

张载“气本论”思想与量子场论的比较研究

宁嘉瑞

宝鸡文理学院政法学院, 陕西 宝鸡

收稿日期: 2023年8月12日; 录用日期: 2023年9月3日; 发布日期: 2023年9月13日

摘要

张载的“元气本体论”思想弥补了儒学在本体论和认识论方面的不足, 在世界本原问题上突破了传统的抽象认识, 提出了“气本论”这一具有唯物主义性质的观点。同时他提出“太虚即气”的宇宙观, 论述了“太虚”“太和”“太极”三者之间的关系, 建立了唯物主义辩证认识体系。而从现代物理学视角看, 张载的“气本论”思想与量子场论在逻辑上有诸多联系, 而概念框架又有所差异。本文旨在通过对比二者的核心理论, 来论证张载“元气本体论”的先导性, 以及其对量子场论的启示意义。

关键词

张载, 气本论, 量子场论, 统一场论

A Comparative Study of Zhang Zai's Thought of "Ontology of Qi" and Quantum Field Theory

Jiarui Ning

School of Political Science and Law, Baoji University of Arts and Sciences, Baoji Shaanxi

Received: Aug. 12th, 2023; accepted: Sep. 3rd, 2023; published: Sep. 13th, 2023

Abstract

Zhang Zai's thought of "Promordial Qi Ontology" makes up for the deficiency of Confucianism in ontology and epistemology, breaks through the traditional abstract understanding on the origin of the world, and puts forward the materialistic viewpoint of "Ontology of Qi". At the same time, he put forward the cosmology of "Taixu is Qi", discussed the relationship among "Taixu", "Taihe" and "Taiji", and established a materialist dialectical understanding system. From the perspective of modern physics, there are many logical connections between Zhang Zai's "Ontology of Qi" and

Quantum Field Theory, but the conceptual framework is different. The purpose of this paper is to demonstrate the pioneering nature of Zhang Zai's "Promordial Qi Ontology" and its enlightenment significance to Quantum Field Theory by comparing the core theories of the two.

Keywords

Zhang Zai, Ontology of Qi, Quantum Field Theory, Unified Field Theory

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

“气”是中国哲学史上最重要和被广泛运用的概念之一，渗透于中国哲学的方方面面。北宋时期，张载以“气”作为宇宙的基础来解释万物的生灭变化，建立了以“气”为本体的古代朴素唯物主义宇宙观。他提出“太虚即气”说，认为虚空之中也有“气”的存在。陈来教授认为，这与现代物理学的场论学说有异曲同工之妙，“从科学思想史的角度看，张载的虚空即气的学说在一定程度上猜测了‘场’的存在。”([1], p. 47)“场论”是现代物理学的一种理论框架，用于描述粒子与力之间的相互作用。相对于经典物理学中以粒子为中心的观点，场论将粒子视为场的激发态。在场论中，基本物理量不再是粒子的轨迹，而是场在时空中的分布和变化。在现代物理学看来，“场”是粒子的凝聚，每一种基本粒子本质上都是自己的量子场，由于粒子之间的相互作用，构成了范围内“场”的存在。因此我们可以把“气”看作是一种粒子，量子场是粒子的凝聚，“太虚”则是“气”的聚集，以此来探究两种理论之间的相关性。

2. 张载的“气本论”

2.1. 太虚即气

宋明理学是对传统儒学的继承与发展，就修养功夫上仍旧秉持着儒学中的道德修养原则，但在本体论和认识论上探讨的广度和深度都超越了前代。以张载为代表包括后代王夫之在内的理学家们，建立了以“气”为宇宙本原的一元本体论学说。他认为万物的产生与灭亡都是由于“气”的聚散所导致的。气聚物成，气散物消，气是运动变化的，是客观存在的，它不以人的主观意志为转移。《正蒙·太和篇》中说“太虚无形，气之本体，其聚其散，变化之客形尔；至静无感，性之渊源，有识有知，物交之客感尔。”([2], p. 7)张载认为，“气”既然是有形体的客观存在，就势必充斥于这个空间之中，无论是无形的凝聚还是无形的发散，都是“气”的不同存在状态，所谓“太虚”就是“气”在发散时这种状态的称谓。因此，张载提出“太虚即气”，“太虚”就是“气”的本然状态，二者在本质上是没有任何差别的。但“太虚”也并非虚空，虚空是“无”，没有任何物质在其中；但“太虚”是“有”，在空间之中有“气”的存在。“若谓虚能生气，则虚无穷，气有限，体用殊绝，入老氏‘有生于无’自然之论，不识所谓有无混一之常。”([2], p. 8)张载认为如果“气”是从虚空之中生化出来的，虚空是无穷的而“气”是有限的，这样符合了老子所说的“有生于无”的自然演化论，却没有把有限和无限结合起来探讨其中的内在规律，因此他批判老子的“有生于无”之说是“体用殊绝”，脱离了具体事物“气”而去寻求绝对本体。

而张载以“气”作为本体去探讨宇宙生成和演化的规律，就使“太虚”与“气”形成相互转化的关

系，他说“气之聚散于太虚，犹冰凝释于水，知太虚即气，则无无。”([2], p. 8)认为二者之间可以类比为冰与水之间的关系，只是物质形态的转化，在本质上没有什么区别。张载还构建了一个循环系统，认为“太虚不能无气，气不能不聚而为万物，万物不能不散而为太虚。”([2], p. 7)“太虚”这种状态的存在必然是以气这种物质的存在为基础的，气必须聚合而形成万物，万物会死亡消散而回归太虚，这就把“太虚”“万物”“气”三者形成了有机统一，构建了以“气本论”为基础的宇宙生成说。依此，我们可以把“气”类比为原子，原子是构成一般物质的最小粒子，物质的产生与毁灭对应着原子的组成和分解，这就与张载的思想有相似性，不同的是，由于原子核中存在质子，质子存在衰变的可能，导致原子并不具有永恒性，与之相比“气”只有状态的改变，本质则是不生不灭的永恒客观存在。

2.2. 太和、太虚与太极

张载在少年时曾拜谒范仲淹，受到范仲淹的指点研读《中庸》，后“又访诸释老之书，累年尽其说，知无所得，反而求之六经”([2], p. 381)可见，张载除了有深厚的儒学背景外，对佛道之说也有相当的研究，这对他后来撰写《横渠易说》提供了丰厚的理论基础，同时也使他结合三家之所长，在自己的哲学体系中提出“太和”、“太虚”、“太极”诸概念。

这三个概念之间彼此相联系，而各自含义不同。张载在《正蒙·太和篇》中写道：“太和所谓道，中涵浮沉、升降、动静、相感之性，是生絪縕、相荡、胜负、屈伸之始。”([2], p. 7)他认为“太和”就是“道”，而“道”在道家学说中就是宇宙的本体，万物的核心。康中乾教授认为，不可以简单地以“气”本论来标示张载的理学思想，而可以用“太和”来标示([3], p. 625)。张载所讲的“太和”一方面是以“絪縕”、“相荡”、“胜负”、“屈伸”为对象而讨论的气的运动变化规律的统称；另一方面则是讲天、道、性、心的统一，“由太虚，有天之名；由气化，有道之名；合虚与气，有性之名；合性与知觉，有心之名”([2], p. 9)。所谓“太和”是宇宙间最高层次的一种和，“这实际上就是天道与人道的和，亦即天地运行的必然性与人世伦常的应然性的和，这就是‘天人合一’之谓。”([3], p. 626)至于“太极”，张载认为“一物而两体，其太极之谓与？”([2], p. 48)而“一物两体，气也。”([2], p. 10)也就是说，“气”可以分为阴阳两个方面，而“气”具有阴阳二分的这种性质就可以称之为“太极”。

因此，我们可以进行一个简单的归结：“太和”是最高存在，即“道”；“太极”是“气”的性质，分为阴阳；而“气”聚之则成为万物，散之则成为无形的“太虚”。张载以此构建了一个完整的宇宙演化系统，而这与现代物理学中的“量子场论”在理论上有着高度的相似。

3. “量子场论”的建立与发展

3.1. 场和以太

量子场论的发展经历了一个漫长的演变过程。最早可以追溯到1837年法拉第引入的电场和磁场的概念，而麦克斯韦在1865年发表的论文《电磁场的动力学理论》中指出：“由于电磁场必定与带电体或磁性物体周围的空间有关，因此我提出的理论可以称之为电磁场理论。”([4], p. 71)但当时由于认知水平的不足，无法解释物体之间的电力或磁力以何种方式在场中传递，因此就借用了古希腊哲学家亚里士多德设想的“以太”的概念，认为“场的传递性质可以用中介以太的术语来表征，设想以太是填满的或是由离散粒子构成的”([4], p. 71-72)。以太是场中电磁波的传播媒介，相邻的以太粒子之间具有力的传递性。“以太说”是一种哲学性质的物理学假说，它使电磁理论和牛顿力学在理论上取得了一致性，但迈克尔逊-莫雷实验证明光速是一个恒定常数，在真空中并不受其他物质的影响，这与“以太”的性质相悖。因此，爱因斯坦在1905年发表的论文《论动体的电动力学》中大胆放弃“以太说”，并建立狭义相对论，

对量子场论的建立做出了奠基性的工作。

3.2. “量子场论”的提出

“量子场论”是场论与量子力学相结合的理论，用于描述微观粒子的行为。它采用了量子力学的原理和形式，使得场的激发态可以量子化。在量子场论中，场被看作是携带能量和动量的量子实体，它们与粒子的产生和湮灭过程相关联。量子场论的两大理论支撑分别是量子力学和爱因斯坦的狭义相对论。当牛顿的经典力学体系完成对宏观世界的描述后，物理学界将视野转向了微观粒子的研究，量子力学正是对物质世界基本粒子运动方式、结构和性质的研究。物理学家通过对物质的分解，逐渐产生了原子、电子、质子、中子、夸克等基本粒子的概念。而粒子的不确定原理使其不能以经典物理学理论去测量和描述，就需要一种新的理论去描述量子世界，量子场论的出现为描述复杂的多粒子系统，特别是那些涉及到粒子产生和湮灭过程的系统，提供了一个完整而可靠的理论框架。

至 20 世纪 60 年代，在对基本粒子的研究中人们也逐渐发现了粒子之间的四种基本作用力即：引力、电磁力、强相互作用力、弱相互作用力。在狭义相对论中，以光速恒定作为基本条件，描述能量、质量、时间、空间和运动之间的相互关系，物体的质量就是构成这个物质的基本粒子在场中相互作用所产生的能量。因此，我们可以对“场”作一个定义即：具有一定性质的物体对于与之不直接接触的具有类似性质的物体所施加作用力的区域范围。这个定义在宏观和微观层面上都具有相同的效力，并且由于一个物体可能具有不同的属性或同时对多个类似物体产生作用力，故而“场”可以叠加。但狭义相对论并不能解释引力的瞬时效应，因此爱因斯坦又提出广义相对论，指出任何处于自由落体状态的物体，都可以看作是处于惯性系中匀速直线运动的物体，这样就将“处于加速状态的参考坐标系和处于均匀分布的引力场中的参考坐标系等价”([5], p. 100)，解释了引力的来源和作用机制。

量子力学理论的目的在于从微观层面上通过粒子在量子场中的相互作用解释作用力产生的原因，而相对论则是在时空上把整个宇宙纳入引力场中。但如何寻找到一种更完整的理论可以将相对论与量子力学这两套分立的体系整合起来，就需要构建一种场论使得这四种力在一种标准的理论模型中统一起来，也就是爱因斯坦所毕生追求建立的“统一场论”(unified field theory)。目前，电磁力、强力和弱力通过量子色动力学(QCD)、量子电动力学(QED)、希格斯机制等规范对称性刻画，形成了相对论量子场论描述的粒子物理标准模型，但它缺乏了对于引力的描述。吴岳良教授在 2016 年基于量子场论和规范性理论提出引力量子场论，并且通过“在引力量子场论的理论框架下将已知的基本粒子统一成为单一的基本粒子，把 4 种基本相互作用统一起来由单一的规范对称性来支配”[6]来建立高维度超统一场论(hyperunified field theory)。

4. “气本论”与“量子场论”之间的联系

尽管现代物理学已给予“场论”科学的理论架构，但就“统一场论”而言，却仍然未建立一种确切的学说体系。而抛开深厚的数学概念和繁杂的物理公式，就从科学思想史的角度看，张载基于对自然界的理解和自然统一规律的认识总结得出的“气本论”学说，对于“统一场论”仍然有重要的借鉴意义。我们通过以下两方面的对比来探讨二者之间的关系：

第一，“气”与粒子的对比。我们可以把“气”看作是一种粒子，粒子是万物构成的基本单位，是最基础的组成部分，物质的产生与消亡本质上是粒子的分解和重组；而“气”也是构成万物最原始的本体，是普遍存在的，万物的生灭变化都只是“气”的不同形态的转换。我们可以把“气”等同于粒子，但实际而言，“气”的物质属性更高级。因为“气”是物质和能量的表现形式，它能以“气”这种单一

方式存在。但粒子是聚合体，具有可分割性，从最宏观的物体往下可以不断分割为分子、原子、电子等等，并且通过电子显微镜可见。而在“气本论”中，物质与“气”之间则是直接的转化，“气”聚而为物，散而为“太虚”都是直接的一一对应关系，“气”就是本体，不具有分割性，只有凝聚成物质时才有外形显现，否则无法观测到。此外，粒子本身不带有能量，粒子的能量来源于其在“场”内的运动；而“气”自身具有能量，且正是在这种能量的内推作用下进行宇宙的演化。因此，“气”与粒子虽然都是物质的组成单位，但二者在性质上是截然不同的，“气”的概念更加抽象和宽泛。

第二，“太虚”与“场”的对比。基本粒子是物质的最小组成部分，它们以自由状态存在，并通过彼此之间的相互作用激发了量子态，进而构成了量子场。“场”既是粒子自身的激发，中间同样充斥着粒子。而张载认为“太虚即气”，“气”在“太虚”之中流动。杨建飞教授认为：“‘气’从一定意义上讲，就近似于现代物理学的‘场’这个概念。”^[7]但笔者认为实际上“太虚”更类似于“场”的概念。因为“气”是个体性概念，具有凝聚和分散两种状态，而“场”是一个范围性概念，“太虚”恰好是“气”在分散时的状态。在场论中，“场”随着时间和空间的变化而变化，粒子的产生和湮灭也影响“场”的变化。把“太虚”类比为“场”，中间充满着“气”，或者说“太虚”这个场就是由“气”所构成的，是“气”自身状态的一种激发形式，这与现代物理学对于“场”的定义更加契合。值得注意的是，量子场一定是粒子对其他粒子形成作用力后产生的，且需要用空间位置函数来表示，空间中的每一个点都存在它的大小和方向。而“太虚”和“气”之间则是转化和包含的关系，不需要有其他的特定条件，也就不存在标量和矢量。

总之，“气本论”与“量子场论”都以宇宙的整体性和统一性为研究对象，通过提出构想的模型来揭示宇宙的基本规律和结构。但“量子场论”是以实验和观测为基础的现代物理学理论，通过数学形式化建立了粒子和场之间的关系，旨在提供一种精确而统一的理论框架，来解释和预测微观粒子的行为和相互作用，其目的是深入研究自然界的基本力量和物质结构。而张载的“气本说”是古代中国哲学的一部分，受到了儒家、道家等不同思想流派的影响，有其独特的理论框架和理念，它不依赖具体的数学表达方式，更多地是通过哲学思考和直观感悟来探索宇宙的本质和运行规律以及人与宇宙的关系。它们在一些思想和观点上存在共通之处，但在概念和理论框架上还存在差异。

5. 总结

综合来看，张载的“元气本体论”思想与现代物理学的“量子场论”在科学思想史的角度具有一致性和启发性。

首先，二者的概念中都存在着变化和运动的思想。量子力学以基本粒子为基础，将研究对象由宏观物质转向微观粒子，并针对粒子之间能量的转化提出“量子场论”；而张载以“气”的聚散为根据形成宇宙生成演化系统，这样“就在‘气’的基础上建立起了他自己独特的物质统一论”^[7]。

其次，在现代“场论”还没有实现大统一的前提下，张载已从哲学角度高度概括出了最终的统一模型“太和”。“太和”之中包含同态统一(状态统一，即“太虚”和万物，二者均是“气”的不同状态)、异态统一(性质统一，即“气”阴阳二分的统一)、综合统一(状态与性质的统一，即天道与心性、万物与阴阳的统一)。这些概念无论是对于实现电磁力、强力、弱力之间的微观统一还是对于实现引力和其他三种力之间的宏观和微观的统一都具有重要的启示意义。

最后，张载认为作为万物本原的“气”不生不灭长存于天地间。自然界气聚物成，气散物消，都只是“气”的形态的转化，其本身是不存在产生和灭亡的。而对于量子力学来说，物质的产生与灭亡是原子的分解与重组，这是一个熵增的过程。但是作为组成单位的基本粒子会不会衰变？尽管迄今为止尚未发现任何关于电子和中微子衰变的证据，但“气本论”仍可为探讨粒子是否永恒提供一个思考的视角。

综上所述，“气本论”与“量子场论”之间的联系，一方面说明张载虽然是理学家却具有的先进的自然科学思想和朴素唯物辩证法思想体系；另一方面也体现了哲学高度的概括性和时代先导性。

参考文献

- [1] 陈来. 宋明理学(第二版) [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2004.
- [2] [宋]张载. 张载集[M]. 北京: 中华书局, 1978.
- [3] 康中乾. 中国古代哲学的本体论[M]. 北京: 人民出版社, 2016.
- [4] [英]彼德·迈克尔·哈曼. 19世纪物理学概念的发展——能量、力和物质[M]. 龚少明, 译. 上海: 复旦大学出版社, 2000.
- [5] 陈家乾. 图说相对论[M]. 北京: 中国华侨出版社, 2020.
- [6] 吴岳良. 量子宇宙物理前沿——21世纪基础科学革命的突破口[J]. 科学通报, 2018, 63(24): 2411-2412.
- [7] 杨建飞. 张载哲学思想与现代自然科学[J]. 西安电子科技大学学报(社会科学版), 1999(3): 6-9.