# 应用动态轨道衡称重通道的思考

宝武集团马钢公司检测中心 张 勇 李欣国 王晓武马鞍山市计量测试研究所 朱昌平 唐 岩 朱报平

【摘 要】本文介绍了一种动态电子轨道衡的称重通道,不仅给出完整实用的电路图和所用芯片的引脚排列及接线方式,还对放大、滤波、A/D 转换等环节作了较祥细的解析。结尾部分提出了二点意见,供相关人员参考。

【关健词】动态轨道衡 称重通道 滤波放大 A/D 转换

### 引言

众所周知,不少物理量的测量都需要转换成电量才能完成。动态电子轨道衡的称重也不例外。目前大部分动态电子轨道衡的称重通道,就是把来自称重传感器的毫伏级模拟信号,经滤波放大处理,再 A/D 转换成数字信号送计算机处理,以完成动态称重。要求具备响应速度快、无噪声高分辨率、温漂低的特点。最初国内不少衡器制造商,采用价格高昂的英国输力强公司 7055 型数字电压表,以后各衡器制造商相继自行设计制作。即我们计量测试人员熟悉的应变信号调理电路的数据采集系统,衡器行业内称之为称重通道。主要是选用高速高灵敏度的模数转换芯片和高品质运算放大器构成,较为典型的动态电子轨道衡称重系统原理结构,如图 1 所示。

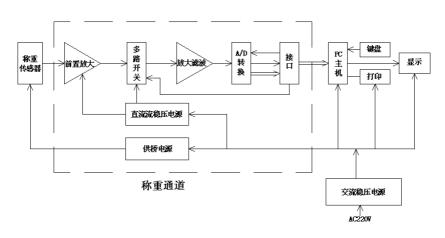


图 1 动态电子轨道衡称重系统原理框图

由图 1 可以看出, 计算机和称重传感器均属于标准的通用产品, 可以方便地采购配置到高品质的成品。唯有称重通道和常规的通用应变信号调理电路的数据采集系统不同。称重通道是动态电子轨道衡中的核心部件, 其性能对动态称重至关重要, 不仅要求同时具备响应速度快的高速、无噪声高分辨率的高精度, 温漂低的高稳定度。还必须有足够容量的供称重传感器用的供桥电源。在市场上难以找到一款现成的产品, 往往需要自行精心设计制作。

现介绍一款设计科学合理、选配芯片先进、电路结构简洁、A/D 转换速度快、工作稳定可靠、实际应用效果良好的称重通道。

## 一、称重通道电路

称重通道具体电路,如图2所示。

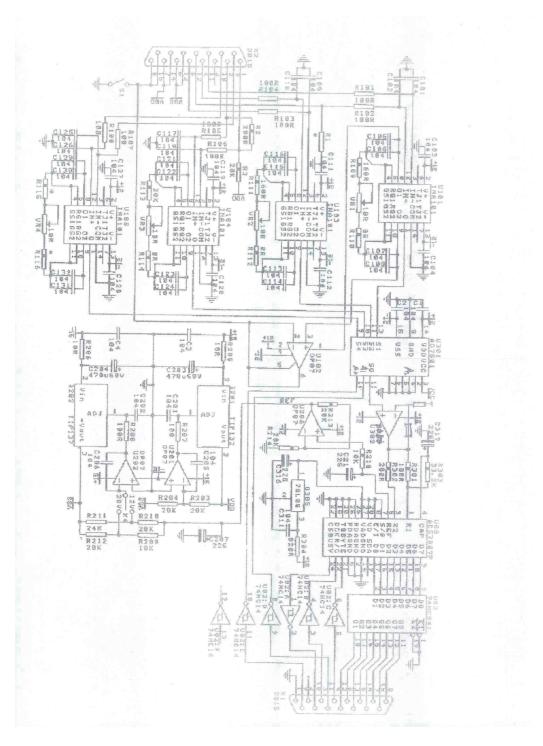


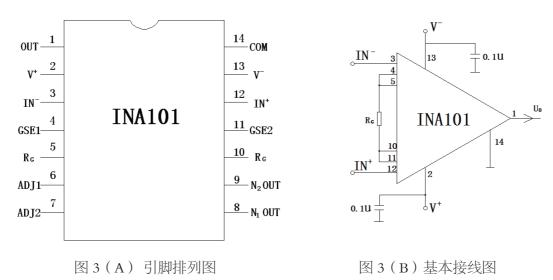
图 2 称重通道电路图

### 二、硬件的配置

#### 1. 前置放大

由于目前大部分称重传感器输出为微弱的毫伏级信号,而 A/D 转换芯片输入电压都是伏级电压, 为了使两者电压相配,必须设置前置放大电路。

INA101 是常用于弱信号放大和通用数据采集系统中的高精度单片仪用放大器。该器件失调电压低,温度漂移小,输入阻抗高,具有输入保护电路,非线性误差不大于 2×10<sup>-5</sup>,芯片设计引脚灵活。可广泛应用于微弱信号检测系统电路中,因此非常适合用于电阻应变式称重传感器的信号放大。图 3 (A)、图 3 (B)分别为 INA101 的引脚排列与基本接线。

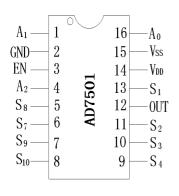


增益电阻 RG 除与增益有关外,还直接影响放大器的稳定性和温度漂移,应采用低温度系数的

精密电阻。其取值由下式确定:  $G=1+\frac{40k\Omega}{R_G}$ 。在实际电路中, $R_G$ 一般有一支精密电阻和一只精密电位器组成,以便增益的微调。实践证明较由三个集成运放(7650)组成的数据放大器做称重通道的前置放大电路效果要好。所用元器件仅有原来的三分之一左右,电路简洁,工作稳定可靠。

#### 2. 多路开关

为了实现对多个称重信号和一个温度信号用一条通道依次送入 A/D 转换进行巡回检测。设置了单片集成的 AD7501 八选一多路电子模拟开关。输出端 OUT 与输入端 S1~S8 之间的关系相当于一个单刀八掷开关。正常情况下,只会有一把刀,也仅仅有一把刀合上。A0 ~ A2 三位地址的状态决定是哪一把刀合上。AD7501 的接线和引脚排列见图 4a.b。在做印刷板电路时,注意不用的地址引脚、开关引脚应接地,不能悬浮,以免干扰。





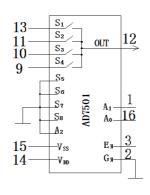


图 4 (b) 接线图

A <sub>2</sub>	${f A_1} {f 0}$	A o 0	E <sub>N</sub>	$\begin{array}{c} 0_{\text{N}} \\ 1 \end{array}$
0	0	1	1	2
0	1	0	1	3
0	1	1	1	4
1	0	0	1	5
1	0	1	1	6
1	1	0	1	7
1	1	1	1	8
X	X	X	0	None

图 4 (c) 真值表

#### 3. 滤波

在动态称量时,为了保证称量准确性,在企业专用线上大部分列车是以一定速度(7km/h~10km/h)通过台面的,这时称重传感器输出信号中,不可避免地含有不少由于车辆的振动、台面的自振而引起的干扰成分。为了滤掉称重信号中的干扰,有必要设置滤波环节。通常接成二阶有源滤波形式。由集成运放7650和RC网络组成,兼有放大和滤波两种功能。从而进一步完成称重信号电压和A/D输入电压的相匹配。适当地选择RC参数,可抑制20Hz以上的干扰信号。,二阶RC有源低通滤波电路见图5。

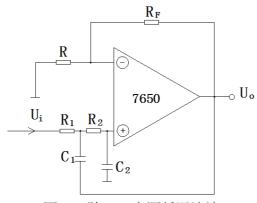


图 5 二阶 RC 有源低通滤波

其频率可由下式估算:

$$\omega_0^2 = \frac{1}{C_1 \times C_2 \times R_1 \times R_2} \qquad f_c \approx f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$$

#### 4. A/D 转换

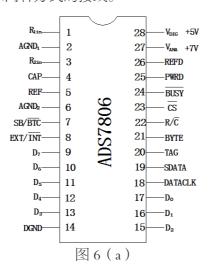
众所周知,为了实现把称重传感器输出的模拟信号转换成计算机能识别的数字信号,必须选用高速高精度数模转换器。ADS7806 系美国 BURR-BROWN 公司上世纪 90 年代中期推出的 16 位高速采样、逐次逼近式、低功耗 A/D 转换转换器,转换时间仅为 10us。这样在一定的时间可以完成多次采样,得到更多的数据,有利于计算机进行数据处理,满足了全模拟判别形式动态轨道衡的动态

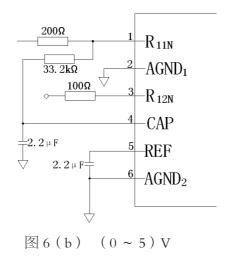
称量的需要。

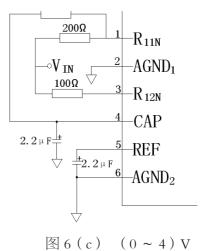
 $16 \odot A/D$  转换共有  $2^{16}$ —1=65535 个数码,对于转向架计量方式的 100t 轨道衡来说,可以做到 1 个数码对应 1 千克。较之用  $14 \odot A/D$  转换芯片,1 个数码对应 4 千克又略胜一筹,显然这样 A/D 转换最低位的跳码,对称重准确度的影响要小。

值得一提的是,通道中供给称重传感器用的供桥电源之基准由 ADS7806 ⑤脚 REF 引出。也就是说测量和被测量共用一个基准,达到了水涨船高的效果,减少了供桥电源波动对称量的影响,达到了整个系统比率测量的效果。

ADS7806 的输入接法不同,输入电压可分为 0 ~ 4V 或 0 ~ 5V 两种方式。用哪一种适合,要根据称重传感器输出信号电压、二级放大增益、动态轨道衡的最大秤量这三者的大小来统筹考虑。图 6a、6b、6c 分别为其的引脚排列和两种方式的接线。







## 三、二点拙见

1. 尽管目前各种动态轨道衡产品不少,但有一个优质可靠的称重通道还是必须的。憾遗的是衡器制造商,不提供称重通道电路图纸,还把电路板上芯片的标志和型号打磨掉,给用户带来一些不

必要的麻烦。为此,我们把曾用于三台不同动态轨道衡上,应用效果还不错的称重通道做了上面的介绍,作为较典型的通道,权当抛砖引玉。对于称重通道,只要根据动态轨道衡的最大秤量,改变放大器增益 k,就可适应大多数动态轨道衡使用。

2. 上世纪八十年代中期,我们使用天水红山厂 GGG-30 型动态电子轨道衡,能较另外二台动态电子轨道衡稳定运行和不难通过年检。其原因并非是电子技术与称重传感器方面的优势,而是得益于重达十几吨的稳定的整体秤台和制造质量优良的承力传力机构和定位限位装置!曾在衡器业内成为佳话。

动态轨道衡中的承载机构和限位装置,是保证被称物体重量(力)正确地传递绐称重传感器的关键部件,是动态轨道衡能稳定可靠工作的基础。做的不好的话,不仅无法进行正确的称量,甚至还会使称重传感器受到损坏。因此建议衡器制造商,不要过多的介绍什么高精度称重传感器和 24 位  $\Sigma - \Delta$  的 A/D 转换,而要特别注重承载传力结构和限位装置的设计制造和安装调整。稳定可靠的承载传力结构和限位装置,不仅需要精心设计,更重要的是,要确保制造质量的优良。要知道,被称物体重量不能准确地传递上来,再好的称重传感器、称重通道和计算机,也难以发挥作用,无济于事,所以对此千万不能掉以轻心。

### 【参考文献】

- (1) 童诗白 华成英主编《模拟电子技术基础(第三版)》 高等教育出版社
- (2)朱报平《GGG30型动态电子轨道衡的故障分析及改进》铁道标准化1988年第1期
- (3)朱报平《GGG-22型微机动态衡故障维修》铁道标准化 1989年第1期
- (4)张卫芳朱报平《称重轨式动态电子轨道衡》衡器2004年第2期
- (5) 李欣国 朱报平《一种新型动态电子轨道衡的研制与应用》衡器 2005 年第 2 期
- (6) 汪友宏 陈飞 朱报平《GCU/GCS-800 动静两用轨道衡的应用》衡器 2008 年第 2 期

通讯地址:安徽省马鞍山市雨山区

钢城花园二村 31 栋 507 室 邮政编码: 243000

电子信箱: zbp1231@sina.com 电话: 15551062010