

# 地表水资源与天津粮食产量的宏观分析

梁平德 刘爱霞

(天津市气象台, 300074)

## 提 要

分析了1963—1990年天津粮食产量与地表水资源的关系,同时计算了粮食产量随时间增长的趋势方程及扣除增长趋势的粮食相对产量序列。结果表明,由于天津地势低洼易涝,地表水资源量大于35亿 $m^3$ 的丰水年,粮食减产;而当年地表水资源量在35亿 $m^3$ 以下,前一年地表水资源量大于20亿 $m^3$ ,尤其是前一年为丰水年最有利于粮食增产。还分析了地表水资源对水稻、小麦、玉米等三种主要粮食作物的不同影响,揭示了地表水资源与三种主要粮食产量的密切关系。

关键词: 水资源 粮食产量 相对产量

## 引 言

水是粮食作物生长的最基本要素之一,降水量的多寡对粮食生产有举足轻重的影响。天津地处海河下游,地势低洼,粮食作物所需水份不仅取决于本地的降水量,在很大程度上还与上游的降水量有关。统计表明,天津汛期(6—9月)降水量与当地自产地表水资源量的相关系数为0.82,地表水资源总量与海河流域各站汛期(6—9月)降水量相关系数一般在0.6以上,最大达0.83。可见,天津地表水资源量与本地及上游地区的降水量关系极为密切。为了考虑当地与上游地区降水量的综合影响,我们以天津地表水资源总量(以下简称水资源量)表征降水的作用,并研讨其与粮食产量的关系。

### 1 天津粮食产量与水资源的关系

粮食生产是社会生产活动,明显的受到社会政治、经济、科学技术进步等诸多因素的制约。因此,在研究粮食产量与水资源关系时有必要设法消除粮食随社会进步增长的影响。图1给出了1956—1990年天津粮食产量和水资源量的时间曲线,其中粮食产量取自文献[1],1989和1990两年资料取自天津市农林局;水资源量由天津水文总站提供。可以看出粮食产量有明显的增长趋势,并可以清晰地分为3个阶段。1956—1962年是低水平徘徊时期,这一时期由于众所周知的原因,粮

食生产受到了极不利的影 响。这一阶段粮食的平均产量仅52.27万吨/年。1963—1983年是波动性增长时期,平均产量达107.11万吨/年,较第一阶段增加54.8万吨/年,翻了一番。然而这一阶段波动性较大,增长率仅为2.15万吨/年。1984—1990年是稳定快速增长时期,农业科学技术的进步,使粮食生产出现转折性变化。这一时期平均产量达161.5万吨/年,增长率达10.2万吨/年,比第二阶段有了显著增长。

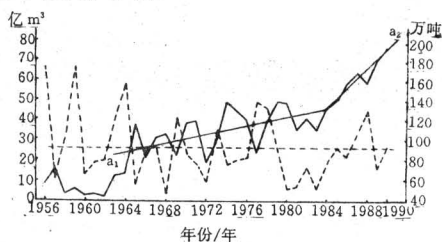


图1 1956—1990年天津粮食产量(实线)和地表水资源总量(虚线)时间曲线

由于第一阶段情况特殊,本文只着重分析1963年以后的粮食产量与水资源的关系。考虑到不同时期社会影响的不同,分别对第二阶段和第三阶段做逐年粮食产量与年份序数的一元回归,得到回归直线 $a_1$ 和 $a_2$ 。它们分别代表第二阶段和第三阶段粮食产量的增长状况,主要反映了政策改善、科技进步、投入增长等促使产量逐年递增的趋势。以各年

的实际产量减去所对应年份  $a_1$  或  $a_2$  的趋势值就得到各年的相对产量,它在某种程度上扣除了非自然因素对粮食增产的作用,相当于主要是受旱涝等自然因素影响的粮食产量。图2给出了1963—1990年天津粮食相对产量曲线,相对产量都在零线上下摆动。从图2可见,相对产量10万吨以上的有1965、1970、1971、1974、1975、1979、1980等7年,相对产量在-10万吨以下的有1963、1964、1969、1972、1977、1981、1983、1988等8年。相对高产年集中在70年代,而相对低产年多出现在60年代和80年代。下面我们以相对产量来讨论水资源与粮食产量的关系。

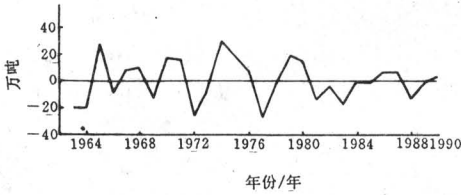


图2 1963—1990年天津粮食相对产量时间曲线

分析表明,粮食产量与当年和前一年的水资源量都有密切关系。我们分别以当年和前一年水资源量为纵横坐标作点聚图(图3)表明,当年水资源  $> 35$  亿  $m^3$  (丰水年)共7年,相对产量全都为负值,其中5年为-10万吨以下的强相对低产年,7年平均为

-15.1万吨,涝年减产非常明显。前一年水资源量  $< 20$  亿  $m^3$  有11年,其中9年相对产量为负值,11年平均为-6.2万吨,这说明早年的次年欠收。强相对低产年除集中在当年水资源  $> 35$  亿  $m^3$  的区域外,其余都集中在当年水资源  $< 10$  亿  $m^3$ ,且前一年  $< 20$  亿  $m^3$  的区域,即连续干旱会带来严重减产。前一年水资源  $> 20$  亿  $m^3$  且当年水资源  $< 35$  亿  $m^3$  的共有12年,其中11年相对产量为正值,仅1989年1年为弱负值。12年平均为13.06万吨。相对产量最高的1974年为29.13万吨。相对产量大于10万吨的7年中有6年位于这个区域。这表明只有在前一年水量较丰,而当年水量不太多的情况下最有利于天津粮食生产。按水资源而论,这是一个上一年底墒好,春灌有水,夏季水量基本够用的年景。

丰水年当年引起减产的事实可能使人们以为水资源量多对天津粮食生产不利,但这只是一个方面,另一方面水资源丰沛会带来次年丰产。图3表明前一年水资源大于35亿  $m^3$ ,当年水资源小于35亿  $m^3$  的5年中有4年是强相对高产年,5年平均相对产量为18.0万吨。对比图1和图2可以发现,80年代水资源量减少,而这一时期相对产量负值年份增多。附表给出各年代平均水资源量和平均相对产量,考虑到前一年水资源量对粮食产量的影响,统计时水资源量前移1年。统计表明80年代是相对产量最低的时期,这时也正是连年干旱水资源明显减少的时期。可见水资源减少明显地抑制粮食增产。

附表 天津各年代平均水资源量与粮食平均相对产量

年份	水资源量 / 亿 $m^3$	年份	粮食相对产量 / 万吨
1962—1969	27.80	1963—1970	-0.32
1970—1979	26.37	1971—1980	+3.88
1980—1989	19.72	1981—1990	-4.00

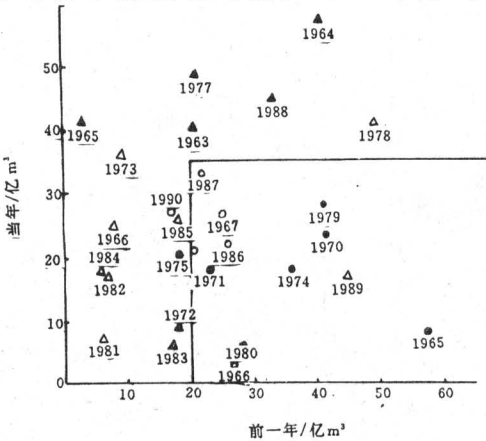


图3 水资源与粮食相对产量点聚图  
纵、横坐标分别为当年、前一年水资源量,符号下方数字为年份(下同)

△: 0—-10万吨, ▲: -10万吨以下  
○: 0—10万吨, ●: 10万吨以上

## 2 几种主要粮食作物产量与水资源的关系

水稻、小麦、玉米是天津最主要的粮食作物。让我们分别研讨它们与水资源的关系。考虑到各种作物每年的种植面积均有变化,以下分析采用单位面积产量。我们用同样的方法计算这三种作物逐年单位面积产量与年份序数的一元回归,得到它们随时间增长的趋

势方程。再以各年各品种的实际单位面积产量减去相应的趋势值,得到各种作物的单位面积相对产量序列。以当年水资源量和前一年的水资源量为纵横坐标分别作出水稻、小麦、玉米的单位面积相对产量点聚图(图4、5、6)。可以看出它们都与水资源有密切关系。

图4表明水稻与当年的水资源关系最为密切。当年水资源在15—30亿m<sup>3</sup>之间基本都是丰产的,12年中有10年单位面积相对产量是正值,其中5年是+20kg/亩以上的强相对高产年,12年平均为17.78kg/亩。当年水资源量<15亿m<sup>3</sup>(枯水年)时则要看前一年的水资源量,若前一年的水资源量在20亿m<sup>3</sup>以上还能增产,相对产量都是正值,如1965、1968、1980年;而前一年水资源量<20亿m<sup>3</sup>,即连续干旱的年份,都显著减产,如1972、1981和1983年。当年水资源量大于30亿m<sup>3</sup>的年份普遍是减产的,8年中有7年单位面积相对产量为负值,且其中5年为-20kg/亩以下的强相对低产年,8年平均为-21.78kg/亩。当年水资源量多引起水稻减产不仅由于有些稻田过于低洼,易受洪涝灾害,也因为这样的年份阴雨过多,日照不足,不利于水稻扬花授粉而导致减产。

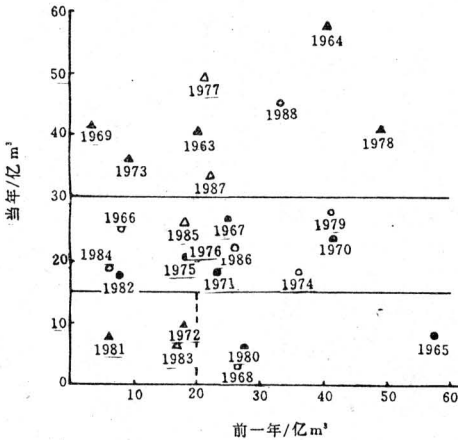


图4 水资源与水稻单位面积相对产量点聚图

▲:  $\le -20\text{kg/亩}$ , △:  $-20\text{--}0\text{kg/亩}$ ,  
○:  $0\text{--}20\text{kg/亩}$ , ●:  $\ge 20\text{kg/亩}$

图5表明小麦与前一年的水资源量关系较密切,它不仅涉及到小麦播种时的底墒,也涉及到春灌时水源是否充足。前一年水资源量<15亿m<sup>3</sup>(枯水年)的6年中有4年相对

产量为负值,另两年为弱正值,6年平均为-13.52kg/亩。前一年水资源量>30亿m<sup>3</sup>的7年中5年相对产量为正值,7年平均为16.39kg/亩。这说明前一年水资源量富足有利小麦增产;前一年水资源匮乏小麦减产。前一年水资源量在15—30亿m<sup>3</sup>之间情况比较复杂。相对产量正值负值年份相当。还可以看出小麦产量与当年水资源量也有一定关系。这是由于某一年的水资源量是从前一年的10月计算到当年9月的。当年水资源量<15亿m<sup>3</sup>的6年中有4年相对产量为负值,且其中3年为相对产量在-15kg/亩以下的强相对低产年。6年平均为-9.58kg/亩。与小麦产量有关的因素很多。例如前一年水资源在15—30亿m<sup>3</sup>之间,当年水资源在15亿m<sup>3</sup>以上减产的4年(1971、1976、1977、1987年)6月份降水都比常年偏多4成以上,形成麦收时节的连阴雨天气;再例如前一年水资源丰沛的1964和1970年都是冷冬,小麦越冬遇冻害,导致减产。统计表明在此期间共有5个冷冬(最冷月平均温度 $\le -4.5\text{℃}$ ),这5年小麦相对产量全都是负值,平均为-11.14kg/亩。可见冷冬对小麦减产的影响很大。诸多因素的影响使得图5不像水稻点聚图那样界限分明。但水资源量对小麦产量的影响还是很重要的。

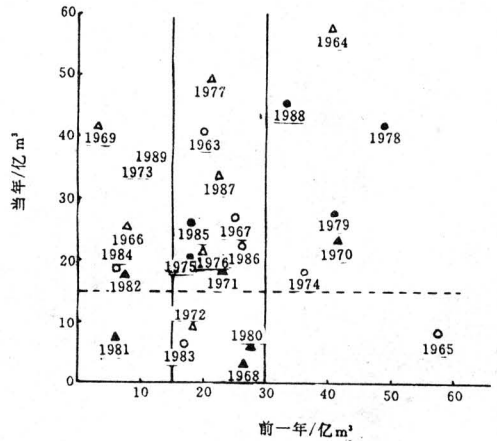


图5 水资源量与小麦单位面积相对产量点聚图

▲:  $\le -15\text{kg/亩}$ , △:  $-15\text{--}0\text{kg/亩}$ ,  
○:  $0\text{--}15\text{kg/亩}$ , ●:  $\ge 15\text{kg/亩}$

图6显示玉米产量与水资源关系也十分密切,同时显示出玉米是需旱作物的特征。例

如当年水资源量 $<10$ 亿 $m^3$ 的1965、1968、1989、1981年都是相对高产年。当年水资源量 $>35$ 亿 $m^3$ 的7年中除1964年相对产量为零外其他6年都是正值,而且其中4年是 $-20$ kg/亩以下的强相对低产年,7年平均为 $-29.51$ kg/亩。当年水资源在35亿 $m^3$ 之下,且前一年水资源 $>20$ 亿 $m^3$ 的11年中除1979年相对产量为零,1970年相对产量为弱负值外,其余9年皆为正值,且有6年是20kg/亩以上的强相对高产年,11年相对产量平均为21.87kg/亩。当年水资源量 $<35$ 亿 $m^3$ ,且前一年水资源量 $<20$ 亿 $m^3$ 的8年中,相对低产年略多,仅5/8。

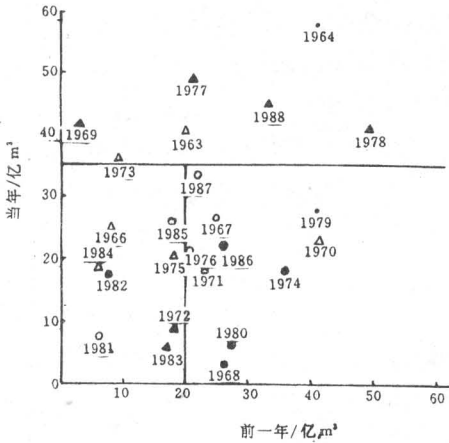


图6 水资源量与玉米单位面积相对产量点聚图  
小圆点表示相对产量为零,其他说明同图4

以上3种作物与水资源的关系表明秋收作物在水资源丰富年份都有明显的减产现象。小麦受前一年水资源的影响最大。水稻与当年的水资源关系最密切,但水稻和玉米在一定程度上也受前一年水资源的影响。

### 3 小结

以上分析表明天津的粮食产量与地表水资源总量有密切的关系,不仅有当年的直接作用,还有次年的滞后效应。

(1)当年水资源量 $<35$ 亿 $m^3$ ,前一年水资源 $>20$ 亿 $m^3$ 最有利于天津的粮食生产,平均增产达13.06万吨;

(2)当年水资源量 $>35$ 亿 $m^3$ 的年份,平均减产15.1万吨;

(3)前一年水资源量 $<20$ 亿 $m^3$ 的年份,平均减产6.2万吨;

(4)水稻、玉米等秋收作物因为当年水资源量多,发生洪涝,减产明显;而夏收作物小麦因前一年水资源量多,增产最显著。

80年代粮食相对产量与水资源量同步减少的事实表明,水资源不足是制约天津农业发展的重要因素。然而丰水年减产的事实又表明,科学地利用有限的水资源是一个十分复杂的问题,也是防汛抗旱这对矛盾在农业上的反映,为此有必要组织气象、水利和农业等有关部门,作为一个系统工程进行研究。这是经济建设中的一个重大问题,也是影响深远的一件大事。

### 参考文献

1 天津四十年1949—1989.北京:中国统计出版社,1989, 8.

## The Analysis for Surface Water Resource and Grain Yield in Tianjin

Liang Pingde Liu Aixia

(Tianjin Meteorological Observatory, Tianjin 300074)

### Abstract

The relation between the grain yield and surface water resource in Tianjin during 1963—1990 is analysed. Taken the influence of development of society and improvement of agrotechnique into consideration, the tendency equations of grain yield increased with times have been calculated, and the relative yields, after deducting the increase tendency, have been calculated too. The analysis shows that in the year with surface water resource more than  $35 \times 10^9 m^3$ , the grain yield decreases, because there is a lot of water logged lowland in Tianjin; in the year with surface water resource less than  $35 \times 10^9 m^3$  and the last year surface water resource more than  $20 \times 10^9 m^3$ , the grain yield increases.

The relations among rice, wheat, maize and surface water resource are analysed respectively, and their close relationship are also pointed out.

**Key Words:** water resource grain yield relative yield