

钟海琴 著

LUDWIG BOLTZMANN'S SCIENTIFIC PHILOSOPHY THOUGHTS
—Statistics, Reality, Defense, Pictures and Language



玻耳兹曼

的科学哲学思想研究

——统计、实在、辩护、图象与语言



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

玻耳兹曼的科学哲学思想研究

——统计、实在、辩护、图象与语言

Ludwig Boltzmann' Scientific Philosophy Thoughts

——Statistics, Reality, Defense, Pictures and Language

钟海琴 著

by Zhong Haiqin

中国科学技术出版社

China Science and Technology Press

• 北 京 •

• Beijing •

图书在版编目(CIP)数据

玻耳兹曼的科学哲学思想研究——统计、实在、辩护、图象与语言/钟海琴著. —北京:中国科学技术出版社,2011.11

ISBN 978-7-5046-5970-5

I. ①玻… II. ①钟… III. ①玻耳兹曼(1844—1906) - 科学哲学 - 哲学思想 - 研究 IV. ①B516.49 ②N02

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第240863号

责任编辑 许英余君

封面设计 赵鑫

责任校对 刘洪岩

责任印制 张建农

出版 中国科学技术出版社

发行 科学普及出版社发行部

地址 北京市海淀区中关村南大街16号

邮编 100081

发行电话 010-62173865

传真 010-62179148

投稿电话 010-62176522

网址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开本 787mm×1092mm 1/16

字数 250千字

印张 10.25

版次 2011年11月第1版

印次 2011年11月第1次印刷

印刷 北京长宁印刷有限公司

书号 ISBN 978-7-5046-5970-5/B·35

定价 32.00元

(凡购买本社图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版

前 言

玻耳兹曼 (Ludwig Eduard Boltzmann, 1844—1906) 是处于物理学研究从经典到微观转型期的一位理论物理学家、统计力学的奠基者和原子实在论坚定的辩护者。由于他的物理学研究涉及对物理世界的存在性的根本理解, 致使他不得不在从事物理学研究与教学的同时, 介入对概率、决定论、实在论等哲学问题的思考, 甚至有人把他自杀谢世的原因归结为他孤独的哲学思考。

本书力图对玻耳兹曼的科学哲学思想进行系统的探讨, 揭示他基于理论物理学的研究所阐述的一系列哲学思想。本书主要分两部分: 第一章为第一部分, 主要考察了玻耳兹曼的科学哲学思想形成的背景; 第二至第六章为第二部分, 这一部分根据玻耳兹曼在不同时期的科学研究中形成的不同的科学哲学思想, 分章探讨了统计决定论、实在论、对原子的辩护、图象论和语言哲学观五个方面的思想。其中, 玻耳兹曼的语言哲学观在内容上是他的前期哲学思想的综合。

各章的要点归纳如下:

第一章的阐述表明, 玻耳兹曼是在研究麦克斯韦 (James Clerk Maxwell, 1831—1879) 工作的基础上, 登上了科学顶峰的, 他从事统计物理学研究的哲学基础与牛顿力学研究纲领蕴含的哲学思想并行不悖。克劳修斯 (Rudolf Julius Emmanuel Clausius, 1822—1888) 提出的熵概念和麦克斯韦的物理类比方法为玻耳兹曼统计物理研究奠定了概念前提和方法论基础; 玻耳兹曼的科学素养为其研究工作提供了理论基础; 他自己所选的研究方向、进行的科学论战为他的科学哲学思想的形成提供了实践基础。

第二章考察了玻耳兹曼的统计决定论思想的产生与形成过程。玻耳兹曼是在不断地解构传统物理学研究方式的同时, 逐渐地形成了分子混沌假设与各态历经假说, 在重新阐述热力学第二定律和取得统计物理学研究成就的过程中, 形成了他的统计决定论思想。他对熵的概率解释是他的统计思想的实质内容, 也对后来的物理学哲学问题的研究提供了有益的启迪。

第三章重点论述了玻耳兹曼的实在论立场。玻耳兹曼的实在论思想是在他与当时的唯能论者、实证论者、工具主义者和现象主义者的争论中形成的。

其中，他与马赫（Ernst Mach，1838—1916）和奥斯特瓦尔德（Friedrich Wilhelm Ostwald，1853—1932）的争论最为激烈。在本体论意义上，他认为，作为统计力学基础的原子具有实在性；在认识论意义上，他认为，以原子假说为基础的物理学理论是对客观世界的正确描述；在方法论意义上，他认为，想象是理论的摇篮，理论是实践的工具，计算在理论物理中是必须的，是用来求解方程，联系不同表述有效工具，因此，数学方法是整理物理思想的真正有效的工具。

第四章主要追溯了玻耳兹曼为原子辩护的心路历程。玻耳兹曼是一位笃信原子的人，他对原子的存在性的辩护不仅与他的实在论立场相一致，而且，他的辩护本身是内在于他的物理学成就（特别是以他的名字命名的玻耳兹曼方程和玻耳兹曼原理）的，或者说，他的原子实在论思想一方面是对牛顿（Isaac Newton，1643—1727）、博斯科维奇（Ruggero Giuseppe Boscorich，1711—1787）、克劳修斯和麦克斯韦等人的原子论思想的综合，另一方面，是他在为涉及时间之矢和概率本性的热力学第二定律和统计力学作出辩护的过程中，通过与洛希密特（Johann Jasef Loschmidt，1821—1895）、策梅洛（Ernst Friedrich Ferdinand Zermelo，1871—1953）等物理学家的不断讨论与争辩体现出来的。

第五章主要论述了玻耳兹曼的图象论思想。玻耳兹曼图象论思想是在深受波尔查诺（Bernhard Bolzano，1781—1848）的学生齐默尔曼阐述的心理图象理论和伽利略（Galileo Galilei，1564—1642）与牛顿描述的力学图象观的影响之基础上，在研究电磁学、力学和统计力学的过程中运用类比方法形成的。他试图通过图象论的观念来捍卫原子实在论的思想。他认为，心理图象既有必然性，也有偶然性，必然性说明了心理图象是对物理现象的内在本质的一种反映，偶然性说明即使是错误的心理图象也会对科学研究起到一定的启发作用。因此，心理图象既不是对实在的绝对客观的描述，也不是完全随意的主观构想，而是既包含了新的物理思想，因而具有可预言性，又不可避免地包含了时代认识的局限性，因而具有可错性。

第六章讨论了玻耳兹曼的语言哲学思想的形成过程及其主要观点。玻耳兹曼晚年成为马赫哲学讲座的继任者，这个机会使他于1904~1905年间，从自然哲学讲座转向语言哲学讲座。他认为，从事哲学研究最简单和最经验的方法是语言分析和数学分析，解决语言问题最简单和最经验的东西是确定数学符号和表达的意义和指称，语言使用要与科学思想的表达相一致。

钟海琴

2011年7月

Preface

Ludwig Boltzmann is a theoretical physicist, statistical mechanics founder and a firm defender of Atomic Realism during the transitional period from classic to micro of physics research. Because his physics research involves the radical understanding on existence of the physical world, he has to engage himself in the physics research and teaching and learning, in the same time devote himself in the thinking on the philosophy problems such as Probability, Determinism and Realism, and someone even attributes his suicide to his lonely philosophical thought.

This book tries to systematic discuss Boltzmann's scientific philosophy thoughts in order to reveal a series of his philosophy thoughts based on the theoretical physics. This book mainly divides two parts: the first chapter is the first part, which mainly investigates the background of the formation of Boltzmann's scientific philosophy thoughts, The second to the sixth chapter is the second part. These chapters respectively discuss Boltzmann's Statistical Determinism, Realism, Defense of Atom, Pictures, Linguistic Philosophy according to scientific philosophy thought produced in different periods of Boltzmann's scientific activity. Among them, Boltzmann's Linguistic Philosophy in the content is also the comprehensive of his former scientific philosophy thoughts.

Key points of every chapter are summarized as follows:

The first chapter suggests that Boltzmann boarded scientific peak on the basis of studying Maxwell's work, and that the philosophy foundation of Boltzmann's statistical physics research runs parallel with the philosophy thoughts contained in Newtonian Mechanics Research Program. Clausius' concept of entropy and Maxwell's research methods on physical analogy are a premise of the concept and methodology basis for Boltzmann statistical physics study, his scientific literacy provides theoretical basis for Boltzmann's research, research direction chosen by himself and ongoing scientific controversies provide practical basis for the formation of his scientific philosophy thoughts.

The second chapter investigates the generation and forming process of Boltzmann's statistical determinism thought. Boltzmann constantly deconstructs the conventional physics research way, and meanwhile gradually forms the thinking way of Stosszahlansatz and Ergodicity, and he forms statistical determinism in the process of expounding the Second Law of Thermodynamics newly and making achievement in the statistical physics research. His probability explanation on entropy is his substantial contents of statistical thoughts, and also provides the beneficial enlightenment to the subsequent research of physics and philosophy problems.

The third chapter mainly discusses Boltzmann's Reality Theory position. Boltzmann forms Realism thought in the process of his debate with the only – theorists, empirical theorists, instrumentalist and phenomena activist. Among them, his debate with Mach and Ostwald is the most intense. In ontology sense, he thinks, atom as the foundation of statistical mechanics have quality. In epistemological sense, he thinks, physics theory based on Atomic hypothesis is the correct description of the objective world. In methodological sense, he thinks, the imagination is the cradle of theory, theory is a practical tool, in theoretical physics calculation is necessary and effective tool used for solving equations, contact different understandings. Therefore, mathematics method is a real effective tool to clean up the physical thinking.

The forth chapter mainly reviews the journey of Boltzmann's atom defense. Boltzmann is a person who had a sincere brief in atom. Not only Boltzmann's defense for existence of atoms is parallel with his Realism position, but also his defense itself is the inherent in his physical achievement (Especially Boltzmann equation named after him and Boltzmann principle) that is to say, on the one hand his thought of the Atomic Realism is the comprehensive of the atom thought of Newton, Boscovich, Clausius and Maxwell, on the other hand, his thought of the Atomic Realism is reflected in the process of his defense for the Second Law of Thermodynamics and statistical mechanics involving in time for sagittal and probability nature and constant debate with physicists such as Loschmidt and Zermelo and so on.

The fifth chapter mainly discusses Boltzmann's Pictures Thought. The formation of Boltzmann's Pictures Thought is on the basis of Mental Picture expounded by Zimmermann as Bolzano's student and Mechanical image view described by Galileo and Newton, and in the process of studying electromagnetism, mechanics and statistical mechanics by using analogy method. He tries to defend Atomic Realism thought through the concept of image theory. He thinks that Mental Picture has both necessity and chance, necessity illustrates Mental Picture is a reflection of the inner essence of physical phenomena, chance illustrates even the wrong Mental Picture will also play a heuristic role in scientific research. Therefore, Mental Picture is neither the real absolute objectivity description, nor totally random subjective frame, but contains new physical ideas, so it has prophetic and inevitably contains the limitations of time, in the end, it has fallibility.

The sixth chapter investigates the process and formation of Boltzmann's language philosophy thinking and main ideas. Boltzmann at his old age is the successor of Mach Philosophy Lecture, which makes he transform from natural philosophy lecture to language philosophy lecture during 1904 and 1905. He thinks, the simplest and the most experienced method of philosophy research is language analysis and mathematical analysis, the simplest and the most experienced method of solving language problems is sure mathematical symbols and expressive significance and nominatum, language use should be parallel with scientific ideas expression.

目 录

导言	1
第一章 玻耳兹曼科学哲学思想的形成背景	13
1.1 玻耳兹曼简介	13
1.1.1 学习与工作经历	14
1.1.2 科学争论经历	21
1.1.3 简短结语	22
1.2 近代物理学研究的基础	23
1.2.1 牛顿力学纲领	23
1.2.2 克劳修斯熵概念的提出	26
1.2.3 麦克斯韦“物理类比”的研究方法	28
1.2.4 简短结语	31
1.3 结语	32
第二章 玻耳兹曼的统计决定论	34
2.1 统计物理研究工作的背景	34
2.2 主要的统计物理成就	38
2.2.1 玻耳兹曼分布	39
2.2.2 玻耳兹曼方程和 H 定理	40
2.2.3 熵与概率	42
2.2.4 理论物理学的一个珍品	44
2.3 统计决定论的内容	45
2.4 统计决定论的影响	49
2.5 结语	55

第三章 玻耳兹曼的实在论	57
3.1 实在论形成的背景.....	57
3.2 原子本体论的实在论.....	60
3.3 科学认识论的实在论.....	63
3.4 科学方法论的实在论.....	66
3.5 与科学方法论的实在论相关的范例考察.....	69
3.5.1 玻耳兹曼与分子混沌假设.....	70
3.5.2 玻耳兹曼与各态历经假说.....	72
3.5.3 简短结语.....	75
3.6 实在论的影响.....	76
3.7 结论.....	77
第四章 玻耳兹曼对原子的辩护	78
4.1 原子辩护的历史背景.....	78
4.2 与 H 定理质疑者的辩护	81
4.2.1 玻耳兹曼与洛希密脱.....	81
4.2.2 玻耳兹曼与英国物理学家们.....	83
4.2.3 玻耳兹曼与策梅洛.....	85
4.3 与反原子实在论者的辩护.....	86
4.3.1 玻耳兹曼与马赫.....	87
4.3.2 玻耳兹曼与奥斯特瓦尔德.....	91
4.4 与原子辩护相关实例的分析.....	95
4.4.1 玻耳兹曼为热力学第二定律应用的辩护.....	96
4.4.2 玻耳兹曼为统计力学的辩护.....	97
4.5 原子辩护的影响.....	99
4.6 结论	102
第五章 玻耳兹曼的图象论	104
5.1 图象论的背景	104
5.2 图象论的基本内容	105
5.3 玻耳兹曼图象论与赫兹图象论的比较	106
5.4 与图象论相关的三个范例的考察	108
5.4.1 力线是构建电磁学的心理图象	109

5.4.2 质点是力学的心理图象	111
5.4.3 力学原子单元是统计力学的图象	112
5.4.4 简要评论	113
5.5 图象论的影响	113
5.6 结语	116
第六章 玻耳兹曼的语言哲学观	117
6.1 语言哲学观形成的背景	117
6.2 语言哲学观的内容	122
6.3 与语言哲学观相关的范例考察	125
6.4 语言哲学观的影响	127
6.5 结语	128
结束语	129
附录	132
参考文献	142
后记	149

Contents

Introduction	1
Chapter One: The background of Boltzmann's formation of Scientific	
Philosophy Thought	13
1. 1 Brief introduction of Boltzmann	13
1. 1. 1 Learning and work experience	14
1. 1. 2 Experience of scientific dispute	21
1. 1. 3 Brief comment	22
1. 2 The basis of modern physics	23
1. 2. 1 Newton's Mechanics Program	23
1. 2. 2 The raise of Clausius' concept of the entropy	26
1. 2. 3 Maxwell's research methods on 'Physical Analog'	28
1. 2. 4 Brief comment	31
1. 3 Summarizing remarks	32
Chapter Two: Boltzmann's Statistical Determinism	34
2. 1 The background of Statistical Physics research	34
2. 2 The main achievement of Statistical Physics	38
2. 2. 1 The Boltzmann distribution	39
2. 2. 2 The Boltzmann equation and H – Theorem	40
2. 2. 3 The entropy and probability	42
2. 2. 4 A true pearl of theoretical physics	44
2. 3 Statistical Determinism's contents	45

2. 4	Statistical Determinism's influences	49
2. 5	Summarizing remarks	55
Chapter Three: Boltzmann's Realism		57
3. 1	The background of formation of the Realism	57
3. 2	The realism of atomic ontology	60
3. 3	The realism of scientific epistemology	63
3. 4	The realism of scientific methodology	66
3. 5	Example study related with the realism of scientific methodology	69
3. 5. 1	Boltzmann and Stosszahlansatz	70
3. 5. 2	Boltzmann and Ergodicity	72
3. 5. 3	Brief comment	75
3. 6	Influence of the Realism	76
3. 7	Summarizing remarks	77
Chapter Four: Boltzmann's Defense of Atom		78
4. 1	The historical background of Atomic Defense	78
4. 2	The defense with the H – theorem doubters	81
4. 2. 1	Boltzmann and Loschmidt	81
4. 2. 2	Boltzmann and British physicists	83
4. 2. 3	Boltzmann and Zermelo	85
4. 3	The defense with the Anti – atomic realists	86
4. 3. 1	Boltzmann and Mach	87
4. 3. 2	Boltzmann and Ostwald	91
4. 4	Example study related with the Atomic Defense	95
4. 4. 1	Boltzmann's defense for Application of the Second Law of Thermodynamics	96
4. 4. 2	Boltzmann's defense for Statistical Mechanics	97
4. 5	Influence of the Atomic Defense	99
4. 6	Summarizing remarks	102
Chapter Five: Boltzmann's Pictures		104
5. 1	The background of Boltzmann's Pictures	104
5. 2	The elements of the Pictures	105

5.3	The comparison of Boltzmann's Pictures and Hertz's Pictures	106
5.4	The study of three Examples related with Boltzmann's Pictures	108
5.4.1	Power Line is the Mental Pictures which are construction of Electromagnetism	109
5.4.2	Particle is Mechanics' Mental Pictures	111
5.4.3	Mechanical atomic unit is Statistical Mechanics' Mental Pictures	112
5.4.4	Brief comments	113
5.5	Influence of the Pictures	113
5.6	Summarizing remarks	116
Chapter Six: Boltzmann's Linguistic Philosophy		117
6.1	The background of the formation of the Linguistic Philosophy	117
6.2	The elements of the Linguistic Philosophy	122
6.3	Example study related with the Linguistic Philosophy	125
6.4	Influence of the Linguistic Philosophy	127
6.5	Summarizing remarks	128
Conclusion		129
Appendixes		132
References		142
Postscript		149

导 言

物理学与哲学的关系是一个悠久而常新的话题。在物理学的发展史上，关于时间之矢和熵问题的讨论，不仅是物理学研究，而且同时也是哲学研究。这些讨论一方面关系到如何运用力学模型理解热现象问题，为后来的量子力学的产生提供了思想准备与概念前提；另一方面，也涉及如何理解原子的实在性、不可逆的世界与可逆的理论表述之间的关系以及如何看待形而上学等哲学问题。玻耳兹曼（Ludwig Eduard Boltzmann, 1844—1906）正是在这种背景下步入了物理学研究的大门，并取得了杰出的科学成就。特别是，以他的名字命名的两项科学成就，即玻耳兹曼方程和玻耳兹曼原理，不仅引发了人们对物理理论本性的思考，而且，影响了物理学与科学哲学的发展。因此，对玻耳兹曼的科学哲学思想进行系统的探索不仅具有理论意义，而且具有现实价值。

一、问题的提出

在物理学的发展史中，首先对“完美”的“牛顿大厦”发起猛烈攻击的学科是热力学与电磁学。对热运动及电磁现象的理解迫使物理学家不得不对自认为早已完善的力学概念体系和已成“定论”的物理学传统观念进行认真批判。正是这些评判、争论，潜移默化地冲洗着物理学家的习惯性思维，孕育和培育出一代具有批判精神的、能够推动物理学和哲学继续发展的开拓者。

德裔奥地利物理学家玻耳兹曼正是在物理学发展的这一关键转型时期，活跃在物理学研究与哲学研究之间，并扮演了主要角色的科学家。玻耳兹曼是公认的一身多能式的哲人科学家，是德国物理学界的巨星之一，他在物理学的统计物理（气体动力论、统计力学）、声学、电磁学及化学、数学和哲学等学科均有建树，是维也纳（Vienna）大学、格拉茨（Graz）大学、慕尼黑（Munich）大学和莱比锡（Leipzig）大学等著名大学的讲坛或论坛上的活跃分子，是深受马赫（E. Mach, 1838—1916）、奥斯特瓦尔德（F. W. Ostwald, 1853—1932）等的批判学派哲学思潮困扰的原子论物理学家，更是一位笃信原子、为当代科学与哲学发展起到奠基性作用的人物。

复杂的争论与学术共鸣伴随着玻耳兹曼的统计物理工作，并一直延续至今。首先，玻耳兹曼生前的主要科学成就——玻耳兹曼方程、H 定理和玻耳兹曼原理备受争议（涉及原子是否实在、熵的统计定义和可逆佯谬和循环佯谬）；其次，玻耳兹曼死后被描述为一

位物质原子观的坚定的捍卫者，因此玻耳兹曼上吊自杀颇受科学争议；再次，对玻耳兹曼的评论中存在疑问和误解，如科学上的困难是否导致他放弃了实在论、玻耳兹曼在哲学上是否是一位自修者、各态历经假说（Ergodicity，现称遍历假说）、图象论是否表明其是赫兹（R. Hertz, 1857—1894）哲学的追随者，以及玻耳兹曼对原子的辩护是否有意义等。^{①②}

与他生前深受质疑的统计物理成就中的哲学问题相比，玻耳兹曼的那些科学成就现在被认为极具基础性和永久性的价值。其实玻耳兹曼本人就是一场科学革命的中心。玻耳兹曼方程和玻耳兹曼原理这两项贡献，使他成为 19 世纪的麦克斯韦（J. C. Maxwell, 1831—1879）与 20 世纪的爱因斯坦（A. Einstein, 1879—1955）之间的一位重要人物，特别是，他通过原理的形式第一次赋予了热力学第二定律以统计解释，给出了熵的统计意义。本质上，这是数学和物理学的完美结合，不仅进一步补充和完善了物理学的外延和内涵，而且使物理学达到了概念准确、逻辑统一的新阶段，对“物理学”的学科范围及学科内容的协调性产生了重要的影响。玻耳兹曼的这两项科学成就在推动和促进现代物理学发展的同时，也带来了一系列至今仍具有学术价值的科学与哲学问题。这一研究的基础性和永久性价值正像普里戈金（N. G. Prigogine, 1917—2003）所说的：玻耳兹曼的研究为什么如此重要？因为他把科学史中独立引入的各种方式的描述联系起来了，即把用力学定律表示的动力学描述、概率描述和热力学描述等联系起来了。^③

一般认为，那个时代的物理学是由像马赫和奥斯特瓦尔德等德语背景的学者领导的，主流观点是反对物质原子论的。的确，在当时任何尝试利用微观物理学解释宏观现象的假设都会被质疑，这种潮流在 19 世纪后期仍在继续。另外，洛希密特（J. Loschmidt, 1821—1895）和策梅洛（E. Zermelo, 1871—1953）对玻耳兹曼工作提出了严肃而认真的批评。尤其是 19 世纪 90 年代后期，玻耳兹曼在他的文章中经常抱怨他的工作没有引起重视或者抱怨主流观点对气体理论的“敌对态度”，因而说出“一个人与时代潮流抗争是多么无力”的话。因此，一般认为，玻耳兹曼没有得到他同时代的人的重视，反而不断招致反对。有时人们将他 1906 年的自杀归因于他所承受的这种不公平待遇。他死于爱因斯坦等人有关物质原子论取得决定性胜利的黎明，也给他的死因增添了戏剧性色彩。

然而，事实上，玻耳兹曼作为理论物理学家是广为人知并受人尊敬的。1888 年柏林大学曾想聘玻耳兹曼为极具声望的基尔霍夫（G. R. Kirchhoff, 1824—1887）讲席教授的继任者（但他在经过一系列的交谈后拒绝了），随后维也纳大学、慕尼黑大学、莱比锡大学等不惜提供几倍于一般教授的工资争取聘用他。他被许多学术机构选为会员或荣誉会员，获得了各种各样的名誉学位和奖章。简而言之，没有足够证据表明玻耳兹曼曾经被忽视或没得到同时代科学家的认可。他的自杀似乎应归咎于他个人生活的一些问题（情绪失落和健康状况），而不是任何学术原因。

① David Lindley: *Boltzmann's Atom: The Great Debate that Launched a Revolution in Physics*. New York: The Free Press, 2001: 5—11.

② Agostino S D: *A History of the Ideas of Theoretical Physics: Essays on the Nineteenth and Twentieth Century Physics*. London: Kluwer Academic Publishers, 2000: 89—97.

③ 伊利亚·普里戈金：《确定性终结》。湛敏译。上海：上海科技教育出版社，1996：124。

在实在论问题上,玻耳兹曼是一位非教条主义的实在论者,单纯言谈科学困难或者哲学困难导致玻耳兹曼放弃实在论,有失偏颇。玻耳兹曼在本体论上,认为原子是实在的;在认识论上,认为原子作为心理图象是实在的;在方法论上,原子作为图象方法是实在的,^{①②} 分子混沌假设 (Stosszahlansatz, 著称为 SZA) 和各态历经假说也是有效的方法。

从玻耳兹曼对原子的辩护看,玻耳兹曼成为原子论少数派的代表,开拓了一种文化对话的空间,浓缩地体现了当时智者对话的本质层次。从原子假说对于人类的重要性而言,玻耳兹曼的原子假说成为力学经典潜在淡出之后徘徊于科学与哲学之间的包含最多信息的研究。玻耳兹曼是这场多比一的哲学争论中的孤独者。玻耳兹曼以道德和友谊来面对困扰或焦虑,但并没有能克服焦虑,甚至面对自我的沉重和内心的紧张中坚守对德性和伟大的追求,并不惜承担由这一追求带来的更大的紧张或抑郁。这种抑郁是无话可说之时的说话,是生存日益分割化、散碎化、原子化以后的交流替代,是辩护的沉默,是聚集的疏远,当然也是闲暇时的繁忙。

伦理修养、能思善辩、身心焦虑等并不代表玻耳兹曼的人格形象的本质,究其情绪个性、个人的交往群、生活变迁、全部教学研究工作和毕生追求的指向,他是一个笃信原子的人,一位根本意义上的哲学家——智慧的热爱者和更爱真理的追求者。

从心理图象的研究时间、研究背景看,玻耳兹曼的图象论和赫兹的图象论的内容有明显区别,赫兹观点对玻耳兹曼有影响,但玻耳兹曼并非就是赫兹哲学的追随者,他们对维特根斯坦 (L. Wittgenstein, 1889—1951) 的哲学的历史影响也不同。^③

从玻耳兹曼的哲学教育看,玻耳兹曼在维也纳大学担任了理论物理学和哲学教授的双重重要职位就是他作为哲人科学家随研究与教学而付诸身体力行的最好实践。玻耳兹曼的统计物理研究本质上就是哲学的,即与他担任的哲学讲题——自然科学的方法和一般理论相符合,而他的哲学思想完全贯穿了他的科学探索。玻耳兹曼常常在自己主持的最自由的维也纳马赫学会定期的哲学前沿讨论会上变得情绪激动,在最富科学理性启迪的哲学课堂上倡导科学与哲学的协作,折射出他苦苦探寻和追求科学真谛和人生智慧的思维历程,并以哲学病患者的理论物理学家身份,生发出语言哲学观。这种玻耳兹曼工作中的语言哲学区分了科学的形而上学基础和不适当的形而上学语言,给出了哲学的语言本质的断言,涉及科学语言和语用分析。^④ 与其说哲学确实几乎始终贯穿于他的科学探索中,不如说玻耳兹曼的科学探索贯穿在他的哲学思想中。

总而言之,玻耳兹曼的科学成就的取得与统计物理学的产生和发展史相一致,与他的科学哲学思想的系统化相伴随。玻耳兹曼的科学哲学思想是在 19 世纪 90 年代实证主义哲

① Boltzmann's Concept of Reality. [OL] <http://cdsweb.cern.ch/record/1013890/files/0701308.pdf?version=1>.

② Wilson A D. Representing reality—Ludwig Boltzmann and the nature and purpose of theoretical physics [D/OL]. 1989.

③ Visser Henk; Boltzmann and Wittgenstein Or How Pictures Became Linguistic. *Synthese*, 1999: 135 - 156.

④ J. Blackmore; *Ludwig Boltzmann: His Later Life and Philosophy*, 1900—1906, Book Two; *The Philosopher*. Dordrecht Boston: Kluwer Academic Publisher, 1995: 79 - 90.

学思潮席卷科学界，机械自然观的局限性逐渐显露的背景下形成的。玻耳兹曼以“原子假说”为其科学成就基础的观点受到来自实证论者马赫、唯能论的发言人奥斯特瓦尔德为代表的反实在论者的尖锐责问及评判。玻耳兹曼长期在统计物理前沿进行创造性探索，良好的科学素养和所受哲学教育成为他科学哲学思想丰富的源泉。他的科学哲学思想主要集中在《理论物理学和哲学问题》一书中。这本书是后人汇编的玻耳兹曼的专著。从时间顺序上看，玻耳兹曼的研究领域属于经典物理学的范围，原子实在论的解释仍然是处在牛顿经典理论框架内的解释，他的哲学立场带有很强的机械唯物主义色彩。为原子本体辩护时，他求助于形而上学的断言。但是，他的科学哲学思想却直接影响了20世纪的物理学和哲学的发展。

在科学哲学发展史上，研究物理学家玻耳兹曼的思想经历了三次热潮。在这三次热潮中，理清与传播玻耳兹曼的思想成为焦点，时间之矢和熵问题成为热烈和持久的被反思的主题，从而获得了新的研究价值，以之为基础的具体科学依次被赋予了历史的脉络。

20世纪初，具有特别重要历史意义的黑体辐射、布朗运动和金属电子论这些课题的理论或实验研究，为气体运动论提供了证据。使H定理、麦克斯韦—玻耳兹曼分布、均分定理、熵和概率的关系等玻耳兹曼的基本见解开始快速地转播开来。40年代开始，具有特别实用价值的航天技术、核技术和电子技术和高度抽象的数学演算相关研究，为玻耳兹曼方程提供了应用与发展的空间。玻耳兹曼方程现今已成为数学理论和技术应用中详细研究的对象。50年代以来，量子力学、宇宙学、耗散结构、混沌等物理学中时间非对称现象的研究，时间难题成为物理学哲学研究中至今最典型的两栖问题。使玻耳兹曼物理学之间边缘的研究工作出色，特别是热力学与牛顿力学关系的研究成为问题的根源。特别是20世纪末，随着微观物理学、非平衡自组织理论的发展，申农信息熵概念的研进、以及哲学研究中的语言学、释义学、修辞学转向的日益明显，学术界对统计规律、模型的地位有了新的认识，并激发了对热力学中的熵观念、熵与概率之间的关系以及物理学语言的清晰性、物理学观念的实在性、科学与哲学的关系、潜科学、生命哲学、计算数学和基础数学、模型与类比等问题的密切关注。与此同时20世纪80年代以来国外出现了持续研究玻耳兹曼的思想的热潮。

正是以上情形，使我觉得玻耳兹曼的科学哲学思想研究是一个值得探讨的问题。

二、本书的目的和意义

本书旨在以19世纪玻耳兹曼的思想为研究对象，提炼出其中的科学哲学思想，基于对玻耳兹曼科学哲学思想形成过程的梳理与剖析，透视出对当代科学和科学哲学思想的影响。

本书选择了玻耳兹曼的科学哲学思想研究，主要基于以下几点考虑：

第一，从物理学对科学哲学发展的影响上看，科学哲学的发展与物理学革命有着非常密切的联系。科学哲学的研究主要是以“科学”为研究对象，而科学哲学兴起的20世纪，物理学一直在科学领域内占居主导地位，堪称为是基础自然科学，科学发展史表明科学革命几乎都是由物理学引领或发展的。科学哲学的发展是随着自然科学的发展而发展