

实现现代集约持续农业的工程科学技术

——以色列、荷兰科技考察观感

汪懋华

(中国农业大学)

摘 要 介绍了考察以色列、荷兰农业工程科技发展的观感,重点讨论了两国有关大田作业、节水灌溉、设施园艺与奶牛业中的工程技术进步和农业工程教育、科技发展有关新动态和所得的启示。

关键词 大田作业 节水灌溉 设施农业 农业工程科技与教育

近几年来,我国科技界与有关领导部门、产业部门的代表,对荷、以两国的农业发展经验予以极大的关注,特别是在节水灌溉、工厂化设施农业、农业高新技术研究及其产业化、农产品收获后处理与开拓农产品国际市场的运作机制等方面的成就和经验,组织过许多考察。一批批科技人员到以色列进行培训学习,中以两国政府支持在北京建立的中国-以色列国际农业培训中心、中以示范农场和以色列有关企业在中国大陆迅速开展的技术与产品市场开拓活动非常活跃,有过许多专题考察报告、技术资料、新闻报道见诸于各种媒体。本文仅就最近随团出访荷、以两国,对其有关农业工程科技研究与发展趋势,谈谈自己的观感。

1 荷、以两国农业发展的特点

荷、以两国,都是世界上耕地资源及农业环境受到严重制约,仅经过几十年的发展即实现了农业现代化,成为在国际农产品市场和农业技术市场上极富竞争力的国家。以色列目前实际控制的国土面积 2 78 万 km^2 ,其中 2/3 为丘陵和沙漠,气候干旱,年平均降雨量约 300 mm,平均淡水资源仅 16 亿 m^3 ,人均占有淡水资源不到 300 m^3 ,仅相当于我国的 1/8。从 50 年代初至 1995 年,在没有增加水资源利用的条件下,农业产值增长了 12 倍。1960 至 1996 年间,农业劳动力减少了 40%。1996 年,从事农业的人口仅占总人口的 3.4%,而农产品出口总额达到国家总出口额的 7.5% (其中 57% 为新鲜农产品出口到西欧),农村劳均农业产值超过 27 210 美元,劳均月收入 1 243 美元。在极度干旱缺水 and 沙漠面积比例很大的国土上,依靠产业结构的科学调整和科学技术的支持,建立起了高产、优质、高效的外向型农业系统。荷兰也是人多地少、农业土地资源相当贫乏的国家。50 年代食品供应仍相当短缺,通过大规模围海、围湖造田(平均每公顷投资标准达 4 000 美元左右)和农田水利建设(过去几十年,每年水利投资人均达 300 美元),发展工厂化设施农业,成为世界第三大农产品出口国。其农业劳动力不到全国总劳力的 5% 和全国总人口的 1.8%,农业产值仅占国民生产总值

收稿日期: 1998-05-18

汪懋华, 中国工程院院士, 教授, CSAE 副理事长, 北京市海淀区清华东路 中国农业大学(东校区), 100083

的4%，但农产品出口创汇却占全国出口创汇总收入的1/4。其鲜花销量占世界鲜花市场的60%以上，成为该国的支柱产业，创造的产值占全国农业总产值的35%。每个农业劳动力可供养112个人。该国通过几十年持续向农业的大量资本投入和大规模的农业基础设施建设，制定正确的农业发展战略和政策，重视发展农业科技的研究和应用，在国际上形成了巨大的农业产业竞争优势。以色列、荷兰都是小国，但对世界农业生产与农业科技发展作出了举世瞩目的重大贡献。他们立足于本国的基础条件，扬长避短，有重点地加强农业资金投入与农业基础设施建设，大力推动农业科技研究与科技创新，在农业产业结构与产品结构调整、实现农业科技与农户生产的结合，建立农户生产面向国际市场的运行机制方面，都具有突出的特点和成就，值得我国进行系统深入的研究。

两国农业及其相关产业突出的共同特点是：

1) 工厂化设施农业高度发达，产业技术先进，科技含量高。特别在温室园艺工程设施及其产业化、规模化，花卉、蔬菜、瓜果品种选育，育苗、栽培、植保、肥水利用和采后处理、分选、包装、储运配套技术等方面，确立了其在世界市场中的突出地位。其工厂化畜牧养殖业，如奶牛业等的工程设施自动化及生产力水平，经济效益，均处于国际发展的最前列。

2) 根据本国资源与市场局限性，扬长避短，面向国际市场，科学调整产业结构，依托高新科技，不断提高农产品品种、品质、生产效率与效益，提高农业装备技术与农产品的市场竞争力，建立了比较完善的服务农户的出口营销产业化机制。

3) 紧密结合本国特点，大力发展农业科技的基础性研究与应用开发研究，科技研究与农户的生产实践紧密结合，科技成果转化率高，农业生产者具有强烈的市场需求与市场竞争意识。农业成了高收入产业，农民知识化，农业科技专家走向农村，农户比较广泛地具备“科技是第一生产力”意识，农业企业愿意向研究和开发(R & D)自觉投入，直接分享到先进科技成果产生的经济效益，已经开始显示出知识经济时代农业现代化系统的运作特征。

4) 农业工程设施与装备产业迅速发展。以色列全国有150余家企业专门从事农业种子、种苗、农药、化肥、塑料、农机、温室、收获后处理与储运、奶牛与禽畜养殖、灌溉、农用测量控制设施、农业应用软件及综合性农业工程咨询、规划、设计服务。多数经营效益好，国内、国外市场兼顾，专业性强，不少公司可提供由项目评估、规划设计、技术集成到交钥匙工程建设服务，其中有近1/4由基布兹、莫沙夫农业组织经营，成为农村工业的重要组成部分，具有能紧密结合农业发展需求的现代化产业技术水平。

5) 重视实践农业可持续发展目标。资源可持续利用与农业生态环境保护问题，已经受到政府在宏观决策中的高度重视。农户生产实践中的环保意识比较普及，农业科技立项与农业教育、学科专业结构、教学内容调整都反映出较为强烈的可持续发展的战略思想与重视高新技术应用研究的趋势。

2 对荷、以两国农业工程科技发展经验的思考

2.1 大田作物生产的工程科技支持

以、荷两国基于本国资源条件与国内国际市场环境，通过农业产业结构的调整，在基本稳定大田作物生产规模基础上，都没有把大田种植业作为继续发展的重点，但其实现现代化的实践也是十分成功的，大田种植业的工程化、现代化水平居世界前列。有关农业工程科技

的研究开发,已经进入到一个新的技术发展阶段,着重于发展机、电、液、仪一体化和环境友好的高新技术装备和服务于可持续发展的集成技术体系的研究。

以色列可耕地总面积约计 43.7 万 hm^2 , 基于其水资源制约, 主要粮食作物食用冬小麦播种面积仅 79 000 hm^2 , 分布于雨量较多的地区发展雨养农业和部分采用大型平移式喷灌机灌溉, 平均单产仅保持在 2.5~4.2 t/hm^2 左右; 另 7 000 hm^2 冬小麦用作青贮, 粮食和饲料需进口补充。具有突出特色和技术水平的是棉花生产。总种植面积 11 200 hm^2 顷, 占大田种植面积的 5.3%, 棉花单产居世界领先水平, 平均籽棉单产达 5 000~5 500 kg/hm^2 。其原因除育种、植保技术贡献外, 棉田全过程生产机械化与全面采用大田肥、水同施的自动控制滴灌起到了关键性作用。1978~1997 年间, 棉田滴灌面积由 2.0% 增长到近 100%, 单产由 3 941 kg/hm^2 增长到 5 500 kg/hm^2 , 同时对大田水土工程措施和田间土层水肥传输扩散规律, 提高水资源有效利用率、改善地表小气候和控制对深层水土环境的污染研究给予很高的重视。棉田生产具有很高的劳动生产率和经济效益, 每个棉农劳力年产值可达 10 万美元。以色列大田种植业所用农业机械基本由国外引进, 但他们一开始就对引进的农业机械进行不同地区严格的适应性试验与研究改进, 较早进入到了大田作业机械化比较成熟的阶段。以色列在实现农业现代化的早期, 就由政府出资重点狠抓了北水南调骨干输水工程的建设, 并兼顾农田灌溉基础设施、污水处理技术装备和喷、滴灌技术的产业化应用, 加上水资源利用方法与管理措施使其农业水资源利用率达到了 80%~90%, 并大大提高了大田种植业的生产力。荷兰国土地势低洼, 60% 以上地区海拔高度不超过 1 m, 38% 土地低于海平面, 近 1/4 国土是几代人围海造田形成的。农业结构中, 种植业、畜牧业和园艺业分别占 40%、54% 和 6%, 而创造的农产品产值比例分别为 10%、55% 和 35%。现有约 6 万个家庭农场(约占总农户数的一半)从事大田为主的种植业生产, 经营规模不断扩大, 现平均规模约为 50 hm^2 。荷兰大田农业工程化, 在解决农田排水、低洼盐碱地治理、农田土地资源管理规划和农田排灌工程有关的大型机械及工程装备开发研制方面在国际上享有盛誉, 拥有丰富的经验。其主要粮食作物的单产具有很高的水平。1994 年以来, 全国小麦平均单产已接近 9 t/hm^2 , 远远超过世界平均水平。目前大田农业工程技术研究已转向机电一体化和人-机工程等高新技术应用研究领域。利用全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)和遥感技术(RS)等信息高新技术于大田作物生产, 使之形成精细管理的现代“精细农作”技术体系, 已经成为重要的研究方向。以、荷两国在大田作业生产方面均已实现了高度机械化与工程化, 具有很高的劳动生产率和不断提高大田作物生产集约化、规模化的经营方式。基于本国资源和社会经济发展的特点, 农业发展的重点已转向园艺、畜牧和产后处理领域。我国农业仍然处于不同的社会经济发展历史阶段, 农业的工程技术装备水平仍相当低。需要根据自己的国情走自己的路。但我国不同地区的经济发展将继续存在很大的差别, 应该因地制宜, 制定不同的技术发展战略与发展的技术路线。我国在社会经济、自然条件方面也有与以、荷两国相近的地区, 他们在三四十年内能办到的事情, 我们也应在更短的历史时期内实现。大田种植业向集约化、规模化、机械化发展及其工程装备技术的进步, 是推进农业产业结构调整 and 建立现代可持续发展农业系统的重要前提; 此外, 以色列棉花高产综合技术, 污水处理与灌溉利用技术, 田间喷灌与相关水土工程技术; 荷兰的低产地改良、土地利用规划与土肥管理技术、主要大田作物高产综合技术措施, 就很值得我国同类型地区认真学习借鉴。实现我国农业综合机

械化是农业现代化的必由之路, 农业机械化并不是农业劳动力的简单替代, 而是保障先进农业科技成果转化为现实生产力的主要载体, 是科学开发利用农业水土资源, 使农业生产节本增效, 实现农业增产, 农民增收, 农村稳定的根本保证。我国国土广大, 自然条件、耕作栽培条件差异性大, 加速我国农业机械化科学技术的进步, 有必要重视大力提升我国农业机械的科学研究水平, 兼顾稳定有关的应用基础研究和 R & D 工作。要加强对国外引进农业机械的适应性试验研究, 提高试验与评估的科学水平。要深入研究推动农业机械与农业工程科技体制改革和农机装备产业的产业重组和产品结构调整, 大力扶持骨干企业提高科技水平和产品的科技含量。中小企业避免小而全, 突出专业化, 从事配套设备和相关服务性产业的发展。

2.2 对以色列节水灌溉技术发展经验的思考

以色列基于其干旱少雨, 淡水资源贫乏, 荒漠土地面积超过国土面积一半以上的现实条件, 通过近三十年的努力, 为世界发展节水农业和节水灌溉工程技术创新作出了举世瞩目的贡献, 为使以色列建立起高度发达的外向型农业产业提供了重要的基础。以色列发明和不断创新的滴灌、微灌技术设备及其产业化, 遥居世界领先水平, 其技术创新思想, 牢固植根于农业生产实践之中。世界著名的耐特费姆(Netafim)灌溉设备和滴灌系统公司, 就是在以色列基布兹(集体农业组织)的农业实践中发展起来的现已成为一个跨国产业。在世界 80 多个国家建立了灌溉设备和滴灌系统的销售代理服务机构, 在美国、澳大利亚、印度建立了生产工厂。1997 年销售总额已达 2.05 亿美元。创造了 7 000 万美元的年利润。国内外雇员共 650 人, 全员人均年创利润超过 10 万美元。Netafim 在以色列境内的员工为 500 人, 总部设有一个由 30 名工程师组成的产品研发开发部, 专门从事产品开发研制工作, 平均每 5~8 年就推出新一代产品, 使其科技含量一直居于世界领先水平。公司每年投向 R&D 的资金超过年营销额的 5%。Netafim 提供的滴灌系统充分挖掘了农业水资源的利用潜力, 又与花卉、园艺产品品种、植保技术、肥水管理科学措施密切结合, 充分发挥了产品的增产潜力。该公司十分重视工程系统、生物系统和市场经营管理系统的综合集成, 树立了现代企业的形象和运作机制。以色列另一个著名的滴灌设备公司 Gueen GL International 位于耶路撒冷, 专门生产滴灌软管, 壁厚 200、250、300 μm , 滴头间距 10、30、45 或 90 cm, 管径内径 12.5、16.5、18.5、20.5 mm, 包装长度分别为 500、1000 或 2000 m。其中滴头 10 cm 间距布置的滴灌管每小时出水量仅 4 公升(即每滴头小时出水量仅 0.4 升), 内装滴头均设有水过滤器, 200 m 长度内滴头出流均匀度达 99.2%, 并经多国质量检测认证。1995 年该公司在 30 个国家销售了 2 亿 m。

进入以色列国土, 随处昂首可见滴灌管线, 如同水、电管线网络密布于道路两旁和建筑物前后的花池中, 更普遍应用于温室园艺与棉田。为以色列的创汇农业和美化生活环境作出了重大贡献。我国 90 年代以来, 已有一些企业生产同类滴灌产品进入市场, 虽然价格明显比进口产品便宜, 但性能价格比尚无法与其较量。主要原因还在于“急功近利”, 缺乏深入的科研支持。另外缺乏强有力的制造技术支持, 也是一个重要的原因。我国农业水资源日益短缺, 在温室园艺生产与景观园艺系统中特别需要微、滴灌技术的支持。按我国的科技与工业技术水平, 突破材料与制造工艺问题并无攻克不下的难关, 关键还是要科技研究领先, 把握并突破关键技术, 扶持骨干企业实现科技成果的产业化。为此建议中央有关科技与产业部门组织专门研究, 制定相关的战略与对策措施。

2.3 对荷、以两国工厂化设施农业技术发展经验的思考

荷、以两国的工厂化设施农业,其应用发展的规模、产业化程度与技术水平,经营机制与效益,包括第一产业和装备制造业,都居于世界领先水平。主要是其设施园艺(花卉、蔬菜为主)和工厂化奶牛业、禽畜养殖业。两国由于自然条件显著不同,技术发展各有特色。荷兰由于地处高纬度地区,日照短,平均气温较低,种植粮食的经济效益较低,因此园艺温室发展较早,集中较大力量发展经济价值高的温室鲜花和蔬菜,大规模发展玻璃温室和配套工程设施。全国已建成 10 000 hm^2 园艺温室,占农业可耕地面积的 0.5%,年营业额达 160 亿荷兰盾(相当于 78 亿美元,平均每 hm^2 温室年创产值 78 万美元),约占全国农业总产值的 20%。年出口额达 39 亿美元,占全国年出口额的 50%,从业人员约 15 万人(占全国人口的 1%),平均农户经营规模 3 ~ 5 hm^2 。玻璃日光温室无土栽培生长的甜椒植株高达 3 m 以上。荷兰有 7000 多农户从事温室花卉生产,每天向世界出口 1700 万枝鲜花和 170 万株盆花。其鲜花出口占世界鲜花市场的 60% 以上。荷兰全自动化温室成套设备在世界市场上也享有很高的技术声誉。但荷兰温室是一种高能耗产业,全国每年温室消耗的天然气达 42 亿 m^3 ,占全国天然气消耗量的 12.6%,占全国总能量消耗的 6.1%,是一个能源、资金、技术密集,高产值、高效益的农业支柱产业。工程设施的技术发展已趋于相对稳定。当前主要的研究方向是:

减少能耗,提高能源利用效率(包括降低矿物燃料消耗,发展风能、太阳能、工业余热利用,改善温室结构与覆盖材料、小气候控制等提高能源利用效率的措施); 研究改善温室水肥营养管理的工程措施(如根区水和营养物质传输过程模拟、肥水过滤、水处理方法,水和营养物的闭式循环系统,减少化肥和农药向地表水与地下水质的环境污染后果); 水与营养物质测量新型传感器、视觉技术和温室园艺产品采收机器人的超前性研究等。荷兰的奶牛业集约化和自动化管理程度高,1995 年产奶乳牛 170.8 万头,平均产奶量 6 954 kg/头(黑白奶牛平均产奶 7 576 kg/头),牛奶含脂量 4.44%,蛋白质含量 3.5% 左右,按人口年均消费奶及奶制品 137.5 kg。荷兰牧场占可耕地总面积的 53.3%。奶牛饲养有较丰富的天然牧草、青贮玉米和饲用甜菜等多汁饲料供给。牧场对奶牛承载能力平均为 1.34 头/ hm^2 。荷兰于 70 年代中期即开始采用基于奶牛编号自动识别器、按奶牛产奶量实施精饲料定量配给技术,是欧洲最早实现奶牛场管理自动化的国家之一,80 年代发展成为以计算机为基础的奶牛场自动化管理信息系统。它以奶牛编号自动识别系统为基础,纳入奶牛产奶量自动计量,饲料定量配给,奶牛体重、乳腺炎、发情期自动诊断,奶牛档案管理,牛群生产、经营活动分析与决策等技术,该系统已于 80 年代中期成熟并在发达国家奶牛场普遍使用。90 年代以来,发达国家重视机器人挤奶的应用研究,在荷兰 Waiboerhoeve 试验农场中,我们见到了全自动挤奶机器人在正常工作。以色列的设施园艺业紧步荷兰之后尘,近 20 多年来获得迅速发展,引起世人瞩目。他们结合本国条件,作出了许多具有创新特色的成就。以色列园艺也主要是发展花卉和蔬菜,其良种选育、育苗栽培中的水肥、植保技术具有很高的水平。工程装备技术包括温室结构、覆盖材料、育苗栽培设施、滴灌水肥同施、温室空气湿度与温度调控等温室计算机环境控制技术等,都具有更适应热带、亚热带和温带气候区的特色。覆盖材料采用塑料薄膜为主,其技术思想早期引自日本。全国现有温室约 3 000 hm^2 ,另有 3 000 多 hm^2 的日光塑料大棚。温室蔬菜种植面积达 1 800 hm^2 ,主要品种有西红柿、黄瓜、甜椒等,花卉种植面积 2 000 hm^2 ,其中可控温室占 50%。温室侧壁多采用塑料网膜外加冬季用塑料保温

膜, 这样在冷冬以外的季节可将侧壁外层保温膜卷起, 侧壁网膜可以保证温室良好通风并起到防虫作用, 加上风机强迫通风, 保证夏季室内温度不致明显高于室外温度, 再加上室内遮荫帘, 自动定时叶面喷雾等措施, 冬季通过热水管对苗床或温室近地土层加温, 可以保证周年正常生产。园艺温室产业的关键技术是品种选育, 温室育苗, 病虫害防治, 采收后的基质消毒, 水肥精细管理和成套先进工程设施和控制系统的的设计, 其中以色列的滴灌设备、水肥同施及其计算机自动调控系统起到十分重要的作用。以色列的西红柿种籽远销世界各国, 年出口额达 3 000 万美元, 西欧温室采用 40 % 的以色列杂交种, 每 1 kg 售价 7 000 美元, 以色列冬季销往欧州的新鲜西红柿, 每 1 kg 可创汇 5~ 7 美元。以色列温室花农对国际市场都很敏感, 十分重视品种选育和研究市场需求趋势, 专业化生产性强。我们考察了两个农户温室花卉专业户, 一是丹兹格勒(DAN ZIGER)花卉农场, 属于莫沙夫(农业合作社)的“满天星”花卉育苗专业户, 主要是培育销售花卉小苗及盆花, 80 % 产品自己经营出口, 远销南北美, 温室共有 60 000 m², 年销售额达 1 000 万美元。农场由两夫妇和两个大学毕业的儿子共同经营, 雇佣 150~ 170 人管理农场, 雇佣的高级技术人员月工资 3 300 美元(另 20 % 浮动工资), 中等工人月工资 1 600 美元, 女工月工资 700 美元, 小时临时工工资 4 美元。上交收入所得税 30 % ~ 50 %。据主人介绍, 最近新建的 2000 m² 壹级全自动温室基本建设投资合 100 美元/m²。据估计, 玫瑰花卉温室投资 35 美元/m², 苗圃温室投资一般 80~ 200 美元/m²。一般花卉温室投资 10 美元/m²。农场还设有 4 个中央储存库和 14 个产品冷藏室, 固定资产达 500 万美元。另一 SHEM I 花卉家庭农场专营“康乃馨”育种、育苗, 有 70 种品种之多。以培育种苗为主(80 %), 另经营小苗与切花(20 %), 种苗销往 31 个国家, 有 4 33 hm²(65 亩)温室。雇佣 100 名固定工和 50 名小时临时工, 每年以 10 % 的总收入支持 R & D。以色列设施园艺的发展是与工程设施装备技术的研究和产业化发展密切相关的。已有数十家专业化很强的温室园艺设施工业, 不但为以色列自身的发展而且向国际市场提供多种类型的工业产品。以色列的奶牛产业也十分发达。以色列几乎没有草场, 奶牛场主要在基布兹(平均饲养规模 300 头)和莫沙夫(平均饲养规模约 30 头)发展, 靠配合饲料和青贮喂养, 很类似于我国以农区发展奶牛业为主的饲养方式。1996 年每头奶牛平均产奶量达 10 198 kg, 居世界领先水平。其主要经验是工业化、科学化的饲养管理方式, 普及三次挤奶, 适于热带气候的奶牛品种选育, 科学的配合饲料调制和计算机控制饲料配给系统的普遍使用, 使得以色列的鲜奶及奶制品产量大大超过其国内消费需求。据我们考察的一个莫沙夫奶牛养殖户, 每头奶牛的年利润可达 1 500 美元, 莫沙夫去年奶牛养殖户平均年利润达 35 000 美元。

综合对荷、以两国工厂化农业技术的考察认为: 现代温室综合配套工程设施技术和集约化奶牛场自动化设施工程技术的发展已趋稳定与成熟。我国北方地区 80 年代曾引进过荷兰玻璃温室, 其能耗高、投资大, 不大切合我国自然气候和产业合理布局的要求。荷兰的奶牛自动化管理信息系统也曾引进试用, 未获成功的主要原因不属技术因素, 而与我国奶牛场管理水平、知识化程度和技术创新意识密切相关, 其应用开发技术, 我国并非没有经验和基础, 只是奶牛产业尚未形成吸收这一先进技术系统的实际要求。以色列的设施产业化技术与经验更值得我国农业科技界加以认真研究。我国科技与产业界对工厂化设施农业配套工程技术体系的认识也是具有较好理解的, 突出的问题是忽视基础性产业化技术的深入研究, 普遍存在实用主义、急功近利的倾向, 因此产品质量长期停滞于低水平重复, 缺乏技术上的突

破与创新动力。政府也缺乏技术创新与产业技术进步的政策性扶持。亟有必要在实践新的农业科技革命中, 特别对以色列发展工厂化设施农业的系统经验与支持技术加以深入研究, 既不照抄、照搬外国经验, 又不拒绝先进的技术思想, 要大力提倡基于国情的技术创新意识, 依靠我们的科技队伍和产业技术力量, 是完全可以有一个跨越式发展的。

2.4 对荷、以两国农业工程教育与高新技术研究发展趋势的思考

荷、以两国在其实现农业现代化的历史过程中, 都很重视发展农业工程教育, 随着农业科技向纵深发展, 进入 90 年代以来, 其学科内涵和研究方向都作了较大的调整。荷兰瓦格宁根农业大学一直设有农业工程系, 1989 年将与种植业、奶牛业、园艺业有关的机械化与农作系统学科, 与农业和环境相关的农业气象、系统与控制学科以及关于加强基础性和方法性问题研究相关的应用物理学科合并, 更名为“农业工程与物理系”。下设农业机械化、系统与控制工程、应用物理三个主要的学科方向。在研究方向方面, 兼顾基础性和应用研究, 除传统的农业机械化有关内容外, 随着信息技术的发展, 已更多地转向与农业和环境系统相关的技术、物理系统与生物系统模拟与分析、测量与控制 and 信息技术在农业中的应用研究, 包括与农业工程、温室环境、食品加工与废水处理、系统分析、模型设计有关的过程控制技术、农业机械上的板式计算机和农场管理计算机间的接口与通信技术; 田间操作和产后处理、奶牛场与畜牧场的自动化与控制技术应用; 计算机视觉图象处理技术应用研究以及利用新的物理原理和激光、光声、光电技术用于生物系统, 水、土、空气环境监测, 农产品和食品品质的无损检测技术等研究。在荷兰农业研究院下, 也设有农业和环境工程研究所 (Imag-DLO), 下设农业物理、农业工程、劳动与管理、建筑与环境技术、仪器与测量技术 5 个研究室。研究领域涉及设施园艺与工厂化养殖场的建筑物与环境控制、能源节约、机械化作物生产系统工程、农业生产管理决策及劳动条件改善、农场废弃物与有害气体控制、农业与生物系统新型传感器和测量技术等。该所雇员约 200 人, 1996 年研究经费 1 460 万美元, 年人均研究经费超过 70 万美元。在以色列, 我们考察了农业部直属的农业科学研究院 (ARO) 和设于海法市的工程技术学院, 可以看出该国也十分重视农业工程科技研究与专门人才的培养。农业工程研究所是 ARO 下设的 7 个研究所之一。基于以色列农业正经历着由传统田间作物生产向高价值作物生产和重视资源环境保护的产业转变, 向利用组培和遗传工程成果的高新技术产业化方向转变, 农业工程研究所的 R & D 重点已由过去开发传统机械与装备技术为主, 向高新技术应用研究领域过渡。该研究所下设 3 个研究室: 收获后工程与产品品质保障研究室, 重点研究农产品、园艺产品品质无损检测、质量管理、新食品开发、产品分选与分级新技术; 可控农业与环境工程研究室, 重点研究保护地作物、环境设施与控制系统, 节约农药施用技术与装置, 花卉与园艺产品包装、分选、分级处理、储运保鲜技术与设施; 试验与高新技术研究室, 主要开发研究新设备、新系统、新试验设备, 如温室覆盖新材料、温室园艺播种、加热设备、畜牧场用先进机械设备及控制系统、组培过程机械化自动化、田间与园艺作物采收机器人研究等等。以色列农业工程高级专门人才培育的最高学府是设于海法市的工程技术学院农业工程系, 该学院被誉为以色列的“麻省理工”, 农业工程系设立于 1953 年, 迄今已为以色列农业现代化培育了近 1 000 名学士、100 名硕士和 50 名博士研究生。包括三个专业培养方向, 即: 农业机械和水土与环境、环境工程、生物过程工程中的农产品品质保障技术。涉及的主要研究方向有: 土地耕作与地表运动机械、作物加工与收获机械、灌溉与排

水、输水网络和储水系统、土地保持与肥力改善、畜牧与水产工程、农业系统分析与优化、自动化与控制、环境过程与保护、农产品品质评估等。

由上可见,两国在农业现代化与产业结构转型过程中,农业工程教育与研究,均已迅速转向与工厂化设施农业、农业资源与环境、农产品品质监测与保障措施、精细农业集成技术系统有关的高新技术研究领域:如基于激光、红外、超声、光声、光热、光谱分析等现代物理技术基础上的过程信息传感与测量技术、计算机监测与控制技术、计算机视觉与图象处理、机器人应用开发;以全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)和遥感技术(RS)、智能控制农业机械为核心技术的精细农作技术体系的研究等。在这次考察中,我们亲眼看到奶牛场生产自动化与管理信息系统,已在荷、以规模化奶牛场中普及应用;计算机视觉用于田间杂物识别、农产品品质无损检测与分选、园艺植株果实定位与成熟度判别;田间果实采收机器人;多种基于新原理、智能化芯片的生物、土壤、环境信息检测传感器技术等都已进入应用开发研究阶段。在农业工程系的教学大纲中,已经开设了有关基础技术的新课程,以适应信息技术革命对农业工程科学技术带来的新机遇。从以色列出口研究所新编的 Israel's A-GRO TECHNOLOGY 介绍的 153 个农业技术公司中,也可看出新兴产业的迅速发展,如农业传感器控制元件、控制工程、测量设备、农业自动化、农业应用软件、农业 GIS 等专业公司已有 20 余家。

我国农业仍然处于由传统农业向现代农业转变的过程中,农业的工程设施研究基础仍十分薄弱,农业工程的科技与教育投入很有限。全国只有极其有限的相关高等院校和科研部门,结合培养研究生在进行若干农业信息高新技术应用的基础性、探索性的研究工作,农业工程的 R & D 过份强调近期效益,很少能得到进行适于国情的基础性研究支持。农业工程专业教育无论从课程体系、教学内容、教学方法都偏于传统和陈旧,教师队伍知识老化,极不适应培育新一代具有技术创新意识和能力的专门人才要求,应该在研究国家技术创新工程和实践我国农业科技革命的战略研究中引起高度重视,制定相应的发展战略与措施。

3 结束语

荷以两国在农业工程高新技术应用研究和农业工程设备产业发展方面的经验,对于推动我国农业科技现代化和农业科技创新工程的实践,都有重要现实意义。特别是对设施园艺工程、节水灌溉技术与装备、农产品品质保障技术体系及其产业化发展,组织农户面向市场生产的运作机制诸方面,结合我国国情和近几年来农业科技交流与合作发展的趋势,更值得深入加以剖析和研究,使两国的农业科技和产业技术合作,取得更好的成效。从荷、以两国农业现代化发展的实践看,农业工程科技在建立高产、优质、高效和富有国际竞争力的可持续发展农业系统和推动其它产业技术的发展都起到了重要的保障作用。两国实践作为发达国家实现农业现代化历史过程的见证,其农业工程科技发展已进入到一个新阶段。研究领域向高新科技的应用研究和跨学科综合研究方向迅速拓宽。农业工程科技的 R & D 投入量有相当高的强度。我国农业的工程技术装备程度仍很低,农业装备技术的应用更需要植基于本国自然条件和农作制度的实践,既不可能主要靠引进设备解决,也不需要重复发达国家走过的技术发展道路,而需要加强自己的开发创新能力。

走向 21 世纪,以生物技术和信息技术革命推动的新的农业科技革命已在世界范围内展

开。信息技术与农业生物技术的综合,用信息技术改造传统农业,实现某种技术发展的跨越,对于提升产业竞争优势,既是机遇,又是挑战。荷、以两国农业工程科技教育与科研的新发展,如同其它发达国家一样,已经显示出这一新趋势。直接为农业,为农户服务的农业信息采集、处理、传输、应用技术研究,推动了农业信息服务产业的迅速发展,引发着传统农业技术观念的革新与技术手段的革命。因此,需要重视具有前瞻性的农业信息高新技术课题研究,如农业生物与资源环境信息采集与智能化处理技术,基于现代物理基础上的多光谱检测,红外、超声、光热和生物化学过程信息检测技术,计算机视觉应用于生物对象模式识别、农产品品质无接触检测技术,具有全局性技术带动作用的GPS、GIS、RS为基础的“精细农作”集成技术的研究等。硬件系统与软件开发兼顾,面向生产者,面向应用为主,又要有重点地开展具有应用发展前景的技术储备项目研究。

参 考 文 献

- 1 Agricultural Research Department Institute of Agricultural and Environmental Engineering Annual Report 1996 MAG-DLO
- 2 Company Profile, NETA FM. Irrigation Equipment & Drip System, 1997

Engineering Science and Technology for Modern Intensive Sustainable Agriculture

An Impression on the Investigation in Israel and the Netherlands

Wang Maohua

(China Agricultural University, Beijing)

Abstract This paper summarizes an impression on the advanced engineering technology for agriculture in Israel and the Netherlands. The description emphasizes their advanced experiences of the agricultural engineering technology for the field cultivation, water-saving irrigation, intensive horticulture and dairy farming, as well as agricultural engineering research and education. Some comments and discussion were given with the introduction.

Key words field cultivation, water-saving irrigation, intensive facilities' farming, AE research & education