

基于中分辨率遥感图像的土地利用与覆被分类系统构建

肖鹏峰¹, 刘顺喜², 冯学智¹, 林广发³

(1. 南京大学城市与资源学系, 江苏 南京 210093; 2. 中国土地勘测规划院, 北京 100035;
3. 福建师范大学地理科学学院, 福建 福州 350007)

摘要: 研究目的: 研制基于遥感的土地利用与覆被分类系统, 为国家土地利用与覆被基础数据库建设和宏观土地资源遥感动态监测提供分类依据。研究方法: 文献资料法、比较分析法和计算机试验法。研究结果: 根据中分辨率卫星传感器的波谱响应特征和土地利用与覆被遥感信息获取技术, 提出基于中分辨率遥感图像的土地利用与覆被分类系统, 并给出各个类别在遥感图像上的解译标志。研究结论: 该系统基本可以满足在国家尺度上的遥感分类应用要求。

关键词: 土地资源; 土地分类; 土地利用与覆被; 遥感; 中分辨率卫星

中图分类号: TP751.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-8158(2006)-0033-06

A Land Use/ Cover Classification System Based on Medium Resolution Remote Sensing Data

XIAO Peng-feng¹, LIU Shun-xi², FENG Xue-zhi¹, LIN Guang-fa³

(1. Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China;
2. China Land Surveying and Planning Institute, Beijing 100035, China;
3. College of Geographical Science, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

Abstract: The purpose of this study is to develop a land classification system for national land use and land cover database building and macro land resources dynamic monitoring. Methods of documentation, comparative analysis and computer experiment were employed. On the basis of the spectral response of medium resolution satellite sensors (TM, CBERS - 1 and SPOT) and the acquirement techniques of land use and land cover information, a land use and land cover classification system based on medium resolution remote sensing data was built. The interpretation characters of every catalogue were also demonstrated. The system can satisfy national remote sensing classification applications.

Key words: land resource; land classification; land use and land cover; remote sensing; medium resolution satellite

1 引言

土地利用与覆被分类系统是以土地利用/覆被变化及其驱动力为核心的全球变化与可持续发展研究的基础性问题,也是各个国家、各个研究部门之间进行研究成果交流与结论对比的接口。目前国内外使用的土地分类体系有几十种,大体上可以归纳为两类:一类是以土地利用为主的分类系统,如全球测图项目土地利用栅格数据制作分类、中国 1984 年全国农业区划委员会制定的《土地利用现状调查技术规程》、2002 年国土资源部发

收稿日期 2005-01-04

修改日期 2005-07-04

基金项目: 国土资源部重点科技项目“构建国家级土地利用和覆被变化数据库及服务系统”(2001010101)。

第一作者: 肖鹏峰(1979 -)男,湖南宁乡人,博士生,主要研究方向为资源环境遥感。

布的《全国土地分类》等,这类分类系统主要是从土地被利用的程度以及人类对土地的影响出发来进行分类,数据的获取多以实地调查为主,其成果多为纸质土地利用图。另一类是以土地覆被为主的分类系统,如美国地质调查局1976年研制的国家级土地利用与覆被分类系统、中国科学院“国家资源环境遥感宏观调查与动态研究”制定的土地资源分类系统、美国1995年研制的国家30m土地覆被数据集分类系统(MRLC)、联合国粮农组织2004年研制的土地覆被分类系统(LCCS)等。这类分类系统以卫星遥感图像为主要信息源,着重考虑土地覆被的自然属性,兼顾土地利用的主要特点,其产品多为数字形式。

遥感监测由于具有宏观、快速、实时、动态等特点,它在土地利用与覆盖信息获取方面发挥着越来越重要的作用。特别是对于国家和区域尺度,遥感监测成为惟一有效的获取土地覆被信息的技术手段(袁希平等,1999)。Anderson早在20世纪70年代就探讨了利用人工目视解译航天和航空遥感相片分别获得一级、二级土地覆被信息的技术方法(Anderson,1976)。20世纪90年代,刘纪远(1997)提出了适用于中国资源环境遥感宏观调查的土地资源分类系统方法。2001年,林培等提出了以“土地利用现状+土地资源背景”的迭加模式为基础的5级土地利用分类体系,以及以遥感信息为主体的多源信息复合分类与制图系统。

上述的土地覆被分类策略都存在一定的局限:一是土地覆被分类系统过分地依赖特定遥感数据源,造成采用单一遥感数据源的土地覆被分类系统的通用性不强;二是针对某种需要而拟定的土地覆被分类系统,很难将其转换成适应不同目的的土地覆被分类系统。本文研究的目的是研制基于中分辨率遥感数据的土地利用与覆被分类系统,为国家的土地利用与覆被基础数据库建设和宏观土地资源遥感动态监测提供分类依据。

2 中分辨率卫星传感器的数据特征

土地利用与覆被分类系统的分类要素表征与获取土地利用及土地覆被信息所采用的数据源有着密切的关系。而数据源的选择又决定于数据本身的信息含量、技术经济指标等问题。经验证明,遥感系统空间分辨率的选择,一般应小于被探测目标最小直径的一半(Jensen,1996)。国家尺度的土地利用与覆被分类系统的应用目的是为国家的土地利用与覆被基础数据库建设提供分类依据,为宏观土地资源遥感动态监测提供参考,该数据库在以后的长期运行过程中要求大面积、定期更新,所以选择中分辨率的遥感数据为主要数据源。

在这里,中分辨率卫星指传感器的空间分辨率为十米级的卫星,如Landsat TM(30m)、SPOT(20m)、CBERS-1(20m)等。考虑数据的连续性、用户习惯、数据处理与信息提取的经验、购买数据的费用支出等问题,其中的TM、CBERS-1等可作为主要的数据源,分辨率较高的SPOT等数据可以作为重点地区的辅助数据源。其主要特征是:(1)传感器的设计主要是针对植被、水体、岩石、土壤、建筑物等地表覆被物,波谱接收通道大多数处于可见光、红外和近红外波段(表1)。(2)一般来说,基于中分辨率遥感数据的土地利用与覆被分类只能分到二级,少数地物可以分到三级。例如,对Landsat-7 TM的15m分辨率的全色图像可以目视分辨出耕地、林地、草地、居民地及工矿用地、交通用地、水域等等,其中林地可以区分出有林地、园地及林地的疏密。水域是TM图像上比较容易判别的一类,根据水域的形状可以进一步分辨出河流、湖泊、水库、坑塘等。如果比较多个时相、不同波段的遥感数据,综合应用各种信息提取技术,可以对部分土地覆被类型进一步细分并达到满足生产要求的精度,如通过不同时相的TM图像可以区分出针叶林、阔叶林和针阔混交林。

3 土地利用与覆被遥感分类技术

对于如何从遥感图像中提取土地利用与覆被信息,相关研究者已经提出了许多理论与方法,主要包括人机交互解译、计算机自动分类两大类方法。目前在业务生产中,最成熟、应用也最广泛的土地利用与覆被信息提取技术还是首推人机交互解译技术,即由专业人员根据遥感图像的色调、形状、大小、阴影、位置和纹理等特征及其组合方式判读图像上每一个图斑所代表的实际地表覆被类型。但这种方法受解译者的经验和知识的影响较大。在解译的过程中,为了提高解译精度和解译效率,可以采用一些图像增强方法。例如,将低分辨率的多光谱

表 1 当前主要中分辨率传感器的波段设置

Tab. 1 Band design of main medium resolution satellite sensors

波段名称	波段宽度(μm)			选择原理和主要应用
	Landsat(TM)	SPOT(HRV, HRVIR)	CBERS-1(CCD)	
蓝	0.45 - 0.52	-	0.45 - 0.51	对水体有较强的透视能力,对叶绿素和叶色素浓度敏感,用于区分土壤与植被、落叶林与针叶林等
绿	0.52 - 0.60	0.50 - 0.59	0.52 - 0.59	对无病害植物叶绿素反射敏感,对水的穿透力较强,用于区分林型、树种和反映水下特征等
红	0.63 - 0.69	0.61 - 0.68	0.63 - 0.69	对叶绿素吸收敏感,用于区分植物种类和植被覆盖度;信息量大,为可见光最佳波段,广泛应用于地貌、岩性、土壤、植被
近红外	0.76 - 0.90	0.78 - 0.89	0.77 - 0.89	对绿色植物类别差异最敏感,用于生物量调查、作物长势测定、水域判别等
短波红外	1.55 - 1.75	1.58 - 1.75	-	处于水的吸收带,对含水量和云的不同反射敏感,可判断土壤、植被的含水量和雪、云等
短波红外	2.08 - 2.35	-	-	处于水的强吸收带,可区分主要岩石类型、岩石的水热蚀变,用于地质探矿与制图等
全色	0.52 - 0.90	0.50 - 0.73	0.45 - 0.73	与多光谱数据融合,可以得到较高空间分辨率和波谱分辨率的图像

图像与高分辨率的单波段(或全色)图像进行融合,可以在较好地保持多光谱图像的光谱信息的同时提高图像的空间分辨率,这将使融合后的图像既具有低分辨率多光谱图像信息量较丰富的特点,又增强了地物的细节纹理,从而增强了人眼的识别能力。

为了提高效率、节约人力,实现标准化、大面积的土地利用与覆被数据生产,由模式识别衍生出来的遥感图像计算机自动分类技术一直是遥感应应用研究的主要内容。但基于距离计量和贝叶斯准则的非监督分类与监督分类技术,仅考虑了遥感图像像元之间的相似性,并不能完全解决“同谱异物”问题,错分的概率也一直得不到有效抑制。近些年来,基于专家系统的分类方法,或完全基于知识的分类方法成为发展的方向。其基本思想是把人机交互解译过程中人判读图像时所依据的专业知识表达为计算机可以理解的形式,再利用这些知识进行分类,从而达到综合分类的效果。试验结果表明,专家系统的分类方法可得到较高的分类精度(赵萍,2003)。作为补充,我们在方法探讨中也就特定地物的专题信息提取技术进行了尝试,发现用决策树方法提取 SPOT 图像上的居民地信息,以及用迭代混合分析法提取 CBERS-1 中的水体信息,均可获得较好的分类效果(肖鹏峰,2004)。

因此,人机交互解译、计算机自动分类两大类方法可以互为补充,用来构建土地利用与覆被分类系统:首先对现有的各种土地利用与覆被分类体系进行比较分析,然后选择 TM、CBERS-1、SPOT 等中分辨率遥感数据作土地利用与覆被专题信息提取、图像分类试验。主要试验区是江苏和浙江的低山丘陵区。这些地区土地利用与土地覆被类型丰富,地块破碎,且交通便利利于实地验证,能较好地检验各种信息提取方法的可靠性。综合试验与分析的结果提出分类系统方案(图 1),构建基于中分辨率遥感图像的土地利用与覆被分类系统。

4 分类系统的构建

4.1 分类系统构建的原则

(1)统一性原则。土地分类体系各级各类土地必须有一个统一的划分标准。一级地类如何划分、二级地类如何划分应该有一个规范而明晰的尺度,分类必须穷尽,类与类之间完全排斥。

(2)动态性原则。随着土地利用的社会、经济、环境的发展和深入,对土地分类体系进行增减、调整和修改是

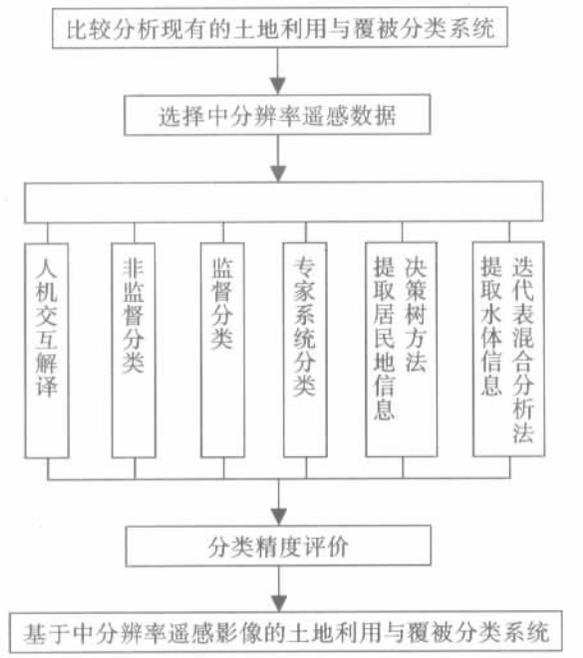


图 1 土地利用与覆被分类技术流程

Fig. 1 Technical flowchart of land use and land cover classification

必然的(徐忠国, 2002)。因此分类系统应该是等级层次的、可扩充的, 以便于不同目的的土地利用与土地覆被研究和应用。

(3) 开放性原则。在每一个分类中都应有“其它”一类以容纳区域土地利用的特有类型(林培, 2001); 分类系统与其他土地分类系统具有良好的对接与转换关系。

(4) 经济性原则。应考虑土地利用与覆被信息的易于获取与易于处理, 尽量减少旧体系到新体系的过渡成本(徐忠国, 2002)。

(5) 类别的划分首先考虑土地的自然覆被, 再考虑社会经济等人为利用因素。土地覆被的概念是随着遥感技术的应用而出现的, 在表达形式上, 土地利用图往往采取多种方法综合成图, 而单纯依靠遥感图像经过计算机加工处理而制成的则为土地覆被图(吴传钧, 1994)。

(6) 根据中分辨率遥感图像所能反映的土地覆被信息来构建分类系统。利用遥感数据判读的各个土地覆被类别的精度至少不应低于 85%, 且各类判读精度大致相等(Anderson, 1976)。

4.2 基于中分辨率遥感图像的土地利用与覆被分类系统

根据土地分类的原则与模式, 基于中分辨率遥感图像的土地利用与覆被分类系统采用中国常用的二级分类制。第一级基本采用中国科学院土地资源分类系统及其编码, 改变了建设用地的提法, 新增湿地为一级地类。它基本反映了中国土地利用与覆被的特点, 兼顾了不同地区的地域差异。第二级主要考虑第一级土地利用与覆被的地理差异的进一步划分、遥感解译标志及其相应的气候(包括温度和降水)、表层地质、地形、植被、土壤等为主体的宏观地理环境条件。二级地类中的有林地可以根据应用需要进一步划分到第三级。

一级地类 7 类: 1 - 耕地, 2 - 林地, 3 - 草地, 4 - 水域, 5 - 建设用地, 6 - 未利用地, 7 - 湿地。

二级地类 26 类: 耕地分为 11 - 水田, 12 - 旱地; 林地分为 21 - 有林地(下分 3 个三级类: 211 - 针叶林, 212 - 阔叶林, 213 - 混生林), 22 - 灌木林地, 23 - 园地, 24 - 其他林地; 草地分为 31 - 高覆被度草地, 32 - 中覆被度草地, 33 - 低覆被度草地; 水域分为 41 - 河渠, 42 - 湖泊, 43 - 水库和池塘, 44 - 冰川和积雪; 建设用地分为 51 - 城镇用地, 52 - 农村居民点, 53 - 独立工矿用地, 54 - 交通用地, 55 - 其他建设用地; 未利用地分为 61 - 沙

地,62-盐碱地,63-裸土地,64-裸岩石砾地,65-其他未利用地;湿地分为71-沼泽,72-苇地,73-滩涂。

说明:(1)该分类系统主要是按土地覆被来构建的,如林地中不再出现人工林、防护林等类别;草地按覆被度进行二级分类:高覆被度草地、中覆被度草地、低覆被度草地,而不是分为人工草场、天然草场。(2)其他林地是指包括疏林地、未成林造林地、迹地、苗圃和种植花卉、药材等其它多年生作物的园地;其他建设用地是指特殊用地、港口码头用地等;其他未利用地是指包括高寒荒漠、苔原等在内的其他未利用土地。(3)湿地在中国以往的土地分类系统中均没有提及,但湿地作为自然生态环境中的一个重要的用地类型,在保持一个地区的空气湿度、降雨量、地下水水位及生态环境质量等方面起着越来越重要的作用。因此,本系统将湿地作为一个独立的

表2 基于中分辨率遥感图像的土地利用与覆被分类系统及其解译标志

Tab. 2 A land use and land cover classification system based on medium resolution remote sensing data

代码及类型	空间分布位置	植被	形状	图像特征		
				色调	纹理	
1 耕地	11 水田	河流两岸低阶地或洼地,水库和湖泊附近	水稻	四边形排列,格状或条带状,渠系成网	暗红色或深红色,鲜亮,色调饱和	平滑细腻
	12 旱地	平原地区大块成片,山间分散的有小块	粮、棉、油等经济作物	地块有大有小,几何特征规则,地类界线明显	以红色、浅色为主,又有灰白、浅蓝等,鲜亮,饱和度不一	不同地区差异大,平滑细腻
2 林地	21 有林地	高原,山地,平原水源好的山地往往在阴坡	针叶林 阔叶林 针阔混交林	不规则的条带状或片状,面积较大	深红、暗红 鲜红 红色	较粗糙,有立体感 纹理较细 纹理较粗
	22 灌木林地	中低山区、平原	山地为荆棘等,平原为红柳等	不规则的条带或片状,外缘不很明显	深红色、红色、暗红色	较粗糙,立体感不强
	23 园地	谷地、低丘	果树、桑树、茶树等	不规则斑块状或条带状	亮绿色、深绿色	纹理较粗,有质感
	24 其他林地	-	-	-	-	-
3 草地	31 高覆被度草地	中高山地及河流沟谷附近	中生湿生草本	大小不一,呈片状、面状,一般连片分布	暗红或红色,色彩饱和,鲜红明亮	平滑细腻
	32 中覆被度草地		中生旱生草本	片状、面状,一般连片分布	红色或浅红色,色调明亮或灰暗	平滑细腻
	33 低覆被度草地	低山、山前平原	旱生草本	不规则的连片分布	浅黄绿色或浅红色,较明亮	平滑中有粗糙感
4 水域	41 河渠	分布广泛	无	线状	浅蓝或深蓝色,色彩鲜亮,色调饱和	平滑细腻
	42 湖泊			不规则形状,面积较大,一般与河流相连		
	43 水库和池塘			面积较小,有直线形状的大坝,零星分布		
	44 冰川和积雪	海拔较高的高山顶部及山脊附近	无	依地势呈片状和面状	浅蓝色、白色,明亮	平滑细腻
5 建设用地	51 城镇用地	平原、盆地	几乎无植被	多是面状,成片分布,面积较大	灰白、红色、暗红色,较明亮	较粗糙,格状斑点
	52 农村居民点	平原、山间谷地	多林木包围	零星分布,面积较小	蓝灰色、蓝黑色、暗灰色、灰色	较粗糙
	53 独立工矿用地	平原、山间谷地	几乎无植被	裸地较多,独立于城镇分布	灰白	较粗糙
	54 交通用地	平地	无	线状	青灰色或白色	较平顺
	55 其他建设用地	-	-	-	-	-

6 未利用地	61 沙地	伊犁地区、吐鲁番	几乎无植被	大面积片状	土黄色、黄绿色、浅蓝色,明亮	坎坷不平,有立体感
	62 盐碱地	地势低平	极少的耐盐碱类植物	片状、条带状、面状	白色、灰白色,明亮	絮状,较平滑
	63 裸土地	山前丘陵,地势平坦开阔,离河湖较远	极少的各种旱生植物	不规则的片状、条带状	白色,明亮	平展光滑
	64 裸岩石砾地	低山山体、高山顶部	几乎无植被	片状、条带状	青灰色、浅绿色,明亮	凸凹不平,立体感强
	65 其他未利用地	-	-	-	-	-
7 湿地	71 沼泽	河流两侧,湖边积水处	水生灌丛植物	不规则菜花状、条带状、面状	深蓝、黑蓝色,色调暗淡	絮状,较粗糙
	72 苇地	河流两侧、湖边	芦苇	带状、面状	黑色、橙黄色或深棕色,色调暗淡	纹理较粗糙
	73 滩涂	湖泊外围,低阶地的下部	几乎无植被	条带状、扇状	浅蓝、蓝色,色调灰暗	平滑絮状

一级类别,指常年被水浸泡或覆盖水的长有自然生草本或木本植物的区域(Anderson,1976),可分为沼泽、苇地、滩涂三个二级地类。

各类别的具体含义及其在中分辨率遥感图像上的解译标志如表2所示,图像特征以TM数据RGB432假彩色合成图像为例。该分类系统主要为国家级和省级的土地利用与覆被制图及土地利用/覆被变化(LUCC)监测服务,制图比例尺为1:10万到1:25万。

5 结语

这一建议性的“基于中分辨率遥感图像的土地利用与覆被分类系统”符合人类对土地利用与覆被的理解以及人工和计算机对中分辨率遥感图像的解译和分类,基本反映了中国土地利用与覆被的特点,兼顾了不同地区的地域差异,而且与美国1:25万土地利用与覆被分类系统及中科院土地资源分类系统等建立了代码转换关系(肖鹏峰,2003)。该分类系统为国家的土地利用与覆被基础数据库建设和宏观土地资源遥感动态监测提供了分类依据。

参考文献(References):

- [1] 袁希平,甘淑. 土地覆被遥感监测及分类系统实例评析[J]. 云南工业大学学报,1999,15(4):7-10.
- [2] J. R. Anderson, E. E. Hardy, J. T. Roach and R. E. Wiltmer. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data [R]. America: USGS Professional Paper, 1976:963-965.
- [3] 刘纪远. 国家资源环境遥感宏观调查与动态监测研究[J]. 遥感学报,1997,1(3):225-230.
- [4] 林培,刘黎明,孙丹峰. 关于建立我国土地利用分类及其制图问题的探讨[J]. 中国土地科学,2001,15(1):28-31.
- [5] J. R. Jensen. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective (2nd Ed.) [M]. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1996:197.
- [6] 肖鹏峰,刘顺喜,冯学智,赵书河,赵萍. 中分辨率遥感图像土地利用与覆被分类的方法及精度评价[J]. 国土资源遥感,2004,(4):41-45.
- [7] 赵萍. 基于知识的江南典型区土地利用与覆被分类研究[D]. 南京大学博士学位论文,2003:79-80.
- [8] 徐忠国,罗建美,陈路扬. 完善我国土地利用分类体系的若干设想. 国土资源,2002,(7):32-35.
- [9] 吴传钧,郭焕成. 中国土地利用[M]. 北京:科学出版社,1994:1-40.
- [10] 肖鹏峰,刘顺喜,冯学智,林广发. 基于遥感的土地利用与覆被分类系统评述及代码转换[J]. 遥感信息,2003,(4):54-57.
- [11] 李树国,马仁会. 对我国土地利用分类体系的探讨[J]. 中国土地科学,2000,14(1):39-40.

(本文编辑 仲济香)