

声 明

本电子书由中国轻工业出版社出版,相关权利归中国轻工业出版社所有。读者、著作权人和(或)依法可以行使著作权的权利人如有疑问,请与中国轻工业出版社联系:

地址:北京市东长安街6号

邮编:100740

电话:85119838


Email: xnxtm@yahoo.com.cn

中国轻工业出版社

高等学校专业教材

食品机械原理与设计

陆振曦 陆守道 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

食品机械原理与设计/陆振曦,陆守道主编 —北京:
中国轻工业出版社,1995.5 (1999,4重印)
高等学校专业教材
ISBN 7-5019-1726-4

I.食… II.①陆… ②陆… III.①食品加工-机械-基础理论-高等学校:专业学校-教材②食品加工-机械-基础理论-高等学校:专业学校-教材 N.TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 06225 号

责任编辑:孟寿萱

责任终审:滕炎福 封面设计:崔云 责任监印:崔科

*

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印刷:北京市卫顺印刷厂

经销:各地新华书店

版次:1995年5月第1版 1999年4月第2次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:27.75

字数:641千字 印数:4001~7000

书号:ISBN7-5019-1726-4/TH·048 定价:41.00元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

《食品机械原理与设计》是根据全国高等院校轻工类专业“八·五(1991~1995)教材规划”编写的食品机械专业必修课教材。

本教材着重论述食品工业中常用的典型食品机械的结构原理、性能参数、适用范围和设计计算。读者通过学习能具备典型机械的设计与选型能力,并为以后深入的研究开发工作打下必要的基础。

本教材由无锡轻工业学院陆振曦和北京轻工业学院陆守道主编。参加编写的有陆振曦(第一、二、三章),陆守道(第四、五章),四川轻化工学院范祥位、北京轻工业学院吴青(第六章),无锡轻工业学院杨永锡、王有伦(第七章),王治(第八章),王有伦(第九章),吴运生(第十章)。

由于编者水平有限,本书定会有缺点和错误,敬请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 总 论	1
第一节 食品加工对机械设备的基本要求	1
一、 技术经济指标	1
二、 设计要求	3
第二节 食品机械的分类	4
一、 按原料或生产产品分类	4
二、 按机械设备的功能分类	4
第三节 食品机械设备的材料	5
一、 食品机械对材料的一般要求	5
二、 食品机械设备中的金属腐蚀	7
三、 食品机械设备常用的金属材料	9
四、 食品机械设备常用的非金属材料.....	14
第二章 粉碎机械	18
第一节 概述	18
一、 食品物料粉碎的目的.....	18
二、 粉碎的级别.....	18
三、 粉碎的方式.....	18
第二节 粉碎的能耗	20
一、 雷廷智假说.....	21
二、 基尔皮切夫假说.....	21
三、 彭德假说.....	22
第三节 锤式粉碎机	23
一、 锤式粉碎机的结构原理及应用范围.....	23
二、 锤式粉碎机的参数关系	24
三、 主要零件的结构设计.....	25
第四节 辊式磨粉机	26
一、 辊式磨粉机的应用及配置方案.....	26
二、 辊式磨粉机的总体构造实例.....	27
三、 磨辊的工作原理及结构.....	37
四、 喂料机构的设计	48
五、 松合闸及轧距调节机构.....	52
六、 传动及定速机构.....	56

七、 气动控制系统的设计.....	65
第三章 粉粒料分级机械	71
第一节 食品粉粒料的特征及分级要求	71
第二节 粉粒料分级的常见方式	71
第三节 筛分机械	72
一、 基本概念.....	72
二、 筛面的种类和结构.....	75
三、 筛面的运动方式和筛分机械的传动.....	78
四、 物料在往复运动筛面上的运动分析.....	81
五、 物料在高速筛上的运动及筛面参数确定.....	91
六、 物料在平面回转运动筛面上的运动及参数.....	93
七、 筛分机械的结构举例.....	99
八、 筛分机械的传动与平衡	101
九、 振动筛的功率计算	106
第四章 过滤机和压榨机	108
第一节 概述.....	108
第二节 过滤机.....	108
一、 过滤过程和过滤机分类	108
二、 间歇式过滤机	109
三、 连续式过滤机	116
第三节 压榨机.....	119
一、 压榨过程和压榨机分类	119
二、 间歇式压榨机	119
三、 连续式压榨机	122
第五章 离心机	125
第一节 概述.....	125
一、 离心分离过程	125
二、 离心机的分类	126
第二节 间歇式离心机.....	126
一、 三足式离心机	126
二、 上悬式离心机	127
三、 刮刀卸料离心机	128
四、 虹吸刮刀卸料离心机	128
第三节 连续式离心机.....	130
一、 活塞推料离心机	130
二、 螺旋卸料离心机	130
三、 离心卸料离心机	132
四、 振动卸料离心机	133

五、进动卸料离心机	134
第四节 离心分离机	135
一、管式分离机	135
二、室式分离机	136
三、碟式分离机	137
第五节 离心机的选型	138
第六节 离心机转鼓的强度计算	140
一、圆筒形转鼓壁的应力和形变计算	140
二、圆锥形转鼓壁的应力和形变计算	143
三、转鼓壁的强度计算	147
第七节 高速转盘的强度计算	149
一、转盘的强度分析理论	149
二、等厚度转盘的应力计算	151
第八节 离心机的临界转速	157
一、概述	157
二、临界转速的计算(影响系数法)	159
三、影响临界转速的其他因素	161
第九节 离心机的隔振	165
一、隔振的作用原理	165
二、离心机常用的隔振元件	167
第十节 离心机主轴所需的功率	169
一、启动转动件所需的功率 N_1	169
二、加入的物料达到工作速所需的功率 N_2	169
三、轴承摩擦消耗的功率 N_3	170
四、转鼓与空气摩擦消耗的功率 N_4	170
五、卸出物料消耗的功率 N_5	171
六、总功率计算	172
第六章 搅拌和混合机械	174
第一节 概述	174
第二节 搅拌混合的机理	174
第三节 搅拌设备	175
第四节 搅拌器	176
一、搅拌器的类型和安装形式	176
二、搅拌器浆叶与流型	179
三、搅拌设备的几何特性	182
四、搅拌器的构造	182
五、搅拌器的选择	188
第五节 搅拌器的功率	189

一、	两种功率的含义	194
二、	影响搅拌器运转功率的主要因素	194
三、	搅拌器运转功率计算	195
第六节	调和机	203
一、	调和机理	203
二、	调和机分类	204
三、	打蛋机	205
四、	和面机	209
五、	换热式调和机	217
第七节	粉料混合机	217
一、	固定容器式混合机	218
二、	旋转容器式混合机	220
三、	粉料混合机型式的选择	222
第七章	均质机	224
第一节	均质原理及分类	224
一、	高压均质机	224
二、	高剪切旋转式均质机	224
三、	喷射式均质机	225
四、	超声波均质机	225
第二节	高压泵	226
一、	柱塞工作原理及主要参数	226
二、	泵阀	230
三、	液缸体	233
四、	柱塞及其密封	237
第三节	均质头	241
一、	均质的理论基础	241
二、	均质的基本原理	242
三、	均质头的结构及各部分的作用	244
四、	均质效果判定	247
五、	均质机的功率和电动机的选择	250
第四节	高剪切旋转式均质机	251
一、	齿型圆盘分散器	252
二、	叶轮均质分散器	253
三、	胶体磨	255
第八章	挤压与成型机械	257
第一节	概述	257
一、	食品挤压加工的机理	257
二、	食品成型加工的方式	259

第二节	螺杆挤压机	263
一、	螺杆挤压机的结构类型	263
二、	挤压机螺杆结构参数的优化设计	268
三、	挤压机的加热冷却系统	279
四、	螺杆挤压机的工作特性	283
五、	食品挤压加工的系统分析	286
第三节	冲印式饼干成型机	289
一、	冲印饼干机的结构原理	289
二、	冲印成型机构的优化设计	293
第九章	焙烤机械	301
第一节	概述	301
一、	食品焙烤基本原理	301
二、	烤炉的热传递	303
三、	烤炉分类	305
四、	食品烤炉生产能力计算	312
第二节	电加热器	313
一、	远红外辐射加热原理	313
二、	远红外辐射元件	316
三、	远红外辐射涂料	320
四、	辐射元件表面温度选择	323
五、	辐射元件的工艺排布	325
第三节	煤气燃烧器	330
一、	直管扩散式燃烧器	331
二、	直管大气式燃烧器	331
三、	红外线无焰式燃烧器	331
第四节	反射装置	332
一、	反射装置的选择	332
二、	辐射元件在反射装置中的位置	333
三、	影响反射效果的因素	333
第五节	食品烤炉体设计	334
一、	炉体的结构形式	334
二、	炉体尺寸确定	335
三、	炉体的保温	338
四、	炉体密封	343
第六节	电功率计算及分配	343
一、	热平衡法	343
二、	辐射功率密度法	345
三、	计算实例	345

四、 功率分配	347
第七节 烤炉排潮系统设计	347
一、 箱式炉通风排潮系统	348
二、 隧道炉排潮系统	348
第八节 烤炉温度调节	352
一、 炉温的调节	352
二、 温度调节的自动控制	354
第九节 烤炉结构	355
一、 传动装置	355
二、 烤炉的传送装置	357
三、 炉带张紧装置	360
四、 带式烤炉的调偏机构	362
五、 滚筒与托辊	366
第十节 制品输出转向机构	368
一、 旋转面输送机	368
二、 滚筒转向输送机	370
第十章 食品冻结装置	373
第一节 概述	373
一、 冻结装置的基本要求	373
二、 冻结时间	373
三、 设计的一般要求	375
第二节 冻结装置的结构类型	375
一、 冻结间	375
二、 隧道式冻结装置	377
三、 螺旋式冻结装置	380
四、 接触式冻结装置	382
五、 流化式冻结装置	386
六、 冻结剂冻结装置	392
第三节 冻结装置的设计计算	395
一、 耗冷量计算	395
二、 制冷设备的选择计算	401
第四节 冻结食品的解冻装置	428
一、 外部加热解冻装置	429
二、 内部加热解冻装置	431
三、 组合式解冻装置	432

第一章 总 论

食品机械是把食品原料加工成食品(或半成品)的机械。

食物是人类赖以生存繁衍和社会发展的物质基础,在人类生活中占有特殊重要的地位。随着社会生产力的发展和人民生活水平的不断提高,人们不再满足于维持生存所需的初级食物,而要求通过工业加工提供品质优良、品种多样、富有营养、卫生安全、方便实惠、具有风味特色的食品,以满足不同年龄、职业、健康状态和不同饮食习惯的需要。

我国食品工业近年来有了较大的发展,人民生活水平提高很快。我国食品资源也很丰富,市场广阔,食品工业是永不衰败的工业。

食品机械是食品工业化生产中的重要手段。食品工业的发展带动了食品机械的发展,而食品机械的发展又保证和促进了食品工业的发展。应该说,食品机械也是食品工业的一部分。

我国食品机械事业起步较晚。解放前,除从国外进口少数设备外,我国食品工业基本上是手工业作坊式生产,食品机械工业处于空白状态。建国以后相当长一段时期内,也只能生产少量食品机械,品种也较少。

近十几年来,随着对外开放和经济改革方针的贯彻,食品工业和食品机械工业迅速发展,产品品种和产量、产值都大幅度增加。引进技术和装备也促进了国内技术水平的提高,缩小了和世界先进水平的差距。据不完全统计,国内生产食品机械的企业上千家,产品品种已发展到几千种。

由于食品机械处理的原料和产品的品种繁多,大部分原料都具有生物属性,产品又都要为人类的生理和习惯所接受,处理过程十分复杂多变,物理和化学形态也与一般机械所处理的物料大不一样,既有固相,液相和气相,还有各种质地不同的粉粒料,果蔬、肉类、柔韧的面团、不易流动的浆料、胶体和悬浊液等,因此食品机械的种类也极其繁多,要求各不相同。

食品机械涉及的知识面十分广泛,既要掌握一般机械设计制造的共性,又要深入了解各种食品加工工艺的要求,包括物料的各种理化过程,在此基础上才能研究和设计出比较完善的食品机械。

当前的机械加工已经离不开微电子技术,食品工业和食品机械也不例外。各种机械设备都要向机电一体化方向发展,利用微电子技术对过程进行检测和监控,这不仅是提高劳动生产率的手段,同时也能保证产品的质量和卫生条件的改善。

第一节 食品加工对机械设备的基本要求

一、技术经济指标

任何机械设备在社会生产中所能够得到推广使用的程度,首先决定于它的技术经济

指标,食品机械也不能例外。当然,对各类食品机械来说,还有一些与其他机械设备不同的要求。所有这些要求的总和,就形成了我们研究和设计新的食品机械的指导思想。归根到底,就是要力求用最低的成本造出最合用的食品生产机械设备,并能用这些机械设备以最低的成本制造出最合乎要求的各种食品。

(一) 单位生产能力

这是指机械设备生产食品产品的能力,也就是生产某种食品的速率,例如一台饼干成型机每单位时间(小时)内可以成型多少饼干。食品生产往往是流水线作业,在生产流水线中总是有许多台机器设备按照一定的顺序共同完成一个产品,例如饼干生产线中就由配料、混合、搅拌、成型、烘烤、包装等设备组成,中间还有各种输送及辅助设备。各台机器设备在生产能力方面,必须取得平衡和一致。否则,一部分机器设备的能力不能得到充分发挥,而另一部分则处于能力不足的状态。整个生产流水线的生产能力只能以流水线中生产能力最低的一台设备为基准。

机器技术的先进与否,不决定于生产能力或生产速率。食品厂的生产规模有大有小,这取决于产品的品种、原料的供应、消费范围、运输条件等一系列因素。即使生产同一种食品产品的机器设备,也往往要求各种不同的生产能力,形成一定的系列。

一般来说,生产规模越大,经济效益越高,对产品质量的管理也越有利。但是对保存期有限的食品来说,生产受市场消费的制约,还要考虑食品安全贮存的货架寿命以及原料供应的季节性。同时,人们对食品的需求,趋向于品种越来越多。所以食品机械的最合理规模,必须要根据需求作具体的分析。

食品生产的参数往往多变,所以生产能力也常常需要允许作多种速率的调节,采用调速电动机来带动整条生产线。

(二) 消耗系数

消耗系数是指机器设备生产每单位重量或单位体积的产品所需耗费的原材料及能量,包括原料、燃料、蒸汽、水、电能、润滑剂、零配件磨耗、机器折旧等等。消耗系数不仅与所采用的工艺路线有关,而且与机器设备的设计有密切关系。例如食品生产中经常有的蒸发、干燥、烘烤等操作,都消耗大量的热能,在机器设计中采用不同的热源和结构,就可能在技术经济指标上取得不同的效果,一般来说,消耗系数越低越好。

(三) 设备价格

机械设备的价格影响到食品工厂投资的大小。一般情况下,如果能达到同样的或相近的工艺效果,应该采用价廉的设备。但有时设备虽然复杂些,价格高一些,但却有好的性能,能确保食品产品有较高的质量,并且操作控制都能达到自动化,则在进行全面经济分析后较高的价格也可以被接受。

近年来进口的一些国外先进的食品机械装备,价格虽然昂贵,但是大部分可以取得较好的经济效果,还是合算的。

设备价格的高低要与设备的寿命联系起来考虑,因为计入产品成本的是设备的折旧费用,设备寿命越长,则折旧费越低。同时还要考虑到设备的技术更新年限,有些设备并不需要太长的寿命,因为过了几年之后,随着科学技术的发展,即使老设备寿命未到,也要加以更新,这样在技术经济上更加合理。

对于机械制造厂家来说,机器的价格由成本和税利组成,在设计和制造中,从用材、结构和制造工艺上千方百计降低成本费用,是技术管理中的头等任务。

(四) 管理费用

这里面包括劳动工资,操作维护以及检修费用等。管理费用在生产成本中占了相当大的比例,但管理费用不是一个孤立的因素。某些机器设备比较简单,设备费用和维修费用很低,但生产中使用劳动力多,不见得合理。反之,如果用高度自动化的生产流水线,投资增加了,但管理费用可能降低。

高度自动化的机器设备所需要的管理人员数量虽少,但是对管理人员的素质要求高得多。

(五) 产品总成本

这是生产中一切经济效果的综合反映。也是食品厂选用食品机械的基本出发点。

二、设计要求

食品机械的设计是一个十分复杂的技术课题,由于食品原料和产品的多样性和复杂性,不仅需要掌握一般机械设计所必需具备的知识和技巧,而且必须了解食品及其原料的化学和物理性质、食品工艺过程和有关的工程问题,甚至于还需要了解人机工程以及造型设计等知识。但作为食品机械的基本设计要求可归纳为以下几点。

(一) 满足既定的食品工艺要求,反映工艺的适用性和先进性

任何机械设计必须符合功能要求。要保证以一定的运行速度生产一定质量的产品,产品的质量必须保持均一性和稳定性。

食品机械常常被要求生产不同品种或不同质量的产品,一台机器或一条流水线上采用不同的原料配方,改变工艺参数或者设备的工作条件,制造出多种多样的食品。例如,不能设想一条饼干生产线只能生产单一品种的饼干,配换各种饼干成型印模,变换烘焙时间和温度是饼干机械的必备条件。制粉机械在制造各种专用面粉或者在改变小麦原料品种时,也必须要改变磨粉机的工作参数和调整粉路配置。

机器的设计必须提供改变生产条件的可能性,为使用者提供方便。

(二) 机器结构的合理性、可靠性和耐久性

这是单纯从机械角度来考虑的问题。机器结构的合理性包括制造和装配关系、传动方式的选择以及为操作维修提供的方便等。在满足工艺功能要求的前提下,力求简化机器的机构和结构。

机器的可靠性和耐久性是分割的概念,是指机器在规定的工作条件下,在规定的使用寿命内保持原定功能的程度,它与机器的整体结构及零件的强度、刚度、耐磨性、耐腐蚀性、抗干扰性等因素有关。在现代机械工程中,可靠性是一项不可忽视的重要指标,对食品机械来说,其工作要求往往是自动化、连续化的生产线,如果在某一个环节出现故障,就将导致整条生产线的停工,甚至所投入的原料全部报废。

食品机械所处理的物料常常是数量很大的,某些工作部件时时刻刻受到物料的摩擦和磨损,例如磨粉机的磨辊,食品挤出机的螺杆和套筒。正确确定机器零部件的寿命及组合方式,以达到机器最可靠的使用性能是十分必要的。但是机器零件的使用寿命往往难以

在设计时用理论计算得出,而必须在实测的基础上加以确定。

需要指出一个可能的错误观念,机器零部件的寿命并不是磨损或疲劳到破坏的时间,而是在即将不能保持其规定性能时,即认为其寿命中止,不能等到造成破坏再去更换。

(三) 机器的能耗

一般机械的能耗常常反应在传动机械效率。在食品机械中大量能量用来处理改变食品的形态和性能,例如浓缩,干燥,烘烤操作中能量的有效部分是用来加热物料和蒸发水分,在粉碎、分切操作中,能量的有效部分是用来减小物料的形体尺寸。除此之外还必然有部分能源变成摩擦热能损耗于机器或环境中,或者被介质带走,成为热损失。

我国不是一个能源充裕的国家,节省能源提高能量的利用率也是设计机器要考虑的因素之一(包括电能,热能等)。

同时,还应结合地区条件,多使用天然能源和廉价能源。

(四) 卫生要求

这是食品机械区别于其他机械的基本特征之一。国家已经颁布了“食品卫生法”,对食品生产提出了严格的卫生要求。

食品机械中与食品物料直接接触的零部件,一定要选用无毒,耐腐蚀的材料。机器与食品接触部分必须便于拆装,以便随时清洗或清扫,并在结构中不允许有任何清洗不到的死角,以避免物料的积存和防止微生物在这些部位生长繁殖。

食品机械的传动润滑也和其他机器有不同的要求,传动密封要可靠,防止润滑剂进入食品。有些开启式传动件要用食用油脂或无毒油脂润滑,也有的构件完全不用润滑而采用有自润滑性能的材料,如聚四氟乙烯。以前食品机械中有用液压传动的,为防止污染,现也都改为气压传动。

第二节 食品机械的分类

由于食品工业原料和产品的品种繁多,加工工艺各异,因此食品工厂的机械设备也是品种十分繁杂。我国目前尚未制订食品机械分类标准,各部门根据工作方便常有不同的分类方法。

一、按原料或生产产品分类

制米机械、制粉机械、油脂加工机械、制糖机械、制盐机械、淀粉机械、豆制品加工机械、面制品机械、乳制品机械、蛋品加工机械、肉类制品(包括屠宰)机械、水产品加工机械、果蔬加工和保鲜机械、罐头制品机械、糖果制品机械、酿造机械、饮料机械、方便食品机械、调味品和添加剂制品机械、炊事机械等。

以上的分类并不科学,有的重复,有的不全,但对有些业务部门比较方便。

二、按机械设备的功能来分类

原料处理机械:包括去杂、清洗、选别等各种机械设备。

粉碎和分切、分割机械:包括破碎、粉碎、研磨、分割、分切等机械设备。

混合机械:包括粉料混合和捏和机械设备。

分选机械:指粉料及块料的分选机械。

成型机械:如饼干、糕点、糖果的成型等。

多相分离机械:如过滤机、离心机等。

搅拌及均质机械:主要指液状物料的混和处理设备,也可包括胶体磨等。

蒸煮煎熬机械:包括蒸煮、杀菌、杀青、熬糖、煎炸等机械设备。

蒸发浓缩机械设备。

干燥机械设备:包括各种常压和真空干燥机械。从机器型式分有箱式、隧道式、回转圆筒式、链带式、喷雾式、管道式、流化式等。从使用的热源分有烟道气加热、燃油加热、可燃气体加热、蒸汽加热、电加热、远红外加热、微波加热、高频加热等。

烘烤机械:包括固定箱式、回转式、链带式等。

冷冻和冻结机械:包括各种速冻机和冷饮品冻结机械,也可以包含制冷机械。

挤压膨化机械。

定量机械:包括在工艺流程中的各种液体和固体的定量,容积式的或是重量式的。

包装机械:包括各种固体和液体物料的装罐、装瓶、装袋机械。

其他机械:包括各种难以归类的机械。

另外还有一些通用设备,如输送机械,包括皮带输送机、斗式提升机、气力输送机、各种泵类以及换热设备和容器等等,也都是食品工厂中常用的机械设备。

综上所述,从研究设计和制造的角度看,以上两种分类方法对生产的发展都有一定的指导意义。既要研究各种食品生产工艺中各种作业机械的内部联系,以利于发展配套生产线,又要研究各种单元操作的生产效率和机械结构,在技术上得以局部突破带动全面。

在本书中,不可能详细介绍每一种食品机械的设计过程,只能在各类食品机械中选出少数典型的例子,从工作原理和设计方法上进行必要和分析,赖以作为举一反三的基础。

第三节 食品机械设备的材料

食品机械广泛使用各种材料,除各种金属和合金材料外,尚有木材、石材、金刚砂、陶瓷、搪瓷、玻璃、纺织品以及各种各样的有机合成材料。食品生产的工艺条件十分复杂,对材料有不同的要求,必须掌握各种材料的基本性能,才能作出正确的选择,以取得良好的使用效果和经济效益。

一、食品机械对材料的一般要求

与食物料介质相接触的部分,要求:①对食品必须无害,不污染食品;②不受或少受物料介质的破坏,藉以延长使用寿命。

(一) 机械性能

食品机械一般属于轻型机械,大多数零部件受力较小。但由于轻型机械要求尽量降低整机重量和体积,零部件尺寸要尽量小,所以对材料的机械性能要求也不低。除了强度、刚度和硬度以外,还有一些其他的要求。例如,在食品机械中处理大批量成件物品的机会较

多,因此常能遇到高速往复运动的构件,就要从疲劳强度来要求机件的性能。

食品机械中的一些零部件常常要和大量物料相接触,而接触的条件又非常严酷,因此成为非常容易磨损的易损件。

锤片式粉碎机中,锤片与坚硬物料之间高速度撞击,造成强烈磨损,全国每年消耗上亿片,耗钢材数万吨。锤片对材料的耐磨性就提出了极高的要求。

在食品的分切机中,刀片对材料的耐磨性和硬度也有极高的要求。

食品挤压机的螺杆和套筒与物料相对运动的速度不高,但工作压力可以高达200MPa,工作温度也可以高达200℃左右,因此不仅要有较高的抗扭强度,而且要有很高的耐磨强度。

有的食品机械在高温下工作(如烘烤机械)或是在低温下工作(如冻结机械,可达零下30~40℃,以液氮为介质的冻结机械工作温度更低),就必须考虑材料在高温和低温下的机械性能。

(二) 物理性能

食品机械的性能常常和材料的物理性能有关。例如:材料的相对密度、比热容、导热系数、软化温度、线膨胀系数、热幅射波谱、磁性、表面摩擦特性、抗粘着性等。在不同的使用场合,要求材料有不同的物理性能,如传热装置要求有高的导热系数,食品的成型装置则要求有好的抗粘着性,以便脱模。

(三) 耐腐蚀性能

食品机械接触的食品物料带有酸性或弱碱性,有些本身就是酸或碱,例如:醋酸、柠檬酸、苹果酸、酒石酸、琥珀酸、乳酸、酪酸、脂肪酸、盐酸、纯碱、小苏打等等。这些物料对许多金属材料都有腐蚀作用。即使是普通食盐,非酸、非碱,对许多金属也有腐蚀作用。有些食品物料本身没有腐蚀性,但是在微生物生长繁殖时会产生带有腐蚀性的代谢物,如碳酸等。

食品机械所用材料选择不当而遭受腐蚀,不仅容易造成机器本身的破坏,更重要的是会造成食品的污染。有些金属离子溶出进入食品中,有损于人体健康和食品风味,或者破坏食品的营养。

设计食品机械时,材料的耐腐蚀性对选择结构材料常起决定性作用。机械设备的耐腐蚀程度决定于:①材料的化学性质和表面状态以及受力状态;②物料介质的种类,浓度和温度等参数。

食品机械材料的机械物理性能和化学性能有时发生矛盾,难以十全十美,可以通过复合材料或表面涂层的方法来加以解决,这样不论是抗腐蚀还是抗磨损,都有可能发挥不同材料的优点。

(四) 制造工艺性

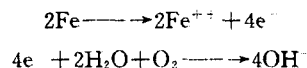
材料的制造工艺性能至关重要,否则设计出来的零件有可能难以加工,甚至无法加工。例如焊接件的材料要有好的可焊性和切削性能,要求表面硬度高的零件要有好的热处理性能,要求表面涂装的零件要有好的附着性能。

二、食品机械设备中的金属腐蚀

(一) 电化学腐蚀

各种金属具有不同的电极电位,金属或合金在电解质溶液中形成原电池,一部分金属以离子形式溶入电解质就形成电化腐蚀。食品物料虽然不一定是液料,但是过程是一样的。

两种金属(或合金)在同一电解质中构成电池。在中性介质中,只要有去极化剂存在,也能形成电池。如碳钢在水中构成的电池(如图1-1),碳钢中铁素体的电极电位低于渗碳体的电极电位,负电性较强,此时铁素体为阳极,渗碳体为阴极,电子由Fe向Fe₃C移动,到达阴极的电子不仅能与阳离子起作用,也能与中性原子或分子起作用,溶于水中的氧成为阴极的去极化剂。碳钢在水中的腐蚀可以方程式表示如下:



整个过程可以写作

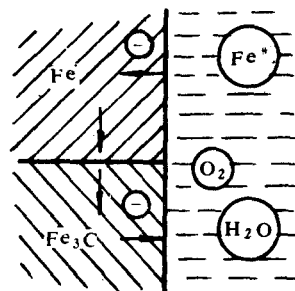
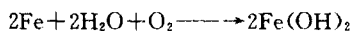


图1-1 碳钢腐蚀过程示意

同一种金属浸于浓度不同的溶液中,也会形成不同的电位。如果在盛介质的容器中,各部分介质的浓度不同,此时即形成浓差电池。食品物料常常是不均一的成分,各部分的水分含量和其他成分都不均匀,易形成浓差电池。

图1-2是氧的浓差电池示意图。在靠近液面附近的A处,氧的溶解浓度较高。所以是阴极,当没有强烈搅拌时,在B处氧的浓度稍低,所以是阳极,电子由B向A转移,B处被腐蚀。

如果阴极的电子或阳极的离子来不及移走而使腐蚀电流减弱,腐蚀过程减缓甚至可以停止,则称为极化作用。酸中的氢离子和溶液中的溶氧都会产生阴极的去极化作用。在很多场合两种作用同时产生,例如钢铁和铝在稀酸溶液中的腐蚀均属这种腐蚀过程。

影响金属电化学腐蚀的因素如下:

1. 金属及合金的组织 and 状态

在食品机械的构造材料中纯金属很少,主要是合金材料,而多相合金多半不耐蚀,但也有例外,如硅铸铁、硅铝合金、铝青铜和硅青铜等耐蚀性很高

单相合金(即固态溶液)的耐腐蚀性非常特殊。在合金中的贵组分(耐蚀组分)增加时,合金的电极电位增加很慢,耐腐蚀性能也增加不多。但当贵组分达到某一定比例时,电极电位和耐腐蚀性发生阶段性的突变。其分阶段一般表现为按合金固态溶液中原子分数的

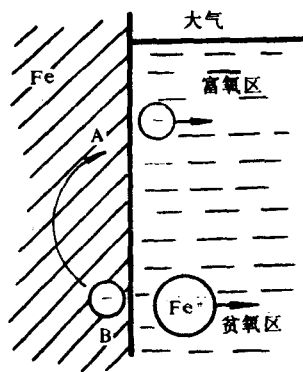


图1-2 氧的浓差电池示意