

DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).201708040

土地整治中新增耕地认定及有效耕地面积测算*

海文静¹, 刘学录^{1**}, 任君²

(1. 甘肃农业大学 资源与环境学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 青海大学 研究生院, 青海 西宁 810016)

摘要:【目的】通过对现行土地整治项目耕地差异的对比分析, 探讨界定土地整治项目新增有效耕地的概念, 构建测算小地物面积的数学模型, 为土地整治新增耕地调查认定技术规范的出台提供理论依据和参考。【方法】采用文献资料分析、灰色系统 GM(1,1) 模型测算及遥感影像抽样样方调查。【结果】提出了土地整治项目新增有效耕地的概念, 构建了测算小地物面积的数学模型。基于灰色系统 GM(1,1) 模型推算研究区中小地物面积占耕地面积比例为 1.3%, 新增有效耕地面积为 13.31 hm², 新增耕地率为 8.27%, 同时通过布设遥感影像抽样样方论证了小地物测算方法的可行性。【结论】新增有效耕地概念的提出更加符合土地整治中新增耕地认定和增加有效耕地的要求, GM(1,1) 模型不仅排除了小地物对耕地面积的干扰, 也使得土地整治项目新增有效耕地面积测算更加准确。

关键词: 土地整治; 新增耕地; 新增有效耕地面积; GM(1,1)

中图分类号: F 301.24 文献标识码: A 文章编号: 1004-390X (2018) 03-0539-08

Estimation of New Cultivated Land and Calculation of Effective Cultivated Land Area in Land Consolidation Program

HAI Wenjing¹, LIU Xuelu¹, REN Jun²

(1. College of Resource and Environment, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;
2. Postgraduate School, Qinghai University, Xining 810016, China)

Abstract: [Purpose] Our aim was to discuss the criteria for evaluating the new cultivated land and the effective cultivated land, so as to provide the theoretical basis for the introduction of the new technical evaluation of the cultivated land survey, based on the analysis of the present situation and existing problems of the newly increased cultivated land in the existing land remediation project. [Method] Literature research, GM (1,1) model and remote sensing survey according to the sampling frames were studied. [Results] We proposed a new cultivated land recognition criterion and a newly increased effective farmland concept. The calculation criterion is helpful for evaluating the newly increased cultivated land and the effective cultivated land. Based on the new effective cultivated land, the area of small area in the project area accounts for 1.3% of the cultivated land area, the new effective cultivated land area is 13.31 hm², and the new cultivated land rate is 8.27%. [Conclusion] The concept of newly increased effective land more meets the requirements of effective arable land and the new cultivated land recognition standards in the land remediation in study area. The GM (1,1) model not only eliminates the disturbance of the small area to the cultivated land, but also makes the

收稿日期: 2017-08-26 修回日期: 2018-03-13 网络出版时间: 2018-05-31

*基金项目: 甘肃省自然基金 (GSAN-ZL-2015-045)。

作者简介: 海文静 (1992—), 女, 甘肃兰州人, 在读硕士研究生, 主要从事土地利用管理研究。E-mail:312261198@qq.com

**通信作者 Corresponding author: 刘学录 (1966—), 男, 甘肃天水人, 教授, 博士生导师, 主要从事土地利用管理和景观生态学研究。E-mail: liuxl@gau.edu.cn

网络出版地址: [http://dx.doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).201708040](http://dx.doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).201708040)

newly increased effective cultivated land area of the land improvement project more accurate.

Keywords: land consolidation; newly increased cultivated land; new effective area of arable land; GM (1,1)

随着社会经济的迅速发展与人口的急剧增长,人类对土地的需求不断增加,人地矛盾日益突出^[1]。土地整治项目在增加有效耕地面积、提高农业综合生产能力、合理配置土地资源、保障国家粮食和生态安全、促进社会公平等方面发挥了重要的积极作用^[2-3]。目前,由于土地整治项目新增耕地没有统一衡量标准,使土地整治项目从源头上存在整治前后地类划分不一致,新增耕地来源含糊等问题。当田坎、沟渠等线状地物数量较多,又不能全部上图和上薄时就会人为扩大耕地面积,给土地整治新增耕地的认定及验收工作带来了诸多不便;其次新增耕地面积与新增有效耕地面积之间存在界定不清、混淆使用等问题,从而对准确统计耕地的数量产生了影响,也对严格守住耕地红线的要求产生潜在威胁。

自土地整治项目开展以来,国内朱小利^[4]、何如海等^[5]学者从多方面、多角度对新增耕地进行了积极有益的探索,并取得了丰硕成果。其研究内容主要集中在新增耕地面积测算方法体系研究、新增耕地质量评价研究^[6]、新增耕地面积空间差异研究^[7-10]、新增耕地潜力研究^[11-12]等方面,这些研究既丰富了土地整治新增耕地的研究内容,更推动了土地整治新增耕地的研究进程。但已有文献对土地整治新增耕地及有效耕地面积的研究还是不够深入,特别是针对土地整治项目中新增耕地认定和耕地面积计算统一性鲜有研究。加之2017年5月国土资源部发布了《关于印发2017年国土资源标准制修订工作计划的通知》,土地整治领域有8项标准列入,其中《土地整治新增耕地调查认定技术规范》已列入拟开展预研究标准计划,但目前正处于探索阶段。

因此,本研究以天水市白沙乡土地整治项目为例,对土地整治项目中新增耕地的认定及新增有效耕地面积测算进行了研究,旨在明确土地整治项目中新增耕地的认定及地类统计标准、新增有效耕地面积计算标准,为《土地整治新增耕地调查认定技术规范》的出台提供理论依据和参考,防止土地整治项目中新增耕地弄虚作假,严

格落实守住耕地红线的要求。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

项目区位于清水县白沙乡,地理坐标介于106°16'56"E~106°18'16"E,34°41'45"N~34°43'22"N之间,属黄土梁峁沟壑区,区内黄土梁因受剥蚀而在其两侧形成面积不大的凹形湾地,沿湾地周围的许多冲沟与黄土梁坡相串通,地形坡度在6°~25°之间。该研究区域总面积277.38 hm²,建设规模161.03 hm²,根据《甘肃省清水县土地利用现状调查报告》中《清水县土壤图》,项目区土壤主要为黄绵土,质地均一,适耕性好。

1.2 数据源

土地数据来源于项目区规划图、设计图及设计报告,清水县土地更新调查成果数据库,辅之《天水市清水县土地整治规划》和《天水市清水县土地利用总体规划》,计算数据直接采用项目区土地利用现状数据。

1.3 耕地差异分析

为研究土地整治项目新增耕地认定及新增有效耕地面积测算,对耕地差异进行分析。结合已有文献^[13-15]对土地整治项目新增耕地来源进行梳理,土地整治新增耕地来源的3条路径:(1)通过田坎归并、坡改梯,格田整理等工程措施,降低田坎占用耕地的面积,减少田坎系数,从而增加耕地面积。另外,农村道路和沟渠等基础设施的归并和完善,通过硬化改建等措施减少原有道路和沟渠占用耕地,增加耕地面积。(2)对村庄、工矿、废弃坑塘沟渠等零星建设用地经过开发复垦整理后,来增加片区内的耕地面积。(3)可调整的园地、林地等整理;开发荒草地、沙地、裸地等未利用地来增加耕地面积。在此基础上依据《土地利用现状分类(GB/T21010—2007)》、《土地规划用途分类》、《土地开发整理项目设计规范(TD/T1012—2000)》等对耕地、新增耕地及主要来源地类如田坎、沟渠等从概念界定和分类体系上进行对比分析。其差异性主要

体现在以下4个方面。

(1) 南北耕地界定差异

依据现行土地利用现状分类标准, 耕地中还包括南方宽 $<1.0\text{ m}$, 北方宽 $<2.0\text{ m}$ 的固定的沟、渠、路和地坎(埂)。具体解释为南方宽度 $<1.0\text{ m}$ 沟、渠、路为耕地, 宽度 $\geq 1\text{ m}$ 的应计入其他农用地。而北方耕地宽度设定为 $0\sim 2\text{ m}$, 即宽度为 $0\sim 2\text{ m}$ 的沟、渠和路认定为耕地。

(2) 有效耕地与无效耕地差异

无效耕地是指在土地利用现状调查中, 按照成图比例尺因面积过小而不宜在图上依比例表示的土地利用现状图斑, 即耕地中的零星地物。主要是零星的耕地、园地、林地、坟地、独立房屋、小径、简易公路、小溪、沟渠等, 它是相对于主体地类而言的^[16]。有效耕地就是将无效耕地小地物扣除后的净耕地。

(3) 新增耕地与耕地差异

新增耕地是指新增加的种植农作物的土地。另外根据《土地分类》的通知(国土资发〔2001〕255号)规定, 新增耕地面积除新增耕地外, 还包括新增可转为耕地的园地、人工草地、养殖水面等。耕地主要指种植农作物的土地, 包括熟地、新开发复垦整理地、休闲地、轮歇地、草田轮作地。

(4) 沟渠界定差异

由于沟渠宽度影响地类的划分, 在《土地规划用途分类》中对沟渠的含义解释并未规定其农田排灌沟渠的宽度和相应附属设施宽度, 笼统的将农民自建的排灌沟渠归属到农田水利设施用地。同时根据概念界定沟渠的护堤林也应计入沟渠面积。其两套标准对于沟渠的宽度限定不统一, 容易造成地类划分错误, 地类面积统计不准确的现象。

通过对耕地等相关概念及划分标准的差异性分析可知, 虽然现有相关规范和分类标准是开展土地整治工作的基础, 是实现土地整治新增耕地用于占补平衡的前提, 但现行规范及分类标准缺少针对土地整治新增耕地的具体描述及核查认定技术标准。因此应进一步细化相关概念, 整合相关技术标准中的重合点及矛盾点, 减少各标准间的差异性, 建立适用于土地整治项目新增耕地认定及测算的理论基础和体系。特别是对于新增耕地及新增有效耕地要有统一标准, 明确概念、认定标准及面积计算原理, 防止土地整治后耕地面

积的“渗水”现象, 有利于耕地总量平衡的真正落实。

1.4 新增有效耕地测算方法及建模机理

增加有效耕地面积是土地整治项目立项验收的宗旨和核心。而在实际测算中主要以新增耕地面积为主, 而非有效耕地面积。因此基于前文的耕地差异分析, 在“新增”和“有效”的限定条件下, 依据有效耕地的界定, 针对土地整治项目提出新增有效耕地的概念, 指扣除无效耕地(耕地中的小地物)后增加的净耕地面积, 即增加的可以有效种植的面积, 以便土地整治后对增加耕地的核查和测算。

1.4.1 整治前有效耕地面积计算

有效耕地面积的计算采用灰色系统。通过建立灰色系统模型, 经数理统计分析在室内直接扣除小地物面积, 得出有效耕地面积, 从而节省实地抽样调查和数据处理的时间^[16]。该方法采用最广的GM模型是GM(1,1)模型, 也称为单序列一阶线性动态模型^[17]。

(1) 累加生成算子(AGO)

设原始数列为 $x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$

$$\text{令 } x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i), k = 1, 2, \dots, n$$

$$x^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)\}$$

称所得到的新数列为数列 $x^{(0)}$ 的1次累加生成数列, 记为 $x^{(1)} = \text{AGO}x^{(0)}$ 。

(2) GM(1,1)建模

定义GM(1,1)的灰微分方程模型为 $x^0(k) + az^{(1)}(k) = u$, 是参数估计的离散形式。由于只涉及非耕地一个变量, 其对应的一阶线性常系数微分方程标准型公式为 $\frac{dx^{(1)}(t)}{dt} + ax^{(1)}(t) = b$ 。式中, a 为发展系数, b 称为灰作用量, 根据最小二乘法原则得到 a , b 值。

(3) 模型检验

本次研究利用后验差检验法对其预测结果进行精度校验。其表达式为

$$C = \frac{s_2}{s_1}, p = P\{|\varepsilon_k - \bar{\varepsilon}| < 0.6475s_1\}$$

指标 C 越小越好, p 越大越好。一般地, 将模型精度等级分为四级评价判别标准^[18](表1)。

1.4.2 新增有效耕地面积计算

在借鉴土地整治耕地整理系数法和改进基础设施用地法基础上, 土地整治前后有效耕地面积

及新增有效耕地面积计算公式如下：

$$S_{\text{整治后项目区有效耕地面积}} = S_{\text{整治前有效耕地面积}} + S_{\text{新增耕地面积}} + S_{\text{小地物归并面积}} - S_{\text{新建设施占地面积}} \quad (1)$$

$$S_{\text{整治后新增耕地面积}} = \sum (S_{\text{前}} - S_{\text{沟渠}} - S_{\text{道路}} - S_{\text{前}} \times K_{\text{田坎}}) - S_{\text{小地物}} \quad (2)$$

式(2)中, $S_{\text{沟渠}}$ 为项目区沟渠占地总面积; $S_{\text{道路}}$ 为项目区道路占地总面积; $S_{\text{前}} \times K_{\text{田坎}}$ 为项目区田坎占地总面积; $S_{\text{小地物}}$ 为项目区南方宽<1.0 m,

北方宽<2.0 m 的固定的沟、渠、路和地坎(埂)等无效耕地面积, 即小地物面积。

$$\begin{aligned} S_{\text{新增有效(种植)耕地}} &= \\ S_{\text{整治后项目区有效耕地面积}} - S_{\text{整治前项目区有效耕地面积}} &\quad (3) \\ \Delta S = S \times R_2 - S \times R_1 &\quad (4) \end{aligned}$$

式(4)中, ΔS 为整理后新增有效耕地面积; S 为整理农用地的毛耕地面积; R_1 为整理前的净耕地系数(扣小地物系数); R_2 为整理后的净耕地系数。

表1 GM(1,1)模型精度检验标准

Tab. 1 Accuracy testing standard of GM(1,1) model

模型精度等级 model accuracy level	好 well	合格 qualified	勉强 reluctantly	不合格 unqualified
C (后验差比值 poster checking)	$C \leqslant 0.35$	$0.35 < C \leqslant 0.5$	$0.5 < C \leqslant 0.65$	$C > 0.65$
P (小误差频率 small probability of error)	$P \geqslant 0.95$	$0.8 \leqslant P < 0.95$	$0.70 \leqslant P < 0.8$	$P < 0.7$

2 结果与分析

2.1 数据处理及非耕地面积预测分析

为计算项目区有效耕地面积及小地物面积, 考虑到耕地中小地物的典型性, 选取白沙乡4个行政村为评价单元, 推算项目区中非耕地面积及小地物面积所占耕地比例系数。在ArcGIS 10.2中提取并汇总研究区中非耕地面积, 对数据进行等额区间段划分, 划分区间段后的数据呈现随机性并符合灰数标准, 以便计算。其次根据数据特征及土地利用特点, 在一定区域内大图斑个数为少数, 剔除较大图斑后各图斑面积分布具有一定规律性。提取非耕地图斑面积中万平方米界限之下图斑数占总数的85%, 所以选取起始值为10 000 m²。为满足数据筛选及计算要求, 划分11个区间段。其数据划分结果如表2所示。依据灰色建模的要求对数据进行AGO生成, 弱化其随机性使杂乱无章的数据呈现一定的规律性。因此可将摆动序列转换为单调增长序列, 以利于灰建模, 其非耕地时间响应函数为

$$x(k+1)=481\ 136\ 590.325\ 439\exp(0.017\ 968k)-472\ 469\ 597.415\ 439。$$

2.2 耕地中小地物面积值推算分析

以非耕地面积为原始值, 建立模型并精度检验。该模型后验差比值 $C=0.000\ 4 < 0.35$, $P=1 > 0.95$, 经验证精度等级符合预测标准。预测值 $X(1)(12)=1\ 044.05\text{ hm}^2$ 。依据提取的数据显示研究区域总面积3 623.95 hm², 达到标准的非耕地面积为1 011.56 hm², 耕地面积2 612.39 hm²。通

表2 非耕地面积等额分区段数处理表

Tab. 2 Equalization segment processing of non-cultivated land areas

编号 No.	区间/m ² interval	数值/hm ² value
1	100 000 < X	866.70
2	90 000 < $X \leqslant 100 000$	9.82
3	80 000 < $X \leqslant 90 000$	17.43
4	70 000 < $X \leqslant 80 000$	7.33
5	60 000 < $X \leqslant 70 000$	19.55
6	50 000 < $X \leqslant 60 000$	5.08
7	40 000 < $X \leqslant 50 000$	24.29
8	30 000 < $X \leqslant 40 000$	21.53
9	20 000 < $X \leqslant 30 000$	21.67
10	10 000 < $X \leqslant 20 000$	19.74
11	0 < $X \leqslant 10 000$	10.85

过灰色系统模型得到非耕地面积为1 044.05 hm², 耕地面积为2 579.90 hm²。从而推算耕地中小地物的面积为32.49 hm², 占耕地面积比例为1.3%。由此说明耕地面积中含有32.49 hm²小地物, 即耕地中地埂、沟渠等32.49 hm²小地物在地籍调查时已计入现有耕地面积(表3)。

此外, 本研究基于清水县2014年变更遥感影像通过布设影像抽样样方的方法对小地物进行调查扣除, 在ArcGIS中加载项目区遥感影像, 叠加白沙镇桑园村行政区划图, 选取若干代表性区域, 根据遥感影像特征及项目区耕地分布范围, 避开公路、河流等较宽的线状地物在代表性区域内布设样方。为客观反映地物分布情况, 抽样样方为150 m×150 m, 将地类分为耕地和小地

物地类。采用目视解译的方法对样方框内遥感影像进行解译, 将解译结果导入 ArcGIS 生成与遥感坐标系、投影一致的多边形面状矢量文件, 并检查多边形拓扑关系, 用于计算小地物扣除系数。

表 3 研究区域数据分析表
Tab. 3 Data analysis of the studied area

序号 No.	原始数列 original number	累加数列 accumulate columns	模拟值 analog value	残差 residual error	相对误差 relative error
1	866.70	866.70	—	0.00	0.00
2	9.82	876.52	872.34	-4.18	0.00
3	17.43	893.94	888.15	-5.79	0.00
4	7.33	901.27	904.26	2.98	0.00
5	19.55	920.83	920.65	-0.18	0.00
6	5.08	925.91	937.34	11.43	0.00
7	24.29	950.21	954.34	4.13	0.00
8	21.53	971.73	971.64	-0.09	0.00
9	21.67	993.40	989.26	-4.15	0.00
10	19.74	1 013.15	1 007.19	-5.95	0.00
11	10.85	1 024.00	1 025.45	1.46	0.00

注: 由于单位换算及小数位保留, 相对误差均显示为 0。

Note: The relative error is displayed as 0, due to unit conversion and decimal places.

本研究项目区影像抽样样方小地物调查结果见表 4, 样方扣除系数结果见图 1。由图 1 可见: 编号为 3c 的扣除系数最大, 为 3.62%, 编号为 1b 的扣除系数最小, 为 1.44%。总的来看项目区样方扣除系数在 1.5%~4% 之间, 平均扣除系数为 2.25%。而本研究通过采用 GM(1,1) 数理统计方法推算研究区小地物系数为 1.3%, 略小于抽样样方调查结果, 由于本研究所采用的耕地基期数据在上图过程中对小地物进行舍弃或综合的情

况^[19-20], 实际上小地物面积占据耕地图斑面积一定比例, 所占比例应略高于 1.3%。另外受遥感影像空间分辨率的影响, 在目视解译过程中将部分耕地划入小地物地类中, 因此测算结果也应略少于 2.25%。综上所述, 本研究小地物推算思路和结果具有可行性。项目区耕地分布范围见图 2, 遥感影像抽样样方分布见图 3。

表 4 样方调查统计表

Tab. 4 Survey statistics of parts of sampling frame

样方编号 code	耕地类别 cultivated land category	地形 terrain	小地物面积 /hm ² small area	小地物比例/% proportion of small objects
2a	13	坡耕地	0.04	1.80
1b	13	坡耕地	0.03	1.44
3c	13	坡耕地	0.06	3.62
4d	13	坡耕地	0.04	1.62
5e	13	平原	0.06	2.53
6g	13	坡耕地	0.04	1.83
7f	13	坡耕地	0.08	3.24

2.3 新增有效耕地面积及新增耕地面积分析

依据已有的地籍数据, 项目实施前净耕地系数在地形图和《甘肃省第二次土地调查田坎系数汇总表》的基础上扣除小地物系数得到。对研究区旱地和田坎面积进行坡度划分, 其中 6°~15°旱地 94.05 hm², 田坎 12.95 hm²; 15°~25°旱地 36.55 hm², 田坎 9.31 hm²; 整理后净耕地系数依据清水县同类土地整理项目验收净耕地系数并结合实地踏勘意见确定(表 5)。

依据公式(3)、(4)减少田坎并扣除由原为耕地小地物后 6°~15°净耕地系数为 86.59%, 15°~25°

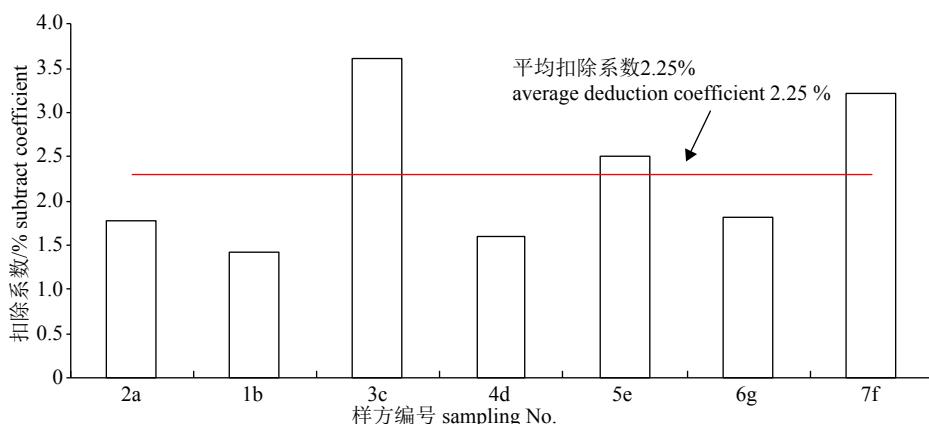


图 1 影像抽样样方小地物扣除系数

Fig. 1 Subtract coefficient of small features for image square

净耕地系数为 78.41%，整治后净增加耕地面积 10 hm²；同时对废弃村庄进行土地复垦，其复垦面积为 6.13 hm²，复垦土地坡度在 6°~15°，净耕地系数取 93.92%，复垦后可增加耕地面积为 5.76 hm²。通过对道路重新进行规划布置，改建原有道路的基础上，新建部分道路，规划后道路占地 2.32 hm²；另外，为防止水土流失和增加景观效益，在田间道路一侧修建排水边沟占地 2.02 hm²，另一侧种植单排护路林占地 0.15 hm²。因此规划后农村道路共占地 4.49 hm²，占用原有耕地面积 2.45 hm²。综合以上计算，新增有效耕地面积为 13.31 hm²。

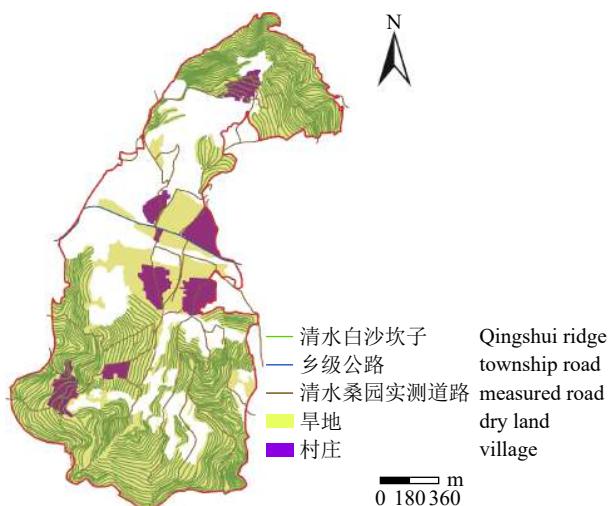


图 2 项目区耕地分布图

Fig. 2 Distribution of cultivated lands in the project area

由表 6 可知：原规划设计新增耕地面积为 16.83 hm²，新增耕地率为 10.45%。基于新增有效耕地面积为 13.31 hm²，新增耕地率为 8.27%，新增耕地面积为田坎增加及村庄复垦增加的面积共计 15.76 hm²。对比可得该研究测算数值小于原规划数值（表 7），其原因是本研究基于新增有效耕地面积，扣除了耕地中没有生产能力的小地物面积，农村道路计算考虑排水边沟设计宽度等使占地面积高于规划测算值，因此，该研究得出耕地面积更加符合土地整治为增加有效耕地面积的要求，扣除小地物后的耕地面积更加精准。

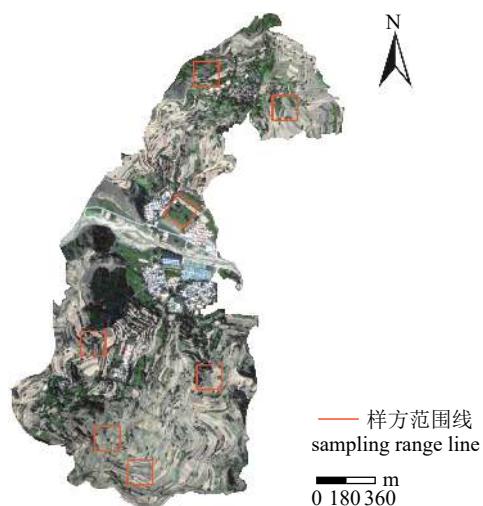


图 3 影像抽样样方布设图

Fig. 3 Distribution scheme of sampling frames

表 5 整理前后净耕地系数对比表

Tab. 5 Comparison of net cultivated land before and after finishing

坡度/(°) slope	旱地/hm ² dry land	田坎/hm ² terrace	田坎系数/% terrace coefficient	小地物系数/% small ground coefficient	整理前净耕地系数/% cultivated land coefficient before consolidation	整理后净耕地系数/% cultivated land coefficient after consolidation
6~15	94.05	12.95	12.11	1.3	86.59	93.92
15~25	36.55	9.31	20.30	1.3	78.41	91.95

表 6 项目区整治前后土地利用规划表

Tab. 6 Land use planning forms before and after the renovation of the project area

类型 types	耕地 arable land	城镇及工矿用地 urban industrial andmining land		交通运输用地 transportation land	其他土地 other land
		旱地 dry land	村庄 rural settlements		
规划前 before planning	面积/hm ² area	130.60	6.13	2.04	22.26
	比例/% proportion	81.10	3.81	1.27	13.82
规划后 after planning	面积/hm ² area	147.43	0	3.03	10.57
	比例/%proportion	91.55	0.00	1.88	6.57
增减 increase or decrease	面积/hm ² area	16.83	-6.13	0.99	-11.69
	比例/%proportion	10.45	-3.81	0.61	-7.26

表7 规划数据与研究数据对比表
Tab. 7 Comparison of planning data and research data

项目 item	建设规模/hm ² construction scale	旱地/hm ² dry land	村庄/hm ² rural settlements	农村道路/hm ² rural roads	田坎/hm ² terrace	新增耕地面积/ hm ² newly increased cultivated area	新增有效耕地面积/ hm ² newly increased effective area of cultivated land	新增耕地率/% rate of newly increased cultivated land
动工面积 working area	161.03	130.6	6.13	2.04	22.26	—	—	—
原规划值 original planning value	161.03	147.43	0	3.03	10.2	—	—	—
增减变化 change or decrease	—	16.83	-5.76	0.99	-12.06	16.83	—	10.45
测算值 measured value	161.03	146.03	0	4.49	12.12	—	—	—
增减变化 change or decrease	—	13.31	-5.76	2.45	-10	15.76	13.31	8.27

3 讨论

本研究探索性地提出了新增有效耕地的概念, 认为扣除耕地中小地物面积后增加的净耕地, 即可以有效种植的耕地为新增有效耕地。这与陈正等^[21]的研究结果相似, 他们认为: 新增耕地面积是指按照土地利用现状分类标准, 属于田坎的沟、渠、路在灭失后转为耕地的面积; 原耕地内的窄小的田埂、毛沟等, 按照土地调查标准, 其中的相当部分已属于耕地, 虽然经过整理后增加了有效种植面积, 但不能算作新增耕地。本研究提出的新增有效耕地概念整合了现有耕地相关概念差异性与矛盾性, 弥补了前人对新增耕地及有效耕地概念定义的片面性及相关研究的不足, 使得新增有效耕地更加符合土地整治增加有效耕地的要求。

依据二调数据库建库标准^[22], 图斑净面积的计算规则如下: 图斑净面积=图斑面积-线状地物面积-田坎面积, 此标准对耕地中的小地物(零星地物)没有做特别要求, 同时对项目区图斑属性表中 LXDL(零星地物)这一字段的属性值核查时得到空值, 同样判断在计算时并没有考虑小地物面积。而本研究在计算新增有效耕地面积时首先建立抽象系统的发展变化动态模型(Grey Dynamic Model, GM 模型)来推算研究区耕地中小地物所占比例, 在现有净耕地系数基础上扣除小地物系数求取整治后新增加的有效耕地面积。此外由于此模型进行预测时所需原始数据量小, 预测精度较高, 无须像其他预测法需要数据量大且规律性强的数据, 也无需要凭经验给出系数, 所以适用于土地整治中新增有效耕地面积计算过程中非耕

地面积预测和小地物面积推算。因此, 本研究认为: 采用灰色系统模型扣除小地物后, 计算出的新增有效耕地面积更加准确, 避免了土地整治项目中新增耕地面积“渗水”的现象, 有利于实现土地整治项目增加有效耕地面积的要求, 也是对土地整治项目新增有效耕地面积计算和净耕地系数获取方法论方面的探索, 对规范土地整治前后耕地面积计算, 确保耕地面积测算结果真实可靠具有重大意义。

此外, 本研究通过数理分析方法推算耕地中小地物所占比例系数的同时通过布设遥感影像抽样样方的方法论证推算的可行性, 继承了传统抽样调查的优势, 样方布设具有随机性。研究区坡耕地较多且多深沟, 在很多地方都种植了旱生作物, 因此对作物面积影响不是很大, 但未种植作物的沟坡面反射在影像上有一定的干扰作用^[19]。所以受样本数量、大小及遥感影像分辨率影响, 对测算结果产生一定影响。另外, 本研究在借鉴前人研究的基础上, 虽然对土地整治项目中有效耕地概念和测算进行了研究, 但通过数理分析的方法在图件上无法具体落实耕地图斑位置, 所以将土地整治新增耕地来源与上图相结合的研究仍是今后需要重点研究的方向, 尤其在土地整治项目中因线状地物表达等方式造成的新增耕地面积误差较大, 如何在上图过程中通过田坎等线状地物的减少来增加耕地图斑的面积需进一步深入研究。

4 结论

(1) 该研究提出的新增有效耕地面积概念更

准确，更符合土地整治增加有效耕地的要求。

(2) GM(1,1) 数学测算模型有效的排除了有效耕地面积计算中小地物的干扰，此方法简便省力，适用于土地整治项目中新增有效耕地面积计算实践。其项目区所在区域耕地中小地物面积占耕地面积比例为 1.3%，项目区新增耕地面积为 15.76 hm²，新增有效耕地面积为 13.31 hm²，新增耕地率为 8.27%。

(3) 制定了更加准确的土地整治新增耕地认定标准和新增有效耕地面积计算思路，利于严格守住耕地保护红线，进而保障国家粮食和生态安全。

[参考文献]

- [1] 王军, 钟莉娜. 中国土地整治文献分析与研究进展[J]. 中国土地科学, 2016, 30(4): 88. DOI: [10.11994/zgtdkx.20160519.144000](https://doi.org/10.11994/zgtdkx.20160519.144000).
- [2] 胡业翠, 郑新奇, 徐劲原, 等. 中国土地整治新增耕地面积的区域差异[J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 1. DOI: [10.3969/j.issn.1002-6819.2012.02.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2012.02.001).
- [3] 邝宛琪, 朱道林, 汤怀志. 中国土地整治战略重塑与创新[J]. 农业工程学报, 2016, 32(4): 1. DOI: [10.11975/j.issn.1002-6819.2016.04.001](https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2016.04.001).
- [4] 朱小利. 土地开发整理项目建成区新增耕地面积测算方法研究[D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [5] 何如海, 姜海, 张效军. 近年我国新增耕地资源结构变化: 成因与启示[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(6): 129. DOI: [10.3969/j.issn.1003-7578.2005.06.026](https://doi.org/10.3969/j.issn.1003-7578.2005.06.026).
- [6] 吕晓军, 罗林涛. 模糊数学在土地开发整理新增耕地质量评价中的应用[J]. 西安科技大学学报, 2004, 24(1): 65. DOI: [10.3969/j.issn.1672-9315.2004.01.018](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-9315.2004.01.018).
- [7] 管棚, 金晓斌, 潘倩, 等. 基于县域尺度的中国土地整治新增耕地空间差异分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(20): 226. DOI: [10.3969/j.issn.1002-6819.2013.20.030](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2013.20.030).
- [8] 周建, 张凤荣, 王秀丽, 等. 中国土地整治新增耕地时空变化及其分析[J]. 农业工程学报, 2014, 30(19): 282. DOI: [10.3969/j.issn.1002-6819.2014.19.034](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2014.19.034).
- [9] 魏凤娟, 李江风, 刘艳中. 湖北县域土地整治新增耕地的时空特征及其影响因素分析[J]. 农业工程学报, 2014, 30(14): 267. DOI: [10.3969/j.issn.1002-6819.2014.14.034](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2014.14.034).
- [10] 杜国明, 张继心, 于凤荣, 等. 黑龙江省土地整治项目及新增耕地时空格局分析[J]. 农业现代化研究, 2016, 37(4): 794. DOI: [10.13872/j.1000-0275.2016.0066](https://doi.org/10.13872/j.1000-0275.2016.0066).
- [11] 张仕超, 魏朝富, 李萍. 区域土地开发整理新增耕地潜力及其贡献分析[J]. 农业工程学报, 2010(s2): 312. DOI: [10.3969/j.issn.1002-6819.2010.z2.060](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2010.z2.060).
- [12] 杨尽, 孙传敏, 刘莉, 等. 川西地区土地整理新增耕地潜力的分析[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(7): 2911. DOI: [10.3969/j.issn.0517-6611.2008.07.127](https://doi.org/10.3969/j.issn.0517-6611.2008.07.127).
- [13] 张建春. 基于无人机航测技术的土地整治新增耕地勘测研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2016.
- [14] 李建华, 张建生, 李成学, 等. 西南山丘区土地整治中典型梯田样区的田坎响应研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2015, 30(6): 924. DOI: [10.16211/j.issn.1004-390X\(n\).2015.06.015](https://doi.org/10.16211/j.issn.1004-390X(n).2015.06.015).
- [15] 彭建清. 平原地区农用地整理新增耕地潜力分析—以湖北省仙桃市为例[J]. 上海国土资源, 2013, 34(4): 77. DOI: [10.3969/j.issn.2095-1329.2013.04.017](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-1329.2013.04.017).
- [16] 孙丽, 吴全, 张松岭, 等. 小地物比例提取在河北耕地遥感调查中的应用研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(2): 79. DOI: [10.3321/j.issn:1002-6819.2006.02.018](https://doi.org/10.3321/j.issn:1002-6819.2006.02.018).
- [17] 朱晓华, 杨秀春, 蔡运龙. 基于灰色系统理论的旅游客源预测模型—以中国入境旅游客源为例[J]. 经济地理, 2005, 25(2): 232. DOI: [10.3969/j.issn.1000-8462.2005.02.022](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-8462.2005.02.022).
- [18] 范胜龙, 杨玉珍, 陈训争, 等. 基于 PSR 和无偏 GM (1,1) 模型的福建省耕地生态安全评价与预测[J]. 中国土地科学, 2016, 30(9): 19. DOI: [10.11994/zgtdkx.20161027.110139](https://doi.org/10.11994/zgtdkx.20161027.110139).
- [19] 吴全, 杨邦杰, 裴志远, 等. 大尺度作物面积遥感监测中小地物的影响与双重抽样[J]. 农业工程学报, 2004, 20(3): 130. DOI: [10.3321/j.issn:1002-6819.2004.03.031](https://doi.org/10.3321/j.issn:1002-6819.2004.03.031).
- [20] 易湘生, 马尚杰, 游炯, 等. 遥感调查中耕地解译面积精准核算[J]. 农业工程学报, 2016, 32(s1): 169. DOI: [10.11975/j.issn.1002-6819.2016.z1.024](https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2016.z1.024).
- [21] 陈正, 周同, 桑玲玲. 整治田坎新增耕地的潜力分析[J]. 中国土地, 2017(5): 49.
- [22] 中国土地勘测规划院, TD/T1016—2007. 土地利用数据库标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.

责任编辑: 何承刚