

包装机械与设备

刘筱霞

主编

BAOZHUANG JIXIE YU SHEBEI

包装容器供送设备/

充填机械/

灌装机械/

袋装机械/

封口机械/

裹包机械/

多功能包装机械/

无菌包装设备/

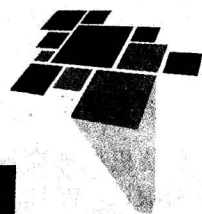
贴标机械/

捆扎机/

自动包装生产线



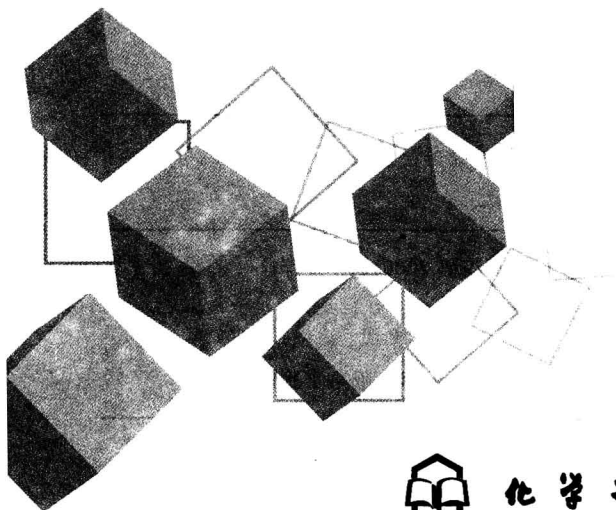
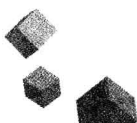
化学工业出版社



包装机械与设备

BAOZHUANG JIXIE YU SHEBEI

刘筱霞 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

包装机械与设备/刘筱霞主编. —北京: 化学工业出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-122-14157-6

I. 包… II. 刘… III. 包装设备 IV. TB486

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 082712 号

责任编辑: 彭爱铭

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 边 涛

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 19½ 字数 485 千字 2012 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着包装工业的迅速发展，包装机械与设备在企业中的地位日益重要，对企业实现现代化具有举足轻重的作用。包装机械与设备可以提高劳动生产率，改善生产环境，降低生产成本，提高商品档次，增加附加值，从而增强商品的市场竞争力，带来更大的社会效益和经济效益。

包装机械与设备行业是一个市场潜力很大的新兴行业，面临着巨大的国内外市场和极好的发展机会，尤其是在食品包装方面有着巨大的商机，因此包装机械与设备发展潜力巨大。

虽然我国在包装机械与设备领域取得了长足的进步，但是整体水平还比较落后，其原因一方面是我国的包装工业起步较晚，另一方面是缺乏先进的理论指导。在我国，长期以来系统地、全面地介绍包装机械与设备的图书较少，这无疑与方兴未艾的包装机械及其相关行业的发展是不相符的。

本书共分十一章，其中第一、二、三、四章由陕西科技大学刘筱霞编写，第五、八、九、十章由陕西科技大学陈永常编写，第六、七章由运城职业技术学院汪伟编写，第十一章由运城职业技术学院陈春霞编写，全书由刘筱霞统稿。在编写过程中，参阅了国内外相关的资料和文献，并得到王强、王婷婷、陈艳、宋艳姝同志的大力协助，在此，对提供相关资料的前辈和同仁深表谢意，也对提供帮助的同志深表谢意。

包装机械与设备的构成比较复杂，产品品种、型式和规格多种多样，功能各异，对包装机械与设备的研究是一项创新性的复杂劳动。各发达国家在包装机械与设备中积极采用其他领域中发展起来的新技术，使包装机械与设备领域的技术创新活动更加深入。作为现代包装机械与设备的象征是信息化、智能化和集成化系统。传统的包装机械与设备由于微电子技术的应用，机器人的出现，柔性生产系统、计算机集成生产系统和新材料的出现而向更高的水平发展。

由于编者学识有限，书中疏漏和不足之处在所难免，恳请各位读者批评指正。

编者

2012年2月

目 录

第一章 绪论	1	五、称量法的计量精度	45
第一节 包装机械的定义和作用	1	六、应用范围	46
一、包装机械的定义	1	七、故障分析	46
二、包装机械的作用	1	第五节 计数式充填机	48
第二节 包装机械的分类和型号编制方法	1	一、计数检测系统	48
一、包装机械分类	1	二、单件计数充填机	49
二、包装机械型号编制方法	2	三、多件计数充填机	50
第三节 包装机械的组成和特点	3	四、故障分析	52
一、包装机械的组成	3	第三章 灌装机械	53
二、包装机械的特点	4	第一节 概述	53
第四节 包装机械工业概况	4	一、灌装的液体产品	53
一、国外包装机械工业概况	5	二、灌装机的分类	53
二、我国包装机械工业概况	6	第二节 常用灌装机构	54
第二章 充填机械	9	一、包装容器供送装置	54
第一节 概述	9	二、升降机构	58
一、充填机械的分类	9	三、液位控制装置	60
二、充填物料的特点	9	四、储液箱高度调节装置	61
三、充填机械的选择	9	五、液料定量装置	62
第二节 物料供送装置	10	六、灌装机的选择原则	66
一、块状物料供送装置	10	第三节 常压灌装机	67
二、散粒体物料供送装置	11	一、常压灌装原理	67
三、液体物料供送装置	13	二、常压式灌装阀结构	69
四、片状包装材料供送装置	13	三、常压灌装机的应用范围	70
五、卷带包装材料供送装置	18	第四节 等压灌装机	70
第三节 容积式充填机	26	一、主要技术参数	70
一、量杯式充填机	26	二、等压灌装机的总体结构	71
二、螺杆式充填机	28	三、主要部件的结构	72
三、计量泵式充填机	29	四、等压灌装机的选用原则	76
四、柱塞式充填机	31	五、影响等压灌装机灌装效果的因素	
五、插管式充填机	31	分析	77
六、气流式充填机	32	六、等压灌装机的故障分析	78
七、容积式充填机故障分析	36	第五节 负压灌装机	80
第四节 称重式充填机	36	一、负压法灌装的基本原理	80
一、称重计量法分类	36	二、负压法供料装置	82
二、称重式充填机的分类、特点及工作		三、负压灌装机的应用范围及选用原则	83
原理	37	四、负压灌装机的故障分析	84
三、毛重式充填机	37	第六节 压力灌装机	84
四、净重式充填机	37	一、压力灌装原理	84

二、机械压力法供料系统	85	五、故障分析	142
三、压力灌装机的应用范围及选用原则	86	第五章 裹包机械	143
第七节 灌装阀	86	第一节 概述	143
一、阀体结构	86	一、裹包形式	143
二、灌装阀启闭结构	87	二、裹包机械的分类	144
三、阀端结构	91	第二节 折叠式裹包机	144
四、阀门启闭元件	93	一、条盒透明纸裹包机	144
五、阀门密封元件	94	二、双端复折式裹包机	148
第四章 封口机械	95	三、折叠式裹包机的应用范围和选用原则	149
第一节 热压封口机	95	四、折叠式裹包机常见故障分析与排除	149
一、热封方法	95	第三节 扭结式裹包机	150
二、热压封合工艺参数	98	一、间歇回转型扭结裹包机	150
三、热封装置	100	二、连续式扭结裹包机	154
四、应用范围及选用原则	112	三、扭结式裹包机常见故障及排除	158
五、故障分析	112	第四节 接缝式裹包机	158
第二节 熔焊式封口机	113	一、接缝式裹包机的分类及特征	158
一、分类、工作原理及特点	113	二、接缝式裹包机的工作原理	160
二、超声波封口机	113	三、接缝式裹包机常见故障及分析	163
三、安瓿灌封机	114	四、接缝式裹包机选用原则	164
四、应用范围	118	第五节 收缩包装机	164
五、故障分析	118	一、收缩包装的特点	164
第三节 卷边式封口机	119	二、收缩包装的形式	164
一、二重卷边的形成过程	119	三、热收缩包装设备	166
二、卷封滚轮	119	四、热收缩包装设备的选择	167
三、GT4B2 型真空自动封罐机	120	第六节 贴体包装机	168
四、卷封机构运动分析	123	一、贴体包装机的工艺过程	168
五、影响二重卷边的因素	128	二、贴体包装机的结构组成	169
六、故障分析及排除	129	三、贴体包装设备	170
第四节 压力式封口机	132	四、贴体包装机包装材料选择	171
一、皇冠盖压盖封口机	132	第六章 无菌包装机械	173
二、压盖封口的封口连接密封性与压盖作用力间关系	133	第一节 无菌包装系统	173
三、影响压盖封口质量的因素	133	一、无菌包装工艺流程	173
四、压盖式封口机故障分析	134	二、无菌包装系统的形成	174
五、铝质圆帽盖压盖封口装置	134	三、无菌包装的特点	175
第五节 压纹式封口机	135	第二节 典型无菌包装设备	176
一、压纹式封口机封口工艺过程	135	一、纸盒无菌包装设备	176
二、压纹封盖头结构原理	135	二、塑料杯无菌包装设备	180
三、故障分析	136	三、塑料袋无菌包装设备	181
第六节 旋合式封口机	137	四、塑料瓶无菌包装设备	182
一、分类、工作原理及特点	137	五、玻璃瓶无菌包装设备	182
二、旋盖工艺过程	138	六、金属罐无菌包装设备	183
三、旋盖机构的工作原理	138	七、大袋无菌包装设备	185
四、旋盖式盖封的质量主要检查项目	140		

第三节 液态奶的无菌包装	186
一、液态奶工业常用灭菌方式	186
二、乳品的无菌包装工艺	186
三、无菌袋装机中薄膜自动纠偏装置及 控制系统	187
第七章 标签机械	189
第一节 概述	189
一、标签机械的分类	189
二、贴标工艺	189
三、贴标方法	191
第二节 标签机主要工作装置	191
一、供标装置	191
二、标签传送装置	192
三、涂胶装置	195
四、打印装置	197
五、贴标整理装置	200
六、检测联锁控制装置	200
第三节 典型标签机	201
一、直线式标签机	201
二、回转式标签机械	202
三、压敏胶标签机	204
四、不干胶标签机	205
五、龙门式标签机	210
六、瓶子压盖标签机	211
七、滚动式标签机	212
八、多标盒转鼓标签机	213
九、常见标签机的故障及排除	213
第四节 收缩标签机	214
一、热收缩标签机	214
二、弹性收缩标签机	215
第八章 清洗机械	217
第一节 概述	217
一、清洗机械类型	217
二、包装容器常用的清洗方法	217
第二节 包装容器清洗机械	217
一、半机械式洗瓶装置	218
二、全自动洗瓶机	219
三、三片罐空罐清洗机	224
四、实罐表面清洗机	224
五、超声波清洗机	225
第三节 洗瓶机的洗瓶效果	227
一、洗瓶机的工作质量要求	227
二、影响洗瓶机洗瓶效果的因素	227
三、洗瓶机实现净瓶的三个主要途径	228

四、操作控制	228
第九章 干燥机械	229
第一节 概述	229
第二节 热风循环干燥机械	229
一、回转式热风循环纸箱烘干机的组成 和工作原理	229
二、纸箱烘干机的传动部分及散热器 部分	230
第三节 微波干燥设备	230
一、微波干燥原理	230
二、微波干燥的特点	231
三、微波干燥设备的结构	231
第四节 远红外热辐射干燥设备	233
一、远红外辐射加热原理	233
二、远红外辐射元件的结构组成	234
三、远红外加热干燥装置	235
第五节 其他干燥设备	236
一、热泵辅助干燥技术	236
二、过热蒸汽干燥技术	238
三、太阳能干燥技术	240
第十章 多功能包装机械	242
第一节 成型-充填-封口机	242
一、袋成型-充填-封口机	242
二、典型袋装机械	249
三、制袋成型器	253
四、立式枕形袋包装机制袋系统的设计 探讨	255
五、各类袋成型-充填-封口包装机的应用 范围及选用原则	258
六、故障分析	259
第二节 热成型-充填-封口机	260
一、热成型-充填-封口机的特点	260
二、热成型-充填-封口包装机的工作原理 及主要机构	261
三、常用的热成型包装机	263
四、热成型制品常见缺陷及原因分析	265
第三节 开盒/开箱-充填-封口机	266
一、开盒/开箱-充填-封口机的特点	266
二、开盒/开箱-充填-封口机的主要 类型	266
三、开盒-充填-封口自动装盒机	267
四、其他类型的自动装盒机	268
五、装箱技术	270
第四节 真空/充气包装机	271

一、真空包装机	271	五、设备布局	289
二、充气包装机	276	第三节 包装生产线的辅助装置	290
第五节 泡罩包装机	278	一、输送装置	291
一、滚筒式泡罩包装机	279	二、分流、合流装置	291
二、平板式泡罩包装机	279	三、变向装置	292
三、滚板式泡罩包装机	281	四、储存装置	293
第十一章 自动包装生产线	284	第四节 典型包装生产线示例	293
第一节 概述	284	一、PVC 粉料全自动称重包装码垛生	
一、自动包装生产线及其特点	284	产线	293
二、自动包装生产线的组成及类型	284	二、瓶装啤酒无菌灌装生产线	297
三、组成自动包装生产线时应考虑的		三、香皂自动成型包装线	299
问题	286	四、纸箱自动装箱包装生产线	299
四、自动包装生产线的发展方向	286	第五节 自动包装线的生产率	301
第二节 自动包装生产线的设计	286	一、包装自动生产线的生产率	301
一、总体设计	286	二、影响生产线生产率的因素	301
二、工艺路线设计	287	三、提高生产线生产率的途径	302
三、工艺原理图设计	288	参考文献	303
四、设备选型	288		

第一章 绪 论

第一节 包装机械的定义和作用

一、包装机械的定义

GB4122.2—2010《包装术语·机械》中,包装机械是指完成全部或部分包装过程的机器。包装过程包括成型、充填、封口、裹包等主要包装工序,以及清洗、干燥、杀菌、贴标、捆扎、集装、拆卸等前后包装工序,转送、选别等其他辅助包装工序。

二、包装机械的作用

包装机械是使产品包装实现机械化、自动化的根本保证,因此包装机械在现代工业生产中起着相当重要的作用。

(1) 提高生产效率。如啤酒灌装机的生产率可高达 40000 瓶/h;蛋形巧克力用机械包装,每人每班可包装 250kg 以上。

(2) 降低劳动强度,改善劳动条件。如人工袋装化肥,粉尘飞扬污染环境,如果采用包装机械,不但能将包装工人从繁重的体力劳动中解放出来,而且还大大改善工人的劳动条件。

(3) 保护环境,节约原材料,降低产品成本。手工包装液体产品时,易造成产品外溅;包装粉状产品时,往往造成粉尘飞扬,污染环境,浪费原材料。采用机械包装能防止产品的散失,既保护了环境,又节约了原材料。

(4) 有利于被包装产品的卫生要求。如药品、食品等,采用机械包装,避免了人手和药品、食品的直接接触,减少了对产品的污染。同时包装速度快,食品、药品在空气中停留时间短,减少了污染机会,有利于食品和药品的卫生。

(5) 延长产品的保质期,方便产品的流通。采用真空、换气、无菌等包装机,可使食品和饮料等的流通范围更加广泛,延长食品的保质期。

(6) 减少包装场地面积,节约基建投资。采用自动包装生产线,产品和包装材料的供给都比较集中,各包装工序安排比较紧凑,节约了包装的场地和仓储面积,并改善了后道包装工序的工艺条件。

(7) 包装机械的应用与发展有利于促进包装工业的发展,提高人民的生活质量。

另外,由于包装机械的计量精度高,产品包装的外形美观、整齐、统一、封口严密,从而提高了产品包装的质量,提高了产品销售的竞争力,可获得较高的经济效益。

第二节 包装机械的分类和型号编制方法

一、包装机械分类

GB4122.2—2010《包装术语·机械》中,以包装机械产品主要功能的不同作为划分类

别的原则,对包装机械产品进行分类,如表 1-1 所列。其中类别代号(或分类名称代号)以其有代表性汉字名称的第一个拼音字母表示,遇有重复字母时,其分类名称代号可采用第二个拼音字母以示区别,也可用主要功能的具有代表性的汉字名称的拼音字母组合表示。在同一类别中的包装机械产品按其功能原则进一步划分。

表 1-1 包装机械分类名称、类别代号和主要技术参数

名 称	类别代号	主要技术参数
充填机械	C	被装入产品的容量/质量/生产能力
灌装机械	G	灌装阀头数/生产能力
封口机械	F	封口尺寸/生产能力
裹包机械	B	包装尺寸/生产能力
无菌包装机械	W	生产能力
标签机械	T	尺寸/生产能力
清洗机械	Q	生产能力
干燥机械	Z	生产能力
杀菌机械	S	生产能力
捆扎机械	K	包装尺寸
集装机械	J	规格/生产能力/按产品标准确定
多功能包装机械	D(可用多个字母组合表示)	主要功能的生产能力
辅助包装设备	A(或根据机器名称的第一个汉字确定)	规格/生产能力/按产品标准确定

注:按照这种分类方法所包括的各种包装机械设备,主要是与包装工艺的实现相关的、应用于包装加工生产的专门机械设备,并不包括包装材料、包装容器的生产制造和包装印刷设备等。

二、包装机械型号编制方法

包装机械的型号应包括类别代号和技术参数,应反映产品的类别、系列、品种、规格、派别和改进的全部信息,一般由主型号和辅助型号两部分组成。

1. 主型号的编制

主型号包括包装机械的分类名称代号、结构型式代号、选加项目代号。

无分类代号名称的产品,其分类名称代号可自行确定;结构形式代号和选加项目代号根据产品标准或生产企业自行确定。

2. 辅助型号的编制

辅助型号包括产品的主要技术参数、改进顺序代号和派生顺序代号。

主要技术参数用阿拉伯数字表示,应取其极限值。当需要表示二组以上的参数时,可用斜线“/”隔开。

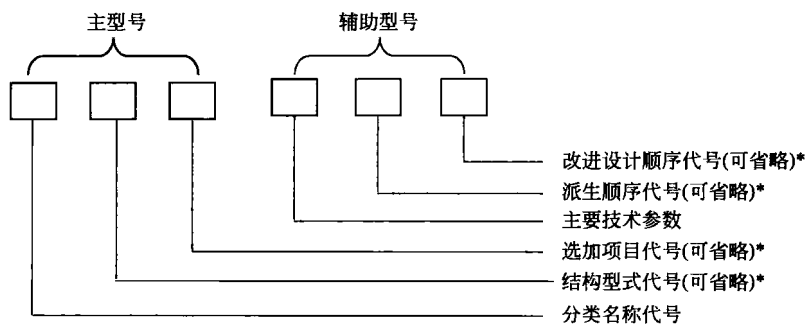
包装机械类产品常用的主要技术参数有充填量、包装尺寸、封口尺寸、灌装阀头数、生产能力等。

派生顺序代号以罗马数字 I、II、III…表示。

改进设计顺序代号依次用汉语拼音字母 A、B、C…表示。第一次设计的产品无顺序代号。

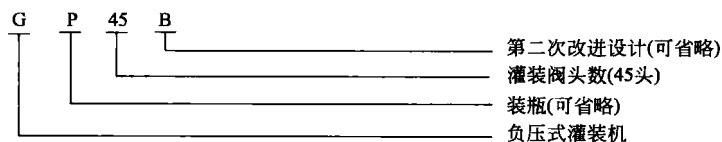
3. 包装机械型号的编制格式

(1) 编制格式



注: *省略部分可在合同中注明

(2) 编制示例



第三节 包装机械的组成和特点

一、包装机械的组成

包装机械属于自动机范畴,种类繁多,结构复杂,新型包装机械不断涌现,很难将它们的组成分类。根据包装机械组成的共性,通常将包装机械分成下列八部分组成。

1. 包装材料及包装容器的整理与供送系统

该系统是将包装材料(包括刚性、半刚性、挠性包装材料和包装容器及辅助物)进行定长切断或整理排列,并逐个输送到预定工位的系统,如糖果包装机中包装纸的供送、切断机构。有的系统在供送过程中还能完成制袋或包装容器的竖起、定型、定位等工作,有的封罐机的供送系统还可完成罐盖的定向、供送等工作。

2. 被包装物品的计量与供送系统

该系统是将被包装物品进行计量、整理、排列,并输送到预定工位的系统,有的还可完成被包装物品的定型、分割。如饮料灌装机的计量和液料供送系统;饼干包装机的饼干整理、排列和供送系统。

3. 主传送系统

该系统是将包装材料和被包装物品由一个包装工位顺序传送到下一个包装工位的系统。单工位包装机没有传送系统。

全部包装工序在包装机上往往分散成几个工位来协同完成供送包装材料和被包装物品,直到把产品输出。主传送机构的形式影响其外形,所以必须有专门的机构来传送包装材料和被包装物品,直到把产品输出。

4. 包装执行机构

包装执行机构是直接完成包装操作的机构,即完成裹包、灌装、封口、贴标、捆扎等操作的机构。如糖果裹包机的前、后推糖板、抄纸板、糖钳手和扭结手等组成的机构就是包装执行机构。

5. 成品输出机构

成品输出机构是把包装好的产品从包装机上卸下、定向排列并输出的机构。有的包装机械的成品输出是由主传送机构完成,或是靠包装产品的自重卸下的。

6. 电动机与传动系统

电动机是机械工作的原动力,传动系统是指将电动机的动力与运动传给执行机构和控制系统,使其实现预定动作的装置。通常由传动零件,如带轮、齿轮、链轮、凸轮、蜗轮、蜗杆等组成,或者由机、电、液、气等多种形式的传动组成。

7. 控制系统

控制系统由各种手动、自动装置组成。在包装机中,从动力的输出、传动机构的运转、包装执行机构的动作及相互配合以及包装产品的输出,都是由控制系统指令操纵的。包括包装过程、包装质量、故障与安全的控制。

现代包装机械的控制方法除机械形式外,还有电气控制、气动控制、光电控制、电子控制和射流控制,可根据包装机械的自动化水平和生产要求选择。

8. 机身

机身用于安装、固定、支承包装机所有的零部件,满足其相互运动和相互位置的要求。因此,机身必须具有足够的强度、刚度和稳定性。

二、包装机械的特点

包装机械既具有一般自动机的共性,也具有其自身的特性,主要特点如下。

(1) 大多数包装机械结构复杂,运动速度快,动作精度高。为满足性能要求,对零部件的刚度和表面质量等都有较高的要求。

(2) 用于食品和药品的包装机要便于清洗,与食品和药品接触的部位要用不锈钢或经化学处理的无毒材料制成。

(3) 进行包装时的作用力一般都较小,所以包装机的电动机功率较小,单机一般为0.2~20kW。

(4) 包装机一般都采用无级变速装置,以便灵活调整包装速度、调节包装机的生产能力。因为影响包装质量的因素很多,诸如包装机的工作状态(机构的运动状态,工作环境的温度、湿度等)、包装材料和包装物的质量等。所以,为便于机器的调整,满足质量和生产能力的需要,往往把包装机设计成无级变速装置。

(5) 包装机械是特殊类型的专业机械,种类繁多,生产数量有限。为便于制造和维修,减少设备投资,在各种包装机的设计中应注意标准化、通用性及多功能性。

(6) 包装机械自动化程度高,大多采用微机控制,实现了操作、调整和控制智能化。

第四节 包装机械工业概况

包装机械生产增长最快的是在发展的国家和地区,预计每年以5.3%的速度增长。发达国家将从刺激国内需求中获利,并在发展中国家寻找当地合适的生产厂家,特别是在食品加工厂进行投资,提供包装机械设备。目前,美国、德国、瑞士、意大利包装机械将配合工业自动化趋势,朝着培养研发技术人才及更高速度包装机等方向发展。

一、国外包装机械工业概况

1. 美国包装机械发展趋势

美国包装工业起步于 20 世纪初期,自第二次世界大战以来得到快速发展,逐步建立并形成包括包装材料、包装工艺和包装机械完整而独立的工业体系。包装工业总产值占国民经济总产值的 3%。据美国行业调查分析,其包装机械最大的使用行业是食品产业,其次是家庭清洁用品与化妆品产业、医药用品及烟草业。

食品产业作为美国包装机械的最大使用行业,几乎所有机型、机种均在食品产业中使用。其中,软饮料对包装机械的年需求量最大,食品产业对包装机械的需求增长最快。正是由于美国食品业每年推出成千上万种新产品,从而加快了包装机械的更新换代。因此美国食品业所需的包装机械创新速度始终处于首位。

美国当前包装机械发展趋势:微电子、电脑、工业机器人、智能型、图像传感技术和新材料等在包装机械中将会得到越来越广泛的应用,包装机械日趋向自动化、高效率化、节能化方向发展。

包装界正迎合消费者需求的变化而迅速改变,生产趋向多样化、多用途方向发展。以食品工业为例,由于当今美国人对食品的消费需求已向多规格、多样化、特色化方向变化,因此食品加工业已将费用投向开发具有更加灵活和机动功能的包装线上。前几年开发一种新的包装产品通常需要 2~3 年,现只需半年就能让新产品上市。这充分说明,美国包装界在开发新品种、新产品时速度快、时间短。

由于包装界所追求的是组合化、简洁化、可移动的包装设备,所以包装机械厂商越来越注重开发高效率、多用途、更小型、更灵活机动的包装设备。

2. 德国包装机械发展新趋向

德国包装机械设计依据市场调研及市场分析,努力为客户尤其是大企业服务。随着科学技术的发展及市场竞争的加剧,包装机械自动化设计有以下几个主要特点。

(1) 每个机械手均由单独电脑控制。一台包装机械为完成复杂的包装动作,需由多个机械手完成。在由电脑控制的摄像机摄取信息和监控下,机械手按电脑程序的指令完成规定的动作,确保包装的质量。

(2) 具有对材质及厚度的高分辨能力。在包装过程中,包装材料的厚度及材质变化不易为人眼所辨别,所以在设计包装机械时常采用由电脑控制的摄像机和探测器来分辨包装材料厚度及材料的变化。摄像机现已发展到能自行检查和辨别摄像的图片,并在显示屏上显示。目前,机器在加工时转速是不能变的,今后应根据材料的变化经分辨后能改变转速,从而控制在最优化状态下工作,以最短时间完成包装工序,并且实现自动清理、自动消毒和自动清洁。

(3) 采用连续工作或多头工作方式。包装机械工作方式有间歇式和连续式,设计时,应争取设计成连续式工作,也就提高了生产率;一台设备内也可有多条生产线生产,生产同一产品或几种不同产品,但必须提高可靠性,降低废品率,提供故障分析系统,尽量大力降低废品率。包装机械出售时还应为维修服务提供故障分析系统,即进行模态分析寻找故障,或通过 Internet 进行远程诊断,最大限度满足客户需要。今后要使包装机械进一步智能化,即设备自己寻找故障,自己去解决故障,以降低废品率及故障率,使正常的生产率得以提高。

(4) 使产品生产机械与包装机械一体化。许多产品生产结束时接着就进行包装,这样也有利于提高产品生产率,如德国生产的巧克力生产设备及包装设备就是由一个系统控制完成的。两者一体化关键是要解决好在生产率上相互匹配,其中包装机械往往成为生产的瓶颈,因此要提供不同生产率的设备。提高生产率,降低成本,最大限度满足生产要求。

(5) 适应产品变化,设计出具有良好柔性和灵活性的设备。为使包装机械具有良好的柔性和灵活性,提高自动化程度,必须大量采用微电脑技术、模块技术和单元组合形式。为适应包装产品品种和包装类型的变化,包装机械设备的柔性和灵活性常表现在以下三个方面。

① 量的灵活性 既能包装单个产品,也能适应不同批量产品的包装。

② 构造的灵活性 整台设备采用单元组成,换用一个或几个单元,即可适应产品的变化。

③ 供货的灵活性 采用单元组合,将各单元组合在一起供货,如糖果包装机,在一个共同基础上,组合不同单元,三个进料口,四种不同的折叠包装形式,这样一台机器就可同时包装 8~10 种不同的糖果。由多个机械手操作,在一台摄像机的监控下,指挥其动作,按指令以不同的方式对不同种类的糖果进行包装。若产品改变了,只要改变摄像机内的程序即可,从而使设备具有良好的柔性和灵活性。

德国的包装机械,以用户需求为前提提供成套设备,为生产企业提供结构性及经济性完整的系统方案。在为用户提供生产自动线或生产流水设备时,尤其注重成套设备的完整性,无论是高技术、高附加值设备,还是较简单的设备,都按配套性要求提供。

德国包装机械厂家也将提供成套设备作为自己的努力目标。如一条饮料灌装线,有 200 多个微电脑件,有许多管线显示屏,有 100 多种控制各种包装动作的软件程序。为满足 1200 瓶/min 的生产率还需两条线共同工作,因此整个饮料灌装线的生产需占半个足球场的面积,并要求所有设备均能在一个厂家内装置。我国当前包装机械生产一大弱势就是生产单机多,而成套流水线少;主机多,辅机少,配套性差。德国的这种做法很值得我们借鉴。

(6) 普遍使用计算机仿真设计技术。随着新产品开发速度的不断加快,德国包装机械设计普遍采用了计算机仿真技术,即将各种机器元素以数据库方式存入计算机,把图纸数字化后输入计算机,计算机即可自动合成为三维模型。再把实际生产时的数据和指标输进去,把各种可能发生的故障输进去,计算机三维模型即可仿照真实工作情况进行操作,演示出能达到的生产率是多少,废品有多少,生产线各环节是否能匹配生产,瓶颈在何处,客户根据屏幕上的显示,提出意见进行模型的修改,直到使客户或设计者满意。采用计算机仿真设计技术,大大缩短了包装机械的开发设计周期。

纵观美国和德国的发展趋势,虽然各有特色,但自动化、高效化、节能化将是包装机械生产商共同的追求。

二、我国包装机械工业概况

1. 我国包装机械工业概况

新中国成立后的前 30 年间,我国包装机械工业发展相当缓慢。1956 年上海烟草机械厂生产的卷烟小包装机是我国最早生产的包装机。20 世纪 60 年代我国生产了果酒、啤酒灌装机,70 年代末逐渐开发了真空包装机、捆扎机、袋成型-充填-封口机、糖果包装机和封罐机等,还没有形成包装机械工业体系。

20 世纪 80 年代,随着对外贸易的不断扩大,对产品的包装要求越来越高,迫切要求包

装实现机械化、自动化。为促进包装机械工业更快地发展,我国先后成立了一些管理机构和行业组织。1980年12月成立了中国包装技术协会,1981年4月成立了中国包装技术协会包装机械委员会,1989年成立了中国食品和包装机械工业协会。

目前,我国从事包装机械生产的企业约有3600多家,具有一定规模的企业近400家。包装机械产品有40大类、2700多种,有一批既能满足国内市场需要,又能参与国际市场竞争的优质产品。目前我国包装机械行业拥有一批开发能力较强的骨干企业,主要由以下几个方面组成:经过技术改造,生产包装机械的某些实力较强的机械类工厂;军转民企业;发展水平较高的股份有限公司。

为提高我国包装机械工业的技术水平,全国已有一批科研院所从事包装机械的研发工作,全国已有70所高等院校先后建立了包装工程专业,为我国包装机械工业的发展,早日赶上世界先进水平提供了有力的技术和人才保证。

2. 我国包装机械行业发展中存在的问题

我国包装工业虽然发展很快,成就很大,但与发达国家相比,无论在产品品种、技术水平和产品质量方面都有很大差距。发达国家已将微机控制、激光技术、人工智能、光导纤维、图像传感、工业机器人等高新技术成熟地应用于包装机械。而这些高新技术在我国包装机械行业才刚刚开始采用,包装机械产品的性能、外观质量均有一定差距,同时,我国包装机械行业发展还明显存在着产品结构的零散局面问题。

从产品结构看,我国包装机械产品品种及配套数量少,与实际需求量相比仍然短缺30%~40%,缺少高精度和大型产品,不能满足市场需求;产品质量差距表现在生产效率低、能耗高,产品性能稳定性和可靠性差,外观造型不美观,表面处理粗糙;许多元器件质量差、寿命短、可靠性低,影响了整体产品的质量;从企业状况看,国内包装机械行业缺少龙头企业,生产规模大、产品档次高的企业不多;从产品开发、新技术应用以及技术创新等方面看,我国还基本停留在仿制阶段,自行开发能力弱,科研经费仅占销售额的1%,而国外高达8%~10%。

总的来说,我国包装机械与国际先进的产品相比,在产品的开发、性能、质量、可靠性、服务等方面的竞争中都处于劣势。

3. 我国包装机械工业的发展趋势

我国包装机械工业历史短,总体技术水平和生产能力较低,但近年来在国内巨大包装市场的促进及受国外先进技术的影响,发展速度很快,局部技术水平有了明显提高。根据我国国情,包装机械工业发展的趋势有如下几点。

(1) 引进、消化、吸收国外先进技术,建立一批包装机械骨干企业,包括个别中外合资企业。这是缩短我国包装机械技术水平与世界先进水平差距的有效途径,可满足大型包装生产线以及高精度、高自动化程度的单机或机组生产的需要,进而加快包装机械国产化的速度。

(2) 大多数企业要重点发展中、小型包装机械。我国大多数企业技术水平不高,生产能力较低,生产以单机为主的中、小型包装机械比较适宜,但要在此基础上不断提高制造精度、自动化程度和配套能力。

(3) 大量引入高新技术,如微电子技术、信息处理技术、传感技术、激光技术,新的机械结构(如锥形同步齿轮带传动)、新的光纤材料以及运用可靠性、优化设计方法和计算机辅助设计,研制组合式、模块式等先进结构,使包装机械产品设计先进、使用可靠,使其性

能指标、工艺水平、“三化”（多功能化、高速化、自动化）水平高，向机电结合、主辅机结合、成套联线方向发展。

（4）以满足重点商品的包装为出发点，发展包装机械新品种。目前，我国重点发展食品、医药、化工用品以及易碎、易腐烂变质等商品的包装技术和包装机械。重点开发的包装机械设备及其研究方向有如下几个。

① 灌装设备 着重发展自动连续作业的多工位充填-封口设备，以解决食用油、化妆品等具有一定黏度的物料的包装，解决气溶胶等物料的喷雾包装。

② 贴标设备 重点开发研制适于各种瓶形的压敏胶标签贴标机、卷带标签贴标机，提高各种贴标机的贴标质量和速度。

③ 袋成型-充填-封口机 大力开发适用于物料状态不同、重量不同的系列包装设备；开发各种配套辅助设备，如物品整理分送装置，以扩大主机功能，使之向多功能化、高速化、自动化方向发展。重点解决奶粉、洗衣粉、饼干、糕点、糖果、速冻食品等的高速连续包装问题。

④ 折叠式裹包设备 着重开发包装不同规格长方体物料的折叠式包装设备，如卷烟、香皂、磁带、小型盒装物品的包装设备，提高包装产品外观质量和防护性能。

⑤ 真空、换气包装设备 重点开发适用于袋容量较大（1~10kg）的连续或半连续式真空包装设备，以及将各种气体按比例充入袋内的高级换气包装设备。

⑥ 热收缩包装机和拉伸包装设备 重点研制可连续自动完成产品供送、薄膜裹包封口、切断、热收缩等工序的大型集装用收缩包装设备，解决玻璃、陶瓷等易碎物品以及零碎货物集装运输问题。重点研制对小型浅盘及大型托盘进行集装的设备。

⑦ 无菌包装设备 重点研制液体、半流体食品的无菌包装设备。

第二章 充填机械

本章要点

1. 介绍各种充填机的类型、工作原理和特点
2. 掌握各种充填机执行机构的结构原理
3. 了解各种充填机的适用范围
4. 分析充填机可能出现的故障及排除

第一节 概 述

充填机械是将产品按预定量充填到包装容器内的机器，主要包括产品的计量和充入。由于产品种类繁多、形态各异（如液体、粉粒状和块体等），包装容器也是形式繁多、用材各异（如袋、盒、箱、杯、盘、瓶、罐等），因此就形成了充填技术的复杂性和应用的广泛性。根据所能适应产品物态的不同，可把充填技术分为固体类产品充填和液体类产品充填两大类。一般将充填液体的机械特称灌装机，在第三章讨论。

一、充填机械的分类

实际生产中，由于产品的性质、状态以及要求的计量精度和充填方式等因素的不同，对不同的物料会采用不同的计量充填方式，也就出现了各式各样的充填机械。

充填机械种类虽多，但一般都由物料供送装置、计量装置、下料装置等组成。按充填物料的物理状态可分为粉料充填机、颗粒物料充填机、块状物料充填机、膏状物料充填机、液体灌装机；按充填机所采用的计量原理不同，可分为容积式充填机、称重式充填机、计数式充填机三种类型。

二、充填物料的特点

固体类产品充填时，产品的流动性能、容重及外形对充填质量的好坏影响很大。因此，不同的产品应采取不同的充填方法，要求不同的计量精度。

非黏性产品，如谷物、咖啡、砂糖、茶叶、糖果及一些坚果类颗粒状产品，流动性能好，倾倒在水平面上可自然形成圆锥形，能适应各种充填方法。

半黏性产品，如面粉、奶粉、麦乳精等粉状产品和饼干、糕点等条、片状或不规则固体产品，流动性能较差，相互间容易堆积搭桥形成堵塞，对这类产品的充填必须采取相应的辅助措施。

有些产品如挂浆类糕点、果脯蜜饯等，本身具有一定黏性，相互间易粘连成块，也很容易黏附在机械设备上造成充填困难、计量不准等，需采取特殊措施进行充填。

三、充填机械的选择

选择固体物料充填系统时要考虑许多因素。首先根据被包装物料的情况，选择所使用的方法，相应地也就决定了所使用的充填系统。