



BEI
FANG
HAN
QU
JIE
SHUI
GUAN
GAI
JI
SHU

北方旱区节水灌溉技术

中国科学技术协会普及部 编辑
中国农业工程学会

海潮出版社

北方旱区节水灌溉技术

中国科学技术协会普及部
中国农业工程学会科学技术普及委员会 编辑
农业水土工程专业委员会

海潮出版社

图书在版编目(CIP)数据

北方旱区节水灌溉技术/马孝义等编著. —北京:海潮出版社, 1999. 11

ISBN 7-80151-151-4

I. 北… II. 马… III. 干旱区—节约用水—灌溉—技术—中国
IV. 5275

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 71495 号

北方旱区节水灌溉技术

马孝义等 编著

*

海潮出版社出版发行

(北京西三环中路 19 号 邮编:100841)

铁道标准化怀柔印刷厂印刷

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:8 字数:200 千字

1999 年 11 月第 1 版 1999 年 11 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册

ISBN 7-80151-271-5/S·2

定价:16.00 元

序

我国人均水资源占有量只有世界人均水平的 31%，属于世界 13 个贫水国之一，特别是水资源的地区分布很不均匀，西北、华北广大地区水资源严重短缺，随着我国工农业的迅速发展，供用水矛盾日益尖锐，缺水已经成为我国农业和整个国民经济发展的主要制约因素。我国是一个农业大国，农业用水量占总用水量的 75% 左右，但农业用水的浪费很大，灌溉水的利用率只有 0.4 左右，每立方米用水生产的粮食不足 1kg，远低于发达国家灌溉水利用率 0.8 和每立方米用水生产粮食 2kg 以上的水平。发展旱区水资源综合利用技术，旱区灌溉水管理技术和雨养农业区旱作农业综合技术势在必行，它是保证我国农业发展、粮食安全和生态环境改善，乃至整个国民经济可持续发展的关键。认真贯彻党的十五届三中全会提出的“要把节水灌溉作为一项革命性措施来抓”，兼顾水资源的综合利用与节约用水，在全民上下，形成珍惜水资源、节约用水的新观念，普及、传播新技术、新知识是关系到进入 21 世纪我国农业乃至整个国民经济可持续发展的重大战略性问题。

我国科技人员、广大干部和群众在长期的科研、生产实践中，对旱区水资源综合利用，旱作农业和节水灌溉的理论、技术和方法进行了大量的研究，取得大量先进、实用且具有中国特色的成果，为了贯彻党的十五届三中全会精神，适应我国节水灌溉的迅速

发展。中国农业工程学会组织编写了《北方旱区节水灌溉技术》，介绍各种先进、实用、适应面广的旱区农业与节水灌溉技术的特点、适用范围、技术要领、施工方法和配套措施等。该书比较系统地总结了我国北方旱区节水农业的新经验、新成果，包括旱区水资源综合利用、节水灌溉，旱区水管理和综合农业节水技术，内容丰富、新颖、可操作性强，是各级领导干部、水利、农业专业人员了解节水灌溉新成果，学习节水灌溉知识的好读本。它的出版将会对我国北方旱区推广节水灌溉与旱作农业技术发挥积极的促进作用。

进入 21 世纪，人类将逐步进入知识经济的进代，人类将愈来愈多地基于信息和知识来管理好复杂的农业系统。推动知识创新、技术创新，促进知识应用与传播，将是保障人类食物安全与优化生存环境的重要手段，愿我国农业工程科技界大家共同努力，为传播、普及先进科技成果与科技知识作出更大贡献。

中国工程院院士
中国农业工程学会名誉理事长

江懋华

内 容 提 要

作者参阅了大量的国内外文献,较系统全面地介绍了我国北方旱区节水灌溉的新技术、新成果和新进展。全书内容丰富,主要包括旱区水资源综合利用技术、旱区灌溉水管理技术、旱区节水灌溉新技术和旱区综合农业节水技术等。本书以介绍各种节水灌溉技术的特点、适用条件、技术要领及配套措施为主,文字简炼、通俗易懂、实用性强,适合各级领导干部、基层农业、水利干部和广大农民群众阅读,也可供有关专业院校遇生参考。

目 录

序

绪论..... (1)

旱区水资源综合利用技术

第一章 地表水开发利用技术..... (4)

一 小型塘坝工程..... (4)

二 储水灌溉技术..... (8)

第二章 地下水开发利用技术 (10)

一 辐射井 (10)

二 轻型井 (16)

三 截潜流工程 (19)

四 引泉工程 (22)

五 地表水、地下水联合运用..... (24)

第三章 雨水集蓄利用技术 (27)

一 雨水农业利用的主要形式 (27)

二 集雨系统与输水工程 (28)

三 蓄水工程 (31)

四 蓄水工程配套设施 (40)

五 旱区集流灌溉的补充灌水技术 (40)

第四章 劣质水开发利用技术	(42)
一 咸水灌溉	(42)
二 用太阳能淡化苦咸水技术	(44)
三 污水灌溉	(45)
四 引浑灌溉	(48)

旱区灌溉水管理技术

第一章 作物需水规律及需水量	(51)
一 作物的需水规律及缺水对作物生长的影响	(51)
二 作物需水量的估算方法	(56)
三 北方旱区主要作物需水量	(59)
第二章 节水灌溉制度	(60)
一 作物灌溉制度的制定方法	(60)
二 旱区主要作物的科学用水与灌溉制度	(63)
三 北方旱区主要作物的节水灌溉制度	(67)
四 果树节水灌溉制度	(71)
五 蔬菜节水灌溉制度	(75)
六 牧草节水灌溉制度	(80)
第三章 渠道量水技术	(85)
一 渠系建筑物量水	(86)
二 巴歇尔量水槽	(89)
三 无喉段量水槽	(92)
四 U形渠道平底抛物线形无喉段量水槽	(95)

五	简易量水槛	(101)
六	闸前短管式量水分水闸	(104)
七	田间移动式量水槽	(108)
第四章	旱区灌溉用水调配与组织管理	(111)
一	配水计划制定的基本方法	(111)
二	不同类型地区水量调配方法	(116)
三	旱区灌溉用水管理组织	(120)

节水灌溉新技术

第一章	渠道防渗技术	(123)
一	土料防渗	(123)
二	水泥土防渗	(125)
三	混凝土防渗	(126)
四	膜料防渗	(129)
五	沥青混凝土防渗	(132)
六	渠道衬砌冻害防治技术	(133)
第二章	低压管道输水灌溉技术	(136)
第三章	地面灌溉新技术	(142)
一	小畦块灌	(142)
二	长畦分段灌溉	(143)
三	宽浅式畦沟结合灌溉	(145)
四	薄膜覆盖灌溉	(147)
五	涌流灌溉	(152)

六 果树节水型灌水技术·····	(155)
第四章 喷灌、微灌技术·····	(159)
一 喷灌·····	(159)
二 滴灌·····	(169)
三 微喷灌·····	(176)
四 小管出流灌溉·····	(178)
五 脉冲灌溉·····	(181)
第五章 地下灌溉技术·····	(186)

旱区综合农业节水技术

第一章 节水型种植制度·····	(189)
一 采用节水型种植结构和制度·····	(189)
二 选用抗旱节水品种·····	(191)
三 抗旱播种技术·····	(193)
第二章 旱区水肥综合管理技术·····	(197)
第三章 抗旱节水耕作新技术·····	(200)
一 抗旱丰产沟耕作法·····	(200)
二 隔坡梯田聚水增墒技术·····	(202)
三 平地起垄覆膜聚水增墒技术·····	(204)
第四章 地面覆盖技术·····	(207)
一 地膜覆盖·····	(207)
二 秸秆覆盖·····	(212)
三 砂石覆盖·····	(216)

四 果园生草·····	(222)
第五章 化控抗旱节水技术·····	(225)
一 种子抗旱制剂·····	(225)
二 作物蒸腾抑制剂·····	(226)
三 土壤保墒增温剂·····	(228)
四 保水剂·····	(229)
第六章 机械化抗旱节水技术·····	(232)
一 U形渠道机械化衬砌技术·····	(232)
二 机械化坐水播种技术·····	(234)
三 机械化抗旱丰产沟种植技术·····	(235)
四 机械化局部深松技术·····	(237)
五 机械化地膜覆盖技术·····	(239)
参考文献·····	(244)

绪 论

一、发展节水灌溉的重要性

我国人均水资源不足世界平均水平的 1/4,居世界 109 位,属世界上 13 个贫水国之一,缺水十分严重。同时水资源的地区分布也十分不均,我国沿昆仑山脉、秦岭、淮河一线以北的北方旱区,覆盖全国 16 个省、市、区的 645 个县。地域辽阔,土质好,光照资源丰富,具有巨大的农业发展潜力。该区土地面积约占全国总面积的 56%,耕地面积约占全国耕地面积的 51%,但年径流量却只有全国的 18%,没有灌溉条件的旱地占 65%,且降雨和径流在年内和年际间的变化相当大,干旱频繁,农业产量低而不稳。据统计全国每年由于干旱缺水,粮食减产 250 亿 kg,而北方旱区的减产数占其绝大多数。同时该区水资源开发利用程度已很高,黄河、淮河、海河水资源的开发利用率已达 52.1%、58.8%、96.8%,远高于世界公认的 50%的极限值,进一步开发利用的潜力十分有限。而且由于过量引用地表水和地下水,西北内陆河流域下游已出现湖泊干涸,荒漠化等问题,华北许多地区出现了大规模的地下水漏斗,黄河干流更是出现了高频率、长时间的断流及一系列十分严重的生态环境问题,同时还造成了地区之间、工农业之间、城乡之间十分尖锐的用水矛盾等一系列社会问题。

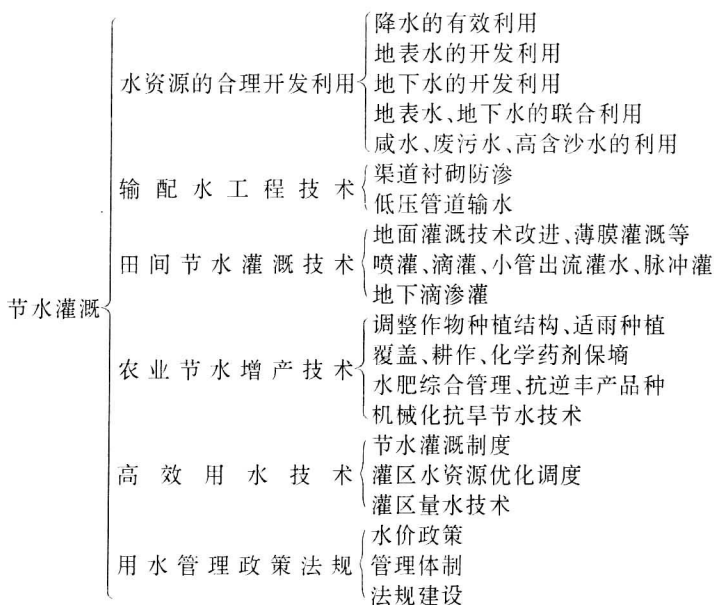
面向 21 世纪我国经济发展,缺水问题则更为突出,21 世纪我国的农业发展,一方面面临人民生活水平不断提高,人口进入高峰期和社会经济持续发展对农产品需求量不断增加的巨大压力,另一方面又面临人多地少,现有耕地由于建设占用持续减少的问题。要解决这一问题,一方面是开垦一些宜垦荒地,而目前我国 2 亿亩可耕后备荒地,大多分布在北方,其开发需要有供水保障。另一方面则主要是依靠提高粮食单产来实现,在我国北方季风性气候条

件下,粮食生产对灌溉的依赖性很高,在没有灌溉保证的条件下,大幅度提高粮食单产是不可能的,因此未来我国北方的水资源短缺将更为严峻。

我国北方旱区水资源十分紧缺,但农田灌溉中水的损失和浪费却十分严重,北方灌区渠系水利用率均不高,一般为 0.4~0.5,有些灌区甚至为 0.17,井灌区也仅为 0.6 左右,大量的灌溉水在输水过程中被白白地浪费掉了。另外由于灌水技术落后,田间水的利用率也不高。整个灌溉水的利用率平均只有 0.4 左右,这远低于发达国家 0.80 的水平。单方水的产粮数不足 1.0kg,远低于发达国家 2.0kg 以上的水平。因此大力发展节水灌溉,努力提高灌溉水的利用率和产出率是解决我国北方旱区农业发展,乃至整个国民经济可持续发展的关键。

二、节水灌溉的主要技术和管理措施体系

发展节水灌溉的途径在于从水源到农作物用水的五大环节,即水源、输配水、灌水、保水、用水和相应管水措施。水源主要是指地表水、地下水、天然降水和各种劣质水、废弃水等,要尽可能利用当地一切可以利用的水源,特别是对雨水的集蓄利用和污水、微咸水、高含沙水的利用等;输配水过程主要是要采用各种渠道衬砌、管道输水技术,减小输水损失;灌水过程主要是采用各种先进灌水方法,包括改进地面沟畦灌溉、推广薄膜灌溉、喷微灌、渗灌等;保水主要是采用覆盖、土壤培肥、抗旱保水剂等提高作物的水分利用效率;用水主要指根据作物需水规律和作物节水的机制,调整作物布局,分配好有限的水资源,尽量减少作物水分消耗,提高灌溉水的利用率和水分生产效率。这五大环节中均有一定的水量损失和节水潜力。因此节水灌溉的主要任务是尽量减少这五大环节中的水量损失,提高水的利用率和生产效率。这些措施的实现都必须通过有效的管理措施,即“管水”来实现,节水灌溉的技术和管理措施体系如下所示。



节水灌溉的技术与管理措施体系

旱区水资源综合利用技术

第一章 地表水开发利用技术

地表水资源是指具有经济价值而又有长期补给保证的地表水,包括河川、湖泊径流及在汇流过程拦蓄的地面径流等。我国多年平均径流量约为 2.7 万亿 m^3 ,但灌溉水量在地区和时间上分布极不均匀,北方旱区地表水资源少且多出现在夏秋的 6—9 月份。因此,充分开发利用地表水资源,提高其利用率,具有重要的意义。在通常情况下,地表水开发利用是采用以下几种灌水方式取水,通过渠道引水灌溉。

(1)无坝引水 在灌区附近及河流流量、水位均能满足灌区要求时,主要修建进水闸引水。

(2)有坝(低坝)引水 当河流水量较丰富,但水位较低时,在河流上修建滚水坝闸,抬高水位,自流引水灌溉。

(3)抽水取水 在河流水量虽丰富,但灌区位置较高时,可采用抽水取水方式。

(4)水库取水 当河流流量、水位均不能满足灌区要求时可修建水库进行径流调节,实现按需供水。

除此之外,还经常采用多种综合取水方式,形成蓄、引、提相结合的灌溉系统。上述地表水开发利用方式在其它书籍中论述较多,不再详述。这里仅叙述我国北方旱区的小水源开发利用技术和储水灌溉等地表水开发利用技术等。

一、小型塘坝工程

1. 塘坝的作用

山区、丘陵区地形破碎,耕地分散,修建大中型水利工程难度大,干旱缺水问题比较突出,可修建蓄水量小的塘坝。它分布范围广,数量多,工程规模小,投资少,用工少,可就地取材,施工技术简单,群众能够自办,一般能当年建设当年受益,其作用不可忽视。

(1)塘坝可以充分拦蓄当地径流,分散蓄水,就近灌溉,就地受益,供水及时,管理方便,适应山丘地区农田分散的特点。同时,还具有输水距离短,水量损失小,灌水效率高的优点。

(2)利用塘坝蓄水灌溉,可以减小灌区外提、外引水工程的规模,同时可减小其渠道和配套建筑物的设计流量,相应减小渠道断面和建筑物尺寸,节省工程量和投资。

(3)塘坝可以拦蓄一部分灌区废弃水和灌溉回归水,增加灌区供水量,缓解灌区水量不足的矛盾。同时,还可调节水量,削减引用水高峰,减少用水矛盾,提高灌溉保证率,扩大灌溉面积,并能节水节能,降低灌溉成本。

(4)塘坝蓄水浅,水温高,在低温季节引塘水灌田有利于农作物生长。

(5)塘坝可以缓洪减峰,防治水土流失,减轻农田洪涝灾害损失。

(6)利用塘坝进行综合开发,有利于增加农民收入,发展农村经济。

2. 塘坝建设布局

塘坝布局应注意以下几点:

(1)在灌区下游、边缘地区和多级提水灌区,以及干旱缺水、缺少骨干工程和塘坝的“水利死角”地区,有条件的地方要多建新塘、大塘,提高拦蓄当地径流能力。

(2)在口小、肚大、底平、位置较高的山谷修建山塘,在沟道的顶部修冲顶塘,在沟道节节建塘,层层拦蓄,高塘高蓄高灌,低塘低蓄低灌,做到既能灌溉农田,又能减轻洪水下泄冲毁和淹没下游农田的危害。

(3)沿排水沟(包括路沟)、撇洪沟沟尾和沟侧修建塘坝,做到能引沟水、蓄洪水,拦蓄灌溉回归水。

(4)沿灌渠渠尾和渠侧建反调节塘,形成“长藤结瓜”,非灌溉期或灌溉用水低峰期引渠水灌塘,灌溉用水高峰期放塘水灌田,提

高塘的复蓄次数,调节灌溉用水高峰,减轻渠道灌溉压力。

(5)沿山坡坡腰、坡脚修塘,开挖截流沟,将坡面径流拦蓄入塘。

3. 塘址选择

塘址选择主要注意以下几点:

(1)地形条件好,塘址处口小、肚大、底平、位置较高的山塘,塘容大,自流灌溉面积大;淹没占地少,有适宜修建溢洪道位置;工程简单,土方和配套建筑物少;费用省,用工少。特别应在两岗夹一洼这种集水面积大、筑坝较容易的地方,多修建一些容量较大的大塘。

(2)地质条件好,工程安全可靠,渗漏损失小,能蓄住水。

(3)水源条件好,集水面积大,来水量丰富,无严重污染源、淤积源。

(4)靠近灌区,“塘跟田走”,输水渠道短,渗漏损失小。

(5)施工、交通及管理方便,附近有合适的筑塘土料,取土运土方便,最好能利用挖塘土筑塘埂,这样可一举两得。

(6)行政区划单一,尽量避免水源、用水、占地矛盾。

(7)有人畜用水要求的,尽量靠近村庄,或选择位置较高处,能自压供水。

4. 塘坝设计要点

(1)塘坝来水量的计算 塘坝的来水量一般根据塘坝的集水面积乘以塘坝的集水区的径流系数确定:

$$W = FR \quad (1-1)$$

式中: W 为多年平均来水量(m^3), R 为每 km^2 多年平均径流量(m^3/km^2), F 为集水面积(km^2)。

(2)塘坝有效容量

$$V = W/n \quad (1-2)$$

式中: V 为塘坝有效容量(m^3); W 为塘坝多年平均来水量(m^3), n 为系数,一般 $1.5 \sim 2.0$,如果塘坝的来水量远大于塘坝的用水量,