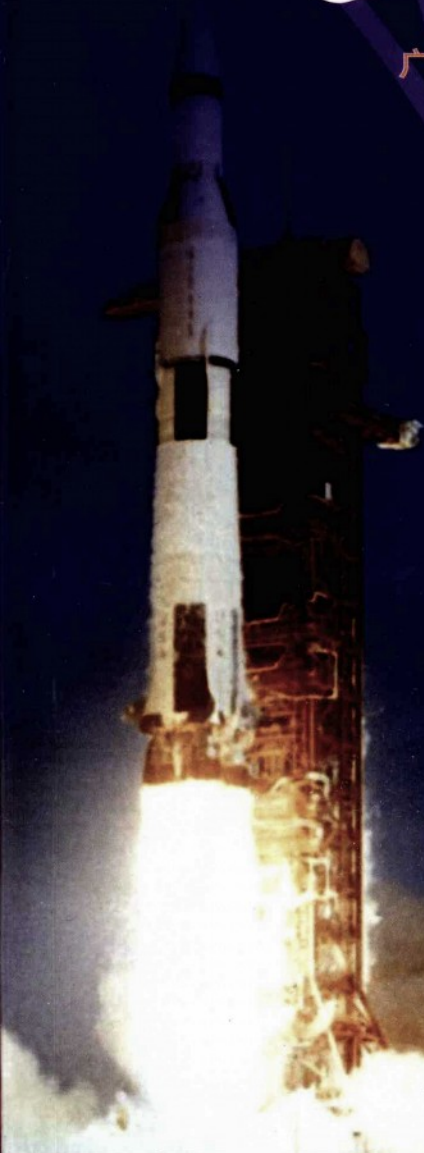
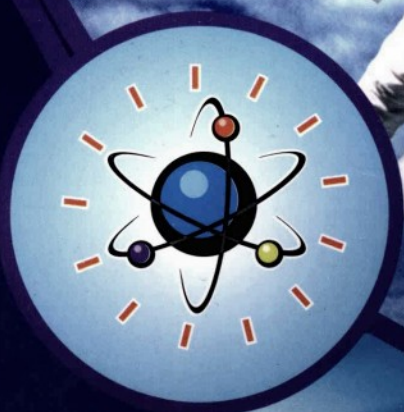


第二十一届广州市青少年

科技创新大赛 获奖作品集

广州市青少年科技教育协会 编



广州出版社

● 责任编辑：杨珊珊 李利

装帧设计：亮点521

ISBN 978-7-80731-832-3



9 787807 318323 >

ISBN 978-7-80731-832-3

总定价：60.00元（全二册）

第二十一届广州市青少年科技创新大赛

获奖作品集

广州市青少年科技教育协会 编

主 编: 华同旭

副 主 编: 邵国良 吴福全

执行主编: 金日纬

编 委: 朱宝莉 陈华乐 钟鸿枢

秦孟立 李钦政 冯慧君

广州出版社



图书在版编目(CIP)数据

广州市青少年科技创新大赛获奖作品集.第21届/华同
旭主编.—广州:广州出版社,2008.7

ISBN 978-7-80731-832-3

I.广… II.华… III.青少年—创造发明—科技成果—
汇编—中国 IV.N19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 109018 号

书 名 第二十一届广州市青少年科技创新大赛获奖作品集

出版发行 广州出版社(地址:广州市人民中路同乐路 10 号

邮政编码:510121)

责任编辑 杨珊珊 李利

责任校对 梁玲

装帧设计 亮点设计

印 刷 广州市官侨彩印有限公司(地址:番禺区石楼官侨村

邮政编码:511447)

规 格 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 39.875

字 数 810 千字

印 数 1800 册

版 次 2008 年 7 月第 1 版

印 次 2008 年 7 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-80731-832-3

总 定 价 60.00 元(全二册)

如有印装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。



目 录

物理学

- 关于交通灯黄灯时间设置的初步探讨 樊文浩 1

化学

- 广州市海珠区部分地区民用自来水中亚硝酸盐含量的调查与思考 施大卫 11

生物化学

- 救救桑树——对桑花叶型萎缩病的调查研究 刘菁 李绰天 秦雪燕 16

微生物学

- 细胞增殖器——一种新型固定化细胞的制作 李永尚 24

环境科学

- 用陶土粉末抑制球形棕囊藻危害的研究 刘子豪 吕雪 梁宇 28
- 岭南风韵绿社区
——广州市“绿色社区”创建模式探讨 黎嘉玲 丘颖雯 36
- 广州市绿化现状的调查研究 卢锐淇 46
- 珠江口（虎门）天然红树林湿地资源萎缩退化原因和对策
——南沙坦头村天然红树林生态与生态环境的调查研究 陈俊霖 52
- 对夏季家庭节电途径的初探 盛家宝 63
- 利用威廉环毛蚓把凤眼莲变为绿色有机肥料的研究 黄雯琪 71
- 立体绿化优化居住环境，改善“热岛效应”的调查研究 方诗盈 78

生物化学

- 家禽血清对人肝癌细胞 SK-HEP-1 的诱导凋亡作用及其端粒酶活性的影响 仇龙 84
- 蚕粪制备叶绿素铜钠盐的试验研究 陈书 林之琦 涂强 93

工程学

智能排号器	汤俊良	100
基于铂电阻的精密温差测量仪的研制	郑剑耀	102
管道气防水倒入报警装置	黄晓嫔 龙泽宇	110
感应空调和感应风扇的制作	何少嘉	112
电机的滚动电刷装置	罗希	115
雪种回收器	何嘉杰	117
节能清新空气交换器	李喆慧	118
遥控式多功能自动钓鱼球	林立新 谢盈隼 钱伟聪	120
基于集成电路的合成树脂生产自动化控制器	黄健聪	123
空调公共汽车高效灭菌除尘方案	杨照民 何淼源	127
万向安全卧扇	陈昱奇	129
可更换部件的节能灯	林秀贤 苏国安	131
“桌之衣”——书包的改造	张华俊	132
全自动清洗净水器	利国梁	134
超高监测器	樊嘉伟	137
安全车门	邱俊媚	139
让座提示器	徐贤聪	140
购物携袋器	廖嘉杰	141

生物化学

虫虫，看你往哪儿逃！

——橘小实蝇的生物综合防治	黄善媛	143
---------------------	-----	-----

植物学

不同的植物气味对日本菟丝子寄生行为的影响	孔佑心 黄颐	153
用种子和枝条繁殖夜来香,促进农民收入增加的途径 ——解决华南“三农”问题的实验和思考	李倩文	160
对挽救广州几种传统名优水果的研究	黎小琿	165

螯合铁对铁敏感植物生长影响的研究	
——不同铁源及铁水平对蕹菜品质的影响	冯思捷 王雨志 刘方超 175

医药与健康学

长期饮用纯水对少年儿童生长影响的探究	李苑菲 181
--------------------------	---------

地球与空间科学

广州地区山地资源利用现状调查研究	
——以南沙区黄阁镇为例	麦少杰 李嘉成 186
BL Lac 天体 Mrk501 中心黑洞质量的大小	谭樊 马克 192

社会科学

“空巢”老人“关爱之星”网络服务平台的构建	蔡纳 196
中学生主观幸福感的心理调查、分析与引导	叶慧瑾 208
一个高中生对中国城市防灾减灾能力建设的追问	周末 219
发掘古城文化，打造都市名片	
——广州市商业步行街现状及发展规划研究	李静瑜 杨博宇 陈曦 226
广州学生坐车拼座方案研究	吴彬 233
直面抗战胜利 60 周年	
——对青少年如何看待抗战胜利 60 周年的调查研究	程子啸 刘嘉熙 阮诗蕴 236



关于交通灯黄灯时间设置的初步探讨

广州市第八十九中学

■樊文浩 16岁 初三

指导教师 余凌

摘要：

通过实地测量黄灯时间的具体数值，理论分析提出原交通灯黄灯时间设置不合理：以牛顿力学与运动学、数学建模思想等理论为指导，从个体角度切入，研究得出一套新的黄灯时间设置公式，并深入分析论证，得出公式的适用范围：通过将参数代入公式运算，作进一步讨论，得出在特定情况下，黄灯时间设置的最佳值。

关键词：

黄灯时间 车速 交通系统

一、在现阶段，交通灯中的黄灯时间设置是否合理？

(一) 实地调查记录数据

1. 在本次实地调查中，我们带有秒表、卷尺等工具，以记录原始数据。
2. 中山三路路口黄灯时间的原始数据。

我们分别在以下几个时间段实地记录了中山三路路口的黄灯时长，数据精确到百分位，并取其平均值作为我们参考和研究的对象。

表1 中山三路路口黄灯时长表

时段 次数	黄灯时间 8:30~9:30	黄灯时间 9:30~10:30	黄灯时间 10:30~11:30	黄灯时间 13:30~14:30	黄灯时间 14: 30~15:30
1	2.53s	2.78s	3.18s	2.75s	3.03s
2	3.03s	2.97s	3.25s	3.27s	3.18s
3	2.78s	3.13s	3.06s	3.15s	2.60s
4	3.32s	2.50s	2.84s	3.09s	2.85s
5	3.00s	3.07s	3.09s	2.68s	3.00s
6	3.12s	3.22s	3.12s	2.85s	3.16s
7	3.21s	2.96s	2.68s	3.06s	2.75s
8	3.10s	2.88s	3.03s	2.97s	3.00s
9	3.00s	3.03s	2.50s	2.80s	3.03s
10	2.84s	3.19s	3.18s	3.18s	3.00s
11	3.00s	3.03s	2.90s	2.98s	3.03s
12	3.00s	3.10s	2.87s	3.21s	3.03
13	3.00s	3.00s	3.06s	3.00s	3.22s
14	3.09s	2.94s	2.88s	3.12s	3.09
15	3.12s	3.15s	3.19s	3.00s	3.06s
平均值	3.01s	3.00s	2.99s	3.01s	3.00s

(二) 黄灯时间设置的初步判断

从表格反映的数据来看，我们得出以下结论：在中山三路路口上，在上述的时间段里，中山三路路口的黄灯时间均设置为3秒，初看上去黄灯的设置时间与时段的关联性似乎不大，但是我们认为黄灯时间的设置应与车速、时段等因素有着一定的关联性，中山三路路口的黄灯时间在各时段



內均設置為 3 秒，這又是否合理呢？接下來，我們將以一部汽車來建立具體的數學模型，從個體的角度以科學的方法來初步探討交通黃燈時間的設置問題。

二、從個體角度上，以一部汽車來研究黃燈時間的設置問題

(一) 從個體的角度以一部汽車建立具體數學模型

假設天氣狀況與地面狀況均為正常情況，當黃燈剛亮時，設車處在位置 1 上(如圖 1)，那麼司機此時有兩種選擇，一是制動，二是直駛。

當司機用時間 $T_{判}$ 做出判斷後，設車已在位置 2 上。

1. 若司機選擇制動，則司機必須在路口前刹停車(如圖 1)，那麼汽車刹停時間 $T_{制}$ 。和司機反應判斷時間 $T_{判}$ 的時間決定了時間 $T_{黃(制)}$ 的長短，所以黃燈制動時間 $T_{黃(制)} = T_{制} + T_{判}$ 。

當汽車制動時(如圖 2)，(只考慮車在制動時所受到的外力的影響，內力部分不作考慮，將車作為一個整體來考慮)車本身受到三個力的作用，從車所受到地面的支持力與它本身的重力為平衡力(可以不計)，因為車只在水平方向運動。

即車在水平方向上運動只受到的地面对车的滑动摩擦力 $f_{摩}$ 作用，也即車在水平方向上的合力 $F_{合}$ 的大小應等於 $f_{摩}$ ，即有 $F_{合} = f_{摩}$ 。

此時可把汽車水平方向的運動看作為勻減速運動，因此根據物理公式 $F_{合} = ma$ ， $f_{摩} = \mu N$ (N 為地面对车的支持力)，即有 $ma = \mu N$ 。而地面对车的支持力 N 與車的重力 G 為一對平衡力。

所以 $N = G = mg$ ，將 $N = mg$ 代入式 $ma = \mu N$ 中，有 $ma = \mu mg$ ，化簡可得： $a = \mu g$ 。

根據物理勻減速運動公式： $V_t = V_0 - at$ ，其中 V_t 為車的末速度， V_0 為車的行駛速度。因為車在刹停後速度為 0，所以 $V_t = 0$ ，將其代入公式中，得 $V_0 = at$ 。

整理得： $t = \frac{V_0}{a}$ ，而 $a = \mu g$ ，即有 $t = \frac{V_0}{\mu g}$ ，這裡時間 t 就是汽車刹停所用的時間 $T_{制}$ ，即 $T_{制} = \frac{V_0}{\mu g}$ 。

因此，當司機選擇制動時，黃燈時間 $T_{黃(制)} = \frac{V_0}{\mu g} + T_{判}$ 。

2. 若司機選擇直駛，則車必須在紅燈亮起前，駛過路口(如圖 1)，那麼汽車直駛時間 $T_{直駛}$ 和司機反應判斷時間 $T_{判}$ 決定時間 $T_{黃(駛)}$ 的長短，所以黃燈直駛時間 $T_{黃(駛)} = T_{直駛} + T_{判}$ 。

接下來，我們主要考慮汽車直駛時，所需要的时间 $T_{直駛}$ ，顯然，當司機選擇直駛時，主要有兩種選擇：

(1) 加速直駛；

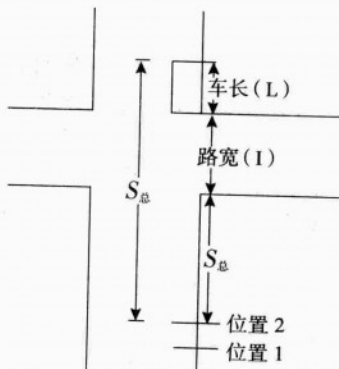


圖 1

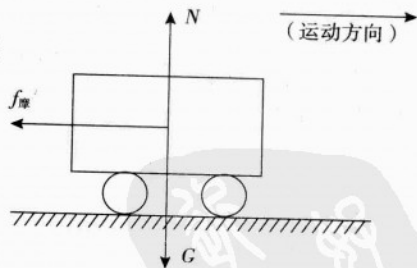


圖 2



(2) 保持原速直驶(可近似看作匀速直线运动)。

显然,若是选择加速直驶时, $T_{\text{直驶}}$ 的时间要比选择保持原速直驶所需的时间要少,但黄灯时间的设置除了需考虑精确性外,安全性才是最重要的,因此,我们设置黄灯直驶时间 $T_{\text{黄(驶)}}$ 时,应以保持原速直驶进行考虑才更合理。

在这里,我们假设司机以匀速通过,那么根据物理中匀速直线运动公式: $T_{\text{直驶}} = \frac{S_{\text{总}}}{V_0}$ 。

由图 1 可知,总路程 $S_{\text{总}} = \text{汽车制动距离 } S_{\text{制}} + \text{路宽 } I + \text{车长 } L$, 将其代入公式 $T_{\text{直驶}} = \frac{S_{\text{总}}}{V_0}$ 中,得: $T_{\text{直驶}} = \frac{S_{\text{制}} + I + L}{V_0}$ 。

根据物理中匀减速运动公式,应有 $S_{\text{制}} = V_0 T_{\text{制}} - \frac{1}{2} a T_{\text{制}}^2$ 。而 $T_{\text{制}} = \frac{V_0}{\mu g}$, $a = \mu g$ (已在前面计算过), 将其代入式 $S_{\text{制}} = V_0 T_{\text{制}} - \frac{1}{2} a T_{\text{制}}^2$ 中,有 $S_{\text{制}} = \frac{V_0^2}{\mu g} - \frac{1}{2} \mu g \left(\frac{V_0}{\mu g} \right)^2$ 。

化简,整理该式,可得 $S_{\text{制}} = \frac{V_0^2}{2\mu g}$ 。再将其代入式子 $T_{\text{直驶}} = \frac{S_{\text{制}} + I + L}{V_0}$ 中,化简整理该式,可得: $T_{\text{直驶}} = \frac{V_0}{2\mu g} + \frac{I + L}{V_0}$ 。

因此,当司机选择直驶时,黄灯时间 $T_{\text{黄(驶)}} = \frac{V_0}{2\mu g} + \frac{I + L}{V_0} + T_{\text{制}}$ 。

(二) 黄灯时间理论值的计算结果

现在我们已分别计算出了汽车制动和直驶时关于黄灯时间设置的公式:

$$T_{\text{黄(制)}} = \frac{V_0}{\mu g} + T_{\text{制}} \quad (\text{汽车制动时,黄灯时间的设置公式})$$

$$T_{\text{黄(驶)}} = \frac{V_0}{2\mu g} + \frac{I + L}{V_0} + T_{\text{制}} \quad (\text{汽车直驶时,黄灯时间的设置公式})$$

我们现在通过以一部汽车,来研究黄灯时间的设置问题。并得出黄灯时间理论值(如无特殊说明,本文以下篇幅所涉及到的黄灯时间理论值这个概念,均指从个体角度观点出发所得),而在现实的交通系统中,交通系统是由许多个个体的汽车,此外还有自行车、行人等元素所组成的整体,因此我们不能脱离实际,孤立地去看问题。接下来,我们将从整体角度上,将黄灯时间理论值放在整个交通系统中进行考察。

三、从整体角度上,将黄灯时间理论值放在整个交通系统中进行考察

(一) 主要原因

1. 在实际交通中,车辆并不是以单个的形式出现,而是以整体的形式出现,我们必须考虑我们通过科学方法计算得出的黄灯时间理论值是否会影响到整个交通系统的正常运作(在这里,我们需要强调一点,个人或个体不合理的交通行为,例如超车或无故急刹车等行为,



影响到整个交通系统的运作与黄灯时间设置得是否合理无关联)。

2. 在实际交通中, 各种交通行为均带有随机性与不确定性, 那么整个交通系统是否就一定是混乱与无序的, 而没有任何的科学规律在里面?

(二) 考察的主要目标

1. 黄灯时间理论值是否会影响整个交通的稳定性, 是否会导致交通系统产生紊乱?

2. 若要保证整个交通系统的稳定性时, 黄灯时间理论值是否需要进行调整?

(三) 对路口的交通情况作为一个系统进行全局考虑时, 必须在以下假设成立情况下进行考虑才有意义

1. 各车辆整体性能良好, 即在十字路口突然坏车、没油等情况不予考虑。

2. 偶发现象与突发现象不作考虑, 即非人力所能控制的海啸、地震等因素又或者行人突然冲出马路, 司机紧急制动等情况对交通系统造成影响不作考虑。

3. 驾驶者有良好驾驶习惯, 即保持安全行车距离和在十字路口 50 米内不超车。(此假设是根据我国有关政策和法规所定的)

(四) 考虑黄灯时间理论值与交通系统稳定性

1. 一些相关概念

如图 3, 当交通灯的黄灯刚亮瞬间, 我们可将离路口的远近程度并按秩序的汽车看作一组有序数列, 用 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ 的形式表示。那么, 我们按照离路口距离的由近至远来分类, 应该大致有以下几种车:

(1) 不可选择类(直驶型)车(即 D 类车)

当交通灯的黄灯刚亮时, 若汽车的制动距离 $S_{制}$ 大于汽车离路口的实际距离 $S_{实}$ 时(即 $S_{制} > S_{实}$), 则该类汽车不应制动, 只能选择直驶。因此, 我们把这类车定义为不可选择类(直驶型)车, 并用大写字母 D 表示。

(2) 可选择类车(即 C 类车)

当交通灯的黄灯刚亮时, 在所设定好的黄灯时间 $T_{黄}$ 里, 若汽车的实际行驶距离 $S_{直驶}$ 大于汽车离路口的实际距离 $S_{实}$ 且汽车离路口的实际距离 $S_{实}$ 大于汽车的制动距离 $S_{制}$ 时(即 $S_{直驶} > S_{实} > S_{制}$), 则该类汽车既可选择直驶, 也可选择制动。因此, 我们把这类车定义为可选择类车, 并用大写字母 C 表示。

(3) 不确定类车(即 I 类车)

当交通灯的黄灯刚亮时, 在所设定好的黄灯时间 $T_{黄}$ 里, 同样的, 若汽车的实际行驶距离 $S_{直驶}$ 大于汽车离路口的实际距离 $S_{实}$ 且汽车离路口的实际距离 $S_{实}$ 大于汽车的制动距离 $S_{制}$ 时(即 $S_{直驶} > S_{实} > S_{制}$), 则该类汽车既可选择直驶, 也可选择制动, 但前方的 C 类车必须选择直驶时, 该类汽车才获得选择权。因此, 我们把这类车定义为不确定类车, 并用大写字母 I 表示。

占位类车的特性: 当前方的 C 类车选择直驶时, 紧跟 C 类车后面的第一辆 I 类车自动转变为 C 类车。当前方的 C 类车选择制动时, 所有的 I 类车自动转变为不可选择类(制动型)车。

(4) 不可选择类(制动型)车(即 B 类车)

当交通灯的黄灯刚亮时, 在所设定好的黄灯时间 $T_{黄}$ 里, 若汽车的实际行驶距离 $S_{直驶}$ 小于



汽车离路口的实际距离 $S_{\text{实}}$ 时(即 $S_{\text{直驶}} < S_{\text{实}}$), 则该类汽车不应直驶, 只能选择制动。因此, 我们把这类车定义为不可选择类(制动型)车, 并用大写字母 B 表示。

说明 1: 当黄灯刚亮瞬间时, 显然各类汽车到路口的排列顺序以及排列方式是固定和唯一的(即 D, C, I, B 的排列顺序)而且各类车里不可能混杂其他类车排在里面(例如 D, I, D 这样的排列方式)。

说明 2: 在某些情况下, C 类车有可能并不存在, 当 C 类车不存在时, 显然 I 类车也不会存在(可由工类车的定义判断得知), 即整个路口只有 D 类车和 B 类车。只有当所设黄灯时间 $T_{\text{黄}} = \max(T_{\text{黄}}^{\text{An}}(\text{制}), T_{\text{黄}}^{\text{An}}(\text{直驶}))$ 时(这里, 上标表示汽车在路口的排列序号), C 类车才会存在。

(5) 路口前段。我们将所有的 D 类车所占路口的部分定义为路口前段。

(6) 路口中段。我们将所有的 C 类车与 I 类车所占路口的部分定义为路口中段。

(7) 路口后段。我们将所有的 B 类车所占路口的部分定义为路口后段。

2. 考察黄灯时间理论值与交通系统稳定性, 验证黄灯时间理论值 $T_{\text{黄}}$ 对路口各段是否带来影响, 会导致交通系统紊乱。

接下来, 我们将分成以下三个主要部分来进行验证。

(1) 黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 对交通系统中路口后段的影响。

如图 3, 很明显, 在整个交通系统中, 路口后段均是 B 类车, 它们是整个系统中最稳定的部分, 路口前段与中段的汽车对它们不造成重要影响, 它们肯定能在路口前制动, 因为它们的前面是 I 类车, 而 I 类车的定义是可在路口之前制动车辆, 那么由假设 3 可知, B 类车必须与 I 类车保持安全行车距离(即 B 类车制动后不会与 I 类车产生碰撞), 从而可推出 B 类车肯定能在路口前制动并与 I 类车保持安全距离。

因此, 黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 不对交通系统中路口后段造成影响。

(2) 黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 对交通系统中路口前段的影响。

如图 3, 为使交通系统路口前段保持稳定, 那么必须保证两点, 一是在黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 里, 所有的 D 类车有充足时间通过路口, 二是在黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 里, D 类车不会因为急于通过路口而产生追尾碰撞现象。

A. 在黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 里, 只要能保证最后的一辆 D 类车 A_{n-1} , 能通过路口, 则所有的 D 类车就有充足时间通过路口。

我们设黄灯亮起瞬间, D 类车 A_{n-1} 的初始速度为 $V_0^{A_{n-1}}$, 由于 $S_{\text{制}} > S_{\text{实}}$ (D 类车的定义),



图 3



而 $S_{\text{制}} = \frac{V_0^2}{2\mu g}$ (前面已经计算得出), 显然, 只要保证黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 大于 D 类车 A_{n-1} 通过距离 $S_{\text{制}}$ 所需的时间 $T_{\text{通}}^{A_{n-1}}$ 就可以了 (因为 D 类车 A_{n-1} 通过距离 $S_{\text{制}}$ 所需的时间要比它通过距离 $S_{\text{实}}$ 所需的时间要多)。当汽车 A_{n-1} 以匀速通过 (显然, 汽车若是加速通过, 则所需时间更少), 那么其通过时间 $T_{\text{通}}^{A_{n-1}} = \frac{S_{\text{制}}}{V_0^{A_{n-1}}}$, 化简可得 $T_{\text{通}}^{A_{n-1}} = \frac{V_0^{A_{n-1}}}{2\mu g}$ 。

B. 在黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 里, D 类车是否会急于通过路口而产生追尾碰撞现象。

显然, 在 D 类车中, 当前车比后车速度快时, 不会产生追尾碰撞现象。当后车比前车速度快时, 由于 $T_{\text{通}} = \frac{V_0}{2\mu g}$, 随着速度 V_0 的上升, 汽车的实际通过时间 $T_{\text{通}}$ 也会增加, 也即后车通过路口的实际时间要比前车多, 因此在黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 里, D 类车不会因为急于通过路口而产生追尾碰撞现象。

结合以上两点, 我们得出只要黄灯时间 $T_{\text{黄}} = \frac{V_0^{A_{n-1}}}{2\mu g}$, 黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 不对交通系统中路口前段造成影响。

(3) 黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 对交通系统中路口中段的影响。

在这里, 我们除了观察黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 对交通系统中路口中段的影响外, 首先要考虑路口前段最后一辆 D 类车 A_{n-1} 对路口中段的 C 类车 A_n 带来的影响。

A. 在黄灯刚亮瞬间时, D 类车 A_{n-1} 比 C 类车 A_n 的速度快 (即 $V_0^{A_{n-1}} < V_0^{A_n}$)。

此时, 若 C 类车 A_n 制动, 所有 I 类车均只能制动。显然, 汽车 A_n 能在黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 以内, 在路口前刹停 (根据 C 类车的定义 $S_{\text{实}} > S_{\text{制}}$), 而在其后方的 I 类车由于安全行车距离, 也不会产生追尾碰撞现象。

若 C 类车 A_n 直驶, 此时 I 类车中的第一辆车 A_{n-1} 转变为 C 类车, 若路口中段前车比后车的速度快, 则 A_{n-1} 又重复上述过程, 如果所有的 C 类车 (包含转变成 C 类车的 I 类车) 均选择直驶时, 由 C 类车与 I 类车的定义可知, 路口中段所有的车均能在所设的黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 里通过。若路口中段后车比前车的速度快, 则汽车 A_{n-1} 即使不能通过路口, 也可在黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 以内, 在路口前制动。

B. 在黄灯刚亮瞬间时, D 类车 A_{n-1} 比 C 类车 A_n 的速度慢 (即 $V_0^{A_{n-1}} > V_0^{A_n}$)。

此时, 若 D 类车 A_{n-1} 车速过低, 则会影响 C 类车 A_n 使其只能选择制动 (即转变为 B 类车), 也从而使所有 I 类车均转变为 B 类车。显然, 在这种情况下, 黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 不会对交通系统中段路口带来影响。

结合以上两点, 我们可知黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 不对交通系统中路口中段造成影响。

3. 黄灯时间理论值放在整个交通系统验证的初步结论。

在整体角度上, 我们将黄灯时间理论值放在整个交通系统中进行验证后, 得出以下结论: 只要黄灯时间 $T_{\text{黄}} = \frac{V_0^{A_{n-1}}}{2\mu g}$ (这里的 $V_0^{A_{n-1}}$ 为黄灯亮起瞬间最后面一辆的 D 类车 A_{n-1} 的初始速



度), 黄灯时间 $T_{\text{黄}}$ 能保持整个交通系统的稳定性, 不会导致交通系统产生紊乱。

四、计算黄灯时间理论值的具体数值, 并通过讨论确定黄灯时间实际应用值

在计算时, 我们取 $\mu=0.6$ 与 $\mu=0.4$ (在互联网上查得路面摩擦系数数据, 正常干燥路面摩擦系数约为 0.6, 雨天则降为 0.4, 雪天则为 0.28, 结冰路面只有 0.18), g 取 9.80m/s^2 , 路宽 I 约为 25m (中山三路路口实际测量值), 车长 $L=4.15\text{m}, 6.99\text{m}, 12\text{m}$ (在计算车身长度时, 我们浏览太平洋汽车网站, 分别取三种汽车类型作为代表, 其中, 小轿车: 雪佛兰新赛欧 SL5MP, 车身长度为 4152mm ; 中型车: 丰田柯斯达 RZB53L-ZEMEK, 车身长度为 6990mm ; 大客车: 厦门金龙欧洲之星 XMQ6127, 车身长度为 12000mm), $T_{\text{判}}=0.5\text{s}$ (在互联网上查得正常司机根据路面情况做出反应的时间是 0.4s 至 0.6s 之间)。

1. 黄灯时间与车型、时速关系数据表

根据以上参数, 代入相应的公式中进行计算, 得到以下黄灯时间理论值与车速、车型关系的数据表, 见表 2、表 3。

表 2 黄灯时间与车型、时速关系数据 (晴天 $T_{\text{判}}=0.6\text{s}$)

黄灯 时间 车速	车型	小轿车(制动)	中型车(制动)	大客车(制动)	小轿车(直驶)	中型车(直驶)	大客车(直驶)
30km/h(8.33m/s)		1.92s	1.92s	1.92s	4.71s	5.05s	5.65s
40km/h(11.11m/s)		2.39s	2.39s	2.39s	4.07s	4.32s	4.78s
50km/h(13.89m/s)		2.86s	2.86s	2.86s	3.78s	3.98s	4.34s
60km/h(16.67m/s)		3.34s	3.34s	3.34s	3.67s	3.84s	4.14s
70km/h(19.44m/s)		3.81s	3.81s	3.81s	3.65s	3.80s	4.06s
80km/h(22.22m/s)		4.28s	4.28s	4.28s	3.70s	3.83s	4.05s
90km/h(25.00m/s)		4.75s	4.75s	4.75s	3.79s	3.91s	4.11s
100km/h(27.78m/s)		5.22s	5.22s	5.22s	3.91s	4.01s	4.19s
110km/h(30.56m/s)		5.70s	5.70s	5.70s	4.05s	4.15s	4.31s
120km/h(33.33m/s)		6.17s	6.17s	6.17s	4.21s	4.29s	4.44s

表 3 黄灯时间与车型、时速关系数据 (雨天 $T_{\text{判}}=0.4\text{s}$)

黄灯 时间 车速	车型	小轿车(制动)	中型车(制动)	大客车(制动)	小轿车(直驶)	中型车(直驶)	大客车(直驶)
30km/h(8.33m/s)		2.63s	2.63s	2.63s	5.06s	5.40s	6.00s
40km/h(11.11m/s)		3.33s	3.33s	3.33s	4.54s	4.80s	5.25s
50km/h(13.89m/s)		4.04s	4.04s	4.04s	4.37s	4.57s	4.94s
60km/h(16.67m/s)		4.75s	4.75s	4.75s	4.37s	4.55s	4.85s
70km/h(19.44m/s)		5.46s	5.46s	5.46s	4.50s	4.63s	4.89s
80km/h(22.22m/s)		6.17s	6.17s	6.17s	4.65s	4.77s	5.00s
90km/h(25.00m/s)		6.88s	6.88s	6.88s	4.85s	4.97s	5.17s
100km/h(27.78m/s)		7.59s	7.59s	7.59s	5.10s	5.19s	5.38s
110km/h(30.56m/s)		8.30s	8.30s	8.30s	5.35s	5.44s	5.61s
120km/h(33.33m/s)		9.00s	9.00s	9.00s	5.63s	5.71s	5.86s



2. 黄灯时间与车速关系图

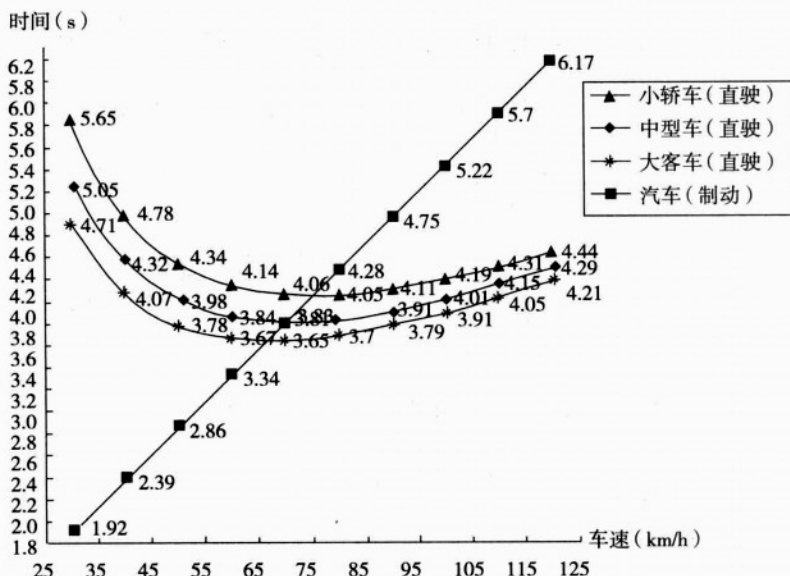


图 4 黄灯时间与车速关系图 (晴天)

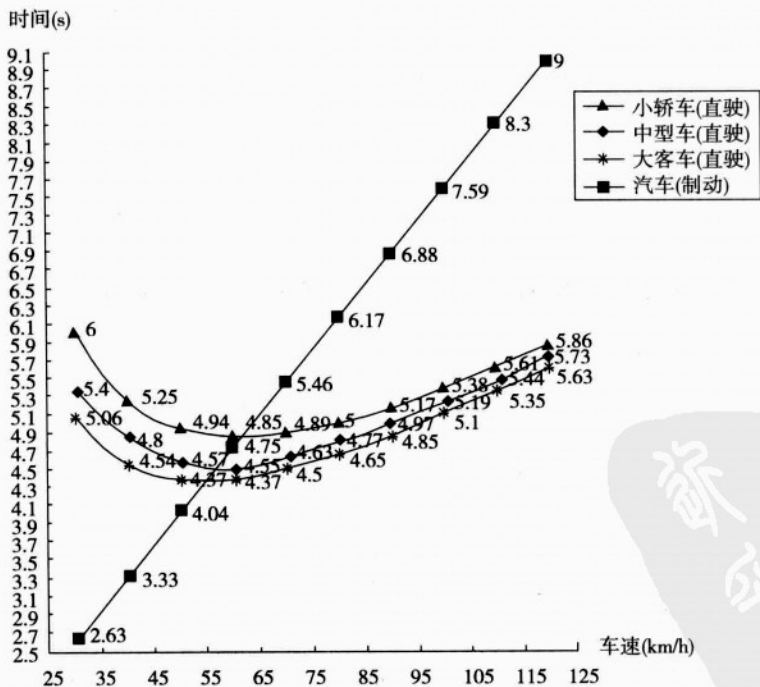


图 5 黄灯时间与车速关系 (雨天)

新学网
PDG



在观察黄灯时间与车速关系图中, 我们可发现当汽车制动时, 黄灯时间与车速成正比; 当汽车直驶时, 随着车速的提高, 黄灯时间先减少后增加, 呈现一种类似二次函数的特点, 其中晴天时, 黄灯时间减少得快增加得慢, 雨天时, 黄灯时间减少得慢增加得快。

3. 确定黄灯时间实际应用值

在用科学的方法计算出黄灯时间的理论值后, 如何确定黄灯时间实际应用值呢? 我们认为, 在整个交通系统中, 应该以大部分汽车的平均行驶速度来设置黄灯时间之外, 还须确保黄灯时间理论值 $T_{\text{黄}} = \frac{V_0^{A_{n-t}}}{2\mu g}$, 由于 $V_0^{A_{n-t}}$ 为黄灯亮起瞬间最后面一辆的 D 类车 A_{n-t} 的初始速度, 而在实际交通中, 我们并不知道 A_{n-t} 的瞬时初始速度 $V_0^{A_{n-t}}$ 是多少, 但显然 $V_0^{A_{n-t}}$ 的数值越大, $\frac{V_0^{A_{n-t}}}{2\mu g}$ 也就越大, 因此我们取 $V_0^{A_{n-t}} = 120\text{km/h}$ 。经过计算, 我们得到黄灯时间理论值 $T_{\text{黄}} = 2.83\text{s}$ 。

在此, 我们给出一般路口黄灯时间的设置方案。(方案不唯一, 仅作参考, 不同的速度划分, 就有不同的黄灯时间理论值与应用值)

表 4 黄灯时间设置表 (晴天)

汽车行驶速度	黄灯时间(理论值)	黄灯时间(应用值)
中低速 30km/h~50km/h	2.86s	3.00s
较高速 50km/h~90km/h	4.28s	4.50s
高速 90km/h~120km/h	4.44s	4.50s

表 5 黄灯时间设置表 (雨天)

汽车行驶速度	黄灯时间(理论值)	黄灯时间(应用值)
低速 30km/h~40km/h	3.33s	3.50s
中速 40km/h~70km/h	4.89s	5.00s
较高速 70km/h~100km/h	5.38s	5.50s
高速 100km/h~120km/h	5.86s	6.00s

说明: 黄灯时间的合理设置并不能避免交通事故的发生, 只能有效减少和降低交通事故发生的概率, 在实际应用中, 黄灯时间设置为整数会更方便合理。

4. 结论与设想

我们用科学的方法去研究交通路口黄灯时间的设置问题, 经过一系列探讨和研究, 虽然路口的交通问题很复杂, 情况很多变化, 但并不是没有科学规律在里面的。黄灯时间的设置并非一成不变, 应根据大部分汽车平均车速, 当天的天气状况, 各个路口的特点去灵活地设置。

最后, 我们希望这篇文章能起到抛砖引玉的作用, 能够做出一个能根据车流量、车速、天气情况自动调节的智能型交通灯。

参考文献:

[1] 沈继红. 数学建模. 哈尔滨工程大学出版社, 1998.



[2]高中物理课本（第一册）.北京:人民教育出版社, 1995.

[3]太平洋汽车网 www.pcauto.com.cn

专家点评

本文作者试图用中学物理学中的运动学公式进行交通灯黄灯时间的设置作出理论上的解释并探讨理论值与实际应用的问题,是一个大胆的尝试,值得鼓励。但文章讨论的黄灯时间的设置是一个十分复杂的问题,不能用过于理想的办法去解决。

本作品获广东省二等奖,广州市一等奖。