

# 长武塬区六十年一遇特大旱情分析 与冬小麦产量预测

董大学 钟良平 李玉山

中国科学院  
(西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
水利部

## 提 要

通过对长武塬区气象资料的分析,认为 1991 年在长武塬区及其相似类型区所发生的干旱为六十年一遇的特大干旱。笔者运用“底墒—生育期降雨—产量反应型”对该区域不同立地条件下的翌年冬小麦产量进行预测,结果表明:来年小麦亩产上限为 150kg,下限为 100kg,较高产年减少 55%~70%。

关键词: 冬小麦 旱情分析 产量预测 六十年一遇。

## Situation Analysis of Serious Dry which Occurs Once in Sixty Years and Yield Forecast of Winter Wheat in Changwu Plateau

Dong Daxue Zhong Liangping Li Yushan

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica  
and Ministry of Water Resources, Yangling Shaanxi, 712100)

## Abstract

By analysed the climate data in Changwu plateau, we found that 1991 is the most serious dry year in near sixty years, we also made a yield forecast of winter wheat in the different earth condition with soil moisture—precipitation in growth period yield model, the conclusion is: the highest yield of winter wheat is 150kg/mu, the lowest yield is 100kg/mu, The yield will reduce 55%~70% next year than the year of high yield.

**Key words** drought analysis yield forecast once in sixty years winter wheat

干旱永远是威胁我国北方旱作农业区的主要自然灾害之一,尤其进入 20 世纪以来,旱灾有增多趋势。据有关专家对海洋和大气资料的分析指出:赤道中、东太平洋海水表面水温自 1986 年 8 月到 1987 年 1 月持续增温,热带地区的大气环流出现异常,与此同时,与我国气候有密切关系的西太平洋副热带高压迅速增强。这一系列情况说明,厄尔尼诺现象已进入活动盛期。1991 年我国北方大部分地区降雨普遍偏少,导致北方地区罕见的大面积干旱。陕西北部 and 南部均遭遇六十年一遇的特

大干旱。

## 一、干旱频率分析

陕西省的自然灾害主要包括旱灾、涝灾、霜冻、冰雹和干热风。剖析陕西历史上各重大自然灾害,可以看出各种自然灾害中以旱灾危害面积最大、发生频率最高。根据干旱发生的季节分为春旱、夏旱、秋旱、冬旱和全年性干旱。我国北方地区由于受大陆性季风气候的影响,年际间和年内降水分布很不均衡,年内一般以秋、冬、春三季降雨偏少,夏季多雨。如黄土高原地区夏末秋初的 7 月至 9 月三个月降雨量一般约占全年降雨量的 60% 以上,局部地区更高,加之 7~9 月恰好为本区冬小麦地休闲蓄墒阶段及春玉米需水高峰期,所以 7~9 月降雨对农业生产格外重要。与此同时,农业上也有“7~9 月干旱”之说。

根据陕西省气象台统计,从公元前 2 世纪到 1949 年建国前,陕西省共发生旱灾 234 次,频度为 39%,大致 10 年四旱,其中夏旱占 36%、春旱占 19%、春夏连旱占 11%、秋旱占 8%,全年性旱灾共 14 次,以 1142 年(宋文宗绍兴 15 年)、1484 年(明宪宗成化 20 年)及 1877 年(清光绪 3 年)最为严重。全省性的旱灾总体表现为以公元 8 世纪和 15 世纪为多,进入 20 世纪以来又有增多趋势。

长武县是黄土高原南部典型的旱作农业区,极易受干旱威胁。以 1957~1991 年 35 年气象资料统计,长武县共发生全年性旱灾 9 次,占总年数的 25.7%,为 4 年一遇。7~9 月一般性干旱 10 次,占总年数的 28.6%,为 3 年半一遇。7~9 月降雨少于多年同期平均降雨 50% 的严重干旱 3 次,它们分别是 1965 年(7~9 月降雨 106.3mm)、1971 年(7~9 月降雨 152.6mm)、1991 年(7~9 月降雨 153.1mm)(见表 1)。严重干旱占总年数的 8.6%,相当于 11~12 年一遇。我们现以西北水土保持研究所所长武王东沟试验基地为例,对该区域 1991 年旱情加以分析。据王东沟试验基地气象站观测结果,1991 年 7~9 月降雨量仅 100.0mm,是长武县自有气象记录的 35 年间 7~9 月降雨量最少的一年。从全年降雨情况看,降雨量严重偏少的 1965 年和 1971 年,7~9 月降雨量仍较 1991 年的高 12.1% 和 12.8%;1979 年虽全年降雨量较 1991 年低 10.5%,但 7~9 月降雨却高出 66.4%。可见,1991 年是长武县近 35 年旱情最严重的一年。

表 1 特大干旱年与多年平均逐月降雨量

年份(年)	月 份													全年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	7~9	
	降 雨 量 (mm)													
1965	4.3	8.8	41.0	54.0	55.5	59.7	82.4	43.8	34.1	70.2	4.9	4.3	160.3	463.0
1971	6.0	11.3	8.5	69.7	48.0	85.6	52.2	70.9	29.8	33.5	48.7	1.7	152.6	465.9
1979	3.2	10.5	24.5	5.0	13.3	31.5	153.8	31.6	69.4	20.0	1.1	5.6	254.8	369.5
1991	9.4	2.8	45.3	32.2	88.9	30.3	18.2	87.6	47.3	22.5	15.7	12.8	153.1	413.0
多年平均	5.8	8.2	22.7	45.2	52.9	45.2	112.3	103.4	105.3	53.6	25.3	4.4	321.2	584.1

长武自 1932 年开始气象观测,1937 年至 1956 年中断,为补充这一资料,我们参照陕西省气象观测历史最长的西安市气象站气象资料,并以西安市气象站资料为自变量,规定全年降雨与 7~9 月降雨分别为“ $x_{\text{年}}$ ”、“ $x_{7\sim9}$ ”,以长武降雨量为因变量,对应有“ $Y_{\text{年}}$ ”、“ $Y_{7\sim9}$ ”,建立直线方程为

$$Y_{\text{年}} = 0.655 X_{\text{年}} + 211.900$$

$$n_{\text{年}} = 34(1957 - 1990) \quad r_{\text{年}} > 0.6$$

$$Y_{7 \sim 9} = 0.398 x_{7 \sim 9} + 211.375$$

$$n_{7 \sim 9} = 24(1957 - 1980) \quad r_{7 \sim 9} > 0.6$$

“n”代表相关分析时取值对数,“r”表示相关系数。

运用以上两方程式对长武气象记录残缺部分进行计算补充,可得出与西安市气象站序列相当的长武县 1932~1991 年共六十年降雨资料,再以时间“年”为横坐标,降雨量“ $Y_{\text{年}}$ ”、“ $Y_{7 \sim 9}$ ”为纵坐标,分别绘制降雨分布图 1、图 2,并以 1991 年降雨量作 X 轴的平行线以寻找 1991 年降雨与前面各年的交点。考虑到年降雨量与降雨分布对干旱的共同影响,从图 1、图 2 可以看出,长武塬区 1991 年干旱近似 1932 年旱情,即 1991 年至少是六十年一遇的特大干旱年。

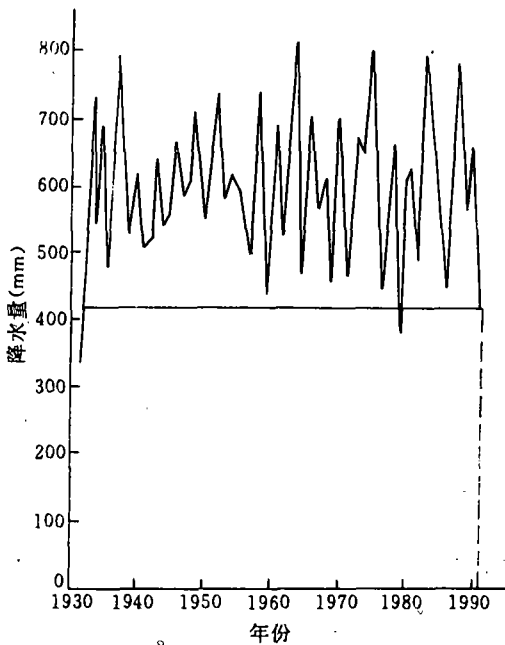


图 1 1932 年至 1991 年逐年全年降雨量

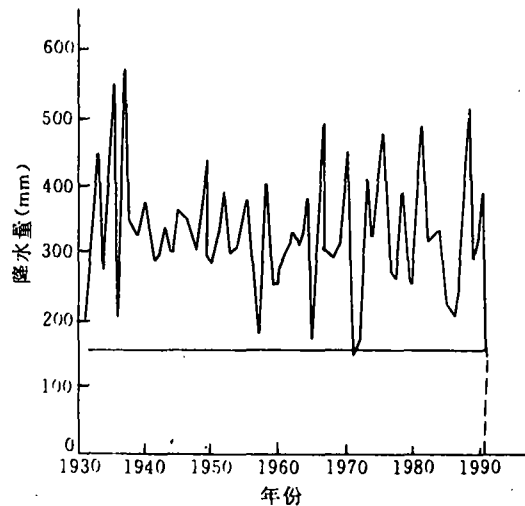


图 2 1932 年至 1991 年逐年 7~9 月降雨量

## 二、冬小麦底墒调查分析

占本区粮食播种面积近 90% 的冬小麦产量直接受播前土壤墒情影响,因此,底墒常被视为麦田旱情分析的重要参数之一。将适于本区的水量平衡简化方程式  $W_2 - W_1 = P - N - E$ , 转化为  $W_2 = P + W_1 - N - E$ , 对于连作麦田休闲期,我们视  $P$  为上茬小麦收获期至下茬小麦播种期降雨量,即小麦休闲期降雨量; $W_1$  为上茬小麦收获时剩余墒情,其值与上茬小麦生育期降雨及产量密切相关,若其它条件一致,产量愈高, $W_1$  愈小,产量愈低, $W_1$  愈大; $N$  为径流量,主要与立地条件有关; $E$  为休闲期土壤物理蒸发量; $W_2$  则代表小麦播种期土壤墒情——底墒。由水量平衡方程转化式可知,冬小麦底墒主要依赖于休闲期自然降水、前茬剩余墒、径流及休闲期土壤物理蒸发。我们选取不同立地条件下,上茬小麦产量大致接近的地块作为测点,同时均以小麦连作茬为调查对象进行土壤墒情调查,各测点  $P$ 、 $E$  可认为近似一致,故本文所列墒情资料,仅以不同立地条件为差异来源。表 2 为 1992 年长武塬区冬小麦播种前土壤墒情实测资料,以 0~300cm 平均湿度比较,表 2 反映出麦田播种期土壤湿度由小到大依次是山塄地 < 塬地 < 坡台地,即山塄地最干,塬地次干,坡台地相对最湿(见图 3)。一般来讲,同一立地条件下,坡台地应较塬地土壤湿度偏低,本资料中坡台地较塬地湿度稍高的原因是由于农民近年对塬地物质能量投入较多,塬地产量水平高,造成前茬剩余底墒

表 2 不同立地条件下冬小麦底墒

立地条件	山坳地		塬地		坡台地	
测定时间(年、月、日)	1991 09 07		1991 09 08		1991 09 09	
前茬小麦产量(kg/亩)	235		250		200	
测点数目(个)	10		16		16	
底墒项目	平均	变幅	平均	变幅	平均	变幅
	重量含水量(%)					
0~50cm	10.31	9.20~11.70	12.69	9.80~14.50	12.57	11.40~14.20
50~100cm	9.89	7.70~12.08	13.78	11.70~16.00	13.07	10.70~16.50
100~200cm	10.84	8.06~14.78	13.98	12.90~15.60	15.53	14.00~17.30
200~300cm	12.79	8.98~16.76	14.30	12.50~15.70	19.23	17.20~21.00
0~300cm	10.95	8.20~13.76	13.69	12.10~15.50	15.10	13.50~17.30

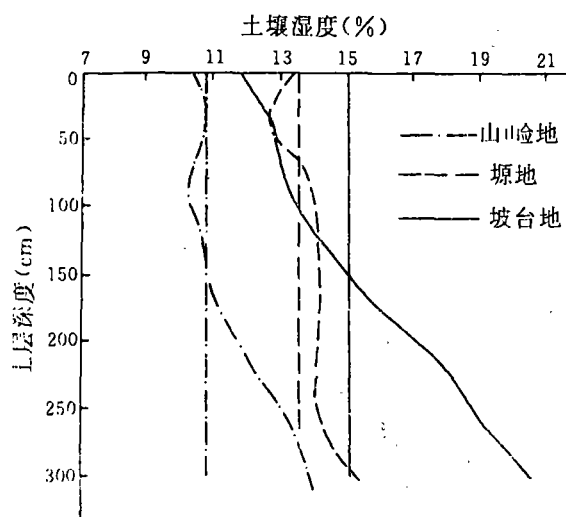


图 3 3m 深不同立地条件下冬小麦底墒

少。资料中各测点塬地上茬小麦产量平均为每亩 250kg 左右,坡台地为每亩 200kg 左右。另外从不同层次湿度看,坡台地土壤湿度较高的层次主要是 100~300cm,相反,0~100cm 则表现为塬地较坡台地高,确切地说,三种类型土壤中以坡台地深层底墒最好。

再把 1991 年土壤墒情资料与各年比较。表 3 为 1985~1991 年长武塬面试验小区不同施肥水平下的连作小麦底墒资料(可视为各种产量水平条件下的底墒),从表 3 可以获得 1991 年底墒具有两个特点:其一,无论产量水平如何,1991 年 0~300cm 剖面土壤墒情平均值均远远低于同等产量水平下的其它年份土壤墒情,恢复程度很低。以 295kg 产量水平为例,1991 年土壤墒情较丰水年的 1988 年墒情减少 36.6%,与土壤墒情较差的 1987 年相比,其减少量也高达 12.3%。

表 3 长武塬区不同年份不同产量水平条件下底墒状况

产量水平(kg/亩)	土壤深度(cm)	年 份 (年)							
		1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
		年 降 雨 量 (mm)							
		379.5	222.9	195.7	233.4	516.2	285.0	384.9	153.1
		土 壤 重 量 含 水 量 (%)							
295	0~100	20.8	24.8	18.5	15.4	21.1	20.2	21.0	12.5
	0~300	20.0	20.0	17.4	14.6	20.2	17.4	17.7	12.8
235	0~100	20.8	/	17.6	16.2	20.9	20.6	22.3	14.9
	0~300	17.6	/	16.9	15.6	20.6	17.9	20.7	15.2
173	0~100	/	/	17.3	17.5	20.4	20.7	21.8	15.3
	0~300	/	/	16.6	16.4	21.2	18.6	20.9	16.0
115	0~100	/	/	18.0	17.8	21.0	20.7	20.8	17.1
	0~300	/	/	17.6	17.2	21.0	19.4	20.2	18.0

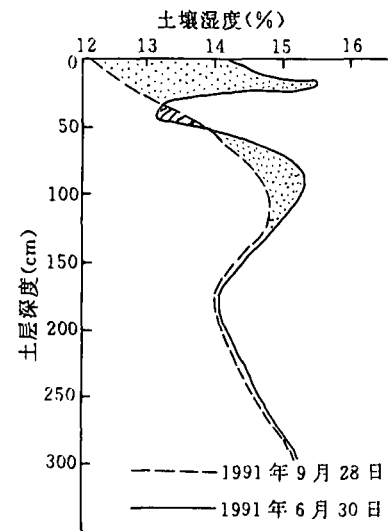


图 4 1991 年塬地土壤墒情恢复状况

图 4 是一中等产量水平下的小麦收获—播种土壤湿度曲线。由图 4 表明:本年度除 35cm 以上土层湿度略有恢复外,其余部分几乎保持在上茬小麦收获时的土壤湿度;其二,1991 年 0~100cm 土壤层平均湿度低于 0~300cm 土壤层平均湿度,表明浅层底墒(1m 以上土层)较深层底墒(1m 以下土层)更小,且高产水平所对应的浅层底墒已接近小麦可出苗湿度临界值,而一般规律为播前底墒浅层大于深层。

按照土壤储水量及有效水含量指标对土壤干湿度的评价为:偏湿型、偏干型和干燥型,其具体指标是:偏湿型 0~300cm 土壤层贮水量为 630~720mm,含有效水量为 287~377mm;偏干型 0~300cm 土层储水量为 555~630mm,有效储水量为 212~287mm;干燥型 0~300cm 土层储水量小于 555mm,有效储水量小于 212mm。把表 2 中土壤墒情资料换算成 0~300cm

土层土壤储水量及有效储水量(表 4 及图 5、图 6、图 7)。

按照上述指标对 1991 年不同立地条件土壤墒情进行评价,坡台地属偏干型,塬地属干燥型,山岭地由于各参数值远低于“干燥型”各相应指标,这里划分为“特干燥型”。另外,根据叶水势、光合速率等小麦对土壤墒情的反应参数对底墒的评价为:极差(<14%)、差(14%~16%)、一般(16%~18%)、较好(18%~20%)、良好(>20%),通过比较后仍可得出与上面相似的结论:坡台地底墒差,塬面极差,山岭地为“特”极差类型。

表 4 不同立地条件下的土壤水分全贮量与有效水贮量

地 类	全贮量(mm)	有效水贮量(mm)	相当于田间持水量(%)	土壤干湿状况分类
坡 台 地	588.9	245.0	62.9	偏干型
塬 地	533.9	190.7	57.0	干燥型
山 岭 地	427.0	83.9	45.6	特干燥型

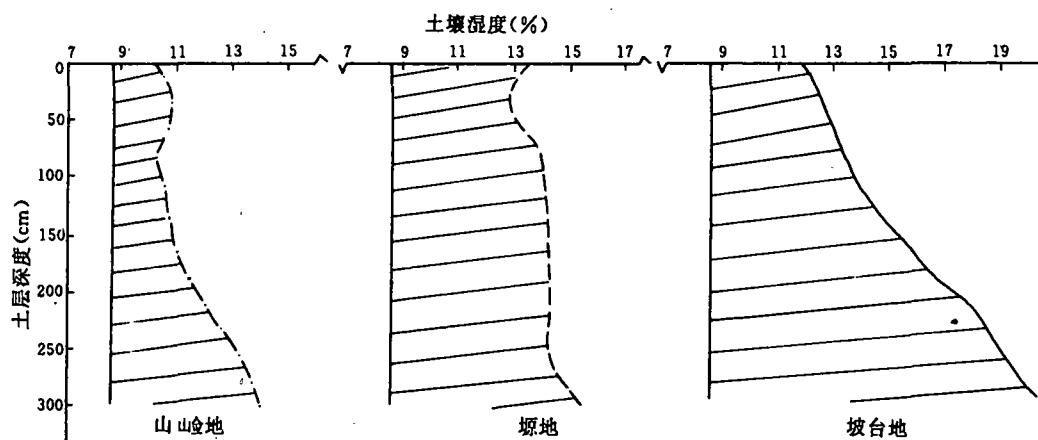


图 5 山岭地土壤有效水含量

图 6 塬地土壤有效水含量

图 7 坡台地土壤有效水含量

### 三、冬小麦“底墒—生育期降水—产量反应模式”与产量预测

#### (一)产量预测的根据

作物产量一般受气候、土壤、病虫害、灾害性天气等多种因素错综复杂的影响,但是,就某一地区、某一时段、某种具体作物而言,其产量主要由个别主导因子所决定。对黄土塬区目前一致的观点是:土壤肥力亏缺与水分不足是限制本区产量提高的两大主要因素。其中肥力因素为人为因素,可在一定范围内调节;水分因素为自然因素,不可随意调节,但可以合理利用。水分的限制作用表现为充分施肥条件下限制产量的进一步提高及不同施肥条件下引起产量的年际间波动。作物产量预测一般是以某一特定年份为对象的,所以肥力可视为相对稳定因素,相应地,作物产量的高低就主要依赖于水分条件。已有的“水分—产量关系”研究结果表明,对于冬小麦,“底墒+生育期降水”与产量相关系数达 0.85,底墒与产量的相关系数为 0.74,说明本区底墒对冬小麦产量趋势有决定作用,同时生育期降水对冬小麦产量起调节作用。同区域进行的小麦限量灌溉研究结果亦表明,底墒较差年份进行播前限量灌溉,可显著提高塬地小麦产量,其效应远优于生育期限量灌溉。建立在以上结论的基础上,我们依据多年田间试验结果归纳出“底墒—生育期降水—产量反应型”,并进行产量预测。

#### (二)产量预测

下列框图为经过多年试验后归纳得出的“底墒—生育期降水—产量反应”框图,由于试验过程历经干旱、常态和丰水各种年型,所以此框图具有普遍意义。框图中底墒的“亏”与“丰”是以小麦播种期 3m 深土壤平均重量含水量为依据划分的,其临界值为 18%,即底墒量高于 18%为“丰”,低于 18%为“亏”。生育期降水也划分为三类:相当于或接近多年平均降水量为“常态”,高出多年平均降

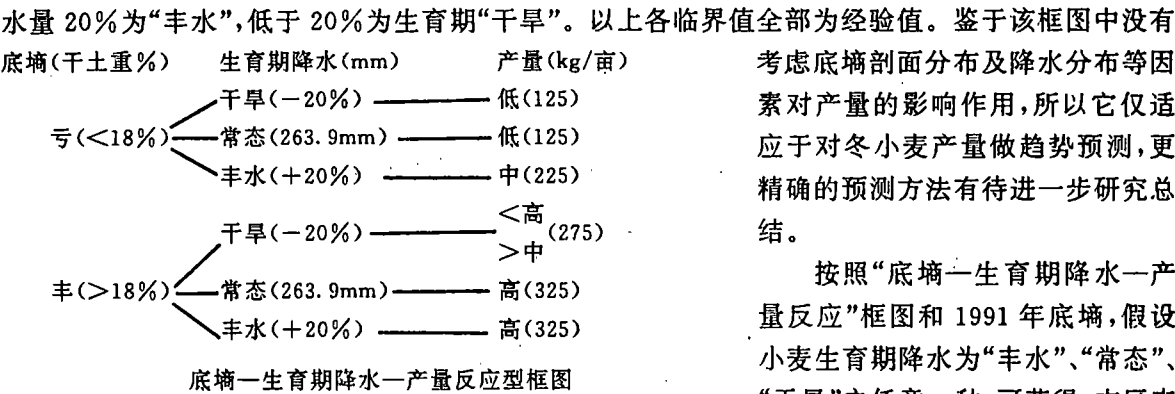


表 5 长武塬区不同立地条件下产量预测

地 类	有效水贮量(mm)	生育期多年平均降水量(mm)	水分生产率(kg/亩)	预测产量(kg/亩)
坡 台 地	245.0	263.9	0.3	152.7
塬 地	190.7			136.3
山 岭 地	83.9			104.4

四、建 议

在以长武为典型代表区的黄土高原南部旱作农业区域,由于缺乏灌溉条件,无疑,六十年一遇的特大自然干旱必将引起作物产量的大幅度降低,尤其对于生长于旱季的冬小麦而言,底墒的严重不足将显著影响到翌年小麦产量,所以在特别干旱年份下应较大幅度地压缩小麦播种面积,扩种秋作物,充分利用秋作物“雨热同季”的优势,扬大秋作物之长,避夏收作物之“短”,力争使粮食总产减产率降低到最低限度。