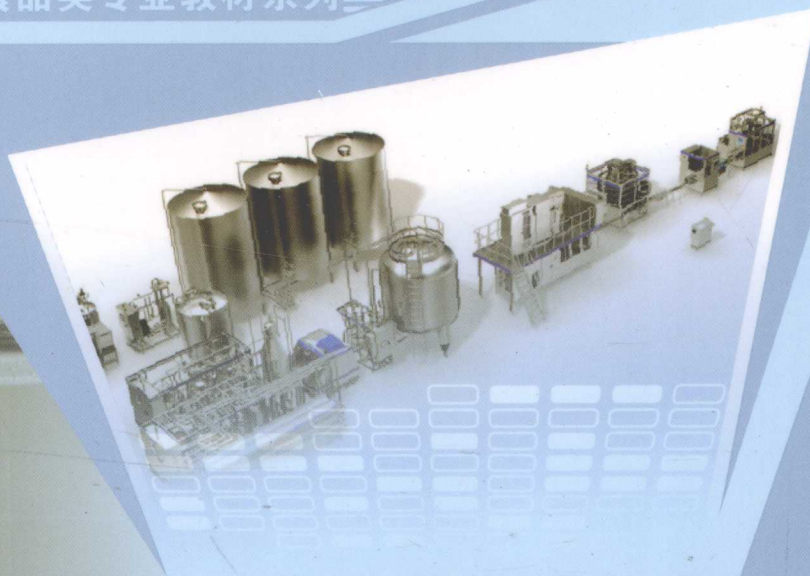




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专食品类专业教材系列



乳品机械与设备

主 编 侯建平
雒亚洲
武建新



科学出版社
www.sciencep.com



十一万 普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专食品类专业教材系列

乳品机械与设备

侯建平 雒亚洲 武建新 主编

杨军飞 周春田 管建慧 副主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是根据我国高等职业技术教育发展的需要和人才培养目标与规格要求而编写的,突出了综合职业能力和实践能力的培养,集中论述了制造乳品设备常用的材料及乳品工厂常用的管路和管件、流体输送机械、往复泵与高压泵和均质机、离心分离机和奶油制造机、收奶与贮奶设备和各种罐、加热杀菌设备、真空浓缩设备、喷雾干燥设备、无菌包装设备、膜分离装置、冰激凌、雪糕生产设备、干酪制造设备、清洗设备等。

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,可作为高职高专食品类专业教材,还可作为乳品生产企业、技术人员的参考及培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

乳品机械与设备/侯建平, 雒亚洲, 武建新主编. —北京: 科学出版社, 2010

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材·高职高专食品类专业教材系列)

ISBN 978-7-03-027356-7

I. ①乳… II. ①侯… ②雒… ③武… III. ①乳制品-食品加工-生产设备-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①TS252.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 076364 号

责任编辑: 沈力匀/责任校对: 王万红

责任印制: 吕春珉/封面设计: 李 亮

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2010 年 6 月第一次印刷 印张: 15 1/4

印数: 1—3 000 字数: 370 000

定价: 25.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话: 010-62134988 编辑部电话: 010-62135235 (VP04)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高职高专食品类专业教材系列
专家委员会

主 任

贡汉坤 江苏食品职业技术学院

副主任

逯家富 长春职业技术学院

毕 阳 甘肃农业大学

陈莎莎 中国轻工职业技能鉴定指导中心

委 员

侯建平 包头轻工职业技术学院

江建军 四川工商职业技术学院

王尔茂 广东食品药品职业学院

莫慧平 广东轻工职业技术学院

朱维军 河南农业职业技术学院

刘 冬 深圳职业技术学院

林 洪 中国海洋大学

于 雷 沈阳师范大学

徐忠传 常熟理工学院

郑桂富 安徽蚌埠学院

魏福华 江苏食品职业技术学院

陈历俊 北京三元食品股份有限公司

康健 山西杏花村汾酒集团有限公司

陆绮 香格里拉饭店管理集团

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专食品类专业教材系列

编写委员会

主 任

贡汉坤 王尔茂

副主任

江建军 逯家富 侯建平 莫慧平 陈莎莎

委员 (按姓氏笔画排列)

丁立孝	于 雷	万 萍	马兆瑞	王传荣	王林山	王俊山
贝慧玲	付三乔	刘 靖	刘长春	刘江汉	朱克永	朱维军
吴晓彤	李惠东	张邦建	杨天英	杨昌鹏	苏新国	陈月英
武建新	罗丽萍	姜旭德	祝战斌	胡继强	赵金海	赵晨霞
赵 晴	徐 静	徐兆伯	徐清华	黄卫萍	黄亚东	覃 文
廖湘萍	翟玮玮	蔡 健	魏福华			

《乳品机械与设备》 编写委员会

主 编	侯建平	锥亚洲	武建新		
副主编	杨军飞	周春田	管建慧		
主 审	任树棠				
参 编	王一农	田 茹	高润梅	王文磊	王菲菲
	侯 鲁	赵 鑫	赵洪双	姜国龙	徐 莹
	乌雪岩	刘利清	鲁永强	翟光超	沈 珺
	李景茹	刘成玉	刘瑞敏	韩永霞	卢尚工
	刘丽娜				

前 言

为认真贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中提出“加大课程建设与改革的力度,增强学生的职业能力”的要求,适应我国职业教育课程改革的趋势,我们根据食品行业各技术领域和职业岗位(群)的任职要求,以“工学结合”为切入点,以真实生产任务或(和)工作过程为导向,以相关职业资格标准基本工作要求为依据,重新构建了职业技术(技能)和职业素质基础知识培养两个课程系统。在不断总结近年来课程建设与改革经验的基础上,组织开发、编写了高等职业教育食品类专业教材系列,以满足各院校食品类专业建设和相关课程改革的需要,提高课程教学质量。

乳品是我国食品行业首要发展的食品。目前中国的乳制品生产与消费水平同世界发达国家相比,还处于起步阶段,人均乳及乳制品占有量远远低于世界平均水平。我国乳制品市场潜力巨大,乳业发展步伐还应加快。任何一种乳制品都是经过机械设备加工出来的。同时,先进的设备不仅与优质的乳制品有密不可分的关系,而且还能带来节能、降低劳动强度等一系列的效益。因此我们组织国内、外有关乳品加工企业及乳品设备生产企业的专家,根据我国现有的乳品工厂设备的情况及 21 世纪国际上乳品设备发展的方向,编写了本书。

本书主要介绍了乳品设备常用的材料与管路和管件、流体输送机械、往复泵与高压泵和均质机、离心分离机和奶油制造机、收奶与贮奶设备和各种罐、加热杀菌设备、真空浓缩设备、喷雾干燥设备、无菌包装设备、膜分离装置、冰激凌、雪糕生产设备、干酪制造设备、乳品设备的清洗共 13 章内容。

由侯建平、雒亚洲、武建新任主编并负责全书的统稿工作。杨军飞、周春田、管建慧任副主编并参加部分内容的统稿工作。

本书经教育部高职高专食品类专业教学指导委员会组织审定。在编写过程中,得到教育部高职高专食品类专业教学指导委员会、中国轻工职业技能鉴定指导中心的悉心指导及科学出版社的大力支持和包头轻工职业技术学院、呼和浩特职业技术学院的大力支持和热情帮助,谨此表示感谢。在编写过程中,参考了许多文献、资料,包括大量网上资料,难以一一鸣谢,在此一并感谢。

本书编写还得到了内蒙古蒙牛乳业(集团)公司技术副总经理刘卫星先生、工程师邱连军先生、内蒙古伊利集团公司、瑞典 Tetra Pak(利乐)公司的支持与帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中的错误和不足之处敬请读者批评指正。

目 录

前言

第1章 乳品设备常用的材料与管路和管件	1
第一节 乳品设备常用的材料	1
第二节 管路、管件与阀门	3
第2章 流体输送机械	10
第一节 流体输送机械的概述	10
第二节 离心泵	11
第三节 螺杆泵	16
第四节 齿轮泵	18
第3章 往复泵与高压泵和均质机	20
第一节 往复泵	20
第二节 三柱塞往复泵	23
第三节 高压均质机	26
第四节 高压均质机的操作及常见故障	31
第4章 离心分离机和奶油制造机	37
第一节 分离的原理	37
第二节 离心分离机	42
第三节 奶油制造机	48
第5章 收奶与贮奶设备和各种罐	53
第一节 收奶设备	53
第二节 贮奶设备	56
第三节 其他罐	58
第6章 加热杀菌设备	64
第一节 板式热交换器	64
第二节 管式热交换器	78
第三节 套管式超高温杀菌设备	81
第四节 板式热交换器与管式热交换器的比较	82
第7章 真空浓缩设备	87
第一节 蒸发的概述	87
第二节 蒸发器	90
第三节 蒸发器的辅助设备	91
第四节 WIEGAND 单效降膜式真空蒸发器	95
第五节 双效降膜蒸发器	96

第六节 三效降膜式蒸发器·····	101
第七节 关于降膜式蒸发器几个问题的探讨·····	103
第8章 喷雾干燥设备·····	108
第一节 喷雾干燥的概述·····	108
第二节 喷雾干燥系统·····	113
第三节 典型喷雾干燥设备·····	122
第四节 压力喷雾与离心喷雾·····	126
第五节 喷雾干燥设备中常出现的问题·····	128
第六节 喷雾干燥自动控制系统·····	129
第9章 无菌包装设备·····	133
第一节 包装材料·····	134
第二节 康美包无菌灌装机·····	138
第三节 利乐系列无菌灌装机·····	153
第四节 无菌袋灌装机·····	187
第10章 膜分离装置·····	205
第一节 膜分离的基本原理·····	205
第二节 膜分离装置·····	208
第11章 冰激凌、雪糕生产设备·····	213
第一节 冰激凌凝冻机·····	213
第二节 浇模设备·····	214
第三节 冷冻隧道(硬化室)·····	215
第12章 干酪制造设备·····	216
第一节 干酪槽·····	217
第二节 干酪模子·····	220
第三节 压滤槽·····	221
第四节 熔融锅·····	222
第13章 乳品设备的清洗·····	224
第一节 清洗的原理·····	224
第二节 清洗程序和就地清洗(CIP)·····	226
主要参考文献·····	231

第1章 乳品设备常用的材料与管路和管件



学习目标

本章介绍了乳品设备常用的材料——不锈钢、管路、管件、阀门等。通过学习应达到以下要求：

- (1) 掌握不锈钢的成分、定义及符号表示的意义。
- (2) 掌握不锈钢为什么生锈。
- (3) 掌握工厂中常见的管件、管路的连接和各种阀的特点。

第一节 乳品设备常用的材料

在食品加工过程中为了防止加工设备的材料对食品造成污染，必须选择一种特殊的材料。制造乳品加工设备最常用的材料是不锈钢。

一、不锈钢的定义和原理

不锈钢是不锈钢和耐酸钢的总称，是指耐大气、耐蒸汽和耐水、耐酸、耐碱、耐盐等化学侵蚀性介质的钢。

不锈钢不生锈的原理是不锈钢同空气接触时，在不锈钢表面会立即产生一层氧化铬保护层，该保护层保护材料不受大气或腐蚀性介质的腐蚀。不锈钢外观呈微灰色或银白色。不必经过镀色等表面处理，结构紧密，不易氧化生成氧化铁，故有不锈之称。通常在合金中主要以加入铬，有的还加入镍、钼、钛等元素，以提高抗腐蚀性能。常见的铬不锈钢其含铬量在12%以上，镍铬不锈钢含铬为18%、含镍为8%，镍铬不锈钢的抗腐蚀性能较铬不锈钢更好。

二、不锈钢的分类

不锈钢组织结构分类，可以分为马氏体不锈钢、铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢、双相不锈钢。

常用的不锈钢有 Cr12 型马氏体、Cr17 型铁素体、18-8 型奥氏体、1Cr18Ni9Ti、0Cr18Ni9 等。

三、不锈钢的表示方法

我国用化学符号来表示化学成分，用阿拉伯数字表示成分的含量。例如自动或手动蝶阀材质使用的是 304/316L 型的不锈钢。

马氏体不锈钢的代表钢号为 1Cr13 (410)、2Cr13 (420)、3Cr13、4Cr13 等。铁素体不锈钢的代表钢号为 1Cr17、1Cr17Ti 等。奥氏体不锈钢的代表钢号为 1Cr18Ni9Ti、0Cr18Ni9 (304) 等。以奥氏体不锈钢符号为例，不锈钢符号的第一位数字表示不锈钢中含碳量的千分数，0 代表含碳量为 0.1% 以下；1 代表含碳量为 0.1%~0.15%；2 代表含碳量为 0.16%~0.24%。第二位为铬的元素符号 Cr。第三位为金属铬的百分含量，例如 13 为含铬量是 12%~14%；18 为含铬量是 17%~19%。第四位为金属镍的元素符号 Ni。第五位为镍的百分含量，如 9 为 9%~11%。第六位为金属钛的元素符号。各国不锈钢标准各有不同，可参见表 1.1。

表 1.1 各国不锈钢标准对照表

中 国	日 本	美 国
1Cr18Ni9	SUS302	302
0Cr18Ni9	SUS304	304S30400
0Cr18Ni911	SUS304L	304LS30403
0Cr17Ni12Mo2	SUS316	316S31600
00Cr17Ni14Mo2	SUS316L	316LS31603
0Cr18Ni11Ti	SUS321	321S32100
0Cr17Ni14Mo2Ti	SUS316Ti	316Ti

四、常用不锈钢管化学成分

常用不锈钢管化学成分见表 1.2。

表 1.2 常用不锈钢管化学成分

钢 号		化 学 成 分								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	其他
中国不 锈钢材 料	1Cr18Ni9	0.04~0.1	≤1	≤2	≤0.35	≤0.03	8~11	18~20	—	—
	0Cr18Ni9Ti	≤0.08	≤1	≤2	≤0.35	≤0.03	8~11	17~19	—	Ti: 5XC%-0.8
	1Cr18Ni9Ti	≤0.08	≤1	≤2	≤0.35	≤0.03	8~11	17~19	—	Ti: 5XC%-0.7
	00Cr18Ni10	≤0.03	≤1	≤2	≤0.35	≤0.03	8~11	17~19	—	—
	00Cr18Ni12Mo2Ti	≤0.08	≤1	≤2	≤0.35	≤0.03	11~14	16~19	1.8~2.5	0.3~0.6
	00Cr17Ni14Mo2	≤0.03	≤1	≤2	≤0.35	≤0.03	12~16	16~18	1.8~2.5	—

续表

钢 号		化 学 成 分								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	其他
美国 不锈钢材料	WP304	0.08~0.15	0.75~0	2	0.04	0.03	8~11	18~20	—	—
	WP304L	0.035	0.75	2	0.04	0.03	8~13	18~20	—	—
	WP316	0.08	0.75~1	2	0.04	0.03	11~14	16~18	2~3	—
	WP316L	0.035	0.75~1	2	0.04	0.03	10~15	16~18	2~3	—
	WP321	0.08	0.75~1	2	0.04	0.03	9~13	17~20	—	Ti: 5XC%-0.6
日本 不锈钢材料	SUS304TP	≤0.08	≤1	≤2	≤0.04	≤0.03	8~11	18~20	—	—
	SUS304LTP	≤0.03	≤1	≤2	≤0.04	≤0.03	9~13	18~20	—	—
	SUS316TP	≤0.08	≤1	≤2	≤0.04	≤0.03	10~14	16~18	2~3	—
	SUS316LTP	≤0.03	≤1	≤2	≤0.04	≤0.03	12~16	16~18	2~3	—
	SUS321TP	≤0.08	≤1	≤2	≤0.04	≤0.03	9~13	17~19	—	Ti: >5XC%
	SUS321LTP	0.04~0.1	≤0.75	≤2	≤0.04	≤0.03	9~13	17~20	—	Ti: 4XC%-0.6

五、不锈钢的防腐

不锈钢不是绝对不生锈的,而是生锈量很少,生锈和腐蚀的过程较慢,甚至根本不易察觉。不锈钢在使用时应注意以下几点:

(1) 不锈钢在焊接时应使用惰性气体,其钝化作用必须百分之百的完善,否则,将使不锈钢在焊接区域失去“不锈”的特性。

(2) 安装不锈钢管道设备时应格外小心,清洗后应避免内部积存残液。

(3) 不锈钢在使用、清洗时不要使用含氯离子的溶液。

(4) 不锈钢虽具有较高的耐腐蚀性,但由于温度的升高、氧气的存在、酸度的增加,腐蚀会加剧。

(5) 不光滑的不锈钢表面也会加剧腐蚀,所以在使用时应注意防止划痕,保持不锈钢表面光洁。

第二节 管路、管件与阀门

管道系统是在各生产设备之间输入产品的通道(图1.1),是乳品工厂中不可缺少的部分。各种流体(物料、蒸汽、水分及气体)都需管路输送,设备与设备间的相互连接也依靠管路。管路对乳品厂如血管对人体生命一样,可见管道系统的重要性。它包括下列部分:

(1) 用于连接各个设备的直管、弯头、三通、变径接头和活接,如图1.2所示。

(2) 用于停止和控制流体流量的阀门。

(3) 特殊的管件,如视镜和仪表弯头等。

(4) 管道支承件。

(5) 堵塞管路的管帽、管塞等。

(6) 用于压力和流量调节的阀门。

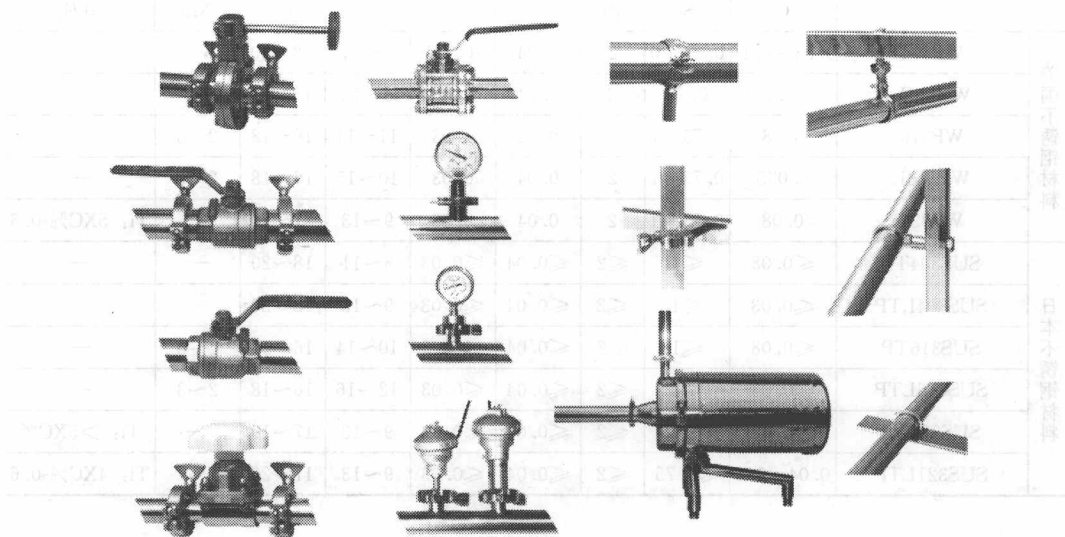


图 1.1 工厂中常见的管道系统

凡是与物料接触的管道系统都用不锈钢制成。管路中除管子以外,为满足工艺生产和安装检修的需要,管路中还有许多构件,如短管、弯头、三通、异径管、法兰、盲板、阀门等,通常称这些构件为管路附件,简称管件和阀门。它们是组成管路不可缺少的部分。有了管路附件,管路的安装和检修就方便得多,它们在管路中用以改换方向、变化口径、连通和分流以及调节和切换管路中的流体等。常见的三通管、变径接头和弯头如图 1.3 所示。

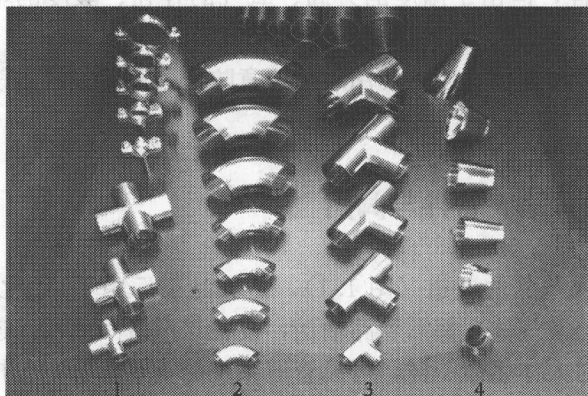


图 1.2 连接管

1. 四通; 2. 弯头; 3. 三通; 4. 异径管

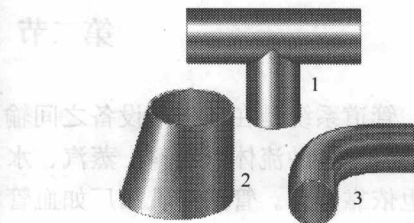


图 1.3 管路附件

1. 三通管; 2. 变径接头; 3. 弯头

一、管路连接

管路连接是指管子与管子的连接、管道与各种管件和阀门的连接，管道与设备的连接，乳品厂常用的管路连接如图 1.4 所示。连接的方法主要有螺纹连接、法兰连接和焊接等。

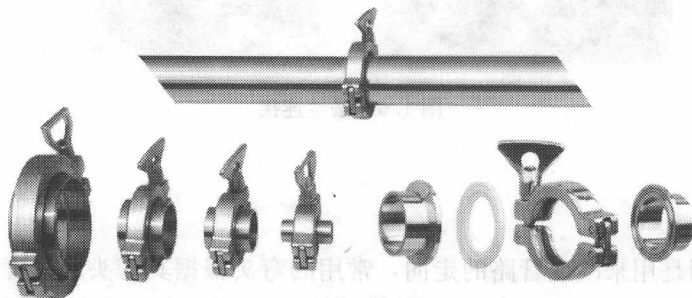


图 1.4 乳品厂中常见的管路连接

1. 螺纹连接（活接连接）

在需要拆卸的地方，管路以螺纹或是带密封圈的压紧装置进行连接，所有活接必须拧紧，以防止液体泄漏或空气被吸入系统里。螺纹装置包括一个外螺纹端、一个固定螺母和一个密封圈，如图 1.5 所示。

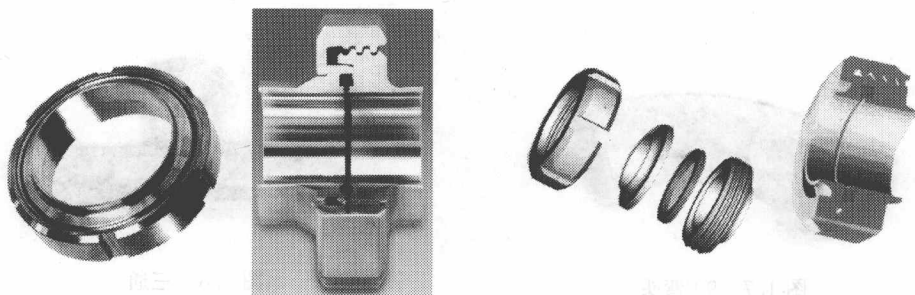


图 1.5 螺纹连接（活接连接）

2. 法兰连接

法兰连接是一种可拆式连接，如图 1.6 所示。它由法兰盘、垫片、螺栓和螺母等组成。法兰连接强度高，拆卸方便，适用于各种压力和温度下的各种介质输送的管路。

3. 焊接连接

焊接是永久性的连接方法，是一种不可拆的连接方式。焊接连接强度高，密封性好，但焊接的好坏将直接影响连接的强度和密封的质量，并直接给清洗检修工作带来不便。

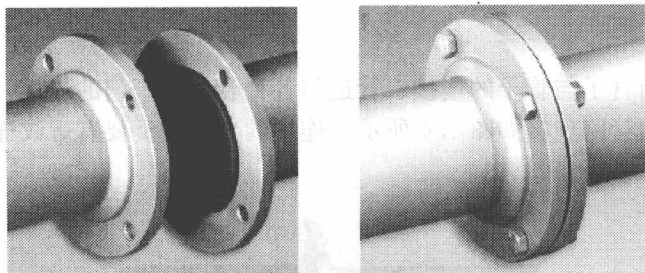


图 1.6 法兰连接

二、弯头

弯头的作用是用来改变管路的走向，常用的弯头根据其弯头的角度分成 45° 、 90° 、 180° 弯头。 180° 弯头又称 U 形管。弯头在管式热交换器中应用较多， 90° 弯头如图 1.7 所示。

三、三通管

三通管俗称三通，在管路中需要有旁路分流时，其接头处就需要安装三通。根据接入管的角度不同，有垂直直接接入的正接三通、异径三通。除常见的三通管件外，根据管路的工艺需要还有更多接口的管件，如四通、五通等。图 1.8 所示为等直径的正接三通管。

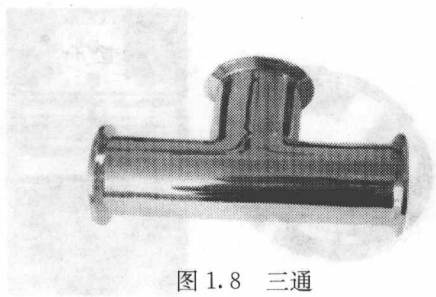
图 1.7 90° 弯头

图 1.8 三通

四、短接管和异径管

设备装配中，当管路短缺一段，或因检修需要在管路中需设置一小段可拆的短管时，经常采用短接管，它是一段直管。若需要将两个管径不相等的管子连接起来时，所用的管件称为异径管，俗称大小头。

五、乳品厂常见的阀门

在管路中，起着控制介质的流量、压力、流向或通断作用的装置称为阀门。乳品厂常见的阀门有以下几种。

1. 旋塞

旋塞具有结构简单, 外形尺寸小, 启闭迅速, 操作方便, 管路阻力损失小等特点。但旋塞不适用于控制流量, 不宜在压力较大或温度较高的场合使用。常见的还有三通旋塞。

2. 截止阀

截止阀一般用于蒸汽或给水管, 通过阀盘和阀座实现启闭。截止阀可通过调节阀盘与阀座间的距离, 改变流体的流速或截断流体通道。截止阀具有操作可靠, 容易密封, 容易调节流量和压力、耐高温等优点, 其缺点是阻力大。

3. 球阀

球阀是利用一个中间开孔的球体作阀芯, 靠旋转球体阀芯来进行启闭。球阀结构简单, 开关迅速, 操作方便。适用温度较低、压力较小、黏度较大的介质和要求开关迅速的小直径管道, 一般不适用于蒸汽、温度较高的介质, 也不宜作调节流量使用。图 1.9 所示为常见的球阀。



图 1.9 球阀

4. 止回阀

止回阀又称单向阀。它是一种根据阀前后介质的压力差而自动启闭的阀门, 其作用是使介质只能向一个方向流动, 阻止流体倒流。止回阀一般适用于清洁介质, 不宜用于含固体颗粒和黏度较大的介质。图 1.10 所示为常见的单向阀。

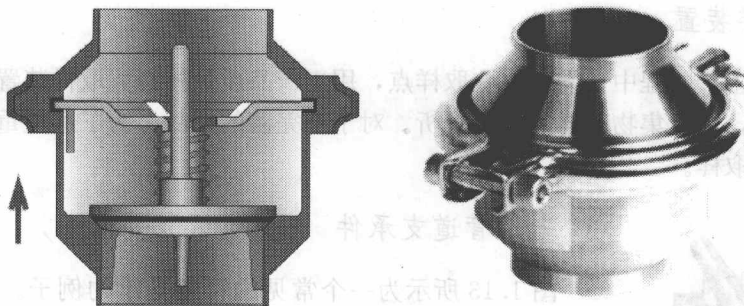


图 1.10 单向阀

5. 安全阀

安全阀是安装在设备或管道上, 根据介质的压力自动启闭的阀, 当系统工作压力超过安全阀调定值时, 安全阀能自动开启, 当系统工作压力恢复正常后, 安全阀又能自动关闭。作为保护装置, 安全阀不能经常处于动作状态。图 1.11 所示为常见的起安全作

用的减压阀。

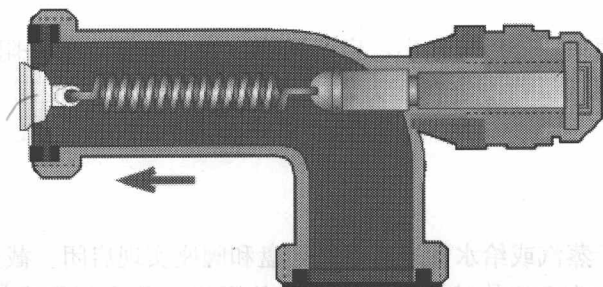


图 1.11 减压阀

6. 蝶阀

蝶阀阻力较小，在关闭位置蝶片压紧密封圈。蝶阀结构简单，外形尺寸小，通过阀的流体阻力小，对高黏度的产品有利，但密封性差。图 1.12 所示为手动蝶阀。



图 1.12 手动控制的蝶阀

六、取样装置

在乳制品生产过程中，需要一些取样点，用于产品质量控制。取样装置安装在一个特殊的连接点，以收集物料样品进行分析。对于杀完菌的产品，为了避免重新污染需用无菌取样阀来取样。

七、管道支承件

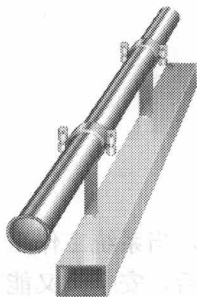


图 1.13 管道支承固定

图 1.13 所示为一个常见的管道支承的例子。使用管道支承时要注意以下几点：

(1) 通常管线在离地于 2~3m 处安装，所有部件必须便于移动和维修。

(2) 管路要有 (1:200)~(1:1000) 的坡度，以便物料自排。沿着管道的任何部位不应有可能积存的产品和清洗液的死角。

(3) 管路支承无须太紧，应略有一点松动。特别在输送温