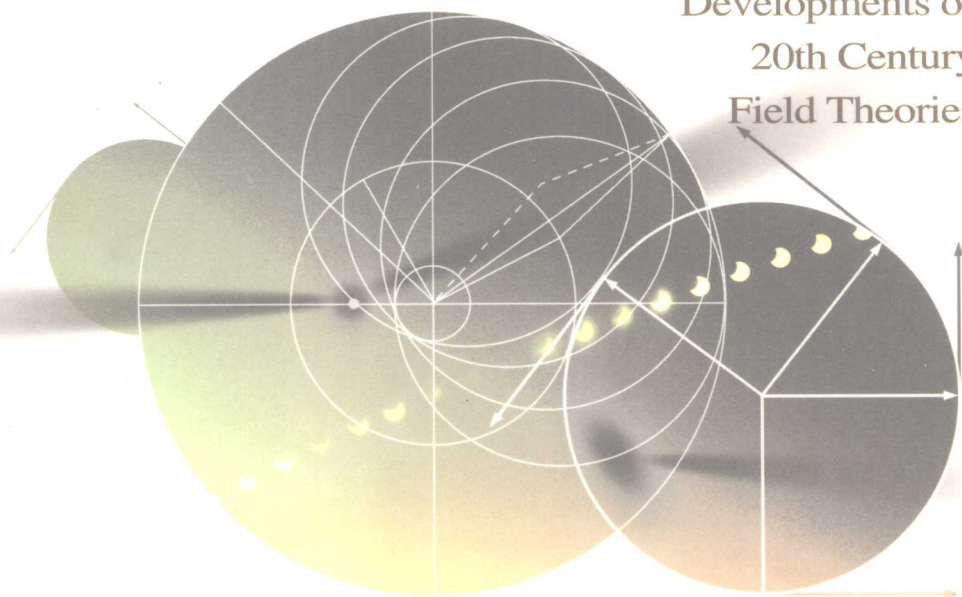




开放人文

Conceptual
Developments of
20th Century
Field Theories



[美] 曹天予 著 吴新忠 李宏芳 李继堂 译 桂起权 校

Tian Yu Cao

20世纪场论的概念发展

上海世纪出版集团

20 世纪场论的概念发展

曹天予 著

吴新忠、李宏芳、李继堂 译 桂起权 校

何祚庥、范岱年 序

世纪出版集团 上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

20 世纪场论的概念发展/ (美) 曹天予著; 吴新忠, 李宏芳, 李继堂译. —上海: 上海科技教育出版社, 2008. 12

(世纪人文系列丛书·开放人文)

ISBN 978 - 7 - 5428 - 4536 - 8

I. 2... II. ①曹...②吴...③李...④李... III. 场论—研究 IV. 0412.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 082239 号

责任编辑 郑华秀

装帧设计 陆智昌 朱赢椿

20 世纪场论的概念发展

[美]曹天予 著

吴新忠 李宏芳 李继堂 译 桂起权 校

出 版 世纪出版集团 上海科技教育出版社
(200235 上海冠生园路 393 号 www.ewen.cc)

发 行 上海世纪出版集团发行中心

印 刷 上海江杨印刷厂

开 本 635 × 965 mm 1/16

印 张 39

插 页 4

字 数 523 000

版 次 2008 年 12 月第 1 版

印 次 2008 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5428 - 4536 - 8/N · 741

图 字 09 - 2004 - 741 号

定 价 55.00 元

Conceptual Developments of 20th Century Field Theories

by Tian Yu Cao

Copyright © Cambridge University Press 1997

First published 1997

First paperback edition (with corrections) 1998

Chinese (Simplified Characters) Trade Paperback copyright © 2008 by

Shanghai Scientific & Technological Education Publishing House

Published by arrangement with Cambridge University Press

ALL RIGHTS RESERVED

世纪人文系列丛书编委会

主任

陈 昕

委员

丁荣生	王一方	王为松	毛文涛	王兴康	包南麟
叶 路	何元龙	张文杰	张英光	张晓敏	张跃进
李伟国	李远涛	李梦生	陈 和	陈 昕	郁椿德
金良年	施宏俊	胡大卫	赵月瑟	赵昌平	翁经义
郭志坤	曹维劲	渠敬东	韩卫东	彭卫国	潘 涛

出版说明

自中西文明发生碰撞以来，百余年的中国现代文化建设即无可避免地担负起双重使命。梳理和探究西方文明的根源及脉络，已成为我们理解并提升自身要义的借镜，整理和传承中国文明的传统，更是我们实现并弘扬自身价值的根本。此二者的交汇，乃是塑造现代中国之精神品格的必由进路。世纪出版集团倾力编辑世纪人文系列丛书之宗旨亦在于此。

世纪人文系列丛书包涵“世纪文库”、“世纪前沿”、“袖珍经典”、“大学经典”及“开放人文”五个界面，各成系列，相得益彰。

“厘清西方思想脉络，更新中国学术传统”，为“世纪文库”之编辑指针。文库分为中西两大书系。中学书系由清末民初开始，全面整理中国近现代以来的学术著作，以期为今人反思现代中国的社会和精神处境铺建思考的进阶；西学书系旨在从西方文明的整体进程出发，系统译介自古希腊罗马以降的经典文献，借此展现西方思想传统的生发流变过程，从而为我们返回现代中国之核心问题奠定坚实的文本基础。与之呼应，“世纪前沿”着重关注二战以来全球范围内学术思想的重要论题与最新进展，展示各学科领域的新近成果和当代文化思潮演化的各种向度。“袖珍经典”则以相对简约的形式，收录名家大师们在体裁和风格上独具特色的经典作品，阐幽发微，意趣兼得。

遵循现代人文教育和公民教育的理念，秉承“通达民情，化育人心”的中国传统教育精神，“大学经典”依据中西文明传统的知识谱系及其价值内涵，将人类历史上具有人文内涵的经典作品编辑成为大学教育的基础读本，应时代所需，顺时势所趋，为塑造现代中国人的人文素养、公民意识和国家精神倾力尽心。“开放人文”旨在提供全景式的人文阅读平台，从文学、历史、艺术、科学等多个面向调动读者的阅读愉悦，寓学于乐，寓乐于心，为广大读者陶冶心性，培植情操。

“大学之道，在明明德，在新民，在止于至善”（《大学》）。温古知今，止于至善，是人类得以理解生命价值的人文情怀，亦是文明得以传承和发展的精神契机。欲实现中华民族的伟大复兴，必先培育中华民族的文化精神；由此，我们深知现代中国出版人的职责所在，以我之不懈努力，做一代又一代中国人的文化脊梁。

上海世纪出版集团
世纪人文系列丛书编辑委员会
2005年1月

20 世纪场论的概念发展

献给罗莎(Rosa)

内 容 提 要

本书给出了 20 世纪场论的概念发展的广泛综述，涉及从广义相对论到量子场论和规范场论的概念发展。作者针对这些理论的概念基础给出了一种历史批判性的阐述，揭示了这些自然概念演进的模式。

理论物理学的专家与学生将在这本书中发现对他们所从事的学科的基本问题的一种论述，这有助于他们理解本学科的内在逻辑和发展动力。另外，对于职业科学史学家和科学哲学家，尤其是物理学史学家和物理学哲学家，本书将为他们对这些理论进行更深刻的历史、文化和社会学分析提供概念基础。这本书也包含相当多的哲学（形而上学的、方法论的和语义学的）反思材料。最后，有一定科学素养的一般读者将发现，本书对物理世界的当代概念作出了较之本学科的通俗说明更为深入的分析。

当代数理物理学核心部分的这种令人着迷的论述，将使从专业研究者到受过教育的普通读者的各个水平上的物理学家、科学史学家、科学哲学家和科学社会学家产生浓厚的兴趣。

作者简介

曹天予(1941—), 剑桥大学科学史和科学哲学博士, 美国波士顿大学哲学系教授。曾是英国剑桥大学三一学院(Trinity College, 1985—1990)和牛津大学万灵学院(All Souls College, 2000—2001)的研究员; 并在美国哈佛大学(1988—1992)、麻省理工学院(1992—1994)和伦敦经济学院(1999—2000)做过访问研究; 史密森学会(Smithsonian Institution, 2000年3—8月)的高级研究员; 普林斯顿高等研究院自然科学院和史学院(2004—2005)的成员。除英美两国外, 还多次应邀到法国、德国、加拿大、俄国、瑞士等国和香港、台湾等地区讲学。主要研究方向为当代理论物理学中的概念问题及其历史演变。除本书外, 还发表了有关重正化、对称性破缺和雷杰化(Reggeization, 调和量子场论和S矩阵理论的一种努力)等问题的原创性论文及其他有关科学史方法论、科学社会学及后现代思潮的论文50多篇, 并编有《量子场论的概念基础》(*Conceptual Foundations of the Quantum Field Theory*, 剑桥大学出版社, 1999年)和第20届世界哲学大会会议文集的第10卷《科学哲学》(哲学文献出版社, 2001年)。

出版前对本书的评价

在这部深奥但可读性强的专著中，曹天予教授注意到，对微观世界所有观测现象的一个逻辑一致的描述即将出现。这个所谓的标准模型(standard model)是在实验和理论复杂的相互作用中涌现出来的。在最近几十年中，具有极大毅力和丰厚资助的实验学家识别并且研究了那些显现为物质的基元的东西及其受到的力。同时，理论学家创造和提炼了一种数学框架——量子场论(quantum field theory)——据此，标准模型得以表达。在所有与实验有关的方面，标准模型出现凯歌高奏的局面。但到目前为止，仍然有太多的问题悬而未决。很多理论物理学家相信，一种全新的理论体系——超弦理论(superstring theory)或其他类似的理论——是需要的。

在这些发展的进程中，当前理论的概念基础已经变得模糊。大多数物理学家过分关注他们探索的现象或建立的理论，以至于不再为其学科的逻辑基础和历史起源而费神。大多数探索科学知识和客观实在之关系的哲学家装备不佳，不足以处理量子场论中错综复杂

的事物，更不用说是它的后继理论。曹天予告诫我们，在能够建立一个更好的理论，抑或理解标准模型的真实意义之前，首先必须理解我们身处何处以及我们是如何到达这一步的。他对经典场论和量子场论的发展和诠释作出了清晰的论述——在所有自然力的规范场论(gauge field theory)的创立中，这一论述达到了登峰造极的地步——这将使物理学家和哲学家都关注科学是什么以及它是如何演化的问题。

——格拉肖(Sheldon Lee Glashow)，

哈佛大学

曹天予的著作面向当今物理学的一个基本问题：场论不再在基本运作层面上推进我们对大自然的理解。原则上，当前的场论根据粒子物理学的量子“标准模型”和引力的经典牛顿—爱因斯坦模型(Newton-Einstein model)解释了所有观测到的现象。但是，这种结构显然是不完善的：粒子物理学的成功是建立在特设的未作解释的假说基础之上，而且经典引力理论未被整合到非引力现象的量子描述之中。在一个世纪之中，场论提供了当今基本物理定律的框架，而在场论范围内推动这些问题的解决已经不可能了。在没有新的实验引导理论猜测的情况下，一些理论学家已经采用数学上优美和必要的概念来指导他们发明一种新的物理思想：弦论(string theory)。但是，人们还没有能力在实验上检验弦论是否能够成为量子场论的行得通的取代者，这就使得其他物理学家感到沮丧，而且促使科学期刊的编辑对我们的科学实在论承诺提出质疑。在场论发展的关键时刻，这本书对这一学科作了受人欢迎的综述，清楚地记载了场论发展到今天的历程以及相互冲突的观点。曹天予属于完全熟悉现代资料的技术复

杂性的那一类新物理学史和物理学哲学专家。他的讨论准确、详尽、富有洞察力。科学工作者和有兴趣的读者将在书中看到当代基础物理理论的一种精彩描述。科学史学家和科学哲学家将在书中发现对潜藏在思想背后的逻辑的深刻讨论。职业研究者和学生将会欣赏到对我们的学科历史的经过审慎研究后的复述。

——贾基夫(Roman Jackiw),

麻省理工学院

这一作品是富有感染力的,它主要是将对现代场论(包括广义相对论、量子场论与规范场论)的很多技术细节的理解,与哲学上捍卫理论物理学的合理性和客观性的精神追求联系起来,这种精神追求在曹天予支持结构实在论的立场中得到体现。这部著作对当代科学史和科学哲学中流行的后现代主义思潮是一服强效解毒剂。对于要到场论的现代发展的复杂历史作出连贯理解的物理学家,和要把他们的判断建立在对这些论题的技术细节的精确介绍上的科学史学家和科学哲学家,本书是同样适用的。

——雷德黑德(Michael Redhead),

剑桥大学

追随马赫(Ernst Mach)和默茨(John Merz)的步伐,曹天予对20世纪基础理论物理学的概念发展,以及它们的历史根源与局限,作出了精彩、深刻的阐述。这是对物理理论所依据的形而上学的、哲学的和技术的假设的深刻的批判性研究,这些物理理论在目前的实验探测远未达到的领域内如此令人印象深刻地、精确地描述了自然界,它们是狭义和广义相对论、量子场论,尤其是作为标准模型的基本成分

的相对论性量子规范理论。如同马赫一样，曹天予的探究表明了对历史敏感的哲学研究是如何揭秘物理理论的，而且他的著作无疑是有助于指示基础物理学的理论化的未来道路的有价值的路标。物理学家、科学史学家和科学哲学家会热切地阅读这部著作。

——施韦伯(Silvan S. Schweber)，

布兰代斯大学

引自精装版原著的评价

以 20 世纪场论作为科学如何演进的一个范例，该书对之进行了深入研究。这本书对于任何研究场论的专家或者场论成就的赞美者来说，都是必不可少的阅读材料。该书作为一次有水平的综合已广受赞誉。

——《欧洲核子研究中心快报》

这是一部具有非凡眼光的著作，它把物理学与科学史和科学哲学结合起来……有可能成为关于现代场论的历史和概念基础的标准参考书目。

——库欣 (James T. Cushing)，

《今日物理》

这本书缀满宝石……是一部不寻常的著作……[它]把历史学知识与坚实的科学探究熔为一炉，聚二者之精华以阐明场论的核心概念及

其演变。该书在这一点上取得了巨大成功。在此基础上，曹天予提出了一种他称为“本体论综合”的科学变革的论述，这一论述组成了一种“结构实在论”的科学实在论。

——法因(Arthur Fine)，

《科学》

这部按照上述[几何、量子场和规范场]纲领来建构的著作，是对于20世纪场论的概念起源和发展的一个最新的、博识的和详细的历史说明……围绕这一丰富的历史内容的是具有哲学特质的导言和结尾部分。对我来说，它们是这本书最能激发灵感的部分。

——艾奇逊(Ian Aitchison)，

《自然》

曹天予写了一部非同寻常、富有教益的著作，对一些传统的观念提出了挑战。

——布朗(Laurie M. Brown)，

《美国物理学杂志》

他的工作是精确的，文献确凿，包含了对规范场论的曲折发展的详尽描述……这不仅对于物理学家，而且对于物理学史学家，同样都是一个具有非凡意义的研究……这是一部信息丰富、引人入胜的著作。正如《欧洲核子研究中心快报》(*CERN Courier*)的编辑弗拉泽(Gordon Fraser)告诉我的：“我的办公室少不了这本书！”

——韦尔特曼(Martinus Veltman)，

《物理世界》