

组织领导者，是新中国核科学事业开创时期的重要科学家之一，在核科学与技术的多个领域

取得了突出成就，为我国核事业的发展作出了重大贡献。

爱因斯坦哲学思想的发展过程

阳 兆 祥

(广西大学物理系, 南宁 530004)

大家知道,关于爱因斯坦的哲学倾向,是国内外学术界长期争论不休的问题。由于爱因斯坦是一个世纪性的伟大科学家,他的思想对科学哲学的发展有深远的影响,因而这个问题显得非常重要。研究的困难,正如许良英先生所指出的,是在于爱因斯坦对各派哲学采取了一种奇特的“兼收并蓄”的态度^[1]。这充分地表现在他于1949年在《对批评的回答》一文中所写的一段名言:“寻求一个明确体系的认识论者,一旦他要力求贯彻这样的体系,他就会倾向于按照他的体系的意义来解释科学的思想内容,同时排斥那些不适合于他的体系的东西。然而,科学家对认识论体系的追求却没有可能走得那么远。他感激地接受认识论的概念分析;但是,经验事实给他规定的外部条件,不容许他在构造他的概念世界时过分拘泥于一种认识论体系。因而,从一个有体系的认识论者看来,他必定象一个肆无忌惮的机会主义者:就他力求描述一个独立于知觉作用以外的世界而论,他象一个实在论者;就他把概念和理论看成是人的精神的自由发明(不能从经验所给的东西中逻辑地推导出来)而论,他象一个唯心论者;就他认为他的概念和理论只有在它们对感觉经验之间的关系提供出逻辑表示的限度内才能站得住脚而论,他象一个实证论者;就他认为逻辑简单性的观点是他的研究工作所不可缺少的一个有效工具而论,他甚至还可以象一个柏拉图主义者或者毕达哥拉斯主义者”^[2]。

显然,历来的研究者们并没有认真对待爱因斯坦的上述声明:他的哲学不属于任何一个现有的体系。他们倾向于认为这是不可能的,

因而仍然把他的哲学思想归入象实证主义、理性主义之类的范畴。1965年美国的霍尔顿(G. Holton)根据新发现的爱因斯坦1938年致兰佐斯的信,提出爱因斯坦的哲学倾向是“唯理论的实在论”,这个看法得到国内一些研究者的支持,认为“爱因斯坦的主导哲学思想是唯理论”^[3],或“倾向理性主义”^[3]。

然而在我看来,这些结论总给人一种“削足适履”的感觉,它们无法反映爱因斯坦思想的全貌。例如把“理性主义”这顶帽子戴在青年时代的爱因斯坦头上,便显得很别扭;因为这一时期爱因斯坦最显著的特点,是来自马赫的对先验概念的怀疑和批判态度。又例如把他看成一个实证主义者,则不仅与他终生对自然界的独立存在的信仰相悖,也无法解释他后半生那些带有理性主义色彩的言行。

从爱因斯坦的著作中可以看出,他的哲学见解大都来自他自己科学实践中的直接体验,或是根据这些体验对历代哲学家的评价;他的哲学思想和他的科学活动是密切地联系在一起。因此我认为,澄清这个问题的最好途径,是考察他在各个时期科学创造活动中的思想动态,从中寻找出他的哲学观点发展的脉络。

本文正是循着这一思路,力图在不抱任何“先人之见”的情况下,客观地分析爱因斯坦哲学观点发展的实际过程。

我们首先要弄清楚的是,爱因斯坦最早的哲学倾向是什么?现在根据各方面的资料判

断,我认为爱因斯坦在步入科学生涯之初,他所接受的是当时自然科学家中间流行的朴素唯物主义,也就是他所说的“实在论”。19世纪末是物理学发生危机的年代,当时自然科学家在哲学上分成了两个营垒。一方是以洛仑兹、玻耳兹曼为代表的大多数物理学家,他们坚持传统的朴素唯物主义。这种哲学一方面主张自然界的独立存在,当时的典型表现是坚持原子论;另一方面,他们的思想又带有凝固、僵化的特征,例如把经典物理中的一些概念(如绝对时空、不变的质量等)看作是不可动摇和不可改变的,另一方则以马赫、奥斯特瓦尔德为代表,他们提倡实证主义,否认物质的独立存在,特别是否认当时尚无直接观测证据的原子论的存在。围绕原子论双方展开大论战,争论之激烈甚至使玻耳兹曼愤而自杀。我们所以断定早期爱因斯坦接受的是朴素唯物主义,主要是根据在此期间,无论他所研究的课题,还是他对基本物理问题的态度,都与当时大多数物理学家完全一致。

从新近发现的材料我们了解到^[4],爱因斯坦最早的科学活动是1898—1902年间对以太问题的研究。他虽然没有发表过这方面的论文,但从他给未婚妻玛丽琦的42封信中可以看出,当时他正热衷于设计自己的以太漂移实验,并构思他感到“很可行的理论”。这表明在以太问题上,他也曾走过一段与当时其他物理学家相似的道路。爱因斯坦第二项重要研究,是探讨热力学的统计基础,这完全是追随玻耳兹曼的原子论路线。这项研究引导他在1905年发表了关于布朗运动的重要论文,其目的是提出实际测定分子大小的方法。他的理论三年后为皮兰用实验证实,这在当时是分子存在的最有力的证据。可见,在爱因斯坦早期的科学活动中,他属于大多数物理学家营垒中的一员。

许良英先生认为,早期的爱因斯坦“唯理论思想也已占了主导地位”,理由是他坚持自然界的独立存在,支持原子论以及抱有“自然现象统一”的信念等^[4]。我认为这种说法是很牵强的,很难令人信服。因为第一,是否承认自然界的独立存在并不是理性主义的标志,大家知道,在

理性主义者当中既有象斯宾诺莎那样的唯物主义者,也有象柏拉图那样的唯心主义者;至于原子论也与理性主义没有必然联系,英国早期经验派的科学家都拥护原子论,而理性主义者笛卡尔和莱布尼茨却是原子论的激烈反对者。第二,虽然在历史上,理性主义者一般都有“自然界的和谐、统一”之类思想,但这并不是理性主义的根本特征。在认识论史上,理性主义是作为经验主义的对立物而出现的;与经验主义相反,它视感觉经验为不可靠,认为只有先验的观念、原则或原理等才能成为必然知识的源泉。所以理性主义最根本的特征是“先验论”,而不是“自然现象的统一”。此外,还应当看到,“自然现象的统一”历来是经典物理学的传统思想;事实上,从牛顿到麦克斯韦,物理学家们一直在追求自然现象的统一,他们当中许多人显然并不信仰理性主义。许良英先生所列举的上述几点表现,其实是当时大多数物理学家的共同特点,这反过来正好说明,早期爱因斯坦的主导思想,是与其他大多数物理学家相一致的朴素唯物主义。

二

然而,创立狭义相对论的经历,使年青的爱因斯坦的思想发生了重大变化。

爱因斯坦关于狭义相对论的最早思想,是当他16岁时想到的“追光悖论”假想实验。对于这个悖论,他直觉地选择了“光速不变”的答案,但由于与他当时认为不可能怀疑的经典力学的速度相加定理相矛盾,思考没有结果。这以后,从1898—1902年,如前所述,他卷入了“以太热”,也没有得出什么结果。转折点是1903年前后他阅读了洛仑兹1895年的著名论文。洛仑兹的理论一方面使爱因斯坦认识到自己早期那些尝试是无效的;但另一方面,他又对洛仑兹为解释迈克耳孙实验而人为地提出“缩短假设”感到不满意。他试图把以太漂移的零结果看成是相对性原理不仅适用于力学而且也适用于电磁学的表现,这个想法引导到“光速不变”的概

念;但这样一来,又回到在“追光悖论”中的老问题,即与速度相加定理的矛盾。他花了一年时间试图推广洛仑兹理论,结果失败了^[5]。怎样才能解决光速不变与速度相加定理的矛盾呢?

1905年终于取得突破。他在一天早上突然醒悟到,问题的症结在于“时间”这个概念,如果抛弃经典力学中的“绝对时间”,认为“同时性”是相对的,整个问题就迎刃而解。他后来回忆说,他能够作出这一发现是得益于马赫的批判思想的启发。他说:“对于发现这个中心点所需要的批判思想,就我的情况来说,特别由于阅读了戴维·休谟和恩斯特·马赫的哲学著作而得到决定性的进展”^[6]。对于他从马赫那里究竟汲取了什么,他在1916年悼念马赫的《恩斯特·马赫》一文中说得很明白。他说:经典物理学中的一些概念由于应用上的成功,造成了一种权威性,使我们忘记了它们的经验来源,久而久之就被看成某种先验的东西,这极大地阻碍了科学的发展。马赫所作的批判,就是分析一些流行已久的概念,“从而指明它们的正确性和适用性所依据的条件,指明它们是怎样从经验所给予的东西中——产生出来的,……这样,它们的过大的权威性就会被戳穿。如果不能被证明为充分合法,它们就将被抛弃,……如果能建立一个新的、由于无论哪种理由都被认为是优越的体系,那末这些概念就被别的概念所代替。……读者一定已经猜到,我在这里所影射的,主要是空间和时间学说以及力学中的某些被相对论所修改了的概念。没有人能够否认,那些认识论的理论家们曾为这一发展铺平了道路。”^[7]后来在致索洛文的信中,爱因斯坦对这个问题作了如下总结:“相对论的另一个要点是它在认识论方面的观点。物理学中没有任何概念是先验必然的,或是先验正确的。唯一决定一个概念‘生存权’的,是它同物理事件(实验)是否有清晰的和单一而无歧义的联系。因此,一些旧概念,象绝对同时性、绝对速度、绝对加速度等等,在相对论中都被抛弃了,因为它们同实验之间不可能有单一而无歧义的联系。”^[8]

从以上过程我们可以清楚看出,在创立狭

义相对论的过程中,爱因斯坦从马赫那里汲取了对科学中的“先验概念”的批判态度,主张一切概念都起源于经验以及概念的可变性^[9]。这也就是他在《对批评的回答》中所说的:“就他认为他的概念和理论只有在它们对感觉经验之间的关系提供出逻辑表示的限度内才能站得住脚而论,他象一个实证论者。”

西方一些研究者根据上述这些把爱因斯坦描绘成一个实证主义者,^[10]这是很片面的。因为第一,在对待哲学的基本问题的态度上,爱因斯坦终生都保持着对自然界在我们知觉之外独立存在的信念,这与马赫认为“物是感觉的复合”以及后来的实证主义者认为“物质是否存在是无意义的形而上学问题”截然对立。爱因斯坦哲学思想的起点是朴素唯物主义,在接受了马赫的影响后,他并没有放弃唯物主义的基本立场,而只是剔除了朴素唯物主义中的凝固、僵化成分,加入了马赫关于科学概念可变性的思想。第二,在科学认识方法问题上,也存在着根本的分歧。实证主义的科学方法论的特点,是对科学作静态的分析。马赫把科学看成是感觉经验按“思维经济”原则进行排列的结果;而后来的逻辑实证主义者则认为科学就是逻辑分析,从经验事实一直分析到构成“逻辑原子”的基本命题。爱因斯坦完全不同意这样的看法,从这里引出了他在认识论方面的另一个重要观点。

爱因斯坦认为,科学中的基本概念和理论,是不可能从经验中逻辑地推导出来的,他所以得出这一结论,也是根据他在创立相对论中的经历。就狭义相对论而言,1887年迈克耳孙实验完成之后,应该说,所有的实验基础都已具备,然而物理学家们并没有能够由此推论出狭义相对论;相反地,他们面对“以太漂移”的互相矛盾的实验结果不知所措。就是爱因斯坦自己,也为之耗费了十年艰苦的思索,最后还是由于哲学的启发,才突然找到了问题的关键。晚年他在谈到这个问题时说:“要走向理论的建立,当然不存在什么逻辑的道路,只能通过构造性的尝试去摸索。”^[11]创立广义相对论的经历,更加深了爱因斯坦的这种认识。这项工作

始于1907年，出发点是“惯性质量等于引力质量”这个古老的实验事实。有一天，他突然想到引力场中自由下落的升降机这一假想实验，由此引出了等效原理¹⁾。这一过程已明显带有非逻辑的特征，因为，等效原理并不能从“惯性质量等于引力质量”这个事实逻辑地推论出来；但是，使爱因斯坦感触最深的还不是这件事。由于找不到合适的数学工具，广义相对论在几年中一直进展不大，直到1912年，他通过自己的老同学格罗斯曼找到了黎曼几何和张量分析，事情才有了眉目。1913年，爱因斯坦和格罗斯曼合作，发表了第一篇广义相对论的论文，系统阐述了广义协变理论，但这只完成了任务的一半；另一半任务是要确立引力场的基本方程即场方程，在这方面，爱因斯坦碰到了严重的困难：因为除了知道这个方程所必须满足的一些模糊条件之外，其余没有什么东西可借鉴。在与格罗斯曼合写的文章中，爱因斯坦提出了第一个场方程的形式，后来却证明是错误的。为了找到正确的场方程，爱因斯坦付出了两年辛勤的劳动。他后来充满感情地回忆说：“在广义相对论发表前两年，我们就已在考虑关于引力的正确的场方程，但那时我们未能看出怎样可以把它们用于物理学中……它们耗费了我两年极端艰苦的工作，直到1915年底，我才最后认清了它们的本来面目，……在黑暗中焦急地探索着的年代里，怀着热烈的想望，时而充满自信，时而精疲力竭，而最后终于看到了光明——所有这些，只有亲身经历过的人才能体会。”^[12]

正是这些智力上的艰苦探索，使爱因斯坦认识到，科学概念和理论的建立，本质上是思维的能动创造。当然任何理论都要以实验事实为基础，但从实验到理论的过渡并无逻辑的道路可循，而只能是某种有时他称之为“超逻辑的”、有时又称之为“直觉”的过程。爱因斯坦曾用不同的术语反复强调概念和理论的这一本质特征，如“思维的自由创造”、“人类理智的自由发明”，甚至说成是“一种按照任意创造的规则来对符号进行的自由游戏”，其核心，是强调概念和理论是我们头脑的创造性的产物。

物理

大家知道，在历史上，旧唯物主义往往忽视了思维在认识过程中的能动作用；而唯心主义者却重视并且研究了这个问题。由此我们便可以理解，为什么爱因斯坦在《对批评的回答》中说，就这方面而论，“他象一个唯心论者”。

三

爱因斯坦第二次思想的重大变化，发生在他的后半生，这和他在此期间的科学活动有密切关系。从建立广义相对论到他逝世的40年中，他几乎投入了全付精力来从事创建统一场论的工作。他为什么选择了这条艰难的道路呢？

自从相对论和量子论这两大现代物理学的支柱相继确立后，物理学的急风暴雨式的革命已经结束。这时具有深邃理论眼光的爱因斯坦开始注意到物理学基础中所出现的不协调现象，首先是引力理论与电磁理论的矛盾。在以广义相对论为基础的引力理论中，空间的几何性质决定于物质的分布和运动，这使物质与空间成为不可分割的整体；而对于电磁场，仍然象在经典物理中一样，它的存在与空间性质无关，空间仿佛是独立的实体。爱因斯坦说：“认为有两种彼此独立的空间结构，即度规——引力结构和电磁结构，这种想法对于理论家是无法容忍的。这就使我们相信，这两种场必定对应于一个统一的空间结构。”^[13]另一方面，相对论和量子论之间存在的裂痕，也使爱因斯坦深感不安。以场论为基础的广义相对论是一种“决定论”式的理论，在这方面它类似经典物理；然而量子论却本质上是统计性的理论，物理学家们认为它不可能再回到经典决定论的轨道。两者在概念上的对立，使物理学好象分裂成两个独立的王国。作为一个理论家，爱因斯坦对于物理学基础的这种“二元论”的状况也感到无法接受；创立相对论的经历自然使他偏爱场论，他希望能用场论来统一量子论。以上两个原因加起来，使爱因斯坦义无反顾地投入创建统一场

1) 物理教学 No4(1983), 30.

论的艰苦长征，他的目标是建立这样一种统一的场理论：其中引力场和电磁场都属于“总场”的一部分，而总场则对应于某种新的“超黎曼几何”的时空结构；在统一场论中，量子论的“粒子”不是基本实在，而只是场的某种密集状态。他希望这样的统一场论，能够为物理学提供一个统一的新基础。

在爱因斯坦构思统一场论的指导思想中，有着明显的理性主义的色彩。与创建狭义和广义相对论的情况不同，前两项工作都有坚实的实验基础。狭义相对论有大量“以太漂移”实验为据；而广义相对论根据的是“惯性质量等于引力质量”。然而对于统一场论来说，却提不出什么实验上的根据。爱因斯坦直言不讳地说：“所有这些努力所依据的是，相信存在应当有一个完全和谐的结构……没有理由容许我们自己被迫放弃这个奇妙的信念。”^[4]这就是说，推动爱因斯坦从事这项工作的基本动力，是来自他内心深处的某种信念：他相信整个自然界的统一与和谐，因而他把目前物理学基础的分裂局面看成是某种过渡的状态。

我们在前面曾经谈到，“自然现象的统一”是经典物理的传统思想，但在那里我们并不把这看成是理性主义的表现，那么为什么又说爱因斯坦搞统一场论有理性主义色彩呢？这中间的区别在于：在经典物理学家那里，虽然他们也抱有这样的信念，但在具体的科学活动中仍然把实验放在第一位，认为只有通过实验才能发现自然界的规律。以牛顿为例，他在《自然哲学的数学原理》中写道：“自然界不作无用之事，……因为自然界喜欢简单化。”但他同时又强调：“实验科学只能从现象出发，并且只能用归纳来从这些现象中推演出一般的命题。”^[5]实际上，他的全部科学创造也都是以实验事实为基础的。然而对于爱因斯坦来说，他提出创建统一场论并没有找到实验上的依据，因此不管他提出多少理由，事实上他是把信念摆到了第一位。历史上一些理性主义者象毕达哥拉斯、柏拉图，特别是斯宾诺莎，他们把体现自然界的简单与和谐美看作是认识的真理性的最高标准。

对于物理基础的统一与和谐的追求，自然使爱因斯坦和他们的观点产生共鸣，他说：“我的见解接近斯宾诺莎的见解：赞赏秩序与和谐的美，相信其中存在的逻辑简单性，这种秩序与和谐，我们能谦恭地而且只能是不完全地去领悟。”^[4]

但是，爱因斯坦并没有成为哲学上的理性主义者。前面已经指出，理性主义最根本的特征是先验论。理性主义者把自己的理论看成是先验的真理，否认认识的实践标准；就是既否认认识的实践来源，也否认认识的真实性需要通过实践进行检验。爱因斯坦并没有走得那么远；他虽然有使信念脱离实验基础的倾向（他的理性主义色彩就表现于此），但对于真理的实践检验这个问题，却坚持了他一贯的反先验论的立场。他从来不认为他提出的理论是什么先验真理，相反，他一再强调，只有实验才能判断它们是否正确。在近40年的实践中，他一次又一次地放弃了自己辛勤构思出来的各种统一场论的方案，并且最后宣布：“我完成不了这项工作了”；其中的原因不是因为这些理论没有和谐美或不符合简单性，而是因为它们未能为实验所检验。反对先验论，坚持只有感觉经验才能检验理论的真实性，这就是爱因斯坦与理性主义哲学的根本分歧。许良英先生说，这是爱因斯坦对唯理论思想的重要修正^[4]，但是要知道，如果从理性主义那里拿掉了先验论，它就不成其为理性主义了啊！

所以，我们的结论是，如同对待马赫的哲学一样，爱因斯坦从理性主义那里也只是汲取了他认为合理的东西，而没有全盘接受这种哲学。正因为如此，他才在《对批评的回答》中说，只是就一个方面，即“逻辑简单性的观点是他的研究工作所不可缺少的有效工具而论”，他才认为自己象一个理性主义者。

造成“爱因斯坦是一个理性主义者”这种印象，他本人的言论有部分责任。他在致兰佐斯的信中说：“从有点象马赫那种怀疑的经验论出发，经过引力问题，我转变为一个信仰唯理论的人，也就是说，成为一个到数学的简单性中去寻求真理的唯一可靠源泉的人。”^[6]然而从以上

考察可以看出,爱因斯坦这样说并不确切;因为事实上他并没有“到数学的简单性中去寻求真理的唯一可靠源泉”。在这个问题上,我认为一方面要注意爱因斯坦不是一个职业的哲学家,他对哲学营垒的对立往往不大在意;另一方面还要注意信件具有非公开的性质,即兴写下的见解往往没有经过深思熟虑。

从以上对爱因斯坦哲学思想发展过程的分析,我们可以得出两点结论:(1)在他的一生中,他的哲学观点是不断变化的;但这不是那种从一个哲学派别倒向另一个对立派别的180°的转变,而是在朴素唯物主义的基础上,吸收各派哲学的精华,不断发展和丰富的过程。(2)成熟的爱因斯坦的哲学思想的确是一个“兼收并蓄”的体系,传统的“实在论”、“理性主义”等哲学都不能完全代表他的思想。这里我们碰到了一个令人困惑的问题:哲学常识告诉我们,认识论的对立派别彼此是无法调和的,那么爱因斯坦怎么能把它们融合在一起呢?其实熟悉马克思主义的人都知道,“兼收并蓄”的体系已早有先例,马克思主义认识论就是这样的体系。它从“唯物历史观”的观点,把认识看作是一个发展的过程,各派认识论中合理的东西,都作为某个阶段或环节包含在这个过程中。当然,没有什

么根据说爱因斯坦曾经受过马克思主义的影响,但是,通过自己的科学实践,他是否独立地形成了与马克思主义的“唯物历史观”相接近的见解?这个问题将另文进行探讨。

- [1] 许良英,自然辩证法研究通讯,2(1984),10.
- [2] 许良英等编译,爱因斯坦文集(第一卷),商务印书馆,(1976),480.
- [3] 周昌忠,西方科学方法论史,上海人民出版社,(1986),225.
- [4] J. Stachel. *Physica Today*, No. 5(1987), 54.
- [5] 阳兆祥,吴寿镛,物理,16(1987),187.
- [6] 许良英等编译,爱因斯坦文集(第一卷),商务印书馆,(1976),24.
- [7] 许良英等编译,爱因斯坦文集(第一卷),商务印书馆,(1976),85.
- [8] 许良英等编译,爱因斯坦文集(第一卷),商务印书馆,(1976),118.
- [9] 阳兆祥,哲学研究, No. 2(1983), 54.
- [10] 赵中立等编,纪念爱因斯坦译文集,上海科技出版社,(1979),312.
- [11] 许良英等编译,爱因斯坦文集(第一卷),商务印书馆,(1976),566.
- [12] 许良英等编译,爱因斯坦文集(第一卷),商务印书馆,(1976),322.
- [13] 许良英等编译,爱因斯坦文集(第一卷),商务印书馆,(1976),265.
- [14] 许良英等编译,爱因斯坦文集(第一卷),商务印书馆,(1976),299.
- [15] H. S. 塞耶,牛顿自然哲学著作选,上海人民出版社,(1974),3,8.
- [16] 许良英等编译,爱因斯坦文集(第一卷),商务印书馆,(1976),380.

蓝绿色半导体激光器研制的最新报道

蓝绿色半导体激光器的诞生可以说是半导体激光器发展方面的一个里程碑,人们为此而奋斗了将近30年之久,本刊对此已在1992年第8期上作了介绍^[1]。自从撰写该文以来,世界上有关这方面的研究已成为一个热点。1992年8月26日至28日在日本筑波举行的1992年国际固态器件与材料会议上,又有不少工作报告了用II-VI族宽禁带半导体研制蓝绿色激光器方面令人瞩目的最新进展。我们择其主要之点再对它作一些跟踪报道。

1.世界上目前至少已有七个研究组实现了蓝绿色激光发射。它们是:美国的3M公司,布朗大学和普度大学联合研究组,北卡罗来纳州立大学,菲利浦公司纽约分部,日本的电话电报公司(NTT),松下电气

公司和索尼公司。

2.激光发射已从77K脉冲工作进展到77K连续工作和室温脉冲工作。发射光的波长最短在470nm,阈值电流密度在室温下为1kA/cm²,77K时为220A/cm²。

3.在P型掺杂和电极欧姆接触方面又获得新的进展。P型掺杂采用激活的氮源后,ZnSe中的净受主浓度可达到 1×10^{18} cm⁻³。在欧姆接触方面,利用界面失配位错等缺陷造成漏电,使金属-ZnSe接触由整流接触变成一种漏电欧姆接触。另一种方法是在金属与P型ZnSe之间制备一个成分渐变的p-Zn(Se, Te)层,从ZnSe逐渐过渡到ZnTe,而ZnTe中氮掺杂浓度可高达 10^{19} cm⁻³,有利于形成欧姆接触。也有人用