

DAOLUTIAOJIAN YU JIAOTONGZUZHI

〔苏〕B·Φ·巴布可夫教授 主编

祁振庆 译

任福田 肖秋生 校

道路条件与交通组织

中国建筑工业出版社

453307

科技新书目 41—210

统一书号: 15040·4373

定 价: 0.97 元

道路条件与交通组织

[苏] B.Φ.巴布可夫教授 主编

祁振庆 译

任福田 肖秋生 校

中国建筑工业出版社

本书叙述在道路上不同密度交通流的行驶规律性和道路条件给予驾驶员的感觉问题。主要讨论：根据交通状况、道路条件和驾驶员的心理生理学选择交通组织的方法和设施；研究如何采用规划布局、技术设施（标志、划线、导向装置等）及信号装置来组织交通的问题；同时还阐明交通组织方法和设施的技术经济论证原则、应用顺序以及道路标志配置方法和划线位置的选择。

本书供道路设计和道路养护部门、汽车运输和汽车检查单位的工程技术人员阅读，并可作为高等院校公路系教师、研究生和学生的参考书。全书有表格44张、图115幅、参考文献52种。

参加《道路条件与交通组织》编写的有В.Ф.巴布可夫、О.А.基沃奇金、В.П.扎尔乌嘎、С.К.卡什金、Е.М.洛巴诺夫、Н.П.奥尔那特斯基、В.С.波洛日扬科夫、В.И.浦尔金、В.В.西里亚诺夫、Ю.М.西特尼科夫、М.И.苏景、В.М.特里布斯基。莫斯科《运输》出版社。一九七四年出版。

ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ

Под Редакцией ПРОФ В.Ф.БАБКОВА
МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1974

道路条件与交通组织

祁振庆 译

任福田 肖秋生 校

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本：850×1168毫米 1/32 印张：7³/₄ 字数：208 千字

1983年3月第一版 1983年3月第一次印刷

印数：1—3,100册 定价：0.97元

统一书号：15040·4373

序 言

近几年，苏联的汽车产量大幅度增长。到1975年产量可达到200万至210万辆。卡车产量约增加50%、小汽车产量约增加2.5~2.8倍；重型卡车以及在其基础上发展起来的大载重量汽车列车的产量将会增多。通行能力强的大容量客车的产量也要增加。公共使用的汽车运输货运量增长60%。这就导致道路交通量的急剧增加，增大了道路网的负荷。

十年来，尽管苏联修建了大量的道路工程，每年有20000~23000公里的硬质路面的道路投入使用。但是，国家道路网仍不能适应汽车运输的需要。道路建设的速度还应进一步提高。

国家对道路的需要量非常大。全国很多地区的道路网密度还很小，与国民经济的需求不相适应。甚至在道路最有保证的加盟共和国，硬质路面道路网的密度比美国和西欧国家近百年内建成的道路网密度还小。

所以，目前任何现实的修建道路的速度（在一个相当长的时期内），都将使每公里道路摊得的汽车数逐年增长，使交通条件越来越复杂化。除新建道路之外，还必须极大地注意交通安全问题和交通管理问题。在交通可能阻塞的复杂路段要进行交通组织，以保证道路能在充分发挥通行能力的情况下工作。

道路工作者在近年内应该完成下列工作：

1. 为远距离快速运输修筑道路。将来利用这些道路构成主要干线网，以保证适应全国行政、文化及国防的需要。这些道路要具有保证高速行驶的几何组成部分。为了缩减道路建设的一次投资，可根据各阶段交通量增长的情况，统一设计分期修建。

2. 在新开发的工业区和农业区修筑道路。这种道路，开始用以运输建筑物资，以后为形成的企业、居民点和农业设施服务。一般是，在运输建筑物资期间交通量最大，当工程交付使用后交

通量将减少。

3. 修建农业区的道路。当农业收获，由于运输不及时，将给国民经济带来损失。因此，在农业区修建道路是防止农产品损失，以及在收割和运输阶段防止农产品质量下降的措施之一。

4. 改建并利用现有的硬质路面道路网，使之适应于交通不断增长的需要。其中许多道路都是在马车运输时期落后的技术条件下修建的。有些路段已经改建过，因此大部分路线的营运特性都不统一。这些道路有很多危险路段和可能造成交通阻塞，只允许低速行车、限制通行能力的地方。

1950年以前所修建的硬质路面道路网，其中每条道路都有不适应现代汽车运输要求的路段。

随着交通量的不断增长，对于道路的不良路段，要随时注意进行道路交通组织。由于交通情况的复杂化，道路将会发生周期性的阻塞和突然出现“肇事地点”，这可能与下列因素影响有关：

- 1) 交通量的增长；
- 2) 道路上出现高速行驶的车辆，例如城市之间的长途公共汽车；
- 3) 道路上出现汽车列车和重型卡车；
- 4) 在交通流的组成中出现农业机械、拖拉机以及外形尺寸大、轴载大的汽车等。
- 5) 道路运输质量降低——路面磨损、出现不平整或光滑的地方。由于修建房屋或路旁树木而使视距缩短以及道路上出现行人等。

最近，苏联把排除交通阻塞和处理危险路段作为道路有关部门的重要任务之一。广泛运用交通组织方法和各种设施，这既能整顿交通，又能保证道路安全和提高道路通行能力。这些措施对消除病害路段、改善整个道路的营运特性具有重大意义。实现这些措施的经费比改建或局部改善道路要低。因此往往在道路大修之前，采取这些措施作为改善交通条件的第一阶段。

对新建道路采取交通组织设施能克服在设计中所犯的个别错误，便于驾驶员更好地识别道路方向，提高道路的使用效率。

莫斯科公路学院道路设计教研室系统地研究了道路条件对交通状况的影响。最初阶段研究方向是确定汽车沿道路上行驶的一般规律性。归纳在专题学术报告中[6, 28]的研究结果，相当详尽地揭示了苏联道路上汽车流的行车过程。但是，未来复杂的道路交通条件，向科学研究单位、道路和交通部门提出了进一步探索、采用交通组织方法，提高公路通行能力以及有重点地改善公路个别路段的任务。

这本专题学术报告叙述了教研室近几年在这方面的研究成果，也介绍了苏联能直接应用的国外经验。

书中各章节著者：В.Ф.巴布可夫教授——序言、第1~5、11、15、17、19~33节和结语；技术科学副博士О.А.基沃奇金(Дивочкин)——第19、22、37、38节；技术科学副博士В.П.扎尔乌嘎(Залуга)——第27、34、35节；工程师С.К.卡什金(Кашкин)——第27、28节；技术科学副博士Е.М.洛巴诺夫(Лобанов)——第6、16、26、29节；技术科学副博士В.С.波洛日扬科夫(Порожняков)——第10、18节；技术科学副博士Н.П.奥尔那特斯基(Орнатский)——第23、24节；技术科学副博士В.И.浦尔金(Пуркин)——第10、39、40节；技术科学副博士В.В.西里亚诺夫(Сильянов)——第7、7、9、13、14、15、25、29、30、36、40节；技术科学副博士Ю.М.西特尼科夫(Ситников)——第14、41、42、43节；技术科学副博士М.И.苏景(Судьян)——第29~32节；技术科学副博士В.М.特里布斯基(Трибунский)——第12节。合著章节的节号在合著者名下重复出现。

А.П.阿列克谢夫(Алексеев)工程师审阅手稿，提出许多宝贵意见，著者表示衷心感谢。

著者希望，书中提出的建议一方面能对现有为数不多的文献[30, 35]有所补充，另一方面希望引起有关部门的重视以及对促使道路网适应于通过密集的交通流起一定作用。

目 录

序 言

第一章 作为提高运输能力和交通安全措施的交通

组织 1

第一节 道路条件和驾驶员的工作特点 1

第二节 道路路线各组成部分的组合对交通条件的影响 6

第三节 交通状况和交通安全与交通量的关系 11

第四节 作为提高道路使用效率、提高道路通行能力及交通安全方法的交通组织 15

第五节 根据行车速度图改善交通组织措施 17

第六节 人的因素在交通组织中的作用 20

第二章 交通流的运行规律、交通组织方法和设施的

选择 24

第七节 交通流理论在交通组织中的运用 24

第八节 用电子计算机对交通流进行数学模拟 28

第九节 用于评价管制设施效率的交通流特性 34

第十节 登记汽车和测定交通特性的技术设备 39

第十一节 复杂道路条件下汽车的行车状况 43

第十二节 稠密交通流的行车状况 52

第十三节 负荷等级、事故率以及汽车的相互影响 55

第十四节 道路的最佳交通负荷 60

第十五节 选择交通组织方法和设施的原则 63

第十六节 根据驾驶员情绪的紧张程度组织交通 68

第三章 运用规划手段组织交通 73

第十七节 选择规划方案组织交通的原则 73

第十八节 用辅助车道组织交通 78

第十九节 交通流按方向、组成及行车速度进行划分 84

第二十节 用规划措施改善交叉口的行车条件 88

第二十一节	用修建方向岛的方法调节平面交叉口的交通	92
第二十二节	通过小居民点路段的交通组织	95
第二十三节	交通服务建筑区的交通组织	100
第二十四节	交通服务建筑用地的规划	114
第二十五节	局部改建道路以改善交通组织和提高通行能力	119
第四章	利用技术设施组织交通	122
第二十六节	驾驶员对道路标志的感觉	122
第二十七节	设置道路标志的原则	127
第二十八节	道路标志对汽车交通状况的影响	130
第二十九节	双车道道路车行道划线的效果	136
第三十节	双车道道路上的划线规范	141
第三十一节	三车道道路的划线	147
第三十二节	平曲线车行道的划线	154
第三十三节	保证驾驶员对道路前进方向的视线明晰	163
第三十四节	道路危险路段的护栏	167
第三十五节	公路照明	177
第三十六节	道路维修施工地带的交通组织	183
第五章	强行管制交通流运行的方法	188
第三十七节	限制行车速度组织交通	188
第三十八节	降低行车速度的方法	193
第三十九节	对驾驶员的预告系统	198
第四十节	公路干线交通管制与监督	207
第六章	选择交通组织方法和设施的技术经济问题	212
第四十一节	选择交通组织方法和设施的技术经济评价的特性	212
第四十二节	评价交通组织措施的效果	215
第四十三节	交通组织措施实施顺序的经济标准	232
参考文献		237

第一章 作为提高运输能力和 交通安全措施的交通组织

第一节 道路条件和驾驶员的工作特点

保证规定的设计速度是技术标准的基础。经观察表明,汽车在严格按照技术标准要求设计的道路上行驶时,各个路段的实际速度分布极不均匀,况且驾驶员并不能充分利用汽车的动力特性。

如果在行车速度沿道路长度变化的图上标明道路-交通事故的地点,那么可以发现,除沿道路全长大致平均分散的事故以外,其中一部分事故始终集中在较短的路段内,同时交通流速度在该路段明显地降低。显然,这些地方的道路条件对某些驾驶员会造成一种虚幻的概念,认为交通状况还是可以的。因此,不同道路条件的行车速度与驾驶员对道路条件的心理感觉特点有关。

在道路上行车时吸引驾驶员注意力的三组因素:

1) 直接与道路有关的因素——影响汽车驾驶的路边环境和道路的各组成部分(平面上的转弯和纵断面上的变坡、道路标志、路面不平整度、交叉口以及道路的连接和分叉)。在正确设计的道路上,以安全行车速度行驶时,驾驶员对道路各组成部分可以有较长的时间进行观察,以便来得及在正常交通状况下采取措施。

2) 与其他汽车、摩托车、自行车以及行人等交通有关的因素;

3) 与交通没有直接关系的因素——令人注目的房屋和构筑物、路肩上的物体、路旁的丛生植物、周围的景观部分甚至以及

飞过道路上空的飞机。

在行车过程中，驾驶员要注视道路和路旁地带，考虑着保证汽车运行的一切必要因素。在行车不紧张的情况下驾驶员可用一定时间观察与道路交通无关的事物，如路旁优美的风景等。

最近几年有些国家（苏联、日本、美国）的研究人员为研究驾驶员观看路旁目标的视线分布进行了一些试验。分析行车过程中驾驶员视觉器官的活动情况，可以估计出道路环境的各部分对驾驶员提供的情报多少和意义，而根据视线集中点的变换频率以及观察的时间又可以判断出驾驶员对情报的负担程度。

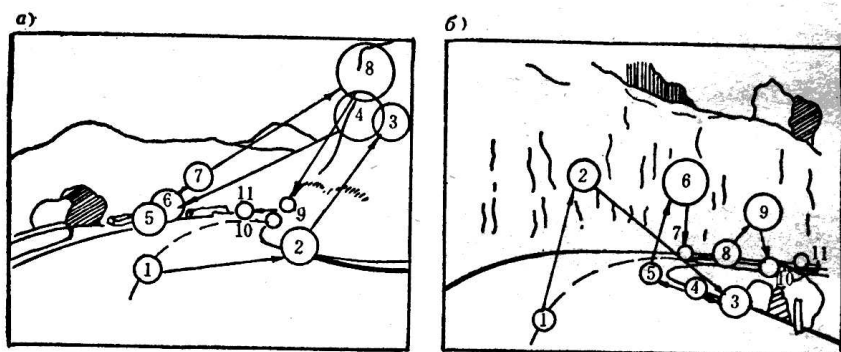


图 1 沿山区公路平曲线行车时驾驶员视线的移动（1-11驾驶员的视线点）

a) 外曲线, b) 内曲线

图 1 是技术科学副博士 В. П. 瓦尔拉什金 (Варлашкин) 在山区公路行车困难的条件下做试验时画出的驾驶员视线移动图 [15]。视线顺序地沿被观察的“特征点”呈特殊的螺旋线移动是有代表性的，仿佛在空间勾绘一条视线走廊，这是驾驶员有把握地驾驶汽车所必需的。

在平原地区公路所作的类似试验 (Е. М. 洛巴诺夫)、Р. Т. 姆什戈扬 (Мушегян) 表明, 驾驶员用大部分时间沿着车行道、路面边缘和路基特征线扫视, 好象沿着已经形成的驾驶员识别方向的导向系统一样。道路环境、车流密度、超车和迎面来车的次

数以及当地地形等情况，引起驾驶员注意的目标不断发生变化，反应出驾驶员的精神紧张程度，最后又反映在驾驶员选择的行车速度上。

驾驶员都有一个最适宜的观察目标密度，在这种情况下，他的情绪不怎么紧张，并有把握驾驶汽车，对道路环境的变化也能及时做出反应。目标密度最适宜以及引起注意的目标多样化，会使驾驶员的注意力最集中。当没有外界刺激因素时，例如，在单调的草原地带交通量很小的情况下，驾驶员负担不大，常常会出现高级神经活动处于“抑制”状态，昏昏欲睡，这样很容易发生事故。

目标密度过大——“情报过载”，例如车辆通过拥有大量汽车调动和行人交通无组织的居民点时，要求驾驶员高度集中注意力。驾驶员注意驾驶的同时，需要有选择地对一些可能的观察目标（如果数量太多），则应放弃一些与行车方便和交通安全无关的目标。根据目标的多少以及离开车行道的远近，似应重新估价某些目标的实际意义。在交通紧张的情况下，路旁边行人实际上不会引起驾驶员的注意。在单调的草原公路上，若交通量很小，路旁的行人却能较长时间地吸引驾驶员的注意力。人们依靠对道路及其附近物体研究的详细程度来加强自己的注意力，使得试图用情报理论最简单的规律，用统计单位时间内引起驾驶员注意的物体个数的简单方法，去评定某路段汽车行驶的复杂性是没有前途的。

如果汽车在无交通管理的情况下沿道路行驶，同时又不受其他汽车的影响，驾驶员注意的情报过载时，他就会本能地降低速度，使反映进来的情报重新达到适当数量。因此，汽车在道路分、并点和交叉口附近以及在行人上路地点附近等处，总要降低速度。

汽车在饱和交通流中行驶或驾驶员以同样的车流速度列队被动行驶时，都会造成极其困难的条件。相同的车流速度往往与驾驶员的心理特性、疲劳程度以及技术的熟练程度不符合。跟随车

队或车组行驶，与前面汽车保持间距很小，没有经验的驾驶员经常处于不适宜的复杂环境中行车，当遇有引起事故的危险时，以致连采取措施的时间都极其有限，交通紧张时驾驶员更没有犹豫时间。

突然高速行驶到复杂的路段上，对驾驶员会造成一系列困难。需要迅速判断道路条件和交通环境，不迟疑地采取必要的机动。行车速度越快，施加在方向盘上的力量亦越大，同时驾驶员感到的离心力和加速力亦越大。在这种情况下道路条件的任何不利因素都会成为发生事故的原因，而在其他环境中，这种不利因素驾驶员很容易排除。

道路条件的每一变化，都很快反应在驾驶员的神经心理上。一种现代的定量估算是“皮肤-电流反应”法（КГР）—皮肤电传导性的变化正是驾驶员中枢神经系统对其作用的环境变化的反映。КГР单位的仟欧姆（КОМ）。这一现象的解释详见第六节。

Б.М.列别捷维（Лебедев）[25]和Л.П.维杜基里斯（ВИДУГИРИС）[18]对汽车通过小半径的曲线进行观察获得的资料说明，汽车行驶的状况与驾驶员情绪的紧张程度如何有关。首先以不同速度通过平面环形交叉口右转弯曲线时，测定了КГР值，然后根据未看过该道路的乘客的感觉来评价曲线的行车条件（表1）。

单独进行的观察表明，随着交通条件的复杂化以及舒适程度的降低，驾驶员和乘客的紧张情绪都会增加。

正如上面所述，在某些因素而造成的交通复杂路段上，驾驶员会本能地想减轻精神的紧张程度，而降低行车速度。由于个别汽车有可能发生交通事故，这就会降低路线的平均行车速度，导致汽车营运指标下降。驾驶员的神经-心理越紧张，汽车驾驶越复杂，则该路段的车流速度降低幅度就越大。

正如道路-交通事故统计分析所表明的那样，行车困难而又危险的路段的速度相对落差能表征汽车营运指标的下降和危险程度。

表 1

横向力 系 数	曲 线 行 车 特 性	皮肤电流反应 的 相 对 增 长
0.05	乘客不看道路不能区别曲线行车和直线行车	1.00
0.10	乘客不看道路不能发现驶过曲线。驾驶员行车感觉不紧张	1.00
0.15	乘客对曲线行车有微弱的感觉, 但没有什么不舒适的感觉。由于在曲线上驾驶汽车而引起的紧张情绪不大, 与横向力的增长成正比关系, 不会使驾驶员疲劳	1.05~1.10
0.20	乘客感觉到通过曲线, 但并无不舒适感。多数驾驶员有明显的紧张感	1.10~1.25
0.25	约40%的乘客对曲线行车有不舒服感觉, 皮肤电流反应记录证明驾驶员相当紧张	1.20~1.40
0.30	所有驶过曲线的人都有不舒服感觉	1.50
0.35	驶过曲线感到非常不舒服, 驾驶员的紧张情绪急剧增长, 有滑向路边的危险	1.70

莫斯科公路学院的B.Φ.巴布可夫教授用安全系数 K_{oss} 评定交通安全的方法已被收集到正式文献中, 在苏联享有盛名。

$$K_{oss} = \frac{v_{on}}{v_{ox}} \quad (1)$$

式中 v_{on} ——危险路段所能保证的通行速度;

v_{ox} ——进入危险路段之前的常见速度。

对评定道路的交通条件来说, 安全系数比仅仅评定交通危险程度更有意义。安全系数还与道路的通行能力和汽车运输成本有关, 同时能表征与相邻路段的行车速度的关系。

由于道路条件而使运输车流速度急剧下降, 可能就是道路通行能力降低以及发生周期性阻塞的原因。

技术科学副博士 B.M.特里布斯基进行的研究证明, 安全系数与路段通行能力的下降系数之间存在着密切的关系, 发现在无交通管理的条件下该路段有明显的速度落差。表 2 为安全系数与

表 2

安 全 系 数	减速度(米/秒 ²)为下列数值时, 通行能力下降系数		
	3.0	1.0	0.5
0.50	0.39	0.42	0.54
0.70	0.46	0.54	0.65
0.85	0.54	0.64	0.73

驾驶员在减速情况时的通行能力下降系数之间的关系。

在改善交通组织方面, 由于恢复和采取了措施, 行车速度提高了, 但其增长率与安全系数值之间仍然存在着直线关系。可以近似地这样计算, 当汽车通过受不利条件影响的路段时, 长度为 L , 入口速度为 v_{ex} , 平均速度为 $\frac{v_{ex} + v_{on}}{2}$ (式中 v_{on} ——危险路段的通行速度), 不难证明, 若将这个路段的行车速度提高到 v_{pek} , 汽车运输每天获得经济效益为

$$R = \frac{2L(K_{pek} - K_{on})cN}{v_{ex}(1 + K_{on})(1 + K_{pek})} \quad (2)$$

式中 $K_{pek} = \frac{v_{pek}}{v_{ex}}$ ——改建后的安全系数;

$K_{on} = \frac{v_{on}}{v_{ex}}$ ——改建前的安全系数;

c ——一车一公里的价格(卢布);

N ——交通量(辆/昼夜)。

第二节 道路路线各组成部分的组合

对交通条件的影响

汽车从道路的一个路段过渡到另一个路段, 行车条件发生了变化, 驾驶员神经-心理紧张程度也随之发生了变化。其原因是:

行车处于过渡过程时，汽车驾驶复杂了，必须放弃在过来的路段上已形成的运行规律、视距的变化、路边环境的变化等等。过渡过程是很复杂的，在这个过程中驾驶员需要一面熟悉前面新路段的交通环境，一面改变车速，使之适应新的道路条件。道路建设实践早已证明这些行车情况的特点，因此在曲线车行道上进行加宽，设置缓和曲线及速度缓和段，但是从驾驶员在道路上行驶时的神经-心理负担的观点来看，其效果如何，还不能用一个适当的方法予以评定。

道路路线的几何组成部分的尺寸改变越大，则驾驶员的不舒服程度和发生道路事故的危险性亦越严重。

图2为E.M.洛巴诺夫测定驾驶员通过半径为600米的平曲线时精神紧张程度变化的数据。精神紧张表现在进出曲线时驾驶员脉搏跳动加速、皮肤-电流反应增大，注意力集中、驾驶员视线

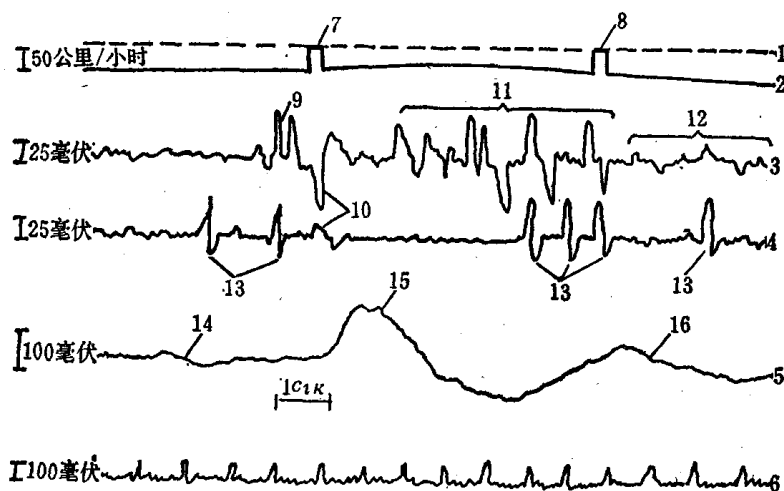


图2 心理-生理特性记录范例（说明驾驶员通过小半径曲线时的神经-心理紧张程度）

1—速度读数的零线；2—速度；3—眼睛的垂直移动；4—眼睛的水平移动；5—皮肤-电流反应；6—心电图；7—驶入曲线的记号；8—通过曲线终点的记号；9—驾驶员环视整个曲线的瞬时；10—看反光镜；11—看路中心划线和路面边缘；12—评定汽车前面40~50米距离内的道路条件；13—眨眼；14—需要减速时皮肤-电流反应值的变化；15—当驶入曲线时皮肤-电流反应值的变化；16—同上（第二条波）

从道路一点迅速地过渡到另一点。这些都是在曲线车行道上行车时必然发生的现象。

图3指出,驾驶员驶入小半径的曲线时评定神经-心理紧张程度的KTP值[16]是有变化的。KTP值(以先前路段的KTP值的百分数表示)的变化在汽车驶入半径小于60米的曲线时急剧增加。

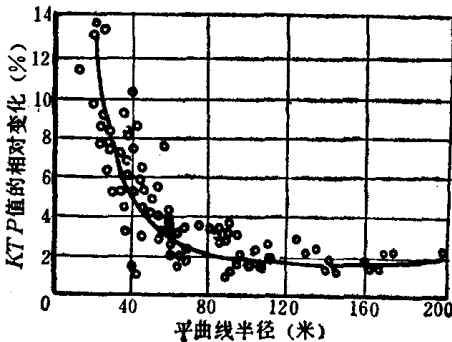


图3 KTP相对值与平面曲线半径的关系

例如,两条道路汇合之后,同样也表现为交通量的变化。

图4说明通过具有一系列困难和危险地点的路段时,驾驶员KTP值的变化。在安全系数降低的那些地点,驾驶员紧张情绪显著增加,要适当降低速度。这种关系的存在是进行一系列研究工作的基础。在研究工作中用皮肤-电流反应来估计道路路段的复杂性[44、45]以及作为对道路路线几何组成部分提出要求的依据[16、25、31、32]。

对这些图表的分析表明,道路组成部分组合得恰当,驾驶员心理-生理的紧张情绪显著降低,行车速度无骤然变化,交通状况保持稳定。这符合驾驶员的情绪不怎么紧张的情况。从驾驶员的注意力、反应时间和反应的灵敏度的角度分析是最适宜的,在这种情况下交通最安全,驾驶汽车也不易疲乏。

要保证驾驶员的神经-心理负担处于最佳状态,其方法之一是设计使驾驶员视线开阔、心理明快的道路路线。这就要求设计