

文章编号: 1674—8247(2019)02—0019—03

DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.02.005

铁路安全线与挡车器的匹配设计研究

蒋志华

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要:在现行的铁路设计规范中,对安全线的平纵断面设计规定存在缺陷和严重安全隐患。多个规范中均有“有条件时,邻靠正线的安全线应采用曲线型布置”的要求,但曲线型实际上更增加了对正线的危险,也易造成挡车器的非正常受力损坏,不能再次使用。为更好的保障铁路运输安全,确保挡车器等缓冲设施作用的正常、安全、反复使用,文章结合安全线尾部的挡车器受力特点针对安全线的平纵断面设计进行研究论述,提出了安全线平面设计应设计为直线型,避免采取曲线型设计;纵断面应为一个整坡(尤其是靠近车挡的部分),避免设置变坡点的新要求。并提出对安全线的设计规范的修订建议。

关键词:铁路;安全线;直线型;整坡;新理念

中图分类号:U298

文献标志码:A

Research on Matching Design of Railway Safety Line and Stop Buffer

JIANG Zhihua

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: In the current code for railway design, there are some defects and serious potential safety hazard in the design of the horizontal and vertical sections of the safety siding. There are requirements like "Conditionally, the safety siding adjacent to the main line should use curve" in multiple codes, however, the curve type safety siding actually increases more risks to the main line, it also causes the stop buffer to be damaged by abnormal stress, and it can't be used again. In order to better protect the safety of railway transportation, and ensure the normal, safe and repeated use of buffer facilities such as stop buffer, combined with the design of plane and vertical section of safety siding according to the stress characteristic of the stop buffer near the rear of the safety siding, this paper proposes some new requirements that safety line plane should be designed as a linear type, curve should be avoided; and the vertical section should be a whole slope (especially the part near the stop buffer), variable slope point should be avoided, and some design code revision suggestions about safety siding are also raised.

Key words: railway; safety line; linear type; whole slope; new concept

在铁路设计中,安全线的设计是保障运输安全的必要基础条件,可避免当某一列车或调车组发生意外、停留车辆溜移时影响其他线路的列车或车辆安全。鉴于此,铁路行业对安全线的设置条件做出了系列规定。但若出现列车、调车作业发生意外、或超速时,车辆与车挡发生碰撞,易造成车辆及车挡的损毁。为减小损

毁、弥补安全线不足,设计了安装在车挡前一定距离的挡车器等缓冲设备,起到缓冲作用^[1]。基于挡车器阻挡车辆的受力原理,需在安全线平纵断面设计方面进行相应的调整,以实现安全线、挡车器功能的系统性充分发挥,最大限度的保障运输安全。本文谨以安全线与挡车器的相互匹配关系进行研究,并提出对安全性

收稿日期:2018-10-25

作者简介:蒋志华(1968-),男,高级工程师。

引文格式:蒋志华. 铁路安全线与挡车器的匹配设计研究[J]. 高速铁路技术,2019,10(2):19-21.

JIANG Zhihua. Research on Matching Design of Railway Safety Line and Stop Buffer [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(2): 19-21.

的设计新理念。

1 现行规程规范对安全线平纵断面的设计要求

在下列规程规范中,对安全线的设置条件和位置都有相关要求,本文对此不再赘述,重点对安全线平纵断面方面的设计要求进行研究探讨。

(1)TG/01-2014、TG/01A-2017《铁路技术管理规程》(以下简称《技规》)相关规定,第55条“安全线向车挡方向不应采用下坡道”^[2]。

(2)TB 10621-2014《高速铁路设计规范》(以下简称《高规》)相关规定,第10.3.9条“邻靠正线和到发线的安全线宜采用远离相邻正线和到发线的曲线型布置,并应设置双侧护轮轨”,“安全线的纵坡应设计为平道或面向车挡的上坡道”,“安全线尾部应设置车挡和缓冲装置”^[3]。

(3)TB 10099-2017《铁路车站及枢纽设计规范》(以下简称《站规》)相关规定,第3.1.12条“安全线的纵坡应设计为平道或面向车挡的上坡道”,“安全线应设置双侧护轮轨,尾部应设置车挡和缓冲装置,路基地段安全线尾部应设置止轮土基”^[4]。

(4)铁道第四勘察设计院主编《铁路工程设计技术手册-站场及枢纽》(以下简称《手册》)相关规定,第三章第二节“一、车挡”第2条第(2)项,对弯轨式车挡“车挡前方5 m范围内的线路要求做成面向车挡5‰左右的上坡”。“二、挡车器”中“安装挡车器线路必须符合下列条件:挡车器滑行范围无轨缝,并且在直线上”^[5]。

2 挡车器受力特点

挡车器系安装于车挡前的钢轨上、对进入安全线的车辆进行缓冲阻挡的设备,挡车器按在钢轨上安装方式的不同分为固定式、滑动式;按受力点不同的初始消能方式分整体式、弹簧式、液压式(关于挡车器的种类、型号、适用条件等可见厂家产品说明)。其设计受力点位于车钩处、受力方向在平纵断面上都是基于平行于轨道方向的,没有产生其他方向的分力,可最大限度的发挥对车辆的阻挡作用。车列撞击时,通过初始消能后(设油缸、弹簧消能为 W),继续通过挡车器下部的阻尼器(摩擦阻力 F)与在钢轨上滑动的距离 S 共同形成制动功($A = F \times S$),只要总制动功($W + A$)大于车列的动能 $E = 1/2 mv^2$,即 $W + A \geq E$ 即可实现挡停车列(车辆基本阻力、风阻力、线路阻力等相对太小,且其作用也是起到减速作用的,可忽略)。一旦受力点、受力方向有差异,必将极大程度的减弱对车辆的阻挡

作用,甚至造成对车辆和挡车器的严重损毁。挡车器正常受力情况,如图1、图2所示。

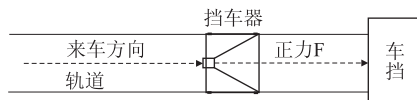


图1 直线型平面受力示意图

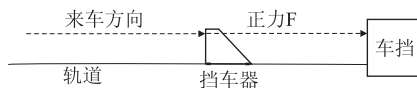


图2 无变坡点型纵断面受力示意图

根据安全线防护的车列种类不同,进入安全线的车列总重和速度各有差异,在设计实践中,挡车器一般安装在车挡前5~15 m。根据在某厂的实际测试,1 000 t列车、5 km/h速度撞击,某型号挡车器仅滑动了0.8 m,挡车器至车挡距离可根据实际需要按前文公式计算并考虑安全余量确定,理论计算4 000 t、15 km/h撞击液压式挡车器需滑动22 m。一般考虑在行车线相邻的安全线(含疏解联络线处)的车挡前采用10~15 m,在其余速度较低的安全线、货场及段所的尽头线可采用5~10 m。

3 安全线曲线型平面设计的危害分析

3.1 曲线型安全线对邻线的危险分析

在现行《高规》、《站规》中,均有“邻靠正线的安全线应采用曲线型布置”要求,但实际上,采用曲线型更增加了危险性或危害程度。

邻靠正线、到发线的安全线较为常见,如图3所示,且安全线往往与邻线间距不大,一般在5.0~6.5 m的情况较为普遍。而安全线的长度一般不足100 m(有效长50 m),采用曲线型的曲线半径也就较小。如采用的曲线型弯向靠近邻线(正线、到发线),则车挡与邻线间距会减小,且造成车挡背后冲向邻线,更增加了对邻线的危险性。如曲线型弯向远离邻线,那么车辆快速冲进安全线时,其离心力作用($F = M \times V^2/R$)增加车辆对轨道的侧向力,甚至可能引起车辆倒向邻线,也增加了对邻线的危险性(虽然也有论文提出安全线在靠近邻线侧设置超高以缓解离心力并避免向邻线倾覆,但超过设置多少合适,未有研定,文献[6])。鉴于此,在与正线、到发线相邻时,不应采取

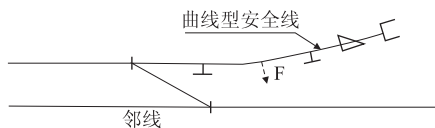


图3 曲线型平面离心力示意图

曲线型设计。

3.2 曲线型对挡车器的危害性

曲线型平面受力示意,如图4所示,安全线设为曲线型时,车辆因位于曲线上,撞击挡车器的作用力方向与挡车器的正常受力方向间有夹角 β ,由于车列总重大、并有一定速度,根据 $E = 1/2 mv^2$,可见其动能巨大,即使夹角很小,也使得正向分力 $F_1 = F \times \cos\beta$ 大为减弱、且形成的侧向分力 $F_2 = F \times \sin\beta$ 较大,该侧向分力 F_2 对车钩、挡车器、轨道均可能造成破坏性损毁。

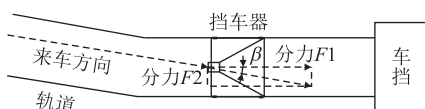


图4 曲线型平面受力示意图

因此,安全线设计为曲线型设计多有安全隐患,应采用直线型设计,尤其是在邻靠正线、到发线位置的安全线,至少在靠近车挡的后半部分必须为直线。车辆撞击挡车器时,车辆必须位于直线上。

一般普速客车长度22 m并考虑车钩,动车组的头车(第一个车体)长度一般在25.7~27.6 m,挡车器前一个车长(按30 m计)至车挡应为直线,挡车器安装位置距车挡一般最大为15 m,考虑相关安全余量,安全线车挡前至少应有50 m直线段。

4 安全线纵断面设计应采用整坡,避免设置变坡点

安全线纵断面如采用凸型,如图5所示,那么车辆撞击挡车器时,受力点上移,如坡度代数差较大时可能车钩不能撞击在挡车器的受力区域,使得挡车器作用无效,也可能使得车钩扭坏;如坡度代数差较小,将产生向上的分力 F_2 ,即使挡车器的作用力方向与挡车器的正常受力方向间有夹角 β 较小,由于车列总重大、并有一定速度,根据 $E = 1/2 mv^2$,可见其动能巨大,也使得正向分力 $F_1 = F \times \cos\beta$ 大为减弱,难以实现阻挡车列的作用目的;且形成的向上的侧向分力 $F_2 = F \times \sin\beta$ 较大,该向上的侧向分力 F_2 引起挡车器上拔轨道,可能造成挡车器拉裂、轨道拔起的破坏性损毁。

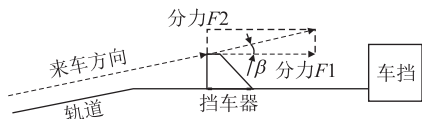


图5 凸型纵断面受力示意图

安全线纵断面如采用凹型,如图6所示,原理与凸型相似,同样造成阻挡作用减弱难以实现阻挡车列的作用目的;分力 F_2 受力方向向下,可能造成挡车器挤

坏、轨道凹陷的损毁性后果。

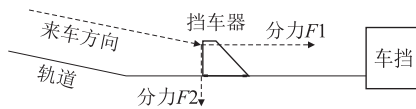


图6 凹型纵断面受力示意图

因此,安全线纵断面设计为应采用一个整坡,避免设置变坡点,或者至少在靠近车挡的后半部分必须为整坡,也即安全线车挡前至少应有50 m整坡段(安全线可不考虑竖曲线)。

5 对设计规范的修改建议

根据上述研究分析,按设计规范要求安装了挡车器等缓冲设备后,为保障运输安全,更好地发挥这些设备的作用、有利于设备的多次反复使用,对安全线的平纵断面在相关规范^[7-8]中存在的不足应进行适当的修改调整,建议修改为如下内容:

安全线尾部平面应采用直线型,困难情况下也应保证车挡前50 m为直线。安全线尾部纵断面应采用一个整坡,至少车挡前50 m应为一个坡度。

参考文献:

- [1] 吴学全. 铁路安全线的设计研究[J]. 高速铁路技术, 2012, 3(3): 11-13.
WU Xuequan. Study on Design of Railway Safety Siding[J]. High Speed Railway Technology, 2012, 3(3): 11-13.
- [2] TG/01-2014、TG/01A-2017 铁路技术管理规程[S].
TG/01-2014、TG/01A-2017 Specification for Railway Technical Management[S].
- [3] TB 10621-2014 高速铁路设计规范[S].
TB 10621-2014 Code for Design of High Speed Railway[S].
- [4] GB 10099-2017 铁路车站及枢纽设计规范[S].
GB 10099-2017 Code for Design of Railway Station and Terminal[S].
- [5] 铁道第四勘测设计院. 铁路工程设计技术手册-站场及枢纽[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.
Fourth Survey & Design Institute of China Railway. Railway Engineering Design Technical Manual. Railway Station and Terminal[M]. Beijing: China Railway Press, 2004.
- [6] 高纯敏. 铁路安全线空间线形设计方案研究[J]. 铁道标准设计, 2015, 59(10): 49-53.
GAO Chunmin. Study on the Design Scheme of Railway Safety Siding Spatial Alignment[J]. Railway Standard Design, 2015, 59(10): 49-53.
- [7] TB 10623-2014 城际铁路设计规范[S].
TB 10623-2014 Code for Design of Intercity Railway[S].
- [8] GBJ 50157-2017 成都市地铁设计规范[S].
GBJ 50157-2017 Code for Design of Chengdu Metro[S].

(编辑:赵立红 苏玲梅)