

戴文学,刘振杰,刘洛,等.近5年广东省耕地质量时空格局[J].江苏农业科学,2017,45(24):289-293.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.24.076

# 近5年广东省耕地质量时空格局

戴文学<sup>1</sup>,刘振杰<sup>2,3</sup>,刘洛<sup>2,3</sup>,李建华<sup>1</sup>,王秋香<sup>1</sup>

(1. 广东省土地开发储备局,广东广州 510075; 2. 华南农业大学资源环境学院,广东广州 510642;  
3. 广东省土地利用与整治重点实验室/华南农业大学,广东广州 510642)

**摘要:**我国正处于人多地少、耕地资源相对不足的状况中,对经济高速发展、人口持续增长的广东省而言,耕地资源的情况更严峻。为对广东省“十三五”期间乃至以后科学有效管理和利用耕地资源、控制耕地面积与质量达到双平衡,完善全省耕地占用与补充的机制提供有价值的科学信息,因此根据广东省耕地质量试点经验和实际情况,并征求国家及省内专家意见,提出一套适用于广东省耕地质量分等定级的研究方法,通过该方法对广东省及各区域耕地质量等别进行评价并对时空格局特征进行具体定量分析。结果显示,广东省补充优等、高等、中等耕地面积与建设占用耕地面积相比,均净增加。“十二五”期间,广东省经济社会发展更快的区域耕地补充潜力不足,较落后的区域是各质量等别耕地净增加的主要贡献部分。“十二五”期间,广东省4个研究区在建设占用耕地中均以占用土地肥沃、地势平坦、质量较优的水田居多,而补充的耕地主要为质量较低的旱地。“占优补劣”的情况在广东省中广泛分布,情况较严峻。

**关键词:**广东省;耕地;耕地质量;时空格局;建设占用耕地;补充耕地;转移矩阵;质量等别;耕地净增加;评价体系  
**中图分类号:** F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)24-0289-05

耕地作为土地的精华,是人类赖以生存和发展的、最重要的物质基础。我国作为世界第一农业大国与粮食总产量世界第一大国,正处于人口增长和工业化、城镇化加速发展时期,粮食需求总量逐年增加,但耕地面积和质量都呈现出下降的趋势。为促进社会、经济生态全面协调可持续发展,土地管理工作的重点应是提高耕地质量和生产能力,保持耕地生产能力的动态平衡<sup>[1]</sup>。耕地质量评价是全面了解耕地资源状况、实现人地互动的基础<sup>[2-4]</sup>。目前,主要的耕地质量相关评价方法主要包括农业生产潜力评价、耕地潜力评价、适宜性评价、土壤质量环境评价、可持续性评价和分等定级。农业生产潜力评价主要以粮食产量为标准,体现了耕地的自然与经济再生产的能力。农业部于1996年开展的《全国耕地类型区耕地地力等级划分》,把全国划分为7个耕地类型区和10个耕地地力等级<sup>[5]</sup>,又于2008年制订了《全国耕地地力调查与质量评价技术规程》,对农业生产能力的评价进行进一步的修订和规范<sup>[6]</sup>。国际上比较成熟的耕地潜力评价方法有联合国粮食及农业组织(FAO)的农业生态区法(AEZ)、土壤生产力指数模型、土壤潜力模型、迈阿密模型、桑斯威特纪念模型、格斯勒-里斯模型、瓦格宁根模型<sup>[7]</sup>;国内常用的耕地潜力评价方法为光合生产潜力、光温生产潜力、气候生产潜力、经济生产潜力等<sup>[8]</sup>。适宜性评价主要关注适宜性与限制性的条件,FAO的《土地评价纲要》对土地适宜性评价的步骤进行阐述<sup>[9]</sup>,张洪业使用限制性评分法对土地农业适宜性进行分

级<sup>[10]</sup>,冯晓利等使用模糊综合评价法对四川省原双流县的农用地进行适宜性评价<sup>[11]</sup>。对土壤及环境质量评价,窦磊等使用改进的模糊数学模型对土壤重金属的污染情况进行评价<sup>[12]</sup>;王金生使用灰色聚类法对土壤污染进行综合评价<sup>[13]</sup>。可持续性评价有DPSIR、PSIR、DSR等模型方法,均基于压力-状态-响应(PSR)模型进行修订后用于可持续性评价<sup>[14-15]</sup>。分等定级方法从以前的侧重自然属性逐渐过渡到注重自然、经济、生态综合属性。李莹星等提出了自然产量剥离法进行耕地分等定级,该方法更加客观且提出了不同区域可以比较的自然产量指标<sup>[16]</sup>。王晓鹏使用模糊聚类与主成分分析对土地进行分等定级,减少人为因素的影响<sup>[17]</sup>。聂庆华等提出了农田质量分级的模糊稀疏度与模糊贴中度比较算法模型,减少了农地分等定级成果的主观标准和人为干预,但尚未解决因子诊断的智能化问题<sup>[18]</sup>。单胜道等使用耕地模糊综合定级法对耕地进行评价,该方法可减少评价过程中的繁杂环节,但计算量大,容易出错,且对专家有一定的要求<sup>[19]</sup>。吴郁玲等在充分考虑耕地的社会价值与生态价值的基础上,对已有的分等定级指标体系进行修正<sup>[20]</sup>。邱龙霞等通过GIS技术以及改善数据、完善评价体系,从而减少了与现实的偏差问题并提高了分等结果的准确性<sup>[21]</sup>。曹隽隽等通过模糊灰色物元分析综合表达了耕地质量评价体系中影响因子之间的协调关系,并引入克里格插值法对原农用地分等成果进行更新<sup>[22]</sup>。

在以往对分等定级的评价方法的研究中,多是通过模型算法优化和综合技术使用等方面简化分等定级的流程,提高分等定级的精度,但是难以得到一个具体的、能够进行多区域综合评价的评价指标体系。如果仅按照现有方法对广东省耕地进行分等,容易忽略一些因素而导致某些土种的分等结果出现异常。因此本试验根据试点经验和广东省实际情况,科学合理提出一套适用于广东省耕地质量分等定级的研究方

收稿日期:2017-04-17

基金项目:广东省国土资源科技专项(编号:GDGTKJ2016009)。

作者简介:戴文学(1965—),男,辽宁凤城人,高级工程师,主要从事耕地质量监测评价与保护研究。E-mail:2154872300@qq.com。

通信作者:王秋香,教授级高级工程师,主要从事土地利用规划与评价研究。E-mail:567563465@qq.com。

法。通过对广东省及其各区域“十二五”期间各等别耕地的建设占用情况和补充情况进行研究,分析广东省及其各区域的耕地质量建设占用与补充时空格局以及具体落实情况,从而对广东省及其各区域“十三五”期间乃至以后科学有效地管理和利用每个质量等级的耕地资源、控制耕地面积与质量在总量上达到平衡,为完善全省耕地占用与补充的机制、粮食安全保障机制和生态环境建设机制提供科学意义。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

广东省简称“粤”,是中国大陆最南部的省份,毗邻港澳,东邻福建、西接广西,北面与江西省、湖南省接壤,西南端隔琼州海峡与海南省相望。2014 年末广东省常住人口 10 724 万人,其中城镇人口为 7 292 万人;地区生产总值为 67 809.85 亿元,居全国第一。全省陆地面积 17.826 万 km<sup>2</sup>,现辖 21 个地级市、21 个县级市、34 个县、3 个自治县、61 个市辖区、1 128 个市辖镇、11 个乡、448 个街道(办事处)。总的来说,广东地理位置优越,经济发达,人多地少,人口密度高,人地矛盾十分突出。广东省各地区经济发展水平不同,也导致了耕地资源的减少具有空间差异性<sup>[23]</sup>。为了更好地体现区域特点,更有针对性地研究各地区耕地建设占用与补充的情况,因此主要将广东省分为珠三角平原区(广州、深圳、珠海、佛山、江门、中山、东莞、肇庆、惠州)、粤东沿海区(汕头、汕尾、揭阳、潮州)、粤西沿海区(阳江、湛江、茂名)和粤西北山区(清远、韶关、河源、梅州、云浮)4 个研究区域。

1.2 数据来源

本研究采用的基础数据主要包括土地利用数据、地形高程数据、土壤数据和水文数据。土地利用数据包含 2011 年初和 2014 年末 2 期,该数据以 Landsat TM/ETM 遥感影像为主要数据源,通过人工目视解译生成。土地利用类型中的耕地包括耕地、林地、园地、水域、建设用地和其他土地 6 个一级类

型,其中耕地细分为水田、水浇地、旱地和其他农用地 4 个二级类型。通过野外调查实地验证以及和二调数据进行精度对比验证,土地利用类型综合评价精度达到 90.2% 以上,基本满足耕地质量评价空间精度需求<sup>[22]</sup>。地形高程数据来源于美国奋进号航天飞机的雷达地形测绘(shuttle radar topography mission, SRTM)数据, SRTM 地形数据按精度可以分为 SRTM1 和 SRTM3,分别对应的分辨率精度为 30、90 m 数据,本研究采用分辨率为 90 m 数字高程模型(DEM)数据<sup>[24]</sup>。土壤数据来源于中国第 2 次土壤普查所形成的广东省 1:5 万土壤图,其中土壤的属性主要包括土层厚度、质地、剖面结构、有机质含量和 pH 值 5 种属性<sup>[25]</sup>。水文数据主要包含地下水位数据,该数据来源于广东省地质调查部门。

1.3 研究方法

本研究在水文、土壤、地貌和农田基本建设等 4 个方面进行理论分析的基础上,结合试点经验和实际情况,分不同地貌类型区,采用相关分析法和层次分析法对广东省的耕地质量进行评价,最终确定剖面构型、表层质地、有机质含量、pH 值、灌溉保证率、土壤排水、地下水位、田面坡度、耕作层厚度、有效土层厚度等 10 个评价因子作为广东省农用地的分等因素,并进一步确定每一个因素的权重值。首先通过 SPSS 软件对耕地自然生产能力和 10 个评价因子分别作相关性分析,判定两者之间相关关系的密切程度,并建立数学回归方程。接着使用层次分析法,通过分别构造目标层(耕地自然质量)与准则层(地形地貌水文地质、土壤基本性状、土壤管理)以及准则层与指标层(地形坡度、田面坡度、地下水位、有效土层厚度、表层土壤质地、剖面构型、有机质含量、pH 值、灌溉保证率、排水条件)的判断矩阵,再参照相关分析的结果,根据有关专家和广东省当地的试点经验,分别对判断矩阵中的各指标的重要性作出判断,对层次排序的计算结果进行一致性检验,从而获取各指标因素的权重值(表 1)。

表 1 分等因素各评价指标权重

二级区	地形地貌水文地质指标评价权重				土壤基本性状指标评价权重				土壤管理指标评价权重	
	地形	田面坡度	地下水位	土层厚度	质地	剖面结构	有机质	pH 值	灌溉	排水
粤北山地丘陵区	0.09	0.08	0.03	0.17	0.12	0.1	0.07	0.07	0.19	0.08
粤中南丘陵山区	0.09	0.08	0.03	0.17	0.12	0.1	0.07	0.09	0.15	0.10
潮汕平原区	0.07	0.06	0.05	0.15	0.14	0.10	0.06	0.08	0.14	0.15
珠江三角洲平原区	0.07	0.06	0.05	0.15	0.14	0.1	0.06	0.08	0.14	0.15
粤东沿海丘陵台地	0.08	0.06	0.04	0.15	0.15	0.1	0.06	0.08	0.18	0.10
雷州半岛丘陵台地	0.08	0.06	0.05	0.15	0.15	0.1	0.06	0.08	0.19	0.08
粤西南丘陵山区	0.09	0.08	0.03	0.17	0.12	0.1	0.07	0.09	0.15	0.10

在确定分等因素和权重之后,通过量化分等因素,得到分等单元内指定作物的自然质量分(公式 1),结合光温(气候)潜力指数和产量比系数,确定评价耕地图斑各指定作物的自然质量等指数(公式 2),进而获得评价耕地图斑的自然质量等指数(公式 3),再结合土地利用系数,进而确定评价耕地图斑的土地利用等指数(公式 4),最后根据各指数区段的划分要求确定土地利用等别(图 1)。

$$C_{Lij} = \frac{\sum_{k=1}^m w_k \times f_{ijk}}{100} \quad (1)$$

式中: $C_{Lij}$ 为分等单元指定作物的耕地自然质量分; $i$ 为分等单元; $j$ 为指定作物; $k$ 为分等因素; $m$ 为分等因素的总数; $f_{ijk}$ 为第  $i$  个分等单元内第  $j$  种指定作物第  $k$  个分等因素的指标分值,取值为(0~100)。

$$R_{ij} = \alpha_{ij} \times C_{Lij} \times \beta_j \quad (2)$$

式中: $R_{ij}$ 为第  $i$  个分等单元第  $j$  种指定作物的自然质量等指数; $\alpha_{ij}$ 为第  $j$  种作物的光温(气候)生产潜力指数; $C_{Lij}$ 为第  $i$  个分等单元内第  $j$  种指定作物的耕地自然质量分; $\beta_j$ 为第  $j$  种作物的产量比系数。

$$R_i = \begin{cases} \sum R_{ij} & \text{一年一熟、两熟、三熟时} \\ \frac{\sum R_{ij}}{2} & \text{两年三熟时} \end{cases} \quad (3)$$

式中： $R_i$  为第  $i$  个分等单元的耕地自然质量等指数。

$$Y_i = R_i \times K_L \quad (4)$$

式中： $Y_i$  为第  $i$  个分等单元的耕地利用等指数； $R_i$  为第  $i$  个分等单元的耕地自然质量等指数； $K_L$  为分等单元所在等值区的综合土地利用系数。

依据广东省农用地分等采用的等间距法，以 200 间距对利用等指数进行划分，间距区间为上包含，划分为耕地利用等。

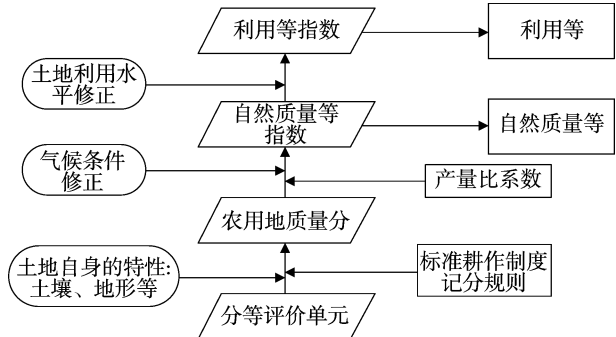


图1 耕地质量评价方法

2 结果与分析

2.1 耕地质量现状

2014 年广东省耕地总面积约 262.54 万  $\text{hm}^2$ ，全省平均耕地质量 5.48 等，其中粤东沿海区、粤西沿海区的耕地质量较高，分别为 4.97、5.01 等，珠江三角洲、粤西北山区的耕地质量较低，分别为 5.85、5.82 等。全省的优等质量耕地 68.05 万  $\text{hm}^2$ ，占总量的 25.92%，主要分布在粤西沿海区和粤西北山区；高等质量耕地面积 184.44 万  $\text{hm}^2$ ，占总量的 70.25%，主要分布在粤西北山区；中等质量耕地面积 10.05 万  $\text{hm}^2$ ，占总量的 3.83%，主要分布在粤西北山区（图 2、表 2）。

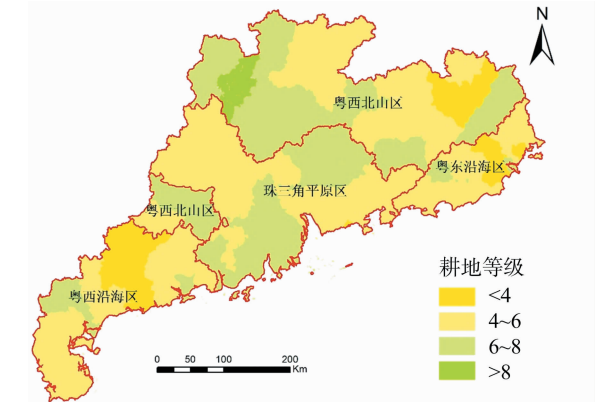


图2 2014 年广东省耕地质量等别空间分布情况

2.2 耕地质量时空动态格局

由表 3 可知，2011—2014 年期间全省耕地面积净增加了 6.58 万  $\text{hm}^2$ ，而耕地补充的质量比耕地占用的质量平均低 0.67 等。其中，珠三角平原区和粤东沿海区的情况比较严峻，

表 2 广东省耕地质量等别统计情况

区域	耕地质量等别面积(万 $\text{hm}^2$ )			
	优等	高等	中等	合计
珠三角平原区	8.85	50.55	2.18	61.58
粤东沿海区	9.72	16.13	0.10	25.95
粤西沿海区	27.22	57.06	0.36	84.64
粤西北山区	22.26	60.70	7.41	90.37
合计	68.05	184.44	10.05	262.54

珠三角平原区耕地平均等级净下降 1.18 等，仅有 2 个地级市耕地平均质量呈净上升趋势，而广州市耕地质量平均下降最为明显（2.20 等）；粤东沿海区耕地平均等级净下降 1.39 等，所有地级市耕地质量均呈下降趋势，揭阳市的耕地质量净下降最大，为 1.38 等；粤西沿海区和粤西北山区的情况也不容乐观，粤西沿海区耕地平均等级净下降 0.28 等，只有湛江市耕地平均等级是净上升的，茂名市净下降最大，为 1.37 等；粤西北山区耕地平均等级净下降 1.12 等，所有地级市耕地平均等级是净下降的，其中梅州市净下降最大，为 2.85 等。

表 3 2011—2014 年广东省耕地面积变化统计情况

区域	净增加面积(万 $\text{hm}^2$ )			
	优等	高等	中等	合计
珠三角平原区	0.03	0.08	0.17	0.28
粤东沿海区	-0.05	0.71	0.01	0.67
粤西沿海区	0.71	3.02	0.02	3.75
粤西北山区	0.15	1.35	0.38	1.88
合计	0.84	5.16	0.58	6.58

2.2.1 建设占用耕地质量时空动态格局 2011—2014 年广东省建设用地占用耕地总面积约 2.51 万  $\text{hm}^2$ ，占用优等质量耕地 0.62 万  $\text{hm}^2$ ，占总量的 24.70%；占用高等质量耕地面积 1.84 万  $\text{hm}^2$ ，占总量的 73.31%；占用中等质量耕地面积 0.05 万  $\text{hm}^2$ ，占总量的 1.99%（表 4）。珠三角平原区各县（市、区）建设占用耕地质量主要呈西北、东南高，东北、西南低的态势；其中，西北和东南区域各县（市、区）占用耕地等级以 4~6 等为主，西南和东北区域各县（市、区）占用耕地等级以大于 6 等为主。粤东沿海区各县（市、区）建设占用耕地质量主要呈西边低、东边高的态势；其中西部区域各县（市、区）占用耕地等级以 4~8 等为主，东部区域各县（市、区）占用耕地等级以 <4 等为主。粤西沿海区各县（市、区）建设占用耕地质量主要呈南边低、北边高的态势；其中南部区域各县（市、区）占用耕地等级以 4~8 等为主，北部区域有大片占用耕地等级 <4 等的县（市、区）。粤西北山区各县（市、区）建设占用耕地质量主要呈西高东低、北高南低的态势；其中东部区域和北部区域各县（市、区）占用耕地等级以 <6 等为主，西部区域和南部区域各县（市、区）占用耕地等级以 >6 等为主（图 3）。

从建设占用耕地等别转移矩阵表（表 5）可见，2011—2014 年粤东沿海区建设占用水田、水浇地的平均等别最高，分别为 4.02、4.01 等；而粤西沿海区建设占用旱地平均等别最高，达 5.68 等。

2.2.2 补充耕地质量时空动态格局 2011—2014 年广东省补充耕地总面积约为 9.09 万  $\text{hm}^2$ ，补充优等、高等、中等质量耕地面积分别为 1.46 万、7.00 万、0.63 万  $\text{hm}^2$ ，比重分别为

表 4 2011—2014 年广东省建设占用耕地质量等别统计情况

区域	占用耕地面积(万 hm <sup>2</sup> )			
	优等	高等	中等	合计
珠三角平原区	0.14	0.90	0.03	1.07
粤东沿海区	0.21	0.18	0	0.39
粤西沿海区	0.11	0.28	0	0.39
粤西北山区	0.16	0.48	0.02	0.66
合计	0.62	1.84	0.05	2.51

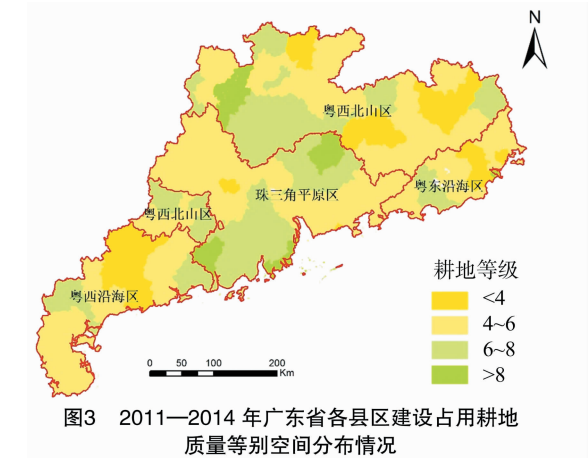


图3 2011—2014 年广东省各县区建设占用耕地质量等别空间分布情况

表 5 2011—2014 年广东省建设占用耕地质量转移矩阵

区域	建设占用耕地质量平均等别		
	水田	水浇地	旱地
珠三角平原区	5.46	5.52	6.95
粤东沿海区	4.02	4.01	6.23
粤西沿海区	4.86	6.31	5.68
粤西北山区	4.95	5.06	6.87

16.03% 77.02%、6.95% (表 6)。从补充耕地等级分布情况分析 (图 4) 可知,广东省建设补充耕地质量分布区域特征较为明显。珠三角平原区各县 (市、区) 补充耕地质量主要呈现西北、东南高,东北、西南低的态势;中部区域存在部分县 (市、区) 无补充耕地,西北、东南区域各县 (市、区) 补充耕地等别以 4~8 等为主,东北、西南区域各县 (市、区) 补充耕地等级以 >6 等为主。粤东沿海区各县 (市、区) 总体补充耕地等以 4~8 等为主。粤西沿海区各县 (市、区) 建设补充耕地质量主要呈现南边高、北边低的态势;南部区域各县 (市、区)

补充耕地等别以 <6 等为主,北部区域各县 (市、区) 补充耕地等别 4~8 等为主。粤西北山区各县 (市、区) 建设补充耕地质量主要呈现西南低、北边高的态势;其中西南部区域有大片补充耕地等别 >6 等的县 (市、区),其余区域各县 (市、区) 补充耕地等别以 4~6 等为主。

表 6 2011—2014 年广东省补充耕地质量等别统计情况

区域	补充耕地面积(万 hm <sup>2</sup> )			
	优等	高等	中等	合计
珠三角平原区	0.17	0.98	0.20	1.35
粤东沿海区	0.16	0.89	0.01	1.06
粤西沿海区	0.82	3.3	0.02	4.14
粤西北山区	0.31	1.83	0.40	2.54
合计	1.46	7.00	0.63	9.09

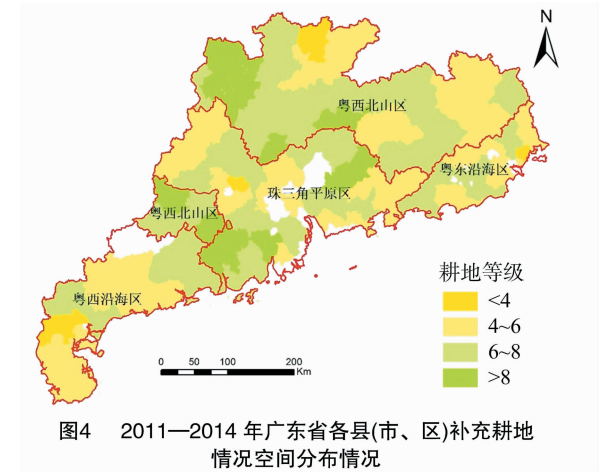


图4 2011—2014 年广东省各县(市、区)补充耕地情况空间分布情况

从补充耕地等级转移矩阵表 (表 7) 可见,2011—2014 年水田补充来源主要是林地、园地和其他土地。其中,珠三角平原区林地补充水田质量等级最高,平均等级为 4.91 等;在其他土地补充水田中,粤西北山区补充的等别明显高于另外 3 个区域,为 4.49 等;园地补充水田的质量等别以粤东沿海区最高,达 3.29 等。水浇地补充来源主要是林地、园地和其他农用地。在这 3 种水浇地补充来源中,补充水浇地等别最高的均为粤东沿海区,而粤西北山区补充等级相对较低。旱地补充来源主要是建设用地、林地、园地和其他土地。在这 4 种转换类型中,粤东沿海区和粤西沿海区补充的旱地等别相对较高,珠三角平原区和粤西北山区补充的旱地等别相对较低。

表 7 2011—2014 年广东省补充耕地质量转移矩阵

区域	补充水田质量等别			补充水浇地质量等别			补充旱地质量等别			
	林地	其他土地	园地	林地	其他农用地	园地	建设用地	林地	其他土地	园地
珠三角平原区	4.91	5.68	5.19	4.81	4.28	4.19	6.70	7.42	6.79	7.36
粤东沿海区	5.02	5.43	3.29	3.00	3.33	3.00	5.78	6.18	5.67	5.78
粤西沿海区	6.21	5.66	4.37	4.24	—	4.24	5.74	6.11	6.69	5.38
粤西北山区	5.32	4.49	4.53	6.00	—	5.00	6.97	6.75	6.71	6.19

3 结论

本试验提出了一套适用于广东省耕地质量分等定级的研究方法,并通过评价“十二五”期间耕地质量分析和研究“十二五”期间广东省耕地质量的时空格局,主要得出以下结论: (1)广东省在“十二五”期间补充优等、高等、中等耕地面积与

建设占用耕地面积相比均为净增加,其中高等质量耕地净增加面积远高于优等质量耕地净增加面积。(2)“十二五”期间,广东省经济社会发展更快的区域耕地补充潜力不足,较落后的区域是各质量等别耕地净增加的主要贡献部分。经济社会发展最迅猛的珠三角平原区优等耕地和高等耕地的净增加量较少。经济情况次之的粤东沿海区优等耕地为净减少,而

高等耕地的净增加量也较低。在经济较为落后的粤西沿海区和粤西北山区,各质量等别耕地的净增加量相对较多。(3)建设用地的经济效益高于耕地的经济效益,出于对利益的追求,越来越多的耕地开垦成建设用地,尤其是在经济最为发达、地势平坦开阔的珠三角平原区。“十二五”期间,广东省的 4 个研究区在建设占用耕地中均以占用土地肥沃、地势平坦、质量较优的水田居多,而补充的耕地主要为质量较低的旱地,“占优补劣”的情况在广东省中广泛分布,情况较为严峻。

#### 4 讨论

“十二五”期间,广东省在经济上始终保持高速发展的势头,同时建设用地的经济效益高于耕地的经济效益,出于对利益的追求,越来越多的耕地开垦成建设用地,尤其是在经济最为发达、地势平坦开阔的珠三角平原区,大片的优质耕地被建设用地所侵占。同时,由于缺乏总体规划和严格管理,不少非农建设项目配置不够合理,重复建设,乱铺摊子,消耗了大量土地资源,占用了大量耕地。在城市建设中盲目追求规模,城市“摊大饼”式向外快速扩展,在各类开发区建设过程中“圈多用少,征多建少”十分常见,除此以外许多城镇沿公路建设、土地利用率低却占用了大量良田<sup>[26-28]</sup>。

“十二五”期间广东省人口持续快速增长,常住人口从 2011 年的 10 515 万人上升至 2014 年的 10 724 万人。为了满足多人口生活生产对土地的需求,更多的耕地被开发占用,尤其是珠三角平原区大量人口的涌入使得土地的供应愈发紧张,而且建设用地占用耕地大部分在地势平坦、交通便利的城市周围,这些耕地大多为优质耕地<sup>[23]</sup>。

改革开放以来,广东省高度重视耕地保护与质量建设工作,出台了一系列的法律法规和政策措施,加大了农田建设的投入力度,调动各级政府用地养地的积极性,并取得了很大的成效,形成了良好的工作局面<sup>[29]</sup>,这些政策为占补平衡工作的持续开展奠定了坚实的基础。正因为政策得以坚实落实,使得耕地在被不断占用的同时能得到补充,维持耕地数量总量上的平衡,但耕地质量急速下降。

本研究根据试点经验和广东省耕地实际情况,通过相关分析法和层次分析法科学合理地提出一套适用于广东省耕地质量分等定级的研究方法,并实证得出有效的评价结果。然而该方法的使用目前仅在广东省区域范围得到验证,在其他区域的应用精度尚未进行检验,如何通过改进评价模型方法得到一个具体的、能够进行多区域综合评价的评价指标体系仍然需要后续的研究。

#### 参考文献:

- [1]王 静,黄晓宇,郑振源,等. 提高耕地质量对保障粮食安全更为重要[J]. 中国土地科学,2011,25(5):35-38.
- [2]Dumanski J, Pieri C. Land quality indicators: research plan[J]. Agriculture Ecosystems & Environment,2000,81(2):93-102.
- [3]付国珍,摆万奇. 耕地质量评价研究进展及发展趋势[J]. 资源科学,2015,37(2):226-236.
- [4]李 彤,于 瑛. 耕地质量评价研究进展及发展趋势[J]. 北京农业,2016(3):204-205.
- [5]全国耕地类型区耕地地力等级划分:NY/T 309—1996[S].
- [6]耕地地力调查与质量评价技术规程:NY/T 1634—2008[S].

- [7]周 勇,聂 艳. 土地信息系统:理论·方法·实践[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
- [8]周生路. 土地评价学[M]. 南京:东南大学出版社,2006.
- [9]A framework for land evaluation[M]. Nairobi:ILRI,1976.
- [10]张洪业. 利用限制性评分方法确定土地农业适宜性等级——以澳大利亚新南威尔士州为例[J]. 地理研究,1994,13(2):67-73.
- [11]冯晓利,何 伟,蒋贵国,等. 基于模糊综合评价法的双流县农用地适宜性评价[J]. 西南农业学报,2012,25(3):982-988.
- [12]窦 磊,周永章,王旭日,等. 针对土壤重金属污染评价的模糊数学模型的改进及应用[J]. 土壤通报,2007,38(1):101-105.
- [13]王金生. 灰色聚类法在土壤污染综合评价中的应用[J]. 农业环境保护,1991,10(4):169-172.
- [14]Moning K J. Environmental policy performance indicators;a study on the development of indicators for environmental policy in the Netherlands[J]. Journal of the European Academy of Dermatology & Venereology,2008,23(1):109-110.
- [15]Shao C, Guan Y, Chu C, et al. Trends analysis of ecological environment security based on DPSIR model in the coastal zone;a survey study in Tianjin, China [J]. International Journal of Environmental Research,2014,8(3):765-778.
- [16]李莹星,王济民,张妙玲,等. 耕地分等定级方法的比较及应用研究[J]. 中国土地科学,1997,11(01):33-37.
- [17]王晓鹏. 模糊聚类与主成份分析土地分等定级方法之研究[J]. 青海师范大学学报:自然科学版,1998(03):58-64.
- [18]聂庆华,包浩生. 基于 GIS 农田质量自动分等定级算法及其实现——以北京市房山区为例[J]. 南京大学学报(自然科学版),1999,35(6):55-61.
- [19]单胜道,俞劲炎. 耕地模糊综合定级体系初探[J]. 浙江大学学报(理学版),1999,26(3):99.
- [20]吴郁玲,周 勇. 可持续发展视角下的耕地分等定级评价指标体系构建研究[C]. 湖北省土地学会专题资料汇编,2008.
- [21]邱龙霞,黄希垚,邢世和. 耕地分等方法的改进与合理性探讨——以闽侯县为例[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2012,41(1):94-98.
- [22]曹隽隽,周 勇,叶青清,等. 基于模糊灰色物元与克里格插值的县级耕地质量分等更新方法研究[J]. 经济地理,2012,32(11):131-137.
- [23]王雪娜,周阳品,黄光庆,等. 广东省耕地资源时空变化分析[J]. 农机化研究,2010,32(6):39-44,48.
- [24]刘纪远,匡文慧,张增祥,等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报,2014,69(1):3-14.
- [25]唐迎春. 全国第二次土壤普查与土壤肥料科学的发展[J]. 土壤学报,1989(3):234-240.
- [26]Shortridge A, Messina J. Spatial structure and landscape associations of SRTM error[J]. Remote Sensing of Environment,2011(6):1576-1587.
- [27]苏少青,林碧珊. 切实保护耕地实现广东省耕地总量动态平衡[J]. 土壤与环境,2001,10(1):81-84.
- [28]俞 芬,千怀遂,陈健飞,等. 广东省耕地安全问题探讨[J]. 广东农业科学,2008(2):35-39.
- [29]张满红. 广东省耕地资源保护利用现状和对策[J]. 广东农业科学,2010,37(2):210-212.