核辐射
安全防护
知识问答

HEFUSHE ANQUAN FANGHU ZHISHI WENDA

广东省环境辐射监测中心 编



广东科技出版社

核辐射真的来了吗？

核辐射有哪些危害？

一旦出现核污染，我们该怎么办？

服用碘盐、碘片能防核辐射吗？

氢气爆炸≠核爆炸

核电事故安全防护有哪些措施？

日本福岛核电站核辐射是怎样发生的？



核辐射 安全防护 知识问答

HEFUSHE ANQUAN FANGHU ZHISHI WENDA

策　划　崔坚志
责任编辑　吕健　邓彦　曾永琳　李婷
美术编辑　林少娟

ISBN 978-7-5359-5476-3

9 787535 954763

定价：15.00元

核辐射安全防护知识问答

HEFUSHE ANQUAN FANGHU ZHISHI WENDA

广东省环境辐射监测中心 编



广东省出版集团
广东科技出版社（全国优秀出版社）
·广州·

图书在版编目（CIP）数据

核辐射安全防护知识问答/广东省环境辐射监测中心编. —广州：广东科技出版社，2011.3
ISBN 978-7-5359-5476-3

Ⅰ. ①核… Ⅱ. ①广… Ⅲ. ①辐射防护—问题解答 Ⅳ. ①TL7-44

中国版本图书馆CIP数据核字（2011）第038332号

策　　划：崔坚志
责任编辑：吕　健　邓　彦　曾永琳　李　婷
美术编辑：林少娟
责任校对：吴丽霞　梁小帆
责任印制：严建伟
出版发行：广东科技出版社
（广州市环市东路水荫路11号　邮编：510075）
E-mail：gdkjzbb@21cn.com
http：//www.gdstp.com.cn
经　　销：广东新华发行集团股份有限公司
印　　刷：广东新华印刷有限公司
（佛山市南海区盐步河东中心路　邮编：528247）
规　　格：889mm×1194mm　1/32　印张 4　字数 80千
版　　次：2011年3月第1版
2011年3月第1次印刷
定　　价：15.00元

如发现因印装质量问题影响阅读，请与承印厂联系调换。

内容简介

《核辐射安全防护知识问答》是针对日前日本大地震引发的福岛核电站核泄漏事件，由广东省环境辐射监测中心专家紧急指导编写，南方出版传媒股份有限公司广东科技出版社隆重推出的一本详细介绍核辐射安全防护知识的科普图书。

全书采用问答形式，围绕历史上的核事故回顾、认识核能与核电、核泄漏与核辐射、核辐射防护四大目前大众高度关注的焦点，引领大众在回溯日本核泄漏灾难的同时，深入了解此次事件对我国的影响，核电站的工作原理、安全性能，核辐射的基本概念、传播途径、危害程度、对人体的影响、识别和防护措施等，希冀拨开笼罩在大众头上的核辐射危害疑云，扫清因不明真相而产生的不必要恐慌，引导大众树立对此次事件正确和积极的行为态度。

本书内容权威规范，紧跟社会热点，语言通俗生动，图片形象明晰，力求对核电站与核辐射安全防护方面的相关知识进行详尽、科学、通俗的解释，可作为公众科普读物和普及教材。

广东省环境辐射监测中心简介

广东省环境辐射监测中心于1989年5月成立，是广东省环境保护厅直属的公益性事业单位，现有正式编制人员49人。专业技术人员中，核物理、环境科学、环保工程、环境监测、放射化学、核电子学、计算机等专业34人，其中博士1人、硕士12人、教授级高工2人、高级工程师12人、工程师12人、初级职称8人。

该中心主要负责全省辐射环境监测、全省核电站场外核事故应急监测、全省城市放射性废物库的管理与放射性废物（源）的收贮等工作，以及全球禁止核试验放射性监测台站（广州站）的运行与管理、“反核恐”活动的监测、核与辐射安全事故监测调查等重要任务。2008—2010年，中心圆满完成了汶川地震、北京奥运会、广州亚运会和两次针对朝鲜核试验应急监测等大型应急监测或安保任务，保障了国家重要活动和重大突发事件期间的辐射环境安全和社会稳定。



出版前言

2011年3月11日日本当地时间14时46分，日本东北部宫城县以东太平洋海域发生里氏9.0级地震并引发大规模海啸，造成日本国内极大的人员伤亡和财产损失，消息传来，世界同悲。然而，祸不单行，由于海啸的猛力冲击，随即引发了灾区辖内福岛核电站严重的核泄漏事故，使得邻近民众悲悯之余再添恐慌：核辐射真的来了吗？

作为站在国家宣传岗位的一份子，南方出版传媒股份有限公司广东科技出版社深感自己身上那一份沉甸甸的社会责任。这份责任在非典、手足口病以及甲流肆虐时期，我们都曾经义无反顾地担起过，这次自不例外。

许多事件都告诉我们，不了解是恐慌的温床，恐慌又是谣言的土壤。由于对核辐射知识的欠缺和从众心理的推波助澜，此次日本核泄漏事故发生后，我国部分地区出现的抢购碘盐风潮就是最典型的例子。因此，紧急出版这样一本介绍核辐射安全防护知识的小册子，在我们看来是能使广大民众在突发事件面前尽快掌握正确的防控措施的有效方法，也是稳定民心的重要手段。

在本书出版过程中，为了确保内容的权威性和知识的含金量，我们诚邀广东省环境辐射监测中心的专家和广东省环境保护局原副局长、高级工程师吴博任抽出宝贵的休息时间，开展紧张的编写和审读工作；为了及时满足民众的了解需求，所有参与编写和出版的工作人员随时待命，漏夜赶工；为了确保出书进度，南方出版传媒股份有限公司领导更是为此做了精心的安排和不断的鞭策。

今天当您手捧这本小册子的时候，我们毫无疑问感到无比欣慰和十分感谢。感谢所有为本书作出贡献的专家和工作人员，也感谢正在阅读本书的您。愿您在读完本书后，能够有所收获，更愿您也能参与到宣传正确防护核辐射知识的行列中来，让更多的民众尽快走出危机疑云，走向幸福生活。

2011.3



目 录



回顾核事故历史 /1

1 历史上曾发生过哪些严重的核事故? /2

2 日本福岛核电站核泄漏事故是怎样发生的? /12

3 目前，日本福岛核电站核泄漏事故造成了什么影响? /14

4 日本在福岛核泄漏事故中采取了哪些防护措施? /14

5 切尔诺贝利核灾难是怎样发生的? /15

6 切尔诺贝利核灾难造成了什么危害? /15

7 苏联在切尔诺贝利核灾难中采取了哪些防护措施? /16

8 福岛核事故会成为第二个切尔诺贝利核灾难吗? /17

9 美国三里岛核事故是怎样发生的? /17

10 美国三里岛核事故造成了什么危害? /18

11 美国在三里岛核事故中采取了哪些防护措施? /18



认识核能与核电 /19

12 核能是从哪里来的? /20

13 核裂变与核聚变是怎样产生的? /23

14 核弹（原子弹、氢弹）的原理是什么? /25

15 核反应堆是什么? /28

16 核电站反应堆有哪些类型? /29

17 核电站的工作原理是什么? /30

18 核电有哪些优越性? /34

19 核爆炸与化学爆炸是一回事吗? /38

20 核电站会发生核爆炸吗? /40

21 广东省有多少个正在运行的核电站? 它们有可能发生类似此次福岛核泄漏的事故吗? /41



了解核泄漏与核辐射 /43

22 什么是核辐射? /44

23 不同剂量的核辐射对人体有什么影响? /44



24 核辐射伤害人体的机理是什么? /45
25 遭受核辐射后的症状有哪些? /46
26 怎么知道自己受到了放射性污染? /48
27 核辐射引发的病症能否治愈? /48
28 什么是核泄漏? /49
29 核泄漏的原因是什么? /49
30 受损的核电站通常有哪些放射性物质被泄漏? /49
31 放射性物质的危害途径是怎样的? /51
32 气象条件对污染物的扩散有怎样的影响? /52
33 核泄漏有哪些危害? /53
34 什么东西会携带核辐射? /54
35 核电站核事故一般划分为哪些阶段? /54
36 国际上对核事故分级情况是怎样的? /55
37 什么是核沾染? /57
38 怎样限制核沾染的传播? /57
39 什么是核污染? /58
40 核污染有何危害? /58
41 怎样去除核污染? /59
42 核辐射云是什么? /59
43 核辐射的粉尘如何影响人体? /59

44 什么叫做辐射的生物效应? /60
45 日常生活中辐射剂量对身体的影响如何? /60



掌握核辐射防护方法 /63

46 什么是辐射防护? /64
47 辐射防护的原则是什么? /65
48 什么叫应急隐蔽? /65
49 怎样进行隐蔽? /67
50 什么情况下需要采取隐蔽措施? /67
51 什么叫应急撤离? /68
52 怎样进行撤离? /68
53 核泄漏时，撤离多远才是安全的? /69
54 什么叫去污洗消? /69
55 怎样进行去污洗消? /70
56 辐射防护有哪些基本措施? /70
57 如何决定什么阶段采用什么防护措施? /71
58 核电事故安全防护的具体措施有哪些? /74



59 什么情况下需要采取个人防护措施? /76
60 如果核电站发生核泄漏事故应如何保护自己? /76
61 针对不同照射的核辐射的安全防护有哪些? /77
62 针对不同射线的核辐射的安全防护有哪些? /78
63 受到核辐射之后就无药可救了吗? /81
64 “服碘防护”指的是什么? /81
65 服用稳定性碘应注意什么? /82
66 服食碘盐能够防核辐射吗? /83
67 受到核辐射之后会传染给别人吗? /84
68 穿孕妇防辐射服管用吗? /84
69 穿白色衣服能减少辐射吗? /85
70 如何防范核辐射的心理恐慌? /85
71 哪些人员应接受心理卫生方面的帮助? /86
72 广东省的核电站产生的放射性物质是怎样监测的? /87
73 广东省的核电站目前的安全情况如何? /88
74 广东省有应对紧急核事故的专门机构吗?
它们的职责是怎样的? /88
75 我国核应急组织间的领导和指挥关系是怎样的? /91

附录 /93

附录1 核与辐射事故医学应急问与答
（中华人民共和国卫生部） /94
附录2 日本福岛核电站事故问与答
［世界卫生组织（WHO）］ /104
附录3 广东省核电站一览 /111



回顾核事故历史

2011年3月11日日本当地时间14时46分（北京时间13时46分），日本东北部宫城县以东太平洋海域发生日本有地震历史记录以来最大的里氏9.0级地震并引发大规模海啸。截至3月20日，已造成日本全国8 277人死亡，12 722人失踪，同时伴有难以估量的财产损失，引起了世界人民的广泛关注。

然而，就在人们开展大规模救援的同时，更让人忧虑的二次灾害——日本福岛核事故接踵而来。一时间，世界各地尤其是日本邻近地区许多不了解真相的大众普遍陷入心理恐慌之中。

在美国西海岸地区以及部分亚洲国家出现抢购碘片现象，在我国东部地区出现了碘盐脱销现象，在香港某大型超市日本进口奶粉3个小时内被一抢而空……

那么到底什么是核辐射？历史上有过这样的核事故吗？此次福岛核电站核泄漏事故真的那么可怕吗？

请跟我们一起去看个究竟……

1 历史上曾发生过哪些严重的核事故？



回顾核能应用以来的历史，实际上，不只一次发生过核事故，有的影响轻微，有的后果严重。我们根据国际原子能机构（IAEA）的国际核安全和辐射事件等级（INES）分类列出史上最为严重的十大核事故，不幸的是，刚刚发

生的日本福岛核电站核事故也位列其中。

（1）1986年苏联切尔诺贝利核灾难（INES 7）

迄今为止，切尔诺贝利核电站反应堆熔毁事故仍旧是历史上唯一一场INES等级达到7级的核事故。

这场核灾难发生在1986年4月26日，当时4号反应堆的技术人员正进行汽能发电机试验，即在停机过程中靠汽能机满足核电站的用电需求。由于人为失误导致一系列意想不到的突然功率波动，安全壳发生破裂并引发大火，放射性裂变产物和辐射尘释放到大气中。当时的辐射云覆盖欧洲东部、西部和北部大部分地区，有超过33.5万人被迫撤离。此次核事故的直接死亡人数为31人，另有数千人因受到辐射患上各种慢性病。



1986年苏联切尔诺贝利核灾难

（2）1957年苏联克什特姆核灾难（INES 6）

此次核事故发生在冷战时，苏联与美国开展军备竞赛期间。1957年9月，位于奥焦尔斯克（1994年之前被称之为“车里雅宾斯克-40”）的玛雅科核燃料处理厂中一个装有80t固态核废料的容器周围的冷却系统发生故障，最终导致容器爆炸，160t的混凝土盖子被炸上天，并产生规模庞大的放射性尘云。当时，共有近1万人撤离受影响地区，大约27万人暴露在危险的高辐射水平环境下。至少有200人死于由核辐射导致的癌症，大约30座城市从此在苏联的地图上消失。



1957年苏联克什特姆核灾难

（3）1979年美国三里岛核事故（INES 5）

1979年3月28日，三里岛核电站(位于宾夕法尼亚州哈里斯堡附近)TMI-2反应堆的冷却水泵发生故障，一个卸压阀门无法关闭。控制室工作人员随即听到警报并看到警告灯亮起。不幸的是，传感器本身的设计缺陷导致核电站操作人员忽视或者误解了这些信号，就这样，反应堆芯因温度过高最终熔化。在形势得到控制时，反应堆芯已经熔化一半，反应堆安全壳底部的近20t熔铀慢慢凝固。安全壳内部的蒸汽和气体排放，导致大量放射性物质释放到大气和周围环境。

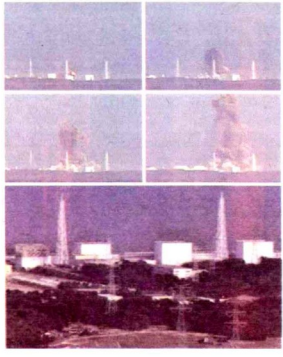
此次事故并没有导致任何核电站工作人员或者附近居民死伤，但仍旧被视为美国商业核电站运营史上最为严重的核事故。



1979年美国三里岛核事故

（4）2011年日本福岛第一核电站事故（INES 5）

此次核事故是十大事故中唯一的正在进行时。日本福岛第一核电站是世界上规模最大的核电站之一，共建有6座核反应堆，负责为东京和日本电网供电。2011年3月11日，日本发生里氏9.0级地震，地震引起的断电导致反应堆冷却剂泵停止工作，存放在地势较低地区的备用柴油发电机也在地震引发的海啸中严重受损。



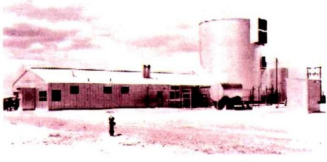
2011年日本福岛第一核电站事故

由于1号反应堆所在建筑内的发电机无法启动，反应堆芯温度不断升高，安全壳建筑内的氢气不断积聚，达到危险水平。发电机产生的火花可能导致氢气爆炸，安全壳的屋顶被掀翻。3月14日，3号反应堆所在建筑内的氢气发生强度更大的爆炸。3月15日，2号反应堆所在建筑也发生爆炸。由于

贮水池内的水蒸发殆尽，4号反应堆所在建筑内存储的燃料也发生起火燃烧。

（5）1961年美国国家反应堆试验站事故（INES 4）

1961年1月3日发生在美国的核事故是最为早期的大型核电站事故之一。这座反应堆位于爱达荷州瀑布市西部的国家反应堆试验站，采用单一大型中央控制棒，现在已经废弃。当时，工作人员在对反应堆进行维护，需要将控制棒拔出大约10cm，但这项操作最终出现可怕故障。控制棒被拔出了65cm，导致核反应堆进入临界状态，随后发生爆炸并释放出放射性物质，共造成3名工人死亡。当时释放到环境中的核裂变产物达到1 100 Ci（居里）左右。





1961年美国国家反应堆试验站事故

（6）1977年捷克斯洛伐克Bohunice核电站事故（INES 4）

1977年，捷克斯洛伐克（现在的斯洛伐克）的Bohunice核电站发生事故。当时，工人们居然忘记从新燃料棒上移除硅胶包装，导致堆芯冷却系统发生故障，几乎酿成一场大规模环境灾难，这次事故导致2名工人死亡。目前，消除核污染的工作仍在继续，要到2033年才能彻底结束。

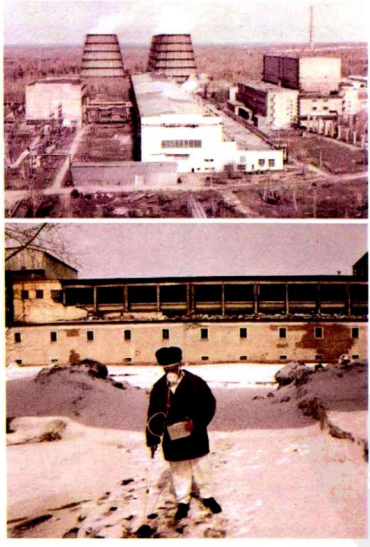


1977年捷克斯洛伐克Bohunice核电站事故

（7）1993年苏联托姆斯克-7核燃料回收设施事故（INES 4）

托姆斯克-7核燃料回收设施是谢韦尔斯克市的“企

业”之一。1993年4月6日，工人们用具有高度挥发性的硝酸清理托姆斯克-7钚处理厂的一个地下容器，硝酸与容器内含有痕量钚的残余液体发生反应，随后发生的爆炸掀翻了容器上方的钢筋混凝土盖，并在顶部轰出很多大洞。与此同时，工厂电力系统又因短路发生火灾。爆炸将大量的放射性物质释放到周围环境。



1993年苏联托姆斯克-7核燃料回收设施事故

（8）1999年日本东海村铀处理设施事故（INES 4）

1999年9月30日，工人在精炼铀燃料过程中，为了按时完成任务，省略了精炼过程的几个步骤。他们在10L的桶中混合氧化铀粉和硝酸，而不是专用的沉淀池，所倾倒的铀和硝酸比值是规定数量的7倍。在达到临界点之后，铀与硝酸混合物发生链式反应，共持续了20h。共有2名工人死于辐射照射，另有数十人受到超出正常水平的照射。



1999年日本东海村铀处理设施事故

（9）2002年美国戴维斯-贝斯反应堆事故（INES 3）

戴维斯-贝斯核电站坐落于美国俄亥俄州橡树港北部。2002年3月，工人们维修容器期间，在碳钢结构反应堆容器

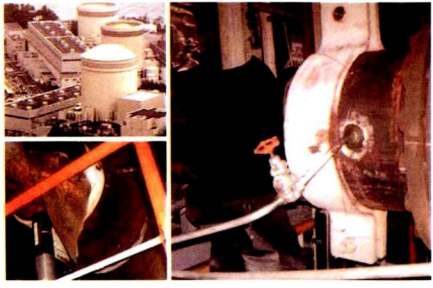


2002年美国戴维斯–贝斯反应堆事故

上发现一个约15.24cm深的腐蚀洞。遭腐蚀后的容器厚度只有约9.52mm，不足以防止灾难性的爆炸和随之而来的冷却剂泄漏。如果附近的控制棒在爆炸中受损，关闭反应堆和避免堆芯熔毁将面临相当难度。当时出现的严重腐蚀导致核电站关闭了2年左右。

（10）2004年日本美浜核电站事故（INES 1）

美浜核电站坐落于东京西部大约320km的福井县。2004年8月9日，涡轮所在建筑内连接3号反应堆的水管在工人们准备进行例行安全检查时突然爆裂。虽然并未导致核泄漏，但蒸汽爆发还是导致5名工人死亡，数十人受伤。



2004年日本美浜核电站事故

2 日本福岛核电站核泄漏事故是怎样发生的?



此次日本发生的大地震引起的断电是引发事故的主要诱因。断电导致反应堆冷却剂泵停止工作，而备用柴油发电机也在地震引发的海啸中严重受损，无法有效冷却反应堆，使得堆芯温度不断升高，这样的热量积聚会产生两个危险的后果：



第一是这些热量会蒸发原本处于液态的冷却水，形成水蒸气。液态水的水位下降无法浸没燃料棒，而水蒸气的散热能力不如液态水，这样就会导致核反应的热量积聚在燃料棒内部，使得燃料棒温度不断升高，直至熔化，变形。这就是所谓“堆芯熔毁”。即使最后核反应停止，温度恢复正常，核反应堆也永远不能再使用。

第二是包裹核燃料的锆金属和水蒸气在达到一定的温度（约800℃）后，会产生锆水反应释放出氢气。如果这些氢气和水蒸气的压力过高发生爆炸的话，其威力就有可能将包裹反应堆的压力容器乃至安全壳以及整个核电站厂房炸飞，将核燃料炸得漫天飘散！这将是又一个切尔诺贝利事故，是不惜一切代价要避免的情况。

最后，日本方面向反应堆注入了海水，为了避免产生的大量水蒸气和氢气在反应堆内部爆炸，即使明知其已经带有少量放射性和爆炸的可能，也不得不将其放出！而放出的氢气在安全壳外的厂房内和空气混合就发生了爆炸。

3 目前，日本福岛核电站核泄漏事故造成了什么影响？



由于此次事故泄漏的大部分是水和水蒸气，里面只有少量放射性的铯和碘同位素，衰变的快中子，空气混合水反应生成的氮、氩放射性同位素等，只是引起事发区域有限范围内出现短时放射性物质浓度升高，造成30万居民撤离，但尚未对环境和人体造成大的危害。

4 日本在福岛核泄漏事故中采取了哪些防护措施？



日本在福岛核泄漏事故中采取了以下防护措施：①马上疏散核电站附近居民。距离福岛第一核电站20km半径范围内的居民、距离福岛第二核电站10km半径范围内的居民合共约30万人马上撤离，以免遭受辐射的危险。②马上组织向可能受影响的居民派发药物。根据目前日本政府发布的最新消息，政府将会向受影响地区的居民派发碘片服用，防止身体吸入放射性同位素碘-131。③用海水灌注反应堆。东京电力公司通过高压水车和直升机等方式把海水注入反应堆，避免因冷却水位下降再次引起氢气爆炸。④紧急恢复电力供应。东京电力公司紧急安装线路，争取尽早恢复向各机组的供电，重启反应堆冷却系统。

5 切尔诺贝利核灾难是怎样发生的?



切尔诺贝利核电站共有4个功率均为100万kW的核反应堆，但该核电站的反应堆是20世纪70年代的水冷式石墨慢化反应堆，铀燃料棒放在石墨中，由石墨有效地控制反应的速度。但是石墨反应堆不够安全，其冷却系统一旦发生故障，堆芯石墨棒的温度就会猛增，直至超过熔点而导致熔毁事故。

1986年4月25日，切尔诺贝利核电站第4号反应堆的工作人员在检修期间，违反操作规程连续切断反应堆的电源，使主要冷却系统停止工作。于是堆芯温度迅速升高，造成氢气过浓，以致4月26日凌晨发生猛烈爆炸，爆炸引起机房起火。切尔诺贝利4号反应炉总共有180～190t的二氧化铀以及核反应产生的核废料，其中大部分随着此次爆炸不断外溢到外界环境中。

6 切尔诺贝利核灾难造成了什么危害?



切尔诺贝利核事故发生后，大量放射尘埃污染到北欧、东欧、西欧部分国家。瑞典国家放射学研究所发言人说，这次事故后飘落到瑞典东部沿海地区的放射物质的含量已超过正常标准的100倍。瑞典北部的福尔斯马克核电站

周围10km范围内发现放射性尘埃增多，600名工人被迫撤离核电站，近千名居民排着长队等候接受放射性尘埃沾染的检查。受污染最严重的波兰，专门成立了由政府副总理牵头的委员会，并采取措施防止核电站溢出的放射尘埃危害人体的健康，指示人们不要食用喂养青饲料的奶牛所产的牛奶，向有关地区18岁以下居民发放碘片。南斯拉夫政府要求居民不要利用雨水，不要饮用放牧于野外的牛、羊的奶，不要生吃新鲜蔬菜。

受此次事故的影响3个月内有31人死亡，之后15年内有6万～8万人死亡，13.4万人遭受各种程度的辐射疾病折磨，方圆30km地区的28万多民众被迫疏散。

7 苏联在切尔诺贝利核灾难中采取了哪些防护措施？



为了阻隔和减少切尔诺贝利核事故向外的辐射，苏联采取了建筑掩体堆埋事故反应堆的做法。当时由直升机向燃烧冒烟的核反应堆撒了大量沙子和水泥，为的是掩盖闷燃的反应堆。另外，庞大的起重机在遥控之下，在反应堆上面又放置了重达数百吨的钢板，这样，切尔诺贝利核电站第4号反应堆几乎变成了一座钢筋混凝土小山，也就是我们现在常说的“石棺”。



切尔诺贝利核电站“石棺”

8 福岛核事故会成为第二个切尔诺贝利核灾难吗?



切尔诺贝利事故之所以严重，是因为其反应堆的结构还是第一代的，用的是石墨来防护，最大的缺陷是没有包壳容器，因此一旦爆炸，核物质会不受限制地泄漏。与切尔诺贝利核事故显著不同的是，福岛第一核电站的核反应堆的类型已经是第二代，外层都堆有15cm厚的不锈钢护罩保护，可以耐很高的压力，即使发生爆炸，反应堆里面的燃料应该也不受影响，发生大量泄漏的可能性很小。从目前爆炸发生后的视频画面来看，几个机组的混凝土保护体顶部和墙体虽有消失，但反应堆不锈钢护罩没有受到破坏。

9 美国三里岛核事故是怎样发生的?



1979年3月28日凌晨4时许，三里岛核电站第2组反应堆二次回路冷却水泵出现故障，由于2天前维修时的一个出水阀门没有打开，反应堆的冷却水不断流出，但一时间没人察觉，而系统自动添加高压注入冷却水不久，却被控制人员错误地关闭阀门给挡了回去。这一系列失误造成的结果就是反应堆堆芯冷却水逐渐丧失，部分燃料棒锆包壳和铀燃料熔化，锆金属与水发生化学反应产生出氢气并发生爆炸，大量放射性物质，特别是氙、氪之类的气体与碘一道从反应堆释放出来，并有少量放射性物质随部分冷却水的

泄漏而释放。

10 美国三里岛核事故造成了什么危害?



因为核事故产生的重大破坏力量主要在反应堆内，压水堆安全壳滞留了大部分放射性物质，因此对于外界的辐射非常小。以在事故中泄漏的放射性碘的影响为例，它比之前的预想小得多，只有核管理委员会假定的三千分之一，居民所受辐射剂量很小，甚至可以忽略不计。

然而，事故虽没有造成人员的伤亡和严重损害，对周围公众也没有造成严重的辐射影响，但是，事故的社会影响十分严重。由于信息混乱和没有应急准备，使核电站周围约有13万居民自发进行了不必要的撤离。

11 美国在三里岛核事故中采取了哪些防护措施?



因为受三里岛核电站事件的影响，美国长期关闭了2号机组，同时1号机组的生产运行也停止了6年。



认识核能与核电

12 核能是从哪里来的?

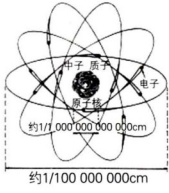


1932年，人类发现了中子，接着于1939年发现了中子引起核裂变并放出巨大的能量，1942年美国建造了第一座热中子核反应堆。自此，开创了一个核动力的时代，人类又多了一个新的“火种”——核能。

仅仅经过半个世纪的发展，核能技术已非常成熟，核能生产的成本和价格已经可以与常规能源媲美，在世界能源消费结构中举足轻重。在当今化石能源出现短缺危机和环境问题咄咄逼人的形势下，加快发展核能已成为解决能源问题的最佳选择之一。

然而核能是从哪里来的？还是让我们从质量亏损奇观说起。

物质的分子是由原子组成的，原子是由带正电荷的原子核和带负电荷的电子组成的，而原子核又是由质子和中子（统称核子）组成的。



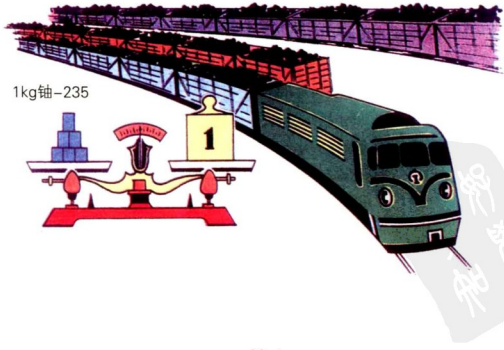
原子结构示意图

当原子结合或分离时，产生了电子位置和运动的变化，从而释放的能量称为化学能。例如，燃料中的碳原子和空气中的氧原子结合，会放出一定的化学能。化学能不会“惊动”原子核。如果能设法使原子核结合或分裂，也能释放出能量。这种由于原子核变化而释放出来的能量，俗称原子能，确切些称之为原子核能，简称核能。原子核中的质子都是带正电荷的，当它们挤在一个直径极小（约1×10^{-13}cm）的空间内，其排斥力非常巨大！然而，质子不仅没有飞散，相反还和不带电荷的中子紧密地结合在一起，这说明在核子之间还存在一种比电磁力（例如原子核与电子之间的力）要强得多的束缚力，这种力被称为核力。科学家发现，原子核在分裂或结合前后的核子质量相差甚远。例如，铀-235裂变的碎片（核子数较少的原子核及中子等）总质量比未裂变前少了一点，约少了千分之一，说明裂变之后发生了质量亏损。又如，氦核是由4个核子（2个质子和2个中子）组成的，总质量为4.002 663原子质量单位，但是，若将4个核子的质量相加，则应是4.032 980原子质量单位，这说明核子结合后也发生了质量亏损。

链接：质量亏损

质量亏损现象正是核子间存在的核力引起的。换句话说，亏损了的质量转变为核力。当原子核裂变或聚变

时，它又以能量的形式释放出来，这种能量就是我们要寻求和加以利用的核能。那么，这种核能究竟有多大？根据爱因斯坦质能转换公式$E=mc^2$（E为能量，m为质量，c为光速常数）可知，在核裂变或聚变中，那“亏损”的质量虽然只有一点点，但乘上c^2这个绝对值，所得能量也大得惊人！1kg铀-235裂变释放的核能相当于2 700t标准煤燃烧产生的化学能。相同质量的铀和煤所产生的能量相差270万倍。如果是核聚变反应，放出的能量还要大得多。

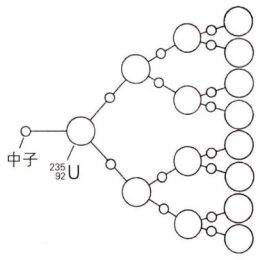


13 核裂变与核聚变是怎样产生的?



核子结合成原子核时所放出的能量被称为原子核的总结合能。由于各种原子核结合的紧密程度不同以及原子核中核子数不同，总结合能也不同，因此，产生了两种利用核能的不同途径——核裂变和核聚变。

核裂变是将平均总结合能较小的重核（指核子数多的原子核），分裂成两个或多个平均总结合能较大的中等质量的原子核，同时释放出核能。重核裂变有自发裂变和感生裂变两种形式，自发裂变是重核本身不稳定造成的，半衰期很长，无法利用其能量；感生裂变是重核受到其他粒子，特别是中子的轰击，裂变成为两个质量不同的较轻的核，同时释放出能量和中子，这种能量才是人们可加利用的核能。感生裂变是链式反应，像链条的链环一样，一环接着一环地“繁衍”下去。感生裂变链式反应分为不可控制和人为控制两种状况，只有人为控制的链式反应才是和平利用核能的需要。核裂变只能在重核（200原子单位



无控制链式反应

以上）的范围内发生，而且铀-235是自然界中存在的易于发生核裂变的唯一核素。铀-235典型的裂变反应如下式所示：

$$^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \longrightarrow {}^{137}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{97}_{36}\mathrm{Kr} + 2\,{}^{1}_{0}\mathrm{n} + E$$

（铀）（中子）（钡）（氪）（中子）（能量）

这仅仅是铀裂变反应的一种，而实际上铀的裂变碎片可能有七八十种，都是带放射性的，连同它们的子代共200多种碎片，统称为裂变产物。

链接：链式反应

重原子核（如铀核）在受到其他粒子（如中子）轰击时会裂变成两个质量不同的较轻的原子核，同时释放出能量和中子，这种现象称为感生裂变。每个铀核在感生裂变时会产生2~3个中子，这些中子又会轰击其他铀核，使其裂变并产生更多的中子。这样一代一代发展下去，就会形成一连串的裂变反应，这种连续不断的核裂变过程就称为链式反应。因此，控制中子数量就能够控制链式反应的强弱。如果用善于吸收中子的材料制成控制棒，并通过控制棒的位置移动控制维持链式反应的中子数量，就可以实现可控核裂变。显然，如果中子数量太少，链式反应就会中断，无法持续利用原子能；如果不控制中子数量，链式反应就太剧烈，并可能会导致核事故。

核聚变，是将平均总结合能较小的轻核（如氘和氚）聚合成一个平均总结合能较大的原子核，同时释放出巨大的能量。由于原子核间有很强的静电排斥力，只有在几千万摄氏度的超高温下，轻核才有足够的功能去克服静电斥力而发生聚变，因此超高温是发生核聚变所必需的外部条件，所以称为热核反应。原子核的静电斥力同其所带的电荷成正比，因此原子序数越小、质子数越少的轻核聚变所需的动能（温度）就越低。所以只有一些较轻的原子核（如氢、氘、氚、氦、锂等），才容易发生核聚变。也就是说，核聚变只在轻核范围内（几个至十几个原子质量单位的原子核）发生。最常见的核聚变反应是氘（${}_{1}^{2}\mathrm{H}$）、氚（${}_{1}^{3}\mathrm{H}$）反应生成氦（${}_{2}^{4}\mathrm{He}$）和中子（${}_{0}^{1}\mathrm{n}$），同时释放出核能（E）的过程，用反应式表示如下：

$$ {}_{1}^{2}\mathrm{H} + {}_{1}^{3}\mathrm{H} \longrightarrow {}_{2}^{4}\mathrm{He} + {}_{0}^{1}\mathrm{n} + E $$

核聚变要求在很高的温度条件下进行，目前只有在氢弹爆炸和由加速器产生的高能粒子碰撞中才能实现。前者为不可控的核反应，后者难以持续利用，故实现可控的、能够持续的核聚变反应，为人类提供核聚变能源，仍须另寻找办法。

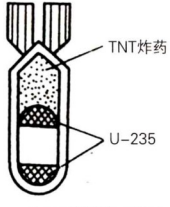
14 核弹（原子弹、氢弹）的原理是什么？



利用核能生产电力，俗称核电。一提起核电和核电厂，

许多人马上联想到原子弹、氢弹（统称核弹）。其实核电与核弹根本不是一回事，核电厂绝对不可能发生像原子弹那样的核爆炸事故。这不是因为安全措施可以防止，而是科学原理上根本不可能。担心核爆炸事故完全没有必要。

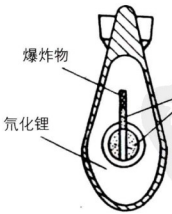
铀-235的裂变容易在一定条件下链式地、自动地进行，这“一定的条件”有两个：一是提高铀堆（即由铀-235组成的堆块）的纯度，减少杂质的含量。因为杂质，包括铀-238会截获吸收反应中的大部分中子，使链式反应中断。二是铀堆的体积要足够大，才能防止中子飞出堆外，否则链式反应也会中断。铀核的每次裂变产生的中子都是快中子，是很容易飞出堆外的。这个“足够大”的体积，至少达到所谓“临界体积”，即恰好能使链式反应自动持续进行的体积。对于高浓缩铀-235（93%以上含量）来说，临界体积直径约4.8cm，对应的质量叫临界质量，约1kg。在这两个条件下，链式反应是如何进行的呢？正如前面说过，每个铀核裂变后又产生2~3个新的中子，每个新的中子都能够



原子弹结构示意图

使别的铀核发生裂变，这种链式反应就进行得很快，而且是自动进行和不受控制的。整个铀堆在远不足 1s（10^{-7}s）内裂变完毕，能量一齐释放，即发生核爆炸。这就是原子弹的原理。在制作上，将 1kg 以上的高浓缩铀 -235 做成两块，每块小于临界体积。使用时，首先让普通 TNT 炸药爆炸，产生压力推动“原子炸药”（铀块）合拢，合成总体积超过临界体积铀块，于是原子弹爆炸。1kg 铀 -235 制成的原子弹，威力相当于约 2 万 t TNT 炸药，称为 2 万 t 级核弹（即以 TNT 炸药为当量，将核弹分级）。1945 年 8 月 6 日美国在日本广岛投下的第一颗原子弹，就是 2 万 t 级的。

另一种核弹是氢弹，简单地说，氢弹是采用原子弹引爆的。氢弹采用的“核炸药”在原理上也是氘和氚，但实际放在炸弹里的是氘化锂。锂元素在炸弹爆炸过程中产生氚。在原子弹爆炸产生的超高温之下，聚变材料氘和氚瞬时发生核聚变，一齐释放出能量，因而威力巨大。氢弹的结构如右图所示。氢弹不似原子弹那样受到“临界体积”的限制，因而可以做得很大。其威力级别依所装核材料多少而不同，最大的可以达1 000万t TNT当量以上。



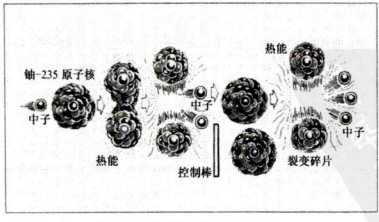
氢弹结构示意图

可控核聚变利用核能同样需要极高温度条件，但核燃料是通过等离子体持续发生微量核聚变，逐步释放能量并及时传送出去的，它与氢弹的原理也不同，当然也不会发生核爆炸。

15 核反应堆是什么?



核反应堆是实现大规模可控核裂变链式反应的装置，简称反应堆，它是人类获得核能的关键设备。反应堆怎样实现可控的核裂变链式反应呢？原来，每个铀-235原子核裂变时会产生2～3个新的中子，但应该只让1个中子去参加下一代的裂变，并且每一代都这样控制，方能使裂变过程保持一个恒定数目的中子，这样链式反应既能够自动进行，连续产生中子和能量，又不会过分激烈。多余的中子除了被堆芯中的杂质吸收外，还必须采用专门吸收中子的材料来实现这种控制，把多余的中子吸收掉。



受控链式裂变反应示意图

核反应堆的类型包括压水堆、沸水堆、气冷反应堆等。

压水堆采用普通的水（轻水）作为冷却剂兼作慢化剂，并把整个堆芯置于一个压力容器（压力壳）内，水在其中的间隙流过。这时压强约150atm（atm为标准大气压），水温达300℃而不沸腾，压水堆由此而得名。

压水堆的最大特点是分设两个回路，即核岛的主回路（又称一回路）和常规岛的二回路。两个回路的水不直接接触，而在蒸汽发生器内进行热交换，将一回路的热量传导给二回路并产生蒸汽，蒸汽被引出去推动汽轮机发电。这样，即使堆芯元件出现损坏和泄漏，放射性物质也只在一回路中循环，不会扩散到二回路中去。相比之下，沸水堆就有明显的缺点。沸水堆同样是采用轻水作为冷却剂和慢化剂，但没有一、二回路之分，水会在堆中沸腾而产生水蒸气，直接将蒸汽引出去推动汽轮机发电。这样，在发生核泄漏时容易将核岛的放射性物质传播开来。

16 核电站反应堆有哪些类型?



核电站反应堆是一类提供动力的“动力堆”。按其使用的核燃料、冷却剂、慢化剂类型以及中子能量的大小，可分为几种类型。

轻水堆。采用普通水（轻水）作为冷却剂兼慢化剂。

轻水堆又分为沸水堆和压水堆。轻水堆在当前世界的核电站中使用最多，占85%左右。

重水堆。采用重水（H_2O）作为冷却剂兼慢化剂。由于重水对中子的慢化性能好，吸收中子的几率小，因而重水堆可以采用天然铀作为燃料，无须浓缩。重水堆在核电站中占10%左右。

气冷堆。采用气体如二氧化碳（CO_2）、氦（He）作为冷却剂，石墨作慢化剂。当前多以氦为冷却剂，可获得800℃的高温热源。气冷堆在核电站中占2%～3%。

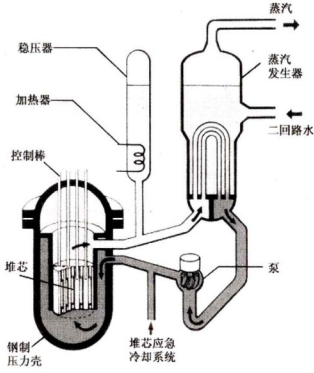
快中子增殖堆，简称快堆。这种反应堆不需慢化剂，直接应用能量较大的快中子，采用天然铀为燃料。天然铀中绝大部分是铀-238，它在反应堆的反应中吸收快中子成为钚-239，钚-239也是核燃料，能在快中子作用下产生链式反应。

快堆的传热问题特别突出，通常得采用液态金属钠（Na）作为冷却剂。目前快堆核电站在各种堆型中所占比例很小，不到1%。

17 核电站的工作原理是什么?



火电厂是通过锅炉燃烧煤炭等化石燃料产生蒸汽，引出蒸汽去推动汽轮机，带动发电机发电，这是大家所熟悉的。核电厂同样是生产蒸汽去推动汽轮机带动发电机发电



压力壳及一回路系统

的。也就是说，在发电设备方面，核电厂和常规火电厂是完全一样的。所以，核电厂的汽轮机和发电机等发电设备厂房坐落的位置被称为常规岛。但是核电厂生产蒸汽的热源不是锅炉，而是核反应堆。因此，核反应堆被称作原子锅炉，它所在的位置被称作核岛。

核电站是利用一座或几座核反应堆所产生的热能来发电或发电兼供热的核动力设施。反应堆是核电站的关键设备，相当于热电厂的燃烧炉，但用的燃料是铀。用铀制成的核燃料在反应堆内“燃烧”，即发生核裂变反应，产生大量热能和水蒸气，蒸汽推动汽轮机带动发电机旋转，电就源源不断地产生出来，并通过电网送到四面八方。目前

世界上核电站常用的反应堆有压水堆、沸水堆、重水堆、气冷堆和快堆等。

核电厂的反应堆属于一种“动力堆”，它的基本构件是堆芯、控制棒、冷却剂、慢化剂和反射层。

堆芯。堆芯由核燃料组件和控制棒组成。核燃料组件是将化学性质不活泼的二氧化铀（UO_2）制成小圆柱形的燃料芯块，装入锆合金管并加封焊，成为一根根细长的燃料元件棒，再将元件棒排成行列，用定位格固定。90万kW发电机组的“压水堆”，堆芯一般装载157个燃料组件，共约80t的UO_2。第一次装料分3种浓度，即含铀-235：1.8%～2.1%、2.4%～2.6%、2.9%～3.2%各占1/3料量。每年更换燃料约1/3，换入铀-235浓度3.1%～3.4%元件。为使反应堆达到自持链式裂变反应（称临界反应，即保证在反应过程中有一定的中子数量起反应作用），必须有一个最少核燃料装载量，叫做临界装载量。临界反应时，堆芯的反应性定为1。为了保证反应堆的使用寿期，上面所述的装载量实际是大于临界装载量的，这使堆芯开始运行时处于超临界状态，反应性大于1。大于1的部分称为过剩反应性，一般为15%～20%。处于这种状态运行时，中子数量过多，反应会过于剧烈。为使反应堆正常工作，就必须加入强的中子吸收剂，以吃掉这部分过剩反应性，并随着燃料的消耗，将这部分反应性逐步释放出来，保证反应堆不断处于临界状态。控制棒正是起着这种作用的装置。

控制棒。又称安全棒，是用能够吸收中子的材料如镉、硼等制成的，用来控制反应堆中的中子数量。它有两个方面作用：一是吸收自持链式反应中多余的中子；二是吸收超临界装载量产生的过多的中子，即“吃掉”过剩反应性。这样，控制棒就能够控制堆芯链式反应的速度，使反应维持在一个预定的水平（例如临界状态）上，实现开堆、停堆和调节反应堆功率的大小。

冷却剂。又称载热剂。为了将堆芯链式反应的热量传导出来，反应堆必须有冷却剂。常用的冷却剂有水、重水、二氧化碳、氦气和液态金属钠等。

慢化剂。尽管堆芯中核燃料铀-235是经过浓缩的，但也只占堆芯材料3%左右，其余的都是只会吸收中子，不会产生裂变的铀-238同位素，相比之下，铀-235很难与之竞争中子。这样，链式反应就难以进行。所以，必须针对铀-235的特性，施以获取中子的“优惠”条件。铀-235有更容易俘获慢中子的特性，故可在反应堆中放入能使裂变产生的中子（快中子）减速的材料，便于铀-235优先俘获慢中子，保证链式反应的进行，这种材料就叫慢化剂。一般用作慢化剂的有水、重水、石墨等。

反射层。即中子反射层，设在核燃料元件活性区四周，它能把从活性区内逃出的中子反射回去，从而减少中子的泄漏量，目的也是为保证链式反应的稳定进行，作为反射层材料有水、重水、石墨、铍等。

从核电厂的反应堆结构可以看到，由于冷却剂、慢化剂材料不同，可以设计成不同类型的核反应堆。目前世界上核电厂的反应堆，比较成熟的有3个类型，即轻水堆（又分压水堆和沸水堆）、石墨气冷堆和重水堆，其中以压水堆应用最为广泛。

18 核电有哪些优越性?



核能最重要的应用是发电，以电力的形式提供能源。核能发电的过程是清洁生产的过程，对环境和生态不构成什么危害。相比化石能源，其对环境和生态的影响也轻微得多。

化石能源以化学能的形式提供能量，燃料中的碳素在燃烧之后，最终生成二氧化碳（CO_2）排到环境中，它是最主要的温室气体，是当前出现的全球气候变暖的罪魁。除了CO_2，由于化石燃料特别是煤和石油，含有硫元素等杂质，在燃烧时生成二氧化硫（SO_2）等有害化合物和烟尘，污染环境、危害生态相当突出。像大亚湾核电站装机容量200万kW的煤发电厂，每年要消耗煤炭600万t左右，要排出CO_2约1300万t，SO_2约10万t，还有烟尘、氧化氮（NO_x）、一氧化碳（CO）、苯并芘等有害物，还要积存灰渣100万t以上，其中有毒重金属近1000t。化石燃料产生的这么多环境污染物，对于核电厂来说都不存在。同样功率的发电

厂，核燃料制件的重量是煤电厂燃料的数万分之一。核电厂多数坐落于青山绿水的滨海地带，安静地输送出清洁的电力，有煤电厂无与伦比的清洁环境，简直可以作为旅游观光的景点。



日本美浜核电站离京都约50km，人们在核电站附近的海滩游泳

还有什么要比较的吗？那就是人们最为关心的放射性污染问题。核电厂的确要产生带放射性的废物。一座装机容量200万kW的核电厂，每年要产生近60t的高放（即高放射性）废物乏燃料，600t左右的中放废物和约1 000t的低放废物。这就是核电厂的主要有害废物。但是这些废物不是像普通工厂那样随便堆弃和排放的，它有严格的处理程序和管理制度。首先是高放废物乏燃料的集中回收利用，使高放废物减少到1/3，然后深藏于废物库，永久保存。对于中、低放废物，包括生产工艺中的蒸发残留浓缩液渣、

过滤泥浆、废过滤芯、离子交换树脂、报废的设备工具及劳保用品等，有的可进行压缩和焚烧减容；而泥浆、残渣、废树脂等物，则用水泥、沥青或塑料掺和，封存于金属或水泥桶内固化，一起存放于永久废物库。对于含放射性液体，包括厂房废水和洗涤水，都要收集起来，分类处理，例如进行贮存衰变、蒸发浓缩、离子交换、电渗析、反渗透等方式处理至合格，加以循环使用和部分排海。核电厂的废气主要来自一些工艺过程和厂房的通风排气，排放之前要经过多道去除放射性的过滤，将绝大部分含放射性粉尘滤去，然后进入烟囱排放。还有一类带放射性的气体物质（碘-131等），则专门设置吸附器加以净化。对于工艺过程一些含有较强的放射性气体，则将其压缩进入衰变箱存放一段时间，减小其放射强度，再经过滤才排放。核电厂的烟囱始终没有烟，实际是一根通风排气筒。

由于核电厂对“三废”处理和处置非常严格，因而排放到环境的放射性物质非常低微，甚至比煤电厂还要少得多。煤炭中也含有多少不等的放射性矿物如铀、钍、镭、钾等元素，并不为人们所觉察和重视。据测算，在大多数情况下，相同规模的煤电厂释放到环境的放射性物质，比核电厂还多几倍到几十倍，甚至上百倍。



中、低放射性废物库

在正常的情况下，核电厂附近的居民每年受到核电厂释放的放射性物质的辐射剂量，只是相同规模火力发电厂的1/3，相当于每年看电视的辐射剂量的1/2，远低于国际放射防护委员会规定的标准。核电厂对于公众健康的影响是煤电厂的1/100～1/10。核电厂和煤电厂对环境影响可参照下表。

电功率100万kW的核电厂与煤电厂对环境影响的比较

发电厂类别	居民受到的辐照剂量（mSv/年）	二氧化硫（SO_2）排放量（t/年）	氧化氮（NO_X）排放量（t/年）	烟灰和特殊物质（t/年）
烧煤发电厂	0.048	46 000~127 500	26 250~30 000	3 500
压水堆核电站	0.018	0	0	0

19 核爆炸与化学爆炸是一回事吗?



（1）核爆炸

是核武器或核装置在几微秒的瞬间释放出大量能量的过程。为了便于和普通炸药比较，核武器的爆炸威力，即爆炸释放的能量用释放相当能量的TNT炸药的质量表示，称为TNT当量。 核反应释放的能量能使反应区（又称活性区）介质温度升高到数千万开，压强增到几十亿标准大气压，成为高温高压等离子体。反应区产生的高温高压等离子体辐射X射线，同时向外迅猛膨胀并压缩弹体，使整个弹体也变成高温高压等离子体并向外迅猛膨胀，发出光辐射，接着形成冲击波（即激波）向远处传播。

核爆炸是通过冲击波、光辐射、早期核辐射、核电磁脉冲和放射性污染等效应对人体和物体起杀伤和破坏作用的。前四者都只在爆炸后几十秒内起作用，而放射性污染能持续几十天甚至更长时间。冲击波可以摧毁地面构筑物和伤害人畜。光辐射主要是可见光和红外线，能烧伤人的眼睛和皮肤，并使物体燃烧，引起火灾。核爆炸早期裂变产物发射出贯穿能力很强的中子流和γ射线，可以贯穿并破坏人体和建筑物。裂变产物、未烧掉的核燃料和被中子活化的元素，都会由气化状态冷凝为尘粒，沉降到地面，造成地面和空气的放射性沾染，所发出的γ和β射线称为

核爆炸的剩余辐射，也能对人体造成伤害。核爆炸发出的γ射线在空气分子上产生康普顿散射，散射出的非对称电子流在大气中激起向远方传播的电磁脉冲，可在大范围内对战略武器系统的控制和运行以及全球无线电通讯构成干扰和威胁。

核爆炸的杀伤和破坏程度同爆炸当量和爆炸高度有关。百万吨以上大当量的空中爆炸，起杀伤和破坏作用的主要是光辐射和冲击波，光辐射的杀伤和破坏范围尤其大，对于城市还会造成大面积的火灾。万吨以下的小当量空中爆炸，则以早期核辐射的杀伤范围为最大，冲击波次之，光辐射最小。空中爆炸一般只能摧毁较脆弱的目标，地面爆炸才能摧毁坚固的目标，如地下工事、导弹发射井等。触地爆炸形成弹坑，可破坏约2倍于弹坑范围内的地下工事，摧毁爆点附近的地面硬目标，但对脆弱目标的破坏范围则小得多。地面爆炸会造成下风方向大范围的放射性沾染，无防护的居民会受到严重危害。

（2）化学爆炸

因物质本身起化学反应，产生大量气体和高温而发生的爆炸。如炸药的爆炸，可燃气体、液体蒸汽和粉尘与空气（一定浓度的氧气）混合物的爆炸等。化学爆炸是消防工作中防止爆炸的重点。化学爆炸需要在爆炸极限内才会发生爆炸。

核爆炸的危害及杀伤力和化学爆炸不可同日而语。



20 核电站会发生核爆炸吗?

核电站绝对不会发生核爆炸。虽然核电站和原子弹的反应原理，都是利用核燃料在中子的轰击下产生链式裂变反应放出能量。但核电站与原子弹的设计有着本质的差别。核反应堆采用低浓度裂变物质做燃料（铀-235在铀堆中占3%左右就可以了，其余的是铀-238同位素），就算能把它们挤到一起，不可能达到高浓缩铀核爆炸的条件。即使链式反应失控，造成堆芯过热熔化等严重事故，也不会发生核爆炸。这就是核电站不会发生核爆炸的绝对性。并且，反应堆有各种安全控制手段。有人比喻说，正如酒

精和高度白酒都可以着火燃烧，而含酒精的啤酒无法烧起来，颇为恰当。核电厂就像一个有着很好刹车器的跑车，而原子弹是打出去就不回头的炮弹。

此次福岛核电站爆炸，很多人的第一反应就是“核爆炸”，实则不然。此次的1号、3号机组爆炸，都是由氢气和氧气结合发生的常规化学反应，而非人们想象中的如原子弹般的爆炸。上海交通大学机械与动力工程学院核科学专家曹学武教授介绍，核反应堆从里到外一般有三道安全屏障，即包壳、压力壳和安全壳。反应堆内的燃料棒由锆合金管包裹着，如同“笔芯”套在“笔杆”里，“笔杆”就是最里面一层的包壳；反应堆必须密封在压力容器中，即压力壳；此外，外面还要套上一个由钢筋混凝土浇筑而成的安全壳。目前发生的爆炸，破坏的只是安全壳外部的厂房设施，并非核反应堆本身。

21 广东省有多少个正在运行的核电站？它们有可能发生类似此次福岛核泄漏的事故吗？



广东省正在运行的核电站共有两个，分别是大亚湾核电站（有2个反应堆）和岭澳核电站（有4个反应堆）。

一般来说，广东省的核电站不会出现类似福岛核泄漏的事故。以广东大亚湾核电站为例，采用的是引进20世纪80年代的压水堆技术，既有内部钢密闭安全壳，也有外部

混凝土防爆安全壳。安全壳是坚固的混凝土外墙，安全壳里面衬有防辐射金属材料，是核反应堆的最后一道防线，也是最重要的安全保障措施。此次失事的日本福岛核电站是20世纪60年代设计、1971年建成的老式核电站，其安全理念和防护措施介于切尔诺贝利核电站和中国核电站的压水堆之间。由于缺乏外部厚实安全壳，只有内部钢安全壳，使其在极端情况下的安全防护措施仍存在一定问题。而且选址、备用电源等设计也欠缺妥善的考虑。

即使在最坏的情况下，压水堆核电站的反应堆机组核燃料棒融化，彻底损毁。密闭的反应堆安全壳也能把绝大部分的放射性物质都控制起来。对周围环境和人员也基本没有任何影响。

到目前为止这6个反应堆都处于正常的运行当中，没有出现任何异常或异常排放放射性物质。

了解核泄漏与核辐射

22 什么是核辐射?



核辐射存在于所有的物质之中，这是亿万年来存在的客观事实，是正常现象。核辐射是原子核从一种结构或一种能量状态转变为另一种结构或另一种能量状态过程中所释放出来的微观粒子流。核辐射可以使物质引起电离或激发，故称为电离辐射。电离辐射又分直接致电离辐射和间接致电离辐射。直接致电离辐射包括质子等带电粒子；间接致电离辐射包括光子、中子等不带电粒子。

23 不同剂量的核辐射对人体有什么影响?



在日常生活中，人们常受到各种辐射，不同辐射剂量对人体的影响会不同。

在放射医学和人体辐射防护中，人们用Sv作为国际单位，用来衡量辐射对生物组织的伤害。Sv是个非常大的单位，因此人们通常使用mSv、μSv。1mSv等于1 000μSv。对于日常工作中不常接触辐射的人来说，每年正常的天然辐射（包括宇宙射线、空气中的氡辐射和建筑材料的辐射）全球的平均值为2.4mSv（不包括医疗照射）。

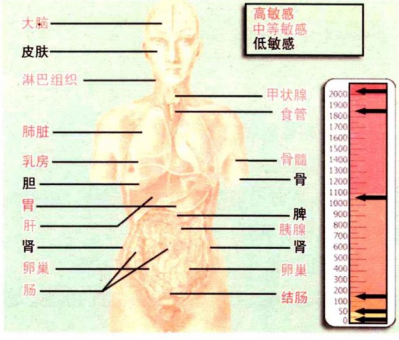
当短时辐射物质摄取量低于100mSv时，人体不会表现出临床症状。

100~500mSv时，没有疾病感觉，但在血样中白细胞数有减少。

1 000~2 000mSv时，会导致轻微的射线疾病症状，如疲劳、呕吐、食欲减退、暂时性脱发、红细胞减少等。

2 000~4 000mSv时，人的骨髓和骨密度遭到破坏，红细胞和白细胞数量极度减少，有内出血、呕吐等症状。

大于4 000mSv时，将会直接导致更大的伤害。



24 核辐射伤害人体的机理是什么？

人体有躯体细胞和生殖细胞两类细胞，它们对核辐射的敏感性和受损后的效应是不同的。核辐射对机体损伤的

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受损从而引起疾病。当辐射剂量低时，人体受损的细胞有很强的修复能力。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，导致有缺陷性的疾病。因此，人体一定要避免大剂量照射。

25 遭受核辐射后的症状有哪些?



人们在遭受核辐射后会出现如下症状。

（1）恶心和呕吐

恶心和呕吐是典型辐射病的最早症状。辐射剂量越大，这些症状出现越早。

（2）自发性出血

放射病可引起鼻腔、口腔、牙龈和肛门出血。极易引起内部出血，甚至吐血。

（3）出血性腹泻

辐射“瞄准”体内细胞迅速繁殖，刺激肠壁，严重时可引起带血腹泻。

（4）皮肤脱落

暴露于受到辐射的皮肤会形成水泡、变红，甚至形成

开放性溃疡，皮肤脱落。

（5）脱发

辐射会伤害毛囊。有时，这种脱发是永久性的。

（6）严重疲劳

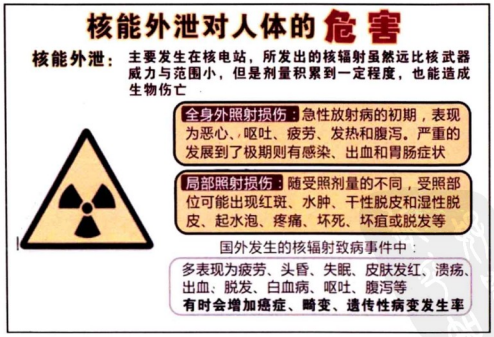
放射病会使人感到虚弱和不适，像严重流感；可致红细胞明显减少导致贫血。

（7）口腔溃疡

放射病会导致口腔溃疡。此外，溃疡还可能形成在食管、胃和肠等部位。

（8）易感染

抗感染放射性疾病的白细胞减少，人体受到细菌、病毒和真菌感染的风险提高。



26 怎么知道自己受到了放射性污染?

放射性物质无色无味，我们无法感觉到，但是可以通过仪器测量。当从污染区出来，怀疑可能受到放射性污染时，应去放射剂量检测站进行体表、体内放射性污染检测。在核电站事故中，当地政府派出的救援组织会有很多检测放射性污染的机构。



27 核辐射引发的病症能否治愈?

当确定受到核辐射时，你要做的第一件事是脱去受污染的衣物，以便防止进一步的辐射污染扩散，随后应当使用肥皂水轻柔地擦拭皮肤，进行清洗。在专业的核辐射监测下，根据受辐射的剂量大小确定进一步的去污、洗消还是治疗。如果需要进一步的治疗，国家有专门的医疗机构

针对性地根据实际情况拟定治疗方案，应该说受到辐射剂量不高的情况下，一般核辐射引发的病症可以治愈。

28 什么是核泄漏?



核电站发生核泄漏事故，是指核反应堆里的放射性物质外泄，造成环境污染并使公众受到辐射危害。核泄漏又称为核熔毁，核泄漏所发出的核能辐射虽远比核子武器威力与范围小，但随着辐射剂量累积的增加，对环境和公众的危害也会加重。

29 核泄漏的原因是什么?



核泄漏最主要的原因就是核子反应炉冷却系统故障，导致控制辐射的相关设备失常。虽说核泄漏不一定全部造成核子灾害，但是已经是已知核能应用上的最大环保隐忧。

30 受损的核电站通常有哪些放射性物质被泄漏?



根据世界卫生组织网站公布的资料，对一个受损的核电站来说，会释放两类放射性物质。

一类放射性物质是氮-16和氚等。一般核电站都会产生这些物质，它们在经过衰变达到允许标准后将由高空烟囱排到大气中。因为氮-16会快速衰变，时间仅数秒，最终变为氮这种稳定的不含放射性的气体；而氚这种氢同位素无法在空气中远距离传播，也无法穿透人体，只有大量吸入才对人体有害。



另一类放射性物质是碘-131和铯-137等。碘-131选择性地浓集在甲状腺中，使甲状腺受到较高剂量的照射，甲状腺吸收后造成损伤。但放射性碘（I-131）的半衰期（半衰期是放射性核素因放射性衰变而使其活度降低到原来的一半所经过的时间）是8.3天。这就意味着，大约3个月后，几乎所有的放射性碘将衰变完达到对人体无害的水平。铯-137潜进入身体后，可以聚集在人体骨骼中很多年。铯-137会引发肝癌和肾癌等临床疾患。铯-137的半衰期约为30年。

31 放射性物质的危害途径是怎样的?



核反应堆事故中产生放射性物质的释放，会通过空气、水等环境介质吸入、摄入或皮肤吸收等方式进入人体。如果核反应堆的堆芯完全熔解，很多危险的放射性物质，如铀和其他重金属，将掉落到反应堆安全壳的底部，不会进入大气，这需要专业的核危害处理工作人员对其进行清理。

而颗粒状放射性化学物质（这些颗粒仅仅是沙粒大小的1/4），包括碘-131、锶-90和铯-137等。这些物质对人类极其危险，因为它们酷似人体天然所需的物质（如碘），并极易进入人体的组织。

碘本身的特性是可以在空气和水中快速消散。但碘-131则不同，它的半衰期是8.3天，意味着它需要数月时间才会在环境介质中消失。

放射性的碘可通过摄入或吸入进入人体。它可能落在草上被牛食入，并最终通过牛奶进入人体，也可能落在带叶蔬菜上或聚集到海鱼和淡水鱼体内，被人食用。

锶-90的半衰期为29.1年，在化学性质上它与钙相似，会进入人的骨骼和牙齿。锶-90主要通过食物和水进入人体，摄入锶-90会导致骨癌和白血病。

32 气象条件对污染物的扩散有怎样的影响?



气象条件对污染物的扩散影响主要有两点。一个是风，风速对它的扩散影响是非常重要的一个条件。如果核辐射污染物泄漏到空气当中，这个地方的风比较弱，大气比较稳定，它的扩散能力就比较差一些，这样污染物基本上就不容易扩散，容易积聚在本地。但是如果风速比较大，风速的流动比较快，这样泄漏后的污染物会随着风向下游扩散，而且扩散的速度跟风速是成正比的，风速越大，扩散越快，向外输送的距离越远。这是水平方向随着风速的扩散。然而，空气并不是完全按照水平方向走，在大气中就有一些湍流运动，还有上下空气的流动，这样空气在向外扩散的时候，可能还会有一些上升或者下降，也就是说会有一些污染物的粒子发生一些沉降，降落到地面，还有一些污染物会随着空气的上升运动，从近地面的原地向外扩散，随着它向外扩散的距离越远，它有可能会上升到比较高的高度，在比较高的高度随着风向更远处进一步地扩散。这是空气流动的扩散。

另外一个影响比较重要的条件是降水。下雨之后，污染物会跟雨水混合在一起，并且随着雨水降落到地面，也不利于污染物进一步向外扩散。这就是说如果出现降雨，污染物会降落到地面。如果雨和风结合在一起，降雨的云系或者降雨的云团随着风向下游移动的时候，也可能把污

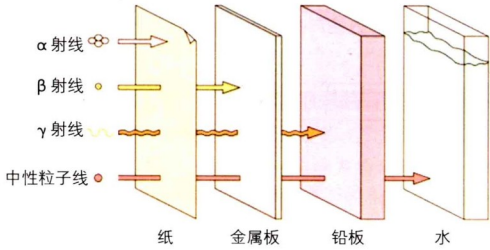
染物带到下游一些地方。一个是风，一个是雨，对污染物的扩散都有比较大的影响。

33 核泄漏有哪些危害?



核泄漏对人员的影响表现为泄漏的放射性物质对公众造成的辐射。放射性物质以光子或微粒形式发射出的一种能量就形成核辐射，核爆炸和核事故都有核辐射。它有α、β、γ3种辐射形式。α辐射质量大，射程短，只要用一张纸就能挡住，但吸入体内危害就大；β辐射是电子流，β射线在空气中有一定的射程，主要对眼睛晶体有损伤，能产生轫致辐射（X射线），穿透能力一般；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害。

放射性物质可通过呼吸吸入或者口腔食入、皮肤伤口及消化道吸收进入体内，引起内照射和主要由γ射线造成的外照射，一起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、呕吐、腹泻等。有时还会增加癌症、畸变、遗传性病变发生率，一般来讲，身体受到的辐射能量越多，其放射病症状越严重，致癌、致畸风险越大。



34 什么东西会携带核辐射?

被放射性物质污染的介质会携带核辐射，比如受到过核辐射的汽车、食物、水等都会携有放射性。

35 核电站核事故一般划分为哪些阶段?

核电站核事故一般划分为3个阶段。

早期：是指从核电站因发生核事故而可能出现泄漏放射性物质，至已经开始泄漏放射性物质的最初数小时。这个阶段的照射途径主要是辐射烟羽（从烟源连续排放的可见轮廓的烟气流）的外照射及吸入放射性物质的内照射。

中期：是指从泄漏放射性物质的最初数小时起，一直延伸至其后数天或数星期。这段期间，大部分的辐射外泄已经发生，而且放射性物质可能已沉积到地面上。因此，这阶段的照射途径主要是沉降在地上的放射性物质的外照射、吸入再悬浮放射性物质的内照射及饮用或进食受污染的水和食物造成的内照射。

后期：是指从核事故中期的后段开始，延伸至环境辐射水平回复至可接受水平的期间。这段时间可以是数星期或长达数年不等。这个阶段的长短与已泄漏的放射性物质的多少及受影响的范围有关。而这个阶段的照射途径与核事故中期的照射途径基本上是相同的。

36 国际上对核事故分级情况是怎样的？



级别	名称	描述
0级	偏差	安全上无重要意义
1级	异常	超出规定运行范围的异常情况，可能由于设备故障，人为差错、或规程有问题引起
2级	事件	安全措施明显失效，但仍具有足够的纵深防御，仍能处理进一步发生的问题。导致工作人员所受剂量超过规定年剂量限值的事件和/或导致在核设施设计未预计的区域内存在明显放射性，并要求纠正行动的事件

（续表）

级别	名称	描述
3级	重大事件	放射性向外释放超过规定限值，使受照射最多的厂外人员受到十分之几毫希量级剂量的照射。无需厂外保护性措施。导致工作人员受到足以产生急性健康影响剂量的厂内事件和/或导致污染扩散的事件。安全系统的进一步故障可能导致事故工况的事件，或者如果出现某些始发事件，安全系统已不能防止事故发生的状况
4级	主要在设施内的事故	放射性向外释放，使受照射最多的厂外个人受到几毫希量级剂量的照射。由于这种释放，除当地可能需要采取食品管制行动外，一般不需要厂外保护性措施。核装置明显损坏。这类事故可能包括造成重大厂内修复困难的核装置损坏。例如：动力堆的局部堆芯熔化和反应堆设施受到某些损坏。工作人员受到可能导致急性健康效应的过量照射
5级	具有厂外风险的事故	放射性物质向外释放（从放射学上看，其量相当于10^{14}~10^{15}Bq I-131）。这种释放可能导致需要部分执行应急计划的防护措施，以降低健康影响的可能性。核装置严重损坏，这可能涉及动力堆的堆芯大部分严重操作，重大临界事故或者引起在核设施内大量放射性释放的重大火灾或爆炸事件
6级	重大事故	放射性物质向外释放（从放射学上看，其量相当于10^{15}~10^{16}Bq I-131）。这种释放可能导致需要全面执行地方应急计划的防护措施，以限制严重的健康影响
7级	特大事故	大型核装置（如动力堆的堆芯）的大部分放射性物质向外释放，典型地应包括长寿命和短寿命的放射性裂变产物的混合物（从放射学上看，其量相当于10^{16}Bq I-131）。这种释放可能有急性健康影响；在大范围地区（可能涉及一个以上国家）有慢性健康影响；有长期的环境后果

37 什么是核沾染?

在紧急辐射事件中，首要的问题是搞清楚人体是否受到沾染，就是通过检测确认有放射性物质已对人体的体表造成照射或放射性物质已进入体内。而在这种情况下，人体就变成了一个有相应辐射水平的流动放射源，放射性物质会随人体四处走动或排出体液等情况下随着人体的移动四处传播。

38 怎样限制核沾染的传播?



（1）立刻远离污染区域

进入最近的核避难所,或者遵循政府疏散人员的指示有秩序地撤退



（2）除去外层衣物

如果放射性物质可能已经沾染到你的衣服上时，需要立刻将它脱去。这样不但降低了体内沾染的风险，还会减少受辐射的时间



（3）将衣物放入塑料袋或分开放置，由政府专门处置机构来处理

这里的安全区域指远离人员活动的区域，如房间的角落等。在移动受沾染的衣物时，请注意保护好自己的伤口，以防污染物进入体内



（4）清洗身上所有暴露在辐射中的部位

使用肥皂和温水清洗身体中暴露在辐射中的部位。要注意的是，避免将沾染物带到受保护的区域，比如位于衣服下面的皮肤

39 什么是核污染?



核污染主要指核物质泄露后的遗留物对环境介质造成的污染，也包括核辐射、原子尘埃等本身引起的污染，还有这些物质对环境污染后带来的次生污染，比如被核物质污染的水源对人畜的伤害。

40 核污染有何危害?



核污染危害范围大，对周围生物破坏极为严重，持续时期长，事后处理危险复杂。核爆炸产生的放射性核素可以对周围产生辐射，形成核污染。放射性沉降物还可以通过食物链进入人体，在体内达到一定剂量时就会产生有害作用。人会出现头晕、头疼、食欲不振等症状，发展下去会出现白细胞和血小板减少等病理表现。如果超剂量的放射性物质长期作用于人体，就可能使人患上肿瘤、白血病以及发生遗传性障碍方面的疾病。

放射性物质不仅沉降在爆炸点附近，还能飘落到非常远的地方。核武器爆炸后通常是以3种损伤形式为主：光辐射、冲击波、核辐射。核污染放射性的特性对生物造成损伤，对环境造成很大的破坏，核爆炸引起的核污染一般发生在战争时期。

41 怎样去除核污染?



物理法、化学法、电化学法、物理一化学联用法、微生物清除法、焚烧、超级压缩法和土壤核污染去除方法如铲土去污、深翻客土、可剥离性膜、森林修复等。

程度较轻的核污染可以洗消，如果程度较重，要用专业的洗消设备并请国家专门的机构协助。

42 核辐射云是什么?



核辐射云就是带有辐射粒子的尘埃或蒸汽，主要产生于核爆炸（或原子弹爆炸等）和核电站泄漏爆炸（外层氢气爆炸或反应堆爆炸）后，随着季风的飘散极易造成核辐射污染的扩散。

43 核辐射的粉尘如何影响人体?



核辐射本身影响范围是有限的。但是带有核辐射的粉尘，却可以散播得很远。对发生核事故的当地居民来说，防治核辐射非常重要。但是对离发生核事故地点比较远的人来说，带有核辐射的粉尘，才是防治的重点。带有核辐

射的粉尘主要通过两个方面影响人体：第一，沾染在人体皮肤表面；第二，通过呼吸系统进入人体。所以针对核辐射粉尘的防治也主要集中在两个方面：第一，防止被沾染；第二，防止通过呼吸吸入和口腔食入。最简单的，口罩+帽子+全身衣物；稍复杂的，湿毛巾+雨衣。它们都能对带有核辐射的粉尘起到防治作用。

44 什么叫做辐射的生物效应?



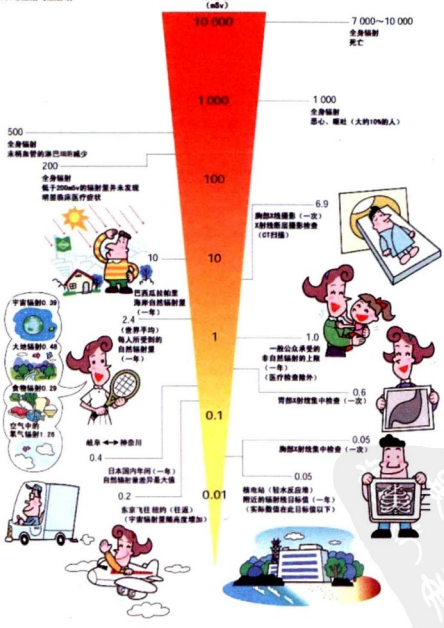
人体受到一定剂量的照射后，会发生某些辐射损伤，称为辐射生物效应。一般而言，随受照射剂量的增加，严重程度亦会随之增加。根据受辐射细胞的种类，又可将电离辐射的效应分为躯体效应和遗传效应，前者作用于体细胞，后者作用于生殖细胞。辐射致癌可归于躯体效应；而辐射造成不育、胚胎死亡或胎儿畸形、遗传病等则归于遗传效应。

45 日常生活中辐射剂量对身体的影响如何?



对日常工作中不接触辐射性工作的人来说，每年正常的天然辐射（包括宇宙射线辐射、空气中的氡辐射、建筑材料辐射、环境介质辐射等）为2.4mSv。一次小于100μSv

的辐射，对人体无影响。日常工作、生活中处处有辐射，比如乘飞机从广州到北京受到的辐射剂量为3~7μSv/次，广州到欧洲不同地方受到的辐射剂量为40~80μSv/次；又比如一次医疗检查（CT扫描）接受的辐射量为6~8mSv/次。





掌握核辐射防护方法

46 什么是辐射防护?



宇宙间充满辐射。自古以来，地球上的生命便暴露于自然环境的辐射中。辐射虽然可能对身体细胞和组织造成损害，不过除非所吸收的剂量很高，否则对健康的影响可谓微不足道。然而，在现今的社会，辐射的应用日趋普遍。我们在享受辐射应用所带来的好处的同时，亦需要注意这些人为做成的辐射照射可能会对人体健康造成一定的危害，并需设法减低辐射的照射量。

人们对能源的需求不断增加，核能发电是解决能源需求日增的其中一个方法。但在享用核电站的电力时，我们也要承受万一发生核事故的风险。因此，制定一套应付核事故的防护措施是必需的。

辐射防护是原子能科学技术的一个重要分支，它研究的是人类免受或少受电离辐射危害的一门综合性边缘学科。其基本任务是保护从事放射性工作的人员、公众及其后代的健康与安全，保护环境，促进原子能事业的发展。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，是防止电离辐射对人类和非人类物种产生有害作用的科学技术。



47 辐射防护的原则是什么?



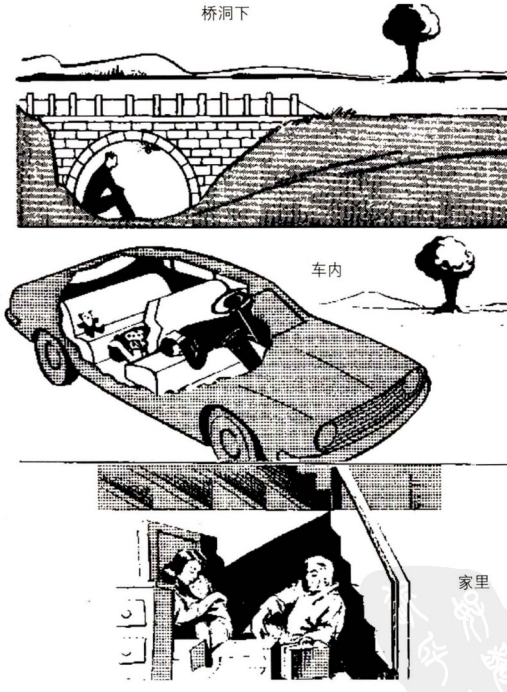
发生核事故或放射事故，主要包括体外照射防护原则和体内照射防护原则两方面。基于实践的防护体系应遵守以下三条原则：实践的正当性、防护水平的最优化和个人剂量及危险限值。

48 什么叫应急隐蔽?



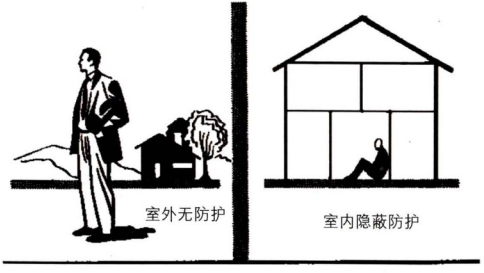
应急隐蔽是指在应急响应时，让人们停留在房屋内，关闭门窗和通风系统，再采取简易必要的个人防护措施，以避免或减少来自烟羽和地面沉积的外照射、吸入内照射对人体产生的危害。




桥洞下
车内
家里

49 怎样进行隐蔽?

公众接到隐蔽通知后：①行人就近隐蔽或戴上口罩、用湿毛巾等掩住口鼻，尤其要注意在核电站下风方向时，不要向逆风方向行走，以尽量减少进入体内的放射性微尘；②迅速进入密封性好的建筑物内并且关闭门窗，关掉换气扇、空调等，防止外面空气进入室内；③在隐蔽状态下，只可以食用家中的食物，因为室外的食物可能已经受到污染。



50 什么情况下需要采取隐蔽措施?

有较大量放射性物质向大气释放的突发事件的早期和

中期，隐蔽就是主要防护措施之一。大多数建筑物可使建筑物内的人员吸入剂量约降低一半。

隐蔽一段时间及烟羽通过后，隐蔽体内空气中的放射性核素浓度会上升，此时进行通风是必要的，以便将空气中放射性浓度降低到相当于室外较清洁的水平。因而对持久的释放而言，隐蔽的防护效果较差。隐蔽时间一般认为不应超过 2 天。

51 什么叫应急撤离?



应急撤离是指在应急响应时，迅速组织某区域范围内的公众暂时撤离该地区，以避免或减少来自烟羽和地面沉积的外照射、吸入内照射对人体产生的危害。应急撤离是一种代价和风险较大、实施比较困难的防护措施，撤离的范围是根据核事故放射性物质外泄程度，可能是烟羽应急计划区内区的部分区域，也有可能是内区的全部区域，特殊情况下会超出内区区域。

52 怎样进行撤离?



公众接到撤离通知后：①做好撤离准备工作，如携带少量的生活必需品和贵重物品；②关掉电器设备和自来

水、煤气（液化气），锁好门窗；③提醒、帮助邻近的老弱病残人员；④相信政府，不要听信谣言；⑤服从现场指挥，有组织、有秩序地撤离。

53 核泄漏时，撤离多远才是安全的？



在通常情况下，首要任务是限制辐射暴露的发生。主要通过疏散或隐蔽受影响人口，来减少放射性烟云沉降的影响。根据大气中放射性物质的释放量和当时的气象条件（例如风向和降水等），并依据爆炸的中心范围，国家将会确定在多大半径范围内应采取紧急隐蔽防护措施。政府负责核安全与核事故应急的专门机构，会根据事故级别和实际条件确定安全距离，适时发布指令。我们应及时设法获得权威机构的指令，及时采取隐蔽、撤离等相应行动。

54 什么叫去污洗消？



去污洗消是指采用各种手段从被污染的表面去除放射性污染物的过程，以减少对人员的照射剂量，并使污染地区可以使用。



55 怎样进行去污洗消?



去污洗消分为人员洗消和区域去污 2 种：

人员洗消指在已监测到或怀疑体表有放射性污染时，一般只要使用普通的淋浴设施就可以满足人员洗消的要求。也可以采用简单的洗消办法：小心脱去外衣，然后洗手、洗脸及洗头发。

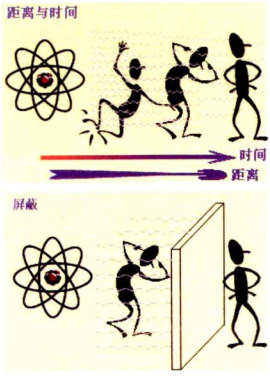
区域去污指受影响地区的土壤、地面、道路、建筑物及设备等去污，通过冲洗或真空吸尘清除地面、道路和建筑物表面的污染；用水或适当的清洗剂清除设备污染；以及用固定污染的方法（例如喷涂薄膜）固定道路、墙壁、设备等表面污染。

56 辐射防护有哪些基本措施?



缩短时间、增加距离及设置屏蔽是减少外来辐射照射的基本辐射防护措施。①时间，受到辐射照射的时间越短，身体所受的剂量越少。②距离，距离辐射源越远，所受剂量越少。③屏蔽，铅板、水泥墙或水都可以阻挡辐射或降低辐射强度。

要减低因摄入放射性物质而引致的剂量，可采取以下的基本辐射防护措施：①缩短接触污染物的时间；②防止



基本辐射防护措施

表面受污染；③防止吸入带有放射性物质的空气；④防止进食受放射性物质污染的食物及饮用受污染的水。

57 如何决定什么阶段采用什么防护措施?



在核事故的不同阶段，个别的照射途径有着不同的重要性。而由于每一种防护措施（即在核事故时的干预措施）只在某些照射途径中特别有效，因此，对于不同的核事故阶段及辐射照射途径，须考虑不同的防护措施。

核电站核事故一般分为 3 个阶段：早期、中期及后期。

不同核事故阶段的防护措施

防护措施	事故阶段		
	早期	中期	后期
疏散	**	*	—
进入掩蔽所	**	*	—
管制入境人士及货物	**	**	*
服用稳定碘片	**	*	—
食物和饮用水控制	*	**	**

注：**表示高优先次序；*表示低优先次序。

早期：是指从核电站因发生核事故而可能出现泄漏放射性物质时起，至已经开始泄漏放射性物质的最初数小时。这个阶段的照射途径主要是辐射烟羽的外照射及吸入放射性物质的内照射。

对人员可以采用的防护措施有：隐蔽、呼吸道防护、服用稳定性碘、撤离、控制进出口通路等。其中呼吸道防护是用干或湿毛巾捂住鼻子的行动，可防止或减少吸入放射性核素。服用稳定性碘能防止或减少烟羽中放射性碘进入体内后在甲状腺内沉积。

中期：是指从泄漏放射性物质的最初数小时起，一直延伸至其后数天或数星期。这段期间，大部份的辐射外泄已经发生，而且放射性物质可能已沉积到地面上。因此，这阶段的照射途径主要是沉降在地上的放射性物质的外照

不同照射途径的防护措施

照射途径	事故阶段			防护措施				
				疏散	进入掩蔽所	管制入境人士及货物	服用稳定碘片	食物和饮用水控制
烟羽的外照射	↑早期↓			√	√			
吸入放射性物质		↑中期↓		√	√		√	
皮肤、衣服受到污染			↑后期↓	√	√	√		
来自已沉降的放射性物质的外照射				√	√	√		
吸入悬浮放射性物质				√		√		
饮用或进食受污染的水和食物								√

射、吸入悬浮放射性物质的内照射及饮用或进食受污染的水和食物的内照射。此时，对个人而言除了可考虑中止呼吸道防护外，其他的早期防护措施可继续采取。为避免长时间停留而受到过高的累积剂量，主管部门可采取有控制和有计划地将人群由污染区向外搬迁。还应该考虑限制当地生产或贮存的食品和饮用水的销售和消费。根据这个时期对人员照射途径的特点，可采取的防护措施还有在畜牧业中使用储存饲料，对人员体表去污，对伤病员救治等。

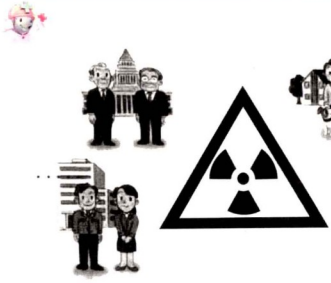
后期：是指从核事故中期的后段开始，延伸至环境辐

射水平回复至可接受水平的期间。这段时间可以是数星期或长达数年不等。这个阶段的长短与已泄漏的放射性物质的多少及受影响的范围有关。而这个阶段的照射途径与核事故中期的照射途径基本上是相同的。

在事故后期面临的问题是是否和何时可以恢复社会正常生活；是否需要进一步采取防护措施。可采取的防护措施包括控制进出口通路、避迁、控制食品和水，使用储存饲料和地区去污等。

在决定采取哪些防护措施的过程中，我们亦需要考虑其代价、风险及成效。干预水平及导出干预水平就是考虑了这些因素而预先制定的参考剂量水平。此外，在决定实施某种防护措施时，也需要一并考虑应急辐射监测的数据及事故后果评价系统的预测。

58 核电事故安全防护的具体措施有哪些?



① 病人的处理：首先估算受照剂量，包括生物、化学、物理及临床症状等方法提供的受照剂量、内照射和外照射、全身照射和局部照射，以分清轻、中、重不同损伤程度，尽快做好早期诊断及治疗。

② 组织放射性监测：包括人员、环境、水源、饮食，分出污染等级以便于污染处理及防护。

③ 食品的处理：根据对食品放射性测量污染结果采取去包装，削皮冲洗以达到允许标准即可食用。

④ 饮用水：采用凝集沉淀过滤方法以达到可饮用标准。

⑤ 衣服、用具：根据具体表面污染，经过拍打、清扫、冲洗以达到去污标准。

⑥ 环境污染：采取控制出入，隔离或迁移、隔离待衰变或扩散稀释达到允许标准可恢复正常。墙面、地面、道路可根据不同情况用覆盖铲除表层或冲洗达到允许标准。

⑦ 个人防护：做好个人卫生防护，呼吸道防护，根据不同情况，可戴防护面具及不同类型的口罩，穿防护服，离开污染区要淋浴、更换衣服，加强个人剂量监测。

⑧ 医疗防护：根据情况需要服用碘片或其他预防药品。根据受照剂量不同的人群进行长期医学观察。

⑨ 宣传教育：利用影视、网络视频图片及编制核事故应急资料宣传片等。

59 什么情况下需要采取个人防护措施?



当空气被放射性物质污染时就需要采取一些个人防护措施。用手帕、毛巾、布料等捂住口鼻可使吸入放射性物质剂量减少约90%。体表的防护可用各种日常服装，包括帽子、头巾、雨衣、手套和靴子等。

对已受到或可疑受到体表放射性污染的人员进行去污，方法简单，只要告诉有关人员用水淋浴，并将受污染的衣服、鞋、帽等脱下存放起来，直到以后有时间再进行监测或处理。要防止将放射性污染扩散到未受到污染的地区。



60 如果核电站发生核泄漏事故应如何保护自己?



一旦核电站发生核泄漏事故，最重要的是要保持镇

定，千万不要惊慌。要尽量获取来源可靠的事件信息，及时了解政府部门的决定、通知。为此，应通过各种手段(电视、广播、电话等)保持与当地政府的信息沟通，切记不可轻信谣言或小道信息。按照当地政府的通知，迅速采取必要的自我防护措施。如：①选用就近的建筑物进行隐蔽，减少直接的外照射和污染空气的吸入。关闭门窗和通风设备(包括空调、风扇等)。当污染空气经过后，迅速打开门窗和通风装置。②根据当地政府的安排，有组织、有秩序地撤离现场，避免无秩序撤离可能带来的严重负面作用。③当得知此类事件发生时，应尽量避免处在辐射烟羽的下风向区域，并迅速进入建筑物内隐蔽。④采用口罩、湿毛巾、布块等材料捂住口鼻，进行呼吸道防护。⑤若怀疑身体表面有放射性污染，可用更换受污染衣物和洗澡的方式来减少体表污染。⑥听从当地主管部门的安排，决定是否食用当地的食品和饮用水。

61 针对不同照射的核辐射的安全防护有哪些?



体外辐射源对人体的照射称外照射。

外照射的防护原则有 3 点：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。

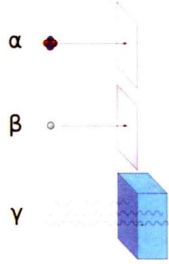
进入人体内的放射性核素作为辐射源对人体的照射称内照射。控制内照射的基本原则是，防止或减少放射性物质进入体内，对于放射性核素可能进入体内的途径要予以防范。

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。

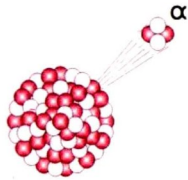
具体措施：如果核事故释放出放射性碘，应在医生指导下尽早服用稳定性碘片。服用量成年人推荐为100mg碘，儿童和婴儿应酌量减少，但碘过敏或有甲状腺疾病史者要慎用。

62 针对不同射线的核辐射的安全防护有哪些?

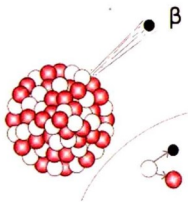




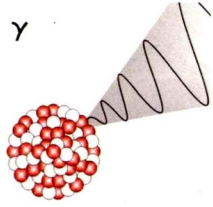
核辐射主要是α、β、γ3种射线。人类接受的辐射有两个途径，称为内照射和外照射。α、β、γ3种射线由于其特征不同，其穿透物质的能力也不同，它们对人体造成危害的方式不同。α粒子只有进入人体内部才会造成损伤，这就是内照射；γ射线主要从人体外对人体造成损伤，这就是外照射；β射线既造成内照射，又造成外照射。



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，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粒子其穿透能力比α粒子强，比γ粒子弱，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。因此其防护就复杂得多：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需要时应采用屏蔽措施。



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3种：①尽可能减少受照射的时间；②加大与辐射源之间的距离，因为受照剂量与离开辐射源的距离的平方成反比；③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。

63 受到核辐射之后就无药可救了吗?

当然不是，碘片就是常用的治疗药物，碘片中稳定性碘可在体内阻止放射性碘进入甲状腺内。还有普鲁士蓝、促排灵、褐藻酸钠等针对不同放射性核素的药物，以及对症治疗的药物，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。有些特殊的药物也能缓解辐射物质对内脏的损伤。这些药物应在专业医生指导下使用。



64 “服碘防护”指的是什么?

核反应堆的核燃料裂变时产生大量的放射性碘同位素。核事故发生后，大量的碘同位素可从反应堆堆芯的燃

料棒释放到环境中去。而环境中的放射性碘则可从以下4种途径对人群产生照射：污染空气的吸入、污染食物和水的食入、经皮肤吸收和沉积的放射碘的外照射。但一般认为，吸入污染的空气和食入污染的食物及饮用水是最重要的照射途径。由于吸入或食入的放射性碘很快经过肺和肠道吸收并选择性地浓集在甲状腺中，使甲状腺受到较高剂量的照射，可能导致人体甲状腺功能低下、甲状腺结节和甲状腺癌。正因为在核事故时产生的放射性碘对人体健康的影响，我们就采取事先对参加核事故应急的人员和周围地区居民服用稳定性碘的办法来减少放射性碘对甲状腺的照射。但是要注意，碘片的服用要根据政府的指示，只有政府在评估事故状态以后才能决定是否需要服用碘片。不能仅凭个人主观臆断或因恐惧而擅自服用。

65 服用稳定性碘应注意什么？



服用稳定性碘有很多注意事项。对出生后1个月内的新生儿，稳定性碘服用量应保持在有效的最低水平。对有些人，例如甲状腺有结节者，突眼性甲状腺肿已经治愈者，曾接受过放射性碘治疗者，甲状腺慢性炎症性疾病患者，甲状腺单侧切除者，有亚临床性甲状腺功能低下者等，应慎用或不用稳定性碘，特别对妊娠3个月的孕妇，需要谨慎服用。



66 服食碘盐能够防核辐射吗?

碘盐中的碘含量相对较低，起不到预防放射性碘的作用。同时，碘片对阻断除放射性碘之外的其他放射性物质也没有作用。不根据实际情况、盲目过量吃碘盐或碘片，对身体有害无益。据核医学科专家表示，百姓不需要额外补碘，因为碘过量也容易造成甲状腺疾病。碘盐所含碘属于“微量”，防核辐射最有效的方法是每天服用1片碘片(碘化钾片)，因为每片碘片中含有100mg的碘，而根据卫生部的规定每公斤食用盐中碘含量仅为20～30mg。微量的碘起不到阻隔甲状腺吸收放射性碘的作用，对防辐射起不到作用。碘片并

不是“辐射解毒剂”，也不是所有人都适合服用，只有在公共卫生机构的明确指导下，才能够服用。

67 受到核辐射之后会传染给别人吗？

在核污染环境里面待过一段时间，身体上会沾有放射性物质的颗粒，会让别人接触到放射性物质。

一般来说，受到轻度核辐射的人是不会传染的，而辐射后造成的疾病也不会在人之间传染。只有当一个人受到的辐射量很大，自身成了一个“辐射源”，才会辐射影响到其他人。而为了保证不让成为“辐射源”的人再接受更多的辐射，并保证周围人的安全，一般来说会对其进行隔离治疗。

68 穿孕妇防辐射服管用吗？



辐射有很多种。核辐射是电离辐射，与日常电磁辐射不一样。电磁辐射和核污染的电离辐射有本质区别。孕妇穿防辐射服或许能反射电磁辐射，但对能量高得多的电离辐射无能为力。

69 穿白色衣服能减少辐射吗?

穿白色衣服也不能防核辐射。辐射影响只看穿透性，不管材质的颜色。核辐射主要是α、β、γ3种射线。前两种射线穿透力小，只要放射性物质不进入体内，影响不大；第三种的穿透力很强，能穿透人体和建筑物，危害距离远。可以看出，能否防住这些辐射，和防护物质的颜色并无关系。白色防护服更醒目，也易于发现被污染的斑点。对于外照射防护没有作用。有专家认为，白色衣服确实对减轻核爆炸引起的烧伤有一定作用，但日本泄露的放射性颗粒物质，不是核爆炸产生的光辐射，所以，穿什么颜色的衣服都一样。

70 如何防范核辐射的心理恐慌?



任何一次事故，不管是否受到实际的照射，都会有精神上的疲损和焦虑。这种情况归因于人们对健康危险的自我感受，它部分取决于人们是否相信主管部门有能力和值得依赖，并且是否已经采取了迅速而有效的行动来控制辐射剂量。同时医学工作者应对工作进行必要的心理咨询，解除心理恐慌状态。

涉及核与辐射的突发事件易引起人们的恐惧心理。对此首先要贯彻预防的原则。对于受到心理打击的受害者，可以采取一些对内心有安抚作用的方法来解除精神紧张。有的受灾者可能会出现某些不良行为，也有的表现为抑制、退缩、被动和消极的特征，可能还有一些人出现失态的表现。这些情况要求心理学家根据病人的具体情况，采取有针对性的心理治疗。患者的家属和相关的人员应及时为有这些表现的人员安排心理治疗。

71 哪些人员应接受心理卫生方面的帮助?



灾后应对产生心理障碍的人员给予心理卫生方面的帮助。通常，直接卷入大规模灾难或者丧亲、财产损失的幸存者是需要及时给予心理援助的潜在受灾者；其次是与他们有密切联系的个人和家庭；从事救援或搜索的人员以及帮助进行重建或康复工作的成员和志愿者也应考虑在内；在临近灾难场景时易感性高的个体，也可能表现心理病态

的征象而需要帮助。



72 广东省的核电站产生的放射性物质是怎样监测的?



广东省核电站产生的放射性物质，都按照预先指定的程序进行处理，直到符合排放标准才外排。针对核电站外排的放射性物质，有两个机构同时在进行监测：分别为大亚湾核电的环境监测部门和广东省环境辐射监测中心，他们定期向广东省环保厅、国家环保部汇报监测结果及监测周边环境有没出现异常情况。

广东省环境辐射监测中心定期对核电站周围30km内的土壤、空气、水库水、草、松针、饮用水和稻谷、萝卜、青菜等陆地环境介质以及海水、海洋生物等海洋环境介质进行监测，这些监测点或采样点围绕核电站设置，此外还

围绕核电站设置了11个24h不间断进行、并传送监测数据的自动监测点。从以往的监测数据来看，环境放射性水平正常，与核点站运行前的数据相比没有放射性异常。

73 广东省的核电站目前的安全情况如何?



从日本发生地震以来，广东省环境辐射监测中心密切关注广东省各核电站周围环境的辐射环境质量状况。最近在核电站附近采集的水库水、饮用水、海水及生物样品中未检测到放射性异常。11个24h连续监测、并传送数据的自动监测站的数据，也在正常的本底范围内波动，因此民众不必为广东省各核电站的安全问题担心。

74 广东省有应对紧急核事故的专门机构吗?它们的职责是怎样的?



广东省应对紧急核事故的专门机构是广东省民用核设施核事故预防和应急管理委员会（以下简称广东省核管委），是根据国务院发布的《核电厂核事故应急管理条例》和广东省人大发布的《广东省民用核设施核事故预防和应急管理条例》，按照国家核应急工作“常备不懈，积

极兼容，统一指挥，大力协同，保护公众，保护环境”的指导方针，经广东省人民政府批准成立的。广东省核管委在广东省委、省政府的领导下，负责全省民用核设施的核事故预防和应急管理工作，是广东省民用核设施核事故应急最高规划、组织、指挥、协调机构。

广东省核管委由广东省人民政府，广州军区，广东省军区，广州市人民政府，有关市人民政府，广东省各有关部门，广东省武警总队，中央驻穗有关单位，广东省民用核设施核事故预防和应急管理委员会办公室（以下简称广东省核管办）组成。

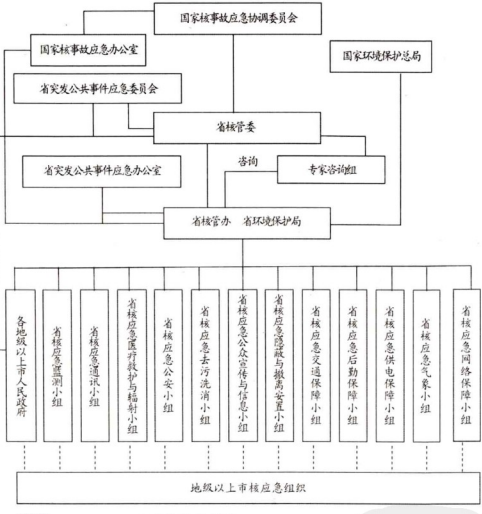
广东省核管委在核事故应急工作方面的具体职责是：①贯彻执行国家和省有关核事故应急工作的方针、政策和法规；②负责组织核事故场外应急计划的编制、修订、审核并组织实施；③组织和领导应急组织机构，规划建设应急设施，组织应急演习；④在核事故情况下，根据应急计划和当时的具体情况，确定或终止场外应急状态，经国家核事故应急协调委员会批准后发布有关场外应急状态的命令和通告；统一组织和指挥广东省所有的核应急响应行动；组织对核事故电站的应急支援；负责维持和恢复正常的社会秩序；⑤对公众进行应急宣传教育；当核事故发生时，根据情况向邻省或毗邻地区通报情况；⑥负责协调地方、核电站及有关部门核应急工作；⑦协助国家对核电站核事故的调查处理；⑧法律、法规规定的和广东省委、省政府交办的其他工作。

广东省核管办的职责是：①执行有关核应急的法律法规；②承办省核管委的各项日常工作；③负责指导各应急小组、市核应急机构的工作，组织落实各项应急准备工作；④负责省核管委专家组、顾问组日常工作；⑤管理和维护省核应急指挥中心；⑥组织核事故场外应急计划的编制、修订、论证及送审工作；指导和审查各应急小组、市核应急机构编制执行程序；⑦负责编制核事故应急专项经费预算和使用计划，监督检查各应急组织经费使用情况，并向委员会报告年度应急经费决算和下一年度的经费预算；⑧负责向邻省和毗邻地区通报核事故情况；⑨组织应急演习、人员培训、开展国内外交流工作；⑩法律、法规规定的其他事项。



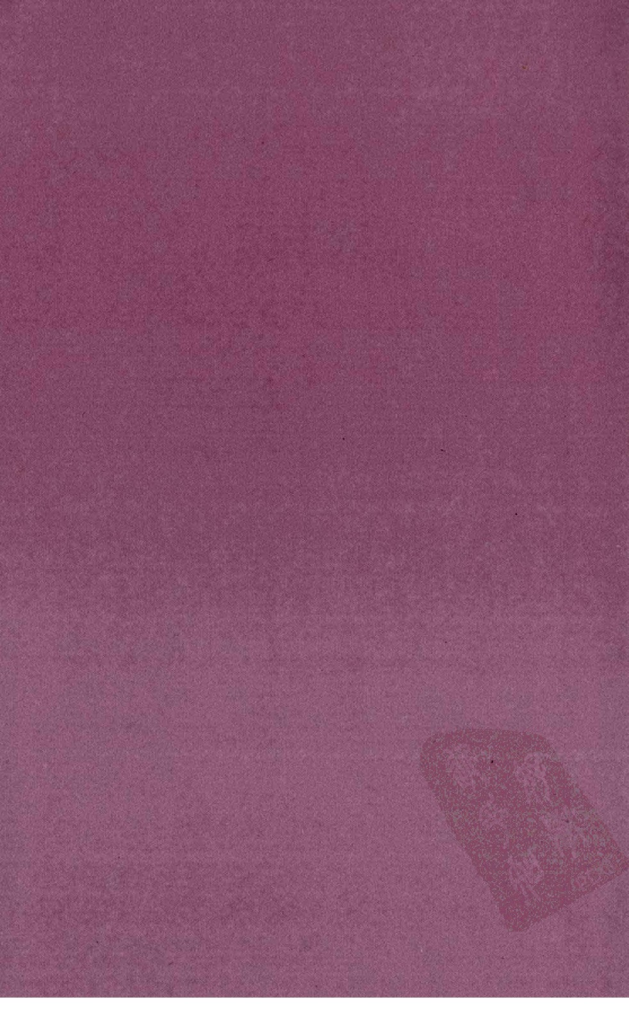
75 我国核应急组织间的领导和指挥关系是怎样的?





说明: _____ 直接业务关系

---------- 指导关系





附 录

附录1

核与辐射事故医学应急问与答

（中华人民共和国卫生部）

1. 什么是“核事故”？

核事故是指核设施或者核活动中发生的严重偏离运行工况的状态。在这种状态下，若有关的专设安全设施不能按设计要求发挥作用，则放射性物质的释放可能会达到不可接受的水平。

2. 撤离多远才是安全的？

在通常情况下，首要任务是限制辐射暴露的发生。主要通过疏散或隐蔽受影响人口，来减少放射性烟云沉降的影响。根据大气中放射性物质的释放量和当时的气象条件（例如风向和降水等），并依据爆炸的中心范围，国家将会确定在多大半径范围内应采取紧急隐蔽防护措施。

3. 如何进行自我保护？

首先避免恐慌，及时收听广播或收看电视，按照政府的指示行动。在可能有放射性污染存在的情况下，待在室内。

碘片的服用要根据政府的指示，只有政府在评估事故状态以后才能决定是否需要服用碘片。不能仅凭个人主观

臆断或因恐惧而擅自服用。

4. 核事故发生后，即使没有受到辐射，也会感觉害怕；这是什么原因？

任何一次事故，不管是否受到实际的辐照，都会有精神上的疲损和焦虑。这种情况归因于人们对健康危险的自我感受，它部分取决于人们是否相信主管部门有能力和值得依赖，并且是否已经采取了迅速而有效的行动来控制辐射剂量。同时医学工作者应对公众进行必要的心理咨询，解除心理恐慌状态。

5. 公众在突发事件中及事件后应如何控制情绪和保持良好的心态？

涉及核与辐射的突发事件易引起人们的恐惧心理。对此首先要贯彻预防的原则。对于受到心理打击的受害者，可以采取一些对内心有安抚作用的方法来解除精神紧张。有的受灾者可能会出现某些不良行为，也有的表现为抑制、退缩、被动和消极的特征，可能还有一些人出现失态的表现。这些情况要求心理学家必须根据病人的具体情况，采取有针对性的心理治疗方法。患者的家属和相关的人员应及时为有这些表现的人员安排心理治疗。

6. 哪些人员应接受心理卫生方面的帮助？

灾后应对产生心理障碍的人员给予心理卫生方面的帮

助。通常，直接卷入大规模灾难或者丧亲、财产损失的幸存者是需要及时给予心理援助的潜在受灾者；其次是与他们有密切联系的个人和家庭；从事救援或搜索的人员或者帮助进行重建或康复工作的成员和志愿者也应考虑在内；在临近灾难场景时易感性高的个体，也可能表现心理病态的征象而需要帮助。

7. “隐蔽”指的是什么？

指人员停留在或进入室内，关闭门窗及通风系统，以减少烟羽(沉降灰)中放射性物质的吸入和外照射，并减少来自放射性沉积物的外照射。

8. “撤离”指的是什么？

指将人们由受影响地区紧急转移，以避免或减少来自烟羽或高水平放射性沉积物引起的大剂量照射。该措施为短期措施，预期人们在预计的某一有限时间内可返回原住地。

9. 核事故后烟云能飘浮多远？

这个是很难预测的。它取决于风速和其他气象条件。

10. 释放的放射性物质会造成多大的辐射剂量，它对人体健康有哪些不利影响呢？

取决于释放的放射性物质总量，公众受到的剂量可能会在较低甚至很低水平的范围。世界人均天然辐射本底剂

量是2.4mSv/年，地区差异造成各地区的值会有所不同，例如在伊朗、印度一些地方高达200mSv。

当全身照射剂量大于1Gy时，才会出现急性放射性病等健康效应。然而，对于核电站事故中释放的放射性落下灰，大量的放射性烟云经过长距离的输运后，是不大可能出现如此高剂量照射的情况。

11. 早期的防护措施是什么？

早期是指发生核与辐射突发事件后的1～2天内，对人员可以采用的防护措施有：隐蔽、呼吸道防护、服用稳定性碘、撤离、控制进出口通路等。其中呼吸道防护是用干或湿毛巾捂住鼻子的行动，可防止或减少吸入放射性核素。服用稳定性碘能防止或减少烟羽中放射性碘进入体内后在甲状腺内沉积。

12. 中期的防护措施是什么？

在事件中期阶段，已有相当大量的放射性物质沉积于地面。此时，对个人而言除了可考虑中止呼吸道防护外，其他的早期防护措施可继续采取。为避免长时间停留而受到过高的累积剂量，主管部门可采取有控制和有计划地将人群由污染区向外搬迁。还应该考虑限制当地生产或贮存的食品和饮用水的销售和消费。根据这个时期对人员照射途径的特点，可采取的防护措施还有：在畜牧业中使用储存饲料，对人员体表去污，对伤病员救治等。

13. 晚期的防护措施是什么？

在事故晚期（恢复期）面临的问题是：是否和何时可以恢复社会正常生活；或者是否需要进一步采取防护措施。在事件晚期，主要照射途径为污染食品的食入和悬浮物质的吸入引起的内照射。因此，可采取的防护措施包括控制进出口通路、避迁、控制食品和水，使用储存饲料和地区去污等。

14. 一旦出现了核与辐射突发事件，公众应该怎么办？

一旦出现核与辐射突发事件，公众必须做的第一件事是尽可能获取可信的关于突发事件的信息，了解政府部门的决定、通知。应通过各种手段保持与地方政府的信息沟通，切记不可轻信谣言或小道信息。第二件事是迅速采取必要的保护自己的防护措施。例如可以选用就近的建筑物进行隐蔽，应关闭门窗，关闭通风设备。根据地方政府的安排实施有组织、有秩序地撤离。当判断有放射性散布事件发生时，切忌不能迎着风，也不能顺着风跑，应尽量往风向的侧面躲，并迅速进入建筑物内隐蔽。采取呼吸防护，包括用湿毛巾、布块等捂住口鼻，过滤放射性粒子。若怀疑身体表面有放射性污染，采用洗澡和更换衣服来减少放射性污染。防止食入污染的食品或水。

出现核与辐射恐怖事件，公众要特别注意保持心态平稳，千万不要惶恐不安。

15. 什么情况下采取隐蔽措施？公众应注意什么？

有较大量放射性物质向大气释放的突发事件的早期和中期，隐蔽就是主要防护措施之一。大多数建筑物可使建筑物内的人员吸入剂量约降低一半。

隐蔽一段时间及烟羽通过后，隐蔽体内空气中的放射性核素浓度会上升，此时进行通风是必要的，以便将空气中放射性浓度降低到相当于室外较清洁的水平。因而对持久的释放而言，隐蔽的防护效果较差。隐蔽时间一般认为不应超过2天。

16. 什么情况下需要采取个人防护措施？公众应注意什么？

当空气被放射性物质污染时就需要采取一些个人防护措施。用手帕、毛巾、布料等捂住口鼻可使吸入放射性物质剂量减少约90%。体表的防护可用各种日常服装，包括帽子、头巾、雨衣、手套和靴子等。

对已受到或可疑受到体表放射性污染的人员进行去污，方法简单，只要告诉有关人员用水淋浴，并将受污染的衣服、鞋、帽等脱下存放起来，直到以后有时间再进行监测或处理。要防止将放射性污染扩散到未受到污染的地区。

17. “服碘防护”指的是什么？

当事故已经或可能导致释放碘的放射性同位素的情况下，将含有非放射性碘的化合物作为一种防护药物分发给

居民服用，以降低甲状腺的受照剂量。

18. 什么情况下服用稳定性碘？

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；此时服用稳定性碘就可减少甲状腺吸收放射性的碘。如果在吸入放射性碘的同时服用稳定性碘，就能阻断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100mg碘，对孕妇和3～12岁的儿童，服用量为50mg，3岁以下儿童服用量为2mg。

19. 服用稳定性碘应注意什么？

对出生后一个月内的新生儿，稳定性碘服用量应保持在有效的最低水平。对有些人，例如，甲状腺有结节者，突眼性甲状腺肿已经治愈者，曾接受过放射性碘治疗者，甲状腺慢性炎症性疾病患者，甲状腺单侧切除者，有亚临床性甲状腺功能低下者，对碘过敏者，某些皮肤病(痤疮、湿疹、牛皮癣)患者等，应慎用或不用稳定性碘。

20. 碘片(KI)能防辐射吗？它是如何防辐射的？应该服用多少量？

生理学上，人体碘的主要来源是甲状腺的吸收，甲状腺靠碘来产生甲状腺激素。碘片是稳定性碘，它可以使甲

状腺内的碘饱和，从而阻止放射性碘的摄入。

切尔诺贝利的经验表明，放射性碘是切尔诺贝利事故影响的主要因素，它导致超过5 000名儿童甲状腺癌病例的发生，受照人群的年龄均在0～18岁。因此，碘片分配的首要对象是幼儿和怀孕妇女。

碘片不能保护来自于体外的放射性和被身体吸收的除碘以外的放射性物质。这就是为什么碘甲状腺阻断在多数场合将与其他防护措施(如隐蔽待于室内、关闭门窗等)综合使用。

接触放射性碘可导致甲状腺癌显著增加，特别是幼儿。吸入和食入的放射性碘在甲状腺中蓄积。在暴露前预防性服用碘片，可防止甲状腺对放射性碘的吸收并降低甲状腺癌的长期风险。

为了充分发挥稳定碘对碘甲状腺阻断效果的作用，需要在受照前或者受照后尽快服用稳定碘片。即使在事故后几小时，通过服用仍然可以阻止甲状腺对50%碘的吸收。为了防止吸入放射性碘同位素，通常一片剂量的稳定碘就足够了，它可以起到24小时持续保护作用，在含放射性碘同位素的烟云来袭时对甲状腺起到了充分的保护作用。然而，在长期持续性释放状况下，则有可能出现重复照射的情况。

再次强调，只有在暴露于放射性碘之前就服用碘片，才能起到最佳的保护作用。

21. 什么情况下应控制食物与饮用水？

当食品和饮用水中的放射性核素的浓度超过国家标准规定的水平时，应禁止或限制食用或饮用这些受污染的食物和饮用水。国家标准将食品分为两类，一类是一般消费食品，一类是牛奶、婴儿食品和饮用水。对不同核素分别规定了需采取干预行动的浓度水平。

22. 什么是放射性？

放射性的发现，已经有100多年了。最早发现放射性的是法国科学家贝克勒尔。1896年贝克勒尔在研究铀矿的荧光现象时发现铀盐矿发射着类似X射线的穿透性辐射。2年之后，法国物理学家居里夫人从铀矿中发现了另一个能发射射线的新元素——钋，4年后她又发现了镭，居里夫人建议把物质能够自发发出射线的性质称之为放射性。具有放射性的核素被称为放射性核素。放射性核素发射出放射线后将变成新的同位素，新同位素可能是放射性同位素，也可能是稳定同位素，而这一过程则称为放射性衰变。

23. 正常情况下，人们一般受到哪些辐射照射？

来自天然辐射的个人年有效剂量全球平均约为2.4mSv，其中，来自宇宙射线的为0.4mSv，来自地面γ射线的为0.5mSv，吸入（主要是室内氡产生的）为1.2mSv，食入为0.3mSv。可以看出氡是最主要的照射来源。

24. 人们的哪些活动也有放射性？

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0.25mSv/年；戴夜光表每年有0.02mSv；乘飞机旅行2 000km约0.01 mSv；每天抽20支烟，每年有0.5~1 mSv；一次X光检查0.1 mSv等。

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。

附录2

日本福岛核电站事故问与答

[世界卫生组织（WHO）]

1. 核电站事故有多危险？它会发生什么类型的辐射照射？

在反应堆的堆芯损坏事故中，包含核裂变产物的混合放射性物质会释放到外部。

放射性铯和碘是危害身体健康的主要放射性核素。这些放射性核素对人员的照射，一方面来自放射性烟云所致的低剂量外照射，另一方面来自通过吸入和食入受放射性物质污染的食物和水产生的内照射。此外，救援人员、第一响应者或核电厂工作人员也会受到较高剂量的职业外照射或内照射。

放射性碘（I-131）的半衰期是8.3天。这就意味着，大约3个月后，几乎所有的放射性碘将衰变完而消失了。

放射性铯（Cs-137）的半衰期约为30年。根据沉降灰中放射性物质的总量，可能需要采取一些去污和必要的减少辐射措施（如农业，林业等）。

2. 采取何种公众保护措施可减少这些辐射？

预防或减少外照射的主要防护措施是疏散附近人口，

掩护较远地区人口。

摄取放射性碘会影响甲状腺，特别是对0～18岁的人群。因此，为防止放射性碘的内照射危害，应根据国家应急计划中的相关标准服用稳定性碘（KI）。如果发生放射性沉降，应禁止食用叶类蔬菜。本地产的牛奶和乳制品也应被禁止，而由进口产品及婴儿配方奶代替。

国际上认可的KI甲状腺阻断推荐剂量为50mSv。[《核或辐射应急准备》IAEA安全系列No. GS-G-2.1，由WHO共同主办。IAEA，维也纳（2007），P15]

3. 碘片（KI）能防辐射吗？它是如何防辐射的？应该服用多少量？

生理学上，人体碘的主要来源是甲状腺的吸收，甲状腺靠碘来产生甲状腺激素。碘片是稳定性碘，它可以使甲状腺内的碘饱和，从而阻止放射性碘的摄入。

切尔诺贝利的经验表明，放射性碘是切尔诺贝利事故影响的主要因素，它导致超过5 000名儿童甲状腺癌病例的发生，受照射人群的年龄均在0～18岁。因此，碘片分配的首要对象是幼儿和怀孕妇女。

碘片不能保护来自于体外的放射性和被身体吸收的除碘以外的放射性物质。这就是为什么碘甲状腺阻断在多数场合将与其他防护措施（如隐蔽待于室内、关闭门窗等）综合使用。

接触放射性碘可导致甲状腺癌显著增加，特别是幼

儿。吸入和食入的放射性碘在甲状腺中蓄积。在暴露前预防性服用碘片，可防止甲状腺对放射性碘的吸收并降低甲状腺癌的长期风险。

为了充分发挥稳定碘对碘甲状腺阻断效果的作用，需要在受照前或者受照后尽快服用稳定碘片。即使在事故后几小时，通过服用稳定碘片仍然可以阻止甲状腺对50%的碘的吸收。为了防止吸入放射性碘同位素，通常一片剂量的稳定碘就足够了，它可以起到24小时持续保护作用，在含放射性碘同位素的烟云来袭时对甲状腺可起到充分的保护作用。然而，在长期持续性释放状况下，则有可能出现重复照射的情况。

再次强调，只有在暴露于放射性碘之前就服用碘片，才能起到最佳的保护作用。

4. 哪里有碘片可用？WHO是否有库存？

各国政府负责在其国家库存碘片。预存碘片是对任何一个运营核电厂的要求，也是其应急方案的重要组成部分。WHO没有库存。

5. 这次事件是否会影响日本以外的人员？

这将取决于气象条件和放射性物质的释放量（风向、风速和降水等）。在多数情况下，基于我们目前所掌握的信息，它是不可能对邻国造成重大影响的。

6. 撤离多远才是安全的？

在通常情况下，首要任务是限制辐射暴露的发生。主要通过疏散或隐蔽受影响人口，来减少放射性烟云沉降的影响。根据大气中放射性物质的释放量和当时的气象条件（例如风向和降水等），并依据爆炸的中心范围，国家将会确定在多大半径范围内应采取紧急隐蔽防护措施。

7. WHO在核应急中承担什么角色？

在联合国里，IAEA是国际核事故的应急协调领导机构。这在2010年国际组织联合响应核应急合作计划里有明确规定。

根据现行的职责划分，WHO负责核应急情况下涉及公众健康行为干预中的健康效应评估和提供技术咨询、建议或帮助（在被请求或允许提供帮助的情况下）。

8. 辐射应急医学响应和援助网络（REMPAN）是什么？

REMPAN是由WHO建立的包括辐射应急医学、剂量学、公众健康干预、长期监护和随访等专业在内的40多个机构组成的全球网络。它为WHO应对辐射应急准备与响应提供技术支撑。

9. 核电站会完全炸毁吗？

据日本当局报道，爆炸发生在反应堆压力容器的外面，辐射水平在持续下降。

10. 如何进行自我保护？

首先避免恐慌，及时收听广播或收看电视，按照政府的指示行动。在可能有放射性污染存在的情况下，待在室内。

碘片的服用要根据政府的指示，只有政府在评估事故状态以后才能决定是否需要服用碘片。不能仅凭个人主观臆断或因恐惧而擅自服用。

11. 与怀孕有关的风险有哪些？应该怎样降低这些风险？

由于碘片具有阻断甲状腺碘吸收的作用，对怀孕妇女服用碘片要给予特别的关注。首先，孕妇甲状腺摄取放射性碘的几率较普通成人要高，其次，胎儿的甲状腺应给予保护，特别是在怀孕后的第二、第三孕期。然而，除此以外，在当前情况下并没有特别的医学理由表明要避免怀孕。

12. 我需要服碘片吗？

见问题3。

13. 福岛核事故烟云能飘浮多远？

这个是很难预测的。它取决于风速和其他气象条件。

14. 释放的放射性物质会造成多大的辐射剂量，它对人体健康有哪些不利影响呢？

取决于释放的放射性物质总量，公众受到的剂量可能

会在较低甚至很低水平的范围。世界人均天然辐射本底剂量是2.4mSv/年，地区差异造成各地区的值会有所不同，例如在伊朗、印度一些地方高达200mSv。

当全身照射剂量大于1Gy时，会出现急性放射性病等健康效应。然而，对于核电站事故中释放的放射性落下灰，大量的放射性烟云经过长距离的输运后，是不大可能出现如此高剂量照射的情况。

15. 剂量与远期效益有什么联系？

暴露于电离辐射可能会增加患癌症的风险。通过对原子弹爆炸幸存者、接受放射诊疗的病人、职业受照人群以及苏联切尔诺贝利核事故受照人群的辐射流行病学研究表明，在全身辐射剂量低于100mSv时，未发现明显的辐射致癌效应。

对日本原子弹爆炸幸存者的调查研究表明，在遭受辐射后数年里，患白血病的风险增加，在10年后患癌症的风险增加。在核事故情况下，如果放射性碘沉积在甲状腺中，它会导致甲状腺局部剂量效应，而不是全身效应。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，它导致超过5 000名儿童甲状腺癌病例的发生，受照射人群的年龄均在0～18岁。切尔诺贝利核事故的最大影响之一就是心理影响。这主要是缺乏风险沟通机制所导致的。因此，在核应急状态下，建立一个良好的公众交流机制非常重要。

16. 低于多少剂量可以认为对健康没有影响？

流行病学统计研究表明，当剂量低于100mSv时导致癌症的风险没有明显增加。然而，电离辐射的线性无阈模型是辐射防护的基础。这就意味着，理论上任何剂量的电离辐射均可导致一定的生物学效应，但是这种效应还无法在人类身上进行验证。因此，我们无法说那个剂量水平就是绝对的零风险。在电离辐射防护中应尽可能遵循防护水平最优化原则（ALARA原则）。

广东省核电站一览

1. 大亚湾核电站

大亚湾核电站于1987年8月7日正式开工建设，有1号、2号两台发电机组，已分别于1994年的2月1日和同年的5月6日投入商业运行。核电站目前发电量的70%输往香港，30%输入广东电网。大亚湾核电运营管理有限责任公司进行统一运行管理，承担电站安全运行管理的法律责任，广东核电合营有限公司作为业主单位承担其他的法律责任。



大亚湾核电站采用M310型三环路压水反应堆技术。

2. 岭澳核电站

岭澳核电站Ⅰ期1号机组、2号机组和岭澳核电站Ⅱ期3号机组分别于2002年5月28日、2003年1月8日和2010年9月20日投入商业运行；岭澳核电站Ⅱ期4号机组预计于2011年6月投入商业运行。岭澳核电站4台机组的发电量全部输入广东电网。

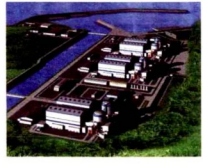
岭澳核电有限公司（Ⅰ期业主）和岭东核电有限公司（Ⅱ期业主）将电站机组的运行管理全权委托给大亚湾核电运营管理有限责任



公司，保留法律规定作为业主单位的其他责任。岭澳Ⅰ期核电站采用M310型三环路压水反应堆技术，岭澳Ⅱ期核电站采用中国广东核电集团有限公司自主品牌CPR1000技术。

3. 阳江核电站

阳江核电站是中国广东核电集团有限公司在广东地区的第二核电基地。项目也采用CPR1000技术，将建设6台百万千瓦级压水堆核电机组。核电站于2008年12月16日正式开工，首台机组将于2013年建成投入商业运行，6号机组将于2017年具备商业运行条件。全部机组建成后，综合国产化率可达到83%，年发电量450亿kW·h。中国广东核电集团有限公司阳江核电有限公司负责阳江核电站建设和运营。



4. 台山核电站

台山核电站规划建设4台压水堆核电机组，一次规划，分期建设，Ⅰ期建设2台核电机组。台山核电站将成为首个依托EPR三代技术的示范工程，每台装机容量175万kW。目前，项目前期工作正在实施，1号机组、2号机组预计分别于2013年12月和2014年10月投入商业运行。中国广东核电集团有限公司广东台山核电有限公司负责台山核电站建设和运营。

