

# JTG

中华人民共和国行业推荐性标准

JTG/T \*\*\*—201\*

## 公路避险车道设计细则

(征求意见稿)

Guidelines for Design of Highway Escape Lane

201\*-xx-xx 发布

201\*-xx-xx 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业推荐性标准

# 公路避险车道设计细则

Guidelines for Design of Highway Escape Lane

JTG/T \*\*\*—201\*

主编单位：交通运输部公路科学研究所

批准部门：中华人民共和国交通运输部

实施日期：

\*\*\*出版社

## 前 言

根据交通运输部交办公路函【2015】312号文《关于下达2015年度公路工程行业标准制修订项目计划的通知》的要求，由交通运输部公路科学研究所承担对《公路避险车道设计细则》（JTG/T \*\*—201\*）（以下简称“细则”）的制订工作。

制订工作总结了我国近年来的公路避险车道科研、设计和运营经验，充分吸收借鉴了国外的相关标准与先进技术，遵循避险车道的“容错设计”理念和“安全合理、经济实用”的指导原则，对避险车道的功能、分类、设施配置、设置条件、设置位置等作出明确规定，给出驶离匝道、制动床、清障车道、减速消能设施、配套交通安全设施、排水设施以及照明、监控和救援设施的设计要求，以规范和指导公路避险车道的设计。

细则分为 10 章，分别是：1 总则、2 术语、3 基本规定、4 驶离匝道、5 制动床、6 清障车道、7 减速消能设施、8 配套交通安全设施、9 排水设施、10 照明、监控和救援设施。细则由交通运输部公路科学研究所起草第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章，由云南公投建设集团有限公司起草第 6 章，由云南省交通规划设计研究院起草第 7 章、第 10 章，由北京中交华安科技有限公司起草第 8 章，由福建省高速公路有限责任公司起草第 9 章。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本标准日常管理组，联系人：\*\*（地址：北京市海淀区西土城路 8 号院，邮编：100088，电话：010-82026258），以便修订时研用。

**主 编 单 位：** 交通运输部公路科学研究所

**参 编 单 位：** 云南公投建设集团有限公司

云南省交通规划设计研究院

北京中交华安科技有限公司

福建省高速公路有限责任公司

**主 编：**

**主要参编人员：**

## 目 录

<b>1</b>	<b>总则</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>术语</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>基本规定</b> .....	<b>5</b>
3.1	总体设计 .....	5
3.2	设计控制要素 .....	10
3.3	设置位置 .....	15
<b>4</b>	<b>驶离匝道</b> .....	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>制动床</b> .....	<b>22</b>
5.1	材料要求 .....	22
5.2	结构设计 .....	24
<b>6</b>	<b>清障车道</b> .....	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>减速消能设施</b> .....	<b>33</b>
7.1	一般规定 .....	33
7.2	设计要求 .....	34
<b>8</b>	<b>配套交通安全设施</b> .....	<b>36</b>
8.1	交通标志 .....	36
8.2	交通标线 .....	38
8.3	护栏 .....	38
8.4	隔离设施 .....	39
8.5	轮廓标 .....	40
<b>9</b>	<b>排水设施</b> .....	<b>41</b>
9.1	一般规定 .....	41
9.2	设计要求 .....	41
<b>10</b>	<b>照明、监控和救援设施</b> .....	<b>43</b>
10.1	照明设施 .....	43
10.2	监控设施 .....	44
10.3	救援设施 .....	45

# 1 总则

**1.0.1** 为使公路避险车道设计安全合理、经济实用，制定本细则。

**1.0.2** 本细则适用于新建和改建公路避险车道的设计、运营公路增设避险车道的设计以及运营公路避险车道的改造设计。

## 条文说明

调研中发现，云南、福建以及山西等省份在公路运营时期进行的连续长、陡下坡安全治理工作中，采取增设避险车道的措施或对已建避险车道进行改造，由于已经积累了一定的该路段货车制动失效事故数据以及避险车道使用经验，以此为基础进行的避险车道设置位置确定以及结构设计往往能够取得更好的使用效果。

**1.0.3** 避险车道设置应按照“因地制宜、统筹协调、保障安全”的原则，与超限车辆治理、提供警示信息、货车制动检查等连续长、陡下坡路段安全管理措施配合使用。

## 条文说明

货车制动失效事故是连续长、陡下坡路段常见的事故形态，也是这类路段交通安全问题突出的重要原因之一。根据调研情况来看，事故原因可以归结为以下几个方面：

### (1) 车辆超载或改装

车辆超载会直接造成动力性能下降，目前大量存在的货车改装现象使车辆载重超过动力系统的负荷，车辆制动性能恶化，加大制动失效事故发生的概率。调研中也发现，发生制动失效的货车均是重载货车，且几乎都存在不同程度的超载或改装现象。

### (2) 不良驾驶行为

从汽车理论分析，重型货车在连续长、陡下坡路段行驶时应使用低档位，利用发动机阻力来消耗一部分动能，以减轻制动器的负荷。但部分驾驶员认为这样会加大发动机磨损，不愿意采用低档位，长时间频繁使用制动器而导致制动效能

衰减甚至制动失效。个别驾驶员出于缩短运行时间的考虑，连续长、陡下坡路段仍采用高档位，制动时需要施加更大的制动力，从而加剧制动失效事故的发生。

### (3) 道路因素

早期修建的公路因条件所限，部分山岭丘陵区公路出现连续下坡、急弯、长下坡加急弯等线形组合，货车制动效能衰减后遇有急弯，极易因为车速过快且无法有效制动而发生恶性交通事故。

### (4) 管理原因

调研中发现，外地车辆制动失效事故的比例较高，这主要是由于驾驶员不熟悉道路情况导致的不良驾驶行为增多。而经常发生外地车辆制动失效事故的路段，都存在提供警示信息等宣传管理措施不到位的问题。

结合货车制动失效事故发生的原因，采取的安全治理措施除了设置避险车道以外，还包括超限车辆治理、提供警示信息、货车制动检查等管理措施。避险车道可以降低货车制动失效事故的严重程度，但其建设和运营维护往往需要耗费更多的人力和物力，调研中也发现，有些路段采取完善有力的管理措施后能够很大程度上遏制货车制动失效事故的发生。因此连续长、陡下坡路段安全治理应充分考虑采取管理措施，经论证确有必要时设置避险车道，并确保避险车道与管理措施之间的统筹协调、配合使用。

**1.0.4** 避险车道设计内容包括：设置位置确定、驶离匝道、制动床、减速消能设施、配套交通安全设施、清障车道、排水设施、照明设施、监控设施、救援设施。

**1.0.5** 避险车道设计应综合考虑货车制动失效事故、连续长陡下坡路段坡度和坡长、货车交易量、主线线形、坡底情况、地形及可利用的路权、工程造价以及养护费用等因素，在交通安全评价的基础上充分论证是否设置避险车道和选择设置位置。

### 条文说明

调研中发现，我国部分省份有些避险车道很少有失控车辆驶入，甚至从未被使用过，使用率较低，也存在发生货车制动失效事故的路段没有设置避险车道的情况，其原因除了避险车道设置位置不合理外，也存在设置决策较为随意等问题，甚至误认为设置避险车道就可以解决连续长、陡下坡路段的交通安全问题。因此

本细则强调应综合考虑道路环境条件的各方面影响因素,对于是否设置避险车道和选择设置位置进行充分论证,慎重决策,避免浪费。

**1.0.6** 运营公路货车制动失效事故多发的连续长、陡下坡路段,可在采取安全管理措施的同时增设避险车道,增设避险车道的设计应符合本细则的相关规定。

**1.0.7** 运营公路货车制动失效事故多发的连续长、陡下坡路段,可结合运营中的避险车道使用情况和货车制动失效事故情况进行避险车道改造,避险车道改造设计应符合本细则的相关规定。

**1.0.8** 公路避险车道设计除应符合本细则的规定外,尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

征 求 意 见 稿

## 2 术语

### 2.0.1 避险车道 escape lane

在公路主线行车道外侧增设的、供制动失效车辆驶离、减速停车、自救的专用车道。

### 2.0.2 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行车道。

### 2.0.3 驶离匝道 exit ramp

从公路主线外侧行车道引出的、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。

### 2.0.4 清障车道 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。



### 3 基本规定

#### 3.1 总体设计

3.1.1 避险车道可分为砂堆型和制动床型两类，砂堆型避险车道如图 3.1.1-1 所示，制动床型避险车道包括图 3.1.1-2 所示的上坡型、平坡型和下坡型三种类型。

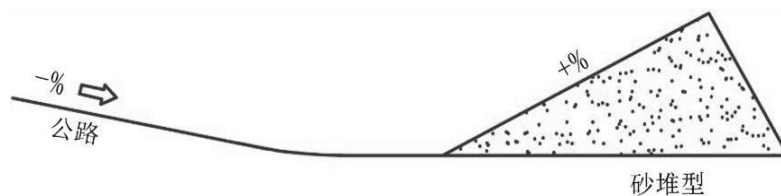


图 3.1.1-1 砂堆型避险车道示意

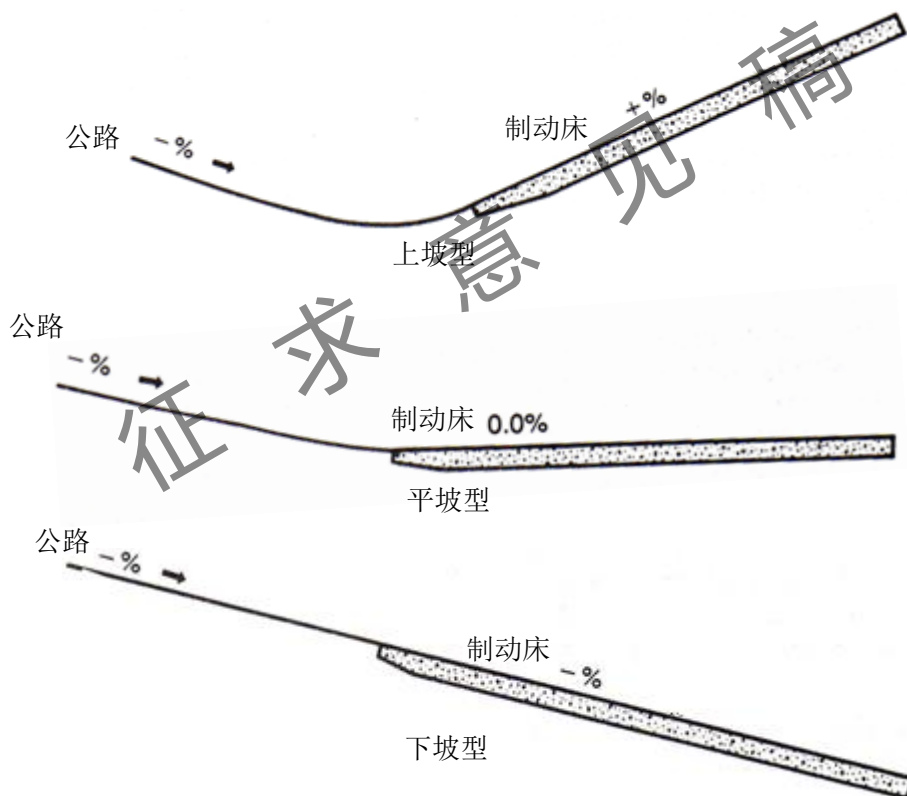


图 3.1.1-2 制动床型避险车道示意

3.1.2 避险车道设计时应首选上坡制动床型避险车道，采用沙堆型以及平坡和下坡制动床型避险车道时应进行充分论证，在满足安全和使用功能的条件下进行设计。

条文说明

3.1.1 和 3.1.2 最早的避险车道为重力型，即在行车道侧修建较陡的上坡或利用废弃且为上坡方向的旧路，通常为铺砌或紧密压实的路面，主要依靠重力使车辆减速，路面滚动阻力所起的作用很小，因此重力型避险车道通常较长、较陡，易受到地形的限制。另外，受重力影响，车辆减速停车后会发生折返。重力型避险车道在实际工程中已停止使用。

砂堆型避险车道由松散干燥的砂子堆砌而成，主要依靠砂子提供的滚动阻力使车辆减速停车。砂堆型避险车道减速效果明显，但由于易吸水板结，因此仅适用于降水稀少地区，同时应定期翻松砂堆，保持砂子松散干燥。我国很少采用砂堆型避险车道，使用经验不足，尚不具备写入本细则的条件。

上坡制动床型避险车道利用重力坡度阻力和集料滚动阻力的共同作用使车辆减速停车；平坡和下坡制动床型避险车道仅依靠集料的滚动阻力使车辆减速。

与上坡制动床型避险车道相比，平坡和下坡制动床型避险车道的制动床纵坡不能起到减速消能作用，制动床长度有所增加；优势在于制动床的纵坡顺应主线下坡，能够大幅度减小填方工程量，避险车道选址较为容易。下坡制动床型避险车道在车辆清障时为上坡方向拖拽，会对清障车辆作业带来困难。目前云南省和陕西省正在试用平坡和下坡制动床型避险车道。

平坡或下坡制动床型避险车道还有一种类型为紧邻主线行车道设置，避险车道与主线平纵线形一致，制动失效车辆在制动床内减速至安全速度后自行驶出，也可以停车后等待施救车辆在行车道救援。目前福建省正在进行这种类型避险车道的系统研究，甘肃省正在试用。

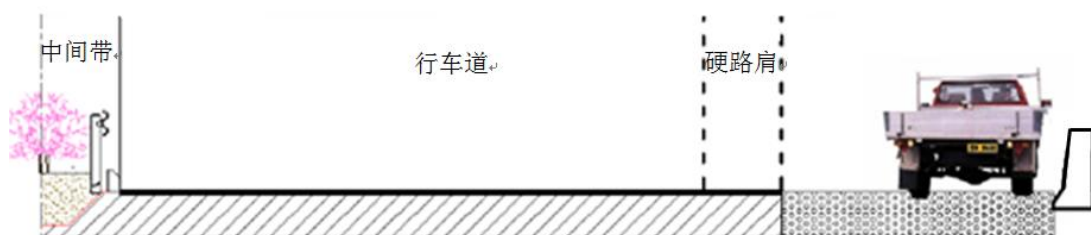


图3.1.2 紧邻行车道的平坡或下坡制动床型避险车道

上坡制动床型避险车道是国内外使用最广泛和最有效的避险车道类型，积累了丰富的应用经验，设计时应优先选用这种避险车道，本细则规定也重点针对上坡制动床型避险车道的设计。对于沙堆型、平坡和下坡制动床型避险车道，经研究应用效果检验、满足安全和使用功能要求时可推广使用。

**3.1.3** 避险车道一般由驶离匝道、制动床、清障车道、减速消能设施、配套交通安全设施（交通标志、交通标线、护栏、隔离设施、轮廓标等）、排水设施、照明设施、监控设施、救援设施等设施组成，如图 3.1.3 所示。

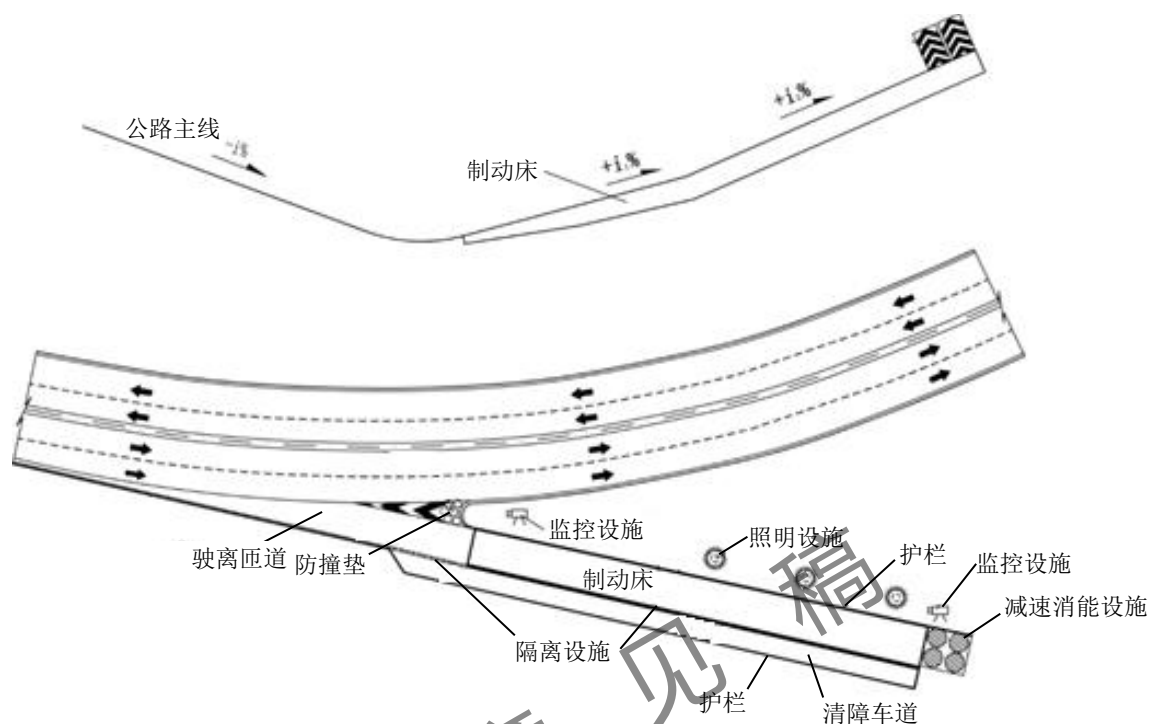


图 3.1.3 典型避险车道组成部分示意图

**3.1.4** 避险车道的设施配置应符合下列规定：

1 避险车道的设施配置等级分为 A、B、C、D 四级。

**A 级：**应设置驶离匝道、制动床和清障车道，应设置完善的交通标志、标线、护栏、隔离设施和轮廓标等配套交通安全设施，应设置减速消能设施，应设置排水设施，应设置照明设施，应设置监控设施。

**B 级：**应设置驶离匝道和制动床，宜设置清障车道，应设置完善的交通标志、标线、护栏、隔离设施和轮廓标等配套交通安全设施，应设置减速消能设施，应设置排水设施，宜设置照明设施，宜设置监控设施。

**C 级：**应设置驶离匝道和制动床，应设置必要的交通标志、标线、护栏、隔离设施和轮廓标等配套交通安全设施，应设置减速消能设施，应设置排水设施，可设置照明设施，可设置监控设施。

**D 级：**应设置驶离匝道和制动床；应设置必要的交通标志、标线、护栏、隔离设施和轮廓标等配套交通安全设施；应设置减速消能设施；应设置排水设施。

2 各等级避险车道的适用范围应符合表 3.1.4 的规定。

表 3.1.4 各级避险车道的适用范围

避险车道设施配置等级	适用范围
A	高速公路
B	作为干线的一、二级公路
C	作为集散的一、二级公路
D	三、四级公路

### 条文说明

调研中发现，由于不同公路功能和技术等级的交通量、设计速度、服务水平的差异，避险车道的使用率、对救援的方便快捷性和交通安全设施的提示诱导功能等方面的要求会有所区分。由于避险车道设置往往受地形和经济条件制约较大，为了使设计更加经济实用，本细则对避险车道的设施配置进行分级，以适应不同公路功能和技术等级对避险车道使用要求的差别。

为了实现制动失效车辆安全驶离主线、减速停车以及自救的基本功能，避险车道应至少设置制动床、驶离匝道和必要的交通标志、交通标线、护栏和轮廓标等配套交通安全设施。设置排水设施对减少制动床集料冻结和板结有重要作用，且排水设施依托制动床设置，不影响避险车道占地且造价很低，因此将排水设施作为基本配置设施。减速消能设施设置对失控车辆在制动床内的安全停车发挥重要作用，且成本较低，因此也作为基本配置设施。

设置清障车道有助于提高车辆救援效率，保障救援人员设备的安全，降低对主线交通的影响，但同时增加了避险车道用地，会较大幅度提高建设成本。调研可知，路政交警均认为清障车道对于高速公路避险车道不可缺少。综合考虑成本效益，仅对配置等级 A 级强制要求设置清障车道。

对于交通标志、交通标线、护栏、隔离设施和轮廓标等配套交通安全设施，配置等级 A 级和 B 级应按第 8 章要求设置所有的相关设施，而配置等级 C 级和 D 级可对条文中要求“宜”设置的设施结合具体道路及经济条件有所取舍。

调研结果表明，避险车道照明设施的设置难度主要体现在设备供电，关于照明设施的必要性，绝大多数设计和运营管理人员认为二、三、四级公路的照明设

施并不是必备设施。因此仅对配置等级 A 级和 B 级提出照明设施设置要求，配置等级 C 级和 D 级未要求设置照明设施，夜间车辆可通过车灯照亮轮廓标、反光标志和反光标线等指示避险车道位置，引导车辆进入避险车道。

监控设施的事故报警功能可以实现对驶入车辆及司乘人员的快速施救，通过信息发布功能快速及时预告避险车道可用或被占用的信息，避免二次事故的发生。因此对于交通量较大、制动失效货车可能较多的配置等级 A 级和 B 级，要求设置监控设施，配置等级 C 级和 D 级可通过报警电话信息标志提醒驾驶员自行报警，采用移动式标志进行信息发布。

### 3.1.5 新建公路避险车道设计时应收集的资料包括：

1 连续长、陡下坡路段主体工程设计资料，包括：技术等级和设计速度；地形图；填挖方起讫桩号；沿线可利用的路权；坡底情况；横断面设计图；路线平纵面线形；桥梁、隧道以及涵洞的起讫桩号。

2 连续长、陡下坡路段交通安全设施设计资料，包括：交通标志、标线、护栏以及轮廓标等。

3 超限检查站、加水点、货车制动检查站等连续长、陡下坡路段交通管理设施位置桩号。

4 工程可行性研究报告的交通量和车型构成预测数据。

5 交通安全性评价报告，包括连续长、陡下坡路段路线安全性评价结论；运行速度计算数据；交通工程及沿线设施安全性评价结论。

### 3.1.6 运营公路避险车道设计时应收集的资料包括：

1 连续长、陡下坡路段主体工程技术资料，包括：技术等级、设计速度、限速；地形；填挖方起讫桩号；沿线可利用的路权；坡底情况；横断面布置图；路线平纵面线形；桥梁、隧道以及涵洞的起讫桩号。

2 连续长、陡下坡路段交通安全设施设置资料，包括：交通标志、交通标线、护栏以及轮廓标等。

3 超限检查站、加水点、货车制动检查站等连续长、陡下坡路段交通管理设施设置情况以及位置桩号。

4 连续长、陡下坡路段交通量和车型构成调查数据。

5 连续长、陡下坡路段运行速度实测数据。

6 连续长、陡下坡路段货车制动失效事故记录。

3.1.7 避险车道入口总体布置应包括图 3.1.7 所示的驶离匝道渐变段、驶离匝道正常段、分流点 A、分流点 B、交点 O 以及分流鼻端等，其设计应满足以下规定：

1 分流点 A 即驶离匝道的起点位于主线横断面变化处。

2 分流点 B 位于制动床左侧边缘线与主线外侧行车道外边缘线的交点。

3 交点 O 为制动床中心线与主线外侧行车道中心线的交点。

4 当主线为直线时，避险车道与主线的夹角  $\alpha$  为制动床中心线与主线外侧行车道中心线之间的夹角；当主线为曲线时，避险车道与主线的夹角  $\alpha$  为制动床中心线与主线外侧行车道中心线在交点 O 处的切线之间的夹角。

5 驶离匝道正常段起点与分流点 B 的位置相对应。

6 分流鼻端位于制动床左侧护栏与主线路侧护栏（或右硬路肩边缘线）的衔接位置。

7 分界点 C 位于制动床和清障车道的分界位置。

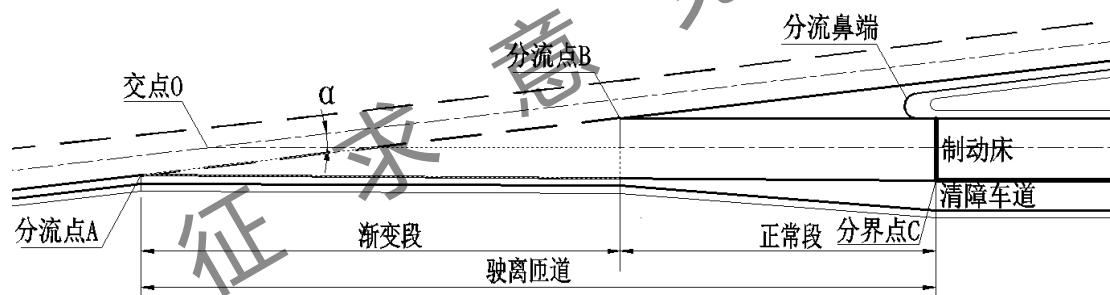


图 3.1.7 避险车道入口总体布置

3.1.8 避险车道挖方路堑和填方路基的材料性能指标、结构参数、排水以及防护等应满足现行《公路路基设计规范》(JTG D30) 对三、四级公路的相应规定。

## 3.2 设计控制要素

3.2.1 避险车道的设计防护车辆应为符合现行《汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值》(GB1589) 规定的货车。

### 条文说明

避险车道的使用对象为连续长、陡下坡路段制动失效的货车，其设计基于制动失效货车驶离主线以及进入制动床减速停车的运行状态。

运营公路曾出现客车误入避险车道制动床的个别事故案例,小型客车驶入后陷入深度较小,可能无法在制动床长度范围内停车,而大中型客车重心较高,驶入制动床后的颠簸有可能造成翻车,因此避险车道不适于客车使用。

避险车道设计时对不满足《汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值》(GB1589)规定的非法改装货车和超载货车也不予考虑。

**3.2.2** 新建公路的连续长、陡下坡路段,当平均纵坡和坡长满足表 3.2.2 的规定,且交通组成的货车构成比例达到 20%~30%时,宜结合交通安全性评价结论,考虑设置避险车道。

表 3.2.2 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	2.5	3	3.5	4	4.5
坡长(km)	15	10	7	5	4	3

#### 条文说明

本细则规定的新建公路避险车道设置条件是参考国外相关标准,并结合我国运营公路避险车道使用率调研结果制订的。如前所述,由于货车制动失效事故的发生受车况、驾驶行为、道路条件以及管理等多方面因素影响,本细则规定的平均纵坡、坡长以及货车构成比例仅作为新建公路考虑设置避险车道的参考因素,并不能保证所设置的避险车道具有较高的使用率。

南非《几何设计手册》规定:如果下坡坡度(%)的平方乘以距坡顶的距离(km)超过60,且坡度超过5%的地方,应考虑设置避险车道。美国亚利桑那州的《公路设计指导方针》建议考虑设置避险车道的坡度和坡长如图3.2.2所示。法国公路协会的研究结果显示,在 $d \cdot p < 130m$ ( $d$ 为下坡长度, $p$ 为平均坡度)的范围内,不会产生太大的货车制动失效风险事故,所以把 $d \cdot p$ 作为风险指数来衡量事故发生的概率。

根据对运营公路避险车道的调研,获得的避险车道使用率、连续长陡下坡路段货车制动失效事故情况、货车构成比例、下坡坡长和平均纵坡汇总见表 3.2.2 所示,大致规律与南非《几何设计手册》中的规定基本吻合,即避险车道使用率较高的下坡坡长和平均纵坡大致符合“坡度(%)的平方乘以距坡顶的距离(km)超过 60”,以此为原则制订表 3.2.2 的下坡坡长和平均纵坡要求。表 3.2.2 的下坡坡长和平均纵坡规定也与法国  $d \cdot p < 130m$  时( $d$ 为下坡长度,为平均坡度)货

车制动失效风险较小的研究结论相符。

考虑设置避险车道的货车构成比例要求是依据对设计和运营管理人员的问卷调研结果制订的。

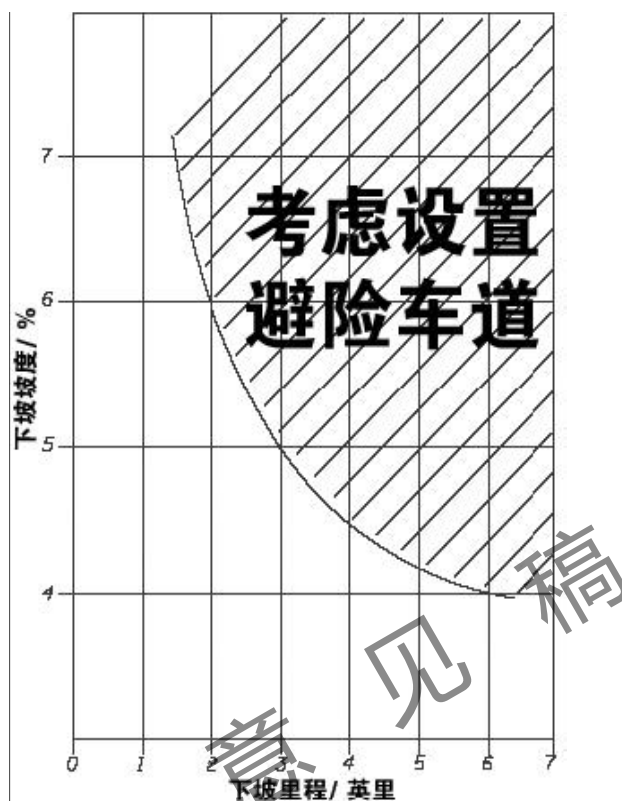


图3.2.2 美国亚利桑那州的避险车道设置条件

表 3.2.2 避险车道使用率以及连续长、陡下坡路段货车制动失效事故情况调研结果

序号	公路名称	避险车道	坡长	平均纵坡	事故统计期间的货车构成比例	避险车道使用率或连续长、陡下坡路段货车制动失效事故情况	坡度(%)的平方乘以距坡顶的距离(km)
1	泉南高速	①号	4.964km (避险车道距坡顶)	2.98%	13%~18%	2010年12月~2016年2月避险车道0起车辆驶入	44
2		②号	8.264km (避险车道距坡顶)	3.25%		2014年2月~2016年2月避险车道63起车辆驶入	87
3	漳龙高速	①号	12.114km (避险车道距坡顶)	3.06%	47%	车辆驶入避险车道: 2011年127起, 2012年180起, 2013年71起	113
4		②号	13.114km (避险车道距坡顶)	3.20%		车辆驶入避险车道: 2011年69起, 2012年85起, 2013年39起	134
5	长平高速	①号	6.17km (避险车道距坡顶)	3.07%	10%~15%	2013年5月~2014年4月避险车道0起车辆驶入	58



6	新原高速	无	19.8km (下坡路段)	2.6%	—*	截至2014年4月,路段常发生制动失效事故,越靠近坡底制动失效引起的事故越集中	134
7	太旧高速	1处	15.4km (下坡路段)	2.44%	—*	截至2014年4月,无货车制动失效事故	92
8		无	7.98km (下坡路段)	2.83%			64
9		无	6.15km (下坡路段)	2.81%			49
10		无	4.58km (下坡路段)	2.8%			36
11	长晋高速	无	4.24km (下坡路段)	3.34%	10%~17%	截至2014年4月,无货车制动失效事故	47
12	临吉高速	3处	23.05km (下坡路段)	2.56%	50.8%~5	截至2014年4月,无货车制动失效事故	151
13		3处	19.07km (下坡路段)	2.03%	6.5%		79
14	大浑高速	无	10.095km (下坡路段)	2.712%	—*	截至2014年4月,无货车制动失效事故	74
15		无	8.57km (下坡路段)	2.399%	—*		49
16	灵山高速	1处	6.82km (下坡路段)	2.82%	1.08%~2	2012年至2014年4月,发生8起货车制动失效事故	54
17		无	14.49km (下坡路段)	2.58%		5.07%	2012年至2014年4月,发生16起货车制动失效事故
18	运三高速	3处	11km (下坡路段)	3.848%	—*	2012年至2014年4月,避险车道有车辆驶入,曾发生货车制动失效事故	163
19	平阳高速	1处	19.22km (下坡路段)	2.13%	—*	2012年至2014年4月,避险车道无车辆驶入,未发生货车制动失效事故	87
20	汾离高速	1处	14.1km (避险车道距坡顶)	2.47%	—*	2008年至2014年4月,避险车道68起车辆驶入	86
21	泉三高速德化连接线	1处	10.19km (避险车道距坡顶)	3.2%	15%	2010年12月至2016年2月,避险车道3起车辆驶入	104
22	莆永高速	1处	6.05km (避险车道距坡顶)	2.62%	30%	2013年12月至2016年2月,避险车道0起车辆驶入	42
23		1处	4.81km (避险车道距坡顶)	2.77%	30%	2013年12月至2016年2月,避险车道0起车辆驶入	37

24	罗富高速	4处	下坡路段 9km, 4处避险车道距坡顶分别为 3.6km、6.55km、7.7km、8.7km	4.58%	—*	2014年至2016年6月, 4处避险车道分别有24起、134起、35起和39起车辆驶入。	76
25	罗富高速	1处	8km(下坡路段)	4.33%	—*	2014年至2016年6月, 避险车道71起车辆驶入。	150
26	新密市 S321 二级公路	1处	2.7km(下坡路段)	5.15%	56%	避险车道建设以前两年内因货车制动失效导致的交通事故5起。	72
27	巩义市 G310 二级公路	2处	4.7km(下坡路段)	4.4%	30%~40%	避险车道建设以前货车制动失效事故频发, 列为全省20条最危险路段之一。	91
28	天台市 G104 二级公路	1处	4.2km(下坡路段)	4.5%	44.5%	设置避险车道之前三年时间上报事故次数128起, 避险车道投入运营后15起车辆驶入。	85
29	京台高速公路长清段	无	3.44km(下坡路段)	2.93%	44%	2011年1月至2014年12月, 无货车制动失效事故	30
30	京藏高速	—	6.6km(下坡路段)	3.56%	—	典型的连续长陡下坡事故多发路段	84
31	京珠北高速	—	11.8km(下坡路段)	2.97%	—	典型的连续长陡下坡事故多发路段	104
32	青海湟倒公路	—	14.25km(下坡路段)	3.37%	—	典型的连续长陡下坡事故多发路段	162

\*注：—表示没有获得货车构成比例数据。

### 3.2.3 新建公路避险车道制动床的设计入口速度应满足表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 不同等级公路避险车道制动床设计入口速度建议值

公路等级	入口速度 (km/h)
高速公路、一级公路	100~120
二级公路	80~100
三级公路、四级公路	60~80

#### 条文说明

根据对运营公路避险车道的调研可知, 进入避险车道制动床的失控车辆速度一般在 80km/h~120km/h 之间, 分析可知主要与运行速度有关, 速度远远高于此范围的失控车辆将极可能与正常行驶车辆发生追尾而引发其它事故形态, 车辆正常进入避险车道制动床的可能性不大, 考虑经济性因素, 制动床设计入口速度应与运行速度协调匹配, 不宜过高。结合各等级公路运行速度实测结果, 表 3.2.3

给出了各等级公路避险车道制动床的设计入口速度建议值。

**3.2.4** 运营公路避险车道应根据制动失效事故的货车行驶速度和设置位置的货车运行速度实测结果，确定制动床的设计入口速度。

### 3.3 设置位置

**3.3.1** 运营公路避险车道设计应分析连续长、陡下坡路段的货车制动失效事故特征，找出事故多发段，参考制动毂温度实测数据和货车运行速度实测数据，结合公路线形、路侧地形条件、桥隧结构物位置以及视认性要求等选择避险车道的设置位置。

#### 条文说明

条文中规定了运营公路确定避险车道设置位置的原则，实际操作中可按以下所述图示法进行，该方法来自于西部交通建设科技项目《连续长大下坡路段安全保障技术研究》的研究成果。

第1步 绘制货车制动失效事故发生地点分布图；

第2步 绘制连续长、陡下坡路段纵断面图；

第3步 根据制动毂温度实测数据绘制温度分布图；

第4步 绘制连续长、陡下坡路段运行速度分布图及曲线安全速度分布图

第5步 结合路侧地形条件、桥隧结构物位置以及视认性要求选择具体设置位置。

**3.3.2** 新建公路选择避险车道设置位置时应综合考虑公路线形、路侧地形条件、桥隧结构物位置以及视认性要求等因素，避险车道距坡顶的下坡坡长和平均纵坡宜满足表 3.2.2 的规定。有条件时可进行货车制动毂温升分析，作为确定避险车道设置位置的参考。

#### 条文说明

基于货车制动失效事故的发生机理，新建公路避险车道选址时，往往考虑进行货车制动毂温升分析，计算出下坡路段制动毂温度超过安全限值的具体位置，作为确定避险车道设置位置的参考。

美国联邦公路局(FHWA)开发的坡道严重度分级系统(Grade Severity Rating System-GSRS)是到目前为止确定连续长、陡下坡路段是否设置避险车道以及避

险车道选址运用最为广泛的分析工具。GSRs 是基于制动毂温升分析的评估系统, 可以计算出连续长、陡下坡路段的最大安全下坡速度, 通过 WSS 标志反馈给驾驶人; 还可以计算出下坡过程中各个位置的制动毂温度, 对连续长、陡下坡路段进行安全校核, 进而确定避险车道的设置位置。

近年来, 国内科研机构也建立了一些具备与 GSRs 相似功能的货车制动毂温升模型, 通过对这些模型原理的分析以及与实测数据的对比可知, 模型的适用性方面存在以下不足:

一、车辆行驶通过小半径弯道时, 驾驶员会减慢车速, 连续长、陡下坡路段存在小半径平曲线将会增加制动频率和制动时间, 进而使制动毂温度升高。而目前货车制动毂温升模型仅考虑坡度和坡长因素, 没有考虑平曲线或平纵组合对货车制动毂温升的影响。

二、根据货车驾驶员问卷调研可知, 我国驾驶员的主要下坡制动方式包括: ①挂低档, 发动机制动; ②随时、不连续地通过制动毂制动, 制动毂淋水; ③排气制动。各种制动方式的选择具有一定的随机性, 在制动毂温升模型中充分考虑这一驾驶行为有较大难度。目前的制动毂温升模型多假定车辆以恒速并通过发动机辅助制动方式下坡, 未充分考虑制动毂淋水和排气制动的的影响。

三、目前各模型多以  $260^{\circ}\text{C}$  作为货车制动效能大幅度降低的温度限值。这一温度来自于美国 1980~1990 年代的实车试验。经过多年的技术更新和进步, 制动毂温度的安全限值应超过  $260^{\circ}\text{C}$ , 但具体数值因缺乏试验数据支撑目前未知。

四、建立温升模型的基础数据来源于车辆制动试验台或者平地试验场, 并非实地下坡试验数据。

综上所述, 鉴于我国货车驾驶员下坡制动操控行为的复杂性, 目前国内还未研究出适合的制动毂温升模型。根据对设计人员的调研, 目前国内在确定避险车道设置位置时很少使用制动毂温升模型。因此, 本细则将制动毂温升模型仅作为确定避险车道设置位置的参考, 有条件时可进行货车制动毂温升分析。

**3.3.3** 综合考虑公路线形、桥隧结构物位置以及路侧地形条件等因素选择避险车道设置位置时, 应遵循以下原则:

- 1 避险车道宜设置在连续长、陡下坡路段的后半段。
- 2 当连续长、陡下坡路段存在小半径平曲线时, 避险车道宜设置在小半径平

## 曲线上游位置

3 避险车道不宜设置在行车方向左侧。

4 新建公路避险车道不应设置在桥梁上,运营公路避险车道经论证确有必要新建桥梁增设避险车道时,可不设置清障车道。

5 避险车道不应设置在隧道内。

6 避险车道宜设置在连续长、陡下坡路段的极限纵坡或较大纵坡位置。

## 条文说明

1 避险车道设置位置距坡顶距离越大,可能的失控车辆越多;另外,从驾驶员行车心理角度考虑,车辆刚发生制动衰减时,驾驶员出于侥幸心理可能不驶入避险车道,而继续向前行驶。因此,相对而言,避险车道设置在连续长、陡下坡路段的后半段会有更高的使用率。

2 在小半径平曲线上,车辆行驶速度必须低于避免车辆横向倾覆和滑移的安全限值才能平稳顺适地通过。失控车辆由于行驶速度较高,往往无法顺利通过。调研中也发现,连续长、陡下坡路段货车制动失效事故多发时,小半径平曲线处是车辆穿越中央分隔带、翻车、驶出路外,坠桥等事故发生较为集中的位置,因此可通过设置避险车道使失控车辆在小半径平曲线上游位置驶离主线。

3 避险车道设置在行车方向左侧时,虽然可利用地形条件降低造价,但由于失控车辆进入避险车道时须避让对向行驶车辆,有较大安全隐患。

4 避险车道设置在桥梁位置将大幅度提高工程造价。国内避险车道有设置在桥梁上的情况,调研可知避险车道的使用率并不高,造成了极大浪费,由于新建公路避险车道设计时对制动失效位置的判断可能有一定的偏差,因此规定新建公路不应在桥梁上设置避险车道。对于运营公路,若制动失效事故发生位置表明必须通过新建桥梁增设避险车道时,可不设置清障车道,以节省建造成本。

5 由于失控车辆行驶状态的不确定性,设置在隧道内的避险车道将影响隧道运营安全,救援也极为不便,可能引发二次事故,因此避险车道不应设置在隧道内。

6 连续长、陡下坡路段的纵坡常采用极限纵坡和缓坡的纵坡组合,对运营公路避险车道的调研发现,当避险车道设置在极限纵坡或较大纵坡位置时,与设置在缓坡位置相比,制动失效货车的驾驶员对下坡的恐惧紧张心理加剧,会倾向于

使用避险车道。

**3.3.4** 避险车道的设置位置宜确保其视认性满足在表 3.3.4 的识别视距范围内能看到避险车道的全貌。

表 3.3.4 避险车道的识别视距

制动床设计入口速度 (km/h)	120	100	80	60
识别视距 (m)	350	290	230	170

**条文说明**

车辆制动失效时，驾驶员心理处于极度恐慌状态，避险车道较好的视认性有利于驾驶员及时作出进入避险车道的决定，并操纵车辆顺利进入避险车道。考虑到避险车道与公路出口匝道均是车辆驶离主线，因此参考现行《公路路线设计规范》(JTG D20)规定的主线分流鼻之前判断出口所需的识别视距制订出表 3.3.4 的避险车道识别视距，该识别视距界定为车辆距制动床入口的距离。

**3.3.5** 连续长、陡下坡路段地形条件允许时，避险车道宜设置两处或两处以上，可按表 3.3.5 确定增设避险车道的间距。

表 3.3.5 增设避险车道的间距

平均纵坡 (%)	第一处避险车道距坡顶的距离 (km)	增设避险车道的间距 (km)
>4.0	2.5~3.5	1.0~3.0
4.0	3.0~4.0	
3.5	4.0~5.0	2.0~4.0
3.0	5.0~7.0	
≤2.5	7.0~9.0	3.0~6.0

**条文说明**

对运营公路避险车道的调研发现，在制动失效事故多发的连续长、陡下坡路段，设置两条或两条以上避险车道时，能够为货车驾驶员提供更多驶离主线的机会，当驾驶员在犹豫不决中错过前方避险车道或者前方避险车道被占用时，可以选择进入下一处避险车道。另一方面，若前方避险车道存在视认性不良或距坡顶距离太近等设置问题时，后方避险车道也可起到弥补作用。综上所述，连续长陡下坡路段设置两处或两处以上避险车道能够为失控车辆提供更加可靠的安全保障。

表 3.3.5 中的第一处避险车道距坡顶的距离以及增设避险车道的间距是结合

表 3.3.2 设置避险车道的连续长、陡下坡路段的平均纵坡和坡长要求确定的。

**3.3.6** 避险车道与主线夹角  $\alpha$  的确定应综合考虑地形、工程造价、避险车道视认性、货车行驶稳定性等因素，并符合下列规定：

- 1 夹角  $\alpha$  取值应尽量小；
- 2 夹角  $\alpha$  取值不宜大于  $5^\circ$ ；
- 3 当地形条件受限时，夹角  $\alpha$  取值可在  $5^\circ \sim 10^\circ$  之间。

#### 条文说明

从避险车道视认性和车辆转向行驶稳定性两方面考虑，避险车道与主线的夹角取值越小越好。若夹角过大，车辆需要偏离主线较大角度、反向转向才能进入驶离匝道和制动床，这会增加驾驶员在方向操纵上的困难，特别是在车辆失控、车速较高、驾驶员心理紧张的情况下，极易导致车辆横向滑移或倾覆。根据运营公路避险车道调研可知，当避险车道与主线夹角较大时，由于避险车道预告标志以及警告标志等交通标志的遮挡，失控车辆很难在较远距离看清避险车道的全貌，往往是接近避险车道时才能看清驶离匝道和制动床。

失控车辆从主线转向驶离匝道是在平曲线上行驶的过程，从行驶稳定性角度分析计算，当失控速度  $120\text{km/h}$ 、制动床宽度为  $4\sim 6\text{m}$  时，避险车道与主线夹角  $\alpha$  最大限值为  $6^\circ$ ，失控速度越小，夹角  $\alpha$  限值可增大。美国 AASHTO《公路和街道几何设计方针》（2011 年版）规定，避险车道与主线夹角应尽量小，通常为  $5^\circ$  或更小。

调研的避险车道中，仅有 30% 的避险车道与主线夹角在  $5^\circ$  以下，将近半数的避险车道与主线夹角在  $5^\circ \sim 10^\circ$  之间，运营管理人员对于这些避险车道并未提出因与主线夹角较大导致的使用问题，但夹角超过此范围的避险车道的确发生过车辆试图进入避险车道但未成功进入的事故案例。

## 4 驶离匝道

**4.0.1** 驶离匝道应位于公路主线外侧行车道与制动床之间，为制动失效货车驾驶员提供充分的反应时间和足够的空间，操纵车辆安全驶入制动床。

**4.0.2** 驶离匝道的平面线形应为直线。

### 条文说明

车辆失控后，驾驶员心理极度恐慌，因此驶离匝道平面线形应采用驾驶员易于操控行驶的直线，而避免采用需要车辆转向的曲线。

**4.0.3** 驶离匝道的长度应不小于表 4.0.3 的规定。

表 4.0.3 驶离匝道的最小长度 (m)

制动床设计入口速度 (km/h)	60	80	100	120
避险车道与主线夹角 $0^{\circ}$ - $5^{\circ}$	100	140	170	200
避险车道与主线夹角 $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$	150	200	250	300

### 条文说明

驶离匝道的长度越长，则提供给驾驶员操纵失控车辆的空间越大，驾驶员有充分的时间可以调整车辆行驶方向使其以直线进入制动床，避免与护栏等障碍物相撞。车辆驶出主线的角度和速度与车辆方向调整时间呈正相关关系，而方向调整时间决定了驶离匝道的长度，因此将时间作为控制指标。

运营公路避险车道使用经验以及国内相关研究表明，当避险车道与主线夹角不超过  $5^{\circ}$  且驶离匝道长度大于 6s 设计行程时，车辆不易出现因调整方向的时间不足而未能成功驶入制动床的情况；避险车道与主线夹角取值在  $5^{\circ}$  ~ $10^{\circ}$  之间时，驶离匝道的最小长度应采用 9s 设计行程。根据这一时间和制动床设计入口速度计算出驶离匝道的最小长度，并向上取整，结果如表 4.0.3 所示。

**4.0.4** 驶离匝道正常段的起点宽度应为 4m~5.5m，驶离匝道的终点宽度应与制动床宽度相同。

### 条文说明

驶离匝道正常段起点宽度应满足制动失效货车的驶入需求，可按单一车道宽度设置，并考虑一定的横向余宽，地形条件允许时应尽量给驾驶员提供更大的方



向操纵空间。

**4.0.5** 驶离匝道终点应与制动床平顺连接，连接处横断面应与制动床中心线方向垂直。

#### 条文说明

驶离匝道终点的横断面与制动床中心线方向垂直，这样便于更有效地控制失控车辆的前轮同时进入制动床，保证车辆前轴两轮保持同样的减速度，避免因受力不均而导致侧翻。

**4.0.6** 驶离匝道的横坡应符合以下规定：

1 驶离匝道的横坡方向应与主线相邻车道相同。

2 主线为直线段或超高小于或等于 5% 的曲线段时，驶离匝道的横坡值应与主线相邻车道相同。

3 主线为超高大于 5% 的曲线段时，驶离匝道的横坡值应不大于 5%。

#### 条文说明

驶离匝道设置横坡有利于及时排出路面积水。驶离匝道的横坡值和方向均与主线相邻车道相同，有助于失控车辆在变换车道时倾向于同一方向行驶。参考现行《公路路线设计规范》(JTG D20) 的规定，规定横坡值不大于 5%，这是出于载重货车稳定性的考虑。

**4.0.7** 驶离匝道入口处应设置平曲线，驶离匝道纵坡变化处应设置凹形竖曲线。平曲线和竖曲线设计应满足现行《公路路线设计规范》(JTG D20) 的规定。

#### 条文说明

设置避险车道的主线为下坡路段，制动床一般为上坡，驶离匝道位于纵坡变化处，设置竖曲线类型为凹形竖曲线。

**4.0.8** 驶离匝道宜采用与主线相同的路面结构，驶离匝道与主线相邻车道的路面应平顺衔接。

**4.0.9** 驶离匝道路基和路面设计应采用与主线相同的技术等级，并满足现行《公路路基设计规范》(JTG D30)、《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40) 和《公路沥青路面设计规范》(JTG D50) 的相应规定。

## 5 制动床

### 5.1 材料要求

5.1.1 制动床结构层应由面层、基层和垫层等多层结构组成。

1 面层应具有滚动阻力系数高、低剪切强度和不易密实板结的性能，面层材料应采用砾石集料。

2 基层是主要承重层，应具有一定的强度、水稳定性、抗渗性和耐冻性，基层材料应采用水泥稳定碎石。

3 垫层主要起隔水和排水作用，并传递和扩散由基层传来的荷载应力，垫层材料应采用级配碎石。

#### 条文说明

失控车辆驶入制动床后，有些面层集料被车轮挤向轮侧或飞溅出去，车轮与这部分集料之间存在能量转换；也有部分集料颗粒被车轮碾压至底部，车轮克服颗粒之间的剪切力做功；车轮的陷入增大了面层集料施加的滚动阻力，所消耗的货车动能增加；失控车辆的动能通过以上各种方式逐渐被制动床面层集料吸收，直至速度降为零。因此制动床面层应选择车轮易于陷入、滚动阻力系数较高的材料类型，同时应确保这种性能具有一定的耐久性。

砾石集料能够满足制动床面层材料的上述功能要求，也是国内外最常用的制动床面层材料，使用效果较好。尽管碎石和沙子在我国避险车道建设早期也有使用，但由于碎石集料颗粒容易自锁、孔隙率较小，而沙子长期使用容易密实板结，这两种材料均不利于车轮陷入。根据福建省避险车道试验研究结论，在驶入货车、驶入速度以及铺设厚度等相同的条件下，砾石集料路面的阻力系数大于碎石集料路面。因此制动床面层材料应采用砾石集料，不推荐使用碎石集料和沙子。

制动床面层以下结构层的功能要求与沥青和水泥混凝土路面的相应结构层相似，因此参照沥青和水泥混凝土路面结构层设计的相应要求确定制动床基层和垫层的材料类型。

**5.1.2** 制动床面层砾石集料级配应满足表 5.1.2 的规定，集料压碎值不应大于 12%，针片状颗粒含量不应大于 5%，含泥量不应大于 0.5%。集料级配、压碎值、针片状颗粒含量、含泥量的检验试验方法应符合现行《公路工程集料试验规程》（JTGE42）的规定。

表 5.1.2 制动床面层砾石集料级配要求

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

#### 条文说明

制动床砾石集料应是圆形的、尺寸均匀且单一的、干净的、不易被压碎和压实的，这样能使材料的孔隙率最大化，因此提供最佳排水、减小自锁和压实，以利于车轮陷入，以此为原则，本条对砾石集料的级配、压碎值、针片状颗粒含量、含泥量作出了规定。

考虑到砾石集料材料性能对制动床充分发挥作用的重要性，对压碎值、针片状颗粒含量和含泥量提出了较高要求，指标限值采纳现行《公路桥涵施工技术规范》（JTGT F50）中对于 I 类粗集料（适用于强度等级大于 C60 的混凝土）的相应规定。

表 5.1.2 规定的制动床面层砾石集料级配与美国 AASHTO《公路和街道几何设计方针》（2011 年版）规定的 AASHTO 57 级完全一致。美国经过大量的实车试验研究得出结论：AASHTO57 级砾石是所有制动床试验材料中最有效的。目前我国运营避险车道的砾石集料粒径主要集中在 1cm~5cm 范围，与 AASHTO 57 级的粒径范围基本接近。根据我国已有的制动床砾石集料实车试验，这一粒径级配范围的制动床可以发挥较好的减速作用。

**5.1.3** 水泥稳定碎石基层和级配碎石垫层的材料技术指标应满足现行《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTGD40）和《公路沥青路面设计规范》（JTGD50）对三、四级公路相应材料结构层的规定。

#### 条文说明

与公路主线相比，避险车道制动床的车辆荷载频率以及舒适性要求较低，车辆荷载大小和耐久性要求等可与三、四级公路大致相当，因此规定水泥稳定碎石基层和级配碎石垫层的材料技术指标满足三、四级公路的要求。

## 5.2 结构设计

### 5.2.1 制动床面层、基层和垫层的厚度应符合下列规定：

1 面层砾石集料应按图 5.2.1 所示进行厚度过渡，制动床入口处集料厚度宜为 7.5cm，沿制动床长度方向在 30m~60m 范围内直线过渡至正常段厚度；正常段面层集料厚度不宜低于 1m。

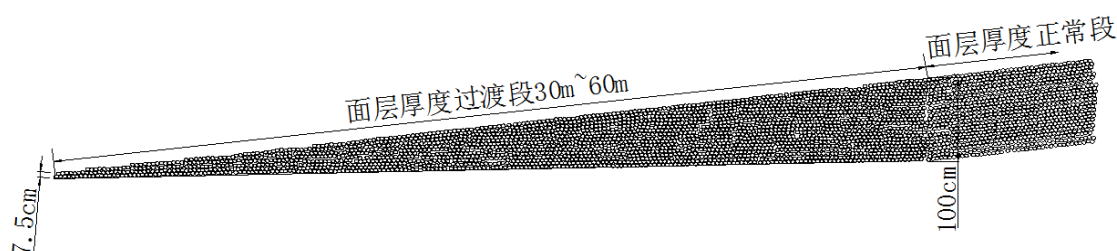


图 5.2.1 制动床面层砾石集料厚度过渡（尺寸单位：mm）

- 2 水泥稳定碎石基层厚度宜为 30cm，宜分两层摊铺。
- 3 级配碎石垫层厚度宜为 15cm。

#### 条文说明

失控车辆驶入制动床面层集料时，由于初始速度较快，为了使货车保持平稳的运行状态，制动床面层集料提供的阻力不宜过大，因此在制动床入口处集料厚度较小，在厚度过渡段由浅入深直线过渡到正常段厚度。

本条中面层砾石集料厚度以及厚度的过渡是参照美国 AASHTO《公路和街道几何设计方针》（2011 年版）制订的，我国大部分避险车道的制动床面层集料厚度也是按此设计的，调研可知基本可以满足使用要求。

### 5.2.2 制动床纵坡应符合下列规定：

- 1 纵坡取值应综合考虑地形、工程造价、驾驶员心理、货车行驶稳定性等因素。
- 2 纵坡宜采用单一纵坡，单一纵坡坡度最大值不应超过 15%。
- 3 当地形条件限制制动床的设置长度时，可采用先缓后陡的组合纵坡。
- 4 组合纵坡坡度最大值不应超过 20%。
- 5 组合纵坡坡度变化点应位于制动床长度后半部分的面层厚度正常段。

#### 条文说明

制动床纵坡是确定制动床长度的重要因素，纵坡增大可使所需制动床长度减小，降低工程总价；但纵坡过大会出现车辆停止后向坡底倒溜的现象。制动床纵

坡取值应充分考虑地形,条件允许时宜采用较缓的纵坡,当地形条件限制制动床设置长度时,可适当增加制动床的纵坡或采用先缓后陡的组合纵坡。

车辆停止后向坡底倒溜时的临界状态受力如图 5-1 所示。 $G \times \sin \alpha = F_{\text{静}} = \mu_{\text{静}} mg \cos \alpha$  即  $\mu_{\text{静}} = \tan \alpha$ , 当  $\mu_{\text{静}} \geq \tan \alpha$  时,失控车辆停止后不会出现倒溜。制动床集料的阻力系数一般取为 0.25,由于静摩擦系数大于动摩擦系数,偏于安全的  $\mu_{\text{静}}$  近似取为 0.25,则  $\alpha = 0.245$ ,即考虑车辆停止后向坡底倒溜坡度最大限值为 24.5%。

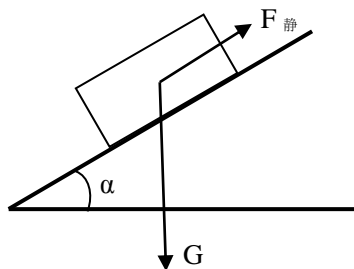


图 5-1 车辆倒溜时的临界受力状态

货车驶入制动床过程中,由于在入口处速度最快,驾驶员也最紧张,纵坡值不宜过大;货车驶入制动床后半部分时,货车速度降低,驾驶员紧张程度会有所减弱,为了增大减速吸能作用,制动床坡度取值可以适当增大。因此运营公路有的避险车道采用先缓后陡的组合纵坡,组合纵坡的弊端是使制动床纵面出现曲线线形,可能出现导致车辆变形的挤压力,因此本条规定宜尽量采用单一纵坡,当地形条件限制制动床的设置长度时可采用组合纵坡。

针对某避险车道制动床 4%—10%—15%的组合纵坡,调研结果表明,大部分驾驶员接受这种组合纵坡设计,甚至有部分驾驶员认为坡度可以再大一些。运营避险车道单一纵坡的最大纵坡值集中在 5%~15%范围内,组合纵坡的最大纵坡值集中在 15%~20%范围内,表明组合纵坡可以比单一纵坡设计更大的纵坡值,调研过程中运营管理人员多建议增大制动床纵坡值以提高货车拦截能力,表明目前设计的制动床纵坡取值不存在过大的问题。

综上所述,本条对单一纵坡规定坡度最大值小于 15%,对组合纵坡规定坡度最大值小于 20%。

### 5.2.3 制动床长度应符合下列规定:

1 单一纵坡制动床计算长度应按下式计算。

$$L = \frac{V^2}{254 \times (R + G)} \quad (5.2.3-1)$$

式中： $L$ ——制动床的计算长度（m）；

$V$ ——货车驶入制动床的速度（km/h）；

$R$ ——制动床面层阻力系数；

$G$ ——纵坡坡度。

2 组合纵坡制动床长度应按下式计算。货车在前一个坡度末端的速度  $V_f$  作为下一个坡度的初始速度  $V_i$  来计算下一个坡度末端的速度，以此类推，直至足够长的制动床将货车的速度降为零。

$$V_f^2 = V_i^2 - 254L_i(R + G) \quad (5.2.3-2)$$

式中： $V_f$ ——货车在这一坡度末端的速度（km/h）；

$V_i$ ——货车在这一坡度的初始速度（km/h）；

$L_i$ ——这一坡度的制动床计算长度（m）；

$R$ ——制动床面层阻力系数；

$G$ ——纵坡坡度。

3 制动床砾石集料面层的阻力系数  $R$  应取为 0.25；当制动床面层采用其它材料形式时，应通过实车试验确定阻力系数  $R$ 。

4 制动床的设置长度应按下式计算。

$$L' = L + 10$$

式中： $L'$ ——制动床的设置长度（m）；

$L$ ——制动床的计算长度（m）；

#### 条文说明

我国的制动床砾石集料阻力系数试验研究结论包括：

1) 试验制动床为平均粒径 3.2cm 的碎石及 2-5cm 粒径非级配砾石，平均厚度均为 55cm，当速度相同时，砾石制动床的阻力系数大于碎石制动床；

2) 试验车辆质量 55t 条件下，集料铺设厚度 0.5m 超过了车轮下陷的影响深度范围，在 0.5m~0.7m 集料铺设厚度范围内，厚度的变化对阻力系数影响很小；

3) 在相同试验条件（试验车辆质量 55t、驶入速度 100km/h）下，平坡制动床与 8.9%上坡制动床的砾石阻力系数没有明显差别；

4) 随着车辆驶入速度的增加，砾石阻力系数呈增加趋势；

5) 集料为粒径 1.5~2cm 豆砾石、深度为始端开始到 45m 左右由 10cm 逐渐过

渡到全深 40cm、试验车型为 8t 东风重型货车，豆砾石的阻力系数为 0.27；

6) 表 5-1 和表 5-2 为实车试验获得的砾石集料阻力系数。

表 5-1 制动床砾石集料阻力系数实车实验数据 (一)

集料类型	序号	速度 (km/h)	制动距离 (m)	最大下陷深度 (cm)	阻力系数
平均粒径5cm, 最大铺设深度40cm	1	32, 三档	16	15.5	0.2519
	2	35, 三档	16	17	0.3014
	3	35, 三档	18.6	20	0.2592
平均粒径1.5cm, 最大铺设深度40cm	1	68, 三档	49.3	19.5	0.3693
	2	56, 三档	40.5	22	0.3048
	3	47, 三档	30.6	25	0.2842

表 5-2 制动床砾石集料阻力系数实车实验数据 (二)

序号	车型	实测阻力系数
1	3档	0.496
2	3档	0.409
3	3档	0.435
4	3档	0.368
5	3档	0.472
6	3档	0.393
7	3档	0.554
8	6轴	0.459

美国《建立避险车道设计方法的实地研究》(James C. Wambold, 引自 Transportation research record 1233) 一文中制动床砾石集料面层减速度的试验数据如表 5-3 和表 5-4 所示, 试验结论包括:

- 1) 与碎石面层相比, 砾石面层的平均减速度增大 30%~35%;
- 2) 与不配载试验相比, 配载试验的减速度增大 11%;
- 3) 随着砾石面层厚度的增加, 平均减速度增大, 但会在 30 英寸至 36 英寸 (0.76m~0.91m) 时达到最大值, 最大值约为 0.5g;
- 4) 由于车轴构造影响, 拖挂式货车试验的平均减速度小于自卸式货车。

表 5-3 避险车道试验结果汇总

集料类型	砾石厚度 (m)	货车类型	货车重量 (t)	驶入速度 (km/h)	停止距离 (m)	减速度 (g)
砾石	0.91	自卸式货车	14.8	66.9	36.3	0.59
砾石	0.91	自卸式货车	14.8	73.4	45.4	0.48
砾石	0.91	自卸式货车	14.8	67.4	46.0	0.48

砾石	0.91	自卸式货车	6.5	63.7	39.9	0.45
砾石	0.91	自卸式货车	6.5	75.3	52.7	0.5
砾石	0.91	拖挂式货车	18.6	82.6	66.8	0.39
砾石	0.91	拖挂式货车	18.6	67.8	53.6	0.32
砾石	0.91	拖挂式货车	9.5	64.9	45.7	0.37
砾石	0.91	拖挂式货车	9.5	76.8	74.1	0.29
砾石	0.91	拖挂式货车	9.5	68.9	63.2	0.44
砾石	0.91	拖挂式货车	18.6	68.6	64.9	0.34
砾石	0.91	三轴货车*	24.5	66.6	46.3	0.39

注：\*该货车在宾夕法尼亚州经常被用来运输碳。

表 5-4 平均减速度数据

试验类型	平均减速度 (g)
碎石集料 18 英寸 (0.46m)	0.275
碎石 (配载)	0.288
碎石 (未配载)	0.265
砾石集料 36 英寸 (0.91m)	
自卸卡车	配载和未配载 0.52
	配载 0.535
	未配载 0.475
拖挂式货车	配载和未配载 0.358
	配载 0.35
	未配载 0.367
自卸卡车 (实地试验)	配载和未配载 0.499
	配载 0.525
	未配载 0.474
拖挂式货车 (实地试验)	配载和未配载 0.413
	配载 0.393
	未配载 0.463
砾石集料	(18 英寸-0.46m) 0.35
	(22 英寸-0.56m) 0.40
	(30 英寸-0.76m) 0.49
	(36 英寸-0.91m) 0.52

美国 AASHTO 《公路和街道几何设计方针》(2011 年版) 规定的不同路面材料



的阻力系数如表 5-5 所示，豆砾石的阻力系数最大，取值为 0.25。

表 5-5 不同路面材料的阻力系数 R

路面材料	阻力系数
硅酸盐水泥混凝土	0.01
沥青混凝土	0.012
密实砂砾	0.015
松散砂土	0.037
松散碎集料	0.05
松散砂砾	0.1
砂	0.15
豆砾石	0.25

综上所述，条文中对于计算制动床长度的砾石集料阻力系数取值为 0.25，相比于我国试验数据较为保守，是偏于安全的。

制动床长度计算公式所描述的车辆是不考虑几何尺寸的质点，位于车辆的重心位置，考虑到合法行驶车辆的实际长度均在 20m 以内，现行《公路工程技术标准》规定的设计车辆外廓尺寸中，车辆总长最大值为 18.1m（铰接列车），因此制动床的设置长度规定为计算长度延长 10m。

#### 5.2.4 制动床宽度应符合下列规定：

- 1 高速公路和一级公路避险车道的制动床宽度不应小于 6m。
- 2 二、三、四级公路避险车道的制动床宽度可取 4m~6m。

#### 条文说明

制动床的宽度达到 4m 即可容纳一辆货车顺利驶入，我国和美国均有制动床宽度为 4m 左右的运营避险车道。制动床越宽，驾驶员越容易操控失控车辆驶入制动床以及在制动床内行驶。高速公路和一级公路在最小宽度 4m 的基础上两侧各设置 1m 的余宽，规定制动床的最小宽度为 6m；二、三、四级公路的制动床设计入口速度减小，因此对制动床宽度降低要求，达到最小宽度 4m 即可。

两辆及以上货车同时使用制动床时易造成追尾二次事故，且考虑救援人员设备安全，当制动床内已有车辆占用时禁止失控车辆进入，从根本上消除了两辆及以上货车同时使用避险车道的可能。调研中也发现，运营公路很少发生两辆及以上货车同时使用避险车道。在这种失控车辆较多的路段设置间距较近的两处避险车道更实用。综上所述，在确定制动床宽度时不考虑两辆及以上货车同时使用避

险车道的情况。

**5.2.5** 制动床的平面线形应为直线。

#### 条文说明

货车制动失效后，驾驶员心存恐慌，同时车辆驶入制动床后没有转向能力，因此制动床平面线形应采用驾驶员易于操控行驶的直线，避免车辆在制动床中人为地强制转向而发生侧翻等事故。

**5.2.6** 制动床长度后半部分可设置多道横向集料垄，集料垄高宜为40cm~70cm，底宽宜为100cm~250cm，横向集料垄间距宜为2.5m~3.5m。

#### 条文说明

横向集料垄可以增大制动床的阻力，规定的垄高、底宽以及间距的横向集料垄已在实际工程中有所应用，集料垄虽然会加重对车辆的损坏，但损坏程度不足以导致司乘人员的严重伤亡，横向集料垄的设置对于增大制动床的拦截作用效果明显，增加了制动床的安全储备。

征求意见稿

## 6 清障车道

**6.0.1** 清障车道应紧邻制动床，宜设置在制动床的行车方向右侧。

### 条文说明

调研中发现，绝大多数避险车道的清障车道位于制动床的行车方向右侧。但也有清障车道位于制动床左侧的情况，此时失控车辆驶入时右转角度更小，容易将清障车道误作制动床使用，设计时应尽量避免。

**6.0.2** 清障车道的平面线形应为直线。

### 条文说明

清障车道紧邻制动床设置，为了施工和使用方便，其平面线形应与制动床相同，均为直线。

**6.0.3** 清障车道的长度应与制动床相同，宽度不应小于 3.5m。

### 条文说明

清障车道宽度对避险车道建设用度和造价影响较大。我国运营高速公路避险车道的清障车道宽度取值在 3m~5.5m 之间，调研中发现基本可以满足救援车辆和维护车辆的使用要求；美国 AASHTO《公路和街道几何设计方针》（2011 年版）规定清障车道宽度至少为 3m。综合考虑以上因素，规定清障车道宽度应不小于 3.5m。

**6.0.4** 清障车道可设置吊车施救平台，平台尺寸宜为 8m×8m。施救平台宜设置在制动床长度的中部位置。

### 条文说明

吊车施救时，为了方便近距离吊运事故车辆，需要在制动床附近有一处平整的区域来固定吊车支腿。起吊能力 50t 以下各吨位吊车的支腿纵向和横向间距为 4m~7m，清障车道的宽度无法满足此空间要求，且清障车道设置为与制动床相同的纵向斜坡，也不利于吊车支腿的固定。

调研过程中有避险车道养护管理人员提出设置固定吊车支腿的平台，经研究论证认为具备一定的可行性，因此推荐在清障车道上设置吊车施救平台，根据吊车支腿的间距，建议平台尺寸为 8m×8m。

**6.0.5** 清障车道宜采用单一纵坡，纵坡最大值不应超过 15%。

**条文说明**

清障车道纵坡坡度应确保救援车辆和维护车辆不发生纵向滑动和纵向倾覆，最大坡度值应控制在 15%以下。

**6.0.6** 清障车道宜采用水泥混凝土路面，路基和路面设计应满足现行《公路路基设计规范》（JTG D30）和《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTG D40）对三、四级公路的相应规定。

征求意见稿

## 7 减速消能设施

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 避险车道制动床末端应设置减速消能设施，可选用的末端减速消能设施包括消能桶、集料堆和废旧轮胎等。

#### 条文说明

制动床末端设置减速消能设施的目的是提高制动床防护能力的安全余量，当超出避险车道设计能力的失控车辆到达制动床末端时，起到一定的缓冲作用，尽量避免直接碰撞端部挡墙或山体，减轻车辆及乘员的伤害程度。

**7.1.2** 受地形条件所限制制动床长度不足时，可设置图 7.1.2 所示的网索-阻尼系统以辅助制动床减速消能。采用网索-阻尼系统时应进行充分论证，在满足安全和使用功能的条件下进行设计。



图 7.1.2 网索-阻尼系统设置示意图

#### 条文说明

网索-阻尼系统的设计关键是系统能够提供平稳的阻尼力，使失控车辆碰撞接触网索的过程中速度缓慢降低，避免减速度过大时货物因惯性前移挤压驾驶室；另一方面，网索使用后应能够快速复原，否则会对后续驶入避险车道车辆造成安全隐患。目前国内外均有在避险车道上设置网索-阻尼系统的工程实例，国外使用较早，技术相对成熟，但阻尼系统是专利产品，且造价较高，不适于在我国推广应用。我国云南省和四川省也曾研发了避险车道网索-阻尼系统，目前仍在试用中，经运营效果检验满足安全和使用功能要求时可推广使用。

**7.1.3** 避险车道制动床端部为高度大于 2m 的挖方边坡时，减速消能可设置在挖方边坡前方；避险车道制动床端部为填方或高度小于 2m 的挖方边坡时，应在减速消能设施后设置高度不小于 1.5m 的钢筋混凝土挡墙。

## 7.2 设计要求

7.2.1 制动床末端可沿纵向和横向并排放置多个消能桶，其设计应满足以下规定：

- 1 消能桶的填充材料应和制动床集料相同。
- 2 消能桶的形状尺寸和产品要求应满足现行《公路防撞桶》（JT-T596）的规定。
- 3 消能桶可按图 7.2.1 所示的方式布置。

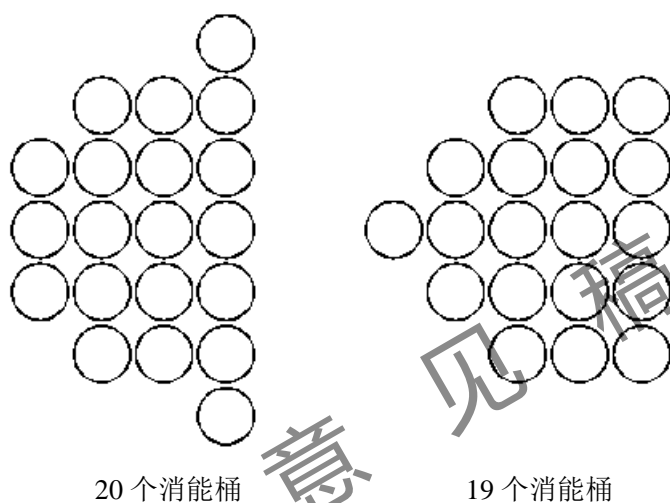


图 7.2.1 消能桶布置方式示意图

### 条文说明

为了避免车辆碰撞防撞桶后填充材料对制动床集料的污染，规定消能桶的填充材料应和制动床集料相同。

7.2.2 制动床末端设置集料堆时，其设计应满足以下规定：

- 1 集料堆应高于制动床集料表面 0.6m~1.5m，坡度为 1:5。
- 2 集料堆材料应和制动床集料相同。

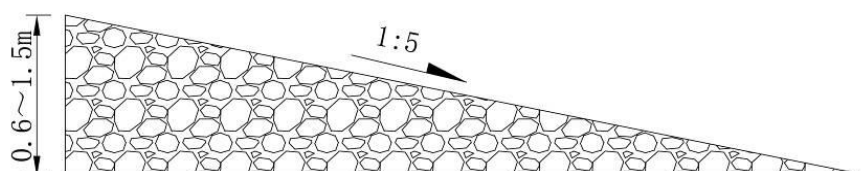


图 7.2.2 集料堆设置示意图

**7.2.3** 制動床末端廢舊輪胎應設置在制動床集料表面上。廢舊輪胎宜按圖 7.2.3 所示的方式布置，沿行車方向應至少連續布置 4 排，橫向與制動床寬度相同，高度不低於 2m，交叉布置。

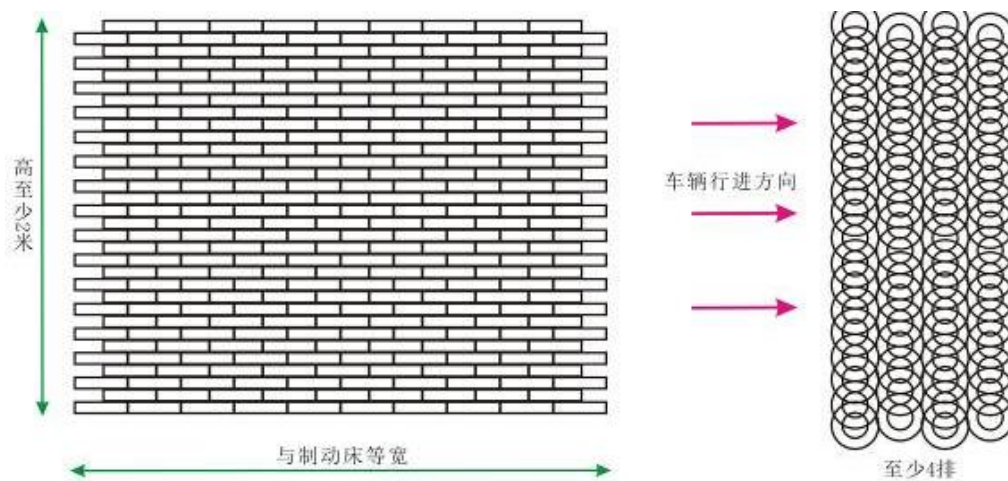


圖 7.2.3 廢舊輪胎布置方式

徵求意見稿

## 8 配套交通安全设施

### 8.1 交通标志

**8.1.1** 避险车道有关的交通标志与连续长、陡下坡路段的其它交通标志应协调连贯，不得出现信息矛盾或过载的现象。

**8.1.2** 连续长、陡下坡宜在坡顶最近的服务区、停车区及加水站等沿线服务设施点内设置避险车道告示标志，其内容包括避险车道的数量、桩号位置以及使用注意事项等。

#### 条文说明

进入连续长、陡下坡前，通过避险车道告示标志的设置（示例见图 8.1.2），使货车驾驶员了解该路段避险车道设置情况，一旦发生制动失效，有助于驾驶员及时顺利地进入避险车道。另外，为了帮助驾驶员科学安全地使用避险车道，还可在使用注意事项中告知驾驶员在什么情况下使用避险车道以及进入避险车道过程中怎样正确操作车辆，并明确给出避险车道的设计条件。



图 8.1.2 避险车道告示标志示例

**8.1.3** 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。

#### 条文说明

调研中发现，有的货车在发生制动失效后，由于驾驶员存在侥幸心理，认为车辆会在下游的平坡或上坡路段恢复制动性能，而不进入避险车道。因此须在避险车道上游位置告知驾驶员下坡余长，帮助驾驶员对是否进入避险车道作出正确决策。



警告标志为带下坡余长信息辅助标志的正等边三角形连续下坡标志,告示标志为白底黑边黑文字的矩形行车安全提醒标志(版面中的图形标识应采用黄底黑图案)。

**8.1.4** 避险车道上游位置应设置 2km、1km、500m 的预告标志,驶离匝道入口处应设置指示的警告标志。

#### 条文说明

避险车道预告标志的作用是告知驾驶员下游避险车道的位置,提醒失控车辆驾驶员注意使用避险车道,并作好进入避险车道的准备。

**8.1.5** 同一段连续长、陡下坡存在多处避险车道时,宜在避险车道预告标志中给出编号信息,并在避险车道后的主线位置设置下一处避险车道预告标志。

#### 条文说明

避险车道编号信息可以辅助失控车辆驾驶员根据车况路况决定是否采用当前避险车道。运营公路避险车道调研结果表明,若驾驶员犹豫不决或其它原因错过当前避险车道时,通过主线位置设置的下一处避险车道预告标志,有助于驾驶员选择进入下一处避险车道并作出相应的准备。

**8.1.6** 驶离匝道入口处应设置“禁止停车”的禁令标志。

#### 条文说明

调研中发现,有些车辆驾驶员由于缺乏对避险车道的了解,会把避险车道当作紧急停车带甚至港湾式停靠站使用,在驶离匝道停车的情况屡见不鲜,严重影响了避险车道的安全使用,因此要求在驶离匝道入口处设置“禁止停车”标志。

**8.1.7** 制动床入口处宜设置“失控车辆”的警告标志,清障车道入口处宜设置“禁止驶入”的禁令标志和“清障车道”的辅助标志。

#### 条文说明

此条规定的目的是为了 avoid 失控车辆的驾驶员误将清障车道当作制动床使用。制动床和清障车道入口处标志宜采用门架式或悬臂式支撑结构,标志版面内可采用朝下的箭头对准指示相应车道。

**8.1.8** 清障车道应设置包含救援信息的告示标志,救援信息宜包括救援电话以及救援流程等。救援流程中应强调驾驶员不得在制动床中逗留。

#### 条文说明

调研中发现,有避险车道运营过程中曾出现失控车辆进入避险车道后、驾驶

员在制动床内检修车辆、被后续驶入的失控车辆撞伤致死事故案例，因此规定在告示标志中包含提醒驾驶员不得在制动床中逗留的信息。

**8.1.9** 交通标志的设置应符合现行《道路交通标志和标线 第 2 部分 道路交通标志》（GB 5768.2）和《公路交通标志和标线设置规范》（JTG D82）的规定。

## 8.2 交通标线

**8.2.1** 驶离匝道分流点 A 至分流点 B 的主线外侧行车道边缘线应设置为白色虚线。

### 条文说明

条文中的驶离匝道分流点的具体位置详见 3.1.7 条，下同。

**8.2.2** 驶离匝道分流点 B 至分流鼻端之间的三角地带应设置 V 型导流线。

### 条文说明

避险车道入口处交通标线的使用功能与高速公路匝道处交通标线类似，8.2.1 条和 8.2.2 条规定是参考高速公路匝道交通标线的设置方法制订的。

**8.2.3** 制动床和清障车道的分界点 C 与驶离匝道分流点 A 之间应设置白色实线。

### 条文说明

条文中交通标线的设置目的是指引失控车辆驾驶员进入制动床，以避免误入清障车道。

**8.2.4** 驶离匝道路面上宜设置“失控车辆专用”的路面文字标记。

**8.2.5** 清障车道路面上宜设置“清障车辆专用”的路面文字标记。

**8.2.6** 交通标线的设置应符合现行《道路交通标志和标线 第 3 部分 道路交通标线志》（GB 5768.3）和《公路交通标志和标线设置规范》（JTG D82）的规定。

## 8.3 护栏

**8.3.1** 护栏设计应满足以下规定：

1 不设置清障车道时，制动床两侧均应设置护栏；设置清障车道时，制动床左侧和清障车道右侧均应设置护栏，制动床和清障车道之间不宜设置护栏。

2 护栏型式宜采用混凝土护栏，防护等级应不低于六（SS）级。

### 条文说明

关于制动床与清障车道之间是否设置护栏,调研过程中运营管理人员对此争议较大,实际运营中这两种情况的避险车道数量也大致相当。经验表明:设置护栏会给救援工作带来不便,且护栏端头会对失控车辆造成一定的安全威胁;不设护栏时,失控车辆操控不当可能进入清障车道。经综合分析,本细则规定制动床和清障车道之间不宜设置护栏,通过设置隔离设施警示失控车辆驾驶员在制动床内行驶。

车辆在避险车道内碰撞护栏时的碰撞角度较小,即使重型货车的碰撞能量也不大。混凝土护栏碰撞后损坏程度较轻,易于修复。调研过程中也了解到,部分运营公路设置五(SA)级或六(SS)级的混凝土护栏,使用过程中护栏基本未发生结构性损坏,效果较好,表明这一防护等级的混凝土护栏可以满足对失控车辆的防护要求。

### 8.3.2 避险车道分流鼻端应设置防撞垫。

#### 条文说明

对于公路主线行驶车辆,制动床左侧的混凝土护栏端部形成了路侧障碍物,碰撞后将会对车辆及乘员造成严重伤害,根据现行《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81)的规定,此处应设置防撞垫。

8.3.3 护栏和防撞垫的设计应满足现行《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81)的规定。

## 8.4 隔离设施

### 8.4.1 清障车道入口与驶离匝道之间应设置具有反光功能的隔离设施。

#### 条文说明

此条规定的目的是为了 避免失控车辆的驾驶员误将清障车道当作制动床使用。隔离设施可采用贴有红白相间反光膜的水马。

8.4.2 清障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。

## 8.5 轮廓标

8.5.1 清障车道入口与驶离匝道之间以及清障车道与制动床之间的隔离设施上应设置轮廓标。

8.5.2 避险车道护栏上的轮廓标设置应满足以下规定：

- 1 不设置清障车道时，制动床两侧的护栏上均应设置轮廓标。
- 2 设置清障车道时，制动床左侧的护栏上应设置轮廓标，清障车道右侧的护栏上不应设置轮廓标。

### 条文说明

避险车道隔离设施和护栏上设置的轮廓标能够指示避险车道的边缘轮廓，有利于诱导失控车辆正确进入避险车道，尤其在夜间效果更为明显。

为了避免误导失控车辆驾驶员，规定清障车道右侧不应设置轮廓标。

8.5.3 轮廓标反射器颜色应为红色，间距宜为 12m，中心高度宜为 60~75cm。

### 条文说明

为了区别于主线轮廓标，反射器颜色规定为红色。

8.5.4 轮廓标的设置应符合现行《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81) 的规定。

## 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。

#### 条文说明

避险车道排水设施应做好与公路排水设施的衔接处理，避免排水水流危害公路路基、路面和毗邻地带。

**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现行《公路排水设计规范》(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和纵向排水沟相结合的排水系统，清障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：

- 1 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。
- 2 制动床坡底位置应设置一道横向排水沟。
- 3 横向排水沟外应包裹土工织物滤层。
- 4 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。
- 5 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：

- 1 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。
- 2 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** 清障车道排水边沟设计应符合下列规定：

1 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。

2 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。

3 边沟沟底纵坡应和清障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。

**条文说明**

制动床面层集料坡顶的土工织物用来过滤坡顶被污染的水，避免水中土粒、杂草等进入制动床集料空隙。

征求意见稿

## 10 照明、监控和救援设施

### 10.1 照明设施

**10.1.1** 照明设施应满足以下功能要求：

1 夜间指示避险车道位置，使驾驶员清晰分辨公路主线和避险车道，引导制动失效货车正确驶入制动床。

2 为夜间驶入避险车道货车的驾驶员报警、车辆施救、监控设施工作等提供照明。

**10.1.2** 照明设施外电源供电困难时可采用太阳能供电。

#### 条文说明

太阳能供电是一种新型的独立供电系统，不需要供电网络，施工安装维护方便，节约了公路运营单位的成本开支，但其稳定性不如传统的外电源供电方式，当避险车道照明设施采用外电源供电困难时可采用这种供电方式。

**10.1.3** 照明区域应包括从驶离匝道的起点至制动床终点的区域。

**10.1.4** 照明设施应设置在驶离匝道和制动床外侧，宜采用单侧布设方式，不应设置在制动床和清障车道之间。

#### 条文说明

照明设施若设置在制动床和清障车道之间，将存在失控车辆碰撞灯杆的风险。

**10.1.5** 照明设计的平均照度宜为 10~20 勒克斯，总均匀度宜为 0.3。

#### 条文说明

除个别特殊路段外，我国公路一般不连续设置照明设施，夜间车辆靠车灯照亮前方道路，确定行驶方向。由于避险车道紧邻公路主线，如果避险车道照明太亮，则容易使主线标志标线反光相对变暗，干扰正常行驶的驾驶员识别主线，因此避险车道照度不宜太高。考虑到避险车道照明需求及与公路交通的相关性等特征与养护区类似，因此参照现行《公路照明技术条件》（GB/T 24969）的养护区照明要求规定避险车道平均照度和总均匀度。

**10.1.6** 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现行《公路照明技术条件》(GB/T 24969)的有关规定。

## 10.2 监控设施

**10.2.1** 避险车道监控设施的功能包括：

1 事故报警功能：车辆进入避险车道后，自动发出紧急信号，迅速通知相关人员进行临时交通组织以及施救等。

2 信息发布功能：预告避险车道可用或被占用的信息。

3 监视功能：提供避险车道现场远程图像信息。

4 车辆检测功能：采集进入车辆的重量以及速度等数据。

**10.2.2** 避险车道监控设施应具备事故报警功能、信息发布功能和监视功能，宜具备车辆检测功能。

### 条文说明

车辆检测功能可实现对进入避险车道车辆的重量以及速度的实时检测，掌握事故车辆的运行数据，为改进和完善避险车道设置积累数据经验。与其它监控设施功能相比，车辆检测对避险车道的安全使用没有本质上的影响，因此设计中对此功能不强制要求。

**10.2.3** 事故报警设施可采用紧急报警电话或人工报警按钮，也可与车辆检测设施配合使用。

### 条文说明

失控车辆进入避险车道后，驾驶员拨打紧急报警电话或触发人工报警按钮，即可将信号传至监控管理中心，再配合监视设施确认避险车道内事故情况。

事故报警设施与车辆检测设施配合使用的过程为：车辆进入避险车道后通过设置在避险车道入口的微波交通检测器（MTD）检测断面，MTD对进入车辆相关数据检测后，自动产生报警信号通知监控管理中心。



**10.2.4** 信息发布设施可采用可变情报板，应设置在连续长、陡下坡路段起点以及避险车道前方位置，并满足视距要求。

**10.2.5** 监视设施可在避险车道现场以摄像机为输入设备，在监控中心以监视器、大屏幕投影为输出设备。摄像头的布设位置宜尽可能使其视角覆盖避险车道的整个区域。

#### 条文说明

监视设施为避险车道养护管理以及进入车辆救援等提供了现场最直观的图片信息，同时还可以对事故过程进行记录和存档。

**10.2.6** 车辆检测设施可采用视频检测器、微波检测器和感应线圈，车辆重量采集可采用动态称重系统。

### 10.3 救援设施

**10.3.1** 避险车道救援设施应满足以下功能要求：

- 1 在车辆进入避险车道后能够快速到达救援现场。
- 2 快速将车辆转移出制动床。
- 3 救援过程中不影响主线的运营安全。
- 4 救援过程中不对其它公路设施造成损坏。

#### 条文说明

车辆进入避险车道后，及时快速地调动救援人员设施、转移事故车辆、救助事故人员、清理事故现场并恢复避险车道使用状态，对于避免二次事故发生和提高避险车道使用效率极为重要。

**10.3.2** 根据车辆停止位置、停止姿态、陷入深度、损坏情况以及载重量的不同，事故车辆转移出制动床时可选择采用清障车、挖掘机以及吊车等设备。

#### 条文说明

当失控车辆进入制动床距离较短、陷入深度较小、车辆姿态正常、车体完整且损坏程度较轻时，将清障车钢丝绳与事故车辆底盘相连接，驾驶员操作方向盘配合清障车进行拖拽即可。

对于进入制动床距离较长、陷入深度较大的车辆，则需要先使用挖掘机将集料挖开，减小拖拽阻力，清障车驶入避险车道进行近距离拖拽；若车辆转向系统损坏或车体方向不正，还须使用挖掘机拖动事故车辆的车头配合导向；当载货量

较大时，须先将货物清出，再进行拖拽。

对于发生侧翻、解体、冲出制动床等情况的事故车辆，清障车无法满足救援需要，同时为避免对道路设施造成更大破坏，应采用吊车吊运的方法移除车辆。清障车道上设置的施救平台提供了固定吊车支腿的空间。

早期避险车道常设置地锚，地锚一般以混凝土为基础，地面以上仅露出小段钢环，可以承受较大的拉力，推拽车辆时用于固定滑轮和钢丝绳等，需要牵引车、定滑轮组以及动滑轮组等设施配合，这类方法对拖拽牵引力要求降低，但程序较复杂，近年来随着清障车在避险车道救援过程中应用的普及，已很少应用地锚。

征求意见稿