

皮带称重技术的最新发明专利

——阵列式皮带秤

南京三埃工控股份有限公司董事长 袁延强

摘 要：皮带秤在物料输送同时完成计量，具有低成本高效率的优点。但因其准确度不高、长期稳定性差的通病，长期困扰着制造企业和用户。南京三埃公司通过长期的实践和系统的研究，推出了阵列式皮带秤，以独创的“内力理论”和“张力补偿理论”有效地消除皮带张力的影响，使皮带称量准确度大幅提高，为实现中国人改写国际建议指标的梦想顽强奋斗。

“实践是检验真理的唯一标准”。为了验证全新的皮带称重误差理论，南京三埃公司投资 2000 万元建立了 QPS 全性能皮带称重试验中心。通过系列实验及大量实验数据证明，南京三埃公司创造的阵列式电子皮带秤技术最近喜获国家颁发的技术发明专利授权证书。可以预言，让皮带秤在贸易结算领域中发出耀眼光芒为期不远。阵列式皮带秤的诞生，不仅为沉寂了二十余年的世界皮带称重领域带来了新的生机，更大的意义在于它标志着中国人由模仿到创造、由中国制造到中国创造跨出的飞跃。

关键词：连续累计计量 最新发明专利 内力理论 张力补偿理论 全性能皮带称重试验

皮带秤是散状物料运输过程中进行称重计量的最佳方式，其在一些场合，如码头大宗原燃料装、卸货过程中，具有难以替代的作用。因此，皮带秤受到广大用户的重视。但同时，皮带秤又存在称量准确度不高、长期稳定性差的通病，使其应用受到很大限制，给用户带来了很大的困扰。

南京三埃公司通过长期的实践和系统的研究，推出了最新皮带称重技术发明——阵列式皮带秤，使皮带称量准确度大幅提高，同时提出了一种全新的皮带称重误差理论，给沉寂了二十余年的世界皮带称重领域带来了震撼！

一、皮带秤技术现状的尴尬

皮带秤技术在八十年代初快速发展，皮带秤称重理论及各种相应的产品、技术也引入国内，使得国内的皮带秤水平快速发展，形成一股皮带秤应用的热潮，并很快拉近了与世界先进水平的差距。但在其后的二十多年里，皮带秤在应用过程中出现了很多问题，并且这些问题始终没有得到很好的解决。全世界在这二十余年中似乎也都沉寂下来。究其原因，以下几点值得思考：

1. 皮带秤的名义准确度与实际准确度

根据国际法制计量组织（OIML）R50 的规定，皮带秤的最高准确度为 0.5%。我国皮带秤曾经提出了 0.25% 的准确度等级，但经过实践证明，这一准确度难以达到，也终于在 2008 年的 GB/T7721-2008 中，接轨国际建议，以 0.5% 为最高准确度等级。

显然，与汽车衡和轨道衡的准确度（大致相当于 0.1%）相比，皮带秤的准确度低了，在大宗原材料价格快速上涨的今天，这一准确度已不能令人接受。显然，作为贸易结算的计量器具，皮带秤应当提高称重准确度。

但更重要的是，0.5%的称重准确度常停留在厂家的说明书上，实际使用中能长期、稳定达到这一准确度的皮带秤十分难得，并通常是以一班人长年不辞辛苦精心维护作为前提的。

因此，自数千年前曹冲称象就开始的吃水线称重法在散状物料称重上仍大行其道，不仅在国内的港口码头大量应用，国际间的贸易结算也常以此为标准。在世界高度发达的今天，皮带称重技术如此落后，令人扼腕，皮带秤处境尴尬！

2. 皮带张力是“罪魁祸首”

导致皮带秤如此境地的原因很多，究其根本，都离不开“皮带张力”的影响。皮带秤的基本定义可归纳为：在皮带运输过程中对通过称量段的物料进行重量累计。特征是：物料在皮带之上，称重装置在皮带之下，皮带介于两者之间。由于皮带在称重时无法与外界隔离，而皮带张力又是皮带运输机的基本属性，皮带张力的变化就直接影响了物料重量传递的准确性。

影响皮带张力的因素很多，如物料流量的变化、安装位置的选择、托辊状态的变化、秤体刚度数值、皮带预紧力的大小、温度湿度的变化等等，都对皮带张力有影响，从而导致称重误差的产生。长期以来，对此大家束手无策！

3. 正确的理论与错误的导向

现在为大家公认的皮带秤的称重误差理论：由于皮带秤体的荷重下沉导致了皮带张力 F_p 产生了一个与水平方向的夹角 α ，于是产生了 $2F_p \cdot \sin\alpha$ 的误差项，为了减小误差，一定从减小 F_p 和 α 入手，于是产生了如下的措施：

1) 提高称重传感器与秤体的刚度

通常要求在满负荷下称重传感器变形量 $\leq 0.2\text{mm}$ 称重托辊下沉量 $\leq 0.2\text{mm}$ 。

2) 提高托辊制造精度

为减小 α 值，对皮带秤的称重托辊提出了苛刻的精度要求。其轴向窜动 $\leq 0.5\text{mm}$ ，径向跳动 $\leq 0.2\text{mm}$ （据 GB/T7721-87 要求）。

3) 提高安装要求

各称重托辊高度差 $\leq 0.5\text{mm}$ （据 GB/T7721-87 要求）。

4) 皮带秤安装位置的限制

无重力张紧皮带不宜装皮带秤

有卸料小车皮带不能装皮带秤

有凸凹段皮带不宜装皮带秤

显然，现行公认的皮带秤的误差理论的力学分析是正确的，结论也是正确的。皮带张力的影响是客观存在的，以上的措施表面上看也是正确的，可以起到减小皮带张力影响的作用，但效果却大相径庭，这些措施的实行反而带来大量的负面结果，以下现状众所皆知：

1) 秤架越来越重

一些皮带秤架重达一吨，如此沉重的秤架如何支承？各种簧片支点、橡胶轴承、多传感器全悬浮应运而生，但这些支点都是以简易的皮带运输机架作支持的，基础尚且不稳，上面的支点和秤架如何能稳？变形、干涉时有发生，皮带秤长期稳定性差，与此有莫大的关系！出发点是提高刚度，减小误差，结果往往是准确度未见提高，稳定性却大大下降。

2) 对安装要求高

这是所有皮带秤的共同特点。通常要求四至六组槽型托辊组的端面高度差小于 0.5mm，此数据何来？从理论计算得到并曾被载入皮带秤国家标准 (GB/T7721-87 要求)，如超过此值，则皮带张力影响会导致皮带秤超差。可是要达到这样的要求只能是自欺欺人！姑且不论安装人员认真程度如何，仅所拉弦线的自然垂度就大于 0.5mm。笔者参加很多次的安装调试，亲身体验到这样的要求是不可能达到的。

显然，用一个无法达到的要求来对安装工人提出要求，反映了皮带秤称重技术的无奈，也反映出皮带秤误差理论及原则的不切实际的本质。

3) 对称重托辊的要求高

皮带秤对称重托辊同心度要求很高 ($\leq 0.2\text{mm}$)，其实是毫无道理的，这样会造成制造成本的增加，而实际应用中托辊沾料的情况往往很严重，其沾结厚度往往远超此值，因而对称重的影响也就很大，仅靠制造精度无济于事。

凡此种种还可以列出不少。这不由令人深思，皮带秤称重误差理论错了吗？从力学分析其无疑是正确的，在这个理论指导下的几项原则错了吗？显然，其出发点是好的，理论上是正确的，但显然是不符合实际的。

因此，对皮带秤的传统误差理论与现行绝大部分皮带秤奉行的准则只能如下评价：理论正确，方法无奈！在这种理论和原则指导下的皮带秤称重技术当然只能二十余年徘徊不前，难有作为！

二、皮带称重技术的最新发明专利

1. 全新的误差理论

通过理论计算与大量实践我们发现：在一个连续安装的皮带秤阵列中，各称重单元在皮带张力作用下相互影响，但在按特定数学模型介入计算机计算后，各单元间的相互影响可以消除，变成一种“内力”，而皮带张力的影响仅限于阵列的出、入单元处。

同时，我们又发现：分析一个物体通过阵列各单元时的重量数据，可以得出皮带张力的影响量从而予以修正。

以上可称为“内力理论”和“张力补偿理论”。

这两个理论从原理上提出了消除皮带张力的方法，根据这两个理论得出的原则和结论与原有理论得出的原则大相径庭：

- 1) 秤架刚度不再重要，皮带秤体设计以强度要求为依据；
- 2) 安装要求大大降低，基本无特殊要求；
- 3) 托辊沾料对称重没有影响，称重托辊无需特别制造；
- 4) 连续安装的皮带称重单元数越多，精度越高；

与传统理论相比，新理论得出的皮带秤设计原则有了根本性的改变，皮带秤的结构型式因此有了革命性的变化，如下对比表：

传统皮带秤与新型阵列式皮带秤结构、性能对比表

	重量	制造精度	安装要求	托辊沾料	维护量	张力影响	称重段	称重精度
传统皮带秤	重	高	高	影响大	大	大	短	低
阵列式皮带秤	轻	低	低	无影响	免维护	基本消除	长	高

2. 阵列式皮带秤

以”内力理论”和”张力补偿理论”为基础，我们研发了阵列式皮带秤，这一产品采用了多项发明和实用新型专利，其具有以下显著优点：

- 每个称重单元可承载两组以上称重托辊；
- 每个单元只用一只称重传感器支承整个单元；
- 每个单元重量很轻，安装时两个人就可以搬起；
- 称重单元日常免维护，可长时间稳定工作；
- 称重准确度达到 0.1%，长期稳定性可达到 0.2%。

阵列式皮带秤在某焦化厂入厂煤运输皮带上安装，用于贸易结算计量，经过近两年的现场使用，其优异的计量性能和长期稳定性得到用户的高度认可，而在此期间称重部分没有一次故障！该用户具有长期使用多种皮带秤的丰富经验，在使用后作出如下评价：

“2007 年 6 月使用阵列式皮带秤后，称重精度高，维护工作量很少，每次检定都在 0.25% 之内，保证我公司贸易计量，大大减少和客户间的纠纷，提高了工作效率。该设备计量精度及长期稳定性能较前期的计量产品有了突破性的提高。”

阵列式皮带秤是在新的皮带秤称重误差理论指导下研发的产品，其在原理、结构、性能方面与原有皮带秤完全不同，在取得称重准确度突破的同时，取得了极高的长期稳定性，安装轻松，使用方便，令人耳目一新！

3. QPS—全性能皮带秤试验中心

为了研究新的皮带称重误差理论，研发阵列式皮带秤，南京三埃投资近 2000 万元建立了 QPS—全性能皮带称重试验中心及相关配套设施，这是目前世界最先进的皮带秤研究平台，其主要设备及性能如下：

- 1) 建有四条皮带秤试验线，皮带宽度 650—1200mm；
- 2) 全部皮带机速度可调，范围为 0.3m/s—4m/s；
- 3) 高精度料斗秤及相应的标准砝码检定系统；
- 4) 单次物料试验重量可达 40 吨；
- 5) 皮带张力由计算机量化控制，可预先设定，也可随机调整；
- 6) 皮带托辊槽角可调，适应常见皮带机规格；
- 7) 可进行托辊模拟沾料试验；
- 8) 物料流量可预先设定，也可实现程控变流；
- 9) 全程视频监控；
- 10) 试验流程全自动，一个人可在中控室实现全部试验。

阵列式皮带秤的各项试验均在这个平台上完成，内力理论和张力补偿理论的数学模型和大量试验数据也是在这一平台上取得的。

全新皮带称重误差理论和阵列式皮带秤的研发是一个高水平的研究成果，除了正确的指导思想外，高水平的研发平台是成功的关键因素之一。当今时代，只有大量的科研投入，才可能产生真正的技术进步，从而引领世界皮带秤技术发展的潮流。

三、面向未来

1. 巨大的市场前景和经济效益

阵列式皮带秤的推出，填补了高准确度贸易结算皮带秤的空白，出现在我们面前是极其广阔的市场，其主要在以下几个方面：

1) 港口进出散状物料的贸易结算计量。这一领域很大，中国沿海、长江及其它广大的内陆水系中各种码头很多，这都是我们明确的市场对象。

2) 各厂矿的进出厂计量和内部计量，如电厂的入厂煤计量，钢铁厂入厂矿的计量等大宗原燃料计量。

3) 广阔的国际市场前景。各国的港口码头及厂矿计量，都是明确的市场对象。

由于阵列式皮带秤以其优异的计量性能填补了空白，因而具有极高的市场价值，产品具有较大的市场空间，由此将给企业带来良好的经济效益，使企业对于研发的投入产生高额的回报。

2. 推动国家标准和国际建议的进步

由于阵列式皮带秤所带来的理论和技术突破，将使皮带称重准确度大大前进一步，我们的目标十分明确：那就是将 0.2% 的精度等级写入国际法制计量组织（OIML）R50 当中去，实现由中国人主导国际建议的梦想。同时，在国家标准中，增加这一准确度等级，使贸易结

算皮带秤真正有法可依。

实现这一理想，一方面将推动皮带称重技术的发展，另一方面，也标志着中国人由模仿到创造的飞跃，是由中国制造到中国创造的飞跃。

3. 面临的机遇和挑战

阵列式皮带秤给我们带来了极好的发展机遇，我们已获国家发明专利正式授权（发明专利证书号：200710025317.0），我们也在全世界申请了专利保护。我们有了自主的知识产权，就为企业发展打下了良好的基础。但目前国内的知识产权保护环境仍有待完善，仿冒、伪造时有发生，我们将会拿起法律的武器去保护自己，也希望政府和各位同仁大力相助！

四、坚持自主研发，实现中国人的理想

1992 年，我们创办了南京三埃测控研究所，经过十多年的努力，发展成为今天的南京三埃工控股份有限公司。三个分公司主营业务分别为称重产品、三电自动化、冶金设备制造与施工。公司 2007 年主营业务额为 1.35 亿元。2008 年虽受金融风暴影响，主营业务收入仍逾亿元，具有较强的综合实力。

称重产品特别是皮带秤一直是公司的重点产品，对皮带秤的涉入可追溯至 1982 年笔者在南京二钢参与全国第一台微机皮带秤的研制，并因此获南京市科技进步一等奖。在其后的近三十年中，笔者一直从事皮带秤的研究与推广，获得了很多研究成果，积累了大量的现场经验，始终坚持为了提高皮带秤准确度而不懈努力。在以申克、拉姆齐为代表的国外皮带秤技术在国内颇为热衷的情况下，始终坚持了自主研发的路线，并为此建立了自己的资深专家队伍和有一定规模的试验中心，为阵列式皮带秤的研制打下了坚实的基础。通过系列实验及大量实验数据证明阵列式皮带秤的优异性能，证明了三十年来自研发的路线的正确性，使我们看到胜利的曙光。

通过阵列式皮带秤的研制成功，我们坚信，只要我们坚持自主研发的道路，以技术创新作为企业生存和发展的主线，企业的前景将一片光明！

南京三埃有信心引领世界皮带秤技术发展的潮流，做世界最好的皮带秤！

作者简介：袁延强，南京三埃工控股份有限公司董事长，EMBA 硕士。

江苏省工商联执委，南京市人大代表。

通讯地址：南京市江宁开发区胜利路 12 号 邮编：211100

网址：www.nj3a.com

电子信箱：yuanyanqiang@vip.163.com