

《系统建模》

—— 平时作业本

院系： 人工智能与自动化学院

专业： 人工智能 2103 班

姓名： 郭子毅 U202115092

授课老师：王 剑

华中科技大学人工智能与自动化学院

2024 年 1 月 8 日

平时作业

序号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总 分
得分											

序号	报 告 部 分	得分
1	<p>实验一：ISM 实验</p> <p>(1) 实验目的</p> <p>解释结构模型法（ISM 方法）将复杂的系统分解为若干子系统要素，利用人们的实践经验和知识以及 计算机的帮助，最终构成一个多级递阶的结构模型。在本实验中主要是要学会利用 MATLAB 实现 ISM 模型，通过处理可达矩阵，建立系统问题的递阶结构模型。根据各要素的相关性，建立邻接矩阵和可达矩阵；对可达矩阵分解后，建立递阶结构模型；再根据递阶结构模型建立解释结构模型。对人口增长的各种因素进行 ISM 分析，建立相关的结构模型，为今后制定有关人口政策、控制人口增长等相关决策提供参考。考虑如下影响人口增长的因素：期望寿命；医疗保健水平；国民生育能力；计划生育政策；国民思想风俗；食物营养；环境污染程度；国民收入；国民素质；出生率；死亡率。</p> <p>(2) 实验方案</p> <p>①由相关关系（邻接矩阵）归纳建立可达矩阵；</p> <p>②由可达矩阵实现区域划分和级别划分后推导系统结构模型；</p> <p>③向系统结构模型中代入各具体指标，建立解释结构模型，进行分析；</p> <p>(3) 实验内容（实验过程、数据、统计、分析）</p> <p>原始数据：</p>	

V	V			A	A	A				A	S ₁ 期望寿命
V	V								V		S ₂ 医疗保健水平
V		V		A		A					S ₃ 国民生育能力
V		V	A	A							S ₄ 计划生育政策
V		V	A	A							S ₅ 国民思想风俗
V	V	V									S ₆ 食物营养
V	V										S ₇ 环境污染程度
V	V	V									S ₈ 国民收入
V		V									S ₉ 国民素质
V											S ₁₀ 出生率
V											S ₁₁ 死亡率
											S ₁₂ 总人口

实验 1：求解可达矩阵，求解出的可达矩阵为下图：

```

命令窗口
A =
1 至 9 列
0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1 0 0 0
1 0 1 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 1 1 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
10 至 12 列
0 1 0
0 0 0
1 0 0
1 0 0
0 0 0
0 0 0
0 0 0
0 0 0
0 0 1
0 0 1
0 0 0

```

实验 2：实现区域划分

实验 3：实现级别划分

实验 2 与实验 3 结果同时呈现，MATLAB 程序运行结果为：

r=1 元素为 i=12;

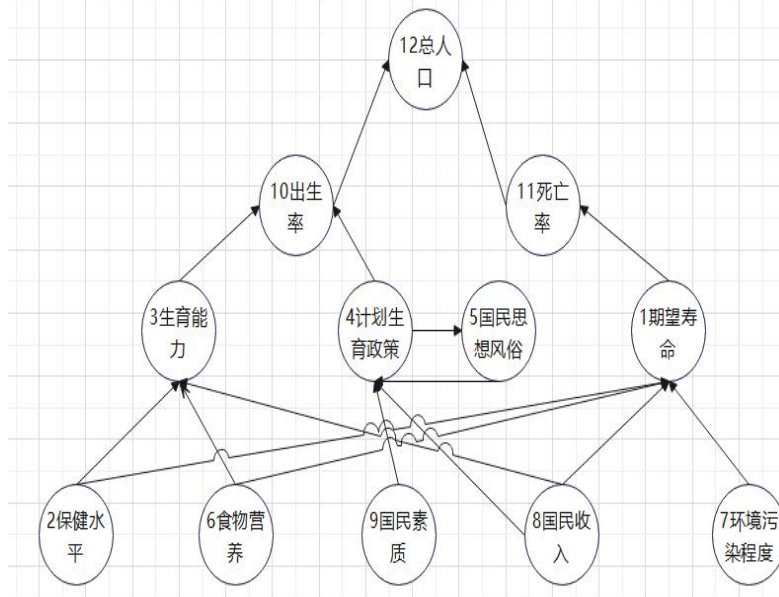
r=2 元素为 i=10, 元素为 i=11;

r=3 元素为 i=1, 元素为 i=3, 元素为 i=4, 元素为 i=5;

r=4 元素为 i=2, 元素为 i=6, 元素为 i=7, 元素为 i=8, 元素为 i=9。

(4) 实验结论

由实验 2 和实验 3 结果可以获得如下系统结构模型：



该系统结构模型确定了不同因素之间相关联系，为人口增长分析模型清晰解释了不同因素之间如何影响，最终如何间接或者直接影响到总人口。

平时作业

序号	报 告 部 分	得分																												
2	<p>实验二：SD 实验（1）</p> <p>（1）实验目的</p> <p>某自然生态区，野兔山猫共存，最初的山猫数为 6 只，野兔数为 700 只，而该系统容纳野兔的最大量是 2400 只。建立系统动力学模型了解野兔山猫的相互依存关系以及它们数量的动态变化规律。</p> <p>（2）实验方案</p> <p>列写野兔的变量关系：</p> <p>野兔数. K = 野兔数. J + (DT) × (野兔出生率－猫捕食野兔率－野兔被人猎率) 。</p> <p>初始野兔数 700 只。</p> <p>野兔纯出生率. K =野兔数. K × 出生率因子；</p> <p>猫捕野兔速率. KL = 山猫数. K × 每只猫一年猎捕野兔数 ；</p> <p>野兔密度. K = 野兔数. K/CC ； CC = 2400</p> <p>野兔被人猎捕数. KL = 野兔数. K×野兔被人猎捕系数。</p> <p>列写山猫的变量关系：</p> <p>山猫数. K = 山猫数. J + (DT) × （山猫纯出生率－山猫被人猎捕率）； 山猫数为 6 只作为初始值开始模拟。</p> <p>山猫纯出生率. KL = 山猫数. K×山猫出生率因子；</p> <p style="text-align: center;">野兔出生率因子与密度关系表</p> <table><tr><td>野兔密度</td><td>0</td><td>0.25</td><td>0.5</td><td>0.75</td><td>1</td><td>1.25</td></tr><tr><td>野兔出生率因子</td><td>1.50</td><td>2.40</td><td>2.20</td><td>1.10</td><td>0.00</td><td>-1.00</td></tr></table> <p style="text-align: center;">每只猫年捕野兔数与野兔密度关系表</p> <table><tr><td>野兔密度</td><td>0</td><td>0.25</td><td>0.5</td><td>0.75</td><td>1</td><td>1.25</td></tr><tr><td>每只猫年捕野兔数</td><td>0.00</td><td>150</td><td>250</td><td>325</td><td>375</td><td>400</td></tr></table>	野兔密度	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	野兔出生率因子	1.50	2.40	2.20	1.10	0.00	-1.00	野兔密度	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	每只猫年捕野兔数	0.00	150	250	325	375	400	
野兔密度	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25																								
野兔出生率因子	1.50	2.40	2.20	1.10	0.00	-1.00																								
野兔密度	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25																								
每只猫年捕野兔数	0.00	150	250	325	375	400																								

平时作业

序号	报 告 部 分	得分												
2	<div>山猫出生率因子与山猫的生存状况的关系表</div> <table><tr><td>生存状况因子</td><td>0</td><td>0.5</td><td>1</td><td>1.5</td><td>2</td></tr><tr><td>山猫出生率因子</td><td>- 4.0</td><td>- 0.6</td><td>0.0</td><td>0.3</td><td>0.5</td></tr></table> <p>根据这些变量关系和图表设计变量，确定变量种类，利用 vensim 软件设计流图，设定模拟的步长，总时间以及模拟总长度进行系统时序分析，最终得到山猫与野兔的数量变化时序图，通过分析图表得到山猫与野兔的变化之间的相关影响。</p> <p>(3) 实验内容（实验过程、数据、统计、分析）</p> <p>根据数据关系和公式设计山猫与野兔的流图，变量种类如下：</p> <p>RABBIT— 野兔数（只），水平变量（只）； RNBR— 野兔纯出生率（只/年）； INRAB— 模拟开始时的野兔数（只），本例为 700 只； TRNBF— 野兔纯出生率因子，由表函数给定； RDEN— 野兔密度； CC— 系统容纳野兔的能力（只），本例为 2400 只； RKL— 山猫捕食野兔的速率（只/年），速率变量； RTRAP— 野兔被人猎捕率（只/年）； FRABTR— 野兔被人猎捕系数（1/年），常量本实验设为 0.1； TRKPL— 每头山猫一年内捕食的野兔数（只/头·年, 表函数出）；</p> <p>LYNX—山猫数（头），水平变量； INLYNX— 模拟开始时的山猫数（头），本例为 6 头； LNBR—山猫纯出生率（头/年）； LTRAP— 山猫被人猎捕率（头/年）； LSUBR— 山猫的生存状况因子； RRPLS—维持山猫生存年需捕食野兔数（只/头·年），本例为 200 只； FLNXTR—山猫被人猎捕系数（1/年），常量本实验设为 0.1。</p>	生存状况因子	0	0.5	1	1.5	2	山猫出生率因子	- 4.0	- 0.6	0.0	0.3	0.5	
生存状况因子	0	0.5	1	1.5	2									
山猫出生率因子	- 4.0	- 0.6	0.0	0.3	0.5									

平时作业

序号	报 告 部 分	得分
2	<p>绘制系统流图：</p> <p>通过山猫与野兔的流图进行时序分析在该生态系统中山猫与野兔的数量制衡关系。得到如下图表：</p>	

序号	报 告 部 分	得分
2	<p>(4) 实验结论</p> <p>由上述图表可以看出，山猫与野兔数量呈现一种周期性的规则震荡，当野兔的数量增加时，山猫因为容易捕食到野兔，因此饿死的机率下降，造成山猫数量显著上升。但当野兔密度增加时，野兔被捕食的机率增加，最终造成野兔数量的减少，如此进一步造成山猫不再容易捕食到野兔，使得山猫死亡率上升，最后造成山猫数量上的减少。如此反复循环。</p> <p>参考文献：</p> <p>[1] 汪应洛. 系统工程（第4版）北京:机械工业出版社. 2011.</p> <p>[2] 赵雪岩, 李卫华, 孙鹏. 系统建模与仿真. 北京:国防工业出版社. 2015.</p> <p>[3] 钟永光, 贾晓菁, 钱颖等. 系统动力学（第二版）北京:科学出版社. 2013.</p>	

平时作业

序号	报 告 部 分	得分
3	<p>实验三：SD 实验（2）</p> <p>（1） 实验目的</p> <p>面对新冠肺炎病毒传染性强、无症状感染者多、罹患重症致死率高的特点，如何在新冠疫情爆发早期科学判定病毒传播路径及感染规模非常重要。利用系统动力学方法研究新冠病毒传播规律。</p> <p>（2） 实验方案</p> <p>通过其他传染病初期传播模型构建简单传播模型，进一步研究新冠病毒传播的相关因素和数据模型公式，建立传播过程系统流图，分析新冠病毒初期传播特征。</p> <p>（3） 实验内容（实验过程、数据、统计、分析）</p> <p>实验 1：建立模型</p> <p>CR 感染率=（IP 患病人口+每次接触感染率*密切接触人口）/（未患病人口+IP 患病人口）；每次接触感染概率=0.05。</p> <p>IP 患病人口= INTEG（IP 患病人口*CR 感染率+疑似患病人口*疑似病人确诊率+IP 患病人口-IP 患病人口*近期治愈率+（（输入性概率*意外暴露率*经验调整系数）*未患病人口-IP 患病人口），4）；近期治愈率=0.025（累计治愈率均值）；输入性概率=0.001 666 67（疫源地流入人口/本地人口）；疑似病人确诊率=0.2（观察值均值）；意外暴露率=0.00113336。</p>	

序号	报 告 部 分	得分
3	<p> 密切接触人口= INTEG ((DELAY1 (IP 患病人口, 1)) *家庭规模系数+IP 患病人口*交通接触人口乘数*平均交通系数+潜伏系数*密切接触人口, 17) ; 家庭规模系数=3.42; 交通接触人口乘数=0.01; 平均交通系数=0.067 (14 天居家隔离系数) ; 潜伏系数=0.1 (疑似患者 14 天内确诊比例) 。 </p> <p> 死亡人口=INTEG (IP 患病人口*患病人口死亡率, 0) ; 患病人口死亡率=0.0234773。 </p> <p> 治愈人口= INTEG (IP 患病人口*近期治愈率, 0) 。 </p> <p> 疑似患病人口= INTEG (密切接触人口*密切接触人口疑似患病率, 0); 密切接触人口疑似患病率=0.105。 </p> <p> 未患病人口=P 总人口 - IP 患病人口+治愈人口。 </p> <p> P 总人口设定为 200000,递减系数=天数因子=1.78^DELAY1 (Time, 15) </p> <p> 实验 2：绘制系统流图 </p>	

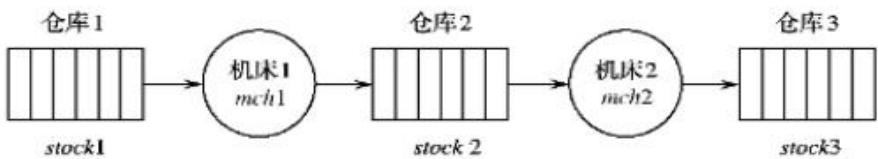
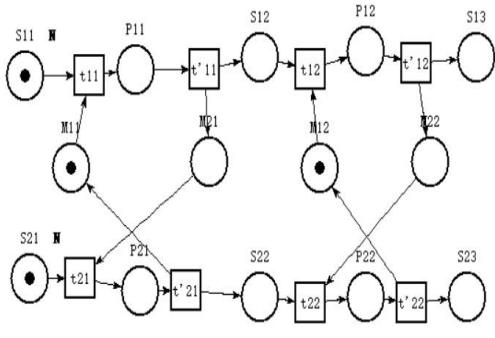
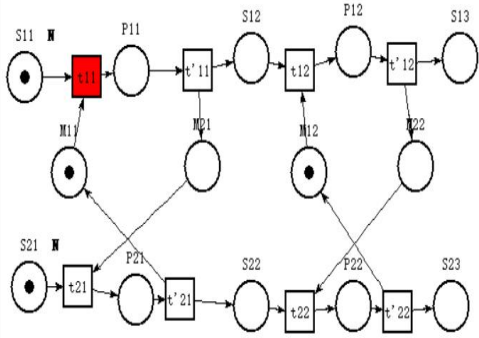
平时作业

序号	报 告 部 分	得分
3	<p>实验 3：分析数据关系，绘制图表</p> <p>实验四：数据分析</p> <p>通过对模型变动数据的观察，我认为相对于 20 万人而言，如果感染患者数量超过 400 人以后，感染者数量将出现快速增长局面。侧面印证了新型冠状病毒具有极强的传染性特点。对于超过 30 天后的预测数据由于累积误差和防控措施执行情况的差异将出现较大的偏差。</p>	

平时作业

序号	报 告 部 分	得分
3	<p>尽管后续的预测结果偏差越来越大，但也观察到，随着疫情的发展，确诊患者会在后续几天后达到模型预测值的某个数据节点，且止于某个数据节点后将不再增长。</p> <p>(4) 实验结论</p> <p>利用系统动力学方法建立传染病感染者规模预测模型是精度较高的传统分析方法，一些传染病已经建立了成熟的系统动力学模型，为我们提供了直接的借鉴。本预测模型计算结果受初始条件的限制较大，从利用不同地区数据测算的结果看，初始人口规模、人口的城乡分布、交通便捷性、人口密度、区域医疗资源供给水平、密切接触人群的筛查检出效率、14 天居家隔离措施的执行效果、有疫源地留居史人群的管控程度、平均家庭人口规模等都需要做优化，同时经验调整系数则需要根据最少连续 7 天以上实际通报数据的多次验算后才能调整到比较适合本地实际。</p> <p>本研究中针对新冠肺炎传播的有限知识，尝试建立传染病感染者规模预测模型的本意是对特定区域内出现首例输入性确诊患者后 30 天内的传播规模做出较为可靠的预测分析，为疫情防控提供建议。从这个意义看，模型预测数据还是从某些方面展示出新冠肺炎初期传播初期的一些特征，这对于疫情预警和形势判断是很有借鉴意义的。从传染性疾病预防的成本而言，越早采取措施，后续的代价越小。</p> <p>参考文献：</p> <p>[1] 百度网. 百度疫情实时大数据系统实时统计数[DB/OL].[2020-02-29]. https://voice.baidu.com/act/newpneumonia/newpneumonia/?from=osari_pc.</p> <p>[2] 倪顺江. 基于复杂网络理论的传染病动力学建模与研究[D]. 北京：清华大学，2009.</p> <p>[3] 张瑞霞. 基于动力系统的复杂社会网络中传播行为建模研究[D]. 太原：山西大学，2018.</p>	

平时作业

序号	报 告 部 分	得分
4	<p>实验四：Petri 网实验</p> <p>(1) 实验目的</p> <p>对图示的流水生产车间制造系统进行 Petri 网建模，该系统有两台机床 M1 和 M2 加工两种零件 P1 和 P2，所有零件按照相同的顺序通过两台机床。每台机床的入口和出口处各有一个零件库，系统作业进度计划要求两种零件交替加工。建立模型之后，对模型进行分析。</p>  <p>(2) 实验方案</p> <p>①设计 Petri 网库所：零件库 S1x、S2x，机床 M1x、M2x，零件 P1x、P2x。设计 Petri 网变迁：t11、t'11、t12、t'12 和 t21、t'21、t22、t'22。</p> <p>②设计输入输出函数，设计有向弧权重，连接有向图。</p> <p>③设计库所标识和令牌（起始 S11、S21 以一个 token 为例）。</p> <p>(3) 实验内容（实验过程、数据、统计、分析）</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>初始</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>第一次变迁</p>  </div> </div>	

平时作业

序号	报 告 部 分	得分
5	<div>第二次变迁</div> <div>第三次变迁</div> <div>第六次变迁</div> <div>第七次变迁</div> <div>第八次变迁</div> <div>终末</div>	

平时作业

序号	报 告 部 分	得分
4	<p>模型解释：</p> <p>各有一个零件 P1 和 P2 在机床 M1 的入口零件库 S1，M11 和 M12 有一个黑点标识机床 M1 和 M2 正在等待 P1 零件，变迁 t11 启动使零件 P1(库所 P11),进入机床 M1 加工,通过启动变迁 t'11,将零件 P1 从机床 M1 上卸下，空出机床 M1,标记机床库所 M21 并将零件装入零件库 S2。之后可能产生以下两个并行动作：</p> <p>①启动 t12,将零件 P1 装上机床 M2；</p> <p>②启动 t21,将零件 P2 装上机床 M1。</p> <p>这两种变迁标记零件库所 P12 和 P21。P1 加工完后，变迁 t'12 启动,将零件装入输出零件库 S3,空出机床 M2,并标记机床库所 M22.变迁 t'21 启动时,机床 M1 卸料。当机床 M2 空闲时,启动 t22 可装上零件 P2，并在加工完成后启动 t'22 卸下零件 P2。</p> <p>(4) 实验结论</p> <p>该模型清楚地展示了运行顺序 t11->t'11->t12->t'12 和 t21->t'21->t22->t'22 的并行性，以及共享资源（机床 M1 和 M2）的管理。</p>	

序号	报 告 部 分	得分																																																		
3	<p>实验五：SPSS 主成分分析</p> <p>(1) 实验目的</p> <p>应收账款是指企业因对外销售产品、材料、提供劳务及其它原因，应向购货单位或接受劳务的单位收取的款项，包括应收销货款、其它应收款和应收票据等。出于扩大销售的竞争需要，企业不得不以赊销或其它优惠的方式招揽顾客，由于销售和收款的时间差，于是产生了应收款项。应收款赊销的效果的好坏，不仅依赖于企业的信用政策，还依赖于顾客的信用程度。由此，评价顾客的信用等级，了解顾客的综合信用程度，做到“知己知彼，百战不殆”，对加强企业的应收账款管理大有帮助。本实验为了了解其客户的信用程度，采用西方银行信用评估常用的 5C 方法，5C 的目的是说明顾客违约的可能性。</p> <p>(2) 实验方案</p> <p>①分析相关数据，求解样本集的协方差矩阵；</p> <p>②求解协方差矩阵的特征值后，通过特征值求解对应的特征向量；</p> <p>③计算并根据特征值的贡献率，选取合适的主成分，写出主成分的表达式。</p> <p>(3) 实验内容（实验过程、数据、统计、分析）</p> <p>相关数据（10 个样本，5 个属性）：</p> <table><tr><td>76.5</td><td>81.5</td><td>76</td><td>75.8</td><td>71.7</td><td>85</td><td>79.2</td><td>80.3</td><td>84.4</td><td>76.5</td></tr><tr><td>70.6</td><td>73</td><td>67.6</td><td>68.1</td><td>78.5</td><td>94</td><td>94</td><td>87.5</td><td>89.5</td><td>92</td></tr><tr><td>90.7</td><td>87.3</td><td>91</td><td>81.5</td><td>80</td><td>84.6</td><td>66.9</td><td>68.8</td><td>64.8</td><td>66.4</td></tr><tr><td>77.5</td><td>73.6</td><td>70.9</td><td>69.8</td><td>74.8</td><td>57.7</td><td>60.4</td><td>57.4</td><td>60.8</td><td>65</td></tr><tr><td>85.6</td><td>68.5</td><td>70</td><td>62.2</td><td>76.5</td><td>70</td><td>69.2</td><td>71.7</td><td>64.9</td><td>68.9;</td></tr></table>	76.5	81.5	76	75.8	71.7	85	79.2	80.3	84.4	76.5	70.6	73	67.6	68.1	78.5	94	94	87.5	89.5	92	90.7	87.3	91	81.5	80	84.6	66.9	68.8	64.8	66.4	77.5	73.6	70.9	69.8	74.8	57.7	60.4	57.4	60.8	65	85.6	68.5	70	62.2	76.5	70	69.2	71.7	64.9	68.9;	
	76.5	81.5	76	75.8	71.7	85	79.2	80.3	84.4	76.5																																										
	70.6	73	67.6	68.1	78.5	94	94	87.5	89.5	92																																										
90.7	87.3	91	81.5	80	84.6	66.9	68.8	64.8	66.4																																											
77.5	73.6	70.9	69.8	74.8	57.7	60.4	57.4	60.8	65																																											
85.6	68.5	70	62.2	76.5	70	69.2	71.7	64.9	68.9;																																											

平时作业

序号	报 告 部 分	得分																																																															
5	<div>实验 3：求解成分矩阵和成分得分矩阵</div> <div><div><div>成分矩阵^a</div><table><tr><th></th><th>原始成分 1</th><th>重新标度成分 1</th></tr><tr><td>X2</td><td>-10.394</td><td>-.942</td></tr><tr><td>X3</td><td>9.469</td><td>.902</td></tr><tr><td>X4</td><td>6.645</td><td>.890</td></tr><tr><td>X1</td><td>-2.138</td><td>-.512</td></tr><tr><td>X5</td><td>2.692</td><td>.418</td></tr></table></div><div><div>成分得分系数矩阵^a</div><table><tr><th></th><th>成分 1</th></tr><tr><td>X1</td><td>-.035</td></tr><tr><td>X2</td><td>-.452</td></tr><tr><td>X3</td><td>.392</td></tr><tr><td>X4</td><td>.196</td></tr><tr><td>X5</td><td>.068</td></tr></table></div></div> <div><div>(4) 实验结论</div><div>最终计算得到 10 个客户样本的主成分分析得分和排序为下表所示：</div><table><tr><td>序号</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>得分</td><td>1.36895</td><td>0.81795</td><td>1.16887</td><td>0.68388</td><td>0.51903</td><td>-0.57334</td><td>-1.12291</td><td>-0.84698</td><td>-1.0959</td><td>-0.91956</td></tr><tr><td>排序</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>10</td><td>7</td><td>9</td><td>8</td></tr></table><div>在正确评估了顾客的信用等级后，就能正确制定出对其的信用期、收帐政策等，这对于加强应收帐款的管理大有帮助。</div></div>		原始成分 1	重新标度成分 1	X2	-10.394	-.942	X3	9.469	.902	X4	6.645	.890	X1	-2.138	-.512	X5	2.692	.418		成分 1	X1	-.035	X2	-.452	X3	.392	X4	.196	X5	.068	序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	得分	1.36895	0.81795	1.16887	0.68388	0.51903	-0.57334	-1.12291	-0.84698	-1.0959	-0.91956	排序	1	3	2	4	5	6	10	7	9	8	
		原始成分 1	重新标度成分 1																																																														
	X2	-10.394	-.942																																																														
	X3	9.469	.902																																																														
	X4	6.645	.890																																																														
X1	-2.138	-.512																																																															
X5	2.692	.418																																																															
	成分 1																																																																
X1	-.035																																																																
X2	-.452																																																																
X3	.392																																																																
X4	.196																																																																
X5	.068																																																																
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																							
得分	1.36895	0.81795	1.16887	0.68388	0.51903	-0.57334	-1.12291	-0.84698	-1.0959	-0.91956																																																							
排序	1	3	2	4	5	6	10	7	9	8																																																							