

Research on the Ballast Track Bed Based on the Train at Different Speed Conditions

Jianbo Du

China Railway First Bureau Group New Transport Engineering Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi, 712000, China

Abstract

With the rapid development of China's railway industry, the currently operated ballasted railways in China mainly include freight lines with a speed of less than 80km/h, conventional railways with a speed of 80~160km/h, mixed passenger and freight railways with a speed of 160~200km/h, and high-speed railways with a speed of 250km/h. In recent years, China has mainly relied on the construction of projects such as the Hefei Fuzhou high-speed railway, the Beijing Shanghai high-speed railway, and the Yinxi high-speed railway. With the joint efforts of relevant scientific research units, construction units, design units, and construction units, a series of high-speed railway ballasted track engineering speed increase tests have been carried out, and the joint debugging and testing test speeds have all reached 300km/h or above. The experiment shows that there is still a lot of room for speed increase on China's ballasted railways. The paper will conduct theoretical research on the relevant structural forms of ballasted track beds, in order to provide assistance for the subsequent acceleration of domestic ballasted tracks as much as possible.

Keywords

ballast track; acceleration test; high-speed railway; elastic track bed

中国有砟轨道提速的理论研究

杜建波

中铁一局集团新运工程有限公司, 中国·陕西 咸阳 712000

摘要

随着中国铁路行业的快速发展,目前中国运营的有砟铁路主要有时速80km/h以下的货运线路、时速80~160km/h的普速铁路、时速160~200km/h的客货共线及时速250km/h的高速铁路。最近几年以来,中国主要依托合福高铁、京沪高铁、银西高铁等工程建设,在相关科研单位、建设单位、设计单位及施工单位的共同努力下,开展了一系列高速铁路有砟轨道工程提速试验,联调联试试验速度均达到了300km/h及以上。试验表明,中国的有砟铁路时速仍然有很大的提速空间。论文将从有砟道床相关结构形式进行理论研究,尽可能为后续中国有砟轨道提速提供帮助。

关键词

有砟轨道; 提速试验; 高速铁路; 弹性道床

1 引言

中国是目前世界上高速铁路运营里程最长,在建规模最大的国家,其中,既有线改造形成的高速铁路几乎全部采用了有砟轨道结构,新建线路在250km/h的高速铁路也主要采用了有砟轨道,在300km/h及以上的高速铁路也在部分地段采用了有砟轨道线路,尤其是在长大桥梁、高架车站、地下有采空区、存在深厚软粘土等特殊地段,但均采用限速运营方案,时至今日,中国尚无250km/h以上速度级有砟轨道线路长期运营经验^[1]。日本、德国、法国等国家20世纪70—80年代开通运营的有砟轨道高速铁路运营至今,经历了工程建设应用、道砟破损道床劣化、技术方案提升、工

程应用等,积累大量工程实践经验,并形成系列成熟技术方案,经过查阅资料了解,法国目前修建的高速铁路均采用有砟轨道,设计速度为360km/h,联调联试速度为400km/h,运营速度不低于320km/h,由此表明:有砟轨道能够达到300km/h甚至更高运营速度需求。

2 道砟选材

目前国内采用的道砟分为特级道砟及一级道砟,特级道砟主要用于新建时速250km/h和既有线改造时速200km/h及以上的有砟道床中,其他线路均采用一级道砟,目前国内用作道砟的石材主要有辉绿岩、花岗岩、玄武岩及满足道砟材质要求的部分砂岩,辉绿岩与玄武岩同属于火成岩,其主要区别在于辉绿岩具有比花岗岩更好的耐磨性,一般作为提速试验的最佳道砟原材,但因其在国内相较于花岗岩与玄武岩分布较少,价格相对高昂,在建筑市场一般作为沥青混凝

【作者简介】杜建波(1983-),男,中国陕西西安人,本科,从事轨道工程研究。

土路面的高标料，大面积采用辉绿岩铺设道床成本较高。花岗岩为形成于地壳深处的深成岩，其本质与辉绿岩及玄武岩存在区别，花岗岩因其坚硬耐磨的特性被广泛用于国内铁路碎石道床铺设，从成本、质量等方面综合考量，花岗岩仍为国内道砟取材的最佳石材。

3 道床结构形式

目前中国普速铁路道床结构主要分为：基段及 T 梁地段采用 300mm 厚单层道床，土质路基地段采用 200mm 底砟 + 300mm 面砟组成的双层道床，时速 160km/h 的客货共线与普速铁路道床结构形式一致，时速在 200km/h 的客货共线及时速在 250km/h 的高速铁路道床结构形式均采用单层道床。根据中国高速铁路有砟轨道运营经验及近些年开展的一系列试验，列车在高速运营状态下，尤其是速度达到

300km/h 以上后，道床表面散落颗粒道砟在振动荷载及列车风共同作用下容易发生飞溅现象，击打列车和线路设备，为此从理论上分析，时速大于 250km/h 的线路砟肩堆高需降低一定的高度，且道床顶面需低于轨枕承轨槽一定的高度，以减小道砟飞溅的风险^[2]。根据铁科院相关研究数据及京张、银西等高速有砟线路现场测试结果表明：砟肩堆高对道床横向阻力的影响一般不大于 15%，砟肩堆高由 150mm 降低为 100mm，道床横向阻力降低不足 5%，砟肩堆高降低后仍能满足无缝线路稳定性相关要求。前几年开通的银西高速铁路试验段采取了取消砟肩堆高等优化有砟轨道断面技术措施，联调联试阶段速度达到了 300km/h，且没有出现道砟飞溅的情况，试验表明降低砟肩堆高对防止道床表面道砟飞溅有着非常不错的效果（见图 1~图 5）^[3]。

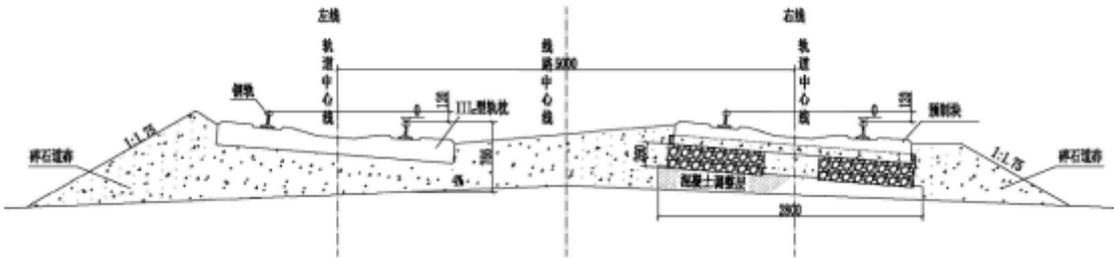


图 1 路基地段装配式聚氨酯弹性道床

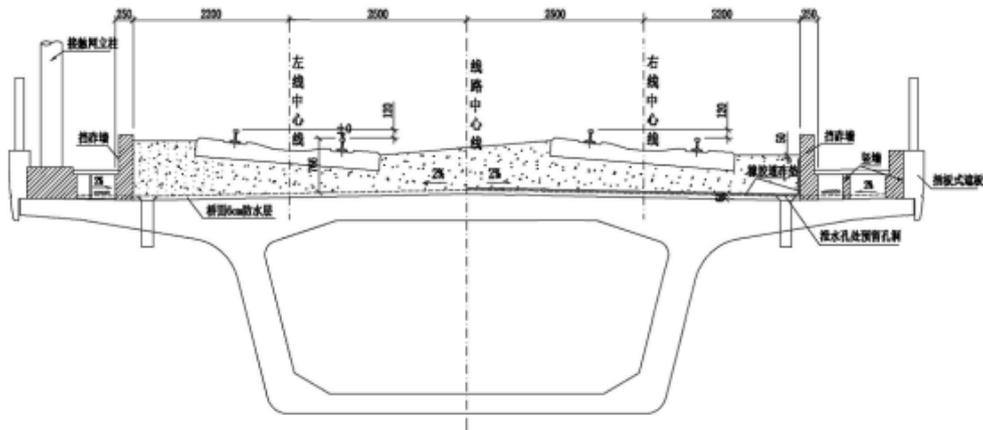


图 2 桥梁地段装配式聚氨酯弹性道床

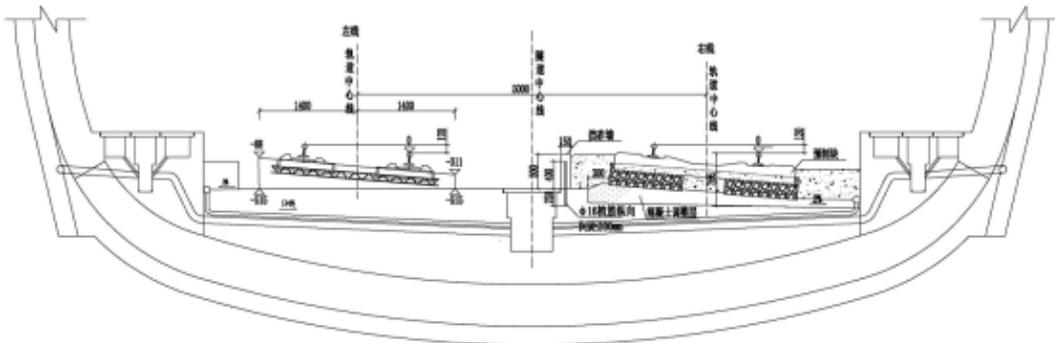


图 3 隧道内装配式聚氨酯弹性道床



图4 装配式聚氨酯弹性道床过程



图5 装配式聚氨酯弹性道床成型

4 混凝土轨枕结构形式

目前中国有砟线路采用的轨枕有 69 型混凝土轨枕、II 型轨枕、III a 型、III q 型及 III c 型轨枕, 69 型轨枕多为 20 世纪 70—80 年代采用的轨枕, 目前虽仍存在, 但大多已被 II 型或 III 型混凝土轨枕更换代替, II 型轨枕主要用于普速铁路及车站到发线、货场、维修工区、联络线等, III a 及 III q 型轨枕主要用于客货共线, III c 型轨枕用于时速 250km/h 及以上的高速铁路, III c 型弹性轨枕是一种可以有效地改善铁路有砟道床损伤及老化地技术措施。在生产预应力混凝土轨枕时, 在其底部增加弹性垫板, 通过弹性垫板吸收和分散列车运行时产生的振动和冲击力, 进而减轻道床地磨损与粉化, 从而延长道床的使用寿命, 减少有砟道床养护维修工作量, 弹性轨枕能够很好的改善轨道结构弹性、减小道床振动和延长线路养护维修时间^[4]。III c 型弹性轨枕通过枕底弹性垫板结构优化与合理刚度选取, 通过增大垫板与道床间的摩擦力, 可以达到弹性轨枕与 III c 型混凝土轨枕具有同样水平的道床阻力, 扣配件仍采用 III c 型轨枕配套的 V 型扣配件。

5 钢轨结构形式

目前在中国比较常见的钢轨类型有 U75V 与 U71Mn, 其中 U75V 与 U71Mn 本身的含碳量及添加的微量元素各不相同, 尽管 U75V 钢轨的碳含量多于 U71Mn, 但 U71Mn 钢轨拥有更好的可焊性, U75V 钢轨中包含的 Si 元素不利于钢轨的焊接, 焊接时会形成熔点较低的硅酸盐成分, 从而导致顶锻不彻底形成灰斑, 将会严重降低工地闪光焊接的焊接质量。从化学分析本身出发, U71Mn 钢轨相较于 U75V 钢轨

在可焊性上拥有天然的优势, 也更适合于高速铁路^[5]。

6 结语

综上所述, 从有砟轨道提速自身出发, 结合道砟选材、道床结构形式、混凝土轨枕结构形式及钢轨结构形式综合分析, 花岗岩从国内分布数量、分布地点等更适于有砟轨道提速道砟选材, 道床结构形式从原有高速铁路 350mm 单层厚度下降至 300mm, 砟肩推高可考虑降低 50mm 或直接取消砟肩推高, 轨枕优先采用 III c 型弹性轨枕, 扣配件采用 V 型扣配件, 钢轨采用可焊性更好的 U71MnG。从理论结合近些年国内铁路相关单位的不断探索试验下, 中国的有砟铁路必将拥有更加辉煌的明天^[6]。

参考文献

- [1] 江国君. 时速350公里有砟轨道经济性分析[J]. 铁路工程技术与经济, 2022(5): 25.
- [2] 郑建. 增加有砟轨道弹性的措施及其对轨道力学性能影响[D]. 重庆: 西南交通大学, 2017.
- [3] 井国庆, 贾文利, 付豪, 等. 高速铁路有砟道床横向阻力特性与固化技术[J]. 西南交通大学学报, 2017(6): 30.
- [4] 王红. 铁路有砟道床聚氨酯固化技术的发展及应用[J]. 铁道建筑, 2015, 55(4): 135-140.
- [5] 牛小革. U75V钢轨焊接工艺参数的调试与比较[J]. 铁道建筑, 2005(8).
- [6] 中国铁道科学研究院. 新型轨道结构关键技术研究——聚氨酯固化道床关键技术及标准研究报告[R]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2014.