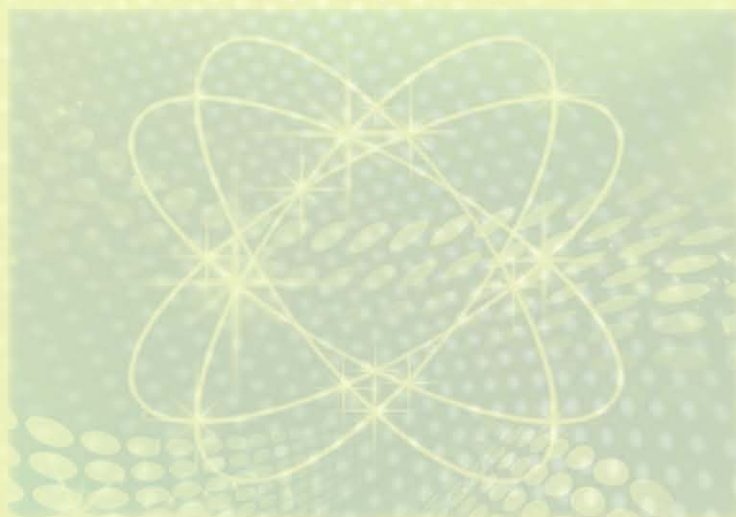


# 中学生环境教育

高中二年级 下册

中学生环境教育编写组 主编



四川大学出版社

责任编辑:梁 胜  
责任校对:蒋 琦  
封面设计:王 骞  
责任印制:王 炜

### 图书在版编目(CIP)数据

中学生环境教育. 高中二年级. 下册 / 中学生环境教育编写组主编. —成都: 四川大学出版社, 2014. 12  
ISBN 978-7-5614-8238-4

I. ①中… II. ①中… III. ①环境教育—高中—课外读物 IV. ①G634.983

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 290072 号

### 书名 中学生环境教育·高中二年级·下册

---

主 编 《中学生环境教育》编写组  
出 版 四川大学出版社  
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)  
发 行 四川大学出版社  
书 号 ISBN 978-7-5614-8238-4  
印 刷 北京联兴华印刷厂  
成品尺寸 185 mm×260 mm  
印 张 5  
字 数 116 千字  
版 次 2015 年 1 月第 1 版  
印 次 2015 年 1 月第 1 次印刷  
定 价 12.00 元

---

◆ 读者邮购本书,请与本社发行科联系。  
电话:(028)85408408/(028)85401670/  
(028)85408023 邮政编码:610065  
◆ 本社图书如有印装质量问题,请  
寄回出版社调换。  
◆ 网址:<http://www.scup.cn>

版权所有◆侵权必究

# 目 录

第 2 章 保护自然：可持续发展与环境保护（下） .....	（ 1 ）
三、提高环境意识：物理污染和废弃物危害 .....	（ 1 ）
（一）控制噪音污染 .....	（ 1 ）
（二）防治放射性污染 .....	（ 7 ）
（三）电磁辐射污染及防治 .....	（ 11 ）
（四）防治光污染 .....	（ 16 ）
（五）固体废物和危险废物 .....	（ 19 ）
（六）放射性废物 .....	（ 31 ）
四、防治土地荒漠化 .....	（ 44 ）
（一）防止土地荒漠化 .....	（ 44 ）
（二）保护湿地 .....	（ 55 ）
五、保护生物的多样性 .....	（ 62 ）
（一）保护生物多样性 .....	（ 63 ）
（二）生物多样性的价值 .....	（ 65 ）
（三）生物多样性概况和发展趋势 .....	（ 66 ）
（四）生物多样性的保护 .....	（ 72 ）
参考文献 .....	（ 75 ）



## 第2章 保护自然：可持续发展与环境保护（下）

### 三、提高环境意识：物理污染和废弃物危害

#### （一）控制噪音污染

声音是由于空气受到物体的振动而产生的，当振动频率在 20~20000 赫兹时，作用于人的耳鼓膜而产生的感觉叫声音。声音的形成，首先要有能发生振动的声源，它可以是固体也可以是流体（液体、气体），还要有传播的介质和声音的接收器，传播介质有空气、水和固体，接收器即人耳、传声器（喇叭）等。

声音在人类生活中起着非常重要的作用，它是我们认识世界、传递信息、表达感情、交流思想等不可缺少的东西。优美的声音可以使人精神愉快，由于声音的存在，自然界和人类生活才变得丰富多彩、生机勃勃。但是，并不是所有的声音都使人感到悦耳动听，有些声音杂乱无章，难听而不协调，有些声音过强，震耳欲聋，这些声音是人们所不需要的，甚至是厌恶的，这就是噪声。从物理定义而言，振幅和频率上完全无规律的震荡称为噪声。从环境保护角度而论，与人们的主观感觉和心理因素有关，凡是人们所不需要的声音都称为噪声。声音的产生与传播现象仅仅是空气中的一种物理变化，而无别的物质参与。因此在声音消失后，不会因声音衰减而残留废弃物。因此，噪声的显著特点是无污染物存在、不产生能量积累、时间有限、声源分散、传播不远、振动源停止振动噪声消失、不能集中治理等。

#### 1. 噪声的度量

声音的传递。声音源于物体的振动，物体在空气中振动时，周围空气受到压缩，空气压强高于外层，因此，压缩层内的空气分子就趋于向外移动，并将它们的运动传递到外层。外层的空气受到压缩，而原先压缩层则因部分空气分子外移而变得稀疏，形成稀薄层。这种压缩层和稀薄层交替相邻向外传播的连续运动叫做声波运动。



声波是机械波。由于空气和液体只有体积弹性，所以声波在空气和液体中的传播只能以纵波的形式传播。即空气质点振动方向与波动传播方向一致。若在固体中传播则可以是纵波，也可以是横波。

频率 ( $\text{F}$ ) 是声源在一秒钟内振动的次数。单位为赫兹 (Hz)。人的听觉能感受到的振动波频率范围在 20~20000 赫兹。低于 20 赫兹的称为“次声”，高于 20000 赫兹的称为“超声”，它们作用于人的听觉器官时不引起声音的感觉，所以听不到。

对噪声的衡量，主要是强弱的度量和频率的高低。噪声强弱的度量反映声音的大小，是震耳欲聋，还是声若蚊鸣；噪声频率的高低反映声音的高低，是尖叫刺耳，还是低沉轰鸣，当然这些判断还与人的主观感觉有关。

(1) 声强 ( $I$ )。声波作为一种波动形式，当然具有一定的能量，人们也常用能量的大小表示声音的强弱。这就是声强概念。

声强是单位时间内声波通过垂直于声波传播方向单位面积的声能量。声强单位为瓦/平方米。显然，声强越大，表示声音越强，正常入耳对 1000 赫兹纯音的可听声强为 10~12 瓦/平方米，此值被称为基准声强。

(2) 声压 ( $P$ )。声源振动时空气压强必然比正常大气压力有所增加或减弱，这种增强或减弱的压强称为声压。单位为帕斯卡 (1 牛顿/平方米)。

通常噪声声压的测量值都是瞬时声压。即产生噪声时，某瞬时的空气压强相对于无声波时空气压强的改变量。瞬时压强的均方根值称为有效声压。一般所说的声压指的就是有效声压，正常人刚刚能听到的最微弱的声音声压为  $2 \times 10^{-5}$  帕斯卡，如同蚊子飞过的声音的声压，这个声压值称为人耳的“听阈”。使人耳产生疼痛感觉的声压为 20 帕斯卡，如飞机发动机噪声的声压，称为人耳的“痛阈”。人们一般说话的声音声压为 0.02~0.03 帕斯卡，相当于大气压的千万分之一，可见声压比大气压小得多。

声强与声压的区别在于一个是能量，一个是压力，但二者之间有着内在的联系。

(3) 声功率 ( $W$ )。声强 (声压) 的大小与声源远近有关。我们都有这样的体会：在机器近旁，感到噪声很大，但离开它一定距离后，就会觉得噪声小多了，这是因为我们离开声源较远后，耳朵所接受到的声强 (声强) 变小的结果。然而，作为一个声源，它在单位时间内向外辐射的噪声能量并没有改变。

声功率：是指单位时间内，声波通过垂直于传播方向某指定面积的声能量。在噪声监测中，声功率是指声源总声功率，声功率的单位为瓦。它是反映声源辐射声能本领的物理量，对于确定的声源来说，它不像声压或声强那样，随着与声源距离的加大而减小。我们正常所遇到的声源，其声功率和其他动力的功率相比是很小的，如我们大声说话的声功率



也就只有 50 微瓦。若在天安门广场上百万人集会，大家共同高呼口号，把百万人所发出的声能全部搜集起来，也只不过相当于 1 个 50 瓦的灯泡在相同时间消耗的能量。原来有人曾设想，对噪声从能量上实行综合利用，但实际上其价值是不大的。

## 2. 声强级、声压级和分贝

从听阈到痛阈，声压的绝对值之比是  $106:1$ ，即有 100 万倍；声强的绝对值之比是  $1012:1$ ，即有 1 万亿倍。这说明用声压或压强的绝对值表示声音的大小极不方便，而且人耳也没有辨别如此细微差别的能力。为此便采用称为声压的对数刻度来表示，单位是分贝。

引入“级”来表示声音的强弱。就如同用“级”来表示风的大小和地震的强弱一样。这样不仅表达方便，而且避免了计算数位冗长的麻烦。因此人耳对声音的接收，并不正比于强度的绝对值，而是正比于其强度的对数值。声学中用对数标度来度量声压、声强和声功率，分别称为声压级、声强级和声功率级。

## 3. 噪声的来源

根据噪声发生的机理，可将噪声分为三大类：

(1) 空气动力性噪声。是由气体振动产生的，当气体中存在涡流或发生压力突变时引起气体的扰动。

(2) 机械性噪声。是由固体振动产生的，在撞击、摩擦、交变作用等应力作用下，机械金属板、轴承、齿轮等发生的振动。

(3) 电磁性噪声。是由于磁场脉动、磁致伸缩、电源频率脉动等引起电气部件的振动而产生的。

噪声的来源主要有以下五个方面：

(1) 交通运输噪声，指机动车辆、船舶、航空器等交通运输工具在运行过程中产生的噪声。城市交通业日趋发达，给人们工作和生活带来了便捷和舒适，同时也促进了经济的发展。但随着城乡车辆的增加，公路和铁路交通干线的增多，机车和机动车辆的噪声已成了交通噪声的元凶，占城市噪声的 75%。

根据来源的不同，城市交通噪声主要可以分为：动力性噪声、非动力性噪声和轮胎路面噪声三方面。动力性噪声主要指与机动车发动机转速有关的进气排气噪声、发动机表面辐射噪声、传动系统噪声和车体震动噪声等。非动力性噪声包括鸣笛、刹车等噪声。调查资料表明：我国城市的环境噪声主要来自交通噪声，而交通噪声又主要（70%左右）来自汽车噪声。汽车鸣笛是交通噪声的主要来源，城市公交大客车和大货车的行驶噪声是仅次于鸣笛噪声的第二大交通噪声源。轮胎与路面相互作用产生的噪声也是交通噪声声源之



一。当汽车时速大于 45 千米时，轮胎噪声就成为小客车与轻型载重车噪声频谱的主要成分。

鉴于我国城市用地紧张，为减缓交通拥挤，各主要大城市在发展地铁的同时，更多地发展地面上的高架道路及轻轨铁路，这样做缓解了市区内道路拥堵的紧张状况，但也产生了新问题，一些立交桥和高架路两侧高层建筑上的居民对交通噪声污染反映强烈，临街交通噪声污染已成为市区环境中的“热点”之一。按照我国《城市区域环境噪声标准》4 类标准，即昼间不超过 70 分贝，夜间不超过 55 分贝。据研究，道路车流量增加一倍，交通噪声声级将增加 3 分贝。一般情况下，即使严格执行禁鸣，车流量达到一定水平后也可能会出现交通噪声声级超过国家 70 分贝标准的现象。

我国目前城市道路交通噪声在白天几乎全超标，一般超标 5 分贝左右。目前全国有 16% 的居民住在道路两边，有约 3400 万人受到影响；其中 80%，约 2700 万人，在白天平均声级超过 70 分贝、夜间超过 55 分贝的高噪声干扰下生活。

(2) 工业机械噪声，指工矿企业在生产活动中各种机械设备产生的噪声。这也是室内噪声污染的主要来源。由于各种动力机、工作机做功时产生的撞击、摩擦、喷射以及振动，可产生七八十分贝以上的声响。这些声响，在纺织车间、锻压车间、粉碎车间和钢厂、水泥厂、气泵房、水泵房都比较严重，虽然都做了一定程度的降噪处理，但仍然不能从根本上消除机器运行所产生的噪声。

(3) 城市建筑噪声，指在施工活动中由各种建筑施工机械运转时产生的噪声。特别是近年来城市建设迅速发展，道路建设、基础设施建设、城市建筑开发、旧城区改造，都造成了城市建筑噪声，特别是位于居住区的建筑工地，在施工的各阶段，尤其是夜间施工，都会对周围环境造成较强烈的噪声污染，严重影响附近居民的生活和休息。由于建筑工地的流动性、施工周期的阶段性和施工过程中的突击性，形成了建筑施工噪声自身的特点。建筑施工现场噪声一般在 90 分贝以上，最高可达到 130 分贝。

(4) 社会生活噪声，指人类的社会活动和家庭活动产生的噪声。包括人们居住环境中的贸易市场、歌舞厅和饭店、卡拉 OK 包间等外泄的噪声，公共场所的商业噪声、餐厅、公共汽车、旅客列车、人群集会、高音喇叭等，家庭生活中产生的电器声、乐器声和家庭装修噪声等。随着人们生活现代化的发展，家庭中家用电器的噪声对人们的干扰越来越大。据统计，社会生活和公共场所噪声占城市噪声的 14.4%。

(5) 自然噪声，指除去交通、工业、建筑施工、社会生活噪声的其他非人类活动产生的噪声。如自然界的风雨声、雷鸣声，动物和鸟类的鸣叫声等。



#### 4. 噪声的影响

噪声对人类的危害是多方面的，其主要表现为对听力的损伤、睡眠干扰、人体的生理和心理影响。当人在 100 分贝（A）左右的噪声环境中工作时会感到刺耳、难受，甚至引起暂时性耳聋。超过 140 分贝（A）的噪声会引起眼球的振动、视觉模糊，呼吸、脉搏、血压都会发生波动，甚至会使全身血管收缩，供血减少，说话能力受到影响。

（1）损伤听力，造成噪声性耳聋。这是噪声危害的最明显的影响，也是最早为人们所认识的危害。在噪声严重的环境下工作和生活，会产生听觉疲劳，出现暂时的听力下降现象，经过休息可以恢复；但如果长期在强噪声下工作，经过一段时间后，就会产生永久性的听力损失，形成噪声性耳聋。

噪声性耳聋可分为：轻度——听力损失 15~40 分贝，中度——听力损失 40~60 分贝，重度——听力损失 60~85 分贝，全聋——听力损失 85 分贝。

（2）干扰睡眠，噪声会影响人的睡眠质量和数量。连续噪声可以加快熟睡到轻睡的回转，使人熟睡时间缩短；突然的噪声可使人惊醒。一般 40 分贝连续噪声可使 10% 的人受影响，70 分贝连续噪声可使 50% 的人受影响。噪声突然达到 40 分贝时，10% 的人会惊醒；60 分贝时，70% 的人会惊醒，受噪声干扰而睡眠不足，会引起头疼、头晕、记忆力衰退，使第二天的工作、学习效率下降，注意力不集中。

（3）干扰语言通信，阻碍通信过程，降低通信效率，影响交流。

（4）影响心理健康。长时接触噪声，会对中枢神经系统、心血管系统、消化系统、内分泌系统产生一定的影响，并会使大脑皮层的兴奋和抑制的平衡状态失调，还可能会影响人的神经系统，使人急躁、易怒，影响睡眠，造成疲倦。人们长期生活在 85~90 分贝的噪声环境中，就会得“噪声病”。

（5）能诱发多种疾病。高于 90 分贝的噪声，对人体的神经、心血管、消化、内分泌、免疫系统及听力、视力、生理都会有损害，会使人出现血压升高、反应迟钝、食欲不振、失眠多梦、视力、听力下降等症状。我国对城市噪声与居民健康的调查表明：噪声每上升 1 分贝，高血压发病率就增加 3%。在吵闹环境中生活的儿童其智力发育水平要比在安静环境中生活的儿童低，并且，生活在吵闹环境中的儿童会出现头晕、头痛、记忆力减退、注意力不集中等神经衰弱的症状。生活在高于 80 分贝噪声环境中的儿童造成聋哑的机会可达 50%。长期接触 90~100 分贝噪声的孕妇分娩后，除胎儿平均体重下降外，母亲分泌的初乳中免疫成分明显减少，致使新生儿的抗病能力减弱，严重时可导致胎儿畸形。

（6）超强噪声如航空噪声的破坏作用更大。高于 140 分贝（A）的噪声，会造成地面房屋外墙被震裂，玻璃被震碎，甚至使钢结构产生“声疲劳”而遭到损害，屋内物品受



震动而坠落,损坏仪器仪表,特别是精密仪器会出现严重的偏差,甚至失灵。

### 5. 噪声的控制

为了控制噪声及其危害,我们可以从以下几个方面入手:控制声源,控制传播途径以及开发降低、控制和防止噪声的新技术。

我国已经制定了《中华人民共和国环境噪声污染防治法》、《城市区域环境噪声标准》(GB 3096—93)、《工业企业厂界噪声标准》(GB 12348—90)、《建筑施工场界限值及其测量标准》(GB 12523—90)、《机场周围飞机噪声环境标准》(GB 9660—85)、《机动车辆允许噪声标准》(GB 1495—79)、《民用建筑隔声设计规范》(GB J118—88)、《工业企业噪声控制设计规范》(GB J87—85)和《关于加强社会生活噪声污染管理的通知》等国家标准。

(1) 政府主管部门要坚决依法管理,严格执行各种控制噪声污染的法规和标准。城市规划部门应依据国家声环境质量标准、噪声控制设计规范和建筑隔声设计规范要求,规划好城镇建设中的功能分区,居住区和文教区应远离机场、铁路、高速公路和工业区,并在两者之间规划商业区和绿化隔离带,合理划定各类建筑的分布区域和建筑物与交通干线的噪声防护距离;对有可能产生噪声污染的项目,建设单位必须提交环境影响评价报告书,列出噪声污染的防治措施,并按国家规定的程序,上报环境保护行政主管部门审批,建设项目的噪声污染防治措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用;各类工厂生产的各种产品如汽车、机器设备、家用电气等出厂前必须检验标明其符合国家标准的噪声指标,或配套有效的噪声防护设施。

(2) 交通噪声,车辆噪声应作为机动车年检标准项目之一,现有各种机动车辆必须符合国家规定的《机动车辆允许噪声标准》,各种新机动车辆出厂前必须符合有关噪声限制标准,否则不准上路行驶。禁止在市区内随意鸣笛,特别是夜间鸣笛,需要安静的地段要限制行驶车速,并禁止大型或重型车辆驶入,禁止火车在市区内鸣笛。加强道路建设,控制机动车数量,强制改造和淘汰废旧车辆,同时增加自控化监测设备,对行驶的车辆进行监控,控制道路交通噪声污染。但我国近年来车辆增加迅速,重点城市大部分处于建设高峰阶段,道路建设尚不能同步增长,地下轨道交通刚刚起步,机动车中公交车、大型货车占相当比例,且车辆总体装备水平较低,交通噪声控制技术尚未取得突破性进展,机动车辆噪声仍处于高水平。

(3) 对于工业噪声,凡存在噪声污染的工业企业都要采取有效措施降低噪声,使之达到相应的标准,否则要有计划地转产或搬迁。工厂设备的噪声不得超过设备噪声标准,车间内噪声不得超过国家规定的工业企业噪声卫生标准的限值。



(4) 建筑施工噪声主要来自建筑施工中运行的各种施工机械，如挖掘机、推土机、打桩机、混凝土搅拌机、电锯、砂轮机、空压机等。

控制措施：

①建筑施工设备应符合国家规定的噪声标准，淘汰高噪声施工机械，推广使用低噪声的施工机械。

②要在施工机械布置时，合理布局高噪声机械，在施工中使噪声的传播方向尽量避开敏感点，并在其周围设置适宜的隔声装置。

③要采用低噪声施工工艺，尽量采用液压式施工机械。

④在建筑物外部采用隔声围挡，防止施工噪声外泄。

⑤禁止在居住区夜间施工，不得进行夜间施工时，严禁使用噪声大的施工机械设备。

(5) 控制社会噪声和公共场所噪声可采取取消露天市场和严格对娱乐业、饮食业的环保管理审批等行政手段，同时，还应加强歌舞厅、饭店和卡拉 OK 包间内的隔声处理，禁止任何单位和个人在居住区、文教区、商业区使用高音喇叭。

(6) 社会生活噪声管理，文化娱乐场所的边界噪声不得超过环境噪声标准。控制生活噪声主要应该加强宣传教育，提高人们的环境意识，居民使用电器、乐器和进行家庭娱乐活动，或在住宅楼内进行装修活动时，要减轻对周围邻居的干扰。同时应严格执行国家制定的民用建筑隔声设计标准，提高建筑物隔声性能，保证不同建筑之间或同一建筑内相邻房间有足够的隔声降噪量，以防止人们在生活中互相干扰。

在施工监理和验收时对建筑物隔声性能进行鉴定和监测。

## (二) 防治放射性污染

放射性现象的发现、核能的开发带来了核技术在科研、教育、医疗、工业等许多领域中的广泛应用。但是这种应用也伴随着现实的或潜在的放射性污染。而且从污染物对人和生物的危害程度看，放射性物质的污染要比其他污染严重得多。正因为如此，从核技术开发和应用以来，人类就对放射性污染的防治极其重视，采取了一系列严格的措施，并将这些措施以法律的形式确定下来。

### 1. 核衰变和放射性

原子是由原子核和核外电子所组成的。原子核由一定数目的质子和中子组成，组成核的质子和中子统称核子，其总数等于原子核的质量数。我们将质子数、中子数相同的一类原子称为核素。



迄今为止,已发现的核素有 2000 多种,其中绝大多数是不稳定核素。不稳定核素的原子核能自发地发射出射线而转变成另一种原子核,这种过程称为核衰变,这种原子核能自发地发射出射线的性质称为放射性,具有放射性的核素称为放射性核素,不具有放射性的核素称为稳定核素。核衰变是放射性核素的特征核性质,在一般情况下,不受外界条件,如温度、压力、电磁场等的影响。

核衰变可根据其发射出的射线性质进行分类,常见的有  $\alpha$  衰变、 $\beta$  衰变和  $\gamma$  衰变。核衰变是一个随机过程,我们一般可以用半衰期来衡量放射性核素核衰变的快慢程度。半衰期是指单一的放射性核素衰变过程中,放射性核素的数目减少到原数目一半所需的时间。半衰期与原子核的衰变常数成反比关系,衰变常数  $\lambda$  是由原子核的特征来决定的,不同的放射性核素的半衰期相差很大,短的可小于 1 秒,长的可达到 10<sup>15</sup> 年以上。

## 2. 环境中放射性污染的来源

铀、钍、镭、铯等放射性物质发射出来的射线会造成放射性污染。自然环境中放射性的辐射源,有天然和人工两大类。天然辐射源所产生的总辐射水平称为天然放射性本底,它是判断环境是否受到放射性污染的基准。

天然放射性来源主要有:

(1) 宇宙射线。宇宙射线是一种从宇宙空间射向地球的高能粒子流,其中尚未与地球大气圈、岩石圈和水圈中的物质发生相互作用的叫初级宇宙射线,主要成分包括约 85% 的质子、约 14% 的  $\mu$  粒子以及少于 1% 的重核。由初级宇宙射线与物质相互作用形成的次级宇宙射线,主要由  $\pi$  介子,  $p$  介子和电子等亚原子粒子组成。初级宇宙射线具有极大的动能,穿透能力很强。

宇宙射线的迁移分布受纬度和海拔高度的影响。由于地球上层大气对宇宙射线有强烈的吸收作用,宇宙射线的强度随着高度的下降而急剧下降。在不同的纬度地区,宇宙射线的强度也不相同。此外,宇宙射线的强度与太阳活动和星际间的磁场有一定的关系,随时间发生变化,有一定的周期性。

(2) 宇宙放射性核素。宇宙射线与大气圈中的物质相互作用,产生了大量的放射性核素,这些核素中大部分是以散裂形式产生的碎片,也有一些是稳定原子与中子或  $p$  介子相互作用产生的活化产物。它们的分布受海拔高度和纬度的影响,其强度与宇宙射线相似。

(3) 原生放射性核素。我们把在地球形成期间出现的放射性核素称为“原生放射性核素”。与地球同时形成的放射性核素有很多,但具有足够长的半衰期,以致一直存在至今的为数不多,意义最重大的有钾-40,铀-238 和钍-232。它们通过放射性衰变,产生一



系列的放射性子体，广泛地分布于地球环境中，主要储存于岩石圈中，且在不同的地区浓度差异较大，主要受基岩类型、成因、矿物化学组成、土壤及植被发育程度和类型的影响。

地球环境中的原生放射性污染，主要是指那些原子序数大于 83 的元素。这些放射性元素一般分为铀系、钍系和锕系三个系列。它们主要贮存在水域和矿床中，通过放射性衰变，产生大量的  $\alpha$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  射线，对地球环境产生强烈的影响。

此外，由于土—气、水—气的相互作用，大气中的原生放射性核素污染也较普遍，主要有氡及其子体污染。空气中氡的浓度受多种因素的影响，同一地点，氡的浓度可能会相差 10 倍。一般来说，空气中氡的浓度常常受地面岩石、建筑材料、空气通风状况的影响。

人为放射性来源。人类通过自身的活动，在创造、利用、开发放射性物质的过程中，对自然环境产生的放射性物质施加影响，便是人为放射性污染的实质所在。

(1) 铀矿开采。铀矿开采主要分为地下开采和大规模露天开采。其对环境的影响主要包括粉尘的产生以及放射性核素的扩散。此外，非铀矿山的开采，也同样可能产生放射性污染，如中国云南个旧锡铜多金属矿山的氡污染，已构成严重的危害。

(2) 放射性利用。放射性核素目前在医学、工业、农业、科学研究和教育方面有着实际和潜在的用途。医用诊断、治疗射线源、分析和测试设备、生活消费品、建筑材料中含有一些放射性物质。在放射性核素的生产、运输、应用和处理的各个环节和过程中都可能含有放射性物质进入环境。

(3) 核爆炸。核爆炸在瞬间就能产生穿透性很强的中子和  $\gamma$  辐射，同时产生大量放射性核素，前者称为瞬间核辐射，后者称为剩余核辐射。剩余核辐射包括三个来源：

① 裂变核燃料进行核反应时产生的裂变产物，约有 36 种核素，200 多种同位素。

② 未发生核反应的剩余核材料，主要是铀-235、钚-239 和钍。

③ 核爆炸时产生的中心和弹体材料以及周围空气、土壤和建筑材料中某些核素发生核反应而产生的感生放射性核素。

(4) 核废物处理。由于核燃料生产和核电站的发展很快，散发于环境中的放射性污染物日趋增加。核工业生产过程中的排放物，包括核燃料生产过程、核反应堆运行过程、核燃料后处理过程中的排放物，如铀矿开采提炼的废水和废物中含有天然放射性物质铀和钍，核电站反应堆排出的废气、废物中有氩-41、氙-133、碘-131、铯-137 等；核爆炸产生的放射性物质有铯-137、锶-90、钡-140、碘-131、碳-14 和钚-239 等。

对核材料利用后的放射性废物处理通常有两种方法：一种是利用环境的自净能力把待处理的物质稀释到无害的水平。在实际中，这种方法只能应用于核工业中产生放射性水平



较低的核废物的常规处理。第二种方法是保留和隔离法,即把放射性材料迁移到远离人类和生物圈的地方。在上述处理过程中,常常会由于人为的原因而造成放射性污染。

### 3. 放射性污染对人体的危害

(1) 放射性物质进入人体的途径。环境中的放射性物质进入人体的途径主要有三条,即消化道进入,呼吸道吸入,皮肤、粘膜或伤口等侵入,其中消化道进入较为重要。放射性核素既能被人体直接摄入,也能通过生物体,经食物链进入人体内。不同的摄入途径具有不同的吸收、蓄积和排泄特点。当放射性污染物由消化道进入时,核素理化性质具有重要的影响。食品中的放射性物质通常由胃肠吸收,随血液循环至全身。由呼吸道吸入的污染物,其吸收程度与气态物质的性质与状态有关。难溶性的气溶胶粒子吸收较慢,可溶性的吸收较快;气溶胶粒子越小,就越容易在肺部沉积。由伤口进入的污染物吸收率较高。皮肤对放射性物质的吸收能力波动范围较大,一般在1%~112%左右,经由皮肤侵入的放射性污染物,能随血液直接输送到全身。

(2) 放射性物质在人体内的分布。放射性物质在人体内的分布与其理化性质、进入人体的途径以及机体的生理状态有关。放射性物质进入人体后,有可能选择性地定位在某些器官或组织内,这叫“选择性分布”。被定位的器官称为“紧要器官”,它将受到某种放射性元素的较多照射,损伤的可能性较大,如氡致肺癌等。有些放射性物质在体内的分布无特异性,广泛分布于各组织、器官中,称之为“全身均匀分布”,如有营养类似物的核素进入人体后,将参与机体的代谢过程而遍布全身。

#### (3) 放射性物质对人体的危害。

放射性物质的辐射可以使机体物质的原子或分子电离,破坏机体内某些大分子如脱氧核糖核酸、核糖核酸、蛋白质及一些重要的酶结构,使这些分子的共价键断裂,从而破坏人体内的细胞和分子结构。放射性物质的辐射还可以使体液内广泛存在的水分子电离,生成活性很强的 $H^+$ 、 $H^-$ 和其他离子,继而通过它们与机体的有机成分作用,破坏人体内的生物大分子。达到一定照射剂量会使人出现头痛、厌食、神经和消化系统症状,造成白细胞和血小板减少等。超剂量长期照射可导致肿瘤、白血病、基因突变和遗传障碍等。

### 4. 放射性污染的防治

外照射的防护可采取以下三种方法:

(1) 缩短照射时间、增大与辐射源的距离以及在人与辐射源之间增加屏蔽。防护的目的在于控制辐射人体的照射量,使之保持在可以接受的合理的最低水平。

(2) 内照射的防护主要是防止放射性物质进入人体内。空气污染是放射性物质进入体内的主要途径,应防止放射性物质经呼吸道进入体内。挥发性放射性物质、放射性气溶



胶或放射性粉尘进入大气，将造成环境的放射性污染。因此，应通过空气过滤、除尘等方法，尽量降低空气中放射性气体或粉尘的浓度以净化空气，可能成为污染源的放射性物质应存放在密闭容器内，或者在密封性良好的工作箱或房间内进行操作。与放射性接触的人员应佩戴防护器具。

(3) 应防止放射性物质经口进入体内。污染源，受污染的手、工具、衣物以及错误操作，都有可能造成放射性物质经口进入人体内，同时应防止放射性物质经伤口进入体内。

(4) 严格控制向江河湖海等各种水源排放放射性物质。放射性物质不经过处理大量排入江河湖海或渗入地下，会造成地面水和地下水的污染。某些水生生物能聚集放射性核素，通过食物链造成人体内放射性核素的沉积。

(5) 对有可能产生放射性污染的工作和生活场所应建立定期监测制度，对现场和周围环境中的空气、水源、岩石、土壤和有代表性的动、植物要进行常规监测，以便及时发现和处理污染事故。

### （三）电磁辐射污染及防治

在电子电路中，任何交变电路都会向其周围空间放射电磁能，形成交变电磁场。交变电磁场中，变化的电场与磁场交替地产生，由近及远以一定的速度在空间传播，形成电磁波。在电磁波向外传播的过程中会有电磁能输送出去，这种现象称之为电磁辐射。

小至空调、电脑、电视、微波炉、电热毯、手机、电动剃须刀等家用电器，大到雷达、中继通信、卫星通信、遥测遥感等电器设备，在正常工作时都会产生各种不同波长和频率的电磁波。

联合国人类环境会议已将电磁污染列为环境保护项目之一。1999年5月7日，中国国家环保总局正式通报新闻界：随着各类电器设备特别是电脑的普及应用，电磁辐射污染已成为继大气污染、水污染和噪声污染之后的第四大公害，应该采取有效防护措施，避免和减少电磁辐射对人类健康的影响。

#### 1. 电磁污染产生的根源

(1) 广播、电视、雷达等大功率发射设备的电磁场对人体健康的影响及对环境的污染。

(2) 工业、科研、医疗部门使用的射频设备的强辐射对人体健康的危害及对环境的污染。

(3) 高压、超高压输电线路的强辐射对人体健康的危害及对环境的污染。



(4) 电气化铁道电力供电线路的强辐射对人体健康的危害及对环境的污染。

(5) 各类家用电器产生的电磁泄漏对人体健康的危害及对环境的污染。

(6) 事故产生的电磁污染对人体健康的危害及对环境的污染。

## 2. 电磁辐射的分类

现实生活中主要的电磁辐射源有：高频加热设备（如高频焙炼），高频焊接无线发射设备（如电视台，移动电话），微波加热设备（如民用微波炉等）。

按其对生物作用的不同，电磁辐射分为电离辐射和非电离辐射两类。它对生物的损伤程度随量子能量的增大而增强。当量子能量水平大于 12 电子伏特时，可因电离作用使机体产生严重的伤害，即发生了“电离辐射”；若量子能量低于 10~12 电子伏特，则不会导致组织的电离，但可能引起生物组织分子的颤动和旋转，对人体也会造成某些生理障碍。

电磁辐射按其辐射源可分为天然电磁辐射和人工电磁辐射两大类。天然电磁辐射是由某些自然现象引起的，最常见的是雷电。除了可能对电器设备、飞机等造成直接危害外，还会在极宽的频率范围内产生明显的电磁干扰。天然电磁辐射严重时，能引起动物的神经系统紊乱，如某种鸟类的群体撞墙等。人工电磁辐射主要由脉冲放电、工频交变电磁场、射频电磁的辐射引起，产生这类辐射的辐射源已经被广泛应用于人们的生产和生活过程中。

## 3. 电磁辐射的危害

(1) 电磁辐射对人体的危害。人体所处环境的电磁辐射强度超过一定限度时，或产生累积效应时，会对人体健康产生不良影响，甚至造成伤害。国内外的流行病学调查和大量的试验研究已经证明，电磁辐射可造成广泛的生物损伤效应。

①扰乱人体的自然生理节律。电磁辐射可扰乱人体的自然生理节律，电磁辐射还能使人体热调节系统失调，从而导致心率加快、呼吸障碍，由于电磁波具有穿透力，故不仅可作用于体表，还可祸及深层组织和器官。

②对心理和行为健康的危害。电磁辐射可以对健康和患病人群的心理和行为产生影响。大量资料证明，电磁辐射能使人出现头昏脑胀、失眠多梦、记忆力减退等症状。

③对心血管系统的危害。超短波、微波除了引起比较严重的神经衰弱症外，最突出的是造成植物神经机能紊乱，主要在心血管系统有反应，其中以副交感紧张反应为多，如心动过缓、血压下降或心动过速等。

④对眼的危害。当微波作用于人的眼睛时，由于眼睛晶状体水分较多，更易吸收较多的能量，从而损伤眼睛的房水细胞。晶状体内无血管成分，代谢率低，很难将损伤或死亡的细胞吸收掉，日积月累在晶状体内形成晶核。高强度电磁辐射可使人眼晶状体蛋白质凝



固，轻者混浊，严重者可造成白内障，还能伤害角膜、虹膜和前房，导致视力减退乃至完全丧失。人眼在短时间内经微波辐射后，会出现视觉疲劳、眼睛不适、眼干等现象，视力明显下降，夜晚更为突出。

⑤对生殖系统的危害。电磁辐射对生殖系统的危害及其引起的生殖障碍也日益被各国学者关注。在微波辐射作用下，当睾丸的温升达到  $10^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$  时，皮肤虽然没有刺痛感，但男性生殖机能可能已经受到微波辐射的损害。受微波辐射后，可能引起暂时性或永久性不育。同样，电磁辐射还会造成女性月经不调等妇科疾病。

⑥导致内分泌紊乱。电磁辐射可引起植物神经功能紊乱，腺体细胞功能状态异常，导致激素分泌异常。电磁辐射作用于肾上腺，则肾上腺素和去甲肾上腺素水平降低，直接导致抗损伤能力降低；作用于垂体则使生长激素水平降低，导致儿童生长迟缓；作用于甲状腺及甲状旁腺将使甲状腺素和甲状旁腺素异常，导致儿童发育障碍；作用于松果体使松果体素水平下降，人的免疫力下降，疾病发生率增高，并导致生物钟紊乱。

⑦对癌症发生率的影响。大量试验研究表明：电磁辐射以多种方式影响生命细胞，一般认为，极低频电磁场与白血病（尤其是儿童白血病）、乳腺癌、皮肤恶性黑色素瘤、神经系统肿瘤、急性淋巴性白血病等有关，这些结果通过细胞学研究得到了理论验证。电磁场可能通过干扰钙离子穿越细胞膜的流动而促发癌症，因为钙离子的流动与控制肌肉收缩、卵子受精、细胞分裂以及生长发育等主要功能有关。电磁辐射还可能扰乱细胞处理激素、酶及其他化学物质的能力，从而导致各类癌症的发生。

⑧对胎儿的影响。电磁辐射对胎儿的影响最为严重，胎儿的组织器官正处于逐渐形成和生长发育阶段，特别容易受到电磁辐射的伤害。当胚胎和胎儿在母体内时，对电磁辐射作用要比成年人敏感，受到电磁辐射后，将对其产生不良影响。专家指出，电磁污染是胎儿致畸的重要根源之一。电磁辐射对胎儿的影响，在 1~3 个月的胚胎期，一般后果为肢体缺损和畸形；在 4~5 个月的胎儿形成期，一般后果为智能损坏，甚至造成痴呆；在 6~10 个月的胎儿成长期，其主要后果是免疫功能低下，出生后体质弱，抵抗力差，并且影响终生。

(2) 电磁辐射对电子设备会产生严重的干扰。许多正常工作的电子、电气设备所发生的电磁波能对邻近的电子、电气设备产生干扰，使其性能下降乃至无法工作，甚至造成事故和设备损坏。例如，身上安装心脏起搏器的心脏病人，只要靠近正在运行的电力变压器、电冰箱等，就会有不舒服的感觉，起搏器可能会失调。目前，许多电子设备的内部基本电路都工作在低压状态，如电视机的高频头、视频放大器、计算机主板、CPU 等，特别是随着半导体技术的发展，集成电路工作电压越来越低，有的只有 1 伏左右甚至更低，



因此很容易受到电磁波的辐射干扰，安全性和可靠性都受到威胁。

#### 4. 电磁辐射对人体危害的影响因素

电磁波与生物体相互作用，可以为生物体物质所吸收，但并不是所有情况下，人们都会被电磁辐射所伤害。电磁辐射对人体的伤害程度与以下因素有关：

(1) 电磁场强度。电磁设备输出功率越大，人体周围电磁场强度越高，人体吸收能量越多，伤害就越严重。

(2) 电磁辐射频率。电磁辐射的波长越短，频率越高，机体的热效应就越明显，对人体的伤害越严重。长波对人体的影响较弱，随着波长的缩短，对人体的影响加重，微波作用最严重。在相互作用下，脉冲波对人体的伤害比连续波严重。

(3) 电磁波进入机体的深度。电磁波深入机体越多，对人的伤害就越大，电磁波进入机体的深度与很多因素有关，如电磁波的波段，电流形式，电磁波进入机体角度（入射角），人体组织含水量与组织类别，人体组织的介电常数与电导率等。

(4) 辐射时间。电磁波对人体的伤害具有累积效应，因此，人体接受辐射的时间越长，间隔时间越短，伤害就越重。

(5) 辐射距离。离辐射源越近，辐射强度越大，对人体的影响越大。

(6) 环境温度。周围环境温度过高时，不利于人体散发由电磁能转化的热能，使体内温度升高，电磁场伤害加重。

(7) 个体差异。电磁场对人体的伤害程度，随个体的不同而不同。一般来讲，在相同的情况下，女性较男性严重，儿童较成人严重，瘦者较胖者严重，这可能与人体的含水量多少有关。

#### 5. 电磁辐射的防治

随着电器设备的发展及人们经济状况的改善，电脑、移动电话、微波炉、电视等设备的普及，电磁辐射危害人体健康的问题日益突出，特别是电磁辐射与空气污染、水污染、噪声污染等不一样，具有看不见、摸不着、闻不到的特点，往往会被人们忽视，其危害不易为人们察觉。

根据电磁辐射污染的特点，必须采取防重于治的策略：

(1) 控制污染源。执行电磁辐射安全标准，减少和控制电磁辐射污染源。目前我国有关电磁辐射的法规尚不健全，应尽快制定各种法规、标准、监察管理条例，减少和控制电磁辐射发生源。在产生电磁辐射的作业场所，应定期进行监测，发现电磁场强度超过标准的要尽快采取措施。

(2) 采取防护措施。从城市规划、产品设计着手，采取电磁屏蔽和吸收等措施，防