



理解科学丛书

SUNRISE

A Story of
the Quantum Theory and Relativity

日出

量子力学与相对论

张轩中 黄宇傲天◎著

在20世纪初期乌云密布的物理学天空中，
量子力学和相对论如何喷薄而出？

讲述一个震撼人心的英雄时代。
在物理学精英的传奇故事中，
挖掘产生新思想的源动力。



清华大学出版社

SUNRISE

A Story of
the Quantum Theory and Relativity

日出

量子力学与相对论

张轩中 黄宇傲天◎著

清华大学出版社
北京

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

日出:量子力学与相对论/张轩中,黄宇傲天著. —北京:清华大学出版社,2013
(理解科学丛书)

ISBN 978-7-302-33947-2

I. ①日… II. ①张… ②黄… III. ①量子力学—青年读物 ②量子力学—少年读物
③相对论—青年读物 ④相对论—少年读物 IV. ①O413.1-49 ②O412.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第223507号

责任编辑:朱红葵

封面设计:蔡小波

责任校对:刘玉霞

责任印制:刘海龙



出版发行:清华大学出版社

网址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:165mm×240mm 印 张:20.5 字 数:291千字

版 次:2013年12月第1版 印 次:2013年12月第1次印刷

定 价:45.00元

产品编号:054846-01



海森堡在海边看日出

绘画：杨千



作者之一张轩中和霍金在一起

谨以此书
献给青年物理学家张宏宝博士

本书是张轩中学子继《相对论通俗演义》之后的又一力作。轩中从中学时代起就是一位对文学和科学都充满兴趣，而且有志于创造的青年。他先受张爱玲、徐志摩等人作品的影响而关注文学，后又受康德、爱因斯坦、杨振宁等人的影响转而关注科学，最终选择了物理专业，进入北京师范大学物理系学习，加入该校的相对论小组深造。这个小组是全国最有影响力的相对论研究团队之一。在刘辽教授和梁灿彬教授的领导下，为年轻人打下较为深厚的物理基础和数学基础，并引导他们走向引力理论、时空理论、宇宙学和黑洞物理的研究前沿。

轩中深受梁灿彬教授的影响，对理论物理和微分几何充满兴趣，并在马永革教授的指导下完成了硕士论文。在本科和研究生阶段，轩中博览群书，把自己的视野从相对论扩展到量子论及物理学史等领域。

轩中最值得注意的优点是始终想做事情，不想虚度此生。在各种尝试之后，他终于摸索到了适合自己的创造领域，即选择科学和文学的结合部，把掌握的物理学前沿知识

与自己的写作能力结合起来，以既科学又文学的方式把爱因斯坦、霍金等近代学者研究的前沿知识及成功者的创新之路介绍给广大青年。

我怀着欣喜的心情读完了本书的电子稿，大有后生可畏又可爱的感觉。这本书和几年前发表的《相对论通俗演义》一样，既保证了科学内容的正确，历史梗概的真实，又带有适当的文学色彩，而且使用的是年轻人熟悉喜爱的语言，可读性很强。《相对论通俗演义》一书不但受到了青年读者的喜爱，也受到了许多理论物理专家的好评，相信这本书同样会得到较高的评价。

我们中华民族是一个伟大的民族，从春秋战国到明朝中叶，站在人类文明的前列差不多 2000 年，只是在近代落后了，而且挨打了。经过全国人民的浴血奋斗，今天的中国终于又站起来了，经济得到了飞速的发展，中华民族再次奔向人类文明的最前列。在目前经济危机的阴影笼罩全球的情况下，中国是最有活力、最充满希望的国家，全世界人民都在注意正在重新崛起的中华民族，对于当代中国青年来说，真是任重而道远。

邓小平同志说，“科学技术是第一生产力”。中国经济的可持续发展依赖于科技创新和教育的普及提高。几十年来，中国的教育取得了长足进展，不仅基本普及了中、小学教育，而且大学生能占到同龄人的三分之一，这是震撼世界的成就，是中国可持续发展的强大动力之一。

我们的教育质量，从知识水平和计算能力来说是不低的，但也有严重缺陷，这就是中国学生的创新动力和创新能力都不足。

应该使年轻人明白，500 年的自然科学史表明，青年是科学发现的主力军。伽利略 25 岁被誉为“当代的阿基米德”。牛顿 23~25 岁期间完成了他一生最重要的科学发现。莱布尼茨 27 岁发明微积分，伽罗华 20 岁创造了群论。赫姆霍兹 26 岁、迈耶 28 岁时提出了热力学第一定律。克劳修斯 26 岁时提出了热力学第二定律。开尔文 24 岁提出绝对温标，并预见到热力学第三定律的存在。麦克斯韦 25 岁对电磁理论作出重大改进，34 岁建立起著名的电磁方程组。爱因斯坦 26 岁发表狭义相对论，提出光子说，36 岁又

发表广义相对论。历史上重大的科学发现，大都是年轻人作出的。他们虽然知识不如老年人丰富，但很少保守思想，最具创新精神。

社会科学和文艺创作与自然科学不完全相同。贝多芬在 47 岁的时候说：“现在，我知道如何搞创作了。”而且他在 47 岁之后的作品，确实比以前的作品更为出色。贝多芬和莎士比亚一样，都是在晚年才达到自己艺术创作的顶峰的。

然而，不管是贝多芬、莎士比亚还是其他杰出的文学艺术家和社会科学家，都不是 40 岁以后才开始建功立业的。他们中的大多数，在 30 岁之前就已锋芒毕露，显现出耀眼的才华。莎士比亚写作《亨利四世》时只有 28 岁，发表《仲夏夜之梦》和《哈姆雷特》时也才 36~37 岁。贝多芬在 30 岁之前就已创作出优秀的作品，31 岁时完成著名的《第一交响曲》，40 岁出头完成 8 首交响曲和 50 多部其他作品。莫扎特是有名的神童。歌德 25 岁发表《少年维特之烦恼》，席勒 21 岁完成剧本《强盗》，24 岁发表《阴谋与爱情》，雪莱 21 岁发表长诗《麦布女王》，狄更斯 24 岁完成《匹克威克外传》。泰戈尔 15 岁开始写剧本，普希金 30 岁之前完成了他一生中主要的诗歌创作。马克思 30 岁、恩格斯 28 岁时发表《共产党宣言》，毛泽东 26 岁主编《湘江评论》。亚历山大 30 岁左右就横扫南欧、北非和西亚，建立起横跨三洲的大帝国。诸葛亮 27 岁发表《隆中对》，提出三分天下的战略方针。打赢赤壁之战时，周瑜 34 岁，诸葛亮才 28 岁。

翻开历史的长卷，我们看到“自古英雄出少年”。青年人应该有志气，有抱负，完全不应在权威面前有自卑心理。应该像牛顿那样，努力站在巨人的肩上，让青春发出光辉。

青春的光辉，主要产生于勤奋而不是天才。爱因斯坦曾经说过：“在天才和勤奋之间，我毫不迟疑地选择勤奋。它几乎是世界上一切成就的催生婆。”《聊斋志异》的作者蒲松龄曾用下面的对联自勉自警：

有志者，事竟成，破釜沉舟，百二秦关终属楚；
苦心人，天不负，卧薪尝胆，三千越甲可吞吴。

清代诗人赵翼也在诗中写道：

江山代有才人出，各领风骚数百年。

轩中的这本书列举了大量科学发展的曲折经历，对增强读者的创新欲望，提高读者的创新能力，大有裨益。而且在这方面，轩中本人就作出了榜样，他像射门意识极强的足球运动员总想把球踢进球门一样，极想做一些创新工作。由于不断地拼搏努力，他在 26 岁的时候就完成了《相对论通俗演义》一书。今年正当轩中的而立之年，他又呈现给读者这本优秀的作品。

我应轩中之邀，不揣冒昧给他的新书作序，好在他的书确实是本好书。

赵峥

2011 年 9 月于北京半读斋

最早听说张轩中是在百度相对论吧，后来连载的《相对论通俗演义》出版了纸质书还特地找来阅读，听说他还借此凝聚了一些人气，开办了一个网络学校，以爱因斯坦命名普及科学。此次他的新书《日出：量子力学与相对论》（下简称《日出》）即将出版，我很高兴地先阅读完此书，并向大家推荐。

开尔文在展望 20 世纪的物理学时提出了科技史上著名的两朵乌云：“动力理论肯定了热和光是运动的两种方式，现在，它的美丽而晴朗的天空却被两朵乌云笼罩了……第一朵乌云出现在光的波动理论上……第二朵乌云出现在关于能量均分的麦克斯韦-玻耳兹曼理论上……”他和当时绝大多数的物理学家一样，认为物理的大厦已经构建完成，所需要做的不过是对大厦粉刷粉饰罢了，未来的物理学者们大都可以失业了。他们所疑惑所轻视的乌云，导致了随后的科学革命，量子力学和相对论就此诞生。乌云散去，阳光普照，我们可以套用牛顿墓碑上的话来评价爱因斯坦等人：“上帝说要有光，于是他们诞生了！”

《日出》就是这样一本介绍量子力学和相对论发展历程的科普书籍，但是与其他科普作品相比又有着鲜明的特点特色。霍金曾在《时间简史》里打趣“听说作品里放上一个公式，就会吓跑一半潜在的读者”，于是他只在书中放上了著名的质能方程“ $E=mc^2$ ”，《日出》却毫不避讳地在书中直接引用各种公式和方程，显然没有语言比数学更优美、更精确、更打动人心了，这是本书的第一个特点，保证了作为一部科普著作必须具备的科学性，而且具备了一丝大师的视角。（这是做科学研究和科学史研究的不同，后者并不需要你在科学研究方面成为大师，具备基本素养，仔细研究分析，自己未尝不能提出一套自圆其说的理论解释历史规律，本书作者就已经开始尝试这么做了。）但是如果全是公式，就会和专业书一样枯燥乏味，于是作者力图用轻松幽默的语言来编排故事，这一点相信各位读者去看看作者之前的《相对论通俗演义》（一本和曹天元《上帝掷骰子吗——量子物理学史话》同样出色的作品）就能够体会。

作者在书中分条缕析地沿着历史的轨迹和物理上的联系，将量子力学和相对论的发展和进步一一展示在读者面前。当泡利、薛定谔、爱因斯坦等人灵光一闪的时候，作者运用了自己的想象将他们的灵感具像化了，比如薛定谔是和女友你侬我侬的时候，海森堡是望着大海等待日出的时候，虽然这些都是出于想象，但是又很好地结合了推导过程，读起来相当有趣，没有亲自学习一遍推导一番大概是很难写出来的。

这也是本书最大的不同：想象！如果其他大多数科普书是正史是《三国志》的话，这本书可能是野史、是笔记、是话本、是《三国演义》。读过《三国演义》的朋友都知道，罗贯中写三国有几个特点很鲜明：第一是大事件大历史方向保证正确但是在小细节小情节上多有妙笔，比如空城计；第二是人物个性鲜明，立场坚决，“红脸的关公，白脸的曹操”即是如此。《日出》也具备这两个特征：第一，物理史的大事件和逻辑推理内在联系没有问题，但是会用王小波式的幽默配上科学内涵深刻吐槽一些科学家和一些物理事件，或者如前所述加入一些花边新闻；第二，每个科学家的特点同样

鲜明，比如“奥地利也是一个物理英雄辈出的国度。玻耳兹曼，以及本书后面将写到的薛定谔和泡利，他们便是来自维也纳的三剑客。依据他们的秉性，我们大概可以分别称呼他们三人为忧郁哥、多情哥和犀利哥”。三个人的性格不仅是心理学特征还带上了他们的物理学属性。

用这样的笔法写科普的不多，虽然将科普小说化也不算新鲜，比如科幻科普，国外有伽莫夫《物理世界漫游记》珠玉在前，其后层出不穷，从平面国续集《二维国内外：数字漫游奇历记》到最近的《三把锁的门：量子世界奇遇记》都堪称经典，国内也有《小灵通漫游记》，但之后就几乎消失不见。一些小说也开始逆向走学术路线，比如《剑桥金庸武侠史》、《剑桥倚天屠龙史》。大概小说和科普自身都到了打破旧范式，寻求革命的时候了。这一点倒又和此书的科学革命遥相辉映，或许能从科学革命的结构中学到一点儿东西。

张轩中的科普之路一路走来，《日出》虽不能说是其集大成之作，但称为转型寻求变化之作并不为过，从《相对论通俗演义》不怎么像演义再到现在的《日出》，风格的变化显而易见。至于这种小说化的写法是否能受到大家的肯定还得大家捧场看了才知道。希望读者喜欢此书，能将历史上的物理和小说化的物理成功区分开来，甚至抛离小说化的背景仍能被物理本身打动，领略其中的天地大美。

戴一

2013年8月

那天晚上，我与师父张轩中从北师大小西门的兰惠咖啡厅离开的时候已经是深夜，学校的小西门已经关上，我们只好横穿校园，从另一边的南门出去。在偌大的校道上不见一个人影，显得有点阴森森的——因为师父以前跟我说过，这北师大一带，所谓铁狮子坟与小西天，曾经是一些乱葬岗——但是远处闪着微弱光亮的路灯却似乎给了我们希望。

那时候是 2011 年，我只是一个普通的高中生，刚刚考完高考。同时我也是一个热爱物理的年轻人，并且有点理想主义。高中的某一天，我认识了师父，知道他写过一本物理方面的科普书，叫《相对论通俗演义》，还知道他见过霍金。在我彷徨的高中时代，他和朝恺（一位学物理的学长）把我带到了“理论物理”的大门前，并且给了我一把开启大门的钥匙——师父说，考完高考你如果愿意，可以来北京，我教你广义相对论。于是我一个人从广西来到北京，开始了我们的师徒缘分。

我们第一次见面是在北师大兰惠公寓一楼的大厅里，他给我带了一堆物理书作为见面礼，其中还有彭罗斯写的 *The*

Road To Reality，那是我第一次读到的英文物理书籍。我们一同吃完饭以后就到了他家里开始上第一节课。上课的头一句话，是师父问我是否能够背诵《孟子》“天将降大任于斯人也……”那段话，当时我背了出来。师父说，很好，你跟一般的高中生不一样，以后要牢记这段话。虽然我没有看出自己跟一般的高中生有什么不一样，但是我的课程就这样开始了。

那一个多月，我住在北师大附近小西天的一间潮湿的不足十平方米的地下室里，每天六点多起床到北师大的食堂吃早饭，然后到教七楼或者是物理楼的自习室上自习。到了下午五点多，到小西门的兰惠公寓等师父一起到新乐群食堂吃晚饭，再一起回到师父的住处，听师父讲课。我们课程的主题是“几何与广义相对论”，其实一开始主要是讲广义相对论微分几何基础。他每天给我讲一个小时，总会留下几个问题算是我第二天的作业。虽然我高二的时候就学习过简单的微积分，物理的基础也并不算太差，但是因为师父留的问题开放性都比较大，所以第二天我都需要付出很大的努力才能完成。而每当我顺利完成题目的时候，他都非常高兴。有一次我突发奇想，用高中的排列组合知识给出了 N 维空间黎曼曲率张量分量独立个数公式的证明，他高兴得非要给我拍个录像发到网上去——很多时候，当我想起他感到欣慰而表现出来的那种高兴，我就想做出更多的事情让他满意，让他知道自己培养这个学生不是在浪费自己的时间。因此，那段时光我的生活特别充实，特别愉快。

偶尔，我们的“教室”也会是在北师大的校园里，田径场上。我们一边散步一边讨论宇宙与时空，这个度规、那个曲率，嘴里蹦出这些个词语让路人咋舌，而我们毫不在意。甚至，在那个繁星闪烁的晚上，他忽然把我叫到兰惠咖啡厅，说请我喝咖啡。之后我就一边喝着咖啡，一边听他讲“参数共振”，感觉到从未有过的新鲜感。我想起在哪本科普书里，读到过量子力学诞生那个时代，物理学家泡利和海森堡也常常跟着他们的老师索墨菲在咖啡厅里讨论物理问题。而今我正在做着同样的事情，使得我心里有一种“跟上他们脚步”的错觉，顿时觉得前途一片光明。那次我们忘记

了时间，一直谈到深夜，直到小西门都关闭了我们要穿过师大从南门出去。我们慢悠悠地走，在激烈的讨论之后，走出咖啡厅，享受无尽的夜。师父忽然说：“在我读本科的时候，也曾经在一个夜晚跟着我的老师漫步在这校园里，我们讨论假如我们不看月亮的时候，月亮到底还存在不存在这样的量子力学问题。如今我有了自己的学生，再过十年，你也会有自己的学生……”仿佛让我在无尽的夜色中看见光明的未来。

总之，在那个假期里，我学到了广义相对论的一些基础，对物理学也有了更深的认识。当时，本书还在创作中，而我有幸成为第一个读者。也因为师父的启蒙，使得我对物理学有了更深的兴趣。在我进入辽宁科技大学物理系读书之后，受到老师们的赏识，学业得心应手，从根本上来讲也是由于那个假期打下的物理基础。因而在大一的上学期结束之后，我又再次回到北京，跟他学习量子力学。

那一次，我在北京待了整个寒假。这是我有生以来第一次没有回家过春节，而是在为自己的理想而奋斗。我们谈论氢原子的代数解法，我第一次知道龙格-楞次矢量是这么重要，我们在量子力学里面发现原来微不足道的扰动也足以影响整个系统——那么微不足道的我是不是也有一天能够有所成就？读者或许在这本书里能看到历史上的一些经历过不少挫折的少年，最后变成了阿贝尔，变成了薛定谔，变成了爱因斯坦。而我，在书中看到过自己的影子，也和书中的他们一样怀揣着成为一个物理学家的梦。

感谢师父，给了我圆梦的机会。

黄宇傲天

2013年8月

第一部分
量子力学

- 1 孤儿: 两个钻石王老五//003
- 2 监狱里的群论//011
- 3 爱因斯坦与玻耳兹曼, 马赫//021
- 4 写清楚熵公式的人//033
- 5 富二代德布罗意: 凌晨旧戏 //039
- 6 薛定谔: 遗情书//047
- 7 十年前的玻尔//055
- 8 物理思想集大成者: 爱因斯坦//065
- 9 犀利哥//074
- 10 海森堡: 日出//081
- 11 交换游戏//093
- 12 物理学牛市: 矩阵的运动方程//103
- 13 科莫湖畔的费米//111
- 14 第五届索尔维会议//120
- 15 狄拉克矩阵: 相对论与量子力学的婚姻//131
- 16 海鸥, 马约拉纳//140
- 17 朗道: 苏联之子//147