

基于 RS 与 GIS 的县域土地利用时空变化分析

郑长春¹, 王秀珍^{1,2*}, 朱蕾³, 牟昆仑¹ (1.新疆农业大学资源环境学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2.浙江省气象科学研究所, 浙江杭州 310004; 3.浙江大学农业遥感与信息技术应用研究所, 浙江杭州 310029)

摘要 根据 1991、2003 年 2 期 TM 遥感资料, 运用人机交互目视解译方法以及地理信息系统的空间分析和数理统计功能, 得到浙江省淳安县 1991~2003 年土地利用类型变化幅度、土地利用转移矩阵和土地利用变化速度, 结果表明: 12 年间, 淳安县耕地面积与建设用地面积明显增加, 林地与水域面积减少, 年均变化率为 0.57%, 区域土地利用总动态度为 2.59%。土地变化格局的主要驱动力是人口增长、城市化与经济的发展及农业结构调整。

关键词 淳安县; RS; 土地利用; 转移矩阵

中图分类号 F301.24 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2008)17-07396-03

Analysis of Spatio-temporal Changes of Land Use in County Level Based on RS and GIS

ZHENG Chang-chun et al (College of Resource and Environment, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

Abstract On the basis of 1991 and 2003 TM images, the change range, transfer matrix and change rate of land use in Chunan County in Zhejiang Province from 1991 to 2003 were obtained by using GIS, spatial analysis and statistic methods. Result showed that during the 12 years, cultivated land area and construction land use area increased significantly. Woodland and water area decreased. The annual average change rate was 0.57%. the total dynamics of regional land use was 2.59%. the main driving forces of land use changes were population increase, urbanization and economic development and agricultural structure adjustment.

Key words Chunan County; RS; Land use; Transfer matrix

土地是人类生存和发展的物质基础。人类所有活动包括政治、经济、文化都必须依赖于土地资源, 而土地利用是人类改造自然的主要部分和人类活动的主要体现, 并由此引起土地覆盖状况的改变。“土地利用和土地覆盖变化”(Land Use and Land Cover Change, LUCC) 这个研究领域自从被国际地圈生物圈计划 (IGBP) 和全球环境变化中的人文因素计划 (IHDP) 联合提出以后, 受到社会各界的关注。作为自然学科和人文学科的交叉研究领域, LUCC 研究已成为全球环境变化研究的重点领域和我国资源科学、地理学、遥感信息科学等学科的研究热点^[1]。

土地利用/土地覆盖特征目标的提取与精确的识别是一个非常重要的过程, 特别是在土地利用总体规划、农业规划和水资源管理中。目前相对土地利用/土地覆盖的研究工作主要依赖于各种统计数据, 由于数据本身具有局限性, 传统的土地利用变更调查方法费时费力, 而且误差大。采用新技术手段对土地资源的变化进行动态监测和对相关信息进行及时更新已成为迫切需要。遥感技术 (RS) 以其快速、准确、周期性短等优点在大、中尺度的土地利用/土地覆盖变化监测具有明显的优势, 在国内外已得到应用。地理信息系统 (GIS) 作为一种空间管理、分析的有效技术, 可为遥感技术应用提供各种有用的辅助信息和分析手段, 能极大地提高遥感信息识别的精度和效率。利用 RS 与 GIS 相结合技术研究区域土地利用/土地覆盖的变化, 揭示其空间变化规律, 建立其变化的驱动力模型, 已成为当前国际上开展土地利用/土地覆盖研究的最新趋势。笔者利用 1991 和 2003 年 2 个时相的 Landsat TM 遥感图像来监测淳安县土地利用变化/土地覆盖的动态变化, 从时间序列上对淳安县土地利用数量变化趋势和空间变化差异进行分析, 阐明 12 年间淳安县时空变化特点, 为该地区土地利用总体规划、土地管理决

策、生态环境保护等提供参考依据, 对于区域土地的可持续利用具有重要意义^[2-4]。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究概况 以淳安县为研究区域, 该县域位于浙江省西部 (E118°21'~119°20', N29°11'~30°02'), 钱塘江上游。全县总面积占浙江省土地面积的 4.3%, 是全省面积最大的县, 属浙西山地丘陵区。海拔为 100~1 000 m 左右, 地势四周高、中间低, 由西向东倾斜, 形成四周中低山逐渐向中部丘陵区过渡的地貌形态。研究区内土壤可分为红土壤、黄土壤、岩性土和水稻土 4 个土类, 土层厚度一般为 50~120 cm, 以微酸性和酸性土为主, 土壤有机质含量少。淳安县位于亚热带季风气候北缘, 温度湿润, 雨量充沛, 四季分明, 光照充足。多年平均气温 17℃, 年平均无霜期 263 d, 平均冻结期 23.4 d, 平均降水量 1 430 mm, 平均日照时数 1 951 h。

1.2 研究资料与方法 利用 1991 年和 2003 年 2 期 Landsat TM 遥感影像为主要数据源。为了保证遥感图像分类的准确性, 还利用了其他辅助资料, 包括淳安县行政区划图、淳安县 1:10 000 地形图、1:10 000 淳安县土地利用现状图及 1991 年以来的淳安县土地利用报表和统计年鉴。另外, 还利用 1:50 000 淳安县水土流失图、1:50 000 淳安县植被类型图等进行综合分析。

土地分类系统按照 1984 年全国农业区划委员会公布的土地利用分类标准, 即分为 8 个一级类 46 个二级类。由于该研究中采用 30 m×30 m TM 影像, 交通用地未被显示出来, 因此未被列入表 1。

最常用的土地利用遥感监测方法为: 逐个象元对比法和分类后对比法。前者可较为灵敏地探测出已经变化的象元, 但它不能同时获得具体的土地利用变化类型信息; 后者能通过分类后对比获得详细的土地利用转移矩阵, 但此法明显受到单独时相分类所带来的误差影响, 会不可避免地夸大变化程度^[5]。笔者所采用的监测方法是在分类后比较法的基础上加以改进。首先利用遥感软件 EERDAS 8.7 对 1991 年和 2003 年 TM 影像进行几何纠正和几何配准, 并进

基金项目 国家科技支撑项目 (2006BAD10A09-01)。

作者简介 郑长春 (1981-), 男, 安徽巢湖人, 硕士研究生, 研究方向: 遥感与地理信息系统应用。* 通讯作者。

收稿日期 2008-04-10

表 1 土地利用遥感分类类型
Table 1 Classification of land use type for remote sensing

土地利用类型 Land use type	说明 Specification
水田	包括灌溉水田和望天田,指用来种植水稻、莲藕、席草等水生作物的耕地,包括水旱轮作地。
旱地	指水田以外有固定灌溉设施和无灌溉设施的耕地,包括分类中的水浇地、旱地和菜地。
园地	包括指种植以采集果、叶、根茎为主的集约经营的多年生木本和草本作物,包括果园、桑园、茶园和其他园地。
林地	包括有林地、灌木林地、阔叶林、天然林、人工林、未成林造林地和迹地。
建设用地	指城乡居民点、独立居民点及居民点以外的工矿、国防、名胜古迹等企、事业单位用地和各种交通用地(面状)。
水体	指陆地水域,不包括滞洪区和垦殖 3 年以上的滩地中的耕地、林地、居民点、道路的用地。包括河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面和精养鱼池。
未利用地	指表层为土质、基本无植被覆盖的土地以及表层为岩石或石砾且其覆盖面积大于 70%的土地。

行统计滤波等增强处理, 然后对 1991 年和 2003 年 TM 影像进行监督分类和目视解译校正, 生成 1991 年和 2003 年土地利用/土地覆盖分类结果(图 1), 再将 1991 年的 TM

影像与 2003 年的土地利用/土地覆盖分类结果在地理信息系统软件 ArcGIS 9.0 中进行数字图形-图像的套合, 通过人机交互解译直接研究其变化范围。如果土地类型没有变化, 则保持原先的状态; 如果发生变化, 则进行标记, 完成动态变化制图。同时, 在目视解译过程中, 还可参考其他一些辅助资料, 以提高解译精度。获得土地利用现状图后, 采用抽样方式, 利用 GPS 实地定位与土地利用现状图对照, 结合其他辅助资料和野外资料, 计算 Kappa 系数为 0.81, 其解译精度可达 85% 以上。与传统监督分类方法相比, 该法省去了多次解译图像的繁重工作, 而且易发现变化的区域, 可以在很短的时间内完成 1 次动态监测, 具有快速、实时和可靠的特点。

2 土地利用时空变化

2.1 土地利用变化的幅度 土地利用变化包括土地利用类型的面积变化、空间变化和质量变化。面积变化首先反映在不同类型的总量变化上。可通过分析土地利用类型的总量变化, 了解土地利用变化的总态势和土地利用结构的变

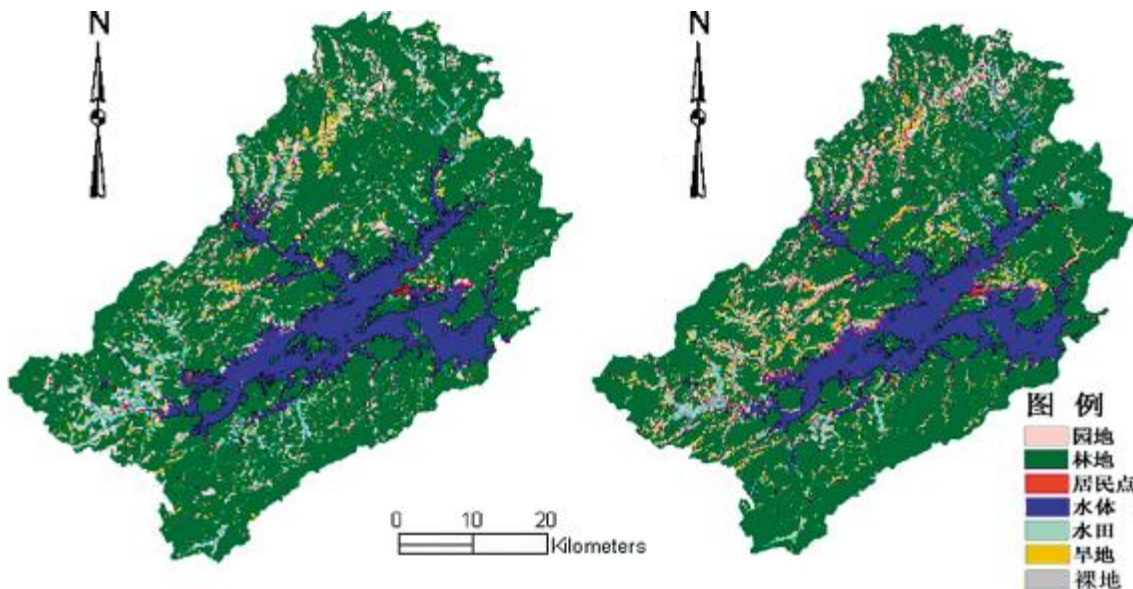


图 1 研究区 1991 年、2003 年分类结果
Fig. 1 Classification result of research area in 1991 and 2003

化。将分类后的 TM 影像进行运算, 得到 1991 年和 2003 年各类土地的总面积及各地类面积所占的比例(表 2)。从表 2 可以看出, 在这 12 年间, 林地减少 3 913.11 hm², 水域减少 1 514.07 hm², 未利用地减少 289.17 hm², 园地增加 1 523.34 hm², 建设用地增加 1 655.28 hm², 而水田和旱地分别增加 550.53 hm² 和 1 987.20 hm²。由此可见, 12 年以来, 由于经济快速发展、人口迅速增加、城市化进程加速、城市化水平提

高, 建设用地面积大幅度增加。由于城镇的扩张和农业内部结构的调整, 耕地和园地变化幅度较大, 而林地和水域大幅度减少。如果不加以遏制和合理引导, 这种态势会进一步恶化, 降低森林生态系统的社会效应, 进而引起生物多样性丧失、水土流失等一系列生态环境问题。

2.2 土地利用类型转移矩阵(马尔可夫模型) 马尔可夫模型是生态学研究中有用的随机模型。该模型的基本形

表 2 淳安县各类土地利用变化统计表
Table 2 Statistics of land use changes in Chunan County

土地类型 Land type	1991 年		2003 年		1991~2003 面积变化 Area changes from 1991 to 2003
	面积 Area	比例 Proportion/%	面积 Area	比例 Proportion/%	
水田 Paddy field	11 889.45	2.69	12 439.98	2.82	550.53
旱地 Dry land	8 622.99	1.95	10 610.19	2.40	1 987.20
园地 Garden plot	41 709.78	9.45	43 233.12	9.79	1 523.34
林地 Woodland	312 820.56	70.84	308 907.45	69.96	-3 913.11
建设用地 Construction land	5 361.75	1.21	7 017.03	1.59	1 655.28
水域 Water area	55 944.09	12.67	54 430.02	12.33	-1 514.07
未利用地 Unused land	5 225.31	1.18	4 936.14	1.12	-289.17
总面积 Total area	441 573.93	100.00	441 573.93	100.00	

式是一个表示在特属的时间间隔从一个空间转移到另一个空间的概率矩阵。它的性质是系统未来时刻的情况只与现在有关,而与过去的历史无直接关系^[6]。其定理为:对于一个马尔可夫链 $\{\xi_n, n=1, 2, \dots\}$,称以 m 步转移概率 $P_{ij}(m)$, $P(m)$ 为元素的矩阵 $P(m)=(P_{ij}(m))$ 为马尔可夫的 m 步转移矩阵。当 $m=1$ 时,记 $P(1)=P$ 称为马尔可夫链的一步转移矩阵,或简称转移矩阵。它们具有下列基本性质:

对一切 $i, j \in E, 0 \leq P_{ij}(m) \leq 1$; 对任意 $i \in E, \sum_{j \in E} P_{ij}(m) = 1$ 。

马尔可夫模型可以用来分析土地利用类型之间的转换变化。利用 ARCGIS 软件的空间分析功能对 2 期土地利用图进行叠加量算,得出 13 年来土地利用类型之间的转换矩阵(表 3)。根据以下公式,得出土地利用转移概率矩阵(表 4)^[4-6]:

$$P_{ij} = n_{ij} / \sum_{k=1}^m n_{ik} \quad (1)$$

从以上 2 表中对主要土地利用类型的转换分析,可以看出:①园地的增加量主要来自林地、水域、旱地和水地,分别

表 3 淳安县 1991~2003 年土地利用类型面积转换矩阵
Table 3 Conversion matrix of land use type area in Chunan County from 1991 to 2003

类型 Type	园地 Garden plot	林地 Woodland	建设用地 Construction land	水域 Water area	未利用地 Unused land	水田 Paddy field	旱地 Dry land
园地 Garden plot	0	5 082.20	765.27	986.40	423.00	1 478.70	1 725.48
林地 Woodland	4 480.01	0	2 255.31	7 649.73	1 334.70	4 259.25	4 078.26
建设用地 Construction land	970.38	1 097.55	0	458.73	122.76	635.67	293.04
水域 Water area	1 857.51	6 219.81	1 430.28	0	456.48	923.22	550.71
未利用地 Unused land	480.78	2 105.46	64.62	152.46	0	83.79	167.58
水田 Paddy field	1 196.99	1 154.50	488.16	410.58	204.30	0	931.95
旱地 Dry land	1 570.37	1 106.76	217.08	218.97	206.19	548.28	0

表 4 淳安县 1991~2003 年土地利用类型面积转移概率矩阵
Table 4 Area convertible probability matrix of land use types in Chunan County from 1991 to 2003

类型 Type	园地 Garden plot	林地 Woodland	建设用地 Construction land	水域 Water area	未利用地 Unused land	水田 Paddy field	旱地 Dry land
园地 Garden plot	0	12.18	1.83	2.36	1.01	3.55	4.14
林地 Woodland	1.43	0	0.72	2.45	0.43	1.36	1.30
建设用地 Construction land	18.10	20.47	0	8.56	2.29	11.86	5.47
水域 Water area	3.32	11.12	2.56	0	0.82	1.65	0.98
未利用地 Unused land	9.20	40.29	1.24	2.92	0	1.60	3.21
水田 Paddy field	10.07	9.71	4.11	3.45	1.72	0	7.84
旱地 Dry land	18.21	12.83	2.52	2.54	2.39	6.36	0

为 4 480.01、1 857.51、1 570.37、1 196.99 hm^2 ;在园地的减少量中,大部分转化为林地、旱地、水地和水域,分别占 12.18%、4.14%、3.55%和 2.36%;②水域、园地、未利用地和耕地是林地的主要增加源,分别有 6 219.81、5 082.20、2 105.46、2 261.26 hm^2 转化为林地;2.66%和 2.45%林地转化为耕地和水域;③耕地中有 8 337.51、3 204.18、1 473.93 hm^2 分别来自林地、园地与水域;减少量中有 28.28%、22.54%、6.63%转化为园地、林地和建设用地;④建设用地的增加主要来自林地、水域、园地和耕地,分别为 2 255.31、1 430.28、765.27、705.24 hm^2 ;⑤水域有 11.12%转化为林地,3.32%转化为园地,2.56%和 2.53%分别转化为建设用地和耕地。由此可见,12 年间淳安县水域的减少有人为和自然两方面的原因;⑥林地、水域、园地、耕地中各有 1 334.70、456.48、423.00、410.49 hm^2 转为未利用地,这也反映出土地退化的情况;在未利用地减少量中绝大部分转化为林地,其余转化为园地,说明淳安县 12 年来在土地开发、提高土地利用效率方面收到明显效果。

2.3 土地利用变化的速度 土地利用动态度可定量描述区域土地利用变化的速度。它对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极的作用。

2.3.1 单一土地利用类型动态度。单一土地利用类型动态度是指某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况,其计算公式为:

$$K = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中 U_1 、 U_2 分别为研究初期和研究末期某一种土地利用类型的数量; T 为研究时段长。当 T 为年时, K 为研究时段内某一土地利用类型的年变化率。

2.3.2 综合土地利用动态度。采用综合土地利用类型变化率反映所有土地利用类型在一定时间范围的综合变化速度,其公式为:

$$LC = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n \Delta LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (3)$$

式中, LU_i 为监测起始时间第 i 类土地利用类型面积, ΔLC_{i-j} 为监测时段内第 i 类土地利用类型转为非 i 类土地利用类型面积的绝对值; T 为监测时段长度。当 T 的时段设为年时, LC 的值即为研究区的土地利用年变化率^[6-7]。

上述公式的计算结果表明,浙江省淳安县 12 年来土地利用变化速度很快,年平均变化速度达 0.57%,其中建设用地和旱地变化速度最快,年变化率分别达 2.57%和 1.92%。林地由于总量较大,土地利用变化的部分所占比例较小,年变化率仅为 0.10%。未利用地、水田、园地、水域的年变化率分别为 0.46%、0.39%、0.30%、0.23%。该区域土地利用的总动态度为 2.59%,这实际上忽略了各类型内部之间的转换。如果将其考虑在内,实际土地利用综合动态度应为 13.78%,高于该区域一级类型的土地利用动态度,上述结果反映出土地利用数量上的变化。

3 土地利用的主要驱动因素分析

土地是一个自然人文综合体。土地利用与土地覆盖变化既受自然因素的制约,又受社会、经济和历史等人文因素的影响,具有很强的综合性和地域性。然而人类的社会经济活动直接导致了土地利用方式的改变和土地利用结构的演变,实质上是人类为了满足社会经济发展的需要而不断地调整、配置各类土地利用的过程。它主要受社会经济因素的影响,其中起决定作用的因素有人口因素、城市化与经济发展速度、产业结构调整等,是土地利用/土地覆盖变化的真正驱动力。

3.1 人口增长与消费方式的转变 据统计,淳安县人口由 1991 年的 44.4 万人增加到 2003 年的 45.5 万人,增长率为 2.5%。同时,经济的发展使有效供给水平提高,城乡居民消费结构明显改变,食品类支出在总消费支出中的比重大幅度下降。居住条件也大为改观,1996 年城镇居民和农村居民人均住房面积分别为 18.7 和 34.8 m²,而 2003 年人均住房面积分别增加到 20.6 和 38.1 m²。可见,人口增长与消费方式的转变是土地利用变化的重要驱动力,其对城市用地规模具有决定性的影响。人类可以通过生产技术、活动方式调节和组织土地利用系统的结构,占用一定面积的土地作为生存生活的场所,消耗土地利用系统的产品,增加对土地系统生产力的压力^[1]。

3.2 城市化与经济发展速度 2003 年淳安县国内生产总值和城市化水平分别为 41.5 亿元和 26.1%,分别比 1991 年增长 606.3%和 17.2%。城市化与经济发展速度的加快是影响土地利用类型变化的主导因素。经济的发展和城市化的加快,使工业企业的数量不断增加,城市规模不断扩大。这必然导致工矿的企业、城市建设及交通用地需求不断增加、需要占用大量的耕地等其他地类。

3.3 产业结构调整 淳安县 2003 年第三产业结构比重比 1991 年增加了 19.2%。由于淳安县拥有国家级重点风景名胜区分千岛湖,旅游业的发展在其第三产业中占有重要地位。第三产业的发展必然带来相应建设用地的增加和其他配套用地的需求,从而使用地的矛盾增加。

4 小结与讨论

(上接第 7359 页)

90 年代呈现增长趋势,但 30 年来总趋势还是逐年减少。

6 小结

(1)聊城市年降水量总体呈下降趋势,其线性拟和率为 -29.06/10 年。70 年代前中期降水较多,为多雨时期,从 1978 年到 1990 年,均以少雨干旱为主,90 年代降水量又缓慢增加。

(2)将聊城市天气系统分类进行统计,得出降水概率为 60.6%。其中以 7 月份产生降水的概率为最高,达 94.7%,1 月份最少,仅为 13.6%。在各类系统中,河西冷锋影响次数

该研究以 TM 影像为数据源,运用 GIS 和 RS 相结合的研究方法,对淳安县 1991 年和 2003 年的土地利用变化进行了分析,得出如下结论:①通过空间叠加分析发现,研究期内约占全县总面积 13.78%的土地的利用方式发生了变化;②12 年间,全县一、二级土地利用类型均存在向其他类型的变化。其中,变化最大的是林地、园地、水域之间的转换,其次是林地和耕地转化为建设用地;③通过对 TM 影像的遥感判读和野外实地调查,可发现该县的林地类型存在面积减少与质量下降共存的现象;④城镇用地扩张是用地变化的主要因素。虽然该县地处低山丘陵,平地稀少,地表形态破碎,但人口和经济快速增长使城镇占地大量增加,从而引起了土地利用结构的急剧变化。另外,农村居民点占地也呈增长趋势,人均用地占地面积幅度较大。因此,必须注重城镇用地节约,同时加强对农村居民点用地的管理。

总之,运用遥感、地理信息系统和全球定位系统技术基本能够满足对土地资源进行快速有效动态监测的需求。从不同时相 TM 卫星影像的叠加可在大范围内快速发现土地利用变化区域,利用 GPS 的实测数据可进行 GIS 数据库的修正与及时更新,从而为相关行政管理部门提供一个快速、有效的土地利用动态监测手段和时空数据管理与分析的平台,为区域土地资源的合理利用和社会经济的可持续发展提供决策依据。

参考文献

- [1] 葛全胜. 20 世纪中国土地利用变化研究[J]. 地理学报, 2000, 55(6): 698-706.
- [2] 杨存建. 基于知识的遥感图象分类方法的探讨[J]. 地理学与国土研究, 2001, 17(1): 72-77.
- [3] 李忠锋. 基于 RS 与 GIS 的榆林地区土地利用变化分析[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 97-100.
- [4] 余瑞林. 三峡库区土地利用时空变化特征及其驱动力分析[J]. 湖北大学学报, 2006, 28(4): 429-430.
- [5] 赵军. 黑土区域土地利用变化及其生态效应分析——以海伦市为例[J]. 水土保持学报, 2004, 18(5): 138-145.
- [6] 苏海民. 基于 GIS 的福建长乐市土地利用变化时空分析[J]. 国土与自然资源研究, 2005(3): 49-50.
- [7] 丁凤. 基于 3S 技术的福建省土地利用变化分析[J]. 福建师范大学学报, 2004, 20(1): 92-98.
- [8] 尹黎明. 基于 RS 和 GIS 的南川市土地利用/覆盖变化分析[J]. 土壤, 2006, 38(2): 170-180.

最多,达 668 次,占总降水次数的 33.7%,降水总量最大为 3 384.3 mm,占总降水量的 23.1%;其次是南方气旋,降水次数占总次数的 12.5%,占总降水量的 14.8%;高空冷涡降水次数最少,仅占总次数的 2.8%,占降水总量的 4.7%。

(3)将聊城市降水云系分为层状云、积状云和积层混合云 3 类云进行分析,结果表明,积状云影响频次最高,对总降水量的贡献最大,且随年代的增加呈上升趋势。

参考文献

- [1] 林学椿. 近 40 年来我国气候趋势[J]. 气象, 1990, 16(10): 36-39.
- [2] 陈克东. 近 40 年泽当气候变化初探[J]. 气象, 2000, 26(1): 54-56.