



GAODENG XUEXIAO RUPIN GONGCHENG ZHUANYE JIAOCAI

• 高等学校乳品工程专业教材 •

乳品机械与设备

Dairy Industry Machinery and Equipment

冯 镇◎主编



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

高等学校乳品工程专业教材

乳品机械与设备

冯 镇 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

乳品机械与设备/冯镇主编. —北京: 中国
轻工业出版社, 2013. 9
高等学校乳品工程专业教材
ISBN 978 - 7 - 5019 - 9327 - 7

I. ①乳… II. ①冯… III. ①乳品加工设备 - 高等
学校 - 教材 IV. ①TS252.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 139875 号

责任编辑: 马 妍 苏 杨

策划编辑: 马 妍 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王超男 责任校对: 燕 杰 责任监印: 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: 北京京都六环印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2013 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 18.25

字 数: 365 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5019 - 9327 - 7 定价: 36.00 元

邮购电话: 010 - 65241695 传真: 65128352

发行电话: 010 - 85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

101093J1X101ZBW

本书编委会

- 主 编

冯 镇

东北农业大学
- 副 主 编

刘滨城

东北农业大学
- 参编人员

(按姓氏笔画排序)
- 于 鹏

光明乳业技术中心
- 张宏伟

东北农业大学
- 杜 明

哈尔滨工业大学
- 邵 红

教育部乳品科学与技术重点实验室
- 主 审

张兰威

哈尔滨工业大学

前 言

PREFACE

随着我国乳品工业的快速发展，我国的乳品加工企业对现代化乳品加工机械与设备的需求量越来越大。目前我国的大型乳品加工企业大多使用国外进口的乳品加工机械与设备。随着我国装备制造业的蓬勃发展，我国自行设计和生产的乳品加工机械与设备在行业中所占的份额也越来越大，但国产的乳品加工机械与设备与国外的同类产品相比，在技术性能方面还有一定的差距。

乳品机械与设备是乳品工程专业的主干课程，目前现有的关于乳品机械与设备的书籍，由于内容信息量较大和专业性过强而不适合乳品工程专业的本科生使用。所以，还没有一本能专门适用于乳品工程专业本科生和研究生教学用的乳品机械与设备的教材。鉴于以上原因，有必要编写一本能反映现代乳品机械与设备理论和应用的教材，以满足高等院校乳品工程专业以及相关专业师生、科学研究人员和企业技术人员的需要。

本教材由东北农业大学冯镇任主编，刘滨城任副主编，张宏伟、杜明、于鹏和邵红参与了本书的编写工作。具体编写分工为第一章和第十章由杜明编写；第二章、第三章、第四章和第五章由冯镇编写；第六章和第七章由刘滨城编写；第八章由邵红编写；第九章由于鹏编写；第十一章和第十二章由张宏伟编写。在本书的编写过程中，得到了陈曦、任丹和李娟娟等同学的大力支持。

本教材涉及的学科较多，内容范围较广，加之编者水平和能力有限，尽管作者在编写和统稿过程中尽了最大努力，但可能还会存在一些缺点和错误，恳请读者批评指正，以使本书在使用过程中得到不断完善和提高。

本书的出版还要感谢利乐公司的大力支持。

冯镇
2013 年 4 月

目 录

CONTENTS

第一章 乳品机械与设备材料及连接安装部件 1

 第一节 乳品机械与设备材料 1

 第二节 乳品机械与设备连接安装部件 6

 思考题 16

第二章 乳品输送机械与设备 17

 第一节 概述 17

 第二节 离心泵 21

 第三节 液环泵 25

 第四节 体积泵 26

 思考题 35

第三章 榨乳、收乳、运乳、贮乳及清洗机械与设备 36

 第一节 榨乳机械与设备 36

 第二节 牛乳的运输与接收设备 45

 第三节 牛乳的贮存设备 49

 第四节 乳品设备的清洗机械与设备 52

 思考题 58

第四章 乳分离和混合机械与设备 59

 第一节 离心分离机械与设备 59

 第二节 膜分离设备 68

 第三节 搅拌混合机械与设备 82

 第四节 均质机械设备 84

 第五节 胶体磨 89

 思考题 91

第五章 热交换机械与设备	92
第一节 板式热交换器	92
第二节 管式热交换设备	103
第三节 刮板式热交换器	108
第四节 其他热交换设备	110
第五节 与热交换器相关的计算	118
思考题	124
第六章 乳品浓缩机械与设备	125
第一节 概述	125
第二节 真空蒸发浓缩装置	126
第三节 真空蒸发浓缩附属设备	140
第四节 真空蒸发浓缩系统	146
思考题	157
第七章 乳品干燥机械与设备	158
第一节 滚筒干燥	158
第二节 流化床干燥设备	160
第三节 喷雾干燥设备	163
第四节 典型喷雾干燥系统	174
思考题	188
第八章 乳制品灌装及包装机械与设备	189
第一节 液态乳的灌装及包装设备	189
第二节 酸乳的灌装及包装设备	215
第三节 乳粉的包装设备	217
思考题	219
第九章 乳品生产线设计	220
第一节 工艺设计中的整体考虑	220
第二节 生产线中的主要单元设备	222
思考题	225
第十章 发酵乳制品生产机械与设备及生产线	226
第一节 干酪加工机械与设备及生产线	226
第二节 酸乳发酵用设备及生产线	240
思考题	243

第十一章	冷饮制品机械设备与生产线	244
第一节	配料机械与设备	244
第二节	冰淇淋凝冻机	247
第三节	冷饮成型设备	256
第四节	速冻隧道	260
第五节	冰淇淋生产线	263
思考题		264
第十二章	乳制品生产线	265
第一节	杀菌乳加工生产线	265
第二节	炼乳生产线	270
第三节	奶油和无水乳脂加工生产线	273
思考题		279
参考文献		280

第一章

乳品机械与设备材料及连接安装部件

要加工出高品质的乳制品，实现乳品加工业的现代化，提高乳业装备的机械化、标准化、自动化和卫生化程度，需要有质量优良的乳品机械设备的制造材料做支撑。目前，乳品工业加工机械与设备的材料主要为不锈钢材料、铝制材料、锡及锡合金、铜及铜合金和塑料等。在乳制品加工的生产线上，除了必要的单元加工设备，连接和安装部件也是必不可少的。本章主要介绍与乳品机械与设备制造相关的材料及乳品生产线中主要的连接和安装部件。

第一节 乳品机械与设备材料

一、 不锈钢材料

乳制品加工用的机械与设备主要由不锈钢制成。因不锈钢具有一定的韧性，良好的可焊接性，对乳品生产所接触的各类原辅料以及洗涤液具有良好的耐腐蚀性能，所以在乳品生产领域中被广泛应用于各种机械与设备、管件、连接件等加工设备的制造。

（一） 不锈钢的种类

不锈钢的种类很多，乳品工业中常用的有以下几种：

1. 0Cr13、1Cr13、2Cr13

0Cr13、1Cr13 和 2Cr13 具有一定的韧性，因此一般用作制造存放粉类的容器（如乳粉），此类不锈钢经常用于制造该类设备的衬里、外表以及一般的螺栓、螺母等。

2. 3Cr13、4Cr13

3Cr13 和 4Cr13 具有一定的硬度，但是可焊性极差，因此一般用于轴、阀门、弹簧等零件的制造。

3. 1Cr18Ni9、1Cr18Ni9Ti

1Cr18Ni9 和 1Cr18Ni9Ti 既具有一定的韧性，又有良好的可焊性，对乳品生产所接触的各类食品以及洗涤液具有良好的耐腐蚀性能，因此被广泛应用于乳品生产领域。

（二） 不锈钢材料及其质量要求

1. 不锈钢是制造乳品机械与设备的主要材料

制造乳制品加工机械与设备的材料最常用的就是不锈钢，与食品接触的表面部分必须使用不锈钢，因为只有不锈钢才能保证被加工食品的纯净度。除铁以外，不锈钢的主要成

分是镍和铬。使用合适牌号不锈钢经正确制造工艺和正确方法使用，食品的加工设备不会生锈。

2. 不锈钢的类别和常用钢种

不锈钢类别分五大系列：奥氏体不锈钢、铁素体不锈钢、双相不锈钢、马氏体不锈钢和沉淀硬化不锈钢。表 1-1 列出了我国常用不锈钢与各国不锈钢标准牌号。

表 1-1 我国常用不锈钢与各国不锈钢标准牌号对照表

类别	中国 ^a	日本 ^b	德国 ^d	美国		
	GB3280—1992	(JIS)	DIN	AISI/ASTM	UNS	SAE
奥氏体	0Cr18Ni9	SUS304	X5CrNi 18.9	304	S30400	30304
	0Cr17Ni12Mo2	SUS316	X5CrNiMo18.10	316	S31600	30316
	0Cr17Ni14Mo2	SUS316L ^c	X2CrNiMo18.10	316L	S31603	30316L
	1Cr18Ni9	SUS302	X12CrNi18.8	302	S30200	30302
铁素体	1Cr17	SUS430	X8Cr17	430	S43000	51430
马氏体	1Cr13	SUS410	X10Cr13	410	S41000	51410
	2Cr13	SUS420J1	X20Cr13	420	S42000	51420

注：^a所列材料各符号所代表的意义为：第一位数字代表金属材料中含碳百分数，即 0 代表含碳为 0.1% 以下；1 代表含碳 0.1% ~ 0.15%；2 代表含碳 0.16% ~ 0.24%。第二位为铬钢的元素符号 Cr。第三位为金属铬含量的百分数，如 13 为含铬 12% ~ 14%，18 为 17% ~ 19%。第四位为镍的元素符号。第五位为镍含量的百分数，如 9 为 9% ~ 11%；

^b日本牌号前：SUS—特殊用途不锈钢；

^cL 表示低碳；

^d德国钢号前 X 表示高合金钢；

GB：中国国家强制性国家标准；

JIS：Japanese Industrial Standards，日本工业标准；

DIN：Deutsches Institut für Normung e. V.，德国标准化协会；

AISI：the Acronym of American Iron and Steel Institute，美国钢铁学会标准；

ASTM：American Society for Testing Materials，美国材料与试验协会标准；

UNS：Unified Numbering System，统一编号；

SAE：Society of Automotive Engineers，美国机动车工程师学会。

3. 几种不锈钢的物理特性

常用的不锈钢种类有：奥氏体不锈钢 304 和 316、铁素体不锈钢 430 和 3Cr12/5Cr12、双相不锈钢 2205 及马氏体不锈钢 410 和 420。

(1) 奥氏体不锈钢 304、316、316L 和 302 属铬镍不锈钢，300 系列，热处理不淬硬；有较大的冷加工硬化，无磁性，但在冷加工后可以产生磁性，有极好的成型性和焊接性。

(2) 铁素体不锈钢 430 属铬不锈钢，300 系列，有轻微的冷加工硬化，有磁性，成型性和焊接性较奥氏体不锈钢差。

(3) 马氏体不锈钢 410 和 420 属铬不锈钢，400 系列，热处理可淬硬；有磁性，硬度高、强度大，韧性不如奥氏体不锈钢。

奥氏体不锈钢与碳钢相比具有下列特点：电阻率高，约为碳钢的 5 倍；随着温度升高，线膨胀系数的数值相应提高，约为碳钢的 1.4 倍；热导率低，约为碳钢的 1/3。由于奥氏体不锈钢具有这些特殊的物理性能，在焊接过程中会产生较大的焊接变形。特别与异种金属（碳钢、低合金钢）焊接时，由于两种材料的热导率、膨胀系数有很大差异，会产生较大焊接残余应力，因此焊接结合部位经常会产生裂缝。

（三）不锈钢在乳品工业中的应用

20 世纪 40 年代乳品加工业开始广泛使用含镍奥氏体不锈钢，但其应用历史却可追溯到 1913 年。通过改善牛乳生产效率、安全操作和处理工艺，乳品工业的机械设备中除了橡胶垫，所有和牛乳接触的部位全都是不锈钢的。由于不锈钢具有良好的耐腐蚀性能，使得不锈钢在乳品工业中大量应用，这不仅考虑到牛乳本身，而且也考虑到清洗用化学药品等因素。

（四）不锈钢的维护和使用

不锈钢在乳品厂中应用广泛，但不锈钢并不是在所有条件和环境下都保持“不锈”的特性，如果使用和维护不当，不锈钢同样会被腐蚀。在制造乳制品加工用设备时，选择适合的不锈钢并进行正确的设计可以防止设备被污染，保证乳制品的纯净度，使设备容易清洗，从而延长设备的使用寿命。乳品设备在设计上必须遵循的原则是表面干净平滑、圆形拐角和排尽水式结构（如图 1-1 所示）。

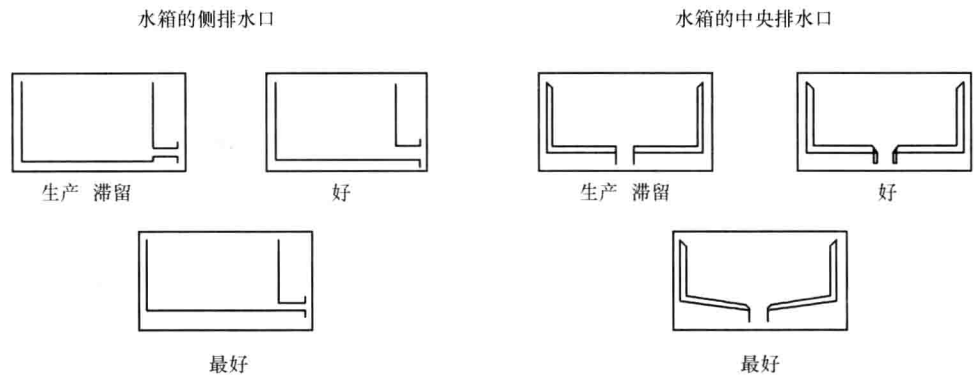


图 1-1 不锈钢容器的排尽水式结构

要避免设备存在滞流区，特别是在容器内外，水和化学溶液滞留于滞流坑中，会对不锈钢表面造成侵蚀。为了防止局部腐蚀，焊缝表面必须精整。焊缝的磨平抛光粒度至少达到 180 目。在正确选用不锈钢前，必须了解不锈钢的耐腐蚀性。不锈钢腐蚀的类型主要是点蚀、缝隙腐蚀、应力腐蚀断裂、晶间腐蚀、腐蚀疲劳裂纹、电化学作用。最常见的是点蚀和缝隙腐蚀（如图 1-2 和图 1-3 所示）。影响腐蚀的因素主要为化学物质，如氯化物对不锈钢有较强的腐蚀作用，在拉应力的作用下发生断裂，随着温度的升高、氧的存在、pH 的下降，这种腐蚀会更加严重。不光滑的表面也会加剧腐蚀（图 1-4）。晶间腐蚀是敏化不锈钢焊缝的热影响区（650℃）有碳化铬沉淀（图 1-5），形成回火色，从而发生晶间腐蚀，防止腐蚀的办法是使用低碳不锈钢进行热处理或抛光处理。

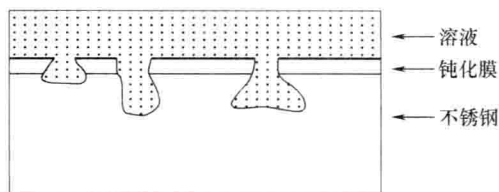


图 1-2 不锈钢的点蚀

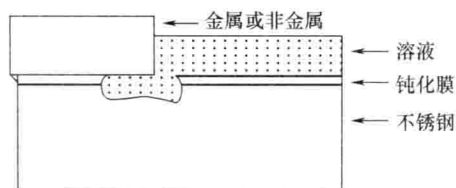


图 1-3 不锈钢的缝隙腐蚀

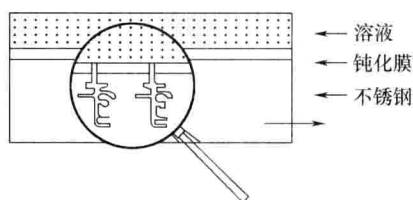


图 1-4 不锈钢腐蚀加剧的现象

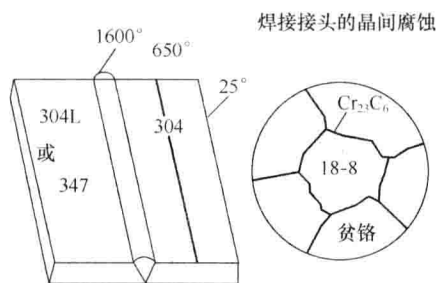


图 1-5 不锈钢的晶间腐蚀

1. 不锈钢设备腐蚀的方式

(1) 局部腐蚀 局部腐蚀主要发生在焊接部位，在焊接时金属被加热氧化而导致局部腐蚀，这是由不同物质电化特性不同而造成的。当进行较长时间的高温焊接时，焊缝四周可能发生缝隙腐蚀。焊缝区焊接材料的抗锈能力低于本体材料，特别是在氯离子的作用下，这部分材料将被分解腐蚀。

(2) 点蚀 不锈钢表面点蚀一般是由硬质金属或其他坚硬物擦伤所造成，焊接中的点蚀是由焊接过程中的焊渣或氧化物所造成。同样，在这种条件下，特别是在高温熔化条件下，氯化物具有较大的破坏作用即腐蚀作用。在管子试压时，若含有氯的水没有排放干净，同样会造成点蚀。在含盐量较高的环境中，不锈钢也易被点蚀。

(3) 应力变形腐蚀 在严重的腐蚀环境下，应力变形腐蚀可以在钢材制作、焊接和带负荷运行时发生，高温含氯溶液是最普遍和最严重的腐蚀环境。

2. 不锈钢腐蚀的类型

(1) 腐蚀疲劳裂纹是焊接质量不好的焊缝与热水接触从缝隙处产生的腐蚀疲劳。

(2) 电化学腐蚀是碳钢与不锈钢接触产生电化学腐蚀，这是一种电池效应，碳钢形成了阳极，不锈钢形成了阴极，电解液则是表面滞留的水或酸性液体。防止方法是避免电极电位相距较远的两种金属焊接或铆接；防止铁对不锈钢的嵌入，如机械性嵌入和焊接飞溅。

(3) 微生物腐蚀所涉及的细菌有硫酸还原细菌，如脱硫弧菌属；铁氧化细菌，如盖氏铁柄杆菌属；形成黏液的菌，如假单胞菌属；硫氧化细菌，如疏芽孢杆菌属。它们在不锈表面形成了生物膜。防止腐蚀方法是进行清理和表面钝化处理。

因此，制造乳品工业设备应选择耐点蚀和缝隙腐蚀由弱至强的材料，它们依次为 304、

316 和 316L。在制造和使用中,应避免划痕、焊接引弧痕、焊接飞溅和焊剂残留;使用气体保护焊;机械加工粗糙表面、焊接区域都应通过酸洗、抛光和喷丸处理。

3. 影响不锈钢使用寿命的因素

(1) 不锈钢焊接过程 不锈钢在焊接时使用惰性气体,其钝化作用必须百分之百完善,否则,将使不锈钢在焊接区域失去“不锈”特性。

(2) 不锈钢管道安装过程 乳品厂中不锈钢管道安装正确与否是十分重要的,在管道清洗完毕后应避免在管道中存液。

(3) 不锈钢管道的使用过程

①清洗:不可用未添加阻化剂的盐酸进行清洗。如需酸洗,则采用稀硝酸或磷酸较好。

②杀菌:不锈钢的表面,如果接触氯化钙、氯化钠或次氯酸及其盐类,必须彻底冲洗干净方能进行加热杀菌。如在不锈钢的表面使用任何次氯酸盐溶液杀菌,其 pH 最好控制在 9 以上,如次氯酸盐和高锰酸钾混合,将加强对不锈钢的腐蚀作用。

③冷却:如使用氯化钠或氯化钙等冷盐水,当 pH 低于 8.5 时,不宜与不锈钢接触。

4. 不锈钢产生腐蚀的原因

乳品车间的不锈钢设备,由于以下原因会产生腐蚀现象而影响使用寿命。

(1) 使用钢丝刷或硬质金属钢丝绒等摩擦,致使不锈钢表面受伤,光洁度下降。

(2) 硬水中的固形物沉积在金属表面,形成结石,再用机械方法铲刮而使表面受伤。

(3) 不正确地使用化学试剂除垢、洗涤,或用化学杀菌剂杀菌。

(4) 与盐水或其他金属长期接触,并暴露于较湿的环境中。

二、铝和铝合金材料

(一) 用途

铝的耐腐蚀性较强。正常的牛乳对铝一般没有腐蚀性,但如果牛乳温度高达 90℃ 以上或者乳的酸度较高,对铝的腐蚀性就会增加。铝合金具有质地坚硬、耐腐蚀的优点,从而弥补了铝质地较软的缺点。由于铝和铝合金具有质轻、不易被乳腐蚀的优点,许多乳制品机械与设备金属器具尤其是乳桶等常用铝及铝合金制作,纯铝容器也可用于贮存浓硝酸。

(二) 维护和清洗

铝和铝合金能和铜、锡、铁等金属在溶液中产生原电池的作用。其中,铝离子会溶解于溶液中而逐渐被腐蚀。高酸度的牛乳,甚至弱酸、弱碱等 (pH 小于 8 或大于 4) 均可对铝产生腐蚀作用。食盐、氯化钙及其他含氯溶液同样对铝有着腐蚀作用。因此,铝不宜用于以氯化钠、氯化钙等溶液作冷媒的冷却器。铝和具有氧化性的酸溶液 (如硝酸、磷酸) 等作用生成氧化膜,可以有效防止腐蚀。因此,清洗时最好使用硝酸或磷酸。若在清洗时,使用盐酸或氢氧化钠溶液,或是使用钢丝绒擦刷,会使氧化膜脱落而导致腐蚀,最好在碱液中添加 10% 的偏硅酸钠,而不要单独使用氢氧化钠或盐酸,更不能用钢丝绒擦洗。凡是铝制的容器或设备,不要长时间浸泡于洗涤剂溶液或洗涤水中,洗涤完毕后必须将水放净。

三、其他材料

(一) 锡及锡合金

锡的耐腐蚀性较强,对于氧、二氧化碳及有机酸,几乎不会被腐蚀,遇低浓度的无机酸及碱,会被缓慢腐蚀。若在碱液中加入硫酸钠溶液,则可减弱这种腐蚀作用,若遇无机强酸,特别是在高温下,则容易被溶解和腐蚀,现代乳品厂基本已不用锡和锡合金。在我国个别地区的乳品厂还使用铁、铜镀锡的乳桶,但不能用含铅的锡,而且镀层要非常均匀致密。镀锡的最大缺点是长时间使用,镀层会逐渐脱落。若镀层是由锡合金制成,如锡和铝、锡和镍、锡和铬等,则其硬度、光洁度和抗腐蚀性将大大超过任何一种单一金属制成的镀层。

(二) 铜及铜合金

铜在有空气、氧存在下,溶解于牛乳中的量最高,尤其是当铜设备已经生锈时,溶解速度更快,铜溶解于牛乳的速度在 $63 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 时最快。杀菌乳较生乳对于铜的腐蚀速度要快。当牛乳的酸度升高时,铜的溶解速度并不显著升高,而 pH 降到 3.3 的牛乳反而降低了对铜的腐蚀。但是乳与乳制品不宜长期与铜接触,不但造成腐蚀,也会引起乳品的变质。铜也不宜直接接触用于冷却用的氨,因为氨对铜及铜合金有着较强的腐蚀作用。

(三) 塑料乳品器具

随着塑料工业的不断发展,乳品厂使用塑料器具越来越多,塑料虽耐酸和碱,但对于热和油脂的接触,会变性发硬、溶解以致污染食品。

目前国内乳品厂使用塑料乳桶的日渐增多,但在使用时应注意以下几点:

- (1) 塑料器具在清洗消毒时不易洁净,不利于杀菌。
- (2) 塑料的传热系数较金属差,受高温后极易变性脆裂,不宜升温杀菌。
- (3) 一般塑料器具虽然用食品专用塑料(如聚乙烯)制成,但是往往有塑料特有的气味,会严重影响乳制品的香味。
- (4) 采用塑料乳桶或容器,在洗涤和消毒方面,应采取如下措施:

- ① 当发现塑料老化,桶内伤痕较多时,即行调换。
- ② 生熟乳桶应有明显标志,以便专用。
- ③ 要经常对塑料桶进行洗涤和杀菌,要达到国家有关规定标准。

塑料桶的清洗与杀菌的工艺为:温水洗刷→2% 碳酸钠或 3% 碳酸氢钠溶液洗涤→一次性清水洗涤→ $300 \sim 400\text{mg/kg}$ 漂白水消毒(时间大于 1min)→蒸汽喷射升温至 $60 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 除氯→放置冷却后再加盖备用。

第二节 乳品机械与设备连接安装部件

一、不锈钢管

在乳品生产线上经常使用 304 和 316 材料制成的壁厚为 $1.2 \sim 2.0\text{mm}$ 的圆管作为输送管道。在高温和强酸强碱部分使用 304 或 316 材料可以防止腐蚀。为美观,不锈钢管的外壁可以进行抛光,但目前多不提倡外壁抛光,外壁抛光不利于视觉保护,某些用于换热等特殊用途的不锈钢管可以外酸洗,即外表面不抛光。为保证乳制品的安全和卫生,在高温

条件下不结垢的不锈钢管需要进行内壁抛光。物料管的焊接应使用氩弧焊，管内通有氩气或 90% 氮气加 10% 氢气进行双面一次成形焊接，以保证管内壁焊缝的光滑。

二、 管件

在乳品加工生产线中的管件主要包括弯头、三通、活结、变径和管夹等（图 1-6）。根据不同需要可选择 304、316 或 316L 材质，选用时应注意它们的规格与管子保持一致。

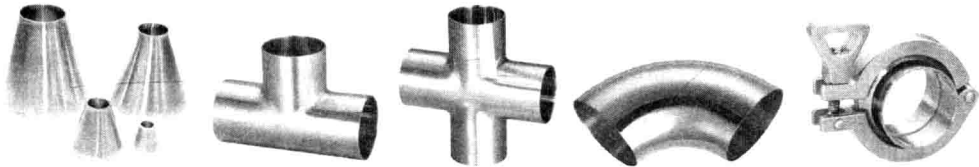


图 1-6 变径、三通、四通、弯头和活结

永久性联接的方法是焊接，如图 1-7 所示。在需要拆卸的地方，管线以螺纹或是带密封圈的压紧装置进行联接，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 1-8 所示。不影响其他管网工作，该装置可以拆卸。所以这种联接用于加工设备、仪器装置等的联接。当清洗、维修或是更换时，这些设备需要拆卸。

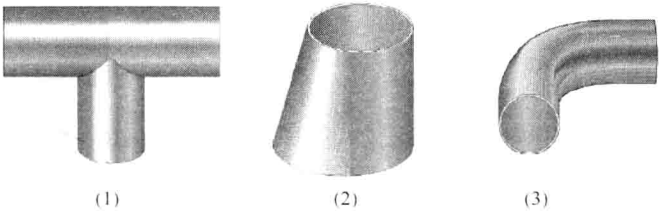


图 1-7 永久性联接安装的几个例子
(1) 三通 (2) 变径接头 (3) 弯头

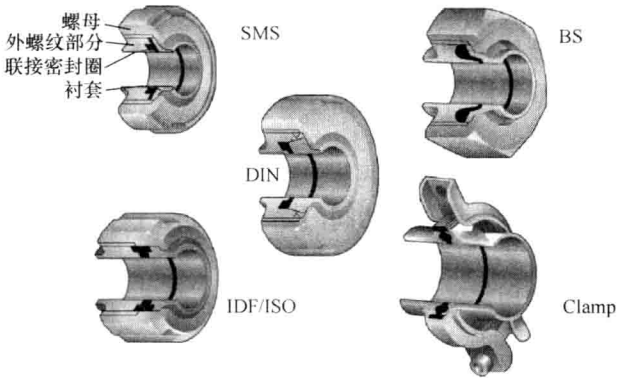


图 1-8 不同标准的乳品联接装置
注：IDF—国际乳品联合会，ISO—国际标准化组织。

不同国家有不同的标准活结，这些可在国际上通用，SMS（瑞典乳业标准），DN（德国），BS（英国），IDF/ISO 和 ISO 卡圈（广泛使用在美国）。弯头、三通和类似安装管件可用于焊接和带焊接的活结，在后一种情况下，安装管件可用螺母、丝扣或者卡圈。所有活结必须拧紧以防止液体的泄漏或空气的吸入。管道组件中有一些特殊的安装管件，如观察镜装在产品需直观检查的管线上，联接仪器的弯头用在安装温度计（表）等仪器的联接口，感应器要直接与流体接触，使读数尽可能精确，联接孔件也可用做抽样塞，在安装仪表联接期间也可以直接安装焊接的特种管件在管线上。

在乳品生产线中取样装置需要安装在一个特殊联接点，以收集产品样品进行分析（如测定牛乳的脂肪含量或发酵产品的 pH），用于质量控制。如图 1-9 所示。卫生质量检验取样方法必须能防止所有管道外来的污染，因此需使用取样杆，这种插杆的底部有一个橡皮塞，取样时拿下塞子，并对可能污染样品的所有部件进行灭菌，把取样注射器的针头插入并透过橡皮塞进入产品中，然后将产品吸入注射器中，如图 1-10 所示。对于无菌产品，为了避免污染需用无菌取样杆来取样。

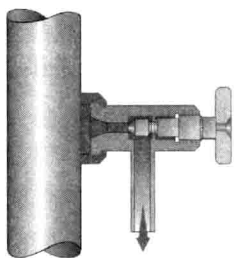


图 1-9 取样杆

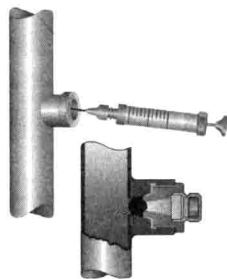


图 1-10 无菌取样杆

三、 阀门

乳品生产线中需使用大量的阀门来控制产品进出设备及产品在管路中的流速和方向。乳品工业中的阀门要求具有密封可靠、开关灵活、内表面光滑、无死角、易清洗、密封垫符合耐温要求、操作可靠、易维护、能适应 CIP 操作及保持低的维护成本等特点。在管道系统中有许多环节必须使液体停顿或者转向流到另一管线中，这些功能都是靠阀门来实现的。手动或液压控制座阀或蝶阀都可进行这样的操作。

（一）蝶阀

蝶阀开关快速便捷，有一定的粗略调节作用（但不能用于比较精确的调节），卫生性较好，是乳品生产线工艺管道上最常见的阀门之一（如图 1-11 所示）。安装时需阀柄与阀板同向，垂直管道方向为关，与管道同向为开。多个蝶阀密集安装构成阀组时，必须注意各阀门手柄活动空间不要相互干涉。蝶阀是一个截止阀，为实现一个转向功能必须使用两个阀。蝶阀经常用在敏感产品上，如酸乳和其他发酵乳制品，通过阀的流体阻力非常小，产生很小的压降，不会引起湍流现象，有利于高黏度产品的加工，同时它也可作直通阀安装在直通管上。通常阀由相同两部分组成，密封垫被夹紧在两半之间，流线型蝶片安装在阀的中心，蝶片由套筒支撑，以防止卡住阀体。在开启位置，阀的阻力很小，在关闭

位置，蝶片依靠紧压密封垫密封。

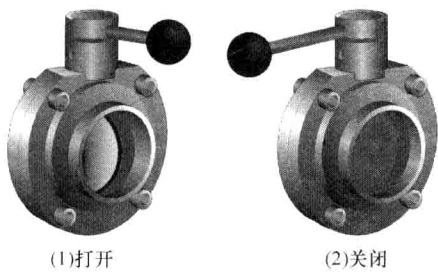


图 1 - 11 蝶阀的打开位置和关闭位置

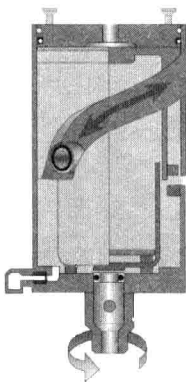


图 1 - 12 蝶阀的空气驱动装置



图 1 - 13 液压操作的“三明治”式蝶阀

蝶阀安装有一个手柄，通常有开启和关闭两个位置。蝶阀不适宜做控制阀，但依靠有位置刻度的特殊手柄可以用作近似控制。空气执行器可以用于蝶阀的自动控制（如图 1 - 12）。其作用是：弹簧关闭/空气打开（常闭，NC）、空气关闭/弹簧打开（常开，NO）和空气开启及关闭（A/A）。蝶片容易关闭直至接触密封圈，然后它需用更大的力量去压缩橡胶。通常在开始受力于执行器的弹簧压力较大，这时需要压力，当需要压力较大时，弹簧压力较小。因此，在设计时，以适当的时间提供正确的压力是使用执行器的优点。还有一种蝶阀称“三明治”阀（如图 1 - 13 所示），与上面所叙述的蝶阀为同一类型，但两片法兰焊接在管道上，它的作用和普通蝶阀相同，生产时，两片法兰之间用螺丝夹紧，维修时螺丝旋松，阀体很容易拉出，使维修更方便。

（二）座阀

座阀的阀体在阀杆的尾部有一个关闭塞的座，阀塞靠阀杆抬起和落下产生运动，阀杆靠摇柄或气动缸控制（如图 1 - 14 所示）。座阀也被用作转向功能，这种阀有 3 ~ 5 个通道，当阀塞落下时，液体从进口流向出口。当阀塞抬到上部位置时，液体直接流向出口。这种阀通道最多有 5 个，数量由工艺需要来确定（如图 1 - 15 所示）。座阀有若干种不同的制动装置。例如，阀门可用压缩空气打开并用弹簧来关闭，也可以完全用压缩空气来打开和关闭。