

静态机车车辆称重台检定问题探讨

□山东金钟科技股份有限集团公司 沈立人 程继坤

【摘要】JJG(铁道)117-2015《静态机车车辆称重台》计量检定规程只对测量单元的分辨力、零位变化、误差、重复性进行检定,而称重台误差是将测量单元误差合并计算出来的。不知什么原因没有按照TB/T1740-2015《铁道机车车辆重量测定方法》标准规定,对内燃机车、电力机车、客车、货车、电动车组的重量,分别测试轮重及轮重差、轴重及轴重差、机车车辆重量及重心。本文参照自动轨道衡建立临时标准车辆的方法,提出一些测试方法与起草单位探讨。

【关键词】机车车辆;称重台;检定方法

引言

随着我国高速铁路、城轨、地铁的快速发展,车辆行驶的安全性也被提到一个很重要地位,这样

机车和车辆设计制造出厂前稳定性检测设备,即机车车辆称重台就成为一种重要的检测手段,为此编写了《静态机车车辆称重台检定规程》^[1]用于这些设备的性能检定。

在这个规程中,重点要求检定的项目是“分辨力”、“零点变化”、“测量单元误差”、“测量单元的测量重复性”和“称重台误差”。

从检定方法中,我们发现整个规程是围绕“测量单元”进行的,依次对测量单元的“分辨力”、“零点变化”、“测量单元误差”、“测量单元的测量重复性”展开工作。而“称重台误差”将各个测量单元

进行汇总,
$$\delta_{全} = \sum_{i=1}^k \delta_i$$

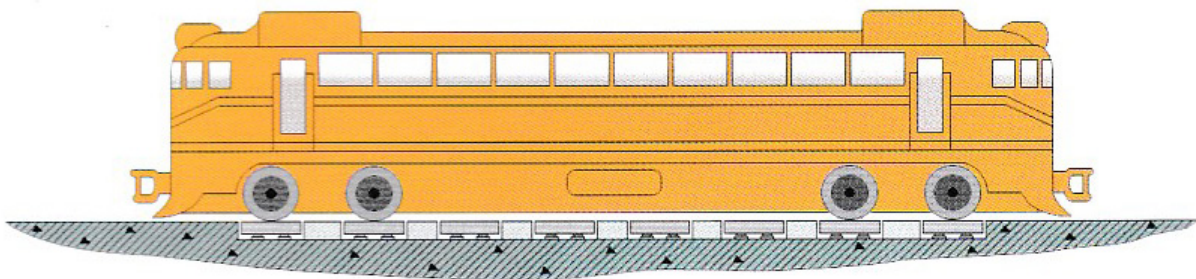


图1 机车车辆称重台示意图

1 我们的方案

1.1 产品结构

机车车辆称重台由测量单元、调整平板、钢轨座、过渡轨、电气屏柜、计算机、打印机、检定支架等部件组成。主要用于新制造、使用中、修理后、机车、城轨、地铁等车辆的轮重、轴重、转向

架重、整车重量等检测,并出具检测报告和提供机车、车辆的平面重心位置。针对不同的车辆规格,最大称量分别有:210t、180t、120t、80t,测量单元也配备有不同的数量,分别有4组至14组不等(如图1)。由于铁路规定每个轮对载最大重量为25t,设计测量单元每个最大称量为15t(如图2)。

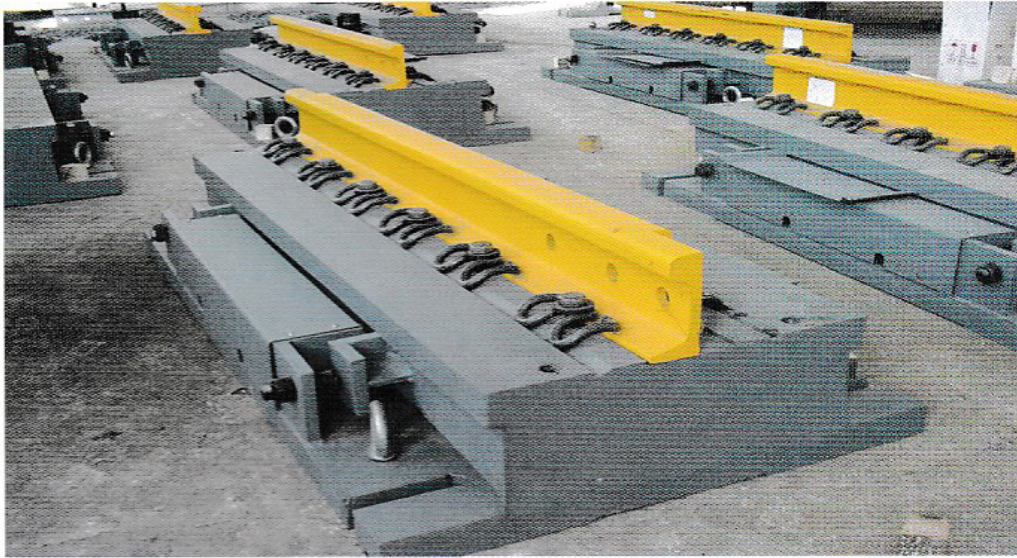


图2 测量单元示意图

1.2 存在的问题

按照《机车车辆重量测定方法》^[2] 标准的规定，用同时测量机车车辆各个轮重的方法测定机车车辆轮重，根据同时测得的左右轮重计算轴重，而机车车辆重量可以采用三种方法得到：①根据同时测得轮重或轴重计算机车车辆重量；②整车称重；③超长车辆称重时，可使用便携式称重装置，或将车辆转向架分别居中放至轨道衡有效称重范围内，松开与其他车之间的连接。

从以上的标准要求中，我们可以发现《静态机车车辆称重台检定规程》没有能够完成《机车车辆重量测定方法》标准的要求。

《机车车辆重量测定方法》标准规定，轮重差的计算为同一轴上两个轮重之差与本轴轴重之比；轴重差的计算为同一机车每个动轴的实际轴重与该机车平均轴重之差除以该机车平均轴重。

《静态机车车辆称重台检定规程》中规定，称重台误差是按照下面这个公式计算出来的：

$$\delta_{\text{全}} = \sum_{i=1}^k \delta_i$$

式中： $\delta_{\text{全}}$ ——称重台误差；
 k ——测量单元总数；
 δ_i ——第*i*测量单元误差；

i ——为1、2、3---*k*。

我们认为这个计算方法存在一些问题：

(1) 一个称重台是由多个测量单元组成的，其长度最大可以达到20m左右，由于称重台设备制造的尺寸误差、基础施工质量、设备安装等原因，虽然对每个测量单元的误差进行了控制，但仍不可避免地对不同测量单元组合会产生一定的影响。

(2) 被称量机车车辆本身也存在重心位置问题，也会影响测量单元组合测量产生误差。

(3) 如果需要测量机车车辆的重心位置，必须分别测量每个测量单元的重量，再通过计算前后、左右测量单元之间的量值，得到该机车车辆的重心位置。

1.3 检测方案

1.3.1 增加的检测内容

(1) 增加预加载

由于称重台刚刚安装结束，许多零部件之间存在一些不可见的间隙，为了保证检测的质量，建议在检测前增加一项“预加载”的操作内容，可以采用载荷静加载方法或车辆动加载方法进行2~3次预加载。而实际上在1994版《静态机车车辆称重台检定规程》中，有要求用机车在称重台上往返碾压3次的要求，不知什么原因给撤销了（如图3）。

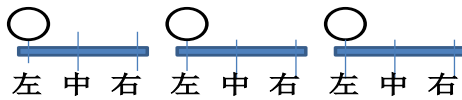


图3 机车在称重台上称量

(2) 增加偏载测量

因为测量单元结构按照需求不同，大小尺寸也差异较大。对于结构尺寸较大的测量单元，如果不做偏载测量，实际使用时可能会影响称重台的计量性能。

比如，长度为1.5m的测量单元，建议按照左中右的次序进行测量。



考虑到承载器的面积比较小，不易放置较多标准器，建议对于单个最大秤量为15t的测量单元，偏载加载载荷量为1/10最大秤量。

(3) 增加整车测量

使用集成式控制衡器测量机车车辆整车重量，必须先对测量单元静态的空秤性能、偏载性能、称量性能、重复性进行检测。

①使用三点式方法建立临时标准车辆^[3]

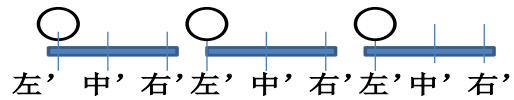


图4 机车车辆轮对在称重台上位置测试示意图

将机车车辆的车轮分别在每个测量单元上压左、中、右三点（如图4）。然后依次往返各个测量单元两次，左右各得出12个数据，采用均方根误差法进行计算。

计算方法有两种：

1) 先求出每个测量单元的均方根误差 $\sigma_{左}$ 、 $\sigma_{右}$

$$\sigma_{左} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k X_i^2}{k}} \quad \sigma_{右} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k X_i^2}{k}}$$

然后合成为 $\sigma_{总}$ 。即：

$$\sigma_{总} = \sqrt{\sigma_{左}^2 + \sigma_{右}^2}$$

JJG117 检定规程中规定：测量段Ⅱ各测量点的误差不超过该点标称值的±0.5%，按照检定装置不确定度优于被检设备最大允许误差绝对值的1/3的规定，计算极限误差 $\delta = \frac{3\sigma_{\text{总}}}{M}$ ，当 $\delta \leq 0.17\%$ 方可使用。

各测量单元的系统误差取 $\Delta_{\text{左}}$ 与 $\Delta_{\text{右}}$ 的代数和，即：

$$\Delta_{\text{总}} = \Delta_{\text{左}} + \Delta_{\text{右}} \text{ 则修正量为 } -(\Delta_{\text{总}})。$$

2) 先将左、中、右与左'、中'、右'的数据对应相加，可以得出24个总数 X_i ，然后直接求出 $\sigma_{\text{总}}$ ，

$$\sigma_{\text{总}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2}{k-1}}$$

$$\text{其中：} \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{k}$$

同样计算的极限误差 $\delta = \frac{3\sigma_{\text{总}}}{M}$ ，当 $\delta \leq 0.17\%$ 方可使用。

其中修正量为 $-\Delta_{\text{总}}$ 。

说明：对每个测量单元虽然是压三个位置，但应算作三次测量，两个往返共计过衡4次，测得12个示值。这样做的特点是上下衡的次数较少，但测量单

元不同位置的影响都包括在内了。

1.3.2 检定方法

(1) 按照被机车车辆的情况选择临时标准车

建立临时标准车应该和校准称量点同时进行，当某一个称量点校好并达到 $\delta \leq 0.17\%$ 时，紧接着就建立相当于点质量的标准车。

建立临时标准车和调秤的方法有直接关系。因为调秤时采用的是测量单元压三点的方法，那么建标所用车停在测量单元上的位置可以是任意的。

将需要称量的每种机车车辆在校好的称量点重复称量4次以上，将称量的数据记录下来并进行如下计算，求出所建临时标准车的标准值：

$$x = \bar{x} + \Delta$$

式中： x ——所建临时标准车的标准值；

\bar{x} ——临时标准车称量 n 次的平均值；

Δ ——各称量点系统误差；

$-\Delta$ ——即为此称量点的修正量。

(2) 使用临时标准车辆测量称重台性能

按照机车车辆称重台的设计功能，这种产品应该是用于车辆的轮重、轴重、转向架重、整车重量等的检测，并出具检测报告和提供机车、车辆的平面重心位置。

1.3.3 机车车辆重心计算（如图5）

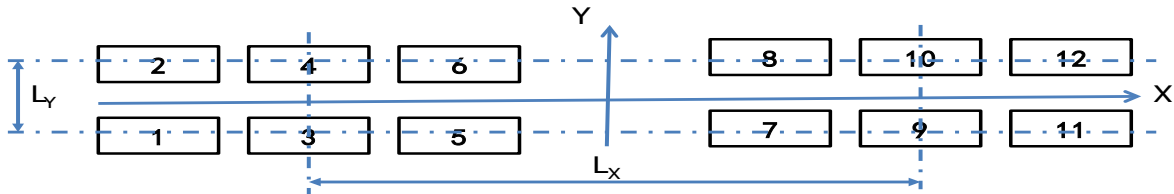


图5 机车车辆轮对在称重台上位置俯视示意图

$$\text{偏移系数 } y = \frac{[(2+4+6)+(8+10+12)] - [(1+3+5)+(7+9+11)]}{1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12}$$

$$\text{偏移系数 } x = \frac{[(1+3+5)+(2+4+6)] - [(7+9+11)+(8+10+12)]}{1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12}$$

$$\text{偏移距离 } y_L = 0.5 \times y \times L_y$$

$$\text{偏移距离 } x_L = 0.5 \times x \times L_x$$

1.3.4 专用砝码

为了便利使用现场对测量单元偏载性能测试，我们考虑了一种专用的装置。这种砝码可以一次性完成偏载测试，又可以沿着轨道移动，不需要反复的吊起放下。因为对偏载测试是不要求测试的准确度，只是要求测量单元不同位置输出信号的一致性，所以我们不需要对这个砝码重量值进行要求。考虑到这个测量单元的尺寸比较小，测试偏载的重量值可以选择小一点，所以暂定为测量单元的1/10最大称量值。

2 结束语

(1) 当测量单元的结构比较长，只要不是一点称量，偏载测试是必不可少的，但是应该尽可能减小偏载性能对测量单元的影响，否则会影响到系统的测量准确度。

(2) 对于这种测量长度比较长、由多个测量单元组成的装置，因为制造所产生的误差、现场安装条件的不同，如果只是控制单个测量单元的准确度，仅仅靠将多个测量单元误差组合，而不对称重

台的整体性能进行测试，是不能有效控制整个称重台的准确度性能的。

(3) 对于高速行驶的机车车辆，不能有效地控制其重心位置，会影响到行驶的安全性问题，所以使用称重台这个装置，进行机车车辆的重心测试是非常必要的。

参考文献：

- [1] JJG(铁道) 117-2015《静态机车车辆称量台》[S] 计量检定规程.
- [2] TB/T1740-2015《铁道机车车辆重量测定方法》[S].
- [3] 陈志等《动态称量轨道衡讲义》铁道部标准计量研究所[M].

作者简介：沈立人，1947年出生，高级工程师，原为山东金钟科技集团股份有限公司员工，1968年参加工作，在金钟公司从事各种机械衡器和电子衡器设计、制造、标准和规程编写等工作50余年。