

华东师范大学期末试卷 (A) 参考答案

2009——2010 学年第一学期

1. 填空题 (20 分)

1) 从理论上讲, 在地理学中, 数学方法的运用主要有两个目的: (1) 运用数学语言对地理问题进行描述, 建立地理数学模型, 从更高、更深层次上揭示地理问题的机理; (2) 运用有关数学方法, 通过定量化的计算和分析, 对地理数据进行处理, 从而揭示有关地理现象的内在规律。 (每空 1 分, 共 2 分)

2) 集中化指数的计算公式 $I = (A-R)/(M-R)$, 其中集中化指数在区间 $[0, 1]$ 上取值, 各参数的意义分别为 A—实际数据的累计百分比总和; R—均匀分布时的累计百分比总和; M—集中分布时的累计百分比总和。 (每空 0.4 分, 共 2 分)

3) 线性模型 $y' = a + bx'$ 是由双曲线模型 $1/y = a + b/x$ 转化而成的, 其中 $y' = 1/y$, $x' = 1/x$ 。 (每空 0.5 分, 共 1.5 分)

4) 主成分分析的主要计算步骤 ①计算相关系数矩阵, ②计算特征值与特征向量, ③计算主成分贡献率及累计贡献率, ④计算主成分载荷。 (每空 0.5 分, 共 2 分)

5) 变异函数的四个重要参数分别是: 基台值 (Sill)、变程 (Range) 或称空间依赖范围 (Range of Spatial Dependence)、块金值 (Nugget) 或称区域不连续性值 (Localized Discontinuity) 和 分维数 (Fractal Dimension)。变量函数的理论模型可分为三大类: 有基台值模型、无基台值模型、孔穴效应模型。 (每空 0.5 分, 共 3.5 分)

6) 请写出线性规划问题: $\text{Min } Z = 2X_1 + 3X_2 + X_3$

$$\begin{aligned} \text{满足} \quad & X_1 + 2X_2 + X_3 \geq 3 \\ & \begin{cases} 3X_1 - X_2 + 2X_3 \geq 4 \\ X_1, X_2, X_3 \geq 0 \end{cases} \quad \text{的标准形式} \\ & \text{Max } Z = -2X_1 - 3X_2 - X_3 \\ & \begin{cases} X_1 + 2X_2 + X_3 - X_4 = 3 \\ 3X_1 - X_2 + 2X_3 - X_5 = 4 \\ X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

(1.5 分)

7) 在基于投入产出分析的资源利用优化模型中, 对于不同的目标函数, 其约束条件均为

$$\begin{aligned} & (I-A)X=Y \\ & DX \leq B \\ & X \geq 0, Y \geq 0 \end{aligned}$$

(1.5 分)

8) AHP 决策分析方法的计算步骤为 ①明确问题; ②建立层次结构模型; ③构造判断矩阵; ④层次单排序; ⑤层次总排序。 (每空 0.5 分, 共 2.5 分)

9) 决策树是由 决策点、方案分枝、状态结点、概率分枝和 结果点等要素组成。 (每空 0.5 分, 共 2.5 分)

10) 地理网络中, 关联矩阵是对网络图中 顶点与边 的关联关系的一种描述; 邻接矩阵是对图中 各顶点之间的连通性程度 的一种描述。 (每空 0.5 分, 共 1 分)

2.线性回归建模（20 分）

(1) 实际观测值 y_i 与回归值 \hat{y}_i 之差 $e_i = y_i - \hat{y}_i$ ，刻画了 y_i 与 \hat{y}_i 的偏离程度，即表示实际观测值与回归估计值之间的误差大小。参数 a 与 b 的最小二乘法拟合原则要求 y_i 与 \hat{y}_i 的误差 e_i 的平方和达到最小，即

$$Q = \sum_{i=1}^n \left(y_i - \hat{y}_i \right)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \rightarrow \min \quad (5\text{分})$$

根据取极值的必要条件，有

$$\begin{cases} \frac{\partial Q}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i) = 0 \\ \frac{\partial Q}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)x_i = 0 \end{cases} \quad (5\text{分})$$

$$\text{即} \begin{cases} \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i) = 0 \\ \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)x_i = 0 \end{cases}$$

上述方程可以化为

$$\begin{cases} na + \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) b = \sum_{i=1}^n y_i \\ \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) a + \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right) b = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases} \quad (5\text{分})$$

(2) 解上述方程组就可以得到参数 a 、 b 的拟合值 (5分)

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\bar{x}$$

$$\hat{b} = \frac{L_{xy}}{L_{xx}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i) (\sum_{i=1}^n y_i)}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

3.系统聚类分析（20分）

①聚类过程

(1) 在 5×5 阶距离矩阵中，非对角元素中最小者为 $d_{45}=0.83$ ，故将 G_4 与 G_5 归并为一类，记为 G_6 ，即 $G_6 = \{G_4, G_5\}$ 。按照公式 $d_{rk} = \min\{d_{pk}, d_{qk}\} \quad (k \neq p, q)$ ，计算 G_1, G_2, G_3 与 G_6 之间的距离，得到一个新的 4×4 阶距离矩阵：（4分）

	G_1	G_2	G_3	G_6
G_1	0			
G_2	1.52	0		
G_3	2.19	1.47	0	
G_6	5.79	5.53	4.06	0

(2) 在第一步所得的 4×4 阶距离矩阵中，非对角线元素中最小者为 $d_{23}=1.47$ ，故将 G_2 与 G_3 归并为一类，记为 G_7 ，即 $G_7 = \{G_2, G_3\}$ 。分别计算 G_1, G_6 与 G_7 之间的距离，得到一个新的 3×3 阶距离矩阵：（4分）

	G_1	G_6	G_7
G_1	0		
G_6	5.79	0	
G_7	1.52	4.06	0

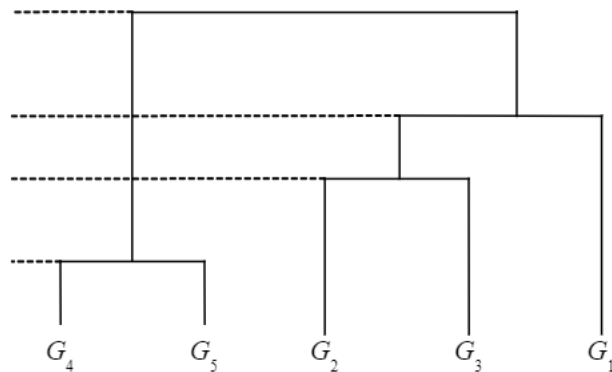
(3) 在第二步所得的 3×3 阶距离矩阵中，非对角线元素中最小者为 $d_{17}=1.52$ ，故将 G_1

与 G_7 归并为一类，记为 G_8 ，即 $G_8 = \{G_1, G_7\}$ 。分别计算 G_6 和 G_8 之间的距离，得到一个新的 2×2 阶距离矩阵：（4分）

	G_6	G_8
G_6	0	
G_8	4.06	0

（4）将 G_6 与 G_8 归并为一类。此时，各个分类对象均已归并为一类。（1分）

综合上述聚类过程，可以作出最远距离聚类谱系图。（5分）



②结果分析（2分）

4.最短路径计算（20分）

（1）① $P(v_1)=0, T(v_j)=+\infty, (j=2,3,\dots,7)$

② $T(V_2)=\min\{+\infty, 0+2\}=2;$

$T(V_3)=\min\{+\infty, 0+3\}=3;$

$T(V_4)=\min\{+\infty, 0+4\}=4;$

$\therefore P(v_2)=2;$ （3分）

（2）① $P(v_2)=2;$

② $T(V_3)=\min\{3, 2+2\}=3;$

$T(V_5)=\min\{+\infty, 2+5\}=7;$

$\therefore P(v_3)=3;$ （3分）

(3) ① $P(v_3)=3$;

② $T(V_4)=\min\{4, 3+3\}=4$;

$T(V_5)=\min\{7, 3+3\}=6$;

$T(V_6)=\min\{+\infty, 3+7\}=10$;

$\therefore P(v_4)=4$; (3分)

(4) ① $P(v_4)=4$;

② $T(V_6)=\min\{10, 4+5\}=9$;

$\therefore P(v_5)=6$; (3分)

(5) ① $P(v_5)=6$;

② $T(V_6)=\min\{9, 6+1\}=7$;

$T(V_7)=\min\{+\infty, 6+8\}=14$;

$\therefore P(v_6)=7$; (3分)

(6) ① $P(v_6)=7$;

② $T(V_7)=\min\{14, 7+6\}=13$;

$\therefore P(v_7)=13$; (3分)

所以, 从城市 V_1 到 V_7 的最短路径是: $(V_1, V_3, V_5, V_6, V_7)$, 最短路径为 1300 米。 (2分)

5. 计量地理学的应用领域 (20分)

计量地理学, 是现代地理学研究中定量分析、模拟运算、预测、决策、规划及优化设计的手段。目前, 它已经被广泛应用于现代地理学的各个分支领域, 其主要应用方面如下:

(一) 分布型分析 (2分)

这类研究, 主要是对地理要素的分布特征及规律进行定量分析。譬如, 运用平均值、方差、标准差、变异系数、峰度、偏度等统计量描述地理要素的分布特征; 运用概率函数研究地理要素的分布规律; 运用分形几何理论研究地理要素分布形态的分形特征; 等等。

(二) 相互关系分析 (2分)

这类研究主要是对地理要素、地理事物之间的相互关系进行定量分析。譬如, 运用统计相关分析方法定量地揭示地理要素之间的相关程度; 运用灰色关联分析方法揭示地理事物之间相互联系的密切程度, 运用回归分析方法给出地理要素之间相关关系的定量表达式; 运用投入产出分析方法定量分析区域经济系统中各个产业之间的相互联系; 等等。

(三) 分类研究 (2分)

这类研究主要是对地理事物的类型和各种地理区域进行定量划分。譬如, 运用模式识别方法、判别分析方法、聚类分析方法等定量地研究土地类型、地带及自然区和经济区的划分问题等。

(四) 网络分析 (2分)

这类研究主要是对水系、交通网络、行政区划、经济区域等的空间结构进行定量分析。在地理网络分析中, 几何学方法和图论方法是常用的主要方法。譬如, 交通网络中结点之间的

接近度、可达性、最短距离，最大流与最小运费流，以及行政与经济区域中的城镇体系及其等级规模等问题的研究，均属于网络分析的范畴。

（五）趋势面分析（2分）

趋势面分析就是运用适当的数学方法计算出一个空间曲面，并以这个空间曲面去拟合地理要素分布的空间形态，展示其空间分布规律。这种空间曲面就称之为趋势面。趋势面分析所采用的数学方法通常是回归分析方法。其分析的步骤是：首先运用回归分析方法拟合出所要分析的地理要素的趋势面方程，然后用趋势面方程计算出每一个测点上的该地理要素的趋势值，并以一定的间隔画出趋势等值线图。这种趋势等值线图就展示了所要分析的地理要素的空间分布规律。

（六）空间相互作用分析（2分）

空间相互作用分析，主要是定量地分析各种“地理流”在不同区域之间流动的方向和强度。譬如，运用线性规划方法研究某个大区域中各个小区之间的货流问题；运用投入产出分析方法研究各个区域之间产品的流动及分配与消费问题；运用一些已经建立的理论模式研究不同区域之间的人口流动问题、商品购销问题；等等。

（七）系统仿真研究（1分）

系统仿真研究，就是针对复杂的地理问题——即对象系统，在对各种系统要素之间的相互关系与反馈机制分析的基础上，构造系统结构，建立描述系统的数学模型，并以适当的计算方法与算法语言将数学模型转化为计算机可以识别与运行的工作模型，通过模型的运行，对真实系统进行模拟与仿真，从而达到揭示系统的运行机制与规律的目的，实践证明，系统动力学方法是地理系统仿真研究中可供借鉴的一种有效方法，它为许多复杂地理问题的研究提供了一种可供尝试的途径。

（八）过程模拟与预测研究（2分）

任何地理事物、地理现象，都随着时间在不断地运动和变化着，即经历着特定的地理过程。这类研究，旨在通过对地理过程的模拟与拟合，定量地揭示地理事物、地理现象随时间变化的规律，从而对其未来发展趋势作出预测。在地球表层系统中，主要的地理过程包括气候过程、水文过程、生物过程、地貌过程、生态环境过程、经济过程、社会过程、文化过程等。对于这些过程的模拟与预测研究，经常采用的数学方法有回归分析法、时间序列分析法、马尔可夫方法、灰色系统建模方法、系统动力学方法等。

（九）空间扩散研究（1分）

空间扩散研究，旨在定量地揭示各种地理现象，包括自然现象、经济现象、社会现象、文化现象、技术现象在地理空间的扩散规律。譬如，坡面泥石流运动、各种污染物在水体和大气中的扩散、各种经济现象的集聚与扩散、文化与技术的传播等问题，都属于空间扩散研究的范畴。这类研究，经常采用的方法有微分建模方法、数学物理方法、蒙卡罗模拟方法等。

（十）空间行为研究（2分）

空间行为研究，主要是对人类活动的空间行为决策进行定量的研究。譬如，资源利用与环境保护问题、经济活动的空间组织问题、产业布局的区位问题、城乡区域规划问题等都属于空间行为研究的范畴。这类研究，经常采用的方法有数学规划方法，如线性规划、多目标规划、多维灰色规划方法等；以及决策分析方法，如 AHP 决策分析方法、风险型决策方法、非确定型决策方法、模糊决策方法、灰色局势决策方法等。

（十一）地理系统优化调控研究（1分）

地理系统优化调控研究，主要是运用系统控制论的有关原理与方法，研究人地相互作用的地理系统的优化调控问题，寻找人口、资源、环境与社会经济协调发展的方法、途径与措施。这类研究，经常采用的是现代控制论方法、大系统理论及灰色去余控制理论等。

（十二）地理系统复杂性研究（1分）

1999 年，美国著名的《科学》杂志出版了一期题为复杂系统（Complexity Systems）的研究专辑，专门论述系统的复杂性问题，其中涉及到地理系统复杂性的有两篇论文，一篇是关于地貌的复杂性（B.T. Werner, 1999），另一篇是关于气候的复杂性（D.Rind, 1999）。这说明，地理系统的复杂性问题，已经引起了国际地理学界的高度重视。事实上，在 20 世纪 90 年代初，中国地理学家就已认识到地理系统的复杂性问题（陈述彭，1991）。但是，关于地理系统的复杂性问题研究，目前还没有形成一种非常有效的方法，我们只能针对不同的问题，从不同的角度，运用突变理论、混沌理论、分形理论、小波分析、人工神经网络等非线性方法做一些力所能及的探索。