

# 提高黄土高原农田土壤水分利用的主要途径

韩仕峰 李玉山 张孝中 史竹叶

(中国科学院西北水土保持研究所  
水利部)

## 提 要

本文提出黄土高原农田土壤水分利用的主要途径是：在半湿润地区，要建立合理的轮作施肥制度，试验结果为高肥豌豆小麦轮作，春玉米地主要通过增施肥料，可使水分效率由 $0.61\text{kg}/\text{mm}$ 提高到 $1.26\text{kg}/\text{mm}$ 。在半干旱的冬小麦地区，采取水平沟种植，半干旱秋田地区采取蓄水聚肥改土耕作法，海拔偏高的半干旱地区，采取带状平播起垄耕作法，丘陵地区的川平地 and 坝地，实行沟垄种植。在干旱地区采取的措施有沙石田、径流农业(包括隔坡梯田、带田、坑田、区田等)，撂荒农业，地膜农业等。有地表水来源处可发展节水灌溉农业。

关键词：黄土高原 农田土壤水分 利用途径

黄土高原土层深厚，土质疏松，持水能力较强，2 m土层可达 $400\sim 600\text{mm}$ ，当年降雨可全部储存于土壤之中。但本地区土壤蒸发快，尤其黄绵土，虽雨季降雨量高达 $300\text{mm}$ ，不到2个月时间全部蒸发完了。因此，黄土高原地区农田土壤水分常态储量偏低，加之气温、土壤等因子的限制作用，在低储量中，还有一部分有效水不能充分被利用。据考察， $0\sim 2\text{m}$ 土层存剩余有效水 $155.6\sim 165.4\text{mm}$ 。在水资源不足的黄土高原，提高对现有水分利用是一个值得重视的问题。

提高土壤水分利用的途径，一般通过三个方面，即蓄、保、用的方法予以调节。蓄为拦蓄降雨，保为防止无效蒸发，用是对土壤已储存的有效水给以充分利用，才能发挥土壤水分的最大效率。以上三个方面，都提供了不少的措施。现将提高土壤水分利用的部分可行措施介绍如下。

## 一、半湿润地区

(一) 建立合理的轮作施肥制度，有利于以作物蓄水，以作物提肥，以肥调水 我们在半湿润偏旱的澄城县内，优选出高肥豌豆小麦合理轮作制度，无论是干旱、平水和丰水降雨年型，都使籽实产量和水分效率达到当地的最高水平(表1)。增加产量 $74\sim 166\text{kg}/\text{亩}$ ，水分效率增加 $0.24\sim 0.55\text{kg}/\text{mm}$ ，尤其丰水年内，水分效率由无肥连作小麦的 $0.48\text{kg}/\text{mm}$ 提高到 $1.03\text{kg}/\text{mm}$ ，每 $1\text{mm}$ 水分净增产 $0.55\text{kg}$ ，效果相当明显。

高肥豌豆小麦轮作的措施是：秋播前深施优质有机肥 $5000\text{kg}/\text{亩}$ ，纯氮 $4\text{kg}/\text{亩}$ ， $\text{P}_2\text{O}_5$ 为 $3\text{kg}/\text{亩}$ ，轮作方式为豌豆——小麦——小麦——谷子，即三年四作。

本项措施是通过培肥地力调控土壤水分利用。在干旱年，土壤含水率降低到田间稳定湿度以

表1 合理轮作施肥增产的水分效率比较

年 型	高肥豌豆小麦		无肥连作小麦		+	-
	产 量 (kg/亩)	水分效率 (kg/mm)	产 量 (kg/亩)	水分效率 (kg/mm)	产 量 (kg/亩)	水分效率 (kg/mm)
干 旱 年	208	0.745	94.5	0.505	+113.5	+0.24
平 水 年	193~225	0.59~0.61	119.0	0.35	+74.0~106.0	+0.24~0.26
丰 水 年	290~318	0.83~1.03	151.7	0.48	+138.3~166.3	+0.35~0.55
平 均	246.8	0.761	121.7	0.445	+119.6	+0.328

下,可使土壤持续供给冬小麦生长对水分的需要,在土壤供水高峰期,使0~2.6m土层的土壤含水率降到萎蔫湿度附近,以最大限度满足作物对土壤水分的利用;平水年里,主要是提高播前蓄墒量和生育阶段合理供水。据测定,在相同气象条件下,高肥豌豆小麦地块,于收墒期内(6月11日~9月23日),0~2m土层土壤含水量提高了72.8~86.8mm,比其它处理地块高5.6~100.8mm。又据计算,高肥豌豆小麦地各生育阶段耗水,和冬小麦需水规律相同,苗期小,拔节期高,产量形成期最高,达到日均耗水3.36mm。丰水年的水分供应,以利用当年降雨为主,用水层变浅,且在深层积蓄了部分当年降雨,无效消耗的水分比其它处理减少22.9~79.0mm。

(二) 增施肥料,适当扩大春玉米种植面积,有利于提高水分利用 长武、洛川、澄城多年试验结果表明(表2),春玉米亩产千斤是完全现实的事实。要达到高产的目的,增加肥料投入是可靠的途径。洛川试验,高肥地块比低肥地块平均增产7.54kg/亩,长武试验地比澄城施肥量高1倍以上,产量增加100~200kg/亩,水分效率由0.61kg/mm提高到1.26kg/mm。投肥增产,是提高土壤水分效率的一条有效途径。

表2 半湿润地区春玉米产量和水分效率

地 点	年代平均	亩 产 (kg)	水分效率 (kg/mm)	施 肥 量 (kg/亩)
洛 川	1978~1986	590.5	1.33	有机肥5 000, N—10, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> —10 土壤3 500, N—4.6, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> —4.2 高肥
长 武	1985~1988	556.7	1.26	
澄 城	1988~1989	428.5	0.61	
洛 川	1978~1980	515.0	0.86	
		439.6		低肥

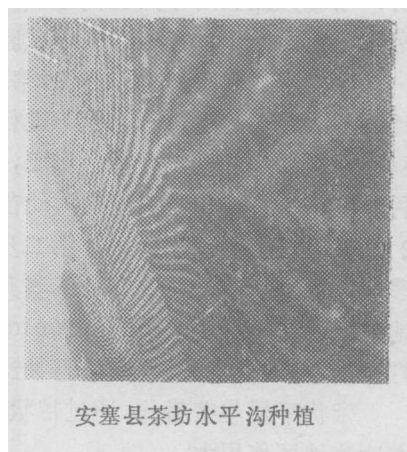
注:摘自《渭北旱塬春玉米生产力及其水分条件评价》(资料)

半湿润地区,扩大种植春玉米的面积,能提高水分利用的主要原因是雨作同步。经对渭北旱塬典型县10年降雨年际变化比较。春玉米苗期一半以上年份降雨不足,但此期正是玉米的“蹲苗”期,不需要大量供水,靠现有土壤水分,能促进根系比较迅速发展,防止地上部分徒长,达到苗齐、苗壮,根深叶绿,植株墩实。到拔节孕穗和灌浆期,则进入“雨季”,降雨处

在丰水阶段，尤其是抽穗开花期降雨，超过同期需水量40~60mm，据常茂德对陇东黄土高原旱作农业土壤水分研究，7~8月降雨，大部分地区超过200mm，玉米地的土壤含水量保持在13%~18%（干土重），90cm以下的土壤剖面水分普遍在17%~18%，相当田间持水量的85%~90%，水分供给十分充分。

## 二、半干旱丘陵沟壑区

**（一）冬小麦地区采取水平沟种植** 见照片。本种植法是积圳田、坑田、条田、区田、壕田等经验而总结出的适于山坡地耕作的水土保持耕作法，它有利于对降雨的蓄、调、用，以解决供求矛盾。主要作用表现在三方面：（1）巧用上层适宜土壤水。黄土高原丘陵沟壑区的坡地多为轻壤土，质地疏松。秋季雨后，土壤水库蓄积了较多数量的降水，因表层蒸发快，很快即形成了一个接近凋萎湿度的低湿层，约25~30cm深。秋播时，正好将种子播在这一层，采用二套犁的水平沟种植，第一犁将干土翻于垄上，第二犁将种子和种肥撒于30cm深以下的湿土层，有利于冬小麦出苗和冬前分蘖，据在安塞茶坊试验，比平种冬麦高出30%和43.35%；据在安塞两个地方调查，平种谷子产量只有18.3kg/亩，水平沟种植提高到54.2kg/亩。（2）增强土壤持蓄水分的能力。据测定，0~50cm土层，在相同降水情况下，增加水分8.3mm，主要原因是人为动土，使容重变小。（3）提高水分利用效率。据1982~1983年度冬小麦在两种耕作方式下，整个生育期土壤含水量的测定，水平沟种植多利用土壤水分125.37mm，相当平种冬小麦总耗水量的1/3。因此，水分利用效率也提高1~2倍，由每1mm水生产0.01kg粮增加到0.03~0.04kg，谷子由1mm水生产0.04kg粮增加到0.115kg。



安塞县茶坊水平沟种植

水平沟种植法，是沿山坡水平等高开犁。第一犁开沟，使表层干土翻向下坡变垄，防止水土流失，增加有限降雨就地入渗量；第二犁沿沟深耕，条施肥料和撒种，播后镇压，有利出苗。1980年在陕北延安和榆林地区大面积推广，收到明显效果。1983年延安地区推广60万亩，净增粮食650万kg，占全地区总产的13.3%。

**（二）以秋田为主的山坡地，采取蓄水聚肥改土耕作法** 它的优点是沿等高线，建起生土垄，创造种植沟，加大肥料一炮轰。“种植沟”蓄水、聚肥、把2倍表土和肥料全部集中于种植沟内，使原来的15cm熟土层加厚到30cm，活土层加厚到45cm左右，在质地偏轻的黄土丘陵区，制造了一个蓄水能力较强、厚度较大的“海绵层”。因为黄土高原地区的秋季作物，一般是雨热同步，可以就地拦蓄当年降水，增强根系对深层水分的利用。据山西中阳县1980年测定，蓄水聚肥改土耕作田的春玉米根系入土深度达1.7m，比对照地深0.4~0.7m，每亩总根量增加146.8kg（比对照地），每mm水可产玉米0.55~0.71kg，产高粱1.1~1.13kg，而对照田分别只产到0.25~0.3kg和0.57~0.9kg，“生土垄”能有效地拦蓄地表径流，中阳县胡家岭试点观测，1981~1982年，共发生9次径流，产流降雨330.7mm，在坡长10m，坡度为16°的耕地上，蓄水聚肥的生土垄地未发生水土流失，而对照田流失水分647m<sup>3</sup>/亩；第三个优点是，加大施肥量，一次施入沟内，肥、水利用充分，效果显著，中阳县1983年推广1.1万亩，亩产都稳定在200~350kg。辽宁、山东等省推广，增产80%左右。

蓄水聚肥改土耕作法的措施是：（1）用山地步犁从地边1尺宽处耕两犁，人工辅助翻到地边加高边埂，开出第1条沟；（2）沟内底土套耕两犁；（3）第1沟的内侧表土耕4犁，人工用耙刮入沟内，完成第一种植沟；（4）第1种植沟的内侧生土套耕4犁，里侧2犁人工翻到外侧2犁上起垄，完成第1生土垄，开出第2种植沟。以此类推。蓄水聚肥改土耕作法较之水平沟种植法的区别有两点：一是注重对熟土层的保存和利用，通过蓄水聚肥耕作后，把田面所有的表土集中在占田面50%的种植沟内，深达24~30cm，加之底土深翻，活土层厚达45cm左右，容重小，孔隙度高，易于接纳当地降雨。水平沟种植着重利用较深稳墒层的土壤水分，促进冬麦发芽。二是种植沟较水平沟宽，保持水土好，但相对费工。

**（三）海拔偏高的半干旱地区，采取带状平播起垄耕作法** 此法是甘肃定西水保站总结出来的提高光能和降雨利用率的一项水保增产措施。它的好处是：（1）垄沟拦截部分径流水，增加土壤蓄水，据测定，10°坡地的径流量，平播起垄比不起垄的减少70.7%；（2）发挥边行优势，增强光能利用率，提高地温，提高对土壤水分的利用；（3）增加土壤地表被覆，减少无效蒸发。定西站于1977~1982年试验，5年平均增产25.4%。

带状平播起垄的耕作方法，第一步是播种带状作物，如扁豆~洋芋带状耕作。留种洋芋的坡耕地，多为春麦茬地，于上半年进行伏秋犁地，深耕24cm，进行打耢。早春土层解冻时播种扁豆，沿等高线开沟，撒播、施肥，以3行扁豆为一带，行距20cm，扁豆带间留出70cm左右留种洋芋。5月上旬，扁豆进入幼苗期，再在空出来的裸地带里挖穴，点播2行洋芋，亩穴施土粪2000kg，洋芋行距33cm。第二步是起垄。7月中旬，扁豆成熟，及时收获拉运。此时正是暴雨季节，也是洋芋初花期和地下茎开始膨大阶段，需要水、肥、起垄。因扁豆收获，在已收获的裸地中间用铁锨挖宽45cm、深20cm的沟，将挖出的土培在两边洋芋行，形成沟垄，沟中每2~3m打横挡1个，以分段拦截暴雨径流。洋芋成熟后，随将垄沟填平。

带状平播起垄耕作，通过带状立体农业，有利于采光和光能利用，从而提高地温和水分利用，在冷凉地区作用大。

**（四）在丘陵区的川平地 and 坝地中，进行垄沟种植** 其水分效率比平作提高0.31kg/mm，陡坡地实行隔坡水平沟种植，有利于蓄水、聚肥、保土。一般是10°~15°隔坡13~20m，16°~20°隔坡11~13m，20°~30°隔坡9.5~11m，30°~40°隔坡8~9.5m，40°以上，隔坡宽度7~9m；水平沟为深、宽各1m，沟里种树，坡上种农作物，效果很好。

### 三、干旱地区

本区一般指年降雨量小于350mm，干燥指数大于2的地区，一般说来，没有灌溉，即没有农业。但是目前水资源不足，致使这些地方土地生产力甚低。大部分地方都在积极利用现有条件，以改善水分状况为中心目的，采取了许多行之有效的种植方法。从各地的经验看，大致有五种：

**（一）沟谷川地，没有灌溉条件，很多地方推行沙石田农业** 沙石田在甘肃、宁夏一带干旱区（年降雨250~350mm之间）发展较多。砂石田是在黄土表面铺石子一层，厚度达10~20cm，石子粒径3~5cm，亦有更大者，寿命可达30年以上，作物播在砂层下，茎叶穿过砂石生长。

沙石田在铺沙前进行犁翻，施足底肥，压实铺沙。铺沙后土壤长期免耕，达几十年之久，再不进行土壤耕作和施肥。但为了接纳雨水，清除杂草，为下茬作物播种做好准备，前茬作物收获后，在雨季还需要进行砂耕，使砂层疏松。

砂石田的作用是：（1）提高地温，提高水分利用。田积莹等在宁夏海原高崖进行试验，砂石田有抑制土壤温度急剧变化的功能，相对保持了土壤温度的稳定。据观测6~8月份，日照强烈，砂石田温差只有1℃，而对照田相差4℃以上；日间地温骤变，砂石田只影响到0~10cm土层，而对照田为0~25cm；（2）提高蓄水保墒能力，据试验，同一旱平地，2年砂石田含水量为9%~16.6%，3年砂石田的含水量达到11.0%~19.1%，对照田只有4.4%~10.9%，比砂石田含水量低5%~8.2%；（3）保持水土，防止风蚀，在风沙较大的黄土高原北部地区的作用很为明显。

砂石田的增产效果也很好。据在甘肃靖远调查，一般降雨年，旱地未铺砂石者，小麦亩产10kg左右，铺砂石者50kg/亩；丰水年，旱地未铺砂石者，小麦亩产40~50kg，铺砂石者亩产达到75~100kg，增产35~50kg/亩。

砂石田农业种植是一项有效利用降雨的增产方法，成本低，效能长久，近来在有条件的地方发展较快。

**（二）坡地（沟、崩坡）提倡径流农业** 径流农业也就是隔坡梯田，或条带田，或坑田、区田等，它是利用坡地降水径流量补充梯田部分土壤储水量，从而扩大梯田地的实际降雨量，使其达到或超过半干旱地区的降水量，来实现旱地农业耕作的调水措施。径流农业坡带宽度要视降雨径流量的大小而定。如年降雨300mm地区，坡地径流占到1/3，坡带宽和梯田（或条田）带宽比应设为2:1，这样梯田地块将会接纳500mm左右降雨量。梯田地农业产量因水分含量提高而会有较大幅度提高。据在海原兴仁测定，实行径流田块的产草量是坡地的4倍。

径流农业的好处：（1）接纳降雨，调集使用；（2）既流又阻，实际保持水土，改善土壤肥力条件；（3）因为集中利用天然降水，年年保证一定面积有较好收成，在人少地广干旱地区作用较大。

径流农业在我国提倡后，受到一定重视，但在干旱地区进行较大面积推广，仍然受到限制，需要因时因地加以宣传。

**（三）水、肥不足的丘陵坡地实行撂荒农业** 从水分角度讲，它是积两年降水于一年使用，起到增产作用。在这些地区，一季作物使土壤水分亏缺较多，当年降雨，只能使土壤水分恢复一部分，第2年才使其恢复到田间稳定湿度以上。如年降水300mm的轻壤土地区，0~2m土层的持水能力可达496mm，有效蓄水库容347mm，即使当年降雨全部入渗于土壤中，也是非饱和的。按需水量较小的谷、糜作物来说（350~450mm/亩），也满足不了作物对水分的需求量，何况一般降水要受到径流、蒸发等损失，入渗于土壤中的降雨就更少了。不足水分，依赖于第2年降水补充，来供给作物正常生长。沙壤土地区的依赖性更大。

撂荒农业，从表面上看，和免耕法，轮歇地一样，是一种粗放的耕作制度，实际上起到了调节水分利用的作用，在干旱山地采用此法种植者不少，加上烧生灰加有机肥，产量可由原来的每亩10~25kg增加到50~100kg。

**（四）地膜覆盖农业** 地膜覆盖和砂石田有类似之处，在我国干旱地区近年来逐渐发展扩大。地膜特别适用于收入较高的经济作物。在农作物方面，适于高寒山区，一方面减少蒸发，增加土壤水分利用率，另一方面，提高地温，提高光热效应，其保温效果高于新沙田。据测定5~10cm土层地温，地膜覆盖较新沙田高3~4℃，提高地温有利于提高导水速度。

高寒山区，一般来说降水较多，气温低，蒸发量小，生产力水平较低。如青海化隆县处拉脊山南麓，多数黄土丘陵地区海拔在3000m左右，地凉阴湿，其重要措施是通过提高地温，调节对土

壤水分利用。他们采用地膜覆盖后,在洋芋生育期内,增加积温 $300^{\circ}\text{C}$ ,产量便由 $300\text{kg}$ ;猛增至 $3\ 000\text{kg}$ 。宁夏固原,海拔多在 $2\ 000\text{m}$ 左右,气温 $5\sim 6^{\circ}\text{C}$ ,采用地膜玉米后,产量由对照田的 $200\text{kg}$ 增加到 $500\text{kg}/\text{亩}$ 。

地膜田的保水效应,研究结果不一,有的认为增墒,有的认为不增墒,山西有关部门研究表明(表3),土壤表层可增加 $3\%\sim 5\%$ 的含水量,对作物出苗作用不小,田积莹等研究认为,地膜田间接地起到保墒作用,但功能较小,远不如砂石田显著。地膜田主要是通过增温、提墒来调节土壤水分利用。

表3 地膜覆盖土壤水分比较(山西)

地 点	测 时 (月 日)	测 深 (cm)	覆盖田土壤含水量	未覆盖田土壤含	+ - (%)
			(%)	水量 (%)	
阳曲黄寨	5.24~6.6	0 5	12.3	8.0	+4.3
万荣新城	5月	0 10	13.6~16.9	12.8~13.4	+0.8~3.5
	6月	0 10	15.9~19.2	12.8~14.0	+3.1~5.2
大同罗庄	5.1~5.20	0 10			+3.0

(五) 节水灌溉农业 在干旱地区有水源地方,要大力发展灌溉。但在目前水资源日益不足的情况下,应注重节约用水,以便扩大灌溉面积,提高土壤水分利用率。节水灌溉在灌时,灌量及灌溉方式中体现出来。

(1) 灌时:高原北部的干旱地区,反映在几个时段:一是蓄墒灌。经过灌溉后,冬季在温度梯度作用下,使大量水分较长时间储存于 $1\text{m}$ 土层内,来春升温返浆,给春季作物播种、出苗、拔节提供充足底墒,再加上抽穗前灌水,可使作物获得丰收;秋田的节水作用更大,苗墒灌溉后,使春季播种时的水分得到较好供应,谷、糜等作物,尤其玉米,经过“蹲苗”后,进入拔节期,正是雨季,“雨热同步”,只要进行1次蓄墒灌溉,即可使全生育期的水分得到满足。庄季屏在喀咭实验(1988年),11月底进行一次 $60\text{m}^3/\text{亩}$ 的冬灌,可使 $1\text{m}$ 土层增加 $100\sim 110\text{mm}$ 的水量,使玉米产量提高 $31\%$ (丰水年)和 $4.65$ 倍(干旱年),高粱提高 $22\%\sim 33\%$ ,大豆提高 $17\%$ 。二是拔节灌,三是孕穗灌浆灌水。不可灌水次数太多,否则会造成不必要的浪费。如内蒙巴盟水科所在河套灌溉试验站试验,春小麦地按过去制定的灌三水的灌溉制度定水,为 $235.27\sim 251.73\text{m}^3/\text{亩}$ ,其中有 $70\%$ 左右的水被浪费掉。尚爱启在青海海东云谷川灌溉试验结果指出,春小麦以喷灌两水为宜,在海拔较高,气温较低的青海浅山地中,浇三四水的千粒重都低于浇两水的,产量反而减少下来。

(2) 灌量:由灌溉定额和次数定,灌次减少,灌溉定额就会降下来。黄土高原北部干旱地区已由过去 $300\sim 400\text{m}^3/\text{亩}$ 灌水量降到 $100\sim 150\text{m}^3/\text{亩}$ 。在南部原区也有降低定额问题,李玉山等在洛川进行省水增产研究后,提出低定额灌溉制度,冬小麦灌溉水由 $144\text{m}^3/\text{亩}$ 降到 $80\text{m}^3/\text{亩}$ ,产量接近最高灌水量,水分效率提高 $58.7\%$ ,由常规灌溉的 $0.315\text{kg}/\text{m}^3$ 提高到 $0.5\text{kg}/\text{m}^3$ 。河北藁城灌溉站将冬小麦灌水由 $200\text{m}^3/\text{亩}$ 减少到 $160\text{m}^3/\text{亩}$ ,增产 $15.6\sim 22.2\text{kg}$ 。

(3) 灌溉方式:有漫、沟、畦、喷、滴灌,畦灌比漫灌省水 $15\%\sim 20\%$ ,喷灌比渠灌(沟、

畦)节水60%，滴灌比畦灌省水80%以上，增产30%~50%。采取最优的灌溉方式在北部干旱地区十分重要。

目前推广的喷灌适用性较宽。喷灌有固定式、半固定式和移动式三种。在资金力量较充足，且长久地立足于灌溉事业，固定式灌溉有其省时、省力的特点，喷水均匀，效果显著；半固定和移动式花线较少，在当前输水管道改革后，会促进移动式喷灌事业的发展。输管改革是变水泥衬砌渠为水泥沙管、土管到塑料软管，薄壁塑料硬管，其输水有效利用率可达95%~97%，比土渠提高30%~40%，占地减少1%~3%，灵活方便。滴灌省水，防止地面无效蒸发，能使有限的水分几乎全部用到植物蒸腾中去，对土地平整状况要求不高，也将会得到较大的发展。如陕西榆林地区北部有285.47万亩风沙土滩地（干滩、湿滩和沟滩地三种），除现已用于种植业生产的147.32万亩外，尚有138.15万亩宜农而未被农业利用的土地。主要原因是干旱缺水，但又因质地不同和间层效应而带来的地下潜水较为丰富，采取开挖马槽井，引管滴灌等方法，有利于治沙兴农。在实行节水灌溉中为了做到灌溉时间和灌水定额科学化，有些地方已和测墒（土壤水分状况）预报结合起来。内蒙赤峰市从1975年开始，在全市11个旗（县）区的25个乡镇，推广测墒预报灌溉水，使粮食增产了1 758.14万kg。它们的作法是：按一定区域面积取土测墒，每种作物同一土壤，500~1 000亩设一测点，按一定时间测定土壤水分。如小麦从播种之日起，每5天一测，雨前雨后，灌前灌后加测一次，直到成熟；按各种作物需水量和耗水量的变化，编制农田水量平衡计算模型，及时预报，指导灌水。这一方法对节水灌溉事业的科学化、群众化和生产化带来极大好处。

---

（上接第33页）

因此，培肥地力是提高水分利用，创造糜子高产稳产水分条件的有效途径之一。

**（二）合理耕作、蓄水保墒** 试验表明，在干旱年份糜子近三分之一的耗水来自于播前土壤储水，特别是苗期，土壤供水占耗水的一半多。充足的底墒是糜子高产稳产的基础水源。因此合理的保墒耕作措施对糜子抗旱夺丰收十分重要，在保墒耕作方面，如秋后用糜秸覆盖地面或及时耕翻耙耱，均有较好的保墒效果，到下茬作物播种前（5月底），0~40cm土层的储水量分别较传统的留茬地高出15.8mm和10.5mm。