

西部地区节水灌溉发展的前景与展望

李英能, 吴景社

(水利部农田灌溉研究所, 河南 新乡 453003)

S275
3274.3

摘要:针对中国西部地区存在干旱缺水、水资源配置使用不合理、灌溉水浪费严重等问题,提出了中国西部地区节水灌溉分区和发展方向,以及在发展节水灌溉时应注意的几个问题、应选用适宜的节水灌溉技术,包括防蒸发、防渗漏的蓄水和输水技术,低压力、低位喷洒的喷灌技术,低成本滴灌技术,激光平地技术,集雨抗旱灌溉技术等。

关键词:西部开发;节水灌溉;节水技术;灌溉技术

中图分类号: S275

文献标识码: A

文章编号: 1006-7647(2000) 05-0006-04

1 西部地区发展节水灌溉的意义

西部地区包括陕、甘、宁、青、新、云、贵、川、藏、蒙、渝、桂、湘西等 12.5 个省、自治区、直辖市,国土面积为 668.16 万 km^2 , 占全国陆地面积的 69.6%; 耕地面积为 0.5 亿 hm^2 , 占全国总耕地面积的 40% 左右; 有效灌溉面积为 0.15 亿 hm^2 , 占全国总有效灌溉面积的 30% 左右; 人口 3.64 亿人, 占全国总人口的 28.0%。这 12.5 个省、自治区、直辖市虽然地域辽阔, 但其中不易利用的沙漠戈壁和海拔 3000 m 以上的高山峡谷地区占 60%; 许多地区气候干旱, 农田灌溉用水量占总用水量的比重很大, 尤其是西北五省(区)面积占全国的 1/3, 水资源量为 2230 亿 m^3 , 仅占全国的 1/12。全国居住在恶劣生存环境的 500 万人口主要集中在西部地区。同时西部地区又是我国少数民族集中的地区, 少数民族人口占全国少数民族人口的 90% 左右。因此西部地区的发展也是关系到民族团结、政治稳定的大事。

上述地区中的陕、甘、宁、蒙、藏、新、青等省区地处半湿润至干旱带, 年降水量大多为 800 ~ 200 mm, 其经济发展的主要制约因素之一是干旱少雨、水资源配置使用不当、灌溉用水浪费严重。因此要贯彻和落实好党中央关于西部大开发的战略决策, 就必须遵照江泽民总书记关于在西部大开发中, 必须把水资源的开发和有效利用放在突出地位的指示, 抓住合理利用水资源这个关键, 把推广节水灌溉作为一项革命性措施来抓。

在上述地区开展节水灌溉建设, 具有重要社会

效益、环境效益和经济效益。内蒙、宁夏、甘肃、青海和陕西等省区实现节水目标后, 不仅能使这一地区尽快脱贫致富, 而且将大大减轻黄河下游断流程度, 对整个黄河流域生态环境及经济发展起积极作用。贵州、云南、广西、四川和重庆等省、区、市结合发展特色农业实施节水工程建设, 既可以带动当地经济发展, 又能改善长江上游生态, 使长江流域生态环境向良性转变, 为沿长江经济带的高速发展提供充足、优质的水资源。新疆土地辽阔, 是我国棉花的主要产地, 但气候恶劣, 蒸发量比降水量高出 7 ~ 8 倍, 没有灌溉就没有农业, 发展节水灌溉对促进我国棉花生产意义重大。西藏光、热资源丰富, 适合发展设施农业, 采用先进的微灌技术与之配套, 可提高农产品质量, 增加农业收入。可见, 在西部地区大力推广与发展节水灌溉对保障西部大开发的顺利实施具有重要的战略意义和现实意义。

2 西部地区节水灌溉分区和发展方向

西部地区地域辽阔, 各地自然资源、经济条件、作物种类差异很大, 因此必须根据当地各种条件, 划分不同类型区, 按照各个类型区的特点制定相应的主攻方向, 采取适宜于当地的、相应的节水灌溉模式。

2.1 黄河中上游区

黄河中上游区包括陕西、宁夏、内蒙古和甘肃四省区。总人口 8 831.47 万人, 耕地总面积 1 550 万 hm^2 。该区属大陆性季风气候, 多年平均降水量 400 ~ 600 mm, 多以暴雨或雷阵雨形式集中出现在 7 ~ 9 月, 对土壤的补给水量很少。春、伏、秋旱时有发生,

直接影响农业生产发展.但该区土层深厚,雨热同期,光温资源比较丰富,增产潜力很大,是我国粮棉油主要产地之一.该区蒸发量 1509~2715 mm,加之降水时空分布不均,干旱是影响该区农牧业发展的主要因素.同时引黄、提黄灌区长期大水漫灌造成灌区内的盐渍化问题也是制约该区农业生产发展的原因之一.

黄河中上游区的节水灌溉发展方向是:

a. 引黄灌区主要发展渠道防渗、管道输水和田间节水工程,推广膜上灌、水稻浅湿灌等技术.

b. 井灌区和扬水站灌区发展管道移动式喷灌、管道输水技术和果园、保护地的微灌技术.

c. 山丘贫水区除做好水土保持工作外,主要发展窖塘集雨微灌技术,在解决人畜饮水的同时,发展节水灌溉.

2.2 内陆区

内陆区包括新疆、青海两省区,总人口 2203.9 万人,耕地面积 362.7 万 hm^2 .该区气候特点干旱少雨,多年平均降水量小于 200 mm,多年平均蒸发量 1261~2704 mm,属大陆性干旱气候.区内土地资源丰富,光热充足,适合瓜果、粮、棉等作物生长.但因蒸发量与降水量的比值为 6:1 至 14:1.因此,没有灌溉就没有农业.

内陆区的节水灌溉发展方向是:

a. 井灌区和扬水灌区大力发展喷、微灌和管道输水灌溉.

b. 自流灌区发展渠道防渗和田间节水灌溉技术,并逐步发展管道输水和大型喷灌机喷灌.

c. 新疆等地尚有部分地下水可供开采,应结合打井努力扩大灌溉面积,发展节水灌溉.

2.3 桂、湘西地区

桂、湘西地区包括广西和湖南西部(张家界、邵阳、怀化、湘西自治州).总人口 6229.3 万人,耕地面积 748 万 hm^2 .该区属亚热带气候,冬温夏热,湿润雨多,日照充足,年平均降水量 1200~1800 mm,水资源较丰富.是我国粮、棉、油和果、茶、桑的重要生产基地.该区农业生产的主要灾害虽然主要以洪涝为主,但又因降水时空分布不均,灌溉工程配套差,供水能力不足,伏、秋旱也是该区农业生产发展的重要影响因素.

桂、湘西地区的节水灌溉发展方向是:

a. 自流灌区以渠道防渗为主,田间旱作推广平田划畦短沟灌等节水技术,稻田推广“浅、薄、湿、晒”节水技术.

b. 果、林、菜、茶等经济作物推广微灌技术.

c. 山丘区以蓄、引、提结合,发展喷、微灌节水

技术措施.

2.4 西南区

西南区包括云南、贵州、西藏、重庆和四川五省区市.总人口 19721 万人,耕地面积 1112.2 万 hm^2 .该区属亚热带和热带地区,光、热、水资源充足,但因地形复杂,气候垂直差异较大,年平均降水量 800~1000 mm,蒸发量 1264~2440 mm.土壤多为红、黄壤,保水保肥能力差,干旱是本区的主要自然灾害.

西南区的节水灌溉发展方向是:

a. 利用自然水位差发展山丘区经济作物的喷、微灌.

b. 水稻田区以渠道防渗为主,完善田间节水工程措施,推行水稻节水灌溉技术.

3 西部地区发展节水灌溉应注意的几个问题

3.1 合理开发利用当地水资源

西部地区与中部、东部地区比较,水资源紧缺程度很不一样,西南地区降水量很大,缺水主要是因缺乏足够的水利工程,造成设施型缺水,引起季节性缺水;西北地区虽然降水少,但境内河流绝大部分是内陆河,河水向境外流出很少,水资源可利用程度比较高.从总体来看,由于西部地区人口少、耕地少、工业少,所以总用水量也相对比较少.因此,西部水资源紧缺程度并不比中部或东部某些地区严重(表 1).即使按最干旱的内蒙古、宁夏、甘肃、新疆这西北四个省区来统计,耕地平均水资源量为 13739.1 m^3/hm^2 ,人均水资源量为 2369.3 $\text{m}^3/\text{人}$,也比中部地区的北京、天津、河北、山西、河南这 5 个省、市的平均 4653.7 m^3/hm^2 ,400.7 $\text{m}^3/\text{人}$,要高得多.因此,相对来看,西部地区除个别省区(如宁夏)外,并不最缺水,只是因经济条件较差,或工程建设跟不上,或水资源使用不合理,影响灌溉农业的发展.所以在发展西部地区的节水灌溉

表 1 西部地区耕地、人均水资源量

省、区、市	年水资源量/亿 m^3	耕地面积/万 hm^2	人口/万人	耕地均水量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2})$	人均水量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{人}^{-1})$
内蒙古	506.7	485.1	2310.2	10445.3	2193.3
宁夏	9.9	79.1	536.6	1251.6	184.5
甘肃	274.3	347.9	2483.6	7884.4	1104.4
新疆	882.8	306.1	1733.6	28840.2	5092.3
青海	626.2	56.6	470.3	110636.0	13314.9
陕西	441.9	356.3	3501.1	12402.47	1262.2
四川(含重庆)	3133.8	632.6	11375.4	49538.4	2754.9
贵州	1535.0	185.7	3536.5	82660.2	4340.4
云南	2221.0	279.1	3983.3	79577.2	5575.8
西藏	4482.0	22.2	245.4	2018918.9	182640.6
广西	1880.0	256.5	4622.2	73294.3	2900.2
湖南	1626.6	331.8	6482.2	49023.5	2509.3
总计	17620.2	3339.0	41280.4	52770.9	4268.4

注:水资源、耕地资料引自文献[1];人口资料引自文献[2].

时,必须首先根据投入的可能性,做好水资源规划,指导水源工程建设,合理开发利用当地水资源。

3.2 发展节水灌溉应与农业结构调整紧密结合

当前西部地区结合提高农业效益和生态环境建设,正在大力调整农业结构,压缩粮食作物种植面积,增加经济作物与林草种植面积。由于经济作物,特别是林草的节水灌溉与传统的粮食作物,在规划、设计、材料和设备选择等方面有较大差别,因此,现阶段在建设节水灌溉工程前,必须详细了解所在区域在新形势下,农业经济发展的情况,包括粮食作物、经济作物、林草业以及农产品加工业等最新的规划意见。在此基础上,制定或修改原有的节水灌溉发展规划和计划,以免工程建成后很快又与农业结构不适应,造成不能正常发挥效益甚至报废。

3.3 把改善生态环境作为发展节水灌溉的一个重点

西部地区由于自然条件、人类活动和经济落后等原因,生态环境日趋恶化。在西北地区,荒漠化正以前所未有的速度扩展,次生盐碱化的面积也在增大;西南地区,丘陵山区过度垦植,坡地水土流失严重。这些问题都在制约西部地区农业乃至国民经济的可持续发展。如新疆的塔里木河流域、甘肃的黑河流域、疏勒河流域,上游无节制地开垦耕地,拦截河水,大定额灌溉,造成下游河床干涸,大片土地沙化;甘肃、宁夏的扬黄灌区和引黄灌区,大量引水灌溉,不但造成黄河下游用水紧张甚至断流,而且灌区的次生盐碱化也得不到有效的遏制;云、贵、川、桂、湘等省、区,山多地少,绝大多数水稻采用淹灌,用水量很大,遇到季节性干旱,灌溉保证率低,产量不稳,于是毁林开荒,扩大耕地面积,甚至很陡的山坡也开成耕地,破坏植被,引起大规模水土流失。因此,在西北地区,应从整个流域出发,在优先考虑改善和保护生态环境的前提下,根据水资源量统筹安排上下游各方面用水的关系,即按生态水、工业和城市生活用水、农业用水的先后顺序来分配用水。为了保持原有耕地和今后新发展耕地的灌溉,必须实行节水灌溉。在西南地区,应大力推广水稻节水灌溉技术,降低灌溉用水量,提高灌区保证率,以确保稳产高产,促使山丘坡地退耕还林、还草,减轻水土流失。

3.4 因地制宜选用适宜的节水灌溉技术

目前在我国可供选择的节水灌溉技术有很多,包括工程节水的防渗技术、输水技术、灌水技术;非工程节水的节水灌溉制度、化学节水技术、半自动和自动化灌溉管理技术等。每一种节水灌溉技术都有一定的适用范围,必须根据当地的自然条件、经济条件、农民群众的技术素质等进行仔细分析研究,选用经济效益高、农民群众乐于接受的节水灌溉技术。

切莫互相攀比,一味追求所谓的高标准,不按经济规律办事,造成人力、物力的浪费。在西部地区建议可重点采用下面一些节水灌溉技术。

a. 防蒸发、漏渗的蓄水和输水技术。西北内陆地区干旱少雨,年蒸发量却高达 $1651 \sim 2715 \text{ mm}$,相当于每公顷水面年蒸发损失的水量达 $16510 \sim 27150 \text{ m}^3$,可见这些地区的蓄水和输水工程的水面蒸发损失数量很大。而在蓄水和输水过程中,还存在渗漏损失,特别是没有经过防渗处理的蓄水和输水工程,水量损失巨大。据有关资料分析,我国每年因渠道输水渗漏损失的水量高达 1500 亿 m^3 。防止蒸发、渗漏损失最有效的办法是将蓄水和输水工程全部防渗并封闭,像以色列国北水南调工程那样,采用封闭式蓄水库,用大口径输水管道进行联网;第二种办法是进行渠道防渗;第三种办法是研究采用化学制剂,在水面上喷洒,形成一种膜,可大大减轻水面蒸发。根据经济实力,现阶段比较可行的主要是渠道防渗,应在西部大力推广应用;在经济实力较强的地区,从长远来看,走全封闭管道式输水是发展的方向;至于用化学制剂防水面蒸发的设想,已有一些资深专家提出,可作为今后研究和开发的一项任务。

b. 低压力、低位喷洒的喷灌技术。在西北部地区是否适合发展喷灌技术,目前国内有些争论。认为不适宜的主要论点是蒸发漂移损失大。西北内陆地区蒸发量很大,但对所有灌溉方式都存在。由于喷灌时水滴在空中飞行的时间很短,再加上超过三级风一般不喷灌,因此喷洒水滴在空中的蒸发漂移损失不像有些人想象的那样大。《喷灌工程技术规范》编写组,在80年代初为了确定喷灌水利用系数,专门组织力量在全国布点实测,结果包括新疆在内,当风速小于 3.4 m/s 时,喷灌水利用系数都在 0.8 以上,比一般灌溉方法的灌溉水利用系数大得多。纵观世界干旱地区的国家,如以色列 30% 的灌溉面积是喷灌,沙特阿拉伯、阿曼、埃及的西奈等也在大面积上采用喷灌,可见在我国西北内陆地区发展喷灌是完全适宜的。但是在干旱地区如何采用更适宜的喷灌形式和技术,减少喷灌的蒸发漂移损失和降低能耗也是需要研究解决的问题。当前可供首选的是低压力、低位喷洒的平移式喷灌机。这种喷灌机可与西部内陆地区的大条田相适应,喷头是下置到接近作物的根部,采用低压力工作,可以很好地解决喷灌能耗和蒸发漂移损失大的问题。这种喷灌机不但国外已大批应用,而且国内也已成批生产。

c. 低成本滴灌技术。滴灌是当今世界上最先进的节水灌溉技术,特别适合在西部地区灌溉棉花、果树、蔬菜以及特色经济作物等,不但节水而且可采用

溶性肥料与水一起滴入作物的根部,做到水肥同步,达到水肥高效利用。但是推广应用这种高效节水灌溉技术的最大障碍是所需投资太高。由于滴灌时田间毛管移动很困难,一般都采取固定式滴灌,因此,滴灌投资主要集中在田间毛管上,占到总投资的2/3左右。为了降低滴灌工程的投资,世界各国都在不降低滴灌系统水力性能条件下,如何减薄滴灌毛管上下功夫。我国现已通过引进国外先进技术,成批生产出每米造价0.2元、供一个生长季节使用的超薄内镶式滴灌带,可大幅度降低滴灌的一次性投资。由于是一次性使用,避免了滴灌带回收保管的麻烦。当然,使用这种一次性滴灌带后,在耕地前要用专门的机械或人工清理残带,以免污染土壤。

d. 激光平地技术。在西部地区,尽管今后像喷灌、滴灌这些先进的节水灌溉技术会得迅速的发展,但由于经济条件限制,地面灌溉技术仍将占主导地位。地面灌溉要做到节水,除了采取划小畦块、长沟短浇等措施外,平整土地则是最重要的节水措施。据中国水利科学研究院最近在北京大兴试验的结果,田面平整程度对入渗水分在畦田内的分布状况以及深层渗漏损失有较大影响。随着田面平整精度的提高,畦田的灌溉效率、灌水均匀度、田间水利用系数和产量水平都跟着提高。为提高畦田的灌水质量,达到节水又增产,田面平整精度应小于2cm。要达到这个标准,需要实施激光控制下的土地精细平整技术。激光平地技术是发达国家为配合实施水平畦田灌而采用的先进平地技术,也是20世纪在地面灌节水技术方面取得的最重要进展之一。激光平地设备包括激光发射器和激光平地机,激光发射器可以水平旋转,并在10%坡降以内自动找水平;激光平地机可自动接收来自发射器的激光束,自动调整挖深或填高。特别适合在西北地区人少地多,大块条田上平地应用,也是西北地区,将来发展水平畦田灌水技术所必需的高效平地设备。

e. 集雨抗旱灌溉技术。西北黄土高原区,干旱缺水,即使有黄河流过,但水低地高,发展灌溉也十分困难,而采取集雨进行抗旱灌溉却是一条好途径;在西南修建灌溉工程比较困难的山丘地区,尽管降雨量较大,但常遇季节性干旱,发展集雨抗旱灌溉也很有必要。当前在西北地区发展集雨灌溉势头很猛,但存在缺乏总体规划和如何正确选择设计参数的问题,后果是这两年遇到连续干旱,许多水窖蓄不上水,不能发挥效益。另外,由于在大面积坡耕地上集雨尚无好办法,所以目前大多数只利用有限的公路路面、场院来集雨,总体集雨面积小,所能抗旱灌溉

的耕地面积也不多。为了在西部地区更好地发展集雨抗旱灌溉,避免盲目性,必须尽快制定《集雨抗旱灌溉工程技术标准》,从规划原则、设计参数选择和施工及管理等方面作出明确规定,确保这项技术的健康发展。根据现阶段西北地区修建集雨灌溉工程的经验和问题,可将集雨抗旱灌溉适宜发展的地区定在年平均降雨量为300mm以上的地区。除继续提倡利用路面、场院发展集雨灌溉外,应重点解决在坡耕地上修建集雨面的技术难题,为了不与水土保持发生矛盾,可采用专门防老化并有足够强度的塑料薄膜,当雨季到来时铺在坡面上,作为集雨面;雨季过后,收回保管来年再用。集雨入窖后,田间灌溉如经济实力强可采用滴灌,一般情况可采用软管人工移动灌溉。

f. 节水灌溉制度。西南地区和西北的宁夏、内蒙引黄灌区,目前水稻灌溉大多数仍采用传统的淹灌,灌溉定额很大,一般都在 $15\,000\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 左右。西北地区的旱作物,过去习惯采用充分灌溉,灌水次数多、灌溉定额大。应大力推广当前已经成熟的水稻节水灌溉制度和旱作物的非充分灌溉制度。广西近些年已大面积推广“薄、浅、湿、晒”水稻节水灌溉技术,变传统的淹灌为浅湿灌溉,取得了每公顷节水 $1\,420\text{ m}^3$,增产376kg的显著效益;在北方地区大面积推广的小麦优化灌溉技术,每公顷年节水 $1\,125\sim 2\,250\text{ m}^3$,比传统灌溉制度少灌2~3次水,产量接近充分灌溉时的最高水平。如果将这些技术通过培训和政策导向等措施,在西部地区大面积推广应用,将会取得可观的节水增产效益。

参考文献:

- [1] 中国科学院·国家计划委员会自然资源综合考察委员会. 中国自然资源手册[Z]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [2] 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴1999[Z]. 北京: 农业出版社, 1999.
- [3] 李英能, 黄修桥, 吴景社. 节水农业新技术[M]. 南昌: 江西科学出版社, 1998.
- [4] 李英能, 黄修桥, 等. 中国灌溉农业节水规划[R]. 水利部, 1996.

(收稿日期: 2000-06-08 编辑: 马敏峰)

勘误: 本刊2000年第4期第3页左栏倒数第6行中“黄河干流上已建水库总容积已达到或超过了其全河多年平均径流总量的1.5倍。”此句文字有误, 应为: “黄河已规划干流上水库总容积达到或超过了其全河多年平均径流总量的1.5倍; 迄今在建、已建成水库总库容也已大体相当于全河多年平均径流总量”。