

自然哲学基础分析

——“相对论”的哲学和数学反思

An Essential Analysis of Natural Philosophy

— The philosophical and mathematical reconsideration of relativity

杨本洛 著

上海交通大学出版社

自然哲学基础分析

——“相对论”的哲学和数学反思

An Essential Analysis of Natural Philosophy

—— The philosophical and mathematical reconsideration of relativity

杨本洛 著

上海交通大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

自然哲学基础分析：“相对论”的哲学和数学反思/杨本洛著. —上海：上海交通大学出版社，2001

ISBN 7-313-02254-9

I. 自… II. 杨… III. 相对论—研究 IV. B412.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 29194 号

自然哲学基础分析

——“相对论”的哲学和数学反思

杨本洛 著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

常熟市印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本 850mm×1168mm 1/32 印张:18 25 字数:466 千字

2001 年 3 月第 1 版 2001 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—1050

ISBN 7-313-02254-9/B·020 定价:40.00 元

版权所有 侵权必究

出版说明

20 世纪之初, Einstein 创建了相对论。这无疑是 20 世纪科学世界的一次最重大事件, 为整个现代物理学的建立, 以及现代物质文明和科学文明的实现作出了巨大贡献。但与此同时, 从相对论诞生至今的近一个世纪, 对于这个理论体系的争论也从来没有停止过。

杨本洛教授遵循自然科学的物质第一性基本原则及科学陈述的逻辑自洽化基本原则, 注重理论研究的整体分析和历史分析, 对相对论, 以及对自 Newton 力学开始的自然科学, 从哲学和数学两个方面进行了涉猎较为广泛的研究, 提出了一系列属于他个人的原创性观点。这些观点是否恰当、完整, 乃至是否正确, 都需要人们在科学批判的再批判中得以检讨。

本书是以相对论及相关问题为论述对象的专著。作者指出, 相对论存在着形而上学和大量逻辑不自洽问题。作者强调, 物理世界的不同特征, 根本地源于物质存在自身的不同特征; 为两种形式的物质实在, 即有形实体和场构造了不同的形式表述, 从而为“以太”的零漂移实验结果提供了物理解释; 还针对包括“惯性系”、“Galileo 相对性原理”等涉及自然科学基元概念中的认识悖论, 以及对于对称性原理的恰当理解、大数粒子集合运动的有效性普遍法则等基本问题独立地提出了一系列属于作者的观点。

人类的认识史, 就是一部在认识不足和错误中深化着认识的历史。期望为了繁荣我国基础科学研究, 促进不同学术观点争论的正常展开, 以及为中华学者自立于世界科学之林作出贡献, 本社能尽一点菲薄之力。

前 言

本书原定名为《是时空观还是物质观的一次重大革命？——关于相对论的哲学和数学反思》，出版社以为原书名过于具体，更像论文名称，遂改用现名。

哲学与物理学之间存在渊源深厚的联系。美国物理百科全书指出，物理学以前称为自然哲学。只是随着时间的推移，物理学包含了更多的特殊学科，形成物理学的专门学科领域。然而，以理解和解释自然现象作为物理学的根本目的，这个基本现状没有改变。因此，尽管本书讨论的内容，涉及如何描述物质运动这样一些最基层认识的逻辑自洽化问题，实际上是关于整个物理学哲学基础的探讨。但是，从现代物理学所涵盖的庞大学科领域考虑，本书讨论的范围仍然十分有限，同时为了强调对于问题的认识溯源，故而以自然哲学基础为研究对象较为合适。

对于大自然“统一、协调与和谐”所抱有的真诚信仰，是 Einstein 科学哲学思想中的一个重要组成部分。如何看待自然科学中的“统一与和谐”，始终是自然哲学中的一个基本问题。针对通常被人们视为理论物理基础的对称性问题，以及大自然中物质运动的有效性原则，本书进行了一般性讨论。

本书指出，对称性在整个自然科学体系中尽管是一种普遍存在。但是，对称性作为一个概念，甚至被认为是通过人为设置变换中所表现的“不变性”映像，本质上仍然隶属于意识形态领域。对于一个处于被观察着的，自为而自存，丰富多彩的物质世界而言，并无普遍意义的对称性可言。所谓的对称性，仅仅是对于某些确定范围，或者确定层次的同一化物质对象独立于人们主观认识的一种必然。脱离具体的物质对象，将对称性视为大自然存在的一种本原规律并不恰当。至于人们对于大自然所期待的统一与和

谐,同样不能视为属于大自然自身的一种普遍存在。从不同的视角考虑,一个千变万化的大自然并无同一化的规律,当然也并不统一与和谐可言。但是,自然科学作为对大自然的一种理性的陈述,必须严格满足逻辑自洽化的要求。因此,人们自然地能够从一切真正的科学陈述中深切感受到一种统一与和谐的美。正因为如此,任何逻辑不自洽的陈述,都不可能是一种具有科学意义的陈述,当然,也没有统一与和谐之美可言。

然而,在把统一与和谐仅仅视为科学陈述逻辑自洽化的必然要求的同时,人们倒的确可以存在一种普遍的期待,相信大自然总是以一种最有效的法则实现着属于大自然自身的运动。这种有效化法则,通常可以被视为普遍存在于大自然之中——一种最可几的基本原则。本书附录中所列入的“流体力学变分原理”,可视为大自然普遍存在的最有效化法则的一次成功应用。这不仅是首次为流体力学构造了一个一般性的变分原理,而且,该变分原理的提出,对于困扰了人类一个多世纪“湍流流场”的合理解决,提供了有效的途径。

在出版《理论流体力学的逻辑自洽化分析——源于“湍流”的哲学和数学思考》一书时,笔者曾经指出,此书本身就是一篇大论文。现在看来,以专著形式发表科学研究成果同样具有某种真实的存在基础,恐怕将成为基础科学发展的一定阶段中的某种必然。不同学科的基础问题之所以长时间没有解决,究其本质来看,往往都包含了几乎同样深刻的哲学原因。而这种共同存在、更为本质的原因,就是对于自然科学物质第一性基本原则和逻辑自洽化基本原则的背离。许多属于不同学科看似无关的问题,实际上彼此关联在一起,人们需要一个较大的篇幅,不仅从学科自身,而且还要着眼于科学体系的整体,考察几个世纪以来人们曾经思考和认识着的真实历史进程,进行正本清源式的系统分析。

这些年来,在本人出版的几本著述中,都使用了“哲学和数学”的分析或反思这样的用语。我想,这种说法的确反映了笔者对待

基础理论研究的一种基本态度。强调哲学思考,无非在于首先强调一种科学信仰或一种思维基础。这些年,在面对科学世界一系列重大难题的思考中,正是对辩证唯物主义和历史唯物主义的一种信念,能够使笔者将这些研究坚持下来,并深受其益。而提出数学思考,则在于强调,在科学研究中不仅仅需要使用形式语言进行具有科学意义的陈述,而且还需要格外重视形式语言的批判功能。只有有效地应用形式语言,才可能使对于认识的重新认识真正得以严谨化。

不能不指出,当今科学世界,在基础理论研究方面普遍存在一种无穷演绎,甚至将探索未知的希望简单地寄托于计算机的错误倾向。面对着复杂的物质世界,人们往往不认真考虑任何理论体系所必然具备的有限论域和逻辑前提,无视一个理论体系所对应的确定物质对象的确定抽象内涵,忽视科学陈述所必须遵循的普遍性原则和整体意义上的逻辑自洽化,而针对某个局部域,依靠个例的实证,进行单纯性的无穷演绎。并将个别结果无穷扩展和延拓,将科学神秘化。应该说,这种倾向是极其危险的,需要引起整个科学世界的足够警惕。鉴于这样一种思考,本书明确提出一切科学研究必须严格遵循自然科学的两个最基本原则——物质第一性基本原则和逻辑自洽化基本原则;同时强调一切科学研究必须切实重视科学研究的两个最基本观点——科学研究中的大局观和历史观。

当人们认识到需要重新认识“相对论”,或者对整个现代科学体系需要进行理性化重整的时候,同样特别需要密切注意科学世界中深刻存在着的这样一种危险化倾向,防止步入无穷演绎的歧途。

自然科学是对物质世界的理性认识,它根本地依赖于对实验事实的掌握。而在这些相关经验事实的掌握上,笔者深感知识的欠缺和贫乏。当然,从科学发展的历史观考虑,科学发展本身仍然本质地决定于新的实验手段和新的实验事实出现,乃至对对一些实验进行重新实验。Einstein 曾经极为深切地指出,大自然是一

本读不完的书。Einstein 的话语,不仅对于物质世界的无穷以及认识世界的无穷,是一种极为深刻和准确的刻画,同时,对每一个从事科学研究的个体也永远是一种勉励和鞭策。

本书涉及物理学哲学基础的探讨,许多思考都是第一次的,这些思考中必然会存在某些不当乃至错误之处。而且,思考的范围远远不够充分。因此,笔者心存一种真诚期待,随着相关知识的补充,以及对于一些认识的再次认识,能够在不太久远的将来,针对彼此本质关联着的更大范围的自然哲学基础问题,与人们一道进行再探、三探。同时,笔者也充满着另外一种格外真诚的期待,期待许许多多的人能够进入自然科学基础探讨之中,期待人们的批判和指正,期待在我们这片曾经出现过灿烂文明的古老土地上,一种真正学术意义上的交流和探讨能够得以正常展开。

最后借此机会,对工作在我国航天研究领域的庄逢甘院士、姜贵庆教授,以及对笔者任教的上海交通大学党委书记王宗光教授、校长谢绳武教授等有关领导及许多前辈、朋友这些年来所给予的真诚支持和帮助表示由衷感谢。

杨本洛

1999 年春

(夏略作修改)

于上海交通大学

目 录

0 引言	1
1 “相对论”中的逻辑不自洽	11
1.1 “相对论”中的操作性定义和理论体系的不 唯一性	11
1.2 “相对论”时空变换所构造的逻辑循环结构	14
1.3 “Einstein 时间膨胀”和“Lorentz 长度收缩” 所构造的逻辑悖论	18
1.4 孪生子佯谬	25
1.5 “相对论”试验检验中的循环逻辑结构	27
2 光速不变原理的物质基础	32
2.1 “场”的物质实在性和几何无形性的辩证统一	32
2.2 光速不变原理的物理解释和恰当表述	41
3 物质运动客观性和科学陈述的物质基础	47
3.1 物质运动的客观性	48
3.1.1 物质运动的独立性	48
3.1.2 坐标系选取的人为随意性和物质运动客 观性的辩证统一	51
3.2 运动的相对性原理	55
3.2.1 运动相对性原理的论述对象	55
3.2.2 经典论述中的坐标系	57
3.3 物理空间	62

3.3.1	物理空间的提出	63
3.3.2	物理空间、坐标系以及绝对运动的相对意义	67
3.3.3	科学陈述的物质基础	70
4	Newton 经典力学体系的重新诠释	75
4.1	对“惯性定理”的重新认识	76
4.1.1	惯性定律的实验基础和 Newton 的实验哲学	77
4.1.2	“惯性定律”构造了循环逻辑	79
4.2	“力”和 Newton 第二定律的逻辑内涵	83
4.2.1	Newton 经典力学体系形式逻辑的一般分析	83
4.2.2	“力”的形式定义	88
4.2.3	Newton 第二定律的普适意义及相应诠释	90
4.2.4	Newton 第二定律的确定论域	93
4.3	牵连力——经典力学体系中的“表观力”	98
4.3.1	表观力的提出	98
4.3.2	通常的几种表观力	104
4.4	“惯性力”经典陈述中的逻辑不自洽分析	108
4.4.1	惯性力经典陈述中论体不同一问题	109
4.4.2	表观力的物理真实性	111
4.5	“力”的经验表述	116
4.5.1	引力	118
4.5.2	弹性力	120
4.5.3	摩擦力	120
4.6	力的叠加原理和物质集合可加性的辩证统一	121
4.6.1	力的叠加性原理	121
4.6.2	物质集合可加性原理和为物质对象所	

决定的抽象几何空间	122
4.7 “绝对空间”和“力”有限真实性的辩证统一	123
4.7.1 关于“绝对运动”的历史争论	124
4.7.2 绝对空间的相对意义和确定物质属性	127
4.7.3 “力”的有限真实性和“绝对运动”的辩证 统一	130
4.7.4 物质运动分析中同一化背景的有限 合理性	135
4.7.5 关于若干经验事实的重新思考	137
4.7.6 关于“地球影响域”的若干思考和猜测	141
4.7.7 关于绝对空间的简单哲学思考	142
4.8 动量与惯性	147
4.8.1 动量	147
4.8.2 惯性	149
4.9 Newton 第三定律的普适意义和逻辑前提	150
4.9.1 作用力和反作用力互等原理的演绎表述	150
4.9.2 作用力和反作用力互等原理的普适意义	151
4.9.3 作用和反作用互等原理不是一个普适的 物理学陈述	152
5 相对性原理分析	155
5.1 “Galileo 原理”的重新诠释	156
5.1.1 Galileo 原理的经典表述	156
5.1.2 Galileo 原理是一个不真的科学陈述	158
5.1.3 Galileo 原理中的逻辑不自洽	160
5.1.4 Galileo 原理的形式特征	162
5.2 力学相对性原理的重新诠释	164
5.2.1 相对性原理与平权性要求的非等价性	165
5.2.2 绝对运动与自然界特殊运动状况的非等	

	价性	168
	5.2.3 局部域中物理学测量的有限意义	173
6	波动方程	177
	6.1 波动方程的“经典相对性悖论”和 Lorentz 变换的最初提出	177
	6.1.1 电磁学波动方程	177
	6.1.2 Lorentz 变换的提出	178
	6.2 “狭义相对论”中的 Lorentz 变换	180
	6.2.1 Einstein 基本假设	180
	6.2.2 对“以太”的否定	182
	6.3 Lorentz 变换构造了一个空群	183
	6.3.1 Lorentz 变换群为空群的物理必然性	184
	6.3.2 Lorentz 变换不是恰当的数学变换	185
	6.4 “Maxwell 方程经典相对性悖论”的不真实性	188
	6.4.1 “Maxwell 方程的相对性悖论”并不仅仅属于电磁场	189
	6.4.2 波动方程的相对性独立特征	190
	6.5 经典电磁场理论的几点反思	194
	6.5.1 电磁场的导出	195
	6.5.2 Maxwell 方程的建立	198
	6.5.3 关于 Michelson - Morley 实验结果的重新思考	204
	6.6 关于相对性原理的补充陈述	207
7	守恒定律和对称性法则的有限真实性	210
	7.1 物理学陈述的形式特征	212
	7.1.1 对于物理学陈述的两种对立认识	212
	7.1.2 自然科学的有限真理性和物理学陈述的有限论域	214

7.1.3	形式表述平权性要求和客观性准则的 逻辑同一性	215
7.2	质点动力学三大定理	220
7.2.1	经典力学的三大定理	220
7.2.2	对于质点三大动力学定理的分析	222
7.3	物质模型的真实化过程与理论体系的结构重建	224
7.4	质点系	227
7.4.1	质点系质心形式的动力学方程	227
7.4.2	质点系质心形式动力学方程中的逻辑不 自洽	230
7.4.3	能量可加性及其实验基础	233
7.4.4	粒子系统动量方程和动量矩方程的同 一性分析	235
7.5	刚体	237
7.5.1	刚体运动状况描述	238
7.5.2	刚体运动的动力学方程	239
7.5.3	关于刚体力学的若干补充讨论	240
7.6	三维流形中的连续介质模型	242
7.6.1	连续介质模型的形式表述和连续介质 微元	242
7.6.2	连续介质的受力分析	245
7.6.3	连续介质动力学方程	246
7.7	保守力场和对称性	248
7.7.1	万有引力场的平权特征和物质基础	249
7.7.2	保守力场的存在条件	253
7.7.3	非保守力场的存在	256
8	极大熵原理和极小熵增率原理	262
8.1	热物理学的研究对象和热力学第一定律	264

8.1.1	热物理学所研究的物质对象	266
8.1.2	热力学系统	268
8.1.3	熵的抽象引入和经典热力学的基本逻辑 结构	271
8.1.4	经典热物理学体系的几个主要形式特征 ..	273
8.2	熵的诠释	275
8.2.1	熵的微观诠释和物理学陈述平权性	276
8.2.2	作功能力的提出和熵的宏观解释	277
8.3	经典热力学中熵的热力学第二定律	283
8.3.1	“熵函数”的历史构造过程及分析	284
8.3.2	经典的“熵增原理”	288
8.3.3	“平衡判据”——熵的极大值原理	290
8.4	经典热力学论域的重新界定——经典热力学 论域的首次扩张	291
8.4.1	有限个平衡态下热力学系统的复合	293
8.4.2	热力学第二定律的一种等式表述形式	293
8.4.3	一个保持逻辑自洽的熵增原理	296
8.4.4	热力学功函数	299
8.5	经典热力学论域的再次扩张和熵的极大值公设 ..	301
8.5.1	热力学态的提出	302
8.5.2	Gibbs - Duhem 方程的普适性和热力学 平衡态的重新理解	311
8.5.3	熵极大值原理的基本公设	313
8.5.4	宏观物质的粒子本质和宏观表象的不 连续	318
8.6	经典热力学论域的第三次扩张和宏观运动 的动力学分析	320
8.6.1	局部平衡态假设	321
8.6.2	能量方程和耗散	324

8.6.3	熵方程	326
8.6.4	熵增原理	330
8.7	极小熵增加率公设——大自然最有效化法则	331
8.7.1	宏观运动中宏观表象的间断	331
8.7.2	极小熵增率公设的提出	336
8.7.3	极大熵原理和极小熵增率原理的辩证 统一	338
8.8	Prigogine 研究工作中一系列需要澄清的 问题	340
8.8.1	“熵流和熵产”正名	341
8.8.2	“经典最小熵产生率”正名	344
8.8.3	“耗散结构”正名	349
8.9	统计力学哲学基础	352
8.9.1	统计力学同样存在有限论域	353
8.9.2	统计力学中的基本逻辑悖论	353
9	自然科学研究中的基本原则	355
9.1	物质第一性基本原则	357
9.1.1	是“时空观”还是“物质观”的一次重大 革命	358
9.1.2	是否遵循物质第一性基本原则是整个 自然科学体系亟待解决的根本性问题	362
9.2	逻辑自洽性基本原则和独立的时空表述	368
9.2.1	形式系统抽象性和物质第一性的辩证统一 以及物理学中的量纲分析	369
9.2.2	形式表述的独立性和时空观的哲学辨析	372
9.3	公理化演绎体系和反对无穷演绎的错误倾向	390
9.3.1	公理化演绎体系是自然科学唯一恰当的 形式表述语言	390

9.3.2	公理化演绎体系基本原则	391
9.3.3	形式表述的有限论域	393
9.3.4	坚决反对自然科学研究中的无穷演绎 倾向	394
9.4	科学研究中的大局观和历史观	395
9.4.1	科学研究中的大局观和公理化演绎体系 有限论域的辩证统一	396
9.4.2	科学研究中的历史观和人类有限认识能力 的辩证统一	397
9.5	科学道德和人与自然的辩证依存	399
9.5.1	自然科学必然蕴含的批判结构与科学人 的批判精神	399
9.5.2	Einstein 的科学道德是给人类留下的另 一份珍贵遗产	401
	参考文献	403
	附录 A 是“时空观”还是“物质观”的一次重大革命	404
	附录 B 论湍流的物理本质和数学表述	417
	附录 C 关于宏观力学的主要思考	464
	附录 D 基础理论研究主要思想汇总表	515
	附录参考文献	550
	后记	551

0 引言

自然科学作为人类对大自然一种理性的,或者说是符合逻辑的无矛盾描述,在科学发展过程中表现两个最基本的形式特征。

首先,因为自然科学表现的是物质世界,所以任何一个形式系统在以确定物质为特定对象的描述中,必须满足物质第一性的原则和逻辑自洽化的基本原则。从形式逻辑考虑,科学研究中的物质第一性原则,同样表现了有限论域中科学论述对象的确定性原则。如果待描述的物质对象缺乏确定性意义,同样无法构造出一种确定性意义的描述。一种没有确定意义的描述,是没有任何科学价值的。

其次,因为科学隶属于人类的主观意识世界,所以在自然科学每一次认识的深化和学科扩展过程中,一方面不可能摆脱人类认识的历史痕迹,另一方面不可能超越人类对于物质的存在形式和作用形式的本质认识和理解。因此,科学的历史观和科学研究中的大局观,同样成为自然科学发展中必须充分注意和正视的另一个基本特征。

本世纪初叶为 Albert Einstein 创建的“相对论”,被当今科学世界视为 20 世纪中与“量子力学”并列的,科学史上两个划时代的重大突破。但是,从“相对论”诞生至今的近一个世纪中,人们对于“相对论”的歧见和争论实际上从来没有停止过。虽然极大部分物理学著述众口一言:“相对论”得到了许多试验事实的支撑。但是,任何仅具初级科学素养的人只要稍作思考,把“时间”和“空间”两个具有完全不同抽象内涵和不同物理学量纲的概念同一化,带给人们的困惑和不解总无法挥之而去。除非人们只能像已经习惯的那样,因为“时空同一观”是在面对“Michelson - Morley 的以太漂