环境毒物

何燧源 编

4.6
3

化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

环 境 毒 物

何燧源 编

化 学 工 业 出 版 社
环境科学与工程出版中心
·北 京·

（京）新登字 039 号

图书在版编目（CIP）数据

环境毒物/何燧源编. —北京：化学工业出版社，2002.5
ISBN 7-5025-3773-2

Ⅰ.环… Ⅱ.何… Ⅲ.中毒性疾病-防治 Ⅳ.R595

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2002）第 018660 号

环 境 毒 物
何燧源 编
责任编辑：王秀鸾
责任校对：李 林
封面设计：蒋艳君
*
化 学 工 业 出 版 社
环境科学与工程出版中心 出版发行
（北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029）
发行电话：（010）64982530
http://www.cip.com.cn
*
新华书店北京发行所经销
北京市燕山印刷厂印刷
三河市宇新装订厂装订
开本 850×1168 毫米 1/32 印张 5¼ 字数 141 千字
2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-3773-2/X·177
定 价：12.00 元

版权所有 违者必究
该书如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责退换

引　　言

人类在史前和史后的几百万年内无休止地向大自然索取物质，并将其所得，经用高超智慧和精巧技能加工为一个又一个的“甜果”，由此将现代社会推入一个高度繁荣昌盛的境界。但曾几何时，人们蓦然回首，却又发现这些果实中的大多数又一个接一个地逆转为涩嘴的“苦果”，使整个人类饱受其害。从表面上看来，大自然也确实慷慨大度，它长时期无偿地满足了人类的各式各样需求。但另一方面，人类向自然界索要来的任何东西，自然界总会千方百计而又悄无声息地追讨回去。而且在这一来一去的过程中，自然界还对“贪婪成性”的人类实施了尖刻的报复。实际上，早在100多年前，恩格斯就曾列举了一些盲目开山伐林导致水土流失的典型事例，并告诫说，必须正确认识和运用自然规律来开发和利用自然界，否则就不可避免地要遭到大自然的报复。

我国古代智者庄子曾讲述过一个关于倏、忽二帝和中央大帝浑沌的故事，生动有趣，足以引发今人深思。其事曰：

> 南海之帝为倏，北海之帝为忽，中央之帝为浑沌。倏与忽时相与遇于浑沌之地，浑沌待之甚善。倏与忽谋及浑沌之德，曰：“人皆有七窍以视听食息、此独无有，尝试凿之。”日凿一窍，七日而浑沌死。

在这个故事中，庄子抒发了他的消极无为思想，他认为世界上的一切变化都要顺应自然，受不得一点外界干扰。这种思想虽有不利社会发展的一面，但也蕴含着精辟而又深刻的哲理内核。

近代，随着人类社会进步、生产发展和人们生活水平的不断提高，同时也造成了严重的全球性环境污染。特别在20世纪的50～60年代，污染已成为世界范围的严重社会公害。许多人因患公害病而受苦难或死亡，许多人的健康受到环境污染的损害，环境污染

EAA15/04

已经成为制约社会经济发展和人们生活水平提高的消极因素。

在对环境污染问题有了较深刻认识并经过痛苦反省后的人们逐渐认识到：作为自然一部分的人不应作为与自然相对立的事物而存在，从而应该改变历来以自体为中心来审视客观事物的习惯。现在已有很多人认为：从积极意义上说“人定胜天”是不可能的，人与自然间只能和谐相处，即只能做到“天人合一”（或用现代语说成“主观与客观相统一”）。而要达到这种“合一”，人类一方面要发现自身的智慧和能力，另一方面又必须在充分认识自然规律的前提下，对自身的能动力和创造力有所抑制，有所为也有所不为，在“自行其是”和“自我约束”之间行一条中庸之道。另一方面，人类又必须勇敢地面对现实，积极寻求解决当前环境污染问题的出路。

作为本书叙述主题的环境毒物，大多是环境污染的产物，而且已经步步逼近人们的日常生活，其毒性直接地或通过食物链间接地危及人体的健康和生命。近期，令世人瞩目的环境激素类毒物，其影响更是关系到人类子孙后代是否会衍变为“非人”，人类是否会从全球物种名单上消失的生死存亡大问题。

面对生活中日近一日的环境毒物，人们又怎能无动于衷！

据作者所知，在众多的文献资料中少有“环境毒物”用词。本书以“环境毒物”为主题，并将其含义界定为“对人畜鱼禽或其他生物体显示体内毒性的环境污染物”。这样的提法或许尚有不妥之处。此外，在本书中将环境毒物分为七类，这样的分类也不是很严格的。例如将时下令世人瞩目的二噁英归入持久性有机污染物（毒物）类，但实际上这类物质不但具有强烈的急性生理毒性，而且还是三致性（致癌、致畸、致突变）毒物，或是环境激素类毒物，实是因为一物兼有多毒，只能按其主要表现，姑且归入某类展开叙述。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　　录

1　人类的生活环境 …… 1

1.1　地球环境 …… 1

1.2　社会环境 …… 2

1.3　城市环境 …… 4

1.4　室内环境 …… 7

2　环境毒物 …… 14

2.1　环境中的沾染物和污染物 …… 14

2.2　环境毒物 …… 15

2.3　化学性环境毒物 …… 17

2.4　生物性环境毒物 …… 20

2.5　物理性环境毒物和毒性因子 …… 23

2.6　环境毒物和环境公害 …… 25

3　进入人体的环境毒物 …… 28

3.1　环境毒物进入人体的途径 …… 28

3.2　环境毒物在人体中的分布和代谢 …… 33

3.3　环境毒物之毒 …… 35

4　金属毒物 …… 41

4.1　概况 …… 41

4.2　有毒重金属汞 …… 44

4.3　有毒重金属铅 …… 51

4.4　有毒重金属镉 …… 56

4.5　有毒重元素砷 …… 61

5　有毒气体、蒸气和烟雾 …… 67

5.1　概况 …… 67

5.2　一氧化碳 …… 71

5.3　甲醛 …… 76

5.4　苯、甲苯和二甲苯 …… 79

5.5 香烟烟雾 …… 82
6 持久性有机污染物（毒物） …… 90
6.1 概况 …… 90
6.2 有机氯农药滴滴涕（DDT） …… 94
6.3 二噁英（PCDD/Fs） …… 97
7 三致性毒物和环境激素 …… 102
7.1 概况 …… 102
7.2 多环芳烃（PAHs） …… 109
7.3 亚硝胺 …… 113
7.4 黄曲霉素 …… 116
7.5 邻苯二甲酸酯 …… 118
8 放射性毒物 …… 122
8.1 概况 …… 122
8.2 铀及其裂变产物 …… 124
8.3 氡及其衰变产物 …… 129
9 毒品 …… 132
9.1 概况 …… 132
9.2 鸦片、吗啡和海洛因 …… 137
9.3 大麻 …… 142
9.4 可卡因 …… 144
9.5 致幻药 …… 146
10 细菌和病毒 …… 149
10.1 概况 …… 149
10.2 O-157 大肠杆菌 …… 152
10.3 蛋白病毒 …… 154
10.4 艾滋病毒 …… 157

1 人类的生活环境

由自然环境和生态环境组合而成的地球环境即是人类的生存环境。生存环境与社会环境糅合在一起即构架起人类的生活环境。目前全球共有60亿人口，都挤住在地球表面。根据人们在地面的活动范围，又可将生活环境分为城市环境和乡村、山区环境、或者分为室内环境和室外环境。

1.1 地球环境

地球环境是人类活动的最基本范围，人和环境间的交互作用也主要发生在这一范围之内。所谓地球环境，其所占的空间包括地球大气圈（主要是对流层和平流层下部）、水圈、岩石圈（主要是其表面附属层土壤）和生物圈。当前，在地球环境中充溢着各种各样的化学物质，由此也可将地球环境整体看成是一个化学圈。

地球环境质量的优劣由地球环境要素决定。这些要素包括水、大气、岩石、土壤、生物、地磁、太阳辐射等。它们是组成地球环境的结构单元，并由此组成环境系统或地球环境的整体，在这些要素间存在着互相联系和互相作用的基本关系。也正是通过这些要素显示出地球环境对其生物主体（特别是人类）的各种环境功能。当前，主要的出自各种影响环境要素的人为原因，已使地球环境的质量劣化到令人忧心的程度。在21世纪刚刚到来之际，人类至少面临以下10类环境问题：(1) 大气污染，全球有11亿人生活在空气污浊的城市中；(2) 水污染，世界上每年至少有2500万人死于由水污染引起的各类疾病；(3) 土地荒漠化，全球有19.6亿公顷土地正趋于荒漠化，2.5亿人直接受害；(4) 绿色屏障锐减，全球热带雨林以年平均1540万公顷（0.8%）的速度消失；(5) 臭氧层破坏，南极上空臭氧层空洞在1998年第四季度已达2720万平方公

里；（6）温室效应，20 世纪 90 年代是世界有正式气象记录以来最热的 10 年，由温室效应导致的海平面上升已使大洋中的一些岛国面临灭顶之灾；（7）酸雨侵袭，世界各国皆程度不同地受到酸雨侵袭之害。当前我国酸雨覆盖率以国土面积计已近 40%；（8）物种濒危，到 2040 年现有约 1000 万个物种中可能有 70 万个物种会永远消失；（9）垃圾积留，全球垃圾年积留量达 100 亿吨；（10）人口激增，1960 年至今仅 40 年间，世界人口由 30 亿猛增至 60 亿。由以上列举的十大环境问题可见，全球性环境污染、生态破坏和资源枯竭都几近达到要危及人类生存的程度。国外有人将这种种环境问题本质性地归结为（3P+3E）问题，即人口（population）、贫困（poverty）、污染（pollution）和能量（energy）、生态（ecology）、环境（environment）。这些问题互相串结成链，成为禁锢人类活动和制约社会进步的消极因素。

1.2 社会环境

人类社会经历了原始社会-奴隶社会-封建社会-资本主义社会-社会主义社会等发展阶段。社会环境的环境要素包括由人类进行各种生产活动而形成的生产力、生产方式和生产关系，与生产力水平相应的经济基础和上层建筑，还包括社会人口和人口密度。由这些要素决定了社会环境的质量。从社会环境总体来看，现代社会已达到了高度文明繁荣的历史阶段。但世界各地区的水平是不均衡的，在不同区域，文明和愚昧，富裕和贫穷间形成了强烈的反差。即使在一些先进的发达国家，形形色色的社会问题也层出不穷。其中人口过速增长是制约社会进步，劣化社会环境质量的最直接因素。

现代人大约有 5 万年的生存史，在此期间逝去者约有 850 亿人，现有 60 亿人则是世代繁衍、生生不息的结果。原始智人的总数本来极少，更由于饥饿、疾病、人间争斗等原因，长时期内人口增长速度非常缓慢，人的平均寿命不足 20 岁，而当前已提升到 60 岁以上。表1-1显示了地球人口的历来递增情况。其明显的一个特点是世界总人口数正在以加速度方式增长。1999年10月12日凌

表 1-1　地球人口递增情况

时　　期	人口总数/亿	增长 10 亿所经时间/年
BC8000	0.05	
AD1	2	
1650 年	5	
1804 年	10	
1927 年	20	123
1960 年	30	33
1975 年	40	15
1987 年	50	12
1999 年	60	12

晨，在波黑首都萨拉热窝诞生了第 60 亿名地球村居民。当前世界上前 5 名人口最多的国家依次是（单位亿）：中国 12.95；印度 10.27；美国 2.78；印度尼西亚 2.12 和巴西 1.70。在 60 亿人口中，发达国家约 12 亿，发展中国家 48 亿，现今人口年增长数约 7800 万。

人口快速增长引起社会环境质量劣化，首先表现在作为环境主体的人在某些地域和某些方面质量下降。如当前世界上有约 12 亿人处于每人每天消费不足 1 美元的贫困生活线之下，却另有 12 亿人营养过度，其中不少人患上了高血脂、脂肪肝、糖尿病、冠心病之类的“富贵病”。全球现有文盲数达 8.8 亿，其中 2/3 是妇女。2000 年全球有 3610 万人携带艾滋病毒，因病死亡者达 300 万。另一个突出的问题是全球人口老龄化。由于人口基数大，近半个多世纪来未发生过世界规模战争，加上医疗水平和社会福利保障水平的提高，使近代人趋于长寿。如 1972 年世人平均寿命为 49.5 岁，至今提高到 62 岁以上，且 65 岁以上老人有 3.9 亿之众。预计到 2050 年世界上 80 岁以上老人可达到 3.7 亿人。据有关方面测算，2001 年我国老年系数会达到 7.1%（也就是在 100 个人中至少有 7 个人的年龄在 65 岁以上），正好进入老年型人口国家（老年系数在 7%以上）的行列，庞大老年人群的出现意味着社会整体经济负担加重，同时也会对现有社会生产结构、文教卫生、社会保障体系等

提出严峻的挑战。

另一方面，社会人口增多又势必加大人群参与各种生产、生活活动的频率和强度，由此又会间接或直接地影响人类自身的生活环境。例如由经济建设（如农村城市化、围湖造田、兴建水坝等）引起对环境干扰；在资源开发过程中过度地向自然索取物质和能量（特别是化石燃料、矿物、木材等）引起对环境破坏；在物质生产和日常生活过程中向环境释出废物和废能（特别是化学污染物、辐射能等）引起对环境污染。

1.3 城市环境

城市是人类社会经济和文化发展的产物，人类生活环境的恶化集中地表现在城市地区。

我国现有城市 668 座，是世界上城市最多的国家。我国也是具有最古老城市文化的国家之一。

如今已有 366 个百万人口规模的城市遍布全球，千万以上人口的城市也有 20 多个。图 1-1 显示了现代人口向城市集结的趋势。当前世界上约有半数人居住在城市，至 2025 年，这个数字可能超过 60%。我国目前人口的城市集中率约为 30%，而欧洲很多发达国家已达到 90%。看来今后包括我国在内的发展中国家的城市化趋势已很难逆转。现今世上人口最众的城市是墨西哥城（2500 万人），人口密度最稠的是印度的孟买市（内城部分地区密度达 100 万人/平方英里[1]）。

世界城市化，特别是较贫困国家人口密度的相对集中趋势有其深层次的经济、政治等方面的原因，这或许是人类历史长途中不可避免的一个进程，但由于这一进程的日渐加速，对人们的生活环境产生了种种不良影响。其中最突出又最难遏制的是人口众多大城市中的空气污染问题。例如地处环山高原谷地的墨西哥城始建于 14 世纪，初时曾享有“世界上最明净空气”的市民，而今却时时被严

---

[1] 1 平方英里 = $2.58999 \times 10^6 m^2$。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

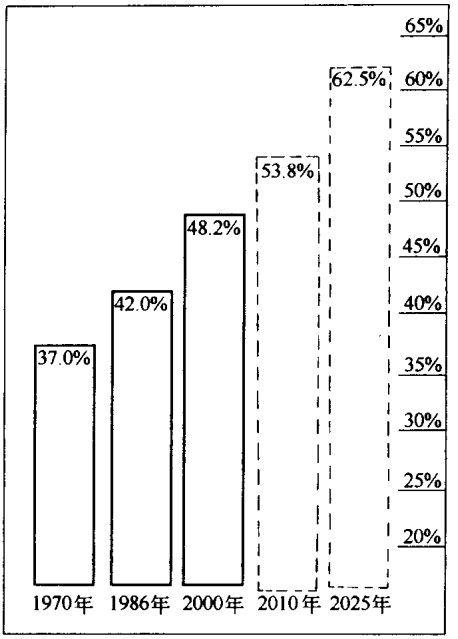

图 1-1　世界城市人口集结趋势

重污染的空气所困扰。由于这个城市在近代无秩序、无限度的恶性发展，致使墨西哥全境内约 1/4 人口、23%工业、28%服务行业和 400 万辆汽车集中在这一谷地之中。由工业生产、生活设施等排放出来的各种各样的废气、烟雾所引发的严重空气污染常迫使市政当局采取一级紧急措施：工厂停产、学校停课、汽车停驶等。

1998 年，世界卫生组织曾对 53 个国家的 272 个大城市空气中三种污染物（总悬浮颗粒物、二氧化硫、氮氧化物）作过统计性调查，并做出了这几种污染物对于各城市人体健康的风险评价，从而确定了世界十大污染城市名单。它们依次是：太原、米兰、北京、乌鲁木齐、墨西哥城、兰州、重庆、济南、石家庄、德黑兰。见到这份名单，足以使我们每一个中国国民感到惭愧和惊心。同年，我国国内对 322 个有环境统计数字的城市做了有关空气质量优劣的排名，其中 140 个城市（占全数

43.5%）的空气质量达不到国家三级标准，属于严重污染城市。警钟已经敲响，国人岂能无动于衷！

近年来，世界上许多国家按照各自环境保护法规的要求和规定，相继开展了城市空气污染警报发布和污染预报工作，且已成为政府环保工作的主要内容之一。

空气污染指数（API）是定时通过新闻媒体向社会公众报告的一种定量反映和评定空气质量状况的尺度。就是将常规监测的几种空气污染物简化成单一的数值形式，并分级表示空气受污染程度和空气质量状况。具有简明、直观、通俗易懂的特点。表 1-2 列举了空气污染指数及与之相应的空气质量等级等内容。在我国指定由可吸入性颗粒物（用 PM_{10}字符表示，即可被人体呼吸道吸入的不大于 10μm 的悬浮颗粒）、二氧化硫（SO_2）和二氧化氮（NO_2）作为计值 API 的空气污染物指示性项目。

表 1-2　空气污染指数及与之相应的空气质量等级

空气污染指数 API	空气质量类别	空气质量描述	对健康的影响	对应空气适用范围
0～50	Ⅰ	优	可正常活动	自然保护区、风景名胜区和其他需要特殊保护的地区
51～100	Ⅱ	良	可正常活动	为城镇规划中确定的居住区、商业交通居民混合区、文化区、一般工业区和农村地区
101～200	Ⅲ	轻度污染	长期接触，人群中体质较差者出现刺激症状	特定工业区
201～300	Ⅳ	中度污染	接触一段时间后，心脏病和肺病患者症状加剧；运动耐受力降低，健康人群中普遍出现症状	
≥300	Ⅴ	重度污染	健康人除出现较强烈症状，降低运动耐受力外，会提前引发某些疾病	

除了空气污染问题外，人口高度稠密的城市中还会发生如饮水和噪声污染、垃圾堆积、交通拥挤、住房紧张、治安恶化等影响人们生活环境质量的诸多问题。

1.4 室内环境

室内环境属于人们生活的小环境。多数人（特别是老人和婴儿）以多数时间生活在室内，所以室内环境质量很大程度上决定了人们生活质量的优劣。“室”的涵义很广泛，包括居室、办公室、图书室、医院、超市、旅馆、浴室、候车（机）室以及供人们做文体娱乐活动的各种室内公共场所。室内环境质量主要取决于室内气象和室内污染程度，此外的因素还有辐射、噪声、空间拥挤程度、人间关系及个人的心理因素等。

1.4.1 室内气象

由室内气象决定人体对寒暖的体感，它是由温度、湿度、气流三气象要素及与之有关的采光、日照等因素决定的。

科学家将人体对环境温度的耐冷下限和耐热上限定为11℃和32℃，但22～25℃是人体感到舒适的室温范围、室温过高会使人因体表热发散不良而提高心跳呼吸次数，皮下血管扩张，出汗过多等，从而引发食欲不振、怠惰的感觉。相反，室温太低又会引起人体代谢功能下降，呼吸脉搏减弱，皮下血管收缩，呼吸道黏膜抵抗力减弱，从而诱发各种呼吸道疾病。

相对湿度在45%～65%是人体感到舒适的湿度范围。在低湿度且有风的条件下，即使室温高达30℃，人体尚无不适之感。但在高温又高湿的房间里活动的人就会有暑热难当的感觉。

室内空气流动速度因素对于人体的寒暑感也是至关重要的，夏天气流速度不小于0.15m/s，冬天不大于0.3m/s是适宜的。

综合气温、气湿和气流三室内气象要素，可给出一个人体体感范围图（图1-2）。在图中标示出人体感到舒适的“感觉温度”范围约在17～22℃。

对于居室来说，为了不使二氧化碳等污浊气体过度积累，并为了给人以良好的空间感，居室净高不应小于2.8米，窗户有效采光面积和房间地面面积之比不应小于1:15。此外，居室每天至少受日照2小时，以得到良好采光和利用太阳辐射杀灭室内致病微生

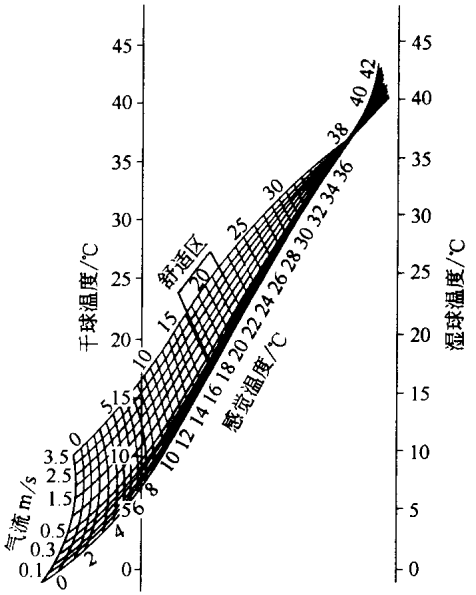

图 1-2　人体“感觉温度”

物，并进一步提高人体的免疫能力。

1.4.2　室内污染

室内污染主要是指室内的空气污染，其污染物组成和浓度主要取决于以下三方面因素：(1) 污染源在室内还是室外；(2) 污染源强度随时间（昼夜）变化情况；(3) 室内外空气流通或交换程度。

室外空气污染当然会影响、波及室内，例如由机动车排出的含铅尘粒是室内铅污染的主要污染源。与室外相比，室内污染源更加多样，其污染物种类也多得不可胜数，最常见的有如图 1-3 所示的一些方面：(1) 甲醛（从家具镶饰板或胶合板及地毯、墙面中释出）；(2) 碳、氮和硫的氧化物及油烟（炊事、取暖）；(3) 氡（从石料、水泥等建材释出）；(4) 微生物（由不良居室条件孳生）；(5) 家用化学物质（如化妆品、油漆和地板蜡中可释出挥发性有机物）；(6) 石棉（从墙体衬料，绝热材料中散发）。此外还可举出如烟草、室内排污、花卉、甚至人体和宠物的排出物和散发物等。如

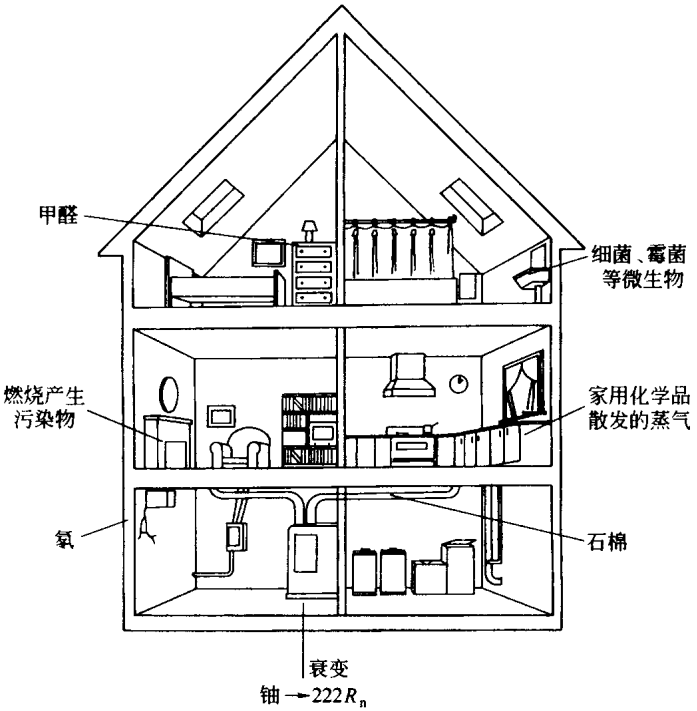

图 1-3　室内空气中的主要污染物（源）

香烟烟雾中含焦油、尼古丁、一氧化碳、氰化氢等数百种危害人体的化合物；在卫生间、下水道内可引发臭气异味的有硫化氢、甲硫醇、乙胺、吲哚等。作为室内摆饰的花卉所散发的花粉也可能成为诱发儿童呼吸道疾病的过敏源。放在卧室中的花卉入夜之后，会与人争吸氧气，吐出二氧化碳，提高卧室空气的污浊程度。

生活在室内的人还是一种特殊而又重要的居室污染源。从人体呼吸、排便、出汗等过程排出的污染物可能有上千种。此外，还有肠道的气体排泄物及人体受细菌感染而产生的气体和液体。在这些排出物中又有不少是被称为“人味毒”的有害有毒物质。如一氧化碳、硫化氢、氨、甲烷、丁烷、甲醇、丙酮、醋酸、丁二烯、氮氧化物、甲基乙酮等。

实际上，在上述这么众多的室内污染源和为数更多的室内污染物中，危害人体健康最甚的要数由建筑材料、装饰材料和家具所释出的各类有害气体和蒸气。为了保障人民身体健康，从源头上控制室内污染，国家质检总局和国家标准化管理委员会于2001年底发布了有关室内装修装饰材料中所含有害有毒物限量的10项标准。标准涉及的装修装饰材料包括：人造板、内墙涂料、木器涂料、胶粘剂、地毯、壁纸、家具、地板革、混凝土外加剂、有放射性的建筑装饰材料等。相应涉及有毒有害物质包括：甲醛、氨、三苯(苯、甲苯和二甲苯)、游离甲苯二异氰酸酯、氯乙烯单体、苯乙烯单体及可溶性的铅、镉、铬、汞、砷等有害金属等。

有关室内装修装饰材料的上述10项控制标准将于2002年起正式实施，由此可将室内污染物危害降至最低限度，基本上满足人身健康和安全的需要。

中国室内环境监测中心和健康医疗中心曾总结出室内环境污染对人体造成危害的症状，有以下诸多方面：清晨起床时，感到憋闷、恶心、甚至头晕目眩；家里人经常容易感冒；虽不吸烟，但是经常感到嗓子不舒服；家里小孩常咳嗽、打喷嚏、免疫力下降；家里人常有皮肤过敏等毛病，而且是群发性的；家人共有一种疾病，离开这个室内环境后，症状会有明显好转；新婚妇女长时间不孕，又查不出原因，孕妇在正常怀孕情况下发现胎儿畸形；室内植物不易成活；家养宠物莫名其妙地死亡等。

除非是毗邻交通干道或其他高强度污染源的居室，一般来说，室内空气质量总要比室外差，所以可采取室内外换气的方法来改善室内空气质量。在有通风换气设施的室内，其污染物浓度随换气次数增多而降低的程度可用以下文字式表示。

(污染物即时浓度)=(污染物初始浓度)+(发生强度)
-(换气次数)×(室内容积)

一般人的习惯总是在清晨起床后即开窗，让新鲜空气进入室内以替换室内隔夜的浊气，这或许是最经济的改善室内空气质量的措施。但在冬季、无风、少云的城市夜晚，很容易出现辐射逆温气

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com