

食品通用

机械与设备

SHIPIN TONGYONG JIXIE YU SHEBEI

唐伟强 编

华南理工大学出版社

食品通用机械与设备

SHIPIN TONGYONG JIXIE YU SHEBEI

唐伟强 编

华南理工大学出版社

· 广州 ·

图书在版编目(CIP)数据

食品通用机械与设备/唐伟强编. —广州: 华南理工大学出版社, 2010. 3
ISBN 978-7-5623-3013-4

I. 食… II. 唐… 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 (2009) 第 243355 号

总发行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼 邮编 510640)

营销部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)

E-mail: scutcl3@scut.edu.cn http: //www. scutpress. com. cn

责任编辑: 张颖

印刷者: 广东省农垦总局印刷厂

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 19.75 字数: 493 千

版次: 2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

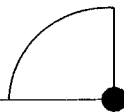
印数: 1~2000 册

定价: 29.00 元

版权所有 盗版必究

前言

金華



食品机械与设备是一门专业课程，其任务是使学生了解和掌握食品加工厂常用的机械与设备的类型、工作原理、基本结构和特点等方面的知识，培养学生对食品机械的选型和设计能力。

由于科学技术的进步，人们对食品产品的安全性、营养性、方便性等越来越重视，对其标准化的要求越来越高。这些要求不仅推动了食品工业的发展，也为食品工业提供了更多的发展空间。食品工业的发展，很大程度依赖于食品机械的发展，食品加工机械化程度也是衡量一个国家食品工业发展水平的重要标志。因此，食品机械的人才培养至关重要。

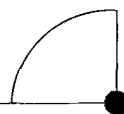
新版的《食品通用机械与设备》在原教材的基础上，参考了国内外相关的文献资料，把食品通用机械与设备的经典内容与近年来新技术应用相结合，使学生在学习过程中对高新技术在食品通用机械与设备中的应用有所了解。本书共分九章，分别对食品分选、原料清理与清洗、粉碎、搅拌与均质、蒸发浓缩、干燥、杀菌、速冻等机械与设备进行了介绍。本教材适用于高等院校食品机械、食品工程、农产品加工等专业的教学，也可供食品机械的科研、设计、制造人员，以及食品加工厂的工程技术人员参考。

在编写本书的过程中，参阅了有关专家和研究者的著作、论文与资料，引用了部分相关教材的内容，吸收了部分院校的教学成果，在此一并致谢。

本教材在内容选取、安排以及文字表述上难免会有不当之处，敬请读者提出宝贵意见，以便改正。

编者
2010年1月

目 录



1	概论	(1)
1.1	食品机械与设备的特点	(1)
1.2	食品机械对材料的要求	(2)
1.3	食品机械与设备的结构要求	(5)
2	食品分选机械与清洗机械	(9)
2.1	果蔬分选机械	(9)
2.2	摆动筛	(23)
2.3	食品清洗机械与设备	(31)
3	食品过滤与分离机械	(41)
3.1	加压过滤机	(42)
3.2	膜分离机械与设备	(53)
3.3	食品超临界萃取设备	(64)
4	食品粉碎与切割机械	(68)
4.1	豆制品粉碎机械	(70)
4.2	果蔬加工粉碎机械	(76)
4.3	食品切割机械	(84)
4.4	其他粉碎机械	(95)
5	混合与均质机械	(103)
5.1	搅拌的种类及其特性	(103)
5.2	搅拌机	(106)
5.3	调和机	(129)
5.4	混合机	(134)
5.5	均质机	(139)
6	蒸发浓缩设备	(152)
6.1	蒸发浓缩设备的分类和选择	(152)
6.2	常压蒸发设备	(154)



6.3	单效真空浓缩设备	(158)
6.4	液膜式蒸发浓缩设备	(161)
6.5	真空浓缩装置的辅助设备	(169)
6.6	真空浓缩锅的主要计算	(178)

7	食品干燥机械与设备	(180)
7.1	概述	(180)
7.2	喷雾干燥设备	(182)
7.3	滚筒干燥机	(205)
7.4	流化床干燥器	(211)
7.5	冷冻干燥机	(221)
7.6	电磁辐射食品干燥机	(229)
7.7	其他新型干燥技术与设备	(241)

8	食品杀菌设备	(244)
8.1	直接加热杀菌设备	(245)
8.2	板式换热器杀菌装置	(249)
8.3	管式杀菌机	(257)
8.4	刮板杀菌机与欧姆杀菌机	(261)
8.5	CIP 装置	(263)

9	食品速冻机械与设备	(275)
9.1	概述	(275)
9.2	冷冻机系统构成	(276)
9.3	制冷系统的主要设备	(279)
9.4	食品速冻设备	(295)

参考文献	(309)
-------------------	--------------

1

概 论

食品机械是指把食品原料加工成食品或半成品的专业机械。由于我国地域广大，食品加工的行业众多，既有谷物、油脂、面食等主食的加工行业，又有水产品、肉类、畜禽产品以及饮料、果蔬产品、烘焙、罐头、糖果等方便食品的加工行业。各个行业的加工工艺、风格要求等都不尽相同，因而食品机械的种类繁多。对于食品机械的分类，国内尚未指定统一的标准。按照机械的功能进行分类，可以分为食品分选机械、食品清洗机械、食品粉碎机械、混合及均质机械、蒸发浓缩设备、食品干燥机械、食品杀菌机械、食品冷冻设备等。另一种分类方法是按食品加工的产品进行分类，如把机械与设备分为罐头加工机械、豆制品加工机械、烘焙加工机械、酿造机械、饮料机械、肉制品加工机械、水产品加工机械、糖果加工机械、米面产品加工机械等。

随着食品加工工业的发展，食品机械与设备不断涌现新的产品。如超临界流体萃取设备使食品分离机械得到了发展，超微粉碎机械的发展丰富了食品粉碎机械的种类，提高了粉碎机械的技术水平。

1.1 食品机械与设备的特点

食品生产由于具有风味性、季节性、物料的特有性等特性，其生产具有独特的方式。为了满足食品生产的需要，食品通用机械应具有以下特点。

►单机的组合性。食品加工具有多样性，通常情况下，食品加工的生产线由可移动的单机组成，对于不同季节的食品产品加工，调换个别单机就可生产不同风味的食品。根据上述特点，食品机械生产线上的单机不需要固定的基础。

►防水防腐性。食品生产有其独特的方式，通常情况下，食品生产与水的接触多，机械与设备所承受的湿度大；常在高温或低温的环境下操作，机械与设备承受的温差大；工作时与食品的腐蚀性介质直接接触，设备清洗时与酸、碱、热水等介质也直接接触，因此，要求食品机械与设备具有好的防水防腐蚀性能。

►卫生的严格性。为了保证食品在生产过程的食用安全，对机械与设备中直接接触

食品原料的材料有较高的卫生要求和无毒性要求。对机械与设备要求能方便地进行清洗与消毒,对食品加工区域与非加工区域的密封有严格的要求,对机械的润滑要求也有别于其他机械与设备等。

►机械运行的可靠性。有些食品的加工具有很强的季节性,因此要求食品加工机械与设备在生产过程具有快速更换备件的性能,以满足食品生产的需要。

1.2 食品机械对材料的要求

食品机械在生产过程中,与水的接触较多,机械与设备所承受的湿度大;常在高温或低温的环境下操作,机械与设备承受的温差大;工作中与食品的腐蚀性介质直接接触,设备清洗时与酸、碱、热水等介质也直接接触等,因此,在选择食品机械与设备的用材,特别是与食品直接接触的材料时,除考虑一般机械设计所满足的如强度、刚度、耐震动等机械特性外,还要注意下列原则:

- ①用材中不应含有对人体健康有害的元素或与食品原料能发生反应的元素;
- ②有高的耐腐蚀性;
- ③易于清洗且能长期保持不变色;
- ④能在高温和低温中保持良好的机械性能。

1.2.1 不锈钢

不锈钢是指在空气中或在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(Fe)-铬(Cr)合金和铁(Fe)-铬(Cr)-镍(Ni)合金,另外,还可以添加其他合金元素,如锆、钛、锰、铌、钼、钨等。由于合金成分不同,耐腐蚀和耐高温的性能也有所不同,Fe-Cr是不锈钢最基本的成分,当钢中的铬含量(质量分数)超过12%时,就可以抵抗介质的腐蚀,但铬含量一般不超过28%。

我国国家标准对不锈钢的标识基本方法为:化学元素符号与含量数字相组合。标识中,不锈钢的铁元素与含量不标出,主要反映不锈钢防腐蚀性和质构性的元素与含量。例如,Cr18、Ni9分别表示不锈钢中的Cr和Ni的质量分数为18%和9%;碳(C)元素不标示,只标示代表其含量的特定数字,并且放在其他元素标识符序列的前面。例如,1Cr18Ni9Ti,第一个数字1表示C含量 $\leq 0.15\%$,Cr含量17%~19%,Ni含量8%~11%;0Cr18Ni9表示C含量 $\leq 0.08\%$ (为低碳含量),Cr、Ni含量分别为17%~19%和8%~11%;00Cr14NiMo2表示C含量 $\leq 0.03\%$ (为超低碳含量),Cr含量13%~15%,Mo含量1%~4%。

国际上,一些国家常采用三位序列号对不锈钢进行标识。例如,美国钢铁学会分别用200、300和400系列来标示不锈钢,如表1-1所示。

表 1-1 一些不锈钢的国内外标准标识对照

中国 GB	日本 JIS	美国 AISI/UNS
1Cr13	SUS410	410
0Cr18Ni9	SUS304	304
00Cr18Ni9	SUS304L*	304L*
0Cr17Ni12Mo2	SUS316	316
00Cr17Ni14Mo2	SUS316L	316L*

* L 表示超低碳不锈钢。

不锈钢具有耐腐蚀、不生锈、不变色和所附着食品容易去除以及良好的高、低温机械性能等优点，在食品机械中广泛应用于泵、阀、管、罐、锅、热交换器、真空容器等器具。不锈钢的耐腐蚀能力随其化学组成、加工状态、使用条件和环境介质类型而改变。一些型号的不锈钢一般情况下有良好的抗腐蚀能力，但条件改变就会生锈。例如，304 型和 316 型不锈钢是食品接触表面构件常用的不锈钢，304 型不锈钢可以满足一般的耐腐蚀要求，但耐盐（氯离子）性能差；316 型不锈钢因在化学成分中 Ni 含量较 304 高，其耐腐蚀能力就比 304 型好。

1.2.2 钢铁材料

普通碳钢和铸铁耐腐蚀性都不好，易生锈，不宜直接接触有腐蚀性的食品介质。但由于钢铁材料在耐磨、耐疲劳、耐冲击力等方面有独特的优越性，因此在食品机械与设备中大量应用，特别是在制粉、制面、膨化等机械中大量使用钢铁材料。碳钢材料在食品机械与设备中主要使用在承受载荷、承受干物料磨损的结构件。铸铁材料主要用在机座、压辊以及要求耐振动、耐磨损的结构件上；球墨铸铁则用于综合性能要求较高的结构件上。钢铁材料可以通过表面处理的方法提高其耐腐蚀性。

1.2.3 有色金属

食品机械中的有色金属材料主要是铝合金和铜合金等。

铝合金具有耐腐蚀性和良好的导热性能、低温性能、加工性能以及重量轻等优点。但有机酸等腐蚀性物质在一定条件下可以对铝及铝合金的腐蚀。食品机械中铝及铝合金的腐蚀，一方面影响机械的使用寿命，另一方面因腐蚀物进入食品而有害人们的身体健康。

纯铜又称紫铜，具有热导率高的特点，是良好的导热材料，常被用于制造换热器等。铜具有一定的耐腐蚀性，但铜对一些食品成分，如维生素 C 有直接的破坏作用；另外，铜与某些产品（如乳制品）直接接触会产生异味。所以，铜一般用于不直接接触

食品物料的机械与设备,如制冷系统中的换热器等。

1.2.4 非金属材料

在食品机械与设备中,除使用良好的金属材料之外,还广泛地使用非金属材料。

使用于食品机械与设备上的非金属材料主要是塑料。常用的塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚四氟乙烯塑料及含粉状和纤维填料的酚醛塑料、层压塑料(酚醛夹布胶木、酚醛夹玻璃纤维塑料)、环氧树脂、聚酰胺、各种规格的泡沫塑料、聚碳酸酯塑料、氯化聚醚有机玻璃等。此外,还使用各种天然和合成的橡胶。

与传统的结构材料相比,塑料具有一系列的优点:

- ①密度不大,平均为黑色金属或有色金属的 $1/5 \sim 1/8$ 。
- ②机械加工余量少,使生产成本降低。例如,用注塑塑料代替金属,工时可减少至 $1/5 \sim 1/6$,工序减少至 $1/5 \sim 1/10$,加工费用也减少至 $1/2 \sim 1/6$ 。
- ③化学稳定性高。
- ④有良好的抗摩擦特性。
- ⑤有良好的吸收噪音和隔音性能。
- ⑥有好的耐震性和抗附着特性,等等。

其缺点为:

- ①耐热性和导热性低。
- ②在液体环境中工作时,有老化和膨胀的趋势,等等。

塑料分为热固性塑料和热塑性塑料两大类。热固性塑料加热时,开始较软,然后便不可逆地过渡到硬状态,如氨基塑料、酚醛塑料等;热塑性塑料加热时非常软,而冷却时变硬,如聚乙烯、聚酰胺等。

按照塑料的物理化学特性可分为刚性、半刚性和软性塑料。刚性塑料是一种硬弹性塑料材料,弹性模量 $E > 1 \times 10^3 \text{ MPa}$,断裂时的相对伸长较少,在室温及高温条件下,当受到外部应力时能够保持原来的形状。半刚性塑料是一种结晶组织的硬弹性材料,弹性模量 $E > 4 \times 10^2 \text{ MPa}$,断裂时有较高的相对伸长和较长的残余伸长。软性塑料是一种软的弹性材料,弹性模量 $E < 20 \text{ MPa}$,断裂时相对伸长较大。

塑料材料在食品机械上有广泛的应用。例如,在输送机械上,使用在螺旋式和刮板式斜槽、吸力式和磁力式塔、风机罩、风筛式框架、料斗中等;食品加工机械、包装机械的套筒、圆盘、叶轮、漏斗、分瓶螺旋、星轮等零部件上也广泛地使用塑料。

对于不能使用润滑剂的饼干模子、轧面机轴衬、空心面压制机的型模以及用于高温或要求耐磨的零件,聚四氟乙烯塑料为理想的非金属材料。

在食品机械上选用塑料和聚合物材料,应根据食品介质卫生检疫的要求和国家卫生检疫机关的有关规定,允许使用的材料才能选用。一般地,凡直接与食品接触的聚合材料应该确保对人体绝对无毒无害,不能给食品带来不良的气味,不能影响食品的味感,不能在食品介质中溶化或膨胀,更不能和食品产生化学反应。因而,食品机械中不宜使用含水或含硬质单体的低分子聚合物,因为这类聚合物往往都有毒性。某些塑料在老化

或高温下工作时,能够分解为可溶性单体并扩散到食品内,使食品变质。

1.2.5 材料的耐蚀抗磨表面处理

食品通常为弱酸、中性或弱碱性,食品中的有机酸具有与强酸、强碱不同的腐蚀特性,在特殊的环境中具有独特的腐蚀作用。食品中的腐蚀性物质有醋酸、柠檬酸、苹果酸等低级脂肪酸,以及酒石酸、琥珀酸、乳酸、酪酸;食盐、无机盐类;部分食品添加剂;在制造过程中使用的腐蚀性物质。这些腐蚀性物质与食品加工机械零部件相接触时,会造成零部件材料腐蚀,并造成金属离子溶入食品中,可能会损害人体健康或破坏食品的风味。在腐蚀环境中,机械还会发生摩擦腐蚀。对于腐蚀的防护,通常可以对材料进行耐蚀抗磨的表面处理,即对金属或非金属的食品加工机械零部件进行喷涂和涂装以及电镀、刷镀等表面处理。喷涂主要指热喷涂,它将金属、塑料或陶瓷等粉末通过火焰,以半熔融状态被吸附到工件表面,形成了具有耐蚀、耐磨等特性的涂层。食品机械大量地采用不锈钢,成本较高,故应以一部分涂装材料代替。涂装是在金属表面用手工或简单器械涂上涂料,使之干燥硬化,形成连续的涂层将金属表面与外界隔绝,以达到防蚀、装饰的目的。电镀和刷镀在食品机械的应用相对较少,但有发展的趋势。电镀与刷镀在原理上相似,只是在工艺和应用对象上有区别,电镀以制造为主,刷镀一般用来修复工件。

食品机械对镀层有一定的要求,具体如下:

- ①镀层的材料不应有毒性,不得传给食品异味或影响食品的风味。
- ②为避免锈蚀和镀层的剥落,镀层不应具有多孔性。
- ③镀层应有较高的机械特性,并与基体牢固地结合。
- ④必须达到均匀的晶粒镀层和要求的镀层厚度。
- ⑤镀层应对食品介质、洗涤剂成分和大气的影晌具有较高的化学稳定性以及良好的装饰和保护特性。

1.3 食品机械与设备的结构要求

食品加工过程对食品卫生和食品安全的影响很大,世界各国都有严格的食品卫生和食品安全要求和法规,对食品机械与设备有一套标准,因此,在食品机械与设备的选型和设计中,均要注意和执行相应的卫生和安全标准。我国国家技术监督局于1997年发布了《食品机械安全卫生》国家标准(GB16798—1997),就加工材料、结构等与食品安全有关的细节提出了详细的规范原则。

1.3.1 机械结构的卫生与安全

根据食品加工和食品卫生安全法规的要求,食品机械与设备的结构要做到:

- ①机械与设备应设有安全卫生的装、卸料装置。

②机械及设备的结构、食品产品输送管道和连接部分不应出现易滞留物料的凹陷及死角。

③零件及螺栓、螺母等紧固件可靠固定，有防止松动的措施，不能因振动而脱落。

④外部零部件伸入产品区域处应设置可靠的密封，以免产品受到外界的污染。

⑤在与产品接触的表面上所粘结的橡胶件、塑料件，如需固定的密封垫圈、视镜胶框等，应连续粘结，保证在正常的清洗、加热、加压下不脱落。

⑥任何与食品产品接触的轴承都应为非润滑型。润滑型轴承如处于产品区域，轴承周围应具有可靠的密封装置以防止产品被污染。

⑦产品区域应与外界隔离，在某些情况下至少应加防护罩加以防护，以防异物落入和昆虫进入。对工作时使用的空气过滤装置应保证 $5\mu\text{m}$ 以上的尘埃不能通过。

1.3.2 食品产品接触面的表面质量及要求

与食品产品直接接触的机械及设备的表面质量，根据国家标准要达到下列要求。

①不锈钢板、管的表面粗糙度 R_a ：一般设备， R_a 不得大于 $1.6\mu\text{m}$ ；要求无菌操作的区域， R_a 不得大于 $0.8\mu\text{m}$ ；塑料制品、橡胶制品的 R_a 不得大于 $0.8\mu\text{m}$ 。

②表面应无凹坑、无疵点、无裂缝。

③表面所有连接处应平滑，装配后易于自动清洗。永久连接处不应间断焊接，焊口应平滑，焊缝不允许存在凹坑、针孔、碳化等缺陷，焊缝成形后必须经过喷砂、抛光或钝化处理，抛光可采用机械抛光或电化学抛光，其 R_a 不得大于 $3.2\mu\text{m}$ 。

④表面不得喷漆及采用有损产品卫生的涂镀等工艺方法进行处理。

⑤用于加热工作空气的表面应采用耐腐蚀金属材料或采用镀面的方式，不得使用油漆。如属于清洁部位，则应采用不锈钢制造。

⑥与产品直接接触的部分不得采用具有吸水性的衬垫。

⑦需要手工进行清洗的部位，结构上应保证操作者的手能够到达所需清洗的范围。设备等的底部向排水口方向应具有一定的斜度，以利于清洗液流干；排气管的水平段应向下倾斜不小于 25° ，使其上凝结的液体只能向外流出。

⑧采用不锈钢盘管加热的设备及装置，在未设自动清洗系统的情况下，其盘管设置应满足：盘管之间距离不小于 70 mm ；盘管与内壁之间的距离不小于 80 mm ；每排管之间的距离不小于 90 mm 。

⑨对焊接的要求。

①相焊接的材料中有一件厚度小于 5 mm 的，允许加嵌条焊接。

②下列情况下允许互搭焊接：对垂直方向倾斜角度在 $15^\circ\sim 45^\circ$ 的侧壁；可以进行机械清理的水平上部表面；互搭焊接的焊接材料单件厚度小于 0.4 mm 。

⑩工作空气接触表面上的焊缝应连续、严密，不能让未经过滤的空气透入，也不能形成卫生死角。

1.3.3 机械与设备结构的可洗净性

与食品产品直接接触的机械及设备的区域, 根据国家标准应达到以下要求:

①产品区域开启方便, 处于该区域不能实现自动清洗的零部件的拆卸和安装应简单、方便。

②处于产品区域的槽、角及圆角应便于清洗; 产品接触表面上任何不大于 135° 的内角, 应加工成圆角, 圆角半径一般不小于 6.5 mm。

③放置密封圈的槽和与产品接触的键槽, 其宽度不应小于深度, 在安装允许的情况下, 槽的宽度应大于 6.5 mm。

④不可拆卸的零部件应可以自动清洗; 允许不用拆卸进行清洗时, 其结构应易于清洗, 并可达到良好的洗净效果。

⑤处于产品区域的零部件, 在清洗后应易于检查。需要清洗的特殊部位, 必须容易拆开检查。附件或零件的安装, 应使操作人员易于看出其安装是否正确。

1.3.4 设备的可拆卸性要求

设备中需要拆卸的部分, 应能很容易地拆卸下来, 重新安装时应易于操作。因此, 在物料管道连接时推荐采用食品工业用不锈钢管与配件, 其各项技术要求要符合相应标准《食品工业用不锈钢螺纹接管器》(QB/T 2468—1999)、《食品工业用不锈钢对缝焊接管件》(QB/T 2004—1994) 和《食品工业用带垫圈不锈钢卡箍衬套》(QB/T 2005—1994) 的规定。

夹紧机构应采用蝶形螺母和单手柄操作的扣片等。

各类容器的盖和门应拆卸简便, 利于清洗。

1.3.5 设备的安装配置要求

生产设备及其零、部件的设计、加工、使用、安全卫生要求应符合《生产设备安全卫生设计总则》(GB 5083—1999) 的规定。

设备相对于地面、墙壁和其他设备的布置, 设备管道的配置和固定, 设备和排污系统的连接, 不应対卫生清洁工作的进行和检查形成障碍, 也不应对产品安全卫生构成威胁。

输送有别于产品的介质(如液压油、冷媒等)的管道支架的配置、连接的部位, 应避免因工作过程中偶发故障或泄漏而对产品形成污染, 也不应妨碍设备清洁卫生工作的进行。

设备或安装采用的绝热材料不应対大气和产品构成污染。严禁在任何表面或夹层内采用玻璃纤维和矿渣棉作为绝热材料。

1.3.6 操作安全对机械设备的要求

①机械设备的齿轮、皮带、链条、摩擦轮等外露运动部件应设置防护罩，使之在运行时人体任意部位难于接触。

②机械设备的液压系统、气动系统、电气系统应符合相应的国家标准规定。机械设备的电路、所选择的电动机、置于设备上的二次仪表及操作控制单元以及它们的接线和安装，应妥善考虑到具体工作环境所需的防水、防尘或防爆等方面的特定要求。

③具压力、高温内腔的设备应设置安全阀、泄压阀等超压泄放装置，必要时配置自动报警装置；各机械设备的安全操作参数，如额定压力、额定电压、最高加热温度等，应在铭牌上标出。

④设备上具有潜在危险因素的，对人身和设备安全可能构成威胁的人孔盖、贮罐上的罐盖、可能经常开启的转动部分的防护罩，应具有联锁装置。各种腔、室、罐、塔的人孔盖不可自动锁死。人孔直径至少为 450mm，或为 380mm×510mm 以上的椭圆形，人孔盖一般向外开。高度超过 2m 以上的立式或卧式贮罐，设在底部和侧部的人孔盖应向内开，设计成椭圆形，以便拆卸和安装。

⑤备有梯子和操作平台的设备，其台面及梯子踏板的材料和构造应具有防滑性能。与塔壁、罐壁平行的梯子，应设置等距踏条，踏条间距不得大于 350mm；踏条与塔壁、罐壁之间的距离不得小于 165mm。安装固定后，梯子前面与最近固定物之间距离不得小于 750mm。

⑥机械的外表面应光滑、无棱角、无尖刺。

⑦在正常运行（或空载运行）的情况下，设备的噪声不应超过 85dB。

⑧在工作过程中，当操作人员的手经常会与产品相接触时，启动和停车应采用非接触式手动操作，而应采用足踏或膝盖的开关。

⑨操作件结构形式应先进合理，经常使用的手轮、手柄的操纵力应均匀。

2

食品分选机械与清洗机械

食品原料多为农副产品，这些原料往往带有异杂物，另外农副产品亦存在着形状、尺寸大小等差异。为了提高食品的商品价值、加工利用率、加工质量和生产效率，往往在食品原料加工前进行分级和选别工作。食品分选机械的主要作用为：

- ①保证产品的规格和质量指标。
- ②降低加工过程中原料的损耗率，提高原料利用率，从而降低产品的成本。
- ③提高劳动生产率，改善工作环境。
- ④有利于生产的连续化和自动化。

2.1 果蔬分选机械

水果和蔬菜在采集和加工时，需要大量使用分选机械。其作用为：

- ①根据采集果蔬果实的大小、色泽、形状、成熟度、病虫害及外观损伤情况，按照国家规定的标准进行挑选、分级。
- ②为包装、贮运和销售的方便，对果蔬进行分级，使同类档次的品质一致。
- ③对果蔬进行食品加工时，需按工艺要求，对果蔬原料进行分级，以提高产品质量和成品率。
- ④有利于生产的连续化和机械化。

2.1.1 滚筒式分级机

滚筒式分级机的结构如图 2-1 所示。主要工作原理是：物料通过料斗流入到滚筒时，在其间滚转和移动，并在此过程中通过相应的孔流出，以达到分级目的。

滚筒式分级机的特点是：结构简单，分级效率高，工作平稳，不存在动力不平衡现象。但机器的占地面积大，筛面利用率低；由于筛筒调整困难，对原料的适应性差。

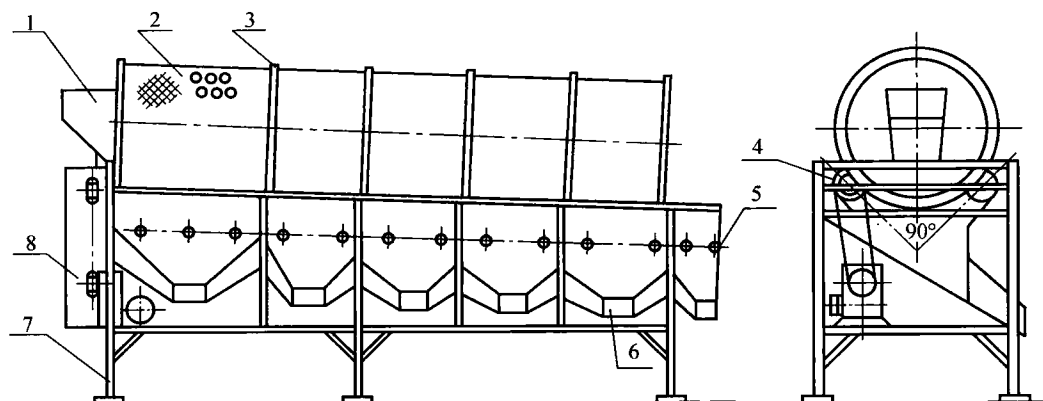


图 2-1 滚筒式分级机

1—进料斗；2—滚筒；3—滚圈；4—摩擦轮；5—铰链；6—收集料斗；7—机架；8—传动系统

2.1.1.1 滚筒式分级机的主要机构

1. 滚筒

它是一个带孔的转筒，转筒上按分级的需要而设计成几段（组）。各段孔径不同而同一段的孔径一样。进口端的孔径最小，出口端最大。每段之下有一漏斗装置。原料由进口端落下，随筒身的转动而前进，从各段相应的孔下落到漏斗中卸出。

滚筒通常用厚度为 1.5~2.0mm 的不锈钢板冲孔后卷成圆柱筛。根据制造工艺的需要，一般把滚筒先分几段制造，然后焊角钢连接以增强筒体的刚度。

2. 支承装置

它由滚圈 3、摩擦轮 4、机架 7 组成（参见图 2-1）。滚圈装在滚筒上（或利用滚筒的连接角钢），它将筒体的重量传递给摩擦轮。整个设备由机架支承，机架用角钢或槽钢焊接而成。

3. 收集料斗

收集料斗设在滚筒下面，料斗的数目与分级的数目相同。

4. 传动装置

目前广泛应用的传动方式是摩擦轮传动。摩擦轮装在一根长轴上，滚筒两边均有摩擦轮，并且互相对称，其夹角为 90° （图 2-1）。长轴一端（主动轴）有传动系统，另一端装有摩擦轮，主动轴从传动系统中得到动力后带动摩擦轮转动，摩擦轮紧贴滚圈，滚圈固接在转筒上，由摩擦轮与滚圈间产生的摩擦力驱动滚筒转动。图 2-2 所示为滚筒式分级机的传动装置简图。

5. 清筛装置

在操作时，原料应通过滚筒相应孔径的筛孔流出，才能达到分级的目的，但滚筒的孔往往被原料堵塞而影响分级效果。因此，需设置清筛装置，以保证原料按相应的孔径

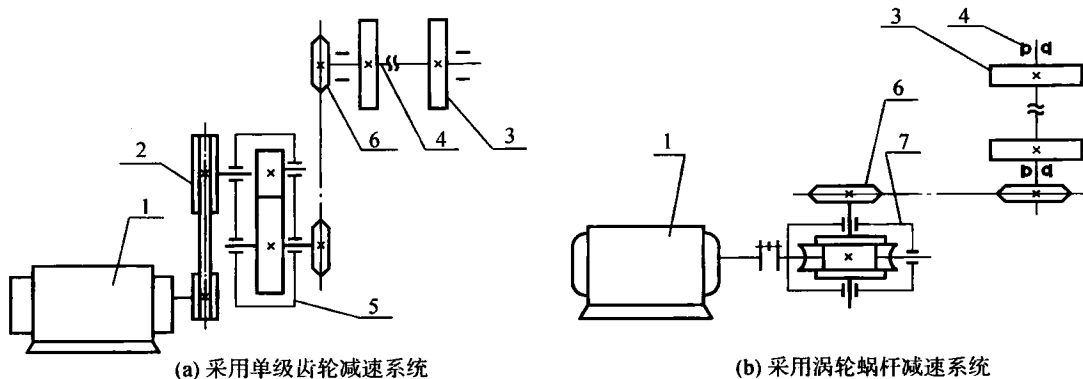


图 2-2 滚筒式分级机传动装置简图

1—电动机；2—带传动；3—摩擦轮；4—摩擦轮轴；
5—单级圆柱齿轮减速机；6—链传动；7—单级涡轮蜗杆减速机

流出。机械式清筛装置是在滚筒外壁安装木制滚轴，木制滚轴平行于滚筒的中心轴线，用弹簧使其压紧滚筒外壁。由于木滚轴的挤压，把堵塞在孔中的原料挤回滚筒中，见图 2-3。另外，也可以视原料的实际情况，采用水冲式或装置毛刷清筛。

2.1.1.2 滚筒式分级机主要参数的确定

滚筒式分级机的主要设计参数有：滚筒的倾斜角度、长度与直径之比值、筛孔的排列、转速等。

1. 生产能力计算

设生产能力为 G ，则

$$G = \frac{3600}{1000 \times 1000} Z \lambda m \quad (\text{t/h}) \quad (2-1)$$

式中 Z ——滚筒上孔眼总数，个。

λ ——1 s 内从筛孔掉下物料的系数。该系数与分级机型式和物料性质有关，一般为 1.0%~2.5%。长形物，如青豆类取上限；直径较小的圆形物，如蘑菇类取下限。

m ——物料平均质量，kg。

2. 滚筒直径 D 、长度 L 以及孔数 Z 的确定

在生产能力已知的情况下，通过式 (2-1) 求取的 Z 为滚筒上所需的孔数。但由于各级筛孔孔径不同而滚筒直径相同，所以这个总孔数不能平均分配在各个级中，而应根据工艺的要求分成不同直径的若干级别，再依级数设每级排数以确定同一级中每排筛孔数。若把滚筒展开成平面，则其关系为

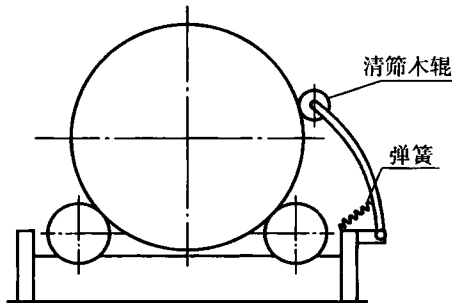


图 2-3 清筛装置示意图