



金字塔科普丛书
JINZITA KEPU CONGSHU

人类的足迹

RENLEI DE ZHUJI

JUSHI ZHUMU DE KEXUE JIHUA

举世瞩目的科学计划

广东省地图出版社

编著 刘寒辉 卢天祝 卢哲俊 赵宝林

主编：杨叔子



登记号	156192
分类号	No91
种次号	006

◆ 金字塔科普丛书
JINZITA KEPU CONGSHU

人类的足迹

RENLEI DE ZHUJI

JUSHI ZHUMU DE KEXUE JIHUA

全世握的 科学计划

广东省地图出版社



石油大学 0159481

图书在版编目(CIP)数据

人类的足迹：举世瞩目的科学计划/刘寒辉等编著. -
广州：广东省地图出版社，1999.9

(金字塔科普丛书/杨叔子主编)

ISBN 7-80522-541-9

I. 人… II. 刘… III. 自然科学史-世界 IV. N09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 49862 号

出版发行：广东省地图出版社

(广州市环市东路 468 号 邮政编码：510075)

印 刷：广东省地图出版社彩印厂

规 格：850×1168 毫米 大 32 开 5 印张 120 千字

版 次：1999 年 9 月第 1 版

1999 年 9 月第 1 次印刷

印 数：1~5000 册

ISBN 7-80522-541-9/N·7

定 价：7.50 元

目 录

蘑菇烟云——“曼哈顿工程”

人类走近原子世界	2
一束奇异的射线——X 射线	3
打开原子世界的神秘大门	6
查德威克的“大炮”——中子	8
核裂变与质能公式	10
必须抢在纳粹前面	13
巧妙说服罗斯福总统	18
绝密的“曼哈顿工程”启动	22
比一千个太阳还亮的火球	26
德国为何未能造出原子弹	29
鲜为人知的日本“仁方案”	33

奔向月球——“阿波罗”计划

月球上的脚印	40
制定登月方法	41

遥控的探路者	44
驾驶“土星—阿波罗”	46
等待的日子	49
四天穿云飞月	51
回到地球	57
前苏联宇航员为何没有登月	60
“月球勘探者”升空	61

“冷战”遗梦——“星球大战”计划

现代“龙门阵”	68
里根的电视演说	69
四道坚固的防线	71
醉翁之意不在酒	75
梦想与现实	78
全球范围的冲击波	80
海湾战争后的“星球大战”计划	82
为何阴魂不散	85

空中格斗——“东方快车”计划

波音 777: “革命”飞机	90
A3XX: 巨型飞机	93
合作与竞争	95
双层客机: 迎接 21 世纪的挑战	96
更大、更快的飞机	98
“翼身融合体”方案	100
在浪漫与现实之间研磨	104

诺亚方舟——“生物圈 2 号”计划

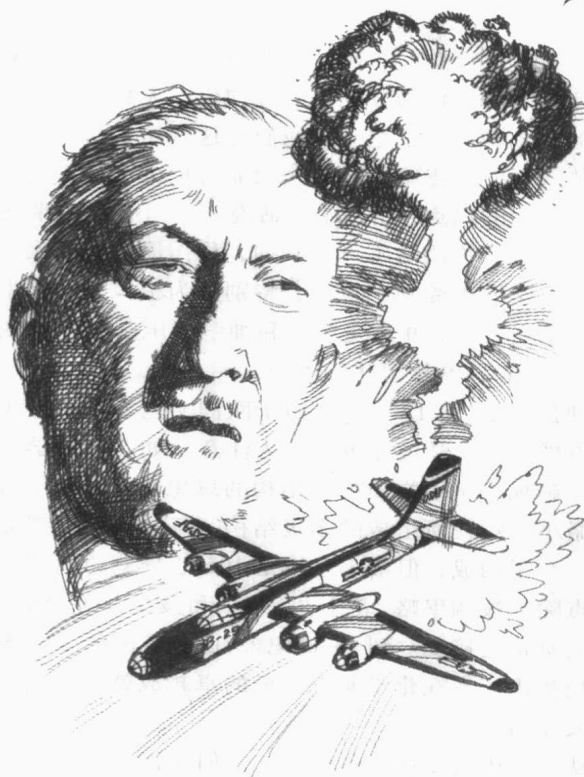
新奇诱人的人造小地球	108
离群索居的生活	109
伊甸园变成噩梦	110
是是非非待评说	113
地球实验室“生物圈 J”	114

比特时代——信息高速公路计划

何谓信息高速公路	118
并非天方夜谭	119
美国一马当先	120
Internet: 信息高速公路的雏形	123
起跑线上各就各位	127
中国——跑道上的一员	131

飞向九天——火星探测计划

沧桑百年话火星	136
人类的先遣部队	137
“火星探路者”不辱使命	139
相距遥远 如何操纵	141
曾为沧海 可有生命	142
“火星 - 96”坠毁损失惨重	144
21 世纪的远征目标	145
未来人类新家园	149



蘑菇烟云——“曼哈顿工程”

WJ 91/08

人类走近原子世界

“原子”一词在古希腊的哲学著作中是“看不见的”或“浑然一体、不可分割的”意思。古希腊著名哲学家德漠克里特和他的老师留基伯认为，宇宙间万物皆由无数的看不见且不可分割的微小物质粒子组成，他们称这些粒子为原子。我国战国时代的哲学家惠施，早在公元前就提出了物质是由最小的单元所构成的观点，用惠施的话说，“至小无内，谓之小一”，意思是最小的物质是不可分割的，称作最小的单元。朴素的古代原子学说曾受到柏拉图，特别是为柏拉图的学生——亚里士多德所否定，并遭受宗教和神学的压制，使其在近 2000 年来，长期陷入停顿僵化的困境。

到公元 16 和 17 世纪，由于欧洲文艺复兴和近代科学技术的发展，原子学说才再度惹人注意。如著名科学家牛顿曾比较明确地提出了物质层次结构的思想，他认为一切物质都是由微小的颗粒所组成的多级结构，每一级粒子都是由更小的一层粒子构成，但最小一级是由无法分割的微粒组成。这个论点除了被伽里略、笛卡儿、培根和波义耳等接受外，还不被人们所普遍接受。到 18 世纪末，由于英国的卡文迪许和法国的拉瓦锡等人在化学研究方面的卓越成就，原子学说的声望大大提高。

从整个历史发展进程来看，人们往往把现代原子学说的开创，归功于英国的道尔顿。他通过科学实验和逻辑推理，证实了原子的客观存在，提出了新原子学说——道尔顿原子学说和最早的原子量表。他在 1808 年出版的名著《化学哲学新系统》中对这种新的原子学说作了系统性的阐述，从而为近代化学和原子物理学奠定了基础，成为科学史上一项划时代的新成就。

化学的发展为原子学说注入了活力，不久，人们终于较

精确地量出了原子的相对重量——原子量。这样,随着原子量测定工作的深入,新的化学元素不断问世。在 19 世纪 60 年代前后,法国的库尔杜斯、英国的纽兰兹和奥德林、德国的迈尔和俄国的门捷列夫等,先后提出了化学元素的性质随原子量的递增呈现规律性变化的各种学说。其中,门捷列夫在前人的研究基础上发展了元素性质与原子量之间的周期性变化,提出了元素周期率的论点,并编制了完整的元素周期表。元素周期表揭示了物质世界所有的原子都具有相关性这一秘密,为人们研究原子结构提供了指导性的线索,从此,人类揭示了物质结构的第一层次——原子。

但在 19 世纪,几乎所有著名的化学家和物理学家都深信,每种元素就其纯形态而言是不可变的,它的基本单位——原子,是用任何方法也不可能再分的存在于物质中的最小粒子。

直到 19 世纪末 20 世纪初,人们才开始打破原子是绝对不可分的永恒陈旧观念,使人类从研究宏观世界的物质运动,不断深入到揭示在高倍显微镜下也难以见到的原子有“核”结构及其运动变化的微观世界。粒子物理学进入蓬勃发展时代。

一束奇异的射线——X 射线

1938 年以前,人们都相信原子核多少是个整体,只是有些元素的原子核会释放出一些粒子而逐渐衰变,这种发射粒子的现象叫作放射现象。

19 世纪 90 年代,英国科学家克鲁克斯研制出一种经过改进的真空放电管。当他用这种管子作实验时,发现质量本来很好的照相底版,拍出来的照片总是模糊不清。当时还无法解释这种奇异现象。1895 年德国物理学家伦琴,在重复用黑纸盒密封的克鲁克斯管进行放电实验时,发现当放电电压足够

高,阴极射线轰击到用钨、钼等制成的阳极靶时,还会发出一种肉眼看不见的射线,它不但能激发荧光物质(铂氰化钡)发光,还能透过黑纸盒,使里面的照相底版感光,甚至能把口袋里的钱币和手的骨骼显示在底版上。后来人们为了纪念这位名扬天下的科学家,就把这种穿透力很强、能使某些化学物质发光的奇异光线称为“伦琴射线”。但伦琴却取数学上表示未知数的“X”来为它命名。

1895年12月28日,伦琴公开发表了上述研究成果,当时轰动了整个科学界。这种来自放电管的不速之客,不仅能透过不透光的材料,而且也射穿了盘踞人类头脑2000多年的“原子不可再分”的思想堡垒。在X射线的启发下,法国物理学家贝克勒尔以极大的热情探索究竟是何种物质能产生X射线。他对已知具有荧光能力的某些铀盐一一进行研究,1896年终于发现铀矿石即使没有日光或其他射线照射,自身也会发出一种类似X射线的辐射线,这种射线能透过厚纸板或薄金属片,使暗盒中的照相底版感光。于是,人类第一次发现了自然界中存在着本身能放射出射线的物质,人们称之为放射性物质,它产生的这种令人惊奇的现象称为“放射性现象”。

这一发现作为原因之一,造成了19世纪与20世纪之交的物理学危机,并导致了核科学的诞生。

放射现象立即又引起正在巴黎攻读博士学位的一位波兰血统的研究生居里·玛丽的兴趣。她首先考察了铀射线的放射能力,结果发现铀的辐射强度与铀含量成正比。初战告捷使她精神大振,于是紧接着对已知的所有化学元素进行射线研究,这又导致了她的第二个重大发现:元素钍也和铀一样放出射线。很明显,这种现象并非铀所独有,于是她正式给它定名为“放射性”。接着她又和她的丈夫皮埃尔·居里的积极协助下,废寝忘食、孜孜不倦地反复检查试验了沥青铀矿和辉铜矿等多种矿物,终于在1898年7月分离出一种放射性比纯铀要强400倍的新放射性元素,居里夫妇取玛丽的祖国波兰

(Poland) 这个词的第一个音节，将这种新元素命名为“钋”(Polonium)。经过更艰巨的努力，于同年 12 月又分离出一种比纯铀要强的另一种新元素，他们给它命名为“镭”。镭的拉丁名称 Radium，是从“射线的”拉丁文 Radius 一词衍生而来。镭在铀矿石中的含量微乎其微，从矿物中提炼镭，比从沙里淘金还难。经过近四年的努力，克服了许多令人难以置信的困难，她终于在 1902 年提炼出 0.1 克纯金属镭，并初步测定了它的原子量。镭的能量十分巨大，它不经燃烧就能自发地产生热，所产生的热可相当于同重量的煤的热能的 25 万倍，而它发出的放射线则相当于铀的 200 万倍！当镭放射完毕后，形成两种新的物质：氡和铅。这一事实使早先被认为已完美无缺的原子理论大厦开始出现裂缝。1903 年居里·玛丽发表了关于放射能研究的博士论文，文中写道：“每一种放射性物质的原子都能作为一种常有的能源而发生作用。”这句话可说是为原子时代的到来播下的一粒种子。同年，居里夫妇同贝克勒尔一道，荣获了诺贝尔物理学奖。

由于放射性的发现，人们终于冲破了形而上学的“原子世界图景”的框框，开始认识到还有比原子更深入的层次。在这一时期的众多研究中，英国物理学家欧内特·卢瑟福的研究成果是划时代的。卢瑟福于 1871 年诞生在远离新西兰文化中心的泉林村一个农夫家庭，他是这个家庭 11 个孩子中的第四个。由于家里人口多，其生活的艰难是可想而知的。但正是这种含辛茹苦的生活培养了卢瑟福刻苦耐劳和勤奋好学的精神。1889 年，他以优异的成绩获得奖学金，进入新西兰大学的坎特伯雷学院。经过五年的大学学习，他取得了文学学士学位、硕士学位和理科学士学位。

1895 年，卢瑟福成为闻名遐迩的卡文迪许实验室的第一个研究生，而后是他科学成果迭出的时期。1898 年他用镭检验 X 射线，发现了镭放出的三种射线： α 射线、 β 射线和 γ 射线。1902 年他在加拿大工作期间，提出划时代的原子自然观

变理论,指出放射性现象是原子自行蜕变的过程,在这个蜕变过程中,一种元素的原子可以转变为另一种元素的原子,同时放射出 α 粒子(带两个正电荷的氦离子)和 β 粒子(高速飞行的电子)。由于这些射线粒子都来自原子核,这就进一步冲破了原子不可再分的理论,揭开了物理学史上深入探索光彩夺目的复杂的原子世界的新的一页。卢瑟福也由于上述贡献于1908年获得诺贝尔化学奖。

1897年,英国物理学家汤姆生发现X射线是一种具有很高速度的粒子流,通过测定其荷质比(电荷 e /质量 m),发现这种粒子的质量仅为氢原子的 $1/1840$ 。这是人类发现的第一个比原子还要小的粒子,爱尔兰物理学家斯托尼把它称为“电子”。而X射线正是这种高速的电子流(即阴极射线)轰击阴极射线管的阳极靶时所产生的。

1901~1903年间,英国放射化学家弗雷德里克·索迪同卢瑟福合作进行放射性问题的研究。放射性物质所放出的受激粒子,带走了来自原子内部的能量,这一现象给索迪留下了深刻的印象。1903年,他在《泰晤士报》文学增刊上发表文章,提到了原子内部具有潜在的能量问题;1906年,他又在别的报刊上撰文,说人类如能找到钥匙“开启这一巨大的能量宝库”,社会必将获益匪浅。这真是少有的远见卓识。

打开原子世界的神秘大门

20世纪初,科学家们还不知道放射性是从原子的哪一部分产生的。当时,原子被描绘成一个坚实的球体,其中均匀地分布着正电荷,同时也夹杂着带负电的粒子——电子(电子是一种亚原子粒子,由于它的存在,古希腊关于“原子是不可分的”观点不攻自破)。1911年,卢瑟福在一次实验中,首先发现有原子核存在。卢瑟福用一种亚原子粒子作“子弹”,去轰击一块厚度只有二十万分之一厘米的金箔。这种粒子是 α 粒子,

是由居里夫妇在研究放射性的过程中发现的，其重量仅是金原子重量的 $1/50$ 。如果原子中的正电荷真的像以前人们所认为的那样均匀分布，那么， α 粒子应该能顺利地穿过金箔而不会遇到什么阻碍。但是，实验结果与想像的不一样，绝大部分 α 粒子都能直接穿过金属箔，少数粒子是沿着一定偏转角穿过的，有些 α 粒子撞击后竟被弹了回来！且 20000 个 α 粒子中，平均有一个 α 粒子被弹回来。显然 α 粒子是碰到了什么相当致密的東西！卢瑟福发现，原子内绝大部分是“空空如也”的空间。后来卢瑟福在谈到这种现象时说：“这简直就像是对着一张卫生纸打炮，炮弹竟被弹回到炮筒里一样。”根据这次著名的散射实验（被称为卢瑟福实验），可以假定少数 α 粒子之所以偏转甚至被弹回来，是由于带正电的 α 粒子在行进中与原子中带正电的部分相遇而引起的，于是卢瑟福认定原子核的存在，并提出了一种类似太阳系的原子模型结构，即在原子的中心有一个带正电荷的核，电子在它周围按不同的轨道旋转，这些电子在旋转时所产生的离心力与核对电子的吸引力相平衡，使电子能够与核保持着一定的距离。这个中心就是原子核，它的大小大约只相当于整个原子体积的十万分之一，却包含了原子的全部正电荷和 99.9% 以上的质量，而几乎占据原子全部体积的电子，其质量却微乎其微。卢瑟福通过实验发现，原子内带正电荷的粒子“住在”原子核内，这些带正电荷的粒子叫作质子。卢瑟福当时就正确地预见到，原子核中不仅有质子，而且还有一些不带电的粒子。这种不带电的粒子后来果真露面了，它便是中子。这个模型假说，为探索原子内部的结构打开了神秘的大门。

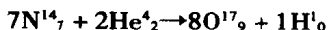
1913 年，丹麦物理学家玻尔提出了一些假设，进一步完善了原子“行星模型”。玻尔还提出了电子在原子内处于不同能级分层排列的概念，就像带有一层层皮的洋葱头一样。玻尔的模式巧妙地将量子理论同被人们所普遍接受的经典力学结合起来，对原子物理学和化学的贡献是不可磨灭的。正因为如

此,爱因斯坦高度赞誉卢瑟福和玻尔的原子模型具有“思想领域中最高的音乐神韵”。

玻尔将电子的轨道量子化的假设虽然较好地描述了电子围绕原子核运行的状态,但在某一种元素的原子核周围究竟又有多少电子在运转呢?这个问题则由卢瑟福的学生——英国青年物理学家莫斯莱作出了天才的回答。莫斯莱通过研究大量元素的 X 射线频率之后,于 1913 年指出,原子核中的“电荷的数量与该元素在周期表中所占的序数是相同的”,而且“电荷的数量会随着一种原子到下一种原子而增加一个电子单位”。莫斯莱发现的元素 X 射线频率与原子序数的关系,后来被称为莫斯莱定律。科学家们对莫斯莱定律给予了很高的评价,称莫斯莱定律是精确而完美的科学,它完全能代替门捷列夫的分类法,达到了传奇的程度。

查德威克的“大炮”——中子

放射性元素虽然能自发地释放能量,但其过程却非常缓慢。经测定,铀元素使它自身的一半变成其他物质(即半衰期)需要 50 亿年,镭需要 1580 年。单位时间内放出的能量很有限,如 1 克镭在 1 小时内只放出 137 千卡的能量,仅仅够烧开 1 公斤多水。那么有没有可能用人工的方法使它加快转变从而获得巨大的能量呢?科学家们满怀信心地走进了实验室,然而当他们出来时,神情不免有些沮丧,因为这方面的尝试均告失败。直到 1919 年,卢瑟福利用钋中放出的 α 射线轰击其他元素,才第一次实现了人工核转变。1919 年卢瑟福用放射性元素钋作机枪,用从钋枪里射出的 α 粒子作为“子弹”去轰击氮原子,使氮的原子核释放出一个质子而变成了罕见的氧的同位素。这个过程,可以写成如下的核反应方程式:



这样,卢瑟福有幸成为世界上第一个实现人工核反应、第

一个使一种元素(氮)人工蜕变成另一种元素(氧)的人。这样,人类很早以前就梦寐以求的“点金术”,使一种元素成为另一种元素,也奇迹般地实现了。卢瑟福的研究打开了实现人工核裂变的通道,为人们深入研究核反应,利用核能奠定了基础。

但奇怪的是,当用放射性物质放出的 α 粒子去轰击一些重原子核时,就再也打不出质子了。这是因为重元素的原子核中带正电荷的质子较多, α 粒子也带正电荷,由于静电的同性相斥,使动能不够大的 α 粒子很难接近或击中原子核,并把核中的质子激发出来。因此,从30年代以来,人们就想方设法去制造各式各样的加速器,人为地加速质子等各种荷电粒子,使其在电场或磁场作用下受到力的推动愈跑愈快,以至成为有很高能量的“大炮弹”,去轰击被选为研究目标的原子核(靶核),使被研究的原子核能发生各种变化。

1928年,俄国出生的美籍物理学家盖莫夫首先提出可用质子代替 α 粒子作为轰击原子核的“炮弹”。1929年,考克饶夫和华尔顿两位英国物理学家根据盖莫夫的设想,研制成功第一台质子静电加速器,所产生的质子能量使锂原子核发生了分裂。1930年,美国加利福尼亚大学的劳伦斯坦提出为了使质子在有限的装置里获得轰炸原子核所必需的速度,让质子在加速器中作回旋运动的方法,并于1931年成功地研制出第一台能使质子获得100万电子伏特以上能量的“回旋加速器”。不久又建造了更大的加速器,它可使质子获得1亿电子伏特的能量,并以令人难以置信的速度射向靶核,将原子核打碎,同时释放出能量。但实际上用质子去击中原子核并不是一件容易的事,就像是用步枪射击10千米以外的一只苍蝇一样,击中的机会是十分有限的。要想把原子核的能量大量释放出来,就必须继续寻求更理想的“炮弹”和实际可行的办法。

1932年,卢瑟福的学生——英国物理学家查德威克在用 α 粒子轰击硼、铍原子核的实验中,首先发现了原子核的另一组成部分,这就是中子。由于中子不带电,不受原子核电

影响,而且质量又比电子大得多,所以能很容易地把核外电子从前进的道路上冲开。中子这种穿透力很强的勇猛特性,使其几乎可以轰开一切元素的原子核,这样科学家终于找到了一种能有效地打开原子核之门,释放沉睡在核内的巨大能量的“金钥匙”。

中子的发现,使人类离实际控制和利用原子能的目标更接近了。但有些科学家对此并不乐观,查德威克本人也认为没有充分数据证实以上判断。就在中子被发现后不久的1933年4月,在伦敦大不列颠协会上关于原子核分裂的演说中,卢瑟福作了一个悲观性的预言:“一般说来,我们不能指望通过这种途径来取得能量。这种生产能的方法是极其可怜的,效率也是极低的,把原子嬗变看成是一种动力来源,只不过是纸上谈兵而已。”

卢瑟福是原子物理学领域最伟大的先驱之一,是公认的现代最伟大的实验物理学家和“核物理之父”,然而事实无情,他的这个悲观性的预言随着1945年7月16日第一颗原子弹的问世而宣告破灭。

核裂变与质能公式

核裂变是逐步实现的。贝克勒尔和居里夫人关于放射性的发现,不仅加深了人们对原子结构复杂性的认识,而且使人们开始意识到在原子核内蕴藏着巨大的能量。由于放射性的发现,原子殿堂的大门被悄悄地打开了。

1905年,另一位科学巨匠爱因斯坦在创立相对论力学时,提出了一个著名的质能公式,即物质的质量可以转换成巨大的能量,其大小为质量乘以光速的平方,即 $E=mc^2$ 。这个初看起来近乎荒诞的公式于27年后被英国物理学家卢瑟福的两位学生在使用高压发生器轰击原子核的实验中所证实,这也就说明了为什么少量镭能释放出惊人的能量。

1934年，居里夫妇的女儿伊伦·约里奥-居里同她的丈夫约里奥-居里一起发现了“人工”放射性。他们发现，用 α 粒子轰击本来没有放射性的物质，可以“创造”出放射性元素来。这是因为有些稳定的原子核在外来的亚原子粒子进入其中之后，稳定状态顷刻之间便会瓦解，原子核为了重新保持其内部的“相安无事”，只得把自己所含的一些粒子驱逐出去，同时像天然放射性元素那样产生放射性。

当时正在意大利罗马工作的费米，听到约里奥-居里夫妇的这一成就异常兴奋，也想在这方面搞出点名堂来。他决定用中子代替 α 粒子轰击原子核。费米的设想是： α 粒子带正电，可能一部分会被受轰击的原子核中的正电荷所排斥；而中子不带电，也许更容易攻入原子核。实验证明费米的设想是正确的。当时，人类已知的元素只有92种，他就系统地用慢中子去轰击元素周期表中列在92号元素之前的每一种元素，获得了几百种被轰击元素的同位素。但当他用同样的方法去轰击第92号元素铀时，却得到一种化学性质与铀完全不问、比铀还重的新元素，当时费米百思不得其解，误认为这是铀吸收中子后生成了一种超铀元素。其他科学家当时也认为，铀原子核受到中子轰击后，所产生的新原子核在质量上应该同铀差不多。1934年底，德国化学家奥托·哈恩为了验证这一发现，重复做了用慢中子轰击铀原子核的实验，虽然他同费米一样，成功地把铀变成了新的元素，但同样对新元素作出了错误的解释。这时德国一位年轻的地球化学家诺达克却对发现的所谓“超铀元素”表示怀疑，并大胆地提出了铀原子核经过中子轰击可能发生分裂的假说。约里奥-居里从铀的照射产物中发现了一种化学性质同镧相同的新核（后来证明是镧114）。哈恩用精确的放射化学方法把约里奥-居里的实验细心地检验了一遍，结果证实，用慢中子轰击重元素铀时，产生的新物质的确不是什么“超铀元素”，而是一种重量大于铀的新元素钡。由此可以得出的唯一结论是：铀原子核被一劈为二了。