

商超蔬菜销售数据的统计分析及建模

摘要

根据商超实际购物篮销售数据，将该数据以单品编码为关键字，通过数据透视形成新的销售数据集，即日销售数据，计 1084 个样本。通过对蔬菜日销售量数据进行相关分析，发现同一品种的蔬菜销量具有较强的相关性，构造直观的评判矩阵，用含“T”“F”的元素字符串，表示“是”“否”相关。对销量数据进行 shapiro-wilks 正态性检验，结果表明销量数据不服从正态分布，用传统的回归分析将导致精度下降，且日销量数据含大量的 0，属零膨胀数据，建模较难。为避开零膨胀数据建模的困难，同时降低 WinBUGS 运行 MCMC 的运算压力，用同期平均法将三年数据进行转化，形成一年的数据，对该数据建立 Bayesian 销量模型及补货量模型，进行 30000 次迭代计算，燃烧 3000 次后，用收敛于后验分布的参数 MC 链，完成参数的后验估计，根据动态轨迹图及 MC 误差对模型进行评价，模型表现优良，客观表达了单品销售的分布规律及数据间的相互关系，解决了问题 1。

利用销售量、损耗率、销售次数等是时间序列的特点，按照蔬菜销售“当日未售，隔日大部分无法再售”的原则，确定 VAR 模型的阶，建立 VAR (2) 模型，完成了未来一周（2023 年 7 月 1-7 日）补货量预测、销售量预测，为问题 2 及 3 的求解铺平道路，也完成了分类补货总量的填写。利用 VAR 模型的结果实现了单品总量控制数为 29 个菜品，同时用频率方法再次确定控制菜品数量，二者结果一致。在 VAR 预测结果基础上，建立收益最大化的目标函数和满足问题 2 及 3 的约束条件的优化模型，完成所有问题的求解。结合商超蔬菜销售实际情况，提出合理的建议，及未来进一步优化补货方法及定价策略的设想。

关键词：Bayesian 模型；MC 链收敛性；VAR 模型；优化模型；同期平均

一、问题重述

在生鲜商超日常运营中，蔬菜类商品始终是一个备受关注的焦点。蔬菜保鲜期短，品质容易受时间影响，这意味着商超必须面对迅速变化的市场需求，在不确定的情况下及时做出补货和定价决策。不具备一定的专业知识及数据分析能力，是无法高精度预测各种蔬菜的销量和销售价格。因为蔬菜品种众多、产地不同，而进货交易时间通常在凌晨，大多数商家在几乎不了解具体单品和市场需求的情况下，粗略地做出当日的补货计划，造成大量积压及损耗。为解决这个现实问题，商超需要依赖数据分析和数学建模，制定最佳的销售策略，最大程度地减少损耗，提高经济效益，并满足不断变化的市场需求^[1]。这个问题涉及到如何优化补货计划、定价策略，以及如何处理销售数据间的潜在关联性，为商超提供更可持续的生鲜蔬菜经营策略。

C题中的附件1包含了6个蔬菜品类的商品信息，附件2和附件3包含了商超从2020年7月1日到2023年6月30日的商品销售明细和批发价格信息，而附件4包含了这些商品的最近损耗率信息。

本文基于这些上述数据，通过统计分析及优化建模，从不同角度解决题中提出的各个问题：

问题1：要求分析蔬菜类商品的销售情况，包括各个品类和单品之间的销售量分布规律以及它们之间存在的相互关系。帮助商超了解哪些蔬菜品类或单品通常一起销售或者被替代销售，以便更好地制定商品陈列和促销策略。

问题2：分析各蔬菜品类的销售总量与成本加成定价之间的关系，在收益最大化的前提下，提供一个未来一周的日补货总量和定价策略。为商超确定合适的定价策略提供参考。

问题3：在确保各单品的陈列量不低于2.5千克的前提下及收益最大化的条件下，重新设计补货总量和定价策略。帮助商超在有限的销售空间内，满足市场对各品类蔬菜商品的需求。

问题4：为商超提出建议，还需要收集哪些数据，以更好地制定蔬菜商品的补货和定价决策？

二、模型假设

1. 假设商超每天营业时间从上午9:00到22:00，即每天营业13个小时。
2. 假设商超对每个顾客的服务平等，计量工具合格，所陈列的商品顾客能直接做出自己的判断。

三、符号说明

表1 符号说明（该符号主要用于数学味道较重的优化模型）

符号	含义
a_{it}	第 <i>i</i> 个品种第 <i>t</i> 天的销售量
p_{it}	第 <i>i</i> 个品种第 <i>t</i> 天的零售价
x_{it}	第 <i>i</i> 个品种第 <i>t</i> 天的进货量

b_i	第 <i>i</i> 个品种第 <i>t</i> 天损耗率
c_i	第 <i>i</i> 个品种第 <i>t</i> 天的批发价
d_i	第 <i>i</i> 个品种的销量
f	2023年7月1日成本利润率
e_i	第 <i>i</i> 个品种第 <i>t</i> 天退货量
f_i	第 <i>i</i> 个品种第 <i>t</i> 天成本利润率
y_i	第 <i>i</i> 个品种2023年7月1日补货量

四、模型建立与求解

4.1 问题一

4.1.1 相关性分析

对于6个类别蔬菜中，半小时销售次数超过0.7次的蔬菜进行 shapiro-wilks 正态性检验后发现，这些蔬菜销量的分布均不服从正态分布， p 在小数点后第16位才不为0。进一步计算相关系数阵，发现这些蔬菜销售量之间有较强的相关性。

以花叶类蔬菜中半小时销售次数超过0.7次的13种蔬菜为例进行说明，首先编写R代码（代码见附件），分别进行 shapiro-wilks 正态性检验（ H_0 : 总体具有正态分布）^[2]，检验结果表明，数据不服从正态分布，销量相关系数绝对值大于0.4的蔬菜品种较大，结果见矩阵。

	<i>ynsc</i>	<i>ynymc</i>	<i>shq</i>	<i>zyc</i>	<i>dbc</i>	<i>hbc2</i>	<i>ynscf</i>	<i>bc</i>	<i>nbc</i>	<i>hsj</i>	<i>yc</i>	<i>cx</i>	<i>th</i>
<i>ynsc</i>	T	T	T	F	F	T	T	F	F	T	F	T	F
<i>ynymc</i>	T	T	T	F	F	T	T	F	F	F	F	T	F
<i>shq</i>	T	T	T	F	F	T	T	F	F	F	F	T	F
<i>zyc</i>	F	F	F	T	F	F	F	F	F	T	T	F	T
<i>dbc</i>	F	F	F	F	T	F	F	F	F	F	F	F	F
<i>hbc2</i>	T	T	T	F	F	T	F	F	F	T	F	T	F
<i>ynscf</i>	T	T	T	F	F	F	T	F	F	F	F	F	F
<i>bc</i>	F	F	F	F	F	F	F	T	F	F	F	F	F
<i>nbc</i>	F	F	F	F	F	F	F	F	T	F	F	F	F
<i>hsj</i>	T	F	F	T	F	T	F	F	F	T	T	T	F
<i>yc</i>	F	F	F	T	F	F	F	F	F	T	T	F	T
<i>cx</i>	T	T	T	F	F	T	F	F	F	T	F	T	F
<i>th</i>	F	F	F	T	F	F	F	F	F	T	F	T	T

注：1. 蔬菜单品的名称采用汉语拼音首字母组成，比如： $ynsc$ =‘云南生菜’， $hbc2$ =‘黄白菜(2)’，文中统计分析中的大量变量的命名均采用此方法。

2.“T”表示 TURE，即对应的两种花叶类蔬菜销量相关系数大于 0.4，双侧检验显著；“F”表示 FALSE，即对应的两种花叶类蔬菜销量相关系数小于 0.4，不显著。

由于常见蔬菜销量数据不来自正态分布，因此采用常见的回归分析销量数据之间的关系会导致参数估计误差较大，为了解决这一问题，采用 Bayesian 框架下的正态模型来刻画这些关系。

这里仍然以花叶类 13 种蔬菜销量之间的相关关系较突出，这里用以此为例来说明 Bayesian 模型的建立过程。

4.2 蔬菜销量的 Bayesian 模型

4.2.1 数据处理

为了完成 Bayesian 模型的建立，按下列方法进行蔬菜销量数据和处理，这里以花叶类蔬菜为例进行说明：

(1) 商超蔬菜销售数据按日汇总数据，有大量的销售数据为 0，属于 ZIP (零膨胀数据) 中的一种，文献资料显示，该类数据在处理时难度较大，远超本科生水平，短时间内无法完成，为此需要消除一部份 0，同期平均方法^[3]是一个较好的方法。

(2) 数据显示，有一些蔬菜受生产季节的影响，销售有一定的季节性，形成大量的 0，另一些蔬菜刚好相反，比如：竹叶菜 (zyc)，红薯尖 (hsj)，苋菜 (yc) 及茼蒿 (th) 等。即使按同期平均方法处理，仍然有大量的 0 出现。

(3) 为了降低计算机运行 OOpenBUGS (版本 3.2.3) MCMC 算法的压力，按同期平均方法^[4]完成数据汇总，形成一个年度销量数据(2022 年 7 月 1 日—2023 年 6 月 3 日)，再建立 Bayesian 销量模型，虽然每天的销量数据 (1084 个数据) 整体看成一个样本，由前述该样本不服从正态分布，但每天的一个观测可视为来自一个正态总本，可建立 Bayesian 销量模型，下同。

4.2.2 模型设定

以销量最大的云南生菜的日销量为响应变量，其他花叶类蔬菜销量为解释变量的 Bayesian 销量模型为：

$$\begin{aligned}ynsc_t &\sim N(\mu_t, \tau^2), \quad \tau^2 = \frac{1}{\tau} \\ \mu_t &= \alpha + \beta_1 ymymc_t + \beta_2 shq_t + \beta_3 zyc_t + \beta_4 dbc_t + \beta_5 hbc2_t + \beta_6 ynscf_t \\ &+ \beta_7 bc_t + \beta_8 nbc_t + \beta_9 hsj_t + \beta_{10} yc_t + \beta_{11} cx_t + \beta_{12} th_t\end{aligned}\quad (1)$$

参数的选验分布选大方差的正态分布 $N(0,0.01)$ ，精度参数选分布 $gamma(0.01,0.01)$ 为其先验分布^[7-8]，方差先验为逆 $gamma$ 分布，设定各参数的初始值为 1，进行 30000 次迭代运算，燃烧期为 2000，通过 MC 算法得到各参数的后验估计（见表）

表 2 花叶类 Bayesian 模型的参数估计

	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc	start	sample
alpha	5.129	1.196	0.03422	2.754	5.141	7.427	2000	28001
beta1	0.1298	0.06686	0.001307	-0.001687	0.1297	0.2585	2000	28001
beta2	0.2455	0.1082	0.002365	0.03329	0.2452	0.4583	2000	28001
beta3	-0.05981	0.07778	0.001745	-0.2112	-0.05989	0.09237	2000	28001
beta4	-0.05823	0.02519	4.66E-04	-0.1074	-0.05839	-0.008176	2000	28001

beta5	0.2971	0.05493	9.18E-04	0.1901	0.2965	0.4054	2000	28001
beta6	-0.1255	0.03283	5.39E-04	-0.1891	-0.1257	-0.06052	2000	28001
beta7	0.05292	0.09947	0.001479	-0.138	0.05183	0.2502	2000	28001
beta8	0.1979	0.1033	0.001947	-0.003743	0.1967	0.4	2000	28001
beta9	0.6288	0.09062	0.001853	0.4491	0.6299	0.8043	2000	28001
beta10	-0.09277	0.08947	0.001759	-0.2697	-0.09182	0.08222	2000	28001
beta11	0.6585	0.1107	0.001602	0.4452	0.6577	0.8774	2000	28001
beta12	0.2935	0.1042	0.001772	0.0906	0.2934	0.5007	2000	28001
s2	24.66	1.857	0.01287	21.26	24.56	28.53	2000	28001

4.2.3 模型检验

(1) 各参数的历史轨迹图表明, 各条 MC 链的分布收敛于各自的后验分布。

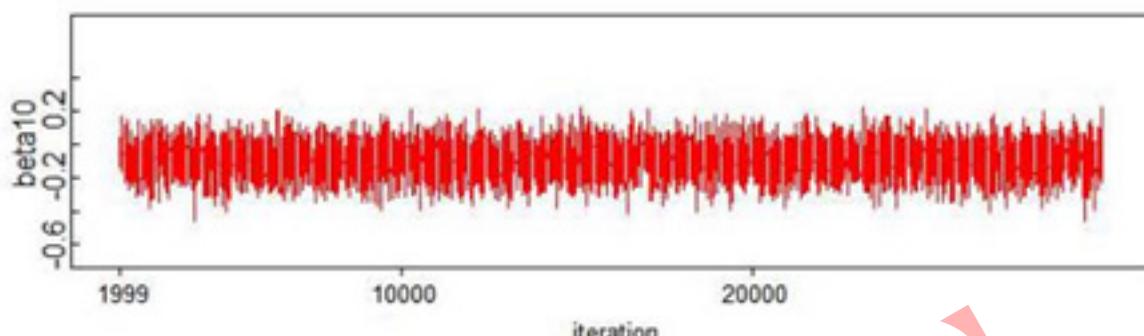


图 1 alpha 的动态轨迹图

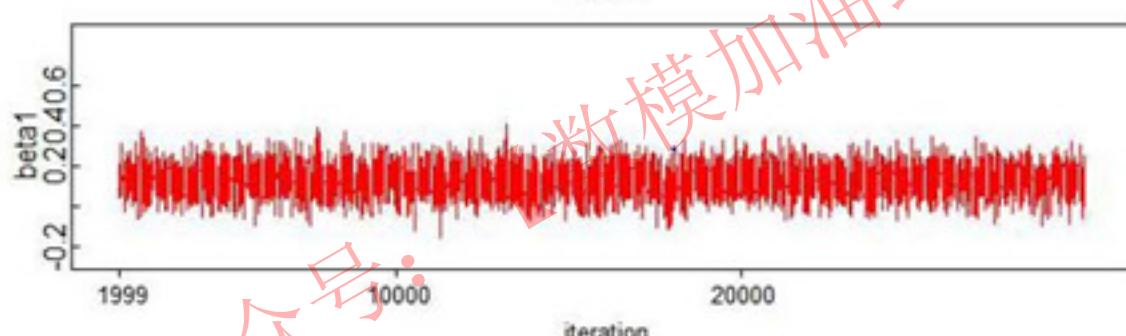


图 2 beta1 的动态轨迹图

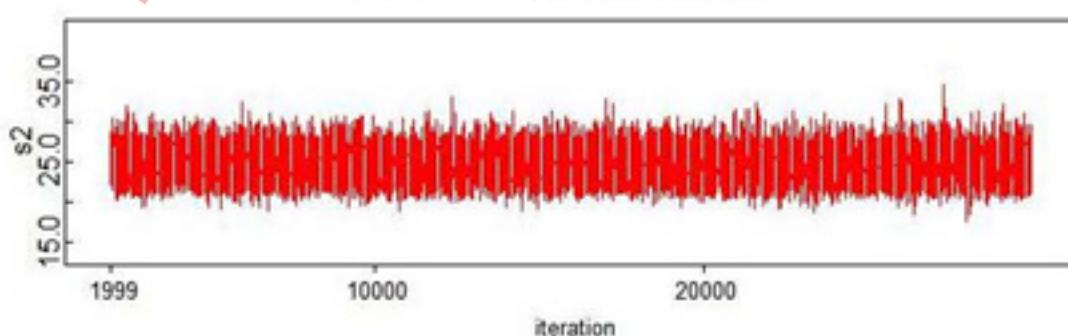


图 3 方差动态 σ^2 轨迹图

(2) 核密度估计曲线呈现单峰对称性分布, 这里只给出部分参数 (alpha,beta1,beta12,beta2) 的核密度估计图, 其他详见附件。

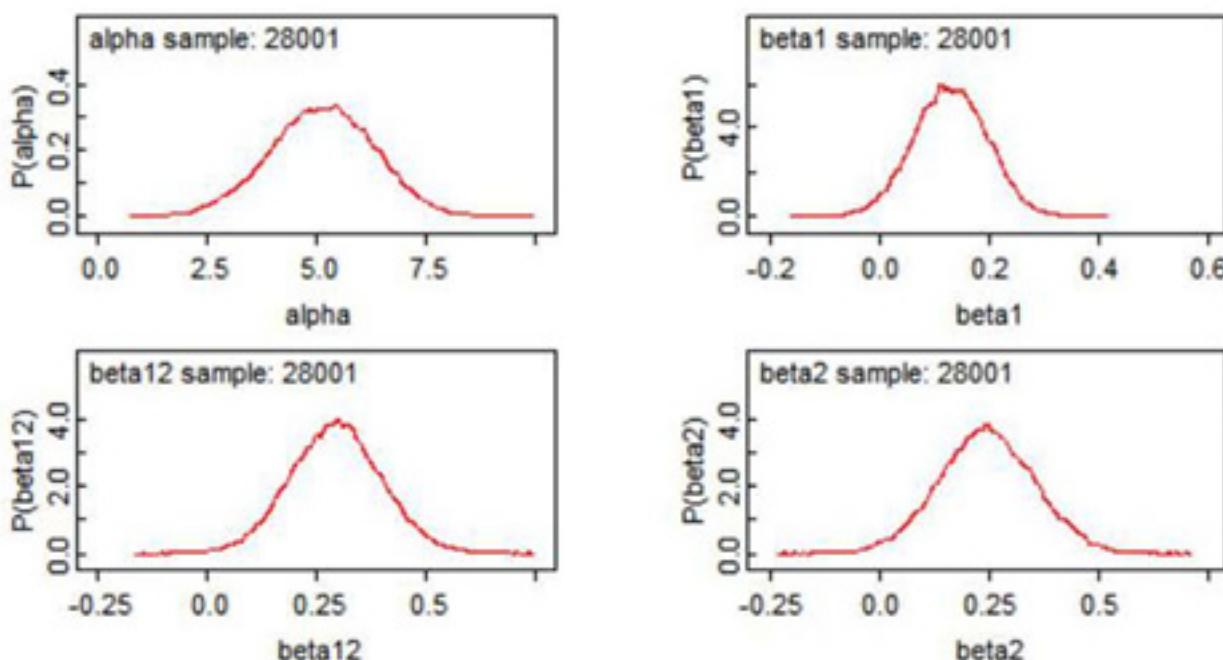


图 4 参数 $\alpha, \beta_1, \beta_{12}, \beta_2$ 的核密度估计曲线

(3) MC 链有一定的自相关性，但滞后 10 期后，自相关性消退为 0。

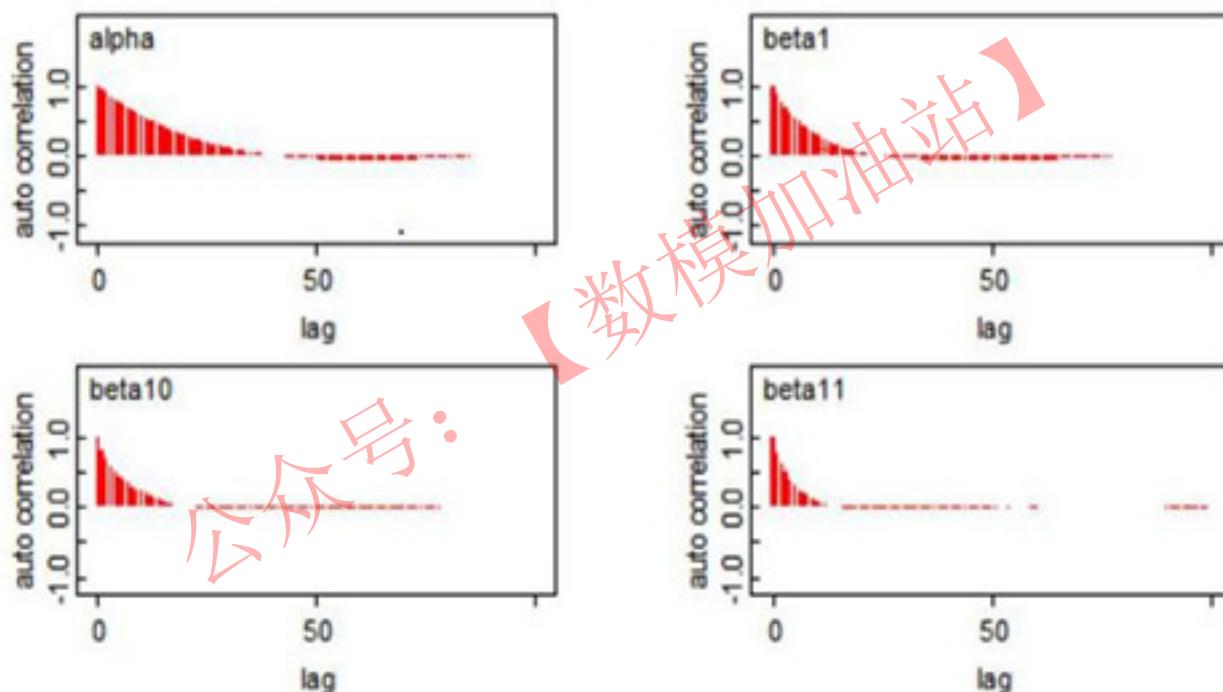


图 5 参数 $\alpha, \beta_1, \beta_{12}, \beta_2$ 的 MC 链自相关图

(4) 参数估计的最大 MC 误差为 α 的 MC 误差 0.03422，最大的标准差为 σ^2 方的标准差 1.857，模型表现较好，可以通过其他花叶类蔬菜的销量完成云南生菜的预测。

4.2.4 模型的表达式

将参数的后验估计代入模型表达式得到最终的 Bayesian 销量模型

$$ynsc_t \sim N(\mu_t, \tau); \sigma^2 = \frac{1}{\tau}$$

$$\begin{aligned} \mu_t = & 5.129 + 0.1298ymymc_t + 0.2455shq_t - 0.05981zyc_t - 0.005823dbc_t \\ & + 0.2971hbc2_t - 0.1255ynscf_t + 0.05292bc_t + 0.1979nbc_t + 0.6288hsj_t \\ & - 0.09277yc_t + 0.6585cx_t + 0.2935th_t \end{aligned} \quad (2)$$

结果显示：

(1) 云南油麦菜(ynync), 上海青(shq), 黄白菜(2)(hbc), 奶白菜(nbc), 红薯尖(hsj), 莴苣(ye), 菜心(cx), 莴蒿(th)的销量对云南生菜(ynac)的销量的产生正的影响较大, 正影响最大的是菜心, 影响最小的是奶白菜。

(2) 竹叶菜(zyc), 大白菜(dbc), 云南生菜(份)(ynscf), 莴苣(ye)的销量对云南生菜(ynac)的销量的产生较小的负影响, 其中负影响最大的是云南生菜(份)。

4.3 各类别蔬菜品种销量指标的 Bayesian 模型

为了完成 Bayesian 模型的建立, 按下列方法进行蔬菜销量数据和处理, 这里以花菜类蔬菜为例进行说明:

4.3.1 模型设定

(1) 以花菜类三个品种的日销量(首两字母加 c)为响应变量, 销售次数(首两字母加 c), 批发价 c, 批发价(首两字母加 p), 退货次数(首两字母加 t), 损耗(首两字母加 s)为解释变量的 Bayesian 销量模型为: (如 qgx=“青梗散花每日销量”, 下同)

$$qgx_t \sim N(\mu_t, \sigma^2) \quad (3)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{\tau}; \mu_t = \alpha + \beta_1 qgc_t + \beta_2 qgp_t + \beta_3 qgt_t + \beta_4 qgs_t + \beta_5 qgj_t$$

$$\log(xlx_t) \sim N(\mu_t, \sigma^2) \quad (4)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{\tau}; \mu_t = \alpha + \beta_1 xlct + \beta_2 xlpt + \beta_3 xlbt + \beta_4 xlst + \beta_5 xljt$$

$$zjx_t \sim N(\mu_t, \sigma^2) \quad (5)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{\tau}; \mu_t = \alpha + \beta_1 zjct + \beta_2 zjpt + \beta_3 zjbt + \beta_4 zjs_t + \beta_5 zjj_t$$

(2) 各参数的先验分布设定, 迭代次数及燃烧期设定同前, 初始值设定见附件。西兰花销量(xlx)模型设定为对数正态模型的目的是和其他两个模型作对比。

4.3.2 模型求解

(1) 三个模型的模型检验、参数后验样本的动态轨迹图、核密度估计图因篇幅限制, 不在赘述, 全部放在支撑材料, 这里只给出三个模型的 Bayesian 参数估计表。

表 3 青工梗散花模型参数 Bayesain 估计汇总表

	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc	start	sample
alpha	0.982	1.548	0.1162	-1.881	0.9159	3.98	2000	28001
beta1	0.5567	0.00635	9.77E-05	0.5443	0.5567	0.5692	2000	28001
beta2	-0.2598	0.06072	0.00113	-0.3778	-0.2597	-0.1403	2000	28001
beta3	-1.789	9.038	0.679	-19.14	-1.394	14.84	2000	28001
beta4	-0.1076	0.05629	0.001594	-0.2179	-0.1083	0.001831	2000	28001
s2	0.885	0.06918	4.17E-04	0.7613	0.8813	1.03	2000	28001

表 4 枝江青梗散花模型参数 Bayesain 估计汇总表

	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc	start	sample
alpha	-55.78	18.57	1.439	-95.08	-50.48	-28.42	2000	28001



beta1	0.4435	0.006855	9.02E-05	0.43	0.4435	0.4569	2000	28001
beta2	0.08408	0.07086	0.001555	-0.05538	0.08389	0.2213	2000	28001
beta3	-0.4839	0.8619	0.005684	-2.165	-0.487	1.204	2000	28001
beta4	59.21	19.76	1.531	30.04	53.56	100.9	2000	28001
beta5	0.1225	0.05628	0.001323	0.01312	0.1221	0.2351	2000	28001
s2	1.018	0.07677	4.94E-04	0.877	1.015	1.179	2000	28001

表 5 西兰花模型参数 Bayesain 估计汇总表

	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc	start	sample
alpha	-217.2	10.03	0.7776	-225.5	-218.8	-182.6	2000	28001
beta1	0.01893	0.00139	1.03E-04	0.01782	0.01852	0.02361	2000	28001
beta2	0.1094	0.2682	0.0208	-0.02156	0.005937	1.08	2000	28001
beta3	0.04799	0.08003	0.003263	-0.0649	0.03865	0.2481	2000	28001
beta4	23.7	1.093	0.08478	19.91	23.87	24.6	2000	28001
beta5	-0.08622	0.1756	0.01361	-0.7168	-0.01819	-1.56E-05	2000	28001
s2	0.02526	0.04594	0.003546	0.01117	0.01311	0.1875	2000	28001

(2) 青梗散花最后的 Bayesain 模型为:

$$qgx_t \sim N(\mu_t, \sigma^2)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{\tau}; \mu_t = 0.982 + 0.5567 qgc_t - 0.2598 qgp_t - 1.789 qgs_t \quad (6)$$

$$- 0.1076 qgj_t \hat{\sigma}^2 = 0.885$$

结果表明:对于青梗散花正态模型,销售次数对销售量产生正向影响,原因在于货量流转量(销售次数)越大,利润越高,蔬菜的批发价、损耗和零售价产生反向影响,利润较低。且在 2022 年 6 月后,它被枝江青梗散花代替,停止了销售。

(3) 西兰花最后的对数正态 Bayesain 模型为:

$$\log(xlx_t) \sim N(\mu_t, \sigma^2)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{\tau}; \mu_t = -217.20 + 0.01893 xlC_t + 0.1094 xlP_t + 0.04799 xlI_t \quad (7)$$

$$+ 23.70 xlS_t - 0.08622 xlJ_t \hat{\sigma}^2 = 0.02526$$

结果表明:对于西兰花对数正态模型,销售次数、批发价、退货及损耗对销售量产生正向影响,原因在于货量流转量(销售次数)越大,利润越高,同时蔬菜的损耗主要来源于放置时间,所以去除不好的及退换不新鲜的,有助于提高销量。同时西兰花是三种蔬菜中售价最高的一种,价格对销量产生反向影响,西兰花也是商超该类蔬菜利润的主要来源。

(4) 枝江青梗散花最后的对数正态 Bayesain 模型为:

$$zjx_t \sim N(\mu_t, \sigma^2)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{\tau}; \mu_t = -55.78 + 0.4435 zjc_t + 0.08408 zjp_t - 0.4839 zjt_t \quad (8)$$

$$+ 59.21 zjs_t + 0.1225 qgj_t \hat{\sigma}^2 = 1.018$$

结果表明：对于枝江青梗散花正态模型，销售次数、批发价损耗和零售价对销售量产生正向影响，原因在于货量流转量（销售次数）越大，利润越高，蔬菜的批发价、损耗和零售价也产生正向影响，说明该产品进价和定价合理，有助于销量的产生。且在 2022 年 6 月后，它代替青梗散花进行销售。对于其他剩余 5 种类别的蔬菜品种，类似地同样可以将每个不同单品销量建立单品销量的正态模型，因时间关系，无法在较短的时间完成。

4.4 问题二

问题 2 中需要对未来一周（2023 年 7 月 1—7 日）的补货总量和进行预测，且要求商超收益最大，为此需要建立多变量 VAR 时序模型及优化模型进行求解。

分成两步完成此问题：

(1) 由公式：进货量 = (销售量+退货量)/(1-损耗率/100)^[9]采用附件 1—4 的销售数据，可计算 2022 年 7 月日至 2023 年 6 月 30 日的进货量，进一步用 VAR 模型完成未来一周的补货量及销售时进行预测。

VAR 模型数学表达式为： $y_t = A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \varepsilon_t$

其中： y_t 是 n 维同期变量向量， y_{t-1} 是 n 维滞后 1 期变量向量， y_{t-2} 是 n 维滞后 2 期变量向量， A_1 、 A_2 是待估计的矩阵， ε_t 为随机的扰动项^[10]。

(2) 由公式：产品价格 = 产品成本 × (1+成本利润率)^[9]，其中：成本利润率 = (净利润/总成本) × 100%，只要计算出成本利润率，就可以完成未来一周蔬菜销售定价策略。

4.4.1 多变量时间序列 VAR 模型的建立

(1) 数据处理及描述

花叶类蔬菜有 13 个品种，参数估计后有两个 13×13 的参数估计矩阵，不便正文排版，为此，改用 7 种水生根茎蔬菜为例说明建模过程：

首先附件 1—4 的水生根茎蔬菜销售数据，按日进行汇总处理，得到 7 种水生根茎类蔬菜的日销售数据，按由公式进货量 = (销售量+退货量)/(1-损耗率/100)，采用可计算 2022 年 7 月日至 2023 年 6 月 30 日的常见 7 种水生根茎类蔬菜的日进货量，在此基础上建立 VAR 模型完成未来一周的销售量及进货量预测。

通常商超在周末会迎来各种商品包括蔬菜的销售高峰，呈现周末销量突增的周期性特征，因此用 EVIEW8.0 版，将日销售数据转化为以 7 天一周的时序进行分析，首先按公式：进货量 = (销售量+退货量)/(1-损耗率/100)^[9]计算出 7 种水生根茎蔬菜进货量，并作图。

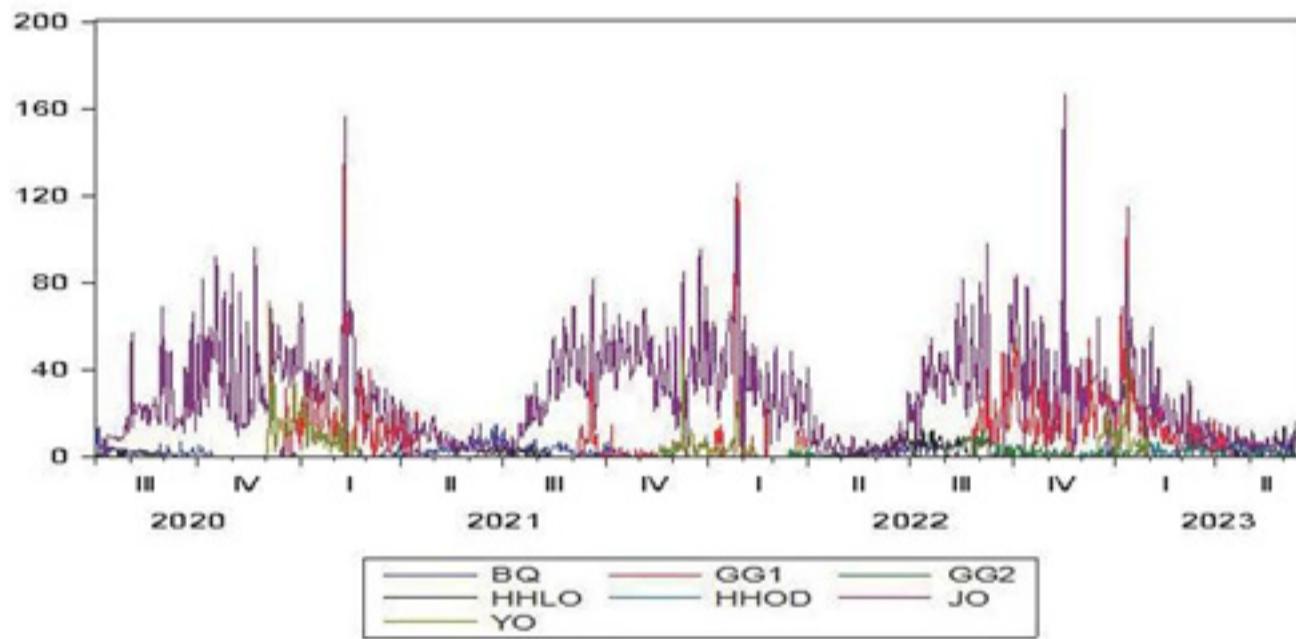


图 6 种水生根茎类蔬菜进货量点线图

(2) VAR 模型的建立

问题 2 中指出：“当日未售出，隔日绝大多数蔬菜无法再售”。为此确定滞后期为 2 期，表明今天销售的蔬菜最多是今天凌晨 3—4 点进的货，也就是在商超陈列 2 天，即售卖 2 天，从而确定 VAR 模型的阶数为 2。

将处理好的数据导入 EVIEWS 建立 VAR 模型，模型参数估计及统计量见表。

表 6 水生根茎类蔬菜 VAR (2) 模型参数估计及统计量汇总表

Vector Autoregression Estimates							
	JO	GG1	BQ	YO	HHLO	GG2	HHOD
JO(-1)	0.421583 (0.03171) I 13.2948	-0.050794 (0.01954) I-2.59889	-0.003402 (0.00297) I-1.14364	-0.006596 (0.00815) I-0.80854	-0.002970 (0.00275) I-1.08088	-0.000605 (0.00187) I-0.32326	-0.005162 (0.00194) I-2.66723
JO(-2)	0.266407 (0.03194) I 8.33997	0.043688 (0.01969) I 2.21699	-0.007760 (0.00300) I-2.59971	0.006695 (0.00821) I 0.84593	-0.003340 (0.00277) I-1.20678	0.002218 (0.00189) I 1.17656	-0.000462 (0.00195) I-0.23714
GG1(-1)	0.195312 (0.05411) I 3.60939	0.738824 (0.03335) I 22.15261	-0.001792 (0.00591) I-0.35306	0.070410 (0.01390) I 5.06549	-0.001919 (0.00469) I-0.40916	0.000646 (0.00319) I 0.20234	0.004813 (0.00330) I 1.39658
GG1(-2)	-0.252647 (0.05423) I-4.65942	-0.052326 (0.03343) I-1.65641	0.001678 (0.00509) I 0.32986	-0.066450 (0.01393) I-4.76997	-0.000237 (0.00470) I-0.05038	0.001066 (0.00320) I 0.33316	0.000359 (0.00331) I 0.10852
BQ(-1)	-0.160666 (0.01560) I 0.50718	-0.157147 (0.01492) I 0.80787	0.464075 (0.02961) I 15.67551	-0.089277 (0.01071) I-1.10124	0.051375 (0.02735) I 1.87848	-0.032348 (0.01863) I-1.73057	0.010315 (0.01926) I 0.53548
BQ(-2)	-0.818140 (0.31397) I-2.60582	-0.299411 (0.19351) I-1.54725	0.257451 (0.02945) I 8.74149	-0.088269 (0.08665) I-1.09447	-0.042834 (0.02721) I-1.57434	0.003022 (0.01853) I 0.16307	-0.020530 (0.01916) I-1.07129
YO(-1)	0.013051 (0.11651) I 0.11202	0.005563 (0.07181) I 0.07746	-0.006207 (0.01093) I-0.56793	0.336302 (0.02993) I 11.2365	-0.000952 (0.01010) I-0.09433	-0.006147 (0.00688) I 0.89389	-0.000336 (0.00711) I-0.04724
YO(-2)	0.094179 (0.11645) I 0.08072	0.054926 (0.07178) I 0.76526	-0.008727 (0.01092) I-0.79992	0.371211 (0.02991) I 12.4094	-0.000916 (0.01009) I-0.09080	-0.002276 (0.00687) I 0.33111	-0.001117 (0.00711) I-0.15720
HHLO(-1)	-0.029800 (0.34404) I-0.08662	-0.110933 (0.21205) I-0.52316	0.112237 (0.03227) I 3.47773	-0.017237 (0.08838) I-0.19605	0.547755 (0.02981) I 18.37261	0.013999 (0.02031) I 0.68939	0.007247 (0.02100) I 0.34512
HHLO(-2)	-0.312279 (0.34624) I-0.90191	-0.171491 (0.21340) I-0.80360	-0.058944 (0.03248) I-1.81482	-0.011376 (0.08894) I-0.12791	0.257224 (0.03000) I 8.57204	0.027593 (0.02044) I 1.35021	-0.025706 (0.02113) I-1.21638
GG2(-1)	-0.977043 (0.47702) I-2.04822	-0.250004 (0.29401) I-0.85033	-0.015438 (0.04475) I-0.34500	-0.098603 (0.12253) I-0.80470	0.057391 (0.04134) I 1.38836	0.419599 (0.02815) I 14.9032	0.009117 (0.02912) I 0.31312
GG2(-2)	1.151753 (0.47610) I 2.41915	0.648913 (0.29344) I 2.21140	-0.057686 (0.04466) I-1.29167	-0.032400 (0.12230) I-0.26493	-0.052854 (0.04126) I-1.28107	0.406079 (0.02810) I 14.4510	-0.023075 (0.02906) I-0.79406
HHOD(-1)	0.266347 (0.49078) I 0.54270	-0.019307 (0.30249) I-0.06383	0.031008 (0.04604) I 0.67354	0.072395 (0.12607) I 0.67426	0.016936 (0.04253) I 0.39822	0.000149 (0.02897) I 0.00514	0.532064 (0.02996) I 17.76171
HHOD(-2)	-1.211467 (0.48894) I 2.47774	0.240690 (0.30136) I 0.79869	-0.022574 (0.04587) I-0.49218	-0.070290 (0.12560) I-0.55968	-0.056439 (0.04237) I-1.33205	-0.006386 (0.02886) I 0.22130	0.207382 (0.02984) I 6.94899
C	10.60838 (1.08406) I 9.78579	2.739230 (0.66815) I 4.09971	0.727166 (0.10169) I 7.15078	0.835386 (0.27847) I 2.99998	0.367220 (0.09394) I 3.90901	0.052580 (0.06398) I 0.82177	0.275764 (0.06617) I 4.16765
R-squared	0.489646	0.543156	0.579672	0.451220	0.615681	0.632556	0.512787
Adj. R-squared	0.482956	0.537168	0.574162	0.444026	0.610643	0.627739	0.506401
Sum sq. resids	256143.8	97303.73	2263.914	16901.30	1923.521	892.3132	954.2724
S.E. equation	15.48661	9.545070	1.452724	3.978088	1.342032	0.914056	0.945258
F-statistic	73.19029	90.69861	105.2050	62.72391	122.2099	131.3259	0.290008
Log likelihood	-4496.552	-3972.433	-1933.594	-3024.566	-1847.760	-1431.836	-1468.188
Akaike AIC	8.331582	7.363680	3.598511	5.613234	3.440000	2.671905	2.739037
Schwarz SC	8.400661	7.432759	3.667590	5.682312	3.509079	2.740984	2.808116
Mean dependent	26.52201	6.329195	1.526686	1.733865	0.903935	0.458228	0.449466
S.D. dependent	21.53736	14.03031	2.226182	5.335158	2.150744	1.498129	1.345437
Determinant resid covariance (dof adj.)	756495.9						
Determinant resid covariance	686129.6						
Log likelihood	-18034.10						
Akaike information criterion	33.49787						
Schwarz criterion	33.99142						

(3) 模型评价和检验

模型参数估计中第一行为最小二乘估计的系数，第二行为系数估数标准差，第三行为 t 检验统计量，绝大多数系数统计检验显著。

模型 7 个水生根茎类蔬菜进货量变量的 AIC 值分别为：8.332, 7.364, 3.599, 5.613, 3.440, 2.672, 2.739。SC 的值分别是 8.401, 7.433, 3.668, 5.682, 3.509, 2.741, 2.808 值较小，且两个值较接近，因此模型表现较好。

R-square 的值为 0.490, 0.543, 0.580, 0.451, 0.616, 0.633, 0.513 有两个超过 0.6, F 值为 73.190, 90.700, 105.205, 62.724, 122.210, 131.326, 80.290 较大，模型整体显著。

综合起来，模型可用于对未来一周的进货量进行预测。

(4) VAR 模型的求解结果

水生根茎类 (ssgj) 蔬菜的最终预测模型为：

$$ssgj_t = A_1 ssgj_{t-1} + A_2 ssgj_{t-2} + \varepsilon_t \quad (9)$$

其中： $ssgj_t = (jo_t, gg1_t, bq_t, yo_t, hhlo_t, gg2_t, hhod_t)^T$

$$ssgj_{t-1} = (jo_{t-1}, gg1_{t-1}, bq_{t-1}, yo_{t-1}, hhlo_{t-1}, gg2_{t-1}, hhod_{t-1})^T$$

$$ssgj_{t-2} = (jo_{t-2}, gg1_{t-2}, bq_{t-2}, yo_{t-2}, hhlo_{t-2}, gg2_{t-2}, hhod_{t-2})^T$$

$$\varepsilon_t = (10.60838, 2.73923, 0.727166, 0.835386, 0.36722, 0.05285, 0.275764)$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0.42158 & 0.195312 & -0.160066 & 0.013051 & -0.0298 & -0.97704 & 0.266347 \\ -0.050794 & 0.738824 & -0.157147 & 0.005563 & -0.110933 & -0.250004 & -0.019307 \\ -0.003402 & -0.001792 & 0.464075 & -0.006207 & 0.112237 & -0.015438 & 0.031008 \\ -0.006586 & 0.07041 & -0.089277 & 0.336302 & -0.017237 & -0.098603 & 0.072395 \\ -0.006586 & 0.07041 & -0.089277 & 0.336302 & -0.017237 & -0.098603 & 0.072395 \\ -0.000605 & 0.000646 & -0.032348 & -0.006147 & 0.013999 & 0.419599 & 0.000143 \\ -0.005162 & 0.004613 & 0.010315 & -0.000336 & 0.007247 & 0.009117 & 0.532064 \end{bmatrix}$$

$$A_2 = \begin{bmatrix} 0.266407 & -0.252647 & -0.81814 & 0.094179 & -0.312279 & 1.151753 & -1.211467 \\ 0.043688 & -0.052326 & -0.299411 & 0.054926 & -0.171491 & 0.648913 & 0.24069 \\ -0.00776 & 0.001678 & 0.257451 & -0.008727 & -0.058944 & -0.057686 & -0.022574 \\ 0.006695 & -0.06645 & -0.088269 & 0.371211 & -0.011376 & -0.0324 & -0.07029 \\ -0.00334 & -0.000237 & -0.042834 & -0.000916 & 0.257224 & -0.052854 & -0.056439 \\ 0.002218 & 0.001066 & 0.003022 & -0.002276 & 0.027593 & 0.406079 & -0.006386 \\ -0.000462 & 0.000359 & -0.02053 & -0.001117 & -0.025706 & -0.023075 & 0.207382 \end{bmatrix}$$

同理可以完成花菜类 (hc) 的 VAR 模型的求解，具体的预测模型为：

$$hc_t = A_1 hc_{t-1} + A_2 hc_{t-2} + \varepsilon_t,$$

其中： $hc_t = (qgsh, xlh, zjqhsh)^T$, $hc_{t-1} = (qgsh_{t-1}, xlh_{t-1}, zjqhsh_{t-1})^T$

$$hc_{t-2} = (qgsh_{t-2}, xlh_{t-2}, zjghsh_{t-2})^T, \varepsilon_t = (2.806852, 10.98039, 1.206675)^T$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0.656697 & 0.035417 & -0.049851 \\ 0.122867 & 0.502671 & 0.151965 \\ -0.023773 & 0.023134 & 0.620488 \end{bmatrix}, A_2 = \begin{bmatrix} 0.142724 & -0.050415 & -0.039705 \\ -0.11455 & 0.092626 & -0.108035 \\ -0.01876 & -0.018192 & 0.222313 \end{bmatrix}$$

用 6 个时序 VAR 模型完成 6 类蔬菜未来一周补货总量及各个单品补货量预测, 计算结果汇总见表, 排除不补货的单品蔬菜 5 个, 首次确定最终需要补货的品种有 34 个品种。

表 7 未来一周各天各个单品补货

种类	单品名称	单品编码	7月1	7月2	7月3	7月4	7月5	7月6	7月7
			日	日	日	日	日	日	日
花叶类	云南生菜	102900005115779	3.93	5.04	6.39	7.22	7.90	8.39	8.79
	云南油麦菜	102900005115984	0.27	1.48	1.94	2.45	2.89	3.25	3.58
	上海青	102900005115823	-0.31	0.36	0.69	1.18	1.55	1.90	2.20
	竹叶菜	102900005115786	13.69	13.13	12.53	11.98	11.48	11.02	10.60
	大白菜	102900005115960	-0.92	0.95	0.96	1.73	2.07	2.50	2.86
	黄白菜(2)	102900051010455	2.00	2.86	3.36	3.86	4.19	4.51	4.76
	云南生菜(份)	102900011030059	37.46	36.06	35.50	34.81	34.38	34.02	33.77
	菠菜	102900005118817	0.97	1.46	2.00	2.33	2.59	2.79	2.94
	奶白菜	102900011008164	7.93	7.77	7.24	6.98	6.76	6.60	6.47
	红薯尖	102900005119975	5.91	5.70	5.59	5.44	5.32	5.18	5.06
辣椒类	苋菜	102900005115762	9.38	9.03	8.95	8.69	8.44	8.18	7.93
	菜心	102900005115908	0.46	0.98	1.13	1.36	1.50	1.64	1.76
	茼蒿	102900005115878	0.39	0.89	1.19	1.50	1.72	1.91	2.07
	芜湖青椒(1)	102900011016701	-2.99	-3.69	-4.21	-4.59	-4.91	-5.18	-5.41
	泡泡椒(精品)	102900005117056	-1.27	2.74	-1.79	-7.23	-10.49	-13.73	-16.53
	螺丝椒	102900011000328	-0.54	-0.57	-0.71	-0.94	-1.15	-1.34	-1.51
	小米椒	102900005125808	0.44	0.42	0.55	0.62	0.70	0.76	0.83
食用菌类	红椒(1)	102900005116233	1.73	1.60	1.97	2.09	2.25	2.37	2.47
	小米椒(份)	102900011031100	27.49	24.70	23.43	21.86	20.60	19.45	18.46
	青线椒	102900051004294	0.54	0.84	1.02	1.16	1.28	1.37	1.46
	西峡香菇(1)	102900005116530	3.00	5.10	6.58	7.74	8.62	9.31	9.85
花卉类	金针菇(盒)	106949711300259	18.19	17.37	18.00	17.94	17.92	17.79	17.63
	西峡花菇(1)	102900005115250	6.76	6.57	6.15	5.81	5.45	5.14	4.85
	金针菇(1)	102900005116547	1.22	1.51	2.04	2.35	2.64	2.87	3.07
花菜	青梗散花	102900011009970	1.44	2.40	3.16	3.80	4.34	4.81	5.21
	西兰花	102900005116714	22.92	24.78	26.22	27.03	27.55	27.86	28.05

水生根茎类	枝江青梗散花	102900011034026	12.96	12.68	12.02	11.52	11.03	10.58	10.17
	净藕(1)	102900005116899	8.42	8.26	0.48	0.53	0.34	1.31	3.79
	高瓜(1)	102900005118824	13.62	9.36	0.87	1.11	0.87	0.79	3.19
	荸荠	102900011009277	21.33	10.01	1.13	1.19	1.12	0.90	2.71
	野藕(1)	102900011010891	19.36	9.51	1.31	1.33	1.23	0.76	2.28
	洪湖莲藕(粉藕)	102900011021842	19.59	9.39	1.39	1.36	1.27	0.77	1.94
	高瓜(2)	102900011032732	21.15	8.96	1.49	1.42	1.30	0.72	1.67
	洪湖藕带	102900051000944	22.73	8.48	1.56	1.41	1.28	0.70	1.44
茄类	紫茄子(2)	102900005116257	13.28	14.15	13.82	13.87	13.73	13.65	13.55
	青茄子(1)	102900005116509	1.54	1.33	1.82	1.92	2.12	2.23	2.34
	长线茄	102900011022764	5.84	5.95	5.01	4.60	4.17	3.84	3.56
	大龙茄子	102900011009444	0.02	-0.21	-0.13	-0.16	-0.09	-0.04	0.03
	圆茄子(2)	102900051000463	1.46	1.33	1.26	1.20	1.15	1.12	1.09

注：负数表示该品种当天未完全卖完，也未退货，第二天可打折销售的产品量，同时也表明当天该品种不需要补货。

(5) 结果分析

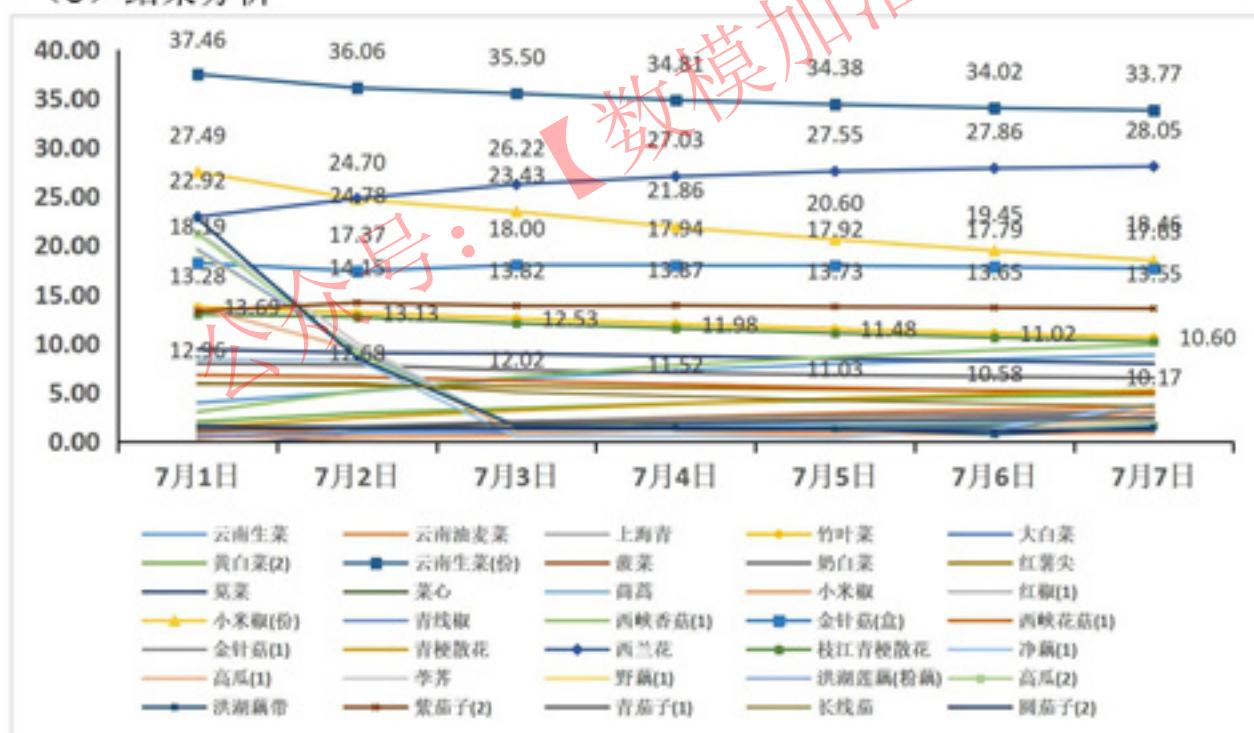


图 7 未来一周各天各个单品补货对比图

(6) 结果表明:

未来一周，云南生菜补货量排名居第1位，西兰花居第2位，小米椒（份）居第3位，金针菇（盒）居4位，紫茄子（2）居第5位，竹叶菜居6位，枝江青梗散花居第7位。

三个品种（洪湖藕带，野藕（1），高瓜（1），高瓜（2））呈现出快速下降并趋于零的趋势，将这几个品种排除，最后剩下29个，分别是：云南生菜、云南油麦菜、竹叶菜、大白菜、黄白菜（2）、云南生菜（份）、菠菜、奶白菜、红薯尖、苋菜、菜心、茼蒿、小米椒、红椒（1）、小米椒（份）、青线椒、西

峡香菇(1)、金针菇(盒)、西峡花菇(1)、金针菇(1)、青梗散花、西兰花、枝江青梗散花、净藕(1)、荸荠、洪湖莲藕(粉藕)、紫茄子(2)、青茄子(1)、长线茄。除了云南生菜及小米椒(份)补货量略有下降外，其他菜品呈稳定略有上升的态势。

综合起来，各蔬菜品类未来一周(2023年7月1-7日)的日补货总量是：

花叶类未来一周(2023年7月1-7日)的日补货总量：81.4513、85.3473、86.7773、88.3452、89.2398、89.9931、90.6048，辣椒类未来一周(2023年7月1-7日)的日补货总量：30.1984、27.5652、26.9727、25.7342、24.8277、23.9539、23.2130，食用菌类未来一周(2023年7月1-7日)的日补货总量：29.1749、30.5565、32.7689、33.8375、34.6317、35.1066、35.4033，花菜类未来一周(2023年7月1-7日)的日补货总量：37.3203、39.8560、41.4045、42.3502、42.9172、43.2481、43.4332，

水生根茎类未来一周(2023年7月1-7日)的日补货总量：49.3441、27.6608、3.0066、3.0777、2.7360、2.9864、8.4441，茄类类未来一周(2023年7月1-7日)的日补货总量：20.6610、21.4225、20.6580、20.6580、20.3960、20.0122、19.7191、19.4550。

4.5 优化模型求解成本利润率完成定价策略

本节用优化模型完成成本利润率的计算，数学味道较重，符号采用正文开始时的约定的符号构建优化模型，并用 Lingo18.0×64 完成模型的求解^[11]。

4.5.1 模型建立

(1) 目标函数的确定。

由实际含义可得，利润=销售总价-成本总价，销售总价为蔬菜销售量(a_{it})与产品定价($p_{it} = c_{it}(1+f_{it})$)的乘积构成，其中： c_{it} 为蔬菜成本价， f_{it} 为蔬菜的成本利润率。成本总价为蔬菜成本价乘以蔬菜进货量(x_{it})的积，再乘以 $1+b_{it}$ ，其中 b_{it} 为蔬菜损耗率， n 为某蔬菜类所含蔬菜单品的数目， m 为时段所含天数。

对于花菜类来讲： $n=3, m=7$ ，其他依次类推。从而得到目标函数。

$$\text{Max} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^m [a_{it}c_{it}(1+f_{it}) - c_{it}x_{it}(1+b_{it})] \quad (10)$$

(2) 约束条件

商超经营过程中，成本利润率和损耗率有关，通常损耗率越高，成本利润率越低，损耗率越低，成本利润率越高。结合题目要求，因本题所有单品中损耗率最高为 29.25%，以损耗率的区间[0,0.3]为基础，将其均等划分为 4 个子区间，并对成本利润率进行了不等式约束。结合进货量、销量、损耗量和退货量间的关系，建立等式约束。综合起来最终的约束条件为：

$$\begin{cases} x_{it} = a_{it} + e_{it} + b_{it}x_{it} & i=1,2,\dots,n \quad t=1,2,\dots,m \\ 0 \leq f_{it} \leq 0.3 & 0.225 \leq b_{it} \leq 0.3 \\ 0.3 \leq f_{it} \leq 0.6 & 0.15 \leq b_{it} \leq 0.225 \\ 0.6 \leq f_{it} \leq 0.9 & 0.075 \leq b_{it} \leq 0.15 \\ 0.9 \leq f_{it} \leq 1.2 & 0 \leq b_{it} \leq 0.075 \\ a_{it}, c_{it}, f_{it}, b_{it}, e_{it} \geq 0 & i=1,2,\dots,n \quad t=1,2,\dots,m \end{cases} \quad (11)$$

(3) 模型的求解

目前大多数优化模型均只能解决截面数据相关问题的优化问题，尚不能通过下标的变换实现纵向数据优化问题，本例中涉及到未来一周的补货及定价问题，所以模型（10）（11）中销售量及补货量用 VAR 模型中的预测值替代，就可用 Lingo18.0×64 完成模型的求解。求解得到的成本利润率表，最终定价策略见图，详细结果见附件。

表 8 成优化模型下的成本利润率表

种类	单品名称	7月1日	7月2日	7月3日	7月4日	7月5日	7月6日	7月7日
花菜类	青梗散花	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	西兰花	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	枝江青梗散花	0.9	0.6	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9
花叶类	云南生菜	0.3	0.6	0.6	0.6	0.3	0.6	0.3
	云南油麦菜	0.6	0.9	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6
	上海青	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	竹叶菜	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	大白菜	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	黄白菜(2)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	云南生菜(份)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	菠菜	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3
	奶白菜	0.6	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	红薯尖	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
辣椒类	苋菜	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	菜心	0.9	0.9	0.6	0.9	0.9	0.6	0.6
	苘蒿	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	芜湖青椒(1)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	泡泡椒(精品)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	螺丝椒	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	小米椒	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
食用菌	红椒(1)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	小米椒(份)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	青线椒	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	西峡香菇(1)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	金针菇(盒)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	西峡花菇(1)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

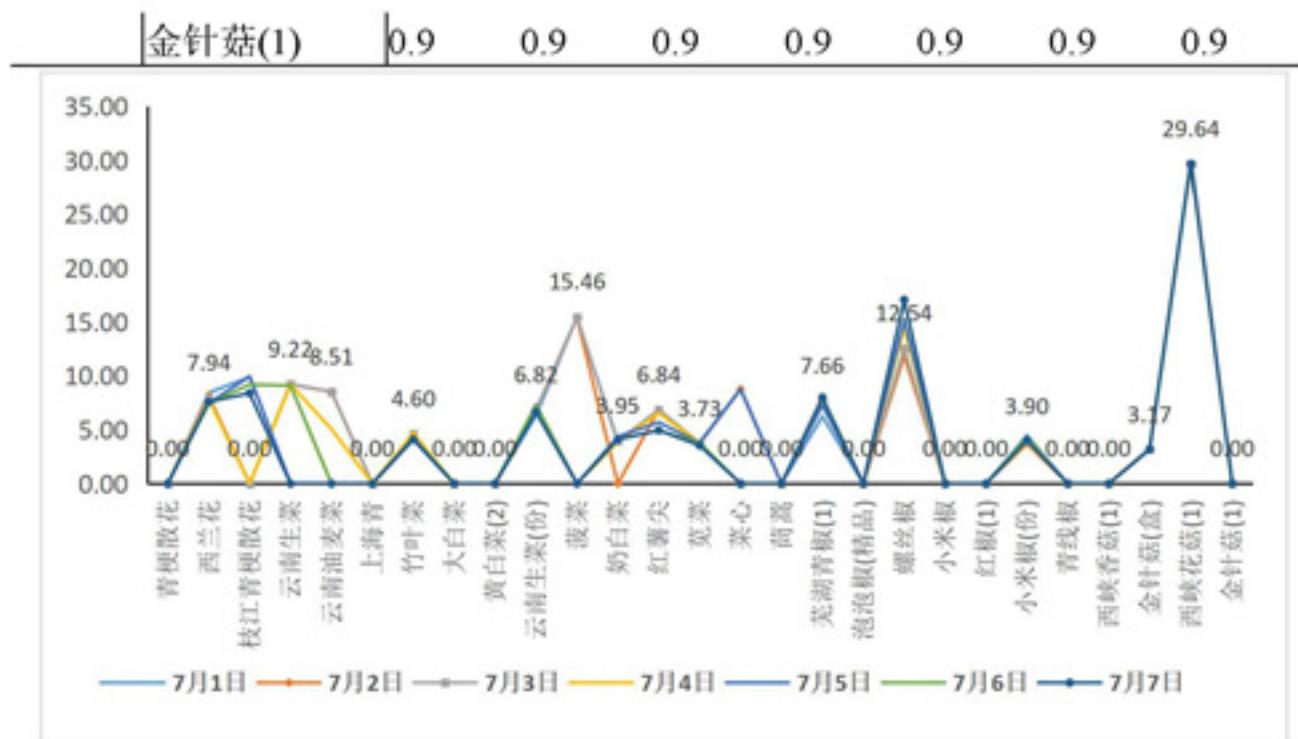


图 8 29 种蔬菜未来一周售卖价格策略（只标出部分蔬菜品种的未来价格）

注：数值 0 表示该产品不再售卖，或者暂时不进货，如青梗散花后期被枝江青梗散花替代不售卖

4.6 问题三求解

4.6.1 对于问题三，可售单品控制策略：

(1) 商超可售单品的再次确定

商超早 8 点到 22 点除去准备营业及闭门整理时间外，预计 13 个小时的正常营业时间，蔬菜销售数据附件 1-4 中含有各个菜品近三年的销售频次信息，该信息表明各个菜品的流量，流量越大，销量越大，周转越快，因此用该信息结合时点，可计算出各个菜品半小时周转次数。因频率稳定于概率，若某单品半小时销售次数超过 0.7 次，则在半小时内该单品被购买的可能性为 0.7，以此为标准从另外一方面进行筛选最终筛选出 29 个品种，和 VAR 模型预测结果作为标准筛选得的品种几乎一致，数量也是 29 个品种，这 29 个品种能满足大部分的市场需求，也是大多数商超中售卖的蔬菜品种，说明 VAR 模型预测结果具有一定的代表性和准确性。

(2) 销售空间约束的优化模型

问题切入

在销售空间约束在单品订购满足最小陈列量 2.5 千克的条件，说明陈列的货品应该包括两部分：今天凌晨补的货品，昨天未售出今天品像可以，还可销售的货品（如藕、辣椒等），问题要求用 2023 年 6 月 24—30 日的可售品种，完成 2023 年 7 月 1 日的补货策略，且满足市场需求（备足合适的货品），使收益最大化，同样只能用优化模型来完成该问题的求解。

(3) 进货模型建立

由实际含义可得，利润=销售总价-成本总价，销售总价为蔬菜销售量 (a_{it})

与产品价格 (p_{it}) 的乘积构成，由于用到的数据是 2023 年 6 月 24—30 日的数据，

这两个指标的数据是已知的，同时，批发价 c_{it} 及损耗率 b_{it} 指标的数据也是已知

的，可完全依靠优化模型求解，完成这几天的补货数量。相应的约束条件类似处理。 n 为某蔬菜类所含蔬菜单品的数目， $m=7$ （2023 年 6 月 24—30 日）。从而建立优化模型：

$$\begin{aligned} \text{Max } & \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^7 [a_{it} p_{it} - c_{it} x_{it} (1 + b_{it})] \\ \left\{ \begin{array}{l} x_{it} = a_{it} + e_{it} + b_{it} x_{it} \quad i=1,2,\dots,n \quad t=1,2,\dots,7 \\ a_{it}, p_{it}, c_{it}, x_{it}, b_{it}, e_{it} \geq 0 \end{array} \right. \end{aligned} \quad (12)$$

（4）补货及定价模型的建立

通过进货模型（a）可以由真实销售数据在收益最大的条件下求解出 7 天（2023 年 6 月 24—30 日）的进货量 (x_{it}) 根据 7 天的进货量，计算平均值

$\bar{x}_i = \frac{1}{7} \sum_{t=1}^7 x_{it}$ 作为 2023 年 7 月 1 日的计划进货量，在 7 月 1 日销售过程中的补货

量为 y_i ，成本利润率为 f ，批发价为 c_i ，损耗率为 y_i ，6 月 30 日的进货量为 x_i ，销量 a_i ，退货量为 e_i ，则 $x_i - e_i - a_i$ 为 6 月 30 日剩余可卖的货品，将陈列在货台上，构成销售空间约束： $\bar{x}_i + x_i - e_i - a_i + y_i \geq 2.5$ ，其他约束条件类似，构成优化补货及定价模型。

$$\begin{aligned} \text{Max } & \sum_{i=1}^m [d_i c_i (1 + f) - (1 + b_i) c_i (\bar{x}_i + y_i)] \\ \left\{ \begin{array}{l} \bar{x}_i + x_i - e_i - a_i + y_i \geq 2.5 \quad i=1,2,\dots,n \\ d_i = \bar{x}_i + y_i + e_i + (\bar{x}_i + y_i) b_i \quad i=1,2,\dots,n \\ d_i, c_i, f d_i, b_i, \bar{x}_i, y_i, x_i, e_i \geq 0 \end{array} \right. \end{aligned} \quad (13)$$

（5）模型求解

根据模型的表达式在 Lingo18.0×64 中编写代码求解，得到 2023 年 7 月 1 日补货量，成本利润率及销售量，见表 9。

表 9 2023 年 7 月 1 日销售量、当填补货量及定价表

种类	单品名称	销量 d	价格波动水平 f (%)	补货量 y	定价
花菜类	青梗散花	40.74	100.00	11.16	8.26
	西兰花	34.17	100.00	5.94	16.64
	枝江青梗散花	40.60	100.00	11.81	5.67
花叶类	云南生菜	32.41	100.00	24.70	6.55
	云南油麦菜	29.75	100.00	24.89	3.32
	上海青	28.61	100.00	25.00	4.84
	竹叶菜	39.86	100.00	7.99	4.64

	大白菜	30.57	100.00	25.00	1.68
	黄白菜(2)	28.90	100.00	25.00	6.68
	云南生菜(份)	71.29	100.00	0.00	7.21
	菠菜	31.76	100.00	24.78	8.26
	奶白菜	30.36	100.00	13.08	4.33
	红薯尖	29.54	100.00	18.17	6.41
	苋菜	39.34	100.00	14.72	4.65
	菜心	31.14	100.00	24.80	5.27
	茼蒿	26.57	100.00	25.00	5.22
辣椒类	芜湖青椒(1)	37.89	100.00	7.28	6.77
	泡泡椒(精品)	26.77	100.00	25.00	3.08
	螺丝椒	31.54	100.00	14.79	15.03
	小米椒	26.47	100.00	25.00	17.98
	红椒(1)	27.94	100.00	25.00	12.74
	小米椒(份)	47.32	100.00	0.00	4.27
	青线椒	26.95	100.00	25.00	12.04
食用菌	西峡香菇(1)	28.46	100.00	25.00	18.33
	金针菇(盒)	41.20	100.00	8.73	2.91
	西峡花菇(1)	31.44	100.00	19.02	31.20
	金针菇(1)	25.86	100.00	25.00	3.71

4.7 问题四

4.7.1 建议

1.为了更好地制定蔬菜商品的补货及定价决策，还需要蔬菜批发商提供批发量，和进货量数据，批发利润率数据，目的在于构造一个蔬菜批发季节指数，对正文中的 VAR 模型及优化模型进行适当的调整，提高模型对现实商超数据的拟合优度。

2.商超需要在适当时机（每个季节）设计调整问卷。在蔬菜售卖过程中，收集顾客对商超蔬菜售卖服务质量的满意度调查。根据顾客对商超服务的评价，在价格、蔬菜质量，品种上适当作优化，进一步提高顾客的忠诚度。从而提高销售量及蔬菜的周转率，间接提升商超的收益率。

(二) 展望

1.因为时间有限，只针对花叶类的 13 个品种建立的 Bayesian 销量预测模型，对花菜类三个品种建立了 Bayesian 补货量预测模型，给出了 WinBUGS 代码，其他蔬菜品种类的 Bayesian 销量及补货量预测模型只要参考相应代码即可完成，因时间关系，暂时未完成。

2.时间序列模型的建立虽然为问题 2 的求解铺平道路，如果能在 Bayesian 框架下完成结果会更理想，有待同行进一步探讨。

3.商超蔬菜销售数据属于复杂数据范畴，用机器学习方法也可以完成大量的问题，但数据处理仍是一个值得探讨的问题，有待同行进一步研究。

4.商超蔬菜销售数据内含大量的缺失值及零数据，本文采用同期平均法解决了一部分缺失值及零数据，原始数据集为零膨胀数据集，采用零膨胀数据建模也

是一种值得推荐的方法，也希望同行共同商讨。

五、参考文献

- [1] 王旭光.“双赢”坚定企业科创信心[N]. 国际商报,2022-11-18(005).DOI: 10.28270/n.cnki.ngjsb.2022.005104.
- [3] 朱洪文.应用统计[M].北京:高等教育出版社.2004,7,1:205-235.
- [4] Estrada G,Elizabeth,Villaseñor, et al. Shapiro-Wilk test for multivariate skew-normality[J]. Computational Statistics,2022(prepublish).
- [5] 薛毅.统计建模与 R 软件 (第 1 版) [M].北京:清华大学出版社.2007,4:402-418
- [6] 朱洪文.应用统计[M].北京:高等教育出版社.2004,7,1:205-235.
- [7] Radford M. Neal. Suppressing Random Walks in Markov Chain Monte Carlo Using Ordered Overrelaxation[M].Learning in Graphical Models. Springer Netherlands, 1998. 205-230.
- [8] Lunn D, Jackson Christopher, et al. A Practical Introduction to Bayesian Analysis[M].CRC Press,2013.
- [9] 赵阳阳. 信息对称/不对称条件下二级供应链协调方法及系统实现[D].哈尔滨工业大学,2016. 32.
- [10] 易丹辉. 数据分析与 EViews 应用[M].中国统计出版社,2002.10.166-179.
- [11] 袁新生、邵大宏、郁时炼. LINGO 和 Excel 在数学建模中的应用[M].科学出版社,2007.32

后序

附录

一、支撑材料

1. 数据：

- ⑤ 花菜类销量分布.csv
- ⑥ 花叶类销量分布.csv
- ⑦ 辣椒类销量分布.csv
- ⑧ 茄子类销量分布.csv
- ⑨ 食用菌类销量分布.csv
- ⑩ 水生根类销量分布.csv
- ⑪ Eviews 8 VAR模型进货量预测汇总绘图数据.xlsx
- ⑫ Eviews 8 VAR模型进货量预测数据汇总.xlsx
- ⑬ Eviews 8 VAR模型销售量预测数据汇总.xlsx
- ⑭ 各类蔬菜平均每小时销量大于0.7汇总.xlsx
- ⑮ 各品类未来一周的补货总量.xlsx
- ⑯ 各蔬菜日平均销量大于1汇总.xlsx
- ⑰ 花菜类Bayesain模型.xlsx
- ⑱ 花菜类概率.xlsx
- ⑲ 花菜类时序分析.xlsx
- ⑳ 花菜类相关系数.xlsx
- ㉑ 六个类别别24 - 30可售品种.xlsx
- ㉒ 数据预处理中间体数据.xlsx
- ㉓ 问题3Llingo步骤1计算结果预测进货量.xlsx
- ㉔ 问题3结果定价策略汇总.xlsx

2. 图：

- ① 图 1 alpha 的动态轨迹图.jpg
- ② 图 2 beta1 的动态轨迹图.jpg
- ③ 图 3 方差动态轨迹图.jpg
- ④ 图 4 参数alpha,beta1,beta12,beta2的核密度估计曲线.jpg
- ⑤ 图 5 参数alpha,beta1,beta12,beta2的MC链自相关图.jpg
- ⑥ 图 6 种水生根茎类蔬菜进货量点线图.jpg
- ⑦ 图 7 未来一周每天各个单品补货对比图.jpg

- 图 8 29种蔬菜未来一周售卖价格策略（只标出部分蔬菜品种的未来价格）.jpg
- 参数alpha的动态轨迹图.jpg
- 参数beta1的动态轨迹图.jpg
- 参数beta1的核密度估计图.jpg
- 参数beta3的动态轨迹图.jpg
- 参数beta3的核估计图.jpg
- 参数beta4的动态轨迹图.jpg
- 花菜类Bayesain模型运行结果收敛图表.docx
- 花菜类Bayesain模型运行结果销量图表.doc
- 花菜类Eviews 8进货量预测模型分析图表.docx
- 花叶类Eviews 8进货量预测模型分析图表.docx
- 辣椒类Eviews 8进货量预测模型分析图表.docx
- 茄类Eviews 8进货量预测模型分析图表.docx
- 食用菌Eviews 8进货量预测模型分析图表.docx
- 水生根茎类Eviews 8进货量预测模型分析图表.docx

3.代码文件

- 问题2花菜类.lg4
- 问题2花菜类运行结果.lgr
- 问题2花叶类.lg4
- 问题2花叶类运行结果.lgr
- 问题2辣椒类.lg4
- 问题2辣椒类运行结果.lgr
- 问题2食用菌.lg4
- 问题2食用菌类运行结果.lgr

- ▶ 花菜类问题3步骤1/lg4
- ▶ 花菜类问题3步骤1运算结果.lgr
- ▶ 花菜类问题3步骤2/lg4
- ▶ 花菜类问题3步骤2运算结果.lgr
- ▶ 花叶类问题3步骤1/lg4
- ▶ 花叶类问题3步骤1运算结果.lgr
- ▶ 花叶类问题3步骤2/lg4
- ▶ 花叶类问题3步骤2运算结果.lgr
- ▶ 辣椒类问题3步骤1/lg4
- ▶ 辣椒类问题3步骤1运算结果.lgr
- ▶ 辣椒类问题3步骤2/lg4
- ▶ 辣椒类问题3步骤2运算结果.lgr
- ▶ 食用菌问题3步骤1/lg4
- ▶ 食用菌问题3步骤1运算结果.lgr
- ▶ 食用菌问题3步骤2/lg4
- ▶ 食用菌问题3步骤2运算结果.lgr
- ◀ shapiro正态检验.R
- 花菜类销量.odc
- 青梗散花正态模型代码.odc
- 西兰花对数正态模型代码.odc
- 孜江青梗散花代码.odc

5.Eviews 文件

- ◀ 花菜类Eviews 8进货量预测模型.wf1
- ◀ 花菜类Eviews 8销售量预测模型.wf1
- ◀ 花叶类Eviews 8进货量预测模型.wf1
- ◀ 花叶类Eviews 8销售量预测模型.wf1

- 辣椒类Eviews 8进货量预测模型.wf1
- 辣椒类Eviews 8销售量预测模型.wf1
- 茄类Eviews 8进货量预测模型.wf1
- 茄类Eviews 8销售量预测模型.wf1
- 食用菌Eviews 8进货量预测模型.wf1
- 食用菌Eviews 8销售量预测模型.wf1
- 水生根茎类Eviews 8销售量预测模型.wf1
- 水生根类Eviews 8进货量预测模型.wf1

二、代码

一、云南生菜销量和其他花叶量销量的贝叶斯模型 BUGS 代码

```
model{  
    for(i in 1:n){  
        ynsc[i]~dnorm(mu[i],tau)  
        mu[i]<-alpha+beta1*ynymc[i]+beta2*shq[i]+beta3*zyc[i]  
        +beta4*dbc[i]+beta5*hbc2[i]+beta6*ynscf[i]+beta7*bc[i]+beta8*nbc[i]+beta9*hsj[i]  
        +beta10*yc[i]+beta11*cx[i]+beta12*th[i]  
    }  
    s2<-1/tau  
    tau~dgamma(0.01,0.01)  
    alpha~dnorm(0,0.01)  
    beta1~dnorm(0,0.01)  
    beta2~dnorm(0,0.01)  
    beta3~dnorm(0,0.01)  
    beta4~dnorm(0,0.01)  
    beta5~dnorm(0,0.01)  
    beta6~dnorm(0,0.01)  
    beta7~dnorm(0,0.01)  
    beta8~dnorm(0,0.01)  
    beta9~dnorm(0,0.01)  
    beta10~dnorm(0,0.01)  
    beta11~dnorm(0,0.01)  
    beta12~dnorm(0,0.01)  
}
```

data

list(n=365)

ynsc[]	ynymc[]	shq[]	zyc[]	dbc[]	hbc2[]	ynscf[]	bc[]	nbc[]	hsj[]	yc[]	cx[]	th[]	
33.52	17.38	8.10	18.95	8.22	5.13	0.67	4.64	4.56	14.79	6.22	12.08	0.00	
33.62	18.69	6.42	15.79	6.26	11.78		0.67	4.29	4.29	18.86	8.50	12.05	0.00
32.58	21.58	8.63	14.80	9.68	12.04		0.00	5.21	7.00	20.11	8.43	10.18	0.00
38.46	18.11	14.97	14.61	10.52		13.87		0.00	3.22	5.88	11.96	4.66	9.79
0.00													
28.94	15.98	7.52	19.65	9.11	11.16		0.00	2.90	9.94	25.23	5.85	9.12	0.00
32.04	13.14	8.58	16.59	10.30		10.53		0.00	4.95	3.23	13.63	5.55	8.55
26.28	21.08	8.46	12.59	9.97	8.76	0.00	1.99	2.89	10.78		5.96	8.70	0.00
25.67	10.02	7.73	9.40	9.40	9.81	0.00	2.60	3.39	11.76		6.71	7.95	0.00
28.77	15.32	8.79	15.92	10.05		11.10		0.00	5.21	3.06	9.22	8.96	7.50
21.85	21.20	11.18	22.63	12.54		11.11		0.00	4.42	5.09	15.47	6.02	9.43
0.00													
37.10	21.10	11.51	18.71	9.00	22.10		0.00	4.77	3.97	13.74		8.44	7.91
29.19	28.84	5.96	19.36	8.17	19.43		0.00	2.74	2.17	11.80		8.26	9.96
29.76	12.57	9.54	11.98	8.39	14.24		0.00	4.24	4.80	13.75		2.17	8.42
28.98	19.26	8.86	15.22	10.40		10.98		0.00	4.01	4.16	20.79		2.92
25.91	20.97	8.75	14.29	15.36	14.43		0.00	2.97	4.83	12.01		3.86	6.18
33.29	27.19	15.26	23.36	15.59		16.25		0.00	5.95	6.01	16.04		6.73
0.00													
36.45	23.88	9.09	18.99	15.58		13.48		0.00	5.64	4.02	16.37		10.17
0.00													
35.32	26.00	14.34	12.19	12.74		20.46		0.00	2.67	3.25	22.02		6.90
0.00													
31.89	33.70	15.95	16.82	11.85		17.44		0.00	3.38	4.65	13.17		3.56
0.00													
34.96	8.71	8.08	13.01	13.61		12.65		0.00	3.47	4.14	21.69		7.46
34.39	15.06	7.52	12.50	13.06	15.52		0.00	3.68	3.48	12.60		7.31	5.79
35.40	9.54	9.54	14.71	12.91	16.00		0.00	1.92	3.49	20.12		3.44	5.62
35.36	12.38	7.18	14.96	8.57	13.74		0.00	2.92	4.28	20.58		8.75	5.78
36.57	20.19	10.20	13.56	6.63	16.07		0.00	4.09	6.83	18.59		8.90	6.74
43.65	17.98	15.15	15.93	14.49		16.12		0.00	4.30	4.42	14.45		8.22
0.00													
42.28	18.95	8.81	10.82	5.22	19.41		0.00	1.81	6.37	14.52		6.68	11.06
28.37	19.35	12.31	18.01	7.38	12.45		0.00	2.93	3.28	14.63		8.76	6.62
32.56	18.37	11.63	13.24	12.22		16.05		0.00	3.11	3.66	10.29		11.13
8.71	0.00												
24.25	13.78	8.41	11.95	7.64	17.46		24.67		0.94	3.06	6.34	5.03	9.49
0.00													

28.49	7.35	6.73	7.74	11.21	15.45	22.67	3.23	5.02	13.49	5.43	6.86	0.00
28.75	13.24	10.83	9.01	16.13	19.93	19.33	3.53	1.26	9.11	10.67	14.54	0.00
26.89	14.84	18.43	8.93	14.18	16.91	18.33	2.59	2.98	9.97	10.97	15.67	0.00
32.89	16.88	15.06	7.86	14.11	17.11	18.00	2.77	3.98	9.14	7.97	19.14	0.00
4.71	24.39	8.86	10.15	12.23	20.10	20.67	5.88	3.81	19.21	8.88	4.34	0.00
23.62	21.34	15.31	10.71	13.04	17.93	22.67	1.34	6.17	15.52	3.23	7.12	0.00
22.16	16.16	11.00	16.01	16.45	20.11	20.33	3.26	1.05	13.06	8.38	15.22	0.00
17.04	20.05	9.38	9.23	15.72	13.00	20.67	0.72	3.07	8.18	5.57	13.46	0.00
21.93	18.67	9.38	7.48	18.07	21.88	23.00	4.63	4.13	12.43	4.19	6.66	0.00
27.16	23.36	17.61	6.51	12.93	27.90	20.33	2.59	1.57	13.02	6.59	10.15	0.00
9.93	17.80	17.99	6.48	11.42	29.04	19.67	3.07	3.62	6.88	5.73	8.79	0.00
18.79	15.47	8.92	9.99	5.49	18.28	14.00	1.71	3.10	8.98	6.46	10.33	0.00
13.34	16.24	20.24	8.98	7.22	21.67	18.33	0.00	3.14	6.63	5.39	9.77	0.00
16.09	27.03	15.96	9.59	15.16	20.67	19.33	2.15	2.11	8.39	2.23	7.85	0.00
27.32	13.99	9.33	9.94	10.79	20.64	23.00	2.56	9.92	8.44	7.21	12.14	0.00
29.88	14.36	10.34	6.32	13.19	18.93	18.00	2.67	6.09	17.56	4.17	9.76	0.00
29.03	23.28	14.43	6.89	12.89	23.57	17.00	2.89	6.11	8.30	3.34	8.74	0.00
14.25	22.35	13.82	8.32	7.38	21.17	21.33	1.96	5.48	7.68	6.41	6.44	0.00
28.67	15.78	8.44	3.25	9.16	10.03	25.33	2.43	3.42	20.65	3.14	6.35	0.00
19.91	18.50	11.41	7.55	9.29	23.25	21.00	5.20	3.14	9.33	4.70	9.62	0.00
41.87	10.07	10.87	5.82	11.21	19.63	0.00	2.33	2.98	6.24	5.43	4.20	0.00
22.45	14.68	11.42	5.46	12.48	24.59	39.00	2.03	2.87	7.94	5.36	13.86	0.00
22.84	16.90	14.82	5.28	13.63	22.37	35.33	3.00	4.35	9.92	6.88	10.22	0.00
23.44	26.27	16.21	9.55	12.88	27.98	20.33	2.57	3.86	7.79	9.67	8.12	0.00
15.77	19.10	17.15	7.73	8.78	25.07	16.33	1.70	2.05	6.67	7.75	6.63	0.00
15.62	13.70	16.76	5.40	4.50	28.29	15.00	1.58	5.93	7.02	4.02	4.03	0.00
24.13	13.90	10.93	11.08	4.51	67.80	8.00	1.99	2.24	5.54	5.41	4.12	0.00
33.69	17.69	10.17	13.87	16.77	20.48	4.00	2.38	2.07	18.60	4.75	5.70	0.00
27.81	23.75	13.66	7.15	12.17	16.43	7.33	4.00	8.70	6.26	4.99	6.56	0.00
17.54	30.97	12.23	5.30	12.14	21.52	20.67	2.52	6.72	5.90	3.93	5.38	0.00
29.46	16.32	18.08	5.54	11.19	25.94	17.67	2.37	4.59	6.76	4.93	6.42	0.00

27.15	15.29	14.44	7.76	7.21	21.92	19.00	1.92	5.84	5.61	3.09	0.54	0.00	
29.34	8.74	8.55	9.25	10.23	17.30	17.33	1.37	4.64	4.73	2.47	4.09	0.00	
23.87	9.73	11.52	7.50	9.02	19.13	16.33	1.28	2.72	6.39	3.07	5.56	0.00	
17.40	9.22	10.55	5.60	10.34	17.68	22.67	1.85	4.03	4.84	4.67	3.57	0.00	
15.99	8.79	5.56	5.12	11.85	13.40	34.33	1.65	4.31	10.90	3.78	5.18	0.00	
21.24	11.32	9.10	4.54	16.20	18.72	34.67	3.08	9.62	6.29	3.58	3.98	0.00	
22.93	15.43	14.13	4.55	18.80	21.34	22.00	2.09	9.12	7.17	6.08	8.89	0.00	
30.94	8.77	9.58	4.18	17.51	14.60	16.33	2.86	7.71	7.51	3.89	11.20	0.00	
15.78	6.96	9.12	1.86	5.47	16.14	12.67	1.57	5.24	6.88	2.49	4.44	0.00	
18.04	9.05	8.26	0.75	11.50	15.63	4.00	1.21	5.13	7.35	2.75	3.39	0.00	
12.17	10.73	8.85	4.80	7.34	11.40	26.33	0.72	4.17	5.75	3.11	2.61	0.00	
14.13	7.69	6.73	9.63	8.60	18.81	21.00	2.24	9.60	6.00	3.23	2.97	0.00	
29.20	8.66	6.56	8.09	20.95	14.95	23.67	2.86	8.10	7.83	5.68	4.02	0.00	
33.14	15.14	8.17	13.77		13.64	21.96	23.33	2.94	8.45	4.54	4.13	6.62	0.00
19.90	6.63	6.93	7.12	23.92	11.93	13.67	2.00	10.85	7.56	3.75	4.33	0.00	
18.50	6.42	6.59	8.56	15.94	9.99	13.33	2.25	8.97	5.26	3.65	2.58	0.00	
19.30	6.24	9.36	6.13	12.12	10.63	16.00	1.88	8.22	5.02	2.82	2.60	0.00	
12.16	9.83	5.05	6.62	6.10	7.20	13.67	1.73	5.40	6.70	1.97	1.70	4.71	
15.01	3.54	9.25	6.30	4.63	8.39	31.33	1.80	6.11	5.45	3.55	4.61	5.20	
11.32	6.01	12.02	9.10	2.66	14.03	28.33	0.19	4.04	5.39	4.68	4.09	3.22	
21.88	10.88	14.11	9.54	9.52	18.68	12.33	2.74	6.31	8.41	4.05	6.35	4.75	
37.03	16.05	6.94	5.34	11.79	26.60	16.33	3.27	6.07	6.01	7.59	18.98	3.67	
14.85	14.92	14.31	13.30		7.60	18.35	15.33	2.26	14.84	4.94	4.16	15.05	
4.22													
20.70	8.43	13.30	6.76	8.48	9.32	14.33	2.24	6.58	5.29	1.57	6.36	5.02	
14.98	4.83	8.00	7.88	7.85	12.14	12.67	1.72	5.84	4.50	2.79	4.76	5.00	
22.69	4.59	3.17	7.28	6.41	9.03	26.00	1.66	5.83	4.50	2.12	4.32	6.43	
26.42	5.79	4.34	9.22	10.44		9.91	17.67	6.54	5.96	5.01	1.70	5.42	3.60
26.67	9.57	6.29	5.50	13.04		10.20	13.67	4.80	5.96	5.26	2.60	5.00	5.23
17.33	5.19	4.98	7.88	16.31		6.17	16.67	4.48	4.66	1.19	0.63	9.54	5.67
8.30	5.66	5.21	4.39	6.90	4.69	12.67	6.15	5.46	2.19	1.81	1.63	5.56	
17.33	7.82	2.52	5.62	3.74	11.36	13.33	4.26	5.15	2.01	3.23	5.22	6.01	
13.55	7.20	5.38	5.35	9.00	7.74	11.00	6.86	9.87	3.18	1.43	7.25	6.67	
29.80	14.54	8.64	11.76		10.22	10.79	30.00	11.99	13.39	3.05	2.60		
14.06	7.68												
19.58	13.98	8.88	10.27		10.82	14.51	26.33	12.96	4.95	3.59	1.80	6.08	
6.18													
12.06	15.29	12.79	7.12	18.08		13.75	14.67	11.89	6.06	2.74	1.54	7.01	
5.81													
14.48	10.97	9.06	9.37	16.06		17.36	21.33	11.02	6.44	3.53	2.88	2.69	8.29
27.19	9.58	12.66	5.78	30.25		22.77	20.33	6.00	5.94	3.16	2.69	2.95	5.87

25.48	10.04	6.87	4.80	36.76	16.67	29.67	12.41	8.55	5.09	1.60	3.58	10.82
20.12	12.24	4.41	4.52	28.83	7.13	35.00	4.76	8.05	3.04	1.29	2.97	8.77
17.77	6.16	4.65	4.51	22.52	2.98	23.00	4.29	7.46	2.25	0.84	4.59	8.86
13.92	8.60	3.35	2.23	14.60	2.96	29.67	4.09	5.10	2.42	0.65	2.89	11.70
29.02	16.84	4.03	6.55	18.26	2.01	17.67	5.67	8.37	2.37	1.17	6.14	11.51
17.69	7.57	3.60	2.29	17.99	2.76	18.67	9.81	5.03	0.80	0.79	3.47	10.76
12.79	3.91	2.61	2.49	12.47	3.54	17.67	8.10	4.26	1.20	0.69	3.11	10.22
10.79	5.14	2.59	1.20	12.00	3.53	10.67	5.36	6.57	3.43	0.78	1.65	7.79
16.29	4.64	2.42	0.72	12.52	4.74	17.33	10.60	3.85	1.14	0.47	1.53	5.08
22.97	7.72	3.08	0.56	13.89	5.14	31.67	8.62	5.92	1.83	0.48	6.60	12.96
26.01	9.69	8.04	0.72	12.07	4.89	37.00	7.42	5.94	2.35	1.50	3.27	10.41
15.02	10.15	5.48	0.95	18.79	4.67	17.67	13.06	7.83	2.28	1.44	4.44	9.46
17.91	7.61	4.58	0.00	14.42	5.74	20.67	6.27	4.65	1.34	0.17	3.04	8.57
11.20	1.93	3.38	0.00	13.00	4.27	16.67	4.75	3.44	1.73	0.97	10.24	8.39
14.97	5.60	5.28	0.00	8.80	5.71	16.33	4.35	3.65	1.75	0.28	4.25	8.93
12.10	4.15	3.80	0.00	11.54	4.14	42.33	4.53	3.61	1.55	0.65	3.93	6.37
14.01	2.23	4.32	0.00	8.80	1.48	14.67	3.63	3.24	0.98	1.24	4.02	8.17
12.41	5.21	3.22	0.00	24.68	2.32	16.33	4.09	5.29	1.25	0.83	8.20	10.95
17.45	6.04	4.31	0.00	24.50	1.51	12.00	11.14	7.71	0.71	1.30	7.75	9.14
14.74	4.72	2.95	0.00	18.23	1.27	12.00	13.04	3.10	1.04	0.44	3.52	7.36
11.19	3.74	2.55	0.00	14.50	1.00	14.33	3.43	3.29	1.36	0.50	3.17	8.81
9.95	5.72	1.70	0.00	19.83	1.36	11.00	3.46	3.73	1.36	0.64	2.72	8.32
6.85	2.67	1.96	0.00	17.53	2.09	16.33	6.33	2.78	0.88	0.81	3.07	8.18
9.96	2.49	2.25	0.00	11.47	2.34	33.33	5.92	3.65	0.30	0.88	2.54	14.53
21.88	4.33	6.82	0.00	15.24	2.46	1.00	4.79	8.66	0.80	1.16	3.32	11.53
19.42	16.81	4.75	0.00	21.10	5.03	0.00	6.27	8.02	0.67	0.68	5.80	10.65
11.97	12.38	2.61	0.00	20.02	1.68	0.00	6.09	7.63	0.28	0.45	5.10	8.30
8.32	4.72	5.14	0.00	25.23	1.00	0.00	4.89	8.66	0.82	0.51	5.31	12.79
7.73	3.40	2.88	0.41	12.80	0.89	0.00	6.26	9.29	0.24	1.04	2.84	7.44
7.79	8.00	2.88	0.00	23.67	1.01	0.00	4.11	3.40	1.04	0.00	2.72	9.11
16.56	5.07	3.72	0.00	13.54	1.08	0.00	6.99	14.68	0.61	0.00	4.37	15.78
15.76	6.83	2.83	0.37	14.18	2.40	0.00	11.83	9.63	1.34	0.00	5.56	11.47
15.11	8.22	8.82	0.27	14.75	3.67	0.00	9.64	9.36	0.00	0.00	5.08	16.44
15.26	4.94	4.93	0.50	23.66	2.72	0.00	3.63	6.61	0.40	0.00	2.19	9.63
6.77	5.03	2.46	0.00	14.53	1.28	11.00	1.95	3.05	0.12	0.00	5.84	6.96
4.57	4.56	2.81	0.13	19.57	0.49	7.33	3.83	1.11	0.22	0.00	7.06	8.85
4.95	3.21	2.56	0.30	16.74	0.90	15.00	2.70	7.79	0.14	0.00	2.09	6.90
3.56	5.63	4.01	0.00	17.95	0.97	24.33	2.98	5.61	0.00	0.00	5.32	9.54
5.01	6.43	2.49	0.13	19.98	1.20	22.67	6.19	1.93	0.00	0.00	3.74	11.46
11.46	4.14	2.27	0.00	24.71	2.14	12.67	7.21	4.34	0.00	0.00	3.40	12.00
9.42	5.64	3.45	0.00	23.74	2.40	13.67	3.98	4.75	0.00	0.00	3.33	7.25

6.31	5.06	2.36	0.00	12.10	3.08	9.00	3.90	0.53	0.00	0.00	3.71	6.92
4.49	7.79	2.75	0.00	28.42	1.57	10.00	10.22	3.94	0.00	0.00	3.55	9.62
4.88	2.98	2.47	0.00	12.09	2.00	23.67	3.76	3.47	0.00	0.00	4.66	10.37
6.67	5.95	2.52	0.00	31.50	1.61	50.33	4.16	2.57	0.00	0.00	2.02	16.66
9.01	4.62	3.29	0.00	39.99	2.90	4.00	7.51	3.77	0.00	0.00	2.73	10.70
13.30		11.11		2.68 0.00 74.07	3.58	7.00	22.54	14.56	0.00	0.00	3.14	20.49
11.30		8.02	4.54	0.00 59.42	3.95	8.00	3.41	3.31	0.00	0.00	4.20	11.73
11.01		1.81	1.76	0.00 42.81	6.00	11.33	0.63	4.05	0.00	0.00	2.60	11.55
3.98	2.30	2.44	0.00	22.49	0.85	12.67	8.66	2.67	0.00	0.00	1.87	12.13
7.54	1.73	3.16	0.00	31.67	0.16	8.33	10.82	7.45	0.00	0.00	1.67	5.22
6.12	4.04	1.44	0.00	58.20	2.38	22.00	5.83	3.52	0.00	0.00	1.21	12.03
9.60	4.61	1.05	0.00	38.58	2.60	2.67	5.03	1.83	0.00	0.00	2.38	6.53
9.25	6.57	2.76	0.00	81.47	1.73	1.67	5.59	5.29	0.00	0.00	2.52	13.96
4.95	16.50		1.70	0.00 45.85	2.57	0.00	2.31	1.87	0.00	0.00	1.58	8.37
8.13	3.91	2.93	0.00	48.98	4.61	0.00	10.83	3.16	0.00	0.00	1.31	7.58
10.00		6.34	3.41	0.00 77.71	10.14		0.00	6.00	4.14	0.00	0.00	2.80 7.11
8.11	3.78	2.38	0.00	56.99	2.92	0.00	8.02	4.36	0.00	0.00	3.29	8.03
9.92	3.61	1.54	0.00	83.63	1.50	0.00	2.65	2.52	0.00	0.00	3.25	5.00
4.68	10.83		1.44	0.00 38.64	1.23	4.67	11.27	4.03	0.00	0.00	1.43	10.09
5.50	4.22	2.33	0.00	58.51	1.71	2.33	14.25	4.54	0.00	0.00	1.83	13.96
10.78		3.84	2.03	0.00 76.30	3.33	9.33	6.49	1.62	0.00	0.00	1.97	16.59
3.63	7.71	2.39	0.00	35.55	1.58	16.33	5.54	1.87	0.00	0.00	0.86	7.54
5.04	3.82	2.89	0.00	29.66	1.45	11.33	5.49	1.91	0.00	0.00	1.62	4.79
3.45	6.31	1.28	0.00	31.26	2.14	12.00	9.31	3.10	0.00	0.00	0.48	6.96
3.83	9.31	1.77	0.00 28.54		1.26	15.00	9.60	2.97	0.00	0.00	1.42	6.27
10.41		8.42	3.39	0.00 39.42	1.98	9.67	10.66	4.28	0.00	0.00	2.41	9.32
6.21	6.42	3.47	0.00	52.28	1.20	6.67	11.76	2.97	0.00	0.00	1.65	12.76
6.42	6.96	4.10	0.00	73.85	1.78	12.00	11.93	3.24	0.00	0.00	2.17	9.62
7.21	6.83	1.52	0.00	34.56	3.41	8.33	4.59	1.11	0.00	0.00	1.32	6.10
6.83	10.63		2.34	0.00 34.02	1.66	13.67	3.69	1.17	0.00	0.00	1.54	6.47
3.23	2.72	1.75	0.00	25.21	0.74	4.67	8.38	1.48	0.00	0.00	0.88	6.89
4.32	3.09	2.59	0.00	29.12	1.42	1.33	7.83	7.98	0.00	0.00	1.16	10.62
7.96	2.78	3.82	0.00	21.29	1.69	0.00	6.73	8.25	0.00	0.00	3.13	6.83
13.22		9.18	5.11	0.00 44.73	1.55	0.33	10.90	3.99	0.00	0.00	3.00	9.34
4.17	6.87	3.37	0.00	47.28	2.52	1.67	12.28	4.21	0.00	0.00	1.47	6.36
6.91	6.33	2.60	0.00	19.66	2.26	15.67	5.85	1.69	0.00	0.00	2.29	4.70
6.47	4.49	3.49	0.00	23.71	2.28	8.67	7.42	0.60	0.00	0.00	2.10	2.13
5.01	6.94	2.31	0.00	20.71	1.70	11.67	11.14	1.48	0.00	0.00	0.81	4.50
5.46	4.62	4.29	0.48	43.57	1.16	20.00	8.87	1.45	0.00	0.00	1.59	4.44
10.19		6.40	2.03	0.48 21.70	1.16	23.33	14.57	4.28	0.00	0.00	0.99	10.71
9.83	9.06	2.15	0.00	56.87	2.70	16.00	17.21	7.15	0.00	0.00	3.45	7.60

4.78	5.05	3.42	0.00	60.58	1.64	12.33	7.97	1.96	0.00	0.00	2.05	3.39			
2.89	8.66	2.16	0.00	46.04	2.91	17.67	5.52	2.93	0.00	0.00	1.32	5.32			
6.15	2.84	2.95	0.00	48.17	1.48	13.67	4.44	0.49	0.00	0.00	2.89	7.75			
3.85	2.51	1.91	0.00	25.94	1.35	14.00	5.16	0.18	0.00	0.00	1.66	5.29			
9.73	5.81	3.52	0.00	24.34	1.15	20.67	9.18	1.14	0.00	0.00	3.62	7.56			
9.56	8.62	2.92	0.00	25.46	2.24	20.67	10.93	1.08	0.00	0.00	2.15	7.48			
8.07	6.04	2.75	0.00	28.82	2.95	14.33	8.67	0.61	0.00	0.00	1.90	4.65			
9.99	4.79	4.27	0.00	33.63	2.32	14.67	4.63	0.25	0.00	0.00	1.45	5.08			
4.64	3.21	4.86	0.00	25.15	2.21	13.00	6.10	0.29	0.00	0.00	1.77	3.82			
4.55	6.65	2.12	0.00	20.46	1.26	9.33	5.71	1.54	0.00	0.00	0.93	2.81			
3.79	2.95	3.22	0.00	28.19	1.60	14.00	3.98	1.90	0.00	0.00	1.29	3.37			
5.47	6.64	5.37	0.00	18.84	2.70	10.00	4.67	3.36	0.00	0.00	0.76	4.86			
9.38	10.83		4.29	0.00	37.85	2.81	16.00	5.26	4.05	0.00	0.00	1.76	5.40		
15.00		4.10	2.89	0.00	32.64	1.04	13.33	6.27	2.21	0.00	0.00	2.03	6.54		
7.59	8.47	3.96	0.00	42.49	3.39	11.33	4.82	1.72	0.00	0.00	1.22	6.01			
4.34	6.83	2.76	0.00	30.80	1.48	7.00	5.04	1.33	0.00	0.00	1.17	3.66			
3.82	5.71	2.00	0.00	32.80	0.21	12.00	4.88	1.43	0.00	0.00	1.65	3.25			
4.20	3.31	3.05	0.00	30.19	2.45	15.67	4.45	6.29	0.00	0.00	1.39	4.01			
6.67	3.01	5.38	0.00	25.44	1.89	28.00	5.84	2.82	0.00	0.00	1.93	6.99			
9.98	2.53	6.50	0.00	31.06	0.87	19.33	7.81	4.87	0.00	0.00	2.36	6.29			
10.25		7.81	4.69	0.00	40.93	5.23	16.00	10.24	4.72	0.00	0.00	2.20	3.86		
6.14	7.38	5.75	0.00	40.14	3.66	12.33	4.84	5.96	0.00	0.00	2.88	5.34			
5.80	4.58	3.41	0.82	23.00	1.83	16.67	7.16	4.48	0.00	0.67	2.04	5.71			
5.55	4.55	3.36	1.05	43.24	1.22	21.33	10.10	7.79	0.00	0.16	1.18	6.84			
12.62		12.32	2.87	0.64	28.29	1.39	40.67	22.08	11.91	0.00	0.00	2.01	10.07		
8.58	5.35	4.27	0.95	51.42	4.70	2.50	9.56	5.90	0.00	0.00	2.37	9.54			
13.37		14.66	6.26	0.71	31.48	3.10	16.00	13.83	7.67	0.00	1.37	2.58	10.03		
11.18		7.18	10.03		0.25	37.53	3.68	22.67	9.91	4.16	0.00	0.00	5.51	9.22	
11.08		10.81		3.33	2.28	48.79	2.38	4.67	8.83	4.13	0.00	0.00	4.79	4.90	
15.74		5.03	9.67	1.10	34.71	4.85	2.33	10.02	6.43	0.00	0.53	2.44	4.84		
7.43	10.86		10.15		0.94	30.16	1.88	17.33	20.33	2.41	0.00	0.23	2.41	7.04	
6.76	6.42	6.12	1.14	16.15	2.37	5.00	13.59	14.80		0.00	0.00	2.38	7.38		
12.47		6.96	7.10	0.75	21.20	2.79	3.33	11.40	6.06	0.00	0.00	1.59	5.44		
18.02		10.65		11.76		1.36	21.85	4.45	3.33	8.64	5.89	0.00	0.90	2.90	4.07
14.53		13.52		9.46	1.14	23.49	2.25	12.00	13.91	4.58	0.00	1.64	4.27	7.81	
8.39	12.90		5.96	2.21	41.07	4.38	12.50	6.55	4.20	0.00	0.53	7.07	6.78		
7.82	3.73	4.81	1.49	14.58	2.64	11.00	8.67	4.17	0.00	0.90	2.54	4.16			
4.13	12.98		6.56	0.94	31.00	3.15	8.67	7.20	4.95	0.00	0.88	3.78	3.45		
2.11	18.92		9.52	0.10	38.47	2.26	11.00	5.27	4.66	0.00	0.00	6.58	3.37		
14.44		23.20		8.33	3.23	33.35	1.89	19.67	12.25	8.54	0.00	2.58	5.50	2.63	
13.04		10.05		8.52	2.43	24.78	2.61	26.33	11.18	3.16	0.00	1.58	10.27	6.57	

14.57	10.74	7.13	0.42	32.48	4.36	13.00	12.10	3.30	0.00	0.41	4.72	2.61
3.23	3.41	6.59	0.68	31.92	1.57	10.67	6.85	3.48	0.00	0.68	2.25	2.12
9.26	6.19	6.78	1.57	26.62	3.80	10.33	8.46	2.96	0.00	0.21	3.91	3.18
10.01	10.25		10.56		1.57	19.07	3.45	12.67		7.90	3.01	0.00
19.50	17.86		16.35		1.74	39.96	3.76	12.67		8.40	4.80	0.00
4.82	8.03	4.72	2.26	0.00	0.71	24.50	4.04	3.66	0.00	2.17	1.65	0.00
5.73	9.15	2.81	2.04	0.00	0.75	27.50	7.23	2.96	0.00	0.00	3.11	0.00
13.55	21.05		7.37	4.34	17.29	6.90	16.33	6.06	2.90	0.10	1.07	3.05
10.34	12.51		9.82	0.86	17.86	2.15	19.33	4.22	5.15	0.04	0.48	3.85
15.66	21.31		11.35		0.99	31.83	4.03	12.33		8.32	3.17	0.00
15.17	12.48		9.13	0.67	29.09	1.44	7.33	2.21	4.98	0.00	0.52	4.42
5.55	12.97		5.20	0.66	25.93	2.92	8.67	3.05	2.43	0.00	0.23	1.91
10.95	17.73		7.68	2.51	31.31	2.05	15.67	2.22	2.14	0.00	1.39	2.43
13.13	9.59	8.42	1.15	16.58	3.39	10.67	3.07	2.65	0.09	1.23	2.64	5.98
14.42	9.25	9.08	1.39	17.11	3.74	7.00	4.85	2.57	0.08	0.72	1.29	7.20
11.03	9.31	8.57	0.22	14.08	1.42	7.00	1.60	2.94	0.10	1.83	1.86	4.34
8.05	12.95		8.19	0.98	16.07	0.39	7.33	2.24	3.66	0.00	0.38	1.14
7.16	14.23		8.39	0.80	16.86	1.18	9.67	0.31	0.87	0.00	0.25	1.94
10.52	12.16		8.15	0.75	24.92	2.38	8.33	2.30	1.25	0.40	0.00	2.17
6.95	11.36		10.64		1.24	12.10	2.10	11.00	5.31	0.48	0.50	0.99
18.62	23.98		19.59		0.00	33.61	3.67	16.00	4.59	4.77	0.00	0.22
10.95	19.92		10.48		0.75	30.00	0.97	7.00	1.89	4.18	0.00	0.35
12.22	23.60		11.92		1.45	41.02	2.37	6.33	3.89	2.53	0.00	2.43
22.19	12.36		7.23	1.33	26.59	1.52	10.67	4.42	2.10	0.00	1.43	2.26
8.41	10.22		8.93	0.16	16.31	6.47	11.33	3.26	1.55	0.00	0.68	2.00
14.31	9.73	5.70	1.94	20.04		2.62	9.33	3.38	2.31	0.00	0.00	1.60
9.21	8.44	6.21	0.26	16.53		2.18	10.67	3.04	1.84	0.00	2.53	1.27
11.29	12.20		5.41	1.25	26.00	2.69	10.67	3.02	3.87	0.00	2.37	2.16
9.71	22.05		13.29		1.92	26.33	3.09	6.33	7.23	3.30	0.00	2.89
4.71	16.64		7.28	0.77	24.88	3.59	8.00	5.52	0.73	0.00	1.18	1.68
11.09	8.54	8.27	1.74	23.81		1.70	11.33	4.68	2.80	0.00	2.57	2.24
10.34	7.45	4.43	0.67	14.46		2.36	7.67	3.02	3.18	0.00	0.49	1.59
8.52	8.25	6.48	0.33	6.85	2.13	11.33	1.48	4.27	0.00	0.81	1.24	2.08
13.96	8.50	9.38	0.97	13.54		2.56	22.33	1.44	3.37	1.06	0.84	1.31
18.18	10.13		9.06	2.37	11.69	3.62	15.67	2.10	2.03	1.65	3.36	1.23
11.27	10.97		6.96	1.73	5.98	1.75	9.67	4.29	5.26	1.07	2.48	1.17
13.98	8.59	6.75	1.19	5.00	2.12	13.67	1.52	8.09	0.97	5.04	0.67	6.12
7.77	5.06	4.50	1.05	4.45	2.30	16.67	1.99	2.37	0.90	2.85	0.09	4.67
5.44	5.96	3.40	1.84	5.10	1.42	24.67	1.25	5.16	0.43	5.86	1.61	7.27
4.98	4.57	4.98	1.23	3.97	1.27	23.00	1.65	1.29	0.21	8.55	1.61	6.92
4.92	6.85	4.54	1.60	8.27	2.89	20.00	3.89	1.31	0.43	6.71	0.87	8.15

13.65	7.90	7.87	0.44	4.59	2.62	24.67	2.46	4.80	1.84	15.41	1.78	10.97
20.43	19.83	6.73	7.12	10.39	10.06	16.67	6.06	6.05	0.72	11.74	3.89	5.13
12.73	13.31	9.55	1.39	15.49	2.81	25.33	3.09	6.03	2.00	6.38	1.17	5.26
9.91	5.90	8.63	1.71	5.91	2.34	15.67	4.43	3.90	2.31	5.66	1.50	3.01
11.23	10.00	8.88	0.26	11.10	3.79	11.33	0.30	4.68	1.23	4.24	0.14	1.96
7.17	4.20	4.77	0.34	6.04	2.76	18.67	1.87	3.16	2.20	4.06	1.38	3.70
8.22	2.68	5.37	0.95	0.89	0.94	30.00	2.10	4.92	2.27	7.17	0.94	4.33
13.34	11.12	7.85	1.74	5.59	3.68	19.00	3.11	7.16	4.44	11.77	2.33	2.69
16.96	7.82	5.58	0.48	7.02	5.43	15.67	4.62	11.81	2.41	10.16	4.68	1.80
10.34	7.00	5.47	2.78	9.99	3.79	15.67	0.00	0.93	1.72	5.17	2.43	3.60
5.78	8.63	5.69	1.48	3.29	1.06	11.00	3.04	3.28	2.12	7.59	2.23	1.66
9.16	7.96	4.91	0.84	9.33	1.82	13.33	3.07	4.99	2.58	9.98	1.24	1.41
7.81	6.74	7.49	2.84	14.38	2.74	13.67	0.44	0.79	2.08	7.83	1.85	2.23
10.60	9.86	6.07	3.39	9.39	3.61	16.33	4.23	8.09	1.53	11.36	3.31	3.01
15.20	8.41	7.79	6.34	9.06	3.50	10.67	4.81	14.58	1.48	11.92	2.27	3.87
14.71	4.80	6.50	6.22	8.71	3.98	16.67	5.37	8.30	1.66	9.67	3.64	2.28
14.15	5.23	6.39	4.56	13.58	5.29	13.00	2.65	5.60	1.56	14.36	2.89	2.53
8.41	8.82	9.16	2.98	10.00	4.12	19.33	3.66	9.93	2.19	19.43	2.03	1.81
3.00	1.48	2.67	3.83	6.27	0.75	13.67	1.46	2.58	0.49	7.95	1.58	1.71
10.41	3.98	9.79	5.88	15.27	3.94	11.00	0.62	2.66	2.26	9.29	3.76	0.58
4.13	5.17	5.23	4.80	13.35	2.85	18.00	3.20	5.21	0.56	11.17	0.36	1.70
10.90	4.16	4.48	4.98	9.08	3.92	13.33	4.14	4.32	2.78	16.68	2.70	2.91
11.20	9.02	15.69	5.55	15.09	11.10	17.33	4.16	2.93	1.55	12.35	1.06	0.67
9.29	3.87	10.83	4.58	14.14	8.68	17.67	3.86	3.06	2.77	11.68	1.32	1.71
10.01	6.02	8.04	5.06	14.55	2.51	9.67	2.87	4.08	2.43	11.77	1.38	0.77
6.30	3.36	5.72	4.98	7.73	3.37	8.33	3.57	3.08	1.91	13.96	0.00	1.19
7.85	2.85	4.98	6.48	16.37	4.90	12.33	4.04	4.33	2.41	10.82	1.36	0.00
8.77	4.45	8.70	2.96	12.43	4.85	17.67	3.62	3.86	1.53	14.05	1.05	0.00
9.97	2.90	4.38	8.94	12.51	4.92	15.67	1.45	4.00	1.12	13.66	1.22	3.00
15.56	5.44	8.82	9.85	13.88	7.48	8.33	3.28	3.86	1.64	11.72	1.70	0.00
12.37	7.07	3.71	7.54	10.53	4.38	15.33	1.43	4.83	2.42	8.63	2.41	0.00
10.20	3.71	5.15	3.75	8.02	2.49	11.67	2.49	3.62	1.15	7.98	1.59	2.64
8.70	3.41	2.65	11.07	6.97	3.83	10.67	1.61	8.24	2.96	11.21	2.50	0.70
9.76	4.53	3.89	6.39	13.75	5.01	16.33	2.97	6.51	0.75	10.47	1.38	1.24
8.80	4.29	3.44	15.18	6.84	3.81	15.67	2.45	7.38	3.14	15.41	0.87	3.74
10.52	2.89	2.97	16.04	8.91	2.38	21.00	4.13	14.13	4.69	10.73	1.98	1.59
10.49	4.91	3.28	13.43	11.70	3.62	13.00	6.31	7.09	3.69	19.87	3.60	2.49
11.04	4.02	4.75	13.83	16.29	4.05	12.33	3.10	5.80	3.01	15.38	3.13	0.86
9.08	3.26	5.39	13.90	7.17	3.79	11.00	1.58	4.85	2.42	9.43	1.40	0.88
8.14	4.27	1.80	9.42	11.99	3.89	9.00	2.62	4.40	1.89	8.78	3.04	0.00
7.93	4.80	1.85	10.86	7.70	2.29	12.00	2.80	5.29	2.59	9.87	3.30	0.00

11.46	2.97	0.82	6.04	9.33	3.35	12.67	2.04	4.86	3.68	10.34	3.20	1.82						
15.47	4.03	4.03	11.30		5.89	5.27	5.67	3.20	9.36	5.78	9.17	3.11	2.44					
16.88	8.50	1.76	14.70		7.34	4.79	16.67		3.56	7.18	5.59	13.87	1.39	2.56				
12.38	9.74	5.51	18.32		11.14		5.67	12.00		2.33	6.01	3.93	11.64	4.44	1.72			
19.45	8.32	5.01	16.00		13.33		8.45	8.67	4.29	8.42	5.09	9.56	1.57	3.42				
15.29	8.82	5.61	13.90		9.68	5.13	2.00	4.11	5.71	9.14	8.07	1.39	2.65					
9.33	6.89	7.12	13.18		7.83	5.17	5.67	4.56	4.81	5.71	15.65		2.35	1.49				
8.27	3.52	6.69	13.36		5.21	3.42	9.67	4.23	5.11	7.32	10.66		3.55	2.56				
9.62	10.05		3.29	15.62		7.64	5.24	13.33		3.35	5.34	5.90	12.27		1.76	0.00		
13.35		5.74	5.27	18.07		6.86	4.64	9.67	2.33	4.56	6.15	12.39		4.57	0.00			
12.82		9.20	4.64	12.06		7.70	7.25	7.00	4.45	5.64	5.67	15.31		3.74	0.00			
12.35		5.09	3.71	10.91		6.58	3.40	13.00		1.80	5.85	8.91	9.35	0.87	0.00			
9.90	4.53	3.18	15.62		10.87		4.80	9.33	2.54	9.87	10.04		8.94	4.11	0.00			
9.99	4.81	1.54	17.12		6.84	3.62	15.00		2.34	7.76	5.31	7.26	4.08	0.00				
10.00		4.01	3.54	23.99		4.88	2.62	13.33		1.94	10.69		5.27	12.58		3.31	0.00	
16.08		7.97	7.77	23.51		7.15	6.01	11.67		5.26	8.20	8.23	9.59	5.33	0.00			
23.47		8.76	1.62	18.43		18.00		9.05	16.00		3.20	12.09	8.61	10.86		6.15	0.00	
14.76		12.00		3.92	10.58		14.59		6.72	18.00		1.08	10.93	8.26	8.41	3.57	0.00	
11.11		3.47	1.52	13.82		10.77		3.41	8.67	4.33	7.00	5.11	7.31	1.41	0.00			
8.42		4.19	2.08	13.35		7.17	3.45	8.67	3.19	9.20	5.99	8.52	2.03	0.00				
7.91		4.14	2.74	13.44		8.67	3.49	13.00		2.24	6.08	6.49	10.05		1.27	0.00		
9.97		4.76	3.10	19.51		8.04	2.66	13.67		1.94	8.39	8.30	10.16		0.72	0.00		
13.11		6.67	2.79	16.64		4.71	5.10	12.33		2.63	9.66	12.72		10.48		1.84	0.00	
13.90		11.66		6.11	18.79		7.38	12.04		9.33	4.07	8.81	8.64	11.32		1.39	0.00	
18.64		9.99	7.46	11.58		8.71	10.15		10.33		1.72	9.46	4.25	7.65	3.25	0.00		
15.44		8.77	5.31	19.21		6.39	1.11	12.33		4.39	7.50	8.18	9.49	2.35	0.00			
9.05		5.96	4.87	10.54		2.88	3.88	9.67	1.06	8.45	7.61	11.39		4.62	0.00			
10.76		7.04	1.89	8.60	6.31	5.19	7.67	5.30	11.64		8.04	13.60		3.95	0.00			
6.05		5.10	2.89	11.91		7.49	3.53	16.00		3.49	10.47		9.68	15.09		5.30	0.00	
7.30		6.35	5.50	33.90		4.78	4.95	18.67		2.74	12.30		12.12		12.01	4.12	0.00	
7.11		16.30		7.13	24.99		8.74	3.73	8.67	3.51	7.70	8.70	13.63		2.38	0.00		
9.45		11.97		4.76	14.23		10.47		4.62	13.00		3.93	9.77	7.44	12.52		5.02	0.00
14.57		9.54	2.53	17.22		7.80	3.97	10.67		3.59	7.90	7.72	6.53	1.38	0.00			
9.98		7.62	2.18	18.54		4.02	2.54	9.67	3.86	9.88	6.12	11.77		3.36	0.00			
14.45		6.85	3.79	25.54		7.46	3.87	12.00		2.55	11.27		9.98	12.10		2.66	0.00	
13.75		5.90	3.75	26.79		5.83	4.60	15.00		3.50	11.39		18.69		17.81		2.80	0.00
13.39		3.63	3.00	13.07		3.28	3.15	23.67		3.37	13.08		11.81		8.88	2.75	0.00	
24.27		7.08	2.01	19.07		4.60	3.26	4.00	4.13	7.57	15.08		14.17		2.50	0.00		
12.94		10.41		5.99	21.10		11.50		6.18	11.00		3.12	7.29	11.41		10.58	4.44	
0.00		13.49		8.46	4.43	15.01		7.44	4.10	10.67		3.76	10.03		8.27	7.11	2.11	0.00

13.84	6.22	4.94	15.77	3.62	4.92	10.00	2.84	10.55	5.50	7.33	3.27	0.00
12.00	3.10	5.68	19.85	2.82	2.51	11.00	2.51	10.78	13.48	9.60	2.58	0.00
10.76	4.59	3.25	21.12	3.40	2.98	25.00	2.49	11.87	14.96	10.26	2.11	0.00
15.70	3.74	4.44	31.94	4.20	5.46	18.00	4.71	13.32	15.92	12.32	3.48	0.00
19.91	9.00	6.23	25.30	9.74	3.81	10.67	5.14	11.68	14.40	9.14	3.00	0.00
14.85	6.03	5.04	21.86	7.27	7.07	9.67	5.33	6.83	11.95	7.76	3.11	0.00
15.18	6.71	2.94	20.12	6.67	7.11	8.67	0.85	6.10	11.15	8.84	4.93	0.00
10.89	4.10	2.58	13.87	5.50	3.49	11.00	2.58	8.53	12.63	8.89	1.93	0.00
10.88	3.40	3.14	14.61	2.85	3.76	12.00	2.76	6.52	11.07	8.35	2.19	0.00
14.67	4.10	2.65	25.25	5.19	2.17	8.00	2.49	10.06	12.05	12.15	3.28	0.00
17.79	7.20	5.38	25.16	8.35	7.36	21.00	3.10	14.44	14.68	10.58	4.05	0.00
22.79	11.53	4.59	26.49	9.07	5.19	8.00	3.03	10.73	17.20	11.02	3.67	0.00
12.17	11.94	4.06	20.46	8.04	6.50	12.33	3.22	7.71	17.37	8.36	3.03	0.00
14.32	5.68	3.57	17.09	4.55	4.42	12.00	3.54	8.06	10.87	10.37	6.80	0.00
13.77	4.94	2.93	18.49	2.91	4.12	11.33	2.54	7.23	14.65	10.48	4.80	0.00
9.83	2.98	3.69	16.49	3.55	6.21	18.33	1.51	9.13	12.99	7.53	1.09	0.00
11.36	6.54	2.01	17.27	5.02	2.27	19.33	4.01	8.04	10.42	8.74	6.19	0.00
18.12	7.34	4.14	16.41	5.36	6.62	12.33	3.80	5.75	14.90	9.06	6.29	0.00
24.52	12.13	7.16	17.91	8.97	9.57	1.33	3.80	7.43	10.86	10.55	8.75	0.00
18.44	8.49	5.48	15.27	10.96	6.13	7.67	3.14	7.11	14.69	8.27	6.96	0.00
13.92	4.74	3.47	16.16	3.64	6.18	11.00	4.03	7.36	12.42	9.03	5.70	0.00
17.06	5.21	2.34	15.33	4.60	4.16	11.67	1.55	5.97	13.02	7.29	6.07	0.00
14.95	4.66	3.47	12.37	1.67	9.54	12.67	2.89	7.58	13.04	7.78	6.12	0.00

END

init
list(alpha=1,beta1=1,beta2=1,beta3=1,beta4=1,beta5=1,beta6=1,beta7=1,beta8=1,beta9=1,beta10=1,beta11=1,beta12=1,tau=1)

二、青梗散花贝叶斯模型 BUGS 代码

```

model{
  for(i in 1:n){
    qgx[i]~dnorm(mu[i],tau)
    mu[i]<-alpha+beta1*qgc[i]+beta2*qgp[i]+beta3*qgs[i]+beta4*qgj[i]
  }
  s2<-1/tau
  tau~dgamma(0.01,0.01)
  beta1~dnorm(0,0.01)
  beta2~dnorm(0,0.01)
  beta3~dnorm(0,0.01)
}

```

```
beta4~dnorm(0,0.01)
alpha~dnorm(0,0.01)
}

list(n=335)
qgx[] qgc[] qgp[] qgs[] qgi[]
8.35 14.67 3.54 0.17 2.40
6.62 13.00 3.33 0.17 2.67
9.95 19.00 3.09 0.17 2.67
15.20 25.67 2.82 0.17 2.67
10.68 19.67 3.05 0.17 2.67
12.34 25.67 2.99 0.17 2.67
18.06 29.00 2.93 0.17 2.67
18.63 35.67 2.71 0.17 2.67
28.68 53.67 2.80 0.17 2.67
10.81 22.00 2.76 0.17 2.67
9.30 19.00 2.71 0.17 2.67
20.32 34.67 2.45 0.17 2.67
13.57 25.00 2.35 0.17 2.67
14.59 23.33 3.78 0.17 2.67
14.31 25.67 3.78 0.17 2.67
12.42 20.67 3.78 0.17 3.33
11.19 18.33 3.66 0.17 3.33
9.18 17.00 3.39 0.17 3.33
11.53 21.67 3.28 0.17 3.33
10.73 19.33 3.29 0.17 3.33
8.19 17.33 1.69 0.17 3.33
7.36 15.00 1.78 0.17 3.33
7.32 14.33 3.49 0.17 3.33
7.86 15.33 3.39 0.17 3.33
10.67 22.67 3.39 0.17 2.93
10.58 19.33 3.34 0.17 2.93
6.95 14.00 1.59 0.17 2.93
10.80 20.67 1.52 0.17 2.93
6.28 12.33 1.47 0.17 2.93
7.92 16.67 3.31 0.17 2.93
9.64 21.33 1.42 0.17 2.93
11.26 20.67 3.32 0.17 2.93
8.15 18.33 1.71 0.17 2.93
10.87 23.67 1.49 0.17 2.93
23.41 49.33 1.55 0.17 2.93
```

9.39	18.00	1.55	0.17	2.93
9.17	19.67	1.51	0.17	2.93
10.47	21.67	3.57	0.17	2.93
8.22	16.00	1.42	0.17	2.93
25.12	48.67	3.59	0.17	2.93
17.28	32.33	3.60	0.17	2.93
8.91	19.33	1.48	0.17	2.93
10.33	20.33	1.47	0.17	2.93
6.93	14.33	1.70	0.17	2.93
8.03	16.33	3.79	0.17	2.93
8.15	17.67	3.69	0.17	2.93
12.26	22.33	3.59	0.17	2.93
14.12	28.00	3.63	0.17	2.93
22.36	40.33	3.61	0.17	2.93
26.37	49.00	3.63	0.17	4.00
23.06	42.67	3.63	0.17	4.67
8.64	17.67	1.83	0.17	4.67
5.89	12.67	1.78	0.17	4.67
6.70	13.00	1.71	0.17	4.67
8.27	16.00	1.62	0.17	4.67
9.54	19.00	3.82	0.17	4.67
7.68	17.67	1.60	0.17	4.67
10.41	20.33	4.59	0.17	4.67
5.24	11.00	4.70	0.17	4.67
5.07	9.67	3.96	0.17	4.67
2.79	5.33	2.06	0.17	4.67
7.47	14.67	4.20	0.17	4.67
4.20	8.33	2.05	0.17	4.67
4.33	8.67	2.10	0.17	4.67
4.93	9.00	1.79	0.17	4.67
3.80	7.00	1.80	0.17	4.67
4.50	7.67	1.79	0.17	3.67
4.62	9.33	1.81	0.17	3.67
4.17	8.00	1.79	0.17	3.67
8.56	15.33	1.73	0.17	3.67
10.92	17.00	2.76	0.17	3.33
6.91	12.00	1.34	0.17	3.07
4.80	8.00	1.47	0.17	3.07
4.61	8.00	1.51	0.17	3.07
5.44	10.00	2.23	0.17	3.07
3.02	6.33	2.23	0.17	3.07

11.50	22.00	2.01	0.17	3.07
6.93	14.00	2.02	0.17	3.07
4.16	7.67	2.95	0.17	3.07
4.33	7.67	1.97	0.17	3.07
6.91	10.67	1.86	0.17	3.07
9.29	16.00	1.85	0.17	3.07
6.91	10.67	1.64	0.17	3.07
5.10	10.67	1.58	0.17	3.07
4.77	7.00	1.38	0.17	3.07
17.49	29.00	1.38	0.17	1.53
29.50	48.33	1.22	0.17	3.07
9.24	16.00	1.23	0.17	3.07
9.92	14.67	1.33	0.17	3.07
6.25	10.00	1.33	0.17	3.07
6.82	9.33	1.33	0.17	3.07
8.08	14.00	1.33	0.17	3.07
7.17	13.33	1.33	0.17	3.07
9.98	18.67	1.20	0.17	3.07
8.03	13.00	1.08	0.17	3.07
10.02	14.67	2.95	0.17	3.07
14.51	22.67	1.19	0.17	3.07
8.76	14.33	1.25	0.17	3.07
8.14	14.33	1.23	0.17	3.07
6.98	13.33	1.20	0.17	3.07
5.55	11.00	1.28	0.17	3.07
5.40	10.33	1.34	0.17	3.07
4.29	7.00	1.50	0.17	3.07
3.41	7.33	1.50	0.17	3.07
5.33	10.00	1.46	0.17	3.07
7.56	13.00	1.41	0.17	3.07
2.73	5.00	1.46	0.17	3.07
0.46	1.00	1.46	0.17	2.33
4.77	7.67	1.42	0.17	2.33
3.67	5.67	1.42	0.17	2.33
3.50	6.67	1.58	0.17	2.33
7.32	14.67	1.58	0.17	1.93
5.05	8.67	1.44	0.17	1.93
3.92	6.67	0.97	0.17	1.93
4.76	8.67	3.18	0.17	1.93
24.52	42.00	0.92	0.17	1.60
20.30	38.00	0.90	0.17	1.60

19.31	32.00	0.89	0.17	1.60
5.99	10.67	0.89	0.17	1.60
5.04	8.67	0.89	0.17	1.60
2.54	4.33	0.91	0.17	1.60
0.44	1.00	0.97	0.17	1.60
4.88	5.67	0.94	0.17	1.60
2.71	4.33	0.89	0.17	1.60
2.58	3.33	0.95	0.17	1.60
2.43	4.00	0.95	0.17	1.60
1.18	2.00	0.97	0.17	1.60
3.82	6.67	0.97	0.17	1.60
5.61	10.00	1.00	0.17	1.60
4.97	10.00	1.03	0.17	1.60
13.75	24.00	0.96	0.17	1.60
12.48	20.33	0.56	0.17	1.60
9.47	14.33	0.53	0.17	1.60
8.13	14.00	0.62	0.17	1.60
7.32	12.67	0.66	0.17	1.60
4.82	7.33	0.68	0.17	1.60
4.82	7.33	0.68	0.17	1.60
7.93	15.00	0.77	0.17	1.60
6.82	12.00	0.77	0.17	1.60
3.86	7.00	1.15	0.17	1.60
5.67	10.33	1.22	0.17	1.60
9.49	15.00	1.26	0.17	1.60
5.86	10.00	1.37	0.17	0.80
4.35	7.00	1.42	0.17	1.60
3.33	5.67	1.47	0.17	0.80
4.30	8.33	1.47	0.17	1.60
4.11	7.00	1.47	0.17	1.60
6.87	11.33	1.48	0.17	0.97
16.58	27.33	3.77	0.17	1.60
6.42	11.67	1.33	0.17	1.60
7.34	13.33	1.37	0.17	1.60
3.06	5.00	1.29	0.17	1.60
6.62	11.00	1.29	0.17	1.60
4.20	6.67	1.38	0.17	1.60
8.29	14.33	1.38	0.17	1.60
11.65	23.33	1.29	0.17	1.60
5.15	9.00	1.30	0.17	1.60
3.24	5.67	1.35	0.17	1.60

2.92	4.33	2.39	0.17	1.60
8.51	16.00	1.60	0.17	1.60
5.46	12.00	1.64	0.17	1.60
9.71	17.33	1.63	0.17	1.60
8.90	14.33	1.66	0.17	1.60
6.86	13.33	1.62	0.17	1.60
5.29	10.00	1.62	0.17	1.73
5.67	10.00	1.63	0.17	1.73
17.24	24.00	2.63	0.17	1.73
9.42	15.67	1.62	0.17	1.73
7.20	12.00	1.67	0.17	1.73
6.15	11.33	1.70	0.17	3.07
3.89	7.67	1.73	0.17	3.07
8.90	17.33	1.72	0.17	1.83
7.78	15.67	1.77	0.17	3.07
7.44	14.00	1.76	0.17	3.07
6.60	13.00	1.84	0.17	3.07
6.90	14.67	2.77	0.17	3.07
7.10	14.00	2.08	0.17	3.07
6.03	11.33	2.17	0.17	3.07
3.04	7.00	2.21	0.17	3.07
2.62	6.00	2.29	0.17	3.07
3.63	8.67	2.82	0.17	3.07
5.36	10.33	2.85	0.17	3.07
6.83	14.33	2.96	0.17	3.07
8.08	16.33	2.98	0.17	3.07
8.05	16.33	4.71	0.17	3.07
9.69	16.00	4.71	0.17	3.07
6.42	13.00	4.71	0.17	3.07
5.00	10.00	3.02	0.17	3.07
4.64	10.33	3.84	0.17	3.07
9.08	22.33	3.04	0.17	3.07
12.85	21.33	4.65	0.17	3.07
8.65	16.67	4.16	0.17	3.07
18.63	38.67	4.19	0.17	3.07
7.37	15.67	2.32	0.17	3.07
6.15	13.00	2.95	0.17	3.07
10.34	23.00	3.11	0.17	4.60
3.84	7.67	2.08	0.17	3.07
6.71	14.00	2.08	0.17	3.07
7.00	16.33	2.07	0.17	3.07

7.00	14.67	1.61	0.17	3.60
5.83	12.33	1.65	0.17	3.60
9.26	19.33	1.62	0.17	3.60
6.66	15.33	1.62	0.17	3.60
26.24	43.33	2.37	0.17	3.60
27.10	44.33	1.24	0.17	3.60
27.05	40.33	1.29	0.17	3.60
0.00	0.00	0.00	0.17	5.00
0.00	0.00	0.00	0.17	5.00
7.59	13.00	1.40	0.17	3.33
1.99	3.67	1.40	0.17	3.33
7.05	11.67	1.40	0.17	3.33
3.01	6.00	1.40	0.17	3.33
3.99	7.67	2.77	0.17	3.33
8.42	16.33	1.40	0.17	3.33
7.53	16.00	1.40	0.17	2.00
5.53	9.67	2.53	0.17	3.33
4.07	9.00	2.78	0.17	2.67
4.39	9.00	1.47	0.17	2.67
7.86	13.67	2.84	0.17	2.67
5.34	9.00	1.12	0.17	2.67
4.53	7.67	1.33	0.17	2.67
11.64	22.67	1.36	0.17	2.67
7.66	11.67	1.33	0.17	2.67
4.63	7.00	1.33	0.17	2.67
3.92	5.67	1.33	0.17	2.67
3.14	4.67	1.27	0.17	2.93
3.17	4.67	1.27	0.17	2.93
7.48	13.00	1.31	0.17	2.93
11.81	18.67	2.67	0.17	2.93
16.71	27.33	1.23	0.17	2.93
10.63	21.33	1.09	0.17	2.93
7.23	10.67	1.18	0.17	2.93
4.77	8.67	1.22	0.17	2.93
6.30	11.33	1.30	0.17	2.93
4.64	7.67	1.34	0.17	2.93
8.18	14.33	1.47	0.17	2.93
5.82	9.00	1.79	0.17	2.93
4.05	7.00	1.81	0.17	2.93
2.98	6.00	1.81	0.17	2.93
2.90	5.67	1.84	0.17	2.93



2022

高教社杯

启航：

全国大学生数学建模竞赛论文展示

全国大学生数学建模竞赛论文展示

4.84	6.67	0.55	0.17	2.67
5.88	9.00	0.69	0.17	2.67
5.59	9.00	0.73	0.17	3.00
7.39	9.67	0.68	0.17	3.00
3.72	7.00	0.44	0.17	3.00
3.74	6.00	0.49	0.17	3.00
6.21	11.67	0.58	0.17	3.00
5.31	12.00	0.78	0.17	3.00
0.26	0.67	1.06	0.17	3.00
3.78	6.67	1.08	0.17	3.00
4.49	9.33	0.93	0.17	2.40
5.14	9.00	0.93	0.17	2.40
5.09	8.33	0.93	0.17	2.40
4.08	7.67	0.93	0.17	2.40
2.27	4.67	0.93	0.17	2.40
2.03	4.00	0.93	0.17	2.40
6.81	13.33	0.92	0.17	2.40
4.53	8.33	0.93	0.17	2.40
7.02	12.67	0.94	0.17	2.40
5.08	9.33	0.93	0.17	2.40
3.19	4.67	0.93	0.17	2.40
3.58	6.67	0.93	0.17	2.40
3.01	5.67	0.93	0.17	2.40
3.72	6.00	0.93	0.17	2.67
2.32	3.33	0.93	0.17	2.67
6.18	9.33	1.02	0.17	2.67
8.21	15.67	1.44	0.17	2.67
3.90	7.33	1.35	0.17	2.33
8.25	18.33	1.28	0.17	2.33
5.40	10.00	1.28	0.17	2.33
4.62	8.00	1.38	0.17	2.67
4.33	7.67	1.41	0.17	4.33
4.48	6.67	1.35	0.17	4.33
4.16	6.67	1.34	0.17	4.33
5.17	8.33	1.27	0.17	4.33
8.47	15.33	1.10	0.17	4.33
4.69	8.33	1.08	0.17	4.33
3.69	7.00	1.15	0.17	4.33
6.02	11.00	0.91	0.17	4.33
5.81	10.00	1.00	0.17	4.33
4.48	7.33	1.15	0.17	4.33

	3.64	6.33	1.24	0.17	4.33
	3.51	6.67	1.32	0.17	4.33
	3.80	6.00	1.36	0.17	4.33
	5.25	8.00	1.41	0.17	4.33
	6.20	10.67	1.12	0.17	4.33
	6.12	11.67	1.15	0.17	4.33
	3.93	7.33	3.53	0.17	4.33
	5.77	8.33	1.22	0.17	4.67
	6.80	9.00	1.29	0.17	4.67
	5.84	11.00	1.73	0.17	4.67
	4.90	10.33	1.53	0.17	4.67
	3.88	7.00	1.53	0.17	7.07
	3.54	6.33	1.53	0.17	6.73

END

inite

list(tau=1,alpha=0.1,beta1=0.21,beta2=0.1,beta3=0.1,beta4=0.1)

三、西兰花贝叶斯模型 BUGS 代码

```
model{
  for(i in 1:n){
    y[i]<-log(xlx[i])
    y[i]~dnorm(mu[i],tau)
    mu[i]<-alpha+beta1*xlc[i]+beta2*xlp[i]+beta3*xlt[i]+beta4*xls[i]+beta5*xlj[i]
  }
  s2<-1/tau
  tau~dgamma(0.01,0.01)
  beta1~dnorm(0,0.01)
  beta2~dnorm(0,0.01)
  beta3~dnorm(0,0.01)
  beta4~dnorm(0,0.01)
  beta5~dnorm(0,0.01)
  alpha~dnorm(0,0.01)
}
```

```
list(n=365)
xlc[]  xlx[]  xlp[]  xlt[] xls[]  xlj[]
57.33  26.13  7.20   0.33   9.26   11.07
63.00  28.75  6.92   0.00   9.26   11.07
69.67  32.36  6.99   0.33   9.26   11.33
71.67  33.89  7.08   0.00   9.26   11.33
68.33  33.16  7.19   0.00   9.26   11.33
```



54.00	23.62	7.22	0.00	9.26	11.33
56.33	26.95	6.95	0.00	9.26	10.67
66.00	27.92	6.83	0.00	9.26	10.67
70.33	28.85	6.76	0.00	9.26	10.67
95.67	40.05	6.68	0.00	9.26	10.67
67.67	29.79	6.78	0.00	9.26	10.00
77.00	32.67	6.69	0.00	9.26	10.00
65.00	28.87	6.63	0.00	9.26	10.00
62.00	26.51	6.46	0.00	9.26	10.67
47.00	21.80	6.44	0.00	9.26	10.67
82.67	35.87	6.40	0.00	9.26	10.67
86.67	38.56	6.40	0.00	9.26	10.67
78.00	37.17	6.24	0.00	9.26	10.67
79.33	34.42	6.22	0.00	9.26	10.67
76.67	32.92	6.29	0.00	9.26	10.40
75.00	33.84	6.56	0.00	9.26	10.40
67.33	29.16	6.61	0.00	9.26	10.40
66.67	27.62	6.76	0.00	9.26	10.73
74.00	31.32	6.86	0.33	9.26	11.07
92.67	40.04	7.33	0.00	9.26	11.07
72.00	31.03	7.35	0.33	9.26	11.07
73.67	32.18	7.35	0.00	9.26	11.07
74.00	33.91	7.34	0.00	9.26	11.07
60.00	26.09	7.37	0.00	9.26	11.07
69.67	30.46	7.19	0.00	9.26	11.07
74.67	33.86	7.10	0.00	9.26	11.07
116.67	53.43	7.07	0.00	9.26	10.33
70.00	33.65	6.87	0.00	9.26	10.33
68.33	29.78	7.05	0.00	9.26	10.00
57.67	27.33	6.59	0.00	9.26	10.00
67.33	29.15	6.63	0.00	9.26	10.00
80.00	35.75	6.73	0.00	9.26	10.33
93.33	42.38	6.71	0.00	9.26	10.33
101.33	43.86	6.80	0.00	9.26	10.33
115.00	49.20	7.26	0.00	9.26	10.33
69.00	30.46	7.41	0.00	9.26	10.33
64.67	27.29	7.19	0.00	9.26	10.33
62.00	28.20	6.93	0.00	9.26	10.33
76.67	33.04	6.87	0.00	9.26	10.00
87.33	40.90	6.72	0.00	9.26	10.00
53.33	24.03	6.80	0.00	9.26	10.00

67.00	30.50	6.87	0.00	9.26	10.00
68.00	30.76	6.75	0.00	9.26	10.00
82.33	36.98	6.76	0.00	9.26	9.67
127.33	66.82	6.69	0.00	9.26	9.33
83.33	39.96	6.71	0.00	9.26	9.33
57.67	27.33	6.63	0.00	9.26	10.00
43.67	18.44	6.66	0.00	9.26	10.40
55.00	24.61	6.64	0.00	9.26	10.73
28.00	14.62	6.94	0.00	9.26	10.73
46.33	19.69	6.96	0.00	9.26	10.73
64.33	30.67	7.18	0.00	9.26	10.73
87.67	40.36	7.25	0.00	9.26	10.67
59.00	30.95	7.48	0.00	9.26	10.67
55.33	27.59	7.75	0.00	9.26	10.40
59.00	26.14	7.87	0.00	9.26	11.33
32.00	14.63	7.72	0.00	9.26	11.33
46.67	22.07	8.04	0.00	9.26	11.33
61.00	24.08	8.04	0.00	9.26	12.00
62.00	25.47	7.99	0.00	9.26	12.00
69.67	28.71	8.04	0.00	9.26	12.00
80.00	35.39	8.17	0.00	9.26	12.00
67.67	28.52	7.98	0.00	9.26	11.33
42.67	17.30	7.96	0.00	9.26	12.67
44.00	17.27	8.02	0.00	9.26	12.00
48.33	20.00	8.08	0.00	9.26	12.00
92.33	39.48	8.19	0.00	9.26	12.00
39.33	18.76	8.05	0.00	9.26	11.33
56.00	31.90	7.78	0.00	9.26	11.00
50.00	20.97	7.49	0.00	9.26	11.67
63.33	26.91	7.74	0.00	9.26	11.67
38.33	15.68	7.60	0.00	9.26	11.67
58.67	25.16	7.64	0.00	9.26	11.67
55.33	23.43	7.41	0.00	9.26	11.67
61.33	28.15	7.00	0.00	9.26	11.67
89.67	43.60	6.77	0.00	9.26	11.00
73.67	36.52	6.62	0.67	9.26	11.33
68.67	30.80	6.98	0.00	9.26	11.33
65.67	29.19	6.86	0.33	9.26	11.33
53.33	21.45	7.17	0.33	9.26	11.33
42.00	19.74	7.35	0.00	9.26	11.33
59.67	36.93	7.27	0.67	9.26	11.33

50.67	24.47	7.28	0.00	9.26	11.20
22.67	9.65	7.23	0.00	9.26	11.20
31.33	13.15	7.48	0.00	9.26	11.87
36.67	15.77	7.44	0.00	9.26	11.87
66.00	30.52	7.52	0.00	9.26	12.00
112.67	53.19	7.59	0.33	9.26	11.67
84.33	36.95	7.97	0.33	9.26	11.67
69.67	29.52	7.97	0.33	9.26	11.67
73.67	30.13	7.41	0.67	9.26	12.00
103.33	43.62	7.50	0.67	9.26	12.00
72.00	32.62	7.56	0.33	9.26	12.00
73.00	32.32	7.67	0.00	9.26	12.00
52.00	21.28	7.87	0.00	9.26	12.67
64.33	28.70	7.99	0.00	9.26	12.67
61.67	27.13	8.14	1.00	9.26	12.67
44.67	18.90	8.23	0.00	9.26	12.00
37.33	15.64	8.26	0.33	9.26	12.67
42.00	16.72	8.18	0.00	9.26	12.67
36.33	15.17	8.05	0.00	9.26	12.00
74.00	30.15	7.93	0.00	9.26	11.73
90.67	38.10	7.89	0.00	9.26	12.00
89.67	41.95	7.88	0.00	9.26	12.00
78.00	36.14	8.05	0.00	9.26	12.00
56.00	26.41	8.23	0.00	9.26	12.00
46.33	19.80	8.45	0.00	9.26	12.00
59.00	29.93	8.43	0.00	9.26	13.33
39.67	17.81	8.61	0.00	9.26	13.33
40.33	17.39	8.80	0.00	9.26	14.27
29.67	12.88	9.06	0.00	9.26	14.27
34.67	15.52	9.65	0.00	9.26	14.27
27.67	11.90	9.70	0.00	9.26	14.27
40.33	18.42	9.63	0.00	9.26	13.93
32.00	15.78	9.55	0.00	9.26	13.27
44.67	22.43	9.50	0.33	9.26	12.40
52.00	25.41	8.78	0.00	9.26	10.80
80.67	36.84	7.29	0.00	9.26	10.80
71.67	35.67	6.99	0.00	9.26	10.27
50.50	23.32	7.57	0.00	9.26	10.80
67.33	33.28	6.66	0.33	9.26	9.73
73.50	38.29	6.94	0.00	9.26	9.80
77.67	41.33	6.27	0.00	9.26	9.20

61.67	32.26	5.69	0.67	9.26	8.53
79.00	39.57	6.35	0.00	9.26	9.20
77.67	38.41	6.59	0.00	9.26	8.33
60.33	27.96	6.55	0.33	9.26	9.00
40.67	19.75	6.19	0.00	9.26	8.67
64.33	30.55	6.14	0.00	9.26	9.33
49.33	21.13	5.84	0.00	9.26	9.33
63.00	30.77	5.97	0.00	9.26	9.33
86.33	40.98	6.02	0.00	9.26	9.20
75.67	35.51	5.98	0.00	9.26	8.87
47.67	22.46	5.86	0.00	9.26	8.87
47.00	22.69	5.85	0.00	9.26	8.87
54.67	26.57	5.85	0.00	9.26	8.67
103.00		53.69	5.74	0.33	9.26
68.67	34.25	5.76	0.00	9.26	9.53
122.67		64.19	5.53	0.00	9.26
66.33	34.43	5.32	0.00	9.26	8.67
43.67	24.36	5.71	0.00	9.26	8.67
33.00	22.14	5.73	0.00	9.26	8.87
31.33	16.81	6.58	0.00	9.26	9.00
36.33	18.39	4.03	0.00	9.26	8.33
27.00	12.53	4.13	0.00	9.26	6.00
49.00	26.52	5.48	0.00	9.26	8.33
44.67	22.58	5.59	0.00	9.26	8.33
47.50	22.94	6.34	0.00	9.26	8.00
34.00	15.45	5.87	0.50	9.26	8.50
36.00	15.24	5.80	0.00	9.26	8.50
36.50	18.01	6.23	0.00	9.26	9.50
28.00	13.89	5.86	0.00	9.26	9.33
54.00	26.97	4.55	0.00	9.26	6.67
58.33	27.55	6.08	0.00	9.26	9.00
38.67	17.37	6.24	0.00	9.26	9.00
40.67	19.85	6.51	0.00	9.26	9.53
28.67	12.79	6.50	0.00	9.26	9.53
38.67	18.49	6.52	0.00	9.26	9.33
52.00	24.36	6.55	0.00	9.26	9.33
52.33	21.98	6.53	0.33	9.26	8.67
57.67	27.51	6.44	0.00	9.26	9.33
35.33	17.42	6.16	0.00	9.26	9.67
36.33	18.34	6.03	0.00	9.26	9.00
44.00	22.64	5.88	0.00	9.26	7.67



中国大学生在线
dxs.moe.gov.cn

55.67	29.62	5.75	0.00	9.26	7.67
59.67	29.87	5.76	0.00	9.26	7.67
75.00	34.52	5.65	0.00	9.26	7.67
72.67	34.57	5.19	0.33	9.26	8.00
45.33	22.84	5.49	0.00	9.26	8.00
32.67	16.12	5.62	0.00	9.26	8.00
47.33	22.99	5.70	0.00	9.26	8.00
48.00	22.11	5.96	0.00	9.26	8.73
55.00	24.50	6.20	0.00	9.26	8.73
53.00	24.81	6.50	0.00	9.26	9.40
40.33	19.55	6.66	0.00	9.26	9.40
38.33	19.40	6.65	0.00	9.26	9.40
37.67	18.79	6.58	0.00	9.26	9.07
30.67	14.69	6.40	0.00	9.26	9.07
45.00	21.78	6.37	0.00	9.26	9.33
53.00	28.42	6.44	0.00	9.26	9.33
34.33	17.45	6.60	0.00	9.26	9.33
55.33	28.51	6.68	0.00	9.26	9.33
47.00	23.87	6.70	0.00	9.26	9.33
54.00	24.76	6.73	0.00	9.26	9.33
55.33	26.48	6.71	0.00	9.26	9.33
46.67	22.33	6.70	0.00	9.26	10.00
53.67	25.56	6.89	0.00	9.26	10.33
105.00	53.47	6.61	0.00	9.26	10.00
53.33	27.07	6.67	0.00	9.26	10.00
50.67	27.03	6.81	0.00	9.26	10.33
42.33	21.36	6.77	0.00	9.26	10.33
38.67	16.82	6.86	0.00	9.26	8.60
46.67	24.49	6.83	0.00	9.26	9.00
53.33	25.20	6.53	0.00	9.26	9.00
60.33	34.45	6.50	0.00	9.26	9.67
38.33	18.72	6.51	0.00	9.26	10.00
39.33	21.06	6.55	0.00	9.26	10.33
60.67	33.08	6.24	0.00	9.26	10.33
92.67	49.77	6.33	0.33	9.26	10.33
51.50	22.52	6.18	0.00	9.26	9.50
67.00	34.43	6.49	0.00	9.26	10.67
96.33	49.77	6.70	0.00	9.26	10.67
73.67	38.56	6.88	0.00	9.26	11.00
90.00	50.14	7.01	0.00	9.26	11.20
58.00	28.49	7.08	0.00	9.26	11.20



中国大学生在线
dxs.moe.gov.cn

69.00	40.14	6.96	0.00	9.26	11.20
79.67	47.42	6.82	0.00	9.26	10.67
82.67	49.46	6.70	0.00	9.26	10.67
100.67	56.44	6.63	0.00	9.26	10.00
43.50	19.74	6.85	0.00	9.26	10.00
29.33	16.12	6.60	0.00	9.26	10.00
57.67	29.00	6.75	0.00	9.26	10.00
80.00	41.15	6.29	0.00	9.26	9.33
86.33	42.36	6.00	0.00	9.26	9.33
76.67	38.92	5.61	0.00	9.26	9.00
83.33	41.10	5.73	0.00	9.26	9.00
68.67	32.23	5.90	0.00	9.26	10.00
67.00	35.48	6.18	0.00	9.26	10.33
64.33	32.01	6.14	0.00	9.26	10.33
77.67	43.31	6.06	0.00	9.26	10.00
63.00	30.79	6.10	0.00	9.26	9.00
71.50	32.96	6.18	0.00	9.26	9.00
38.67	18.31	4.15	0.00	9.26	5.73
51.00	23.00	5.96	0.00	9.26	8.73
51.67	23.52	5.66	0.00	9.26	8.73
53.67	25.84	5.72	0.00	9.26	8.73
48.67	22.41	5.82	0.00	9.26	8.73
64.00	30.43	5.81	0.00	9.26	8.07
68.00	33.80	5.61	0.00	9.26	8.07
53.33	26.13	5.29	0.00	9.26	8.07
51.00	23.03	5.46	0.00	9.26	8.40
38.67	18.24	5.50	0.00	9.26	8.40
46.33	19.79	5.53	0.00	9.26	8.40
53.33	25.59	5.41	0.00	9.26	7.73
55.33	26.21	5.42	0.00	9.26	7.73
67.00	31.43	5.84	0.00	9.26	9.07
67.00	30.07	6.14	0.00	9.26	9.40
48.67	22.46	6.20	0.33	9.26	9.27
38.67	17.31	6.22	0.00	9.26	9.73
49.33	21.53	6.32	0.00	9.26	9.40
41.33	18.87	6.32	0.00	9.26	9.60
37.67	17.03	6.34	0.00	9.26	9.60
59.33	27.09	6.39	0.00	9.26	9.60
54.67	24.34	6.42	0.00	9.26	9.60
45.33	18.84	6.34	0.00	9.26	9.60
29.67	12.28	5.75	0.00	9.26	8.93

31.33	13.40	5.73	0.00	9.26	8.73
24.67	9.93	5.63	0.00	9.26	8.73
26.33	10.29	3.19	0.00	9.26	6.33
33.67	14.79	3.99	0.00	9.26	5.67
36.67	16.29	4.29	0.00	9.26	6.00
25.33	10.93	4.47	0.00	9.26	6.67
17.00	8.05	4.36	0.00	9.26	6.67
30.00	13.57	7.07	0.00	9.26	9.73
45.67	20.42	7.16	0.00	9.26	10.00
51.67	22.09	7.04	0.00	9.26	10.67
55.00	25.08	7.11	0.00	9.26	10.67
45.33	19.62	7.17	0.00	9.26	10.67
32.00	14.94	7.10	0.00	9.26	10.67
31.67	14.69	7.10	0.00	9.26	10.67
28.67	13.43	7.09	0.00	9.26	11.00
27.00	11.56	7.07	0.00	9.26	11.00
31.33	13.36	7.12	0.00	9.26	11.00
38.67	18.67	7.41	0.00	9.26	10.67
34.00	16.50	7.53	0.00	9.26	10.33
27.67	12.50	7.31	0.00	9.26	10.67
43.50	20.06	7.60	0.00	9.26	11.00
42.33	21.13	7.32	0.67	9.26	10.00
38.00	18.26	7.32	0.00	9.26	10.00
44.33	22.38	7.50	0.33	9.26	9.67
48.00	23.16	7.40	0.00	9.26	9.67
45.67	22.81	7.40	0.00	9.26	9.67
52.00	23.51	7.41	0.00	9.26	11.00
67.33	31.14	7.45	0.00	9.26	11.00
21.00	9.58	7.45	0.00	9.26	11.00
33.33	15.33	7.46	0.00	9.26	11.00
36.67	16.85	7.47	0.00	9.26	11.00
46.67	22.59	7.52	0.00	9.26	11.00
33.67	16.04	7.42	0.00	9.26	10.67
28.00	12.52	7.42	0.00	9.26	10.00
26.33	11.95	7.42	0.00	9.26	11.33
27.67	12.83	7.25	0.00	9.26	11.00
27.67	12.76	7.21	0.00	9.26	11.67
29.33	13.28	7.48	0.00	9.26	11.67
31.00	13.35	7.40	0.00	9.26	11.67
51.67	22.10	7.43	0.00	9.26	11.67
37.67	15.52	7.49	0.00	9.26	11.67

24.67	10.42	7.48	0.00	9.26	11.67
28.67	12.94	7.84	0.00	9.26	11.33
33.33	14.69	7.82	0.00	9.26	11.33
42.00	18.00	7.71	0.00	9.26	11.33
43.00	20.58	7.58	0.00	9.26	10.67
55.67	33.23	6.93	0.00	9.26	9.93
61.00	30.52	6.37	0.00	9.26	9.27
30.00	16.13	6.45	0.00	9.26	9.33
28.33	12.67	6.23	0.00	9.26	9.33
30.33	12.63	6.28	0.00	9.26	9.87
35.33	16.29	6.44	0.00	9.26	9.87
44.67	19.91	6.48	0.00	9.26	9.00
50.67	22.73	5.97	0.00	9.26	9.33
35.33	16.66	5.92	0.00	9.26	9.33
52.33	22.97	5.83	0.00	9.26	8.67
46.67	19.73	6.16	0.00	9.26	8.67
41.67	16.62	6.39	0.00	9.26	8.67
41.33	16.86	5.47	0.00	9.26	8.67
44.33	21.87	5.32	0.00	9.26	8.00
40.33	24.21	5.53	0.00	9.26	8.00
49.00	22.05	5.97	0.00	9.26	8.67
41.00	17.88	5.46	0.00	9.26	8.67
37.33	15.97	5.70	0.00	9.26	8.67
41.67	17.80	5.80	0.00	9.26	8.00
46.67	21.77	5.80	0.00	9.26	8.33
67.00	30.20	6.13	0.00	9.26	8.33
63.00	28.10	6.26	0.00	9.26	9.00
51.33	24.48	6.44	0.00	9.26	9.33
31.67	13.64	6.46	0.00	9.26	9.33
39.33	19.28	6.41	0.00	9.26	9.33
36.33	17.64	6.36	0.00	9.26	9.00
29.00	13.06	6.48	0.00	9.26	9.73
44.67	21.90	6.64	0.00	9.26	9.73
48.33	20.65	6.82	0.00	9.26	9.73
55.00	25.07	7.04	0.00	9.26	9.73
41.33	18.93	6.86	0.00	9.26	9.33
33.67	14.53	6.82	0.00	9.26	9.33
45.67	20.08	7.22	0.00	9.26	9.73
47.33	22.99	7.25	0.00	9.26	9.73
62.00	28.36	7.08	0.00	9.26	9.73
65.67	31.12	7.03	0.00	9.26	9.07

31.00	14.54	7.21	0.00	9.26	9.33
37.33	17.84	7.17	0.00	9.26	9.67
48.67	20.56	7.22	0.00	9.26	10.00
39.33	17.14	7.24	0.00	9.26	10.00
58.33	25.56	7.15	0.00	9.26	10.40
47.00	18.23	7.23	0.00	9.26	10.73
56.33	26.89	7.31	0.00	9.26	11.00
52.67	22.75	7.39	0.00	9.26	10.40
36.67	16.26	7.37	0.00	9.26	11.13
31.67	14.30	7.56	0.00	9.26	11.13
35.33	16.36	7.70	0.00	9.26	11.13
28.00	12.20	7.56	0.00	9.26	11.40
49.33	20.40	7.50	0.00	9.26	11.73
56.67	24.36	7.66	0.00	9.26	11.07
59.67	28.42	7.70	0.00	9.26	11.07
58.67	28.97	7.71	0.00	9.26	11.07
37.33	18.26	7.67	0.00	9.26	11.73
23.67	12.17	7.68	0.00	9.26	11.73
65.00	30.67	7.56	0.00	9.26	11.73
50.67	22.74	7.52	0.00	9.26	11.73
48.00	23.75	7.36	0.00	9.26	11.47
40.33	20.49	7.34	0.00	9.26	11.47
50.00	22.83	7.22	0.00	9.26	10.13
39.33	18.18	7.24	0.00	9.26	10.40
37.33	16.31	7.25	0.00	9.26	10.40
29.67	14.80	6.69	0.00	9.26	11.07
37.33	17.36	6.66	0.00	9.26	10.67
73.67	32.30	6.46	0.00	9.26	10.40
53.00	23.94	6.36	0.00	9.26	9.73
44.00	19.26	6.53	0.00	9.26	10.00
45.00	19.67	6.50	0.00	9.26	9.73
42.67	20.28	6.55	0.00	9.26	9.73

END

init
list(tau=1,alpha=1,beta1=1,beta2=1,beta3=1,beta4=1,beta5=1)

四、枝江青梗散花贝叶斯模型 BUGS 代码

```

model{
for(i in 1:n){
zjx[i]~dnorm(mu[i],tau)
mu[i]<-alpha+beta1*zjc[i]+beta2*zjp[i]+beta3*zjt[i]+beta4*zjs[i]+beta5*zjj[i]
}
}
```

```

    }
s2<-1/tau
tau~dgamma(0.01,0.01)
alpha~dnorm(0,0.01)
beta1~dnorm(0,0.01)
beta2~dnorm(0,0.01)
beta3~dnorm(0,0.01)
beta4~dnorm(0,0.01)
beta5~dnorm(0,0.01)
}

data
list(n=365)
zjx[] zjc[] zjp[] zjt[] zjs[] zjj[]
1.94 2.33 1.71 0.00 0.94 1.43
6.22 8.00 1.52 0.00 0.94 1.60
3.87 5.33 1.56 0.00 0.94 2.67
0.00 0.00 0.00 0.00 0.94 2.67
6.46 8.67 1.57 0.00 0.94 2.67
5.31 7.33 1.58 0.00 0.94 1.60
6.44 8.00 1.59 0.00 0.94 2.67
5.74 8.33 1.62 0.00 0.94 2.67
0.00 0.00 0.00 0.00 0.94 2.67
8.12 12.67 1.62 0.00 0.94 1.60
0.35 0.67 1.62 0.00 0.94 2.67
10.08 16.33 1.56 0.00 0.94 2.67
3.74 6.67 1.72 0.00 0.94 1.60
0.00 0.00 0.00 0.00 0.94 1.60
0.00 0.00 0.00 0.00 0.94 1.60
0.00 0.00 0.00 0.00 0.94 1.60
0.21 0.33 1.92 0.00 0.94 2.67
0.00 0.00 0.00 0.00 0.94 2.67
0.23 0.33 1.92 0.00 0.94 2.67
0.00 0.00 0.00 0.00 0.94 2.67
0.00 0.00 0.00 0.00 0.94 2.67
0.00 0.00 0.00 0.00 0.94 2.67
0.00 0.00 0.00 0.00 0.94 2.67
11.11 27.00 2.15 0.00 0.94 1.60
9.04 17.00 2.06 0.00 0.94 2.67
10.08 21.00 2.06 0.00 0.94 3.33

```



6.23	11.33	1.97	0.00	0.94	3.33
10.67	17.33	1.78	0.00	0.94	1.33
5.90	12.67	1.67	0.00	0.94	2.00
0.29	0.67	1.67	0.00	0.94	3.33
6.19	12.67	1.67	0.00	0.94	3.33
10.28	23.00	1.70	0.00	0.94	1.67
7.40	18.67	1.80	0.00	0.94	3.33
6.13	14.00	1.66	0.00	0.94	3.33
7.87	16.00	1.60	0.00	0.94	1.77
8.96	21.00	1.42	0.00	0.94	2.93
6.56	12.67	1.39	0.00	0.94	1.77
7.09	15.33	1.46	0.00	0.94	2.93
6.78	12.00	1.36	0.00	0.94	2.93
5.77	10.00	1.28	0.33	0.94	2.93
6.53	8.33	1.28	0.00	0.94	2.93
6.49	11.00	1.27	0.00	0.94	2.93
10.00	15.33	1.27	0.00	0.94	1.77
13.57	21.33	1.10	0.00	0.94	1.77
10.19	17.67	1.19	0.00	0.94	1.77
9.28	19.33	1.22	0.00	0.94	2.93
9.70	15.67	1.19	0.00	0.94	2.93
14.64	26.00	1.20	0.00	0.94	2.93
11.34	23.33	1.29	0.00	0.94	2.93
14.92	20.00	1.26	0.00	0.94	2.93
11.11	15.67	1.26	0.00	0.94	2.93
6.87	11.00	1.25	0.00	0.94	2.93
4.76	8.00	1.25	0.00	0.94	2.93
11.10	17.00	1.25	0.00	0.94	2.93
10.20	18.33	1.30	0.00	0.94	2.93
6.54	9.67	1.48	0.00	0.94	1.77
4.08	6.33	1.48	0.00	0.94	2.93
9.57	19.00	1.48	0.00	0.94	2.93
2.96	6.00	1.74	0.00	0.94	1.77
12.76	30.33	2.01	0.00	0.94	4.00
6.60	13.67	2.40	0.00	0.94	4.67
6.42	12.33	2.40	0.00	0.94	4.67
6.37	11.67	2.53	0.00	0.94	4.67
7.00	12.33	2.56	0.00	0.94	2.80
10.37	19.33	2.50	0.00	0.94	4.67
9.10	17.00	2.73	0.00	0.94	2.80
6.16	11.33	2.73	0.00	0.94	2.80

2.10	3.33	2.73	0.00	0.94	2.80
7.81	19.00	2.68	0.33	0.94	4.67
12.91	30.33	2.68	0.33	0.94	4.67
9.15	22.67	2.92	0.00	0.94	4.67
11.37	23.33	3.31	0.00	0.94	2.80
12.90	29.00	3.21	0.00	0.94	4.67
8.10	18.67	2.64	0.00	0.94	3.27
7.12	16.67	2.64	0.00	0.94	4.67
3.86	10.00	2.69	0.00	0.94	2.80
7.01	14.33	2.71	0.00	0.94	3.67
10.42	23.67	2.53	0.00	0.94	3.67
7.94	19.00	2.19	0.00	0.94	3.67
5.58	13.00	1.75	0.00	0.94	2.20
7.66	17.33	1.67	0.00	0.94	3.33
4.81	9.67	1.74	0.00	0.94	3.07
9.43	21.00	1.74	0.00	0.94	3.07
15.10	32.00	1.74	0.67	0.94	1.83
15.87	31.00	1.74	0.00	0.94	1.83
7.70	15.33	1.74	0.00	0.94	1.53
3.93	7.67	1.74	0.00	0.94	1.83
6.82	16.33	1.73	0.00	0.94	1.83
5.99	14.00	1.75	0.00	0.94	1.53
7.68	17.33	1.74	0.00	0.94	1.83
12.11	26.67	1.70	0.00	0.94	1.53
13.37	25.33	1.72	0.00	0.94	1.83
12.62	23.00	1.74	0.00	0.94	3.07
13.82	26.33	1.65	0.00	0.94	1.83
6.53	13.67	1.47	0.00	0.94	1.23
0.28	0.33	1.73	0.00	0.94	1.53
11.65	22.67	1.52	0.00	0.94	3.07
14.09	30.00	1.75	0.33	0.94	1.83
4.54	8.00	1.71	0.00	0.94	1.83
8.75	15.33	1.66	0.00	0.94	1.83
7.63	15.00	1.62	0.00	0.94	1.83
4.54	9.33	1.74	0.00	0.94	1.83
4.68	10.00	1.77	0.00	0.94	1.83
4.79	11.00	1.84	0.00	0.94	3.07
1.70	3.67	1.91	0.00	0.94	1.83
8.02	15.67	1.90	0.00	0.94	1.53
9.85	16.67	1.87	0.00	0.94	1.53
6.42	13.67	1.87	0.00	0.94	1.53



中国大学生在线
dxs.moe.gov.cn

11.58	26.67	1.87	0.00	0.94	0.93
2.42	2.67	1.78	0.00	0.94	1.23
3.46	7.67	1.61	0.00	0.94	3.07
13.91	34.00	1.57	0.00	0.94	3.07
10.92	26.67	1.56	0.00	0.94	3.07
6.16	15.67	1.56	0.00	0.94	3.07
5.32	14.00	1.70	0.00	0.94	1.83
6.38	17.00	1.75	0.00	0.94	1.83
9.56	25.00	1.75	0.00	0.94	1.83
4.54	13.00	1.75	0.00	0.94	1.17
5.32	14.00	1.38	0.00	0.94	0.70
8.07	21.33	1.10	0.00	0.94	2.33
12.10	32.00	1.01	0.00	0.94	2.33
8.80	20.00	1.03	0.00	0.94	1.93
4.25	12.00	0.99	0.00	0.94	1.17
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
10.67	30.33	0.89	0.00	0.94	1.93
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
10.03	25.33	0.80	0.00	0.94	1.17
9.14	19.00	0.80	0.00	0.94	1.60
8.23	17.67	0.74	0.00	0.94	1.60
7.27	15.67	0.73	0.00	0.94	1.60
6.11	13.33	0.68	0.00	0.94	0.97
6.25	14.67	0.68	0.00	0.94	0.97
7.39	16.67	0.69	0.00	0.94	1.60
8.02	18.33	0.74	0.00	0.94	1.60
8.02	18.33	0.84	0.00	0.94	1.60
7.27	16.33	0.80	0.00	0.94	0.97
5.05	12.67	0.77	0.00	0.94	1.60
1.74	4.67	0.77	0.00	0.94	1.60
8.86	18.67	0.66	0.00	0.94	1.60
11.24	25.00	0.60	0.00	0.94	1.60
10.07	25.33	0.47	0.00	0.94	1.60
15.81	35.67	0.70	0.00	0.94	1.60
10.73	25.00	0.67	0.00	0.94	1.60
8.53	17.00	0.75	0.00	0.94	1.60
4.82	11.00	0.71	0.00	0.94	1.60
4.61	11.00	0.68	0.00	0.94	1.60
7.14	17.00	0.59	0.00	0.94	1.60
10.02	23.00	0.72	0.00	0.94	1.60
1.06	2.33	0.49	0.00	0.94	1.60



2.87	6.67	0.49	0.00	0.94	1.60
1.98	4.33	0.52	0.00	0.94	1.60
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
7.27	16.00	0.45	0.00	0.94	1.60
10.09	23.67	0.49	0.00	0.94	1.60
3.28	9.00	0.51	0.00	0.94	0.80
0.53	1.67	0.54	0.00	0.94	0.80
6.17	14.33	0.54	0.00	0.94	1.60
8.66	20.67	0.58	0.00	0.94	1.60
7.11	16.67	0.55	0.00	0.94	1.60
12.74	28.33	0.56	0.00	0.94	1.60
7.46	18.33	0.63	0.00	0.94	0.97
4.07	10.00	0.63	0.00	0.94	1.60
5.23	12.67	0.64	0.00	0.94	1.60
6.48	16.67	0.67	0.00	0.94	1.60
0.95	2.67	0.66	0.00	0.94	1.60
0.20	0.67	0.80	0.00	0.94	1.60
11.82	27.67	0.81	0.00	0.94	1.60
10.14	23.67	0.90	0.00	0.94	1.60
7.20	18.67	0.93	0.00	0.94	1.60
15.88	42.67	0.94	0.00	0.94	0.97
5.80	13.33	0.93	0.00	0.94	1.60
5.22	11.67	0.92	0.00	0.94	1.60
8.28	21.00	0.93	0.00	0.94	1.60
9.65	24.67	0.95	0.00	0.94	1.60
5.17	14.33	0.96	0.00	0.94	0.97
6.83	18.00	0.92	0.00	0.94	1.60
5.12	13.00	0.92	0.00	0.94	1.60
4.05	11.00	0.96	0.00	0.94	1.03
6.59	18.33	0.98	0.00	0.94	1.73
5.13	13.67	1.03	0.00	0.94	1.03
6.71	18.33	1.04	0.00	0.94	1.73
6.89	18.33	1.06	0.00	0.94	1.73
4.93	10.67	1.09	0.00	0.94	3.07
4.84	10.67	1.28	0.00	0.94	1.83
4.48	9.33	1.38	0.00	0.94	3.07
3.96	10.00	1.56	0.00	0.94	3.07
3.18	7.67	1.66	0.00	0.94	3.07

3.65	8.33	1.71	0.00	0.94	1.83
3.90	8.33	1.71	0.00	0.94	3.07
1.89	4.33	1.71	0.00	0.94	3.07
5.11	11.33	1.80	0.00	0.94	3.07
2.85	5.67	1.82	0.00	0.94	3.07
6.18	12.67	1.67	0.00	0.94	3.07
9.43	21.00	1.63	0.00	0.94	1.83
12.81	28.00	1.68	0.00	0.94	2.13
8.83	20.67	1.65	0.00	0.94	1.53
5.03	12.67	1.64	0.00	0.94	1.83
4.49	11.67	1.71	0.00	0.94	1.83
8.17	15.33	1.73	0.00	0.94	3.07
11.56	21.00	1.76	0.00	0.94	3.07
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00
4.34	4.67	1.73	0.00	0.94	3.07
7.90	11.33	1.74	0.00	0.94	3.07
7.73	13.33	0.31	0.00	0.94	3.07
2.94	6.67	0.10	0.00	0.94	3.07
5.74	10.00	1.73	0.00	0.94	3.07
0.22	0.33	1.73	0.00	0.94	3.07
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	3.07
5.55	13.33	1.99	0.00	0.94	3.07
6.73	14.00	2.00	0.00	0.94	3.07
7.62	16.00	3.03	0.00	0.94	2.30
4.18	7.33	2.06	0.00	0.94	1.83
4.89	11.33	2.07	0.00	0.94	1.83
6.56	14.33	2.07	0.00	0.94	3.07
3.29	7.67	2.08	0.00	0.94	2.17
3.05	7.33	2.10	0.00	0.94	1.80
3.95	9.67	2.13	0.00	0.94	3.60
4.66	11.00	2.17	0.00	0.94	3.60
5.87	14.67	2.20	0.00	0.94	2.17
5.45	13.67	2.30	0.00	0.94	2.17
3.68	9.33	2.32	0.00	0.94	2.17
8.41	19.00	3.34	0.00	0.94	5.00
9.19	21.00	3.20	0.00	0.94	3.00
5.52	11.67	1.88	0.00	0.94	3.33
4.98	11.00	1.90	0.00	0.94	3.33
3.77	7.67	1.83	0.00	0.94	2.00
3.32	8.00	1.79	0.00	0.94	2.00
4.54	11.33	1.69	0.00	0.94	2.00



4.12	10.67	1.50	0.00	0.94	3.33
6.23	16.00	1.53	0.00	0.94	1.67
3.43	7.33	1.53	0.00	0.94	2.00
3.82	9.67	1.47	0.00	0.94	1.33
4.65	11.00	1.37	0.00	0.94	1.60
1.19	2.67	1.45	0.00	0.94	1.60
3.47	7.67	1.48	0.00	0.94	1.60
6.11	14.33	1.50	0.00	0.94	1.33
5.83	13.33	1.53	0.00	0.94	1.60
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	1.60
4.57	9.33	1.66	0.00	0.94	1.60
3.23	7.00	1.73	0.00	0.94	1.60
3.77	7.67	1.75	0.00	0.94	1.60
4.26	9.67	1.89	0.00	0.94	1.77
4.08	9.00	2.00	0.00	0.94	1.77
5.07	10.67	1.95	0.00	0.94	1.77
3.48	7.33	1.85	0.00	0.94	1.77
3.26	7.00	1.81	0.00	0.94	1.77
4.69	9.67	1.72	0.00	0.94	1.77
3.18	6.67	1.61	0.00	0.94	1.77
3.47	7.67	1.62	0.00	0.94	1.77
5.27	11.67	1.67	0.00	0.94	1.47
6.51	16.00	1.68	0.00	0.94	1.47
3.53	8.00	1.65	0.00	0.94	1.77
3.03	6.67	1.35	0.00	0.94	2.93
3.23	7.00	1.52	0.00	0.94	1.77
4.47	9.33	1.52	0.00	0.94	1.47
6.75	16.67	1.79	0.33	0.94	2.93
6.49	12.67	1.83	0.00	0.94	2.93
4.35	9.00	1.95	0.00	0.94	2.93
5.42	12.67	1.99	0.00	0.94	2.93
6.97	16.33	2.56	0.67	0.94	2.93
4.48	9.67	2.77	0.00	0.94	3.60
3.87	9.00	2.99	0.00	0.94	1.80
5.67	11.00	3.26	0.00	0.94	2.17
4.29	8.00	2.70	0.00	0.94	2.17
10.01	19.33	2.50	0.00	0.94	3.60
3.03	6.67	2.52	0.00	0.94	2.17
3.41	7.33	2.52	0.00	0.94	2.17
5.86	12.00	3.78	0.00	0.94	5.40
3.56	8.00	2.58	0.00	0.94	3.60

6.45	14.67	2.58	0.00	0.94	3.60
4.15	9.33	2.57	0.00	0.94	2.17
5.13	10.67	3.05	0.00	0.94	2.17
1.04	2.33	3.27	0.00	0.94	2.17
1.97	4.33	3.42	0.00	0.94	3.60
7.79	17.33	3.43	0.00	0.94	2.17
3.70	7.67	3.17	0.00	0.94	2.80
4.00	8.33	2.76	0.00	0.94	4.67
3.28	7.67	2.65	0.00	0.94	4.67
4.56	10.00	2.53	0.00	0.94	1.83
2.14	4.67	2.39	0.00	0.94	1.83
2.00	4.33	2.37	0.00	0.94	3.67
1.39	2.67	2.20	0.00	0.94	3.67
2.43	5.33	2.11	0.00	0.94	3.67
1.32	2.67	2.01	0.00	0.94	1.83
1.86	3.67	2.08	0.00	0.94	2.67
3.20	7.00	1.95	0.00	0.94	2.67
1.35	2.67	1.70	0.00	0.94	2.67
1.88	4.00	1.65	0.00	0.94	2.67
1.91	3.67	1.66	0.00	0.94	2.67
3.02	6.33	1.67	0.00	0.94	2.67
3.28	6.33	1.67	0.00	0.94	1.60
5.61	10.67	1.66	0.00	0.94	2.67
0.64	1.33	1.63	0.00	0.94	0.97
2.05	5.00	1.52	0.00	0.94	0.97
2.26	5.00	1.49	0.00	0.94	2.40
3.55	8.33	1.73	0.00	0.94	2.40
1.78	4.67	1.82	0.00	0.94	2.40
3.67	8.00	2.14	0.00	0.94	2.67
5.35	13.00	2.33	0.00	0.94	2.67
5.14	9.33	2.47	0.00	0.94	3.00
6.59	13.33	2.51	0.00	0.94	3.00
3.81	7.00	2.18	0.00	0.94	1.80
5.83	10.33	1.79	0.00	0.94	3.00
6.28	12.00	1.78	0.00	0.94	3.00
5.28	8.33	1.77	0.00	0.94	3.00
8.14	14.00	1.64	0.00	0.94	3.00
8.88	15.67	1.43	0.00	0.94	3.00
0.83	1.33	1.20	0.00	0.94	2.40
3.59	8.00	1.39	0.00	0.94	2.40
3.67	6.67	1.39	0.00	0.94	2.40

3.39	6.33	1.40	0.00	0.94	2.40
1.72	3.00	1.41	0.00	0.94	2.40
6.60	12.00	1.39	0.00	0.94	2.40
7.38	12.67	1.32	0.00	0.94	2.40
3.67	6.33	1.33	0.00	0.94	1.43
2.51	5.33	1.34	0.00	0.94	2.40
2.17	4.33	1.33	0.00	0.94	2.40
2.20	4.33	1.32	0.00	0.94	1.43
2.66	5.33	1.35	0.00	0.94	1.43
3.38	7.33	1.41	0.00	0.94	2.40
4.25	9.33	1.86	0.00	0.94	2.67
1.57	3.67	1.95	0.00	0.94	1.33
2.01	4.00	1.92	0.00	0.94	1.60
1.02	2.00	1.93	0.00	0.94	2.67
2.80	5.67	2.33	0.00	0.94	2.33
3.60	7.67	2.33	0.00	0.94	2.33
6.21	13.00	2.30	0.00	0.94	2.33
5.12	11.00	2.24	0.00	0.94	1.60
1.72	4.33	2.24	0.00	0.94	4.33
1.07	2.67	2.83	0.00	0.94	4.33
1.91	4.67	2.97	0.00	0.94	4.33
2.00	4.67	2.97	0.00	0.94	4.33
1.13	2.67	3.00	0.00	0.94	4.33
2.75	5.00	2.96	0.00	0.94	4.33
1.56	2.00	2.89	0.00	0.94	4.33
2.43	4.67	2.72	0.00	0.94	4.33
0.38	0.67	2.70	0.00	0.94	4.33
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	4.33
0.42	0.67	2.83	0.00	0.94	4.33
0.69	1.33	3.15	0.00	0.94	4.33
2.19	5.33	3.13	0.00	0.94	2.60
2.87	6.33	3.11	0.00	0.94	2.60
3.50	7.33	2.84	0.00	0.94	4.33
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	4.33
0.09	0.33	3.16	0.00	0.94	4.33
0.31	0.67	3.17	0.00	0.94	4.33
1.82	3.33	3.18	0.00	0.94	4.33
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	4.33
0.79	1.33	3.20	0.00	0.94	4.67
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	4.67
0.57	1.00	3.23	0.00	0.94	4.67

0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	4.67
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	4.67
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	4.67
0.72	1.33	3.30	0.00	0.94	4.67
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	4.67
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	4.67
0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	4.67
0.89	1.67	3.31	0.00	0.94	4.67
9.51	14.33	4.61	0.00	0.94	6.10
10.41	17.33	4.47	0.00	0.94	5.77
END					

list(tau=0.1,alpha=1,beta2=1,beta3=1,beta4=1,beta5=1)

shapiro 正态性检验 (R 语言) :

#####半小时购买次数超过 0.7 次的花叶类蔬菜的相关性

setwd('E:/cumcm_R')

getwd()

hy<-read.csv('花叶类销量分布.csv')

r<-cor(hy)

(abs(r)>=0.4)

shapiro.test(hy\$ynsc)

shapiro.test(hy\$ynyme)

shapiro.test(hy\$shq)

shapiro.test(hy\$zyc)

shapiro.test(hy\$dbc)

shapiro.test(hy\$hb2)

shapiro.test(hy\$nsfcf)

shapiro.test(hy\$bc)

shapiro.test(hy\$nb2)

shapiro.test(hy\$hsj)

shapiro.test(hy\$yc)

shapiro.test(hy\$cx)

shapiro.test(hy\$th)

#####13 种花叶菜销量全不服从正态分布

#####3 种花菜类的相关性

hc<-read.csv('花菜类销量分布.csv')

r<-cor(hc)

(abs(r)>=0.2)

shapiro.test(hc\$gq)

```
shapiro.test(hc$xlh)
shapiro.test(hc$zjqg)
#####3 种花菜类销量不服从正态分布
lj<-read.csv('辣椒类销量分布.csv')
r<-cor(lj)
(abs(r)>=0.4)
shapiro.test(lj$fhqj)
shapiro.test(lj$pjj)
shapiro.test(lj$xmj)
shapiro.test(lj$shj1)
shapiro.test(lj$xmj1)
shapiro.test(lj$sqxj)
#####6 种辣椒类销量不服从正态分布
qz<-read.csv('茄子类销量分布.csv')
shapiro.test(qz$zqz2)
#####紫茄子 2 销量不服从正态分布
ssg<-read.csv('水生根类销量分布.csv')
shapiro.test(ssg$jo1)
#####净藕 1 销量不服从正态分布
syj<-read.csv('食用菌类销量分布.csv')
r<-cor(syj)
(abs(r)>=0.25)
shapiro.test(syj$xxxg1)
shapiro.test(syj$sjzgh)
shapiro.test(syj$xxhg1)
shapiro.test(syj$sjzg1)
#####食用菌类销量不服从正态分布
```

Lingo 代码

问题 2 LINGO 18.0 x64 代码
花菜类:
model:
sets:
factory /1..3/ : g;
plant /1..7/ : d;
Cooperation(factory,plant) : a,c,b,x,e,f;
endsets
data:

```

a=1.64773358,2.741464683,3.615466702,4.29831386,4.847336334,5.293120474,
5.659795854
20.11546576,22.14428791,23.40479613,24.20580402,24.70422188,25.01312136,
25.20132055
14.99855092,15.11172446,14.98070585,14.78418163,14.54691887,14.30438189,
14.07009828;
c=1.73,1.74,1.73,1.60,1.53,1.53,1.53
6.69,6.66,6.46,6.36,6.53,6.50,6.55
3.3,0,0,0,3.31,4.61,4.47;
b=0.1706,0.1706,0.1706,0.1706,0.1706,0.1706,0.1706
0.0926,0.0926,0.0926,0.0926,0.0926,0.0926,0.0926
0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943;
e=0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0;
enddata
max = @sum(factory(i) : @sum(plant(t):a(i,t)*(c(i,t)*(1+f(i,t))-
(1+b(i,t))*c(i,t)*x(i,t))));
@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.075:@bnd(0.9, f(i,t), 1.2)));
@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.15 #and# b(i,t)#ge# 0.075 :
@bnd(0.6, f(i,t), 0.9)));
@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.225 #and# b(i,t)#ge# 0.15:
@bnd(0.3, f(i,t), 0.6)));
@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.3 #and# b(i,t)#ge# 0.225:
@bnd(0, f(i,t), 0.3)));
end

```

花叶类

model:

sets:

factory /1..13/ : g;

plant /1..7/ : d;

Cooperation(factory,plant) : a,c,b,x,e,f;

endsets

data:

a=3.334292903,4.195600716,5.105037846,5.648428279,6.230678203,

6.712376957,7.202229163

0.452504631,0.916061822,1.748154256,2.265418589,2.857064859,

3.341355767,3.835626058

-0.263344304,0.480282095,0.991834049,1.589588699,2.009890718,

2.358802195,2.628191681

9.297499411,6.970562981,5.920699537,5.241634553,4.957030539,
4.816298939,4.829054878
-0.716166036,1.114076344,1.359555911,2.31919627,2.979955471,
3.746423631,4.461378978
1.687966199,2.557475705,2.907961558,3.078626964,3.198417336,
3.343791924,3.473871875
34.00342341,32.17150378,30.80029762,29.44438306,28.25136009,
27.16735264,26.19631146
1.647886819,2.424845275,3.078785455,3.410463134,3.655995931,
3.820194493,3.95803761
6.68278856,6.552816106,6.019348634,5.793166388,5.598947251,
5.47369204,5.391557579
4.473973852,3.567982395,3.032897319,2.747734455,2.579704583,
2.5127818,2.503087487
7.645287587,7.156399534,6.880934188,6.528230219,6.217110446,
5.954094564,5.727002203
0.392767335,0.544459066,0.36813938,0.418170093,0.424243673,
0.503792016,0.573231286
0.359757988,0.98921013,1.374606341,1.751494886,2.051811025,
2.309092259,2.531055023;
c=0,5.76,5.76,5.74,0,5.68,0
0,4.48,4.48,2.66,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
2.41,2.37,2.42,2.47,2.25,2.16,2.15
0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
3.32,3.59,3.59,3.58,3.85,3.81,3.49
9.63,9.63,9.66,0,0,0,0
2.4,0,2.47,2.42,2.73,2.59,2.56
3.6,3.6,3.6,3.44,2.99,2.6,2.6
2.31,2.34,2.33,2.34,2.37,2.37,2.21
4.6,4.6,0,4.61,4.62,0,0
0,0,0,0,0,0,0;
b=0.1525,0.1525,0.1525,0.1525,0.1525,0.1525,0.1525
0.1281,0.1281,0.1281,0.1281,0.1281,0.1281,0.1281
0.1443,0.1443,0.1443,0.1443,0.1443,0.1443,0.1443
0.1362,0.1362,0.1362,0.1362,0.1362,0.1362,0.1362
0.2227,0.2227,0.2227,0.2227,0.2227,0.2227,0.2227
0.1561,0.1561,0.1561,0.1561,0.1561,0.1561,0.1561
0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943
0.1851,0.1851,0.1851,0.1851,0.1851,0.1851,0.1851

```

0.1568,0.1568,0.1568,0.1568,0.1568,0.1568,0.1568
0.0842,0.0842,0.0842,0.0842,0.0842,0.0842,0.0842
0.1852,0.1852,0.1852,0.1852,0.1852,0.1852,0.1852
0.137,0.137,0.137,0.137,0.137,0.137,0.137
0.0627,0.0627,0.0627,0.0627,0.0627,0.0627,0.0627;
e=0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0;
enddata

max = @sum(factory(i) : @sum(plant(t):a(i,t)*(c(i,t)*(1+f(i,t))-
(1+b(i,t))*c(i,t)*x(i,t)));
@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.075:
@bnd(0.9, f(i,t), 1.2)));
@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.15 #and# b(i,t)#ge# 0.075 : @bnd(0.6,
f(i,t), 0.9)));
@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.225 #and# b(i,t)#ge# 0.15: @bnd(0.3,
f(i,t), 0.6));
@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.3 #and# b(i,t)#ge# 0.225: @bnd(0, f(i,t),
0.3)));
end

```

辣椒类:

model:

sets:

factory /1..7/ : g;

plant /1..7/ : d;

Cooperation(factory,plant) : a,c,b,x,e,f;

endsets

data:

a=23.63641739,24.91283069,26.45779859,27.19114567,27.77363597,

28.08561978,28.25970964

0.730955764,1.381219775,1.829368424,2.225532846,2.552001667,
2.835304367,3.085827892
7.540208886,7.022068245,6.602855743,6.327239003,6.170336508,
6.067630061,6.018109823
0.47290958,0.4898049,0.582781029,0.631731691,0.694823333,
0.740559057,0.78247237
1.811810742,1.6077392,1.809573606,1.911313458,2.055308277,
2.138974268,2.20493232
24.85654079,21.8299718,20.49332711,18.93052956,17.81984114,
16.84781008,16.06306041
0.737127998,1.063607347,1.16550679,1.254359016,1.31164236,
1.357346719,1.394342251;
 $c=2.83,3.46,3.48,3.4,3.3,3.59,3.63$
0,0,0,0,0,0
6.24,6.24,6.6,7.64,7.97,8.95,8.97
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
2.36,1.94,2.05,2.07,2.17,2.25,2.11
0,0,0,0,0,0;
 $b=0.057,0.057,0.057,0.057,0.057,0.057,0.057$
0.0708,0.0708,0.0708,0.0708,0.0708,0.0708,0.0708
0.1018,0.1018,0.1018,0.1018,0.1018,0.1018,0.1018
0.0586,0.0586,0.0586,0.0586,0.0586,0.0586,0.0586
0.1176,0.1176,0.1176,0.1176,0.1176,0.1176,0.1176
0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943
0.078,0.078,0.078,0.078,0.078,0.078,0.078;
 $e=0,0,0,0,0,0$
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0;
enddata
max = @sum(factory(i) : @sum(plant(t):a(i,t)*(c(i,t)*(1+f(i,t)))-
(1+b(i,t))*c(i,t)*x(i,t)));
@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.075:
@bnd(0.9, f(i,t), 1.2));
@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.15 #and# b(i,t) #ge# 0.075 :
@bnd(0.6, f(i,t), 0.9));
@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.225 #and# b(i,t) #ge# 0.15: @bnd(0.3,

```
f(i,t), 0.6));  
    @for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.3 #and# b(i,t)#ge# 0.225: @bnd(0, f(i,t),  
0.3));  
    end
```

食用菌类：

model:

sets:

factory /1..4/ : g;

plant /1..7/ : d;

Cooperation(factory,plant) : a,c,b,x,e,f;

endsets

data:

a=2.587185972,4.397725786,5.695370534,6.706276231,7.472516738,
8.078029385,8.558385115

18.09943869,17.29673248,17.92441459,17.84464327,17.80129486,
17.63815971,17.44426215

6.028128414,5.862298521,5.508185051,5.201698249,4.885341215,
4.596934978,4.331614088

1.176565122,1.62548955,2.212588448,2.613641324,2.976586489,
3.265736917,3.508537034;

c=0,0,0,0,0,0

1.45,1.46,1.44,1.46,1.45,1.46,1.45

15.6,15.6,15.6,15.6,15.6,15.6,15.6

0,0,0,0,0,0;

b=0.1382,0.1382,0.1382,0.1382,0.1382,0.1382,0.1382

0.0045,0.0045,0.0045,0.0045,0.0045,0.0045,0.0045

0.108,0.108,0.108,0.108,0.108,0.108,0.108

0.0343,0.0343,0.0343,0.0343,0.0343,0.0343,0.0343;

e=0,0,0,0,0,0

0,0,0,0,0,0

0,0,0,0,0,0

0,0,0,0,0,0;

enddata

max = @sum(factory(i) :@sum(plant(t):a(i,t)*(c(i,t)*(1+f(i,t)))-
(1+b(i,t))*c(i,t)*x(i,t));

@for(factory(i): @for(plant(t)|x(i,t)= a(i,t)+e(i,t)+b(i,t)*x(i,t)));

@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.075:@bnd(0.9, f(i,t), 1.2)));

@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.15 #and# b(i,t)#ge# 0.075 : @bnd(0.6,
f(i,t), 0.9)));

@for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.225 #and# b(i,t)#ge# 0.15: @bnd(0.3,

```
f(i,t), 0.6));  
    @for(factory(i) : @for(plant(t)|b(i,t) #le# 0.3 #and# b(i,t)#ge# 0.225: @bnd(0, f(i,t),  
0.3));  
    end
```

问题三：

花菜类：

步骤 1：

model:

sets:

factory /1..3/ : g;

plant /1..7/ : d;

Cooperation(factory,plant) : a,p,b,x,c,e;

endsets

data:

a=0,0,0,0,0,0,

9.387,10.681,8.083,14.272,13.401,15.18,16.9

2.161,0,0,0,2.668,9.187,11.187;

p=14,0,0,0,14,14,13

14,0,0,0,14,14,13

14,14,14,14,14,13;

c=0,0,0,0,0,0,

8.42,8.15,7.94,7.8,7.45,7.42,7.59

9.89,0,0,0,9.94,9.2,8.39, :

b=0.1706,0.1706,0.1706,0.1706,0.1706,0.1706,0.1706

0.0926,0.0926,0.0926,0.0926,0.0926,0.0926,0.0926

0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943;

e=0,0,0,0,0,0,

0,0,0,0,0,0,

0,0,0,0,0,0;

enddata

```
max = @sum( factory(i) :@sum(plant(t):a(i,t)*p(i,t)-  
(1+b(i,t))*c(i,t)*x(i,t)));
```

```
@for( factory(i): @for(plant(t)|x(i,t)= a(i,t)+e(i,t)+b(i,t)*x(i,t)));
```

End

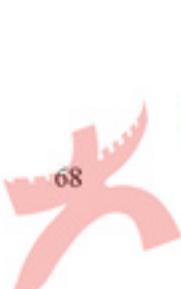
步骤 2：

model:

sets:

hc/1..3/ : d,c,fd,b,y,x,e,a,xj;

endsets



中国大学生在线
dxs.moe.gov.cn

```
data:  
x=13.83922557,13.83922557,13.83922557;  
e=0,0,0;  
b=0.1706,0.0926,0.0943;  
c=0.8,318571429,2.832857143;  
a=0,13.401,13.00186316;  
xj=0,18.62464,12.35177;  
enddata  
max = @sum( hc(i) : (c(i)+fd(i))-(1+b(i)*c(i)*(x(i)+y(i))));  
@for( hc(i) :x(i)+xj(i)-e(i)-a(i)+y(i)>=25);  
@for( hc(i) :@bnd(0,fd(i),1));  
@for( hc(i) :d(i)=x(i)+y(i)+e(i)+(x(i)+y(i)*b(i)));  
end
```

花叶类:

步骤 1:

model:

sets:

factory /1..13/ : g;

plant /1..7/ : d;

Cooperation(factory,plant) : a,p,b,x,c,e;

endsets

data:

a=0,0.557,7.971,0.251,0.2904,0

0,4.232,0.573,0.293,0,0,0

0,0,0,0,0,0,0

16.569,13.941,12.022,14.095,13.151,10.415,12.884

0,0,0,0,0,0,0

0,0,0,0,0,0,0

58,37,4,23,33,35,36

3.252,2.293,1.275,0,0,0,0

6.609,0,7.636,6.842,8.488,6.34,9.044

4.011,3.087,3.49,7.056,2.436,5.586,5.88

14.396,9.824,7.777,11.061,3.809,8.868,6.726

4.112,1.242,0,0.822,2.701,0,0

0,0,0,0,0,0,0;

p=0,9.2,9.2,9.2,0,9.2,0

0,7.2,7.2,7.2,0,0,0

0,0,0,0,0,0,0

4,4,4,4,3.4,3.4,3.4

0,0,0,0,0,0,0

0,0,0,0,0,0
4.282758621,3.964864865,3.6,4.460869565,4.5,4.037142857,5.733333333
14,14,14,0,0,0,0
5.2,0,5.2,5.2,5.2,4,4
6,6,6,5.2,4.8,4.8,4.8
4,4,4,4,3.4,3.4,3.4
6,6,0,6,6,0,0
0,0,0,0,0,0;
 $c=0,5.76,5.76,5.74,0,5.68,0$
0,4.48,4.48,2.66,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
2.41,2.37,2.42,2.47,2.25,2.16,2.15
0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
3.32,3.59,3.59,3.58,3.85,3.81,3.49
9.63,9.63,9.66,0,0,0,0
2.4,0,2.47,2.42,2.73,2.59,2.56
3.6,3.6,3.6,3.44,2.99,2.6,2.6
2.31,2.34,2.33,2.34,2.37,2.37,2.21
4.6,4.6,0,4.61,4.62,0,0
0,0,0,0,0,0;
 $b=0.1525,0.1525,0.1525,0.1525,0.1525,0.1525,0.1525$
0.1281,0.1281,0.1281,0.1281,0.1281,0.1281,0.1281
0.1443,0.1443,0.1443,0.1443,0.1443,0.1443,0.1443
0.1362,0.1362,0.1362,0.1362,0.1362,0.1362,0.1362
0.2227,0.2227,0.2227,0.2227,0.2227,0.2227,0.2227
0.1561,0.1561,0.1561,0.1561,0.1561,0.1561,0.1561
0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943
0.1851,0.1851,0.1851,0.1851,0.1851,0.1851,0.1851
0.1568,0.1568,0.1568,0.1568,0.1568,0.1568,0.1568
0.0842,0.0842,0.0842,0.0842,0.0842,0.0842,0.0842
0.1852,0.1852,0.1852,0.1852,0.1852,0.1852,0.1852
0.137,0.137,0.137,0.137,0.137,0.137,0.137
0.0627,0.0627,0.0627,0.0627,0.0627,0.0627,0.0627;
 $e=0,0,0,0,0,0$
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0

```

0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0;
enddata
max = @sum( factory(i) :@sum(plant(t):a(i,t)*p(i,t)-
(1+b(i,t))*c(i,t)*x(i,t)));
@for( factory(i): @for(plant(t):x(i,t)= a(i,t)+e(i,t)+b(i,t)*x(i,t)));
end

```

步骤 2:

model:

sets:

hy/1..13/ : d,c,fd,b,y,x,e,a,xj;

endsets

data:

x=1.969321614,0.835285886,0,15.39327714,0,0.35647249,1.195589286,
7.617070857,4.920912143,10.95115386,1.469458757,0;

e=0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0;

b=0.1525,0.1281,0.1443,0.1362,0.2227,0.1561,0.0943,0.1851,0.1568,
0.0842,0.1852,0.137,0.0627;

c=3.277142857,1.66,0.2318571429,0,0.3.604285714,4.131428571,
2.167142857,3.204285714,2.324285714,2.632857143,0;

a=1.669,0.728285714,0,13.29671429,0,0,32.28571429,0.974285714,
6.422714286,4.506571429,8.923,1.268142857,0;

xj=0,0,0,14.91549,0,0,39.74826,0,10.72581,6.420616,8.254786,0,0;

enddata

max = @sum(hy(i) :(c(i)+fd(i))-(1+b(i))*c(i)*(x(i)+y(i))));

@for(hy(i) :x(i)+xj(i)-e(i)-a(i)+y(i)>=25);

@for(hy(i) :@bnd(0,fd(i),1));

@for(hy(i) :d(i)=x(i)+y(i)+e(i)+(x(i)+y(i)*b(i)));

end

辣椒类:

步骤 1:

model:

sets:

factory /1..7/ : g;

plant /1..7/ : d;

```
Cooperation(factory,plant) : a,p,b,x,c,e;
endsets
data:
a=17.986,11.883,10.334,17.095,11.342,15.098,15.896
0,0,0,0,0,0
9.3,5.332,6.44,4.324,6.339,7.692,8.47
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
20,17,20,19,18,33,23
0,0,0,0,0,0;
p=5.2,5.2,5.2,5.2,5.2,5.2,5.2
0,0,0,0,0,0
10,10,12,12,12,12,12
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
5.8,5.8,5.685,5.8,5.8,5.8,5.7
0,0,0,0,0,0;
c=2.83,3.46,3.48,3.4,3.3,3.59,3.63
0,0,0,0,0,0
6.24,6.24,6.6,7.64,7.97,8.95,8.97
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
2.36,1.94,2.05,2.07,2.17,2.25,2.11
0,0,0,0,0,0;
b=0.057,0.057,0.057,0.057,0.057,0.057,0.057
0.0708,0.0708,0.0708,0.0708,0.0708,0.0708,0.0708
0.1018,0.1018,0.1018,0.1018,0.1018,0.1018,0.1018
0.0586,0.0586,0.0586,0.0586,0.0586,0.0586,0.0586
0.1176,0.1176,0.1176,0.1176,0.1176,0.1176,0.1176
0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943,0.0943
0.078,0.078,0.078,0.078,0.078,0.078,0.078;
e=0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0;
enddata
max = @sum( factory(i) :@sum(plant(t):a(i,t)*p(i,t)-
(1+b(i,t))*c(i,t)*x(i,t)));

```



```
@for( factory(i): @for(plant(t):x(i,t)= a(i,t)+e(i,t)+b(i,t)*x(i,t)));  
end
```

步骤 2:

model:

sets:

lj/1..7/ : d,c,fd,b,y,x,e,a,xj;

endsets

data:

x=15.09377143,0,7.617934,0,0,23.65968,0;

e=0,0,0,0,0,0;

b=0.057,0.0708,0.1018,0.0586,0.1176,0.0943,0.078;

c=3.384285714,0,7.515714286,0,0,2.135714286,0;

a=14.23342857,0,6.842428571,0,0,21.42857143,0;

xj=16.85684,0,9.429971,0,0,25.39472,0;

enddata

max = @sum(lj(i) :(c(i)+fd(i))-(1+b(i)*c(i)*(x(i)+y(i))));

@for(lj(i) :x(i)+xj(i)-e(i)-a(i)+y(i)>=25);

@for(lj(i) :@bnd(0,fd(i),1));

@for(lj(i) :d(i)=x(i)+y(i)+e(i)+(x(i)+y(i)*b(i)));

end

食用菌类:

步骤: 1

model:

sets:

factory /1..4/ : g;

plant /1..7/ : d;

Cooperation(factory,plant) : a,p,b,x,c,e;

endsets

data:

a=0,0,0,0,0,0

18,11,9,12,26,24,13

6.18,4.271,3.582,3.708,3.742,4.314,6.572

0,0,0,0,0,0;

p=0,0,0,0,0,0,

1.777777778,2,1.911111111,1.466666667,2,1.933333333,1.938461538

24,24,24,24,24,24

0,0,0,0,0,0;

c=0,0,0,0,0,0

1.45,1.46,1.44,1.46,1.45,1.46,1.45

```
15.6,15.6,15.6,15.6,15.6,15.6,15.6  
0,0,0,0,0,0;  
b=0.1382,0.1382,0.1382,0.1382,0.1382,0.1382,0.1382  
0.0045,0.0045,0.0045,0.0045,0.0045,0.0045,0.0045  
0.108,0.108,0.108,0.108,0.108,0.108,0.108  
0.0343,0.0343,0.0343,0.0343,0.0343,0.0343,0.0343;  
e=0,0,0,0,0,0  
0,0,0,0,0,0  
0,0,0,0,0,0  
0,0,0,0,0,0;  
enddata  
max = @sum(factory(i) :@sum(plant(t):a(i,t)*p(i,t)-  
(1+b(i,t))*c(i,t)*x(i,t)));  
@for(factory(i): @for(plant(t):x(i,t)= a(i,t)+e(i,t)+b(i,t)*x(i,t)));  
end
```

步骤 2:

```
model:  
sets:  
syj/1..4/ : d,c,fd,b,y,x,e,a,xj;  
endsets  
data:  
x=0,16.21582757,5.184016714,0;  
e=0,0,0,0;  
b=0.1382,0.0045,0.108,0.0343;  
c=0,1.452857143,15.6,0;  
a=0,13.6,572,0;  
xj=0,13.05876,7.367713,0;  
enddata  
max = @sum(syj(i) :(c(i)+fd(i))-(1+b(i)*c(i)*(x(i)+y(i))));  
@for(syj(i) :x(i)+xj(i)-e(i)-a(i)+y(i)>=25);  
@for(syj(i) :@bnd(0,fd(i),1));  
@for(syj(i) :d(i)=x(i)+y(i)+e(i)+(x(i)+y(i)*b(i)));  
end
```