

电子计价秤维修大全

●殷卫宁

3109.24

2431.60

●电子工业出版社

电子工业

TN01/10



●封面设计:杜 淼

ISBN 7-5053-2347-4/TN · 677

定价:11.80 元



电子计价秤维修大全

殷卫宁

電子工業出版社

(京)新登字055号

内 容 提 要

本文以太行R208A秤为主线,介绍了电子计价秤的工作原理和维修方法。在此基础上,扩展介绍了太行ACS-A型、宇权SP-15A型、英展EA型、YXDC-6型、EDI-300型、EDI-302型、ECS-400型、ECS-500型以及鹰牌、金钟牌、庐峰CP-85C牌、电子信函等电子计价、计数秤的工作原理和维修方法。

全书共六章,包括:电子计价秤基础知识,电子计价秤工作原理,电子计价秤的装配、调试与使用,电子计价秤维修基础,电子计价秤常见故障及排除方法,十一种电子秤电路分析、调试、使用与维修。

电子计价秤维修大全

殷卫宁

责任编辑:邓义强

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

昌平马池口印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16印张: 12.75 插页: 6 字数: 344千字

1994年4月第1版 1994年4月第1次印刷

印数: 7000册 定价: 11.80元

ISBN7-5053-2347-4/TN·677

前 言

电子计价秤是目前我国应用最广、数量最多的一种电子衡器。它集称重传感器技术、微计算机技术、数字显示技术为一体，是电子衡器的典型代表。由于它的这些特点，人们迫切希望有一本系统地阐述电子计价秤原理、设计、调试、使用与维修的技术书籍，以便能在电子秤的生产、开发和检修中起到启发、指导或帮助作用。为了满足这一要求，作者根据多年来的工作实践和检修电子计价秤的经验，并收集、测绘了许多电子秤整机电路，编写成“电子计价秤维修大全”一书。以供从事电子计价秤的使用、维修和计量检定人员、称重专业的工程技术人员以及有关院校师生工作和学习时参考。

考虑到电子计价秤的应用面广，用户层次不同的特点，以及广大读者注重实用性的要求，本书的编写包含了以下内容：电子计价秤的基础知识，工作原理，线路分析，主要设计参数选择以及使用、调试与故障分析和举例，并附了十余种完整实用的电子秤线路图。

本书在编写过程中得到了享有“国优银奖电子计价秤”荣誉称号的航空航天部太行仪表厂的大力支持。尚久荣厂长对本书的编写工作给予极大的关怀；金慧根总工程师审阅了全部书稿并提出了宝贵意见。在此作者谨向他们以及所有支持过本书编写的同志表示深深的谢意。

限于作者的水平、精力，以及编写时间仓促，书中存在不少缺点和错误，恳请读者批评指正。

殷卫宁

1992年7月

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的规定，我部承担了全国高等学校和中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力，有关出版社的紧密配合，从1978~1990年，已编审、出版了三个轮次教材，及时供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要，贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神，“以全面提高教材质量水平为中心，保证重点教材，保持教材相对稳定，适当扩大教材品种，逐步完善教材配套”，作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想，组织我部所属的九个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会，在总结前三轮教材工作的基础上，根据教育形势的发展和教学改革的需要，制订了1991~1995年的“八五”（第四轮）教材编审出版规划。列入规划的，以主要专业主干课程教材及其辅助教材为主的教材约300多种。这批教材的评选推荐和编审工作，由各编委会或教学指导委员会组织进行。

这批教材的书稿，其一是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校荐，由编审委员会（小组）评选择优产生出来的，其二是在认真遴选主编人条件下进行约编的，其三是经过质量调查在前几轮组织编写出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会（小组）、教学指导委员会和有关出版社，为保证教材的出版和提高教材的质量，作出了不懈的努力。

限于水平和经验，这批教材的编审、出版工作还可能有缺点和不足之处，希望使用教材的单位，广大教师和同学积极提出批评和建议，共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

机械电子工业部电子类专业教材办公室

目 录

第一章 电子计价秤基础知识	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 计价秤用称重传感器	(1)
一、基本概念	(2)
二、工作原理	(2)
三、补偿	(4)
四、主要参数的选择和确定	(5)
五、主要技术性能指标及测量计算方法	(7)
六、生产中应注意的一些问题	(9)
1.3 电子计价秤用单元电路	(10)
一、运算放大器及其各种应用电路	(10)
二、双积分A/D转换器	(16)
三、门电路及触发器	(23)
四、显示器及驱动电路	(27)
五、串联型晶体管稳压电源	(32)
六、单片计算机及接口电路	(33)
第二章 电子计价秤工作原理	(41)
2.1 计价秤的主要功能和技术参数	(41)
一、主要功能	(41)
二、主要技术参数	(42)
2.2 计价秤电路的构成及工作原理	(42)
一、单片计算机在计价秤中的作用	(43)
二、信号放大及A/D转换电路	(45)
三、显示电路	(56)
四、键盘/开关矩阵电路	(57)
五、累加板电路	(63)
六、打印接口	(64)
七、电源电路	(65)
2.3 R208A计价秤的改型及功能扩展	(66)
一、用于多功能电子秤	(66)
二、用于电子台秤	(66)
三、用于弹簧刚度仪	(67)
四、用于简易定量秤	(68)
五、用于英制电子计价秤	(68)
六、用于机电结合地中衡的改造	(68)

第三章 电子计价秤的装配、调试与使用	(70)
3.1 整机的装配	(70)
一、内部结构与外形	(70)
二、传感器的安装	(71)
三、键盘的安装	(72)
四、上下壳体的安装	(72)
五、外部电源线路连接时应注意的问题	(74)
3.2 计价秤的调试	(74)
一、角隅误差的修正	(74)
二、线性补偿的调校	(75)
三、重力加速度值修正	(76)
3.3 计价秤的选购与使用	(78)
一、计价秤的选购	(78)
二、计价秤的使用	(78)
第四章 电子计价秤维修基础	(80)
4.1 计价秤的主要技术指标及测量方法	(80)
一、计价秤的允许误差	(80)
二、主要技术指标及检测方法	(81)
4.2 元器件的代用及应注意的问题	(81)
一、模拟电路中元器件的代用	(81)
二、CMOS集成电路的代用	(82)
三、三极管的代用	(82)
四、二极管的代用	(82)
五、电容器的代用	(82)
六、电阻器的代用	(83)
4.3 检修工具、测量仪器及其使用方法	(83)
一、检修工具	(83)
二、测量仪器	(83)
三、用万用表判别元器件好坏的方法	(84)
4.4 检修计价秤的方法和要点	(86)
一、检修人员应做到的几点	(86)
二、检修注意事项	(87)
三、故障分析方法	(87)
4.5 计价秤主要测试点的电压和波形	(89)
第五章 电子计价秤常见故障及排除方法	(99)
5.1 开机后蜂鸣声不停, 笔划段很亮	(99)
5.2 开机后不显示、不蜂鸣, 灯丝不红	(102)
5.3 开机后不显示、不蜂鸣, 灯丝发红	(104)
5.4 开机后显示过亮或过暗或无显示, 但蜂鸣正常	(104)
5.5 蜂鸣正常有显示, 但显示只有 8 位亮, 或 16 位都亮, 但显示明暗交错模糊不清	(106)

5.6	显示缺位、多位, 并成对应关系	(109)
5.7	显示缺位、多位、过亮、过暗但无对应关系	(112)
5.8	显示缺段、多段、某段太暗或太亮	(113)
5.9	显示抖动, 闪烁不稳	(114)
5.10	前后显示不一致, 或某一显示管不显示	(116)
5.11	键不起作用	(116)
5.12	显示正常, 蜂鸣声不正常	(120)
5.13	微调开关不起作用	(121)
5.14	传感器零点超差或A/D电路有问题	(122)
5.15	开机后, 闪8的次数多	(124)
5.16	显示固定是8	(128)
5.17	加载漂移	(130)
5.18	不常见故障现象综合举例	(132)
5.19	排查后秤的复原和重调	(135)
第六章	十一种电子秤电路分析、调试、使用与维修	(136)
6.1	太行牌ACS-A型电子计价秤	(136)
一、	电路原理	(136)
二、	调试方法	(137)
三、	秤的特点及使用应注意的问题	(138)
四、	常见故障原因分析	(138)
6.2	鹰牌电子计价秤和金钟牌电子计价秤	(141)
一、	电路原理	(141)
二、	调校方法	(142)
三、	常见故障原因分析及测量方法	(144)
6.3	宇权SP-15A型电脑计价秤	(146)
一、	电路原理	(146)
二、	调校方法	(148)
三、	常见故障原因分析	(149)
6.4	英展EA型电脑计价秤	(150)
一、	电路原理	(150)
二、	调校方法	(153)
三、	功能扩展	(153)
四、	操作方法	(153)
五、	常见故障原因分析及测量方法	(155)
6.5	YXDC-6电子信函秤	(156)
一、	信函功能板组成及电路原理	(156)
二、	调试方法	(156)
三、	常见故障原因分析及判断方法	(157)
6.6	30kg电子信函包裹一体秤	(157)
一、	主要技术性能	(158)
二、	电路原理	(158)

三、调校方法.....	(159)
四、存在的问题和改进方法.....	(159)
6.7 EDI-303称重显示器.....	(159)
一、电路原理.....	(159)
二、常见故障及分析判断方法.....	(160)
6.8 EDI-302称重显示器.....	(161)
一、电路原理.....	(161)
二、调校方法.....	(164)
三、主要技术指标.....	(164)
四、常见故障的原因分析及测量方法.....	(166)
6.9 ECS-400电子计数秤.....	(167)
一、电路原理.....	(167)
二、操作方法.....	(171)
三、调校方法.....	(171)
四、常见故障的原因分析及测量方法.....	(172)
6.10 ECS(JCS)-500 电子计数秤.....	(174)
一、电路原理.....	(174)
二、调试方法.....	(176)
三、操作方法.....	(178)
四、ECS-500与ECS-400在结构上的一些差别.....	(178)
五、常见故障的原因分析及测量方法.....	(178)
6.11 庐峰 CP-85C 电脑计价秤.....	(180)
一、电路原理.....	(180)
二、操作及调校方法.....	(182)
三、常见故障的原因分析及测试方法.....	(183)
附录	(185)
附录 I: 电子秤常用元器件引脚分布图及性能参数.....	(185)
附录 II: 色环电阻表示法.....	(192)
附图 1 ACS型(R208A型)电子计价秤原理线路	
附图 2 鹰牌电子计价秤原理线路	
附图 3 (a) 宇权SP-15A型电脑计价秤主机原理线路	
附图 3 (b) 宇权SP-15A电源原理线路	
附图 4 英展EA型电脑计价秤原理线路	
附图 5 (a) YXDC-6型电子信函秤邮政功能板原理线路	
附图 5 (b) 东昌6kg信函秤邮政功能板原理线路	
附图 6 30kg电子信函包裹秤功能板原理线路	
附图 7 EDI-303称重显示器原理线路	
附图 8 EDI-302 原理线路	
附图 9 ECS-400型电子计数秤原理线路	
附图10 ECS-500型电子计数秤原理线路	
附图11 庐峰牌CP-85C电脑计价秤原理线路	

第一章 电子计价秤基础知识

1.1 概 述

自1965年日本开发出世界上第一台电子计价秤（以下简称计价秤）以来，由于现代商业贸易的发展需要，微计算机技术、集成电路技术、传感器技术的进步及更新，计价秤获得了迅猛的发展。我国的电子计价秤开发与生产是从1983年开始的。航空航天部太行仪表厂和上海东昌计量厂首先引进日本大和制衡株式会社的电子秤技术，组装和生产了R208A（大和型号）计价秤。经过约4年的时间，R208A秤基本实现了国产化，并进入大批量生产阶段。目前年产量在3万台以上，成为国内各种电子衡器中生产数量最大，使用最广的一种产品。

电子计价秤的特点是反应灵敏、准确度高、功能齐全、显示直观、结构紧凑、使用方便。计价秤的组成包括称重传感器，计算机控制显示器以及壳体。计价秤涉及的技术主要有称重传感技术、单片计算机技术和数字显示技术。

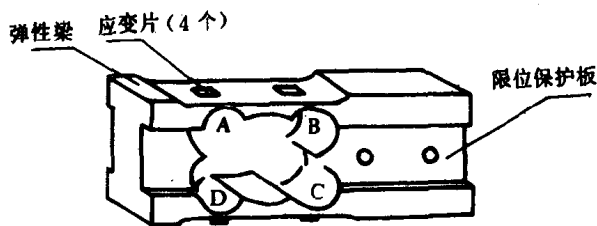
随着电子计价秤使用的普及，掌握它的技术已成为人们越来越迫切的要求。而掌握与计价秤有关的基础知识又是必不可少的前提。在本章中，我们将对称重传感器、运算放大器、单片计算机以及各种基础电路作一些简单介绍，以帮助人们更好地了解和掌握计价秤的工作原理。

1.2 计价秤用称重传感器

称重传感器在电子计价秤中占有十分重要的位置，其性能的好坏决定了秤的性能的好坏。通常传感器产生的误差约占秤误差的50~70%。若在环境恶劣的条件下（如高低温、湿热），传感器所占的误差比例就更大。因此，正确地设计或选用称重传感器是非常重要的。

由于计价秤具有体积小，称量范围小，精度和角隅一致性要求高、传感器、显示器一体化等特点，双孔平行梁结构（以下简称双梁式）的应变式称重传感器在计价秤中得到了广泛应用。图1.2-1所示的就是这种传感器的一个典型结构。

双梁式传感器的主要特点是：精度高，易加工，结构简单紧凑，抗偏载能力强，固有频率高。下面就该传感器作一些简单介绍。



A、B、C、D为弹性梁的4个敏感部位

图1.2-1 双孔平行梁式称重传感器

一、基 本 概 念

传感器是将被测的物理量（如力、压力、速度、扭矩、温度、流量等）转换成与其成正比例的电参数（如电压、电流、电荷等）的元件。

将电阻应变片贴在专门的传感部件——弹性梁上，在荷重的作用下，弹性体发生变形，将被测重量的大小转换成应变量的变化。然后，再把应变量的变化转换成电阻量的变化，故称应变式称重传感器。



图1.2-2 金属箔式应变片

电阻应变片是传感器的敏感元件，通常贴在弹性梁的4个敏感部位。它能将弹性梁的应变变化转换成电阻变化。双梁式传感器采用了金属箔式应变片，它由栅状金属箔粘贴在绝缘的基片上构成，其几何形状如图1.2-2所示。

在计价秤用双梁式传感器中，除了弹性梁、应变片外，还有温度补偿电阻，限位保护板等。它们的作用分别是对输出灵敏度和零点随温度的变化进行补偿和防止弹性梁过变形。

二、工 作 原 理

电阻应变片所感受的机械应变一般为 $10^{-6} \sim 10^{-2}$ ，随之而产生的电阻变化率也大约在 $10^{-6} \sim 10^{-2}$ 数量级之间。这样小的电阻变化用一般测量电阻的仪表很难测出，必须采用一定形式的测量电路将微小的电阻变化率转变成电压或电流的变化，才能用二次仪表显示出来。桥式测量电路则能够满足这一要求。在称重传感器中， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 为4个应变片电阻，组成了桥式测量电路， R_m 为温度补偿电阻， e 为激励电压， V 为输出电压，电路如图1.2-3所示。

若不考虑 R_m ，在应变片电阻变化以前，电桥的输出电压为：

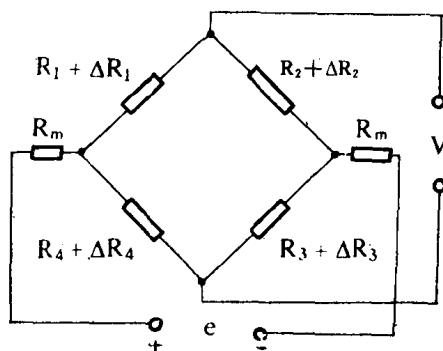


图1.2-3 桥式测量电路

$$V = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_3}{R_3 + R_4} \right) e$$

由于桥臂的起始电阻全等，即 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R = 351\Omega$ ，所以 $V = 0$ 。

当应变片的电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 变成为 $R + \Delta R_1$ ， $R + \Delta R_2$ ， $R + \Delta R_3$ ， $R + \Delta R_4$ 时，电桥的输出电压变成为：

$$V = \left(\frac{R + \Delta R_1}{R + \Delta R_1 + R + \Delta R_2} - \frac{R + \Delta R_4}{R + \Delta R_3 + R + \Delta R_4} \right) e$$

分子分母同除以 R ，上式变成为：

$$V = \left(\frac{1 + \frac{\Delta R_1}{R}}{2 + \frac{\Delta R_1}{R} + \frac{\Delta R_2}{R}} - \frac{1 + \frac{\Delta R_4}{R}}{2 + \frac{\Delta R_3}{R} + \frac{\Delta R_4}{R}} \right) e$$

$$= \frac{\frac{\Delta R_1}{R} - \frac{\Delta R_2}{R} + \frac{\Delta R_3}{R} - \frac{\Delta R_4}{R} + \frac{\Delta R_1(\Delta R_3 + \Delta R_4)}{R^2} - \frac{\Delta R_4(\Delta R_1 + \Delta R_2)}{R^2}}{4 + \frac{2}{R}(\Delta R_1 + \Delta R_2 + \Delta R_3 + \Delta R_4) + \frac{(\Delta R_1 + \Delta R_2)(\Delta R_3 + \Delta R_4)}{R^2}} e$$

由于 $\frac{\Delta R_1(\Delta R_3 + \Delta R_4)}{R^2}$, $\frac{\Delta R_4(\Delta R_1 + \Delta R_2)}{R^2}$, $\frac{(\Delta R_1 + \Delta R_2)(\Delta R_3 + \Delta R_4)}{R^2}$ 三项很小,

$\frac{2}{R}(\Delta R_1 + \Delta R_2 + \Delta R_3 + \Delta R_4)$ 相对 4 也很小, 可忽略不计, 上式则变成:

$$V = \frac{e}{4} \left(\frac{\Delta R_1}{R} - \frac{\Delta R_2}{R} + \frac{\Delta R_3}{R} - \frac{\Delta R_4}{R} \right)$$

也就是说, 电桥输出电压的变化与各臂电阻变化率的代数和成正比。

如果四个桥臂应变片的灵敏系数相同, 且 $\frac{\Delta R}{R} = k\varepsilon$, 则上式又可写成:

$$V = \frac{ek}{4} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4)$$

式中, k 为应变片灵敏系数, 在此 $k=2.13$, ε 为应变变量。

上式表明, 电桥的输出电压和四个桥臂的应变片所感受的应变量的代数和成正比。这就是利用桥式电路测量应变量的工作原理。

在应变式称重传感器中, 4 个应变片分别贴在弹性梁的 4 个敏感部位, 传感器受力作用后的变形情况如图 1.2-4 所示。

在力的作用下, R_1 、 R_3 被拉伸, 阻值增大, ΔR_1 、 ΔR_3 为正值; R_2 、 R_4 被压缩, 阻值减小, ΔR_2 、 ΔR_4 为负值。再加之应变片阻值变化的绝对值相同, 即:

$$\Delta R_1 = \Delta R_3 = +\Delta R \text{ 或 } \varepsilon_1 = \varepsilon_3 = +\varepsilon$$

$$\Delta R_2 = \Delta R_4 = -\Delta R \text{ 或 } \varepsilon_2 = \varepsilon_4 = -\varepsilon$$

因此, $V = \frac{ek}{4} \times 4\varepsilon = e \cdot k\varepsilon$ 。若考虑 R_m , 则电桥的输出电

压变成:

$$\begin{aligned} V &= \left(\frac{R + \Delta R}{2R} - \frac{R - \Delta R}{2R} \right) \left(\frac{R}{R + 2R_m} \right) e \\ &= \frac{R}{R + 2R_m} \frac{\Delta R}{R} e = \frac{R}{R + 2R_m} k\varepsilon e \end{aligned}$$

令 $S_u = \frac{V}{e}$, 则

$$S_u = \frac{R}{R + 2R_m} k\varepsilon$$

S_u 称为传感器系数或传感器输出灵敏度, 在此, $S_u = 1.8 \text{ mV/V}$ 。

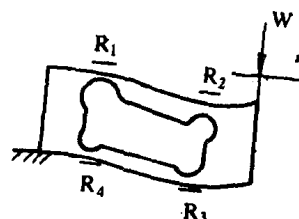


图 1.2-4 传感器受力作用后的变形图

三、补 偿

对于一个高精度的应变传感器来说, 仅仅靠 4 个应变片组成桥式测量电路还是远远不够的。由于弹性梁材料金相组织的不均匀性及热处理工艺、应变片性能及粘贴工艺、温度变化等因素的影响, 传感器势必产生一定的误差。为了减少传感器随温度变化产生的误差, 提高其精度和稳定性, 需要在桥路两端和桥臂中串入一些补偿元件。下面就对在双梁式传感器中采用的几种补偿方法及其机理作一些介绍。

1. 初始不平衡值的补偿

尽管名义上等臂电桥各桥臂应变片的阻值相等, 然而实际上各应变片阻值仍然有一定程度的离散, 而且在经过贴片及一系列处理后, 应变片的阻值还会变化。所以, 电桥在初始状态下一般总是不平衡的。在传感器尚未加载荷时, 桥路输出端就有电压信号输出, 有时甚至很大。为此, 应采取一定的补偿, 使传感器在空载时输出电压减小甚至接近于零。零点补偿有串联电阻法、并联电阻法和外加电压法三种。一般采用如图 1.2-5 所示的串联电阻法。

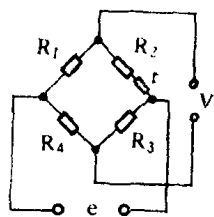


图1.2-5 串联电阻法
补偿

当 V 在正值方向超过允许值时, 在 R_1 或 R_3 臂串接电阻 r ; 在负值方向超过允许值时, 在 R_2 或 R_4 臂串接电阻 r 。 r 一般采用锰铜丝电阻,

温度系数为 $(-5 \sim 10) \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。 r 的阻值可采用下式计算:

$$r = 4R \frac{V}{e}$$

另外, 打磨应变片也是调整初始不平衡值的一种方法。当 V 在正值方向超差时, 打磨 R_1 或 R_3 ; 在负值方向超差时, 打磨 R_2 或 R_4 。

2. 零载输出温度补偿

传感器在不受载时的不平衡输出, 经初始不平衡值补偿, 可以调至允差以内。但是由于温度变化还会造成传感器零点输出的漂移, 简称零点温漂。引起传感器零点温漂的因素很多, 如各应片的电阻温度系数不一致, 应变片、应变胶和弹性元件的线膨胀系数不匹配, 各应变片引出线长度不一等等, 以致在同一温度变化下它们的电阻变化不等, 由于上述原因造成的零点温漂是相当大的。为了提高电子秤的精度和温度稳定性, 进行温度补偿是必不可少的。

零载输出的温度补偿方法是在桥路某桥臂中串入一个对温度敏感的电阻, 可以根据漂移大小和极性将零载温补电阻 r_t 串在电阻温度系数小的桥臂中。温补电阻 r_t 的大小可根据零点输出电压值的漂移量由下式计算决定:

$$r_t = \frac{4R(V_{012} - V_{011})R}{1000(\alpha_D - \alpha_G)(t_2 - t_1)e}$$

式中 t_1 、 t_2 ——传感器使用温度范围的下限和上限值;

V_{011} 、 V_{012} ——温度为 t_1 和 t_2 时传感器零载输出值;

α_D ——零漂温补电阻的电阻温度系数, 一般为 4×10^{-5} ;

α_G ——电阻应变片的电阻温度系数, 一般为 $\pm 2 \times 10^{-5}$ 。

当 $t_2 - t_1 > 0$ 时;

若 $V_{0t2} - V_{0t1} > 0$, 则 r_t 应串联在 R_1 或 R_3 桥臂中;

若 $V_{0t2} - V_{0t1} < 0$, 则 r_t 应串联在 R_2 或 R_4 桥臂中。

温补电阻 r_t 一般用电阻温度系数大的纯铜或纯镍丝制成。经补偿后, 传感器在几十度内, 零点温漂误差可以减小到满量程的 $0.03\%/10^\circ\text{C}$ 。

3. 输出灵敏度温度补偿

由于弹性元件的弹性模量 E 随温度而变化(E 随温度升高而有所下降)和应变片灵敏系数 k 的温度系数的影响。传感器输出灵敏度也随温度而变化。其规律是随着温度升高, 其值变大。

为了补偿这种误差, 一般采用电阻温度系数大和电阻率高的材料做成补偿电阻接在电桥输入端, 如图1.2-3所示的 R_m 。当温度升高时, R_m 的阻值变大, 它的压降也加大, 使实际供桥电压下降, 致使传感器输出减小, 从而抵消由温度升高引起的误差, 达到补偿目的。 R_m 的大小可由下式确定:

$$R_m = \frac{R\alpha}{2(\alpha_m - \alpha)}$$

式中, α ——补偿前的输出灵敏度温度系数; α_m —— R_m 的温度系数。

经过计算可得: $R_m = 27.85\Omega$ 。

在图1.2-6中, R_m 为 R_N 和 R_P 的并联值。

R_N 为模数补偿片, 材料为镍电阻片, 其温度系数为 $6 \times 10^{-3}/^\circ\text{C}$, R_P 为固定电阻, 其特点是温度稳定性好, 多为精密线绕电阻, 或黑棒电阻。由于 R_N 的电阻温度特性是非线性的, 使得补偿后虽然传感器温度灵敏度误差变小了, 但变化量不是线性的, 产生了修正误差, 因此再并联一个 R_P , 调整它们之间的电阻比, 使合成的总电阻线性化。

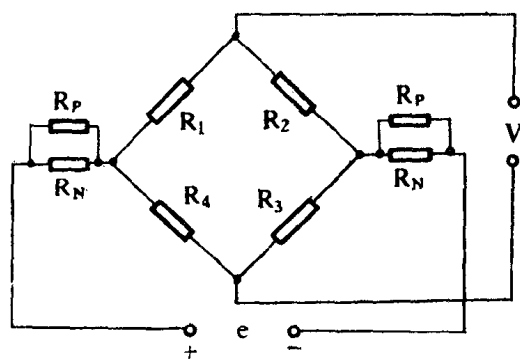


图1.2-6 称重传感器桥路

四、主要参数的选择和确定

1. 弹性梁材料

计价秤用传感器均采用硬铝合金, 在国外比较理想的铝合金材料是M-2024-T81, 其主要参数为: 弹性模量 $E = 73.14\text{kg/mm}^2$; 屈服强度 $\sigma = 44.8\text{kg/mm}^2$; 热胀系数为 $22.68\text{PPM}/^\circ\text{C}$; 线性为7; 滞后为8; 蠕变为7。在国内普遍采用LY12铝合金, 其前三项指标分别为 72.00kg/mm^2 , 38.0kg/mm^2 , $23.0\text{PPM}/^\circ\text{C}$ 。多年来, 一直采用棒材加工成弹性梁, 现在已出现适用的型材, 它使得材料消耗和加工工时大大降低。

2. 外形尺寸

由于计价秤的外形多为扁平式结构, 其使用的传感器也不例外。以目前计价秤普遍使用的UH5型传感器(日本型号)为例, 其外形尺寸为: $125 \times 29 \times 45$ 。该尺寸是按一定比例关系计算并从性能、可靠性、稳定性、可加工性以及安装等几方面去考虑确定的。特别是计价秤使用的皆为单传感器, 因此传感器的设计应使四角误差小, 且易于修整。除了UH5传感器外,

日本NMB公司计测机器事业部的C₂G₁型结构, 其外形尺寸为130×30×22, 高度仅为UH5的一半, 其主要优点是角隅误差进一步减小, 材料消耗及加工工时皆节省一半。另外, 外形尺寸也与内廓结构有关, 不同的内廓决定了不同的外形尺寸。

3. 敏感部位的弯曲应力 σ

敏感部位即弹性梁上应变最大的部位, 确定该部位的弯曲应力是计算传感器主要尺寸的先决条件。根据虎克定律有:

$$\sigma = E\varepsilon \quad (1)$$

$$\text{由 } S_u = \frac{R}{R + 2R_m} k\varepsilon \text{ 推得:}$$

$$\varepsilon = S_u \frac{R + 2R_m}{kR} \quad (2)$$

将(2)式代入(1)式得:

$$\sigma = S_u \frac{E}{k} \frac{R + 2R_m}{R} \quad (3)$$

已知, $S_u = 1.8 \text{ mV/V}$ 、 $E = 72.00 \text{ kg/mm}^2$ 、 $k = 2.13$ 、 $R = 351 \Omega$ 、 $R_m = 27.85 \Omega$, 将它们代入(3)式得:

$$\sigma = 7.050 \text{ kg/mm}^2$$

若按 $\sigma = 7.050$ 设计出的弹性梁作成传感器, 其输出灵敏度为 1.7 mV/V , 则应按 1.8 mV/V 修正 σ 为 σ' , 则: 修正系数 $k = \frac{1.8}{1.7} = 1.0588$, 故:

$$\sigma' = k\sigma = 7.464 \text{ kg/mm}^2$$

4. 敏感部位厚度 δ

以5kg传感器为例, 其结构尺寸如图1.2-7所示。已知 $P = 5 \text{ kg}$, $B = 29 \text{ mm}$ (宽度), $L = 35 \text{ mm}$, 计算敏感部位厚度 δ 。

根据弯曲应力计算公式有:

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad (4)$$

将 $M = \frac{PL}{4}$ 、 $W = \frac{BL^2}{6}$ 代入(4)式, 整理后得:

$$H = \sqrt{\frac{3}{2\sigma} \frac{PL}{B}} \quad (5)$$

将 P 、 B 、 L 、 σ' 值代入(5)式得:

$$H = \sqrt{\frac{3}{2 \times 7.464} \times \frac{5 \times 35}{29}} = 1.101 \text{ mm}$$

若实测出的输出灵敏度不符合 1.8 mV/V , 可按与 σ 相同的修正方法修正 H 。

5. 弹性梁挠度 f

了解弹性梁挠度 f , 可以针对性地采取限位措施。挠度的计算公式为:

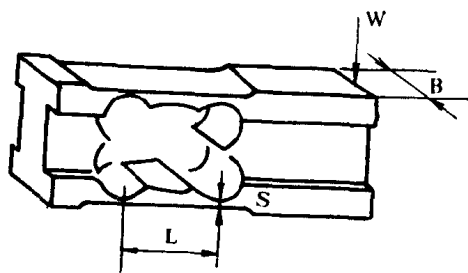


图1.2-7 5kg传感器结构图

$$f = \frac{PL^2}{E} \times \frac{3.6D}{BH^3} \quad (6)$$

其中, H、P、B、E的定义与数值同上, L为力矩臂, 假设为35mm; D与内廓尺寸r(为10mm)和 δ 有关, 等于4.56mm。将这些数据代入(6)式得:

$$f = \frac{5 \times 35^2}{7200} \times \frac{3.6 \times 4.56}{29 \times 1.101^3} = 0.36\text{mm}$$

目前, 常用的计价秤传感器有三种规格: 5kg、8kg、20kg。这三种规格的外形尺寸完全一致, 差异仅仅在于敏感部位的厚度, 也就是说, 随着传感器量程的增加, 其厚度也随之变厚。因此, 厚度尺寸的精度是非常重要的。

除弹性梁外, 还有与之相连的限位保护。通常应变片贴在弹性梁的四个敏感部位, 模数片则贴在限位保护板上, 零点温度补偿线也固定在其上。因此, 限位保护板既起限位-防止弹性梁过变形的作用, 也起线路安装板的作用。R208秤用传感器与秤的连线共有五根, 通过一个11芯接插件CN1连接。这五根线的定义分别是:

CNI-2——电源(-)	CNI-9——输出(-)
CNI-4——电源(+)	CNI-11——浮地(接弹性梁)
CNI-7——输出(+)	

五、主要技术性能指标及测量计算方法

1. 主要技术性能指标

- (1) 传感器输出灵敏度: $1.8\text{mV} \pm 0.09\text{mV/V}$
- (2) 非线性: $0.02\% \text{FS}$ (FS代表满量程)
- (3) 不重复性: $0.01\% \text{FS}$
- (4) 滞后: $0.02\% \text{FS}$
- (5) 蠕变 (30min): $0.02\% \text{FS}$
- (6) 输出灵敏度温度影响: $0.015\% \text{FS}/10^\circ\text{C}$
- (7) 零点温度影响: $0.03\% \text{FS}/10^\circ\text{C}$
- (8) 零点不平衡输出: $2\% \text{FS}$
- (9) 输入电阻: $406 \pm 15\Omega$
- (10) 输出电阻: $351 \pm 3\Omega$
- (11) 绝缘电阻: $500\text{M}\Omega$
- (12) 电源电压: 15V (10V)
- (13) 使用温度范围: $-10 \sim +40^\circ\text{C}$
- (14) 贮藏温度范围: $-30 \sim +80^\circ\text{C}$
- (15) 安全载荷: 130%

2. 定义和测量计算方法

1) 传感器输出灵敏度

传感器在额定载荷作用下, 供桥电压为1V时的输出电压, 单位为毫伏/伏 (mV/V)。

若供桥电压为15V, 输出灵敏度为 1.8mV/V , 传感器的额定输出为 27mV ; 在任一载荷