

# 基于 Landsat TM/OLI 数据的吐鲁番绿洲土地利用/覆被变化研究

宁岸新 (新疆兵团勘测设计院(集团)有限责任公司, 新疆乌鲁木齐 830046)

**摘要** [目的]运用 3S 技术研究 1990~2015 年吐鲁番地区土地利用/覆被变化情况。[方法]以吐鲁番地区 1990 年 landsat5 TM 影像及 2015 年 landsat8 OLI 影像数据为基础,运用 3S 技术,基于光谱特征的最大似然监督分类法和人机交互式目视解译方法,获取 1990、2015 年吐鲁番绿洲土地利用类型数据。最后运用土地利用格局变化指标分析方法及空间转移矩阵方法,探讨了 1990~2015 年吐鲁番绿洲土地资源的结构特点和变化规律。[结果]吐鲁番绿洲呈扩大趋势,绿洲面积增加,未利用地减少。其中,耕地、草地、园林地面积增加显著,裸地和盐碱地面积减少,沙地面积小幅增加。绿洲区域内建设用地和水域面积增加,但绿洲外圈的尾间湖—艾丁湖却呈萎缩趋势。[结论]该研究为吐鲁番地区生态环境保护提供了基础数据与科学依据。

**关键词** 吐鲁番绿洲;土地利用/覆被变化;Landsat TM/OLI 数据

**中图分类号** P208 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)16-064-04

## Study on Land Use /Cover Change in Turpan Oasis Based on Landsat TM/OLI Data

NING An-xin (Xinjiang Corps Survey & Design Institute (Group) Co. Ltd., Urumqi, Xinjiang 830046)

**Abstract** [Objective] The aim was to study the change of land use/coverage in Turpan area during 1990-2015 using 3S technology. [Method] With Turpan landsat5 TM images in 1990 and 2015 landsat8 OLI images as basic data, by using 3S technique, two temporal Turpan Oasis land use types were derived by visual interpretation and maximum likelihood supervised classification method based on spectral feature. Finally using comprehensive index of land use dynamic change analysis and spatial transfer matrix method, the land resource structure characteristics and change rules in the past 25 years in Turpan Oasis were discussed. [Result] The results indicated that the Turpan Oasis showed an obvious trend of expansion, oasis area which include cultivated land, grassland, garden area was increased significantly, unused land which include bare land and saline land area was decreased. Meanwhile, the construction land and water area were increased significantly, but the oasis peripheral Rump Lake - Aydingkol Lake presented shrinking trend. [Conclusion] The study can provide basic data and scientific basis for eco-environment protection in Turpan area.

**Key words** Turpan Oasis; Land use /cover change; Landsat TM/OLI data

人地关系一直是地理学研究的核心问题之一,而最直接的表现形式是土地利用/覆盖类型的变化。土地利用动态变化反映了土地利用的发展变化趋势。目前,我国正处于工业化和城镇化的加速发展阶段,城镇化的过程促使大规模的土地利用/覆盖变化发生,城镇与乡村的经济和人口等要素相互渗透与扩散,区域土地利用/土地覆盖变化较快,其带来了产业转型、人口迁移等各种复杂的社会和经济问题,并产生了局部气候变化、生物多样性改变、环境污染等一系列生态环境问题。城市化大背景下的土地利用/覆盖变化研究已成为学者关注的重点问题<sup>[1-4]</sup>。

干旱区绿洲是干旱区重要的生态系统,人类活动也集中于此。但由于干旱区绿洲受气象、地理环境及水资源的影响,生态系统稳定性差,生态环境较湿润区域脆弱。与此同时,由于土地资源的不合理利用,引发的土地退化问题显著,从而加剧了绿洲生态环境的次生脆弱化<sup>[5]</sup>。因此,笔者选取新疆东部生态环境极其脆弱的吐鲁番绿洲为研究区,基于 3S 技术开展了 1990~2015 年吐鲁番地区土地利用/覆被变化研究,以期为当地土地资源可持续利用及生态环境保护提供科学依据。

## 1 材料与方法

**1.1 研究区概况** 吐鲁番地区位于新疆维吾尔自治区中东部,地理坐标为 87°16'~91°55' E, 41°12'~43°40' N。行政区划上分为吐鲁番市、托克逊县、鄯善县。四周高山环抱,形成一个封闭性盆地。盆地中有东西走向的火焰山,将盆地绿洲

分成南北两部分。吐鲁番盆地属大陆荒漠性气候,干旱炎热,年降水量约 16 mm,蒸发量高达 3 000 mm,夏季最高气温曾高达 49.6 °C, 6~8 月平均最高气温在 38.0 °C 以上。因此自古有“火洲”之称。日照时间长,全年约 3 200 h,无霜期 210 d 左右。由于盆地气压低,吸引气流流入,该地也是我国有名的“风库”<sup>[6]</sup>。

**1.2 数据来源** 数据源主要采用覆盖研究区的 1990 年 2 景 landsat5-TM 影像(成像时间 9 月 16 日,10 月 9 日)和 2015 年 2 景 Landsat8-OLI 影像(成像时间 9 月 12 日,9 月 21 日)。影像数据资料季相较为一致,无云覆盖,质量较好。考虑到吐鲁番绿洲整体沿东西向分布于盆地中心,出于实际研究需要,并未按照行政区划划定研究区,而是截取涵盖整个绿洲区域及鄯善库姆塔格沙漠的矩形区域(6 170 行×2 109 列)为研究区。边界范围:左上角为 88°21'10.33" E, 43°9'3.10" N,右下角为 90°38'59.22" E, 42°30'25.00" N。此外,还有吐鲁番市 1:10 万地形图,1990 年吐鲁番市土地利用图件及 2015 年野外考察 GPS 采样点及实地景观照片库,选出有效样点 220 个。

利用 Landsat 系列卫星影像资料,在 ENVI 遥感处理软件中,提取 2 个时期的吐鲁番绿洲土地利用覆被信息。采用转移矩阵分析方法和土地利用动态变化的综合分析指标体系,揭示 1990~2015 年研究区土地利用类型变化的幅度、速度和转移方向。考虑到干旱区绿洲环境特征,以及吐鲁番地区自然、社会、经济等实际特点,将土地利用的景观类型划分为建设用地、耕地、园林地、草地、水域、裸露湖床、裸地、沙地、盐碱地 9 类。

**作者简介** 宁岸新(1984-),男,新疆吐鲁番人,工程师,硕士,从事土地利用与农田水利规划研究。

**收稿日期** 2016-04-15

**1.3 图像预处理** 在遥感数字影像处理中,为了取得良好的处理效果,首先,须对影像进行几何校正(几何粗校正和几何精校正)、辐射校正等处理后才能提取信息<sup>[7]</sup>。因此,笔者以 2 期吐鲁番绿洲 Landsat 系列卫星影像为基础,借助 1:10 万地形图对 4 景影像进行几何精校正,使得不同时相的影像具有相同的投影方式和空间范围,校正误差控制在 0.5 个像元内。其次,为消除大气的影响,使得影像数据更接近实际,采用 FLAASH 方法对影像进行大气校正。最后,对不同景的影像进行镶嵌处理,并根据研究区范围完成图像的裁剪、图像增强等预处理。

**1.4 土地利用/覆被类型提取** 选取吐鲁番地区 1990 年 Landsat5 TM 影像及 2015 年 Landsat8 OLI 影像,通过基于光谱特征的最大似然监督分类法和人机交互式目视解译方法,结合野外调查与室内解译方法,获取 1990、2015 年吐鲁番绿洲土地利用类型数据。参考同期地面资料,通过随机选取若干样本区,计算分类混淆矩阵和 kappa 系数的方法,对最后得到的土地利用结果图进行精度检验。得到分类后的 1990 年(kappa 系数为 0.846)和 2015 年(kappa 系数为 0.897)均在 0.800 以上,分类结果精度较高,可用于进一步分析土地利用/覆被动态变化。分类结果见图 1、2。

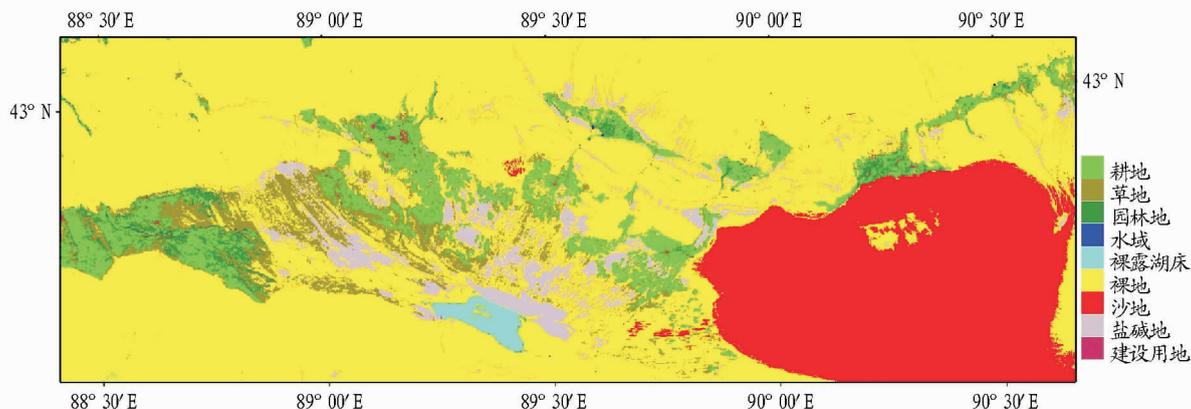


图 1 1990 年土地利用分类

Fig. 1 Land use classification in 1990

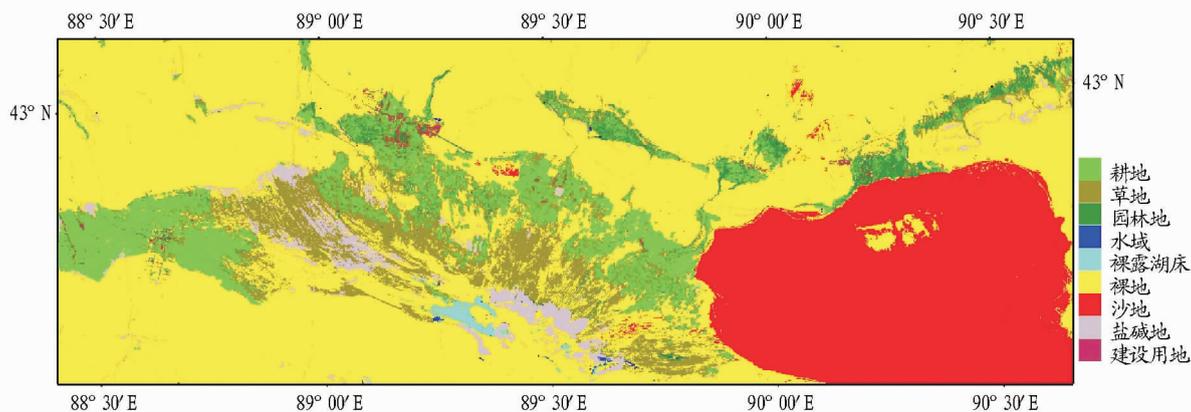


图 2 2015 年土地利用分类

Fig. 2 Land use classification in 2015

从图 1、2 可直观地看出,吐鲁番绿洲在盆地中央呈东西走向,由中心向外分别为绿洲—绿洲与荒漠交错带—荒漠分布,荒漠面积分布较广,主要以裸地、沙地、盐碱地为主;水域和建设用地相对较少。绿洲东南部为库木塔格沙漠,盐碱地主要分布在托克逊以东艾丁湖以北;2015 年绿洲植被覆盖区域较 1990 年明显扩大,城镇居民点用地增加,尤其以吐鲁番市周边建设用地增加较为明显;艾丁湖湖区面积呈减少趋势。

## 2 结果与分析

**2.1 土地利用/覆盖变化结构** 通过分析各用地类型面积的变化,可以了解研究区土地利用变化总体态势和区域土地利用结构的变化特征。土地资源数量变化可用土地利用动

态度模型来反映。单一土地利用动态度是指在某一时段内某种土地利用变化类型的数量变化情况<sup>[8-12]</sup>,其表达式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中, $K$  为  $T$  时段内某种土地利用类型动态度; $U_a$  和  $U_b$  分别为研究初期和研究末期某种土地利用类型的数量; $T$  为研究时段长度(以年为单位), $K$  为某种土地利用类型的年变化率。

根据吐鲁番绿洲 1990 和 2015 年影像提取的土地利用类型数据和土地利用变更数据,可得到土地利用面积、构成、变化幅度(表 1)。

由表 1 可知,1990~2015 年吐鲁番绿洲土地利用/覆被

类型面积发生了变化。主要特点体现在以下几方面:①吐鲁番绿洲呈扩大趋势,植被覆盖区面积增大,未利用地面积减少。其中,耕地、草地、园林地面积均呈增加趋势,分别增加了145.36、266.03、64.72 km<sup>2</sup>,动态度分别为1.58%、2.44%、2.34%。植被覆盖区面积合计增加476.11 km<sup>2</sup>,绿地面积增加的主要原因是随着人口的增长及农业发展的需要,吐鲁番地区25年来开展新开垦耕地,发展林果业,积极推进生态文明建设,加强防护林建设,与中韩合作固沙造林等政策及项目。②建设用地大幅增加,城镇化进程显著。由1990年的17.28 km<sup>2</sup>增加到2015年的42.29 km<sup>2</sup>,增幅144.73%,动态度9.65%。这与吐鲁番地区人口增加及城镇用地扩张有直接关系。③未利用土地面积明显减少,其中,裸地、盐碱地面积分别减少了265.98和253.56 km<sup>2</sup>,动态度为0.24%、2.60%;而沙地面积小幅增加,增加了50.20 km<sup>2</sup>,动态度为0.15%。这表明绿洲土地利用程度提高,沙漠化进程有所减缓。④水域面积有所增加,由1990年的3.36 km<sup>2</sup>增加到2015年的8.30

km<sup>2</sup>,增加了4.94 km<sup>2</sup>,动态度为9.80%。但水域面积占总研究区面积比重仍较低,仅为0.07%,可见吐鲁番绿洲水资源量仍较缺乏。尽管如此,水域面积的增加并不能代表该区域25年来水资源总量的变化趋势。水体不同于其他地类,年内及年际差异较大,且多光谱影像提取水域信息仅反映水体的瞬时分布面积,却不能反映水资源总量的变化。位于吐鲁番盆地中心最低处的艾丁湖作为绿洲区域环境特征的“指示器”,已经从常年性湖泊演变成季节性湖泊<sup>[13]</sup>。对季节性湖泊而言,湖床面积可以反映前期湖泊最大水域面积,比瞬时湖泊水域面积更具有代表性。为此,笔者将艾丁湖裸露湖床单独分析。裸露湖床从1990年的75.86 km<sup>2</sup>减少到2015年的38.77 km<sup>2</sup>,减少了48.89%。相关资料显示<sup>[14]</sup>,20世纪70年代以来,进入艾丁湖的水量大量减少。由此可见,虽然吐鲁番绿洲区域内水域面积增加,但是艾丁湖湖泊明显萎缩,两者具有一定相关性。

表1 1990~2015年吐鲁番绿洲土地利用类型面积变化情况

Table 1 The change of area of each land use type in Turpan Oasis during 1990—2015

土地利用类型 Land use types	1990年 Year of 1990		2015年 Year of 2015		1990~2015年 Year of 1990-2015	
	面积 Area//km <sup>2</sup>	结构 Structure//%	面积 Area//km <sup>2</sup>	结构 Structure//%	面积 Area//km <sup>2</sup>	结构 Structure//%
耕地 Cultivated land	612.06	5.23	757.42	6.47	145.36	1.58
草地 Grassland	727.45	6.21	993.48	8.48	266.03	2.44
园林地 Garden land	184.56	1.58	249.28	2.13	64.72	2.34
水域 Water area	3.36	0.03	8.30	0.07	4.94	9.80
裸露湖床 Exposed lake bed	75.86	0.65	38.77	0.33	-37.09	-3.26
裸地 Bare land	7 277.35	62.14	7 011.37	59.87	-265.98	-0.24
沙地 Sandy land	2 163.86	18.48	2 214.06	18.91	50.20	0.15
盐碱地 Saline-alkali land	649.49	5.55	395.93	3.38	-253.56	-2.60
建设用地 Construction land	17.28	0.15	42.29	0.36	25.01	9.65
合计 Total	11 711.00	100	11 710.90	100	0	0

2.2 土地利用/覆被变化转移矩阵 研究土地利用变化除了数量、程度变化外,还要研究各种类型之间的相互转化面积、方向<sup>[15]</sup>。得到土地利用分类图后,在envi遥感软件中用变化检测工具叠加2个时期的分类结果图,统计所有地类之间相互转化的面积和方向。

由表2可知,1990~2015年吐鲁番绿洲区域各地类转移的特征表现在以下几方面:①耕地面积有所增加,主要源于裸地及草地的转入,转入面积分别为115.43、147.81 km<sup>2</sup>,扣除耕地转出面积,耕地净增145.36 km<sup>2</sup>。②草地面积大幅增加,新增面积266.03 km<sup>2</sup>,主要由裸地及盐碱地转入,其转入

表2 1990~2015年吐鲁番绿洲土地利用类型转移矩阵

Table 2 The transition matrix of land use types in Turpan Oasis during 1990-2015 km<sup>2</sup>

土地利用类型 Land use types	耕地 Cultivated land	草地 Grassland	园林地 Garden land	水域 Water area	裸露湖床 Exposed lake bed	裸地 Bare land	沙地 Sandy land	盐碱地 Saline-alkali lan	建设用地 Construction land	合计 Total
耕地 Cultivated land	398.20	104.90	93.31	0.04	0.05	8.05	0.03	2.60	4.88	612.06
草地 Grassland	147.81	393.59	42.44	0.31	0.64	95.89	0.07	36.53	10.17	727.45
园林地 Garden land	73.25	46.66	43.76	0.26	0.40	16.04	0.13	1.11	2.96	184.56
水域 Water area	0.17	0.75	0.59	0.60	0.10	1.07	0	0.05	0.03	3.36
裸露湖床 Exposed lake bed	0	0.01	0.08	0.50	28.47	37.70	0	9.09	0	75.86
裸地 Bare land	115.43	318.00	59.38	5.31	7.94	6 468.55	99.62	183.49	19.63	7 277.35
沙地 Sandy land	1.17	1.21	0.21	0.02	0	48.56	2 112.57	0.10	0	2 163.86
盐碱地 Saline-alkali land	18.39	122.46	6.70	1.24	1.16	334.42	1.64	162.22	1.25	649.49
建设用地 Construction land	3.01	5.90	2.81	0	0	1.44	0	0.74	3.37	17.28
合计 Total	757.42	993.48	249.28	8.30	38.77	7 011.37	2 214.06	395.93	42.29	11 711.00

面积分别占草地总转入面积的53.01%和20.41%。③园林地面积增加明显,主要源于耕地、裸地和草地转化,转入面积

分别为93.31、59.38、42.44 km<sup>2</sup>,园林地净增64.72 km<sup>2</sup>。④水域面积变化较大,主要源于裸地转化,转入面积达到7.46

km<sup>2</sup>。⑤裸露湖床面积明显减少,主要转出为盐碱地和裸地,转出面积分别为 1.16 和 7.94 km<sup>2</sup>。⑥裸地和盐碱地面积大幅减少,均以向草地和耕地转出为主。⑦沙地面积小幅增加,48.56 km<sup>2</sup> 裸地转化为沙地。⑧建设用地的面积增加明显,主要转入类型为裸地和草地,转入面积分别为 19.63 和 10.17 km<sup>2</sup>。

### 3 结论与讨论

(1) 1990~2015 年,随着吐鲁番地区经济发展和人口增加,吐鲁番绿洲呈扩大趋势,绿洲植被覆盖面积增加,未利用地减少。主要以裸地和盐碱地向耕地、草地、园林地类型转移为主,耕地、草地、园林地面积增加显著,植被覆盖区面积合计增加 476.11 km<sup>2</sup>。裸地、盐碱地面积大幅减少,沙地面积小幅增加。耕地面积的持续增加反映出农业生产仍是吐鲁番绿洲重要的经济活动。

(2) 吐鲁番地区建设用地大幅增加,城镇化进程显著。由 1990 年的 17.28 km<sup>2</sup> 增加到 2015 年的 42.29 km<sup>2</sup>,增幅为 144.73%,年变化率为 9.65%。

(3) 绿洲内部水域面积增加,由 1990 年的 3.36 km<sup>2</sup> 增加到 2015 年的 8.30 km<sup>2</sup>,年变化率为 9.80%。而在绿洲外围吐鲁番盆地周边各河流的尾间湖—艾丁湖区裸露湖床面积大幅减少,从 1990 年的 75.86 km<sup>2</sup> 减少至 2015 年的 38.77 km<sup>2</sup>,减少了 48.89%。这说明绿洲用水量大幅增加,下游艾丁湖入湖水量严重减少,艾丁湖湖区面积萎缩,建议采取相

关措施加强湖区环境保护。

### 参考文献

- [1] 周锡钦,师华定,王秀茹,等. 蒙古高原近 30 年来土地利用变化时空特征与动因分析[J]. 浙江农业学报,2012(6):56-61.
- [2] 肖瑶,王艳慧,尹川. 北京城区近 20 年土地利用变化及其驱动力分析[J]. 测绘与空间地理信息,2013,36(7):29-32
- [3] 顾朝林. 北京土地利用/覆盖变化机制研究[J]. 自然资源学报,1994,14(4):307-312.
- [4] 宁岸新. 阿克苏市土地利用动态变化分析及驱动力研究[D]. 乌鲁木齐:新疆大学,2007.
- [5] 冉小伟,邓良基,潘根兴. 华东地区典型县域近 20 年土地利用动态变化分析[J]. 中国农学通报,2009,25(12):246-251
- [6] 吐鲁番地区地方志编纂委员会. 吐鲁番地区志[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,2004:20-22.
- [7] 钱乐祥. 遥感数字影像处理与地理特征提取[M]. 北京:科学出版社,2004:96-201.
- [8] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报,2003(5):643-650.
- [9] 史培军,陈晋,潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报,2000(2):151-160.
- [10] 罗湘华,倪晋仁. 土地利用/土地覆盖变化研究进展[J]. 应用基础与工程科学学报,2000(3):262-272.
- [11] 陈百明. 试论中国土地利用和土地覆被变化及其人类驱动力研究[J]. 自然资源,1997(2):31-36.
- [12] 王秀兰. 土地利用/土地覆盖变化中的人口因素分析[J]. 资源科学,2000(3):39-42.
- [13] 王冰. 艾丁湖生态需水研究[D]. 北京:中国水利水电科学研究院,2015.
- [14] 杨发相,穆桂金,赵兴有. 艾丁湖萎缩与湖区环境变化分析[J]. 干旱区地理,1996(3):73-76.
- [15] 阿迪力·吐尔干. 基于 3S 技术的土地利用时空变化分析:以迪那河绿洲为例[J]. 水土保持研究,2015,22(1):305-309.
- [16] 柯欣,赵立军,尹文英. 青冈林土壤跳虫群落结构在落叶分解过程中的变化[J]. 生态学报,2001(6):982-987.
- [17] 吾玛尔·阿布力孜,阿布都如苏力·土逊,木卡热木·阿吉木,等. 乌鲁木齐地区不同生境下土壤跳虫群落结构及多样性研究[J]. 四川动物,2013,32(1):60-67.
- [18] 靳亚丽,由文辉,易兰,等. 天童森林生态系统凋落物层跳虫群落的生态学研究[J]. 生态环境学报,2011(2):241-247.
- [19] 刘晶,王云彪,吴东辉. 土壤跳虫适应低温环境的策略与机制研究进展[J]. 应用生态学报,2012(12):3526-3532.
- [20] NAKAMORI T, SUZUKI A. Spore-breaking capabilities of collembolans and their feeding habitat within sporocarps[J]. Pedobiologia, 2005, 49(3):261-267.
- [21] TURNBULL M S, LINDO Z. Combined effects of abiotic factors on Collembola communities reveal precipitation may act as a disturbance[J]. Soil biology and biochemistry, 2015, 82:36-43.
- [22] 董炜华,殷秀琴. 小兴安岭白桦林土壤跳虫的动态特征[J]. 生态学杂志,2005(3):278-282.
- [23] ITOH R. Growth and life cycle of an Arboreal Collembola, Xenylla brevispina Kinoshita, with special reference to its seasonal migration between tree and forest floor[J]. Edaphologia, 1991, 45:33-48.
- [24] NAKAMORI T, SUZUKI A. Spore-breaking capabilities of collembolans and their feeding habitat within sporocarps[J]. Pedobiologia, 2005, 49(3):261-267.
- [25] 易兰,由文辉. 天童植被演替过程中环境因子对土壤动物群落的影响[J]. 华东师范大学学报(自然科学版),2006(6):109-116.

(上接第 27 页)

- [8] CUCHTA P, MIKLISOVÁ D, KOVÁČ L'. A three-year study of soil Collembola communities in spruce forest stands of the High Tatra Mts (Slovakia) after a catastrophic windthrow event[J]. European journal of soil biology, 2012, 50:151-158.
- [9] 陈利顶,傅伯杰. 干扰的类型、特征及其生态学意义[J]. 生态学报,2000(4):581-586.
- [10] 陈小乌,由文辉,王向阳,等. 常绿阔叶林不同砍伐处理下土壤动物的群落特征[J]. 生物多样性,2009,17(2):160-167.
- [11] 易兰,由文辉,宋永昌. 天童常绿阔叶林与演替阶段凋落物中的土壤动物群落[J]. 生态学报,2005(3):466-473.
- [12] 易兰. 浙江天童受损常绿阔叶林的次生演替对土壤动物群落的影响[D]. 上海:华东师范大学,2005.
- [13] 陈小乌. 天童常绿阔叶林不同砍伐程度对土壤动物群落的影响[D]. 华东师范大学,2009.
- [14] 宋永昌,陈小勇. 中国东部常绿阔叶林生态系统退化机制与生态恢复[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [15] 忻介六. 土壤动物知识[M]. 北京:科学出版社,1986.
- [16] BELLINGER P, CHRISTIANSEN K, JANSSENS F. Checklist of the Collembola of the world[Z]. 2009.
- [17] BENGTSSON J, NILSSON S G, FRANC A, et al. Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests[J]. Forest Ecology and Management, 2000, 132:39-50.
- [18] 胡小飞,陈伏生,葛刚. 森林采伐对林地表层土壤主要特征及其生态过程的影响[J]. 土壤通报,2007,38(6):1213-1218.