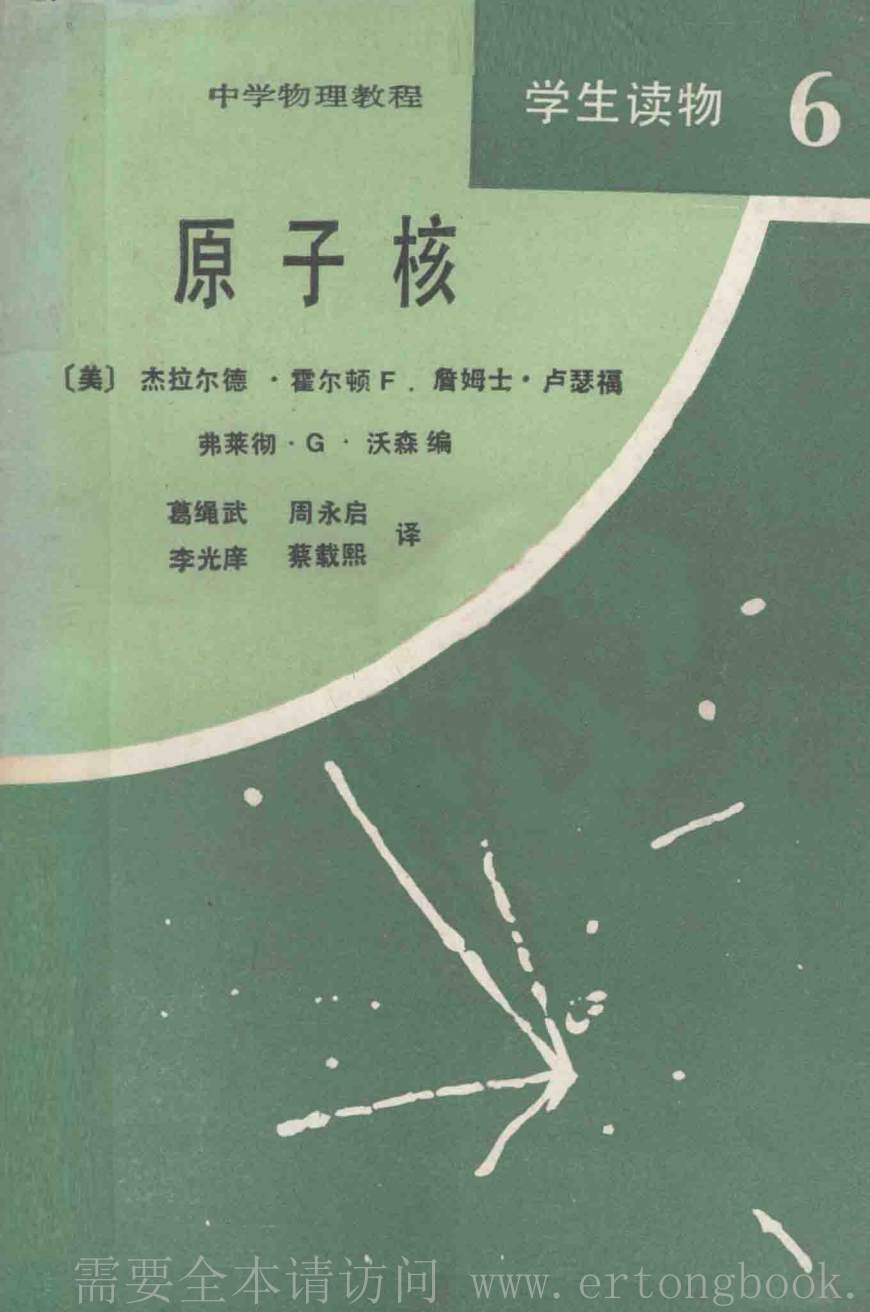
中学物理教程

学生读物 6

原子核

〔美〕杰拉尔德·霍尔顿 F. 詹姆士·卢瑟福
弗莱彻·G·沃森 编

葛绳武 周永启
李光庠 蔡载熙 译



需要全本请访问 www.ertongbook.

中学物理教程

学生读物 6

原 子 核

[美] 杰拉尔德·霍尔顿
F·詹姆士·卢瑟福 编
弗莱彻·G·沃森
葛绳武 周永启
李光庠 蔡载熙 译

文化教育出版社

中学物理教程是美国哈佛大学杰拉尔德·霍尔顿等主编的、对各国中学物理教材改革有重要影响的一套教学资料，包括课本和手册、学生读物、教学影片等。课本和手册都分六册，每册都有一本配套的学生读物。本书是配合第六册课本的学生读物。书中汇集的二十五篇文章，都选自一些书籍、刊物，围绕着"原子核"这个主题介绍了亚原子粒子的探测方法、加速器的原理和发展、原子核的结构模型、放射性同位素及核能的和平利用等。这些文章多出自著名的科学家，笔调生动活泼，引人入胜。读后能开阔思路，扩大知识面，提高学习物理的兴趣。

本书可供师范院校和中学的教师、学生及中等文化水平的读者阅读参考。

第3、4、8、9、12、16～19、24、25篇是葛绳武译的。第1、2、10、11、13、15篇是李光庠译的。第14、20～23篇是周永启译的。第5～7篇是蔡载熙译的。

*

The Project Physics Course
Reader 6
The Nucleus
Gerald Holton
F. James Rutherfold
Fletcher G. Watson
HOLT, RINEHART and WINSTON, *Inc.*
New York, Toronto
1971

中学物理教程
学生读物 6
原子核
[美] 杰拉尔德·霍尔顿 等编
葛绳武 周永启
李光庠 蔡载熙 译

*

文化教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京市房山县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 11 字数 228,000
1984年3月第1版 1984年9月第1次印刷
印数 1—6,000
书号 7057·076 定价 1.20元

目　录

1. 卢瑟福……1
2. α粒子的特性……18
3. 关于探索中子的一些个人说明……25
4. 反质子……32
5. 粒子的径迹……37
6. 火花室……52
7. 回旋加速器的演变……70
8. 粒子加速器……86
9. 各类人员眼里的回旋加速器……110
10. 欧洲核子研究中心……115
11. 新原子及电离辐射的世界……141
12. 原子核……153
13. 来自星球的能源……171
14. 成功……185
15. 核能革命……198
16. 守恒定律……206
17. 宇称守恒的崩溃……244
18. 时间能反演吗？……261
19. 一份致陆军部部长的报告……283
20. 作一个物理学家的特权……296
21. 向一切星球呼叫……307

22. 为争取一个没有战争的世界而工作……313
23. 一位科学家和他的科学观点……325
24. 数学和物理学的关系……330
25. 我们将从这里往何处去？……330

需要全本请访问 www.ertongbook.

C.P. 斯诺对E. 卢瑟福的描述，一部分是根据斯诺在卡文迪什实验室的研究工作经历，当时卢瑟福是该实验室的主任。

1. 卢 瑟 福

查尔斯. P. 斯诺①

本文是作者于 1967 年出版的《名人传记》中的一章。

1923 年，在利物浦召开的英国科学促进协会的会议上，卢瑟福(Rutherford)以他那大得不能再大的宏亮声音宣称："我们正生活在物理学的英雄时代。"直到十四年后他去世时为止，卢瑟福总是高声地和热情洋溢地说起这件事。

令人惊叹的是，他所说的一切都是千真万确的。以前确实未曾有过这样一个时代。1932 年是科学史上最引人注目的一年。住在剑桥的人们，象知识分子，是不会不激动的。连续半个月每夜只睡三个小时、脸色发灰的詹姆斯·查德威克(James Chadwick)向卡匹查俱乐部的成员(青年都以能参加这个俱乐部为荣)讲述他是怎样发现中子的；英俊出众的美男

① 查尔斯·珀西·斯诺(Charles Percy Snow)

累斯特男爵查尔斯·珀西·斯诺生于 1905 年，在累斯特的大学学院和剑桥的基督学院学习过。虽然他是以小说家著称，特别是擅长写一些专业人员的生活和问题，但他却主要是担任劳工部科技人员负责人和行政机构的长官，还担任英国电力有限公司的一个董事。他的著作受到了广泛的赞扬，他的小说有《探索》、《新人》和《动力的走廊》。他写的关于科学及其后果的非小说类的文学作品有：《两种文化》、《科学革命》和《科学和政体》。

子P. M. S. 布莱克特(Blackett)不象通常那样满有把握地(因为事情似乎好得令人难以置信) 把能显示出有正电子存在的金属板拿给人们看; 象韦林顿(Wellington)公爵那样易于感情冲动的约翰·科克罗夫特(John Cockcroft), 在王宫广场从散步的人群中穿过的时候, 遇到认识的人便说: "我们分裂原子成功啦! 我们分裂原子成功啦!"

这一切反映了当时英国特有的文化气氛。卢瑟福的风度反映了科学的风度: 卢瑟福好使用夸张的语言自我炫耀(这正是因为在科学上有重要发现); 他对创造颇有信心; 他有气魄、有说服力、慷慨大方、充满希望。这种风度与当时英国注重文学之风大不相同, 正如卢瑟福与T. S. 埃利奥特(Eliot)的个性大不相同一样。在本世纪二十年代和三十年代, 剑桥是全世界实验物理学的研究中心。就连在十九世纪后期克拉克·麦克斯韦(Clerk Maxwell)和J. J. 汤姆逊(Thomson)担任教授期间也未能达到这个水平。有人和卢瑟福说: "你总是在浪尖上。"而卢瑟福却回答说: "嗯, 但毕竟还是我掀起的浪, 是吧?"

记得在我第一次和他讲话以前, 曾见过他多次。我当时还是从事物理学的边缘工作, 所以并没有直接受过他的影响。当时, 我已知道我想写小说, 因为这是我所向往的事业。也正因为如此, 使我对科学界抱有一种若即若离的矛盾心理。纵然如此, 每当我看见卢瑟福在自由学校巷散步时, 仍不禁心情激动, 兴致盎然。

他是一个身材魁梧、但手脚不很灵便的人, 前胸中部突起。我甚至猜想: 他实际上并不是象他乍看起来那样强壮。他

有一双目光凝滞的蓝眼睛和湿润而悬垂的下唇，一点也看不出他是个知识分子。他的相貌和体态正是品德出众、才华横溢的人往往具有的那种相貌和体态。这本来很容易就可成为一个伟大作家所具有的特点。他在街上和同伴们谈话时，声音总是比别人高两倍，而且说话口音与众不同。实际上，他出身很贫寒。祖父是个来自苏格兰的移民，父亲在新西兰做短工。然而卢瑟福却没有奥大利亚或苏格兰的口音，倒更象是西方国家和伦敦腔的混合音。

在我第一次正式会见他时，我或许可以为我没有仔细地观察而辩解。那是早在1930年的事，当时我还未当选为我们大学的研究员，因而曾在彭布罗克申请斯托克斯奖学金。在一个星期六的下午，我被召见。当我到达彭布罗克时，我发现名单中只有两个名字，菲利普·迪伊(Philip Dee)和我。迪伊先被叫进去了。在他被接见的时候，我的情绪低沉，我想他是卢瑟福那些聪明的青年学生中最突出的一个。

然后，轮到我了。我一进屋，第一个看到的、坐在校长右侧的正是卢瑟福本人。当校长询问我的经历时，卢瑟福只是在一旁抽着烟斗，并未表现出对此有过多的兴趣。校长在结束他的提问时问道："卢瑟福教授，怎么样？"

卢瑟福用手取下叼在嘴边的烟斗，他那只蓝色眼睛的视线向我射来，眼光流露出冷冰冰和厌烦的神情。他是个极易冲动的人，只要他一感到厌烦，便立刻见形于色。那天下午，他的厌烦情绪是显而易见的。他本人，一个很好的人，为什么要参加这项工作呢？另外那个人在那儿又在干什么呢？为什么我们大家都在这儿浪费时间呢？

他用生气的和不耐烦的语气问了我一两个无关紧要的问题。我现在的工作是什么？光谱学又能告诉我们什么呢？它不过是"把东西放在盒子里"，不是吗？

我感到这番话有些刺耳，然而我认为这对我并无所失。不管怎样，我还是尽可能高兴地问他：是否能允许我们几个人搞原子核物理学。我又继续说了几句，为我的题目进行辩解。

当天晚上有一张便条送到了我的住所。迪伊得到了那份奖学金。考官们似乎想表示：两位考生都有资格被录取。这多少带有剑桥式的文雅味道，而我却感到沮丧。一两天以后，当我听到卢瑟福宣称我是个有志气的青年时，我兴奋极了。在此后几个月中，他支持我取得了另一份奖学金。顺便提一下，迪伊那时和我相比，他确实是个比我胜强百倍的科学家，关于这一点不论是卢瑟福，还是别的什么人，都是公正的。

从那时起到卢瑟福死为止，我曾有幸面对面地见过他多次。我的一些朋友对他十分熟悉，而我却不然。遗憾的是：无论是蒂泽德(Tizard)还是卡匹查(Kapitsa)，他们都是敏锐的心理观察家，最后都不曾为介绍卢瑟福写下点什么东西。但由于我是有卢瑟福参加的一个聚餐俱乐部的成员，故曾与他进行过三次认真的交谈；这些交谈都是在只有我们两人的情况下进行的。

把卢瑟福的内心世界与他的外部特点分开是困难的。这一点在相当程度上是真实的。我和一个朋友在剑桥的一家裁缝店的屏风后面听到过这样一个声音在回荡："那件衬衣的领子紧得都勒脖子了。我脖子的围长每天都在长，智力也同样在长。"然而，他的身体结构比表面看来更易激动。同样，他的

性格表面看起来十分暴躁、极端单纯，当有所创造并博得了声望时，就象小孩子得到了满足那样欣喜若狂，其实并不那样简单。他的这种个性是约翰逊(Johnson)类型的，至于约翰逊的性格，表面上看来是傲慢和不屈的，但内心深处是有裂伤的。

一个人在有所创造或因而获得荣誉时，无不感到这是一种最大的享受。他的工作虽然艰苦，但感到的却是极大的乐趣，他不仅从那些紧张的时刻中得到乐趣，而且从坐在暗室里对屏幕上出现的α粒子闪烁计数中得到乐趣。这种工作对于其他人来说可能会感到单调而乏味。他观察事物直截了当，他的直觉，除了一次奇妙的例外以外，都正确无误。在科学家中，他犯错误最少。在他出版的大量著作中(在科学史上是属于最大量的)，没有什么以后需要更正的东西。到三十岁时，他作为一个年薪500英镑的教授，已在蒙特利尔市独自一人进行原子核物理学的研究工作。四十岁时，他已在曼彻斯特发现了所有现代原子核物理学都离不开的原子核结构。

这是一个惊人的事业，是直到临终，他一直在创造性地积极从事的事业。正如前面我已提到他出身贫寒。在十九世纪八十年代，新西兰是离本土最远的省份，但他还是想尽办法受到了良好的教育，那里渗透着足够的苏格兰传统，他获得了各种奖金。他和爱因斯坦(Einstein)一样，颇有创见，但又不象爱因斯坦，他并不厌恶正规教育；他在所有各方面，都和他在经典著作方面一样，造诣是很深的。他用一些也许在现今的非洲实验室中才可以见到的设备开始研究无线电波专题。条件虽差，但并没吓倒他。他宣称："我可以在北极进行研究工作。"事实也确实如此。后来他获得了"1851年国外奖学金"

(此奖学金后来给英国带来了弗洛里，奥利芬特，菲利普·鲍登等一系列有才华的奥大利亚人)。实际上，他之所以能获得这份奖学金，只是因为另一个职位高于他的人打算结婚，他带着那种与他的自负交织在一起的古怪的卑谦心情，对此终身表示感激。当卢瑟福已被封为勋爵，成为皇家学会主席、当代最伟大的实验科学家时，有人建议停发这种奖学金。卢瑟福当时是委员会的委员。他听了，心情十分激动，讲不出话来，但最后脱口而出，说了这么一句话：

"如果没有这些奖学金，我也不会有日后的成就。"这纯粹是瞎说。什么也阻挡不住他。他在马可尼（Marconi)之前，把无线电的研究工作带进了剑桥。但后来他中断了这项研究工作，因为他发现放射学领域的研究工作更有趣。

顺便说一句，如果他当时对无线电加紧研究下去，准会发财。但是他根本没有工夫搞这些。他要赡养妻子和女儿，他们住在中产阶级舒适的房子里，不过如此而已。他的全部精力都投到原子能的研究工作上了。在他去世前的十年当中，这项工作耗费了千百万英镑。他依靠教授薪金度日，从来没有挣过，也没有想挣过更多的钱。在三十年代，他在卡文迪什支取的教授年薪是1600英镑。他死后遗留下来的不过是7000英镑的诺贝尔奖金。而我所写的人们当中，他死的时候最穷，而就连在卢瑟福身边、看来是那末禁欲和超凡的G.H.哈代(Hardy)也竟对自己的投资感到兴趣。

卢瑟福一发现放射学，就立即把它定为自己的终身事业。他的想法是简单的、质朴的、唯物的，他使这些想法保持着这样。他把原子想象成为一些网球。他发现粒子小于原子，并

需要全本请访问 www.ertongbook.

发现粒子是在怎样运动或弹跳的。有时粒子向相反方向弹跳。然后，他观察了这些情况并画图记录下来。但这一张张的新图总是很简单的。就象个梦游者一样，他首先发现了不稳定的放射性原子，继而发现了原子核和原子结构。

1919 年他用 α 粒子直接轰击的方法分裂了一个氮原子核，这是有史以来最重大的发现之一。也就是说，如果能找到恰当的轰击粒子，人们就能深入原子核探查并能对之任意摆布。这种轰击粒子既可由放射性原子来提供，也可由以电的机器加速普通粒子来提供。

这个故事的其余部分导致产生了我们这个时代的技术史和军事史。虽热他的某些学生——著名的有科克罗夫特——开始制造了一些在现代粒子物理中起重要作用的大型机器，但卢瑟福自己却从未制造过大型机器。他自己所使用的都是些异乎寻常的简单仪器：实际上他是充分地发挥了这些仪器的作用的。他的研究工作在基础物理中仍算是独立创造的、最有权威性的重要成果。在这方面别人以后再也没有工作可做了——用古老的卡文迪什的习惯用语来说，就是用火漆和细绳给封起来了。

他所从事的研究工作并不是在宁静的气氛中进行的；他不时地流露出感情激动，甚至怒气冲冲，但在内心深处却洋溢着创造性的活力，才识渊博，就好象研究工作是世界上最不费力，最平凡的一种职业似的。他对于文艺创作，尤其对于文学创作，深表同情。他比大多数文学工作者读的小说还要多。他不喜欢任何类型的文艺批评。有的人总是带着一种畏难情绪去从事科学研究或进行什么其他学科的创作工作，也有的人

总爱用一种冗长的方法论的词句去解释他如何出于本能把工作做得很出色，他对于这样的人很不喜欢，而且持怀疑态度。他常常称这些人为“这些家伙”。而“这些家伙”指的就是一些逻辑学家、批评家和玄学家。他们都很聪明，而且通常比他的头脑还清醒。在和这些人辩论的时候，他常常感到自己是处于不利的地位。但不知怎地，这些人从来未完成一件重要工作，而他却成了当代最伟大的实验科学家。

我曾听说过：有人对他提出了更多的要求。我记得特别清楚的是，在他去世一两年后，曾开过一次有六个人参加的讨论会。参加者都是有国际声望的科学家，其中有达尔文(Darwin)、G.I. 泰勒(Taylor)、福勒(Fowler)和其他几个人。卢瑟福是自迈克尔·法拉第以来的最伟大的实验科学家吗？毫无疑问。他比法拉第更伟大吗？可能是这样。下面这一问题很有趣，它显示了有组织的科学所具有的不署名的托尔斯泰主义者对待问题的看法：假如他从未在这个世界上生活过，那么这个世界会落后多少年呢？还需要多长时间才能象我们现在这样了解原子核呢？或许需要十年。很可能只需要五年。

卢瑟福有超人的才智，最后他会接受这种评价的。但他是不会喜欢有这样的评价的。他对自己力量的估计是现实的。如有错误，那也不是谦虚方面的错误。有一次我听他向广大听众这样保证说：“我所设计的原子中是没有这个粒子的空间的。”他有这样一种性格：他所从事的工作是了不起的，可是他对这项工作的重要性所做的估计要比实际高出百分之十。他还有另一种性格：他估计自己的寿命要比实际寿命长百分之十的时间，因而在日以继夜地勤奋工作着，这绝不是在装模

作样。这不是世界性的成就吗？他对每一次表彰赞扬、赐予头衔和高级的官场交际活动都颇为欣喜。他曾在一次演说中这样说过："当我站在特里尼蒂的客厅里的时候，从外边进来一位教士。我就和他说：'我是卢瑟福勋爵。'他对我说：'我是约克郡的大主教。'我想我们俩谁也不信对方的话。"

无论以什么标准来衡量，他都不愧为一个伟大的人物，一个非常伟大的人物。他并不十分敏锐，但却既有创造性的天赋，又很聪明：既热诚又有人类当中所允许的那种宽宏大量。同时，他既自高自大又爱慕虚荣（集这两种特点于一身的人，现在比我们年轻时所想的更为常见）。他欣赏那种获得非凡成功的生活。从整体来看，他欣赏的是他自己那种个性。但是我确信即或是在他生命的晚期，他也感到了那种令人厌恶的不安全感对他的伤害。

在他那充满活力、富于创造力的性格的根部某个地方有一条使他痛苦和畏缩的神经。只要你从年青人角度去看他写的信就能察觉到这一点。其中有些段落充满了自我怀疑，这是美国早期殖民地的卑微的孩子和年轻人所解释不了的。他考虑问题优柔寡断，这对于他这样一个才华横溢的年青人来说，是个反常现象。他将自己不断成熟的性格藏在心底，秘而不宣。但在这性格的后面却隐藏着一种莫名其妙的胆怯。在他已经成了一个世界有名的人物以后，对于那些对他受到尊重抱有哪怕丝毫怀疑的人，他还是不喜欢的。有一次朗主教很不明智地提出，他猜想著名的科学家是没有时间看书的。卢瑟福立即感觉到朗主教是在把他看作是一个无知的粗人。于是他把他上个月看过的书列出了一个数目惊人的书单子。然

后，他半天真、半含恶意地说："阁下，你想看哪一本啊？"大主教有点儿手足无措地说："我是说，象处于我这样地位的人，恐怕确实没有空闲时间……。"卢瑟福满怀胜利的喜悦说道："啊，是啊，阁下，要是没有空闲看书，那种日子可就太难熬了，呃，太难熬了！"

有一次，我有机会当面看到了那种不敢表示自己意见的踌躇表情。在1934年秋天，我的第一本小说出版了。小说的名字是《探索》，是以科学界为背景的。这本书出版不久，卢瑟福在王宫广场遇见了我并大叫大嚷地问道："年青人，你在为我们做了点什么啊？"于是我就开始描述这本小说，但这是不必要的。他宣称他已经仔细读过了。他请我，莫如说是命令我再陪他在学院后部斜坡上散散步。他也和我大多数科学界的朋友一样，对于这本书描写了一些有些地方还接近于真理的科学实验，是赞许的。他赞扬了这本书。我很高兴。那是在一个阳光灿烂的十月的一天下午。他忽然说："我不喜欢那些描写色情的部分。我想这是因为我们不是同代人的关系吧。"

我自认为这本书还是够严谨的，因此，一时不知怎样回答才好。

他非常严肃而直率地提出了另一个建议。他希望我以后在写小说的时候，不要都写科学家。我向他保证不会这样——在一段相当长的时间内，我的确没写这样的小说。

他点了点头。他显得比平时更加温和并更富于沉思。"你知道，那个领域太窄了，"他说道。他所说的领域指的是科学。"尽量不要涉及我们。因为人们势必会认为你所写的就是我

们当中一些人。而我想，我们做点什么事情，都不是为了给人家看的”。

我曾提到过：在他那些直觉的预见中只有一次是错误的。他在原子核方面和科学的实际应用方面都一样，都是完全正确的。但是所谓他那精湛技艺，如今听起来却有几分讽刺意味。1933 年他在英国科学促进协会的另一次发言中说，“原子的这些变化对于科学家来说，有极大的好处，但是我们不能控制原子能使它具有任何商业价值，我认为也许永远做不到这一点。在原子嬗变方面，我们已经说了不少废话了。我们之所以对于这方面感兴趣完全是出自于纯科学性的角度考虑的。”

卢瑟福在第一个原子反应堆运转之前仅九年所发表的那番议论既未表示乐观，也未表示悲观。这只不过是一种预见，但这种预见却是错误的。

姑且不谈下面那种不无理由的判断：科学界以外的人士常常认为卢瑟福及与他观点相同的人是乐观的——这种乐观恰好与二十世纪那种令人讨厌的厚颜无耻的文人乐观情绪相反，但科学家与非科学家之间的不同比这更为复杂。在科学家谈到个人情况时，他们并不比我们其余的人有什么更多的希望。难道真会有人能想象伯特兰·罗素(Bertrand Russell)、G.H.哈代、卢瑟福、布莱克特以及其余的人，会对他们各自的处境高兴得飘飘然吗？他们当中极少有人在宗教中寻求什么安慰：他们象相信卢瑟福的原子那样肯定地相信在他们死后，肉体和灵魂都会消亡。他们当中的一些是具有远见卓识和深知内省的人，完全没有必要教给他们关于存在主义的谬

论。

尽管如此，在我的生活中所接触到的各种人物中，科学家还算是最达观的，这是事实。不知怎地，每当其他知识分子无力摆脱失望的困扰时，科学家却仍能精神抖擞。能做到这一点，其原因并不简单。部分原因是由于科学活动，由于其成功完全依赖于自己的条件，这本身就是一种快乐的源泉。部分由于那些将全副精力投入科学活动的人，在性格上比起其他热情善良的人还更趋向于达观和愉快。由于他们的职业的性质，由于科学家们特有的禀性和气质，他们很少考虑个人的困难处境。因为它无力去改变这现实，所以干脆就不去管它了。当他们想到人民时，他们想得最多的是那些能改变的事，而不是那些不能改变的事。因此，他们把精力放在社会方面，而不是放在个人问题上。

这样，科学本身就成了改变社会最强有力的力量了。科学家自身也是有了农业以来人类事业中最深刻的革命的一个组成部分。他们能够接受发生的事物，而其他知识分子往往采取退缩的态度。他们不但能接受，而且还为之感到欢欣鼓舞。很难看到一个科学家不相信他眼皮底下加速实现的科学、技术和工业革命的益处比害处多得多。

这就是二十年代和三十年代的科学家所特有的乐观主义。现在还是这样吗？我认为大体上仍如此，但是已经发生了一些变化。

在二次大战中，物理学家在军事方面成了一股主要力量了：交战双方都聚拢了成千上万名物理学家去研制改变战争形式的雷达，并以原子弹永远结束了大规模的“传统式”战争。

需要全本请访问 www.ertongbook.