

## 浙江大学第十五届大学生数学建模竞赛试题

### (A 题、B 题)

1. 各参赛队可在公布的 A、B 两题中任选一题作答，在规定时间内完成论文。论文应包括模型的假设、建立和求解、计算方法的设计和计算机实现、结果的分析和检验、模型的改进等方面，并附主要程序代码。
2. 答卷用白色 A4 纸黑白、单面打印，上下左右各留出 2.5 厘米的页边距，从左侧装订。

(1) 论文第一页为封面，各参赛队需从[浙江大学本科生院](http://bksy.zju.edu.cn/)网站（网址 <http://bksy.zju.edu.cn/>）或[浙江大学数学建模实践基地](http://www.math.zju.edu.cn/mmb)网站（网址 <http://www.math.zju.edu.cn/mmb>）上下载答卷封面，如实填写后作为封面与论文全文装订成册。

(2) 论文第二页为摘要专用页（含标题和关键词，但不需要翻译成英文），从此页开始编写页码；页码必须位于每页页脚中部，用阿拉伯数字从“1”开始连续编号。摘要专用页必须单独一页，且篇幅不能超过一页。摘要在整篇论文评阅中占有重要权重，请认真书写摘要（注意篇幅不能超过一页）。评阅时将首先根据摘要和论文整体结构及概貌对论文优劣进行初步筛选。

(3) 从第四页开始是论文正文（不要目录，尽量控制在 20 页以内）；

(4) 正文之后是论文附录（页数不限）。论文附录至少应包括参赛论文的所有源程序代码，如实际使用的软件名称、命令和编写的全部可运行的源程序（含 EXCEL、SPSS 等软件的交互命令）；通常还应包括自主查阅使用的数据等资料。赛题中提供的数据不要放在附录。如果缺少必要的源程序或程序不能运行，可能会被取消评奖资格。论文附录必须打印装订在论文纸质版中。如果确实没有需要以附录形式提供的信息，论文可以没有附录。

3. 今年首次通过[浙江大学本科生科研训练与学科竞赛管理系统](http://ugrs.zju.edu.cn/xkjs)（网址 <http://ugrs.zju.edu.cn/xkjs>）报名和评选，各参赛队需同时提交纸质版论文和电子版论文。纸质版论文和电子版论文内容的完整性和形式的规范性将作为初评的重要依据。

**纸质版论文提交：**各参赛队于 5 月 12 日上午 9:30-11:30 期间将完成的答卷交到以下任一地点：(1) 玉泉校区欧阳纯美数学楼 104 室。(2) 紫金港校区西 1 教学楼三楼教师休息室。

**电子版论文提交：**各参赛队于 5 月 12 日上午 9:00-12:00 期间登录[浙江大学本科生科研训练与学科竞赛管理系统](http://ugrs.zju.edu.cn/xkjs)，在本人“竞赛信息”中“大学生数学建模竞赛”一行右端“操作”栏内点击“参赛作品”，在新页面中选择“数模竞赛评选”，在该行右端“操作”栏内点击“上传作品”，从新页面“作品名称”下拉菜单中选择本队完成赛题的题号，在“上传参赛作品”栏上传电子版论文和支撑材料。

(1) 电子版论文的文件名用队号命名，文件格式只能用 PDF 或 Word 格式之一，源程序应作为附录放入参赛论文之后，并与论文正文一并编辑在同一个文件中。

(2) 支撑材料包括用于支撑参赛论文中模型、结果和结论的所有必要材料，通常应包含所有可运行的源程序、自己查阅并使用的数据和难以从公

开渠道找到的相关资料等。支撑材料压缩为一个文件，并以“队号+支撑材料”命名（如果确实没有所需要提供的支撑材料，此项可以空缺）。

（3）将电子版论文文件和支撑材料文件压缩为一个文件，用队号命名后上传。

4. 论文正文和附录不能有任何可能显示答题人身份的信息。
5. 引用别人的成果或其他公开的资料(包括网上查到的资料)必须按照规定的参考文献的表述方式，在正文引用处和参考文献中均明确列出。正文引用处用方括号标示参考文献的编号，如[1][3]等；引用书籍还必须指出页码。参考文献按正文中的引用次序列出，其中书籍的表述方式为：

[编号] 作者，书名，出版地：出版社，出版年。

参考文献中期刊杂志论文的表述方式为：

[编号] 作者，论文名，杂志名，卷期号：起止页码，出版年。

参考文献中网上资源的表述方式为：

[编号] 作者，资源标题，网址，访问时间（年月日）。

6. 各参赛队应严格遵守竞赛规则，比赛开始后不得更换队员，不得与队外任何人（包括在网上）讨论。
7. 请各参赛队关注浙江大学数学建模实践基地网站上有关评奖、奖状发放、全国竞赛校内选拔等有关信息，已在该网站上发布的信息不再通过邮件通知。

## A 题 网络侧估计终端用户视频体验建模

随着无线宽带网络的升级，以及智能终端的普及，越来越多的用户选择在移动智能终端上用应用客户端APP观看网络视频，这是一种基于TCP的视频传输及播放。看网络视频影响用户体验的两个关键指标是初始缓冲等待时间和在视频播放过程中的卡顿缓冲时间，我们可以用初始缓冲时延和卡顿时长占比（卡顿时长占比= 卡顿时长/ 视频播放时长）来定量评价用户体验。研究表明影响初始缓冲时延和卡顿时长占比的主要因素有初始缓冲峰值速率、播放阶段平均下载速率、端到端环回时间（E2E RTT），以及视频参数。然而这些因素和初始缓冲时延和卡顿时长占比之间的关系并不明确。

试根据附件提供的实验数据建立用户体验评价变量（初始缓冲时延，卡顿时长占比）与网络侧变量（初始缓冲峰值速率，播放阶段平均下载速率，E2E RTT）之间的函数关系。

附件：视频体验评价实验数据

注：本题选自 2017 年 “深圳杯” 数学建模挑战赛试题

## B 题 网络游戏的玩家策略与公司设计

某策略型网络游戏设置有三种原料矿藏 I, II, III 和三种功能建筑 A, B, C。矿藏和建筑有 1~10 共 10 个等级。初始时所有玩家各矿藏和建筑的等级均为 1，矿藏和建筑升级所需原料种类和数量如表 1 所示，升级过程可在瞬时完成。各等级的三种矿藏在每小时末可产生的原料数量如表 2 所示。

1. 若希望在最短时间内将 A, B, C 三种建筑分别升级至  $i, j, k$  级，其中  $2 \leq i, j, k \leq 10$ ，玩家应采取怎样的升级策略。

2. 每个玩家在每小时末由系统随机匹配一个对手，进行一次对战。对战获胜的玩家将获得积分，对战失败的玩家积分不会变化。建筑 B 为  $j$  级时，对战获胜将获得数量为  $1+(j-1)\beta$  的积分。建筑 C 为  $k$  级时，对战获胜的概率为  $0.5+(k-1)\gamma$ 。游戏每经过  $T$  天结算一次，积分最高的玩家将获得奖励。对给定的参数  $\beta = 0.1, \gamma = 0.05$ ，试给出  $T$  取不同值时玩家应采取的策略。当参数变化时，玩家的策略应如何变化。

3. 若游戏进一步设定对战失败的玩家会损失部分原料。建筑 A 的作用在于保护部分己方已产生但未使用的原料，建筑 A 为 1 级时，它可保护的 I, II, III 三种原料的数量分别为 480, 720, 1200。建筑 A 每提升 1 级，可保护的原料数量是升级前的  $\alpha = 2$  倍。对战失败的玩家损失的原料数量为己方已产生但未获保护的原料数量的  $\theta = 0.1$  倍。此时玩家应如何根据对战结果动态调整策略，参数的不同取值对此又有何影响。

4. 据第三方调查，该游戏在国内约有 3000 万稳定用户，部分用户直接购买原料是游戏的盈利模式之一。游戏公司掌握所有玩家的矿藏、建筑等级和原料数量的实时数据。公司应如何利用这些数据，设计游戏参数及三种原料价格，以提升游戏的盈利能力。

	I, II, III	A	B	C
种类	I	I	II	III
2	830	660	960	2300
3	1630	1320	2880	6900
4	4900	2600	5760	13800
5	14700	5200	8640	27650
6	51300	9200	17280	51840
7	97100	16900	51840	89800
8	194200	38000	86500	137100
9	388000	76000	173000	274000
10	776000	228000	519000	810000

表 1：矿藏和建筑升级所需原料种类和数量

等级	I, II, III
1	60
2	120
3	180
4	240
5	300
6	360
7	420
8	480
9	540
10	600

表 2：矿藏每小时产生的原料数量