

# 绚丽核创新

## 从奥本海默 到AP1000

韩旭 编著

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

# 绚丽核创新

——从奥本海默到 AP1000

韩旭 编著



HEUP 哈尔滨工程大学出版社

## 内容简介

本书针对公众面对的日益发达的核科学而产生迷茫和恐惧感的社会现实,以通俗生动的语言,系统地介绍了核科学与核工程领域经典理论和前沿的科技创新,从历史的角度系统回顾了人类认识、征服、利用以及发展核能的全过程,客观地介绍了核技术在生活和生产中的应用,拉近了“核”和普通大众的距离。同时,通过历史故事或生活实例介绍了核科学与核工程领域的相关原理。

本书可以作为高等学校核工程与核技术专业通识教育或专业导论课程教学用书,也可作为科普读物供感兴趣的读者或有关单位参考学习。

## 图书在版编目(CIP)数据

绚丽核创新:从奥本海默到 AP1000 / 韩旭编著. —  
哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 2015. 10  
ISBN 978 - 7 - 5661 - 1142 - 5

I. ①绚… II. ①韩… III. ①核技术 - 普及读物  
IV. ①TL - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 242202 号

选题策划 卢尚坤 龚晨  
责任编辑 薛力 邹临怡  
封面设计 恒润设计

---

出版发行 哈尔滨工程大学出版社  
社址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号  
邮政编码 150001  
发行电话 0451 - 82519328  
传真 0451 - 82519699  
经销 新华书店  
印刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂  
开本 787mm × 960mm 1/16  
印张 13  
字数 238 千字  
版次 2015 年 10 月第 1 版  
印次 2015 年 10 月第 1 次印刷  
定价 28.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

---

# 前 言

2013年3月,承蒙学校领导、老师以及同学们的信任,我光荣地当选为哈尔滨工程大学科技创新导航员,并且开设了一门选修课,成为了一名科技创新特色公开课主讲教师。这对于我个人而言是一个非常奇妙而特殊的时刻,因为这时我在大学的校园中已经有了双重身份:一是学生,作为学生主要任务是努力学习,刻苦钻研科学文化知识;二是教师,作为教师就要甘为人梯,要对自己的学生负责,所谓传道授业解惑,马虎不得。

作为一名科创导航员,无论是所教授的内容还是方式方法都与正常的授课有所不同。首先,科创导航员讲授的课程与科技创新相关,既然是创新,就意味着没有参考的范本,所以只能摸着石头过河;其次,科创导航员讲授的内容或是面向有影响力的国际级、国家级学科竞赛,或是直击学科发展前沿,面向的授课对象多为本科生,从而存在不容忽视的基础薄、体系乱等问题,这大大限制了所教授课程的质量。学生往往只知其一不知其二,这多半是因为基础知识框架在脑海中没有固定成形。

从小自己就酷爱科学创造,早在2001年就拥有了自己人生中的第一项发明——“电动擦玻璃器”,此项发明还荣获了市级比赛的一等奖。直到今天,我已有四项获得国家授权的发明,其中“雪地自行车”还被中央电视台拍摄成了专题科教片《踏雪凌冰》。在这十多年的发明之路上,我常常要求自己独立学习新知识、新领域。自己每天都在“摸着石头过河”,那是一段苦涩但却幸福的日子。每当看到自己的成果被别人认可,为人们的生活带来便利,我便由衷地感到高兴。

长期的自我钻研让我懂得学习的辛苦,尤其是科技创新的学习。面对零散的知识,面对未知的领域,我们应该如何入手呢?

2011年9月,我如愿进入哈尔滨工程大学攻读核工程与核技术专业学士学位;2015年9月,我被保送至上海交通大学攻读核能科学与工程专业博士学位。核能科学是一个我非常感兴趣的专业,因为其中有许多未知的领域等待我们去探索。在我刚刚进入大学时,为了尽快了解这一领域,我阅读了大量的文献资料,终于整理出了一个还算清晰的脉络,并且在担任科创导航员的这段日子里,多次为同学们举办各种与核知识相关的讲座。通过与老师和同学们的交流,我渐渐完善了这一体系,同时在内容方面也在保证知识来源准确无误的前提下做到更加简明易懂。

为了让更多的同学了解有关核的知识,避免大家一听到“核”就只知道原子弹、福岛核泄漏的尴尬局面,同时也为了让科技创新选修课更加具有系统性和连贯性,我利用业余时间,在系统查阅、参考、借鉴前人劳动成果的基础上,编写了这样一本科普性较强,适合作为学科入门学习材料的“教科书”。

2013年,在书稿作为内部讲义付梓之际,经冥思良久,将拟定的原书名《走进核工程》改为《绚丽核创新》。无数前辈先贤为了征服核能而前赴后继,正是他们的勇敢、坚毅、执着、创新的品质,才有了我们今天波澜壮阔的核工业,他们的生命是绚丽的、开创的事业是绚丽的、在历史中留下的身影也是绚丽的。

回顾今天的大学校园,我们年轻的一代是不是也应该让生命变得绚丽一些呢?回答是肯定的,绚丽的生命是由有意义的生活组成的,也许今天我们会很辛苦,但不久的未来我们就有可能成为推动人类历史发展进程的人。

本书编写的初衷就是为了让学生系统地学习核工业的有关知识。经过数次删减,本书的内容更加完善和丰富,本书的正文部分是由韩旭的讲稿整理而成,第一章、第二章和第三章的“视野扩展”部分由刘正编写;第四章、第五章的“视野扩展”部分由周莹编写;第七章、第八章的“视野扩展”部分由刘杨磊编写。各章节的“扩展视野”部分极大地丰富了本书的内容,在2013年本书的初稿作为内部讲义在哈尔滨工程大学科技创新特色选修课上使用,反响极佳,在随后的2014年内部讲义再次修订和印刷过程中,贾志伟(现工作于中海油天津化工研究设计院)付出了许多努力,本书引用了大量中外文献,在这里对这些文献的作者表示真挚的感谢!同时还要感谢哈尔滨工程大学出版社的各位编辑,正是

大家的不懈努力,得以让本书在各位读者的面前呈现。同时因为编者才疏学浅,纰漏在所难免,敬请读者批评指正!

清风拂来,让我们翻过扉页,尽情感受“核”的绚丽风采吧!

编著者

2015年9月29日

于上海交通大学致远湖畔

# 目 录

<b>第一章 广岛惊梦</b> .....	1
第一节 二战尾声 .....	1
第二节 史汀生的建议 .....	4
第三节 犹豫的杜鲁门 .....	5
第四节 往哪儿投？如何投？ .....	6
第五节 目标：广岛！ .....	10
第六节 倒霉的长崎 .....	11
第七节 刻骨铭心的回忆 .....	13
第八节 世界上最倒霉的人 .....	15
第九节 影响深远 .....	17
视野扩展 .....	19
<b>第二章 原子弹之父</b> .....	25
第一节 来自古希腊的思考 .....	25
第二节 道尔顿：伟大的色盲 .....	28
第三节 拉瓦锡：悲剧人生 .....	30
第四节 伦琴：细心的发现 .....	32
第五节 贝克勒尔：邈邈鬼的伟大发现 .....	34
第六节 德国要做原子弹 .....	35
第七节 原子弹：差一点点成功 .....	36
第八节 赶紧制造原子弹 .....	38
第九节 拿破仑的教训 .....	40
第十节 天才奥本海默 .....	42

第十一节 只有千只太阳,始能与它争辉 .....	44
视野扩展 .....	46
<b>第三章 揭秘原子弹 .....</b>	<b>51</b>
第一节 皮蛋、鸡蛋、山药蛋 .....	51
第二节 原子与原子核 .....	52
第三节 核能利用的两个途径 .....	53
第四节 用手掰开原子弹 .....	56
第五节 原子弹:并不神秘 .....	57
第六节 魔鬼的威力:原子弹的伤害 .....	59
第七节 原子弹不是纸老虎 .....	61
第八节 独立自主,自力更生 .....	63
第九节 当了裤子也要搞原子弹 .....	64
第十节 攻坚克难 .....	66
第十一节 声震九天 .....	67
第十二节 众志成城 .....	69
视野扩展 .....	70
<b>第四章 天使能源 .....</b>	<b>76</b>
第一节 发错的诺贝尔奖 .....	76
第二节 第一座反应堆 .....	80
第三节 用今天的眼光看费米反应堆 .....	81
第四节 意外的发现 .....	83
第五节 奥布宁斯克 .....	83
第六节 我国的核电站 .....	85
视野扩展 .....	86
<b>第五章 居安思危 .....</b>	<b>98</b>
第一节 啤酒与白酒 .....	98
第二节 萨达姆的反应堆 .....	99
第三节 巴比伦行动 .....	101



第四节 切尔诺贝利事故 .....	103
第五节 亡羊补牢 .....	107
第六节 永久的伤痛 .....	110
第七节 警钟长鸣 .....	111
第八节 核电安全三原则 .....	113
第九节 核电站其实很美 .....	114
视野扩展 .....	116
<b>第六章 身在辐中 .....</b>	<b>124</b>
第一节 抢盐风暴 .....	124
第二节 热辐射——狗烤头 .....	125
第三节 身边的核辐射 .....	126
第四节 居里夫人 .....	127
第五节 小居里夫妇 .....	129
第六节 差一点发现中子 .....	131
第七节 人工放射性 .....	132
第八节 生活中常见的两种射线 .....	135
第九节 半衰期 .....	135
第十节 世外桃源存在吗? .....	136
第十一节 生活中的辐射 .....	138
第十二节 被误解的辐射 .....	140
视野扩展 .....	142
<b>第七章 大显身手 .....</b>	<b>147</b>
第一节 辐射育种 .....	147
第二节 放射性同位素示踪法 .....	152
第三节 医疗的应用 .....	156
第四节 年代测定 .....	157
第五节 工业应用 .....	159
第六节 放射性同位素电池 .....	161

视野扩展 .....	163
<b>第八章 未来无限 .....</b>	<b>165</b>
第一节 瓦特烧水 .....	165
第二节 还原真实的瓦特 .....	166
第三节 划时代的意义 .....	169
第四节 汽轮机 .....	170
第五节 火电站的工作原理 .....	172
第六节 核电站的工作原理 .....	173
第七节 沸水堆、压水堆、重水堆 .....	174
第八节 核电的进化 .....	176
第九节 AP1000 与“非能动” .....	177
第十节 第四代核电技术 .....	180
第十一节 未来光明 .....	180
视野扩展 .....	181
<b>参考文献 .....</b>	<b>195</b>

# 第一章 广岛惊梦

一九四五大战场,日本帝国很嚣张。  
美国两颗原子弹,称霸亚洲泡了汤。  
几行红叶树,无限夕阳山。  
小小原子弹,震得世界颤。

一提到“核”这个字,我们脑海中首先浮现出的就是广岛原子弹爆炸所产生的蘑菇云。的确,正是通过原子弹的爆炸,让世人认识到核能威力之大。广岛原子弹爆炸所产生的蘑菇云,既标志着第二次世界大战的结束,同时也是人类文明史上的一大悲剧。这也正是本章主要为大家讲述的历史事件。

## 第一节 二战尾声

1945年是人类历史上尤为特殊的一年。盟军分别从东线和西线两个方向夹攻德国,德国法西斯已经是岌岌可危了。在此时,希特勒深知德国法西斯即将彻底战败。在1945年4月30日,希特勒在德国总理府的地下室中开枪自杀。苏联红军很快就占领了柏林,德国法西斯宣告彻底战败。图1-1所示为苏联红军占领柏林的历史照片。

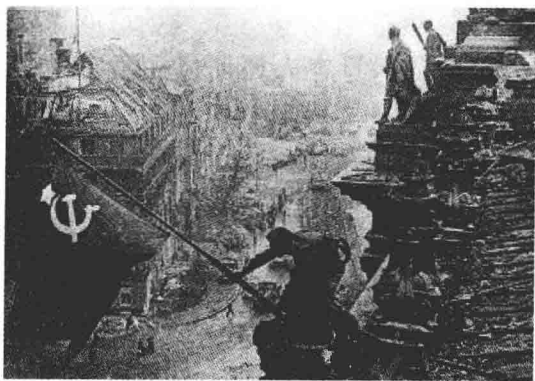


图1-1 苏联红军占领柏林

此时的太平洋战场上,美军已经占领了马里亚纳群岛。从马里亚纳群岛起飞的美军飞机,可以直接对日本进行轰炸。美军的飞机日夜不停地轰炸日本,每天都要给日本投掷成千上万吨的炸弹。图 1-2 为日夜轰炸日本的美军轰炸机照片。如果再炸一段时日,整个日本可能就不复存在了,但是让人非常奇怪的是,日本人就是死活不投降。



图 1-2 日夜轰击日本的美军轰炸机

这究竟是因为什么呢?

原来日本人发明了一种新型作战方式,是一种什么样的作战方式呢?用日本人自己的话说叫“特攻作战”。可能有人不太明白什么是“特攻作战”,其实就是自杀式炸弹袭击。例如,我们熟知的“神风敢死队”就是“特攻作战”中的一个组织。

“神风敢死队”用通俗的语言说就是将载满炸药的飞机直接撞向目标,造成爆炸,飞机与袭击目标同归于尽。就这样,因为日本人的疯狂和极端,美军每天都要承受巨大的损失。由于文化背景不同,美国士兵都较为珍惜自己的生命。日本人就是凭借这种不要命的作战方法在“莱特湾海战”中,击沉了美军轻型的航空母舰“普林斯顿号”,给美军造成了巨大的损失。

除此之外,日本人还研发了五花八门的自杀式袭击的武器。例如,他们研发了一种武器叫“回天鱼雷”,是一种把鱼雷改装成一人乘坐的迷你型的潜艇。驾驶员在驾驶潜艇撞向盟军的军舰,和盟军同归于尽。再如“震洋摩托艇”是把摩托艇中装上大量炸药,同样也是由人驾驶冲向盟军和盟军同归于尽。正是这些不要命的方式,使美军每一次和日军交锋的时候都要付出重大的伤亡。图 1-3 为神风特攻队队员照片。

于是美国人就非常头疼,日本人天天这么拼,什么时候是个头儿啊?日本也非常的庆幸,说你看,我用我自己生命的鲜血,最后能保住我自己的本土,我

还能进行“大东亚圣战”，虽然说德国已经被打败了，但是我们体面的结束这场战争还是很有可能的。正在日本人做这种美梦的时候，他们并不知道，在大洋彼岸的美国正在研发一种新型的武器，这种武器的出现将会造成大量日本平民的伤亡，这种新型的武器就是后来震惊世界的“原子弹”。



图 1-3 神风特攻队队员

1945 年的 7 月 17 日，英、美、苏三国首脑在德国近郊的波茨坦举行会议，在会议期间，他们发表了著名的《波茨坦公告》。《波茨坦公告》的内容一共有 13 条，它的内容比较多，在这里就不一一介绍给大家了，感兴趣的读者可以参看本章的视野扩展。它主要的内容之一就是敦促日本立即无条件投降。图 1-4 为波茨坦会议的史实照片。《波茨坦公告》的内容传到日本国内，当时的日本首相是铃木贯太郎，他立刻召开了内阁会议，在内阁会议上讨论怎样应对《波茨坦公告》。最终讨论的结果是不管《波茨坦公告》的内容如何，都不予理睬，坚决要把“大东亚圣战”进行到底。



图 1-4 波茨坦会议

## 第二节 史汀生的建议



亨利·刘易斯·史汀生 (1867—1950), 时任美军陆军部长。

正是日本的这种态度让美军高层越发地认识到,要想让日本投降,其方法只有一个,那就是彻底地击败日本。尤其是美军高层中有一个叫史汀生的人,他非常清楚地认识到了这一点,而且史汀生还做了一个估算,说如果盟军要想全线占领日本,在日本本国登陆,那么需要付出多大的伤亡呢?保守估计 50 万,如果多一点估计可能要 100 万。为什么会有这么大的伤亡呢?因为日本人采用的作战方式是“特攻作战”,也就是自杀式袭击。人都不要命了,看到美国人来了,日本士兵扛着炸药包就往人堆里冲,到了人堆里头拉响炸药包跟你们同归于尽。打仗先用子弹,子弹打完了就拼刺刀,就是坚决不投降。所以说这种都是不要命的作战方式。人要是连命都豁出去了,就没有什么可怕的了。所以说日本人这种作战方式让美国人非常头疼,如果美军采用登陆作战就要付出大量的伤亡。

这个时候,史汀生就想我们的原子弹已经研制成功了,那么能不能把原子弹投到日本去呢?用这样一种新型的炸弹把日本的城市夷为平地,给日本军阀以警告,敦促他们立即投降。但是光有这个想法是不够的,史汀生没有做决定的权利,他需要请示当时的美国总统杜鲁门。

### 第三节 犹豫的杜鲁门



哈里·S·杜鲁门(1884—1972),接替因病逝世的富兰克林·D·罗斯福总统,成为了第33位美国总统(1945—1953)。

据说杜鲁门刚刚接到史汀生的这个建议的时候,他也非常地犹豫,为什么呢?因为杜鲁门这个人不同于日本军阀,不同于杀人成性的那些战争恶魔,他非常清楚地知道,如果要是把原子弹投到日本去,那么炸死炸伤的更多的是那些无辜的日本平民。一颗原子弹投下去,这可是大规模杀伤性武器啊,炸死这么多无辜的人,会不会引起国际舆论的谴责呢?会不会引起盟国其他人民的反感呢?杜鲁门自己得要顶着多大的舆论压力啊?所以说杜鲁门一时还是下不了决心。

据传说,当时杜鲁门还是非常的犹豫,有一天晚上他正在考虑这件事——到底要不要向日本扔原子弹呢?思前想后,他来到了书架前,看到自己书架上有一本书,这本书的书名叫《珍珠港》。杜鲁门把这本书拿起来翻看了一下,这本书讲的主要是日军空袭珍珠港的时候美军的惨状(图1-5),杜鲁门翻了几页以后怒火重生。他想,当年日本

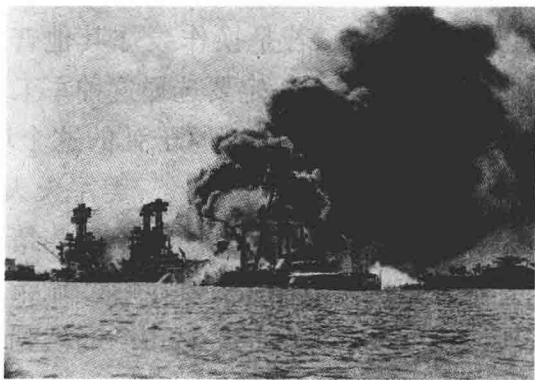


图1-5 日本偷袭后珍珠港的惨状

人偷袭我们珍珠港,都没有提前告诉我们一声,都没有宣战,秘密地偷袭珍珠港,用非常卑鄙的手段换取了胜利,我们美国人付出了大量的伤亡,这件事儿干的太缺德了,所以我们要以牙还牙、以眼还眼,用原子弹报复你。

当然,这个故事并不见诸正史,其真伪也是没有办法考证的。但是有一点是可以确认的,那就是在 1945 年的 7 月 25 日,杜鲁门总统正式下达命令,对日本使用原子弹。

#### 第四节 往哪儿投? 如何投?

虽然对日本使用原子弹的命令下达了,但是原子弹也不是想投到日本就能投到日本去的。想要把原子弹投到日本去,首先要解决两大首要问题。

第一个问题就是向哪里投掷原子弹,第二个问题就是如何投掷原子弹。我们简单地说就是“往哪儿投”和“如何投”。

为了解决第一个问题“往哪里投”,美国专门成立了一个委员会叫“目标委员会”。“目标委员会”就是请了许多专家学者来进行论证,到底要轰炸日本的哪个城市?大家讨论来讨论去,最终讨论出两个要素,哪两个要素呢?第一个要素就是要轰炸的这个日本城市最好是要有极大的军事意义,最好是日本军事重工业所在的基地。为什么呢?一颗原子弹投掷下去炸毁一片军工厂的战略价值是非常大的。若是换作轰炸其他普通地方,显然是没有多大的军事意义的,所以投掷原子弹一定要选择这种军工业密集的区域。

第二个要点就是投掷原子弹的这个城市最好是以前历次空袭中没有被袭击过的城市。那么有人就问了,美军天天空袭日本,为什么日本还有些城市没有被空袭过呢?因为美国得到了一些情报,就说日本人抓住了美国的一些战俘,日本人把这些战俘关押在了哪些城市。美国人最初为了避免误伤自己的同胞,所以说就没有轰炸这些城市。当然到了后期,为了使用原子弹,用史汀生的话说也管不了那么多了。

为什么要选择一个完好的城市来使用原子弹呢?美国人这个时候考虑的是要检验原子弹的性能,看看杀伤力到底有多大。因为以前美国在新墨西哥州



的沙漠做过核试验,这个我们后面会讲到。美国人引爆的是当时世界上第一颗原子弹“瘦子”,是在沙漠中做的试验,但是美军并没有拿真实的城市做过试验来检验原子弹的威力,日本人就非常倒霉,成了美国人手中的小白鼠。美军就要拿日本做这个核试验。

那么以上这两条选择来选择去,最后美国人选择出以下五个城市。它们分别是:广岛、小仓、长崎、新泻和京都。说到京都,那就不得不提到一个人,那就是我国著名建筑学家梁思成。梁思成这个人非常有意思,梁思成的爸爸就是我们中国人乃至世界人都知道的中国近代著名的思想家、政治家梁启超。梁思成的妻子是林徽因,是当之无愧的民国才女之一,同时也是徐志摩追求的对象。



梁思成(1901—1972),籍贯广东新会,生于日本东京,毕生致力于中国古代建筑的研究和保护,是建筑历史学家、建筑教育家和建筑师。

梁思成当年得知美军要空袭京都,他特意找到美军军方负责人,他就跟美国人说,你不能轰炸京都。美国军方负责人一听,说为什么不能轰炸啊?梁思成就说了,说京都和奈良都有大量的木质建筑,这些木质建筑都有非常重要的文化内涵,它们既是属于日本人民的更是属于世界人民的。你要是一下把它炸没了,对于人类文明史上来讲,将是一个重大的损失。正是梁思成的这种坚持,美军最后放弃了对于京都的轰炸,使得京都的这种木质建筑一直保存到了今天。图1-6为保存完好的京都古建筑。

最后,美国人就划定了前面四个城市作为袭击的对象,至此第一个问题就解决了。接下来,美军要解决的第二个问题就是如何投掷原子弹。原子弹是个大家伙,不像花生米,要是原子弹像花生米那么大的话,把原子弹扔到日本是很简单的