

湖南省科学技术厅 2008 年度出版基金资助项目

紫色土山丘区综合治理配套技术研究与示范

# 紫色土山丘区

## 水土流失治理技术

谢庭生 魏晓 赵玲 王芳 谢树春 彭熙 刘玉桥/等著

下 篇

湖南省科学技术厅 2008 年度出版基金资助项目

紫色土山丘区综合治理配套技术研究与示范

# 紫色土山丘区

## 水土流失治理技术

谢庭生 魏晓 赵玲 王芳 谢树春 彭熙 刘玉桥/等著

江苏工业学院图书馆  
藏书章

图书在版编目 (C I P) 数据

紫色土山丘区水土流失治理技术 / 谢庭生等著. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2008. 12  
(紫色土山丘区综合治理配套技术与示范; 下篇)  
ISBN 978-7-5357-5348-9

I. 紫… II. 谢… III. 紫色土—丘陵地—水土保持—研究—中国 IV. S157.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 098541 号

紫色土山丘区综合治理配套技术与示范 (下篇)

**紫色土山丘区水土流失治理技术**

著 者: 谢庭生 魏 晓 赵 玲 王 芳 谢树春 彭 熙 刘玉桥 等

策划编辑: 陈澧晖

文字编辑: 胡捷晖

出版发行: 湖南科学技术出版社有限责任公司

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

印 刷: 长沙市宏发印刷厂

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市岳麓区银盆北路(银太纺织厂内)

邮 编: 410013

出版日期: 2008 年 12 月第 1 版第 1 次

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 20.25

插 页: 4

字 数: 498000

书 号: ISBN 978-7-5357-5348-9

定 价: 72.00 元

(版权所有 翻印必究)

## 内 容 简 介

本书是湖南省科学技术委员会八五、九五科技攻关项目《紫色土山丘综合治理配套技术研究与示范》研究报告的中篇，共有 15 章。第 1 章阐明了紫色土山丘植被恢复的技术原理和途径。第 2 章阐述了紫色土山丘陵山区适宜树种草种筛选方法与优化配置。第 3 章和第 4 章为紫色土丘陵山地生态退耕的坡耕地植被恢复模式及其与绿肥优化配置。第 5 章和第 6 章为紫色土山丘人工草地建设与牧草栽培技术。第 7 章为紫色土山丘区果树优质高效栽培技术。第 8 章至第 10 章为紫色土丘岗地薪炭林、用材林、经济林丰产技术研究。第 11 章为紫色土山丘区植被生态修复与开发利用研究。第 12 章和第 13 章为贵州紫色土山丘主要淀粉植物栽培技术与湘中紫色土丘陵区乌柏品种类型调查和丰产优质栽培技术。第 14 章为贵州高原紫色土山丘区经济林果树树种栽培基地选择指标体系研究。第 15 章为衡阳盆地蜜源植物开发利用。

本书的特点是：①以植被恢复为核心，理论与实践紧密结合；②应用了国内外有关学科的新技术和新方法；③创造了一些新方法和新成果。

本书可供土壤学、农学、地理学、土地资源学、生态学、林学、环境科学、草地学等科研和教育工作者参考，也可供有关部门的行政和生产管理干部及有关专业的高校和中学师生阅读使用。

# 研究概况

(代序)

中国紫色土山丘区分布于南方四川、重庆、云南、贵州、湖南、湖北、安徽、陕西、河南、江苏、海南等省、市(区),总面积达 2188.1 万  $\text{hm}^2$  (合 3.28215 万亩)。其中,湖南和贵州紫色土山丘区约 267 万  $\text{hm}^2$  (合 4000 万亩),主要类型在我国具有代表性。

## 1 紫色土山丘区的重要地位和生态背景

紫色土山丘是我国独有的土地类型,也是我国的一类特殊的土地资源。这类土地以其土壤特别的色泽、优良的自然肥力等而成为我国一种特有的、具有发展农业优势的宝贵土地资源。由于紫色土山丘区气候温和,雨量充沛,适宜多种农作物和林木生长,并且紫色土含磷、钾、钙等盐基物质较多,自然肥力高,因而紫色土山丘区盛产各种粮食作物(水稻、小麦、玉米、红薯、马铃薯、豆类和高粱等)和经济作物(油菜、甘蔗、棉花、麻、蚕茧、柑橘和花生等),还盛产生猪和鲜鱼,历来是南方各省农业发展的主要区域。紫色土山丘区农业总产值、粮食总产量均占全国 6% 以上。我国目前所产的 830 万 t 油菜子、8344 万 t 甘蔗、263 万 t 烟叶、67 万 t 茶叶、859 万 t 柑橘等产品的产量有相当一部分产于紫色土丘陵区。紫色土丘陵区出产的桐油、生漆、乌桕、油茶、棕片、中药材及木材、竹材、薪柴等,也在全国占有重要地位。

但是,紫色土山丘区生态问题和本身的生产性问题特别突出。紫色土山丘生态环境脆弱,气候干旱,水土流失严重;紫色土耐旱性差,土壤养分含量不协调,紫色土本身不耐侵蚀。在植被遭到破坏后,紫色岩山丘表土很快被流失,土地大量荒芜,恢复林草植被十分困难,农林牧生产受到很大制约。

## 2 项目主要研究内容

为了改变紫色土山丘区生态环境恶化的局面,发展这一地区农业生产,振兴农村经济,由湖南省经济地理研究所牵头,与湖南省有关科研单位、生产部门、学校和贵州省山地资源研究所协作,从 20 世纪 80 年代起,分别在湘中和黔中建立试验区,开展了紫色土山丘综合开发治理研究。本项目“紫色土山丘综合治理配套技术与示范”是这一系列研究之中的一个攻关项目,从 1988 年开始,至 2007 年结束,历时 20 年。主要研究内容有以下 5 个方面:

(1) 土壤侵蚀与水土流失治理技术研究:水土流失规律与土壤允许侵蚀量、水土保持木本植物根系分布类型与生态学原理、湘中紫色土丘陵区水土保持木本植物根系分布类型调查与分类、湘中与贵州紫色土山丘水土保持技术体系及其水保效应。

(2) 紫色土山丘林草植被恢复与重建技术、林草植被恢复的技术原理和途径、湘黔紫色土山丘区适宜树种、草种遴选与优化配置技术、退耕地植被恢复模式与技术、良种果树优质丰产栽培技术、薪炭林速生丰产技术、经济林树种引种栽培技术、贵州高原紫色土区经济林果栽培基地选择指标体系。

(3) 紫色土山丘区农林牧渔复合配置模式与技术体系和种植制度发展方向。

(4) 紫色土山丘区土壤抗旱与土壤改良技术体系。

(5) 紫色土山丘区综合治理开发与植被恢复示范区建设技术方法和数据库及专家系统构建技术。

这一项目具有多项特点：一是紫色土山丘大多母岩裸露，坡地土层极薄，造林种草难成活，项目实施难度大；二是治理范围广，跨湘黔两省；示范区跨 4 个乡镇，面积达 12 万余亩 ( $8000\text{hm}^2$ )；三是持续时间长，达 20 余年；四是技术综合性强，计算机技术、示范区建设技术等组装成综合治理技术；五是成效显著，理论创新和技术创新多。示范区治理率达 100%，坡地植被恢复率达 95% 以上，土地利用率达 100%，人均纯收入提高 75 倍；理论创新和技术创新有 10 余项，包括水土保持木本植物根系分布形态的壕沟二道剖面调查法、紫色土山丘区不同土地类型 130 种适宜树种草种遴选方法、45 种水土保持木本植物根系型与土地类型对位配置技术、退耕还林果草配置模式与技术、制定 9 个土地利用类型土壤允许流失量、经济林果引种栽培技术，示范区的规划设计、核心技术等。

### 3 关键技术

(1) 土地类型分类与治理技术配置。紫色土山丘组成要素不同，土地类型也不相同。不同土地类型其生态特征和存在的生态问题也不一样。因此，紫色土山丘的治理，必须按不同的土地类型采取不同的关键技术，划分紫色土山丘的土地类型，是采用关键技术进行治理的重要条件和前提。

本项目示范区选在衡南县中北部，包括谭子山镇、洲市乡、大山乡、京山乡、泉湖乡、龙秀乡、永兴乡。依据土地资源学土地分类的原理，区内紫色土山丘土地类型分类系统分为 3 级，共划分 33 个土地类型，每个土地类型配置对应的治理技术，效果十分显著。

(2) 水土保持木本植物根系型造林种果对位配置技术。采用壕沟二道剖面根系形态调查技术，即应用壕沟法及方格网，在一定范围内测定土体不同深度各层根系分布量及分布相关位置，以细根不同深度分布类型、细根多寡数类别、大根不同深度分布类型、大根根数类别、各深度的频度分布类型、根系最大深度分布类型、根系扩展分布类型等 7 个因子为根系分布类型划分依据，将刺槐、马尾松、湿地松、栓皮栎、重阳木、扁柏、刺柏、牡荆、柑橘、柚子树、枣树等 43 种紫色土区乔木、灌木、经济林果的根系分布形态按深浅分为深根性、中根性、浅根性根系型；按根系深浅与疏密程度分为深密根系型、浅密根系型、疏根根系型；按根系扩展程度分为横走型、直角型、垂直与水平型、团网型、垂直型；按水土保持与防风用途分为防坍根系型、固土根系型、防风根系型。

43 种木本植物根系型在水土保持上应用于防止陡坡崩坍，防止水土流失，增加渗透，改良土壤；在林业上用于选定不同土壤条件的造林树种，确定造林的株行距、间伐方式，混农林营造的依据。从而解决了项目区造林水土保持效果不显著、根系深浅树种配置不当、株行距和间伐方式不当、混农林树种选择不当等问题。同一般林地相比，崩坍发生率由 10.5% 下降到 0.5%，表层土壤水土流失面积率由 21.0% 下降到 2.3%，3 年生混交林年生物量增加 150kg/亩 (干重)，水土保持效益和经济效益显著。

(3) 不同草本植物篱混种技术。通过处理 1：香根草+龙须草等高植物篱、处理 2：芦竹+香根草等高植物篱、处理 3：狗尾草+牛筋草+牛扁草混种等高植物篱、处理 4：香根草等高植物篱、处理 5：芦竹等高植物篱、处理 6：对照，不设植物篱试验。

结果表明：各种植物篱都有明显的减少径流和泥沙、增厚土层、增加植物种类、提高覆盖

度的效果，而 2 种或 2 种以上植物篱比单一植物篱效果更好；效果大小依次为处理 1>处理 3>处理 2>处理 4>处理 5>处理 6。香根草与龙须草混种植物篱拦蓄径流、减少泥沙流失效果最显著，因需生长在 10cm 以上土层，故以配置在中下坡地段为宜；芦竹、香根草直立性好，抗冲力强，宜配置在下坡地段侵蚀沟内；狗尾草、牛扁草、牛筋草混种植物篱拦蓄小到中雨时期的径流和泥沙效果优于暴雨时期，且根浅，故宜配置在紫色土山丘上坡地段。这一植物篱混种技术解决了紫色土坡地水土保持多种草本植物篱如何搭配、生物措施如何配置等问题，径流量减少 75.60%~77.88%，泥沙流失量减少 94.03%~95.39%，3 年土层增厚 10.8~12.2cm，植被覆盖度增加 25%~27%，生态效益极显著。

(4) 建立紫色土山丘不同岩性旱耕地、果园、林地水土流失治理指标。通过对湘中紫色土丘岗区水土流失治理后不同土地利用类型特征值进行比较，选取其中治理程度高、治理技术措施配置合理、投入经费合算、综合效益显著的土地利用类型，统计侵蚀模数，并充分考虑成土速率、土层厚度、土壤养分等因素，提出了岗地紫色土旱地紫泥土林地、岗地紫沙泥土旱耕地、岗地紫沙泥土果园地、岗地紫沙泥土林地等 9 个土地利用类型的土壤容许流失量分别为  $38t/km^2 \cdot a$ 、 $150t/km^2 \cdot a$ 、 $38t/km^2 \cdot a$ 、 $180t/km^2 \cdot a$ 、 $100t/km^2 \cdot a$ 、 $38t/km^2 \cdot a$ 、 $170t/km^2 \cdot a$ 、 $110t/km^2 \cdot a$ 、 $38t/km^2 \cdot a$ 。并提出可以将这些 T 值作为这 9 个土地利用类型水土流失治理指标。从而解决了这些土地利用类型治理目标，如何配置水土保持措施等问题，对紫色土山丘旱耕地、果园林地治理有重要意义。

(5) 土体保护技术。建立了以蓄水防冲为中心的土体保护技术，以提高土壤透水、蓄水和抗蚀能力，减少土壤侵蚀。修水平沟、鱼鳞坑、护沟埂，应用防冲技术以及增施有机肥、改良土壤结构、稻草覆盖、平衡施肥、客土掺沙、果园和林地间种作物的蓄水技术，后者使土壤渗透系数提高数倍，一般 1 分钟渗透系数由 0.18 上升到 1.41。增厚土层，增加土壤库容，提高土壤蓄水能力，减少径流，10cm 土层含水量 9.4%~11.4%，20cm 土层含水量达 10%~14.2%，作物增产 150%~200%，水保效益和经济效益显著。

(6) 水保型耕作技术。这一技术包括水平梯土，改顺坡直耕为等高横耕、等高带状种植、等高林间间种、免耕、垄耕、带状耕作等水保持耕作法，这一技术改变了微地貌，截短坡长，增加地面粗糙度，减低径流速度，延长水分入渗时间，并增加地面覆盖，减少雨滴对表土溅击。减少土壤侵蚀量 45%~80%，作物增产 19%~75%，生态效益、经济效益极显著。

以上关键技术中，按根系型对位配置造水土保持林，这是大环境治理水土流失技术；按多种草本植物混合技术建植物篱，这是坡面中环境治理水土流失技术；按土壤容许流失量，采用土体保护技术、水保型土壤耕作技术，这是小环境治理水土流失技术。三个层次技术组装在一起，形成了紫色土山丘区水土保持技术体系，其水保作用和效益十分显著。

(7) 130 多种适宜不同紫色土山丘类型树种草种遴选与优化混交配置技术。采用植物生长情况监测方法，遴选出 130 多种适宜不同紫色土山丘类型的树种草种；通过混交林在不同土地类型生长情况监测分析，提出了乔木与灌木、深根性与浅根性、豆科与非豆科、根系横走与垂直型混合配置的优化模式和技术。解决了紫色土山丘区造林种草的适地适树适草适种，避免了树木互相争夺水分养分问题，使植树种草成活率大幅提高，生长速度快，充分利用各层土壤养分和水分，用地与养地相结合，攻克了湘中石灰性紫色土丘岗造林种树难成活的难题。成活率由 30% 提高到 90% 以上，石灰性紫色土丘岗地造林成活率由 5% 提高到 90%，最高达 96%；生长速度、林冠面积、郁闭度分别为一般林地的 2.44 倍、1.13 倍、1.09 倍；混交林在紫色土山丘不同类型成活率最高达 98%，生长速度为纯林的 1.25 倍。

(8) 紫色土山丘退耕植被恢复模式与技术。实验研究提出了退耕地中急坡灌草模式、陡坡



地乔灌草模式、缓坡地经济林与绿肥配置模式及其适宜树种草种优化配置技术。实验结果表明,急坡地以牡荆、乌瓦雀稗、假俭草—白花草木樨两个模式减流减沙效果最好;种植3年后减沙率达77%~94%,草本植物优良牧草养牛效益显著;酸性紫色土坡地以湿地松+兰果树—檫木、桉木—草木樨+狗尾巴草+野燕麦、毛花雀稗,马尾松+刺槐+枫香—牡荆+糯米条+胡枝子+草木樨+毛花雀稗+狗尾草+野燕麦+牛筋草、马尾松(湿地松)—紫穗槐—草木樨+毛花雀稗+狗尾草+野燕麦+牛筋草等3个模式减速流沙效果最佳。解决了豆科与非豆科、深根系与浅根系、横走根系型与狭窄根系型、速生丰产型与速生非丰产型植物搭配问题,并通过采取开水平沟聚土作埂整地、刺槐平茬、马尾松刀抚抚育等措施,解决了增厚土层,切断坡面径流,提高土壤含水量问题,水土流失基本控制。第一模式7年生平均树高7.14m,每亩立木材积 $4.05\text{m}^3$ ,为湿地松纯林的1.31倍,经济效益显著。中性紫色土陡坡退耕地36种乔灌草优化模式,7年生马尾松材积为纯林的1.09倍。石灰性紫色土陡坡退耕地以刺槐+苦楝—紫穗槐+牡荆+草木樨+毛花雀稗+鸡眼草+狗尾草模式最好。

此外,陡坡退耕地龙须草与林木间作,篁竹草、象草与林木间作,控制了水土流失,每亩收入达700~1000元,经济效益较大。

缓坡退耕地林果模式以奈李、枣树、乌桕、柿树,幼龄期分别套种猪屎豆、豇豆、草木樨、小冠花效果最好,土壤有机质、全氮、碱解氮都有大幅增加,分别达到37.83%~65.41%、113.73%~145.10%、4.13%~23.92%,速效P、K也明显增加,容重下降,经济林果生长幅度分别增长22.12%~38.33%、10.99%~29.25%、20.35%~34.64%、12.05%~22.52%,效果也很显著。紫色土缓坡退耕地经济林果与绿肥优化模式和技术解决了水土流失治理、土壤改良、发展农林牧产业、增加经济收入等问题。

(9) 封山育林育草技术。以紫色土山丘类型划分为基础,选择有林草种质资源、坡地土壤A层未全部破坏的荒山迹地,封禁后,8~10年恢复成阔叶林,经过补植、抚改,形成速生丰产针阔混交林,覆盖率达100%,水土保持效果与乔灌草全面覆盖的人工林接近。封育18年,立木蓄积量 $146\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,经济效益十分显著,这一技术缩短了荒山迹地森林植被恢复的时间,减少了投入,提高了效益。

(10) 经济林引种与用材林、薪炭林速生丰产技术。在衡阳盆地引进沪溪葡萄桐、杨树抗性新品种,获得成功,提出了栽培技术;还提出了主要用材林、薪炭林树种速生丰产栽培技术。解决了衡阳盆地桐树效益低、杨树病虫害多的问题和新炭林、用材林生长慢、见效迟的问题。4年生刺槐林产柴量达 $6430.5\text{kg}/\text{hm}^2$ ,较一般刺槐林高27.0%;7年生湿地松立木材积 $46.62\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,较一般湿地松林高30.5%,技术经济效益很显著。

这一技术与遴选不同紫色土山丘类型适宜树种草种,及林草优化配置模式与技术、退耕还林模式与技术、封山育林技术,通过搭口技术,组装成紫色土山丘植被恢复重建技术体系。

(11) 土壤改良与土壤抗旱技术。开沟排水、降低地下水位、平衡施肥、增施有机肥、客土掺沙、水旱轮作、聚土、豆科作物与非豆科作物间种、深耕、免耕、稻—鸭—鱼结合等措施,以及调整土壤结构,增施有机肥,降低土壤水势能,提高土壤含水量,土壤含水率增加0.5%~4.1%,缓解了衡阳盆地土壤抗旱性差的缺陷,粮食作物增产幅度达10%~30%,经济作物增产幅度达8%~15%,效果极其显著。

(12) 农林牧渔复合配置模式与技术。提出鸡—猪—鱼—粮、猪—鱼—粮、鸭—鱼—粮、烟—稻、棉(间套种烟、瓜、菜)—稻、林农间作等复合农业模式,以及调整种植制度、改良土壤、改造山平塘、人工种草等配套措施,组装成农林牧渔复合技术体系,使一个环节的产出为另一个环节的投入,减少了废物,节省了生产成本,提高了效益。棉田套种烤烟、瓜类,每亩增



加纯收入 1000 元左右；鸭—鱼—粮模式每亩水面增收 3~10 倍，增产粮食 8%~12%。

(13) 示范区建设方法。采用土地分类、规划设计、治理目标、核心技术相结合的方法，完善了工联村紫色土丘岗综合开发治理示范区，建成了油子岭、泉湖乡、龙秀乡、永兴乡紫色土山丘植被恢复示范区。

(14) 技术集成。在土地分类的基础上，将水土流失治理技术、植被恢复技术、土壤改良与土壤抗旱技术、农林牧渔复合技术配置到各个土地生态类型；以农林牧渔复合模式为纽带，将各项技术组装成紫色土山丘综合治理技术体系，促进了农林牧渔业结构优化升级和实现行业技术跨越，生态效益、经济效益、社会效益大大提高，加快了紫色土山丘开发治理产业化和农业生态的持续发展。示范区土地利用率达到 100%，水土流失治理率达到 99%，年土壤侵蚀模数由  $860\text{t}/\text{hm}^2$  下降到  $1.63\text{t}/\text{hm}^2$ ，林草覆盖率达 95.0%，稻田水旱轮作面积率达 100%，稻草还田率达 80%，灌溉水效益由每立方米生产 6.8kg 粮食提高到 12kg 粮食，耕地农业 GDP 由每亩 560 元提高到 2400 元，林果地 GDP 由每亩 12 元提高到 1200 元，山平塘每亩产鲜鱼由 40kg 提高到 520kg。农业结构得到不断优化，由单一的粮食生产发展为粮食、棉（烟）、水果、生猪、养鸭、养鱼六大产业；农业总产值中，各产业产值比重发生很大变化，种植业由 78.5% 下降到 25.8%，林果业由 2.2% 上升到 15.5%，畜牧业由 10.3% 上升到 45.1%，渔业由 3.5% 上升到 6.5%，副业由 5.5% 上升到 7.1%；种植业中，稻谷产值比例下降，棉花、烤烟等经济作物比例大幅上升；人均纯收入由 1987 年的 78 元提高到 2007 年的 6200 元，增加了 78.5 倍。这是技术高度综合化、集成化的结果。

## 4 应用情况

该项目采取边试验示范、边推广应用的方法，20 年来，在湖南、贵州推广本项目的水土保持技术、植被恢复与重建技术、土壤改良与土壤抗旱技术、植被恢复与重建技术、农林牧渔复合技术，取得了重大的经济效益、生态效益和社会效益。

(1) 推广封山育林技术、林草与土地类型对应配置技术和混交优化配置模式、退耕还林模式与技术，恢复林草植被  $33.3\text{万 hm}^2$ ，其中种植经济林果  $4.8\text{万 hm}^2$ ，平均亩产干果 500kg，亩产水果 1000~1500kg，每亩产值 1000~4000 元；营造用材林、薪炭林  $23.2\text{万 hm}^2$ ，每亩产木材  $5\text{m}^3$ ，产薪柴 800kg；封山育林  $5.3\text{万 hm}^2$ ，每亩增加产值 50~80 元（包括养蜂、养牛）。

(2) 推广烟—稻、棉—稻轮作技术、棉 / 烟套种技术  $9.7\text{万 hm}^2$ ，每亩增加产值 1400~3800 元。

(3) 推广低产田土改良技术  $15.3\text{万 hm}^2$ ，土壤抗旱技术  $4\text{万 hm}^2$ ，冬季农业开发技术  $5.07\text{万 hm}^2$ ，每亩降低成本 30 元，增产稻谷 120kg；增产油莱子 28kg。

(4) 旱土坡改梯、增施有机肥、留茬耕作、少耕、秸秆覆盖等综合技术  $4\text{万 hm}^2$ ，每亩年增产值 100~150 元，减少  $1/3$  肥料损失。

(5) 推广水面鳊鱼结合立体养殖技术，每亩水面年增产鲜鱼 50~500kg。

(6) 共治水土流失  $46.7\text{万 hm}^2$ 。近三年来，各项技术推广应用面积约 1000 万亩，共增产木材 400 万  $\text{m}^3$ 、薪柴 40 万 t、干果 20 万 t、水果 19.2 万 t、粮食 21.6 万 t、棉花 428 万 t，增产鸭子 600 羽、鲜鱼 1.52 万 t；减少肥料损失 3348 万 kg；三年增加农业产值 92.54 亿元，增加纯收入 5.21 亿元，有 104 万户农民增加收入，年户均增收 843.5 元。

谢庭生

2008 年 1 月 5 日

# 前 言

《紫色土山丘区综合治理配套技术研究示范》是湖南省科学技术委员会“八五”、“九五”科技攻关项目，由湖南省经济地理研究所主持，协作单位有衡阳市农业局、衡南县林业局、长沙理工大学、贵州省山地资源研究所、中南大学、衡阳市林业科学研究所、衡阳师范学院资源环境与旅游管理系、衡阳市第十五中学、湖南省土壤肥料研究所、中国台湾中兴大学水土保持学系、俄罗斯科学院基础生物研究所、俄罗斯科学院乌布苏诺尔国际生物圈研究中心、俄罗斯莫斯科市政府信息技术研究所等。研究报告分上篇《紫色土山丘区农业综合发展及土壤改良技术》、中篇《紫色土丘陵山地植被恢复技术》、下篇《紫色土丘陵山区水土流失治理技术》三部分，近200万字，系统地总结了20年来科学试验研究创造的紫色土山丘区综合治理配套技术和示范区建设方法与成就。

下篇《紫色土丘陵山区水土流失治理技术》共有10章和1个附录，内容包括中国紫色土山丘区水土流失与治理概况，紫色土山丘水土流失规律与土壤容许侵蚀量，水土保持木本植物根系型研究与基本理论，湘中紫色土丘陵区水土保持木本植物根系分布类型调查，基于GIS的湘中紫色土山丘区水土保持植被措施“专家”系统研究，湘中紫色土丘陵区水土保持技术体系及优化配置研究，贵州高原紫色土山丘水土保持技术体系研究，湘中紫色土丘陵区果园水土保持技术试验研究，湘中紫色土旱耕地水土保持技术试验，贵州高原紫色土丘陵区旱地水土保持技术研究，以及附录紫色土山丘区水土保持植物134种。其中，湘中紫色土丘陵不同草本植物混种植物篱技术、湘中紫色土丘陵区9个土地类型土壤容许流失量、壕沟二道剖面法调查木本植物根系分布形态、紫色土岗地造土果园壤中流和地下径流调控方法等，均属重要的技术发明。

湖南省人民政府、湖南省科学技术委员会、湖南省农村工作领导小组办公室、衡阳市人民政府、衡南县人民政府、湖南省科学技术研究开发院、湖南省外国专家局对本项目给予了大力支持；台湾中兴大学水土保持学系对本项目水土保持研究给予了大力支持和热忱指导；俄罗斯科学院基础生物研究所、乌布苏诺尔国际生物圈研究中心给予了热忱帮助。中国工程院院士，原农业、轻工、环境学部主任石玉林先生多次到项目区现场指导科学实验，帮助课题组提高研究水平。俄罗斯科学院克尔任采夫院士，近8年来每年都到项目区指导工作。湖南省科学技术委员会原主任陶敏博士大力支持本项目立项，并到项目区考察和指导工作；湖南省科学技术厅王柯敏厅长对本项研究成果十分关心和重视，副厅长王腊生、陈仲伯、梁秋松等领导同志对本项目给予了悉心指导；衡阳市委常委、秘书长杨邦伟，衡南县政协主席、原县委常委、副县长蒋发明，20年来一直十分重视和大力支持本项目的科学试验、技术成果推广应用；中国科学院地理科学与资源研究所博士生导师、研究员申元村，台湾中兴大学

教授颜正平，湖南农业大学教授刘强、张杨珠，湖南省土壤肥料工作站谢卫国站长，黄铁平、彭福茂副站长，夏海鳌、危长宽教授，湖南省林业科学院研究员袁正科等著名专家，长期以来十分关心和支持本项目的研究工作；本书的出版得到了湖南省第十一届人大代表、德源集团谢宗廷董事长的慷慨资助。在此，我们一并表示衷心的感谢和致以最崇高的敬意！

由于研究水平有限，研究报告中的不足之处在所难免，恳请批评指正。

谢庭生

2008年5月18日

项目下达部门：湖南省科学技术厅

项目主持单位：湖南省经济地理研究所

项目协作单位：衡阳市农业局

衡南县林业局

长沙理工大学

贵州省山地资源研究所

中南大学

衡阳市林业科学研究所

衡阳市第十五中学

湖南省土壤肥料研究所

台湾中兴大学水土保持学系

衡阳师范学院资源环境与旅游管理系

俄罗斯科学院基础生物研究所

俄罗斯科学院西伯利亚分院 乌布苏诺尔国际生物圈研究中心

俄罗斯图瓦共和国

俄罗斯莫斯科市政府信息技术研究所

项目顾问：

石玉林 中国工程院院士，原农业、轻工、环境学部主任，中国科学院地理科学与资源研究所研究员，博士生导师

杨邦伟 中共衡阳市委常委、秘书长，衡阳市人民政府原副市长

蒋发明 衡南县政协主席，原中共衡南县委常委、衡南县人民政府副县长

申元村 中国科学院地理科学与资源研究所研究员，博士生导师

颜正平 台湾中兴大学水土保持学系教授

张扬珠 湖南农业大学资源环境学院教授

袁正科 湖南省林业科学院研究员

项目主持人（主编）：谢庭生

主要研究人员（著作者）：谢庭生 魏 晓 赵 玲 王 芳 谢树春  
彭 熙 刘玉桥 颜正平 黄剑波 何英豪  
李安定 戴运兴 黄金莲 王际香 李苇洁  
汪明衡 胡耀乐 吴土章 尹幸芳

参加人：谢自楚 田亚平 谢庭祥 谢树亚 欧仁国  
罗时琴 李一兵 张均可 贺鸿君 肖功含  
丁隆炎 贺光荣 张淑槐 王裕文 曾美仓  
籍瑞芬 刘代平 A·S·克尔任采夫  
V·V·维拉 V·V·布格洛夫斯基 库尔巴茨卡娅  
泽列斯卡娅·娜佳 米加 胡加科夫 捷米多夫  
别利阿耶夫 萨雅娜 阿丽达 捷耶娃 娜达莎  
库尔古艾斯·紫鲁 米兰

# 目 录

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 第 1 章 中国紫色土山丘区水土流失                | (1)   |
| 第 1 节 区域基本特征                      | (1)   |
| 第 2 节 水土流失状况                      | (5)   |
| 第 3 节 水土流失成因分析与治理途径               | (9)   |
| 第 2 章 紫色土山丘区水土流失规律分析与各土地类型土壤容许侵蚀量 | (15)  |
| 第 1 节 湘中紫色土丘陵区不同草本植物混种植物蓄水土保持效应研究 | (15)  |
| 第 2 节 湘中紫色土丘陵区水土流失规律分析            | (21)  |
| 第 3 节 湘中紫色土丘陵区各土地类型土壤容许流失量        | (32)  |
| 第 4 节 黔中紫色土丘陵区水土流失规律分析            | (36)  |
| 第 5 节 黔西北紫色土山地水土流失规律分析与土壤容许侵蚀量    | (43)  |
| 第 6 节 衡阳盆地防护林幼林林分结构水土流失规律研究       | (48)  |
| 第 3 章 植物根系型研究与基本理论                | (55)  |
| 第 1 节 根系分布类型研究发展概况与应用             | (55)  |
| 第 2 节 根系分布规律与生态学原理                | (60)  |
| 第 4 章 湘中紫色土丘陵区水土保持木本植物根系分布类型调查    | (65)  |
| 第 1 节 调查区概况与调查方法                  | (65)  |
| 第 2 节 调查结果                        | (67)  |
| 第 3 节 调查木根系分布类型分类与讨论              | (155) |
| 第 5 章 基于 GIS 的湘中紫色土山丘区水土保持专家系统研究  | (158) |
| 第 1 节 研究背景与系统总体结构                 | (158) |
| 第 2 节 系统设计                        | (163) |
| 第 6 章 湘中紫色土丘陵区水土保持技术体系及优化配置研究     | (176) |
| 第 1 节 衡阳盆地紫色土丘岗地退化特征及生态重建技术试验     | (176) |
| 第 2 节 紫色土岗地造土果园壤中流和地下径流调控技术体系初步研究 | (184) |
| 第 3 节 紫色土坡地旱耕地水土保持技术体系研究          | (187) |
| 第 4 节 紫色土山丘边坡地水土保持技术体系研究          | (199) |
| 第 7 章 贵州高原紫色土山丘水土保持技术体系研究         | (209) |
| 第 1 节 贵州紫色土概况                     | (209) |
| 第 2 节 茅台地区紫色土山丘林草水土保持技术体系研究       | (216) |
| 第 3 节 遵义地区紫色土丘陵旱耕地水土保持技术体系研究      | (223) |

|               |                                 |       |
|---------------|---------------------------------|-------|
| 第4节           | 黔北紫色土山丘果园水土保持技术体系研究·····        | (228) |
| 第8章           | 湘中紫色土丘陵区果园水土保持技术试验研究·····       | (232) |
| 第1节           | 紫色土丘陵果园不同管理技术水土保持效应试验·····      | (232) |
| 第2节           | 湘中紫色土岗地果园撩壕整地配套技术的水土保持效应试验····· | (239) |
| 第9章           | 湘中紫色土岗地旱耕地水土保持技术试验·····         | (247) |
| 第1节           | 湘中紫色土岗地旱耕地坡改梯蓄水保土效应试验·····      | (247) |
| 第2节           | 湘中紫色土旱耕地不同种植模式的水土保持效应试验·····    | (252) |
| 第3节           | 湘中紫色土旱耕地水保型耕作技术的水土保持效应试验·····   | (258) |
| 第4节           | 湘中紫色土坡耕地复合农业技术的水土保持效应研究·····    | (265) |
| 第10章          | 贵州高原紫色土丘陵区旱地水土保持技术研究·····       | (274) |
| 第1节           | 黔中紫色土丘陵区不同土地利用方式水土保持能力研究·····   | (274) |
| 第2节           | 黔西北紫色土丘陵区等高植物篱固土保土效应研究·····     | (278) |
| 第3节           | 黔中紫色土丘陵区农林复合系统水土保持效应研究·····     | (282) |
| 第4节           | 黔北紫色土山丘区坡地带状种植的减流、减沙效应·····     | (286) |
| 附录            | 紫色土山丘区水土保持植物 134 种·····         | (290) |
| 参考文献          | ·····                           | (306) |
| 本书著作人员及参加人员名单 | ·····                           | (311) |

# 第 1 章 中国紫色土山丘区水土流失

## 第 1 节 区域基本特征

紫色土是中国特有土壤类型，主要分布在我国亚热带地区，尤以四川红色盆地分布面积最广，计占全国紫色土面积的 51.53%；云南、湖南、江西、贵州、重庆、广西、广东、浙江、安徽、湖北、福建等省市有一定面积分布，陕西、河南、江苏、海南也有少量分布。青海省东南部的黄河上游坎布拉，有小面积紫色土分布。

### 1 紫色土山丘分布区自然景观基本特征

#### 1.1 地形地貌以盆地丘陵为主，次为高原低山

紫色土是由紫色岩类风化形成的。这类母岩主要分布在河谷盆地地区，是中生代山前断陷构造湖盆内干热气候条件下的内陆沉积物，因而其分布和形态严格受地质构造控制，走向一般为北东—西南向排列，主要呈长条状或环状分布。紫色土分布区的红岩盆地，以四川盆地最大，其他较大的红岩盆地主要有长衡盆地、吉泰盆地、金衢盆地、赣州盆地、韶关盆地、南雄盆地、南宁盆地、永福—桂林盆地、遵义盆地等。紫色岩类易遭剥蚀，多构成馒头状丘陵。故在各盆地中，紫色土地貌多为丘陵岗地；而在盆地边缘，有一部分为紫色岩低山。在云贵高原，紫色土分布区地貌为高原。四川盆地的盆中丘陵，主要为紫色土丘陵。

从整体上看，紫色土山丘分布区水土流失治理的地貌条件较好。目前水土流失主要发生在丘陵岗地上，海拔比较低，坡度一般在  $15^{\circ}$  以下，从地形本身上看，治理难度不大，同时这类地形也是发展生产和农村致富的较好立地，能将治理和开发利用有机结合起来，并且开发和治理兼有距居民点和水源近，劳动力充足以及交通相对便利，治理重点突出。这些都是治理的有利条件。但是，紫色岩性坚硬，如采用爆破方法则投资大，采用植物篱方法，主要只有生态效益；紫色土丘岗相对孤立，切割破碎，不利于发展集中和大规模灌溉系统，其开发治理用水只能以小型提灌为主，加大了治理投资；丘岗多为强度流失区，表土层薄，颗粒粗，肥力低，并且大部分为光板地，治理难度极大。

#### 1.2 气候、土壤和植被组合较好，但植被破坏严重

紫色土山丘主要分布区气候属亚热带季风气候。四川盆地和云贵高原的大部分属中亚热带湿润气候型。由于四川盆地北部秦巴山系屏障，寒潮不易入侵，而东部巫山海拔不高，太平洋暖湿气流从东部伸入四川，是影响四川盆地气候的主要因素。印度洋暖湿气流从南部横



断山脉进入,对云贵高原和四川盆地气候产生重要影响。我国亚热带东部,位于欧亚大陆的最东南端,紧邻太平洋,在季风环境中首当其冲,是我国乃至世界上的主要季风受惠区。我国紫色土分布区,冬季为冷高压控制,盛行干冷冬季风,夏季则为低压控制,盛行暖湿夏季风。本区因此而发育特殊亚热带湿热景观。

我国亚热带东部,年内总辐射量为 $(46\sim 54)\times 10^4\text{ J/cm}^2$ ,5~9月占全年60%~70%,其时间分布与作物生长旺盛季节和非旺盛季节配合较好。年均温度 $14.0\sim 22.0^\circ\text{C}$ ,在时间上冬暖夏热,冬季气温低,但仍在 $0^\circ\text{C}$ 以上,夏季气温在 $30^\circ\text{C}$ 以上, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温为 $4500\sim 8000^\circ\text{C}$ ,无霜期294~365天。年均雨量 $900\sim 2100\text{mm}$ ,除北部地区外,其大部分地区降水量在 $1400\text{mm}$ 以上,粤闽沿海地区在 $1600\text{mm}$ 以上。

根据四川盆地气候差异,可分为北亚热带、中亚热带、南亚热带。 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 $4300\sim 8000^\circ\text{C}$ ,最冷月平均气温 $0\sim 15^\circ\text{C}$ ,绝对低温很少低于 $-5^\circ\text{C}$ 。年降水量 $1000\sim 1500\text{mm}$ ,年太阳辐射总量不足 $418680\text{J/cm}^2$ 。

云贵高原的楚雄年均温 $16\sim 20^\circ\text{C}$ ,年均降水量 $600\sim 1000\text{mm}$ ,干燥度 $0.80\sim 2.70$ ;遵义年均温 $14\sim 16^\circ\text{C}$ ,年均雨量 $1000\sim 1200\text{mm}$ ,干燥度 $0.70\sim 0.90$ 。

紫色土区充沛的降水为这一地区提供了丰富的水资源和水能资源,为发展工农业生产提供了很好的条件。紫色土区是石油和煤炭贫乏地区,能源紧缺,而丰富的水能资源在区域经济建设中占有重要地位。大力开发水能资源,发展小水电,可缓解这一问题和保护农村森林植被。

高温多雨的气候条件,使得区内紫色岩类风化作用强烈,并使得本区成为水蚀地区。

紫色土由于其母岩为紫色砂页岩,岩性疏松,吸热性强,在暖湿气候条件下,土层侵蚀和堆积频繁,故成土作用短,长期处于幼年阶段。另外,土层中含有较多碳酸钙,使其长期达不到富铝化阶段。紫色土土层浅薄,有机质积累作用较弱,其含量一般很低,对植物生长有不利的一面;但磷钾元素含量相当丰富,为一些作物的生长提供了有利条件。

由于气候因素的影响,区内土壤淋溶作用强烈,钙、钾、磷等化学成分含量因此而减少,有的地方速效磷含量低,但生物与土壤间物质能量交换迅速,土壤中生物富集作用较强烈,如植被保持较好,土壤自然肥力仍然较高。区内气候极宜多种植物生长,并且受第四纪冰期气候影响较小,形成植被种多量大,既有大量的自然乔、灌、草植物,同时也有众多的农业作物。在长江以北,既有亚热带常绿树种,也有暖温带落叶阔叶树种,以壳斗科栎属树种最多。在长江以南,以壳斗科、山茶科、冬青科等常绿树种为主。南岭以南的天然植被也为常绿阔叶树,但组成成分中含有若干热带树种。

本区暖湿亚热带特色明显,光热水土条件均较优越,极有利于多种植被生长发育,是我国气候、土壤和植被组合最优的地区。但是,紫色土区森林植被并不占主导地位。较原始的植被主要分布在交通不便、人烟稀少的边远山区,除了部分人工植被外,其余绝大部分山丘岗地植被遭到严重破坏,由于紫色土山丘岗地大多土层极薄,石灰性紫色土适宜植物种类较少,给植被恢复带来诸多困难。

本区气候、植被和土壤条件优于我国其他水土流失区。湿润气候条件既决定了土壤侵蚀主要是水蚀这一根本性质,同时也决定了流失治理的根本原理。由于流失机理是土为主要对象,地表径流则是侵蚀的直接动力,保土必须先得保水,即调控地表径流、地下径流、壤中流的流向、流速,通过生物措施和坡面、沟谷、水库、塘堰等工程措施的滞水或截流,达到防止土壤侵蚀的目的,把水土保持与水土资源合理利用结合起来,化害为利。本区气候条件

对植被生长极为有利,有较多适宜于水土流失区的树种和草种,能生长迅速。无明显水土流失的山丘岗地,通过保护现有植被,就可以防止新的水土流失发生;轻度和中度流失山丘,通过封育和补植,也可以恢复植被,控制水土流失。强度流失的山丘岗地,要采取工程措施与造林种草相结合,最终全面控制水土流失主要靠生物措施。本区气候条件极有利于植被生长,一般水土流失山丘封育5~8年,即可郁闭,水土流失全部控制。强度水土流失山丘,采取各种措施造林种草,封育15年左右,也可全部郁闭,完全控制水土流失。但是,这一地区也有不利于植被恢复的因素。一是暴雨多,对地表冲刷强烈,采取工程措施和建植物篱都易被径流冲毁,造林也易被雨水冲走锄松的泥土;夏季地表土温高,裸土和裸露的风化物最高温度达73.5℃,严重危及新种植的植被成活和生长;水土流失的山丘岗地,一般土层很薄,甚至母岩裸露,给造林种草带来很大的困难。

## 2 社会经济基本特征

### 2.1 农业发展历史悠久,人类活动对生态环境影响深刻

黄河流域和长江流域都是中华文明的发祥地。1965年,在云南元谋发现猿人牙齿化石,它距今有170万年。在距今1万年以前,我国紫色土地地区的先民已从事农业活动。2004年11月,中美联合考古队在湖南道县岩洞里发现了1万年前的稻谷,可能那时人们已开始驯化野生稻。据浙江余姚县河姆渡古代遗址研究,在距今6000~7000年的新石器时代,我国南方氏族社会就已有了原始农业的发展;湖南澧县梦溪、三元宫的大溪文化层遗址发现了稻谷,证明早在6000年前湘北已经种植水稻。在江西省清江县的“关城”遗址中发掘出了大量白衣陶、原始青瓷等,表明在商代这一地区陶器烧造技艺就达到了黄河流域的水平,同时也反映了当时手工业和资源利用在一定程度上有较高水平;江西省新建县大塘赤岸山战国遗址中就有铁斧等铁具,表明了当时冶炼技术较高,并且铁制农具的出现,标志着农垦业已有较大发展;都江堰的修建,促进了成都平原农业生产大发展。汉末因黄河流域战乱,北方人民大量南迁,南方劳动力人口的增加,先进生产技术与方法的传入,促进了南方的农业开发,南方粮食开始大量外运。唐代,南方农业有较大发展。当时民食军用之粮,有相当一部分靠南方供给。唐宋时期,筒车和龙骨水车广泛地应用于农田灌溉,从而促进了南方一些地区丘陵山地的开发,梯田开始出现。

明朝初年,鼓励垦荒,使一般农民和有资力的人都有强烈的置产兴业的欲望,大量荒地开垦出来。清代南方人口大量增加,农业向山区发展。玉米、红薯等高产旱地作物的引种和传播,促进了南方坡地的开发。

人类活动对生态环境的影响可以截然地分为以下两个方面:

第一,人类活动遵循自然规律,它是生态环境良性发展的驱动力。如整治河道、修筑梯田、植树种草、消除病虫害等。

第二,人类活动违背自然规律,它是生态环境破坏的动力。如陡坡开荒、乱砍滥伐、顺坡直耕等。这种情况,曾经给自然环境造成重大破坏。

我国紫色土山丘区的开发历史中,这两种现象同时并存。从总体而言,这两种活动的产物占主导地位,原始的自然景观仅在深山远山等极少数地区表现明显,大部分地区基本上已被自然-人文景观所取代。区内人类活动对环境的巨大影响可以通过以下自然-人文景观的形成表现出来:

农田景观:是人类直接改造地表的产物,也是人类活动给自然界深深地打上烙印。人