



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

食品工艺 下册

(食品生物工艺专业)

主编 贡汉坤



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

食品工艺（下册）

（食品生物工艺专业）

主 编	贡汉坤
副 主 编	罗丽萍
责任主审	杨铭铎
审 稿	杨铭铎 孙婷

高等教育出版社

内容提要

本书是根据教育部 2001 年颁布的“中等职业学校食品生物工艺专业课程设置”中主干课程《食品工艺教学基本要求》，并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的中等职业教育国家规划教材。

本书分上、下册共 8 章，内容包括饮料制造工艺、焙烤食品生产工艺、方便与休闲食品工艺、糖果与巧克力制品生产工艺。系统介绍了各类产品对原辅材料的要求，原材料的化学组成及其加工特性，各种典型产品的生产工艺原理及发展趋势等。

本书可作为中等职业学校食品生物工艺专业教材，也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

食品工艺. 下/贡汉坤主编.—北京:高等教育出版社,2002.12(2005 重印)
中等职业教育国家规划教材
ISBN 7-04-011728-2

I. 食... II. 贡... III. 食品工艺学-专业学校-教材 IV. TS201.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 099192 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京未来科学技术研究所
有限责任公司印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 15.75
字 数 380 000

版 次 2002 年 12 月第 1 版
印 次 2005 年 3 月第 2 次印刷
定 价 19.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 11728-00

中等职业教育国家规划教材 出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1 号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从 2001 年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

按照“面向 21 世纪职业教育课程改革和教材建设规划”实施方案的要求,以 2001 年教育部职成教司组织专家审定通过的食品生物工艺专业课程设置和“食品工艺教学基本要求”为依据,我们组织全国各有关学校的富有长期教学经验的老师编写了《食品工艺(上、下册)》。本书是“面向 21 世纪中等职业教育国家规划教材”,主要用作全国各类职业学校食品生物工艺类专业的教材,也可作为食品科技工作者的参考资料。

本书上册由四川工商职业技术学院副教授江建军任主编,北京农业学校高级讲师赵晨霞任副主编。上册编写分工如下:绪论和第一章第一、第三节由江建军编写,并负责上册的统稿工作;第一章第二节、第二章第一节由四川工商职业技术学院李剑编写;第二章第二、第三、第四、第五、第六、第七节由江苏省食品学校王蕊编写;第三章第一、第二节由赵晨霞编写;第三章第三节由长春职业技术学院王革编写;第三章第四、第五节由江苏省食品学校惠更平编写;第四章由内蒙古轻工业学校武建新编写。下册由江苏省食品学校高级讲师、高级工程师贡汉坤任主编,大连轻工业学校高级讲师罗丽萍任副主编。下册编写分工如下:第五章第一、二、三节由罗丽萍编写;第五章第四、五、六节由大连轻工业学校邓惠玲编写;第五章第七节由湖北轻工业学校宋卫江编写;第六章第一、二节由贡汉坤编写,并负责下册的统稿工作;第六章第三、四节由广西轻工业学校张齐军编写;第七章由云南轻工业学校高敏编写;第八章由广东轻工业学校曾小兰编写。

本书由全国中等职业教育教材审定委员会审定,哈尔滨商业大学杨铭铎教授担任责任主审,孙婷审阅了此稿,在此表示衷心感谢。

编者

2002 年 8 月

目 录

第五章 饮料制造工艺.....	1	五、其他几种茶饮料生产工艺.....	73
第一节 概述	1	第七节 冷饮及冷食生产工艺	76
一、饮料分类	1	一、冰淇淋的生产工艺.....	77
二、饮料生产及市场的概况	2	二、雪糕及冰棍(棒)生产工艺.....	91
第二节 饮料的主要原料及其要求.....	3	三、冷饮及冷食工业的发展方向.....	95
一、饮料用水及水处理	3	第六章 焙烤食品生产工艺	99
二、果蔬原料的化学成分及加工特性.....	12	第一节 原辅材料	99
三、牛乳的化学成分和种类.....	18	一、面粉.....	99
四、植物蛋白原料.....	20	二、糖	103
五、咖啡豆和可可豆.....	23	三、油脂	103
六、饮料添加剂.....	24	四、乳制品	104
七、饮料包装容器及材料.....	29	五、蛋制品	105
第三节 碳酸饮料生产工艺.....	32	六、疏松剂	105
一、灌装方法.....	32	七、改良剂	108
二、汽水主剂.....	33	八、淀粉	110
三、糖浆的配制.....	33	九、食盐	110
四、碳酸化.....	38	十、香料	110
五、容器的清洗.....	41	十一、色素	111
六、灌装系统.....	42	第二节 面包生产工艺	111
第四节 瓶装饮用水生产工艺	44	一、概述	111
一、瓶装水的定义和分类.....	44	二、面包生产的基本工艺流程	111
二、瓶装饮用矿泉水生产工艺.....	44	三、面包的配方	112
三、饮用纯水生产工艺.....	49	四、面包的制作	113
第五节 蛋白饮料生产工艺.....	51	五、冷冻面团法工艺介绍	126
一、概述.....	51	六、几种常见品种面包的制作实例	128
二、植物蛋白饮料加工工艺.....	52	第三节 饼干生产工艺	132
三、豆奶生产工艺.....	54	一、饼干分类	132
四、杏仁乳(露)饮料.....	60	二、饼干市场的发展动态	132
五、其他植物蛋白饮料.....	61	三、饼干生产工艺流程	133
第六节 茶饮料生产工艺	61	四、饼干生产的基本操作技术	135
一、茶饮料的定义与分类.....	61	五、其他类型饼干生产	143
二、茶饮料生产工艺.....	63	第四节 糕点生产工艺	145
三、影响茶饮料质量的因素.....	65	一、糕点分类	146
四、解决茶饮料混浊沉淀的方法.....	69	二、糕点生产的操作技术	147

三、几种中外名点制作介绍	157
四、蛋糕制作	160
五、月饼生产	161
第七章 方便与休闲食品生产工艺	165
第一节 方便面生产概述	165
一、方便面的分类、特点、发展趋势	165
二、生产方便面的原辅料	166
三、方便面生产原理和工艺流程	168
第二节 方便面生产要点	169
一、和面	169
二、熟化	170
三、复合压延	170
四、切条折花及设备	171
五、蒸面	172
六、定量切块及设备	173
七、干燥及干燥设备	173
八、冷却、检验、包装	174
第三节 方便面调味料(汤料)生产	175
一、方便面汤料的分类	175
二、调味料(汤料)生产工艺概况	175
三、调味料(汤料)的包装	176
第四节 方便米饭生产	176
一、大米的特性	176
二、方便米饭工艺流程	177
三、方便米饭生产工艺要点	177
第五节 谷物早餐食品生产	180
一、概述	180
二、大米早餐食品生产	180
三、麦类及玉米类早餐食品生产	182
四、烘烤玉米片生产	184
第六节 果蔬脆片生产	185
一、概述	185
二、果蔬脆片生产方法	186
三、果蔬脆片生产实例	188
四、果蔬脆片常见质量问题及分析	190
第七节 膨化与挤压食品生产	191
一、概述	191
二、食品膨化理论	192
三、膨化与挤压食品生产	193
四、膨化与挤压加工设备	194
第八章 糖果与巧克力制品生产工艺	198

第一节 概论	198
一、糖果生产概况	198
二、糖果的分类	198
三、生产糖果的主要原材料	199
第二节 硬质糖果	205
一、硬糖特性	205
二、硬糖生产工艺	205
第三节 焦香糖果	208
一、焦香糖果的特性	208
二、焦香糖果的种类	209
三、焦香糖果生产工艺	209
第四节 充气糖果	213
一、充气糖果的特性	213
二、充气糖果的分类	213
三、充气糖果生产工艺	213
第五节 凝胶糖果	216
一、凝胶糖果的特性	216
二、凝胶糖果的分类	217
三、凝胶糖果的生产工艺	217
第六节 胶基糖果	220
一、胶基糖果的特性	220
二、胶基糖果的分类	220
三、胶基糖果的生产工艺	220
第七节 巧克力	223
一、巧克力的特性	223
二、巧克力的分类	224
三、纯巧克力的生产工艺	224
四、典型巧克力制品的生产工艺	227
附录 实验	231
实验一 橘子汁的制作	231
实验二 面包制作	232
实验三 蛋糕制作	233
实验四 韧性饼干制作	234
实验五 酥性饼干制作	235
实验六 苏式月饼制作	236
实验七 广式月饼制作	237
实验八 开口笑制作	239
实验九 奶油话梅糖的制作	240
主要参考文献	242

第五章 饮料制造工艺

第一节 概 述

饮料是指以补充人体水分和营养成分为目的、经加工而成的、可直接饮用或经冲调后饮用的一种流质食品。

饮料具有一定的滋味和口感,经过加工后滋味和口感能够得到改善或调整,能够保存天然食物的味感,能满足人们的味感需要。饮料中含有某些营养成分,或能调节人体生理健康的某些功能性成分,或能满足某些人们的嗜好性物质等。

饮料必须卫生和安全。生产加工中要除去天然的有害成分,防止原料的污染,避免加工过程中的污染。所添加的各种添加剂必须符合国家标准规定质量和卫生指标。

一、饮料分类

饮料按含酒精的程度分为含酒精饮料(包括各种酒类)和不含酒精饮料。其中不含酒精的饮料称为软饮料。我国规定软饮料是不含乙醇或乙醇含量不超过 0.5%(乙醇作为香料等配料用的溶剂)的饮料制品。

根据不同的原辅材料或产品形式分,饮料可为以下 10 类:

(一) 碳酸饮料类

碳酸饮料是在经过处理的饮用水中,压入二氧化碳气的饮料。首先在糖液中,加入果汁(或不加果汁)、酸味剂、着色剂及食用香精等制成调和糖浆,然后加入碳酸水(或调和糖浆与水按比例混合后,吸收碳酸气)而制成的饮料。包括果汁型碳酸饮料(原果汁含量不低于 2.5%)、果味型碳酸饮料(以食用香精为主要赋香剂以及原果汁含量低于 2.5%)、可乐型碳酸饮料和其他型碳酸饮料。

(二) 果汁饮料类

用成熟适度的新鲜或冷藏果实为原料,经机械加工所得的,其成品中的原果汁含量不少于 5.0% 的各种果汁及果汁饮料。分为原果汁、浓缩果汁、原果浆、水果汁、果肉果汁饮料、高糖果汁饮料、果粒果汁饮料、果汁饮料和果汁水等类型。

(三) 蔬菜汁及蔬菜汁饮料

蔬菜汁及蔬菜汁饮料是用一种或多种新鲜蔬菜汁(或冷藏蔬菜汁)、发酵蔬菜汁,加入食盐或糖等配料,经脱气、均质及杀菌等所得的各种蔬菜汁饮料制品。包括蔬菜汁、蔬菜汁饮料、复合果蔬汁、发酵蔬菜汁饮料、食用菌饮料和藻类饮料等。

(四) 含乳饮料类

以鲜乳或乳制品为原料不经发酵或经发酵,加入水或其他辅料加工制得的液状或糊状制品。

包括含乳饮料和乳酸饮料。

(五) 植物蛋白饮料类

植物蛋白饮料是用蛋白质含量较高的植物的果实、种子或核果类、坚果类的果仁等为原料,经加工制成的制品。成品中蛋白质的质量浓度不低于 0.5%。包括豆乳类饮料、椰子乳饮料、杏仁乳饮料、核桃乳、花生乳、葵花子乳和芝麻乳等。

(六) 瓶装饮用水

瓶装饮用水是密封于塑料瓶、玻璃瓶或其他容器中不含任何添加剂可直接饮用的水。包括饮用天然矿泉水、饮用纯净水、其他饮用水等。

(七) 固体饮料类

以糖(或不加糖)、果汁(或不加果汁)、植物抽提物及其他配料为原料,加工制成粉末状、颗粒状或块状的经冲溶后饮用的制品,其成品中水分含量不高于 2.5%。包括果香型固体饮料、蛋白型固体饮料、其他型固体饮料。

(八) 茶饮料类

茶饮料是用水浸泡茶叶,经抽提、过滤、澄清等工艺制成的茶汤或在茶汤中加入水、糖液、酸味剂、食用香精、果汁或植(谷)物抽提液等调制加工而成的制品。有茶饮料、果汁茶饮料、果味茶饮料、其他茶饮料等。

(九) 功能性饮料类

功能性饮料通过调整饮料中天然营养素的成分、含量及比例,以适应某些特殊人群营养需要的制品。分为运动饮料、营养素饮料、其他特殊用途饮料等。

(十) 其他饮料

除上述 9 种类型以外的软饮料。

二、饮料生产及市场的概况

软饮料工业在我国食品工业中起步较晚,但发展速度较快。近几年,我国软饮料年产量以超过 20% 的年均增长率递增,2000 年达到 1.3×10^{11} kg。在产量增长的同时,品种也日趋多样化,为消费者提供了更多的选择余地。我国饮料品种已由单一的汽水发展成为包括碳酸饮料、果汁饮料、蔬菜汁、乳饮料、茶饮料等 10 大类,成为全国食品工业产品中增长速度最快的行业。

目前,我国饮料行业企业整体水平较低,形成规模生产的还不多,缺少在全国范围内有一定影响力和较高市场份额的企业,如目前国内年产量最大的娃哈哈仅为 9.3×10^9 kg,而美国可口可乐公司年产量达到 2.45×10^{11} kg。同时,我国饮料行业还存在着企业地区分布不尽合理的现象,年产量超过 3.0×10^9 kg 的省市多数为东部沿海省市,广大中西部地区丰富的资源没有得到充分利用,农村市场、国际市场尚未开拓,广大的农村市场只有一些自产自销的低档饮料。

随着改革开放的日益深入,我国经济与世界接轨,软饮料工业必将受到国外名牌饮料的冲击,可口可乐、百事可乐等国际名牌饮料产品已经纷纷跻身国内市场,并占据了相当大的市场份额。国内几家大型饮料企业都已先后与其合资,大量生产(分装)这些名牌产品,仅有健力宝、娃哈哈、旭日升等少数几家饮料企业尚能与其抗衡。面对如此严峻的形势,我国必须依靠强化自身的管理水平和过硬的产品质量,积极开发生产具有我国特色的国产饮料,创名牌,实行规模生产、规模经营,大胆参与国际市场竞争,才能在竞争中发展壮大我国的软饮料工业。

根据我国国情,软饮料工业在今后一段时间内具有如下发展趋势:

1. 碳酸饮料仍将实施饮料主剂集中生产,分散灌装的政策。

重点支持名优产品生产企业,上规模、上效益,淘汰一批不规范的饮料企业。

2. 积极发展果蔬汁饮料。

我国拥有丰富的水果和蔬菜资源,很适宜发展果蔬型饮料,但果蔬型饮料生产企业的原料供应却还未得到稳定保障。根据果蔬的特点,研究相应的加工工艺,并充分引进先进的生产方法和果汁、浓缩果汁生产线,生产出质量一流、价格合理、包装适当的果蔬汁或浓缩果蔬汁饮料,使果蔬汁饮料在软饮料总产量中的比例上升到 30%~40%。目前一些企业已着手发展自己的原料基地,为产品上档次、上规模提供可靠的保证。果蔬型饮料符合人们消费习惯的改变,其发展还可以大大提高水果的附加值,保持水果销售的稳定,使水果种植业走上良性发展的轨道,促进农业的产业化,因此会有较大的发展空间。

3. 大力发展植物蛋白饮料。

针对我国人民膳食营养中蛋白质摄入量偏低的情况,应积极发展植物蛋白饮料,如豆乳、杏仁露、花生乳、核桃乳、椰子乳等。实施“大豆行动计划”,加快开发豆奶产品,让人们多喝我国传统的豆奶饮料。

4. 积极开发利用优质天然矿泉水资源。

目前经地质部门勘测,并经国家有关部门鉴定评审的饮用天然矿泉水资源全国有 1 000 多处,已开发建厂的有 400 多家。对于天然矿泉水资源的利用应首先严格按国家标准进行审批,实行饮用矿泉水合法生产资格证书制度,坚决淘汰不合格的生产企业。其次,必须合理开采,保护资源。再次,名优产品要向集团化发展,产品质量和规模不断提高,并向国际市场进军。

5. 加大力度积极开发有中国特色的茶饮料。

我国是茶叶的生产大国,现有茶园 100 万公顷,年产量 60 万吨,而茶饮料仅占软饮料总产量的 10%左右。广东、福建、浙江等地,近年来也积极努力开发茶饮料。河北、北京、天津地区已形成了数条茶饮料灌装生产线。茶饮料中的许多问题,特别是色、香、味的保全问题,已基本上解决,再加上包装技术和设备的完善,相信在不久的将来适宜我国不同地区饮茶习惯的各种茶饮料会得到快速发展。

6. 产品质量稳步提高。

随着市场经济法制的健全,质量标准的进一步完善,消费者自我保护意识的增强,以及打假力度的加大,不规范和假冒伪劣产品将失去生存的空间而被淘汰,软饮料产品质量亦将稳步提高。

总之,软饮料生产已逐步向纯果汁型、天然复合型及低糖低盐、低热值、营养保健、膳食专用等功能型发展。未来产品品质及创新是饮料企业获利的关键因素。只有那些拥有资源优势、品牌优势、生产特色的产品,且内部经营管理水平较高,达到规模效益的企业才能获得较高的收益水平。

第二节 饮料的主要原料及其要求

一、饮料用水及水处理

饮料质量的好坏,除了配方的特点及工艺技术和生产设备条件以外,主要决定于所使用的原

料的质量。在各种饮料中,水的含量一般占 85%~90%,水质的好坏,直接影响成品的质量。

在我国,由于 80% 以上未经任何处理工业废水和生活污水直接排入江河湖海,导致了水源严重污染。大量监测表明,水中大部分污染物都超标。因此,水的选用和处理是饮料生产中最重要的一环。

(一) 饮料用水的要求

1. 水源

饮料工业用水的水源大致有:自来水、地面水和地下水。大规模饮料生产工厂,一般用地面水和地下水,小规模饮料生产工厂则用自来水及地下水。

各种水源的优缺点见表 5-1。

表 5-1 各种水源的优缺点

水 源	优 点	缺 点
自来水	简单处理后可以直接用于饮料生产,基建投资少	水价较高,费用大
地面水	水量丰富、溶解物质少,取水容易	浊度及细菌含量高,夏天水温高不宜作冷却水
地下水	浊度低、细菌含量少,水温变化小,宜作冷却水	水中矿物质及溶解盐的含量高,硬度大

(1) 自来水

它是指已经过初步处理(混凝、杀菌)的城镇居民生活用水。在质量上、卫生上较为优质。自来水的水质标准应符合 GB 5749 生活饮用水标准(见表 5-2)。当制造饮料时,即使用这样优质的自来水,也要作水质分析,特别要小心观察余氯、硬度、铁、锰、细菌和水温变化等。

表 5-2 生活饮用水的水质卫生标准(摘自 GB 5749—85)

序 号		项 目	标 准
性状 指标	1	色	色度不超过 15 度,并不得呈现其他异色
	2	混浊度	不超过 3 度,特殊情况下不超过 5 度
	3	臭和味	不得有异臭、异味
	4	肉眼可见物	不得含有
化学指标	5	pH	6.5~8.5
	6	总硬度(CaCO ₃ 计)	≤450 mg/L
	7	铁	≤0.3 mg/L
	8	锕	≤0.1 mg/L
	9	铜	≤1.0 mg/L
	10	锌	≤1.0 mg/L
	11	挥发酚类(以苯酚计)	≤0.002 mg/L
	12	阴离子合成洗涤剂	≤0.3 mg/L

续表

序 号		项 目	标 准
毒理学指标	13	氟化物	$\leq 1.0 \text{ mg/L}$, 适宜浓度: $0.5 \sim 1.0 \text{ mg/L}$
	14	氰化物	$\leq 0.05 \text{ mg/L}$
	15	砷	$\leq 0.04 \text{ mg/L}$
	16	硒	$\leq 0.01 \text{ mg/L}$
	17	汞	$\leq 0.001 \text{ mg/L}$
	18	锡	$\leq 0.01 \text{ mg/L}$
	19	铬(6价)	$\leq 0.05 \text{ mg/L}$
	20	铅	$\leq 0.1 \text{ mg/L}$
细菌学指标	21	细菌总数	1 ml 水中 ≤ 100 个 1 000 ml 水中 ≤ 3 个
	22	大肠菌群	在接触 30 min 后 $\geq 0.3 \text{ mg/L}$ 。集中式给水,
	23	游离性余氯	除出厂水应符合上述要求外,管网水 $\geq 0.05 \text{ mg/L}$
放射性指标	24	总 α 放射性	0.1 Bq/L
	25	总 β 放射性	1 Bq/L

(2) 地面水

包括河水、江水、湖水和水库水等。由于地面水是在地表流过,溶解的矿物质较少,这类水的硬度约为 $1.0 \sim 8.0 \text{ mmol/L}$ 。但常含有黏土、砂、水草、腐殖质、钙镁盐类、其他盐类及细菌等。其中含杂质的情况随自然条件及外界因素影响不同而有很大差别。特别是我国幅员辽阔,河流纵横,不同河流其所含杂质是不相同的。即使是同一条河流,其所含杂质也常因上游和下游、夏季和冬季、阴雨和晴天而不同。

应当指出,河水不一定是地面水,也有的是地下水穿过土层而流入大河。所以河水除含有泥沙、有机物外,还有多种的可溶性盐类,我国江河水的含盐量通常为 $70 \sim 990 \text{ mg/L}$ 。近年来,由于工业的发展,大量含有有害成分的废水排入江河,引起地面水污染。

(3) 地下水

主要是指井水、泉水和深井水等。雨水、地面水渗入地下时,因经过地层的渗透和过滤而溶入了各种可溶性矿物质,如钙、镁、铁的碳酸氢盐等,地下水一般含盐量为 $100 \sim 5\,000 \text{ mg/L}$ 。硬度约为 $2 \sim 10 \text{ mmol/L}$,有的高达 $10 \sim 25 \text{ mmol/L}$ 。但由于水透过地质层时,形成了一个自然过滤过程,所以含有泥沙、悬浮物和细菌少,水质比较澄清。

深井水一年四季水温不变,铁、锰、硬度、碱度一般比地面水高。

2. 水质要求及水质对饮料的影响

饮料用水必须符合软饮料用水标准。见表 5-3。

表 5-3 软饮料用水标准(GB 10791—89)

项目名称	指 标	项目名称	指 标
浊度/度	<2	高锰酸钾消耗量/(mg·L ⁻¹)	<10
色度/度	<5	总碱度(以 CaCO ₃ 计)/(mg·L ⁻¹)	<50
味及臭气	无味、无臭	游离氯/(mg·L ⁻¹)	<0.1
总固形物/(mg·L ⁻¹)	<500	细菌总数/(个·ml ⁻¹)	<100
总硬度(以 CaCO ₃ 计)/(mg·L ⁻¹)	<100	大肠菌群/(个·L ⁻¹)	<3
铁(以 Fe 计)/(mg·L ⁻¹)	<0.1	致病菌	不得检出
锰(以 Mn 计)/(mg·L ⁻¹)	<0.1		

不同项目对饮料有不同的影响:

(1) 浊度

原水中的混浊物有时会因季节变化或因供水路线发生变化,使水质混浊。混浊的原因是水中含有悬浮物质、胶体物质和铁、锰等溶解物质。

① 悬浮物质 天然水中凡是粒度大于 0.2 μm 的杂质统称为悬浮物。悬浮物主要是泥土、砂粒之类的无机物质,也有浮游生物(如蓝藻类、绿藻类、硅藻及微生物)。

悬浮物质在成品饮料中能沉淀出来,生成瓶底积垢或絮状沉淀的蓬松性微粒。有害的微生物不仅影响产品风味,而且还会导致产品变质。

② 胶体物质 胶体物质的大小约为 0.001~0.20 μm。多数是黏土性无机胶体,它造成水质混浊。高分子有机胶体是相对分子质量很大的物质,一般是动植物残骸经过腐蚀分解的腐殖酸、腐殖质等,是造成水质带色的原因。

混浊将直接影响饮料的感官质量和卫生质量。去除混浊有混凝沉淀法和过滤法,或者这两种方法并用。

(2) 色

天然水中的着色成分,多为腐殖酸等植物分解生成物和铁、锰等。一般有色的水往往是受污染的水,对饮料的感官质量和卫生质量有影响。脱色法有混凝沉淀法、用氯或臭氧的氧化处理法和活性炭吸附法等。

(3) 臭气及味

水中存有的臭气及味,会影响制品的香气和味,往往也是发生沉淀物的原因。其多为腐殖酸等植物分解生成的硫化氢、氨等气体和工业污染物造成的。制造食品用水必须完全脱臭和脱味。脱臭和脱味的方法多种多样,由气体引起的用脱气处理,由还原物质引起的用氯或臭氧作氧化处理,因铁、锰引起的要作除铁、锰处理,因硬度引起的要软化处理。如为微量的臭气和味,可用活性炭吸附处理。

(4) 碱度

水中碱度取决于天然水中能与 H⁺ 结合的 OH⁻、CO₃²⁻ 和 HCO₃⁻ 的含量,以 mmol/L 表示。其中 OH⁻ 的含量称氢氧化物碱度,CO₃²⁻ 的含量称碳酸盐碱度,HCO₃⁻ 的含量称为重碳酸盐碱度。水中 OH⁻、CO₃²⁻ 和 HCO₃⁻ 的总含量为水的总碱度。

水中碱度会引起香味变化。可用软化法处理。

(二) 水的净化处理

为了生产品质优良的饮料,必须选择优良的水源,以及科学合理地进行水处理,以达到饮料用水的要求。

水中细小的悬浮物和胶体物质可通过澄清和过滤的方法除去,而溶解物质可通过软化和除盐的方法除去。

1. 水中悬浮物质及胶体物质的去除

要去除水中细小的悬浮物和胶体物质,通常采用两种方法:一种是在水中加入混凝剂和助凝剂,使水中细小的悬浮物和胶体物质互相吸附结合成较大的颗粒,从水中沉淀出来,此过程称混凝(凝聚)。另一种方法是使细小的悬浮物和胶体物质直接吸附在一些相对巨大的颗粒表面而除去,此过程称过滤。若两种方法并用时,则混凝在前,过滤在后。

(1) 水的澄清

水的澄清通常采用混凝(凝聚)过程,混凝是通过添加混凝剂和助凝剂,使水中的带电荷粒子的电荷中和,破坏了胶体的稳定性,水中的悬浮颗粒不再相互排斥,从而能够聚集在一起,使小颗粒变成大颗粒而下沉,由此得到澄清的水。

① 混凝剂 水处理中大量使用的混凝剂可分为铝盐和铁盐两类,常用的有硫酸钾铝(明矾)、硫酸铝(白矾)、多聚氯化铝、铝酸钠、硫酸亚铁、硫酸铁及三氯化铁等。

② 助凝剂 为了提高混凝的效果,有时需加入助凝剂,助凝剂本身不起凝聚作用,仅帮助凝聚的形成,常用的有海藻酸钠、羧甲基纤维素钠等。

在使用混凝剂和助凝剂时,应根据水质情况选用合适的剂量。

(2) 水的过滤

过滤是使水流通过一种多孔性或具有孔隙结构的介质,水中的一些悬浮物或胶态杂质被截留在孔隙或介质的表面,将杂质从母液中分离,从而得到澄清的水。

① 滤料及滤料层 滤料即过滤的基本介质。滤料具有吸附悬浮颗粒的表面,一般采用沙、石英砂、活性炭、磁铁矿粒等固体颗粒,其基本要求为有足够的机械强度,足够的化学稳定性,表面粗糙且表面积大,外形接近于球状。

滤料层的填充料由上而下为:细沙、中沙、粗沙、小卵石、大卵石。

滤料层的结构如图 5-1 所示。

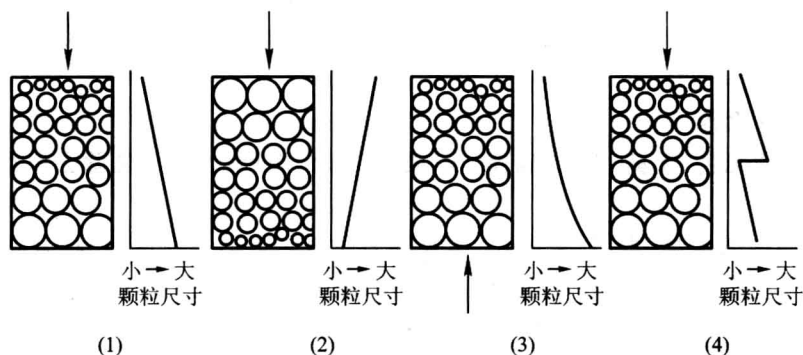


图 5-1 过滤料粒径沿水流方向的分布

以过滤水流动方向来看不同粒径的滤料的排布顺序,有以下几种结构:

图(1)是颗粒由小到大,孔隙上小下大,悬浮物多被截留在滤料表层,且深层滤料未被充分利用,造成深层含污能力低,使用周期短,压力损失大。但在反冲清洗时,料层比较稳定。

图(2)是上粗下细结构,悬浮物的截留可以分布在整个滤料层,滤料层利用率高,含污能力大,使用周期长。但在反冲清洗时,滤料会自然形成上细下粗的结构。

图(3)是采用水流由下而上的方法来达到的,但过滤时,会产生颗粒浮动,影响出水水质,滤速不能提高。

图(4)是在砂滤层上铺一层密度小而粒径大的无烟煤滤层,这种结构称双层滤池。采用两种或多种滤料,这样使滤料层既具有上粗下细的特点,又能保证滤层在反冲时的稳定性。

还有一种混合滤料层,即在双层池基础上再加一层密度大、粒径小的其他滤料,如石榴石、磁铁矿石等。滤料层的基本要求为含污能力大,产水能力高。

② 垫层。为了防止过滤时滤料进入配水系统,以及冲洗时能均匀布水,在滤料层和配水系统之间要设置垫层。一般垫层采用天然卵石或碎石,垫层的基本要求为反冲洗时应保持不被冲动,应形成均匀的孔隙以保证冲洗水的均匀分布。

③ 滤池的清洗。滤池必须定期进行清洗,将滤料吸附的悬浮物剥离下来,以恢复滤料的净化和产水能力。清洗的方法多采用逆流水力冲洗,有时兼用压缩空气反冲、机械或超声波搅动等措施,以提高冲洗的效果,同时节省冲洗用水量。

(3) 砂芯过滤器

在用水量不大、原水源污染不严重时,可采用砂芯过滤器。

砂芯过滤器为密封容器,内装有一至数十根砂芯。砂芯又称砂滤棒,采用硅藻土和骨灰等物质高温熔烧而成,具有直径为 $0.000\ 16\sim 0.000\ 41\text{ mm}$ 的小孔。

其原理为具有一定压力($1\sim 2\text{ MPa}$)的水进入容器,由各砂芯滤棒上的毛细孔进入滤棒内腔,水中的杂物即被阻隔在砂芯棒的外部,经过滤的水由各砂芯棒的另一端流出。滤出的水,可达到基本无菌。

砂芯棒使用一段时间后,砂芯外壁会逐渐挂垢而降低出水量,使表压升高。由于砂芯棒材料较脆,压力增大,很容易破碎,故当表压升到一定值时,应停止使用,可把砂芯棒拆卸出容器,浸泡在水中,用水砂纸轻轻擦去砂芯表面的污物,至砂芯恢复原色,即可重新使用。

砂芯棒使用前均需进行消毒处理。消毒时可将配好的消毒液注入滤棒内,使消毒液和砂芯棒内壁接触数分钟后倒出,达到消毒后方可使用。同时应注意,凡是与净水接触的部分均应消毒。

(4) 活性炭过滤器

为了保证水质无色、无臭、无味,确保饮料质量,可利用活性炭过滤器除去原水中余氯和异臭杂味。

活性炭是一种以木炭、木屑、果核壳、焦炭等为原料制得的高纯度,且具有高吸附性能能力的炭。其外形为黑色固体,无臭、无味,具有多孔结构,表面积十分庞大,对气体、蒸汽或胶状固体有强大的吸附力。活性炭在水溶液中能吸附溶质分子(杂质分子),是由于溶质分子的亲水性和对溶质分子的吸引力所致。溶质分子的亲水性越强,向活性炭表面运动的可能性就越小,该溶质分子就越难被吸附。活性炭过滤器除了具有吸附杂质作用外,同时还兼有机械过滤的作用。

2. 水中溶解杂质的去除

在水源中, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 和 Cl^- 是占溶解杂质总量比例大的 6 种离子。通常将只降低水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量的处理称为水的软化, 而将降低全部阳离子和全部阴离子含量的处理称为水的除盐。

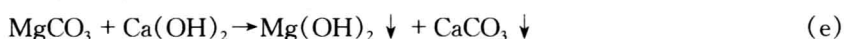
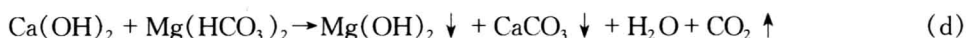
(1) 石灰软化法

水温升高时, 水中钙、镁的碳酸氢盐溶解度会降低, 到了 $100\text{ }^\circ\text{C}$, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 将以 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的形式沉淀出来, 因此, 水中大部分的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 可被除去, 此方法称为热软化法。但大量的工业用水不可能靠加热方法使其软化, 而且该法也不能解决非碳酸盐的硬度问题。在不加热的条件下, 向水中投入石灰可以除去 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} , 达到软化水质的目的, 这种方法称为石灰软化法, 常用于工业用水的处理。

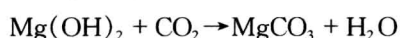
石灰软化法包括下列有关的反应:

将生石灰 CaO 配制成石灰乳: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ (a)

用石灰乳除去水中重碳酸钙、重碳酸镁和二氧化碳:



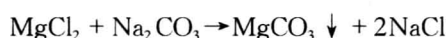
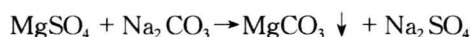
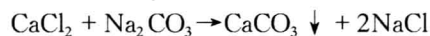
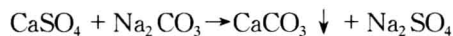
式(a)称为消化反应; (b)是先除去水中的二氧化碳, 二氧化碳除去后才能完成(c)~(e)的软化反应, 否则二氧化碳会和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 这些沉淀物重新化合生成碳酸盐。其反应式如下:



式(f)是在水中的碱度大于硬度时才出现的, 若 NaHCO_3 中的 HCO_3^- 离子未被除去, 则它们可与钙、镁离子结合产生碳酸盐, 反应(c)~(e)仍不能完成。

石灰的添加量根据经验可按每降低 1 m^3 水中暂时硬度 1 度, 添加纯 CaO 10 g。

当水中的总硬度大于总碱度时, 可采用石灰—苏打软化法, 即用石灰除去水中碳酸盐硬度, 用苏打(Na_2CO_3)除去非碳酸盐硬度, 其反应式如下:



生成的 MgCO_3 可与熟石灰作用而被除去:



由以上反应可知, 虽然水的硬度可除去, 但由此产生了很多的可溶性物质如 Na_2CO_3 、 NaCl , 特别是当原水中非碳酸盐硬度较高时, 苏打就不能降低原水中的溶解固体含量, 应采用其他方法。

(2) 离子交换软化法

离子交换法即利用离子交换剂把原水中人们所不需要的离子暂时占有,然后再将它释放到再生液中,使水得到软化。饮料生产的水处理都采用有机合成离子交换树脂。

离子交换树脂是一种球形多孔网状固体的高分子共聚物,不溶于酸、碱和水,吸水后膨胀,根据其带功能基团的性质,通常可分为阳离子交换树脂和阴离子交换树脂两类。

离子交换树脂本体中带有酸性交换基团的称阳离子交换树脂,在交换过程中,能与水中的阳离子结合,反应式如下:



离子交换树脂本体中带有碱性交换基团的称阴离子交换树脂,在交换过程中,能与水中的阴离子结合,反应式如下:



选择离子交换树脂一要交换容量大,二要根据水中要除去的离子种类来确定。

饮料生产的离子交换水处理一般可采用复床式联合床系统,即阳柱—阴柱或阳柱—阴柱—混合床,阳离子交换树脂床必须在首位,否则水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 阴柱交换下来的 OH^- 结合沉淀,影响阴柱的交换能力。

离子交换树脂使用一段时间后,交换能力会下降,称为树脂的老化或失效。可通过把树脂暂占的阳、阴离子用酸和碱液洗脱出来,使树脂的离子交换能力又得到再生。

阳树脂用 5%~7% HCl 再生液进行处理,然后用去离子水洗至 pH3.0~4.0。

阴树脂用 5%~8% NaOH 再生液进行处理,然后用去离子水洗至 pH8.0~9.0。

树脂在再生前,应先进行反洗,使树脂床层松动无结块,既可以除去停留在树脂上的杂质,又可排除树脂中的气泡,以利树脂的再生。

(3) 电渗析法

电渗析法是根据同性相斥、异性相吸的原理,利用具有选择透过性和良好导电性的离子交换膜,在外加直流电场的作用下,使原水中阴、阳离子分别通过阴离子交换膜和阳离子交换膜而达到净化作用的一项技术。

该法优点是处理过程连续化、自动化,不需外加任何化学试剂,无需再生剂和再生过程,减少了成本耗费。

电渗析法实际上也是离子交换树脂除盐的另一种应用形式,其原理是制造两种半渗透膜(该膜只能通过离子而不能通过水分子),一个是阳膜,一个是阴膜,被处理水通电后,阳离子向阴极移动,阴离子向阳极移动,从而达到了除盐的目的。电渗析脱盐原理如图 5-2 所示。

(4) 反渗透法

反渗透法是向水施加压力,使水分子通过一半渗透膜,水中其他离子被截留,从而达到除盐的目的。常用的半透膜有醋酸纤维素膜、芳香聚酰胺膜等。

渗透与反渗透都是通过半透膜完成的。如图 5-3 所示,当用半透膜隔开两种不同浓度的溶液时,稀溶液中的溶剂就会通过半透膜进入浓溶液一边,这种现象称渗透,若在浓溶液一侧施加外来压力时,渗透将会降低,当此压力增加到一定值时,渗透过程停止,即达到渗透平衡,平衡状态所需外加压力称为渗透压差。若继续增加浓溶液一侧的压力,溶剂会反其原来的渗透方向,由浓溶液侧通过半透膜进入稀溶液侧,这种现象称反渗透。