

FENTI PEILIAO HUNHE JISHU

粉体配料 混合技术

庄建桥 编著

 科学技术文献出版社

粉体配料混合技术

庄建桥 编著

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北京

图书在版编目(CIP)数据

粉体配料混合技术 / 庄建桥编著. —北京:科学技术
文献出版社,2005.7

ISBN 7-5023-5022-5

I. 粉… II. 庄… III. 粉末技术 IV. TB44

中国版本图书馆 CIP 数据核(2005)第 028369 号

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038
图书编务部电话 (010)68514027,(010)68537104(传真)
图书发行部电话 (010)68514035(传真),(010)68514009
邮 购 部 电 话 (010)68515381,(010)58882952
网 址 <http://www.stdph.com>
E-mail: stdph@istic.ac.cn
策 划 编 辑 张金水
责 任 编 辑 张金水
责 任 校 对 赵文珍
责 任 出 版 王芳妮
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京高迪印刷有限公司
版 (印) 次 2005 年 7 月第 1 版第 1 次印刷
开 本 787 × 1092 16 开
字 数 315 千
印 张 14
印 数 1 ~ 5000 册
定 价 22.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

本书为“粉体/散(粒)体自动称重配料混合技术”专著,论述了粉体工业企业中的工程技术人员、配料混合/中控室操作人员、专业技术职业岗位高中级以上操作工人所必须系统掌握的配料混合工艺、自动配料秤技术、电控技术;介绍了最新版本的衡器计量等专业技术法制性文件的规范;阐述了衡器与应用专业有关的配料混合工程技术知识。内容包括:电子衡器与电控技术的基础知识,连续与非连续自动配料秤、配料仓群、混合设备、生产系统的性能查定等。

本书可供粉体工程技术人员、配料混合/中控室操作人员、大专和职业技术院校师生阅读;也可作为相关专业大专院校及职业培训班的教材或参考书。

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构,我们所有的努力都是为了使您增长知识和才干。

前 言

2004年12月6日我国媒体均报道了中央经济工作会议胜利召开的消息。会议号召“全面落实科学发展观”，“着力推进改革开放，加快调整经济结构，转变增长方式”，提出“节约经济、资源是优化结构的重要目标”，“要坚持开发与节约并举……大力发展循环经济，逐步构建节约型的产业结构和消费结构，走出一条具有中国特色的节约型发展道路”，实现我国经济社会全面协调可持续发展。

今年随着我国经济持续快速的生长，对制造业生产机电装备的需求也急剧增长，其中对粉体工程技术特别是对其中的配料混合技术的社会需要也显得十分紧迫。其原因就是配料混合工程技术在实现中央经济建设政策中具有日益重要的作用。

本书为“粉体/散(粒)体自动称重配料混合技术”专著，在构思多年后的今天完成这本书时，作者感慨良多。经作者数度检索文献资料知国内目前尚无此类图书问世，无先例可循；各有关法制性文件尚不完备，正向OIML国际建议文件接轨的过渡阶段；配料混合技术是一门综合性应用学科，并在众多工业行业部门中应用，行业标准各异，由于电子化、计算机化、信息化的日新月异，使得其专业技术的更新周期愈来愈短……这一切使撰写的本书数易其稿，但限于作者的学识与水平，仍免不了有“惟恐不及”之忧。

关于“粉体”与“散粒体”(散粒)专业名词术语，本书采用参考文献[1][2]的定义：

- 粉体(powder)，指(细的)固体粉末(粉、末、料剂)。含矿物粉、金属粉、岩石粉、食用粉(状物质)、谷物粉。

- 散(粒)体(particulate)，指微[颗粒]，粒状物；当用作定语时，意指：微[颗、散、细]粒的，微尘的或粒状物的。例：particulate technology 颗粒工程(也译为粉体工程)。主要研究细颗粒的制备、输送、特性和纯化分离等加工工艺。

本书在使用以上专业术语时，考虑到国内不同工业行业的习惯，一般将散(粒)体与粉体分开使用。散(粒)体是通指：固体的、片状、颗粒状、粉状或具有不规则形状的小块状物质。粉体则专指细小的固体粉(末)的集合。散体与粉体均

有重力自流的特性。

本书内容的选取以注重先进性、科学性、法制(标准)性、系统性、适用性和实效性为原则。例如有关配料秤的计量检定规程和其他法制性文件,均以其最新版本(至2004年12月中)为规范并以此规范全书的名词术语与内容;生产中的“夕阳机型”不再介绍;有关配料混合系统总体特性的描述,国内外文献资料不多,但又不可缺,故多引自作者拙作,尽管不完善;又如本书结构保持了较完整的系统性,一方面反映了本学科技术基础知识的重要内容,另一方面也考虑到读者对象的需要——学以致用。本书对尚未成熟并正处在创新中的新技术,仅作简要的阐述,以留给时间判定,并为读者留出创新思维的足够空间。

本书分八章:衡器的管理与评定、电子秤、连续配料秤、非连续自动配料秤、配料仓及其附件、混合机及混合质量的评定、电控技术、配料秤生产性能的查定评估。

本书从实用出发,围绕粉体配料和混合的各个环节,分别进行了系统地阐述,各个章节既有关联又相对独立,读者既可以系统学习,也能针对遇到的问题选择有关的章节阅读。由于作者水平有限,不可能很深入地涉及所有各产业部门的专业技术,所以书末提供了相关的参考文献,供有兴趣的读者查阅和进一步了解。

本书绪论由庄建桥、庞声海撰写,第七章由谢兆鸿撰写,其余各章由庄建桥撰写。全书承蒙庞声海教授、谢兆鸿教授审校。参与本书文字录入及图表修正工作的有李莉、李魏、刘星心、吴浪剑等同志。本书的出版,得到了武汉工业学院和华中农业大学以及粉体工业企业和计量、饲料部门与行业的同行师友的大力支持和帮助,在此谨表由衷的感谢!

虽然经过努力,但由于时间比较仓促,加之作者对此专题认识的广度与深度不够,本书的错误、疏漏等不足之处在所难免,尚祈广大读者批评指正。

庄建桥

2005年1月于武汉

目 录

绪论	(1)
第一章 衡器计量技术	(7)
第一节 国际法制计量组织(OIML)	(7)
一、OIML 国际建议等出版物	(7)
二、OIML 计量器具证书制度	(8)
第二节 通用计量术语	(9)
第三节 衡器的分类与管理	(17)
一、衡器的分类	(17)
二、衡器的管理	(17)
第四节 衡器特性评定的形成	(18)
一、型式评价与型式批准	(19)
二、检定与校准	(19)
三、首次检定与随后检定	(20)
四、强制检定和依法管理	(21)
五、计量检定的技术规范	(22)
第五节 衡器特性评定的项目	(22)
一、测量仪器的[示值]误差(error[of indication] of a measuring instrument)	(23)
二、[测量仪器的]重复性(repeatability [of a measuring instrument])	(23)
三、测量仪器的确定度(accuracy of a measuring instrument)	(24)
四、响应特性(response characteristic)	(24)
五、灵敏度(sensitivity)	(25)
六、鉴别力[阈](discrimination [threshold])	(25)
七、[显示装置的]分辨力(resolution [of a displaying device])	(26)
八、稳定性(stability)	(26)
九、漂移(drift)	(27)
十、响应时间(response time)	(27)
第二章 电子秤	(28)
第一节 工业生产中的电子秤	(28)
一、衡器与秤	(28)

二、非自动衡器	(28)
三、自动衡器	(29)
四、电子秤	(30)
五、电子自动秤	(31)
六、电子自动秤的种类	(31)
第二节 电阻应变片式称重传感器	(33)
一、传感器及其分类	(33)
二、电阻应变片式称重传感器的工作原理	(33)
三、电阻应变片	(34)
四、弹性体	(35)
五、称重传感器的技术参数	(36)
六、称重传感器的使用	(38)
七、称重传感器的配套件	(39)
八、传感器及其配套件的选用与参数	(41)
九、机械杠杆张力/压力式电子传感器的应用实例	(44)
第三节 电子称重显示控制仪器	(46)
一、放大器	(46)
二、低通滤波器	(46)
三、A/D 转换器	(46)
四、微处理器	(49)
五、显示器和键盘	(49)
六、接口	(50)
七、电源	(50)
八、称重仪表软件框图	(50)
九、称重仪表的主要功能	(50)
十、称重仪表外壳	(52)
第三章 连续配料秤	(53)
第一节 连续配料工艺	(53)
一、一仓一秤连续配料	(53)
二、多仓一秤连续配料	(54)
三、容积式配料	(55)
第二节 皮带自动秤	(57)
一、重力式皮带秤	(57)
二、对皮带秤的计量性能要求	(59)
三、电子皮带秤的规格与特点	(62)
四、电子皮带秤的传感器与显示控制仪表	(63)
五、电子皮带秤的检定	(65)

六、配料皮带秤	(67)
七、皮带秤的使用与标定	(69)
第三节 连续配料料斗自动秤	(70)
一、概述	(70)
二、连续配料料斗秤实例	(70)
第四节 新型散粒体连续配料秤	(72)
一、科里奥利式质量流量计(Coriolis-Force Bulk Mass Flowmeter)	(72)
二、冲量式流量计(Impact Flowmeter)	(73)
三、在线管道自动秤(On-Line Pipe Weigher)	(74)
四、转子电子秤(Rotor Scale)	(75)
第五节 连续秤在谷物加工业中的应用	(75)
一、谷物的连续称量特性	(75)
二、对谷物散粒体连续秤的准确度要求	(76)
三、谷物散粒体用连续电子自动秤的工艺特点	(77)
四、在线管道自动秤应用于制粉业实例	(78)
五、连续配料混合新工艺的研究	(78)
第四章 非连续自动配料秤	(80)
第一节 概述	(80)
一、定义依据	(80)
二、非连续累计自动衡器(Discontinuous Totalizing Automatic Instrument)	(80)
三、重力式自动装料衡器(Automatic Gravimetric Filling Instrument)	(81)
第二节 非连续累计自动衡器(累计料斗秤)	(81)
一、型号规格、结构与工作	(81)
二、对累计料斗秤的计量要求	(82)
三、对累计料斗秤的技术要求	(83)
四、累计料斗秤的定型鉴定	(86)
五、饲料工业用微机配料自控系统	(88)
六、饲料工业用累计料斗秤实例	(95)
七、散粒体/粉体工业用累计料斗秤实例	(98)
八、影响建造配料混合设备的因素	(105)
第三节 定量配料秤	(105)
一、术语及定义	(105)
二、对定量配料秤的计量要求	(108)
三、定量自动秤的分类	(115)
四、定量自动秤的基本结构	(117)
五、定量自动秤的工作原理与流程	(119)
六、定量自动秤的功能特点	(120)

七、给/配料工作机理	(121)
八、定量称量的影响因素	(123)
九、分量组合秤介绍	(127)
第五章 配料仓及其附件	(131)
第一节 配料仓	(131)
一、配料仓概述	(131)
二、料仓内的物流形式	(132)
三、配料仓的形状与合理尺寸	(133)
四、拼装式钢制配料仓的结构	(138)
第二节 粉体拱及其防止	(139)
一、粉体拱的形式	(139)
二、斗仓的防拱和破拱	(139)
第三节 给料装置	(140)
一、螺旋给料器	(141)
二、叶轮给料器	(142)
三、电磁振动给料器	(142)
第四节 散粒体/粉体料位测量装置	(143)
一、电容(感应)式料位器	(143)
二、超声波式料位器	(144)
第五节 分配设备	(147)
一、三通阀	(147)
二、旋转分配器	(147)
第六节 配料仓的设计	(148)
一、对配料仓的要求	(148)
二、配料仓的生产性能	(149)
三、配料仓的生产能力	(149)
四、配料仓的设计方法	(150)
五、配料仓的设计举例	(151)
第七节 配料仓生产能力的查定与评估	(152)
一、查定配料仓的生产能力	(152)
二、查定的基本情况	(152)
三、配料仓的容量	(152)
四、配料仓的运行参数统计	(154)
五、配料仓的运行特性及其生产能力	(155)
第六章 粉体混合设备	(156)
第一节 混合机的类型、构造与工作特性	(156)
一、对混合机的技术要求	(156)

二、混合过程	(157)
三、双轴桨叶式混合机	(157)
四、Forberg 双轴桨叶混合机	(159)
五、卧式单轴桨叶式混合机	(160)
六、犁刀式混合机	(161)
七、卧式环带混合机	(162)
八、圆锥形行星混合机	(165)
九、V 型混合机	(165)
十、立式混合机	(166)
第二节 混合机的混合质量	(166)
一、混合机工作质量指标	(166)
二、饲料混合机的标称工作参数	(168)
三、混合均匀度的测定	(169)
四、混合质量评估	(171)
五、影响混合质量的因素	(172)
六、混合机在配合饲料厂中的使用	(174)
第七章 电控技术	(176)
第一节 概述	(176)
一、电控技术的发展	(176)
二、集散控制系统	(176)
三、现场总线控制系统	(177)
第二节 粉体生产线上可供选用的新型电气器件	(178)
一、工业控制计算机	(178)
二、可编程控制器 PLC	(180)
三、变频调速器	(182)
四、软起动装置(电机起动器)	(188)
第三节 典型的粉体生产线的电控系统	(191)
一、简化了的典型粉体加工流程图	(191)
二、电气控制系统的结构图	(191)
三、电控系统硬件和软件的设计	(192)
第八章 配料秤生产性能的查定评估	(198)
第一节 用生产查定法确定配料误差	(198)
一、对配料误差进行生产查定的必要性	(198)
二、批次称量相对误差与单次称量相对误差	(198)
三、饲料工厂配料系统配料生产的查定	(199)
四、批次称量相对误差与单次称量相对误差的讨论	(201)
五、配料系统配料误差的分析	(203)

六、称量满载率对配料误差的影响	(204)
七、配料系统中料仓的单次称量载荷分布	(207)
第二节 粉体(饲料)加工厂生产能力的核定	(209)
一、概述	(209)
二、配合饲料厂生产能力的影响因素	(209)
三、对粉体(饲料)厂进行生产查定的结果	(210)
四、初探结语	(211)
参考文献	(212)

绪 论

一、粉体配料混合工程技术的发展

我国是世界上最早发展散粒体/粉体配料混合工艺技术并将度量衡法制化、标准化的国家之一。《词源》有：“测长短之器曰度，测大小之器为量，测轻重之器曰衡”。1992年OIML(国际法制计量组织)将衡器定义为：“利用作用于物体上的重力来确定该物体质量的计量仪器称衡器”。“衡器也可以用来确定作为质量函数的其他量值、数值、参数或特征”。1993年国家标准GB/T 14250将衡器定义为“利用作用在物体上的重力等各种称量原理，确定质量或作为质量函数的其他量值、数值、参数或特征的一种计量仪器”^[9]。

我国在原始社会末期开始出现商品交换，也就有了度量衡。其最早的文字记载于《大戴礼记·五帝德》。黄帝时期“设五量”，也即“权衡、斗斛、尺丈、里步、十百”(简称：度、量、衡、里、数)。公元前221年，秦始皇帝在全国统一了度量衡制度，颁布诏书制定度量衡法规，并将诏书刻在“秦权”(砝码)上。衡量单位为：一石为四钧，一钧为三十斤，一斤为十六两。将衡器的最大允许误差定为0.8%，规定每年至少校正一次。否则被罚以甲盾。秦的度量衡制基本框架一直被历代沿用至20世纪30年代。不过更实用、科学与完善。清末宣统年间(1909)，商请国际权度局(今译国际计量局)制造铂铱合金原器和镍铬合金副原器，经校准合格发给证书。至此我国有了质量计量的首个国家基准器——库平两(砝码)作为量值传递的最高校准仪器。

1927年南京国民政府废除库平两制，改用米制，1928年7月18日公布权度标准法案，规定米为标准制，重量以1公斤为标准单位，市用制为过渡的制度。

中华人民共和国成立后，衡器及衡器计量发展迅速，20世纪60年代多种机械秤可批量生产，同时研制出机电秤，70年代至80年代研制出多种电子衡器。此后又发展智能化电子衡器，它具有称量、计算、控制、检验和通讯等多种功能，其体积小、耗能低、适用性广。

工业生产过程采用的配料/混合设备，以粮食与饲料工业为例简介如下^[19]。1909年S. Howes Company制造出卧式分批混合机。1910年B. F. Cump Company制造出生产线混合用容积式供料器；同年，Richardson Scale Company制造出料斗式自动秤。1918年Sprout—Wadron Company制成第一台商品立式混合机。1927年Beacon Milling Company在新工厂中装备了批量混合生产设备系统，开“按钮”工厂的先河。1933年，Wenger混合机制造公司第一种高速糖蜜饲料混合机上市。1949年，Allied Industries, Inc. 研制出料斗(箱)式秤。1949年关于“push button mill”(按钮工厂)——即自动控制生产过程之制造厂的报道，开始出现于美国饲料贸易性出版物上。1955年美国Attata公司建造了首个采用穿孔卡片混合控制系统的配合饲料厂，

用于配料/混合控制的电子馈电盘是由 Richardson Scale Company(衡器公司)设计的。1957年, Hayes & Stolz Company 研制成大开门式卧式混合机。1961年,荷兰生产的螺旋锥形立式混合机销至美国。1975年,全计算机化的配合饲料制造厂在美国由 T. E. 伊伯森公司设计并建成了四个。1976年,一家全自动化的鸽用饲料加工厂在美国宾州克尼索拉开业。

至20世纪70年代至80年代,美、日、欧等经济发达国家与地区的饲料生产迅速增大,工厂规模扩大,与此同时,电子、计算机技术及其新产品的快速发展、成熟与普及,使饲料工业的生产效率与产品品质迈上了一个新的阶段。至90年代达到了空前的高水平。如饲料工厂中的动物营养师采用计算机(及最新的配方程序软件)可迅速而方便地获得最佳生产配方(具有最优的营养配比、资源利用最优化以及较低的成本等等),采用全电子配料秤及高速高效混合机系统(含电脑控制软件)可获得配料准确度极高的配料及快速精确的优良混合物料,确保产品安全及原料与能源消耗的最小化。饲料工厂的自动化程度的提高主要体现在微机系统和可编程序控制器的广泛采用。在技术劳动力充足而成本低的国家和地区的饲料企业,也乐于采用矿物质微量元素添加剂专用的“微量配料秤”,因为使用此种高准确度等级的自动配料秤,可提高饲料产品的品质和降低昂贵的配料原料的用量。

我国饲料工业采用自动配料秤与现代混合设备始自1978年之后^[15]。1983年,邓小平同志指出:“全国都要搞饲料加工,要搞几百个饲料加工厂。饲料要作为工业来办,这是一个很大的行业。”1984年以后,陆续引进了美、瑞士、意、德、日、澳、匈等国数百座年产1万t至4万t的现代化饲料厂和预混合饲料厂,国家组织了对这些厂的调查测定与合理运用、消化吸收,同时饲料装备制造企业也引进专机与设备、技术革新改造、增强创新能力,至20世纪90年代初完成了产品结构调整与企业转型,由向用户提供单机向综合配套服务的“交钥匙工程”转变,至1999年又向用户全方位服务、全程技术跟踪服务发展。

二、我国粉体配料混合机电装备及其技术进步

粉体配料混合机电装备系统的技术进步与创新,是粉体制造企业可持续发展的最强大的物质技术基础;是降低制造业企业资源与能源消耗,提高企业产品质量(品质)、生产效率、经济效益、生态效益与社会效益的重要手段;是企业走高效、低耗、安全与可持续发展之路的载体与必要条件。随着我国散粒体/粉体加工相关企业生产的快速发展,经过改革开放20余年的团结奋斗,我国粉体工业生产中采用的配料混合工艺与机电一体化装备技术,有了质的飞跃和量的扩展。20世纪70年代末至今,大型与特大型企业已全部采用机电一体化的自动配料混合生产系统,当前是数字化、自动在线、多参数同步实时测控的全方位发展,在快速高效配料混合工艺、设备与监控系统的研究、设计、制造、推广与管理软件开发等方面异常活跃与进展神速。配料混合工艺技术是现代粉体配料混合工业加工制造企业提高(产品)质量(生产)效率和(经济、社会和生态)效益的最强大的技术支撑的观念,已被普遍地接受,并掀起了一个新的技术进步与创新浪潮。作者认为,我国当前粉体企业的配料混合生产工艺与机电装备系统的科学技术进步,主要表现为下述八个方面。

1. 自动配料秤系统 快速完成了由机械配料秤系统向微机控制自动配料秤系统的过渡,在大中型饲料厂中,全部采用多仓数秤、具有自控及配料称量误差修正功能的配料秤系统,配

料准确度可达 0.2 级,配料周期可缩短至 3min 或更短。配料/混合系统由中央控制室监控。

2. 混合设备系统 主混合机可生产每批 0.5 ~ 4t 粉体的卧式螺带混合机和卧式双/单轴桨叶式高速高效混合机。后者的混合质量可达到“优良的混合”水平,混合时间仅为 1 ~ 2min (不含液体添加所需的混合时间的延长)。饲料装备制造厂商可供应客户各种定时定量喷液的液体自动添加装置(系统)。

3. 生产过程中工艺参数的检测与监控技术 包括检测仪器与检测规程、方法,各种传感器件、监控硬件与软件,均日渐与国际接轨和进步。生产过程的在线(on line)检测与实时(real time)控制也应用日广。

4. 生产过程控制技术 普遍采用了 PLC 和集散控制系统(DCS),已达国际先进水平。

5. 专业信息库/网的建立,使技术与信息转移变得方便、及时而经济。饲料行业在 1986 年始建“中国饲料数据库”,1996 年设立中饲信息网 Web(CFINet),至 1999 年饲料专业信息网 Web 达 10 余家。

6. 引进和推行现代粉体生产质量控制体系,推广与国际接轨的先进管理体系。其中如:ISO 9000 质量体系认证、HACCP 管理体系、CMP 管理体系等,我国不少粉体生产企业和粉体装备制造企业已获认证证书并有效运行见诸成效。先进管理模式的推行,需先进的工艺装备与监测仪器为支撑;反过来,先进、严格、规范化的管理模式的推行,又为配料混合工艺装备技术进步与创新注入了新的动力与生机。

7. 严格执行粉体产品原料与成品、生产设备与环境的法制(或/和行业)标准与法规等法制文件,确保成品及商品的安全。自 1999 年 5 月比利时发生含二恶英(dioxin)饲料致使家畜中毒、英国疯牛病(Bovine Spongiform Encephalopathy),以及随后于 2003 年前后在亚洲一些国家先后发生禽流感(avion influenza)以来,随着经济全球一体化的进展,要求粉体产品安全的呼声变得异常高涨与普遍。

8. 采用各种声像、通讯、网络与检测诊断维护修理的高新技术,加强对配料混合机电系统的监测、快速高质量的维护与现场换件或修理调整。目的是使机电系统经常处在一种良好的运行状态,并保持顺畅协调、持续不断的生产过程。

三、(饲料)粉体配料混合技术的展望

经过 20 余年的努力,我国(饲料)粉体配料秤的性能有了很大提高与扩展,与进口产品差距已在缩小,国产配料秤已可选用高精度的称重传感器(0.02% F. S ~ 0.01% F. S),数据采集速度可达 50 ~ 100 次/s。数模转换板、放大与数显仪表等元器件的抗干扰能力及数据修正技术等提高很快。从技术角度看,常量配料秤的静态称量准确度 0.05%、微量配料秤的静态称量准确度 0.02% 均可以实现。但考虑到秤的稳定性与称量速度等因素,当前饲料配料秤的静态称量准确度常取 0.1% (常量秤)和 0.05% (微量秤)。此外,由于近 10 余年来我国引进和推广了双/单轴桨叶式高效高速混合机,使(饲料)粉体混合料的混合时间由原来的 3 ~ 5min 缩短至 1 ~ 2min,配料周期原来为 4min 左右,比混合周期要长许多,故应修改设计以令其缩短至 3min 以内,才可提高配料/混合速率。国产配料秤的机电元器件质量、秤的稳定性、可靠性、耐用性以及维修操作的方便性等方面,与国外优质产品相比,尚有差距,仍须不断完善。特别

是在快速动态称量配料、产品质量管理与监控、配料秤功能完善与扩展、计量性能的提高等方面,还有许多工作要做。

粉体配料混合技术是粉体工程学和衡器动态计量学科的重要内容。配料/混合工段是粉体工业企业生产线中的核心工段。配料混合技术又是涉及质量计量、粉体工程、机械与电子、自动控制、测试技术与仪器、物料学与物流变学、工艺学、概率论、取样论与实验数据处理等学科的多科性及综合性的技术工程学科。配料混合工程技术的进步,可优化生产配方与生产运行条件,提高粉体生产线的生产效率,提高产品质量和保证产品安全与无公害,节约原料与能耗,降低生产成本,以获得更大的社会效益、生态效益与经济效益,因而备受关注。

配料混合工程技术研究的主要内容可简要归纳如下:

1. 动态称量配料机理与混合机理研究 非连续累计自动配料秤在单次称量的瞬时,虽然是静态的,但由于“空中料柱”的存在,秤斗中物料的量总是在变化的(尽管其增量很小),所以监控系统需要智能化——自动修正落料误差的补偿,以令配料误差尽可能最小化。而此种修正,需要考虑的影响因素多而复杂,包括被称物料、机械与电子系统的特性、环境条件(温度、振动、湿度、粉尘等)与使用条件(安装、调试等)、检测手段与测量误差等等。由此可见,配料机理之研究具有实证性与具象性,只可用工程学的方法来描述,当前是用计算机模拟实验以求得目标最优化的方法研究。

粉体混合机理研究已提出的粉体运动模拟型有扩散模型(连续相)、概率模型与循环流模型等,均采用混合过程的数字模拟,也以计算机建模为手段研究为主。但因混合粉体物料的多样性与其运动的复杂性,至今尚未取得根本性的突破。

2. 创新机型的多样性与复杂性 配料混合设备均面对特定的物料、计量混合性能、环境条件与使用条件的不同,再加上生产企业用户的需求各异,牵涉到各工业行业的特点与行业法制文件的规范与行政管理体制的不同,构成了配料混合技术发展的多样性与复杂性。又因企业用户的规模、工艺和集约化程度的悬殊,故配料混合设备多为系列化产品,同时也应是标准化产品,而这种产品的批量则不可能太大,所以创新发展新机型,特别是适应性广与功能完善的新产品研制,是当前配料混合装备技术发展的方向之一。

3. 研究散粒体/粉体物料的物理性质、加工工艺对配料混合过程的影响,以提高配料混合的质量、速率与安全性。

4. 研究质量单位的复现方法与检定系统,建立质量计量基准、标准器,以确保质量量值传递和衡器计量的准确度。

研究混合均匀度(或混合误差)的测评方法,目前采用样本标准差 S (或变异系数 $CV\%$)为混合质量表征数的评定指标,已获世界各国普遍认同。但测定方法尚未一致,取样论歧见仍存。采用未经等效性验证的不同的测定方法对混合物进行测定的结果,是没有可比性的。这对国际交流非常不利。

5. 建立配料秤与混合机实验室与数据库、对配料混合质量与速率进行研究、测评、监控与总结。

6. 建立职业技能考核培训制度与配料混合技术信息网/站。

四、配料混合/中控室操作员的职责

根据 1999 年颁布的《中华人民共和国职业分类大典》，粉体制造厂中的配料混合操作员（一般也是中央控制室操作员），上岗前应接受国家技术监督行业衡器计量技术岗位职业资格培训，并应达到《中华人民共和国技术监督行业工人技术等级标准》中对检验或计量初级、中级或高级技师的要求。

国家质量监督检验检疫总局职业技能鉴定指导中心在 1995 年组织编写了《衡器计量检定和衡器操作》（试用），作为全国企事业中从事技术监督工作人员技术等级考核培训的统一教材。2004 年重新编写成为《衡器计量》^[9]，作为质量技术监督行业衡器计量技术岗位职业资格考核培训的专业教材。该教材是按上述两个国家法制文件对检验和计量人员的职业分类和相关技术规范的要求编写的。它涉及衡器计量检定和衡器操作两个衡器计量岗位。内容涵盖了对衡器操作人员（初、中级）和衡器计量检定人员（分初、中、高级工，技师，高级技师共五级）的要求。

以对中级衡器操作人员的培训教学内容为例有：衡器的基础知识；常用衡器的工作原理、结构和使用；电子衡器的工作原理、结构；衡器的检定；常用衡器的安装、调试、使用和排除故障；实验操作课等。须用 140 学时。通过职业资格培训，学员应掌握衡器的基础知识，理解和掌握（电子）衡器结构、原理及其计量特性，操作使用、维护保养、故障诊断及其排除，以及一般的校检知识，还应了解和熟悉秤的准确度分级、质量计量器具检定系统及常用衡器的计量检定规程等。

从事食品、饲料、矿业、冶金、化工、医药和农药、建筑材料、轻工、复合肥料及诸多添加剂工业中“配料混合”专业技术职业岗位的工作人员，均应接受相应行业技术岗位资格培训与考核，方可上岗工作。

以下仍以饲料工业行业为例说明。中国饲料工业协会根据国家颁布的《饲料加工企业工人技术等级标准》，由行业专家学者和工程技术专家组成“饲料工业职业培训系列教材编审委员会”针对现今我国饲料工业生产流水化、专业性强等特点，编写并于 1998 年由中国农业出版社出版了饲料工业职业培训统编系列教材计 9 本（饲料加工工艺、饲料原料的清理与上料、饲料制粒技术、饲料粉碎技术、饲料厂自动控制技术、饲料加工设备维修，以及饲料分析、饲料与营养和分析化学）。这套教材在编写过程中注意了适用性与实效性，以上述技术等级标准中规定的“中级工的标准”为主要读者对象。可作为饲料加工企业各工种上岗培训、转岗培训、转正定级培训的教材。6 年多来对饲料行业的职业培训与从业人员技术水平的提高起到了积极的推动作用。

在饲料行业中，配料混合工作岗位由中控室操作员担负。中控室操作员的职责主要有下述内容：

1. 掌握加工工艺流程并熟练操作控制程序。
2. 相应设备的正确操作。
3. 中控室的安全与整洁卫生。
4. 在按配方指令并确保产品质量与安全的前提下，将成套机电设备的生产能力最优化。