

基于遥感和GIS的中国土地利用/ 土地覆盖的现状研究

高志强 刘纪远 庄大方

(中国科学院遥感应用研究所 北京 100101)

摘 要 通过利用土地利用程度指数和植被指数等指标,采用GIS工具和数学模型方法,对中国土地利用/土地覆盖的现状进行分析,结论为:中国现有土地覆盖状况代表着中国总的土地利用程度指数为202的一种开发利用水平。从土地利用程度指数极限为400看,中国土地资源总的开发程度仅达开发极限的一半;东部湿润区以耕地型覆盖为主,开发利用程度高;西北地区以未利用土地覆盖型为主,土地利用程度低。中国植被指数的大小分布同中国植被类型分布密切相关,其值大小分布也反映了中国水热的空间分布格局。农业植被覆盖地区,几乎全部位于中国东部湿润、半湿润地区的平原、盆地、河冲积扇区,是土地利用程度最高的地区。

关键词 土地利用程度指数,土地覆盖,植被指数

进入90年代以来,全球环境变化研究领域逐渐加强了对土地利用/土地覆盖变化的研究工作。土地利用/土地覆盖变化的机制对解释土地覆盖的时空变化和建立土地利用/土地覆盖变化的预测模型起到关键作用,是全球变化研究的焦点问题。对中国土地利用/土地覆盖的现状特点及时空分布规律进行分析,是深入研究中国土地利用/土地覆盖的变化机制及驱动因子的必要条件和前提。对中国土地利用的研究是基于中国科学院“八五”重大应用项目(KY-85-13)“国家资源环境遥感宏观调查与动态研究”和“中国资源环境数据库”的基础上进行的^[1-3]。

通过利用土地利用程度指数和植被指数这两个便于操作的指标体系,来对中国土地利用/土地覆盖的现状进行研究。

1 中国土地利用/土地覆盖现状的模型研究方法

1.1 土地利用程度的模型研究方法

土地利用程度主要反映了土地系统中人类因素的影响程度,而土地系统本身是一个复杂的自然社会综合体,为了充分利用遥感技术和地理信息系统技术在土地利用研究中的作用,刘纪远等提出了土地利用程度的分级原则,并给出了土地利用程度的定量化表达式^[2]。

$$UINDEX = 100 * \sum_{i=1}^4 A_i * C_i$$

$$UINDEX \in [100, 400]$$

其中: UINDEX 为土地利用程度综合指数; A_i 为第 i 级土地利用程度分级指数; C_i 为第 i 级土地利用程度分级面积百分比。

由公式可知,土地利用综合量化指标体系是一个从100—400之间连续变化的指标,综合指数的大小,即反映土地利用程度的高低^[4]。

由于推动土地利用和土地覆盖变化的驱动因子来源于自然和社会两个方面,故通过利用土地利用程度综合数量化指标,来研究土地利用程度的现状和影响其变化的自然和人类社会因子。

中国土地利用程度图的生成是利用中国资源环境数据库中的组合分类信息,采用以上的土地利用程度综合指数公式生成的。土地利用程度综合指数的分级依据是土地利用程度的空间差异大小,经多次试验所得(图版I图1)。

1.2 土地利用覆盖模式研究方法

土地利用和土地覆盖是土地资源社会和自然属性的双重体现,土地利用程度指数是从土地利用的角度对土地资源的研究,某一土地覆盖的状况也是某一土地利用程度的体现,某一水平的土地利用程度同某一土地覆盖状况也是相符的。本部分从土地

覆盖的角度对土地利用及土地资源的自然属性及中国土地覆盖的空间格局进行分析。

数据准备

对中国土地覆盖的研究,也是基于中国资源环境数据库上进行的:中国资源环境数据库在生成时,因为采用了组合分类及构建多层地理单元技术,里面不仅有丰富的土地资源、地理单元背景信息,而且还有6大类24亚类的土地覆盖信息,组合分类提供的土地覆盖信息为土地资源覆盖模式的研究提供了条件和基础。

因为中国资源环境数据库中的属性数据是以地理单元为单位生成的,本次覆盖模式研究将以县级行政单位进行研究,将以上以地理单元为单位的数据按县级行政代码进行汇总,形成按县记录的具有县行政代码及土地覆盖分类的属性数据库。

土地覆盖模式分类的生成

以上面生成的数据库为基础,以县为运算单位,计算每一个县的耕地、林地、草地、水域、建设用地、未利用土地占本县总的土地资源面积的百分比,再将以上6种土地覆盖类型按百分比的大小从大到小排序,之后按每个县百分比最大的覆盖类型作为本县土地覆盖的一级分类模式,下一步按每个县百分比次大的覆盖类型作为本县土地覆盖的二级分类模式;在以上两种土地覆盖模式分类的基础上,按每个县覆盖类型占本县总土地资源面积的百分比,从最大到次大的顺序进行计算,计算出每一个县百分比和 $>50\%$ 的覆盖类型有几种,就代表本县的主体覆盖类型。按此算法,中国共分出30种覆盖类型,每一种覆盖类型代码赋一色值,生成中国土地覆盖模式分类图,其分类为6种单一型,24种复合型(图版I图2)。

1.3 中国土地覆盖现状研究方法

对中国土地覆盖的研究除了前边用中国资源环境数据库中的数据从土地利用的角度进行研究外,还将利用植被指数这一指标来对中国的土地覆盖的现状特点、时间变化及影响因子进行分析。植被指数NDVI数据用的LCWG/AARS提供的CD-ROM1994年全球8km分辨率的AVHRR数据,此数据是覆盖全球的栅格数据,此数据已按如下公式,将NDVI转为GVI(Global Vegetation Index),每个栅格代表实地8km \times 8km的分辨率。

$$GVI = (NDVI * 100) + 100$$

为了进行中国土地覆盖的研究,必须将中国数

据从以上覆盖全球的GVI数据中切出,以上提供的GVI数据投影为经纬度投影,为了以后研究的方便,必须将经纬度投影转成为等面积割圆锥投影,投影系数为中央经线110°,双割圆锥线为北纬25°和47°,起算点为赤道0°,同时,又将8km \times 8km的栅格单元进行重采样,变为2km \times 2km栅格的中国植被指数数据,一年12个月的GVI数据就生成了。

利用以上一年12个月的中国植被指数GVI数据相加,再除以12得到中国年均植被指数GVI数据,以此为基础,进行分级赋色值,就生成了中国平均植被指数GVI图。

2 中国土地利用/土地覆盖现状分析

2.1 中国土地利用现状分析

土地利用程度主要反映土地资源开发的广度和深度,一般用土地利用程度指数、土地垦殖指数来反映。中国是世界上农业开发利用最早的国家之一,经过长期的开发利用,土地利用程度已达到比较高的水平。但由于面积广大,区域差异明显,不同区域土地利用程度各不相同。利用反映土地利用程度重要标志的土地垦殖率对中国土地利用程度分析表明:目前土地垦殖率为14.48%,稍高于世界平均土地垦殖率。由于中国各地宜农土地资源情况不同,各地区之间的垦殖率差别很大,黄、淮海平原、东北平原、长江中下游平原、珠江三角洲、四川盆地、关中平原、汾河谷地等耕地高度集中地区,垦殖率较高,按县计算的垦殖率指数都在40%以上,这些地区是中国的重要粮、棉、油生产基地。而西南云贵高原区、西北干旱区和青藏高原地区,由于受水分、热量条件和宜农土地资源的限制,加之受社会经济条件的限制,耕地分散,垦殖率低,一般在20%以下;按垦殖率的大小将全国31个省市排序,垦殖率高的省市依次为江苏(53.34%)、山东(50.24%)、河南(49.05%)、天津(47.55%)、上海(46.28%),以上省均位于平原或河流冲积扇区;垦殖率低的省份为西藏(0.30%)、青海(0.85%)、新疆(3.44%)、内蒙古(6.94%),全部位于中国西北干旱和青藏高原区^[1]。

土地资源垦殖率虽然能反映土地资源开发利用的程度,但要全面地反映一个地区土地利用开发的综合程度,土地利用程度综合指数比垦殖率更为理想。如图版I图1,将中国土地利用程度指数从100—400分为8级,每一级赋一色值,从图版I图1可以看出,土地利用程度指数 ≥ 300 的县市主要分

布在黄淮海平原、长江三角洲、珠江三角洲、四川盆地地区,这是中国生态环境最好、宜农耕地最集中的地区,土地利用程度指数在 200 以下的地区,集中分布在内蒙古西部、新疆、青海和西藏,均位于中国干旱和高寒区,生态环境条件恶劣,不宜人类居住的地区,是目前难以开发利用的地区。按土地利用程度指数的大小,将全国 31 个省市排序。土地利用程度高的是上海(303)、山东(301.96)、江苏(296.24)、天津(291.36)、河南(284.77),以上的省市均位于平原和河流冲积扇区。用土地利用程度指数分析中国的土地利用现状,同用垦殖率分析的总体状况是一样的,但也有些明显的不一样,如按两套指标进行省市排序的顺序就看出,上海垦殖率不高,但利用程度却是最高,它比江苏、山东有更大的建城面积和交通用地,所以其利用程度指数是最高的。

如按综合指数图的分级方法进行汇总统计,如图版 I 图 1 可以看出,中国土地利用程度 ≥ 225 的土地资源面积为 2620152km²,仅占全国的 27.48%,中国的耕地主要分布在这些地区。中国大的粮、棉、油生产基地主要分布在土地利用程度 ≥ 275 以上的平原、盆地、河流冲积扇区,其土地资源总面积为 862438km²,仅占全国土地资源面积的 9.05%,都是中国人口最集中、密度最大的地区,这些地区已处于高度开发利用区,其人口已接近或处于超载状态,故对这些地区应充分合理地利用土地资源,保护好耕地,有计划地进行建城区开发,因为耕地是我们赖以生存的基础,这些地区是中国大的粮、棉基地。

从中国土地覆盖分类模式的角度分析中国的土地利用,由图版 I 图 2 可见,中国土地覆盖模式的一级分类就从大的空间格局上定型了中国土地覆盖的空间分布状况。耕地型的土地覆盖类型全部分布在中国东部:东北平原、黄淮平原、江汉平原、四川盆地及大江大河的冲积扇上;中国的林地型覆盖类型主要分布在东北大小兴安岭、长白山及南方丘陵区;草地型及未用土地型几乎全部分布于中国西部干旱及半干旱区。将中国土地覆盖模式分类图版 I 图 2 同中国土地利用程度指数图版 I 图 1 对比可以看出:虽然二幅图的生成是从两个不同的角度出发研究中国土地利用/土地覆盖状况的,但最后的结果却达到了殊途同归的目的,由两幅图的结果也可以验证土地利用和土地覆盖是土地资源的一体两面,是土地资源社会和自然属性的体现;由两幅图对比可以看出,土地利用程度大于 275 的地区是以耕地型和耕地复合型及建设用地复合型为主,土地利用程

度大于 200 而小于 275 的地区,土地覆盖以林地及林地复合型及水域型和地域复合型为主,土地利用程度小于 200 的地区以未利用土地型及未利用土地复合型和草地型及草地复合型为主。

由以上土地覆盖模式研究可以看出:中国耕地型及其复合型土地覆盖主要位于中国东部湿润的平原、盆地区,这里是中国人口密集、经济高度发达区,也是土地利用程度最高、人口压力最大的地区。

2.2 中国土地覆盖现状分析

土地利用和土地覆盖是相互为因,相互为果,土地利用导致土地覆盖的变化,土地覆盖的变化又影响土地利用,土地利用/土地覆盖是土地资源社会和自然双重属性的体现;土地覆盖的现状是土地利用的结果,土地利用程度的大小就是土地覆盖现状的一种反映,区域性土地覆盖的现状就代表着一种土地利用程度和利用水平。

(1) 从土地利用的角度看中国的土地覆盖现状。中国总的土地资源为 9533219.79km²,其中耕地为 1380494.13km²,占整个土地资源面积的 14.48%;林地为 2414715.67km²,占整个土地资源面积的 25.33%;草地为 3091129.17km²,占整个土地资源面积的 32.42%;水域为 353304.61km²,仅占土地资源面积的 3.71%;建设用地为 369214.25km²,占土地资源总面积的 3.87%;未利用土地为 1924361.96km²,占了土地资源面积的 20.19%^[1]。这种土地覆盖状况代表着中国总的土地利用程度指数为 202 的一种开发利用水平。从土地利用程度指数极限为 400 看,中国土地资源总的开发程度仅达开发极限的一半,如以 202 为一种土地覆盖状态,小于 202 的省仅有甘肃(189)、内蒙古(187)、青海(184)、西藏(173)、新疆(151),这 5 个省的土地覆盖以未利用土地为主。中国总共有未利用土地 1924361.96km²,新疆占了 46.64%,西藏占了 19.23%,内蒙占了 12.98%,青海占了 8.40%,甘肃占了 7.32%,5 个省就占了中国未利用土地的 94.57%。由此可以看出:以上 5 个省所在的中国西北和青藏高原区是中国土地资源开发程度最低的地区,人口密度最低、经济欠发达地区,因生态环境条件恶劣,对其开发利用中,尤其是注意生态环境的保护。

(2) 从中国植被分布的角度看中国土地覆盖。中国植被包括自然植被和农业植被两部分。按植被分类,每一类赋一色值,作成中国植被分布图。各植被类型的分布状况为:中国总的土地资源 9533219.79km²

中,自然植被覆盖占了72.77%,无植被地段占7.72%,水域湖泊占了0.74%,农业植被覆盖仅占了18.77%。农业植被覆盖地区,几乎全部位于中国东部湿润、半湿润地区的平原、盆地、河冲积扇区,是土地利用程度最高的地区。

(3) 从中国平均植被指数看中国土地覆盖的规律。植被指数是根据植被反射波段的特性计算出来的反映地表植被生长情况的间接指标,被广泛应用于植被覆盖的定量化研究。通过分析中国植被分布图和中国年均植被指数图可以看出:植被指数的大小分布同中国植被类型分布密切相关。从植被指数图上可以看出, $GVI \leq 140$ 的分界线同中国半湿润、半干旱的分界线几乎一致,也同中国400 mm等降水线几乎一致。 $GVI \leq 130$ 的分界线同半干旱和干旱区的分界线几乎一致,也同100 mm等降水线一致。以上的分界线的吻合并不是偶然的,是由中国植被的分布引起的,由中国植被分布图可以看出:以400 mm等降水线为界,此线以西为半干旱区,以草原和草甸分布为主,在干旱区植被分布以荒漠植被和无植被地段为主,因为植被的分布同降水是密切相关的,故GVI值的大小也明显地反映了中国大陆的水分空间分布格局。东部GVI值大于170的地区,均分布于云、贵、川的热带雨林和常绿阔叶林区及广西、广东、福建、浙江的丘陵亚热带常绿阔叶林及针叶区。从东北地区也可以看出GVI值的大小同植被分布的关系,在大小兴安岭及长白山地区是落叶阔叶及针叶林分布区,GVI值大于155,而东北三江平原区,是农业植被分布区,耕作制为一年一熟制,GVI值就在150以下,因为植被指数的大小,是对地表植被情况的一种定量化表示,它的大小同自然植被的分布密切相关。前面也谈到,中国的森林、草原和荒漠的自然植被的分布由东南向西北变化的原因同距离太平洋远近所联系的大气湿度或降水量密切相关,故GVI值的大小也反映了中国大气湿度和降水的这一分布格局,即GVI值同中国各地降水量的多少相关。按植被指数GVI的大小将中国31个省市排序同样可以看出,GVI值的大小同降水量及大气湿度密切相关。植被指数最高的省份全部位于中国东南沿海湿润亚热带地区,植被指数最小的地区也不例外地分布于西北干旱区和青藏高原区^[5,6]。

3 结论

(1) 通过利用土地利用程度指数和植被指数这

两个便于操作的指标体系,来对中国土地利用/土地覆盖的现状进行分析研究。

(2) 中国的大粮、棉、油生产基地主要分布在土地利用程度 ≥ 275 的平原、盆地、河流冲积扇区,是我国人口最集中、密度最大的地区,这些地区已处于高度开发利用区,对该区应充分合理地利用土地资源,保护好耕地,有计划地进行建城区开发,这些地区是中国大的粮、棉基地,是“中国人自己能养活自己”的物质基础。

(3) 中国耕地型及其复合型土地覆盖主要位于中国东部湿润的平原、盆地区,这里是中国人口密集、经济高度发达区,也是土地利用程度最高、人口压力最大的地区。

(4) 中国现有土地覆盖状况代表着中国总的土地利用程度指数为202的一种开发利用水平。从土地利用程度指数极限为400看,中国土地资源总的开发程度仅达开发极限的一半。小于202的省仅有甘肃(189)、内蒙古(187)、青海(184)、西藏(173)、新疆(151),这西北5省的土地覆盖以未利用土地为主。

(5) 中国总的土地资源9533219.79 km^2 中,自然植被覆盖占了72.77%,无植被地段占7.72%,水域湖泊占了0.74%,农业植被覆盖仅占了18.77%。农业植被覆盖地区,几乎全部位于中国东部湿润、半湿润地区的平原、盆地、河冲积扇区,是土地利用程度最高的地区。

(6) 植被指数的大小分布同中国植被类型分布密切相关。中国的森林、草原和荒漠的自然植被的分布由东南向西北变化的原因同距离太平洋远近所联系的大气湿度或降水量密切相关,GVI值的大小也反映了中国大气湿度和降水的这一分布格局。

参 考 文 献 (References)

- 1 Liu Jiyuan. Macro-Scale Survey and Dynamic Study of Natural Resources and Environment of Chinese by Remote Sensing. Beijing: Chinese Science & Technology Press, 1996, 262-275. (In Chinese) [刘纪远主编. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1996, 262-275]
- 2 Wu Chuanjun, Guo Huancheng. Chinese Land Use. Beijing: Chinese Science & Technology Press, 1994, 1-171. (In Chinese) [吴钧钧, 郭焕成. 中国土地利用. 北京: 科学出版社, 1994, 1-171.]
- 3 Ye Wuzheng, et al. The study of Chinese global changes in advance. Beijing: Chinese Meteorological Press, 1992, 23-56. (In Chinese) [叶笃正等. 中国的全球变化预研究(总论). 北京: 气象出版社, 1992.]

- 4 Zhuang Dafang, Liu Jiyuan. The Regional Model Study of Chinese Land Use Degree. *Journal of Natural Resources*, 1997, 12(2): 10-14. (In Chinese) [庄大方, 刘纪远. 中国土地利用程度的区域分异模型研究. 自然资源学报, 1997, 12(2): 10-14.]
- 5 Chen Baiming. The research of Land-use/Land-cover changes and human effecting factors in Chinese. *Journal of Natural Resources*, 1997, (2). (In Chinese) [陈百明. 试论中国土地利用和土地覆盖变化及其人类驱动力研究. 自然资源学报, 1997, (2).]
- 6 Li Xiubin. The core field of global environmental changes study. *Acta*

Geographic Sinica, 1996, 51(6). (In Chinese) [李秀彬. 全球环境变化研究中的核心领域. 地球学报, 1996, 51(6).]

作 者 简 介

高志强, 男, 1966年3月生。中国科学院遥感应用研究所 在读博士, 1989年毕业于山东师范大学地理系, 1993年毕业于中国科学院新疆地理研究所, 获地图学与遥感硕士学位。从事过多项遥感和GIS的应用和研究工作, 现正从事国家科委“九五”国家重中之重“3S”课题的研究任务。

The Research of Chinese Land-use/Land-cover Present Situations

GAO Zhi-Qiang LIU Ji-Yuan ZHUANG Da-Fang

(*Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101*)

Abstract Based on the used degree index of land resources and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), the present situations of Chinese land-use/land-cover were analyzed with modeling methods. The conclusions are that the Chinese present land-cover situation reflects the development and the used level of the Chinese land used degree index value 202. From the limited value 400 of land used degree index, Chinese land resources have reached the half of its used limited value; in the eastern China, the land is mainly covered with cultivated land type and the degree of land-use is high; in the western China, the land is mainly covered with unused land type and the degree of land-use is low. The relations exist between the distribution of Chinese NDVI and the distribution of Chinese vegetation types. The distribution of Chinese NDVI is a reflection of the distributive condition of Chinese precipitation and temperature. The areas covered with agricultural vegetation type are almostly situated in the eastern China, and the value of land used degree index is high in this area.

Key words NDVI, Land-use/Land-cover, Used degree index of land resources

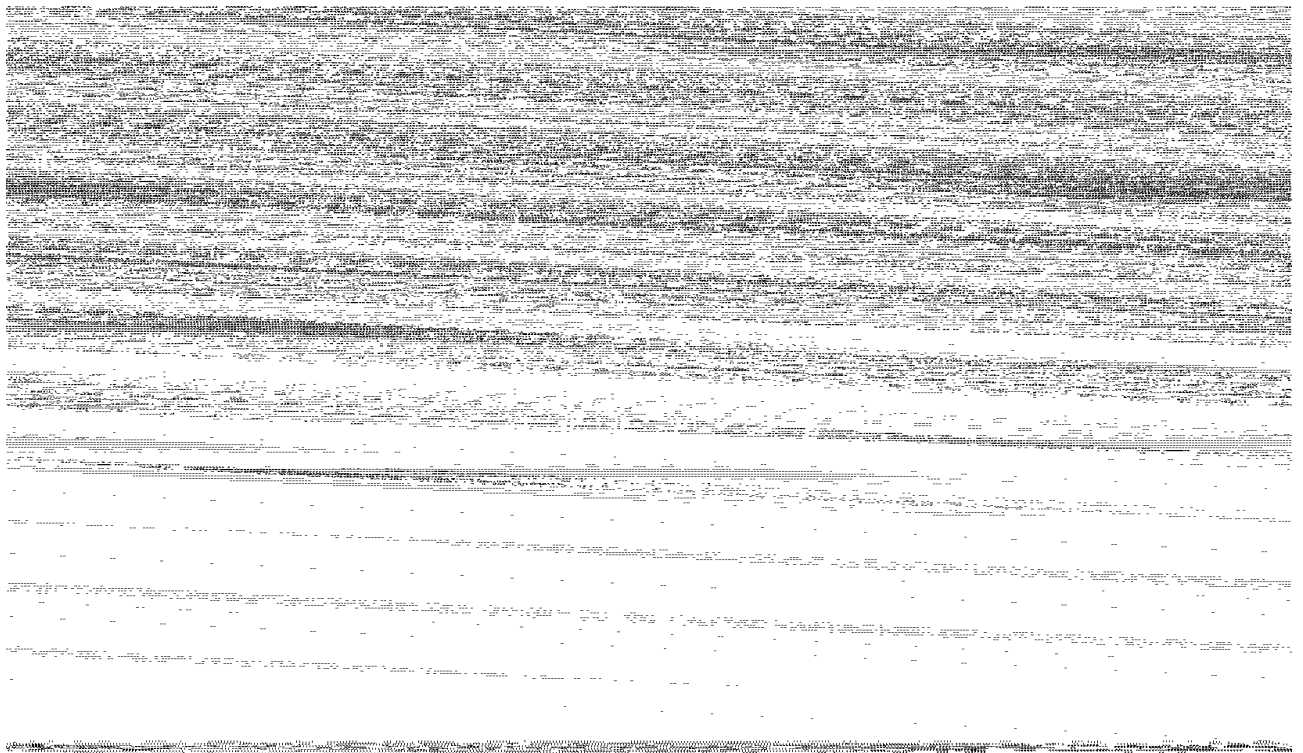


图 1 中国土地利用程度指数图

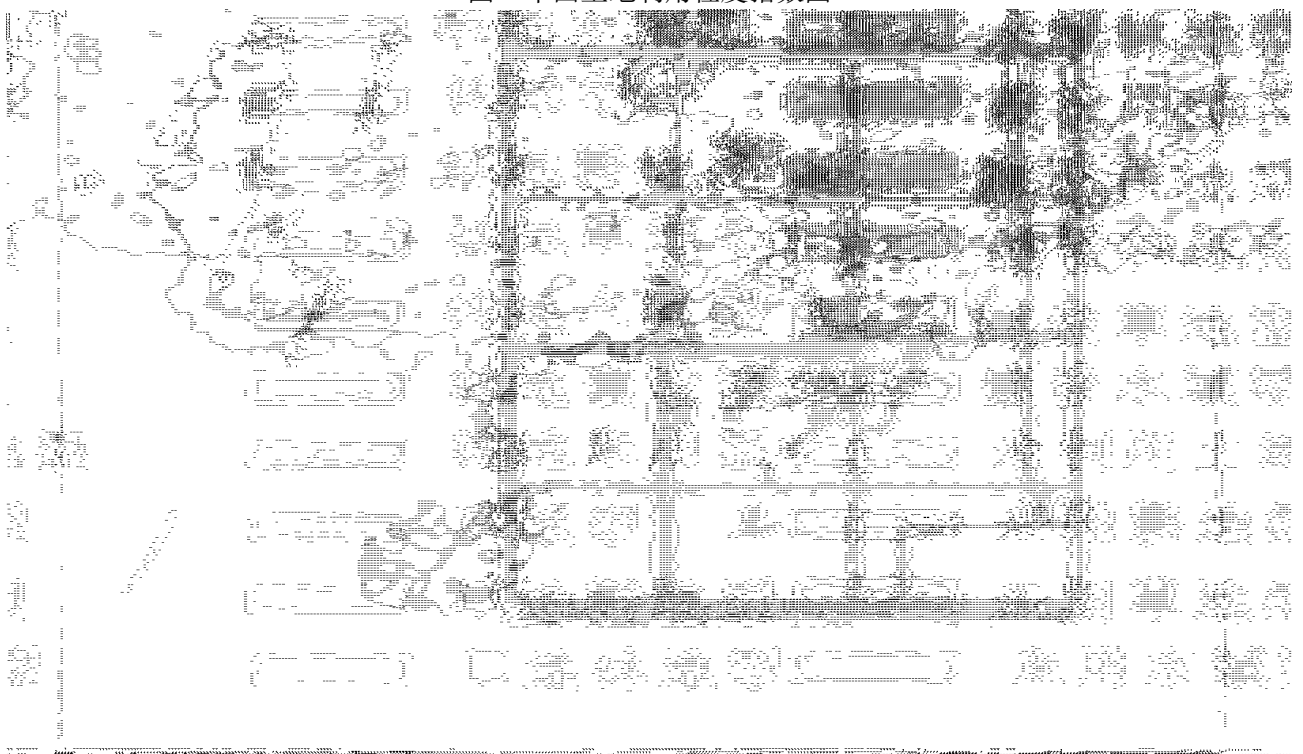


图 2 中国土地资源覆盖模式分类图