

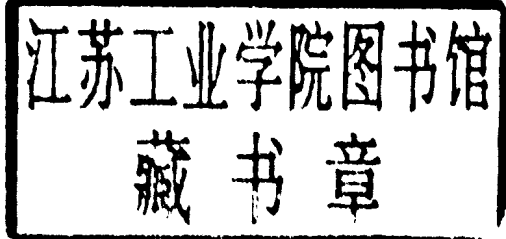
岳庆寅 孙秉礼等 编著

水泥厂计量手册

中国建材工业出版社

水泥厂计量手册

岳庆寅 孙秉礼 张丽娟 穆桂云编著



中国建材工业出版社

(京)新登字 177 号

内 容 简 介

计量是现代科学技术和国民经济的重要技术基础之一,是质量控制、自动化和企业现代化管理的基本条件。该手册是国内第一本集基础理论知识与实用技术装备资料为一体,以介绍水泥厂和类似工业生产部门常用计量给料设备、国内外最新技术和成果、设计和应用中的实用技术为主的工具书。书中较全面系统地介绍固体物料称重计量、定量给料和配料技术设备。主要包括:恒速式、调速式定量给料秤;电子皮带秤;固体物料流量计;斗(仓)式秤;失重给料秤;核子秤;电子轨道衡等现代工业电子称重和给料设备,以及称重传感器的基本原理、设计造型、安装调试等技术知识,同时介绍上述产品的主要生产厂家产品、标准、法规、名词术语等有关技术资料。适用于建材、冶金、化工、轻工、煤炭等工业生产部门的科研设计、工程技术人员、工人和有关大专院校师生学习和参考。

水 泥 厂 计 量 手 册

岳庆寅 孙秉礼 张丽娟 穆桂云 编著

责任编辑 赵从旭 宋 彬

封面设计 晓 梦

*

中国建材工业出版社

(北京市百万庄国家建材局内 邮政编码 100831)

新华书店科技发行所发行 新华书店经售

机械部经济信息中心激光照排

北京计量印刷厂印刷

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 23.5 字数 560 千字

1993 年 6 月第 1 版 1993 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—3 000 册 定价 24.00 元

ISBN 7-80090-090-8/TB·23

序 言

随着工业生产的大发展和科学技术的不断提高,计量技术和设备就显得特别重要。早在 60 年代初期,建材主管部门就将计量技术和设备的研制开发列入到“1963—1972 年水泥工业科技发展规划”中。在“六五”和“七五”科技发展规划中,又将计量技术和设备列入攻关项目。经过科研、设计单位,高等院校和生产厂的通力合作和共同努力,水泥工业的计量技术和设备的研制和开发工作取得了很大成绩,对促进水泥工业生产技术的发展起到了很大作用。目前水泥工业的计量技术和设备已形成了从科研、试制、开发到生产的体系,为计量技术的普及和现代化服务奠定了基础。

岳庆寅和孙秉礼等同志在收集整理资料和总结经验的基础上,编写的“水泥厂计量手册”是一本基础理论知识和实用技术设备相结合的工具书,它比较系统地介绍了工业生产过程计量设备的工作原理、安装调试方法、选型原则与建议,以及主要生产厂家的产品介绍,现行国家、部门和地方标准等,可以帮助生产企业解决在设计、安装和使用计量设备所遇到的问题,有很大的实用价值,值得推荐。

这本书可能还存在不足之处,希望广大读者提出批评意见和建议,以期再版时修正完善。

高世雄

1993 年 6 月

前 言

计量是现代科学技术和国民经济的重要技术基础之一,对水泥和任何企业来讲,它也是质量控制、自动化和企业现代化管理的基本条件。

我国水泥厂粉、粒状物料称重计量的科研开发工作已有近 30 年的历史,其间经历了一个从仿制到研制,从引进到消化、吸收、提高的过程。1962 年中国建筑材料科学研究院研制立窑生料与煤翻斗配料秤,开始了水泥厂计量技术的科研工作,这套秤以后由唐山水泥机械厂正式生产,并在一些机立窑水泥厂使用。1963 年开始测试丹麦史密斯公司扁担配料秤的性能并且研制出扁担配料秤,由南京衡器厂生产,积累了一定经验。从此,我国水泥厂计量技术、装备的研制和开发,进入了一个新的阶段。“文革”中这项工作暂时中断,但从 1972 年起辽宁水泥自动化研究设计所(合肥水泥研究设计院部分前身)又开始电子式恒速定量(皮带)喂料秤的研制,从而进入了以电子秤为中心的新领域。此后,各有关单位在此基础上不断开展简易恒速电子皮带秤、调速定量給料秤、斗式秤、减量法斗秤、双悬臂恒速皮带秤、冲量流量计、失重秤、螺旋电子秤、散装计量秤、包装机计量秤、核子秤、轨道衡等的研制,并形成一批产品,制造各种计量装置的生产企业迅速发展几十个厂家,初步形成了研究、开发、生产队伍的新局面。但是,目前国内缺乏这方面的论著,因此,有必要总结这些研究、试验、使用方面的经验,总结我们自己和和其他单位的经验,编写粉粒状物料计量装置的基础知识,包括各种秤的工作原理、设计方法、选型原则、调整、测试方法等,以便我国的科技工作者能在更高的起点研制开发新的秤种,避免低水平重复开发。同时也能够让企业使用人员了解秤的原理后更好的使用、维护计量装置,保持秤的使用精度,充分发挥秤的作用。这是我们编写此书的目的之一。

为了加强建材企业计量管理,国家建材局生产管理司制定了“建材工业计量管理办法”,国家、地方、企业也制定了一些计量方面的标准,大大地推动了企业计量的管理。企业为提高产品质量、节约能源、物料消耗、科学管理的需要,生产线中重要环节都安装了计量装置。但是,由于我国地域广阔,企业分布广,许多企业和一些科研、设计、院校对全国的计量设备生产情况缺乏全面的了解,因而,企业和设计单位不能按企业的现有条件合理选用并全面发挥计量设备的作用。为此,我们编写了一些国内制造粉、粒状物料计量装置厂家的产品情况进行介绍,供选型设计、使用参考,这是编此书的另一目的。我们期望对水泥行业和有关工业生产部门的计量、給料技术的发展有所裨益。但是,由于水泥厂计量设备涉及面较广,我们仅就水泥厂粉、粒状固体物料的称重计量和給料做一个概括而全面的介绍,希望广大读者在工作中有所帮助。

本手册编写和出版过程中受到各级领导和计量制造企业的支持和帮助,高世雄高级工程师为本书写了序言,中国建材工业出版社的领导和有关同志,对于我们的工作给予了大力支持,赵从旭编审、宋彬工程师为本手册编辑出版付出了辛勤的劳动,才使手册得以同读者见面,我们在此表示衷心感谢!

全书的组织、统审由岳庆寅负责,并编写部分内容。基础部分主要由孙秉礼、穆桂云执笔,产品介绍的资料收集、汇总、编写主要由张丽娟负责。由于我们知识、经验和水平有限,收集到的资料不全,错误、失误在所难免,敬请提出批评、指正。

作者

1993 年 6 月

目 录

序言

前言

第一章 概述	(1)
第一节 计量在工业生产过程中的作用和地位	(1)
第二节 称重计量的分类	(1)
第三节 工业秤、定量给料装置的发展和在水泥厂的应用	(3)
第四节 主要计量给料控制环节和设备的选用	(4)
第二章 定量给料秤和电子皮带秤	(9)
第一节 恒速定量给料秤	(9)
一 系统组成及工作原理	(10)
二 恒速定量给料秤的选用和设计	(11)
三 安装与维护	(14)
四 断续定量给料秤	(16)
第二节 调速定量给料秤	(17)
一 系统组成及工作原理	(18)
二 调速定量给料秤的设计选用	(19)
三 安装和维护	(27)
第三节 电子式皮带运输机秤	(28)
一 系统组成及工作原理	(29)
二 电子皮带秤选型和参数设计	(29)
三 安装和维护	(31)
第三章 固体物料流量计	(33)
第一节 冲量流量计	(33)
一 系统组成和工作原理	(33)
二 冲量流量计的选用设计	(36)
三 安装和调试	(38)
四 冲量流量计的标定方法	(39)
第二节 溜槽流量计	(40)
一 系统组成及工作原理	(40)
二 选用注意事项	(41)
第三节 FLK 型固体物料流量计和其它流量计	(42)
第四章 容器电子秤和失重式给料秤	(43)
第一节 料仓电子秤	(43)
一 传感器的选用设计	(43)
二 料仓和称重传感器的安装	(47)
三 料仓电子秤的校验	(49)
第二节 连续漏斗秤	(49)
第三节 失重式给料秤	(50)
一 系统组成	(51)

二 失重给料秤的工作原理	(51)
三 选用注意事项	(52)
第五章 核子秤	(54)
第一节 系统组成及工作原理	(54)
一 系统组成	(54)
二 工作原理	(56)
第二节 影响计量精度的因素和核子秤的特点	(57)
一 影响精度的主要因素	(57)
二 核子秤的特点	(57)
第三节 核子秤的安装和安全防护	(58)
一 安装要求	(58)
二 安全防护	(58)
第四节 标定和校验	(59)
第六章 电子轨道衡	(60)
第一节 系统组成	(60)
第二节 选用注意事项	(61)
一 计量方式	(61)
二 称重台面的结构形式	(63)
第三节 使用维护注意事项	(63)
第七章 称重传感器	(65)
第一节 称重传感器的种类	(66)
第二节 称重传感器的特性参数	(67)
第三节 电阻应变式称重传感器的工作原理和结构	(69)
一 工作原理	(69)
二 称重传感器的结构	(69)
第四节 电路	(73)
一 测量桥路	(73)
二 电阻应变称重传感器性能的补偿	(74)
第五节 称重传感器的选用	(75)
第六节 传感器的安装	(76)
第八章 标定	(78)
第一节 模拟标定	(78)
一 挂码标定	(78)
二 链码标定	(80)
第二节 物料标定	(84)
一 物料标定的方法	(84)
二 精度保证范围及测量点的确定	(85)
三 物料标定的条件和要求	(85)
第三节 误差计算	(86)
附录 主要产品选型、计量名词术语及有关标准	(88)
附录 A 恒速定量给料秤	(88)
附录 B 调速定量给料秤	(107)

附录 C 熟料秤和电子皮带输送机秤	(132)
附录 D 称重给料控制器和配料控制系统	(148)
附录 E 固体物料流量计及螺旋输送机秤	(159)
附录 F 电子称重水泥包装机	(171)
附录 G 其他电子秤、核子秤和料位计	(183)
附录 H 称重传感器	(198)
附录 I 湿法水泥生产专用料浆电磁流量计	(204)
附录 J 常用计量名词术语及定义	(208)
附录 K 常用物料的容重和休止角	(216)
附录 L 电子皮带秤国家标准(GB 7721-87)	(217)
附录 M 电子皮带秤试行检定规程(JJG 650-90)	(232)
附录 N TDG 型调速定量给料秤[皖 B/SJ108-88(Y)]	(241)
附录 O 调速定量给料秤暂行检定方法	(251)
附录 P 电子吊秤国家标准(GB 11883-89)	(259)
附录 Q 动态电子轨道衡技术条件国家标准(GB 11885-89)	(264)
附录 R 悬臂式电子皮带秤试行检定规程(JJG 560-88)	(272)
附录 S 称重传感器检定规程(JJG 669-90)	(278)
附录 T 固定式电子秤检定规程(JJG 668-90)	(288)
附录 U 电子皮带秤用环形胶带(企业)标准	(295)
附录 V 负荷传感器试验方法国家标准(GB 5604-85)	(298)
附录 W 建筑材料工业计量管理办法	(307)
主要参考文献	(311)

第一章 概 述

第一节 计量在工业生产过程中的作用和地位

计量是保证单位统一、量值准确的测量。也就是用数量概念描述和说明物质世界的科学。计量在我国古代叫度、量、衡,它有古老的历史,但它又是一门年轻的科学,“计量”仅是近几十年才出现的名词。现代计量包括民生计量(即法制计量)和工程计量(即非法制计量)两大类,它已经远远地超出了度量衡的古老范畴。目前,我国已建立了长度、力学、温度、电磁、无线电、时间频率、化学、声学、光学、放射性等十大类计量。它是现代科学技术和国民经济的重要技术基础之一,科学技术发展到今天,可以说,没有计量,寸步难行。没有准确的计量,就没有高质量、高速度,就没有四个现代化。

在工业生产中,生产工艺过程控制、质量控制、企业的经济和技术管理等,都要依据科学信息和数据进行。尤其随着现代工业技术的发展,不但工艺控制更加严格、经营管理更加科学精细;对节约能源、降低消耗和生产过程自动化提出更高的要求,那种靠人的直接感观、靠经验操作控制生产方式,已越来越不能适应要求。因此,计量检测技术也就越来越显得重要和为人们所重视。

另外,计量检测技术本身的经济效益,也很显著。据1967年美国国家标准局(NBS)调查:计量能力强的工厂比一般工厂,其产量增长快3.2%,生产率增长快0.6%,计量技术投资与其产生的经济效益比,在绝大多数方面都在1:10以上。

在我国目前的工业水平情况下,计量技术的直接经济效益更是明显。如:四川省计量局通过对23个工厂加强计量管理工作,经半年时间统计,共节电一亿度,节煤140万吨,节约天然气约7200多万立方米。鞍钢仅抓了原料、燃料和成品进出厂计量一项,一年就减少损失800万元。在水泥工业方面,据东北某水泥厂核查,解决了石灰石进厂计量后,一年减少亏吨损失折合人民币24万元。初步统计,对于大多数厂,生料磨安装定量給料秤以后,生料合格率可提高5%—20%左右,磨机产量可提高3%—10%左右。

从称重计量和定量給料控制方面考虑,水泥厂从原料、燃料、材料运输进厂到生产过程中的原料、燃料的烘干、配料粉磨、入窑煅烧、水泥粉磨制成,再到包装出厂,全部过程都离不开计量和定量給料控制。尤其随着节约能源、降低消耗、企业现代化管理和生产过程自动化的要求,计量定量給料装置,已经成为水泥生产过程必须配置的生产工艺装备。

第二节 称重计量的分类

目前,国内外对称重计量尚无统一的、明确的分类方法。但根据计量的准确度、应用对象的性质、计量装置的性质、特点等来分类区分,对于研究和应用计量技术都是必要的。本节重点介绍常见的分类方法。

按准确度等级分类：

1. 特殊精确级和精确级。如用于基准、标准建立、量值传递、实验室测试等高精确度计量。
2. 中级(精度)计量。如商业、医药等方面的计量。
3. 粗级(精度)计量。如工业工程方面的计量等。

在实际应用中,又常按规定的具体精度指标范围,以数字分级,如:Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级等等。

按计量对象的性质分类:

1. 民生计量,也叫法制计量。如商业、医药计量等。它关系到国计民生,直接关系到人民的利益和健康,所以必须受法律制约,必须按法定基准、标准校准合格。

2. 工程计量,也叫非法制计量。如工业生产过程和实验室计量等。它是做为企业和单位内部计量或交换、控制手段,不受法定标准制约,没有法定校准责任。其精度等主要性能指标,只要符合标准和制造与用户双方确认即可。但是,有些场合具有两类计量互有交错性质。如水泥出厂的计量等。

按计量的方式分类:

1. 容积计量。如直接按升、斗或立方计量。如生活中的几斗米;在工业生产中采用圆盘给料机、螺旋给料机、皮带给料机等设备计量,均为容积式计量。

2. 重量计量。指直接按克、吨等重量单位计量。如:采用案秤、台秤、地衡、斗秤、定量给料秤等形式的秤和衡器的计量。

显然,按容积计量,难以克服由于物料的粒度、水份、物性变化和仓压、物料状态不同造成容重变化,从而影响计量的准确度。而重量计量却很好的解决了这些问题。所以,现代工业生产中,大多数都采用重量法计量。

按计量过程的状态分类:

1. 静态计量,也称断续式计量。即在称重计量时,被测物相对称重装置及大地空间处于静止状态。如一般的斗秤、台秤、静态轨道衡等,均为静态计量秤。

2. 动态计量,也称连续式计量。其在称重计量时,被测物相对测重装置处于运动状态。如皮带秤、定量给料秤、固体物料流量计、动态轨道衡等,均为动态连续计量和给料装置。

动态连续计量,具有效率高、速度快、保持生产过程的连续性、有利于减轻劳动强度和改善劳动环境的特点,特别适应现代工业的连续化、自动化的生产工艺要求。但是动态计量容易受诸多因素的干扰。所以,一般计量的准确度和稳定性不如静态计量,而且计量装置往往比较复杂,价格较高。

按计量装置的工作原理分类:

1. 机械式计量装置。即被测物的重量是通过机械机构测量、传递和显示,以机械量显示物重。如机械案秤、台秤、滚轮皮带秤、机械轨道衡、标尺配料秤、翻斗秤等计量装置。

2. 机电结合式和电子式计量装置。它是采用称重传感器做重量信号测量元件,并把机械量重力转换为电量信号进行传输、显示和控制。如电子案秤、斗秤、台秤、电子轨道衡,电子皮带秤、定量给料(机)秤等,均属电子式计量装置。而机电结合式计量装置,往往是由机械秤向电子秤发展的一个过渡形式,因而与电子秤并无明确的界线。由于电子秤有许多独特的优点,它是现代称重计量装置的发展方向,尤其工业秤,已广泛地取代了机械秤。

第三节 工业秤、定量给料装置的发展和在水泥厂的应用

随着商品交换的出现,也就产生了衡器。衡器在中国已有二千多年的历史,但做为—门科学技术仅是近二三百年的事。直到 20 世纪 50 年代末,采用杠杆和弹簧原理的机械秤仍占主导地位。60 年代,机电结合式秤有了较多的应用并出现了电子秤。到 70 年代,由于电子技术高速发展,特别是测力传感器在技术上有了重要突破,在精度、可靠性等方面有了显著的发展和提高。例如:精度很容易达到 $\pm 0.05\%$ 以上;秤系统平均故障间隔时间达到 10000 小时以上;到 80 年代中期,有些公司的产品的平均故障间隔时间可达 50000 小时以上,促进了电子秤飞速发展和广泛的应用。在大多数场合,电子秤迅速地取代了机械秤。如美国、德国等工业发达国家,电子秤的比重都达到 75%以上,成为衡器工业的主流和方向。80 年代以后,是微机电子秤的时代。即微机技术在电子秤中得到普遍的应用,取代了组合式仪表和数字式中小规模集成电路仪表。在功能方面,也大大地超出了单纯称重计量范畴。除了重量显示外,尚可自动校零、去皮重、记录打印数据、屏幕显示、越限报警、定量给料控制等等,应用范围也不断扩大。重量计量和生产过程自动化、企业管理现代化紧密地结合,不可分割,这是当代称重计量技术发展的特点之一。

我国从 60 年代开始研究开发工业电子秤,而建材行业是从 1972 年起步的。首先针对水泥厂磨机的定量给料和配料,研制开发了 HDG 系列恒速定量给料秤和 TDG 系列调速定量给料秤。但是,直到 80 年代中期,工业电子秤和定量给料机才得到迅速发展和广泛地应用,并在精度、稳定性、可靠性、功能的完善性和品种等方面有了显著的提高。尤其微机技术在工业电子秤中的应用,使工业电子秤实现一次重大技术突破,精度、可靠性显著提高,功能更加完善而成本却显著降低,从而基本克服了对国产工业电子秤的信任危机,更能适应工业自动化的发展要求。

另外,早在 70 年代建材行业就引进了日本三协电业株式会社的冲量流量计;80 年代相继引进了日本玖保田铁工株式会社、大和制衡株式会社的定量给料秤;德国申克(Schenck)公司、丹麦史密斯(Smith)公司的定量给料秤和溜槽式固体物料流量计;冶金行业引进日本镰长株式会社和美国斯托克(Stock)公司的定量给料秤;有关部门引进了荷兰飞利浦(Philips)公司、美国梅立克(Merrick)公司和拉姆齐(Ramsey)公司、日本大和制衡等的皮带运输机电子秤设备和技术;特别是,近几年建材行业引进申克公司的“水泥厂连续计量装置”的制造技术,大大地促进了国内工业电子秤的发展。目前,无论是品种还是技术性能,基本上能满足建材工业生产的需要。

但是,与工业发达国家相比,还有显著差距。一方面国产的工业电子秤长期稳定性、可靠性差,功能不很完善,品种规格较少,标准化、系统配套化水平较低。如水泥厂入窑高细煤粉的定量给料、出窑高温熟料计量、水泥包装和散装计量等,基本未得到满意的解决。另一方面,绝大多数水泥厂管理和技术水平很低,生产工艺装备比较落后,环境条件恶劣,特别是产量占全国水泥总产量百分之八十以上的地方小型水泥厂,更是如此。而且往往瞬时物料流量很小,也给计量和给料控制带来很大难度。因此,针对我国水泥工业技术实际情况,研制和应用开发电子式计量和给料装置是一项重要任务。

工业电子秤之所以飞速发展,在于它有—下特点:

1. 响应速度快、称重效率高、操作、维护简单方便,特别适于自动化工业生产条件。

2. 采用微电子技术,以重量法计量。不但计量控制准确,信号传输、显示直观、简单、方便,而且可以实现自动越限报警、记录打印、控制调节等多方面功能,为改善劳动条件、减轻劳动强度、实现远距离和集中管理控制提供基本条件。

3. 设备结构,一般比较简单,制造、安装容易方便,易磨易损件少,稳定性、可靠性高。

4. 对工作环境、物料性质、状态适应性好;计量范围很宽,并由于称重传感器可以做成多种多样形式,所以容易适应各种使用场合的要求。因此,应用范围很广。

但是,工业电子秤属于高技术产品,要求有一定水平的调试、维护技术力量和健全的制度。尤其对技术力量比较薄弱的水泥厂,更应给予重视。

第四节 主要计量给料控制环节和设备选用

一、应设置的基本计量环节

水泥厂计量环节设置的完善程度和设备水平,在很大程度上反映了该厂的生产技术和管理水平。根据我国水泥厂生产工艺现状,目前,水泥厂应设置以下基本计量环节:

1. 原料、燃料、材料进厂的称重计量。如:石灰石、粘土、铁粉、石膏、矿渣、混合材和煤等散块、粒状物料的称重计量。

2. 能源物质计量。除固体燃料煤以外,主要有电、水、油、气等计量。但其均不属固体物料计量,本书不作具体介绍。

3. 生产过程中物料称重计量、料位控制和定量给料控制。这部分计量环节较多、物料种类较多、情况复杂,是生产工艺过程控制、质量控制和企业管理的重要手段。主要包括以下环节:

(1) 原料准备和均化过程中的流量及料位计量。

(2) 生料磨入磨物料的定量给料控制和选粉机粗粉流量计量。

(3) 入窑(包括予热器和分解炉)生料和煤粉的定量给料控制。

(4) 出窑熟料的称重计量。

(5) 水泥磨入磨物料的定量给料控制和选粉机粗粉流量的计量。

(6) 煤磨燃料和喂煤量的定量给料控制。

(7) 烘干机喂煤和喂料量定量给料控制。

(8) 生料库、熟料库、水泥库和各种料仓的料位、容量计量和控制等。

4. 水泥出厂包装和散装称重计量控制。

然而,由于生产工艺不同、技术装备不同,设置的计量环节也有不同。但是,随着生产技术水平的发展和提高,计量系统更加完善,计量控制环节有所增加也是必然的。

二、各个计量控制环节相应配置的计量和给料设备

每个环节所配置的计量和给料装置,必须根据其生产工艺条件、要求,物料性质、状态,企业的技术管理水平和装置本身的质量水平选定。当然,根据计量给料装置发展和现状,我们只推荐选用新型电子式计量给料装置。

1. 原料、燃料、材料进厂的称重计量

散块、粒、粉状物料的称重计量,一般是在进厂运输的过程中完成的。因此,视其运输工具不同,采用计量装置也往往不同。如:

(1)火车运输 通常应采用轨道衡。轨道衡又分为机械轨道衡和电子轨道衡两种,机械轨道衡是一种静态秤,即需要火车摘挂,一节一节车箱放置轨道衡上进行称重。一般不附设记录打印装置。所以,操作很麻烦、称量速度慢、占用时间长、劳动量较大,且不能实现自动化。但设备价格便宜,安装条件要求不高,总投资较低。动态电子轨道衡则相反,火车联挂并以一定的运行速度通过称重台面。操作简单方便、称重速度快,并可自动报警、显示、打印日期、车号、皮重、净重等有关数据,实现了称重过程自动化。因此,从 1963 年美国出现世界上第一台电子轨道衡开始,就受到普遍的重视并得到迅速发展。近年来,其计量精度可优于 $\pm 0.2\%$,行车速度一般为 7—20km/h,有的车速更高一些。国内有些厂家的产品也接近上述水平,主要技术性能指标,见表 1-1。毫无疑问,电子轨道衡是发展方向,是火车轨道衡的主流。

(2)汽车运输 可采用地中衡和汽车衡。同样也有机械式和电子式之分。电子式汽车衡又以浅基坑、无基坑、整体组装台面的汽车衡更为优越。具有多方面功能也是当今汽车衡的特点。国内杭州衡器厂生产的 SCS 型无基坑电子汽车衡,精度达到国际 OIML 规定的商用新秤标准;量程有 3、5、15、20、……、100t 等等。余姚仪表总厂生产的 DQ 型数字式电子汽车衡,计量精度为 $\pm 0.1\%$,量程分 5、10、16、30……、100t 等等。国内还有一些厂家,其产品技术水平也大体如此。

表 1-1 国内主要生产电子轨道衡的厂家产品

厂 家	型 号	额定称量 (t)	计量精度 (%)	称量车速 (km/h)	计量方式	备 注
武汉衡器厂	GCU-180	180	优于国家计量局 和美国规定要求	8 21	转向型 整 车	与美国拉姆齐 公司联合产品
承德自动化计量仪器厂	GGG-22A	150	0.2—0.4	5—10	转向梁	微机控制
天水红山试验机厂		150	0.2	3—10	转向梁	
苏州仪表元件厂	GGG-100	96	0.44	5—10	轴计量	
济诸铁矿电子衡器厂	LT		0.5	0.7 最大到 10	整车	矿车轨道衡轨距 600、762、900mm 等
余姚仪表总厂	DG-6	1	0.5			矿车轨道衡轨距 600mm

(3)胶带输送机运输 最适宜采用胶带输送机电子秤。即所谓电子皮带秤。同样,早期是采用滚轮式等机械式的皮带秤,到 60 年代末,我国开始试制和应用电子皮带秤,70、80 年代电子皮带秤得到了广泛的应用。电子皮带秤,一般可分为单托辊和多托辊两种。单托辊电子皮带秤,秤架结构简单、安装调整方便、价格也较便宜,但计量精度较低(一般为 1%—2%),对物料适应性较差,稳定性也较差。因此,多用于要求计量精度不高的非重要计量环节。多托辊电子皮带秤,结构较复杂、价格较高,安装调整相对也麻烦些,但其计量精度可达 0.25%—0.5%,对物料适应性也较好,所以应用比较广泛。

(4)船舶和索道等运输方式 多在装卸过程称重计量。常用电子吊秤、抓斗秤、小车秤或仓式秤等计量装置计量。

2. 能源计量

能源的合理利用和节约受到世界各国的重视,千方百计的降低水泥厂的能耗是一项重要工业和技术政策。因此,检测和考查能耗指标的计量技术就显得特别重要。其中块粒状和粉状

煤的计量、定量給料控制,将在块、粒、粉状物料计量、定量給料控制部分介绍;而电、水、油、气的计量,超出本书的介绍范围,并且这些计量都可选配到比较适宜的、技术成熟的计量仪表。主要是安装、维护、管理问题,只要切实重视、认真管理,都可得到满意的解决。

3. 生产过程中物料计量和定量給料控制

水泥厂生产过程中物料称重计量和定量給料,环节多、物料的种类多、环境条件复杂并往往与生产过程工艺控制有密切关系。因此,往往给计量和定量給料控制带来一些困难。但对现代水泥厂来看,这些工艺环节又是很重要且必不可少的。

根据物料性质、状态和工艺要求,现概要介绍所采用的计量装置。

(1) 常温块、粒状物料的计量和定量給料 如生料磨、水泥磨、煤磨、烘干机、立窑的外配煤等环节的计量、定量給料。这些环节的计量、定量給料,与生产过程工艺质量控制和企业管理有不可分割的密切关系,即有很强的专业性。过去和现在很多水泥厂都采用圆盘给料机、机械翻斗秤、皮带给料机、电振给料机、标尺配料秤等机械式給料装置給料计量,自然无法满足生产工艺过程控制、质量控制和企业管理的要求、而 70 年代和 80 年代初,合肥水泥研究院研制的 HDG 型恒速定量給料秤、TDG 型调速定量給料秤和其他单位研制的同类秤为解决上述环节的计量、定量給料提供了较理想的技术装置。尤其调速定量給料秤,对环境和物料的适应性、稳定可靠性更强,计量精度较高。因此得到迅速的发展和广泛的应用。到目前,已有一千多台 TDG 型调速定量給料秤在全国各地水泥厂使用。我国引进设备的水泥厂,如冀东、宁国、淮海水泥厂等,也都同时引进了这类计量給料装置(见表 1-2)。尤其 1988 年以来建材行业,引进了德国申克公司的“水泥厂连续计量装置”的制造技术,使国产调速定量給料秤的技术质量水平,有显著提高。

表 1-2 冀东和宁国水泥厂磨机配料秤

制造厂家(日本)	玖保田	玖保田	玖保田	玖保田	玖保田	玖保田	玖保田	大和衡器	大和衡器	大和衡器	大和衡器	大和衡器	大和衡器
计量物料	石灰石	砂土	铁粉	页岩	熟料	石膏	矿渣	石灰石 +粘土	石灰石	铁粉	熟料	石膏	熔渣
給料能力(t/h)	165—35	30—4	15—1.9	2—0.25	160—32	8—1	64—8	300—60	65—6.5	10—1	135—27	6—1.2	40—10
计量精度	±1/200	±1/200	±1/200	±1/200	±1/200	±1/200	±1/200	±1/200	±1/200	±1/200	±1/200	±1/200	
控制精度	±1/100	±1/100	±1/100	±1/100	±1/100	±1/100	±1/100						
皮带宽度(mm)	1500	900	600	600	900	600	900	1200	800	1000	1000	650	650
皮带速度 (m/s)	0.23— 0.046	0.11— 0.015	0.21— 0.026	0.028— 0.0035	0.59— 0.12	0.111— 0.014	0.443— 0.014	0.595	0.301	0.035	0.463	0.056	0.37
称量段长(mm)	600	600	600	600	600	600	600	1000	1000	1000	1000	1000	1000
皮带上负荷 (kg/m)	120	45	12	12	45	12	24	140	60	80	80	8030	30
电动机功率 (kW)	3.7	0.75	0.75	0.4	3.7	0.75	2.2	5.5	2.2	1.5	3.7	0.4	1.5
称量架支承方式	轴承	轴承	轴承	轴承	轴承	轴承	轴承	刀刃	刀刃	刀刃	刀刃	刀刃	刀刃
头尾轮距(mm)	2700	2700	2700	2700	2700			3300	4000	4500	2800	3200	2800

另外,我国有五千多个地方小水泥厂,由于其技术和装备落后,管理水平不高,生产环境恶

劣,瞬时给料量又很小,采用上述计量给料装置有时也不能适应,但一般采用断续给料式的恒速定量给料秤,往往会取得比较满意的效果。因为它基本上克服了动态干扰和小流量计量灵敏度不高等不利因素影响。此外,像简易电子配料秤、斗式配料秤等,虽然也在不少小型水泥厂中应用,但从技术发展观点和装置本身存在的问题来看,不主张进一步推荐。

(2)粉状物料的计量和定量给料 水泥生产过程中的粉状物料计量和定量给料,主要指入窑生料粉和煤粉等。这些粉状物料都具有细度高、容重小、易扬尘、自流性好,并且随着湿度、压力和充气状态不同变化较大,从而给计量和定量给料带来较大困难。然而,入窑生料粉和煤粉的计量、定量给料,是保证窑的热工制度正常稳定、保证质量、稳产高产和节约能源的关键因素之一。过去和现在许多水泥厂,采用螺旋给料机、仓式泵、螺旋泵等老式给料计量设备,自然无法满足生产工艺和企业管理的要求。新型电子式给料计量装置出现以后,冲量式固体物料流量计、溜槽式固体物料流量计、气力提升泵定量喂料装置(即 Poldos 定量喂料装置)、粉料定量给料(皮带)秤和失重式给料秤、转子秤、电子螺旋秤等都有应用。即原则上这几种定量给料装置都可用于入窑生料粉或煤粉的定量给料控制,但各种装置都有它自身的特点和适用范围。目前,对入窑生料粉的计量和定量给料,建议选用调速式粉体物料定量给料秤,对于大、中型旋窑水泥厂和较大规模的立窑水泥厂更为适宜。我国引进装备的冀东、宁西、淮海等水泥厂,也都采用此种方案。另外,丹麦史密斯公司近年又推出采用失重给料秤做入窑生料粉的定量给料装置,也是值得注意的动向。固体物料流量计,则最适宜用于入磨的粗粉流量计量。

由于电子螺旋秤结构简单、价格便宜、占空间高度很小、安装维护简单方便,比较适用于小型水泥厂的生料粉计量给料。尤其 SS-1 型定量电子螺旋秤,由于采用了独特的双机、双支点吊架式结构和特殊的螺旋结构,保证了较高的控制精度和稳定性。

入窑煤粉的计量和定量给料,更是至今尚未获得满意解决的问题。虽然上述几种计量给料装置大体都可选用,但对于大中型水泥厂,选用失重式给料秤或 FLK 型固体物料流量计是适宜的。虽然这两种计量给料装置,目前尚未完全国产化,价格很高。但完全国产化以后,价格就会大幅度降低,比如 LW 型失重式给料秤就是合肥水泥研究院为此目的而研制的成果。

(3)高温块状物料计量 在水泥厂,所谓高温物料,主要是指温度在 100℃ 以上的出窑熟料。这也是基本没得到满意解决的问题。过去有些水泥厂,采用机械翻斗秤计量,但大多效果不好。近些年国内一些生产厂家,虽然研制了各种各样的熟料链板(斗)秤,但多数效果也不很理想,引进德国申克公司的 DPH102 型熟料链斗秤,其计量精度也仅有 $\pm 3\%$ 左右。相比之下,国内研制的 HCI 型熟料秤,使用效果较好。可见,进一步完善提高和研制高水平的熟料秤是一项迫切工作。

4. 水泥的称重计量

出厂水泥的称重计量,根据水泥出厂的包装方式,主要分两种:一种是袋装水泥的包装计量;另一种是散装水泥的散装计量。

出厂水泥计量,属于商业性计量。所以,计量的准确度最受关注。但是,目前国内多数水泥厂,仍采用机械式回转包装机或固定包装机。回转包装机,多用于大、中型水泥厂,一般又分为四嘴、六嘴、八嘴、十二嘴、十四嘴等回转包装机、固定包装机常见有二嘴、四嘴和单嘴包装机,通常用于中、小型水泥厂。有些小水泥厂仍采用人工装灰台秤称量的笨重方式。总体看来,机械包装机结构复杂,操作、维护麻烦,工作稳定性差、计量精度低(一般为 $\pm 2\%$);而电子式包装机完全克服了上述缺点,其计量误差国外一般为 $\pm 0.5\%$ 左右。如冀东水泥厂引进德国彼得斯公

司的 XI 型六嘴回转式电子包装机;80 年代末引进德国哈韦尔(Haver)公司六嘴回转式和单嘴、双嘴固定式包装机制造技术等。近几年,国内一些单位也研制开发了固定式电子包装机,在实际应用中也取得了较好的效果,而且价格很便宜。

总之,电子式回转和固定水泥包装机,是更新换代产品,是改变我国水泥包装技术落后的方向。

出厂水泥散装计量也是亟待解决的问题。一般均是采用机械式地中衡或轨道衡计量,操作麻烦、劳动量大、效率低、稳定性差。同样,必须采用电子式散装计量装置。湖北建材设计研究院和合肥水泥研究设计院等都开展了研制和推广应用工作,但推广应用面还不大。尚需进一步完善提高和更广泛地应用,以提高我国水泥散装计量技术水平。

第二章 定量給料秤和电子皮带秤

定量給料秤(或称定量给料机)和电子皮带秤(或称电子式皮带运输机秤)是国内研制开发较早的新型电子式喂料和自动称重计量装置。70年代,由于称重传感器技术的重大突破,电子秤得到了迅速的发展。国内从70年代初开始进行恒速定量給料秤的研制和应用开发,到80年代中期已经有了迅速的发展和广泛的应用。它已经成为水泥等工业生产部门必备的工艺计量设备。近年又相继引进了美国斯托克公司和德国申克公司的定量給料秤制造技术,从而在规格、品种和技术水平等方面有了很大的提高。

国内从60年代中期开始研制电子皮带秤,1978年开始研制多托辊电子皮带秤。80年代以来取得了迅速的发展,营口仪器三厂、华东电子仪器厂和徐州衡器厂等相继引进了日本大和(Yamato)制衡公司、美国梅里克公司和美国拉姆齐公司的多托辊电子皮带秤的制造技术;成都科学仪器厂、衡阳运输机械总厂等也是电子皮带秤的主要生产厂家。这使我国的电子皮带秤技术初步完善成熟,达到了国外80年代初的水平。

在六、七十年代,定量給料秤和电子皮带秤的称重传感器规格品种较少,结构简单,多采用绕丝片,因此精度等性能指标不高,稳定性和可靠性差。有的故障率达到系统总故障率的40%左右。80年代后,传感器技术有了长足发展,虽然与国外先进水平仍有一定差距,但在规格品种、结构形成和使用性能等方面基本能满足一般工业电子秤的要求。

在六、七十年代,国内多采用模拟指针式单元仪表显示控制器,精度和稳定性较差。80年代后,以集成电路为主体的数字仪表和微机显示控制器迅速发展,使定量給料秤和电子皮带秤水平有了突破性进展。尤其是板级机和片级机的应用,使系统的精度、可靠性、使用功能大大提高,解决了电子秤的可信性。

定量給料(皮带)秤,可分为简易机电皮带秤、恒速定量給料秤(即连续或断续给料的悬臂式电子皮带秤)和调速定量給料秤。主要用于散块、粒和粉状物料的自动称重计量、定量喂料和配料。如水泥厂入磨物料配料,入窑和烘干机等物料的定量喂料等。

鉴于简易机电皮带秤被逐步淘汰,所以不做推荐和介绍。

电子皮带秤属于配装性装置。即与相应的皮带运输机机架装配为一体,在皮带运输机运送物料的同时进行连续动态称重计量。有时也用于闭环自动控制系统。根据其配装秤架结构的不同,可分为单托辊电子皮带秤和多托辊电子皮带秤两类。

第一节 恒速定量給料秤

1972年,建材行业开始研制和开发应用恒速定量給料秤。到1976年结构基本完善定型。而显示控制器部分在不断更新完善和提高。目前多采用微机控制。

由于恒速定量給料秤研制开发较早,并且其系统结构简单、体积小、重量轻、制造和控制维护简单容易,价格也比较便宜,所以在水泥厂应用很广泛。目前国内已有几十个厂家生产。但是由于系统必须配预給料机(一般均采用电磁振动给料机),所以仅适用于干性松散的块粒状