

NX_{17BK}型称重装置车轨料动态称重装置研究

段春辉¹ 郭鹏¹ 陆海涛² 李云² 曾海凌³

1 大秦铁路股份有限公司工务部 2 大秦铁路股份有限公司太原工务段 3 西南交通大学

DOI:10.12238/btr.v7i4.4484

[摘要] 动态称重装置采用型钢纵横梁结构与三段式拼装设计,全长10.95m,宽2.7m,标准段高10cm,支撑处净高5cm。采用Midas Gen对装置进行数值分析,结果表明:(1)装置自重4.08t,边支点承载0.5t,中支点承载0.52t;(2)满载时装置边支点承载7.8t,中支点承载8.22t,总承载64.08t;(3)满载时最大挠度为6.5mm,最大拉应力为180.9MPa,最大压应力为171.6MPa;(4)依据GB50017-17和GB50018-02规范对装置进行验算,其应力、内力、稳定性、挠度指标均满足要求。装置具有易安装、强度高、变形小、寿命长的优点,对铁路轨料安全运输具有较高的实用价值。

[关键词] 称重装置车; 轨料; 超偏载; 称重装置

中图分类号: TU972+.3 **文献标识码:** A

Research on dynamic weighing device for rail materials of NX_{17BK} weighing device

Chunhui Duan¹ Peng Guo¹ Haitao Lu² Yun Li² Hailing Zeng³

1 Works Department of Daqin Railway Co., Ltd 2 Taiyuan Works Section of Daqin Railway Company Limited

3 Southwest Jiaotong University

[Abstract] The dynamic weighing device adopts steel beam structure and three-stage assembly design, with a total length of 10.95m, a width of 2.7m, a standard section height of 10cm and a clear height of 5cm at the support. The numerical analysis of the device is carried out by Midas Gen. The results show that: (1) the dead weight of the device is 4.08t, the bearing capacity of the side fulcrum is 0.5t, and the bearing capacity of the middle fulcrum is 0.52 t; (2) When the device is fully loaded, the side fulcrum bears 7.8t, the middle fulcrum bears 8.22t, and the total bearing capacity is 64.08t; ; (3) When fully loaded, the maximum deflection is 6.5mm, the maximum tensile stress is 180.9MPa, and the maximum compressive stress is 171.6MPa; ; (4) Check the device according to GB50017-17 and GB50018-02, and its stress, internal force, stability and deflection indexes all meet the requirements. The device has the advantages of easy installation, high strength, small deformation and long service life, and has high practical value for the safe transportation of railway track materials.

[Key words] weighing device car; Rail material; Overload and unbalance load; Weighing device

引言

装车作业系统的效率高低是衡量铁路货物运输组织效率的重要标准之一。目前,我国许多货运站场的装载作业还停留在人工控制的阶段,装车过程不能动态检测,极易造成装车过多或装车不足的现象^[1]。若装车过量,就会威胁到铁路货运的行车安全;如果装车不足,又会造成运输效益低,运输成本上升^[2]。

目前,对于货运车辆的动态称重检测虽然已经不局限于传统的轨道衡设备,但是依旧主要集中在轨面内的传感器设备^[3~13]。轨面内设备只能定点检知,且传感器测量值易受温度与轨道振动等因素的干扰。

针对以上问题,本文将平板车上原承载平板改装为一种动态称重装置,通过采集多点压力传感器的实测值动态计算平板

车的装载量,从而为铁路货运车辆装载超偏载检测提供一种新型的检测方式。

1 装置构造设计

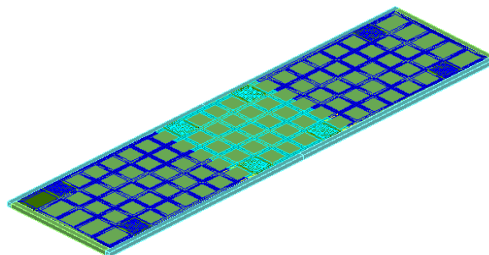


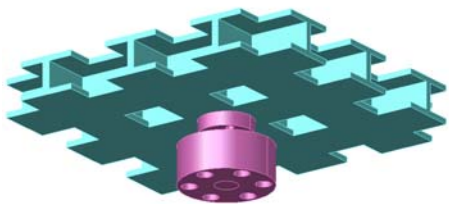
图1 称重装置构造示意图

称重装置采用三段式拼装构造设计，边跨段长4m，中跨段长2.95m，全长10.95m，宽2.7m，标准段高10cm，支撑处净高5cm，构造如图1所示。称重装置具有易安装、强度高、变形小、使用寿命长的优点。

装置承重主体采用纵横梁结构，纵梁间距52cm，中横梁间距50cm，端横梁间距70cm。纵梁采用100×100×6/8H型钢与84×6钢板组合截面，中横梁采用100×100×6/8H型钢截面，端横梁采用100×8矩形型钢截面，纵梁与横梁采用全截面焊接连接。边跨段外端左侧梁格空间用于安装线缆接头装置，外端第二排两侧梁格内部焊接支撑结构，中跨段在端部两侧梁格内焊接支撑结构。边跨段纵梁与中跨段纵梁采用螺栓连接，夹板长度为40cm，厚2cm，连接螺栓采用M30高强螺栓。

支撑结构采用2C5角钢组合成工字截面，纵横焊接而成，并在结构底面中心点两侧翼缘上开螺栓孔，用于连接压力传感器的上法兰盘。框架顶面铺5mm厚钢板，在支撑结构与电缆连接处采用开窗设计。

称重装置的支撑结构地面安装20t量程的压力传感器，用于称重装置上料重量。装置与传感器组合高度为14cm，装置底部净空28mm，传感器安装与支撑断面如图2所示。



(a) 传感器安装示意图



(b) 支撑断面示意图

图2 支撑点传感器安装示意图

2 数值模拟分析

2.1 几何模型

采用Midas Gen 2024版本建立称重装置的几何模型，纵横梁采用梁单元，面板采用板单元，建立914个梁单元，805个板单元，共计1719个单元，几何模型如图3所示。

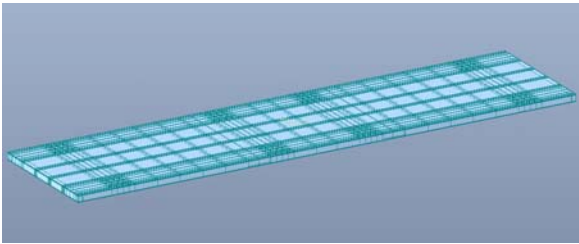


图3 Midas Gen称重装置几何模型

纵梁与面板采用GB50017-17中的Q235钢材，横梁采用GB50018-02中的Q235钢材，支撑结构采用GB50018-02中的Q345

钢材。纵横梁与支撑结构的截面特性见表1所示。称重装置设计均布承载60t轨料荷载，承载面积为 $10.95 \times 2.7\text{m}^2$ ，均布压力为 2.03t/m^2 。

表1 截面特性汇总表

序号	截面名称	A (mm ²)	A _{xx} (mm ²)	A _{yy} (mm ²)	I _x (mm ⁴)	I _y (mm ⁴)
1	纵梁截面	3112	1333	1440	4.283×10^6	3.565×10^6
2	纵梁连接截面	3112	1333	1440	4.283×10^6	1.374×10^6
3	中横梁截面	2159	1333	600	3.86×10^6	1.34×10^6
4	端横梁截面	2163	1200	1200	3.114×10^6	3.114×10^6
5	支撑结构截面	1384	863	450	5.2×10^6	1.129×10^6

2.2 结果分析

称重装置承受自重荷载时，端部支反力为0.5t，中部支反力为0.52t，总承载量为4.08t，即称重装置自重为4.08t。当称重装置满布轨料荷载时，端部支反力为7.8t，中部支反力为8.22t，总承载量为64.08t。满载时，端部与中部支点的支反力分别为传感器量程的39%与41.1%，均满足传感器承载要求。

称重装置满载轨料时，结构的最大变形均位于边跨中部，挠度为6.5mm，悬臂端上翘量为2.8mm，变形如图4所示。装置的最大挠度远小于底部净空28mm，满足变形要求。

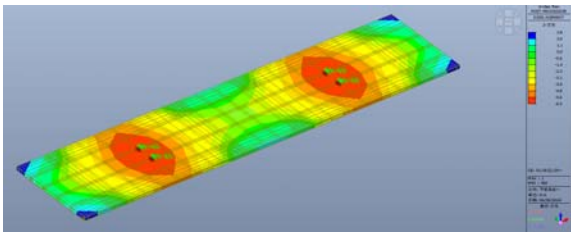


图4 称重装置满载变形图

满布轨料荷载时，称重装置的最大拉与压应力分别位于中部支撑结构的顶地面，最大拉应力为 180.9N/mm^2 ，最大压应力为 171.6N/mm^2 ，应力分布如图5所示。

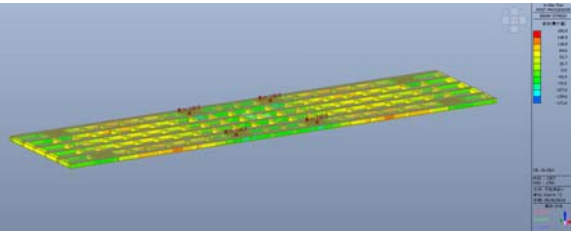


图5 称重装置满载应力分布图

3 承载力验算

3.1 型钢构件验算

横梁与支撑构件均为冷弯薄壁型钢构件，依据GB50018-02规范进行验算。当称重装置满载轨料时，冷弯薄壁型钢构件的抗压强度、剪切强度 γ 、剪切强度 z 、稳定 γ 、稳定 z 最大验算比分别为0.8、0.1、0.5、0.5、0.6，最大验算比均位于中部支撑点处，各构件的验算比如图6所示。

3.2 组合构件验算

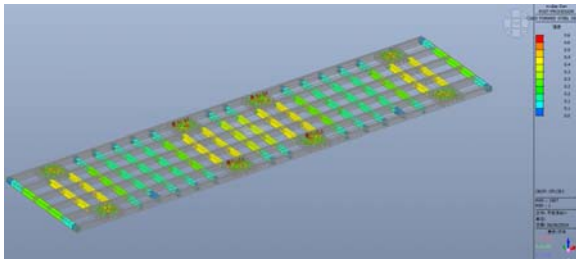


图6 冷弯薄壁型钢构件验算比

纵梁为H型钢与钢板组合截面,依据GB50017-17规范验算。当称重装置满载轨料时,纵梁的强度与稳定最大验算比分别为0.58、0.46,纵梁各单元的验算比如图7所示。

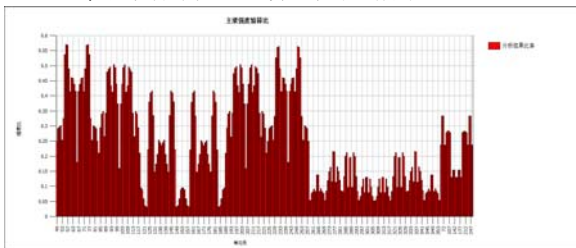


图7 纵梁单元验算比

4 结论与建议

本文设计并分析了适用于NX17BK型称重装置车的轨料超偏载装置,主要结果如下:

(1)超偏载称重装置采用型钢纵横梁结构与三段式拼装构造设计,边跨长4m,中跨长2.95m,全长10.95m,宽2.7m,标准段高10cm,支撑处净高5cm,支撑组合高度14cm,具有易安装、强度高、变形小、寿命长的优点。

(2)装置采用8个20t量程的压力传感器支撑,自重荷载时边支点承载0.5t,中支点承载0.52t,总承载4.08t;满载时边支点承载7.8t,中支点承载8.22t,总承载64.08t,即最大承载量为64.08t。

(3)满载时,装置的最大挠度位于边跨跨中处,挠度值为6.5mm;最大拉应力与最大压应力分别位于中支撑点的顶底面,应力值为180.9MPa与171.6MPa。

(4)依据GB50018-02规范,型钢构件的拉压强度、剪切强度 σ_y 、剪切强度 σ_z 、稳定 σ_y 、稳定 σ_z 的最大验算比分别为0.8、0.1、0.5、0.5、0.6;依据GB50017-17规范,组合构件的拉压强度、剪切强度 σ_y 、剪切强度 σ_z 、稳定 σ_y 、稳定 σ_z 的最大验算比分别为0.58、0.12、0.125、0.46、0.42,各指标均满足要求。

称重装置满载时,支撑点最大支反力为8.22t,远小于压力

传感器量程20t,故建议可采用10t量程的压力传感器。

[参考文献]

- [1]李剑.翻车机轨道衡称重系统设计[J].衡器,2013,42(02):40-42.
- [2]Liljencrantz A, Karoumi R, Olsson P. Implementing bridge weigh-in-motion for railway traffic[J]. Computers & Structures, 2007, 85(1-2):80-88.
- [3]Sekula K, Kolakowski. Piezo-based weigh-in-motion system for the railway transport[J]. Structural Control and Health Monitoring, 2012, 19(2):199-215.
- [4]D'Adamo P, Marini L, Meli E, et al. Development of a dynamic weigh-in-motion system for railway applications[J]. Meccanica, 2016, 51(10):1-25.
- [5]Alca B, D'Adamo R, Maini L, et al. A new strategy for dynamic weighing in motion of railway vehicles[J]. Transactions on Intelligent Transport Systems, 2015, 16(6):3520-3533.
- [6]Gajha J, Sroka R, Sftence M, et al. Design and accuracy assessment of the multi-sensor piezo-in-motion system for rail vehicle weight measurement[J]. Conference. IEEE, 2015:10361041.
- [7]WANG L, HUANG Y, Ye A. Eased on the optical sensor and the inertial system for dynamic weighing system for the railway. IEEE, 2013:156-159.
- [8]LIZ. HEQ. Predicting failure in meso-scale of rail wheels and truck soysigway ide detectors gas CIE international Conference on Mechatronics and Automation. IE, 2014:13-18.
- [9]Youngtae J, Inbum J. Analysis of vehicle detection with wsn-based ultrasonic sensors[J]. Sensors, 2014, 14(8):14050-14069.
- [10]李屹罡.一种轨道动态轮重检测传感装置的设计与研究[D].中南大学,2014.
- [11]曹玉,李子华.基于嵌入式以太网的轮重传感器信号采集系统设计[J].铁道机车车辆,2016,36(06):14-17.
- [12]林天亮,贾培丽.基于Qt技术的导航软件系统的设计与实现[J].控制工程,2015,22(05):992-995.
- [13]暴学志.轨道衡计量技术的发展及应用[J].铁道建筑,2008(01):83-85.

作者简介:

段春辉(1978--),男,汉族,山西省阳泉市平定县人,本科,职称工程师、研究方向工务设备。