

一种 CPZ-100C 新型轨道式货车超偏载检测设备的应用研究

□刘期柏¹ 魏兆俊² 顾佳捷³ 刘水光¹ 雷阳² 程颖³

(1. 广州局集团公司货运部 2. 广州铁路科技开发有限公司

3. 杭州钱江称重技术有限公司)

【摘要】CPZ-100C 新型轨道式货车超偏载装置是一种全自动动态安全检测设备，适用于有铁路线的港口、站场、仓库及企业铁路专用线等场所，和未达到安装轨道衡、标准超偏载检测装置技术条件的铁路货场及编组站等场所。既解决了装车量较小的车站对安全检测的要求，又解决了一些装车量较大但部分线路直线段达不到铁运〔2013〕56 号文规定要求的铁路货场及编组站等场所对安全检测的要求^{[1][2]}，但技术性能满足铁道部铁运〔2013〕56 号文件《铁路货车超偏载装置技术条件》的要求^{[3][4]}。

【关键词】CPZ-100C；轨道式；超偏载；安全检测；四测区

文献标识码：A

文章编号：1003-1870（2025）02-0039-06

Application Research on a New CPZ-100C Rail Wagon Overload and Unbalance Load Detection Equipment

Abstract: The new CPZ-100C rail wagon overload and unbalance load detection device is a kind of automatic dynamic safety detection equipment, which is applicable for ports, stations and yards, warehouses with railway lines, and enterprise railway sidings, as well as railway freight yards, marshalling stations and other places where technical requirements for installing rail weighbridges or standard overload and unbalance load detection devices cannot be met. It not only meets the safety detection requirements for stations with small loading volume, but also meets the safety detection requirements for railway freight yards, marshalling stations and other places with large loading volume but failing to meet the requirements in Document TY [2013] No. 56^{Refs (1) and (2)} in some straight track sections, and its technical performance meets the requirements of *Technical Specification for Detecting Device for Overload and Unbalance Load of Rail Wagons* (Document TY [2013] No. 56) issued by the Ministry of Railways^{Refs (3) and (4)}.

Keywords: CPZ-100C; rail; overload and unbalance load; safety detection; four detection zones

1 项目背景

长期以来，由于客观条件限制及经济利益驱使，铁路货车超载、偏载现象严重，造成车辆设备损伤，大大降低了车辆使用寿命，甚至危及行车安全。因为超载、偏载问题不能在装车现场及时发

现，造成铁路运输成本增加。在车辆货物运输过程中，由于货车的超载、偏载所造成的危害是重大的，不仅对车辆、线路、道岔的损害严重，而且极易造成车辆燃轴、切轴及车辆颠覆等重大事故。

近些年，各铁路局也都在安装CPZ-100型超偏载

检测设备，其多用于车站内。当各企业的货物到达车站时进行超偏载检测发现不达标车辆时，需要将车辆牵引回企业重新装车。这个过程非常繁琐，其无法在车辆出厂时从源头上对车辆的超偏载情况进行检测，虽然CPZ-100设备是专用于超偏载检测的设备，但是其设备及土建的造价非常高昂，如果作为源头检测设备，对各货运站和专用线来说势必是个不小的负担。

本项目研发出的简易新型超偏载检测装置，具有安装快速，利用用户现有的线路安装剪力传感器和检测设备实现超偏载检测功能，并能达到超偏载

检定规程的要求。

2 CPZ-100C 新型轨道式货车超偏载装置的研究

CPZ-100C 新型轨道式货车超偏载装置的核心原理是测量出货车各轮重后，利用每一辆车的各个轮重值，计算出该车辆的总重、偏载量、超载量等各种反映车辆装载状态的参数，从而对装载状态不良的车辆采取相应的重整措施，以保证运输安全。

测量区域采用平面剪切结构，以钢轨本身作为应变体，由紧密配装在轨腰上的两个塞入式剪力传感器检测并输出轮重信号。

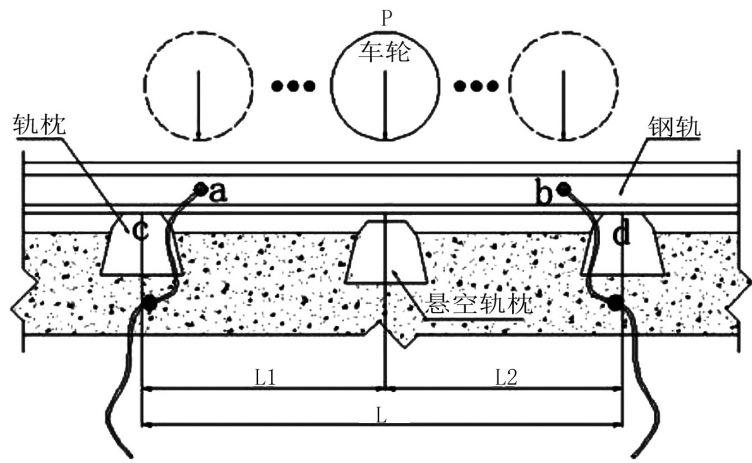


图1 单个测区检测原理示意图

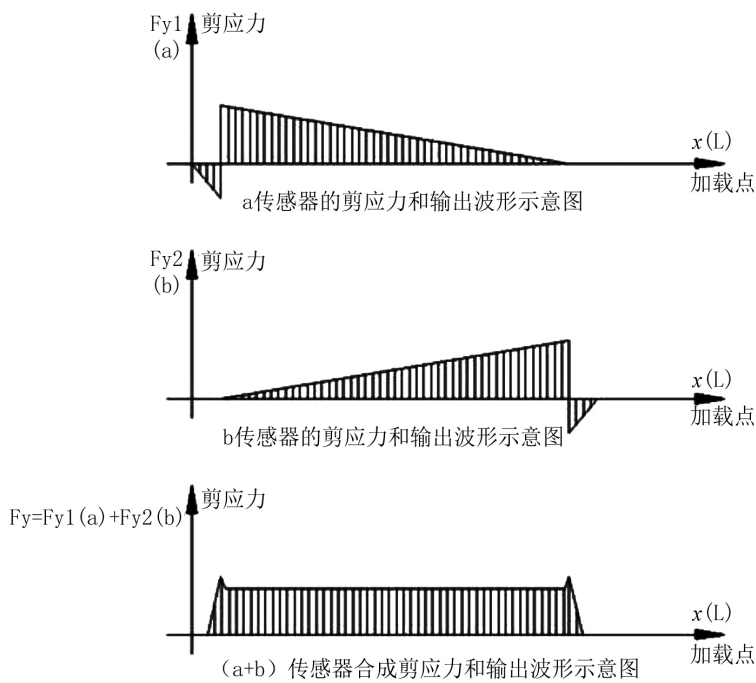


图2 传感器剪应力输出波形示意图

图1为单个测区的检测原理示意图，a、b为安装在轨腰上的两个塞入式剪力传感器，c、d为测区两侧的钢轨支承点，L为支承点间距。P为车轮的垂直轮重作用力，即 $P = \text{钢轨上的加载力} F$ 。

根据应力分析得出： $V = V_1 + V_2$ ；V为车轮重力P对钢轨所产生的剪力。

$$V_1 = P \times L_1, V_2 = P \times L_2$$

根据剪应力计算公式： $\tau = V/A$ ；V为剪力，A为钢轨受力点横截面积。

$$\text{得出：} \tau_1 = V_1/A, \tau_2 = V_2/A$$

$$\text{即：} \tau_1 = P \times L_1/A, \tau_2 = P \times L_2/A$$

本图中钢轨可视为均匀材料，即A为固定值，而P也为固定值。所以，影响a、b两点剪力V和剪应力 τ 变化的是 L_1 和 L_2 ，即车轮在a、b两点间所停的位置。

如图2所示，当车轮驶过a、b两点时，钢轨受到剪力作用，a、b两个传感器截面处剪力的合成恒定等于载荷P，与两截面之间的距离大小无关。装在轨腰处的a、b两传感器信号合成后，便产生一个与轮重成正比的恒定输出信号。

以此设计，省却了传统大型超偏载需要的板式传感器，这样最大的收获就是免去了板式传感器安装所需要的特定基础，极大地减少了设备安装的施工量和资金投入，真正实现了新型超偏载的简易特性。

2.1 结构设计

CPZ-100C 新型轨道式货车超偏载装置，由轨枕连接装置、剪力传感器、车号识别装置、数据采集仪、工控计算机、检测数据服务器及相关软件等组成。

系统采用冗余设计，总共安装有16只剪力传感器组，构成4个测量区（每根钢轨各安装8只剪力传感器，每4只剪力传感器组成一个测量区）。称重时采集每个传感器信号，计量程序对传感器信号进行处理、运算，得到车厢的每个轮子重量，进而组合出车厢的轴重、转向架重量和整车重量。当其中一组传感器故障或受干扰时，可剔除故障测区，保证设备正常运行。同时，多个测量区的设计方案，减少了系统的偶然误差、提高了检测准确度，如图3所示。

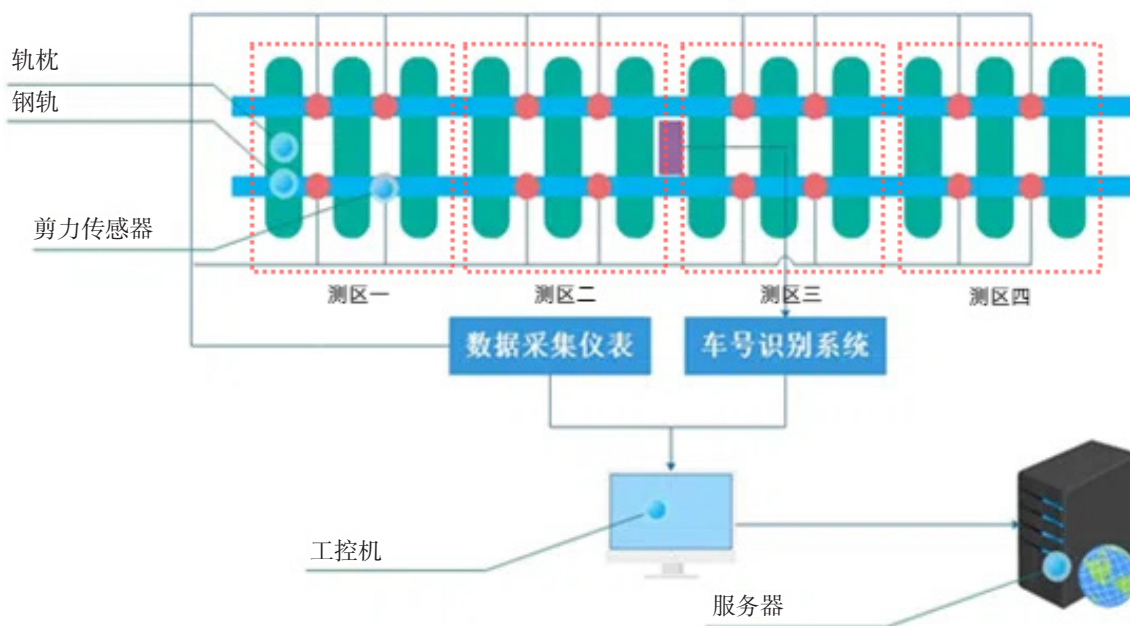


图3 系统布置图

线路基础由专用轨枕连接装置(如图4)相互连接，组成一个稳定坚固的承重基础，发挥支承钢轨

(传感器)和轨枕减振等作用，保证列车平稳通过检测区段。

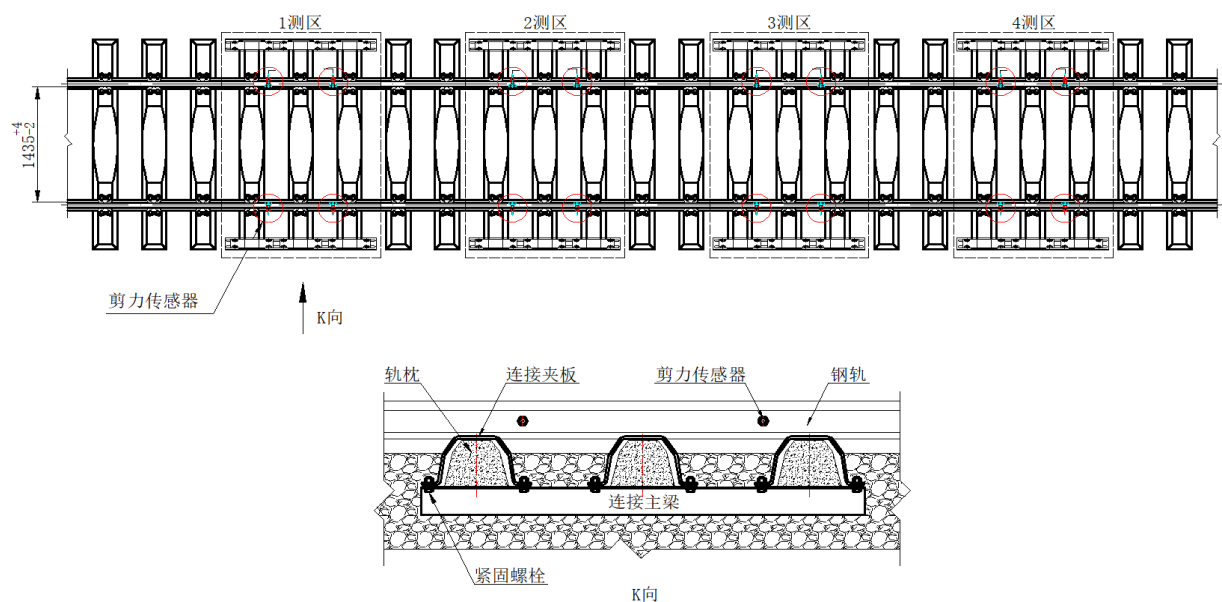


图4 轨枕连接装置

轨边箱安装称重控制器、工业控制计算机、车号识别装置，完成传感器信号放大、滤波、模数转换、轮重采样计算、读取车号识别系统数据、多轴车识别、检测数据传输等功能。

终端系统由检测数据服务器、相应数据库管理软件组成，完成超载检测数据的处理、报表输出、人机交互等功能，能方便地与铁路TMIS网络现车管理系统、采用B/S结构实现信息共享，支持远程异地数据查询功能。



图5 系统现场实物照片

2.2 设计特点

与传统大型铁路超偏载装置相比，CPZ-100C新型轨道式货车超偏载装置，利用原有轨枕连接成框架基础，对安装地点的线路基础及轨枕不做大的改动，基本保持原有状态，最大限度降低或减少施工难度和日后的维保工作量。采用剪力传感器方式解决称重问题，在硬件滤波基础上进一步采用FIR数字滤波技术，降低外界干扰，提高数据处理的速度和精度。设备在环境温度 $-30^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 范围内能正常工作(我们对剪力传感器进行了 $-40^{\circ}\text{C}\sim110^{\circ}\text{C}$ 的高低温实验，通过大量的实验数据得出温度的变化量对传感器的输出信号影响，并进行相对应的补偿，将传感器的输出信号因温度变化而产生的影响控制到与恒温基本一致，从而确保传感器的准确度)，检测精度完全满足技术要求。其主要特点是，采用室外机柜结构、不需要控制室(为确保室外温度变化对电气设备的影响，我们将室外机柜面板设计为双层隔热结构，有效地隔离内部与外部的温差，并加装了恒温装置，当机柜内温度超出设定范围时，恒温装置就会启动增加或降低内部温度)。结构紧凑科学合理，安装简单方便快捷，施工作业可碎片化，对线路运行影响小，设备投资费用少，后期维护省时省力，可大幅降低投资成本和日后运维成本。由于不需要板式传感器，在严寒地区不会出现雨雪冰冻导

致的误报警现象。

CPZ-100C 新型轨道式货车超偏载装置安装对线路要求: 安装在直线区段, 前后不小于30m 即可。路基稳定、无病害、排水良好、道渣干净的普通碎石道床。由于不需要开挖基础, 工程量较小、施工周期短、土建费用少, 为场地狭窄和不能长期封锁线路的用户安装称重安全检测系统提供了有利条件。

CPZ-100C 新型轨道式货车超偏载装置控制软

件运行在Windows10 及以上版本操作系统上, 实现了网络化、远程监控功能(图6)。完善的应用程序界面提高了人机交互感受, 实现了采集、计算、显示的同时进行。界面友好, 称量结果可汉字显示和打印, 并可长期储存在微机中, 方便日后随时查询访问、制表打印、日期统计、月度统计、年度统计等。系统还可与铁路TMIS 网络管理系统联网, 实现信息资源共享、异地远程管理等功能。



图6 系统网络监控构架

安全性: 系统采用无基坑结构, 称重轨与外部轨的长度均为整轨, 符合铁道部要求, 保证了货物列车运行的安全性。

可靠性: 高效稳定的系统, 能满足全年365 天, 一天24 小时的不停顿运作。对于安装的传感检测设备(传感器IP67 的防护等级)、现场调试箱、系统控制柜必须能适应恶劣的工作环境, 以确保系统稳定, 同时为防止雷击和铁轨上有高压电流, 配置了平衡桥、防雷组合等保护装置。

易维护性: 维护量很少, 事故损坏的传感器, 可在现场利用间隙时间直接更换, 无需调度专用时间。

3 检测报告

我们已于2023 年在广州铁路局下元站实地安装完了一套CPZ-100C 新型轨道式货车超偏载装置样机。经过多次测试、修改和试运行, 并于2023 年9 月经国家轨道衡计量站现场检测, 所有数据均满足设

计要求。

经过现场检测, 所得数据符合JJG(铁道) 129-2004 《铁道货车超偏载检测装置》计量检定规程的要求, 如图7 所示。此次检测的车速在20km/h 以下, 后期更高车速的条件有待进一步完善测试数据。

4 结语

CPZ-100C 新型轨道式货车超偏载装置系统, 界面简洁、美观, 操作简单, 易于维护, 是适于普通货运站和专用线推广使用的检测装置。从装车源头站开始检测卡控, 可以最有效地防止超、偏载车辆上线运行, 保障货运装载安全, 实现了过车信息、设备状态等的实时显示。该系统的开发应用, 将为普通货运站和专用线工作人员提供一种直观、便捷、有效的检测工具, 能够进一步提高工作效率, 更有效地遏制货车装载超偏载现象, 保障货运安全, 同时使相关管理、技术人员远程监控系统成为可能, 可缩短分析、处理故障的时间。

报告编号: GJZ-H字第 20249021 号																							
测试类别					后续测试					安装地点				南场二道									
测试方向					双方向					测试车速范围				(6.4~16.1) km/h									
上衡方式					推拉					计算机型号				IPC3000 V3									
机车型号					东风 12					数据采集和处理系统型号				ZCU-QJTD									
环境条件					符合					车号识别系统型号				远望谷									
传感器型号														压力: 钱江 CL-YB-51; 剪力: 钱江 CL-YB-61									
测试使用的标准器:																							
车型车号		设偏记录		测量范围		最大允许误差		检定证书编号				有效期至											
T ₈₀ 8080054 T ₈₀ 8080051 T ₈₀ 8080053 T ₈₀ 8080052 T ₈₀ 8080050		√		(18~100) t		±3.0×10 ⁻⁴		GJZ-LC 字第 20230018 号				2024 年 10 年 07 月											
测试结果																							
车 号	8080054	8080051	8080053	8080052	偏重 差 ΔW (kg)	偏载 率 γ (%)	整车初 始偏载 率(%)	8080054	8080051	8080053	8080052	偏重 差 ΔW (kg)	偏载 率 γ (%)	整车初 始偏载 率(%)									
标准值 (kg)	94380	68360	84350	76360				94380	68360	84350	76360												
最大误差 (%)	-3.8	-4.1	-3.0	-4.7	/	/	/	-4.7	-4.7	-4.6	-4.2	/	/	/									
最大值 (kg)	94290	68310	84260	76300	-2677	/	/	94290	68320	84270	76300	2831	/	/									
最小值 (kg)	94020	68080	84100	76000	-2850	/	/	93940	68040	83960	76040	2670	/	/									
变动范围	/	/	/	/	173	/	/	/	/	/	/	161	/	/									
平均值	/	/	/	/	-2767.6	-7.6	-2.1	/	/	/	/	2786.0	7.5	1.7									
理论值	/	/	/	/	-2657	-4.9	/	/	/	/	/	2657	4.9	/									
平均值-理论值	/	/	/	/	110.6	2.7	/	/	/	/	/	129.0	2.6	/									
速度范围: (9.5 — 14.5) km/h 方向 —————→ 速度范围: (6.4 — 16.1) km/h 方向 <————																							
最大误差 (%)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/									
最大值 (kg)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/									
最小值 (kg)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/									
变动范围	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/									
平均值	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/									
理论值	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/									
平均值-理论值	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/									
速度范围: (—) km/h 方向 ————— 速度范围: (—) km/h 方向 —————																							
注:																							
1 本测试报告不作为贸易结算用依据。																							
2 本测试报告封面未加盖测试专用章无效。																							
第 2 页, 共 2 页																							

图7 测试报告

但此装置同时也存在着一些问题和不足，最主要的是，整体设备的长期稳定性，因为去掉了混凝土硬基础，这就使得该装置的稳定性无法与有整体基础的计量设备相比。虽然我们设计有轨枕连接装置将轨枕连接固定在一起，但从整体上来看，还是缺乏了长期稳定性。所以，对于该设备未来的改进和提升，我们会将重点放在设备的长期稳定性上，使其能尽量接近标准超偏载或轨道衡的使用状态，做到半年校准一次，以降低设备后期使用的维护成本。

本课题所涉及的相关技术，还可应用于其他装车量不大的一般货运站和专用线的场合，具有一定的推广空间和参考价值。

参考文献

[1] GB/T11885-2015《自动轨道衡》国家标准.

[2] JJG234-2012《自动轨道衡》计量检定规程.

[3] TB/T3096-2004《铁道货车超偏载检测装置》铁道行业标准.

[4] JJG(铁道) 129-2004《铁道货车超偏载检测装置》计量检定规程.

作者简介

刘期柏，男，高级工程师。2008年毕业于中南大学交通运输学院，2014年获中国铁道科学技术研究院工程硕士学位。现在广州局集团公司货运部工作，主要从事超限超重货物、限速运行货物管理工作。