B1 题: 快递需求分析问题

网络购物作为一种重要的消费方式,带动着快递服务需求飞速增长,为我国经济发展做出了重要贡献。准确地预测快递运输需求数量对于快递公司布局仓库站点、节约存储成本、规划运输线路等具有重要的意义。附件 1、附件 2、附件 3 为国内某快递公司记录的部分城市之间的快递运输数据,包括发货日期、发货城市以及收货城市(城市名已用字母代替,剔除了 6 月、11 月、12 月的数据)。请依据附件数据,建立数学模型,完成以下问题:

问题 1: 附件 1 为该快递公司记录的 2018 年 4 月 19 日—2019 年 4 月 17 日的站点城市之间(发货城市-收货城市)的快递运输数据,请从收货量、发货量、快递数量增长/减少趋势、相关性等多角度考虑,建立数学模型,对各站点城市的重要程度进行综合排序,并给出重要程度排名前 5 的站点城市名称,将结果填入表 1。

表1问题1结果

排序	1	2	3	4	5
城市名称					

问题 2: 请利用附件 1 数据,建立数学模型,预测 2019 年 4 月 18 日和 2019 年 4 月 19 日各"发货-收货"站点城市之间快递运输数量,以及当日所有"发货-收货"站点城市之间的总快递运输数量,并在表 2 中填入指定的站点城市之间的快递运输数量,以及当日所有"发货-收货"站点城市之间的总快递运输数量。

表 2 问题 2 结果

日期	"发货-收货"城市之间的快递运输数量		所有"发货-收货"城市之间的总快递运输数量
	M-U		
2019年4月18日	Q-V		
	K-L		
	G-V		
	V-G		
2019年4月19日	A-Q		
	D-A		
	L-K		

问题 3: 附件 2 为该快递公司记录的 2020 年 4 月 28 日—2023 年 4 月 27 日的快递运输数量。由于受到突发事件影响,部分城市之间快递线路无法正常运输,导致站点城市之间无法正常发货或收货

(无数据表示无法正常收发货,0表示无发货需求)。请利用附件2数据,建立数学模型,预测2023年4月28日和2023年4月29日可正常"发货-收货"的站点城市对(发货城市-收货城市),并判断表3中指定的站点城市对是否能正常发货,如果能正常发货,给出对应的快递运输数量,并将结果填入表3。

表3问题3结果

日期	"发货-收货"站点城市对	是否能正常发货 (填写"是"或"否")	快递运输数量
	I-S		
2023年4月28日	M-G		
	S-Q		
	V-A		
	Y-L		
2023年4月29日	D-R		
	J-K		
	Q-O		
	U-O		
	Y-W		

问题 4: 图 1 给出了所有站点城市间的铁路运输网络,铁路运输成本由以下公式计算:成本 = 固定成本 × $\left[1 + \left(\frac{\text{实际装货量}}{\text{额定装货量}}\right)^3\right]$ 。在本题中,假设实际装货量允许超过额定装货量。所有铁路的固定成本、额定装货量在附件 3 中给出。在运输快递时,要求每个"发货-收货"站点城市对之间使用的路径数不超过 5 条,请建立数学模型,给出该快递公司成本最低的运输方案。利用附件 2 和附件 3 的数据,计算该公司 2023 年 4 月 23—27 日每日的最低运输成本,填入表 4。

备注:为了方便计算,不对快递重量和大小进行区分,假设每件快递的重量为单位 1。仅考虑运输成本,不考虑中转等其它成本。

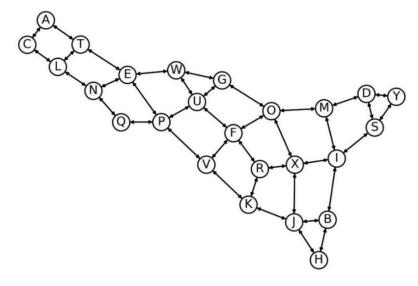


图 1 站点城市间铁路运输网络

表 4	问题	4	结果
ル コ		_	2H /N

日期	最低运输成本	
2023年4月23日		
2023年4月24日		
2023年4月25日		
2023年4月26日		
2023 年 4 月 27 日		

- 问题 5: 通常情况下,快递需求由两部分组成,一部分为固定需求,这部分需求来源于日常必要的网购消费(一般不能简单的认定为快递需求历史数据的最小值,通常小于需求的最小值);另一部分为非固定需求,这部分需求通常有较大波动,受时间等因素的影响较大。假设在同一季度中,同一"发货-收货"站点城市对的固定需求为一确定常数(以下简称为固定需求常数);同一"发货-收货"站点城市对的非固定需求服从某概率分布(该分布的均值和标准差分别称为非固定需求均值、非固定需求标准差)。请利用附件 2 中的数据,不考虑已剔除数据、无发货需求数据、无法正常发货数据,解决以下问题。
- (1) 建立数学模型,按季度估计固定需求常数,并验证其准确性。将指定季度、指定"发货-收货"站点城市对的固定需求常数,以及当季度所有"发货-收货"城市对的固定需求常数总和,填入表 5。
- (2) 给出非固定需求概率分布估计方法,并将指定季度、指定"发货-收货"站点城市对的非固定需求均值、标准差,以及当季度所有"发货-收货"城市对的非固定需求均值总和、非固定需求标准差总和,填入表 5。

表 5 问题 5 结果

季度	2022 年第三季度		2023 年第一季度	
77/2	(7一9月)		(1-3月)	
"发货-收货"站点城市对	V-N	V-Q	J-I	O-G
固定需求常数				
非固定需求均值				
非固定需求标准差				
固定需求常数总和				
非固定需求均值总和				
非固定需求标准差总和				

备注: 本题选自 "2023 年第二十届五一数学建模竞赛题目"