



高等职业教育人才培养创新教材出版工程

高职高专食品类教材系列

饮料生产技术

■ 主编 侯建平



科学出版社
www.sciencep.com

●高等职业教育人才培养创新教材出版工程

高职高专食品类教材系列

饮料生产技术

主 编 侯建平

副主编 罗丽萍 张邦建

主 审 朱蓓薇

内 容 简 介

本书在综合介绍软饮料生产的基本理论及生产方法的基础上,重点介绍饮料生产工艺与生产技术,有代表性的产品生产技术,新品种的生产技术,以及有关的国际和国家标准。其中包括:饮料生产的原辅材料、碳酸饮料、果蔬汁饮料、蛋白质饮料、瓶装饮用水、固体饮料、茶饮料、保健饮料、新型生物饮料及运动员饮料等生产技术。

本书适合高等职业教育食品类专业、农产品加工专业学生选用。

图书在版编目(CIP)数据

饮料生产技术/侯建平主编. —北京:科学出版社,2004

高等职业教育人才培养创新教材出版工程·高职高专食品类教材系列
ISBN 7-03-013925-9

I. 饮… II. 侯… III. 饮料-生产工艺-高等学校:技术学校-教材
IV. TS275.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 071149 号

责任编辑:沈力匀 / 责任校对:陈丽珠
责任印制:安春生 / 封面设计:王凌波

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>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年8月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2004年8月第一次印刷 印张:18 3/4

印数:1—3 000 字数:349 000

定价:25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

《高职高专食品类教材系列》编委会

主 编 贡汉坤 赵 晴

副主编(按姓氏笔画排序)

王尔茂 江建军 赵晨霞 侯建平 揭广川

编 委(按姓氏笔画排序)

丁金德 万 萍 马兆瑞 王俊山 朱克永

杜苏英 吴俊明 吴晓彤 陈月英 武建新

罗丽萍 赵金海 赵瑞香 胡继强 莫慧萍

高 敏 逯家富 敬思群 曾小兰 廖世荣

潘 宁

《高等职业教育人才培养创新教材》 出版工程说明

一、特色与创新

随着高等教育改革的进一步深化,我国高等职业教育事业迅速发展,办学规模不断扩大,办学思路日益明确,办学形式日趋多样化,取得了显著的办学效益和社会效益。

毋庸置疑,目前已经出版的一批高等职业教育教材在主导教学方向、稳定教学秩序、提高教学质量方面起到了很好的作用。但是,有关专家也诚恳地指出,目前高等职业教育教材出版中还存在一些问题,主要是:教材建设仍然是以学校的选择为依据、以方便教师授课为标准、以理论知识为主体、以单一纸质材料为教学内容的承载方式,没有从根本上体现以应用性职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养为本位的教育观念。

经过细致的调研,科学出版社和中国高等职业技术教育研究会共同启动了“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”。在教材出版过程中,力求突出以下特色:

(1) 理念创新:秉承“教学改革与学科创新引路,科技进步与教材创新同步”的理念,根据新时代对高等职业教育人才的需求,策划出版一系列体现教学改革最新理念,内容领先、思路创新、突出实训、成系配套的高职高专教材。

(2) 方法创新:摒弃“借用教材、压缩内容”的滞后方法,专门开发符合高职特点的“对口教材”。在对职业岗位(群)所需的专业知识和专项能力进行科学分析的基础上,引进国外先进的课程开发方法,以确保符合职业教育的特色。

(3) 特色创新:加大实训教材的开发力度,填补空白,突出热点,积极开发紧缺专业、热门专业的教材。对于部分教材,提供“课件”、“教学资源支持库”等立体化的教学支持,方便教师教学与学生学习。对于部分专业,组织编写“双证教材”,注意将教材内容与职业资格、技能证书进行衔接。

(4) 内容创新:在教材的编写过程中,力求反映知识更新和科技发展的最新动态。将新知识、新技术、新内容、新工艺、新案例及时反映到教材中来,更能

体现高职教育专业设置紧密联系生产、建设、服务、管理一线的实际要求。

二、精品与奉献

“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”的启动，得到了教育部高等教育司高职高专处领导的认可，吸引了一批职业教育和高等教育领域的权威专家积极参与，共同打造精品教材。其实施的过程可以总结为：教育部门支持、权威专家指导、一流学校参与、学术研究推动。

国内的高等职业院校特别是北京联合大学、天津职业大学以及中国高等职业技术教育研究会的其他副会长、常务理事、理事单位等积极参加本教材出版工程，提供了先进的教学经验，在此基础上出版一大批特色教材。

在教材的编写过程中，得到了许多行业部委、行业协会的支持，对教材的推广起到促进作用。

先进的理念、科学的方法、有力的支持，必然导致精品的诞生。“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”主要包括高职高专层次的基础课、公共课教材；各类紧缺专业、热门专业教材；实训教材、引进教材等特色教材；还包含部分应用型本科层次的教材。根据我们的规划，下列教材即将与读者见面：

（一）高职高专基础课、公共课教材

（1）基础课教材系列

（2）公共选修课教材系列

（二）高职高专专业教材

（1）紧缺专业教材

—— 软件类专业系列教材

—— 数控技术类专业教材

—— 汽车类专业教材

……

（2）热门专业教材

—— 电子信息类专业教材

—— 交通运输类专业教材

—— 财经类专业教材

—— 旅游类专业教材

—— 生物技术类专业教材

- 食品类专业教材
- 精细化工类专业教材
- 广告类专业教材
- 艺术设计类专业教材
-

(三) 高职高专特色教材

- 高职高专院校实训教材
- 国外职业教育优秀教材
-

(四) 应用型本科教材系列

欢迎广大教师、学生在使用中提出宝贵意见,以便我们改进教材出版工作、提高质量。

中国高等职业技术教育研究会

科 学 出 版 社

前 言

饮料是一种独具特色的食品。我国饮料工业起步虽晚,但已形成自己的工业体系。饮料工业购销两旺的增长形势,推动了饮料生产、科研、教育的发展,扩大了行业对高技能技术人才的需求。本书正是为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》和《2003~2007 年教育振兴行动计划》精神而编写的。

全书分为八章(包括绪论),由包头轻工职业技术学院侯建平主编,大连轻工业学院教授、博士生导师朱蓓薇老师主审。编写人员有:周春田、姜国龙、罗丽萍、张邦建、宋卫江、王新玉、李宏高、宇文威胜、王林山等。全书由侯建平、张邦建统稿。

本书的编写出版得到了高职高专食品类系列教材编委会、全国轻工职业教育食品专业教学指导委员会、中国高等职业技术教育研究会的悉心指导和科学出版社的大力支持,在文字处理时还得到了徐中华、宋耀东老师的帮助,在此表示深切的感谢。

在本书的编写中,参考了许多文献、资料,在此仅列出主要的部分,敬请有关作者给予谅解。

由于现代饮料生产新工艺、新技术涉及的学科面非常广泛,加之编者水平和能力有限,书中谬误之处恐难避免,敬请同行专家和广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
第1章 饮料生产的原辅材料	5
1.1 饮料用水及处理方法	5
1.2 果蔬化学成分及其加工特性	38
1.3 其他辅助原料	61
1.4 包装容器和材料	102
第2章 碳酸饮料	107
2.1 碳酸饮料生产的基本方法	107
2.2 原糖浆制备及果味糖浆调配	108
2.3 碳酸化	114
2.4 灌装生产线及操作要点	118
第3章 果蔬汁饮料生产技术	128
3.1 果蔬汁饮料生产的基本过程	129
3.2 果蔬汁饮料生产技术	145
3.3 带果肉果蔬汁饮料生产技术	162
第4章 含蛋白质饮料	169
4.1 植物蛋白质饮料	169
4.2 含乳饮料	204
第5章 其他软饮料生产技术	225
5.1 茶饮料	225
5.2 功能性饮料生产技术	236

第6章 瓶装饮用水	249
6.1 矿泉水的分类	249
6.2 天然矿泉水生产技术	257
6.3 人工矿泉水生产技术	259
6.4 纯净水生产技术	262
第7章 固体饮料	266
7.1 固体饮料概述	266
7.2 果汁型固体饮料生产技术	267
7.3 蛋白型固体饮料生产技术	273
7.4 其他固体饮料生产技术	279
参考文献	285

绪 论

1. 软饮料的概念与分类

1) 饮料和软饮料的定义

饮料是经过加工制作、供人饮用的食品，以补充人体所需的水分和营养成分，达到生津止渴和增进身体健康的目的。

饮料的种类繁多，概括起来可分为两大类：含酒精饮料（包括各种酒类）和不含酒精饮料（并非完全不含酒精，如所加香精的溶剂往往是酒精，另外发酵饮料可能产生微量酒精）。

按组织形态的不同，可以把饮料分为液态饮料、固态饮料和共态饮料三种类型。

通常情况下，饮料以液态的居多。固体饮料是以糖、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，水分含量在 5% 以内，经冲溶后饮用的制品。共态饮料则是指那些既可以是固态，也可是液态，在形态上处于过渡状态的饮料。如冷饮中的冰淇淋、冰棍、冰砖、雪糕等。

在国际上一般认为不含酒精的饮料即为软饮料，事实上，各国对软饮料的定义规定有所不同。

美国把软饮料规定为：软饮料是指人工配制的，酒精（用作香精等配料的溶剂）含量不超过 0.5% 的饮料。但不包括果汁、纯蔬菜汁、乳制品、大豆乳制品、茶叶、咖啡、可可等以植物性原料为基础的饮料。

日本无此概念，统称为清凉饮料，包括碳酸饮料、水果饮料、固体饮料，但又不包括天然蔬菜汁。

英国的定义为：任何供人类饮用而出售的需要稀释或不需要稀释的液体产品。包括各种果汁饮料、汽水（苏打水、奎宁汽水、甜化汽水）、姜啤以及加药或植物的饮料；不包括水、天然矿泉水（包括强化矿物质的）、果汁（包括加糖和不加糖的、浓缩的）、乳及乳制品、茶、咖啡、可可或巧克力、蛋制品、粮食制品（包括加麦芽汁含酒精的，但不能醉人的除外）、肉类、酵母或蔬菜等制品（包括番茄汁）、汤料、能醉人的饮料以及除苏打水外的任何不甜的饮料。

欧盟其他国家的规定与英国基本相似。

我国 GB10789—1996 规定：软饮料是指不含乙醇或乙醇含量小于 0.5% 的饮料制品，又称不含酒精饮料或非酒精饮料。

2) 软饮料的分类

根据我国 GB10789—1996，按照使用原辅料或产品形态的不同，将软饮料

分为以下十类。

(1) 碳酸饮料类 碳酸饮料类是指在基础饮料液中人为充入 CO_2 所制成的饮料总称。不包括由发酵法自身产生 CO_2 的饮料,其成品中 CO_2 容量 (20°C 时体积倍数) 不低于 2.0 倍。碳酸饮料又分为果汁型、果味型、可乐型、低热量型及其他型五种类型。

(2) 果汁(浆)及果汁饮料类 该类饮料实际上包括果汁(浆)和果汁饮料两大类。果汁(浆)是用成熟适度的新鲜或冷藏水果为原料,经加工所得的果汁(浆)或混合果汁类制品。果汁饮料是以果汁(浆)为基料,加入糖液、酸味剂等配料所得的果汁饮料制品,可直接饮用或稀释后饮用。该类制品又可分为原果汁、原果浆、浓缩果汁、浓缩果浆、果汁饮料、果肉饮料、果粒果汁饮料、水果饮料浓浆和水果饮料九种类型。

(3) 蔬菜汁饮料类 蔬菜汁饮料类是由一种或多种新鲜或冷藏蔬菜(包括可食的根、茎、叶、花、果食、食用菌、食用藻类及蕨类等)经榨汁、打浆或浸提等,或调配或发酵制得的制品。包括蔬菜汁、蔬菜汁饮料、复合果蔬汁饮料、发酵蔬菜汁、食用菌饮料、藻类饮料和蕨类饮料七种类型。

(4) 含乳饮料类 含乳饮料类是以鲜乳或乳制品为原料未经发酵或经发酵后,加入水或其他辅料调制而成的液态制品。包括配制型含乳饮料和发酵型含乳饮料二种类型。

(5) 植物蛋白饮料类 植物蛋白饮料类是用蛋白质含量较高的植物为原料,与水按一定比例磨碎、去渣后,加入配料调制、均质、杀菌制得的乳浊状液体制品。其成品蛋白质含量不低于 0.5% (kg/L)。植物蛋白饮料又分为豆乳饮料、椰子乳(汁)饮料、杏仁乳(露)饮料和其他植物蛋白饮料四种类型。

(6) 瓶装饮用水类 瓶装饮用水类是指密封在塑料瓶、玻璃瓶或其他容器中可直接饮用的水。其原料水除了允许使用臭氧之外,不允许有人为添加物。瓶装饮用水包括饮用天然矿泉水、饮用纯净水和其他饮用水三种类型。

(7) 茶饮料类 茶饮料类是茶叶经过浸泡提汁、过滤、澄清等工艺制得的提取液,直接灌装或加入糖类、酸味剂、食用香精、果汁、植物提取液等配料调制而成的制品。包括茶汁饮料、果汁茶饮料、果味茶饮料和其他茶饮料四种类型。

(8) 固体饮料类 固体饮料类是用糖、食品添加剂、果汁植物提取物等为原料,加工制成粉末状、颗粒状或块状的经冲溶后饮用的制品,其成品水分小于 5% (质量分数)。固体饮料又可分为果香型固体饮料、蛋白型固体饮料和其他型固体饮料类型。

(9) 特殊用途饮料类 特殊用途饮料类是为满足人体特殊需要或为特殊人群需要加入某些食品强化剂而调制的饮料。包括运动饮料、营养素饮料和其他特殊用途饮料三种类型。

(10) 其他饮料类 其他饮料类是指除了上述九类以外的软饮料。包括果味饮料、非果蔬类的植物饮料、其他水饮料和其他饮料等类型。

2. 我国软饮料工业的现状与发展

在我国食品工业中,软饮料工业起步较晚,但自 20 世纪 90 年代以来,我国软饮料工业发展突飞猛进。软饮料工业已成为食品工业最具活力的组成部分。1996 年全国软饮料年总产量为 883.84 万吨,1999 年年总产量已达到 1 186 万吨,软饮料已成为食品工业中发展最快的行业之一。但目前我国软饮料的年人均消费量还不到 10kg,与发达国家相比还有较大的差距(西欧年人均消费量 200kg)。

我国软饮料工业所取得的成就可以概括为:质量稳步提高,品种丰富多彩,包装造型不断更新,设备配套不断完善,软饮料企业的规模化、专业化、集团化和名牌化初见成效,管理水平逐步提高,各类有关标准逐渐完善。

在软饮料工业的大好形势下,应该看到的问题是:我国软饮料工业发展起点不高,专业化程度低,技术装备落后,规模效益差;杂牌多、品种单调、结构不合理,配制饮料所占比重过大,天然饮料所占比重尚小;由于国家对饮料行业投资不足,资金短缺;可口可乐和百事可乐在国内迅速发展,在带动软饮料行业发展的同时,也挤占了国产软饮料的市场。此外,合资企业中,双方同步发展等方面也存在不少需要研究和解决的问题。加上管理、技术、物流人才的缺乏,也制约了我国饮料行业国际化的进程。

1990 年世界软饮料年销售为 186 000 百万升(果汁产量为 72 000 百万升),年人均消费 34.2L。我国现在年人均消费饮料量约为世界平均水平的 1/4。正是由于我国软饮料的生产消费与发达国家之间存在着较大差距,因此也预示着我国软饮料行业发展尚有潜在的巨大空间。

当今世界食品和饮料流行的总体趋势可以概括为“四化”、“三低”、“二高”、“一无”。“四化”即多样化、简便化、保健化、实用化;“三低”即低脂肪、低胆固醇、低糖;“二高”是高蛋白、高膳食纤维;“一无”是无添加剂(如防腐剂、香精、色素等)。我国加入 WTO 之后既是机遇,也是挑战,我们应审时度势,趋利除弊,充分利用和发展我国可利用的丰富资源优势,遵循天然、营养、回归自然的发展方向,适应消费者对饮料多口味的需要,积极发展果蔬汁、植物蛋白饮料和天然矿泉水、乳、茶等天然饮料;继续改进饮料包装,大力推广饮料主剂“集中生产,分散灌装”的产业政策;以名优产品为龙头,形成主剂生产厂与灌装厂专业化协作;重点扶持名优产品,发展适销对路产品,打造我国饮料的民族品牌,积极开拓国内和国际两个市场。未来我国的饮料工业是大有可为的。

3. 本课程的性质、研究内容与学习方法

饮料生产技术与食品工艺学的一个分支，属于应用科学。与食品工艺学一样，饮料生产需要相应的自然科学学科、工程技术学科，乃至与社会科学交界的学科作为基础，才能够开展自身的研究工作。

饮料生产是按照技术上先进、经济上合理的原则，研究饮料生产中的原材料、半成品及成品的加工过程和工艺方法的一门学科。

我们说的技术先进包括了工艺和设备先进两部分。要达到工艺先进，就需要了解和掌握工艺技术参数对加工制品品质的影响。实际上就是要掌握外界条件和软饮料生产中的物理、化学、生物学之间的变化关系，这就需要切实掌握物理学、化学和生物学方面的基础知识，特别是食品生物化学和食品微生物学的基础知识。在此基础上，将过程发生的变化和工艺技术参数的控制联系到一起，主动地进行控制，实现工艺控制上的最佳水平。设备先进包括设备自身的先进性和对工艺水平适应的程度。但实施工艺技术的研究则应该考虑到设备对工艺水平适应的可能性，因此有必要了解有关单元操作过程的一般原理，掌握食品工程原理这门学科。总之，达到技术先进需要有多学科的支持，这正是饮料生产技术进行研究所需要的充分条件。

追求投入和产出之间有一个合理的比例关系，即所谓经济上合理。任何一个企业的生产，一项科学研究的确定，都必须考虑这个问题。这需要有社会科学中有关的管理学科的知识作指导，使生产和科研能在权衡经济利益的前提下决定取舍或如何进行。因此，它是饮料生产技术进行研究时的必要条件。

科学准确的数据是正确地确定工艺技术参数的依据，分析数据不准确是造成决策失误的重要原因。因此，食品分析就成为与工艺、设备学科并驾齐驱的必修专业课程，常言道：化验是生产管理者的眼睛。

因此，作为学习者，只有把本书当作最基本的知识来掌握，并随时留心学科和工程技术的发展动态，不断实践和积累，才能真正学好本门课程。

第 1 章

饮料生产的原辅材料

1.1 饮料用水及处理方法

水是饮料生产中最重要原料之一，占 85%~95%。水质的好坏，直接影响成品的质量。因此，全面了解水的性质，对于饮料用水的处理工作具有重要意义。

1.1.1 水源的分类及其特点

1. 地表水

地表水是指地球表面所存积的天然水，包括江水、河水、湖水、水库水、池塘水和浅井水等。由于地表水是在地面流过，其特点是水量丰富，矿物质含量较少，硬度为 1~8mmol/L。但是地表水水质不稳定，受自然因素影响较大，所含杂质会随地理位置（如发源地、上游、下游）和季节的变化（如雨季、旱季）等而发生改变。

应当指出，江河水不一定全部是地表水，其中部分可能是地下水穿过土层或岩层而流至地表。所以江河水除含有泥沙、有机物外，还有多种可溶性盐类。我国江河水的含盐量通常为 70~990mg/L。

地表水的污染物主要有黏土、砂、水草、腐殖质、昆虫、微生物、无机盐等，有时还会被有害物质（如工业废水等）污染。随着工业的发展，大量含有害成分的废水排入江河，引起地表水污染，也给饮用水和工业用水带来了困难。

2. 地下水

地下水是指经过地层的渗透、过滤，进入地层并存积在地层中的天然水，主要包括深井水、泉水和自流井水等。由于它经过地层的渗透和过滤而溶入了各种可溶性矿物质，其特点是水质较澄清、水温较稳定，但矿物质含量较高。地质层是一个自然过滤层，可滤去大部分悬浮物、水草、藻类、微生物等，因此使水质较澄清。此外，地下水受气候影响较小，冬暖夏凉，其温度变化小。因为地下水流经地下，会溶入较多的可溶性矿物质，如含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 的碳酸氢盐，一般含盐量为 100~5 000mg/L，硬度为 2~10mmol/L，有的硬度高达 10~25mmol/L。

3. 城市自来水

城市自来水主要是指地表水经过适当的水处理工艺,水质达到一定要求并贮存在水塔中的水。由于饮料厂多数设于城市,以自来水为水源,故在此也作为水源考虑。其特点为:水质好且稳定,符合生活饮用水标准;水处理设备简单,容易处理,一次性投资小;但水价高,经常性费用大;使用时要注意控制 Cl^- 、 Fe^{3+} 含量及碱度、微生物量。

1.1.2 水源中杂质的分类及特征

天然水在自然界循环过程中不断地和外界接触,使空气中、陆地上和地下岩层中各种物质溶解或混入,因此,自然界里没有绝对纯洁的水,它们都受到不同程度的污染。

天然水源中的杂质按其微粒分散的程度,大致可分三类:悬浮物、胶体和溶解物,见表 1-1。

表 1-1 天然水源杂质的分类

杂质类型	溶解物	胶体	悬浮物
粒 径	<1nm	1~200nm	>200nm
特 征	透明	光照下混浊	混浊(肉眼可见)
识 别	电子显微镜	超显微镜	普通显微镜
常用处理法	离子交换	混凝、澄清、自然沉降、过滤	

1. 悬浮物

天然水中凡是粒度大于 200nm 的杂质统称为悬浮物。这类杂质使水质呈混浊状态,大的肉眼可见,静止时会自行沉降。悬浮杂质主要是泥土、砂粒之类的无机物质,也有浮游生物(如蓝藻类、绿藻类、硅藻类)及微生物等。

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;影响 CO_2 的溶解,造成装瓶时喷液;有害的微生物的存在不仅影响产品风味,而且还会导致产品变质。

2. 胶体

胶体的大小为 1~200nm,具有两个很重要的特性:一是光线照射上去,被散射而成混浊的丁达尔现象;二是因吸附水中大量离子而带有电荷,使颗粒之间产生电性斥力而不能相互黏结,颗粒始终稳定在微粒状态而不能自行下沉,即具有胶体稳定性。

水中的胶体分为两种：无机胶体和有机胶体。无机胶体如黏土和硅酸胶体，是由许多离子和分子聚集而成的，它们占水中胶体的大部分，是造成水质混浊的主要原因。有机胶体是一类分子质量很大的高分子物质，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。

3. 溶解物

这类杂质的微粒在 1nm 以下，以分子或离子状态存在于水中。溶解物主要是溶解气体、溶解盐类和其他有机物。

(1) 溶解气体 天然水源中的溶解气体主要是氧气和二氧化碳，此外是硫化氢和氯气等。这些气体的存在会影响碳酸饮料中二氧化碳的溶解量并产生异味，影响其他饮料的风味和色泽。

(2) 溶解盐类 天然水中常含的无机盐离子见表 1-2。所含溶解盐的种类和数量，因地区不同差异很大。这些无机盐构成了水的硬度和碱度。

表 1-2 天然水中无机盐离子概况

阳 离 子		阴 离 子	
名 称	化学符号	名 称	化学符号
氢离子	H^+	氢氧根离子	OH^-
钠离子	Na^+	氯离子	Cl^-
钾离子	K^+	重碳酸根离子	HCO_3^-
铵离子	NH_4^+	碳酸根离子	CO_3^{2-}
钙离子	Ca^{2+}	硝酸根离子	NO_3^-
镁离子	Mg^{2+}	亚硝酸根离子	NO_2^-
正铁离子	Fe^{3+}	硫酸根离子	SO_4^{2-}
亚铁离子	Fe^{2+}	硅酸根离子	SiO_3^{2-}
锰离子	Mn^{2+}	酸式磷酸根离子	$H_2PO_4^-$
铝离子	Al^{3+}		

水的硬度：水的硬度是指水中离子沉淀肥皂的能力。

硬脂酸钠 + 钙或镁离子 → 硬脂酸钙或镁 ↓

(肥皂)

(沉淀物)

所以，水的硬度取决于水中钙、镁盐类的总含量。即水的硬度大小，通常指的是水中钙离子和镁离子盐类的含量。

水的硬度分为总硬度、碳酸盐硬度（暂时硬度）和非碳酸盐硬度（永久硬度）。

碳酸盐硬度的主要化学成分是钙、镁的重碳酸盐，其次是钙、镁的碳酸盐。由于这些盐类一经加热煮沸就分解成为溶解度很小的碳酸盐，硬度大部可除去，故又称暂时硬度。几种有关盐类的溶解度见表 1-3。