

试论高精度皮带秤取代“水尺计重”的可行性

陆勤生

【摘要】 本文阐述了大宗散装物料“水尺计重”的由来和弊病，列举了诸多港口企业为减少和消除其给企业带来的经济损失所做出的努力。认为从皮带秤的国际建议、国家标准的修订到高精度皮带秤产品的问世都为高精度皮带秤取代“水尺计重”提供了可能，希望不久的将来此种可能变为现实。

【关键词】 水尺计重 皮带秤 耐久性

在现代物流中有大量的散装物料需要精确地计量，如矿石矿砂、煤炭的进出口，以及国内矿石矿砂、煤炭、水泥等建材的南北转运。这类物资具有量大（单是国内进口量就高达十数亿吨）、称量准确、称量过程不影响装卸运输进度等要求。

由于这类物资大部分以船舶为运输工具，装、卸输送大多采用皮带输送机。一直以来因为缺乏合适可靠的计量器具，此类物资的计量普遍采用“水尺计重”的方式，以此作为商品贸易结算、计费、通关、计税、索赔、仲裁的凭证。

“水尺计重”是一种原始的计量方法。是根据“阿基米德定律”的原理，通过分别测定装（卸）船前和装（卸）船后船舶的吃水线，并测定前后两次的船用淡水、压舱水及燃油的贮存量或消耗量。海上运输还需要测定船边水分的密度，然后按照船方提供的排水量表或载重量表以及有关的静水力曲线图表、水油舱计量表和校正表等船用图表计算出船舶载运货物的重量。

影响“水尺计重”准确度的客观因素很多：如船舶拱陷变形、定量备料更动、港水风浪等等。要求船舶的船舳艏水尺标记和载重线标记的字迹必须清晰正规、刻度正确无误；具备船舶正确而有效的图表，包括：排水量表或载重量表，静水力曲线图或可供排水量纵倾校正的图表，水油舱计量表及纵倾校正表，船型图或可供船舳艏水尺纵倾校正的有关图表。

最为重要的是“水尺计重”是凭借肉眼观察确定的。简单的目测只有在风平浪静，水平面与水尺标志的交线是固定唯一时，数据才是准确唯一的；而当有风浪尤其是较大风浪时由于波面起伏不平，波面与水尺标志的交线就成了瞬息万变的曲线。此时观察者只能凭经验判断船舶吃水线数值，测得的重量难免带有主观臆断性，有失客观、公允。故而由此带来的误差也是惊人的。以一艘10万吨的货轮计算：水尺读数误差1cm、造成的货物误差约为500t，也就是说，不论“水尺计重”的理论误差有多大，光读错水尺1cm、就会产生0.5%的误差。

从计量学的角度看“水尺计重”是一种不科学的计量方式。我们知道任何一种计量器具为保证其计量准确度，必须进行量值传递。而“水尺计重”是以人类最原始的本能——视觉去取代“以国际

千克原器量值传递的器具衡量”。在上述的诸多因素影响下，产生较大的计量误差也就在所难免了。

实际上国内许多企业十分清楚这种计量方式的弊病。如长江沿线的诸多钢铁企业如：马鞍山钢铁公司、武汉钢铁公司、重庆钢铁公司等，其原燃料均依赖水运进厂。为确保计量的准确性、保护企业自身的利益，均采取了许多规范“水尺计重”操作的措施：如成立了“水尺”计量班监督计量全过程、卸船时登船测量燃油舱及压水舱液位、与供方共同读取水尺数据，以保证计量数据的真实可靠。

既然“水尺计重”如此不靠谱，为什么一直以来还在如此重要的场合下应用着？究其原因：一是因为散装物料的运输装卸如使用轨道衡、汽车衡等非自动衡器称量势必增加作业环节，既费时、又会增加成本；而可在装卸转运过程中同步称重使用的皮带秤，历史上一直因准确度低、耐久性能差等原因不能赋予重任。

皮带秤属于连续累计自动衡器，其称重原理和使用环境的问题，使得其计量准确度低。其准确度等级在国际法制计量组织国际建议（OIML R50-1997）中及皮带秤国家标准（GB/T 7721-2007）中其最高等级为 0.5 级，与贸易计量通常采用的非自动衡器的 III 级秤误差要求有较大的差距。更为关键的是实际使用中的皮带秤难以长期稳定地保持 $\pm 0.5\%$ 的称重误差，使用中的误差甚至高达 1 ~ 5%。这些就是造成“水尺计重”长期占据散装物料称重市场的缘由所在。

随着科学技术的发展，在国内外皮带秤领域科研人员的努力下，皮带秤技术有了长足的进步，皮带秤的精度和可靠性、稳定性都有了大幅度的提高。国外企业中有德国的申克、西门子、澳洲的 AST 等公司，国内的南京三埃、赛摩、三爱斯等企业都相继研发出准确度高、稳定性好的产品并推向市场。

国际法制计量组织在 market 需求的促进及制造企业的建议下实时地对 OIML R50 进行了修订，并于 2015 年 3 月发布了新版的国际建议——R50-2014。

新版的 R50 最大的变化就是增加了 0.2 级准确度等级，新增了一些测试内容，对电磁兼容的测试标准进行了升级，以适应 IEC 对电工产品电磁兼容测试的新要求。同时新版 R50 还对皮带秤的耐久性提出了要求，以保证皮带秤性能的稳定和称重数据的可信度。

国家标准化管理委员会随之对 GB/T 7721-2007《连续累计自动衡器（皮带秤）》标准进行了修订，新版的 GB/T 7721-2017 已于 2018 年 1 月发布，并将于 2018 年 7 月 1 日正式实施。GB/T 7721-2017 标准的修改部分与 R50-2014 基本相同，在此不再赘述。

至此，皮带秤用于大宗散装物料高精度级（贸易）计量的条件已经具备。实际上国际国内高准确度级别的皮带秤产品已经问世多年，并已获得广大皮带秤用户的认可。

如南京三埃公司研发生产的 SA/ICS-ZL 阵列式皮带秤已获得全球首张依据 R50-2014 进行型式评价的 0.2 级皮带秤的《型式评价证书》以及国内首张 0.2 级皮带秤的《计量器具制造许可证》，并已使

用在中国的钢铁、煤炭、建材、化工及港口行业的数十家用户现场。

而今 OIML R50-2014、GB/T 7721-2017 相继颁发，用于皮带秤型式评价及周期检定的检定规程 JJG-195 也即将发布，使得可用于高精度贸易级计量的皮带秤，从型式批准到行政许可获得法律上的许可和支持。

因此高精度皮带秤取代“水尺计重”已经成为现实。

事实上港口企业早已经认识到“水尺计重”所存在的问题，并为之进行过不懈的努力。如上海煤炭港早就在用的皮带秤上下足功夫：在精心维护的基础上，采用“双秤互校”法，即在同一条皮带机上安装两台皮带秤，计量数据同步比对，一旦两台秤的计量数据发生偏差并超出允许范围时，即认定计量系统出现故障并予以检查、校正处理。在港区技术人员及管理部門的共同努力下，上海煤炭港一直以来都以皮带秤的计量数据作为煤炭出入库管理及贸易结算的依据。

更有港口企业把推进“高准确度皮带秤取代‘水尺计重’，用于港口大宗散状物料计量”作为一项重要的议题向有关部门申报。如江苏的连云港港口集团联合南京三埃工控股份有限公司，自 2016 年起连续两年向交通部港口标准化技术委员会申报中华人民共和国交通部行业标准——《港口散装物料计量规范》。意图以行业标准的形式规范港口码头散进散出的各类大宗散装物料，在装卸过程中进行重量计量时采用的计量器具及相对应的允许误差。

该标准拟将散装物料分为：

高价值物质，为关乎国计民生、企业经济效益及国际贸易的黑色金属矿砂、有色金属矿砂、煤炭及与节能环保密切相关的燃料等，其允差为 $\pm 0.2\%$ ；

中等价值物质，为经济价值稍低的水泥、化肥、盐等，其允差为 $\pm 0.5\%$ ；

低价值物料（如建筑用砂石等）不适用该标准。

标准规定适用该标准的计量器具：

高价值物质为符合允差 $\leq \pm 0.2\%$ 的 0.2 级连续累计自动衡器（皮带秤）和 0.2 级非连续累计自动衡器（累计料斗秤）；

中等价值物质为符合允差 $\leq \pm 0.5\%$ 的 0.5 级连续累计自动衡器（皮带秤）和 0.5 级非连续累计自动衡器（累计料斗秤）；

为保证皮带秤具有足够好的耐久性能，确保皮带秤在一个完整的检定周期内都能保持标称准确度指标。该标准要求用于称量高价值物质的 0.2 级皮带秤必须经过耐久性能测试并合格，方可准入使用，并对耐久性能的测试方法也作出规定。

关于皮带秤的耐久性能，R50 在通用要求一章中提出以下要求：对于预期用途的皮带秤应长久满足在额定运行条件下和有干扰时的各项要求，即：电子皮带秤的设计和制造应令其

(1)在额定运行条件下,不超出最大允许误差;

(2)在接触到干扰时不发生显著增差或能够检测出显著增差并对其作出反应,并应当长期得到满足。

虽然 OIML 认为皮带秤增加耐久性能测试十分必要,但 R50 中对测试形式、内容并没有作出具体规定。在修订 R50 的过程中参与修改的各国专家一致认为皮带秤增加耐久性能测试十分必要,但对具体的测试形式、内容有较大分歧,未能形成一致意见。因此 OIML 鼓励各国进行耐久性测试方法的进一步研究、根据不同的法律制订保证耐久性试验的方法。

该标准采用南京三埃公司企业标准中的“模拟恶劣工况的耐久性能测试方法”。南京三埃在本公司产品阵列皮带秤的企业标准中,规定了用“模拟恶劣工况条件下的物料试验”来考核其耐久性。除了要求在额定操作条件下,其性能符合标准 0.2 级检定时的准确度指标(误差 $\leq \pm 0.1\%$)之外;还要求其在模拟皮带张力变化、流量中途变更甚至断流、辊轨准直性破坏、托辊沾料、托辊堵转等恶劣工况条件下,其自动称量误差不大于 0.2 级使用中检验时的标准指标($\pm 0.2\%$)。

该试验方法测试的是皮带秤在恶劣的工况下是否能符合标准准确度的要求,其指导思想是用提高试验严酷度的方法替代时间变化对皮带秤准确度的影响。

在国际电工委员会的各种技术标准中,短时高严酷度试验是耐久性试验的普遍原则。IEC 制定了数以百计的环境试验方法作为对电工电子产品耐久性的评判依据,这些方法多数属于用较短时间的高严酷度试验来模拟长期的影响。例如,用几十小时或几天的高低温或湿热循环来模拟一年四季的气候变化;以各种频率和加速度的振动、冲击或跌落来模拟使用周期中可能出现的种种意外等等。

所以采用“模拟恶劣工况的耐久性能测试方法”作为对皮带秤耐久性的评判是可行的,也是有据可依的。

有了国际建议、国家标准的护航,有诸多企业生产出适应散装物料称量的产品,有严苛的测试皮带秤耐久性能的测试规范,至此我们可以相信使用高精度皮带秤取代“水尺计重”称量散装物料是可以成为现实的。

当然取代“水尺计重”之路任重而道远。这需要国家层面以及国际相关组织的支持,需要计量技术机构的大力监督和促进,更需要企业努力生产出更多更好的皮带秤产品及广大用户的信任和支持,我相信这一天是会到来的!

【参考文献】

[1] OIML R50-2014

[2] 中华人民共和国交通部行业标准《港口散装物料计量规范》(草案)

作者简介: 陆勤生 高级工程师 第四届全国衡器标准化委员会委员
第八届中国衡器协会技术专家委员会委员