

提高自然降雨的经济效果

郭 金 玉

(山西省农业科学院农业资源和区划研究所)

提高自然降雨经济效果的关键，是用好自然降雨，使其充分发挥对农业增产的作用。这是中纬度干旱、半干旱类型地区，当前农业增产的战略性问题。

中纬度干旱、半干旱类型，也叫大陆型或欧亚大陆草原型，主要分布在北半球，南半球面积较小。我国绝大多数干旱地区都属于这种类型。其降雨量，下限通常规定在250毫米年雨量的等雨量线上，其上限规定在450—550毫米之间，个别地区也有高达600毫米的。从山西省的降雨量来看，有效降雨量（自然降雨量减去径流量），一般都在400—550毫米之间，北部个别最低地区在350毫米左右，中部较高地区则达600—700毫米，这是中纬度半干旱比较典型的地区。

雨养农业，我们称它为“旱作农业”，简称为“旱农”。其所以成为农业生产的战略性问题，是因为旱作农业的丰歉已直接左右着当前的农业生产。就全国来讲，全国耕地就是把现有一切水源比较好的都利用起来，也只能达到30—50%的水地（包括水田、水浇地），也就是说，仍有50—60%的耕地是旱作农业。从山西全省来看，全省在册耕地面积1981年为5,840.9万亩，其中水田、水浇地面积为1,659.7万亩，占全省总耕地面积的28.4%。如果按接近实际的面积8,000多万亩计算，则水田、水浇地面积仅占耕地面积的20%左右，同时水田、水浇地的实际保浇面积还大大低于此数。因此，旱农是农业的大头，狠抓旱作农业，就是抓住了农业增产的主攻方向。

旱作农业的特点

旱作农业的特点，从山西省的具体情况看，有如下几点：

第一、亩产量低。山西省粮食作物面积占全省耕地面积80%以上，1981年平均耕地亩产277斤，虽比解放初期有较大的提高，但比起先进地区则相差很远，而其中旱地平均亩产则大大低于全省平均水平。1981年亩产平均在277斤以下共55个县，占全省总县（区）数的50.4%。其中，亩产不足100斤的共6个县（区），占全省总县（区）数的5.5%。亩产100—150斤的13个县，占全省总县（区）数的11.9%。亩产151—200斤的16个县，占全省总县（区）数的14.6%。亩产在201—250斤的共16个县（区），占全省总县（区）数的14.6%。亩产150斤以下的县（区）约19个，占全省平均亩产的40%以上。

由于旱农单位面积产量低，直接影响着全省总产量的提高，影响着群众生活的改善。当地所谓“拉腿田”，就指的是这些旱作农田。

第二、生产费用大。山西省农业生产费用1981年达9亿多元，占总收入的32.7%，和先进地区比较，显然生产费用过大，而省内一些旱作农业县（区），生产费用比重则更大。河曲县生产费用占总收入的41.5%，五寨县生产费用占总收入的52.4%。

由于生产产量低，费用大，群众生产利益很小，或无利可图，特别是种植业，有些队更甚。临县孟家塄粮食调价后调查，小麦主、副产品合计产值11.26元，物质费用8.46元，用工作价8.05元，生产总成本16.51元，负担税金0.58元，净产值2.80元，减 税 纯收益-5.83元。该县兔板四队，小麦收益调查，减 税 纯收益仅0.39元。

第三、商品率低。由于生产产量低，再加上人口的增加，商品生产率极低。据平鲁、静乐、神池、武乡、蒲县32个旱作农业县（区）调查，有14个县，每年需国家补助粮食，占调查县份43.8%；粮食自给的仅2个县，占6.2%；出售商品粮食的县16个，占50.0%。国家供应粮食多的平鲁县1981年达2,700万斤，占当地集体生产粮食总产量的80.7%；右玉县1981年国家补助粮食1,363万斤，占全县集体产粮总量的45.5%。出卖商品粮食县中，最低的五寨县，1981年除去国家统销粮，实际卖给国家的粮食仅113万斤，商品率为2.8%；最高的朔县1981年实际出售商品粮1,877万斤，商品率也仅达15.2%。1982年由于实行联产承包责任制，商品率虽然有所提高，但仍然是低水平，仍然是处于自给、半自给的生产状态。

第四、每人平均分配收入少。旱作农业县，每人平均分配收入大大低于全省平均水平，调查32个县（区）中，1981年只有3个县超过全省（79.6元）水平，占9.4%，其余90.6%的县，即29个县（区），均在全省水平线以下，其中每人平均分配在60元以下的有22个县，占调查县的68.8%。较低的右玉县，1981年农业每人平均分配32.2元，浮山县为33.4元。

每人平均分配收入少，不仅直接影响群众的生活，也直接影响着再生产的投资，这是山西旱作农业存在的重要问题。

旱作农业低产的原因

旱作农业低产的原因固然是“旱”，但从当前的现实情况分析，旱作农业低产的主要原因是 对现有自然降雨未能充分利用，这是当前旱作农业单位产量低、生产费用大、商品率低、每人平均收入少的总原因，也是旱作农业经济效益差的总原因。

为什么说自然降雨未能充分利用，是旱作农业经济效益差的总原因呢？

根据实际考察，在同一条件下，同是1毫米自然降雨，1亩地生产的产量高低悬殊很大。利用较好的地区，1毫米自然降雨，每亩生产粮食达1.5—2.2斤；利用较差的地区，1毫米降雨仅0.1—0.2斤，相差8—9倍。目前山西全省旱作农业生产水平是每毫米降雨平均每亩生产粮食0.4斤左右。晋东南旱农区，每毫米自然降雨亩产粮食0.5—0.6斤；而晋西北旱农区，每毫米的自然降雨亩产粮食仅0.1—0.2斤。

自然降雨的利用，不仅同类型地区差异很大，就是同一地区、同一大队，由于对自然

降雨的利用情况不同，其产量差异亦很大。五寨县小辘车梁大队与河湾大队，原来是一个大队，全部都是旱作农业，地块交叉相间，土质和自然条件基本相同，可是单位产量相差很大。1981年小辘车梁大队粮食亩产为234.5斤，而河湾大队亩产仅125.5斤；小辘车梁比河湾多产86.8%。闻喜县东官庄大队测定：亩产210斤粮食的三类地，1毫米自然降雨生产小麦0.52斤；亩产435斤粮食的二类地，1毫米自然降雨生产小麦0.99斤；亩产650斤粮食的一类地，1毫米自然降雨生产小麦1.36斤。每毫米自然降雨增产效率的高低不同，一方面说明对自然降雨未充分利用的差异；另一方面说明当前旱作农业生产的潜力很大，只要能充分利用现有自然降雨，就是在现在降雨条件下也能把不同的地块亩产翻上一番、两番、三番。如果山西全省能把1毫米自然降雨平均亩产达到生产粮食1斤，那么山西省粮食翻一番或者更多一些，就是完全可能的。

从山西具体情况来讲，自然降雨未能充分利用，有三条原因：

第一、土地瘠薄限制了自然降雨的利用。农业生产的产量高低，由光、热、水、肥、气五大因素所决定，而这五大因素中又由“短线因子”所决定。光、热、气三大因子在当前农业生产条件下，是可以满足农业生产需要的，而水、肥因子却是当前农业生产中的限制因子。其中土地贫瘠，又限制了自然降雨的利用。事实证明，肥多主要指农家肥多，有机质含量才能逐渐增加；有机质含量增加才能有利于土壤团粒结构的形成，提高土壤含水能力。据测定，有机质含量在1.5%以上的“海绵田”，土壤渗水量比一般多40—60%，渗水速度快1/3，早春期间的土壤蒸发量却减少16—60%。中国科学院南京土壤研究所1973年6月测定，高度熟化的“海绵田”，比对照地块24小时内含水量绝对值高2—12%。山西省当前的土地肥力不高，土地的利用重“用”轻“养”，至今白茬下种的“卫生田”至少有900万亩。当前有些地方虽然也号称施肥多少大车，实际上其中土的成分占了相当大的比重；另外，养地的作物如豆类、苜蓿等，远远没有恢复起来。山西的土壤有机质含量，达到和超过1%的耕地，只占全省总耕地的25%左右，而75%的耕地有机质不足1%，含氮量亦普遍不高，缺磷现象严重，缺钾现象亦已露头。由于土地瘠薄，限制了自然降雨的利用。

第二、耕作粗放，浪费了仅有的降雨量。“三耕六耙九锄耩”、“麦收一张犁，秋收一张锄”，这是山西农民传统抗旱耕作的经验总结。许多低产队的产量之所以低，和作不到三耕六耙九锄耩有很大关系。有些低产田，只是春天播种，秋天收割，中间根本不加管理，群众叫做“一年两见面田”。有些地区虽然中间加上一次中耕管理，但由于不能深耕蓄水，不能耙耱保墒，许多自然降雨白白被流失，白白被蒸发掉，浪费了大量降雨。这些地区每毫米自然降雨，亩产粮食仅0.2—0.3斤；有的还要低于此数。

第三、水土流失严重，流走了大量水分和土肥。山西省山区占80%以上，大部分水土流失严重，是全国黄土高原水土流失的一个组成部分。由于水土流失，引起了严重的表土侵蚀，土壤肥力下降，蓄水保墒能力降低。建国30多年来，在水土保持上做了大量的工作，取得了一定的效果，但一些地区由于毁林毁草和滥垦的情况没有得到制止，全省每年向黄河、海河输沙量达4.56亿吨。土石山区每平方公里流失泥沙1,000—8,000吨；黄土丘陵地区每平方公里流失5,000—16,000吨；晋西水土流失更为严重，输沙量达2.9亿吨。水土流失带走了大量肥份，造成坡地土壤贫瘠，失去抗旱保墒的能力，这也是自

然降雨不能充分利用的重要原因。

提高自然降雨利用率的途径

要提高自然降雨的利用率，必须摸清两条规律：一条是自然降雨的规律；另一条是干旱规律。

山西的降雨规律。

根据山西气象局资料分析，降雨时间比较集中，夏季（6—8月）约占全年总雨量的50—60%；冬季（12、1、2月）降雨（雪）最少，仅占全年总量的2—3%；春季（3、4、5月）降雨占全年总降雨量的15—20%；秋季（9、10、11月）降雨占全年总降雨量20—30%。有些地区有时雨强过大，形成暴雨冲刷，直接影响了农业生产。

从季降雨量分布看，全省春季降雨55—120毫米之间。运城地区和晋东南地区较高，达100—120毫米；北部地区较少，仅50—60毫米；一般地区则为60—80毫米。夏季，东部太行丘陵山区及吕梁山区都在300毫米以上，局部地区可达350—400毫米；中间各盆地及其以西的高原、丘陵山区，降雨量在200—280毫米之间；晋东南盆地和大同盆地是全省夏季降雨量最少的地方，只有220—250毫米；特别是晋南盆地，不仅雨少，同时温度高，蒸发量大，对大秋作物和夏播作物，影响较大。秋季降雨量80—180毫米之间，南部地区在150毫米以上，中部地区100—150毫米，北部地区80—100毫米。冬季降雨（雪）量少，晋东南15—20毫米，忻定盆地、大同盆地不足10毫米，其它地区10—15毫米。

山西的干旱规律。

山西的干旱是由于降雨不均与作物需水不相一致而形成的。作物需水多，而自然降雨少，则表现干旱；作物需水少，而自然降雨更少，亦表现出干旱。从当前看，山西的干旱特点是：春旱频率最大，夏旱频率较小，伏旱部分地区较高，秋旱频率不大。

山西“十年九旱”，主要是指春旱而言。1972年以来，几乎每年都有不同程度的春旱为害。但是这种春旱，只要做好冬春保墒，能够播下种，捉住苗，对大秋作物产量影响不大。所以当地有“见苗三分收”、“有钱买种，没钱买苗”的农谚。

夏旱一般为害较轻，5月下旬至6月中旬，正是多数大秋作物蹲苗时期，干旱一般为害不大。但是，如果夏旱持续时间较长，或春旱和夏旱连接起来，就会造成严重的减产。南部运城、临汾盆地，夏旱较多；太原盆地、忻定盆地及一些丘陵旱塬地区，发生较少。运城县近28年中，有21年出现不同程度的夏旱，其中春旱只有4年；而晋东南地区和晋西北高寒地区，夏旱很少，每10年中只有1—2年出现。

伏旱多发生于山西中、南部，尤以南部地区频率较大，1972—1979年南部地区，均遭受严重伏旱，影响小秋作物抽穗和棉花成铃，当地叫“卡脖子旱”。

秋旱频率较小，近年来主要对南部冬小麦播种和麦苗生育造成影响，对其他影响较小。

根据上述自然降雨规律与干旱规律的探索与分析，山西提高自然降雨利用率的途径，主要有以下两方面：一方面需培养需水与降雨相一致的作物；另一方面是耕层水库

法，把现有的降雨贮存起来，待作物需水时进行供应。

培养需水与降雨相一致的作物

培养自然降雨与作物需水相一致的作物，亦有两种办法：一种办法是控制自然降雨，根据作物需水情况人工迫降，或实行人工降雨。这种办法虽然是一种办法，但是不现实，虽然有“人工降雨”的实验，从地域的控制经济效果看，距离大田应用还是很远很远的事；另一种办法就是培养需水与降雨相一致的或基本相一致的作物，这种办法虽然还没有被人们有意识的广泛应用，但是它有一定的现实意义，从长远讲，还将是一条重要的途径。不同作物有不同的降雨需要量，同一作物不同品种对降雨需要量亦各有不同。因此，根据全年降雨量、季节降雨量、降雨强度、降雨密度，筛选需水与降雨相一致的作物品种，就是当前干旱、半干旱地区投入少、产出多、增产快的主要途径。在筛选同时，还必须注意培育需水与降雨相一致的抗旱新品种，这将是干旱、半干旱地区农业增产长期而重要的工作。我国农业发源于黄河流域，而山西省又是黄河流域的主要地区。从山西农业历史看，我们的祖先很早就注意了抗旱品种的选育，不仅注意选育生长期较长的大田抗旱丰产的品种，而且还注意了生长期较短的“小日月”抗旱品种。小日月品种的主要特点就是利用7—9三个月雨量集中季节，快速生长成熟，以满足人们在灾年的需要，当地农民称之为“救命品种”。直到现在，广大农村仍然保留着大量的小日月品种，如荞麦、糜子、黍子、小玉米、小谷子、小葵花等等。遗憾的是，长期以来，这些小日月品种并没有被有关部门所重视，仍然停留在农民自发性选育阶段。事实证明，小日月品种并不都是低产品种，相反有许多品种创造出不少丰产的事例。近年来，山西省的科学研究部门已着手这一工作。山西省农业科学院遗传研究所，已经试验成功旱地“春麦夏种”，当地叫“夏小麦”，1982年在6县（市）试验示范3,000余亩，结果十分良好，亩产高于同等春播旱地麦田50—100%，较高地块亩产达300斤，一般达到200斤左右，生长差的地块亩产达150斤左右。并在品种筛选上、种植范围上、播种日期上，作了初步的科学试验。在夏麦品种上筛选出“晋春5号”（忻春矮16号），为生长势好、抗逆性强、产量高的较优品种。在种植范围，夏小麦以海拔900—1,200米的地区较为合适；播种期以7月上旬表现较好，从7月上旬播种到10月中、下旬收获，小麦全生育期90多天，正好利用7—9三个月的雨季，使作物需水与自然降雨相一致，解决了干旱增产的问题。山西省农业科学院高寒作物研究所，已经试验推广夏播秋收的秋莜麦，单产亦有很大提高。忻县、原平、定襄等地，麦收后利用雨季回茬墨葵、小谷子、吉林13号大豆等，均收到满意的结果。北京市农业科学院农业现代化研究室，在郊区山地蹲点试验，成功的筛选出“京早7号、京早8号”玉米抗旱优种，使作物需水与自然降雨相一致，亩产玉米由200—300斤，提高到400—500斤，由吃供应粮变为卖余粮，为山区发展林、牧创造了条件。

耕层水库法

把现有降雨贮存起来，待作物需水时进行供应，这是当前的主要办法。其方法：一方面是用好地表水；再一方面是用好地下水。工程水库法、打井法、泊池法、旱井法、水土保持法，等等，对抗旱增产起到一定的作用，应当因地制宜适当发展。这里不打算谈这些办法，想突出谈谈“耕层水库法”。

所谓“耕层水库法”，就是利用耕作的方法，通过夏秋深耕、浅耕，秋春保墒、提墒，把耕层的土壤结构变松，为贮存降雨创造条件。这种方法把耕层土壤形成无数个微型的孔隙，通过孔隙把降雨贮存起来，它不需要什么自然地形，也不需要什么大的投资，只要有一定数量的劳力，一些简单的或较大型的工具，就能实现；投资小，见效快，完全适合我国底子薄、劳力多的客观情况。闻喜县东官庄大队的麦田首先在伏天深耕，伏耕后带耙、早耙，把伏雨尽量积存起来，实行了早灭茬、早深耕、早细犁、早带耙和多浅犁、多细犁，多耙的“四早三多”的新耕作法，滴雨归田，内张外合，表土封口，防止蒸发，上虚下实无坷垃。1975年该大队作对比试验，新耕作法在小麦播种前，0—200毫米土层里贮水量为408.8毫米，比旧耕作法多保水61.6毫米。壶关县晋庄大队，采用秋耕结合施肥，早春多次耙耱的耕作技术，春季耕作层含水量比春耕施肥的土壤水分多3%，多数年份都可以保证适时播种全苗。“耕层水库”看起来并不那么引人注意，但由于其面积极其广大，其贮水量远远大于工程水库。据中国科学院西北水土保持研究所研究，经过精耕、培肥的黄土，持水能力可达每米土层200—300毫米，以200毫米以上计，即每亩可蓄水130立方米。山西全省4,000多万亩旱地，如果普遍做到这一条，即可蓄水52亿立方米，等于全省现有工程水库常年蓄水量的6倍，而这些水份贮藏在土壤深层，能稳定维持土地耕层的含水量。山西省襄汾县中梁大队测定，经过改良、培肥，实行旱地耕作的旱地麦田，耕层土壤含水量比同类瘠薄麦田多2—3%。

提高“耕层水库”贮水量的关键，是合理进行耕作，而耕作的实质是调整适宜的“土壤坚实度”。它不仅能提高保水蓄水能力，同时对保证作物苗全、苗壮，促进根系发育，提高作物产量起重要作用。据中国农业科学院土壤肥料研究所在北京耕作试验表明，通过耕作，创造适宜的土壤紧实度，能够较大幅度地纳蓄降雨，减少无益消耗，促进旱作增产。

除上述耕作法——机械法以外，还有生物法进行土壤松紧度的调整。所谓生物法，就是实行倒茬轮作，种植豆科绿肥，增施有机肥料培肥土壤等，以提高有机质含量，增加土壤团粒结构，增加土壤孔隙度，提高土壤贮水能力。这种方法，针对山西土壤有机质含量不高，一般仅达0.3—0.8%的情况来讲，更有其现实意义。临猗县20个绿肥点的综合分析，每亩压2,000—3,000斤鲜草，土壤有机质增加0.2—0.36%，土壤团粒结构增加4.4%，土壤孔隙度增加3.4%。绛县调查，压绿肥地块比不压绿肥的地块，土壤含水量增加0.94—4.8%。前华北农业科学研究所1954年6月16日至1955年4月30日在山西省运城县西张耿地区连续七次测定，0—50厘米土层中，苜蓿茬第三年麦地，土壤含水量比连作麦地高0.1—7%，平均高2.87%，增产小麦19.62%。

“耕层水库”的水量调节

“工程水库”可以用开渠放水等方法，进行水库水量的调节利用，那么“耕层水库”的水量调节用什么方法呢？根据我国传统经验，那就是实行“土壤镇压”和适当耕锄。实行“夏水秋用”、“秋水春用”，以调节春季需水时节没水，夏季雨水又往往过多的具体情况。实验证明，播种前后重镇压，土壤表层水分含量可以提高1—3%，对旱地促苗增产极其明显。据1957、1959年原潞安县南天贡拖拉机站试验，用拖拉机轮胎压过的麦田比未压的增产32%以上；原长治农业科学研究所镇压试验，增产13—19%。

当然镇压只有在干旱的情况下进行。根据晋东南地区经验,干土层厚达4—6厘米和0—10厘米土壤含水量不足12%时,必须实行镇压,否则不能保证全苗。镇压可降低干土层2—3厘米,如果土壤过湿是不能镇压的。镇压不仅能提墒,保证全苗出土,更重要的是镇压能促进苗期根系的生长。只要种子根和次生根从茎基部大量长出来,达到10厘米以后,在山西的具体条件下,就是再早些也不怕了。调节水份的方法,除了镇压以外,就是合理的耕锄。原长治农业科学研究所平顺县西沟大队实测,玉米、马铃薯连堆锄、蜂窝地的方法,一次降雨30毫米,每亩多存4.9立方米水。临猗县耽子公社农业科学试验站试验:1979年11月麦田深锄3寸,深锄比对照地返青早,拔节快,大小蘖分化提前,成穗整齐,有效穗多,千粒重增加,每亩多收25斤。

减少蒸发,保持土壤含水量

减少蒸发,也是贮存自然降雨提高利用率的重要一环。除了用耕作、耙耱等方法,保存水份减少蒸发之外,用覆膜覆盖地表的方法减少蒸发,效果非常显著。



(上接第64页)

三、讨 论

1、为什么 $R = \Sigma E \cdot I_{30}$ 在黄土地区的适用性不那么理想?这主要是由这一地区引起土壤流失的暴雨性质决定的。我们知道,降雨能量是雨点速度和降雨量具体组合的一个函数。30分钟最大强度是产生径流的过度降雨的一个指标。而在黄土地区,土壤流失大都为强度大、历时短的雷暴雨所引起,加之地面坡度大,所以瞬时雨率与土壤流失量的关系要比美国学者所得结果密切一些。产生径流的过度降雨指标不再是30分钟最大降雨强度,而是10分钟最大降雨强度。再看,黄土地区雷暴雨雨型变化过程的一个显著特点是,在短历时的高强度降雨后期,有一段时间较长的低强度降雨,这一段降雨强度小,一般不引起土壤流失。但有一定雨量,按动能计算结果会增加一部分动能,这就使得总动能与土壤流失量的关系并不如60分钟最大降雨动能与土壤流失量的关系密切。所以 $\Sigma E \cdot I_{30}$ 的复合结构并不如 $E_{60} \cdot I_{10}$ 的复合结构好;

2、由于黄土地区土壤流失量与瞬时雨率的关系本来就很密切,所以在应用动能参数及其与雨强的复合参数以后,其相关性提高的并不很明显。例如3号径流场最大降雨强度(I_1)与土壤流失量的相关系数 $r = 0.862$ 。最大降雨动能(E_1)的相关系数 $r = 0.877$;复合参数 $E_{60} \cdot I_{10}$ 的相关系数 $r = 0.887$,复合参数 $\Sigma E \cdot I_{10}$ 的相关系数 $r = 0.840$ 。两相比较, r 值变化不大,所以降雨侵蚀力的近似计算可以用瞬时雨率代替。

黄土地区是我国土壤流失最严重的地区,进行降雨侵蚀力的研究,建立适合于这一地区的土壤流失预报方程式,是一项艰巨的工作。我们对降雨侵蚀力指标 R 值所作的探讨仅是初步的,尚需进一步验证研究。