



GAODENG XUEXIAO ZHUANYE JIAOCAI

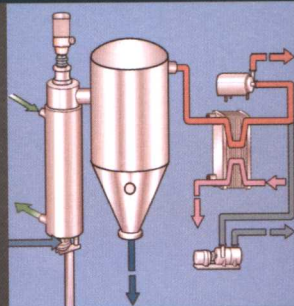
• 高等学校专业教材 •


[高校教材]

# 食品工厂机械与设备

许学勤 主编 王海鸥 副主编

MACHINE AND EQUIPMENT IN  
FOOD FACTROY



 中国轻工业出版社

高等学校专业教材

# 食品工厂机械与设备

许学勤 主 编

王海鸥 副主编

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

食品工厂机械与设备/许学勤主编. —北京:中国轻工业出版社,2008.1

高等学校专业教材

ISBN 978-7-5019-6033-0

I. 食… II. 许… III. 食品加工设备-高等学校-教材  
IV. TS203

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第093294号

责任编辑:李亦兵 张 靓 责任终审:孟寿萱 封面设计:湛 芸  
版式设计:马金路 责任校对:燕 杰 责任监印:胡 兵 张 可

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:三河市世纪兴源印刷有限公司

经销:各地新华书店

版次:2008年1月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:29.5

字数:717千字

书号:ISBN 978-7-5019-6033-0/TS·3521

定价:58.00元(含光盘)

读者服务部邮购热线电话:010-65241695 85111729 传真:85111730

发行电话:010-85119845 65128898 传真:85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

60474J4X101ZBW

## 《食品工厂机械与设备》编写人员

主 编 许学勤

副主编 王海鸥

参 编 宋贤良 文美纯 于秋生

徐荣雄 张国农

## 前 言

食品工厂机械与设备是全国高等学校食品专业的主要专业课程之一,其任务是使学生了解掌握食品工业常用机械与设备的类型、原理、结构和特点等方面的知识。它是一门为学生在食品工艺学与食品工厂设计课程之间建立紧密联系的桥梁性课程。

原天津轻工业学院与原无锡轻工业学院合编的《食品工厂机械与设备》教材自 1981 年出版发行以来,累计印发了十多万册,在过去二十多年间,为我国高等食品专业人才的培养与教育作出了不可磨灭的重要贡献。随着我国食品工业的发展,食品机械设备的更新与发展,以及食品专业培养方案和教学模式的调整与改革,我们在教学实践中逐渐感到原有教材已不能完全适用,有必要根据教学目标重新编写。

新版《食品工厂机械与设备》以现有多种食品工厂机械与设备方面的教材及国内外相关文献资料为基础,共分十四章,以十二章的内容介绍了有关输送、清洗、热处理、分离、切割粉碎、混合均质、浓缩、干燥、成型、包装、杀菌和冷冻等方面的机械设备;第一章为总论主要介绍了食品机械设备的分类、特点、材料与结构要求及选型原则与方法等;第十四章集成性地介绍了典型食品加工生产线流程与设备。

本教材各章内容由引言、正文、思考题及自测题构成,并且配备了一套与各章内容完全一致的 PPT 课件,有利于学生预习、复习及知识点的掌握。树结构的 PPT 课件可使教师方便地控制授课进程。

此书除作为高校食品类专业的教材外,还可作为食品行业工程技术人员及相关从业人员的参考用书。

全书编写分工如下:第一、二、四、六和十一章由许学勤编写;第三章由宋贤良编写;第五章由文美纯编写;第七、八和十二章由王海鸥编写;第九和十三章由于秋生编写;第十一章由徐荣雄编写;第十四章由张国农编写。全书统稿及 PPT 课件的制作由许学勤完成,由王海鸥校审。

本书在编写期间,得到了编者所在院校相关部门及师生的关心与帮助,在此表示由衷的感谢。

由于作者水平有限,书中难免有错误与不当之处,恳请读者批评指正。

编者  
2007.4

# 目 录

<b>第一章 总论</b> .....	(1)
<b>第一节 食品加工机械设备的分类与特点</b> .....	(1)
一、食品加工机械设备的分类 .....	(1)
二、食品加工机械设备的特點 .....	(2)
<b>第二节 食品加工机械的材料</b> .....	(2)
一、食品加工机械设备用材要求与性能 .....	(3)
二、食品机械中常用的材料 .....	(4)
三、食品机械设备的表面处理 .....	(6)
<b>第三节 食品机械设备的结构要求</b> .....	(7)
一、设备结构的卫生与安全 .....	(7)
二、设备结构的可洗净性 .....	(8)
三、产品接触面的表面质量及要求 .....	(8)
四、设备的可拆卸性要求 .....	(9)
五、设备安全卫生检查方便性要求 .....	(9)
六、设备的安装配置要求 .....	(9)
<b>第四节 食品加工机械设备的选型</b> .....	(9)
一、食品机械设备选型的原则 .....	(10)
二、设备选型计算 .....	(11)
本章小结 .....	(14)
思考题 .....	(14)
自测题 .....	(14)
<b>第二章 物料输送机械</b> .....	(16)
<b>第一节 固体物料输送机械</b> .....	(16)
一、带式输送机 .....	(16)
二、斗式提升机 .....	(20)
三、螺旋输送机 .....	(22)
四、气流输送系统 .....	(23)
五、其它输送机械与装置 .....	(29)
<b>第二节 液体物料输送机械与设备</b> .....	(31)
一、泵 .....	(31)
二、真空吸料装置 .....	(37)
三、液体食品输送管路 .....	(38)
<b>第三节 可压缩流体输送机械与设备</b> .....	(43)

一、通风机与鼓风机 .....	(43)
二、压缩机 .....	(46)
三、真空泵 .....	(48)
本章小结 .....	(54)
思考题 .....	(54)
自测题 .....	(54)
<b>第三章 清洗机械与设备 .....</b>	<b>(57)</b>
<b>第一节 原料清洗机械 .....</b>	<b>(57)</b>
一、滚筒式清洗机 .....	(57)
二、鼓风式清洗机 .....	(59)
三、刷洗机 .....	(60)
<b>第二节 包装容器清洗机械 .....</b>	<b>(61)</b>
一、洗瓶机 .....	(61)
二、洗罐机 .....	(65)
<b>第三节 CIP 系统 .....</b>	<b>(68)</b>
一、基本概念 .....	(68)
二、CIP 系统构成 .....	(69)
三、CIP 系统的控制 .....	(74)
本章小结 .....	(75)
思考题 .....	(75)
自测题 .....	(75)
<b>第四章 分选分离机械与设备 .....</b>	<b>(78)</b>
<b>第一节 分选机械设备 .....</b>	<b>(78)</b>
一、分选概念及其机械设备类型 .....	(78)
二、筛分式分选机械设备 .....	(79)
三、基于力学的分选机械 .....	(81)
四、光学原理分选机械 .....	(83)
五、金属及异物识别机械 .....	(85)
<b>第二节 离心分离机械 .....</b>	<b>(89)</b>
一、离心机类型 .....	(89)
二、过滤式离心机 .....	(90)
三、分离式离心机 .....	(94)
<b>第三节 过滤设备 .....</b>	<b>(97)</b>
一、过滤过程及设备类型 .....	(98)
二、加压式过滤机 .....	(98)
三、真空过滤机 .....	(101)
<b>第四节 压榨机械 .....</b>	<b>(104)</b>
一、间歇式压榨机 .....	(104)

---

二、连续式压榨机 .....	(107)
第五节 提取机械设备 .....	(109)
一、萃取设备 .....	(109)
二、浸出机械与设备 .....	(112)
三、超临界流体萃取设备 .....	(116)
第六节 膜分离机械设备 .....	(117)
一、压力式膜分离设备 .....	(117)
二、电渗析膜分离设备 .....	(122)
第七节 粉尘分离设备 .....	(126)
一、干式粉尘分离设备 .....	(126)
二、湿法除尘设备 .....	(131)
三、静电除尘器 .....	(133)
本章小结 .....	(134)
思考题 .....	(134)
自测题 .....	(135)
第五章 粉碎切割机械 .....	(138)
第一节 粉碎机 .....	(138)
一、冲击式粉碎机 .....	(138)
二、转辊式粉碎机 .....	(142)
三、磨介式粉碎机 .....	(146)
第二节 切割碎解机械 .....	(148)
一、切片机 .....	(149)
二、切丁机 .....	(151)
三、绞肉机 .....	(152)
四、斩拌机 .....	(154)
五、水果破碎机 .....	(156)
六、打浆机 .....	(158)
本章小结 .....	(160)
思考题 .....	(160)
自测题 .....	(161)
第六章 混合均质机械与设备 .....	(164)
第一节 液体搅拌与混合机械设备 .....	(164)
一、液体搅拌机 .....	(164)
二、水粉混合机 .....	(170)
三、静态混合器 .....	(170)
第二节 粉体混合机械 .....	(172)
一、容器回转型混合机 .....	(172)
二、容器固定型混合机 .....	(173)



<b>第三节 搅拌混合与捏合机械设备</b> .....	(175)
一、双臂式捏合机 .....	(176)
二、卧式和面机 .....	(177)
三、立式混合捏合设备 .....	(179)
<b>第四节 均质机械设备</b> .....	(181)
一、高压均质机 .....	(182)
二、胶体磨 .....	(184)
三、高剪切均质乳化机械设备 .....	(186)
<b>本章小结</b> .....	(187)
<b>思考题</b> .....	(188)
<b>自测题</b> .....	(188)
<b>第七章 热交换热处理机械与设备</b> .....	(191)
<b>第一节 热交换器</b> .....	(191)
一、间壁式热交换器 .....	(191)
二、直接式热交换器 .....	(200)
<b>第二节 热处理机械设备</b> .....	(202)
一、夹层锅 .....	(203)
二、连续式热烫设备 .....	(204)
<b>第三节 挤压机械与设备</b> .....	(207)
一、挤压机的类型 .....	(208)
二、螺杆挤压机结构 .....	(209)
<b>第四节 油炸设备</b> .....	(212)
一、常压油炸设备 .....	(212)
二、真空油炸设备 .....	(216)
<b>第五节 其它加热机械设备</b> .....	(216)
一、远红外加热设备 .....	(217)
二、微波加热设备 .....	(220)
<b>本章小结</b> .....	(222)
<b>思考题</b> .....	(223)
<b>自测题</b> .....	(223)
<b>第八章 浓缩设备</b> .....	(226)
<b>第一节 真空蒸发浓缩设备</b> .....	(226)
一、蒸发器 .....	(226)
二、真空蒸发浓缩系统的辅助设备 .....	(232)
三、典型真空浓缩系统 .....	(234)
<b>第二节 冷冻浓缩设备</b> .....	(237)
一、冷却结晶设备 .....	(237)
二、冰与浓缩液的分离设备 .....	(239)

三、冷冻浓缩设备的装置系统 .....	(241)
本章小结 .....	(243)
思考题 .....	(243)
自测题 .....	(244)
<b>第九章 干燥机械与设备 .....</b>	<b>(248)</b>
<b>第一节 对流型干燥设备 .....</b>	<b>(248)</b>
一、厢式干燥器 .....	(249)
二、洞道式干燥机 .....	(249)
三、网带式干燥设备 .....	(250)
四、流化床干燥机 .....	(252)
五、气流干燥设备 .....	(258)
六、喷雾干燥机 .....	(260)
<b>第二节 传导型干燥设备 .....</b>	<b>(268)</b>
一、滚筒干燥机 .....	(268)
二、真空干燥箱 .....	(269)
三、带式真空干燥机 .....	(270)
<b>第三节 冷冻干燥机 .....</b>	<b>(271)</b>
一、冷冻干燥设备的系统构成 .....	(271)
二、常见冷冻干燥装置 .....	(274)
本章小结 .....	(277)
思考题 .....	(277)
自测题 .....	(277)
<b>第十章 成型机械设备 .....</b>	<b>(280)</b>
<b>第一节 压模成型设备 .....</b>	<b>(280)</b>
一、冲压成型设备 .....	(280)
二、辊印成型设备 .....	(282)
三、辊切成型设备 .....	(283)
四、塑压制粒机械 .....	(284)
五、粉料直接压模成型设备 .....	(285)
<b>第二节 挤模成型设备 .....</b>	<b>(288)</b>
一、软料挤模成型设备 .....	(289)
二、螺杆挤压成型设备 .....	(291)
三、挤模制粒设备 .....	(292)
<b>第三节 注模成型设备 .....</b>	<b>(293)</b>
一、巧克力注模成型设备 .....	(293)
二、糖果注模成型设备 .....	(295)
本章小结 .....	(296)
思考题 .....	(296)

自测题 .....	(296)
<b>第十一章 包装机械设备 .....</b>	<b>(298)</b>
<b>第一节 液体物料装料机械设备 .....</b>	<b>(298)</b>
一、液体装料机基本构成及类型 .....	(298)
二、定量机构 .....	(299)
三、灌装方式与装置 .....	(300)
四、容器升降机构 .....	(304)
五、容器输送机构 .....	(305)
<b>第二节 固体物料的充填机械与设备 .....</b>	<b>(306)</b>
一、容积式充填机 .....	(306)
二、重量式定量充填机械 .....	(308)
三、计数式定量充填设备 .....	(310)
<b>第三节 瓶罐封口机械设备 .....</b>	<b>(312)</b>
一、卷边封口机 .....	(313)
二、旋盖封口机 .....	(316)
三、多功能封盖机 .....	(317)
<b>第四节 袋装食品包装机械 .....</b>	<b>(320)</b>
一、塑料膜的热压封合方法 .....	(320)
二、制袋-充填-封合包装机 .....	(321)
三、预制袋封口包装机 .....	(326)
四、热成型包装机械 .....	(329)
<b>第五节 无菌包装机械 .....</b>	<b>(332)</b>
一、卷材成型无菌包装机 .....	(333)
二、预制盒式无菌包装机 .....	(335)
三、大袋无菌包装机 .....	(338)
四、其它形式无菌包装设备 .....	(339)
<b>第六节 贴标与喷码机械 .....</b>	<b>(339)</b>
一、贴标机 .....	(339)
二、喷码机 .....	(342)
<b>第七节 外包装机械设备 .....</b>	<b>(344)</b>
一、装箱机 .....	(345)
二、封箱机 .....	(347)
三、捆扎机 .....	(348)
本章小结 .....	(349)
思考题 .....	(350)
自测题 .....	(351)
<b>第十二章 杀菌机械与设备 .....</b>	<b>(355)</b>
<b>第一节 罐头食品杀菌机械设备 .....</b>	<b>(355)</b>

---

一、间歇式杀菌设备	(355)
二、连续式杀菌设备	(368)
第二节 液体食品物料无菌处理系统	(374)
一、无菌系统的基本构成	(374)
二、蒸汽直接加热式无菌处理系统	(375)
三、间接加热式无菌处理系统	(377)
第三节 电离辐射杀菌装置	(378)
一、 $\gamma$ 射线辐照装置	(379)
二、电子束辐照装置	(380)
三、X射线辐照装置	(381)
本章小结	(382)
思考题	(382)
自测题	(383)
第十三章 冷冻机械设备	(386)
第一节 制冷概念与机械设备	(386)
一、制冷基本概念	(386)
二、制冷系统主要设备	(391)
三、制冷系统的附属设备	(400)
第二节 食品冷冻冷却设备	(403)
一、空气冻结法冷冻设备	(404)
二、间接接触式冻结设备	(407)
三、直接接触冻结设备	(409)
四、冷水机	(411)
五、真空冷却设备	(412)
第三节 食品冷藏链设备	(415)
一、冷藏库	(416)
二、食品冷藏运输设备	(423)
三、冷藏陈列柜	(426)
本章小结	(427)
思考题	(428)
自测题	(428)
第十四章 典型食品生产线及其机械设备	(434)
第一节 果蔬制品生产线	(434)
一、糖水橘子罐头生产线	(434)
二、蘑菇罐头生产线	(435)
三、苹果浓缩汁生产线	(437)
四、番茄酱生产线	(438)
第二节 肉制品生产线	(439)

---

一、午餐肉罐头生产线 .....	(440)
二、高温火腿肠生产线 .....	(441)
三、低温火腿生产线 .....	(442)
<b>第三节 乳制品生产线 .....</b>	<b>(443)</b>
一、巴氏杀菌乳和灭菌乳生产线 .....	(443)
二、全脂乳粉生产线 .....	(444)
三、冰淇淋生产线 .....	(445)
四、凝固型酸乳生产线 .....	(446)
<b>第四节 糖果制品生产线 .....</b>	<b>(447)</b>
一、硬糖生产线 .....	(447)
二、奶糖生产线 .....	(448)
三、巧克力生产线 .....	(449)
<b>第五节 软饮料生产线 .....</b>	<b>(451)</b>
一、碳酸饮料生产线 .....	(451)
二、纯净水生产线 .....	(453)
三、茶饮料生产线 .....	(454)
<b>本章小结 .....</b>	<b>(455)</b>
<b>思考题 .....</b>	<b>(455)</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>(456)</b>

# 第一章 总 论

食品加工机械设备是指把食品原料加工成食品或半成品的一类专业机械与设备。

食品加工机械设备是食品工业化生产过程中的重要保障。现有食品加工业的规模化与自动化发展、传统食品的工业化、食品新资源的利用、新工艺、新产品的产业化等,都离不开食品加工机械设备的支持。食品加工机械设备对食品加工过程中产品质量的保证、生产效率的提高、能量消耗的降低等起着举足轻重的作用。因此,对于以工艺为主的食品科学与工程专业的本科生来说,了解食品加工机械设备十分必要。食品加工的科学技术(工艺)知识与机械设备知识的有机结合是食品加工从业人员不可或缺的基本能力要求。

本章将就食品机械的分类与特点、食品机械设备的材料、食品机械的卫生安全和食品机械设备的选型原则与方法等方面进行介绍。

由于食品加工项目中的机械与设备占有很大的投资比例,因此,正确选择食品加工机械与设备是一项需要花时间但也是很有价值的工作。除了要遵循国家对食品机械设备的制造材料和食品安全的相关标准外,食品加工的设备选型还有一定的原则与方法,了解这些原则与方法有助于提高设备选型的工作效率。

## 第一节 食品加工机械设备的分类与特点

食品工业涉及的原料、产品种类繁多,加工工艺各异,从而其涉及的加工机械的种类繁多。虽然种类繁多,但食品机械具有自身的特点。了解食品机械设备的分类及其特点,将有助于正确选择食品机械与设备。

### 一、食品加工机械设备的分类

食品加工过程涉及对原料、中间产品及成品的加工或保藏;涉及对原料的预处理、分离、中间产品重组和终产品的成型包装;涉及不同类型半成品和成品的防腐灭菌处理。食品加工过程原料和产品种类繁多,加工处理对象的性质上存在差异,加工产品规格要求不一,某些品种生产存在季节性、区域性的特点。凡此种种,决定了食品机械与设备的种类也必然极其繁多。因此,无论是从食品加工应用中的设备选型角度,还是从设备制造与新机种开发角度,对种类繁多的食品加工机械与设备进行系统分类十分重要。

我国尚未制定食品机械分类标准。各部门根据工作方便常有不同的分类方法。目前主要按两种方式进行分类:一是根据原料、产品类型分类,二是根据设备的操作功能分类。

按原料或生产产品分类,可将食品机械分成众多的生产线设备。例如,制糖机械、豆制品加工机械、焙烤食品机械、乳品机械、果蔬加工和保鲜机械、罐头食品机械、糖果食品

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。

按机械设备的功能分类,实际上是根据设备的单元操作功能分类。一般可将食品机械设备分为筛分与清洗机械、粉碎和切割机械、混合机械、分级分选机械、成型机械、多相分离机械、搅拌及均质机械、蒸煮煎熬机械、蒸发浓缩机械、干燥机械、烘烤机械、冷冻和冻结机械、挤压膨化机械、计量机械、包装机械、输送机械、泵、换热设备和容器等。

从研究、设计和制造的角度看,以上两种分类方法对食品加工机械与设备的生产发展都有一定的指导意义。以原料或产品进行分类,可以通过对各类食品加工生产涉及的各种作业机械的内部联系的研究,促进配套生产线的发展。以功能作为分类基础,有利于对各种单元操作的生产效率和机械结构进行比较研究,从而可以在技术上以局部突破带动全面发展。

从教学角度来看,以功能为基础进行分类,可以使學生能够将所学的各类机械设备产品,与食工原理、化工原理一类的相关先行课程的知识点联系,有利于学生对所学内容的理解、掌握。因此,本书主要以设备的单元操作功能进行分类。

## 二、食品加工机械设备的特點

食品机械与设备的特点是食品原料、加工过程和食品成分方面的特殊性的反映。总体而言,食品加工机械与设备具有以下特点。

(1) 品种多样性 一般食品机械设备门类众多、品种较杂,并且生产批量较小,许多设备属于单机设备。

(2) 机型可移动性 总的来看,食品机械设备的外形尺寸均较小,重量较轻,可方便地进行移动改换。例如,一般食品机械设备均不需要固定基础。

(3) 防水防腐性 多数设备或设备主要工作面的材料具有抗水、抗酸、抗碱等腐蚀的性能,一般采用不锈钢制作。

(4) 多功能性 食品机械设备具有一定程度的通用性,即可用来加工不同的物料。此外,还具有调节容易、调整模具方便和一机多用的特点。

(5) 卫生要求高 为了保证食品卫生安全,食品加工设备中直接与物料接触的部分,均采用无毒、耐腐蚀材料制造,并且为了方便清洗和消毒,与食品接触的表面均需要进行抛光处理。此外,传动系统与工作区域有严格密封措施,以防润滑油泄漏进入所加工的食品物料中。

(6) 自动化程度高低不一 目前,食品加工机械设备单机自动化程度总体上并不很高。但也有一些自动化程度较高的设备,例如,无菌包装机、自动洗瓶机及大型杀菌设备等。

## 第二节 食品加工机械的材料

食品机械广泛使用各种材料,除各种金属和合金材料外,尚有石材、金刚砂、陶瓷、搪瓷、玻璃、纺织品以及塑料等有机合成材料。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、食品加工机械设备用材要求与性能

食品加工机械设备均有与食品物料直接接触的部件表面。这些与处理物料接触的表面材料必须满足以下基本要求：①对食品必须无害，不污染食品；②不受或少受物料介质和清洗剂的影响，以延长设备的使用寿命。

食品机械设备材料的性能可分为：机械性能、物理性能、耐腐蚀性能及制造工艺性能。其中前三项与食品加工应用关系较为密切。

### （一）机械性能

机械性能关系到食品机械设备整机或部件的使用寿命。虽然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，还有一些其它的要求。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部件。

锤片式粉碎机中，锤片与坚硬物料之间高速撞击，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 20MPa，工作温度也可以高达 200℃，因此，不仅要有较高的抗扭强度，而且还要有很高的耐磨强度。

有的食品机械在高温下（如烘烤机械）或是在低温下工作（如冻结机械，可达  $-40 \sim -30^{\circ}\text{C}$ ，以液氮为介质的冻结机械工作温度更低），就要求材料具有能在高温和低温下工作的机械性能。

### （二）物理性能

食品机械设备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、热导率、软化温度、线膨胀系数、热辐射波谱、磁性、表面摩擦特性、抗黏附性等。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热导率，食品的成型装置则要求有好的抗黏附性，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。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。

食品机械所用材料因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。设备选型时，尤其需要注意食品与接触面结构材料的作用关系。



机械设备的耐腐蚀程度决定于：①材料的化学性质、表面状态和受力状态；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。

## 二、食品机械中常用的材料

### (一) 钢铁材料

普通碳钢和铸铁耐腐蚀性都不好，易生锈，更不宜直接接触有腐蚀性的食品介质，一般用于设备中承受载荷的结构。在承受干物料的磨损构件中，钢铁是理想材料，因为铁碳合金通过控制其成分和热处理，可以得到各种耐磨的金相结构。铁质本身对人体无害，但遇单宁等物质，会使食品变色。铁锈剥落于食品中会对人体造成机械损伤。

食品工业可以用涂搪瓷的钢铁容器。搪瓷的原料有长石、石英砂、硼砂、碱、萤石以及其它成分。搪瓷最大的优点是耐酸碱腐蚀，并且搪瓷表面光滑，易于清洗和保持卫生。搪瓷的致命缺点是在碰撞外力或温度的作用下，釉可能碎裂，只要极少量碎片落入食品物料中，就有可能造成严重后果。因此，搪瓷设备在食品工厂中的使用越来越少。现在代替搪瓷材料的有各种无毒树脂涂料，其涂层耐腐蚀而不易产生碎片。

### (二) 不锈钢

不锈钢是指在空气中或化学腐蚀介质中能够抵抗腐蚀的合金钢。不锈钢的基本成分为铁-铬合金和铁-铬-镍合金，另外还可以添加其它元素，如钨、钛、钼、锰、铌、铂、钨、铜、氮等。由于成分不同，耐腐蚀的性能也不同。铁和铬是各种不锈钢的基本成分，实践证明，当钢中含铬量在12%以上时，就可以抵抗各种介质的腐蚀，一般不锈钢中的含铬量不超过28%。

不锈钢通常可按化学组成、性能特点和金相组织进行分类。但对不锈钢的标识规则有所了解更为实用。所谓标识即对不锈钢型号的命名规则。各国对不锈钢的命名标准有所不同。

我国现有国家标准对不锈钢标识的基本方法：化学元素符号与含量数字组合。这种标识符号中，铁元素及含量不标出，而主要标示出反映不锈钢防腐性和质构性的元素及其含量。例如，Cr18、Ni9 分别表示不锈钢中铬和镍的质量分数是18%和9%。但是，碳元素及含量的标示较特殊，其元素符号“C”不标示，而只标示代表其含量的特定数字，并且放在其它元素标识符序列的前面。例如，1Cr18Ni9Ti、0Cr18Ni9 和 00Cr17Ni14Mn2 三种铬镍不锈钢标识代号中，第一个数字1、0 和 00 分别表示一般含碳量( $\leq 0.15\%$ )、低碳( $\leq 0.08\%$ )和超低碳( $\leq 0.03\%$ )。其后的元素符号及数字分别表示含铬18%和17%，含镍9%和14%，含锰2%。

国际上，一些国家常采用三位序列数字对不锈钢进行标识。例如，美国钢铁学会分别用200、300 和 400 系来标示各种标准级的可锻不锈钢。

一些不锈钢型号的国内外标识对应关系如表1-1所示。其它型号的不锈钢可以通过相关途径查询得到。