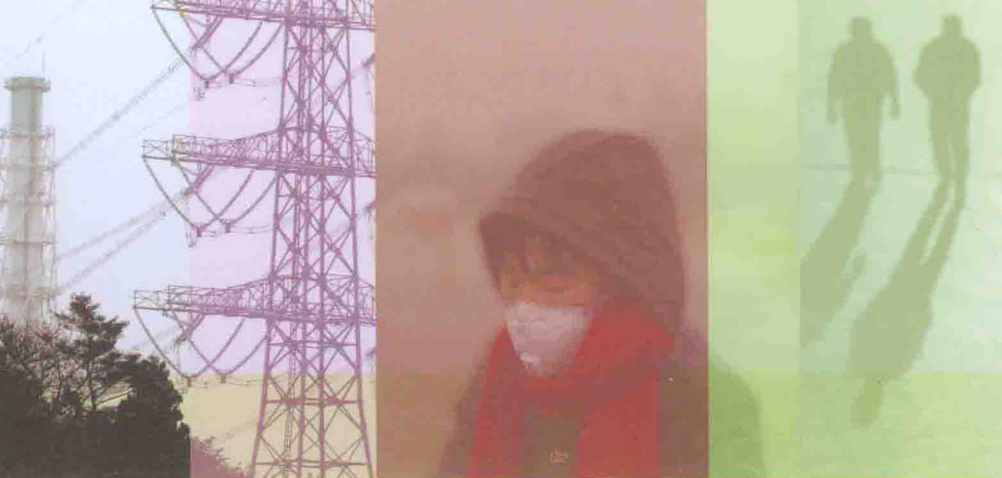




核电 雾霾 你

从福岛核事故细说能源、环保与工业安全

郭位 / 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



核电 雾霾 你

从福岛核事故细说能源、环保与工业安全

郭 位 / 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

核电 雾霾 你:从福岛核事故细说能源、环保与工业安全/郭位著. —北京:北京大学出版社,2014.9

ISBN 978-7-301-24106-6

I. ①核… II. ①郭… III. ①能源工业-工业安全-研究 ②能源工业-工厂环境保护-研究 IV. ①TK01 ②X77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 068010 号

书 名: 核电 雾霾 你

——从福岛核事故细说能源、环保与工业安全

著作责任者: 郭 位 著

责任编辑: 叶 楠

标准书号: ISBN 978-7-301-24106-6/F·3926

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: em@pup.cn QQ:552063295

新浪微博: @北京大学出版社 @北京大学出版社经管图书

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752926
出版部 62754962

印 刷 者: 北京中科印刷有限公司

经 销 者: 新华书店

880 毫米×1230 毫米 A5 开本 8.75 印张 151 千字

2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

该说的懒得说，
该做的懒得做，
那是乡愿。

想说的不敢说，
该做的一定呆呆地做，
那是工程师。

想到什么就说些什么，
该做的时候却不肯做，
那是书生。

想都不想就胡乱地说，
该不该做的总是随时随地乱做，
那是什么样的人啊？

序一

回溯数十万年人类进化与社会发展的历史,能源的开发和利用始终是不可或缺的重要条件。我虽非人类学家,但窃以为学会用火,乃是人类区别于其他动物,而演化成地球生物主宰的决定性因素。特别是近二百多年来,因蒸汽机、内燃机的先后发明,促进了工业革命,更使人类由农耕文明进入了工业文明社会。迄今,人们的衣、食、住、行无不依赖以化石(煤炭、石油、天然气)为主的不可再生能源。但在使人类的物质生活空前繁荣的同时,燃烧化石能源产生的大量温室气体和灰霾也在威胁着我们赖以生存的环境。清洁空气是人类最基本的生存需求,尤其是PM2.5的排放,已经到了十分严峻的程度,大气污染的源头是能源生产与消费过程,目前化石能源消耗排放的

SO₂、NO_x 和颗粒物分别占 94%、60% 和 70%。为此,必须一方面严格控制化石能源的消费,另一方面努力发展清洁能源。

清洁能源是无温室气体和污染物排放的各类能源的总称。其中包括水电、风电、太阳能和地热能,以及安全可靠的核能。水电受水资源及地质条件限制,除雨雪充沛的高山峡谷国家,如挪威、瑞士等以外,一般只占国家总能耗的 10%—20%。地热能的规模更小,除了在冰岛这样的特殊地质结构的国家,很难成为主流的能源。进入 21 世纪以来,风能和太阳能成了清洁能源的宠儿,但由于制造过程(特别是太阳能电池板与风机叶片)的能耗大,及不能稳定、持续工作而受到电网的限制,一般不超过电网容量的 10%,更多的是用于分散供能的散居点。

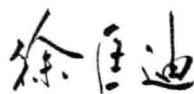
20 世纪初人们对原子核结构及核能的一系列科学发现,引起了物理学乃至整个科学、技术领域的革命性变革,不但把人类对微观物质世界的认识提高到一个全新的高度,而且使人们惊异地发现了核能的巨大潜力。当时在二次战争的特殊历史背景下,核裂变技术被率先用于发展核武器,出现了原子弹、氢弹等大规模杀伤性武器。战后,各国又纷纷推进核能的和平利用。核能的大规模应用是基础物理科学转化为工程应用的成功范例。目前全球已有 20 多个国家共建成 400 多座核电反应堆,积累了 1.4 万堆年的运行经验,为全球电力作出 14% 的贡献。但是与所有能源工业一样,核电在几十年发展的历程

中,也曾出现过美国三里岛、苏联切尔诺贝利和日本福岛三次大事故,特别是后两者,陡增了人们对核电安全性与环境后果的质疑与担心,重挫了核电发展的势头。

香港城市大学校长郭位教授,是美国知名的可靠性研究专家,他以福岛核电站事故为切入点,从可靠性分析的方法科学地阐明了核能的工程安全性与相应的环保措施,把一个万众关心、原理艰深、众说纷纭的高科技问题分析得丝丝入扣,娓娓道来,有时还能让读者因其幽默的表述而莞尔一笑,真是应了钱学森先生早年讲过的一段话:能把专门的科学问题讲得十分准确的是专家,但是听众不一定听得懂;能把专门的科学问题不但讲得准确,而且让大家都能听得懂的才是大家。

我想郭位教授的书既是一本有科学水准,又是可读、能懂,可为广大读者释疑解惑的佳作。

我对此书简体字版在内地出版发行表示诚挚的祝贺,并郑重向读者推荐。



中国工程院主席团名誉主席

上海市人民政府市长, 1995—2001

中国工程院院长, 2002—2010

2013年12月2日

序二

郭位校长是一位世界知名的核能工程专家,专长系统可靠度。郭教授在本书中深入思考了能源永续发展在信息时代对社会福祉的重要性,并与读者分享了他的思考成果。能源永续发展尤其适用于发展中国家,因为这些国家都在积极增强经济实力以满足社会需要。能否提供价格合适、安全可靠的能源将会左右其发展速度。郭教授以极其精湛的专业文笔,深入浅出地向读者解释,如果不能同时保证环境与经济的可持续发展,能源永续发展只能是空谈。要实现上述三个目标,不仅需要持续创新,还要加深理解技术因素、社会因素(包括社会行为因素)与经济因素三者之间的关系,才能增强能源实力、提升“智能电网”配电水平。

郭教授对核能与可再生能源的反思体现了真正的学者风范。他为读者提供了大量证据,可由大家自行评价何为可行的能源供应来源,同时他在陈述论点时分析了各种能源的利弊,并引用东方文化、历史及诗词阐发其观点。

郭教授在论证时以事实本身来说明问题。如果从环境保护、负担能力与安全性的净现值角度而言,可以推断核能应是未来最好的能源。他在书中用了大量篇幅去论述这个观点,并告知读者,长久以来能源供应一直以煤炭为主,因其使用而产生灾难性的影响且导致惨重伤亡。他举出证据说明,即使是“所谓的”清洁可再生能源亦会影响环境。作为对比,他还详细解释了过去45年以来发生的三起重大核事故:美国三里岛核事故(1979年)、苏联切尔诺贝利核事故(1986年)、日本福岛核事故(2011年)。

三里岛与福岛核电厂两处的设计均采用了全混凝土安全壳厂房,符合国际标准,灾难发生后,至今尚无一人直接死于事故,这与流行的观点截然相反,对此读者可能感到惊奇。如此看来,两起核事故与其说是生命灾难,不如说是国家经济灾难。以福岛核事故为例,运营商及政府主管部门在事故发生后未能及时透明地公布情况,致使公众怒不可遏。再看切尔诺贝利核事故,爆炸摧毁了反应机组的厂房,造成空前深重的生命灾难,共有31名操作人员和紧急救援人员死亡,逾4000名平民因遭

受过量核辐射而丧生。该核电厂并未配备足够的工程安全设施,例如,没有符合国际标准的安全壳厂房。正如郭教授所指出的,三起核事故全都起因于人为差错。这亦证明,若把核反应机组恢复至可安全控制的地步或在出现重大失误后将其关闭视为一个管理链的话,那么,最不可靠的环节就是操作人员。

郭教授在书中用了很多文字讨论人类对辐射的恐惧,而这正是公众不愿意接受核能的重要原因。他指出,每年都有数千人死于矿难、交通事故与煤燃烧,却几乎不受人关注。据此他认为,人们对于所了解的死亡方式可以做到坦然处之,而对因核辐射而丧生这类不熟悉的死亡方式则觉得难以接受。然而他又指出,辐射其实已成为我们生活的一部分,无处不在,避无可避。如果一个人想要在城市中生活,坐飞机,食用某些食物,或者接受医疗辐射诊治,都会遇到辐射。其实我们的骨头和器官都有少量放射性。

最后,郭教授在书末根据自己的经验指出,三里岛、切尔诺贝利与福岛三大核灾难的教训也大有裨益,使得我们能够采取纠正措施以获得更高的安全性及可靠度。未来核电厂的设计、建造与运营将从这些事故中吸取教训、有所收获。

福岛核事故之后,监管机构采取了更加有力的措施,比如加强核电厂的定期检查、评估核电厂在功能日益老化时的安全性与可靠度。相关机构还将更加严格地测试核电厂操作人员

受训之后对混乱情况的反应快慢,尽管出现这种情况的可能性极小。他们最终将认识到,纪录就是为了被打破而存在的。所谓百年一遇的事故,不是什么神圣的事。福岛核事故表明,即使按照能抵抗百年一遇的事故来设计,依然不够。郭教授还指出,尽管绝对的安全是不切实际的幻想,但训练有素的监管人员、管理者与操作人员仍须面对时间的挑战,尽力做到百分之百的安全。对于现在运营之中与未来要建造的核电厂,他设想的方案中一定要列入三大要点:安全性、可靠度、信息透明。

Arden Bement

美国普渡大学全球政策研究院主任, David A. Ross 讲座

美国国家科学基金会 (National Science Foundation, NSF)

主任委员, 2004—2010

美国国家标准技术研究院 (National Institute of Standards

and Technology, NIST) 院长, 2001—2004

2013 年 12 月 1 日

关于本书

有两个不一样的世界，一个多少用了些核电，另一个完全远离核电。

用了核电，有人一天到晚心神不宁，也有人认为不安全。

不用核电，就非常可能以大量的火力（煤、石油、天然气）作为普遍的能源选项。20 世纪的伦敦、洛杉矶、东京、兰州、台北、圣彼得堡……使用粗糙火力（煤）发电的城市，伴随着交通污染的加剧，居民饱受雾霾之苦、丧亲之痛。今天的北京、米兰、孟买、开罗、德黑兰、耶路撒冷、墨西哥城、乌兰巴托……一个接一个走上历史的轨道，在追求经济增长的名义下，便宜行事，火力当红，黑烟迷漫，同样付出了惨重的代价。

2013 年 7 月的福岛行，东京友人为了那些从中国漂洋过

海,好像瞬间即抵东京的雾霾而怨声载道。禁不住浮云遮望眼,他们起初只怕雾霾有意无意间打散了反核的力道,后来恍然醒悟到原来无核电还要付出些代价。8月的首尔,飘下酸如橘汁的雨水,青山有月月无光,不堪回首阴影中。9月的上海、10月的广州,南下的雾霾竟然是虚空缥缈的杀手,每年夺取35万以上的中国人命^①。造成空气污染的雾霾,暖化全球的遮日乌云,无休止地缠绕着大地居民,甚至远及旅游热点城市曼谷。

然而,若与印度的雾霾相比较,中国的空气污染其实远远瞠乎其后,火云满山凝未开,飞鸟千里不敢来,不无或问可有免除核电又能避开火力发电的方法?

既无核电又无火力发电的地方,当首推天之骄子、90%以上的电能依赖充沛水力的挪威,其次就是许多资源匮乏、电力不足、居民平均寿命短少的第三世界国家。此外,很难找出其他解读良策,除非不稀罕现代文明,又答应绝不埋怨经济停滞,否则还有什么锦囊妙计?

难道我们期望像废核的富裕德国,终年上万次面对无预警停电、惶恐于不可预知后果的芸芸众生一般,隐忍高电价,求取低效率、差质量的替代能源?舍弃无人闻问、饱受夜幕低垂、无影无声、蒙蒙无光的千万贫苦大众?身处欧陆心脏的德国,有

^① 引自中国前卫生部部长陈竺等于2013年11月在医学期刊《柳叶刀》(*The Lancet*)上发表的专业论文。

机会慷他人之慨,低声下气地从欧陆电网中汲取邻国的核能;不足之余,日盼夜望从俄罗斯输入的天然气,不致因为乌克兰政局的动荡而断线断电。如此毫无意愿抛开火力电能,岂不正是纵容像利刃一般的雾霾,腐蚀大地的身躯?难怪经历切尔诺贝利核事故的乌克兰,仍旧力保 50% 的电力出自核能于不坠;而福岛核事故发生近三年后的日本政府,独排众议,于 2014 年 2 月 25 日召开的原子能阁员会议中,明确载明核电是日本“重要的基载电力”。甚至阳光十足的石油大国沙特阿拉伯,在反复探讨、斟酌损益之后,义无反顾地从七彩能源中挑选出减碳的核电计划。而被誉为天府环保之国的北欧国家瑞典,也免不了在电力分配的组合中,采用 49% 的水力搭配 39% 的核电,以解其燃眉之急,满足于高档次的生活质量。

所以,多了核电,可以减轻雾霾对你的困扰;少了核电,被迫接受能源之贼的火电,回头下望人寰处,不见长安见尘雾,就得接受雾霾从四面八方阵阵扑鼻而来的滋味。你想春光灿烂、绿袖红香,若不要核电,又讨厌雾霾,除了返璞归真、倒转时空外,究竟到哪里去寻找你我的立足空间?

郭 位

香港城市大学

2014 年 3 月 12 日

台湾版补充说明

《七彩能源一鉴开：从日本福岛事故看能源与环保》在香港再版之际，恰逢世界各地再度为核电的去留议论激烈。所不同的是，此番由于福岛事故，民众的反核声浪愈加高涨。

福岛核事故后，全球运转或建造中的核电厂无不在安全设施上作了补充加强。从可靠度发展的历史看，事故后的新设计总是优于原先的产品，未来的核电厂必然会比现存的核电厂更加安全可靠。犹有进者，如何在环保框架内，正确对待各种能源的研发、使用，是一个关乎社会永续发展的核心大事。

值此时刻，天下文化出版公司在台北发行本书的台湾版。内容与香港版大体上相同，唯在编排上作了改动，在导论“从可靠度看核能发电”之后，分为两部分：第一部分主要由福岛

事故谈及可靠度分析,以及包括核能在内的七彩能源发展的安全及对环境的影响;第二部分则从各种能源的发展审视环保、工厂、工业安全等问题。

本书就七彩能源的利弊,兼及工安及其与环保的关系作一个通俗且客观的报告,并将书名改为《核电关键报告:从福岛事故细说能源、环保与工安》^①。

郭 位

香港城市大学

2013 年 7 月 1 日

^① 《核电关键报告:从福岛事故细说能源、环保与工安》一书由天下文化出版公司于 2013 年 5 月在台湾地区出版发行后,引起社会很大反响。此书已陆续被翻译并发行英、日、法文版,本书即为此书的简体字版,其他文字版本正在接洽中。

再版自序

日本福岛核事故的发生,引起世人不寻常的关注。值事件满周年之际,我于2012年3月在中国香港由天地图书有限公司出版了《七彩能源一鉴开:从日本福岛事故看能源与环保》繁体字版一书,提醒大家环保与能源相互关联。从这一年收到近四十场演讲的邀约来看,这个世纪性的疑问,还算受到了重视。然而,当事故在人们记忆中逐渐淡去,安全可靠度恐怕也像可擦拭的电脑芯片上储存的内容一般被抛到九霄云外。

浮沉千古事 谁与问东流

纵观人类历史,曾经发生过的重要事件总是如此轻易地被