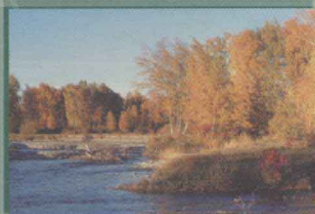


中国自然资源学会 2004年学术年会

论文集(下册)



中国自然资源学会
CHINA SOCIETY OF NATURAL RESOURCES

南京师范大学承办

2004/11/7-9 南京

中国自然资源学会

2004 年学术年会论文集

(下册)



2004 年 11 月

江苏·南京

目 录

(下 册)

37	基于闽台对比的福建耕地变化趋势演绎	韦素琼 陈健飞	591
38	土地利用变化对洪水调蓄能力的影响	李仁东	597
39	民勤绿洲面临的严峻形势及对策措施	刘进琪	603
40	生物多样性与水土流失治理 ——以南方严重退化的花岗岩丘陵山地系统为例	陈志彪 朱鹤健	607
41	三工河流域农业需水量预测与分析	占车生 夏 军 丰华丽等	615
42	塔里木河上游土地利用格局变化及其影响因子分析	贡 璐 潘晓玲 师庆东等	620
43	我国耕地总量的动力预测及其建议	孙 娴 林振山 孙 燕	627
44	土地产权对农户水土保持决策的影响及其区域差异研究	钟太洋 黄贤金	634
45	大岗山森林生态系统优化管理模式研究	王 兵 李少宁 崔向慧	645
46	新疆土地整理基本思路之我见	臧俊梅	652
47	新疆于田绿洲水资源优化配置思路	瓦哈甫·哈力克 塔西甫拉提·特依拜 海米提·依米提	656
48	黑土景观动态对土壤侵蚀影响研究	崔海山 张 柏	662
49	泉州市与高雄市土地利用/覆盖的对比分析	郑荣宝 陈松林	667
50	生态水利与城市水资源科学配置	李 戩 刘静玲 杨志峰	673
51	我国养分资源利用状况及调控途径	王激清 刘全清 马文奇等	678
52	中国化肥生产与消费分异特点	郑 磊 高祥照 马文奇等	687
53	中国南水北调工程进展综述	盛海洋	694
54	干旱区土壤肥力变异规律研究	马 媛 龚新梅 师庆东等	702
55	我国城市化过程中的水资源开发利用研究	黄 浩 夏 军	711
56	山区年降水量的时空分布特征研究	李 军 黄敬峰 王秀珍	717
57	长江上游退化天然林恢复与重建的生态对策	赵常明 刘世荣 刘兴良等	726
58	初探不同放牧强度下草原植被种群演替机理	齐相贞 林振山	740
59	城市化进程中集体土地开发方式及其思考	卢 嘉 吕 萍 刘新平	746
60	退耕还林政策实施的农户水土保持空间行为响应分析 ——以江西省丰城市为例	翟文侠 黄贤金	752
61	东南沿海土地利用类型转换的态势与机制	刘彦随	762
62	黑河流域水资源实时调度模型系统研究	赵 勇 裴源生 于福亮	769

分会场四

1	东南沿海地区农业资源持续利用研究	朱鹤健	777
2	广西都安县土地石漠化的时空演变与趋势预测	廖赤眉 胡宝清 严志强	788
3	宁夏南部山区退耕还林还草后续产业发展的初步研究	米文宝 刘小鹏 王亚娟	798
4	城市宗地集约利用潜力评价方法研究 ——以济南市城区为例	郑新奇 王筱明 王爱萍	804
5	经济快速发展地区土地利用变化及其生态环境效应研究 ——以福建长乐市为例	陈松林 施明乐	810
6	生态系统方式用于黄河源区域可持续管理研究	燕乃玲 虞孝感 唐 琦	816
7	黄土高原沙棘灌丛资源保护和发展问题	张金屯	823
8	从生态安全的角度考虑:让耕地多消失一些	李青丰 房丽宁	828
9	大兴安岭地区森林资源变化及其对社会经济的影响	胡远满 段春霞 李月辉等	833
10	生态环境建设为粮食安全提供保障	秦大庸 王建华 鲁 欣等	839
11	山区土地资源持续利用与水土流失防治关系研究	杨子生 刘彦随	844
12	石家庄市主要农作物耗水与节水潜力研究	商彦蕊 任春霞	850
13	“三江源”地区湿地变化及其区域气候变化	郭安红 刘 玲 高素华等	857
14	城市生态环境的调控与措施探究	袁绪英	862
15	城市土地利用规划环境影响评价探讨	李 闽 余振国	866
16	黑河流域草地承载力研究	张 慧 沈渭寿 张 华等	871
17	石羊河流域水化学演化与地下水补给特征	马金珠 李相虎 黄天明等	880
18	浑善达克沙地沙漠化过程中植物群落结构变化与植被演替	李红丽 董 智 魏江生等	887
19	珠江三角洲城市群自然灾害对区域经济发展影响分析 ——以雷电灾害为例	易燕明 杨兆礼 万齐林	894
20	沙漠地区高速公路工程防沙体系效益分析	左合君 董 智 魏江生等	900
21	爬山虎属植物种质资源及研究利用	张毅功 陆诗雷 孙振元等	906
22	湘中地区生态经济环境建设途径研究	魏 晓 孙峰华	911
23	南方红壤水土流失区的“四荒”改造及成效实践	林惠花 朱鹤健	923
24	四川省人口、资源与社会、经济协调发展相关分析	胡代泽	929
25	县域农业土地可持续利用评价系统构建及应用 ——以广西都安瑶族自治县为例	胡宝清 严志强 李生明等	942
26	生态足迹理论在规划环境影响评价中的应用与实践	杜 舰	950

27	黄土高原地区节水生态型淤地坝建设的若干理论问题	杨爱民 王 浩	953
28	内蒙古鄂尔多斯高原 2002 年生态足迹分析	高 永 奈民夫·那顺	962
29	法国山地资源开发及其对我国的启发	楼惠新	969
30	山地资源的基本特征与生态管理	黄成敏 唐 亚 孙 辉	972
31	青藏铁路建设中冻土防治的另类设想——西部大开发建议之二	张经纬 陈鸣才	978
32	喀斯特石漠化与经济社会背景的空间相关性分析 ——以广西都安瑶族自治县为例	严志强 胡宝清 廖赤眉等	980
33	内蒙古锡林郭勒草原 2002 年生态足迹分析	胡春元 奈民夫·那顺	988
34	论中国山区的生态经济特征	孙小兵	994
35	内蒙古自治区公路雪害区划	董 智 左合君 张贵平等	1004
36	基于 MODIS 数据的西北地区植被生态退化监测研究	于 嵘 张增祥 赵晓丽等	1011
37	准噶尔盆地南缘早春短命植物生长发育与地形的关系	袁祯燕 华 鹏 潘晓玲	1015
38	黑龙江省自然资源生态系统安全与补偿机制研究	贾 利 郑福云 聂 晶	1019
39	北京山区生态村理想模式研究	刘 邕 王 宇 张军连等	1026
40	白银市城区表层土壤重金属 Cu、Zn、Pb 污染评价	曾静静 杨苏才 王胜利等	1031

摘 要



1	资源科学基本理论问题的初步探讨	陈远生	1035
2	资源科学几个基本问题的探讨	管 华 李 艳	1036
3	国家资源安全指标体系的构建和评价方法研究	姚予龙 谷树忠	1037
4	资源教育与教学	王良信 尹春梅	1038
5	生态安全评价	吴 静	1039
6	数值地形模型应用于地貌景观资源调查研究	林雨庄 焦自美	1040
7	TM 红外遥感监测土法炼焦应用研究	孔祥生 苗 放 刘鸿福等	1041
8	2000 - 2030 年中国 1km 栅格人口空间数据库的建设	胡云锋 曾 澜 刘纪远等	1042
9	欧美国家养分资源管理政策法规现状与分析	王方浩 马文奇 张福锁	1043
10	区域养分资源管理及其研究重点	马文奇 张福锁	1044
11	喀斯特县域生态经济综合评价与可持续发展模式研究		

.....	上官贞军 胡宝清 严志强等	1045
12	发生分类半淋溶土与系统分类参比特征研究	于东升 史学正 王洪杰等 1046
13	张掖市农业水资源效益价格函数研究	冯晓森 1046
14	数字长江河道支持下岸线资源研究	黄家柱 1047
15	生态公益林经营与发展的几个科学问题	谢剑斌 1048
16	我国海域天然气水合物资源前景	杨木壮 黄永祥 姚伯初等 1049
17	基于 TGIS 的煤炭生产矿井生命周期研究	李永峰 汪云甲 伏永明 1050
18	砂岩型铀矿资源地浸地质技术经济评价软件 UraPower V2.0 研究	李德平 1051
19	山东省平邑石膏矿沉积特征及开发利用探讨	曹光杰 1052
20	必须高度重视对阳光这种特大自然资源的研究	余永仁 1053
21	基于 GIS 的矿区资源环境累积效应分析研究	张大超 汪云甲 1053
22	以循环经济促进西部资源型城市的持续发展	夏建国 胡 萃 1054
23	以循环经济促进西部地区资源可持续利用	胡 萃 夏建国 1055
24	能值分析在循环经济研究中的应用	薛 冰 陈兴鹏 拓学森 1056
25	实施清洁生产,构建现代海水养殖生产体系	杨红生 1057
26	区域系统物质代谢及物系管理研究	于术桐 黄贤金 1057
27	从行业一体化角度研究制革废弃物资源化问题	马建中 王学川 赵串串 1058
28	城市循环经济建设指标体系研究及实证评价	章 波 黄贤金 1059
29	中国水资源安全的制度保障	贾绍凤 1060
30	土地城市化指标及其实际意义	张 燕 1061
31	人类活动对黄河流域径流量的影响	李丽娟 杨俊伟 李九一 1062
32	流域土地利用变化对扎龙河滨湿地生态退化的影响研究	郭跃东 何 岸 邓 伟等 1063
33	湿地系统功能评价及其时空差异特征研究	陈明星 查良松 1064
34	上海市潮滩湿地资源(土地)开发与保护	李九发 应 铭 左书华等 1065
35	新疆盐生植物生物学特征及其资源利用研究	冯 固 郝金标 陈 阳等 1066
36	盆周山地区域土地利用变化及其驱动因素分析	马其芳 邓良基 黄贤金 1067
37	黄山风景区土地利用/覆被变化的时空分异特征	查良松 吴木旺 1068
38	黄山风景区生态系统与气候相互作用的研究	吴木旺 1069
39	土地利用总体规划修编中赋值技术的应用	杨 俊 李雪铭 王 利等 1070
40	基于气候变化的农业土地利用模式研究	朱连奇 1070
41	图像特征变换在 aster 影像建设用地提取中的应用初探	张志成 1071
42	基于 GIS 的水稻生产潜力和精确施肥研究	赵小敏 石庆华 1072
43	对大区域土壤水分进行遥感监测的方法研究	冉 琼 张增祥 1073
44	盐城海岸湿地资源环境的压力-状态特征研究	李杨帆 朱晓东 邹欣庆 1074

45	我国畜禽粪便中氮素养分资源及其分布状况	刘晓利 许俊香 马文奇等	1075
46	中国畜禽粪便磷素养分资源及分布	许俊香 刘晓利 以文奇等	1076
47	农业小流域氮的来源和河流输送	曹文志 洪华生 张玉珍等	1077
48	水源距离对荒漠化重建地区景观格局及其变化的影响	程淑兰 石敏俊	1078
49	湿地系统功能评价及其时空差异特征研究	陈明星 查良松	1079
50	不同种植密度下春小麦水分利用效率的差异	侯宗东 廖建雄 王根轩等	1080
51	天山北麓的水资源利用与绿洲稳定性	李志忠 韩洪凌	1080
52	基于 EMD 的我国粮食生产波动及其成因的多尺度分析	刘会玉 林振山	1081
53	关键种群及其在洪泽湖湿地生态环境中的作用	王国祥 李 强 常 青等	1081
54	石羊河流域生态环境建设与水资源可持续利用战略对策研究	石培基	1082
55	南京城市沿长江段景观规划的研究	姚亦锋 张其成 蒋成煜	1083
56	海南岛万泉河河口地区的旅游资源与地貌稳定性研究	张振克 丁海燕	1084
57	黄山风景区旅游资源与环境问题探讨	刘柳松 查良松	1085
58	干热河谷退化山地环境综合整治	杨 忠 张信宝 周红艺等	1086
59	GIS 支持下大熊猫自然保护区功能分区的自动实现	李纪宏 刘雪华 朱建州等	1087
60	面向循环经济的绿洲发展模式研究	金 蓉	1088
61	闽台土地利用变化区域对比研究初步进展	陈健飞 韦素琼	1089
62	互花米草生盐沼生态位与潮汐水位的关系	李加林 张忍顺	1090
63	广东古兜山自然保护区森林资源可持续发展的探讨	宋 焱 徐颂军	1091
64	脆弱生态环境与退化生态环境的概念辨析	田亚平	1092
65	大兴安岭地区森林资源变化及对社会经济活动的影响	胡远满 段春霞 李月辉等	1093
66	华北黄泛平原土壤养分与土壤粒级的关系研究	刘钦普 林振山 周 勤	1094
67	云南保山 2004 年“7.18”特大洪涝滑坡泥石流灾情分析	李少娟 何大明	1094
68	河谷区地下水数值模拟及地下资源评价	刘 波 束龙仓 邓正波等	1096

基于闽台对比的福建耕地变化趋势演绎

韦素琼¹, 陈健飞²

(1. 福建师范大学自然资源研究中心, 福州 350007; 2. 广州大学地理科学学院, 广州 510405)

摘要: 闽台因其区域自然背景及历史文化的相似性和经济发展时序递差性成为区域对比研究的理想对象之一。利用闽台相关统计资料对比显示, 闽台耕地变化共同呈现出先增后减、时有波动、总体减少的特点, 但台湾耕地的先增后减时序后移, 并且减少的总趋势较缓。以各县市平均耕地产出计算, 福建新增耕地质量低于被占耕地质量, 而台湾正好相反。文章最后通过对福建 2010 年耕地面积的多元回归预测以及闽台耕地对比演绎, 说明福建要实现耕地保护目标, 除了依靠严格的耕地保护政策外, 依靠农业以及非农业的发展, 提高现有耕地综合生产力更为重要。

关键词: 耕地变化; 对比; 演绎; 闽台

土地是人类赖以生存的基础, 而耕地资源又是土地资源中最精华的部分。在工业化进程中, 随着区域人口不断增长, 经济的高速发展和城市规模的不断扩大, 与农业萎缩相伴随的耕地资源严重流失问题在经济发展地区随处可见, 由此引发的人口与粮食、经济发展与占用耕地之间的矛盾日益尖锐。闽台均是以山地丘陵为主的省份, 二者因具有区域自然背景及历史文化的相似性和经济发展时序递差性而成为区域对比研究的理想对象^[1]。台湾于 1952—1989 年基本完成工业化过程, 并于 1989 年后步入后工业化社会。福建省经历了 1952—1978 年的曲折发展, 于 1978 年进入工业化发展的初期阶段, 20 世纪 90 年代中期进入工业化的中期阶段, 走上经济发展的快速增长轨道。1999 年台湾 GDP 值 295857.60 百万美元, 人均 13314.92 美元, 2001 年福建 GDP 值 48170.17 百万美元, 人均 1518.24 美元。按照世界银行及其他相关国际经济组织的研究结论, 中国的台湾在工业化进程中农业发展问题是“二战”后所有工业化国家或地区中处理最好、发展最好、矛盾相对比较不突出的国家或地区之一^[2]。借鉴已完成工业化的台湾省所走过的历程, 对比分析正处于工业化中期阶段的福建耕地变化, 对福建解决耕地保护与经济发展矛盾, 以及土地可持续利用提供借鉴作用。

1 闽台耕地变化的数量与质量对比

1.1 闽台耕地数量变化对比

1956 年以后福建耕地面积总体趋势是不断下降的 (图 1)。2001 年福建耕地面积为 $117.2633 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 较 1956 年减少 $31.53 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 年均递减 7006.67 hm^2 。其中耕地面积增加的时期主要为 1950—1965 年及 1962—1964 年两个时期。耕地大幅减少的时期主要是 1956—1961 年及 1978—2001 年。1956—1961 年由于开展经济建设, 再加上严重的自然灾害, 5 年内耕地净减少 $20.54 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 年均减少 $3.42 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。1978—2001 年是福建省经济进入

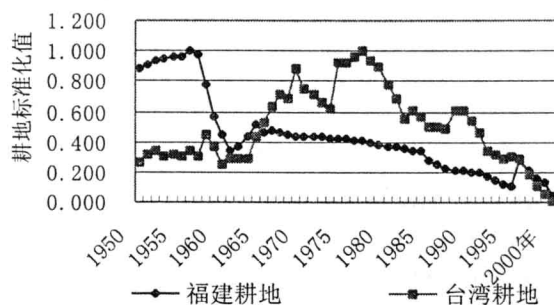


图1 闽台耕地动态变化比较

Fig.1 Comparative on change of farmland in Fujian and Taiwan Provinces

资料来源:《台湾农业年报》《福建统计年鉴》(下同)

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40371054); 福建省科技厅重大攻关项目 (2003I002)

作者简介: 韦素琼 (1965—), 女, 福建屏南县人, 在职博士生, 副教授。主要从事经济地理、土地资源与规划等教学、科研工作。E-mail:suqiongwei@126.com。

工业化初期并获得高速增长阶段,耕地年均递减 5421.74hm^2 ,其中又可以分为 3 个阶段,1978-1986 年耕地年均减少 5883.25hm^2 。1986-1995 年耕地减少趋势有所减缓,9 年间年均减少 5720.70hm^2 。1996 年以后,耕地减少速度一度下降后有进一步加速趋势,6 年间年均递减 $1.48 \times 10^4\text{hm}^2$ 。

与福建耕地的先增后减、时有波动、总体减少的特点不同的是,台湾耕地变化的先增后减时序后移,总体减少的趋势较缓(图 1)。2000 年台湾耕地面积 $85.15 \times 10^4\text{hm}^2$,是同期福建省的 71.72%,比 1950 年减少 $1.91 \times 10^4\text{hm}^2$,年均递减 382.76hm^2 ,为福建省的 1/18。台湾耕地 1977 年以前以增加为主,其中 1962-1969 年及 1973-1977 年两个时期为增加的高峰期,1977 年之后耕地持续减少。1977-1990 年台湾耕地净减 $3.27 \times 10^4\text{hm}^2$,年均减少 2515.38hm^2 ,20 世纪 90 年代以后,台湾的耕地减少呈加快的趋势,1990-2000 年耕地共减少 $3.86 \times 10^4\text{hm}^2$,年均减少量达 3859.50hm^2 。

对比闽台旱地变化可以看出(图 2),福建旱地变化趋势与耕地总体变化相当,从 1950-2001 年福建旱地年均递减 1041.70hm^2 。而台湾的旱地处于持续增加状态,构成台湾耕地增加的直接原因。1962-1977 年旱地年均增加 4050.93hm^2 ,1977-1990 年年均增加 832.69hm^2 ,1990-2000 年年均减少 360.40hm^2 。

对比闽台水田面积变化可以看出(图 3),台湾自 1952 年进入工业化以来,水田面积持续下降,1952-2000 年年均减少 1909.13hm^2 ,并且有加速减少的趋势,1952-1970 年年均减少 261.99hm^2 ,1971-1990 年年均减少 2566.53hm^2 ,1991-2000 年年均减少为 3417.11hm^2 。而福建在 1978 年进入工业化发展阶段后,水田面积也进入持续减少阶段,不但递减有加速趋势,而且减少的总体速度快于台湾,1978-2000 年年均减少水田 2897.70hm^2 ,其中 1978-1990 年为 2157.89hm^2 ,1991-2000 年为 3294.81hm^2 。

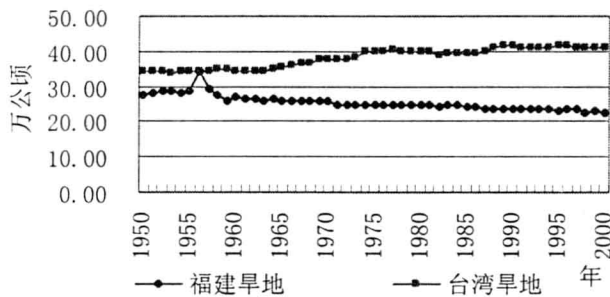


图2 闽台旱地面积变化对比

Fig. 2 Comparative on change of glebe in Fujian and Taiwan Provinces

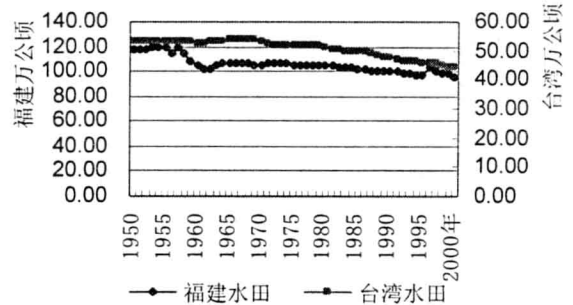


图3 闽台水田面积变化对比

Fig. 3 Comparative on change of paddy field in Fujian and Taiwan Provinces

1.2 闽台耕地质量变化对比

由于耕地质量的差异,耕地面积数量变化并不能完全反映耕地实质生产能力的变化,为了能有效对比闽台耕地面积数量与质量的变化,采取反映耕地平均生产力的标准系数去校正耕地统计面积,对比耕地统计面积数量变化与校正后的标准面积数量变化,以期获取因耕地数量变化而导致耕地质量变化的信息。

标准系数即闽台当年各市县平均耕地生产力相对于全省平均耕地生产力的比例,在此我们采用闽台主要农作物之一的稻谷播种面积单产与农作物复种指数的乘积作为反映耕地综合生产能力的指标。标准系数各年际间会存在一定的差异,但随年份的波动基本平稳,在此选取了 1999 年、2000 年及 2001 年稻谷播面单产的平均值进行计算,求取闽台各地的平均标准系数以及标准面积净减少与净增加变动的比值(表 1 及表 2)。标准系数及标准耕地面积的估算公式如下^[3]:

$$\text{耕地生产力} = \text{耕地总产量} / \text{耕地面积} = \text{播种面积粮食单产} \times \text{农作物复种指数}$$

耕地标准系数 = 地区耕地生产力/全省耕地生产力

耕地标准面积 = 耕地标准系数 × 耕地面积

闽台各地区耕地标准系数大体上反映出自然条件对农业生产的影响(表1),即沿海平原高于山区、南部高于北部的特征,当然,由于仅仅采用单位耕地面积粮食产量作为衡量因子,一方面由于部分城市郊区区位条件优越,优质耕地以种植经济作物为主,耕地标准系数不能全面反映出该区域的耕地生产力;另一方面耕地标准也反映出辛克莱尔“逆杜能圈”的土地利用模式^[4],即在一些工业化、城市化迅速发展的城市地区,由于城市近郊区的农地可以随时转化为住宅等城市用地,因而期待地价上升的开发商以及当地农民对农地的资本和劳动投入少,放弃耕种或者采取临时性耕作等措施,使得这些地区自然条件十分优越,但土地集约化程度低,耕地标准系数甚至低于部分山区。

表2反映出福建标准耕地减少量大于实际耕地减少量,即福建减少1hm²实际耕地,相当于减少了1.21hm²的标准耕地,而台湾减少1hm²实际耕地,仅相当于减少了0.68hm²的标准耕地,这表明福建新增耕地质量低于被占耕地质量,而台湾新增耕地质量高于被占耕地质量。台湾减少的耕地以水田为主,新增耕地以旱地为主,台湾得出新增耕地质量高于被占耕地质量的结论,主要有2个原因:一是台湾从1960年开始并在70年代全面铺开的“农地重划”计划,通过农田工程措施提高了耕地产出率;二是由于计算过程是以县市为单位,反映不出被占水田大多为城市周围优质良田的特点。

以闽台各地区耕地标准系数从小到大排序作为横坐标,以各区域耕地变化量为纵坐标作图(图4及图5),以此反映闽台各县市近23年来耕地变化量与耕地标准系数的对应关系,结果同样表明,福建省低产地区耕地增加较多,高产地区耕地减少较多,随着横坐标耕地标准系数的上升,耕地变化曲线总体走势呈下滑态势。而台湾耕地减少地区主要集中在耕地标准系数的中部,而在低部区和高部区分别均有耕地增加,耕地增减总体分布较为均衡。

表1 闽台各地区耕地的标准系数

Tab.1 The criterion coefficient of cultivated Land in Fujian and Taiwan Provinces

地区	标准 系数	地区	标准 系数	地区	标准 系数	地区	标准 系数	地区	标准 系数	地区	标准 系数
福州市区	1.45	仙游县	1.24	泉州市区	1.43	诏安县	0.56	邵武市	0.96	柘荣县	1.04
闽侯县	1.35	三明市区	0.68	惠安县	1.08	长泰县	1.13	武夷山市	0.72	龙岩市区	1.00
连江县	1.47	明溪县	0.80	晋江市	1.00	东山县	0.78	建瓯市	0.88	长汀县	1.14
罗源县	0.91	清流县	0.85	南安市	1.09	南靖县	0.81	建阳市	0.63	永定县	1.01
闽清县	0.81	宁化县	0.75	安溪县	0.93	平和县	0.87	宁德市区	0.91	上杭县	1.01
永泰县	0.85	大田县	1.19	永春县	1.11	华安县	1.09	福安市	1.20	武平县	0.93
长乐市	1.41	尤溪县	1.11	德化县	0.91	延平区	0.66	福鼎市	0.81	漳平市	1.07
福清市	1.47	沙县	0.99	石狮市	1.01	顺昌县	0.84	霞浦县	1.07	连城县	1.07
平潭县	0.97	将乐县	0.79	芗城区	0.71	浦城县	0.97	古田县	0.68		
厦门市区	1.17	泰宁县	0.83	龙海市	1.49	光泽县	0.70	屏南县	0.69		
莆田市区	1.17	建宁县	1.37	云霄县	1.59	松溪县	0.75	寿宁县	0.88		
莆田县	1.40	永安市	0.94	漳浦县	1.26	政和县	0.66	周宁县	0.82		
台北市	0.77	桃园县	0.64	彰化县	1.53	台南县	1.13	花莲县	0.69	台中市	1.16
高雄市	0.87	新竹县	0.65	南投县	0.83	高雄县	0.88	澎湖县	0.06	嘉义市	1.02
台北县	0.30	苗栗县	0.84	云林县	1.63	屏东县	1.01	基隆市	0.30	台南市	1.02
宜兰县	0.63	台中县	1.20	嘉义县	1.34	台东县	0.64	新竹市	1.14		

注:1 资料来源:《福建农业统计年鉴》、《台湾农业统计年报》;2 由于台湾澎湖县无种植稻谷,其播种面积单位以当年的第二位粮食作物食用玉米单产替代。

表 2 闽台实际耕地面积增减变化与标准面积增减变化比较

Tab. 2 A comparative on change between fact agricultural acreage and standard agricultural acreage in Fujian and Taiwan

地区	项目	耕地净减量: 耕地净增量
福建 (1978-2001 年)	实际耕地增减变化	-8.02: 1
	标准耕地增减变化	-9.70: 1
台湾 (1977-2000 年)	实际耕地增减变化	-5.22: 1
	标准耕地增减变化	-3.56: 1

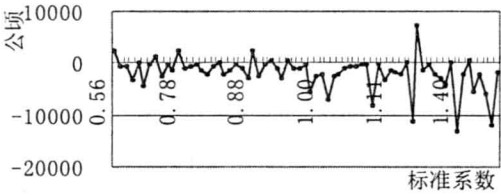


图 4 福建 1978-2001 年耕地变化量及耕地标准系数对应关系

Fig. 4 The relation of cultivated land change with criterion coefficient of cultivated land from

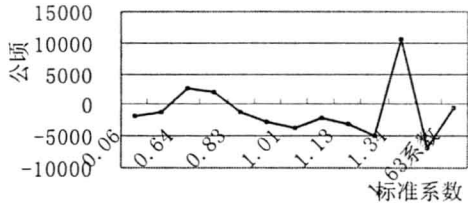


图 5 台湾 1977-2000 年耕地变化量及耕地标准系数对应关系

Fig. 5 The relation of cultivated land change with criterion coefficient of cultivated land from 1977

上述的结果是根据各县市平均产出水平计算的, 在实际中由于耕地减少的主体是基建占地, 而基建占地多为良田, 其产出能力一般比平均产出水平高出 1/3, 以此估算, 闽台基建占用 1hm² 耕地, 其生产能力分别需要 1.61hm² 及 0.91hm² 的低产区耕地才能得到补偿。

2 福建耕地变化趋势演绎

2.1 福建耕地变化的多元回归模型

以 1980-2001 年耕地统计资料为因变量 (Y), 以人均粮食产量 (X_1)、粮食作物种植面积占农作物总播种面积比例 (X_2)、经济非农化水平 (X_3)、非农人口比例 (为了能更准确地反映福建城镇化水平的发展, 采用户籍非农业人口比重与户籍市镇人口比重的平均值为指标) (X_4)、农村居民家庭人均纯收入占城镇居民家庭人均可支配收入比 (X_5)、路网密度 (X_6)、全社会固定资产投资 (X_7)、耕地保护政策变量 (X_8) 等为自变量。其中为了量化耕地保护政策^[5], 将 1980—1985 年的耕地保护政策 (即土地管理部门成立之前以及颁布并实施《土地管理法》之前的耕地保护政策) 定义为 “1”, 这时耕地处于弱保护状态; 1986—1994 年定义为 “3”, 耕地处于较强保护状态; 1995—1996 年定义为 “5”, 耕地处于强保护状态; 1997—2001 年定义为 “8”, 耕地处于极强保护状态。运用 SPSS 软件, 得出我国耕地面积变化的驱动因子多元回归模型 (1) 及耕地实际面积与模拟面积对比图 (图 6):

$$Y=1886247+359.114X_1-2639.999X_2-3748.$$

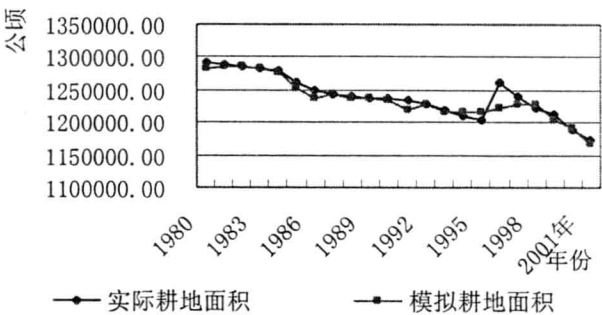


图 6 福建耕地模拟面积与实际面积对比

fig.6 A comparative on change between fact agricultural acreage and simulation agricultural

$$66X_3+1075.273X_7+41083.66X_8-110000000X_9+65.109X_7+2617.569X_8\cdots\cdots\cdots(1)$$

(1) 式中方程确定系数 $R^2=0.907$, $F=15.76$, 方程通过显著性水平为 0.000 的检验。可见该模型的可信度较高。

2.2 福建耕地变化的趋势演绎

福建省目前的经济发展水平与台湾 20 世纪 80 年代初期大致相当^[1], 当时台湾处于工业化中期阶段, 面临产业升级与经济转型的关键时期, 福建省目前也处于工业化中期阶段, 也面临产业结构升级。将福建 1996-2001 年耕地面积以及根据模型 (1) 预测 2002-2010 年耕地变化值与台湾 1977-1990 年工业化中、后期阶段的耕地变化对比, 为福建今后耕地可持续利用提供借鉴。

表 3 闽台工业化中期耕地变化及演绎 (hm^2 、%)

Tab.3 A comparative and illation on change of cultivated land in the middle stage of industrialization in Fujian and Taiwan

		耕地面积 变化	人均耕地 面积变化	耕地占土地总 面积比重变化	耕地年均变 化量	耕地年均 变化率	拟合直线模型
台湾	1977-1990 年	-32688	-0.01	-0.91	-2514.46	-0.28	$Y_1=916581.8-2377.334X_1*$
福建	2001-2010 年	-36497	0.00	-0.29	-4055.22	-0.35	$Y_2=1185805-4604.537X_2**$
	1996-2010 年	-124977	-0.01	-1.01	-8926.93	-0.74	$Y_3=1243591-7713.244X_3***$

注: Y_1 、 Y_2 、 Y_3 分别代表耕地面积, X_1 、 X_2 、 X_3 代表年份序号; *方程确定系数 $R^2=0.743$, 方程通过概率为 0.000 的显著性检验, $F=40.515$; **方程确定系数 $R^2=0.913$, 方程通过概率为 0.000 的显著性检验, $F=40.116$; ***方程确定系数 $R^2=0.879$, 方程通过概率为 0.000 的显著性检验, $F=94.269$;

表 3 显示, 福建 2001-2010 年的耕地年均减少率以及拟合直线的斜率均低于 1996-2010 年, 说明福建省耕地减少的总体趋势有减缓的态势。但与同处于工业化中后期的台湾比较, 福建耕地减少的速度远大于台湾, 如果以台湾 1977-1990 年的耕地变化斜率 2377.33 来演绎福建 2001-2010 年的耕地变化, 即将 $b=2377.334$ 代入方程 $Y_2=1185805-4604.537X_2$, 得福建 2010 年耕地面积为 1162031.66hm^2 , 较模型 (1) 预测出的福建 2010 年耕地面积多出 25895.66hm^2 。在其他因素不变的情况下, 若要实现 1162031.66hm^2 的耕地保护政策目标, 耕地保护政策实施强度应增强到 17.89, 这是十分困难的。因此要实现耕地保护目标, 除了依靠耕地保护政策的加强之外, 还应当依靠农业以及非农业的技术力量, 积极提高土地利用集约度。

3 结论

(1) 闽台耕地面积共同表现出先增后减、时有波动、总体减少的特点, 但台湾耕地的先增后减时序后移, 并且减少的总趋势较缓。闽台水田面积均以减少为主, 但台湾的旱地面积以增加为主, 而福建的旱地面积仍然以减少为主。

(2) 以闽台各市县的平均耕地产出分析, 福建新增耕地质量低于被占耕地质量, 而台湾由于“农地重划”等措施的实施, 新增耕地质量高于被占耕地质量。因此对于福建而言, 在耕地后备资源不足且仅靠实现耕地面积增减数量上的平衡不能弥补减少耕地所损失的生产能力时, 最有效的方法是加强现有耕地的综合生产能力, 这样既能满足人们对农产品日益增长的需求, 又能避免因大规模开荒或围垦可能导致生态环境恶化现象。

(3) 通过对福建 2010 年耕地面积的多元回归预测与闽台对比演绎, 说明要实现耕地保护目标, 除了依靠严格的耕地政策目标外, 还应当依靠农业以及非农业的发展, 积极提高土地利用集约度。

参考文献

- [1] 韦素琼, 陈健飞. 工业化进程中闽台耕地变化及转用效率对比研究[J]. 世界地理研究, 2004, 13(2): 64~71. [Wei Su-qiong, Chen Jian-fei. A Analysis on Change of Cultivated Land in Different Stages of Industrialization between Fujian and Taiwan Provinces. *World Regional Studies*, 2004, 13(2): 64~71.]
- [2] 杨德才. 工业化与农业发展问题研究——以中国台湾为例[M]. 北京. 经济科学出版社, 2002. 1~2. [Yang De-chai. A Analysis on Questions of Industrialization and Agriculture Development---A case for Taiwan Province. Economic Science Publishing Company, 2002, 1~2.]
- [3] 郑海峡, 封志明. 中国耕地总量动态平衡的数量和质量分析. 资源科学. 2003, 25 (5): 34~39. [Zheng Hai-xia, Feng Zhi-ming. The Quantity and Quality Analysis on Dynamic Equilibrium of the Total Cultivated Land in China. *Resources Science*, 2003, 25 (5): 34~39.]
- [4] 李小建主编. 经济地理学. 高等教育出版社. 1999, 9: 58~59. [Li Xiao-jian. Economic Geography. Higher Education Press, 1999, 9: 58~59.]
- [5] 翟文侠, 黄贤金. 我国耕地保护政策运行效果分析. 中国土地科学. 2002, 17 (2): 8~13. [Zhai Wen-xia, Huang Xian-jin. Analysis on the Effect of Policies Operation of Cultivated Land Protection in China. *China Land Science*, 2002, 17 (2): 8~13.]

土地利用变化对洪水调蓄能力的影响

——以洞庭湖区为例

李仁东

(中国科学院测量与地球物理研究所, 武汉 430077)

摘要: 土地利用/覆盖变化及其环境影响是全球变化研究的前沿和热点之一。本文在中国资源与环境时空数据库的支持下, 利用 20 世纪 70 年代末期、90 年代末期获取的陆地资源卫星图像和 GIS 分析方法, 对洞庭湖区近 20 年的土地利用/覆盖变化的时空特征进行了遥感调查, 进而对土地利用变化导致的区域洪水调蓄能力的变化进行了估算。结果表明, 变化比较显著的地类有 3 类: 耕地减少了 1.97%, 各类建设用地总计增加了 14.88%, 水域面积增加的幅度为 8.77%。因土地利用变化导致的区域洪水调蓄能力增加估计为 6.23 亿 m^3 , 由此增加的湖泊容积, 最大为 13.01 亿 m^3 。

关键词: 土地利用/覆被变化; 调蓄能力; 遥感; 洞庭湖区;

1 引言

土地利用变化通过改变流域下垫面特性, 使流域的蒸发、截流、下渗、甚至降水等特性发生变化, 影响了流域的产流, 汇流过程, 从而对洪涝灾害有重要的影响。影响水文过程的主要土地利用变化包括林地变化、农业强化、湿地变化、道路建设与城市化^[1]。有大量的研究分析了土地利用对流域径流的影响, 形成了大量的降水—径流模型^[1-3]。与山区相比, 平原湖区更易遭受洪涝的危害。土地利用变化对平原湖区水文的影响, 不仅体现在径流系数的改变^[4-5], 水调蓄能力的变化也是十

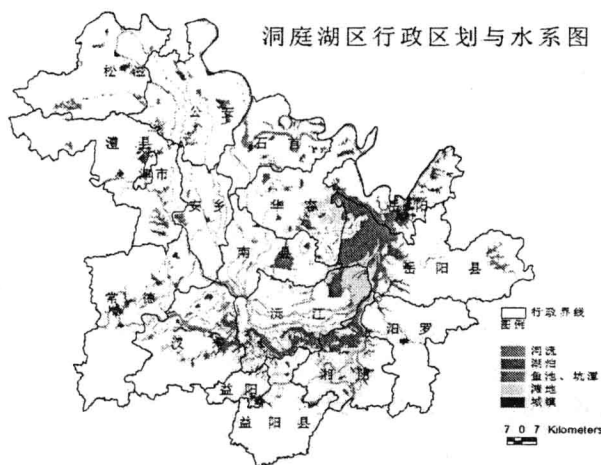


图1 洞庭湖研究区范围、行政区划与水系

Fig.1 The administrative district and water system of the Dongting Lake area

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目 KZCX2-SW-415。

作者简介: 李仁东 (1962-), 男, 湖北公安县人, 研究员。主要从事资源环境遥感与地理信息系统应用研究工作。

E-mail: lrd@asch.whigg.ac.cn

分重要的致灾因子。我国洪涝重灾区之一的长江中游洞庭湖区^[6]，地势低洼平坦，是径流的汇流区，也是长江中上游洪水的最大调蓄区域。因此，本文从土地利用变化对水调蓄能力的影响这一角度，以洞庭湖区为典型，对 1980 年以来区域土地利用变化对洪涝灾害的影响进行了分析。

研究区范围包括湖南省的岳阳市、岳阳县、华容县、沅江市、南县、湘阴县、汨罗市、益阳县、益阳市、安乡县、汉寿县、澧县、常德市、津市市、湖北省的石首市、公安县和松滋市等，总面积 28737 km²，其中，湖南部分 22875 km²，湖北部分 5862 km²（图 1）。

该区地处长江中游断陷盆地，为河湖冲积平原，地面高程一般 25-40m，绝大部分的耕地在 35m 以下。区内的洞庭湖，为我国面积第二大的淡水湖，容纳湘、资、沅、澧水和长江松滋、太平、藕池、调弦四口分流（其中调弦口已于 1959 年建闸控制）以及环湖区的汨罗江、新墙河等中小河流，经湖泊调蓄，由城陵矶注入长江。由于地势低洼，地面高差小，汇流慢，加上长江中上游来水丰富，荆江段水面比降小，河道“九曲十八弯”，每到汛期，该区洪水泄洪不畅，河湖水位居高不下，极易内涝外洪成灾。据毛德华等人的资料^[7]，1950-1998 年的 49 年间，湖南洞庭湖区累计成灾面积 $337.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，平均每年成灾 68900 hm²，洪涝累计直接经济损失 1.0859×10^{11} 元，年均 2.216×10^9 元。进入 1990 年代以来，出现了中等流量造成较高洪水位和特大灾害损失的现象。1954 年、1998 年是本区曾经发生的特大洪灾年。与 1954 年相比，在最大入湖流量相近的情况下，1998 年城陵矶最高水位抬高了 1.39m，出湖流量减少了 $1.46 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

2 数据与方法

2.1 数据

本研究使用了 2 期的卫星遥感数据：1979-1980 年间获取的 Landsat MSS 数据和 1999-2000 年获取的 Landsat TM/ETM 数据，其中，Landsat TM/ETM 数据及其土地利用基础数据来源于中国科学院资源与环境数据库。在土地利用/覆盖变化信息提取的过程中，参考了地形图、区域专题研究资料与图件等其他资料。

2.2 土地利用变化检测方法

首先分类，建立土地利用遥感调查分类系统。采用二级分类系统：一级分为 6 类：耕地；林地；草地；水域；建设用地（即城乡、工矿、居民用地）；及未利用土地。二级分为 19 类。分类系统含义见有关规程^①。然后用 1999-2000 年的图像，经图像屏幕判读，并在 ARC/INFO 软件平台上，建立制图比例尺为 1:100000 的土地利用本底数据库。勾绘图斑的定位误差小于 1 个像元；经野外实地验证，图斑定性精度大于 90% 以上，其中耕地大于 95%^[8-12]。建立本底数据库后，再检测动态变化。这一过程中，首先将 1989-1990 年获取的待分析的新图象与土地利用本底配准，配准误差小于 1 个像元，然后将本底图形叠加于新图象之上，以相同的技术规程和方法，检测并勾绘土地利用/覆盖的变化图斑，赋予每个变化图斑 6 位数的编码，前 3 位表示本底土地利用类型，后 3 位表示新时期土地利用类型。变化检测的工作是在 Image Analyst 环境下完成的。最后将变化图斑导出，在 ARC/INFO 软件中，建立土地利用变化数据库，并统计变化信息。

2.3 水调节能力的估算模型

在计算水调节变化量时，必需考虑各类水域与其他土地利用类型之间的相互转移变化。首先，耕地与水域之间的转移显著改变了洪水调蓄的能力，水域转为建设用地则减少了调蓄量。沼泽地具有调蓄洪水的能力，因此要计算它与耕地、建设用地之间的转移量；不过沼泽与水域之间的相互转移时，洪水调节量可以忽略。林地、草地与水域之间的转移基本上发生在滩地，又由于起调水位为

① 国家“九五”科技攻关 96-B02-01 技术总体组，国家级基本资源遥感动态信息系统本底数据库建设技术规程（1997 年度试行稿），1997.3

32m, 因此对调蓄能力没有影响。基于上述考虑, 对调蓄能力有影响的土地利用转移变化由耕地与水域、沼泽地之间、水域与建设用地之间的转移组成。水调节能力的大小以可调节水量为依据。

一般而言, 调节水量 W_t 等于各类水域面积的变化与各类水体可调水深之积:

$$W_t = A_{li-wj}S_{li-wj} - A_{wj-li}S_{wj-li} \tag{1}$$

式中 A_{li-wj} 为某一地类 li 转变为某类水域 wj 的面积, S_{li-wj} 为该地类 li 转变为水域后该水域的水深, A_{wj-li} 为某类水域 wj 转变为某地类的面积, S_{wj-li} 为该类水域转移之前的水深。

3 结果分析

3.1 近 20 年来土地利用的变化

土地利用面积净变化的统计分析结果表明 (见表 1), 在 20 世纪 70 年代末-90 年代末的 20 年间, 6 个一级地类的面积均发生了不同程度的变化, 3 种地类的面积净减, 3 种地类的面积净增。在面积收缩的地类中, 耕地净减少的面积居首, 达 30608hm², 未利用地次之, 减少 31999hm², 其中的绝大部分被水面占据。林地仅减少 2262 hm²; 在面积净增的地类中, 水域居首, 净增 48978hm², 建设用地增加的面积也较大, 达到 15467hm², 草地增加很少, 只有 425hm²。

表 1 近 20 年来不同时期主要土地利用与土地覆盖的面积净变化 (单位: hm²; %)

Tab.1 The area net changes of the land use the Dongting Lake area from 1980 to 2000 unit: hm²

类 型	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
净变化	-30608.28	-2262.9	424.97	48978.32	15466.85	-31998.96
净变化幅度	-1.97	-0.39	1.55	8.77	14.88	-69.21

与洪水调蓄能力密切相关的水域面积, 在 20 年内总计增加了 4.89 万 hm², 其中, 湖泊面积增加 2.18 万 hm², 水库坑塘增加 1.53 万 hm², 滩地也增加了 1.26 万 hm²。在近 20 年间, 耕地向水域净转移了 1.75 万 hm² (表 2), 占耕地净损失量的 57.19%, 其中向水库坑塘 (含鱼塘) 的转移占耕地净损失量 35.95%。水田转向水域的面积比旱地多。41.18%的流失耕地被建设用地所占用, 旱地的相对损失更大。耕地向林地的净转移占耕地损失的 1.96%。水域净增面积的 66.12%来自未利用地。建设用地的扩张占地结构中, 耕地居绝大多数, 达 81.55%, 林地其次, 有 15.43%, 水域再次, 为 2.23%, 被占草地和未利用地的比重合计不到 1%。其余类型的相互转移面积不大。1980-2000 年间未利用地中的沼泽地向水域转移了 32779 hm²。

表 2 1980-2000 年水域与其他类型之间的净转移变化 单位: hm²

Tab.2 The conversion of water area to other land use in the Dongting Lake area from 1980 to 2000 unit: hm²

	水域总计	河渠	湖泊	水库坑塘	滩地	建设用地	沼泽地
耕地	17525	206	5153	10968	1198		-310
林地	-65	0	-23	-1	-42		0
草地	-564	-199	-88	-256	-21	—	0
水域	—	—	—	—	—	345	—
河渠	—	—	—	—	—	39	—
湖泊	—	—	—	—	—	69	—
水库坑塘	—	—	—	—	—	187	—
滩地	—	—	—	—	—	50	—

3.2 区域调蓄洪水能力的变化

应用公式(1)在估算洪水调节水深时,考虑了下面的因素。一是由于洞庭湖区的湖泊属于浅水湖泊,湖泊周围的地面高程大多变化在 25-28m 之间;区域内的最高洪水位,东洞庭湖为 35.94m,南洞庭湖为 36.13m,西洞庭湖为 37.03m。二是退田还湖后的水域处于湖泊主体的边缘,或处于低洼的主湖四周,水深不大。有的低湖田的前身就是浅水湖泊或滩地,因此这些区域还湖后的水深应与建国初期湖泊容积减少所对应的水深接近。根据有关面积与容积历史变化关系的资料表明,洞庭湖面积从 1949 年的 4350km² 减少到 1954 年的 3915 km² 时,容积从 293 亿 m³ 减至 268 亿 m³,到 1958 年时,面积进一步减至 3141 m²,容积相应减至 228 亿 m³。由此推算缩减湖泊的平均水深分别为 5.74 m、5.16 m。四是洪水起调水位的设定。考虑到洞庭湖在城陵矶警戒水位 32m 以下的湖容,在大汛来临之前已被注满,失去蓄洪调蓄价值,本文设为 32m。在丰水期已有一定的底水的背景下,即水位已达到 32m 时,设定退田还湖还渔后的湖泊平均能够调节 4m 的水深,滩地可调水深与湖泊相同,为 4m,河渠可调水深也为 4m,在水库、坑塘(含鱼塘)中,虽然水库、坑塘的调节能力与湖泊相当,但其中包括部分鱼塘,鱼塘的可调水深不超过 0.5m,由于没有鱼塘的具体数据,且面积较大,综合起来设为 3.5m。沼泽地的调蓄能力略低于滩地,设为 3.5m。当水域转为耕地、建设用地时,损失水体的可调水深不变。

在上述条件下,近 20 年来因土地覆被变化导致了区域洪水调蓄量的增加,其值估计为 62270.15 万 m³。其中,耕地转为各类水域使洪水调蓄能力增加了 64616.48 万 m³,其中耕地转为水库坑塘增加的比重占 59.41%,转为湖泊的占 31.90%,另 2 类转移所占比重不到 10%。因沼泽地垦殖损失的调蓄能力为 1084.28 万 m³,各类水域被建设用地占用导致的调蓄能力减少了 1262.05 万 m³。

3.3 区域最大湖容的变化

土地覆被变化导致的区域最大湖容的增加,大于洪水调蓄量的增加。由于没有较大比例尺的 DEM,计算水域的平均水深时,参考依据之一是最高水位 36m 与地面海拔高程之间的差值。从 1:10 万比例尺地形图可知,本区地面比较平坦,高程大多处于 24-28m 之间,与最高水位有 8-12m 之差。再从表 8-12 可知,区域湖泊的最高水位与枯水位的差距介于 8.85-16.37m 之间。退田还湖的垸田、以及被水淹没的区域多属于地势低洼之处。综合起来,假设新增湖泊平均最大水深为 9m;河渠平均为 12m;新增的滩地,略低于湖泊,即为 8m;增加的水库、坑塘(含鱼塘),平均水深应与湖泊相当,但其中包括部分鱼塘,鱼塘的水深一般只有 1m 左右,由于面积较大,又没有鱼塘的具体数据,因此估计水库、坑塘的平均水深很困难,暂且设为 7m。沼泽地的平均最大水深比滩地略低,设为 7.5m。当水域转为耕地、建设用地时,损失水体的水深不变。林地、草地、沼泽地与水域之间的转移基本上发生在滩地,因此,水域与草地、沼泽地之间的转移,对湖容的改变可以不计。由于平原地区的林地多为防护林,湖泊滩地种植防护林,湖容也不会有显著的改变,暂且假定平均减少水深 0.5m。

在上述假定条件下,应用公式(1)计算可得,近 20 年来因土地覆被变化导致了区域湖容的最大增加量,估计为 130053.65 万 m³。退田还湖使湖容增加了 135210.45 万 m³,其中耕地转变为水库坑塘增加湖容所占最大,为 56.78%,转为湖泊的占 34.30%,另 2 类转移所占比重不到 10%。因沼泽地的垦殖损失的调蓄能力为 2323.46 万 m³,各类水域被建设用地占用导致的调蓄能力减少了 2800.74 万 m³。因水域转为林地而减少的湖容估计为 32.60 万 m³。

3.4 洪水调蓄量与湖容变化的区域差异

为反映湖容与洪水调蓄量变化的区域差异,本文以 5km×5km 的栅格为基本制图单元,对每一单元的变化量(增加或减少)进行了计算。