

基于 GPS 土壤水肥检测系统的探讨^{*}

刘春宝¹, 王 枫¹, 黄开杰²

(1. 吉林大学, 长春 130022; 2. 黑龙江省依安县上游乡农业技术综合服务中心, 依安 161500)

摘要: 精确农业是利用重要的作物参数和农业知识专家库来优化生产系统管理, 基于 GPS 土壤检测系统是精确农业的一个重要组成部分, 通过它来检测确定地段的土壤水肥信息, 根据检测结果来控制不同的投入水平。检测系统的信号检测是由检测传感器、参考传感器、阻容脉冲转换电路、单片机、RS485 通讯模块、GSM 模块、数字温度传感器、工业控制计算机等单元组成。检测电容与参考电容分别产生脉冲信号, 脉冲数与电容的容值负相关, 在一定时间内两脉冲序列的脉冲之差与待测土壤的水肥也负相关。单片机通过计数器检测在一定时间内的脉冲数差, 将此数连同数字温度传感器产生的温度测量值通过 GSM 模块发给上位机。上位机对数值进行归一化处理, 采用 BP 神经网络进行非线性校正和温度补偿, 产生土壤水肥测量值。

关键词: GPS; 精确农业; 水肥检测; BP 人工神经网络; 传感器

中图分类号: S 157.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2007)01-0030-04

Discussion on Moisture and Fertilizer Detecting System of Soil with GPS

LIU Chun bao¹, WANG Feng¹, HUANG Kai jie²

(1. Jilin University, Changchun 130022; 2. Shangyou Agricultural Technology Integrated Services Center in Heilongjiang Province, Yian 161500)

Abstract: The important crop parameters and agricultural knowledge professional warehouse were made use of to optimize the production system management. The moisture and fertilizer detecting system of soil with GPS is an important part of precision agriculture. We can collect soil information through it and fertilize according to the different soil. The circuit consists of measure sensor, reference capacitor, resistance and capacitor impulse transfer circuit, SCM, RS485 communication module, GSM model, digital temperature sensor, industry controlling computer, etc. Both measuring capacitance and reference capacitance brought impulse signal. The number of impulse signal was correlated negatively to capacitance. The difference of the number of impulse of the two impulse sequences was correlated negatively to moisture and fertilizer of soil that will be measured either. The SCM detected the differences of impulses in a certain time through counter. The number and the value that the digital temperature sensor brought were sent to upper computer through GSM model. After upper computer dealing with the data BP nerve network was used to process nonlinear emendation and temperature compensate and then the measuring values of moisture and fertilizer of soil came into being.

Key words: GPS; precision agriculture; detecting moisture and fertilizer; BP artificial neural network; sensor

0 前言

GPS(全球卫星定位系统)土壤水肥监测系统是

实现精确农业、大农业的一个重要方面,应用本系统来检测确定该段上的土壤水肥信息,据此结果来控

* 收稿日期: 2006-12-04

第一作者简介: 刘春宝(1968-), 男, 长春市人, 硕士, 从事通信及自动化控制研究。E-mail: cblju@jlu.edu.cn.

制不同的投入水平具有重要的意义。

我国加入 WTO 之后, 发达国家和地区利用其价格和质量优势, 将大量的农产品输入我国市场, 对中国农业市场的冲击是显而易见的, 农业面临更加严峻的考验。目前, 我国农业整体水平与发达国家相比有较大差距, 精确农业的发展为我国缩短和世界发达国家农业发展水平的差距提供了机遇。

我国农业整体发展水平低下, 就其原因当然是多方面的, 但农业科技水平低则是重要的原因之一, 以科技进步为依托, 高科技带动实现农业现代化, 努力降低生产成本, 提高农产品质量成为我国农业发展的当务之急。

精确农业是一种基于知识的农业技术体系, 是知识经济在农业中的充分体现, 也是知识创新体系在农业中的主要组成部分, 可以说是世界性农业科技的革命。

我国人口众多, 自然资源状况较差且恶化趋势严重, 人均可耕地面积逐年下降, 化肥、农药的大量使用及工业三废的人为排放, 造成农作物及农田的污染, 使土地退化严重。优化资源, 保护环境, 实现农业可持续发展成为我国社会经济发展的基本战略。

精确农业始于发达国家, 其中的主要部分是精确施肥和收割技术。随着发达国家农业生产市场化程度的提高, 降低成本, 提高投入产出比、发展优质高效农业的要求以及环境保护、资源利用、农业可持续发展等方面的要求, 迫切需要经济效益、社会效益、生态效益同步出现的新型农业的出现^[1]。

20 世纪 80 年代美国提出精确农业构想, 其间微电子技术发展推动了智能化监控技术的发展以及作物生长模拟、栽培管理、测土配方施肥等农业专家系统成了精确农业早期技术基础。

自 1990 年海湾战争以后, 美国将 GPS 技术应用到农业生产领域, 标志着精确农业技术体系的初步形成。1993~1994 年, 美国在明尼苏达州农场进行了精确农业技术试验, 取得了巨大成功, 用 GPS 指导施肥作物产量提高 30% 左右, 而且减少了化肥施用总量, 经济效益大大提高。精确农业的试验成功, 使其技术思想得到广泛地发展。

由于精确农业实行了因土而异、因时而异、因作物而异的耕作方法, 在节约各种原料投入、降低农业成本、提高土地收益和环境保护等方面都明显优于传统农业。

在农业资源利用方面, 中国农业在精耕细作、多

层次利用、生态农业等高效利用农业资源方面独树一帜。各地已总结出许多具有区域特色的耕作技术和农业模式, 这些技术对提高我国土地、水、肥等资源的利用率发挥着重要作用, 农业新技术研究与开发也开始起步。农业资源监控(测)技术也取得了较大的发展, 遥感与地理信息系统(GIS)技术也成功地应用于作物长势、种植面积、产量、灾害、水土流失等方面的监测^[2]。历史经验表明, 在开拓新的前沿科技应用领域, 一些发展中国家和发达国家的起跑线拉近了距离, 发展中国家有可能在某些领域实现技术上的跨越。因此, 重视世界前沿科技领域的研究, 对于加速像我国这样的发展中国家农业现代化进程、占领未来农业科技竞争的制高点都具有十分重要的意义。

国内农业专家系统日益深入, 应主要包括启发式专家系统、实时专家系统、数据专家库、模型专家系统、问题专用库五类。所有这些进步和发展都标志着我国农业信息化建设正在迈出坚实的一步, 对我国农业发展起到了示范作用。

基于 GPS 自动在线水肥监测系统采用了 BP (误差的反传模型算法) 神经网络(ANN) 技术对系统进行着实时的非线性校正和温度补偿^[3]。

如果通过一个样板问题“教会”神经网络处理问题, 即通过学习而使各结点的加权值得到肯定, 那么这一类问题它都可以解决。好的学习算法会使它不断积累知识, 根据不同的问题自动调整一组加权值, 使系统具有良好的自适应性。此外, 它只有一部分参与工作, 当某结点发生故障时, 它自己就能使相近的其它结点顶替有故障结点参与本体工作, 使系统不致中断, 具有很强的容错能力。

神经网络是大规模分布式计算机系统, 其运行问题和结点的平方成正比, 而结点数越多计算越准确^[4], 所以要求高速廉价的传感器件。另外, 学习算法的优劣也影响各系统性能。目前, 在较复杂系统中数学优化问题亟待进一步解决和完善。虽然如此, 和其它智能技术一样, 在某些局部领域已经有商品软硬件投入市场。

1 系统硬件构成

整个系统有一个农业智能控制系统及多个田间采集和操作机组成。每一个机构可以独立于农业专家操作系统交换数据, 自动监控所属系统的情况, 并将结果返回给监控中心(见图 1)。

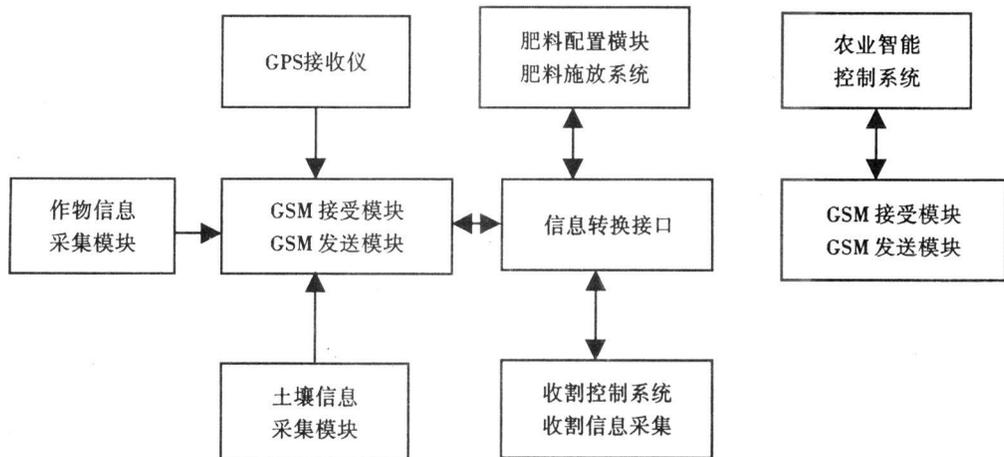


图1 系统框图

2 水肥在线检测系统

GPS 自动在线水肥监测系统主要由检测电容

器传感器、参考电容器传感器、单片机、RS485 通讯模块、数字温度传感器等组成(见图2)。

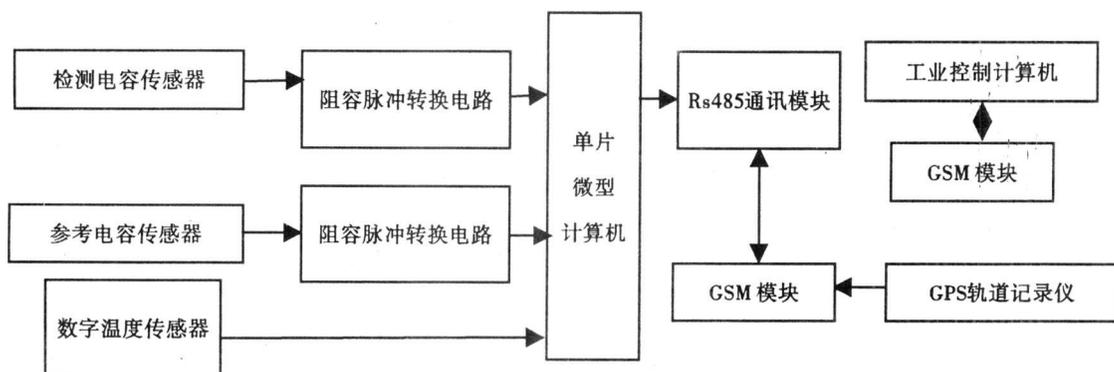


图2 水肥在线信号检测电路

待测电容传感器和参考电容传感器分别产生脉冲信号数与电容的容值负相关，一定时间内两列脉冲序列的脉冲数之差与待测土壤的水肥也负相关。单片机通过计数器检测在一定时间内的两脉冲数之差，将此数连同数字温度传感器产生的温度测量值，通过 RS485 串行数据总线发给 GSM 模块。该模块将数据远传给上位机对数值进行归一化处理后，采用 BP 神经网络进行非线性校正和温度补偿产生土壤的水肥测量值。BP 神经网络的权矩阵和阈值向量通过离线训练和在线修正的方法获得。

水肥在线检测系统中，外界物质的组成成分发生变化时，将会影响周围的电场，从而影响电容容量的变化。但在众多的影响因素中，在同种环境下温度的影响最为明显。其主要原因是电路的变化(如电路发生温度漂移等)和介质的变化，所以采用参考电容来消除电路的变化，似于差动的效果，同时采集现场温度，应用 BP 网络，对大量数据进行重新整合分析，以获得相应近似于现场的真实信息。将采集

到的数据信息送到单片机，进行初步的分析判断，通过 RS485 总线发给 GSM 模块，该模块将数据远传到上位机进行专家系统分析。

2.1 数字温度传感器

系统中，数字温度传感器采用 DS18B20 总线数字式温度传感器，它是美国 DALLAS 公司生产的增强型弹片总线数字式温度传感器，在转换速率、转换速度、分辨率等方面都较以前的产品有很大改进。管芯内集成了温敏元件、数据转换芯片、存器芯片和计算机接口芯片等多种模块，其可以直接输出二进制温敏信号，并通过串行输出方式与单片机通讯。

2.2 系统中阻容脉冲变换电路

本系统中采用 NE555 集成电路，NE555 作为 RC 振荡电路具有较高的精度和稳定性，受外界影响小，性能稳定，调整方便。其作用就是要把土壤中由于水肥的变化而引起的电容传感器的容质变化转换为频率的变化，通过 NE555 时基电路(见图3)将电容的变化转化为频率的输出。其振荡频率为：

$$f = \frac{1.443}{(R_1 + 2R_2)C} \text{Hz}$$

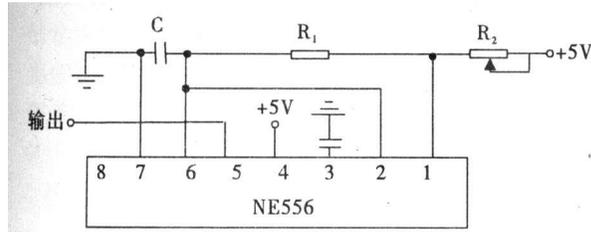


图 3 时基电路

2.3 GPS 轨道记录仪

系统中采用了一体化轨道记录仪,用它采集地理信息,与作物采集模块配合,可以精确知道监测点的位置及水肥信息。

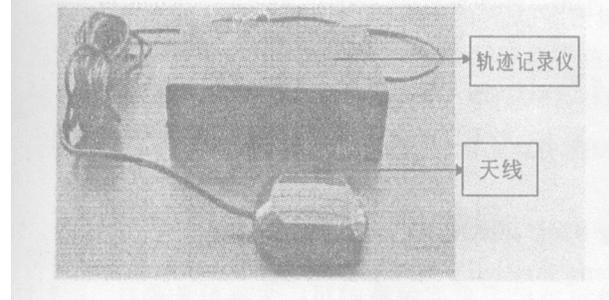


图 4 一体式轨道记录仪

2.4 RS485 通讯模块

RS485 通讯模块采用平衡差分传输方式,电平差在±0.2V 即可正确传输信号,抗干扰能力强,传感距离可达 1.2 km,,可以对多点分时进行数据采集,可较好实现现场的数据获取和控制。系统采用 AIBUS 通讯协议,8 个数据位,1 个或 2 个停止位,无校验位。数据采用 16 位求和校验纠错能力比奇偶校验高几个数量级,可确保通讯数据的准确性与可靠性(见图 5)。

2.5 电容传感器

系统中,改进了电容传感器的结构。采用了三极板式电容传感器,各极板用厚 0.1mm 金属制造,贴于一块温度系数极小的非金属材料的同一表面。关键在于非金属材料的另一表面用同样的方法造出一个保护极板,此极板接地用以抵抗外部电磁干扰,它是对狭缝式传感器的一个突破。它克服了传统电容传感器为了提高灵敏度不得不加大极板相对工作面积,这对体积要求小的场合受到了限制;也克服了为了保证电容传感器灵敏度,常常要求减小传感器的极板间距,这对于该狭缝有特殊要求的场合受到了限制;同时也克服了工作现场电磁波的干扰。

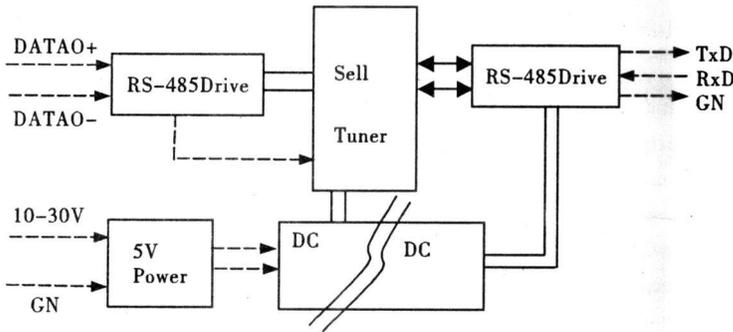
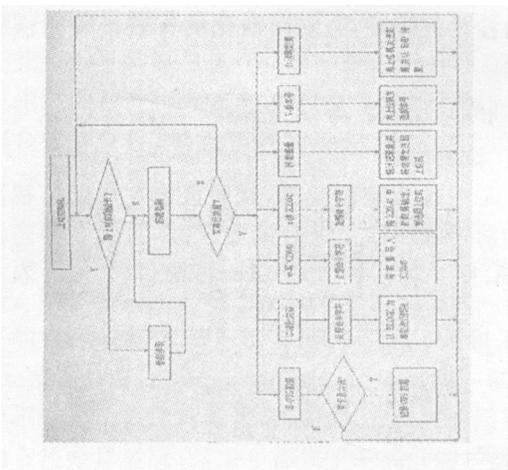


图 5 通讯模块结构

3 整个GSP 系统操作流程

GSP 系统操作流程如图 6 所示。



参考文献:

- [1] 王艳锦, 郑正, 高照阳, 等. 精细农业体系的研究[J]. 中国农机化, 2006, (1): 33-38.
- [2] 潘磊, 郑兰英, 张凤芝, 等. GPS 技术在森林生态系统管理中的应用展望[J]. 防护林科技, 2006, (1): 41-44.
- [3] 汪晓东, 万旭, 赵鹏程, 等. 基于神经网络的传感器静态误差综合修正[J]. 仪器仪表学报, 1997, 18(3): 310-313.
- [4] 杨建华, 侯宏, 孙进才, 等. 基于 BP 网络的弱信号提取方法研究[J]. 数据采集与处理, 1997, 12(3): 163-166.