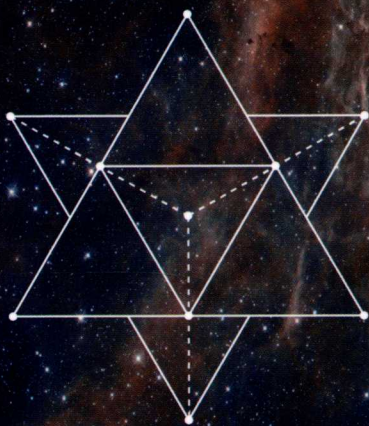


王江山 著

量子群星 闪耀时

- 量子物理大师们的人生传奇



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

量子群星闪耀时

王江山 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

此书主要记叙了量子方面天才科学家的传奇一生。其中包括爱因斯坦, 玻尔, 薛定谔, 海森堡等人。那时候, 战争不能阻断友谊, 科学可以没有国界, 那时候, 科学家们一出行, 受到的欢迎比摇滚明星还热烈, 光子箱里的粒子难测踪迹, 黑暗盒子里的猫咪不知死生, 引力波尚未观测到, 知识为信仰铺路, 人们为真理抗争。那时有黑暗, 有白昼, 但却有在黑夜里仍然闪耀的光芒。有这样一个事实让人们在此后的许多年间心怀感叹, 歆羨不已——大地上, 星星们找到了彼此。

图书在版编目 (CIP) 数据

量子群星闪耀时 / 王江山著. —北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016. 4
ISBN 978-7-114-12898-1

I. ①量… II. ①王… III. ①长篇小说—中国—当代
IV. ①I247.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 061562 号

Liangzi Qunxing Shanyaoshi

书 名: 量子群星闪耀时

著 者: 王江山

监 制: 邵 江

策 划: 童 亮

责任编辑: 刘楚馨

营 销: 吴 迪 刘 君

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

开 本: 880 × 1230 1/32

印 张: 8.25

字 数: 176 千

版 次: 2016 年 5 月 第 1 版

印 次: 2016 年 5 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12898-1

定 价: 39.80 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

目 录

MULU

楔子：魔鬼们在布鲁塞尔	1
一代宗师：普朗克篇	7
孤独旅客：爱因斯坦篇	34
文科生德布罗意：德布罗意篇	101
上帝手中的薛定谔：薛定谔篇	116
谦谦君子：玻恩篇	155
太极侠玻尔：玻尔篇	170
少年时代：泡利、海森堡和狄拉克篇	211
特别篇：物理学家的巴别塔	233
尾声	253
后记	256

楔子：魔鬼们在布鲁塞尔

又去布鲁塞尔开会？

爱因斯坦看着信，心里五味陈杂，他的思绪忍不住飘回到16年前，那还是1911年，能斯特在信里邀请他去参加第一届索尔维会议的时候。那一届会议邀请了众多有影响力的科学家，他们聚集一处，讨论时下流行的物理问题。

16年前，爱因斯坦还是个初出茅庐的小伙子，也是当时会议上最年轻的参与者。

一转眼，他已不再是那个震惊四座的新星，早就名满天下了。物理学的格局也已发生了翻天覆地的变化，新奇的理论、激烈的交锋、富有思想的青年……新人辈出，高潮迭起。物理学界，似乎正酝酿一次思想的井喷。

这个深秋，他将重回布鲁塞尔。

爱因斯坦的朋友贝尔每次提起这次会议，都戏称这是巫师聚会：“你说索尔维会议？没错，那是魔鬼们到了布鲁塞尔。”

这次，魔鬼们又如期赴约了。魔鬼之舞怎么少得了音乐？爱因斯坦拿过自己的小提琴——琴是要带去的——他心中已响起悠扬的思想旋律。爱因斯坦不是那种争强好胜喜欢出风头的人，可

是想到某个人，他还是忍不住心里嘀咕：“我一定要说服你。”

嗨，玻尔，上帝那老头子可不掷骰子。

玻尔一边整理行李一边思考着刚刚想起的那套新的思想实验。说实在的，虽然对自己的理论毫不怀疑，但他还是有点没底。“这次不像在科莫的会议，爱因斯坦也要来。”想到这他心里一动。其实爱因斯坦是他的老朋友，也是自己少年时期几乎一直崇拜的偶像，也正因如此，说服爱因斯坦的想法是如此强烈。他有一种预感，这次会议上会发生些什么。

对立的端倪早已显现，两个想法不同的人之间的思想碰撞不可避免。

可到底该怎么说服这个本就离经叛道的天才呢？

“该死的，我的演讲开场白还没想好。”

——他的作文焦虑症又犯了。

普朗克老了。他 69 岁了。虽说这个年纪的他依然精神矍铄，可岁月的力量不容小觑，连他也无法与之对抗。自己的骨骼松弛，甚至连头脑也不似当年敏锐了。

抓紧。必须抓紧时间。

普朗克比任何人都更热切地期盼能有更多时间与自己的同行们相处。27 年前，他打开了量子力学的潘多拉魔盒，放出了量子这个怪物。那时，他还无法预见这个怪物将会对世界产生怎样的影响，又会怎样彻底颠覆自己一直信奉的经典物理学——如今想来简直有些后悔，说真的，如果世界还像量子学说出现之前一样简明有序该多好啊。

可他到底不是固执的人。即使自己厌恶量子力学的很多学

说，可只要与事实相符，他总会试着去接受。

他已经老了，却不愿暗自凋零。“放弃还早呢！”

普朗克收拾行装，踏上了去往布鲁塞尔的旅途。

薛定谔正纠结于自己该戴上哪个领结去参加会议——这可不像是决定该带上哪个女人那样简单。不过他的心思早就飞到那里去了，那必是一次精彩的会议，敏锐的薛定谔意识到，山雨欲来风满楼。他将受到挑战。

其实他心中明白，自己的电子云学说确实存在些问题，可是，他还是不能接受哥本哈根学派的那群年轻人的想法——他们竟然认为量子力学是完备的。这么一个不完美，古怪的东西，他们竟认为不需要修改。

如果这就是世界的真相，那这世界是多么不美丽啊。

他摇摇头，拿上那个黑色领结，却用它擦起了眼镜——认真地薛定谔认真地走神了。

“……粒子波动性的几率波应该是一种统计结果，这是许多电子在同一实验或一个电子在多次相同实验中的统计结果。”玻恩摩挲着论文纸，这个概念他想了很久，非常希望和人交流。“不过用概率解释量子理论……会不会有点太新奇了？”一向谦和稳重的他此刻有点迷茫。

但不管怎么说，这是自己几年来的心血。爱因斯坦和薛定谔他们也会出席这个会议……就把这个观点抛出来，看他们如何还击！

而这时，我们的亲王德布罗意殿下——没错，他的全名是

路易·维克多·德布罗意 (Louis Victor de Broglie)，从他的姓氏我们就可看出，这是一位贵族，而且，还是一位实实在在的王子。这时，他还沉浸在接到邀请的兴奋中——即将见到自己尊敬的爱因斯坦先生，还可以和新兴的物理学派讨论问题，他非常期待。

“只是——粒子只是波场中的一个奇异点，是波引导着粒子运动……自己这个观点会不会单薄了些，一定也会为人诟病吧？”

殿下情不自禁地纠结起来。

极其善于演奏钢琴的海森堡没法把钢琴这大家伙抬到布鲁塞尔去，可 he 知道自己将要和一位老牌演奏家“斗琴”。

一位是叱咤物理风云的物理名将，一位是思维波诡云谲的量子新星，他们同时出现于这个时代，不得不让人徒生瑜亮之叹。

既然爱因斯坦已经拨开了物理学的两朵乌云，为何这个年轻人要在好不容易出现的晴空下建立一个如此古怪的量子力学大厦呢？估计许多对于物理学局势怀着不明朗态度的人，都会在心中这样想吧。

海森堡心里不是没有犹豫，自己的理论，能否真的经受住推敲？可另一边，少年的倔强却泛上心头。他认准的理论，绝不会被任何权威压倒。

那么，亲爱的爱因斯坦先生，您的小提琴和我的钢琴，到底哪一个更动听呢？

我们将要一起演奏，不过，这可不是协奏曲。

车子已等在外面，脾气暴躁的泡利还站在镜子前与头上那一根怎么也按不下去的乱发做斗争。

“该死的！”忍不住骂了一句，泡利索性彻底放弃，抓起帽子径直就往外走。

穿着宽大袍衫，有些大腹便便的他风风火火地坐上车，又想起了会议的事儿。“这回我一定要说服那几个固执的老家伙。”他眉头皱得更紧了。“我还有许多有利的实验证据，等着瞧吧，哼！”

人人都知道，坐在那里的是谁。

她是少见的跻身于这个几乎全是男性的物理世界的物理女皇——玛丽·居里夫人。

她所从事的是实验物理，可她凭借女性敏锐的直觉和科学家的直感，预料到这即将到来的索尔维会议上，会爆发一场战争。

这是男人间的战争，但却并非事关尊严。

它事关真理。

爱因斯坦、玻尔、薛定谔、海森堡……

他们在路上。

他们正奔向同一个地方。

他们都对这次大会上即将诞生的经典论辩有隐约的预感，却都没有料到这一切会对未来产生怎样的影响。

新的时代已经到来。这时代是好是坏，谁也说不清。可它是崭新的，闪闪发光的。

那时候，战争不能阻断友谊，科学可以没有国界。那时候，科学家们一出行，受到的欢迎比摇滚明星还热烈。光子箱里的粒子难测踪迹，黑暗盒子里的猫咪不知死生，知识为信仰铺路，

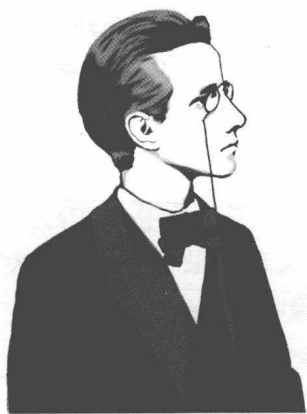
人们为真理抗争。

那时有黑暗，有白昼，也有在黑夜里仍然闪耀的光芒。有这样一个事实让人们在此后的许多年间心怀感叹，歆羨不已——

大地上，星星们找到了彼此。

一代宗师：普朗克篇

“音乐还是科学”



1874年。慕尼黑的春天。

一片夜空这样倒映下来：寥落的星盏在微弱的春风中摇摇欲坠，光芒流转，延伸向无穷无尽的远方。忽然，它们像是破碎了，渐渐变成一个漩涡，越来越深邃，却氤氲在一片深

蓝色的雾气里了。

他闭上眼睛。

每当当这一片星空落在他的眼睛里，他都感受到一股源自身心深处的震撼。那简直可以称之为蛊惑，对未知的好奇是如此之盛，他不能忽视这个需求。

可是。

如果真就这样，把自己的一生奉献给这片蕴藏了无数传奇的未知，他又有些恐惧和担心——也许到头来，他什么也得不

到，那宇宙的秘密，他不能窥见分毫。

“马克斯。”父亲在叫他了。

16岁的少年转过身来，对着父亲点点头。

“还在想着大学分科的事吗？”父亲走到他身边，他们听见远方管风琴的声音淡淡地传来。“是的，爸爸。你知道，我一直很喜欢音乐和古典文学，还有科学。但是我必须在它们中选择一个，作为我一生的事业。”

“那你是怎么想的呢？”

“不知道。妈妈很希望我当一个音乐家，而且，这是很有名望和前途的。”

父亲打量着儿子：“那你自己怎么认为呢？”

一阵短暂的沉默。

“我两者都爱。”

“不，马克斯，你必须做出选择。”父亲的眼中掠过一丝失望，他不希望自己的儿子优柔寡断，犹豫不决。

父亲叹息着离开了。

少年索性躺在地上，继续欣赏头顶的夜空。这里的星星有些暗淡了，这里似乎形成了新的星座……忽然他想起自己的中学老师，备受同学尊敬的赫尔曼·缪勒的一堂课。他讲到能量守恒定律时，生动地说：“一个建筑工匠花了很大的力气把砖搬到屋顶上，工匠做的功并没有消失，而是变成能量贮存下来，一旦某天砖块因为风化松动掉下来，砸在别人头上或者东西上面，能量又会被释放出来。”

一颗星星暗淡了，可它的能量还在这片星空中飘荡，再汇聚成别的星星——这是多么灿烂的宇宙图景！

那一刻，他忽然明白了心中最真实的想法：寻找世界中的和谐与秩序，这才是自己一生的追求。他的性格也像是为这个理想量身打造的：腼腆中透露出坚强，谨慎而不盲从。平和但总是服从更高的理性，即使面对新事物时难免会停滞一阵，可一旦相信自己能够把握它，就会按照正确的方向前行，不受任何阻挡。

他终于做出了那最终的选择。

他永远不知道，就是这个选择，让自己的姓氏成为了一个物理学上的常数——

普朗克。

这片星空永远为他打开了。

“二位先生”

“我必须得提出忠告，马克斯，”约里教授露出为难的神情，“你知道，从遥远的时代起，已经有无数的天才把一生的精力投入到建设物理学大厦的进程中，我们已经有了牛顿力学，有了麦克斯韦的电磁理论，可以说，这幢宏伟的大厦已经接近完工了，我们这些人也仅仅能让它显得更富丽堂皇些——谁知道呢，但是我不希望那些想在科学上青史留名的年轻人再从事这一行了，实话说，物理学已经没什么搞头了。”

在慕尼黑大学学了几年数学的普朗克找到物理学教授约里，表示自己想转学物理时，后者这样回答他，语重心长。

“不，约里先生，感谢您的好意。我知道现在物理学可能已经不再‘时髦’，但我并不是想要做出什么‘发现’而一举成

名，我只是想去了解和深化已经确立了的基础。我不醉心于世俗的成就，但是有关‘宇宙本性’的问题是从少年期就强烈吸引我的。这才是我要追寻的东西，请答应我的请求吧。”

普朗克得偿所愿。多年后他在《物理学中的因果概念》中写道：“对于所有这些人来说，他们有意或无意献身于科学的动机，乃是出于一种信仰，即对一种合乎理性的世界秩序坚定不移的信仰。”

他没有接受劝阻，这真是他本人和整个物理学的一大幸事。

1879年，普朗克来到柏林继续学习物理学。

普朗克在柏林的物理学老师是古斯塔夫·基尔霍夫（德国第一位理论物理学教授）和赫尔曼·冯·亥姆霍兹，数学老师是卡尔·魏尔施特拉斯。他们是一流的物理学家和数学家。这极大地扩展了普朗克的科学视野，也加深了他对物理的兴趣。

话虽如此，但基尔霍夫和亥姆霍兹这两位物理学家的讲课水平却不尽如人意：基尔霍夫先生的讲课风格可谓“照本宣科”的典范，和其他学科比起来本就显得枯燥无味的物理，这个“枯燥”的特质被他充分挖掘，并且似乎丝毫没有考虑到学生们的感受——当然也丝毫不影响他的科学工作的伟大，但正直好学的普朗克依然对他无比敬佩；与之相反，亥姆霍兹先生却是讲课时不做准备、信马由缰、不知所云的典型，很多时候都要靠学生们提醒，他才能想起自己上一堂课究竟扯到了哪里。可这也不妨碍普朗克认真地做课堂笔记。不过这些学习笔记也表明，普朗克当时主要是通过直接学习物理学文献来了解学科现状的，并且因为亥姆霍兹先生和普朗克一样对音乐有极深的爱好，他们成为了好友。

在这种情况下，毫无疑问，普朗克只能靠自学来提高。

在他阅读文献的过程中，普朗克发现了一些脉络清晰，推理严谨，论证系统严密的论文。它们出自一人之手——鲁道夫·克劳修斯。他关于热力学两个定律的看法展现在这些论文中，这深深地吸引了当时的普朗克，以至于他选择了热力学作为自己的研究领域。1879年，年仅21岁的普朗克获博士学位。博士论文即《论热力学第二定律》，在其中他探讨了古典热力学的两个定律，并且贯穿了他对熵增加原理深刻独到的理解。一年后，他就在大学任教了。普朗克所写的《各向同性物体在各种温度下的平衡状态》的资格论文也是在讨论热力学。他后来写的《热力学讲义》一书曾在三十多年的时间内被认为是热力学方面的经典著作。在世纪交替时期，他已成了热力学方面的公认权威。他一生取得的最大的科学成就是量子假说，而量子假说的产生与热力学中的一个重要问题——热辐射问题的讨论有关。由此我们可以得出一个稍显牵强和可笑的推论：若不是那教导普朗克的两位先生太不靠谱，他就不会用如此多的时间自己阅读文献，也就不会发现自己对于热力学的偏爱，因此可能不会去研究黑体辐射问题，从而无意中撞见宇宙最大的秘密。

“空上之云”

约里教授并没有说错，到了普朗克的青年时期，经典物理学的大厦的确已经接近竣工，后来的人们似乎无事可做了。

但是晴空之下仍有霹雳。这些惊雷就存储在两朵小小的乌云中，等待释放它们的能量。

其中一朵乌云是经典物理在光以太上遇到的难题（即迈克尔孙——莫雷实验，在此次实验中他们想测出“以太风”的相对速度，但失败了），另一朵乌云，就是普朗克着手去研究的黑体辐射问题。

物体因自身的温度向外发射电磁波的现象称为热辐射。温度越高，辐射越强。物体不仅能辐射，还能吸收电磁波。能吸收落在其表面上一切波长的能量的物体称为绝对黑体，简称为黑体。（绝对的黑体是不存在的，就像质点，电偶极子等物理概念一样是一个理想化的物理模型。）正确解释黑体辐射的实验规律是当时困扰物理学家的难题之一。

说它难，不如说它从骨子里透着离奇。从前的人们认为，如果我们将世界看成一个完整的对称图形，那么对称线两边图案上的每个点都应该有唯一确定的对应的点，犹如一把锁只认一种钥匙的形状，一个音波只有一种确定的声响。物理世界要求一切必须明确清晰和实在。可是，在普朗克的时代，人们对黑体辐射的研究却得出了两个公式。

一个现象对应两个公式？这在经典物理的时代，简直像是一条真正的双头蛇在挑衅地对物理学家吐着信子。维恩利用热力学和电磁学理论证明了黑体辐射中电磁波谱密度的公式（后称为维恩定律），而瑞利—金斯公式却是基于经典电动力学和统计力学导出的，出发点不同，因而这两个公式分别只在黑体辐射的高频部分和低频部分成立，但要描述整个黑体辐射现象，它们却都无能为力。

人们必须找出一个更好的公式，使其在整个频率范围内都成立，这不是痴心妄想，而是物理学家们的尊严。

其实早在 1894 年，普朗克就开始探索黑体辐射问题，但是和其他大多数也在致力于研究这一问题的科学家们一样，一直没什么大的进展。他一开始把辐射看成一个热力学体系来计算它的熵，由此得出的结果正好和维恩的经验公式相一致。可玻耳兹曼毫不留情地批评了这种方式，幸而普朗克也虚心接受了。1899 年上半年，普朗克忽然有了新灵感：那时有一大批杰出的物理学家都致力于辐射能量分布问题的研究，有些是从实验方法着手，有些是从理论方面着手，但他们大多局限于把辐射强度与温度直接联系起来，而普朗克则想到，会不会是熵和能量有着更深一层的关系呢？

一个念头隐约出现在他心里——古典物理学的基础太狭小了，需要从根本上改造和扩充。普朗克接着往下推想，既然黑体辐射的维恩公式和瑞利 - 金斯公式分别在高频和低频区间成立，何不用内插法把维恩公式和瑞利 - 金斯公式综合起来呢？

说干就干。普朗克用自己娴熟的数学技巧构造了一个内插公式，别忘了他在慕尼黑大学一开始的专业是数学，然后带入其中推导。普朗克自称这一行为是“孤注一掷”，但是他最终成功地得到了一个非常著名的辐射公式：

$$E = hv$$

（其中 E 是单个量子的能量， v 是频率， h 是量子常数，即后来人称的普朗克常数。）

1900 年 10 月 19 日，普朗克在德国物理学会的会议上，在以《维恩位移定律的改变》为题的论文中提出这个他重新构造的新的辐射公式，这一公式在长波阶段化为瑞利公式，短波阶段化为维恩公式。当晚，鲁本斯就把普朗克提出的这个公式与