

机遇

●

挑战

●

创新

2002

农业工程青年科技论坛文集



主编：韩鲁佳

中国农业科学技术出版社

机遇·挑战·创新

——2002 农业工程青年科技论坛论文集

主 编：韩鲁佳

中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

机遇·挑战·创新:2002 农业工程青年科技论坛论文集/韩鲁佳主编. —北京:中国农业科学技术出版社,2002.6

ISBN 7-80167-361-1

I. 机... II. 韩... III. 农业工程—学术会议—2002—文集 IV. S2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040233 号

责任编辑	杜 洪
出版发行	(中国农业科学技术出版社 邮编:100081) 电话:(010)68919711; 68919709; 传真:62189014
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	北京华正印刷厂
开 本	880×1230 1/16 印张:15
印 数	1~1000 册 字数:480 千字
版 次	2002 年 6 月第一版, 2002 年 6 月第一次印刷
定 价	60.00 元

弘扬科学精神,推进农业工程科技创新

(代序)

20 世纪是人类广泛应用生物与工程科技改造传统农业生产方式,推动农业产业技术革命取得伟大成就的世纪。农业生物科学的知识与技术创新成果,促进了优良品种、化肥、农药的工业化生产与规模化应用;农业机械装备技术的发明与技术创新,推动了现代农业装备制造业的快速发展和大规模农业机械化的实践,农业机械化进而被美国工程科技界评选为 20 世纪对人类社会生活产生重大影响的 20 项工程科技成就之一;农业水土资源开发、改良、利用与管理技术的不断进步,为建立高产、稳产农田提供了保障;收获后工艺与加工技术的完善,为保障消费者对高品质农产品需求与不断开拓生物产品利用新领域,促进农产品增值产业的快速发展作出了贡献;农业生物环境与能源工程科技进步,推动了现代设施园艺与工厂化养殖产业的快速发展和新能源开发利用技术的创新性实践;电力在农业中应用的迅速普及,使得基于电气、电子、信息工程科技的自动化、信息化技术开始快速应用于农业装备与生物生产过程的自动控制与管理,成为近 10 多年来推动农业工程科技创新最为活跃的领域。过去一世纪,人类知识宝库中有 80% 的科学发现、技术发明和工程建设,都是科学家和工程师们创造的。农业工程学科领域在上一世纪农业产业技术革命加速发展过程中形成了动力与机械、土与水、结构与环境、电力与加工、工程规划与管理等主要研究领域,并在 20 世纪前半期,建立起作为工程科技与农业生物科技紧密结合、相互渗透,揭示土壤、气候、环境、动植物生理与现代工程手段相互作用机理的理论基础。农业工程科技为农业工业化与改造传统农业作出了重大贡献,是上一次农业科技革命成果的重要组成部分。过去半个世纪,世界食品生产的增长超过了人口的增长速度,然而,大量消费水、土、能源和化学物质投入的技术,已经引起人类对如何保障农业可持续发展与建立健康的生存环境的严重关切。世纪之交,生物技术与信息技术革命的快速发展,正在引导着一场新的农业科技革命的形成与发展。

21 世纪,国际农业工程科学技术发展,将紧密围绕人类面对的农业资源制约,食物安全与消费者对绿色健康食品日益增长的需求,改善生态环境质量与动物福利的需要,提高农产品的市场竞争力等可持续发展目标,进一步突出其多学科综合、交叉的特色。除了传统的机械、土木、水利、化工、电气工程技术与农业生物、资源、环境学科的结合外,微电子学、系统科学与控制工程、人工智能、信息技术、新材料、生物化学、近代物理、现代数学等将与新兴生物技术、农艺学、生态学、食品科学、农业经济与管理学科密切结合渗透,而成为农业与生物生产系统技术创新的生长点。调整农业产业结构,节约生产与管理成本,提高农业生产系统的国际竞争力,保障技术、经济、生态的平衡发展,将是政府决策者与公众消费者共同关心的目标。了解这一新趋势与参与对发展问题的研究,应是农业与生物系统工程师的重要任务。

农业机械工程与装备技术,将融合现代微电子技术、仪器与 控制技术和信息技术,向智能化、机电一体化方向快速发展

从 20 世纪 70 年代中期开始,发达国家加快了农业装备电子信息应用技术研究及产业化

开发。一批面向生产者应用的各种机电仪一体化技术产品迅速开发出来装备到农业机械上用于实现农业机械化作业的高效率、高质量、省成本和改善操作者的舒适性与安全性。到世纪之交,基于“精细农业”技术思想的多种定位变量作业智能型农业机械,如收获、播种、施肥、施药机械进入国际市场。通过电子学与计算机,使一些农业装备具有智能化特征和在机组各控制单元间相互通信。国外大型拖拉机和复杂农业机械,已装置有若干个标准的电子控制单元(ECU),它实际上已是一个带有独立处理信息与控制功能的计算机智能控制终端,是针对农业机械使用环境专门设计的通用微型作业计算机,具有统一设计的标准接口和采用了现场控制局域网络(CAN)技术及其网络通信协议,这已经在欧、美大中型农业机械的内部电子监视与控制系统中采用。拖拉机和各种农业机械上应用的智能化电子控制单元(ECU)的发展,使其接口的通用化、标准化设计变得愈益重要。在汽车电子系统采用的CAN总线协议基础上建立的农业机械总线标准DIN 9684,从1993年起已在欧洲各国农机制造厂商中采用,以DIN 9684为基础制定的ISO11783,将作为农业机组数据通信及其接口设计的国际标准。拖拉机和自走式农业机械传统驾驶室中的仪表盘正迅速由电子监视仪表取代,并逐步由单一参数显示方式向智能化信息显示终端过渡,从而大大改善了人机交互界面。欧洲一些大农场,已开始建立和使用农场办公室计算机与移动作业机械间通过无线通信进行数据交换的管理信息系统。这可以使农场管理调度中心计算机直接调用读入各个田间作业机械智能终端存储的作业数据,存入农场计算机的数据库中,由于农场计算机可具有比移动作业机强大得多的信息存储、处理功能,专家知识库和管理决策支持系统,通过计算机处理,制定详细的农事操作方案和导航作业计划后,通过无线通信数据链路传回到田间移动作业机。机器发生故障,操作者也可调用具有强大分析功能的办公室计算机诊断处理程序。电子学与信息技术在农业机械装备中应用的这一发展趋势,代表着拖拉机和农业机械技术发展新的里程碑。信息时代的农业机械将更多地依赖传感器来监视作业实际工况,通过各种复杂模型、决策支持软件和高精度的执行器,来按时、定位完成相应的任务和过程的优化。以智能机器代替重型复杂、高投入、高能耗机械,优化生产过程、节约物质与能源消耗、改善质量、降低作业成本,是世纪之交农业机械装备技术创新的重要方向。

工厂化农业的发展对工程科技创新提出更高的要求

工厂化农业涉及的主要领域包括设施种植业,工厂化养殖业,产前种苗繁育及产后贮藏、保鲜等主要组成部分。它需要依靠现代农业生物科学技术、工程科学技术和系统管理科学技术的综合集成支持,是资源高效利用,技术和知识密集,增值效益显著,工业化程度高的农业新兴产业。它面对的是要在多变的自然气象条件下,为动植物的生命活动创造一个优化的生长、发育、储存环境,既要兼顾高生产率、高产出、高品质、低成本、高效益、环境友好等可持续发展目标,还要顾及产品的消费市场需求与面对不断增长的市场竞争压力。世纪之交,设施园艺工程科技发展趋势,是注重提高科技含量和提升国际竞争力,注重提高品牌产品品质,优化产业链,发展高新科技应用。现代园艺工程将向无土栽培和封闭式水培系统逐步过渡。这可以显著节约水资源,防止对地下水的污染,提高产品品质,也正推动着相关技术的创新性研究。园艺设施新材料开发研究与结构设计创新,环境参数与作物生长过程控制自动化水平,一直是现代温室设施工程技术创新的驱动力。当今传感器技术的快速进步和计算机控制技术的发展,已使工厂化

温室控制与自动化向数字化、智能化方向快速发展。现代设施园艺工程环境控制自动化的技术创新方向主要是:先进传感技术与控制技术的开发研究。在设施园艺工程领域未来技术发展方面,K. C. Ting 等几年前提出了由保护地栽培向建立植物生产工程系统的新概念,这实际上是突出基于信息和知识来管理复杂的设施园艺系统的一种技术思想。“植物生产工程系统”研究,包括保护地栽培系统,受控环境植物生产系统,水土污染生物治理系统和作为长期太空探索生命支持系统一部分的高效生物质生产系统等。其成功实施,将涉及作物栽培、自动化、环境调控与系统管理等科学技术领域。技术创新包括:植物生长过程模拟,调控机理与技术研究;生物信息采集新型传感技术与植物生长过程监测研究与开发;计算机视角与图象信息处理技术用于生物对象模式识别;生物机器人研究与应用技术开发;遗传算法,神经网络,模糊逻辑,人工智能理论方法用于复杂生物系统控制与诊断决策研究;智能化园艺作物管理专家系统与辅助管理决策支持系统开发研究;系统分析与集成技术研究等。工厂化养殖工程的建筑设施与环境控制技术,和设施园艺领域具有许多共性的发展趋势。上一世纪后半期已经积累了大量有关动物环境控制机理研究与环境设计的研究成果。未来生物技术的最新成果将与信息技术的应用密切结合,进一步推动其技术创新的发展。与改善动物健康与福利,废弃物处理与防止污染物向大气和水域辐射,严密监测动物疫情与健康,先进的系统管理决策研究,特别受到重视。工厂化养殖将更多地采取基于动物个体或小群差异性信息,实现精细调控管理的精细化养殖技术。实际上基于信息和知识有效地管理农业生产的早期实践,在 20 世纪 70 年代后期已优先在欧美发达国家的奶牛场管理信息系统中得到成功应用,众所周知,基于奶牛编号自动识别器的个体产奶量定量配料和饲养管理系统,自 20 世纪 80 年代初已在欧美各国农场中开始广泛推广使用。20 世纪 90 年代以来,这些已成熟应用的计算机管理信息系统,正在新的信息技术进步基础上拓宽其高新技术应用研究领域,如:机器视觉技术用于动物行为监视、识别;挤奶机器人的应用;基于体形图象分析评价优良品种选育与动物体重评估;动物饲养管理多媒体知识咨询系统等都已逐步实用化,展示了信息时代“精细养殖”的广阔前景。

农业水土资源科学管理与水土环境保护是世界各国 未来农业发展面对的共同性挑战

进入新世纪,技术创新的重点将是如何高效利用水、土与肥力资源,控制水土环境污染,满足消费者对食物与生态环境安全日益增长的要求,这需要作物、土壤、耕作、水土工程与管理等多学科专家的协同努力。过去 20 多年,在研究土壤作物大气中水、热、盐运移规律、过程模拟、监控技术,减少农田水利系统供水损失和各种节水灌溉工程装备技术创新方面取得了突破性进展,进一步发展的趋势将是如何提高植物生长对水、肥的有效利用,最大限度地减少农田水分的无效蒸发与流失消耗,开发基于新的物理原理和微电子技术的农田土壤含水量与肥力参数快速获取传感技术、智能化农田节水灌溉管理控制技术,并使这些研究成果实用化和适于在基层用户中推广使用。GPS、GIS、RS 地理空间信息技术在水土工程领域中的应用,将为区域性农田水土资源与环境监测、调度,农田水利工程规划、测量,土壤参数空间分布信息采集与处理提供先进的高效技术手段,进而推动定位定量精细灌溉技术的研究开发。现代耕作技术,将在农田水土资源利用方面发挥重要作用。各种少耕、免耕,秸秆覆盖,减轻机械作业对土壤压实等适于不同气候与自然条件的农田水土保持耕作技术,新型耕作机械,抗旱品种选育,干旱地

区集水与微灌技术,将为旱作农业与节水农业技术发展作出重要的贡献。水土保持工程作为传统的农业工程学科领域,将在日益重视资源节约与环境保护战略驱动下,利用现代信息技术开拓土壤、作物系统水利用过程与水土流失计算机模拟模型,辅助管理决策系统,3S 与智能化技术用于水土环境监测,智能化灌溉装备等新的技术研究领域。

农业产品深度加工,延长产业链,是建立可持续发展 农业系统与改善农户经济收入的关键

过去数十年,动植物生产过程中的集约化与劳动生产率大幅提高,产品成本不断下降,食品生产过剩,生产者面对的市场竞争压力日益增长。消费者对最终产品品种、品质和食品安全要求日益提高,农产品收获后的处理工艺与加工增值成为农业生产系统的主要经济增长点。现代生物技术、生物化学、微生物科学、食品科学与新兴研究手段的发展,大大加快了新的产品加工工艺、保鲜、贮存与过程监测控制手段的技术创新。农产品加工将不断开拓新的生物质资源利用新领域,传统的主要限于利用籽粒、果实、花卉、肉品、皮革……等老观念,将扩展到利用新的生物、化工、机械等技术,研究整个生物质资源的开发利用,如:将农产品加工成高级食品工业原料、制药原料;对秸秆、枝叶等传统概念的生物废弃物进行有效成分的提取与合成,废弃物的再利用,生物质能源利用技术的开发研究等。评价比较农产品与生物质利用的经济价值,将着重关注其市场价值与经济增值效益。农产品深度加工将真正成为农业生产系统最具增值效益的产业,这既需要依靠生物、化学、工程专家对生物质的生物化学与合成机理的知识创新,也需要机械、热力、电子、控制工程师的协力攻关,使加工工艺创新成果发展为产业化应用。在加工过程技术创新方面,将围绕由生产、产后处理、产品分选与分级、贮藏、运输、保鲜、最终产品加工、包装、市场开拓的整个食品链过程与产品品质的全过程监控。农产品的市场价值与市场竞争,对收获后工艺和产品加工品质提出了很高的要求。这一领域的技术滞后尤其成为发展中国家农业面临的严峻挑战。电子信息与农业装备技术已在发达国家的农产品加工中得到广泛应用,如农产品品质的快速检测、产品品质分级评价、储藏加工过程参数的精细调控、市场需求的决策支持分析等。基于信息和知识的“精细加工”集成管理决策支持系统,丰富了“精细农业”技术体系的内涵,正在成为在特定条件下实现优质、高效农业的高新技术应用研究和装备技术创新领域。

农业电气化与自动化学科研究领域将向自动化、 智能化与信息化方向发展

农业电气化是实现农业工业化和现代农村文明的重要前提。至 20 世纪中期,发达国家已经实现了电力在国民经济各领域,包括在农村中的普遍应用。电力农业生产领域的应用,自 20 世纪 70 年代中期以来,已逐步转向以应用微电子技术、电力电子技术、控制工程、自动化、电子信息工程科技密切结合农业生物系统特征,发展有关高新技术农业应用研究,如在工厂化畜牧业,设施园艺工程,农产品储藏加工、农业机械装备机电一体化与农用智能仪器开发领域有了快速的发展。农业电气化作为农业工程二级学科是以电气技术、电子技术、计算机技术、通信与网络技术作为主要学科基础,促进电子信息工程科技与农业生物、资源环境系统相关学科知

识的密切结合与交叉渗透,着重面对农业、农村和农民的需求提供应用科技成果和培养高级专门人才服务。其主要技术创新领域将包括:农业相关的信息获取、处理智能化技术,适于农业自然环境和生物对象多变环境的复杂系统智能控制技术,支持农业装备技术创新的微电子学技术,3S 空间信息技术的农业应用,农业信息化与计算机信息系统集成技术等。实现农业信息化是加速农业产业结构调整、产业升级的重大战略措施。世纪之交世界各国都在加速推动这一领域的发展研究。信息化的核心和实质是推动各地区、各行业的信息技术应用。农业电子信息工程学科要实现农业信息化发展的战略目标提供信息科学技术支持与专门人才培养服务。制定农业信息学科发展计划,首先要全面理解现代信息科学技术的内涵。信息科学技术是包括:信息获取、变换、传输、处理、识别、应用等多方面的科学技术。重点要发展信息应用技术的开发研究,推动研究成果产业化,重视培育支农信息产业的发展。要积极跟踪信息应用科技的快速进步,促进先进适用信息高新技术向农业领域的转移。“农业信息化技术研究”研究重点与优先领域是:改善农业资源、环境、生态和生产系统宏观管理的信息科技研究;农业信息资源开发与改善农业信息网络服务模式的信息科技研究;智能化农业生产管理辅助决策支持系统研究开发及其产业化研究;“精细农业”技术的研究与示范;农业信息技术发展战略与技术对策研究等。

“精细农业”——基于信息和知识管理农业生产系统的一场技术思想革命

20 世纪 90 年代初以来,关于“精细农业”(Precision Agriculture)技术的研究与应用,在发达国家受到了普遍的重视,并推动了一系列相关电子信息和工程装备技术的创新实践与产业化进程。“精细农业”是基于信息和知识进行农业生产管理的现代农业精细经营技术,它是综合应用现代信息高新技术和农业装备技术、作物生产和农业资源环境管理决策等多种先进科技成果,实践农业生产管理科技思想的革命。迄今在“精细农业”的研究实践中,虽然对其支持技术的研究开发和技术体系的构建,已经有了一个比较系统的实践,但就整体来看,仍然处于发展的初期,我国则仍然处于起步探索的阶段。有必要跟踪国际发展研究,正确理解“精细农业”技术思想的实质与内涵:“Precision Agriculture 是一种管理策略。它利用信息技术将由多种来源获得的数据,为生物生产管理作出科学的决策”。“传统农业管理和精细农业之间的差别,后者是应用现代信息技术以提供、处理和分析多方面高时空分辨率的资源与生物生长数据来制定管理决策和实施生产管理”。“Precision Farming 要求响应农田或园田内小区的空间差异性。它不是一种固定的系统,而是一套适应不同气候条件下的土壤类型、不同农场管理系统和生产条件、不同机械化水平的技术组装模式的通用管理理念。”迄今多数农户的实践,仍然是本着因地制宜、讲究效益、采用不同程度的技术组装方式,实现作物生产有效管理和更好的经营效益为目标。由于农业活动涉及到农、林、牧、种、养、加、产、供、销等的广阔领域,随着科学技术的发展,人们对自然与生物资源的利用和调控环境的能力将日益精细化。基于信息和知识管理农业生产系统的精细农作新理念,将扩展到发展精细园艺、精细养殖、精细加工(产前、产后)、精细管理等更为宽广的农业经营领域,从而建立起基于现代科学技术基础上的“精细农业”(Precision Agriculture)技术体系。“精细农业”技术已被国际农业科技界认为是 21 世纪实现农业可持续发展的先导性技术之一,可望在 21 世纪前十年首先在发达国家推广应用。目前,需要攻克科学技术问题包括:低成本生物生长信息与资源环境信息快速获取技术,快速采集农

田内作物、土壤数据的工具和低价定位系统的研究与开发；作业过程庞大数据量的管理集成，需要建立信息标准化和信息传输协议，使集成的信息能有效支持生产过程管理决策；信息工程师和农学家合作开发基于模型、数据和专家知识的计算机辅助决策支持系统是必要的；采集作物产量空间分布信息和根据管理决策进行定位处方农作的实践，需要开发各种变量作业农业机械等。迄今虽然市场上有了适应精细农业技术要求的主要谷物联合收割机和施肥、喷药、播种等变量作业农机产品，但大多数适应不同条件的变量作业机械尚待创新研究达到实用化。科学评价系统经济效益的方法和适应不同农作经营规模的精细农作实践，仍然需要土壤、作物、工程、经济管理科学家的协作研究。

21 世纪人类将进入知识经济的时代。信息与网络技术革命使世界各地的人们都易于共享世界技术革命的成果，这为发展中国家提供了发挥后发优势，实现生产力跨越式发展的良好机遇。农业与生物系统工程师面临的任务，是要提供能容纳跨学科知识的创新性技术成果，来支持农业系统的可持续发展和面对全球化竞争的挑战。过去，农业工程师往往局限于对某一方面的专业知识与技能的纵深研究感兴趣，农业工程专业教育也过于偏重某一专门领域知识的培养。21 世纪的农业、生物与食品工程师应同时关注科学、经济与社会准则，为食物生产、食物质量和食物安全，食物贮存、加工、运输、包装和市场开拓，为创造更清洁的环境和改善水、空气质量做出贡献。局限于解决单项技术与单个机器设备的技术，满足于起“螺丝钉”作用已经不够了，不要只想到数学方程或计算机模型，而且要同时学会如何能善于提出新的问题进行探讨，善于对农业生产的实际问题提出系统的解决方案。因此具备对生物系统、资源环境系统与工程系统多学科知识，包括拓宽工程学科本身较为宽广的知识是必要的。关注生物与工程科技日新月异的进步，善于跟踪生物技术和信息技术革命的发展，将多学科知识和技术集成组装，积极开拓创新性的研究领域。

“青年是国家的未来，是民族的希望。是社会上最富有朝气、最富有创造性、最富有开拓精神的群体”；“人类科技进步的历史表明，许多重大科学技术成果都是青年科学家和技术专家创造的。推动科学发现和科技创新，最需要为青年人发挥聪明才智创造有利的社会气氛”（江泽民，2002. 5. 28）。我衷心祝愿中国农业工程学会青年科技委员会的建立，并希望学会今后将进一步加强团结青年农业与生物系统工程师的工作，加强学术交流与对科技发展问题的讨论研究，在科技创新的实践中，支持青年科技工作者脱颖而出，认真举荐优秀青年人才。大力弘扬科学精神，发扬诚实、正直、不倦探索科学真理和实事求是的创新精神、高度的使命感和责任感，在科学研究与科技实践中发挥团队协作精神，为加速我国传统农业的技术改造和在农业、生物与食品工程科技创新中作出重要的贡献。

中国工程院院士

中国农业工程学会名誉理事长

江德华

2002 年 5 月

目 录

弘扬科学精神,推进农业工程科技创新——代序	汪懋华(1)
海外华人学者在世界农业工程界的影响	张乃迁(1)
我国畜牧工程技术的研究进展	李保明(5)
我国农村能源发展现状及“十五”的战略考虑	王革华(10)
农业水土工程与西(北)部地区的生态环境和农业的持续发展	雷廷武 詹卫华 唐泽军(13)
21 世纪美国农业科学研究方向	杨秀生(17)
中国水稻种植机械研究的历史、现状及对策	包春江 李宝筏 王瑞丽(22)
我国精细农业发展与实践研究	刘 刚 杨学红(26)
我国渔业信息技术研究的重点领域、发展目标与对策	李道亮 傅泽田(30)
小城镇社会经济发展规划的模式研究	王德成 王志琴 王永浩等(34)
新世纪农村生态型未来农业模式研究	张全国(37)
入世与我国的农业机械化	吴仕宏 李宝筏(40)
耕作技术对农田土壤侵蚀的影响研究	李洪文 高焕文 王晓燕等(43)
土地利用效率与土地整理工程	郑文聚(46)
高新技术在农产品精深加工中的应用	于 勇 王 俊 胡桂仙(52)
加入 WTO 后对我国农业机械化发展的影响	董佑福 侯方安(56)
加入 WTO 对我国饲料加工业的影响及对策	孟海波 曲峻岭 刘 依(59)
21 世纪我国农机化科技重点发展领域与对策	彭卓敏(62)
日本粮食通风除湿干燥设施的发展特点	李再贵(66)
日本蔬菜机械化发展历程分析与思考	徐丽明(69)
不同刀片配置方式对揉切机性能的影响研究	樊 霞 刘向阳 韩鲁佳(72)
基于 MDT 平台的斜置旋耕工作过程仿真研究	高建民(77)
田间计算机 AgGPS 170 的试验研究	刘 卉 张文革(82)
番茄缺素叶片的图像特征提取和优化选择研究	毛罕平 徐贵力 李萍萍(86)
虚拟仪器技术及其在农业工程数据采集与处理中的应用	张淑娟 何 勇 吴春霞(91)
生物传感器技术及其在农业工程中的应用	刘木华 周小梅(95)
基于 SuperMap 的农电企业配电网络 GIS 系统的研究与开发	陈春玲 许童羽 朴在林等(99)
网络环境下的农业工程文献信息资源建设	王宝济(103)
加强标准化,提高国产温室的国际竞争力	周长吉(108)
我国设施农业发展与农业标准化	邹志荣 杨振超(112)
对我国设施农业工程技术发展的建议	王 军(115)
电子技术在设施农业中的应用及需研究的关键技术	徐立鸿 林开颜 吴军辉(119)

温室环境调控技术的发展阶段及其特点分析·····	陈青云(123)
内蒙古河套灌区水资源利用探讨·····	杨路华 刘玉春 夏 辉(128)
利用清洁能源南水北调治理沙漠的探讨·····	田 德(131)
陕北、渭北主要作物最佳补灌时期研究·····	马孝义 王文娥 康绍忠 等(134)
流域农业面源污染成因、后果及防治对策的探讨·····	姚春梅 雷廷武 冯绍元(140)
立体种植高效用水技术研究·····	王仰仁 李明思 康绍忠(145)
注射灌溉技术及其发展前景·····	高昌珍 张世叶 王双喜 等(149)
滴灌施肥灌溉条件下水氮分布规律的试验研究·····	张建君 李久生 任 理(152)
土壤水分亏缺对滴灌条件下盆栽桃树生长的影响·····	黄兴法 刘志敏 王小伟(157)
微水灌溉关键技术装备的研究报告·····	方部玲 金永奎 彭卓敏(161)
新型低飘移喷头性能试验分析·····	祁力钧 傅泽田 史 岩(165)
生物质裂解液化技术的研究和发展·····	易维明 柏雪源 何 芳 等(170)
热管式热风炉·····	高振江 曹崇文(174)
论农产品加工业对西部生态建设和经济发展的重要性·····	张有林(177)
加入 WTO 后吉林省主要农产品发展的对策·····	刘雪强 朱铁军 吴文福 等(181)
21 世纪农产品加工技术发展趋势·····	龚红菊 陈坤杰(184)
以农产品加工业为主渠道增加农户收入·····	蒲应尧(188)
新技术在农产品品质检测中的应用·····	夏艳辉 吴文福 刘雪强(192)
稻米淀粉及其级分的结晶特性研究·····	赵思明 姚松年 刘友明 等(195)
稻米的压力无沸腾蒸煮工艺研究·····	熊善柏 李建林 赵思明 等(199)
直接比色法测定板蓝根中靛蓝、靛玉红质量分数的试验研究·····	刘 依 韩鲁佳 闫巧娟 等(203)
基于电特性的水果品质无损检测方法的研究·····	张立彬 计时鸣 胥 芳 等(206)
影响蓝圆鲹低值鱼鱼糜制品弹性因素的探讨·····	黄志勇(211)
芙蓉李贮藏保鲜与采后生理变化的研究·····	陈清西 李松刚 陈丽娇 等(214)
甜樱桃贮藏保鲜技术研究的进展·····	杨晓宇 马岩松 张有林(217)
梨的撞击加速度学特性研究·····	王 俊 陈善锋 王剑平(223)
合浦珠母贝珍珠囊形成过程中碱性磷酸酶活性变化的研究·····	林静瑜 谢莉萍(226)

海外华人学者在世界农业工程界的影响

张乃迁

(美国堪萨斯州立大学)

1948 年春天,19 位留学美国的华人农工学者聚集在加利福尼亚州的斯塔克顿,协商成立一个海外华人农工学会。这一伙人后来就成为中国农业机械事业的栋梁。半个世纪以后的 2000 年 7 月 31 日,近百名留学北美的华人农工学者聚集在距斯塔克顿仅 50 英里之遥的沙加满度,成立了一个新的海外华人农工学会——Association of Overseas Chinese Agricultural, Biological, and Food Engineers(AOCABFE),或者简称“AOC”。中国农业工程界的创业元勋,中国工程院的资深院士曾德超教授在写给 AOC 的贺信中说:“我们相信联谊会(AOC)能够很好地利用当今全球经济一体化的大趋势,利用中国和第三世界此一巨大内需市场与人力资源,促进海内外从事农业、生物及食品工程的工程师间的密切联系,协同创业与广泛交往,在新世纪里共同迎接挑战与机遇。”曾教授的话真是一箭中的的,因为他在这里所说的,正是我们创建 AOC 的初衷。AOC 的大部分会员,是 20 世纪 80 年代初期大陆实行改革开放政策以来,从中国大陆到美国和加拿大来学习农业工程的。比如我自己,就是在 1981 年 5 月来到美国印第安纳州的普度大学读书。四五万人的一所大学,当时只有 20 几位中国学生和访问学者。风土人情一无所知,英语又都乏善可陈,其艰难困苦可想而知。其后大陆来北美学习农工的渐次增多,分布在美国 23 所大学。因为大都勤奋有加,往往有机会到美国农工学会会上宣读论文,故而经常见面。同根同感同境同情,自然倍觉亲切。建立协会的念头也就随之而生了。

第一个 AOC 始建于 1986 年。当时在康奈尔就读的一批大陆学生串连美加各校,并与大陆农工学会联络,创办了“Chinese Society of Agricultural Engineers in America”。冯永贤和陈树林担任了前两届的主席。

20 世纪 90 年代初,大陆学者开始进入美加大学农工系任教。到 2000 年总数已达 30 余人。其中仅伊利诺大学一系就有 4 名大陆中国教授。张强和

谭景璐还分别担任了加拿大曼尼托巴大学和美国密苏里大学农工系的系主任。还有许多大陆学者进入北美重要研究机构和工业界任职。这些人在北美乃至世界农业工程界影响日增,已渐渐汇成了一股不可忽视的力量,令世人刮目。

所以这个新海外华人农工学会的建立,实在是瓜熟蒂落,水到渠成。在 2000 年美国农工学会的米沃基年会上,70 多位华裔农业工程师齐聚一堂,推举了筹备委员,限期 1 年,筹创新会。值得一提的是,这 70 多位与会代表中还包括了来自大陆、台湾、香港、亚洲的华裔学者。实际上,早在大陆学生大批留美之前,很多华裔农工学者就从台湾来到美国。他们中间有很多优秀人才,或教书,或做研究,成就斐然。象加拿大的英属哥伦比亚大学,麦基尔大学和美国的夏威夷大学农工系,都曾因拥有众多华裔教授而获“唐人街”之美誉。王兆凯教授和丁冠中教授还先后被推选为美国工学会会士。现任加拿大农工学会主席的 Victor Lo 也是华裔。这些华裔教授热爱中国,关心中国,和我们这些大陆学者同声相应,同气相求。

ACO 的建立不仅是中国农工界的一件大事,它也引起了世界农工界的极大关注。应邀参加 AOC 成立大会的,就有美国农工学会,世界农工学会,加拿大农工学会,亚洲农工学会和日本农工学会的领袖人物。AOC 成立不到一年,就与美国农工学会正式签署了会际合作协议,并开始与世界农工学会和亚洲农工学会合作主办学术会议。AOC 从开始筹措,就得到中国农工学会和中国农机学会的鼎力支持。中国工程院曾经留苏的汪懋华院士为指导和协助 AOC 的建立殚精竭虑。他还不远万里,亲自出席了 AOC 成立大会,并担任了第一届 AOC 执委会委员。暨南大学的张森文教授是 AOC 的主要倡导者和组织者。AOC 的最终成立是与他的不懈努力分不开的。

正如张森文教授和以色列友人萨力格博士在 AOC 成立庆典致词中所言,中国历届出洋的学子素有不忘家国的传统。不管去国离乡多么久远,他们于家于国终怀报效之心。中国传统的尊师敬长美德,也在我们身上刻下了深深的烙印。而在这一点上,东西

收稿日期:2002-06-03

作者简介:张乃迁,海外华人农业、生物及食品工程师协会(AOC)主席,美国堪萨斯州立大学生物与农业工程学教授

方文化是大相径庭的。所以我们 AOC 自从成立以来,积极开展与大陆同行的交往。这一次我们能在短期内派出一个 15 人的代表团,协办并参与杨凌会议和北京青年论坛,就是我们不忘传统的明证。

那么我们 AOC 能为祖国做些什么呢?我相信我们能做很多,因为我们对中西农业工程,中国社会经济,乃至中西文化政策均有深刻了解,因为我们亲眼看到了也认真学习了西方先进的农业及农业工程技术,所以我们闻道无论先后,术业均有专攻。我们集严格的基础教育和广泛的研究训练于一身,因而具有独特的优势。再加上我们的勤奋和我们的才智,我们应当能为中国乃至世界的农业工程发展做出很多的贡献。这一点已为大量事实所证明。

根据我们去年所做的统计,仅占美国农工学会会员人数 2% 的华裔学者,于过去 6 年之中在美国农业工程学报上发表的论文,每年都在 20% 以上(图 1)。其中华裔学者为第一作者的,每年都占 15% 以上。而且这些数字仍在逐年攀升。美国农业工程学报是农业工程界在世界上最有影响的学术刊物。按照世界人口分布,华人理应在这个刊物上发表 1/4 的文章,这一点终于快要被我们海外华裔农业工程师们做到了,我们对此至感骄傲。

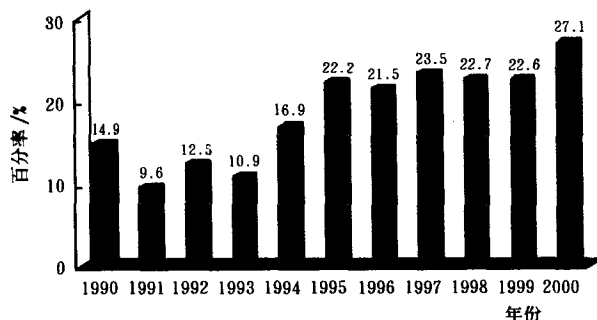


图 1 华裔作者产出论文所占的比例

Fig. 1 Percentage of papers with Chinese author

我们不仅在论文数量上与西人匹敌,在质量上更是略胜一筹。自 1997 年以来,美国农业工程学报的优秀论文奖,每年都有 1/4 以上颁给了华裔作者。这一比例在 2000 年竟然高达 63% (图 2)。

我们海外华人农业工程师的学术地位近些年来也在不断提高。我们不再只是学报的投稿人。我们之中的很多人已经成为学报的编委和诸多学科委员会的主席。按照去年的统计数字,11 位华裔学者成为了美国农业工程学报的正副编委,30 多位担任了学科委员会主席,涵盖农业工程的各个领域。当我们在 AOC 成立大会上公布这些非官方的统计数字时,到会的世界各兄弟学会领导人并未感到惊讶,因为海外华人的刻苦勤奋以及他们在世界农工界的卓

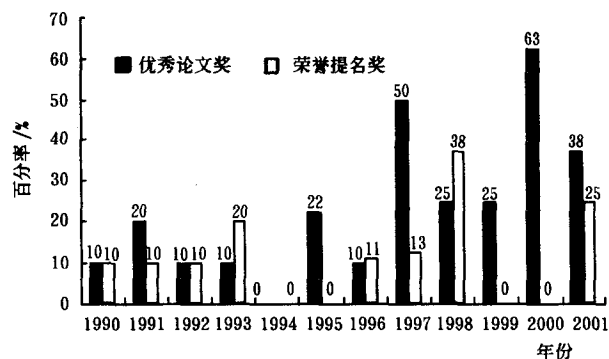


图 2 华裔作者在美国农业工程学报优秀论文比例

Fig. 2 Percentage of the excellent papers with Chinese author published in the Transactions of ASAE

越贡献,早已成为不争的事实。所以我们的学会刚刚成立,他们就纷纷到会表示祝贺并积极建立会际关系。这很像国际奥林匹克,不论过去中国的体育多么落后,现在则再也没有人对华人的金牌感到意外了。

AOC 能够对中国农业工程的发展做出的贡献应该是多方面的,包括传统领域和许多新兴领域,这一点可以从我们学会的正式名称上得到印证。去年当我们在网上讨论商定会名时,很多从事食品和生物工程的华裔学者强烈要求加上“生物”和“食品”两词,因为它们代表了现代农业工程的一个发展进化大势。正如在北美,十之八九的农工系已经在系名前加上了“生物”二字一样,世界各国,包括中国的农工学科接纳此一变化已是势在必行。我们 AOC 的会员几乎在农工学科内的所有领域都有杰出代表,因此我们能为中国农业工程的发展所做的贡献也必然是全方位的。

在农业机械化已经高度发达的西方国家,农业工程师在农业动力和机械方面的研究已经转向电子信息化和机电一体化。伊利诺大学的田磊和张勤在这个领域里成就卓著。今年美国农工学会会刊第 4 期上介绍了田磊设计的一个极为成功的智能化除草剂施放系统。张勤曾在美国农机工程界任职,他设计的一个借卫星定位的无人驾驶拖拉机达到了世界领先水平。这些年来,着眼于低成本,低环境污染,因地制宜,因时制宜的精细农业得到了世界范围的关注。美国农业部亚热带农业研究中心的杨成海,约翰迪尔公司的韩树丰和密西西比州大学的隋瑞修在将遥感、传感器、自动控制系统、全球定位系统和地理信息系统应用在精细农业的研究享有极高的声誉。我在堪萨斯州立大学也致力于精细农业中的传感器研究。我的学生,即将到加拿大麦基尔大学执教的汪宁,则倾心研究嵌入式微机系统和控制局域网络。她所设计的一个实时除草控制系统,是电子信息化以

及机电一体化的一个很好的范例。

信息技术是现代文明史给予发展中国家的一个珍贵礼物。西方国家在实现农业现代化进程中,信息化滞后机械化大约 50 年,而在中国农业机械化和农业信息化却几乎是携手并肩而行。信息化辅佐下的机械化势必是一个高效率的进程。因此对于中国来说,这确乎是一个历史的机遇。我们 AOC 中有许多农业信息化的专家,相信他们会给国内的同行提供许多有益的帮助。佛罗里达大学的辛建农是一位农业计算机专家,也是数届世界农业计算机会议的组织者。他在农业病虫害诊断、农业决策和气象网络方面均有卓越贡献。马里兰大学的陶阳在机器视觉方面独树一帜。他为工业界设计的水果分选系统效率高、精度好。他因此而得到美国农业工程学会的大奖,并获 9 项专利。美国农业部研究中心仪表及传感器实验室由华裔科学家陈裕仁领导。他们在多光谱和近红外食品检验方面居世界领先地位。密苏里大学的谭景璐在过程控制,机器视觉和生物光子图像方面颇有造诣。他致力于将信息技术用于生物技术和医疗诊断。俄亥俄州立大学的丁冠中和林平都是来自台湾,他们把信息技术和机器手用于设施农业及生物产品的生产与处理,并且将这些技术推广到太空生存环境的研究。

自然资源,特别是水土资源和能源的开发、管理和保护,已经成为现代农业可持续性的前提。在西方国家,各级政府不遗余力地加以保护;而在中国,保护的力度尚且不足,着眼的角度亦稍嫌短视。在这方面,AOC 的很多有识之士可以提供帮助。康涅提克大学的杨秀生是在大陆很知名的自然资源管理专家。他还领导着康州的气象研究中心。近年来他往来奔走于大陆和美国之间,并为开发祖国大西北提供了不少的宝贵意见。华盛顿州立大学的陈树林和吴琮悉心研究水质、水域、水文、地下水和土壤侵蚀模型。他们还涉足废水处理和水生养殖,成就卓著。加利福尼亚大学戴维斯分校的张瑞红领导着一个具工业规模的将废弃物转换成再生沼气能源的重要科研项目。北卡罗来那州立大学的成家杨则遥相呼应,在美国的东海岸开展着类似的研究。任何关注中国能源问题的人都懂得这项研究对中国的重大意义,因为能源,特别是农村能源,在中国是一个比在美国更为迫切也更为困难的问题。

农业设施的环境同样是一个于国计民生都有影响的问题。随着动物蛋白消费的急剧上升,动物养殖的规模日益增大,其对环境的影响也日益加深。在这一方面,AOC 同样拥有许多专家。他们的专长可资国内同行借鉴。依阿华州立大学的辛宏伟去年曾经

获得美国农工学会颁发的青年研究员奖,表彰他在鸡场和猪场设施的环境控制及其对动物生长影响的研究方面所做出的杰出贡献。伊利诺大学的张元辉和他的学生,现在俄亥俄州立大学供职的赵灵英,应用数学模型和测量技术,深入研究动物环境参数并探讨改良措施。加拿大曼尼托巴大学的张强,深入研究动物养殖和谷物储存设施的空气污染,包括气味和粉尘,通过建立模型和实地测量寻求改良方案。明尼苏达大学朱军的研究领域与此相似,他在研究动物养殖场的气味同时,寻求经济而有效地处理动物排泄物的最佳方案。

生物技术和食品工程是农业工程的新兴领域。近年来美国政府充分认识到原始农产品增值在这个竞争日益加剧的全球化市场上的重要性而大力鼓励这一方面的研究。我想随着中国进入世界贸易组织,这一方面的研究在中国的重要性也是日渐突出了。去年 9.11 事件之后,食品安全在西方国家变成了一个头等重要的课题,很多相关研究应运而生。我们 AOC 在这些领域也是人才济济。佐治亚大学的洪延康是来自台湾的学者,他在冷冻食品质量方面的研究颇有建树。明尼苏达大学的阮荣生统领着大批研究人员,不但研究各种各样的食品加工技术,比如冷电弧与臭氧,他们还研究各种测试手段,比如图像处理、核磁共振和光谱分析。华盛顿州立大学的唐炬明近一两年来连续取得两项百万美元级的研究经费,正在领导着 6~7 所大学的研究人员,从事基于微波、高频、电磁能的农产品与食品热加工新技术以及非化学品水果、花生的电磁能杀虫等新技术方面的研究。堪萨斯州立大学年轻有为的学者孙秀芝正在领导着一个数百万美元经费的项目,从事生物材料加工,生物降解塑料,生物材料黏结剂以及谷物化学与流变学等方面的研究。堪萨斯州立大学的王东海则在谷物、油料籽粒品质测量与近红外谷物质量检测技术以及基于发酵机理的农副产品生物材料利用新技术方面造诣颇深。佛蒙特大学的陈宏达从事生物材料方面的基础研究。阿肯色大学的杨伟华主要研究谷物和油料的收获后处理。加利福尼亚大学戴维斯分校的潘忠礼在谷物、豆类和蔬菜等农产品增值方面的研究成绩卓越。阿肯色大学的李延斌长期从事食品微生物检测和生物传感器方面的研究,并主持一个生物仪器实验室。去年 9.11 事件后,得以在食品安全检验方面大展其才。佐治亚州大学福谷分校的兰玉彬与李延斌的研究方向相似。他的研究工作曾屡次获奖。还有密西根州立大学的鲁仁福,专门研究用于食品的传感器,包括图像处理和近红外技术。

综上所述,我们海外华人农工学会人才济济,我们又都怀着一颗拳拳之心。这次我们的代表团来到北京,来到杨凌,就是希望能够与祖国的同行建立更广泛更深入的联系。我们的合作不仅对中国有利,对

美国和加拿大有利,而且对全世界的农业工程事业有利。现代科技已经把这个地球变得很小。中国的命运与世界息息相关。中国富国兴邦,世界感受其益。

我国畜牧工程技术的研究进展

李保明

(中国农业大学)

摘 要: 总结回顾了 20 余年来随着我国设施畜牧业的发展,畜牧工程技术的研究、应用及发展的现状,尚存在的问题。重点介绍了“九五”以来我国畜牧工程技术与应用的新发展,讨论了我国加入 WTO 后市场国际化的新形势与今后设施畜牧业发展的方向和应加强的措施等。

关键词: 畜牧工程;产业化;现状

中图分类号: S8-1

文献标识码: A

我国的设施养殖业经历了 20 余年的发展,在畜禽饲养规模和畜产品生产总量上取得重大突破的同时,畜牧工程技术和装备也得到了相应发展。尤其是“九五”以来,在畜禽环境控制和工程工艺技术等方面得到了一定程度的重视,列入国家科技攻关计划的专题或课题进行研究开发和产业化示范,取得了较大的突破。但与发达国家相比,我国的设施养殖业还有较大的差距,尤其表现在畜牧工程领域。目前我国的设施养殖业还没有形成真正意义上的工业化、专业化与标准化生产。农村还处在人畜混居状况,近年来提出的所谓养殖小区的做法,试图探索解决人畜混居这一传统习惯问题,但是,由于人区的养殖户大多没有经过合理组织,其结果是在一个小区内同时存在各种日龄甚至不同品种的畜禽,给防疫带来了更大的困难。因此,我国在畜牧工程工艺、环境调控、粪污处理与利用、养殖设施与设备等各个方面还有待进一步研究开发。本文拟就在总结我国近年来畜牧工程进展的基础上,找出与发达国家存在的差距和努力方向,为我国设施养殖业的健康持续发展探索切实可行的途径。

1 我国畜牧工程技术发展的现状

近 20 年来,我国的畜牧工程技术在实现畜牧业现代化的进程中,与畜牧养殖生产中的品种优化、饲料营养、疫病防治、环境管理等项技术一道,以其本身的技术进步,促进着畜牧生产技术的现代化。当代工程技术导入了畜牧生产全过程,使养殖生物工程化,致使畜牧养殖业发生了质的变化。畜牧工程技术促进了畜牧业科学技术的发展,使设施养殖业

向规模化、工厂化的集约生产方向迈进,从而促进动物养殖业的科技进步,加速了动物养殖业的技、工、贸一体化的进程,为动物养殖技术产业化创造了有利条件^[1]。

1.1 畜牧工程工艺的主导作用

任何产业系统均有本行业的生产工艺,现代畜牧生产运行机制中,养殖生产工艺的确定是至关重要的。动物养殖工程工艺在其工程设计中起着承上启下的综合配套作用。要求在方案设计及其各级工程图纸,诸如功能分区、总图布置、房舍建筑、环境设施、设备选型等的工程技术均要做到技术到位,即工程技术符合动物养殖的生物技术要求。我国动物养殖产业化工程工艺技术起步较晚,发展不平衡,养鸡较为成熟配套,养猪、养牛则刚刚起步。养鸡产业化工程工艺技术发展日臻完善,并已形成了中国特色的工程工艺及其配套技术设施,如蛋种鸡小群笼养技术、肉种鸡全程笼养技术、鸡的人工授精技术等均已有了定型的生产工艺和成套的配套技术设施。养猪的圈栏饲养和定位饲养,也初步形成具有中国特色的工艺模式。养牛则都延袭着传统饲养工艺,如乳牛的栓系饲养,而肉牛产业化仍都处于“养站牛”的原始状态。近年来特种动物养殖如养貂、养狐、雉鸡、鸵鸟、养蛙、养鳗、甲鱼、鲍鱼等的设施养殖工艺均在探索中。随着世界经济全球化的到来,阿拉伯产油国家“以石油换食物”的经贸交易,我国以活羊换原油的肉羊工厂化生产工艺,及运输、环境、设备等配套工程设施的产业体系,正在计划实施中,将在技术创新中有所突破^[2]。充分利用猪的行为学原理和结合福利养猪的舍饲散养新工艺也已列入“十五”国家科技攻关专项研究开发,并已开始在我国邯郸和东北的部分猪场进行设计与实施之中,有望在近期取得突破性进展。

1.2 畜舍新型建筑设施研究开发

从过去主要参考工业与民用建筑规范设计建造

收稿日期:2002-06-03

基金项目:高等学校优秀青年教师教学科研奖励计划资助

作者简介:李保明:博士,教授,副院长,中国农业大学东校区 67 信箱,100083

的砖混结构畜舍,到研究开发并推广了简易节能开放型畜禽舍,在节约资金和能源方面效果十分显著,与封闭型舍相比,节约资金一半,用电仅为封闭型舍的1/10~1/15。还有大棚式畜禽舍、拱板结构畜禽舍、复合聚苯板组装式畜禽舍、被动式太阳能猪舍、菜畜互补畜禽舍、强化养殖甲鱼棚池等多种建筑型式。近年来,在综合了密闭式和开放式畜舍各自的特点后,研制了开放型可封闭畜舍和可屋顶自然采光的大型连栋鸡舍等新型畜禽舍建筑型式。其中,在山东蓬莱首先设计与实施的大型连栋肉种鸡鸡舍,于1994年建成投产。经过近8年的实际应用表明:该连栋鸡舍与传统单栋鸡舍相比,具有节省用地、降低土建投资、方便运行管理、采用整场全进全出先进工艺等特点^[3],2000年被农业部评为部级优秀工程设计二等奖。在装配式畜禽舍建筑方面,“九五”以来也开始在我国逐渐受欢迎。如我国自行设计建造的国家家禽测定中心、黑龙江省畜牧业创新区(奶牛场、羊场)、邯郸富龙畜产产业有限公司种猪场等,采用轻钢结构、复合聚苯板彩钢板外墙及屋面等新材料,形成与我国畜牧生产新工艺模式相配套的畜舍建筑型式。可以预见,标准化、装配化、定型化的畜禽舍建筑设施在不久的将来也将形成一个重要的畜牧工程产业。

1.3 畜禽舍通风设备与纵向通风技术的研究与应用

在20世纪70年代末和20世纪80年代初我国自行设计建造的工厂化养畜禽场,由于没有农牧业用的低压头风量型风机,只能采用工业风机。畜禽舍内噪声大,能耗高,设备投资也大,不仅给畜禽场造成了很大的浪费,而且舍内环境条件差,影响了畜禽的生产性能。1983年以来,我国在引进、消化、吸收的基础上,设计并研制成功了国产农用低压大流量高效节能轴流风机系列^[4],于1988年通过农业部新产品鉴定,填补了我国低压大流量风机的空白。随后,结合我国砖混结构畜舍的特点,研究并推广应用了畜禽舍的纵向通风技术。将9FJ系列风机用于替换畜禽舍的原工业风机,结果节能40%~70%,噪声<70 dB,经在全国20余个省、市、自治区的畜禽场应用,在节约电能,减少设备投资和运行维修费用,降低噪声与改善舍内外环境等方面效果十分显著。20世纪80年代末研究开发的畜禽舍纵向通风新技术,不仅解决了鸡猪不同类型畜禽舍内通风死角,确保气流均匀性问题,还使畜禽场的净污区自然分开,对净化场区环境,减少栋舍间的相互感染,提高卫生防疫等效果显著^[5]。也为高密度叠层笼养和大型连栋鸡舍的发展提供了技术保障。

1.4 蒸发降温设备的研究与开发

目前我国畜舍中所采用的蒸发降温设备主要有两类,一是喷雾降温系统,二是湿垫风机降温系统。其中喷雾系统由于舍内湿度较大,且因喷头质量和水质需处理等原因,目前国内的畜禽舍采用不多。湿垫蒸发降温系统则以其降温效率高,系统造价与运行费用较低等特点,受到广大用户的欢迎。我国自1983年开始自行研制纸质蒸发降温湿垫以来,对湿垫的材料、结构及其强度与性能等进行了深入系统地研究^[6~8],于1988年在北京农业大学研制成功,并通过农业部新产品鉴定,填补了我国纸质湿垫降温产品的空白,并与9FJ系列风机一起被列入国家级新产品向全国推广应用。该项技术于1993年获农业部科技进步二等奖和1996年国家科技进步三等奖。湿垫降温与纵向通风结合采用,基本可确保高温季节畜禽的正常生产。近年来,针对我国大部分开放式畜禽舍,中国农科院气象所等单位研制开发了将风扇和细雾结合在一起的细雾风机一体式降温装置,经在部分开放式牛舍、猪舍等试验应用,可以取得较好的降温效果。

1.5 畜禽舍冬季保温与加温技术研究

近年来,已将正压管道送风技术引入到畜禽舍内,即使用暖风机和热风炉,用风机将引进舍内的新鲜空气先经加热后再送到畜禽舍内。把供热和通风相结合,从根本上改善了寒冷季节畜禽舍内的环境。同时换热器和热风炉应用机动,投资较少,热效率高,耗煤少,劳动强度也大大降低。在畜禽舍冬季通风与保温研究方面,“九五”期间研究开发了冬季通风换气热能回收装置,利用我国北方地区冬季室内外温差较大的特点,通过高效换热装置将排风空气的热量(包括显热与潜热)传给进入室内的低温新鲜空气,以提高进入室内的新鲜空气的温度,一定程度上缓解了畜禽舍冬季通风与保温的矛盾问题。并研制开发了热管和板式两种热能回收装置,经在北京地区蛋鸡舍试验应用,可将鸡舍温度提高约3℃^[9]。在热风供暖方面,今后应进一步加强畜禽舍专用热风炉系列的研究与开发,并注意等热量管道送风技术的研究与热能回收通风换热装置的研究与开发等。

1.6 畜禽舍环境空气质量控制研究

在“八五”与“九五”期间也进行了一些探讨。其中,主要是在畜禽舍正压过滤式通风技术方面,将冬季通风与过滤有机地结合在一起。通过在实际畜禽舍中应用试验表明,正压过滤式通风系统在过滤粉尘和微生物方面效果显著^[10]。