

标准超偏载检测装置设计

国家轨道衡计量站 崔宝祥, 安爱民, 段小军, 李杨

【摘要】现有铁路超偏载检定方案运用理论公式对检衡车进行计算得出其偏重差及偏载率, 与检衡车实际情况存在一定误差。为此研制了标准超偏载检测装置, 本文从工作原理、整体布局、设计方案介绍了标准超偏载检测装置的设计, 并对称量台面进行有限元分析, 计算得到其强度刚度满足设计要求。标准超偏载检测装置保证了检衡车偏载质量值的准确、统一, 满足超偏载检定量值传递的需要。

【关键词】铁路超偏载; 称量台面; 传感器; 有限元分析

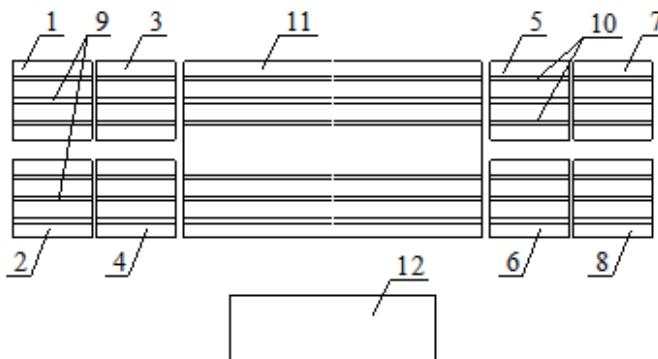
1. 概述

铁路货车超载和偏载是铁路货运安全运输的重大隐患, 是影响铁路安全的重要因素。铁路货车超偏载检测装置作为检测运输中铁路货车装载状况的重要设备^[1]。现有铁路超偏载检定方案是按照JJG(铁道)129-2004《铁道货车超偏载检测装置检定规程》要求, 视检衡车为理想刚体, 运用质心坐标及力矩平衡公式进行理论计算, 进而得到检衡车前后偏重差及偏载率。由于检衡车的实际结构相对复杂, 现有的理论计算结果与检衡车实际情况存在一定误差, 无法真实还原检衡车偏载相应参数, 从而不能公正、客观的对超偏载检测装置的检测结果进行评定, 进而影响铁路行车安全^[2-5]。本文介绍的标准超偏载检测装置, 可以针对检衡车直接进行测量, 给出其偏重差及偏载率, 满足超偏载检定量值传递的需要。

2. 标准超偏载检测装置组成

2.1 装置组成和工作原理

标准超偏载检测装置是由8个独立称重单元、过渡区及计算机组成(如图1所示), 每个称重单元由称量台面、称重传感器、称重指示器构成, 用于同时静态称量检衡车的轮重, 从而得出偏重差、转向架重心偏离量及整车重心偏离量。



1~8 分别为 1~8 号称量台面 9—称量轨 10—检定轨 11—过渡区 12—秤房

图1 标准超偏载检测装置示意图

系统工作原理如图 2 所示。当检衡车运行到标准超偏载检测装置称量区域时，8 个称量台面对应检衡车 8 个车轮。称量台面承受的载荷通过称重传感器转换成 1 组检测信号，经过高精度模拟信号处理器，通过 A/D 转换器将模拟信号转换成数字信号，信号传递给数据接收仪表进行数据处理。系统安装了 8 个称重仪表分别对应 8 个检衡车轮重信号。处理完成的数据经过称重指示器显示。称重指示器分别对应检衡车的轴重、转向架重及整车重量。数据接收仪表和称重指示器分别与计算机相连，结果可通过计算机显示器输出，也可存储到磁盘存储器中。

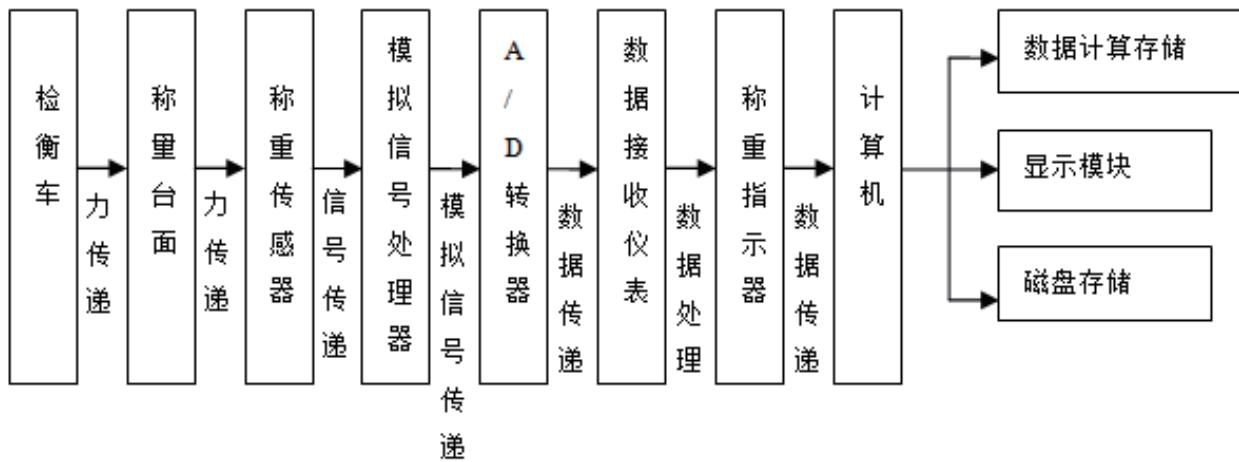


图 2 系统工作原理图

系统数据处理如图 3 所示。8 组数据接收仪表分别接收来自 8 个称量台面传送的数据信号，并将其传递给相应的称重指示器。称重指示器将相应数据进行合成。通过计算机计算得到检衡车偏重差、转向架重心偏离量及整车重心偏离量。

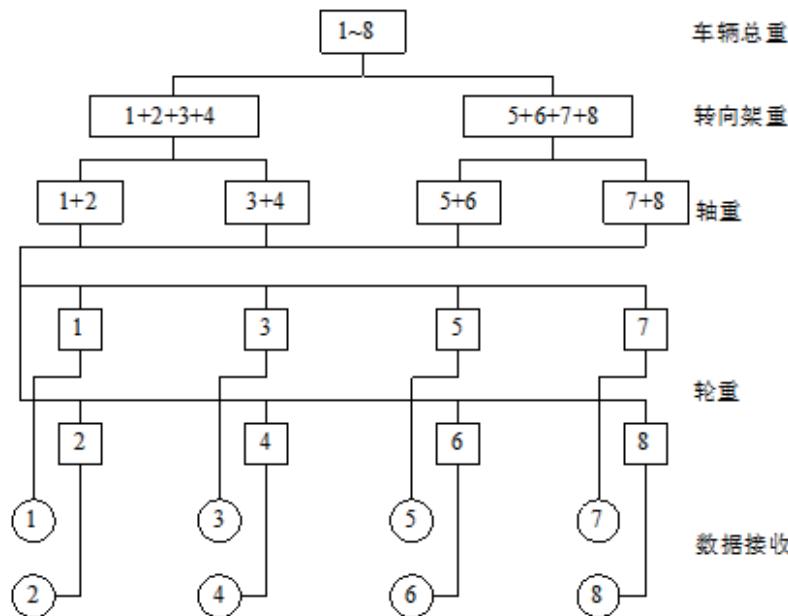


图 3 系统数据处理示意图

2.2 系统软件功能分析

标准超偏载检测装置系统软件主要功能为读取 8 个称量台面的计量数据，进行分析处理，向检定人员提供检衡车准确数据，系统与国家轨道衡计量站管理系统进行连接，方便日常维护与管理。系统软件具体功能见图 4：

(1) 偏载检定：包括检衡车车号、检定日期、轮重、轴重、整车重等数据录入。

(2) 数据处理：检衡车前后偏重差、转向架重心偏离量、整车重心偏离量的计算、输出；相应检定证书、检定记录、发车单的打印。

(3) 统计：记录检衡车的车型、车号、使用单位、厂修期、厂修单位、段修期、段修单位等信息。

(4) 数据库维护：检定数据查询等。

(5) 设备维护：设备调试、检定记录等。

(6) 退出：退出软件。

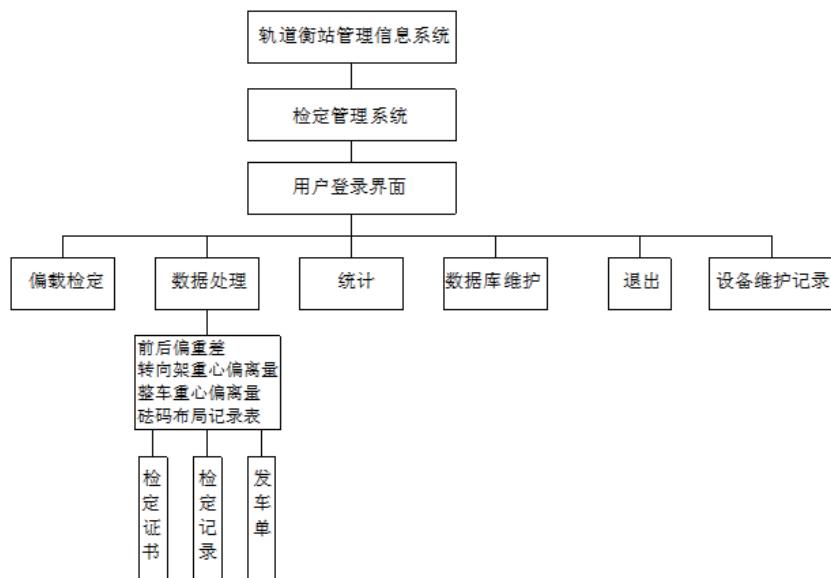


图 4 系统软件功能图

3. 结构设计方案

3.1 总体布局

标准超偏载检测装置主要用于称量检定铁道货车超偏载检测装置的 T6DK 型检衡车，该检衡车的主要尺寸为车辆全轴距为 10450mm，车辆定距为 8700mm，转向架轴距为 1750 mm，轨距为 1435mm，如图 5 所示。

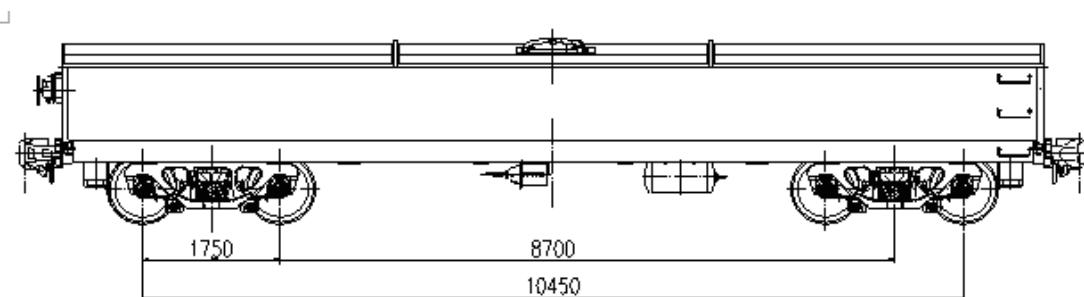
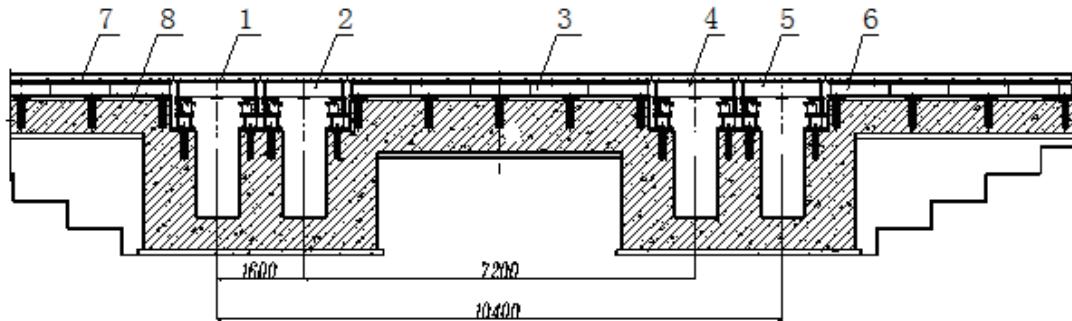


图 5 T6DK 型检衡车示意图

标准超偏载检测装置称量台面成对称布置。其中 1 号称量台面与 7 号称量台面中心距离为 10400mm，相邻称量台面（1 号称量台面与 3 号称量台面）中心距离为 1600mm，3 号称量台面与 5 号称量台面中心距离为 7200mm，如图 6。这样既可以保证针对现有 T6DK 型检衡车的称量，也为检衡车升级预留发展空间。



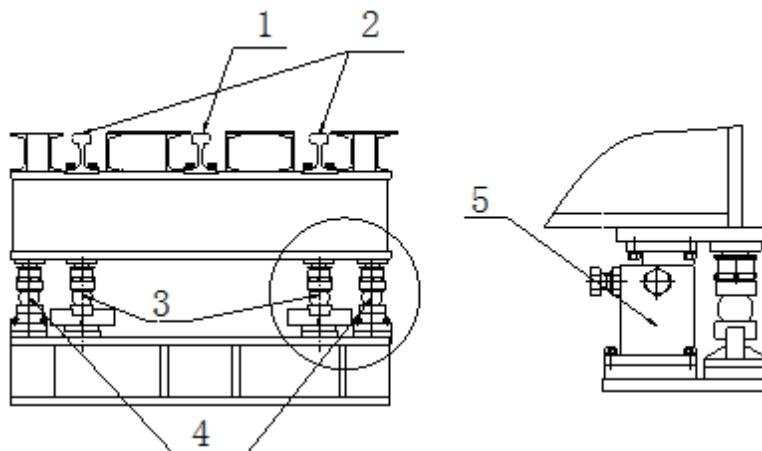
1—1 号称量台面 2—3 号称量台面 3—过渡区 4—5 号称量台面

5—7 号称量台面 6—后防爬区 7—前防爬区 8—基础

图 6 标准超偏载检测装置总体布局图

3.2 称量台面设计

标准超偏载检测装置每个称量台面由承重梁、称量轨、检定轨、高度调整器、限位装置组成。单个称量台面尺寸为 $1440\text{mm} \times 1580\text{mm}$ 。称量台上布置三根轨道。其中称量轨布置在称量台面中心位置，用于承载检衡车车轮。轨道均采用重型钢轨，其轨面宽度为 70mm，对应称量台面（即 1 号称量台面与 2 号称量台面）称量轨轨距为 1505mm。两根检定轨对称安装于称量轨两侧。检定轨的设计是为了保证标准超偏载检测装置可以合理进行量值传递。用专用砝码小车可以对每个称量台面进行检定，检定轨对应专用砝码小车轨距为 900mm。称量台面示意图如图 7 所示。



1—称量轨 2—检定轨 3—传感器 4—高度调整器 5—限位装置

图 7 称量台面示意图

3.3 传感器设计

传感器的性能直接决定了称量单元的称量性能，进而影响着整个标准超偏载检测装置的称量准确性。标准

超偏载检测装置设计最小秤量为 20t, 最大秤量为 100t, 覆盖现有 T6DK 型检衡车称量要求。单个称重单元称量范围为 (2.5t~12.5t)。选用桥式传感器安装在称量台面下方, 每个称量台面布置 4 个传感器, 传感器纵向安装中心距为 1440mm, 横向安装中心距为 900mm。传感器所组成平面的中心与车轮承载垂直直线相重合, 使得 4 个传感器受力均匀, 满足称量台面稳定性要求。

3.4 限位装置设计

标准超偏载检测装置的 8 个称量台面彼此独立, 车辆在通过称量台面时会对台面形成冲击, 形成的冲击载荷会影响传感器的性能甚至损害传感器。设计限位装置安装在称量台面下方, 传感器内侧, 每个台面布置 4 个限位装置。限位装置采用组合型, 由上下基座、调节螺杆和压板组成。上基座固定在称量台面承重梁下部, 下基座预埋在基础中。调节螺杆安装在下基座上方。通过调整调节螺杆控制称量台面横向、纵向的位置变化, 保证台面的位移在合理范围内, 避免称量台面、传感器受到车辆的冲击。

4. 有限元结构分析

4.1 结构设计

作为标准超偏载检测装置的主要承载部件, 称量台面必须具备足够的强度、刚度满足装置的要求。称量台面采用混合型箱式梁结构。其中台面顶板与底板采用 30mm 钢板, 箱梁内部采用钢板立筋形式, 在顶板底板之间布置 6 根横向立筋, 4 根纵向立筋。台面顶板加工安装槽, 按照设计轨距安装称量轨与检定轨。台面底板下部焊接 20mm 厚钢板进行台面加固。等距布置称量传感器支撑点靠近台面边缘, 保证检衡车车轮与台面接触位置在传感器支撑点内侧, 防止检衡车通过称量台面时台面出现上翘现象。

4.2 有限元分析 [6-7]

采用有限元计算软件 Ansys 对标准超偏载检测装置进行结构分析。由于标准超偏载检测装置 8 个称量台面彼此独立工作, 在设计时要求每个称量台面均满足强度刚度要求。对单个称量台面进行建模, 其中混合型箱梁采用壳单元, 称量轨、检定轨采用实体单元。对不影响结构承载性能的部件进行简化。称量台面有限元模型如图 8 所示。

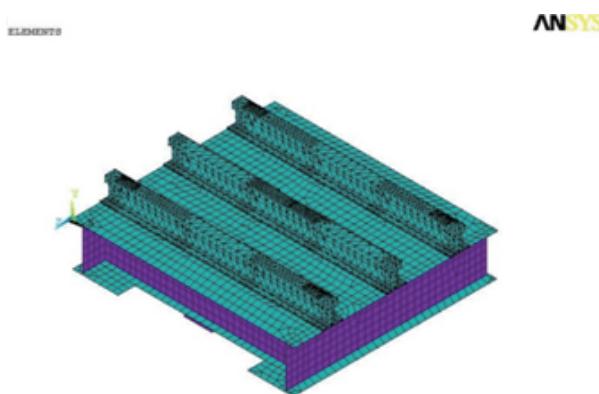


图 8 称量台面有限元模型

4.3 载荷处理

标准超偏载检测装置称量台面载荷处理分为内部载荷与外部载荷两种。内部载荷包括称量台面自身重量以

及其他附属构件质量等有效载荷。外部载荷分为两种情况，一种为标准超偏载检测装置进行称量时，检衡车整体停放在装置称量台面上，其8个车轮分别对应8个称量台面，称量台面的称量轨承载检衡车车轮造成的载荷；另外一种为对标准超偏载检测装置进行量值传递时，专用砝码小车停放在称量台面的检定轨时对台面造成的载荷。对于外部载荷，将其设置为集中载荷，按照实际情况对其进行加载，内部载荷则简化为均布载荷。设置检衡车总重为100t，则单个台面承载重量为12.5t，加载位置为检衡车实际停放在称量台面位置---台面中心处；进行量值传递时，砝码小车设置为12.5t，砝码小车长度1200mm，加载位置为砝码小车4个车轮与称量台面检定轨实际接触位置。

4.4 结果分析

按照4.3载荷分析对有限元模型进行加载计算，计算分为两种工况：一种为单个称量台面称量轨承载检衡车单个车轮12.5t；另外一种为称量台面承载12.5t专用砝码小车。对于工况一，计算得到的应力等值线图和位移变形图如图9所示。称量台面最大应力出现在称量轨加载位置，最大应力为316Mpa。称量台面垂向最大位移为0.2mm，最大位移位置为加载中心附近。选用钢轨其屈服强度不小于410Mpa，称量台面承载面高低差不大于0.5mm，装置结构满足强度、刚度需求。

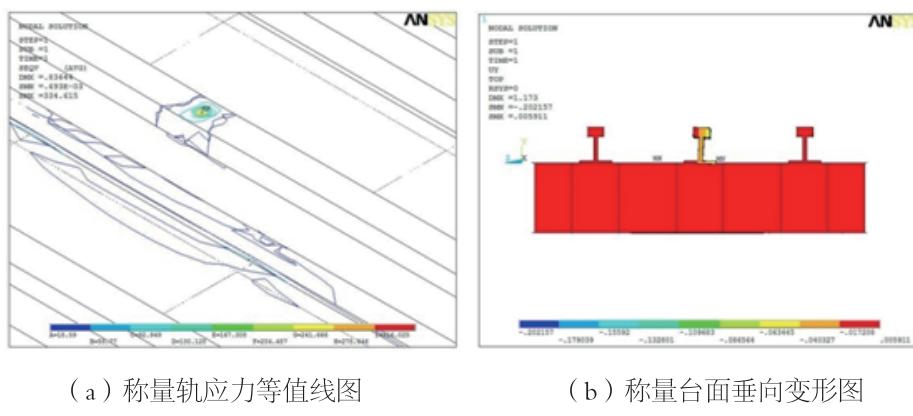


图9 称量轨承载应力云图及变形图

工况二计算结果如图10所示。其最大应力为86Mpa，最大垂向位移为0.08mm。相对于工况一，专用砝码小车加载位置为其4个车轮与检定轨接触点，相当于将12.5t载荷均匀分布在四个加载位置，这样就减小了整个称量台面的应力值，相应变形也随之减小。其许用应力值及最大垂向位移允许值同工况一，装置满足需求。

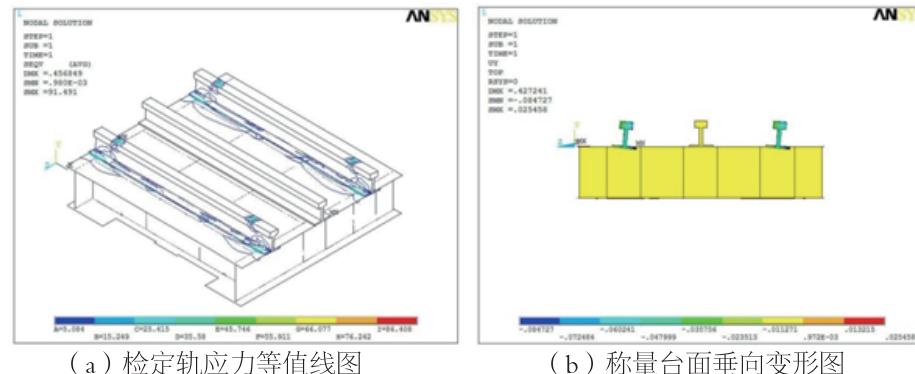


图10 检定轨承载应力等值线图及变形图

5. 结语

本文从工作原理、整体布局、设计方案介绍了标准超偏载检测装置的设计，并对称量台面进行有限元分析，计算得到其强度刚度满足设计要求。该装置可以静态称量检衡车的轮重，从而得出偏重差、转向架重心偏离量及整车重心偏离量。标准超偏载检测装置的研制，解决了现有超偏载检定方案按照理论公式计算与实际结果存在一定误差的问题，保证检衡车偏载质量值的准确、统一，满足超偏载检定量值传递的需要。

【参考文献】

- [1] 贺建清, 曾京. 轻便型铁路货车超偏载检测装置 [J]. 中国铁道科学, 2010, 31 (6): 137-139.
- [2] 刘顺华, 刘玉泉. 铁道车辆称重均衡试验台设计 [J]. 铁道车辆, 2011, 49 (7) : 25-29.
- [3] 李丰, 鲁寨军, 魏京利. 对轨距轨道车辆均衡试验机构研制 [J]. 铁道科学与工程学报, 2016, 13 (4) : 754-759.
- [4] TB/T3096-2004 铁道货车超偏载检测装置 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.
- [5] JJG(铁道)129-2004 铁路货车超偏载检测装置检定规程 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.
- [6] 严隽耄. 车辆工程 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2008.
- [7] 龚曙光. ANSYS 工程应用实例解析 [M]. 北京: 机械工业出版社.

作者简介: 崔宝祥 (1987-) 男, 山东临沂人, 国家轨道衡站助理研究员, 硕士研究生, 主要从事轨道衡计量领域相关工作。