

高速公路防眩设施研究

李爱民

(交通部公路科学研究所 北京 100088)

提要 本文分析了眩光对司机行为的影响,讨论了汽车前照灯的防眩措施,通过对各种防眩设施形式的试验,研究了影响防眩遮光效果的因素,确定了适合我国高速公路的防眩设施结构形式及其设计参数。

关键词 眩光 防眩设施

Research on the Anti-Glare Devices in Freeway

Li Aimin

(Research Institute of Highway, Beijing)

Abstract The driver behaviour under the driving condition of glaring, the anti-glare measures taken in the vehicle headlamps against the glare are discussed in the paper. Based on test results of various type anti-glare devices and the factors influencing the effectiveness. The anti-glare device type suited to freeway in China and appropriate design parameters are recommended finally.

Key words Glare Anti-glare device

1 眩光对司机行为的影响

视野里的极高亮度物体或强烈亮度对比物使观察者产生烦恼、不舒适或视觉机能及视距降低的现象,称之为眩光,分为失能眩光和不舒适眩光两类,前者可造成视觉功能损失,它可在改变眩光条件下,根据目标视距的减少量来测定;后者可造成舒适程度的降低,但不损害视觉,对此,目前尚无公认的定量值。随着视场亮度的增加,司机首先有不舒适的感觉,产生不舒适眩光,但尚未影响及视觉功能。随着亮度的增加,不舒适感渐趋于严重并伴随有视觉功能降低,这时既有不舒适眩光,又产生失能眩光。再增加亮度时,视觉功能将受严重影响,甚至消失而暂时失明——强光盲,这时无舒适与否可言。夜间行车时,司机间断地受到对向车辆前灯的强光的照射,即可出现此失能眩光。

司机在行车中要达到安全、快速、舒适的目的就必须能清楚地观察到前方一段距离内的道路情况,必须获得道路前方隐蔽的线形、景物所给予的暗示等对安全行驶有用的视觉信息。但是,在夜间行车条件下,除其它因素外,由于眩光干扰,所获得的视觉信息质量将显著地降低,行车比白天更感困难和危险,具体表现为:

①司机遇到强光直射时,常将头转向一边,使视线与强光束间的夹角增大来避开强光以

减弱眩光作用。眩光光束与视线的夹角同视觉功能降低程度的试验结果见图 1。

②通过对车辆接近试验目标物及其横向位置的研究表明,在距会车点大约 250m 处大多数司机有一种朝对向车辆靠拢的趋势,随着距离的靠近,操纵偏离有明显的减少。但是,对向车辆的存在迫使司机认识到潜在的危险。因此,司机要改变横向位置和减速行驶以避免和对向车辆碰撞。如果司机不能及时做出上述的修正操作,就可能由于眩光而导致车辆碰撞或越出路外的事故。

③瞬间的强光直射,使司机眼前感到“一片漆黑”后的视力恢复需 2~3 分钟。在这段时间内由于不适应暗环境,看不清前方路况,可能发生事故。

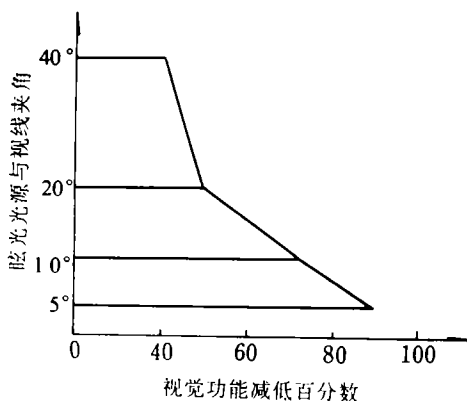


图 1 眩光源与视线夹角对视觉功能影响

2 汽车前照灯的防眩措施

高亮度前照灯的出现,造成了车辆交会时的眩目问题。设计研究人员在前照灯防眩上提出了非对称近光系统、偏振前灯系统和自动调光前照灯等。

①非对称近光系统

将前照灯设计成同时具有“远光”和“近光”两种工况的系统。当夜间无对向来车时,接通远光灯丝,使光束射向远方;会车时用置于焦点外的辅助灯丝代替主灯丝,只产生近光光束。这是解决眩目问题的简单、经济的途径之一。但是,它还是无法解决远光引起的眩目,而且,有不同配光性能的前照灯,使会车时也产生眩目。

②偏振前照灯系统

最有希望从光学途径解决眩光问题是偏振前照灯系统。与主光轴垂线右偏 45°的偏振片安装在车辆的前照灯中,另一个右偏 45°的偏振片(称为检偏镜)安装在司机眼睛前面,其位置近似于遮阳板,这样,当两车迎面对接近时,由于对向车辆前照灯的偏振化后方向与检偏镜的偏振化后方向互相垂直,对向车的光线就不会透过检偏镜照射到司机的眼睛,而照射到行人、标志和路面标线等路上设施的光线会反射回来,其反射光的振动方向与检偏镜的偏振化后方向平行,能透射过检偏镜传输到司机的眼睛。这样,司机依靠本身车辆前照灯能获得良好的视距,又不会受对向车前照灯的眩目。偏振前照灯系统被认为是解决眩光的理想方案。但是它至今还没有得到推广使用。主要原因是偏振材料价格昂贵且使用寿命短。当安装有偏振前照灯系统的车辆和普通前照灯会车时,眩目依然存在。

③自动调光前照灯系统

自动调光前照灯系统于 70 年代开始研究和初步使用。其基本原理是调节车辆前照灯的发光强度,从而达到防眩的目的。该系统的缺点和偏振光系统相似,是安装有自动调光前照灯的车辆和没有安装此系统的车辆会车时,安装该系统车辆仍将受对向车的眩光之害。

总之,以车辆前照灯设计解决眩目问题是一种趋势仍需要继续探索。防眩设施也是解决问题的一种途径。

3 防眩设施的防眩遮光原理

在道路中央分隔带连续设置间距 L 、横向宽度 b 的防眩设施,如图 2 所示,当与前照灯主光轴水平夹角 β_0 的光线照射到防眩设施上,它刚好被相邻两防眩设施单元所阻挡;而当 $\beta > \beta_0$ 时,根据 β 角的大小,将有部分光线穿过防眩设施。从图 2 可知,

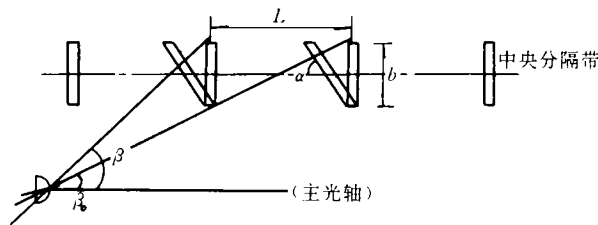


图 2 防眩设施的防眩遮光原理

$$\beta_0 = \arctg(b/L) \quad (1)$$

当防眩设施单元与设置中线偏转 α 角时:

$$\beta_0 = \arctg[bsina/(L - bcosa)] \quad (2)$$

式中: β_0 为防眩遮光角 ($^\circ$); b 为防眩设施宽度 (cm); L 为防眩设施间距 (cm); α 为防眩设施偏转角 ($^\circ$)。

4 防眩设施的遮光角

既要求防眩设施能遮挡眩光,又能满足通视、眺望远方的愿望,这样,对司机行车无压迫感。同时,对向车道的交通情况是行车的重要参照系,其中很重要的一点是司机通过对对向车辆前照灯的光线来判断两车的纵向距离。所以,并不要求防眩设施把对向车前照灯的光线全部遮挡,允许让部分光线透过防眩设施,当然透光量不能使司机感到不舒适。故防眩设施宜采用部分遮光。

①根据会车位置确定的遮光角

根据直线段远光会车的横向位置和纵向距离对视距影响的研究,两车交会相距 50 米时,眩光对视距的影响最大,司机几乎什么都看不见,如果两车相距仅十几米时,视距又恢复到相当相距 60 米时的视距。在我国高速公路上,眩光影响最大的情况是对向车辆均在超车道上行驶,即两车纵向相距 50 米,横向相距 8.25 米时,要求遮光角度 $\theta = \arctg(8.25/50) = 9.4^\circ$ 。当高速公路设置遮光角 9.4° 的防眩设施时,如果两车相距大于 50 米,前照灯光线可以被遮挡住;两车相距小于 50 米或相当接近时,防眩设施可阻挡部分光线,光源与视线之间夹角也会加大。

②野外试验的遮光角

本试验在北京沙河机场跑道上进行,10 位被试人驾驶四种车型在三种车速下进行防眩板的遮光角试验。试验结果表明,当防眩板遮光角为 10° 时,所有被试人均无眩光感觉,当防眩板遮光角为 7° 时,大多数被试人感到比 10° 的防眩效果略差,感到有光线穿过防眩设施。根据 DeBoer 不舒适眩光评价指标和被试人对感受到眩光的主观评价相比,其指标值均接近 5,属于“刚好能接受”的范围,所以,可认为 7° 是防眩设施的最小遮光角。

③道路上的防眩设施的验证试验

我们调查了几条公路防眩设施的使用效果,如沈抚南线防眩板设计的遮光角为 7.5° ,广佛高速公路防眩板的设计遮光角 8.0° ,驾驶员反应这些防眩设施的防眩效果良好,有效地防止了对向车前照灯的眩光。

综上所述,根据遮挡光线的效果、经济性和横向通视的要求,直线段上防眩设施的遮光角宜采用 8° 。

5 防眩设施的高度

司机的视线高度和前照灯的高度决定防眩设施的顶缘高度。我国汽车司机视线高度的调查值见表 1。

汽车司机视线高度的调查值和建议值 表 1

车 型		司机视线高度 (m)	建 议 值 (m)
小轿车		1.20~1.35	1.30
大客车 (包括驾驶室在发 动机上的卡车)		2.15~2.30	2.20
卡 车	国 产	1.80~2.20	2.00
	进 口	2.15~2.20	2.00

汽车前照灯高度的调查值和建议值 表 2

车 型		前灯中心距 地面高度 (m)	建 议 值 (m)
小轿车		0.75~9.0	0.80
大客车 (包括驾驶室在发 动机上的卡车)		0.80~1.16	1.10
卡 车	国 产	1.00~1.10	1.00
	进 口	0.72~1.00	1.00

注：建议值为设计采用值。

在国际 GB4785—85《汽车及挂车的外部照明和信号装置的数量、位置和光色》规定了前照灯高度范围，国内道路上行驶车辆前照灯高度的调查值参见表 2。通过 5 对汽车司机视线高度和前照灯高度的调查分析，确定计算防眩设施高度的视线高度值和前照灯高度值如表 3 所示。

视线高度和前照灯高度值 表 3

车 型	前灯高度 h_1 (m)	视线高度 h_2 (m)
大型车	1.0	2.0
小型车	0.8	1.3

防眩设施的高度与车辆前照灯高度、司机视线高度，前照灯的最小几何可见度角，前照灯配光性能、安装瞄准调整和道路构造等因素有关。图 3 是防眩设施最小高度计算图式。假定道路是平坦、没横坡的直线段，防眩设施的最小高度可按司机刚好看不见对向车前照灯这一几何关系计算。

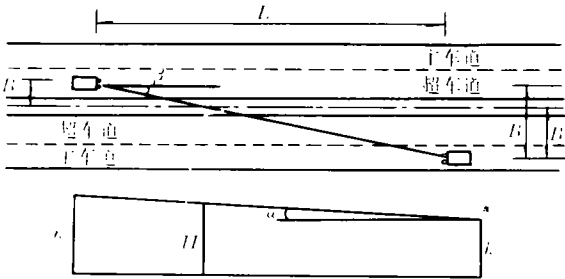


图 3 防眩设施最小高度计算图式

$$H=h_1+(h_2-h_1)\times(B_1/B) \quad (3)$$

式中：

- B ：两侧的横向距离 (m)；
- L ：纵向照距 (m)；
- h_1 ：前照灯高度 (m)；
- h_2 ：司机视线高度 (m)；
- H ：防眩设施高度 (m)。

表 4 是根据式 (3) 计算的高速公路平原微丘区平坦路段设置防眩设施的最小高度。

在北京沙河机场跑道上进行的野外试验，该试验分两种车型组合：大型车和大型车相会，小型车和大型车相会。两车均在超车道使用远光灯。当两辆大型车在超车道相会，防眩板高度 1.6m 时，有光线从防眩板顶缘透射过来，但不影响司机的视觉舒适性；防眩板高度 1.5m 时，司机觉得眩目程度略强，但不影响开车。当小型车和大型车在超车道相会，防眩板高度

1.5m 时,小型车的司机,感到对向前灯光线晃眼,但不影响开车。实验结果与表 4 的理论计算值相符。

6 防眩设施的形式选择

道路上使用的防眩设施形式主要有防眩板、防眩网。对防眩设施形式选择包括以下内容:

①道路的景观及对司机的心理影响

防眩设施的景观比较以及对司机心理影响的研究,一般很难有定量分析。公路上防眩设施的美观要求首先应该与安全感相联系,力求简洁明快,尽量与周围景观自然地

融为一体,保持适当的形体比例,以便看起来顺畅连续。在长区段设置时要注意结构形式的变化,避免单调感,单调使司机的视觉变得迟钝,减弱警觉性,影响安全行驶。

能和公路景观很好地配合且结构形式简单明快和线形流畅的防眩板,容易给司机以美感。防眩网施工时,不易拉紧,网面不平展,凹凸不平,很容易引起司机的注意,给人以兽笼的感觉。在 229 位被调查的司机中有 81.7% 的人认为防眩板比防眩网美,而仅 18.3% 的司机认为防眩网比防眩板美。从司机的评价中可见防眩板的美观性优于防眩网。

防眩设施对司机心理影响除了视觉不舒适,情绪烦躁并产生疲倦外,还包括对司机行为的影响。

通过调查表明,人工防眩设施不会给驾驶员行车带来不良影响。在 224 位被调查者中有 93.3% 的人认为防眩设施不会影响他们开车。反之,白天防眩设施可起到诱导视线的作用,由于防眩设施的结构形式和颜色的变化,驾驶员得到赏心悦目的景观。同时,防眩设施隔开对向交通,增加了驾驶员的安全感。通过对设置防眩设施路段与无防眩设施路段的车辆行驶横向位置的研究表明,在设防眩设施路段,车辆平均向中央分隔带外侧偏移 150~250mm,所以防眩设施对车辆行驶的横向位置影响很小,不会降低车道的通行能力。

②防眩效果比较

从理论上讲,满足最小遮光角和最小高度要求的防眩设施,均可起防眩作用,但是,各种设施的防眩效果是有差别的。

在防眩网与防眩板的效果比较试验中,有 86.8% 的司机认为防眩板的防眩效果比防眩网好,仅有 13.2% 的司机认为防眩网比防眩板好。可知,司机对防眩板、防眩网两者效果的比较,也受到遮光效果,美观等因素的影响。

7 结论

防眩设施应具有什么样的性能,什么遮光角最合适,何种结构形式最佳,对景观和驾驶员行车的心理影响最小,在什么样的区段适用什么形式最为有效,这些一直是当今国内外防眩设施研究的难点,本文通过上述研究与分析得出如下结论:

①防眩设施可以有效地防止对向车前照灯对驾驶员的眩目,改善高速公路夜间的行车环境,不会对驾驶员的行车产生不良影响。良好设计的防眩设施给高速公路提供优美的景观,增

不同车辆组合时的防眩
设施最小高度(理论值)

表 4

超车道		主车道		防眩设施高度(m)
小型车	小型车			1.09
大型车	大型车			1.50
小型车	大型车			1.40
		大型车	大型车	1.50
	小型车	大型车		1.27
	大型车	小型车		1.62
	小型车	小型车		1.16
	大型车	大型车		1.68

加驾驶员的视觉舒适感。

②防眩板是一种经济、美观、对风阻挡小、积雪小、对驾驶员心理影响小的防眩设施，尤其是板宽适当的防眩板与混凝土护栏配合的使用效果更佳。在地形富有变化路段，需要十分尊重自然景观，中央分隔带较宽的高速公路可采用密集栽植做为防眩设施，最好是防眩板和植树配合使用。

③在防眩设施的设计参数中防眩设施的遮光角可取为 8° ，高度可定为 1.6~1.7m。



《公路交通科技》被继续选列为 中国科技论文统计源期刊

编辑同志：

据 1994 年 1 月中国科技信息研究所公布的材料，《公路交通科技》杂志已被继续选列为中国科技论文统计源期刊。

这类期刊的选定工作是该所受国家科委委托，从 1989 年起，对国内每种科技期刊上年、卷、期的标注情况，论文有无英文标题和英文文摘，论文作者的有关信息，文后所附的引文状况，刊中的论文比例以及有无国际连续出版物统一刊号（ISSN）等多项期刊编辑指标作为基本依据，再用信函、专访有关部委科技期刊管理部门，并组织有关学科的专家咨询或座谈，征询对所选刊物的学术质量等具体意见后，加以分析比较，进行综合评定筛选而出。每年还根据刊物变动情况，作少量调整，平均每年选用 1200 种左右。在增选新刊时，首先注意刊物的学术质量，也考虑上述编辑规范程度等因素，同时还顾及学科和地区覆盖面的平衡。

中国科技信息研究所利用这类期刊上发表的论文进行统计分析。得出我国国内每年的科技论文在学科、地区和机构等方面的分布情况以及论文的合著、期刊的时滞、高产作者和引文情况，并将这些成果向社会发布，对促进我国科技事业的发展有很大推动作用。因此，贵刊入选为中国科技论文统计源期刊之一，不但是对办刊质量的鼓励和肯定，而且还将对今后进一步提高刊物的编辑质量和学术水平产生积极的影响。

范文田

（西南交通大学学报编辑部）