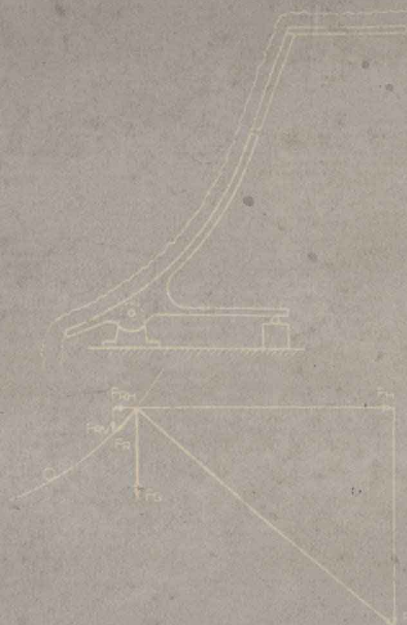


工业称量技术与应用

GONGYE CHENGLIANG JISHU
YU YINGYONG

张寿宝 汤道娥 编



武汉出版社

工业称量技术与应用

张寿宝 汤道娥 编



武 汉 出 版 社

工业称量技术与应用

张寿宝 汤道斌 编

武汉出版社出版发行

(武汉市江岸区黄浦路248号 邮政编码430010)

武汉市汉阳县印刷厂印刷

787×1092毫米 开本32 印张4.5 字数 94千字

1990年9月第1版 1990年9月第1次印刷

印数1—2000册 定价: 1.95元

ISBN7-5430-0398-8/T·8

前 言

工业称量技术是测量技术和自动控制技术的分支。

工业称量技术几乎与国民经济的各方面都有密切的联系，它是使用于冶金、煤炭、矿山、建材、化工、电力、轻工、粮食加工、机械、港口等工业领域里最广泛的计量手段之一。

由于工业称量技术的发展，解决了生产和贸易中的自动、快速、连续称量问题。除称量效率高、使用简便外，同时具有分辨率高、重复性好、反应快等优点；由于工业称量技术中应用了微处理机使称量系统智能化，自动化，并可进行遥控遥测；工业称量技术可以消除人为误差、节约时间，改进配料工作及在多粉尘、高温、高湿或有毒气体的环境下进行称量而不危害人体健康。

本书为工业战线上工程技术人员、以及与称量技术有关的工人和干部提供了一本重要的参考书。同时也是工科院校师生的一本很好的参考资料。

该书出版得到周斌盛、党洪生（第二章的第六节由他编写）、熊焰、黄泰轩、董长松、徐斌、詹良义、潘汉友（插图）等同志的大力支持。并得到袁根钊、余汉康同志的大力帮助。

由于本书出版匆促，难免有错误地方，请予指正。

编 者

1990年9月

目 录

第一章 基本概念

第一节 秤	(1)
一、料量的概念	(1)
二、秤和秤的性能概念表示法	(1)
第二节 工业称量技术	(2)
一、工业称量技术概念	(2)
二、工业称量技术的基本任务	(3)

第二章 称重传感器

第一节 称重传感器的测量体	(5)
一、按测量体的结构不同而分类	(6)
二、制作弹性元件的材料要求	(14)
第二节 电阻应变片	(15)
一、金属的电阻应变效应	(15)
二、电阻应变片的分类、结构与材料	(17)
三、应变片基本特性的分析	(21)
四、应变片的粘贴及粘合剂	(31)
第三节 称重传感器的分类和范围	(32)
第四节 称重传感器的最大允许误差和结果的允许 变差	(36)
第五节 称重传感器的重复性误差和影响量	(40)
第六节 称重传感器的检定	(41)

一、基本技术指标	(41)
二、检定项目	(42)
三、检定条件	(42)
四、检定标准设备	(42)
五、检定方法和计算公式	(43)

第三章 电子秤

第一节 电子皮带秤

一、称量原理	(50)
二、秤架结构	(55)
三、电子皮带秤的信号处理	(57)
四、实物标定	(64)

第二节 动态电子轨道秤

一、称量原理	(66)
二、机械结构	(66)
三、电子称量系统	(70)

第三节 电磁配料秤

一、概述	(73)
二、电子秤	(73)
三、电磁盘	(77)
四、控制屏	(78)
五、万向挂钩	(78)
六、电磁配料秤的发展	(79)

第四节 电子汽车衡

一、工作原理及基本结构	(83)
二、技术性能及参数	(84)

第四章 工业称量技术在工业生产中的应用

第一节 称量设备在高炉生产中的应用	(86)
一、概念	(86)
二、称量设备在供料过程中的应用	(90)
第二节 称量设备在氧气顶吹转炉生产中的应用 ..	(92)
第三节 称量设备在电炉炼钢生产中的应用	(99)
第四节 秤在轧钢厂里的应用	(102)
一、秤在轧钢厂里的作用	(102)
二、轧钢厂里使用的秤	(103)
第五节 称量技术在铸造厂里的应用	(106)
一、冲天炉加料系统中称量技术的应用	(106)
二、混砂机定量用电子称量斗	(109)
三、有色金属的配料和加料设备	(112)
第六节 称量技术在玻璃制造工业方面的应用	(114)
一、塔形设备	(114)
二、顺序设备	(117)
第七节 称量技术在电焊条配料生产线上的应用 ..	(119)
一、塔形设备	(119)
二、顺序设备	(120)

第五章 干散料冲板式系统称量技术

第一节 基本原理和工作过程	(125)
一、概述	(125)
二、基本原理	(128)

三、测量传感器.....	(129)
四、测量传输器.....	(131)
五、流速测量单元.....	(132)
六、线性化器.....	(132)
七、积分器.....	(132)
第二节 干散料冲板式系统称量技术在工业生产 方面的应用.....	(134)
一、玻璃工厂控制方面的应用.....	(134)
二、食品工业物料控制方面的应用.....	(135)

第一章 基 础 概 念

第一节 秤

一、称量的概念

把质量标准（即千克原器）与物品的质量进行比较的操作叫作称量。

在实用上是用与千克原器进行精密比较，已确知了质量的砝码进行直接比较，或同由那种砝码检定过刻度的秤加以比较来求物品的质量。

二、秤和秤的性能概念表示法

秤：当把物品的质量与标准砝码进行比较时，要使物品与砝码重量平衡，而调整它们平衡的就是秤。

秤的称量：秤是用来表示究竟可称得多少质量的器具，秤的称量乃是可靠且正确称得的最大质量。例如某台秤若可靠、正确地称量到500t，那么它的称量便是500t，并以此数表示。

感量（最小刻度）：所谓感量（灵敏度）是可以正确称量的最小质量。例如所说的感量为1g的秤，只能正确称量到1g，在称量比1g小的质量时就欠准确了。

精度：所谓秤的精度，即它精密到何种程度。

表示方法为：

$$\text{精度} = \frac{\text{感量 (最小刻度)}}{\text{称量}}$$

例如秤的称量为20kg，感量（最小刻度）为10g，则其精度便是1/2000。这里要说明的是，所说的精度1/2000是该秤的最高精度，也就是说秤在称20kg时，秤的精度为1/2000，但用此秤称量10kg时，精度就变为1/1000了。这就是说，秤在称量接近满量的物品时，才能达到最好的精度。

第二节 工业称量技术

一、工业称量技术概念

从六十年代开始，由于工业的发展，以机械结构原理为基础的称量技术不能满足当时工业生产的要求，迫切要寻找一种机械和电子相结合的称量技术，来解决计量、自动显示、自动打印、自动累计、自动操作、自动调整和自动控制等方面的问题以适应各种不同领域的需要。通过人们的研究、试验、应用，称量技术发生了根本的变化。

由杠杆秤发展到测力传感器；

由图象发展到信号数字显示；

由称货物重量、结帐、机械积分仪到微处理机；

由继电器控制到自动编程序。

现代化的秤按要求已经是直接数字显示和自动化的，能适应企业生产。由于使用了标准化和模块化技术，极大的减少了维修的困难。称量精度得到了大幅度提高，称量所需的时间大大缩短。

在这里我们把工业称量技术的特殊点，以及和普通测量

技术不同的地方作以介绍。

称量技术主要采用力的测量，解决确定质量的问题。为了测出物体的重量，不仅需要机械和电子方法，而且还需要软件和硬件。在普通的测量仪器上，信号处理在整个测量环节中占很大的比重。而在一台称量仪器上，既有高精度的完整的信号处理系统，还有控制系统和调整系统，它不是简单的测量仪器，就技术方法而言，它是一种设备。

在此，简单的概括一下，工业称量技术是一门设备技术，是测量技术和控制技术（调整技术）的分支。

二、工业称量技术的基本任务

工业称量技术的基本任务为：

（一）确定质量：

对不知质量的物体进行称量。这种设备必须接受所有称量物体，必须有显示仪器、称重传感器和记录装置等。对测量值进行处理，如定皮重、调零和运算中都需要对测量值进行加工处理。

（二）称量：

将所需要的量预先调好。原料的流量是这样控制的，使其尽量接近额定值。这样的称量设备包括：进料装置、出料装置、数字处理系统、额定值同实际值比较系统、进料控制也是称量设备的主要辅助部分。

（三）物体流量

为了确定气体和液体的重量发展了体积测量和流量计算系统。对于粒状材料来说，物体流量 Q 和重量 G 和在一定时间内重量变化有一定关系：

$$Q = \frac{dG}{dt} \quad \dots\dots (1)$$

假如材料是通过电子皮带秤运送，那么流量 Q 为下列关系式：

$$Q = q \cdot V \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$q = \frac{P}{L} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Q ——单位时间通过的物料量（流量）

V ——皮带输送速度

L ——皮带有效称量段长度

q ——单位长度上的物料重

物体流量的测定在连续称量中非常重要。特别是当多种原料同时进行配方时必不可少。除了流量的确定，还有运输带速度控制或卸料出口的设计等。配方中的额定值都输入计算机控制系统。

第二章 称重传感器

称重传感器是一种考虑到使用地点重力加速度和空气浮力影响后，把被测物体的质量转换为另一种被测量（输出）的力传感器。

称重传感器是电子秤的关键元件，它直接影响电子秤的好坏，因此设计了很多不同形式的结构，以期得到较好的特性。象对一般传感器的要求那样，对称重传感器也要求有良好的灵敏度、稳定性、重现性，以及加工工艺尽可能易于实现。除此外，还希望它在力作用点稍许变化时，以及有侧向力存在时，对传感器的输出影响甚小。另外在结构设计上希望粘贴应变片的地方尽量平一些或曲率半径大一些，因为小曲率半径的表面粘贴应变片的质量不易得到保证。其次，所选定的结构最好能有相同的正应变区和负应变区，这样既可提高灵敏度，又便于温度补偿。

称重传感器是基于测量物体受力变形所产生的应变的一种传感器。其基本构成通常可分两部分。一为称重传感器测量体；二为电阻应变片。

第一节 称重传感器的测量体

测量体就是一个弹性元件，它是称重传感器的一个重要

组成部分。

测量体最简单的形式有拉力式和压力接触式。

一、按测量体的结构（或形状）不同而分类：

1. 柱式弹性元件

这一类弹性元件作成圆柱形或方柱形，有时还作成空心圆柱，从结构上来看，它具有简单、紧凑、便于加工。如图2—1—1和图2—1—2所示。这种弹性元件的缺点是偏心力和侧向力的影响大；在测量较小的力时，截面积要求小，此时为了增大应变电阻片的面积以及曲率半径，往往作成空心圆筒，这虽有些好处，但在受压时容易产生鼓状变形。柱式弹性元件通常用于测量大的拉力和压力。最大负载可达 10^7N 。

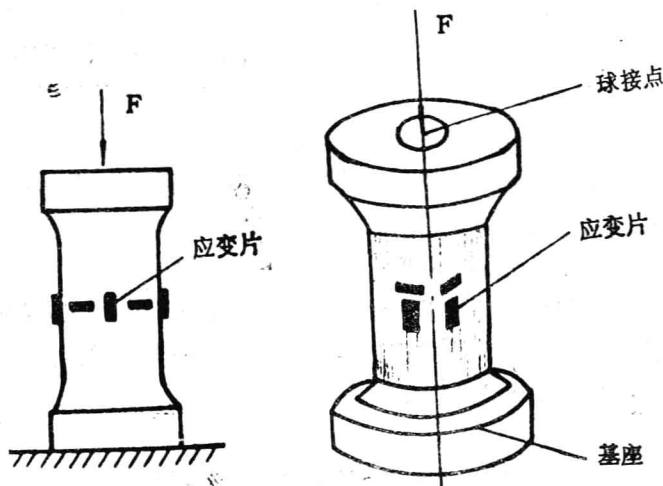


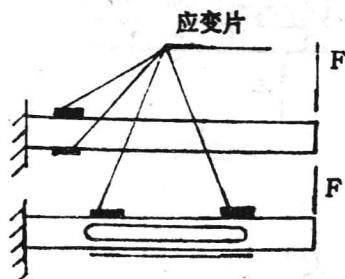
图2—1—1 柱式弹性元件 图2—1—2 柱式弹性元件二

2. 梁式弹性元件

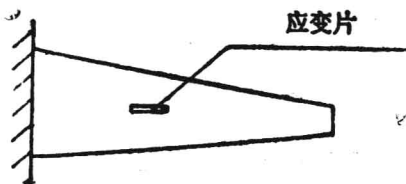
梁式弹性元件分为一端固定的（悬臂）和两端固定的弹性梁。

一端固定的悬臂梁如图 2—1—3 所示。它的结构简单，应变电阻片较容易贴，灵敏度高，因此适于小负载情况下。缺点是力作用点变化时对应变输出影响较大。对于悬臂梁式弹性元件，除等截面梁(a)以外，还有作成等强度梁的，见图 2—1—3b，这样在整个梁上有相同的应力，应变片贴在任何位置上效果都一样。

另外，常用的一种是两端固定梁式结构。图 2—1—4 为两端固定梁式弹性元件，梁的两端与外壳相连，被测力作



(a) 等截面梁



(b) 等强度梁

图 2—1—3 悬臂梁式弹性元件

用在中心的圆柱上，这个圆柱正好在矩形截面水平梁的中间。应变片可贴在梁的上下平面上。由于受力状态对称，可在梁的左右各贴两片，以达到提高灵敏度及温度补偿作用。这种梁可承受较大的作用力，自振频率较高，力作用点的位

置及方向不受梁变形的影响。图 2—1—5 为四点固定梁式结构元件。

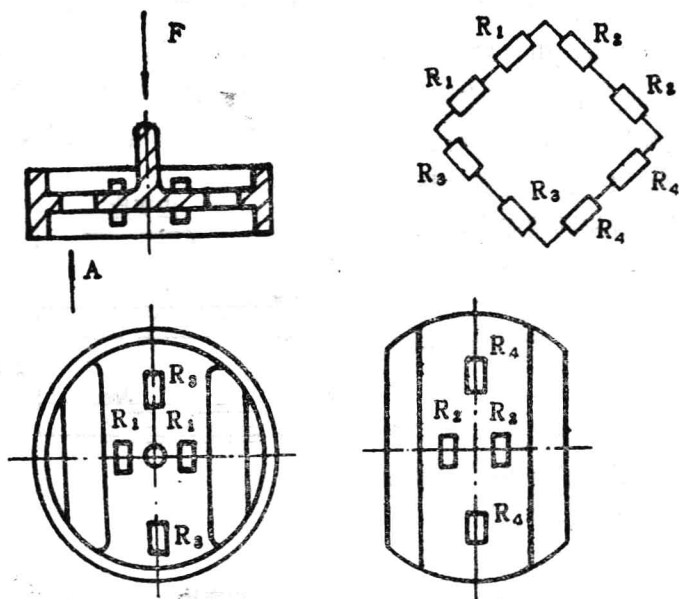
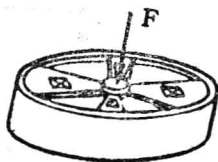


图 2—1—4 两端固定梁式弹性元件

图 2—1—5 四点固定梁式
弹性元件



梁式弹性元件的灵敏度较高，适于测量小的载荷，约 $1 \sim 10^3 \text{ N}$ 左右。

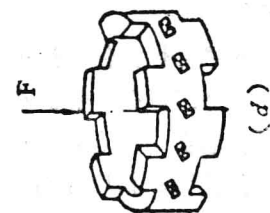
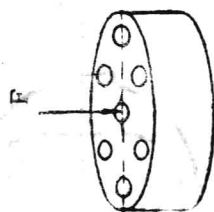
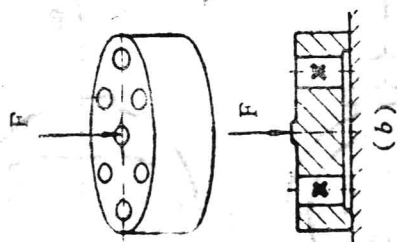
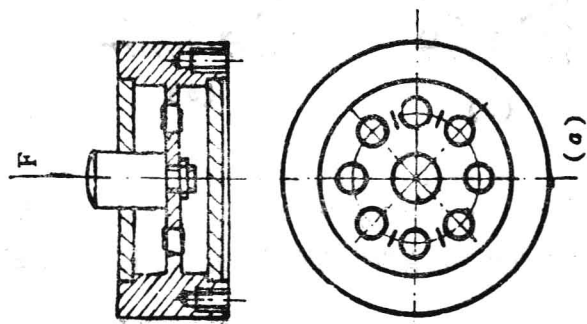


图 2-1-6 圆盘孔式弹性元件