

DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2012.08.016

基于农机农艺结合的玉米生产机械化系统研究^{*}

李纪岳¹ 陈志² 杨敏丽¹ 黄玉祥¹

(1. 中国农业大学中国农业机械化发展研究中心, 北京 100083;

2. 中国机械工业集团有限公司, 北京 100080)

【摘要】 从农机农艺结合的角度出发,提出了一种研究玉米生产机械化系统的方法。该方法在分析背景和条件的基础上,从技术集成、组织集成和管理集成层面入手,提出基于农机农艺结合的玉米生产机械化系统的分析框架。在技术集成层面,主要从农机和农艺的现有技术入手,寻找玉米机械化生产各环节农机农艺可匹配技术;在组织集成层面,从玉米种植组织和农机服务组织的现有类别,分析有利于农机农艺结合的集成思路和方法;在管理集成层面,从资源管理、任务调度和过程管理等角度提出有利于玉米生产机械化的建议。

关键词: 玉米 农业机械化 农艺 系统集成

中图分类号: S233.73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2012)08-0083-06

Mechanized Corn Production Systems Based on Combination of Machinery and Agronomy

Li Jiyue¹ Chen Zhi² Yang Minli¹ Huang Yuxiang¹

(1. China Research Center for Agricultural Mechanization Development, China Agricultural University,

Beijing 100083, China 2. China National Machinery Industry Corporation, Beijing 100080, China)

Abstract

From a perspective of agricultural machinery and agronomy combination, a method was proposed to analyze corn production mechanization system. Based on the analysis of background and conditions, an analysis framework of corn production mechanization system was put forward, which was focusing on technology integration, organizational integration and management integration. For technology integration, the available agricultural and agronomic technologies those can be combined in the process of production mechanization were analyzed. For organizational integration, the existing categories of service organizations of corn planting and agricultural machinery were summarized to analyze the integration idea and method of the combination of agricultural and agronomic technologies. For management integration, suggestions on resource management, task adjustment and process management were proposed to promote the corn production mechanization.

Key words Corn, Agricultural machinery, Agronomy, System integration

引言

玉米生产在我国粮食生产中占有极其重要的地位。2010年中国玉米耕种收综合机械化水平达到65.94%,其中机耕、机播和机收水平分别达到

88.11%、76.52%和25.80%^[1]。目前我国玉米机械化水平低尤其是机收水平低的原因在于农机农艺结合不够紧密、机具适应性差等^[2]。如果不从根本上解决农机与农艺之间的衔接和适应问题,许多生产手段在农业生产中将难以实施,这将直接制约玉

收稿日期: 2011-10-27 修回日期: 2011-11-15

* 公益性行业(农业)科研专项资助项目(200903009)

作者简介: 李纪岳, 博士生, 主要从事农村发展与农业机械化研究, E-mail: lijyue@cau.edu.cn

通讯作者: 杨敏丽, 教授, 博士生导师, 主要从事农村发展与农业机械化、现代农业装备发展战略政策研究, E-mail: qyang@cau.edu.cn

米生产机械化的发展^[3]。为此,要用系统的观点和方法进行研究,以制定现有条件下的最佳方案来促进玉米生产机械化发展^[4]。本文从农机农艺结合的角度整体研究玉米生产机械化系统。

1 玉米生产机械化系统的内涵

玉米生产机械化系统是一个复杂系统,它既从属于农业大系统,又可分为许多互相渗透、互相制约又互相促进的子系统。对于复杂系统,整体的性能不等于部分性能的和,即系统整体与部分之间的关系不是一种线性关系^[5-6]。此外,在这些子系统中,还可能需要建立若干个下一层次的子系统。按照系统的观点,任何复杂系统都具有一定的层次结构性^[7],本研究将玉米生产机械化系统分为技术系统、组织系统和管理系统3个子系统,如图1所示。

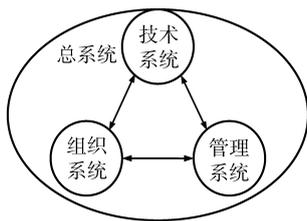


图1 玉米生产机械化系统内涵示意图

Fig. 1 Diagram of corn production mechanization system

对3个子系统分述如下:①技术系统指玉米生产过程中所涉及的各项技术以及将其连接起来的技术路线。其中各项技术可以分为农艺技术和农机技术,农艺技术是指选育种、栽培、耕作等传统意义的玉米生产技术,农机技术是指为实现玉米农艺技术而产生的机械的设计、制造、运用等相关技术。②组织系统是指从事玉米机械化生产的农户、种植企业和农机化服务组织等。随着社会的发展种植组织逐步形成了农户小规模生产和种植大户大规模生产,农机服务组织也逐步形成了自购自用型、共同利用型、自购自营型和合作经营型4种模式^[8]。这些类型的组织模式都可以作为组织要素,成为集成的单元。③管理系统是由管理者与管理对象组成的并由管理者负责控制的一个整体。这里指玉米生产过程中经营主体对资源的管理、任务调配以及过程的管理。

2 玉米生产机械化系统集成方法

系统集成方法又称为系统集成技术^[9-10],它体现了各种要素的汇集,本质上是以系统科学为指导,将两个或两个以上的要素或系统整合为有机整体,使各项集成要素之间能互补匹配,形成更加高级有序的整体结构,使集成后的整体功能发生质的跃

变^[11-12]。玉米生产机械化系统集成主要特点有:①众多玉米生产机械化系统集成单元不一定需要选择最好的,而是要选择最适合功能需求和投资规模的技术、产品及资源。②玉米生产机械化系统不是简单的子系统或集成单元间的组装或链接,而需体现出更多的子系统优化设计、标准制定与接口管理能力。③玉米生产机械化系统集成内容包含技术、组织、管理等多个层面,是一项综合性的系统工程。技术是玉米生产机械化系统集成工作的基础,组织是该系统的载体,管理是整个工程实施的保障。总之,玉米生产机械化系统集成主要目的是利用优秀的资源,寻求在较短时间、以较低成本构建符合需求的系统^[13-15]。

基于农机农艺结合的玉米生产机械化系统集成框架如图2所示。主要是通过优选目前各类先进农机农艺技术资源要素,在一个开放的技术平台上进行要素的匹配、整合、优化,构建先进、可靠的技术体系;在技术集成的成果支持下,组织集成合理利用目前先进农业工程资源要素,确定生产工艺、工程质量与接口等标准;管理集成服务于技术集成和组织集成目标的实现,围绕资源管理、过程管理、任务调配来寻求农机和农艺的协同生产,达到高效率、高质量、较低成本地完成玉米生产机械化系统的集成目标。

3 技术集成

在技术集成层面,农机和农艺两个子系统部分技术参数可以找到相互对接的接口。通过对接形成新的标准、参数和工艺,对提高土地产出率、劳动生产率和资源利用率起到明显作用。其中农艺参数包括种子品种和质量、种植制度和规格、农艺路线、秸秆用途等;农机参数包括机具种类、机具的行数和行距、动力配备、机械作业流程等^[16-17]。

3.1 农艺路线与动力配备的对接

玉米生产农艺路线含有选种、耕整地、播种、田间管理、收获等许多道工序。有的工序时间紧凑,并且可以通过复式机械作业,减少机械进地次数,缩短农时。例如在秋季,传统的农业生产要经过玉米收获、秸秆还田、破茬、翻耕、平整、筑畦、小麦播种、镇压等8道工序,造成人工投入多,机械作业成本高,严重影响农民收入。据调查仅这8道工序作业费用就高达2475元/hm²,占玉米全程机械化生产农机作业费用的45%。由于作业环节多样化,许多地区不得不配置多种动力机械,完成不同环节的农田作业。如配置大型拖拉机完成土壤翻耕、作物收获和秸秆处理作业,配置中小型机械完成筑畦、播种、镇

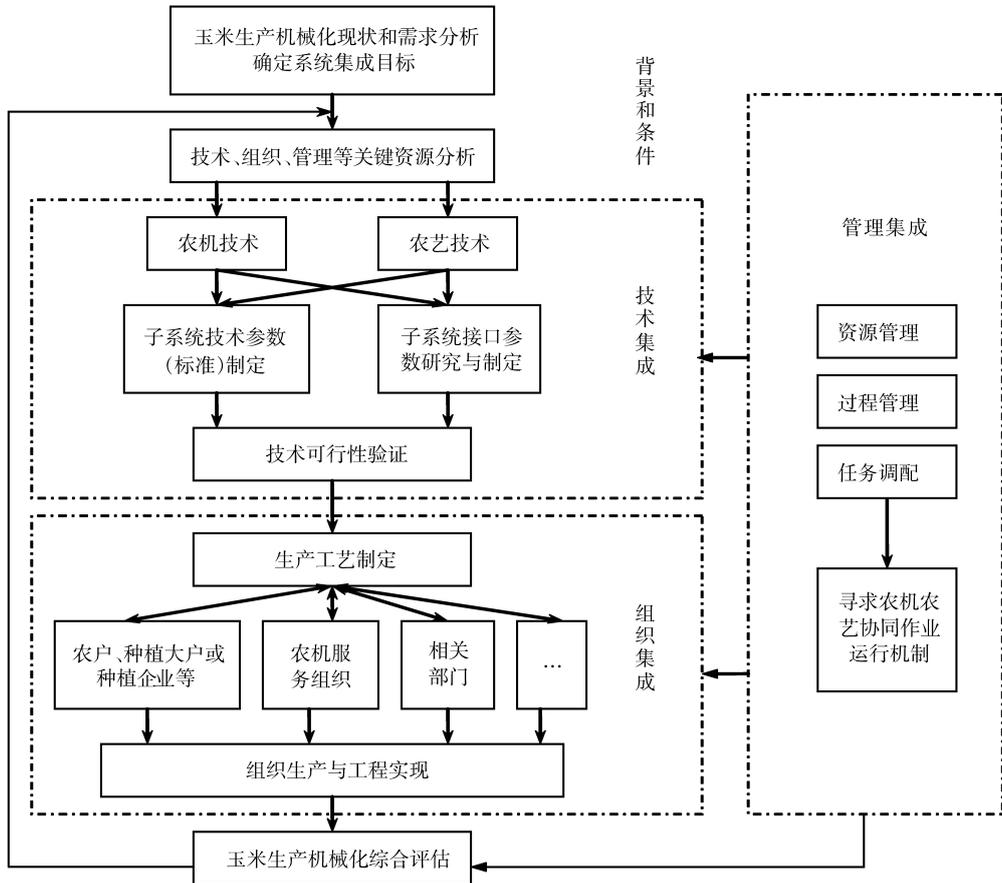


图 2 基于农机农艺结合的玉米生产机械化系统集成框架

Fig. 2 Diagram of corn mechanized production systems based on combination of agricultural machinery and agronomy

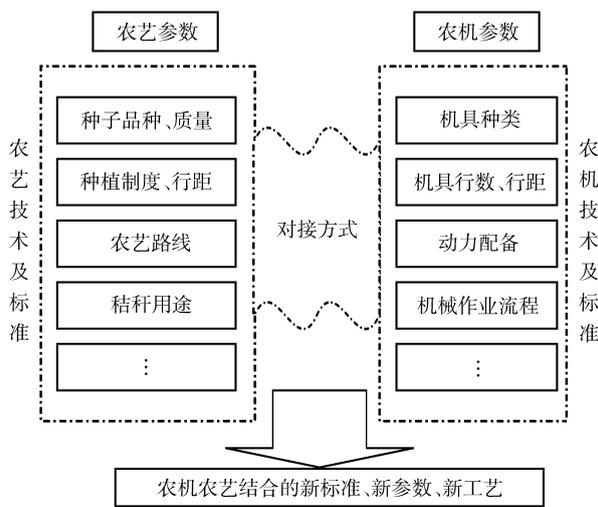


图 3 技术集成层面农机农艺结合示意图

Fig. 3 Diagram of combination of agricultural machinery and agronomy on technological integration

作业费用降低为 900 ~ 1 200 元/hm², 从而达到了农艺路线和动力配备的对接。

3.2 播种量与精量播种机的对接

玉米传统播种方式是每穴播 3 ~ 5 粒种子, 同一个种穴可能会长出多株玉米, 需要进行人工间苗, 而间苗工作量较大, 通常每亩地需要 2 ~ 3 个工日。随着土地经营规模的不断扩大, 加之农业劳动力因快速转移而不断减少, 对机械化播种特别是精量播种需求日益迫切, 也对先进适用的精量播种机提出了更高要求^[18]。与之相矛盾的是, 虽然近几年随着国家对粮食种子质量的治理和规范, 对种子纯度提出了严格要求, 但对种子发芽率标准的规定偏低。如 GB 4404. 1—2008《粮食作物种子 第 1 部分: 禾谷类》规定, 玉米大田用种发芽率仅为 85%, 精量播种要求每穴只播一粒, 发芽率偏低导致玉米生长过程中漏苗现象严重。偏低的种子发芽率标准, 严重制约着玉米精量播种技术和机械的推广。针对这种现象我国玉米播种使用了半精量播种, 每穴播 1 ~ 3 粒, 其中每穴为单粒的控制控制在 70% 左右, 能够达到较好的播种效果。今后在农艺方面应提高玉米种子的发芽率标准, 在农机方面提高单粒精量播种机的

压等作业, 造成农业机械社会配套成本高, 资源浪费等问题。为了解决这些问题可以采用大马力拖拉机配套复式作业机械, 如山东省广饶县逐渐推广使用的复式作业机械可同时完成破茬、翻耕、平整、筑畦、播种、镇压等环节, 减少进地次数, 大量减少劳动力,

质量,这样才能做到玉米播种量和精量播种机更加有效率的对接。

3.3 种植行距与收获机行距的对接

目前我国玉米种植的行距多种多样,玉米直播一般采取等行距,行距一般是 50 ~ 70 cm,玉米套种一般不是均匀行距,大多采取大小行种植,大行为 70 ~ 90 cm,小行为 30 ~ 50 cm。种植行距的差异给对行作业的玉米收获机的作业带来了很大的困难。目前大多数国产玉米收获机基本上都是固定行距的,难以适应不同行距种植方式。对采用对行收获的玉米收获机确定一个合理的行距十分重要,对此,必须从农艺理论来分析各地区合理的行距,使玉米收获机行距的确定有科学的依据。据测算,如果采用行距为 55 cm 时,株距为 24 cm,行距株距比为 2.2,这样就可以有利于使用机械进行中耕、施肥、打药,更有利于机械收获,所以对行收获机的行距选择在 50 ~ 60 cm 比较合理。另外,在玉米收获机研发方面要开发生产适应性强的玉米收获机,满足多元化农艺技术需求,以达到农机农艺的合理对接。

3.4 秸秆处理方式和玉米收获机械的对接

目前玉米秸秆处理有秸秆还田、用于饲料和用于燃料。其中秸秆还田和用于饲料两种处理方式对玉米收获方式和选用的机械有不同要求,如表 1 所示。对于玉米秸秆还田,目前应用较多的是在果穗收获过程中同时完成秸秆粉碎还田,采用的机具是在玉米收获机上直接安装秸秆粉碎还田机。对于秸秆用于饲料,采用人工收割后青贮或直接采用机械粉碎青贮。其中,专门用于青贮的玉米品种,由于果穗小,不需摘穗,直接全株采用青贮机械收获;普通品种的玉米,需摘下果穗,对秸秆进行青贮,可采用茎穗兼收机械,如果按穗产量 7 500 kg/hm²、秸秆产量 33 750 kg/hm² 计算,此方式产生的经济效益比单独收获玉米果穗或单独青贮产生的效益要高很多。

表 1 秸秆处理方式和玉米收获机械

Tab. 1 Methods of straw and harvest mechanism

序号	秸秆处理方式	收获方式	选用机械
1	秸秆还田	直接秸秆粉碎还田	秸秆还田机
2	用于饲料	人工收割后青贮、 直接青贮	玉米青贮机械、玉 米茎穗兼收机械
3	用于燃料	人工收割后燃烧 人工或机械收获后 采用生化或物理方 法生产新能源	

4 组织集成

组织集成是指在农业生产活动中将具有不同功

能的组织要素(单元组织、子系统组织)集合成为一个有机组织体的行为过程,其目的是使各组织要素以最合理的结构形式结合在一起,使组织行为更加和谐有序,并能取得聚变放大效果^[19]。

图 4 为玉米生产机械化组织集成的框架。玉米生产过程中各组织要素之间的关系有相互合作、单方向服务、职能相互融合等。玉米生产机械化组织集成思路在实际生产中有所体现,如一些地区推行的“五统一”、“六统一”和“十统一”等措施是较好的集成方法,通过这种方法使玉米生产从选种到收获逐步实现统一化,利于标准化种植和农机农艺结合技术的推广。这种集成方法是将分散农户、种粮大户或农机服务组织的职能专业化,并且将土地、农资、农机等资源优化配置。这种思路下衍生出多种集成模式,如土地托管模式和承包大户大规模生产模式。土地托管模式指农民依然拥有自己的土地,将土地托付给种植大户统一种植,收获时按照一定的产量收取玉米或者折算成现金。这种方式农户和种植大户风险共担,实现了土地规模经营。承包大户大规模生产模式,包括 3 类型:①承包大户没有农机,玉米生产全过程均雇工、雇机作业,承包大户只负责品种计划、购种购化肥、检查病虫害及作业质量、联系粮食销售等工作。②承包大户自己购置部分作业机械,完成自用后开展机耕服务并收费,而播种、收获环节仍雇工、雇机作业。③承包大户起源于农机专业合作社或者农机户,自己购置全部机械,主要为别人作业服务,自己也承包土地种植玉米。这 3 种类型是种植户和农机服务组织的有机结合,以主营业务不同区分。

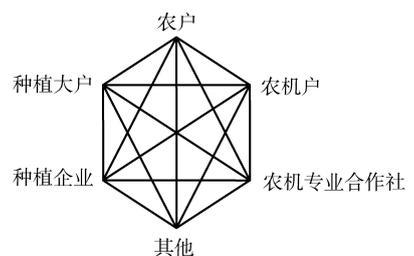


图 4 组织集成框架

Fig. 4 Phase diagram of organizational integration

5 管理集成

管理集成是指在掌握管理单元本身的基础上,将两个或两个以上的管理单元按照一定的规则进行组合,形成具有整合增效效果的有机整体。其中,管理单元是指某种资源、过程、任务调配等^[20-21],管理集成贯穿于技术集成和组织集成阶段。图 5 为玉米生产机械化管理集成框架图。

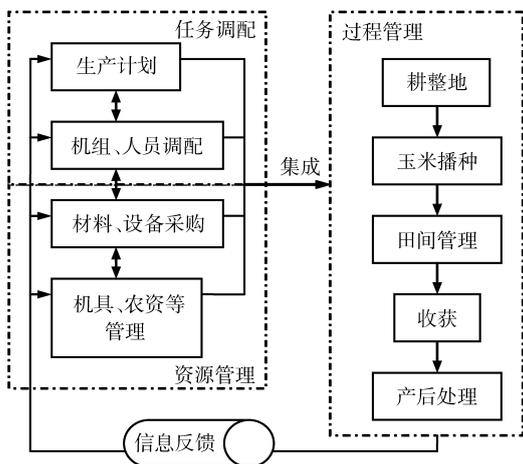


图 5 管理集成框架

Fig. 5 Phase diagram of management integration

玉米生产过程的资源主要包括农业机械、土地、人力、种子、化肥、农药等。根据玉米生产要求合理安排这些资源,使资源既能满足生产的需要又不产生浪费,同时效率达到最高,这需要管理者采取有效的措施。合理配备农机装备是资源管理的重要方面。配备农机装备应当根据当地实际情况,一方面要增加装备配备,提高机械化水平;另一方面也要避免形成装备配备越多越好、功率越大越好的错误认识。在玉米生产地区,应根据地块大小、当地经济水平、劳动力转移等情况合理配备玉米生产机具,尽量高效利用机具,以免造成资源浪费。

在过程管理方面,将玉米生产进行统筹研究,以获取玉米产量和生产效益最大化为目的。玉米生产需要从耕作、播种、施肥、灌溉、田间管理、收获后秸秆处理、机械装备配备等各个环节进行统筹考量,实现农机农艺有机结合。

根据各地自然条件和农业生产状况,通过试验示范,规范玉米种植模式,配备农机装备,降低农机配套的社会成本。针对玉米机械化普遍存在技术模式选择混乱、不能很好地与农艺结合、农民劳动力投入大、效率低的问题,推行主要机械作业环节的统一

管理,对于解放劳动力、推动土地流转具有重要意义。

在宏观管理层面,相关部门要拨出科研专项资金,用于基于农机农艺结合的玉米生产机械化的基础性研究,针对不同的区域,研究农机农艺技术规范,确定最佳技术路线,科学确定机具配备方案,形成最优技术模式。各级财政部门要支持玉米生产农机农艺技术推广项目,加大技术培训力度。国家的农机购置补贴资金优先补贴玉米生产中关键环节的机械,有条件的地区要加大补贴的比例。国家应建立农机作业补贴长效机制,把玉米深松、玉米机播和机收作业等列入补贴范围,加速农机化新技术的快速推广。

6 结论

(1)本研究将农机农艺结合的思想贯穿于玉米生产机械化系统研究的过程中,提出了研究玉米生产机械化系统的框架,从技术集成、组织集成和管理集成 3 个层面进行深入的分析。

(2)在技术集成层面,从农艺路线与动力配备的对接、播种量与精量播种机的对接、秸秆处理方式与玉米收获机械的对接以及种植行距与收获机行距的对接等 4 个方面寻找农机和农艺技术参数可以相互对接的方式。在组织集成层面,分析了玉米种植组织、农机服务组织的类别,各组织之间的相互关系,得出了各种组织之间有效集成的方式和路径。在管理集成层面,提出管理集成服务于技术集成和组织集成目标实现的观点,通过资源管理、过程管理和任务调配寻求农机和农艺的协同生产,实现高效率、高质量、较低成本完成玉米生产机械化系统的集成目标。

(3)这种研究思想为复杂系统具体化、实用化和标准化提供了一种新的方法论。运用此方法可以获得基于农机农艺结合的玉米生产机械化过程中不同层面的集成方式,并针对政府、组织、个人等不同应用主体加以应用。

参 考 文 献

- 1 NY/T 1408.1—2007 农业机械化水平评价 第 1 部分:种植业 [S]. 2007.
- 2 林建华. 加强农机农艺结合提升玉米机械化水平 [J]. 农机科技推广, 2009(10): 19~21.
- 3 白人朴, 林建华. 玉米收获机械化在山东的创新与发展 [M]. 济南: 山东省地图出版社, 2008: 13~15.
- 4 余友泰. 农业机械化工程 [M]. 北京: 中国展望出版社, 1987.
- 5 戴汝为. 系统科学及系统复杂性研究 [J]. 系统仿真学报, 2002, 14(11): 1411~1416.
Dai Ruwei. Research on system science and system complexity [J]. Journal of System Simulation, 2002, 14(11): 1411~1416. (in Chinese)
- 6 陈志, 李树君, 方宪法, 等. 农业机械化工程 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2005.
- 7 齐飞, 周新群, 丁小明, 等. 设施园艺工程集成模式构建方法 [J]. 农业工程学报, 2011, 27(8): 99~105.
Qi Fei, Zhou Xinqun, Ding Xiaoming, et al. Constructing methods of engineering integrative mode for protected horticulture

- [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2011, 27(8):99~105. (in Chinese)
- 8 侯方安. 中国农业机械化经营模式研究[M]. 北京:中国农业出版社,2010.
- 9 顾基发,汪浣尘,唐锡晋,等. 综合集成方法体系与系统学研究[M]. 北京:科学出版社,2007.
- 10 石浩然,王维锐,吴参,等. 知识集成环境下产品设计过程动态组织方法[J]. 农业机械学报,2011, 42(11): 183~188.
Shi Haoran, Wangweirui, Wu Can, et al. Dynamic reconstructing of the product design process in knowledge integrated environment [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(11): 183~188. (in Chinese)
- 11 钱学森. 创建系统学[M]. 太原:山西科学技术出版社,2001.
- 12 万麟瑞,李绪荣. 系统集成方法学研究[J]. 计算机学报,1999,22(10):1 025~1 030.
Wan Linrui, Li Xurong. Researches on system integration methodology[J]. Chinese Journal of Computers, 1999, 22(10): 1 025~1 030. (in Chinese)
- 13 殷瑞钰. 钢铁制造流程的解析和集成[J]. 金属学报,2000,36(10):1 077~1 084.
Yin Ruiyu. Analysis and inergration of steel manufacturing process [J]. Acta Metallurgica Sinica, 2000, 36(10): 1 077~1 084. (in Chinese)
- 14 舒光复. 综合集成系统重构及宏观经济研究中的应用[J]. 系统工程学报,2001,16(5):349~352.
Shu Guangfu. Meta-synthetic system reconstruction and applications in macro-economic researches[J]. Journal of Systems Engineering, 2001, 16(5): 349~352. (in Chinese)
- 15 程先东. 中国高速铁路系统集成方法与工程实践[J]. 中国铁路,2010(12):38~40.
- 16 冯炳元. 农业机械学科的发展动向[J]. 农业机械学报,2003,34(1):127~129.
Feng Bingyuan. Development of the discipline of agricultural machinery [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2003, 34(1):127~129. (in Chinese)
- 17 蒋亦元. 农机科技创新中的农机与农艺相结合问题[J]. 农业机械学报,2007,38(3):179~181.
Jiang Yiyuan. Combination of agricultural machinery and agronomy in their scientific and technological innovations [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(3):179~181. (in Chinese)
- 18 夏连明,王相友,耿瑞阳,等. 丸粒化玉米种子精密排种器[J]. 农业机械学报,2011,42(6): 53~57.
Xia Lianming, Wang Xiangyou, Geng Ruiyang, et al. Precision seed-metering device for pelleted corn seeds [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(6): 53~57. (in Chinese)
- 19 张扬. 工程中的组织集成问题研究[J]. 科技情报开发与经济,2007,17(33):169~170.
Zhang Yang. Research on the organizational integration in engineering[J]. Sci-Tech Information Development & Economy, 2007, 17(33): 169~170. (in Chinese)
- 20 洪巍,陈星光. 集成管理与管理集成辨析[J]. 管理观察,2010(28): 24~25.
- 21 钱学森. 论系统工程[M]. 修订本. 长沙:湖南科学技术出版社,1988:33.

(上接第 133 页)

- 13 张引兵,刘楠楠,张力. 身份认证技术综述[J]. 电脑知识与技术,2011, 7(9):2 014~2 016.
- 14 冯志兴,李建华,王轶俊. 金融 IC 卡认证体系及其安全性分析[J]. 信息安全与通信保密,2009(3):58~61.
- 15 段钢. 加密与解密[M]. 2 版. 北京:电子工业出版社,2003.
- 16 李顺东,王道顺. 现代密码学:理论、方法与研究前沿[M]. 北京:科学出版社,2009.
- 17 周广辉. USB Key 用户认证平台的研究和实现[J]. 信息安全与通信保密,2009(9):113~118.
- 18 杨帆. USB Key 体系研究与技术实现[D]. 武汉:武汉大学,2004.
- 19 Liu D. USB device development with the MC9S08JM60[R]. Asia & Pacific Operation Microcontroller Division, 2008.
- 20 赵明辉,张红雨,李亮. 基于 MC9S08JS16 和 AES 的 USB Key 设计[J]. 电子设计工程,2010(10):119~122.
- 21 李顺,肖龙远. 基于 Linux 的身份认证系统设计与实现[J]. 微处理机,2010(3): 97~100.
- 22 黄兴燕,詹林. 基于 USB-Key 的数字图书馆身份认证技术[J]. 电脑知识与技术,2009,5(34):9 777~9 778,9 784.
- 23 杨信廷,孙传恒,钱建平. 基于流程编码的水产养殖产品质量追溯系统的构建与实现[J]. 农业工程学报,2008, 24(2):159~164.
Yang Xinting, Sun Chuanheng, Qian Jianping. Based on the process of coding aquaculture products quality tracking system to the construction and implementation[J]. Transactions of the CSAE,2008,24(2):159~164. (in Chinese)
- 24 杨信廷,钱建平,范蓓蕾. 农产品物流过程追溯中的智能配送系统[J]. 农业机械学报,2011,42(5): 125~130.
Yang Xinting, Qian Jianping, Fan Beilei. Agricultural logistics process back on the wisdom of the distribution system[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011,42(5): 125~130. (in Chinese)