

LY-T9 车载智能动态称重系统在重型货运车辆治超的应用研究

□罗检民¹ 罗珩馨¹ 贺华¹ 杨博淞¹ 刘忠² 晏璞³

(1.湖南省计量检测研究院 2.郴州市计量测试检定所 3.上海联茵信息技术有限公司)

【摘要】为了解决车辆超载运输的现象，满足源头治超或者大件运输称重的需求，本文研究了LY-T9车载智能动态称重系统动态称重的方法，选取安装了LY-T9车载智能动态称重装置的具有代表性的2轴、3轴、4轴、6轴重型载货汽车，分析了车速对车载智能动态称重精度的影响，验证本系统的准确性、合理性、可靠性。结果表明，现有车载智能动态称重系统能够实时、有效地监测货车的载重情况，为车辆超载智能化管理提供技术支持，提高车企的自治水平。

【关键词】大件运输；超载；车载智能动态称重

文献标识码：B

文章编号：1003-1870 (2023) 06-0036-06

引言

目前国内货运车辆在运输途中缺乏普遍的有效监管，现有的车载监控系统多针对危化品运输车辆，普通运输车辆仍存在司机私拉货物导致的超载、超限等现象。这不仅阻碍物流企业发展，给企业利益带来了沉重损失，也因安全隐患而涉及危害交通基础设施造成恶劣的社会影响^[1]。为了减少车辆超载带来的安全隐患，必须有效防治车辆超限、超载事件的发生。但是传统的静态或动态称重系统称重设备因与车辆分离，无法对车辆进行实时监控管理^[2]。本文中的LY-T9车载智能称重系统是综合利用了物联网、互联网、智能传感、计算机等技术的综合治超管理信息化系统，能实现物流车企自治，为推动区域经济和社会发展提供技术基础^[3]，为车辆超载重智能化管理、各交通运输局(公路养护中心)在处理重型货运车辆超限超载和大件运输称重中公正执法提供技术支持。

1 LY-T9 车载智能动态称重技术研究

1.1 LY-T9 车载智能动态称重工作原理

当车辆的负重发生变化时，称重传感器随着悬挂形变，内部产生应力扰动磁场，称重传感器将扰动值转化成数字信号传输给控制器，控制器通过AI技术综合分析 & 处理各个称重传感器所输出的信号

后，把最终可用的重量传输给车载定位终端，由车载定位终端上传信息到车载称重平台，如图1所示。

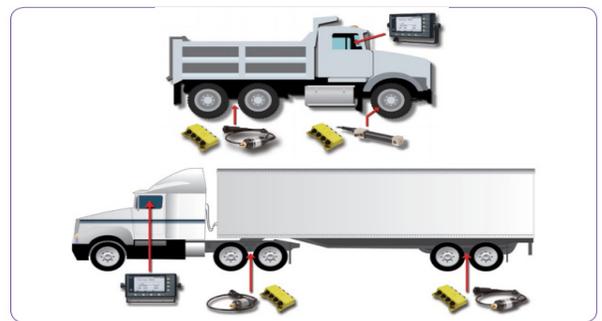


图1 车载智能动态称重工作原理

1.2 LY-T9 车载智能动态称重装置结构

LY-T9 车载智能动态称重系统由称重传感器、载重主机、北斗主机组成，如图2所示。



图2 车载智能动态称重装车结构图

1.3 LY-T9 车载智能动态称重装置特点

1.3.1 称重传感器，由称重传感器通过侦测弹

性体的形变产生应力扰动磁场信号并将其转换成模拟信号或数字信号进行输出，不容易产生疲劳，产生形变后可自动修复，数据长期稳定。

1.3.2 安全：不焊接，不打磨，不打孔，不损坏原车漆，不改车结构。

1.3.3 安装方便：直接粘贴在汽车悬架上。

1.3.4 通过实时载重数据与核载数据比对，可以触发超载报警，从而随时把控超重情况，有助于严格治超、消除事故隐患。

1.3.5 具有较强的恢复性，不宜疲劳，产品无运动部件，免维护，低成本。

1.3.6 车载智能称重系统客户端功能集设备管理、动态称重、位置监控、异常预警、统计查询于一体。

2 LY-T9 车载智能动态称重系统误差分析

2.1 静态测试

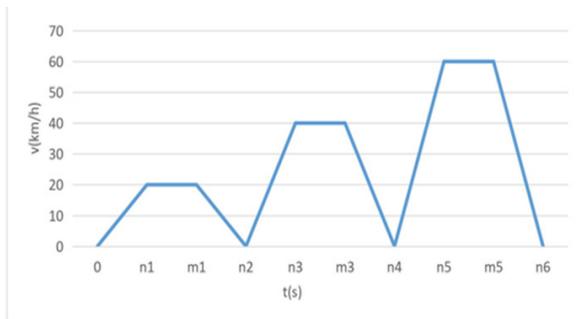


图3 测试工况(20-40-60)

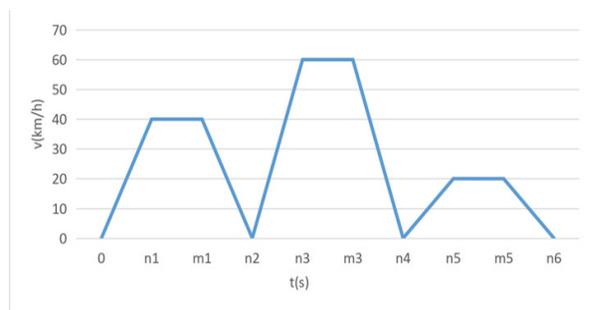


图4 测试工况(40-60-20)

按照 GB/T12674《汽车质量（重量）参数测定方法》，采用标准配重模块对试验车辆分别装载4次任意载重量（其中至少一次超载）^[3]，分别将试验车辆驾驶至称重秤台，并记录试验车辆载荷数值。开启质量监测系统，待质量监测系统的载荷数据稳定后，记录车辆试验前质量监测系统载荷数值，记录完毕后，按照试验车辆分别按照图3、图4所示工

况开展试验。试验结束后，记录车辆试验后质量监测系统载荷数值。

工况图说明：

(1) n1、n2、n3、n4、n5、n6 对应的时间点分别为被测试车辆从速度为0加速至匀速状态，或从匀速状态减速至0的时间点，每次加、减速时长不超过1分钟。

(2) m1、m3、m5 对应的时间点为匀速行驶计时结束时间点，相应地:(m1-n1)、(m3-n3)、(m5-n5)即为每段匀速行驶时长，每段时长不短于20秒，不长于1分钟。

2.2 动态测试

按照GB/12674《汽车质量（重量）参数测定方法》，试验车辆分别装载4次任意载重量^[3]，其中至少一次超载，分别将试验车辆驾驶至称重秤台，并记录车辆载荷数值。将试验车辆驾驶至测试场地的试验起点，开启质量监测系统，试验车辆去程按照图3所示工况开展试验，回程按照图4所示工况开展试验。待质量监测系统的载荷数据稳定后，记录动态测试过程中质量监测系统载荷的最大值、最小值及平均值^[4]。

2.3 测试要求：

(1) 每个工况的加速段时间不能高于 $V/60 \times M/1000$ 秒；

(2) 每个工况的匀速段行驶的速度误差在 $\pm 2\text{km/h}$ 以内；

(3) 每个工况的减速段时间不得低于 $V/3.6/4$ 秒以内。备注：V为本次工况匀速段的速度（km/h），M代表总质量（kg），示例：对于总质量为49t的半挂汽车，在工况0 km/h-40km/h-0 km/h的加速时间不高于 $40/60 \times 49000/1000=32.6$ 秒；匀速段速度需要控制在38km/h~42km/h；减速段时间不得低于 $40/3.6/4=2.77$ 秒。

注：以上是LY-T9车载智能动态称重系研发时的技术参数要求。

2.4 测试内容及结果

LY-T9车载智能动态称重装置的测试内容及结果见表1。

表1 LY-T9车载智能动态称重装置的测试内容及结果

序号	测试项目	测试内容	测试结果
1	静态测试	参照GB/T12674-1990《汽车质量(重量)参数测定方法》,将试验车辆在完成图3、图4所示工况前后在电子汽车衡上进行静态数据测试(即:试验前和试验后测试车辆在电子汽车衡上静态显示值和智能称重装置对应的监测值进行比较)。	测试结果见表2、表4、表6、表8。
2	动态测试	将试验车辆驾驶至测试起点,开启质量监测系统,按照图3、图4所示工况开展试验,待质量监测系统稳定后取值,记录每个工况对应的最大值、最小值、平均值,再分别与实验前电子汽车衡显示值进行比较。	测试结果见表3、表5、表7、表9。

表2 湘AK1057二轴车静态测试结果

单位: kg

试验次数	电子汽车衡显示值		智能称重装置监测值		相对误差(%)	
	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后
第1次	14680	14660	14757	14670	0.52	0.07
第2次	14100	14120	14443	14254	2.43	0.95
第3次	14980	14960	14797	14894	-1.22	-0.44
第4次	21980	21900	21638	21586	-1.56	-1.43

表3 湘AK1057二轴车动态测试表

单位: kg

测试次数	电子汽车衡显示值	需记录的测试值	智能称重装置监测值	相对误差(%)
第1次	14680	工况1 过程最大值	15033	2.40
		工况1 过程最小值	14336	-2.34
		工况1 过程平均值	14679	-0.01
		工况2 过程最大值	14950	1.84
		工况2 过程最小值	14350	-2.25
		工况2 过程平均值	14686	0.04
第2次	14100	工况1 过程最大值	14443	2.43
		工况1 过程最小值	14059	-0.29
		工况1 过程平均值	14210	0.78
		工况2 过程最大值	14440	2.41
		工况2 过程最小值	14020	-0.57
		工况2 过程平均值	14318	1.55
第3次	14980	工况1 过程最大值	15300	2.14
		工况1 过程最小值	14727	-1.69
		工况1 过程平均值	15015	0.23
		工况2 过程最大值	15207	1.52
		工况2 过程最小值	14819	-1.07
		工况2 过程平均值	15021	0.27
第4次	21980	工况1 过程最大值	21933	-0.21
		工况1 过程最小值	21474	-2.30
		工况1 过程平均值	21674	-1.39
		工况2 过程最大值	21933	-0.21
		工况2 过程最小值	21474	-2.30
		工况2 过程平均值	21674	-1.39

表4 湘AJ8787三轴车静态测试结果

单位: kg

试验次数	电子汽车衡显示值		智能称重装置监测值		相对误差(%)	
	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后
第1次	25200	25180	25079	25183	-0.48	0.01
第2次	24700	24680	24645	24566	-0.22	-0.46
第3次	25640	25620	25111	25528	-2.06	-0.36
第4次	26680	26660	26123	26188	-2.09	-1.77

表5 湘AJ8787三轴车动态测试表

单位: kg

测试次数	电子汽车衡显示值	需记录的测试值	智能称重装置监测值	相对误差 (%)
第1次	25200	工况1 过程最大值	25360	0.63
		工况1 过程最小值	24837	-1.44
		工况1 过程平均值	25096	-0.41
		工况2 过程最大值	25396	0.78
		工况2 过程最小值	24777	-1.68
		工况2 过程平均值	25035	-0.65
第2次	24700	工况1 过程最大值	24972	1.10
		工况1 过程最小值	24112	-2.38
		工况1 过程平均值	24636	-0.26
		工况2 过程最大值	25070	1.50
		工况2 过程最小值	24150	-2.23
		工况2 过程平均值	24424	-1.12
第3次	25640	工况1 过程最大值	25776	0.53
		工况1 过程最小值	25030	-2.38
		工况1 过程平均值	25315	-1.27
		工况2 过程最大值	25462	-0.69
		工况2 过程最小值	25080	-2.18
		工况2 过程平均值	25049	-2.30
第4次	26680	工况1 过程最大值	26836	0.58
		工况1 过程最小值	26655	-0.09
		工况1 过程平均值	26290	-1.46
		工况2 过程最大值	26836	0.58
		工况2 过程最小值	26255	-1.59
		工况2 过程平均值	26290	-1.46

表6 湘AP8556四轴车静态测试表

单位: kg

试验次数	电子汽车衡显示值		智能称重装置监测值		相对误差 (%)	
	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后
第1次	39100	39200	38744	38740	-0.91	-1.17
第2次	35800	35940	35631	35256	-0.47	-1.90
第3次	33820	33760	33484	33545	-0.99	-0.64
第4次	29880	29860	29444	29209	-1.46	-2.18

表7 湘AP8556四轴车动态测试表

单位: kg

测试次数	电子汽车衡显示值	需记录的测试值	智能称重装置监测值	相对误差 (%)
第1次	39100	工况1 过程最大值	39188	0.23
		工况1 过程最小值	38304	-2.04
		工况1 过程平均值	38701	-1.02
		工况2 过程最大值	39126	0.07
		工况2 过程最小值	38309	-2.02
		工况2 过程平均值	38805	-0.75
第2次	35800	工况1 过程最大值	35964	0.46
		工况1 过程最小值	35049	-2.10
		工况1 过程平均值	35509	-0.81
		工况2 过程最大值	35746	-0.15
		工况2 过程最小值	35696	-0.29
		工况2 过程平均值	35273	-1.47
第3次	33820	工况1 过程最大值	34262	1.31
		工况1 过程最小值	33062	-2.24
		工况1 过程平均值	33417	-1.19
		工况2 过程最大值	33683	-0.41
		工况2 过程最小值	33144	-2.00
		工况2 过程平均值	33260	-1.66

测试次数	电子汽车衡显示值	需记录的测试值	智能称重装置监测值	相对误差 (%)
第4次	29880	工况1 过程最大值	29761	-0.40
		工况1 过程最小值	29194	-2.30
		工况1 过程平均值	29292	-1.97
		工况2 过程最大值	29761	-0.40
		工况2 过程最小值	29204	-2.26
		工况2 过程平均值	29292	-1.97

表8 湘AG3623六轴车静态测试表

单位: kg

试验次数	电子汽车衡显示值		智能称重装置监测值		相对误差 (%)	
	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后
第1次	37960	37960	38096	37580	0.36	-1.00
第2次	42920	42940	42972	43105	0.12	0.38
第3次	47780	47780	47509	47255	-0.57	-1.10
第4次	52720	52740	52685	52765	-0.07	0.05

表9 湘AG3623六轴车动态测试表

单位: kg

测试次数	电子汽车衡显示值	需记录的测试值	智能称重装置监测值	相对误差 (%)
第1次	37960	工况1 过程最大值	38474	1.35
		工况1 过程最小值	37088	-2.30
		工况1 过程平均值	37749	-0.56
		工况2 过程最大值	38900	2.48
		工况2 过程最小值	37130	-2.19
		工况2 过程平均值	38087	0.33
第2次	42920	工况1 过程最大值	42620	-0.70
		工况1 过程最小值	41974	-2.20
		工况1 过程平均值	41931	-2.30
		工况2 过程最大值	42442	-1.11
		工况2 过程最小值	42281	-1.49
		工况2 过程平均值	42011	-2.12
第3次	47780	工况1 过程最大值	48205	0.89
		工况1 过程最小值	46798	-2.06
		工况1 过程平均值	46814	-2.02
		工况2 过程最大值	47666	-0.24
		工况2 过程最小值	46626	-2.42
		工况2 过程平均值	47029	-1.57
第4次	52720	工况1 过程最大值	52142	-1.10
		工况1 过程最小值	51900	-1.56
		工况1 过程平均值	51769	-1.80
		工况2 过程最大值	52142	-1.10
		工况2 过程最小值	51990	-1.38
		工况2 过程平均值	51769	-1.80

备注:

1. 相对误差为 $\left[\frac{(\text{智能称重装置监测值} - \text{电子汽车衡显示值})}{\text{电子汽车衡显示值}} \right] \times 100\%$ 得出;
2. 动态测试中电子汽车衡显示值为动态试验前数据;
3. 此次测试采用“盲测”的方式。测试车辆从实际作业车辆中随机选择4辆并随机装载真实货物(砂石料等)。

2.5 实验数据分析

对安装了LY-T9车载智能动态称重装置的具有代表性的2轴、3轴、4轴、6轴重型载货汽车进行了试验测试,从动态试验数据来看,所有动态实测数据的最大相对误差没有超过 $\pm 2.5\%$,此设备可能满

足源头治超或者大件运输称重的需求。

3 结语

本文基于重型货运车辆超载和大件运输的情形,从LY-T9车载智能动态称重的原理、车载智能动态称重方式与实验过程等方面详细研究了车载

智能动态称重技术，验证了车载智能称重系统在不同车速情况下的实时称重数据，实现了车辆硬件数据的实时采集、处理、传输，验证了本系统的准确性、合理性、可靠性。

针对车载智能动态称重远程监管的需求，着重开发远程监控软件，综合运用传感技术、卫星定位技术、通信技术和网络技术，将车辆的重量信息与实时定位信息通过无线通信模块传送至远程监控系统平台，实现车载数据采集系统与远程监控系统的远距离双向透明传输，让信息的传递更加准确、高效。在数据分析的基础上进行实时决策，使验证系统具备车辆实时称重、轨迹跟踪、远程控制标定、信息显示、数据统计、分析反馈等功能，进一步满足物流车企的自治需求，为交通管理部门对车辆超载智能化管理、混凝土生产和物流等企业实时获知车辆状态、载重吨数、装载率等一系列数据，自动识别载重装卸货时间提供技术支撑^[5]。

参考文献

[1] 王彤, 车载智能动态称重技术应用研究运输经

理世界. 2021(15).

[2] 毛益佳, 潘芳. 公路车载智能动态称重系统设计及开发研究运输经理世界. 2021(08).

[3] 汪清卿. 基于智能算法的车辆动态称重系统研究硕士电子期刊出版. 2006年第09期.

[4] 袁伟明, 王韬. 基于物联网的车载称重系统研究智能城市. 2021,7(24).

[5] 颜全哲, 卓卫东等. 利用动态称重技术的福建省重载高速公路车辆荷载模型福州大学学报第49卷第3期.

作者简介

罗检民，湖南省计量检测研究院衡器所所长，高级工程师，法定机构二级考评员、中国衡器协会技术专家委员会委员、全国衡器技术委员会委员、中国计量测试学会质量专委会委员、湖南省检验检测产业创新联盟第一届专家技术委员会专家、长沙市科技项目评审（评估）专家。研究方向：计量检测技术。