GPS技术及其在农业工程中的应用

陈树人，尹建军

（江苏大学机械工程学院，江苏 镇江 212013）

摘　要：作为精确农业主要支撑技术之一的GPS技术正在农业工程领域中得到逐步广泛应用。综述了GPS的概念、主要组成部分、工作原理和主要特点，及其在精确灌溉、农业机械无人驾驶与导航的应用；利用GPS技术在农业生产过程中还可以做到定位精确、定量精确和定时精确。

关键词：GPS；精确农业；应用

中图分类号：S-3　**文献标识码**：A　**文章编号**：1005-6254(2003)05-0040-03

0 引言

技术革新在世界农业装备的快速发展过程中起到了至关重要的作用，基于全球定位系统GPS（Global Position System）、地理信息系统GIS（Geographic Information System）、遥感技术RS（Remote Sensing）的"3S"精确农业的研究在世界范围内正蓬勃开展。精确农业的核心就是实时地获取田块中每小区的（每平方米到每百平方米）土壤、农作物的信息、诊断作物的长势和产量在时空上的差异性的原因，并按每小区作业（又称"处方农作Prescriptive farming"），准确地在每小区上进行灌溉、施肥、喷洒农药及收获，达到精确耕种、精确施肥、精确灌溉、精确收获等目的。

利用GPS的耕作方法正在全球推广，它彻底地改变了传统的农田作业方式，改进农业机械的性能，提高了农业生产力，为科学利用资源，提高产量，降低成本，减少农业活动带来的环境污染，实现作物生产系统可持续发展。这种技术可以准确地告诉农民在什么时间、什么地点栽种庄稼、补施肥料以及作物生长信息，并可实现连续24小时农田作业。是人们利用信息技术和现代农业科技经营农业的技术思想革命。

1 GPS的概念

GPS最初是美国国防部为军事目的而建，旨在彻底解决海上、空中、陆地运载工具的导航和定位问题。GPS是英文Navigation Satellite Timing and Ranging / Global Positioning System的简称。含义是：利用导航卫星进行测时和测距，又称全球定位系统[1,2]。

1958年12月美国霍布金斯大学研制了美军舰艇导航服务卫星系统（Navigation Satellite System－NNSS）；1964年1月成功用于北极核潜艇的导航定位；1967年7月经美国政府批准，提供民用；以后又进一步改进定位子午仪卫星定位技术，提高了卫星轨道的精度和用户接收机的性能，定位更加精确，自动化程度更高，应用范围越来越广。

GPS卫星是21+3的星座，共有6个椭圆形轨道，每个轨道上有4颗卫星，在地球的任意地方至少可同时观测到5颗卫星，其中至少4颗在地平线7.5度以上，但同时可供观测的卫星不超过11颗。1993年美国宣布GPS系统已具备正式运行的能力，目前在地球上空已有27颗GPS卫星在运行（包括备用卫星）[1]，见图1。

GPS技术现已广泛应用于导航、测绘、地学、交通及农业工程领域。

2 GPS导航定位系统的组成

一般GPS导航定位系统可由空间部分、地面监控部分、用户设备三部分组成。导航定位参数的测量和用户位置的解算任务，可由系统任何一个组成部分来完成。为了提高系统的可靠性和降低成本，通常由地面监控部分和用户设备来完成解算任务较为合理[1]。

2.1 空间部分—GPS卫星

GPS卫星由21颗工作卫星和3颗备用卫星组

作者简介：陈树人（1965-），男，湖南人，副教授，主要从事精确农业教学与研究。

成，这些卫星均匀分布在等间隔的6个近似圆形的轨道上，高度2.02万km，卫星运行周期11小时58分。在地球上或近地空间上任何一点，至少能观测到4颗卫星（我国领土一般为5～6颗）。为用户提供三维位置、三维速度和精确时钟信息，实施全球、全天候连续导航定位。

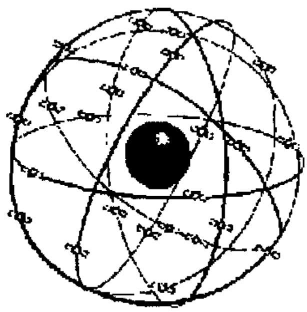

图1 GPS卫星分布

2.2 地面监控部分—地面支持系统

主要由主控站、三个注入站和五个监控站组成。其功能主要是跟踪观测GPS卫星，计划编制卫星日历，监测和控制卫星状况，保持精确时间系统，向卫星注入导航电文和控制指令。

2.3 用户部分—GPS接收机

由主机、天线、电源和数据处理软件等组成。主要功能是接收卫星发播信号并利用本机产生的伪随机编码取得距离观测量和导航电文，根据导航电文提供的卫星位置和钟差改正信息，计算接收机的位置，提取导航电文中广播星历、卫星钟改正参数，经数据处理完成导航定位任务[2]。

GPS的组成之间的关系可用图2表示。

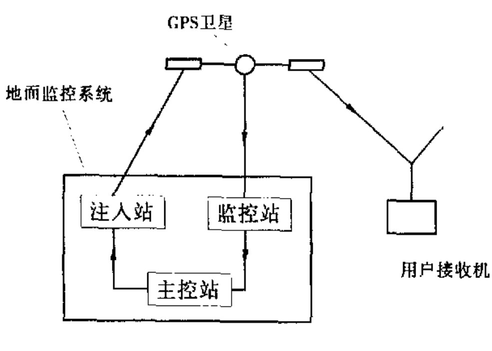

图2 GPS导航定位系统组成之间的关系

3 GPS工作原理

GPS卫星上载有天文电子钟、微波无线等设备。GPS卫星一天绕地球转2周，地面监控站可精确测量它的高度、位置和速度，并调整相应的信号处理系统。

在地球上任何位置GPS接收机在任何时间、任何气象条件下最少能接收到4颗以上卫星信号，通过测量GPS接收机与这4颗卫星的实际距离，最后由GPS系统内计算机软件算出该GPS接收机当前的准确方位（经度、纬度、高度），以及与参照坐标系的关系。

利用差分DGPS技术可改善定位性能，使用一台GPS基准接受机和一台用户接受机，采用实时或事后处理技术，消出测量时的公共误差源，电流层和对流层效应，校正星钟误差、星历误差，并克服SA技术的干扰，动态情况下定位精度可达到分米和米级，响应时间不超过1秒钟[2]。

4 GPS主要特点

1）全球覆盖连续导航定位。该系统可为全球任何地点及近地空间的用户提供全天候的导航定位服务。

2）高精度三维定位、测速及授时。GPS能连续提供三维位置、三维速度和精确的时间信息。

3）自动化程度高。可减少野外作业的时间和强度。

4）观测速度较快。利用GPS可进行实时导航定位，这对高运动载体的导航尤为重要。

5）能提供全球同一的三维坐标信息。GPS定位可提供WGS-84(协议地球坐标系)中三维坐标。

6）经济效益高。用GPS建立的大地控制网，仅需常规方法的1/3的费用。

7）抗干扰能力强、保密性能好。GPS采用伪随机噪声码技术，具有良好的抗干扰能力和保密性能。

5 GPS在农业工程中的应用

5.1 精确灌溉技术的实现

农业精确灌溉技术借助于3S技术—遥感（RS）、地理信息系统（GIS）和全球定位系统这一完整体系，对农业生产资源、生产状况、气候和生物性灾害、土壤墒情等进行有效地监测预报，指导人们根据各种变异情况适时、适地和适

量的采取相应的灌溉方法和操作手段。全球定位系统（GPS）与智能化的灌溉机械设备（如移动式灌溉设备车）配套，可对农田实际小区内土壤墒情、苗情、病虫害的信息采集，通过电子传感器和安装在田间及移动式灌溉机械上的GPS系统确定小区位置信息，这样可在记录农田单位面积的各种农田信息，从而实施精确灌溉作业，以节省水资源，并提高灌溉效益。

5.2 无人驾驶农业机械的实现

美国纽荷兰2550型无人驾驶自走割晒机Demeter，无人驾驶拖拉机已实现。由固定操作站控制的无人驾驶农业机械，在卫星全球定位系统或在田间附近地面系统的导航下工作，具有很多优越性。可实现24小时内连续精确作业。没有驾驶员，就没有必要安装驾驶室和操纵机构。可增加空间来安装农具，并减少机器重量，可提高机组工作效率。Demeter已在地面不平且形状不规则的田间成功完成了速度达7 km/h 的收获试验。

5.3 “精确农业”得于实现

借助于GPS、GIS、RS的“3S”技术，精确农业得于实现。在农业机械上安装了GPS设备可实现精确施肥、产量预测、农田面积测量、夜间精确作业成为现实；主要实现三方面的精确：定位精确－精确地确定灌溉、施肥、杀虫地点；定量精确－精确地确定水、肥、杀虫的施用量；定时精确－精确地确定农作物时间。

5.4 在联合收割机上的应用

装有空间定位GPS接收器和产量传感器的现代谷物联合收割机，可在收获过程中自动生成农田小区产量分布图，并指导收获作业。

5.5 用于农田信息采集与处方农作的空间定位

利用GPS技术可确定土壤取样的准确位置，使实验室的分析结果体现在土壤状态分布图中；可依土壤特性如质地、养分、有机质含量和地貌条件计划所需投入量；当遇到田间条件有差异时、可进行实时作业调整；对农田进行产量监测和记录[5]。

5.6 用于农村规划、土地测量、资源管理、环境检测、作业调度中的定位服务

1992年我国北京开展了卫星导航飞机防治小麦蚜虫技术研究，指导大面积防治小麦蚜虫获得成功。

基于“3S”技术的精确农业与传统农业相比，最大特点就是高新技术和科学管理换取对自然资源的最大节约。是农业实现低耗、高效、优质、环保的根本途径，是世界农业发展的新趋势，也是我国21世纪农业的最佳选择。

参考文献：

[1] 邝朴生，蒋文科，刘刚，等. 精确农业基础[M]. 北京：中国农业大学出版社，1999.

[2] 刘喜珍，郝义德. GPS技术及其在农业中的应用[J]. 北京农业科学，1999(6): 7～10.

[3] 汪懋华. “精细农业”发展与工程技术创新[J]. 农业工程学报，1999(1): 1～8.

[4] 张 伟. 农业发展的新课题—精确农业[J]. 农业工程学报，1997(3): 249～252.

[5] 王志春. 浅论精确农业[J]. 农业与技术. 2000(2): 8～10.

GPS Technology and its Application in Agriculture Engineer

CHEN Shu-ren, YIN Jian-jun

(School of Mechanic Engineering, Jiangsu University, Zhengjiang, Jiangsu212013, China)

Abstract: As a support technique of precision agriculture, the technology of GPS has been widely applied in agriculture engineering. The concept of GPS, the development of GPS, the constitute of GPS, the principle of its working and its main feature were introduced in this paper, its application in precision and in agriculture engineer were illustrated. By the technique we can carry out precision irrigation, no-body pilot and navigation in farm machine. With the technique being popular and application, transform will be take place in agriculture equipping and irrigation technique.

Key words: GPS; Precision agriculture; Application