2020南京信息工程大学第十四届数学建模竞赛赛题

（请先阅读“南京信息工程大学校内数学建模竞赛论文格式规范说明”）

**A题 美国COVID-19疫情的传播与防控策略**

传染病在人类历史的长河中一直威胁着人类的生存。14世纪，“黑死病”（鼠疫）流行于亚洲、欧洲和非洲。仅在欧洲，黑死病就夺去了2500万人的生命；1918-1919的西班牙大流感造成了历史上死亡人数达4000-5000多万人的一次瘟疫。

2019年底，新型冠状病毒肺炎（Corona Virus Disease 2019，COVID-19）疫情突然爆发，世界各国人民的生命健康和经济发展受到极大的威胁。疫情的传播和演化、模拟缓疫策略的时效性、甄别影响疫情程度的防控因子成为国内外学者的研究热点，这需要建立合适的数学模型。基于模型得出的结论也为疾病预防控制部门提供了重要的决策依据。

各国的文化传统和政治制度对采用的防控策略有着重要的影响。“群防群控”是控制病毒传播的强而有力的策略，会在短时间内切断病毒的所有传播途径，但这会以经济停滞和人民失业为代价。而欧美某些国家则遵循“群体免疫”的策略，通过适当措施“缓和”病毒传播的速度，而不采用封城这样极端的措施。采用何种策略需要充分考量病毒本身的传播特征。

全球顶级医学期刊《柳叶刀》（The Lancet）4月18日刊发表社论，指出美国联邦政府在COVID-19暴发前期浪费了宝贵的时间，在各州的应对措施刚开始取得成果之时，特朗普政府却急于通过取消隔离限制来提振经济。正如美国国家过敏症和传染病研究所（National Institute of Allergy and Infectious Diseases）所长安东尼·福奇（Anthony Fauci）所言，在COVID-19暴发之初，美国联邦政府迟迟不作决定，浪费了宝贵的时间：“如果你（美国）早些采取措施，就可以挽救更多的生命”。

试以公开的美国COVID-19疫情数据，解决以下问题：

1、COVID-19与重症急性呼吸道综合征（Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS）的一个重要区别是COVID-19在潜伏期也具有传染性，请建立适当的数学模型分析美国COVID-19疫情中病毒在潜伏期内的传染能力。

2、“群防群控”的一个关键步骤是应用核酸检测试剂筛选出感染者并立即采取隔离措施。但是病毒传播的初期各国只能安排有明显症状的患者检测，这使得几乎所有的无症状感染者都没有被接受筛查。请分析美国的无症状感染者在病毒传播早期如何影响了病毒的传播和控制。

3、“群体免疫”策略的一个重要指标是移出者比例，即免疫人群占总体人群的比例，请估计美国“群体免疫”产生效果的移出者比例。

4、请建立适当的数学模型说明为什么认为美国联邦政府在COVID-19暴发前期耽误了时间，并结合“群防群控”和“群体免疫”给出当前状况下美国真正可行的防控策略及其有效性。

**附件1. 美国新型冠状病毒肺炎（COVID-19）疫情概览**

<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/cases-updates/cases-in-us.html>

<https://chinese.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/cases-updates/cases-in-us.html>

**附件2. 近期关于COVID-19的专家视频报告**

https://mooc1.chaoxing.com/mycourse/studentstudy?chapterId=300150829&courseId=205545946&clazzid=14912877&enc=b05fb9e7112cc462d138f865fc3be549