

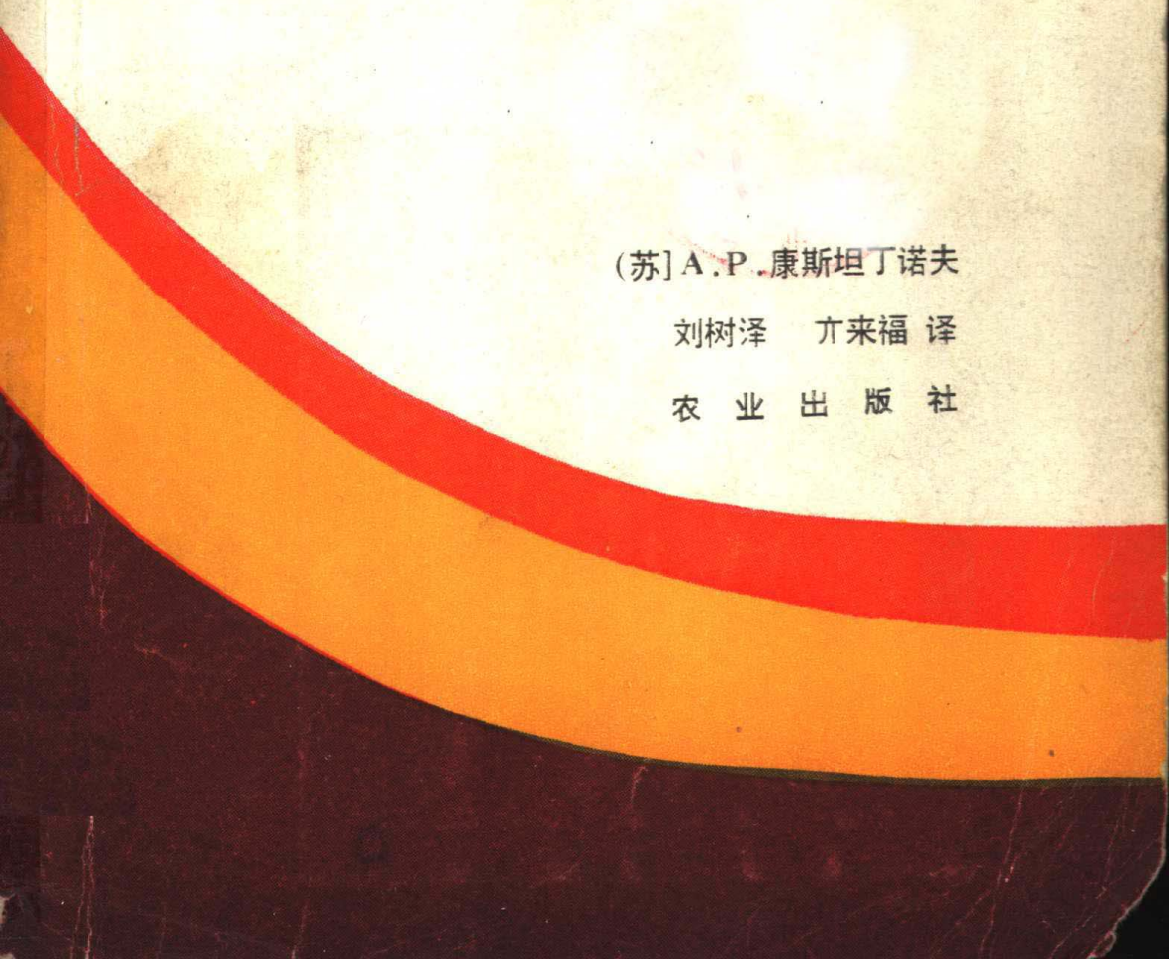


天气 - 土壤 - 冬小麦产量

(苏] A. P. 康斯坦丁诺夫

刘树泽 芥来福 译

农 业 出 版 社



天气-土壤-冬小麦产量

〔苏〕 A.P. 康斯坦丁诺夫

刘树泽 元来福 译

А. Р. Константинов

ПОГОДА,

ПОЧВА

И УРОЖАЙ

ОЗИМОЙ

ПШЕНИЦЫ

Ленинград Гидрометеоиздат 1978

天气-土壤-冬小麦产量

〔苏〕А. Р. 康斯坦丁诺夫

刘树泽 元来福 译

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

850×1168毫米32开本 8.625印张 214千字

1982年5月第1版 1982年5月北京第1次印刷

印数 1—4,300册

统一书号 16144·2434 定价 1.10元

译 者 的 话

近十多年来，随着科学技术飞速的发展，电子计算机的广泛应用以及科学实验手段的不断改进，农业气象基础理论研究，包括农业气象数值模拟和模式研究有了新进展。“天气-作物”乃至“天气-土壤-作物”模式的研究吸引着各有关方面专家们的极大兴趣。

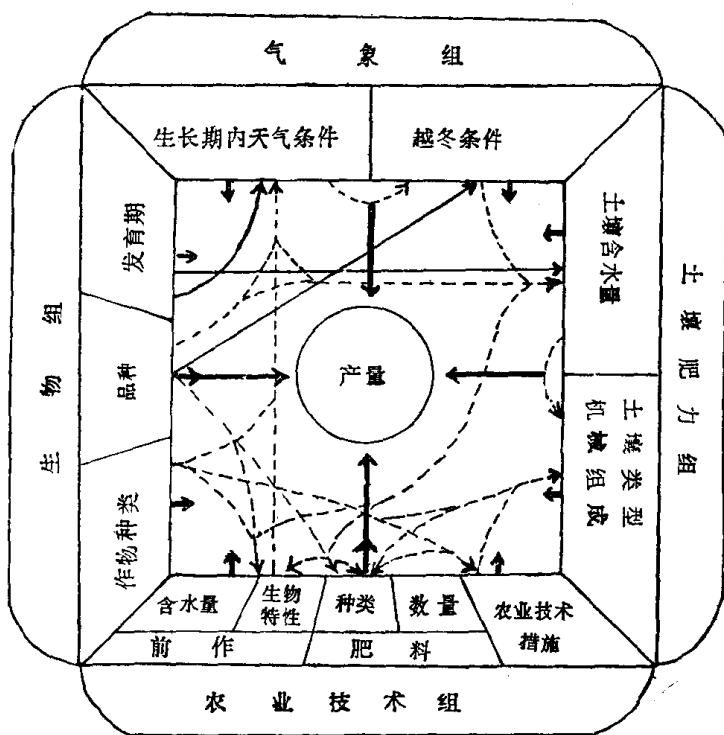
这部《天气-土壤-冬小麦产量》正是这方面研究的重要成果。目前，国内外此类农业气象著作尚属少见。

该书系统地总结了“天气-土壤-产量”关系方面科学研究情况和成果及其实际应用可能性；详尽地阐述了建立“天气-土壤-产量”综合生物物理模式的理论基础和前提条件；探讨了作物产量与其主要决定因子：气象条件、土壤肥力、农业技术措施以及作物（品种）生物学特性间的关系；提出了不同时效的作物产量预报方法以及产量形成的农业气候资源和土壤-气候资源鉴定方法；研究了农业技术措施农业气象效应的鉴定方法。书中还论述了为冬小麦生长发育创造最适宜条件的措施与途径。最后，作者综述了农田蒸发、作物蒸腾、土壤水分和热量条件的各种计算方法。

本书最显著的特点，在于它综合地分析研究了气象条件、土壤肥力、农业技术措施和作物（或品种）本身生物学特性对作物产量形成的影响。实践证明，作物产量绝不只取决于天气气候条件，而且还与上述条件密切相关。分析研究天气气候条件对作物的影响时，不仅限于作物地上部分，而且也应包括其地下部分。

气候通过土壤影响作物根部，根深才能叶茂。今后的农业气候研究必须考虑这些问题。农业气候区划，不仅能回答农业种植的可能性；而且还要回答农业种植的合理性的问题。

这部书正为我们开展土壤-气候资源研究和区划工作提供了理论、方法和经验，它对农业气象、农业、土壤、生物、植物生理、土壤改良等专业方面的科技和教学人员以及有关领导和业务单位的实际工作者均有一定参考意义。



产 量

$$y = \frac{Y}{Y_{cp}} \quad \text{—— 直接影响}$$

—— 间接影响

$$y_{pac} = y^{\Gamma}_i + \sum \Delta y^{\Gamma}_i = y^{\Gamma}_{T,e} + y^{\Gamma}_{T,h} + y^{\Gamma}_{W,Q} + y^{\Gamma}_{A,\Pi} + y^{\Gamma}_{A,C} + y^{\Gamma}_{A,YD} - 5$$

冬小麦产量与其决定因子关系模式示意图

图注说明:

Y —— 产量;

Y_{cp} —— 原始样本的平均产量;

y —— 相对产量;

y_{pac} —— 按顺序地考虑各影响因子后的计算产量;

y^{Γ}_i —— 受第 i 个因子影响的相对产量的图解值;

$\sum \Delta y^{\Gamma}_i$ —— 受第 i 个因子影响的相对产量与实产量较差和;

T —— 温度;

e —— 绝对湿度;

ΦAP ——光合有效辐射;
 CO_2 ——二氧化碳浓度;
 $y_{T,e}$ ——受暖生长期内天气条件影响的产量;
 T_{YK} ——分蘖节深度的温度;
 C ——品种;
 h ——积雪深度;
 δ ——积雪密度;
 l_n ——冻土深度;
 $\Sigma_{min} < -10^\circ$ ——小于 $-10^\circ C$ 的积温;
 $y_{6,k}$ ——受冷、暖季天气条件影响(气候等级)的相对产量;
 $y_{W,Q}$ ——取决于土壤肥力(土壤含水量和土壤容重,并考虑 pH)的产量;
 W ——土壤有效含水量;
 Q ——土壤容重;
 N ——氮;
 P ——磷;
 K ——钾;
 Cl ——腐殖质;
 y_A ——取决于栽培技术的产量;
 $y_{A,i}$ ——取决于 i 种农业技术措施的产量;
 $y_{A,П}$ ——取决于前作影响的产量;
 $f_1(\Delta W)$ ——受前作含水量影响的产量;
 $f_2(\Delta B)$ ——受前作生物学特性影响的产量;
 $y_{A,уд}$ ——受肥料影响的产量;
 $y_{A,B,уд}$ ——增加产量(相当于一个单位的实际物质);
 n ——肥量;
 $n\Phi$ ——肥效;
 $y_{A,C}$ ——受品种影响的产量;
 K ——作物种类;
 Φ_i ——第 i 发育期;
 $y_{A,П,C}$ ——取决于农业技术、前作(视品种而定)的产量;
 $y_{A,уд,C}$ ——取决于农业技术、肥料(视品种而定)的产量;
 $y_{B,B,C}$ ——病虫害对产量的影响;
 K_{XO3} ——出谷率;
 K_K ——谷粒质量;
 $K_{i,C}$ ——品种其他质量;
 $y_{A,i}$ ——其他农业技术措施。

分 组 详 细 模 式

一、气象组

(1) 生长期内天气条件

$$y = f(T, e, \Phi AP, CO_2) \approx f(T, e)$$

播种—停止生长

$$y_{T,e,1} = f_1(T_1, e_1)$$

返青—拔节

$$y_{T,e,2} = f_2(T_2, e_2)$$

拔节—抽穗

$$y_{T,e,3} = f_3(T_3, e_3)$$

抽穗—蜡熟

$$y_{T,e,4} = f_4(T_4, e_4)$$

$$y_{T,e} = y_{T,e,1}^{\Gamma} + \sum_{i=2}^{i=4} \Delta y_{T,e,i} = y_{T,e,1}^{\Gamma} + y_{T,e,2}^{\Gamma} + y_{T,e,3}^{\Gamma} + y_{T,e,4}^{\Gamma} - 3$$

$$y_{6,K} = y_{T,e}^{\Gamma} + y_{T,h}^{\Gamma} - 1$$

(2) 越冬条件

$$y = (T_{Y,K}, C) = f(T, h, \beta, Ln, C) \approx f(T, h, C)$$

$$y_{T,h} = f(\sum T_{\min} > -10^{\circ}\text{C}, h, C)$$

二、生物组

品种(C)

土壤气候的影响

抗寒能力

$$y_{T,e,C} \quad y_{W,Q,C}$$

$$y_{T,h,C}$$

对前作、肥料的反应

病虫害的影响

$$y_{A,\Pi,C} \quad y_{A,\text{Л},C}$$

$$y_{B,B,C}$$

出谷率

数量

其他质量

$$k_{x03}$$

$$k_K$$

$$k_{i,C}$$

作物种类

发育期

K = 常数

Φ_i

$$y_{A,C} = y_{A,\Pi,C}^{\Gamma} + y_{A,\text{Л},C}^{\Gamma} + y_{B,B,C}^{\Gamma} - 2$$

三、土壤肥力组

土壤含水量

土壤类型

土壤酸度

$$y_{W,Q} = f(W, Q, N, P, K, C_{\Gamma}, \text{pH} \dots) \approx f(W, Q)$$

播种—停止生长

$$y_{W,Q,1} = f(W_1, Q)$$

返青—拔节

$$y_{W,Q,2} = f_2(W_2, Q)$$

拔节—抽穗

$$y_{W,Q,3} = f_3(W_3, Q)$$

抽穗—蜡熟

$$y_{W,Q,4} = f_4(W_4, Q)$$

$$y_{W,Q} = y_{W,Q,1}^{\Gamma} + \sum_{i=2}^{i=4} \Delta y_{W,Q,i} = y_{W,Q,1}^{\Gamma} + y_{W,Q,2}^{\Gamma} + y_{W,Q,3}^{\Gamma} + y_{W,Q,4}^{\Gamma} - 3$$

四、农业技术组

1. 前作

$$y_{A,\Pi} = f(\Delta W, \Delta B)$$

$$y_{A,\Pi} = f_1(\Delta W) + f_2(\Delta B)$$

2. 肥料种类

$$y_{A,B,\gamma_D} = \frac{\Delta Y}{Y}$$

3. 肥料数量

$$n_{\Phi} = f\left(\frac{n}{n_{\text{опт}}}\right)$$

4. 其他农业技术措施

$$y_{A,i}$$

$$y_{A,\gamma_D} = y_{A,B,\gamma_D} \cdot n_{\Phi} \quad (n < n_{\text{опт}} \text{ 时})$$

$$y_A = y_{A,\Pi}^{\Gamma} + y_{A,\gamma_D}^{\Gamma} - 1$$

序

把农业生产变成工业基础是社会主义农业改造的最重要任务之一。这里不只有农田和养殖场劳动机械化问题，而且也包括能够定量地评定各种栽培措施的经济效应问题，而要做到这一点是不容易的。因为，农业生产率在很大程度上依赖于天气和气候条件。干旱、干热风、土壤侵蚀和尘暴、霜冻、冰雹以及其他不利天气是农业的主要祸患。由此可知，水文气象部门对农业进行高水平的服务是何等重要，农业气象学就是为此种服务提供科学依据，其任务之一，是系统地利用水文气象资料，促使农业生产最佳化。我国农业气象科学取得了很大成绩，走在世界最发达国家的农业气象科学的行列。当今，苏共中央和政府决定从根本上提高农业生产率，为实现这些计划而拨出了大量资金。农业气象学家应该提高对各农业生产单位、领导和计划部门的水文气象服务水平。

农业气象研究的主要困难在于被研究的对象的复杂性和多因子性。这里除了要熟知大气物理的一般规律性，还得掌握植物生物学特性、土壤内发生的各种过程和农业技术知识。因此，必须用数理方法和电子计算机等现代化手段深入开展农业气象实验研究和理论研究。

在这些研究的基础上，农业气象学家与相邻学科专家——农业生物学家、农业技术学家、农业物理学家、土壤学家、土壤改良学家等一起给农业工作者提出建议。和利用工程计算方法一样，农业工作者在采取与天气和气候有关的农业技术措施时，就可以

利用这些建议制定出合理领导农业生产的方法。这些建议的重要部分应该是各种时效的农业气象产量预报、作物生长状态预报以及各种农业技术措施使用时间的预报。由于某些决定产量的因子（土壤含水量、植株生长状况等）具有很大的惰性，因此，长期农业气象预报的准确率高于类似的天气预报的准确率，但是，目前就是农业气象预报的准确率还是不高的。只有在长期天气预报的可靠性显著提高之后，农业气象预报的准确率才有可能提高。

苏共中央的计划包括为提高农业生产力而必须解决的主要任务中指出了按自然经济地带和科学而合理地布局农业各部门的必要性，和更加加强与稳定其专业化的必要性。就每一个州而论，都必须保证优先发展那些对本州来说条件最好、投资的经济收益最大的农产品生产。所以，为全国各地各种农作物的合理布局和各经济部门的发展方向提供科学理论依据，是农业气候研究的重要任务。

本书是作者15年来对产量形成规律研究的总结。书中分析了产量形成与其决定因子间的关系，并在这一基础上尽可能地做出结论和提出作者认为有实践价值的建议。书中试图跳出只研究天气和气候条件对产量形成影响的框框。鉴于气候与土壤类型和景观存在着密切关系，作者通过这种关系从作物生长环境的纯农业气象特征量分析转向了土壤-气候特征量分析，并用实际工作者易懂的指标——产量单位表示。

采用这种方法可以把所获得各种成果用于各种经济计算、各种栽培措施经济效益的评定和各种因子对最终产量贡献的对比评定。书中以冬小麦为例，用这种方法做了分析。冬小麦是最主要的粮食作物之一，其产量在很大程度上取决于暖季、冷季天气条件和土壤肥力。冬小麦产量高于春小麦。所以，世界上凡是冬季较为温和，积雪较多的地区冬小麦种植面积都很大。

之所以能够写成这本书，是因为乌克兰水文气象科学研究所

(В. П. Петькова, А. А. Левенко, А. А. Вилькенс, Л. А. Филиппенко, В. В. Свирина, Р. М. Мелудякова, Д. И. Фурса, И. Т. Левенко) 和实验气象研究所 (Е. К. Зои-дзе, Р. Б. Установа, М. М. Еловенко, В. И. Прокофиева, Л. А. Лунина, Л. Г. Мамаева, В. А. Гридасова, Л. И. Азисханова, З. И. Михайлова) 的科学工作者以及其他科学工作者已完成了大量农业气象研究工作。他们的名字可从引用参考文献得知。各研究阶段的大量绘图工作是由 С. П. Бруяцкая (乌克兰水文气象研究所), Г. А. Зарихта (实验气象研究所) 和 М. Г. Мардухович (水文研究所) 完成的。作者在此一并向他们表示衷心感谢。

若本书内容能对我国社会主义农业有所裨益, 作者就心满意足了。

目 录

序

第一篇 “天气-土壤-产量”模式的基本原理及其应用	1
第一章 建立模式的前提条件	1
第一节 产量与水文气象因子关系的研究现况	3
第二节 促进模式建立的有关近地面层物理学、热量和水分平衡关系的研究	8
第三节 模式中考虑到的主要土壤肥力组成	21
第四节 供建立模式用的有关植物热状况和水分状况与产量关系的一些试验研究结果	26
第五节 选择分析农业气象过程方法的依据	31
第二章 “天气-土壤-产量”综合模式	37
第一节 分析原始资料, 计算决定产量因子的相互关系和模式各组成部分的构成	37
第二节 暖时期的天气条件和产量	40
第三节 土壤肥力和产量	46
第四节 越冬条件和产量	52
第三章 产量计算方法及其计算精度的评定	59
第一节 计算具体年份的产量, 评定农业劳动者生产率的方法	59
第二节 产量与其决定因子关系对原始统计样本数量的依赖性	63
第三节 用分析时用的资料和其它资料对计算方法检验的结果	66
第二篇 冬小麦产量形成的土壤气候资源	71
第一章 产量形成的农业气候资源	71
第一节 农业气候区划的现况和发展前景	72
第二节 产量形成因子平均值的时、空变化原理	77
第三节 产量形成的农业气候资源	81
第二章 产量形成的土壤气候资源	89

第一节	产量形成的土壤资源和土壤气候（潜在的）资源	89
第二节	土壤气候资源简易区划法	95
第三节	我们的方法和现有各种农业气候区划方法精确性的 比较	105
第三章	逐州估算可能增产量，非黑钙土地地区的 农业气候资源	111
第一节	州平均产量的分析	111
第二节	农业技术水平和增产可能性的评定	115
第三节	非黑钙土地带农业气候条件和土壤气候资源的评定	117
第三篇	农业技术和产量，产量规划和预报原理	125
第一章	品种的差别，出谷率和粮食质量	125
第一节	各品种产量的评比	125
第二节	出谷率（籽粒与总生物物质之比）与土壤-气候条件、农 业技术和品种的关系	131
第三节	产品质量与土壤-气候条件、农业技术和品种的关系	136
第二章	冬小麦前作和施肥效果的鉴定——产量规划的 基础	141
第一节	不同土壤-气候条件下休闲前作对产量的影响	142
第二节	全国各主要地带施肥效果随施肥量和施肥种类的变化	147
第三节	考虑到天气条件和各层土壤含水量分布的根系经验模式	152
第四篇	冬小麦生长条件适宜化的方法	161
第一章	农业气象灾害及其御防措施	161
第一节	高温和干旱对植物的影响，地区干旱程度的鉴定	161
第二节	尘暴对生长条件的影响及其防御措施	176
第三节	防护林带和产量	185
第二章	冬小麦田的灌溉和排水	191
第一节	灌溉方式与计算灌溉规律的方法	191
第二节	计算灌溉量和灌溉期的方法	195
第三节	准确说明灌溉制度计算方法的途径	210
第四节	排涝地的产量	219
第三章	冬小麦地水、热状况的鉴定问题	225
第一节	总蒸发、土壤蒸发与蒸腾的测量和计算方法	225

第二节	计算土壤含水量的方法和计算土壤含水量时考虑降水 时间的问题	234
第三节	小麦地上风速、空气温度、湿度的分布和土壤温度 状况	240
参考文献		246

第 一 篇

“天气-土壤-产量”模式的 基本原理及其应用*

“天气-土壤-产量”综合经验模式（必须正确地选择模式的组成成分）可用于规划产量和做各种时效的估产，包括在播种前进行估产。若具体年份的资料改为多年平均资料，这种模式又可以用来鉴定产量形成的土壤气候资源，以便为制定合理的作物区划和选择农业生产各部门的发展方向提供科学依据。

第一章 建立模式的前提条件

根据近地面层大气物理学方面的研究成果以及蒸发计算方法、各种表面与大气的热量和水分交换计算方法，还有各种农作物需水量计算方法等方面的研究成果，可以确定气候和景观形成的主要因子——气温和空气湿度。这两个因子好像一面镜子确切地反映了热量平衡和水分平衡各组成部分的变化以及气候、土壤和地理景观随热量平衡和水分平衡发生的变化。取决于气候和土壤综合影响的景观类型是植物生活环境综合等级的主要特征。在自然界中土壤类型的存在与气候有关，因此，必须同时综合地分析产

* 以冬小麦为例。

量与气候和土壤条件的关系。

遵循这些基本论断,从 60 年代初就开始了产量与主要决定因子之间关系的研究。当时,这方面的理论研究甚少,仅处于萌芽阶段,而产量与某些决定因子间的经验关系又带有很大的局限性。实际上当时没有任何计算产量的模式,连简易的计算方法也没有。那时摆在我们面前的任务就是要建立这样的模式:它一方面能够回答生物形成过程和决定产量的各个因子间互相关系的先进理论问题,另一方面在分析时又能利用考察、农业气象站、品种试验站所积累的大量试验资料以及中央统计局等单位的有关数据。

解决这个问题的方法与研究植物需水规律的方法是类似的〔见 4.2 章, (3, 60, 63, 70, 74, 75)〕。其基本理论就是建立反映植物本身生物特性及其对外界条件反映的生物需水曲线。对不同土壤气候地带来说,由于天气和土壤含水量的不同为具体外界条件(如平均条件)确定的这些生物曲线的变化范围,是相当大的。不过,农业气象学家没有必要专门研究植物本身的内部发育规律。植物在类似外界条件下所固有的各种需水过程生物曲线的形式就是其发育规律的必然结果。这些研究是很重要的,但应由生理学家、农业生物学家以及其他相邻学科的科学家用农业气象学家共同研究。同样,有关植物物质增长量和产量与水文气象因子的相互关系问题也应该由各学科的专家共同进行研究。这里也可以为每种作物建立植物物质(即生物物质)增长量和产量生物曲线,然后可以某种方式建立它与具体外界生长条件的关系式。

为分析农业气象过程的统计资料,作者研究出一种特殊的方法,可称之为“剩余法”〔61〕。这个方法最适用于分析具有项目数量少,而又相互关联和非均一性的农业气象资料。作者研究出的方法发表后不久(1966年),就出版了两种外文翻译版〔45, 145〕,其中介绍了类似的方法。这证明了该模式的严密性和作者所选用的分析方法的正确性。