

Chapter 5 物理污染

林 琦

浙江大学环境与资源学院







© AIRBUS S.A.S. 2008 - COMPUTER RENDERING BY FIXION - GWLNSD











Question

❖ 发生在我们身边的物理污染，你认为危害最大的、发生频率最高的是什么？



Outline

- ❖ Part 1 噪声污染与防治
- ❖ Part 2 电磁辐射与防治
- ❖ Part 3 光污染与防治
- ❖ Part 4 放射性污染与防治
- ❖ Part 5 热污染与防治



Part 1 噪声污染与控制

一、噪声、噪声污染

✓ 什么是噪声？

凡是人们不需要的和讨厌的声音称之为噪声。

《噪声法》第2条规定：环境噪声是指在工业生产、建筑施工、交通运输和社会生活中所产生的干扰周围生活环境的声音。



环境噪声的来源

- **工业噪声**：如鼓风机、汽轮机、织布机和冲床等所产生的噪声。
- **交通噪声**：包括汽车、火车和飞机等所产生的噪声。
- **建筑施工噪声**：像打桩机和混凝土搅拌机等发出的声音
- **社会生活噪声**：如高音喇叭、收录机等发出的过强声音。



噪声污染危害

- 1981年，在美国举行现代派露天音乐会上，有300名听众突然失去知觉，昏迷不醒，100辆救护车抢救。
- 1959年，美国有10名“自愿”作噪声试验，当实验飞机从10名自愿者头上10-12米高处飞过后，有6人当场死亡，4人数小时后死亡。
- 1960年，日本广岛一男子被附近工厂发出的噪声折磨烦恼万分，最后把工厂主杀死。
- 1961年，一名日本青年从新泻来到东京找工作，由于住在铁路附近，日夜噪声折磨，患失眠症，自杀。



- ▶ 河北省迁安市建昌营镇塘坊村村民何文臣，自1995年开始在自家院内开办饮料厂，因使用农用三轮车运货，噪声较大，致使相邻居住的村民万田林患上神经症，双方就噪声污染发生多次纠纷，但未能得到解决。2001年7月，万田林自缢身亡。2002年4月万田林之妻宋富华和两个儿子将何文臣告上法庭。迁安市人民法院一审判决何文臣赔偿原告13495元；唐山市中级人民法院二审判决，判令何文臣给付宋富华等受害方精神抚慰金2万元。



噪声危害表现在：

- 损害听觉，影响工作、学习、休息和睡眠
- 引起疾病，对全身各系统特别是神经、心血管和内分泌系统的有害影响。
- 强噪声会影响机器设备使用寿命，损伤动植物的生长。



噪声对语言交流的影响

Example: 一个在安静区域的人, 希望与一个相距6m远且正在驾驶一辆4.5t的卡车司机讲话, 他会遇到什么困难? 已知卡车驾驶室的声级为73dBA。(dBA表示A计权背景声级)。

Solution: 利用“图7-20”, 我们可以预见他将必须非常大声喊叫。但若移动到1m以内, 则能使用“期望”的声级, 即在噪声场所使用的声级将不知不觉地轻微增加。

可以看出, 在起居室或教室内(相距4.5~6m), 为了正常交谈, A计权背景声级必须低于50dB

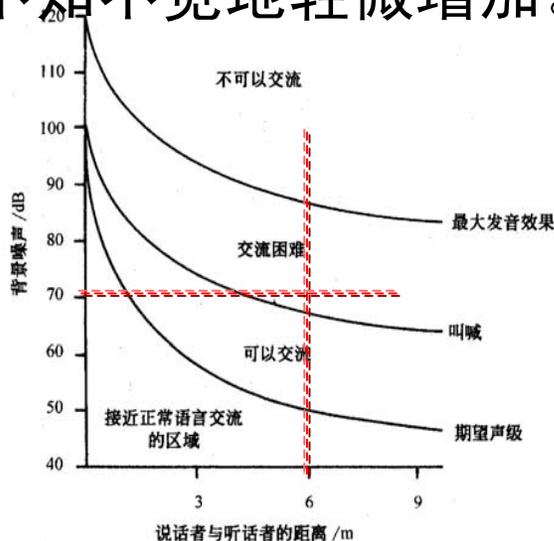


图 7-20 语言交流质量与声级和距离间的关系

✓ **环境噪声污染**：指所产生的环境噪声超过国家规定的环境噪声排放标准，并干扰他人正常生活、工作和学习的现象。

噪声如何度量？

噪声标准有哪些？



二、描述噪声的基本物理量

- 对噪声进行**客观量度**，即将噪声作为物理扰动，用描述声波客观特性的物理量来反映；

声压、声强、声功率——变化范围非常大，可以在六个数量级以上

- 对噪声进行**主观评价**，因为噪声涉及人耳的听觉特性，根据听者感觉的刺激来描述。

人体听觉对声信号强弱刺激的反应**不是线性的，而是成对数比例关系**。

客观度量值相对比值的对数(**级**)来描述噪声

单位为分贝，**dB**

1、声压、声压级

由于声波的存在而产生的压力增值即为**声压**，**单位是帕（Pa）**。

声压级得数学表达式为
$$L_p = 20 \lg\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

式中： L_p —声压P的声压级，dB；

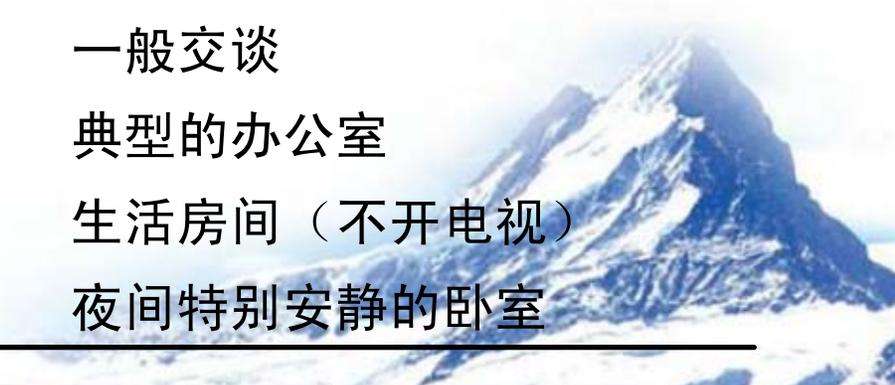
P_0 —基准声压，Pa。

噪声测量中，基准声压通常采用 $P_0=2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ ，这一数值是正常人耳对1000HZ声音所能听到的最低声压。



声压和相应的声压级

声压Pa	声压级dB	典型声源
20.0	120	喷气式飞机起飞点（距离100英尺）
6.32	110	普通飞机（距离400英尺）
0.632	90	摩托车（距离25英尺）
0.200	80	垃圾处理
0.0632	70	城市交叉路口
0.0200	60	一般交谈
0.00632	50	典型的办公室
0.00200	40	生活房间（不开电视）
0.000632	30	夜间特别安静的卧室



常见的声压级范围如右图所示：

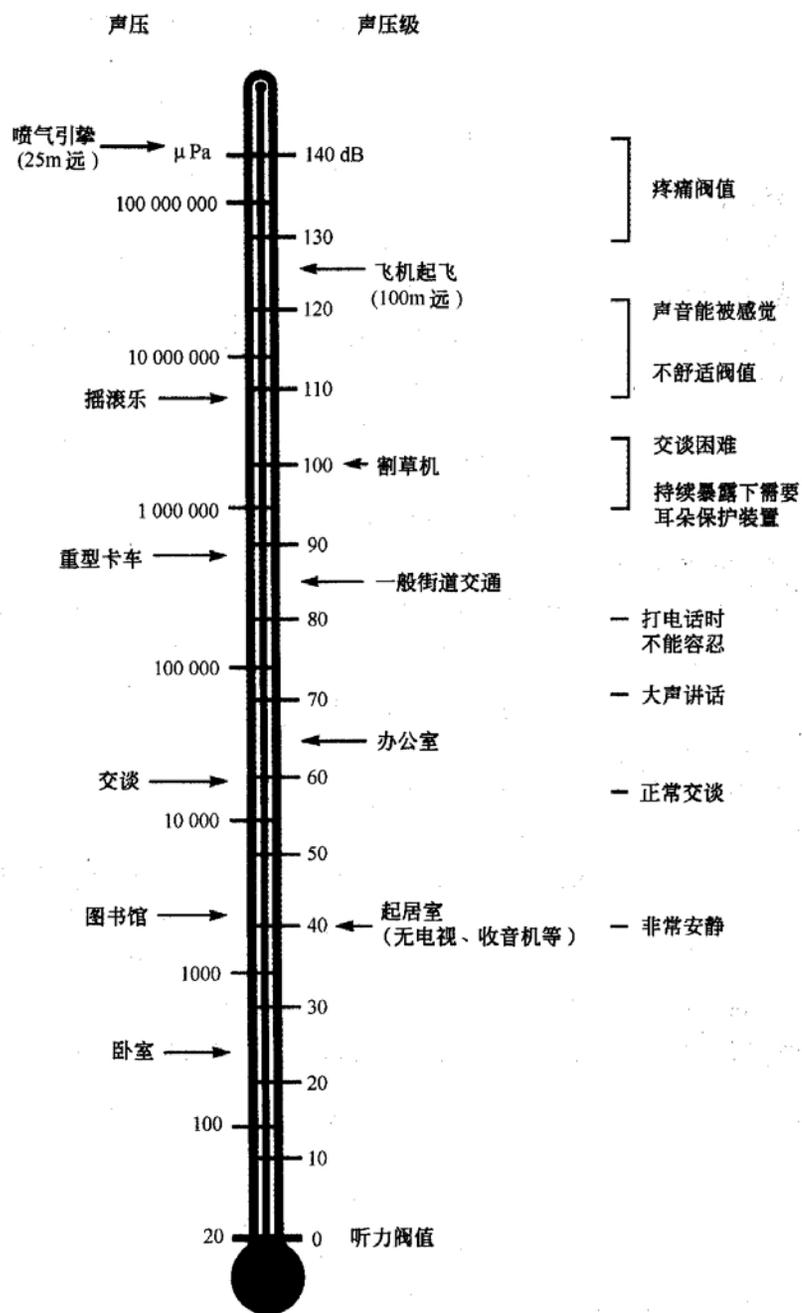


图 7-3 声压级的相对范围



2、声功率、声功率级

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。在噪声检测中，声功率是指声源总声功率，单位是“瓦”，记作W。

一个声源**声功率级**的数学表达式为

$$L_w = 10 \lg \left(\frac{W}{W_0} \right)$$

- W_0 —基准声功率，噪声检测中，采用 $W_0=10^{-12}$ (W)



3、声强、声强级

声强是指单位时间内，声波通过垂直于传播方向单位面积的声能量，单位是“瓦/米²”，记作“W/m²”。**声强级**的数学表达式为

$$L_I = 10 \lg\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

I_0 —基准声强，噪声检测中，采用 $I_0 = 10^{-12}$ W/m²，这一数值是与基准声压 2×10^{-5} Pa 相对应的声强。



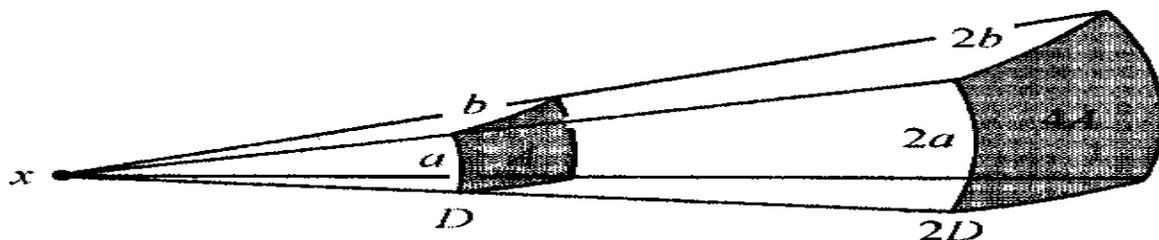
声压级、声功率级、声强级关系

- $L_I = 10\lg(I/I_0) = 10\lg(p^2/p_0^2) + 10\lg[p_0^2/(I_0 \rho c)] = L_p + 10\lg 400/\rho c$

当在1atm, 38.9℃时, 空气的 $\rho c = 400\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}$, $L_I = L_p$
在一般情况下, 空气中的声波 L_I 与 L_p 的值相差 $\pm 0.2\text{dB}$, 故 $L_I \approx L_p$

$$I = \frac{P^2}{\rho c}$$





$$I = \frac{W}{4\pi r^2}$$

图 7-30 声强随距离衰减的反二次方定律

$$L_W = 10\lg(W/W_0) = 10\lg(IS/W_0) = 10\lg [I/10^{-12}] + 10\lg S = L_I + 10\lg S \approx L_p + 10\lg S$$

对于球面声波，距离声源半径r，则有：

$$L_W = L_p + 10\lg 4\pi r^2 = L_p + 20\lg r + 11$$

对于半球面声波，距离声源半径r，则有：

$$L_W = L_p + 10\lg 2\pi r^2 = L_p + 20\lg r + 8$$



三、噪声的叠加与传播

例 室内洗衣机工作时，测得噪声声压 $p=0.02\text{Pa}$ ；电冰箱单独开动时声压级是 54dB ，试计算两者同时开动时的合成声压级。

解：洗衣机单独工作时声压级为：

$$L_1 = 20 \lg 0.02 / (2 \times 10^{-5}) = 20 \times 3 = 60\text{dB}$$

电冰箱声压级 $L_2 = 54\text{dB}$

?



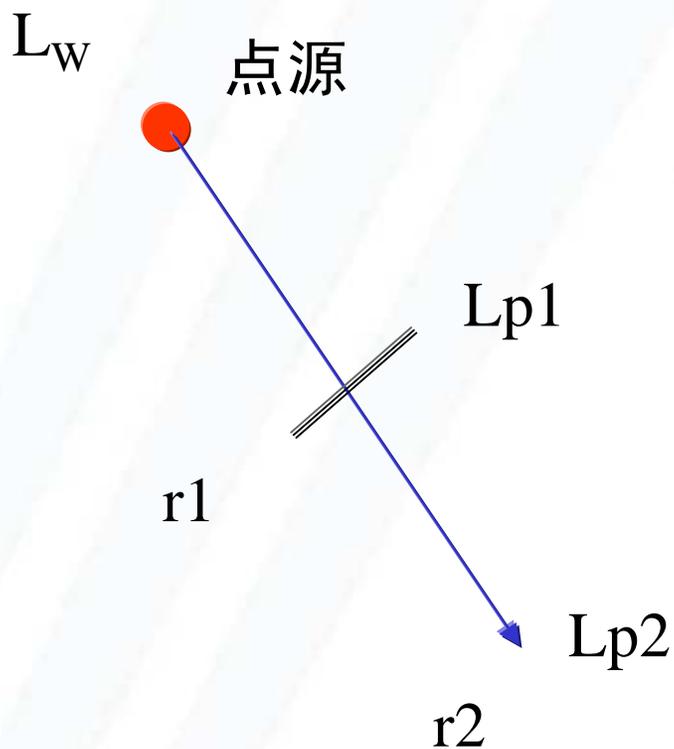
噪声叠加

 L_{p1} L_{p2} L_{p3} L_{p4}

$$L_{PT} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_{Pi}} \right)$$



噪声距离衰减



$$L_w = L_p + 10 \lg 4 \pi r^2 = L_p + 20 \lg r + 11$$

$$= L_{p1} + 20 \lg r_1 + 11 = L_{p2} + 20 \lg r_2 + 11$$

$\Delta L_p = L_p(r_1) - L_p(r_2) = 20 \lg r_2 / r_1$
 当 $r_2 / r_1 = 2$, 衰减 6dB, 即距离增加 1 倍, 声压级衰减 6dB。



施工期噪声影响分析

设备名称	噪声级 dB(A)	测点距离	频谱特性
压路机	73~88	15	低中频
前斗式装料机	72~96	15	低中频
铲土机	72~93	15	低中频
推土机	67	30	低中频
钻土机	67~70	30	低中频
平土机	80~90	15	低中频
卡车	70~95	15	宽频
混凝土搅拌机	72~90	15	中高频
振捣器	69~81	15	中高频
夯土机	83~90	10	中高频

- 单台施工机械噪声随距离的衰减计算公式如下：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg(r / r_0)$$

式中：——预测点的噪声值；

——参照点的噪声值；



线源

r1



Lp1

r2



Lp2

$$\Delta LP = LP(r1) - LP(r2) = 10 \lg r2/r1$$

当 $r2/r1=2$ ，衰减3dB，即距离增加1倍，声压级衰减3dB。



空气吸收衰减

- 声波在空气中传播时，因空气的粘滞性和热传导，在压缩和膨胀过程中，使一部分声能转化为热能而损耗，成为空气吸收。
- 衰减的大小与声源的频率、空气的湿度和温度有关。如在标准大气压下， 20°C 下，湿度为50%时，声源频率为250、500、1000、2000、4000Hz的空气吸收引起的衰减分别为0.12、0.28、0.5、1.04、2.65dB/100m。
- 高频噪声比低频噪声衰减得快。



地面吸收衰减

- 声波在传播过程中，会受到各种复杂的地面条件的影响。遇到树木（草地、灌木）会引起衰减，衰减的大小与树木的种类、树叶的繁茂程度和树木的高度有关。
- 一般来说，短距离（30~50米）衰减可忽略，70米以上应考虑。
- 对于较茂密的树林，每10米衰减2~3dB；每100米，衰减20~30dB。
- 对于厚的草地或穿过灌木丛，频率为1000Hz的衰减可高达25dB/100m。



四、噪声的测量

- 声级计——声学测量中最常用的基本仪器。它是按照一定的频率计权和时间计权测量声音的**声压级**和声级的仪器。
- **等效连续声级**（ L_{eq} ）：用一个相同时间内声能与之相等的连续稳定的A声级来表示该段时间内噪声的大小



Question

- 以下的噪声数据在屋前的庭院测得，这样的声音是否会吵扰邻居？试求等效连续声级。

时间 (h)	声级 (dBA)	时间 (h)	声级 (dBA)
00:00 ~ 06:00	42	15:00 ~ 17:00	50
06:00 ~ 08:00	45	17:00 ~ 18:00	47
08:00 ~ 09:00	50	18:00 ~ 00:00	45
09:00 ~ 15:00	47		



計算方式

$$L_{eq} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} t_i$$

式中：n-利用的总样本数； L_i -第*i*个样本的声级，dBA； t_i ：总样本的时间分数。



- Example: 90dBA的噪声级存在5min, 然后60dBA的噪声级存在50min, 请问对于该55min时段的 L_{eq} 是多少?假设取样间隔为5min。
- Solution: 若取样间隔是5min, 则样本总数 n 为11。对每个样本而言, 其所占总样本的时间分数 t_i 为 $1/11=0.091$ 。利用这些计算值, 我们可计算总和如下:

$$\sum_{i=1}^2 = 10^{90/10} \times 0.091 + 10^{60/10} \times 0.91$$

- 最后, 代入公式计算:

$$L_{eq} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} t_i = 79.6dB \text{ 取 } 80dB$$

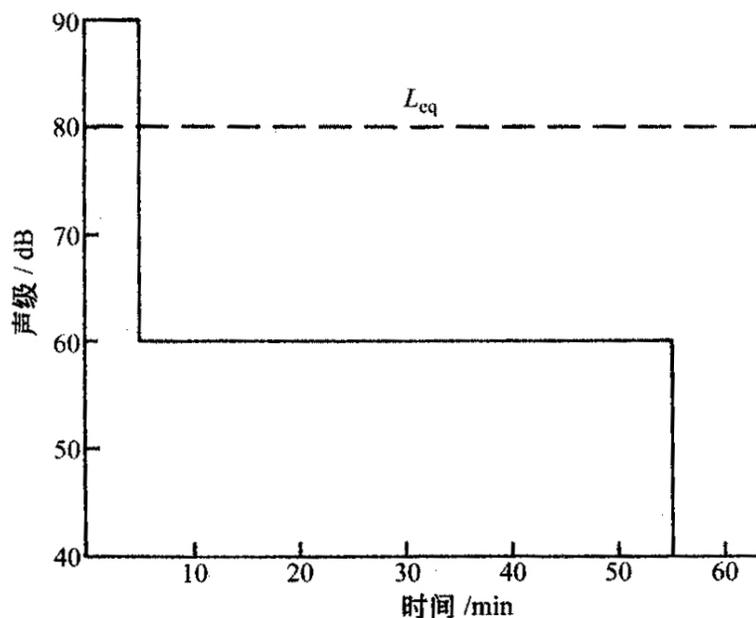


图 7-25 例题 7-5 中的 L_{eq} 计算图示
(由 Cleveland 的 B & K Instruments 公司提供)

五、噪声标准

《声环境质量标准》（GB3096—2008）

《**社会生活**环境噪声排放标准》（GB22337 - 2008）

《**工业企业**厂界环境噪声排放标准》

（GB12348—2008）

《**建筑施工**厂界噪声限值（GB12523—90）》

《**机场**周围飞机噪声环境标准》

《**机动车辆**允许噪声标准》等



环境噪声限值

声环境功能区类别		时 段	
		昼间	夜间
0类		50	40
1类（文教区）		55	45
2类（商住区）		60	50
3类（工业区）		65	55
4类（交通干线）	4a类	70	55
	4b类	70	60

六、噪声控制

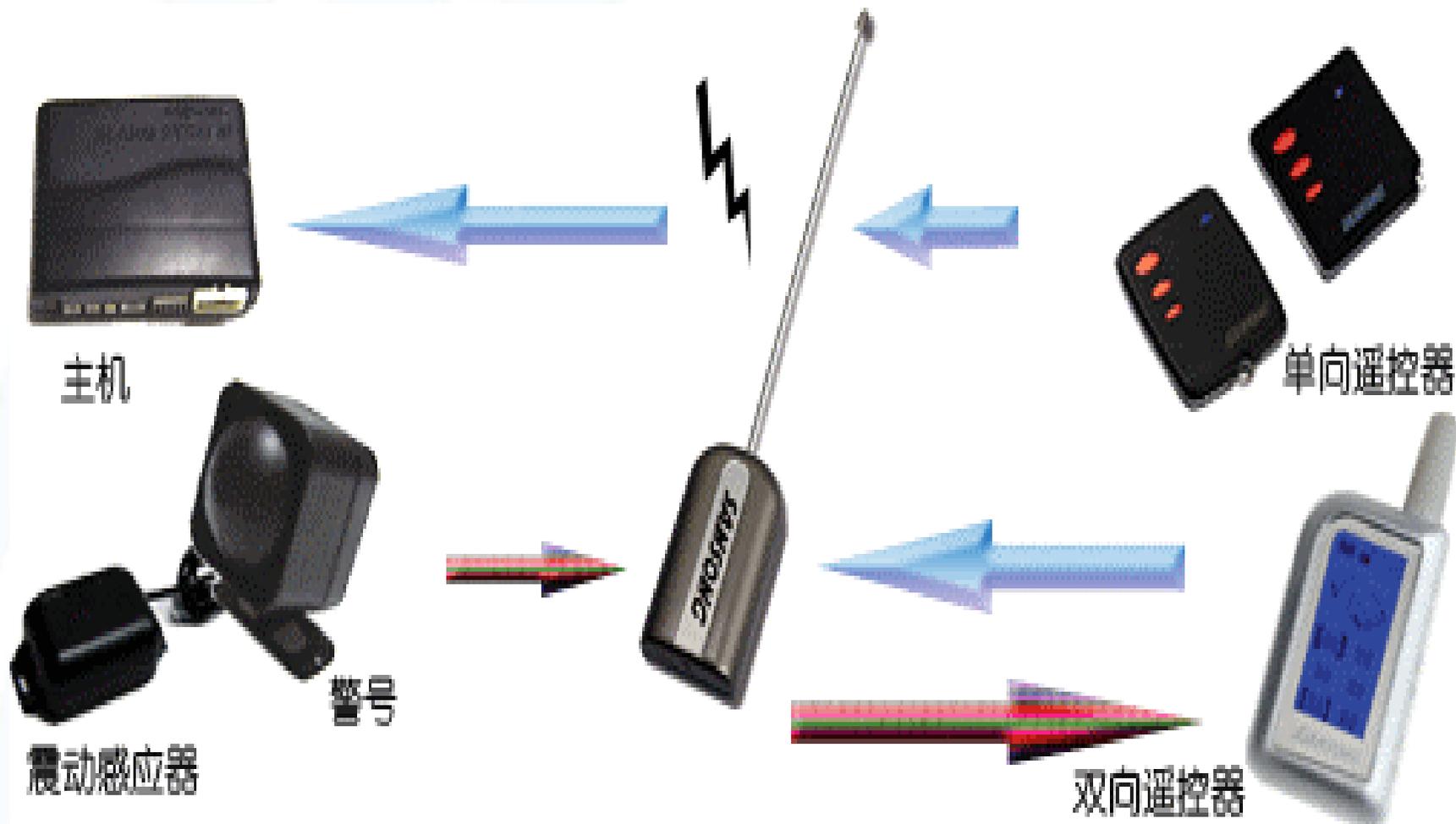
- **降低源噪声**——通过研制和选用低噪声设备、改进生产加工工艺、提高机械设备的加工精度和安装技术，达到减少发声体的数目，或者降低发声体的辐射声功率的目的，这是控制噪声的根本途径。
- **在传播途径上控制噪声** ——①总体设计上合理布局；②充分利用噪声随距离的衰减规律；③利用屏障阻止噪声传播；④利用声源的指向性控制环境噪声；⑤局部声学处理，如安装消声器、隔声间、吸声处理、隔振、阻尼减振等。
- **对接受者的防护** ——工人的耳内塞以防声棉、防声耳塞；坦克和飞机驾乘人员佩带耳罩和防声头盔等都是对接受者的有效防护措施。此外，采取轮班作业，缩短在高噪声环境中的工作时间也是一种对接受者的辅助防护措施。

Part 2 电磁辐射污染与控制

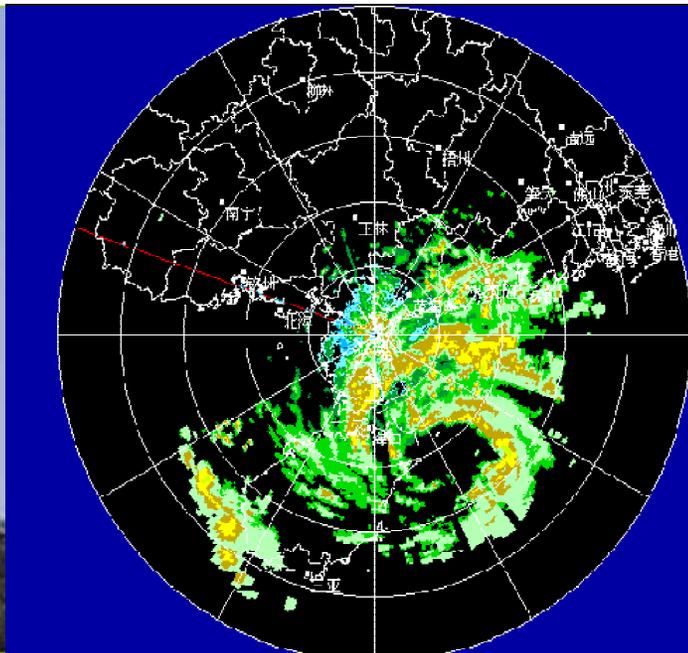
- ✓ 1831年英国科学家法拉第发现电磁感应现象
- ✓ 家庭中的电线、电视、电话、电脑
- ✓ 汽车 防盗器
- ✓ 电视发射台、雷达、通讯卫星



汽车的防盗器







温州市气象局雷达前台工

雷达型号: 7149D

海拔高度: 600米

日期: 2003/08/25

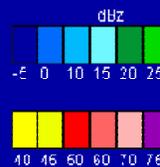
时间: 01:01:37

扫描方式: H-强度

重复频率: 250 Hz

显示距离: 450公里

天线仰角: 0.79°



- 设备在军事、气象等方面有广泛的应用。





通信卫星



- **电磁污染**，已成为公认的继大气污染、水质污染、噪声污染之后的**第四大污染**。
- 2001年，国际癌症研究中心已将磁污染确定是**致癌因素**，提出居住环境中的磁场强度超过 $0.4 \mu\text{T}$ 时，儿童白血病的发病率就明显升高。



✓什么是电磁辐射？

- 电场和磁场的交互变化产生电磁波，能量以电磁波的形式在空间以一定速度传播的过程或现象，即为电磁辐射。
- 长、中、短波、超短波和混合波段的电磁辐射强度用电场强度表示，单位为伏/米（V/m）；微波的电磁辐射强度用功率密度表示，单位为微瓦/平方厘米（ $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ）。



一、电磁污染

- 当电磁辐射强度超过人体所能承受或仪器设备所能允许的限度时，就产生了**电磁污染**；
- 它是以电磁场的场力为特征，并和电磁波的性质、功率、密度和频率等因素紧密相关。
- 电磁污染存在于空间中看不见也摸不着，是“隐形公害”，
- 但其穿透力极强，可以穿透包括人体在内的很多物质；
- 电磁波频率越高、辐射功率越大、距离越近、辐射时间越长，其危害越大。



我们生活和工作的环境中哪些地方的电磁辐射容易超标？

- ✓ 电脑0.6-1.5米的距离内；
- ✓ 居室中电视机、音响等家电比较集中的地方；
- ✓ 工、科、医电气设备周围；广播电视发射塔周围；
- ✓ 各种微波塔周围；
- ✓ 雷达周围；
- ✓ 高压输变电线路及设备周围。



电磁污染之争诉诸法院 -220KV高压线可否架在居民区?

- 5位百旺家苑业主将北京市规划委员会起诉至海淀法院，请求法院撤销市规委为华北电网有限公司北京电力公司核发的(2003)规建市政字0721号《建设工程规划许可证》。
- 北京电力公司在百旺家苑小区西侧绿地上施工架设**高压输电线**遭业主阻拦。8月13日，业主们从北京电力公司提交给市环保局的环境影响评价报告中获知，市规委给北京电力公司核发了《建设工程规划许可证》。

- 北京電力公司所架設的是**220KV高壓輸電線路**，業主稱，根據電學常識，高壓輸電線導線周圍的工頻電場會產生強大的**電磁輻射**，並會對人體造成**嚴重危害**。5位業主在訴狀中稱，國內外的眾多專業機構和專家通過幾十年的調查研究已證實：“**220KV高壓線周圍300米地段內的人群患白血病、癌症的幾率是其他地區的數倍**，電磁輻射也會導致孕婦流產、胎兒畸形和心血管疾。在高溫、大風、大雪、陰雨、雷電等氣象條件下容易斷裂和發生其他危害事故。”



上海叫停磁悬浮

- ✓ “辐射威胁健康”的反对理由看起来最为直接。
- ✓ 为什么德国磁悬浮两边预留300米空间，而上海部分路段只留了22.5米？如此近的距离是否会导致电磁辐射，影响居民身体健康？
- ✓ 2006年评估称，电磁辐射状况符合标准，但磁场穿透性强难保无公害。



专家观点

- 电磁辐射是一种**复合的电磁波**，可能对人体造成影响和损害。他表示，实验证实，**各种不同的电磁辐射均可引起哺乳动物生殖细胞染色体畸变和基因调控的失衡**。当人体受到电磁辐射时，会引起中枢神经和精神系统的功能障碍，主要表现为头晕、疲乏无力、记忆力衰退、食欲减退、失眠、健忘等亚健康症状。而且，由于**磁场的穿透性很强，大功率的磁悬浮附件，很难保证不受伤害**。

地铁中的磁污染

- 2004年，俄罗斯科学院的地磁研究所的专家们经过检测发现，人们在乘坐地铁或在地铁站里等车时所承受的磁幅射要高于在自然状态下几百倍。这种状态对于地铁乘客，危害并不大，但对于地铁的工作人员来说就存在着现实的危险。



二、电磁污染源

- ✓ 包括天然电磁污染源和人工电磁污染源两大类。
- ✓ 天然电磁污染源是由自然现象引起的。

人类一直生活在电磁环境中，地球本身就是一个大磁场，其表面的热辐射和雷电都可能产生电磁辐射；

太阳及其他星球也自外层空间源源不断的产生电磁辐射。

天然污染源：火花放电、雷电、太阳黑子活动等。



- ✓ **人工辐射源**。按频率的不同包括：以脉冲放电为主的**放电型场源**、以大功率输电线路为主的**工频场源**和主要由无线电或射频设备工作过程产生的**射频场源**。



三、电磁污染的传播途径

- 电磁污染的传播途径主要有空间辐射和线路传导。



四、电磁污染的危害

➤ 电磁辐射对人体健康的危害；

- ✓ 人体机能性障碍和功能紊乱；
- ✓ 严重时造成植物神经功能紊乱；
- ✓ 长期处于高电磁辐射的环境中，会影响人体的循环系统、免疫、生殖和代谢功能，严重的还会诱发癌症，并会加速人体的癌细胞增殖。



➤ 电磁辐射对电子设备的电磁干扰；

- ✓ 飞机安全；
- ✓ 影响航海安全；
- ✓ 交通指挥灯的失控；
- ✓ 电子计算机的差错；
- ✓ 自动化工厂操作的失灵；
- ✓ 假警报；
- ✓ 电视机被干扰



➤ 电磁辐射对安全的危害

电磁辐射会引燃引爆，特别是高场强作用下引起火花而导致可燃性油类、气体和武器弹药的燃烧与爆炸事故。



➤ 磁泄露造成泄密

电磁辐射除了造成无法清理的磁污染外，低强度的电磁泄露会带来意想不到的麻烦。

法国某公司机要室附近停了一辆机动车，车内配备有电磁传感器、高灵敏度接受机和简易信息处理系统。车内电子探测系统与机要室的电脑信息网络之间无任何信息传输通道。奇妙的是，车内的显示荧屏上展示的图文信息，居然与机要室微机荧屏上显示的信息完全一样。



五、电磁污染的防治

- ✓ 完善和执行电磁辐射防护法规标准
- ✓ 合理规划布局
- ✓ 电磁辐射源的屏蔽
- ✓ 吸收防护
- ✓ 个体防护



Part 3 光污染与控制

- ✓ 美国90年代曾计划于发射一个直径达300米、重4800吨的“人造月亮”，并把它送上同步卫星轨道，变成一个永不下落的“小月亮”，它可提供比满月还强10倍的光明，可惜由于计划投资需1000亿美元，最终未得实施。
- ✓ 法国也曾雄心勃勃，要施放“空中埃菲尔铁塔”——把一个像汽车轮胎状的“人造月亮”送上太空，它的直径有7.2千米，相当于一个中等城市的范围，环上镶嵌100个直径5.5米的大圆球，用它反射阳光……可惜，这也只是“空中楼阁”。



✓什么是光污染？

当环境中光照射（辐射）过强，对人类或其他生物的正常生存和发展产生不利影响的现象，即为光污染。

从其污染性质来看，光污染是属于物理性污染，特别是光污染在环境中不会有残余物存在，在污染源停止作用后，污染也就立即消失。同时污染范围一般是局部性的。



据美国一份最新的调查研究显示，夜晚的华灯造成的光污染已使世界上五分之一的人对银河系视而不见。这份调查报告的作者之一埃尔维奇说：“许多人已经失去了夜空，而正是我们的灯火使夜空失色”。他认为，现在世界上约有**三分之二的人生活在光污染里**。

在远离城市的郊外夜空，可以看到两千多颗星星，而在大城市却只能看到几十颗。



- 光污染已被发达国家列为水污染、大气污染、噪声污染、电磁污染之后的第五大杀手



光污染分类

- **白亮污染**：阳光照射强烈时，城市里建筑物的玻璃幕墙、釉面砖墙、磨光大理石和各种涂料等装饰反射光线，明晃白亮、眩眼夺目。
- **人工白昼**：夜幕降临后，商场、酒店上的广告灯、霓虹灯闪烁夺目，令人眼花缭乱。有些强光束甚至直冲云霄，使得夜晚如同白天一样，即所谓人工白昼。
- **彩光污染**：舞厅、夜总会安装的黑光灯、旋转灯、荧光灯以及闪烁的彩色光源构成了彩光污染。

光污染的危害

➤ 对人体的危害

首先受害的是直接接触光源的眼睛和皮肤
白内障的发病率高达45%。

神经衰弱的症状。

扰乱人们正常的生物钟规律

导致白血病和其他癌变



➤ 对环境的影响

增加了室内温度--1987德国柏林大火。

危害正常的天文观测

影响驾驶，很容易诱发车祸



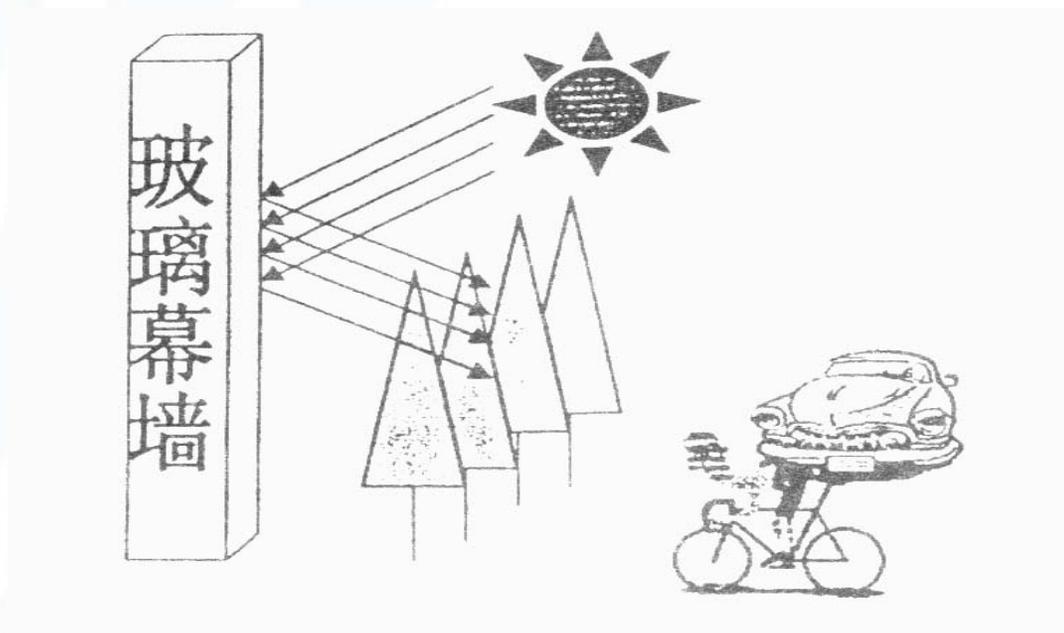
光污染防治

1、制定法规

- 合理的城市规划和建筑设计可以有效地减少光污染。
- 在发展城市夜景照明时，务必考虑光污染问题，做到未雨绸缪，防患于未然。



2、植树



3、利用高新技术，改变玻璃幕墙的倾角

- 随日光变化改变幕墙玻璃的倾角，使其不能反射至地面，从而大片玻璃反射光集中于一点，加上太阳能吸收器，便能有效合理地吸收能源，供给大厦，成为21世纪无污染新能源。

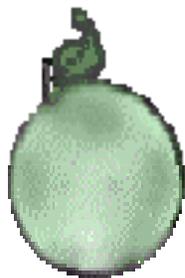


- 4、对有紫外线和红外线污染的场所，必须采取必要的安全防护措施，如采用移动屏蔽将光源围住。
- 5、配戴个人防护眼镜和防护面罩，是个人防护的有效措施。



Part 4 放射性污染与控制

- ✓ 在哪些场合会存在放射性污染？
- ✓ 如何避免放射性污染？



- **居里夫人**发现：铀沥青矿比纯铀的放射性要强。她对几十吨铀沥青矿进行提纯，得到了0.1g纯氯化镭，并先后发现了两种新元素：钋和镭。居里夫人因发现了新的放射性元素而获得了诺贝尔奖金，也因长期遭受辐射的危害而最终死于白血病。



切尔诺贝利核电站

- 1986. 4. 26，前苏联的切尔诺贝利核电站四号机组发生强烈爆炸，顷刻间，核泄漏、核辐射、火灾核爆炸同时发生，其后果相当于500颗原子弹的当量，受污染地区（主要在乌克兰、俄罗斯和白俄罗斯）达15万KM²，受害人口为695万，迄今因遭受辐射而死亡的人数达30多万。





核试验地取景一半演员染癌

电影《征服者》在美国内华达沙漠尤卡平地上的核试验地点附近拍摄了13个礼拜的外景，结果导致上至导演和男女主角，下至剧组人员和其他演员等91人全都吸入放射性尘埃，染上了致命的癌症。



一、放射性衰变及放射性物质

1. 放射性是原子裂变而释放出射线的物质属性，放射性现象的本质是原子核的衰变过程。
2. 凡具有自发地放出射线特征的物质叫做放射性物质。
3. 这些物质的原子核处于不稳定状态，自发地放射出由一定动能的粒子或光子组成的射线，同时辐射出能量，本身转变为另一种物质或是成为原来物质的较低能态，从而转化为较稳定结构状态。



- 放射性物质在原子核衰变过程中放出多种射线，其中对人类有害的主要有 α 射线、 β 射线、 γ 射线、x射线和中子射线



二、放射性污染的特点（7）

- ✓ **毒性**：每种放射性物质都有一定的半衰期，在其自然衰变的过程中会不断发射出具有一定能量的射线，持续的产生危害，各种放射性物质的半衰期从几分钟到几千年不等。
- ✓ **遗传效应**：放射性污染造成的危害潜伏期较长，还可能影响遗传给后代带来隐患。
- ✓ **隐蔽性、不为人所知**：人类的感官对放射性污染无法直接感受。
- ✓ **穿透性**
- ✓ **蜕变能力**：形态变化时污染范围扩散；
- ✓ **自然衰变而减弱**：放射性物质只能遵循其内在衰变速率逐渐减弱其活性，阳光、温度等自然条件及各种人为物理、化学或生物手段都无法改变放射性物质的放射性活度。
- ✓ **放射性污染对人类作用有累积性**

放射性污染的分类

- 放射性物质按存在的状态，分为放射性气体、放射性液体和放射性固体三类；
- 按照产生来源分为天然放射性物质和人工放射性物质；
- 按照放射性的强度和危险性大小可以分为低放放射性物质、中放放射性物质和高放放射性物质。



放射性污染源

- (1) 核工业产生的“三废”
 - 开采、加工、反应堆、转化
- (2) 意外事故
- (3) 核试验（核爆炸的沉降物）铯、锶
- (4) 同位素的应用（医疗照射的射线）
 - 科研、医疗机构使用的仪器、如探测、治疗、诊断、消毒。



放射性污染的危害

放射性的危害机理

放射性污染的危害是由放射性物质发射的 α 、 β 、 γ 及中子等射线所造成的。这些射线或粒子具备较强的**电离或穿透能力**，当其与生物体作用时会造成直接损伤和间接损伤：

放射性对人体的危害表现

放射性物质的照射途径有外照射和内照射两种，环境中的放射性物质的照射为外照射；放射性物质通过呼吸、食物或皮肤接触等途径进入人体，则产生内照射。

急性效应、近期效应、远期效应：如果人在短时间内受到大量剂量的X射线、 γ 射线和中子的全身照射，就会产生急性损伤。轻者有脱毛、感染等症状。当剂量更大时，会出现腹泻、呕吐等肠胃损伤症状。在极高的剂量照射下，会导致人群白血病和各种癌症发病率的增加。

放射性污染的防治

✓ 放射性废物的处理与处置

放射性废物在处置处理前，要根据废物的性质、核素类型和废物的等级进行分类，然后进行处理处置。根据放射线只能依赖自身衰变而减弱直至消失的固有特点，对高放及中、低放长寿命的放射性废物应采用浓缩、贮存和固化的方法进行处理；对于中、低放短寿命废物则应净化处理或滞留一段时间，待其减弱到一定水平再排放。

✓ 强化管理

基于放射性物质的固有特性，为防止放射性物质向环境释放，保证公众和环境的长期安全，必须对废物从产生到最终处置进行全过程的控制和管理。因此，需建立完善相关的法律、法规、标准等，使对放射性物质的管理规范有效。



✓ 放射性辐射的防护

- 一切伴有辐射照射的实践和设施，都应当符合实践的正当性和辐射防护最优化原则，并确保个人所受的照射低于相应的剂量限值。
- 核工业厂址应选在周围人口密度较稀，气象和水文条件有利于废水废气扩散、稀释，以及地震烈度较低的地区。并加强对核企业周围可能遭受放射性污染地区的监护，经常检测环境介质中的放射性水平的变化。
- 在有开放性放射源的工作场所，如铀矿的水冶厂、伴有天然放射性物质的生产车间和放射性“三废”物质处理处置场所等，要设置明显的危险警示标记，以避免发生意外事故。要加强建材市场的监督管理，对花岗岩、大理石等天然石材和利用工业废渣为原料的建筑材料等进行监督检查，防止放射性超标的建筑材料进入建材市场。

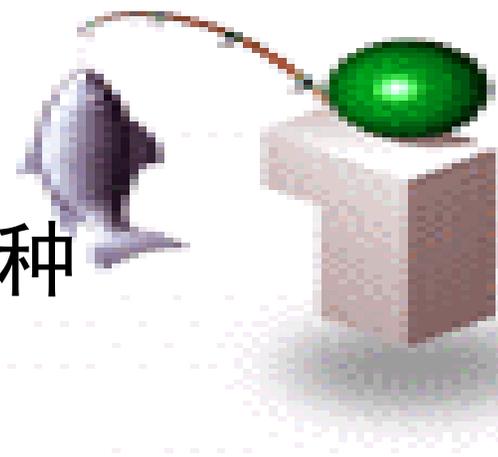
对从事放射性工作的人员，应做好外照射防护工作；尽量减少外照射时间，增大人体与放射源的距离，进行远距离操作；在放射源与人体间设置屏蔽，阻挡或减弱射线对人体的伤害。 α 射线射程短，穿透力弱，一般不考虑屏蔽问题； β 射线穿透力较大，屏蔽通常用质量较轻的材料，如铝板、塑料板、有机玻璃和某些复合材料； γ 射线和x射线穿透力强、危害大，屏蔽时应采用具有足够厚度和容重的材料，如铅、铁、钢或混凝土构件等。对中子源衰变中产生的中子射线，一般采用含硼石蜡、水、聚乙烯、锂、铍和石墨等作为慢化及吸收中子的屏蔽材料。

对于摄入放射性物质而形成的内照射，如氡等的吸入，可采取如下辐射防护方法：在专用工作箱中进行放射性操作，同时箱内外加适当屏蔽；经常大量通风换气；高烟囱排放等。近年来室内装修的放射性污染事件屡有发生，为防止室内的放射性危害，应注意：花岗岩、大理石材等的选购应注意其放射性水平的检测；新装修住宅不要急于搬进，且注意开窗通风。



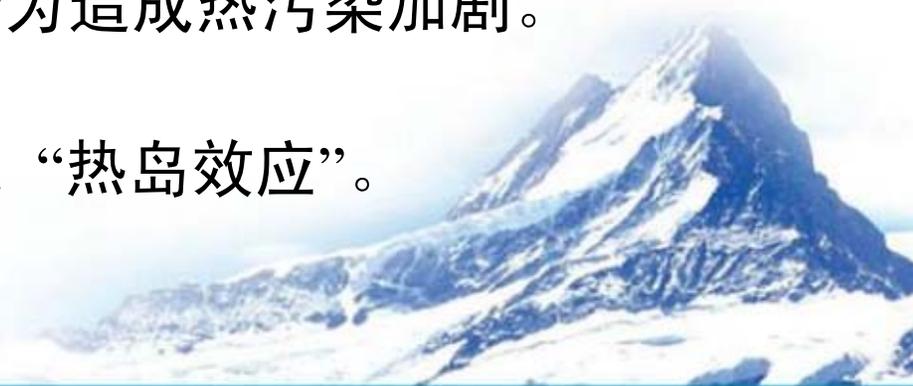
Part 5 热污染与控制

- ✓ 夏天为何城市较郊区热？
- ✓ 发电厂外排水体水生生物种类减少？



热污染

- 人类的生产和生活活动中排放废热排入环境，改变原环境的物理条件如温度、氧溶解度等，从而造成直接、间接或潜在的危害，就构成了**热污染**。
- 热污染主要来自能源消费，造成热污染最根本的原因是能源未能被最有效、最合理地利用。
- 人类的不科学生产和生活行为造成热污染加剧。
- 城市不合理的规划布局造成“热岛效应”。



热污染的危害

- 热污染的危害是多方面的，目前仍无法准确评估热污染造成的危害和潜在影响；最直接的是使大气和水体产生了增温效应。下面从大气热污染和水体热污染两方面的危害进行分析。
- 1、大气热污染的危害
- 2、水体热污染的危害



热污染的防治

1. 建立健全热污染防治标准体系

我国热污染控制标准、法律、法规还很不健全，急需建立热污染控制法律体系。

2. 减少废热的排放

首先在源头上，应尽可能多地开发和利用太阳能、风能、潮汐能、地热能等可再生能源。

通过技术改进，提高能源转换利用率。

提高冷却排放技术水平，也可减少废热排放。

3. 充分利用余热

温排水和废热气中携带着巨大的热能，如加以利用是宝贵的能源资源。

4. 加强绿化

绿色植被不仅可以美化市容，还具有遮光、吸热、反射长波辐射、降低地表温度、吸收大气中有害气体、产生负离子等功能。