

R151.2

G98

“铜及其应用”丛书

铜——人类健康和动植物生长必不可少的元素



A0829532

前 言

本书是由国际铜业协会(中国)编写出版的。它通过介绍铜与人体健康和动植物生长的关系以及铜和铜化合物在农牧业上的应用,阐述了铜在人类和动植物的生理和新陈代谢过程中的重要作用,强调了因缺铜而引起的对人体健康和动植物正常生长的不良影响,进一步展示铜对人类和环境的友善性。

本书力求用通俗易懂的语言,将有关方面的最新研究成果介绍给读者。本书的内容是在参考了国内外的最新资料,并结合国际铜业协会多年来积累的一些权威资料编写而成的,相信广大读者会从中受益。

国际铜业协会是世界上最主要的推广和促进铜使用的非赢利性国际组织。现有正式会员二十九个,代表着世界精铜产量的75%,其协作为成员都是世界上最大的铜和铜合金加工企业。国际铜业协会负责制定方针政策,长远规划和资金分配方案以使得促进铜使用项目在世界范围内开展。除了在美国纽约的总部外,国际铜业协会在布鲁塞尔、圣地亚哥、北京、新加坡、孟买和上海设有地区代表处。国际铜业协会的项目是通过地区代表处和在美国、英国、德国、法国、日本、加拿大、澳大利亚等国家和地区的21个独立的铜发展中心以及一些生产厂家来具体实施的。项目的重点集中在主要的铜最终用户上:用于电力和信息传输的电线电缆,用于供水的管道系统,用于建筑内外设计和装修的产品以及工业应用和汽车应用等。国际铜业协会支持有关铜对环境和人类健康影响的科学研究。国际铜业协会向各国的政府部门提供制定有关铜和铜合金的政策及法规的相关依据和建议。

国际铜业协会(中国)在北京和上海设有代表处。在电能效益、建筑导线、铜水管的应用、新型汽车散热器等方面进行了大量的工作,并取得了相关部门的支持和参与。目前,这些项目正在进一步实施中。

国际铜业协会(中国)愿同各界人士合作,更好地为铜工业和整个社会发展作出贡献。

铜——人类健康和动植物生长必不可少的元素

一、铜与环境和人体健康



当前社会飞速发展，新产品、新技术不断涌现，人类的需求不断增长，如何保护环境，维持生态平衡成为社会持续、稳定和健康发展的重要问题。铜自古以来一直是人类的一种宝贵的自然资源，它对环境 and 生态系统的影响日益受到人们的关注。根据人类长期生产和生活实践的经验以及近代特别是近年来的科学研究结果，充分显示铜对环境保护和生态平衡，是极为有利的。主要表现为：

铜是重要的营养元素

铜是大自然中存在的元素，通过长期的进化演变，已进入生物机体中。铜与体内的有机化合物形成具有生物活性的物质，成为各种酶和蛋白质。机体的生物转化、电子传递、氧化还原、组织呼吸都离不开铜。铜已成为人类健康以及动物和植物生长的重要营养素。防止缺铜不但是目前世界医学界和营养界日益关注的重要问题，也是农牧业获得兴旺发展的一个重要措施。

铜是有效的杀菌剂

采用铜制供水系统，可以得到卫生的饮用水。医院以及公共场所内，人们会经常触摸的门把手、扶手等等，采用铜制品可有利于防止疾病传染。一些铜的化合物是农作物常用的抗病虫害的药剂。

铜是优良的导电材料

铜因其优异的导电性能被广泛用于电力工业。电的产生、传输和转换与铜息息相关，充分利用铜有利于降低能耗，是节能的一个重要措施。

铜是可回收利用的材料

铜制品美观、耐用；特别是它很容易再生，不但工艺简单、节能而且回收率高，几乎可以完全再生利用；而且在世界范围内铜的储量丰富，完全可以满足社会不断增长的需求。

为了探明铜对生态平衡和人类健康的重要影响，近年来国际铜业协会倡导和组织了大量研究工作，对这些问题取得了进一步深入的了解，这是本卷内容的重要依据。关于铜的广泛应用，它

对环境保护、节能以及对社会可持续发展影响的内容，在本丛书其它卷中进行介绍，这里不再赘述。

二、微量铜对人体健康至关重要

人体中的铜

铜是人体不可缺少的微量元素。成人體內一般含铜 70 - 100 毫克，平均每公斤体重含铜 1.4 - 2.1 毫克。铜存在于人们的所有器官和组织中，通常与蛋白质或其它有机物结合，而不以自由铜离子的形式存在。肝脏是储存铜的仓库，含铜量最高。脑和心脏也含有较多的铜。健康人血液中的铜含量是 1.1 - 1.5 毫克/升，它随年龄、运动和健康而发生变化。孕妇血液中的铜含量几乎是这个值的两倍，分娩后一到两个月恢复正常。



微量铜在人体中的作用

铜是机体内蛋白质和酶的重要组成部分，如铜蓝蛋白、细胞色素，C 氧化酶等。许多关键的酶，需要铜的参与和活化，对机体

的代谢过程产生作用，促进人体的许多功能。这就是为什么这么微量的铜，会对生命产生至关重要作用的主要原因。例如：它有助于提供机体生物化学过程所需的能量；帮助形成血液中的血红蛋白，影响皮肤色素的形成；促进在骨胶原及弹性蛋白中形成交联，保持和恢复结缔组织；参与葡萄糖和胆固醇的代谢过程；影响头发、皮肤、骨骼、大脑的发育，以及心脏、肝脏、中枢神经和免疫系统的功能等。

此外，某些含铜的药剂有消炎和治疗关节炎的作用，在一些国家已得到应用。长期以来人们得出这样的经验，配戴铜镯有治疗关节炎的作用。这可能是由于汗水溶解的微量铜经皮肤而被人体吸收的结果。铜在放射科和治疗痉挛、癫痫和痛风上的应用也正在研究中。

缺铜的危害

缺铜有碍人体健康，长时间边缘性缺铜的影响是潜移默化的。它会引起婴幼儿发育不良。此外，在我国以及印度、坦桑尼亚、南非等地发现了膝盖弯曲的“膝外翻症”，这是缺铜的一种典型症状。分析表明畸形骨骼中的铜含量显著低于正常值。

值得注意的是，最近的研究发现，缺铜是增加冠心病发病率的一个因素。冠心病是由于血液中过高的血脂（胆固醇和甘油三血脂），在向心脏供血的冠状动脉管壁上沉积，造成堵塞（动脉粥样硬化），从而引起心脏供血不足的一种常见的心脏病。脂肪的代谢过程对铜很敏感。对大鼠的试验表明，缺铜会显著升高血浆胆固醇，改变胆固醇与脂蛋白的结合形式，增加动脉粥样硬化的危险。还发现缺铜会引起大鼠的心脏生理发生异常，它与人类冠心病的某些病症相似，这就更证实了缺铜与冠心病之间的联系。

三、要保证摄入足量的铜

铜的代谢过程

人体所需的铜不能从体内合成，只能由外界摄入。摄入的铜被胃肠吸收，储存在肝脏内，通过血液循环供应到全身的体液中。机体中的所有液体中都含有铜的络合物。胆汁中含铜量很高，是向大肠中排出铜的主要途径。胰液中的铜含量则较低。机体代谢的内源性铜和膳食中未被吸收利用的外源性铜，从日常的粪便、汗、尿、唾液以及月经中排出。其中通过汗排出的量很多。可占到日摄入量的45%；从尿排出的量较少约占摄入量的3%。

铜的适当摄入量

人的机体，特别是肝脏具有很强的调节铜代谢平衡的能力。根据健康人体的生理需要，国际卫生组织（WHO）推荐成人的每日铜摄入量为每公斤体重0.03毫克，如以60公斤体重计，每天需摄入铜约1.8毫克。一般成人平均每天摄入铜2-3毫克，是安全和适宜的。

值得指出的是在人体内，锌和铜有拮抗关系，锌能阻碍铜的吸收。长期过量地摄入锌会导致缺铜。大量铁的摄入也有相似影响。由此可见铜、铁、锌这几种对人体健康有重要影响的微量元素，其摄入量需要保持适当的平衡。

铜的摄入来源

• 日常膳食

这是人们日常摄取铜的主要来源。铜是许多食物的天然成分，如蔬菜（土豆）、豆类（蚕豆和豌豆）、坚果类（花生和核桃）、谷类（小麦和黑麦）、水果（桃子和葡萄）以及巧克力等。日常的平衡膳食通常可以提供足够的铜。

• 饮用水

天然水含铜很低，每升在0.1毫克以下。但是通过铜制供水系统的饮用水中含有一定量的铜，可以作为日常铜摄入的一个补充。这种水中的铜含量取决于水的性质（酸、碱度和软、硬度）、供水系统的使用年限以及水在其中停留的时间。水的酸性越高、水系统使用过的时间越短以及水在其中停留的时间越长，则水中的铜含量愈高。倘若饮用水中含有超过0.25毫克/升的铜，则人们可以从中获得显著的补充。世界卫生组织推荐，饮水中的铜含量不要超2毫克/升。要注意的是，某些厂商声称他们的水过滤器可以滤掉金属元素，实际上，也把铜从饮用水中除去了。

• 铜炊具和铜餐具



某些食物在没有保护层的铜炊具（如紫铜火锅）中制备或放置较长时间，会有少量的铜进入食物中，如果在它们表面上覆有其它材料则不会出现这种情况。

膳食中的铜

一般认为，从正常的膳食中可以获得足够量的铜。然而近来一些发达国家的调查结果却不容乐观，引起了人们的重视。

表3.1中列出了德国铜发展中心提供的一些食物中的铜含量范围，可供参考。



通常十片全麦面包中约含铜1毫克。一般肉类食物平均含铜2.5毫克/公斤。动物肝脏以及贝类含铜量高，平均超过20毫克/公斤（这个值是食物的推荐上限）。一般来说，在欧洲和北美的膳食结构中，铜的摄入比例为：谷物和肉类（包括鱼）各占20-30%；水果、根类蔬菜及其它蔬菜各占10-15%。调查表明，在美国有84%的人，从膳食中摄取的铜低于1.6毫克/天。虽然还可以从其它来源补充铜，但与世界卫生组织推荐的每日摄入量相比，有偏低的倾向。对瑞典和丹麦的膳食铜摄入量进行估算，平均值也不高，分别为1.6和1.7毫克/天。

表 3.1 食物中的铜含量 (毫克 / 公斤)

品种	铜含量
燕麦片	0.3-7.4
面粉	0.4-8.0
麦麸	4.6-19.0
黑面包	0.4-6.8
粗面包	0.6-14.5
土豆	1.1-1.5
胡萝卜	0.1-5.0
甜菜根	0.15-2.6
糖	0.1-2.4
菠菜	0.35-18.7
莴苣	0.1-3.8
西红柿	0.1-2.6
水果	0.04-4.4
坚果 (杏仁等)	0.14-70.0
鸡蛋	0.3-2.3
牛油	0.06-0.4
牛奶	0.05-0.7

四、主要应担心缺铜而不是铜的毒性

摄入过量铜后的反应

铜对人体的潜在毒性很轻，只有当摄入量大大超过了正常值时，方会引起胃肠紊乱等不良反应。研究结果表明，当成年男子和女子每天摄入量分别超过12毫克和10毫克时，会对人体生物化学过程产生轻微的影响。

因而只有在极偶然的情况下，例如错服了硫酸铜或硝酸铜溶液，才会引起严重的不适。急性的铜中毒，主要表现为胃部不适、恶心、呕吐和腹泻等。铜的盐类大多是强烈的呕吐剂，可以通过呕吐排除体内过量的铜；也可以服用一些药物如铜的螯合剂和过量的锌等，来加以缓解。不过，一旦发现原因，并且不再摄入过多的铜，所有的症状就会消失。

铜对癌症的影响

铜不会致癌，这可以从下述铜在人体中的行为和试验结果加以判断：

人体需要微量铜来保持正常的代谢过程和机体的正常功能。即使摄入过量的铜也不会损害遗传物质，而后者通常是产生癌变的先决条件。

对大鼠和小鼠的试验结果表明，既使小鼠和大鼠大量地摄入铜，也不致癌。相反地，有些实验结果表明铜可降低癌症的发病率。

防止缺铜

鉴于铜的潜在毒性较低，相反地它却是人体健康不可缺少的元素，世界卫生组织的专家组已作出结论，缺铜的危害远比铜的

毒性大得多。除了某些罕见的遗传病外，人们主要防止的是缺铜。要充分保证膳食中有足够的铜，以满足身体的需要。前面给出的，对欧美发达国家膳食结构中含铜量的调查结果，已为防止缺铜敲起了警钟。实际上，许多人已在服用含铜片剂来补充营养。

哪些人应特别注意对铜的摄入：

• 孕妇、婴儿和儿童

他（她）们需要摄入较多的铜。保持体内铜的平衡是决定胎儿和婴儿成长快慢的一个主要因素，应特别关注。后面将进一步讨论。



• 膳食不正常的人群

贫困地区营养不良的居民，生活难以自理（主要是老年人和残疾人）或有偏食习惯的人群，他（她）们的膳食结构往往不合理，容易由于缺铜而影响健康。

• 某些病人

慢性肝炎的患者，定期接受血液透析以及长期依赖输液代替或补充进食的病人，应对他们的铜摄入量进行监测。此外，某些患有代谢异常的病人也应该注意缺铜的潜在影响。

• 严重铜代谢异常的遗传病人

有两种罕见的器官遗传疾病，引起机体铜代谢功能的严重紊乱：一种是威尔逊氏（Wilson's）病，使铜在肝、脑部大量聚集；另一种是门克士（Menke's）病，由于铜难以吸收，造成严重缺铜。这两种病都会致命，目前，正在积极研究中。

世界卫生组织 (WHO) 提醒您!

为了保持健康, 每公斤体重每天应摄入铜:

成人: 0.03 毫克

孕妇: 0.06 毫克

婴儿: 0.08 毫克

儿童: 0.04 毫克

铜主要从日常膳食中获取, 防止缺铜是一个全球性的问题。

五、孕妇、婴儿及儿童保健

孕妇应为胎儿加倍摄入铜

铜对胎儿的正常发育很重要, 特别是怀孕 6 个月以后, 胎儿的许多器官迅速发育; 此外, 为了保证出生以后, 幼婴成长所需的大量铜, 胎儿要在此期间从母体中吸入和储存较多的铜。例如在怀孕的第 28 到 36 周内, 每公斤胎儿每天需求量为 0.05 毫克 (相对而言成人需要量为 0.03 毫克)。胎儿肝脏中储存的铜可以超过成人的 10 倍。因此, 在这个期间孕妇需从饮食中加倍摄入铜, 一般每天应为 3 到 4 毫克。当然, 也要避免过量的摄入对胎儿发育带来的不良影响。



婴儿和儿童的饮食要强化铜

刚出生的幼婴依赖预先储存在体内的铜来满足生长发育的需要，以后逐渐依靠喂养摄入铜。幼儿和儿童则主要从日常饮食中获得铜。提前出生的婴儿，未能在胎内储存足够的铜，出生后需及时补充。

世界卫生组织推荐，婴儿每公斤体重每天摄入铜0.08毫克，儿童为0.04毫克。母乳中的营养容易被婴儿吸收，200毫升的母乳可提供铜0.08毫克。牛奶中含铜较低，200毫升仅能提供铜0.025毫克。用牛奶或代乳品喂养婴儿时要注意补充铜。目前人们日益重视强化铜的婴儿食品。在日本有关部门已经批准推广使用。

保持体内铜的适当平衡，对于婴儿和儿童的健康成长很重要，特别是会影响到肝脏、血液、脑以及机体的其它部分，包括神经系统、骨骼、免疫系统等。

罕见的遗传疾病

• 威尔逊氏 (Wilson's) 病(也称肝豆状核变性病)

它是由于不能通过血液中的血浆铜蓝蛋白把铜从肝脏或脑部传递出来，或者不能通过胆汁从肝脏排出，造成铜在肝脏和脑部大量聚集，最终导致神经系统紊乱、运动功能障碍和肝脏的生理损伤，出现肝硬变甚至死亡。



据统计儿童中威尔逊氏病的患病率为六万分之一。这种遗传病能通过基因检查进行预测，也可通过检查血清中铜或铜蓝蛋白的含量来确诊。威尔逊氏病的典型病状是角膜边上形成黄绿色铜的沉积环。可以早期服用能与铜结合的药剂来加以缓解。

• 门克士 (Menke's) 病

它是一种隐性遗传性铜代谢异常性疾病。由于机体对铜的吸收障碍，患者的肝脏和血清中的铜含量很低。即使过量摄入铜，仍然出现慢性的铜缺乏症。一般在婴儿出生三个月内发病，六年内死亡。症状为生长发育迟缓、骨骼异常、皮肤疾患、腹泻、脑退化、体温不稳定、痉挛、眼睛以及消化系统和膀胱异常、头发变粗、变稀和缠结等。据统计儿童中门克士病的患病率为25万到30万分之一。因为大部分病儿在幼婴时即已死亡，所以真正的患病率比这个高。这种病目前还没有适当的治愈方法，但是如果在胎儿或者出生后立即医治，症状可以有所缓和。

六、铜有助于提高饮用水水质

水是生命之本



所有高级生命的新陈代谢，它们的全部物理化学过程，都是在含水的环境中进行的，人类也不例外。在人体的构成中，水占70%。一旦人体损失了1/5的水分，这个复杂的机体就要崩溃。为了维持生命、保持健康，人体每天需要2到3升水。

然而水是很容易被污染的。世界卫生组织一再强调指出水污染的潜在危害，并认为这是第三世界80%的疾病以及1/3死亡的起因。“病从口入”，首先就要把好饮用水卫生这一关。

铜制供水系统有助于卫生保健

现代城市的公共用水（自来水），按规定都需经过处理和检查，达到严格标准后，才向用户输送。但是在输送过程中，特别是在进入用户的供水系统以后，水中残余的少量细菌会再滋生或由于其它污物的进入，而造成二次污染。



当采用铜供水系统后，水与铜接触，把少量铜溶入水中。铜水管内很快会形成一薄层致密牢固的铜氧化物和碳酸盐保护层，避免腐蚀和铜的过量溶入。饮用水中的铜离子，除了前面提到的可以作为日常铜摄入的补充外，它还有独特的杀菌和抑菌作用；此外，铜材不可渗透，系统密封性好，能隔绝外界环境的沾污，从而可以避免二次污染，得到清洁卫生的饮用水。这就是为什么，目前越来越多的供水系统采用铜管和铜接头的一个主要原因。

铜的杀菌，抑菌作用

从铜制供水系统中溶入的铜离子，可以有效地杀灭细菌、过滤性病毒、寄生虫、真菌及其它有碍健康的水生物或抑制其生长。

下面介绍一些铜杀灭和抑制大肠杆菌和肺炎病菌的试验结果。这两种病菌，很容易在水中滋生，是人们长期以来在饮水中重点预防的病菌。

• 大肠杆菌

在美国中西研究所进行了试验研究。将带有能引起肠炎的大肠杆菌的水，注入由不同材料制成的长度为 50 英尺的

供水管中，测定其存活率随时间的变化。结果发现：仅过5小时，铜管内就只剩下1%的大肠杆菌仍然存活；而在其它材料制成的管子内，包括在玻璃管系统内，细菌的数量没有减少，甚至有所增加。

• 肺炎病菌

英国公共卫生实验室的应用微生物研究中心，用铜管、镀锌铁管和各種高分子塑料管以及玻璃管进行试验。观察对比了三种不同硬度的水（软水、中硬度水和高硬度水）在温度20、40、50和60℃下，肺炎病菌和其它微生物菌丛在这些材料上的生长情况。典型的结果给出在图3.1上。试验表明，在上述所有的实验条件下，铜表面的细菌数目最低，滋生比例最小。

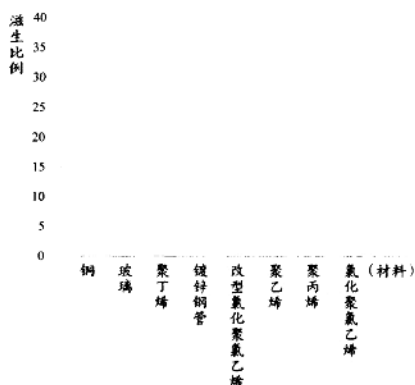


图 3.1 肺炎病菌在各种供水系统常用材料以及玻璃表面上的滋生情况（在中等硬度的泰晤士河水中，温度30℃）