

DB45

广西壮族自治区地方标准

DB 45/T 1957—2019

公路避险车道设计规范

Design specifications for highway escape lane

2019 - 05 - 31 发布

2019 - 06 - 30 实施

广西壮族自治区市场监督管理局

发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由广西壮族自治区交通运输厅提出。

本标准由广西交通运输标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：广西交通设计集团有限公司、北京智华通科技有限公司。

本标准主要起草人：李迎春、覃文辉、韦胜、韦毛山、石红星、王维敏、张观树、黎琮莹、欧剑聪、吴应升、白书锋、奚淼、董月振、覃木宝、韦顺敏、陈迎、陈智、冯光宇、方倩、陆运军、彭晓春、黄赞华、黄小爱、李思艺、韦杰深。

公路避险车道设计规范

1 范围

本规范规定了广西壮族自治区公路避险车道设计的术语和定义、总则、避险车道设置原则、避险车道位置选择、避险车道几何与结构、辅助消能设施、排水设施、交通安全设施和照明监控设施。

本规范适用于广西壮族自治区境内新建、改（扩）建高速公路、一级公路的避险车道设计，其它等级公路避险车道设计可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 1589 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值
- GB 5768 道路交通标志和标线
- GB/T 24969 公路照明技术条件
- GB/T 28650 公路防撞桶
- JTG D20 公路路线设计规范
- JTG/T D33 公路排水设计规范
- JTG D81 公路交通安全设施设计规范
- JTG D82 公路交通标志和标线设置规范
- 《超限运输车辆行驶公路管理规定》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

避险车道 escape lane

在公路主线连续长、陡下坡路段行车道右侧增设的、供制动失效车辆驶离、减速停车、自救的专用车道。

3.2

驶离匝道 exit ramp

从公路主线右侧行车道引出的，供制动失效车辆驾驶员操纵车辆驶离主线进入制动床的专用车道。

3.3

制动床 truck-arrester bed

铺设一定厚度集料、使制动失效车辆减速停车的特殊车道。

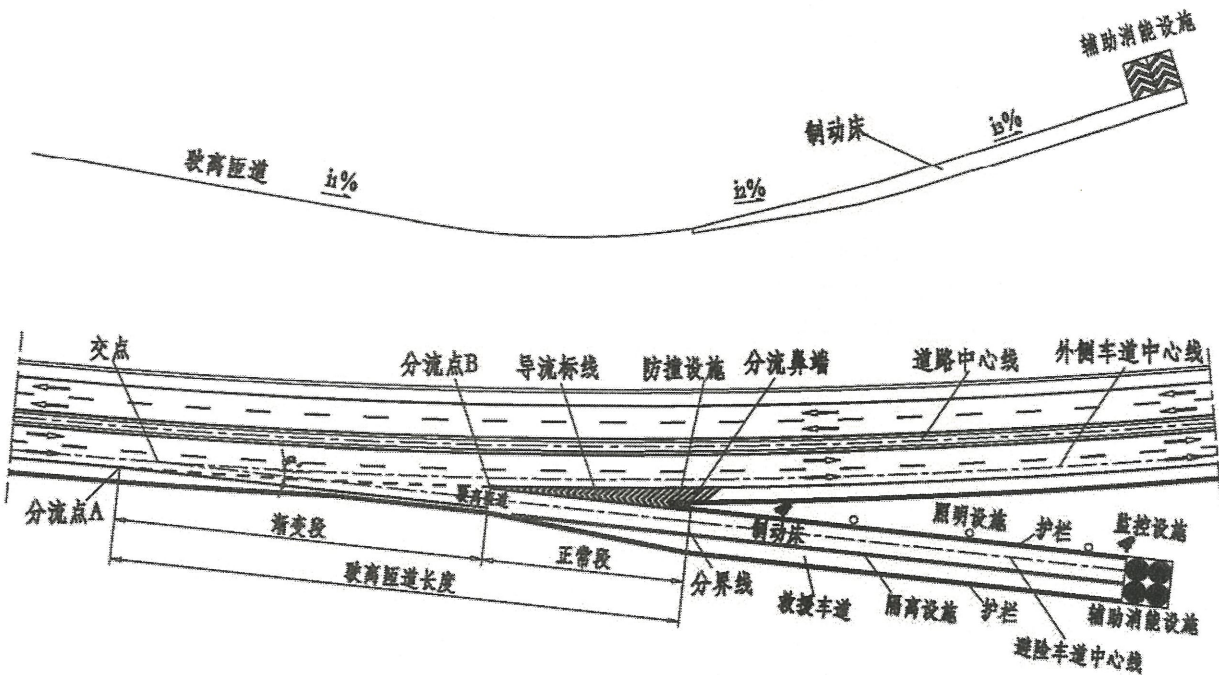
3.4

救援车道 wrecker lane

紧邻制动床设置、供救援车辆和维护车辆使用的专用车道。

4 总则

- 4.1 公路避险车道设计应以交通安全性评价为基础，并与主体工程、交通安全设施、机电设施设计及管理措施相互协调配合。
- 4.2 在满足安全和使用功能的条件下，公路避险车道设计应积极而慎重地采用新技术、新材料、新工艺、新产品。
- 4.3 广西壮族自治区境内公路避险车道设计除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准、规范的规定。
- 4.4 本规范的设计防护车辆为符合现行 GB 1589 规定的货车。
- 4.5 避险车道一般由驶离匝道、制动床、救援车道、辅助消能设施、排水设施、交通安全设施、照明监控设施等组成，避险车道典型结构如图 1 所示。



- 注1：图中 α 为避险车道与主线夹角，即制动床中心线与主线外侧行车道中心线之间的夹角。
- 注2：分流点 A 为驶离匝道起点位于主线横断面的变化处。
- 注3：分流点 B 为制动床左侧边缘线与主线外侧行车道外边缘线的交点。
- 注4：驶离匝道渐变段长度为从分流点 A 至分流点 B 的匝道长度。

图1 避险车道典型结构示意图

5 避险车道设置原则

5.1 一般规定

5.1.1 新建、改建公路连续长、陡下坡路段应根据车型组成、设计速度及坡度、坡长、平曲线半径等线形指标，在交通安全性评价的基础上论证避险车道设置的必要性。

5.1.2 已运营公路与扩建公路连续、长陡下坡路段除应考虑 5.1.1 所述因素外还应结合历年货车制动失效事故统计情况确定避险车道设置的必要性。

5.2 设置条件

5.2.1 新建、改建公路连续长、陡下坡路段，当平均纵坡和坡长满足表 1 规定值，且交通组成里大型载重货车占 20% 以上时，应结合路段交通安全性评价及刹车毂温升模型计算结果设置避险车道。

表1 公路连续长、陡下坡路段考虑设置避险车道的平均纵坡和坡长

平均纵坡 (%)	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	≥4.5
坡长 (km)	15	10	7	5	4	3
注1：实际使用时，处在表中两列中间的数值可采用内插法计算确定。 注2：平均纵坡小于 2% 时，一般不需考虑设置避险车道。 注3：当连续下坡中出现长度较短的反坡或缓坡时，仍应作为一个连续长、陡下坡路段。 注4：长、陡下坡路段两端延长线的平均纵坡应小于 2%，否则应包括在该长、陡下坡路段之内。 注5：同时参照相应避险车道行业标准执行。						

5.2.2 按照本规范附录 A 计算车辆在连续长、陡下坡路段行驶过程中的刹车毂温度预测值，当刹车毂温度预测值 ≥ 260 °C 时，应考虑设置避险车道。

5.2.3 已运营公路与扩建公路连续长、陡下坡路段年发生因货车制动失效引起的交通事故数达到 3 起及以上时，宜结合路段交通安全性评价结果在事故多发地段前设置避险车道。

6 避险车道位置选择

6.1 一般规定

6.1.1 避险车道的位置选择应综合考虑公路线形、路侧地形条件、构造物、环境等因素。

6.1.2 避险车道应设置于公路主线的右侧，其位置选择应能使失控车辆顺利从主线驶离。

6.2 选位原则

6.2.1 按照本规范附录 A 计算车辆在连续长、陡下坡路段行驶过程中的刹车毂温度预测值，宜将刹车毂温度达到 260 °C 的位置作为避险车道的初选位置，最终位置应根据 6.2.2~6.2.6 规定内容调整确定。

6.2.2 避险车道应设置在连续长、陡下坡路段右侧视距良好的路段，避开桥梁、隧道等构造物且远离房屋、收费站等人员密集地区。

6.2.3 当连续长、陡下坡路段存在不能满足制动失效车辆安全转弯的小半径平曲线时，避险车道应设置在小半径平曲线上游位置。

6.2.4 避险车道的上游位置应无山体、树木等构造物的遮挡，确保其视认性满足在表 2 规定的识别视距范围内能看到避险车道。

表2 避险车道识别视距

避险车道驶入速度 (km/h)	120	100	80
识别视距 (m)	350 (265)	290 (200)	230 (140)
注1: 避险车道识别视距为车辆距制动床入口的距离。			
注2: 括号中为受地形、地质等条件限制时识别视距可采取的极限值 (1.25 倍停车视距)。			

6.2.5 避险车道与主线的夹角 α 应综合考虑失控车辆行驶稳定性、避险车道视认性、地形条件、工程造价、主线车辆安全等因素, 不宜大于 5° , 最大不应超过 10° 。

6.2.6 避险车道的位置选取宜考虑制动失效车辆从刹车失灵点运行至避险车道过程中发生交通事故的风险, 应满足以下几项安全性要求 (可参考本规范附录 B 进行计算确定):

- 平曲线安全性: 制动失效车辆自失控位置开始运行至避险车道位置的过程中, 能安全地通过该路程中的各平曲线路段;
- 车距安全性: 制动失效车辆自失控位置开始运行至避险车道位置的过程中, 制动失效车辆不与其相邻的前方正常行驶车辆发生追尾碰撞;
- 极限车速安全性: 失控车辆进入避险车道前, 其车速不应超过安全行驶的极限值。

6.2.7 连续长、陡下坡路段地形条件允许时, 宜设置两处或者两处以上避险车道, 设置多处避险车道时其间距可参照表 3。

表3 避险车道设置位置参考值

平均纵坡 (%)	增设避险车道的间距 (km)
≥ 4.0	1~3
2.5~4.0	2~4
≤ 2.5	3~6

7 避险车道几何与结构

7.1 一般规定

7.1.1 避险车道主体结构包括驶离匝道、制动床和救援车道。

7.1.2 避险车道设计应首选上坡制动床型避险车道。空间比较充足并满足安全和使用功能时, 也可采用平坡制动床型和下坡制动床型避险车道。

7.2 驶离匝道设计

7.2.1 驶离匝道连接主线与避险车道制动床。

7.2.2 驶离匝道渐变段应与主线和驶离匝道正常段平顺连接, 驶离匝道正常段平面线形应为直线。

7.2.3 驶离匝道纵坡变化处应设置竖曲线。

7.2.4 当避险车道与主线夹角 $\alpha \leq 5^\circ$ 时, 驶离匝道设计长度不应小于 6s 避险车道设计驶入速度行程; 当避险车道与主线夹角 α 介于 $5^\circ \sim 10^\circ$ 时, 驶离匝道设计长度不应小于 9s 避险车道设计驶入速度行程, 驶离匝道最小长度值应满足表 4 规定。

表4 驶离匝道最小长度值

单位为 m

避险车道与主线夹角范围	制动床设计驶入速度 (km/h)		
	120	100	80
$\alpha \leq 5^\circ$	200	170	140
$5^\circ < \alpha \leq 10^\circ$	300	250	200

7.2.5 驶离匝道正常段的起点宽度应为 4m~5.5 m, 终点宽度应与制动床宽度相同且平顺过渡。

7.2.6 驶离匝道与制动床连接处横断面应与制动床中心线方向垂直。

7.2.7 驶离匝道应设置横坡, 横坡设计时应符合以下规定:

——驶离匝道的横坡方向应与主线相邻车道相同;

——主线为直线段或超高小于或等于 5% 的曲线段时, 驶离匝道渐变段的横坡值应与主线相邻车道相同;

——主线为超高大于 5% 的曲线时, 驶离匝道渐变段的横坡值应不大于 5%;

——驶离匝道正常段的横坡值应不大于 2%, 正常段长度应满足超高渐变要求。

7.2.8 驶离匝道平曲线、竖曲线、分流端部的设计应满足 JTG D20 中相关规定。

7.2.9 驶离匝道宜采用与主线相同的路面结构。

7.2.10 驶离匝道的路基、路面设计应采用与主线相同的技术等级。

7.3 制动床线形设计

7.3.1 制动床平面线形应为直线。

7.3.2 制动床的纵坡宜采用单一坡度, 如空间受限时可采用先缓后陡的组合纵坡, 但相邻坡度变化差不应超过 5%。

7.3.3 制动床的坡度主要根据驾驶员心理、货车行驶稳定性、地形所能提供的制动床长度、交通安全性评价结果、集料类型及其他防护设施防护能力来确定, 单一纵坡坡度不应超过 15%, 组合纵坡坡度最大值不应超过 20%。

7.3.4 组合纵坡坡度变化点应位于制动床面层厚度正常段部分。

7.3.5 避险车道制动床宽度不应小于 6 m, 应为等宽或逐渐加宽设计。

7.4 制动床面层铺设材料

7.4.1 制动床面层铺设材料应具有滚动阻力系数高、剪切强度低的性能。

7.4.2 面层铺设材料如采用集料, 应使用陷落度较好、滚动阻力系数高、不易被压实板结和被雨水冲刷的清洁砾石集料, 砾石集料级配应满足表 5 的要求, 且集料压碎值小于 12%, 针片状颗粒含量小于 5%, 含泥量小于 0.5%。

表5 制动床面层铺设砾石集料级配要求

筛孔尺寸 (mm)	2.36	4.75	12.5	25	37.5
通过率 (%)	≤5	≤10	25~60	95~100	100

7.4.3 制动床面层集料正常段铺设厚度不应小于 1m。制动床入口处集料厚度宜为 7.5 cm, 沿制动床方向在 30 m~60 m 长度范围内由浅至深直线过渡至正常段厚度, 如图 2 所示。

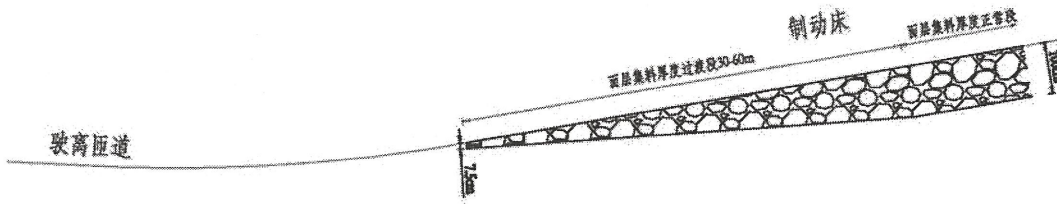


图2 制动床集料铺设厚度过渡示意图

7.4.4 制动床的面层铺设集料形状宜为平铺型，也可为波浪型，当面层为波浪型时，集料垄宜设置在制动床后半段，集料垄的高度宜为 25 cm~50 cm，底厚宜为 80 cm~130 cm，集料垄间距宜为 3 m~5 m。

7.5 制动床基础

7.5.1 制动床基础自上而下包括基层、垫层及路基。

7.5.2 制动床基层材料应具有一定的强度、水稳定性、抗渗性和耐冻性，宜采用水泥稳定碎石，厚度宜为 30 cm。

7.5.3 垫层材料宜采用级配碎石，厚度不小于 15 cm。

7.5.4 基层、垫层及路基技术指标应与主线一致。

7.6 制动床长度确定

7.6.1 避险车道制动床的最小长度应根据失控车辆的质量、驶入速度、制动床纵坡坡度及制动床铺设材料综合确定，应符合下列规定：

——单一纵坡制动床计算长度按式 (1) 确定：

$$L = \frac{V^2}{254(i + D_f)} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- L ——制动床的计算长度 (m) ；
- V ——失控车辆驶入制动床时的速度 (km/h) ；
- i ——制动床的纵坡坡度；
- D_f ——制动床面层集料的滚动阻力系数，按表6取值。

表6 轮胎与各种材料之间的滚动阻力系数“ D_f ”值

材料	“ D_f ” 值	材料	“ D_f ” 值
硅酸盐水泥混凝土	0.01	松散碎集料	0.05
沥青混凝土	0.012	松散砂砾	0.10
压实的砂砾	0.015	砂子	0.15
松散砂土	0.037	豆砾石	0.25

——组合纵坡制动床计算长度应按式 (2) 和 (3) 计算：

将失控车辆在前一个坡度段末端的速度 $V_{(j-1)f}$ 作为下一个坡度段的初始速度 V_{j0} 来计算下一个坡度段末端的速度 V_{jf} ，以此类推，直到失控车辆的速度降至零。

$$V_{jf}^2 = V_{j0}^2 - 254L_j(i_j + D_{jf}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- V_{jf} —— 车辆在第j个坡度段末端的速度 (km/h)；
- V_{j0} —— 车辆在第j个坡度段起点的速度 (km/h)；
- L_j —— 制动床第j个坡度段的计算长度 (m)；
- i —— 第j个坡度段纵坡坡度；
- D_f —— 第j个坡度段制动床面层集料的滚动阻力系数，按表6取值。

$$L = \sum_{j=1}^n L_j \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- L —— 制动床的计算长度 (m)；
- L_j —— 制动床第j个坡度段的计算长度 (m)；
- n —— 制动床的坡度段数量。

—— 制动床的设置长度应按式(4)确定：

$$L' = L + 10 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- L' —— 制动床的实际设置长度 (m)；
- L —— 制动床的计算长度 (m)。

7.6.2 制动床长度计算应考虑失控车辆的最大车重和设计入口速度的组合。

7.6.3 已运营公路避险车道的制动床设计驶入速度可选用该位置以往观测到的失控车辆最大行驶速度，新建、改（扩）建公路避险车道制动床设计驶入速度最小值可参考表7。

表7 避险车道制动床设计驶入速度最小值

公路等级	驶入速度最小值 (km/h)
高速公路	80
一级公路	70

7.6.4 当制动床长度不满足以上规定时，应考虑设置辅助消能设施。

7.7 救援车道

7.7.1 避险车道宜设置救援车道，救援车道应紧邻制动床行车方向右侧设置。

7.7.2 救援车道的平面线形、设置长度应与制动床一致，宽度不宜小于 5.5 m。

7.7.3 救援车道宜采用与制动床坡度一致的单一纵坡，坡度不宜超过 15%。

7.7.4 救援车道宜采用水泥混凝土路面。

7.7.5 救援车道的路基技术指标应与主线及制动床一致，并与制动床路基整体施工。

7.7.6 救援车道路基和路面应按照主线等级标准设计。

8 辅助消能设施

8.1 一般规定

8.1.1 辅助消能设施应与避险车道制动床组合使用，包括防撞桶、集料堆、废旧轮胎等末端消能设施及网索拦截装置。

8.1.2 受地形条件所限，制动床长度不足、无法满足防护要求时，可增设网索拦截装置以辅助制动床减速消能。

8.2 设计要求

8.2.1 避险车道制动床末端为高度大于2 m的挖方边坡时，或高度虽然小于2 m但挖方端部余方量能够阻挡失控车辆时，末端消能设施可设置在挖方边坡前方；否则末端消能设施应设置在挡墙前方。

8.2.2 末端消能设施如有填充材料，填充材料应与制动床面层集料相同。

8.2.3 制动床末端设置防撞桶时，沿纵向应至少连续布置4排，每排数量相等或沿行车方向数量递增，最后一排横向与制动床宽度相同。防撞桶应满足GB/T 28650的规定。

8.2.4 制动床末端设置集料堆时，集料堆材料应与制动床面层集料相同，集料堆顶端应高于制动床表面至少1 m，并沿制动床横向宽度布满。

8.2.5 制动床末端设置废旧轮胎时，沿纵向应至少连续布置4排，横向与制动床宽度相同，上下排轮胎交错布置，总高度不低于2 m。

8.2.6 采用的网索拦截装置应进行充分论证，满足安全和使用功能后方可设计使用。

8.2.7 网索拦截装置横向设置在制动床中部，可设置一道或多道，但相互之间不得干涉，且应设计成逐级降速形式。

8.2.8 制动床末端为填方或者高度小于2 m的挖方边坡且挖方端部余方量过少无法阻挡失控车辆时，应在制动床末端设置挡墙，挡墙设置长度与避险车道制动床和救援车道总宽度一致，应采用混凝土结构，挡墙顶部至制动床面层的高度不应低于1.5 m。

9 排水设施

9.1 一般规定

9.1.1 避险车道排水设施应统筹规划、合理布局，与公路排水系统和设施合理衔接。

9.1.2 排水设施的结构应安全耐久、经济合理，便于施工、检查和养护维修。

9.1.3 排水设施设计应符合JTG/T D33的有关规定。

9.2 设计要求

9.2.1 制动床排水应采用横向排水沟（管）和纵向排水沟相结合的排水系统，救援车道表面水应通过横向排流的方式汇集于排水边沟内。

9.2.2 制动床横向排水沟设计应符合下列规定：

——横向排水沟间距以及断面尺寸应根据设计泄水能力计算确定；

——制动床坡底位置应设置一道横向排水沟；

——横向排水沟外应包裹土工织物滤层；

——横向排水沟的材料强度及埋设深度应确保不被车辆或救援设施压坏；

——横向排水沟应向主线一侧倾斜布置，横坡不宜小于5%，出水水流应引排至纵向排水沟内。

9.2.3 制动床纵向排水沟设计应符合下列规定：

——制动床主线一侧应设置纵向排水沟，纵向排水沟沟底纵坡应和制动床纵坡坡度一致；

——纵向排水沟可采用三角形、浅碟形、梯形或矩形等形式，断面尺寸应根据设计泄水能力计算确

定。

9.2.4 救援车道排水边沟设计应符合下列规定：

- 填方路段的边沟应在边坡坡脚外设置，挖方路段边沟应设置带泄水孔的钢筋混凝土盖板；
- 边沟可采用三角形、浅碟形、梯形或矩形等形式，断面尺寸应根据设计泄水能力计算确定；
- 边沟沟底纵坡应和救援车道路面纵坡坡度一致，且不宜小于 0.3%。

9.2.5 制动床面层坡顶位置应设置土工织物滤层。

10 交通安全设施

10.1 交通标志

10.1.1 在连续长、陡下坡路段坡顶或附近服务区、停车区及加水站等服务设施广场醒目位置宜设置避险车道告示标志，内容包括连续下坡路段的坡度、坡长、平面线形及避险车道的数量、桩号位置及使用注意事项等信息。

10.1.2 连续长、陡下坡路段应在避险车道上游位置设置告知下坡余长信息的警告或告示标志。

10.1.3 在避险车道上游位置应设置 2km、1km、500m 预告标志。

10.1.4 在避险车道驶离匝道入口处应设置“避险车道”指示标志，引导失控车辆驶入避险车道。

10.1.5 在驶离匝道入口处应设置“禁止停车”的禁令标志。

10.1.6 同一连续长、陡下坡路段内设置多处避险车道的，宜在避险车道预告标志中提供避险车道编号信息，并在前一处避险车道后的主线位置设置下一处避险车道位置的预告标志。

10.1.7 制动床入口处宜设置“失控车辆专用”的警告标志，救援车道入口处宜设置“救援车道”的辅助标志。

10.1.8 应在救援车道靠近制动床侧或驶离匝道接近制动床的路侧设置救援信息告示标志，救援信息应包括救援电话，宜包括救援流程，救援流程中应强调驾驶员不得在制动床中逗留。

10.1.9 交通标志的设置应符合 GB 5768 和 JTG D82 的规定。

10.2 交通标线

10.2.1 在驶离匝道路面上宜设置“失控车辆专用”的路面文字，同时标注导向箭头。

10.2.2 救援车道路面上宜设置“救援车辆专用”或“清障车辆专用”的路面文字标记。

10.2.3 驶离匝道分流鼻端三角地带应设置 V 型导流线。

10.2.4 交通标线的设置应符合 GB 5768 和 JTG D82 的规定。

10.3 护栏及隔离设施

10.3.1 不设置救援车道时，制动床两侧均应设置护栏；设置救援车道时，制动床左侧及救援车道右侧均应设置护栏。

10.3.2 驶离匝道正常段两侧应设置护栏，右侧如为高度大于 2m 的挖方边坡，或高度虽然小于 2m 但挖方边坡余方量能够阻挡失控车辆时，可不设置护栏。

10.3.3 制动床、救援车道及驶离匝道正常段设置的护栏防护等级宜采用六（SS）级，宜采用混凝土护栏形式。

10.3.4 驶离匝道分流鼻端应设置防撞设施，宜采用防撞垫。

10.3.5 救援车道入口与驶离匝道之间应设置可移动且具有反光功能的防撞沙桶。

10.3.6 救援车道与制动床之间应设置可移动且具有反光功能的隔离设施。

10.4 轮廓标

10.4.1 驶离匝道路侧及救援车道入口与驶离匝道、救援车道与制动床之间的隔离设施上应设置轮廓标。

10.4.2 制动床及救援车道护栏上的轮廓标设置应满足以下规定：

——不设置救援车道时，制动床两侧的护栏上均应设置轮廓标；

——设置救援车道时，制动床左侧的护栏上应设置轮廓标，救援车道右侧的护栏上不应设置轮廓标。

10.4.3 轮廓标光源或反射器颜色应为红色，宜选用主动发光型，设置间距宜为 8m~12m。

10.4.4 轮廓标的设置应符合 JTG D81 的规定。

11 照明、监控设施

11.1 照明设施

11.1.1 避险车道宜设置照明设施，外电源供电困难时可采用太阳能供电。

11.1.2 照明区域应包括驶离匝道、制动床及救援车道。

11.1.3 照明设施应设置在驶离匝道、制动床和救援车道外侧，宜采用单侧布设方式，不应设置在制动床和救援车道之间。

11.1.4 照明设计的平均照度宜为 10Lx~20Lx，总均匀度宜为 0.3，入口处照度宜增强。

11.1.5 照明设施的光源和灯具的选用、布设、供电安全和控制以及节能等应符合 GB/T 24969 的有关规定。

11.2 监控设施

11.2.1 避险车道应设置监控摄像机，摄像机监视范围应能覆盖避险车道整个区域。

11.2.2 避险车道应设置事故检测报警设施，可选择线圈车辆检测器或视频事件自动检测系统。

11.2.3 宜在避险车道前方 300m~400m 位置及连续长、陡下坡坡顶位置设置可变情报板，宜在驶离匝道入口设置可移动式可变情报板，情报板应能及时发布避险车道使用情况及警告信息。

11.2.4 宜在驶离匝道入口处设置红绿信号灯。

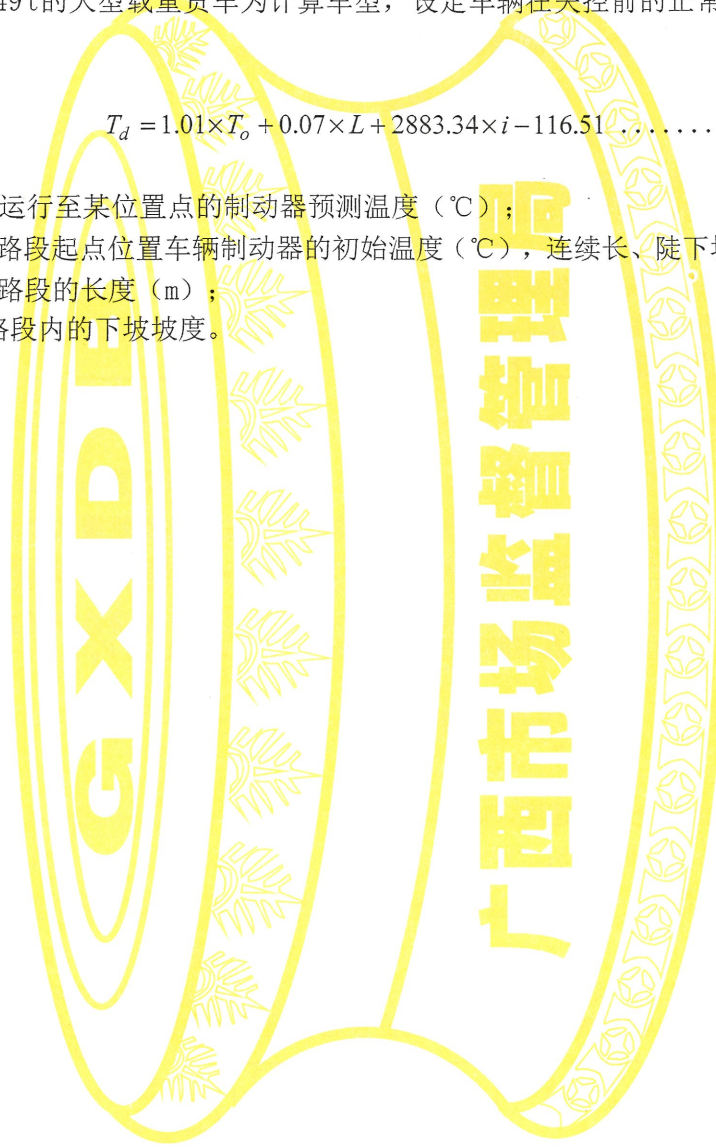
附录 A
(资料性附录)
车辆刹车毂温升模型

车辆自坡顶开始运行至连续长、陡下坡路段某位置的制动器温度可按公式 (A.1) 计算预测。计算时选择总质量为49 t的大型载重货车为计算车型, 设定车辆在失控前的正常下坡速度为60 km/h匀速行驶。

$$T_d = 1.01 \times T_o + 0.07 \times L + 2883.34 \times i - 116.51 \dots \dots \dots (A.1)$$

式中:

- T_d —— 车辆运行至某位置点的制动器预测温度 (°C);
- T_o —— 计算路段起点位置车辆制动器的初始温度 (°C), 连续长、陡下坡的坡顶位置取 $T_o = 130$ °C;
- L —— 计算路段的长度 (m);
- i —— 计算路段内的下坡坡度。



附录 B
(资料性附录)
避险车道位置调整范围的确定

B.1 避险车道位置调整范围长度

避险车道位置调整范围长度的确定应综合考虑平曲线安全性、车距安全性和极限车速安全性的要求，按公式 (B.1) 计算确定：

$$L_{ER} = \text{Min} (L', L'', L''') \dots \dots \dots (B.1)$$

式中：

- L_{ER} —— 避险车道位置的合理调整范围长度，即失控车辆刹车失灵位置至最近避险车道允许的最大距离 (m)；
- L' —— 平曲线安全性范围长度 (m)；
- L'' —— 车距安全性范围长度 (m)；
- L''' —— 极限车速安全性范围长度 (m)。

B.2 L' 的计算

为保证车辆进入避险车道前不在该路段内的任一平曲线上发生滑移或倾覆的事故，则要求失控车辆运行至某平曲线处的速度 V_d 小于该平曲线的最大安全通过速度 V_R ，并据此计算出平曲线安全性范围长度 L' ，具体计算步骤为：

- a) 按公式 (B.2) 计算刹车失灵点下游某平曲线的最大安全通过速度 V_R ；

$$V_R^2 = 12.96(\varphi + i_h) gR \dots \dots \dots (B.2)$$

式中：

- V_R —— 某平曲线的最大安全通过速度 (km/h)；
- φ —— 路面横向附着系数，取 0.15；
- i_h —— 平曲线超高横坡度；
- g —— 重力加速度 (m/s^2)；
- R —— 平曲线半径 (m)。

- b) 按公式 (B.3) 计算车辆失控后从刹车失灵位置运行至某平曲线上的速度 V_{jd} ；

$$V_{jd} = \sqrt{V_{jo}^2 + 25.92 [g(i_j - \mu) - f_j / m] \cdot l_j} \dots \dots \dots (B.3)$$

式中：

- j —— 1, 2, 3, …, n；
- V_{jd} —— 为失控车辆在第 j 个纵坡段终点处的速度 (km/h)， $V_d = V_{nd}$ 为失控车辆自刹车失灵位置运行至第 n 个纵坡内某平曲线上的速度 (km/h)；
- V_{jo} —— 失控车辆在第 j 个纵坡段起点处的速度 (km/h)，即失控车辆在第 $j-1$ 个纵坡段终点处的速度 (km/h)， $V_{1o} = 60 \text{ km/h}$ ；
- g —— 重力加速度 (m/s^2)；

i_j ——第j个纵坡段的下坡坡度（%）；

μ ——路面滚动阻力系数；

m ——失控车辆总质量（kg）；

l_j ——失控车辆在第j个纵坡段行驶的距离（m）；

f_j ——失控车辆在第j个纵坡段下坡的空气阻力（N），按公式（B.4）计算。

$$f_j = \frac{1}{25.92} C_D A \rho V_{jo}^2 \dots \dots \dots (B.4)$$

式中：

C_D ——空气阻力系数，参照表B.1取值；

A ——为汽车正投影面积即迎风面积（m²），参照表B.1取值；

ρ ——为空气密度，一般取1.205 kg/m³；

V_{jo} ——汽车相对空气的速度（km/h），按该坡段初始速度 V_{jo} 取值。

表B.1 C_D 和 A 的参考值

车型	迎风面积A (m ²)	空气阻力系数 C_D
载重汽车	3~7	0.6~1.0

c) 计算各平曲线位置的 $V_d - V_R$ 的值；

d) 计算 L' ：当各平曲线上的 $V_d - V_R \leq 0$ ，则刹车失灵位置至连续长、陡下坡路段的坡底之间的距离即为 L' ；计算中当存在 $V_d - V_R > 0$ 的平曲线，则选取 $V_d - V_R$ 为正最小值对应的平曲线，该平曲线的起点至刹车失灵位置之间的距离即为 L' ，并按公式（B.5）计算：

$$L' = \sum_{j=1}^n \frac{V_{jd}^2 - V_{jo}^2}{25.92 [g(i_j - \mu) - f_j / m]} \dots \dots \dots (B.5)$$

式中：

L' ——平曲线安全性范围长度（m）；

j ——1, 2, 3, ……，n；

V_{jd} ——为失控车辆在第j个纵坡段终点处的速度（km/h）， V_{nd} 为失控车辆运行至 $V_d - V_R$ 为正最小值对应的平曲线起点处的速度（km/h）；

V_{jo} ——失控车辆在第j个纵坡段起点处的速度（km/h），即失控车辆在第j-1个纵坡段终点处的速度（km/h）， $V_{1o} = 60$ km/h；

g ——重力加速度（m/s²）；

i_j ——第j个纵坡段的下坡坡度（%）；

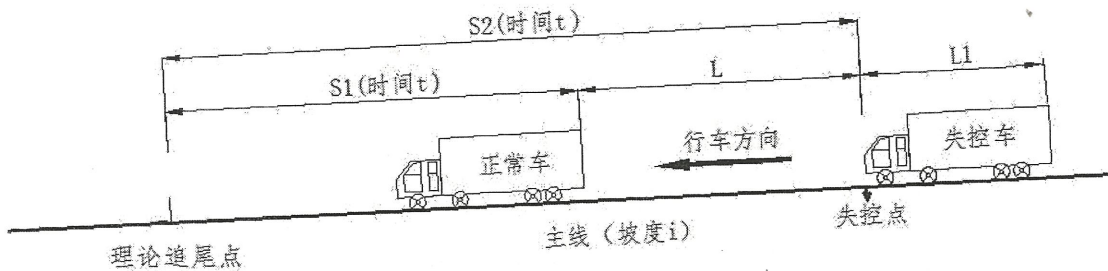
μ ——路面滚动阻力系数；

f_j ——失控车辆在第j个纵坡段下坡的空气阻力（N），按公式（B.4）计算；

m ——失控车辆总质量（kg）。

B.3 L'' 的计算

为避免车辆在失控后到进入避险车道的这个过程中与前车发生追尾碰撞,假设各类型车辆按规定在相应的车道内行驶,则要求在相同的行驶时间内失控车辆运行距离 S_2 与失控车辆前车运行距离 S_1 的差 L 不小于两车车头间距 h_s 与车长 L_1 的差,否则两车会发生追尾碰撞,如图B.1,并据此计算车距安全性范围长度 L'' ,具体计算步骤为:



图B.1 失控车辆与前车位置图

- a) 根据车头间距的调查数据,统计分析求出大于 85%位的车头间距 h_s ,对于新建、改(扩)建公路,可参照采用类似公路的车头间距数据;
- b) 按公式(B.3)计算失控车辆由刹车失灵位置开始运行至其下游某位置处的速度 V_d ;
- c) 按公式(B.6)计算失控车辆由刹车失灵位置开始运行至其下游某位置处所用的时间 t ;

$$t = \sum_{j=1}^n \frac{V_{jd} - V_{jo}}{12.96(gi_j - g\mu - f_j/m)} \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

t ——失控车辆自刹车失灵点开始运行至下游某位置处所用的时间(s);

j ——1, 2, 3, …… n ;

V_{jd} ——为失控车辆在第 j 个纵坡段终点处的速度(km/h), $V_d = V_{nd}$ 为失控车辆自刹车失灵位置经过 t 时间行驶至第 n 个纵坡段某位置处的速度(km/h);

V_{jo} ——失控车辆在第 j 个纵坡段起点处的速度(km/h),即失控车辆在第 $j-1$ 个纵坡段终点处的速度(km/h), $V_{1o} = 60$ km/h;

g ——重力加速度(m/s^2);

i_j ——第 j 个纵坡段的下坡坡度(%);

μ ——路面滚动阻力系数;

f_j ——失控车辆在第 j 个纵坡段下坡的空气阻力(N),按公式(B.4)计算;

m ——失控车辆总质量(kg)。

- d) 按公式(B.7)计算在 t 时间内与失控车辆相邻的前车行驶的路程 S_1 ;

$$S_1 = Vt \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

S_1 ——与失控车辆相邻的前车经过 t 时间的行驶路程(m);

V ——与失控车辆相邻的前车的正常下坡速度(km/h),取60 km/h;

t ——失控车辆自刹车失灵点开始运行至下游某位置处所用的时间(s)。

- e) 按公式(B.8)计算出失控车辆由刹车失灵位置开始运行至其下游某位置处所用时间 t 对应的行程 S_2 ;

$$S_2 = \sum_{j=1}^n \frac{V_{jd}^2 - V_{jo}^2}{25.92 [g(i_j - \mu) - f_j / m]} \dots\dots\dots (B. 8)$$

式中:

S_2 ——失控车辆自刹车失灵点开始经过 t 时间行驶的路程 (m) ;

j ——1, 2, 3, …… , n ;

V_{jd} ——为失控车辆在第 j 个纵坡段终点处的速度 (km/h), V_{nd} 为失控车辆自刹车失灵位置经过 t 时间行驶至第 n 个纵坡段某位置处的速度 (km/h) ;

V_{jo} ——失控车辆在第 j 个纵坡段起点处的速度 (km/h), 即失控车辆在第 $j-1$ 个纵坡段终点处的速度 (km/h), $V_{1o} = 60$ km/h;

g ——重力加速度 (m/s^2) ;

i_j ——第 j 个纵坡段的下坡坡度 (%) ;

μ ——路面滚动阻力系数;

f_j ——失控车辆在第 j 个纵坡段下坡的空气阻力 (M) , 按公式 (B. 4) 计算;

m ——失控车辆总质量 (kg) 。

f) 比较 S_1 、 S_2 的大小, 选择满足公式 (B. 9) 要求时的 S_2 作为 L'' 的值, 即:

$$L'' = S_2 = S_1 + h_s - L_1 \dots\dots\dots (B. 9)$$

式中:

L'' ——车距安全性范围长度 (m) ;

S_2 ——失控车辆自刹车失灵点开始经过 t 时间的行驶路程 (m) ;

S_1 ——与失控车辆相邻的前车经过 t 时间的行驶路程 (m) ;

L_1 ——失控车辆车长 (m), 取《超限运输车辆行驶公路管理规定》的限值。

B. 4 L'' 的计算

为避免失控车辆速度过快地进入避险车道产生危险, 则要求失控车辆进入避险车道前速度不大于极限车速, 并据此计算出极限车速安全性范围长度, 具体步骤为:

- a) 经调查大量避险车道的应用经验表明, 失控车辆进入避险车道的速度一般在 90 km/h~100 km/h, 这说明车辆在进入避险车道前车速达到 100 km/h 时还是可以保证安全的。因此, 综合考虑, 本规范将失控车辆的安全极限车速确定为 100 km/h;
- b) 按公式 (B. 3), 取 $V_d = V_{nd} = 100$ km/h 计算出从失控车辆刹车失灵位置至速度达到 V_d 点所行驶的各段距离 l_j ;
- c) 按照公式 (B. 10) 计算 L'' , 即:

$$L'' = \sum_{j=1}^n l_j \dots\dots\dots (B. 10)$$

式中:

L'' ——极限车速安全性范围长度 (m) ;

j ——1, 2, 3, …… , n ;

l_j ——失控车辆在第 j 个纵坡段行驶的距离 (m) 。

中华人民共和国广西地方标准

公路避险车道设计规范

DB45/T 1957—2019

广西壮族自治区市场监督管理局统一印刷

版权专有 侵权必究