

宁夏中卫市农业干旱特点及其对策研究

余海龙^{1,2}, 黄菊莹³, 李聪兰²

(1. 中国气象局 兰州干旱研究所, 兰州 730020;

2. 宁夏大学 资源环境学院, 银川 750021; 3. 宁夏大学 新技术应用研究开发中心, 银川 750021)

摘要:通过对宁夏中卫市 1979—2008 年 30 a 历史降水资料的统计,利用降水量距平百分率法对该时期中卫市地区干旱灾害的时间变化、旱灾等级和成因等进行了分析,并对当地主要农作物(春小麦和玉米)的关键需水期干旱程度进行了计算。结果表明:宁夏中卫市农业干旱具有季节性、持续性、随机性和频繁性的特点。当地农业干旱发生频繁,以春旱为主,发生频率达 53%;对当地农业影响最大的是春夏连旱,其发生频率达 30%。据此,作者提出了相应的抗旱措施和方法。

关键词:农业干旱特点;降水量指标;对策;宁夏中卫市

中图分类号:S423

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)01-0217-05

Research on Agricultural Drought Characteristics and Its Countermeasures in Zhongwei City, Ningxia Hui Autonomous Region

YU Hai-long^{1,2}, HUANG Ju-ying³, LI Cun-lan²

(1. Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Lanzhou

730020, China; 2. College of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan

750021, China; 3. Center of New Technology Application and Research, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: Through statistics and analysis of historical precipitation data from 1979 to 2008 in Zhongwei City, Ningxia Hui Autonomous Region, the paper studied the change, grades and causes of the drought disaster by using method of precipitation anomalies. The drought grade during the key water requirement periods of local main crops (spring wheat and maize) was calculated. The results showed that the agricultural drought had the seasonal, durative, random and frequent characteristics. Agricultural drought frequently occurred during the 30 years, drought mainly occurred in spring, its probability of occurrence reached 53%; drought occurring in spring and summer multi-seasons most influenced the local agriculture, its probability of occurrence reached 30%. Accordingly, the authors proposed corresponding countermeasures and methods to control drought.

Key words: agricultural drought characteristic; precipitation index; countermeasures; Zhongwei City of Ningxia Hui Autonomous Region

旱灾是世界上影响范围最广,造成农业损失最大的自然灾害。中国旱灾频繁,每年旱灾损失占各种自然灾害损失的 15%以上^[1]。据统计,1949—2001 年,我国平均每年受旱面积约 219 万 hm²,约占各种气象灾害面积的 60%,每年因旱灾减产粮食 50 亿 kg,其中,20 世纪 50—80 年代因旱灾损失的粮食占全国粮食损失总量的 50%^[2]。随着社会经济发展和人口膨胀,水资源短缺现象日趋严重,加之全球气候变化的加剧,我国农业干旱形势存在不断恶化的趋势。据联

合国环境计划署估计,全球有 35%的土地和 20%的人口受到干旱和沙漠化的威胁,给农业生产造成的损失约 260 亿美元^[3]。农业干旱已经开始威胁到我国的粮食安全和经济社会的可持续发展^[4]。

农业干旱是因外界环境因素造成作物体内水分亏缺,影响正常生长发育,进而导致减产或失收的现象,主要是由大气干旱或土壤干旱导致作物生理干旱而引发的,它不仅是一种物理过程,而且也与作物本身的生物过程等有关^[5-6]。干旱程度的科学、合理地

收稿日期:2011-07-21

修回日期:2011-09-08

资助项目:中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室开放基金项目(IAM201003);宁夏自然科学基金项目(NZ1128);宁夏大学 211 重点学科建设项目“草业科学与生态工程子项目”

作者简介:余海龙(1979—),男,甘肃省酒泉市人,博士,副教授,研究方向为旱区生态恢复与自然灾害防治。Email:yhl@nxu.edu.cn

评估可以正确反映干旱给农业造成的损失大小。

农业干旱灾害是宁夏中卫市自然灾害中最常见、影响范围最广、损失最大的一种灾害。其危害直接会导致大面积农作物减产失收,并引发作物病虫害和草原火灾等次生灾害。每年的 4—10 月是当地农作物生长发育和产量形成的关键时期,而春旱、夏旱和秋旱却频频地出现,并常造成连旱。因此,本文拟建立与研究区相适应的农业干旱评估指标,旨在通过建立水分亏缺同作物干旱程度的关系,寻求科学的农业抗旱措施和方案,并及时制定相应有效的防灾减灾措施,为干旱区农业实现高产稳产提供更合理的依据。

1 农业干旱气象评估指标的确定及其计算方法

1.1 中卫市干旱类型及其对农业生产的影响

按干旱发生的季节划分,中卫市的干旱有春旱、夏旱、秋旱和冬旱之分。其中,春旱会严重影响春种和春耕计划的完成,夏旱对春小麦和玉米等作物的生长会产生严重影响,秋旱则影响秋收作物产量的形成,冬旱对农业生产的负面影响较轻,因为大多数农作物已在冬前收获,而且冬旱对于红枣、枸杞等经果林抑制冬梢、浓缩树液浓度、增加营养积累、促进花芽分化和提高成花率非常有利。相比之下,春旱和秋旱对中卫市的农业生产危害最大,夏旱次之,冬旱最小。因此,本文主要从农业气象灾害的角度,着重探讨春旱、夏旱和秋旱的发生规律。

1.2 农业干旱气象评估指标的确定及其计算

干旱对植物的任何生长发育期都会产生一定的影响,但对不同的发育期,其影响不同。由于不同作物对水分的需求量不同,所以干旱的指标也不相同。而中卫市是以玉米和春小麦为主的产粮区,种植面积占作物总面积的 60% 以上,与其它作物相比,玉米和春小麦对干旱的影响较为敏感。依据宁夏中卫市两

种农作物的需水关键期:玉米(4—5 月,6 月,9—10 月)和春小麦(4—7 月),确定适应农业干旱指标的计算期,将中卫市的干旱分为春旱(4—5 月)、夏旱(6 月)、秋旱(9—10 月)^[7];并结合宁夏中卫市 30 a (1979—2008)的降水资料,根据干旱评估国家标准分析宁夏中卫的农业干旱时空分布特点。

自然降水是影响干旱的首要因素。年降水量的多年变化是影响区域水平平衡的重要因子,利用多年降水量的变化可以从大尺度上说明区域内水分盈亏状况。降水量指标是反映某一时段内降水与其多年平均降水值相对多少的一项定量指标。它不仅可以直接地反映出某时段内降雨量与多年平均值的相对多少,还能大致反映出干旱的发生趋势,但不能直接表示农作物遭受干旱影响的程度。本文将采用降水量距平百分率法作为宁夏中卫市农业干旱评估的方法。降水量距平百分率是表征某时段降水量较气候平均状况偏少程度的指标之一,能直观反映降水异常引起的农业干旱程度。降水量距平百分率等级适合于无土壤湿度观测、无水源供给的农业区和主要牧区天然草场的作物生长季。具体表达式为:

$$D_p = \frac{p - \bar{p}}{\bar{p}} \times 100\% \quad (1)$$

式中: D_p ——计算期内降水量距平百分比(%); p ——计算期内降水量(mm); \bar{p} ——计算期内多年平均降水量(mm)。

农业干旱具有区域性、季节性、随机性、时间与空间的连续性等特征。因此,本文针对中卫市降雨特点,对其农业干旱的特点进行估算。其中,计算期确定应根据不同季节选择适当的计算期长度。夏季宜采用 1 个月,春、秋季宜采用连续 2 个月,冬季宜采用连续 3 个月。由于考虑到中卫市的气候条件,农作物的农事活动和农业干旱评估指标的准确性,降水距平旱情等级划分参照表 1^[8]。

表 1 旱灾等级的划分与旱灾指数

季 节	计算时段	轻旱	中旱	重旱	特大干旱
夏季	1 个月	$-20 > D_p \geq -40$	$-40 > D_p \geq -60$	$-60 > D_p \geq -80$	$D_p < -80$
春秋两季	2 个月	$-30 > D_p \geq -50$	$-50 > D_p \geq -65$	$-65 > D_p \geq -75$	$D_p < -75$
冬季	3 个月	$-25 > D_p \geq -35$	$-35 > D_p \geq -45$	$-45 > D_p \geq -55$	$D_p < -55$

根据公式(1),结合宁夏中卫市 30 a (1979—2008)降水数据,参照旱灾等级的划分标准(表 1),得出 1979—2008 年宁夏中卫市农业干旱等级(表 2)。

2 结果与分析

2.1 中卫市农业干旱的特征分析

2.1.1 干旱发生的季节性 干旱发生的季节性包括单季旱和连季旱两种类型^[9]。从表 2 中可以看出,根

据宁夏中卫市 30 a 的统计数据显示,单季旱发生频繁,其中春旱发生的频率为 53%,春季轻旱的发生频率为 27%、中旱的发生频率为 17%、特大干旱的发生频率为 10%;中卫市农业干旱发生在夏季的频率为 47%,其中轻旱的发生频率为 7%、中旱的发生频率为 17%、重旱的发生频率为 13%、特大干旱的发生频率为 10%;中卫市农业干旱发生在秋季的频率为 37%,其中轻旱的发生频率为 17%、中旱的发生频率

为 3%、重旱的发生频率为 10%、特大干旱的发生频率为 7%;就其统计结果可以看出,宁夏中卫市春旱的发生频率明显大于其它季节,其主要原因是春季气温回升快,蒸发强烈,降雨量少,易造成春季干旱,如 1994—1997 年。从表 3—5 中可以看出,根据宁夏中卫市 30 a 的统计数据显示,发生春夏连旱的频率为 30%(表 3),夏秋连旱发生的频率为 20%(表 4),春夏秋连旱发生的频率为 13%(表 5)。就其统计结果可知,宁夏中卫市发生春夏连旱的频率较大,原因主要由于当年春季 3—5 月降雨量偏少,6—8 月雨量也持续偏少,导致年内发生春夏季连旱,如 1997 年、2008 年。发生春秋连旱的原因由于春季降雨量正常,但春季雨季结束后,夏季持续高温,雨量偏少,再加上秋季雨量偏少,就形成了夏秋连旱,如 1997 年、2004 年。

表 2 中卫市 1979—2008 年干旱等级分析

年份	春季 (4—5) $D_p/\%$	干旱 等级	夏季 (6 月) $D_p/\%$	干旱 等级	秋季 (9—10) $D_p/\%$	干旱 等级
1979	—38	轻旱	—42	中旱	—7	
1980	—54	中旱	—48	中旱	—34	轻旱
1981	42		—54	中旱	8	
1982	—34	轻旱	—73	重旱	—50	轻旱
1983	142		126		—44	轻旱
1984	48		29		—87	特大干旱
1985	86		50		82	
1986	—44	轻旱	12		—80	特大干旱
1987	—41	轻旱	89		—22	
1988	46		10		—34	轻旱
1989	35		30		8	
1990	—1		—63	重旱	—11	
1991	186		—27	轻旱	—68	重旱
1992	—62	中旱	63		84	
1993	—12		—79	重旱	—68	重旱
1994	—63	中旱	84		—36	轻旱
1995	—90	特大干旱	0		14	
1996	—64	中旱	—4		87	
1997	—87	特大干旱	—89	重旱	—53	中旱
1998	164		—25	轻旱	—17	
1999	41		—11		0	
2000	—95	特大干旱	—12		53	
2001	—44	轻旱	—60	中旱	105	
2002	117		143		57	
2003	8		91		18	
2004	—37	轻旱	—41	中旱	—74	重旱
2005	—43	轻旱	—94	特大干旱	—27	
2006	—35	轻旱	—83	特大干旱	—8	
2007	—6		167		113	
2008	—63	中旱	—89	特大干旱	91	

表 3 中卫市 1979—2008 年发生春夏连旱的干旱程度分析

年份	春季 $D_p/\%$	干旱类型	夏季 $D_p/\%$	干旱类型
1979	—38	轻旱	—42	中旱
1980	—54	中旱	—48	中旱
1982	—34	轻旱	—73	重旱
1997	—87	特大干旱	—89	重旱
2001	—44	轻旱	—60	中旱
2004	—37	轻旱	—41	中旱
2005	—43	轻旱	—94	特大干旱
2006	—35	轻旱	—83	特大干旱
2008	—63	中旱	—89	特大干旱

表 4 中卫市 1979—2008 年发生夏秋连旱的干旱程度

年份	夏季 $D_p/\%$	干旱类型	秋季 $D_p/\%$	干旱类型
1980	—48	中旱	—34	轻旱
1982	—73	重旱	—50	轻旱
1991	—27	轻旱	—68	重旱
1993	—79	重旱	—68	重旱
1997	—89	重旱	—53	中旱
2004	—41	中旱	—74	重旱

表 5 宁夏中卫市 1979—2008 年发生春夏秋连旱的干旱程度

年份	春季 $D_p/\%$	干旱 类型	夏季 $D_p/\%$	干旱 类型	秋季 $D_p/\%$	干旱 类型
1980	—54	中旱	—48	中旱	—34	轻旱
1982	—34	轻旱	—73	重旱	—50	轻旱
1997	—87	特大干旱	—89	重旱	—53	中旱
2004	—37	轻旱	—41	中旱	—74	重旱

从受旱作物来看,玉米和春小麦是受影响严重的农作物。尤其是发生春夏连旱时,对春小麦和玉米的影响更为严重。

2.1.2 干旱发生的随机性和频繁性 根据宁夏中卫市 1979—2008 年 30 a 的统计数据结果显示,这 30 a 干旱的发生无规律可循。从图 1 中看出,春旱在 1979—1984 年这 5 a 期间虽然发生的次数多,但程度不高,秋旱在 1979—1984 年期间发生的程度特别高。而在 1994—1999 年这 5 a 期间发生春旱的次数和 1979—1984 年一样多,但程度明显高。2004—2008 年这 4 a 期间春旱发生的程度不高,但从图 2 和图 3 中看出秋旱和夏旱的发生程度特别高。所以整个宁夏中卫市干旱发生的随机性很大,很难找到一个准确的规律,这就给中卫市的农业干旱预报带来了很大的困难;而且干旱发生的频率也较高,从表 2 中可以看出 1979—2008 年这 30 a 中几乎每一年都有不同程度的干旱发生,中卫市农业干旱发生具有一定的频繁性。

2.1.3 干旱发生的持续性 干旱常有持续发生的情况,严重干旱往往都是连季旱造成的。季节干旱的持续性,对干旱程度影响显著,干旱持续的时间越长,受

旱面积越大,旱情等级也就越高,造成的经济损失就越大。宁夏中卫市 1979—2008 年这 30 a 之间,就春夏连旱的发生次数为 9 次(表 3)。更为严重的是连年干旱,造成“赤地千里”的景象。通过对计算结果的统计分析,可知宁夏中卫市 1979—2008 年这 30 a 期间,发生了几次较大的连年干旱,有 1979—1980 年,2004—2006 年,连续干旱对当地的农业影响甚为严重。

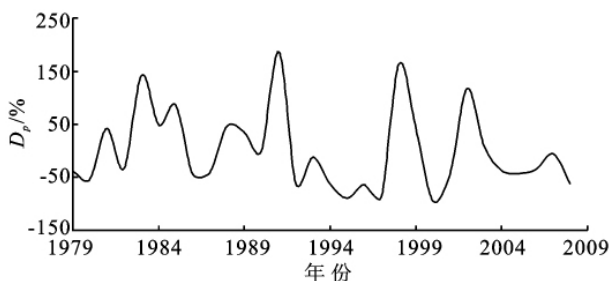


图 1 宁夏中卫市 1979—2008 年春季(4—5 月)干旱灾害指数

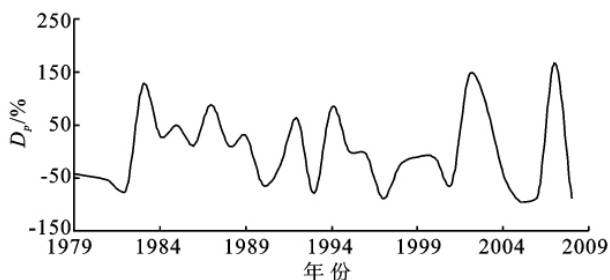


图 2 宁夏中卫市 1979—2008 年夏季(6 月)干旱灾害指数

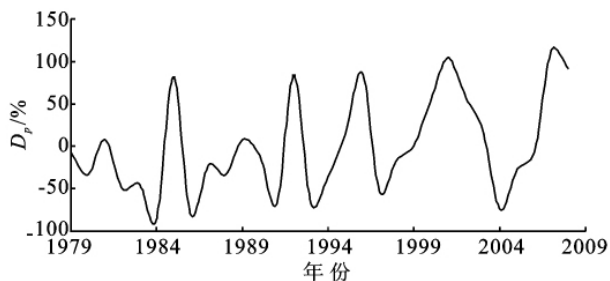


图 3 宁夏中卫市 1979—2008 年秋季(9—10 月)干旱灾害指数

2.2 中卫市农业干旱灾害成因分析

(1) 降水不均。造成干旱灾害的直接原因是降水量偏少或年际、年内变化大。中卫市长年干旱,雨水奇缺,年平均降水量在 300 mm 左右,而蒸发量却是它的 5~10 倍。降水量的显著偏少,导致中卫市干旱灾害频发。即使是全年降水量丰盈的年份,也有可能出现干旱灾害,因为中卫市降水主要集中在夏秋两季,而冬春季节降水较少,不利于春播农作物的生长、发育,甚至导致绝收。可见,降水年内变化大也是造成干旱的重要原因。

(2) 地理位置特殊。中卫市深居内陆,距东海、黄海、南海 1 200~1 500 km,沿程有高山阻挡水汽输入困难,只有西太平洋副热带高压在盛夏季节西伸北

跃时,才能将副高的西南气流输入宁夏。水汽输送量少是我区干旱少雨的根本原因。地势高、大气中水汽含量小。中卫一些山地土层薄,土壤蓄水量小,植被覆盖率为 10%~20%。中卫市从西面、北面至东面,分别由腾格里沙漠、乌兰布和沙漠与毛乌素沙地包围。独特的地理位置,是决定它常年遭受干旱危害的主要原因之一。此外,中卫梁峁起伏、沟壑纵横、风沙滩地地貌,地表植被稀少,持水作用差,水土流失严重。即使是一次很强的降水过程,也很难使当地的土壤相对湿度较长时间地保持在一个固定的范围内^[10]。

3 对策措施

干旱发生的时段、持续时间、地域性、程度和范围年际间差异较大,在干旱防御对策上也应因地制宜,实现综合防御。宁夏中卫市全年干旱发生的频率较大,春旱主要影响农作物的出苗和生长。夏旱主要影响农作物的产量,秋旱对次年的农作物播种有很大的影响。因此,应根据气象预报与干旱预测结果分析,制定相应的抗旱减灾措施,确保实现农作物的稳产稳收。

3.1 优化农业种植结构

因地制宜调整种植结构,在安排农业生产上,要注重选择、引进或培育抗旱型作物品种,如谷子、豆类、胡麻等农作物。发展地方特色农业和作物,利用中卫市特有的土壤、气候条件,生产特色农产品,调整作物结构,发展特色农业,如现在的硒沙瓜、枸杞种植,应加大种植面积。减少高耗水低效益作物种植面积,大幅增加设施蔬菜特色经济作物种植。

3.2 发展农业节水技术

3.2.1 发展旱地地膜节水技术 地膜覆盖是针对早春至雨季耕层土壤水分缺乏限制作物生长发育所采取的有效措施,主要作用是土壤保墒、提高地温、改善土壤耕层结构、增强土壤保肥供肥性能、减轻病虫害和土壤盐渍等。由于薄膜的气密性强,地膜覆盖后能显著地减少土壤水分蒸发,使土壤湿度稳定,并能长期保持湿润,有利于根系生长。在旱区可以采用人工造墒、补墒的方法进行抗旱播种。在较干旱的情况下,0~25 mm 深的土层中土壤含水量一般比露地高 50% 以上。根据中卫市当地的气候特点,可以发展旱地地膜节水技术,以达到抗旱减灾的目的。

3.2.2 发展滴灌节水技术 滴灌节水技术,主要是根据作物生长发育的需要,将水通过滴灌系统向有限的土壤空间供水,仅在作物根系范围内进行局部灌溉,也可同时根据需要将化肥和农药等随水滴入作物

根系。作为一种新型节水灌溉技术,与地表灌溉、喷灌等技术相比,有其无可比拟的优点,是目前最为节水节能的灌溉方式。因其配水设施埋设在地面以下,管材不易老化,尤其在地形较平坦地区,易于实施,使用周期长,从长远效益看来成本较低。并且灌溉过程中水分蒸发很少,又避免了水的深层渗漏和地表径流,使作物对水、肥的利用更直接有效,便于田间管理和精确控制灌水量,达到农业高效用水的目的。

3.3 开发利用云水资源

人工增雨(雪)是开发利用空中云水资源的主要途径。相关研究证实,在一定条件下对冷云催化可增加降水量 10%~25%^[11]。据统计测算,飞机人工增雨的投入和效益比在 1:30 以上。因此,开发空中水资源可缓解陆地水资源的不足。此外,从干旱对产量影响程度上分析,上一年秋旱所造成土壤底墒不足对来年的农业干旱程度贡献较大。由于中卫市秋季降水总量明显高于春季,人工降水条件也较好,因此,可考虑由春季增雨扩展到秋季增雨^[12]。

3.4 加强农田水利基础设施建设

在有条件的地区发展引黄新灌区,是解决中卫市农业干旱的有效途径。在黄河水资源总量控制的前提下,开展老灌区节水灌溉和种植制度改革,把节省下来的水资源用在扬黄新灌区上。同时,新灌区的开发要立足于发展节水农业,对有限的水资源进行合理调配,开展节水灌溉,以获取最大经济效益为目的。

参考文献:

- [1] 王静爱,苏云,尚延瑞. 中国旱灾农业承灾体脆弱性诊断与评价[J]. 地球科学进展,2006,21(2):161-168.
- [2] 马宗晋. 中国重大自然灾害及减灾对策(总论)[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [3] 国家科委全国重大自然灾害综合研究组. 中国重大自然灾害及减灾对策(分论)[M]. 北京:科学出版社,1993.
- [4] 何斌,武建军,吕爱锋. 农业干旱风险研究进展[J]. 地球科学进展,2010,29(5):558-564.
- [5] Wilhite D A. Drought[J]. Encyclopedia of Earth System Science,1992,2:81-92.
- [6] 商彦蕊. 河北省农业旱灾脆弱性动态变化的成因分析[J]. 自然灾害学报,2000,9(1):40-46.
- [7] 邵天杰,赵景波. 1368—1949 年西海固干旱灾害研究[J]. 干旱区资源与环境,2008,22(11):68-72.
- [8] 中华人民共和国国家标准. 气象干旱登记. GB/T20481-2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [9] 张允,赵景波. 1644—1911 年西海固干旱时空变化及驱动力分析[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(5):94-98.
- [10] 徐国昌. 中国干旱半干旱区气候变化[M]北京:气象出版社,1997.
- [11] 邓振镛,张宇飞,刘德祥,等. 干旱气候变化对甘肃省干旱灾害的影响及防旱减灾技术的研究[J]干旱地区农业研究,2007,25(4):94-99.
- [12] 马力文,李凤霞,梁旭. 宁夏干旱及其对农业生产的影响[J]. 干旱地区农业研究,2001,19(4):102-109.
- [13] 宋戈,郑浩. 黑龙江省地级市土地集约利用评价及驱动力:以佳木斯市为例[J]. 经济地理,2008,28(2):297-299.
- [14] 李进涛,谭术魁,汪文雄,等. 基于 DPSIR 模型的城市土地集约利用时空差异的实证研究[J]. 中国土地科学,2009,23(3):49-54.
- [15] 甄江红,成舜,郭永昌,等. 包头市工业用地土地集约利用潜力评价初步研究[J]. 经济地理,2004,24(2):250-253.
- [16] 翟文侠,黄贤金,张强,等. 基于层次分析的城市开发区土地集约利用研究:以江苏省为例[J]. 南京大学学报,2006,42(1):96-102.
- [17] 宋戈. 中国城镇化过程中土地利用问题研究[M]. 北京:中国农业出版社,2005:161-173.
- [18] 陈银蓉,梅昀,王传明,等. 城市土地集约利用的研究[J]. 国土资源科技管理,2006,23(5):7-12.
- [19] 倪九派,李萍,魏朝富,等. 基于 AHP 和熵权法赋权的区域土地开发整理潜力评价[J]. 农业工程学报,2009,25(5):202-209.
- [9] 宋戈,张文雅. 森工城市转型期土地集约利用指标体系的构建与评价:以黑龙江省伊春市为例[J]. 中国土地科学,2008,22(10):31-38.
- [10] 宋戈,郑浩. 黑龙江省地级市土地集约利用评价及驱动力:以佳木斯市为例[J]. 经济地理,2008,28(2):297-299.
- [11] 常青,王仰麟,吴健生,等. 城市土地集约利用程度的人工神经网络判定:以深圳市为例[J]. 中国土地科学,2007,21(4):26-31.
- [12] 尹君,谢俊奇,王力,等. 基于 RS 的城市土地集约利用评价方法研究[J]. 自然资源学报,2007,22(5):775-782.
- [13] 冯科,郑娟尔,韦仕川,等. GIS 和 PSR 框架下城市土地集约利用空间差异的实证研究:以浙江省为例[J]. 经济地理,2007,27(5):811-818.

(上接第 216 页)