

新一代衡器初探及新版 R76-1 的促进作用

济南金钟电子衡器股份有限公司 贾颐康

据悉，OIMLR76-1 的最新版本已经发布，R76-1 新版本既保留了对传统的非自动衡器的完整描述和全部要求，同时为适应衡器的发展又对衡器基本概念进行了必要的调整和扩展，补充了因此而引伸的新的描述和要求，为新一代非自动衡器的发展解除了基本概念和管理规则方面的制约，开拓了现代技术在衡器中的应用空间。新版本的发布，必然能促进包括自动衡器在内的新一代衡器的出现和发展。那么，新一代衡器在原理、技术层面到底有哪些基本特征？如何用现代技术改造衡器使其满足用户对包括衡器在内的链状装备的整体要求？如何对分散在链状装备中若干衡器部件所集成的计量特性进行鉴别？是衡器的使用者、制造者以及计量管理者所共同关心的问题，本文试图就这些问题进行初步的、基础性的探索。

一、衡器的进化与代沟

首先，需简要地回顾衡器的进化过程，以便从中发现衡器的发展规律：人类最初所使用的衡器只有天平和杆秤，尽管其结构极为简单，但仍可按现代衡器的概念将其分解为“承载器”（盘）、“传递装置”（杠杆）和“测量装置”（砵和刻度，早期称其为指示装置），其中承载器是衡器的“前端”，测量装置是衡器的“终端”，而传递装置是连接两者的中间部件，其作用是使称重信号由前端到达终端。由于当时人类尚处在农业时代，在有限的制造能力和某种准确度要求的双重约束下，人们还不能制造较为复杂的传递装置，以至前端与终端间的距离有限，充其量为数米，通常不会超过一个人的肢体可触摸到的范围。人类进入早期工业时代以后，人们逐渐制造出越来越复杂的机械传递装置，且能用多级机械传递装置连接前端和终端，使得前端和终端的距离达到十数米甚至数十米，但还没有超出人的视觉范围。人类进入现代工业时代后，人们利用转换技术和电子测量技术改造传递装置和测量装置，使电磁量成为传递称重信息的载体，由于可以传递电磁量的手段很多，如利用电缆、无线装置、红外装置等，衡器的前端与终端的距离可轻而易举的达到数百米甚至上千米。现在人类开始（或已经）进入了信息时代，网络是传递信息的最好手段，如果利用网络连接衡器的各个装置，那么前端与终端的距离就不是用地理概念能说清的了。由此可见，不同时代的衡器之间的最根本的不同点，在于用来传递重量信息的载体是完全不同的。比如，机械衡器利用“力”作为重量信息的载体，电子衡器利用“电量（还可细分为许多种）”作为重量信息的载体，新一代衡器将会利用数字信

号作为重量信息的载体。所以，信息载体之间的差异成为了衡器的代沟，按照这样一个代沟划分，我们不妨把机械衡器称为第一代衡器，把电子衡器称为第二代衡器，随着信息技术在衡器中的广泛应用，必将会出现以数字信号为信息载体的第三代衡器。如果为各代衡器建立数学模型，那么第一代衡器的数学模型不会超出算术、三角函数等初等数学所能表达的范围；为第二代衡器建立数学模型，可能就要以高等数学为工具；建立第三代衡器的数学模型，则需要以基于“布尔代数”的逻辑算法为工具，从数学模型的结构看，各代衡器的基本特征也是有天壤之别的。顺便提醒一下，不以测量装置的差异作为衡器的代沟的理由是：测量装置的本质是为适应信息载体的形式而选用的某种转换技术，其工作原理将因信息载体的不同而不同。

二、第三代衡器的可能趋势

从衡器的进化过程还可以看出，当某一代衡器占主导地位时，在一台衡器所占地域既定的前提下，当代衡器的信息传递手段会得到最大限度的扩展，其前代衡器的信息传递手段会最大限度的受到压缩，这是衡器发展的一个可能趋势。比如，当前是电子衡器占主导地位的时代，无论一台衡器中各装置（或模块）如何分布，均用能传递电磁量信号的手段连接，机械传递装置的连接距离几乎被压缩至“0”。依此类推，在下一代衡器中，得到扩展的应该是网络，而传递电磁量信号的手段可能将被压缩至“0”。衡器发展的第二个可能趋势是，结构的分割和组合更趋多样性。比如，在第一代衡器中，所有零部件都被机械地固定在一起，所谓承载器、传递装置、指示装置等仅仅是逻辑概念上的分割。对于第二代衡器，出现了按实体分割形成的“模块”，装置与模块之间没有唯一的对应关系，即一个装置可只包含一个模块，也可包含多个模块，一个模块可只实现一个装置的功能，也可实现多个装置的功能。模块之间实现了软连接，相互距离可以是不固定的，但衡器的实体边界还算清晰。对于第三代衡器，除了保留第二代衡器的所有特征外，“软件”作为模块也将被分割，某些模块（尤其是软件）之间通过网络连接，且随着网络的引入而将“拓扑结构”的概念引入衡器，使衡器的实体边界变得有些模糊。“拓扑”一词取自数学的一个分支——图论，用于表示点、线、面的几何关系，信息技术中借该词说明以信息的收发端为点、信息通道为线的网络的总体逻辑结构。在用网络连接模块的衡器中自然也就需要借该词说明模块之间的总体逻辑结构。

综合上述可能趋势不难推出，下一代衡器的某些模块（如 ADC、数据处理、进一步数据处理、终端等）可以分别安装在某一网络（或子网）所覆盖的不同地点，通过电话线路、现场总线、以太网甚至互连网等即可连成完整的衡器。也就是说，只要需要上网的模块包含符合“开放系统互联（OSI）”参考模型结构要求的适用通信协议，即能连接成衡器。同时，利用网络连接成的衡器，可以具有完整的实体外形，也可以是虚拟的。具体的技术特点可能是：

（1）第三代衡器是在第二代衡器的基础上发展起来的，必然要继承第二代衡器的许多已经定型的技术，如承载器、称重传感器、ADC 制造技术等等，传统模块的研发重点可能更多的放在微型化方面，以实现最大程度的压缩。

（2）通信技术的应用是第三代衡器早期研发的重点，具有通信能力的模块不但按工作原理分

类，还要按所接入的网络分类，以便适应各种已经存用的网络。

(3) 不同模块具有不同的经济寿命，通常机械模块的经济寿命最长，传统模块次之，软件模块的经济寿命最短。由于同一台衡器中不同模块的寿命不同，可能会出现通过更新寿命较短的模块以最小的代价提升衡器性能的现象。比如，通过软件升级提高衡器的性能而无需更换整个衡器。

(4) 不同模块具有不同的经济寿命还将促使制造厂商按模块形成专业化分工，有利于模块的系列化、通用化和标准化程度。甚至极有可能出现专门出售软件的企业通过出售衡器软件以支持使用者获得虚拟衡器。

(5) 对于许多复杂的需要配备衡器的工业系统，可能会更多的利用嵌入式模块而无需在系统中配置整个衡器。

三、新版 R76-1 给出的对策

随着时代的发展出现新一代衡器，是应用技术不断适应社会需求的必然结果，不会因为衡器技术标准的一成不变而止步。恰恰相反，标准内容的一成不变迟早会造成管理手段的缺失。新版 R76-1 适时作出对策，不但适应了当前的衡器技术，对今后的发展也有一定的引导作用。具体分析如下：

(1) 增补了“模块”的定义（见 T.2.2 及 3.10.2——新版 R76-1：2006 的条目号，下同），对原来的“指示装置”也进行了适当拆分，明确了“可识别”是模块的不同于装置的最基本的外在特征。同时还列举了典型模块的基本结构和组成规则。模块概念的引入既为衡器的使用和制造中对结构的分割和组合提供了原理性依据，也为实施计量管理提供了较易掌握的识别标志。

(2) 定义了必须纳入法制计量管理范围的“软件”（见 T.2.8），并按计量管理模式对软件进行了划分，即便将来出现了“虚拟衡器”，也能对其实施计量监督。

(3) 作为用网络连接的衡器，“PC”机将成为最方便、最适用的硬件模块。为了将“PC”机纳入计量管理的范围，新版 R76-1 将可作为模块的“PC”机分为五个类型，分别提出了要求（见 5.5.2.1），其引导作用是明显的：尽可能按第 4、5 类要求配置 PC 机，如果按第 1 类配置，则必须选用符合附录 C 要求的 PC 机，如果按第 2、3 类配置，则必须对 PC 机重新进行电磁兼容性（EMC）测试。

(4) 为了使衡器必须具备的“应用适应性”、“操作适应性”、“检定适应性”和“安全性”四项基本要求得到延伸，对软件提出了如下结构要求：

A) 以防止非法更改为目的应能提供受到干预的证据（见 5.5.5.2a），相当于传统衡器中“铅封”的作用；

B) 应能分割成“法定关联软件（Legally relevant software, 又译为法定相关软件，见 T.2.8）”和“非法定关联软件”，以便对前者实施计量监督（见 5.5.2.2b）；

C) 必须适合实施计量管理的人员的操作（见 5.5.2.2c）；

D) 如果能够证明对某软件及其关键数据的保护是充分的，则不限制该软件的加载方式（即安装到硬件模块中的方法，见 5.5.2.2d）和存储介质的使用。也就是说，只要能够保证衡器的正确性，可以利用网络下载、上传或使用各种存储介质传递软件及其关键数据。

E) 需要借助信息通信技术中的差错检测方法（如循环冗余校验码 CRC）对所传递的软件及其关键数据进行保护，以防止信息被无意或有意的改动（见 5.5.3）。

上述要求对嵌入式模块尤为重要。

(5) 提出了“计量关联”的概念（Metrologically relevant，又译成计量相关，见 T.2.9），以使法制计量管理的基本要求实体边界不清晰的衡器中得到延伸：对未来衡器的任何变化，应以“计量关联”为界限确定计量管理的范围。以便在不影响技术发展的前提下实施计量管理的跟踪监督。

(6) 以“附录”的方式给出了对模块的试验方法，以适应衡器结构的分割和组合更趋多样性的发展趋势。

四、结束语

现在，我们已经面临着衡器的升级换代时期，作为使用衡器的一方，了解衡器的发展趋势，就有了更多的选择，尤其是已经或准备建立网络且掌握了一定网络技术的使用者，完全可以根据网络的整体结构选择适合的嵌入式模块，以得到性能价格比较高的衡器。作为制造衡器的一方，需对衡器的技术发展方向有所思考：下一代衡器的结构是否是模块化的，嵌入式模块是否能成为主流产品，除机械模块外的模块是否必须具备符合 OSI 参考模型要求的数字接口。另外，新版 R76-1 对数字化模块（包括软件模块）提出了多重安全要求，由于实现安全要求所采取的技术措施是极为复杂的，往往超出使用方和实施计量管理一方的能力而必须由制造方进行设计和制造，所以将来的模块制造者将承担更多的社会责任。作为实施计量管理的一方，为了能够正确地实施计量管理的各种措施，必须掌握一定的信息技术的基础知识，以便对一台具体的衡器（可能是虚拟的）做出如下正确判断：

- 恰到好处地确定计量管理的作用范围；
- 确定软件版本及其产生的衡器参数是否被更改，以及更改的合法性；
- 确定传输的所有计量关联数据的正确性。

当然，本文所做的一切论述都是假设的，一切还需要由时间和实践来验证。