

大胜关长江大桥钢轨伸缩调节器选型及养护探讨

黄安宁

(上海铁路局南京桥工段, 江苏 南京 210015)

摘要: 设置钢轨伸缩调节器是解决桥梁结构与钢轨变化不一致的主要方法。文章结合京沪高速南京大胜关大桥工程, 全面系统地分析国内外高速铁路钢轨伸缩调节器的主要类型, 并对 300km/h SA60-1200(B) 型钢轨伸缩调节器的日常养护及遇到的问题进行探讨, 供类似工程参考。

关键词: 高速铁路; 钢轨伸缩调节器; 选型; 养护

中国图书分类号: U213.93 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-9889(2014)01-0081-04

Research on Expansion Joint Selection and Maintenance for Dashengguan Yangtze River Bridge

Huang Anning

(Nanjing Bridge Section of Shanghai Railway Bureau, Nanjing 210015, China)

Abstract: To solve the incoordination change between bridge structure and steel rail, setting expansion joint is the main method. Combining with Dashengguan Yangtze river bridge engineering of Jinghu high-speed railway in Nanjing, this paper introduces expansion joint types of high-speed railway at home and abroad comprehensively and systematically, analyzes daily maintenance and problems of expansion joint 300km/h SA60-1200(B) which could be taken as reference for similar engineering.

Key words: high-speed railway; expansion joint; selection; maintenance

南京大胜关长江大桥是京沪高速铁路及沪汉蓉铁路在南京跨越长江的越江通道, 同时搭载双线地铁, 是世界首座 6 线铁路大桥。南京大胜关长江大桥主跨 336 m, 设计速度 300 km/h, 是目前世界上高速铁路桥梁跨度最大、设计载荷最高的高速铁路桥梁。南京大胜关长江大桥温度梯度较大, 梁端附近轨枕间距会随桥梁伸缩而变化, 主桥钢桁梁梁端伸缩量大, 可达 1 000 mm。梁端伸缩装置的支撑和构造形式, 梁端伸缩装置与主桥钢桁梁纵梁连接的处理, 行车时梁端伸缩过渡段的竖向位移、横向位移、纵向转角及与主桥钢桁梁的衔接等, 是影响桥上线路平顺性、行车安全性和舒适性的主要因素^[1]。

本文结合南京大胜关大桥调节器的选型及养护, 对国内外高速铁路钢轨伸缩调节器(以下简称调节器)的设计进行探讨。

1 铁路钢轨伸缩调节器使用现状

1.1 铁路钢轨伸缩调节器的主要类型

铁路钢轨调节器的结构主要有搭接型、折线型和曲线型, 见图 1。其中 a 类调节器钢轨轨头大部分刨切, 并采用短轨搭接, 该结构由于轨头被削弱, 安全性和平顺性较差; b 类调节器尖轨非工作边采用直线刨切, 也称折线型调节器, 这种结构在基本轨伸缩过程中, 被挤压或离开尖轨, 会引起尖轨横向位移, 轨距变化; c 类调节器尖轨非工作边采用曲线刨切, 克服了前 2 类的缺陷, 技术较先进, 德国高速铁路(尖轨伸缩、基本轨固定)、日本新干线采用的调节器(尖轨固定、基本轨伸缩)就属于该类^[2]。

1.2 国内铁路钢轨伸缩调节器的使用现状及特点

我国调节器同样经历了 b 类结构和 c 类结构应

用和发展过程,从 20 世纪 60 年代末开始各干线广泛采用了 c 类调节器,目前我国干线或城市轨道铺设的调节器总数超过上千组,这些调节器几乎都采用了铁道科学研究所系列产品。

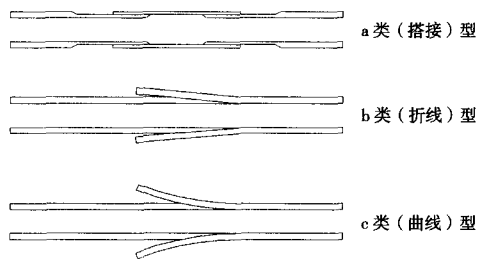


图1 铁路钢轨调节器主要类型

我国铁路坚持走自主创新道路,自主研发了适合我国干线铁路各种轨道结构的调节器系列,并且创造性地应用调节器。2008年、2009年我国自主研发的时速 250、350 km 高速铁路调节器相继在合武线、郑西高速、武广高速铺设应用。目前,具有自主知识产权的高速铁路调节器铺设数量超过 40 组。

国内干线调节器系列产品的结构特点如下:

(1) 伸缩方式

采用尖轨锁定,基本轨伸缩,基本轨伸缩量为 ± 500 mm。

(2) 平面结构

图 2 为单向调节器平面结构示意图,组装全长(即基本轨零伸缩量) 12 500 mm,基本轨长 10 000 mm,尖轨长 10 000 mm,尖轨刨切长 6 800 mm。图 3 为双向调节器平面结构示意图,组装全长 22 000 mm,基本轨长 8 500 mm,双向尖轨长 20 000 mm,尖轨刨切长 6 800 mm。

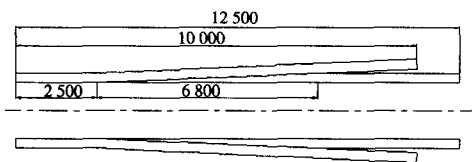


图2 单向调节器平面结构示意图(单位:mm)

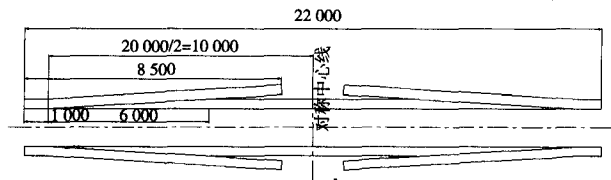


图3 双向调节器平面结构示意图(单位:mm)

(3) 尖轨

尖轨采用 60AT 轨制造,全长 10 000 mm,采用轨撑固定在钢垫板上(见图 4)。尖轨尖端与基本轨组配合时,藏尖值为 a , a 取 1.5~4 mm。尖轨尖端降低值为 b , b 取 20~25 mm。构造轨距在尖轨

轨距加宽处的值为 c ,构造轨距为 $1\,435 + 2 \times c$, c 取 0~4 mm。

尖轨跟端应进行跟端加工,使尖轨跟端从 60AT 轨断面圆顺过渡到 60 kg/m 钢轨或 75 kg/m 钢轨断面,并使轨距线重合。

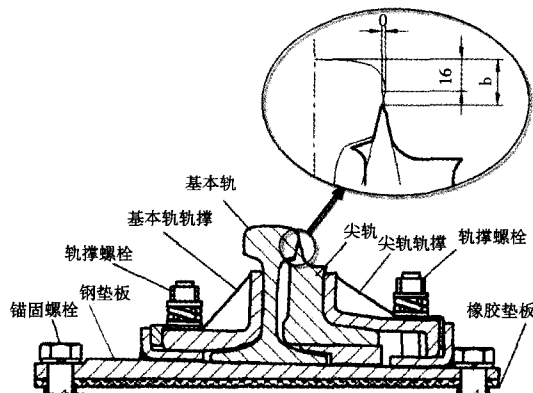


图4 尖轨构造图

(4) 基本轨

基本轨采用的钢种和轨型(60 kg/m 钢轨或 75 kg/m 钢轨)与区间长钢轨相同,单向调节器基本轨全长 10 000 mm,双向调节器基本轨全长 8 500 mm,采用轨撑与钢垫板联结。

(5) 钢垫板

钢轨板锚固螺栓孔间距均相同,顶面设置 1:40 轨底坡,橡胶垫板设置在钢垫板底面。

1.3 德国铁路钢轨伸缩调节器的使用现状

德国铁路调节器允许列车通过速度最高为 250 km/h,用于客货混跑的山区长跨谷桥的无缝线路。其调节器的系列有:SA 60—830B、SA 60—500B、SA 60—340B、SA 60—200B,系列符号右侧数字表示总伸缩量(mm)。由于桥台的梁体与路基连接缝处的枕间距大于 600 mm,在铺设伸缩量大于 500 mm 的调节器时,为保证调节器结构稳定,必须在连接缝处配置加强的跨接短轨^[3]。

德国铁路调节器现场铺设时需采用加强结构,表现在轨道内侧设置护轨,在枕端设置连接装置,使调节器范围的轨枕连成整体。德国铁路调节器与我国铁路调节器的共同点是:尖轨非工作边采用曲线刨切,在钢垫板上设置 1:40 的轨底坡,采用轨撑连接基本轨和尖轨;不同之处在于:采用尖轨伸缩、基本轨固定的伸缩方式,有砟轨道在较宽梁缝处,采用加强轨结构。

对于时速 250 km 的客运专线,在调节器设计上除了述共同点之外,德国调节器还在较宽梁缝处采用了加强轨结构的方式,适用于有砟轨道。然而,

德国调节器采用尖轨伸缩、基本轨固定的伸缩方式, 对于我国时速 350 km 的客运专线调节器设计是不适用的。原因在于: 如果采用尖轨伸缩、基本轨固定的伸缩方式, 必然导致尖轨伸缩过程中轨距的变化, 该变化值远远超过我国客运专线无砟轨道轨距变化允许值 $\pm 1 \text{ mm}$ 的验收要求。

2 南京大胜关长江大桥钢轨伸缩调节器的类型

南京大胜关大桥桥上轨道布置采用高速性能最优的 6 跨连续钢桁拱桥两端设置调节器, 每线布置 2 组调节器, 设置在 4# 和 10# 墩处, 分别铺设于与主桥相邻的 $2 \times 84 \text{ m}$ 钢桁梁和 $(37 + 60 + 37) \text{ m}$ 混凝土连续梁上。主桥上 2 组调节器间无缝线路长度基本与钢桁拱桥的联长一致, 南、北引桥无缝线路长钢轨与路基无缝线路长钢轨焊接。 $2 \times 84 \text{ m}$ 钢桁梁、 $(37 + 60 + 37) \text{ m}$ 混凝土连续梁及其中间的一孔 32 m 简支梁桥采用小阻力扣件, 其余区段采用大阻力扣件^[4]。调节器布置图见图 5:

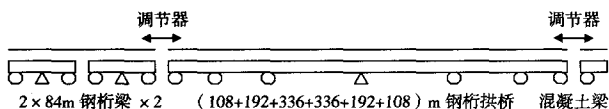


图 5 钢桁拱伸缩调节器布置图

根据桥上线路设计速度和有砟线路类型, 最终选择了 SA60-1200 (B) 型调节器 (见图 6)。调节器整体结构长度处于中间位置时为 17 550 mm, 钢轨件采用 VRC60 轨。尖轨长度 10 200 mm、基本轨 (UIC60) 长度 15 150 mm, 弹条采用 SK1-12、-13、-15 等型号。

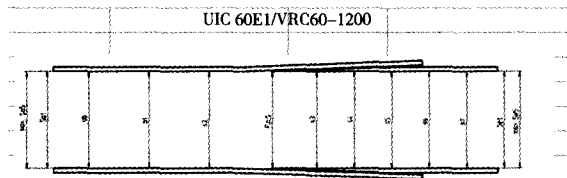


图 6 SA60-1200 (B) 平面结构示意图

梁端伸缩装置采用支承梁—滑动枕伸缩式装置, 调节器两端铺设预应力钢筋混凝土 III c 型桥枕、V 型扣件, 小阻力区段采用带不锈钢的复合胶垫 (CRP5) 和小阻力弹条 (X3), 单组扣件的钢轨纵向阻力为 4 kN。W2 型弹条 (普通地段用, 大胶垫为 RP5) 紧固扭矩约为 $160 \text{ N} \cdot \text{m}$, X3 型弹条约为 $95 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

3 南京大胜关钢轨伸缩调节器日常养护的几点建议

南京大胜关调节器吸收了德国技术, 在较宽梁缝处采取了加强轨结构的方式, 同时为了满足高速行驶条件下安全、舒适的要求, 采取了尖轨固定、

基本轨伸缩的形式。但由于梁端部位伸缩量大, 采用了加装 2 只活动钢枕和剪刀装置, 确保伸缩时调节器的稳定性, 从而带来了检查养护方面的许多新问题 (如钢枕间隙的调整, 剪刀装置的保养调整等)。

3.1 设备检查及修理周期

(1) 养护工区每周进行 1 遍静态检查, 检查调节器轨距、水平、高低、轨向、零配件状态, 测量不同轨温下调节器的伸缩量。加强尖轨与翼轨密贴的检查, 进行资料汇总、分析, 制定下周整治计划, 控制几何尺寸。

(2) 每月结合动轨检车、人工添乘情况, 安排激光长弦现场复核 (将调节器前后 300 m 线路纳入单元管理), 进行数据分析。有计划地进行综合养修作业, 确保调节器与前后线路的线形与平面位置保持一致。

(3) 每年对调节器零配件进行 1 遍拆检, 检查损耗件磨损、压溃情况, 及时更换损耗零配件, 调整扣件扭矩。

3.2 设备现状及养护建议

由于大胜关大桥结构特殊, 钢梁端中部为纵向的活动支座, 两侧为万向的活动支座, 钢梁存在横向的温度力位移变化, 造成剪刀装置产生横向的扭曲变形, 该装置无法克服横向力产生的扭曲变形。调节器位置因温度力影响, 长、短波轨向病害长期存在 (2013-06-21 下行动检 I 级超限 2 处: K1006.185 左轨向 -6.20 mm , K1006.186 长轨向 -6.77 mm , 位于大胜关温调器上)。同时钢枕与横梁间隙较小, 钢枕左右股阻力不均, 梁端伸缩时出现歪斜现象问题, 整正后 1~2 周钢枕歪斜重复出现。针对以上问题, 通过查阅桥梁方面资料, 加密调节器养护调整前后的检查, 建议如下: (1) 由于钢桥梁横向温度力变化, 桥上调节器受到横向变形力, 日积月累造成残余变形, 钢枕两侧剪刀装置均有不同程度横向弯曲, 见图 7。建议每周对剪刀装置进行检查, 并及时调匀前后轨枕间距, 建立台账。(2) 建议每周都需要对钢枕间距检查调整, 以确保调节器状态良好。(3) 接管后及时调整钢枕与钢轨离隙, 确保 0.5 mm 左右, 剪刀装置转动部位要定期涂覆润滑油, 确保转动顺滑。(4) 调节器铺设完成后应及时均匀道砟, 并确保饱满, 以保证整组调节器的道床阻力均匀达标。(5) 建立并定期观测尖轨左右股爬行量, 如不一致, 需及时调整左右股锁定轨温。

4 结语

高速铁路特大桥梁设置调节器是列车安全平稳

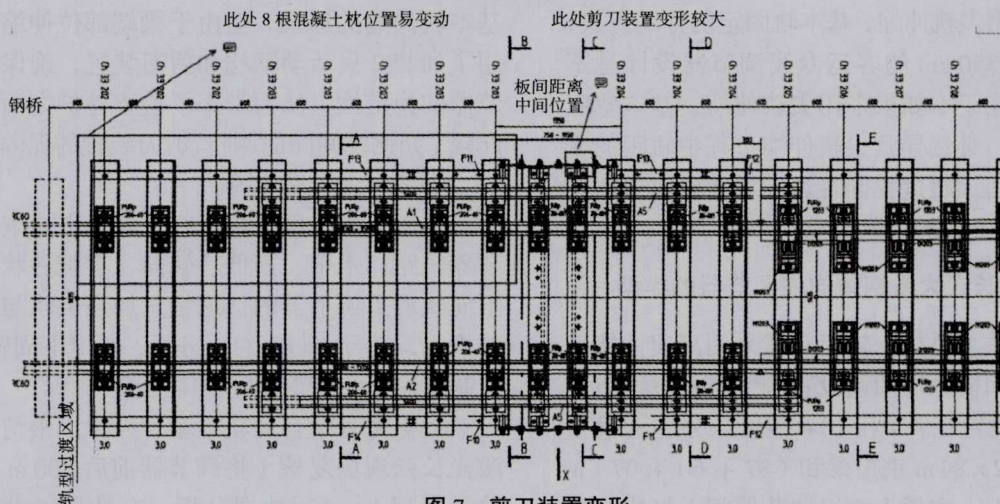


图 7 剪刀装置变形

运行的前提,文章介绍了国内外高速铁路调节器的类型,并对南京大胜关长江大桥钢轨伸缩调节器日常养护中遇到的一些问题提出相关建议,以期类似工程的养护提供参考。

参考文献

- [1] 铁道部京沪高速铁路建设总指挥部. 京沪高速铁路南京大胜关长江大桥工程技术论文集 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2009.
- [2] 铁道部工务局. 铁路工务技术手册 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2010.
- [3] 2008 年铁字第 0827 号. 时速 250 公里客运专线有砟轨道 60 kg/m 钢轨伸缩调节器设计 [R]. 2008.
- [4] TB10754—2010 高速铁路轨道工程施工质量验收标准 [S].
- [5] TG/GW115—2012 高速铁路无砟轨道线路维修规则 (试行) [S].

(收稿日期: 2013-07-24)

(上接第 76 页)

表 4 货运量预测及主要流向

年份	区段最大 货运量	货运量		总运量
		兰州—重庆	兰州—成都	
2020 年	上行	1 088	235	541
	下行	2 380	911	1 208
2030 年	上行	1 412	353	721
	下行	3 216	1 201	1 502

由表 4 可以看出: 兰渝线以通过运量为主, 约占总运量的 83.7%~86.3%。主要为新疆、青海、甘肃中西部及西藏地区与西南渝、川、云、黔及广西部分地区之间的货物交流。年度本线下行方向为重车方向、上行为轻车方向, 通过运量主要流向分为兰州—重庆、兰州—成都两大方向, 两方向货运量占总通过运量比重约为 55%^[5]。兰州至重庆方向近期货运量 906 万 t, 远期货运量 1 152 万 t; 兰州至成都方向近期货运量 1 182 万 t, 远期货运量 1 479 万 t。由此可以看出兰渝线开通将大大减轻既有压力, 同时也将节约运输成本, 提高运输效率。

③ 近距优选分流

兰渝线开通后大大缩短了西北与西南之间的距离, 故从近距优选角度来讲, 我国西部地区新疆、西藏、青海等地运往西南方向的货流必将吸引到兰渝线上来。而从西南进入西北方向的货流, 如云南、

贵州等地货物也将吸引到兰渝线上来。这样可以分流一部分货物, 大大降低既有有线运输压力。尤其对陇海线兰州到西安段将会分流一半以上的货物, 因此对缓解既有有线运能压力具有明显效果。

5 结语

兰渝铁路通车为进出西北、西南货运提供了一条捷径, 对于促进兰渝综合运输通道的结构优化必将产生深远的影响。由于兰渝铁路尚未通车, 没有实际运营资料, 还不能进行更加切合实际的、定量的分析。随着兰渝铁路的开通, 对既有有线货运的影响需要做进一步分析研究。

参考文献

- [1] 中铁第一勘察设计院集团公司. 新建铁路兰渝线可行性研究 [R]. 2006.
- [2] 张建平. 兰渝铁路货物运量分析 [J]. 山西建筑, 2007 (18): 292-293.
- [3] 田丰伦. 兰渝铁路对沿线经济社会的影响 [J]. 西部论丛, 2004 (10): 35-37.
- [4] 曾桂. 新建兰渝铁路引入广元地区总图研究 [J]. 铁道运输与经济, 2010 (5): 33-35, 46.

(收稿日期: 2013-05-08)