

爱 丁 顿

科学家传记丛书



上海远东出版社

爱丁顿



上海远东出版社

爱 丁 顿

——当代天体物理学家

S. 钱德拉塞卡 著

吴智仁 王恒碧 译

赵君亮 校

上海远东出版社

1992

(沪)新登字第114号

S. Chandrasekhar

Eddington

Cambridge University Press

1983

爱 丁 顿

——当代天体物理学家

S. 钱德拉塞卡 著
吴智仁 王恒碧 译
赵君亮 校

上海远东出版社

(原上海翻译出版公司)

(上海复兴中路597号 邮政编码: 200020)

本书由上海发行所发行 常熟高专印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张 2.25 插页 2 字数 50,000

1991年9月第1版 1991年9月第1次印刷

印数1—3,000

ISBN 7-80514-708-6/K·22

定 价: 1.70元

内 容 简 介

爱丁顿是当代最卓越的天体物理学家。他建立了恒星动力学，创立了现代理论天体物理学和恒星结构演化的学说，他还是广义相对论，的阐述者与倡导者，由他领导的1919年全日食观测证实了广义相对论，轰动了全世界。本书内容翔实，资料可靠，文笔生动流畅，真实记录了这位伟人生命不息、奋斗不止的一生。原著作者 S. 钱德拉塞卡是1983年度诺贝尔物理学奖获得者。



阿瑟·斯坦利·爱丁顿
Arthur Stanley Eddington
(1882. 12. 28—1944. 11.22)

目 录

I	爱丁顿：当代最卓越的天体物理学家	1
II	爱丁顿：广义相对论的阐述者与倡导者	24

I

爱丁顿：当代最卓越的天体物理学家

首先，请允许我对三一学院院长和院务委员会的信任表示感谢，由于他们的安排使我有幸在这个纪念剑桥大学和三一学院最卓越成员之一的诞辰一百周年演讲会上讲话。还在三十年代初期和中期，我作为三一学院评议会的一名成员就结识了爱丁顿。那时，除爱丁顿外，评议会还有汤姆孙（J. J. Thomson）、卢瑟福（E. Rutherford）、特里维廉（G. Trevelyan）、艾德里安（D. Adrian）、罗伯逊（D. Robertson）、哈代（G. H. Hardy）、利特尔伍德（J. E. Littlewood），以及其他许多人。对于我在那些年间成为评议会一名成员的意义，我几乎没有必要再说些什么，在差不多50年后的今天也并非一定要让我来发表这些演讲以表示对我曾幸运地得到其个人友谊的这位人物的敬意。



1944年11月爱丁顿去世了，享年62岁。那时，他的同龄人、伟大的罗素（H. N. Russell）在大西洋彼岸写道^[1]：“爱丁顿先生的逝世，使天体物理学失去了它最卓越的代表人物。”我这两次演讲中的第一讲，其中心意思就是受了罗素的启发。

在评价爱丁顿对天文学和天体物理学的贡献之前，我想先简单介绍一些他的传略，这将勾划出关于他个人风格和举

止的一个轮廓。

阿瑟·斯坦利·爱丁顿 (Arthur Stanley Eddington) 于1882年12月28日生于威斯特摩兰的肯特尔，他的父亲阿瑟·亨利·爱丁顿 (Arthur Henry Eddington) 是肯特尔的斯特拉蒙加特学校的校董兼校长。道尔顿 (J. Dalton) 在一个世纪前曾在这所学校任教。48年以后，当爱丁顿被授予肯特尔自治镇的荣誉镇民时，他回忆道^[2]：

作为我父母双亲那段短暂婚后生活的住处，肯特尔的传统习惯已编织成我最早的记忆。我不能不感到高兴的是，肯特尔已经把科学工作看作为一项极其重要的公众服务事业，这并不是指它有着任何物质上的意义，而是科学已经为社会做出了某种贡献。肯特尔与科学有着较早的联系，这就是那位伟大的化学家——也许是所有化学家中最伟大的一个，他曾经是斯特拉蒙加特学校的校长。一个世纪之后该校校长便是我的父亲，而我就是在那儿出生的。从约翰·道尔顿那儿我们知道了原子。今天，我本人也已成为一名原子的追逐者。约翰·道尔顿一定在他身后留下了某些胚种，它们在斯特拉蒙加特的墙上生长，经久不灭。我喜欢想到那种连续性，而使我感到自豪的是在某一点上我已有能力沿着肯特尔的这位伟大科学家所开创的道路前进。

爱丁顿的父亲死于1884年，他的母亲带着两个年幼的孩子斯坦利和比他大4岁的姐姐威尼弗雷特 (Winifred) 一起搬到滨流韦斯顿。在那里，爱丁顿很早就表现出对大数目的迷恋：他记住了 24×24 乘法表；有一次他着手计算《圣经》上全部词汇的数目。爱丁顿从来未放弃他对大数目的特殊喜爱。他在晚年经常喜欢写一些天文测量数字和天文距

离，并且把数字中所有的零都一个一个地写出来。例如，1926年爱丁顿在牛津对英国学术协会做晚会演讲是这样开始的^[3]：

恒星始终保持它们原有的质量，毫无变化；太阳的质量是——我要在黑板上把它写出来：

2000 000 000 000 000 000 000 000 000 吨。——我希望我把零的数目算得正确无误，虽然我敢说你们不会留意是否多写一二个零，或者少写一二个零。但是自然界确实是会留意的。

1935年，当爱丁顿的兴趣回到大尺度的天文世界时，他是用下面这张表来介绍这门学科的^[4]：

	英 里
太阳的距离	93 000 000
太阳系的范围（冥王星的轨道）	3600 000 000
最近恒星的距离	25 000 000 000 000
最近星系的距离	6000 000 000 000 000 000
宇宙的原始圆周长	40 000 000 000 000 000 000 000

当然，关于巨大数目的最著名的例子，当推1939年出版的他的著作《物理科学的哲学》第十一章第一句^[5]：

我相信宇宙中有157477241362750025776056539611
815554680447179145271167093662314250761856310312

96个质子，并且还有同样数目的电子。

这个数目等于 136×2^{256} ，后来被称为爱丁顿数。罗素问过爱丁顿，是他自己算出这个数字，还是由另外某个人替他算出了这个数字。爱丁顿回答说，是他自己在横渡大西洋期间计算出来的！

1893~1898年间爱丁顿在滨流韦斯顿的布里米林

(Brymelyn) 学校走读。我记得爱丁顿曾告诉我，在学校里他玩的一种游戏是按照 L. 卡罗尔 (Lewis Carroll) 的风格构成一些语法上不错但是却毫无意义的英语句子。他给我举的一个例子：

To stand by the hedge and sound like a turnip

(站在篱笆旁，听来像挂表)

晚年，爱丁顿为论证自己的观点常常在他比较严肃的著作中引用这样的句子。例如，在他于斯沃思莫尔所作的演讲《科学与灵魂世界》中我们看到^[6]：

人的个性只能用你在摘录一首十四行诗的平方根时所能用的那些符号来加以测度。

我不再详细介绍爱丁顿早期受教育的情况了，唯一要提一下的就是他在 1898 年进入曼彻斯特欧文学院，并在那里呆了 4 年，他在欧文学院的教师包括舒斯特 (Arthur Schuster) 先生和拉姆 (Horace Lamb) 先生。爱丁顿在他的整个一生中似乎对拉姆一直保持着深深的钦佩。例如，20 年代初，爱丁顿成了英国科学界最著名的人物之一，据报道在那时他曾经说过：“当我知道有什么事情要我像勇士那样来处理时，我宁可希望自己变成有点像拉姆那样的一个人。”

在曼彻斯特的这段特殊经历以后，1903 年爱丁顿靠了为数不多的入学奖学金进入剑桥，后来奖学金的数目变得多了。1904 年他成了高级数学学位获得者。1907 年被授予史密斯奖金，同年当选为三一学院评议员。1936 年在哈佛大学的一次宴会上，我偶而坐在怀特海 (Alfred North Whitehead) 的旁边。怀特海回忆起，作为 1907 年的选举人之一，他曾保证爱丁顿选入评议会应在另一个人之先，尽管后者所

提交的论文要比爱丁顿的长得多。怀特海回忆起这件事时似乎很得意。

1907年，也就是他被选入评议会的同年，应皇家天文学家克里斯蒂（William Christie）先生的邀请，爱丁顿加入了格林尼治天文台工作人员的行列，当台长助理。他在这个职位上工作了5年，1912年他作为G. 达尔文（George Darwin）先生的继承人，被剑桥大学选任普卢米安（Plumian）教授之职。1914年拜尔（Robert Ball）先生去世，爱丁顿又成了剑桥大学天文台的台长。后来他在这个声望显赫的位置上工作了30年，在剑桥安了家，一开始和他的母亲和姐姐在一起，后来就只和他的姐姐住在一起。

二

作为传略的结束，我要对爱丁顿的日常观点和习惯来作一些简要的介绍。

爱丁顿是教友会的教徒；而作为一个教友会教徒，在第一次世界大战期间他是一名受良心驱使的战争反对者。在下次演讲中，我将多讲一点有关他因受良心驱使而反对战争的事。现在我所要提到的只是他1929年在斯沃思莫尔的演讲《科学与灵魂世界》。在这篇演讲中，爱丁顿以坦率诚挚的态度表达了他对宗教、科学和生命的一般观点。让我来读其中的几段内容，这几段看来是概括地反映了他的一些观点^[7]：

要把科学家的先见同往往应该为宗教所要求有的那种先见完全一致起来，宗教的信条乃是一种巨大的障碍，激励我们前进的探索精神不允许把任何一类信条作为它的最终目标。如果无意中发现有这样一个学校，学

生们的功课是一再地背诵牛顿运动定律、麦克斯韦方程和光的电磁理论，那我们就会感到震惊。即使我们自己所得意的理论也恰好包括在内，或者背诵的目录每隔不多几年就更新一次，我们也依旧会对此深感遗憾。我们要说的是，如果学生接受的教育是把这些结果看作为应该加以背诵和承认的东西，那么，他们也许就不可能认识到科学训练的目的之所在。尽管科学的危险不至于表现为这种极端形式，但要想使我们反对信条和教义的立场持久不变，特别是要在通俗科学上做到这一点，可并不总是一件轻而易举的事情。

抛弃信条同坚持某种生活上的信念并不矛盾。我们在科学上是没有任何信条的，但对自己的信念却并不能三心二意。我们如此热切地去把握有关宇宙的全部知识，而信念并不等于说这种知识会一成不变地长期存在下去，但是信念是我们在前进途中的一种信心。即使我们所研究的事实渐渐地蒙上了阴影，那么这些阴影也是在永恒真理的光芒照射下形成的。

世界上存在着一种与自信完全不同的信心。

拿一件比较小的事情来说，爱丁顿的朋友们都知道，他非常愿意在春天和秋天独自骑自行车去旅行。但是，也许只有几个人知道，他还保存着有关这些旅行的精确记录。在我于1936年12月离开剑桥之前，爱丁顿给我看了一张很大的英格兰巴多罗迈旅游图，图上用黑墨水仔细地标出了几年内他所经过的每一条不同的旅行路线。他还告诉我，摊在我们面前的这张图是第二张，第一张图已经被他的狗弄得残缺不全，他不得不在这张新的图上重新标上他在早先那张图上所画过的许多路线！

爱丁顿还告诉我，在他任格林尼治天文台台长助理时，他和西德尼·查普曼（另一位骑自行车迷）曾经想出一种衡量骑自行车记录的标准。这个标准就是在不同的 n 天内至少骑 n 英里时 n 的最大值。（后来，有一次我同查普曼谈起这个标准时他却已经忘记了；不过，他确实记得，他和爱丁顿常常在一起比较他们骑自行车旅行的记录单。）

也许，令人感动的是在以后他给我的每一封信中，都写上他最新的 n 数值。下面的内容是从两封信中摘录出来的：

我骑自行车的 n 值仍然是 75。这次复活节我的运气不太高，尽管骑了 2 次，但只有 74.75，这是不够数的。为了进到下一个数，我还需要再骑 4 次。不过，那天对我来说，有着妙不可言的晴朗天气和景色秀丽的农村，特别是南威尔士……。

……明天我不得不穿上奇装异服——短裤和丝长筒袜！——再佩上我从英王那儿获得的勋章。（1938年7月4日）

现在 n 是 77 了。我记得你在这里时 n 是 75。 n 值的最近一次跳跃就发生在几天前，当时我在乡村泥地中骑了 80 英里。1940 年以来，我一直没有能进行骑自行车的旅行，因为没有在外过夜的食宿条件，所以我的记录进展缓慢。（1943年9月2日）

最后一件事是爱丁顿特别喜欢做《泰晤士报》和《新政治家和国家报》上的填字游戏。他每填一个很少超过 5 分钟。有时，爱丁顿让我看着他做填字游戏，我对他填写速度之快深感惊讶不已。

三

现在我要来评价爱丁顿对天文学和天体物理学的贡献。

1906年当爱丁顿进入天文学界时，荷兰格罗宁根大学的卡普坦(J. C. Kapteyn)做出了一项革命性的发现。卡普坦是研究恒星运动的伟大先驱者，他的发现如下：

在那以前，人们一直认为在本地静止标准中恒星运动是完全没有规则的，不存在任何偏优的运动方向。所谓本地静止标准就是说，在这个静止标准中，太阳附近恒星的平均速度为零。恒星自行与视向速度反映了恒星的运动，其中的一个基本问题是要确定太阳运动，也就是确定太阳在附近恒星平均速度为零这一静止标准中的“本动速度”。

如果假定速度是随机的，看不出有任何的偏优方向，那么投影在小天区上恒星自行的分布必定表现为一个拉长的椭圆[见图1(a)]。但是卡普坦所发现的并不是这种情况，他

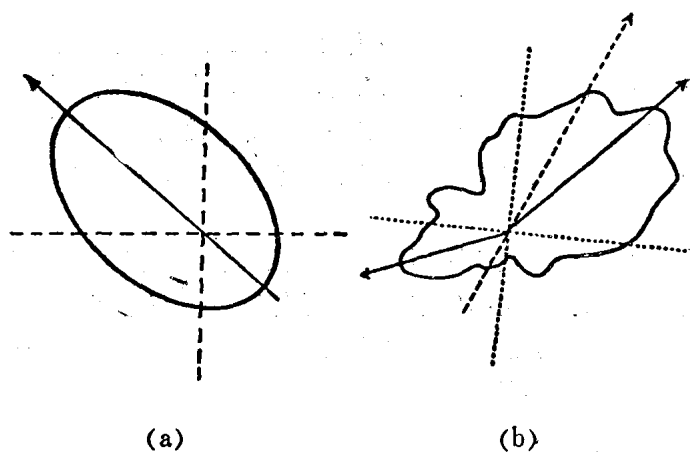


图 1

发现的却是图1(b)所表示的一种双叶曲线。

爱丁顿对卡普坦的发现作了如下的描述^[8]：

现在有厚厚一叠《格罗宁根大学校刊》谈到这些问题，所有各期中最令人感兴趣的是第6期。但是到图书馆去查这期是枉然的，因为有关第6期所含的真实有趣的东西它并没有写出来。自然界发生了某种出乎意料的变化，结果同经过精心制作安排的第6期的那幅图就不符合了。第6期的标题是《宇宙速度的分布：I 理论》，这是研究考虑到太阳运动和距离变化效应时，如何用统计方法来说明恒星沿着自己的路线随机地运动。同时又准备用观测得到的奥维尔-布拉得雷（Auwers-Bradley）自行资料来作为比较，以便确定公式中的数字常数。但是，虽然这个理论代表了当时所公认的一些观点，结果却发现它是完全弄错了，以致连开始进行某种比较都不可能；因此不得不放弃采用这个公式。这就是1905年在南非召开的英国学术协会会议上卡普坦所报告的关于两个星流的伟大发现，它首次揭示了恒星系统中的某种结构，从而为研究这些分布得很散的单个恒星间的关系开辟了一个新纪元。

爱丁顿与卡普坦假设，太阳附近的恒星从形式上可以看成是属于作相对运动的两个星群或两个星流，而且每个星群的内部都各自作随机运动，以此来解释上述有关恒星自行分布的观测特征。这就是卡普坦-爱丁顿的二星流假说。确切地说，关于麦克斯韦速度分布的假定在这以前就已提出来了，即

$$dN = N \frac{j^3}{\pi^{\frac{3}{2}}} e^{-j|\mathbf{u}|^2} d\mathbf{u} \quad (1)$$

而根据上述假说，它为下式所代替

$$dN = N_1 \frac{j_1^3}{\pi^{\frac{3}{2}}} e^{-j_1^2 |u - u_1|^2} du + N_2 \frac{j_2^3}{\pi^{\frac{3}{2}}} e^{-j_2^2 |u - u_2|^2} du \quad (2)$$

式中, N_1 和 N_2 分别为两个星流中恒星的个数, u_1 和 u_2 是这两个星流在本地静止标准中的速度, j_1 和 j_2 表示两个星流中恒星平均速度的倒数。此外, 式 (2) 是相对本地静止标准的速度分布, 这一条件要求:

$$N_1 u_1 + N_2 u_2 = 0 \quad (3)$$

爱丁顿在格林尼治期间写了几篇有关用式 (2) 的速度



图2 爱丁顿和卡普坦 (1922年5月于罗马)