

双承载器数字指示轨道衡检定方法的研究

国家轨道衡计量站 安爱民、李学宝、李杨、赵天宇

【摘要】 对双承载器数字指示轨道衡的工作原理、结构、计量性能进行了分析，提出了双承载器数字指示轨道衡的检定方法，从而对国家计量检定规程 JJG 781-2002《数字指示轨道衡》检定规程的修订起到了参考作用。

【关键词】 双承载器；轨道衡；检定

引言

轨道衡是称量铁路车辆重量的大型衡器，是列入《中华人民共和国强制检定的工作计量器具明细目录》的强制检定计量器具，轨道衡的应用遍及铁路、煤炭、冶金、电力、石化等行业，量值准确与否事关企业的经济效益、社会效益，对于社会经济发展和铁路运输安全具有重要意义。数字指示轨道衡（也称为“静态电子轨道衡”）属于静态称量轨道衡的一种，它是一种在铁路线上使用的装有电子装置具有数字指示功能，用于称量静止状态铁路货车的大型衡器，而双承载器数字指示轨道衡是在现有单承载器数字指示轨道衡的基础上发展起来的具有两个承载器（长+短）的一种轨道衡，是单承载器数字指示轨道衡功能的延伸，可以使用其中的长承载器完成单承载器数字指示轨道衡的功能，也可以使用两个承载器组合称量更大换长（一般大于 1.3）的铁路货车重量。

一、工作原理

数字指示轨道衡主要原理是将被称车辆的重量通过轨道衡的承载机构传递给称重传感器，引起称重传感器弹性体的变形，导致粘贴在弹性体上的应变片的阻值变化，从而使传感器的输出电压信号发生改变，并且电压信号的改变量与所称车辆的重量成线性关系，将电压信号通过称重仪表转变为数字量后显示出所称车辆的重量。常用的数字指示轨道衡一般采用 13m ~ 14m 长的承载器来整车称量换长小于 1.3 的车辆；双承载器数字指示轨道衡以长、短两个承载器来称量换长大于 1.3 的车辆，单节车辆的两个转向架分别由两个承载器同时称量；由于被称车辆是静止在轨道衡上的，因此线路及车辆技术状态对轨道衡的影响较小，数字指示轨道衡的称量准确度较高。

二、结构组成

双承载器数字指示轨道衡由基础、称重传感器、承载器以及称重指示器四大部分组成。其承载器包括一个可独立称量的承载器（长度一般为 13m ~ 14m）的主承载器及一个用于和主承载器组合使用的副承载器（长度一般为 4.5m）。两个承载器下方共由 12 只称重传感器支撑，主承载器共 8

只，副承载器共 4 只，其结构简图如图 1 所示。

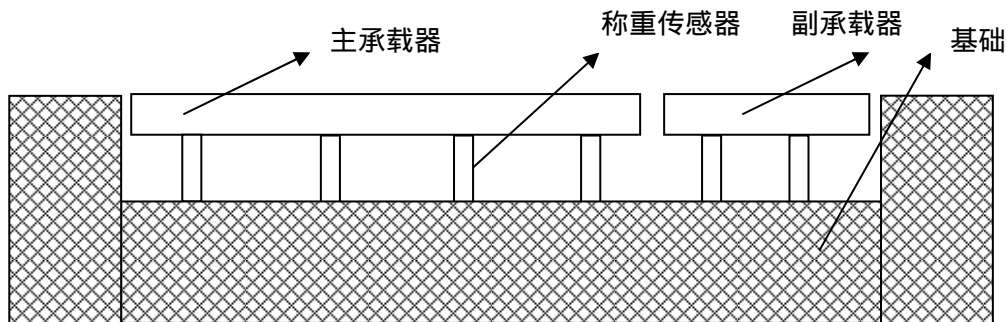


图 1 双承载器数字指示轨道衡结构简图

三、不同换长车辆的称量方式

为了减少车辆联挂对称量结果的影响，在数字指示轨道衡上对铁路货车进行称量时，铁路货车由机车牵引平稳放置在数字指示轨道衡的承载器上，必须摘钩一个一个依次称量，称量完毕后，车辆离开承载器。铁路货车尺寸示意图见图 2 所示。

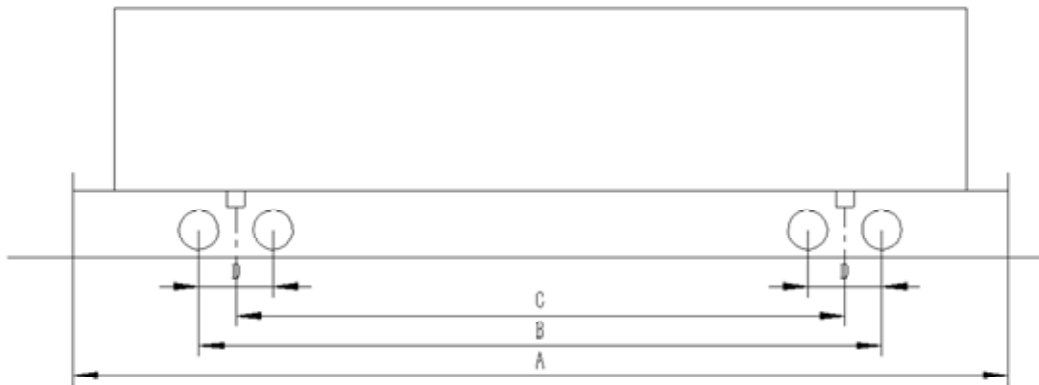


图2 铁路货车尺寸示意图

图 2 中 A 为车辆全长，即车辆两端钩舌内侧面间的距离，以 m 为单位，换长等于全长除以 11，保留一位小数，尾数四舍五入；B 为全轴距，即车辆最前位轮轴中心与车辆最后位轮轴中心线间的距离；C 为车辆定距，即车体支撑在前后两走行部之间的距离，若为转向架的车辆，车辆定距又称为转向架中心间距；D 为转向架固定轴距，即同一转向架最前位轮轴中心与最后轮轴中心线之间的距离。因此，数字指示轨道衡承载器长度的确定原则为：

$$\text{承载器长度 } L \text{ 全轴距 } B$$

不同的车型全轴距B不一样，综合考虑不同的车型，合理确定承载器长度L的值。由于我国现有铁路货物运输车辆种类比较多，各类车型的尺寸相差很大，如一般的敞车C₆₂、C₆₄、C₇₀型铁路货车

可以在单承载器数字指示轨道衡上进行称重，但是多数棚车如P₆₃、P₆₄等不能在单承载器数字指示轨道衡上进行称重，因此，只有使用不同长度承载器的组合才能尽可能的满足大多数车型的称量需求，设计开发的双承载器数字指示轨道衡正是单承载器数字指示轨道衡功能的延伸。如下图3~图5所示：

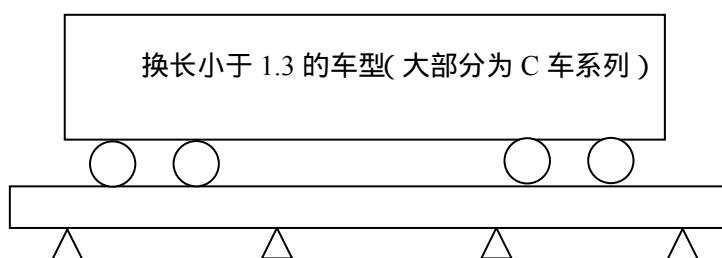


图3 单承载器称量时台面长度（一般为13m）

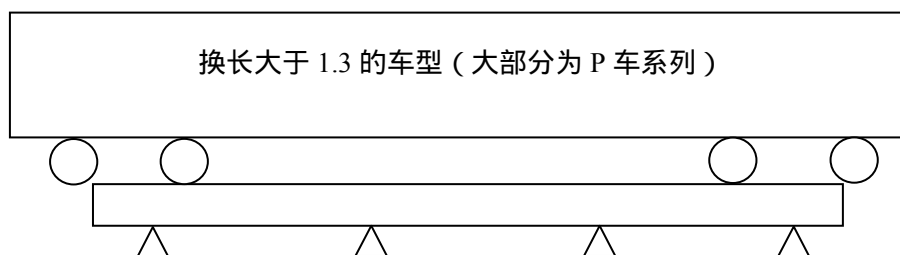


图4 P车系列无法称量（14m单承载器长度不够）

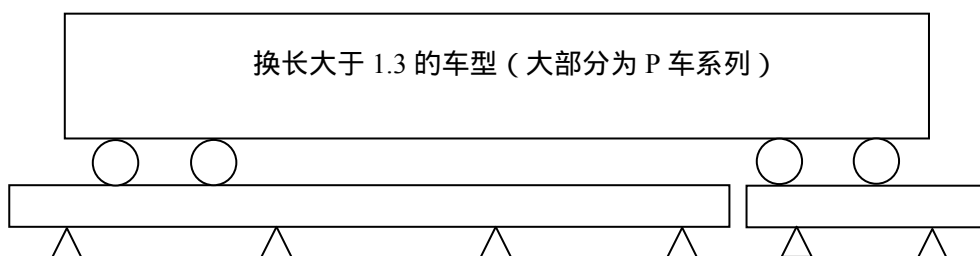


图5 P车系列可以称量结构（双承载器）

当称量全轴距小于14m的铁路货车时，铁路货车完全停在主承载器上，副承载器不起作用；当称量全轴距大于14m的铁路货车时，主承载器和副承载器组合参与称量。

四、双承载器数字指示轨道衡的计量性能分析

计量性能是反映计量器具特性和功能的各种指标和参数。计量性能要求规定了计量器具控制各

阶段中的计量特性。双承载器数字指示轨道衡的准确度等级可分为中准确度级 III 和普通准确度级 III ，检定分度值与实际分度值相等即 $e=d$ 。

1. 测量范围

测量范围是计量器具的误差符合计量性能要求的数值区间，即计量器具的误差能保证在规定的允许误差极限范围内的计量器具的示值范围。由于轨道衡的称量对象主要是铁路运营车辆，轨道衡的最大秤量与我国铁路的各项设计指标一致，目前我国铁路运营车辆的最大轴重为 25t，四轴车的总重量也不允许超过 100t，因此，双承载器数字指示轨道衡的最大秤量为 100t。另外，根据铁路货车车型库的统计，自重低于 18t 的车辆已不在使用。因此，轨道衡的测量范围定为 18t~100t。

2. 最大允许误差

计量器具的最大允许误差是指对给定的测量、测量仪器或测量系统，由规范或规程所允许的，相对于已知参考量值的测量误差的极限值。双承载器数字指示轨道衡的最大允许误差均按表 1 执行。

表 1 最大允许误差

秤 量 m		最大允许误差	
中准确度级 III	普通准确度级 III	首次检定	使用中检查
$0 \leq m \leq 500e$	$0 \leq m \leq 50e$	$\pm 0.5e$	$\pm 1.0e$
$500e < m \leq 2000e$	$50e < m \leq 200e$	$\pm 1.0e$	$\pm 2.0e$
$2000e < m \leq 10000e$	$200e < m \leq 1000e$	$\pm 1.5e$	$\pm 3.0e$

以检定分度值 III 级， $e=20\text{kg}$ 为例，此时在 $(0 \sim 10)\text{t}$ 时， $\text{MPE}=\pm 10\text{kg}$ ； $(10 \sim 40)\text{t}$ 时， $\text{MPE}=\pm 20\text{kg}$ ； $(40 \sim 100)\text{t}$ 时， $\text{MPE}=\pm 30\text{kg}$ 。

除了规定了准确度等级、检定分度值、最大允许误差之外，还规定了称量结果间的差值，如重复性、偏载，以及多指示装置、鉴别力，置零装置的准确度方面的要求。

(1) 称量结果间的差值

称量结果间的差值主要对数字指示轨道衡的重复性和偏载进行要求，重复性的要求是对同一载荷，多次称量所得结果最大值与最小值之差，应不大于该秤量最大允许误差的绝对值。偏载的要求是同一载荷在不同位置的示值，其误差应不大于该秤量的最大允许误差，进行偏载检定时，应在数字指示轨道衡的每对支承点上施加载荷，施加载荷的重量使用砝码检衡车内砝码小车时约为 40t。

(2) 多指示装置

对于很多企业在显示称量结果时，为了方便操作人员看到称量结果，往往除了称重仪表以外，还使用电脑以及室外显示屏进行显示称量结果。因此规程规定，对于多指示装置的示值之差，应不大于相应称量最大允许误差的绝对值。数字指示与数字指示或数字指示与打印装置之间的示值之差应为零。

(3) 鉴别力

鉴别力也称为鉴别阈，是指引起相应示值不可检测到变化的被测量值的最大变化。鉴别力要求在处于平衡的轨道衡上，轻缓地放上或取下等于 $1.4e$ 的砝码，此时原来的示值应相应改变。

(4) 置零装置的准确度

置零后，零点偏差对称量结果的影响应不大于 $\pm 0.25e$ 。

五、双承载器数字指示轨道衡检定方法确定

根据其结构特点，双承载器数字指示轨道衡中的长承载器可单独使用称量换长小于1.3的铁路货车，其检定方法按照JJG 781-2002《数字指示轨道衡》进行。另外，依据JJG 781-2002《数字指示轨道衡》，根据双承载器数字指示轨道衡的计量性能要求和通用技术要求，制定对双承载器数字指示轨道衡的检定项目和相应的检定方法，包括外观检查、置零准确度、称量性能、偏载、鉴别力以及重复性等主要项目。由于数字指示轨道衡是在铁路现场运行的大型衡器，为了铁路的安全及计量的安全性，一般在检定前，需要使用总重不少于80t的机车或车辆以轨道衡允许的通过速度往返轨道衡不少于3次，然后检查轨道衡的零部件有无松动等，这也是检定前的准备工作。

外观检查是对标志及铭牌的检查，主要检查其名称、位置等是否符合规程的要求。置零准确度需使用一定量的砝码进行试验，不带零点跟踪装置的轨道衡，先将轨道衡置零，然后测定使示值由零变为零上一个分度值所施加的砝码，按照误差计算公式计算零点误差。带零点跟踪装置的轨道衡，将示值摆脱自动置零和零点跟踪范围（如加放 $10e$ 的砝码），然后按照误差计算公式计算零点误差。误差计算的公式为：

无指示较小分度值（不大于 $0.2e$ ）的轨道衡，采用闪变点方法来确定化整前的示值，方法如下：轨道衡上的砝码为 m ，示值是 I ，逐一加放 $0.1e$ 的小砝码，直至轨道衡的示值明显地增加了一个 e ，变成 $(I+e)$ ，所有附加的小砝码为 m ，化整前的示值为 P ，则 P 由下列公式给出：

$$P = I + 0.5e - m \quad (1)$$

化整前的误差为：

$$E = P - m = I + 0.5e - m - m \quad (2)$$

化整前的修正误差为：

$$E_0 = E - E_0 < MPE \quad (3)$$

式中： E_0 为零点或接近零点（如 $10e$ ）的误差。

称量性能是对轨道衡称量货车重量准确性进行的试验，根据使用不同型号的检衡车确定检定秤量点。称量检定按秤量由小到大的顺序进行。在检定过程中，不得重调零点，应检定最小秤量；最大允许误差改变的秤量（中准确度级： $500e$ ， $2000e$ ；普通准确度级： $50e$ ， $200e$ ）；大于 $80t$ 秤量（小于最小秤量或大于最大秤量不做检定）等三个秤量点，各秤量点应检定一个往返，检定时，砝码检衡车必须跨接到两个承载器上。如果轨道衡装配了自动置零或零点跟踪装置，在检定中可以运行。

例如：对于中准确度级Ⅲ的数字指示轨道衡， $e=20kg$ ，则应该检定以下三个秤量点：最小秤量一般为 $18t$ ，可使用砝码检衡车中的砝码小车吊装砝码组合成 $18t$ 进行加载；最大允许误差改变的点为 $2000e$ 即为 $40t$ 的秤量点，可使用砝码检衡车中的砝码小车吊装砝码组合成 $40t$ 进行加载；大于 $80t$ 的秤量点，该秤量点使用整车加载。

偏载是轨道衡对同一载荷在承载器上不同位置性能的试验 检定时将质量约为 $40t$ 的装载砝码小车由承载器一端开始依次推至承载器的始端、支承点、相邻两对支承点的中部和末端进行检定，记录示值，由另一端推离承载器，往返1次，每次小车离开承载器后，记录空载示值。砝码小车在承载器上停放位置见图6。

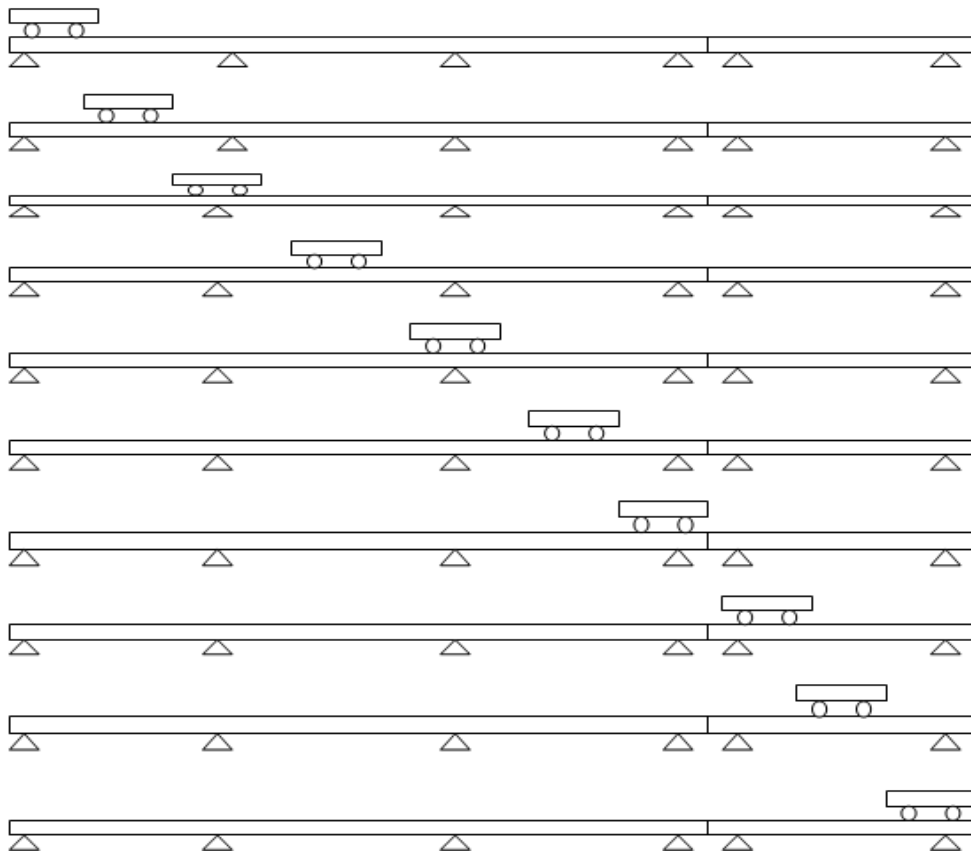


图6 双承载器数字指示轨道衡偏载检定示意图

鉴别力是在承载器上依次施加 $0.1e$ 的小砝码，直至示值 I 确实地增加了一个实际分度值而成为 $I+e$ ，然后在承载器上轻缓地施加 $1.4e$ 的载荷，示值应为 $I+2e$ 。

六、结语

双承载器数字指示轨道衡是在单承载器数字指示轨道衡基础上发展起来的一种轨道衡，随着我国铁路货运重载技术的发展，为了称量不同换长车型的铁路货车，许多企业对于双承载器数字指示轨道衡的需求越来越多，通过对该轨道衡检定方法的研究，可以保证轨道衡量值传递的准确可靠，满足企业称量不同车型的需要，同时也为 JJG 781-2002《数字指示轨道衡》的修订提供理论和试验依据。

参考文献

1. 国家质量监督检验检疫总局. JJG 781—2002 数字指示轨道衡[S]. 北京：中国计量出版社，2002.
2. 国家质量监督检验检疫总局. JJG 567—2012 轨道衡检衡车[S]. 北京：中国质检出版社，2012.
3. 国家质量监督检验检疫总局，中国国家标准化管理委员会. GB/T 15561—2008 静态电子轨道衡[S]. 北京：中国标准出版社，2008.
4. 国家质量监督检验检疫总局. JJF 1001—2011 通用计量术语及定义 [S]. 北京：中国质检出版社，2011.

作者简介

安爱民（1980- ），男，陕西富平县人，助理研究员，工学硕士，现工作于国家轨道衡计量站，从事力学计量工作。

地址：北京市海淀区大柳树路2号，邮政编码：100081

联系电话：010-51874346，15010272771