

中华人民共和国交通部公告

2006年第16号

关于发布《公路交通安全设施设计 规范》(JTG D81—2006)和 《公路交通安全设施施工技术规范》 (JTG F71—2006)的公告

现发布《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81—2006)和《公路交通安全设施施工技术规范》(JTG F71—2006),自2006年9月1日起施行,原《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》(JTJ 074—94)同时废止。

《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81—2006)中第4.2.1条第(1)、(2)款;第4.2.2条第(1)款;第5.2.1条;第5.2.2条;第8.2.1条第(1)款为强制性条文,必须严格执行。《工程建设标准强制性条文》(公路工程部分)2002版中关于《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》(JTJ 074—94)的强制性条文同时废止。

该两本规范的管理权和解释权归交通部,日常解释及管理工作由编制单位交通部公路科学研究院负责。请各有关单位在实践中注意总结经验,若有修改意见请函告交通部公路科学研究院,以便修订时研用。

特此公告。

中华人民共和国交通部

二〇〇六年七月七日

主题词:发布 公路 规范 公告

交通部办公厅

2006年7月10日印发

前 言

为更好地适应公路建设的需要,交通部交公路发【1999】739号文决定对1994年6月1日实施的《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》(JTJ 074—94)进行修订,并委托交通部公路科学研究院负责。

修订工作坚持“安全、环保、舒适、和谐”的公路建设理念,在全面总结1994年以来我国公路交通安全设施的使用经验、借鉴和吸收国外的相关标准和先进技术的基础上进行,充分体现了“以人为本、安全至上”的指导思想。修订后的规范分为《公路交通安全设施设计规范》、《公路交通安全设施施工技术规范》和《公路交通安全设施设计细则》三册。

本《公路交通安全设施设计规范》分为十一章,分别是:1总则、2术语、3护栏防撞性能、4路基护栏、5桥梁护栏、6交通标志、7交通标线、8隔离栅和桥梁护网、9防眩设施、10轮廓标、11活动护栏。与原规范相比,《公路交通安全设施设计规范》扩大了适用范围,由高速公路、一级公路扩大到新建和改建的各等级公路;进一步明确了公路护栏的防撞性能,调整、扩充了护栏的防撞等级,对各类型式护栏的设置原则作了较大修改,完善了护栏端部处理和过渡处理的内容;增加了交通标志、交通标线和活动护栏的内容;重点强调了设计原则和设计方法,并为新技术的开发和应用留有余地;引入了路侧安全净区、宽容设计、运行速度和安全性评价等概念。

各有关单位在使用过程中,若有意见和建议,请函告交通部公路科学研究院北京交科公路勘察设计研究院(地址:北京市海淀区西土城路8号,邮政编码:100088,电话:010-62062052, E-mail: hx.liu@rioh.cn),以便下次修订时研用。

主 编 单 位:交通部公路科学研究院

参 编 单 位:北京交科公路勘察设计研究院

广东省交通集团有限公司

北京中路安交通科技有限公司

主要起草人:刘会学 李爱民 杨久龄 唐玲玲 黄 晨 贾日学

钟纪楷 汤文杰 程 宁 徐学敏 葛书芳 杨 峰

张 治 张巍汉 吴京梅

目次

1	总则	1
2	术语	2
3	护栏防撞性能	5
4	路基护栏	6
4.1	一般规定	6
4.2	设置原则	6
4.3	型式选择	8
4.4	构造和材料要求	9
5	桥梁护栏	10
5.1	一般规定	10
5.2	设置原则	10
5.3	型式选择	11
5.4	构造要求	11
6	交通标志	14
6.1	一般规定	14
6.2	设置原则	14
6.3	版面设计	15
6.4	支撑方式	15
6.5	材料要求	15
6.6	结构设计	16
7	交通标线	17
7.1	一般规定	17
7.2	设置原则	17
7.3	材料选择	19
8	隔离栅和桥梁护网	20
8.1	一般规定	20
8.2	设置原则	20
9	防眩设施	21
9.1	一般规定	21
9.2	设置原则	21

10 轮廓标	22
10.1 一般规定	22
10.2 设置原则	22
11 活动护栏	23
11.1 一般规定	23
11.2 设置原则	23
本规范用词说明	24
附件 公路交通安全设施设计规范(JTG D81—2006)条文说明	25
1 总则	27
3 护栏防撞性能	30
4 路基护栏	41
5 桥梁护栏	49
6 交通标志	62
7 交通标线	71
8 隔离栅和桥梁护网	78
9 防眩设施	80
10 轮廓标	84
11 活动护栏	87

2 术语

2.0.1 护栏 barrier

一种纵向吸能结构,通过自体变形或车辆爬高来吸收碰撞能量,从而改变车辆行驶方向、阻止车辆越出路外或进入对向车道、最大限度地减少对乘员的伤害。按其在公路中的纵向设置位置,可分为路基护栏和桥梁护栏;按其在公路中的横向设置位置,可分为路侧护栏和中央分隔带护栏;根据碰撞后的变形程度,可分为刚性护栏、半刚性护栏和柔性护栏。

2.0.2 路基护栏 subgrade barrier

设置于路基上的护栏。

2.0.3 桥梁护栏 bridge railing

设置于桥梁上的护栏。

(1)纵向有效构件 longitudinal effective element

桥梁护栏中能有效地阻挡失控车辆越出桥外的纵向受力构件。根据其承受碰撞荷载的大小,可分为主要纵向有效构件(如主要横梁)和次要纵向有效构件(如次要横梁)。

(2)纵向非有效构件 longitudinal ineffective element

桥梁护栏中不考虑承受车辆碰撞荷载的纵向非受力构件。

2.0.4 路侧护栏 roadside barrier

设置于公路路侧建筑限界以外的护栏,以防止失控车辆越出路外或碰撞路侧构造物和其他设施。

2.0.5 中央分隔带护栏 median barrier

设置于公路中央分隔带内的护栏,以防止失控车辆穿越中央分隔带闯入对向车道,并保护中央分隔带内的构造物。

2.0.6 刚性护栏 rigid barrier

一种基本不变形的护栏结构。混凝土护栏是其主要代表型式,由一定形状的混凝土块相互连接而组成墙式结构,通过失控车辆碰撞后爬高并转向来吸收碰撞能量。

2.0.7 半刚性护栏 semi-rigid barrier

1 总则

1.0.1 为使公路交通安全设施设计安全合理、技术先进、确保质量、经济实用,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建和改建公路。

1.0.3 公路交通安全设施设计内容包括护栏、交通标志、交通标线、隔离栅、桥梁护网、防眩设施、轮廓标和活动护栏等。

1.0.4 公路交通安全设施应结合路网与公路条件、交通条件、环境条件进行总体设计,交通安全设施之间、交通安全设施与公路主体工程和其他设施之间应互相协调、配合使用。

1.0.5 公路交通安全设施设计应坚持“安全、环保、舒适、和谐”的理念,体现“以人为本、安全至上”的指导思想。

1.0.6 公路交通安全设施设计应考虑路面加铺、罩面等因素的影响。

1.0.7 在满足安全和使用功能的条件下,应积极而慎重地采用新技术、新材料、新工艺、新产品。

1.0.8 改建工程交通安全设施设计应结合改建后的公路、交通、环境条件进行。

1.0.9 公路交通安全设施设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

一种连续的梁柱式护栏结构，具有一定的强度和刚度。波形梁护栏是其主要代表型式，由相互拼接的波纹状钢板和立柱构成连续梁柱结构，利用土基、立柱、波纹状钢板的变形来吸收碰撞能量，并迫使失控车辆改变方向。

2.0.8 柔性护栏 flexible barrier

一种具有较大缓冲能力的韧性护栏结构。缆索护栏是其主要代表型式，由数根施加初拉力的缆索固定于端柱上而组成钢缆结构，主要依靠缆索的拉应力来抵抗车辆的碰撞荷载、吸收碰撞能量。

2.0.9 护栏标准段 standard section of barrier

某种护栏断面结构型式保持不变并在一定长度范围内连续设置的结构段。

2.0.10 护栏过渡段 transition section of barrier

在两种不同护栏断面结构型式之间平滑连接并进行刚度或强度过渡的专门结构段。

2.0.11 护栏渐变段 flare section of barrier

设置于护栏外移端头与标准段之间进行线形平滑过渡的结构段。

2.0.12 护栏端头 barrier end

护栏标准段开始端或结束端所设置的端部结构。

2.0.13 路侧安全净区 roadside clear zone

公路行车方向最右侧车行道以外、相对平坦、无障碍物、可供失控车辆重新返回正常行驶路线的带状区域。

2.0.14 解体消能设施 breakaway device

设置于公路路侧安全净区内的标志立柱、照明灯杆、交通信号灯柱等各类路侧行车障碍物在受到车辆撞击时，通过自身的解体来吸收碰撞能量，从而减轻交通事故严重性的设施。

2.0.15 隔离栅 fence

用于阻止人、畜进入公路或沿线其他禁入区域、防止非法侵占公路用地的设施。

2.0.16 桥梁护网 overpass fencing facilities

安装于公路上跨桥梁两侧、用于阻止有人向公路内抛扔物品、杂物，或防止运输散落物等落到公路上的防护设施。

2.0.17 防眩设施 anti-glare facilities

防止夜间行车受对向车辆前照灯眩目影响的设施。

2.0.18 轮廓标 delineator

沿公路土路肩设置的,用以指示公路方向、车行道边界的视线诱导设施。

2.0.19 活动护栏 movable barrier

设置在中央分隔带开口处用以分隔对向交通的可移动护栏,在抢险、救援等紧急情况下,能及时、方便地开启,使车辆紧急通过。

3 护栏防撞性能

3.0.1 公路护栏按防撞等级可分为：路侧 B、A、SB、SA、SS 五级；中央分隔带 Am、SBm、SAm 三级。各等级护栏的碰撞条件和性能应满足表 3.0.1 的规定。

表 3.0.1 护栏防撞性能

防撞等级	碰撞条件			碰撞加速度* (m/s^2)	碰撞能量(kJ)
	碰撞速度(km/h)	车辆质量(t)	碰撞角度($^\circ$)		
B	100	1.5	20	≤ 200	
	40	10	20		70
A、Am	100	1.5	20	≤ 200	
	60	10	20		160
SB、SBm	100	1.5	20	≤ 200	
	80	10	20		280
SA、SAm	100	1.5	20	≤ 200	
	80	14	20		400
SS	100	1.5	20	≤ 200	
	80	18	20		520

注：* 指碰撞过程中，车辆重心处所受冲击加速度 10ms 间隔平均值的最大值，为车体纵向、横向和铅直加速度的合成值。

3.0.2 在综合分析公路线形、设计速度、运行速度、交通量和车辆构成等因素的基础上，需要采用的护栏碰撞能量低于 70kJ 或高于 520kJ 时，应进行特殊设计。

4 路基护栏

4.1 一般规定

4.1.1 公路路侧安全净区的宽度得不到满足时,应按护栏设置原则进行安全处理。

4.1.2 路侧护栏应位于公路土路肩内,中央分隔带护栏宜以公路中心线为轴对称设置。护栏的任何部分不得侵入公路建筑限界以内。

4.2 设置原则

4.2.1 路侧护栏

(1) 车辆驶出路外有可能造成二次特大事故的路段必须设置路侧护栏。

(2) 凡符合下列情况之一、车辆驶出路外有可能造成单车特大事故或二次重大事故的路段必须设置路侧护栏:

① 二级及以上等级公路边坡坡度和路堤高度在图 4.2.1 的 I 区方格阴影范围之内的路段;

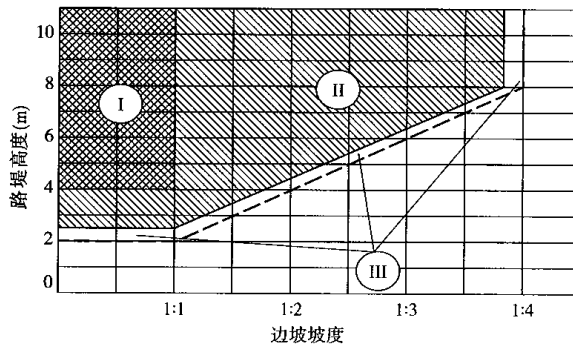


图 4.2.1 边坡坡度、路堤高度与设置护栏的关系

② 路侧有江、河、湖、海、沼泽、航道等水域的路段。

(3) 凡符合下列情况之一、车辆驶出路外有可能造成重大事故的路段,应设置路侧护栏:

① 二级及以上等级公路边坡坡度和路堤高度在图 4.2.1 的 II 区斜线阴影范围以内的路段;

②高速公路、一级公路路侧安全净区内设有车辆不能安全穿越的照明灯、摄像机、可变信息标志、交通标志、路堑支撑壁、声屏障、上跨桥梁的桥墩或桥台等设施的路段；

③二级及以上等级公路路侧边沟无盖板、车辆无法安全穿越的挖方路段；

④三、四级公路路侧有悬崖、深谷、深沟等的路段。

(4)凡符合下列情况之一、经论证车辆驶出路外有可能造成一般或重大事故的路段宜设置路侧护栏：

①二级及以上等级公路边坡坡度和路堤高度在图 4.2.1 的 III 区内的路段，三、四级公路边坡坡度和路堤高度在图 4.2.1 中 I 区内的路段；

②二级及以上等级公路纵坡大于或等于现行《公路工程技术标准》(JTG B01)规定的最大纵坡值的下坡路段和连续长下坡路段；

③二级及以上等级公路平曲线半径小于现行《公路工程技术标准》(JTG B01)一般最小半径的路段外侧；

④在高速公路、一级公路用地范围内存在粗糙的石方开挖断面、高出路面 30cm 以上的混凝土基础、挡土墙或大孤石等障碍物时；

⑤高速公路、一级公路互通式立体交叉出口匝道的三角地带及匝道小半径圆曲线外侧。

(5)根据车辆驶出路外有可能造成的交通事故等级，应按表 4.2.1-1 的规定选取路侧护栏的防撞等级。因公路线形、运行速度、填土高度、交通量和车辆构成等因素易造成更严重碰撞后果的路段，应在表 4.2.1-1 的基础上提高护栏的防撞等级。

表 4.2.1-1 路基护栏防撞等级的适用条件

公路等级	设计速度 (km/h)	车辆驶出路外或进入对向车道有可能造成的交通事故等级		
		一般事故或重大事故	单车特大事故或二次重大事故	二次特大事故
高速公路	120	A、Am	SB、SBm	SS
	100、80			SA、SAm
一级公路	60		A、Am	SB、SBm
二级公路	80、60	B	A	SB
三级公路	40、30		B	A
四级公路	20			

(6)路侧护栏最小设置长度应符合表 4.2.1-2 的规定，相邻两段路侧护栏的间距小于表 4.2.1-2 中规定的最小长度时宜连续设置。

表 4.2.1-2 路侧护栏最小设置长度

公路等级	护栏类型	最小长度(m)
高速公路、一级公路	波形梁护栏	70
	混凝土护栏	36
	缆索护栏	300

表 4.2.1-2(续)

公路等级	护栏类型	最小长度(m)
二级公路	波形梁护栏	48
	混凝土护栏	24
	缆索护栏	120
三、四级公路	波形梁护栏	28
	混凝土护栏	12
	缆索护栏	120

4.2.2 中央分隔带护栏

(1)当整体式断面中间带宽度小于或等于 12m 时,必须设置中央分隔带护栏;大于 12m 时,应分路段确定是否设置中央分隔带护栏。

(2)公路采用分离式断面时,行车方向左侧应按路侧护栏设置;上、下行路基高差大于 2m 时,可只在路基较高的一侧按路侧护栏设置。

(3)高速公路和禁止车辆掉头的一级公路中央分隔带开口处,必须设置活动护栏。

(4)根据车辆驶入对向车道有可能造成的交通事故等级,应按表 4.2.1-1 的规定选取中央分隔带护栏的防撞等级。因公路线形、运行速度、填土高度、交通量和车辆构成等因素易造成更严重碰撞后果的路段,应在表 4.2.1-1 的基础上提高护栏的防撞等级。

4.3 型式选择

4.3.1 选择护栏型式时,应考虑下列因素:

(1)护栏的防撞性能

所选取的护栏型式在强度上必须能有效吸收设计碰撞能量,阻止相应失控车辆越出路外或进入对向车道并使其正确改变行驶方向。

(2)受碰撞后的护栏变形程度

受碰撞后护栏的最大动态变形量不应超过护栏与被防护对象之间容许的变形距离。

(3)护栏所在位置的现场条件

路肩和中央分隔带宽度、公路的边坡坡度等均可影响某些型式护栏的使用。

(4)护栏材料的通用性

护栏及其端头、与其他型式护栏的过渡处理,宜采用标准化材料。

(5)护栏的全寿命周期成本

除考虑护栏的初期成本外,还应考虑投入使用后的养护成本。

(6)护栏养护工作量的大小和养护的方便程度

应综合考虑常规养护、事故养护、材料储备和养护方便性等因素。

(7)护栏的美观、环境因素

应适当考虑护栏的美观因素,并充分考虑沿线的环境腐蚀程度、气象条件和护栏本身

对视距的影响等因素。

(8)所在地区现有公路护栏使用的效果
应避免现有护栏使用中存在的缺陷。

4.3.2 对景观有特殊要求的公路可选择外观自然、与周围环境相融合的护栏型式,但不得降低护栏防撞等级。

4.4 构造和材料要求

4.4.1 护栏从路面到护栏顶部的高度宜为70~100cm。需要的护栏高度超过100cm时,护栏结构应避免失控车辆的乘员头部直接撞击护栏。

4.4.2 路侧、中央分隔带内路基土压实度不能满足现行《公路路基设计规范》(JTG D30)中对路基路床压实度的要求时,或路侧护栏立柱外侧土路肩保护层厚度小于25cm时,应采取加强措施。

4.4.3 混凝土护栏的混凝土强度等级、配筋量和基础设置应通过设计计算确定,混凝土护栏所受碰撞荷载的分布如表4.4.3。

表 4.4.3 混凝土护栏所受碰撞荷载的分布

防撞等级	碰撞荷载标准值(kN/m)	荷载分布长度(m)	力的作用点
A、Am	53	4	距护栏顶部 5cm
SB、SBm	91	4	
SA、SAm	86	5	
SS	104	5	

4.4.4 护栏在设置的起讫点、交通分流处三角地带、中央分隔带开口以及隧道入、出口处等位置,应进行便于失控车辆安全导向的端头处理。不同型式的路基护栏之间或路基护栏与桥梁护栏之间应进行过渡处理。

4.4.5 护栏所用材料必须具有足够的强度、耐久性,且易于维护管理。山区、林区等可充分利用当地符合使用要求的建筑材料。

5 桥梁护栏

5.1 一般规定

作用于桥梁护栏上的碰撞荷载大小可按表 5.1.0 规定确定。钢筋混凝土墙式桥梁护栏的碰撞荷载分布可采用本规范表 4.4.3 的规定。

表 5.1.0 桥梁护栏碰撞荷载

防撞等级	碰撞力 (kN)	
	Z = 0m	Z = 0.3 ~ 0.6m
B	95	75 ~ 60
A、Am	210	170 ~ 140
SB、SBm	365	295 ~ 250
SA、SAm	430	360 ~ 310
SS	520	435 ~ 375

注：Z 是桥梁护栏的容许变形量。

5.2 设置原则

5.2.1 高速公路桥梁的外侧和中央分隔带必须设置桥梁护栏。

5.2.2 作为干线公路的一级、二级公路桥梁必须设置路侧护栏,作为干线公路的一级公路桥梁必须设置中央分隔带护栏。

5.2.3 作为集散公路的一级、二级公路桥梁应设置路侧护栏,作为集散公路的一级公路桥梁宜设置中央分隔带护栏。

5.2.4 跨越深谷、深沟、江河湖泊的三、四级公路桥梁应设置路侧护栏,位于其他路段经综合论证可不设置护栏的桥梁应设置视线诱导设施或人行栏杆。

5.2.5 根据车辆驶出桥外或进入对向车行道有可能造成的交通事故等级,按表 5.2.5 的规定选取桥梁护栏的防撞等级。因桥梁线形、运行速度、桥梁高度、交通量和车辆构成等因素易造成更严重碰撞后果的路段,应在表 5.2.5 的基础上提高护栏的防撞等级。

表 5.2.5 桥梁护栏防撞等级适用条件*

公路等级	设计速度 (km/h)	车辆驶出桥外有可能造成的交通事故等级	
		重大事故或特大事故	二次重大事故或二次特大事故
高速公路	120	SB、SBm	SS
	100、80		SA、SAm
一级公路	60	A、Am	SB、SBm
二级公路	80、60	A	SB
三级公路	40、30	B	A
四级公路	20		

注：* 二级及以上等级公路小桥、通道、明涵的护栏防撞等级宜与相邻的路基护栏相同。

5.3 型式选择

选择桥梁护栏型式时,应考虑下列因素:

(1) 桥梁护栏的防撞性能

所选取的护栏型式在强度上必须能有效吸收设计碰撞能量,阻止相应失控车辆越出桥外或进入对向车道并使其正确改变行驶方向。

(2) 受碰撞后的护栏变形程度

受碰撞后护栏的最大动态变形量不应超过可容许的变形距离。

(3) 环境和景观要求

① 钢桥应采用金属梁柱式桥梁护栏;

② 对景观有特殊要求的桥梁宜选用梁柱式桥梁护栏或组合式桥梁护栏;

③ 积雪严重的地区,宜采用金属梁柱式或组合式桥梁护栏;

④ 为减小桥梁自重、减轻车辆碰撞荷载对桥面板的影响,宜采用金属梁柱式护栏;

⑤ 跨越大片水域的特大桥或桥下净空大于或等于 10m 时,宜采用组合式或钢筋混凝土墙式桥梁护栏;

⑥ 二级及以上等级公路小桥、通道、明涵宜采用与相邻的路基护栏同样的型式。

(4) 护栏的全寿命周期成本

除考虑护栏的初期建设成本外,还应考虑投入使用后的养护成本。

5.4 构造要求

5.4.1 金属梁柱式护栏的构造应满足下列规定:

(1) 高速公路、一级公路的桥梁不宜设置护栏安全带,否则,其高度宜控制在 5 ~ 10cm 之间,护栏面宜与护栏安全带边缘成一直线。

(2) 护栏的最小高度应满足图 5.4.1-1 的要求。在图中阴影区设置横梁时,应避免失控车辆的乘员头部直接撞击护栏。

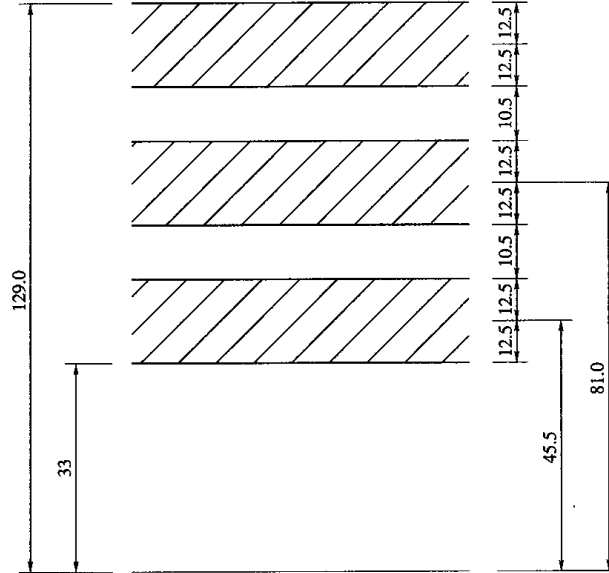


图 5.4.1-1 桥梁护栏高度要求(阴影区内宜设置横梁)(尺寸单位:cm)

(3) 护栏构件的截面厚度应根据计算确定,并不小于表 5.4.1-1 规定的最小值。

表 5.4.1-1 金属制护栏的截面最小厚度值

材料	截面型式	最小厚度值(mm)			
		主要纵向有效构件	纵向非有效构件和次要纵向有效构件	辅助板、杆和网	抱箍、辅助构件
钢	空心截面	3	3	3	3
	其他截面	4	3	3	3
铝合金	所有截面	3	1.2	3	1.2
不锈钢	所有截面	2	1.0	2	0.5

(4) 横梁的拼接设计应满足下列要求:

① 拼接套管长度应大于或等于 $2D$, 并不应小于 30cm, 如图 5.4.1-2。

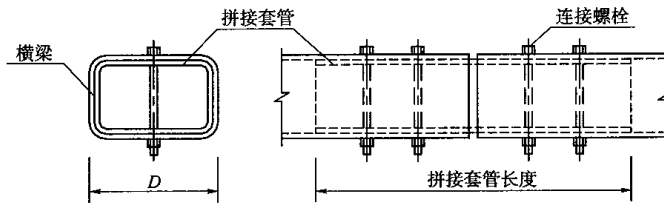


图 5.4.1-2 横梁的拼接

② 拼接套管的截面抵抗矩不应低于 0.75 倍的横梁截面抵抗矩, 连接螺栓应满足横梁极限弯曲状态下的抗剪强度要求。

③ 拼接处的设计拉力值应不小于表 5.4.1-2 的规定。

表 5.4.1-2 横梁拼接处的设计拉力值

防撞等级	设计轴拉力(kN)	防撞等级	设计轴拉力(kN)
B	30	SA、SAm	70
A、Am	54	SS	70
SB、SBm	70		

④护栏面应顺适、光滑、无锋利的边角。在横梁的拼接处可有凸出或凹入,其凸出或凹入量不得超过横梁的截面厚度或 1cm。

5.4.2 钢筋混凝土墙式护栏和组合式护栏未经试验验证,不得随意改变护栏迎撞面的截面形状,但其背面可根据实际情况采用合适的形状。护栏迎撞面混凝土的钢筋保护层厚度不得小于 4.0cm。

5.4.3 桥梁护栏应按下列规定随主体结构设置伸缩缝:

(1)金属梁柱式护栏:

①当伸缩缝处的纵向设计总位移小于或等于 5cm 时,伸缩缝应能传递横梁 60% 的抗拉强度和全部设计最大弯矩;伸缩缝处连接套管的长度应大于或等于横梁宽度的 3 倍。

②当伸缩缝处的纵向设计位移大于 5cm 时,伸缩缝应能传递横梁的全部设计最大弯矩;伸缩缝两侧应设置端部立柱,其中心间距不应大于 2.0m;伸缩缝处连接套管的长度应大于或等于横梁宽度的 3 倍。

③当伸缩缝处发生竖向、横向复杂位移时,桥梁护栏在伸缩缝处可不连续,但应在伸缩缝两端设置端部立柱,其中心间距不应大于 2.0m,两横梁端头的间隙不得大于伸缩缝设计位移量加 2.5cm。横梁端头不得对失控车辆构成危险。

(2)钢筋混凝土墙式、梁柱式护栏在桥面伸缩缝处应断开,其间隙不应大于桥面伸缩缝的设计位移量,钢筋混凝土梁柱式护栏在伸缩缝两端应设置端部立柱。

(3)组合式护栏中钢筋混凝土部分应符合墙式护栏中有关伸缩缝设置的规定,金属结构部分应符合金属护栏中有关伸缩缝设置的规定。

5.4.4 护栏根据需要可设置承受碰撞受力构件以外的辅助构件。所有辅助构件应与桥梁护栏受力构件牢固连接,并不得侵入公路建筑限界以内。

5.4.5 桥梁护栏与桥面板应进行可靠连接。

5.4.6 当桥梁护栏与路基护栏的结构型式不同时,应进行过渡段设计。

5.4.7 金属构件的密封和排水应符合以下规定:

(1)空心断面构件应设置排水孔或在所有的拼缝处完全密封。

(2)镀锌孔、排水孔的直径不应大于空心截面周长的 1/12。非镀锌构件排水孔的孔径不应小于 8mm,其间距应大于 70cm。镀锌孔、排水孔的位置应布设恰当。

6 交通标志

6.1 一般规定

6.1.1 公路交通标志的分类、形状、图案、颜色、文字、规格,应符合现行《道路交通标志和标线》(GB 5768)的规定。

6.1.2 交通标志应与交通标线配合使用,动态交通标志的设置不应妨碍静态交通标志的使用。

6.1.3 交通标志所提供的信息应全部与交通管理有关,除旅游区标志、服务设施标志外,不应带有任何广告色彩。

6.2 设置原则

6.2.1 公路交通标志的设置,应以不熟悉周围路网体系的公路使用者为设计对象,综合考虑周边路网与公路条件、交通条件、气象和环境条件等因素,制定合理的设置标准,根据各种交通标志的功能和驾驶人员的行为特征进行合理设置。

6.2.2 对二级及以上等级的公路和其他等级的国、省道公路应优先设置指路标志,其他公路或未设置相关指路标志的公路,经论证可设置必要的警告标志。禁令标志应设置在交通法律、法规发生作用的地点附近醒目的位置,并应避免与其他交通标志的互相影响。限速标志应根据不同路段的通行能力、车型构成比例、车辆的运行速度等分段进行设置。

6.2.3 在选择路网中指路标志的目的地信息时,应根据路网密度、公路等级、公路功能、目的地知名度等进行统一考虑。不同种类的交通标志信息应互相呼应,不得出现信息中断。

6.2.4 交通标志沿公路纵、横向设置的位置应符合现行《道路交通标志和标线》(GB 5768)的规定。位于高速、一级公路路侧安全净区内的交通标志应根据标志结构规格采用解体消能结构或设置护栏加以防护,位于其他公路路侧安全净区内的交通标志宜进行必

要的诱导。

6.2.5 公路交通标志的任何部分不得侵入公路建筑限界以内。路侧柱式交通标志的安装高度应考虑其板面规格、所在位置的线形特点和地形特征、是否有行人通行等因素,悬臂、门架式等悬空标志净空高度应预留 20~50cm 的余量。

6.2.6 交通标志安装时,标志板面的法线应与公路中心线平行或成一定角度。路侧安装的禁令标志和指示标志为 $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$,指路标志和警告标志为 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。悬臂、门架或附着式悬空标志安装时,标志的安装角度应与道路中心线垂直或前倾 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

6.3 版面设计

6.3.1 交通标志版面应清晰、美观。

6.3.2 指路标志上使用的箭头应以一定角度反映车辆的正确行驶方向。

6.3.3 公路的指路标志应采用汉字,根据需要可与其他文字并用。当标志采用中、英两种文字时,地名应用汉语拼音,专用名词应用英文。

6.3.4 地点、距离标志中,地点应放在最左侧,并由近而远、从上到下排列。如果几个独立的标志板组成一组,则各板的长度应相同。地点、方向标志中,直行标志应设置在最上部,其下为向左、向右可以到达的地点。

6.3.5 当路段运行速度与设计速度之差大于20km/h时,宜按运行速度对交通标志的版面规格及视认性加以检验。

6.4 支撑方式

交通标志支撑方式应根据交通量、车型构成、车道数、沿线构造物分布、风荷载大小以及路侧条件等因素综合确定。

6.5 材料要求

6.5.1 反光材料

(1)公路交通标志板均采用符合现行《公路交通标志反光膜》(GB/T 18833)要求的反光膜或其他逆反射材料制作。

(2)交通标志板采用反光膜材料时,高速公路、一级公路的反光等级不得低于二级;

二、三级公路的反光等级不得低于四级；四级公路的反光等级不得低于五级。

6.5.2 标志板和支撑结构

交通标志板和支撑结构所用材料应具有足够的强度、耐久性和抗腐蚀能力。

6.6 结构设计

6.6.1 设计基本风速应采用当地平坦空旷地面，离地面 10m 高，重现期为 50 年 10min 平均最大风速值，并不得小于 22m/s。

6.6.2 交通标志结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计，并同时满足构造和工艺方面的要求。

6.6.3 交通标志的结构重要性系数可分为两个等级：

- (1) 位于高速公路、一级公路上的悬臂式、门架式交通标志，结构重要性系数 $\gamma_0 = 1.0$ ；
- (2) 位于高速公路、一级公路上的其他类型的交通标志及位于其他等级公路上的交通标志，结构重要性系数 $\gamma_0 = 0.9$ 。

7 交通标线

7.1 一般规定

7.1.1 二级及以上等级的公路必须设置交通标线,其他公路宜视需要设置交通标线。交通标线的分类、定义及颜色应符合现行《道路交通标志和标线》(GB 5768)的有关规定。

7.1.2 纵向或横向连续设置的交通标线应根据需要设置排水孔。

7.2 设置原则

7.2.1 一般路段的交通标线

(1)高速公路和一级公路的一般路段应设置车行道边缘线、车行道分界线;二级及以下等级的双车道公路应设置路面中心线,路面较宽或非机动车较多的路段可设置车行道边缘线。

(2)车行道边缘线应设置于公路两侧紧靠车行道的硬路肩内,不得侵入车行道内。车行道分界线应设置于同向行驶的车行道分界处。

(3)车行道边缘线的宽度应为15~20cm,车行道分界线的宽度应为10~15cm,路面中心线的宽度应为10~15cm。交通标线的宽度应根据公路的设计速度和路面宽度确定。

7.2.2 特殊路段的交通标线

(1)经常出现强侧向风的特大桥梁路段、宽度窄于路基的隧道路段、急弯陡坡路段、车行道宽度渐变路段,应设置禁止变换车道线,线宽与车行道分界线一致。

(2)二级及以下等级的公路桥梁段与路基段同宽时,路面中心线在桥梁长度范围应设置双黄中心实线,在桥梁引道两端大于160m范围内应设置黄色虚实线。公路桥梁窄于路基段时,在桥梁及两端渐变段范围内不划中心线。

(3)路面文字标记应按由近到远的顺序排列,字数不宜超过3个,设置规格应符合表7.2.2的规定。最高限速值应按一个文字处理。

(4)位于中央分隔带或路侧安全净区内未加护栏防护的桥墩、隧道洞口、交通标志立

柱等构造物应设置立面标记,颜色为黄黑相间,线宽及间距均为 15cm。立面标记应向车行道方向以 45°角倾斜。立面标记宜设置为 120cm 高。

表 7.2.2 公路路面文字标记规格

设计速度(km/h)	字高(cm)	字宽(cm)	纵向间距(cm)
120、100	900	300	600
80、60	600	200	400
40、30、20	300	100	200

(5)二级及以下等级的公路上设置减速丘设施时,应在距其两侧各 30m 的范围内设置减速丘预告标线。

(6)需要车辆减速或提醒驾驶员注意安全行车处,可根据需要设置减速标线。

7.2.3 互通式立体交叉、服务区、停车区出入口交通标线

(1)互通式立体交叉、服务区、停车区出入口交通标线应根据互通式立体交叉、服务区、停车区的型式,准确反映交通流的行驶方向。

(2)互通式立体交叉出入口处,宜设置导向箭头。出口导向箭头的规格、重复设置次数可参考表 7.2.3 选取。出口导向箭头应以减速车道渐变点为基准点,间距 50m。入口导向箭头应以加速车道起点为基准点,视加速车道长度而定,可设三组或两组。

表 7.2.3 导向箭头的长度及设置次数

设计速度(km/h)	120、100	80、60	40、30、20
导向箭头(m)	9	6	3
重复设置次数	≥3	3	≥2

7.2.4 平面交叉渠化标线

(1)二级及以上等级的公路平面交叉应设置渠化标线,其他公路的平面交叉宜设置渠化标线。导向箭头的规格、重复设置次数可参考表 7.2.3 选取。

(2)平面交叉应根据其型式、车道宽度、交叉公路的优先通行权和各种交通流量的分析结果设置渠化标线。

7.2.5 收费广场交通标线

(1)进入收费广场应设置减速标线、收费岛路面标线、岛头标线,各条减速标线的设置间距应根据驶入速度、广场长度经计算确定。

(2)收费广场出口端可设置部分车行道分界线。

7.2.6 突起路标的设置

(1)下列情况下,应在路面标线的一侧设置突起路标,并不得侵入车行道:

①高速公路的车行道边缘线上;

- ②一级公路互通式立体交叉、服务区、停车区路段的车行道边缘线上；
- ③互通式立体交叉匝道出入口路段。
- (2)隧道的车行道分界线上宜设置突起路标。
- (3)突起路标可单独设置成车行道边缘线和车行道分界线。
- (4)突起路标的壳体颜色、设置位置、间距应符合现行《道路交通标志和标线》(GB 5768)的规定。

7.3 材料选择

7.3.1 交通标线涂料的技术要求应符合现行《路面标线涂料》(JT/T 280)和《道路交通标线质量要求和检测方法》(GB/T 16311)的要求。

7.3.2 二级及以上等级的公路应采用反光型涂料。无照明设施的三、四级公路宜采用反光型涂料,有照明设施的三、四级公路可采用非反光型涂料。

7.3.3 选用标线材料时,应根据标线材料的逆反射值、防滑值、抗污性能、环保性能、与路面的附着力、性价比等综合考虑。

7.3.4 突起路标应符合现行交通行业标准《突起路标》(JT/T 390)的要求。突起路标与涂料标线配合使用时,应选用定向反光型,其颜色应与标线颜色一致。设置于路面中心线、隧道内的突起路标,应选用双面反光型。

8 隔离栅和桥梁护网

8.1 一般规定

8.1.1 隔离栅的高度不宜低于1.5m。

8.1.2 桥梁护网距桥面的高度不宜低于1.8m。

8.2 设置原则

8.2.1 隔离栅

(1)除特殊路段外,高速公路、需要控制出入的一级公路沿线两侧必须连续设置隔离栅,其他公路可根据需要设置。

(2)凡符合下列条件之一者,可不设置隔离栅:

①高速公路、需要控制出入的一级公路的路侧有水渠、池塘、湖泊等天然屏障的路段;
②高速公路、需要控制出入的一级公路的路侧有高度大于1.5m的挡土墙或砌石等陡坎的路段;

③桥梁、隧道等构造物,除桥头、洞口需与路基隔离栅连接以外的路段。

(3)隔离栅遇桥梁、通道时,应在桥头锥坡或端墙处围封。

(4)隔离栅遇尺寸较小、流量不大的涵洞时可直接跨越。

(5)隔离栅的中心线应沿公路用地范围界限以内20~50cm处设置。

8.2.2 桥梁护网

(1)上跨高速公路、需要控制出入的一级公路的车行或人行构造物两侧均应设置桥梁护网。

(2)公路跨越铁路、通航河流、交通量较大的其他公路时,应根据需要设置桥梁护网。

(3)桥梁护网应做防雷接地处理,接地电阻应小于 10Ω 。

9 防眩设施

9.1 一般规定

9.1.1 防眩设施应按部分遮光原理设计,直线路段遮光角不应小于 8° ,平、竖曲线路段遮光角应为 $8^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。

9.1.2 设置防眩设施不应减小公路的停车视距。

9.2 设置原则

9.2.1 高速公路、一级公路凡符合下列条件之一者,应设置防眩设施:

- (1)中央分隔带宽度小于9m的路段;
- (2)夜间交通量较大、服务水平达到二级以上的路段;
- (3)圆曲线半径小于一般值的路段;
- (4)凹形竖曲线半径小于一般值的路段;
- (5)公路路基横断面为分离式断面,上下行车行道高差小于或等于2m时;
- (6)与相邻公路或交叉公路有严重眩光影响的路段;
- (7)连拱隧道进出口附近。

9.2.2 非控制出入的一级公路平面交叉、中央分隔带开口两侧各100m(设计速度 $\geq 80\text{km/h}$)或60m(设计速度 60km/h)范围内可逐渐降低防眩设施的高度,由正常高度降至开口处的0高度,否则不宜设置防眩设施。

9.2.3 公路沿线有连续照明设施的路段,可不设置防眩设施。

9.2.4 防眩设施连续设置时,应符合下列规定:

- (1)应避免在两段防眩设施中间留有短距离间隙。
- (2)各结构段应相互独立,每一结构段的长度不宜大于12m。
- (3)结构型式、设置高度、设置位置发生变化时应设置渐变过渡段,过渡段长度以50m为宜。

10 轮廓标

10.1 一般规定

按行车方向,配置白色反射体的轮廓标应安装于公路右侧,配置黄色反射体的轮廓标应安装于公路左侧。轮廓标不得侵入公路建筑限界以内。

10.2 设置原则

10.2.1 高速公路、一级公路的主线及其互通式立体交叉、服务区、停车区等处的进出匝道应全线连续设置轮廓标。轮廓标在公路前进方向左、右侧对称设置。直线路段设置间距不应超过 50m,曲线路段和匝道处设置间距不应大于表 10.2.1 的规定。公路路基宽度、车道数量有变化的路段及竖曲线路段,可适当加密轮廓标的间隔。

表 10.2.1 曲线路段、匝道处轮廓标的设置间距

曲线半径(m)	≤89	90~179	180~274	275~374	375~999	1 000~1 999	≥2 000
设置间距(m)	8	12	16	24	32	40	48

10.2.2 二级及以下等级公路的视距不良路段、设计速度大于或等于 60km/h 的路段、车道数或车道宽度有变化的路段,以及连续急弯陡坡路段宜设置轮廓标,其他路段视需要可设置轮廓标,设置间距可按表 10.2.1 的规定选用。

10.2.3 安装轮廓标时,反射体应面向交通流,其表面法线应与公路中心线成 $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 的角度。

10.2.4 各种类型的轮廓标设置高度宜保持一致,轮廓标反射体中心线距路面的高度应为 60~70cm。有特殊需要时,经论证可以采用其他高度。

11 活动护栏

11.1 一般规定

11.1.1 活动护栏应有效地阻止非紧急车辆在中央分隔带开口处的通行。

11.1.2 活动护栏应便于移动。

11.2 设置原则

11.2.1 高速公路的中央分隔带开口处必须设置活动护栏。

11.2.2 设有中间带的一级公路在禁止车辆掉头的中央分隔带开口处应设置活动护栏。

11.2.3 活动护栏应设置在中央分隔带开口处的公路中心线位置,设置的长度应能有效封闭中央分隔带开口。

11.2.4 活动护栏的设置高度应与中央分隔带护栏的高度协调一致。

11.2.5 活动护栏上部应设置轮廓标或反射体。设置反射体时,规格为 $4\text{cm} \times 18\text{cm}$,可由反光片或反光膜制作,反光等级应为二级以上,颜色和设置高度应与中央分隔带轮廓标保持一致。

11.2.6 位于有防眩要求路段的活动护栏上宜设置防眩设施。

本规范用词说明

本规范按执行的严格程度,对各项技术指标的规定,在条文用词上采用了以下写法,请使用者充分考虑工程项目所处自然条件、交通特点和工程特性等具体情况,灵活运用。

规范条文用词:

1. 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;反面词采用“严禁”。

2. 表示严格,在正常情况下应这样做的用词:

正面词采用“应”;反面词采用“不应”或“不得”。

3. 表示允许有选择,有条件时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”。

4. 表示允许有选择的用词:

正面词采用“可”。

附件

公路交通安全设施设计规范

(JTG D81—2006)

条文说明

1 总则

1.0.1 交通行业标准《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》(JTJ 074—94, 下简称《94 版规范》)自交通部 1994 年 1 月发布,1994 年 6 月实施以来,至今已逾十余年。这十多年来,是我国公路建设飞速发展时期,交通安全设施的建设取得了很大成绩。《94 版规范》对我国高速公路交通安全设施的建设起到了积极的指导和推动作用,深受公路界的好评。但与国外交通安全设施先进水平相比,与广大公路出行者对交通安全、交通服务的期望和需求相比,《94 版规范》还存在着很多不适应之处。

由于《94 版规范》是在 1988 ~ 1992 年期间制定的,属于我国高速公路早期建设的成果体现,限于当时的条件和高速公路建设的有限经验,交通安全设施的建设以经济、实用为原则。近年来我国公路建设有了长足的发展,高速公路、等级公路总里程由 1994 年底的 500 余公里、86.14 万公里分别增至 2005 年底的 4.1 万公里、159.18 万公里。各地在使用《94 版规范》的过程中,积累了不少设计、施工的宝贵经验和教训,涌现了一批新的研究成果和结构型式,新材料、新工艺得到了广泛的应用,如新型三波波形梁护栏、新型混凝土护栏结构、新型标线材料、新型材料的防眩板、新型突起路标和轮廓标等。这些成果均反映在新修订和制定的《道路交通标志和标线》(GB 5768—1999)、《公路三波形梁钢护栏》(JT/T 457—2001)、《隔离栅技术条件》(JT/T 374—1998)、《公路防眩设施技术条件》(JT/T 333—1997)、《塑料防眩板》(JT/T 598—2004)、《公路用玻璃纤维增强塑料产品 第 4 部分:防眩板》(JT/T 599.4—2004)、《突起路标》(JT/T 390—1999)、《轮廓标技术条件》(JT/T 388—1999)等一批技术标准中。《94 版规范》与上述标准已不匹配,修订《94 版规范》已非常迫切了。

此次修订就是要针对我国公路建设的发展水平,结合我国的经济技术条件,因地制宜、实事求是地作出规定,以使我国公路交通安全设施的设计安全合理、技术先进、确保质量、经济实用,并在国家公路基本设施建设中起到积极地规范和质量控制的作用。

1.0.2 本规范此次为修订。我国目前公路交通安全设施设计及施工的实施均按《94 版规范》执行,但该规范仅适用于高速公路和汽车专用一级公路,对一般公路的交通安全设施没有规定。考虑到其他等级的公路在我国公路通车里程中占有很大比重,交通安全形势也很严峻,另外现行《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)重新划分了公路等级,所以本规范适用范围扩大到新建和改建各等级公路。对于改建公路,因公路条件受限制时,本规范规定的个别条款,经过经济技术比较后,可作合理改动。

1.0.3 公路交通安全设施为满足公路使用者安全行车的需要,应该具有四类使用功

能,包括:①主动引导;②被动防护;③全时保障;④隔离封闭。本规范包含的护栏、交通标志、交通标线、隔离栅和桥梁护网、防眩设施、轮廓标和活动护栏可以实现上述功能。根据各类设施的不同特点,本规范分别规定了设计指导思想、设置原则、型式选择、构造要求、材料要求等内容。

1.0.4 公路全路段交通安全设施的设计不但要考虑道路条件、交通条件,而且还要考虑周边路网条件和环境条件,进行总体设计,这样才能从公路使用者的角度出发,更好地为其提供优质服务。

交通安全设施之间、交通安全设施与公路主体工程和其他设施之间应互相协调、配合使用。如交通标志与交通标线之间的含义不得相互矛盾,交通标志与监控外场设备之间不应互相影响,护栏之间的型式不一致时应进行过渡处理,公路上设置减速丘设施时应设置相应的交通标志、标线等。

1.0.5 公路交通安全设施设计应坚持“安全、环保、舒适、和谐”的理念,采用合理的、能体现驾驶员及其他公路使用者需要的交通安全设施,这对公路出行的安全性、方便性有重要作用。

1.0.6 公路路面加铺、罩面后,部分交通安全设施,如护栏的高度、交通标志的高度均会受到一定程度的影响。这种情况下,在设计时可考虑采取一定的措施,如适当增加交通标志的高度;混凝土护栏可适当加高并采用单坡型;波形梁或缆索护栏立柱适当加长并预留连接孔,也可采用迫紧器抽换式混凝土基础来安装立柱。迫紧器可由铸钢材料制作, $\phi 140$ 规格的迫紧器如图 1-1。

1.0.7 近年来,国内外公路交通安全设施领域的新技术、新材料、新工艺、新产品不断出现,在设计中采用时,应注意以下几个方面的因素:

任何新技术、新材料、新工艺、新产品首先必须要满足安全和使用功能方面的要求。应通过有关权威机构的试验验证,符合相关标准、规范的要求,如护栏方面的产品可按照《高速公路护栏安全性能评价标准》(JTG/T F83-01)的规定确定该产品能否达到相应的防撞性能;标线涂料、防眩板能否满足相关规范中规定的功能要求等。

其次还要考虑耐久性、建设成本、养护成本、美观、防盗性等因素。

在必要的条件下,应经过现场试验段的检验。

经上述充分论证后才可以采用公路交通安全设施的新技术、新材料、新工艺和新产品。

1.0.8 改建公路工程完成后,各种道路条件、交通条件、环境条件往往会发生很大变化,应结合改建后的公路(包括公路等级、设计速度等)、交通条件进行交通安全设施的重新设计。

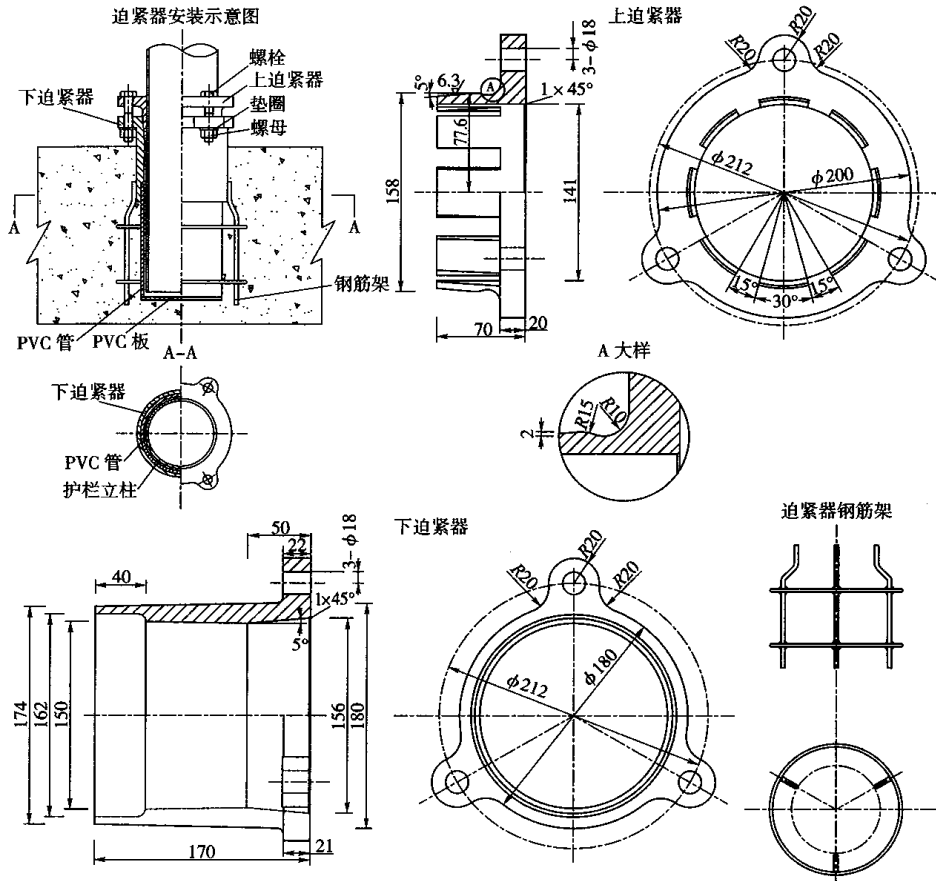


图 1-1 迫紧器抽换式混凝土基础示意图(φ140 规格)(尺寸单位:mm)

1.0.9 本条中所指标准、规范主要包括:

- (1)《公路工程技术标准》(JTG B01);
- (2)《道路交通标志和标线》(GB 5768);
- (3)《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60);
- (4)《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62)。

3 护栏防撞性能

3.0.1 公路上的护栏,应实现以下功能:①阻止车辆越出路外或穿越中央分隔带闯入对向车道;②防止车辆从护栏板下钻出,或将护栏板冲断;③护栏应能使车辆回复到正常行驶方向;④发生碰撞时,对乘客的损伤程度最小;⑤能诱导驾驶员的视线。

要实现上述功能,则需要护栏既要有相当高的力学强度和刚度来抵挡车辆的冲击力,又要使其刚度不要太大,以免使乘客受到严重的伤害,因此进行护栏设计的要旨就是解决这一矛盾。本次修订首先对《94 版规范》的护栏碰撞条件进行了评价,然后分析研究了欧、美、日等发达国家护栏碰撞条件的发展趋势。在此基础上,提出了确定我国护栏碰撞条件的原则,通过对碰撞条件参数的调查,最终确定了我国公路护栏的碰撞条件。

(1)对《94 版规范》护栏碰撞条件的评价

①《94 版规范》中将路基护栏和桥梁护栏分为两种不同的碰撞条件,如表 3-1 和表 3-2。

表 3-1 路基护栏碰撞条件

防撞等级	碰撞速度(km/h)	车辆质量(t)	碰撞角度(°)	碰撞能量(kJ)
A	60	10	15	93
S	80	10	15	165

表 3-2 桥梁护栏碰撞条件

防撞等级	碰撞速度(km/h)	车辆质量(t)	碰撞角度(°)	碰撞能量(kJ)
PL ₁	80	2.0	20	57.8
	50	10	15	64.6
PL ₂	70	10	15	126.6
PL ₃	80	14	15	231.6

②根据编写组对成雅、成渝、太旧三条高速公路车辆碰撞护栏事故的调查统计,1998年1月~2000年12月三年间,共发生波形梁护栏板完全变形或被撞断、立柱严重弯曲或倒伏、拔起、基础完全破坏的事故约为10起(如表 3-3),占事故总数的7%。这些事故造成了严重的人员伤亡和车辆损坏。

表 3-3 护栏受损严重的交通事故

车 型	护 栏 种 类	次 数
小客车	中央分隔带护栏	2
	抽换式护栏	1
大货车	中央分隔带护栏	2
中货车	路侧波形梁护栏	5

编写组对潍坊—莱阳、济南—青岛、京福山东段、青岛胶州湾、南京—上海、玉溪—元江、楚雄—大理、福州—泉州、广州—汕头等共 752km 高速公路的事故调查统计资料表明：路侧和中央分隔带的事故约各占一半，其中较严重的冲出路侧、穿越中央分隔带或进入中央分隔带的事故占 1/10 左右。

交通事故造成护栏严重损坏的主要原因是：车辆速度高、汽车质量大、碰撞角度大，以及护栏地基土密实度不够、立柱打入松土中、混凝土基础埋深不足、护栏立柱与土基支撑强度不够。总体而言，《94 版规范》中对护栏的碰撞条件规定偏低，对护栏立柱和地基土施工质量带来的问题规定不够严密，已不能适应目前公路交通条件的需求，护栏整体强度偏弱。

(2) 护栏碰撞条件的发展趋势

目前，欧、美、日等国家护栏碰撞条件的发展趋势有如下特征：

① 车辆组成向小型化和大型化两极发展，大型车比例提高。

② 小客车自身的被动安全措施进一步强化，如配置了安全带、气囊、ABS、防侧撞装置等，使得护栏防止二次事故发生的功能更加受到重视。

③ 护栏的碰撞能量普遍提高，例如日本的车辆质量从 14t 提高到 25t，欧盟车辆质量更是提高到 30t 和 38t。

④ 路基护栏和桥梁护栏采用统一的碰撞条件，但碰撞等级有区别。日本、欧盟和美国护栏的碰撞条件分别如表 3-4、表 3-5、表 3-6。

表 3-4 日本护栏碰撞条件(1998 和 2004 年版)

护栏防撞等级			车辆质量 (t)	碰撞速度 (km/h)	碰撞角 (°)	强度(冲击度) (kJ)
路侧用	分离带用	步行道界内用				
C	Cm	Cp	25	26 以上	15	45 以上
B	Bm	Bp		30 以上		60 以上
A	Am	Ap		45 以上		130 以上
SC	SCm	SCp		50 以上		160 以上
SB	SBm	SBp		65 以上		280 以上
SA	SAm	—		80 以上		420 以上
SS	SSm	—		100 以上		650 以上

注：A、Am 级以上用于高速公路。

表 3-5 欧盟护栏碰撞条件(EN 1317—1998)

试验等级	碰撞速度(km/h)	碰撞质量(t)	碰撞角度(°)	碰撞能量(kJ)	车型
TB11	100	0.9	20	40.6	小客车
TB21	80	1.3	8	6.21	小客车
TB22	80	1.3	15	21.5	小客车
TB31	80	1.5	20	43.32	小客车
TB32	110	1.5	20	81.9	小客车

表 3-5(续)

试验等级	碰撞速度(km/h)	碰撞质量(t)	碰撞角度(°)	碰撞能量(kJ)	车 型
TB41	70	10	8	36.6	重货
TB42	70	10	15	126.63	重货
TB51	70	13	20	287.48	公共汽车
TB61	80	16	20	462.13	重货
TB71	65	30	20	572.0	重货
TB81	65	38	20	724.57	拖挂车

表 3-6 美国护栏碰撞条件(NCHRP350)

试验等级	车 种	质量(kg)	车速(km/h)	角度(°)	碰撞能量(kJ)
1	820C	775 ± 25	50	20	8.7
	700C	895 ± 25	50	20	10.1
	2000P	2 000 ± 45	50	25	34.5
2	820C	775 ± 25	70	20	17.1
	700C	895 ± 25	70	20	19.8
	2000P	2 000 ± 45	70	25	67.5
3	820C	775 ± 25	100	20	40.4
	700C	895 ± 25	100	20	35
	2000P	20 000 ± 45	100	25	137.8
4	820C	775 ± 25	100	20	40.4
	700C	895 ± 25	100	20	35
	2000P	20 000 ± 45	100	25	137.8
	8000S	8 000 ± 200	80	15	132.3
5	820C	775 ± 25	100	20	40.4
	700C	895 ± 25	100	20	35
	2000P	2 000 ± 45	100	25	137.8
	36000V	36 000 ± 500	80	15	595.4
6	820C	775 ± 25	100	20	40.4
	700C	895 ± 25	100	20	35
	2000P	2 000 ± 45	100	25	137.8
	36000T	36 000 ± 500	80	15	595.4

(3)确定我国护栏碰撞条件时遵循的原则

①顺应护栏碰撞条件的发展趋势,满足我国公路交通实际情况的要求,确保 85% ~ 90% 以上的失控车辆不会越出、冲断或下穿护栏;

②坚持“以人为本,安全至上”的指导思想,最大限度地降低事故严重度及减少二次事故的发生;

③ 车辆碰撞护栏是小概率交通事件,在确定护栏碰撞条件时应坚持经济、实用原则,应考虑我国的经济承受能力;

④ 满足碰撞条件的护栏结构应能通过实车碰撞试验的验证。

(4) 碰撞条件参数的调研结果

编写组从 2000 年 4 月开始至 2001 年 4 月止,先后组织 6 批人员到 16 个省市 33 条高速公路共 7000 多公里的公路上进行调研,获取了近千个碰撞事故的有效数据,勘察了 400 多个碰撞事故现场,拍摄近千幅照片和一部分录像资料,调研结果如下:

① 碰撞角度:被调查公路的交通事故碰撞角度统计量汇总于表 3-7。

表 3-7 碰撞角度特征统计量汇总表

公路名称	$N(\text{个})$	$\theta_{\max}(\text{°})$	$\theta_{\min}(\text{°})$	$E(\theta)$	$P_{15}(\%)$	$P_{20}(\%)$
福泉厦漳高速	40	30.4	3.1	15.6	55	70
厦门大桥	1	—	—	14.3	—	—
厦门海沧大桥	1	—	—	29	—	—
沪宁高速	13	22.2	4.2	14.4	39	85
京石高速	71	43.8	2.9	13.3	63	86
石太高速	46	33.7	3.4	11.2	83	89
京福高速德州段	23	45.1	2.9	14.5	57	83
济青高速	59	29.4	3.7	12.1	70	89
京福高速天津段	6	26.9	6.7	16.4	—	—
京津塘高速	41	30.4	4.3	12.4	76	88
海南环岛高速	15	21.7	0.8	7.6	87	87
京沈高速	54	41.8	3.6	16.4	56	75
沈大高速	53	34.9	2.8	15.5	53	81
沈铁高速	18	36.4	3.8	18.4	39	61
长吉高速	12	38.9	6.1	14.9	53	93
哈大高速	16	55.4	4.4	14.4	69	88
柳桂高速	4	10.3	4.6	7.8	—	—
南北高速	4	19.9	5.2	13.1	—	—
楚大高速	18	16.1	2	6.5	94	100
玉元高速	14	28.4	4.6	10.5	86	93
成雅高速	43	60	9	24.8	3	14
成渝高速	29	40	10	26	10	28
太旧高速	17	45	5	21.8	14	28
平均	合计 598	33.8	4.2	15.3	56	74

注: N -样本观测值数量; θ_{\max} -样本观测最大值; θ_{\min} -样本观测最小值; $E(\theta)$ -样本观测平均值; P_{15} -观测值不大于 15° 的样本数占样本总数的比例; P_{20} -观测值不大于 20° 的样本数占样本总数的比例。

从表 3-7 中可知,平均碰撞角度为 15.3°,有 46% 样本的碰撞角度大于 15°,有 26% 样本的碰撞角度大于 20°。

如果将我国护栏碰撞事故的碰撞角度看作一个总体,则本次调查所得到的碰撞角度数据就可以看作是这个总体的一个样本 X 。假定样本 X 符合正态分布 $N(\mu, \sigma^2)$,我们可以通过矩阵估计法求得参数 μ 和 σ 的估计量,并计算出 85% 位碰撞角度的计算值为 $\theta_{85\%} = 21.8^\circ$,如图 3-1。

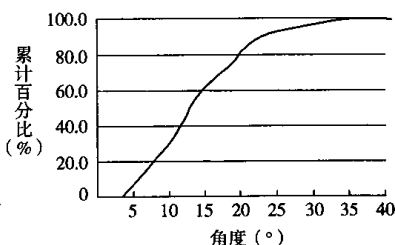


图 3-1 全部碰撞角度的累计百分比图

因此,我国护栏的碰撞角度规定为 20°。

②碰撞速度:被调查路段的平均车速见表 3-8。

表 3-8 平均车速汇总表(km/h)

公路名称	小型车				中型车		大型车		
	小轿	吉普	小面	小货	中客	中货	VOLVO	大客	大货
沪宁高速	115	76	83	77	95	67	100	82	65
济青高速	114	108	81	73	92	70	101	84	62
京沪高速淮阴段	127	—	73	78	96	67	95	76	60
京石高速	113	105	78	68	88	61	99	71	60
石太高速	121	105	74	74	91	70	105	86	57
沈长高速	124	103	77	78	95	70	—	91	65
哈大高速	122	119	72	88	87	68	—	94	64
长吉高速	123	111	87	83	95	73	—	103	66
沈大高速	116	101	80	76	94	72	—	92	64
沈四高速	126	99	—	77	98	68	—	88	67
京沈高速	125	110	83	79	94	69	—	90	64
京昌高速	103	91	72	72	83	63	—	77	55
沈丹高速	113	98	75	77	92	68	—	83	65
福泉厦漳高速	107	108	79	84	95	70	—	97	70
长湘高速	104	102	80	77	94	69	—	83	61
柳桂高速	120	113	80	75	94	69	—	94	57
南北高速	119	—	—	71	93	75	—	98	77
京津塘高速	115	101	72	76	92	69	—	90	64
楚大高速	111	102	84	73	86	61	—	95	—
玉元高速	96	105	87	77	77	51	—	99	—
平均值	116	103	79	77	92	67	100	89	63
最大值	127	119	87	88	98	75	105	103	77
最小值	96	76	72	68	77	51	95	71	55

由表 3-8 可以看出:各条高速公路上车速最高的均为小客车;客车的平均车速大于货车的平均车速;小型车的车速高于大型车;客车车速大于同一级别的货车车速;路况好的公路车速较高。

车速统计样本只包括了调查中设计速度为 120km/h 高速公路上的所有车速数据。表 3-9 是小客车、中货车、大客车的主要统计值。碰撞速度的取值还应考虑到我国高速公路最高限速值为 120km/h。

表 3-9 典型车型的车速统计

车 型	$E(v)$ (km/h)	$v_{15\%}$ (km/h)	$v_{85\%}$ (km/h)	v' (km/h)
小型车	116.5	97.6	134.8	100
中货车	68.9	56.5	79.5	60
大客车	90.9	73.8	107.4	80

注: $E(v)$ -车速的平均值; $v_{15\%}$ -15%位车速; $v_{85\%}$ -85%位车速; v' -建议碰撞速度,当 $v_{85\%}$ 小于限制车速时,为 $v_{85\%}$ 的 0.8 倍,当 $v_{85\%}$ 大于限制车速时,为限制车速的 0.8 倍。

日本《护栏设置标准·同解说》(1998 和 2004 年版)对碰撞速度取值的解释中说明:车辆的碰撞速度主要取决于运行速度,另外碰撞时驾驶员采取的制动措施、制动距离和路面状况的不同也会影响车辆的碰撞速度,并按运行速度的 0.8 倍取值为碰撞速度。参考此原则,我国公路护栏碰撞速度的取值规定如表 3-10。

表 3-10 设计速度与碰撞速度(km/h)

公路等级	高速公路、一级公路				二~四级公路
	120	100	80	60	
设计速度	120	100	80	60	80、60、40、30、20
碰撞速度计算值	96	80	64	48	
碰撞速度规定值	100	80	60		40

③ 车辆质量:

a. 被调查高速公路各种车辆的占有率如表 3-11。统计结果表明,小型车辆(2.5t 以下)占有率为 57.8%,中型(10t 以下)及以下车辆占有率为 88.3%,大型车辆(10t 以上)占有率为 11.7%,其中大型客车(14~18t)占有率为 4.5%。

b. 根据《2000 年国家干线公路交通量手册》,被调查干线公路各种车型车辆占有率如表 3-12。统计结果表明,小型车辆(2.5t 以下)占有率为 53.5%,中型(10t 以下)及以下车辆占有率为 71.3%,大型货车(10t 以上,14t 以下)占有率为 13.0%,大型车辆(14t 以上)占有率为 15.3%。由于我国高速公路收费标准对大型车辆偏高,并且有些高速公路限制拖挂车行驶,所以在干线公路上大型车辆(14t 以上)占有率高于高速公路。

c. 碰撞车辆质量的确定:

(a) 在车辆碰撞护栏的试验中,小客车主要用于评价发生碰撞时乘员所承受的加速度值,以验证乘员的安全性。从理论上分析,小客车的质量越小,其加速度值越大,对乘员安全性的影响也越大,所以选用 1.5t 小客车作为评价最大加速度的碰撞车型,是偏安全的。

表 3-11 高速公路不同车型车辆占有率(%)

公路名称	小型车辆		中型车辆		大型车辆		合 计
	小客	小货	中客	中货	大客	大货	
	2t 以下	2.5t 以下	10t 以下	10t 以下	14~18t	10t 以上	
沪宁高速	55.9	7.9	12.9	11.7	8.0	3.6	100
济青高速	47.7	12.5	16.1	8.5	7.9	7.3	100
京沪高速淮阴段	28.5	5.3	5.3	30.4	2.7	27.8	100
京石高速	56.7	8.2	8.2	15.6	4.0	7.3	100
京津塘高速	68.9	6.2	11.2	6.7	2.2	4.8	100
石太高速	45.3	10.7	12.4	24.1	3.4	4.1	100
沈大高速	43.1	12.6	8.9	21.4	4.0	10.0	100
京昌高速	68.6	1.2	16.9	3.7	7.8	1.6	100
沈四高速	41.8	13.0	8.5	24.8	2.5	9.5	100
哈大高速	59.1	12.9	9.0	11.8	2.1	5.1	100
长吉高速	60.7	11.1	6.7	16.0	2.7	2.7	100
沈长高速	32.0	7.9	3.2	37.5	1.1	18.3	100
京沈高速	46.0	7.2	5.0	24.3	0.6	16.9	100
沈丹高速	59.7	14.7	9.4	9.7	3.0	3.5	100
福泉厦漳高速	33.4	14.6	6.3	31.1	6.3	8.4	100
长湘高速	47.6	12.4	8.2	23.0	2.8	6.0	100
柳桂高速	50.0	7.4	7.4	23.8	8.9	2.5	100
南北高速	44.0	6.4	18.3	16.5	11.9	2.8	100
楚大高速	45.5	7.1	11.0	29.8	5.9	0.8	100
玉元高速	35.4	7.5	5.4	48.3	2.7	0.7	100
平均值	48.5	9.3	9.9	20.6	4.5	7.2	100

表 3-12 干线公路不同车型车辆占有率(%)

公路名称	小型车辆		中型车辆	大型车辆		
	小客	小货	中货	大客	大货	拖挂
	2t 以下	2.5t 以下	10t 以下	14~18t	10t 以上	14t 以上
G101	45.7	18.0	15.7	5.3	8.3	6.9
G102	29.7	19.4	23.4	5.5	10.7	11.2
G103	50.9	15.5	8.0	6.1	8.1	11.4
G104	34.7	15.9	20.5	10.0	12.1	6.7
G105	30.4	20.2	18.5	9.5	17.6	4.3
G106	30.6	20.3	16.3	10.0	14.3	8.5
G107	25.6	15.9	23.3	8.9	17.4	8.9

表 3-12(续)

公路名称	小型车辆		中型车辆	大型车辆		
	小客	小货	中货	大客	大货	拖挂
	2t 以下	2.5t 以下	10t 以下	14~18t	10t 以上	14t 以上
G108	31.9	16.5	19.4	7.4	14.5	10.2
G109	30.3	14.8	21.7	6.8	13.5	12.7
G110	30.1	12.8	19.5	4.7	17.5	15.3
G111	41.5	18.0	15.3	3.9	14.4	6.5
G112	30.8	19.1	16.5	5.9	13.3	14.2
G201	37.6	22.2	18.3	9.9	7.5	4.4
G202	30.2	26.7	18.4	8.7	9.6	6.4
G203	44.2	19.8	12.5	4.4	11.5	7.5
G204	41.3	16.3	17.5	9.7	9.6	5.4
G205	34.3	18.6	17.8	9.3	12.0	7.9
G206	39.5	20.5	13.6	10.5	10.5	5.4
G207	35.2	15.7	19.6	8.8	13.8	6.8
G208	19.7	13.7	15.4	7.1	19.5	24.6
G209	38.3	17.9	17.9	8.2	11.8	5.8
G210	31.8	20.1	18.3	8.7	14.4	6.7
G211	24.0	15.6	20.8	9.4	18.3	11.8
G212	23.2	23.3	24.8	16.1	10.5	2.0
G213	39.8	18.9	19.2	9.7	10.7	1.7
G214	33.7	19.7	23.0	5.9	16.9	0.6
G215	55.0	9.2	12.7	4.3	13.5	5.3
G216	44.0	10.7	17.0	9.7	12.6	5.9
G217	33.9	12.2	19.7	9.8	15.2	8.9
G218	45.4	11.5	13.4	9.2	16.2	3.9
G219	13.4	3.7	37.2	1.8	41.5	1.2
G220	38.1	20.4	9.5	11.5	10.2	10.3
G221	41.3	6.2	34.0	8.6	7.8	1.9
G222	42.4	15.6	14.8	4.0	21.5	1.6
G223	69.3	10.0	7.5	6.1	6.9	0.1
G224	56.4	12.2	10.9	8.7	11.6	0.1
G225	59.8	11.0	11.3	5.5	9.4	3.0
G227	23.7	18.7	21.1	12.7	19.4	4.1
G301	39.5	14.2	21.5	3.5	16.3	4.8

表 3-12(续)

公路名称	小型车辆		中型车辆	大型车辆		
	小客	小货	中货	大客	大货	拖挂
	2t 以下	2.5t 以下	10t 以下	14 ~ 18t	10t 以上	14t 以上
G302	45.8	13.5	13.6	9.4	14.0	3.6
G303	41.2	17.0	16.2	5.6	12.7	7.1
G304	37.8	23.1	18.3	6.0	7.4	7.5
G305	33.8	20.7	17.5	5.4	8.7	13.8
G306	23.8	20.4	21.9	5.4	13.7	10.1
G307	27.5	15.5	16.6	5.4	14.9	20.1
G308	38.3	20.5	10.6	8.3	10.1	12.2
G309	30.3	21.5	15.2	6.3	9.3	17.2
G310	37.4	11.9	17.9	8.0	16.7	8.0
G311	33.5	14.2	15.3	8.5	14.0	14.4
G312	29.1	13.9	20.5	9.9	19.6	6.9
G314	37.5	9.0	14.6	8.4	17.9	12.4
G315	50.2	12.3	10.9	9.8	10.0	6.6
G316	39.5	15.5	21.6	7.2	14.4	1.7
G317	40.7	20.1	17.2	12.1	8.6	1.3
G318	43.1	17.9	19.5	9.7	7.9	1.8
G319	41.8	15.2	17.8	9.7	13.6	1.9
G320	36.7	16.9	21.5	9.5	13.4	2.0
G321	34.2	18.7	19.2	14.4	11.9	1.6
G322	38.9	13.6	21.7	10.9	11.8	3.0
G323	35.8	18.7	20.8	9.6	12.9	2.1
G324	38.4	15.4	19.0	10.5	13.2	3.4
G325	23.7	21.5	19.1	13.2	18.6	3.9
G326	35.0	19.3	26.1	7.6	10.7	1.0
G327	45.8	19.1	11.1	10.9	3.0	10.1
G328	36.0	19.0	13.3	14.0	12.9	4.7
G329	46.4	15.0	20.2	10.7	4.4	3.3
G330	29.6	14.1	25.2	10.4	7.5	13.2
平均值	37.0	16.5	18.0	8.4	13.0	6.9

(b)从高速公路和国家干线公路交通量统计分析结果可以看出,80%左右的车辆是10t以下的中型车辆(包含小型车),考虑与《94版规范》的延续性,仍选用10t的中型车辆作为碰撞条件之一。

(c)大型车辆的碰撞条件分别选择14t的大货车(延续《94版规范》)和18t大客车,确保特大桥和路侧特别危险路段的护栏能防止大客车越出,减少重大恶性交通事故发生。

(d)大货(客)车碰撞试验着重验证护栏应有不被冲破的强度。

(5)我国公路护栏的碰撞条件及护栏的防撞性能

综上所述,确定我国公路各等级护栏的碰撞条件如表3-13。

表 3-13 公路护栏碰撞条件

防撞等级	碰撞条件				碰撞能量 (kJ)	护栏性能 评价条件
	碰撞速度 (km/h)	车辆质量 (t)	碰撞角度 (°)	碰撞加速度* (m/s ²)		
B	100	1.5	20	≤200		乘员安全性
	40	10	20		70	护栏强度
A、Am	100	1.5	20	≤200		乘员安全性
	60	10	20		160	护栏强度
SB、SBm	100	1.5	20	≤200		乘员安全性
	80	10	20		280	护栏强度
SA、SAm	100	1.5	20	≤200		乘员安全性
	80	14	20		400	护栏强度
SS	100	1.5	20	≤200		乘员安全性
	80	18	20		520	

注：*指碰撞过程中,车辆重心处所受冲击加速度10ms间隔平均值的最大值,为车体纵向、横向和铅直加速度的合成值。

3.0.2 在综合分析公路线形、设计速度、运行速度、交通量和车辆构成等因素的基础上,需要采用的护栏碰撞能量低于70kJ或高于520kJ时,应进行特殊设计。

(1)需要采用的护栏碰撞能量低于70kJ时,如一些低等级公路或部分农村公路,应进行特殊设计,如设置护柱、石砌护墩、石垛、城墙式混凝土挡块等设施,但应进行适当的基础处理,并根据需要配置必要的钢筋,如图3-2。

(2)需要采用的护栏碰撞能量高于520kJ时,如连续长下坡路段或陡坡加小半径曲线路段,车辆的运行速度往往高于设计速度,或者发生交通事故时,车辆的碰撞角度较大,或者车型构成中,大型车辆所占比例很大,在这些路段,经过综合分析,应进行特殊设计,如增加护栏高度和断面尺寸、提高材料强度等。

4 路基护栏

4.1 一般规定

4.1.1 公路上产生交通事故的原因很多,如:①驾驶员疲劳、超速、酒后驾车、躲避事故;②车辆失控或器件失效;③路面结冰、积雪;④雨、雾天气或驾驶员视线受限等。宽容设计强调驾驶员的过错不应该以生命为代价,通过合理的设计将因上述原因造成的事故影响降至最低、消除那些可能产生致命后果的因素。国外研究表明:保证一定宽度的路侧安全净区可以使绝大多数失控车辆恢复正常行驶。所谓路侧安全净区就是指公路行车方向最右侧车行道以外、相对平坦、无障碍物、可供失控车辆重新返回正常行驶路线的带状区域,如图 4-1。

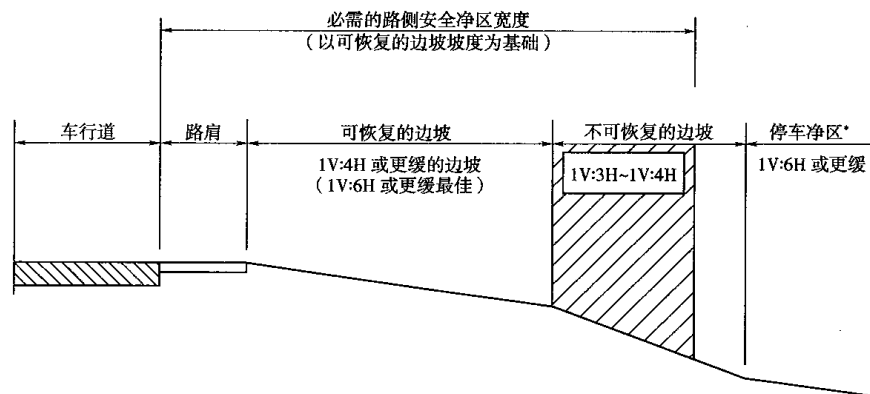


图 4-1 路侧安全净区的概念

注: * 由于必需的路侧安全净区内有一部分为不可恢复的边坡(图中阴影部分),因此需要附加的停车净区,其宽度等于阴影部分的宽度。

国内外统计数据表明,约 30% 左右造成人员伤亡的交通事故是由于车辆驶出路外造成的,因此应对路侧安全净区内的障碍物进行必要的处理,以减少类似事故的发生。按照宽容设计理念,对位于路侧安全净区内的各类行车障碍物,应按下列顺序进行处理:

- (1) 去除行车净区内的障碍物;
- (2) 重新设计障碍物,使车辆能安全穿越;
- (3) 将障碍物移至不易受撞击的位置;
- (4) 通过采用解体消能设施减少车辆撞击的严重程度;

- (5)采用纵向护栏保护障碍物或在障碍物前设置防撞缓冲设施;
- (6)如因条件限制不能实施上述方案,则应对障碍物加以视线诱导。

在前4种措施不能实施而失控车辆越出路外产生的事故严重度高于碰撞护栏的严重度时,才考虑设置护栏。

关于路侧安全净区的宽度,我国目前正在进行研究。下面提供欧、美等国家的一些数据供设计参考。

(1)欧洲一些国家对路侧安全净区均有明确规定,如表4-1、表4-2。

表4-1 一些国家对路侧安全净区宽度的规定

国 别	路侧安全净区宽度值(m)	国 别	路侧安全净区宽度值(m)
比利时	3.5	波兰	3.5
捷克	4.5	葡萄牙	2.0
丹麦	3.0~9.0	德国	见表4-2的规定
法国(高速公路)	10	英国	4.5
匈牙利	2.5	瑞士	10
荷兰	10		

表4-2 德国高速公路路侧安全净区的规定

路段特征	边坡的坡度	障碍物离行车道边缘的距离(m)	
		A ₁	A ₂
直线段 R > 1 500m的曲线外侧 曲线内侧	缓坡 1:∞ ~ 1:8	10.0	6.0
	中坡 1:8 ~ 1:5	12.0	8.0
	陡坡 > 1:5	14.0	10.0
R < 1 500m的曲线外侧	缓坡 1:∞ ~ 1:8	12.0	10.0
	中坡 1:8 ~ 1:5	14.0	12.0
	陡坡 > 1:5	16.0	14.0

注:A₁-车辆偏离车道时对第三方造成危害或造成严重事故后果的间距;A₂-与障碍物的间距。

(2)美国通过对路侧安全性的长期研究,提出路侧安全净区与现场条件(边坡坡度、填方或挖方高度)、设计速度、公路所在地区(城市还是农村)和实践经验有关,并编制了计算图、表,如表4-3。对于位于事故多发路段的平曲线路段还提供了调整系数表。

4.1.2 根据现行《公路工程技术标准》(JTG B01)中关于公路建筑限界的规定,路侧护栏只能设置于公路土路肩内,但应留有足够的土路肩保护层厚度。中央分隔带护栏在中间带内原则上应对称布设。当公路中心线位置内有构造物、地下管线时,护栏立柱的中心线可以向一侧适当偏移,但护栏的任何部分不得侵入公路建筑限界以内。

(3)特殊设计的护栏应经过试验验证或通过主管部门组织的审查后才能使用。

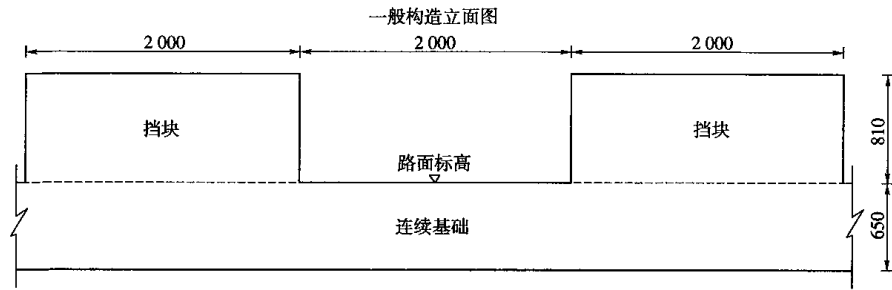


图 3-2 经基础处理的墙式混凝土护栏(尺寸单位:mm)

表 4-3 美国路侧安全净区的计算表

设计速度	设计平均 每日交通量 (辆/天)	填方边坡			挖方边坡		
		1V:6H 或更缓	1V:5H~1V:4H	1V:3H	1V:3H	1V:5H~1V:4H	1V:6H 或更缓
60km/h 或以下	750 以下	2.0~3.0	2.0~3.0	**	2.0~3.0	2.0~3.0	2.0~3.0
	750~1 500	3.0~3.5	3.5~4.5	**	3.0~3.5	3.0~3.5	3.0~3.5
	1 500~6 000	3.5~4.5	4.5~5.0	**	3.5~4.5	3.5~4.5	3.5~4.5
	6 000 以上	4.5~5.0	5.0~5.5	**	4.5~5.0	4.5~5.0	4.5~5.0
70~80km/h	750 以下	3.0~3.5	3.5~4.5	**	2.5~3.0	2.5~3.0	3.0~3.5
	750~1 500	4.5~5.0	5.0~6.0	**	3.0~3.5	3.5~4.5	4.5~5.0
	1 500~6 000	5.0~5.5	6.0~8.0	**	3.5~4.5	4.5~5.0	5.0~5.5
	6 000 以上	6.0~6.5	7.5~8.5	**	4.5~5.0	5.5~6.0	6.0~6.5
90km/h	750 以下	3.5~4.5	4.5~5.5	**	2.5~3.0	3.0~3.5	3.0~3.5
	750~1 500	5.0~5.5	6.0~7.5	**	3.0~3.5	4.5~5.0	5.0~5.5
	1 500~6 000	6.0~6.5	7.5~9.0	**	4.5~5.0	5.0~5.5	6.0~6.5
	6 000 以上	6.5~7.5	8.0~10.0*	**	5.0~5.5	6.0~6.5	6.5~7.5
100km/h	750 以下	5.0~5.5	6.0~7.5	**	3.0~3.5	3.5~4.5	4.5~5.0
	750~1 500	6.0~7.5	8.0~10.0*	**	3.5~4.5	5.0~5.5	6.0~6.5
	1 500~6 000	8.0~9.0	10.0~12.0*	**	4.5~5.5	5.5~6.5	7.5~8.0
	6 000 以上	9.0~10.0*	11.0~13.5*	**	6.0~6.5	7.5~8.0	8.0~8.5
110km/h	750 以下	5.5~6.0	6.0~8.0	**	3.0~3.5	4.5~5.0	4.5~5.0
	750~1 500	7.5~8.0	8.5~11.0*	**	3.5~5.0	5.5~6.0	6.0~6.5
	1 500~6 000	8.5~10.0*	10.5~13.0*	**	5.0~6.0	6.5~7.5	8.0~8.5
	6 000 以上	9.0~10.5*	11.5~14.0*	**	6.5~7.5	8.0~9.0	8.0~9.5

注：* 当调查研究或历史数据表明某些路段连续发生交通事故的频率较高时，设计人员所提供的路侧安全净区宽度可高于本表的规定。从实用的角度出发，路侧安全净区可控制在 9m。

** 由于车辆在可穿越的未防护 1V:3H 的边坡上恢复正常行驶的可能性不大，因此在这种边坡坡底处不应存在固定障碍物。确定边坡坡底处恢复区的宽度应考虑路权、环境、经济、安全及事故的历史数据等因素。此外，车行道边缘与 1V:3H 边坡开始点之间的距离也会影响坡底处的恢复区宽度。由于受几个因素的制约，图 4-1 绘出了可用以确定理想的恢复区宽度的填方边坡参数。

4.2 设置原则

4.2.1 路侧护栏

(1)~(4)路侧护栏根据防护对象的不同主要分为路堤护栏和障碍物护栏两大类。

①路堤护栏：

决定是否设置路堤护栏的关键因素是路堤高度和边坡坡度，一般可根据越出路堤事故的严重度指数，画出路堤高度和坡度与设置护栏的关系图。很多国家根据本国条件建

立了这种关系图,作为是否设置路堤护栏的依据。当边坡坡度较缓,或者填土高度较低时,即使重心较高的车辆越出路外,翻车的可能性也很小,因为车辆能顺着坡面下滑,一般认为没有必要设置护栏。至于填土高度和边坡坡度与设置护栏的具体规定各国不完全一致,有些国家把 1:4 或 1:3 的边坡、路堤高 3~5m 作为设置护栏的起点,必要性不是很大,因为 1:3 或 1:4 的边坡车辆越出路外,如果速度不是很高,不会有什么太大危险。美国 2002 年版《路侧设计指南》认为 1:4 或更缓的边坡车辆可以穿越,对行车不构成威胁。大多数国家将 1:2 的边坡、填土高度 4m,1:1.5 的边坡、填土高度为 3m,1:1 的边坡、填土高度为 2m 作为设置护栏的起点。

编写组在确定边坡坡度、路堤高度与设置护栏的关系时,根据我国公路交通的实际情况和经济承受能力水平,将边坡坡度、路堤高度划分为三个区域,正文中用图 4.2.1 表示。二级及以上等级的公路:位于图中方格区(I区)范围内的路段,必须设置路侧护栏;位于斜线阴影(II区)范围内的路段,应设置路侧护栏;位于虚线(III区)以上区域内的路段,宜设置路侧护栏。三、四级公路考虑到运行速度、经济条件、交通量等因素作出了不同规定。

②障碍物护栏:

开阔、平坦、无障碍物的路侧条件是设计者所希望的,当公路路侧安全净区范围内不能提供安全行车的条件时,则需要设置护栏来保护障碍物。路侧障碍物可分为不能穿越的危险物和不能移走的障碍物,这些路侧危险障碍物是造成每年交通事故死亡人数 30% 的直接原因。如按照宽容设计理念不能对这些危险障碍物进行安全处理时,则要设置护栏加以隔离或保护。

为路侧障碍物设置护栏的主要依据是障碍物的特征和路侧安全净区能否得到满足,当障碍物距车行道边缘的距离小于路侧安全净区的宽度值时,经论证需要设置相应防撞等级的护栏。

③以路堤、障碍物及其他危险条件为基础,根据车辆驶出路外可能造成的事故严重程度,本条将设置护栏的条件分为三类:

a. 除车辆本身外,有可能造成第三方人员伤亡、财产损失的特大事故的严重危险路段。因此类情形很难定量化,故第(1)款中未列举具体路段,铁道部、交通部联合下发的《关于在公路与铁路并行路段设置防护栏的通知》(铁运函[2005]978号)中要求“凡公路与铁路等高或公路高于铁路的并行路段,均应设置防止汽车冲入或坠入铁路的防护设施”可作为参考,与此类似的情形还包括“与高速公路并行、路侧有房屋、输电线塔、危险品储藏仓库等”。应结合间距、公路线形、交通量等因素综合确定。发生交通事故极其严重的,归为本类,次之的归为下一类。

b. 有可能造成车辆本身人员伤亡、财产损失的特大事故和二次重大事故的严重危险路段。

c. 有可能造成一般、重大事故的较严重危险路段。第(4)款第②、③、⑤项还应结合路堤边坡和障碍物的分布来确定,如互通式立体交叉的三角地带处,如已填平或进行了边坡处理,路侧安全净区的宽度又满足要求,则没有必要设置护栏。

这里,对车辆驶出路外可能造成的后果严重程度借鉴了我国公安部目前的分类方法,并据此规定了路基护栏防撞等级的适用条件。公安部对道路交通事故的等级分为四类:轻微事故,是指一次造成轻伤1至2人,或者财产损失机动车事故不足1000元,非机动车事故不足200元的事故。一般事故,是指一次造成重伤1至2人,或者轻伤3人以上,或者财产损失不足3万元的事故。重大事故,是指一次造成死亡1至2人,或者重伤3人以上10人以下,或者财产损失3万元以上不足6万元的事故。特大事故,是指一次造成死亡3人以上,或者重伤11人以上,或者死亡1人,同时重伤8人以上,或者死亡2人,同时重伤5人以上,或者财产损失6万元以上的事故。

本条主要通过此方法对路侧的危险程度进行分类,以更准确地从公路条件本身确定需要设置护栏的防撞能力,与交通事故实际发生的伤亡人数和财产损失并无必然联系。在具体使用时应注意具体问题具体分析。

(5)正文表4.2.1-1在确定路基护栏防撞等级适用条件时,考虑了公路等级、设计速度和路侧危险程度。设计速度和路侧危险程度相同时,等级高的公路选用的护栏防撞等级有可能高一些,主要是考虑到等级高的公路承担的交通量更大,导致的交通事故有可能更多。在使用该表时,应结合具体条款的说明,当公路线形、运行速度、填土高度、交通量和车辆构成等使产生的交通事故后果更严重时,应在该表的基础上提高护栏的防撞等级。

(6)路侧护栏的最小设置长度,主要考虑护栏的整体作用,只有当护栏作为连续梁能很好发挥整体效果时,护栏才是有效的。如果护栏设置长度较短,不仅影响美观,而且不能发挥护栏的导向功能,增加碰撞的危险性。碰撞试验、仿真分析及实地调查结果表明:高速公路、一级公路上设置的波形梁护栏最小设置长度不宜小于70m;二级公路上,其最小设置长度不宜小于48m;三、四级公路上,其最小设置长度不宜小于28m。混凝土护栏自重大、整体性好,在高速公路、一级公路上设置时,其最小长度不宜小于36m;二级公路上,其最小设置长度不宜小于24m;三、四级公路上,其最小设置长度不宜小于12m。缆索护栏设置短了不经济。缆索护栏需要张拉、靠端部结构和中间端部结构来支撑。高速公路、一级公路上,其最小设置长度不宜小于300m;二、三、四级公路上,其最小设置长度不宜小于120m。上文所说的护栏最小设置长度是指护栏的标准段、渐变段和端头所构成的总长度。如果相邻两段路侧护栏的间距小于规定的最小长度时,宜将两段护栏连接起来。

4.2.2 中央分隔带护栏

日本高速公路交通事故统计数据表明,车辆与中央分隔带护栏接触、冲撞、爬上护栏、个别冲断护栏的事故,约占事故总数的22%~25%。也就是说,在高速公路上发生的交通事故,有1/4与中央分隔带有关,因此,在中央分隔带设置护栏是非常必要的。中央分隔带护栏就是为了防止车辆越过中央分隔带闯入对向车道而设置的。因为这种事故一旦发生其后果是非常严重的。各国在制定中央分隔带护栏设置标准时,往往以中央分隔带的宽度、交通量为依据,如表4-4。交通量较低时,车辆横越中央分隔带的概率就低。但是,在交通量较低时,车辆的速度就会相对提高,因此,一旦发生横越中央分隔带的情况,

就可能产生严重的后果。对于交通量的规定各国有较大差别,各国都把中央分隔带的宽度看成是否设置中央分隔带护栏的重要依据,比较宽的中央分隔带,车辆横越的概率也相对低。美国的传统做法是中央分隔带宽度超过 10m 时可以不设置护栏。考虑到一些公路交通量较大、车速高、横越事故多,一些州已提高了这一标准,如佛罗里达州规定宽度 19.5m 以下、加利福尼亚州规定宽度 23m、每日交通量 60000 辆以上的中央分隔带应考虑设置护栏。《94 版规范》规定“中央分隔带宽度大于 10m 时,可不设中央分隔带护栏”。参考现行《公路工程技术标准》(JTG B01)的条文说明,并结合国内已通车高速公路的运营状况,本规范规定:当整体式断面中间带宽度小于或等于 12m 时,必须设置中央分隔带护栏;大于 12m 时,应综合考虑公路线形、运行速度、中央分隔带的宽度、交通量及车型构成等因素,分路段确定是否设置中央分隔带护栏。

表 4-4 部分国家设置中央分隔带护栏的标准

国别	中央分隔带的宽度(m)	交通量(辆/日)	道路等级	国别	中央分隔带的宽度(m)	交通量(辆/日)	道路等级
比利时	0	5 000		英国	2		
	4	10 000				10 500	
	6	15 000					
	8	20 000		捷克、芬兰			
丹麦	3	5 000		奥地利、德国、匈牙利、荷兰、日本			快速道路、汽车专用公路一律设置中央分隔带护栏
	6	10 000					
	8	20 000					
波兰	4			阿尔及利亚	4.5		
	6	20 000			4.5~6	4 000	
葡萄牙	4	10 000		罗马尼亚	中央带有障碍物时需设置护栏		
	5	20 000					
	6	30 000		法国	4.5m 或中央分隔带有障碍物时,需设置护栏		
瑞典		15 000					

4.3 型式选择

4.3.1 根据碰撞后的变形程度,护栏可分为刚性护栏、半刚性护栏和柔性护栏,其主要代表型式分别为混凝土护栏、波形梁护栏和缆索护栏,钢背木护栏属于半刚性护栏的一种。刚性护栏几乎不变形,但当车辆与护栏的碰撞角度较大时,对车辆和乘员的伤害较大;半刚性护栏刚柔相兼,具有较强的吸收碰撞能量的能力,对车辆和乘员的伤害相对较小;柔性护栏在受到碰撞后,由于变形较大,因此对车辆和乘员的伤害最小。

在选择护栏型式时,需要综合考虑的因素如表 4-5。

表 4-5 选择护栏型式时应考虑的因素

序号	考虑因素	说 明	
1	防撞等级的选择	护栏在结构上必须能阻挡并使设计车辆转向。 选择防撞等级时,应综合考虑道路条件(平纵线形、中央分隔带宽度、边坡坡度、路侧障碍物等)和交通条件(车型构成、交通量、车速等)	
2	变形量	护栏的变形量不应超过容许的变形距离;柔性护栏变形最大,刚性护栏变形最小,半刚性护栏变形居中。 如果护栏与被保护物体间距较大,则可选择对车辆和乘员产生冲击力最小的方案。如障碍物正好临近护栏,则只能选择半刚性或刚性护栏。大多数护栏可通过增加立柱或增加板的强度来提高整体强度。 4.5m 以下宽度的中央分隔带不宜设置柔性护栏	
3	现场条件	边坡的坡度、与行车道的距离可能会限制某些护栏的使用; 在边坡上设置护栏时,如边坡坡度陡于 1:10,应采用柔性或半刚性护栏;如边坡坡度陡于 1:6,则任何护栏均不应在边坡上设置。 如土路肩较窄,则立柱所受土压力较小,则需要增加埋深、缩短柱距或土中增加钢板	
4	通用性	护栏的型式及其端头处理、与其他型式护栏的过渡处理应尽量标准化,中央分隔带护栏型式还应考虑与其他设施(如灯柱、标志立柱和桥墩等)的协调性。 当采用标准护栏不能满足现场要求时,才需要考虑非标准或特殊护栏的设计	
5	全寿命周期成本	在最终确定设计方案时,考虑最多的可能是各种方案的初期建设成本和将来的养护成本。一般情况下,护栏的初期建设成本会随着防撞等级的增加而增加,但养护成本会减少。相反,初期建设成本低,则随后的养护成本会大大增加。发生事故后,柔性或半刚性护栏比刚性或高强度护栏需要更多的养护。交通量大、事故频发的路段,事故养护成本将成为必须考虑的因素,刚性护栏是较好的选择方案	
6	养 护	(1)常规养护	各种护栏均不需要大量的常规养护
		(2)事故养护	一般情况下,事故后柔性或半刚性护栏比刚性或高强度护栏需要更多的养护。 在交通量相当大、事故频率较高处,事故养护成本可能会变为最需要考虑的因素,这种情况通常发生在城市高速公路沿线。在这种位置处,刚性护栏(如混凝土护栏)通常作为选择方案
		(3)材料储备	种类越少,所需要的库存类别和存储需求越少
		(4)方便性	设计越简单,成本越低,且越便于现场人员准确修复
7	美观、环境因素	美观通常不是选择护栏型式的控制因素,但旅游公路或对景观要求高的公路除外。这种情况下,可选择外观自然、能与周边环境融为一体而又具有相应防撞等级的护栏型式。 护栏的选择还要考虑沿线的环境腐蚀程度、气象条件和其对视距的影响等,如积雪地区应考虑除雪的方便性	
8	实践经验	应对现有护栏的性能和养护需求进行监测,以确定是否需要通过改变护栏型式来减少或消除已发现的问题	

4.3.2 因设置护栏对提升公路景观没有任何作用,因此旅游公路或对景观要求高的公路,应尽量寻找可以替代护栏的措施,如设置浅碟型边沟或挖方路段边沟上设置盖板等。经论证,需要设置护栏时,其外观应力求简洁、减少装饰并充分考虑通透性、降低刚性护栏的存在感,护栏色彩应与构造物及周边环境相协调。

4.4 构造和材料要求

4.4.1 在失控车辆撞击护栏时,应防止乘员的头部直接撞击在护栏结构上,因此护栏的高度不宜高于乘员的头部,所以在满足护栏功能的前提下,其高度以小于100cm为好,而且在曲线半径较小的路段,护栏高度低有利于驾驶人员从护栏上方看清路外的情况。但当需要护栏抵抗很大的碰撞力、需要防止大型车辆翻越时,可以考虑将护栏的高度定为100cm以上,但护栏的结构应采取必要的措施,以防止失控车辆的乘员头部直接撞击护栏。

当路侧或中央分隔带设置有路缘石、路缘石外立面位于护栏面的外侧,即失控车辆首先需撞击路缘石然后再撞击护栏的情况下,护栏的高度还应再加上路缘石的高度。

4.4.2 目前国内高速公路、一级公路中央分隔带种植土和回填土的存在影响了护栏立柱承载力的充分发挥,路侧有时也存在这种情况,尤其是路侧护栏立柱外展时,往往达不到规定的土路肩保护层厚度,影响了护栏功能的发挥,应采取必要的加强措施,如在立柱距路缘石顶部或路面50mm以下的位置处焊接钢板或采用混凝土基础的方法。

4.4.3 对于钢筋混凝土护栏和组合式护栏,其荷载分布范围根据德国标准DIN1072和正文表4.4.3确定,同时,为了计算方便,分布荷载 q 取平均值,即A、SB和Am、SBm级 $q = P/4.0(\text{kN/m})$;SA、SS和SAm级 $q = P/5.0(\text{kN/m})$ 。

4.4.4 没有经过处理的护栏端部在受到失控车辆冲撞时将给乘员带来很大伤害,因此应从有助于防止冲撞和冲撞时具有一定缓冲性的角度加以处理。如路侧波形梁护栏在行车方向的上游端头宜设置为外展地锚式或圆头式,行车方向下游端头可采用圆头式;隧道入口处的路侧波形梁护栏宜以抛物线形向洞口壁延伸,并设置满足隧道建筑限界要求的圆形端头等;隧道出口处护栏应采用与隧道壁搭接的方式,端部护栏板应进行斜面焊接处理等。

同样,不同型式的路基护栏之间或路基护栏与桥梁护栏之间也应进行过渡处理,以免护栏端部成为行车障碍物。

4.4.5 对于护栏用材料,考虑到长时间的使用,必须具备很高的强度、耐久性,并易于维护管理。对于一些新材料,通过可靠的试验数据和工程实践证明符合上述要求的也可使用。对于山区和林区等具有丰富建筑材料的地区,可充分利用符合使用要求的当地建筑材料来加工、制作护栏,如砌石钢筋混凝土护栏、木制护栏等。

5 桥梁护栏

5.1 一般规定

一般情况下,车辆越出桥外的事故严重度比越出路基外的事故严重度高,因此桥梁应选择比路基段防撞等级高的护栏,有些国家建立了路基护栏和桥梁护栏两套防撞等级体系。但从护栏体系而言,对于某些种类的护栏桥梁和路基是通用的。

混凝土墙式桥梁护栏作为永久性构造物,一方面受气候变化的影响,另一方面受车辆碰撞的摩擦,常使其表面剥落,摩擦系数值增大,降低其改变失控车辆方向的能力,并且影响美观。近几年的工程实践中,特别是有冻融的地区,混凝土护栏表面发生啃边和脱皮的现象较为严重,因此本规范规定,高速公路、一级公路桥梁护栏的混凝土强度等级不应低于 C30,其他公路桥梁护栏的混凝土强度等级不应低于 C20。

桥梁护栏碰撞荷载的确定方法如下:

车辆碰撞护栏是十分复杂的过程,到目前为止尚没有精确计算方法来进行描述。车辆碰撞护栏常用的数学模型见图 5-1,该数学模型是建立在基本假设的基础上。

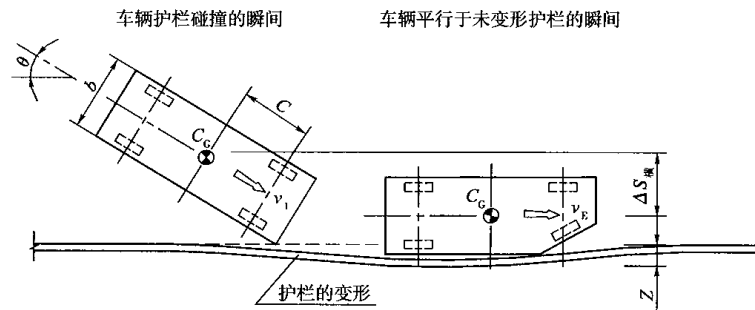


图 5-1 车辆与护栏碰撞的数学模型

(1) 基本假设

- 从车辆碰撞护栏起到车辆改变方向平行于护栏止,车辆的纵向和横向加速度不变;
- 车辆的竖向加速度和转动加速度忽略不计;
- 车辆改变方向平行于护栏时车辆的横向速度分量为 0;
- 车辆在改变方向时不发生绊阻;
- 车辆碰撞护栏期间容许车辆发生变形,但车辆的重心位置不变;

- 车辆近似为质点运动；
- 刚性护栏的变形值 $Z = 0$, 柔性护栏的变形值 $Z > 0$ ；
- 车辆与护栏、车轮与公路的摩擦力忽略不计；
- 护栏连续设置。

(2)公式推导

设车辆的横向位移 $\Delta S_{\text{横}}$ ：

$$\Delta S_{\text{横}} = C \sin \theta - b(1 - \cos \theta) + Z$$

车辆横向位移 $\Delta S_{\text{横}}$ 所需的时间 Δt ：

$$\Delta t = \frac{\Delta S_{\text{横}}}{\text{横向平均速度}}$$

又 \because 横向平均速度 $= 1/2 \{v_1 \sin \theta + 0\}$

$$\therefore \Delta t = \frac{C \sin \theta - b(1 - \cos \theta) + Z}{v_1 \sin \theta / 2}$$

又 \because 车辆横向平均加速度 $G_{\text{横}} = a_{\text{横}} = (\Delta v)_{\text{横}} / \Delta t$

横向速度变化： $\Delta v = v_1 \sin \theta - 0$

$$G_{\text{横}} = v_1 \sin \theta / \Delta t$$

$$\therefore G_{\text{横}} = \frac{v_1^2 \sin^2 \theta}{2 [C \sin \theta - b(1 - \cos \theta) + Z]}$$

又据 $F_{\text{横}} = ma_{\text{横}}$

$$F_{\text{横}} = \frac{m(v_1 \sin \theta)^2}{2 [C \sin \theta - b(1 - \cos \theta) + Z]}$$

$F_{\text{横}}$ 单位取 kN 时，

$$F_{\text{横}} = \frac{m(v_1 \sin \theta)^2}{2000 [C \sin \theta - b(1 - \cos \theta) + Z]} \quad (5-1)$$

假设车辆和护栏的刚度可理想化为线性弹簧，则碰撞力与时间的关系曲线是正弦曲线，车辆横向最大加速度 $G_{\text{横max}}$ 为：

$$G_{\text{横max}} = \pi/2(G_{\text{横}})$$

$$F_{\text{横max}} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{mv_1^2 \sin^2 \theta}{2000 [C \sin \theta - b(1 - \cos \theta) + Z]} \quad (5-2)$$

式中： $F_{\text{横max}}$ ——车辆作用在护栏上的最大横向力(kN)；

m ——车辆质量(kg)；

v_1 ——车辆的碰撞速度(m/s)；

θ ——车辆的碰撞角($^\circ$)；

C ——车辆重心距前保险杠的距离(m)；

b ——车辆的宽度(m)；

Z ——护栏的横向变形(m)，对混凝土护栏 $Z = 0$ ，金属制护栏 $Z = 0.3 \sim 0.6\text{m}$ 。

为验证式(5-1)和式(5-2)预测的精度，美国曾用其预测的横向碰撞力与碰撞试验实测

的碰撞力相比较,得出公式的预测精度为 $\pm 20\%$,如表 5-1 和图 5-2。从表 5-1 可见,对于小汽车,式(5-1)和式(5-2)预测的碰撞力和试验的实测值很相近。英国桥梁护栏标准中护栏的设计荷载就直接采用式(5-2)的计算值,即车辆以平均运行速度碰撞护栏时的设计碰撞力。

表 5-1 美国刚性护栏横向碰撞力(碰撞速度 96km/h, $\theta = 15^\circ$)

车辆质量	平均力(kN)		最大力(kN)	
	式(5-1)计算值	式(5-2)计算值	布卢姆试验值	布什试验值
2 043kg	84.5	129.0	133.4	124.5
9 080kg	155.7	244.6	311.4	373.6
18 160kg	258.0	404.8	667.2	667.2
31 780kg	—	—	1 112.0	—
32 688kg	404.8	636.1	—	—

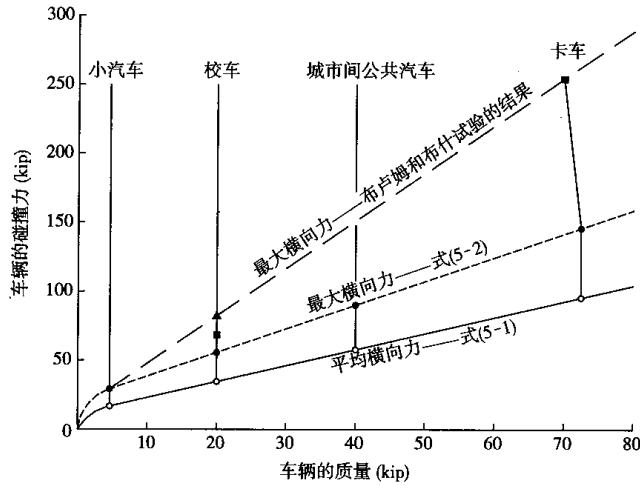


图 5-2 美国刚性护栏碰撞力 ($v = 60\text{mph}$, $\theta = 15^\circ$)

注: 1kip = 4.445kN; 1mph = 1.609km/h。

日本现行车辆用刚性护栏碰撞力如表 5-2。

表 5-2 日本刚性护栏碰撞力

碰撞条件	碰撞能量 (kJ)	碰撞力 (kN)		
		单坡型	F 型	直墙型
25t, 50km/h, 15°	160	34	35	43
25t, 65km/h, 15°	280	57	58	72
25t, 80km/h, 15°	420	86	88	109
25t, 100km/h, 15°	650	135	138	170

我国桥梁护栏试验中理论碰撞力与实测碰撞力的比较结果如表 5-3。

表 5-3 中国刚性护栏碰撞力的比较

试验次序	碰撞条件			计算最大碰撞力 (kN)	实测值(kN)
	碰撞角(°)	车重(t)	车速(km/h)		
1	21.6	2	91.5	183.9	192.4
2	21.1	18	81	563.2	589.1
3	20.4	18	84	688.0	719.6
4	19.2	2	95	168.7	176.4
5	20.5	20	64	423.7	443.2
6	21.1	20	86	762.5	797.6

通过不同国家刚性护栏碰撞力的比较可知,中国实测的护栏碰撞力最大,英国和日本最小,美国居中。考虑到碰撞力在护栏上的分布模型仍采用美国桥规的有关规定,所以我国护栏碰撞力采用与美国桥规的规定相近似的数值。

(3)碰撞力的分布

车辆碰撞护栏时,碰撞力是沿着护栏碰撞面移动的,并随时间而变化。一般假设车辆与护栏碰撞时,其平均力达到最大值时,车辆与护栏的接触长度就是碰撞力的作用范围。对于大型拖挂车,最大碰撞力有可能在失控车辆改变方向后,车辆的尾部与护栏相撞时产生。但由于车辆已改变了行驶方向,车辆越出路外的危险性降低了。所以,设计时,取初始的最大碰撞力。日本金属制桥梁护栏碰撞试验的结果如表 5-4。美国对钢筋混凝土墙式护栏碰撞试验的结果如图 5-3、图 5-4 和表 5-5,美国推荐的设计荷载分布如图 5-5 和表 5-6。

表 5-4 日本金属制护栏试验条件和结果

序号	护栏等级	碰撞条件			车体接触长度 (m)
		车重(t)	速度(km/h)	碰撞角(°)	
1	A	1.3	60.6	15	3.7
2	A	13.87	60.6	15	11.2
3	B	1.41	40.4	15	2.8
4	B	14.0	40.4	15	3.7
5	A	14.02	60.6	15	9.15
6	A	14.01	60.6	15	8.8
7	A	1.64	60.6	15	3.4
8	B	13.84	40.4	15	4.1
9	B	13.95	40.4	15	4.81
10	SB	1.1	80	15	2.90
11	SB	14.0	80	15	13.35

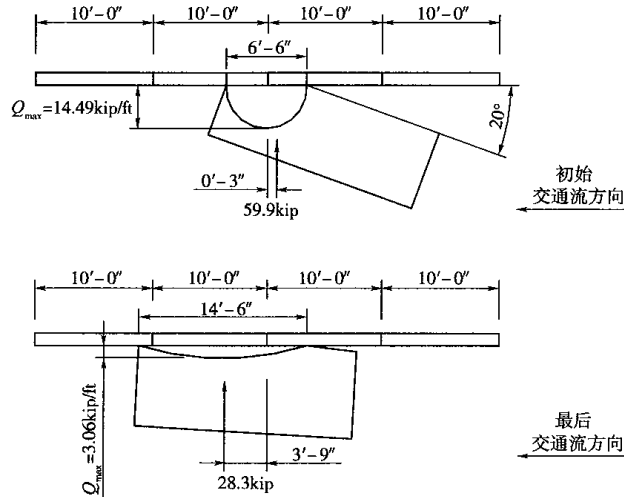


图 5-3 美国混凝土墙式护栏的碰撞过程(碰撞条件: $m = 4740\text{lb}$; $v = 59.9\text{mph}$; $\theta = 24^\circ$)

注: $1\text{lb} = 453.592\text{g}$; $1\text{kip} = 4.445\text{kN}$; $1\text{mph} = 1.609\text{km/h}$; $1\text{kip/ft} = 1.458\text{kN/m}$; $1' = 0.305\text{m}$; $1'' = 2.54\text{cm}$ 。

表 5-5 美国混凝土墙式护栏碰撞试验结果

试验条件			碰撞状态	合力				最大力	
重量(lb)	速度(mph)	角度($^\circ$)		高度(in)	大小(kip)	接触高度(ft)	接触长度(ft)	单位面积(kip/ft ²)	单位长度(kip/ft)
2 050	59.0	15.5	始	17.0	18.4	2.33	5.0	3.89	5.76
			终	18.7	8.4	2.58	7.6	1.11	1.82
2 090	58.5	21.0	始	19.0	21.1	2.67	6.0	3.25	5.52
			终	20.7	13.1	3.00	8.0	1.35	2.58
2 800	58.3	15.0	始	18.1	18.5	2.50	5.0	3.85	5.81
			终	15.3	13.9	2.08	10.8	1.82	2.01
2 830	56.0	18.5	始	19.3	22.0	2.92	4.8	3.65	7.61
			终	21.3	22.5	3.00	10.2	1.52	3.48
4 680	52.9	15.0	始	21.4	52.5	3.08	7.3	5.73	11.24
			终	24.0	28.3	3.25	10.7	2.01	4.16
4 740	59.9	24.0	始	21.8	59.5	3.17	6.5	7.18	14.49
			终	22.5	28.3	3.25	14.5	1.48	3.06
20 030	57.6	15.0	始	29.0	63.7	2.17	12.3	5.88	21.20
			终	32.7	73.8	1.58	25.5	4.51	4.54
32 020	60.0	15.0	始	26.3	85.0	2.58	6.3	12.90	21.20
			终	28.4	11.0	2.25	15.0	15.40	22.10

表 5-6 美国刚性护栏推荐的极限设计荷载

设计试验条件	最大设计荷载(kN/m)	设计荷载分布长度(m)	有效高度(m)
2 043kg, 96km/h, $\theta = 15^\circ$	15.2	2.3	0.6
2 043kg, 96km/h, $\theta = 25^\circ$	19.7	2.0	0.6
9 080kg, 96km/h, $\theta = 15^\circ$	11.0	3.8	0.85
14 528kg, 96km/h, $\theta = 15^\circ$	30	4.6	0.75

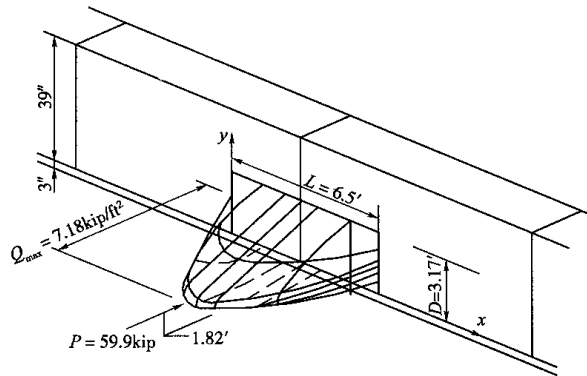


图 5-4 接触应力的分布

注: 1 kip = 4.445kN; 1mph = 1.609km/h; 1 kip/ft = 1.458kN/m; 1' = 0.305m; 1" = 2.54cm。

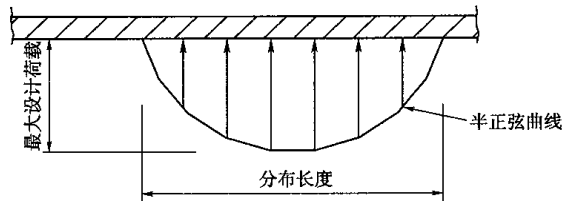


图 5-5 美国刚性护栏推荐的极限设计荷载

为提高护栏的防撞性能,减少乘客伤亡和车辆损坏,应尽量使碰撞车辆与护栏的接触长度长些,从而延长碰撞时间,减小车辆的加速度。对于金属制桥梁护栏,本规范考虑车辆碰撞护栏总的接触长度为 12m。

5.2 设置原则

5.2.1~5.2.5 一般情况下,桥梁路侧危险程度明显比路基段高,车辆越出桥外往往会造成车毁人亡的重大恶性交通事故。考虑到公路的运行速度、交通量、投资费用等因素,根据公路等级及现行《公路工程技术标准》(JTJ B01—2003)的要求,作出了上述规定。

对设置有人行道的公路,一般认为,可不必考虑车辆掉下桥梁的可能性。但是,为预防从桥上掉下的车辆造成二次事故并考虑到在公路桥梁上设置人行道,车辆和行人处于

同一平面上,对交通量大、车速高的桥梁段,车辆碰撞行人和非机动车的事故严重度增大,为保护行人和非机动车,同时把机动车和非机动车在平面上分隔开,提高车辆与行人的安全性,按实际需要在人行道与车行道分界处设置汽车、行人分隔护栏是适当的。

5.3 型式选择

选择桥梁护栏型式时,应考虑下列因素:

(1)桥梁护栏的防撞性能:主要从公路等级、桥梁护栏外侧的危险物特征等方面加以考虑。

①公路等级

原则上应根据公路等级并结合交通量、运行速度和投资费用等因素选择相应防撞等级的桥梁护栏。但是,对于大型车辆混入率高、桥下净空高等危险性较高的特殊路段,要求设置防撞等级更高的桥梁护栏。

②路侧危险物特征

桥梁邻近(平行)或跨越公路、铁路,车辆越出有可能发生二次事故时;桥梁邻近或跨越江、河、湖、海、沼泽路段,车辆越出会发生沉没的重大事故时,要求在这些路段设置更高等级的桥梁护栏。

如果单排桥梁护栏不能达到设计要求的防撞等级,可采用增加桥面宽度、设置双排桥梁护栏的方法。双排桥梁护栏的防撞等级选择可参照设置有人行道桥梁护栏的设置原则。

③小桥、通道、明涵由于跨径较小,如根据本规范的要求设置桥梁护栏,一般不能满足桥梁护栏结构上所需的最短长度,并且要在很短的桥梁护栏上进行两次过渡段处理,造成短距离内桥梁护栏强度的不连续,整个护栏也不美观,所以,在不降低桥梁路段安全性的前提下,对小桥、通道、明涵的护栏可按路基段护栏的要求设置。

(2)~(4)桥梁护栏的防撞等级确定后,可主要从容许变形程度、美观、经济性和养护维修等方面确定适当的护栏型式。虽然桥梁护栏的建造成本只占桥梁总建造费用的很小一部分,但是型式的选择对其在安全、美观、耐用性、养护等方面仍具有很大的影响,桥梁护栏应与桥梁型式、桥梁周围的自然景观相协调,起到美化桥梁建筑的作用。

条件成熟时,可采用新型结构和轻型材料,以提高桥梁护栏的防撞性能、减轻桥梁的自重。

5.4 构造要求

5.4.1 本条主要参考英国和日本桥梁护栏规范以及美国的有关研究成果。

(1)~(2)护栏高度及横梁设置位置

①护轮安全带(缘石)对行车的影响

国外就缘石的防撞性能进行了大量试验研究,美国的 Graham 对设有护栏的缘石进行的碰撞试验结果如表 5-7。

组合式桥梁护栏是由钢筋混凝土墙式护栏和金属制梁柱式护栏组合而成的。目前我国高速公路最常用的桥梁护栏类似组合式 NJ 型的护栏。在美国过去的一些特大桥、大桥也都采用组合式桥梁护栏。组合式桥梁护栏可做成组合式 NJ 型,也可做成组合式 F 型,建议采用 F 型。钢筋混凝土墙式护栏的背面可根据实际条件改变其形状。但是,靠近交通流面即护栏正面的截面形状未经试验验证不能随意改变。

5.4.3 本条引自英国桥梁护栏标准。桥梁护栏横梁的伸缩缝设计应与桥梁伸缩缝的位移相一致。在横梁伸缩缝处,一方面要保证桥梁能自由地伸缩变形,另一方面要考虑桥梁护栏的结构连续性。桥梁护栏在伸缩处不连续不可轻易使用。

5.4.4 本条引自英国桥梁护栏标准中有关辅助构件设置的规定。

(1)桥梁护栏的主要功能:一是阻挡车辆、行人、非机动车掉下桥,为公路使用者提供安全保障;二是美化桥梁建筑。为避免桥梁护栏结构型式单调、与周围景观不协调,还应根据美观和保护行人安全的需要设置不承受碰撞荷载的辅助构件。同时,辅助构件的设置不能影响桥梁护栏的防撞性能。

(2)设置辅助构件时,应考虑不影响碰撞车辆的运动。车辆碰撞护栏时辅助构件不能刺入车体内。在水平方向设置的辅助构件,不能超出纵向有效构件的投影范围;在垂直方向设置的辅助构件,不能比立柱更突出于行车道一侧。

5.4.5 桥梁护栏与桥面板应进行可靠连接,目前常用的方法有:

(1)金属梁柱式护栏立柱与桥面板的连接可采用直接埋入式或地脚螺栓的连接方式。有条件时,也可采用有特殊基座的抽换式护栏基础。

①直接埋入式适用于桥面边缘厚度满足护栏立柱埋入 30cm 以上的情况。在结构物混凝土浇筑时,应预留安装立柱的套筒,其孔径宜比立柱直径或斜边方向宽 4~10cm,套筒周围的结构物应配置加强钢筋。

②地脚螺栓连接方式适用于立柱埋深不足 30cm 的情况。在结构物混凝土中预埋符合规定长度的地脚螺栓,立柱底部焊接加劲法兰盘,与地脚螺栓连接。

如桥面板较薄(10~15cm),应验算在碰撞荷载作用下桥面板是否首先受到破坏。

(2)钢筋混凝土墙式护栏与桥面的连接应符合下列规定:

①采用现浇法施工时,应通过护栏钢筋与桥梁结构物中的预埋钢筋连接在一起的方式形成整体。

②采用预制件施工时,通过锚固螺栓等连接件将桥梁结构物与护栏连接在一起形成整体。

(3)钢筋混凝土梁柱式护栏和组合式护栏可采用钢筋混凝土墙式护栏与桥面的连接方法。

5.4.6 根据美国公路交通事故统计资料,车辆碰撞路侧护栏的事故中有 50% 发生在

路基护栏与桥梁护栏的过渡段上,车辆碰撞桥梁护栏的事故中有 50%是发生在桥梁护栏端部。碰撞桥梁端部的事故中,死伤事故占 29.8%,而车辆碰撞路侧护栏、中央分隔带护栏死伤事故仅占 9.5%。因此,欧美等国特别重视桥梁护栏的过渡段设计。本规范按照国、内外的研究和实践成果,规定路基护栏与桥梁护栏防撞等级或刚度不同时,均应进行过渡设计,以避免护栏端部构成行车障碍物。

6 交通标志

6.1 一般规定

6.1.1 从工程心理学的角度来看,交通标志只有满足下面几个要求才能发挥作用:①醒目度——交通标志能在要求的认读距离以外吸引驾驶人员的注意,能在标志所处的背景中清晰地显示出来;②易读性——能在瞬间理解其含义;③公认性——容易被不同文化和语言背景的人们所理解。根据研究成果,交通标志的颜色、形状和图形符号应符合下列规定:

(1)颜色:交通标志版面上的颜色目前规定有七种,应根据不同的功能选择恰当的颜色,如表 6-1 所示。

表 6-1 交通标志颜色使用原则

颜色	含义	主要适用范围	其他适用范围
红色	停止或禁止	用于禁令标志红圈、红杠,及部分标志的底色	铁路路口警告标志、注意信号灯警告标志、会车先行指示标志、国道编号指路标志、急救站识别指路标志、绕行标志、此路不通标志、高速公路终点及终点预告标志、警告性线形诱导标志、一些施工标志
黄色	警告	用于警告标志底色、警告性质告示牌底色	省道编号指路标志、高速公路终点提示指路标志、车距确认标志、施工安全标志
绿色	允许行驶、方向指导	用于高速公路的指路标志	注意信号灯警告标志
蓝色	为公路使用者提供服务指引、行驶信息	用于指示标志、一级及以下等级公路的指路标志	“禁止车辆临时或长时停放”、“禁止车辆长时停放”禁令标志,道路施工安全标志
黑色	交通控制	用于警告标志、禁令标志、辅助标志的图案或文字	人行横道指示标志,省道、县道编号指路标志,行驶方向指路标志,停车场标志,绕行标志,高速公路终点提示标志,紧急电话、加油站、紧急停车带标志,车距确认标志
白色	交通控制	用于禁令标志、指示标志、指路标志、旅游区标志、施工安全标志、辅助标志底色、图案或文字	事故易发路段警告标志
棕色	为休养区或文化旅游区提供指引	用于旅游区标志	

(2)形状:交通标志版面的形状应符合表 6-2 的要求。

表 6-2 交通标志版面的形状

形 状	适 用 范 围
正等边三角形	警告标志
圆形	禁令标志(减速让行除外)、指示标志(大部分)
倒等边三角形	减速让行标志
菱形	分、合流诱导标志
八角形	停车让行标志
矩形(含正方形)	指路标志、旅游区标志、辅助标志、部分指示标志和施工标志

(3)图案:警告、禁令、指示标志和带有图案的指路标志(如:国、省、县道编号,行驶方向,地点识别,告示牌等)均应符合现行《道路交通标志和标线》(GB 5768)的规定,个别方向性图案可视实际需要进行调整。

6.1.2 交通标志与交通标线应配合使用,不得出现相互矛盾的设置。如设置禁止超车标志的路段,标线应相应设置禁止超车标线。视距良好、无降雪的道路,可仅设置交通标线来指导驾驶人员的行驶。

动态交通标志和静态交通标志使用的功能不同。动态交通标志主要是监控中心根据公路上发生交通拥堵、交通事故、气象环境等特殊事件时发布的、用于指导驾驶人员安全行驶的实时信息。大多数情况下,公路上设置的静态交通标志将持续发生作用。动态交通标志的设置非常重要,但它的设置不应影响静态交通标志的使用功能。

6.1.3 交通标志的设置目的主要是通过为公路使用者提供安全、统一、高效的行车指引来促进公路的安全水平和运输效率。交通标志的设置应完全从交通管理的角度出发,除为旅游者提供服务的指路标志和服务区标志外,不应带有任何广告色彩。

6.2 设计原则

6.2.1 公路交通标志的设置应综合考虑下列因素:

(1)公路网的布局、作为设置对象的公路(简称“对象公路”,下同)在路网中的地位和作用决定了交通标志的设置层次和引导方向。

我国公路按行政等级可分为:国家公路、省公路、县公路和乡公路(简称为国、省、县、乡道)以及专用公路五个等级。一般把国道和省道称为干线,县道和乡道称为支线。

国道是指具有全国性政治、经济意义的主要干线公路,包括重要的国际公路,国防公路,连接首都与各省、自治区、直辖市首府的公路,连接各大经济中心、港站枢纽、商品生产基地和战略要地的公路。省道是指具有全省(自治区、直辖市)政治、经济意义,并由省(自治区、直辖市)公路主管部门负责修建、养护和管理的公路干线。县道是指具有全县(县级市)政治、经济意义,连接县城和县内主要乡(镇)、主要商品生产和集散地的公路,以及不

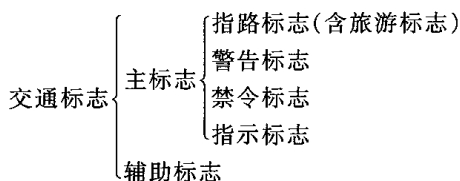
属于国道、省道的县际间公路。乡道是指主要为乡(镇)村经济、文化、行政服务的公路,以及不属于县道以上公路的乡与乡之间及乡与外部联络的公路。专用公路是指专供或主要供厂矿、林区、农场、油田、旅游区、军事要地等与外部联系的公路。

公路的行政等级决定了公路交通标志的设置对象是长途、中途还是短途公路使用者。

公路条件、交通条件和环境条件是对象公路所特有的,交通标志的设置应能充分体现上述特点,以不熟悉周围路网体系的公路使用者为设计对象,为其以正常速度行驶时提供容易识别与理解的信息。同一条公路采用的交通标志的设置原则和标准应保持一致性,以与驾驶人员的期望值相吻合。

(2)公路交通标志是为了维护公路结构、保持公路安全和畅通不可缺少的公路交通管理和安全设施,对公路使用者来说具有指路、警告、禁止或者传达指示情报的功能。在设置交通标志时,应全面考虑各种交通标志的功能,使其能够连续提供行路信息,形成完整的标志体系。

根据功能,交通标志可分类如下:



根据公路的各种运营环境分别设置各个交通标志非常重要,但作为一条路线或路网来说,如果没有统一的设置标准,要充分发挥标志的功能并不容易。因此,根据公路的功能、技术等级、交通流量、车型构成等规定出一定的设置标准和设置的优先次序以达到统一的建设标准非常重要。

(3)交通标志的设置应考虑人的行为特征。人的行为在交通工程和道路安全中的作用主要表现在视觉信息、信息需求、信息处理等三个方面:

①视觉信息:据估计,驾驶员在驾驶车辆行驶时所需要的信息中,占90%的为视觉信息。人的视觉特征如视野的深度、宽度,眼睛的移动,色彩的识别,亮度和眩光的影响,速度的判断等,是交通标志设置的基本考虑要素。

②信息需求:对公路使用者来说,几乎所有的信息都是通过视觉的传递接收的,因此设置交通标志时,应注意其显著性、易理解性、可信性和定位性。

③信息处理:驾驶员的驾驶任务包括获取信息、处理信息、选择行动方案、实施行动方案并通过重复这一过程来观察决策的结果。由于人的行为的局限性,以及驾驶员、车辆和公路环境之间的关系使得上述过程非常复杂。设置交通标志时,还应考虑驾驶员的预期值、反应时间和短期记忆等特征。只有充分考虑公路使用者的行为特征,交通标志的设置才具有有效性。

本条所指的“不熟悉周围路网体系的公路使用者”并不是说公路使用者对周围环境一无所知,而是指通过地图或其他查询手段,对前往的目的地和途经路线有所了解,然后借助交通标志的指引能够顺利抵达目的地。

6.2.2 根据我国现行《公路工程技术标准》(JTG B01—2003),公路根据功能和适应的交通量可分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路五个等级。二级及以上等级的公路由于技术标准高或较高,交通量较大,公路使用者对指路标志的需求较大;其他等级的国、省道由于承担了大量的中长途运输的任务,因此对指路标志的需求也比较大。上述两种情况应优先设置指路标志。指路标志设置后,具有相似含义的警告标志可以不必设置,但对等级较低的一些公路,由于线形、路面、气象等原因,与驾驶员的预期值出入较大,需要提醒驾驶员采取减速等措施的路段经工程论证后可设置有关的警告标志。根据法律、法规设置的禁令标志应设置在其发生作用的位置或附近,并应容易被驾驶人员所识别和理解。

我国2004年5月1日开始实施的《道路交通安全法》及《道路交通安全法实施条例》对高速公路及各等级道路的限速值进行了规定,并要求“机动车上道路行驶,不得超过限速标志标明的最高时速”,“(高速公路)道路限速标志标明的车速与上述车道行驶车速的规定不一致的,按照道路限速标志标明的车速行驶”。交通安全法实施条例中还规定“在道路同方向划有2条以上机动车道的,左侧为快速车道,右侧为慢速车道。在快速车道行驶的机动车应当按照快速车道规定的速度行驶,未达到快速车道规定的行驶速度的,应当在慢速车道行驶。……”。因此,在设置限速标志时,应综合考虑公路的通行能力、车型构成比例、道路条件及路侧环境条件,根据不同路段的具体情况,分别采用设计速度或运行速度值,分段进行灵活设置。

6.2.3 作为指路标志的交通标志,引导方法可分为地名指示方式和路线名称或编号指示两大类,也可将其组合使用。

目前使用较多的是地名指示方式。其优点是能适应公路网的变化。交通标志中出现的地名应尽量采用公路交通地图中的地名(如有些地名没有但又很重要,则在地图修订时应加以完善)。当路网密度很大、到达同一地点可有多种选择时,采用地名指示方式的缺点是不容易确定哪条路线更快捷。

相对地名指示方式而言,美国、德国等国家采用以公路编号为主的路径指引系统。公路编号是远程公路固定的导向特征,它定义了每条公路的地理走向,通过编号的特殊导向作用可限制交通标志上目的地指示的字数。我国高速公路以下的国、省、县道目前均已编号,高速公路的编号目前正在进行中。在选择指路信息时,应充分利用这些资源。

对于交通量较大的干线公路网,选择交通标志的版面信息时,可综合考虑一般方向和控制方向。公路编号可作为一般方向,公路沿线作为基准地区的重要城市可作为控制方向。

公路网中的地名应互相匹配并作统一考虑。互通式立交、平面交叉之间的公路主线路段与互通、平交附近的交通标志中所用的地名应互相协调,在公路使用者出行过程中,地名发生变化时,不应出现指示突然中断的情况。

6.2.4 现行《道路交通标志和标线》(GB 5768—1999)对交通标志的纵、横向设置位置

进行了较明确的规定,一般情况下应遵照执行。由于土地短缺等原因,我国公路的交通标志大多数将位于路侧安全净区内。考虑到建设费用的因素,本条对不同等级的公路提出了不同的处置方案,高速公路、一级公路路侧安全净区内的交通标志应根据标志结构规格采用解体消能结构或设置护栏加以防护,位于其他公路路侧安全净区内的交通标志宜进行必要的诱导,以保证行车安全。

6.2.5 公路交通标志设置净空的要求

(1)各类交通标志的横向位置任何部分均不应侵入公路建筑限界以内,其中柱式标志板的内边缘、悬臂式标志和门架式标志的立柱内边缘距土路肩边缘线的距离不应小于25cm。设置于高速公路、一级公路中央分隔带上的交通标志板或立柱与中央分隔带边缘线的间距每侧均应大于现行《公路工程技术标准》(JTG B01)中C值的规定。设置于桥梁上的交通标志如受空间条件的限制,其立柱可以落在混凝土护栏上,但应进行必要的防护。

(2)建议各类交通标志板下缘距路面的高度如表6-3所示。

表 6-3 标志板下缘距路面的高度(cm)

标志分类		路侧柱式、附着式	悬臂式、门架式、高架附着式
主标志	警告标志	160~250 ^①	应符合公路建筑限界的要求: 高速公路,一、二级公路不小于500; 三、四级公路不小于450
	禁令标志	160~250 ^①	
	指示标志	160~250 ^①	
	指路标志	100~250 ^①	
辅助标志 ^②		应符合公路建筑限界的要求	

注:①选择高度值时,应根据标志是否妨碍行人活动或版面信息是否被遮挡而定。无行人活动的路侧标志可取下限,临时性标志不受此限。

②主标志的安装高度应考虑辅助标志也能满足公路建筑限界的要求。

(3)悬臂或门架安装的标志,其设置高度应满足公路建筑限界的规定。考虑到标志构件施工误差,标志门架、横梁变形下垂,路面加厚面层等因素,标志净空高度需留20~50cm的余量。

(4)在积雪地区,标志净空高度应考虑历年积雪深度及除雪方法,一般情况下,净空高度应留有压实雪层厚度的余量。

6.2.6 交通标志的安装角度

(1)路侧安装时,为避免标志面对驾驶员的眩光,标志板面的法线应与公路中心线平行或成一定角度:禁令标志和指示标志为0°~45°,如图6-1;指路标志和警告标志为0°~10°,如图6-2。

(2)采用悬臂、门架或附着式支撑结构时,标志的安装角度应与公路中心线垂直。在积雪地区,采用门架安装时标志板可前倾0°~10°。

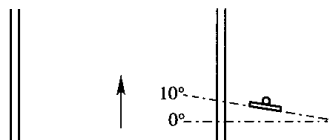


图 6-1 指路标志和警告标志的安装角度

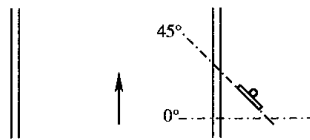


图 6-2 禁令标志和指示标志的安装角度

6.3 版面设计

6.3.1 交通标志版面由下列要素组成:①颜色;②文字(中、英文等);③公路编号、出口编号;④里程数字;⑤箭头符号;⑥图形符号;⑦边框等。

版面美观得体、简捷大方是交通标志获得良好的可辨性和易读性的前提。通过交通标志版面各要素的合理布置,可以保证:简单的易读性;按照公路等级提供信息;明确的交通导向关系。

6.3.2 标志箭头表示前方公路行驶路线或车道的方向。水平方向的箭头应用于正交的交叉口。门架式标志或跨线桥上附着式标志的版面,如内容为指示车道的用途或行驶目的地时,则箭头应向下,并指向该车道的中心线;如在出口附近,车辆驶离直达车道,则箭头应倾斜向上,倾斜角度应能反映出口车道的线形。路侧安装的指路标志,表示直达方向的箭头应指向上方,表示转向方向的箭头应与转向车道的线形保持一致;如出现向左、向右和向上的三个箭头,则指向右侧的箭头应放置在最右侧,指向上、左的箭头应放置在最左侧。

箭头可以放置在主要标志文字的下方,或文字一侧的适当部位。

6.3.3 指路标志是否采用中、英文或中文、少数民族文字对照,应考虑下列因素:

(1)公路的服务对象:如果公路使用者(包括驾驶人员和乘客等)85%以上为中国人,则指路标志应以中文为主,否则可考虑中英文对照。但国家级公路上的指路标志建议采用中、英文两种文字,以解决越来越多的来华旅游、商贸洽谈的国外人员的标志认读问题。与我国相邻的日本、韩国等干线公路也大都采用当地文字与英文对照的方式。

(2)公路的使用功能:为使旅游观光地区的指路标志或其他公路上的旅游标志体现国际化与多样化,营造友好的旅游环境,可采用中英文对照的方式。

(3)公路所在的位置:少数民族自治地区的交通标志,为突出民族特色,可采用中文与少数民族文字相对照的方式。如所在公路符合前两个条件,为减小版面规格、降低造价,宜采用中英文对照的方式。

(4)全线规划:公路是否采用中文与英文或少数民族文字相对照的方式,还应结合所在路线的设置标准,以体现标志设置的标准化、系统化。

(5)主管部门批准:公路是否采用中、英文或少数民族文字,由设计单位与建设单位协商确定,但应报请省级主管部门批准后实施。

6.3.4 地点、距离和地点、方向标志按一定顺序排列,符合驾驶人员的预期值需要,方便驾驶人员的判读与理解。

6.3.5 运行速度是指当交通处于自由流状态,且天气良好时,在路段特征点上测定的第85个百分位上的车速。当同一路段的设计速度与运行速度之差值大于20km/h时,宜按运行速度对交通标志的版面规格及视认性加以检验。对新建公路,可按现行《公路项目安全性评价指南》(JTG/T B05—2004)的规定对运行速度加以预测。

6.4 支撑方式

合理选择交通标志的支撑结构是保持交通标志视认性、有效性的基础。将交通标志设置在车行道一侧、车行道上方应视所在位置的道路、交通条件等而定。一般情况下,可将交通标志设置在路侧,采用单柱、双柱或多柱式支撑方式,这样既简单又经济。还可通过改善路侧安装条件(如修剪路侧种植物、清除或移开路侧障碍物等)、将交通标志安装在路侧较高位置处等方法尽量采用柱式结构。对多车道公路或大型车辆比例很高的公路上的重要标志,经过工程研究可以采用悬臂式或门架式等悬空支撑方式,其中悬臂式相对经济一些,版面内容少时宜尽量使用。

如公路沿线设置有上跨天桥等构造物,路侧设置有高挡土墙、照明灯杆等,则交通标志在满足建筑限界要求的前提下,可以采用附着式支撑方式。

6.5 材料要求

6.5.1 反光材料

根据有关单位的试验结果,门架、悬臂型悬空标志如采用与路侧同样等级的反光膜材料,则其反光效果只能达到路侧的14%~17%(图6-3)。如提高反光膜等级仍达不到反光效果,则可根据现行《道路交通标志和标线》(GB 5768)的规定采用外部照明或内部照明的方式。

如果采用发光二极管作为字符或图案,则其颜色应与标志字符、边框或背景相一致;如果需要闪烁,则所有单元应同时以每分钟大于50次小于60次的频率闪烁。采用照明或发光二极管的方式应保持标志设计的均一性,不得降低其昼夜的能见性、易读性,要便于驾驶员的理解。

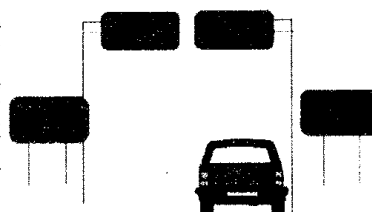


图 6-3 各种支撑结构标志反光膜的反光效果

6.5.2 标志板和支撑结构

选用交通标志板板材时,应根据公路等级、所在位置的气象条件、腐蚀程度、经济条件

等因素综合确定。有些地区为减少二次被盗的机会,采用了铝塑板材料。铝塑板与铝合金板相比,强度要低很多,而且必须对芯材外露部分采取有效处理措施。对面积在 15m^2 以上的大型标志的板面结构,为便于运输、安装及养护,宜采用挤压成型的铝合金板拼接而成,其断面如图 6-4。

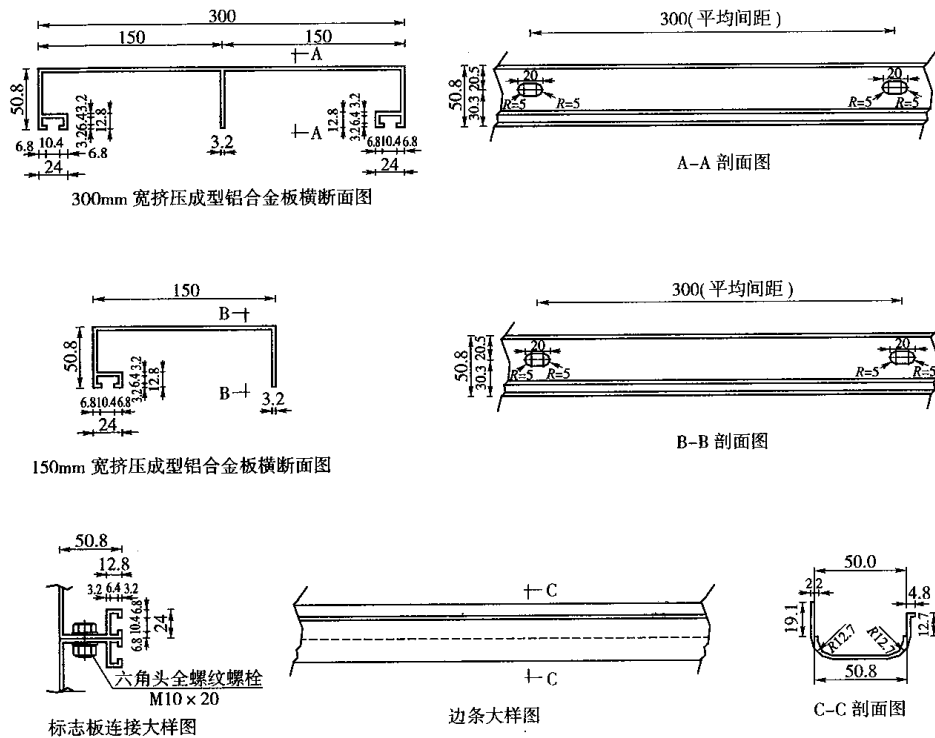


图 6-4 挤压成型标志底板断面图(尺寸单位:mm)

钢管、H型钢、槽钢等型钢作为标志的立柱、横梁,具有强度高、加工性能好的优点,但易腐蚀,应进行防腐处理。钢管混凝土兼具钢管和混凝土的优点,强度高、变形小,在标志立柱高度大于 10m 以上时具有较大优势。

交通标志一般采用钢筋混凝土扩大基础,位于软基路段的落地式交通标志可采用桩基础,位于桥梁段的单柱式交通标志可采用钢支撑结构作为基础,附着在桥梁上。

钢构件必须经防腐处理才能使用,可采用热浸镀锌的工艺,立柱、横梁、法兰盘的镀锌量为 $550\text{g}/\text{m}^2$,紧固件为 $350\text{g}/\text{m}^2$ 。

6.6 结构设计

6.6.1 本条依据现行《公路工程结构可靠度设计统一标准》(GB/T 50283—1999)和《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)制定。与现行《道路交通标志和标线》(GB 5768—

1999)相比,设计基本风速的重现期由30年一遇改为50年一遇。当无风速记录时,可通过查阅《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)得到全国各地的基本风速值。从安全和美观的角度考虑,设计基本风速不得小于22m/s。

6.6.2 交通标志结构设计理论

(1)承载能力极限状态:对应于交通标志结构或其构件达到最大承载能力或出现不适于继续承载的变形或变位的状态,计算时采用荷载设计值。

(2)正常使用极限状态:对应于交通标志结构或其构件达到正常使用或耐久性的某项限值的状态,验算时采用相应的荷载标准值。

6.6.3 本条参照现行《公路工程结构可靠度设计统一标准》(GB/T 50283—1999)和《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)制定。上述标准和规范将公路工程按照结构破坏可能产生的后果的严重程度划分为三个等级,如表6-4。

表 6-4 公路工程结构的设计安全等级

安全等级	路面结构	桥涵结构
一级	高速公路路面	特大桥、重要大桥
二级	一级公路路面	大桥、中桥、重要小桥
三级	二级公路路面	小桥、涵洞

根据交通标志结构破坏可能产生的后果,本条将交通标志结构的安全等级分为二级和三级两个等级,并确定了相应的结构重要性系数。

7 交通标线

7.1 一般规定

公路上设置的交通标线,在为公路使用者提供出行诱导和信息服务方面具有很重要的作用。在一些情况下,交通标线可用来作为交通标志、交通信号的补充。交通标线还可单独使用,来提供其他设施所无法表达的禁令、警告和指路信息。

当然交通标线也有局限性。它的可视性会受到雪、碎屑、路面积水等的限制。交通标线的耐久性受到材料特性、交通量、气象和所在位置的影响。因此在进行交通标线的设计时,应综合考虑公路条件、交通流特性、交通管理的需要和材料特点等因素,进行科学、合理的设置。

路面标线尽管厚度较薄,但仍有一定的阻水作用,尤其是南方雨水较多的地区,处理不当容易导致交通事故,因此应按设计图纸的要求留出排水孔。位于禁止超车线上的突起路标,在施划禁止超车线时,应采取措施预留突起路标的位置。

7.2 设置原则

7.2.1 一般路段的交通标线

现行《道路交通标志和标线》(GB 5768—1999)对车行道边缘线、车行道分界线、路面中心线线宽的规定有一定范围。在实际使用时,可根据设计速度从表 7-1 中选取。

表 7-1 路面标线宽度

设计速度(km/h)		车行道边缘线(cm)	车行道分界线(cm)	路面中心线(cm)
120、100		20	15	—
80、60	高速、一级公路	20	15	—
	二级公路	15	10	15
40、30		15	10	15
20	双车道	—	—	10
	单车道	—	—	—

图 7-1 为设计速度 100km/h 的高速公路一般路段标线设计示例。

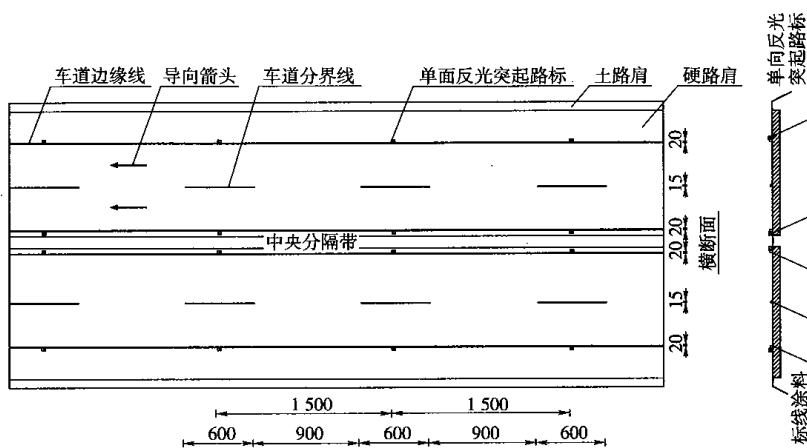


图 7-1 设计速度 100km/h 的高速公路一般路段标线设计示例(尺寸单位:cm)

7.2.2 特殊路段的交通标线

(1)禁止变换车道线的设置。禁止变换车道线实质上就是禁止超车线,用于禁止车辆变换车道和借道超车。对于经常出现强侧向风的特大桥梁路段、宽度窄于路基的隧道路段、急弯陡坡路段、车行道宽度渐变路段,应设置与车行道分界线同宽的禁止变换车道线。一般情况下,禁止变换车道线宜与禁止超车标志同时设置,如图 7-2 所示。

(2)本款引自加拿大不列颠哥伦比亚省运输部 1994 年 6 月出版的《路面标线手册》,适用于二级及以下等级公路桥梁标线的设置,如图 7-3、图 7-4。

(3)路面文字标记主要是利用路面文字,指示或限制车辆行驶的标记,如最高限速、车道指示(快车道、慢车道)等;当公路同向车道数大于 2 或者因地形条件等的限制无法设置交通标志时,可采用设置路面文字标记的方法。为增加视认效果,可选择上坡路段设置。考虑到交通量增加后车辆之间的互相影响,条文规定文字按由近到远的顺序排列。

(4)立面标记用于提醒驾驶员注意,在车行道或路侧有高出路面的构造物,以防止发生碰撞。立面标记宜设置为 120cm 高。

(5)本条引自美国联邦公路局《街道和公路均一交通控制设施手册》(2003 年版),如图 7-5。

(6)很多交通事故是由于驾驶员超速引起的,尽管驾驶员需要承担主要责任,但对于一些需要引起驾驶员注意的路段(如急弯陡坡或长直线段等),作为公路管理部门有必要采取一定的限速或提醒设施。减速标线就是设计中经常用到的一种方法,具体设置原理可参见第 7.2.5 条的条文说明。

7.2.3 互通式立体交叉、服务区、停车区出入口交通标线

(1)出入口交通标线应根据互通式立体交叉、服务设施的线形按直接式、平行式两种情况设置。平行式出口交通标线如图 7-6。

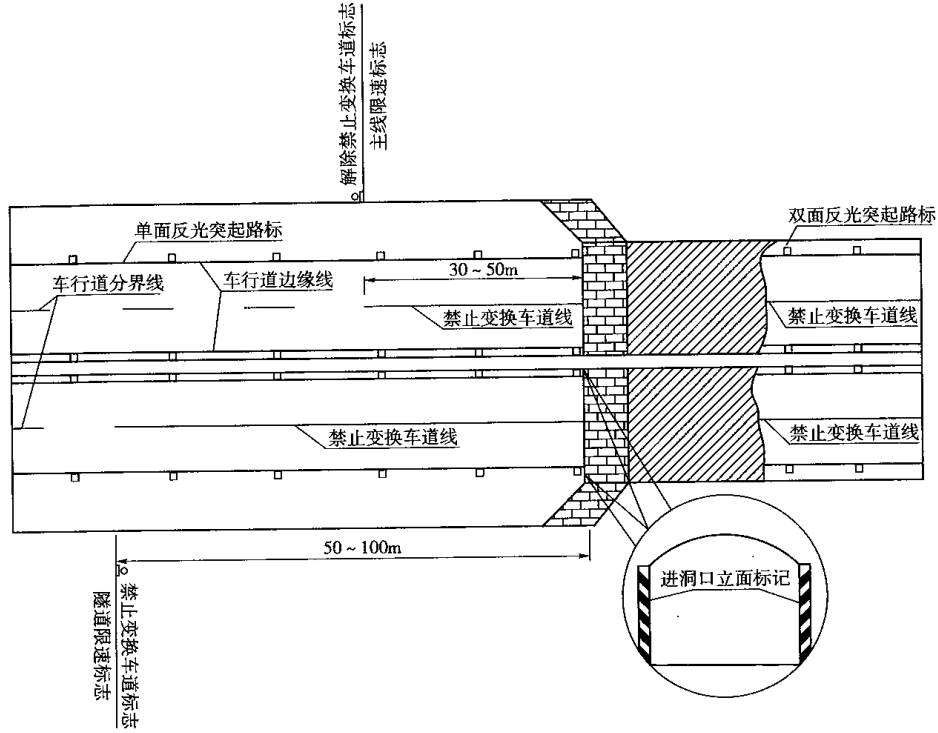


图 7-2 禁止变换车道线示例(隧道洞口段)

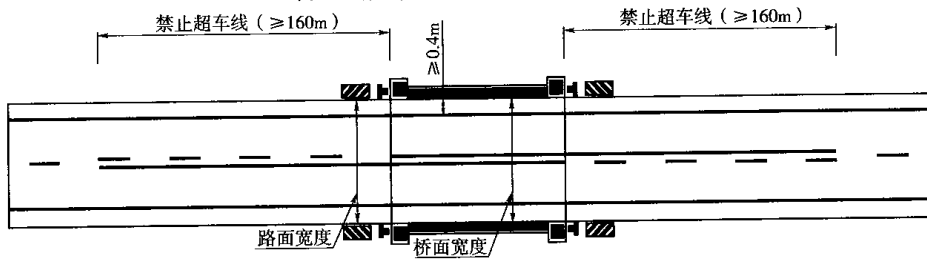


图 7-3 二级公路在桥梁段的标线示例

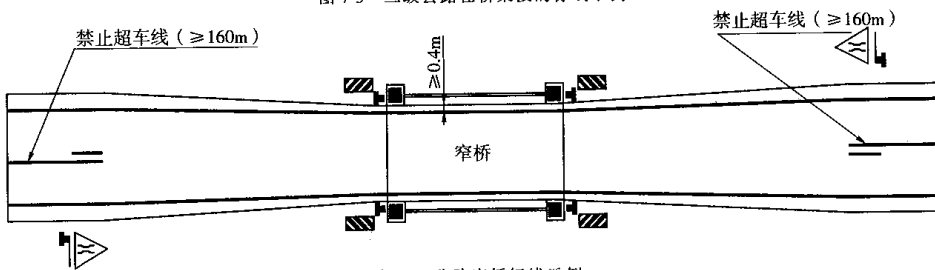


图 7-4 公路窄桥标线示例

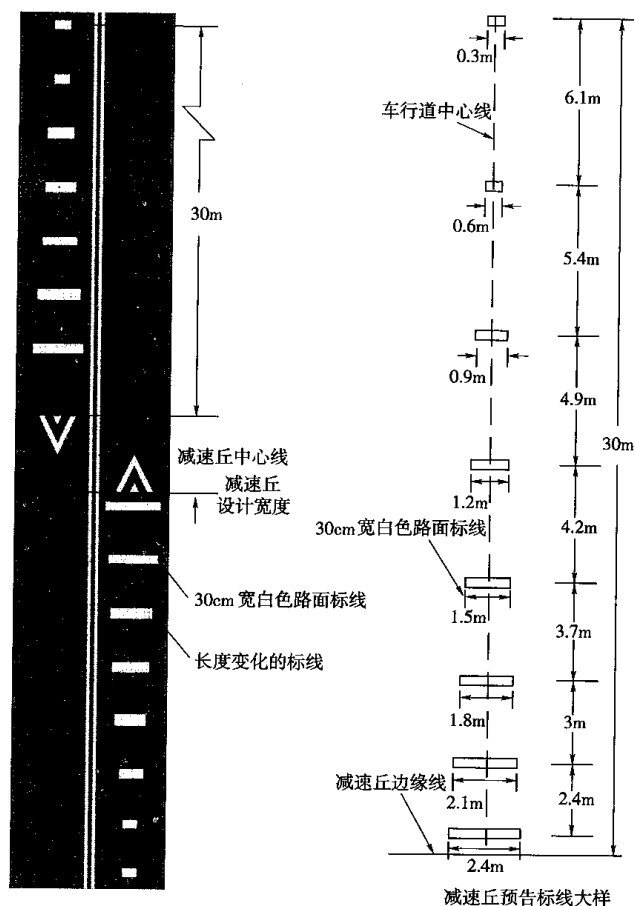


图 7-5 二级双车道公路减速丘预告标线示例

(2) 导向箭头表示车辆的行驶方向, 互通式立体交叉入口、出口处导向箭头的设置如图 7-7。

7.2.4 平面交叉渠化标线

(1) 对于较宽、不规则或行驶条件比较复杂的交叉路口, 二级及以上等级的公路平面交叉应设置渠化标线, 其他公路的平面交叉宜设置渠化标线, 以使车辆能按规定的路线行驶。因车辆交织较多, 因此导向箭头的重复设置次数可参考正文表 7.2.3 根据实际需要确定。

(2) 平面交叉应根据其型式、交叉公路的优先通行权、车道宽度、各种交通流量的分析来设置渠化标线。

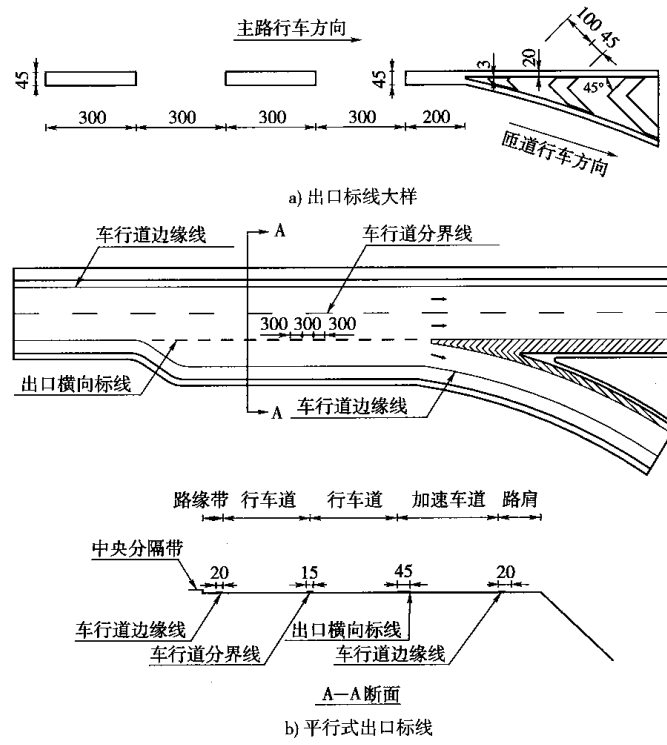


图 7-6 高速公路平行式出口标线设置示例(尺寸单位:cm)

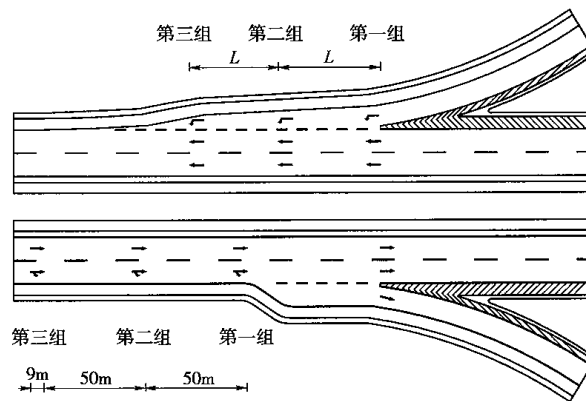


图 7-7 导向箭头设置示例
注:图中 L 根据加速车道长度确定。

7.2.5 收费广场交通标线

收费广场减速标线应根据驶入速度、广场长度利用牛顿第二定律进行计算(末速度可取为期望值),控制指标为车辆经过各条减速标线的间隔时间相同,由于间距越来越密,使驾驶员误以为速度越来越快,从而主动减速。图 7-8 为某高速公路混合式收费广场交通标线设置示例。

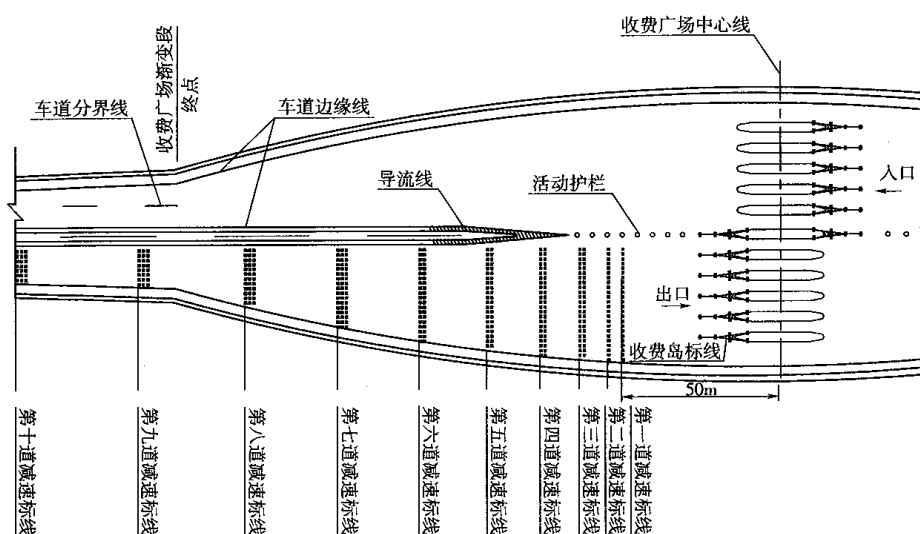


图 7-8 收费广场交通标线示例

7.2.6 突起路标的设置

突起路标是安装于路面上用于标示车道分界、边缘、分合流、弯道、危险路段、路宽变化、路面障碍物位置的反光和不反光体。当车辆偏离车道时,突起路标可给车辆驾驶员以振动提示,以避免交通事故的发生。反光突起路标在夜间能起到视线诱导的作用。正文中根据不同的公路条件,提出了突起路标的设置原则,如高速公路、一级公路由于车速较高,驾驶员疲劳时易发生驶出路外的事故,故建议高速公路车行道边缘线及一级公路互通式立体交叉等处的车行道边缘线上应予以设置。

7.3 材料选择

7.3.1~7.3.3 交通标线涂料可分为液态溶剂型、固态热熔型、液态双组分、液态水性和抗滑型等。选取标线材料时,可考虑下列因素:

(1)高速公路的车行道边缘线、斑马线等处可采用热熔喷涂型(涂层厚度 0.7~1.0mm),能满足反光要求,且性价比最高。

(2)高速公路的车行道分界线可采用耐久性标线涂料,如热熔刮涂型(涂层厚度1.5~2.5mm)。

(3)普通公路建议采用反光标线,以预防交通事故的发生。

(4)公路事故多发路段可采用树脂防滑型涂料(图 7-9)和热熔突起型涂料(图 7-10)。

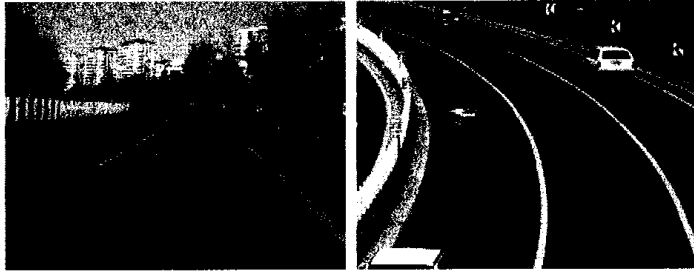


图 7-9 树脂防滑型涂料

(5)水泥路面可采用热熔喷涂型涂料,以提高性价比。

(6)德国联邦公路研究所(BAST)的标线使用性能模拟试验表明,采用双组分涂料施划的标线使用性能满意率最高。这种标线反光性能优良,使用寿命最长,缺点是价格偏高、施工要求严格。

(7)对环保要求高的公路,水性涂料将是最佳选择,同时该种标线性价比高、反光性能优良。

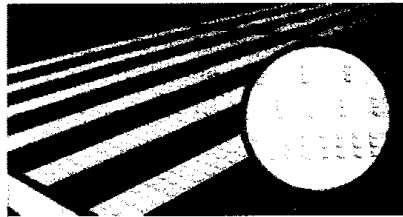


图 7-10 热熔突起型涂料

7.3.4 考虑到在发生交通事故、火灾等紧急事件时,隧道内有可能将变成逆向行车,故应选用双面反光型标线。

8 隔离栅和桥梁护网

8.1 一般规定

(1)隔离栅能阻止人、畜进入公路或其他禁入区域,防止非法侵占公路用地。它可有效地排除横向干扰,避免由此产生的交通延误或交通事故,保障公路的通行安全和效益的发挥。

公路上跨桥和人行天桥上有人向下抛扔物品,或桥上杂物被风吹落到公路上,或桥上行驶车辆装载的物品散落到公路上时,非常容易引发交通事故,因而在上述构造物的两侧设置桥梁护网是必要的。

(2)隔离栅的高度是结构设计的重要指标,该指标的取值高低直接影响着工程的材料费用和性价比。所以,隔离设施高度的确定必须结合实际的地域地形、沿线村镇人口的稠密程度,以及人们生产、生活流动路线等诸多因素而定。综合上述诸多方面的影响因素可以看出,沿封闭公路两侧影响隔离设施高度的因素是个变量,是随地形和人口分布密度变化的函数。为了保证隔离栅的整体美观效果和设计施工的便利性,高度只是根据特殊的地形和其他特殊因素而产生间断式的变化。一般情况下,隔离设施的高度宜尽可能统一,高度变化不宜太频繁。

隔离栅的高度主要以成人高度为参考标准,一般在1.5~1.8m之间。在城市及郊区人口密度较大的路段,特别是青少年较为集中的地方,如学校、运动场、体育馆、影(剧)院等处,该地区的隔离设施的设计高度宜取上限,并且根据实际需要可在此基础上进一步加高到使人无法攀越的程度。而在人迹稀少的山村或郊外,由于人流较小,攀登隔离设施穿越公路的可能性远远低于城市地区,其设计高度可取下限值。其实,任何设施并不能真正阻挡人们强行攀越、钻入公路界的行为。要使人们自觉地遵守交通规则,爱护公路设施,取决于社会文明程度和法制观念的提高,取决于宣传教育。

桥梁护网的设置高度宜为1.8~2.1m,在交通量大、行人密度高、临近城镇厂矿等地点可取上限,反之则取下限。桥梁护网宜与桥梁横断面比例协调,避免给人压抑感。如桥梁两侧设置混凝土护栏时,网面可从护栏顶部设计;如设置桥梁栏杆,则桥梁护网网面应从桥面开始设计。

8.2 设置原则

8.2.1 隔离栅

(1)除正文第(2)款所述条件外,高速公路、需要控制出入的一级公路沿线两侧必须实

行封闭,以防止行人、非机动车、牲畜等闯入公路及非法侵占公路用地。这是确保行车安全、排除横向干扰、充分发挥公路功能的重要措施。

(2)对于公路两侧的一些天然屏障、不必担心有人进入公路和非法侵占公路用地的路段,可以不设置隔离栅。

(3)隔离栅遇桥梁、通道时的围封。

公路两侧的封闭,一般在桥梁、通道等处为薄弱环节,人、畜等往往会从桥头锥坡处钻入。因此,在这些地点,需采取措施进行围封。在小桥桥头,隔离栅可以沿锥坡爬上,在桥头处围封,也可沿端墙围封。通道的进出口,由于过往人、畜较多,需特别注意人为破坏的可能性,应选择强度高,人、畜无法爬入的结构进行围封。

(4)对一些尺寸较小、流量不大的涵洞,隔离设施可直接跨过。但在跨越处,需作一定的围封处理,以防人、畜钻入公路内。跨越涵洞时,立柱可适当加强、加深。

(5)隔离栅的中心线,一般沿公路用地范围界线以内0.2~0.5m处设置。这主要考虑立柱的基础能落在公路界以内,避免因侵占界外用地发生纠纷。

8.2.2 桥梁护网

除基础设置方式和方法不同外,桥梁护网的结构型式与隔离栅大体相同,但由于在空旷的原野上,上跨立交桥往往是周围地物中的最高点,在桥上设置金属防护网后,其遭雷击的危险性大大增加,因而桥梁护网应做防雷接地处理。对交通量大、临近城镇厂矿的桥梁更应引起设计者的注意。防雷接地的阻抗应小于 10Ω 。

9 防眩设施

9.1 一般规定

9.1.1 防眩设施既要有效地遮挡对向车辆前照灯的眩光,也应满足横向通视好、能看到斜前方,并对驾驶员心理影响小的要求。如采用完全遮光,反而缩小了驾驶员的视野,影响巡逻管理车辆对对向车道的通视,且对驾驶行车有压迫感。同时,无论白天或黑夜,对向车道的交通状况是行车的重要参照系,其中很重要的一点是驾驶员在夜间能通过对向车前照灯的光线判断两车的纵向距离,使其注意调整行驶状态。从国外试验结果可知,相会两车非常接近(小于50m)时,光线不会影响视距,但当达到某一距离时,眩光会对视距产生较大的影响。防眩设施不需要很大的遮光角就可获得良好的遮光效果。所以,防眩设施不一定要把对向车灯的光线全部遮挡,而采用部分遮光的原理,允许部分车灯光穿过防眩设施,当然透光量不应使驾驶员感到不舒适。条文中推荐了较理想的遮光角的数值。

直线路段遮光角 β_0 如图 9-1,应按式 9-1 计算。

$$\beta_0 = \tan^{-1} \left(\frac{b}{L} \right) \quad (9-1)$$

式中: b ——防眩板的宽度(m);

L ——防眩板的纵向间距(m)。

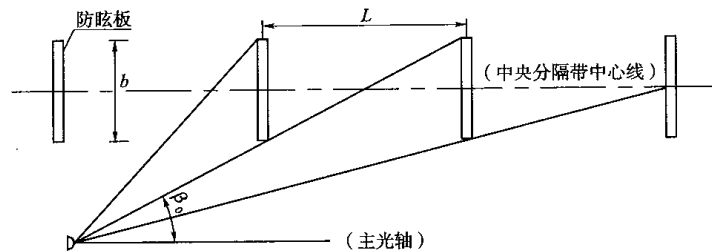


图 9-1 遮光角计算图示

平曲线路段遮光角 β 应按式 9-2 计算。

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{R - B_3}{R} \cos \beta_0 \right) \quad (9-2)$$

式中: R ——平曲线半径(m);

B_3 ——车辆驾驶员与防眩设施的横向距离(m)。

9.1.2 在曲线半径较小且中央分隔带较窄的弯道上,设置防眩设施可能会影响曲线外侧车道的视距。因此,在设置防眩设施之前应进行停车视距的分析,保证设置防眩设施后不会减小停车视距。对停车视距的影响是随中央分隔带宽度和曲线半径的减小而趋于严重的,故对在弯道上设置防眩设施可能引起的视距问题应予以足够的重视。

弯道上设置的防眩设施如果经检验影响了视距,则可考虑降低防眩设施的高度。降低高度后的防眩设施可阻挡对向车前照灯的大部分眩光,且驾驶员能看见本车道前方车流中最后一辆车的顶部,这个高度值一般在1.2m左右。另外也可考虑将防眩设施的设置位置偏向曲线内侧,但此方法对于较小半径的弯道来说,效果并不明显,景观效果也不好,因而主要在较大半径的曲线路段采用。

如采取上述方法仍不能得到较好的防眩效果和景观效果,则不宜在中央分隔带上设置防眩设施。如确需设置,则可采取加宽中央分隔带的方法,使车道边缘至防眩设施之间有足够的余宽,以保证停车视距。日本东名高速公路就采取了加宽中央分隔带的方法,取得了明显的成效,使东名高速公路成为绿茵连续的优美舒适公路,这是日本东名与名神高速公路的区别之一。

9.2 设置原则

9.2.1 高速公路、一级公路设置防眩设施的条件:

(1)在公路上两车相会时,驾驶员受眩光影响的程度与两车的横向距离有很大的关系。英国道路交通研究所(TRRL)《相对两车前照灯对视距的影响》研究表明:当两车横距较大($S = 15\text{m}$)时,两车纵距愈小,视距愈大,特别是两车很接近时,视距显著增加;当横距 $S = 40\text{m}$ 时,视距几乎与纵距无关。

交通部公路科学研究院进行的防眩试验也表明,当相会两车横向距离达14m以上时,相会两车灯光不会使驾驶员眩目。这一结果和英国试验结果一致。

国内外的研究者普遍认为:提供足够的横向距离以消除对向车前照灯眩目是理想的防眩设计。国外六车道的高速公路,除满足日间的交通量需求外,夜间左侧车道(靠近中央分隔带的车道)上几乎没有或很少有车辆行驶,甚至中间车道的车辆也不多。这样,两车相会时有足够的横向距离,消除了对向车道前照灯的眩目影响。英国高速公路车辆行驶规则规定:不是为了超车或边车道无空时,不得使用右侧车道(英国正常行车规则为左行,右侧超车)。这样,对向车流间有足够的横向距离,因而无眩目影响,或影响甚微,可不设防眩设施。

我国2004年5月1日施行的《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》规定:在道路同方向划有2条以上机动车道的,左侧为快速车道,右侧为慢速车道。当中央分隔带宽度为7m时,加上两条左侧路缘带宽 $2 \times 0.75 = 1.5\text{m}$,中间带宽度为8.5m。如相会两车都在快速车道上行驶,其横向间距值为 12.25m ($S = 8.5 + 2 \times 3.75/2 = 12.25\text{m}$)。故当中央分隔带宽度大于9m时,一般都能有效地降低眩光对驾驶行为的影响,或说眩光对驾驶

行为的影响可以不考虑。因而规范规定在中央分隔带宽度大于或等于 9m 时,就不必设置防眩设施了。

(2)~(7)防眩设施的设置取决于很多条件,除第(1)款外,符合本条第(2)款~第(7)款条件之一者也应设置防眩设施。夜间交通量大、大型车混入率较高,这是设置防眩设施的主要条件。其他如平曲线路段、竖曲线路段、车辆交织运行路段、连拱隧道进出口附近等,可根据其对驾驶员眩目影响的程度确定是否设置防眩设施。当公路路基的横断面为分离式断面,上下行车行道不在同一水平面时,理论计算和实践经验均表明:若上下行车行道的高差小于或等于 2m,会车时眩光对驾驶员的影响较大,需要设置防眩设施;在高差大于 2m 时,眩光影响较小,并且在这种情况下,一般都应在较高的车行道旁设置路侧护栏,而护栏(除缆索护栏外)也能起到部分遮光的作用,因而此时也就不必设置专门的防眩设施了。

设计防眩设施时,应根据本规范的有关规定,结合公路交通的具体情况,通过进行必要的投资效益比分析,对防眩设施的设置路段、型式作出选择。

9.2.2 在无封闭设施的路段上设置防眩设施,如有人翻越防眩设施或从中跳出,往往使驾驶员猝不及防。尤其在夜间,以一定间距栽植的树木在灯光的照射下就像人站立在路旁一样,使驾驶员感到紧张,而更加谨慎地行车。即使道路条件好,驾驶员也不敢将车速提高,而且本能地使车辆轨迹偏离车道,即离中央分隔带远些。许多统计资料都表明,在无封闭设施的路段设置防眩设施后,反而使该路段的事故率增加,尤其是恶性事故率上升,这与侧向通视不好致使驾驶员对前方的突发事件反应不及有关。因此,在无封闭设施的路段是否设置防眩设施、选择什么类型的防眩设施应予慎重考虑。如确需设置,则应选择好防眩设施的型式和高度,既尽量不给人、畜随意横穿的可能,又要有利于驾驶员横向通视。非控制出入的一级公路平面交叉和中央分隔带开口处有行人及车辆穿越,若连续设置防眩设施,驾驶员在突发情况下往往反应不及,防眩设施应在路口一定范围内断开或逐渐降低防眩设施高度加以提醒。根据停车视距的要求,设计速度大于或等于 80km/h 时,靠近中央分隔带车行道行驶的车辆发现行人到完全停止的防眩设施开口长度要求为 100m 左右,设计速度为 60km/h 时,防眩设施开口长度要求为 60m 左右,故建议一级公路平面交叉、中央分隔带开口两侧一定范围内不宜设置防眩设施。考虑到车辆驾驶员遇到平面交叉、中央分隔带开口的减速心理及外侧车道行驶等其他因素,平交路口的防眩设施断开长度可适当缩小。

9.2.3 在有连续照明设施的路段,车辆夜间一般都以近光灯行驶,会车时眩目影响甚微,显然在这种情况下可以不考虑设置防眩设施。

9.2.4 防眩设施连续设置的规定

(1)防眩设施的设置应考虑连续性,避免在两段防眩设施之间留有短距离的间隙。因为这种情况会给毫无思想准备的驾驶员造成很大的潜在眩目危险,易诱发交通事故,

而且从人的视觉感受和景观上来说效果也不好。

(2)防眩板应以一定长度的独立结构段为制造和安装单元,这种结构段的长度一般小于12m,视采用材料、工艺情况而定。防眩板设置在道路上,免不了要遭受失控车辆的冲撞而损坏。为减轻损坏的严重程度,方便更换维修,设计时应每隔一定距离使前后相互分离,使各段互不相连。这样做既有利于加工制作和运输安装,而且从防止温度应力破坏的角度来说也是必须的。防眩板每一独立段的长度可与护栏的设置间距相协调,选择4m、6m、8m、12m或稍长一些都是可以的。

(3)防眩设施的设置高度原则上应全线统一。不同防眩结构的连接应注意高度的平滑过渡,不要出现突然的高低变化。设置在凹形竖曲线路段的防眩设施,其设置高度应根据竖曲线半径及纵坡情况由计算确定,并在一定长度范围(渐变段)内逐步过渡,以符合人的视觉特性。该渐变段的长度与人的视觉特性、结构尺寸和变化幅度、车辆的行驶速度(公路等级)等有关,一般宜大于50m。但在设计中,应根据具体情况确定合适的渐变段长度。另外,防眩板板条宽度的变化幅度一般都不大,故其渐变段的长度还可小一些。

10 轮廓标

10.1 一般规定

轮廓标是一种指示设施而不是警告设施。轮廓标的反射体与汽车前照灯及驾驶员视线的几何关系如图 10-1。驾驶员从反射器正面驶来,由远至近逐渐接近并从侧面通过。

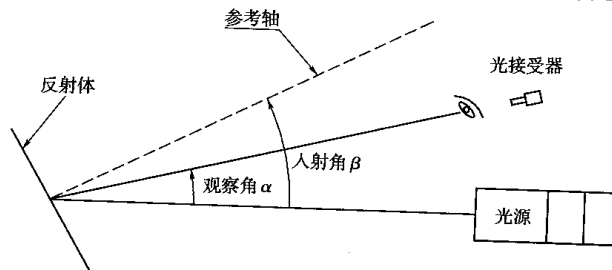


图 10-1 反射体与灯光、驾驶员视线的关系

在这个过程中,反射体的入射角由于线形的关系,有可能在很大范围内变化。相反,观察角的变化却很小。入射角的变化可以影响反射器的亮度。因此,在公路上使用的反射体必须保持均匀、恒定的亮度,不允许闪耀,也不允许当入射角在某一范围内变化时突然变亮或变暗。保持足够的反射亮度是轮廓标反射器必须具有的光学性能。

一般在静止条件下,用行驶光束(远光灯)照射轮廓标反射体时,驾驶员能在 500m 处发现,在 300m 处能清晰地看见;用交会光束(近光灯)照射时,驾驶员可在 200m 处发现,在 100m 处能清晰地看见。

10.2 设置原则

10.2.1 高速公路、一级公路上车辆运行速度很高,为提高行车的安全性和舒适性,指示公路前方线形非常重要,连续设置轮廓标就是诱导驾驶员视线,标明公路几何线形的有效办法。驾驶员能明了前方公路线形,从而能快速、舒适地行驶,增加行车安全水平,有效地避免交通事故。在高速公路、一级公路互通式立体交叉枢纽范围内,及服务设施、停车场等进出口匝道连接线上,特别在小半径曲线上,应在公路两侧连续设置轮廓标。

高速公路、一级公路上车辆运行速度高,如只在右侧设置轮廓标,在多车道情况下,对行驶于快车道的车辆,视线诱导效果就很差。因此,左侧也设置连续的轮廓标是必要的。

轮廓标的设置间隔应根据公路线形而定,高速公路、一级公路的直线段,其设置最大间隔不应超过 50m。视线诱导标连续等间距设置时,由于受到前灯照射角度的影响,在小半径曲线路段内,轮廓标的连续可视性要比直线路段差,不能保证具有圆滑曲线的诱导效果。因此,日本在曲线上设置轮廓标,其间距按式(10-1)的计算结果确定。

$$S = 1.1(R - 15)^{1/2} \quad (10-1)$$

式中: S ——轮廓标设置间距(m);

R ——曲线半径(m)。

日本轮廓标设置标准中,对轮廓标设置间距的规定如表 10-1。

表 10-1 日本轮廓标设置间距

曲线半径 (m)	0~ 50	51~ 80	81~ 125	126~ 180	181~ 245	246~ 320	321~ 405	406~ 500	501~ 650	651~ 900	901~ 1200	1201~ 1550	1551~ 1950	1951~
设置间距(m)	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	30	35	40	45	50

加拿大的《街道和公路均一交通控制设施手册》中,对轮廓标在曲线上的设置间距按式(10-2)计算,设置间距规定如表 10-2。

$$S = 2 \times (0.3R)^{1/2} \quad (10-2)$$

表 10-2 加拿大轮廓标设置间距

曲线半径(m)	43	58	70	97	116	145	194	249	349	582	1747
设置间距(m)	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	30	35

美国的《街道和公路均一交通控制设施手册》中,对轮廓标在曲线上的设置间距按式(10-3)计算,设置间距规定如表 10-3。

$$S = 1.7(R - 15)^{1/2} \quad (10-3)$$

表 10-3 美国轮廓标设置间距

曲线半径(m)	15	35	55	75	95	125	155	185	215	245	275	305
设置间距(m)	6	8	11	13	15	18	20	22	24	26	27	29

我国对轮廓标设置间隔的规定,是在充分考虑了发达国家的相关规定,并结合我国运营高速公路、一级公路的实际情况制定的。

在轮廓标布设设计时,应特别注意从直线段过渡到曲线段的路段,或由曲线段过渡到直线段的路段,要处理好轮廓标视线诱导的连续性,使其能平顺圆滑地过渡。

高速公路、一级公路的竖曲线与平曲线相比,对轮廓标设置间距的影响要小得多。德国对轮廓标在竖曲线上的设置间距也有明确的规定,如表 10-4。编写组在规范条文中没有对此作出具体规定,但允许在设计中根据竖曲线的不同半径,在保持轮廓标诱导连续性的前提下,对设置间距作适当调整。

表 10-4 轮廓标在竖曲线上的设置间距

竖曲线半径(m)	设置间距(m)	竖曲线半径(m)	设置间距(m)
800 以下	5 ~ 16	3 000 ~ 4 000	47 ~ 50
800 ~ 1 500	16 ~ 21	4 000 以上	50
1 500 ~ 3 000	21 ~ 31		

10.2.2 汽车驾驶员在白天一般以路面标线及护栏作为行车指导,快速顺利地行驶。但到了晚上,上述设施的视线诱导功能显著下降,路面标线只能在汽车前灯照射的有限范围内才能看清,护栏由于设置在道路两侧,夜间的可视距离更小。随着汽车行驶速度的增加,驾驶员极迫切需要了解公路前方的路线走向。据日本运输省对道路运输车辆的安全标准规定,汽车前灯同时打开能确认前方 100m 的障碍物。如使用近光灯,则应能确认道路前方 40m 处的障碍物。在行驶速度为 40km/h 的情况下,其刹车距离为 40m,刚好能满足近光灯照射下确认前方 40m 处的障碍物。如果速度超过 40km/h 时,需要的刹车距离已超过了近光灯可能看清的范围,这时,恐怕就难以弄清前方道路的状况,也就很难保证行驶的安全。因此,在日本的视线诱导标设置标准中明确规定,设计车速在 50km/h 以上的路段必须设置视线诱导设施。

车道数及车道宽度或路肩宽度发生变化,是造成交通流不稳定的重要原因,在夜间往往会引起交通安全方面的问题。在该路段设置的轮廓标能使驾驶员了解车道数或车道宽度的变化,这对顺利通过瓶颈路段防止事故发生将会十分有效。

汽车从直线段过渡到曲线段,尤其向小半径曲线行驶时,驾驶员的视线很难随公路线形急剧变化。在夜间,驾驶员更难以看清公路的线形。如果在急弯陡坡及与急弯连接的路段连续设置轮廓标,可以使驾驶员了解公路线形的急剧变化,非常清晰地显示出公路轮廓,从而能有效地预防交通事故的发生,确保交通安全。

10.2.3 轮廓标反射体表面法线与公路中心线成 25° 角主要适用于柱式轮廓标。

10.2.4 波形梁护栏横梁中心线距路面的高度为60cm左右。以此为基准,规定轮廓标反射体中心线距路面60~70cm。路面积雪非常厚的路段,可适当加高。其他路段有特殊需要时,也可采用其他高度。

11 活动护栏

11.1 一般规定

活动护栏是设置在中央分隔带开口处,为方便特种车辆(如交通事故处理车辆、急救车辆)在紧急情况下通行和一侧道路施工封闭时临时开启放行的活动设施。活动护栏在正常情况下要求具有一定的隔离性能,在临时开放时应能快速、灵活地移动。

11.2 设置原则

11.2.1 ~ 11.2.2 高速公路的对向交通是完全隔离的,因此高速公路的中央分隔带开口处必须设置活动护栏。设置中央分隔带的一级公路一般车速很快,不封闭的中央分隔带开口很容易导致恶性交通事故,因此规定除由于管理原因平时即允许掉头的中央分隔带开口之外其余开口应设置活动护栏。

11.2.3 活动护栏的长度必须能封闭中央分隔带开口,只有这样才能起到分隔对向交通的目的,因此要求活动护栏的设置长度必须能有效封闭中央分隔带开口。

11.2.4 活动护栏是公路交通工程管理设施的一部分,它必须与公路主体和其他交通工程设施互相协调,只有这样才能完全发挥交通工程设施的功能。因此,为保证中央分隔带护栏的视线诱导功能的连续、顺畅,要求活动护栏的高度应该与中央分隔带护栏的高度保持协调。

11.2.5 要求活动护栏上设置轮廓标或反光片是为了使夜间活动护栏具有很好的视认性,同时使中央分隔带一侧的轮廓标不至于中断而造成驾驶员的视觉错误。条文中规定的反射体规格 $4\text{cm} \times 18\text{cm}$ 与柱式轮廓标一致,符合此规格的反光材料才能在高速行驶的条件下被驾驶员正确辨认;同时为与中央分隔带轮廓标相协调,要求设置的反射体在颜色和设置高度上与轮廓标保持一致。

11.2.6 当中央分隔带开口所处的路段有防眩要求时,宜在活动护栏上设置防眩设施。防眩设施的型式选择、设置间距、设置高度、遮光角等技术条件应符合本规范防眩设施相关条文的规定。

公路工程常用标准、规范、规程一览表

序号	名称	定价(元)	序号	名称	定价(元)
1	(JTG B01—2003)公路工程技术标准	28.0	34	(JTJ 041—2000)公路桥涵施工技术规范	52.0
2	(JTJ 002—87)公路工程名词术语	22.0	35	(JTJ 042—94)公路隧道施工技术规范	20.0
3	(JTG B03—2006)公路建设项目环境影响评价规范	30.0	36	(JTG F31—2006)公路交通安全设施施工技术规范	20.0
4	(JTJ 003—86)公路自然区划标准	16.0	37	(JTJ 051—93)公路土工试验规程	25.0
5	(JTJ 004—89)公路工程抗震设计规范	15.0	38	(JTJ 052—2000)公路沥青及沥青混合料试验规程	40.0
6	(JTG/T B05—2004)公路项目安全性评价指南	18.0	39	(JTG E30—2005)公路工程水泥及水泥混凝土试验规程	32.0
7	(JTJ/T 006—98)公路环境保护设计规范	8.0	40	(JTG E41—2005)公路工程岩石试验规程	18.0
8	(JTG/T B07—01—2006)公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范	16.0	41	(JTJ 057—94)公路工程无机结合料稳定材料试验规程	6.6
9	(JTJ 011—94)公路路线设计规范	15.0	42	(JTG E42—2005)公路工程集料试验规程	30.0
10	(JTG D30—2004)公路路基设计规范	38.0	43	(JTJ 059—95)公路路基路面现场测试规程	13.5
11	(JTG D40—2003)公路水泥混凝土路面设计规范	26.0	44	(JTG E50—2006)公路土工合成材料试验规程	28.0
12	(JTJ 014—97)公路沥青路面设计规范	18.0	45	(JTJ 061—99)公路勘测规范	15.0
13	(JTJ 015—91)公路加筋土工程设计规范	12.0	46	(JTG C30—2002)公路工程水文勘测设计规范	22.0
14	(JTJ 016—93)公路粉煤灰路堤设计与施工技术规范	4.0	47	(JTJ 063—85)公路隧道勘测规程	12.0
15	(JTJ 017—96)公路软土地基路堤设计与施工技术规范	16.0	48	(JTJ 064—98)公路工程地质勘察规范	28.0
16	(JTJ 018—97)公路排水设计规范	12.0	49	(JTJ 065—97)公路摄影测量规范	15.0
17	(JTG D81—2006)公路交通安全设施设计规范	25.0	50	(JTJ/T 066—98)公路全球定位系统(GPS)测量规范	7.0
18	(JTJ/T 019—98)公路土工合成材料应用技术规范	12.0	51	(JTG F80/1—2004)公路工程无机结合料稳定材料试验规程	46.0
19	(JTG D60—2004)公路桥涵设计通用规范	24.0	52	(JTG F80/2—2004)公路工程质量检验评定标准(第一册土建工程)	26.0
20	(JTG D61—2005)公路圬工桥涵设计规范	19.0	53	(JTJ 073—96)公路养护技术规范	26.0
21	(JTG D62—2004)公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范	48.0	54	(JTJ 073.1—2001)公路水泥混凝土路面养护技术规范	12.0
22	(JTJ 024—85)公路桥涵地基与基础设计规范	19.0	55	(JTJ 073.2—2001)公路沥青路面养护技术规范	13.0
23	(JTJ 025—86)公路桥涵钢结构及木结构设计规范	16.0	56	(JTG H11—2004)公路桥涵养护规范	30.0
24	(JTG D70—2004)公路隧道设计规范	50.0	57	(JTG H12—2003)公路隧道养护技术规范	26.0
25	(JTJ 026.1—1999)公路隧道通风照明设计规范	26.0	58	(JTG H20—2004)公路养护安全作业规程	36.0
26	(JTJ 027—96)公路斜拉桥设计规范(试行)	16.0	59	(JTJ 074—94)高速公路交通安全设施设计及其技术规范	22.0
27	(JTG F30—2003)公路水泥混凝土路面技术规范	9.8	60	(JTJ 075—94)公路养护质量检查评定标准	2.6
28	(JTG F40—2004)公路沥青路面技术规范	46.0	61	(JTJ 076—95)公路工程施工安全技术规程	12.0
29	(JTJ 033—95)公路路基施工技术规范	38.0	62	(JTJ 077—95)公路工程施工监理规范	26.0
30	(JTJ 034—2000)公路路面基层施工技术规范	15.5	63	(JTJ/T 0901—98)1:1 000 000 数字交通图分类与图式规范	78.0
31	(JTJ 035—91)公路加筋土工程施工技术规范	16.0	64	(JTG/T C21—01—2005)公路工程质量检测技术规范	17.0
32	(JTJ 037.1—2000)公路水泥混凝土路面滑模施工技术规程	8.0	65	(JTG/T D60—01—2004)公路桥梁抗风设计规范	28.0
33		16.0	66	(JTG/T F81—01—2004)公路工程基础检测技术规范	17.0
			67	(JTG/T F83—01—2004)高速公路护栏安全性性能评价标准	15.0

人民交通出版社标准与规范图书编辑部 地址:北京朝阳区安定门外外馆斜街3号 邮编:100011 电话:010-85285922 E-mail: bz@ccpress.com.cn

中华人民共和国行业标准
公路交通安全设施设计规范
JTG D81—2006

交通部公路科学研究院 主编
人民交通出版社出版发行

(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号)

各地新华书店经销

北京交通印务实业公司印刷

开本：880×1230 1/16 印张：6 字数：122千

2006年8月 第1版

2006年8月 第1次印刷

印数：0001-10000册 定价：25.00元

统一书号：15114·0977