

# PDX™ 新型数字传感器 在煤矿电子衡器升级中应用

徐州矿务集团质量技术监督处 毕思武

**【摘要】** 为了解决煤矿电子轨道衡、汽车衡长期在恶劣环境下运行造成的计量不准、故障频发、维护困难、易被作弊和遭雷击等问题，满足物联网时代的新要求，我们选择了梅特勒-托利多提供的革命性的 PDX 车辆衡升级套装服务方案，对电子轨道衡、电子汽车衡进行升级改造，收到了较好的效果。

**【关键词】** PDX™；数字传感器；煤矿电子衡器；升级；应用

自从上世纪八十年代，徐州矿务集团公司使用第一台由梅特勒-托利多生产的 100t 模拟式全电子汽车衡以来，电子汽车衡和电子轨道衡在全集团公司的普及率已达到 98% 以上。电子轨道衡和电子汽车衡比机械式衡器的称量速度快、计量准确性高，具有自动称量、自动显示、自动打印、大屏幕显示等功能，并通过与计算机联网还能实现称重数据远传，给煤炭称重计量带来了极大的便利，给煤矿生产经营带来了巨大的经济效益和社会效益。

但是，长期以来，我们使用的电子轨道衡和电子汽车衡是由模拟式称重传感器或是带接线盒的数字式称重传感器组成的。由于它们都存在着秤体结构不合理、防雷击、防作弊性能差、可靠性低等缺点，给煤炭称重计量带来了一定的不便，已不能适应现代煤炭称重计量的要求。因此，为了进一步提高电子轨道衡、电子汽车衡的防雷击、防作弊能力和运行的可靠性，确保其计量准确可靠，满足物联网时代的新要求，我们转变观念、积极创新。2011 年，我们选择了梅特勒-托利多提供的革命性的 PDX 车辆衡升级套装服务方案，先后对电子轨道衡、电子汽车衡，共计 3 台用于贸易结算的大型电子衡器进行升级改造，收到了较好的效果。

## 一、PDX™ 数字传感器的组成原理

数字式称重传感器（简称数字传感器），是在传统的模拟式称重传感器的基础上发展起来的一种新型的称重传感器，与模拟式传感器相比，它具有可靠性高、数字内核具有保护电路，有故障报警指示，一致性好、免标定，角差容易调整，传输距离远、通讯速度快、防作弊效果显著，降低了使用成本等优点。数字传感器工作原理如图 1 所示。

传感器的毫伏信号从应变计输出以后，直接到放大器的前端由超低噪音精密仪表放大器放大后

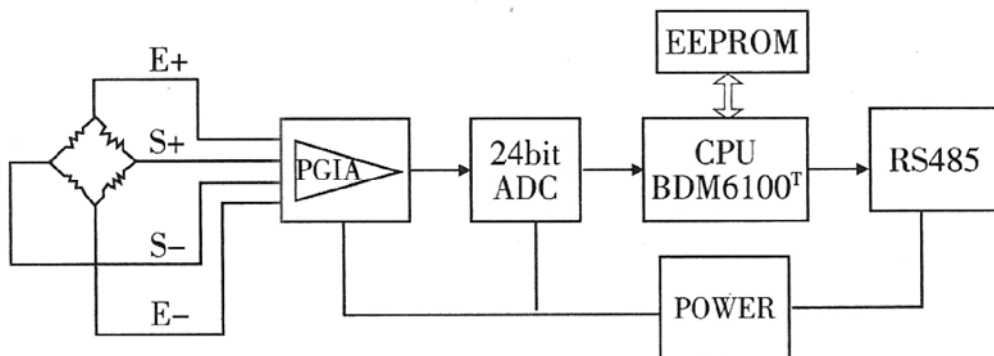


图 1 数字传感器工作原理图

送至 A/D 转换器。数字传感器的核心处理器 CPU 对 A/D 转换器输出的数据进行计算和处理。主要是对各种环境参数变化引起的弱小误差进行计算和修正，其中包括：零点修正、线性修正、灵敏度温度修正、重力加速度修正、滞后补偿、蠕变补偿、零点跟踪等。CPU 把处理好的数据通过 RS485 接口输出。RS485 信号能实现工业级通讯，最远通讯距离可达 1.2km，可在恶劣的电磁干扰背景环境下可靠工作。

与模拟式传感器和早期的数字传感器相比，PDX™ 新型数字传感器具有显著的优势。在它的设计中考虑了产品的耐用性，并引入了崭新的可靠性设计理念，将车辆衡的可靠性提高到了一个崭新的水准。称重传感器的内置微处理器可持续补偿不断变化的外部影响，例如温度、非线性、滞后和蠕变等，从而为用户提供了最精确的车辆衡产品，全面的内置预诊断功能是其突出的特点。PDX™ 新型数字传感器的组成结构如图 2 所示。



图 2 PDX 新型数字传感器的组成结构

## 二、PDX™数字传感器的性能

数字传感器的性能经受了长达 20 多年的时间考验，同时其准确性和稳定性也得到了进一步的论证。新一代的 PDX 数字式传感器更将其可靠性提升到一个全新水准。创新研发了最新的预诊断功能，可以实时提供衡器性能状态的相关信息。这种先进的称重技术不仅保证称重数据的精确和可靠，而且能够帮助你快速实现投资回报，其主要技术性能指标和功能特点如表 1 所示。

表 1 主要技术性能指标和功能特点

功能特点	客户利益
PDX™数字式传感器	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 强大的数字信号保证了称重结果的精确度</li> <li>- 内置微处理器可持续补偿不断变化的外部影响，从而提供最精确的称重数据</li> <li>- 前瞻性预诊断功能简化了服务和维护的过程</li> <li>- 取消了接线盒，降低了服务成本</li> </ul>
自复位结构	称重准确，重复性好
紧凑的安装板	设计简单，无机械杠杆或额外组件，不易磨损和错位
不锈钢电缆	经久耐用，确保在恶劣环境中正常工作
玻璃烧结不锈钢连接器	快速插拔，优异的防水密封性能
<b>传感器技术指标</b>	
额定容量	30t (66,000 lb) and 50t (110,000 lb)
结构	摇柱式，激光焊接外壳
材料	外壳：电抛光304不锈钢 弹性体材料：17-4PH不锈钢
防护等级	IP68 (1m水深 - 7天), IP69k
NTEP美国计量认证	精度等级: III L M(认证号: NTEP 80-090)
防雷能力	44000A (IEEE4-95; IEC62305-1)

## 三、煤矿电子轨道衡、汽车衡组成结构的创新设计

在结构设计方面，我们打破常规的设计理念，开展设计创新。模拟式称传感器和早期的数字式传感器组成的电子衡器常常带有接线盒，以实现称重传感器与称重显示控制器之间的信号使其连接，完成称重数据的传送，其组成结构如图 3 所示。在煤矿称重环境中，由于大型电子衡器的秤台安装在室外露天的工业广场，使用环境条件非常恶劣，接线盒常常因为灰尘、雨水、雷击和机械力等的影响而损坏，影响精度的敏感元件位于接线盒内，由于很难进行防潮密封而导致失效，严重影响了电子衡器的正常使用。为了解决这一难题，我们取消了接线盒，而是通过 PDX 数字传感器相互间的连接，形成简单的网络系统，消除了维护工作量大的接线盒存在的隐患，优化了设计如图 4 所示。PDX 数字式传感器把影响精度的电子元件位于焊接密封的传感器壳体内，而不在接线盒内，有效地保证了防尘、和提高了抗干扰性能。

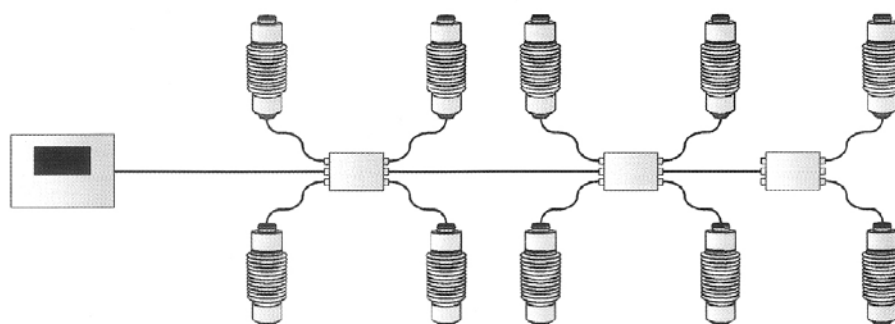


图3 传统称重传感器接线图（需要接线盒）

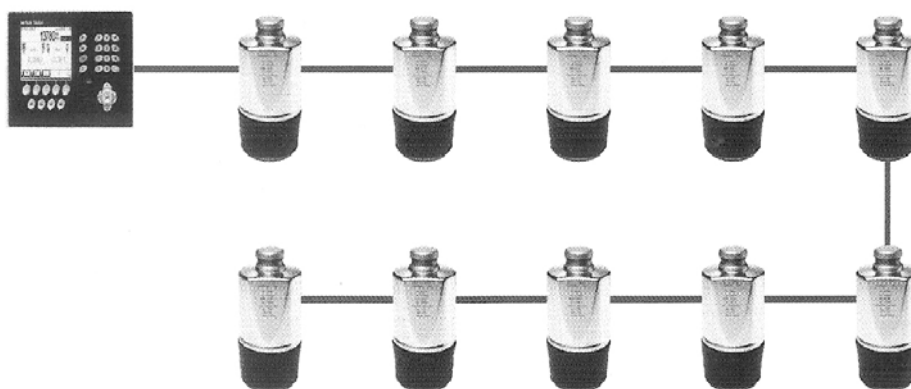


图4 PDX 数字式称重传感器网络（无接线盒）

#### 四、煤矿电子轨道衡、汽车衡的升级套件

电子衡器的升级是指在原有的电子衡器的基础上，通过更换新型的称重元器件和仪表，构成性能较高的新型电子衡器。在煤矿电子轨道衡、汽车衡升级中，每个升级套件都包含了将一台现有的地磅改造为 PDX 数字式衡器的所有套件。主要包括：PDX 数字式传感器，双屏蔽信号电缆，上、下连接件，防尘群套，安装板和定位器，调整垫片。

PDX 数字式称重传感器采用不锈钢双屏蔽工业级电缆，可以确保精确传输重量信号。同时具有很强的抗射频干扰，抵御潮湿鼠害和机械损伤能力。PDX 称重传感器电缆和连接器防水性能优异，所以由其组成的衡器系统的防水性能整体可达 IP68（可浸入水中）。

上、下连接件，连接器采用的是符合军用和医用标准的航空插头，具有可靠性好，密封性好等优点，适合恶劣环境的使用。快速插拔的连接器可以方便快捷地更换某一损坏的传感器或传感器电缆，即使更换传感器也无需重新标定。对于传感器和电缆设计成一体的情况，如果称重传感器和电缆其中只要有一个损坏，就必须整体更换，极大地增加了维修成本和时间。双屏蔽不锈钢电缆和防水的连接器的设计，如图 5 所示。



图 5 双屏蔽不锈钢电缆和防水的连接器的设计

### 五、功能强大的 T800PDX 显示仪表

T800PDX 仪表（如图 6 所示）是梅特勒-托利多最新推出的配套全球数字式传感器（PDX）而开发的满足高端用户的 21 世纪网络型称重显示仪，同时 T800PDX 仪表针对全新的数字式传感器应用了一些全新技术。例如使用了气密检测、智能与诊断、网络通讯识别等功能。所有这些为最终用户的系统维护带来了极大的方便。T800PDX 仪表使整个系统能达到最高的精度及超低的故障率。除此之外，T800PDX 仪表继承并发扬了原来所具有的界面图形化、接口网络化、存储化、格式多样化、维护简单化等特点，采用了不同于传统仪表的设计方法，在设计中间采用了一些最新的技术。



图 6 T800PDX 显示仪

### 六、煤矿电子轨道衡、汽车衡升级效果评价

利用 PDX 新型数字传感器和 T800PDX 显示仪对电子轨道衡、电子汽车衡进行升级改造，使其计量性能和可靠性大大提高，主要表现在以下几个方面：

#### 1、称重准确度大大提高，确保企业最大化收益

轨道衡、汽车衡是煤矿重要的称重贸易计量器具，徐州矿务集团每年几千万吨煤炭都要经过衡器称重计量后销售出去，因此，衡器的精度直接关系到集团公司的经济效益。虽然衡器的精度符合贸易结算的要求，但是，还会存在一定的称量误差。日常称重频次越高，可能累积的称重误差越大，直接经济损失越达。

影响电子衡器称量精度的内部/外部因素主要有：温度、电压变化、非线性、滞后、蠕变、不稳定性、零点变化和灵敏度变化等。由于模拟式传感器没有对这些因素影响进行精度补偿，由此会产生显著称量误差。而每个 PDX 数字式传感器内置微处理器可持续补偿不断变化的外部影响。如温度、非线性、滞后和蠕变等，在恶劣的工业环境下能够提供最精确的重量数据。模拟式、数字式传感器称量精度对比如图 7 所示。

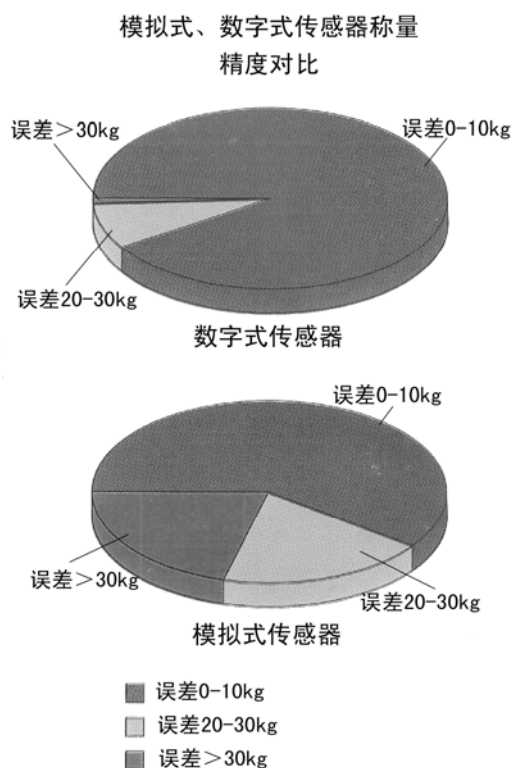


图 7

## 2、防雷击保护系统得到提升

在煤矿企业，由于电子轨道衡和电子汽车衡安装在室外露天的工业广场，经常会遭到雷击。雷击会导致衡器突发性故障，雷击灾害造成器件受损，更换新器件的成本较大。即使质保承诺可以赔偿由雷击损坏的器件，但是用户还需要面对衡器停机造成的运营损失。

梅特勒-托利多提供了独有的衡器整体防雷击保护系统，即StrikeShield™防雷击保护系统。分别对数字式传感器、仪表内部PCB进行了防浪涌保护设计，信号电缆采用双屏蔽编织网，具有优异的屏蔽效果和抗干扰性能。采用浪涌保护器和单点接地系统确保电气系统的正常工作。

每个 PDX 数字式传感器内置防浪涌保护器件，一旦浪涌电压从电缆导入，传感器内部的浪涌保护电路将浪涌电流引流到其接地系统，传感器内部的所有内置元件都免受雷击的损坏。PDX 数字式传感器的防雷性能经过权威机构的检测并获得了证书。符合最恶劣工况下雷击产生的高浪涌电压的保护标准（国际电工委员会 IEC62305-1，避雷），图 8 为 PDX 数字式传感器在模拟的雷击波形下测试。



图 8

### 3、电子衡器防作弊性能得到保证

电子轨道衡和电子汽车衡是煤矿用来进行煤炭贸易的大型计量器具，一些不法分子总想对其进行简单改装通过计量作弊达到从中牟利的目的。在试图进行作弊时，常用的方法主要是在称重传感器、接线盒和称重仪表处安装遥控装置来改变称重测量结果。模拟式传感器和早期数字式传感器组成的电子衡器由于在技术上和结构上存在的先天不足，难以通过技术手段来防止作弊。而由 PDX 新型数字传感器组成的电子衡器，在结构上进行了优化，不带接线盒使得不法分子无法利用接线盒作弊。在设计上，采用了密封数字式传感器（PDX）和相匹配的数字仪表的设计方法。当打开传感器外壳在模拟端作弊时，传感器内部的检测装置侦测到并通过 T800PDX 仪表报警；同时，在通讯协议上，采用多种模式，并引入加密算法（DES 或 AES）以确保称重数据传输的可靠性和保密性。从而使得电子轨道衡、汽车衡防作弊能力得到保证。

### 4、衡器具有自诊断功能，将故障停机时间减至最少

煤矿电子轨道衡、汽车衡每天都要处在良好的工作状态，随时用于煤炭贸易的称重计量，如果因为衡器故障停机而影响了煤炭销售的正常进行，会给企业带来巨大的经济损失。

PDX 数字式称重传感器提供智能诊断功能。在故障发生前就向用户发出潜在隐患的报警，这可以帮助避免故障，即使故障产生了，也可以让维修人员在第一时间快速完成维修。数字式称重传感器诊断日志文件记录了其性能及变化趋势，让用户可以迅速决定是否需要进行预防或维修服务，耗时的故障排除和零部件更换就被预防措施代替了。从而大大缩短了故障停机时间，给煤矿企业带来了较好的经济效益和社会效益。

### 七、结语

PDX 数字式传感器在煤矿电子轨道衡、汽车衡升级改造中的应用才刚刚起步，以后还有很多工作要做。我们要加强管理，不断创新，开展电子衡器升级改造的研究工作，争取取得更好的成绩。

### 参考文献

1. 梅特勒-托利多 PDX™ 产品样本资料，2011 年。
2. 戴峰，关于贸易结算用大型电子衡器设计中防作弊的方法研究，《第九届称重技术研讨会论文集》，2010.4。

### 作者简介

毕思武，男，籍贯：山东省枣庄市，职称：高级工程师，学历：硕士研究生，从事衡器技术与管理工作 24 年。手机：15062128761，E-mail: xzbisiwu@126.com