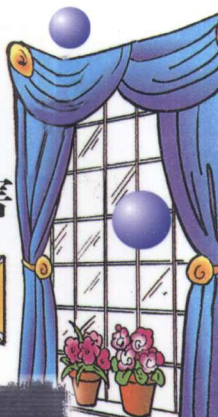


室内装修

要警惕氨、甲醛、苯等的危害

吴慧山 韩耀照 郭冬发 编著



氨

甲醛

氨

苯

甲醛

苯

氨

氨

甲醛



767
32

原子能出版社

73

761767
V82

室内装修要警惕 氨、甲醛、苯等的危害

吴慧山 韩耀照 郭冬发

(核工业北京地质研究院)

原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

室内装修要警惕氡、甲醛、苯等的危害/吴慧山等. - 北京:
原子能出版社, 2000.8

ISBN 7-5022-2201-4

I. 室… II. 吴… III. 室内装修-空气污染物-污染防治 IV.X799.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 36149 号

内 容 简 介

本书以通俗易懂的语言,较全面系统地介绍了当前室内装饰中放射性及致癌气体氡的基本知识;同时也涉及了甲醛和苯等有害气体的问题,列举了居室和建材放射性的若干侧面,以及这些物质的有关控制标准和发病前的一般参考特征。论述了这些有害气体的检测(监控)和评估。提出了如何防治和降低这些有害气体的若干措施。本书可供广大关心自己居室环境的读者、装饰公司,以及进行相关环境监控与评估人员参考。

©原子能出版社出版发行

责任编辑:王裕新

社址:北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

北京市朝阳区科普印刷厂印刷 新华书店经销

开本:787×1092mm 1/32 印张 4.5 字数 113 千字

2000 年 9 月北京第 1 版 2002 年 9 月北京第 2 次印刷

印数:1001—3000

定价:9.60 元

出版者的话

当前,人们已认识到环境对于人类生存的重要影响,然而,人们现在关注的只是生态环境和大气环境质量。如果以房屋为界限,则环境可分为室内环境和室外环境,前面叙述的只是室外环境。也就是说,目前,人们关注的只是室外环境,而对于室内环境质量却仍然是注意不够。人类平均每天约有75%~80%的时间在室内休息、活动和工作,这包括家庭、办公室、影剧院、商场、体育馆等地。因此,室内环境对于人类生存的重要性也就不言而喻了。

目前,世界公认的室内污染物有:放射性气体氡(Rn)、放射性核素钾-40(^{40}K)、苯、甲醛、一氧化碳、氨等等。它们大都是在装修时进入室内的,并从此时起,便开始时时刻刻危害着室内的主人。

自从20世纪70年代以来,世界各国越来越深刻地认识到环境氡对人类的威胁。我国在90年代才开始广泛深入地进行关于人类生活环境氡的研究工作。

氡是一种放射性气体,无色、无味,它所放出的 α (阿尔发)粒子带有两个正电荷,具有5.481MeV(兆电子伏)的能量。被人吸入肺部后,对组织细胞产生很强的电离破坏作用。当室内氡浓度超过标准时,可使人致病、致癌。据称,在美国每年因氡致死的人数已超过爱滋病的死亡人数。

然而,室内氡及苯和甲醛等有害物质是从哪里来的呢?它们在室内的安全浓度是多少?如何防治它们对人类的危害?本书在正文中做了详细的介绍。书中最后的附录为读者提供了国家制定的若干有关室内装修的标准及规定,以供读者找寻依据。

我们相信,“氡危害人类健康”这一基本生活常识,在不久的将来会为人普遍认识,就像“蔬菜中的农药有害健康”这个道理一样。

在居室装修热蓬勃兴起的今天,本书对于广大住户、装修公司、建筑部门有着重要指导作用,对从事环境监控、评估、管理等有关人员也有参考价值。

2000年7月

代序一

居室装修是当前我国房屋建设中的一大热点,它标志着我国经济发展和人民生活水平的提高。近一个时期来,由于有关媒体的报道及一些刊物资料的介绍,使相当一部分人对居室装修问题提出了各种各样的疑问,诸如室内氡、甲醛、苯、酯和三氯乙烯等有害气体是怎么回事,对人的身体健康有何影响及怎样消除和防范,等等。对于这些有毒气体,有些人因没能正确认识而产生恐惧;相反地,也有一些人对此则满不在乎,在装饰过程中对有害气体的防范意识不强,误认为是小题大作,不值一提。然而事实是怎么样呢?以氡为例,通过对国内外的有些报道进行统计分析及实际测量结果发现,房屋建筑和室内装修用的建材,特别是石材,一些地方和一些品种中竟有百分之十几到百分之二十均不同程度地存在超标的放射性。氡气是一种无色、无味的剧毒气体,据各种流行病学研究结果统计,患肺癌死亡的总人数中有8%~25%是由于以往受到吸入的空气中的氡而造成的,而且这种致癌的时间都比较长,往往需要15~40年,所以不易被人们所认识。

这本《室内装修要警惕氡、甲醛、苯等的危害》一书就是针对室内装修中人们所关心的有毒气体问题而写就的。目的就是使人们对在居室中出现的氡及其它气体问题有个比较正确的认识,知道从装修开始到结束的全过程中如何去判别和防

治,知道如何去找权威单位咨询,并采取相应的有效措施。

撰写这本书的作者中,既有从事几十年氡及有关气体研究的著名专家,也有近年来在环境、工程、居室和建材放射性和氡监测及评估方面很有造诣的学者。

核工业北京地质研究院成立于 1959 年,是国内最早从事核辐射在地学各领域应用和研究的综合性研究院,也是氡气理论及方法技术研究的权威机构。40 多年来,仅在氡领域研究方面就取得了几十项的科研成果,发表了百篇以上论文和撰写了十多部著作,积累了丰富经验和拥有一支高水平的技术队伍,特别是近年来,在国家的大力支持下,在仪器设备和实验室建设等方面都居国内领先水平。例如,1997 年,吴慧山教授在《地球物理学报》(中、英文版)上发表的“氡迁移的接力传递作用”论文,被美国 CICSC(柯尔比科学文化信息中心)评为优秀论文,同时美国的 AASB(美利坚科学名人传记学会)也认为这是一篇有很高学术价值的优秀论文,所以提名吴慧山为该学会评选的 1997 年度世界科学名人等等。

此外,我院还持有国家环保局颁发的甲级环境影响评价证书。相信此书的出版发行能为读者解除居室装修中的疑虑和困惑,同时我们也愿以我院雄厚的技术实力,为您营造一个绿色的居住环境服务。

核工业北京地质研究院科技副院长,

研究员、博士,侯惠群

2000 年 4 月 10 日

代序二

由核工业北京地质研究院吴慧山教授主持编写的《室内装修要警惕氡、甲醛、苯等的危害》一书现在与读者见面了。随着人们生活质量的提高和环境意识的增强,人们愈来愈重视生态环境和大气的污染,但对室内环境的污染关注还远远不够。实际上,人们一生有 80% 以上的时间生活在室内,因此,室内环境质量的好坏对人们健康的影响更为重要。尤其是近几年,随着居室装修的蓬勃发展,各类建筑和装饰材料的大量开发利用。由于缺乏必要的认识和监督,致使一些有害材料进入室内。但是,目前人们对室内装修多注重美观、舒适,却往往忽视不当的装修带来的负面效应,即室内环境的污染。《室内装修要警惕氡、甲醛、苯等的危害》一书的问世,向人们敲起警钟,提醒人们室内装修要重视环境保护这一重大问题。

此书以丰富的内容、通俗易懂的语言、深入浅出的形式向人们介绍了几种对人体危害最大的室内有害气体:氡、甲醛、苯等。介绍了这些气体的性质和对人体的危害,列举了实例,分析了造成危害的原因,提出了防治方法与措施,着重论述了室内污染物的首害——氡气。氡是国际癌症研究机构确认的人类第一致癌物。但由于它无色、无味、无嗅,不像甲醛、苯那样有浓烈的气味,常被人们忽视,从而造成的危害更大。书中

在介绍这些有害气体的同时,也告诫人们既不可无所谓,也不必恐慌,要以科学的态度对待室内的“隐形杀手”。

为了防治室内污染可能造成的危害,书中提出了“四步骤安全法”,其实质,一是及时检测,二是一旦发现问题要尽早治理。北京核科联环境科技开发中心是北京首家专业室内有害气体检测和治理技术服务中心,与核工业北京地质研究院合作,具有全国一流的放射性及其它有害气体检测设备和高素质的专业技术人员,并有国家技术监督局颁发的“CMA 国家级放射性分析测试资格证书”和国家环保局颁发的“环境影响评价甲级证书”,可根据国家和行业监测标准,对室内和建筑材料的放射性,氡浓度、甲醛、氨、苯、一氧化碳、二氧化碳等有害气体进行检测,通过检测提出对室内环境的具体评价,并根据污染情况,采取相应措施减少室内有害气体对人体健康的危害,保证了从组织上和操作上落实书中提出的“四步骤安全法”,应该说“四步骤安全法”是防治装修过程造成污染的有效方法。但防止室内污染从根本上讲应该从“源头”抓起,即石材应从开山采石抓起,装潢材料应从厂家生产抓起,建房应从选择地基抓起,只有从“源头”把好污染防治关,才能真正有效地防止室内污染,才能营造真正的绿色家园。

核工业北京地质研究院科技委副主任,
研究员、博士生导师,刘德长
2000年4月12日

前 言

随着我国经济的迅速发展,国强民富,老百姓的居室建设大量发展,居室装饰也日新月异。为紧跟形势,各类建材也被大量开发和利用。由于缺乏必要的认识和监督,以致在一些居室中发现氡、甲醛、苯等有害气体对人的侵害,甚至致癌致病而死亡,或者对这些核辐射和有害气体不认识或认识不够,甚至不愿意去认识或存在错误的认识,而一旦“认识”了问题的严重性又往往惊恐万分。我们撰写这本小册子的目的,主要是试图使人们对这些居室中存在的可能超标的致癌物质及有害气体有个比较正确的认识,知道如何防治,最好采取四个步骤的安全有效措施,即首先,在购买建材装饰材料时,一定要向商家索取权威部门出具的放射性及其它有关的有害气体的安全证明;其次,在装修前要对一些材料,例如石材,进行必要的检测;其三,在装修后应对全居室进行总体评估;第四,有问题要治理。最后,符合标准后或采取必要的措施后符合了标准,才能搬进新居,这样就使居室能够达到绿色标准,美观、舒适和安全,住得放心!

室内装饰中的氡等有害气体,是环境科学研究的一个主要问题,因此,在谈到前者时,也会涉及环境科学中这方面的有关问题。氡是A族致癌物——国际癌症研究机构认为有足够的证据将氡列为人类第一致癌物,因此,当人类接受高浓度氡长期辐射(主要是内照射)后,可能导致肺癌、白血病和呼吸道等病变。据统计资料证明,世界上氡是仅次于吸烟而导致肺癌的第二大根源。氡主要是来自岩浆岩和变质岩中的某些岩类。1999年3月10日《齐鲁晚报》曾报道,由于高放射性的花岗岩洗脸盆而导致一家父子在短短几个月患肺癌的实例。

甲醛是一种毒性气体,也是重要的致癌物,它的溶液是“福尔马林”,主要可诱发鼻咽等病症。甲醛主要来自某些油漆等,1999年9月16日《中国质量报》曾报道××广播电视学校97级女生,患“建筑综合征”,集体头痛、头昏,其中有18名甚至连呼吸都感到困难,据查,是由于某种油漆散发出的甲醛而导致的。

关于苯的致害也有不少报道,我们这里不一一列举。

需要说明的一点是,绝大部分上市的花岗岩板材和油漆等化工材料或产品,一般都经过严格检测,符合安全标准。这里要说明的只是一部分建材中确实或可能存在的偏高或高的有害物质,应引起足够重视,起码也要按照我们上述提出的三个步骤去检查,因为社会上的确存在一些非法开发生产,检查不严,或者自我不当或过于豪华装饰等问题,所以要正确认识和认真对待。有人宣传有益于健康的“氩水”、“氩酒”和“氩泉”等等,应有所警惕!

最近一个时期来,媒体报道和人们经常在谈论着关于绿色家园居室的问题,但往往忽略了居室中存在的能置人于死地的放射性、甲醛、苯等,其中特别是氡的问题。本书编写的另一个目的,就是要强调放射性也是衡量绿色家园居室的重要指标,但它往往被人们所忽视。

本书的编撰得到了侯惠群副院长,王志明和朱德龄处长,刘德长主任等领导的支持和帮助,特此表示感谢。值此机会,我们还要感谢那些被参考和引用资料的作者和译者们:刘德长,张书成,谈成龙,马丽娟,唐绪兴,郑福田,陈友刚,程业勋,王南萍,尚兵,杨超群,董少霞,杨觉雄,戴鸿贵,李天来,李锁照,周定国,季托夫,夏英,桑司文,朱文泉,周剑良,邱寿康,侯胜利,以及一大批的专家学者和新闻媒体等。

目 录

代序一	(1)
代序二	(3)
前 言	(5)
第一章 放射性基础概念	(1)
第一节 射线的若干性质	(1)
第二节 放射性衰变的基本规律	(3)
第三节 天然放射性系列及其它系列	(4)
第四节 核衰变及其能量	(6)
第五节 射线与物质的相互作用	(6)
第六节 核辐射测量单位和标准源	(7)
第二章 氡的基本知识	(9)
第一节 氡的一般性质	(9)
第二节 射气作用	(12)
第三节 氡射气作用的参数及有关问题	(14)
第四节 氡的迁移问题	(15)
第五节 氡测量的方法与技术简介	(16)
第三章 氡的致病与致害	(18)
第一节 核辐射防护有关问题	(19)
第二节 氡致害的历史认识	(22)
第三节 氡致害与致病的国内外简况	(23)
第四节 氡致害机理问题	(25)
第四章 国内外氡害及环境氡监测的若干侧面	(27)
第一节 令人吃惊的氡危害的有力比较	(27)
第二节 环境氡监测的若干实例	(31)
第三节 北京等地区氡检测的若干情况	(43)

第五章 建材放射性的若干侧面	(46)
第一节 我国建材放射性的若干情况	(46)
第二节 国外建材放射性例举	(50)
第六章 室内装修中的有害气体	(55)
第一节 室内常见的有害气体及其吸入后的病态	(55)
第二节 室内有害气体的危害	(58)
第七章 室内及建材放射性和甲醛的检测与评估	(65)
第一节 建材放射性和甲醛的检测	(65)
第二节 建材放射性和甲醛的评价标准	(71)
第三节 氡检测综合实验室	(73)
第八章 防氡降氡的若干措施	(76)
第一节 氡的来源	(76)
第二节 氡的环境评价和治理	(87)
第三节 防氡降氡的通用措施	(89)
第四节 新建低层住宅建筑设计与施工中的防氡措施	(93)
第五节 建材的放射性及其防治	(95)
第九章 降低室内甲醛、苯等有害气体的若干措施	(106)
第一节 室内及装修中的有害气体及其来源	(106)
第二节 有害气体危害的若干实例	(109)
第三节 室内甲醛的限值	(111)
第四节 “建筑物”病及其防治	(111)
第五节 降低室内甲醛浓度的若干措施	(113)
结 语	(115)
附录一 国际放射防护委员会第 65 号出版物摘录	(117)
附录二 我国现有大气、居室空气标准一览	(121)
附录三 与氡检测有关的国家标准和行业标准	(124)
附录四 与室内装修有关的若干限制标准摘录	(125)
主要参考文献	(127)

第一章 放射性基础概念

在谈到诸如室内氡和建筑材料放射性等问题时,首先遇到的是,什么是放射性及其如何衡量?放射性到底有多大威力?氡是如何产生的?等等问题。

众所周知,自然界各种物质是由 100 多种元素组成的,不同的元素由不同的原子组成,原子又是由原子核及核外电子组成的。但原子核有变化和不变化之分。自然界有那么一些原子核,它能自发地放出射线或粒子而转变成另一种原子核,称核衰变,或称放射性衰变。具有这种性质的原子核,称为放射性原子核,而这种现象简称放射性。要了解放射性,首先要弄清楚如下几个基本问题:射线的种类和性质,衰变规律,放射性系列,射线与物质的作用等。

第一节 射线的若干性质

放射性是从属于一定的统计规律的原子核自发衰变。这种衰变将引起原子核结构、成分和能量状态的变化,并伴随放出射线或粒子俘获,或具有电磁波性质的短波辐射,例如,伽玛射线,它的波长约为 $1.2 \times 10^{-8} \sim 4.7 \times 10^{-11} \text{cm}$,是一种相当相当短的电磁波。伽玛刀和 X 射线透视就是利用这种射线的不同波段或能量。氡的波谱要长得多,大概在 $(3 \sim 9) \times 10^{-5} \text{cm}$ 之间,而普通的无线电波就更长了,一般在 $(10^4 \text{cm}$

级)到(10^6 cm 级)。可见超剂量的伽玛射线对人体的照射是要产生伤害的。

放射性有天然放射性与人工放射性之分,而对室内装修中的射线危害,主要是指天然放射性,它主要放出三种射线,即 α 、 β 和 γ 射线,因此下面就只介绍这三种射线的性质。

1. 有不同的穿透能力。

阿尔发(α), 贝它(β)和伽玛(γ)射线相应的穿透能力的比例为 1:100:10000。如果说, α 射线用一张纸就可挡住它(被全吸收), β 射线需用 0.5cm 厚的铝板才能挡住它, 而 γ 射线则要 50cm 厚的铝板才能挡住它;

2. 有不同的电离性质。

这三种射线的电离性质,正好同穿透能力相反,即 α 射线对物质的电离能力强于 β 射线 100 倍,而为 γ 射线的 10000 倍。氡是主要放射 α 粒子的,所以当吸入氡时,它在人体内衰变数次并数次放出 α 粒子,因此对人伤害是很大的。因放射性致肺癌者,氡占一半以上。可见在装修中主要是防止氡的吸入,以防产生内照射。

3. 能产生热效应。

核衰变时,由于周围介质对 α 射线、 β 射线、 γ 射线和核反冲动能的吸收而产生热效应。1g 铀能产生约 4.0×10^{-4} J/h。 α 射线可造成最大的热效应,1g 铀产生的热效应有 90% 是由于 α 射线而产生的。

4. 能使照相底片感光。

5. 上述三种射线若发射到荧光物质上,能使它们产生鲜艳的荧光,这种现象称闪烁。目前测氡及其它射线的基本原理,大部分是基于这种闪烁现象的。

6. 在射线的照射下能使某些物质“变色”(染色)或进行化学转换,这主要由于这些射线能在不同程度上很快分解物质的分子形式所致。这些射线当中又是 α 射线占主要作用。 α 射线破坏人体组织,就是这个化学转换在起重要作用。

第二节 放射性衰变的基本规律

要了解放射性衰变的规律,首先要了解几个基本概念,即衰变,衰变公式,衰变常数 λ ,半衰期 $T_{1/2}$,平均寿命 τ ,统计性,放射性活度,和递次衰变规律等。这对于正确了解室内装修中的放射性问题是有帮助的。

1. 衰变和积累

通俗地说,是由放射性物质甲放出射线后,又生成另一物质乙,甚至丙等,而甲物质本身质量(或活度)逐步减少,这种现象对甲物质而言是衰变;而对乙物质和丙物质则是积累,当然其中乙物质也有衰变。

例如 1 克镭封入容器中,随着时间的增长,镭在逐步减少,而 α 衰变产生的氡却在逐步地积累,而且到一定时间后就不再增加了。当取走镭后,氡就会逐步减少,这种现象称衰变。

2. 衰变规律

上述的氡气,当其无镭源而单独封存时,就会发现 4 天后氡减至原来的 $1/2$;8 天后只剩下原来的 $1/4$;16 天后就只有原来的 $1/8$,依此类推,一直到 30 天后,氡实际上已全部衰变完。

这就是说,氡的衰变,即随时间的增长而减少服从指数规

律。其它的放射性物质也有这种类似规律。其决定因素,是该物质的原始量(N_0)和其半衰期($T_{1/2}$)。

3. 衰变常数(λ)和半衰期($T_{1/2}$)

单位时间内原子核的衰变概率称衰变常数,而放射性原子核的数目由于衰变而减少到原来的一半所需的时间称半衰期,用 $T_{1/2}$ 表示,例如氢的半衰期是 3.825 天,即经过这个时间,氢减少到原来的 1/2,每一秒,氢衰变 2.1×10^{-6} 个原子,所以氢的衰变常数为 2.1×10^{-6} /秒。它们之间的关系用 $T_{1/2} = 0.693/\lambda$ 表示之。

4. 核衰变规律的统计性

通过测定原子核放出的射线数目,就可以确定原子核的衰变数,但它是不完全相同的,而是围绕某一个平均值而有所起伏,这就是核衰变的统计涨落,它服从于泊松分布。

5. 递次衰变

原子核的衰变,有的是从不稳定核素到稳定核素,一代就停止了,有的则是连续一代接着一代地衰变,直到最后达到稳定为止,这后一种衰变称递次衰变,有时也称连续衰变,例如上述的甲、乙、丙等物质的衰变关系。

第三节 天然放射性系列及其它系列

递次衰变系列称放射性系。①地壳中存在一些重的放射性核素而组成的三个天然放射性系,即铀系、钍系和锕系,它们的母体半衰期都很长(约为 10^{10} 年,与地球年龄相当)。它们中的成员大多具有 α 放射性,少数具 β 放射性,且一般都伴有 γ 辐射。这三个天然放射性系,从母体开始至少都经过十