

2005年 中国农业工程学会 学术年会论文集

农业工程科技创新与建设现代农业

第Ⅲ分册



中国农业工程学会

2005年12月19日—21日

主办单位：中国农业工程学会

承办单位：广东省农业厅 华南农业大学

华南农业大学
《中国农业工程学会 2005 年学术年会论文集》
编辑委员会

主 任：罗锡文

编 委：(以姓氏笔划为序)

马瑞峻 区颖刚 刘 瑛 刘金艳 朱立学

李就好 张兆国 洪添胜 梁松练 蒋恩臣

简秀梅 臧 英

责任编辑：马瑞峻

封面设计：汪 隽

主办单位： 中国农业工程学会

承办单位： 广东省农业厅

华南农业大学

特别鸣谢： 中国一拖集团公司

中国农机化导报

目 录

第Ⅲ分册 农业信息化与数字农业

精准农业关键技术与装备的研究进展	张小超 胡小安 任继平等	(1)
信息技术提升农产品出口企业竞争优势的机制	闻宏伟 王 锋 宋吉林	(7)
广东省农村信息化发展现状与对策	罗锡文 臧 英	(13)
农业信息化发展中存在的问题及其解决办法	华 晋	(18)
广东数字农业实施模式的探讨	赵 新 罗锡文 任春涛	(22)
试论农业信息化与中国的“三农”问题	戚国强 王立舒 魏晓莉	(25)
精准农业田间变量施肥控制系统研究	李红岩 王 秀 侯媛彬	(29)
一种精确农业压电变量投入装置的实验研究	吴文福 田忠静 韩 峰等	(34)
几种 GPS 差分技术及其在精细农业中的应用	何月芳 张 漫 张 博等	(39)
GPS 在精准农业应用中定位精度的实验研究	陈怡群 常 春 肖体琼	(44)
GPS 经纬度坐标转平面坐标的简化计算方法及精度分析	肖体琼 陈怡群 常 春	(49)
黑龙江垦区精准农业三种 GPS 差分方式比较研究	王 熙 王新忠 王智敏等	(53)
一种基于 GPRS 的差分定位系统	张志刚 罗锡文	(56)
Visual C++.NET 平台上 GPS 串行通信的实现	姚 岚 林建涵 张 淼	(61)
三维地形数据采集系统的设计与实现	张 漫 贾文涛 陈 雨等	(65)
嵌入式数据采集系统的键盘和 LCD 设计	张 然 刘 刚 郑典萍	(69)
轮式农业机械的多传感器组合定位技术研究	罗锡文 张志刚 周志艳	(73)
SuperMap Objects 在农用智能移动平台导航控制系统中的应用	周志艳 张志刚 罗锡文	(81)
基于地图匹配的定位数据模糊校正算法研究	罗锡文 赵祚喜 周志艳等	(87)
GPS 导航轮式试验车的系统设计	李永奎 马成林 马 旭	(93)
拖拉机自动驾驶控制系统软件系统的研究	田 甜 吕安涛 毛恩荣	(96)
条件植被温度指数干旱监测方法的研究与应用	王鹏新 孙 威	(100)
华北地区基于 MODIS 的地表覆盖监测方法研究——以建筑用地为例	刘凤仙 王荣静 张玮	(104)
农业 GIS 平台中信息采集系统设计	毛鹏军 易军鹏 贺智涛等	(108)
基于 GIS 的北京地区畜牧环境影响分析	史光华 孙振钧 高吉喜等	(111)
基于 ArcGIS 的三江平原地下水水文过程仿真	郭龙珠 彭世彰 王福林	(118)
基于 GIS 的农村配电网供电可靠性目标管理系统的研究	许童羽 朴在林 曹英丽	(123)
基于 GIS 平台的农村配电网信息管理系统	杨耿煌 付 春 苏 欣	(129)
以 GIS 为核心构建农村配电网信息化平台的探讨	朴在林 许童羽 曹英丽等	(133)
基于 SMBus2.0 协议的单节智能锂电池系统设计	张 馨 乔晓军 王 成等	(137)
基于 GIS 的拖拉机自动驾驶路径规划方法的研究	侯江丽 宋正河 毛恩荣	(141)
基于 WebGIS 的农业空间信息管理及辅助决策系统研究	刘小军 曹卫星 朱 艳等	(145)
基于无线技术的农田信息采集系统设计与开发	曾祥钟 刘 刚 郑典萍等	(151)
基于 Web Service 的河北省农业生产智能管理系统	高 波 傅泽田 邢献芳	(155)
基于 PDA 的节水灌溉决策支持系统	侯秋实 孙宇瑞 冯绍元等	(161)

基于 GPS 和 GIS 变量施水控制系统的设计.....	杨青 庞树杰 李勇军等	(165)
基于 GSM 短信平台的智能灌溉控制器的开发.....	杨耿煌 付春	(170)
基于 MiniGUI 的灌溉控制系统的人机界面设计.....	朱春开 郑文刚 赵春江	(173)
基于 GIS/GSM 的远程农用井用水量管理系统实现.....	郑文刚 赵春江 申长军等	(176)
基于 PIC 单片机的智能化土壤水分传感器的研究.....	董亚峰 王一鸣	(180)
生物传感器的应用研究.....	赵宇先 石庆兰	(184)
生物传感器在农业生物信息测量中的应用.....	舒劲松 尹文庆	(188)
便携式地温数字测量仪.....	何秀红 韩力 乔晓军等	(194)
便携式归一化植被差异指数测量仪的研制.....	吴文彪 孙刚 郑文刚等	(198)
基于 TMS320DM642 的嵌入式棉籽识别系统.....	陈立国 王库	(201)
河北怀来县土地利用结构优化.....	赵云龙 秦向阳	(205)
DEM 的建立及其在土地整理项目管理中的应用.....	贾文涛 于丽娜 张玮	(210)
基于地形图生成 DEM 的方法研究.....	宋德明 杨永侠 贾文涛等	(215)
GIS 在土地平整土方量计算中的应用研究.....	王勇涛 杨永侠 贾文涛等	(221)
洪金灌区管理信息系统研究与开发.....	陈兴 程吉林 蒋晓红等	(226)
大型平原自流灌区洪金灌区的灌溉决策支持系统研究.....	程吉林 蒋晓红 谢亚军等	(230)
黑龙江省水稻栽培管理智能系统研究.....	王立舒 杨广林 戚国强	(235)
黑龙江省墒情监测信息管理系统的应用研究.....	李芳花 司振江 黄彦等	(238)
甘蔗机械化生产信息管理平台的构建探讨.....	余平祥 区颖刚 俞守华等	(243)
神经网络技术在节水灌溉专家系统中的应用.....	李志刚 张文焕	(247)
农作物病虫害防治管理信息系统研究开发.....	孟志军 赵中华 李吉望等	(250)
果树病虫害管理信息系统.....	沈红岩 刘刚	(256)
大尺度农作物种植面积统计系统 VGGVS 的研究.....	王素霞 杨邦杰 宋正河等	(262)
XML 技术在分散式农业监测网络系统中的应用研究.....	李赵春	(266)
山西省农业遥感监测工程建设研究.....	白锐峥 裴志远 王毅敏	(270)
新疆棉花遥感监测区划的研究.....	曹卫彬 刘姣娣 刘学	(275)
基于 PF3000 的棉花测产系统在线试验研究.....	陈树人 张彦娥 李鹏	(280)
基于光电原理的容积式谷物流量传感器试验研究.....	崔笛 李民赞 张俊宁等	(284)
车载土壤电导率测量系统的开发.....	邹奇章 李民赞 张俊宁等	(288)
土壤实时分析仪研究进展.....	唐宁 李民赞 孙建英等	(292)
土壤采样密度及栅格尺度对方图结果的影响.....	王秀 赵春江 苗孝可	(296)
区域作物需水量数字化栅格图研究.....	孙景生 王景雷 刘祖贵等	(301)
土壤特性及作物信息空间变异性研究现状及展望.....	周明耀 薛亚锋 徐英等	(306)
遥感图像光谱差异增强与农作物识别.....	钱永兰 杨邦杰 裴志远等	(312)
基于 RGB 颜色特征的棉花识别研究.....	王勇 姬长英 饶洪辉	(317)
基于分水岭算法的绿色作物和背景分割.....	饶洪辉 姬长英	(320)
应用超光谱图像系统对雪花梨分级的研究.....	洪添胜 Jun Qiao Ning Wang et al.	(322)
RGB 与 HSI 颜色空间下番茄图像分割的对比研究.....	尹建军 毛罕平 王新忠等	(327)
基于 YIQ 彩色模型的成熟番茄图像分割识别.....	王新忠 毛罕平 林伟明	(332)
基于阈值分析与区域生长相结合的根系 CT 序列图像分割算法.....	周学成 罗锡文 严小龙	(336)
图像处理和图像的压缩编码在视频监控中的应用.....	何英华 杨兆选 乔晓军等	(340)
动物骨髓细胞分割与识别方法的研究.....	麻硕士 侯振杰 裴喜春等	(344)
利用模板匹配法测定种子纯度.....	任东 乔晓军 王成等	(348)
基于 3DS MAX 和 VRML 的虚拟太阳系模型的构建与交互.....	孙明	(353)

机器视觉系统的标定方法.....	孙 红 孙 明 (358)
EasyAccess 图像处理软件在农业检测中的应用.....	孙 红 孙 明 (363)
智能交通系统中车辆的图像检测方法研究.....	孙 明 孙 红 (368)
果园机动农药喷雾机监测系统的研制.....	陆永超 洪添胜 王万章等 (371)
DSP 在果树仿形喷雾检测系统中的应用.....	张建瓴 李 松 可欣荣等 (375)
基于 DSP 的图像采集系统的设计.....	冯立志 杜尚丰 (379)
霍夫变换在农田机器人视觉导航中的应用.....	张 卫 杜尚丰 (382)
基于计算机视觉的田间杂草识别研究.....	王树文 张长利 房俊龙 (387)
计算机视觉技术在种猪体尺体重估算中的应用.....	杨 艳 滕光辉 李保明 (392)
基于显微视觉技术的生物细胞图像处理研究进展.....	温程璐 王蓬勃 李 伟 (396)
温室植物病害的图像处理及特征值提取方法的研究.....	刘志华 程鹏飞 崔艳丽等 (400)
远程嵌入式农作物视频采集系统.....	李 明 王 库 (406)
基于番茄结构模型与辐射度算法相结合的冠层光分布模拟.....	董乔雪 王一鸣 张 军 (410)
玉米三维重构及可视化系统的设计与实现.....	郭新宇 赵春江 肖伯祥等 (416)
植物根系三维构型原位测量技术的研究进展.....	罗锡文 周学成 严小龙 (421)
基于分形理论的植物根系图像放大原理和算法.....	张云伟 戈振杨 (426)
微分 L 系统理论在植物根系模拟中的应用研究.....	钟 南 罗锡文 段洁利等 (430)
基于生长模型的小麦管理决策支持系统.....	曹卫星 朱 艳 田永超等 (433)
中国作物模型系列的研究与应用.....	曹宏鑫 金之庆 石春林等 (438)
基于网络的农业信息集成服务研究.....	孙瑞志 刘广利 高万林 (443)
基于发声信息的动物福利评价研究现状.....	李志忠 滕光辉 (446)
基于红外通信的动物身份智能识别装置.....	杜松怀 刘志存 王忠义等 (451)
虹鳟鱼养殖专家系统的设计.....	王 锋 闻宏伟 (455)
水产动物疾病诊断、监控、预报公共服务平台构建.....	陈 明 朱有娜 娄冬梅 (460)
遗传算法用于产生可供选择的乡级土地利用规划空间布局方案.....	石 英 朱德举 郇文聚等 (464)
分段小波消噪在近红外光谱预处理中的应用研究.....	吴静珠 王一鸣 张小超等 (469)
基于多分辨率分析的小波变换在图像去噪中的应用.....	冯登超 乔晓军 何英华等 (472)
基于小波变换的近红外光谱技术在数字农业中的应用.....	冯登超 乔晓军 何英华等 (476)
基于呼叫中心的鱼病诊断咨询系统研究.....	张 杰 李道亮 祝 伟 (479)
基于供求规律模型的农电营销决策信息分析.....	丁 冬 魏 玲 丁 红等 (483)
双边电力市场网损分摊方法的比较研究.....	莫 璐 杜松怀 (488)
小波变换在电能质量分析中的应用.....	赵凤展 杨仁刚 (492)
农村电力网用户停电损失的初步探讨.....	付朝霞 许跃进 (495)
压电陶瓷变压器在低压电源设计上的应用.....	马先明 张铁民 (498)
农用无线传感器网络硬件平台的研究与设计.....	乔晓军 张 馨 王 成等 (502)
射频识别技术的发展及其应用.....	张立然 乔晓军 王 成等 (507)
虚拟仪器技术在农业自动化中的应用.....	李 震 洪添胜 刘敏娟 (510)
基于 LabWindows/CVI 平台的虚拟仪器开发.....	崔红梅 麻硕士 裴喜春等 (514)
基于现场总线 FCS 构建农业工程 Intranet 的探讨.....	陈一飞 (518)
A new approach of boundary following for 180°-visioned mobile robots.....	Zuoxi_Zhao Andre Paul Ning Wang et al. (524)
An algorithm of electing cluster head in beacon node distributions based on maximum residual energy.....	Weixing Wang Axel Jantsch Shuran Song (535)

Studies on Parameters of Loin-Eye Muscle of Hogs Carcass Using Image Processing Technology	Zheng Limin Yubo Ren Fazheng et al. (540)
How to Use Cleanroom Software Engineering in Real World	Zhou Yun-cheng Yang Ping Zhang Xiuran (546)
基于 CAN 总线的智能控制终端开发研究	高华江 刘 刚 (552)
基于 CAN 总线的数据传输系统设计	王 建 代 芬 张卫其等 (557)
基于 AgMES 的搜索引擎的设计与实现	吴春胤 陈联诚 俞守华 (561)
基于 SDD 改进算法的中文农业搜索引擎的研究.....	樊景超 周国民 周义桃 (565)
同步静态随机访问存储器的特点及应用.....	代 芬 王卫星 俞 龙 (569)

精准农业关键技术与装备的研究进展

张小超, 胡小安, 任继平, 毛文华

(中国农业机械化科学研究院, 北京 100083)

摘要: 简述精准农业智能化农业机械的研究概况, 针对田间作业精准农业机械装备, 主要包括小麦变量施肥播种机、粮食产量分布信息获取系统、变量控制大型平移式喷灌机、智能化喷药机械、超低空遥感平台、粮食品质快速分析系统以及精准农业专用的机载电脑和 GPS、GIS 系统, 综述其基本工作原理和主要装备在精准农业作业示范区应用情况。

关键词: 精准农业; 变量施肥播种机; 粮食产量分布信息获取系统; 变量控制喷灌系统; 智能化喷药机械

中图分类号: S127

0 引言

“精准农业”(Precision Agriculture)的思想是通过了解每一块耕地的土壤特性以及某一种农作物的生长特性, 从而确定在这一块土地上的最合理、最优化的种子、肥料、灌溉水等农业资源的投入, 进而获得经济和环境上的最大效益。“精准农业”突出的是“处方”的正确性、作业定位的准确性以及所施物料量的精确性。^[1]

智能化农业机械在精准农业技术研究中占具极其重要的地位。智能化农业机械就是采用系统化概念, 将成套化的农业机械与电子技术、智能控制技术和信息技术组成系统, 完成常规农业机械组合所做不到的功能和效果, 达到对作业“处方”准确实施的目标。^[2]

根据国家科委“十五”攻关计划和“数字农业”精准农业平台建设的要求, 中国农业机械化科学研究院实施了精准农业智能化农业机械装备的研究与开发工作, 其中包括: 小麦变量施肥播种机、粮食产量分布信息获取系统、变量控制大型平移式喷灌机、智能化喷药机械、超低空遥感平台、粮食品质快速分析系统以及精准农业专用机载电脑和 GPS、GIS 系统。¹

1 精准农业机载电脑和 GPS 导航定位系统

鉴于民用 PC 的广泛应用, 以 Pentium 系列芯片为核心 CPU 组成的单板计算机的普及, 为精准农业机载电脑提供了合理的选择方案。相对于研制专用的单片机机载电脑系统, 该选择的优点在于具有极高的性

能价格比, 操作与维护方便, 软件编程、管理和应用快捷, 数据兼容性强, 通讯接口丰富, 控制可扩展性能好, 存储容量大, 为实现高性能的智能化控制技术奠定了好的基础。

基于 GPS 定位技术的导航系统, 采用预定航线与导航指示方式进行农业机械的田间导航。该系统能够为农用飞机和地面行走机具的操纵者准确提供预定的航向, 并指示出偏差范围和方向。若采用廉价的 OEM 板和伪距差分方法组成 DGPS 系统, 差分 GPS 定位精度为: 2 米(RMS); GPS 导航指示偏差范围: ± 200 米; GPS 导航指示分辨率: 1 米。GPS 定位系统采用载波相位实时差分技术(RTK), 定位精度可达厘米级。在已建立差分基站的地区和可以提供网络差分数据的条件下, GPS 导航和定位成本可进一步下降。

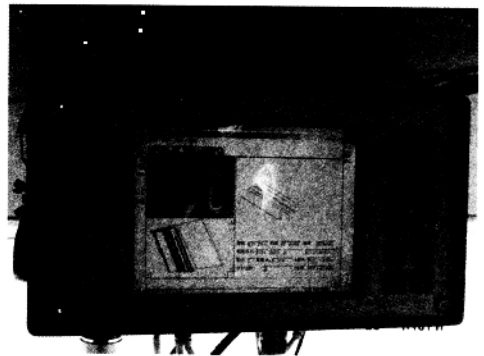


图 1. 精准农业机载电脑

Fig.1 A special computer system for Precision Agriculture

如图 1 所示, 采用精准农业机载电脑结合 GPS 接收功能可应用于播种监视装置、变量施肥播种控制装置、变量喷灌机以及联合收割机测产装置中, 采用软件模拟导航偏差指示技术和数字定位显示技术相结合方法, 构成了精准农业导航与定位系统。

¹收稿日期: 修订日期:
项目基金: 项目名称(编号)国家 863 计划(2003AA209012 和 2003AA209040)

作者简介: 张小超(1957-), 男(汉), 南京, 研究员, 博士, 主要研究领域为农业机械自动控制与智能化仪器等。通讯地址: 北京德外北沙滩 1 号 25#, 邮编: 100083. email: zxc@caams.org.cn

2 自动变量施肥播种机

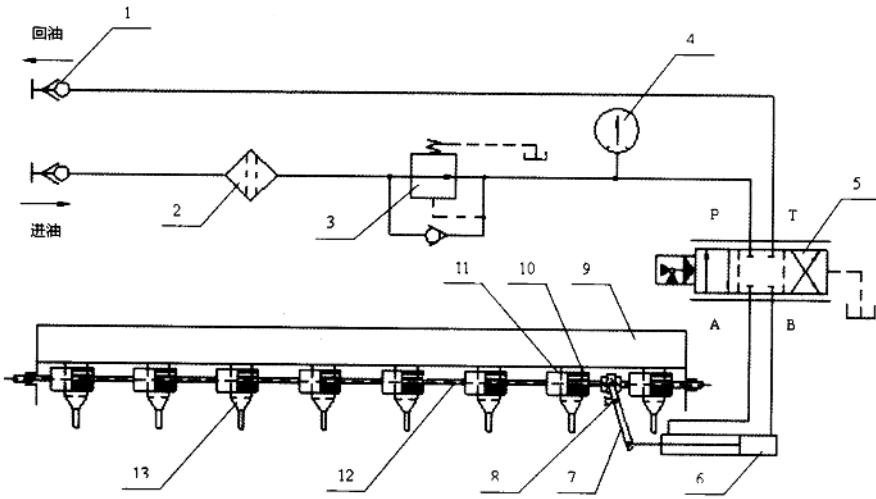
针对大型变量施肥播种机研制了一种施肥量动态调节装置，保证变量施肥机在作业过程中根据田间的给定作业处方图，按照控制系统的控制指令，实时完成施肥量的调整功能，提高动态作业的可靠性以及田间作业的自动化水平。

如附图 2 所示，在变量施肥机上安装电液操纵的控制执行机构，在变量施肥机下地作业时连接上拖拉机的液压输出系统，当拖拉机牵引变量施肥机在田间作业过程中，根据田间施肥的变化要求，实时调节施肥机的施肥量。若要求施肥量加大时，电液伺服阀控制压力油经 A 口进入双作用油缸的左端，推动活塞杆右移，施肥量调节杆随之绕支点逆时针转动，施肥量调节杆的另一端是与排肥轴横向联动的，当施肥量调节杆绕支点逆时针转动时，排肥轴相对于肥料箱向左移动，排肥轮也随之左移，由于排肥盒是固定连接于肥料箱，排肥轮左移使得排肥轮进入排肥盒的工作长

度加大，实现施肥量增加；若要求施肥量减小时，电液伺服阀控制压力油经 B 口进入双作用油缸的右端，使施肥量调节杆绕支点顺时针转动，最终减小排肥轮的工作长度，实现施肥量减小；若要求施肥量稳定在某一个量不变，通过电液伺服阀控制 A、B 口的油压平衡，使得双作用油缸的活塞稳定不动，以保证施肥量不变。

样机控制参数：施肥量调整范围：75~375kg / ha，精度±5%FS；施肥量调整响应速度：系统响应时间<30s（全量程范围调整）；播种量调整范围：90~225kg/ha(6~15kg/亩)，精度±5%FS；播种量调整响应速度：系统响应时间<30s（全量程范围调整）。

该变量施肥机施肥量调节装置的特点在于，采用基于调节排肥和排种口开度的原理，结合机、电、液联合控制技术进行变量施肥与播种。具有下料均匀准确、控制动力耗能低、控制机构与行走速度不相关的特点。



1. 液压管路输入与输出快速接头, 2. 滤清器, 3. 单向减压阀, 4. 压力表, 5. 电液伺服阀, 6. 双作用油缸, 7. 施肥量调节杆, 8. 支点, 9. 肥料箱, 10. 排肥轮, 11. 阻塞轮, 12. 排肥轴, 13. 排肥盒

图 2 变量施肥机施肥量调节装置示意图
Fig.2 wheat variable ferti-seeder

3 联合收割机粮食产量分布信息获取系统

研制了一种基于称重法的联合收割机粮食产量分布信息测量方法。该方法在国内外首次采用。基于称重法的联合收割机产量传感方法，可以提高联合收割机粮食流量监视的准确性；利用传统联合收割机的粮

食传输特点，采用了螺旋推进称重式装置组成联合收割机产量流量传感计量方法。该动态称重方法可以保证粮食流量的计量精度，采用螺旋推进方法解决了现有联合收割机的安装问题，有利于作为联合收割机的附件在各种现有的机型上配套使用。

工作原理：被计量的粮食经刮板式籽粒提升机送

入螺旋推进器中，该螺旋推进器由驱动装置驱动粮食沿水平方向进入粮箱，螺旋推进器、驱动装置和动态的粮食重量由两侧两个（或三个）重力传感器来计量，经高精度放大器放大后，通过模拟量到数字量转换接口将重量信号转为数字信息送入机载计算机进行信号滤波处理，并将测得的粮食重量按螺旋推进器的转动时间计算流量同时进行水分修正，积分后可以测得粮食产量，配合 GPS 定位系统用于绘制粮食产量分布图。

双称重传感器式螺旋推进流量计量原理：设 $t(i)$ 时刻，螺旋推进装置有效称量段 L 上的物料重量为 $w(i)$ ，设物料螺旋推进速度为 v 不变，则在 $t(i+1)$ 时刻，通过 $\Delta t = t(i+1) - t(i) = L/v$ 时间段，物料的流出量为 $q(i) = c_1 * w(i)$ ，其中 c_1 为校正系数。因为 Δt 为常量，所以单位时间的物料流量为 $q(i) = c_2 * w(i)$ ，其中 $c_2 = c_1 / (L/v)$ 为单位校正系数。由于测量输出电压为两个传感器电压之和 $V(i) = V_1(i) + V_2(i)$ 与重量 $w(i)$ 成正比，则螺旋推进装置单位时间输出量为：

$$q(i) = c_2 * c_3 * V(i) \tag{1}$$

其中 c_3 为电压 $V(i)$ 与重量 $w(i)$ 之间的换算系数，(1) 式即为联合收割机粮食流量计量公式。按此式积分有：

$$W = c_4 * \int_1^2 q(t) * V(t) dt \tag{2}$$

(2) 式即为联合收割机粮食产量计量公式。其中 c_4 为标定常数。

为了提高测量精度，信号处理技术包括：小波信号滤波、多维振动信号补偿、GPS 定位信号后处理等等。如图 3 试验表明，基于称重法的流量综合测量精度小于 $\pm 3.5\%$ 。



图 3 称重式产量传感器的田间试验

Fig.3 food yield distributing information acquiring system

4 大型平移式喷灌机变量控制系统

采用 GPS OEM 板的高精度组合导航与定位技术，结合土壤墒情的数据采集与分析，喷灌决策支持系统输出的作业处方图，以及大型喷灌机的遥测与遥控系统，实现了精准农业变量控制喷灌量的目标。实现了可以在办公室内遥控大型平移式喷灌机的无人化田间自动作业功能。实现了田间按指定区域给定期望降雨量进行自动变量的目标。

大型平移式喷灌机各跨同步行走控制技术。采用摆角反馈自动归零法来自动控制大型喷灌机各跨同步变速行走的方法。通过检测大型喷灌机每两跨之间的夹角，当其不为零时，则机载电脑控制系统向各变频调速器发出相应的调整控制信号，驱动各地轮调速，使得各夹角调整为零度即归零，从而实现各跨同步行走变量喷灌的目标。各跨同步摆角归零反馈技术的工作原理如下：

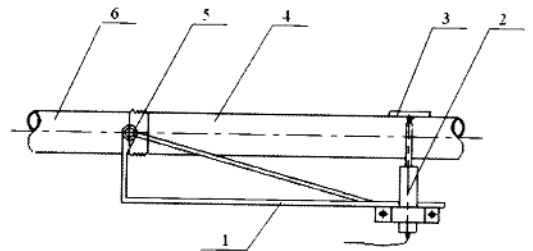


图 4 大型喷灌机桁架同步控制角测定装置结构示意图

Fig.4 A control construction of large irrigation system

各跨同步摆角归零反馈技术包含两个方面的内容，即同步控制角传感测量方法以及反馈控制方法。大型喷灌机桁架各跨同步摆角传感方法，如图 4 所示，每个大型喷灌机的两跨之间安装了一个角度传感器，其中包括摆动架 1、位移传感器 2、顶板 3。特点在于，利用摆动架 1 的摆动，使得摆动架 1 的一端相对顶板 3 产生距离变化，再通过位移传感器 2 将其距离变化转变为电信号输出给模拟量到数字量的转换 (A/D)，机载计算机系统将该数字量结合摆动架 1 和顶板 3 与铰接点 5 的几何尺寸，计算出大型喷灌机相邻两桁架的轴心线夹角（即同步控制角），实现大型喷灌机桁架同步控制角的准确测量。

通过检测大型喷灌机各跨同步摆角即每两跨之间的夹角，当其不为零时，则机载电脑控制系统向各变频调速器发出相应的调整控制信号，驱动各地轮调速，

使得各夹角调整为零度即归零。可以将各跨夹角控制在零度左右。由于控制系统的响应时间较快,各跨之间的摆角均较小,故整个大型喷灌机各跨之间的摆角一般可以控制其小于 0.05 度,因此实现了大型喷灌机各跨同步行走的目标。

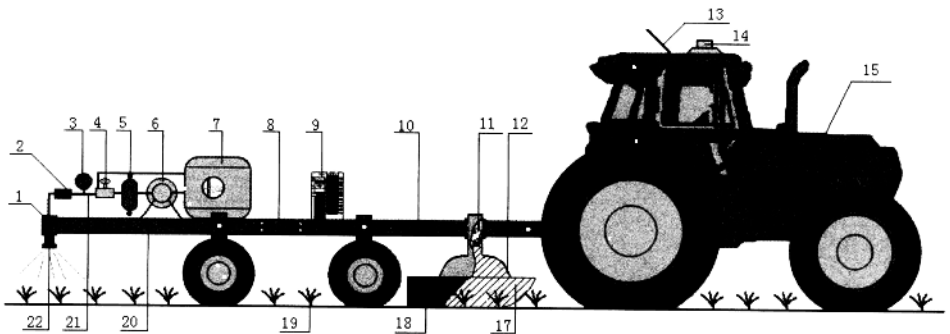
大型平移式喷灌机的变量控制还包括:喷灌机的遥测与遥控;采用对喷灌机各跨地轮进行正反向比例调速以实现转向控制,以控制喷灌机的姿态;基于数字化精准控制技术,按作业处方图自动遥控田间降雨量;高精度自动导向控制以及地轮转速模糊解耦控制等。

5 基于杂草自动识别技术的智能化喷药机械

针对机械化除草作业,提出一种基于计算机杂草图像自动识别方法及机电一体化控制方法以及智能化精准喷药除草装置,保证除草喷药机在田间作业过程中能正确地辨识作物与杂草,并根据杂草的分布状况,实时准确地开启相应的喷头,并根据不同杂草以及分

布情况变量喷药,以实现节省农药和减少环境污染的目的。

基于田间杂草图像自动识别以及喷药系统装置,它在结构上包括两个部分:图像识别装置和喷药装置。图像识别装置由图像采集机架 10、摄像机 11、封闭箱体 12、灯光照明 17、橡胶防护罩 18 等组成,其中摄像机 11 为横向分布的多个摄像机,以满足获取整个横断面图像的需要;喷药装置由电磁阀 1、流量控制阀 2、压力表 3、调压阀 4、过滤器 5、液泵 6、药箱 7、喷药机架 20、管路 21 以及喷头 22 等组成,其中喷头 22 与电磁阀 1 一一对应相连,几对形成一组接入一个流量控制阀 2,最终形成多组并与摄像机获取的图像幅宽相匹配。图像识别装置与喷药装置通过连接机架 8 和牵引架 16 形成一个整体结构,行走由拖拉机 15 驱动,杂草识别及喷药控制由机载计算机 9 自动处理。智能化喷药机械的结构框图如附图 5 所示。



1—电磁阀 2—流量控制阀 3—压力表 4—调压阀 5—过滤器 6—液泵 7—药箱 8—连接机架
9—机载计算机 10—图像采集机架 11—摄像机 12—封闭箱体 13—差分 GPS 天线 14—GPS 15—拖拉机
16—牵引架 17—灯光照明 18—橡胶防护罩 19—绿色植物 20—喷药机架 21—管路 22—喷头

图 5 田间杂草图像识别与喷药系统示意图

Fig.5 automatic discrimination weed and a intellective intelligent pesticide spray machine

作物的田间杂草自动识别方法,其原理包括如下步骤:

1) 绿色植物和土壤背景的分割:

根据“超绿法”,即用颜色阈值指标 $\text{Extra-Green}=2G-R-B$ 分割绿色植物(包括作物和杂草)和土壤背景;

2) 利用位置特征识别行间杂草:

根据绿色植物的象素直方图,提取作物行的中心线和宽度,从而识别行间杂草;

3) 利用纹理特征识别行内杂草:

以提取的作物中心线为基准,向两侧选取纹理块,

计算绿色植物的纹理特征,识别行内杂草。

应用距离聚类法和色度 H 和饱和度 S 空间的“物草分割线”分析技术,即由统计规律建立非线性植物与杂草的分割模型,针对播娘蒿杂草可实现杂草群自动识别正确率高于 90%,作物误识别率低于 5%的水平。

设计定义了杂草群的概念,引入了经济喷药阈值和谷/草比最大化喷药阈值的思想,选择最小喷药精确网格为 0.02 平方米,依据我国田间杂草分布的统计特性,设计喷药量将减少到 30%以上。

6 超低空田间信息获取平台

超低空田间信息获取平台的研究为数字农业田间信息获取提供了很好的硬件平台。超低空田间信息获取平台的建立,为进一步深入田间进行农作物的病虫害的观察,植物的长势以及数据测量奠定了好的基础。其特点如下:

1) 采用了超低空测量方法,飞行器飞行高度为 2-200 米,较之卫星遥感和一般航空遥感相比,大大提高了地面图像的分辨率,使地面信息的直接测量成为可能;

2) 利用越野汽车携带小型超低空飞行器配合 GIS 地理信息系统可以大大地扩展探测范围,达到大型遥感系统的覆盖范围,且机动灵活,实现了高效率作业、探测准确的目标;

3) 采用飞行器的模式,可以进入湖泊、滩涂、沼泽等地区,解决人工探测无法到达地区的监测的功能;

4) 设计采用直升机,可以在空中旋停,进行定点采集地面图像,实现准确定点取样功能;

5) 采用图像自动识别技术可以对虫灾进行检测和预报,该预警系统不仅可以对保证虫害的及时预报的作用,并可预测虫灾爆发的时期和程度;

6) 基于该方法技术平台,通过加装不同的探测器,还可对农作物的病虫害、杂草分布、养分、水分等情况以及作物产量进行监测。



图 6 超低空田间信息获取平台

Fig.6 a ultra-low altitude remote console

超低空飞行器的技术指标:控制飞行高度:2~200m;最大航速:100Km/h;任务载荷能力:>4kg;完成了超低空飞行器的田间试验。完成了距地面 2 米高的慢速行走、空中旋停和高速飞行等试验。在任务载荷为 5.7kg 的条件下,飞行状态正常,可以完成空

中旋停、低速行进和倒退等任务。为了考核飞机发动机的振动对摄像结果的影响,进行了专项分辨率的动态试验,机载摄像数据处理试验表明该飞行系统可以在动态飞行条件下获得地面 2 毫米线条的分辨能力。超低空田间信息获取平台具有机载地面信息自动探测装置以可见光探测为主,可装载热红外、近红外和专用地面信息探测器等。自动探测装置具有高速(1Mbps)无线数据通讯功能。系统配备大容量(>40G)监测数据存储。配备地面信息侦测与预报的数据自动分析处理系统。建立了区域性地理信息系统和虫害、杂草专家系统、决策支持系统软件。用图形显示的方法对杂草与虫害分布信息进行图像化输出和预报。

7 田间粮食品质分布信息的快速获取

采用近红外光谱分析技术进行粮食成份含量分析,该方法可同时快速测量玉米、小麦、稻谷等样品的多种成分含量,用于评价谷物的内部品质。

声光可调滤光器(AOTF)近红外光谱仪是 90 年代初出现的新型分光器件,采用双折射晶体,改变射频频率调节扫描的波长,无移动部件,扫描速度快,具有较好的仪器稳定性,特别适合用于在线分析,是近红外技术发展方向之一。

采用多项技术以实现对仪器的测量噪声、温度漂移、光源波动以及密度影响等问题的较理想的解决。主要技术包括:

- 1) PLS1 偏最小二乘法分析技术
- 2) 二阶窗口差分技术
- 3) 小波噪声滤除数字信号处理技术
- 4) 遗传算法最佳波长点自动搜索技术
- 5) 主成分的马氏距离结合光谱预测误差技术

2005 年 6 月 20 日,结合粮食产量分布信息获取试验的同时,进行了粮食品质分布信息获取的田间试验,试验所得的品质参数经数据处理后绘制品质图如图 7、图 8 所示。

从试验的结果中可以看到,同一块田中粮食品质的分布亦不相同。这为农业生产部门在选种、培育和管理方法的研究提供了数据信息基础。

8 小结

农业机械从机械化到自动化再到信息化是一个必然的技术发展过程,虽然我国在农业机械自动化方面投入很少,较国外农业机械技术发展落后很多年,但通过精准农业等信息技术的研究形成跨越式的发展,大大地带动了农业机械自动化技术的迅速进步,从而进一步促进了信息技术在农业机械装备方面的应用。

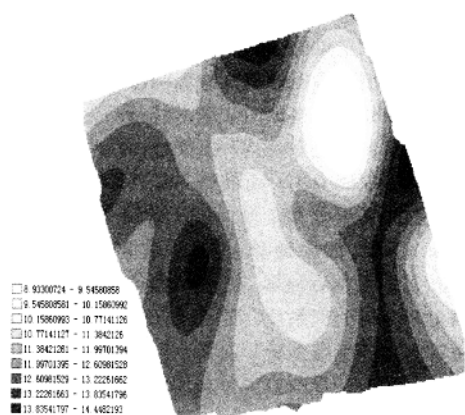


图 7 小麦蛋白质分布图

Fig.7 A distributing information for the protein of wheat

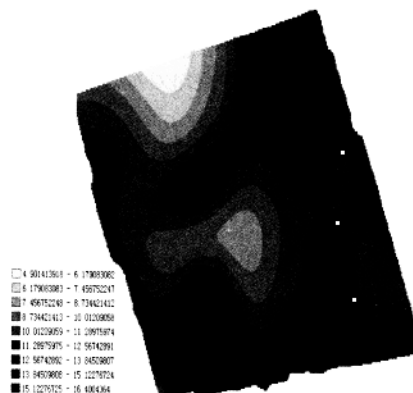


图 7 小麦水分含量分布图

Fig.7 A distributing information for the moisture of wheat

用现代电子技术和信息技术来改造传统的农业生产方式,代表了信息技术发展的必然趋势,同时可将我国精准农业技术和装备的研究水平提高到了一个新的阶段。对我国粮食生产和农业可持续发展战略具有一定的现实意义和历史意义。

研发的精准农业装备属于高新技术,望有抛砖引玉的作用,下一步将加强对精准农业技术装备产品进行产业化研究,进一步深化产品的系列化研发工作,为扩大精准农业技术产品在农业生产中的应用范围奠定基础。

【参 考 文 献】

- [1] 汪懋华. “精细农业”发展与工程技术创新. 农业工程学报, 1999 15(3): 1-4
- [2] 张小超, 王一鸣, 方宪法等. 精准农业的信息获取技术. 农业机械学报, 2002 33(6): 126-128.
- [3] 刘基余. GPS 卫星导航定位原理与方法. 北京: 科学出版社, 2003. 229-261
- [4] 张小超, 王一鸣, 汪友祥等. GPS 技术在大型喷灌机变量控制中的应用. 农业机械学报, 2004, 35(6)

The Development of Research about Precision Agricultural Intelligent Equipments

Zhang Xiaochao; Hu Xiaoan; Ren Jiping; Mao wenhua

(Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper describes the research general situation of intelligent agricultural machine in precision agriculture briefly, aims at precision agricultural mechanization equipments in filed work, which mainly include wheat variable ferti-seeder, food yield distributing information acquiring system, variable controlled large linear move irrigation system, intelligent pesticide spray machine, ultra-low altitude remote console, food quality fast-analysis system and on-board computer .GPS, GIS specially designed for precision agriculture, summarize the basic principle and of them and the application status of the machine mostly equipped in precision agricultural demonstration field.

Key words: wheat variable ferti-seeder, food yield distributing information acquiring system, variable controlled large linear move irrigation system, intelligent pesticide spray machine

信息技术提升农产品出口企业竞争优势的机制

闻宏伟, 王 锋, 宋吉林

(中国农业大学工学院, 北京 100083)

摘要: 本文以信息技术为研究对象, 依次介绍了信息技术提升农产品出口企业竞争优势的五种途径、影响机制以及企业采用信息技术过程中的几个认识误区, 其中重点探讨信息技术对我国农产品出口企业竞争优势的影响机制。文章从信息技术与企业的价值链、信息技术与经济性、非经济性效应以及信息技术与我国农产品出口企业的各种竞争优势三个方面展开了深入分析。通过这样的分析, 帮助农产品出口企业更合理地确定信息技术的应用领域, 更好地发挥信息技术在企业中的作用。

关键词: 信息技术; 农产品出口企业; 竞争优势; 机制分析

中图分类号: S126

0 引 言*

在建设农业信息化过程中, 农业企业的信息化是一项重要工作。企业信息化既是信息技术对企业生产设备、生产技术和生产经营管理诸领域的渗透过程, 也是企业不断提高信息资源开发利用效率, 获得信息经济效益的过程, 同时, 也是信息技术在企业经营活动中得到改进、完善, 甚至获得创新, 形成对信息技术的不断增长的需求过程(谢康, 1999)。

农产品出口企业是我国农业企业中比较特殊的一个群体。一方面因远离销售市场和消费者, 造成企业经营成本上升以及经营信息匮乏, 另一方面越来越多的贸易壁垒为企业代来了诸多困难, 削弱了我国出口农产品的竞争优势。在目前所有高新技术中, 信息技术对企业生产、管理和组织结构最具有渗透力, 也是目前被企业应用最广的高新技术。本文即以信息技术为对象, 探讨其对我国农产品出口企业竞争优势的影响。

1 信息技术提升农产品出口企业竞争优势的途径

在农产品出口企业中信息技术主要通过以下五种途径使企业获得竞争优势:

1) 形成差异产品或服务

信息技术使农产品出口企业能够根据海外市场的变化及时改变和调整经营战略, 不断向市场提供差异产

品或服务, 或者提供更高质量和更多品种的产品和服务, 形成不易于被其他竞争对手的产品或服务替代的“独特”的产品服务体系。农产品的生产周期比较长, 不同时节产品需求波动较大, 哪家企业及时了解市场信息, 掌握变化趋势就赢得了获利的先机。传统方式获取市场信息的成本较高, 及时性差, 然而有了信息技术的支持, 便可以瞬时了解世界各地的信息, 而且几乎都是免费的。

2) 改变竞争方式

信息技术几乎彻底改变了企业的传统竞争方式。这种改变表现在多方面, 对农产品出口企业而言, 以下三方面尤其重要。首先, 信息技术使企业与企业之间直接面对多层中间商(如各级批发商)的竞争逐步改变为面向最终客户和消费者的竞争; 其次, 信息技术使企业从以往的以产品或服务研发与管理为中心的竞争模式, 转变为以产品或服务营销为中心的竞争模式, 农产品出口企业可以直接面向市场需求组织企业活动; 最后, 由以往的产品和服务, 成本与质量的有形竞争转变为争取客户和消费者信心的虚拟竞争。客户和消费者对企业的信任成为企业最宝贵的资产之一。最近发生的中国出口韩国泡菜的食用安全风险恰好印证了这一点。

3) 扩大竞争领域

信息技术不仅改变农产品出口企业竞争方式, 而且极大地扩大了农产品出口企业的竞争领域。一方面, 信息技术的“时空压缩”效应使企业与国外客户的信息交流变得直接和简单, 网上竞争日趋隐蔽和变化多端。即使位于地球两端的两家可以通过互联网进行农产品交易。另一方面, 信息技术的“时空放大”效应, 特别是使企业之间的联合和竞争可以通过非宏观世界的物理接触而仅仅依靠二进制数字信息世界来实现,

*基金项目: 欧盟项目“用网络技术加强蔬菜供应链管理”支持 (Contract No. CN/ASIA-IT&C/005 (89099)).

作者简介: 闻宏伟, 男, 北京, 硕士, 主要从事信息技术与企业竞争力方面的研究。北京市清华东路 中国农业大学工学院 209 信箱, 100083。Email: hongweiwen1999@126.com

通讯作者: 宋吉林, 男, 北京, 硕士, 主要从事农业装备研究。北京市清华东路 中国农业大学工学院 209 信箱, 100083。Email: songjilin207@yeah.net

这种变化既为农产品出口企业提供了新的竞争方式，又为企业提供了新的竞争空间（谢康等，1999）。

4) 二元交易成本

信息技术使企业交易成本向着两个相反的方向发展。这两个相反的方向都具有提高企业竞争力的效果。一方面信息技术减少国内企业与国外消费者之间的环节，缩短路径距离而降低企业交易成本，从而提高企业成本优势。另一方面，信息技术提高了国外分销商改变供货方的交易成本，因为分销商改变，供货方将可能面临不得不更换现有信息系统的巨大成本（冯仁德等，2003）。这里，信息技术无形中成为农产

品出口企业竞争的壁垒，也构成对市场新进入者的壁垒。

5) 虚拟竞争与企业敏感性

在信息技术环境下，农产品出口企业可有效地打破以往政府设置和各种行政性的，或地理性的空间隔离，直接与国际市场保持密切联系，甚至可以绕过海关和税收部门进行跨国交易活动。直接面对数字信息世界的国际市场，使企业长期保持对国际价格波动的敏感性，从而为企业竞争优势提供了更多的商业机会。

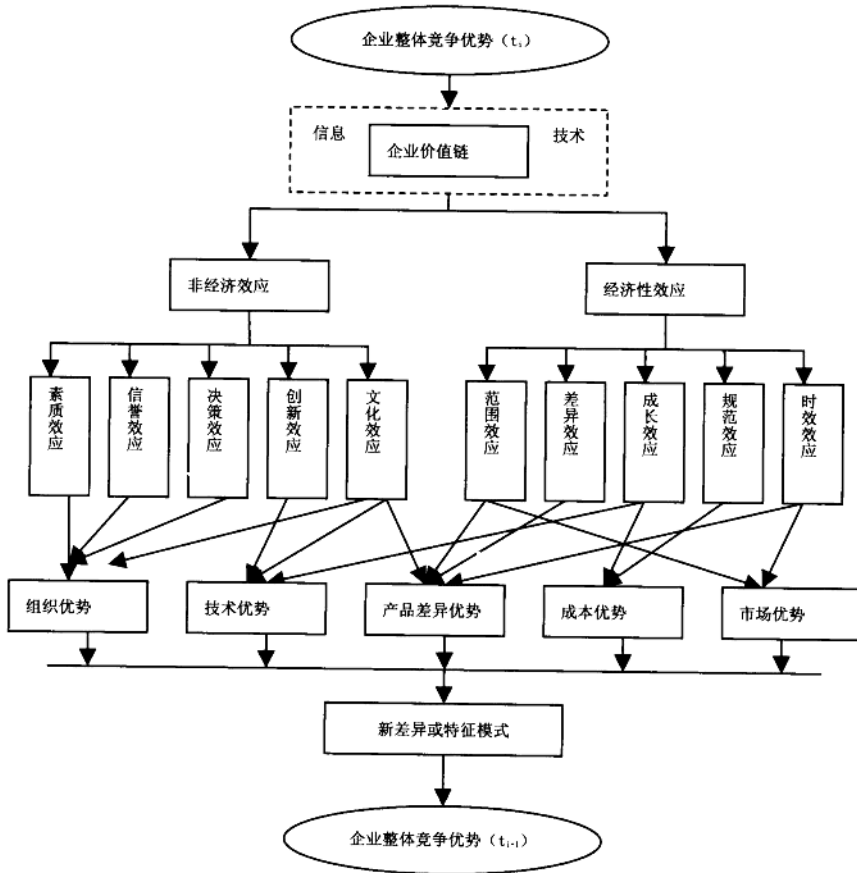


图1 信息技术提升我国农产品出口企业竞争优势的机制

Fig.1 the mechanism analysis using information technology to promote the competitive predominance of primary products' export enterprise

2 信息技术提升农产品出口企业竞争优势的机制

信息技术提升农产品出口企业竞争优势的机制如下：信息技术与农产品出口企业价值链的信息资源相结合，通过实现企业信息化而产生各种经济性效应和非经济性效应，在各种效应的作用下进而形成不同方面的竞争能力，逐渐融合成有别于其他竞争对手的差异或特征模式，这种模式被客户特别是国际市场接受，最终提升了我国农产品出口企业的整体竞争优势。其流程参见图 1。

2.1 信息技术与农产品出口企业的价值链

“价值链”理论是由美国哈佛商学院迈克尔·波特提出。他认为企业的任务就是不断地创造价值。企业创造价值和实现价值增值的过程是由一系列互不相同但又互相联系的业务活动组成。这些活动具体可分为两类：基本活动和辅助活动。基本活动涉及企业生产、营销、来料储运、成品储运、售后服务等。辅助活动涉及人事、财务、计划、研究与开发、组织制度等。

基本活动和辅助活动形成一个完整的链状网络结构，构成了企业的价值链（徐二明，2002）。

竞争者价值链之间的差异是竞争优势的一个关键来源。企业正是通过比竞争对手更廉价或更出色的开展这些重要的战略活动来创造和增强竞争优势。因而，利用信息技术创造性地构建和优化与企业竞争优势形成密切相关的价值活动是提升企业竞争优势的关键。

由于传统农产品出口企业外部供应商和分销商节点的增多，以及企业内部的多层金字塔式管理结构，导致了传统价值链冗长、分散的特性，造成了管理成本和交易成本的上升以及对客户需求及市场变化反应的迟钝。具体参见图 2 我国农产品出口企业的基本价值链。

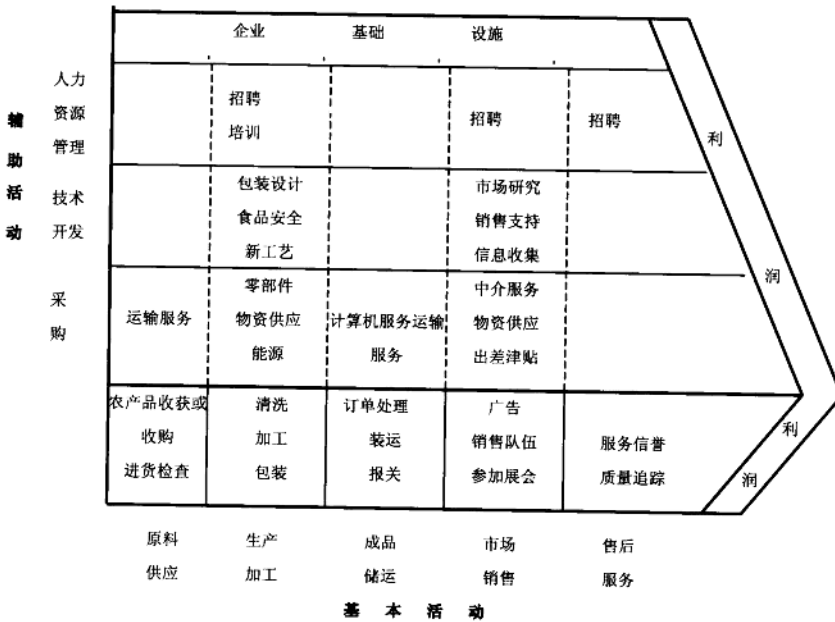


图 2 我国农产品出口企业的基本价值链

Fig.2 The value chain of china primary products' export enterprise

信息技术的应用使农产品出口企业组织结构由多层金字塔式变成扁平网络式，减少了出口过程的中间环节，导致了企业价值链的缩短、虚化，甚至重构

了价值链，最终使管理成本和交易成本降低，产品差异化与个性化增强，进而提高了企业竞争优势（张小栓，2002）。

1) 强化企业活动的集成度和可见度。根据波特的竞争优势理论, 企业各项活动的集成度是决定竞争能力的重要因素: 企业管理和运行的集成度越高, 协调性越强, 效率就越高。而信息系统将企业相对松散和分布式的环节以虚拟的方式实现连接和集成, 揭示了企业实物价值链的完整性, 使企业的每一项活动都具有可见度, 进而将信息技术优势不断转化到产品和服务中去(谢康等, 1999)。目前, 在大多数的农产品出口企业管理活动中, 企业价值链各个环节所产生的信息并没有被充分挖掘出来并用来创造新的价值。信息流或者是秘而不宣, 或者是视而不见。秘而不宣导致管理和商业活动过程处于一种不透明的状态, 企业要花很大的力气去了解市场状态, 这无形之中加大了企业的运作成本。视而不见则可能导致生产过程中最可能增值的信息被浪费掉了, 如海外客户对出口农产品品质或价格方面的不满意信息并没有被关注, 也没有用在改善后续产品上。企业通过信息和通信技术使信息流呈透明状后, 可以提供很多新的增值服务。

2) 优化企业价值链的内部联系。企业的竞争优势来源于各个环节间的联系、协调、管理和优化。整个农产品出口过程要经过很多环节, 各环节之间的无缝衔接、信息传递和共享可以降低成本, 提高运行速度, 为农产品及时新鲜上市创造了条件。同时采集和整合信息链各个环节的信息是企业管理的重要工作, 但这一工作的成本和价值往往被人们忽视, 企业管理信息系统和 Internet 就是在企业内部管理和生产环节上发挥了重要作用。

3) 优化企业价值链的外部联系。竞争者价值链的差异是竞争优势的一个关键来源。价值是买方愿意为企业提供的产品所支付的价格。如果企业所得的价值超过产品成本, 那么企业就盈利。以供需双方为平台的 B2B 电子商务使企业可以更低的价格购买原材料, 为企业带来了价值。农产品出口企业还可以通过利用最新的信息技术或专利, 挖掘客户数据库中的商业情报, 及时准确地了解国际市场对农产品的需求信息, 开拓新的市场, 创造更多价值。

2.2 信息技术与经济性、非经济性效应

利用信息技术对农产品出口企业价值链进行重构与优化, 可以使企业获得相应的信息效应。信息效应有分为经济效应、社会效应和文化效应, 后两种又称为非经济效应(张小栓, 2002)。

所谓经济效应主要有:

1) 管理规模经济性效应。信息技术促进企业管理的集成化、一体化和规模化, 扩大每个管理层次的规模, 提高管理效率, 降低边际管理成本、内外协调

成本。

2) 成长经济性效应。成长经济是指企业通过拓展其内外部的成长空间来获取利润。信息技术促使企业更有效地利用积累的沉淀资源尤其是信息资源, 从而以最小的追加成本向市场推出追加产品。

3) 范围经济性效应。范围经济是指企业通过产品品种或种类的增加来降低单位成本, 这是企业利用信息技术提高竞争优势最常见和最有效的一个途径。它源于信息技术的柔性特点。信息化通过生产成本、交易成本、管理成本的降低以及固定成本与可变成本之间比率的提高, 通过横向的和纵向的、地区间和行业间的竞争范围的改变以及新的竞争领域的增加, 可使企业增加产品或服务种类而降低单位成本。

4) 差异化经济性效应。差异经济是指产品或服务差异性增加来降低成本和增加利润。利用信息技术会增加产品或服务的差异性, 包括消费品质差异性和用户偏好差异性, 从而为企业在非价格竞争方面占据优势提供可能性。

5) 时效经济性效应。时效经济是指企业通过抢先利用机遇, 扩大市场分额来赢得竞争优势。

所谓非经济效应主要有:

1) 创新效应。信息技术使企业熟悉国内外市场变化而产生创新动力, 与高等院校、研究机构紧密联系而有利于参与和开展创新活动。

2) 决策效应。信息是企业经营的耳目和企业决策的依据。企业通过信息化能为其改进经营和优化决策奠定坚实的基础。

3) 信誉效应。信息技术使企业通过网站、网页能更好的宣传自己, 让社会了解企业, 以提高自己的信誉。

4) 素质效应。信息技术有助于企业改进学习和培训, 使学习和培训取得更大的成效, 使人力资源的素质不断提高。

5) 文化效应。这是指企业利用信息技术可以提高企业文化水平和对企业社会文化事业的发展带来的益处, 不断地促进企业文化和新价值观的发展。

对农产品出口企业而言, 上述各种效应都具有重要意义。他们可以演变为企业不同的竞争优势, 为我国农产品出口企业立足国际市场增添新的砝码。

2.3 信息技术与农产品出口企业的各种竞争优势

企业的整体竞争优势是通过各种竞争优势综合表现出来的。不同的竞争优势是通过产品、价格、渠道和促销等市场营销要素组合实现的(张小栓, 2002)。农产品出口企业有两种最基本的表现形式: 成本优势和产品差异化优势。