2021第六届数维杯大学生数学建模竞赛题目

（请先阅读“2021年数维杯大学生数学建模竞赛论文格式规范”）

**B题 中小城市地铁运营与建设优化设计**

地铁指以地下运行为主的高密度、高运量城市轨道交通系统，具有快速、准时、节能、节约地面空间等优点。鉴于地铁建成后为城市居民带来的诸多优点，中国大陆地区许多城市都将地铁建设纳入了城市长远发展规划中。目前在全国范围内有运营地铁线路的城市有43个，然而因其高昂的建设成本、后期运营成本及便民的收费标准，众多地铁线路均存在一定规模的亏损。因此提出合理的地铁建设及运营方案显得非常重要，特别是对于诸如呼和浩特市这一类常住人口相对较少但交通道路较为拥堵的城市。

根据相关报道显示呼和浩特地铁2019年年底开始试运营，目前已有地铁1号线和2号线两条正在运营的线路，附件1中给出了各线路站点位置信息。然而，因线路数量、人口基数相对较少和站点选址上的问题地铁运营收入依然较低，从而引进科学的运营方案设计来有效降低运营成本提高运行效率势在必行。

已知呼和浩特市两条地铁线路采取的发车方式为高峰发车间隔6分钟，平峰发车间隔10分钟，晚20点以后发车间隔12分钟的方案。首班车6:00发出，末班车22:00发出。城市工作日早高峰为7:00-9:00，晚高峰为17:00-19:00；节假日及双休日早高峰为9:00-11:00，晚高峰为16:00-18:00。

试利用数学建模的方法解决以下问题：

**问题1：**在附件2中给出了2020年9月1日至2020年9月14日模拟的各站点进出站人数数据。假定各周的乘车人数与附件2中的乘车人数不存在显著性差异，每列地铁有6节车厢，每节车厢最大容纳400人次。试分析目前发车方案的合理性，并提出一个最优的车厢数量及发车间隔确定模型，同时利用更多的仿真模拟数据对优化前后的方案展开对比分析。

**问题2：**呼和浩特市未来仍在考虑新增地铁线路用以缓解交通压力和碳排放。然而，相关管理部门的建设经费及后期运营经费非常有限。结合附件1及呼和浩特市城市自身特点你能否提出一个合理的站点选址方案以确保更多的居民会选择地铁出行方式，并预测出每天总计乘坐地铁人数达到多少才能够实现地铁运营的盈利目标。

**问题3：**在新冠肺炎疫情影响下居民出行乘坐公共交通工具应避免过度拥挤而造成疫情的快速传播。考虑到疫情依旧持续较长的时间，您能否提出一种错峰的出行方案。这一方案通过对不同站点附近主要上学或上班等人员的合理上下班时间的制定最大限度的减少高峰时期出行人数，并实现最终平峰目标。

**问题4：**在充分考虑呼和浩特市城市快速路的基础之上，你能否提出一个地铁和公交互补的若干新增公交线路，以满足更多人员高峰出行时期的出行效率。

数据说明：

1、附件1为某城市运营地铁线路站点经纬度信息，部分信息已经经过脱敏处理；

2、附件2为该城市地铁运营的基本情况统计：

（1）表中统计时间为2020年9月1日至2020年9月14日；

（2）表中统计时间间隔为15分钟，即“2020-9-1 6:00”表示在6:00-6:15之间的统计数据；

3、本题目中提供的数据为仿真模拟数据，可能与实际运营数据存在较大出入请大家忽略不计。