

# 土地整理中田块设计和“3S”技术应用研究

鲍海君<sup>1</sup>, 吴次芳<sup>1</sup>, 叶艳妹<sup>1</sup>, 童菊儿<sup>1</sup>, 汪 峰<sup>2</sup>

(1 浙江大学东南土地管理学院; 2 国土资源部土地整理中心)

**摘 要:** 以平阳县土地整理桃源项目区为例, 运用整数规划原理建立了田块优化设计的数学模型, 定量分析了田块的规模; 并设计了基于“3S”技术的土地整理中应用方法。

**关键词:** 土地整理; 田块设计; “3S”技术

**中图分类号:** F311

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2002)01-0169-04

土地整理是一项系统的工程, 需要多技术支持<sup>[1,2]</sup>。目前, 我国对土地整理中的行政、经济和法律等方面已有一定研究, 但对土地整理中的定量分析和高新技术的应用研究还十分薄弱<sup>[3,4]</sup>。本文以国土资源部土地整理试点项目——平阳县桃源项目区为例, 并结合其它项目区的情况, 对土地整理中的田块优化设计和“3S”技术的应用作一初步研究, 以期对建立和完善土地整理的技术体系起到一点积极的作用。

## 1 耕作田块优化设计

### 1.1 耕作田块优化设计的方法

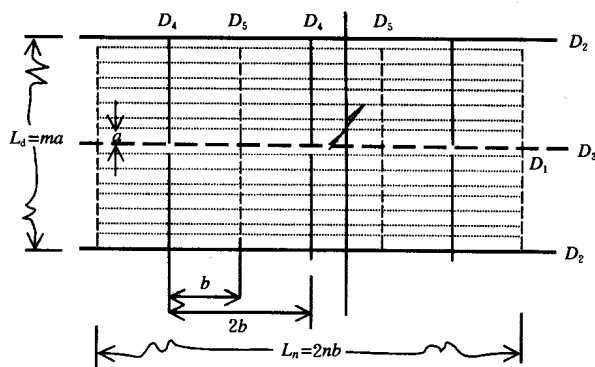
耕作田块是田间作业的基本单元。田块设计包括田块方向、形状和规模的设计。

田块方向是指田块长边的方向, 一般是播种和耕作的方向, 也是末级固定渠道、田间道路和主林带的布置方向。因此田块方向选择的正确与否, 将长期影响光照、机耕作业、灌排条件、防风效果和水土保持等。田块方向应为作物生长发育创造良好的光照条件, 将田块布置成南北方向能保证作物从早到晚吸收尽可能多的光能, 既可充分利用上下午的东西侧阳光, 又可避免中午光照太强、温度太高而造成的作物“午休”现象。实践表明南北向田块比东西向种植作物能增产 5%~12%。但田块方向的确定还要综合考虑区域地形以及其它资源的特点。如在水土流失地区, 田块方向应沿等高线配置; 在自流灌溉地区, 田块方向应利用坡度便于灌水; 在地面坡度较大地方, 为避免冲刷, 应横坡配置田块, 并兼顾自流灌溉; 在盐碱治理地区, 应使耕作田块方向垂直于地下

水流向。

田块形状应设计成整齐的矩形, 避免出现三角形、多边形等不规则的形状, 影响机械作业、降低工作效率。田块形状除了考虑方便机械作业外, 还必须考虑地形的影响, 因地制宜地设计。

根据经验, 耕作田块规模在平原地区一般为 0.2~0.34 hm<sup>2</sup>, 在山区一般为 0.067~0.2 hm<sup>2</sup>。本文应用整数规划, 建立数学模型来确定设计单元典型田块的最优长边和短边, 使得沟渠占地面积最小。优化设计单元的典型田块如图 1 所示。



$D_1$ —田埂宽度  $D_2$ —斗渠宽度  $D_3$ —斗沟宽度  $D_4$ —农渠宽度  
 $D_5$ —农沟宽度  $L_d$ —两斗渠间距离  $L_n$ —斗渠长度  $m$ —田块宽  
向格田数量  $n$ —农渠条数  $a$ —格田宽度  $b$ —格田长度

图 1 典型田块图

Fig 1 The chart of typical fam land

要使得沟渠占地面积最小, 根据设计单元典型田块图, 建立田块优化设计的目标函数  $S_r$  (沟渠占地面积)

$$S_r = [2n(m-1)D_1 + 2nD_3 + 4nD_2]b + [m n D_4 + m(n+1)D_5]a \quad (1)$$

约束条件为

$$F = ab$$

$$L_n = 2nb$$

$$L_d = ma$$

收稿日期: 2001-10-18 修订日期: 2001-12-01

作者简介: 鲍海君(1977-), 男, 浙江台州人, 现为浙江大学东南土地管理学院博士研究生。杭州市凯旋路 268 号浙江大学东南土地管理学院, 310029 Email: baohaijun@sina.com.cn 或 baohaijun@sohu.com

将约束条件代入(2) 式得

$$S r = (D_1 L_n L_d / F) b + L_n L_d (D_4 + D_5) / 2b + [(D_3 + 2D_2 - D_1) L_n + D_5 L_d] \quad (2)$$

要使目标函数  $S r$  (沟渠占地面积) 最小, 只需

$$(D_1 L_n L_d / F) b = L_n L_d (D_4 + D_5) / 2b \quad (3)$$

由(3) 式可得

$$b_{\text{优}} = \sqrt{\frac{(D_4 + D_5) F}{2D_1}}$$

故最优解  $a, b, m, n$  如下

$$a_{\text{优}} = \sqrt{\frac{2FD_1}{D_4 + D_5}} \quad b_{\text{优}} = \sqrt{\frac{(D_4 + D_5) F}{2D_1}}$$

$$n_{\text{优}} = L_n / 2b \quad m_{\text{优}} = L_d / a$$

由整数规划原理,  $n_{\text{优}1}$  取邻近两整数  $n_{\text{优}1}$  和  $n_{\text{优}1} + 1$ , 得如下解

$$n_{\text{优}1} \quad n_{\text{优}2} = n_{\text{优}1} + 1$$

$$b_{\text{优}1} = L_n / 2n_{\text{优}1} \quad b_{\text{优}2} = L_n / 2n_{\text{优}2}$$

$$a_{\text{优}1} = F / b_{\text{优}1} \quad a_{\text{优}2} = F / b_{\text{优}2}$$

$$m_{\text{优}1} = L_d / a_{\text{优}1} \quad m_{\text{优}2} = L_d / a_{\text{优}2}$$

将上述两组解代入目标函数, 比较大小, 目标函数小者即为最优解。

1 2 桃源项目区耕作田块优化设计

在进行田块规模最优化设计时, 约束条件根据耕作田块的机耕、灌排、防风等要求, 在数量上根据《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288—99) 作如下限定: 斗渠长度宜为 1 000~ 3 000 m, 间距宜为 400~ 800 m, 末级渠道(农渠) 长度宜为 400~ 800 m, 间距宜为 100~ 200 m。格田长度宜取 60~ 100 m, 宽度宜取 20~ 40 m, 山区、丘陵水稻区可根据地形、土地平整及耕作条件等适当调整。水稻区格田面积平原一般为 0.20~ 0.34 hm<sup>2</sup>。结合桃源实际, 确定桃源项目区典型田块优化设计的约束条件为: 斗渠长  $L_n = 1\,000\text{ m}$ , 斗渠间距  $L_d = 840\text{ m}$ , 田块面积  $F = 3\,200\text{ m}^2$ , 田埂宽  $D_1 = 0.4\text{ m}$ , 斗渠宽  $D_2 = 1.2\text{ m}$ , 斗沟宽  $D_3 = 0.7\text{ m}$ , 农渠宽  $D_4 = 1.1\text{ m}$ , 农沟宽  $D_5 = 0.6\text{ m}$ 。

根据耕作田块规模优化设计原理和约束条件计算桃源项目区田块的最优尺寸, 得到:

田块宽:  $a_{\text{优}} = 38.81\text{ m}$  田块长:  $b_{\text{优}} = 82.46\text{ m}$

格田数:  $m_{\text{优}} = 21.65$  农渠条数:  $n_{\text{优}} = 6.06$

由整数规划得到下列两组解:

$$n_{\text{优}1} = 6 \quad n_{\text{优}2} = 7$$

$$b_{\text{优}1} = 83.33 \quad b_{\text{优}2} = 71.43$$

$$a_{\text{优}1} = 38.40 \quad a_{\text{优}2} = 44.80$$

$$m_{\text{优}1} = 21.88 \quad m_{\text{优}2} = 18.75$$

对上述两组解分别计算目标函数值得:

$$S r_1 = 20122\text{ m}^2 \quad S r_2 = 37079\text{ m}^2$$

$S r_1 < S r_2$  所以第一组解为最优解, 即:

$$n_{\text{优}1} = 6 \quad b_{\text{优}1} = 84\text{ m (取整)} \quad a_{\text{优}1} = 39\text{ m (取整)} \quad m_{\text{优}1} = 22\text{ (取整)}$$

据此桃源项目区田块长取 90 m, 宽取 40 m, 同时根据地形条件作适当调整。根据耕作田块规划设计要求, 格田采用矩形平面; 田块方向采用南北朝向, 以利作物生长。

2 “3S”技术在土地整理中的应用和设计

2 1 “3S”技术在土地整理中应用的可行性

在土地整理过程中涉及大量空间信息的获取、存储、分析、管理和应用。如整理区范围的确定, 整理潜力分析, 整理区田块高程、水系、水工建筑物、道路、村庄和土地利用类型等要素数据的获取, 规划图的编制, 项目验收、评价等。常规的测量方法达不到应有效果, 甚至破坏生态。因此, 土地整理迫切需要一种全新的技术系统来支撑, 使土地朝着可持续利用方向发展。“3S”技术以其高精度、全天候、多时相、自动化、智能化等特点, 为土地整理提供了一种全新的技术手段。遥感(RS)可用于获取整理区的各种地物要素; 全球定位系统(GPS)可用于土地整理重要地物的空间定位; 地理信息系统(GIS)可对多种来源的土地整理数据进行综合处理、集成管理<sup>[4]</sup>。

2 2 “3S”技术在土地整理应用中的设计

2 2 1 全球定位系统(GPS)用于土地整理中的定位

1) 选点。GPS 测量站应选择在较开阔的地方, 而且要避免多路径效应, 即反射波对直接波的破坏性干涉而引起的站星距离误差的影响。GPS 测站不宜设置在具有强反射的地面、具有电磁波强辐射源的环境。

2) GPS 网形设计和时段安排。土地整理可采用 GPS 静态相对定位方法, 将欲观测的土地整理区控制点连同必要的已知的三角点和水准点构成 GPS 卫星定位网。网形设计一方面要顾及各 GPS 测站的精度均匀, 另一方面要尽可能构造一些区域性的子环路和全局性的网环路, 以利于探测和剔除 GPS 数据粗差, 进行数据质量控制;

3) 外业数据采集。每时段观测中各台仪器应基本保证同步观测, 各时段安排根据总体网形结构要求而定, 但应照顾上下时段的衔接以节省人力和物力;

4) 外业检核。GPS 数据采集后, 采用随机软件进行基线计算。外业检核分为同步环检核和异步环检核。根据土地整理的具体要求, 确定某一容差, 当

环路闭合差大于该容差时, 则环路中某条或多条基线可能存在粗差, 借助其它异步环可对粗差进行定位, 然后对有粗差的基线重新解算。如解算无效, 则该基线需要重测。

2.2.2 遥感(RS)为土地整理获取地物要素的平面位置

航空遥感应用 IKONOS 全色卫片, 其精度完全可以满足土地整理的要求。根据遥感像片, 编制 1:2000 土地整理现状图的工艺流程如图 2 所示。这种方法编制的土地整理现状图是遥感专题地图, 在编辑过程中要综合运用遥感、制图和土地整理技术。

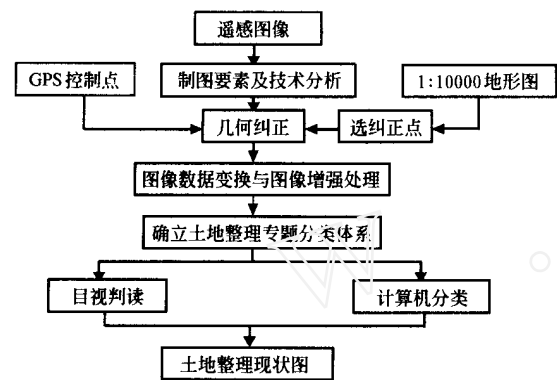


图 2 土地整理现状图制作工艺流程

Fig. 2 The flow chart of making status quo map of land consolidation

2.2.3 地理信息系统(GIS)为土地整理存储、分析和 管理数据

GIS 具有强大的空间信息分析和 管理能力, 土地整理涉及大量空间信息的处理, 因此, GIS 在土地整理中有着极强的作用。根据遥感资料与非遥感资料, 利用 ARC/INFO、MAP INFO 等地理信息系统 (GIS) 软件, 建立土地整理基础信息数据库, 见图 3。在土地整理基础信息数据库的基础上, 可以很方便地实现土地整理规划设计、图件制作和成果输出等。

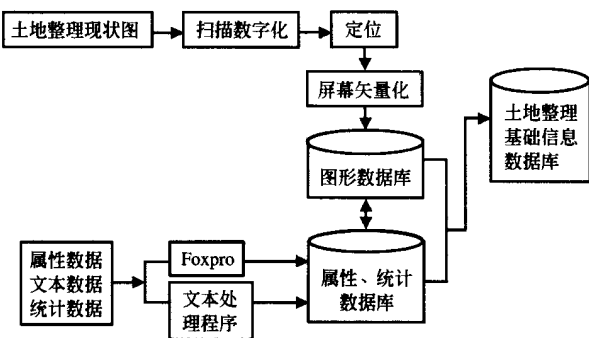


图 3 土地整理基础信息数据库

Fig. 3 The database of land consolidation basic information

2.3 “3S”技术在桃源项目区土地整理中的应用

在桃源项目区的土地整理中, 由于缺乏遥感像片, 在整理过程中首先将 1:10000 的地形图通过计算机处理放大成 1:2000; 然后采用 GPS 静态相对定位方法, 将欲观测的控制点连同必要的已知三角点和水准点构成 GPS 卫星定位网, 并形成弧形环路, 每个控制点的间距控制在 30 m 左右, 测得控制点的三维坐标; 再用全站仪补测细部地物如道路、渠道等, 在地理信息系统软件 Map Info 的支持下, 形成了非常详细的土地整理现状图 (见图 4), 按图 3 的程序建立了土地整理基础信息数据库。在该数据库的基础上, 方便地实现了土地整理的规划设计、图件编制和数据处理, 土地整理规划图见图 5。



图 4 桃源项目区土地整理现状图

Fig. 4 The present situation figure of Taoyuan Project L and Consolidation

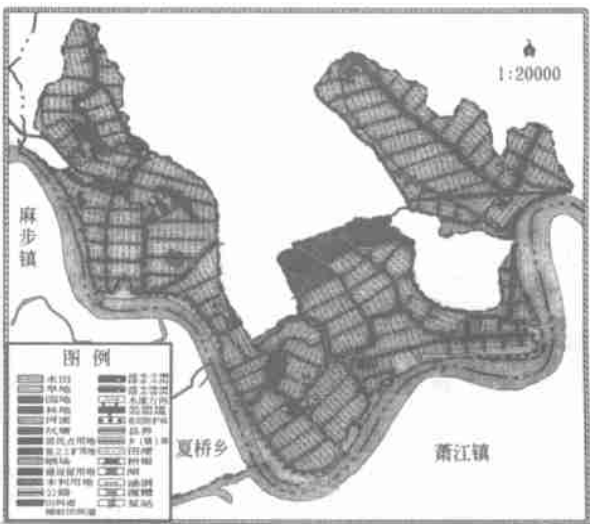


图 5 桃源项目区土地整理规划图

Fig. 5 The plan figure of Taoyuan Project L and Consolidation

### 3 结 论

1) 运用整数规划原理建立的田块优化设计数学模型, 定量地分析了田块设计的规模。该数学模型已在桃源土地整理项目区得到了检验, 运用该模型规划、设计田块和沟渠, 使得沟渠占地面积大大减少, 实现了土地整理的一个目标——增加有效耕地面积, 这对于我国的耕地保护工作具有重大意义。

2) “3S”技术中 GPS、GIS 技术在桃源土地整理项目区得到了运用, 但由于缺少遥感像片等种种原因, RS 技术在该项目区的土地整理中没有得到应用。RS 技术, 无论是航天遥感还是航空遥感, 它所获取地物的平面位置的精度都能够满足土地整理的要求。因此, “3S”技术必将在土地整理中得到广泛的应用。

3) 建立土地整理信息系统是未来土地整理的发展趋势。土地整理是一项系统工程, 要融合多学科知识如农田水利、系统工程、土地管理、建筑、测量等形成知识库, 并在此基础上运用数学、物理和计算机

方法建立模型库和信息系统。土地整理信息系统中应有如下数学模型: 人口预测模型; 土地利用结构优化模型; 动态规划、多目标规划模型; 田块优化模型; 权重测定模型; 土地整理评价模型等。上述有些模型如土地整理评价模型目前还不清楚, 需要进一步研究。

#### [参 考 文 献]

- [1] 吴次芳, 陈美球. 乡村土地整理的若干技术问题探讨[J]. 中国土地科学, 1997(4): 41~ 45
- [2] Erich Wei β (贾生华译). 联邦德国的乡村土地整理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999
- [3] 徐建春. 联邦德国乡村土地整理的特点及启示[J]. 中国农村经济, 2001(6): 75~ 80
- [4] 鲍海君, 吴次芳, 叶艳妹. “3S”技术支持下的土地整理初探[J]. 经济地理, 2001(增刊): 21~ 25
- [5] 李德仁. GPS 用于摄影测量与遥感[M]. 北京: 测绘出版社, 1996
- [6] 孙家柄等. 遥感原理、方法和应用[M]. 北京: 测绘出版社, 1989

Feng Nenglian<sup>1,2</sup>, Wang Deyi<sup>2</sup> (1. *Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China*; 2. *Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China*)

**Abstract:** In order to improve drying quality, reduce manpower intensity and realize automatic drying, a reversible airflow drying system based on single-chip computer control was developed. Utilizing the technological process, "reversible airflow and deep bed drying indirectly", the performance experiments and analyses of the system were carried out. The function and effect of the inverse air current and the inner-outer air current cycle in the drying process were discussed. By using the system and the technological process, the qualities of the dried materials, seeds especially, can be ensured effectively.

**Key words:** reversible airflow; drying; single-chip computer; control; inner air circulation

### **Fuzzy Control System for Grain Dryer ..... (162)**

Li Yede, Li Yegang (*Department of Computer Science, Shandong Institute of Engineering, Zibo 255012, China*)

**Abstract:** The fuzzy control algorithm was applied to the automatic control system for controlling the outlet grain moisture content of grain dryer. The intelligent fuzzy controller was developed on the basis of 89c51 single-chip computer. The method for designing the hardware and software of the control system was also studied. The results for online control of the wheat moisture content in the grain dryer show that the high precision and real time control can be realized using this system.

**Key words:** fuzzy control; single-chip computer; grain dryer

## **· Land Consolidation and Rehabilitation Engineering ·**

### **Research Advances of Gradation and Evaluation of Agricultural Land in China ..... (165)**

Gao Xiangjun<sup>1</sup>, Ma Renhui<sup>2</sup> (1. *Center for Land Consolidation & Rehabilitation, Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China*; 2. *College of Resources and Environment, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, China*)

**Abstract:** The research development of recent agricultural land evaluation in China was reviewed. The two method systems, ideological bases and practical significance raised respectively in newly-formulated National Rules of Classification and Gradation of Agricultural Land and Rules of Soil Fertility Gradation of Cultivated Land were analyzed and compared. The classification and gradation evaluation of agricultural land developed from such low-level researches on natural soil condition investigation for estimating yield, soil nature and basic soil fertility, etc. to management and evaluation of resource value integrated with land and human being. The existing two evaluation methods of agricultural land in China are the gradation system of soil fertility of cultivated land formulated by Ministry of Agriculture and the classification and gradation evaluation system of agricultural land drafted by Ministry of Land and Resources. There exist differences between the two systems in analyses of evaluation indexes, objective levels of achievement application and links of front and back operation. Currently, the classification and gradation evaluation of agricultural land have been implemented across China, whose method system perfection is of great practical significance.

**Key words:** agricultural land; gradation and evaluation; advance

### **Dimension Design of Farmland and Application of GPS-GIS-RS Technology to**

### **Land Consolidation ..... (169)**

Bao Haijun<sup>1</sup>, Wu Cifang<sup>1</sup>, Ye Yanmei<sup>1</sup>, Tong Ju'er<sup>1</sup>, Wang Feng<sup>2</sup> (1. *College of Southeast Land Management, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China*; 2. *Land Consolidation and Rehabilitation Center, Ministry of Land and Resources P. R. China, Beijing 100035, China*)

**Abstract:** The paper established and quantitatively analyzed the model of dimension design of farmland, applying Integral Plan. It also put forward the ways of applying GPS-GIS-RS technology to land consolidation. The model and the ways were based upon the example of Taoyuan Project Land Consolidation in Pingyang County.

**Key words:** land consolidation; dimension design of farmland; GPS-GIS-RS technology