

基于数学模型的酒驾认定方法研究

张丽春 姜蔚 李卓成 赵佳琪 李卓航 张佳雪

(北华大学数学与统计学院 吉林省吉林市 132013)

摘要: 酒驾是导致交通事故的重要原因之一, 成为交通安全研究中的重要问题。近年来随着信息技术的发展, 出现了各种各样的认定方法, 但是没有人告诉人民群众应该酒后何时进行驾车才更安全。本文基于微分方程理论和人体酒精分解原理, 建立了人体酒精扩散的微分方程模型, 利用非线性最小二乘拟合方法对模型中的参数进行估计, 给出体内酒精浓度随时间变化拟合曲线图。对于不同的喝酒方式即短时间饮酒, 长时间饮酒(两个小时内)和每天饮酒(每天都喝质量相同的一瓶酒且每天只喝一次)以及与国内外酒驾认定标准进行对比, 根据喝酒人提供信息, 预测饮酒后任意时间内酒精的浓度, 从而提供酒精浓度低于酒驾标准的绝对安全时间域。

关键词: 酒驾认定标准; 非线性最小二乘拟合; 微分方程; 绝对安全时间域

0 前言

随着国 经济的发展与 们 活 平的提 , 私家 数量日益增多, 道路上的安全隐患也随之逐渐升高。有关资料显示酒驾所引起的事约占全国道路交通事故的 3%~5%, 由此造成的死亡事故占 9%~12^[1], 并呈逐年升高之势。为保护 的 命和财产安全, 我们进 步完善酒驾认定的标准, 建 微分 程模型预测饮酒 酒后任意时间体内酒精浓度。警醒饮酒 酒后某 时间段仍有可能被认定为酒驾、醉驾, 并为其提供体内酒精浓度低于酒驾标准的安全驾驶时间, 做到防患于未然。本项 预计根据喝酒 提供信息(饮酒量、饮酒时 、酒精浓度、身高、体重等), 提供酒驾认定标准、给饮酒者酒精浓度低于酒驾标准的绝对安全时间域。

1 酒驾认定标准、绝对安全时间域

1.1 酒驾认定标准

无论是实务界还是理论界, 人们均认识到构建严谨和科学的酒驾认定标准这一问题的重要性。通过对酒驾行为构成要件、既遂标准、罪数形态、量刑情节的认定以及与相关犯罪认定问题的分析, 完善酒驾认定方法, 饮酒驾驶认定问题分析、饮酒驾驶与相关犯罪的认定问题分析和完善饮酒驾驶认定标准, 提出了酒后驾车行为识别方法的建立^[2]。

与国内外酒驾认定标准对比, 针对酒精敏感体质者, 综合主观和客观认定的优势和弊端, 采取主、客观认定标准相结合, 分别对酒后驾驶行为以及酒驾者主观心态认定进行分析, 从而维护人民群众的生命和财产安全。

1.2 饮酒者酒精浓度低于酒驾标准的绝对安全时间域

基于微分方程理论和人体酒精分解原理, 建立了人体酒精扩散的微分方程模型。利用非线性最小二乘拟合方法对模型中的参数进行估计, 给出体内酒精浓度随时间变化拟合曲线图, 最终给饮酒者酒精浓度低于酒驾标准的绝对安全时间域。

由于不同 体内 醛含量差别, 故根据个 的身 、体重、饮酒量、饮酒时间等实际情况, 建 微分 程模型, 其中饮酒时 分为三种情况: 短时间饮酒、 时间饮酒(两 时内)、每天饮酒; 根据 体血液中酒精浓度与饮酒时间的关系, 计算 体分解酒精速率^[3], 采 酒后驾 标准来断定饮酒后多 时间酒精含量 于 20mg/100ml^[4];

2 模型的建立与求解

针对摄入酒精分为三种情况。第一种情况是当天短时间内摄入酒精, 第二种情况是当天长时间内(两小时内)摄入酒精, 第三种情况是天天摄入酒精^[5]。

第一种情况: 短时间内饮酒, 酒精在短时间内直接进入体液, 建立微分方程,

针对当天短时间内饮酒的驾驶者, 因为是短时间内饮酒, 所以酒精在短时间内直接进入体液中, 即需要满足以下微分方程^[2]:

$$\begin{cases} x' = v_1 x, \\ y' = v_1 x - v_2 y, \\ x(0) = N/m, \\ y(0) = 0, \end{cases}$$

解得方程的特解为:

$$\begin{cases} x = N/m \cdot e^{-v_1 t}, \\ y = \frac{N/m \cdot v_1}{v_1 - v_2} (e^{-v_2 t} - e^{-v_1 t}) \end{cases}$$

(进入胃、体液的酒精速率分别为 v_0 和 v_1 ; v_2 为进入胃液的速率; m 为血液中酒精含量的增加量 N 为喝酒瓶数; $y(0) = 0$ 在 0 时刻体液中酒精含量 $x(0) = 0$ 在 0 时刻胃中的酒精吸收量;)

利用 SPSS 软件, 对数据进行拟合, 得出酒精含量浓度随时间变化图线。

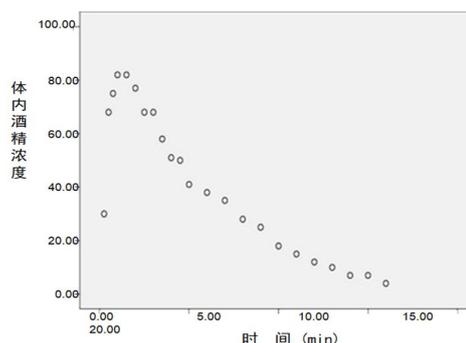


图 1 体内酒精浓度随时间变化拟合图

第二种情况: 针对驾驶人在长时间内摄入体内酒精, 因为酒精会产生的二氧化碳^[6], 故二氧化碳会促进酒精在肠胃中的吸收, 即在肠胃中减少的含量为 v_3 . x , y 为常微分方程所求对应酒精含量, 因此体液中的酒精含量需要满足的微分方程为:

$$\begin{cases} x' = v_1 x - v_0, \\ y' = v_1 x - v_2 y - v_3 y, \\ y_0 = \frac{N/m}{v_1}, \\ x(0) = 0, \\ y(0) = 0, \end{cases}$$

求出特解为:

$$\begin{cases} x^* = \frac{N/m}{v_1} (1 - e^{-v_1 t}), \\ y^* = \frac{N/m \cdot v_1}{v_1 - v_2} (e^{-v_2 t} - e^{-v_1 t}) - \frac{1}{v_2 - v_1} (1 - e^{-v_1 t}), \end{cases}$$

(T 为喝酒的周期; t 为饮酒后所对应的时间; x^* , y^* 为第二种情况常微分方程所求对应酒精含量)

利用 excel 做出长时间内喝三瓶啤酒血液中的酒精含量与时间

的变化关系图，如下所示：

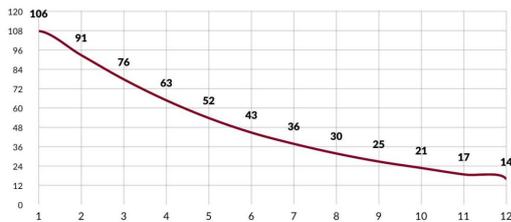


图3 长时间内喝三瓶啤酒血液中的酒精含量与时间的变化关系图

代入数据，得出70kg的某人血液酒精浓度随时间变化越来越少，在长时间饮3瓶酒体内酒精浓度随时间的变化逐渐下降，相比较短时间喝酒，长时间喝酒体内酒精浓度下降更快。

第三种情况：由于每天都饮酒，饮酒时体液中的酒精含量是上一次饮酒的酒精含量加上此次饮酒的酒精含量。故得出第n天肠胃中和体液中的酒精含量分别为：

$$\begin{cases} x_n = N \frac{1 - e^{-\lambda_1 n T}}{1 - e^{-\lambda_1 T}} e^{-\lambda_1 n T} \\ y_n = \frac{N \lambda_1 (1 - e^{-\lambda_1 n T})}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[\frac{1 - e^{-\lambda_1 n T}}{1 - e^{-\lambda_1 T}} e^{-\lambda_2 n T} - \frac{1 - e^{-\lambda_2 n T}}{1 - e^{-\lambda_2 T}} e^{-\lambda_1 n T} \right] \end{cases}$$

在对 x_n 和 y_n 求极限。得到每天饮酒一次饮酒量相等，并且天天饮酒，同时两天饮酒相隔时间均等的人体液中酒精的浓度随时间变化利用 excel 做出图如下：



图2 每天喝N瓶酒后多久可以开车

根据图二数据可知，每天喝酒瓶数越多，醒酒时间越长。由此可知，每天过量饮酒不仅会危害到身体健康，而且酒后一旦开车上

路必定会酿成大错。

3 小结

本文通过计算体内酒浓度的微分方程，并给出体内酒精浓度对时间的变化。采用酒后驾车标准来断定饮酒后多长时间酒精含量小于 $20\text{mg}/100\text{ml}$ 。由模型结果可知，体重为 70kg 且体液吸收速率不变的人在短时间内喝三瓶啤酒需要在 12 小时后才可驾车；长时间喝三瓶啤酒需要在 11 小时后才能驾车；如果每天都喝三瓶啤酒，则需要喝酒后 13 小时方可驾车。

参考文献

马冠生,朱丹红,胡小琪等. 中国居民饮酒行为状况[J]. 营养学报. 2005,27: 362-365.

[2] 裴玉龙,周侃,张诚. 酒精作用下驾驶人心理生理及眼动特性分析[J] 哈尔滨工业大学学报(社会科学版). 2001,13(5):80-85.

[3] 李蒙赫,黄二梅,张洁. 饮酒与驾车的关系[J]. 工程学报, 2004,21(7):131-135.

[4] 宋泓庆,宋子琪,李森. 基于脉冲时滞微分方程构建人体内酒精扩散模型[J]. 常州工学院学报. 2018,31(3):1-3.

[5] 杨蕊. 醉驾行为相关问题的理解与认定[J]. 中国检察官,2013(20):3-6.

基金项目：大学生创新训练项目：基于数学模型的酒驾认定方法研究(S202110201095)；吉林省高等教育教学改革研究课题：“一二三”混合式大学课堂教学方法改革研究与实践——一大学数学课堂为例(SJYB2020001)

作者简介：张丽春(1982.01-),女,博士,副教授,主要从事偏微分方程数值解研究;姜蔚,(2000.10-),男,本科生,主要从事数学研究;李卓成(2000.01-),男,本科生,主要从事数学研究;赵佳琪(2000.10-),女,本科生,主要从事数学研究;李卓航,(2002.09-),男,本科生,主要从事数学研究;张佳雪(2001.10-),本科生,主要从事数学研究;

(上接第 143 页)

现代构建主义中着重强调英语学习中要加强交流合作，虽然个体知识是由个人构建的，但是在对新知识进行理解和掌握的过程中，还是要学生和学生、学生和教师以及学生的教学要素之间相互作用才能实现。英语教学应该为学生提供一个非常好的学习环境，鼓励学生和老师之间进行学习交流合作，只有这样才能有良好的学习氛围。教师要充分利用教科书，现在的大学英语教科书相对来说内容都是十分丰富的，基本上每一个单元都有其特定的主题，并且课本上还有专门介绍背景的地方。老师在进行授课的过程中要先了解学生的基础怎么样，然后在进行备课，对教材里面趣味性的和有重要意义的地方可以进行适当的扩展，加深学生对英语的认识。教师还要鼓励学生积极主动地去学习英语，对大学生来说，应该自学英语，老师只是课堂的引导者，学生要在课外好好的学习，全面地提升自己的英语实际应用能力。

(四) 建立完善的考评体系。

构建主义就是希望学生能够将学到的知识运用到实际的工作中，生活中。高校要培养出英语专业的优秀人才就必须跟上时代的步伐，在改革中进一步地完善考评体系。具体来说就是要结合英语考试对英语教学质量的检测，老师要结合学生的专业特点以及就业的需求对教学的内容和方式进行优化，更好地让学生积极主动地去学习。要提高学生的考评质量，设置科学有效的教学体系，这个教学体系不仅要让教师能够时刻了解学生的学习状况，还要让学生在学

习过程中能够发现自己的错误，进而慢慢改善。还是要用考试的方式来对学生的学习情况进行监督，进而有效地提升学生的学习效率。

四、总结

我国英语教育教学中正在从一味地获取知识向培养学生的应用能力和创新能力的方向在改变，将主动地学习方式取代被动接受知识的方式。通俗的就是，从传统的课堂教学方式，慢慢地转变成师生互动，以学生为主体的开放式的综合性教学。大量的实践数据表明，构建主义理论与现代英语教学模式是行之有效的，以构建主义理论为基础的的教学模式是非常科学有效的教学方式。

参考文献

[1] 武晓燕. 试论构建主义理论对英语教学的启示[J]. 外语与外语教学, 2006, (2).

[2] 姜雪. 社会构建主义理论视角下高校英语教学的全新内涵和更新路径[J]. 河北大学学报: 哲学社会科学版, 2014, (2).

[3] 邱忠蓉. 基于构建主义理论的多媒体辅助英语教学模式初探[J]. 教育探索, 2007, (9).

[4] 戴小春. 高校课程结构优化论[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2011.