

# 磁的本质

——通过瞬时相对论来探讨

谢宗浩◎著



河海大学出版社  
HOHAI UNIVERSITY PRESS

# 磁的本质

——通过瞬时相对论来探讨

谢宗浩◎著



河海大学出版社  
HOHAI UNIVERSITY PRESS



## 图书在版编目(CIP)数据

磁的本质:通过瞬时相对论来探讨/谢宗浩著. —  
南京:河海大学出版社,2012.12

ISBN 978-7-5630-3275-4

I. ①磁… II. ①谢… III. ①磁性—研究 IV.  
①O441.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 310033 号

|      |                                          |
|------|------------------------------------------|
| 书 名  | 磁的本质——通过瞬时相对论来探讨                         |
| 书 号  | ISBN 978-7-5630-3275-4/O · 163           |
| 责任编辑 | 朱婵玲                                      |
| 特约编辑 | 张 砾                                      |
| 责任校对 | 朱 昂                                      |
| 封面设计 | 黄 煜                                      |
| 出版发行 | 河海大学出版社                                  |
| 地 址  | 南京市西康路 1 号(邮编:210098)                    |
| 电 话  | (025)83737852(总编室)<br>(025)83722833(营销部) |
| 排 版  | 南京理工大学资产经营有限公司                           |
| 印 刷  | 徐州新华印刷厂                                  |
| 开 本  | 850 毫米×1168 毫米 1/32                      |
| 印 张  | 4.375                                    |
| 字 数  | 113 千字                                   |
| 版 次  | 2012 年 12 月第 1 版                         |
| 印 次  | 2012 年 12 月第 1 次印刷                       |
| 定 价  | 36.00 元                                  |



2011年9月23日欧洲核子研究所公布了一个震惊世界的研究结果：中微子的运行速度可能超过光速。这项研究是由欧洲核子研究所的超级质子同步加速器产生高强度、高能量的 $\mu$ 子型中微子束，发送到730 km外的意大利格兰·萨索国家实验室，以便检测中微子振荡现象。研究人员发现，中微子到达格兰·萨索的时间比预期早了60纳秒，这可能意味着中微子的运行速度比光速还快。用更大的数字来表示，就是光速299 792 458 m/s，而他们在实验中检测到中微子速度是299 799 953 m/s。这一数值的实验误差是10纳秒，换言之，中微子的速度比光速快基本上是对的！虽然只是0.0025%的区别，但这一挑战狭义相对论光速不变原理基石的发现一旦得到证实，将会给物理学界带来巨大的变化。爱因斯坦理论中最广为人知的说法之一就是“光速无法超越”，这也确实是现代物理中最基本的基础之一。如果实验真实，意味着狭义相对论的末日的到来。之后，该研究所与意大利格兰·萨索国家地下实验室进行了合作，研究人员不但优化了最先的实验方案，而且还利用新方案进行了多达20次的重复实验，所得结果与先前的发现完全一致。

对于这个问题，科学家分成两派：一派认为狭义相对论久经考验是正确的，实验错了；另外一派认为经过这么

多的实验,应该没有错,期待新的理论出现。

虽然这个实验结果最后证实是有问题的,但爱因斯坦“光速无法超越”的理论仍是当今科学家争论的焦点。

我认为出现现在的局面根子出在狭义相对论上,为了说明问题,我把1938年爱因斯坦与英费尔德合作的《物理学的进化》第三章中一段话抄下来:“假如光速在所有的坐标系中都是一样的,则运动的杆必须改变其长度,运动的钟必须改变其步调,那么掌握这些改变的定律就都严格地确定出来了。并且如同经典力学中的无限大速度那样,光速将成为一个极限速度。”看看这一段话中有哪些问题:

1. “假如光速在所有的坐标系中都是一样的”这个假如没有实验证明就作为公理提出来了,因此没有得到大众的认可,而且光速不变是可以从洛仑兹公式演绎出来的,这似乎存在逻辑循环的问题。

2. “则运动的杆必须改变其长度,运动的钟必须改变其步调,那么掌握这些改变的定律就都严格地确定出来了。”从这一句话中他明确地表达了运动的杆和运动的钟发生了实质性的变化,但事情真是这样吗?

3. “并且如同经典力学中的无限大速度那样,光速将成为一个极限速度。”这一句话的问题在于他是在没有讨论狭义相对论的使用范围之前下的结论(这些问题在书中有详细的分析)。

事实上,狭义相对论并没有限制速度必须小于光速。所以超光速的出现不可能动摇狭义相对论的正确性。

虽然,爱因斯坦的理论有这些问题待讨论,但他仍不失为一位科学巨匠,他不仅建立了划时代的狭义相对论与广义相对论;他著名的光电效应论文还荣获了1921年诺贝尔物理学奖。然而经过后面的分析,我们将看到爱因斯坦在狭义相对论中的这些认识问题是确实存在的。现在我们要做的工作是既要分析上面提到的爱

因斯坦的认识上的问题,又要保证狭义相对论的正确性不受伤害,使它仍然是一个完整的、正确的理论体系才行。因为狭义相对论经过无数次实验证明,它是绝对正确的!

二十世纪初,普朗克关于作用量子的著名论文与爱因斯坦的狭义相对论先后发表,开创了物理学的新纪元。普朗克提出了作用量子后,德布罗意、海森伯、薛定谔和玻恩等人共同创建了量子力学,并作为一门全新的理论体系,把物理学带入到原子物理与核物理的全新领域。普朗克也因之获得诺贝尔物理学奖。而爱因斯坦的狭义相对论使人们对时空有了新的认识,使传统的仅适用于缓慢运动的经典力学发展为全新的相对论力学。

一般人认为:静系中观察者观察到动系中的时间变慢与长度的变短是不可能的。因为这不合人们的经验。我的大学老师讲狭义相对论时曾说“人在宇宙飞船上,人的心律也会变慢,所以比地球上人更长寿”,当时我就不理解,因为这使中国“天上度一日地上过一年”的神话成真了!而科学家因为狭义相对论得到了大量的实验验证而肯定了“动系的时间变慢与长度的变短”这一结果。如1941年罗斯和霍尔做了宇宙线中飞行介子的寿命增长的实验, $\mu$ 介子的固有寿命  $2.2 \times 10^{-6} \text{ s}$ ,即使以光速飞行,它们在衰变前平均路程也只有 660 m,所以  $\mu$  介子只能出现在 10 km~20 km 的高空,根本到不了地面。但实验发现在地平面上仍可检测到  $\mu$  介子,说明飞行中  $\mu$  介子的寿命确实是延长了,这正验证了狭义相对论关于相对运动的惯性系时间变慢的结论。另外还有不少实验验证了狭义相对论的正确性,这里不一一列举了。这就使大批科学家不得不承认:“动系的时间变慢与长度变短”的结论是对的。常人不能理解是与经验无法协调,所以没错,但科学家有实验依据,所以也没有错。虽然爱因斯坦的理论有实验验证,人们不是说眼见为实吗?难道眼见不实了?事实是眼见不一定是真实的,往往有假象!理论计算的结果与实验结果一致,所以科学家们没错,然而

它不等同于动系的时间真的变慢了与长度真的变短了。为了说明这一点,我们来看一看多普勒效应就清楚了。人们都经历过,在火车站台上,听到火车临近时,火车汽笛的音调变高,离开时火车汽笛的音调变低;同样火车临近站台时车上人听到站台上汽笛的音调变高,离开时汽笛的音调变低。但没有一个人因为耳听为实,会认为是汽笛本身的音调变了,大家都知道这只不过是多普勒效应而已。同样,当静系的观察者观察动系时“动系的时间变慢与长度变短”,按照相对性原理,同样应该有动系的观察者观察静系时“静系的时间也变慢与长度也变短”,因为动静是相对的(见附注一),它们之间只有相对运动。宇宙中没有一个绝对的参照系,所以没有绝对的静系也没有绝对的动系,这本来就是狭义相对论的真谛。那么我们为什么要把“动系的时间变慢与长度变短”看成是真实的结果呢?我认为动系的时间与长度都没变,应该与多普勒效应一样,他们都只是感到对方变了,其实谁也没有实质的变化。以后我将证明变化的根源在于相对运动,与多普勒效应一样可称之为相对论效应(在正文中再作详细介绍)。

在本书中,为了使不太了解狭义相对论的读者方便阅读,先通俗易懂地介绍了狭义相对论主要的内容与主要的功绩,然后再讨论爱因斯坦在狭义相对论中的几个问题。先是“光速不变”是可以用洛伦兹公式演绎出来,爱因斯坦却用“光速不变”作公理来推导洛伦兹公式,这是一个逻辑循环问题。为避免这个问题,我们仅用了相对性原理这一条公理就把洛伦兹公式演绎了出来。这样,爱因斯坦的狭义相对论仍然是正确的,同时也消除了人们对未经验证就把“光速不变”作为公理的疑虑。在这个演绎中,鲜明地突现了用速度不是无限大的光作为观察工具时,必然会出现的观察误差。而爱因斯坦的狭义相对论正是反映以光作为观察工具时的理论,因为它的计算包含了光作为观察工具时出现的观察误差,所以狭义相对论的计算结果与实验结果是一致的。既然它真实地反映

客观实验结果,那就不应该称为观察误差了,应该和多普勒效应一样,把它称之为“相对论效应”更加合适。通过这个证明还告诉人们,只是在用光作为观察工具时光速才是极限速度(这真正地规定了狭义相对论的使用范围),因为利用光是无法测出超光速的事物的,也无法证明超光速是否存在。这就避免了第一和第三这两个问题。

我们证明了狭义相对论是真正相对的,相对论不可能得出绝对的结论。只是观察者在哪个系,那个系就是静系。我们证明了运动的杆和运动的钟没有实质的变化,只不过是相对论效应而已。这即分析了爱因斯坦的第二个认识上的问题。

有了上面的基础,我们讨论磁的本质时就可以放心地应用狭义相对论了。我们仅仅用了电库仑定律与瞬时相对论(后面会介绍,瞬时相对论是 $\Delta t \rightarrow 0$ 时的狭义相对论)来演绎磁学的安培实验定律,证明了以前称之为磁的东西只不过是电的相对论效应而已。这鲜明地揭开了磁的本质,同时也说明狭义相对论不只对速度非常高的运动体才起作用,对直流电中速度非常低的电子也能体现出来,虽然相对论效应很小,但由于电子的数量非常巨大,使它得以表现出来,这也是到目前为止没有找到磁单荷的根本原因。爱因斯坦不该只对时变的麦克斯韦方程作相对论处理,结果只找到了电与磁是不可分的结论,错过了对磁本质的了解。我们经过电与磁几组公式的对比,发现它们的数学模型是相同的,也就是说它们是同态的,这样恒定磁场的公式全部可以从静电场中对应过来。为了更进一步了解磁的本质,我们还论证了时变磁场的实验定律。

我这里把《物理学的进化》一文中的一段话以崇敬的心情记录下来:“相对论的兴起是由于实际需要,是由于旧理论中的严重和深刻的矛盾已经无法避免了。新理论的力量在于:仅用几个非常令人信服的假定就一致而简单地解决了所有这些困难……旧力学只对低的速度成立,从而成为新力学的极限情形。”这话很精彩,不

过我这里要把它修正一下,前一句“仅用几个非常令人信服的假定”改为“仅需相对性原理一条公理”。最后还要加上一句,“即使在低速,但当数量非常大时,如直流电间的受力,虽然电子运动的速度非常低,但由于电子数量非常之多,旧力学还是不行”。但旧力学中不知道存在什么相对论效应,只好人为地造出一个其实是电力相对论效应的磁力来。这样改后写为:“相对论的兴起是由于实际需要,是由于旧理论中的严重和深刻的矛盾已经无法避免了。新理论的力量在于:仅用一个非常令人信服的相对性原理就简单地解决了所有这些困难……旧力学只对低的速度近似成立,从而成为新力学的极限情形。但即使是低速,当数量非常大时,旧力学还是不行的,如直流电间受的电作用力仍应该按相对论处理才能计算出来。严格地说只有找到无限大速度的观察工具时牛顿力学才成立。”

我学的是工科,从大学物理中接触到狭义相对论后,存疑于相对论怎么得出了“动系的时间变慢与长度变短”这一绝对结论?!大学的学习很紧张,到研究所工作后利用空闲的时间来学习和研究狭义相对论,并且以狭义相对论和库仑定律计算出了平行直流电之间的受磁力的公式,更加坚定了相对论是真正相对的,不应该得到绝对的结论。我为了进一步搞清楚这个问题,花了五十余年的业余时间才获得了这些相对论的认识。我学的专业也不是电磁场,毕业后到研究所工作,我参加的大部分工作就是设计天线、微波部件(包括整个微波抽屉);在研究所工作了22年后,有机会到大学教书,教的主要科目就是电磁场理论、天线与微波有源无源网络,都与电磁场有关,这有利于我系统地再学习了电磁场理论。对相对论的认识再加上电磁场理论的知识产生了对磁本质的认识。由于退休后又打了十年工,所以直到七十岁后,才有完整的时间来总结和整理这些研究心得,从而写了《磁的本质》这本书。

这里要感谢电磁学博士后程勇老师,为我审查了电磁学方面

的内容;要感谢计算机学博士张迎周老师,他为我审查了全部数学公式的推导,以确保数学公式推导的正确性;要感谢工程师张建林、左立琴夫妇为这本书大部分书稿打字并作图。还要感谢会计师谢秋鹏、工程师陶涛对书稿作了校对,特别感谢计算机学硕士谢秋丽为书的出版做了大量的工作。

这本书虽然耗尽了我毕生的心血,但我只是一个业余物理学爱好者,毕竟是非专业的,肯定有不当之处,还请专家、学者与读者斧正,谢谢!

**谢宗浩**

成于 2009 年岁末

改于 2010 年年中

定稿于 2012 年春节

我们运用狭义相对论和库仑定律证明了“磁场力”只是“运动电荷的电场力”的相对论增量、解释了位移电流的磁效应、证明了磁的安培定律,这些足以说明“磁”的本质只不过是“电”的相对论效应而已!我们又发现安培定律与库仑定律的数学模型是相同的,抽象代数中叫做同态,所以库仑定律演绎的静电场理论可以对应出全部应该由安培定律演绎的恒定磁场理论来,这样不需要再由安培定律来演绎了;还论证了磁的时变特性,这样通过“磁”的本质的研究,把麦克斯韦方程的基础都证明了一下。

由于狭义相对论问世以来一直受到人们的质疑,这样使“磁”本质的讨论不再具有说服力,为此我们必须解开狭义相对论的这些疑点。为了使不了解狭义相对论的读者容易读这本书,我们先简单地介绍了狭义相对论的主要内容。有了系统的狭义相对论知识后,再来解开狭义相对论的这些疑点。这里主要有两个疑点:一是“光速恒定原理”被质疑,我们介绍了两种只用相对性原理一条公理来完成洛伦兹公式的演绎,这样不再需要“光速恒定原理”了,也就不再因为“光速恒定原理”被质疑而困扰了;再一点就是“运动的杆和运动的钟发生变化”的理论不被人们接受,我们用相对论效应解释了狭义相对论的全部结果,虽然这确实是我们所看到的结果,但正如多普

勒效应一样,在火车站台上听到运动的火车汽笛发出的音调变了一样,而事实上火车上的音调没有变。所以狭义相对论的那些结果在它们的惯性系中也同样应该不变,我们之所以感到变了,这只不过是相对论效应而已。这样就解开了狭义相对论的全部疑点,使狭义相对论成为无可挑剔的完全正确的理论,使我们对“磁”本质的讨论建立在正确的理论上!

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第一章 狭义相对论的主要结论              | 1  |
| 一、时间与空间                     | 5  |
| 二、相对论动力学                    | 8  |
| 三、速度转换关系和速度加法定理             | 13 |
| 四、相对论与电磁学                   | 15 |
| 第二章 狭义相对论的主要功绩              | 17 |
| 一、动系中长度变短和时钟延缓              | 18 |
| 二、质能关系                      | 21 |
| 三、相对论与量子力学                  | 22 |
| 四、相对论与电学                    | 24 |
| 第三章 狭义相对论中的问题解析             | 27 |
| 一、第一个问题                     | 28 |
| 二、第二个问题                     | 31 |
| 三、第三个问题                     | 36 |
| 第四章 只用相对性原理一条公理的洛伦兹公式<br>推导 | 39 |
| 第五章 瞬时相对论                   | 51 |
| 一、瞬时相对论                     | 52 |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| 二、以计算平行直流电间的相互作用力为例来说明<br>瞬时相对论的应用 ..... | 56         |
| <b>第六章 磁本质的讨论 .....</b>                  | <b>63</b>  |
| 一、传导电流的安培实验定律 .....                      | 64         |
| 二、特定电流元受力 .....                          | 65         |
| 三、演绎传导电流的安培定律 .....                      | 75         |
| 四、演绎运流电流的安培实验定律 .....                    | 77         |
| 五、演绎位移电流的安培定律 .....                      | 81         |
| <b>第七章 恒定磁场理论 .....</b>                  | <b>89</b>  |
| 一、抽象代数中的同构与同态 .....                      | 90         |
| 二、由同态关系从静电场的公式写出恒定磁场相应的<br>公式 .....      | 92         |
| <b>第八章 磁的时变场.....</b>                    | <b>101</b> |
| 一、时变磁场产生涡旋电场.....                        | 102        |
| 二、时变电场产生涡旋磁场.....                        | 106        |
| <b>附注 .....</b>                          | <b>109</b> |
| <b>结束语 .....</b>                         | <b>123</b> |
| <b>主要参考书 .....</b>                       | <b>125</b> |

## 第一章

# 狭义相对论的主要结论