

PKV-100 型装载机电子秤存在的问题及改进

张玉东

西安铁路局科学技术研究所，西安 710054；

【摘要】 本文分析了 PKV-100 型装载机电子秤设计上存在的问题，结合铁路货运计量管理的要求提出改进方案，经改进形成了新一代智能化 PKV-300M 型产品，使装车操作更加方便、快捷，更好地满足了铁路货运装车计量要求。

【关键词】 装载机电子秤 计量 问题 改进

1 引言

近年来，随着装载机电子秤在我国铁路货运装卸系统的大量应用，对装车数据的准确性和可靠性要求越来越显著，操作者则更加追求操作简便、效率更高、功能丰富实用、适应环境能力更强的产品，设计原理及其结构应满足量值准确的要求，实现的计量方式要与铁路实际相适应。PKV-100 型装载机电子秤自 2003 年在中国铁路行业应用以来，在准确性、稳定性方面基本满足铁路货运计量技术要求，2007 年 10 月关于装载机电子秤的部门计量检定规程《铁路用轮式装载机装载量检测仪》开始实施，铁路计量技术机构开始对装载机电子秤进行检定，检定合格的装载机电子秤单次和累计测量准确度等级分别能够达到 2 级、1 级，但产品在实际应用中存在操作方式不完全适应现场使用条件等缺陷。

芬兰 TAMTRON 公司针对铁路部门近年来提出的改进方案，对产品做了有效的改进，形成了新一代智能化 PKV-300M 型产品，并于 2014 年在西安铁路局获得应用。该项产品的技术在欧洲和中国申请了发明专利，2015 年在太原铁路局投入使用。改进后的装载机电子秤更加适应了铁路现场作业要求，保证了铁路运输安全生产。

2 工作原理

2.1 系统原理

装载机电子秤的工作原理是通过测量液压活塞两端的压力差，运用数学模型软件将压力差转换为重量信号，在铲装物料和连续提升的过程中进行称重。它是对预定的散装物料自动称量的自动衡器。通过动态称量的方式，在称量过程中能自行指示单次重量、累计总重量，装载机电子秤在装载机行进中完成称量的特有功能，适应在不能使用固定电子衡器的货场、建筑工地等场合。装载机电子秤可以用于轮式、履带式装载机，它主要由承载器、液压传输装置、位置传感器和动态称重显示器等组成，一般具有打印装置等。

2.2 举升过程分析

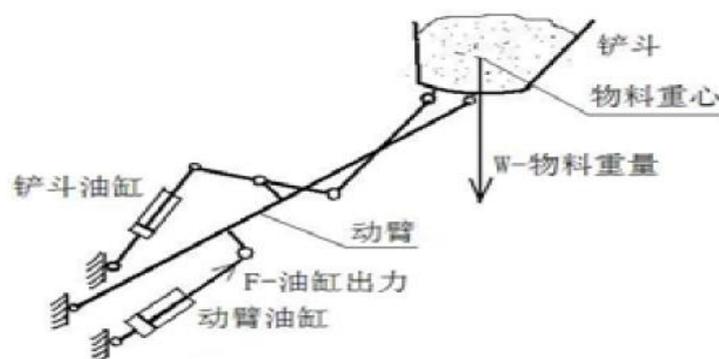


图1 装载机动臂举升示意图

图1为装载机动臂举升示意图，结合图2所示，受动臂提升角度和装载机本身所在位置倾角变化的影响，所称物料重心与装载机举升油缸的压力值（油缸液压压力）都会产生变化。在动臂举升过程中由于动臂举升角度的变化，铲斗内物料的重心位置会发生前后倾角的变化，铲斗内的物料质量 W (kg) 不变，但受分力的影响，油缸出力 F 值 (N) 却会发生变化。装载机在有前倾、后倾角度约 $0^{\circ} \sim 13^{\circ}$ （装载机安全作业角度）左右范围内进行举臂称重时，货物的重心受分力影响会产生位移。

依据杠杆原理，重心前移会造成油缸出力 F (N) 值增大，反之则 F (N) 值会减小。因此，在整个系统中还需要安装“角度传感器”来对装载机车辆本身和动臂的各种角度以及位置进行补偿，同时也需要在铲斗处安装位置传感器来对货物重心的位置进行限定或跟踪。

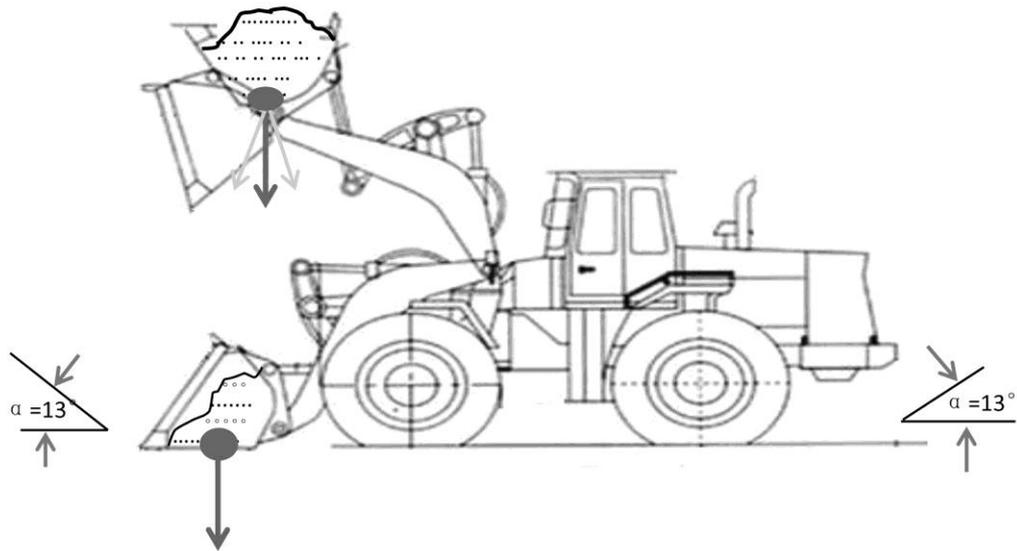


图 2 铲斗重心变化示意图

PKV-100 型装载机电子秤设计中，不但需要安装用于角度补偿的角度传感器，还需要固定采集测试数据的称重区间，将在称重区收集到的信号加以运算和补偿，确保采集数据的稳定和可靠，此类设计虽然可以使测量设备在称重中的数据达到精度要求，但由于固定称重区限定了举升角度范围和工作方式，不便于现场操作。

3 系统组成

装载机电子秤一般由三大部分组成（以 PKV-100 型为例）：（1）两只压力传感器：用来测定装载机液压系统的压力变化；（2）两只位置传感器：当动臂举升地面后在达到采样角度和采样空间时，对液压数据进行采集；（3）车载称重显示器：对称重数据进行计算，并在称重显示器的显示屏幕上显示出称重结果。

4 铁路货运计量要求及主要技术参数

4.1 铁路货运计量要求

（1）根据铁路货车超偏载检测装置运用管理办法相关规定，铁路货车装的散装货物不得大于货车容许载重量 5t。铁路超偏载检测装置检测的货车超载分为严重、一般分两级，作为行车事故分析的依据。大于货车容许载重量 5t、不超过 10t 为一般超载，大于货车容许载重量 10t 为严重超载。用于对铁路货车装车计量的装载机电子秤应满足以上规定。

（2）装载机电子秤应尽量消除司机使用中因操作停顿、变换档位引起提升速度的变化和车辆行进时的颠簸对称重结果的影响。

（3）通过仪表自动完成称重和累计工作。在非连续装车的情况下，仪表可提供多

个车厢的同时装载供操作人员任意切换目标车辆，司机在称重过程中无论是动臂或是车辆都无需停顿，保证连贯的提升和倾倒。

(4) 仪表的累计计量方式为，提升到测量稳定高度以上翻斗累计。测量稳定高度可由调试人员根据现场的实际情况来设定，在未达到测量稳定高度时打开或关闭翻斗仪表不会累计数据，但可以显示出翻斗内的现有重量。

4.2 主要技术参数

(1) 称重显示器分辨率 (Image resolution): 320x240 ; (2) 显示分度值: 10kg、20kg、50kg; (3) 准确度等级: 达到 JJG(铁道)195-2007 检定规程规定的准确度等级, 单次测量准确度等级达到 1、2、5 级, 累计测量准确度等级达到 0.5、1、2 级; 或达到 OIML Y(b) 级; (3) 工作电压: (9~30) V DC; (4) 工作温度范围: (-30~+50) °C; (5) 传感器测量范围: 0~35Mpa (6) 根据装载机车型、参数不同, 装载机电子秤单次最大称量范围为: (5~10) t。

5 存在的问题及改进方案

5.1 PKV-100 型装载机电子秤存在的问题

(1) 电子秤的称重区所在位置通常固定在图 3 中的 a~b 之间, 一般称重区间 α 角度范围在 $\alpha = 5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 内。装载机称重时受称重区域范围的限制, 在高站台或装车高度较低的情况下, 司机的称重操作就会很不方便, 操作中容易出现错误或者因为动臂提举的太高倒料造成货物的遗撒。

具体操作: 高站台装载时司机需要将动臂举过称重区称出翻斗内物料的重量, 然后为避免倾倒时的遗撒将动臂降低后再倾倒, 如此的操作不但麻烦、耽误时间而且在操作中还容易引发错误数据的产生。

(2) 受固定称重区范围的影响, 在动臂经过称重区时应尽量保证油门平稳, 特别是在颠簸路面上行进中称重时, 如刚好在动臂经过称重区电子秤采集数据时, 装载机有过度的颠簸、倾斜或司机因变换档位而造成油门间歇, 电子秤很有可能判为无效操作从而要求重新提举称重。为避免数据采集时的干扰, 在使用中应尽量避免行进中称重。

(3) 受装载机工作时液压系统变化和司机作业时操作习惯的影响, 称重区 α 不能够定得太低。

(4) 最后一斗目标重量称重时, 为获得目标重量需在料堆处重复提举。方法为: 在料堆处将动臂举起以称出翻斗内的物料重量, 而后将动臂降至称重区以下根据司机的经验预估倒出, 再次提举确认翻斗内的重量为可接受的重量值, 然后再往火车车厢内倾

倒物料完成装载。

(5) 电子秤在发生错误称重或报警的情况下司机必需在打开翻斗倒料前，降下动臂重新提举以消除之前的错误警报或错误数据，否则将会影响到累计重量的准确性。

(6) 针对不同的用户和管理者而言，仪表的打印、输入和报警等功能还有欠缺。

5.2 改进方案及效果

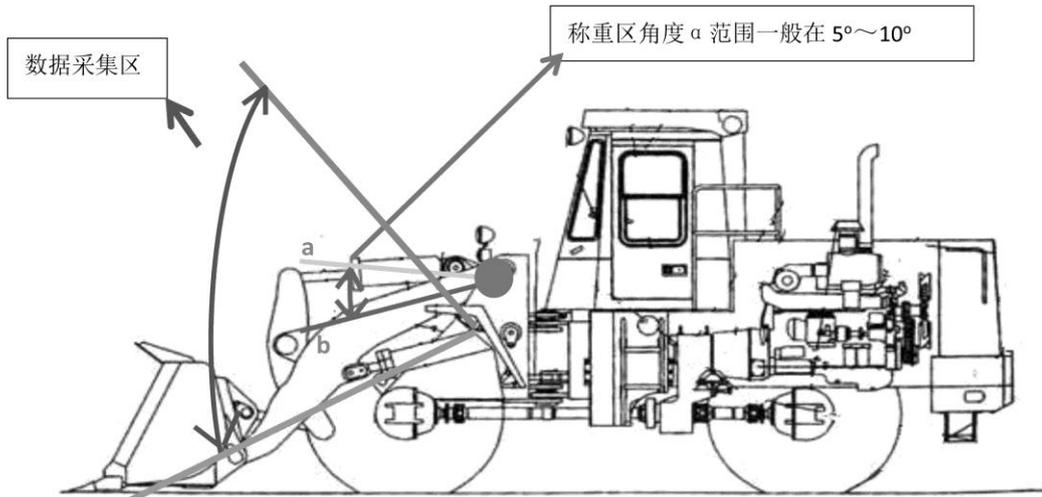


图 3：数据采集区与称重区示意图

5.2.1 改进方案

针对以往产品的不足，改进后设计的 PKV-300M 型装载机电子秤在部件设计和操作方式上的变化见表 1、表 2：

(1) 部件上的改进

表 1 部件改进对照表

序号	PKV-100 型装载机电子秤	智能 PKV-300M 型装载机电子秤
1	液压传感器 2 只	液压传感器 2 只
2	固定位置传感器 2 只	角度位置传感器 2 只
3	连线盒	单片机电脑
4	模拟信号线传输	数字信号线传输
5	单片机程序仪表	带操作系统的数字仪表

(2) 操作方式的改进

表 2 操作方式改进对照表

序号	改进项目	PKV-100 型装载机电子秤	智能 PKV-300M 型装载机电子秤
1	称重区间	固定称重区间：一旦区间固定好后不可改变。受装载机液压系统和仪表程序影响，称重区间不能定得太低。通常定位在前后轴水平位置。	称重区间 α 不变但位置可变：称重区间在数据采集区内（图 3）变化，针对低位的错误数据或不好的数据系统自动滤除。高站台的情况下，调试人员可将称重区的位置降至前后轴水平以下。
2	提举方式	装载机停稳后再提举称重。	称重时无需停车可直接提举。
3	目标重量	最后一斗目标重量采集时，先将物料铲到斗内而后在料堆处提举观察重量，而后将翻斗降至称重区以下，倒出多余的物料，再次提举确认翻斗内是可接受的重量。	最后一斗目标重量采集时，当司机在铲料时仪表上有数据的显示。司机在铲料后收回翻斗时就可以准确的看到翻斗内物料的重量，司机可根据仪表上显示的数字添加或倾倒，重量确认后直接将车辆开至车厢旁提举即可。
4	错误提示	操作中如有错误提示发生必需重新提举并降下动臂消除错误警报，否则会影响累计数据引发错误。在打印出的票据上会有负数的产生。	操作中消除错误警报的提示，打印出的票据上无负数的情况。
5	显示器界面、键盘	英文界面、键盘操作，70x60mm 液晶显示屏带背光	中文界面、键盘与触摸屏操作，198×194 彩色显示屏带防眩光设计。
6	接口	无外接口、无拓展功能。	3 个外接 USB 口可用于数据转存和其它外接拓展功能。
7	车厢切换	不支持非连续装车。	支持多个车箱的同时装载和非连续装车

序号	改进项目	PKV-100 型装载机电子秤	智能 PKV-300M 型装载机电子秤
8	快捷键	无快捷键功能，操作需手动逐步操作。	添加快捷键功能，针对司机常用功能可通过快捷键一步完成。
9	打印功能	仅打印累计重量。	可同时打印单次和累计重量，或设置为只打印累计重量。

5.2.2 改进效果

(1)如图 3 所示，由于数据采集的区域范围广（接近动臂的全部举升空间），在举臂的过程中电子秤一直在针对数据采集、计算和补偿，同时滤掉错误的数据和信息。遇有车辆颠簸、速度变换或加减动臂提升速度时，程序将根据情况自动进行调节，减少了错误数据的产生和报警。

(2)由于多只角度传感器的应用，便于车辆在坡路行驶中称重时进行角度补偿。前后倾角的最大补偿值可达到 12.5°，左右倾斜补偿值达到 5°，接近装载机作业时的安全范围。

(3)程序上的修改，使得装载机在最后一斗目标重量获取时不必再像以往一样重复提举。装载最后一斗目标重量时，在铲料后司机只需将翻斗提升少许就可以读出此时斗内的重量，既可以根据经验倒出多余的物料，也可以通过仪表上显示的数字观察倾倒物料的情况（在倾倒物料的同时仪表上会有剩余重量的显示），然后将装载机开到车厢前提举即可，省却重复提举的麻烦，提高了工作效率。

(4)可根据站台的高度或现场的实际情况，在调试时设定测量稳定高度值，从而避免称重区过高影响装车。

(5)针对未倾倒干净或粘黏在翻斗内的物料，在动臂降下时程序将自动从累计重量中将其扣除，累计重量不会因为物料粘斗而产生误差。

(6)称重显示器程序中的“信息项”中大多已由厂家在出厂时预先设定好，司机在使用中可以通过快捷键的方式调阅和使用。

(7)通过车载单片机的使用，电子秤将以前的模拟信号传输改为数字信号传输，防止了模拟信号在传输过程中受外界电磁的干扰；称重显示器设置有密码权限，为不同级别的用户设定不同使用权限。以上措施提高了防作弊效果。

(8)仪表增加了外接拓展空间和辅助功能，可通过 USB 接口外接蜂鸣器、U 盘、视频

监控系统，或将仪表升级为无线传输的设备。辅助管理的“燃料报告”功能更可以帮助车队管理者获取更多车辆运行状况的信息。

(9)改进后的装载机电子秤经现场检定，单次测量准确度等级符合 1 级，累计测量准确度等级符合 0.5 级。考核用 PKV-300M 装载机电子秤计量所装散装物料的铁路货车，从铁路超偏载检测装置检测的数据来看，均在货车容许载重量范围，更好地满足了铁路货运计量要求。

6 参考文献

- 【1】 JJG(铁道)195-2007 铁路用轮式装载机装载量检测仪【S】北京 中国铁道出版社，2007.
- 【2】 GB/T 31704-2015 装载机电子秤【S】北京 中国标准出版社，2015
- 【3】 梅雪峰,李文瑞,闫永升.装载机电子秤【J】东莞,称重科技, 2014. 4.
- 【4】 张玉东.对轨道衡和超偏载检测装置最大允许误差的探讨【J】北京,铁道技术监督, 2013. 10

作者简介：张玉东，男，汉族，1967 年 11 月出生，河南省民权县人，工程师，在铁路计量技术机构从事力学专业衡器项目计量技术工作。