

最凶猛的人为灾难背后有何骇人听闻的惊天内幕？

从历次核灾难中，我们能学到什么？

核灾难，仍是全球最大威胁！

盛文林◎编著

人类历史上的 核灾难

盘点人类历史上七大核泄漏事件

震撼世界！日本大地震引发核泄漏危机，核辐射引起全球谈核色变……

台海出版社

最凶猛的人为灾难背后有何骇人听闻的
从历次核灾难中，我们能学到什
核灾难，仍是全球最大威

盛文林◎编著

人类历史上的 核灾难

盘点人类历史上七大核泄漏事件

震撼世界！日本大地震引发核泄漏危机，核辐射引起全球谈核色变……

台海出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人类历史上的核灾难 / 盛文林编著. —北京: 台海出版社,
2011.6

ISBN 978-7-80141-809-8

I. ①人... II. ①盛... III. ①核爆炸—普及读物 ②反应堆事故—普及读物 ③核污染—普及读物 IV. ①TL91-49 ②TL364-49 ③TL944-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 098856 号

人类历史上的核灾难

编 著: 盛文林

责任编辑: 孙铁楠

装帧设计: 天下书装

版式设计: 通联图文

责任校对: 罗 金

责任印制: 蔡 旭

出版发行: 台海出版社

地 址: 北京市景山东街 20 号, 邮政编码: 100009

电 话: 010—64041652 (发行, 邮购)

传 真: 010—84045799 (总编室)

网 址: www.taimeng.org.cn/thcbs/default.htm

E-mail: th-cbs@163.com

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京高岭印刷有限公司

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社联系调换

开 本: 710×1000 1/16

字 数: 180 千字

印 张: 16

版 次: 2011 年 6 月第 1 版

印 次: 2011 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-80141-809-8

定 价: 29.80 元

版权所有 翻印必究



2011年3月11日，日本东北部海域发生里氏9.0级地震并引发海啸，造成重大人员伤亡和财产损失。强震导致福岛第一核电站发生爆炸引发核危机。

一次又一次的爆炸，一次又一次的泄漏，一次又一次地提升灾难等级，全世界人民的心都为之牵动。恐惧的表情，迷惑的目光，坚定的脚步，共同构成了这一时期最难忘的画面。

恐惧之余，人们在问：核，你究竟是天使还是魔鬼？

人们不会忘记，1895年11月8日，这个平常的日子，却成为了人类科技史上具有划时代意义的一天，德国维尔茨堡大学校长，著名的物理学家威廉·伦琴在这天晚上发现了X射线。从那一天起，原子的神秘面纱被揭开了，人类走进了核时代。

人们不会忘记，1942年12月2日，在美国芝加哥，费米带领他的团队成功地完成了人类史上第一座核反应堆，人类第一次直接从原子中获取了能量，人类首次控制了核能的释放。核，首次被人类征服。从此，人类在利用核的道路上越走越远。

人们不会忘记，1945年8月6日和9日，美国人把他们研制的最具杀伤力的武器——原子弹投到广岛和长崎两座城市的上空。瞬间，城市毁灭了，人类首次成为核的牺牲品。核显示出的巨大威力至今让人心有余悸。

人们不会忘记，1954年6月27日，前苏联奥布宁斯克核电站开始运行，它的投入使用标志着人类核电时代的到来，也意味着核能的和平利用成为现实。

人们不会忘记，1986年4月26日，前苏联切尔诺贝利

PREFACE

前言



核电站发生爆炸，强大的辐射迫使周围数千里的人民背井离乡，四处飘散的粉尘使得大片土地荒芜，所有的生物深受其害。核，露出了魔鬼的凶相。

核，就像一只野兽，曾被人类驯服得俯首帖耳，为人类服务。但其毕竟“野性不改”，始终不肯屈服于人类，不肯被人类制造的牢笼所囚禁，只要一有机会，它就会破笼而出，给人类带来灾难。马绍尔人的噩梦，K-19号核潜艇船员的悲剧，巴西戈亚尼亚人的阴影……都是它一手造成的。

当然，我们不能否认，这些灾难的背后也有很多人祸，野心、失误、利益、无知……又有多少人为因素成为了这些灾难背后的推手。这些，人类不应该忘记。

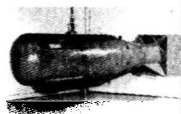
一百多年来，核对人类社会的发展起了不可忽视的推动作用，如今，核电在全世界的发电总量中已近五分之一，这样的发展速度是其他能源所不及的。尤其是随着能源的枯竭，人类对环境要求的进一步提高，在将来，核能必将发挥出更大的作用。而对于核电站，只要从设计、建造到运行都认真对待，并采取适当的安全防御措施，它就不会成为人类的梦魇。

对于核，人类应该始终怀有敬畏之心。

敬，是因为它能给人类带来益处；畏，是因为它曾给人类带来无穷的灾难。

敬，我们就应大胆地与之合作；畏，就应谨慎地与之相处。

相信，只要遵循这一相处之道，核就会与人类和平相处，为人类造福！



地震引发的核灾难

——2011 年日本核泄漏事件

地震、海啸，人类难以承受之重	2
爆炸泄漏，事件不断升级	8
福岛“死土”，守卫最后的防线	13
宝贵的时间是如何失去的	18
事故频发，核电站何去何从？	22
灾难过去，一切还在继续	28

广岛和长崎上空的不速之客

——1945 年日本广岛核爆炸

原子弹：科学和政治的产物	34
握有王牌美国人	40
目标——广岛	44
发威的“小男孩”	50
灾难才刚刚开始	56
广岛，这就是你的名字	61
难以驱散的核战阴云	67



太平洋岛屿的蘑菇云

——太平洋上惊骇世界的核试验

太平洋上的试验场	74
“十字路口”行动	78
令人失望的首次试验	83
蘑菇云从水下升起	86
远未结束的影响	92
灾难深重的氢弹试验	96
核阴云下的马绍尔人	101
震惊世界的苏联核试验	105
禁止核试验，任重道远	110

深海中的爆炸声

——险些引发战争的核事故

仓促出海的核潜艇	116
原罪核动力	119
K-19号核潜艇危机，核战争一触即发	124
事故频出的苏联核潜艇	128
冷战的产物	133
黯然谢幕的“寡妇制造者”	135
无处安放的“核潜艇坟场”	139

美国人的噩梦

——美国三里岛核电站事故

走进核电时代	144
失事的反应堆	152



关键的一星期	157
“小”事件，大影响	162
沉重的启示	165
反核运动的“集结号”	168

伤痛难消的“鬼城”

——切尔诺贝利核电站爆炸

四·二六噩梦	174
危险！勇士依旧前行	178
死亡阴影笼罩下的城市	182
灾难向世界蔓延	186
难以消散的阴影	189
名副其实的鬼城	194
生活还将继续	200
切尔诺贝利——无法拭去的记忆	204

绿色的欺骗

——巴西戈亚尼亚核污染事件

致命的粉末	210
闻“铯”色变——令人心惊的核辐射	215
屡屡发生的核辐射事故	219
慎防恐怖分子的“核恐怖”	222
并非杞人忧天	225
国际原子能机构——任重道远	230
附 录	233



地震引发的核灾难

——2011 年日本核泄漏事件

2011 年 3 月 11 日，在日本宫城县东部海域里氏 9.0 级地震，大自然再一次向人类显示自己的力量。地震发生后，随之而来的是海啸，核电站的爆炸，核辐射的增加……

这场灾难，不仅震动了日本，而且震动着整个世界。它到底会造成多大程度的核泄漏？是否会酿成如切尔诺贝利那样的灾难？是否会引发世界范围内的核危机？

面对灾难，人类总会试图有所作为，也总会为之有所思考。每一次灾难对人类都是一个教训，让人类有所启发。

发生在福岛的核灾难也是如此。

地震、海啸，人类难以承受之重

2011年3月11日，一场里氏9.0级强烈地震袭击了日本。这是自1900年以来全球第三高，也是日本自1923年官方测定地震震级以来，震级最高的一次地震。

美国国家航空航天局称，这次强震使日本本州岛向东移动大约3.6米，地轴移动6微米，使地球自转加快1.6微秒。

而日本国土地理院宣布，受地震影响，岩手县山田町向东南移动了25厘米，千叶县铍子市则移动了17厘米。位于震中西北部的宫城县牡鹿半岛向震中所在的东南方向移动了约5.3米，同时下沉了约1.2米。

这是日本有观测史以来最大的地壳变动记录。

祸不单行，由于这次地震缘于板块间垂直运动而非水平运动，因此触发海啸，高达24米的巨浪呼啸着扑向海岸，给本来已经在苦海中挣扎的日本再一次造成严重破坏。

作为环太平洋地震带上的岛国，日本人民对地震、海啸已经习以为常，但是此次两者如此凶猛的来势还是让日本人民所料不及。

更大的灾难发生了。全日本乃至全世界都把目光投向了福岛，投向了位于福岛的第一核电站。

日本福岛第一核电站位于福岛县双叶郡大熊町沿海。该核电站共有六台机组，一号机组439兆瓦，为BWR-3型机组，二号至五号机组为BWR-4型，784兆瓦；六号机组为BWR-5型，1067兆瓦。六台机组在同一厂址，均属于东京电力公司。

1960年11月29日,根据与东京电力公司达成协议,福岛县提供双叶郡大熊町作为核能发电站的地址。1967年7月,一号机的沸水反应堆建造完工,于1971年3月26日开始正式进行工业发电。



1974年7月18日,二号机开始营业运转;1976年3月27日,三号机开始营业运转;

❖3月13日,宫城县的一个女孩裹着毯子站在震后的瓦砾旁

1978年4月18日,五号机开始营业运转;同年10月12日,四号机开始营业运转;1979年10月24日,六号机开始营业运转。

按东京电力公司的计划,在2011年3月26日,已经运行40年的一号机组将终止运转。但是,就离“光荣退役”还有短短十几天,一场灾祸降临到了它的头上,打碎了它的美梦。

福岛第一核电站的六个机组均为沸水堆,该类型占世界所有反应堆的四分之一,从核电站的发展历程上来说,这六个机组属于第二代。

与其他类型的反应堆相比,控制棒从堆底插入是它的一个显著特点。其原因主要有两点:

一、沸水堆堆芯上部含汽量多,造成堆芯上部中子慢化不足,泄漏增多而使轴向中子通量分布不均匀,峰值下移。控制棒由堆芯底部插入有助于展平轴向功率分布。

二、可以空出堆芯上方空间以安装汽水分离器和干燥器,不需在堆压力容器外另设汽包。

但控制棒从堆底插入所带来的问题是其不能像压水堆那样失电后靠重力落棒,未能停堆的预期瞬态事故概率增加,所以对控制棒驱动机构的可靠性要求更高。

控制棒在正常运行时是电驱动或机械驱动,失电时由备用液压把控制棒顶上去。每组控制棒,或者每两组控制棒有单独的液压驱动装置。



沸水堆的功率调节除用控制棒外，还可利用改变再循环流量来实现。再循环流量提高，汽泡带出率就提高，堆芯空泡减少，使反应性增加，功率上升，汽泡增多，直至达到新的平衡。这种功率调节比单独用控制棒更方便灵活。

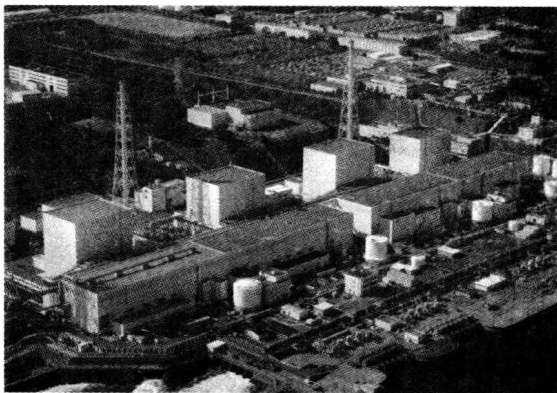
2011年3月11日下午，地震发生。控制棒上插，反应堆安全停堆。堆芯热功率在几分钟内由正常的1400兆瓦下降到只剩余热，但仍有约4%，虽然仍在下降，但下降速度变慢。

核反应堆的一个特点是在停堆后仍需要对堆芯进行冷却，因为核燃料有自衰变余热，虽然比裂变产生的热量小得多，但是如果长时间得不到冷却，也会使得堆芯达到上千度的温度，导致核燃料棒融化，然后是烧穿外层保护的钢壳、混凝土结构等，造成核泄漏。

而在反应堆停堆的情况下，余热冷却系统的泵所需的电力就需要从外部输入。一般会准备多路外电网输入，同时每台机组一般有两台应急柴油发电机供电，而且同一电厂内的其他机组的应急柴油发电机也可以互相备用，也可以使用电池系统来使设备保持运转，它们也为安全系统提供动力（安全系统通过冷却反应堆核心来防止熔毁）。

这就是说，核电站的有一个比较完备的安全体系——首先依靠外电。如果外电不再可用，就使用发电机，发电机要是有问题，就启用备用电池。而电池组通常能够在柴油发电机开始运转前保证电力供应。

但在这次强烈地震后，日本福岛第一核电厂的外电网全部瘫痪了，但好在应急柴油机很争气地运转起来了，向堆芯内注入清水。注意是清水，不是硼水或海水，换句话说，操作员采用了比较保守的方法。因为如果用硼水或海水，虽然可以迅速解决问题，但结果就是反应堆彻底报废！



此时，核电站还算正常。随着海啸的来临，柴油机房被

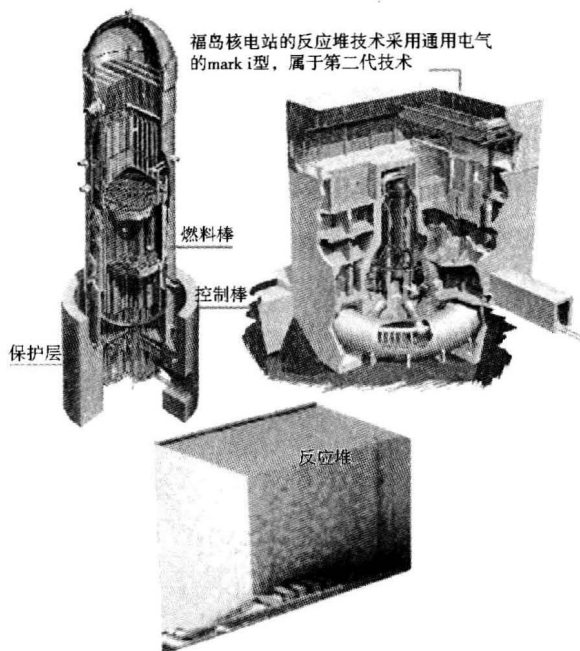
◆ 日本福岛第一核电站外景

淹，应急柴油机不可用。

不过幸好，还有蓄电池，虽然容量较小，但是在事故后8小时内还是为压力容器的冷却做了一些贡献的。

电池眼看就要耗尽，传来了好消息和坏消息：好消息是卡车运来了移动式柴油机，坏消息是柴油发电机的接口和核电站的接口不兼容！堆芯冷却暂时停止。

一个广为流传但无法证实的说法是，当卡车最终运来了柴油发电机时，



❖ 福岛核电站反应堆示意图

工人们却发现了另一个很严峻的问题：发电机和冷却系统需用电源不匹配，无法供电。

不过，至于其确切的原因，日本官方没有给出一个正式的说法。有人推测，福岛第一核电厂的核反应堆是美国GE公司设计的，设计电压为440伏，与柴油发电机提供的电压不合。

福岛属于关东，而关东和关西的电力频率竟然还是不同的。关东的频率是60赫兹，关西则是50赫兹。夏天在用电高峰的时候，关西也会支援关东，但需要先通过变电站转换频率。震灾中关西电力转换的电不足以满足停电地区的需要。东京电力公司供电的区域在傍晚7时暖气、电灯开着的时候，需要3800万千瓦，而关西电力只能提供100万千瓦。

在没有电力驱动冷却系统的情况下，反应容器中的冷却水会被持续加热，水逐渐变为水蒸汽，并使容器中的压力持续增加。这最终导致的后果可能是容器爆炸。

如果冷却系统失灵，燃料仓温度过高会将冷却水蒸发干净，造成燃料棒



暴露在空气中升温而熔化。堆芯熔化曾于 1979 年在美国三里岛核电站事故中发生，当时约 45% 的燃料熔化，放射性物质向周边扩散。

眼看核灾难再次上演。

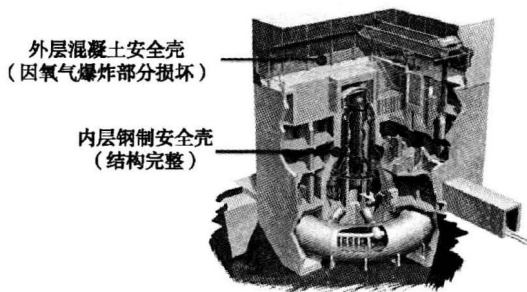
不过，沸水堆还是有几道安全屏障：第一层为燃料包壳，使用金属锆制成；第二层为压力容器；第三层为安全壳。

沸水堆设计中所考虑的能导致这三道屏障严重破坏的事故是反应堆出口处主蒸汽管道横向全错位断裂（双端断裂）所引起的失水事故。

发生这种事故时，反应堆内冷却剂因压力突降而大量蒸发，并从破口逸入安全壳。这一方面使安全壳因温度、压力升高而有开裂的危险，另一方面堆芯因失去冷却剂而可能烧毁。于是放射性物质从包壳破口、主蒸汽管破口逸出，最后穿过安全壳裂口泄漏至环境。

为应付这种事故，沸水堆设置了下列安全系统：

(1) 自动卸压系统。该系统由反应堆出口处主蒸汽管上若干安全卸压阀和安全壳内大容量抑压水池组成。后者是沸水堆一大特点。主蒸汽管发生断裂时，汽水混合物经过排汽管进入抑压水池而被冷凝卸压。大水池也是滞



❖ 日本福岛核电站反应堆安全壳结构

留放射性物质的有效手段。此外，在系统发生超压事故时，安全卸压阀也将蒸汽通过排汽管进入抑压水池，使系统减压。

(2) 高压堆芯喷淋系统。在发生失水事故时，该系统通过堆内喷淋环管直接向堆芯喷淋使其冷却。

(3) 低压堆芯喷淋系统。该系统是在堆压力降低而其他系统不足以保持反应堆内水位时投入工作。它通过另一环管向堆芯直接喷淋。

(4) 低压冷却剂注入系统。这是余热排出系统的一种事故运行方式，用于在失水事故时向堆容器内环形空间注水，使堆芯浸没而得到冷却。

以上四个系统协同配合，就足以保证反应堆的安全。

要在这样一个事故中控制核能泄漏，最关键的是核燃料棒与其外围的锆合金包壳在应急制冷系统下插入冷水时要保持完整。如果外壳变得很脆，核燃料棒有可能会迸裂，进而会将铀等其他放射性材料泄漏到反应堆外围的厂房。

就算在正常的操作情况下，冷却水通过和锆发生反应形成氧化锆，也会侵蚀反应堆的外壳表面。NRC 的条例规定，侵蚀层必须不能超过外壳厚度的 17%。

但是为了追求燃料的燃烧率，一些发电站加大了侵蚀层的厚度，而该机组也采用了这种方法。

用核动力发电时，每 1 百万千瓦的发电能力，一年就要消耗掉 20 ~ 25 吨金属锆。它具有低的热中子吸收截面，作为核燃料包壳和结构材料，它处在核反应堆核能裂变反应、核能转换成热能的释发部位，又是防止反应堆放射性裂变产物向外逸出的首道屏障。

但问题是，在高温下，锆会与水蒸汽产生剧烈的化学反应，锆将水分解为氢和氧，于是产生了大量的氢气，同时伴随着放热。这种反应通常会在压水堆丧失冷却事故的后期阶段，核燃料元件棒束未被冷却液浸没而处于裸露状态，就产生了锆水反应。

大量的氢气生成，反应堆危险了。

爆炸泄漏，事件不断升级

3月12日下午3时左右，随着一声巨响，聚集的氢气将反应堆厂房顶盖摧毁，喷涌出来，在高温下与氧发生剧烈的化学反应，发生爆炸，第一核电站上空顿时被浓浓的白雾笼罩。

反应堆中的放射性物质随之散发出来。

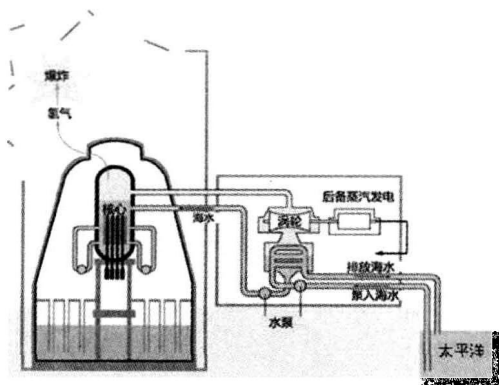
当日，日本原子能安全和保安院在一份声明中说，受11日大地震影响而自动停止运转的东京电力公司福岛第一核电站，一号机组中央控制室的放射线水平已达到正常数值的1000倍。而公报显示，这一核电站大门附近的放射线量继续上升，12日上午9时10分已经达到正常水平的70倍以上。

日本有关部门首次确认有核电站的放射性物质泄漏到外部！

与此同时，日本福岛县东京电力公司所属第一和第二核电站周边的双叶町、大熊町、富冈町的全部居民12日上午开始到划定的危险区域之外避难，总计约两万人。

晚上20时，一号机组发生第二次爆炸。这次爆炸依旧为氢气爆炸。

为了防止安放核反应堆的容器内气压升高，导致容器无法承受压力而破损，日本原子能安全和保安院下令东京电力公司将福岛第一核电站的一号和二号机组反应堆容器



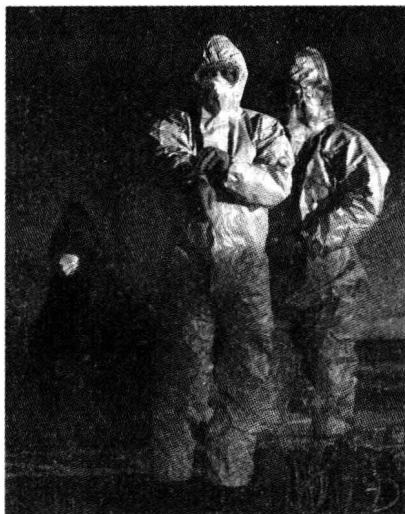
◆ 福岛第一核电站反应堆爆炸示意图

内的蒸汽释放到外部。东京电力公司准备在福岛第一核电站的三座反应堆中，首先释故事态最为严重的一号机组的蒸汽。而二号和三号机组，如果冷却反应堆的功能无法尽快恢复，也将采取同样措施。

不过，东京电力公司指出，福岛第一核电站一号机组的反应堆容器内的蒸汽，将通过一个巨大水池，再从排气筒释放出去。过水的时候，放射性物质将在一定程度上被降低，同时工作人员将一直在排气筒的出口观测放射性物质的数量。

此外，福岛第二核电站已经丧失冷却功能，东京电力公司已经开始释放福岛第二核电站一号和二号机组反应堆容器内的蒸汽，以减少容器压力，防止更大破损。该公司还准备将核电站内另外两座反应堆的蒸汽释放到外部。

这是日本首次采取核电站打开阀门向外释放蒸汽的紧急避险措施。尽管这一举措也有可能导致放射性物质泄漏到外部环境，但这样可以避免容器破损导致核电站失去封闭机能。



❖ 日本福岛第一核电站事故中穿戴防护装备的救援人员

日本经济产业大臣海江田万里表示，根据事前评估，即使释放出放射性物质，也将是微量的。保安院指出，由于政府已经决定扩大避难地区，并且风向是吹向大海的，因此能够确保居民安全。

3月13日17时18分，三号机组冷却系统突然失灵。日方表示二号反应堆的燃料棒“很可能”发生了泄漏，三号机组面临遭遇外部氢气爆炸风险。救援人员开始利用最原始方法，喷海水为一号至三号反应堆降温。

日方福岛第一核电站爆炸泄漏事故定为4级，即造成“局部性危害”。

3月14日，当地时间11时，三号机组氢气爆炸，反应堆所在建筑损坏。下午，二号机组核反应堆丧失冷却功能；当时，正好有六名来自日本中央生化核武器防御部队的士兵乘坐两辆车抵达机组，六人全部牺牲，被埋在废墟之下。

