

文章编号:1005-3085(2004)07-0076-03

# 现实生活的数学描述-饮酒与驾车

王 强

(北京应用物理与计算数学研究所, 北京 100088)

**摘 要:** 本文说明了“饮酒与驾车”问题的命题动因, 以及面向现实生活的工作方向。针对参赛论文的各种不足之处, 着重讲述了数学模型的一般属性和模型假设的重要地位。

**关键词:** 药物动力学; 饮酒与驾车; 数学模型属性; 模型假设

**分类号:** AMS(2000) 92C45

**中图分类号:** O242.1

**文献标识码:** A

## 1 问题的形成

酒后驾车是屡见不鲜的, 尤其是经常发生在夜间, 成为交通肇事的重大原因。清华大学姜启源教授和北京理工大学叶其孝教授共同设计这个题目。

饮酒是一种药物摄入, 药物动力学中业已给出普遍适用的模型和解法, 也就是所谓的房室模型

$$\begin{cases} \frac{dx_0(t)}{dt} = -k_{01}x_0 + f_0(t) \\ \frac{dx_1(t)}{dt} = k_{01}x_0 - K_{12}x_1 \end{cases}$$

其中,  $x$  表示房室之中的酒精含量,  $k$  表示转移速率,  $f_0(t)$  和初始条件为

$$f_0(t) = \text{const.}, \quad x_0(0) = 0, \quad x_1(0) = 0$$

国家质量监督检验检疫局发布了新的饮酒驾车和醉酒驾车的检验标准, 从而人性化地显示出: 司机的血液酒精浓度低于20毫克/百毫升属于合法驾车。与此同时, 人们的饮酒习惯更是千差万别。在既有模型的基础上, 运用数学方法描述现实生活, 使饮酒与合法驾车两者兼得, 进而演绎出一场生动活泼的数学应用。

## 2 数学模型的属性

数学模型, 是运用各种数学工具搭建的一种数学结构, 用来模拟客观事物的运行机理, 并在数量或空间形式上逐步趋近事物的固有特征。更详细地说, “逐步趋近”是一个循环往复的过程, 例如, 从参数出发, 建立模型, 粗估计算, 实验观测, 数据整理, 模型检验, 修正参数, 等等, 直到其性能足以有效地解决某类问题。我们可以看出, 这与完成一道数学习题截然不同。

在这个问题中, 我们要模拟酒精在人体内的代谢过程, 至少, 我们需要明白

$$\text{血液中酒精含量} = \text{原有的} + \text{进来的} - \text{出去的}$$

在这个标准下, 所有的参赛论文呈现出两大分野:

第一, 利用给定的离散数据拟合出连续曲线, 或者是高次多项式, 或者是样条函数, 或者是分段函数。例如

$$f(t) = \begin{cases} -0.00296827t^6 + 0.112653t^5 - 1.67456t^4 + 12.2655t^3 - 45.2572t^2 \\ + 71.5668t + 3.49811, & t \in [0.25, 11] \\ -3.3600 \times 10^6 e^{-1} + 332700t \cdot e^{-t}, & t \in (11, 16] \end{cases}$$

尔后, 利用拟合曲线回答问题。我们看到, 作为纯数学的表达, 拟合工作是成功的。但是, 没有反映酒精代谢机理, 难以具备数学模型的根本属性。

第二, 利用上述的房室模型求出解析解, 而把给定数据当作一次实验结果, 借以拟合出模型参数。一个70公斤的人瞬间喝进两瓶啤酒后, 其血液酒精浓度的一个较好的表达式为

$$C(t) = 114.598e^{-0.1858t} - 114.598e^{-2.0034t}$$

再通过数值计算, 对各种饮酒方式进行评估和讨论。

原则上说, 利用较为初等的差分方程模拟酒精代谢过程也是可行的, 但没有看到这类论文。

### 3 模型假设和检验

在参赛论文中, 许多模型假设内容空泛, 徒具形式, 也看不出与模型建立和模型检验之间的有机联系。实际上, 模型假设表达建模过程中对主要因素的把握, 对模糊因素的排除, 乃至为数学方法的推演确立基础, 所以, 模型假设决定模型本身, 而对于模型性能的检验会反过来要求重新审视其假设。

大李中午喝下一瓶啤酒, 下午6点检测符合驾车标准。“紧接着他在吃晚饭时又喝了一瓶啤酒”, 这段话意在模拟实际问题中的模糊提法。许多同学把“紧接着”理解为时间间隔等于零, 也就是当着交警的面再灌下一瓶啤酒。麻烦的是, 夜间两点钟没有超标。为了“实现”题目给出的超标, 有的队耗掉近一半的竞赛时间, 有的队弄假, 有的队不惜认定: 大李6点喝下啤酒, 但等到7点多钟才开始代谢。我们的教训是: 不善于使自己的认知贴近实际生活; 不善于运用模型假设清除障碍。自然, 也有成功的论文: 假定大李师傅8点钟开始吃晚饭……

1996年, 在美国赛场上出现过另外一番景象。当时的一个题目是“竞赛择优问题”。实际上, 比如数学建模竞赛, 在时间限制下评阅人不可能去评价所有参赛者, 即便可能, 各种评价也难得完全一致。但是, 该题目的命题人却断言: “There is an absolute rank-ordering to which all judges would agree”, 即假定存在一个参赛者优劣的绝对排序, 从而使“竞赛择优问题”变得貌似简单。当时, 有些论文假定绝对排序而对基本问题给出启发式的解法; 更有些论文明知该假定不真实却依然用它建模, 因为这是题目所要求的。所有这类论文均遭淘汰。这个断言是技术陷阱, 用来考核参赛者能否摒弃不真实的假定, 同时也有力凸现模型假设的重要地位。

### 4 技术检测点上的数学发挥

这个题目中所描述的各种饮酒方式, 自然地成为数学技术的检测点。一般地说, 当我们的工作需要向前推进时, 依靠数学技术界定问题, 分析问题, 实质上优于单纯依仗计算机蛮力。大李两次饮酒的故事一如上述; 至于在2个小时内喝3瓶酒的情形, 有的论文利用常微分方程非

齐次项予以处理, 有的则看作多次瞬间饮酒的叠加而编程计算, 两个途径的高低繁简是明显的; 对天天饮酒这个情形, 许多论文都指出血液中酒精“无限”叠加的过程, 但能否切实地对酒精浓度无穷级数求和, 便是优秀论文脱颖而出的前提条件。

## 5 简明扼要的写作风格

参赛者或许明白, 提交的论文要由来自各地乃至各行各业的专家评阅。他们的评阅时间十分有限, 而且也往往缺少区分高低的绝对标准。因此, 要注意论文写作简明扼要, 力求直接说明问题。不要把还没有理解的内容, 数学上难以立足的推导, 彼此等价的命题或公式堆砌在自己的论文中。

### 参考文献:

- [1] 姜启源等. 数学模型(第三版)[M]. 高等教育出版社, 2003
- [2] 叶其孝主编. 大学生数学建模竞赛辅导教材(四)[M]. 湖南教育出版社, 2001
- [3] 杨学桢主编. 数学建模方法[M]. 河北大学出版社, 2000

## Real Life Described by Mathematics-Drinking and Driving

WANG Qiang

(Institute of Applied Physics and Computational Mathematics, Beijing 100088)

**Abstract:** This comment shows the motive to develop "drinking and driving" as a contest problem, and the work direction catering to real life. In view of various shortcomings found in contest papers, emphatically explains general attribute of mathematical model, as well points out the important status of assumptions in a model.

**Keywords:** pharmacokinetics; drinking and driving; attribute of mathematical model; assumptions of model