

从我国自动衡器技术进程看我国电子衡器的发展方向

上海大和衡器有限公司 陈日兴

摘要: 本文从我国自动衡器的发展的不同历史阶段开始, 分门别类地简要论述了我国自动衡器的技术发展, 尤其是现状和今后的展望, 文中既说到了由于发展进步而欣喜的一面, 也谈到了不足之处, 更谈到了今后的展望, 从中也可看出我国电子衡器的今后发展的方向, 以期我国衡器同行读后有所启发。

1. 概述

众所周知, 在衡器的大概念上, 凡带有电子装置的衡器均可称为电子衡器。而从自动衡器的概念理解上, 我们可以认为凡是在称量过程中不需要操作者干预, 按照预定的处理程序自动工作的衡器, 均可以认为是自动衡器。从衡器技术的发展来看, 自动衡器应该是电子衡器中最重要的一员。

就自动衡器而论, 既包括了我们通常所称的“在称重过程中, 被计量物与称量承载器有相对运动”的动态自动衡器, 也包括“在称重过程中, 虽然被计量物与称量承载器无相对运动, 但是称重是按照预定的处理程序自动连续工作”的非动态自动衡器。自动衡器产品主要有以下几大类:

(1) 连续累计自动衡器: 主要产品有非定量皮带秤、定量皮带秤(包括定量给料机、耐压式计量给煤机、皮带式配料秤等)、核子皮带秤、冲量式流量计、螺旋给料秤、转子给料机、连续失重秤等。

(2) 自动分检衡器: 主要产品有重量分选秤、价格标签秤、车载称重仪等。

(3) 重力式自动装料衡器(料斗式): 主要产品有定量包装秤、智能组合秤、定量累加秤、减量秤、

定量配料料斗秤、定量液体灌装秤等。

(4) 非连续累计自动衡器: 主要产品有累计料斗秤、散粮料斗秤等。

(5) 动态车辆衡器: 主要产品有动态轨道衡(不同轨距)、不断轨轨道衡、单车溜放轨道衡、组合式轨道衡、动态汽车衡、动态轴重秤等。

回顾我国自动衡器的发展历史应该可以追溯到上世纪七、八十年代, 时值改革开放的大好时机, 中国衡器协会提出了“机械改电子, 手动改自动”的行业方针, 揭开了我国衡器工业发展的崭新的一页。我国自动衡器技术的发展就是伴随着: ①设备配套进口+②技术引进+③技术模仿+④自主研发+⑤技术创新, 而逐步发展起来的, 发展历程大致可以分为以下几个阶段:

第一阶段, 设备配套进口阶段

最初在上世纪六七十年代由于我国经济的发展的需要从冶金、石化、电力、建材、铁路等系统, 在成套系统进口的同时配套进口了相当数量的各类自动衡器, 其范围之广几乎包括了自动衡器的所有品种, 这对于此后我国自动衡器工业的自身发展奠定了基础;

第二阶段，技术引进阶段

到了八十年代由于改革开放的需要，我国在六五到七五计划期间，从轻工、机电部门共投资了近亿元人民币，分别引进了日本、美国等西方先进工业国的电子计价秤、电子皮带秤、电子汽车衡、动态电子轨道衡、计量给煤机技术，以及随后的散粮电子料斗秤、定量给料机、定量包装秤、智能组合秤、重量分选秤等电子衡器产品技术；

第三阶段：技术模仿阶段

此阶段是从上世纪九十年代中期开始的，对于外资企业来说主要是消化吸收基础上简单的结构尺寸的缩放，对于部分致力于自动衡器生产的国有、民营企业来说主要是对进口产品进行单纯的测绘模仿；

第四阶段：自主研发创新阶段

此阶段从本世纪初就已经开始，严格意义上说目前还处于开始的进行式。大部分外资、国有、民营的自动衡器生产企业为了更多占有中国自动衡器的市场份额，纷纷开始自主研发能适应中国市场的价廉物美的自动衡器产品，从申请发明与实用新型专利的数量上逐年递增就可以看出这一变化。当然专利要得到市场的认可还有较漫长的路要走。

以下就自动衡器产品分门别类地论述发展历程、现状和展望。

2. 连续累计自动衡器技术发展历程、现状和展望

连续累计自动衡器主要指皮带类的连续累计自动衡器，简称皮带秤。我国最早出现机械式非定量非定量皮带秤是在上世纪五十年代，而真正意义上的电子非定量皮带秤是在六十年代，当时由机械部北京起重运输机械研究所、营口仪器三厂联合研制生产了第一代电子非定量皮带秤，随后机械部上海工业自动化仪表研究所、太原工学院等单位也相继开发出全电子非定量皮带秤产品。

在七八十年代随着我国经济的发展与改革开放的需要从冶金、电力、建材等系统，在成套系统进口的同时配套进口了相当数量的各类皮带秤产品。此阶段比较突出的是上海宝钢集团在一期、二期项目引进的设备中配套进口了相当数量的日本大和衡器株式会社（Yamato）生产的非定量/定量皮带秤产品，由于该产品的质量稳定可靠赢得了我国市场的认可。

在七八十年代开始，机械部先后组织了营口仪器三厂从日本大和（Yamato）引进非定量/定量皮带秤整机产品技术；上海华东电子仪器厂美国梅里克(Melick)引进非定量/定量皮带秤整机产品技术；承德自动化计量仪器总厂与成都科学仪器厂从德国申克(Schenck)引进定量皮带秤整机产品技术；轻工部组织了徐州衡器厂从美国拉姆齐(Ramsey)引进非定量/定量皮带秤整机产品技术；电力部组织了沈阳电力修造厂从日本大和（Yamato）引进给煤机（定量皮带秤）整机产品技术成立了沈阳华电公司；从美国史道克(Stock)引进给煤机（定量皮带秤）整机产品技术成立了沈阳史道克公司；与此同时上海发电成套设备研究所、上海重型机器厂也相继引进或模仿了美国史道克给煤机技术。作为我国火力发电行业最关键的称重设备之一的耐压式计量给煤机的发展，代表了我国电子皮带秤产品技术已经发展到了一个更

高的台阶。

到了上世纪末本世纪初一批原国有企业与大专院校、科研院所由于体制问题从而分离出众多的民营企业，比较知名的如南京三埃、承德承申、徐州华能、徐州三元、山西新元等企业自行开发了各种皮带秤产品。在此阶段的合资企业如北京大和引进了日本大和 CFC-100 皮带秤仪表技术；上海大和在日方增资控股后全面引进了日本大和非定量/定量皮带秤包括耐压式计量给煤机用传感器、仪表与整机开发技术；徐州拉姆齐由合资转型民企成立徐州赛摩集团确立了引进后自行开发的机制。

目前在我国主要还是以非定量皮带秤、定量皮带秤两大类产品为主，其它非皮带类的连续累计自动秤，从数量上还不可能与上述两种产品相抗衡。但是连续失重秤、转子给料机、螺旋给料秤、冲量式流量计等多种形式的结构，开拓了连续累计自动秤的应用范围，特别是连续失重秤、转子给料机等产品突破了传统的动态称量模式，由瞬间称量转化为连续累计的称量方式，可大大提高结构空间，对于一些特殊粉料、粘料的连续累计的称量具有优势。

目前定量皮带秤已大量应用在散料连续配、给料计量的场合，是目前我国定量连续累计配、给料自动秤应用数量最多的产品，而且大有替代非定量皮带秤的发展趋势。

总体上说我国目前的非定量皮带秤、定量皮带秤的承重装置的结构形式还没有完全突破上述的几种类型。特别是一些非定量皮带秤的生产企业不在传感器、仪表、结构及控制系统上下力气，只追求数量，不求质量，目前有越做越滥的趋势，销售价在 2 万元以下一台的皮带秤比比皆是。机械结构粗制滥造，传感器、仪表的可靠性远不能满足现场恶劣环境的要求。目前针对不同现场恶劣环境的基础性测试与理论研究还缺乏实用性的突破。由于皮带秤的动态准确度受环境变化影响因素太多，应该客观地说，目前我国皮带秤产品的可靠性应用与研究与国外先进水平相比较还是相当落后的。

皮带秤的稳定性检测手段，一直是困扰和阻碍我国皮带秤使用准确度的制约因素。上世纪八十年代安徽铜陵建成的皮带秤试验基地，曾作为电力部皮带秤产品市场准入的整机性能测试的考评场所，但遗憾的是由于种种原因，早已废弃不用。近几年我国在物料模拟测试装置的研制上有所突破，取得了骄人的业绩。循环链码试验、空料段链码试验、物料砝码叠加试验均已经取得阶段成果，更接近不改变物料输送工况下自动地对皮带秤进行动态检验，但是大部分制造商和用户都忽略了一点，就是皮带秤使用的首次准确度确认必须由实物试验来确定。目前国内所研制的上述方法只能作为日常使用中的稳定性检验手段。较为可喜的是，一些富有远见的企业已经认识到这一问题的严重性，一个集现场各种不同使用工况的皮带秤智能化、自动化动态测试中心已通过省级验收。

目前新一代的非定量/定量皮带秤的计量规格范围朝着超小型与超大型方向发展。例如已有用于烟草、茶叶、食品原料计量的 70~150kg/h 流量甚至更小的小型输送机式定量电子皮带秤，以及用于大型原料码头的 8000t/h 超大流量的称重台式非定量电子皮带秤的问世，扩大了电子皮带秤的使用范围。

目前称重给煤机产品除了适用经济型的循环流化床用 40t/h 以下的计量给煤机正大量使

用外，大流量 100t/h、超大流量 220t/h 以上的给煤机的需求也日益增多。

目前一种由系列秤台串联组合的阵列式电子皮带秤已经问世，有望突破目前皮带秤产品标准的最高 0.5 级，达到 0.2 级水平，从而希望改写皮带秤无 0.2 级国际、国家标准的局面。

近来，各皮带秤生产厂都在组合式、在线校验、串联冗余设计秤台机构上下功夫，以期达到高可靠性的效果。当然从技术上是可行的，但要进一步考虑产品的性价比，使用户与市场能够接受。

适用于不同场合的超大倾角、可移动秤架、耐高温、耐压、防爆等特殊功能而同时保证准确度与稳定性的应用，是当今皮带秤的高新技术产品应用的发展方向。

一种分别利用激光和超声测距计算出被称物容积从而折算成输送流量的方法，通过安装在输送带上的激光或超声传感器对输送带上的物料进行连续称量的自动配料的激光皮带秤和超声波皮带秤已经问世，该种衡器的最大好处是既具备了核子皮带秤的非接触式测量，不受物料输送皮带振动、冲击、张力、跑偏、积灰等影响优点，又克服了人们对核子放射性物质辐射剂量恐慌心理。

一种将模糊控制理论应用于配料系统的方法有效地解决了定量皮带秤的控制准确度，进一步提高了系统的计量准确度和配料速度。定量皮带秤在集散控制系统（DCS）中的应用已经较为普遍。基于 CAN 总线的定量配料系统以及 PROFIBUS-DP/FMS/PA 总线、CCLINK 总线等分布式称重系统，也已广泛应用于各种定量配料系统。

我个人认为连续累计自动衡器最新发展课题还应该是在恶劣工业环境下，动态数学模型的建立与先进的数据处理方法，以期提高称重准确度的自适应能力，是提高我国皮带秤准确度与稳定性的根本方法。

3. 自动分检衡器技术发展历程、现状和展望

自动分检衡器是对预装分立载荷或散状物品单个载荷进行称重的自动衡器。其中用于自动重量分检功能的也可称为自动重量分选秤。自动分检衡器也可称为自动重量抓捕秤。

我国自动分检衡器产品的技术发展较晚。虽然在改革开放后一些石化企业投资项目引进的设备中配套进口了部分自动检重秤产品，但是总体上说，自动分检衡器对于我国来说还是相对陌生的。我国最早自行开发的分选秤产品可以追溯到 1998 年机械部北京起重运输机械研究所和北京贝斯特工业称重技术公司联合研制的大秤量 ZJC10/50 型自动检重秤采用了 OIML R51 的测试方法，其后一些国有、民营企业也都推出了各自的自动检重秤产品，但基本上都是秤量较大，一旦秤量较小则准确度较低的初级产品。

自动检重秤产品的真正的推广应在本世纪初中国国家质量监督检验检疫总局根据国际法制计量组织（简称 OIML）2004 年正式颁布的最新版 R87 国际建议《预包装商品净含量》的规定，在 2005 年修订发布了《定量包装商品计量监督管理办法》的第 75 号令。作为包装物流品质检测线上不可缺少的计量检测设备之一的自动重量分选秤的应用正式提到了议事日程。在此阶段先后有日本安立（Anritsu）、日本石田（Ishida）、日本大和（Yamato）公司的原

装产品打入了中国市场，上海梅特勒托利多(Mettler Toledo)公司最早在中国通过部分国产化逐步推出了系列分选秤产品。上海大和近年来也加快了引进全套日本大和技术的全国化进程。最近一些西方先进工业国的产品也开始进入中国市场，如德国赛多利斯(Sartorius)、德国碧彩(Bizerba)、美国赛默飞世尔(Thermo Fisher)等公司开始了部分国产化的进程。

近几年国内一些企业也开始了自主开发的工作，如广东海川、合肥正远、徐州赛姆等公司的分选秤产品。目前我国由于分选秤的规模化生产属于刚起步阶段，新的国家标准与检定规程正在与 OIML-R51 接轨制定中。国内一些老企业主要生产用于化工物流行业的大规格的重量分选秤，而对于小规格、超小规格的重量分选秤，由于技术难度较大、分度值太小，国内企业多数还处于模仿阶段，高精度的分选秤产品直至目前还是国外品牌一统天下。

目前我国自动分检衡器产品中，以自动重量分选秤(简称分选秤)最为流行。分选秤有检重与选别两种功能类型。但是无论检重或选别，分选秤都是一种对不连续的预装分立载荷按预先设定重量范围界限，检验被称物品重量的衡器。对不同重量的物品，根据标称设定差值进行选别。

分选秤检测对象有两类，一是预包装商品，另一类是无包装的物品。分选秤一般用在产品生产流水线上时，装在重力式或容积式自动装料机或灌装机之后，用于重量分选并剔除预先设定的不合格品，或用于被称物品重量分选的分等分级。该秤的称量准确度要高于重力式自动装料秤，对于同一等级的分选秤要比包装秤高出 15 倍。展望我国自动分检秤产品近期技术的发展主要如下：

由于自动分选秤产品用于包装物流在线品质检测线上，因此为达到最高的生产效率，要求产品本身的计量通过速度最高能到 300~400 次/min，最高选别精度能达到 0.2g (3σ)。

最新的分选秤产品已朝智能化方向发展，针对不同的被检物品的大小和计量速度，可自动决定最合适筛选及计量时间；当 ROM/RAM、A/D、光电装置、通讯等异常时，有提示并采取相应措施，实现自动调整、自我诊断功能；由于最新的分选秤产品具备了 ARC NET 及 ETHERNET 网络通讯功能，使得系统可以实现与前道工序的电脑组合秤集中控制，以及远程遥控操作及过程反馈控制。

近几年分选秤产品更趋向于小巧、多功能方向发展，金属检测、X 射线异物检测与分选一体化的重量分选秤已经问世。目前一般金属检测器可检测出 0.8~1.0mm 的金属异物，检测速度可达 40~60m/min。由于金属检测器不能检测出诸如毛发、线头、骨头、玻璃等异物，为此一种最新的 X 射线异物检测器应运而生，该设备除了能检测出铁、不锈钢球丝外，还能检测诸如毛发、线头、骨头、玻璃等异物。检测速度可达 65m/min。

近来世界各工业国又开始把重量分选秤的功能进步扩展到了仓储装箱自动化管理。一种集重量分选、装箱几何尺寸检测、射频自动识别编码、外形图像识别等技术于一身的集成化输送检测设备已经用于物流、运输管理系统。

车载电子秤是指在装载车上安装了称量装置，车辆在运行中可实现称重的过程。各种形式的车载电子秤主要有抓斗车载电子秤、翻斗车载电子秤、环卫垃圾车载电子秤、叉车电子

秤、吊臂式车载电子秤、轮式装载机电子秤等产品，由称重过程是按照预定的处理程序自动连续工作的，因此都属于自动重量抓捕秤的范畴。

4. 重力式自动装料衡器技术发展历程、现状和展望

重力式自动装料衡器是目前我自动衡器产品中，品种分类较多的一种，技术也相对较为成熟。特别是前几年国内的一些外资企业先后引进了新技术和新产品的国产化，缩小了与国外先进水平的差距。

我国定量包装秤的发展是从包装秤的设备引进开始的，最初在上世纪六七十年代由于我国经济的发展的需要从石化行业开始在成套系统进口的同时配套进口了相当数量的各类自动包装秤。其中较为典型的是作为国家重点投资项目的上海金山石化总厂引进了日本大和的吨袋、重袋包装称重系统拉开了我国定量包装秤应用的序幕。

八九十年代作为轻工部的重点骨干企业的长沙衡器厂开始了重力式自动包装秤的开发与批量生产。商业部郑州粮食科学研究设计所开发的粉料定量自动秤产品开始用于粮食、饲料等行业。此阶段引进国外技术二次开发的衡器厂家有常州托利多、上海大和等合资公司。特别值得一提的是九十年代末到本世纪初的世界银行贷款的国家粮库招标项目中，先后有众多的国有、外资、民营企业中标生产了 50/100kg 粮食定量包装秤产品，例如国有、民营企业的济南金钟、无锡耐特、成都科发、华东电子仪器等，外资企业有常州托利多、上海大和等。

同样在本世纪初，由于一批国家食品安全卫生与预包装净含量管理规定的出笼，多头电脑组合秤产品应运而生。食品生产厂家为满足顾客对包装外观及卫生的要求，需要有操作简单，具有自动定量称量功能，能对各种不均匀颗粒与块状物品实现精确、高速计量的衡器。在世界上已有多斗式称量方式，通过计算机对称量斗实现智能化随机组合的电脑组合秤产品能实现上述要求。此阶段比较有代表性的是日本石田、日本大和生产的组合秤产品。其中日本大和衡器株式会社早在 1986 年销往中国的第一台电脑组合秤在沈阳安装结束投入运行。日本大和从 1998 年开始对上海大和增资控股，全面引进组合秤国产化技术。日本石田在 2000 年在上海成立了独资公司，加快了组合秤技术引进的步伐。与此同时，一些卓有远见的国内企业也开始瞄准了这个产品领域的模仿开发，比较典型的企业有广东海川、广东科迪、江苏仪一等公司。其中广东海川公司的产品通过近几年的批量生产在价格销售上具有较大优势，目前已批量出口国外。在装料类重力式自动秤中，智能组合秤是我国衡器行业中新近发展起来的一种智能组合型定量自动包装衡器。从智能组合秤的发展可以典型地看出我国 21 世纪最具潜力自动衡器的发展方向。

从重力式自动衡器的使用角度看，可大致分为装料类与料斗配料类两种。在料斗配料类重力式自动秤中，机械结构上目前没有太大的突破，但是随着计算机与网路技术的发展，目前在配料称重系统的应用中发展得较快，各种基于工业现场总线、网络技术的配料称重系统应运而生。

展望我国重力式自动秤与智能组合秤近期技术发展有以下内容：

目前最新型式的智能组合秤，除了采用双秤、带记忆斗、称重头数多达 20 的各种结构型式。新机型可满足卸下 1-2 个秤斗清洗而无须停机、无须重新设定。用于食品计量的安全卫生标准完全达到了美国宇航局的 HACCP 标准。

智能化数字称重传感器的应用，具有数据信号处理前沿技术的 DSP 的即时快速处理数据，使得智能组合秤的应用如鱼得水，集高新技术于一身的产品，毫无疑问可摘得自动衡器的高技术的桂冠。

物料特性的变化是制约重力式自动装料秤准确度提高的关键，目前国外先进自动装料秤企业均有专用的物料特性试验室。除了测试物料的各种流动特性外，还可模拟实际结构测试动态输送流量，从而调整设计结构。我国目前只有少数企业具有此类试验装置和场所，而且与国外同类装置相比还存在一定的差距。尽快建立完善的物料特性试验装置和场所是发展自动装料衡器的有力手段。

新一代粉体专用多头智能组合秤，采用专用振动盘、专用防漏型供料计量斗、专用下料角度机架和溜槽。计量物料除了适用于各类均匀/不均匀的固体颗粒外，也可适用于各类粉体（包括食品行业用食品添加剂、米粉、面粉、咖啡、奶粉，日化行业用洗衣粉等）的计量。该装置具有密封性好、称量速度与称量准确度高的特点。

针对我国速冻食品发展需要的整机防水型智能组合秤，最近也已通过国家防护等级测试，达到整机防尘密封、整机防水喷射的性能要求。

国外最新系列的智能组合秤,包装 60g/袋装物料为最松泡的油炸土豆片的最快速度已可以达到 140 包/分钟；一般颗粒的总计包装速度可高达 240 包/min 甚至更高；近几年一种以最新理念设计的最新智能组合秤的最高速度已超过了 400 包/分钟；一种超小秤量的智能组合秤，分度值可达 0.01g。

自动装料秤的自我调整数据，自适应、自诊断。称重仪表本身可同时记忆 100 种品种的配方重量，如果与上位计算机连接，可实现条形码设定、混合产品同步计量等功能。与上位计算机联网后，可实现同时操作 32 台电脑组合秤。称重仪表采用一台可同时控制 2 台秤的工作。为了达到用户 24 小时不停机工作的要求，又能做到每天清洗与物料接触的粘料内壁。

自动显示电机动作正常与否；触摸式显示器能同时判断本身的正常与否；自动显示重量准确与否；

自动显示打印机动作正常与否；自动显示局域网正常与否；自动检查记忆模块正常与否；A/D 转换自动监视；称重传感器波形监测；自动显示某称量头的故障，自适应调整数据，不间断工作。

5. 动态车辆自动衡器技术发展历程、现状和展望

动态车辆自动衡器主要包括动态轨道衡和动态汽车衡两大类产品。综观我国动态轨道衡技术的发展，可以分为以下几代产品的发展历史：

第一代：可以追溯到上世纪七十年代，由化工部第四设计院开发的我国第一代动态轨道

衡深基坑产品在湛江化工厂投入运行，开启了我国动态轨道衡发展的起点。

第二代：到了七十年代末期，机械部天水红山试验机厂在吸取了英国先进技术基础上研制的我国第二代低外形整体吊装秤台的动态轨道衡在东北阜新电厂通过了部级新产品鉴定。该阶段先后有中国计量科学研究院研制的动态轨道衡在上海第五钢铁厂投入运行；承德自动化仪器总厂研制的动态轨道衡产品在沙河电厂通过了鉴定；武汉衡器厂引进了美国拉姆齐公司的动态轨道衡技术。

第三代：最值得一提的是八十年代中期由机械部组织由天水红山试验机厂、湖南大学、苏州仪表元件厂以及铁道科学研究院标准化所组成的部级科研攻关小组，成功研制了我国第三代运用无开关识别技术的 0.2 级高精度双台面微机动态轨道衡产品，使得我国动态轨道衡技术开始迈入赶超世界先进水平的道路。

第四代：进入本世纪以来，我国在动态车辆称重技术上又进一步朝着缩小与国外先进水平差距的方向发展。例如第四代的无秤台技术、不断轨新技术、车号射频识别技术产品的应用步伐进展很快，第四代产品较为典型的生产企业如铁科院路通公司、东方雷诺及华衡、长沙传感器技术研究所等产品。

在动态汽车衡方面，本世纪初随着我国公路车辆超载超限规定的实施，各省市的公路交通部门纷纷上马动态轴重秤产品。因而一批动态轴重秤的国有、民营及外资生产企业如雨后春笋般地涌现。但总体上还没有突破传统电阻应变式传感器秤台的形式。

较为可喜的是，近几年新技术的应用，例如高速压电晶体传感器的理论分析，基于互联网技术的分布式称重系统，光纤传感器结合 DSP 数据处理系统已应用于我国公路管理称重系统中，高速、高精度的动态数据处理技术的研究正逐步趋于实用阶段。但就总体而言，目前我国动态车辆称重衡器产品还存在着诸多的弊病，从而制约了动态车辆衡器的高端产品与国际接轨和发展。具体表现如为：低价位产品竞争，使企业过多地追求数量，现有的动态电子衡器，忽略了技术与工艺的先进性，市场缺少高端技术产品；高速动态称重技术的研究与应用，缺乏占领技术前沿的开发能力、功能不全、稳定性较差；缺少高质量、高可靠性、高端技术的高速动态称重仪表；缺少快速动态响应的高精度称重传感器，造成高速动态称重技术无法突破；高速动态理论基础研究不扎实，目前多数还停留在实验阶段，缺少先进实用的高速、高精度的动态数据处理应用软件技术；由于动态检测手段不齐全，造成标准、规程的执行无法与国际接轨，更谈不上产品技术赶超世界先进水平。

例如我国目前还仅局限于采用标准检衡车对动态轨道衡和动态汽车衡进行检定，而不能按照 OIML R106 要求对实际整列火车在列重称重运行条件下测试每节车的重量；还不能按照 OIML R134 要求包括各类悬挂型道路车辆的不同车型、变速状态、不同路面状况条件下完成动态重量测试；动态称重计算机软件系统在使用中无有效的监测手段，造成检定前按标准车修正的现象较为普遍，无法真实反映衡器的使用可靠性。

展望我国动态车辆称重技术的发展如下：

用于高速公路计重收费系统的公路动态称重仪表采用国际先进的动态称重技术

(WIM)、车辆自动识别技术 (AVI)、自动车辆分类技术 (AVC)、动态称重数据高速采集与处理技术 (DAQ) 与高速公路电子票据收集系统 (ETC) 实现无缝链接的集成化控制和检测系统。仪表配以嵌入式 RFID(射频识别)视频采集、车型检测、牌照识别、识别结果传送联网通讯适用于 Internet 网、局域网、MIS 网络化管理,从而实现目标的自动化管理功能。

近年来,美国在高速公路超载超限管理方面一直走在世界的前列。一种 AVC 自动车辆分类系统 (Automatic Vehicle Classification System) 在美国的高速公路上已较普及。一种 ETC 高速公路电子票据收集系统集自动捕捉超载超限,自动收费与罚款于一体,目前在日本与欧美已很普及。

高速动态轨道衡称重仪关键技术及装备研究重点是引入嵌入式设计理念,采用先进的远程控制与诊断技术、图像处理、模式识别和人工智能技术。自动动态称重波形绘制及数据分析、自诊断车速补偿。动、静态称量自动转换。嵌入式车号识别软件与高速采集与处理技术 (DAQ) 的应用。该仪表开发成功可同时获得车辆的重量、速度、车号数据。动态车速达到 50km/h,动态称重准确度保持在 $\pm 0.5\%$ 以内。

传统的电阻应变式称重传感器由于其动态响应较慢,已跟不上高速动态称重场合。所以弯板式、振弦式、电容式(垫板式和条式)、光纤条状、压电陶瓷、共聚物压电薄膜式、压电石英晶体式等多种形式称重传感器相继问世。在上述各类传感器中,石英晶体传感器、光纤传感器以其频率响应宽、动态称重速度快、称重信号稳定的特点尤其受到青睐,在国内外已有在实际现场安装应用的介绍。

动态称重是一项比较复杂的技术,其中数据处理是目前国内、外动态称重研究的重点。目前大多采用傅立叶分析与均值滤波法、非线性最小二乘法优化理论法、扩展卡尔曼滤波法、小波理论分析法、以 FPGA 实现的 FIR 低通数字滤波法、参数估算法、EMD 经验模分解法、矢量量化与自适应修正算法等。目前首要解决的是从模型仿真的实验阶段发展到真正的实际应用阶段。通过分解逐步将称重信号中的动态分量分离出来,从而得到反映真实轴重的稳态值。

结尾与展望

纵观我国自动衡器技术发展历程,可以从一个侧面看到我国电子衡器从上世纪七八十年代以来,中国衡器工业在贯彻“机械改电子,手动改自动”的行业发展既定方针上所走过的道路以及今后还将继续迈步的金光大道。笔者认为我国自动衡器乃至电子衡器各制造厂商与研发机构除了应开发出性价比更好的电子衡器产品外,应更加抛开低价位的、低质量的、无序的、恶性竞争局面,紧跟世界电子衡器最新发展潮流,三高(高速、高精度、高性能),三化(自动化、集成化、网络化),以期开创我国电子衡器技术大发展的新里程碑。

作者简介：陈日兴，上海大和衡器有限公司 历任职总工程师、技术部部长，享受国务院政府特殊津贴专家，研究领域：电子衡器产品开发与计量技术。国内外发表技术论文近 60 篇。

通讯地址：上海市浦东新区庆达路 368 路 邮编：201201

Tel: 021-58975205

Email: crx8030@sina.com