

文章编号: 0451-0712(2006)06-0051-03

中图分类号: U412.33

文献标识码: B

绝对信息变化率评价道路平面线形质量

张 平¹, 杨 轸²

(1. 路桥集团桥梁技术有限公司 北京市 100102; 2. 上海市政工程设计研究院 上海市 200092)

摘 要: 针对目前国内外缺少定量评价道路线形的方法和指标, 从驾驶员对道路路线视觉感受的特性出发, 提出了绝对信息变化率的概念, 并把它用于道路线形的定量评价, 合理地解释了平曲线线形对驾驶员行车时的心理和行为影响。

关键词: 道路; 平面线形; 评价; 绝对信息变化率

道路设计和修建是为行车服务的, 道路线形设计应该能够保证驾驶员在一定的车速下安全舒适地行驶而不产生过多的紧张。当然, 对于平面线形, 一般情况下是线形的曲率半径越大越好。然而道路路线的走向必然受到地形地物的限制, 在很多情况下需要对不同道路设计方案进行评价, 选取经济合理的最优方案。在方案比选中必然要对道路线形质量进行合理评价, 而目前的评价方法往往是定性的和经验的, 而且并不直接与驾驶员的感受和对车辆的操纵相关联, 因此其可靠性和有效性受到很大影响。

1 一定车速下道路信息变化的量化表达^[1]

驾驶员视野里的道路信息的变化不仅与道路线形有关, 还与车速密切相关。在进行模型研究和仿真实现时, 需要对道路信息进行量化表达, 即把驾驶员能够感受到变化的大小用数字表示出来。目前, 这方面的研究还很少, 基本上都处在定性的研究上, 因此很难真正实现有效的标识。这是因为, 人对真实空间里的物体的距离、形状和速度的感受都是通过不断的学习和实践获得的, 具有一定的经验性, 而这种经验性难以用数字来表达。然而, 既然不同的距离和形状具有不同的透视表达, 那么它们之间必定存在着某种对应关系, 笔者就这点进行试探性的研究。

当车辆在平直的道路上行驶时, 道路标线在驾驶员的视野里表现为由灭点展开的放射状射线, 如图 1 所示。

这是驾驶员最容易识别的最简单的形状, 驾驶

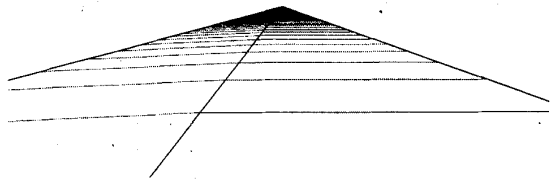


图 1 直线段的透视

员对其他形状的认识都是基于对该形状的比较而获知的。因此, 我们可以把这一种状态定义为 0 状态。0 状态下, 道路边线上各点在透视图上都沿放射线方向运动, 但在垂直放射线方向上则没有变化。而这时, 我们不会感到太多的危险, 不必改变方向盘的转向。通过曲线的透视图与 0 状态的透视图之间的比较, 我们可以获知曲线形状表征量。图 2 是半径为 4 000 m 的曲线与直线透视图的比较。

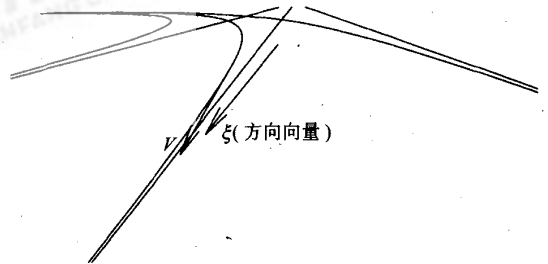


图 2 直线与曲线透视图比较

由于我们行车时一般以中线为参考线, 因此, 中线上的观测点在透视图上的速度与透视图上的直线方向的方向向量的叉乘值的累积值, 表示为一定车

速下的法向道路信息绝对变化率,可以用公式表示为:

$$I_p = \sum l_i V_i \cdot \zeta = \int V(l) \cdot \zeta dl \quad (1)$$

式中: V 为矢量,表示在透视图平面里的移动速度; ζ 为直线方向的方向向量; I_p 可以理解为单位时间内道路特征线在透视图成像平面上横向扫过的面积。

同样,对于点乘的累积值可以表示为一定车速下的径向道路信息变化率,即:

$$I_r = \sum l_i V_i \cdot \zeta = \int V(l) \cdot \zeta dl \quad (2)$$

式中: I_r 可以理解为单位时间内道路特征线穿过透视图成像平面的量(面积),类似光照强度的概念。

法向道路信息变化率是对驾驶员在一定车速下感受道路线形曲度的一个信息,当在直线段时,其值为0。而径向道路信息变化率同样能表示一定车速下感受的道路线形曲度信息,只是在直线段时,其值恒定(与车速有关)。

上述积分表达式的上下限范围应以驾驶员的有

效感觉范围来确定。根据俄罗斯的研究,注视距离、视野和车速有表1所列的关系。

表1 车速、视野和视距关系

车速/(km/h)	40	60	80	100	120
视野/(°)	100	86	60	40	22
注视距离/m	180	335	477	564	710

同时,根据动视觉原理,一个有意义的知觉时间约为1.5 s。因此,小于1.5 s 行驶距离的道路信息应作为无效信息。

2 平曲线道路信息变化率特点及对驾驶行为影响分析

假设视距良好,驾驶员注视点位置为前方120 m(视线方向),汽车以80 km/h 的车速行驶在表2所描述的曲线上(曲线超高为4%),车辆从桩号K7+200 行驶到K8+800。图3 是它的道路信息绝对变化率沿桩号变化图。

表2 平曲线要素

ID	平曲线起点桩号	平曲线方向	缓圆点桩号	平曲线半径	圆缓点桩号	平曲线终点桩号
7	K6+000	R	K6+150	2 500	K6+900	K7+050
8	K7+800	R	K7+950	800	K8+550	K8+700
9	K9+500	L	K9+500	4 000	K10+500	K10+500

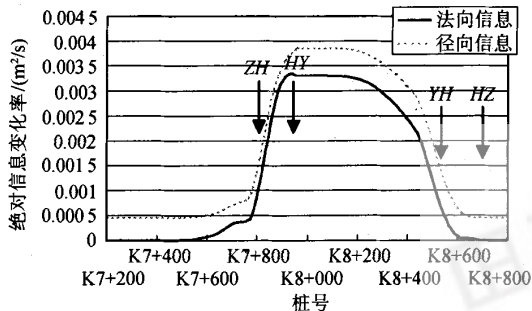


图3 某曲线上的绝对信息变化率

从图3 可以发现:法向信息变化率与径向信息变化率有着相同的变化规律,其值的大小不仅与道路曲率有关,而且与车速成正比。

从图3 还可以看出,当车辆在曲线前较长的距离上行驶时,对驾驶有意义的道路信息主要是在直线上,因此,法向绝对信息变化率为0,即处在0 状态,而径向信息变化率为一恒定值。当车辆渐渐接近曲线,缓和曲线段和圆曲线段的信息渐渐被感知,驾驶员视野里的曲线与理想中的直线的差别渐渐增大,其绝对信息变化率增大。过了直缓点前一定距离

后,其增长速度加快。在到达圆曲线后(如果圆曲线长度足够长),该值变为稳定,随后在将要出圆曲线前一定距离迅速减小,出了曲线后,法向绝对信息变化率为0,而径向信息变化率又恢复为恒值。

在实际驾驶中,还有一个有意义的概念就是信息变化增长率。定义信息变化增长率为:

$$K = \frac{dI}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{I(t + \Delta t) - I(t)}{\Delta t} \quad (3)$$

这相当于图3 中的曲线斜率。

在实际驾驶中,当车辆接近曲线段,信息变化的增长率是不断增大的,特别在接近缓和曲线以后,其增长率更大。如果该增长率超过了驾驶员的处理能力,驾驶员往往会减速。同样,当驾驶员快要驶出曲线,其增长率的绝对值小于某值时,驾驶员可能会加速。同时我们发现:车辆在出曲线时的信息变化增长率(绝对值)要小于进入曲线时的变化增长率,因此,一般情况下,驾驶员进曲线时比出曲线时的心理生理负担要大。当视距不良时,道路信息变化增长率也比较大,驾驶员也会进行减速,直到增长率在驾驶员的处理能力范围内。

3 平曲线半径对绝对信息变化率影响分析

假设车辆以 80 km/h 的车速在半径为 4 000 m 的曲线上行驶,可视距离大于 477 m,取成像平面离眼睛的距离为 1 m,并与行车方向垂直,按照式(1)计算出来的法向道路信息绝对变化率为 $I_P=1.44\times 10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$,按照式(2)计算出来的径向道路信息绝对变化率为 $I_T=3.93\times 10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$;而在半径为2 000 m 的曲线上行驶时,法向道路信息绝对变化率为 $I_P=4.81\times 10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$,径向道路信息绝对变化率为 $I_T=5.33\times 10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$ 。一般情况下,曲率越大,其道路绝对信息变化率也越大。其对应曲率关系见图4。

可见,曲率半径对绝对信息变化率的影响比较大。

4 平曲线长度对驾驶行为影响分析

平曲线长度对驾驶行为也有较大的影响。当平

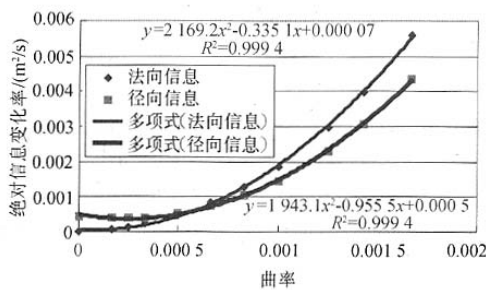


图4 80 km/h 车速下曲率与绝对信息变化率关系

曲线长度较短时,在视觉上其曲率半径比实际的要来得大,驾驶员也往往会采用相对较大的车速行驶。表3、表4 和图5~图8 是2 条曲线的参数和它们的透视图(在圆曲线起点处)及绝对信息变化率分析(曲线超高均为4%)。

表3 平曲线一的参数

ID	平曲线起点桩号	平曲线方向	缓圆点桩号	平曲线半径	圆缓点桩号	平曲线终点桩号
7	K6+000	R	K6+150	2 500	K6+900	K7+050
8	K7+800	R	K7+900	650	K8+000	K8+100
9	K9+500	L	K9+500	2 000	K10+500	K10+500

表4 平曲线二的参数

ID	平曲线起点桩号	平曲线方向	缓圆点桩号	平曲线半径	圆缓点桩号	平曲线终点桩号
7	K6+000	R	K6+150	2 500	K6+900	K7+050
8	K7+800	R	K7+900	650	K8+500	K8+600
9	K9+500	L	K9+500	2 000	K1+500	K10+500

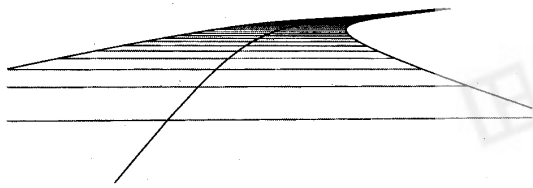


图5 曲线一透视图(圆曲线起点处)

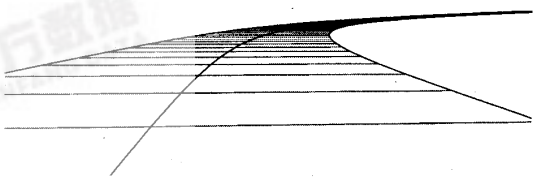


图7 曲线二透视图(圆曲线起点处)

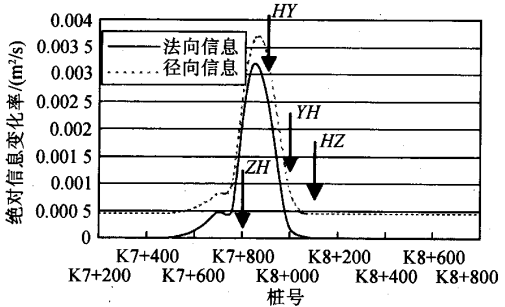


图6 曲线一绝对信息变化率沿桩号变化

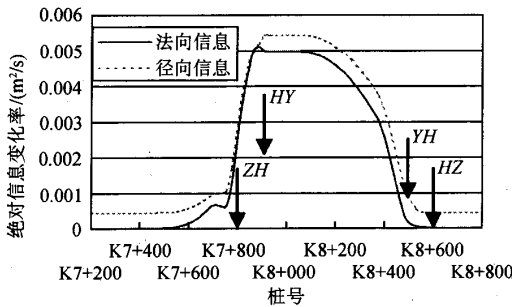


图8 曲线二绝对信息变化率沿桩号变化

文章编号: 0451-0712(2006)06-0054-06

中图分类号: P642

文献标识码: B

黄土公路地质缺陷的地球物理探测现状与对策

李庆春, 张保卫, 刘华锋

(长安大学地质工程与测绘工程学院 西安市 710054)

摘 要: 总结了我国西部黄土地区地下主要地质缺陷及其特点, 强调了黄土地区地质缺陷对公路交通建设及运输的危害性。通过分析运用地球物理方法探测地下地质灾害的技术现状, 表明目前急需针对公路工程中黄土地区地下地质缺陷, 开展专门的系统研究, 提出了精细探测黄土地区地质缺陷的对策及预期目标。

关键词: 黄土公路; 地质缺陷; 地球物理探测; 现状与对策

黄土广泛分布于我国西北地区, 以山西省西部、陕西省、甘肃省大部发育最多, 地层最全, 厚度大, 分布连续。由于黄土具有特殊的工程特性, 常使修筑在其上的公路路基沉陷、路基路面变形或开裂、公路边坡坍塌, 严重影响公路的正常运营。因此, 在黄土地区公路交通建设中, 对地下地质缺陷的精细勘察显得尤为重要。

地球物理探测是以介质物理性质差异为基础,

通过观测地下物理场的分布及其变化规律来研究地下是否存在地质异常体等问题的科学技术, 在地质灾害调查中发挥着重要作用。其特点是快速、全面、准确、省时、经济, 尤其是在一些较敏感地区, 可以做到无损检测。在黄土地区开展精细地球物理调查有许多困难^[1], 沿用或照搬传统物探方法都难以达到工程要求, 现有应用尚未形成系统性和针对性。因此, 很有必要针对黄土公路地质缺陷, 开展专门研

基金项目: 交通部西部交通科技项目(2001 318 812 13); 交通部行业联合攻关课题(2003 353 361 520)

收稿日期: 2005-11-21

可见, 对于相同半径的曲线, 当曲线长度增加时, 其绝对信息变化率也会增加, 但是超过一定长度后其值保持不变。而且, 在透视图上前者表现的曲率半径要大一些。因此, 驾驶员在曲线长度较大的曲线

上行驶时采用的车速往往相对较低, 这结果与 William H. Levison 等人的结果相一致^[2]。图 9 是 William H. Levison 在研究曲线转角与车速关系时的实验值和仿真值。

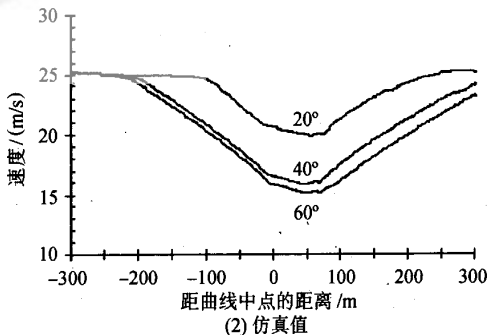
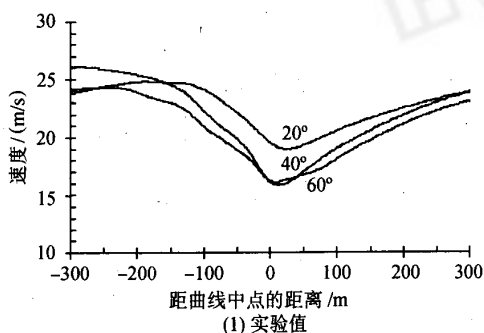


图 9 William H. Levison 关于曲线转角与车速关系

参考文献:

- [1] 杨轶. 行车动力学仿真模型研究[D]. 同济大学, 2004.
- [2] W H Levison, A C Bittner Jr, S J Hunn.

Computational techniques used in the driver performance model of the interactive highway safety design model[Z].