

自然辩证法

人择原理与宇观人天观

胡良贵

由美国物理学家迪克(R. N. Dicke)在1961年首先提出、后经英国天文学家卡特(B. Carter)在1974年大为发挥而日臻完善的人择原理(The Anthropic Principle,亦译作“人的宇宙原理”),是现代西方宇宙学研究中颇有影响的一种学说。钱学森自1981年以来,多次提出^[1]要把人择原理“扩展成为人天观”,他认为:“人天观是马克思主义哲学中具体专门针对人体科学的那一部分”,分为宇观的、宏观的和微观的人天观等三个部分。照钱先生的看法,宇观人天观直接源出于现代宇宙学、特别是人择原理的研究(钱学森在1983年的文章注释中曾建议把人天观一词直接英译为“Anthropic Principle”)。因此,要抽象、概括出符合马克思主义的、科学的宇观人天观,就必须对人择原理的产生前提、科学内容及其在科学和哲学发展中的作用、意义做一番认真、深入的研究。本文拟就此做出初步的探索。

人择原理的出现不是偶然的,它是人类长期探索人天观的必然产物,是现代科学(主要是宇宙学和物理学等)和科学方法论发展的结果,并且与古希腊时期毕达哥拉斯学派的哲学思想不无渊源关系。

1. 人择原理的提出,直接源出于当代杰出的英国理论物理学家狄拉克(P. A. M. Dirac)关于自然界基本常数的研究。他认为:“自然界中的基本规律并不是以很直接的方式来支配宇宙的,它所支配的主要事物是变换中的近似不变量。”“我们没有试图直接解决某一物理问题,而只是试图寻找某种优美的数学”(见《美国科学新闻》1981年42期),他这种哲学观点和“一生追求数学美”的实践,可以在毕达哥拉斯学派那里找到其思想根源。

毕达哥拉斯学派认为,万物皆数,数是万物的本原,“没有数,人就不能认识事物,也不能思考什么”,即是说,实在的东西是自然界中存在的数学和谐,这种数学和谐的知识就是洞察宇宙基本结构的知识。这个学派对近、现代科学的发展有深远的影响。在哥白尼和开普勒的著作中及使用的数学方法上,显然可见毕达哥拉斯派的影响。英国学者怀特海在《科学与现代世界》一

书中以阿斯顿、莫塞莱、普朗克和爱因斯坦等人为例,详细分析了毕氏的哲学见解对现代科学发展的巨大影响。“狄拉克是怀着对爱因斯坦极端崇敬的心情成长的,而且始终不渝地维持到现在”(据曹南燕,《自然辩证法通讯》1982)。爱因斯坦关于真实的物理世界在数学上一定是简单、和谐的等观点,无疑对狄拉克产生了巨大影响。

2. 人天观探索的产物 人类在人天观方面的探索由来已久,人在宇宙(天)中的地位问题是其焦点,这一问题常与地球在宇宙中的位置联系在一起。人类在探索人天观上经历了三个阶段。

在哥白尼以前的第一阶段,人们认为地球是宇宙的中心(如亚里士多德、希帕克、托勒密等),与此相联系的、并得到教会神权支持的人类中心说认为:人在宇宙中处于特殊地位。哥白尼的太阳中心说和达尔文的以自然选择为中心的物种起源学说,给人类中心说以沉重打击,丹皮尔在《科学史》一书中说:“正象哥白尼与伽利略把地球从宇宙中心的地位上滴贬下来一样,达尔文也把人类从堕落天使的冰冷而孤独的地位上拉下来,强迫他们认识他们与鸟兽有兄弟般的亲属关系”。20世纪初以来自然科学的进展说明,我们的宇宙在时、空上是高度均匀的,根本无中心可言,1948年,邦迪和戈尔德以此为依据,提出:“除去局部的不规则性以外,从任何时刻任何地点去看,宇宙都具有相同的式样”^[2],这就是所谓“完全宇宙学原理”。哥白尼太阳中心说的提出到完全宇宙学原理的建立,是人天观探索的第二阶段。

第三阶段与当代科技的巨大进步联系在一起。现代科技的发展使人的问题再次成为科学研究的中心议题。宇宙学研究也揭示了上述宇宙学原理的问题:它建立在把人所了解的有限时空性质到整个宇宙的外推上,这种外推的合理性值得怀疑。近年来还发现了类星体、背景辐射等在时空分布上的不均匀性,这是难以同宇宙学原理相协调的。天文学的新进展说明,我们的太阳系即令不是绝无仅有,至少也是极其罕见的^[3]，“人类是与与众不同的种类的观点构成了大多数现代科学的基础”。^[4]在宇宙中演化出智能生命的条件极为苛刻,几率非常小。美国学者蒂普勒提出:整个银河系中的文明种族就此一家,就是地球上的人类文明^[3]。苏联搜寻地外文明计划的领导人雪克罗夫斯基宣称:他不再指望地球外有理智生命存在了,他认为地球文明的存在是一种巧合,一种奇迹^[5]。现代科学的发展倾向于认为:人类虽不处于宇宙中心这一特殊位置,但极可能有某种程度的优惠。

3. 现代自然科学和科学方法论发展的必然结果 现代生命科学的进展使我们较详尽地知道了地球上生命发生的条件^[6],使生命的发生不象几十年前那样神秘了。自然科学关于所谓四大起源的研究,使我们可以宇宙其它物质系统与生命的发生之间找到一条较为真实、合理的联系纽带,从而为人择原理的产生、发展提供可能。物理学中发展出一种与广义相对论“相竞争”的物理理论的要求^[8],使大数假说应运而生,为人择原理的提出铺下了基石。现代宇宙学的进一步发展要求“给出下列问题的答案:在膨胀着的宇宙中,初始条件为何曾是这样,而不是那样?”^[7]?但宇宙学“不能直接实验”^[8]，“我们无权研究多种不同的宇宙,我们只有这一个宇宙。怎样才能得出唯一的初始条件呢?”^[7]宇宙学研究对象的特殊使运用常规演绎和归纳很困难,近年来科学方法论的发展使亚里士多德提出的溯因法在本世纪为汉森(N. R. Hanson)夏佩尔(D. Shapere)等所完善,再考虑到如下事实:“那种施加于重构宇宙初始条件的理论和相应的自然定律之上的唯一约束,也许就是使这些初始条件和自然定律引出一个可居住宇宙的必要条件”^[1],使一批学者把这种对初始条件及相关参数的制约上升到原理的高度,进而直接导致人择原理的提出。

二

1937年,狄拉克发现^[9],在像电子电荷 e 、电子质量 m_e 、质子质量 m_p 、光在真空中的速度 c 、哈勃常数 H 、引力常数 G 、可观察宇宙的物质密度 ρ 这样一些基本物理常数之间,可组成如下几个无量纲大数:

$$a_1 = \frac{e^2}{Gm_e m_p} \doteq 2.3 \times 10^{39} \quad (1)$$

$$a_2 = \frac{c}{H} \frac{e^2}{m_e c^2} \doteq \frac{m_e c^3}{e^2 H} \doteq 7 \times 10^{39} \quad (2)$$

$$a_3 = \frac{8}{3} \pi \left(\frac{c}{H} \right)^3 \frac{\rho}{m_p} \doteq 1.2 \times 10^{78} \quad (3)$$

式中 a_1 表示氢原子中电子和质子间的静电力与万有引力之比; a_2 是以原子单位表示的宇宙年龄 t ; a_3 是以质子质量为单位表示的宇宙总质量(即以速度 $c/2$ 退离我们的那部分宇宙的总质量,亦称视界体积内的质量)。无量纲大数 a_1, a_2, a_3 反映了宇观、宏观及微观世界的主要特征,把反映宇宙总体特征的量(如宇宙年龄、宇宙总质量等)和表征微观世界特征的量(如 m_e 、原子时标等)联系起来,并且,若只考虑数量级,在它们之间还存在下列关系:

$$a_1 = a_2 = 10^{39} \quad (4) \quad a_3 = (a_1)^{1/2} = 10^{39} \quad (5)$$

$$a_2 = (a_3)^{1/2} = 10^{39} \quad (6)$$

a_1, a_2, a_3 都是大数 10^{39} 的正整数次幂,这是偶然的巧合,还是有更深刻的物理意义? 为什么会有上述联系? 10^{39} 意味着什么? 这就是狄拉克所发现的、被称为本世纪物理学四大难题之一的“大数之谜”。

狄拉克说:他并不“不认为这是一种巧合;我认为这样两个大数会如此接近,在自然界一定有某种基本的原因,我们目前不知道这个原因,也不能去猜测它,但当我们有了关于原子论和宇宙学的更多的资料时,就会解释它”^[9]。为说明大数之谜,他提出了“大数假说”,他认为:“自然界中出现的没有量纲的非常大的数是彼此相关的”^[9],也就是说,在宇宙学和物理学中出现的任一无量纲大数 K ,均可表为 $(10^{39})^n$ 的形式,因 $t \doteq 10^{39} \times 7$,故 $K \propto t^n$ (7)。

狄拉克从上述假说得出了一些与现有物理理论(如爱因斯坦引力理论和质量守恒、物质不灭原理等)严重相悖的结论,其中主要有:1. 在采用原子单位后, $G \propto t^{-1}$,即引力常数与时间成反比变化;2. $a_1 \propto t^2$,即宇宙中质子总数与 t^2 成正比增加,这样,宇宙中一定正在、并继续不断地“创生”着物质。狄拉克提出,若把这物质创造过程看作与已知物理过程无关的新的“放射性过程”,并采用两邻点间距 ds 的两种度规,就能既保持爱因斯坦的理论成果、又维持 G 变化的结论^[9]。很可惜,狄拉克的上述结论至今未获天文观测的明确支持^[6]。

狄拉克理论所碰到的困难,使其他学者(如 Garmov、Brans、Dicke、Hoyle、Narlikar、Eddington 等)提出了种种宇宙学模型,它们或者不能解释与大数有关的所有数量关系、或与观测不符,以及碰到了其它理论上难以克服的困难而被放弃。那么,对大数之谜的一个目前可接受的合理解释是什么呢? 寻求这一答案就不能不涉及人择原理。

1961年,迪克在分析了狄拉克 30 年代的有关工作后提出^[10],狄拉克发现的无量纲大数间的关系不是偶然的巧合,说明引力常数与宇宙中重粒子总数有关的(5)式是建基于马赫原理的,该原理认为,粒子的惯性质量决定于它与遥远物质的引力相互作用,这样就使很弱的引力与宇宙中数量巨大的遥远物质相关。若该原理在根本上有效,应在宇宙的全部历史中都成立,为什么目前才观测到(4)、(5)、(6)这样的数量级关系呢? 迪克认为,在没有人存在的遥远过去,

(2)远没有(1)重要,现在才发现它们,这表明人似乎出现在一个享有特惠而不太可能的时刻。他指出,哈勃年龄的值被人类生存所必需的条件强烈地限制住了,“要是某些物理常数有点轻微的不同,我们将完全不在这里”^[4],他正是用一个现在的条件(人类的存在)去说明建基于过去的现象(宇宙的年龄)。他说,宇宙现有年龄至少应有时间成熟到足以创造出比氢重的元素来,因为比氢重的元素“碳是‘制造’物理学家所必需的”,而重元素是在恒星内合成并在超新星爆发时被抛射到宇宙空间的。上述看法被卡特称为“弱人择原理”(简称为“WAP”)。迪克用他提出的 WAP 解释了大数间的数值关系和一些基本常数的变化率^[12]。剑桥大学的卡特提出:温度、化学环境等方面的某些条件是人类存在的先决条件,至少在这范围内观察者的位置是特殊的;我们能预期观察到什么,须受我们作为观察者存在所需条件的限制。因此,我们在宇宙中的位置不一定是中心,但不可避免地有某种程度的优惠。这就是“强人择原理”(简称为 SAP),Michael 甚至把它归纳为:“宇宙之所以存在是因为我们存在”^[4]。卡特根据 SAP 并结合量子力学中的“多世界解释”成功地说明了现在引力的引力大小等事实^[11]。他提出了一条“真实性原理”:将真实世界和其它可能世界区分开来的复合性质是它的“维生性”(life-supportiveness),即只有满足生物学需要的世界才是真实的,它们须有这种特征,即能造成“可称为观测者的任何有机体的存在”。卡特指出,可能存在许多世界,其引力常数有从极弱到极强的所有可能的值。我们的宇宙这一世界的引力常数具有今天观测到的值之原因是:若它稍有不同,要么行星根本不会形成,要么能温暖行星的恒星不能长存到使智能生命进化出来。显然,观测者的存在是与该常数的值紧密地联系在一起的。

如 Gale 所说,我们无法断定:引力常数与此不同的宇宙可否产生出生命,卡特的上述论证带有浓厚的推测色彩。但他对强耦合常数的讨论则是以确实的经验为前提的。强(标量)耦合常数 $f^2 = 15 = 2m_N/m_\pi$ (式中 m_N 、 m_π 分别是中子和 π 介子的质量),上式表明,强相互作用刚好强到足以把核子束缚在核内。若 f 稍弱一点,氢将是唯一的元素; f 稍强点,则可能存在几乎是无限大的核, f 现在的值恰好是唯一能勉强使质子和中子结合成核的值,否则生命所必需的元素就不复存在。

三

人择原理的提出是当代科学和哲学发展的产物,它又反过来促进了科学和哲学的发展。它可以相当好地说明一些基本物理常数间的数值关系,沟通了宇观和微观领域的事物间的联系,有关人择原理的“这些论证朝着赋予人类原理以物理理论地位这个方向迈进了一小步”^[12]。科学中的一些困难的基本问题,如象时空为什么是四维,万物间为什么会有引力等,用人择原理论证起来也很轻而易举。虽然上述基本常数会随着科学的进展而很可能由更深层的理论导出(如宇宙中的光子数和重子数之比已由大统一理论导出),但“由物理理论决定的这些关系式竟然也正好是适合于生命的关系式这一点”^[12],既合乎当代科学发展的整体化潮流,又能启示我们去揭示更深层的自然规律。尤其是,从人择原理等素材概括出的科学的人天观,将“成为人体科学通往马克思主义哲学的桥梁,也会为再进一步发展人体科学起到指导作用”^[7]。科学的发展证实了这个预见。

钱学森认为,从人择原理等素材中概括出的宇观人天观的内容是:“从物质本性上说,人和宇宙,也就是人和太阳系、银河星系,以及整个宇宙都是相关的”^[1]。人择原理的研究揭示了“人天相关”的丰富内容,促进了马克思主义人天观的确立和完善。

恩格斯说：“当我们深思熟虑地考察自然界……的时候，首先呈现在我们眼前的，是一幅由种种联系和相互作用无穷无尽地交织起来的画面”（《反杜林论》）。现代科学的成果证实了恩格斯关于物质世界事物联系的普遍性、系统性的论断。人择原理的研究则进一步指出：“人天相关”这种物质系统联系还带有跨层次性、动态性和预决性等新特点。

人择原理所揭示的“人天相关”的预决性(finality)有二方面的含义。其一是指，人与天的关联，在我们宇宙中所存在的种种联系中占有特殊的地位，它是我们宇宙中许多令人难以置信的联系的中介或枢纽。人择原理使我们在过去以为是风马牛不相干的事物间找到了联系，能解释已经或将发现的自然界中的种种巧合，使恩格斯所说的这“一幅由种种联系和相互作用无穷无尽地交织起来的画面”更清晰具体和丰富多彩。贝塔朗菲指出，“预决性被认为是一种依赖于未来的知觉”^[18]，这种预决性指系统的发展方向取决于实际状态(偶然性)和对未来的预测(必然性)二者的统一。人是宇宙中物质演化长链条中的“最高发展”，是其必然产物；宇宙这个超巨系统的物质运动、变化发展具有方向性，人的出现是宇宙物质演化发展到现阶段的“目的性”^[19](Purposiveness, 而非目的论——Teleology)。因此，我们说，“人天相关”在宇宙内万事万物的联系中处于特殊重要地位，它是其它种种联系的原因或目的。这就是“人天相关”的预决性的另一重含义。

“人天相关”的动态性是指，人和天(我们的宇宙——下同)的关联是发展着的、动态的演化中的关联，而非静止的、不变的、与演化无关的联系。人是宇宙演化到特定阶段的产物，是自然界物质进化过程的必然结果；反过来，人的出现、人的存在的种种物质条件，无一不与宇宙整体及其部分的演化密切相关。随着宇宙演化的进展，宇宙内物质系统的不断分化，物质形态、运动形式的丰富，人与天的关联也具有了更为丰富的内容，也可以说，“人天相关”具有贝塔朗菲所说的“渐进分异”的特点^[19]。

人择原理的研究使我们发现，在宇宙这个超巨系统内，不但在系统内的组成要素(如组成星系的恒星)间、在同一物质层次的系统与周围环境(如星系与星系)间，存在着由引力、电磁力等相互作用所引起的物质、能量、信息的交换而建立的种种联系，而且在空间尺度相差甚大、在时间流逝中相隔甚久、层次十分不同的物质系统间，也存在着联系、存在着相互作用。这就是“人天相关”的跨层次性的含义，显然，跨层次性与相对论所揭示的时间和空间有着不可分割的联系这一点不无关系。

人择原理也深刻地揭示了人天相关的认识论意义，它说明了“我们的宇宙”是与作为观测者的人的存在密切相关的，它还表明：作为认识主体而存在的人及人类意识，是天长期演化、发展到一定阶段的产物，不是“人择天”，而是天择人！

天择人有二重含义。一是指智能生命并不是在宇宙系综中处处存在，能成为认识主体、作为观测者存在的人，同自然界的一些基本常数有着密切的关系，只有在这些常数有恰到好处的数值的宇宙——总星系中，才能产生出作为观测者的人来。第二，人在我们的宇宙中出现也不是随意的，即使宇宙存在，也不一定有人类，只有当宇宙演化到一定时间、地点，使上述基本常数达到巧合的关系时，人作为天这个物理世界基本结构的和谐之表现，才应运而生。

在认识论意义上，天——我们的宇宙是属于同主体相对立的客体范畴，与物质、物质世界并不完全等同，如果说物质、物质世界具有不以任何主体的思维、意识等活动为转移而独立存在的意义的话，那么，认识论意义上的客体恰恰与主体的思维、意识等活动不可分地关联在一起，而这种关联正是以它们的客观实在性为前提。认识论客体，是指那些确定地和现实地被纳

入主体对象性活动结构、为主体对象性活动所指向的客观事物。安姆巴楚米扬认为,科学对象的“宇宙”,不是某种绝对普遍、最终意义的存在;今天科技的进步,使人类的对象性活动范围极大地扩大,以至于提出了“宇宙的‘人性化’,把宇宙列入不仅是认识的,而且是实践的,其中也包括生产的、人的活动范围内”这样的问题^[7]。宇宙成为客体,必须同主体——人处于在实践关系、认识关系和价值关系中,同样要主体来规定自己,否则人类也不能认识宇宙。宇宙和人作为统一的认识活动的两极,相互间存在着交互作用和信息传递。人必须通过种种实践活动,来获取对宇宙的认识。宇宙是一种特殊的认识客体,它有着巨大的时空尺度,并且是唯一的研究对象,因此,人对宇宙的认识主要依靠观测。我们观测到的现象总渗透着主体的行为,“是理论决定我们能够观察到的东西”^[14]。人择原理说明:我们的宇宙在成为认识客体时(通过基本物理常数数值关系上的巧合)所表现出的特性,同人作为观测者的存在密切相关。尽管是这些特性导致了人的存在,可恰恰又是人的存在才认识了这些特性,使这些特性成为认识对象。这表明,认识客体——天受到了主体——人的制约,天是我们求得旨在认识它而采取的一系列活动所观察到的宇宙。惠勒说得好:“今天我们已经知道,认为宇宙是‘孤立地存在着’这一观念是错误的”,“宇宙本是一个观测者参与着的宇宙”^[15]。

参 考 文 献

- [1] 钱学森,《自然杂志》,(7),403(1981);《哲学研究》,(3),(1982);《大自然探索》,(4),15(1983)。
- [2] H·邦迪,宇宙学原理,载《西方宇宙理论评述》,科学出版社1978年版第174~178页。孙显元,《现代宇宙学的哲学问题》,人民出版社1984年版,第90~95页。
- [3] 卞毓麟,《百科知识》,(10),76(1985)。
- [4] Michael, D. Lemonick,《世界科学》,(9),52(1987)。
- [5] 陈道汉,《自然杂志》,(9),578(1979)。
- [6] Van Flinders,《自然杂志》,(5),350(1986)。
- [7] [苏]Я·Б·泽尔道维奇等,《二十世纪天文学哲学问题》,莫斯科1976年版。
- [8] 《天文学和哲学》,中国社科出版社,1984年版,第190页,263页。
- [9] P. A. M. Dirca Nature, 139(1937)323; (139), 323(1937); Proc. Roy. Lord, A, (165), 198(1938)。
- [10] R. H. Dicke Nature, (192), 440(1961)。
- [11] Gale,人择原理,《科学》,4(1982)68。
- [12] B·J·卡尔, M·J·里斯,《科学与哲学》,(6),100(1980)。
- [13] L. von Bertalanffy, General System Theory, 1968, P. 76, P. 68。
- [14] 《爱因斯坦文集》(第一卷),211页。
- [15] 《物理学与质朴性》,安徽科技出版社,1982年版,第6、16页。

THE ANTHROPIC PRINCIPLE AND ITS PHILOSOPHICAL CONTENT

Hu Lianggui

(Sichuan University)

Abstract

This paper holds that the anthropic principle in cosmology is one of the results of researches on natural science and philosophy. The scientific and philosophical content of anthropic principle of Robert H. Dicke and Brander Carter is also analyzed. It is hoped that making researches on anthropic principle bring about a advance in Marxist philosophy and natural science.

[作者简介] 胡良贵,45岁,四川大学副教授、研究生马列主义理论课教研室副主任,四川省高校研究生马列理论课教研会秘书长,四川省人体科学学会人天观专业委员会负责人,中国人体科学学会人天观专业委员会委员。

责任编辑 孙 特