

物理科学的哲学

〔英〕阿瑟·爱丁顿 著



创于1897

商务印书馆
The Commercial Press

014033013

04-02
14

物理科学的哲学

〔英〕阿瑟·爱丁顿 著

杨富斌 鲁 勤 译



商务印书馆
The Commercial Press

2014年·北京



北航

C1721198

图书在版编目(CIP)数据

物理科学的哲学/(英)爱丁顿著;杨富斌,鲁勤
译.—北京:商务印书馆,2014
ISBN 978-7-100-09939-4

I. ①物… II. ①爱…②杨…③鲁… III. ①物理学
哲学—研究 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 087531 号

所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

物理科学的哲学

[英] 阿瑟·爱丁顿 著
杨富斌 鲁 勤 译

商务印书馆出版
(北京王府井大街36号 邮政编码100710)
商务印书馆发行
北京中科印刷有限公司印刷
ISBN 978-7-100-09939-4

2014年3月第1版 开本 850×1168 1/32
2014年3月北京第1次印刷 印张 8
定价:22.00元



北航

C1721198

E10C0310

Sir Arthur Eddington

**THE PHILOSOPHY OF
PHYSICAL SCIENCE**

© 1939 Cambridge University Press, UK

此书根据剑桥大学出版社 1939 年版译出



中国科学院图书馆
物理研究所

1955.12.14



阿瑟·斯坦利·爱丁顿爵士 (1882—1944)

译者序言

本书是英国著名天文学家、理论物理学家、数学家和科学哲学家阿瑟·斯坦利·爱丁顿(Sir Arthur Stanley Eddington, 1882. 12. 28—1944. 11. 22)撰写的著名科学哲学著作之一。在这本著作的扉页上标有爱丁顿的身份或荣誉,它们是:英国功劳勋章(OM)获得者、文学硕士(M. A.)、科学博士(D. Sc.)、法学博士(LL. D.)和英国皇家学会会员(FRS)。

学术界公认,爱丁顿不仅是 20 世纪研究恒星内部结构的先驱之一,而且是早期验证爱因斯坦广义相对论的主要负责人。爱因斯坦论引力的著名论文发表在第一次世界大战中期的 1916 年,其时英国和德国科学家之间的直接通信联络已切断。然而,爱丁顿从处在中立的荷兰天文学家德西特(Millem de Sitter, 1872—1934)那里收到爱因斯坦的这篇论文。他理解爱因斯坦的革命性新思想的意义,同时也掌握了爱因斯坦理论的物理内涵和新数学方法,在此基础上,他撰写了一篇论引力理论的报告,发表于 1918 年。因此,他被认为是英国第一位用英语宣讲相对论的科学家。他后来出版的著作《论相对论》(*On the Theory of Relativity*)、《空间、时间和引力》(*Space, Time and Gravitation*)以及《相对论的数学理论》(*Mathematical Theory of Relativity*),主要目的是

向说英语的世界揭示这些思想,因而他的名字永远和真正懂得爱因斯坦理论的极少数人的名字联系在一起。

除此以外,爱丁顿还是 1919 年由英国皇家学会发起组织的两个日食观测队之一的领导者。他们试图通过观测日食,测量光线经过太阳旁边时所发生的偏折而验证爱因斯坦理论。这两个观测队是在战争的最黑暗的日子里组织起来的。当时爱因斯坦仍在德国,用政治术语来说,他是一名敌方科学家。因此,爱丁顿煞费苦心和无畏地证实爱因斯坦所预言的光线偏折的量值,不仅是科学史上最为轰动的事件之一,也是拒不承认政治和国家界线,示范科学国际性的事件。^①

1882 年 12 月 28 日,爱丁顿出生于英格兰肯达尔一个贵格会家庭,父亲是一位中学校长。1893 年他进入布里麦伦学校学习,在这里他初步显示出在数学和英国文学方面颇具天才。1898 年他进入曼彻斯特维多利亚大学欧文斯学院学习物理学,1902 年以优异成绩获得科学学士学位。同年,进入剑桥大学三一学院学习,1905 年获三一学院的硕士学位,并进入卡文迪许实验室研究热辐射。1905 年他到格林威治天文台工作,分析小行星爱神星的视差,发现了一种基于背景有两颗星星的位移进行统计的方法,因此他于 1907 年获得史密斯奖。这个奖项使他获得剑桥大学的研究员资格。1912 年达尔文的儿子、剑桥大学的终身教授乔治·达尔文去世,爱丁顿被推荐接替其职位,当上了普鲁米安(Plumian)天

^① 参见瓦利著:《孤独的科学之路:钱德拉塞卡传》,何妙福、傅承启译,上海科技教育出版社 2006 年版,第 37—38 页。

文学和实验哲学教授。1913年初,爱丁顿被任命为剑桥大学天文学和实验物理学终身教授。1914年他被任命为剑桥大学天文台台长,不久就被选为英国皇家学会会员,并在1918年获得英国皇家学会的勋章。

1920年,爱丁顿第一个提出恒星的能量来源于核聚变,为此他和詹姆士·金斯爵士进行了一场旷日持久的辩论,直到1939年美国天文学家汉斯·贝特计算出太阳的能源是氢原子经过四步核聚变反应形成氦才算结束。1923年他出版了《相对论的数学理论》,爱因斯坦认为这本书“在所有语言中是表达这个主题最好的版本”。

从1920年开始,直到他去世,他一直致力于将量子理论、相对论和引力理论统一起来,形成一个“基本理论”。1938年,他开始担任国际天文学联合会主席,直到1944年11月22日与世长辞。

在晚年,爱丁顿明确而激烈地反对他的学生和同事之一——印度裔科学家萨布拉曼扬·钱德拉塞卡(Subrahmanyan Chandrasekhar)提出的关于白矮星的最大质量限界理论,钱德拉塞卡认为超过这个界限,恒星的坍塌会形成中子星、夸克星,直到黑洞。事实证明,钱德拉塞卡是正确的,他为此获得了1983年诺贝尔物理学奖。而倘若爱丁顿为钱德拉塞卡的重要发现欢呼,并因此把它向世界宣布,如同他对爱因斯坦理论所做的那样,并且假如爱丁顿认真地采纳了黑洞的概念,那么,爱丁顿本人有可能会成为认识到天文学宇宙里存在黑洞的第一人,而且能提早20年左右开创广义相对论框架里引力坍缩的研究工作。

爱丁顿还写过一些科普著作,最著名的是他在1929年阐述过

一个“无限猴子理论”，认为“如果许多猴子任意敲打打字机键，最终可能会写出大英博物馆里所有的书”。

爱丁顿的主要学术著作有：《空间、时间和引力：广义相对论进阶》（1920年）、《恒星和原子》（1926年）、《恒星内部结构》（1926年）、《科学和未知世界》（1929年）、《膨胀着的宇宙：天文学的重要数据》（1931年）、《质子和电子的相对论》（1936年）、《物质世界的性质》（1928年）、《科学的新道路》（1935年）、《物理科学的哲学》（1939年）等。

正如爱丁顿本人在本书序言中所说：“本书包含了我于1938年复活节学期在剑桥大学三一学院所做的塔纳尔讲座讲演课程的主旨”。在这些讲演中，爱丁顿更加充分地发展了那些在其早期著作中就已经提出的同现代物理科学进步有关的哲学思想的原理，主要是其对有关相对论和量子力学提出的认识论问题所做的深入思考。

爱丁顿在本书中提出的主要哲学观点有，首先，哲学应当以坚实的具体科学理论为基础。尤其是在科学技术高度发达的当今时代，排斥科学的或者与具体科学理论不一致的哲学，很难说是一种真正适合当今社会和时代需要的真正的哲学。只有以建立在观察和实验基础上的具体科学为根据的哲学，才有可能成为真正的哲学。而爱丁顿所探讨的主要是以物理科学特别是以相对论和量子力学为基础的哲学，特别是相对论和量子力学理论提出的相关哲学认识论问题。如果说1929年由麦克米伦出版公司出版的怀特海(A. N. Whitehead)的代表作《过程与实在》(*Process and Reality*)主要探讨以相对论和量子力学等现代科学理论为基础的哲学

宇宙论——该书的副标题就是“宇宙论研究”(An Essay in Cosmology),那么,爱丁顿的这部《物理科学的哲学》则主要是探讨以相对论和量子力学等现代科学理论为基础的哲学认识论。如果把这两部著作中探讨的内容综合起来,可以说,它们标志着西方哲学发展到了自牛顿以来哲学的最新阶段,是对康德、黑格尔等坚持辩证思维方法和综合哲学理念的哲学大师的思想路线的继承和发展。如果说恩格斯在 19 世纪末的著名论断,即“随着自然科学领域每一划时代的发现,唯物主义也必然要改变自己的形式”^①仍然是有道理的话,那么,随着自然科学在 20 世纪初出现的相对论和量子力学这些划时代的发展,哲学宇宙论和认识论也必然要改变自己的形式。在笔者看来,怀特海的过程哲学或有机哲学与爱丁顿在本书中阐述的认识论思想,正是回应自然科学在 20 世纪初的这些划时代发现而在哲学上做出的重大贡献。就建立在相对论和量子力学基础之上的哲学宇宙论和认识论而言,迄今似乎还没有其他哪些东西方哲学家做出过比他们两位更为系统的哲学研究和独创性贡献。在此问题上,我们尤其要警惕不能重犯前苏联马克思主义哲学家的错误,他们在“自然科学领域中每一个划时代的发现”面前都摔了跤,出了丑,因为他们总是力图把 20 世纪科学的新发现拉回到 19 世纪的唯物主义的框架中。^②

其次,爱丁顿指出,为了使我们的科学基础确定无疑,我们必须相当深入地进入相对论和量子理论的原理之中。在本书中,他

① 《马克思恩格斯选集》第 3 卷,人民出版社 1972 年版,第 244 页。

② 参见闵家胤:《进化的多元论》,中国社会科学出版社 2012 年修订版,第 3 页。

主要探讨的是与他早年撰写的《物质世界的本质》一书中有所不同的方面,即主要探讨的是科学知识的性质或本质问题。在他看来,物理科学以及一切具体科学对客观世界的描述,都不可能具有完全客观的性质。这类知识既有客体性的方面,也有主体性的方面,是客观与主观的统一。以这种知识观为基础所建立的哲学,他称之为“主体选择论”或“建构主义”。

在笔者看来,爱丁顿所探讨的实际上是人们今天公认的所谓科学认识论。这也是他在第一章“科学认识论”中明确地认识到的。在那里,他把物理学与哲学之间一个有争议的领域称为“科学认识论”,明确地指出“认识论是探讨知识的性质的哲学分支”,而他所理解的科学认识论则是探讨关于物理宇宙的知识以及与之相关的物理宇宙的性质和状态的认识论分支。在他看来,物理知识的形式是描述世界,因而物理宇宙是以这种方式所描述的世界。科学是对知识内容的处理,而科学认识论则是对有关物理宇宙的知识性质的处理。在他看来,从狭义上说,物理学只是关于普遍性概括的科学。物理学家对特殊的事实不感兴趣,除非这些事实能作为概括的材料。他还特别强调,一定不要忘记,并非关于物理宇宙的所有知识都是由关于自然规律的知识所构成的。从这些论述以及随后各章的论述可见,爱丁顿同当时许多大科学家如爱因斯坦、薛定谔、玻尔、海森堡等人一样,既是著名的科学家也是伟大的哲学家,他们不仅在某一个领域推进了科学的发展,而且在某个方面极大地推进了哲学的发展。学习和研究 20 世纪的哲学和哲学发展史,绝不当忽略这些兼具科学家和哲学家品格的伟大人物对人类哲学思想的深层推进和重大贡献。

再次,在选择主体论、不可观察之物、认识论方法的范围、认识论与相对论、认识论与量子论、发现还是制造以及关于分析、结构、存在的概念等章节中,爱丁顿对科学认识论提出许多独到的见解,这些见解对推进哲学认识论乃至整个哲学的发展,都具有十分重大的意义,其中涉及的问题无疑有待于我们继续深入地思考和研究。譬如,他明确提出,谁来观察观察者?答案是——认识论者。天文学家观察恒星,认识论者观察观察者。两者寻求的都是以观察为基础的知识。我们应当区分两种知识,一是关于物理宇宙的知识,一是关于认识论的知识,这两类知识的性质和作用显然是不同的。假如我们对宇宙不可能有先验的知识,就不可能对它有客观的先验知识。他还特别强调,他所提出的现代科学哲学思想即选择主体论,同贝克莱的主观主义没有丝毫关系。因为贝克莱的主观主义否认外部世界的客观性。而根据爱丁顿的观点,物理宇宙既非全都是主体性的,也非全都是客体性的,也不能说它是主体性与客体性的混合。在他看来,现代物理学所描述的关于物理宇宙的知识无疑是主体性的,因此,人类通过现代物理科学所认识到的物理宇宙也是如此。因为在他看来,“我们的第一个认识论结论是,物理知识是观察性质的知识,即每一种物理知识都断定了一种观察结构。”如果物理科学要回答“我们究竟观察到了什么”这个问题,那么,相对论会呼唤认识论来帮助科学。

值得注意的是,爱丁顿十分清楚地看到,从牛顿时代直到他那个时代,科学认识论实际上一一直处于停滞不前的状态。大多数物理学家对认识论研究漠不关心,把它当作古代的过时思想弃置一边。而重新进入认识论研究这块领地,则成为现代物理学革命的

开端,其第一个成果便是相对论。尽管如此,仍有许多物理学家不相信认识论研究,对于系统地发展科学的认识论仍有一种难以言表的不情愿。这些科学家还没有认识到,系统地深入探讨哲学认识论,对于科学的发展是极有裨益的。爱丁顿认为,科学哲学应当同科学实践有一定的关系,而这个观念在科学家中仍然是陌生的。因此,他在本书中给自己设定的任务和目标,就是重新使认识论研究进入科学家的视野和头脑之中。他明确指出:“当爱因斯坦的理论出现时,他不仅提出了一种新的认识论,而且他还把这种理论应用于决定引力定律和其他实际结果。”“我坚信,整个物理学的基本假设体系都可以由认识论原理来代替。或者换句话说,所有通常被当作根本性的自然规律总体上都能根据认识论的思考预先就能认识到。”“我的结论是,不仅自然定律,而且自然常量,都能从认识论结论中推导出来。”显然,这些观点在认识论领域迄今可能仍会有反对意见,但是,这种主体选择论观点所包含的值得进一步探讨的问题和新的哲学生长点,则是不容置疑的。爱丁顿的选择主体论所强调的是,自然规律本身作为宇宙本身的客观规律,与人们通过物理学研究所认识到的自然规律是不一样的,后者作为科学著作中所揭示的“科学规律”同自然本身中所具有的规律绝不是同一个东西。如果把科学规律与宇宙本身的规律混为一谈,这就会犯怀特海所说的“误置具体性的谬误。”

爱丁顿提出的另一个重要观点是,针对我们在科学研究中究竟能观察到什么这一问题,相对论给出的答案是——我们只能观察到关系;而量子理论给出的答案则是——我们只能观察到概率。如果这种观点是正确的,那么,自牛顿以来三百多年间在科学和哲

学领域中占支配地位的机械决定论世界观从根本上就应当被推翻。因为诚如爱丁顿所追问的那样：微观世界中的所谓基本粒子及其规律是我们发现的，还是由我们制造的？科学认识论必须回答这个问题。爱丁顿明确指出：“关键是要记住，实体概念在基本的物理学中已经不存在了；我们最终达到的是形式，即波！波！！波！！！”如果借助于相对论的术语，我们达到的是曲率！因此，千万不要把基本粒子想象为像台球一样各自独立的存在，同时还可保持自身的性质不变。在爱丁顿看来，量子力学家并非是通过实际的观察而真正地区分和发现了独立存在的基本粒子，而是通过实验工具的干扰而预测到了它们的活动规律。这就如同雕塑家通过自己的雕塑活动而从一块石头中“制造”出了某种形象（譬如人的头像）一样。显然，人的头像并不是预先存在于某一块大理石之中的独立实体，而是雕塑家通过自己的雕塑活动而“制造”出来的存在。而物理学家实际上给予自己的自由度比雕塑家还要大，因为雕塑家只是去掉石头材料上多余的部分，以得到他心目中想要的形式，物理学家则在必要时可以给自己的研究对象添加材料。

通过对分析的概念进行探讨，爱丁顿试图揭示物理知识表达方式中隐藏的思维框架或思维体系。他认为，分析的概念并不是思维必不可少的，尽管对任何科学思维形式来说，这个概念似乎是不可或缺的。他认为，物理学使用分析的目的，是把宇宙分解为彼此完全一样的结构单位。为什么质子不同于电子？相对论提供的答案是，它们实际上是相同的结构单位，而其不同则产生于它们与构成宇宙的物质的一般分布具有不同的关系。他批评那些只坚持分析方法的物理学家，认为他们把世界分析成了碎片，因此，他们

有责任把世界重新整合到一起。而这仅仅靠分析方法是可能完成的。他提醒人们注意,在观察和探究宇宙各种微观现象时,不能为了满足我们的思维体系的需要,而采取那种传说中的开黑店的强盗——普罗克汝斯忒斯之床式的削足适履方法。

在谈到结构概念时,爱丁顿指出,物理科学是由纯粹结构性的知识所构成的。因此,我们只知道它所描述的宇宙的结构。这不是关于物理知识的性质的猜测,相反,这恰恰是当今物理理论本身状态中所阐述的物理知识。知识的性质问题与确证知识的真理问题,这是两个不同的问题。爱丁顿关心的是如何可能做出关于头脑之外的事物的任何断定,这种断定(不管是真是假)具有可定义的意义。认识到物理知识是结构性知识,就可消除关于意识和物质的二元论。

在讨论存在概念时,爱丁顿指出,认为事物要么存在,要么不存在,这是一种原始的思维形式。在今天,我们有必要区分物理宇宙与物理学所描述的宇宙。但是,爱丁顿坚持认为,从认识论意义上看,物理宇宙也就是物理学所描述的宇宙,即认识论意义上的物理宇宙,而不是纯客观的、与人无关的物理宇宙,因为这种宇宙在现代物理学的认识之外,无法对之进行认真的讨论。爱丁顿试图拒斥任何形而上学意义上的“真正的存在”概念,引入一种可从数学上严格界定的关于存在的结构性概念。

最后,爱丁顿在本书最后两章试图建立一种一般的哲学体系,并试图使这种哲学的一般观点既为科学家所接受,同时又不会产生任何内在矛盾。这种追求同怀特海试图把人类的经验、宗教、科学、美学和伦理等综合起来,以相对论和量子力学等现代科学理论

为基础,建立一种一般的思辨哲学体系的努力,具有某种异曲同工之处。

在“知识的开端”一章里,爱丁顿从整体上考察了物理知识与人类经验的关系,他认为,如果科学要研究经验的合理的相互关系,科学哲学家的努力就必定会把这种合理的相互关系从有限的经验领域扩大到整个经验。他的任务是提供科学家在不抛弃其科学信念的同时所能接受的一般哲学。他认为,康德在相当程度上预言了我们现在由现代物理学的发展所被迫承认的各种观念。同时,逻辑实证主义也可作为主体选择论的重要参考。我们坚持各种物理量都是通过实证方式来界定的,但是又必须承认,关于共通感的知识才是可以自由传递的知识。物质世界的外在性源于如下事实:它是由存在于不同意识中的结构所构成的。承认有不同于我们自己的感觉和意识,这是物理学反对唯我论的主要原因。

在本书最后一章即“知识的综合”中,爱丁顿认为分析的概念只是一种思维形式。我们关于外部世界的知识有两个特征:部分地是主体性的,同时又是结构性的知识。知识是有价值的一种事物。比任何“思维形式”更为深刻的是,我们相信创造性活动比它所创造的事物更有意义。在理性时代,信念依然是至高无上的,因为理性乃是信念的颗粒之一。在知识的难题中,还隐藏着另一哲学难题——价值的难题。一个科学家应当在他的哲学中承认,为了对他的活动给予终极的证明,他有必要离开知识本身去寻求人性方面的努力。

目 录

原作者序.....	1
第一章 科学认识论.....	4
第一节.....	4
第二节.....	7
第三节.....	10
第四节.....	12
第五节.....	14
第六节.....	16
第二章 选择主体论.....	19
第一节.....	19
第二节.....	22
第三节.....	24
第四节.....	26
第三章 不可观察之物.....	31
第一节.....	31
第二节.....	34
第三节.....	36
第四节.....	43