

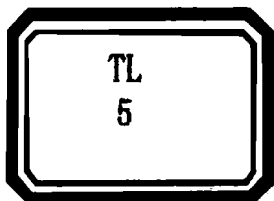
从核弹到核电 ——核能中国

Nuclear Energy in China: from Nuclear Bomb to Nuclear Power Plant



王喜元 编著

中国科学技术大学出版社



术基础理论与前沿问题研

中国科学技术大学
校友文库

从核弹到核电 ——核能中国

Nuclear Energy in China: from Nuclear Bomb to Nuclear Power Plant

王喜元 编著

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书从介绍天然放射性的基础知识开始,逐一介绍大地(岩石和土壤)的放射性,水体及生物体的放射性(包括人体的放射性),核能的军事应用及和平应用,核武器的发展(包括中国核武器研制的光辉而又可歌可泣的历程),建筑工程室内的放射性问题,射线的内外照射危害以及制定民用建筑工程室内放射性污染控制标准的依据,最后介绍国家的有关规定,工程过程的放射性污染控制技术以及涉及的放射性检测方法等等。

图书在版编目(CIP)数据

从核弹到核电——核能中国/王喜元编著. —合肥:中国科学技术大学出版社,
2009. 2

(当代科学技术基础理论与前沿问题研究丛书:中国科学技术大学校友文库)

“十一五”国家重点图书

ISBN 978-7-312-02254-8

I. 从… II. 王… III. 核能—研究—中国 IV. TL

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 209493 号

出版 中国科学技术大学出版社

安徽省合肥市金寨路 96 号,邮编:230026

网址 <http://press.ustc.edu.cn>

印刷 合肥晓星印刷有限责任公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 710mm×1000mm 1/16

印张 20.5

字数 420 千

版次 2009 年 2 月第 1 版

印次 2009 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—3000 册

定价 52.00 元

编 委 会

顾 问 吴文俊 王志珍 谷超豪 朱清时
主 编 侯建国
编 委 (按姓氏笔画为序)

王 水	史济怀	叶向东	伍小平
刘 兢	刘有成	何多慧	吴 奇
张家铝	张裕恒	李曙光	杜善义
杨培东	辛厚文	陈 颀	陈 霖
陈初升	陈国良	周又元	林 间
范维澄	侯建国	俞书勤	俞昌旋
姚 新	施蕴渝	胡友秋	骆利群
徐克尊	徐冠水	徐善驾	翁征宇
郭光灿	钱逸泰	龚 昇	龚惠兴
童秉纲	舒其望	韩肇元	窦贤康

总 序

侯建国

(中国科学技术大学校长、中国科学院院士、第三世界科学院院士)

大学最重要的功能是向社会输送人才。大学对于一个国家、民族乃至世界的重要性和贡献度,很大程度上是通过毕业生在社会各领域所取得的成就来体现的。

中国科学技术大学建校只有短短的五十年,之所以迅速成为享有较高国际声誉的著名大学之一,主要就是因为她培养出了一大批德才兼备的优秀毕业生。他们志向高远、基础扎实、综合素质高、创新能力强,在国内外科技、经济、教育等领域做出了杰出的贡献,为中国科大赢得了“科技英才的摇篮”的美誉。

2008年9月,胡锦涛总书记为中国科大建校五十周年发来贺信,信中称赞说:半个世纪以来,中国科学技术大学依托中国科学院,按照全院办校、所系结合的方针,弘扬红专并进、理实交融的校风,努力推进教学和科研工作的改革创新,为党和国家培养了一大批科技人才,取得了一系列具有世界先进水平的原创性科技成果,为推动我国科教事业发展和社会主义现代化建设做出了重要贡献。

据统计,中国科大迄今已毕业的5万人中,已有42人当选中国科学院和中国工程院院士,是同期(自1963年以来)毕业生中当选院士数最多的高校之一。其中,本科毕业生中平均每1000人就产生1名院士和七百多名硕士、博士,比例位居全国高校之首。还有众多的中青年才俊成为我国科技、企业、教育等领域的领军人物和骨干。在历年评选的“中国青年五四奖章”获得者中,作为科技界、科技创新型企业界青年才俊代表,科大毕业生已连续多年榜上有名,获奖总人数位居全国高校前列。鲜为人知的是,有数千名优秀毕业生踏上国防战线,为科技强军做出了重要贡献,涌现出二十多名科技将军和一大批国防科技中坚。

为反映中国科大五十年来人才培养成果,展示毕业生在科学研究中的最新进展,学校决定在建校五十周年之际,编辑出版《中国科学技术大学校友文库》,于2008年9月起陆续出书,校庆年内集中出版50种。该《文库》选题经过多轮严格的评审和论证,入选书稿学术水平高,已列为“十一五”国家重点图书出版规划。

入选作者中,有北京初创时期的毕业生,也有意气风发的少年班毕业生;有“两院”院士,也有 IEEE Fellow;有海内外科研院所、大专院校的教授,也有金融、IT 行业的英才;有默默奉献、矢志报国的科技将军,也有在国际前沿奋力拼搏的科研将才;有“文革”后留美学者中第一位担任美国大学系主任的青年教授,也有首批获得新中国博士学位的中年学者……在母校五十周年华诞之际,他们通过著书立说的独特方式,向母校献礼,其深情厚意,令人感佩!

近年来,学校组织了一系列关于中国科大办学成就、经验、理念和优良传统的总结与讨论。通过总结与讨论,我们更清醒地认识到,中国科大这所新中国亲手创办的新型理工科大学所肩负的历史使命和责任。我想,中国科大的创办与发展,首要的目标就是围绕国家战略需求,培养造就世界一流科学家和科技领军人才。五十年来,我们一直遵循这一目标定位,有效地探索了科教紧密结合、培养创新人才的成功之路,取得了令人瞩目的成就,也受到社会各界的广泛赞誉。

成绩属于过去,辉煌须待开创。在未来的发展中,我们依然要牢牢把握“育人是大学第一要务”的宗旨,在坚守优良传统的基础上,不断改革创新,提高教育教学质量,早日实现胡锦涛总书记对中国科大的期待:瞄准世界科技前沿,服务国家发展战略,创造性地做好教学和科研工作,努力办成世界一流的研究型大学,培养造就更多更好的创新人才,为夺取全面建设小康社会新胜利、开创中国特色社会主义事业新局面贡献更大力量。

是为序。

2008年9月

前 言

—

我是在家乡参加勤工俭学劳动中得知考取中国科学技术大学的。

我就读的高中是河南省南召县第一中学,当时学校条件差,经费少。学校十分重视搞勤工俭学,经常组织学生参加劳动,既帮学校改善教学条件,又帮困难学生挣一些钱,补贴学费,张纪功校长和许多老师同学生们一起劳动。

报考大学填写志愿时,大姐让我报考中国科学技术大学,希望我学习国家需要的尖端科学技术。

1959年8月的一天,天气炎热,我和七八个同学正在山涧小路上拉木头。学校准备盖房子,从几十里外的大山里买好了不少原木。每根原木约摸有四百到五百斤重,三到四米长,很粗。我们七手八脚将原木一个个牢牢固定在架子车上,沿着盘山小路一点一点向山下挪动,山路坡陡,弯道多,一天走不了多少路。一个人拉一辆车,上坡时要几个人一起推,喊着号子,下坡及转弯处则要十分小心,路边的悬崖随处可见。几天来,艳阳高照,汗流浹背,满身灰土。忽然,前方远处山坡上有人朝我们叫喊:“王喜元!王喜元!你考上中国科学院(中国科学技术大学)了!——”冲着声音,我鼓足了劲,一口气拉着车子冲上了山坡。原来,学校接到录取通知书后,张纪功校长派专人送通知来了。

正在为没有路费发愁时,学校发了勤工俭学的钱,又补助了15元,我和弟弟一起3元钱卖掉了一床被子,踏上了去北京的路。

我就读于科大原子核系(5901),后来为了保密,改称近代物理系。靠助学金帮助读完了5年课程。

那时的中国科大学生里,贫穷孩子占的比例很大,有的同学光着脚。记得九月初的开学典礼大会上,郭沫若校长专门讲到了这件事,听得出他爱怜这些学生,并表示学校将帮助贫穷孩子上好大学,提醒光着脚丫的学生走路时要小心,不要扎破了脚。

郭老的讲话总是面很宽的,天文地理,古今中外。其中,记得他讲到了对待劳动的态度问题,他说,在共产主义社会里,人们将把劳动作为自己的第一需要,那时的人们必将达到这样高尚的境界。他的这一论述,终生难忘。

开学典礼大会上,郁文书记谈了对学生的殷切希望,其中有一句话记得很清楚,他说:“青年人应当认真的生活”,他希望我们努力学习,报效党和人民。

在中国科大的五年里,国家曾发生连续3年的严重经济困难,吃不饱,许多学生浮肿。期间,郭老曾在学生食堂就餐,了解情况,想办法改善伙食;我们的系主任、红军长征十七勇士之一的李友林(大校)曾邀请劳动部长何长工(他的老上级)来校讲长征的故事,勉励我们不要怕艰苦,对前途要充满信心,李主任自己曾经悄悄地拣学生食堂扔掉的白菜帮子回家,他的孩子同样吃不饱;共青团经常组织大家到隔壁的八宝山瞻仰烈士墓……年轻人的心灵在潜移默化中进一步得到升华。

上二年级时,感觉体质开始下降。后来,发现坐在教室靠后一点位置上已经看不清黑板上的字:眼睛近视了。为了坚持学习,也为了应对将来可能会面临的恶劣环境,从那时起,我开始了坚持锻炼身体的生活。

毕业前夕,我们系的钱三强主任、力学系的钱学森主任分别向我们做了两个半天的长时间讲话,他们两位是大家心中敬仰的科学家。在讲话中,他们用自己的经历表述了对国家的赤胆忠心,对科学的热烈追求,以及对人生的感悟,他们成为我终生追求的榜样。

1964年,听了陈毅外长的两次讲话,他的四川口音给人留下了深刻印象。他通过介绍国际形势,使人感到一个国家强盛的重要性,并诙谐地说,中国没有核武器,他这个外交部长就腰杆不硬,就不好当。他还讲了许多做人的道理,特别强调人要勤奋,要为人正直。他的讲话令人振奋,有使命感,在此后的人生中成为时时鞭策自己的力量。

毕业分配时,同学们争相报名到最艰苦的地方去,我们5901实验原子核物理专业的同学们争相报名到青海核武器研制基地去,到西北其他核基地去。我同大家一样,要求到祖国最需要的地方去,报效祖国的时刻到了。

在我告别母校前夕,周恩来总理和彭真市长向首都高校的应届毕业生做了专场报告,勉励大家继续努力学习,努力工作,为祖国做出贡献。那次会后不久,学校批准我加入了中国共产党。

回顾自己的人生历程,我感悟到中学和大学时期是人生的关键阶段。我的中学时代是在困苦中度过的,贫穷落后的山区生活加上学校校长、老师的艰苦奋斗、敬业精神在脑海中留下了深深印记,初步形成了自己的价值观:人生要有所贡献,只有不怕吃苦才能有所成就。进入中国科大学习的五年中,除了学习到许多专业知识外,学校的系统马列主义、辩证唯物主义和历史唯物主义教育,以及许多先辈的言传身教,使我的世界观和人生观最终形成,这对一个人来说是至关重要的。

在我离开母校后的四十多年中,顺利时总会想到母校,困难时更会想到母校,想到母校留给我的记忆、鞭策和力量。在我从事核武器研制事业的十七年里,每当面临艰难困苦时,就会想起这些,坚持下去;回到地方工作后的二十多年里,也是每当面临艰难困苦时,我就会想起这些,坚持下来,就这样,一直走到今天。

二

这是一本讲述原子核能及放射性一般知识的书,分四章。

第1章介绍涉及原子核和放射性的基本知识,没有这些内容,后面的东西很难说清楚。根据本书后面内容的需要,只简要介绍了 α 、 β 、 γ 三种射线的性质,介绍了射线的电离作用和穿透性、天然放射性的半衰期、放射性同位素、爱因斯坦的质能公式与原子核能等概念以及核武器中使用的核裂变材料铀、钚,十分简要地介绍了热核材料氘。当然,用尽可能通俗的语言来写清楚核科学的许多概念并非易事,因为原子核、放射性、射线等都是微观现象,同我们日常接触的许多宏观自然现象截然不同,而且微观世界的许多理论是通过复杂而又严密的高等数学物理的计算来表达的。本书力图减少数理推导,努力做到通俗易懂(仅在检测技术部分,数理推导多一些)。虽然如此,仍不免有不尽如人意之处。

在当今的世界上,讲到核能及其应用,离不开讲核武器,也离不开讲核电站。无论核能应用之于核武器,或者应用之于核电站,都密切关系到世人的正常生活和命运,关系到全球未来,都是世界级的大事。但从核能应用的技术角度讲,核武器与核电站两者所要处理的理论问题、技术问题、工程问题、材料问题等差别很大。因此,有必要分开讲,即从核武器、核电站两个方面分别介绍核能。基于这些考虑,本书第2章集中介绍核武器,第3章集中介绍核电。

以上两章内容安排,除介绍了一般情况外,均用较大篇幅突出介绍了中国的发展情况,这也是大家共同关心的。

实在说,写好第2章有一定难度,原因很简单:核武器作为一种毁灭性的大规模杀伤武器,本不应大书特书的,它早就应当被消灭掉了,但是,核武器确曾在历史上发挥过积极作用,对提前结束第二次世界大战、减少人民生命财产损失立下过汗马功劳。况且,为研制核武器,包括爱因斯坦在内的成千上万的科学家、工人、工程技术人员、军人曾经艰苦奋斗了近7年时间。但是,战后,核武器的面目发生了彻底变化,它被强权政治利用了,成为了威胁、统治、杀戮和战争的工具。由此,核武器进入了世界强权政治舞台,谁拥有核武器,谁就可以称霸。这就是20世纪40年代后期,二战结束之后的世界。

恰也就是在这个时候,新中国诞生了。贫穷落后的中国摆脱了帝国主义列强百年殖民统治,加上20世纪50年代初期的抗美援朝战争的大量资源消耗,新中国正面临着急切解决民生问题、民族振兴、百废待举的困难时期,试想,在当时情况

下,如果不是有极特殊的原因,中国怎么会自不量力地开始工程浩大的核武器研制呢?为了研制核武器,中国动员了几乎当时全国的人力、物力和财力。

你可以从中发现,长期饱受欺凌的中国太渴望独立自主了。“自立于世界民族之林”的强烈愿望和巨大决心,以及全国上下一致的团结、勇气和毅力,促使中国人踏上了核武器研制的艰苦卓绝的历程。

我在核武器研制单位(二机部九院、221厂,即中国核武器研究院,为了保密,对外叫国营综合机械厂)工作多年,亲历了中国核武器研制事业的创业历程,经历了一次又一次的胜利和辉煌,也同大家一起遭受了巨大挫折。我深感一个国家、一个民族强盛起来有多么重要,也深深体会到国家和人民为摆脱落后与贫困、坚持走自己的路所付出的巨大牺牲和代价。这一历史进程,已经成为中国走向振兴之路的一部分,也已成为中国人民的财富和骄傲。因此,在第2章中,用较大篇幅介绍了我所亲历的核武器研制试验过程,结合介绍了几种核材料的性质和在核武器中的应用,其中,也说到中国核武器研究在“文化大革命”中所遭受到的挫折和破坏,九院人的伤痛和不屈不挠精神。

在第3章里,除介绍核电一般知识外,突出介绍了中国核电的发展情况以及“科学认识放射性”的知识。同核武器研制事业的发展一样,中国的核电事业也经历了一段不平坦的创业之路。总的来说,我国核电事业起步较晚,加上已经有了一定的经济技术基础和人才基础,以及周总理提出的在引进、消化吸收基础上,“掌握技术、积累经验、培养人才,为中国核电发展打下基础”的正确方针,所以,我国核电发展速度较快,也比较顺利。

考虑到人们在实际生活中由于对放射性知识缺少了解,往往容易将“放射性”同“恐怖”、将核反应堆同“原子弹”联系在一起,造成不必要的紧张,因此,第3章中用相当篇幅介绍了许多人们日常生活环境中的放射性知识。通过这些介绍,希望大家能够意识到,自古以来,人们就生活在充满放射性的世界里,放射性是可以认识的自然现象,只要有所控制,注意防护,就可以在利用中保护好人们自己。另外,第3章还结合讲到了与每个家庭相关的建筑物室内环境放射性污染控制问题,粗略介绍了《民用建筑工程室内环境放射性污染控制规范》的有关内容。

第4章介绍核科学技术的其他应用及放射性测量的一般知识。如果没有这一部分内容,本书将显得很不完整,但是,这一部分内容所涉及的方面很多,不可能展开细说,否则,将会改变本书的方向和主要意图:叙述核能。因此,第4章主要介绍了核科学技术在工业、农业、医学、地质年代测定及考古研究等方面的应用,以及低本底多道 γ 谱仪的工作原理、金硅面垒型探测器的工作原理等方面内容,并且,只能是概念性的。

应当说,这不是一本单纯技术性的书,同一般意义上的科普读物也有区别,它既讲了科普知识,也介绍了有关方面的世界发展趋势,更介绍了自己亲历的中国的

有关情况。如何为这本书起名,曾经考虑过几个方案,《从核弹到核电——核能中国》似乎更贴近主题。但是,需要说明的一点是,无论从本书的内容安排上,或者从作者的经历来说,作者均无意借这本书全面系统地论述中国的核能发展史,那是一个作者很难胜任的大题目。

三

在核技术应用日益深入、广泛的今天,如实地向社会介绍原子核、核能、放射性等有关方面的科学知识十分必要。核武器的巨大杀伤力和可能造成的全球性后果,会提醒世人:要对核战争威胁保持高度警惕,要努力制止核战争的爆发;化石燃料时代即将过去,干净又安全的核电正向我们走来,会使世人联想到:要积极支持、推动核电站的建设,不要把核电站当成原子弹;无处不在的放射性和放射防护知识,将使世人意识到:要正确对待放射性,不要一听到放射性就紧张;另外,只有了解了核聚变的知识,我们才可以理解当前世界各国正在大力协作研究开发的核聚变项目,对能源未来充满信心。

实际上,原子核的裂变、聚变及放射性一直在帮助人类。可以这样说,没有原子核的这些特性,就没有地球的今天,也没有我们人类。在过去的亿万年里,因为有了核能(太阳能),我们美丽、温馨的家园——地球才有今天的盎然生机;因为有了放射性和核能,才有了地球上的海洋、生物、空气,同样,在可以预见的未来,人类还将继续主要依靠永恒的核能过日子。

从发现天然放射性至今不过百年历史,“核”已经给世界带来巨大变化,再过百年以后又会是什么样子呢?但愿核武器恐吓世界的局面能成为历史,但愿核裂变、核聚变能成为世界能源的主力军。

如果这本书能对普及原子核、核能、放射性等方面知识起到一点作用的话,我也就满足了。由于作者水平所限,文中难免有错漏之处,敬请批评指正。

本书所引用的材料,除有的来自近年来有关报刊书籍对我国原子弹制造的情况介绍文章,有的来自《建筑物室内放射性检测与控制》(东南大学出版社)以及本人的亲历外,也引用了部分《中国原子弹的制造》等书籍提供的资料。

在本书编写过程中,曾得到高洪、孙清奎、王福增、冯广平、张莺等许多同志的帮助,特别是中国科学技术大学出版社的帮助,在此一并表示感谢。

王喜元

2008.9

目 录

总序	(I)
前言	(III)
第 1 章 不稳定的原子核	(1)
1.1 天然放射性的发现与原子核	(1)
1.1.1 天然放射性的发现敲开了 20 世纪的大门	(2)
1.1.2 原子核概念的产生	(3)
1.1.3 天然放射性的 3 种射线	(8)
1.1.4 射线的电离作用和穿透性	(10)
1.1.5 天然放射性的半衰期	(12)
1.1.6 放射性同位素	(13)
1.1.7 质能公式与原子核能	(15)
1.2 核裂变材料铀和钚	(22)
1.2.1 核裂变材料铀	(22)
1.2.2 裂变材料钚	(29)
1.3 热核材料氘	(39)
第 2 章 惊天动地的核能——核武器	(41)
2.1 二战催生核武器	(41)
2.2 中国要真正站起来必须拥有核武器	(55)
2.2.1 在核威胁下起步	(55)
2.2.2 老大哥要当“老大”	(63)
2.2.3 下决心搞中国的核武器	(65)
2.3 可歌可泣的九院核武器研制创业史	(68)
2.3.1 到祖国最需要的地方去	(69)
2.3.2 艰苦创业	(69)
2.3.3 核材料生产、装配过程中的辐射测量与防护	(72)

2.3.4	亲历 596L-65 试验	(75)
2.3.5	亲历钚金属材料爆轰试验	(81)
2.3.6	亲历 524 次临界试验	(90)
2.3.7	亲历第一次地下核试验	(107)
2.3.8	鞠躬尽瘁邓稼先	(113)
2.3.9	执行紧急战备任务	(122)
2.4	中国发展核武器的作用与影响	(132)
第 3 章	核能利用与放射性	(147)
3.1	后化石燃料时代	(147)
3.1.1	化石燃料时代即将过去	(147)
3.1.2	核裂变变电站将成主流	(151)
3.2	既干净又安全的核电	(168)
3.2.1	既干净又安全的核电站	(168)
3.2.2	核电站不会发生原子弹爆炸	(170)
3.2.3	永恒的能源——核聚变能	(176)
3.3	放射地球、美丽家园——科学认识放射性	(184)
3.3.1	大气的放射性(氡)	(184)
3.3.2	水体与水生生物体的放射性	(198)
3.3.3	陆上动植物的放射性	(210)
3.3.4	人体的放射性	(215)
3.3.5	放射性防护	(219)
3.3.6	建筑物的放射性问题与控制	(220)
第 4 章	核科学技术的广泛应用及放射性测量技术	(245)
4.1	核科学技术应用	(246)
4.1.1	核科学技术在工业上的应用	(246)
4.1.2	核科学技术在农业上的应用	(255)
4.1.3	核科学技术在医学上的应用	(262)
4.1.4	核科学技术在地质年代测定及考古研究中的应用	(267)
4.2	一般放射性检测技术	(275)
4.2.1	低本底多道 γ 谱仪工作原理(材料 γ 放射性比活度检测技术)	(276)
4.2.2	金硅面垒型半导体探测器工作原理	(289)
参考文献		(313)

第1章 不稳定的原子核

许多人是从小从日本广岛、长崎之毁第一次听说放射性的，自然，人们的脑子里很容易将放射性性与置千百万人于死地的原子弹联系在一起。然而，透过原子弹看放射性只能看到它的一个方面。

1.1 天然放射性的发现与原子核

最初的概念往往会长久地留在记忆里。在我们幼小的时候，就听到“第二次世界大战中扔到日本的两颗原子弹毁灭了那里的一切”的可怕传说。到了今天，“放射”这个名词，知道它的人已经很多了：医院有“放射科”，胸部待查的病人站在X射线机前，顺从地由医生随意摆布着，拍下一张又一张X胸片；癌症患者躺在射线治疗台上求助于射线杀伤癌细胞，抑制癌组织的生长，延长自己的生命； γ 刀治疗范围逐步扩大……今天放射性的名声似乎并不坏，就一般老百姓而言，他们知道的“放射性”的好处比“放射性”的坏处要多，尤其是在人类可利用的化石燃料越来越少、不得不日益依赖核动力进行发电的今天。美国1978年核电站的发电量已达3000亿度，比我国1978年全国总发电量的2560亿度还要多。

在人类不断扩大利用核能规模的历史进程中，严密设防、不使发生放射危害的原则是应该坚持的，毕竟核事故后果严重。美国1979年3月28日在阿里斯堡市附近的三里岛核电站发生的事故，引起了各国的极大关注，在一些国家引起了群众示威游行。美国总统慌忙成立事故调查委员会，调查研究事故问题，并采取措施，疏散附近居民到安全地带。1986年4月26日乌克兰切尔诺贝利核电站4号机组核反应堆发生的爆炸，成为人类利用核能历史上最惨痛的悲剧，损失巨大，事故处理至今仍未完结。

人类是在地球漫长的演化、变动过程中，在自然界的培育下进化而来的，她从

自然界中生长出来,又同自然密切地结合在一起。她身上的一切都同周围环境相映照:由于运动的需要,生长了四肢等运动器官;为了感知周围世界的情况和动向,生长了视觉、听觉、嗅觉等器官,还有对冷热、软硬等的感觉器官等。在长期的进化过程中,生物体随时调整着、完善着与周围世界的对立统一关系,发现自己需要的东西,去取得它;感知不利情况,并尽力保持自己不受损害。冷风袭来,皮肤上毛孔自然收紧,起了“鸡皮疙瘩”,以便减少身体热量的散失;眼前的突然动作,会使眼皮自动闭合,以防止眼球受到损伤;对恶臭及许多刺激性气体,会反射性地抑制吸气,使呼吸频率减慢,呼吸深度变浅,甚至完全停止呼吸等等。这种生来具有的调节机能和保护性反应,许多已经为我们所认识,留在了我们大脑的记忆里。然而,自然界千变万化,相互作用是无限多的,相比之下,我们身体的感觉能力就显得非常小,可感觉的范围也是十分有限。比方说,从有了人类那一天起,宇宙射线就在每时每刻穿透我们的身体,但是有谁能说他感觉到了这种穿透呢?我们活着的人,大口大口地将空气连同放射性微粒一起吸入体内,可是有谁能说他“嗅出了”放射性的气味呢?狗的嗅觉比人强百万倍,但在这一点上,看不出它比人更强。

在我们的故乡——地球上,生命正是在放射性不致构成威胁之后开始出现的现象,并在此后漫长的岁月中延续、演变,因此,如同空气和水无色无味一样,在我们的感觉器官里,也没有给放射性留下相应的位置。同样地,我们似乎还可以提出这样的问题:如果宇宙间别的星球上也有生物,并且如果那里生命体的周围环境同我们的地球有所不同的话,它们(他们)是否可以用自身感受到放射性现象呢?

正因为放射线看不见、闻不到,所以,人类很晚才知道它的存在。直到现在,当科学家向一般人们宣讲放射性的知识时,似乎比讲那些已经十分抽象和难懂的天文学知识还要困难。但是,既然它们是客观存在,既然我们人类借助于工具发现了它,并且仔细地研究了它,那么,应当相信,即使对于缺乏这方面专门知识的人,也是能够将放射性说清楚的。正如1519年9月至1522年9月,当大胆的葡萄牙人麦哲伦率领他的探险队,冲破重重困难,完成了人类历史上第一个环绕地球一周的航行并凯旋归来时,尽管他的同代人谁也没有这样的亲身经历,但谁又能不理解他做出的地球是球形的结论呢?真理既能被发现,就能被理解。一旦我们掌握了有关的知识,放射性神秘而又可怕的外衣就自然剥去。

1.1.1 天然放射性的发现敲开了20世纪的大门

今河南省登封县东南15公里的告城镇,有一座我国现存最古的天文台——观星台,它是世界上著名的天文科学建筑物,距今已有700多年历史。台高9.46米,连同台顶小屋,总高12.62米,台顶每边长8米多,台基每边16米余(见图1.1)。它既是一座高大城堡式建筑,又是一台大型天文观测仪器。看看这些古老建筑,仿佛我们的思路一下子开阔了许多。是啊!我们勤劳聪慧的祖先在当时的世界上进

行的天文研究是一流的。它还告诉我们,甚至在生产力水平十分低下的古代,人类的目光,就不只是去注意自己的衣食住行和周围的东西(土地、房屋、人群、牲畜),而同时把目光指向浩瀚的天空了。

不仅宏观上如此,人类对于微观世界的思考也从未停止。公元前5世纪至公元前3世纪,中国战国时代的《庄子》一书中就有“一尺之捶,日取其半,万世不竭”的物质无限可分的朴素观点。这就说明,人类文明几千年以来,除进行基本的生产活动外,人类从未停止过对世界构成和变化的思索。

知识是连续性的,也是循序渐进的。

从近到远看去,人类是先认识地球的现象,然后推知太阳系,再然后去探求银河系以至更大空间的规律。从大到小看去,人类也是先认识生活周围的尺度规模,逐渐显微缩小下去的。在这个揭开微观世界秘密的无穷时间序列中,到了19世纪初,出现了分子学说和原子论,从此结束了很长时间里人们关于微观结构的猜测和争议,达到一个质的飞跃。

整个19世纪,人类猎取的知识十分丰富。到19世纪末期,德国科学家伦琴在他的实验中发现了X射线,试验表明,这种射线甚至能够穿透可见光线无法穿透的纸板,使挡在纸板后面的照相底片感光。一切未知的新现象都是那么神秘,并令人向往。当时,X射线的发现轰动了整个科学界,吸引了很多科学家,于是,围绕着X射线的各种各样的试验研究很快就在各个国家开展起来(像数学中常用的未知数符号X那样,伦琴也就称这种未知的射线叫X射线。现在,人们早已知道X射线究竟是怎么一回事了,但是,已经长期用习惯了的名称,谁也没有再去改一改它)。

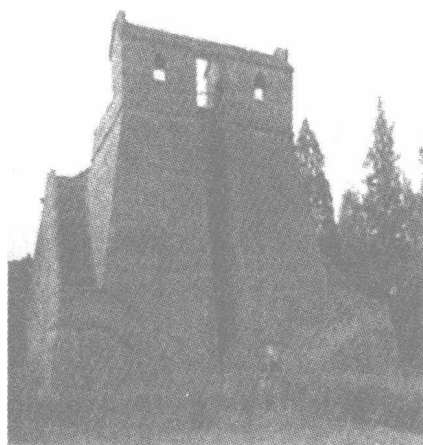


图 1.1 河南登封观星台

1.1.2 原子核概念的产生

X射线被发现以后,法国物理学家安东尼·亨利·贝克勒尔(Antoine Henri Becquerel),出于对神秘的未知射线的兴趣,他也投身到X射线的研究中去。当时,荧光辐射现象被发现不久(就是说,某些物质材料,被太阳光紫外线照射后,能够在一定时间内放射出可见光)。贝克勒尔猜想,X光和荧光是否有某种关系呢?他准备做这方面的实验,并决定将一块硫酸双氧铀钾矿石(它是一种荧光物质)放在太阳下照射,然后再将这块矿石同用黑纸包起来的照相底片放在一起。他想,如果太阳光照射后的矿石发出的荧光中含有X射线,那么底片应当感光。图1.2展

示的是最初的 X 射线照片。

贝克勒尔的实验方案并无不妥之处(见图 1.3),不巧的是,偏偏那几天碰上阴天,实验无法进行,在焦急等待天气放晴的日子里,他不在意地将那块矿石同黑纸包住的底片一起放进抽斗里去了。几天之后,太阳出来了,细心的贝克勒尔并没有原封不动地拿上矿石和底片就去实验,而是想到:底片是否会有漏光等情况发生

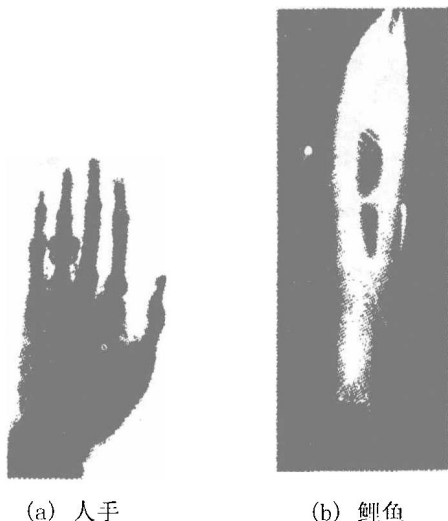


图 1.2 最初的 X 射线照片



图 1.3 贝克勒尔在实验室

呢? 于是,他先去冲洗了底片。当底片冲出来以后,他经历了一个所有科学工作者都希望能遇上的那种震惊时刻。因为他发现底片由于很强的辐射而变黑,留下了铀盐的痕迹,而这绝不是荧光或阳光所能达到的。以后,他又进行了多次实验,很快证明,使底片感光的東西是矿石中的铀(当然,现在已经很清楚,正是从天然铀中放射出来的 β 、 γ 射线对底片起了作用)。贝克勒尔发现了(铀的)天然放射性,那是 1896 年 2 月底的事。

如果说 X 射线的发现是个前奏的话,那么,贝克勒尔的发现则拉开了一个新时代的序幕。贝克勒尔之前,人类为揭开微观物质构成之谜,长久地进行着研究,19 世纪出现的分子学说和原子论就是这种研究取得成就的突出标志。然而,当时的分子学说和原子论尚没有原子结构和核结构的进一步具体化,因而是软弱无力的,没有多少实质内容。因而,从那以后直至贝氏发现天然放射性之前的 70 年间,众多的科学家们虽然从未放松过自己的工作,但在微观世界的研究方面,始终未能取得大的突破。恰在这时,贝氏看见从原子内部射出的一道闪光,犹如在无从攀登的高墙前发现了一个缺口。

对探索真理的人来说,这一发现是对他们的极大挑战,使他们迅速地冲动起