

《动态公路车辆自动衡器 第8部分 模组整车式》中国衡器协会团体标准解读

□陕西四维衡器科技有限公司 陈增典 王建军 王培福

【摘要】本文对中国衡器协会团体标准T/CWIAS0006.2—2024《动态公路车辆自动衡器 第8部分 模组整车式》进行了简要介绍，对其创新点进行了解读分析。

【关键词】团体标准；创新点；介绍；分析

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2024）10-0034-06

引言

中国衡器协会团体标准T/CWIAS0006.2—2024《动态公路车辆自动衡器 第8部分 模组整车式》经过3年多的激烈讨论、辩论、试验、论证于2023年年底定稿，经中国衡器协会团体标准技术委员会批准，于2024年3月8日发布，将于2024年9月1日正式实施。

1 标准简介

《动态公路车辆自动衡器 第8部分 模组整车式》（以下简称《模组整车式》）相较于GB/T 21296.1《动态公路车辆自动衡器》标准主要改动有以下几点：

a. 名词术语和定义章节规定，GB/T 14250、GB/T 21296.1界定的术语仍然适用，同时新增加了一些模组整车式衡器专用术语，如称重单元、称重模组、匀速行驶、非匀速行驶等。

b. 在计量要求方面，准确度等级只保留了0.5、1、2、5这4个级别。这4个级别中，1、2、5级目前在市场上均有销售，0.5级是为以后的技术进步留出空间，准确度等级低于5级则认为没有必要采用模组整车式。这4个准确度等级对应的有关分度值、分度数、最小秤量等要求仍然与GB/T 21296.2《动态公路车辆自动衡器 第2部分 整车式》保持一致。在计量

要求章节还去掉了有关轴载荷计量准确度的有关内容。

c. 在生产和安装要求章节规定，模组整车式衡器安装时，纵向最大坡度不应大于3%，横向最大坡度不应大于2.5%。

d. 《模组式》标准第9章系统功能中增加了非匀速行驶称量、连续跟车称量的规定，要求在非匀速行驶称量、连续跟车称量时，衡器的准确度保持不变。

e. 标准第10章测试方法中，除了GB/T 21296.1《动态公路车辆自动衡器 第1部分 通用技术规范》规定的动态汽车衡通用测试方法外，还增加了非匀速行驶称量测试方法、连续跟车称量测试方法。

2 标准主要创新点分析

《模组式》标准较GB/T 21296及R134国际建议主要创新点有以下几点：

a. 提出车辆非匀速行驶且最高运行速度不高于20km/h时，衡器的计量准确度不受影响。

b. 连续跟车称重且最高运行速度不高于20km/h时，衡器的计量准确度保持不变。

c. 去掉了轴载荷计量准确度。

下面对《模组整车式》团标中几个主要创新点做重点分析。

2.1 模组整车式动态汽车衡为什么能够实现对非匀速行驶车辆的准确称量

我们先了解一下模组整车式动态公路自动衡器的结构及工作原理。

2.1.1 模组整车式衡器结构



图1 模组整车式汽车衡结构示意图

模组整车式动态汽车衡由多块相互独立的称重单元依次排列组成，在称重单元设计时，选择合理的几何尺寸，保证在连续跟车称重时两辆车不会同时位于同一称重单元之上（如图1所示）。

2.1.2 模组整车式工作过程及原理

图2 ~ 图6 介绍了模组整车式动态汽车衡工作过程及原理。

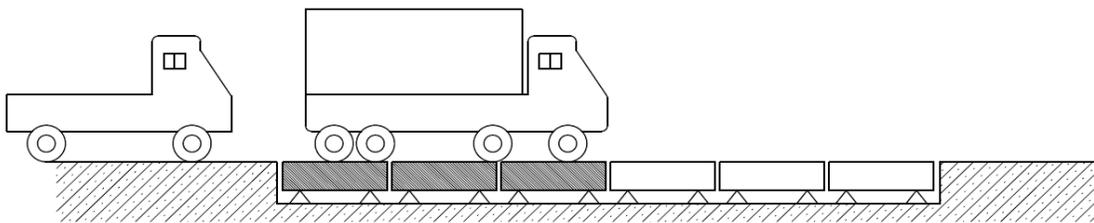


图2 当车辆进入秤台，车辆分离器收尾，系统判断车辆位置，

将车辆所在称重单元自动拟合为一整车称重系统，对车辆第一次整车称重

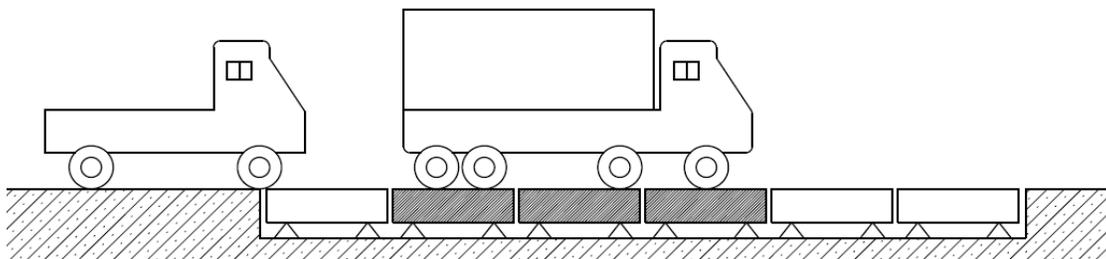


图3 随着车辆前行，对车辆进行二次整车称重

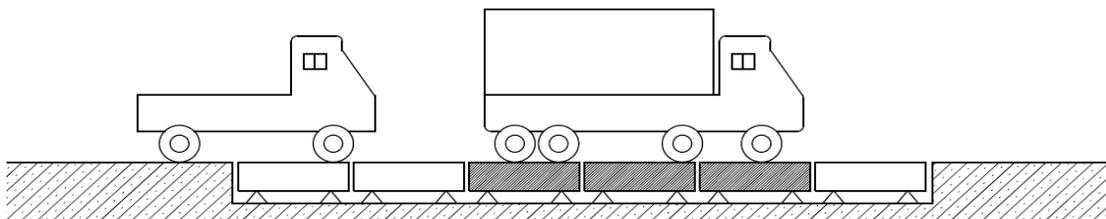


图4 三次称重

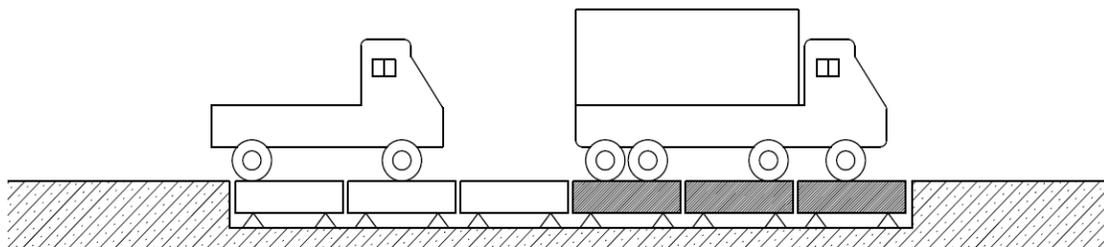


图5 四次称重

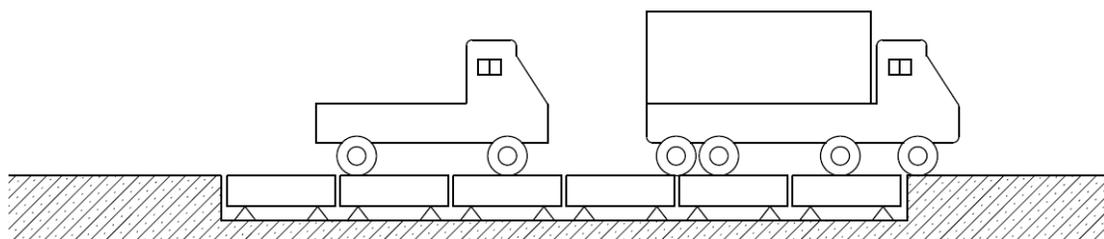


图6 当车辆前轮离开秤台，称重结束，发送数据

2.1.3 关于非匀速行驶计量问题

公路车辆非匀速行驶是常态，如果对于正常行驶处于非匀速状态的车辆，不能准确计量，则说明我们的衡器出了问题。要求车辆过衡时匀速通过，这个要求与现实中车辆的行驶状态差距太大。只有在实验室条件下可以要求车辆匀速通过，公路上车辆的行驶行为只要不违反交通规则就是合理的。

为什么模组整车式可以解决车辆非匀速行驶时的计量问题呢？我们通过试验测试和理论分析来说明。

(1) 试验测试

我们设计了一个试验，在平直道路安装两台轴重仪，两台轴重仪相距5.6m；试验用一辆两轴刚性车辆，车辆轴距为5.6m，与两台轴重仪间距一致。车辆一次通过称量区，两台轴重仪对车辆各进行一次称重，称重数据记录车辆各轴轴重、车辆总重。

由于两台秤中心距与车辆轴距一致，因此当车辆后轴位于秤台 I 上时，前轮正好位于秤台 II 上（如图7所示），此时两台秤在同一时刻称出车辆的前、后轴重量，将其相加也应等于车辆总重，将此重量与秤台 I、II 称得的整车重量进行比较分析。

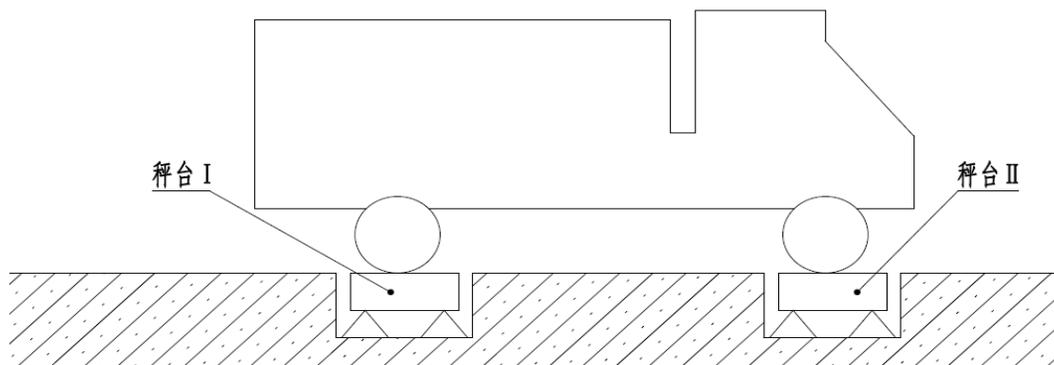


图7 车辆两个轴同时位于两个秤台上

试验车辆装载一件整件刚性货物，货物用钢丝绳与车辆固定牢固，尽量防止货物在车厢内移动。用静态汽车衡称量，车辆总重为16340kg，水平静止状态下车辆前轴重量为6540kg，后轴重量为9800kg。

由于车辆在公路上行驶时，加、减速是一种常规行为，本次试验要求计量过程尽量接近实际，不要求车辆匀速行驶，允许车辆加、减速。

试验前，两台秤均经过认真的标定、校准。

表1 试验数据

(单位: kg)

项目	秤台 I 称重数据						秤台 II 称重数据						秤台 I 后轴+ 秤台 II 前轴	
	前轴		后轴		总重		前轴		后轴		总重			
	称量值	误差	称量值	误差	称量值	误差	称量值	误差	称量值	误差	称量值	误差	数值	总重误差
1	6520	-0.31%	9280	-5.31%	15800	-3.30%	7120	8.87%	9040	-7.76%	16160	-1.10%	16400	0.37%
2	5820	-11.01%	8760	-10.61%	14580	-10.77%	7540	15.29%	7220	-26.33%	14760	-9.67%	16300	-0.24%
3	5880	-10.09%	8680	-11.43%	14560	-10.89%	7380	12.84%	6700	-31.63%	14080	-13.83%	16060	-1.71%
4	7320	11.93%	10280	4.90%	17600	7.71%	6120	-6.42%	11080	13.06%	17200	5.26%	16400	0.37%
5	5420	-17.13%	7540	-23.06%	12960	-20.69%	8560	30.89%	9840	0.41%	18400	12.61%	16100	-1.47%
6	5840	-10.70%	7620	-22.24%	13460	-17.63%	8460	29.36%	9160	-6.53%	17620	7.83%	16080	-1.59%
7	7180	9.79%	7840	-20.00%	15020	-8.08%	8180	25.08%	10020	2.24%	18200	11.38%	16020	-1.96%
8	5480	-16.21%	7620	-22.24%	13100	-19.83%	8460	29.36%	11320	15.51%	19780	21.05%	16080	-1.59%
9	5340	-18.35%	7120	-27.35%	12460	-23.75%	8980	37.31%	10840	10.61%	19820	21.30%	16100	-1.47%
10	6860	4.89%	10280	4.90%	17140	4.90%	6080	-7.03%	11620	18.57%	17700	8.32%	16360	0.12%

从表中可以看出，前轴称量的最大正偏差为37.31%，最大负偏差为-18.35%，其波动幅度达到55.66%。后轴称量的最大正偏差为18.57%，最大负偏差为-27.35%，波动幅度达到45.92%。单个秤台称得的车辆总重最大正偏差为21.30%，最大负偏差为-23.75%，波动幅度达到45.05%。两台秤同时称量车辆前后轴，得到的整车总重量最大正偏差为0.37%，最大负偏差为-1.96%，波动幅度仅2.33%，可见同时称取车辆各轴重量将其相加得到的车辆总重最为准确，也就是说整车称重最为准确。

表1 中的试验数据比较客观地反映出以下几个问题：

- a. 同一车轴，每次在同一秤台称得的重量差异很大；
- b. 同一车轴，先后到达两个秤台时，其重量差异也很大；
- c. 由于轴重变化范围很大，导致同一秤台称得的车辆总重每次不相同，差异较大，且无变化规律；
- d. 用两台秤同时称量前后轴重量，将其相加，得到的车辆总重最接近真值，其准确度有保障。

(2) 理论分析

图8 是行驶中的车辆受力分析图，我们通过受力理论分析来研究车辆轴载荷与总重的关系。

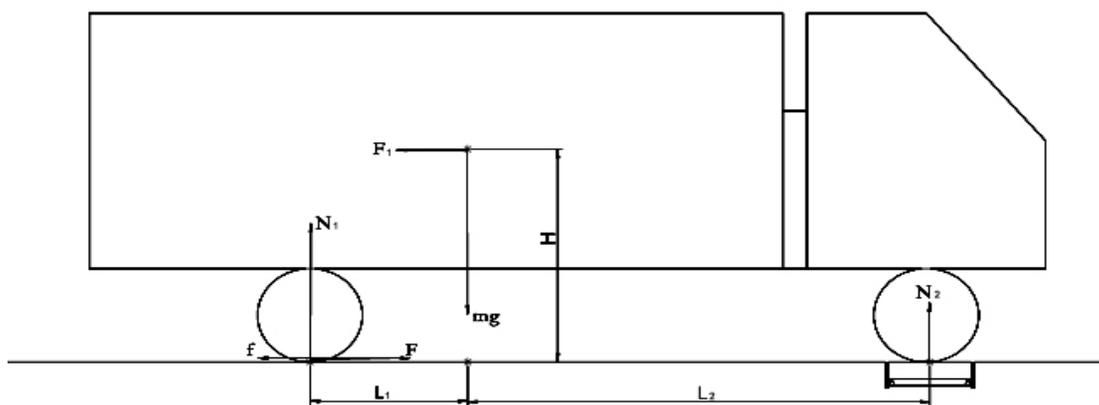


图8 行驶中的车辆受力分析图

注：F 车辆的牵引力；f 车辆所受的摩擦力；mg 车辆所受的重力； F_1 车辆的惯性力， $F_1=ma$ （a 为车辆加速度，车辆加速时 a 值为正，减速时 a 值为负）， N_1 后轮所受的支持力， N_2 前轮所受的支持力；H 车辆重心高度， L_1 后轮至重心的水平距离， L_2 前轮至重心的水平距离。

通过受力分析，我们可以得出：

$$N_1 = \frac{mgL_2 + maH}{L_1 + L_2} \quad (1)$$

$$N_2 = \frac{mgL_1 + maH}{L_1 + L_2} \quad (2)$$

$$N_1 + N_2 = mg \quad (3)$$

我们可以看出，行驶中的车辆加速时，前轴明显减轻，后轴明显加重。反之车辆减速时，前轴加重，后轴减轻。其轴载荷变化的大小与加速度、车辆重心高度、前后轴距（ L_1+L_2 ）有关。加速度越大、重心越高，影响越大；轴距越小，影响越大，而车辆行驶中速度变化是一种常态。但是，不管前后轴载荷分布如何变化，同一时刻前后轴载荷之和 N_1+N_2 始终等于车辆总重 mg 。

如果在不同时刻提取车辆轴载荷，不同时刻车辆加速度不同，导致公式（3）不能成立，因此得到的车辆重量误差就很大。

通过以上分析，可以得出一个结论：在动态车辆称重时，只有整车称重才能做到准确计量。而模组整车式动态汽车衡就是始终采用整车称重方法工作的。所以在车辆非匀速行驶时，其依然可以做到准确计量。

（3）专业机构对模组整车式动态衡器的检测情况

陕西省计量科学研究院对模组整车式动态汽车衡进行了检测，测试方法是：按照GB/T21296 规定选用测试车辆，两轴刚性车辆一辆（重11.39t）、三轴刚性车辆一辆（重19.39t）、六轴铰接车辆一辆（重30.57t）。测试中车辆速度在10~30km/h 之间，车辆进入称量区，任意加减速。称量结果全部满足动态1级秤的准确度要求。

2.2 连续跟车称量

从模组整车式动态公路衡器的结构我们可以看出，其每个称重单元是相互独立的，在结构设计时，充分考虑车辆的具体情况，确定合理的几何尺寸，确保称量过程中同一个称重单元上不会同时存在两辆车就能保证连续跟车称量时前后车辆不会相互干涉，从而保证连续跟车称重时称量准确度不受影响。

国家衡器产品质量监督检验中心（山东）对模组整车式动态汽车衡做了连续跟车称重检测，检测结果符合动态1级准确度要求。

2.3 为什么标准中去掉了轴计量准确度等级

GB/T21296.1 系列标准中对轴计量准确度是这样规定的：

表 1 车辆轴载荷和车辆总重量的准确度等级关系

单轴载荷和轴组载荷 准确度等级	车辆总重量的准确度等级							
	0.2	0.5	1	2	5	7	10	15
A	√	√	—	—	—	—	—	—
B	√	√	√	—	—	—	—	—
C	—	√	√	√	—	—	—	—
D	—	—	√	√	√	√	—	—
E	—	—	—	√	√	√	√	—
F	—	—	—	—	—	√	√	—
G	—	—	—	—	—	—	—	√
H	—	—	—	—	—	—	—	√

注：表中“√”表示适用，“—”表示不适用。

图9 GB/T21296.1的表1截图

表 2 用两轴刚性参考车辆试验时的最大允许误差

单轴载荷 准确度等级	最大允许误差 (以静态参考单轴载荷约定真值的百分比表示)
A	±0.50%
B	±1.00%
C	±1.50%
D	±2.00%
E	±4.00%
F	±8.00%
G	±10.00%
H	±15.00%

图10 GB/T21296.1的表2截图

从标准中可以看出，1级秤对应的轴（或轴组）载荷准确度等级为B、C、D级，1级秤使用中的最大允许误差为±1%，而轴准确度D级对应的最大允许误差为±2%。假设我们用一辆前后轴重量相差不大的两轴车做测试，如果前轴称量误差达到了+2%，那就意味着后轴称量误差必须是0或负差，否则车辆总重就会超差。然而，我们从理论分析和试验中均

未找到这样的必然性。

再则，标准中规定确定两轴车辆各轴载荷的方法是，用水平安装的控制衡器，静态称取各轴的重量。同时标准还规定动态公路自动衡器最大安装坡度为5%，水平状态下称取的轴重能用来检测坡道安装的衡器吗？我们总不能检测安装在坡道上的衡器时再装一台与其坡度一致的控制衡器吧！

从前面的试验我们也看出，车辆在非匀速行驶时的轴重变化非常大，无法重现，不可溯源。计量工作的4个基本特性是：准确性、一致性、溯源性、法治性。其中溯源性是根本，离开了溯源性，其他几个特性都无从说起。为了测试，给车辆设定一系列行驶限制条件，凑出一组测试需要的数据，没有实用价值，所以《模组整车式》团标去掉了轴载荷准确度规定。

3 结语

通过对T/CWIAS0006.2—2024《动态公路车辆自动衡器 第8部分 模组整车式》标准的研读可以看出，这个标准具有一定的创新性，它首次提出了在车辆非匀速行驶时衡器依然应该保证计量准确度不发生变化。对于非匀速行驶车辆称重，一直是动态公路车辆自动衡器的难题。现在模组整车式动态公路车辆自动衡器较好地解决了这一问题，相信模组整车式动态公路车辆自动衡器在公路治超领域会得到广泛的应用，具有广阔的市场前景。

以上是对T/CWIAS0006.2—2024《动态公路车辆自动衡器 第8部分 模组整车式》中国衡器协会团体标准的简单介绍及对标准一些解读，如有不妥之处

欢迎批评指正！

参考文献

- [1] 陈增典等.《国际建议OIML R 134-1:2006（动态公路车辆自动衡器）带来的困惑》[J]. 衡器, 2019, 11.
- [2] 王建军等.《基于提高公路精准性的分析与探讨》[J]. 中国计量, 2023, 10.
- [3] 秦树伟等.《动态称重系统在超载超限非现场执法中的应用研究》[J]. 衡器, 2019, 11.

作者简介

陈增典（1961—），男，汉族，正高级工程师，中国衡器协会专家委员会委员、中国衡器协会自动衡器专业委员会委员、中国计量测试学会委员、福建省计量测试学会委员。