

# GDS-150 ( K ) 宽轨静态称量轨道衡

铁道部标准计量研究所 冯化中，高春兰，伍新鹏  
哈尔滨铁路局绥芬河车站 付长清，金秀光，乔世彦

【摘要】 本文介绍了哈尔滨铁路局绥芬河车站 GDS-150 ( K ) 宽轨静态电子 ( 数字指示 ) 轨道衡的设计、施工、安装、调试、检定的大致情况，对其中的经验，愿与同仁共同分享。对其中存在的问题，愿与同仁共同探讨。

【关键词】 GDS；宽轨；静态称量；轨道衡

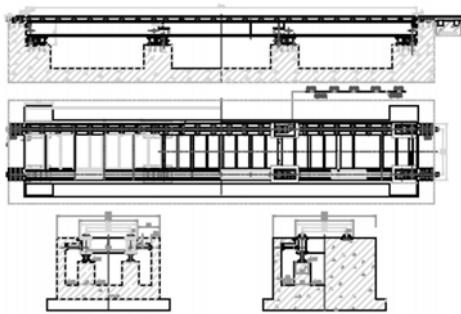
## 一、引言

位于黑龙江省中、俄边境的绥芬河市素有“百年口岸”、“东方旗镇( 飘着许多国家国旗的城镇 )”、“国境商都”之称。哈尔滨铁路局所属的绥芬河车站是我国对俄、日、韩及东欧贸易的重要陆路口岸。站内南货场 26 道为宽轨 ( 俄罗斯轨距 1520mm ) 计量线。该线于 2011 年 12 月安装了 GDS-150 ( K ) 宽轨静态轨道衡 ( 以下简称“宽轨轨道衡” )，2012 年 1 月 11 日通过了俄方的检定，检定效果非常圆满，称量点各位置的误差均为零。

宽轨轨道衡的检定工作是根据中、俄两国协议，由俄罗斯远东铁路局进行。其质量量值是由莫斯科传递的。其检定成员由远东铁路局和哈尔滨铁路局共同的委员会 ( 共 11 人 ) 组成。

宽轨轨道衡主要技术参数：

- 1、型号：GDS-150 ( K ) 其中：G—轨道衡；D—数字式；S—通过称重仪表显示；  
150—最大秤量 150000kg；( K ) —宽轨轨距 ( 1520mm )
- 2、基础形式：深基坑 ( 2000mm )
- 3、承载器长：13000mm。
- 4、单侧整体道床长：10000mm。



宽轨轨道衡设备总图



宽轨轨道衡设备照片



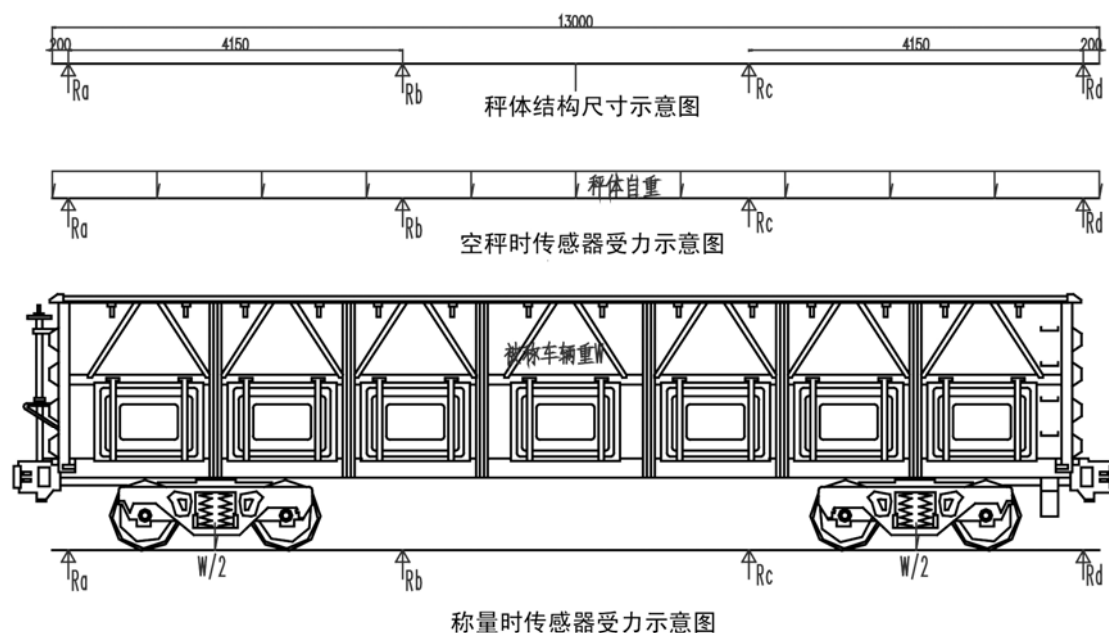
宽轨轨道衡俄方检定现场



秤梁安装时照片

## 二、宽轨轨道衡称重梁的设计、计算

宽轨轨道衡的结构及受力如下图所示：



- 1、支座弯矩： $MB=a1 \times q \times l^2$  ( $a1 \times W \times l$ )； $MC=a2 \times q \times l^2$  ( $a2 \times W \times l$ )。
- 2、跨内最大弯矩： $MI_{max}=a3 \times q \times l^2$ ； $MI_{max}=a4 \times q \times l^2$ 。
- 3、跨内最大挠度： $YI_{max}=r1 \times [(q \times l^4) / E \times I]$ ； $YII_{max}=r2 \times [(q \times l^4) / E \times I]$ 。
- 4、支反力： $R_i, r_i = \beta_i P$  其中P为被称车辆（荷载）。
- 5、以上各式中各系数：

	a1	a2	a3	a4	r2	r1	$\beta_{1、4}$	$\beta_{2、3}$
空秤时	-0.100	-0.100	0.080	0.025	-0.005	-0.0068	0.400	1.100
称量时（载荷时）	-0.075	-0.075	0.213	0.213	0.0162		0.425	0.575

## 称重技术应用篇

### 6、空秤时支反力（8只称重传感器所受的力）：

	$R_a; R_a'$	$R_b; R_b'$	$R_c; R_c'$	$R_d; R_d'$	备注
支反力	0.400P	1.100P	1.100P	0.400P	理论计算时的值
空秤调试时传感器的码值	1469	2466	2490	1490	安装调试时的实际码值
	1440	2419	2400	1460	

### 三、秤梁的主要技术指标概述：

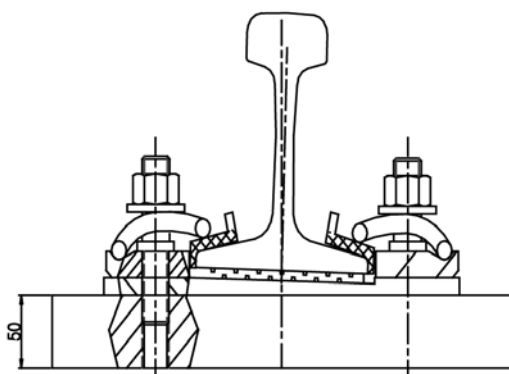
- 1、秤梁长：13000mm（3段搭接，中间连接为刚性）。
- 2、秤梁材质：Q235（鞍钢产中、厚板材）。
- 3、秤梁截面形式：箱形焊接。
- 4、工艺过程：“小蜜蜂”数控下料、二氧化碳气体保护焊、时效处理、秤体喷沙除处理、防锈底漆1道，面漆2道。
- 5、安全系数： $n_8=2$ 。
- 6、扣轨形式：承轨板。
- 7、秤梁相关结构参数：

惯性矩 $I_x$	$I_{x1-1}=2.72 \times 10^8 \text{mm}^4$	$I_{x2-2}=4.639 \times 10^9 \text{mm}^4$	注 选取秤梁中两有代表性的截面
抗弯截面模量 $W_x$	$W_{x1-1}=1.084 \times 10^6 \text{mm}^3$	$W_{x2-2}=8.435 \times 10^6 \text{mm}^3$	

轨道衡属计量器具，特别是宽轨轨道衡，秤梁设计时优先考虑刚度准则，用可靠性准则进行校核。根据衡体材质得出它的疲劳极限  $\sigma_{-1}=134\text{MPa}$ 。在材料力学中，根据材料的许用应力 $[\sigma]$ 来设计的，由材料的 $[\sigma]$ 设计分析出的一系列结果，必能满足该材料的 $\sigma_{-1}$ 。

该秤梁的刚度也经过了计算机软件的核算。

### 四、宽轨轨道衡扣轨系统的设计、计算：



扣轨系统的设计图

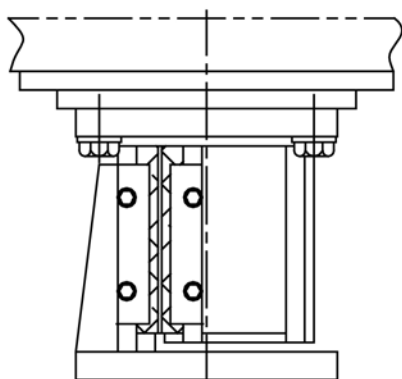
弹条扣件螺栓校核计算结果：	
工作载荷 $F_c=40\text{kN}$	相对刚度 $\lambda=0.25$
螺栓材料=40C <sub>r</sub>	抗拉强度 $\sigma_B=900\text{MPa}$
屈服强度 $\sigma_s=770\text{MPa}$	抗压疲劳强度 $\sigma_{-1f}=290\text{MPa}$
尺寸因数 $\epsilon=0.74$	制造工艺因数 $K_t=1$ ；
安全系数 $S_{a1}=2$	许用应力幅 $[\sigma_a]=21.04\text{MPa}$ ；
公称直径 $Md=M24$	小径 $d_1=20.752\text{mm}$ ；
螺栓计算应力幅 $\sigma_a=14.83\text{Mpa}$	
校核计算结果： $\sigma_a$ $[\sigma_a]$ 满足	

宽轨轨道衡的扣轨系统全部选用铁标零部件，为工务的线路和秤体的维修提供了方便。

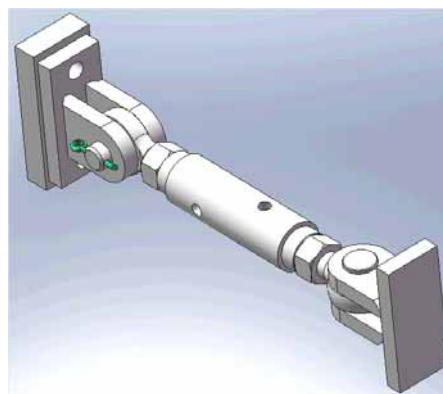
宽轨轨道衡的扣轨系统考虑了对轨道电路的绝缘问题，提供了两部分防护措施。

钢轨和秤体之间的两部分防护绝缘保护，除了能适用于轨道电路的要求外，还能对传感器、称重仪表等电气设备避免雷电袭击起到一定的防护作用。

#### 五、宽轨轨道衡限位系统的设计、计算：



限位器设计图



拉杆式限位器设计图

宽轨轨道衡限位系统分别采用了板式限位器和拉杆限位器两套限位装置，其目的是为适应边境贸易和俄罗斯货车的特殊性。实践证明其设计是成功的。

#### 拉杆分析：

取被称货车给限位系统带来的最大的力为：因轮轨间粘轴力而产生纵向力 10000kg，因轮轨间游隙而产生的横向力 8000kg。因秤体结构及管理体系等因素，该衡设计了 4 组纵向拉杆器，8 四组横向拉杆器。

当  $\sigma_{\max} = \frac{F_{\max}}{\pi R^2} < [\sigma]$ ，拉杆安全可靠，则可确定拉杆半径。

拉杆限位器的螺纹也经强度校核，选定为 M30。

板式限位器采用特制橡胶垫板，其纵向（垂直）摩擦力很小，抗横向力由固定架螺栓组决定，兼顾管理体系要求，选用 M24 螺栓。

#### M24 螺栓受横向载荷校核计算：

横向载荷 $F_A=16\text{kN}$	螺栓机械性能等级=9.8	螺栓屈服强度 $\sigma_s=720\text{MPa}$
安全系数 $S_{s1}=2$	螺栓许用应力 $[\sigma]=360.00\text{MPa}$	可靠性系数 $K_f=1.2$
接合面数 $m=2$	接合面间摩擦因数 $f=0.15$	螺栓预紧力 $F_p=64.00\text{kN}$
螺栓公称直径 $M_d=M24$	螺栓小径 $d_1=20.752\text{mm}$	螺栓计算应力 $\sigma=246.78\text{MPa}$

校核计算结果： $\sigma < [\sigma]$  满足。

### 六、宽轨轨道衡电器系统简介

宽轨轨道衡的电器部分采用了 QS-D40tL 称重传感器、D2008F 称重仪表、8 进 1 出接线盒及 5 寸大屏幕显示。管理微机中的称重软件具备通讯功能。该衡还装有视频监控系统。



板式限位器和称重传感器



称重仪表

### 七、结语

绥芬河车站宽轨轨道衡的良好性能，是从基础设计、基础施工、秤体设计、秤体的机械加工、秤体的安装和调试、电器设备的选择、电器设备的安装和调试等环节密不可分的。

绥芬河车站宽轨轨道衡的良好性能，是设备提供厂家、零部件提供商、铁路的相关部门（车辆、机务、工务、电务）的共同配合积极协作密不可分的，是集体辛勤工作的结果。

绥芬河车站宽轨轨道衡的实践证明：秤体基础的稳定、承重梁的足够刚度是保证计量准确度的前提。

愿 GDS—150（K）轨道衡为铁路计量事业、为边境贸易、为百年口岸的可持续发展注入新生机。



宽轨轨道衡基础施工照片



宽轨轨道衡俄方检定时的现场记录

### 参考文献

1. GB/T15561 《静态电子轨道衡》 国家质量监督检验检疫总局
2. QB/T1563 《衡器产品型号编制方法》 国家质量监督检验检疫总局
3. JJG781 《数字指示轨道衡》 国家质量监督检验检疫总局
4. 《材料力学》 单辉祖主编 国防工业出版社 1988 年版
5. 《机械零件》 吴宗泽主编 中央广播电视大学出版社 1986 年版
6. 《铁路钢桥》 长沙铁道学院工程系主编 中国铁道出版社 1980 年版
7. 《机械设计手册》 机械工业出版社 1991 年版

### 作者简介

冯化中, 1956 年出生, 男, 汉族, 北京, 高级工程师, 大学本科, 从事计量专业。

高春兰, 1962 年出生, 女, 汉族, 山西, 高级工程师, 大学本科, 从事计量专业。

伍新鹏, 1949 年出生, 男, 汉族, 湖南, 工程师, 从事计量专业。

联系方式: 北京市海淀区大柳树路 2 号 铁道部标准计量研究所, 邮编: 100081

联系电话: 010--51849074

付长清, 男, 汉族, 哈尔滨铁路局绥芬河车站技术科, 科长, 联系电话: 13945392916。

金秀光, 男, 朝鲜族, 哈尔滨铁路局绥芬河车站技术科, 高级工程师, 联系电话: 13945392906。

乔世彦, 男, 汉族, 哈尔滨铁路局绥芬河车站计算中心, 主任, 联系电话: 13604839977。

联系方式: 黑龙江省绥芬河市站前路 36 号, 绥芬河车站, 邮编: 157300

联系电话: 0453—8994802。