

# 相对论浅说

宇宙时代的常识



〔日〕 猪木正文 著

# 相 对 论 浅 说

——宇宙时代的常识

〔日〕猪木正文 著

董炯明 译

科 学 出 版 社

1980

## 内 容 简 介

这是一本介绍相对论基础知识的普及读物。书中深入浅出地阐述了时空的新概念、质量与能量的关系以及支配宇宙某一层次的力和宇宙某一层次的结构。

本书没有数学运算,语言生动活泼。可供对相对论有兴趣的广大读者阅读,也可作为高中学生的课外读物。

猪木正文

宇宙時代の常識

講談社, 1975

## 相 对 论 浅 说

——宇宙時代の常識

〔日〕猪木正文 著

董炯明 译

\*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1980年5月第一版 开本: 787×1092 1/32

1980年5月第一次印刷 印张: 4 5/8

印数: 0001—20,300 字数: 68,000

统一书号: 13031·1234

本社书号: 1715·13—3

定价: 0.40 元

## 译者前言

很早以来，人类根据自己的狭隘经验，对时间、空间和运动形成了一整套根深蒂固的绝对性观念，这种观念统治了我们的思想达几千年。直到一九〇五年，年仅二十五岁的爱因斯坦提出了狭义相对论，它从根本上一举推翻了有关时间、空间和运动的绝对性观念。接着，于一九一五年又发表了广义相对论。

在发现相对论的当时，许多人都认为这个理论不过是一种奇谈怪论。现在，相对论不仅被大量的实验事实所证实，而且在设计现代高能粒子加速器以及核反应时，得到工程技术上的实际应用。所以，相对论已成为近代物理学的一块基石。要是没有相对论，就跟没有物质的原子分子结构概念或电磁场学说一样，大量的物理现象将得不到解释，近代物理学就会没法存在。

相对论的创立不仅是物理学上一场重大的革命，而且它为马克思列宁主义关于时间和空间是运动物质存在的形式这一哲学论断提供了有力的科学根据。所以，列宁十分重视爱因斯坦的工作，称他是“伟大的自然科学改造者”。我们敬爱的周总理生前对爱因斯坦也作过高度的评价，称他是“犹太民族的杰出的科学家”。

本书是一本普及相对论知识的通俗读物,内容浅显,文笔生动有趣,没有深奥的理论阐述,也没有复杂的数学运算,可供对相对论有兴趣的广大读者阅读,也可作为中学生的课外读物。在翻译过程中作了一些删节,有些地方略有修改。翻译中仍会存在一些问题,希望读者批评指正。

# 目 录

|   |                    |    |
|---|--------------------|----|
| 一 | 要是没有发现相对论.....     | 1  |
| 1 | 宇宙时代不会来临 .....     | 1  |
| 2 | 找不到绝对真理 .....      | 4  |
| 3 | 真理不一定是常识 .....     | 7  |
| 二 | 该是摆脱常识的时候了.....    | 8  |
| 1 | 宇宙飞船是静止的吗? .....   | 8  |
| 2 | 地球是“金鱼缸中的金鱼” ..... | 11 |
| 3 | 以太流的速度 .....       | 15 |
| 4 | 达到了常识的极限 .....     | 19 |
| 三 | 向着未知领域冒险.....      | 25 |
| 1 | 否定算术的光速 .....      | 25 |
| 2 | 运动与静止无法确定 .....    | 28 |
| 3 | 速度减慢时间 .....       | 32 |
| 4 | 弟弟老于兄长之谜 .....     | 37 |
| 四 | 宇宙的奇特性质.....       | 42 |
| 1 | 征服宇宙可能吗? .....     | 42 |
| 2 | 一寸光阴一寸金 .....      | 46 |
| 3 | 时刻随场所而变 .....      | 50 |
| 4 | 空间的收缩.....         | 55 |
| 五 | 基本粒子漫话.....        | 61 |
| 1 | 光不能加速 .....        | 61 |
| 2 | 电子追不上光.....        | 63 |

|   |                    |     |
|---|--------------------|-----|
| 3 | 极微“光速宇宙飞船雨” .....  | 66  |
| 4 | 核“时钟”的威力 .....     | 69  |
| 六 | 宇宙是四维的世界 .....     | 73  |
| 1 | 质量消失了 .....        | 73  |
| 2 | 隐藏着的巨大能源 .....     | 76  |
| 3 | 第四维的发现 .....       | 80  |
| 七 | 失重状态之谜 .....       | 86  |
| 1 | 运动着的是火车还是宇宙? ..... | 86  |
| 2 | 没有交通事故的世界 .....    | 89  |
| 3 | 人工制造引力 .....       | 92  |
| 4 | 用脚使宇宙运动 .....      | 96  |
| 八 | 改变时间和空间的引力 .....   | 101 |
| 1 | 住得越低寿越长 .....      | 101 |
| 2 | 用手感觉空间的弯曲 .....    | 104 |
| 3 | 得到验证的三个预言 .....    | 108 |
| 4 | 宇宙空间是闭合的吗? .....   | 113 |
| 九 | 是什么支配着宇宙 .....     | 115 |
| 1 | 引力决定恒星的命运 .....    | 115 |
| 2 | 充满在宇宙中的未知波 .....   | 120 |
| 3 | 星云爆发之谜 .....       | 123 |
| 4 | 天上支配地上 .....       | 125 |
| 十 | 宇宙的新谜语 .....       | 128 |
| 1 | 引力正在减弱吗? .....     | 128 |
| 2 | 袭击地球的空间“海啸” .....  | 132 |
| 3 | 空中飞碟之谜 .....       | 134 |
|   | 结语——必须重视基础科学 ..... | 140 |

# 一 要是没有发现相对论

## 1 宇宙时代不会来临

### 相对论的贡献

人类正在摆脱地球引力的束缚向宇宙空间勇敢地迈出第一步,这在人类发展史上可以说具有里程碑式的意义。

不言而喻,这个历史性的成功是与本世纪科学技术的迅速发展分不开的。特别是物理学的进步,真可谓一日千里。而作为近代物理学的一块基石,则是亚尔培·爱因斯坦在本世纪初发现的相对论。

相对论对于本世纪物理学的进步起着一种指导性的作用。假如相对论的发现推迟几十年,那么物理学及其有关学科的进展必将显著延缓,其结果将使人类的脚步迄今不能迈入宇宙空间。

所以,在这个意义上说来,如果把当今的时代称做宇宙时代的话,相对论就是通往宇宙时代的指针。

### 改变思考的基础

那么,相对论为什么能起如此重要的作用呢?简单地说来,这是因为相对论从根本上改变了作为人类思考基本要素

的时间和空间的陈旧概念。

在物理学中，时间和空间是描述自然现象不可欠缺的基本要素。就是在现实生活中，作为生活在时间和空间中的我们有哪一天会不提到这两个词儿呢。所以，时间和空间概念的根本性改变是对上世纪经典物理学的重大突破。事实上，在本世纪出现的新的物理学理论中，都必需采用时间和空间的新概念。

不过，要让一般人轻易地理解时空的新概念看来有点困难。这是因为我们在日常生活中已经习惯了绝对时间和绝对空间的老概念。

说实在的，在日常生活中我们也确实没有必要去改变原先的关于时空的老概念。从我们的步行速度乃至超音速客机的速度，与光速相比实在慢得可怜。只有当今后的运输工具达到接近于光速的速度时，那时才需要用相对论来考虑日常生活中的问题了。

到那个时候，人类将乘上速度接近光速的宇宙飞船，离开老家太阳系，到其它恒星的星际世界上去作客。如果说现在刚刚是宇宙时代的开始，到那时才真正称得上宇宙时代来临了。

### 半世纪前的宇宙时代

说来也有趣，对于物理学世界而言，正式的宇宙时代却是从本世纪初就开始了。现代物理学的特点是穷究物质的超微结构。科学家们首先阐明了原子核的结构，目前正在努力探索组成原子的各种基本粒子的内部结构。

基本粒子在原子内部、原子核内部以及原子与原子之间的空间以接近光速的速度高速旋转着。也有一部分基本粒子从原先所在物质中飞逸出来，它们几乎用光速在无限的宇宙空间中进行恒星际或星云际旅行。所以可以说，基本粒子既是微观世界又是无限的宇宙空间中的光速宇宙飞船。这样的宇宙飞船，在其旅行过程中，过去有关时空的陈旧概念完全不再适用了。

所以，在基本粒子世界中有必要建立起新的时空概念。当然，因为物质是由基本粒子组成的，当物质运动的速度极快地增加时，同样需要采用新的时空概念。

### **从质能关系到宇宙结构**

相对论的辉煌成果不仅仅限于揭示了时空的新概念，它还第一次阐明了质量与能量之间的关系。能源问题与我们今天的日常生活联系非常密切，这是读者每天都能体验到的。而且在今后的空间探索事业中，在考虑提供宇宙飞船的巨大动力源时，多半会利用质量和能量的关系。

相对论的另一个成果是发现了支配宇宙某一层次的力——即通常所谓的万有引力——的本质以及宇宙某一层次的结构。这是一个非常深远的问题，发现以来虽然过去了半个多世纪，目前仍然吸引着许多物理学者的兴趣。由于现代技术日新月异的进步，在相对论发现当时认为难以做到的极为困难的实验验证正在成为可能。人们越来越认识到：相对论并没有过时。

由上所述,从时空概念,质能关系到宇宙结构,相对论所涉及的范围极其广泛。不过,这些都是由相对论导出的结果。作为相对论的基本考虑方法,正象下节所述,实在非常简单。

### **相对论的基本考虑方法**

这就是:利用物理学方法无从知道(确定)物体是处于运动状态还是处于静止状态。

在相对论出现以前的经典物理学中,则认为物体处于运动或静止状态是可以确定的。这种考虑方法和日常的经验相符合。

例如根据日常经验,我们认为行驶着的列车处于运动状态,此时,地面和整个宇宙被看成处于静止状态。但相对论却主张也可以反过来说:列车是静止的,而地面和整个宇宙处于运动状态。

要认识这个奇特的考虑方法,从逻辑上说来必须建立起前述的有关时间、空间等的新概念。为什么无法确定运动和静止呢?我们从第二章起回答这个问题。

在经典物理学中,物体的运动被分成等速运动和加速运动两种。在相对论中也分成等速运动和加速运动两种场合,前者叫做狭义相对论,后者叫做广义相对论。

## **2 找不到绝对真理**

### **定律不是圣条**

在相对论发现以前,物理学者都认为物理定律是自然界

绝对真理的反映。就是在今天，多数人或许仍然抱有这样的想法。

相对论从根本上推翻了这种形而上学的想法。对此，我们作如下简单的说明。

学过初等物理学的读者都知道，牛顿发现了三大运动定律。这三项定律迄今被成功地应用于诸如设计机器、汽车、轮船、飞机及高层建筑等方面，发挥着巨大的威力。在过去，大家都把这三项定律看成是绝对真理。

另外，牛顿发现的万有引力定律对于计算围绕太阳公转的行星（水星，金星，地球，火星等）的运行轨道及人造地球卫星的运行轨道也卓有成效，它甚至可以分秒不差地预报百余年后在地球上某处能够看到的日（月）全食的时间。于是，许多人对这条万有引力定律奉若神明，把它讴歌成整个宇宙的绝对真理。

但是相对论阐明了：牛顿的运动定律只有在物体运动速度远比光速低的情况下才适用，万有引力定律也只有在引力强度弱的场所才成立。

就这样，相对论把这些定律从宇宙的绝对真理的宝座上拉了下来，证明它们无非都是相对真理而已。相对论对牛顿的运动定律作了修正，使其不但适用于低速情况，而且也适用于接近光速的情况；它还导出了不论引力弱或引力强的场所都适用的引力定律。

看到这里，读者一定会问：那么相对论是不是宇宙间的绝对真理呢？

## 同样是个相对真理

现代物理学者认为相对论与牛顿定律一样，同样存在着使它成立的范围。也就是说，相对论也只能在宇宙的某个范围中适用。这个范围的大小目前虽尚未能确定，但它必定有一个范围则是肯定无疑的。所谓物理定律的成立范围也就是它的适用范围。

自从相对论发现以来，终于使我们认识到所有的物理定律统统只是在某个范围内适用的相对真理。而我们的经验知识，其适用范围就更狭窄了。

## 为了避免失败

古往今来，不少事情的失败往往是由于不了解或者忘记了知识的适用范围所至。

在《伊索寓言》中讲述了一只苍蝇的故事。

有一只苍蝇根据自己的经验向它的同伴们说：凡是有许多苍蝇聚集着的地方，就是安全的场所，可以放心前行；凡是没有苍蝇的地方多半是危险的场所，最好不要飞去。但是有一天，它看到许多苍蝇群集在一家人家的某个地方，它毫不在意地闯入了这户人家，放心地飞落到同伴们群集之处。哎呀！不得了！这个飞落之处原来是张捕蝇纸，这对苍蝇来说正是最危险的地方呀。

从上面这个寓言故事可以看出，人类制造的捕蝇工具是超越苍蝇的知识适用范围之外的。

上 海 冬 季 讲 习 班

关于有经验的汽车驾驶员或飞机驾驶员产生大事故的新闻屡有听到。所谓有经验的老手,往往经历过多次失败,从而对于处理各种不同紧急情况具有丰富的经验。但是,老手所掌握的知识毕竟还是有着其适用范围。老手如果忘了这一点,过分相信自己的经验,偶尔也会引起重大事故。

初学者虽然做不出象老手那样潇洒自如的动作,但由于他对一切都很谨慎小心,反而不易引起特别重大的事故。

所以,了解从经验中获得的知识的适用范围是与知识同等重要或者甚至超过知识本身。但是要正确地了解某种知识的适用范围却是一件极为困难而复杂的问题。后面将要叙述的相对论的发现过程就雄辩地证实了这一点。

### 3 真理不一定是常识

在某次讲演会上,著者作了关于相对论的通俗讲演以后,有一位听讲者提问道:“为什么必需作出如此不符合常识的考虑呢?”

答案很简单。这是因为自然界的结构天生就不符合“常识”,为了正确地认识自然界就不得不作出不符合“常识”的考虑。当然,自然界中也有一些符合常识的部分,能为我们的感觉所直接验证,但这些只不过是很小的一部分罢了。

所以,在讲述相对论之前,我们特别提请读者注意:自然界的真理不一定是常识。

## 二 该是摆脱常识的时候了

### 1 宇宙飞船是静止的吗？

#### 天体在运动

关于物体是在运动还是处于静止这一问题，我们似乎从未引起过疑问。事情仿佛很清楚，凡是运动着的物体就是处于运动状态，如果有人怀疑它是不是处于静止状态，我们就会怀疑此人是不是患神经病。

但是如果稍为深入地考虑一下，将会发现事情没有那么简单。我们是住在地球这个巨大的球体上的，凡是相对于地面或海面运动着的物体，我们认为它处于运动状态；凡是相对于地面或海面静止着的物体，我们认为它处于静止状态。这就是说，我们是以地球表面为基准来考虑物体的运动和静止的。可是，今后当宇宙时代正式来临时，假定我们坐在远离地球的宇宙飞船上，到那个时候，我们对于运动和静止的看法就不得不比现在更深入一步了。

例如，未来的宇宙飞船上的服务员可能会向乘客作如下的播音介绍：

“现在宇宙飞船的速度相对于地球为每秒多少公里，相对于太阳为每秒多少公里，而相对于土星正好处于静止状态。”

倘若是初次参加宇宙旅行的乘客，听到以上这段播音准为感到莫名其妙：宇宙飞船的速度到底每秒钟多少公里呢？现在到底是处于运动状态还是处于静止状态呢？

宇宙飞船上的服务员之所以作出以上的播音，是由于宇宙中的各个天体分别以不同的速度和方向作着相互远离或接近的运动。对此，我们在下面再作一些稍为具体的说明。

## 永恒的运动

地球以每秒三十公里的速度绕太阳公转，而太阳本身也在运动。

太阳是银河系这一巨大星云中的一颗恒星。银河系里约有一千多亿个恒星，其直径约为十万光年（一光年是指光在一年中传播的距离，约等于十万亿公里），中央部分的厚度约为一万五千光年，形如一只铁饼。太阳位于铁饼的边缘，根据计算，它带着太阳系全体成员以每秒将近三百公里的高速度围绕着银河系的中心旋转。但即使用这样高的速度，太阳绕银河系中心转一圈得化二亿年左右的时间，这个铁饼之大，由此可以想见。

在宇宙中，象银河系这样的星云多得不可胜数，它们组成更高一级的总星系在宇宙中运动着。我们的银河系以每秒二百多公里的速度朝着麒麟星座的方向疾飞猛进。所以说，宇宙中所有天体的运动都是没有始点和终点的永恒的运动锁链中的一环。

那么，在宇宙中难道不存在可以作为所有物体运动和静

止的共同基准的特别的物体吗？

是这样。我们说某物体处于运动或静止状态，只能说相对于某个天体是处于运动状态，或相对于另一个天体处于静止状态。于是我们可以得出如下结论：这个物体既可以说它是运动的，也可以说它是静止的。

### 牛顿的推理

对于这个疑问，经典物理学的创始人牛顿曾作过一个回答。

宇宙是由数目众多的星云和星际物质（主要是气体）组成。如果宇宙的大小和物质的总量是有限的，那么可以设想总质量的重心应该存在于宇宙中的某处。所谓重心，简单说来就是物体支撑在地面上能保持平衡的那一点。

从力学的角度来考察，如果作为宇宙基准的这样的物体存在着的话，那么它就是宇宙的重心。这是因为宇宙中的星云和星际物质不管作怎样的运动，其重心位置保持不变。

牛顿抱着这样的观点把相对于宇宙重心的运动看做是真运动。为了与相对于其它基准物体的运动和静止相区别，他把前者叫做绝对运动和绝对静止。就这样，关于运动和静止的绝对性理论出笼了。所谓绝对性理论，换一种说法，也就是认为运动和静止可以由物理方法来确定的理论。

牛顿的这个理论，从常识来考虑似乎是挺合理的，但是却拿不出能够证明这个理论是正确的依据来。牛顿生前并没有指出宇宙的重心在哪儿，也没有提到地球绝对运动的速度（绝