

科学世界
青少年科学素质提升丛书

QINGSHENQI FENMEN BIELEI TUPING JINGMEI YUYAN JIANLIAN NEIRONG SHENGDONG

纷繁神奇 分门别类 图片精美 语言简练 内容生动

追求客观真理和知识是人的最高和永恒的目标。——爱因斯坦

谢宇 李翠◎主编

神奇的化学

本书对于读者们常提出的一些科学问题给出了简单而又清楚的答案，使青少年在不知不觉中了解和掌握基本的科学常识，有助于青少年自主学习和探索未知的科学世界。



河北出版传媒集团公司
河北少年儿童出版社

青少年科学素质培养丛书

神奇的化学

主编 谢宇 李翠

常州大学图书馆
藏书章



河北出版传媒集团
河北少年儿童出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

神奇的化学 / 谢宇, 李翠编著. -- 石家庄: 河北

少年儿童出版社, 2012.9

(青少年科学素质培养丛书)

ISBN 978-7-5376-5030-4

I. ①神… II. ①谢… ②李… III. ①化学 - 青年读物②化学 - 少年读物 IV. ①O6-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第149913号

神奇的化学 主编 谢宇 李翠

责任编辑 孟玉梅

出版 河北出版传媒集团
河北少年儿童出版社

地址 石家庄市中华南大街172号 邮政编码: 050051

印刷 北京阳光彩色印刷有限公司

发行 新华书店

开本 700×1000 1/16

印张 11

字数 286千字

版次 2012年9月第1版

印次 2012年9月第1次印刷

书号 ISBN 978-7-5376-5030-4

定价 21.80元

编委会

主 编 谢 宇 李 翠

副主编 马静辉 马二力 李 华 商 宁 刘士勋

王郁松 范树军 矫清楠 吴 晋

编 委 刘 艳 朱 进 章 华 郑富英 冷艳燕

吕凤涛 魏献波 王 俊 王丽梅 徐亚伟

许仁倩 晏 丽 于承良 于亚南 王瑞芳

张 淼 郑立平 邹德剑 邹锦江 罗曦文

汪建林 刘鸿涛 卢立东 黄静华 刘超英

刘亚辉 袁 玫 张 军 董 萍 鞠玲霞

吕秀芳 何国松 刘迎春 杨 涛 段洪刚

张廷廷 刘瑞祥 李世杰 郑小玲 马 楠

前言

在当今社会，“科学技术是第一生产力”的观念早已深入人心。人们已经认识到，先进的科学技术是一个国家取得长足发展的根本，一个充满活力的民族必然是一个尊重科学、崇尚真理的民族。

宇宙的无穷奥妙均蕴涵于科学之中，如变幻莫测的星空、生机勃勃的动植物王国、令人称奇的微生物、包含诸多秘密的地球内部……各个领域的无数令人惊奇的现象都可以用科学知识来解答，科学知识就是打开自然神秘大门的钥匙，它的不断发展使世界发生了天翻地覆的变化。掌握了科学知识的青少年，就像插上了一双翅膀，可以无拘无束地向着美好的未来飞去。

青少年是一个民族得以发展的未来中坚力量，正如梁启超在《少年中国说》中所写到的：“少年智则国智，少年富则国富，少年强则国强……”因此，提高青少年的科学素养，培养青少年的科学精神，成为当今社会最重要的问题。为了提高青少年学习科学知识的兴趣，我们结合青少年的年龄结构特点推出了这套《青少年科学素质培养丛书》，用于帮助广大青少年在课外补充学习简明、基础的科普知识。

考虑到青少年的阅读习惯，本套丛书按照学科种类进行组织编写，将复杂纷繁的科学内容分为五十部分，如人造奇观、生物工程、纳米技术、疫病、考古发现、生命遗传、医学发现、核能科技、激光、电与磁、物理、中外发明、自然景观、微生物、人体、地理发现、数学、能源等，据

此编辑为该套丛书的五十分册。这套丛书从浩瀚无垠的科学知识殿堂中精心挑选了对读者最有了解价值的内容，将当今主要学科领域的知识具体而又直观地介绍给读者，拓宽读者的视野，启迪读者的思维，引领读者一步步走进奥妙无穷而又丰富多彩的科学世界。这套丛书始终贯穿着探索精神和人文关怀，是一套将知识性和趣味性完美地融合在一起的科普读物。每一本书都精选了几十个主题，旨在揭开神秘世界的诸多奥秘，为青少年读者奉上一桌营养丰富的精神大餐，希望青少年朋友们能在妙趣横生的阅读中体会到学习科学知识的快乐。

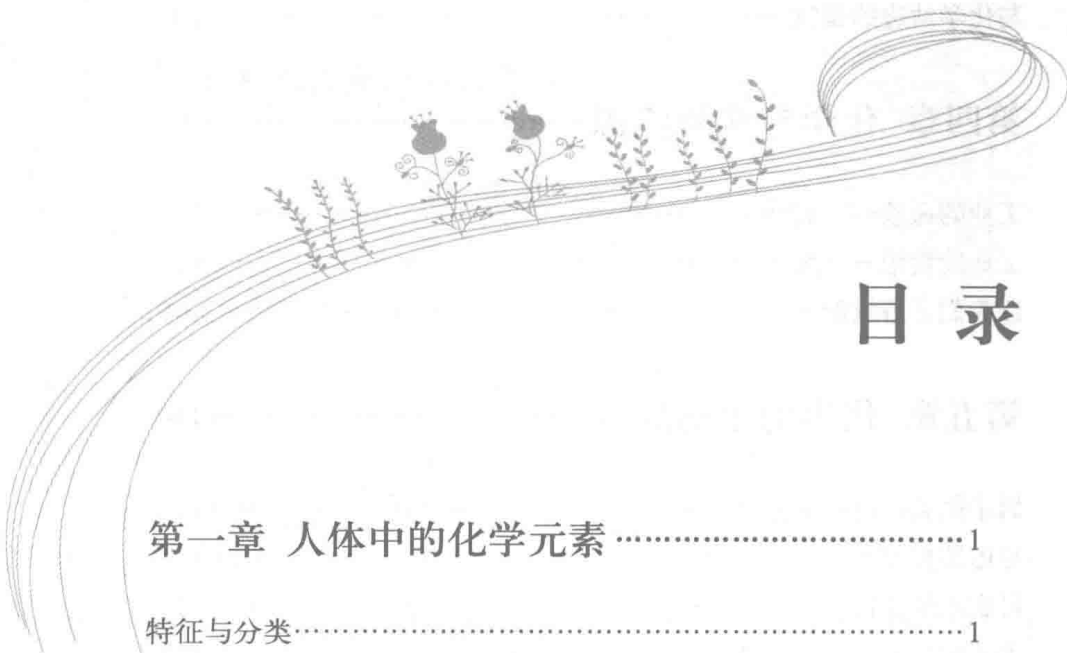
这套丛书还配有上千幅精美的插图，有实物照片、原理示意图等，力求做到简单实用、通俗易懂，以便于青少年朋友们能够形象、直观地理解科学知识，激发大家的学习兴趣，拓宽大家的想象空间。

这套《青少年科学素质培养丛书》在编写的过程中将当今世界上最新的科技和时事动态融入其中，集权威性、实用性、准确性于一体。希望这套丛书就像神奇的帆船一样，能够将青少年朋友们轻松地带进浩瀚的科学海洋，使大家爱上科学，成为有科学头脑、有科学素养的人。

本书在编辑过程中得到了很多人的关心和指导，在此表示诚挚的感谢。另外，由于时间仓促，书中难免有不当之处，请读者批评指正。

编者

2012年9月



目录

第一章 人体中的化学元素	1
特征与分类	1
生物非金属元素和金属元素	10
五大作用	13
人体有哪些化学反应	15
第二章 化学与营养物质	23
不可缺少的糖	23
脂类营养物质	32
生命的根本——蛋白质	42
走近维生素家族	53
功能多多的无机盐	62
功高盖世的水	65
第三章 化学与人类健康	69
救命英雄——化学药物	69

2012五种新药·····	76
与化学沾边的毒物·····	80

第四章 化学与典型能源····· 86

工业的血液——石油·····	86
工业的食粮——煤·····	91
让我们了解核能·····	106

第五章 化学的生动故事····· 114

原子团簇的路在何方·····	114
导电塑料的发现·····	118
可燃冰的身世·····	122
平凡的碳能否打造神奇·····	126
遗传和变异·····	130
炼丹术与冶金术的盛行·····	134
元素周期表的发现·····	138
卢瑟福建立核化学的故事·····	142
变色玻璃的奥秘·····	146
诺贝尔发明炸药的故事·····	149
欧文·朗缪尔与人工降水·····	153

第六章 化学的美好前景····· 158

化学催化的深远影响·····	158
生物化学研究的作用·····	160
我们身边的化学·····	163
极端化学行为的重要意义·····	166

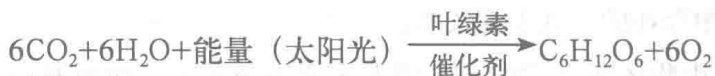
第一章 人体中的化学元素

特征与分类

地球上存在92种稳定的化学元素，它们分布在自然界岩石圈、水圈、大气圈中。人类在漫长的生物进化过程中，在地面的岩石圈、水圈、大气圈构成的环境中生活，必须与环境进行物质交换，于是有选择地吸收了几十种化学元素构成人体有效的机制，赖以维持生命。用现代分析测试技术对人体组成进行分析，我们知道人体至少由37种化学元素组成。

化学元素的来源及特点

自然界划分为4个圈层：大气圈、水圈、岩石圈、生物圈。生物圈中的植物、动物和人在大气圈、水圈、岩石圈构成的环境中生存发展，并与各圈层之间存在物质交换和能量交换。自然界中的生物体可以分为自养生物和异养生物两大类。自养生物可以通过二氧化碳和水在叶绿素和太阳光的作用下进行光合作用产生糖而得到养分，其化学反应式可表示如下：



一般的植物和藻类属于自养生物。所谓异养生物，它们自己不能制造养分，而必须依靠自养生物作为养分和能量的来源。人类作为高等动物属于异养生物。绿色植物、藻类是兔、牛、羊、马等大小动物的食物，而这



自养生物

些食草动物又是食肉动物的食物，食肉动物则成为人类的食物，人死了，尸体被细菌和真菌等微生物分解，这就构成了自然界中的生物圈。食物和捕食者之间这一系列的关系，人们称之为“食物链”。人类作为捕食者是处在食物链的末端，食物链中各级植物和动物逐级积累的各种元素，最后都以食物的形式进入人体，这是人体内化学元素的主要来源。

构成人体的元素具有下列特点：

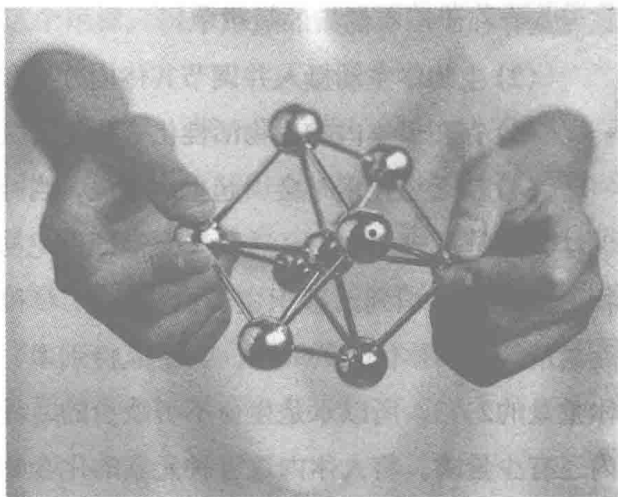
(1) 生物体是在地球上产生的，并且同环境变化一起沿着生态系统的稳定性，有选择地取舍环境中的物质而进化发展，所以构成生物体的元素都是环境中存在的，且丰度较高。

(2) 生物体所必需的元素绝大多数为轻元素，如周期表中开头的34个元素中即有21个元素是动物生活所必需的，这样就使生物体有较轻的重量。（较重的元素仅有I、Mo和Sn）

(3) 生物体所必需的微量元素大多为过渡元素，这与它们核外的原子

轨道中有未被填满的轨道有关。

(4) 碳、氢、氧、氮具有易形成共价键的共同性，它们能相互作用，生成大量不同形式的共价化合物。因为共价结合的强度与所结合原子的相对原子质量成反比，所以这四种元素能形成很强的共价键。



碳原子结构图

(6) 在碳的有机分子中，由于围绕每个单键结合的碳原子的电子对具有四面体构型，借碳—碳键可形成许多不同的三维空间结构，因此可形成线性、分枝状或环状的骨架。碳原子还可以和氧、氢、氮、磷和硫形成共价键并把不同种类的功能基引入有机物分子结构中。

(6) 碳、氢、氧等形成的许多有机化合物在生理温度 ($0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$) 下具有流动性。

动物、植物都主要由10种左右元素组成。植物比动物氧的含量高，而氮、硫的含量少。这是由于植物体的细胞壁及细胞内贮藏的糖及其相关物质较多；此外动物体内钠较多，而植物体内钾较多。

人体内化学元素的类型

存在于生物体（植物和动物）内的元素按其作用大致可分为三大类：必需元素、非必需元素和污染（有毒有害）元素。

必需元素

必需元素是指下列几类元素：

(1) 生命过程的某一环节（一个或一组反应）需要该元素的参与，即

该元素存在于所有健康的组织中；

(2) 生物体主动摄入并调节其体内分布和水平的元素；

(3) 存在于体内的生物活性化合物的有关元素；

(4) 缺乏该元素时会引起生理变化，当补充后即能恢复。

哪些是构成人体的必需元素呢？19世纪初，化学家开始分析有机化合物，清楚地认识到活组织主要由C、H、O和N四种元素组成。仅这四种元素就约占人体体重的96%。其中氧特别多，一般估计，人体内水分占人体重量的2/3，所以水是生命不可缺少的，没有水就没有生命。此外，体内还有少量磷。将人体内这五种元素的化合物挥发后就会留下一些白色灰烬，大部分是骨骼的残留物，这灰烬是无机盐的集合，在灰烬里可找到食盐（NaCl）。食盐并不仅仅是增进食物味道的调味品，也是人体组织中的一种基本成分。食草动物有时甚至要舔吃盐渍地，以弥补食物中所缺乏的盐。

人们把人体为了维持生命所必需的元素称为“生命必需元素”，共有25种生命必需元素。例如，人体中的骨骼、牙齿不能没有钙；人体中的脂肪、糖、蛋白质、酶、核酸都含碳、氢、氧、氮、硫、磷等元素构成的生命有机化合物；人体中有许多化学反应需要酶来催化，金属酶是非常重要的催化剂，因此，多种微量金属元素是人体所必需的；人体内体液中需要有电解质，氯化钾、氯化钠是良好的电解质，因此，体液中不可缺失钾离子（ K^+ ）、钠离子（ Na^+ ）和氯离子（ Cl^- ）；众所周知，人体缺铁会患贫血症，缺硒会患克山病、大骨节病，缺碘会患甲状腺肿，并导致人的智力障碍等。人们对人体生命必需元素的认识是逐渐深化的，如1925~1956年，发现铜、锌、钴、锰、钼在人体内存在是必要的，后来采用人为造成微量元素缺失而引起感应的方法，证实了钒、铬、镍、氟、硅也是生命必需元素。随着时间的推延，科学技术不断发展，今后可能还会发现更多的生命必需元素。

按照人体中元素的含量高于或低于0.01%分类又常分为常量元素和微

量元素（虽然硅的含量超出这个范围，但是世界卫生组织仍将其划为微量元素）。

属于常量元素范围的有碳、氢、氧、氮、磷、硫、钙、钠、钾、镁、氯等11个元素，它们占了人体质量的99.71%，而C、H、O、N、P和S对生命起着特别重要的作用，大部分有机物是由这6种元素构成的，占99%，Ca、K、Na、Mg和Cl等5种元素在生物体内虽然较少，但是也是必需的。Mn、Fe、Co、Cu、Zn、Se、I、Cr、Si、V、F、Mo、Sn、Ni等14种含量小于0.01%的微量元素也是人体不可缺少的。

非必需微量元素

非必需的元素含量都属于微量的范畴，它是指其生理功能尚未确定或在机体内可有可无的元素，这些元素是：铷、砷、硼、钛、铝、钡、铈、锆等8种。

污染（毒性）元素

污染（毒性）元素指对生物有毒性而无生物功能的元素。在自然界中，这些元素多数形成硫化物矿物，除铍（Be）以外，其原子序数均比较大。不同的元素对不同的生物致死剂量是不同的，该类元素又分为毒性和潜在毒性两类。毒性元素有铊、锑、铍、镉、汞、铅。潜在毒性与放射性元素有铀、钍、铯、钋、镭、锶、钡等。严格说来，几乎每一种元素当人们对它的摄取（或误服）过量都会产生毒性，上面所列毒性元素是指它们对生物体无有益作用（最起码现在还未发现其有益的因素），而只有毒性。此外应当注意的是，元素对人体有益，还是有害的界限并不十分固定，还与其他许多因素有关，如同一元素，有时是有益的有时又会成为有害的，这与元素在生物体中的浓度和形态有密切关系，如三价铬对防治心血管病有重要作用，六价铬却是已经确定的致癌物；生物体中硒有很重要的作用，0.1ppm（1ppm=1 μ g/g）的硒是有益的，而且硒是公认的抗癌元素，但是在人体内如果达到10ppm时则是致癌的。所谓有害微量元素即在生命过程中不需要该元素参与或干扰必需微量元素发挥其正

常功能，其含量超过一定范围就要引起中毒症状。除了所列的六个公认的有害微量元素外，其他元素，包括必需微量元素在人体内各有一段最佳健康浓度，在最佳浓度和中毒浓度之间有一狭窄的安全限度，超过其限度同样对人体有害，如氟中毒，镍中毒等，但是它们与有害微量元素是有本质区别的。

人作为自然界的一分子，实际是自然界组成的一个有机部分，我们的祖先早在2000多年前就提出的“天人合一”就是这个道理，因此，研究微量元素与人体健康必须从整个环境统一起来考察。现在微量元素的分类是相对的，除了本章列出的各种元素外，还有20~30种普遍存在于组织中的元素，这些元素的浓度是动态的，它们的生物效应和作用远未被人们认识。上述元素，划分界限也不是固定不变的，随着认识的深化和检测手段的现代化，将会得到修正或做出新的归属。

化学元素在人体的存在形式

在生物体内，元素存在于无机物或有机物中。无机物中除了少量的氧和氮以外均以化合物形式存在，主要是水和无机盐；而有机物则以糖类、脂质、蛋白质和核酸等化合物形式存在于生物体内。氢、氧两元素主要以水的形式存在于体内，其余的氢、氧元素则与碳元素一起存在于体内的有机物中；氮元素主要存在于组织蛋白质和核酸中；磷以磷酸盐形式存在，少部分存在于核酸、磷脂和糖的磷酸酯中；硫大部分存在于蛋白质中；钾主要存在于细胞内液中；而钠、氯主要存在于细胞外液中。生物体内的微量元素主要是以配合物的形式与蛋白质、脂肪的有机物构成酶对于生物体而言是必需的物质。许多微量元素是酶的激活剂或是酶的辅因子。例如，铁是血红蛋白和细胞色素的主要成分，碘是甲状腺素不可缺少的微量元素，铬可以协助胰岛素起作用。微量元素在人体内主要以生物大分子的配合物的形式存在。

化学元素在人体的分布

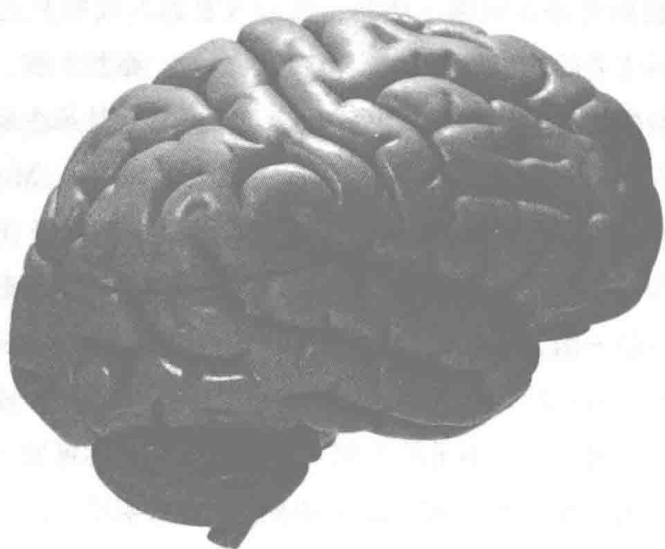
人体主要由骨骼、肌肉、脂肪、血液、脏器、皮肤及毛发组成。在这些物质中，主要的构成物质以氨基酸、蛋白质、脂肪、酶、核酸等为基础，而在这些生物有机化学物质中，C、H、O、N就是最主要的元素；其他的元素在人体中的分布则是不均匀的。Ca、P、S、Si、Mg、F、Mn等元素主要分布在骨骼中，是构成骨骼的主要元素，其中Ca、P、S、Mg等具有结构性作用。Si、Ba、Pb、Be、Cd、U、Au、Li等元素与骨骼有较强的亲合性。前一组元素的多少及其比值的大小对骨骼的生长、发育有重要的影响；后一组元素，在骨中过量的蓄积将会产生不同程度、不同性质的损害。研究表明：人体中铍的蓄积量越高，患骨癌的可能性就越大；镉大量在骨中沉积可导致骨痛病，大量的镉在骨中蓄积还容易导致骨癌。这些元素在骨中的量占人体内该元素的总量的百分数分别为，Si为99%，F为98.9%，Pb为97.6%，Ba为91%，Be为75%，Mg为70%，U为65.5%，Li为50%，Mn为43.4%。

牙齿多由Ca、P、F、Si、V等元素组成。而Si、Ni、As、Zn、F、Fe、Ti较多地集中在毛发中。Zn、Cu、Ca、Mg、V、Se、Br等元素易蓄积于肌肉中，它们在肌肉中的量占人体内该元素总量的百分数为：Zn为65.2%，Br为60%，Se为38.3%，Cu为34.7%。当肌肉缺镁、钾时，可导致肌肉无力、肌麻痹、肌萎缩等症状。

V、Hg、Cr、Nb、Sn等元素易积蓄于脂肪中，其中V、Cr对脂肪代谢和降低胆固醇有重要作用；Hg，尤其是甲基汞易在脂肪和大脑中蓄积，不易排出体外，容易引起汞中毒。钒、汞、铬、铌、锡在脂肪中的蓄积量分别可达其总量的90%、69.2%、37%、26%和25%。Fe、



人体主要由骨骼、肌肉、脂肪等组成



维持人体大脑功能的主要元素是P、V

Co、Mo、Cu、V等元素是血液中的主要微量元素，铁在血液中的含量可占人体总铁的70%。这些元素与血液的形成密切相关，可以认为它们是造血元素。

维持人体大脑功能的主要元素有P、V，然而Li、Rb、Hg、Pb、AL、Cd、F、Br、Cu、Si等元素也易在脑中积蓄，但它们是有害的。汞还可以穿过大脑屏障使细胞产生永久损伤，带来灾难性的后果。随着年龄的增长，铝在大脑中富集，铝主要集中于神经元细胞内，可导致神经微纤维缠结性病变。过量的铅可使大脑痴呆，脑中的铅过多可引起神经系统疾病，如神经疼痛、急性脑炎等。过量的氟、溴等对脑神经有麻痹作用。

在甲状腺中蓄集了大量的碘。在性腺中含有较大量的锌、锰和少量的砷。在动脉壁上沉积了较多的硅。适量的 SiO_2 对于保持动脉血管的通透性和弹性是必要的，但是过量的 SiO_2 可导致高血压。

Sb、Sn、Se、Cr、AL、Si、Fe易聚集于肺中，这很可能是通过粉尘

而吸收的。肺癌的产生与上述元素过量地被吸入有关。

Cd、Hg、Zn、Bi、Pb、Se、As、Si较易蓄积于肾中，当其含量过高时，肾组织就会受到损伤。

Se、Cu、Zn、Fe、As、C、Mo、V、I等元素易在肝中贮积，适量的硒、铜、锌、铁等元素对维持肝组织的正常功能是必要的。研究表明：适量的硒、钼、镁、钙、钾、铜、铁、铬等元素有益于心肌代谢，而镉、铅、铬等元素在心肌中过量聚集会影响心肌代谢，甚至导致心肌坏死。

在淋巴系统中易富集Si、U、Te、Sr、Mn、Pb、Li等元素。

人体中元素的分布随着年龄的增长，在肺、肾、肝中钙、铜、铁、锰、锌、钼、镍、钛等元素富集，在骨骼中锶、氟、硅明显增加，钙反而减少，在动脉壁和淋巴系统中 SiO_2 会积累，在大脑中铝明显积累而铷却减少，在性腺体中Zn也明显减少。人体中元素的这些变化是衰老的象征。就人类的衰老过程而言，表现为AL、As、Ba、Be、Cd、Cr、Au、Ni、Pb、Se、Si、Ag、Sr、Sn、Tl、V等元素的积累，而Ca、Zn、Rb减少。