

目录

一、 激光的危害及防护电气.....	4
1.1 激光对身体的危害	4
2.1 激光的防护	5
1.3 一般安全规程.....	6
1.4 激光安全标准.....	6
二、 射线辐射的危害与防护.....	8
2.1 射线的危害	8
2.2 射线的防护	8
三、 公众受核辐射限值	9
四、 辐射知识.....	10
4.1 辐射定义.....	10
4.2 辐射单位	11
4.3 天然辐射	11
4.4 人工辐射	11
4.5 辐射防护	11
4.6 辐射的种类.....	11
4.7 辐射的危害	12
4.8 辐射防护原则.....	12
4.9 外照射防护方法.....	12
4.10 控制内照射原则.....	12
4.11 如何防护 α 射线.....	12
4.12 核辐射效应.....	13
4.13 辐射环境.....	13
4.14 核辐射对人体的危害.....	15
4.15 核辐射的危害原理:	16
4.16 核电站事故一览.....	16
五、 预防核辐射.....	17
5.1 基本预防措施.....	17

5.2 其他防治核辐射的方法	18
5.3 核泄漏防护知识	20
5.6 个人核辐射防护	20
5.7 碘对核辐射的作用	21
5.8 黄滑松茸对核辐射的作用	21
5.7 核辐射污染	22
六、 辐射事故是分级	23
七、 电磁辐射	23
7.1 什么是辐射	23
7.2 什么是电磁波	23
7.3 什么是电磁辐射？它对人体有害吗？	24
7.4 国内外有没有电磁辐射的具体标准？	24
7.5 移动基站的电磁辐射情况？	25
7.6 电视机等常用电器的辐射强度与基站辐射的对比	25
7.7 移动基站对居民健康有无影响？	26
7.8 手机信号强度与电磁辐射的关系？	26
7.9 在生活中，居民对电磁辐射应该采取怎样的态度？	26
八、 辐射伤害知多少	27
九、 核辐射影响人体健康知多少	30
十、 核辐射的防护措施	32
10.1 内外兼防	32
10.2 远离核辐射	33
十一、 电磁辐射的危害与防护	33
11.1 电磁辐射对健康的危害	33
11.2 电磁辐射危害防护	35
十二、 激光的危害及防护措施	36
12.1 激光对身体的危害	36
12.2 激光的防护	37
12.3 一般安全规程	38

12.4 激光安全标准	39
-------------------	----

一、激光的危害及防护电气

1.1 激光对身体的危害

1.1.1 激光对眼睛的损伤

激光与普通光相比，对人眼有更大更多的危险性。因为激光束是平行性很好的光束，发散角极小。这样使激光能量会聚在很细的光束内，通过晶状体在视网膜聚焦成非常小的光斑，所以对眼睛来说，激光束是一个亮度极大的点光源，这是激光束对眼睛损伤特别明显的原因。不同波长激光对眼睛各部位的伤害不同。

1. 可见和近红外激光对眼睛的损伤

人眼对不同波长的光辐射具有不同的透射率，在 0.4~1.4mm 可见和近红外激光波段，眼球的透过率很高。眼球的强聚光能力可使落在视网膜上的光斑强度比角膜上的光斑强度增大 105 倍。这种聚光能力使得视网膜在这一波段范围内比皮肤和其它组织更容易受到伤害。因此在激光束内或反射光束内窥视激光是非常危险的。大量的光能在瞬间聚焦在视网膜上，使视网膜的感光细胞层温度迅速升高，以致使感光细胞凝固坏死，造成永久性的失明。

2. 远红外激光对眼睛的损伤

远红外波段范围的激光 90% 以上被角膜吸收，所以角膜是主要的伤害对象。光辐射被角膜吸收后，如损伤局限在角膜外部上皮层内，它将会引起角膜炎和结膜炎，有眼痛、异物感、畏光、流泪、眼球充血、视力下降等症状。如损伤深达内部组织，则可能造成瘢痕及永久性角膜混浊，致使功能严重损伤。

3. 紫外激光对眼睛的损伤

300~400nm 的紫外激光几乎全部光能被角膜、晶状体吸收。近紫外激光伤及晶体，中远紫外激光伤及角膜。所以紫外激光对眼的损伤主要是晶状体和角膜，它将会引起晶状体和角膜混浊。并且紫外线具有累积破坏效应，即使受到相当弱的紫外光照射，时间久了，也会使眼的折光系统受损。

1.1.2 激光对皮肤的损伤

皮肤受到激光照射时，当激光的能量(或功率)足够大时，就可以引起皮肤的损伤。激光损害皮肤的阈值大大高于激光损害眼睛的阈值。美国政府工业卫生会议 (ACGIH) 1968 年曾规定皮肤的安全水平为眼睛在瞳孔为 3mm 时安全水平的 105 倍。但各种激光器的输出能量相差是很大的，而且目前大功率激光器的使用范围越来越广泛，激光损害皮肤应是需要引起十分重视的一个方面。

皮肤在紫外区和波长在 2 以上的红外波段吸收率是很高的，因此，这两个范围是激光损害皮肤的主要波段。红外激光对皮肤的作用是热烧伤，当此类激光照射皮肤时，在功率比较小时，它能使毛细管扩张，使皮肤发红发热。随着激光的功率密度增大，热烧伤的程度也随之增大。而紫外激光对皮肤的作用，主要是光化作用，当紫外激光照射皮肤时，可以引起皮肤红斑、炭化，过量时甚至引起癌变。

2.1 激光的防护

为保证激光工作者和其他有关人员的安全，避免受到激光辐射的伤害，对于任何投入实际应用和运转的激光器件与激光系统，都必须考虑安全使用与安全防护问题，尽可能避免和减少有害的激光辐射，减少眼与皮肤受到激光照射的可能性。激光的防护都是将激光对人体可能的偶然伤害控制到最低限度，这可从激光器、周围环境和激光工作人员三方面综合考虑。

2.2.1 对工作室的要求

在激光实验室和治疗室内，首先要充分照明，使瞳孔缩小，减少进入眼内激光量。第二，墙壁的反射和室内物品(如金属表面，玻璃等)的反射有时是很强的，设计时要尽量减少反射的危害。室内墙壁应采用白色漫射墙壁和减少镜式反射面，在激光易到达处用黑色吸收体，墙壁不要涂油漆等。

另外，镜式反射的次级激光束。往往被人忽略，特别在一定高度水平面内的激光束输出的直接光束、反射光束或杂散光束对激光工作人员构成潜在危害，因此不能在激光束内观察激光。

现代激光器输出大大超过安全水平，即使激光实验室或治疗室内采用漫射面墙壁，强激光束引起的漫射光仍存在危害，这就需要将激光器系统全部密封起来，或在激光器上安装联动装置和预警装置，使之有效地阻挡激光束照射工作人员。

2.2.2 使用激光护目镜

戴激光护目镜是有效的安全防护之一，这种护目镜要求既保证工作人员有充分的视觉清晰度，又能有效地阻挡激光辐射。一般的护目镜都是为特定波长的激光而设计的，只能用于防护特定波长的激光，然而现代激光器的能量(或功率)常常超出安全水平许多数量级，即使戴上护目镜也不允许直视激光束。常用的护目镜有反射型和吸收型两种，反射型护目镜是在镜片上镀上介质膜，使一定波长的光反射掉；吸收型护目镜是有色玻璃，能使一定波长的光被吸收掉，还有一种是变色微晶型护目镜，可在激光照射时吸收一定波长范围的光波。还有些其它类型的护目镜，这些护目镜都不是十全十美的，使用时应该注意。例如，反射型护

目镜反射的光强是很高的，如不小心，可能伤害他人的眼睛。吸收型防护镜会产生吸收饱和现象，降低防护效果。

1.3 一般安全规程

1. 除非得到允许，否则不要使用激光或靠近激光工作。
2. 除非得到允许，否则不要进入激光器正在运作的房间或者范围。
3. 在给激光器通电前，确认该设备预定的安全装置得到正确使用。包括：不透明挡板，非反射防火表面，护目镜，面具，门联锁和为防备有毒物质进行的通风设备。
4. 确保脉冲激光器不会在不经意下通电。在让激光器没人看顾之前，将电容放电并且关闭电源。
5. 不要直接注视激光光束，在激光调试和激光操作过程中佩戴合适的护目镜。激光调试程序必须在最低的工作功率下进行。
6. 限制对激光设施的接触，一个办法是明确指定有权进出安放有激光器的房间的人员。可通过给门上锁，在门的外面安装警示灯和警示标志等方式进行进出限制。
7. 当激光器正在工作时，不要让激光器无人看管。8. 摘下任何珠宝首饰以避免无意间对激光的反射。

1.4 激光安全标准

A. 一级标准不需要任何的安全规则。

B. 二级标准

1. 绝对禁止任何人长时间注视激光光源。
2. 除非基于有益的目的并且照射强度和持续时间不超过允许的上限，否则严禁把激光器对着人的眼睛。

C. 三级标准

1. 不要将激光器对准人的眼睛。
2. 只允许经验丰富的人员操作激光器。
3. 尽可能使光路封闭。即使一层透明的挡板也能防止人将头或反光物品放到光路上。挡板应当设置在实验的主光路和每一个次级光路的末端上。
4. 在激光的输出端应当放置衰减器，起偏器和光学滤波器等。把激光的功率减少到最小的使用水平上。
5. 约束好观看者。

6. 应当使用警示灯或警报器指示激光器的工作状态。当激光不可见的时，例如红外激光器，这一点尤其重要。

7. 不能允许使用激光追踪非预定目标的汽车或飞机。

8. 只在限定的区域操作激光，例如，在一个封闭没有窗户的房间里。在门贴上防止警告标识。

9. 光路尽可能要布置在远高于或远低于人坐着或人站着观察时人眼的高度。激光器应该牢固固定，确保光束只沿着预定的路径传播。

10. 在存在直射，镜面反射光对人眼造成潜在威胁的情况下，必须始终对眼睛进行合理的保护。

11. 应当安装一个钥匙开关以减少在没有经过同意的情况下人对实验造成的干扰。

12. 绝对不允许用光学仪器直接观察激光的直射光或者镜面反射光，如在没有使用提供足够保护的滤波片的情况下使用双筒望远镜或望远镜。

13. 移除激光光路附近所有不必要的光滑表面。不要使用反光物品例如信用卡检查光线的校正情况。需要注意的是：物体的反射率是激光光束的波长的函数。

D. 四级标准

1. 所有在三级激光系统中列出的标准同样适用于四级激光。

2. 对这些激光的操作必须在一个局部的封闭的范围内，在一个受控的工作场所里，或者直接把光束引到外面的空间。如果完全的局部封闭不可能的情况下，门内的激光操作应当在一个不透光的房间里，该房间的出入口安装有互锁，保证当门开着的时候，激光不能发出能量。

3. 对所有工作在受控区域内的人员，合适的眼睛保护都是必须的。

4. 如果激光光束的辐射足以造成严重的皮肤或火灾威胁，在激光光束和人，易燃表面之间必须有保护。

5. 在可能的情况下，操作监视设备或其他监视装置应该选择遥控装置。

6. 室外高功率激光设备，如卫星激光发射系统和激光雷达，必须保证在俯仰角及横断面范围内到所需区域无阻挡且无非目标飞行器。

7. 光快门，光偏振片，光滤波器应该仅允许经授权的个人使用。光泵体系中的闪光灯不允许照到任何可视区域。

8. 可能的情况下支座应该是漫反射的耐火材料. 当进行微焊接和微钻孔的时候, 如果有可能从工作区域引发出危险的反射光, 则应该将其安全的包围起来. 使用显微观察设备时应该保

证回来的反射激光在未达到危险线。

二、射线辐射的危害与防护

2.1 射线的危害

放射线设备是医院设备的重要组成部分, 主要包括透视机、拍片机等。这些设备释放出大量的 x 射线和伽马射线都是波长很短的电磁波, 具有极强的穿透力. 人体受到放射线的照射, 随着射线作用剂量的增大, 可随机地出现某些有害效应, 例如, 它可能诱发白血病甲状腺癌、骨肿瘤等恶性肿瘤; 也可能引起人体遗传物质发生基因突变和染色体畸变, 造成先天性畸形、流产、死胎、不育症等。如果设备发生故障, 处理不当则可能引起放射性事故, 在事故情况下, 人体所受射线的剂量达到一定程度, 就可能出现一些明确的有害效应, 例如, 人眼晶状体一次受到 2Gy 以上的 x 或 γ 射线的照射, 在 3 周以后就可能出现晶状体混浊, 形成白内障; 人体皮肤受到不同剂量的照射, 可分别出现脱毛、红斑、水泡及溃疡坏死等损害; 另外还可能引起贫血、免疫功能降低、及内分泌失调和生育功能丧失等当人体在在较长时间受到超剂量限值的射线照射后可能导致慢性放射病造成以造血组织损伤为主的全身慢性放射损伤。

2.2 射线的防护

1、X 线机的固有防护: X 线机的固有安全防护性能是 X 线防护的最重要环节。球管管套、遮光器应不漏射线, 窗口装有铝滤过板, 有用线束进入患者皮肤处的空气照射量率应小于 6 R/min。特别是用床上球管透视时, X 线球管及其附件如有辐射线泄漏, 工作人员及患者将受到直接辐射。

2、时间防护: 尽量缩短 X 线的辐射时间。在介入手术前要拟订严格的操作程序, 了解患者的有关资料, 尽量减少不必要的曝光。术中操作的累计曝光时间不应超过 30min, 优化最佳投照条件, 避免重复照射。

3、距离防护: 利用增加术者与辐射源 (即球管焦点) 和散射体 (即受检查) 的距离, 减少术者所受辐射剂量, 距离每增加 1 倍, 辐射剂量减少 3/4, 透视曝光时除术者及主要助手, 其他人员应远离, 避开 X 线辐射源。

4、屏蔽防护：在射线源与工作人员之间设置屏蔽，减少或消除射线的辐射，如果屏蔽有铅衣、铅围裙、铅帽、铅眼镜、铅手套等。

5、工作人员应佩带射线剂量检测器，每月报告1次个人接触的辐射剂量，介入工作人员每年接触的定量不应超过5%，为了限制X线辐射剂量，根据介入手术室设备和防护条件，可适当限制术者的手术次数。

6、工作人员应执行防护规章制度，穿铅衣、戴铅围领和防护眼镜。随时调整遮线器，尽量缩小照射野，严禁工作人员身体任何部位进入照射野。

7、定期进行防护检查，工作人员每月检查血常规1次，每年系统体检1次。

8、适当增加营养，增加室外活动，避免过于劳累。合理排班，严格休假管理。

9、佩戴个人辐射剂量计，可以知道当天接受的剂量和累积剂量，并将其控制在安全水平下；实验时必须带好专用的防护手套、口罩、穿工作服，实验完毕，立即洗手或洗澡；实验时，力求迅速、熟练，尽量减少被辐射的时间，并应尽可能的利用夹具、机械手来操作，以便远离辐射源，同时应设置隔离屏蔽；粉末物质应在手套箱中进行操作。

10、对中子射线的屏蔽可选用含氢量较高或含硼的材料（水、石蜡、硼砂等）；对 γ 、 x 射线的屏蔽可选用高原子序数的材料（铅、混凝土等）；对 β 射线的屏蔽可选用低原子序数的材料（铝、塑料或有机玻璃等）；对 α 源的防护主要是内照射防护；对 γ （ x 、 β ）源、中子源的防护主要是外照射防护；

11、外照射的主要防护方式是：时间防护、距离防护和屏蔽防护措施；外照射是射线照射人体后只造成对人体组织的损伤；内照射指放射性物质呼吸道吸入、消化道进入、皮肤伤口渗入等途径进入体内，造成放出的射线及化学毒性对人体器官的双重损伤。

三、公众受核辐射限值

辐射存在于整个宇宙空间辐射防护是研究保护人类和其他生物种群免受或少受辐射危害的应用性学科。辐射分为电离辐射和非电离辐射两类。 α 射线、 β 射线、 γ 射线、 x 射线、质子和中子等属于电离辐射，而红外线、紫外线、微波和激光则属于非电离辐射。在核能领域，人们主要关心的是电离辐射可能产生的健康影响及其防护，通常将电离辐射简称为辐射或辐射照射。

人类有史以来一直受着天然电离辐射源的照射，包括宇宙射线、地球放射性核素产生的辐射等。事实上，辐射无处不在，食物、房屋、天空大地、山水草木乃至人们体内都存在着辐射照射。人类所受到的集体辐射剂量主要来自天然本底辐射（约76.58%）和医疗（约2

0%)，核电站产生的辐射剂量非常小(约 0.25%)。在世界范围内，天然本底辐射每年对个人的平均辐射剂量约为 2.4 毫希，有些地区的天然本底辐射水平要比这个平均值高得多。

核能应用领域的辐射照射来源于核能产生装置(如核电站)在运行过程中产生的各种放射性核素。由于煤中含有微量的放射性核素，燃煤电站在运行过程中也会向环境排放放射性物质。就辐射照射而言，我国煤电燃料链(从采矿到发电)对公众产生的辐射照射是同样功率的核电燃料链的 50 倍。

人们在对辐射产生健康危害的机理进行大量的理论和实验研究基础上，建立了有效的辐射防护体系，并不断加以发展和完善。目前，国际上普遍采用的辐射防护的三个原则是：实践的正当性，防护水平的最优化和个人剂量限值。实践的正当性要求任何伴有辐射的实践所带来的利益应当大于其可能产生的危害；防护水平的最优化是指在综合考虑社会和经济等因素之后，将辐射危害保持在合理可行、尽量低的水平上；规定个人剂量限值的目的是为了保证社会的每个成员都不会受到不合理的辐射照射。国际基本安全标准规定公众受照射的个人剂量限值为 1 毫希 / 年，而受职业照射的个人剂量限值为 20 毫希 / 年。

核能发电是目前核能和平利用的最主要的方式。在正常运行情况下，核电站对周围公众产生的辐射剂量远远低于天然本底的辐射水平。在我国，国家核安全法规要求核电站在正常运行工况下对周围居民产生的年辐射剂量不得超过 0.25 毫希，而核电站实际产生的辐射剂量远远低于这个限值。大量的研究和调查数据表明，核电站对公众健康的影响远远小于人们日常生活中所经常遇到的一些健康风险，例如吸烟和空气污染等等。因此，核电站在正常运行情况下的环境安全性已被人们所广泛接受。

四、辐射知识

4.1 辐射定义

放射性物质以波或微粒形式发射出的一种能量就叫核辐射，核爆炸和核事故都有核辐射。核辐射主要是 α 、 β 、 γ 三种射线： α 射线是氦核，只要用一张纸就能挡住，但吸入体内危害大； β 射线是电子流，照射皮肤后烧伤明显。这两种射线由于穿透力小，影响距离比较近只要辐射源不进入体内，影响不会太大； γ 射线的穿透力很强，是一种波长很短的电磁波。 γ 辐射和 X 射线相似，能穿透人体和建筑物，危害距离远。宇宙、自然界能产生放射性的物质不少但危害都不太大，只有核爆炸或核电站事故泄漏的放射性物质才能大范围地对人员造成伤亡。电磁波是很常见的辐射，对人体的影响主要由功率(与场强有关)和频率决定。通讯用的无线电波是频率较低的电磁波，如果按照频率从低到高(波长从长到短)按次序排列，

电磁波可以分为：长波、中波、短波、超短波、微波、远红外线、红外线、可见光、紫外线、X射线、 γ 射线、宇宙射线。以可见光为界，频率低于（波长长于）可见光的电磁波对人体产生的主要是热效应，频率高于可见光的射线对人体主要产生化学效应。

4.2 辐射单位

常用辐射单位：

物理量老单位新单位换算关系

活度居里(Ci) 贝克[勒尔](Bq) $1\text{Ci}=3.7\times 10^{10}\text{Bq}$

照射量伦琴(R) 库仑/千克(C/kg) $1\text{R}=2.58\times 10^{-4}\text{C/kg}$

吸收剂量拉德(rad) 戈[瑞](Gy) $1\text{Gy}=100\text{rad}$

剂量当量雷姆(rem) 希[沃特](Sv) $1\text{Sv}=100\text{rem}$

4.3 天然辐射

天然辐射主要有三种来源：宇宙射线、陆地辐射源和体内放射性物质。据有关资料统计，天然辐射造成的公众平均年剂量值如下表所列。照射成分年有效剂量（毫希），正常本底地区照射量升高的地区宇宙射线0.382.0；宇生放射性核素0.010.01陆地辐射：外照射0.464.3，陆地辐射：内照射（氦除外）0.230.6，陆地辐射：氦及其衰变物的内照射，吸入 ^{222}Rn 1.210，吸入 ^{220}Rn 0.070.1，食入 ^{222}Rn 0.0050.1 总计 2.4

4.4 人工辐射

人工辐射源包括放射性诊断和放射性治疗辐射源如x光，核磁共振等、放射性药物、放射性废物、核武器爆炸的落下灰尘以及核反应堆和加速器产生的照射等。根据有关资料记载，人工辐射源对公众产生的平均年剂量值如下表所列。辐射源剂量（毫希/年），放射诊断0.22，放射治疗0.03，医用同位素0.002，放射性废物0.002，核爆炸落下尘0.01，职业照射0.009，其他辐射源0.012，核电站周围0.001~0.02

4.5 辐射防护

辐射防护是研究保护人类（系指全人类、其中的部分或个体成员以及他们的后代）免受或少受辐射危害的应用学科，有时亦指用于保护人类免受或尽量少受辐射危害的要求、措施、手段和方法。辐射包括电离辐射和非电离辐射。在核领域，辐射防护专指电离辐射防护。

4.6 辐射的种类

自然界存在着三种射线： α （阿尔法）、 β （贝塔）、 γ （伽玛）射线。人类接受的辐射有两个途径，称为内照射和外照射。 α 、 β 、 γ 三种射线由于其特征不同，其穿透物质的

能力也不同，他们对人体造成危害的方式不同。 α 粒子只有进入人体内部才会造成损伤，这就是内照射； γ 射线主要从人体外对人体造成损伤，这就是外照射； β 射线既造成内照射，又造成外照射。

4.7 辐射的危害

人们在长期的实践和应用中发现，少量的辐射照射不会危及人类的健康，过量的放射性射线照射对人体会产生伤害，使人致病、致死。剂量越大，危害越大。

4.8 辐射防护原则

辐射防护三原则是指实践的正当性、防护水平的最优化和个人受照的剂量限值。国际基本安全标准的剂量限值主要有哪些？剂量限值 5 年平均值（毫希/年）任一年值（毫希/年）职业照射 2050 公众照射 15 注：中国将颁发的标准等效采用国际基本安全标准。

4.9 外照射防护方法

体外辐射源对人体的照射称外照射。外照射的防护方法有受照射时间的控制、增大与辐射源间的距离和采用屏蔽三种方法。

4.10 控制内照射原则

进入人体内的放射性核素作为辐射源对人体的照射称内照射。控制内照射的基本原则是防止或减少放射性物质进入体内，对于放射性核素可能进入体内的途径要予以防范。

4.11 如何防护 α 射线

由于 α 粒子穿透能力最弱，一张白纸就能把它挡住，因此，对于 α 射线应注意内照射，其进入体内的主要途径是呼吸和进食时，其防护方法主要是：（1）防止吸入被污染的空气和食入被污染的食物；（2）防止伤口被污染。 β 粒子防护 β 粒子、其穿透能力比 α 射线强，比 γ 射线弱，因此， β 射线是比较容易阻挡的，用一般的金属就可以阻挡。但是， β 射线容易被表层组织吸收，引起组织表层的辐射损伤。因此其防护就复杂的多；（1）避免直接接触被污染的物品；以防皮肤表面的污染和辐射危害；（2）防止吸入被污染的空气和食入被污染的食物；（3）防止伤口被污染；（4）必要时应采用屏蔽措施。 γ 粒子防护 γ 射线穿透力强，可以造成外照射，其防护的方法主要有以下三种：（a）尽可能减少受照射的时间；（b）增大与辐射源间的距离，因为受照剂量与离开源的距离的平方成反比；（c）采取屏蔽措施。在人与辐射源之间加一层足够厚的屏蔽物，可以降低外照射剂量。屏蔽的主要材料有铅、钢筋混凝土、水等，我们住的楼房对外部照射来说是很好的屏蔽体。^[2]如果看到核爆炸闪光后，应立即背向爆心卧倒。之后用淋浴消除放射性物质。

4.12 核辐射效应

核爆炸头 10 几秒内放出的中子和 γ 射线对生物体、电子器件和其它物体的杀伤破坏作用及效果。由于中子和 γ 射线具有很强的贯穿能力，又称贯穿辐射效应。早期核辐射主要由弹体内核反应产生，或从裂变产物中释放，或由中子与空气作用产生。早期核辐射对人员和物体的损伤程度取决于吸收剂量（即单位质量的物质吸收射线的能量），其单位为戈[瑞]，指每千克受照射物质吸收一焦[耳]射线能量的吸收剂量。早期核辐射可直接或间接使物质电离，造成辐射损伤，其主要杀伤破坏对象是人员和电子器件。人员在短时间内受到 1 戈瑞以上剂量照射时会发生急性放射病；电子器件在大剂量或高剂量率作用下会引起瞬态干扰和永久损坏；瞬发 γ 射线可引起核电磁脉冲、内电磁脉冲和系统电磁脉冲；中子还会使某些物质产生感生放射性； γ 射线会使摄影胶片感光 and 光学玻璃变暗等效应。早期核辐射的强度由于空气吸收，随距离的增加衰减很快，即使千万吨梯恩梯当量级的大气层核爆炸，早期核辐射的杀伤破坏半径也不超过 4 公里。早期核辐射穿过物体时强度将被削弱，可用一定厚度的物质来防护，工事和重型兵器本身对早期核辐射效应都有一定的防护作用。

4.13 辐射环境

人类生活在放射环境中实际上，人类的生活没有一刻离开过放射性，这些放射性是天然放射性，主要来自三个方面：1. 宇宙射线；2. 地面和建筑物中的放射性；3. 人体内部的放射性。微量的放射性不会危及健康。人们的放射性活动人类的很多活动都离不开放射性。例如，人们摄入的空气、食物、水中的辐射照射剂量约为 0.25 毫希/年。带夜光表每年有 0.02 毫希；乘飞机旅行 2000 公里约 0.01 毫希；每天抽 20 支烟，每年有 0.5-1 毫希；一次 X 光检查 0.1 毫希等等。因核电而增加的辐照剂量专家们研究测算表明：全人类集体辐照剂量中，3/4 来自自然界。约 1/5 来自医疗及诊断，核电的份额是 1/400。假定全球人类的预期寿命为 60 岁，则每天抽一包烟将最终减寿 7 年，而核电的影响是减寿 24 秒。对于核辐射污染，即放射性污染，常人往往只注意到现代科学研究中的核辐射核工厂里某些特殊车间产生的放射性物质造成的危害，或者医院的 X 射线治疗所产生的放射性造成的影响及损害，而未考虑生活中还会有放射性污染源。实际上，生活中的放射性物质能通过多种途径进入人体，造成对机体的慢性损害。要防止生活中的放射性污染源对人体健康的危害，有关执法部门要增强环境保护意识的宣传。另一方面政府及执法部门要加强对放射性物质的管理，对容易受放射性物质污染的商品要进行定期监测。

注意居室中的放射性污染，随着工业的发展，经常利用工业废渣做建筑材料，可能造成建材中含有一些放射性物质，经放射性衰变产生了放射性气体及其子体产物，悬浮于室内空气中，氡及其子体产物放射出能量较高的 α 射线（粒子），人若吸进这样的气体即会照射人体肺组织。如果长期受到照射，便容易产生支气管炎和肺癌等疾病。另据国外报道，大多数家庭居室中自然出现的放射性气体氡，如果与烟气混合，将会有致命的影响。氡是肺癌的一个致病因素。另外，装修居室用的花岗岩及其它板石材料也含有一定量的氡，特别是通风不良时，可造成居室内放射性污染加重。经监测表明，室内氡气多在通风不良的地方积累，所以经常打开居室的窗户，促进空气流通，使氡稀释，这是减少室内氡浓度的良好措施。装修房屋用的石（板）材要有选择地使用。石材的放射性核素含量随矿床、所在地等天然条件的不同而有所增减，必须对其进行监测，才能知道是否适合居室装修。

谨防饮用水的核污染，加强对饮用水源地的环境保护，谨防饮用水受到核污染。受放射性物质污染的水不能直接饮用。如果用受放射性物质污染的水浇灌农作物、蔬菜。其放射性物质的含量普遍增高，食用有害人体健康。中国矿泉水水源丰富，其中也有不少水源在流经途中受到人工或天然的放射性污染。据报道，通过有关部门监测，某些盲目开发的矿泉水水源中含氡的浓度过高，若长期饮用这种矿泉水就会危害身体。因此，各地有关执法和监督部门，要对矿泉水的开发项目要严加管理，不仅要严格控制商品矿泉水的卫生指标，还要重视它是否受到放射性物质的污染。

要防燃煤的放射性污染，燃煤中常含有少量的放射性物质。研究分析表明，许多煤炭烟气中含有U、Th、Ra、 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 。大多数情况下，尽管这些物质含量稀少，但如长期聚集，其放射性物质亦会随空气及烘烤的食物进入人体，造成机体的慢性损害。平时生活使用燃煤，要注意通风排气，警惕煤烟通过呼吸进入人体内。禁止食用煤碳直接烘烤食物，尤其是茶叶、烟叶、肉类和饼干等。如果必须使用燃煤（碳）烘烤食物时也要注意屏蔽，不要让食物与煤烟直接接触。

莫要长期佩戴金银首饰，佩戴金银首饰是人们，尤其是女士们美容化妆的重要生活内容。殊不知经常佩戴首饰也会给人们带来烦恼，那就是容易患“首饰病”，即皮肤病。一般来讲，除纯金（24K）首饰以外，其他的首饰在制作过程中都要掺入少量钢、铬、镍等材质，特别是那些异常光彩夺目的或廉价合成首饰制品，这些首饰制品的材质成分更加复杂，对人的皮肤造成伤害的可能性更大。据报道，美国专家在检验了几千件首饰后发现，其中有近百件含有放射性物质，这些放射性元素对人体有严重地损害，如果长期佩戴，有可能诱发皮肤病或

皮癌。金银首饰，不宜常戴。常戴的首饰制品，最好进行含放射性物质测定。室内摆件虽然体积和重量均较小，但它们是“宠物”，紧密贴近人，其放射性有时也会伤人：宝石，有名贵的金刚石（钻石）、红宝石、蓝宝石、祖母绿和猫眼以及普通宝石水晶、玛瑙和石榴石等。这类宝石经检测，尚未发现有高放射性的，例如水晶，是石英晶体，放射性就很低，玛瑙放射性也不高。玉石，包括硬玉和软玉以及多种用于工艺美术雕刻的矿物和岩石，如辽宁的岫岩玉和新疆的和田玉，广东的“广片”，浙江的“青田玉雕”，天津的“彩玉雕”和湖北的“松石雕”等。其中如大理石以及与之相近的云石、汉白玉、东北红、东北绿、曲纹玉、桃红、艾叶青、曲阳玉等，及其制品都是由灰岩变质而成的，放射性都很低。“夜明珠”，据悉，一是由重晶石中的部分钡置换镭后，并经加工而成的，夜能发光，有强的放射性；二是由萤石经加工而成，在加热或在紫外线照射下显荧光以及在受到铀照射后，可具不同程度的放射性；三是由某些含磷的物质加工而成，一般具放射性；四是由某些材料加工而成；五是由辐照而成。“夜明珠”是否具伤人的放射性，一要看放射性安全证明，二要经过实测，并以国际或国家标准来衡量。^[3]

4.14 核辐射对人体的危害

放射性物质可通过呼吸吸入，皮肤伤口及消化道吸收进入体内，引起内辐射，外辐射可穿透一定距离被机体吸收，使人员受到外照射伤害。内外照射形成放射病的症状有：疲劳、头昏、失眠、皮肤发红、溃疡、出血、脱发、白血病、呕吐、腹泻等。有时还会增加癌症、畸变、遗传性病变发生率，影响几代人的健康。一般讲，身体接受的辐射能量越多，其放射病症状越严重，致癌、致畸风险越大。

具体的说：轻度损伤，可能发生轻度急性放射病，如乏力，不适，食欲减退。中度损伤，能引起中度急性放射病，如头昏，乏力，恶心，有呕吐，白细胞数下降。重度损伤，能引起重度急性放射病，虽经治疗但受照者有50%可能在30天内死亡，其余50%能恢复。表现为多次呕吐，可有腹泻，白细胞数明显下降。极重度损伤，引起极重度放射性病，死亡率很高。多次吐、泻，休克，白细胞数急剧下降。核事故和原子弹爆炸的核辐射都会造成人员的立即死亡或重度损伤。还会引发癌症、不育、怪胎等。以下是遭受的辐射量（单位：毫雷姆）的后果：450000~800000：30天内将进入垂死状态；200000~450000：掉头发，血液发生严重病变，一些人在2至6周内死亡；60000~100000：出现各种辐射疾病；10000：患癌症的可能性为1/130；5000：每年的工作所遭受的核辐射量；700：大脑扫描的核辐射量；60：人体内的辐射量；10：乘飞机时遭受的辐射量；8：建筑材料每年所产生的辐射量；1：腿部

或者手臂进行 X 光检查时的辐射量。（注：这里使用的单位是雷姆 (rem)，现行单位为希 (Sv) $1\text{Sv}=100000\text{rem}$ ）胚胎与胎儿的损伤胚胎和胎儿对辐射比较敏感，在胚胎植入前接触辐射可使死胎率升高；在器官形成期接触，可使胎儿畸形率升高，新生儿死亡率也相应升高。据流行病学调查显示，在胎儿期受照射的儿童中，白血病和某些癌症的发生率较对照组为高。远期效应，在中等或大剂量范围内，核辐射致癌已为动物实验和流行病学调查所证实。在受到急慢性照射的人群中，白细胞严重下降，肺癌、甲状腺癌、乳腺癌和骨癌等各种癌症的发生率随照射剂量增加而增高。受核辐射污染后的后遗症问题，受辐射污染后 6 个月，会发生的机体变化，包括晶体浑浊、白内障、男性睾丸和女性卵巢受影响导致永久不育、骨髓受损出现造血功能障碍，以及出现各种癌症。另亦会有遗传效应，令生殖细胞基因或染色体发生变异，导致畸胎等问题。

4. 15 核辐射的危害原理：

人体有躯体细胞和生殖细胞两类细胞，它们对电离辐射的敏感性和受损后的效应是不同的。电离辐射对机体的损伤其本质是对细胞的灭活作用，当被灭活的细胞达到一定数量时，躯体细胞的损伤会导致人体器官组织发生疾病，最终可能导致人体死亡。躯体细胞一旦死亡，损伤细胞也随之消失了，不会转移到下一代。

在电离辐射或其他外界因素的影响下，可导致遗传基因发生突变，当生殖细胞中的 DNA 受到损伤时，后代继承母体改变了的基因，导致有缺陷的后代。因此，人体一定要避免大剂量照射。^[4]

4. 16 核电站事故一览

1957 年 9 月 29 日：前苏联乌拉尔山中的秘密核工厂“车里雅宾斯克 65 号”一个装有核废料的仓库发生大爆炸，迫使苏联当局紧急撤走当地 11000 名居民。

1957 年 10 月 7 日：英国东北岸的温德斯凯尔一个核反应堆发生火灾，这次事故产生的放射性物质污染了英国全境，至少有 39 人患癌症死亡。

1961 年 1 月 3 日：美国爱荷华州一座实验室里的核反应堆发生爆炸，当场炸死 3 名工人。

1967 年夏天：前苏联“车里雅宾斯克 65 号”用于储存核废料的“卡拉察湖”干枯，结果风将许多放射性微粒子吹往各地，当局不得不撤走了 9000 名居民。

1971年11月9日：美国明尼苏达州“北方州电力公司”的一座核反应堆的废水储存设施发生超库存事件，结果导致5000加仑放射性废水流入密西西比河，其中一些水甚至流入圣保罗的城市饮水系统。

1979年3月28日：美国三里岛核反应堆因为机械故障和人为的失误而使冷却水和放射性颗粒外逸，但没有人员伤亡报告。

1979年8月7日：美国田纳西州浓缩铀外泄，结果导致1000人受伤。

1986年1月6日：美国俄克拉荷马一座核电站因错误加热发生爆炸，结果造成一名工人死亡，100人住院。

1986年4月26日：前苏联切尔诺贝利核电站发生大爆炸，其放射性云团直抵西欧，造成约八千人死于辐射导致的各种疾病。爆炸最终导致20多万平方公里的土地受到污染，今天的乌克兰、俄罗斯和白俄罗斯受到的核污染最严重。这次事故造成的放射性污染遍及前苏联15万平方公里的地区，那里居住着694.5万人。由于这次事故，核电站周围30公里范围被划为隔离区，附近的居民被疏散，庄稼被全部掩埋，周围7000米内的树木都逐渐死亡。在日后长达半个世纪的时间里，10公里范围以内将不能耕作、放牧；10年内100公里范围内被禁止生产牛奶。切尔诺贝利的核辐射通过风力、雨水等传播途径，污染了乌克兰、白俄罗斯、俄罗斯等一些堪称世界上最富饶的土壤。切尔诺贝利核事故所泄漏的放射性粉尘有70%飘落在白俄罗斯境内。事故发生初期，白俄罗斯大部分公民都受到不同程度的核辐射，6000平方公里土地无法使用，400多个居民点成为无人区，政府不得不关闭了600多所学校、300多个企业以及54个大型农业联合体。

2011年3月12日：日本东京电力公司福岛第一核电站3号机组当地时间上午11点过后发生氢气爆炸。福岛县政府13日发布消息称，新确认有19名从福岛第一核电站方圆3公里撤离的人员遭到核辐射，已确认遭核辐射的人数由此上升至22人。福岛第一核电站泄漏的核物质已经飘至东京，东京地区的放射剂量已经超过了往常的20倍，而且继续处于上升的趋势。^[5]

2011年3月15日：日本东京电力公司神福岛第二核电站发生爆炸，1至4号机组在地震发生后全部自动关闭，3号机组立即进入“冷温停止”状态。截至15日，1、2及4号机组全部实现“冷温停止”的稳定状态，脱离紧急状态。

五、预防核辐射

5.1 基本预防措施

- 一旦核反应堆的安全壳出现破损，就要尽量把释放的污染物控制在厂区内，同时控制地下水水源和土壤。避免放射物质和灰尘碰在一起，否则将会随着流动的空气扩散。

- 核电站平时也会给周围居民发放应急物品，如碘制剂，一旦发生核泄漏就服用。

- 尽量避免外出，尽量留在室内密闭空间。如果一定要出门，就用湿毛巾捂住口鼻，并尽量减少裸露的皮肤和空气接触。

- 如果核电站发生泄漏，附近居民首先应该撤离，距离防护是第一位的。^[6]

八种有特殊防治效果的果蔬

番茄红素：番茄红素不仅具备卓越的抗辐射能力，且抗氧化能力极强。番茄红素广泛存在于番茄、杏、番石榴、西瓜、番木瓜、红葡萄等水果及蔬菜中。其中，番茄中的含量相对较高，多存在于番茄的皮和籽中。此外，番茄红素是脂溶性维生素，必须用油炒过才能被人体吸收。

螺旋藻食品：螺旋藻含有丰富的植物蛋白，多种氨基酸、微量元素、维生素、矿物质和生物活性物质，可促进骨髓细胞的造血功能，增强骨髓细胞的增殖活力，促进血清蛋白的生物合成，从而提高人体的免疫力。因此，多吃海带、螺旋藻之类等，具有明显的抗辐射作用。

花粉食品：花粉食品作为一种新型的营养保健品风靡全球，被称为“完全营养食品”，在营养食品中名列前茅。据现代科学测定表明，每百克花粉的蛋白质含量可高达 25-30g，其中含有十几种氨基酸，并且呈游离状态，极易被人体吸收。花粉中还含有 40%的糖和一定量的脂肪，以及丰富的 B 族维生素和维生素 A、D、E、K 等，其中维生素 E、K 都是被科学家证实的能延缓人体细胞衰老过程的重要物质。花粉还含有铁、锌、钙、镁、钾等 10 多种无机盐和 30 多种微量元素及 18 种酶类，因此，花粉具有抗辐射效果。

银杏叶制品：银杏叶提取物中的多元酚类对防止和减少辐射有奇效，对于在核辐射环境中的工作人员，经常服用银杏叶茶，能升高白细胞，保护造血机能。

5.2 其他防治核辐射的方法

1、能量供给要充足

辐射使身体能量消耗增加，身体组织对糖的利用能力下降，足够的能量供给有利于提高人体对辐射的耐受力，降低敏感性，减轻损伤保护身体。谷物中的碳水化合物是身体所需能量的主要来源，一旦摄入不足，将迫使体内脂肪和蛋白质不断转变为能量，造成蛋白质的相对不足，从而影响辐射损伤组织的修复，或使辐射损伤加重。糖类供给以果糖最佳，葡萄糖次之，而后是蔗糖等。

2、蛋白质不能少

蛋白质摄入不足会造成组织蛋白合成不足，导致肌肉、心、肝、肾、脾等脏器的重量减轻，出现功能障碍，从而对辐射的敏感性增高。因此，接触核辐射的人，要注意摄入充足的优质蛋白质。如多吃胡萝卜、番茄、海带、瘦肉、动物肝脏等富含维生素 A、C 和蛋白质的食物，增强肌体抵抗核辐射的能力。

3、脂类摄入不宜高

人体受辐射照射后食欲不振、口味不佳，脂肪的总供给量要适当减少，但需增加植物油所占的比重，其中油酸可促进造血系统再生功能，防治辐射损伤效果较好。

4、多补充维生素

必需脂肪酸，维生素 A、K、E 和 B 族维生素，维生素缺乏，可降低身体对辐射的耐受性，宜加量供应。

5、矿物质平衡尤为重要

体内钾、钠、钙、镁等离子浓度须平衡，否则不能维持水与电解质平衡，轻者损害健康，重者甚至危及生命。微量元素与其他营养相互之间的关系也很重要，锌对许多营养包括蛋白质与维生素的消化、吸收和代谢都有重要影响。辐射损伤时，矿物质包括微量元素在内，过量或不平衡，均会产生不良影响。

6、无机盐供应宜加量

在膳食中适量增加无机盐(主要是食盐)，可促使人饮水量增加，加速放射性核素随尿液、粪便排出，从而减轻内照射损伤。

7、辛辣食物作用不低估

辛辣食物属于常用调料，同时也是抵御辐射的天然食品。常吃辛辣食物不但可以调动全身免疫系统，还能保护细胞的 DNA, 使之不受辐射破坏。因此，经常吃辛辣食物，对身体健康非常有益。^[7]受到辐射才能吃碘药。

日本经济产业省原子能安全和保安院 12 日宣布，受地震影响，福岛第一核电站的放射性物质泄漏到外部。此后，如何防辐射，成为众多博友的热议话题。微博上传言，吃碘盐、提前吃碘药能有效保护我们不被核辐射危害。对此，浙医一院职业病科副主任、主任医师高慎永提醒：“千万不要盲目购买碘盐、碘药服用。”

“日本地震之后，更多的人开始关注核辐射。我要提醒大家的是，一些常用的防辐射措施，比如喝绿茶、吃木耳、戴口罩、穿孕妇防辐射服，根本起不了作用。受到辐射污染，最

好的方法是紧闭家里的门窗、勤洗手洗澡。”高慎永主任医师说道。他说：“碘盐里所含的碘是极其微量的，吃碘药也必须在受到污染危害之后，一天一次，每次一颗碘化钾。自行购买提前吃，反而会对自己身体造成危害。”而在新浪微博上，@科学松鼠会也提醒博友：“普通民房虽无法保持微正压，但紧闭门窗仍能避免部分放射性微尘进入。若身处放射性区域，进入室内后可将外套外裤集中放置，然后使用清洁水源冲洗身体。冲洗法可去除核沾染物，当然必须保证冲洗水源没被污染。勤洗手，避免内照射也是关键。”

5.3 核泄漏防护知识

不要淋雨穿戴帽靴

避免淋雨。尽量减少裸露部位，穿长衣(白色为好)，戴帽子、头巾、眼镜、雨衣、手套和靴子等。脖子(甲状腺)部位尤其重要。

彻底洗澡更换衣服

如果你估计自己已经暴露于核辐射中：更换衣服和鞋子。将暴露过的衣物放在塑料袋中。密封塑料袋，放到偏僻处。彻底洗一次澡。洗澡时应先冲再洗。

关闭窗户和通风口

如果要求撤离，注意保持窗户和通风口关闭，使用再循环空气。如果留在室内：关闭空调、换气扇、锅炉和其他进风口。在车上保持车窗和通风口封闭，并采用车内循环空气。

进入地下别用电话带收音机

如果可能，进入地下室或其他地下区域。如非绝对必要，不要使用电话。注意随时携带一个用电池的收音机收听具体指令。

封好食品勿饮海水淡化水

将食品放在密闭容器内或冰箱里。事先没有封闭的食物应当先清洗再放入容器。不要饮用海水淡化水。

用铅板墙壁等遮挡降低照射强度

尽可能缩短被照射时间；尽可能远离放射源；注意屏蔽，利用铅板、钢板或墙壁挡住或降低照射强度。

严防死守五官

进入空气被放射性物质污染严重的地区时，要对五官严防死守。例如，用手帕、毛巾、布料等捂住口鼻，减少放射性物质的吸入。

5.6 个人核辐射防护

核与辐射是从突发事件开始,可能延续几小时的到几天的时间。该时段特点是事件发生,并持续伴随有放射性物质的环境释放。主要照射途径是吸入和烟云中放射性物质的外照射,隐蔽、撤离、呼吸道防护等可能是需要采取的主要防护措施。

对于呼吸道防护,可使用防毒面具、防尘口罩来防止吸入放射性物质的剂量。个人的身体防护措施的话,可以使用防化服、防酸碱服、核辐射防护服。这种核辐射个人防护措施一般不会引起伤害,花费的代价相对起来也小。

5.7 碘对核辐射的作用

核与辐射突发事件发生后,人有可能摄入放射性碘,并集中在甲状腺内,使这个器官受到较大剂量的照射。切尔诺贝利核事故的经验教训表明,放射性碘是最大的影响因素,该事故造成年龄在 0-18 周岁的儿童暴发甲状腺癌病例超过了 5000 例。因此,如果在吸入放射性碘的同时服用稳定性碘,能阻断 90%放射性碘在甲状腺内的沉积。在吸入放射性碘数小时内服用稳定性碘,仍可使甲状腺吸收放射性碘的量降低一半左右。对成年人推荐的服用量为 100 毫克碘,对孕妇和 3~12 岁的儿童,服用量为 50 毫克,3 岁以下儿童服用量为 25 毫克。

日本 9 级大地震导致的福岛核泄漏,主要泄露的物质为碘 131,碘 131 一旦被人体吸入会引发甲状腺疾病,引发低甲状腺素(简称低甲)症状,患者必须长期服用甲状腺素片,而更严重的甚至可能引发甲状腺癌变。服用碘的确可封闭甲状腺,让放射性碘无法“入侵”,但是过量的碘会导致碘中毒。在短期内可能会出现肠部不适和过敏现象及甲状腺疾病,严重甚至会致命。因此,在防止核辐射对人体造成的伤害时,我国人民大可不必惊慌。在日常生活中适当多吃一些含碘食品,碘盐、海鱼、海虾、紫菜等,微量补充碘,确保补足身体所需的碘元素并且不会过量。

5.8 黄滑松茸对核辐射的作用

关于黄滑松茸

黄滑松茸,为松口蘑松茸的一个亚种。因其鲜菇菌体黄色,外披一层粘滑外衣,而被称为“黄滑松茸”。黄滑松茸,富含粗蛋白,粗脂肪,粗纤维和维生素 B1、B2、PP,其光滑的表皮中含有特种核酸、多糖和生物润滑素等抗电磁辐射,抗核辐射,抗癌,润滑肠道的成分,因此也被称为“金衣松茸”。

对核辐射的作用

日本广岛原子弹爆炸,唯一存活、未被核辐射杀伤的只有松茸。经研究发现,黄滑松茸的抗辐射作用是松茸的数倍。**黄滑松茸的抗辐射机理:** 1.提高人体防御辐射的能力。2.清除

人体中的辐射因子。3.提高人体对核辐射的耐受性，在同等量核辐射下，食用黄滑松茸的人，就不容易致病。

5.7 核辐射污染

对于核辐射污染，即放射性污染，常人往往只注意到现代科学研究中的核辐射核工厂里某些特殊车间产生的放射性物质造成的危害，或者医院的 X 射线治疗所产生的放射性造成的影响及损害，而未考虑生活中还会有放射性污染源。实际上，生活中的放射性物质能通过多种途径进入人体，造成对机体的慢性损害。要防止生活中的放射性污染源对人体健康的危害，有关执法部门要增强环境保护意识的宣传。另一方面，政府及执法部门要加强对放射性物质的管理，对容易受放射性物质污染的商品要进行定期监测。

一、注意居室中的放射性污染。随着工业的发展，经常利用工业废渣做建筑材料，可能造成建材中含有一些放射性物质，经放射性衰变产生了放射性气体及其子体产物，悬浮于室内空气中，氡及其子体产物放射出能量较高的 α 射线（粒子），人若吸进这样的气体，即会照射人体肺组织。如果长期受到照射，便容易产生支气管炎和肺癌等疾病。另据国外报道，大多数家庭居室中自然出现的放射性气体氡，如果与烟气混合，将会有致命的影响。氡是肺癌的一个致病因素。另外，装修居室用的花岗岩及其它板石材料也含有一定量的氡，特别是通风不良时，可造成居室内放射性污染加重。经监测表明，室内氡气多在通风不良的地方积累，所以经常打开居室的窗户，促进空气流通，使氡稀释，这是减少室内氡浓度的良好措施。装修房屋用的石（板）材要有选择地使用。石材的放射性核素含量随矿床，所在地等天然条件的不同而有所增减，必须对其进行监测，才能知道是否适合居室装修。要规范装修材料的市场。

二、谨防饮用水的核污染。加强对饮用水源地的环境保护，谨防饮用水受到核污染。受放射性物质污染的水不能直接饮用。如果用受放射性物质污染的水浇灌农作物、蔬菜。其放射性物质的含量普遍增高，食用有害人体健康。中国矿泉水水源丰富，其中也有不少水源在流经途中受到人工或天然的放射性污染。据报道，通过有关部门监测，某些盲目开发的矿泉水水源中含氡的浓度过高，若长期饮用这种矿泉水就会危害身体。因此，各地有关执法和监督部门，要对矿泉水的开发项目要严加管理，不仅要严格控制商品矿泉水的卫生指标，还要重视它是否受到放射性物质的污染。

三、要防燃煤的放射性污染。燃煤中常含有少量的放射性物质。研究分析表明，许多煤炭烟气中含有 U、Th、Ra、 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 。大多数情况下，尽管这些物质含量稀少，但如

长期聚集，其放射性物质亦会随空气及烘烤的食物进入人体，造成机体的慢性损害。平时生活使用燃煤，要注意通风排气，警惕煤烟通过呼吸进入人体内。禁止食用煤碳直接烘烤食物，尤其是茶叶、烟叶、肉类和饼干等。如果必须使用燃煤（碳）烘烤食物时也要注意屏蔽，不要让食物与煤烟直接接触

六、辐射事故是分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

特别重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。II 类放射源为高危险源。在没有防护情况下，接触这类源几小时至几天可致人死亡；I 类放射源为极高危险源。在没有防护情况下，接触这类源几分钟到 1 小时就可致人死亡；

较大辐射事故，是指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。III 类放射源为危险源。在没有防护情况下，接触这类源几小时就可对人造成永久性损伤，接触几天至几周也可致人死亡

一般辐射事故，是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。V 类放射源为极低危险源。不会对人造成永久性损伤；IV 类放射源为低危险源。基本不会对人造成永久性损伤，但对长时间、近距离接触这些放射源的人可能造成可恢复的临时性损伤。

七、电磁辐射

7.1 什么是辐射

自然界中的一切物体，只要温度在绝对温度零度以上，都以电磁波的形式时刻不停地向外传送热量，这种传送能量的方式称为辐射。物体通过辐射所放出的能量，称为辐射能，简称辐射。辐射是以电磁波的形式向外放散的。是以波动的形式传播能量。

7.2 什么是电磁波

无线电波、光波、声波都是电磁波。它们的传播速度很快，在真空中无线电波的传播速度与光波(3×10^{10} 厘米/秒)相同，在空气中稍慢一些。

电磁波是由不同波长的波组成的合成波。它的波长范围从 $10E-10$ 微米(1 微米= $10E-4$ 厘米)的宇宙线到波长达几公里的无线电波。 γ 射线、X 射线、紫外线、可见光、红外线，超短波和长波无线电波都属于电磁波的范围。

肉眼看得见的是电磁波中很短的一段，从 0.4-0.76 微米这部分称为可见光。可见光经三棱镜分光后，成为一条由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色组成的光带，这光带称为光谱。波长长于红光的(>0.76 微米)有红外线有无线电波；波长短于紫色光的(<0.4 微米)有紫外线， γ 射线、X 射线等。这些辐射虽然肉眼看不见，但可用仪器测出。

太阳辐射波长主要为 0.15-4 微米，其中最大辐射波长平均为 0.5 微米；地面和大气辐射波长主要为 3-120 微米，其中最大辐射波长平均为 10 微米。习惯上称前者为短波辐射，后者为长波辐射。

7.3 什么是电磁辐射？它对人体有害吗？

电磁辐射是能量以电磁波形式在空间传播的物理现象。电磁辐射与电磁污染是两个概念，极其过量的电磁辐射才会造成电磁污染。

一般来说，雷达系统、电视和广播发射系统、射频及微波医疗设备、各种电加工设备、通信发射台站、卫星地球通信站、大型电力发电站、输变电设备、高压及超高压输电线、小区变电房、地铁列车、电气火车以及大多数家用电器等都是可以产生各种形式、不同频率、不同强度的电磁辐射源。

人们之所以会对电磁辐射产生种种疑虑，最根本的缘故是对它不甚了解。其实人类一直都生活在电磁辐射环境中，因为地球本身就是一个大磁场，它表面的热辐射和雷电都可产生电磁辐射，太阳及其它星球也从外层空间源源不断地产生电磁辐射。电磁辐射虽然普遍存在，但绝大多数情况下并不可怕。日光灯、电视机、电脑、手机、冰箱、洗衣机、微波炉等都有电磁辐射，人们的生活已经离不开这些家用电器，但却并未因为使用它们而使身体受到了伤害。

7.4 国内外有没有电磁辐射的具体标准？

我国已经颁布的电磁辐射方面的环境标准及法规有数十项，最常用的国家标准是《环境电磁波卫生标准》(GB9175-88)、《电磁辐射防护规定》(GB8702-88)等，属于国际上较为严格的标准。国外如欧美国家一般采用 ICNIRP、IEEE 等标准，我国的电磁辐射标准较欧美更

为严格。我国现行的电磁辐射标准为 40 微瓦/平方厘米(功率密度单位)，而欧洲大部分国家都是 450 微瓦/平方厘米，美国 1982 年颁布的标准是 3000 微瓦/平方厘米，相当于我国的 10 倍甚至数十倍之多。

7.5 移动基站的电磁辐射情况？

根据我们对温州、杭州、宁波、台州 4 个地区近 6000 个基站监测结果来看，除个别装在平顶楼上的基站，由于天线安装位置较低（一般低于 2 米，有的省管理办法规定不得低于 2.5 米），使楼顶个别点超标外，绝大部分基站周围的电磁辐射水平完全都符合国家标准要求。当距离基站 10 米开外时，辐射强度小于 1 微瓦/平方厘米。

7.6 电视机等常用电器的辐射强度与基站辐射的对比

根据国家标准，基站的电磁辐射强度均小于 40 微瓦/平方厘米。当距离基站 10 米开外时，辐射强度小于 1 微瓦/平方厘米。普通家用电器如电视机的辐射强度为（正面紧贴显示屏）50 微瓦/平方厘米，背面紧贴机壳的辐射强度为 40~50 微瓦/平方厘米；台式电脑显示器正面的辐射强度为 40 微瓦/平方厘米；背面的辐射强度更是高达 1000 微瓦/平方厘米。

可见，仅从辐射的强度考虑，基站的辐射与电视机辐射相差无几，远远低于台式计算机显示器背面的辐射强度。下表为常用家用电器产生的场强值。

表 1 常用家用电器产生的场强（离 0.3m 处）

家用电器名称	电场强度 (V/m)	辐射强度*（微瓦/平方厘米）
电烤箱	130	4490
电热毯	250	16606
电熨斗	60	957
搅拌器	50	664
电钟	15	60
电冰箱	60	957
立体声收音机	90	2152
吸尘器	16	68
白炽灯泡	2	1.1

注：辐射强度是指将以伏特/米(V/m)的单位的电场强度折算为以微瓦/平方厘米，以便于比较。

7.7 移动基站对居民健康有无影响？

1.《环境电磁波卫生标准 GB9175-88》以电磁波辐射强度及其频段特性对人体可能引起潜在性不良影响的阈下值为界，将环境电磁波容许辐射强度标准分为二级，一级标准即为安全区，在该环境电磁波强度下长期居住、工作、生活的一切人群(包括婴儿、孕妇和老弱病残者)，均不会受到任何有害影响。二级标准为中间区。目前移动基站的电磁辐射均符合国家一级标准(小于 8 微瓦/平方厘米即为安全区，该值也是我们环保标准的管理限值，也即是某一公司单个基站的贡献值)。

2.移动基站天线高度均在 35 至 55 米，而电磁波在空中传播衰减很快。有测试表明，发射功率为 20 瓦的大功率基站，其天线前 10 米的功率密度是 0.6 微瓦/平方厘米，远低于 40 微瓦/平方厘米的国家标准。其次，当电磁波穿过一般砖墙时衰减到 1/4，而穿过带钢筋的墙体要衰减到 1/100 左右。因此，将基站天线建在一般住宅楼顶时，住宅内的居民是绝对安全的。同时，高楼楼顶的基站电磁波主要向水平方向传播，在垂直方向的强度几乎为 0，换言之，楼下住宅的信号强度是最小的，辐射也是最低的。此外，建筑物及树木等对电磁波均有一定的阻挡作用，金属如铝合金门窗对电磁波有良好的屏蔽作用。

7.8 手机信号强度与电磁辐射的关系？

常见的 GSM 手机在 900 和 1800MHz 额定的最大输出功率分别为 2 瓦和 1 瓦，由于每个手机在进行通讯时只有 1/8 个频道连线的使用时间，因此实际使用功率比输出功率小 8 倍。

现行技术标准允许手机功率进行分阶调整（现阶段，手机辐射标准正在报批，还未有正式标准），通常 GSM900(GSM1800)手机的额定输出功率在 2 瓦到 3.2 毫瓦(1 瓦到 1.6 毫瓦)之间，视通信状况随时改变。一般信号强度高时输出功率低，电磁辐射小；信号强度低时输出功率高，电磁辐射随之增强。这时，应拉出天线，可改善通话品质，减少辐射。手机辐射的强弱还与手机制造商的生产技术有关，不同制式、不同品牌、不同型号的手机，辐射强度有差异。如诺基亚 3310 的最大电磁辐射强度为 30 微瓦/平方厘米；而诺基亚 8250 的最大电磁辐射强度为 50 微瓦/平方厘米。同时，手机处于不同状态时的电磁辐射也不同。接通瞬间手机辐射会增强，这是因为刚接通时，信号传输系统尚不稳定，处在最大发射功率状态，也是相对辐射最强的时候；其后，手机辐射迅速降低并保持在稳定状态。

7.9 在生活中，居民对电磁辐射应该采取怎样的态度？

只有在一些特殊的环境和场合，高强度的电磁波才可能影响人体健康。这就是日常所说的“电磁污染”。

基站作为移动通信最重要的基础设施，虽然也是通过电磁波传递信息的，但是民用移动通信的辐射强度远远低于可能产生危害的强度，与电脑、家电和专业电气设备等相比，基站并不属于较强辐射源之一。

电磁辐射无处不在，人们的生活不可避免地要接受电磁辐射。了解电磁辐射的常识，就可以放心使用手机，正确对待移动基站，避免因不了解相关知识而造成不必要的心理恐慌。

八、辐射伤害知多少

我们生活的世界里有着各种各样的辐射：从穿越星系而来的宇宙射线、核电站的核燃料到家里的大理石地板砖，从医院的 X 光机到阳光里的紫外线，从手机、微波炉、高压线到电视台广播台的信号塔，辐射无所不在，到处都是可能成为人们畏惧辐射的对象。有些人对“辐射”非常恐惧，你甚至可以买到专门用来屏蔽无线电波的“防辐射孕妇装”、“防辐射床单”。还有各种诸如“木耳防辐射”、“仙人掌防辐射”、“瓶装矿泉水防辐射”、“喝酸奶防辐射”等等流言。那么，我们到底对辐射了解多少呢？这些防辐射的装备真的能防辐射吗？

我们关心的辐射，可以粗略地分成两类，核辐射和电磁辐射。这两种辐射并不是截然分开，核辐射里面的 γ 射线也是光子能量比较高的电磁波[见文末备注]。

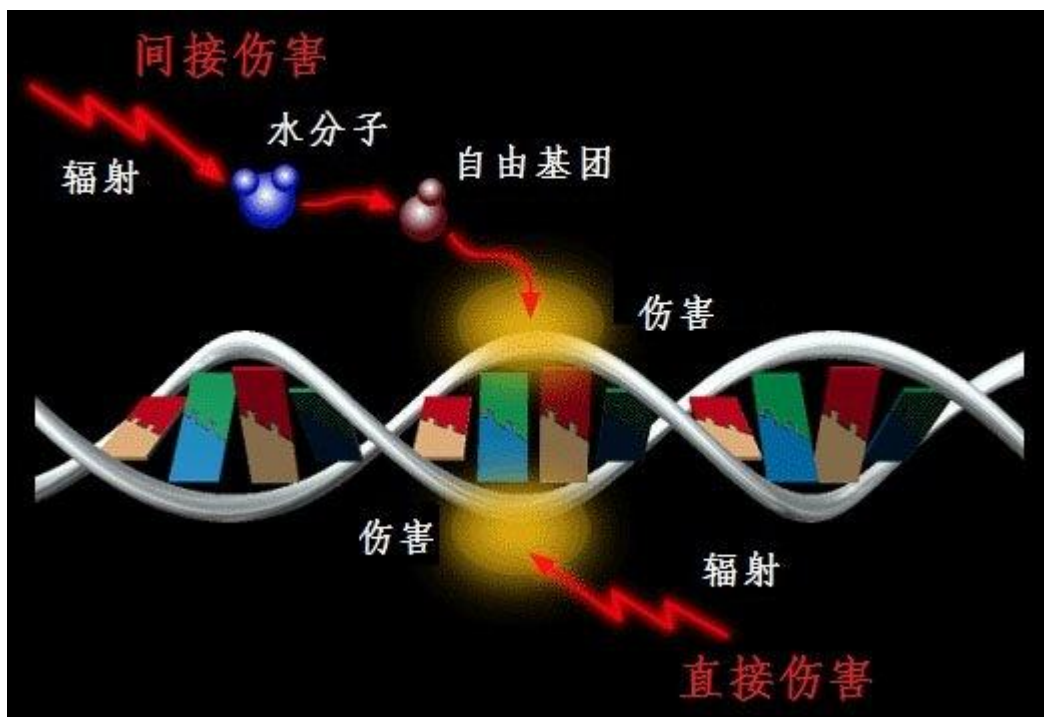
核辐射就是放射性元素产生的辐射，是携带很高能量的质子、中子、氦原子核、电子、光子等等。放射性元素会不断地发生衰变反应，变成另外一种物质并放出辐射，辐射的射线有三种： α 射线（氦核）、 β 射线（电子束）和 γ 射线（高能光子）；原子质量比较大的放射性元素也会发生裂变反应（核电站或原子弹）放出中子或其他射线；较轻的原子核在一定条件下会发生聚变反应放出中子或者质子射线；而高能宇宙辐射在大气里面也会产生大量的次级辐射。我们日常生活中不会遇到聚变反应，裂变反应产生的射线一般也只有核电站里才有，所以比较常见的是放射性元素的衰变射线和宇宙辐射。

我们无时无刻不在受到各种核辐射。放射性元素衰变的三种射线里面， α 和 β 这两种射线在空气里面传播的距离都比较短，不近距离接触放射性元素对人体是没有影响的，“防辐射服”和普通的衣物对于人体外部的这两类射线都有一定的防护效果。但是实际上我们喝的水，呼吸的空气，里面都含有少量的放射性元素，比如空气里面有一定的碳 14（ β 衰变成氮 14）、地下水和土壤里含有微量的氡，等等。所以实际上，我们体内就有相当量的放射性元素，给我们带来从内到外的核辐射。更不用提穿透性很强 γ 射线，还有

从天而降的高能宇宙辐射在大气里产生的大量次级辐射。所谓的“防辐射服”并不能防范这些辐射，完全隔绝这些辐射是不可能也是不必要的。人们受到的这部分核辐射一般称为天然辐射或自然辐射（naturalbackgroundradiation）。

某些情况下，在工作场所（核电站）或者生活中（发生过核爆或者核污染的城市）会在天然辐射之外接触到更多的辐射。只要人体受到的辐射量不超过一定的标准，比如说和天然辐射比较小很多，就可以认为是安全的。比如说，核电站里面的核裂变反应是与外界隔绝开的，并没有太多的辐射泄漏出来，而在核电站内部的工作人员一般会配备辐射剂量表，核电站周围的辐射也会受到监控，以此来保证工作人员和周围居民的安全。核电站对周围核辐射的贡献比天然辐射小的多，对核电站的恐惧是没有道理的（关于核电站的讨论：小蓟·夏静好的《核电站安全吗？》）。

核辐射对生物体的伤害是怎么造成的呢？生物体内有大量的各种分子，分子内部的化学键一般键能为二到十个电子伏。核辐射的各种微观粒子带有的能量都比化学键的键能高，因此有一定的可能性破坏人体内分子的化学键，造成分子的性质改变。大部分情况下，细胞内的个别分子被破坏失去生理活性之后，或者整个细胞受损死亡后，会很快被人体分解吸收、重新利用，不会造成重大的伤害。核辐射对生物体的伤害在食品生产中用来常温杀菌，食品经过高强度的射线照射之后可以保证大部分的细菌被灭杀。治疗癌症的放射疗法（放疗）是另外一种应用，通过对癌变的部位进行高强度的辐射处理，使得癌细胞（也包括正常细胞）大量死亡，达到抑制癌症的目的。



核辐射有一定的可能性对细胞里的 DNA 等分子造成伤害（原图来自 windows2universe 网站）

在极少数情况下，这种伤害可能会造成细胞内染色体上基因的变化，如果恰巧是生殖细胞的基因被改变了，那么如果能够产生正常的后代，就有可能获得一些新的性状。太空育种、辐射育种就是利用高强度的辐射处理种子，然后从这些受到高强度辐射之后还能够发芽的种子里面筛选培育，获得性能比较好的新品种。因为天然辐射而产生的新基因、新品种在生物进化过程中也起到了相当重要的作用，从这个角度来说，维持一个低水平的辐射对于生物种群的进化和发展是有好处的。

当然，这种伤害也有一定可能会导致正常的体细胞基因发生变化，如果这种变化不能修复并且细胞仍然存活，就有可能出现细胞不受控制地复制的情况，就成了癌细胞了。因此，长时间接受较高强度的核辐射是有导致癌症的可能性的。但是，如果受到的辐射强度不大的话，就不用去担心。像前边说过的，日常受到的核辐射是不可能完全隔绝的，这样的危险总是难以避免，担心也没有用，没有必要过于恐惧。尽量避免接触强的核辐射就好了，比如说应该小心放射性超标的大理石地板、避免直接接触核材料。居里夫人因白血病去世，邓稼先因直肠癌去世，这可能和他们长时间接触放射性物质有关系。

下面的表格列出了一些跟生活相关的辐射数据，除特殊说明外，数据均来自[1]，不同来源的数据可能在细节上略有差别，不过大体的数量级应该是一致的。数据用来衡量辐射对

生物体组织的伤害（剂量当量），单位是 Sv（Sievert，译作西弗或者希沃特），一 Sv 等于一焦耳每千克，表格里单位比较小，实际是毫（千分之一）Sv。从表格里可以看出，除航空、采矿行业之外，高辐射行业的职工在工作中受到的辐射都比天然辐射小。核电站的工作人员每年受到的辐射是 1.12mSv，核电站周围的居民受到的辐射一般认为比这小得多。了解这些数据，就很容易理解，对于核电站周围和乘飞机出行中的辐射没有必要担心。

注：关于 X 光检查辐射的数据，1.2mSv 的数据是由[1]里面第七页表 2 世界每千人年 X 光检查次数和由此产生的年人均剂量计算而来，并不能完全说明每次 X 光检查的剂量。根据另外的数据来源（《从大亚湾核事件说起》文中的[5]），新加坡善达社区医院关于 X 光检查的说明文件里面第二页的表格，每次检查的辐射剂量随部位不同而不同，一般的检查辐射剂量较小，比如四肢和关节部位为小于 0.01mSv，胸透为 0.02mSv；而某些特殊检查剂量较大，比如钡餐为 3mSv。一般的 X 光检查相对于每年的天然辐射剂量并不显著，没有必要害怕。再者，X 光检查是医疗需要的检查，是医护人员发现病症、治疗病症的必须手段，请遵医嘱。

振荡的电场和磁场在空间中以波的形式传播就形成了电磁波，gamma 射线、X 光、紫外光、可见光、红外光、微波、无线电波和长波无线电，这些都是电磁波。电磁波具有波粒二象性，光子就是量子化的电磁波，是电磁波能量的最小单位。在电磁波和物质相互作用时，物质只能吸收或者放出整个的光子。波长越长，频率越低，光子的能量就越小。可见光的光子能量在 1.8 电子伏（700 纳米的红色光）到 3.1 电子伏（400 纳米的蓝色光）之间。

九、核辐射影响人体健康知多少

Q：在接受辐射后，人体健康将立即受到哪些影响？

A：接受中等程度的辐射将导致辐射病。它有一系列症状。

在接受辐射的几小时之内，人往往会出现恶心与呕吐，随后可能经历腹泻、头痛和发烧。

在最初症状之后，人体可能会在一段时间内不再显示任何症状，然而往往在几周之内，又有新的、更加严重的症状发生。

如果接受了高等程度的辐射，以上所述的所有症状都可能立即出现，并伴随着全身性的、甚至可能致命的脏器损害。

接受 4 戈瑞（Gray，简称为 Gy，电离辐射吸收剂量的标准单位）的辐射后，大约一半的健康成年人会因此丧命。【译注：目前日本报告反应堆周边的辐射约为千分之一 Gy。】

相比之下，治疗癌症时，放疗的辐射剂量往往达到每次 1-7 戈瑞，但是这些辐射被严密地控制，并往往只作用于特定的身体部位。

Q: 如何治疗辐射病?

A: 为了将后续辐射污染降低到最低, 首先要去除衣物鞋帽, 接着用肥皂和清水缓和地洗涤皮肤。已有药物可增加白细胞数量, 以减少骨髓受到辐射伤害所带来的影响, 并且降低免疫系统受损后感染病原体的风险。

注: 有些特殊的药物也能缓解辐射物质对内脏的损伤。

Q: 辐射是如何影响健康的?

A: 放射性物质的衰变中产生电离辐射。它能破坏人体组织里分子和原子之间的化学键, 可能对人体重要的生化结构与功能产生严重影响。

我们的身体会尝试修复这些损伤, 但是有时损伤过于严重或涉及太多组织与脏器, 以至于不可能修复。而且, 身体在自然修复过程中, 也很可能产生错误。

最容易为辐射所伤的身体部分包括肠胃上皮细胞以及生成血细胞的那些骨髓细胞。健康受损的程度取决于一个人暴露在辐射中的时间以及辐射的强度。

Q: 辐射最可能导致哪些长期的健康损害?

A: 最大的长期健康风险是癌症。通常当体细胞受损或老化到一定程度时, 它们会自我消除。当这种自我消除的能力消失时, 细胞获得“永生”, 可以不受控制地不断地分裂, 这就演化成癌症。

我们的机体有许多机制来阻止细胞癌变, 并替换受损的组织。

然而辐射所带来的损害可以严重搅乱我们机体中的这些机制, 从而让癌症风险大大提高。

此外, 如果机体不能很好的修复辐射带来的对化学键的破坏和改变, 我们的基因里有可能会产生突变。这些突变不但增高自身的癌症风险, 还有可能被传递下去, 使得辐射的作用在子孙身上也展现出来。这些作用包括较小的头部与脑部、眼部发育缺陷、生长缓慢和严重的认知学习缺陷。

Q: 辐射面前, 儿童是否格外脆弱?

A: 总的来说, 是的。因为孩子生长迅速, 他们体内正处于分裂的期的细胞也多得多, 从而因辐射而产生错误与损伤的可能性也大得多。

1986年乌克兰的切尔诺贝利事件之后, 世界卫生组织在附近儿童中发现甲状腺癌的风险显著提高。

这是因为泄露事件中的辐射物质中含有大量的放射性碘元素, 而碘元素在甲状腺中的含量特别高。

Q: 日本当局如何才能尽可能降低辐射对人群健康的影响?

A: 曼彻斯特大学的辐射专家 Richard Wakeford 教授声称如果日本当局反应迅速的话, 绝大部分的人将不会受到影响。

他说在这种情况下, 只有核电站的工作人员和紧急应对人员会接受高程度的辐射。

他说最重要的事情是撤离附近的居民, 并保证他们不会接触受到污染的食物。最大的危险来自于放射性碘元素, 一旦进入人体, 可能导致甲状腺癌。

为了降低这一风险, 人们可以服用含有非放射性碘元素的碘片, 这将阻止身体从外界吸收碘元素。

日本人的饮食中碘含量本来就较高, 这也会有所帮助。

Q: 福山和切尔诺贝利比较起来如何?

A: 教授 Gerry Thomas 曾研究切尔诺贝利泄漏事件的后果, 他说: “(福山的) 情况变得像切尔诺贝利那样糟糕几乎是不可能的。”

“在切尔诺贝利事件里, 蒸汽引发的爆炸使得反应堆核心完全暴露出来, 大量放射性物质播散到空气中。” Thomas 教授补充说, 虽然切尔诺贝利事件缺失导致了甲状腺癌风险增加, 但是只有那些住得特别近和当时年纪小的人才受到了影响。

十、核辐射的防护措施

10.1 内外兼防

发生核事故或放射事故, 特别是有放射性物质向大气释放时, 总的防护原则是“内外兼防”, 具体包括两方面:

10.1.1 体外照射的防护原则

1. 尽可能缩短被照射时间;
2. 尽可能远离放射源;
3. 注意屏蔽, 利用铅板、钢板或墙壁挡住或降低照射强度。

具体措施: 当放射性物质释放到大气中形成烟尘通过时, 要及时进入建筑物内, 关闭门窗和通风系统, 避开门窗等屏蔽差的部位隐蔽。

10.1.2 体内照射的防护原则

避免食入、减少吸收、增加排泄、避免在污染地区逗留。清除污染, 减少人员体内污染机会。

具体措施：如果核事故释放出放射性碘，应在医生指导下尽早服用稳定性碘片。服用量成年人推荐为 100 毫克碘，儿童和婴儿应酌量减少，但碘过敏或有甲状腺疾病史者要慎用。

10.2 远离核辐射

详细操作指南：

1. 进入空气被放射性物质污染严重的地区时，要对五官严防死守。例如，用手帕、毛巾、布料等捂住口鼻，减少放射性物质的吸入。

2. 穿戴帽子、头巾、眼镜、雨衣、手套和靴子等，有助于减少体表放射性污染。

3. 要特别注意，不要食用受到污染的水、食品等。

4. 如果事故严重，需要居民撤离污染区，应听从有关部门的命令，有组织、有秩序地撤离到安全地点。撤离出污染区的人员，应将受污染的衣服、鞋、帽等脱下存放，进行监测和处理。

5. 受到或可疑受到放射性污染的人员应清除污染，最好的方法是洗淋浴。

6. 涉源单位产生放射性废源废物要及时送贮（一般 3 个月内），按规定处置，不得直接排入下水道或混装到普通垃圾中；各涉源单位要建立健全放射性同位素保管、领用和消耗的登记制度，做到帐物相符。实验过程必须小心谨慎，严格按照操作规程进行，做好安全防护工作。

7. 购买放射源、同位素试剂和射线装置时，应首先向学校辐射安全管理委员会办公室（设在实验室与设备管理处）提出申请，经审核同意后，向政府环境主管部门办理“准购证”，方能委托采购部门进行采购；射线装置、辐射工作场所须安装防盗、防火、防泄漏设施，保证放射性同位素和射线装置的使用安全。辐射工作场所的入口处应放置辐射警示标志和工作信号；各涉源单位须取得“许可登记”方能开展相关工作，放射工作人员必须参加指定医疗单位的职业病体检、政府环境主管部门举办的辐射安全与防护知识培训，定期接受个人剂量监测（3 个月一次），持证上岗。

十一、电磁辐射的危害与防护

11.1 电磁辐射对健康的危害

各波段的电磁波虽然本质相同，但不同波长的电磁波与物质的作用并不相同。它们照射生物机体时，可引起生物组织不同程度的生物物理和生化的变化。电磁辐射危害人体的机理主要是致热效应、非致热效应。

11.1.1 致热效应

人体 70%以上是水，水分子受到电磁波辐射后相互摩擦，引起机体升温，从而影响到体内器官的正常工作。

致热效应是指人体在高强度的电磁波下，吸收辐射能量，在体内转化为热量，产生生物反应。在电磁场作用下，由于射频电磁场方向变化很快，使得人体内的极性分子迅速发生偶极子的取向作用，产生热量。在取向过程中，偶极子与周围分子发生碰撞摩擦而产生大量的热。此外，当电磁场的频率很高时，机体内的电解质溶液中的离子将在其平衡位置振动，也将电能转化为热能。

总之，致热效应产生的方式主要包括：（1）生物组织在高频电磁场中，由于极性分子反复快速取向转动而摩擦生热；（2）传导电流生热；（3）介质损耗生热。

11.1.2 非致热效应

人体的器官和组织都存在微弱的电磁场，它们是稳定和有序的，一旦受到外界电磁场的干扰，处于平衡状态的微弱电磁场即将遭到破坏，人体也会遭受损伤。非致热效应是不引起体温变化的低强度作用下出现神经衰弱及心血管系统机能紊乱。对于交变电磁场，其生物活性随波长减小而递增。而作为电离辐射的 X 射线和 γ 射线被机体吸收后，会从原子水平的激发或电离开始，继而引起分子水平的破坏，如蛋白质分子的破坏、DNA 键断裂和酶的破坏等，又进一步影响到细胞水平、组织器官以至整体水平的损伤等。

11.1.3 微波对生物体的危害

微波是高频电磁波，频率约在 300MHz~300GHz 的电磁波称为微波，对应的波长范围为 1 米至一毫米。一定剂量的微波作用于生物体可产生致热效应，由此给生物体内的不同部位带来相应影响。

微波对神经系统的作用与照射方式、照射剂量等因素有关。短时间、小剂量照射，可加强大脑皮质的兴奋过程；长时间、大剂量照射，可加强抑制过程，尤其以头部作用最明显。大剂量微波的作用，可影响自主神经的调解功能，引起血液循环、呼吸频率的变化及皮肤和直肠的变化。

大剂量的微波辐射，可引起肺部极度充血，血管剧烈扩张，肺泡上皮脱落并有血液经毛细血管涌入肺泡腔，造成肺出血、水肿，可致死。但小剂量的微波对肺的炎症有一定治疗作用。

经常受微波照射的妇女可有月经不调、哺乳期泌乳不足。对于男性，当微波辐射使睾丸温升超过 35℃时，精子的产量即明显减少或停止。

对于人的眼睛，当微波的功率密度大于 $10\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$ ，小于 $300\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$ 时，能使眼晶体产生可恢复性的损害。当功率密度大于 $300\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$ 时产生不可恢复性损害。

大剂量微波反复辐射皮肤会出现凝固性坏死，肌纤维与横纹模糊不清。皮肤、肌肉在小剂量微波的辐射下，没有明显组织学变化。

11.2 电磁辐射危害防护

11.2.1 电磁屏蔽机理

电磁屏蔽是利用屏蔽体阻止电磁场在空间传播的一种方法，即限制从屏蔽材料的一侧空间向另一侧空间传递电磁能量。其作用原理是采用低电阻的导体材料，由于导体材料对电磁能流具有反射和引导作用，在导体材料内部产生与源电磁场相反的电流和磁极化，从而减弱源电磁场的辐射效果。

电磁波传播到金属材料的电磁屏蔽表面时，通常有 3 种不同机理进行衰减：一是在入射表面的反射衰减；二是未被反射而进入屏蔽体的电磁波被材料吸收的衰减；三是在屏蔽体内部的多次反射衰减。

反射衰减，就是电磁场射入金属导体时，由电磁感应而产生感应电流。在这个感应电流的作用下，必然建立一个新的电磁场，从而将入射场能衰减。反射衰减的大小取决于屏蔽层与屏蔽层周围介质之间的阻抗匹配情况。

吸收衰减，实质上是导体的热损耗。它的产生完全是由于电磁场射入金属屏蔽体时，因电磁感应而在金属表面产生了感应电流，又由于金属导体中特别是导体表面有一定电阻存在，必然在金属屏蔽层内，产生热损耗。

11.2.2 屏蔽材料

(1) 表面导电材料

表层导电型屏蔽材料，包括导电涂料、金属熔射、贴金属箔和电镀塑料等。尤其是导电涂料以其低成本和中等屏蔽效果，简单实用且适用面广等优点占据电磁屏蔽材料的主要市场。

(2) 填充复合型屏蔽材料

由电绝缘性较好的合成树脂和具有优良导电性能的其他添加剂所组成，经注射成型或挤压成型等方法制成各种电磁屏蔽材料制品。其中常用的合成树脂有聚苯醚、聚碳酸酯、ABS、尼龙和热塑性聚酯等。导电填料一般选用大尺寸的纤维状与片状材料。目前最常用的有金属纤维、金属片等，此外还有碳纤维、超导炭黑、金属合金填料等。

(3) 电磁屏蔽织物

国内外现已研制出用涂层法、电镀法及复合纺丝法制造的电磁屏蔽织物，共混纺丝法正处于研制阶段。

11.2.3 对电磁辐射区内工作人员的防护措施

推测或检测到射频功率密度超过 $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的区域，应认为是电磁辐射潜在危险区。

(1) 人员容易误入的危险区域应设有警示标识。除非有紧急情况，凡经计算或用场强计测量超过 $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的区域，不允许人员在未采取防护措施的情况下进入。

(2) 应防止大功率信号发生器在试验过程中放电，因为它将对其周围区域内产生大于 $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的电磁辐射。在做此类操作时，应用假负载或其它吸收材料吸收其输出能量。

(3) 应利用防护用品使辐射危害减至最小。必须保证在发射天线射束区内工作的维护人员穿好保护服装。

(4) 应该禁止身上带有金属移植件，心脏起搏器等辅助装置的人员进入电磁辐射区。

(5) 应给受到辐射源，电磁能和高压装置辐射的人员作定期身体检查。

十二、激光的危害及防护措施

12.1 激光对身体的危害

12.1.1 激光对眼睛的损伤

激光与普通光相比，对人眼有更大更多的危险性。因为激光束是平行性很好的光束，发散角极小。这样使激光能量会聚在很细的光束内，通过晶状体在视网膜聚焦成非常小的光斑，所以对眼睛来说，激光束是一个亮度极大的点光源，这是激光束对眼睛损伤特别明显的原因。不同波长激光对眼睛各部位的伤害不同。

1. 可见和近红外激光对眼睛的损伤

人眼对不同波长的光辐射具有不同的透射率，在 $0.4 \sim 1.4 \mu\text{m}$ 可见和近红外激光波段，眼球的透过率很高。眼球的强聚光能力可使落在视网膜上的光斑强度比角膜上的光斑强度增大 105 倍。这种聚光能力使得视网膜在这一波段范围内比皮肤和其它组织更容易受到伤害。因此在激光束内或反射光束内窥视激光是非常危险的。大量的光能在瞬间聚焦在视网膜上，使视网膜的感光细胞层温度迅速升高，以致使感光细胞凝固坏死，造成永久性的失明。

2. 远红外激光对眼睛的损伤

远红外波段范围的激光 90% 以上被角膜吸收，所以角膜是主要的伤害对象。光辐射被角膜吸收后，如损伤局限在角膜外部上皮层内，它将会引起角膜炎和结膜炎，有眼痛、异物感、畏光、流泪、眼球充血、视力下降等症状。如损伤深达内部组织，则可能造成瘢痕及永

久性角膜混浊，致使功能严重损伤。

3. 紫外激光对眼睛的损伤

300~400nm 的紫外激光几乎全部光能被角膜、晶状体吸收。近紫外激光伤及晶体，中远紫外激光伤及角膜。所以紫外激光对眼的损伤主要是晶状体和角膜，它将会引起晶状体和角膜混浊。并且紫外线具有累积破坏效应，即使受到相当弱的紫外光照射，时间久了，也会使眼的折光系统受损。

12.1.2 激光对皮肤的损伤

皮肤受到激光照射时，当激光的能量(或功率)足够大时，就可以引起皮肤的损伤。激光损害皮肤的阈值大大高于激光损害眼睛的阈值。美国政府工业卫生会议(ACGIH)1968年曾规定皮肤的安全水平为眼睛在瞳孔为3mm时安全水平的105倍。但各种激光器的输出能差是很大的，而且目前大功率激光器的使用范围越来越广泛，激光损害皮肤应是需要引起十分重视的一个方面。

皮肤在紫外区和波长在2以上的红外波段吸收率是很高的，因此，这两个范围是激光损害皮肤的主要波段。红外激光对皮肤的作用是热烧伤，当此类激光照射皮肤时，在功率比较小时，它能使毛细管扩张，使皮肤发红发热。随着激光的功率密度增大，热烧伤的程度也随之增大。而紫外激光对皮肤的作用，主要是光化作用，当紫外激光照射皮肤时，可以引起皮肤红斑、炭化，过量时甚至引起癌变。

12.2 激光的防护

为保证激光工作者和其他有关人员的安全，避免受到激光辐射的伤害，对于任何投入实际应用和运转的激光器件与激光系统，都必须考虑安全使用与安全防护问题，尽可能避免和减少有害的激光辐射，减少眼与皮肤受到激光照射的可能性。激光的防护都是将激光对人体可能的偶然伤害控制到最低限度，这可从激光器、周围环境和激光工作人员三方面综合考虑。

12.2.1 对工作室的要求

在激光实验室和治疗室内，首先要充分照明，使瞳孔缩小，减少进入眼内激光量。第二，墙壁的反射和室内物品(如金属表面，玻璃等)的反射有时是很强的，设计时要尽量减少反射的危害。室内墙壁应采用白色漫射墙壁和减少镜式反射面，在激光易到达处用黑色吸收体，墙壁不要涂油漆等。

另外，镜式反射的次级激光束。往往被人忽略，特别在一定高度水平面内的激光束输出的直接光束、反射光束或杂散光束对激光工作人员构成潜在危害，因此不能在激光束内观察激光。

现代激光器输出大大超过安全水平，即使激光实验室或治疗室内采用漫射面墙壁，强激光束引起的漫射光仍存在危害，这就需要将激光器系统全部密封起来，或在激光器上安装联动装置和预警装置，使之有效地阻挡激光束照射工作人员。

12.2.2 使用激光护目镜

戴激光护目镜是有效的安全防护之一，这种护目镜要求既保证工作人员有充分的视觉清晰度，又能有效地阻挡激光辐射。一般的护目镜都是为特定波长的激光而设计的，只能用于防护特定波长的激光，然而现代激光器的能量(或功率)常常超出安全水平许多数量级，即使戴上护目镜也不允许直视激光束。常用的护目镜有反射型和吸收型两种，反射型护目镜是在镜片上镀上介质膜，使一定波长的光反射掉；吸收型护目镜是有色玻璃，能使一定波长的光被吸收掉，还有一种是变色微晶型护目镜，可在激光照射时吸收一定波长范围的光波。还有些其它类型的护目镜，这些护目镜都不是十全十美的，使用时应该注意。例如，反射型护目镜反射的光强是很高的，如不小心，可能伤害他人的眼睛。吸收型防护镜会产生吸收饱和现象，降低防护效果。

12.3 一般安全规程

1. 除非得到允许，否则不要使用激光或靠近激光工作。
2. 除非得到允许，否则不要进入激光器正在运作的房间或者范围。
3. 在给激光器通电前，确认该设备预定的安全装置得到正确使用。包括：不透明挡板，非反射防火表面，护目镜，面具，门联锁和为防备有毒物质进行的通风设备。
4. 确保脉冲激光器不会在不经意下通电。在让激光器没人看顾之前，将电容放电并且关闭电源。
5. 不要直接注视激光光束，在激光调试和激光操作过程中佩戴合适的护目镜。激光调试程序必须在最低的工作功率下进行。
6. 限制对激光设施的接触，一个办法是明确指定有权进出安放有激光器的房间的人员。可通过给门上锁，在门的外面安装警示灯和警示标志等方式进行进出限制。
7. 当激光器正在工作时，不要让激光器无人看管。8. 摘下任何珠宝首饰以避免无意间对激光的反射。

12.4 激光安全标准

一级标准

不需要任何的安全规则。

二级标准

1. 绝对禁止任何人长时间注视激光光源。
2. 除非基于有益的目的并且照射强度和持续时间不超过允许的上限，否则严禁把激光器对着人的眼睛。

三级标准

1. 不要将激光器对准人的眼睛。
2. 只允许经验丰富的人员操作激光器。
3. 尽可能使光路封闭. 即使一层透明的挡板也能防止人将头或反光物品放到光路上。挡板应当设置在实验的主光路和每一个次级光路的末端上。
4. 在激光的输出端应当放置衰减器，起偏器和光学滤波器等。把激光的功率减少到最小的使用水平上。
5. 约束好观看者。
6. 应当使用警示灯或警报器指示激光器的工作状态。当激光不可见的时，例如红外激光器，这一点尤其重要。
7. 不能允许使用激光追踪非预定目标的汽车或飞机。
8. 只在限定的区域操作激光，例如，在一个封闭没有窗户的房间里. 在门贴上防止警告标识。
9. 光路尽可能要布置在远高于或远低于人坐着或人站着观察时人眼的高度。激光器应该牢固固定，确保光束只沿着预定的路径传播。
10. 在存在直射，镜面反射光对人眼造成潜在威胁的情况下，必须始终对眼睛进行合理的保护。
11. 应当安装一个钥匙开关以减少在没有经过同意的情况下人对实验造成的干扰。
12. 绝对不允许用光学仪器直接观察激光的直射光或者镜面反射光，如在没有使用提供足够保护的滤波片的情况下使用双筒望远镜或望远镜。
13. 移除激光光路附近所有不必要的光滑表面。不要使用反光物品例如信用卡检查光线的校正情况。需要注意的是:物体的反射率是激光光束的波长的函数。

四级标准

1. 所有在三级激光系统中列出的标准同样适用于四级激光。

2. 对这些激光的操作必须在一个局部的封闭的范围内，在一个受控的工作场所里，或者直接把光束引到外面的空间. 如果完全的局部封闭不可能的情况下，门内的激光操作应当在一个不透光的房间里，该房间的出入口安装有互锁，保证当门开着的时候，激光不能发出能量。

3. 对所有工作在受控区域内的人员，合适的眼睛保护都是必须的。

4. 如果激光光束的辐射足以造成严重的皮肤或火灾威胁，在激光光束和人，易燃表面之间必须有保护。

5. 在可能的情况下，操作监视设备或其他监视装置应该选择遥控装置。

6. 室外高功率激光设备，如卫星激光发射系统和激光雷达，必须保证在俯仰角及横断面范围内到所需区域无阻挡且无非目标飞行器。

7. 光快门，光偏振片，光滤波器应该仅允许经授权的个人使用。光泵体系中的闪光灯不允许照到任何可视区域。

8. 可能的情况下支座应该是漫反射的耐火材料. 当进行微焊接和微钻孔的时候，如果有可能从工作区域引发出危险的反射光，则应该将其安全的包围起来. 使用显微观察设备时应该保证回来的反射激光在未达到危险线。