

核与辐射科普知识系列丛书.....

核事故应急科普手册

HE SHI GU YING JI KE PU SHOU CE

王秉杰 主编



辽宁大学出版社

核与辐射科普知识系列丛书.....

核事故应急科普手册

HE SHI GU YING JI KE PU SHOU CE

王秉杰 主编

辽宁大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

核事故应急科普手册/王秉杰主编. —沈阳: 辽宁大学出版社, 2010. 3

(核与辐射科普知识系列丛书)

ISBN 978-7-5610-5997-5

I. ①核… II. ①王… III. ①核防护 - 紧急事件 - 手册 IV. ①TL7 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 030646 号

出 版 者: 辽宁大学出版社

(地址: 沈阳市皇姑区崇山中路 66 号 邮政编码: 110036)

印 刷 者: 沈阳航空发动机研究所印刷厂

发 行 者: 辽宁大学出版社

幅面尺寸: 138mm × 200mm

印 张: 5.75

字 数: 120 千字

印 数: 1 ~ 5000 册

出版时间: 2010 年 3 月第 1 版

印刷时间: 2010 年 3 月第 1 次印刷

责任编辑: 贾海英

封面设计: 王奕文 徐澄玥

责任校对: 李 健

书 号: ISBN 978-7-5610-5997-5

(套)定价: 28.00 元

联系电话: 024-86864613

邮购热线: 024-86830665

网 址: <http://www.lnupshop.com>

电子邮件: lnupress@vip.163.com

核与辐射科普知识系列丛书

编 委 会

主 编 王秉杰

副主编 朱京海 赵长富 李世俊

成 员 (按姓氏笔画排列)

王海鹰 付 卓 许 静 孙大鹏

刘长宏 任长顺 刘岚昕 孙彬彬

张 宁 张 宇 杜月华 李永安

李树宣 范晓锋 林殿科 姜 涛

赵 强 赵英姿 姚临江 高 魁

崔志仁 梁宏军 常艳峰

前 言

辽宁是核技术和电磁辐射应用大省，随着经济的快速发展，核技术在工业、农业、科研、医疗等领域广泛应用，电力、广播、电视、微波站、移动通信基站建设迅速增长，放射性和电磁辐射污染呈加剧趋势，核与辐射设施已成为影响我省核与辐射环境质量的重要因素。2007年8月18日，辽宁红沿河核电站正式开工建设，核电站的开工建设为我省的核安全监管工作提出了新的更高的要求。

为了让社会各界和公众了解核与辐射方面的常识，增加相关的法律法规知识，消除不必要的疑虑和恐惧，共同参与电磁辐射安全监督管理，我们组织编写了《核与辐射科普知识系列丛书》，以飨读者。该系列丛书共四分册，一是科学认识电磁辐射；二是核事故应急科普手册；三是工业用核辐射技术；四是医用核辐射技术。

此系列丛书的出版，凝聚了众多编写人员和专家的智慧与辛劳，在此表示衷心的感谢。

编 者

2010年3月

目 录

- | | |
|------------------------------|----|
| 1. 用于发电的能源主要有哪些? | 1 |
| 2. 什么是核能? | 2 |
| 3. 核能有什么特点? | 3 |
| 4. 什么是核辐射,它是有害的吗? | 4 |
| 5. 核辐射可以利用吗? | 4 |
| 6. 什么是核电站?它是如何分类的? | 5 |
| 7. 为什么要发展核电? | 7 |
| 8. 当今世界核电的发展情况如何? | 8 |
| 9. 为什么说核电是清洁的能源? | 8 |
| 10. 核电的高效性表现在哪里? | 9 |
| 11. 核电站采取了哪些措施保证安全? | 9 |
| 12. 我国对核电安全生产怎样监督管理? | 10 |
| 13. 反应堆会不会像原子弹那样发生核爆炸? | 10 |
| 14. 为什么说人类生活在放射性环境中? | 11 |
| 15. 核电给人类带来多少放射性? | 11 |
| 16. 辐射对人类会产生哪些效应? | 12 |
| 17. 辐射防护的方法有哪些? | 13 |

18. 辽宁红沿河核电站拥有几项“第一”? 14
19. 辽宁红沿河核电站有哪些先进的安全措施? 14
20. 辽宁红沿河核电站与国内其他核电站相比有
哪些特点? 15
21. 什么叫核事故应急? 16
22. 核事故应急的方针是什么? 16
23. 什么是烟羽? 17
24. 核电站烟羽应急计划区是如何划分的? 17
25. 核电站烟羽应急计划区内区是如何划分的? 18
26. 核电站烟羽应急计划区内区可能实施的主要应急防护
措施有哪些? 18
27. 核电站烟羽应急计划区外区是如何划分的? 19
28. 核电站烟羽应急计划区外区可能实施的主要应急防护
措施有哪些? 19
29. 什么是食入应急计划区? 20
30. 核电站食入应急计划区范围是如何划定的? 20
31. 什么是稳定碘片? 21
32. 什么是应急隐蔽? 21
33. 如何获得隐蔽信息? 22
34. 什么是应急撤离? 22
35. 如何进行隐蔽? 23
36. 如何获得撤离信息? 24
37. 如何配合撤离? 24

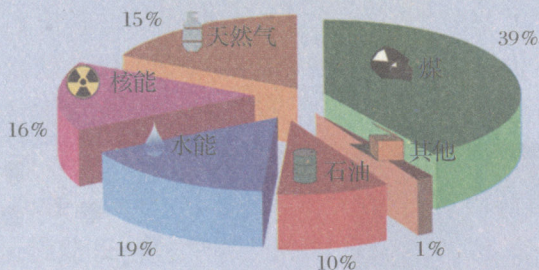
- 38. 公众撤离后家中安全如何保障? 25
- 39. 为什么必须将核电厂厂址外围一定范围内划为规划限制区? 25
- 40. 公众撤离后的日常生活如何保障? 26
- 41. 建设核电站需要遵守哪些环境影响评价要求? 26
- 42. 核电站需要进行排放污染物申报登记吗? 27
- 43. 核电站为什么要对周围环境中所含的放射性核素实施监测? 27
- 44. 核电厂怎样开展核应急培训工作? 28
- 45. 为什么要实行建设项目环境监理? 29
- 46. 哪些建设项目应当开展环境监理工作? 29

1. 用于发电的能源主要有哪些？

能源可分为再生能源和非再生能源。再生能源有太阳能、水能、风能及潮汐能；非再生能源有化石能源（包括煤、石油、天然气）、核能。目前，人类用于发电的能源主要有化石（石油、天然气、煤）能源、水能和核能。火电、水电和核电是世界上电能供应的三大支柱。

世界能源分类	
再生能源	非再生能源
太阳能	煤
水能	石油
风能	核能
潮汐能	天然气

各种能源示意图



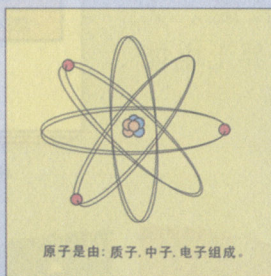
用于发电的主要能源所占比例图

2. 什么是核能?

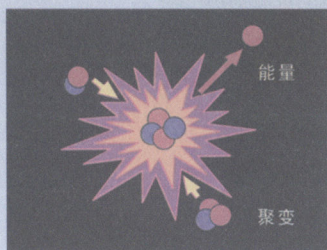
核能就是指原子能,即原子核结构发生变化时释放出的能量,包括重核裂变或轻核聚变释放的能量。1938年,德国化学家哈恩首次揭示了核裂变反应,他通过研究发现,铀-235在中子的轰击下分裂成两个原子核,同时放出三个中子,其过程伴随着能量的放出,这个过程就是核裂变反应,放出的能量就是核能。核能物质所具有的原子能比化学能大几百万倍以至几千万倍。



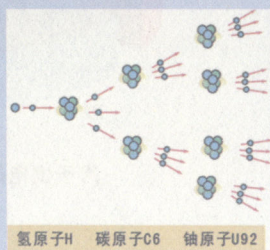
化学家哈恩



原子结构图



重核裂变图

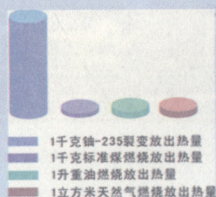


轻核聚变图

3. 核能有什么特点?

能量密度大和反应速率快是核能的两大特点。

首先是核能的能量密度大。从下面核



核能与化学能比较图



原子弹爆炸的蘑菇云

能与化学能的比较我们可以很清楚地看到它们之间的差距。

裂变 1 千克铀-235 放出热量 19600 000 000 千卡

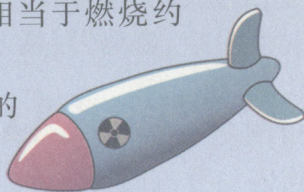
燃烧 1 千克标准煤放出热量 7000 千卡

燃烧 1 升重油放出热量 9900 千卡

燃烧 1 立方米天然气放出热量 9800 千卡

同一质量下,核能比化学能大几百万倍。从上述数据中,我们可以看到,1 千克铀-235 放出热量相当于燃烧约 2700 吨标准煤。

其次是核能反应速率快。从原子弹的爆炸我们就可以了解核能的反应速度。我们都知道原子弹爆炸会产生蘑菇云,那是为什么呢?因为核能在瞬间产生的巨大能量,急剧压缩其周围的空气形成压差,导致强烈气流流动形成的。



4. 什么是核辐射,它是有害的吗?

核辐射是指原子核在其衰变过程中或在不稳定状态下释放出的能量。在核电站,核辐射和核反应是一对孪生兄弟,微量的放射性不会影响人类健康,但过量的核辐射照射对人体是有害的,可致病,严重的还可导致死亡。



5. 核辐射可以利用吗?

回答是肯定的。目前,核辐射技术,作为一种高科技技术手段,已经广泛用于工业、农业、医疗等各方面,发挥着不可替代的作用。例如,物质材料的辐照改性、生物的辐照育种、辐照杀虫;X光、CT检查、放射性治疗、伽玛刀;活化分析、照相测定分析物体,考古的年代测量和刑事侦察等。

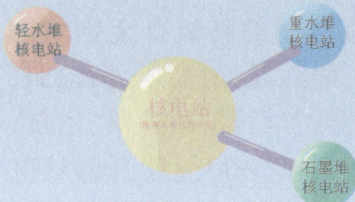


6. 什么是核电站？它是如何分类的？

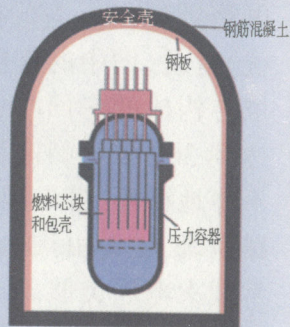
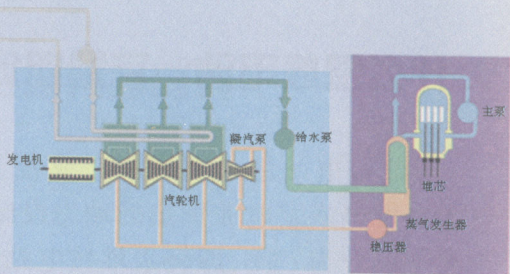
所谓核电站就是利用一座或若干座核动力反应堆产生的热能来发电或发电兼供热的动力设施。核电站根据其使用的慢化剂可以分为三类,即轻水堆核电站、重水堆核电站、石墨堆核电站。

技术成熟的压水堆型为我国核电站的主力堆型。压水堆核电站主要由核岛(又称一回路系统)和常规岛(也叫二回路系统)组成。图中的紫色区域,就是由蒸汽发生器、稳压器、主泵和堆芯构成的一回路,整个一回路就像一个高压锅,水在高压下达到 300 多度的高温,仍保持着液态形式,它在主泵的带动下不停地循环,带走堆芯产生的热量。图中的蓝色区域就是二回路系统,主要由汽轮机、发电机、凝汽器、给水泵构成,其形式与常规火电厂类似。

发电的整个过程是这样的:一回路水在堆芯吸收热量温度升高,经过关键设备蒸汽发生器,把热量传给二回路的水,使它变成蒸汽;蒸汽通过管道推动汽轮机旋转,带动发电机产生电流;做过功的蒸汽在凝汽器中冷却为水,经给水泵回到蒸汽发生器继续循环;经过蒸汽发生器的一回路水温度降低,在主泵的带动下,回到堆芯继续吸收堆芯热量。这就是一个简单的循环过程,实际工作当中要有各种保障设施设备,使核电站的运行既安全又经济。



核电站有三道防护屏障:通常情况下,核裂变会产生许多放射性物质,包括裂变碎片和它们的衰变产物,以及射线和中子流等,因而有很强的放射性。为此,核电站在设计上采用了多重防护屏障体系,不让放射性物质泄漏出来。压水堆核电站设计有三道屏障,即燃料元件包壳、压力容器及整个一回路和安全壳。



第一道屏障:核燃料元件包壳。反应堆燃料元件密封在包壳中,包壳材料具有耐高温、耐高压、耐辐照、抗腐蚀等优良的物理化学性能,破损率非常低。这些核燃料元件芯块装在锆合金做成的套管中,抽去空气,充入氦气,严格密封,形成燃料棒。最后把这些燃料棒按照一定规则排列,按精确的间距做成燃料组件。

第二道屏障:压力容器及整个一回路。压力容器是反应堆的心脏,就像锅炉的燃烧室,这是精心加工制造的关键部件。例如 100 万千瓦压水堆电站的压力容器,内径达 4~5 米,高度达 13 米,重量达 400~500 吨,是用 20 厘米厚的高级合金钢精加工制成的。它的强度大,塑性、韧性好,耐高温、耐高压、耐辐照,抗震、抗腐蚀,保证没有裂缝和泄漏。压力容器、蒸发器、主泵、稳压器和连接管道就构成了一个回路,一个 100 万千瓦的核电机组配有三个这样的回路。

第三道屏障:安全壳。安全壳是双层结构的庞然大物。100万千瓦压水堆核电站的安全壳直径达30~40米,高度达60~70米,外壁为1米厚的预应力钢筋混凝土,内壁为6毫米厚的钢板。能耐约5个大气压的压力,能承受地震、飓风、龙卷风和飞行物的撞击。安全壳还要定期进行检漏试验,安全壳的双壁间可容纳从反应堆大厅跑出的气体。因为它保持负压,要向外泄漏气体是不容易的。同时,安全壳里设有空气净化、喷淋水和消除氢气等系统,具有气体过滤、降温、捕集放射性核素和防止氢气爆炸等作用,能够阻止放射性核素向外界释放和减少对环境的辐射影响。

7. 为什么要发展核电?



-  环境和谐发展
-  无污染安全清洁
-  运输方便
-  高效供电量大

一是电力供需矛盾突出。现有火电、水电等已满足不了社会发展的现实需要,核电可以提供大量电力,缓解供需矛盾。二是能源资源开发与利用的矛盾。不可再生的化石能源(石油、煤、天然气)的生成需要上亿万年,人类大规模开采、利用使之日趋枯竭;水力资源分布不均;地热、风力、波浪、潮汐、太阳能等可再生能源至今尚未实现大规模工业应用。而核能,正是可以满足人类日益增加的能源需求的新能源。三是能源开发与环境协调发展的需要。核电是安全、清洁、高效能源。发展核电,能减少对化石能源的开采和应用;没有火电排放带来的温室效应、酸雨、烟尘等对环境的破坏,也有利于缓解因运输煤炭等带来的交通运输力紧张的矛盾。

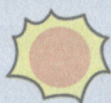
8. 当今世界核电的发展情况如何?

核能是目前已经成熟的、可实现大规模工业生产的能源。目前世界上有 439 座核电机组在运行,总装机容量达到 3.6 亿千瓦,核发电量占世界总发电量的 16%。

9. 为什么说核电是清洁的能源?

火力发电厂在燃烧燃料时产生大量的灰尘,同时还有大量的一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等有毒有害气体。二氧化碳是温室效应的元凶,二氧化硫、氮氧化物是造成酸雨的主要原因。化石燃料的燃烧污染了环境,危及人类的健康和生存。

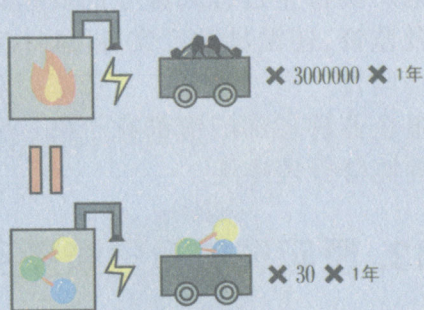
核电厂使用的是核燃料,在发电过程中,不排放上述有害物质,因而是清洁的。



排放物	火电厂	核电厂
Co(有毒气体)	有	无
Co2(能造成温室效应)	有	无
So3(能够形成酸雨)	有	无
氮氧化物和其他有毒气体	有	无
粉尘	有	无
放射性物质	大量	少量

10. 核电的高效性表现在哪里？

以辽宁红沿河核电站为例,该核电站一期工程设计装机容量为四台 100 万千瓦的核电机组,其中 1 台 100 万千瓦核电机组每年需要约 30 吨核燃料,正常情况下只需一个集装箱或一节火车皮就能运输,而同等规模的火电厂则需要 300 万吨煤,要用几万节车皮来装。



11. 核电站采取了哪些措施保证安全？

核电站主要是通过先进的工艺流程和技术设备、严格的安全管理、多重防护屏障及规范性的操作来实现核安全的。

核电站一般采取五项安全措施:(1) 建立并推行全范围、全过程的质量保证体系,确保设计、施工、调试运行的质量和安全;(2)贯彻纵深防御、多重保护、多样性的设计原则,确保核安全;(3)实行依法治厂,严格管理,以及国际、国家和地方相关组织部门的严格监督;(4)高标准要求的“三废”处理和管理体制;(5)反应堆具有较强的安全防护特性。

