

对皮带秤动态校验问题的若干探索

南京三埃工控股份有限公司 盛伯湛

【摘要】 本文就皮带秤动态校验的物料试验和模拟载荷试验的若干问题进行了探讨，对校准不同准确度等级皮带秤所需控制衡器的适用条件进行了分析和归纳；对囿于皮带效应而应用受到限制的模拟载荷试验如何拓展其适用范围，阐述了所作的探索尝试和初步成果。本文还表达了计量器具检定周期不应“一刀切”的观点，提出了检定周期弹性化的建议。

【关键词】 皮带秤动态校验；物料试验；试验物料；控制衡器；模拟载荷试验；模拟载荷装置；检定周期；校验期间隔

皮带秤的动态校验是指对于运行中的皮带秤在空载及荷载状态下进行自动称量，以检测其示值的动态累计误差，并在必要时对皮带秤的内部参数予以调整，使其达到预期的指标。皮带秤动态校验的方式主要有物料试验和模拟载荷试验两种。业界对于这两种试验方式中的一些问题有着不同的看法，笔者愿把自己肤浅的认识作为引玉之砖奉献于此，拜求诸位专家不吝指教。

1. 关于皮带秤物料试验的若干问题

1.1 控制衡器是皮带秤物料试验的量值传递标准吗？—否

皮带秤对通过其输送带的散状物料自动称量的结果的准确性，目前倾向于要由“物料试验”来溯源验证。那么，在校准时直接把标准量值传递给被校皮带秤的究竟是什么？不少人以为就是控制衡器，其实不然。在七个基本计量单位中，质量是唯一仍用实物来定义的单位，千克原器是量值溯源的顶端。国家检定规程JJG 2053《质量计量器具检定系统》也指出，质量计量标准由标准质量计量量具和标准质量计量仪器组成，工作计量器具由质量工作量具和质量工作计量仪器组成；标准质量计量量具和质量工作量具包括各等级的砝码，标准质量计量仪器和质量工作计量仪器包括各等级的天平和秤。其中用于直接传递标准量值的是具有质量的砝码实物，而天平或秤属于配套设备。由此可见，在皮带秤物料试验中直接传递量值的应该是“试验物料”，而“控制衡器”只是配套设备，或许这正是《OMIL R50》的制订者没有把它称之为“标准衡器”的原因吧。

因此，在校准皮带秤时首先要追求的是“试验物料”的量值是否准确，当然这关系到控制衡器在所称试验物料的量程范围内是否准确，但毋庸斤斤计较控制衡器的全量程是否都能满足对皮带秤物料试验所规定的相对误差要求，事实上要求非自动衡器在其全量程范围内都能满足校准皮带秤相应的误差要求一般也是办不到的（参见下文 1.5），更不必过分考虑不属于计量性能范畴的其他要求，因为此时并非是对控制衡器本身进行检定。

1.2 试验物料量能否大于最小累计载荷？—能，且有益

JJG 195-2002 对最小累计载荷 Σ_{\min} 的定义 (T.4.6) 为：以质量单位表示的量，皮带秤的累计值低于该值时就有可能超出规定的相对误差；又对有效称量的定义 (D.1.2) 为：大于 Σ_{\min} 的物料输送量为有效称量，低于 Σ_{\min} 的物料输送量为无效称量。可见规程仅对试验物料的总重量的下限作了规定，而对其上限并没有规定。当然，增加物料量可能会增加试验的工作量，有时还会要求控制衡器具有更大的最大称量 Max ，但有时也会起到降低物料测量误差的功效（参见下文 1.4）。

1.3 控制衡器的准确度等级是否只能是 III 级？—否

皮带秤物料试验中的控制衡器通常为可以直接用标准砝码来校准的非自动衡器，如料斗秤、汽车衡、轨道衡等，这些衡器的准确度等级通常为 III 级。但是，国际或国内的皮带秤技术法规并没有对控制衡器的种类和准确度等级加以限制。《OIML R50 :1996》以及 JJG 195-2002、GB/T 7721-2007 都只是要求：用于传递量值的试验物料的重量误差应不超过被检皮带秤自动称量相应最大允许误差的 1/3；为保证物料的测定误差足够小，用于称量试验物料的控制衡器也必需在其称量试验物料的称量段能满足相应的误差要求。根据控制衡器被校准或检定的时间相隔皮带秤物料试验有多久，规定了控制衡器不同的允差。在状态（控制衡器是在物料试验之前立即校准或检定的），其误差应不大于皮带秤自动称量相应最大允差的 1/3；在状态（其它情况），其误差应不大于皮带秤自动称量相应最大允差的 1/5。因此，只要所选择的非自动衡器在称量试验物料时，其相对误差不超出上述规定，都有充当控制衡器的可能，而不一定非要是 III 级不可，其它准确度等级应当也是允许的（参见下文表 3）。

1.4 判断控制衡器计量性能的适用性是否仅依据其准确度等级？—否

有人认为校验 0.5 级皮带秤可用 III 级非自动衡器，而校验 0.2 级皮带秤则不行。笔者认为这种观点是片面的。上面已经提及，控制衡器适用性的唯一计量学条件是其称量试验物料时的相对误差不超出有关规定。另一方面，符合《OIML R76》要求的非自动衡器是否能满足作为控制衡器的要求，还会受其它一些条件的影响。例如：有一台 $Max=50t$ 的 III 级秤，其检定分度值 $e=10kg$ ，拟用作控制衡器。倘若该秤虽在有效检定期内，但离即将开展的皮带秤物料试验已有些时日，现称量的物料总共为 $21t$ ($2100e$)，这时可能的最大绝对误差会有 $30kg$ ($3e$)，折合成相对误差为 $1/700$ ，该误差大于 0.5 级皮带秤使用中检验误差的 1/5（即 $1/1000$ ）；但若能把试验物料量增加到 $30t$ ($3000e$) 以上，这时可能的最大绝对误差仍为 $30kg$ ($3e$)，相对误差则降为 $1/1000$ 以下，就能用作 0.5 级皮带秤使用中检验的控制衡器了。倘若该秤在校准后立即开展物料试验，并把试验物料量增加到 $45t$ ($4500e$) 以上，可能的绝对误差将不会超过 $15kg$ ($1.5e$)，折合相对误差不大于 $1/3000$ ，可以用来检定 0.2 级皮带秤。

1.5 怎样推算控制衡器的相对误差？—绝对误差/实际称量

根据相对误差的定义，要获得控制衡器实际的相对误差需先知道所称量物料的实际重量及其实际绝对误差，然而这只有对控制衡器进行多次检测并记录各称量点的实际误差之后才能办到。因此，

自动衡器篇

我们通常根据控制衡器的性能指标所允许的最大误差作为可能的绝对误差来估算。评定非自动衡器准确度等级的依据是其分度值数以及不同量程段所允许的最大绝对误差(参见表1)。因此在判断所选控制衡器能否满足的要求时,可按其所称量试验物料的重量 m 及相应量程段的绝对误差 E 折算为相对误差 E/m 。

表1 非自动衡器在不同量程段的最大允许绝对误差 (根据《OIML R76》)

准确度等级	载荷 m 及相应最大允许误差 E (以检定分度值 e 表示)		
(III)级	$0 \leq m \leq 50e$	$50e < m \leq 200e$	$200e < m \leq 1000e$
(III)级	$0 \leq m \leq 500e$	$500e < m \leq 2000e$	$2000e < m \leq 10000e$
(II)级	$0 \leq m \leq 5000e$	$5000e < m \leq 20000e$	$20000e < m \leq 100000e$
检定时	$E \leq \pm 0.5e $	$E \leq \pm 1.0e $	$E \leq \pm 1.5e $
使用中	$E \leq \pm 1.0e $	$E \leq \pm 2.0e $	$E \leq \pm 3.0e $

皮带秤的准确度等级由其使用中检验时不得超过的相对误差的百分数表示,在对其首次检定和后续检定时,其最大允许相对误差是使用中检验时指标的一半;对应于控制衡器所处的两种校准状态,4个等级的皮带秤要求的最大允许相对误差 δ 可分为下列表2中的16种。为使控制衡器的相对误差满足 δ 的要求,不同准确度等级的非自动衡器在每次称量试验物料时,物料量应不少于 W_{\min} 即控制衡器的最小称量,此处的 W_{\min} 不同于《OIML R76》所规定的非自动衡器最小称量 Min ,一般要来得更大。若当控制衡器的载荷 $m \geq W_{\min}$ 时,其可能的绝对误差不大于 E_c ,则有 $E_c/W_{\min} \leq \delta$,能符合充当控制衡器的要求。

表2 不同准确度等级和不同状态的皮带秤跟控制衡器的匹配关系

皮带秤			控制衡器校准状态 (绝对允差 $0.5e/1.0e/1.5e$)				控制衡器校准状态 (绝对允差 $1.0e/2.0e/3.0e$)			
			等级	试验状态	允差	相对允差 δ	等级			相对允差 δ
III级	III级	II级					III级	III级	II级	
2级	使用中	2.0%	1/150	$*1.5e/225e$	$0.5e/75e$	$0.5e/75e$	1/250	$3.0e/750e$	$2.0e/500e$	$1.0e/250e$
	检定时	1.0%	1/300	$1.5e/450e$	$0.5e/150e$	$0.5e/150e$	1/500	不合要求	$2.0e/1000e$	$1.0e/500e$
1级	使用中	1.0%	1/300	$1.5e/450e$	$0.5e/150e$	$0.5e/150e$	1/500	不合要求	$2.0e/1000e$	$1.0e/500e$
	检定时	0.5%	1/600	$1.5e/900e$	$1.0e/600e$	$0.5e/300e$	1/1000	不合要求	$3.0e/3000e$	$1.0e/1000e$

皮带秤			控制衡器校准状态 (绝对允差 0.5e/1.0e/1.5e)				控制衡器校准状态 (绝对允差 1.0e/2.0e/3.0e)			
等级	试验状态	允差	相对允差 δ	等级			相对允差 δ	等级		
				III级	III级	II级		III级	III级	II级
0.5级	使用中	0.5%	1/600	1.5e/900e	1.0e/600e	0.5e/300e	1/1000	不合要求	3.0e/3000e	1.0e/1000e
	检定时	0.25%	1/1200	不合要求	1.0e/1200e	0.5e/600e	1/2000	不合要求	3.0e/6000e	1.0e/2000e
+0.2级	使用中	0.2%	1/1500	不合要求	1.0e/1500e	0.5e/750e	1/2500	不合要求	3.0e/7500e	1.0e/2500e
	检定时	0.1%	1/3000	不合要求	1.5e/4500e	0.5e/1500e	1/5000	不合要求	不合要求	2.0e/10000e

+ 现行版《OIMLR50:1997》无0.2级,此处是按修订稿3CD:2009和4CD:2011增设的。
* 1.5e/225e表示商不大于左列相对允差值分数值的控制衡器能满足相应的要求,其分母为要求的最小试验物料称量 $W_{min} \geq 225e$,分子为相应量程时 $E_c \leq 1.5e$,余同此。

据表 2 对不同准确度等级及校准状态的非自动衡器作为控制衡器的一般适用性归纳成表 3 如下:

表 3 皮带秤准确度等级及校验状态同控制衡器准确度等级及校准状态的关系

控制衡器		皮带秤准确度等级与校验状态							
准确度等级	校准状态	2级		1级		0.5级		0.2级	
		使用中	检定时	使用中	检定时	使用中	检定时	使用中	检定时
III级		✓	✓	✓	±	±	✗	✗	✗
		±	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
III级		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		✓	✓	✓	✓	✓	±	±	✗
II级		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

表中: ✓表示适用; ✗表示不适用; ±表示控制衡器在具有较多的检定分度数时该等级才适用。

1.6 是否能以控制衡器的误差实际值来评价其性能?—建议在严格监控条件下采用

上面在计算控制衡器的相对误差时,分子中的绝对误差 E_c 系按非自动衡器的最大允许误差的指标,实际上合格衡器的误差很可能会更小些,这时可以适当减少最小试验物料称量 W_{min} 。例如,一

台检定分度值 $e=10\text{kg}$ 、最大秤量 $Max=30\text{t}$ 的III级非自动衡器通常不能用于检定0.2级皮带秤,但在对它多次仔细检测(最好不少于20次)结果的记录分析后发现,它在15t以下量程范围内实际误差的绝对值每次都不大于5kg、在15t~30t的量程范围内实际误差的绝对值每次都不大于7.5kg,那么其全量程的相对误差就不大于1/3000,应当可以胜任称量0.2级皮带秤校准用试验物料的控制衡器。

如果对控制衡器的检测结果表明其实际误差值长期稳定在一个较小的变动范围内,那么采用实际误差而不是指标规定的最大允许误差(必要时还可以通过引入修正值进一步缩小检测误差),可在不降低对其相对误差要求的前提下,降低对其分度值数的要求。

2. 关于皮带秤模拟载荷试验的若干问题

2.1 如何寻求拓展模拟载荷试验应用场合的出路?—克服皮带效应的影响

模拟载荷试验是指用模拟载荷装置代替散状物料进行的皮带秤动态校验。由于物料试验对试验物料和控制衡器有严格的要求,试验过程中需要由控制衡器对通过皮带秤的每一次物料都计量一次,校准工作量大、耗时长,因此模拟载荷试验受到了广大皮带秤用户的青睐。我国皮带秤检定规程JJG 195-2002也订立了相应的条款,规定可以用滚子链码、小车码、循环链码等来模拟物料通过皮带秤的效果,可以用砝码、挂码、标准电信号等来模拟单位长度恒定载荷的效果。然而皮带秤检定规程JJG 195-2002又对模拟载荷装置的用途作了限制,规定皮带秤的首次检定或后续检定须采用物料试验,而模拟载荷试验仅用于使用中检验。其中还规定首次模拟载荷试验需在物料试验检定后及时进行,并找出两种试验结果的对应关系。这是因为在通常情况下,用模拟载荷装置来校准皮带秤,其结果与实际情况有不小的差距,也难找到两种试验之间长期稳定的固定比例关系。

我们知道,皮带秤的称量对象是加载在输送带上的,恰好运行到称量台上方的那段皮带构成了皮带秤承载器的“台面”,再通过称重托辊将其重量传递给称重传感器。由于“皮带”通常由橡胶、塑胶等弹性材料制成,必须将皮带张紧使其附着于驱动滚筒的外周面上,皮带才能在与滚筒之间的摩擦力作用下运行。换言之,沿皮带运行方向的切向张力是皮带秤能够正常工作所不能缺少的。另一方面,皮带在相邻托辊之间会产生下垂,又使上述张力产生法向分力,而这种与物料重量同向的分力会成为称重传感器的一种干扰力,这就是所谓的“皮带效应”。由于整条皮带弹性系数难以保证处处相等,所称散状物料流量也不可能始终均一,因此皮带的垂度会随机变化,干扰力也就难以捉摸。

因此,想要既能避免普通物料试验所需的巨额投资和浩繁工作量,又能使皮带秤获得精确校准,无外乎在于以下两条出路:(1)造出皮带效应与散状物料接近的新型模拟载荷装置;(2)造出能够在很大程度上克服皮带效应影响的新型皮带秤。而其中后者更为根本,因皮带秤倘若受皮带效应的影响小,那么对模拟载荷装置的仿真度要求也就会放低。

2.2 是否能造出对物料试验仿真度更高的模拟载荷装置?—很有希望

我国许多科技工作者对皮带秤模拟载荷试验的改进付出过艰辛和努力。自上世纪八十年代以来,曾有不少中国首创的模拟载荷装置问世。例如:南京第二钢铁厂的皮带秤自动校正器(专利公

告日：1988.5.25)能远程控制棒状码的加卸载并对皮带秤自动校准；白银有色金属公司发明的小车码(专利公开日：1989.5.24)和南京金杰出科技实业有限公司研制的带增砣组合链码(专利公告日：2003.9.17)能比普通滚子链码更方便地实现皮带秤多量程点的动态校验；北京市春海技术开发有限责任公司创造的循环链码(专利公告日：2001.2.21)在工作时能与皮带同步运行，不像非循环链码那样与皮带之间存在相互运动，模拟实物的程度更高一些。然而这些常见的模拟载荷装置都由金属件作为载荷，其形状、密度、在输送带上的分布情况、与输送带的贴合状态等等，还是与皮带秤实际称量的散状物料有较大的区别，两者产生的皮带效应也就不相同，以致皮带秤获取的重量信息也就存在相当大的差异。

叶庆泰先生先后在《商用皮带秤的应用理念》和《皮带秤的量值传递与准确度》两文中(均在第五节)介绍了一种可称之为“软砣码”的皮带秤校准装置。那是一种用控制衡器事先精确计量的袋装散状物料，能在相对较长的时期内多次重复使用。软砣码对于散状物料的仿真度比现有的任何模拟载荷装置更高，能较方便地获得准确的重量，并容易定期或经常得到校准，且可自由地组合成不同大小的试验载荷量，实现皮带秤多量程点校验。

软砣码并非简单地等同于普通的砂袋。它的包装袋须用结实柔软、能防潮防泄漏的材料制成；包装袋的容积要足够大，让物料能在袋内自由流动，从而很好地适应输送带面的形状。

软砣码对校验 0.5 级、0.2 级等较高准确度等级皮带秤的优势尤其突出。例如，0.2 级皮带秤校准时的最大允差为为 $1/1000$ ，所需软砣码的允差应不大于 $1/5000$ ，按表 1 控制衡器的最小称量须不小于 $10000e$ 。为便于搬运，每个软砣码的质量以 $20\text{kg}\pm 4\text{g}$ 为宜(另可备少量 $10\text{kg}\pm 2\text{g}$ 和 $15\text{kg}\pm 3\text{g}$ 的)。这时选用最大称量不小于 20kg ，检定标尺分度数 $10000\leq n < 20000$ 的 10 级工业天平(系《JJG 98-2006》规定的最低等级天平)，配置 1 个 $10\text{kg}\pm 0.5\text{g}$ 和 2 个 $5\text{kg}\pm 0.25\text{g}$ 的 M_1 级(四等)的标准砣码就可满足传递量值的要求，为提高标准和留有余地也可用 F_2 级(三等)砣码。这样的设备费用要比大称量的(III)级衡器还要低。

2.3 皮带秤能否消除皮带效应的影响？—完全有可能

事实上，皮带秤受皮带效应的影响越小，其对模拟载荷装置的仿真度要求也越低。我们知道，承载器为输送机式(如悬臂式、悬挂式、台基式)的皮带秤的皮带张力不构成对称重传感器的作用力，不受皮带效应的影响，因此可以像刚性台面的非自动衡器那样用标准砣码来校准。然而，承载器为称量台式(如悬浮式、杠杆式)的皮带秤，皮带张力会形成称重传感器的外力，就难免不受皮带效应的影响。因此只有采用了能够消除皮带效应影响的独特结构，方有可能应用模拟载荷装置来校准。

南京三埃公司发明的阵列式皮带秤由多个独立的单点悬浮式称重单元连续级联组成，这种独特的结构形式消除了皮带效应的大部分影响。阵列式皮带秤在正式推向市场之前进行了长达数年的物料试验，大量的试验数据显示，虽然每个单独的称重单元仍受皮带效应的影响，但由于皮带张力变化的干扰对于相邻称重单元的作用相反，因此对于整个称重阵列而言，除了首末两个称重托辊处之

外，阵列内部的皮带效应会相互抵消。

JJG 195-2002 规定，模拟载荷装置只有重复性不大于皮带秤自动称量最大允差的使用中检验指标的 1/4 时，才能开展相应准确度等级皮带秤的使用中检验。另一项挂码校准与在线料斗秤校准的对比试验结果也表明，对于阵列式皮带秤而言，挂码校准的重复性优于 0.03%，与在线料斗秤的校准结果差别基本稳定在+0.2%左右。按 0.2 级准确度等级要求的指标用挂码乘以修正系数后校准阵列式皮带秤，再用在线料斗秤对所通过的散状物料计量验证，其试验数据误差小于 $\pm 0.1\%$ 。

2010 年山东日照港为码头散装物料装船计量安装了阵列式皮带秤，该秤嵌装于带宽 2.2m、头尾轮中心距 1350m、带速 4.83m/s、最大流量 11000t/h 的高架皮带输送机上，该皮带秤整圈运行时间约 560s， $\Sigma_{\min}=1711t$ 。2010 年 7 月 6 日安装竣工，由于现场暂无实物标定条件，先采用挂码标定，调整后示值与理论值相差不大于 0.025%。9 天后未经任何调整进行实物标定，采用汽车衡作为控制衡器：阵列式皮带秤示值 5026.26t、汽车衡示值 5023.68t，动态自动称量累计误差仅 0.051%。对比试验的结果显示，阵列式皮带秤的挂码标定结果与实物标定的结果十分接近，表明用模拟载荷试验作为校准阵列式皮带秤的一种实用方法，具有一定的可行性。

2.4 皮带秤动态校验的校验期间隔如何确定更为合理？—建议改成弹性制

皮带秤动态校验的校验期间隔包括：相邻两次检定的时间间隔即检定周期、检定周期内的若干次使用中检验的相邻两次时间间隔。

对于某一种计量器具的检定周期，我国的检定规程或法定计量技术机构习惯于规定为固定的时间间隔，而不问其各别器具的品质以及具体使用环境和使用频率等因素，这种一成不变的规定其合理性已受到不少计量工作者的质疑。我们知道皮带秤的性能与产品的型式、制造、安装、维护和使用都密切相关，如果用“一刀切”的办法来规定检定周期的长短，无论是 1 年、2 年，还是 3 个月、6 个月都会出现“顾此失彼”的弊病。笔者认为皮带秤检定周期应当是弹性的，属于强制检定的，由计量技术机构主管根据具体的设备和环境状况确定其检定周期长短，不妨在皮带秤投入使用的初期定得短些，若期满时仍能保持合格的性能，下一周期就可适当延长，否则就应缩短。

为了监控好处处于检定周期内的皮带秤应当开展使用中检验，并合理安排使用中检验的频率。当皮带秤的耐久性和使用条件较优时，相邻两次的使用中检验间隔可以长些，反之则应短些。使用中检验可以采用模拟载荷试验。如果试验结果超出相当于检定时要求的指标，而没有超出相当于使用中检验时要求的指标，应缩短相邻两次的使用中检验间隔。如果试验结果超出相当于使用中检验时要求的指标，就应重新开展检定，校准其准确度，即使皮带秤距上次检定没有多少日子。反之，只要不超差，即使皮带秤距上次检定已有相当时日，仍可暂不检定。

3. 结论

判断皮带秤的控制衡器能否满足物料试验的要求，不仅要考察其准确度等级，还要顾及它在称量试验物料时所用到的量程。对于不同准确度等级的皮带秤检定时抑或使用中检验时，所选用控制衡器的准确度等级、最少检定分度数、最小称量、最大称量和被校准状态等也有不同的要求。任何

非自动衡器一般都不可能在 its 全量程范围内都满足控制试验物料规定误差的要求,硬性强求是不必要的,也是做不到的。检定分度数在 5000 以下的 III 级非自动衡器,若不在物料试验之前立即校准或检定,不能作为 0.5 级和 0.2 级皮带秤的控制衡器。但只要做到即时校准,就有可能满足 0.5 级和 0.2 级皮带秤控制衡器的要求。

目前,模拟载荷试验的应用场合之所以受到限制,其原因主要在于皮带效应。若研制出的新型皮带秤能消除皮带张力变化干扰的影响,或者新型模拟载荷装置的皮带效应与散状物料相仿,将为拓展模拟载荷试验在生产现场的实际应用带来希望。

参考文献

1. 质量计量器具检定系统 JJG 2053-2006 国家计量检定规程[S].
2. Continuous totalizing automatic weighing instruments(belt weighers) OIML R50-1.1997 (E) 国际建议[S].
3. 连续累计自动衡器 (皮带秤) JJG 195-2002 国家计量检定规程[S].
4. 连续累计自动衡器 (电子皮带秤) GB/T 7721-2007 国家标准[S].
5. Continuous totalizing automatic weighing instruments(belt weighers) OIML TC 9/TC 2 :R50-3CD 2010.3 (E) 国际法制计量组织自动衡器委员会文件 [S].
6. Continuous totalizing automatic weighing instruments(belt weighers) OIML TC 9/TC 2 :R50-4CD 2011.9 (E) 国际法制计量组织自动衡器委员会文件 [S].
7. 机械天平 JJG 98-2006 国家计量检定规程[S].
8. 砝码 JJG 99-2006 国家计量检定规程[S].
9. Non-automatic weighing instruments OIML R76. 2006 (E) 国际建议[S].
10. 叶庆泰:商用皮带秤的应用理念[J].衡器 (Vol.38) 2009.5
11. 叶庆泰:皮带秤的量值传递与准确度[J].衡器 (Vol.39) 2010.2

作者简介

盛伯湛 (1946-), 男,上海市人,冶金自动化专业,先后从事电子衡器的推广应用和制造改进工作计三十余年;中国计量测试学会会员,中国认证认可协会注册审核员,《衡器装配调试工》国家职业资格培训系列教程编审委员会委员、连续累计自动衡器分册主笔。(shengbzh46@sina.com)