

精确农业自动变量施肥机控制系统设计与实现

张书慧¹, 马成林^{1*}, 杜巧玲¹, 聂昕², 吴才聪¹, 韩云霞¹

(1. 吉林大学生物与农业工程学院, 长春 130025; 2. 长春供电公司, 长春 130025)

摘要: 设计制造了一个以 AT89C52 单片机为中心的自动变量施肥控制系统。该系统接收 GPS 位置信号, 以此判断施肥机所在的操作单元, 通过监测施肥机的前进速度和读取存储在 IC 卡上的施肥量来控制施肥机上的排肥轴的转速, 实现实时自动变量施肥。试验结果证明: 该系统可将 GPS、GIS、传感器信息和决策数据等信息综合处理, 在施肥机前进速度为 4.5~5.5 km/h, 施肥量在 200 kg/hm² 以上时, 能够使步进电机工作转速在 33~91 r/min 范围内, 施肥机排肥平均误差为 4.22%。

关键词: 精确农业; 变量施肥; GPS; GIS; IC 卡; 单片机; 角度/数字编码器; 控制系统

中图分类号: TP7; S147.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)01-0113-04

0 引言

按处方施肥的自动变量施肥机实现自动控制精确施肥分两步完成^[1]。即首先用 GPS 接收机沿耕作地块的边界行走, 得到耕作地块边界点的位置(边缘轮廓轨迹)数据。将该记录数据输入计算机, 得到耕地边界的电子地图。经处理后导入地理信息系统 GIS(在此使用的是 Mapinfo Professional 6.0)中, 对耕作地块进行操作单元划分和网格编码与命名。建立该耕作地块的土壤养分信息数据库, 与施肥专家系统结合, 进行施肥决策。由于不便将计算机直接用于田间施肥作业, 因此目前选用小巧、便捷存储介质 IC 卡存储由 GIS 和专家决策支持系统做出的决策数据。第二步, 将存有耕作地块编码和施肥决策数据的 IC 卡插入该控制系统中, 当施肥机在田间进行施肥作业时, 由施肥机上的 GPS 接收机接收来自卫星的定位信息。这个位置信息经 RS-232 串口输入到控制器中。根据 GPS 的位置信号, 判断施肥机所在的操作单元, 由此调用施肥决策信息去触发和控制施肥机的排肥轴转速, 以达到根据位置及其相应土壤条件进行自动变量施肥的目的。本文介绍实现田间自动变量施肥的控制系统原理与实现过程。

1 控制系统组成与工作原理

控制施肥的因素除了所在操作单元的施肥量外, 还有当前机具行进速度。各个操作单元的施肥量由专家决策系统给出。机具行进速度由监测施肥机地轮运转的转速传感器获得。单片机 89C52 作为系统中央处理芯片, 接收 GPS 定位信号, 根据 GPS 定位信息通过对操作单元的识别获取存储于 IC 卡内的专家施肥决策数据。同时, 读取地轮转速传感器反馈的施肥机行进速度。将目

前机具速度与获取的决策数据综合运算, 得出控制排肥轴转速的控制脉冲。系统主体框架如图 1 所示。

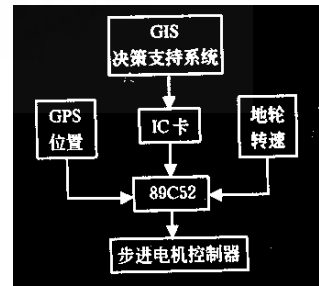


图 1 系统主体框架

Fig. 1 The control system block

由图 1 知系统的输入信息有 3 部分: GPS 位置信息、专家决策信息和施肥机前进速度。

1.1 DGPS 定位信息

本系统选用 Trimble 公司的 AgGPS132 接收机, 它是用于农业的 DGPS 系统。最多可同时锁定 12 颗卫星。观测值为 C/A 码伪距, 定位精度在 1 m 以内。Trimble 公司的 AgGPS132 接收机的数据格式为 NMEA-0183。NMEA-0183 数据以语句方式传送, 每一句均以“\$”符号作为开始标志, 其后为对话者标志(Talker ID), 本语句标志(sentence ID), 接着是一连串由逗号分割的数据。由于本系统只需要接受 GPS 的定位信息, 因此读取 NMEA-0183 中的 GPGGA 语句(即 GPS 定位数据格式)。语句结构如下: \$GPGGA, 080931.00, 4350.983182, N, 12519.855573, E, 1, 03, 2.9, 244.31, M, 12.16, M, , *6E。在这一条 GGA 语句中有 15 个字段。其中: 080931.00 是 UTC 时间; 4350.983182, N, 表示是北纬 43 度 50.983182 分; 12519.855573, E, 表示东经 125 度 19.855573 分; 1 表示 GPS 工作方式是在单点工作方式; 03 表示当前跟踪的卫星数量; 2.9 是 HDOP 值(平面位置精度因子); 244.31, M, 表示海拔, 单位为 m; 12.16, M, 表示高于 WGS84 椭球体大地水准面高度; 由于使用单点 GPS 工作, 所以第 13 字段为空; *6E 代表基站 ID 号。这里设定 RS232 串口数据通讯协议为: 接收波特率为

收稿日期: 2003-05-22 修订日期: 2003-11-13

基金项目: 吉林省科委项目(编号: 吉科合字第 20000201-3-1 号)

作者简介: 张书慧, 副教授, 长春市 吉林大学地面机械仿生技术教育部重点实验室, 130025

通讯作者: 马成林, 教授, 博士生导师, 长春市 吉林大学地面机械仿生技术教育部重点实验室, 130025

9600bit/s,数据为 8bit,无奇偶校验位,1 位开始位,1 位停止位。

在 GPS 接收机工作时,因为单片机 89C52 能够接受处理的是 TTL 电平信号,需要将 RS232 电平与 TTL 电平转换,利用 MAX232S 芯片实现单片机与 GPS 接受机的通讯电平转换。通过读取其中的 GGA 语句中的第 3、5 字段,得到当前施肥机位置信息。

1.2 存储在 IC 卡存储施肥数据

由于地理信息系统 GIS 与专家决策支持系统存储的数据量大,对运行环境要求高。目前还不能离开计算机走出实验室。这就给实施精确农业变量施肥的田间作业带来了不便。而 IC 卡是一种既具备智能型又便于携带的卡片,是现代信息处理、传递的一种新手段。选用 IC 卡作为存储介,可以解决控制系统的田间作业脱离计算机运行。将预先经专家系统处理好的数据存入 IC 卡,并将 IC 卡作为接口设备与单片机相连,就完成 GIS 专家系统与单片机连接。

变量施肥决策支持系统把该耕作地块的施肥决策数据以两段数据的形式存储在 IC 卡上,供单片机读取:耕作地块参数和施肥量数据。耕作地块参数是对耕作地块及其网格的说明,如划分网格的基点坐标,网格的水平倾角等。由于使用的是非加密 IC 卡,所以工作中只区分 IC 卡是否有效。存储在 IC 卡上的数据格式如表 1。

其中,耕作地块参数 x_0, y_0 是工作地块的基点位置坐标; p, q, s, t 是与地块相关的计算参数。对一个确定的地块,这 6 个参数是常数。对 AT24C16 型 IC 卡,其存储容量 16 kbits,可以存储 1010 组数据。如果以 $20 \text{ m} \times 40 \text{ m}$ 为一个操作单元,那么可以用于 80 hm^2 面积的地块。

表 1 IC 卡数据格式

Table 1 The data format in IC card

字节	用途
1	标识符(设置为 0FFH)
2~25	耕作地块参数 (x_0, y_0, p, q, s, t)
26~29	操作单元名称(A1)
30~35	施肥量(412)
36~39	操作单元名称(A2)
40~45	施肥量(337)
...

1.3 施肥机前进速度的获取

机具前进速度由速度传感器获得(如图 2)。通过一个“角度—数字编码器(Rotary Encoder)”把机具前进信号转化成脉冲信号,输入给单片机控制施肥机的排肥量。本研究选用 OMRON 公司的 E6A2-CW3C 型角度—数字编码器,采用直流 5~12 V 电压,脉冲发生率为 200 脉冲/转。角度—数字编码器的输出线接到 89c52 计数器的输入引脚。CPU 每一秒钟读入一次计数器的值,算出当前机具的行进速度。

2 控制曲线

2.1 施肥机每公顷施肥量

施肥机每公顷施肥量为

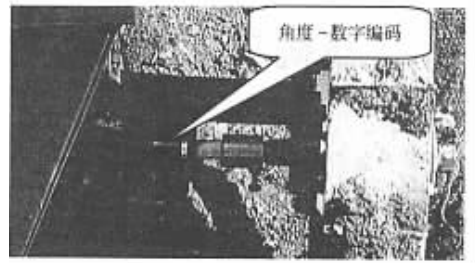


图 2 速度传感器及其安装位置

Fig. 2 Velocity sensor and its fixed place

$$\frac{Q}{10000} = \frac{0.001q}{1000/60 \cdot v \cdot B \cdot N}$$

$$\text{即: } Q = \frac{0.6q}{v \cdot B \cdot N} \quad (1)$$

式中 Q ——每公顷施肥量, kg/hm^2 ; q ——单个排肥器的排肥量, g/min ; v ——机具前进速度, km/h ; B ——施肥机行距, m ; N ——排肥器个数。

2.2 排肥量与排肥轴转速的关系

排肥机构是利用步进电机通过传动机构驱动排肥器。假设不考虑排肥轴转速高时排肥量的非线性增加,于是,施肥量与机具前进速度成线性关系。那么单个排肥器的排肥量与排肥轴转速存在如下关系

$$q = k \cdot n + b \quad (2)$$

式中 q ——单个排肥器的排肥量, g/min ; n ——排肥轴转速, r/min ; k ——标定拟合直线的斜率; b ——标定拟合直线的截距。

对于不同类型和几何尺寸的排肥器,排肥轴转速与排肥量之间都有不同的对应关系。因此,在控制变量施肥的研究中,必须对选定施肥器进行标定试验。标定使用复合肥(18%、15%、15%),经曲线拟合得出对复合肥的排肥轴转速与排肥量关系的计算公式

$$q = 28.9n - 23.9 \quad (90 > n > 20) \quad (3)$$

2.3 排肥轴转速与每公顷施肥量、机具前进速度函数关系的确立

把(2)代入(1),得

$$Q = \frac{0.6(k \cdot n + b)}{v \cdot B \cdot N} \quad (4)$$

得到排肥轴转速与每公顷施肥量、机具前进速度函数关系为

$$n = \frac{1.667Q \cdot v \cdot B \cdot N - b}{k} \quad (5)$$

其中,本研究所用机具参数: $B = 0.64, N = 2$ 。 k, b 是使用复合肥进行标定所得到的拟合曲线的直线的斜率和截距; $k = 28.9, b = -23.9$ 。

代入(5)得复合肥的排肥轴转速与每公顷施肥量、机具前进速度函数关系

$$n = \frac{2.133Qv + 23.9}{28.9}$$

3 操作单元识别与系统输出

3.1 操作单元识别^[2]

以某一已知点为基点根据田块参数(如网格宽度和

高度、底边倾斜角度等),判断当前施肥机所在网格。

当前点的网格编号为

$$M = \text{Lint}[(y - y_0)p + (x - x_0)q] + 1 \quad (6)$$

$$N = \text{Lint}[(y - y_0)s - (x - x_0)t] + 1 \quad (7)$$

式中 $p = \frac{\sin\beta - \cos\beta \cdot \tan\alpha}{mA \cdot R_{lat}}$,

$$q = \frac{\cos\beta + \sin\beta \cdot \tan\alpha}{mA \cdot R_{lon}}$$

$$s = \frac{\cos\beta}{mB \cdot R_{lat}}, t = \frac{\sin\beta}{mB \cdot R_{lon}}$$

(x_0, y_0) 基点坐标, mA, mB 是网格宽度和高度, α 为地块边界与纬度方向夹角, β 为地块边界与经度方向夹角, R_{lon} 与 R_{lat} 是 1 m 对应的经纬度值, $\text{Lint}(x)$ 函数为向左取整函数。为了保证网格识别达到亚米级精度,要求耕作地块位置参数(单位:分)小数点后有 5 位有效数字参与运算。由于大部分耕作地块的位置变化在经纬度方向上多不会有超过 1° 的变化,“德惠实验地块”如图 3 所示,其经度范围在 $125^\circ \sim 126^\circ$ 之间,这时为简化单片机的运算,“度”的整数部分可以不参与运算,耕作地块纬度情况与此相同。

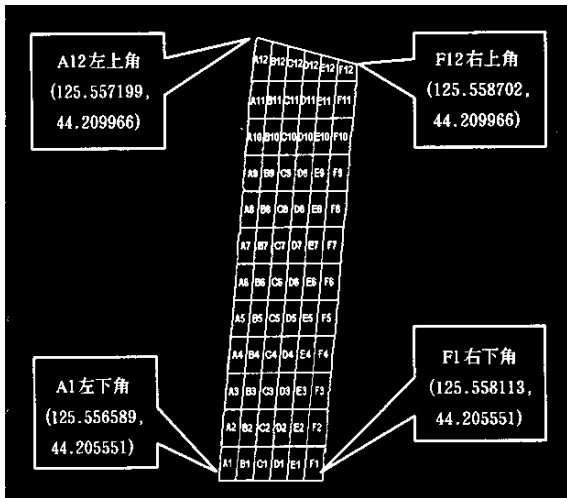


图 3 实验耕作地块操作单元图

Fig. 3 The grid cells of experiment field

3.2 系统输出及控制流程

控制系统以步进电机为执行原件,由步进电机带动排肥轴转动。由于步进电机驱动电源具有脉冲分配和功率放大功能,因此,单片机系统输出的是单路脉冲信号。控制脉冲生成方法如下。

步进电机采用 4 相 8 拍工作方式,步距角为 0.75° ,则驱动步进电机转动一周所需的脉冲数 p ,

$$p = \frac{360}{0.75} = 480$$

89C52 的 T_0 以方式 1 定时,最大计数数值为 $2^{16} = 65536$ 。单片机的晶振频率是 12 MHz,一个机器周期 1 μs ,设定控制脉冲高电平的持续时间 0.5 ms。设: n ——排肥器转速, r/min; X —— T_0 计数初值(控制脉冲),则有

$$(65536 - X) = \left(\frac{1}{n} \times 60 \times 1000 - 0.5\right) \times 1000 \quad (8)$$

依式(8)计算 $X, T_0 = \text{hex}(X)$,即为 T_0 的计数初值, hex 是由 10 进制转换成 16 进制函数。

为避免当步进电机启动时,输入的排肥量信号过大,使步进电机超载不能正常工作,在程序开始加上斜坡信号,使步进电机的转速分步增加。这样有利于克服各种原因引起的启动不利,即使在输入施肥量大的情况下,也能保证步进电机的正常工作。施肥机工作程序由汇编语言编写,其工作过程流程如图 4 所示。

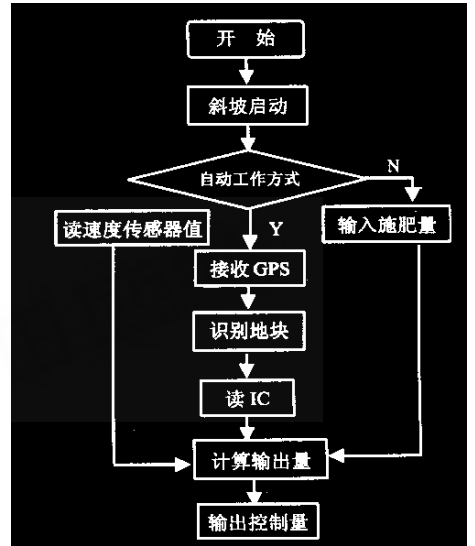


图 4 系统工作流程图

Fig. 4 The flow chart of control system

4 控制精度研究

排肥精度实验选择在吉林大学生物与农业工程学院的农业工程实验室进行(图 5)。

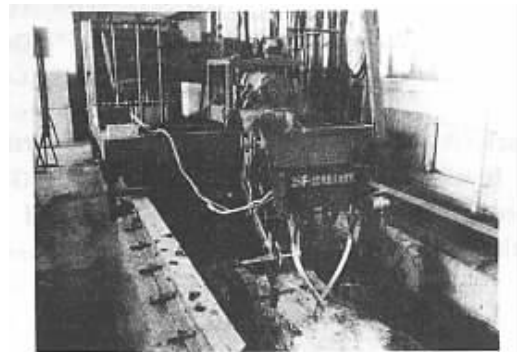


图 5 精度研究试验场地

Fig. 5 The scene of accuracy experiment

利用土槽车带动施肥机模拟田间工作过程,试验测区长度 10 m。土槽车运动速度由可控硅的电枢电压控制。

对农村常用的复合肥进行了不同施肥量下施肥机行进速度对排肥轴转速影响和施肥精度的试验研究,研究了施肥机施用复合肥的输出误差分布。

在左、右排肥器轴向工作长度分别为 23、25 mm 状

态下,对排肥器排出复合肥肥料共进行 6 个测试项目,分别是在给定施肥量 150、200、250、300、350、400、450 和 500 kg/hm² 输入条件下,测量不同行进速度下施肥机排肥轴转速控制工作情况,得出施肥机施用复合肥工

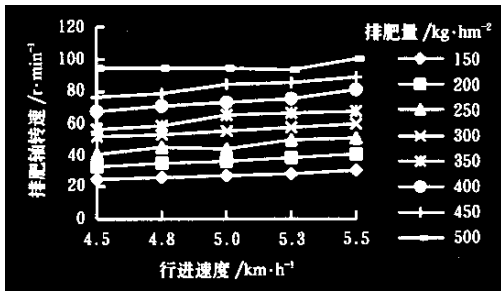


图 6 行进速度对排肥轴转速的影响

Fig. 6 Influence of velocity on rotation speed

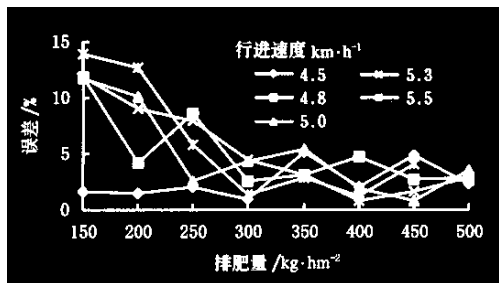


图 7 不同行进速度施肥机排肥误差分布

Fig. 7 Error distribution of application fertilizer in different velocity

作性能曲线(图 6)。测得的施肥机行进速度与实际排肥量平均误差之间的数据分布。在给定的工作速度下,施肥器排肥输出误差见图 7。

从图 6 和图 7 可以看出:在施肥机前进速度为 4.5~5.5 km/h,施肥量要求在 200 kg/hm² 以上时,能够使电机工作在 30~91 r/min 速度下,施肥机排肥平均误差为 4.22%;同样机器前进速度下,如果施肥量减少,那么排肥输出精度会下降,如在 150~500 kg/hm² 施肥范围要求下,施肥精度降低到 5.07%;在 100~500 kg/hm² 施肥范围要求下,施肥精度降低到 5.97%。这是由于电机工作转速低,其线性较差的原故。

5 结 论

试验表明,变量施肥机能准确地识别所在地块网格名称和提取施肥量。网格识别算法程序固化在单片机上,当变量施肥机为其它地块施肥时,只需要更新地块的“耕作地块参数”和“施肥量”数据表,既对应不同地块用不同的 IC 卡,而不必修改单片机上的控制程序,实现控制程序通用化。

[参 考 文 献]

- [1] 张书慧,等. 一种精确农业自动变量施肥技术及其实施[J]. 农业工程学报,2003,19(1):129-131.
- [2] 吴才聪,等. 精确农业网格划分及其应用[J]. 农业工程学报,2003,19(1):137-140.
- [3] 金国雄,等. GPS 卫星定位的应用与数据处理[M]. 上海:同济大学出版社,1994,9.
- [4] (美)[S. B 戈恩里]Scott. B. Gothery(美)[T. M. 朱尔根森]. Timothy M. Jurgensen 著 邵建平等著. 见:智能卡开发者指南[M]. 北京:电子工业出版社,2000.
- [5] 李 华,孙晓民. MCS-51 系列单片机实用接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1993,8.

Design of control system of variable rate fertilizer applicator in precision agriculture

Zhang Shuhui¹, Ma Chenglin^{1*}, Du Qiaoling¹, Nie Xin², Wu Caicong¹, Han Yunxia¹

(1. Bio-Agriculture Engineering College, Jilin University, Changchun 130025, China;

2. Electrical Company of Changchun, Changchun 130025, China)

Abstract: A control system for variable rate fertilizer machinery with a single chip 'AT89C52' was designed and built. It received the positioning signal from GPS and identifies the operation cell where fertilizer machinery located in. By reading the signal of sensor of fertilizer machinery and the application rate of fertilizer of the operation cell stored in IC card, the system controled the rotate velocity of fertilizer feed. Then the fertilizer mechanism could work automatically in real time. The experiment showed that the control system could synthetically process the signals of GPS, GIS, the sensor and the decision data. When the application rate of fertilizer was more than 200 kg/hm² and the fertilizer machinery velocity was between 4.5 km/h and 5.5 km/h, the control system could make the fertilizer feed run at 33~91 r/min. The average error of the application rate of fertilizer was less than 4.22%.

Key words: precision agriculture; variable rate fertilizer; GPS; GIS; IC card; rotary encoder; control system

精确农业自动变量施肥机控制系统设计与实现

作者: 张书慧, 马成林, 杜巧玲, 聂昕, 吴才聪, 韩云霞
作者单位: 张书慧, 马成林, 杜巧玲, 吴才聪, 韩云霞 (吉林大学生物与农业工程学院, 长春, 130025), 聂昕 (长春供电公司, 长春, 130025)
刊名: 农业工程学报 ISTIC EI PKU
英文刊名: TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING
年, 卷(期): 2004, 20(1)
引用次数: 9次

参考文献(5条)

1. 张书慧, 马成林, 吴才聪, 杜巧玲, 韩云霞, 赵兴明. 一种精确农业自动变量施肥技术及其实施[期刊论文]-农业工程学报 2003(1)
2. 吴才聪, 马成林, 张书慧, 杨印生, 孙裕晶, 韩云霞. 精确农业倾斜网格划分及其应用[期刊论文]-农业工程学报 2003(1)
3. 金国雄. GPS卫星定位的应用与数据处理 1994
4. S B戈恩里, Timothy M. Jurgensen, 邵建平. 智能卡开发者指南 2000
5. 李华, 孙晓民. MCS-51系列单片机实用接口技术 1993

相似文献(10条)

1. 学位论文 吴才聪. 精确农业变量施肥决策研究与技术经济分析 2003

该文以精确农业变量施肥技术试验与示范为基础, 理论分析与实证分析相结合, 以精确农业变量施肥决策与技术经济分析为研究内容, 探索有中国特色的精确农业发展之路, 指出了精确农业兴起的主要背景; 提出了精确农业是可持续农业的有效发展模式; 概括了变量施肥作业流程; 综述了国内外精确农业和变量施肥研究现状与存在的主要问题; 进行了静态和动态全球定位系统精度验证; 研究了精确农业农田网格划分与识别算法, 开发了农田网格划分与采样导航软件; 研究了土壤养分分布变异与分布; 研究了碱解氮、速效磷和速效钾的合理采样间距, 并提出了综合采样测土原则; 论述了确定和调整施肥网格的必要性、可行性及实现方法; 介绍并应用传统施肥决策方法确定了该文变量施肥方案; 建立了基于数据包络分析和人工神经网络技术并可实现利润最大化目标的变量施肥决策模型, 对模型进行了修正、约束和实例计算; 开发了精确农业变量施肥系统决策软件VFPMDS, 实现了传统与变量施肥决策方法相结合的施肥综合决策; 对变量施肥试验进行了技术经济分析, 并讨论了玉米价格波动对分析结果的影响; 研究了使用变量施肥技术的合理农田规模; 探讨了中国精确农业技术产业化问题。

2. 学位论文 陆海燕. 精确农业蔬菜变量施肥决策系统研究 2005

伴随着全球农业信息化的进程, 一个全新的概念——精确农业已经形成并在世界范围内得到迅速发展。本课题所研究的变量施肥决策是精确农业中的主要组成部分, 主要研究内容和结果如下: (1) 在测定试验地土壤速效氮、速效磷、速效钾养分的基础上, 利用经典统计学方法, 对土壤养分的信息进行了处理, 得出了以下结论: 速效氮、速效磷、速效钾的变异系数分别为0.47, 0.31, 0.18, 土壤养分分布存在明显的变异, 变量施肥具有一定的客观必要性。(2) 以常见的叶菜类蔬菜——小白菜为研究对象, 以产量为指标, 通过田间试验, 建立了其与肥料中氮、磷、钾等因素之间的量化数学模型。对获得的肥料效应函数的解析结果表明, 各肥料因子与产量之间存在着二次函数关系。该函数可为施肥决策提供依据。(3) 建立了基于神经网络技术并可实现最大经济效益的变量施肥决策模型。“4-4-10-3”网络结构的BP网络变量施肥决策模型以土壤养分(速效氮、速效磷和速效钾)含量和目标产量为输入, 以氮、磷、钾施肥量为输出。该变量施肥决策方法较好地反映了土壤养分、施肥量与产量之间的非线性关系。根据土壤养分分布图结合变量施肥决策模型, 生成施肥处方图, 为变量施肥的实施提供了依据。(4) 利用VisualBasic6.0开发了精确农业变量施肥决策系统软件。通过输入网格点便可了解养分信息, 输入目标产量, 可以得到施肥量, 实现了变量施肥决策。

3. 学位论文 张勇智. 精确农业变量施肥精度研究 2004

精确农业是信息技术与农业生产全面结合的一种新型农业。它将农业带入数字和信息时代, 是21世纪农业的重要发展方向。变量施肥是精确农业的重要组成部分, 是农业工程领域的新技术, 可在每一操作单元上因土壤、因作物等实施按需施肥, 因而可以提高肥料的利用率和施肥经济效益, 减少多余肥料对环境的污染, 具有明显的经济、环境和生态效益。本文较系统地介绍了精确农业的概念、技术组成, 分析了精确农业在国内外的研究方法和现状以及变量施肥的意义。同时全面介绍了所研究的变量施肥系统的组成、工作流程。通过分析施肥原理以及影响施肥量、施肥精度的主要因素, 在试验研究的基础上, 研究了速度和给定施肥量对施肥精度的影响, 得到二者对施肥精度影响的分布规律, 为以后施肥精度更准确控制提供了方法。本文提出并分析了影响施肥精度的速度信号采集的三种方式, 即: 角度数字编码器、接近开关、GPS速度; 设计了速度传感器, 对三种方式对施肥精度的影响进行较为深入的研究。同时本文在经过大量土槽实验室试验检测和田间测试并分析数据的基础上, 提出了改进施肥精度的措施, 并进一步经过试验验证, 证明改进后施肥精度得到提高。

4. 学位论文 杜巧玲. 信息综合与实时处理技术在精确农业中的应用——变量施肥自动控制系统的研制 2003

该文主要解决精确农业中的变量施肥问题。变量施肥技术, 是指根据田块的不同要求, 有针对性地撒施不同配方及不同量的混合肥。该文讲述了利用信息综合技术将电子信息技术、GPS、GIS和传感器技术应用于精确农业实现实时变量施肥。GPS、GIS、IC卡及传感器技术实时采集田间每一操作单元的信息, 设计并完成自动控制系统, 根据GPS、GIS、IC卡及传感器采集的信息实时进行信息处理, 完成精确农业中的变量施肥的问题。

5. 学位论文 赵兴明. 基于GPS与GIS的变量施肥监测系统的研究 2003

该文阐述了精确农业变量施肥在国内外的发展现状, 并对精确农业变量施肥技术的核心技术GPS和GIS的发展、组成、功能等作了介绍。分析了GPS与GIS在国内外的发展现状, 重点介绍了它们在精确农业变量施肥中的应用现状。精确农业技术应用软件是当前农业信息技术的开发热点。为了迎合精确农业变量施肥技术实践的需求, 该文利用MapX开发了一套针对GPS与GIS在精确农业变量施肥中应用的软件系统。“基于GPS与GIS的变量施肥监测系统”。该系统按照功能可分为八大模块: 数据采集与处理模块, 工作状态察看模块, 地图操作模块, 信息数据库模块, 数据记录模块, 坐标转换模块, 动作回放模块, 无GPS网络识别模块。在吉林大学校内和德惠试验田, 利用试验对整个系统的各个功能模块进行了验证。试验证明整个系统完全能满足实际作业的基本需要。

6. 期刊论文 张格, 张书慧, 马成林, ZHANG Ge, ZHANG Shu-hui, MA Cheng-lin. 精确农业自动变量施肥机性能试验研究 - 农业工程学报 2006(2)

施肥机的作用是向田间施用肥料, 以增加土壤肥力、补充作物养料, 满足作物在整个生育期内对养分的需求。而作物在生育期间对养分有不同的需求, 使施肥机施用肥料的品种和数量各有差异。为此, 设计研制了精确农业自动变量施肥机, 并对其机器性能进行试验研究, 得到了施肥机在不同的槽轮工作长度和施用不同肥料条件下的工作性能曲线, 同时指出了施肥机输出产生误差的原因。

7. 期刊论文 张书慧, 马成林, 于春玲. 应用于精确农业变量施肥地理信息系统的开发研究 - 农业工程学报 2002, 18(2)

利用GIS软件MapInfo及其二次开发语言MapBasic 6.0开发了一套专门用于实施精确农业变量施肥作业的田间地理信息系统。该系统通过MapInfo的内置关系性数据库建立了一个包括土壤营养成分、作物历年产量、肥料使用情况等相关数据库, 可进行数据的输入与输出、更新与查询及统计等功能, 且根据不同地块诸影响因素给出施肥决策。决策结果可显示查询, 还可通过RS-232C串行接口, 将施肥指令传输到单片机去控制施肥机动作。

8. 学位论文 韩云霞. 2BFJ-6型自动变量施肥机控制系统研究 2004

精确农业技术发展的驱动力是对农业耕作中发现的作物生长环境和实际收获产量分布的空间差异性的认识, 其核心是GPS、GIS、RS等技术支持下的精确定位与变量作业。化肥是农业高产和增产的主要投入要素, 化肥成本在农业总成本中占了较大的比重, 而且化肥的投入量与利用率直接影响农业产出、农民收入和环境质量。变量施肥适应不同地区、不同作物、不同土壤和不同作物生长环境的需要进行全面平衡施肥, 提高肥料利用率, 具有明显的经济和环境效益。我国的化肥投入存在结构不合理、肥料平均利用率低、肥料的增产效益没能充分发挥等问题。在变量施肥技术研究方面, 我国基本是引进国外先进技术

术设备,进行消化、吸收的跟踪研究。因此,研究和开发自动变量施肥技术,对发展符合我国国情的变量施肥技术和实现农业可持续发展具有重要的理论意义和实用价值。 本文结合吉林省科技发展基金“精确农业自动变量施肥技术研究”和吉林省农业开发综合办公室“精确农业变量施肥技术示范”课题,进行了2BFJ-6型自动变量施肥机控制系统设计开发和地块网格识别模拟设计等研究,主要工作和结果如下: (1)制订控制方案和控制模型。针对我国农村现有的生产条件,同时充分考虑到农业机械所需的可靠性,自动变量施肥控制系统采取手动和自动两种控制方案。在深入分析影响施肥的主要因素和施肥控制原理的基础上,确定了自动变量施肥步进电机转速控制模型,为实现自动变量控制建立理论基础。(2)开发以单片机为核心的控制系统作为自动变量施肥机执行机构的控制器。分析了控制系统的输入、输出和通信等要求,设计系统的结构,确定了硬件电路主要包括DGPS信号接收、速度传感器信号接收、键盘接收、IC卡接口、控制脉冲输出、显示及报警等几个部分。经过试验验证,系统比较稳定、可靠,达到使用要求。(3)控制程序设计。使用单片机开发的高级语言工具C51编写控制程序,实现手动和自动两种控制方式的变量施肥。在自动控制方式下,完成了对DGPS位置和速度信息的提取,实现对任意试验地块网格的准确识别和施肥量的正确提取,输出脉冲控制电机转速,实现变量施肥作业。在手动方式下,实现了对地轮转速传感器脉冲信号和键盘值的读取与处理,从而输出电机转速控制排肥轴完成变量施肥作业。同时解决了控制系统与计算机的通信、显示观察及电机斜坡启动等问题。程序具有简单高效、结构清晰和一定的通用性等特点。(4)地块网格识别模拟控制程序设计。基于控制系统在研究开发过程中的实际需要,针对自动变量施肥控制系统的地块网格识别部分,使用可视化工具软件VisualBasic结合MapX开发了地块网格识别模拟控制程序。程序实现了以鼠标的移动模拟施肥机行进过程、识别施肥机所处当前地块网格名称、查询对应的施肥量并显示等功能,同时以DGPS的数据格式输出当前点的地理位置、模拟速度等信息,通过串行端口提供给控制器,使控制系统对地块网格进行正确的模拟识别。模拟程序为控制系统的改进和调试工作带来方便,缩短了系统的开发和实验周期。(5)排肥机构标定实验。分别对六行和两行自动变量施肥机进行了排肥机构标定实验。分析得出排肥轴转速和平均排肥量之间高度线性相关,通过误差分析表明各排肥器排肥均匀性和稳定性能够满足要求。对标定实验数据拟合得出排肥量与排肥轴转速之间的关系曲线。对拟合结果进行评价并综合考虑控制精度和程序设计的要求,选用一次方程用于施肥控制。综合机具前进速度 v 、排肥轴转速 n 对施肥量 Q 的影响,得出三者的数学关系式。(6)进行了自动变量施肥控制系统田间试验。在使用DGPS和地轮传感器检测机具前进速度两种试验的情况下,通过对试验中存在的主要误差因素进行分析,结果表明,由于DGPS信号中速度值的误差和地轮打滑率的存在,使变量施肥的精度不够理想。(7)完成了自动变量施肥控制系统改进实验。综合考虑影响控制系统精度的误差因素,对控制程序和施肥机构做相应修正和调整。系统改进后,分别进行手动和自动两种控制方式的施肥试验。试验结果表明,施肥精度得到提高,手动和自动控制方式下,误差分别小于5%和7%,取得理想的控制精度。 本文研究的是基于地图的自动变量施肥控制系统,可自动接收DGPS信号,获得施肥机位置和速度信息,根据施肥决策数据实现变量施肥控制。通过手动和自动两种控制模式,施肥量均可以实现80~500kg/ha范围内的调整,电机转速范围为10~200rpm。系统具有结构简单、操作方便易学、施肥量变化范围大、控制性能比较稳定可靠、控制精度理想等特点。此外,本系统借鉴国内外研究经验,以自主开发为主,成本较低,而且可适用于不同型号的变量施肥机控制,适合我国国情,有利于促进变量施肥技术的实施及在中国的推广应用。

9. 期刊论文 [张书慧,马成林,吴才聪,杜巧玲,韩云霞,赵兴明 一种精确农业自动变量施肥技术及其实施 -农业工程学报](#) 2003, 19(1)

该文介绍一种自制的实现精确农业自动变量施肥作业的变量施肥系统。该系统基于DGPS卫星定位原理,将GPS、GIS与DDS相结合,进行施肥作业决策,决策的施肥数据写在IC卡上。当施肥机在田间工作时,通过装备在施肥机上的GPS接收的位置数据触发存储在IC卡的施肥决策指令,用该指令通过单片机去控制施肥机上的排肥轴的转速,实现精确农业自动变量施肥作业。田间试验表明,该系统能够实现精确农业意义上的变量施肥作业。

10. 期刊论文 [马旭,马成林,桑国旗,庄俭 变量施肥机具的设计 -农业机械学报](#)2005, 36(1)

从分步实施精确农业的思路出发,分别进行了手控变量施肥机和自控变量施肥机的研究。重点阐述了手控变量施肥机的工作原理及关键部件设计。试验表明,该机施肥量调节方便,性能稳定,有应用前景。分析了能够实现精确农业意义上的自动变量施肥系统。

引证文献(10条)

1. [张国梁,李成华,杨宇 自动变量播种机控制系统设计 \[期刊论文\]-沈阳农业大学学报](#) 2008(6)
2. [陈彩蓉 GPS技术及其在农业中的应用 \[期刊论文\]-农业装备技术](#) 2008(6)
3. [于英杰,张书慧,齐江涛,李述孟 基于ARM的变量施肥控制系统的研究 \[期刊论文\]-农机化研究](#) 2008(11)
4. [李春亮,朱星贤,余泳昌 施肥机料斗结构参数对排肥质量的影响 \[期刊论文\]-农业装备技术](#) 2008(02)
5. [杨木明,杨青,杨成海,邢振,安云飞 变量穴施肥穴播机设计 \[期刊论文\]-农业机械学报](#) 2008(03)
6. [杨玮,王秀,马伟,李民赞 基于近地光谱探测技术的冬小麦变量施肥 \[期刊论文\]-吉林大学学报\(工学版\)](#) 2007(06)
7. [马宏亮 一种监测喷雾装备速度的方法与实现 \[期刊论文\]-农机化研究](#) 2007(04)
8. [李勇军,杨青,庞树杰 基于OEM板的GPS接收机设计 \[期刊论文\]-农机化研究](#) 2006(12)
9. [吴文波,张书慧,李雪飞,钱侠 基于PDA/GPS/GIS的精确农业空间信息采集方法及其数据应用 \[期刊论文\]-吉林大学学报\(工学版\)](#) 2005(03)
10. [严定春 水稻管理知识模型及决策支持系统的研究 \[学位论文\]博士](#) 2004

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_nygcxb200401027.aspx

下载时间: 2010年1月2日