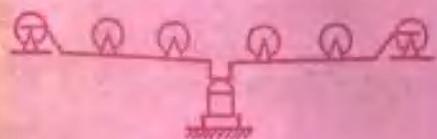


质量计量丛书

皮 带 秤

罗才生 邹炳易 张家玮 编著
质量计量丛书编委会 审定



中国计量出版社

78.8283

9400479

质量计量丛书

皮 带 秤

罗才生 邹炳易 张家玮 编著

质量计量丛书编委会审定

中国计量出版社

新登（京）字024号

内 容 提 要

本书利用现代控制原理和试验方法探讨了皮带秤的动态模型、计量检测和误差分析。介绍了皮带秤的现有技术和发展方向，重点论述了重力式皮带秤散料计量系统的力电转换、控制、积算和显示仪表的结构特点，现场安装、调试、维护与计量检测技术，以及相应的国际规范。

本书可供从事散料动态称重技术的计量检测人员、现场操作维护人员，研究，设计制造的科技人员阅读，也可供大专院校师生、研究生参考。

质量计量丛书

皮 带 秤

罗才生 邹炳易 张家玮 编著

质量计量丛书编委会审定

责任编辑 陈艳春

*

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

河北省三河县潮河印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本787×1092/32 印张11.125 字数251千字

1992年4月第1版 1992年4月第1次印刷

印数1—4030

ISBN 7-5026-0490-1/TB·382

定价 7.30元

质量计量丛书编委会

主任委员：汤永厚

副主任委员：李洪岭 刘 慢

编 委：（以姓氏笔划为序）

刘 镔	汤永厚	张士桐
李洪岭	陈艳春	李瑞五
阎宝珠	裴玉吉	

秘 书：陈艳春 阎宝珠

编委会前言

《质量计量丛书》是中国计量出版社关于专业学科建设的系列选题之一。在国家技术监督局和国家计量检定规程有关归口单位的高度重视和直接参与下，特设编审委员会，负责制定大纲，遴选作者、组织编写和审定。

根据质量计量的特性，本套丛书的内容以计量检定为主线，突出实用技术和监督管理。以一定数量的分册和篇幅，概述质量计量基本概念、基础理论、衡量原理和衡量方法等；以更多的分册和篇幅，详论质量计量器具的计量要求、技术要求和管理要求；准确阐释国家计量检定规程、管理规章和国际建议；介绍先进的技术和经验；尽量充分提供（或附录）实际工作中所必需的文件资料。主要目的是帮助在一线的质量计量工作者提高业务水平，准确一致地理解和贯彻质量计量检定系统和检定规程，正确而有效地进行监督管理。

鉴于质量计量量值的国际统一性和国家统一性极强，其计量检定规程属于强制执行的技术法规，不准任意解释。因此，本丛书的作者基本是规程主要起草人，审订者主要是原国家检定规程审定委员会或所属质量专业委员会负责人。

本丛书的每一个分册论述一个专题，各具相对独立性和完整性，因而不编排分册的序列，只按成书的早晚陆续出版。正因如此，读者也可针对自己从事的具体专业选择置备

相应的分册学用。

本丛书的读者对象是质量计量人员，特别是直接从事检定和监督管理的实际工作者。也可作为专业培训教材，质量计量器具的制造者、经销者、使用者和修理者，以及市场管理人员和各行各业的质量检测人员，均可学用。

在本丛书着手筹划之时，就得到原国家计量局和国家计量检定规程审订委员会的完全肯定和大力支持；之后国家技术监督局不仅高度重视而且实际参与领导。全国许多省市地县的技术监督局（标准、计量、质量局）、中国计量科学研究院和铁道部、轻工业部等单位给予了很大支持和帮助，特别是作为我国非自动衡器归口单位的青岛市标准计量局，更为本套丛书的建设作出了重大贡献。谨此一并致谢。

对于读者将要给予的指正和建议，谨预表欢迎和感谢。来信请寄北京和平里西街甲2号，邮政编码100013，中国计量出版社转：质量计量丛书编委会。

1990年1月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 皮带秤的起源与发展	(1)
第二节 皮带秤的称重原理	(8)
第三节 皮带秤的分类	(11)
第二章 皮带秤的称重装置(秤架)	(13)
第一节 单托辊秤架	(13)
第二节 多托辊秤架	(16)
第三节 平行板簧式秤架	(20)
第四节 悬臂式秤架	(21)
第五节 整机式秤架	(22)
第六节 秤架结构优越性对比	(23)
第三章 传感器和称重仪表	(25)
第一节 显示仪表概述	(25)
第二节 称重传感器	(33)
第三节 测速传感器	(49)
第四节 放大器电路	(57)
第五节 A/D转换器	(63)
第六节 滤波器	(84)
第七节 数据处理与电脑软件	(101)
第四章 现场安装和调试技术	(122)
第一节 对皮带输送机的要求	(122)
第二节 秤架在输送机上的合理布局	(127)
第三节 秤架的安装调试	(130)
第四节 称重和测速传感器的安装	(133)
第五节 现场放大器和主控机的安装	(136)
第六节 综合试验调试	(137)
第五章 皮带秤的试验校准和检测	(141)
第一节 动态模拟试验校准的主要方法	(141)
第二节 实物检测	(149)

第三节	皮带秤综合计量性能评定	(151)
第四节	试验、检测方法的探索	(157)
第六章	皮带秤的实验误差分析	(160)
第一节	皮带秤的误差源	(161)
第二节	对称重力误差分量 δ_1 的分析	(163)
第三节	测速误差 δ_2 的分析	(178)
第四节	信号处理误差 δ_3	(181)
第五节	校准误差 δ_4	(182)
第六节	环境影响的误差 δ_5	(185)
第七节	检定工作中的误差分析	(186)
第八节	试验验证	(188)
第七章	配料皮带秤	(195)
第一节	系统构成和配料方式	(195)
第二节	配料皮带秤机械结构形式	(202)
第三节	环形皮带及其驱动方式	(207)
第四节	配料皮带秤的显示仪表	(210)
第五节	调速电机型式	(222)
第六节	配料皮带秤的PID调节	(223)
第七节	控制准确度和系统影响量	(235)
第八章	皮带秤的选用和维护	(238)
第一节	根据使用要求选购产品	(238)
第二节	正确识别产品广告上的技术指标	(242)
第三节	国产皮带秤技术指标简介	(245)
第四节	皮带秤现场维护技术	(250)
第九章	皮带秤试验装置	(256)
第一节	试验装置的适用价值	(256)
第二节	试验装置的结构特点	(257)
第三节	试验装置主要技术指标的评价	(262)
第十章	OIML第50号国际建议在我国的应用	(269)
第一节	50号国际建议的内容简介	(270)
第二节	我们对建议中一些技术指标的理解和应用	(272)
第三节	50号国际建议的修订	(279)
参考文献		(289)
附件:		
一、连续自动累积皮带秤		(290)
二、电子皮带秤试行 JJG650—90		(327)

第一章 概 述

皮带秤是安装在皮带输送机的适当位置上，对散状物料自动地进行连续、累计称量的计量器具。它广泛用于散料贸易结算、生产工艺流程中的配料计量及检测控制。

第一节 皮带秤的起源与发展

一 皮带秤的起源

皮带秤起源于19世纪末、西方工业发展时期。它的称重原理最早来源于斗式输送机对散料连续自动称重的装置。这种装置于1880年获得了计量许可。1907年由英国制订了第一个自动秤的检定规程。1908年在英国公布了第一个皮带秤的专利。

此后的近四十年中进展较慢，经反复改进仍然只能较粗地用于生产过程控制和工矿企业的库存管理。

二 皮带秤的发展

二次大战后，尤其是近三十年来，由于传感器制造工艺和电子技术的飞速发展，给整个称重技术注入了新的血液，激发了活力，为提高皮带秤的计量性能创造了有利条件。

皮带秤的发展大致经过了以下四个阶段：

最初的产品是纯机械式皮带秤，一般采用增量式编码器，机械式或光电式扫描码盘等，使皮带秤的机械杠杆具有

平衡条件，识别记数和启动功能。这是第一代。

第二代是传感器电子仪表皮带秤，检测部分一般用光电脉冲或磁脉冲变送器测速，二次仪表用模拟积分放大电路或数字系统积分电路来实现动态称重过程的平衡、识别和累积计算功能。

这两代皮带秤只能测量、累积计算，对运行中计量性能的变化不能控制，因此动态计量准确度较低，稳定性差，在用户中信誉不佳，逐渐被第三代、第四代皮带秤取代。

第三代、第四代是传感器微机式皮带秤和微机智能化的皮带秤。微处理机引入皮带秤使电子元器件结构、内容和集成化程度大大提高。生产厂家可以根据现场使用条件去满足用户的愿望。

前者，根据现代控制原理，可以对一些动态变化参数进行控制，如零点跟踪、量程校准等，但一般处于开环控制状态。要想使皮带秤在运行中获得预定的准确度和稳定性仍需操作人员的监视、维护和频繁校准。

后者，因在称重系统中设置了针对使用特点的软件而且成为闭环自动控制系统。智能仪电子皮带秤的含义由此而来。这种称重系统具有测量、计算、控制、校准、联网通信、上下量程限监视、故障报警等多项自控功能。由于计算机科学渗入皮带秤，使其计量准确度提高，稳定性改善，检定周期延长，使用过程中的维护工作量大大减轻，其应用领域不断扩大。目前，皮带秤产品已遍布于世界各地，广泛应用于冶金、矿山、建材、电力、化工、港口等各个行业。

1 国外动态

散料动态称重技术早已引起一些技术先进国家的有关机构和科技工作者的重视。这些国家多数建立了皮带秤的专门

研究试验基地，从事这方面的开发研究的学者和科技人员也愈来愈多。据不完全统计，从1980年至今国外公布有关皮带秤的专利就有70多个，其中苏联最多，其次是日本。这些专利大多数是提高动态称量准确度和改善检测方法的技术。由于广大科技工作者的共同努力，目前皮带秤的计量准确度和现场使用的稳定性有了很大的提高。

美国设置有专门从事散料称重和控制的技术服务公司，有偿地为工矿企业中的皮带秤进行各种咨询和技术服务，确保了这种秤在现场使用中的计量性能。

荷兰菲利普(PHILIPS)公司的专家从1966年开始在该公司的试验装置上经过反复试验研究，开创了多托辊皮带秤的计量性能优于单托辊秤的理论，成了高精度皮带秤在机械秤架设计方面的一个新起点。〔1〕

美国Thager衡器公司的F·Hyer博士于60年代初用应变能法建立了皮带秤称重力测量的数学模型，为皮带秤动态定量误差分析提供了可行的途径。〔2〕

北欧的瑞典、挪威在皮带秤的现场维护技术上有出色的成就，这些国家早就把皮带秤做为散料进出口贸易结算的公证秤，使用中的计量准确率为 $\leq \pm 0.2\%$ 。〔3〕

2 国内进展状况

国内从50年代开始设计、制造了滚轮式机械皮带秤。到60年代后期传感器电子仪表式皮带秤开始与用户见面，直到70年代末。同样这种秤限于当时国内传感器制造工艺和电子技术的水平，其使用中的准确度和稳定性较差，在用户中的信誉不佳。

1979年国内第一台多托辊皮带秤在湖南湘潭钢铁厂投入使用之后，从事皮带秤研究和制造的单位愈来愈多。80年代

随着改革开放，又从美国、日本、德国等国家引入了皮带秤的设计制造和计量检测技术，使我国皮带秤技术有了较大的发展。其主要标志如下：

(1) 十年中国产皮带秤的技术指标提高了一个数量级，有几个厂家的产品其检定精度达到了 $\pm 0.25\%$ ，获得了用户的信任，进入了国外同类产品的先进行列。

(2) 皮带的速度检测和动态参数跟踪自校，这两项应用技术有了突破性创造，获得了国家技术专利。

(3) 建立了多套皮带秤试验装置，为新产品开发和计量性能的检测提供了试验研究条件。

(4) 开发出一批性能良好的皮带秤专用的二次仪表，尤其是微机智能化仪表已投入现场使用。

(5) 一种单弹性体无杠杆的平行板簧式散料称重装置研制成功，为工艺秤的更新换代开创了一种新途径。

(6) 皮带秤国家标准和检定规程的发布，使皮带秤产品规范化有了依据。皮带秤的检测技术受到广泛的重视。

三 皮带秤产品的开发动向

根据轻工部衡器协会的调查与推算，国内市场每年需要皮带秤的数量大约为3 000台左右。当前国内外在产品结构与档次方面向如下两种趋向发展。

1 提高计量准确度

皮带秤相对允许误差达到 $\pm 0.1\%$ 是目前散料动态称重技术的皇冠，也是国际间散料贸易追求的计量准确度。近几年来，国内外一些皮带秤专家和科技工作者正在攀登这个至高点。

英国为提高皮带秤的计量准确度已投资几十万英镑建立

了一个功能齐全、全部计算机控制的皮带秤试验基地——WSL试验中心，以求在近期内使皮带秤的计量性能指标满足国际上所需的商检贸易要求，其检定允许误差 $\leq \pm 0.1\%$ 。

由于皮带秤的影响因素很多，提高计量准确度的技术难度很大，为攀登这个至高点，促使国内外一些科技工作者寻求各种技术途径。

（1）从称重原理上进行新的探索

众所周知，重力式皮带秤其称重原理所造成的“皮带效应”（见第六章第二节）是它的主要误差来源。为摆脱“皮带效应”的影响，十几年前国外就开发出一种核子皮带秤。英国的爱费里（AVERY）公司，美国的拉姆齐（RAMSEY）公司，德国的波索尔德（BODREID）公司，以及我国黑龙江省技术物理研究所、清华大学，先后开发了这种产品。

这种新型称重原理的皮带秤对物料量的检测是在非接触中进行的，其主要优点是那些与“皮带效应”有关的参数对检测结果基本没有影响，安装调试简单，使用方便。但是放射源的衰减、物料的水分含量、化学成分、物料在皮带上输送的断面形状、物料直径大小等对测量结果有较大的影响。使用中的允许误差在 $\pm 2\%$ 左右。可以用于工业控制检测。

（2）对重力式称重系统结构进行创新

为摆脱“皮带效应”对称重结果的影响，近十年来又发出一种新型的动态称重结构——失重式计控系统。这种计控系统是在料斗秤的基础上，增添加料设备和输料设备组成的连续计量控制系统。它不仅可对固体散料进行计量控制，也可对一般液体和浓稠的液体进行计量控制。失重式计控系统的计量和控制原理（图1-1）

这种计控系统进行动态计量时，由于脱离了与输送机皮带的连接，有以下优点：

克服了“皮带效应”的影响，计量准确度可高达 $\pm 0.1\%$ ，定量控制准确度 $\leq \pm 0.2\%$ ；

检测、维护方便，一般用标准砝码即可进行全性能检测；

物料在运转过程中，可以密封，减少环境污染。

缺点是造价相应比一般皮带配料秤高，现场安装调试占用空间和面积较大。

（3）从微处理机的软件功能找出路

高准确度重力式皮带秤限于较复杂的秤架结构和使用环境条件，诸多的动态参数对测量结果的影响是客观存在的。针对这个现实，人们设想在称重系统对物料进行连续计量中，对某些起主导作用的变化参数能用微处理机的软件功能进行自动跟踪补偿。用一变应付多变的方法，最后归结到改变二次仪表的放大系数。对皮带上通过秤架的实际物料与仪表显示值的一致性进行自动跟踪，随时自校，这是提高皮带秤计量准确度和长期稳定性的一种积极可行的新途径。几年来，有关科技工作者根据这个设想进行反复研究、试验，取得了良好的效果。

2 简易型工艺秤

高准确度皮带秤一般用于贸易或能耗结算及企业的目标管理。但其秤架结构设计比较复杂，相应的造价成本增高，现场安装调试的时间较长，使用中要求维护检测较严，因此人们又在探索较简单的工艺秤。这种工艺秤是根据生产工艺控制式配料计量的特殊要求而发展起来的，它与计量秤比较有如下特点：

(1) 秤的计量准确度要求不高,一般 $\pm 1\%$ 就可适应生产需要。

(2) 在检定周期内不进行实物检测,其计量性能稳定可靠,抗干扰、抗偏载能力强。

(3) 现场安装调试简单。生产工艺流程一般不允许因某一个环节装调皮带秤而影响全线生产。

(4) 结构简易,造价较低。工艺秤在工矿企业应用数量多,一个生产环节要装五、六台,有的一个企业需装数十台。如果造价过高,给企业增加了固定资产投资困难。

(5) 使用中的故障少,维护方便,一般现场操作人员能够胜任。

1988年我们在美国、联邦德国进行皮带秤专题技术考察中,发现各个公司都设计生产出了达到上述要求、结构精巧的工艺秤。国内随着企业对提高产品质量、强化工艺控制的严格要求,对这种秤的需求量将愈来愈大,市场前景广阔。

第二节 皮带秤的称重原理

一 称重系统的组成部件

皮带秤一般由六大部件组成(图1-2)。

皮带秤的称重是物料在输送状态下利用称重传感器和测速传感器把皮带上通过的物料重量与皮带速度转换成电信号。现场放大器对两组信号进行适当处理,输送给主控制计算机进行积算、调节、控制等。最后从显示器打印机上给出称重累计结果。这是利用现代控制原理完成皮带秤自动、连续累计称重的过程。方框图见图1-3。

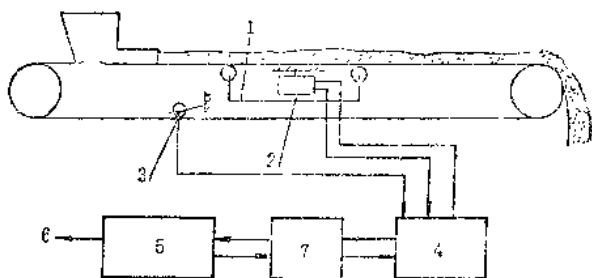


图 1-2

1. 秤架；2. 称重传感器；3. 测速传感器；4. 现场放大器；
5. 主控计算机；6. 打印机；7. 接线盒

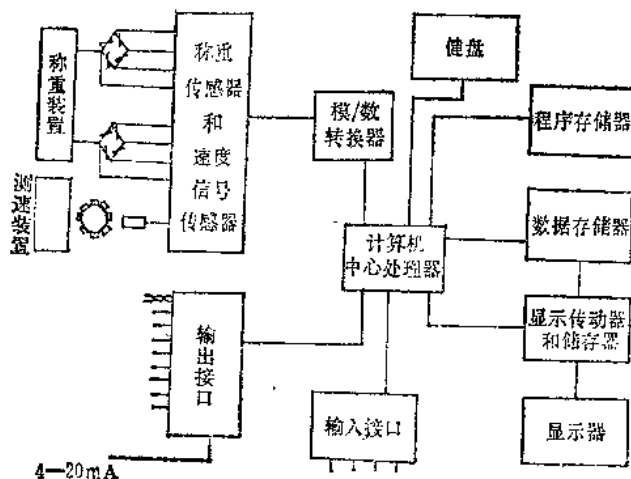


图 1-3 皮带秤方框图

方框图1-3中：

模拟数字转换器是一台高速转换装置，它将电信号转换成数字显示。

键盘：用来输入建秤参数（第五章第一节）。如 给定