

ShengWu 高职高专
生物技术类专业系列规划教材

无机及分析化学

主 编 沈泽智 范洪琼

WUJI JI FENXI HUAXUE



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

高职高专生物技术类专业系列规划教材

无机及分析化学

主 编 沈泽智 范洪琼
副主编 程 联 李景林 房 菲
参 编 郝会军 李 霞
张银冰 吉 华

重庆大学出版社



内容提要

本书根据高职高专人才培养计划和高职教育教学内容的需求,将“无机化学”与“分析化学”进行了有机整合。内容上,理论部分主要有物质结构、物质的量浓度、化学反应与化学平衡、稀溶液与胶体、氧化还原与电化学、元素与化合物、定量分析概述、滴定分析和吸光光度分析法等;为加强学生技能的培训,专门加大了实习实训部分,精心设计了20个实用性强、操作简便、效果很好的实训项目。

本书以理论够用、强化技能为重点,以培养高素质劳动者和技术技能人才为目的,可作为高职高专院校农、林、牧、医、生物、食品等专业的教材,也可供从事相关工作的技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学/沈泽智,范洪琼主编. —重庆:
重庆大学出版社,2015.8
高职高专生物技术类专业系列规划教材
ISBN 978-7-5624-8898-9

I. ①无… II. ①沈…②范… III. ①无机化学—高等职业教育—教材②分析化学—高等职业教育—教材
IV. ①061②065

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 042197 号

无机及分析化学

主 编 沈泽智 范洪琼

策划编辑:袁文华

责任编辑:陈 力 涂 昀 版式设计:袁文华

责任校对:郭小梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆市国丰印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:21.75 字数:516 千

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5624-8898-9 定价:42.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

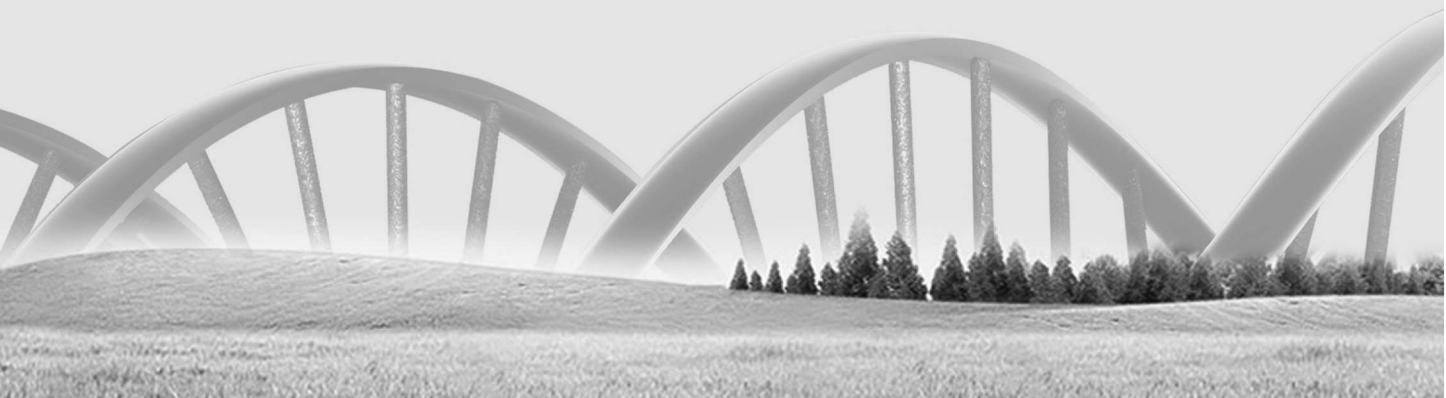
高职高专生物技术类专业系列规划教材

※ 编委会 ※

(排名不分先后,以姓名拼音为序)

总 主 编 王德芝

编委会委员	陈春叶	池永红	迟全勃	党占平	段鸿斌
	范洪琼	范文斌	辜义洪	郭立达	郭振升
	黄蓓蓓	李春民	梁宗余	马长路	秦静远
	沈泽智	王家东	王伟青	吴亚丽	肖海峻
	谢必武	谢 昕	袁 亮	张俊霞	张 明
	张媛媛	郑爱泉	周济铭	朱晓立	左伟勇



高职高专生物技术类专业系列规划教材

※ 参加编写单位 ※

(排名不分先后,以拼音为序)

北京农业职业学院

重庆三峡医药高等专科学校

重庆三峡职业学院

福建漳州职业技术学院

甘肃酒泉职业技术学院

甘肃林业职业技术学院

广东轻工职业技术学院

河北工业职业技术学院

河南漯河职业技术学院

河南三门峡职业技术学院

河南商丘职业技术学院

河南信阳农林学院

河南许昌职业技术学院

河南职业技术学院

黑龙江民族职业学院

湖北荆楚理工学院

湖北生态工程职业技术学院

湖北生物科技职业学院

江苏农牧科技职业学院

江西生物科技职业学院

辽宁经济职业技术学院

内蒙古包头轻工职业技术学院

内蒙古呼和浩特职业学院

内蒙古医科大学

山东潍坊职业学院

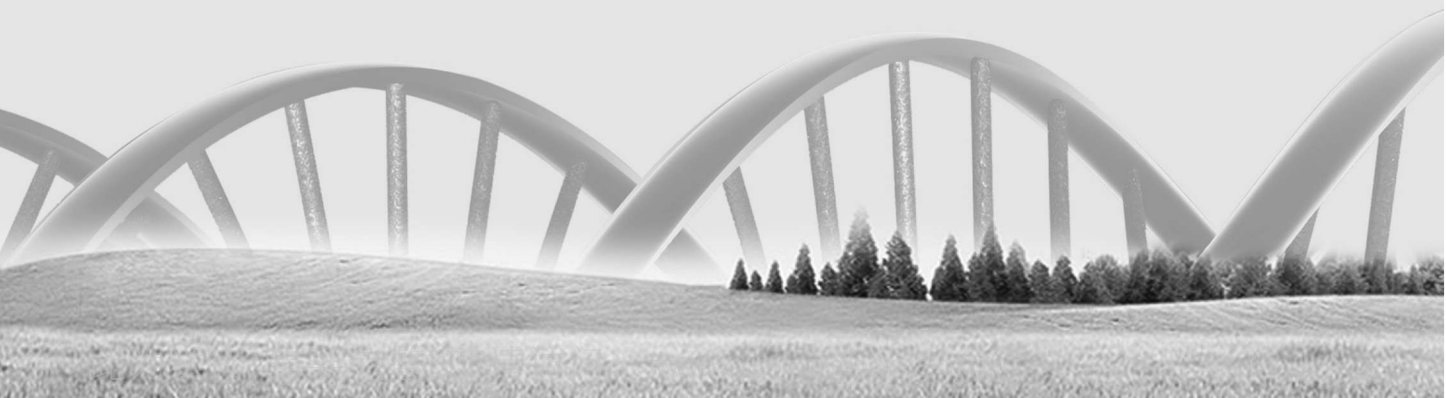
陕西杨凌职业技术学院

四川宜宾职业技术学院

四川中医药高等专科学校

云南农业职业技术学院

云南热带作物职业学院



总 序

大家都知道,人类社会已经进入了知识经济的时代。在这样一个时代中,知识和技术比以往任何时候都扮演着更加重要的角色,发挥着前所未有的作用。在产品(与服务)的研发、生产、流通、分配等任何一个环节,知识和技术都居于中心位置。

那么,在知识经济时代,生物技术前景如何呢?

有人断言,知识经济时代以如下六大类高新技术为代表和支撑,它们分别是电子信息、生物技术、新材料、新能源、海洋技术、航空航天技术。是的,生物技术正是当今六大高新技术之一,而且地位非常“显赫”。

目前,生物技术广泛地应用于医药和农业,同时在环保、食品、化工、能源等行业也有着广阔的应用前景,世界各国无不非常重视生物技术及生物产业。有人甚至认为,生物技术的发展将为人类带来“第四次产业革命”;下一个或者下一批“比尔·盖茨”们,一定会出在生物产业中。

在我国,生物技术和生物产业发展异常迅速,“十一五”期间(2006—2010年)全国生物产业年产值从6 000亿元增加到16 000亿元,年均增速达21.6%,增长速度几乎是我国同期GDP增长速度的2倍。到2015年,生物产业产值将超过4万亿元。

毫不夸张地讲,生物技术和生物产业正如一台强劲的发动机,引领着经济发展和社会进步。生物技术与生物产业的发展,需要大量掌握生物技术的人才。因此,生物学科已经成为我国相关院校大学生学习的重要课程,也是从事生物技术研究、产业产品开发人员应该掌握的重要知识之一。

培养优秀人才离不开优秀教师,培养优秀人才离不开优秀教材,各个院校都无比重视师资队伍和教材建设。多年的生物学科经过发展,已经形成了自身比较完善的体系。现已出版的生物系列教材品种也较为丰富,基本满足了各层次各类型的教学需求。然而,客观上也存在一些不容忽视的不足,如现有教材可选范围窄,有些教材质量参差不齐、针对性不强、缺少行业岗位必需的知识技能等,尤其是目前生物技术及其产业发展迅速,应用广泛,知识更新快,新成果、新专利急剧涌现,教材作为新知识、新技术的载体应与时俱进,及时更新,才能满足行业发展和企业用人提出的现实需求。

正是在这种时代及产业背景下,为深入贯彻落实《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020年)》和《教育部 农业部 国家林业局关于推动高等农林教育综合改革的若干意见》(教高[2013]9号)等有关指示精神,重庆大学出版社结合高职高专的发展及专业教学基本要求,组织全国各地的几十所高职院校,联合编写了这套“高职高专生物技术类专

业系列规划教材”。

从“立意”上讲,本套教材力求定位准确、涵盖广阔,编写取材精炼、深度适宜、分量适中、案例应用恰当丰富,以满足教师的科研创新、教育教学改革和专业发展的需求;注重图文并茂,深入浅出,以满足学生就业创业的能力需求;教材内容力争融入行业发展,对接工作岗位,以满足服务产业的需求。

编写一套系列教材,涉及教材种类的规划与布局、课程之间的衔接与协调、每门课程中的内容取舍、不同章节的分工与整合……其中的繁杂与辛苦,实在是“不足为外人道”。

正是这种繁杂与辛苦,凝聚着所有编者为本套教材付出的辛勤劳动、智慧、创新和创意。教材编写团队成员遍布全国各地,结构合理、实力较强,在本学科专业领域具有较深厚的学术造诣及丰富的教学和生产实践经验。

希望本套教材能体现出时代气息及产业现状,成为一套将新理念、新成果、新技术融入其中的精品教材,让教师使用时得心应手,学生使用时明理解惑,为培养生物技术的专业人才,促进生物技术产业发展做出自己的贡献。

是为序。

全国生物技术职业教育教学指导委员会委员 王德芝
高职高专生物技术类专业系列规划教材总主编

2014年5月





前言

职业教育是国民教育体系和人力资源开发的重要组成部分,是广大青年通向成功成才大门的重要途径,肩负着培养多样化人才、传承技术技能、促进就业创业的重要职责。生产力的发展,市场人才需求格局的变化,职业教育的地位尤显突出,大力发展职业教育、深化职业教育改革已成为党和国家的重要工作。

高等职业教育是职业教育的领头羊,具有较强职业性和应用性。人才培养模式的创新、产教融合、校企合作,提升学生的职业精神、职业技能和就业创业能力是高等职业教育发展的方向。高等职业教育必须针对课程内容与职业标准、教学过程与生产过程开展课程和教材改革,提高人才培养的针对性、实效性。

化学是高等职业教育的一门重要基础课,也是一门具有实用性和普遍性的学科。生活中,疾病的预防、环境的保护、能源的开发、生命的探索都离不开化学知识,在农、林、牧、医、生物、食品等专业的高职教育中开设化学课是很有必要的。但随着高等职业教育技能的加强,学制的缩短,基础课不断压缩,为了让化学课在有限的时间内为专业基础课和专业课提供必要的基础知识和基本技能,我们以“实用为主、够用为度、理论易懂、突出技能”的原则对无机化学和分析化学进行了整合,编写了《无机及分析化学》一书,目的是使化学知识更好地融入到其他学科中,发挥基础课的辅助作用,促进学生全面发展。

本书是全国一批办学特色鲜明学校中的优秀教师编写的,编写中借鉴了同类教材的优点,总结了国内外化学教学的经验和教训,增加了教师自己教学改革的成果。教材基本原理叙述清楚,基本概念表达准确,计算推导有理有据,实训操作合理可行,每章前有“学习目标”,指导学生有计划、有重点地进行课前预习和内容认知;每章后有“本章小结”和“目标检测”,便于学生消化课堂知识和检查学习效果,每章还增设了“知识拓展”,有助于学生拓展知识面,提高学习兴趣。教材的编写充分考虑高职学生的特点,将知识要点与职业技能紧密结合,以能力培养为核心,突出教学内容的应用性,以解决问题为着手点,突出技能的适应性。整个教材语言简练,深入浅出,自始贯穿立德树人,社会主义核心价值观教育,体现了教材自身的特色。

本书由重庆三峡职业学院沈泽智(绪论、第2章、附录)、范洪琼(第4章、附录)担任主编,湖北生态工程职业技术学院程联(第7章和第9章)、北京农业职业学院李景林(第1章和第6章)、河南商丘职业技术学院房菲(第8章)担任副主编,参加编写的还有广东轻工职业技术

学院张银冰(第5章)、呼和浩特职业学院李霞(第3章和第4章)、江苏农牧科技职业学院吉华(第2章)、潍坊职业学院郝会军(实习实训)。全书由沈泽智、范洪琼统稿,沈泽智、范洪琼校稿。

由于时间仓促,编者水平有限,本书疏漏和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2015 年 4 月

目 录 CONTENTS

绪 论

0.1 化学学科的发展	(2)
0.2 化学与人类的关系	(2)
0.3 无机及分析化学的任务和学习方法	(7)
【本章小结】	(8)
【目标检测】	(9)

第1章 物质结构

1.1 原子结构和元素周期系	(12)
1.2 分子结构	(25)
【本章小结】	(30)
【目标检测】	(31)

第2章 溶 液

2.1 溶液的基本知识	(34)
2.2 溶液的浓度	(36)
2.3 电解质溶液	(42)
2.4 水的电离和溶液的酸碱性	(45)
2.5 稀溶液的依数性	(50)
2.6 胶体溶液	(56)
【本章小结】	(66)
【目标检测】	(69)

第3章 化学反应

3.1 化学反应的类型	(75)
3.2 化学反应速率	(80)
【本章小结】	(86)
【目标检测】	(86)

第4章 化学平衡

4.1 化学平衡	(92)
4.2 酸碱电离平衡	(98)
4.3 盐类的水解	(106)
4.4 沉淀溶解平衡	(110)
4.5 配位离解平衡	(115)
4.6 酸碱质子理论	(121)
【本章小结】	(124)
【目标检测】	(129)

第5章 氧化还原与电化学

5.1 氧化还原反应	(136)
5.2 原电池和电极电势	(138)
5.3 电极电势的应用	(145)
【本章小结】	(149)
【目标检测】	(151)

第6章 元素与化合物

6.1 非金属元素及其化合物	(154)
6.2 金属元素及其化合物	(169)
【本章小结】	(181)
【目标检测】	(186)

第7章 定量分析的概述

7.1 定量分析的任务和作用	(192)
7.2 定量分析误差	(194)
7.3 有效数字及运算准则	(198)
【本章小结】	(201)
【目标检测】	(201)

第8章 滴定分析法

8.1 滴定分析法概述	(204)
8.2 酸碱滴定法	(209)
8.3 氧化还原滴定法	(220)
8.4 配位滴定法	(228)

8.5 沉淀滴定法	(234)
【本章小结】	(239)
【目标检测】	(241)

第 9 章 吸光光度分析法

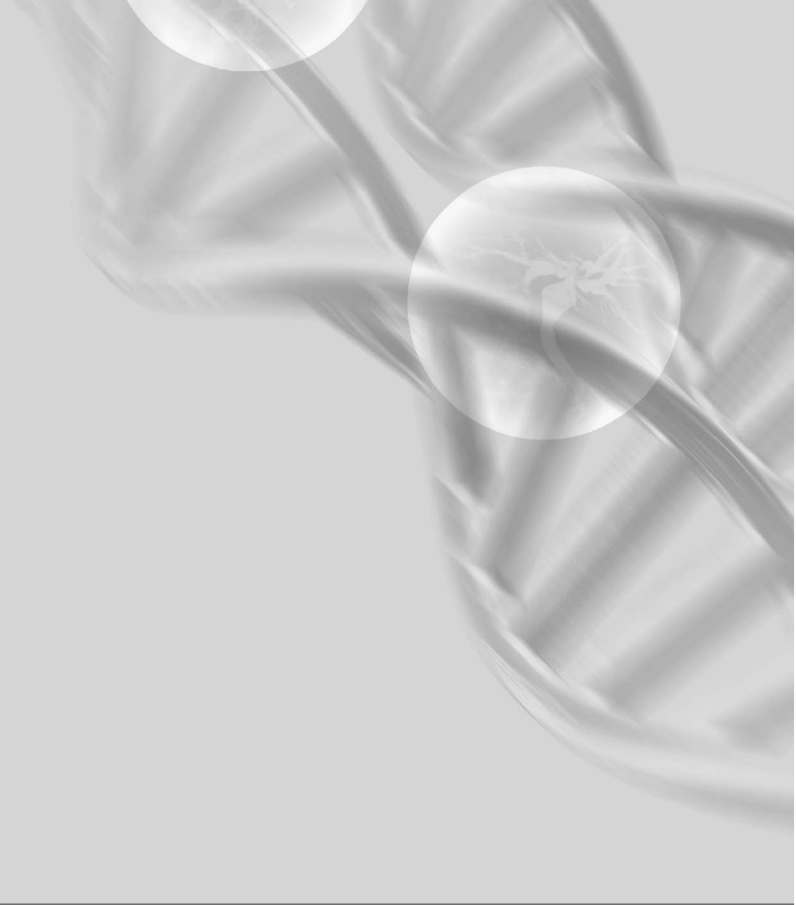
9.1 吸光光度法的基本原理	(245)
9.2 显色反应和显色剂	(247)
9.3 吸光光度分析的方法	(251)
9.4 吸光光度法的运用	(253)
【本章小结】	(257)
【目标检测】	(257)

实习实训

实习实训 1 氯化钠的提纯	(261)
实习实训 2 化学反应速率和化学平衡	(263)
实习实训 3 酸度计的使用及溶液 pH 的测定	(267)
实习实训 4 醋酸电离常数的测定	(269)
实习实训 5 电子分析天平使用与称量技术	(271)
实习实训 6 滴定分析基本操作练习	(275)
实习实训 7 盐酸溶液的配制与标定	(277)
实习实训 8 氢氧化钠溶液的配制与标定	(279)
实习实训 9 食醋总酸量的测定	(281)
实习实训 10 铵盐含氮量测定(甲醛法)	(283)
实习实训 11 果蔬中总酸度的测定	(285)
实习实训 12 重铬酸钾法测铁	(286)
实习实训 13 污水中化学耗氧量的测定	(289)
实习实训 14 维生素 C 含量的测定	(291)
实习实训 15 EDTA 标准溶液的配制和标定	(294)
实习实训 16 水中总硬度及 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量的测定	(296)
实习实训 17 牛乳中钙含量的测定	(298)
实习实训 18 生理食盐水中 NaCl 含量的测定	(300)
实习实训 19 溴化钾含量的测定	(303)
实习实训 20 吸光光度法测定水和废水中总磷	(305)
【习题及实训】参考答案	(309)

附录

附录 1	弱电解质的解离常数	(324)
附录 2	常见配离子的稳定常数	(326)
附录 3	标准电极电势(298.16 K)	(327)
附录 4	难液电解质的溶度积(18 ~ 25 °C)	(332)
附录 5	元素周期表	(334)
参考文献		(335)



绪论



【学习目标】

1. 了解化学学科的发展过程,激发学生学习化学的兴趣。
2. 了解化学与生命、生活、环境的关系,明确无机及分析化学的任务,掌握其学习方法。



0.1 化学学科的发展

化学是研究物质组成、结构、性质、变化及应用的一门自然学科。它的发展经历了一个漫长的过程,炼金术、炼丹术的出现,开始了最早的化学实验,为化学学科的建立奠定了基础。化学学科的发展大致可分为3个时期:

1) 工艺化学时期

17世纪中叶前,化学主要以制陶、冶金、酿酒、染色等工艺为基础,用实践经验来反映化学知识,化学学科还没有真正形成,这是化学的萌芽时期,称为工艺化学时期。

2) 近代化学时期

17世纪后半叶,随着冶金工业的发展和实验室工作经验的积累,人们总结了许多物质化学变化的知识,形成了一些感性认识,为化学的进一步发展积累了丰富的素材。这一时期,拉瓦锡用定量化学实验阐述了燃烧的氧化学说,开创了定量化学时期即近代化学时期。近代化学时期产生了不少化学基本定律,提出了原子学说,发现了元素周期律,发展了有机结构理论,建立了物质成分的分析方法。相继形成了无机化学、有机化学、物理化学、分析化学四大学科,化学实现了从经验到理论的重大飞跃,真正成为了一门独立的学科。

3) 现代化学时期

20世纪初,世界经济的高速发展,电子理论和量子力学的诞生、X射线和放射性元素的发现,为化学在20世纪的发展创造了条件。同时,化学又向生物学、医学、天文学和地质学等其他学科渗透,数学方法及计算机技术在化学领域中的应用,进一步推动了化学学科的飞速发展,促使化学这门学科进入现代化学时期。

在20世纪20年代以后,化学由传统的四大学科体系,发展为无机化学、有机化学、物理化学、分析化学、生物化学、高分子化学、核放射性化学七大学科体系。与化学相关的边缘学科,如:地球化学、海洋化学、大气化学、环境化学、宇宙化学、星际化学等也相继诞生。化学已被公认为“21世纪的中心科学”。

0.2 化学与人类的关系

化学在人类的生存、发展过程中起着重要作用。化学知识带来了新材料、新工艺,改善了人类的生活质量,人类运用化学知识解决了能源危机、环境污染和社会问题,化学对人类的贡献不容忽视。

0.2.1 化学与生命

元素组成了大自然和人类,在100多种元素中,人体内含有60多种。其中,有28种元素是生命健康所必需的元素,称为生命必需元素。包括氢、硼、碳、氮、氧、氟、钠、镁、硅、磷、硫、氯、钾、钙、钒、铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、砷、硒、溴、钼、锡和碘。在28种生命必需的元素中,按

体内含量的高低可分为常量元素和微量元素。常量元素指含量占生物体总质量 0.01% 以上的元素。有：氧、碳、氢、氮、磷、硫、氯、钾、钠、钙和镁，这 11 种元素共占人体总质量的 99.95%。微量元素指含量占生物体总质量 0.01% 以下的元素，如：铁、硅、锌、铜、溴、锡、锰等。

无论是常量元素还是微量元素，在人体内都十分重要，直接影响人体健康。如：常量元素钠、钾和氯离子能调节体液的渗透压、电解质平衡和酸碱平衡，同时，钠离子、钾离子还参与神经信息的传递；钙和氟是骨骼和牙齿形成的必要成分；镁离子是体内糖代谢的辅因子。微量元素铁离子是构成血红蛋白、肌红蛋白、细胞色素和多种氧化酶的重要成分，是维持生命的主要物质；锌离子是许多酶的辅基或酶的激活剂；锡离子与蛋白质的合成有关。因此，常量元素和微量元素都是生命必需的元素，都会影响人的健康。同时，人体内生命必需元素的含量都有一个最佳范围，超过或低于这个范围，对人的健康也不利。例如：微量元素硒能促进人的生长发育，增强机体对疾病的抵抗力，解除体内重金属的毒性，保护心血管和心肌健康。成年人每天摄取硒的量以 100 μg 左右为宜，若长期低于 50 μg 可能引起癌症、心肌损害等；若过量摄入，有可能造成腹泻、中毒、甚至死亡。因此，必须控制并适量补充生命必需元素的量，更好地保证人体的健康。

生命必需元素必须通过饮食来获取，人的生命质量与饮食营养有极大的关系。营养是指人类不断从外界摄取食物，经体内消化吸收、新陈代谢来满足自身生理需要、维持身体生长发育和各种生理功能的全过程。我们把食物中含有能被人体消化、吸收和利用的具有营养作用的物质称为营养素。营养素在人体内的功能可以分为 3 个方面：一是作为能源物质，供给人体所需要的能量；二是作为结构物质，构成和修补机体组织；三是作为调节物质，调节人体的生理功能。人体生命活动所必需的营养素包括七大类，即水、矿物质、蛋白质、脂肪、糖、维生素和膳食纤维。

1) 水

水是生命之源，是人类赖以生存和发展不可缺少的重要物质资源之一。水能调节体温和润滑组织，作为体内营养物质的溶剂和运输的载体，人体内的水分，大约占到体重的 65%。人的生命一刻也离不开水，没有水，食物中养料不能被吸收，氧气不能运到所需部位，废物不能排出体外，新陈代谢会停止，人将死亡。因此，水在生命演化中起到了重要的作用。

2) 矿物质

矿物质是人体内无机物的总称，又称为无机盐或灰分。约占人体体重的 5%，矿物质是酶系统的活化剂，是构成机体组织的重要材料，它能调节体液平衡、酸碱平衡。矿物质在人体内不能自行合成，必须通过膳食进行补充，我国居民膳食中较易缺乏的矿物质主要有：钙、铁、锌、碘、硒。

3) 蛋白质

蛋白质含量占人体质量的 16% ~ 20%，它是由氨基酸组成的具有一定构架的高分子化合物。在组成蛋白质的 20 多种基本氨基酸中，其中有 8 种是成年人必不可少，而机体内又不能合成，必须通过食物来摄取的氨基酸，称为必需氨基酸。这 8 种必需氨基酸是：色氨酸、苏氨酸、蛋氨酸、缬氨酸、赖氨酸、亮氨酸、异亮氨酸和苯丙氨酸。

蛋白质是生命的物质基础,没有蛋白质就没有生命,其有五大功能:

①产生热量。1 g 蛋白质可以产生 4 kcal 能量。

②修补、建造组织。这是蛋白质在人体里最重要的功能之一,也是其他营养素无法取代的作用。

③维持正常渗透压、调节体内酸碱平衡。

④携带其他物质,帮助吸收、运输。

⑤提供必需氨基酸、完成生理功用。

4) 脂类

脂类是人体的重要组成成分,占人体质量的 14% ~ 19%。脂类是油脂和类脂的总称。油脂主要是油和脂肪,一般把常温下是液体的称作油,是固体的称作脂肪。类脂主要是磷脂、糖脂、胆固醇及胆固醇酯等。脂类的生理功能有:

①供能和贮能作用。脂类是人体最丰富的能量来源,1 g 脂肪可以产生 9 kcal 能量,为等量糖和蛋白质的 2 倍,同时也是体内能量的贮存库,人体的能量除供生理代谢及体力活动需要外,多余的转化为脂肪储存体内,必要时可为机体提供能量。

②作为细胞膜结构的基本原料,用于激素的合成。

③为机体提供生长发育所必需脂肪酸,提高免疫功能。

④保护作用。脂肪的不导热性可以防止体温散失过快,起到保温的作用。

⑤构成人体细胞的组成成分。

5) 糖类

糖类是多羟基醛、多羟基酮以及水解后能生成多羟基醛或多羟基酮的有机化合物。糖类是人体热能的主要来源,人体所需的能量 70% 左右由糖提供。糖还是构成组织和保护肝脏功能的重要物质。由于糖属酸性物质,吃糖过量会改变人体血液的酸碱度,呈酸性体质,减弱人体白血球对外界病毒的抵御能力,使人易患多种疾病。食糖过多比烟和含酒精的饮料对人体的危害还要大,容易引起心脏病、高血压、血管硬化症及脑溢血、糖尿病的发病。

6) 维生素

维生素又名维他命,是维持人体生命活动必需的一类有机物。它分为水溶性和脂溶性两大类。维生素是多种酶的活性成分,通过酶的作用来调控人体的物质代谢和能量代谢。当人体缺少某种维生素时,代谢就不能正常进行,容易生发疾病。

7) 膳食纤维

膳食纤维是一种不能被人体消化的多糖。分为水溶性和非水溶性纤维两大类。膳食纤维对促进良好的消化和排泄固体废物有着重要的作用。适量地补充纤维素,可使肠道中的食物变软,促进肠道蠕动,加快排便速度,防止便秘和降低肠癌的风险。纤维素还可调节血糖,有防治高血压、糖尿病、心脑血管疾病的作用。

保持人体健康,七大营养素缺一不可,过剩同样有害。

0.2.2 化学与生活

随着生产力的发展与科学技术的进步,化学与人类生活越来越密切。日常生活的各项活动中,无时不在体现化学知识:蒸馒头时放些苏打,用酸除去水垢,用氢氟酸雕画玻璃,用泡沫