



中国核工业集团有限公司是中央直接管理的特大型国有重要骨干企业，历史上成功研制了原子弹、氢弹和核潜艇，建成我国大陆第一座核电站。中核集团拥有完整的核工业产业体系，是国家核科技工业主体，是推进核能开发利用、核工程建设、核技术应用的国家队和主力军，拥有完整的核科技工业体系，肩负着推动国防建设和经济社会发展的双重使命。

网址：<http://www.cnncc.com.cn/>



快来扫一扫以上二维码~关注我们吧~

中核集团党群工作部 指导
中核集团宣传文化中心 制作

2024年9月



和你在一起

科普画册

大家好，我叫核宝，我是中核集团科普卡通形象。今天，由我带领大家去探秘神奇的核世界。

和你在一起

和你在一起



目录 contents

Part 1 核从哪里来

Part 2 核燃料变身记

Part 3 核电那些事儿

Part 4 华龙一号

Part 5 核在身边

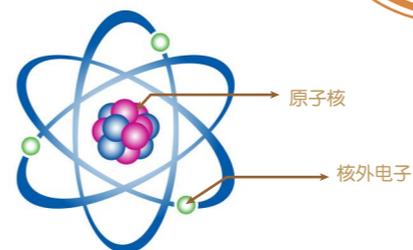
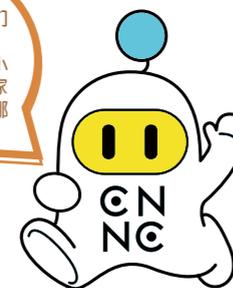
Part 6 核不可怕



01

世界万物都由原子组成

大家好，我叫核宝。我们核自宇宙诞生起就存在，平时宅但本领多，身躯小但能量大，今天就让大家看看我们的本领都有哪些？



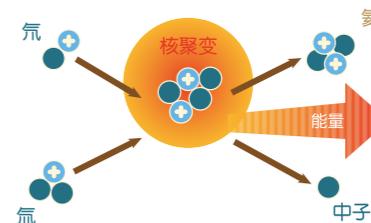
- 原子由原子核和电子组成。
- 50万个原子排列起来相当于一根头发的直径。
- 原子核是原子核心部分，直径不及原子直径万分之一。
- 如果把原子比作一座宫殿，原子核只有黄豆大小。

02

什么是核能

聚变

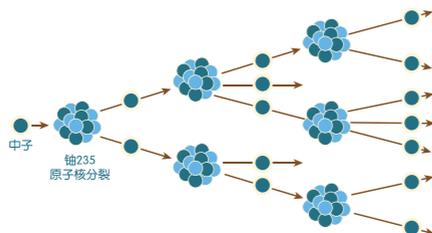
两个质量较轻的原子核在高温高压的条件下碰撞结合成一个较重的原子核并释放出巨大的能量。



太阳就是靠这种方式产生热量的。

裂变

一个质量较重的原子核，在中子的轰击下，分裂成两个或两个以上中等质量的原子核，并释放出巨大的能量。



原子核发生反应时，会释放出巨大的能量，这就是原子能，也叫核能。

核裂变

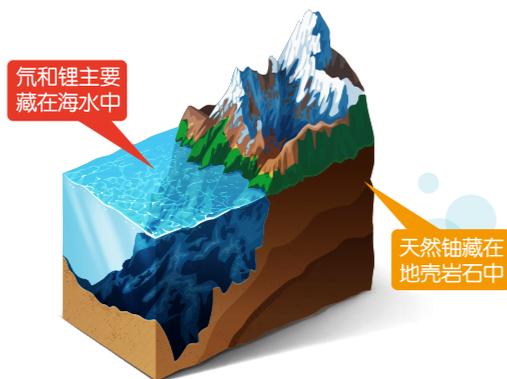
已有的核电站都是利用核裂变反应来进行发电的。

原子秘密的发现

- 1905年，爱因斯坦提出了质能方程。
- 1919年，英国科学家卢瑟福首次实现人工核反应。
- 1932年，英国物理学家查德威克发现中子。
- 1934年，法国科学家居里夫妇获得人工放射性同位素。
- 1934年，卢瑟福等科学家发现核聚变反应。
- 1938年，德国化学家哈恩等人发现核裂变现象。

03

核燃料取之不尽用之不竭



氘在自然界储量约为45万亿吨

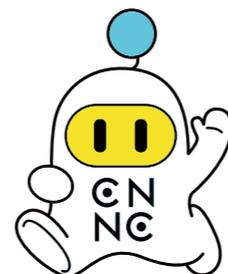
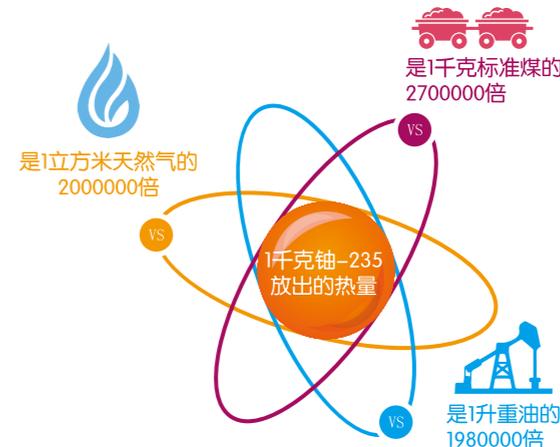
锂在自然界储量约为2000多亿吨

陆地上地壳中所含的铀总量达到6800万亿吨

现在世界探明的可利用的铀储量不足1000万吨

04

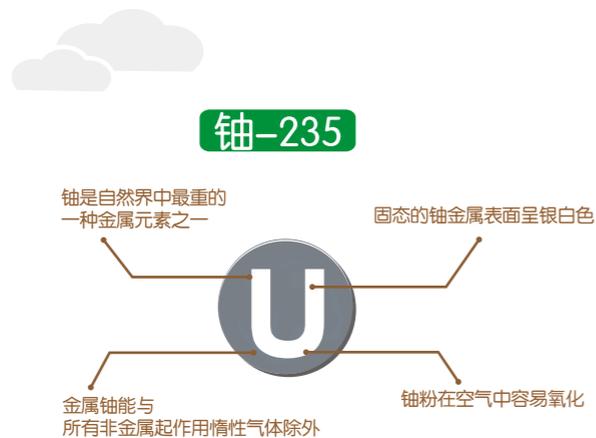
原子核蕴藏着惊人能量



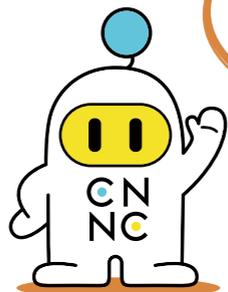
而氘、氚聚变反应所释放的能量更大，是同等质量铀-235裂变所放出能量的四倍。

05

什么是铀



铀是一种稀有的放射性金属元素，铀矿物是指铀的天然化合物。世界上已发现 **200** 多种铀矿物。



世界上主要拥有铀矿的国家有中国、澳大利亚、加拿大、美国、俄罗斯、哈萨克斯坦等。

我国在北方形成了六大铀资源基地。

在内蒙古发现国内最大规模的可地浸砂岩型铀矿床,该地区累计控制铀资源量已跻身世界级大矿行列。

06

如何发现铀矿



地壳深钻

2013年,我国在江西相山铀矿实现深钻深度达2818.88米。

航空勘察



我国的铀都——江西相山铀矿是通过航空测量发现的。

天然铀矿开采

- 常规采矿 { 地下开采 / 露天开采
- 化学采矿 { 原地爆破浸出 / 原地浸出采铀 / 堆浸采铀



中国核工业的开业之石

1954年,在广西富钟县采集到的新中国第一块具有重大价值的铀矿石标本。这就是中国第一块铀矿石,也被称为“开业之石”。

07

如何开采铀矿

铀矿开采,过去主要是地下开采或露天开采。近年来开发的地浸法,省去了很多工序。



原地浸出采铀

通过打井,将化学物质从井中注入,并将铀矿层中的铀溶解后,将铀矿浆抽到地面,通过化学处理获得合格产品。



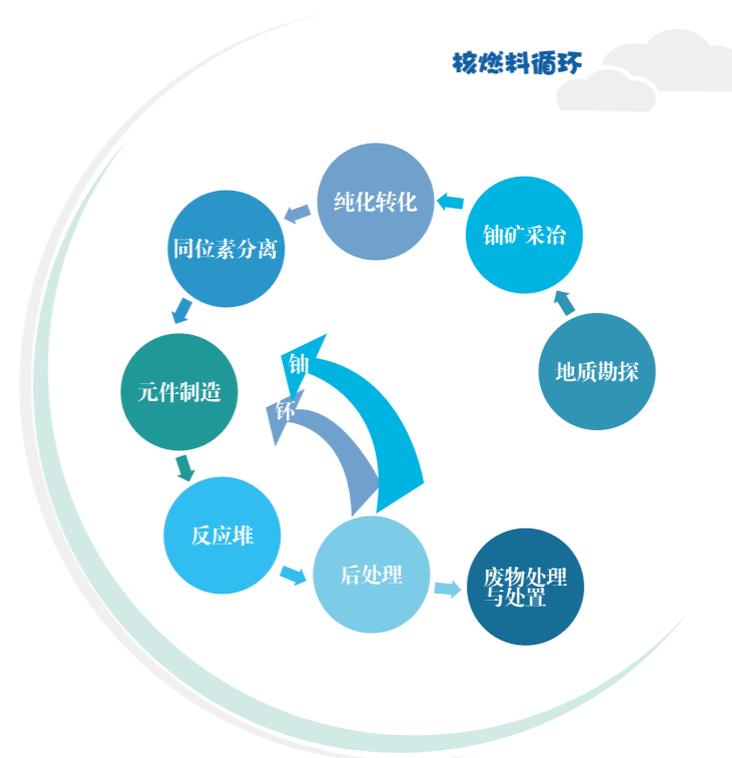
中国这种技术基本实现无废水、无废渣和无废气。

新疆、内蒙古两个“二氧化碳+氧气”地浸采铀矿山已建成。

我国是继美国之后的全球第二个掌握这种技术并已工业化的国家。

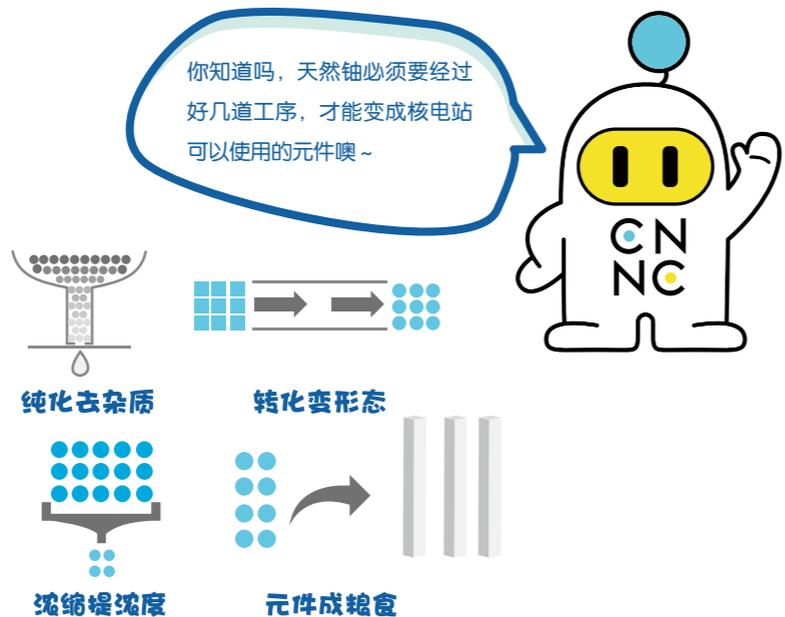


01
铀在核燃料
循环中前行



中国是世界上少数拥有完整核燃料循环产业链的国家。

02 从天然铀到核燃料元件



03 铀纯化



铀矿中有很多杂质和影响核反应的物质，必须提纯和精制，制作成天然铀产品。这个提纯过程就叫纯化。

04 铀转化



纯化过后的天然铀产品为了进行铀浓缩，必须将天然铀产品转化成可以反应的形态。这个过程就叫转化。

05 铀怎么浓缩

天然铀浓缩方法
分离铀同位素的方法主要有气体扩散法、离心法、激光法、喷嘴法、化学交换法、等离子体法等。



06 铀怎么成元件



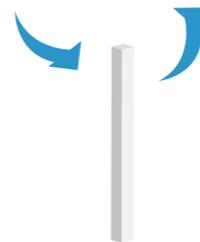
燃料芯块

芯块实际上相当于日常生活中所使用的煤球，有了它，就可以燃烧，发热、发电。



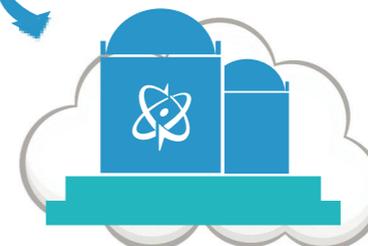
燃料组件

高近 4m 的一个长方体。



锆合金燃料管

燃料芯块装在锆合金管中，封装成燃料棒。芯块裂变产生的物质都被包在燃料管中。



100万千瓦级核电站

一座核电反应堆内一次装入约150多个燃料组件，总重90吨。

07
中国可以提供
各种类型核
燃料元件

| 品种 | 用户 |
|------------|-----------------------|
| 30万千瓦燃料组件 | 秦山一期核电站、恰希玛核电站等 |
| AFA3G燃料组件 | 秦山二期核电站、大亚湾核电站、岭澳核电站等 |
| TVS-2M燃料组件 | 田湾核电站 |
| 高温气冷堆燃料组件 | 石岛湾高温气冷堆示范核电站等 |
| API000燃料组件 | 三门、海阳等核电站 |
| CF系列燃料组件 | 华龙一号核电站 |



已形成宜宾、包头南北两大核燃料元件生产基地。

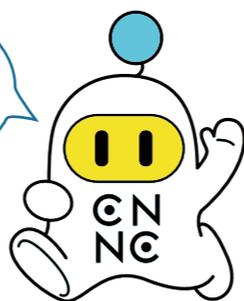
可为国内各类研究堆、核电站提供安全可靠的核燃料元件。

我国压水堆燃料元件生产能力位居世界前列。

08
乏燃料
不是核废料



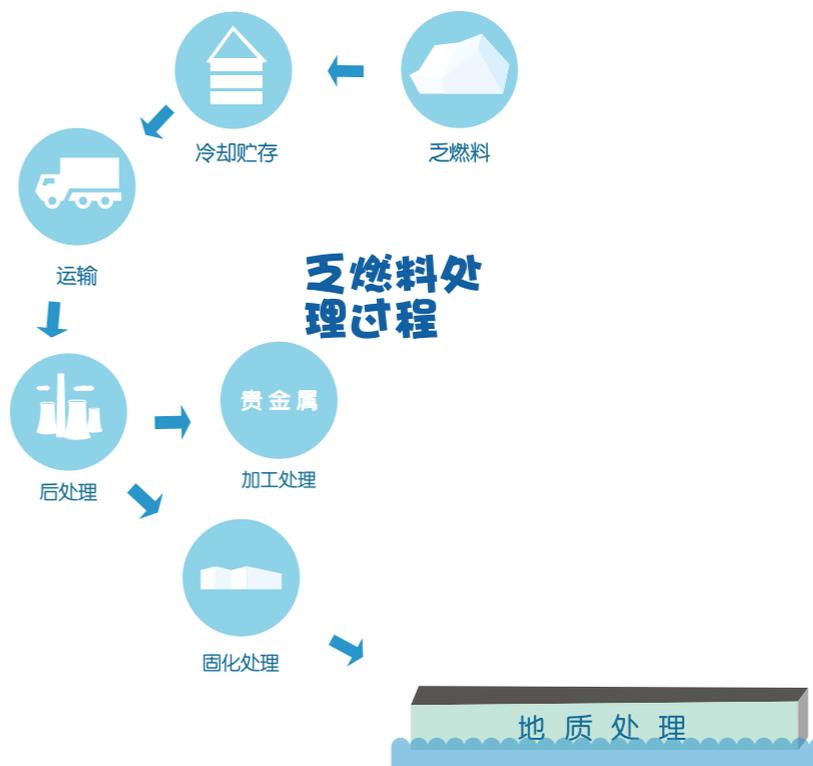
核燃料在堆内发生核反应，经一定时间从堆内卸出且不再在该反应堆中使用。这就是乏燃料。



这些丰富而宝贵的核素，可以进一步加以利用，制成混合燃料元件、测试仪、光电池、离子感烟火灾探测器等，可以进行工业探伤、医疗诊断等。

09
乏燃料
处理过程

大家知道吗，一座100万千瓦的核电站，一年核燃料只有30吨，燃烧过后成为乏燃料，其实重量前后变化并不大哦。



每个环节都处于严密控制下，绝对不会流向社会，造成危害。



核电那些事儿

和你在一起



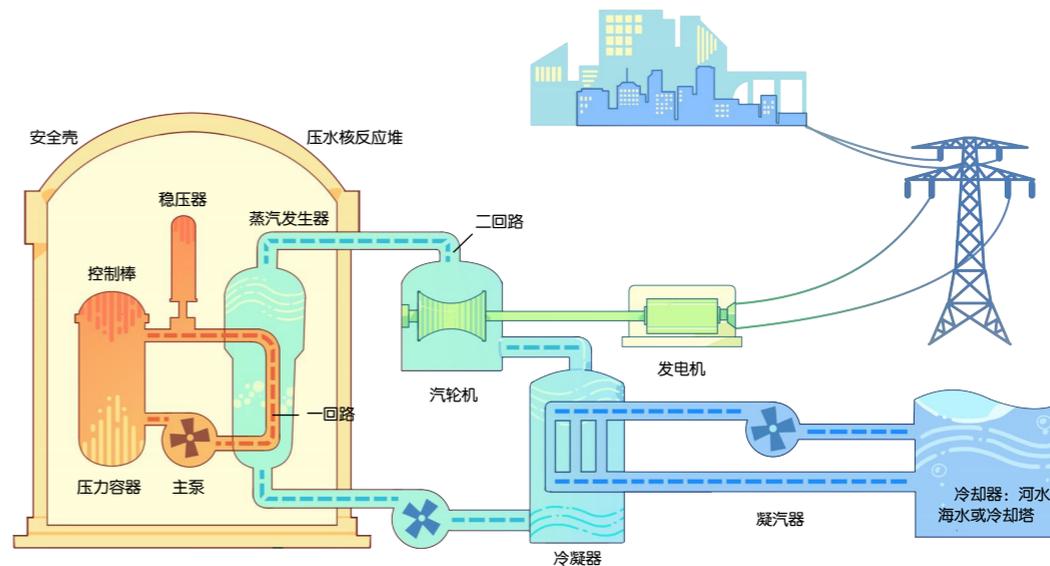
01 什么是核电站

大家好，核宝又来啦~
今天和大家学习关于核电站的知识。



核电站，是利用核能来大规模生产电力的发电站。目前，它通过受控核裂变“燃烧”核燃料来发电。从原理上讲，核电站实现了核能到热能再到电能的能量转换。

核电站发电原理



核电站发电的过程是：核能→热能→机械能→电能

02

核电站都有哪些类型

目前世界上常用的核电站堆型有



03

快堆



快堆

可以提高铀资源利用率60倍，可焚烧压水堆产生的长寿命裂变产物，解决高放废物的最终处置。

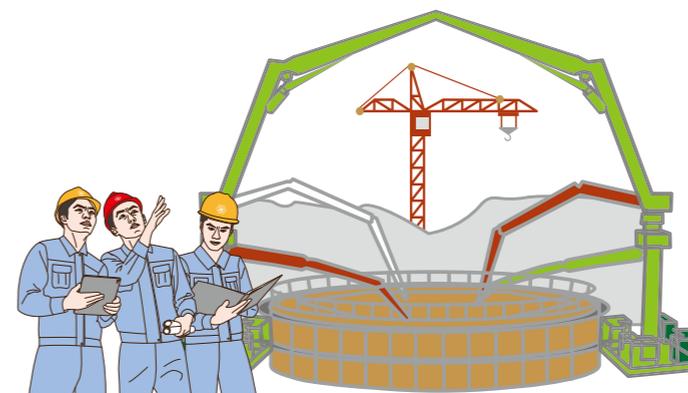
中国是世界上第八个成功建设快堆的国家。

04

多用途模块小型反应堆

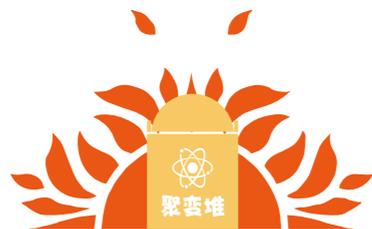


- ◎可为海洋开发提供能源。
- ◎为沿海缺水城市提供淡化海水。
- ◎为偏远地区和城市及工业园区供热、供电、供气。

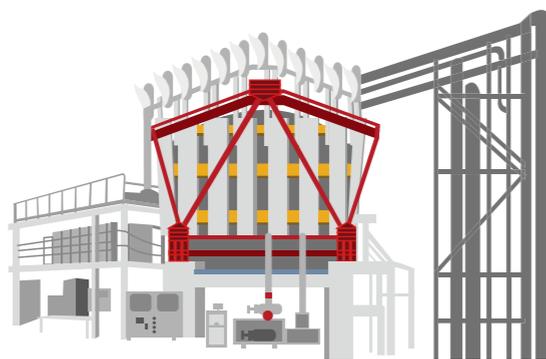
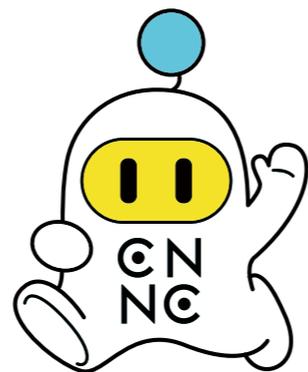


2024年5月21日，随着数字化控制系统（DCS）部分网络搭建成功、首个现场测量信号在主控大屏幕显示，标志着位于海南昌江的多用途模块式小型堆科技示范工程玲龙一号全球首堆的“大脑”——核电厂主控室正式启动投用。

05 核聚变



核聚变是解决整个人类能源问题的终极能源。
核聚变的原材料氘藏在海水中。每升海水中的氘聚变放出的能量，相当于燃烧300升汽油。
根据海洋中氘资源总量估计，核聚变能供人类使用数亿年。



“中国环流三号”是我国目前设计参数最高、规模最大的核聚变大科学装置，也被称为中国的新一代人造太阳。
该装置两次刷新我国磁约束聚变装置运行纪录，荣获中国十大科技进展新闻、央企十大国之重器、央企十大超级工程、中关村论坛重大科技成果等多项国家级荣誉。

06 中国核电发展



经过三十多年的发展，目前我国核电发展水平已经进入世界第一方阵。
核电装机规模全球第三、在建规模全球第一，是全球最大、最活跃的核电市场国家，也是推动三代、四代核电创新发展的主要国家。

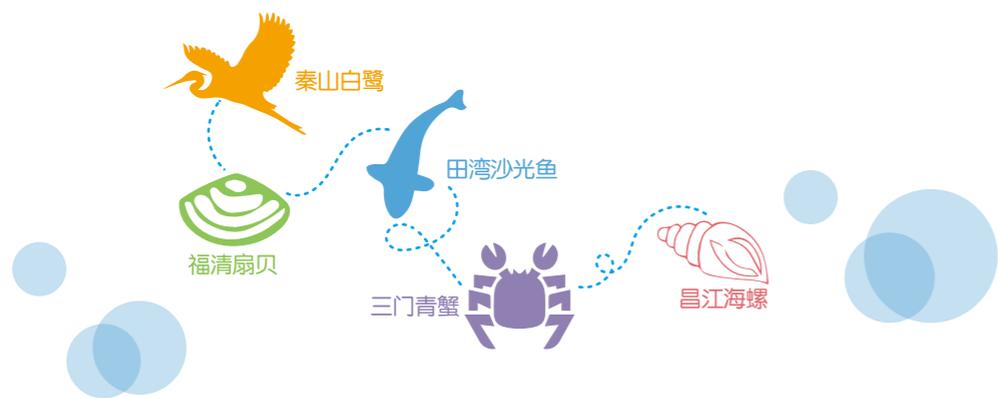


中核集团作为核工业领军企业，按照中央提出的核能“热堆、快堆、聚变堆”三步走发展战略，加快推动华龙一号核电机组规模化发展和优化改进，提高压水堆发展效益。发挥一体化快堆和可控核聚变创新联合体作用，攻克关键核心技术难题，推动核能“三步走”战略落地，支撑核强国和中国式现代化建设。



07

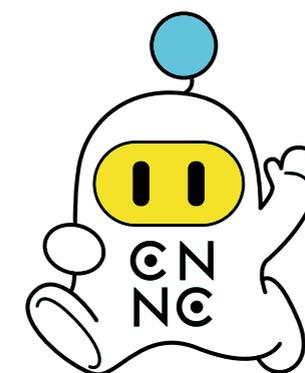
核电让天更蓝水更清



核能发电
每年消耗30吨核燃料

百万千瓦级核电站燃料全年只需要一辆重型卡车运输，核电厂不排放任何温室气体，是公认的清洁能源。核电厂全寿期运行时间可以达到60年，是火电厂的两倍。

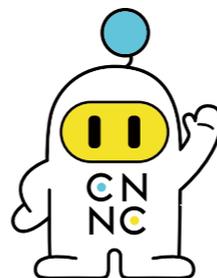
- 全年只需一辆重型卡车
- 全寿期运行时间可达60年
- 运行时间是火电厂两倍
- 清洁能源





01

华龙一号 国家名片

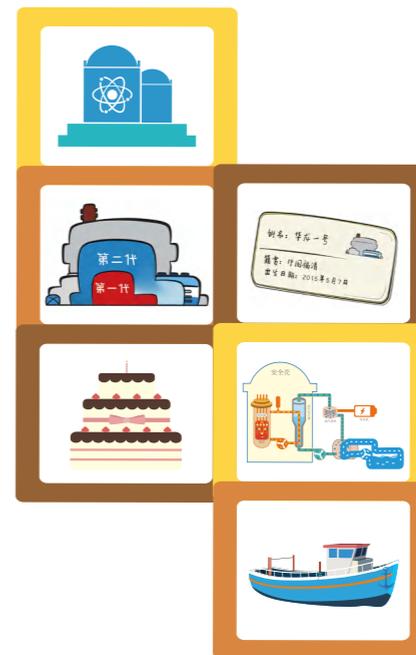


“华龙一号”是创新中核的代表，是中核集团在三十余年核电科研、设计、制造、建设和运行经验的基础上，深刻汲取福岛核事故教训，充分借鉴国际三代核电非能动安全的先进理念，满足国际最先进的法规标准，并联合中广核而研发设计的三代核电机型，具有完整自主知识产权。

“华龙一号”是拥有我国完整自主知识产权的自主核电品牌

它是我国的第三代核电

全球首台“华龙一号”于2015年5月7日落地于中国福清



它是我国新一代的国家名片

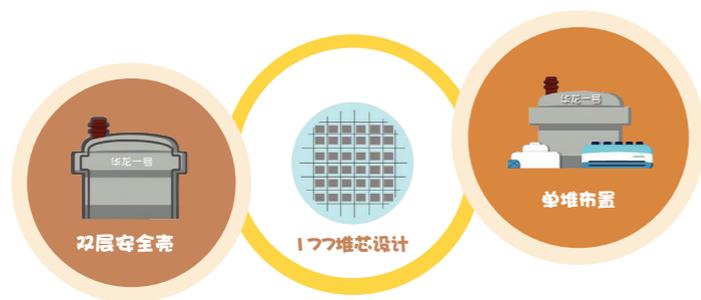
它是由中核集团和中广核集团联合研发的先进百万千瓦级压水堆核电技术

是国内可以自主出口的核电机型

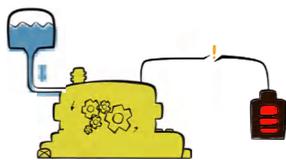
02 华龙一号 中国智造

“华龙一号”创新性地采用“能动与非能动相结合的安全设计理念”，全面平衡贯彻了纵深防御的设计原则，设置了完善的严重事故预防和缓解措施，充分吸收了福岛核事故经验反馈，结合了我国和全球最新安全要求，其安全指标和技术性能达到国际三代核电技术的先进水平。

1、三大技术特色：



2、三套能动+非能动安全系统：



蒸汽发生器二次侧余热导出
安全壳热量导出
堆芯熔融物冷却

3、三大提高：



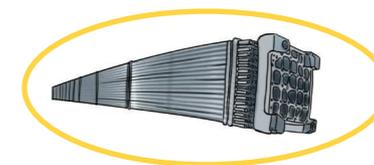
抗震能力提高
抗商用飞机撞击能力提高
电厂事故应急能力提高

4、数字化核电站-中核集团持续推动互联网与核电设计的深度融合。



采用全数字化设计技术的“华龙一号”设计已全部完成，数字化“华龙一号”初具规模，涵盖由燃料至退役整个核电厂全生命周期。目前该数字电厂已延伸至“华龙一号”示范工程现场。

5、CF燃料组件-具有完全自主知识产权，这对中国核电“走出去”十分关键。



6、装备实现国产化-可充分利用我国现有核电装备制造能力，推动产业集群转型升级，拉动国内核电装备制造发展。

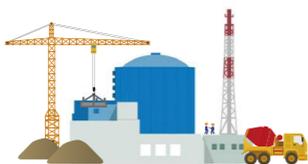


“华龙一号”拥有700多项专利，30余项PCT国际专利申请，100余项软件著作权……“华龙一号”显然不只是技术，更是一个综合复杂的“生命体”。

03

华龙一号 建设历程

- ▶ 2015年5月7日，
“华龙一号”全球首堆示范工程福清核电5号机组在我国福建福清开工建设。
- ▶ 2015年8月20日，
“华龙一号”海外首堆工程卡拉奇核电 K2 机组开工建设。
- ▶ 2021年1月30日，
“华龙一号”全球首堆——中核集团福建福清核电5号机组投入商业运行。



- ▶ 2022年3月25日，
“华龙一号”示范工程第2台机组中核集团福清核电6号机组正式具备商运条件。至此“华龙一号”示范工程全面建成投运。
- ▶ 2022年4月18日，
“华龙一号”全球第四台、海外第二台机组——巴基斯坦卡拉奇K3机组通过临时验收。至此，“华龙一号”海外首个工程两台机组全面建成投产。



目前，中核集团国内外4台“华龙一号”核电机组保持安全可靠运行，标志着中国打破了国外核电技术垄断，正式进入核电技术先进国家行列，这对我国实现由核电大国向核电强国的跨越具有重要意义。同时也进一步增强了“一带一路”沿线国家对“华龙一号”的信心。

04

华龙一号 减碳高手

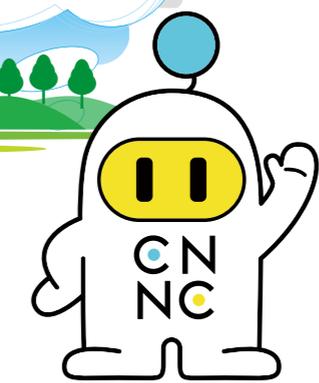


每台“华龙一号”机组装机容量116万千瓦，每年清洁发电近100亿度，能够满足中等发达国家100万人口的生产生活年度用电需求，同时，相当于减少标准煤消耗312万吨，减少二氧化碳排放 816万吨，相当于植树造林7000万棵。





01
什么是核技术应用



同位素与辐射技术应用

02 核技术与农业



核技术每年对国民经济贡献超过50亿元
累计育成突变品种800余个、年种植面积超过
900万公顷，其数量和种植面积均居世界第一



虫害防治



贮藏保鲜



环境保护

核技术在农业
各个领域有着不同的重要作用

辐照育种产品有哪些



遗传基因发生突变
射线照射诱发种子的

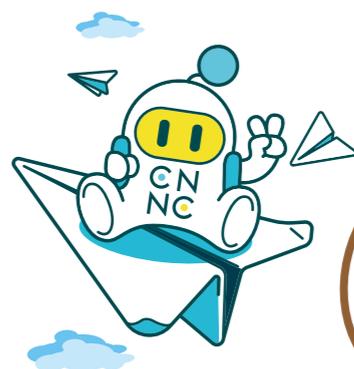
- 抗病** 我国采用重离子培育出了1139-3水稻，可早晚两季直接播种，不需要传统的育秧插秧过程，不仅大大减轻了农民的劳动负担，而且稻种耐涝、耐虫，亩产达500千克，经济效益好。
- 抗虫**
- 耐寒**
- 早熟**
- 高产**

03 核技术与工业



世界上80%的电缆是用辐照处理，离子注入技术成为电子工业不可缺少的手段。

世界上石油勘探中有三分之一是核测井的贡献。



未知的太空有着太多的资源和风景，等着我们一起去探索呢~



人们所熟知的太空探测器，利用同位素电池作为能量，体积小，寿命长，不需要外界能源，成为目前人类进行深空探测唯一可用的能源。

04 核技术与安保

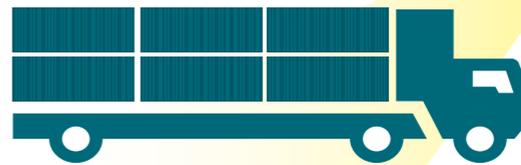


我国成功研制了多种型号的检测系统，有些已经成功应用在北京奥运会和上海世博会上。如放射性物质及爆炸物检测装置、电子束灭菌装置、集装箱检查系统等，为保障人民生命财产安全发挥巨大作用。

集装箱检测



钴-60 射线源



05 核技术与环境



烟气脱硫

采用电子束技术处理热电厂烟道气，使之脱二氧化硫和氮氧化物。副产品硫酸、硝酸可作为化肥销售。

废物治理

辐射处理城市生活垃圾、医院固体废物、工业废水。回收有用材料，彻底灭菌和处理废水中有害氯化物、有毒重金属甚至细菌、病毒等有害物质，达到排放标准。



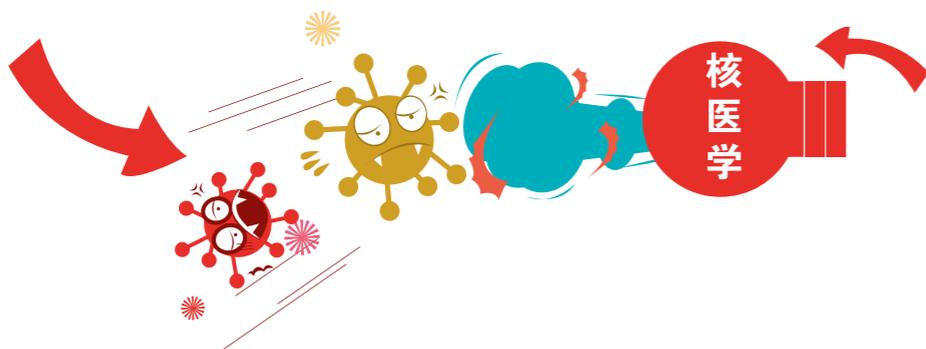
06
核技术与医疗

1 什么是核医疗？核医疗有哪些？



核医疗，就是利用核物质的放射性属性来诊断及治疗的医学技术

感觉属于“高精尖”，但核医疗技术早已和每个人的生活都息息相关了。中核集团在发展核能全产业链的同时，致力于核医疗的研发与应用，更好地服务于咱老百姓哦！



用同位素、质子、中子及重离子进行肿瘤的放射治疗，是目前临床上较为理想的治疗手段。利用电离辐射杀灭癌细胞原理，对癌症患者成功实施治疗，核医学已经成为解决心、脑血管以及肿瘤等疾病的重要方法。

2 核医学 —— “核级小侦探”

核医学是一个用放射性药物进行诊断与治疗的医学专业。

原理：

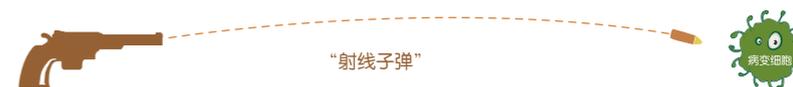


这样“里应外合”是不是很神奇？

放射源治疗 —— “核级神枪手”

放射源治疗的原理是利用强射线对肿瘤或病灶进行照射，以抑制或破坏病变细胞的生长，达到治疗的目的。

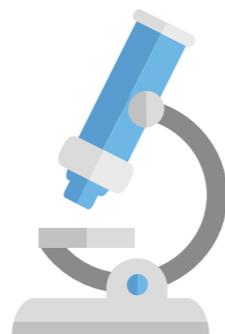
放射源就是一个“神枪手”，以特定的射线当“子弹”，消灭那些已经发生病变的细胞。



“射击”分为体内和体外，或者分为近距离和远距离。

3 放射免疫分析 —— “核级跟踪者”

该技术是将放射性同位素标记的抗体或抗原，通过免疫反应，对超微量物质进行体外检测的技术。



简单来说，就是用放射性同位素给要追踪的微量物质进行标记，相当于植入了一个 GPS 定位器，这样就可以在体外通过免疫反应技术，对这些微量物质的活性、含量进行追踪和分析了。

该技术可以用于测定激素、蛋白、抗原及抗体等，是临床诊断的重要手段。



放射诊断学 —— “核级透视眼”

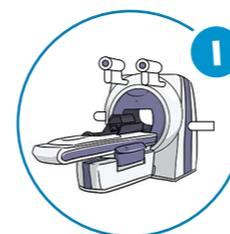
作为最“古老”的放射医疗技术，X光的应用最为广泛，相当于给医生配备了一双“透视眼”。



X光设备包括一个射线源和一个影像接收器，根据射线穿过受检部位的衰减的信息提供人体结构的临床影像。可以说：在X光面前，几乎所有的物质都“无所遁形”。

4 核医疗设备有哪些？

根据用途不同，可以分为以下四类：



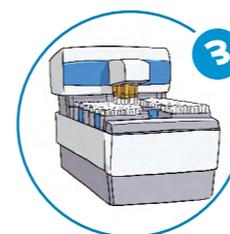
放射性核素治疗设备

例如：钴-60治疗机、植入放射源



放射诊断设备

例如：骨密度仪、伽马照相机、断层扫描仪



放射性核素标本测定装置

主要是指：放射免疫测定仪



核素设备用准直装置

主要作用：控制射线方向和范围



辐照设备

例如：血液辐照机，主要用于消除输血并发症，让输血更加安全

5 你听说过质子治疗吗?

质子治疗是放射治疗的一种。

它的优点是:可集中剂量,只瞄准病灶实施照射,同时降低了对正常组织的影响。

质子治疗技术已经成为目前世界上用于癌症治疗中技术最先进、对人体伤害最小的治癌方法之一。

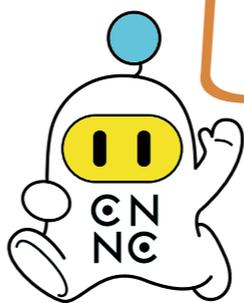
也就是说,质子治疗是“核级神枪手”中的“核级狙击手”。



质子治疗

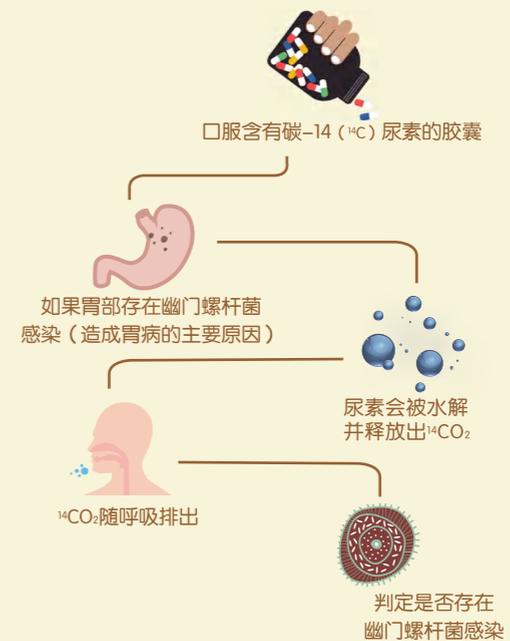
6 呼气检测

中核集团下属的中核深圳海得威生物科技有限公司是我国呼气检测领域唯一一家拥有完整自主知识产权的企业哦。



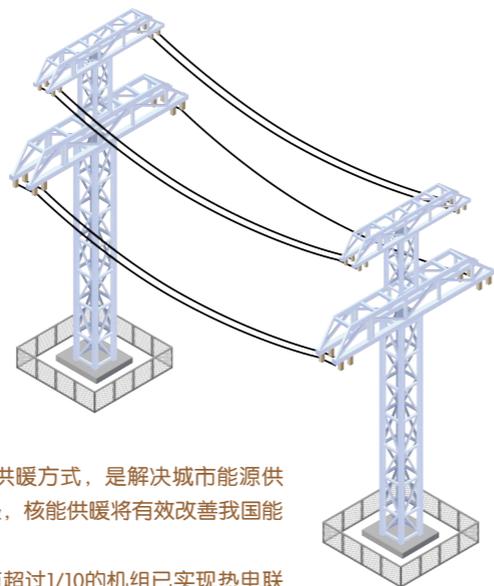
原理

口服含碳-14 (14C) 尿素的胶囊



虽然核技术在医疗领域大有用武之地,但核宝还是衷心希望每一个人能远离疾病,健康快乐。

07
核能供暖

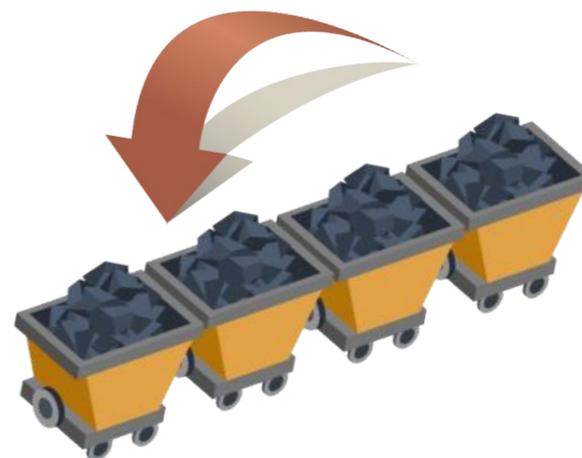
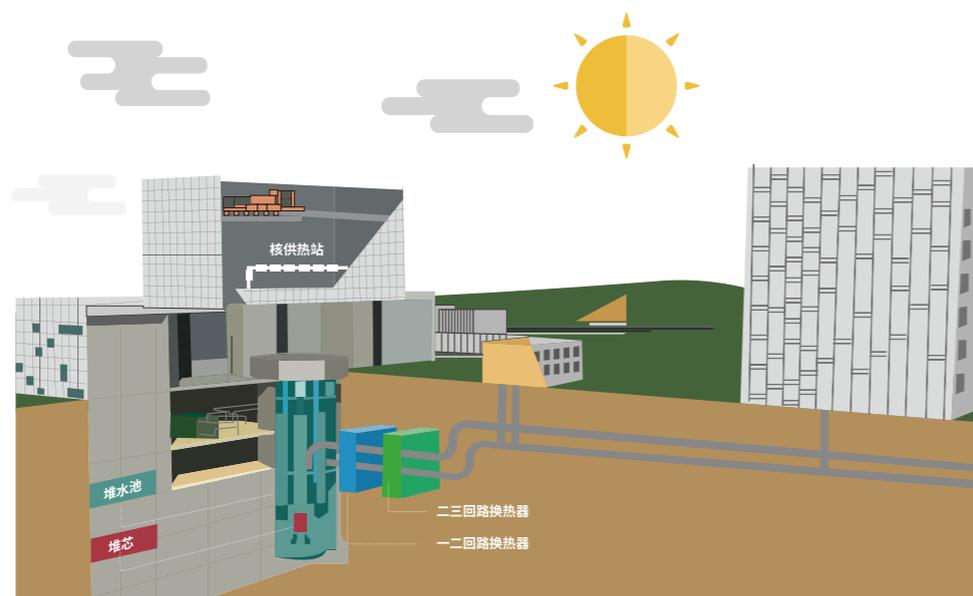


以核裂变产生的能量为热源的城市集中供暖方式，是解决城市能源供应，消除烧煤造成环境污染的一种新途径，核能供暖将有效改善我国能源结构。

目前，全世界400余台在运核反应堆中有超过1/10的机组已实现热电联供，且已累计安全运行1000堆/年，核能供暖技术已得到充分验证，包括俄罗斯、瑞典等国已普遍实现核能供暖。

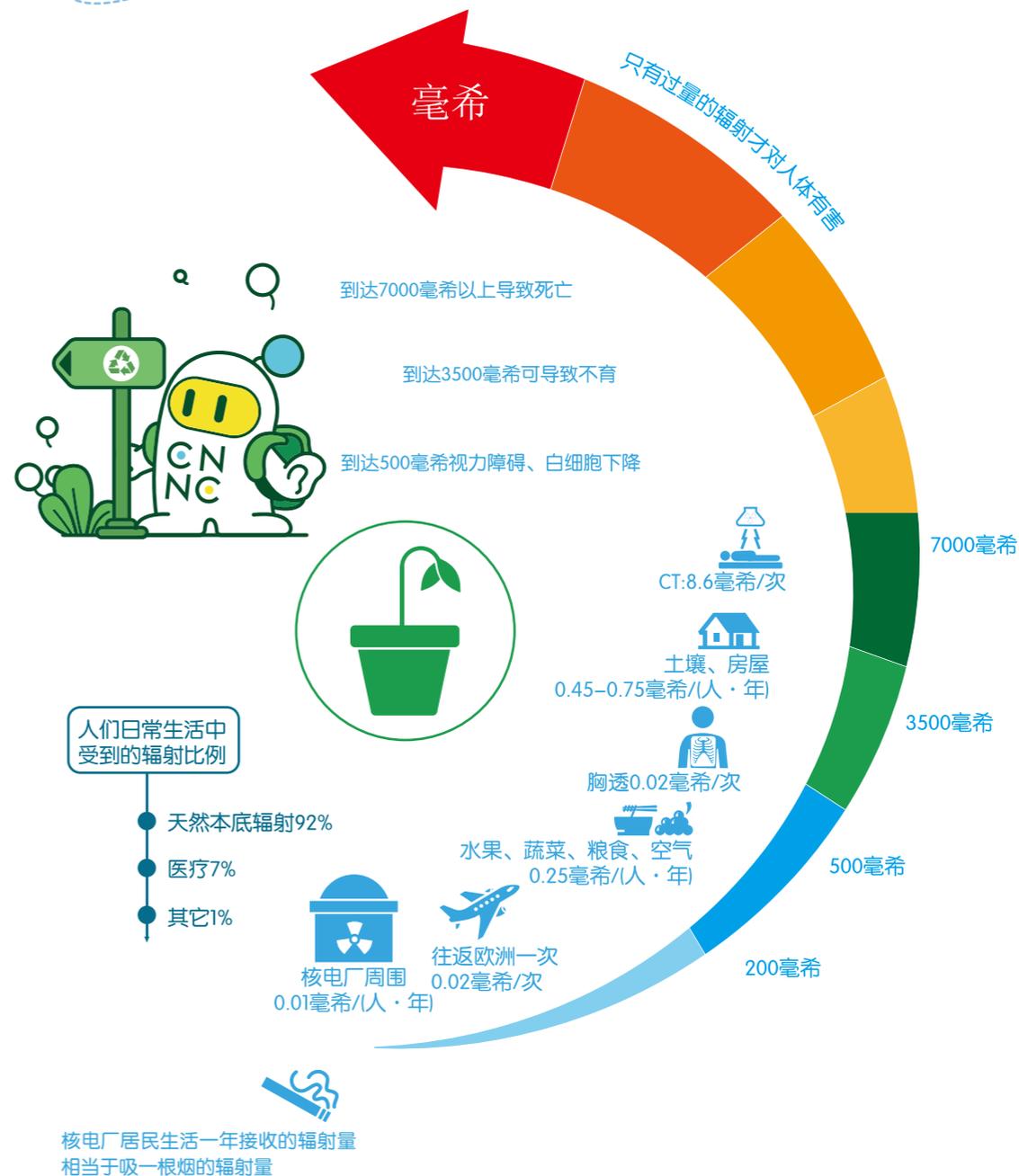


以秦山核电基地为例，海盐核能供暖项目每年可节约电能消耗1.96亿度，相对于燃煤火电机组每年可减少标煤约2.46万吨。





01 世界是一个充满辐射的社会

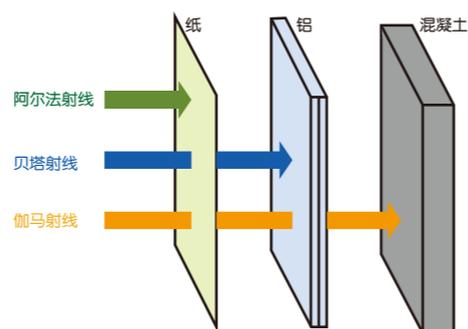




核辐射可以防护

核辐射

不稳定的原子核衰变时发射出的粒子或γ射线叫做原子核辐射，简称核辐射。不同的射线由于自身特性不同，穿透物质的能力也不同。



铀矿山没有核辐射危险

一个人在衣兜里装一磅天然铀矿石，每天所受的辐射量也只跟戴一块夜光手表差不多。



核燃料生产没有核辐射危险



核燃料元件厂在生产过程中使用的原料为铀



核燃料生产不会发生爆炸和泄露

~~爆炸~~ 核燃料生产根本不具备发生裂变反应的条件，也就是说，核燃料元件厂发生核爆炸的可能性为零。

~~泄露~~ 在核燃料生产过程中，八氧化三铀等铀原料都是弱放射性物质，即便遇到强烈地震和大洪水等极端灾害，厂房倒塌，只要把物料回收就可以。





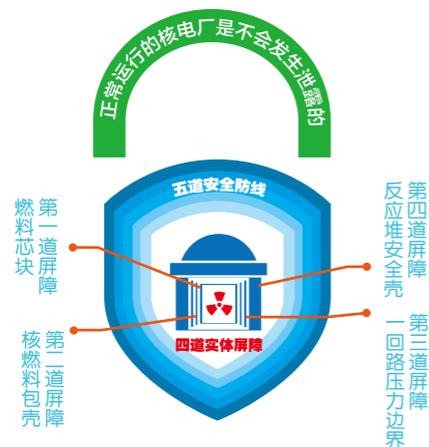
核电站不会对周围居民造成危险



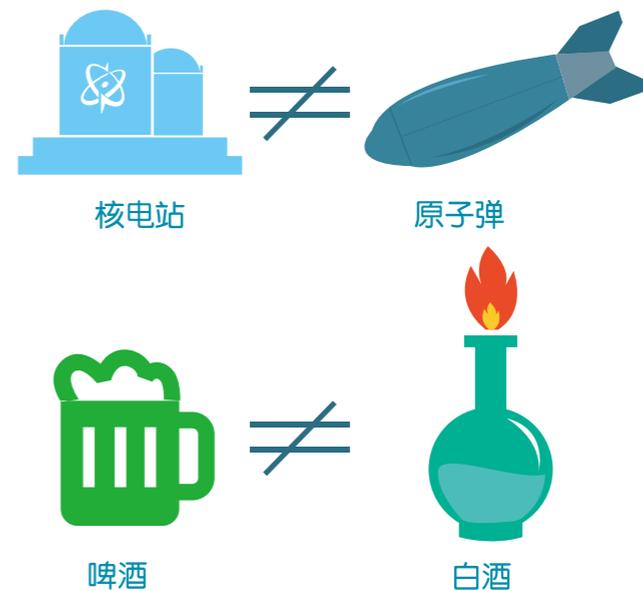
国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定了工作人员职业照射的计量限值：连续五年的年平均有效剂量不超过20毫希，任何一年中的有效剂量不超过50毫希；公众照射的计量限值：连续五年的年平均有效剂量不超过1毫希，任何一年中的有效剂量不超过5毫希。



核电站与四道安全保障



核电站不会爆炸



核电站所使用的核燃料中铀-235的浓度大约为3%，而原子弹中铀-235的含量则高达90%之多。打个比方，正如啤酒与白酒，二者均为酒精饮品，但白酒的酒精度更高，因此可点燃，而啤酒则酒精含量较低导致其无法点燃。

