨陵分会理事长，陕西省植物学会理事，中国草原学会草原生态委员会理事。



## **Author's brief introduction**

---

Cheng Jimin was born at Pucheng county in Shaanxi province in 1955, graduated from forestry department of Beijing Forest University in 1978, majored in soil and water conversation and worked at Institute of Soil and Water Conservation, CAS. For twenty years, the author has dedicated to grassland ecology, vegetation constructions, soil and water conversation in the Loess Plateau. In 1996, the author was specially granted researcher by CAS and subject leader by Shaanxi province, and firstly participated in "three-five talent" project. The experimental area at Guyuan county for scientific tackling of the ninth Five-year Plan presided by the author was praised as the advanced assisting-poverty unit of nation and the Ningxia Hui Autonomous Region and the author was granted as the advanced person and gained HongKong Zhenhua Science and Technology Assisting-poverty prize in 2000. The author once visited Japan, Australian, New Zealand and the U.S. and collaborated with them on grassland ecology, presided and participated twenties terms of scientific tackling, item 973, international collaboration. emphases of CAS, provincial and departmental tasks. The author won great scientific achievements in utilization, protection, construction and succession law of vegetation in the Loess Plateau, and makes new traits especially in the reaserches of vegetation construction and grassland improvement on dry shiny slope of the Loess-Hilly area. The author cooperating with Researcher Zou Houyuan constructed the *Stipa bungeana* natural grassland protective district, the first of the Loess Plateau and the western area, that obtains obvious achievements and supplies the gap of grassland ecology researches system of shrub and grass in the Loess Plateau. The author advances optimize distribution models of integrating irrigation of shrub and grass in the Loess Plateau, soil water dynamic features and regulative means of forests and grasslands in semi-arid area. Especially for enforcing the western exploitation and returning farming into forests, the author studies the developmental phases of husbandry in transition region of agriculture and husbandry, puts forward that the developmental ways of husbandry in the Loess Plateau is the combination of herding, agriculture and sideline, which spread a new way for the harmolizaion of vegetation protection, ecotope construction, becoming riches and economical development. The author won 13 provincial and departmental scientific production prizes, edited the book-*Resources and construction of grassland* in chief, 8 books with others, published nineties papers, cultivate 3 masters by himself, 3 doctors with others and twenties practitioners. The author is the leader of Guyuan ecological experimental station of Ningxia Hui Autonomous Region and CAS, master tutor, scientific associate-leader of Guyuan county, vice-chairmen of ecology institute in Shaanxi province, chairmen of branch in Yangling county, the director of botany institute and grassland ecology council of grassland institute.

# 序

---

中国黄土高原以她独特的黄土景观,灿烂而古老的文化以及强烈的水土流失闻名于世。本来,这里是气候温和、土层深厚、水草丰盛、林木广布的森林草原地带,然而,在漫长的岁月里,由于自然和人为活动的影响,导致黄土高原生态环境系统严重破坏,水土流失、土地沙化、干旱和洪涝纷至沓来,最终沦为我国经济贫困地区。

因此,治理水土流失,改善生态环境,多年来受到党和国家的高度重视与关怀,特别是20世纪末,江泽民总书记发出“再造一个山川秀美的西北地区”的号召,为全国水土流失区生态环境建设揭开了新的篇章。为此,朱镕基总理又视察了西北几大省(自治区),提出了“退耕还林(草),封山绿化,个体承包,以粮代赈”的重大战略决策,使全国水土保持与生态环境建设进入了一个崭新的阶段。黄土高原是我国主要生态脆弱地区,也是连接我国西部欠发达经济区与东部发达经济区的纽带,加强黄土高原水土保持与生态环境建设不仅是根治大江大河、减少下游洪灾的根本措施,也是国土整治与缩小东西部差距的重要组成部分,无疑对我国国民经济建设具有及其重要的意义。

恢复建设植被,改善生态环境,防止水土流失这一伟大事业,在黄土高原是一个永恒的主题,不是几代人所能完成的,而是要一代一代坚持不懈、持之以恒地奋斗。这一伟业是功在当代,利在千秋。《中国黄土高原植被建设与水土保持》一书是作者在承担国家及省、部级重大科研项目中取得的最新研究成果,也是作者历时20余年的辛勤劳动结晶和研究工作的集成、凝练和升华。本书从理论和实践的结合上总结了黄土高原植被类型、分布特点、演替规律、水保效应、水分生态特征与林草植被恢复重建等技术途径,列举了植被恢复建造的成功经验,全面系统地阐述了森林、灌丛、草地、荒漠植被退化和沙化引起的严重水土流失问题,提出了以流域或生态区域为单元的综合发展模式及植被恢复与水土保持的防治和调控措施,并对农牧交错地带过渡放牧引起严重水土流失的天然草地进行了综合治理,建立了灌草立体配置示范基地,同时在同类型地区进行大面积推广应用,成效显著,并取得重大研究进展,丰富和发展了植被建设的理论与实践。在论述方法上采用了宏观与微观、定性与定量、理论论述与技术措施相结合的综合评价方法,使该书具有较强的系统性、科学性和可读性,该书资料详实,学术思想活跃,观点明确,针对性强,内容广泛,是一部集理论与实践结合较强的具有国际领先水平的科技论著,也是对保护全球生态环境和治理水土流失的重大贡献,希望该书的出版对“再造一个山川秀美的西北地区”乃至全中国发挥重要的指导作用。

中国工程院院士  
北京林业大学教授

关君群

2001年10月

# 前 言

---

黄土高原是中华民族文明的发祥地,地处我国中部,四周高山环绕,区内多为千米以上的黄土丘陵,具有明显的地理过渡性。其地理位置为青海高原向华北平原和东部平原的过渡区;气候为海洋性暖温带湿润季风气候向温带干旱气候过渡区;植被为落叶阔叶林向森林草原、典型草原、荒漠草原植被型的过渡区;也是由农牧业生产水平较高、农村经济比较发达向农牧业生产粗放、农村经济欠发达的过渡区。这些特点对区内农、林、牧业的发展和布局产生巨大而又复杂的影响。

黄土高原位于北纬  $33^{\circ}41' \sim 41^{\circ}16'$ ,东经  $100^{\circ}54' \sim 114^{\circ}33'$ 。包括山西省和宁夏回族自治区全部、陕西省中部和北部、甘肃省的陇中和陇东地区、青海省的东北部、内蒙古自治区的河套平原和鄂尔多斯高原、河南省的西部丘陵地带,含 7 省(自治区),286 个县(市),东西长 1300km,南北宽 800km,总面积 62.7 万  $\text{km}^2$ ,占全国总面积的 6.5%,其中水土流失区面积为 43 万  $\text{km}^2$ ,主要分布在黄土丘陵沟壑区和黄土高原沟壑区,年土壤侵蚀模数在  $5000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$  以上,是入黄泥沙的主要来源地。自北向南跨越我国温带和暖温带,从东南向西北包括半湿润地带、半干旱地带和干旱地带,即由森林草原、灌丛草原、典型草原、荒漠草原组成。

黄土高原地区由于大部分处于半干旱地带,严重的土壤侵蚀、频繁的干旱和脆弱的生态环境是其重要特征,在恶劣的自然条件和落后的生产力水平与粗放经营活动的综合作用下,全区生态环境日趋恶化,以其严重的水土流失为世人所注目,造成这一恶果的主要原因,除自然因素外,人类社会的经济活动起着主导和决定性作用,其中林草植被的破坏更加速了这一进程,因此,恢复植被重建林草,作为改善生态环境保持水土的重要措施,已受到人类的普遍重视。尤其是在世纪之交之际,党和国家领导人高瞻远瞩地提出了我国战略开发重点由东向西转移,并明确战略开发目标“再造一个山川秀美的西北地区”,和“退耕还林(草)、封山绿化,个体承包,以粮代赈”的重大战略决策。为了尽快实现这一伟大目标,《中国黄土高原植被建设与水土保持》一书是作者在承担国家科技攻关,国际合作、国家 973、中国科学院重点、中国科学院知识创新和省、部级等多项课题研究的基础上,结合长期的定位观测和资料积累在综合分析全面总结的基础上撰著而成。本书重点论述了黄土高原森林、灌丛、草地退化植被的形成原因、时空分布规律和植被类型生态特点,介



绍了区域植被建造的成功经验与示范模式和发展趋势,分析了植被防止水土流失的作用及植被建造中存在的问题,提出了黄土高原植被保护、恢复建造与合理开发利用的综合治理技术理论,为黄土高原天然植被的恢复、退耕地植被的建造和持续稳定发展自给性农业、防护性林业、商品性畜牧业提供科学依据。

全书内容共分五大部分十六章:第一部分为第一、二章,综合阐述了黄土高原的自然概况和历史成因;第二部分为第三、四、五、六章,详细的论述了森林、灌丛、草地植被群落的分布规律和资源特点;第三部分为第七、八、九章,分析了植物资源与开发利用、植被演替规律和水土保持效应;第四部分为第十、十一、十二、十三、十四章,总结提出了天然植被保护恢复与人工植被建造的理论与技术途径;第五部分为第十五、十六章,分别叙述了植被水分生态特征与调控途径和植被恢复前景。

本书由我国著名水土保持专家关君蔚院士写序,并提出修改意见。在编写过程中,曾得到中国科学院水利部水土保持研究所、西北农林科技大学山仑院士、田均良、李锐、王万忠、邵明安、刘国彬、邹厚远、吴钦孝、梁一民、侯庆春、贾恒义、李香兰等研究员和北京林业大学孙立达、孙保平教授及日本带广畜产大学本江昭夫等教授的指导与陕西省科学技术委员会、宁夏自治区科学技术委员会、固原县委、县政府和云雾山草原管理处等单位的大力支持和协助。另外,书中的部分资料整理、计算机绘图、校对等由课题组雍绍萍高级实验师和王静研究生承担,书中部分插图由本所王培臻同志绘制,谨此一并致谢。

本书出版还得到了国家“十五”科技攻关课题(2001BA508B19)、中国科学院生态环境研究重点项目(KZ952-J1-219)、中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-411)和国家973项目(G2000018606)的资助,在此表示谢意。

在成书过程中,由于作者水平有限,加之试验资料、数据涉及面广且量大,书中缺点和错误难免,敬请广大读者批评指正,以便修改完善。

作 者

2001年10月

## Preface

---

The Loess Plateau, the origin of Chinese civilization, is surrounded by mountains in the middle of China. Hills thousands of meters higher, make it possess distinct geographical transition from the Qinhai Plateau to the Huabei plain and the Eastern plain, marine warm-temperate humid monsoon climate to temperate arid climate, deciduous broad-leaved forest to forest-steppe, steppe and desert steppe, and high-productivity, developed region to low-productivity, developing region. These features on the development and layout of agriculture and husbandry have great and complex effects.

The Loess Plateau is situated at  $33^{\circ}41' \sim 41^{\circ}16'$  northern latitude,  $100^{\circ}54' \sim 114^{\circ}33'$  east longitude, including Shanxi, the Ningxia Hui Autonomous Region, the middle and north of Shaanxi, the middle and east of Gansu, the north-east of Qinhai, the Hetao plain and the Ordos Plateau of the Inner Mongolia Autonomous Region, the western hilly area of Henan province, which totally accounts for 7 provinces and 286 counties. The length from east to west is 1300km, and the width from north to south is 800km. The area is 627,000 km<sup>2</sup> which accounts for 6.5% of China. Soil loss region, the origin of silt entering into the Huang River, reaches 430,000km<sup>2</sup> and concentrates in Loess Hilly-gully region and the gully area of Loess Plateau. Soil erosion modulus reach above 5000t/ km<sup>2</sup> • a. It crosses temperate zone and warm temperate zone from north to south, semi-humid, semi-arid and arid zone from southeast to northwest, and consists of forest-steppe, shrubby-steppe, steppe and desert-steppe.

Severe soil erosion, frequent drought and fragile ecology environment are the major features of the Loess plateau, because most of this area is semi-arid. Due to bad natural condition, laggard productive level and extensive farming the ecotope deteriorates gradually. Severe soil losses are mainly resulted from economic activity of human, in addition to, natural factors and accelerated by destruction of forests and grasslands. Thus, vegetation restoration and reconstruction of forest and grassland, are the major measure for ecotope improvement, soil and water conservation. Especially in the turn of the new century, the chinese leaders call on that the strategic development topic should transfer to the west from the east. The strategic object is to rebuild a northwest area with beautiful scenery, and the strategic decision is to return the farming to forests and grasslands, closing hillsides for forestations. In order to realize the target earlier, based on

based on researches when the author dealt with item 973 and provincial, departmental research tasks, collaborated with other countries and combined with long-term observation, investigation, data accumulation, synthetic analysis and comprehensive summing-up, the author finished the book –*Vegetation construction and soil and water conservation in the Loess Plateau of China*. This book describes the formative reasons of the degeneration of forest, shrubbery and grassland, the spatio-temporal distribution, and the characteristics of vegetation types, introduces successful experience, demonstration models and the development trend of regional vegetation construction, analyzes the function of vegetation for preventing soil and water losses and the problem on vegetation construction, and suggests the synthesis technical harnessing theory of protection, restoration, rational exploitation and utilization of vegetation in the Loess plateau, which can be regard as a scientific basis for the restoration of natural vegetation ,construction of vegetation returning from farm, continuous stable developmental self-sufficient agriculture, defensive forest and commercial husbandry.

This book is organized into five parts, and consists of 16 chapters. The first part includes chapter 1 and 2 and introduces natural conditions and historical formative reasons of the Loess Plateau. The second includes chapter 3 to 6 and describes the distribution and resource features of community of forest, shrubbery and grassland. The third includes chapter 7 to 9 and analyzes the utilization of plant, succession law and effects of conserving soil and water. The forth include chapter 10 to 14 and summarizes the theory and technologic ways of artificial vegetation construction and natural vegetation restoration. The final part includes chapter 15 and 16 and separately describes the ecologic characteristics and regulative ways of plant moisture and the prospect of vegetation restoration .

I specially thanks to Academician Guan Junwei, the famous expert of soil and water conservation, who wrote the foreword for the book. Appreciation is also expressed to Academician Shan Lun, Researcher, Tian Junliang, Li Rui, Shao Ming-an, Liu Guobin, Wang Wanzhong Zou Houyuan, Wu Qinxiao, Liang Yiming, Hou Qingchun, Jia Hengyi, Li Xianglan at Institute of soil and water conservation, CAS, Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Professor Sun Lida, Sun Baoping at Beijing Forest University, Professor Benjiang zhaofu at dai guang xu chan University and the managers of grassland management station at Mountain Yunwu in the the Ningxia Hui Autonomous Region who provided guidance. I would also like to thank high-ranking laboratory technician Yong Shaoping and post-gradnate Wang Jing for her rectification, organization and analysis. I thank my colleague Wang Peizhen for providing graphs.

Author's

2001-10



# 目 录

---

序

前言

<b>第一章 黄土高原自然概况 .....</b>	<b>(1)</b>
第一节 地理位置.....	(3)
第二节 地形地貌.....	(3)
第三节 气候.....	(7)
第四节 土壤.....	(12)
第五节 地带性植被.....	(13)
<b>第二章 自然及人为活动对植被的影响 .....</b>	<b>(18)</b>
第一节 地理位置与气候条件对植被的影响.....	(18)
第二节 土壤条件对植被的影响.....	(19)
第三节 自然与人类经济活动对植被的影响.....	(19)
<b>第三章 植被分布的地带性 .....</b>	<b>(24)</b>
第一节 植被水平分布.....	(25)
第二节 山地植被垂直分布.....	(27)
第三节 植被非地带性分布.....	(34)
<b>第四章 森林植被资源 .....</b>	<b>(36)</b>
第一节 森林植被水平分布.....	(36)
第二节 森林植被垂直分布.....	(38)
第三节 森林植被资源特征.....	(39)
<b>第五章 落叶灌丛植被资源 .....</b>	<b>(56)</b>
第一节 高寒中生落叶灌丛.....	(56)

第二节 温带山地中生落叶灌丛.....	(58)
第三节 温性旱生落叶灌丛.....	(66)
第四节 温性沙生落叶灌丛.....	(72)
<b>第六章 草地植被资源与管理.....</b>	<b>(74)</b>
第一节 草地分类原则.....	(74)
第二节 草地资源类型.....	(75)
第三节 草地资源特点.....	(96)
<b>第七章 植物资源与开发利用.....</b>	<b>(101)</b>
第一节 优良植物资源分布.....	(101)
第二节 植物生态经济类群.....	(105)
第三节 适宜引种驯化的优良植物.....	(113)
<b>第八章 植被的演替过程 .....</b>	<b>(116)</b>
第一节 森林植被的演替.....	(116)
第二节 灌丛植被的演替.....	(128)
第三节 草原植被的演替.....	(131)
第四节 改良草地植被的演替.....	(143)
<b>第九章 植被水土保持效应.....</b>	<b>(147)</b>
第一节 子午岭植被类型特征与水土保持.....	(147)
第二节 六盘山植被生物量与生态水文效应.....	(155)
第三节 黄龙山植被类型特征与保水作用.....	(161)
第四节 草地水土保持作用与效益.....	(170)
第五节 草地提高土壤抗冲性的机理.....	(173)
<b>第十章 植被保护与建造 .....</b>	<b>(178)</b>
第一节 森林保护与利用.....	(179)
第二节 灌木林保护与利用.....	(187)
第三节 抗旱覆盖造林技术.....	(193)
第四节 复层植被立体配置与建造.....	(197)
<b>第十一章 植被建设分区与合理布局 .....</b>	<b>(218)</b>
第一节 植被建设分区原则与依据.....	(218)
第二节 植被分区概述.....	(220)
<b>第十二章 林草植被恢复 .....</b>	<b>(235)</b>
第一节 林草植被封育技术.....	(235)
第二节 林草植被封育效果.....	(237)

第三节 天然草地补播改良.....	(270)
<b>第十三章 人工草地植被建造技术.....</b>	<b>(275)</b>
第一节 人工草地概况.....	(275)
第二节 人工草地培育途径.....	(276)
第三节 人工草地的培育与更新技术.....	(287)
第四节 人工草地管理.....	(301)
<b>第十四章 草地植被利用与群落结构.....</b>	<b>(305)</b>
第一节 草地植被群落结构的变化.....	(306)
第二节 草地植被群落生物量变化.....	(318)
<b>第十五章 林草地土壤水分特征.....</b>	<b>(327)</b>
第一节 天然次生林土壤水分特征.....	(327)
第二节 乔木林地土壤水分特征.....	(332)
第三节 灌木林地土壤水分特征.....	(338)
第四节 天然草地土壤水分特征.....	(344)
第五节 植被地带性土壤水分特征.....	(352)
<b>第十六章 植被恢复前景.....</b>	<b>(355)</b>
第一节 植被恢复的可能性分析.....	(355)
第二节 植被恢复的途径与方法.....	(363)
第三节 植被恢复中存在的问题与对策.....	(367)
参考文献.....	(373)
黄土高原植物名录.....	(379)