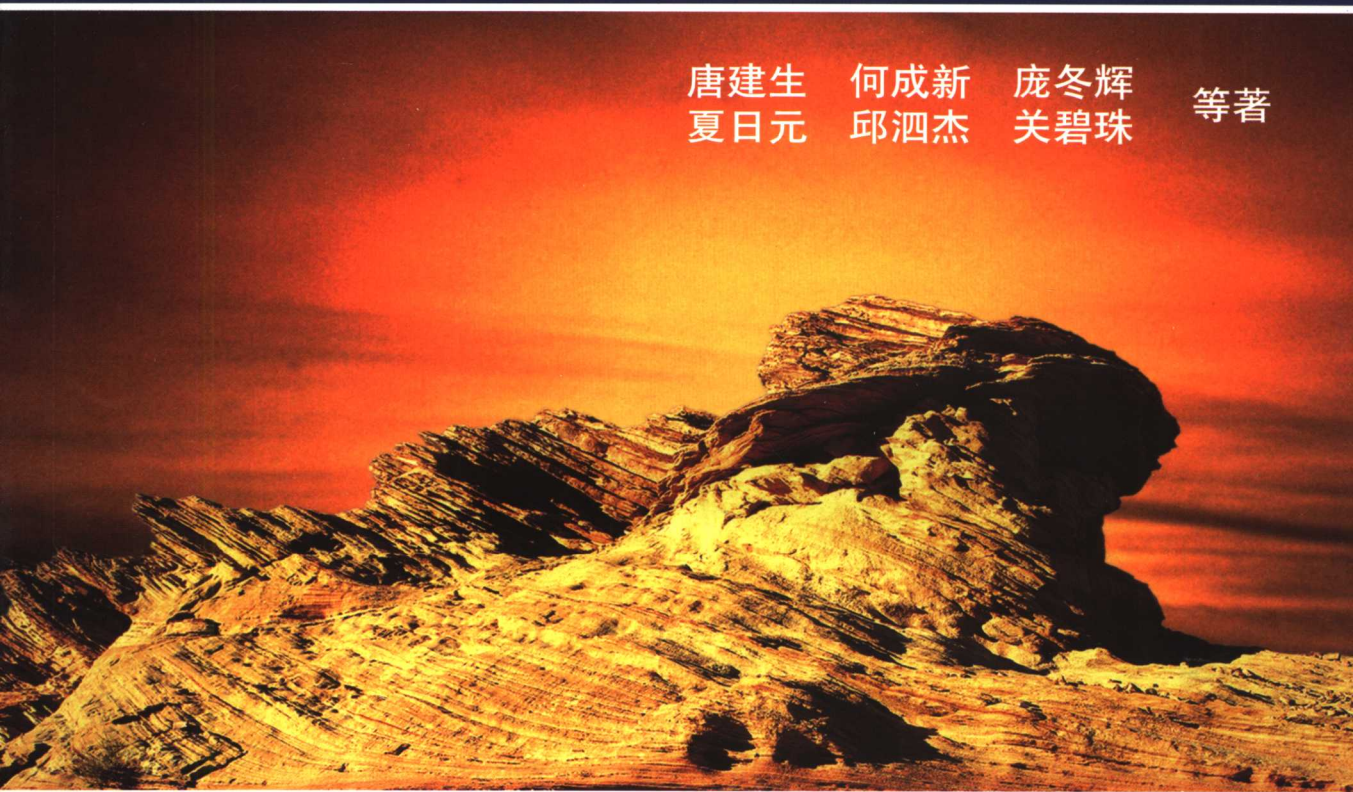


GUIZHONG YANRONG GANHANQU ZONGHE ZHILI JISHU KAIFA YU SHIFAN

桂中岩溶干旱区综合治理 技术开发与示范

唐建生 何成新 庞冬辉 等著
夏日元 邱泗杰 关碧珠



地质出版社

广西“十五”科技攻关项目成果

桂中岩溶干旱区综合治理 技术开发与示范

唐建生 何成新 庞冬辉 夏日元 邱泗杰 关碧珠
张永林 江新能 郭纯青 黄玉清 郑厚贵 唐 蔚 等著
徐远光 吕仕洪 易显凤 莫 凌 陈宏峰 陈伟海

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书通过深入分析桂中岩溶旱片的水土资源特征,揭示了农业干旱的主要原因及制约该区农业经济发展的资源环境要素;在此基础上运用人地系统理论和方法,选择了3种典型示范区,分别进行了地表地下水联合利用与高效节水农业开发、水环境生态重建与水资源调蓄高效利用和水资源开发与农业资源可持续利用等综合治旱模式的研究,取得了较好的成果;开展了岩溶旱片的综合治理技术示范,形成了适用性广、操作性强的技术体系以及多学科、多技术的集成联动的综合治理技术方案。

本书为研究、治理类似旱片提供了有效的实践范例,适合地质、地理、环境、资源、生态、国土等专业的生产、教学和科研人员参考,对政府决策部门也有一定参考作用。

图书在版编目(CIP)数据

桂中岩溶干旱区综合治理技术开发与示范/唐建生等著.
北京:地质出版社,2007.9

ISBN 978-7-116-05364-9

I. 桂… II. 唐… III. 岩溶-干旱区-综合治理-广西
IV. P941.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 138274 号

责任编辑:吴宁魁

责任校对:关风云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083

电 话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324513(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京长宁印刷有限公司

开 本:787 mm × 1092 mm ¹/₁₆

印 张:6 图版:8 面

字 数:146 千字

印 数:1—600 册

版 次:2007 年 9 月北京第 1 版·第 1 次印刷

审 图 号:GS(2007)1147 号

定 价:28.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-05364-9

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

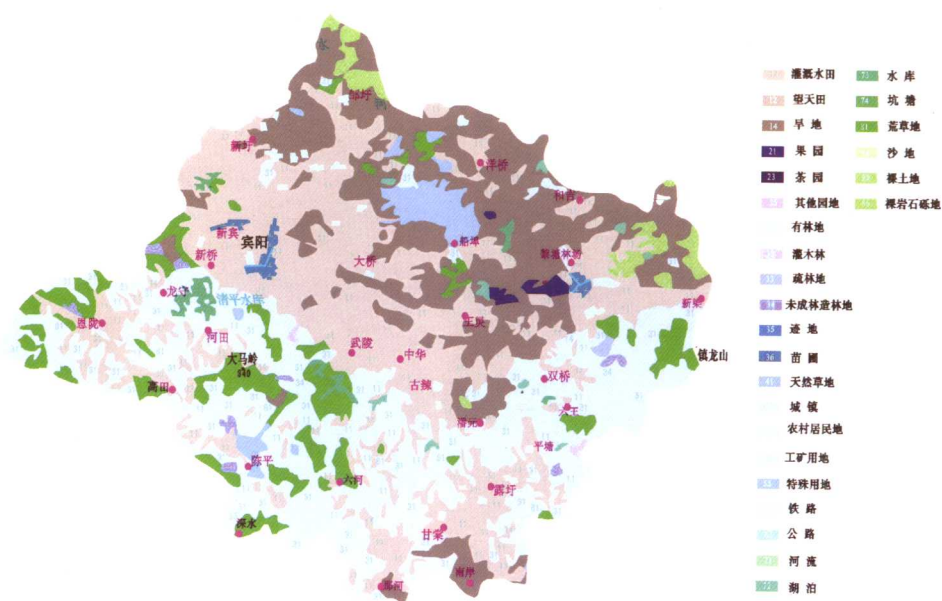
位于广西中部的桂中旱片，包括：来宾、合山、象州、武宣、忻城、宾阳、横县、桂平、贵港等地域，土地面积约 $2.55 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占广西国土面积 10.8%。本区域岩溶分布广，岩溶面积占该区域面积的 60.74%，以裸露型和浅覆盖型的岩溶平原为特征，表层岩溶化极强，岩溶天窗、落水洞、竖井、漏斗、溶洞、岩溶管道和地下河等构成地表物质与能量迅速渗漏转移的复杂介质结构系统，造成土层浅薄贫瘠，植物稀少，土壤结构疏松，涵、保水能力差，是调节功能弱的脆弱环境区。区内虽年降水量平均在 1 500 mm 以上，却多年摆脱不了干旱，存在严重的农田用水和人畜饮水困难，旱灾频繁。据 1950~1996 年资料统计，桂中岩溶地区几乎每年都有不同程度的旱灾发生，受旱面积累计达 $387.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，其中最大干旱年（1963 年）受旱面积达 $29.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ；5 年连续大面积干旱年（1988~1992 年）平均每年受旱面积 $21.9 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，占总耕地面积的 48%。旱情对农业生产影响极为严重，为历史罕见，平均每年减收粮食 $18.34 \times 10^4 \text{ t}$ ，减收甘蔗 $55.41 \times 10^4 \text{ t}$ ，经济损失超过 10 亿元。旱情不仅严重制约当地经济、社会发展，而且使石漠化面积连年扩大，生态环境日趋恶劣。为此，广西科技厅以桂科计字〔2001〕第 33 号文下达了广西科学与技术开发计划《热带、亚热带岩溶地区生态重建与桂中旱片综合治理技术开发》项目，并设置了《广西桂中旱片综合治理技术示范》课题（编号：0133001-1）。课题旨在解决岩溶地区的资源生态环境问题与农村、农业发展领域的关键技术，针对桂中岩溶区水土资源特点、气候条件和农村主导产业状况，在查明水资源分布结构、蓄水量、运移蓄集规律和土地资源分布、土壤特征与适宜性、水土资源开发潜力的基础上，以地球科学和系统工程理论为指导，综合应用岩溶环境学、生态学、农学和林学等多学科技术方法和手段，以水资源有效利用与土地资源合理利用为切入点，应用系统论、控制论理论、方法，实施地表、地下水联合调配、管理开发，调整水资源与土地资源配置和农业生产结构，治理生态环境。采取技术手段提高地表、地下水资源调控能力和水资源开发利用的有效性，构筑防旱治旱的技术保障和基础设施、条件；采用引水提水、水源调蓄、节水灌溉、土壤改良、高效农业（种养），生态重建等综合治理技术进行开发示范，使该区旱情得到治理；根据不同示范区的资源环境特征与农业产业结构，建立相应的综合治理模式与技术推广机制，实现资源-生态-人口-经济的合理配置和环境、社会、

经济三效统一的良性循环体系，提高农业生产率和农民收入水平，促进社会经济的可持续性发展。同时，为国家实施西部大开发战略和广西岩溶旱片及西南岩溶区的综合治理提供科学依据和典型范例。该项目由中国地质科学院岩溶地质研究所负责，广西山区开发中心、广西植物研究所等 20 个单位共同完成，于 2006 年 5 月 12 日~13 日由广西壮族自治区科技厅组织卢耀如（中国工程院院士、教授）、袁道先（中国科学院院士、研究员）、李仁东（自然地理、遥感研究员）、刘庆（恢复生态学研究员、主任）、邓国明（宏观农业研究员）、韦饶诒（果树推广研究员）、梁士楚（生态学研究员）等专家对示范区进行了现场考察，对总项目成果进行了技术资料审查和技术鉴定，鉴定意见认为：“该项目研究成果显著，在岩溶生态退化区封山育林与人工诱导植被恢复技术、岩溶区农业生态系统优化与复合农林模式构建、岩溶水资源可持续利用与防涝抗旱减灾技术、岩溶区土地资源定向培育与保育技术等方面研发的成果具有创新；在配套集成的新品种引进与应用示范、水资源有效利用与高效节水农业开发技术示范等方面具有特色。其成果对类似岩溶地区生态环境治理和生态重建有参考价值，对部门规划有指导意义，总体达到国内领先水平。”

本书以上述研究成果为基础编纂而成。全书共分七章：第一、二章主要介绍项目背景、实施的原理和方法；第三章主要介绍关键技术的研究与结果，包括示范区水土资源特征、桂中岩溶干旱的主要原因与对策、水土资源优化配置与有效开发技术、高效节水农业技术集成、生态重建与沼气利用、农业产业结构调整与新品种引进；第四章主要介绍技术的应用示范结果，包括完成经济技术指标、社会经济效益分析等；第五章主要介绍桂中旱片岩溶平原区中的岩溶水系统径流汇水区、分水岭地带和河谷边缘地带 3 种典型示范区，分别采用地表地下水联合利用与高效节水农业开发、水环境生态重建与水资源调蓄高效利用和水资源开发与农业资源可持续利用等综合治旱模式的研究和应用效果；第六章主要介绍 3 种典型示范区取得的主要成果；第七章通过本次研究与示范提出今后需要进一步深入研究的问题与建议。

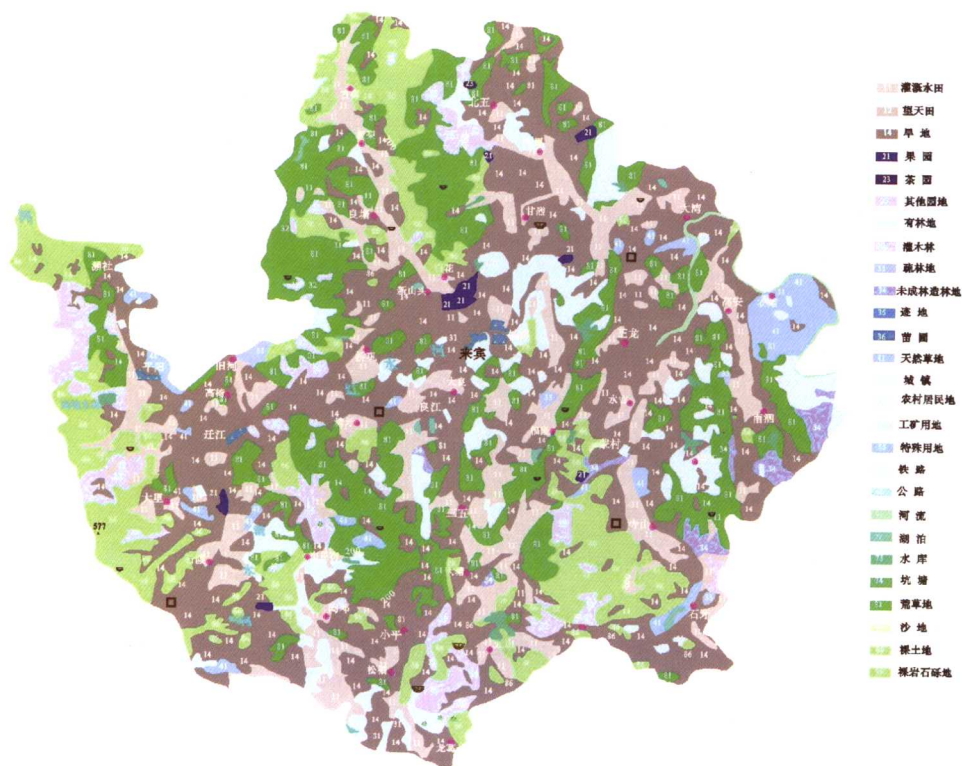
作 者

2006 年 11 月 16 日



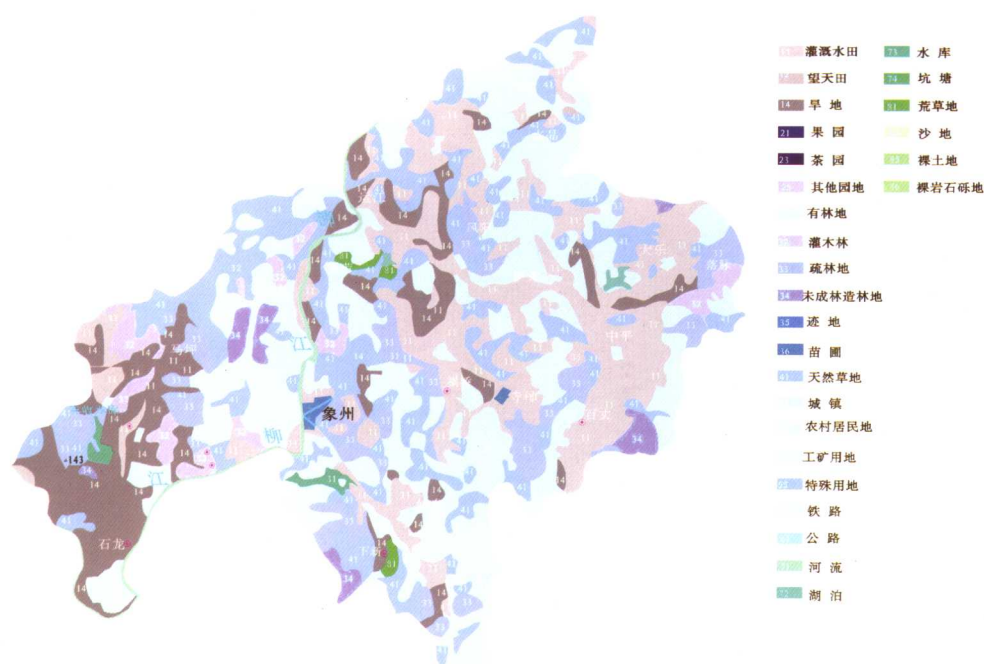
附图1 宾阳县土地利用现状图(2001年数据遥感解译)

Fig.1 Present situation of land use in Binyang County (interpreted by RS data in 2001)



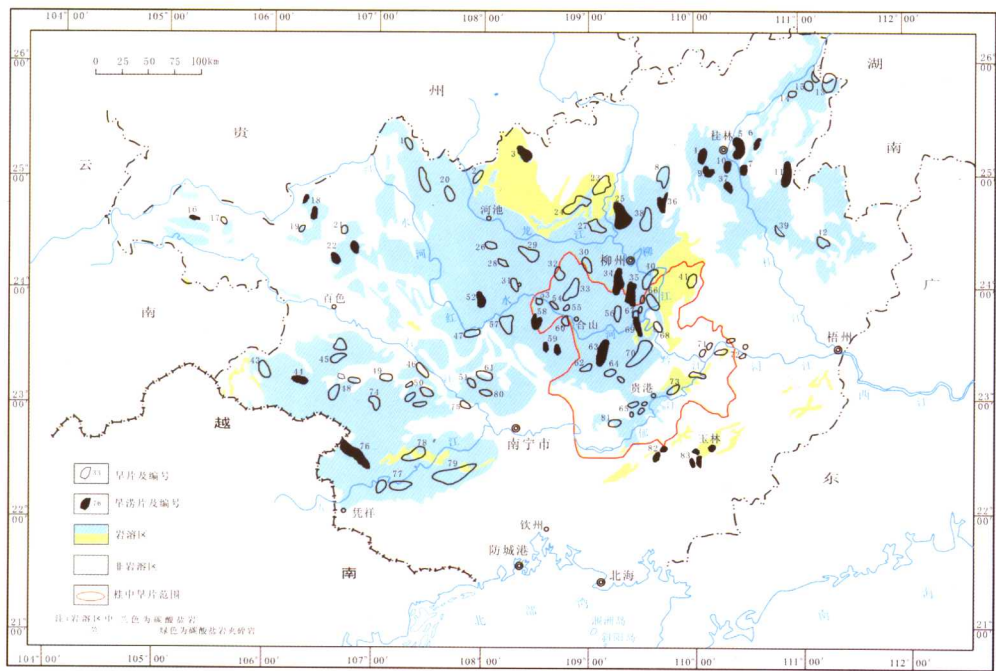
附图2 兴宾区土地利用现状图(2001年数据遥感解译)

Fig.2 Present situation of land use in Xingbin District (interpreted by RS data in 2001)



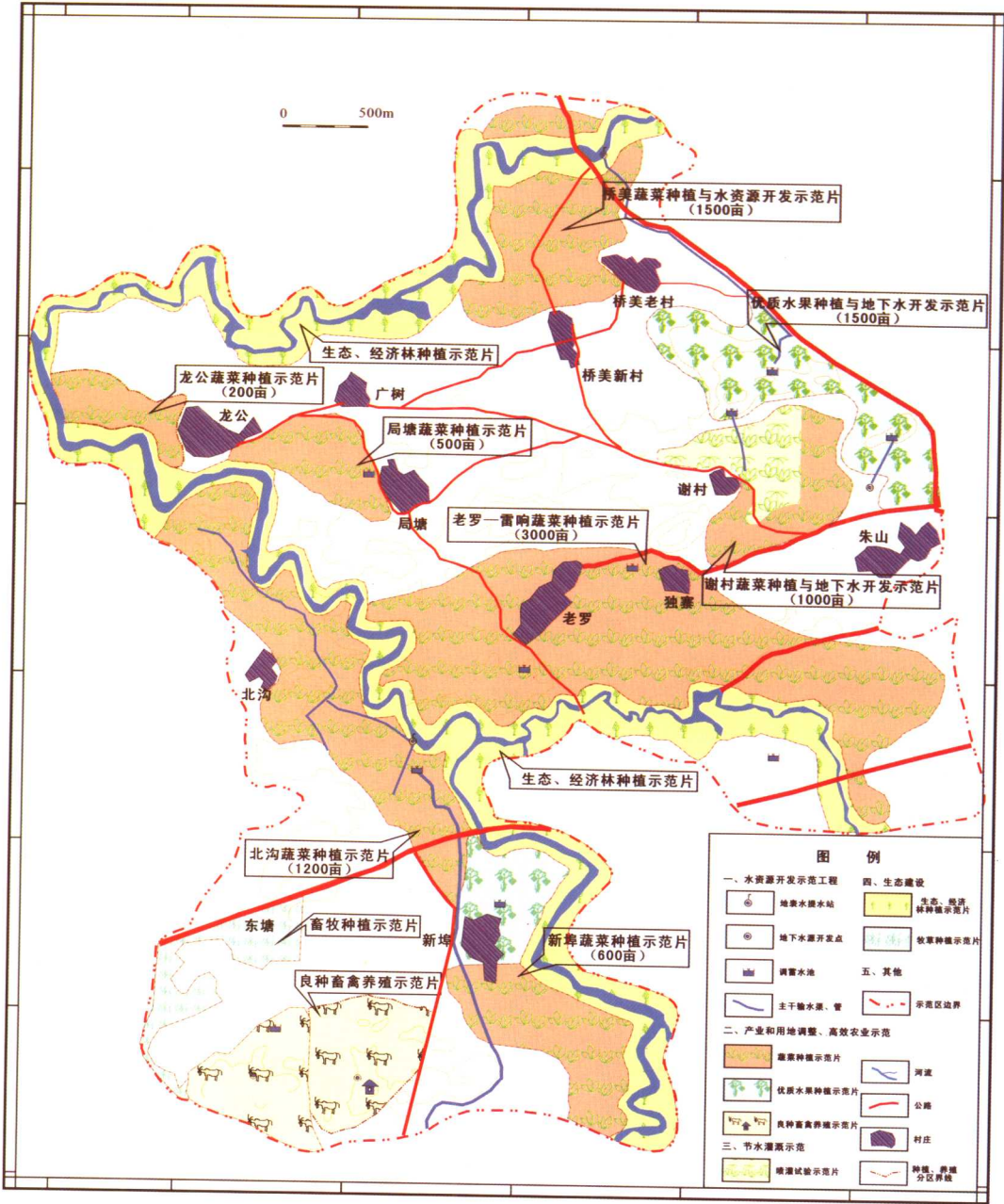
附图 3 象州县土地利用现状图 (2001 年数据遥感解译)

Fig.3 Present situation of land use in Xiangzhou County (interpreted by RS data in 2001)



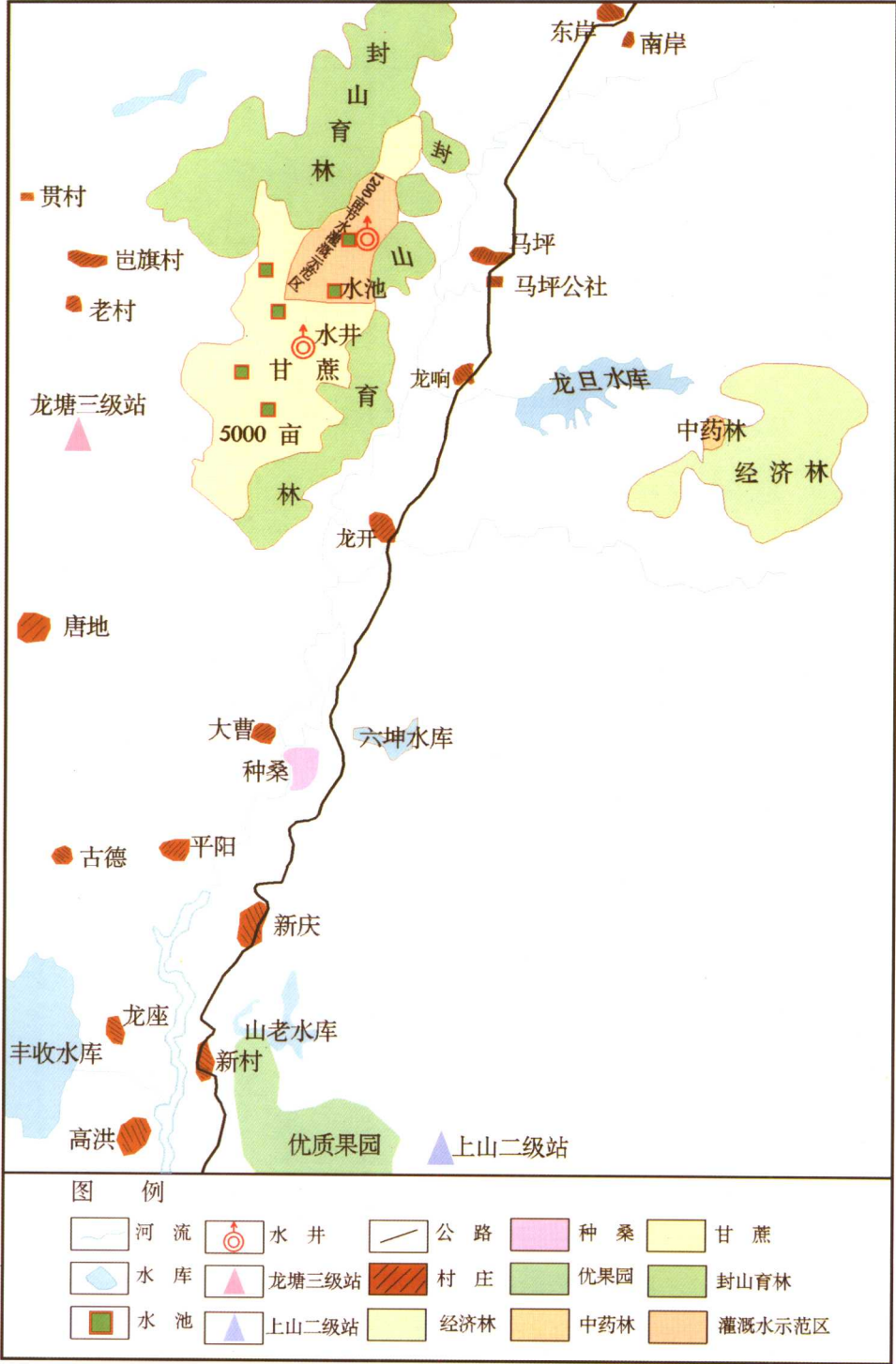
附图 4 广西岩溶区万亩以上旱涝片分布图

Fig.4 Distribution of lands suffering from droughts & waterlog with the area over 10,000 Mu (a unit of area, 1/15 of a hectare) in Guangxi karst areas

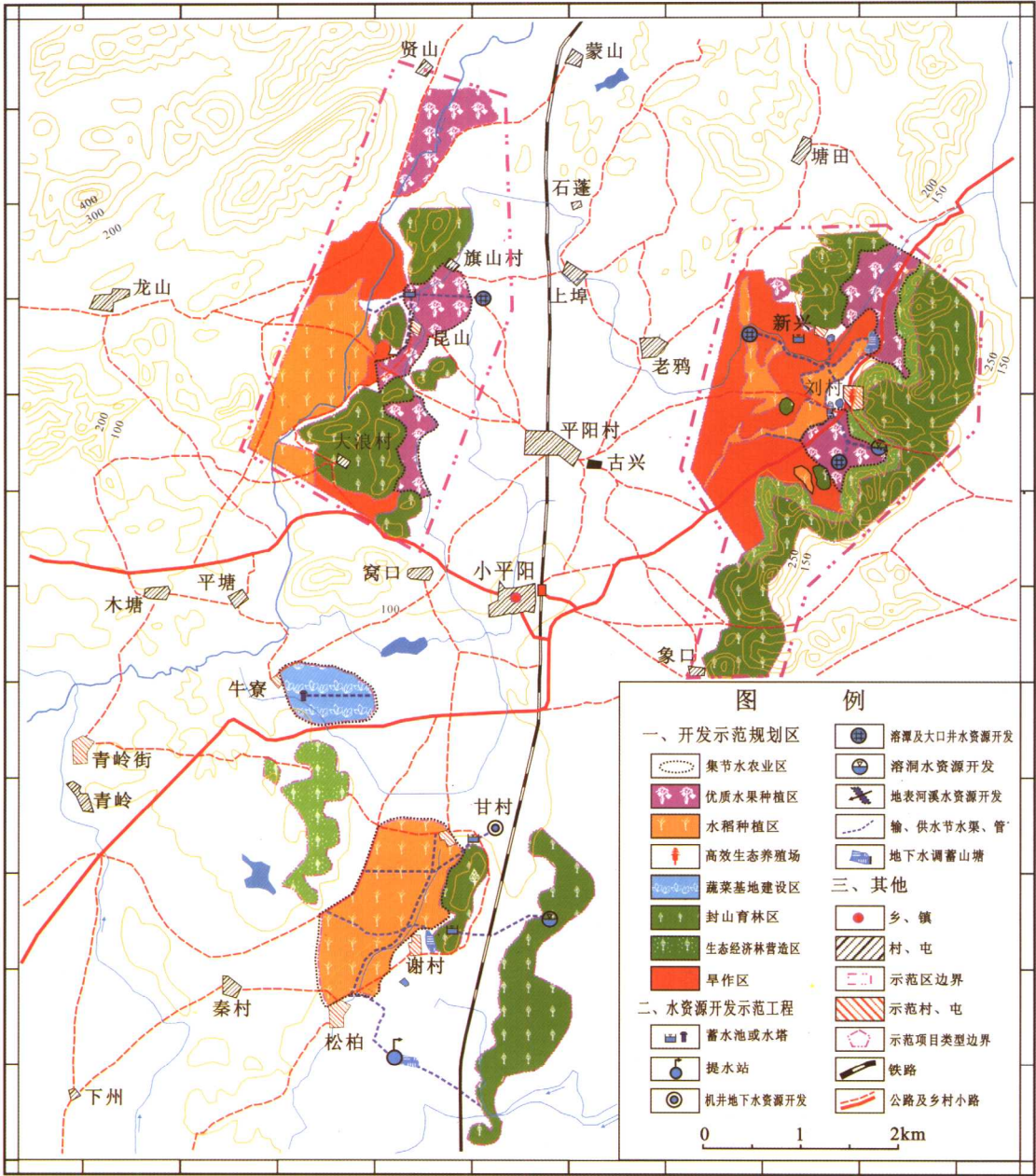


附图5 桂中旱片综合治理技术示范项目宾阳黎塘示范区规划图

Fig.5 Programming map of demonstration area in Litang Town, Binyang County (by Demonstration Project of Integrative Management Technique in Dry Land in the Centre of Guangxi)



附图 6 桂中旱片综合治理技术开发项目象州县马坪乡示范区平面规划示意图
Fig.6 Sketch map of demonstration area in Maping Village, Xiangzhou County (by
Demonstration Project of Integrative Management Technique in Dry Land in
the Centre of Guangxi)



附图 7 桂中旱片综合治理技术示范项目来宾小平阳示范区规划图

Fig.7 Programming map of demonstration area in Xiaopingyang Town, Laibin City (by Project of Integrative Management Technique in Dry Land in the Centre of Guangxi)

广西岩溶地区生态重建及桂中旱片治理技术研究 宾阳县黎塘示范区

总体目标及技术指标

- 以提引新埠江及其支流河水，辅以开发地下水源，完善示范区灌溉体系，建设高效无公害蔬菜节水灌溉示范基地和高效奶牛养殖示范基地，建立岩溶平原区地表地下水联合开采，调配与节水高效农业、农林复合种植及立体种植技术综合开发的水资源有效利用模式。
- 建立面积约2km²示范区，直接受益1.5万人，辐射150km²，间接受益3.5万人；综合治理示范1万亩，辐射带动5万亩，直接解决1.5万人饮水问题和有效灌溉1万亩，进行农业产业化改造，建立蔬菜基地8000亩，果园1000亩，养殖示范50户，营造生态经济林1000亩，区内农业生产抵御旱情的能力显著提高。五年一遇的旱灾发生时，不造成明显的灾害损失；十年一遇的旱灾发生时，受灾面积不超过10%。

主要实施单位

中国地质科学院岩溶地质研究所
广西山区开发中心
广西植物研究所 广西畜牧研究所
广西水力机械研究所 广西农科院
广西水牛研究所 宾阳县科技局
黎塘镇人民政府

主要研究内容与成效

农业产业结构调整



高效农业，提高生产率



复合种植改善农业生态



立体种植，充分利用农业资源



集约化养殖，提高养殖业比重

水资源有效开发利用



地表提引



浅井开发地下水



节水灌溉与节水种植

综合治旱模式



用地结构调整



水田改蔬菜



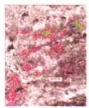
牧草种植
发展养殖业



土壤改良
提高生产率



稻-菜轮作
提高土地复种指数



资源调查
合理规划



技术培训
提高技术水平



成立专业协会
掌握市场提供技术



建立农产品品牌
开发名特优产品

技术与服务

广西岩溶地区生态重建及桂中旱片治理技术研究 兴宾区小平阳示范区

总体目标及技术指标

- 通过项目实施，建立岩溶干旱区水资源开发利用与社会经济、生态环境的协调关系，研究与应用综合治旱技术，改善农业生产条件和生态环境，提高农业生产率，增强抗旱减灾能力。
- 探索岩溶平原分水岭干旱区的水源生态环境重建与水资源高效利用综合治旱途径。
- 开展地下水和地表蓄集、提引开发，岩溶防渗处理，提高水资源利用率，实现有效灌溉面积10000亩，进行节水农业试验推广滴灌、喷灌、管灌技术；发展高效旱作，加快中低产田改良，普及沼气等生物能源利用，生态水源林封育和营造。通过项目实施，示范区水资源利用率提高10%以上，植被覆盖率提高20%-30%，高效经济作物种植面积提高到30%，农民人均纯收入2500元。

主要实施单位

中国地质科学院岩溶地质研究所
广西山区开发中心
广西植物研究所 桂林工学院
广西师范大学 广西林科院
广西畜牧所 广西水牛所
广西区水电厅 兴宾区科技局
小平阳镇人民政府

主要研究内容

针对岩溶水流域分水岭地带的资源环境特点和干旱成因，结合岩溶生态重建技术开发，开展岩溶地下水资源调蓄技术攻关，干旱半干旱作物栽培，土壤改良，生态养殖与种植-养殖-沼气生态链建设等方面的技术开发与示范。

技术攻关与取得的主要成效

通过技术集成与示范，建立生态重建与综合治旱模式

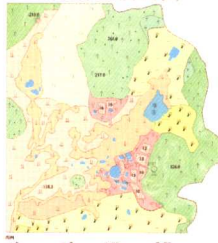
水资源开发、调蓄与节水技术



开发岩溶含水层的调蓄能力，加强调查、规划，合理开发，利用岩溶低洼地，进行防渗处理，兴建蓄水山塘，形成一定规模的防旱抗旱水源，结合水产养殖开发，地下水井补水，调节

在分水岭地带岩溶山地封育水源林，坡下营造速生林、竹，坡脚引种优质水果

综合治理模式图



水源生态林封育与营造



结合水资源调蓄，扩建蓄水山塘150亩，增加蓄水量15万m³。水产养殖达250t/a。塘边新建养殖场（猪200头，鸡鸭2000只，沼气池两座），果园50亩。提高水源调蓄能力和抗旱功能，发挥综合治旱示范作用。

高效旱作农业与新品种引进



开发高效节水灌溉农业对于缺水的风水岭地区，是有效防旱抗旱途径，通过耐旱新品种的引进，提高农业生产率。

养殖-沼气-种植-养殖生态农业建设



广西岩溶地区生态重建及桂中旱片治理技术研究

象州县马坪示范区

总体目标及技术指标

- 改善示范区的水利基础设施和旱片群众生产生活条件解决人畜饮水、农业灌溉用水，发展当地特色农业，提高农业综合效益。
- 开展地表地下水资源开发，提、引、蓄、灌和科学节水工程示范，进行土壤改良，中低产田改造和高效农业、立体生态农业等综合治理示范，建立深切河谷沿岸区域干旱综合治理模式。
- 通过提高水资源利用率，实施节水灌溉，甘蔗亩产量提高30%-40%，开发地下水解决4000人饮用水及生产用水。防渗技术示范与水利设施修复，提高有效灌溉面积10000亩，增加产值100万元。调整种植结构，坡地改种优质水果，稻田改种桑养蚕，增效节水。进行生态建设，提高植被覆盖率20%-30%。

主要实施单位

桂林工学院
广西植物研究所
广西水力机械研究所
象州县科技局 马坪乡政府

主要研究内容与成效

针对深切河谷沿岸地带地下水深埋和过境河流水资源丰富的资源环境特点，重点开展地表地下水联合开发、岩溶区水利体系防渗技术和节水灌溉、提高水资源利用率的技术示范，同时开展甘蔗、桑树等高效旱地作物的节水种植与中低产田改造技术示范。

综合治理模式图

地表、地下水联合开发与溶防渗



节水灌溉与用地结构调整

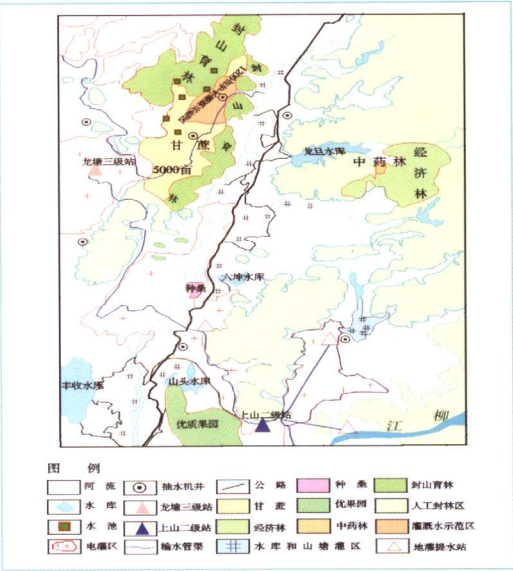


生态建设封山育林与人工诱导相结合



高效节水农业开发与新品种引进





目次

前 言

第一章 绪 言	(1)
一、项目背景和来源	(1)
二、示范区概况	(2)
三、示范实施的主要内容	(6)
四、技术与经济指标	(8)
第二章 项目实施的原理和方法	(9)
第一节 项目原理	(9)
第二节 技术路线	(9)
第三节 技术方法	(10)
第三章 关键技术的研究与结果	(11)
第一节 示范区水土资源特征	(11)
一、土地资源特征	(11)
二、岩溶地下水资源状况与开发潜力	(15)
第二节 桂中岩溶干旱的主要原因与对策	(18)
一、气候原因	(18)
二、岩溶地质性因素	(22)
三、工程性因素	(24)
四、岩溶干旱综合治理对策	(26)
第三节 水土资源优化配置与有效开发技术	(33)
一、土地资源优化利用与土壤改良	(33)
二、水资源开发与调控技术	(35)
第四节 高效节水农业技术集成	(38)
一、节水灌溉技术	(38)
二、农艺及生物节水技术	(39)
第五节 农业产业结构调整与新品种引进	(40)
一、农业产业结构调整	(40)
二、优良新品种引进	(42)
第六节 生态重建与沼气利用	(48)
第四章 技术的应用示范结果	(50)
第一节 技术应用示范工程	(50)
第二节 实现的经济技术指标	(51)
第三节 社会经济效益	(52)

第五章 模式的研究和效果	(57)
第一节 岩溶平原区岩溶水系统径流汇水区地表地下水联合利用与高效节水农业 开发综合治旱模式	(57)
一、岩溶水系统资源条件	(57)
二、示范区土地资源特征	(66)
三、水资源可持续利用与旱片综合治理模式	(66)
四、模式的应用效果	(70)
第二节 岩溶平原区流域分水岭地带的水环境生态重建与 水资源调蓄高效利用综合治旱模式	(71)
一、岩溶水系统资源环境特征	(71)
二、示范区土地资源特征	(75)
三、岩溶水系统生态环境重建与水资源有效利用模式	(75)
四、模式的应用效果	(78)
第三节 岩溶平原区河谷边缘地带水资源开发与农业资源可持续利用 综合治旱模式	(79)
一、资源环境条件	(79)
二、水土资源优化配置和节水高效农业综合治旱模式	(80)
三、模式的应用效益	(82)
第六章 结 论	(84)
第七章 问题与讨论	(89)
主要参考文献	(91)
后 记	(92)
图 版	

第一章 绪 言

一、项目背景和来源

广西桂中地区处于亚热带湿润季风气候,岩溶分布广,发育强烈,以裸露型和浅覆盖型的岩溶平原为特征,主要有峰林平原、孤峰平原和峰林谷地等岩溶地貌形态,岩溶系统表层的岩溶化极强,岩溶天窗、落水洞、竖井、漏斗、溶洞、岩溶管道和地下河等构成地表物质与能量迅速渗漏转移的复杂介质结构系统。造成地表土层浅薄贫瘠,植物稀少,土壤结构疏松,涵、保水能力差,调节功能弱,即使在降水量充沛(平均降水量 1 451 mm)的条件下,仍然存在严重的农田用水和人畜饮水困难,旱灾频繁。据 1950~1996 年资料统计,桂中地区几乎每年都有不同程度的旱灾发生,受旱面积累计达 $387.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$,其中最大干旱年(1963 年)受旱面积达 $29.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$;5 年连续大面积干旱年(1988~1992 年)平均每年受旱面积 $21.9 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占总耕地面积的 48%,旱情对农业生产影响极为严重,为历史罕见,平均每年减收粮食 $18.34 \times 10^4 \text{ t}$,减收甘蔗 $55.41 \times 10^4 \text{ t}$,经济损失超过 10 亿元。可见,频繁的旱灾严重制约着本区的经济发展。为此,广西科技厅以桂科计字[2001]第 33 号文下达了广西科学与技术开发计划“热带、亚热带岩溶地区生态重建与桂中旱片综合治理技术开发”项目,并设置了“广西桂中旱片综合治理技术示范”课题(编号:0133001-1)。针对桂中岩溶区水土资源特点、气候条件和农村主导产业状况,在查明水资源分布结构、蓄水量、运移蓄集规律和土地资源分布、土壤特征与适宜性、水土资源开发潜力的基础上,以水资源有效利用与土地资源合理利用为切入点,应用系统论、控制论理论、方法,实施地表、地下水联合调配、管理开发,调整水资源与土地资源配置和农业生产结构,治理生态环境以提高地表、地下水资源调控能力和水资源开发利用的有效性,构筑防旱治旱的技术保障和基础设施、条件。采用引水提水、水源调蓄、节水灌溉、土壤改良、高效农业(种养),生态重建等综合治理技术进行开发示范,使该区旱情得到治理,提高农业生产率和农民收入水平,根据不同示范区的资源环境特征与农业产业结构,建立相应的综合治理模式,促进社会经济的可持续性发展。

该示范区的总体定位是以岩溶区水资源有效开发利用为先导,进行农业产业结构和用地结构调整,采用水资源联合开发与调节技术、节水灌溉技术、高效农业技术和生态重建技术等综合治理技术措施,使示范区的干旱问题得到有效治理,促进当地农村社会经济可持续发展。通过旱片综合治理,增强抗灾、减灾能力,提高农业生产率,改善农村生产、生活条件,实现资源-生态-人口-经济的合理配置和环境、社会、经济三效统一的良性循环体系。探索符合岩溶区生态环境良性发展的水土资源利用与农村生态经济可持续发展的综合治旱模式,为广西岩溶区旱片综合治理和生态重建开展科学示范。体现科学先导,示范先行的方针。同时,为国家实施西部大开发战略和广西岩溶旱片及西南岩溶区的综合治理提供科学依据和典型范例。

二、示范区概况

桂中岩溶旱片主要包括横县、宾阳、贵港、桂平、柳江、柳城、武鸣、合山、来宾、象州、武宣、忻城等 12 个县（市），位于东经 108°24′~110°22′，北纬 22°08′~24°18′。土地面积约 $2.55 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，其中除横县和桂平市的碳酸盐岩分布面积小于 30% 以外，其余 10 个县市的岩溶分布面积达 45.51%~98.74%，累计达 $1.86 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占旱片区总面积的 73.5%。根据各县（市）的资源环境特点、农业产业现状和工作基础，本项目确定在象州县、来宾市兴宾区、宾阳县等三个县（区）内选择马坪乡、小平阳镇、黎塘镇开展综合治旱技术示范（图 1-1）。各县（区）的资源与社会经济情况见表 1-1。

由表可见，各示范县（区）为岩溶峰林平原和峰林谷地广布区域，水资源和土地资源均十分丰富，但是由于水土资源的自然配置失衡，旱地面积占耕地总面积的 33%~74%，缺水状况相当严重。同时，因为①本区岩溶极为发育，土层薄、土壤贫瘠、地表植被破坏严重，水土保持能力差；②地势条件不利于形成降雨气候，多年平均降雨量小于广

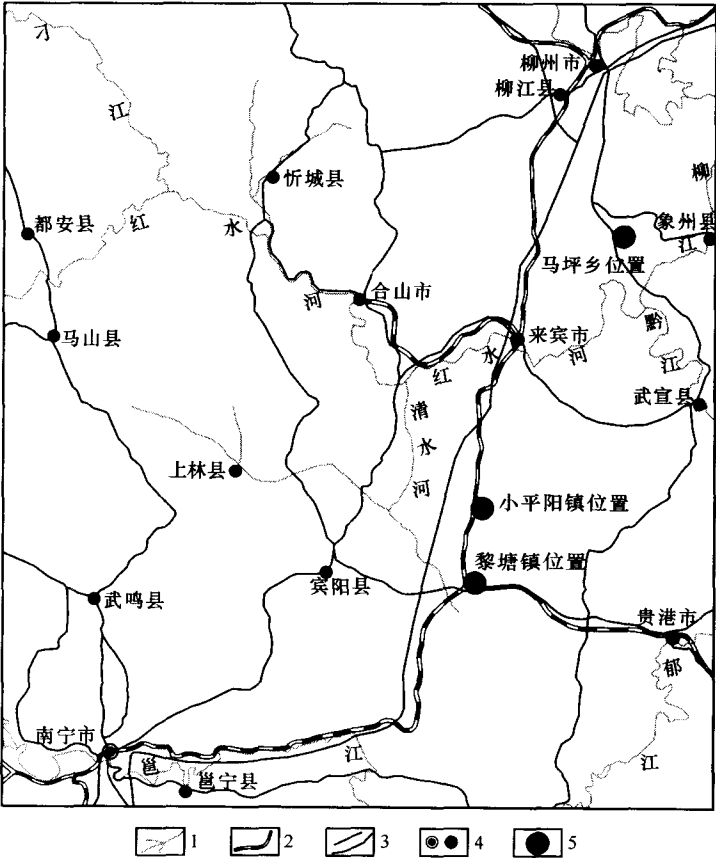


图 1-1 桂中示范区交通位置图

Fig. 1-1 Traffic map of demonstration plots in central Guangxi
1—河流；2—铁路；3—高等级公路；4—城镇；5—示范区位置