

神奇的“互联网+皮带秤”

袁延强

【摘要】本文介绍了阵列式皮带秤在实现了与互联网相加后，给皮带秤带来了革命性的变化。实现了准确计量、在线检测误差并修正。

【关键词】互联网+皮带秤、阵列式皮带秤远程专家系统

当前，中国最时髦的词当属“互联网+”，只要和这个词沾上边：股票立即疯涨，产品技术含量立刻提高，售价立马上涨，企业也自然就被列入“高新技术”的行列。

那么，什么是“互联网+”呢？百度一下可以查到如下内容：

“互联网+”就是“互联网+各个传统行业”。但这并不是简单的两者相加，而是利用信息通信技术以及互联网平台，让互联网与传统行业进行深度融合，创造新的发展生态。

在这个定义的范畴，当“互联网+”这个时髦词碰到“皮带秤”这个传统产品时，是否也能上演这样的神奇，来验证“互联网+”屡试不爽的妙处呢？

“互联网+皮带秤”神奇之种种

经过长达数年的研究，在最近完成的“互联网+皮带秤”实验中，南京三埃公司的阵列式皮带秤就给人们带来了强烈的冲击，让人们可以真正见识到“互联网+皮带秤”的种种神奇：

神奇之一 在线预测皮带秤实物称重误差

一台皮带秤运行过程中的计量数据是否准确是用户最关心的问题，但在没有其他方法验证（汽车衡等）时，这只能是一个奢望。

但是今天，这个愿望已经变成了现实。在接入“阵列式皮带秤远程专家系统”（ZLNET）的阵列式皮带秤上，可以对正在进行的称重过程进行监控、计算。计量过程结束，本次计量的误差就可以得到，甚至在计量过程中本次计量的误差幅度就可以计算出来，锁定计量误差，效果真的很神奇。

众所周知，皮带秤的计量准确度必须依据与其它计量器具的数据进行比对，才能得到皮带秤计量的误差情况。例如实物检定，就是用控制衡器的计量数据作为真值对皮带秤计量数据进行比对，从而得到皮带秤的计量误差。在装卸船时，往往是用皮带秤的数据和吃水线的数据进行比对，也是一种误差的计算方法。

但是，在皮带秤计量尚未结束，对比双方数据还没有得到时，皮带秤的计量误差是无法得知的。

在我们进行的实验中，在没有得到控制衡器（料斗秤）的数据前，即可通过 ZLNET（通过互联网连接的公司中心服务器专家系统）的计算，得出本次实验的计量误差。此误差与根据料斗秤称量的数据计算所得误差进行比对，两者十分接近。

在反复试验中，通过不断地改变皮带秤的状态和工况，如：大幅度改变称重托辊的高度，改变试验物料的流量，甚至卸掉数只称重托辊等，试验结果仍然一样：二者误差变化方向完全一致，预测结果与实物检定结果的误差在 0.2%之内。如果皮带秤的状态变化很大（如试验中将多组称重托辊随机提高或降低高度，造成称重辊上表面平直度受到严重的破坏），仍能保证该误差范围在 0~0.5%之间。而此时由于托辊状态变化过大，实物检定测得的误差，已经达到了 3%以上。

在我们所做的近百个试验样本中，实物检定误差的变动范围为：-3%~+3%，而通过“互联网+皮带秤”（ZLNET）计算出的误差均在 0~0.2%范围内变化，最大也不超过 0.5%。

显然，这个试验是极其成功的，也是十分神奇的，神奇之处在于：

1. “互联网+皮带秤”并不是靠传统意义上的称重数学模型，也没有采用传统意义上的各种技术去保证称量的准确性，而是通过一种完全特定的计算方法，另辟蹊径完成皮带秤的称重计算。而且这种方法不会受到诸如控制衡器（如料斗秤）失准的影响；对秤架结构（如称重托辊状态）变化对称重带来的变化也有很强的修正功能，基本上把这种影响给排除掉。

2. 对于衡器来说，在一个检定周期内必须保持其准确度，其使用准确度为检定准确度的二倍。但是对于衡器使用中的准确度的变化，则没有一个方法可以随时跟踪和检测。

皮带秤由于使用环境恶劣，变化因素很多，耐久性差是众所周知的。即使刚刚检定的皮带秤，在运行中的实际准确度也可能发生较大的变化，使用者在计量过程中用“始终捏着一把汗”来形容并不为过。

如果这个未知和多变的计量过程能够被准确而及时地检测出来，使一切尽在掌握之中，这种感觉当然令人相当的“爽”，这种感受用“神奇”来形容，也是不为过的。

3. 这个结论颠覆了几乎所有关于皮带秤的概念，如传统的皮带秤误差理论、皮带秤的安装规范、皮带秤的维护要求等等，取而代之的是应用“互联网+皮带秤”技术，使皮带秤转变成为轻松使用、免于维护、始终准确的计量器具，这种转变，当然可以称得上“神奇”了。

神奇之二 皮带秤仅用挂码标定也可以很准

皮带秤用挂码标定就能保持一定的准确度，是所有用户心中的梦。然而，

现在业界的共识是，只有用实物检定来判断皮带秤的计量准确度才是唯一可靠的。

“挂码标定”是一种方便的检定形式，即在秤架上施加与实物重量相当的砝码模拟载荷检定。这种方法简单，对生产过程影响小，是用户喜欢的一种标定模式。但是砝码仅加载于秤架上，皮带对准确度的影响因素不包含在此环节中。所以就发明了“链码标定”方法，将一种滚链状载荷施加于皮带之上，来更好的进行模拟载荷检定。再后来有发明出来“循环链码”法等等。

但大量的实践证明，这几种模拟载荷检定法都与实物检定有着明显的差距，某些时候差距还较大。所以，用户只能无奈地接受一种折衷的办法，即只要实物检定和挂码标定间有明确的对应关系就可以。但二者间的关系是要通过实物检定和随即的挂码标定才能求出，即必须进行实物检定，而且这种相对关系并不是稳定的，故而一段时间后需要重复求取。

现实中很多皮带秤的计量是处在生产流程中的，往往不具备实物检定的条件，只能采用挂码法来检验皮带秤。这种状况下，用户对皮带秤的使用准确度是一个问号，称量的准确性无法知晓。

我们在进行“互联网+皮带秤”试验时，对此种情况进行了大量实物检测试验。试验结果表明，用挂码标定代替实物标定完全可行，与同流量实物检定结果相比，挂码标定的准确度和实物检定准确度偏差 $<0.2\%$ ，在整个量程范围内，二者误差一般 $<0.3\%$ 。

从“互联网+皮带秤”的技术理论来说，完全可以实现准确度误差 $<0.2\%$ ，试验数据也支持了这个结论。

至此，我们可正式宣告：挂码取代实物检定完全可行，两种方法的准确度误差 $<0.5\%$ 。

这一突破在皮带秤的发展史上，第一次使挂码标定和实物检定之间的偏差变动范围得到了量化的确定。对于所有皮带秤用户和皮带秤厂家来说，都是一个福音。它将大大满足绝大多数皮带秤用户的心愿，是一个惊喜，也很神奇。

神奇之三 不用检定的皮带秤

一台皮带秤安装完成后，不做任何形式的检定，就能准确计量。这可是个匪夷所思的问题，传统的结论当然是“NO”。

但是，接入 ZLNET 的阵列式皮带秤居然可以实现，而且效果还不错。

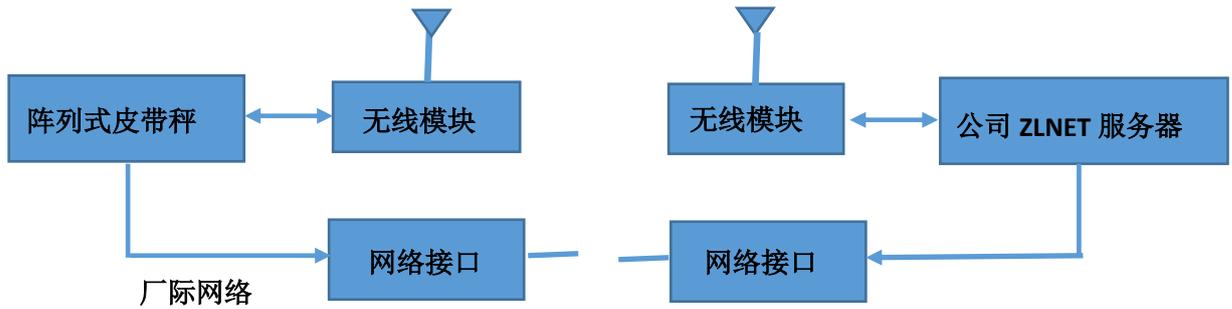
无论用实物或是挂码、链码等，皮带秤必须进行检定，这是人们的一种思维定式。而通过我们的实验，得到的答案是：皮带秤只要各种安装尺寸、传感器参数、仪表参数设置正确，无需检定的皮带秤是完全可能的，准确度一般不会低于 0.5% 。

显然，这是一个前所未有的结论，很震撼、也很神奇。

互联网+皮带秤是如何构成的？

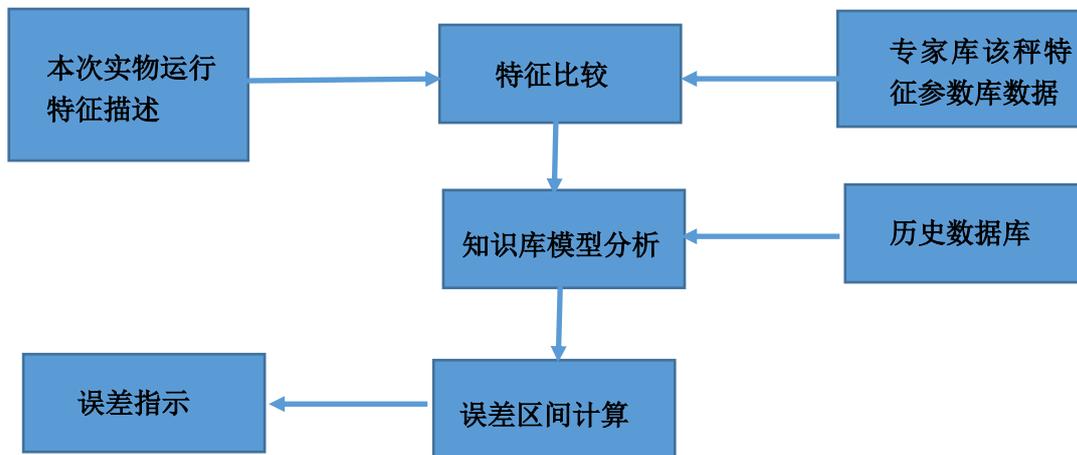
见识了上述神奇后，让我们了解一下什么样的皮带秤可以实现这种神奇。
在此，我们对“互联网+皮带秤”进行一个简单的介绍：

互联网+皮带秤系统结构框图如下：



图一

ZLNET 的数据处理流程见下图：



图二

图 1 是“互联网+皮带秤”的结构示意图。阵列式皮带秤作为基础数据的提供者，安装在用户的使用现场，对通过该皮带的物料进行计量，同时将本方式数学模型所需要的数据通过与之连接的无线模块发送到公司的 ZLNET 服务器上。

专家系统通过大数据处理，计算出实际运行产生的误差。这些数据也可通过另两方式发往公司 ZLNET 服务器：

1. 通过用户本地网络，将阵列式皮带秤的数据发往 ZLNET 服务器。
2. 在不具备上述无线、有线网络的情况下，由人工将仪表内有关数据导出（存 U 盘）发往公司、再输入 ZLNET 服务器。

注：后一种方式效率低，容易发生数据混乱和丢失，易产生计算结果滞后，应尽量避免。

图 2 为阵列秤数据在 ZLNET 中处理流程。

从总体说，这应该是一个典型的大数据处理模式：需要建立该秤有关的数据库，并连接阵列秤有关的专家库；根据具体的情况选取相应的数学模型，对该秤该次实际运行时的特征进行分析；在专家库的参与下，分析和计算该次运行可能产生的变动范围，最终给出偏差结论。

“互联网+皮带秤”有什么新的用途？

1. 实现关键计量点的可靠计量

皮带秤是对大宗的散状物料进行计量的，这些物料数量巨大，对涉及的供需双方都具有重大的经济价值，准确计量的利益极大。

在一些关键计量点、如贸易计量中的皮带秤，计量数据会直接做为买、卖双方的结算依据，对于皮带秤计量数据的准确、可靠有很高的要求。

但由于皮带秤的多变性，任何一次的计量过程和其他衡器（如汽车衡）相比，具有极大的不确定性，也具有更大的风险。这也是皮带秤不能大规模作为贸易结算衡器的原因之一。

在这点上，使用“互联网+皮带秤”技术，称重过程受到即时监控，并及时的修正，这就大大增加了关键点的计量可靠性。

在一些大型集团（如电力企业集团）中，煤耗是最重要的指标。由于事关考核指标，皮带秤的准确性受到各方高度关注。现有皮带秤的水平不能得到认可，真正的煤耗量常常不能可靠计量，归根结底还是皮带秤的计量不可靠。

如在这些关键点上使用“互联网+皮带秤”技术，就可以保证皮带秤的计量过程受控、计量数据准确。同时可对计量过程进行回溯检查，确保计量数据的可靠性。

大型集团可利用“互联网+皮带秤”技术，建立从总部向下的煤耗计量网络，准确计量实际煤耗量。由于计量过程的监控权有效地掌握在总部，这样的煤耗数据真实、及时，将有利于节能降耗工作取得实质性的进展，国家和人民将会大大受益。

2. 在计量过程中即时修正误差

当皮带秤对一条船的装、卸货物进行计量时，通常装、卸作业要持续较长的时间。在此期间内由于皮带秤的计量可能会发生偏差，使得计量数据失准。等

到最后的计量数据形成后，一切都已成事实，无法更改。而货物的供方（或收方）可能根据自己已有的计量数据（装船时的码单，吃水线等）对皮带秤的计量结果产生异议。

如果能在计量过程中，每隔一段时间就对前面的计量数据进行一次误差计算，并在后面的计量中加以纠正和补偿，最终的计量准确度将大为提高。这个功能对于防止皮带秤突然出现的较大偏差的情况就显得更为重要。

3. 提供效果最佳的配煤流程

现在港口企业在煤炭装船时需对不同热值的煤按比例进行混配，而混配比例的准确与否对用户意义很大，最大程度的实现合理混配成为港口企业十分关心的问题，也是港企竞争的焦点之一。

要实现混配的最好方法是在取煤端进行控制，即在取煤的堆、取料机上安装移动式皮带秤，第一时间准确计量取煤量。但是用于堆、取料机输料计量的移动式皮带秤的准确度存在巨大的差距，一般皮带秤准确度低且极不稳定。如不能及时发现，将回使混配过程归于失败无法挽回。

采用阵列式皮带秤中的移动式皮带秤，其准确度和稳定性有极大的提升，可以确保混配的准确性。但如果在使用过程中的称重偏差没有手段能够监控，一旦发生偏差也只能到最后才能发现。

采用 **ZLNET** 在线监测，可以及时发现计量过程中出现的偏差、并可及时调整，使之达到最为准确的状态、提高混配控制的准确性。

4. 提供最佳的皮带秤外包服务

当一个用户在用的皮带秤数量较大时，皮带秤的维护就成了很大的负担。如不能对皮带秤进行频繁的检定，皮带秤的准确与否将成为心头挥之不去的阴影。往往是发现有明显偏差时，才进行检定来校准。

对于使用者来说是一个十分痛苦的抉择：耗用大量人力、物力进行频繁的检定，是可以使皮带秤保持相对稳定的状态，但由此带来的成本和管理问题，常常难以为继。

采用“互联网+皮带秤”后，这一工作可以全部委托给皮带秤制造厂去完成，用户无需配备专职的皮带秤维护人员，无需购买备品备件。

制造厂通过互联网对皮带秤进行监控。当皮带秤发生问题后，根据数据进行分析，找到问题原因，提出解决方案，提供给维保人员进行修复，无需在现场进行试验和排查来解决问题。

这一过程每天自动进行，针对皮带秤出现的误差变动情况，由专职的客户经理及时进行处理（包括和用户联系、误差直接调整或安排维保人员等），一切均在极短的时间内完成。

由于专家库里有各种故障的处理方案，对客户经理的要求并不会特别高。依靠专家系统软件完成服务，对于制造厂来说、是完全可以胜任的。

在这个基础上，用户的所有皮带秤均可以保持在准确工作的状态；故障的发生和排查，都能得到及时的处理。对于用户和皮带秤制造厂而言，是一个双赢的结局。

5. 保障皮带秤在恶劣工况下可靠工作

皮带秤之所以称重误差变化较大，和其工作环境中的工况条件恶劣有密切的关系，所以，在要求较高的使用场合，对皮带机工况的要求都很高。但在实际使用中，这种要求很难达到与保持。

以皮带跑偏为例，安装和调整很好的皮带机，仍然会产生皮带跑偏。常见的情况是进入该皮带机的物料重心位置产生了变化，例如不同的物料种类，不同的进料方向，不同的物料流量等，这些都会使皮带产生不同程度的跑偏。这种跑偏会对皮带秤产生明显的影响。而皮带跑偏的本质就是物料在皮带秤的称重状态发生了改变，也可以理解成称重托辊的高度发生了变化，称重托辊上表面垂直度发生了变化。最终导致皮带秤的称量误差发生变化。

采用“互联网+皮带秤”技术，可以通过 ZLNET 的专家系统软件，对发生的变化进行预测，得出变化的方向和大小，并进行相应的补偿，使称重准确度得到改善。这是目前为止最好的解决皮带跑偏的方法，具有很强的实用价值。

同时对于常见的称重托辊沾料、托辊高度改变等各种皮带机发生的问题，都可以通过“互联网+皮带秤”技术得到解决。

这种改变意味着：皮带秤使用中遇到的一切问题都可以依靠软件来解决，而不是一味依赖调整秤架或频繁检定来发现和解决问题。

6. 改变传统的皮带秤安装、调试规范

皮带秤安装时保持称重托辊上表面的共面性，被业界奉为“金科玉律”。只有调整良好的皮带秤，才可能有高的称重准确度。日常维护时，皮带秤准确度发生变化时，检查并调整称重托辊共面性也是最重要也是最有效的方法之一。为此，皮带秤制造厂和用户长期以来被陷在这个怪圈中不能自拔。令人尴尬的是，即使非常认真的安装和调整，实际称重的准确度还是不能令人满意。

采用“互联网+皮带秤”技术，可以轻松地计算出皮带秤的称重偏差，而不需要对称重托辊的共面状态提出什么要求，即使状态十分恶劣，也能通过大数据分析得到较为准确的偏差预测。这就意味着皮带秤的安装和调试要求可以大大的降低，由此引入的误差，则通过软件来加以计算和修正。

这一目标的实现，其实就是解决了皮带秤最大的难题，解放了皮带秤安装人员、维保人员，使这些在衡器领域内最苦、最累的从业人员，也进入到相对轻松

同时还有很高科技含量的高、大、上行列来，这无疑是一场皮带秤领域的重大变革。

“互联网+皮带秤”技术的实现，是皮带秤技术发展中一个划时代的重大事件。自此，皮带秤技术实现了一个巨大的飞跃，使皮带秤从一个高速发展时代中掉队的不起眼的小角色，转而又变成了互联网时代又一个丑小鸭变凤凰的生动案例。

值得骄傲的是，这个技术是我们中国人发明的，而且，中国人将在这个领域，牢牢把握“世界第一”的位置，带领世界皮带秤技术向前发展！

作者简介：

袁延强 男 南京三埃工控股份有限公司董事长，高级工程师，“阵列式皮带秤”发明人。