

从“衡器”观念的变化看衡器技术进步

上海大和衡器有限公司 陈日兴

【摘要】 本文针对目前国内各行业对“衡器”产品存在着理解上的误区，提出了“衡器”观念的变化是随着社会经济技术的发展而不断更新的观点。特别是伴随着衡器的发展历程，不断赋予了“衡器”概念的新含义。从“计量衡器”发展到“控制衡器”，从“单路计量”发展到“多路冗余计量”，从“传统衡器”技术发展到“边缘衡器”技术，从而引出了“现代衡器”的系统概念。

【关键词】 衡器；观念；计量衡器；控制衡器；传统衡器；边缘衡器；现代衡器

一、概述

近来笔者多次参与衡器国家标准与国家检定规程的起草和审定，在与各行业用户技术交流过程中，发现往往有不少非衡器行业的厂商甚至衡器业同行与衡器计量技术机构都对衡器配置范围的界定问题提出了不同的看法，甚至某些非衡器行业的厂商对于衡器产品的国家标准的归口问题也提出了异议。不少业者认为只有称重传感器加承载器再加上称重仪表才能称之为衡器管辖范畴，离开了这个标准配置就不能称其为衡器。本人认为此观点起码是不够完整的。

下面首先谈一下，衡器产品国家标准的归属问题：

衡器在我国属于特定的计量仪器，具有特定的检定方法与判定原则。人类有史以来度量衡的统一管理已经成为无可非议的事实。按照我国国民经济产业链的产品分类，称量产品属于衡器类别。根据国家质检总局、国家标准化管理委员会制定标准、规程的原则，所有称重产品标准无论是属于哪个行业，均应由全国衡器标准化技术委员会归口统一管理，所有称重相关的计量器具，均由全国衡器计量技术委员会归口管理。目前我国已经生效的与衡器相关的产品国家标准，全部是由全国衡器标准的上级归口主管部门——轻工业联合会提出，这是无可非议的。

事实上，目前所有的衡器产品相关国家标准，跨越了几乎国民经济的各个行业。不能说，某个行业应用的有关称重相关产品国家标准，一定要由该行业的标准化技术委员会归口。如果一定要照上述说法，只要是该行业用的产品标准就一定要该行业归口，那么目前几乎绝大部分的称重相关产品国家标准均不能由轻工联合会归口了，因为按此逻辑推理，除了少量轻工行业自用衡器外，几乎绝大部分的称重相关产品都是用于各行各业的，那么绝大部分的称重相关产品国家标准是否都要划归各行各业的标准化技术委员

会自行归口呢？比如：用于铁路车辆称重的轨道衡产品国家标准，是否就要由铁道部标准化技术委员会归口？用于冶金行业的钢包在线称量、钢卷在线称重、高炉配料称重控制设备等产品标准，都要由冶金部标准化技术委员会归口呢？显然，这种思路是有悖于我国相关要求的。

以下就几个不同的方面来阐述随着社会经济技术的发展而不断更新称重相关产品——“衡器”观念的变化。

二、衡器观念的更新——古典衡器到现代衡器的演变

众所周知传统意义上的衡器是指通过作用在物体上的重力来确定该物体质量的一种计量仪器。衡器也可以用于确定与被测定的质量相关的其它数量、大小、参数或特性。按照其操作方式，可将衡器分为自动衡器或非自动衡器。衡器同其它设备组合起来的，配以不同的控制或管理软件，以执行特定称量过程称为称重系统。

人们对于衡器的理解是随着社会科学技术的发展而变化的。以往人们将单纯的一台具有称重功能的产品就称为衡器，例如：最早的配有秤杆、秤砣的单纯称重功能的木杆秤；但是随着市场的需求和电子技术的发展，出现了具有称重带计价功能的电子计价秤；随着自动化控制技术的发展，又扩展延伸出来除具有称重、还具有定量控制加料、定量控制放料、自动包装功能的自动包装机产品；随着计算机网络技术的发展，出现了具有配料控制的、网路远程操作与控制的称重系统设备；由于衡器使用的特殊环境如易燃、易爆场合的需要，出现了众多适应各种不同防爆场合需要的防爆称重系统设备。

“现代衡器”的产品已经不是数十年前的单纯称重功能的产品。所以，单纯以为只有传感器和称重仪表才能称为衡器，其他相关部件与功能不能称为衡器一部分的观念，已经是陈旧、过时的观念了。

目前由于不少部门对于我国衡器行业产品的技术发展和概念了解不够，可能造成一定的误解，只能说明目前我国在称重领域对于计量产品的相关宣传力度不够。

三、从“计量衡器”到“控制衡器”——控制功能不属于衡器的误区

在众多的衡器中，特别是自动衡器，随着技术的进步，除了具有一般的称重计量功能外，还具备了动态控制功能。在自动控制系统理论中，控制系统的发展已由开环控制向闭环控制系统发展，使得衡器的观念也得以更新。

现就目前国内对于连续累计自动衡器产品存在的种种理解误区来举例说明：

纵观皮带类称重产品的发展也是遵循着社会科学技术的发展规律，刚开始仅仅是单纯计量的开环式皮带称重系统，再发展到除了计量功能外，还有反馈控制流量的闭环式控制功能的“定量给料机”产品。例如耐压式计量给煤机产品，第一该产品无需对被称物料进行细分或者中断输送带的运动，而对输送带上的散状物料进行连续称量，属于连续累计自动衡器（皮带秤）的范畴。第二该产品具有定量控制输送带上的输煤流量并确定其累计质量，属于连续累计自动定量衡器（“定量给料机”）的范畴。第三由于该产

品的计量装置处于密封筒体内，煤粉在一定的温度下易燃易爆，因此在本体结构形式上确定为耐压防爆型式。

在燃煤发电厂的锅炉燃料制粉系统的给煤系统中，耐压式计量给煤机的主要功能有三个：一是可靠连续的为锅炉给煤；二是称量当前实际给煤量；三是根据发电机组负荷要求调节给煤量，反馈给锅炉控制系统，使锅炉给煤量得以恒定。该产品的最根本目的是为了正确控制和调节锅炉的给煤量，而实现方法：第一是要用称重系统测出当前的实际给煤量；第二是要通过称重系统实测的流量来反馈控制锅炉的给煤流量，使其恒定。

目前在我国衡器业界包括行业外的人士，至今还有不少人认为通过式计量皮带秤的计量功能是主要功能，属于衡器的管理范畴，而错误认为定量皮带秤的控制功能是辅助功能，不属于衡器的管理范畴。而上述燃煤发电厂的锅炉燃料制粉系统中定量控制输送带上的输煤流量，恰好验证了此功能是最主要的功能，不能认为控制和调节锅炉的给煤量功能为辅助功能。如果认为上述第一功能是衡器，第二功能不属衡器的话，那么我国目前所有带反馈控制功能的自动衡器，例如：重力式自动装料衡器需要控制加料量的大小使装料量恒定、自动检重衡器通过动态称重控制预设定量进行分等分类，如按照上述观点推理的话，这些产品就不能归属于衡器了，此说不是显得过于牵强了吗？

如何理解一般发电厂都有皮带秤的称重计量设备呢。我们应该知道，普通的通过式计量皮带秤仅仅是计量统计每条输煤线路上的实际输煤流量，而耐压式计量给煤机的目的是要在最终控制每台锅炉的给煤输送流量，使之恒定。在不同的地方，不同的使用目的，是不能等同的。

四、从“单路计量”到“多路冗余计量”——冗余计量功能不属于衡器的误区

再从耐压式计量给煤机产品来看，有人认为“为了保证锅炉能安全连续燃烧发电，在异常工况下，去掉称量功能也要继续给煤”。这个功能是出于安全连续燃烧发电考虑的产品特定需要的功能。也就是说，给煤机必须要有冗余设计功能。例如：一旦称重传感器出现故障不能称重计量时，应该有自动切换成其他计量方式，例如容积计量的功能，但是不等于没有计量功能。如果根据产品的这一个规定就认为“给煤机不是一个完整衡器设备。因此给煤机不能视为衡器，不应按衡器来管理和考核”的说法是不能成立的。如果认为上述说法是正确的话，只能说明，以前在给煤机产品的计量管理上做得不够规范。我国计量法规定凡是涉及称重计量的产品都应纳入计量产品的管理范畴。对于给煤机来说，如果不纳入计量产品的管理范畴，称重系统测出当前的实际给煤量误差超出规定的范围、通过称重系统实测的流量来反馈控制锅炉的给煤流量不能保证规定的流量，其后果可想而知。

多通道与冗余计量功能是衡器技术进步的必然趋势。综观衡器技术的发展，从设计阶段考虑衡器准确度提高的方法，例如：

①动态轨道衡的双台面双通道乃至三秤台的结构，使得衡器的动态或静态准确度等

级，有了飞速的提高。

②动态轴重秤双承载台、三承载台的结构，使得动态轴重秤的准确度与稳定性得以大幅度的提高。

③电子皮带秤从单托辊朝多托辊的结构发展，下置式朝上置式发展拓宽了衡器的发展思路，目前比较式双秤台、三秤台乃至阵列式八秤台的动态内力补偿方案，又突破了传统意义上的单皮带秤结构。

④一种具有独立六称量通道配以单称重显示控制器的车载称重系统的诞生，使得车辆称重在各种复杂的路况下的称重稳定性得到了保证。

五、从“传统衡器”技术到“边缘衡器”技术——边缘技术不属衡器的误区

随着技术的进步，衡器的功能与称重息息相关。例如从功能安全角度考虑，在十几年以前，电子衡器仅仅认为是普通的测试仪器。随着技术的发展，人们对于传统衡器的理解已开始逐步摆脱普通的单一测试仪器的范畴，开始朝成套称重控制系统的大范畴靠拢。仪表的功能安全从刚开始的关注耐压、绝缘、漏电流等一些最为普遍的安全电气特性考虑，向全面功能安全的体系发展。近几年来，世界各国开始更多关注有关自动称重控制系统的功能安全的问题。

1、仪表功能安全不属于衡器管理范畴的误区

寻求安全是人类的本能，在安全的环境中工作是当前自动化控制系统的当务之急。目前世界各国自控仪表的许多独立安全功能均采用了 IEC 标准，并利用各种技术来实现安全应用所需的“故障安全”和“容错”功能的组合。故障安全功能可确保当故障发生时，系统以预定的安全方式予以响应，而容错功能则可以最大限度减少故障阻止系统正常运行的可能性。

欧盟于 2006 年 5 月 17 日通过了最新的机械指令 (2006/42/EC)，并将于 2009 年 12 月 29 日起强制实施。CE 安全认证、相关协调标准 EN1050、安全控制回路及安全等级 EN594-1、EN/ISO 13849-1 等标准已风靡世界各工业国。将国际先进安全技术引入到我国生产安全中来，以保障生产过程的持续稳定运行，提高系统的可靠性、可用性，降低系统故障的潜在危害性已成为当务之急。近年来，中国与欧盟标准接轨的各项功能安全的国家标准正在紧锣密鼓的进行中。

在衡器技术随着应用领域的不断扩展，工业衡器的控制与驱动已经与计量密不可分，往往在一套完整的工业称重控制柜中，可能既有低电压电气元件，又可能出现强电流驱动电路。但是遗憾的是，目前我国大部分衡器业界和衡器计量技术机构对于工业控制仪器仪表功能安全的认识普遍不足，始终认为计量是衡器的本分，安全是用户或其它工业部门考虑的事情。持该观点者往往忽略了最根本的一条，如果衡器装置仅考虑弱电安全措施，而忽略强电安全措施，将会带来什么后果。例如：一台数十吨的冶金板坯称重装置，其承台支架上有大量的强功率的动力辊筒与其间隔布置；一套橡胶炭黑配料秤

的计量斗上就配有大量的电动螺旋输送与星型给料机；一台耐压式计量给煤机的计量单元上有皮带驱动、上煤闸门驱动，下有清扫驱动、下煤闸门驱动，这些动力驱动装置与称量装置互相错落交叉。如果不考虑强电干扰与 EMC 电磁兼容安全措施，一旦安全措施失效则计量装置将会瘫痪。

2、防爆功能不属于衡器管理范畴的误区

众所周知，衡器产品在易燃易爆等特殊使用环境条件变化的影响将采取相应的设计措施。近几年，国际电工委员会出台了关于爆炸性环境用电气设备安全标准认证体系（简称 IECEx 体系）Ex / OD 005 制造商质量体系要求，中国在 2003 年也出台了《防爆电气产品认证工厂质量保证能力要求》（等同采用 IECEx 的 Ex/OD 005）认证，要求在国内的防爆设备生产企业凡已取得 IECEx 防爆产品制造许可证的，每年必须通过防爆电气产品工厂质量保证体系的认证审核。目前国内衡器行业已有上海大和公司首家取得了该体系的认证。

随着工业控制技术的发展，当工业现场 FF 总线或 Profibus-PA 技术应用在危险环境过程中，连接在一起的设备的数量使总线不同于传统的电子仪器接线。一种现场总线本质安全概念（Fieldbus Intrinsically Safe Concept, FISCO）诞生了，通过增加允许的符合本质安全设计标准的电流界线，通过典型系统组态的爆炸测试验证安全性能。这部分的所有元件必须得到 FISCO 认证，这要求对许多供应商的现有防爆设备进行重新验证。

我们可以设想一下，如果防爆电子衡器或成套工业防爆称重装置的工业现场总线，如果在衡器的系统设计方案中不考虑防爆因素，将会有何等的危险。比如：目前国内电力行业普遍使用的耐压式计量给煤机产品，其中耐压密封本体中的称重传感器即便其工作状态属低电压，如果不采用粉尘防爆型的称重传感器，一旦煤粉达到引燃温度，或粉尘积聚到一定的程度，同样会使称重系统产生火花而造成短路瘫痪。

3、传统衡器到边缘衡器技术的演变

我们从电子衡器技术的发展可以看出，衡器载荷传递机理变化发展是由最初的电阻应变式传感器开始的，但是随着衡器应用技术各个发展阶段的创新与发展，各种载荷传递机理型式，如：电容式传感技术应用于吊秤；振弦式技术、音叉技术应用于电子台案秤；液压式传感器应用于转载机电子秤；激光、超声技术应用于电子皮带秤；激光技术应用于称重体积测量的物流传送测量系统；石英晶体技术、光纤技术应用于动态轴重秤等创新产品，开创了与传统应变式机理截然不同的所谓“边缘衡器”技术的发展。

从称重原理推理出的各种特殊工业应用，如日本大和株式会社近几年推出的一系列产品：一种采用称重传感技术的大型汽车风洞天平；一种利用称重传感技术的在线轮胎平衡试验装置；一种利用模糊数学理论的可测定行进中汽车偏载与重心的智能动态汽车称重系统，均属于“边缘衡器”技术的纵深发展的例子。

再从衡器数据传送通讯技术的发展过程来看，现代衡器称重数据通讯传送已经从有线网路到无线远程诊断技术的发展阶段。称重数据传送与 ERP 企业管理、与 GPS 定位系统结合。

例如：一种城市环卫车辆称重与管理系统，从传统意义上理解，已经超出了衡器本身配置结构的界限，其称重车辆管理站与主控中心的数据传送，采用了以下的通讯方式：

①通过以太网通讯，符合协议标准 IEEE 802.3（2000 年）TCP/IP 以太网接口标准的标准化文件，包括 10 兆，100 兆，1000 兆以太网的协议标准和硬件的定义，或采用 2G、2.5G、3G、3.5G 蜂窝系统标准技术；

②车辆运行状况与运行轨迹的实时定位与主控中心的车辆信息监控，通过全球定位系统(Global Positioning System, GPS)系统完成。系统软件功能等级可分为基本、限制与管理员的权限等级。

从上述种种的事例已经充分领略了，衡器的发展随着功能的扩展和使用领域拓宽，使古老的衡器焕发出青春。衡器的观念已经不仅仅指某个局部的计量称重装置。现代衡器系统是随着“小衡器”概念到“大衡器”概念的发展，从“古老衡器”到“现代衡器”的发展，走出了“传统衡器”的胡同界限，开创了本不属于正宗衡器的所谓“边缘衡器”技术的衡器系统新概念、新天地。

总之，从上述各类举例说明可以看出衡器观念的变化，是随着时代的进步，衡器技术的发展，不断赋予了“衡器”概念的新含义。从“计量衡器”发展到“控制衡器”，从“单路计量”发展到“多路冗余计量”，从“传统衡器”技术发展到“边缘衡器”技术，从而引出了“现代衡器”的系统概念。验证了衡器技术的进步。

作者简介

陈日兴，上海大和衡器有限公司，历任总工程师、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。

地址：上海市浦东新区张江高科技产业东区庆达路 368 路

邮编：201201

电话：021-58975205

E-mail: crx8030@sina.com