

高速铁路无砟轨道 W300-1 型扣件系统轨道长轨精调

金洲

京沈客专辽宁公司 哈大客专公司 辽宁 沈阳 110000

摘要：W300-1 型扣件是有挡肩无砟轨道扣件，该扣件是在双块式和原板式无砟轨道承轨槽位置和尺寸的限定条件下设计制造的，属于带铁制垫板的弹性不分开扣件结构。通过京沈客专、沈丹客专轨道精调及联调联试的经验总结分析，简述了 W300-1 型扣件的组成结构，并对现将 W300-1 扣件安装、精调经验总结作详细分析，以供其他类似工程参考借鉴。

关键词：扣件；安装；精调

沈丹客专、京沈客专区间正线采用 W300-1 型扣件结构，其主要由弹条、绝缘垫片、轨距挡板、轨枕螺栓、绝缘套管、铁垫板、轨下垫板、弹性垫板组成。为了适应现场实际需要，调整钢轨高低位置时，还使用了塑料调垫板和钢制调高垫板。

1 W300-1型扣件结构及使用

1.1 弹条

一般地段使用的直径为 15 mm 的 SKL 15 型弹条，桥梁上使用的是直径为 13 mm 的小阻力弹条 SKL B15 型弹条，主要用在连续梁两端的小阻力扣件位置^[1]。

1.2 轨枕螺栓

标准轨枕螺栓采用 Ss36-230 型，其总长为 230mm。为了钢轨调高的需要，还配有 Ss36-240，Ss36-250，Ss36-260，Ss36-270，Ss36-280 等型号。

1.3 轨下垫板

轨下垫板 Zw693 分七种厚度不同的型号，即 Zw693-2、Zw693-3、Zw693-4、Zw693-5、Zw693-6、Zw693-7、Zw693-8。标准型轨下垫板厚度为 6mm 的 Zw693-6。

1.4 轨距挡板

标准轨距采用的是 Wfp15u 型轨距挡板。此外还有用于轨距调节的 Wfp15u1、Wfp15u2、Wfp15u3、Wfp15u4、Wfp15u5、Wfp15u6、Wfp15u7、Wfp15u8。

1.5 调高垫板

调高垫板根据其材质不同，分为塑料调高垫板（厚度为 6mm、10mm 两种）和厚度为 20mm 的 Ap20-20 型钢制调高垫板。调高垫板由两片组成，应成副使用^[1]。

1.6 W300-1型扣件的使用

（1）轨向及轨距调整

根据施工图纸设计要求，轨距调整范围为 16mm。

为了满足施工需要，通过更换不同高度的轨距挡板，可实现 8mm 范围内的单轨横向调整。

（2）轨高调整

根据施工图纸设计要求，钢轨高低调整范围为 -4mm ~ +56mm。

根据现场实际情况采用以下方式来实现轨道的高度调整：

1) 对于 -4mm ~ +2mm 的调整，可以更换不同规格型号的钢制轨垫来实现^[1]。

2) 对于 +4mm ~ +22mm 的调整，可以使用塑料调高垫板来嵌入轨道，并更换相应规格的轨垫。同时，根据需要的高度调节量，选择配套型号的轨枕螺栓^[1]。

3) 对于 +23mm ~ +56mm 的调整，可采用综合以上方式，先用“塑料调高垫板+轨垫”，然后使用钢制调高垫板，最后根据需要的高度调节量，选择配套型号的轨枕螺栓^[1]。

1.7 扣件安装要求

（1）扣件经检验合格后方可使用，如发现有损坏应立即更换。

（2）施工现场如需松下道钉，应避免污染物进入预埋套管。

（3）根据现场的实际情况，当轨距挡板前端突起部分与弹条的中圈环接相触时，就表示弹条安装位置正确。一般情况下：SKL 15 理论安装扭矩约为 250N·m，SKL B15 理论安装扭矩约

为 180N·m。

2 轨道精调流程

2.1 基准股的确定

在曲线地段以上股为平面基准股，下股为高程基准股，直线地段同前方曲线^[1]。

2.2 轨道精遵循“先高低，后水平”“先轨向，后轨距”的调整原则进行

首先通过设计精调软件，计算出高程基准股高程调整量及平面基准股轨向调整量，其次利用经校正的电子道尺测量现场水平和轨距数据，并结合高程基准股高程，调整量（反算）确定平面基准股高程调整量（该种方式可消除检查小车仪器带来的系统误差），再次调整平面基准股的高程，并根据测量数据调整平面基准股轨向，最后根据测量计算的调整量，调整高程基准股高程，利用电子道尺测量轨距调整高程基准股轨向。

2.3 施工现场安排专人及时对测设的几何尺寸检查及数据标注

一般在轨顶上标识“+”为调高，“-”为调低。在轨底上用箭头标识轨向并注明调整方向，一般标识“+”向右，“-”向左。

2.4 精调作业工序按照平面基准股高程、平面基准股轨向，高程基准股高程、高程基准股轨向（通过测量轨距方式调整）依次开展。

2.5 精调作业标准

（1）无砟轨道轨道静态几何尺寸允许偏差应符合下表 1 的规定。

表 1：无砟轨道静态几何尺寸允许偏差

序号	项目	容许偏差	备注	实际操作
1	轨距	±1 mm	相对于标准轨距 1435 mm	0-1mm
		1/1500	变化率	
2	轨向	2 mm	弦长10 m	1
		2 mm/测点间距8a (m)	基线长48a (m)	
		10 mm/测点间距240a (m)	基线长480a (m)	
3	高低	2 mm	弦长10 m	1
		2 mm/测点间距8a (m)	基线长48a (m)	
		10 mm/测点间距240a (m)	基线长480a (m)	
4	水平	2 mm	不包含曲线超高值	0-0.5mm
5	扭曲	2 mm	基长3 m	变化率 1mm

注：1、表中a为扣件节点间距m。2、左右股水平不能出现正负交替现象。

（2）正线道岔几何尺寸允许偏差应符合下表 2 的规定。

表 2：正线道岔几何尺寸允许偏差

	高低	轨向	水平	扭曲(基长3 m)	轨距	
幅值(mm)	2	2	2	2	±1	变化率1/1500
弦长(m)	10		—			

2.6 作业轨温要求如表3

表 3：无缝线路作业轨温条件

作业项目	线路平面条件	最多连续松开扣件个数(按实际锁定轨温计算)					
		-10℃及以下	-10~0℃	0~+10℃	+10℃~+20℃	+20℃以上	
改道、垫板作业	R<2000	9	40	15	9	禁止	
	R≥2000或直线	15	40	20	9	禁止	
更换扣件或涂油	—	隔一松一、流水作业					禁止

3 W300-1型扣件精调成果及经验

3.1 主要做法

3.1.1 在提前介入工作上突出“深入”

在盘营客专、京沈客专联调联试工作开展之前，安排一名主管负责人专项负责，按既有车间管理框架模式，各自分工、各负其责，并挑选技术业务精、素质高的职工介入到各个施工单位项目部，与施工单位同吃同住同劳动，有效锻炼了精测精调队伍，对施工单位每段时期当前的重点施工作业进行监督和卡控。一是对轨道板铺设过程中，严格卡控铺板精度，防止在浇筑自密实混凝土过程中影响轨道板的铺设精度，避免轨道精调带来很大工作量。二是确保无缝线路铺设锁定轨温要均匀、达标（同一单元轨节左右股钢轨锁定轨温差不应大于 3℃、相邻单元轨节间锁定轨温差不应大于 5℃、同一区间单元轨节的最高与最低锁定轨温差不应大于 10℃）；爬行观测桩及时埋设，以便观察、分析；扣件螺栓扭力矩达到标准（W1 型弹条 130—170N.m、X2 型弹条 90—120N.m），各种零配件安装正确、无缺少。三是对现场单元焊、锁定焊及铝热焊要及时跟踪检查、与施工单位共同探伤，防止焊缝拱高、低扣、错牙，如有不合格、重伤接头马上切割重焊，避免滞后发现要插入短轨处理。提前介入工作的超前和深入，为联调联试及日后设备养护维修奠定了基础，形成无缝对接。

3.1.2 在沟通工作上突出“畅通”

集团公司、建设单位、设备委管单位要与各参建单位密切协作，互相配合，建立沟通和协调机制、互赢互利的关系，共同研究，及时解决发现有关的问题，认真按照“严检慎修”理念，切实地做好轨道精调工作。一是督促施工单位对静态验收问题库的整治，要分轻重缓急。特别是影响联调联试的重点问题要立即整治，使施工单位深刻认识到在运营、联调联试、联调联试前的不同期间整治问题所投入的成本是成倍增长的，积极配合施工单位力争在开通前将问题库的所有问题全部销号。二是对曲线、直线、道岔等不同试验单元段先进行轨道精测，拟定精调方案，根据调整工作量，以计算出所需各种型号材料的数量为依据，提供给施工单位，并组织施工单位准备充足的轨道精调所需的材料及零配件，避免因材料供应问题影响轨道精调工作进度。

3.1.3 在组织人员上突出“专业”

吸取哈大、盘营客专联调联试轨道精调工作的经验和教训，施工单位的施工人员素质不均衡、技术不专业，作业质量无法满足高速铁路的技术标准。一是在轨道精调前，选派经验丰富的人员组织轨道精调人员集中进行高速铁路无砟轨道知识的培训工作，并针对扣件系统的安装及养护维修标准、轨道精调作业流程、高铁施工安全及注意事项等方面进行重点培训。二是现场的跟踪、指导教学，组织专业人员对每个轨道精调作业班组进行检查指导，现场发现问题立即解决，严格控制作业质量。

三是对精调完的作业区段安排相对小车进行静态数据检测、分析。对发现的问题与相关单位及时沟通、解决，确保轨道精调质量。

3.1.4 在轨道精调理念上突出“严谨”

在无砟轨道精调作业中，紧紧围绕“严检慎修”的理念。把轨道精测、数据分析、轨道精调作业标准三个方面作为重点工作来抓，确保精测数据的可靠性、真实性，确保静态绝对测量相对分析的合理性、动态数据超限处所分析的准确性，确保轨道精调作业标准的统一性。一是轨道精测人员除必须严格执行测量作业相关的技术指标和作业流程外，要尽量保证同类型、同型号的绝对小车测量同一区段的线路，且每次测量区段不少于 1km，保证数据的真实性、连续性，为第二遍测量数据对比、分析提供依据；岔区前后至少 200m 线路为一个岔区单元，进行平纵断面采集数据，做到线路道岔高程、平面保持一致；特别注意同一区段第二遍测量与第一遍测量的换站搭接位置要错开。二是绝对测量小车数据分析时，以保证高程、平面的长波平顺性为原则，必须要绝对测量相对分析，控制好拟调整的基线，制定合理的精调方案；对数据出现波峰较大的线型要到现场进行复核，核实数据的准确性；数据分析人员根据精调方案和现场作业情况要建立调整高程撤垫板、调整平面更换绝缘轨距块和轨距挡板的设备台账，以便为下次拟定调整方案提供可靠依据；在路基、道岔区段线路尽量采用“只垫不撤”的原则（尤其是岔区），为冬季冻害处理做好基础工作。三是动检车数据分析要根据动检车的检测图幅，通过地面标志、道岔、曲线（ZH、HY、YH、HZ）等 LKJ 数据确定超限处所的准确位置和左右股；针对简单的单点超限病害利用钢板尺、正矢绳等测量工具检查，发现问题立即处理；针对综合性病害、TQI 值偏大的区段要采用绝对小车测量，通过数据分析拟定合理的调整方案进行高程、平面同步调整。四是轨道精调作业组必须严格按照作业标准进行施工作业。轨距控制在 0—1mm 之间，水平控制在 0—0.5mm 之间，相邻承轨台轨距变化率控制在不大于 0.4mm、水平递减率控制在不大于 0.3mm；

3.1.5 在轨道精调作业上突出“创新”

通过总结盘营、沈丹客专轨道精调的经验，根据轨道精调调整扣件型号使用比例情况，在京沈客专轨道精调中大胆地提出了创新法安装初始 W300-1 型扣件系统，即左线安装标准件、右线安装非标件（轨距挡板 ±1），不但提高了精调作业效率，而且大大缓解了扣件厂商生产运能，同时为施工单位节约了扣件成本支出合计约 7000 余万元。

3.2 取得的成果

（1）沈丹客专在 2015 年 8 月拉通实验中，全线无砟轨道无一处一、二级超限病害，TQI 均值 2.3 的较好成绩，高标准、高质量地完成了轨道联调联试工作，向领导递交了一份满意的答卷，并得到集团公司及京沈公司领导的充分肯定和高度赞扬。

（2）京沈客专为防止高寒地段高速铁路客专冻胀病害，路基采用混凝土基床设计，而混凝土基床结构受天气气温变化所产生的形变，轨道几何状态会发生较大的变化，甚至会出现轨道综合指数超限处所，不仅不利于轨道平顺性评估验收，也增大了运营期线路的养护维修工作量。因此，合理确定高寒地区铁路轨道精调的气温，就显得十分重要。在京沈客专轨道精调工作中，选取一处路基混凝土基床结构地段作为试验段，使其轨道精调达标，然后采用相对轨检小车按照每月至少一次的频率对轨道进行复查，持续时间为一年，通过对轨道检测数据的分析来摸清混凝土基床受温度变化影响产生形变的规律，提前研判轨道几何尺寸超限风险，为日后养护维修提供数据支撑。确保了总公司综合试验顺利进行，为我国智能高铁综合试验打下了坚实的基础。最终在 2018 年 12 月全线拉通试验取得 TQI 值 1.9 较好成绩，领先全路先进水平。

参考文献

[1] 金洲. 浅谈福斯罗 300-1 扣件无砟轨道精调[J]. 大科技, 2017, (08): 146-148.
[2] 胡海波. 高速铁路无砟轨道长轨精调新方法[J]. 铁道勘察, 2018, 44(02): 18-21.
[3] 胡海波, 阎亮, 金洲. 高寒地区混凝土基床结构对无砟轨道平顺性的影响[J]. 铁道勘察, 2018, (06): 31-34.