

# 浅论我国喷灌设备技术创新

李 英 能

(水利部农田灌溉研究所河南省新乡)

**摘 要:**我国从 70 年代开始发展喷灌技术并研制和生产喷灌设备,通过 20 多年的努力,取得了显著的成效,对推动我国节水灌溉的发展起到了重要的作用。但目前已暴露出一些问题,主要是创新不足。文中通过分析国外喷灌设备技术创新趋势,针对现阶段我国喷灌设备发展中存在的主要问题,面向 21 世纪,提出了我国应加速传统喷灌设备更新换代、开发适合国情的新型喷灌设备、加快喷灌设备的产业化、积极稳妥地引进国外先进技术和设备等有关技术创新的看法。

**关键词:**喷灌设备,技术创新,产业化,技术引进

**文献标识码:** A      **文章编号:** 1005-6254(2001)02-0003-05

鉴于我国水资源日益紧缺的趋势,70 年代以来,特别是改革开放以来,我国大力发展节水灌溉,作为节水灌溉技术之一的喷灌技术得到了大规模的发展,国产喷灌设备也从无到有,并形成了一定的生产能力,对推动我国节水灌溉的发展起到了重要的作用。但是,我国喷灌设备无论在质量上还是品种上,仍存在不少问题,与国外先进水平相比差距还很大,与“把推广节水灌溉作为一项革命性措施来抓”的要求还很不相适应,而且随着关贸总协定的即将签定,国产喷灌设备将面临与国外先进设备激烈竞争的严重挑战。因此,我国喷灌设备的研制和生产急待进行技术创新。

## 1 我国喷灌设备研制和生产回顾

我国从 70 年代开始发展喷灌技术并研制和生产喷灌设备,经过 20 多年的努力,喷灌面积已发展到 105.67 万  $\text{hm}^2$  (2 260 万亩),取得了显著的节水增产效益,喷灌设备也已形成一定规模的生产能力。据 1992 年统计,我国已具有生产轻小型喷灌机 20 万台、其中小型喷灌机 5 万台的能力,自动化水平较高的中心支轴式和平移式等大型喷灌机亦能小批量生产。喷头除完善 PY1 系列外,1988 年又研制并投产 PY2 系列,并研制投产我国特有的全射流喷头系列。1987 年从国外引进了奥地利的摇臂式喷头(ZY 系列)、薄壁铝管、薄壁热浸镀锌钢管三条生产线;研制并投产了 ZY 型喷头,带单挂钩承插式和双挂钩球接式两种快

速联接的移动轻金属管道系统,8 种地埋管道及相关附件。目前,ZY 型喷头已成为国产摇臂式喷头的主流,薄壁铝管年产达上百万米;我国生产喷灌设备的厂家估计有上百家,在数量上已基本能满足国内的一般要求。

### 1.1 喷头

摇臂式喷头是我国生产批量最大、应用最广的喷灌设备。80 年代最主要的摇臂式喷头有 PY1 系列、PY2 系列和 PYS 系列喷头。PY1 系列是金属摇臂式喷头,有不同进水口径的 5 个型号喷头。PY2 系列喷头也是金属摇臂式喷头,有不同进水口径的 6 个型号;因喷嘴数目和喷射仰角的不同又分为 48 种变型,每种变型可配 5~10 种不同口径的喷嘴;每种喷头又可适用于 4~5 种压力级差,这样,该系列就具有 1 060 种不同的水力性能。PYS 系列是塑料摇臂式喷头,有 2 种口径共 4 种型号。另有一种全射流喷头,是我国特有喷头,但因水力性能不够稳定,没有得到推广。90 年代以来,以 ZY 系列金属摇臂式喷头为主,共有 ZY1 和 ZY2 两种型号。

### 1.2 喷灌管材及管件

我国常用的喷灌固定(地埋)管材有石棉水泥管、聚氯乙烯(PVC)管和聚乙烯(PE)管、预应力和自应力钢筋混凝土管、铸铁管、钢管。常用的喷灌移动管材有麻布水龙带、锦塑管和维塑管等软管;胶管、高压聚乙烯管、筋塑管等半软管;硬塑料管、薄壁铝管和镀锌薄壁钢管等硬管。当前使用最

万方数据

广泛的地理管材是聚氯乙烯管和聚乙烯管,地面移动管材是薄壁铝管,我国均能大批生产供应市场。喷灌管道附件包括阀门、压力与流量调节器、安全保护装置等控制件和弯头、三通、四通、异位管和堵头等连接件两大类。我国喷灌管道附件除薄壁铝管附件属专门生产外,大多数是借用现有市场出售的管道附件。

### 1.3 喷灌泵

喷灌专用泵按结构型式分为自吸离心泵(BPZ型)和普通离心泵(BP型)两种,自吸泵按水气混合的位置又分为内混式和外混式两种。我国目前生产的BPZ型泵有8种,BP型泵有2种。我国的喷灌专用泵一般是与喷灌机配套生产,年生产能力亦达20万台左右。

### 1.4 喷灌机

常用的喷灌机可分为单喷头喷灌机、人工移管式喷灌机、绞盘式、双悬臂式、纵拖式、滚移式、中心支轴式和平移式喷灌机。单喷头喷灌机和人工移管式喷灌机是我国目前生产量最大、应用最广泛的喷灌机。绞盘式喷灌机,最近国内已有不少厂家生产。双悬臂式、纵拖式、滚移式、中心支轴式和平移式喷灌机我国都能制造,除中心支轴式和平移式喷灌机有大批量生产供应市场外,其它喷灌机应用得很少。

### 1.5 自动调压泵站

又称恒压泵站,由水泵机组、调压罐、压气供应系统、压力水位传感器、水泵运行程序控制器组成。可根据灌区不断变化的实际灌溉用水量,来自自动调节泵站内泵的运行台数,使泵站供水量始终与实际喷水量相适应,因此具有节能、节水、管道设备不易破坏和喷洒质量好等优点。目前在此基础上又研制生产变频调压泵站,体积更小且投资较低。调压喷灌泵站在国内应用得还不普遍。

## 2 我国喷灌设备研制与生产中存在的主要问题

我国喷灌设备经过20多年的研制发展,特别是近年来不断引进国外先进技术,使设备的数量和水平都有很大的提高,在数量上已基本能满足国内发展喷灌的需求。存在的主要问题是喷灌设备研制生产比较守旧,几十年“一贯制”,缺乏创新,主要表现在以下几方面。

2.1 质量不稳定,性能较差,品种较少,与国际先进水平还有较大差距

表现为:喷头转动不均匀,轴套易磨损,弹簧

易损坏,扇形转动机构耐久性差,缺少节能低仰角喷头品种;镀锌薄壁钢管镀锌技术不过关,移动管道快速接头密封性差,漏水严重,球形挂勾易损坏;流量、压力调节阀品种少且不过关;喷灌泵站的自动调压系统规格型号少,系列化程度低;大型喷灌机转动驱动部分漏水较严重,小型喷灌机效率低,性能不够稳定;喷灌用地埋塑料管的接头和管件不规范,配套性差。

2.2 喷灌设备生产企业生产规模小而分散,缺乏产业化能力

目前我国已有的上百家喷灌设备生产企业,大多数是由原来的乡镇企业发展起来的,规模小而分散。据对46家喷灌设备生产企业的调查表明,固定资产没有超过亿元的,一般只有几千万元,少的仅几百万元甚至几十万元。生产ZY型喷头的厂家全国就有二三十家,有的只是手工式生产作坊。由于生产规模小,制约了企业的发展,也严重制约着喷灌设备产品的更新和质量的提高。更由于企业小而分散,大多数企业缺乏自身发展的能力,没有力量进行技术改造,生产条件落后,难以接受新技术,这不但导致生产工艺落后,专业化程度低,产品陈旧、价格高且质量难以保证,而且也使我国现有的许多喷灌新技术成果难以迅速转化为产品进入市场。另外,企业规模小,经济实力弱,难以建立强有力的售后服务体系,也制约了农民采用新的喷灌设备的积极性。

2.3 引进国外先进技术和设备还存在一定的盲目性

喷灌设备和生产技术是前一阶段我国为了发展节水灌溉而引进得最多的设备和技术。据不完全统计,1974年宁夏引进西德人工移动镀锌薄壁钢管喷灌设备2套;1978年河北、吉林、黑龙江和山西等省的农垦、农机部门引进美国中心支轴喷灌机16台;北京外国农业机械展览会及以后,水利部、农机部和农业部以及内蒙、青海、甘肃、辽宁、陕西等省、自治区引进了绞盘式喷灌机约26台,其中西德生产的半软管牵引喷灌机23台、澳大利亚生产的钢索牵引喷灌机2台;1979年青海、甘肃、陕西、宁夏、辽宁、黑龙江、北京和内蒙等省、自治区、直辖市又引进美国中心支轴式喷灌机14台,平移式喷灌机3台;黑龙江友谊农场从南斯拉夫引进滚移式喷灌机5台;甘肃省引进法国台风型绞盘牵引卷管式喷灌机;1987年水利部从奥地利引进金属摇臂式喷头、薄壁铝管、薄壁热浸

镀锌钢管3条生产线;最近几年水利部又从西欧大量引进绞盘卷管式喷灌机。从引进效果来看,最成功的是引进金属摇臂式喷头和薄壁铝管的生产技术,经过消化吸收国外的先进生产技术,很快形成国内大批量的生产能力,国产同类设备迅速占领了市场。带有一定盲目性的是成批购买国外喷灌设备,特别是绞盘卷管式喷灌机,由于不太适合我国国情,导致不能发挥应有的效益。

### 3 国外喷灌设备技术创新的动向

#### 3.1 国外喷灌设备应用情况

目前世界喷灌面积已超过2 000万  $\text{hm}^2$  (3亿亩),其中美国和前苏联的喷灌面积均超过666.7万  $\text{hm}^2$  (1亿亩),占其全部灌溉面积的40%左右。英国、德国、奥地利、丹麦、瑞典、日本等国的旱地灌溉面积中的90%以上采用喷灌。各种喷灌设备应用的大致情况是:(1)固定式喷灌系统或机组:许多国家都在应用,但所占比例均很小。例如美国1977年只占喷灌面积的4.5%。(2)人工移管式喷灌装置:应用的国家最多。例如美国1976年占喷灌面积的27%,1977年占21%,但由于自动化喷灌机的迅速发展,1987年只占总喷灌面积的7.3%。前苏联1975年占总喷灌面积的11.7%,原东德1976年占30%,原西德1977年占70%~80%,英国、瑞典、捷克、奥地利、罗马尼亚等国也在大量使用。(3)双悬臂式喷灌机:前苏联使用得最多,1975年占总喷灌面积的20.7%,共有15 900台,灌溉着约133.3万  $\text{hm}^2$  (2 000万亩)土地。意大利、美国、澳大利亚也有应用。法国的双悬臂式喷灌机型式很多,但近年销路不畅。(4)滚移式喷灌机:原东德用得最多,1976年约占总喷灌面积的70%。前苏联占喷灌面积的12.3%。其他如美国、印度、加拿大、南斯拉夫、匈牙利等国均有应用。(5)绞盘式喷灌机:应用的国家较为普遍,用得较多的有美国、德国、奥地利、澳大利亚、英国、法国、南斯拉夫。美国1978年占总喷灌面积的7.8%,有10余家工厂制造。西欧和澳大利亚很重视这种机型的发展,品种很多。德国有几家公司生产,占喷灌面积20%。欧洲用绞盘卷管式喷灌机较多,而美国、澳大利亚用钢索牵引绞盘式喷灌机较多。(6)中心支轴式喷灌机:已有30多个国家应用,其中美国、前苏联应用得最多。美国共有70多万台,全国有20余家公司生产,1978年喷灌面积286.67万  $\text{hm}^2$  (4 300万亩),占总喷灌面积的

37.6%;前苏联1980年喷灌84万  $\text{hm}^2$  (1 260万亩),占总喷灌面积的10.2%。(7)平移式喷灌机:因研制投产较晚,应用的国家还较少,约有18个国家在应用。

#### 3.2 国外喷灌设备技术创新趋势

目前在一些发达国家的喷灌系统中广泛使用多功能压力流量控制设备,以保持各支管压力均匀和控制水量,例如法国和日本均开发使用集给水栓、压力控制、流量显示、水量控制等功能于一体的多功能压力流量控制给水栓。随着能源的日益紧张,世界各国均注意喷灌系统的节能问题,重点开发节能高效产品,例如美国生产的“雨鸟”异型喷嘴喷头,其动能转化效率达91.3%。节能效果良好的恒压喷灌技术及设备也得到迅速发展,例如日本、保加利亚、罗马尼亚等国大规模发展用气水分离式调压罐控制的加压泵站,而原西德却发展体积小的内部带有气囊或隔膜的调压罐,不仅节省能耗,同时也实现了喷灌泵站的自动控制。

当前,发达国家喷灌设备技术创新的总趋势是:(1)朝低压节能型发展:用低压喷头取代高、中压喷头,减小喷头仰角,减少传动装置能耗。采用太阳能和风能作为替代能源。将中心支轴或平移式大型号喷灌机的喷头放低并改为低压孔口出流装置,用很低的压力将水注入作物根部,灌溉效率可高达98%,节能20%~30%。(2)喷、微灌相互融合:既发挥了喷灌射程远、效率高和微灌节能节水的优点,同时又克服了喷灌能耗大、微灌的灌水器易堵塞的缺点。例如俄罗斯研制的远程脉冲喷灌机,射程可达数百米,雾化性能好,水滴直径仅为0.1~0.6 mm,比一般喷灌省水50%以上。(3)喷灌设备多目标利用:对喷灌设备进行改装或增添附属设备后,可施化肥或除草剂,喷洒粪水、甚至播种以及防干热风、防霜冻等。(4)改进设备,提高性能,并使产品日趋标准化、系列化、通用化。(5)实行管理自动化:应用水力控制的自动量水阀以及微电脑控制的喷灌自控装置。

### 4 对我国喷灌设备技术创新的几点看法

#### 4.1 加速我国传统喷灌设备的更新换代

当前我国喷灌设备用量最大的仍是20多年来变化不大的轻小型移动式喷灌机组、带快速接头的薄壁铝管、地埋用聚氯乙烯和聚乙烯管。据1992年统计,我国喷灌面积81.5万  $\text{hm}^2$  (1 223万亩),其中固定式8.26万  $\text{hm}^2$  (124万亩)、半固定



式 13.13 万  $\text{hm}^2$  (197 万亩)、移动式 60.13 万  $\text{hm}^2$  (902 万亩)。移动式主要是轻小型喷灌机组,其喷灌面积约占到总喷灌面积的 74%。这些传统的喷灌设备由于多年来很少改进,性能落后。例如,轻小型喷灌机组不但能耗大而且笨重,薄壁铝管使用中漏水、脱钩、伤口、压扁等问题经常出现;地埋用塑料管耐压和抗老化性能较差,管件不配套,施工仍感不方便,等等,已不能适应现今发展喷灌的新要求。因此,加速这些传统喷灌设备的更新换代,是我国喷灌设备技术创新的首要任务。对于轻小型喷灌机组,应注重提高装置效率减少能耗,采用轻质量材料减轻整机重量,提高机动性能,研制开发出既可用作喷灌又可用作管道输水的轻小型喷灌机组,以适应农村生产责任制的要求。对于薄壁铝管应重点改进材质和加工工艺,在满足强度要求的前提下减薄壁厚,以降低价格,并改进快速接头,克服漏水、易脱钩和挂钩困难的问题。对于地埋用塑料管应开发诸如筋塑管等新型管材,并加快管道附件的“三化”水平。

#### 4.2 开发适合我国国情的新型喷灌设备

当前,喷灌技术已在我国农业、环保、绿化等领域大规模推广应用,获得了显著效益。但应该看到,我国喷灌设备与国外先进设备相比,存在较大差距,而且在推广应用中出现不少技术问题亟待解决,必须进一步重视喷灌设备的研究与开发,特别是亟需在既适合我国国情而在我国又比较落后的领域开展深入研究,以便赶超世界先进水平。

面向 21 世纪,我国喷灌设备应加强以下项目的研究:(1)节能多用途喷头研制:包括扇形转动喷头、异形喷嘴喷头、抗风喷头、喷灌孔管、与绞盘式喷灌机配套的双摇臂喷头、与大型喷灌机配套的低压雾化喷头、环保绿化用的升降式喷头等。(2)丘陵坡地喷灌专用设备研制:包括调压设备、水锤防护和安全保护设备、专用阀门等。(3)低投入、性能优良的喷灌管材及配套设备的研制和开发:包括薄壁铝合金管、镀锌薄壁钢管及管道附件的改进提高、新型地埋喷灌塑料管及管件、特质 PE 管等。(4)低能耗喷灌机的研制与改进:包括平移式、中心支轴式、滚移式、绞盘式、轻小型移动式喷灌机,提高其可靠性、耐久性和降低能耗。(5)节能高效的自动化喷灌设备研制:包括调频调压泵站、自动化控制仪表和设备,压力和流量自动控制阀门等。

#### 4.3 加快喷灌设备的产业化

我国现阶段已能生产供应包括喷头、管材、管件、阀门、喷灌机组等喷灌设备,在数量上基本能满足我国喷灌发展的需要。但在产品质量的可靠性和稳定性方面存在较大问题。据水利部两个节水灌溉设备质量检测中心去年上半年对我国 16 个省市 35 家企业的 50 种节水灌溉产品随机抽样检测结果,尽管对喷灌产品检测项目较少,特别是在没有考核耐久性的情况下,仍发现不少质量问题。例如铝合金管道壁厚减小超标太多不合格,接头密封性和自泄性能差,管件耐压低且结构落后;塑料喷头耐水压低、喷嘴互换性差、技术参数与实测值相差较大;PVC 管材耐压性能差,管道连接密封性也较差。这次抽检的企业大多是国内比较知名、生产规模较大的企业,质量仍存在不少问题;至于面上那些这几年冒出来的小企业,质量问题更大。

我国喷灌发展的历程一个很重要的经验教训就是:因采用了质量不过关的设备,导致大批喷灌工程不能正常发挥效益,甚至报废,不但浪费了国家和农民的资财,而且极大地挫伤了农民发展喷灌的积极性。因此,必须改革现有这种以小生产方式制造和供应喷灌设备的模式,而代之以采用工业化的方式,即实行规模化生产,将喷灌设备的生产、销售、服务全过程纳入产业化轨道,按市场经济规律发展,促进我国喷灌设备上档次、上规模、增产效益。为加快我国喷灌设备的产业化,主管部门可在全中国范围内公开招标,选择生产企业,安排一定的启动资金和低息贷款进行扶持,促进科研与生产紧密结合,联合攻关,使喷灌设备实现生产的规模化、工艺操作的规范化、技术产品的标准化,创出一批名牌产品。与此同时,各级主管部门应强化喷灌设备产品的质量监控工作,按质量标准对产品定期进行检测,取得合格证书的产品才准许进入市场。要从投资或贷款渠道制定政策,打破地方保护主义,促进各地采用优质产品,保护名牌。应大力发展以科、工、贸相结合,产、学、研一体化的股份公司,以及具有咨询、规划、设计为一体的技术服务公司、营销与培训相结合的经济实体等多种形式组成的喷灌产业化咨询服务体系。

#### 4.4 积极稳妥地引进国外先进的喷灌技术和设备

我国喷灌技术和设备的提高和发展是与学习、借鉴及引进国外先进技术分不开的。70 年代以来,我国主要从欧美引进先进的喷灌技术和设备,使我国喷灌技术有了突飞猛进的发展,喷灌产

品设备的水平有了很大提高,对我国农业生产起到了显著的促进作用。因此,引进、消化、吸收国外先进技术和设备,应继续成为我国今后发展喷灌技术的一项国策。要吸取以往的经济方面的教训。为了克服引进工作中存在的盲目性,避免浪费宝贵的外汇,首先应经过充分论证,有目的、有重点地引进。当前要重点引进有利于提高我国喷灌产品设备质量水平的国外先进技术,例如提高人工移管式喷灌设备和轻小型移动式喷灌机的可靠性和耐久性的技术;摇臂式喷头的弹簧材质和生产制造技术,扇形转动喷头的设计生产技术,塑料喷头材质及生产技术;薄壁铝管、镀锌薄壁钢管及快速接头生产技术;喷灌特质 PE 管生产技术;大型喷灌机自动化喷灌技术等。

其次要将引进技术与引进设备相结合,以引进技术为主。为了迅速提高我国喷灌产品设备水平并转化为生产力,以及为进行示范的需要,适当引进国外先进设备是需要的,但绝不能把我国变为一个单纯推销国外产品的市场,必须将重点放在引进技术上,并结合我国国情进行改进,研制和开发出适合我国应用的优质喷灌机具,才能从根本上提高我国喷灌产品设备的水平。最近一个时期我国大量从国外引进卷管式喷灌机,对国内市场冲击很大,而且各地使用效果并不理想,造成一定的盲目性。实际上只要引进水涡轮和特质 PE

管生产技术即可大大提高我国生产这种喷灌机的质量。纵观我国研制生产喷灌用量最大的喷头和薄壁铝管,并没有大规模引进销售国外产品,只是从引进样机和生产技术开始,通过测定、仿制,联合攻关形成我国自己的产品,而且以绝对优势占领了国内市场,即是一个很好的例子。

再者要加强技术信息工作,避免重复引进。多部门重复引进国外技术和设备是我国的通病,既浪费了宝贵的外汇,又易造成部门之间互相封锁,妨碍先进技术的吸收转化。今后应由主管部门统筹技术和设备的引进,组织科研单位、生产厂家和应用部门共同开展引进、消化和资源共享。同时要抓好引进的先进技术设备的培训工作,使其能充分发挥效益。

参 考 文 献

- 1 科学技术部农村与社会发展司、水利部国际合作与科技司编. 中国节水农业问题论文集. 北京:中国水利水电出版社, 1999. 5
- 2 中国农科院、水利部农水司、国科司等. 农业高效用水与可持续发展研讨会论文集. 灌溉排水, 1999(增刊)
- 3 水利部农村水利司. 节水灌溉. 北京:中国农业出版社, 1998. 7
- 4 徐茂云等. 我国喷微灌器材(设备)现状及原因分析. 中国农村水利水电, 1999(9)
- 5 李英能. 对我国喷灌技术发展的若干问题探讨. 节水灌溉, 2000(1)

Discussion About the Technological Innovations of Sprinkler Irrigation Equipment in China

LI Ying-neng

(Farmland Irrigation Research Institute of MWR, Xinxiang, Henan 453003, China)

**Abstract:** The sprinkler irrigation technology began to be developed from the seventies in China, while sprinkler irrigation equipment was manufactured and put into production. Through making great efforts in the technology and equipment of sprinkler irrigation, the marked effect has been achieved, and all things done have played an important role in promoting the development of water-saving irrigation in our country. But, at present some problems exist in this aspect, the main one is that less was done in innovations. Facing to the twenty-first century, the views of concerned technological innovation are put forward by analyzing the innovation trend of technology and equipment of sprinkler irrigation abroad, and countering the main problem existing in the development of sprinkler irrigation equipment at the present stage of our country such as speeding up the renewal of traditional sprinkler irrigation equipment, developing the new types of sprinkler irrigation equipment suited to the national situation, quickening the industrialization of sprinkler irrigation equipment, taking vigorous and reliable action to import the advanced technology and equipment from abroad and so on.

**Key words:** Sprinkler irrigation equipment, Technological innovation, Industrialization, Technological improvement, 节水数据