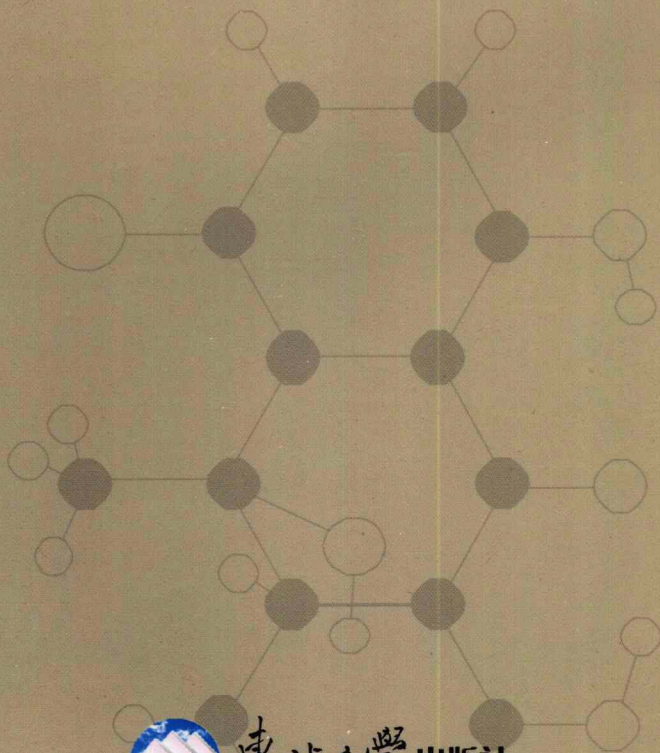


Chemistry and Civilization

化学与人类文明

刘 军 编著



東北大學出版社
Northeastern University Press

化学与人类文明

刘 军 编著

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 刘 军 2008

图书在版编目 (CIP) 数据

化学与人类文明 / 刘军编著. — 沈阳 : 东北大学出版社, 2008.7

ISBN 978-7-81102-533-0

I. 化… II. 刘… III. 化学—普及读物 IV. 06-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 076557 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳市北陵印刷厂有限公司

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 170mm×228mm

字 数: 200 千字

印 张: 10.5

出版时间: 2008 年 7 月第 1 版

印刷时间: 2008 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑: 孟 颖

责任校对: 焦义丛

封面设计: 唐敏智

责任出版: 杨华宁

ISBN 978-7-81102-533-0

定 价: 23.80 元

序 言

人类从远古时代开始，通过使用火、制造陶器、冶炼金属和提取染料等一系列化学实践活动，远离了原始单调的生活方式，逐步进入了今天的文明社会。在这个进程中，化学活动始终伴随着人类文明的进步。

本书主要介绍化学科学在人类历史发展和现代生产、生活中的重要作用，以及化学科学近期的部分成果和生产、生活中的化学知识，使读者认识化学对人类现代文明发展的推动作用。

在现代社会中，人类生活的各个方面以及社会发展的各种需要都与化学有着密切的关系。是化学印染和合成纤维让我们的衣着丰富多彩，是化肥和农药的使用让人民粮满仓、菜满篮，是石灰、水泥、玻璃的制造和使用让我们有广厦千万，是金属冶炼、橡胶合成、石油分离让人类以车代步。也就是说我们的衣食住行无不与化学产品有关，我们生活在化学世界里。此外，化学洗涤品、食品添加剂、美容化妆品以及装饰材料，更使得人类的生活锦上添花。

在社会发展中，化学对工业、农业、国防和科学技术现代化有着重要的促进作用。是杀虫剂、杀菌剂的使用，使农业增产增收、硕果累累，是长效复合化肥、除草剂的使用让农业劳动事半功倍，是植物生长调节剂、农膜、营养液的使用拓展了农业生产的时间和空间。不说生产过程中以化学方法占主要地位的化学工业在国民经济中占有举足轻重的地位，只说化学能源、化学材料也是其他工业，如机械加工工业、钢铁工业、国防工业和轻工业等领域必要的基础；不说炸药、合金是制造普通武器、军备的必需品，只说生产导弹、发射卫星、建造舰艇还需要高能燃料、高能电池以及耐高温、耐腐蚀、耐辐射的材料等具有特殊性能的化学产品；不说近年来科学技

术水平的提高和实验手段的更新促进了化学学科本身的突飞猛进，只说化学知识和化学技术与其他学科的交叉渗透，也大大促进了其他学科的发展。化学科学衍生出来的新技术、新产业对世界经济发展的影响是有目共睹的。

化学和化学工业对人类文明的贡献在 20 世纪的 100 年中表现得尤为突出。第一，在 20 世纪的 100 年里，化学合成和分离了 2 285 万种新物质。这些物质许多以新药物、新材料的形式满足了人类生产、生活和高新技术发展的需要^{[1]1-6}。第二，在 20 世纪的 100 年里，世界人口的平均寿命提高了 25 岁，这与合成抗生素和大量新药物的化学技术直接相关。第三，通常认为 20 世纪改变人类生活的重大科技发明有电视、尼龙、塑料、青霉素、飞机、计算机、互联网、激光、基因工程、器官移植、试管婴儿、人造卫星和克隆技术，而这些成就中有的本身就是化学技术的直接成果，有的则是应用了化学技术或其成果。

总之，化学与国民经济、科学技术各个领域以及人民生活各个方面都有着密切的联系，化学在推动人类社会文明的进步方面发挥了巨大的作用。

本书在编写、出版过程中，得到了我的导师、同事、朋友及东北大学出版社的有力支持，书中引用了许多他人的成果，在此一并表示感谢。

作者水平与时间有限，书中疏漏难免，恳请读者批评指正。

作者

2008 年 2 月 18 日

目 录

第1章 化学与人类生命	1
1.1 人类生命的化学构成	1
1.1.1 糖类——人体热能的主要来源	1
1.1.2 脂肪——人体不可缺少的营养物质	2
1.1.3 蛋白质——生命的物质基础	3
1.1.4 维生素——维持人体健康的营养素	4
1.2 人体中的元素	5
1.2.1 人体中元素的分类	5
1.2.2 人体中的几种元素	7
1.3 化学与医药.....	17
1.3.1 解热镇痛药物.....	17
1.3.2 感冒药.....	18
1.3.3 抗生素药.....	19
1.3.4 一氧化氮与心、脑血管.....	21
1.4 化学与健康.....	22
1.4.1 树立均衡营养观.....	22
1.4.2 食品添加剂和防止食品污染.....	25
1.4.3 绿色食品.....	30
1.4.4 适量饮酒.....	31
1.5 远离毒品.....	32
1.5.1 毒品的种类.....	32
1.5.2 毒品对人类的危害.....	34
1.6 威胁人类生命的大规模杀伤性武器.....	34
1.6.1 化学武器.....	35
1.6.2 核武器.....	36
第2章 化学与人类生存的环境	38
2.1 环境和环境污染.....	38
2.1.1 环境及环境问题.....	38

2.1.2	环境污染和化学污染	40
2.1.3	人类对化学污染问题的对策的演变	42
2.2	大气污染及大气环境问题	44
2.2.1	大气污染物及其分类	44
2.2.2	典型的大气污染	47
2.2.3	大气污染引起的大气环境问题	49
2.2.4	大气污染的综合防治	52
2.3	水污染和土壤污染	52
2.3.1	水污染及其防治	52
2.3.2	土壤污染及其防治	55
2.4	日常生活中的污染	56
2.4.1	居室污染	56
2.4.2	吸烟与生活环境污染	59
2.4.3	合成洗涤剂与污染	59
2.5	人与自然的和谐	60
2.5.1	人与自然的关系	60
2.5.2	可持续发展	61
2.6	绿色化学	62
2.6.1	绿色化学的概念及其特点	62
2.6.2	原子经济反应	63
2.6.3	绿色化学产品	64
2.6.4	绿色化学的原则	64
2.6.5	绿色化学生产的案例	65
第3章	化学与化学工业	67
3.1	化学工业及其分类	67
3.1.1	化学工业	67
3.1.2	化学工业的分类	68
3.2	化学工业的发展历史	68
3.2.1	古代的化学加工	69
3.2.2	早期的化学工业	69
3.2.3	现代化学工业的开端	70
3.3	无机化学工业简介	70
3.3.1	无机化学工业及其特点	70
3.3.2	重要的无机化学工业介绍	71

3.4	精细化工简介	75
3.4.1	精细化工与精细化工产品	75
3.4.2	精细化工产品的生产特点	76
3.4.3	常见精细化工产品简介	77
3.4.4	精细化工的作用及其发展趋势	84
3.5	化学工业的发展	85
3.5.1	现代化学工业的特点	85
3.5.2	化学工业面临的问题	86
3.5.3	我国化学工业的发展方向	86
第4章	化学与农业生产	87
4.1	化 肥	88
4.1.1	作物中的营养元素	88
4.1.2	化肥及其种类	89
4.1.3	氮 肥	89
4.1.4	碳 肥	91
4.1.5	化肥的作用	92
4.2	农 药	94
4.2.1	农药及其主要类型	94
4.2.2	农药的作用及可能引起的问题	98
4.2.3	农药的发展	100
4.3	营养液和农膜	101
4.3.1	营养液	101
4.3.2	农 膜	103
第5章	化学与材料	105
5.1	人类运用材料的历程	105
5.2	材料及其分类	106
5.3	金属材料	108
5.3.1	金属材料的性能、地位和加工方法	109
5.3.2	金属材料的分类	110
5.4	合成高分子材料	112
5.4.1	合成高分子	113
5.4.2	合成高分子的基本性质	114
5.4.3	合成高分子材料之塑料	116

5.4.4	合成高分子材料之合成纤维	119
5.4.5	合成高分子材料之合成橡胶	120
5.4.6	白色污染	121
5.4.7	合成高分子材料的发展	122
5.5	复合材料	122
5.5.1	纤维增强树脂基复合材料	123
5.5.2	纤维增强金属基复合材料	124
5.5.3	纤维增强陶瓷基复合材料	124
5.6	新型材料介绍	125
5.6.1	生物医用材料	125
5.6.2	纳米材料	125
5.6.3	超导材料	127
5.6.4	几种新型高分子材料	127
5.6.5	几种新型金属材料	129
5.6.6	新型无机非金属材料	134
第6章	化学与能源	135
6.1	化学反应中能量变化的原因	135
6.2	化学电池	136
6.2.1	干电池	137
6.2.2	蓄电池	138
6.2.3	新型化学电池	139
6.2.4	废旧电池的污染与危害	140
6.3	能源及其分类	141
6.3.1	能源及人类利用能源的历史	141
6.3.2	能源的分类	141
6.4	常规能源	143
6.4.1	煤炭	143
6.4.2	石油	147
6.4.3	天然气	149
6.5	节约能源和开发新能源	149
6.5.1	节约能源	150
6.5.2	新能源的开发	150
参考文献	156

第 1 章

化学与人类生命

人体本身是由化学物质构成的，这些化学物质在人体里各司其职，支持着人类的生命活动，而且人体里每天都发生着数以亿计的化学反应，可以毫不夸张地说，人类就是化学的人。人们一日三餐的饮食中包含着能为人体提供营养和能量的化学物质，合理的膳食能维持人体正常的生命活动和健康。当人体处于非健康状况时，医药中的化学物质能够帮助人类与疾病进行斗争，保卫人类的生命和健康。而不正确的生活方式、一些有毒的化学物质和战争中可能使用的武器却对人类的生命和健康构成了很大的威胁。本章将介绍与人类生命有重要关系的物质和过程。

1.1 人类生命的化学构成

1.1.1 糖类——人体热能的主要来源

糖类(carbohydrate)是绿色植物光合作用的产物，是动植物所需能量的重要来源，是人体内分布最广的有机物。糖类是由碳、氢、氧三种元素组成的有机化合物。糖类的通式为 $C_n(H_2O)_m$ ，因此又把糖类叫做碳水化合物。糖类根据其水解产物的不同，可以分为单糖、二糖和多糖。

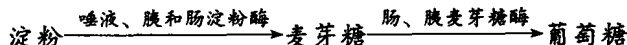
一种重要的单糖——葡萄糖——的化学式是 $C_6H_{12}O_6$ ，动物通过葡萄糖的氧化取得其所需要的绝大部分能量，发生的反应为



实际的氧化过程以极其复杂的方式在细胞内进行，涉及的反应步骤超过 20 步，每一步都经过酶的催化。

两分子单糖失去一分子水，结合成二糖。在植物的细胞中，最重要的二糖是蔗糖和麦芽糖。甘蔗和甜菜中含有大量的蔗糖，所以它们是用来生产蔗糖的主要原料；发芽的谷粒特别是麦芽里，含有大量的麦芽糖。在动物细胞中，最重要的二糖是乳糖，动物的乳汁中含有乳糖。

在植物细胞中，最重要的多糖是植物淀粉和纤维素。谷类中含有丰富的淀粉，淀粉分子是由大约 1 000 个葡萄糖单元的长链组成的。某些链带有分支，在主链上大约每隔 25 个单元就出现一个支链。在人体内，葡萄糖以糖元的多糖形式储存起来。糖元的结构与淀粉结构非常相似，糖元和淀粉分别充当动植物葡萄糖的主要来源。淀粉被人吃下以后，酶促进了淀粉和水的反应。此过程可归纳为



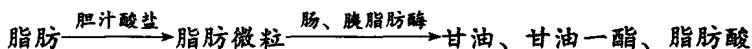
葡萄糖在小肠中被吸收后，一部分被氧化成丙酮酸和 ATP 分子，一部分被肝脏、骨骼肌等组织合成为糖元，还有一部分转变成脂肪。

我国居民膳食中糖类占 80%，每天所摄取的热能中大约有 75% 来自糖类。世界卫生组织认为，每人每日的吃糖量以每千克体重 0.5g 左右最佳。合理食用糖，要因人而异、灵活处理，既不能拒绝吃糖，又切莫滥吃。血糖过高、过低都是病。人参、党参和黄芪中含有多糖，能扶本固正，增强免疫力，有助于延缓衰老^{[2]117}。在生活中，与白糖（蔗糖）相比，红糖中含丰富的葡萄糖及铁、锰、锌等元素，营养更丰富。

1.1.2 脂肪——人体不可缺少的营养物质

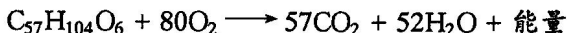
脂肪(lipid)与糖类一样，也是由碳、氢和氧三种元素组成的，此外还含有氮和磷。脂肪类物质主要包括脂肪、类脂和固醇，它们的特点是都能用非极性溶剂从生物细胞中提取出来，其化学成分是脂肪酸甘油酯。

脂肪的消化主要在肠中进行。胰液和胆汁经胰管和胆管分泌到十二指肠，胆汁中的胆盐是强有力的乳化剂，使脂肪形成分散的细小脂肪微粒，脂肪在肠、胰脂肪酶的作用下，水解为甘油、甘油一酯及游离的脂肪酸。此过程可归纳为



脂肪的水解产物游离脂肪酸和甘油一酯在肠上皮细胞的小绒毛膜上被吸收，被吸收的消化产物脂肪酸和甘油一酯在体内重新合成甘油三酯。

脂肪的主要生理功能是释放能量，供给机体利用。其单位质量发热量比糖和蛋白质多一倍以上，能供给人体每日所需能量的 20% ~ 25%。如油酸甘油酯在体内氧化分解的总反应为



脂肪除供应能量外,还可供给人体必需的脂肪酸。如果缺乏这些脂肪酸,机体代谢就会受影响。此外,脂肪还可协助脂溶性维生素的吸收。脂肪组织较为柔软,存在于器官组织间,减少器官与器官的摩擦,使之免受损伤。另一方面,脂肪不易传热,故能防止散热,可维持体温恒定。所以适量摄入食用油脂对人类的健康是有益处的,一般认为人体每天至少需要8g脂肪。

1.1.3 蛋白质——生命的物质基础

蛋白质(protein)是生命的存在形式。在生物体的结构和功能的基本单位——细胞——中,蛋白质占7%~10%。

蛋白质的基本组成单位是氨基酸(amino acids)。构成蛋白质的氨基酸有20多种,其中8种氨基酸在人体内不能合成或合成速率不能满足机体需要,必须由食物供给。这8种氨基酸称为必需氨基酸,包括赖氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸。

蛋白质在胃蛋白酶作用下,可水解成多肽和少量氨基酸,在胃中未被消化的蛋白质及多肽进入小肠后,在多种蛋白酶的作用下,继续水解,最后成为氨基酸。其中,一部分氨基酸被人体各组织用来制造自身的蛋白质,维持组织的生长发育,一部分氨基酸分解后变为糖元或脂肪存于体内,还有一部分氨基酸氧化,生成二氧化碳、水和尿素,同时产生热量,作为生命活动的能源。蛋白质的消化过程可归纳为



蛋白质具有重要的生理功能。第一,蛋白质是构成人体组织细胞的基础物质,人体的肌肉、血液、乳汁、皮肤和毛发都是由蛋白质构成的;第二,蛋白质可以调节生理机能,在人体消化、呼吸、血液循环、神经活动等生理过程中输送氧气的血红蛋白、起催化作用的酶、起调节作用的激素、具有免疫防护作用的抗体等都是蛋白质;第三,蛋白质是人体所需能量的来源之一。

2004年我国湖南、安徽等地出现了“大头娃娃”(见图1.1)事件。多名婴儿在长期使用某些品牌的奶粉人工喂养后,分别出现头部变大、下肢畸形、体质下降和生长缓慢等现象,甚至有的婴

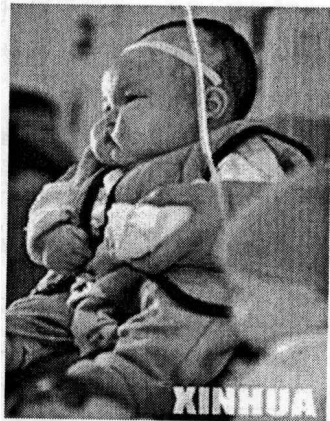


图 1.1

儿的生命都受到威胁。后来经查证实,出现“大头娃娃”是由于这些婴儿所食用的奶粉有质量问题,劣质奶粉中蛋白质的含量还不到3%。

德国的科学家在一百多年前曾经做过这样一个实验:将小动物分成两组,用不同的食物喂养。第一组用糖和脂肪喂养,第二组用蛋白质喂养。结果,第一组动物全都死了,而第二组却安然无恙。

以上事件和实验完全可以说明,蛋白质是生命的物质基础,没有蛋白质就没有生命。

1.1.4 维生素——维持人体健康的营养素

维生素(vitamins)也叫维他命,是一类维持机体健康不可缺少的低分子有机化合物。这些有机化合物化学结构各不相同,生理功能各有所异。目前发现食物中维生素有60多种,通常以它们的溶解性分为脂溶性维生素和水溶性维生素两大类。

维生素是天然食物的一种成分,不同于蛋白质、糖和脂肪,它们不能供给能量,也不是组织细胞的结构成分。它们在食物中的含量极少,人体每日的需要量也甚少。由于它们在体内不能合成或合成量不足以满足人体需要,因而大多数维生素必须由食物供给,才能维持机体正常的生长发育和生理功能。当机体缺乏维生素时,会引起物质代谢失调,发生一类特殊的疾病,称为“维生素缺乏症”。表1.1列举了几种重要的维生素的稳定性、生理功能及缺乏症。

维生素的主要功能是通过作为辅酶的成分调节肌体代谢。长期缺乏任何一种维生素都会导致某种营养不良症及相应的疾病。有些维生素在体内有协同作用,如维生素C能提高人体对铁的吸收率,维生素D又称抗软骨病维生素,其主要功能是调节钙、磷代谢,维持血液钙、磷浓度正常,从而促进钙化,使牙齿、骨骼正常发育。植物体内不含维生素D,仅动物体内才含有,鱼肝油中维生素D含量最丰富。

表 1.1 重要维生素的稳定性、生理功能及缺乏症

名 称	稳定性	生理功能	缺乏症	
脂溶性维生素	维生素 A	易氧化破坏,对光不安定,在无氧条件下耐热,它的酯较为稳定	构成视网膜感光物质,即视色素的成分;维持上皮细胞的完整性及正常机能;维持生长发育	夜盲症、干眼病和皮肤角化病
	维生素 D	在避光及无氧条件下安定,对热稳定	参与钙、磷代谢调节;促进骨骼的钙化	佝偻病和软骨病
	维生素 K	耐热,易被光破坏	参与凝血因子 II、VII、IX、X 的形成	血凝障碍,新生儿出血症
	维生素 E	极易氧化破坏,对光不稳定	维持正常生殖机能,防止肌肉萎缩,具有抗氧化作用	无缺乏症

续表 1.1

名称	稳定性	生理功能	缺乏症
维生素 B ₁	酸性条件下耐热, 碱性条件下极易被破坏	维持神经系统的正常机能, 增进食欲	脚气病、多发性神经炎和肠道机能障碍
维生素 B ₂	碱性条件下, 易被光和热破坏, 酸性条件下较稳定	参与生物氧化过程, 构成黄素蛋白的辅基	口角炎、舌炎、唇炎和阴囊炎
维生素 B ₆	耐热, 耐酸、碱	构成氨基酸转氨酶和脱羧酶的辅酶	无缺乏症
维生素 B ₁₂	水溶液中 pH 值 4.5~5 时最稳定; 在碱性溶液中易被破坏	促进胆碱、核酸合成, 与红细胞成熟有关	巨幼红细胞性贫血
维生素 C	酸性溶液中稳定, 易氧化; 在有铜、铁存在, 碱性条件下更易氧化	促进细胞生长和抗体形成, 有抗癌作用	坏血病

人类每日必须从膳食中摄取一定量的各种维生素, 而不同人所摄取维生素的数量和品种又稍有差异。如老年人需较多的 B 族维生素和维生素 C, 对维生素 D 需要量较少; 需要视力集中的人, 如射手、领航员和精密仪器制造工人等, 一般需摄取较多的维生素 A; 膳食中糖类比例较大的人和食欲不好及神经性疾患的病人需较多的维生素 B₁; 化工厂和高温车间工人需要较多的维生素 C。

各种维生素的摄食量虽应充足, 但并非愈多愈好。例如, 维生素 D 摄食过量会引起乏力、恶心、头痛和腹泻等, 还可使总血脂和血胆固醇量增加, 妨碍心血管功能。而维生素 C, B₁, B₂, B₆ 等虽然无毒性, 但超过肌体所能利用和储存的量时即由尿和其他体液排出体外。这也证明, 生命体对任何营养素的需求都是有其浓度范围的。

除了蛋白质、脂肪、糖类和维生素四类物质以外, 水、矿物质和核酸等也是人类生命活动中不可缺少的化学物质。

1.2 人体中的元素

1.2.1 人体中元素的分类

自然界中的一切物质都是由化学元素(element)构成的, 包括人类的身体。人体中含有多种元素, 各有不同的功能。人体中的这些元素, 按照它们不同的生理效应, 分为三类: 必需元素、有毒元素和尚未确定的元素。

1.2.1.1 必需元素

必需元素一般是指三类元素: 一是生命过程的某一环节需要该元素的参

与，即该元素存在于所有健康的组织中；二是生物体具有主动摄入并调节其在体内分布和水平的元素；三是存在于体内的生物活性化合物的有关元素，缺乏该类元素时会引起生化生理变化，当补充后即能恢复。即这些元素参与人体各种生理作用，是人体营养不可缺少的成分，若缺乏就会出现各种疾病，如人体缺碘会造成甲状腺肿大，缺铁会出现贫血症等。根据必需元素在人体中的含量，可将必需元素分为必需的常量元素和必需的微量元素两类。必需微量元素浓度与生物功能的关系如图 1.2 所示。

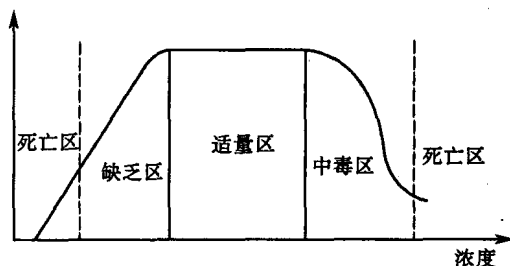


图 1.2 必需微量元素浓度与生物功能相关图^{[3]164}

(1) 必需的常量元素

习惯上将在人体中质量分数高于 0.01% 的元素称为常量元素，包括氧、碳、氢、氮、钙、磷、钾、硫、钠、氯和镁共 11 种元素，这 11 种元素占人体总质量的 99.95%。它们都是元素周期表中的前 20 号元素，在人体中的质量分数如表 1.2 所示。

表 1.2 人体必需的常量元素的质量分数^{[2]141} %

名称	氧	碳	氢	氮	钙	磷	钾	硫	钠	氯	镁
质量分数	65.00	18.00	10.00	3.00	2.00	1.00	0.35	0.25	0.15	0.15	0.05

(2) 必需的微量元素

微量元素通常是指在生物体内质量分数不足 0.01% 的元素，它们的总质量还不足人体质量的 0.05%，因为含量甚微，要确知它们在体内是否必需很困难。人体必需的微量元素多为元素周期表中的过渡元素，现在世界卫生组织公布已经发现的必需微量元素有铬、锰、铁、钴、铜、锌、钼、碘、硒和氟等。

1.2.1.2 有毒元素

目前在人体组织中发现的元素已多达 70 余种，仅血液就含有 30 多种元素。除了上述必需元素外，其余元素随着自然资源的开发利用和工业发展进入

环境，它们通过大气、水源和食物等途径侵入机体，成为人体中的元素。大部分有毒元素为金属离子，它们在体内积累，往往会干扰正常的代谢活动，对健康产生不良影响，甚至引起病变。因此，治理环境污染、保障人类健康是当前世界各国十分重视的课题。

有毒元素是对生物体有毒害的元素，其中镉、汞、铅为剧毒元素，铍、铝、镓、铟、铊、锗、锑、砷、铋和碲等为有毒元素。有毒元素多处于元素周期表中的P区。

1.2.1.3 尚未确定的元素

除以上提到的元素外均属于尚未确定的元素。

各种元素在人体组织、体液中的富集情况大致为：头发中铝、砷和钒；大脑中钠、镁和钾；脑垂体中铟、溴、锰和铬；眼液中钠；视网膜中钡；齿质及珐琅质中钙、镁和氟；牙组织中钙和磷；甲状腺中碘、铟和溴；心脏中钙和钾；肺中锂和钠；胰腺中镁；肾脏中锂、硒、钙、镁、钾、钼、镉和汞；消化液中钠；骨筋中锂、镁和钾；肌肉中锂、镁和钾；骨组织中钠、钙、钾和磷；血液中铁、钠、锂、钙和钾；肝脏中锂、硒、钼、锌、钙、镁、钾和铜。

应当指出，人体中元素的分类不是一成不变的，如过去认为硒是一种有毒元素，近年来的研究表明它是一种多功能的人体必需的微量元素。同一种元素有时是有益的，有时却是有害的，这与元素在生物体内的浓度和存在的价态有关。例如，三价铬对防治心血管疾病有重要的作用，而六价铬却有致癌作用。又如，在生物体内含硒 $1 \times 10^{-7}\%$ 是有益的，而含硒 $1 \times 10^{-6}\%$ 则是致癌的。化学元素在人体内有一个最合适的浓度范围，称之为最适营养浓度定律。

存在于人体中的各种元素，除碳、氢、氧和氮主要以有机化合物形式存在以外，其余各种元素，可统称为无机盐(mineral salts)或矿物质，在人体内各自发挥着巨大的生化作用，并参与维系生命的全过程。一旦缺失，就会导致生命系统的正常运作发生障碍。有些元素既不能多，也不能少，否则就会破坏平衡，从而影响人体健康，甚至导致疾病的发生。

1.2.2 人体中的几种元素

1.2.2.1 几种必需元素

(1) 钙

钙(calcium)是构成人体的常量元素，是人体内含量最多的金属元素，一般成年人体内含钙量约为 $1 \sim 1.25\text{kg}$ ，其中 99% 存在于骨骼和牙齿中，其余

1%存在于软组织、细胞外液和血液中。构成人体骨骼和牙齿的骨盐组成是 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 85%, CaCO_3 10%, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 1.5%, CaF_2 0.3%, CaCl_2 2.0%。钙有助于骨骼和牙齿的生长,促进肌肉和神经的正常兴奋,抑制脑神经的异常兴奋,使之在正常状态下可以承受较为严重的精神刺激。钙又是机体中多种酶系统的激活剂。例如,人受了创伤出血时,钙可以激活凝血酶原并使之转化为凝血酶,促使伤口处的血液凝固。人体一旦缺钙,则肌肉神经兴奋,易引起肌肉自发地收缩。儿童如果缺乏钙,会造成骨质生长不良和骨化不全,出现出牙晚、“鸡胸”或佝偻病;青少年缺钙会导致发育不良,易得佝偻病;成年人缺钙会出现血不宜凝固等症;老年人缺钙会导致骨质疏松,容易骨折,并发生出血和瘫痪等疾病。高血压、脑血管病等也与缺钙有关。

成年人每日都有一定量的钙进行更新,因此有专家建议成年人每日应摄取钙 800~1200mg。钙质的补充主要应从膳食中得到。食物中牛奶、虾皮、海带、奶粉、芝麻酱、绿叶蔬菜、花生、豆类和豆制品等含钙较多,饮食中应适当增加这些食品。

影响钙的吸收的因素很多,主要有以下几点。

① 食物中的维生素 D、乳糖和蛋白质都能促进钙盐的溶解,有利于钙的吸收。因此,为了提高人体钙的吸收率,还必须同时摄入丰富的维生素 D,或经常晒太阳。因为人体皮肤内的 7-脱氢胆固醇经日光中紫外线的照射,可转变成维生素 D。

② 脂肪供给过多会影响钙的吸收。因为由脂肪分解产生的脂肪酸在肠道中未被吸收时与钙结合,形成不溶性钙盐,使钙吸收率降低。

③ 胆汁有利于钙的吸收。人体所能吸收的钙只能是水溶性的钙盐,胆汁可以将非水溶性的钙盐转变成水溶性的,起到帮助钙的吸收的作用。

④ 年龄和肠道状况与钙的吸收有关系。钙的吸收率随年龄的增长而逐渐降低,所以老年人易发生骨质疏松、骨折等现象。另外,腹泻和肠道蠕动太快导致食物在肠道中停留时间过短,也不利于钙的吸收。

⑤ 某些蔬菜中的草酸和谷类中的植酸(六磷酸肌醇)分别能与钙形成不溶性的草酸钙和植酸钙,影响钙的吸收。含草酸多的蔬菜有老菠菜、茭白和竹笋等,含植酸多的谷类有小麦和燕麦等。

(2) 磷

除钙以外,磷(phosphorus)也是构成人体骨骼和牙齿的主要成分。正常人体内含磷 0.6~0.9kg,其中 85%左右分布于骨骼和牙齿中。身体内 90%的磷以磷酸根(PO_4^{3-})形式存在。牙釉质的主要成分是羟基磷灰石 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ 和少量的氟磷灰石 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 、氯磷灰石 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ 等。羟基磷灰石是不溶物质。