

浅谈数字传感器的工作原理与应用技巧

徐州矿务集团质量技术监督处 毕思武

【摘要】 数字式称重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，它具有模拟式称重传感器不可比拟的优点近年来，数字传感器的应用越来越普及，特别是在汽车衡中的应用更加广泛。本文论述了数字式传感器的工作原理，并通过对数字传感器电缆线接口定义方法、数字传感器的安装技巧、角差调试和标定等几个方面的论述，阐述了数字式称重传感器在电子汽车衡中的应用技巧。

【关键词】 数字传感器，工作原理，应用技巧，电子衡器

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，降低了使用成本等特点，因此，目前在衡器行业倍受青睐。为了更好地应用好数字传感器，开展对数字传感器的工作原理和应用技巧的研究是非常必要的。

1、数字式称重传感器的工作原理

传统的模拟式称重传感器输出的是模拟信号，顾名思义，数字式称重传感器输出的就是数字信号。由于模拟称重传感器电阻应变转换原理决定了其固有的输出模拟信号小、输出距离短、抗干扰能力差、安装调试不方便等缺点，早在上世纪 80 年代人们在传感器壳内内置了放大与 A/D 转换电路，即模拟式传感器+数字变送（放大与 A/D 电路），构成了第一代“数字式称重传感器”，克服了模拟称重传感器的信号小、传输距离短、抗干扰能力差等缺点。但由于传感器的各项指标受本身的制造、补偿和调整工艺所决定，所以，没有突破原有功能。目前，该类传感器使用比较普遍。第二代数字式称重传感器是在第一代的基础上增加了传感器软件智能化补偿，叫做数字式智能化称重传感器。通过数字补偿电路和工艺，可以进行线性、滞后、蠕变等补偿，内装温度传感器，通过补偿软件可进行实时温度补偿，地址可调，便于应用与互换，远程诊断与校正。总体上讲，这一阶段的数字式智能化传感器主要体现在传感器本身的智能化补偿与校正上。然而，严格意义上讲，数字式智能化传感器的智能化不仅仅反映在传感器本身的智能化补偿与校正上，更重要的是要实现应用的智能化。

第三代数字式智能称重传感器由模拟式传感器、数字变送（放大与 A/D 转换）、传感器软件补偿和智能化自控软件组成，它具有敏感功能，能够完成称重信号检测和处理、逻辑判

断、闭环控制、双向通信、循环自检和自诊断、自动校正和补偿、自动计算等全部或大部分功能，克服了第二代数字式称重传感器的缺点。它既可以是整体型集成化结构，也可以是分离型模块化结构。最新的第三代数字智能化称重传感器已应用于各种智能化闭环控制多用途、多分量测量与高速动态数字信号处理以及网络通讯场合。

数字式传感器内部工作原理如图 1 所示：

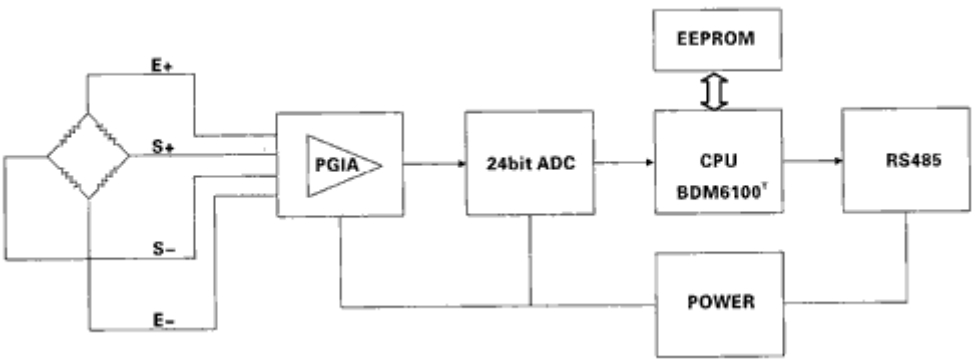


图 1 数字式传感器内部工作原理图

数字传感器内核的工作流程主要包括以下四个步骤：

- （1）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。模拟段的信号专用导线长度只有很短的 8 毫米，最大限度地保证导线不会引入误差和电磁信号干扰。
- （2）模拟信号经过超低噪音精密仪表放大器放大后送至 A/D 转换器。A/D 转换器采用目前全世界最高精度的 24 位转换器，内部分辨率可达 0.6×10^{-9} 。保证模拟段的信号几乎没有任何损耗和引入任何干扰，确保信号转换无误差。
- （3）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。
- （4）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。

2、数字式称重传感器的应用技巧

随着数字传感器技术的不断发展，数字传感器的应用越来越普及，特别是在汽车衡中的应用更加广泛。数字式电子汽车衡主要由数字式传感器、数字接线盒和数字称重仪表组成，整个数字式电子汽车衡的电气系统连接如图 2 所示（以 8 只传感器为例）。

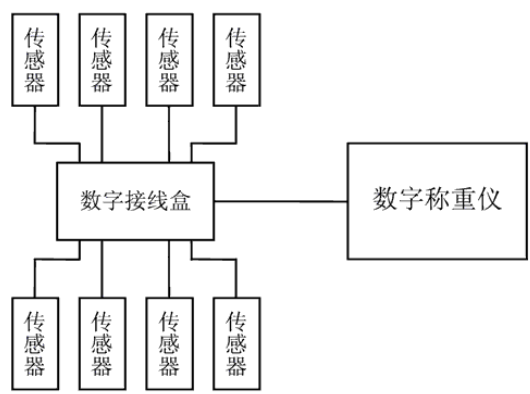


图 2 数字式电子汽车衡电气系统连接示意图

由图 2 可知，数字传感器电缆线接口定义和数字传感器的安装成为影响数字式电子汽车衡性能好坏的两个关键因素。

(1) 数字传感器电缆线接口定义方法

以柱式数字传感器为例，其安装尺寸和接线方式同普通模拟式传感器完全一致，如下表所示。

(1)	Read 红色	电源 +	接稳压直流+12V	+12VDC
(2)	Black 黑色	电源 -	接电源地	GND
(3)	Green 绿色	信号 +	接 RS485 信号正	RS485+
(4)	White 白色	信号 -	接 RS485 信号负	RS485-
(5)	Yellow 黄色	屏蔽	接外壳地	

但在使用时要注意以下事项：

①请使用线性电源(电池、变压器稳压后输出的电源)，不要使用开关电源。因为开关电源的纹波和链波都比较大，不适合做高精度的测量电源。

②电源的电压必须稳定且噪音小，电压为直流 12V，输出电流 $\geq 800\text{mA}$ ，推荐输出电流为 1000mA。

③数字传感器允许最小可工作的电压为 7V，最大的工作电压可达到 15V，推荐使用电压为 12V。只要电压在 (7~15) V 之间的电源都可以使用，但低于 7V 的传感器就不能可靠

启动,如果电压处于掉电复位的临界点,有可能处于频繁启动的状态,这对传感器是极为不利的。如果电压高于 15V 数字传感器的功耗将会升高,同时热噪音将会影响测量精度,如果电压高于 20V 将导致内部芯片过热烧毁。

④线接错时,应及时纠正。虽然数字传感器内部有多重保护电路,能保证在短时间内不会损坏内部电子线路,但长时间下去还是会损坏数字传感器的。

(2) 数字传感器的安装技巧

以最常见的 120t 静态电子汽车衡为例。数字式电子汽车衡的安装要求与模拟式的基本一致,都遵循以下标准,即 GB/T7723-2002 固定式电子衡器、GB/T14249.1-1993 电子衡器安装要求、GB/T14249.2-1993 电子衡器通用技术条件。

120t 静态电子汽车衡底下由 8 个 30 吨桥式传感器支撑。理论最大载荷称量为 240t,但考虑安全系数的关系一般作为 120t 使用。国标规定使用时显示分度值为 50 公斤,终端客户一般喜欢把显示分度值设置成 20kg。数字传感器的具体安装步骤如下:

①把 8 个数字式传感器按照编号安装到秤台下面的支撑处

为了安装、调试、维护、检修等相关管理工作的方便,应对传感器的安装位置进行规划,每个编号位置就是固定安装相应编号的传感器。如图 3 所示:

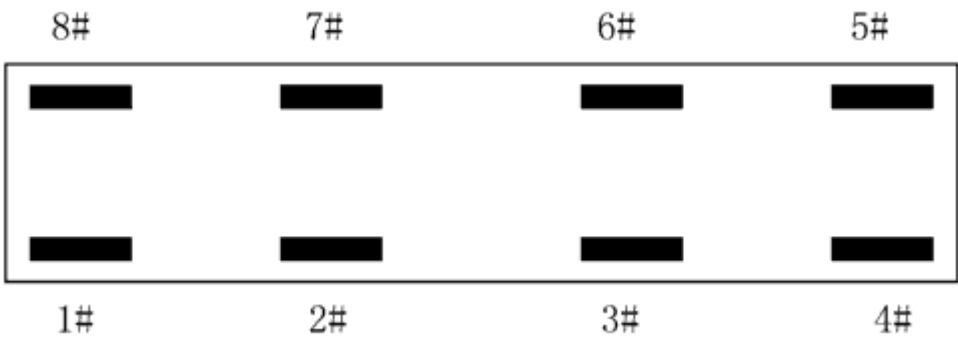


图 3 传感器安装位置示意图

然后把 1 至 8 号的传感器安装到 1#到 8#的位置上。

②把每个传感器的电缆连接到数字接线盒内,如图 4 所示。

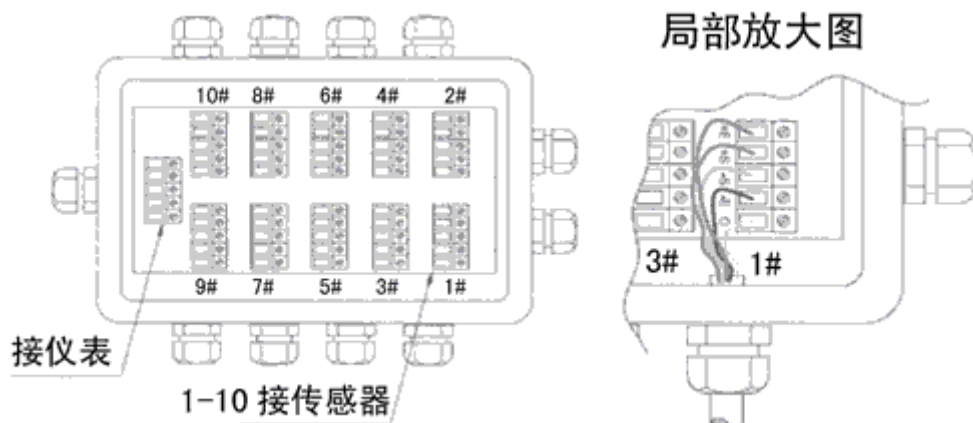


图 4 传感器与数字接线盒接线示意图

一般以传感器在秤台下的实际位置一一对应排好号码，按局部放大图对每一个传感器进行接线,旋紧螺栓即可，注意不要用力过度以免滑牙。

③制作一条信号总线，把数字接线盒和数字仪表连接。信号总线的连接器引脚方法如图所示进行焊接。仪表接口一般为 DB9 孔式（俗称母头），所以要用 DB9 针式(俗称公头)进行对接。如图 5 所示

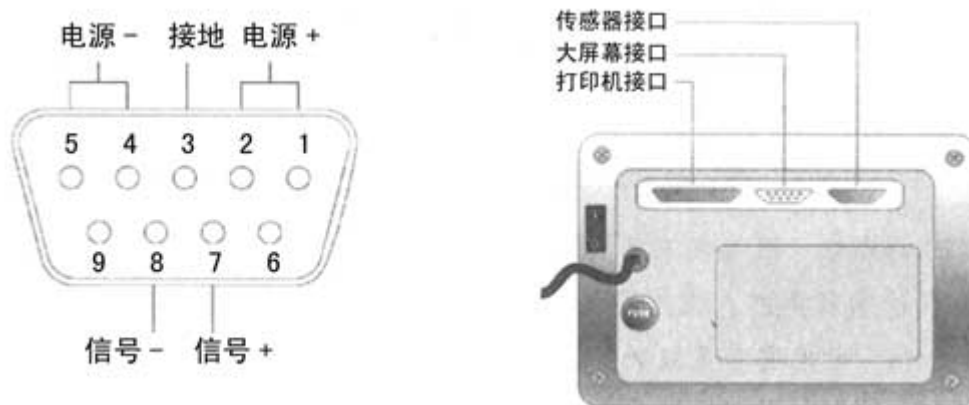


图 5 数字仪表对传感器端口的接线示意图

(3) 数字传感器的调试

数字传感器安装好以后要进行角差调试。模拟式传感器的角差调试是一件非常繁琐事，由于每个传感器的输入输出电阻阻值不一致、零点输出不一致、灵敏皮不一致,调整时又会相互影响，因此，对于没有一定实践经验的人来说，调试起来难度走很大，花费的时间也很长。而数字传感器的调整就非常方便，以上面的问题都不存在，即使有误差，调整时也不会

相互影响，具体的角差调试方法如下：

①设置仪表相关参数,如分度值（压角时一般读取 1 至 10kg）、传感器个数、量程等等。

②空秤台置零。

③把砝码放在秤台中间进行标定、标定后显示的总重量值就是调角差的参考值。

④校角差一般从 1 号角开始进行，然后按顺序一直校到最后一个角。比如用 5 吨砝码放到一号角后,观察仪表读数,如果大于 5 吨则把仪表中对应的角差系数变小；如果小于 5 吨则把角差系数变大。每一个传感器在仪表中都有一个对应的角差系数可供用户修改（出厂时各传感器角差系数为 1.0000）。

（4）数字式电子汽车衡的标定

在角差调试好以后，要对整个电子汽车衡进行标定。标定要按照国家标准 GB/T7723-2002 固定式电子汽车衡的要求进行，另外，从事标定工作的人员要具备相应的技术资质，如应具有政府计量行政部门颁发的计量检定员合格证书等。

3、结束语

数字式称重传感器大大提升了电子衡器的性能指标，也给衡器技术注入了新的生命力。在衡器技术数字式、智能型、网络信息化的发展进程中必定会发挥重要的作用。

作者简介

毕思武，男，汉族，中国衡器协会第七届技术专家委员会委员，中国衡器协会信息通讯员，江苏省徐州矿务集团衡器天平检定站站长，高级工程师。研究方向：数字传感器与网络化、智能型、数字称重技术。Tel: 0516-82622286, E-mail: xzbisiwu@126.com。