

作用波动力学基础

——一种全新力学

赵富有◎著

作用波动力学基础

——一种全新力学

赵富有◎著



吉林大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

作用波动力学基础:一种全新力学 / 赵富有著. —
长春: 吉林大学出版社, 2016.4
ISBN 978-7-5677-6376-0

I. ①作… II. ①赵… III. ①波动力学 IV.
①O413.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第098430号

书 名: 作用波动力学基础:一种全新力学
作 者: 赵富有 著

责任编辑: 唐万新 责任校对: 唐万新
吉林大学出版社出版、发行
开本: 787×1092 毫米 1/16
印张: 19.5 字数: 300千字
ISBN 978-7-5677-6376-0

封面设计: 美印图文
长春泽成印刷厂 印刷
2016年4月 第1版
2016年4月 第1次印刷
定价: 68.00元

版权所有 翻印必究
社址: 长春市明德路501号 邮编: 130021
发行部电话: 0431-89580028/29
网址: <http://www.jlup.com.cn>
E-mail: jlup@mail.jlu.edu.cn

序 言

我是一名地质工作者，1994年地勘行业不景气，实行第二次创业，我们系统的延伸产业是基础桩施工，我工作在一个桩基础检测中心。当时单位有意购买一台美国产PDA大应变桩检仪器。一位美国工程师专程来长春介绍仪器原理、性能，在这位美国老师的讲授中，提到上行波、下行波、压力波和拉力波的概念，引起了我的关注。从那时起，我便钻研应力波在物体中的传播。1996年结合桩基检测，将初步研究成果以“应力波及其在桩基工程上的应用”为标题，发表在中国建材工业出版社的《桩基工程技术》论文集中。其后，我利用近10年的业余时间，致力于思考应力波与运动和作用的关系，研究应力波在物体中传播的规律和基本原理。

在写这本书之初，我觉得用动量波直观、易懂，把动量波传播作为运动产生的原因。后来感觉到，还是使用作用波这个术语更为确切些。令我头疼的是，专业知识欠缺、文字能力亦差。2006年完成初稿，9年来一直搁置，近半年进行了系统的整理、修改和补充、完善。我何尝不想尽快完成这部作品，但时至今日对所写的东西仍感觉不如意。令我欣慰的是，所得到的结论、成果却是准确和创新的。

全书共分9章，293页、约30万字。主要成果：

1. 确立了新的时、空观，凸显运动的真实性和绝对性。
2. 以物体为研究对象，克服了牛顿质点力学的局限性。
3. 发现了物体保持运动的根本原因是作用波动，摒弃了惯性、惯性系及惯性质量。
4. 运用两种形式的波动定律，从作用波动的角度解决了物体究竟是如何产生和保持运动的和物体之间到底是怎样发生作用的。
5. 发现了作用量守恒定律。由作用量守恒定律可直接得出作用力和动量守恒定律。
6. 应用波动定律对孤立物体的运动和物体之间的作用等问题，列举多个实例，并做了反复的阐述及详细的计算。
7. 初步建立了波动力学的基础和框架，并将波动力学在牛顿力学的诸多领域做了简要推广。
8. 提出了任何物体其运动速度都有一个极限值，如果超过其极限速度

值，物体的结合力就会被破坏，物体将会发生分解，成为等离子体的物质。

9. 发现质量与电量具有互换性质，给出了质、电转换常数。这样就完全有理由认为万有引力场是某种静电场，万有引力是某种静电力，为实现力和场的大统一开辟了道路。同时指出一切作用力都是接触力，力的传播速度就是物体或场介质的固有波速，克服了牛顿力学中存在力的超距作用。

10. 给出转动速度差分定理、法线与切线速度的关系式等，从作用波动的角度和在微观上对转动问题做了初步的阐述。

力学是基础性科学，可辐射到各个科学领域，同时又具有广泛的应用空间和实用价值，在诸多科学领域中力学有着极其重要的地位。本书介绍的是一门全新的力学，它不仅可以以物体为研究对象，而且功能强大，原理和方法简单。只需将本力学根据应用需要充实、完善，借助于计算机和软件，可模拟并确定任何物体、在任何不同时刻的运动和内力分布及变化情况，可模拟任何物体之间、任何不同时刻的受力情况，可模拟如海啸、飓风等自然灾害如何发生和传播以及这种传播产生的威力，还可模拟如冲击波试验、风洞试验、模拟汽车碰撞、高速飞行物试验等。本力学虽不同于牛顿质点力学，但如果参与运动或作用的物体是等波动质量的均匀物体，那么无论在运动学方面，还是在动力学方面，所得结果与牛顿力学完全相同。

因受专业、能力和篇幅所限，本书只做基础性的研究，回避一些因物体形状变化及作用端不规则而使作用波的传播出现复杂性的问题，故将本书命名为《作用波动力学基础》，简称波动力学。为了讲清某一观点，不得不重复叙述同样的问题。为了直观和便于理解，本书未引入高等数学如导数、微积分等。这是一篇通俗易懂的科普性读物，未能向深度和广度拓展，这些工作只能留给更专业和关注力学发展的人才来完成了。但本书还是非常有力量的，相信定能给读者一些启迪和帮助。

在物理学史上，对波的提出和研究经过了漫长、曲折的经历，已经是非常久远的事情了。例如对到底什么是光波的认识，早在17—18世纪微粒说占了统治地位，到了19—20世纪这种统治地位被波动说所取代。但到目前为止，有关对波的任何研究并没有真正触及到孤立物体的运动和物体之间作用。美国著名的物理学家库珀在他所著的《物理世界》一书中，曾经这样评述过这种情况：“现在提出这样一个问题：波是否像粒子那样具有惯性？或者说，在没有力的情况下，波的传播有什么特点？是否可以认为波的运动与粒子一样，也服从惯性定律；而把一切惯性运动的情况都看作是由于外力作用的结果？直到现在还没有人说过，在波的情况下，力应当是什么样的。同样不清楚的是，沿这条路子走下去究竟能走多远”。

在有关对波的研究方面，无论以往的、还是现代的大多数物理学家都把注意力放到对介质中波的性质研究上面去了，而对波与运动和作用的关系所知甚少。本书正是着重探讨和解决波与运动或作用的关系，得出在波的作用下，力与速度的分布、大小等详细信息。波动力学不仅摒弃了惯性这个概念，而且从客观真实的角度，阐述物体之间究竟是怎样产生作用的和孤立物体究竟是怎样保持运动的，这一变革必将使古老的力学呈现出崭新的面貌和焕发出青春的活力。

同牛顿经典力学一样，作用波动力学不仅可以在运动学和动力学中得到广泛的应用，而且可以辐射到物理学以及其它自然科学领域。

2016年3月于长春

目 录

第一章 力学基本概念.....	1
第一节 概述.....	1
第二节 时间.....	2
第三节 空间.....	3
第四节 环境.....	4
第五节 质量.....	5
第六节 物体的属性.....	5
第七节 惯性及惯性系.....	7
第八节 物理与数学.....	7
第九节 参照系.....	8
第二章 运动和作用	11
第一节 运动	11
第二节 波动与运动	13
第三节 作用或力	14
第三章 波动概念和原理	17
第一节 波动概念及属性	17
第二节 波动产生运动	24
第三节 匀速运动	29
第四节 变速运动	31
第四章 波动定律	36
第一节 外波动定律	36
第二节 外波动定律应用	39
第三节 作用力	54
第五章 内波动定律	65
第一节 内波动定律与相削定理	65
第二节 内波动定律应用	67
第六章 碰撞	91
第一节 质点力学解决碰撞问题	91
第二节 波动力学解决碰撞问题	97

第三节	相对复杂物体之间碰撞·····	125
第七章	波动力学推广·····	199
第一节	在运动学中应用·····	199
第二节	在动力学中应用·····	202
第三节	在功能原理中应用·····	222
第四节	关于作用量、作用力和动量守恒·····	226
第五节	在冲量原理中应用·····	227
第六节	关于动能守恒·····	228
第七节	在弹性力学中应用·····	242
第八节	关于万有引力·····	249
第九节	在自由落体中应用·····	252
第八章	转动·····	264
第九章	波动力学总结·····	287
参考文献	·····	293

第一章 力学基本概念

第一节 概述

在物理世界中，任何一个简单的物理现象都会包含着许多方面的物理内含或属性。物理学家为了研究、解决某一方面的物理问题，探索、发现某一方面的物理规律，需要引入能够反映所研究物体某一方面性质、特征、状态、变化和这个物体所处的某一特定外部环境的一些概念，这些概念就构成了物理语言。在这些概念中物理学家为了比较同一概念之间的数量关系，人为地对这些概念所对应的物理“实在”设定一个公认的度量标准，以便在物理学中引入数学，由此也就使这些概念又有了新的属性——物理量。物理学家通过研究、比较和计算几个相关物理量之间的相互联系，就有可能发现并建立物理学某一方面的规律或定律。

有些物理概念可以对应物体的客观实在如质量，有些概念则对应物体的一种状态如力，有些概念是人为抽象出来的、可用来反映外部环境如空间、时间。在力学中，最基本的物理量应是运动的量（简称动量）。动量又包含两个基本概念即质量和运动。抛开质量仅描述动量的运动属性，构成了运动学的基本内容；而研究动量的传递和变化，则构成了动力学的基本内容。

在力学中，动量以外的一些概念只是为了研究动量某一方面的性质、特征、状态而引入的，如速度这个概念是为了研究具有一定动量物体的运动属性而引入的，它的真实物理含义应是单位质量的动量。加速度这个概念是为了研究在某一时间间隔物体动量的变化而引入的，它的真实物理含义应是单位时间、单位质量的动量变化。另外，描述物体体积大小和反映物体周期性或持续性性质如空间和时间的概念，除了概念本身所具有的物理属性外，物理学家还赋予了它对所研究的事物提供一个特定的外部环境的功能。如空间的概念，既用来度量物体的大小，又可为所研究的事物提供一个均匀的、各向同性的、空虚无物的空间环境。时间的概念除具有能够度量具体物体运（振）动的持续性和快慢功能外，物理学家又赋予时间以绝对的、均匀的、除与度量标准时间的那个物体的某种物理属性有关以外，与所有其它具体事物运（振）动状态无关、永远流逝和无始无终的属性。

不仅物理学定律的建立需要人为设定一个特定的外部环境才能成立，即使物理学中的某一个概念，同样也需要在一个特定的外部环境下才能准确地确定。如度量一个物体的质量大小，需要考虑或排除环境介质的影响；考察一个物体的运动状态，同样也需要考虑或排除环境介质的影响等等。

总之，物理学的基本内容就是建立一些需要描述物体（理）某一方面性质、特征、状态的概念，人为地确定这些概念的度量标准（计量单位），人为地设定这些物理概念所处的外部环境，建立一些相关概念之间的相互联系，找出它们之间存在的数量关系，由这个数量关系和已知条件推导并求出某一未知物理量的大小。

第二节 时间

时间可以说是人们最为熟悉、最为平凡的一个概念，但是时至今日人们对时间的种种定义也难以令人满意。随着人们对宏观、微观领域探索的不断深入，对时间的认识向着更长和更短两个方向发展。但这只是对时间认识程度的加深和测量手段的提高，它是由所研究领域事物的时间属性所决定的，而与如何来定义时间这个概念并无多大关系。但无论对时间是否能够准确、真实地定义，都不会妨碍时间在物理学中的应用。

其实，在宇宙中或物理世界里，一切事物都具有周期性或持续性方面的表现或属性。物理学家为了了解、比较和确定物体（质）在这个方面的状况，定量地研究物理学中与物体（质）的周期性或持续性有关的问题，抽象出了时间这个概念。并根据某一个能够相对准确标定事物在周期性或持续性方面表现的物理性质，人为地设定一个度量时间的标准，比如秒。物理学家根据所研究的物理问题在时间上表现的差异，在人为设定标准时间的基础上建立了一系列与设定标准时间相关联的时间单位系统，如微秒、小时、天、年等。这样就建立起一个能够反映宇宙中一切事物周期性或持续性性质，度量一切事物在这一方面表现的时间框架。这种标准时间单位一旦确定，既能够反映和度量具体事物的周期性或持续性的大小，又能抽象出一个与具体事物的周期性或持续性无关的标准时钟，这架标准的时钟只与设定标准时间的那个特定事物所表现出周期性或持续性的物理现象有着内在联系，而且总是均匀地流逝。一旦人为地抽象出了这种时间概念以后，时间就具有绝对的、均匀的、无始无终的和永远流逝的属性，这种时间叫数学时间。

数学时间的建立，为物理学家研究物体在周期性和持续性方面的性质即物理时间，提供了一个标准时间系统和一个理想的外部条件。在自然界中或

物理世界里，不存在没有周期性或持续性的物质或事物，也不存在没有物质或事物的周期性或持续性。物理学家正是为了能够定量地研究物体或事物在这个方面的表现即研究物体或事物的物理时间属性，才引入了数学时间的概念，并人为地制造了能够度量具体事物物理时间属性的工具。但是，如果认为宇宙中真的存在时间这种东西，试图寻找并发现所谓的“时间子”那是错误的。

自然界的不同事物如微观与宏观事物在周期性或持续性方面的表现差异非常巨大，这就使得建立的时间单位系统的跨度也非常巨大。

第三节 空间

空间的概念是物理学家为了比较物体所占体积的大小或物体运动的范围而引入的一个概念。物理学家根据某一具体物体在延展性方面的稳定表现，人为地确定一个公认的度量标准如米，以此为基础并运用数学的手段，建立起一套度量具体物体延展性的方法和单位。在度量方法上，可以引进如笛卡儿坐标系、球坐标系、极坐标系等。这样，就可以把度量具体物体的大小，用公认的长度标准单位和引入的坐标系统加以解决。

例如在笛卡儿坐标系中，一维空间就是带有标准长度单位的一根直线数轴，用以度量物体在这个方向上的延展情况；二维空间是两个相互垂直的刻有标准长度单位的直线数轴，用以度量物体在这个面上的延展情况；三维空间是三个相互垂直的刻有标准长度单位的直线数轴，用以度量在这个标定空间中事物的延展情况。同时间一样，在空间的度量单位系统中，根据所研究的事物在空间上延展性的差异，以标准长度单位为基础，人为地建立起一系列用以确定空间大小的度量单位系统，如纳米、米、千米、一个天文长度单位、秒差等。

在宇宙中或物理世界里，空间是物质的，不存在没有物质的空间，也不存在没有空间的物质。物体（质）的这种空间属性跨度极广，大到星系、宇宙，小到原子、基本粒子。

如同时间的概念相似，空间的另一个属性是可以人为地抽象出一个与具体事物无关，均匀的、各向同性的、空虚无物的绝对空间，这样的空间叫数学空间（如笛卡儿的三维空间）。数学空间为研究具体事物运动和作用，提供了一个必不可少的外部条件。

第四节 环境

任何科学研究，都需要而且必须在一定的外部条件下进行。物理学家为了抓住事物的本质，简化所研究的问题，以便能够发现和建立物理学定律，往往需要人为地对所研究的问题设定一个理想化的外部环境。这是因为在宇宙中或物理世界里，任何事物都不可能是单纯存在的，都必然与周围其它事物存在着这样或那样的联系。从这种意义上讲，亚里士多德正是由于考虑到了环境介质的影响，才从实际经验出发得出了没有力的作用，孤立物体的运动状态将无法保持，最终运动会停止的“正确结论”。然而，这个结论虽然正确，但这种处理问题的方法却被后人所取代。伽利略通过做斜面上滚动小球实验，得出了如果忽略小球在平面滚动时环境介质的影响，小球将保持这种运动状态的结论。伽利略与亚里士多德阐述的是一个同样的事实，只不过亚里士多德是依据客观实际，得出了“没有力的作用，运动最终将会停止”的论断；而伽利略却是从人为地抽象环境因素入手，认为如果去掉环境介质对小球滚动的影响，平面上滚动的小球将不会停止运动。在这之后，牛顿则是更进了一步，提出了“绝对时间和绝对空间”的概念，并以此作为研究作用与运动的外部环境。在此基础上，牛顿提出了惯性定律和“力学三定律”，并由此将运动学与动力学建立在科学的基础上。

从亚里士多德到牛顿，他们在研究力学的道路上虽然经过了非常漫长的历程，但其中一个重要进步就是认清了这样一个事实，即只有把要研究的对象或问题与其它事物隔离开来，置于一个人为设定的理想化的外部环境中，才会抓住了事物的本质，才能使所要研究的问题得到简化，才有利于发现事物的规律、建立物理学定律。

不仅牛顿动力学与运动学的研究需要在理想的外部环境中进行，在其它方面物理学的研究中，同样也需要在一个人为设定的理想化的外部环境下进行。例如：研究气体动力学需要假设在理想气体条件中进行；研究热机效率需要在可逆状态下进行；研究热力学需要在一个孤立的和封闭的系统中进行……。由此可见，这种人为地设定理想化的外部环境，不仅是在物理学研究中必须处理和解决的一个前提条件，而且对发现物理学定律，创立物理学说起到了十分重要的积极作用。

数学空间和数学时间就是人为抽象出来的两个概念，并以此作为波动力学研究物体之间作用和孤立运动的外部环境。

第五节 质量

质量是动量所包含的一个基本物理属性，是为了描述和比较物体中含有物质多少确立的一个物理概念。同其它物理概念一样，物理学家为了对具体物体的质量进行定量的表述，通过某一公认度量质量的方法，人为地确定某一个公认的质量标准，并以这个标准质量单位为基础建立起一套度量质量的单位系统，以便能够定量地研究不同物体质量的大小。

在物理世界里，质量这个概念能对应真实的客观实在即物体中所含物质的量。物理学家根据某些与质量有关的物理学定律，把待测定物体与标准质量物体，通过做相同的实验进行比较，就可确定待定物体的质量。

质量既为物质，是宇宙中固有的、不变的一个量。宇宙中的基本物质可以依据物理的、化学的及生物的规则进行破碎、聚合、分解、化合等演化，从一种存在方式演化到另一种存在方式，但无论如何物质本身既不会产生，也不会消灭。也就是说宇宙是物质的宇宙，世界是物质的世界，这些物质以自然的方式形成自然界，以生物的方式形成生物群，以植物的方式形成植物带，以化学的方式形成有机或无机物质，以物理的方式形成基本粒子、原子、物体、星系及空间乃至宇宙。物质无论以何种方式形成万物，最终总是由构成各种物体的那些基本物质变来变去，这些基本物质既没有产生、也没有消灭，物理学家将其称之为物质不灭定律。在自然界或宇宙中，物质守恒是一条最基本的定律。

在波动力学中，并不需要惯性质量，同样也不需要引力质量。物体的质量即为物体中所含物质的量，仅此而已。

第六节 物体的属性

自然界中的一切物体，都具有一些固有的或内禀的属性。比如一切物体都具有恢复变形的能力或倾向，把这种能力或倾向叫作物体的弹性。不同的物体具有不同的弹性，一般来说不同类别物体的弹性极限差别很大，这主要是由组成物体的基本物质性质和结合力所决定的。另外，任何一个物体的弹性极限都与其所处的环境有关，主要与环境温度和压力有关。自然界中所有的物体除了都具有弹性属性外，还都具有塑性的属性。同一物体在某一环境下表现为弹性，在另一环境下就会表现出塑性。

物体除具有弹、塑性的属性之外，在表现形式或存在方式上还具有三态

的差别，即固态、液态和气态。自然界中的一切物体的存在方式在某一条件下都会表现出固态、液态和气态中的某一态，并且同一物体在不同条件下都具有这三态的存在方式。在热力学中将能够改变物体存在方式的温度叫作凝固点、液化点以及气化点。除了温度能够改变物体的存在方式外，波动力学证明运动也会改变物体的存在方式，即在一定的外界条件下，物体在一定运动速度范围内会表现出固体属性；而当物体的运动速度超过某一临界值时，物体的波动内力就会等于物体的固有内力，这时物体就会表现出类似液态的属性；当物体以某一更大的速度运动时，物体的波动内力就会大于物体的固有内力，物体就会分解成物质，呈现出等离子的“气体状态”。

在经典力学中，还定义了物体的另一个属性即刚体。刚体是指整体及其各部分形状和大小均保持不变的物体。虽然刚体模型与质点模型相比，距真实的物体前进了一步，但在波动力学中和物理世界里，刚体是不可能存在的。无论物体是在物理空间、还是在数学空间，无论物体的强度即固有内力有多么大，能够发生作用或产生运动的物体，都不可能是刚体。

波动力学是建立在物体的弹性这个一切物体都普遍存在的基本物理属性基础之上。正是物体具有弹性这一基本属性，物体之间才能发生作用；也正是物体具有弹性，物体才能够产生和保持运动。与经典力学相比，在确定物体之间的作用和孤立物体的运动上，波动力学能够更真实地反映出物体之间的作用和孤立物体运动的物理内涵或物理属性。

牛顿力学是建立在质点和刚体模型的基础上，然而在物理世界中质点和刚体都是不存在的，并由此使这种力学在解决问题上具有一定的局限性或只能是真实情况的一种近似。由于质点模型的引入，使牛顿力学无法区分匀速运动与静止，从而得出匀速运动与静止等价的论断。刚体模型的引入，抹煞了物体的运动本质，并因此只能把孤立物体的运动归咎于物体的惯性。同样由于这两个模型的引入，一个物体在力的持续作用下，其运动速度可以不断地增大，以至于没有任何极限限制。

在自然界和物理世界中，质点和刚体都是不存在的。波动力学是以真实的物体为研究对象，不需要质点和刚体，也不需要设立抽象的物理模型。从波动力学的基本原理上讲，这个理论能够真实地和精确地反映物体之间的作用和孤立物体的运动。波动力学中所说的物体运动，是客观的、真实的运动。因此波动力学本身不仅能够区分物体运动的快与慢，而且还能够区分物体是处在匀速运动、还是静止状态。

第七节 惯性及惯性系

在牛顿质点力学中，惯性就是物体在惯性系中企图保持其原来的存在状态的性质。惯性这个概念起源于人们对一个孤立物体为何能保持其运动状态的理解和解释。早在古希腊时代的亚里士多德，对箭是如何向前保持运动的，做出了气体推动的“解释”。到了17世纪，伽利略、笛卡儿等人相继引入了惯性的概念，最后牛顿将其确定为力学的第一定律即“惯性定律”，以此来解释孤立物体保持运动状态的现象。不仅如此，牛顿以及后来的一些物理学家，又把惯性定义为物体能够抵抗外力作用的能力，把能够满足牛顿定律成立的参照系定义为惯性系。

从波动力学的观点看，孤立物体能够保持其运动状态，其实并没有什么惯性而言，只是存在于物体自身中的作用，以波的形式在物体自身中传播所致。而作用能够在物体中以波的形式传播，是一切物体都具有弹性这个属性所决定的。

不但在物理空间，即使在数学空间惯性也是不存在的，把匀速运动与静止等价同样是不合适的。至于将质量冠之以惯性质量与引力质量更是具有主观色彩。物体的质量具有阻碍运动状态改变的属性，并非是质量的惯性引起的，而是动量的属性所决定的。道理很简单，假设一定的动量能够在多大程度上引起一个物体运动状态的改变，取决于这些动量在这个物体中的分配。对于质量大的物体，它的运动状态改变就小；对于质量小的物体，它的运动状态改变就大，这是毫无异议的，也是动量所包含质量与运动两个方面的属性而得出的既简单而又直接的结果。因此，质量就是、也仅仅是物体所含物质的多少，并没有是惯性量度的必要。

在自然界中或物理世界里，惯性是不存在的，在波动力学中也不需要惯性和惯性系。只要考察物体是否有作用波传播，就可确定物体是否存在运动；只要考察物体中的作用波在量上是否有变化，就可以确定物体的速度是否会改变。

第八节 物理与数学

物理是研究物体（质）性质、状态、存在方式、相互联系、发展和变化规律的科学。为了发现并确定物理学定律，前提条件就是需要对一些相互联系的物理概念加以定量地研究。然后，通过建立几个相关物理量之间的等式

关系，就可以运用数学解决物理问题。

一旦在物理中引入数学，物理学家便能够从物理量的关系上寻找并发现物理规律，并且能够比较方便地用清晰、简洁的方式来表达物理学规律。反过来由于物理学研究的需要，又会不断地对数学提出新的要求，从而促进了数学的发展。

数学是表达数量及空间关系的一门独立科学，有其自身必须遵循的法则。同时，数学又是研究物理学（包括其他一切科学）的工具。任何科学，若要研究其中的相互关系、发展变化，最终发现并确定其规律性，必须以定量化作为前提条件。因此，一切科学都离不开数学，只是对数学的依赖程度不同而已。

在物理学中（包括其他一切科学），一方面只有正确地引进数学，恰当地应用数学，才能够真正的表达出相关物理量间的关系及变化规律，才能称之为科学；另一方面，如果在物理学中过分地引入数学，与其说是更深刻地揭示了物理方面的真正含义，倒不如说是把它们更深层次的掩盖起来。

不仅物理与数学有区别，就某一物理概念也存在物理的与数学的区别。现在一提起时间、空间和运动，就会有人把物理时间、空间与数学时间、空间和运动的绝对性与相对性混为一谈，这样以来，就会得出一些如时间膨胀、空间收缩等虚拟的结论。

第九节 参照系

在波动力学中，原则上不需要建立参照系，因为波动力学所研究的运动是绝对的运动。但是，在宇宙中或物理世界里，运动是错综复杂的，为了研究在某一特定范围的运动，与人为设定外部环境相似，需要人为地引入参照系，然后在此参照系建立坐标系以便能够引入和应用数学，对所研究物体的位移和运动状况，进行定量表述。为了达到简单、真实和适用的目的，依据所研究的具体事物的不同，对参照系的选择也不同。

如果要研究宇宙的空间结构和整个宇宙中各星系的运动规律，就需要依据现能掌握的资料和已经了解的星系运动规律，寻找并建立一个相对整个宇宙静止的参照系，这个参照系原点只能选在宇宙的中心，把这样的参照系定义为一级参照系。

如果要研究某一星系（如银河系）的空间结构、这个星系中星体分布及运动规律，就需要选择一个相对这个星系静止的参照系，这个参照系的原点只能选择在这个星系的中心，把这样的参照系定义为二级参照系。

如果要研究如太阳系的空间结构、各行星分布状况及运动规律，就需要选择相对太阳系静止的参照系，这个参照系只能以太阳的中心为原点，这样的参照系定义为三级参照系。

如果要研究地球周围的空间结构、行星（如月亮）或人造卫星等的分布及运动规律，就需要选择相对地球静止不动的地心作为参照系原点，这样的参照系定义为四级参照系。

如果在地球表面的某一实验室做实验，就必须假设地表相对实验室是静止的，并可以把实验室作为参照系，这样的参照系定义为五级参照系等。

虽然可以依据不同的研究对象来选择不同的参照系，但选择参照系的目的是以此参照系建立起来的坐标系对所研究问题的解决，即简单、方便，又真实、可靠。也就是说，对所研究的某类具体问题应选择对应的或合适的参照系。参照系一经确定，便可引进坐标系，从而可以对所要研究问题的属性、物体之间的作用、位置变化等情况，进行定量地研究、描述和解决。

各级参照系的选择有一个共同遵守的定则，即在此参照系中的引力场相对参照系是静止的。比如若选择地球为参照系，即可认为在地球一定范围内的引力场相对地球来说是静止的。尽管地球在太阳系中以 30 公里/秒的速度高速运动，但在地球表面上却丝毫察觉不到这种运动的存在，原因是地球连同它周围的引力场在一起运动。如果考察太阳系各行星的运动而选择地心为参照系，由于参照系中的引力场是由太阳控制的，因此对于选择地球这个参照系而言它不是静止的，这样选择的参照系是不符合参照系选择定则的，同样也是不适用的。如果强行应用这样的参照系就会回到托玫密时代的地心说上去，使得对太阳系行星的研究既复杂又不真实。反之，如果研究地球周围如月球、人造卫星的运动而选择太阳为参照系，也只能会造成对所研究的事物的复杂化，无助于问题的解决，同样也是徒劳无益的。

一切运动既具有真实的、绝对的属性，同时又与参照系的选择有关。如果选择相对所研究的物体是一个运动的参照系，则物体的真实运动将会因参照系的选择而被部分或全部掩盖。例如在一个匀速直线运动的列车中，如果以列车为参照系，就会把运动的列车视为是静止，反而认为大地在运动，这是不符合常识的。因此在参照系的选择上和运动的相对性上，要特别注意的是不能忽视或掩盖运动的真实性和绝对性，否则就会回到‘地心说’上面去了。因此，要确定物体的真实运动，必须把参照系是否参与运动的情况考虑进去。如果是按照上述定则选择的参照系，在这样的参照系内的所有物体的一切运动都可以认为是相对这个参照系的真实运动。至于若要研究在这个参照系中的物体相对更高级或更低级参照系的运动和追求在物理世界里、宇宙