

文章编号: 1007-7588(2011)06-1195-09

土地利用/土地覆被分类系统研究进展

张景华^{1,2}, 封志明¹, 姜鲁光¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 土地利用/土地覆被变化是全球变化研究中的一个重要内容, 而土地利用/土地覆被分类又是研究土地覆被变化的重要前提, 它既影响着分类结果的表达, 也决定着分类数据的应用领域。本文简要回顾和评述了国内外土地利用/土地覆被分类系统的研究进展。研究认为, 土地利用/土地覆被分类系统, 1970年代之前以土地利用分类为主, 着重于土地用途的差异, 主要用于土地利用现状调查和土地利用制图; 1970年代随着遥感和计算机技术的发展, 以土地覆被为主的分类系统迅速发展起来, 它着重于土地类型的差异, 主要用于土地覆被变化研究。研究指出, 目前的土地利用/土地覆被分类系统一般都适用于特定研究目的和研究尺度, 没有统一标准, 这种土地分类系统的不兼容性, 给土地覆被数据的汇总、分析与共享带来了诸多不便。但一个“万能”的土地分类系统又不存在的。鉴于此, 研究认为一个标准土地分类系统应该是多级的、开放的系统, 高级别的土地覆被类型可以直接基于遥感影像进行识别, 以便于实现分类数据的比较和共享; 低级别的土地覆被类型可以根据特定研究目的灵活制定, 以满足特定的研究需要。

关键词: 土地覆被; 土地利用; 分类系统; 研究进展; 土地利用/土地覆被变化

1 引言

土地利用/土地覆被变化是目前全球变化研究的一个核心和热点领域。土地利用/土地覆被变化不仅影响人类生存与发展的自然基础, 如气候、土壤、植被、水资源与生物多样性等, 而且影响地球生物化学圈层的结构、功能以及地球系统能量与物质循环等方面, 从而与全球气候变化、生物多样性的减少、生态环境演变等密切相关^[1]。因此, 国际地圈—生物圈计划(IGBP)和全球环境变化人文计划(IHDP)于1995年共同将《土地利用/土地覆被变化科学研究计划》列为核心项目^[2]。

在土地利用/土地覆被变化的研究中, 土地利用/土地覆被分类是基础性和关键性的一个环节。通过土地利用/土地覆被分类, 不仅可以了解各种土地利用/土地覆被类型的基本属性, 而且可以认识土地利用/土地覆被的区域结构与分布特点, 为进一步分析土地利用/土地覆被变化的地域差异性奠定基础。对地表的描述最早采用土地利用分类系统和植被分类系统, 然而, 随着对地观测技术的发展, 遥

感广泛地应用于土地覆被和全球变化等大尺度的科学研究中, 土地利用和植被分类系统中的某些类别在遥感中无法识别, 因此科学家们结合遥感获取地表地物属性特征的能力, 提出了土地覆被分类系统^[3]。

20世纪以来, 各国学者已从不同角度构建了众多的土地利用/土地覆被分类体系, 但迄今为止仍没有一个为国际社会广泛认可和具有普适性的分类系统, 从而导致土地分类所得到的结果几乎都无法进行严格验证和直接对比。鉴于此, 本文简要回顾和评述了国内外土地利用/土地覆被分类系统的研究进展, 并就土地利用/土地覆被分类系统的发展与完善进行了讨论和展望, 试图为土地利用/土地覆被变化研究提供翔实资料与参考依据。

2 国外土地利用/土地覆被分类系统

国外早期土地利用研究大多是基于野外调查编制土地利用图。第二次世界大战以后, 航空像片开始广泛用于区域土地调查与制图^[4]。进入50年代, 人们开始探讨利用遥感资料进行大范围土地利

收稿日期: 2010-06-11; 修订日期: 2011-03-31

基金项目: 科技部基础性工作专项: “澜沧江中下游与大香格里拉地区科学考察”(编号: 2008FY110300)。

作者简介: 张景华, 女, 山东烟台人, 博士生, 主要从事土地利用/土地覆被动态变化研究。E-mail: zhangjh.09b@igsnrr.ac.cn

通讯作者: 封志明, E-mail: fengzm@igsnrr.ac.cn

用和土地覆被制图的可行性,包括发展适用于遥感数据特点的土地分类系统及分类方法问题^[5]。70年代,随着地球资源卫星发射成功,卫星遥感技术开始应用于大范围土地资源调查。80年代以后,人们已在洲际范围内利用气象卫星数据进行土地覆被研究,并取得了有效的成果^[6-7]。到90年代,卫星遥感在全球和区域尺度土地利用/土地覆被研究方面取得了突破性进展,出现了一系列具有统一分类标准的全球土地覆被产品,如USGS为IGBP建立的IGBP-DISCover数据集,马里兰大学、波士顿大学建立的全球土地覆被数据集以及欧盟联合研究中心的全球土地覆被数据集GLC2000等。由此可见,随着遥感技术的发展和计算机技术的逐步成熟,对地表的研究已由早期的野外调查发展为基于遥感影像的分析解译,相应地,土地分类系统也由适用于野外调查的土地利用分类向适用于遥感数据的土地覆被分类发展。

2.1 英国和欧洲的土地利用/土地覆被分类系统

在系统调查基础上编制全国性土地利用图,以英国为最早。英国于1931年-1939年开展全国土地利用调查,将全国土地利用分为森林和林地,耕地和休耕地,草地或草场和永久草地等9类。由于受第二次世界大战的影响,其成果直到1948年才得以发表。

英国土地利用调查的成功,引起了各国地理界的重视。1949年在里斯本召开的第16届国际地理大会决议:在国际地理联合会(IGU)下设立世界土地利用调查专业委员会,推进世界各国1:100万土地利用图的编制^[8]。但因世界各国的土地利用情况千差万别,难以拟定一个全世界都适用的土地利用分类标准,最后只有少数国土面积较小的国家,如塞浦路斯、苏丹、伊拉克等进行了试点调查与制图。

在国际地理联合会世界土地利用调查专业委员会的启发之下,欧洲各国各自进行了土地利用调查。例如,意大利在国家研究委员会和普查局的支持下,编印了全国1:20万土地利用图,将土地利用分为21类,大致可代表南欧的情况。苏联自20世纪50年代以来,结合地区综合开发,进行土地资源调查,将土地利用分为农业用地、非农业用地、林业用地、城市居民点用地和水利资源用地五大类^[8]。

1960年英国进行了第二次全国土地利用调查,将土地利用类别增加到牧业用地,耕地,果园,林地

等13类。60年代末,20多个欧洲国家合作,共同编制了1:250万全欧土地利用图,包括农业用地、草地、果园、林地、荒地和建筑用地六大类22小类。

1985年为加强对各成员国环境和自然资源的管理,欧共体启动了环境信息协作计划(Coordination of Information on the Environment, CORINE),其中的土地覆被项目将土地覆被类别划分为人工表面、农业用地、林地和半自然用地、湿地、水体5个一级类,下分15个二级类和44个三级类^[9](见表1)。但该系统缺乏对土地覆被类别的明确定义,缺少混合自然植被。

2.2 美国的土地利用/土地覆被分类系统

1922年由Carl Sauer领导的密执安州土地经济调查开创了美国小区域土地利用综合考察的先例。1925年W.D Jones和V.C. Finch根据土地的自然条件和经济利用状况,采用分数号码法(fractional code system)填制土地利用图,将土地利用类型划为一般农业、畜牧业、商品农业、兼营农业、自给农业、森林、娱乐区、农村、城市、工矿区等10类。由于调查以农业为主,所以农业用地分得详细^[10]。1933年开始的田纳西河流域总体规划也是利用这一方法完成土地利用调查与制图的。

20世纪60年代,随着城市大发展,美国土地利用状况发生了巨大变化。一方面,美国政府为了保护资源与环境,进行地区性建设规划,需要了解土地利用的实际情况;另一方面,遥感和自动化制图等新技术开始发展与应用,可以多快好省地进行土地利用调查和制图。于是,1971年美国内政部地质调查局开始着手全国1:10万和1:25万土地利用图的编制。为了解决不同部门土地利用数据无法衔接等问题,联邦政府成立了跨部门的土地利用信息

表1 CORINE土地覆被分类系统

Table 1 CORINE land cover classification system

一级类		二级类
编码	类型名	(编码+类型名)
1	人工表面	11 城镇建筑物, 12 工业、商业和交通运输用地, 13 矿山、垃圾场和建筑工地, 14 人工非农业用地
2	农业用地	21 耕地, 22 多年生作物, 23 牧场, 24 其他农业用地
3	林地和半自然用地	31 林地, 32 灌木或草本植物, 33 少植被或无植被覆盖的空地
4	湿地	41 内陆湿地, 42 沿海湿地
5	水体	51 内陆水体, 52 海水

2011年6月

和分类指导委员会,目的在于制定国家级土地分类系统。最后,委员会采纳了James R. Anderson等人提出的土地分类系统,从而奠定了美国土地利用/土地覆被分类系统的基础^[1]。

1972年美国发射了世界上第一颗地球资源卫星——陆地卫星一号。1976年美国国家地质调查局(USGS)利用高轨道飞行数据对Anderson等人提出的分类系统进行验证和评估,发展了一套适用于遥感数据的土地覆被分类系统。该分类系统由4个层次构成:一级分类和二级分类适用于全国或全州范围,其中一级类是根据当时的卫星遥感影像(Landsat/ERTS)可以直接目视判读的地物,包括城镇或建成区、农业用地、草地、林地、水体、湿地、荒地、苔原、冰川或永久积雪9类;二级类是根据比例尺小于1:8万的航空像片可以判读的地物,分为37个类别(见表2)。三级、四级分类适用于州内的、区域性的、县域的研究,其中三级类适用于比例尺大于1:8万小于1:2万的航空遥感,四级类适用于比例尺大于1:2万的航空遥感。后两级分类依据各级需求在二级分类基础上灵活扩展,其最小土地分类单元的划分依赖于制图比例尺和遥感数据的分辨率,要求在遥感影像上能够辨认出来的最低级别的分类类别应该达到85%以上,各类别的解译精度要近似相等^[1]。

该分类系统层次清晰,三级、四级分类具有较好的弹性,易于根据特定要求制定灵活机动的次级分类体系。但该分类系统由于在一级分类层次上既考虑土地利用状况又兼顾土地自然生态背景,使得次级类别间的关系过于复杂而且易于混淆^[2]。这样在高一级层次中采用两种不同的划分依据,必将使得下一级层次的分类存在许多类别交叉、混淆的情况,如灌溉水渠依据土地被利用的方式划分属于农业用地,而依据土地资源生态背景来划分则属于水域,因此该系统不利于次级层次的分类。

Anderson和USGS的土地覆被分类系统是美国土地利用/土地覆被分类的里程碑。1992年,多精度土地特征联盟(Multi-Resolution Land Characteris-

表2 美国地质调查局(USGS)土地覆被分类系统

Table 2 USGS land cover classification system

一级类		二级类
编码	类型名	(编码+类型名)
1	城镇或建成区	11住宅用地,12商服用地,13工业用地 14交通、通信和公共设施用地,15工商综合体 16城镇或建成区混合体,17其他城镇或建成区
2	农业用地	21农田和牧场,22果园、园林、葡萄园、苗圃和园艺用地 23圈养场,24其他农用地
3	草地	31草本草地,32灌木和灌丛草地,33混合草地
4	林地	41落叶林地,42常绿林地,43混合林地
5	水体	51河流和沟渠,52湖泊,53水库,54海湾和河口
6	湿地	61有林地覆盖的湿地,62无林地覆盖的湿地
7	荒地	71干旱盐碱地,72海滩,73沙地(不包括海滩),74裸岩 75露天矿、采石场和采砂场,76过渡带,77混合荒地
8	苔原	81灌木与灌丛苔原,82草本苔原,83裸地苔原 84湿苔原,85混合苔原
9	冰川或永久积雪	91永久积雪,92冰川

tics Consortium, MRLC)在利用Landsat5-TM数据建立美国国家土地覆被数据库NLCD1992(National Land Cover Database)时,采用的就是由Anderson系统的二级类派生的21类土地覆被分类方案(见表3)。由于Anderson系统的次级类别,尤其是三级类别,适用于较大比例尺的航空遥感,这些类别在TM影像上可能无法识别,因此NLCD系统中取消了Anderson系统的三级类,一些Anderson的二级类别也被归为一个NLCD类别,如Anderson系统中河流和沟渠、湖泊、水库、海湾和河口等二级类被归为一个NLCD类别——开阔水域^[3]。

表3 NLCD1992土地覆被分类系统

Table 3 NLCD1992 land cover classification system

编码	类型名	编码	类型名
11	开阔水域	51	灌丛
12	永久冰川/积雪	61	果园/葡萄园/其他
21	低密度住宅区	71	草地/草本植被
22	高密度住宅区	81	牧场/草场
23	商业/工业/交通	82	条播作物
31	裸岩/沙地/裸土	83	小粒谷类作物
32	采石场/采矿场/采砂场	84	休耕地
33	过渡带	85	城市/休闲绿地
41	落叶林	91	有林湿地
42	针叶林	92	自然生草本湿地
43	混交林		

2.3 IGBP和UMd全球土地覆被分类系统

随着环境研究对全球土地覆被信息需求的增多以及全球高时间分辨率遥感数据的获取,国际地圈——生物圈计划(IGBP)于1992年开始利用NOAA-AVHRR遥感数据,采用非监督分类和分类后校正的方法,用全年12个月(1992年4月-1993年3月)NDVI最大值的合成数据,将全球各大洲土地覆被类型划分为17个类别^[14](见表4)。美国马里兰大学(University of Maryland)也以1992年-1993年的NOAA-AVHRR遥感数据为基础,采用监督分类树的方法,用由AVHRR 5个波段和NDVI计算而得的41个指数,针对全球区域建立了14类别的UMd分类系统。UMd分类系统与IGBP分类系统大体一致,只是去除了永久湿地、农田与自然植被镶嵌体、冰雪这三个类别,可以说是一种简化的IGBP分类系统^[15]。

当前以MODIS遥感数据为基础的全球土地覆盖产品(MOD12)也采用了IGBP分类系统,该产品是

利用2000年-2001年的1km TERRA/MODIS数据,采用决策树和人工神经网络方法分类得到。为提高分类结果的适用性,各个大洲的分类独立进行^[16-17]。

IGBP土地覆被分类系统更多地反映了土地覆被中地表的生理参数特征,体现了植被状况在土地覆被中的重要性,由于分类结果对应着定量化的物理指标,因此分类相对简单,但灵活性和兼容性较差。

2.4 FAO的土地覆被分类系统

1996年联合国粮农组织(FAO, Food and Agriculture Organization)建立了一个标准的、全面的土地覆被分类系统——LCCS(Land Cover Classification System)。该分类系统主要分两个阶段:第一步是二分法分类阶段(Dichotomous),定义了8个主要的土地覆被类型(见表5);第二步是模块化的分层分类阶段(Modular-hierarchical),在第一步的基础上,使用预先定义的分类标准,得到进一步的分类^[18-19]。该系统是一个开放的系统,每个使用者可以根据自己的需要在第一步分类的基础上灵活扩展,

表4 IGBP全球土地覆被分类系统

Table 4 IGBP global land cover classification system

编码	类型	含义
1	常绿针叶林	覆盖度>60%和高度超过2m,且常年绿色,针状叶片的乔木林地
2	常绿阔叶林	覆盖度>60%和高度超过2m,且常年绿色,具有较宽叶片的乔木林地
3	落叶针叶林	覆盖度>60%和高度超过2m,且有一定的落叶周期,针状叶片的乔木林地
4	落叶阔叶林	覆盖度>60%和高度超过2m,且有一定的落叶周期,具有较宽叶片的乔木林地
5	混交林	前四种森林类型的镶嵌体,且每种类型的覆盖度不超过60%
6	郁闭灌木林	覆盖度>60%,高度低于2m,常绿或落叶的木本植被用地
7	稀疏灌木林	覆盖度在10%~60%之间,高度低于2m,常绿或落叶的木本植被用地
8	有林草地	森林覆盖度在30%~60%之间,高度超过2m,和草本植被或其它林下植被系统组成的混合用地类型
9	稀树草原	森林覆盖度在10%~30%之间,高度超过2m,和草本植被或其它林下植被系统组成的混合用地类型
10	草地	由草本植被类型覆盖,森林和灌木覆盖度小于10%
11	永久湿地	常年或经常覆盖着水(淡水、半咸水或咸水)与草本或木本植被的广阔区域,是介于陆地和水体之间的过渡带
12	农田	指由农作物覆盖,包括作物收割后的裸露土地;永久的木本农作物可归类于合适的林地或者灌木覆盖类型
13	城镇与建成区	被建筑物覆盖的土地类型
14	农田与自然植被镶嵌体	指由农田、乔木、灌木和草地组成的混合用地类型,且任何一种类型的覆盖度不超过60%
15	冰雪	指常年由积雪或者冰覆盖的土地类型
16	裸地	指裸地、沙地、岩石,植被覆盖度不超过10%
17	水体	海洋、湖泊、水库和河流,可以是淡水或咸水

表5 FAO土地覆被分类系统

Table 5 FAO land cover classification system

植被覆盖区域				无植被覆盖区域			
陆地		水域/规律性洪泛区		陆地		水域/规律性洪泛区	
人工耕作区	自然/半自然陆地	人工耕作区	自然/半自然水域	人工/陆地表面	裸地	人工水体	自然水体

2011年6月

从而得到所需要的土地覆被分类系统。因此,该系统普遍适用于不同数据源、不同地区、不同尺度的研究。

FAO 土地覆被分类系统建立后,对世界范围的土地覆被分类产生了较大影响。首先在非洲尼罗河流域的 10 个国家进行的非洲覆盖计划(Africover Project)中得以应用,该项目建立了流域各国土地覆被地理信息数据库,为流域各国的环境管理与规划提供决策支持^[20]。联邦地理数据委员会的土地覆被工作小组在 1996 年-1998 年建立了一套土地覆被分类标准 ECCS (Earth Cover Classification Standard),该标准是根据 FAO 分类系统建立起来的,其设计思想和 FAO 分类系统基本相同^[21]。欧盟联合研究中心利用 1999 年 11 月 1 日到 2000 年 12 月 31 日的 SPOT4/VGT 数据对全球的土地覆被类型(GLC2000, Global Land Cover 2000)进行划分,也使用了 LCCS 分类系统,并将全球分为 22 个土地覆被类别^[22-23](见表 6)。

此外,国外的土地覆被分类系统还有生物圈与大气圈传输分类系统^[24]、植被生命期分类系统^[25]、简单生物圈模型分类系统^[26]、简单生物圈 2 模型分类系统^[27]等。这些分类系统主要以植被的冠层结构和生物物理特征作为划分依据,更多是用于全球生物地球化学循环模拟研究。

3 国内土地利用/土地覆被分类系统

我国以近代科学理论和方法研究土地利用问题始于 1930 年代,地理学家胡焕庸等早在 30 年代初就进行过比较系统的土地利用调查研究^[8]。当时

的土地利用调查与制图以地区性野外调查为主。50 年代,随着航空摄影测量的发展,航空像片开始用于各领域的土地利用调查与制图。70 年代,我国卫星遥感技术开始起步,到 70 年代中后期,卫星遥感技术开始广泛应用于我国土地资源调查等各个方面^[28]。

我国在土地利用调查与制图过程中制订了一系列土地利用分类方案,其中具有代表性的有:《中国 1:100 万土地利用图》采用的三级分类系统、《土地利用现状调查技术规程》、《全国土地分类》试行标准和《土地利用现状分类》国家标准等。同时,随着遥感技术的发展,遥感数据在土地利用现状调查中的优势逐步显现出来,适用于遥感数据的土地利用/土地覆被分类系统也逐渐发展起来。

3.1 《中国 1:100 万土地利用图》分类系统

1980 年代由中国科学院地理研究所主持,按照统一制图规范组织全国 41 个单位,历时 9 年协作完成的《中国 1:100 万土地利用图》是我国第一套全面而系统地反映我国土地利用现状特征及其分布规律的大型专题图集。为了如实反映我国土地利用类型和地域分布的基本特征,在编制全国 1:100 万土地利用图时采用了三级分类。其中第一级主要根据国民经济部门构成,分为 10 个类型,即:耕地、园地、林地、牧草地、水域和湿地、城镇用地、工矿用地、交通用地、特殊用地、其他用地。第二级主要根据土地利用条件和经营方式,分为 42 个类型,如耕地中分为水田、水浇地、旱地、菜地;林地分为用材林、经济林、防护林、灌木林;草地分为天然草地与人工草地。第三级主要根据地形条件和利用特点,分为 35 个类型,如水田分为平地水田和山区梯田;用材林分为针叶林、阔叶林、混交林;天然草地分为草甸草原、干草原、荒漠草原、高寒荒漠草原、高山草地、高山草坡等。这套土地利用分类系统和国外相比,分类详细,层次清楚,较好地反映我国土地利用特征及分布规律^[8]。

3.2 国家土地利用分类系统

1984 年国务院部署开展了第一次全国土地调查。为了规范调查成果,全国农业区划委员会制定《土地利用现状调查技术规程》,规定了土地利用现状

表 6 GLC2000 土地覆被分类系统

Table 6 GLC2000 land cover classification system

编码	类型名	编码	类型名
1	常绿阔叶林	12	落叶灌丛(有/无稀疏树木层)
2	郁闭落叶阔叶林	13	草本植被
3	稀疏落叶阔叶林	14	稀疏草本植被或稀疏灌丛
4	常绿针叶林	15	灌丛/草本植被覆盖的规律性洪泛区
5	落叶针叶林	16	耕地
6	针阔混交林	17	农田、树木和其他自然植被镶嵌体
7	有林的规律性洪泛区,淡水	18	农田、灌丛和草本植被镶嵌体
8	有林的规律性洪泛区,咸水	19	荒地
9	林地和其他自然植被镶嵌体	20	水体(自然和人工)
10	有林火烧地	21	冰雪(自然和人工)
11	常绿灌丛(有/无稀疏树木层)	22	人工表面和相关区域

分类及其含义。这套分类体系采用两级分类,其中一级类包括耕地、园地、林地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、水域、未利用地等8类,下分46个二级类^[29]。该分类标准以土地的生产力作为主要划分依据,局限于为土地利用调查与农业区划服务,尤其强调农业用地的详细分类,对非农用地,如城镇用地,则缺乏深入细致的研究。

随着我国社会经济的迅速发展与城市化进程的加快,城镇用地规模越来越大。为满足城镇地籍调查的要求,国家土地管理局于1989年发布,又于1993年修订了《城镇地籍调查规程》,制定了城镇土地分类及其含义。按照土地用途的差异,将城镇土地分为商业及金融用地、工业仓储用地、市政用地等10个一级类,24个二级类^[29]。

上述两个土地分类标准是两套标准,没有把城乡用地统一起来。国土资源部成立后,为实施全国土地和城乡地政统一管理,扩大调查成果的应用,在研究分析这两个土地利用分类的基础上,于2001年制定了《全国土地分类(试行)》。这套试行的标准采用三级分类,其中一级类分为农用地、建设用地和未利用地3类;二级类分为耕地、园地等15类;三级分为71类^[30]。全国土地分类试行标准依据土地利用的功能对建设用地进行了细致地划分,同时通过调整、增设一些新地类,更能适应社会发展带来的用地类型的变化,提高了科学性和实用性。但作为国土资源部颁发的标准,仅能保证国土资源部门内部分类标准的统一,而与其他土地相关部门分类体系的划分标准、地类含义不尽一致,容易造成统计重复,无法真正实现调查成果的共享。

2007年国务院开展第二次全国土地调查。为保证分类标准的统一,避免各部门因土地分类不一致引起的统计重复、数据矛盾、难以分析应用等问题,国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会联合发布了新的《土地利用现状分类》国家标准。该标准采用两级分类体系,一级类包括耕地、园地、林地等12个类别,下分56个二级类^[31-32]。《土

地利用现状分类》国家标准与《全国土地分类(试行)》标准的分类体系比较,最大的区别在于国家标准取消了试行标准的一级类,其一级类相当于试行标准的二级类,二级类相当于试行标准的三级类(见表7)。但国家标准的一级类划分过细使得该分类标准在用于低分辨率遥感影像分类时,增加了混分性,从而降低了分类精度及其实用性。

3.3 中国土地资源分类系统

为研究应用空间遥感技术开展大尺度资源环境宏观调查与动态监测的方法,并通过研究最终建立起国家资源环境动态信息系统,中国科学院和农业部自1992年开始,组织两部门下属23个研究所和科研单位开展了一项题为“国家资源环境遥感宏观调查与动态研究”的重大科研项目。该项目基于TM影像对全国的土地资源进行了分类,建立了中国土地资源分类系统。该分类系统采用两层结构,将土地利用与土地覆被分为6个一级类,25个二级类^[33]。其中,一级类包括耕地、林地、草地、水域、城乡工矿居民用地、未利用地。二级类则根据土地的覆被特征、覆盖度及人为利用方式上的差异做进一步的划分(见表8)。

该分类系统从土地覆被遥感监测实用操作性出发,紧密结合全国县级土地利用现状分类系统,便于土地覆被遥感监测成果与地面常规土地利用调查成果的联系及数据追加处理,在适用性方面具

表7 新旧土地利用分类体系比较

Table 7 Contrast of the new and old land use classification systems

土地利用现状调查(1984年)	全国土地分类(2001年)	土地利用现状分类(2007年)
1耕地	1农用地	01耕地
2园地		02园地
3林地		03林地
4牧草地		04草地
		15其他农用地
5居民点及工矿用地	2建设用地	05商服用地
		22工矿仓储用地
		06工矿仓储用地
		23公共设施用地
		07住宅用地
		24公共建筑用地
		08公共管理与公共服务用地
		25住宅用地
6交通用地		26交通运输用地
		09特殊用地
7水域		27水利设施用地
		10交通运输用地
		28特殊用地
		11水域及水利设施用地
8未利用地	3未利用地	31未利用地
		12其他用地
		32其他土地

2011年6月

表8 中国土地资源分类系统

Table 8 National land resource classification system

一级类		二级类
编码	类型名	(编码+类型名)
1	耕地	11 水田, 12 旱地
2	林地	21 有林地, 22 灌木林, 23 疏林地, 24 其他林地
3	草地	31 高覆盖度草地, 32 中覆盖度草地, 33 低覆盖度草地
4	水域	41 河渠, 42 湖泊, 43 水库, 44 永久性冰川雪地 45 滩涂, 46 滩地
5	城乡工矿 居民用地	51 城镇用地, 52 农村居民点, 53 其他建设用地
6	未利用地	61 沙地, 62 戈壁, 63 盐碱地, 64 沼泽地 65 裸土地, 66 裸岩, 67 其他未利用地

有其重要的现实意义。

随着遥感数据的广泛应用,我国以土地覆被为主的分类系统迅速发展起来,除上述土地资源分类系统外,其他基于不同数据源、不同分类标准建立的土地覆被分类方案还有很多,如刘纪远等利用NOAA-AVHRR数据对中国区域进行土地覆被制图时,建立了18类别的中国土地覆被分类系统,此分类系统的主要特色是把青藏高原植被单独列为一类^[34];中科院遥感所吴炳方等在参加GLC2000计划时,利用1km分辨率的SPOT/VGT数据分别对全国9个气候区进行分类,将全国土地覆被类型划分为22类^[35];刘勇洪等基于MODIS数据建立了七大类22个二级类别的中国土地覆被分类系统^[36]。此外,随着研究的深入,出现了许多土地覆被分类的新思路,如汪权方等利用SPOT/VGT数据,根据地表覆盖物的光谱特征和季节性变化特征,构建了鄱阳湖流域的土地覆被分类系统^[37];中科院遥感所的延昊提出一种量化的土地覆被分类方法,利用NOAA-AVHRR数据反演得到的反照率、净初级生产力、植被指数和陆面温度4个指标,将全国土地覆被类型划分为16类^[38]。其优点是分类结果对应着量化的物理指标,使不同的研究结果可以相互比较。

4 讨论与展望

分析表明,国内外土地利用/土地覆被分类体系大体可归纳为两类。一类是以土地利用为主的分类系统,如我国的《全国土地分类》试行标准、《土地利用现状分类》国家标准等。这类分类系统主要以野外实地调查获取数据为主,依据土地被利用的方式来进行分类。其分类通常从最低级开始,将相同

用地类型逐步聚合,形成自下而上的等级系统。另一类是以土地覆被为主的分类系统,如USGS土地覆被分类系统、IGBP全球土地覆被分类系统、FAO土地覆被分类系统等。这类分类系统以卫星遥感影像为主要信息源,着重考虑土地覆被的自然属性,兼顾土地利用的主要特点。其分类通常是先将所有土地覆被类型划分为若干大类,再将大类细分为亚类,最终形成自上而下的等级系统。

从历史进程来看,土地利用/土地覆被分类系统1970年代之前以土地利用分类为主,侧重于土地用途的差异,主要用于土地利用现状调查和制图。1970年代开始,随着遥感数据的广泛应用以及计算机技术的快速发展,以土地覆被为主的分类系统迅速发展起来,它侧重于土地类型的差异,主要用于土地利用与土地覆被变化研究。目前,国外以土地覆被分类为主,我国以土地覆被为主的分类体系虽然发展迅速,但国家级土地分类系统基于国民经济发展与土地资源管理的需要,仍以土地利用分类为主。

到目前为止,尽管各国学者已从不同角度构建了众多的土地分类系统,但各分类系统往往只针对特定的研究目的、研究尺度,没有统一的标准,各分类系统间很难进行严格的比较和转换,这给土地覆被数据的汇总、分析与共享带来诸多不便。为实现不同分类结果的比较与共享,需要有一个统一规范的标准分类系统。但一个适用于所有研究的“万能”的土地分类系统又是不存在的,也是不必要的。因为一方面,土地利用/土地覆被分类系统中最小土地分类单元的划分一定会依赖于制图比例尺和遥感数据分辨率;另一方面,研究目的不同,所需土地利用/土地覆被类别划分的详细程度也不同。而且不同的研究区域,极有可能存在一些特有的土地利用/土地覆被类型(如我国青藏高原地区)。鉴于此,在建立土地利用/土地覆被分类系统时应该尽可能兼顾特定的研究需要和分类结果的可比性。

因此,一个标准土地利用/土地覆被分类系统应该是多级的、开放的系统:高级别的土地利用/土地覆被类型的识别应尽可能少的依赖辅助信息,可以直接基于遥感影像自动识别或目视解译获取;低级别的土地利用/土地覆被类型要结合研究区特有的覆被类型、特定的研究目的进行划分。这样既能实现分类数据的比较和共享,为建立全球土地利用/土

地覆被数据库服务,同时使用者也可以根据自己的需要,对土地利用/土地覆被类型进行进一步细分,从而满足特定区域尺度上的研究需要。

参考文献 (References):

- [1] 陈佑启,杨鹏. 国际上土地利用/土地覆盖变化研究的新进展[J]. 经济地理,2001,21(1): 95-100.
- [2] Turner II B L, Skole D L, Sanderson S, et al. Land-use and land-cover change science/research plan[R]. Stockholm and Geneva: IGBP Report 35 and HDP Report 7, 1995.
- [3] 宫攀,陈仲新,唐华俊,等. 土地覆盖分类系统研究进展[J]. 中国农业资源与区划,2006,27(2):35-39.
- [4] 杨立民,朱智良. 全球及区域尺度土地覆盖土地利用遥感研究的现状和展望[J]. 自然资源学报,1999,14(4):340-344.
- [5] Marschner F J. Land use and its patterns in the United States[R]. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 153 (with map at 1:5,000,000), 1959.
- [6] Tucker C J, Townshend J R G, Goff T E. Africa land cover classification using satellite data[J]. *Science*, 1985, 227: 369-375.
- [7] Townshend J R G, Justice C O, Kalb V T. Characterization and classification of South America land cover types using satellite data[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1987, 8: 1189-1207.
- [8] 吴传钧,郭焕成. 中国土地利用[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [9] Commission of the European Communities. CORINE land cover [EB/OL].<http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>, 1994-12-31/2010-06-11.
- [10] 陈百明. 土地资源学概论[M]. 北京:中国环境科学出版社,1999.
- [11] Anderson J R, Hardy E, Roach J T, et al. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data[R]. Geological Survey Professional Paper 964, 1976.
- [12] 袁希平,甘淑. 土地覆盖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.
- [13] Vogelmann J E, Howard S M, Yang L, et al. Completion of the 1990's National land cover data set for the conterminous United States[J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 2001, 67: 650-662.
- [14] Loveland T R, Reed B C, Brown J F, et al. Development of a global land cover characteristics database and IGBP DISCover from 1 km AVHRR data[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2000, 21(6-7): 1303-1330.
- [15] Hansen M C, Reed B C. A comparison of the IGBP DIS Cover and University of Maryland 1km global land cover products[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2000, 21 (6-7): 1365-1373.
- [16] Strahler A, Muchoney D, Borak J, et al. MODIS land cover and land-cover change. MODIS Land Cover Product Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) Version 5.0[EB/OL]. [http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.133.7683&rep=rep1&type=pdf)10.1.1.133.7683&rep=rep1&type=pdf, 1999-04/2010-06-11.
- [17] Friedl M A, McIver D K, Hodges J C F, et al. Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2002, 83: 287-302.
- [18] 何宇华,谢俊奇,孙毅. FAO/UNEP 土地覆被分类系统及其借鉴[J]. 中国土地科学,2005,19(6):45-49.
- [19] Gregorio A D, Jansen L J M. Land cover classification system (LCCS): classification concepts and user manual[R]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998.
- [20] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Multipurpose Africover Databases on Environmental resources available for 10 countries[EB/OL]. <http://www.africover.org/index.htm>, 2010-06-11.
- [21] Earth Cover Working Group. Earth Cover Classification Standard [EB/OL]. <http://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/earth-cover>, 2010-06-11.
- [22] Bartholome E, Belward A S. GLC2000: A new approach to global land cover mapping from earth observation data[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2005, 26(9): 1959-1977.
- [23] Fritz S, Bartholomé E, Belward A. Harmonisation, mosaicing and production of the Global Land Cover 2000 database (Beta Version)[R]. European Commission Joint Research Centre, 2003.
- [24] Dickinson R E, Henderson-Sellers A, Kennedy P J, et al. Biosphere-atmosphere transfer scheme (BATS) for the NCAR community climate model[R]. NCAR Technical Note/TN- 275 + STR, 1986.
- [25] Running S W, Loveland T R, Pierce L, et al. A remote sensing based vegetation classification logic for global land cover analysis [J]. *Remote Sensing of Environment*, 1995, 51: 39-48.
- [26] Sellers P J, Mintz Y, Sud Y C, et al. A simple biosphere model (SIB) for use within general circulation models[J]. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 1986, 43: 505-531.
- [27] Sellers P J, Randall D A, Collatz G J, et al. A revised land surface parameterization (SiB2) for atmospheric GCMs-part1: model formulation[J]. *Journal of Climate*, 1996, 9: 676-705.
- [28] 梅安新,彭望球,秦其明,等. 遥感导论[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [29] 曾乐春,王兆礼,简陆芽. 新旧土地利用分类体系对比分析[J]. 土地管理,2004,21(5):53-55.
- [30] 国土资源部. 关于印发试行《土地分类》的通知[J]. 国土资源通讯,2001,(10):10-15.
- [31] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会. 土地利用现状分类[M]. 北京:中国标准出版社, 2007.
- [32] 陈百明,周小萍. 《土地利用现状分类》国家标准的解读[J]. 自然资源学报,2007,22(6):994-1003.
- [33] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态[M]. 北京:中国科学技术出版社, 1996.
- [34] Liu J Y, Zhuang D F, Luo D, et al. Land-cover classification of China: integrated analysis of AVHRR imagery and geophysical data [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2002: 1-16.

- [35] 徐文婷,吴炳方,颜长珍,等. 用SPOT-VGT数据制作中国2000年度土地覆盖数据[J]. 遥感学报,2005,9(2):204-214.
- [36] 刘勇洪,牛铮,徐永明,等. 基于MODIS数据设计的中国土地覆盖分类系统与应用研究[J]. 农业工程学报,2006,22(5):99-104.
- [37] 汪权方,李家永,陈百明. 基于地表覆盖物光谱特征的土地覆被分类系统[J]. 地理学报,2006,61(4):359-368.
- [38] 延昊. 中国土地覆盖变化与环境影响遥感研究[D]. 北京:中国科学院研究生院, 2002.

Progress on Studies of Land Use/Land Cover Classification Systems

ZHANG Jinghua^{1,2}, FENG Zhiming¹, JIANG Luguang¹

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Beijing 100101, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Land use and land cover change (LUCC) is one of the most important aspects within the scope of global change. As a critical portion of LUCC study, classification of land use and land cover types not only affects the classification results, but also determines applications of relevant data. In the paper, studies of land use and land cover classification systems were reviewed. It could be concluded that the land use and land cover classification laid more emphasis on the land use classification before the 1970s. The land use classification system emphasized the differences between land functions and was mainly applied to land use inventory investigation and land use mapping. After then, the classification system based on land cover rapidly developed due to the development of satellite remote sensing and computer technology. This classification system emphasized the differences between land categories and was mainly applied to land cover change studies. The review shows that almost all current land use and land cover classification systems tend to be suitable only for a specific research purpose at a certain scale. The incompatibility amongst the current classification systems has resulted in numerous inconveniences and difficulties in the courses of aggregation, analysis, and sharing of land use and land cover data due to the absence of consistent standards. Therefore, a standardized classification system is extremely warranted. However, a universal classification system suitable for all kinds of research purposes is neither possible nor necessary. The reasons lie in that on the one hand, the minimum classification unit could be dependent on the mapping scale as well as the spatial resolution of remote sensing data; on the other hand, land use and land cover types of varying detailed degrees are required for different research purposes. Furthermore, it would be probable that some special land use and land cover types existed in specific regions, for example, the Qinghai-Tibet Plateau in China. At last, this review states that a standardized classification system should be hierarchically organized and could be extended. The land use and land cover types of higher hierarchy could be directly identified from remote sensing images without auxiliary information, which would make it convenient for data comparison and sharing. The land use and land cover types of lower hierarchy could be defined in terms of a specific study purpose, which could satisfy the specific study needs.

Key words: Land cover; Land use; Classification system; Land use and land cover change