

中巴地球资源卫星数据 在贵州省森林资源及环境 调查示范应用研究

中国资源卫星应用中心
贵州省林业调查规划院 著
贵州师范大学



中国宇航出版社

国防科工委科技成果推广项目

中巴地球资源卫星数据 在贵州省森林资源及环境 调查示范应用研究

中国资源卫星应用中心
贵州省林业调查规划院 著
贵州师范大学

 中国宇航出版社

·北京·

Popularization Project of Science and Technology Fruits
of Commission of Science Technology
and Industry for National Defense

**Research on Demonstration and Application of CBERS Data
in the Field of Forest Resources and Environment
Investigation in Guizhou Province**

China Center for Resource Satellite Data and Application
Forestry Survey and Planning Institute of Guizhou Province
Guizhou Normal University

China Astronautics Publishing House

• Beijing •

版权所有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

中巴地球资源卫星数据在贵州省森林资源及环境调查示范应用研究/中国资源卫星应用中心等著. —北京:中国宇航出版社,2005.5

ISBN 7-80144-942-8

I. 中... II. 中... III. ①地球资源卫星—遥感数据—应用—森林资源调查—研究—贵阳市②地球资源卫星—遥感数据—应用—环境生态评价—研究—贵阳市 IV. S757.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 030550 号

责任编辑 张开竹 装帧设计 姜旭 责任校对 朱叶

出版
发行

中国宇航出版社

社址 北京市阜成路8号 邮编 100830
(010)68768548

版次 2005年5月第1版
2005年5月第1次印刷

网址 www.caphbook.com/www.caphbook.com.cn

规格 787×1092

经销 新华书店

开本 1/16

发行部 (010)68371900 (010)88530478(传真)
(010)68768541 (010)68767294(传真)

印张 13.5 彩插 0.75
字数 362千字

零售店 读者服务部 北京宇航文苑
(010)68371105 (010)62529336

书号 ISBN 7-80144-942-8
定价 50.00元

承印 北京智力达印刷有限公司

本书如有印装质量问题,可与发行部调换

CBERS 数据在贵州省森林资源及环境调查的示范研究 项目组

项目负责单位:国防科工委科技与质量管理司

贵州省科学技术厅、中国航天科技集团公司

项目承担单位:中国资源卫星应用中心

贵州省林业调查规划院

贵州师范大学

项目指导:吴伟仁 廖小罕 沙南生 成 森 谌 凯 苏 庆

景仲平 吴美蓉 沙崇漠 赵宪文 傅肃性 商树林

齐泽荣

项目承担单位技术负责人:

中国资源卫星应用中心 郭建宁 王志民

贵州省林业调查规划院 朱 军 罗 扬

贵 州 师 范 大 学 安裕伦

项目承担单位课题组成员:

中国资源卫星应用中心

王志民 傅俏燕 陆登槐 李杏朝 杨雪梅 吕少冈

闵祥军 曾 湧 王 峰 杜全亮 马国强

贵州省林业调查规划院

朱 军 罗 扬 舒明灿 聂朝俊 岑 刚 李明刚

何盛松

贵州师范大学

安裕伦 杨广斌 梅再美 张雅梅 胡 娟 周忠发

谷花云 蓝安军 杨晓英 杨柏林 张宏群

封面设计及报告图像修饰 李丽萍 张红洁 赵 宾

序

由中国资源卫星应用中心、贵州省林业调查规划院和贵州师范大学共同完成的“中巴地球资源卫星数据在贵州省森林资源及环境调查示范应用研究”项目,在国防科工委和贵州省科技厅的领导和支持下,在项目承担单位领导和科技人员的努力下,现已完成了预期的调查任务。

“中巴地球资源卫星数据在贵州省森林资源及环境调查示范应用研究”项目是国防科工委支持西部大开发,加强西部地区生态环境建设的重点项目。广大科技人员在贵州省山高坡陡,工作环境十分艰苦的条件下,发扬了不怕吃苦,顽强拼搏,特别能战斗的精神,不负使命,出色地完成了调查任务,我代表国防科工委表示祝贺。

《中巴地球资源卫星数据在贵州省森林资源及环境调查示范应用研究》这部技术工作报告内容丰富,图文并茂,通俗易懂,文笔精炼,不仅具有较强的可读性,而且还突显出三个特点:

第一,由于中巴地球资源卫星(CBERS)数据受空间分辨率的制约,在贵州省地块十分破碎的条件下,光学成像的比例尺受到局限。该项目的科技人员针对CBERS数据的特点,开发和使用多种图像处理方法,使CBERS图像光学成像制图由1:100 000扩延到1:50 000,不仅满足了林业调查野外工作的需要,而且为CBERS数据在贵州省扩大应用范围作出了贡献。

第二,由于贵州省特殊地形、地貌特征的影响,森林资源计算机分类工作受到“同谱异物”和“异谱同物”的干扰十分严重,影响着森林资源分类工作的正常进行。该项目的科技人员不畏艰难,自奋自强,开发和使用非线性谱段比图像提取法、地物类型分层提取法、抓住主导因子减少“同谱异物”和“异谱同物”干扰法、建模提取专题信息、减弱地形阴影干扰和多元信息综合分析等多种专题信息综合

提取方法。有效地遏制了“同类异谱”和“同谱异类”现象干扰,林分地(针叶林和阔叶林)类型图斑的判对率高达 94%,不仅完成了本项目森林资源遥感调查任务,而且为其他类似地区的分类工作提供了经验。

第三,森林资源调查分类方案的选择和环境调查的选题,紧紧围绕国家森林资源一类调查或二类调查的需要和贵阳市政府的需求进行,有较强的针对性和服务目的。因此,该项成果对林业调查具有较强的使用价值,对贵阳市政府生态环境建设有较高的参考价值。

“中巴地球资源卫星数据在贵州省森林资源及环境调查示范应用研究”项目的成果,不仅是一个出色的技术成果,而且也反映出该项目的科技人员刻苦钻研的顽强精神,诚恳踏实的朴素作风,善于合作的团结精神。该项目的胜利完成,奏响了一曲技术成果和精神文明双丰收的凯歌。特为该技术报告写序,推荐给广大科技人员和管理人员参阅。

国防科学技术工业委员会副主任
国家航天局局长



2005 年 1 月 3 日

CBERS 数据在贵州省森林资源及环境调查示范应用项目简介

中国资源卫星应用中心 贵州省林业调查规划院 贵州师范大学

本项目研究内容是应用 CBERS CCD 数据,进行贵阳市森林资源遥感调查、贵阳市森林立地条件与相关生态环境研究和建立贵阳市森林资源调查与生态环境数据库、图形库和图像库三部分。

应用 CBERS 数据在西藏林芝地区、江西省贵溪市进行森林资源调查已有成功先例,但在贵州省却受到了局限。因为贵州省的山体高大连绵,河流切割幽深,山高坡陡,切割强烈,地块破碎,是中国惟一没有平原支撑的省份。在遥感图像上看到的地物,不能顺利用计算机分类方法提取出来。例如连续的道路经计算机提取成断断续续的,或者在不该有道路出现的地方出现了道路的图斑。突显的问题是“同谱异物”和“异谱同物”的现象十分普遍。像灌木林在彩色合成图像上,呈黑红色、暗红色、深红色、红色、鲜红色、浅红色和粉红色多种色调,易与针叶林、阔叶林、经济林和农田的影像特征相混淆,给单纯靠光谱信息进行森林资源分类带来很大的难度。

本项目依靠 RS、GIS 和 GPS 相结合的方法,开发和使用了非线性谱段比图像提取法、地物类型分层提取法、抓住主导因子减少“同谱异物”和“异谱同物”干扰法、建模工具提取专题信息法、减弱地形阴影干扰法和多元信息综合分析等多种专题信息综合提取方法。有效地遏制了“同谱异物”和“异谱同物”现象干扰,完成了本项目森林资源遥感调查任务。经地面检查验证,有林地(指针叶林、阔叶林和经济林)的图斑判对率达 83.2%,主要森林类型如针叶林的判对率达 97.6%。使贵阳市单纯靠计算机监督分类方法,难以进行的森林资源空间分布调查工作获得突破性的进展,为山区地物复杂的遥感分类工作提供了可行性较高的方法,并有一定的推广价值。

森林立地条件调查,拟合了贵州省地形、地貌、土壤、岩性、坡度、坡向和依据 CBERS 卫星影像所反映的植被群落可适度等多元信息,绘制出了《贵阳市森林立地类型图》,将优、好、良和尚可用于发展林业用地的位置和范围进行了空间定位,准确指示每块图斑的坐标位置和面积,为贵阳市第二防护林带的大比例尺造林规划和设计,圈定了有效的范围;为林业的详细勘查和设计提供了翔实的基础资料。为了充分发挥自然资源的潜力和促进农村致富,依据土地的质地、热量和营养状况,圈定了适宜栽种经济林木的范围约 $4.2 \times 10^5 \text{ hm}^2$,为贵阳市“森林之城”的建设作出了贡献。

本项目还对贵阳市的采石场进行了研究。贵阳市以喀斯特地貌为主体,山体表面土层十分浅薄,仅有的乔灌木是贵阳市生态环境的重要保护层,一旦破坏,很难恢复,但采石场的无序发展已使“森林之城”的建设受到严重影响。应用卫星遥感资料对贵阳市采石场进行动态监测发现,2001 年与 1991 年相比贵阳市采石场的数量扩大了 4 倍,采石场的面积扩大了 5.6 倍。其中小于 1 hm^2 的采石场扩大的速度最快,有泛滥之势。本项目的研究为贵阳市采石场的治理提供了较为翔实的图像与数据资料,同时也提出了相应的治理依据与办法。

前 言

中巴地球资源卫星 01 星(国际简称 CBERS-01;国内称资源一号卫星,简称 ZY-1)是中国空间技术研究院(CAST)和巴西空间院(INPE)历经 10 年联合研制的第一颗传输型、长寿命地球资源卫星。该卫星于 1999 年 10 月 14 日在中国太原卫星发射中心首射成功,在轨运行 3 年 10 个月,于 2003 年 8 月 13 日停止工作,共环绕地球运行 20 074 圈,其中 7 796 圈在中国地面接收站覆盖范围内成像,覆盖我国国土、领海和周边国家 53 遍。资源一号卫星应用系统共接收、处理、存档 CCD 图像数据 228 893 景、IRMSS 图像数据 217 313 景、WFI 图像数据 3 796 景,共计 449 975 景。

中巴地球资源卫星 02 星于 2003 年 10 月 21 日在中国太原卫星发射中心发射升空,目前 02 星在轨道上正常运行。现已录入、处理与归档 02 星 CCD 数据 79 386 景、IRMSS 数据 103 022 景、WFI 数据 7 398 景,总计 189 806 景。为了充分发挥中巴地球资源卫星在国土资源与环境调查中的应用潜力,在国防科工委和贵州省科技厅的领导下,由中国资源卫星应用中心、贵州省林业调查规划和贵州师范大学组成“中巴地球资源卫星贵州省应用研究组”,开展了中巴地球资源卫星数据在贵州省森林资源及环境调查示范应用研究。

贵州省地处我国西南部高原山地,地貌类型复杂,其中喀斯特化面积占 73%。区内山高坡陡,切割强烈,是我国惟一没有平原分布的省份,是昔日人人皆知的“天无三日晴,地无三里平,人无三分银”的穷山僻壤,为我国经济上欠发达的省份之一。改革开放以来,贵州省发生了巨大的变化,国家西部大开发战略又给贵州省经济建设带来跨越式的发展机遇。

贵州省的“科学、经济和社会的发展具有高度的非线性性”。贵州省经济实现跨越式的发展,应抓住西部大开发的战略机遇,须牢牢地树立科学技术发展观,客观地评价贵州省资源与环境的优势和劣势,尽快将资源优势转化为经济优势,为实现贵州省的经济可持续发展,提供可靠的科学依据。

贵州省的气候湿润多雨,年降雨量高达 1 500 mm,是新疆的 10 倍。亚热带高温多雨的气候条件,不仅使贵州省的水电资源十分丰富,而且利于森林的生长与发育。所以贵州省素有“森林之省”、“公园省”的美称,是我国著名的杉木产区之一。

贵州省的地质、地貌及生物种类复杂多样。其山区蕴藏着汞、煤、磷、碘、铅、锌、锑等多种丰富的矿产,其中汞矿产量居全国第一。贵州省地表有形态奇异的溶痕、溶沟、溶盆、石芽、石林、漏斗、天生桥、穿洞和瀑布,地下有溶洞、暗河、伏流等,几乎包容了世界上所有的喀斯特地貌类型,成为喀斯特地貌的“博物馆”,具有丰富的旅游资源。

贵州省虽然有丰厚的自然资源,但也存在喀斯特生态环境脆弱的弊端。多数喀斯特地区干旱缺水、土层浅薄、石灰性较强,导致植被发育十分脆弱。由于遭受人为的破坏,有的多年形成的浅薄土层,在暴雨中全部被冲走,不仅造成水土流失,而且形成石漠化灾害。“历史上,贵

州森林茂密,无山不绿,但由于长期战乱、宫室用材采伐、毁林开荒、放火烧山”等多种原因的盲目过度采伐,使森林覆盖率锐减,破坏了生态平衡,加重了生态环境的恶化。

合理地开发贵州省的资源,进一步改善贵州省的环境已是当务之急,这不仅关系到贵州省跨越式和可持续的发展,而且也关系到长江中下游和珠江下游的生态安全。因此,对贵州省资源和喀斯特生态脆弱带生态环境进行科学的现状调查,并对其演化趋势进行动态监测,是促进贵州省经济腾飞的重要保障。“数字贵州”是贵州省根据国务院关于“统筹规划、国家主导、统一标准、联合建设、互联互通、资源共享”方针,提出的系统工程。它是以信息共享为基础,实现全省小康社会的技术保证。本项研究也是“数字贵州”建设的示范项目之一。

遵照原国防科工委副主任栾恩杰对本项目提出的要“一件一件地把工作搞好,真正做出成效来,提高我们在应用领域的科研能力和水平。同时为地方经济作贡献,以贵州省为重点取得经验并推广到全国,走向国际”的指示和要求,中国资源卫星应用中心、贵州省林业调查规划院和贵州师范大学的师生和科技人员,团结协作,兢兢业业,努力工作,没有辜负领导的期望。

项目研究中得到了国防科工委科技与质量司吴伟仁司长和原贵州省科技厅廖小罕副厅长的大力支持和帮助。国防科工委副主任、国家航天局局长孙来燕为本研究成果撰写了序;国防科工委科技与质量司沙南生副司长、成森、湛凯处长,贵州省科学技术厅苏庆、景仲平处长,中国航天科技集团公司商树林处长,中国林业科学院赵宪文教授、中国科学院傅肃性教授和国土资源部航空物探遥感中心齐泽荣教授等领导和专家,对此项研究工作给予了热情的关怀与支持,特此表示感谢!

本书是在分课题应用研究基础上编写而成的。参加编写的人员有王志民、傅俏燕、陆登槐、闵祥军、杨雪梅、罗扬、朱军、舒明灿、安裕伦、张雅梅、谷花云、杨广斌等,最后由王志民、郭建宁统一定稿,在审定书稿期间得到傅肃性教授、赵宪文教授的指点和帮助。由于编写时间仓促,水平有限,报告中难免有疏漏和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2005年3月15日

An Application and Demonstration Project of CBERS Data in the Field of Forest Resources
and Environment Investigation in Guizhou Province
(Introduction)

China Center For Resource Satellite Data & Application
Forestry Survey and Planning Institute of Guizhou Province, Guizhou Normal University

This project was focused on the following research with CBERS CCD data: the remote sensing investigation on forest resources in Guiyang City; study on forest site condition and related ecological environment in Guiyang City; and the construction of database, graphics library and image library of forest resources investigation & ecological environment in Guiyang City.

There were some successful application cases of CBERS data in the forest resources investigation on Linzhi region of Tibet and Guixi City of Jiangxi province. But there existed some problems when applying CBERS data to Guizhou province. Being famous for its high mountains, deep rivers, steep slope and fragmented fields, Guizhou is the only province without plain support. The target on the ground seen from the remote sensing image couldn't be extracted by computer classification method. For example, the continuous road is changed into discontinuous one after computer's extraction, or the unreal road appeared. And the phenomena of "same spectrum different target" and "different spectrum same target" are very popular. On the composite image, for instance, shrubbery is in black red, dark red, wine red, cardinal red, light red and pink. These multiple colors are very easily to be confused with those of conifer, broadleaf, economic forest and farmland on the image. This makes it very hard to classify the forest resources only based on the spectrum information.

Based on the combination of RS, GIS and GPS, this project developed and used nonlinear band ratio image extraction method, target types delamination method, "same spectrum different target" and "different spectrum same target" disturb reduction method, special information extraction method with modeling tools, terrain shadows disturb weaken method and multiple information comprehensive analysis etc. All these methods effectively kept the phenomena of "same spectrum different target" and "different spectrum same target" under control. Therefore forest resources investigation task was ensured to carry out successfully. Through the validation of ground inspection, the correct estimation ratio for woodland (conifer, broadleaf and economic forest) reached 83.2%, and the correct estimation ratio for main forest types such as coniferous forest was 97.6%. Thus the breakthrough was realized in space distribution investigation on forest resource in Guiyang City only by computer supervise classification method. And a highly feasible method was provided for remote sensing classification of complex mountain targets with some popularization value to a certain extent.

In the forest site condition investigation, terrain , physiognomy, soil, lithology, gradient and aspect of slope information were combined with vegetation type adaptability reflected on the CBERS image, and then Forest Site Types Map was compiled. The positions and ranges of the excellent, good, fine and usable planting lands were space oriented that the coordinates and areas of each icon were indicated accurately. Forest Site Types Map played an important role in the following three aspects: delineating effective ranges for large scale afforestation planning and design of the second shelter forest belt in Guiyang City; providing detailed basic data for further forestry investigation and design; blocking out an area of more than 420 000 hectares suitable for economic forest planting based on the field texture, quantity of heat and nutrition conditions in order to fully exert the potential of natural resources and promote the country richness, which also contributes to the construction of the “Forest City”.

A study on the quarries in Guiyang City was also completed in the project. Guiyang City has a Karst physiognomy feature, very shallow mountain top soil, and only the Arbor-Shrub-Weeds is a mayor protection layer for Guiyang City's ecological environment, which is very hard to recover once destroyed. But the unplanned expanding of the quarries has made a serious influence on the construction of “Forest City”. When satellite remote sensing data was used to dynamically monitor quarries in Guiyang City, it was found that the quarry quantities were up 4 times and the quarry areas were up 5.6 times in 2001 compared with 1991. And it is worth mentioned that the quantities of quarry less than 1 hectare had the fastest increase, and there is little sign to stop. As a whole, this project has provided detailed data and images, appropriate guideline and methods for quarry's rectification in Guiyang City.

目 录

1 总论	1
1.1 项目的来源和研究内容	1
1.2 贵阳市自然地理和社会经济背景	3
1.2.1 自然地理背景	4
1.2.2 社会经济概况	10
1.3 项目组织、计划进度、技术流程	11
1.3.1 项目组织	11
1.3.2 贵阳市森林资源调查的技术流程和进度	12
1.3.3 贵阳市森林立地条件与生态环境研究的技术流程和进度	13
1.4 贵州省和贵阳市森林资源调查资料分析	15
2 中巴地球资源卫星数据特点、处理与制图	18
2.1 中巴地球资源卫星及遥感数据的特点	18
2.1.1 中巴地球资源卫星概况	18
2.1.2 CBERS 卫星系统性能特点	20
2.1.3 成像传感器特性	23
2.1.4 CBERS-01/02 卫星遥感数据产品的基本特征	32
2.2 提高 CBERS 图像清晰度的图像处理方法	35
2.2.1 谱段配准	35
2.2.2 消除条带噪声	36
2.2.3 大气校正	36
2.2.4 基于调制传递函数(MTF)的 CBERS-01 CCD 相机遥感图像校正	37
2.3 CBERS 数据的遥感识别制图	39
2.3.1 贵阳市 1:100 000 CBERS-01 影像图的编制	39
2.3.2 贵阳市 1:50 000 幅影像制图	45
3 贵阳市森林资源遥感调查研究	46
3.1 调查研究的任务	46
3.2 贵阳市森林资源的分类原则与方案	46
3.2.1 分类原则	46
3.2.2 贵阳市森林资源遥感调查分类方案	49
3.3 贵阳市森林资源类型的解译标志和影像特征	49

3.3.1	针叶林	51
3.3.2	阔叶林	52
3.3.3	经济林	52
3.3.4	灌木林	53
3.3.5	灌丛地	53
3.3.6	宜林荒地	53
3.3.7	耕地	54
3.3.8	水域	54
3.3.9	主要城镇	54
3.3.10	交通用地	55
3.3.11	其他用地	55
3.4	区分林地等地物类型的原理	55
3.5	贵阳市森林资源类型的分类方法	56
3.5.1	CBERS 数据在贵州省森林资源调查应用的技术分析	56
3.5.2	CCD 非线性谱段比图像的森林资源类型识别	58
3.5.3	最佳谱段组合图像的监督分类	62
3.5.4	地物类型分层提取法	66
3.5.5	抓住主导因子改进“同谱异物”和“异谱同物”现象干扰的分类算法模式	66
3.5.6	利用建模工具提取阔叶林和道路信息	66
3.5.7	地形阴影的分类处理	67
3.5.8	人一机交互式的多元综合分析与解译	68
3.6	贵阳市森林资源识别分类与制图	69
3.6.1	分类图像的预处理	69
3.6.2	针叶林的分类处理	69
3.6.3	阔叶林的分类处理	70
3.6.4	经济林的分类处理	71
3.6.5	灌木林与灌丛地的分类处理	72
3.6.6	宜林荒地的分类处理	74
3.6.7	耕地的分类处理	74
3.6.8	交通用地的分类处理	76
3.6.9	水体的分类处理	77
3.6.10	主要城镇的分类处理	79
3.6.11	其他用地的分类处理	80
3.7	贵阳市森林资源图像识别分类与制图	80
3.7.1	贵阳市森林资源计算机分类与结果分析	80
3.7.2	计算机分类结果的自查	80
3.8	贵阳市森林资源遥感调查计算机分类结果的野外验证	82
3.8.1	野外验证的准备工作	82

3.8.2	检验方法	83
3.8.3	检验结果	83
3.8.4	部分地类判对率不高的原因分析和处理	85
3.8.5	贵阳市森林资源遥感调查分类图的编制	86
3.9	贵阳市森林资源遥感调查最终成果和质量评述	86
3.9.1	贵阳市森林资源遥感调查的数据库建设	86
3.9.2	贵阳市森林资源遥感调查数据有效性分析	86
3.10	贵阳市森林资源遥感调查效益分析	90
3.11	存在的问题与讨论	91
4	贵阳市森林立地条件与生态环境遥感调查分析	93
4.1	贵阳市森林立地条件调查研究	93
4.1.1	森林立地条件调查的目的	93
4.1.2	森林立地研究的途径和森林立地分类系统	93
4.1.3	立地条件分析	95
4.1.4	立地分类的原则	96
4.1.5	立地分类方案	96
4.1.6	立地类型划分的技术路线和方法	99
4.1.7	立地评价	103
4.1.8	立地调查的效益分析	106
4.2	贵阳市(市辖区)采石场遥感动态监测	107
4.2.1	研究区概况	107
4.2.2	数据源	107
4.2.3	影像解译流程	107
4.2.4	解译方法	108
4.2.5	采石场调查结果及动态变化分析	110
4.2.6	对治理采石场泛滥现象的建议	113
4.3	贵阳市水源地生态环境调查	114
4.3.1	贵阳市主要水域	114
4.3.2	贵阳市主要供水水源地	116
4.3.3	对贵阳市水源地污染治理的建议	119
5	贵阳市森林资源及环境调查基础库的建设与管理	124
5.1	贵阳市森林资源及环境调查信息管理系统的构想	124
5.2	贵阳市森林资源及环境调查基础库的组建	125
5.3	图形库的建设和管理	126
5.4	图像库的建设和管理	126
5.5	数据库的建设和管理	126

5.5.1	数据库管理系统的选择	126
5.5.2	数据库的总体结构	127
5.5.3	基础表	128
5.5.4	用户需做的工作	134
5.5.5	实用软件的设计	140
5.5.6	数据组织	143
5.5.7	数据的加工处理	144
5.5.8	数据检索和分析	144
5.5.9	处理结果的输出	145
5.5.10	数据库的运行和维护	147
6	遥感应用技术培训班	148
6.1	遥感技术推广应用培训班	148
6.1.1	培训班的目的和任务	148
6.1.2	培训班的组织	148
6.2	遥感技术骨干培训	150
6.3	遥感技术培训工作的效益	151
7	小结	152
7.1	贵阳市森林资源及环境调查示范研究项目的主要技术成果	152
7.1.1	贵阳市森林资源调查的主要技术成果	152
7.1.2	贵阳市森林立地条件与生态环境调查与研究的主要技术成果	153
7.1.3	贵阳市森林资源及环境调查基础库建设的主要技术成果	153
7.2	贵州省森林资源及环境调查示范研究项目的主要成绩	153
7.3	贵阳市森林资源及环境调查的综合效益分析	155
7.4	贵阳市森林资源及环境调查的几点启示	156
附录 1	关于中巴地球资源卫星(CBERS)数据在贵州省应用的合作协议	157
附录 2	CBERS 数据在贵州省森林资源及环境调查的示范应用研究项目合作协议书	159
附录 3	CBERS-01 卫星遥感影像自动分类现地校核报告	162
附录 4	CBERS 数据在贵州省森林资源及环境调查的示范应用研究课题验收意见	168
附录 5	贵阳市森林资源与环境数据库使用手册	169
参考文献		192

封面图片 贵州省黄果树瀑布

Contents

1 General Remarks	1
1.1 Project Origin and Its Research Contents	1
1.2 General Survey of Physical Geography and Social Economy in Guiyang City	3
1.2.1 General Survey of Physical Geography	4
1.2.2 General Survey of Social Economy	10
1.3 Project Organization, Schedule and Technical Flowchart	11
1.3.1 Project Organization	11
1.3.2 Technical Flowchart and Schedule of Forest Resources Investigation in Guiyang City	12
1.3.3 Technical Flowchart and Schedule of study on Forest Site Conditions and Related Ecological Environment in Guiyang City	13
1.4 Data Analysis of Forest Resources Investigation in Guizhou Province and Guiyang City	15
2 Data Characteristics, Processing Methods and Cartography of China-Brazil Earth Resource Satellite (CBERS)	18
2.1 Characteristics of CBERS and Remote Sensing Data	18
2.1.1 Introduction to CBERS	18
2.1.2 System Performance Characteristics of CBERS	20
2.1.3 Characteristics of the Imaging Sensor	23
2.1.4 Basic Features of Remote Sensing Data Products of CBERS – 01/02	32
2.2 Image Processing Methods for the improvement of CBERS Image Definition	35
2.2.1 Bands Registration	35
2.2.2 Stripe noises Removal	36
2.2.3 Atmospheric Correction	36
2.2.4 Remote Sensing Image Correction for CBERS – 01 CCD Camera Based on Modulation Transfer Function (MTF)	37
2.3 Research on Remote Sensing Cartography for CBERS Data	39
2.3.1 Compile of CBERS – 01 Image with a Scale of 1:100 000 in Guiyang City	39
2.3.2 Image with a 1:50 000 Scale in Guiyang City	45
3 Remote Sensing Investigation and Research on Forest Resources in Guiyang City	46
3.1 Task of Investigation and Research	46
3.2 Classification Principles and Schemes of Remote Sensing Investigation on Forest Resources in Guiyang City	46