

文章编号: 1674—8247(2021)02—0079—07  
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2021.02.014

## 400 km/h 高速铁路道岔选型探讨

胡红军<sup>1</sup> 徐井芒<sup>2</sup>

(1. 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 武汉 430063; 2. 西南交通大学, 成都 610031)

**摘 要:**开展 400 km/h 高速铁路设计、建造、运营、维护成套技术研究,推动中国高速铁路技术实现新提升,打造一条 400 km/h 新建高速铁路示范线是当下新的战略任务。道岔是铁路线路中引导列车换线运行的关键设备,本文基于高速道岔设计理论,开展 400 km/h 高速铁路道岔选型研究,从道岔结构、站场条件、工程投资、铁路运输、道岔应用等方面对道岔号数选择及侧向过岔速度建议值进行深入探讨。结果表明:(1)考虑过岔安全性及平稳性要求,18 号道岔的直向容许通过速度不建议提高至 400 km/h;(2)考虑工程投资需要,可采用 21 号道岔降低固有结构不平顺变化率,提升直向过岔速度;(3)为保证 3.5 min 列车运行间隔时间要求及满足到发线有效长不变的条件,21 号道岔侧向速度建议为 100 km/h。

**关键词:**高速道岔;号数选取;侧向速度;铁路运营

**中图分类号:**U213.6 **文献标志码:**A

## Discussion on Selection of 400 km/h High-speed Turnout

HU Hongjun<sup>1</sup> XU Jingmang<sup>2</sup>

(1. China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan 430063, China;  
2. Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** Presently, our new strategic task is to study the packaged technologies of 400 km/h high-speed railway for its design, construction, operation, and maintenance, promote the Chinese high-speed railway technology to a new stage, and create a new 400 km/h high-speed railway demonstration line. Turnout is a key device that guides the trains for line change in railway operation. Based on the design theory of high-speed turnouts, this paper studies the selection of turnouts for 400 km/h high-speed railway and has an in-depth discussion on the selection of turnout numbers and the recommended values of lateral crossing speed in terms of turnout structure, station yard conditions, project investment, railway transportation, and turnout applications. The results show that: (1) Considering the safety and stability requirements for passing the turnout, it is not recommended to increase the allowable straight crossing speed of No. 18 turnout to 400 km/h. (2) Considering the project investment needs, No. 21 turnout can be used to reduce the rate of change of inherent structural irregularities and improve the straight crossing speed. (3) It is recommended to set the lateral speed of No. 21 turnout to 100 km/h to ensure the 3.5 min train running interval and keep the effective length of the arrival-departure track unchanged.

**Key words:** high-speed turnout, number selection, lateral speed, railway operation

随着时代的变迁与科学技术的发展,我国高速铁路已取得巨大突破与成就,旅客列车最高运行速度向

收稿日期:2021-03-01

作者简介:胡红军(1976-),男,高级工程师。

基金项目:国家自然科学基金(51978586,U1734207)

引文格式:胡红军,徐井芒. 400 km/h 高速铁路道岔选型探讨[J]. 高速铁路技术,2021,12(2):79-85.

HU Hongjun, XU Jingmang. Discussion on Selection of 400 km/h High-speed Turnout[J]. High Speed Railway Technology, 2021, 12(2): 79-85.

400 km/h + 迈进。道岔作为轨道三大薄弱环节之一,是铁路线路中引导列车换线运行的关键设备,其平面线型选取将直接影响行车质量和列车过岔速度<sup>[1]</sup>。400 km/h 的高速道岔选型是高速铁路设计、建造、运营、维护成套技术研究的重要组成部分。

随着车速的增加,轮轨相互动力作用大幅增加,为减缓道岔区轮轨相互作用,避免晃车、道岔钢轨异常伤损、钢轨折断等,应合理优化轮轨关系、平面线型,采用结构创新技术。德国 BWG 采用动态轨距优化技术(FAKOP)减小高速道岔横向结构不平顺<sup>[2]</sup>,采用翼轨抬高技术减缓心轨处垂向结构不平顺。西班牙道岔专家<sup>[3]</sup>在德国 FAKOP 技术基础上,采用直基本轨轨顶切削技术,优化高速道岔的横向结构。我国在为俄罗斯 400 km/h 莫喀高速铁路<sup>[4]</sup>设计 25 号高速道岔时,提出通过直基本轨钢轨轨头轮廓优化来抵消轮对所受的横向力。除此之外,在高速铁路客运专线道岔中,还通过抬高尖轨,缩短轮载过渡范围等措施有效减小岔区结构不平顺性<sup>[5]</sup>,提高各种号码道岔的适用性。在道岔平面线型设计当中,增大导曲线半径,减小车轮对道岔各部位的冲击角,是提高侧向通过速度的主要途径<sup>[6]</sup>。同时,也可增大道岔号码数提高侧向通过速度,但道岔全长也随之增加,可能突破站坪长度的限制,故需进行充分考虑。道岔号数一定时,可通过优化平面线型(如减小轮轨冲击角、采用相离半切型直曲组合尖轨等)来提高道岔的服役性能<sup>[7]</sup>。

高速铁路道岔侧向最高允许通过速度是影响高速铁路线路通过能力和线路道岔型号选取的重要因素。道岔的侧向最高允许通过速度设计过高,势必引起选取的道岔号码数加大,不仅增加设计、生产的技术难度,而且道岔铺设条件要求变高,增加施工难度,加大

建设投资;反之,道岔侧向最高允许通过速度设计过低,则直接影响高速铁路线路通过能力以及线路使用效率和列车的运行效果,降低高速铁路运营效益和其参与市场竞争的能力。因此合理的道岔侧向最高允许通过速度建议值,对高速铁路设计、建设和运营都具有重要意义。

高速道岔选型需要从道岔结构设计、铁路运输、站场环境、工程投资等多角度综合考虑。本文针对 400 km/h 高速铁路道岔选型开展研究,在高速道岔轮轨关系优化技术、道岔号数确定、侧向速度选取等方面进行探讨并给出相关建议。

## 1 从结构角度确定道岔号数

### 1.1 采用 18 号道岔风险性分析

在不平顺幅值一定的情况下,波长越长,不平顺的变化率越小,轮轨动力作用越小。在中国高速道岔研制中,发现道岔号码越大,轮载过渡范围越长,轮轨动力作用越小。因此,动车组直向高速过岔时,62 号道岔的动力学指标要优于 42 号道岔,更优于 18 号道岔。同时,不同直向容许通过速度对应的最小号码道岔不同,如表 1 所示。

表 1 直向容许通过速度对应的最小号码道岔表

速度/(km/h)	160	250	350		400	
道岔号码	9	12	中国 18	欧洲 18.5	俄罗斯 25	中国?

运用车辆-道岔耦合动力学模型检算速度 440 km/h(运营速度为 400 km/h)高速车辆直逆向通过现有 18 号道岔的动力学指标,与速度 385 km/h(运营速度为 350 km/h)高速车辆直逆向通过道岔的动力学指标对比,结果如图 1 所示。

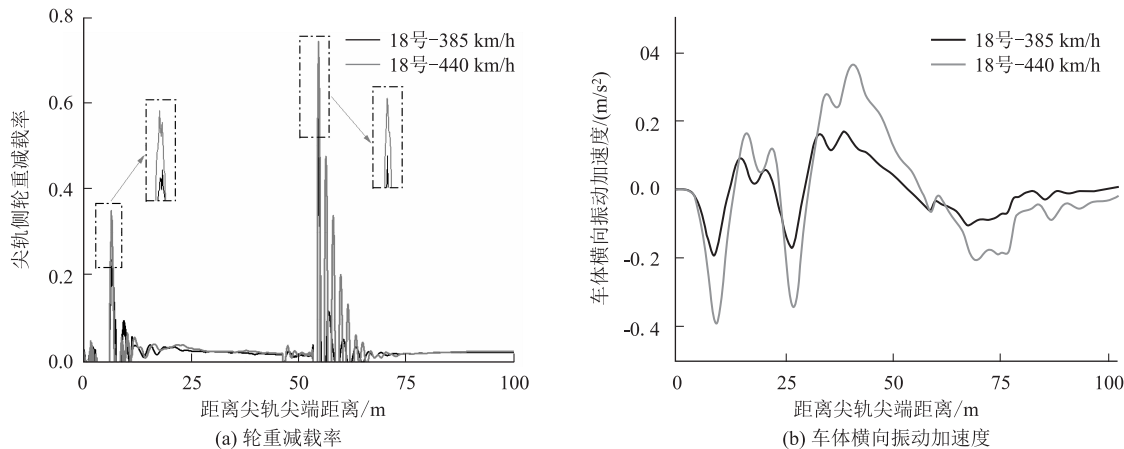


图 1 18 号道岔不同试验速度(385 km/h 和 440 km/h)下动力学指标对比图

由图 1 可以看出,440 km/h 的检算速度过岔与以

385 km/h 的检算速度相比,转辙器区的轮重减载率最

大值由 0.196 增大到 0.350,增大了 79%;辙叉区的轮重减载率最大值由 0.543 增大到 0.740,增大了 36%;车体的横向振动加速度最大值由 0.16 增大到 0.39,增大了 140%,由此会导致车体发生一定的晃车。由于车辆模型良好的一系和二系悬挂以及模型中均未考虑轨道不平顺、风荷载等随机载荷的存在,上述计算结果未超过动力学指标安全限值。但实际环境中,这些因素不可避免,当车辆以 440 km/h 的实验速度运行时,动力学指标超限的几率大大增加,给行车安全性、平稳性造严重影响。同时,随着列车速度提高,作用在道岔可动轨件上的动荷载随之增大,道岔钢轨出现疲劳伤损及可动轨件折断的风险将会增高,一方面会增加行车风险,另一方面会缩短高速道岔的使用寿命。

1.2 轮轨关系优化的 18 号道岔适用性分析

高速道岔直向过岔容许通过速度主要是由于转辙器及辙叉部分的轮轨关系所决定的。岔区复杂的轮轨接触关系主要包括轮载转移、多点接触与接触迁移。在轮载转移过程中会因接触点迁移和多点接触而出现类似于轨道几何不平顺的结构不平顺激励,包括有垂向结构不平顺和横向结构不平顺。该不平顺所引起的岔区轮轨动力作用频率高、幅值大,若与区间线路相同的焊缝短波不平顺、制造误差和组装铺设偏差引起的轨道几何不平顺叠加,会导致岔区轮轨动力作用远大于区间线路。为减缓道岔区的结构不平顺,通常采用以下几种技术措施:

(1)尖、心轨降低值优化

受尖轨强度的控制,避免在尖轨薄弱断面处发生折断,我国高速铁路建设以前的铁路,尖轨顶宽 20 mm 断面以前不承载、尖轨顶宽 50 mm 断面以后完全承载。考虑到高速道岔不走行货车,动车组运行时尖轨所受的动荷载要低于货物列车,因此在转辙器部分改为在尖轨顶宽 15 mm 处开始承载、在尖轨顶宽 35 mm

断面完全承载。通过抬高尖轨(尖轨顶宽 20 mm 处的降低值由通常的 5 mm 降低至 3 mm),缩短轮载过渡的范围,并将轮载过渡段大幅度前移,所形成的垂向、横向结构不平顺均大幅度降低。针对 18 号道岔,基于轮对通过道岔转辙器低等效锥度的原则和接触轨迹外移的设计思想<sup>[8-9]</sup>,提出直基本轨轮轨关系优化方案。尖、心轨顶宽及降低值布置方案如表 2 所示。

表 2 尖、心轨顶宽及降低值布置方案表

道岔部位		顶宽 /mm	降低值 / mm	距离尖、心轨理论 尖端距离/m
转辙器部分	尖轨	5.0	14.0	0.934
		15.0	4.0	2.657
		28.0	1.8	4.670
		35.0	0.7	5.667
		40.0	0.0	6.363
		63.7	0.0	9.470
		71.0	0.0	10.361
辙叉部分	长心轨	11.5	14.0	0.120
		16.2	8.2	0.345
		20.0	4.0	0.508
		27.68	3.0	0.839
		40.0	1.3	1.367
		50.0	0.0	1.793
	短心轨	71.0	0.0	2.679
		15.0	7.2	3.305
		20.0	2.0	3.512
		30.5	1.3	3.945
		50.0	0.0	4.742
		71.0	0.0	5.592

结合车辆 - 道岔系统耦合动力学模型,采用 440 km/h 检算速度直逆向通过轮轨关系优化后的 18 号高速道岔,转辙器(尖轨侧)及辙叉区(心轨侧)的动力学计算结果分别如图 2 和图 3 所示。

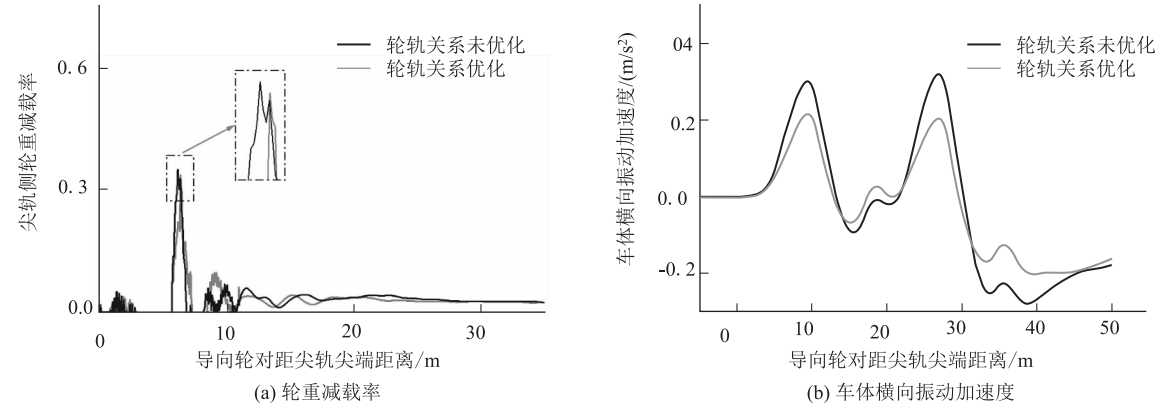


图 2 轮轨关系优化前后转辙器区轮重减载率及车体横向振动加速度图

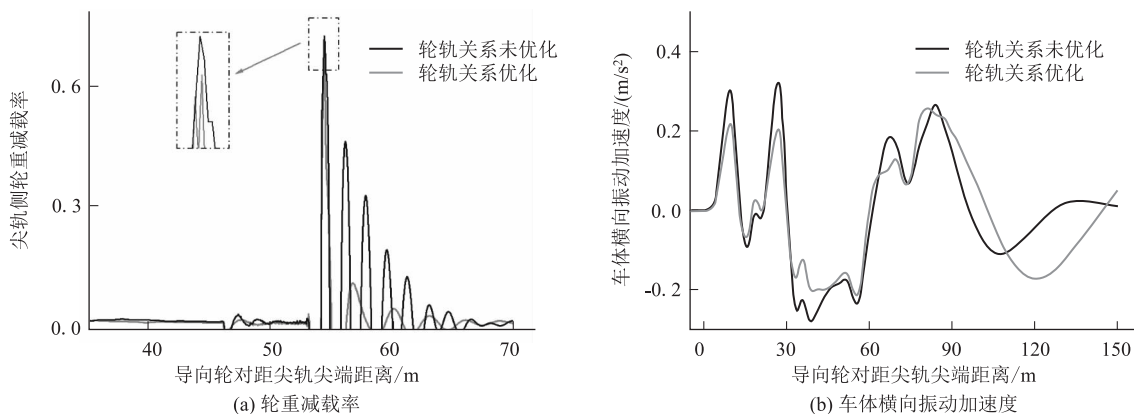


图3 轮轨关系优化前后辙叉区轮重减载率及车体横向振动加速度图

由图2和图3可以看出,转辙器区尖轨及辙叉区心轨优化降低值、改善轮轨关系之后,动力学响应有一定程度的改善。但尖轨降低值已不能进一步减小(受尖轨薄弱断面强度控制,在不修改车轮轮廓的前提下,尖轨顶宽20 mm处降低3 mm已是极限)、轮载过渡段范围也不能进一步缩小(受垂向不平顺控制,顶宽35 mm处降低0 mm将导致垂向不平顺增大)。

#### (2) 心轨水平藏尖

在350 km/h客运专线18号道岔辙叉部分除了采用降低值优化设计外,还采用了心轨水平藏尖技术,如图4所示。该技术降低了辙叉处的横向结构不平顺,也可用于400 km/h高速道岔设计中,但水平藏尖量不宜进一步增大(极限值9 mm)、心轨降低值不宜进一步减小、轮载过渡段范围也不宜进一步缩小。

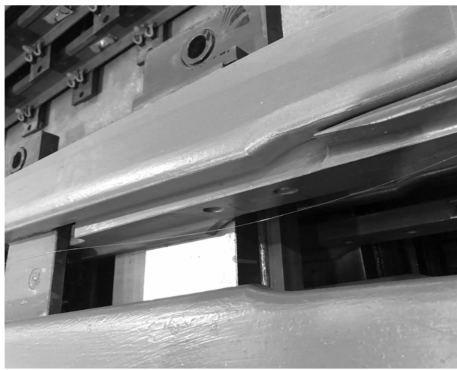


图4 水平藏尖心轨图

#### (3) 轮对横向力减缓技术

中国在为俄罗斯莫喀高速铁路设计400 km/h的25号高速道岔时,提出了通过直基本轨钢轨轨头轮廓优化,使其沿道岔纵向曲面变化而将轮轨接触点外移、缩小左右车轮的滚动圆半径差,以抵消轮对所受的横向力的方案。转辙器直基本轨优化方案如图5所示,该技术主要侧重于减缓直向高速过岔时轮对所受的横

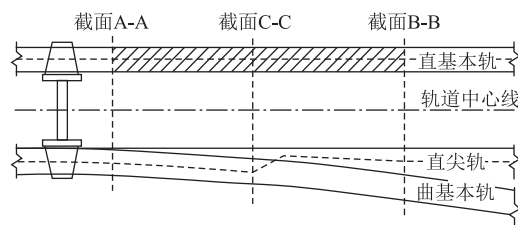


图5 转辙器直基本轨优化方案图

向力,但是会增大直基本轨一侧的垂向不平顺(此时左右股均有垂向不平顺,原只有曲基本轨上侧有垂向不平顺)和轮轨垂向作用力;同时还会增大侧向过岔时的轮轨横向力,导致侧向过岔时的安全性、平稳性指标下降;此外,具有不同磨损特征的车轮通过该道岔时,因轮轨接触点横移规律不同,也并不能保证每节动车组车辆过岔均能较好地消除轮轨横向作用力,导致偶发车辆晃车现象。

该技术与尖、心轨降低值优化技术、心轨水平藏尖技术配合使用,是400 km/h高速道岔结构设计必然采用的技术,但从莫喀高速铁路道岔的设计来看<sup>[4]</sup>,仅依靠这三项技术,并不能保证400 km/h高速道岔能与350 km/h的18号高速道岔具有相同的安全性与平稳性。

#### 1.3 采用21号道岔动力学指标评估

每当运营条件发生变化时,各组成部件就要根据运营需求进行结构创新或优化设计。当400 km/h高速道岔在我国大规模建设时,相应的高速道岔若仍采用原350 km/h的18号道岔,仅仅只做细部的结构修改,恐难于形成与其他轨道部件的匹配,因此需要从关键的道岔号码上做优化。

除极少数使用的渡线、联络线大号码高速道岔外,在中国铁路网上所使用的道岔号码大多数为3的倍

数,如编组场的 6 号对称道岔、9 号单开道岔,站线上的 12 号单开道岔,正线上的 12 号、18 号、30 号道岔,均遵循着这一约定俗成的规定。400 km/h + 高速道岔宜采用 21 号道岔。

针对 21 号道岔,设计三种线型方案,如表 3 所示。结合车辆-道岔系统耦合动力学模型,计算直逆向通过 21 号高速道岔时尖轨侧的轮轨动力作用指标,如图 6 所示。

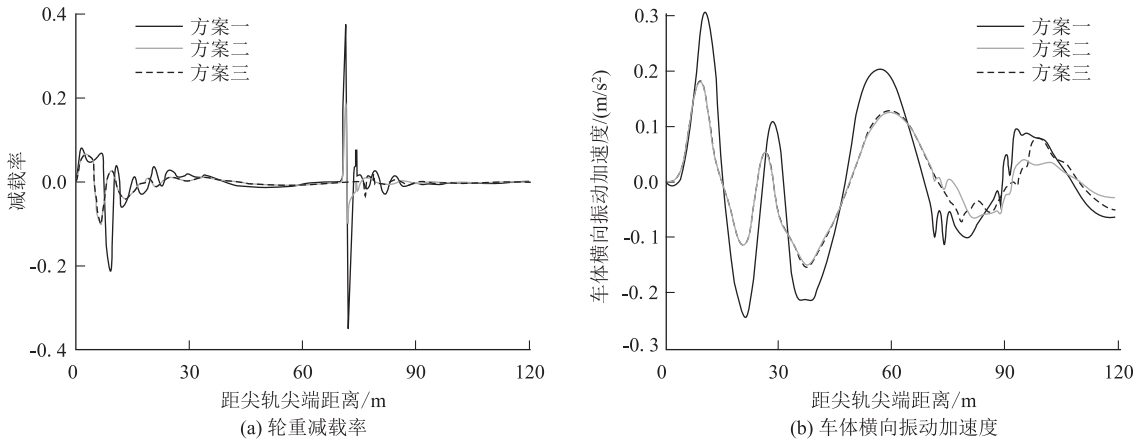


图6 21 号道岔三种线型下动力学指标对比图

从图 6 可以看出,方案二、方案三相比于方案一的动力学性能指标更优,考虑到增加道岔长度会增加工程预算,21 号道岔采用方案三进行设计。将方案三动力学指标的最大值与轮轨关系优化后的 18 号道岔以 440 km/h 的检算速度直逆向通过道岔的动力学指标对比,结果如表 4 所示。

表 4 动力学指标对比表						
动力学指标最大值	垂向力 /kN	横向力 /kN	脱轨系数	减载率	垂向加速度 / (m/s²)	横向加速度 / (m/s²)
轮轨关系优化后的 18 号道岔	173	9.6	0.076	0.69	0.07	0.22
21 号道岔	78	5.7	0.075	0.19	0.04	0.17

由表 4 可以看出,当采用 21 号道岔时,轮轨相互作用力明显减小,轮重减载率大幅减小,车辆过岔安全性指标得到提升。横向加速度的幅值减小,车辆过岔的横向平稳性指标得到改善,晃车现象会得到明显的改善。同时,由于轮轨垂、横向冲击力大大减小,使得钢轨的寿命也能够增加。因此,从结构角度考虑,21 号道岔能满足动车组以 400 km/h 速度过岔的安全性及平稳性指标。

## 2 从工程投资角度确定道岔号数

针对 2 台 4 线代表性站型,分别采用 18 号道岔

表 3 新增 21 号道岔线型方案表

方案编号	前长 /m	后长 /m	总长 /m	尖轨类型	平面线型
一	38.548	41.326	79.874	相离半切	R2800 m 圆曲线 + 缓和曲线 + R1600 m 圆曲线 + 缓和曲线 + R2800 m 圆曲线 + 直线
二	39.686	46.826	86.512	相割 10 mm	R2267.068 m 圆曲线 + 缓和曲线 + R1800 m 圆曲线 + 缓和曲线 + R2267.068 m 圆曲线
三	40.803	42.435	83.24	相离半切	R1750 单圆

(650 m 有效长)、21 号道岔(650 m 有效长)、25 号道岔(650m、950m 有效长)进行投资分析比较,工程投资估算如表 5 所示。

表 5 工程投资估算比较表

工程内容			采用 18 号道岔	采用 21 号道岔	采用 25 号 道岔(650 m 有效长)	采用 25 号 道岔(950 m 有效长)
正线长度(双线)/km			1.5	1.5	1.5	1.5
轨道工程	到发线铺轨 长度/km		1.481	1.481	1.52	2.12
	道岔 /组	18 号	8	—	—	—
		21 号	—	8	—	—
		25 号	—	—	8	8
路基工程	2 台 4 线路基 长度/km		0.814	0.825	0.857	1.157
投资估算/亿元			5.30	5.35	5.41	7.12
差值/亿元			0	0.05	0.11	1.82

从表 5 可以看出,与 18 号道岔方案相比,采用 21 号道岔方案站坪长度仅增加 112 m,2 台 4 线部分路基长度增加 11 m,工程投资增加 0.05 亿元;采用 25 号道岔 650 m 有效长方案站坪长度增加 200 m,2 台 4 线部分路基长度增加 43 m,工程投资增加 0.11 亿元;采用 25 号道岔 950 m 有效长方案站坪长度增加 500 m,2 台 4 线部分路基长度增加 343 m,工程投资增加 1.82 亿元。由 1.3 节内容分析可知,动车组以 400 km + 的时速直向通过 400 km/h 高速道岔

(21号)时的安全性、平稳性、舒适性指标应与动车组以350 km/h的速度通过350 km/h高速铁路(18号)时各项指标相当,为节省工程投资,建议采用21号道岔。

### 3 从道岔应用角度确定道岔号数

#### 3.1 正线衔接到发线

400 km/h 高速铁路若采用现有客运专线18号道岔或在客运专线18号道岔基础上进行轮轨关系局部优化,存在诸多风险。因此,400 km/h的线路正线上不宜再采用18号道岔。采用21号道岔行车平稳性较好、速度更高、旅客舒适度更佳。因此,对于400 km/h的高速铁路,为满足更高的行车速度及行车时旅客舒适度要求,长大干线中小型车站(除全部停站、限速区段、引入既有车站等特殊工点设计外)正线道岔推荐采用21号道岔。

对于直辖市、省会等大型车站,不停站列车极少甚至没有,同时考虑车站股道规模较大,咽喉复杂,采用21号道岔(全长83.2 m)将显著增加咽喉长度(道岔长度、渡线长度、连接曲线、道岔间及道岔与曲线间夹直线长度、信号机距岔心距离增加),不利于运输组织,同时拆迁、用地及工程投资增加较大,建议采用18号道岔。

如路网规划时仅作为区域性衔接线路,其新建正线线路短,中间站设站数量较少,局部地段限速350 km/h对通道运输组织影响较小时,从减少道岔种类、有利于运营养护管理、节省投资角度,也可考虑采用18号道岔。

#### 3.2 其他应用场景

道岔除应用于正线衔接到发线外,还应用在正线衔接正线、正线衔接联络线、正线衔接段管线、车站到发线之间等。正线与正线在区间衔接时,为避免道岔成为侧向衔接正线的速度瓶颈以及对后续直向400 km/h追踪通过列车的影响,宜采用直向400 km/h的62号道岔。在车站渡线衔接时,侧向中速通过条件下,为减小车站站坪长度,宜采用直向400 km/h速度的42号道岔;侧向进站或低速通过条件下,宜与车站正线衔接到发线道岔型号保持一致,采用21号道岔。正线与区间联络线衔接宜选用62号道岔。联络线长度<12 km时,采用62号道岔疏解较为困难,可选用42号道岔。正线与车站场间联络线衔接时,宜采用42号或25号道岔。正线与段管线衔接宜采用与车站正线衔接到发线道岔一致的道岔;车站到发线间道岔号数宜与正线衔接到发线保持一致,在平面布置困难条件,经行车检算满足运营要求的前提下,个别道岔可选用18号道岔;到发线衔接其他站线或其他站线间道

岔与速度400 km/h和350 km/h关联性不大,道岔选型同350 km/h高速铁路。

### 4 侧向过岔速度确定

高速铁路道岔侧向最高允许通过速度是影响高速铁路线路通过能力和线路道岔型号选取的重要因素,合理提出道岔侧向最高允许通过速度建议值,对高速铁路设计、建设和运营都具有重要意义。高速铁路道岔侧向通过速度主要由道岔平面线型、列车运行最小间隔时间及到发线有效长度确定。正线衔接到发线选定21号道岔的基础上,本节从铁路运营及到发线有效长度两个方面给出21号道岔侧向过岔速度的建议值。

#### 4.1 铁路运营对侧向过岔速度的要求

决定道岔侧向最高允许通过速度取值的主要列车运行工况<sup>[10]</sup>有:

工况一:前、后行高速列车先后侧向通过道岔追踪运行(高速铁路分歧点或区间渡线处)。在该工况下,为满足列车最高运行速度400 km/h前后行列车安全间隔距离(10.8 km+L列)的要求,当列车最小运行间隔时间为3.5 min时,道岔侧向最高允许通过速度须选择100 km/h以上。

工况二:前行高速列车侧向通过道岔、后行追踪高速列车正向通过(高速铁路分歧点)。在该工况下,当列车最小运行间隔大于等于3 min,正常制动采用0.8的常用制动系数时,实现在最高运行速度400 km/h的条件下前后行列车正常安全运行,要求道岔侧向最高允许通过速度大于或等于80 km/h;采用0.5的常用制动系数时,实现最高运行速度400 km/h条件下前后行列车正常安全运行,要求道岔侧向最高允许通过速度须大于或等于100 km/h。

工况三:前行高速列车正向通过、后行追踪高速列车由衔接线路驶入高速线。在该工况下,当列车最小运行间隔大于等于3 min时,实现最高运行速度400 km/h条件下,前后行列车正常安全运行,要求道岔侧向最高允许通过速度至少是120 km/h。

工况四:前行高速列车进站停车、后行追踪高速列车正线通过。在该工况下,当列车最小运行间隔大于等于3 min时,实现在最高运行速度400 km/h条件下前后行列车正常安全运行,要求道岔侧向最高允许通过速度大于或等于100 km/h。

为满足线路行车安全和实现高速列车(最高速度400 km/h)最小追踪间隔3.5 min行车需要,要求区间道岔侧向最高允许通过速度大于或等于100 km/h。

#### 4.2 侧向进站速度对到发线有效长度影响

车站到发线有效长度和车站道岔侧向最高允许通

过速度间存在相互制约关系,车站到发线有效长度设计的长,则道岔侧向最高允许通过速度可以提高;反之,车站到发线有效长度设计的短,则道岔侧向最高允许通过速度需要受到一定限制,才能保证列车行车安全(主要考虑列车停车安全需要)。

350 km/h 高速铁路,选用 18 号道岔,列车以 80 km/h 速度侧向进站时,现有规范规定的到发线有效长 650 m 理论上可满足约 460 m 长动车组停靠要求;400 km/h 高速铁路选用 21 号道岔以 100 km/h 速度侧向进站时,考虑条件最不利工况下制动,制动需要距离为:

$$s = \frac{V^2}{7.2a} + \frac{V_i}{3.6} = \frac{100^2}{7.2 \times 2} + \frac{100 \times 4}{3.6} = 805 \text{ m} \quad (1)$$

列车从进站信号机处开始制动,道岔前长  $a$  为 40.8 m (选用 1.3 节 21 号道岔方案三的平面线型),假定岔心到警冲标的距离  $L_j$  为 100 m,则可用于列车制动的距离为  $L_z$  为:  $L_z = 50 + a + L_j + L_y - 30$ 。制动所需距离  $s >$  可用于列车制动的距离  $L_z$ ,因此,21 号道岔侧向 100 km/h 进站时,所需到发线有效长度的最小值为 644 m;同理,若 400 km/h 高速铁路选用 25 号道岔,列车以 120 km/h 速度侧向进站时,计算得到所需到发线有效长度的最小值为 953 m。

正常制动条件下,650 m 有效到发线长度能满足 18 号道岔 80 km/h、21 号道岔 100 km/h 侧向进站需求,而 25 号道岔 120 km/h 侧向进站到发线有效长需约为 950 m,存在双向到发情况下站台设置、动车停靠、旅客走行匹配困难,如维持 650 m 有效到发线长度不变,则需要提前进行制动,25 号道岔 120 km/h 侧向进站就失去了意义。因此,从节省投资,维持到发线有效长度不变的角度出发,道岔侧向速度不宜大于 100 km/h。

## 5 结论

本文基于高速道岔设计理论,开展 400 km/h 高速铁路道岔选型研究,从道岔结构、站场条件、工程投资、铁路运输等方面对道岔号数选择及侧向过岔速度建议值进行深入探讨,得出以下主要结论:

(1) 开展了 400 km/h 高速铁路选用 18 号高速道岔以及轮轨关系局部优化后的 18 号道岔风险性分析研究,计算结果表明采用现有客运专线 18 号道岔或在客专线 18 号道岔基础上进行轮轨关系局部优化,存在诸多风险。因此,400 km/h 的线路正线上不宜采用 18 号道岔。

(2) 对 400 km/h 高速铁路选用 21 号道岔的动力学指标进行评估,结果表明 21 号道岔能满足动车组以

400 km/h 速度过岔的安全性及平稳性要求。结合工程投资及道岔应用分析,建议长大干线中小型车站(除全部停站、限速区段、引入既有车站等特殊工点设计外)正线道岔采用 21 号道岔。

(3) 从道岔号数选择以及铁路运输和站场到发线有效长度等角度综合考虑,建议 21 号道岔侧向容许通过速度取为 100 km/h。

## 参考文献:

- [1] 王平. 高速铁路道岔设计理论与实践 [M]. 成都:西南交通大学出版社,2011.  
WANG Ping. Theory and Practice of Turnout Design for High-speed Railway [M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2011.
- [2] Li G N, Yang B. Research and Simulation on Kinematics Gauge Optimization Solution of FAKOP Switch for High-speed Railroad [J]. Chinese Journal of Engineering Design, 2012, 19(05): 366 - 371.
- [3] BUGARIN M R, DIAZ-DE-VILLEGAS J M G. Improvements in Railway Switches [J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 2002, 216(4): 275 - 286.
- [4] 王平, 徐井芒, 刘大园, 等. 时速 400 km 宽轨距高速铁路道岔设计关键技术 [J]. 高速铁路技术, 2019, 10(1): 14 - 22.  
WANG Ping, XU Jingmang, LIU Dayuan, et al. Key Technologies of 400 km/h Broad Gauge Turnout Design for High Speed Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(1): 14 - 22.
- [5] 王树国, 葛晶, 王猛, 等. 高速道岔关键技术试验研究 [J]. 铁道学报, 2015, 37(1): 77 - 82.  
WANG Shuguo, GE Jing, WANG Meng, et al. Experimental Study on Key Technologies of High-speed Turnout [J]. Journal of the China Railway Society, 2015, 37(1): 77 - 82.
- [6] 曹洋, 王平, 杨生. 道岔平面选型的动力学研究 [J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2017, 45(11): 35 - 40.  
CAO Yang, WANG Ping, YANG Sheng. Dynamics Study on Turnout Plane Alignment Selection [J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2017, 45(11): 35 - 40.
- [7] 王树国, 王猛, 司道林, 等. 曲线尖轨线型对其磨耗特性影响的研究 [J]. 铁道建筑, 2015, 55(1): 87 - 92.  
WANG Shuguo, WANG Meng, SI Daolin, et al. Research on Influence of Curve-type of Switch Rail on Its Wearing Characteristics [J]. Railway Engineering, 2015, 55(1): 87 - 92.
- [8] WANG Ping, MA Xiaochuan, WANG Jian, et al. Optimization of Rail Profiles to Improve Vehicle Running Stability in Switch Panel of High-speed Railway Turnouts [J]. Mathematical Problems in Engineering, 2017, 2017: 1 - 13.
- [9] XU Jingmang, WANG Ping, WANG Li, et al. Effects of Profile Wear on Wheel-rail Contact Conditions and Dynamic Interaction of Vehicle and Turnout [J]. Advances in Mechanical Engineering, 2016, 8(1): 1 - 14.
- [10] 汤奇志, 马大伟, 时颖. 高速铁路对道岔侧向最高允许通过速度的要求 [J]. 中国铁道科学, 2004(3): 110 - 115.  
Tang zhiqi, Ma Dawei, Shi Hao. Requirement of High Speed Railway on Permissible Maximum Negotiation Speed onto Siding from Turnout [J]. China Railway Science, 2004(3): 110 - 115.