

张
登
著

人类文明史

WULI JUAN
GAOBIE SHANGDI DE RIZI
RENLEI WENMINGSHI

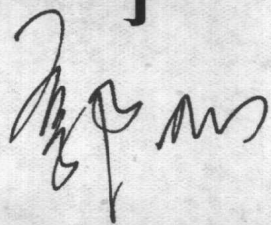
物理卷 · 告别上帝的日子

湖南人民出版社



张登 著

人类文明史·物理卷·告别上帝的日子



湖南人民出版社



图书在版编目(CIP)数据

告别上帝的日子/张登编著. —长沙:湖南人民出版社,
2001.3

(人类文明史丛书·物理卷)

ISBN 7-5438-2465-5

I. 告... II. 张... III. 物理学史—普及读物
IV. 04-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 84422 号

责任编辑:陈 炎

装帧设计:谢 路

人类文明史·物理卷·告别上帝的日子

张 登 编著

*

湖南人民出版社出版、发行

(长沙市银盆南路 78 号 邮编:410006)

湖南省新华书店经销 湖南省印研所实验工厂印刷

2001 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:7.75

字数:188,000

ISBN7-5438-2465-5

O·1 定价:12.50 元



前 言

1998年6月2日美国东部时间18时10分，卡纳维拉尔角肯尼迪航天中心，“发现号”航天飞机携带着一个叫做 α 磁谱仪的装置轰然升空。

主持该项工作的诺贝尔物理奖获得者丁肇中博士兴奋地向观众解说道：

“这是我们长久以来的梦想，真的，我们可以就此探测宇宙中‘暗物质’与‘反物质’是否存在，一些重大的基础性理论即将面临检验……”

博士像孩子一样天真地笑了。

存在还是毁灭？世界又究竟是怎样的？这是人类内心深处永恒的谜题。事实上当我们的祖先终于抬头仰望静谧的星空，混沌的头脑第一次闪出这样的念头时，物理学便诞生了。也是自那一刻起，人类就进入了全新的时期。从刀耕火种到蒸汽时代，到电气时代，再到信息时代，物理学一直扮演着先锋的角色。可以说，人类的文明史，就是一部物理学的发展史。

读过太多的史书，在那里历史被演绎为帝王将相的纵横捭阖，战争攻伐的风起云涌，我们的脑海中存有太多光鲜的印记：从秦始皇到成吉思汗，从恺撒大帝到拿破仑。然而崇尚英雄主义的我们，却常常忽略了这样一些默默的勇士。他们或不分昼夜地埋头实验室，或呕心沥血地推演公式，或面对着海洋和天空沉思。他们往往被世人视为疯子与怪物，但他们的功业会永远镌刻

在历史的丰碑上。他们就是那些可敬的物理学家们。

为这些英雄立史作传是我写这本书的初衷。因而在叙述物理发展的各个环节时，往往以几个重要人物为中心展开，遇到一些伟人时更是不吝笔墨。这种写法对我来说是一种新的尝试。

以往的物理史经常板起面孔坐而论道，使一般的读者敬而远之。这对普及科学来说未必是件好事。所以，我会尽量写得生动一些，使读者更容易接受。

喜欢金庸的朋友们都知道，金庸先生除了写武侠小说以外，还写过一篇历史人物传记《袁崇焕评传》。我未曾料到向来枯燥的历史会被刻画得栩栩如生，其中的几段文字至今读来仍令人热血沸腾。这也是本书希望达到的效果。

有位前辈科普作家曾经戏言，每写一个公式就会吓跑一半读者。一个公式都不用，对一部物理史来说不大现实。所以本书的读者是那些已具备初步物理知识，并希望更深入了解物理的朋友们。

现在的人们可能很难想象那些物理学家怎样仅仅只是凭借一种虚渺的被称作科学的信仰而忘情地奉献。如果能在这个物欲横流的世纪末唤回人们对理性、对科学的些许景仰，本书的目的也就达到了。

在揭开物理学的序幕之前，让我们把目光先投向英国著名的卡文迪许实验室。这座建于19世纪的古老实验室是以一个性格古怪的老绅士而命名的（他的事迹后文会提到）。在实验室大门右侧高大而又斑驳的墙壁上，赫然刻着这样的诗句：

主之所察，
无所不在，
究物穷理，
未有竟时。

我想，这是对物理学一个很好的总结吧。

目 录

前 言	(1)
第一章 物理学的起源	(1)
第二章 物理学的复兴	(5)
第三章 天降牛顿	(11)
第四章 大厦落成	(26)
第五章 20 世纪的“牛顿”	(51)
第六章 上帝的骰子	(89)
第七章 旭日重升——原子核物理的发展	(147)
第八章 从介子到夸克——粒子物理的发展	(173)
第九章 低温下的奇迹——凝聚态物理的发展	(207)
第十章 宇宙大爆炸——天体物理学的发展	(223)
第十一章 物理学终结了么	(233)
后 记	(237)



第一章 物理学的起源

每一个故事都有开头，我们又从哪里说起呢？

距今 2000 多年以前，在欧洲巴尔干半岛的南端，美丽的爱琴海沿岸，一群居民静静聚居在雅典城附近，过着日出而作，日落而息的静谧生活。

他们的文明按照当时标准的评价也许不值一晒，在此多年以前埃及人就建起了宏伟的金字塔，美索不达米亚平原上纵横交错的运河更是惠泽万代，甚至邻邦悍勇善战的斯巴达人也远瞧他们不起，雅典城里的那些人，一听到战鼓就后退，一见到血腥就颤抖，他们不过是一群悠闲堕落的商人和懦夫罢了。

还有比他们更奇怪的人么，敌人都快兵临城下了，议会大厅里无聊的公民们还在发表自己的高见；盛夏剧院里居然数万人和舞台上几个带面具的戏子同悲同喜；那里最受尊重的不是满身伤疤的武夫，而是口若悬河的雄辩家，下笔如神的剧作家，和一些疯子。

那时候没有思想家这个词语，但整日望着天空发呆的人不是疯子吗，胆敢鼓动年青人否定神灵的人不是疯子吗？只知躲在屋内写画一些奇怪符号的人不是疯子吗，在一起只是大谈逻辑之类枉费人神的人不是疯子吗？他们中间固然有一些人颇受贵族们的青睐，从而得以开学授徒，著书立说，但更多的人则喜欢隐逸民间，最极端的干脆流浪街头，过着最贫贱的生活。

他们所追求的不是金钱，不是名利，不是宗教上的虔诚，只是一种模糊的理性美。王者的话语是靠不住的，天神的预言也有

不实之处，要想真正弄清楚这个世界究竟是什么样的，不妨走得远一些，再远一些，静静地坐在橄榄树下，用一种审慎目光重新将凡间的万事再扫视一遍，终究会有所得的。

“不懂几何者严禁入内。”这是柏拉图神学院，世界上最早意义上的大学门口的几个粲然大字，即便是名赫一时的王公贵族走到这里也会赧然避开，可以想象当地球上第一批思想家们寻到数学这样一件不带任何主观色彩的利器时，那是如何的骄傲而自豪呀。

数学早在几千年以前，就被埃及人和巴比伦人用于买卖商品，丈量土地，甚至他们还制定了年历，绘制了星图，这些不过是为了实用或宗教，但一到希腊人手中，立时神威尽显，借助数学，他们的目光更加敏锐，理解的事理更加深透，从那时便萌生了真正意义上的物理。

早期的数学是和某种神秘主义联系在一起的，这里要提到的是毕达哥拉斯，形式上的演绎推论便是自他开始。他最是钟爱自然数，这是他从琴弦上发现的秘密，仅当弦长之比为简单的自然数之比，例如 2:1、3:4 等才能发出悦耳的声音，这大概是历史上最早用数学表述的物理定律了。

毕达哥拉斯甚至还想更进一步，不光琴弦是和谐的，宇宙的万物都应该符合这一至高准则，虽然最终神秘主义将他推到科学的对立面上，但这种对自然界美的追寻已成为历代物理学家的终极使命。

另一位大师名叫德谟克里特，是原子论的创始人。很难想象几千年前就有人敢断言我们这个世界是由无数不可分割的，肉眼不可见的粒子组成。他把这些粒子命名为原子，一共有四种，干燥而重的石原子，潮湿而重的水原子，冷而轻的气原子，热而易变的火原子，万物便是这些原子的组合，土壤是水原子和石原子组成的，植物则是土壤中的水原子和石原子与阳光中的火原子结合成的。

这些观点以今天的眼光来看未免粗陋可笑，但在当时的条件下有如此见解，也算是很了不起了，何况这确实为后世的物理化学奠定了基础。从德谟克里特玄想中的原子论到道尔顿提出真正科学意义上的分子论，却也足足过了两千年。

混沌之中物理学又向前迈进了几百年，一直到大哲学家亚里士多德手中才算真正开张了起来。亚里士多德乃是一位兴趣极为广博的哲人，很多学科都是他给取的名字，包括生物学、哲学、逻辑学，物理学也是他从希腊文（意为自然）中推演而来的。

但只怕亚里士多德本人对物理学的最大贡献也就仅仅是给它取上了一个动听的名称而已，他采用的一套说明物理的方法很是符合日常的经验，譬如物体从来都是静止的，除非你用力推它才开始运动，这些浅陋的观点在今天即便是刚学物理的初中生也会直斥其非。然而他最大的错漏尚不在此，而是把数学摒弃到物理学之外，这可能是所有幻想仅通过哲学的思辨便能通晓天下事理的思想家的通病。偏偏这种错漏被人们一继承便是千年之久，传到后世的神学家手中时，所谓物理学已经被歪曲到惨不忍睹的地步。



亚里士多德

相形之下真正具有生命力的倒是阿基米德的力学。阿基米德也是古希腊有名的大科学家，但他的成名之路与亚里士多德颇有不同。亚里士多德除了自身知识渊博之外，还因他是亚历山大大帝的老师；阿基米德则凭借保卫祖国的大军事工程师的身份而声名鹊起。

在他的时代，所谓学者都是一些行在天上，不食人间烟火的异人，像阿基米德这般既精擅数学，又肯脚踏实地地和杠杆、机械之类实物打交道的，却是少之又少。

物理学原本就是沿着两条不同的线路走下去的，其一是获得对世界的终极解释，其二是用于济世拯民。阿基米德偏向的是第二条线路，当他的邦国锡拉丘兹遭到盛极一时的罗马帝国的侵袭时便挺身而出。

事实上数万的罗马军士真正对抗的也只阿基米德一人而已。他利用杠杆原理抛射出的飞弹和巨石将罗马人砸得头破血流，在海上他甚至将敌方的舰只用机械手一把抓了起来，另一次则用镜面会聚了阳光的能量将罗马人的风帆烧为灰烬。

恼羞成怒的罗马人源源不断地增兵添将，一番急攻之下终至城破。士兵们怒气冲冲地冲入城中，找的第一个人便是阿基米德。但他们见到后都不免大失所望，这位传说中神魔一般的人物居然是一个不起眼的白发老头，他静静地伏在地上用芦苇秆画着一些几何图形，对周遭的一切似乎置若罔闻。

有人用脚重重地踩在他的几何图形上，阿基米德这才愤怒地昂起头，厉声道：“你们让我把这道题算完……”无情的刀剑已经斩落下来。

躺在血泊中辗转呻吟的远不止是阿基米德，而是整个希腊文明。希腊文明的衰亡是历史上最是凝重悲壮的一笔，自此人类又在漫长黑夜中探摸了数千年，终于再见依稀的灯光。

此后崛起的罗马帝国，其军威之盛，地域之广，那是希腊远不能比拟的。罗马文化也有其独到之处，但是真正意义上的科学精神在他们手中已经所剩无几了，及至西罗马帝国被日耳曼蛮族攻占，整个欧洲更是废墟一片，连罗马人自己也只能偏安到小亚细亚的一隅，希腊文明更是只剩下了神话和碎片，留待后世细心的人们拾取。

第二章 物理学的复兴

无论如何，地球仍是在转动的呀！

——伽利略

盛极一时的罗马帝国衰亡之后，日耳曼人建立起来的蛮族国家获得了欧洲的控制权。这些刚从密林、草原、山野、海边迁徙出来的原始部落，在经济文化上较罗马人相差固是极远，古希腊时期缓缓萌生的科学精神也终于被摒弃得杳无影踪。

而基督教的最终兴起对物理学打击尤为沉重。物理学可以放任，但决不能桎梏，千古以来便是这般道理。想象一下那些神学家们，中世纪的所谓知识分子，社会上最有头脑和献身精神的人，终日的梦想居然是考证针尖上究竟有多少个天使在跳舞，上帝能否造出连他自己也举不起来的石头此类荒谬至极的问题。

亚里士多德的经院哲学绳索一般捆缚着人们的头脑，托勒密的地心说既然被历代教皇奉为金科玉律，大家也再无二话可说，而貌似神圣的宗教裁判所毫无顾忌地伸出了圣经遮掩下血淋淋的双手，无论聪明睿智之士，或是蒙昧愚钝之徒，都是三缄其口，更遑论质疑上帝的存在了。

在这暗闷窒息的中世纪，惟一可以和“物理”二字沾边的应算是天文学，尽管它本身也被教会扭曲得面目全非。独断的教会之所以还允许一些人仰望星空，这多半还是看在上帝的份上。

天文学家哥白尼在后世之所以能和发现新大陆的哥伦布并

称，是由于他率先提出了“日心说”的缘故，这在沉闷几近千年的中世纪无啻一声惊雷，上帝的意旨也居然敢指手画脚，世间焉有狂妄如斯的人物？当下属诚惶诚恐地将讯息呈报到罗马城的教皇保罗三世那里，教皇先是微微一笑，并不介怀，一个疯子又理他作甚？

哥白尼不是疯子，他只不过把古希腊先哲毕达哥拉斯那种对宇宙的一种简洁美的追寻承继过来。托勒密的地心说繁复得无以复加，在他的理论里需要用 80 个大小不同的齿轮才能使行星运转起来，而哥白尼发现，如果采用太阳作为宇宙的中心，问题就会大大的简化，而且以前一些无法解释的现象均可得到合理的说明。

顺便提及的是，哥白尼本人对上帝并未产生过丝毫的怀疑，他充其量是想替上帝找到一个更合理的安身之处。岂只是他，布鲁诺、伽利略，甚至真正意义上的古今第一天才牛顿也是笃信上帝的，虽然他们对上帝的看法与教会有所偏差。

但即便如此，哥白尼还是惹下了天大的乱子，因为他的《天体运行论》一书已经刊行，现在回想起来，整个 16 世纪的出版物中真正可读的就此一种而已。在书的序言中哥白尼诚心诚意地宣称此书是献与教皇御览的，而且所有日心说的观点只是一种数学练习，而不涉及到对真实事物的描写。

当然哥白尼本人是没有受到风浪波及的，他本人亲眼看到书出版后不久便撒手西去，教皇保罗也是胸襟宽广之人，并未深究此事。但随着《天体运行论》一书在欧洲逐渐散开，教皇也终于坐不住了，宗教裁判所的鹰犬们立时大打出手，查封、搜捕、焚烧、幽闭、流放，在欧洲掀起了一场腥风血雨，哥白尼身后固然背上十恶不赦的万千罪名，他忠实的辩护人，日心说最虔诚的宣传者布鲁诺终不免落入网中，被烈火焚死在罗马城的鲜花广场上。

布鲁诺被火焚的那一年，是1600年，一场规模宏大的启蒙运动经过数百年的酝酿积累，其时已发展到了顶峰，标志便是文学、艺术、哲学上的复古风潮开始扩展到古希腊原创的科学精神的回归，后人在记述这一段澎湃人心的历史时，用的都是同样的四个字——“文艺复兴”。

一提起文艺复兴，我们首先想到的便是但丁的《神曲》，薄伽丘的《十日谈》，莎士比亚的《哈姆雷特》，达·芬奇的《蒙娜丽莎》，但也应该忆起一位真正的伟人，近代物理学的开山鼻祖，他的名字叫伽利略。

伽利略出生在意大利佛罗伦萨的一个破落贵族的家庭，他父亲原本的梦想是让他成为一名俸金优厚的医生，伽利略本人也一直为这个光辉的目标而奋斗，一切直至他有一天去了比萨大教堂做弥撒时为止。

自然他不是受了牧师醍醐灌顶般的点化，而是当众人虔心匍匐下身躯的时候，这位不安分的年轻人目光注意到教堂天花板上悬吊的蜡烛架左右晃动，并且一次比一次幅度小，最终稳稳地停将下来。



伽利略

蓦地伽利略心中起了奇怪的念头，这烛架每次摆动的时间是否会是一般长呢，他用手握住自己的脉搏，估算了一下时间，惊讶地发现事实果然如料想的一般。

回去后他又着了魔一般把石头系在绳子的一端做各种实验，结果更令他讶异非浅，不管绳子上拴系的是重石头还是轻石头，

摆动的周期都是等同的，这里面究竟蕴藏着什么道理呢？

伽利略自小便以聪明灵动闻名远近，但这一次即便想破了头也莫明所以，为什么单摆的周期与摆动幅度的大小无关，又为什么轻重不同的悬挂物偏偏摆动的周期又是一致，这些看似浅显的问题伽利略终其一生也没有找到答案。

要回答出第一个问题须得具备微积分的功底，这在一个世纪后才由巨人牛顿发展起来，至于第二个问题，即便在牛顿的头脑中也是混沌不清，后人又模模糊糊地承继了几百年，直到20世纪另一位巨人爱因斯坦的广义相对论横空出世之后，人们这才能真正准确地回答出来。

虽然伽利略没有找到问题的答案，但他自此对这类朴拙的问题发生了浓厚的兴趣，医生的梦想固然是放弃了，而自己终身从事的职业竟连名称也说不上来，毕竟，亚里士多德创造的物理一词失传已近千年了。

伽利略研究的方向在今天被物理学家称之为动力学，什么是静止，什么是运动，运动的原因又是什么，这些都是物理学的头等大事。偏生在对这些最是根本的事情的认识上，人们较之数千年前的亚里士多德委实无丝毫高明创新之处，譬如说，当时所有人都固执地认为在空中越重的物体落得便快，这也是亚里士多德告诉他们的。

伽利略只是简单地推理了一下就找到了其中的弊病，如果一个重球和一个轻球连绑起来一同落下，按照亚里士多德的逻辑，这个联合体应该以更快的速度直落，然而换个角度再想，重球落得快，轻球落得慢，显然重球应该被轻球拖曳而减速，轻球则被重球扯牵而加速，最后这个联合体的速度应该介于重球、轻球单独下落的速度之间，矛盾就这样产生了。

在1590年一个晴朗的日子，人类历史上第一个真正意义上的物理实验在比萨斜塔上完成了。伽利略登上斜塔的最高一层，

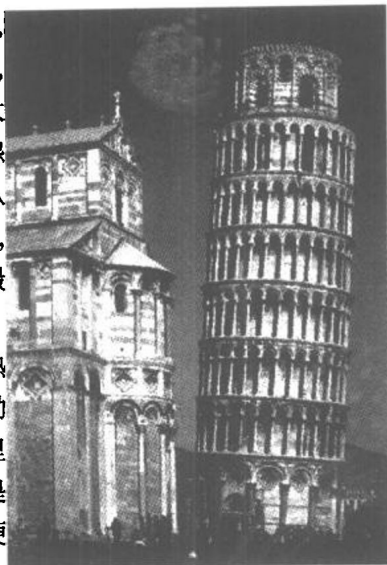
同时落下两个轻重不同的铁球，众目睽睽之下，两个铁球同时，而不是先后，砸落在地面上，大家都是面面相觑，有人开始抱怨伽利略催动魔法，有人认定他从中作弊，伽利略本人则不置一词，飘然离去，因为事实本身就是最好的说明。

此后伽利略经过一番深思熟虑，提出了自己独到的关于运动和静止的观点。在此以前，亚里士多德总结出来的静动原理很是直截了当，所有物体一旦受力便是运动，一旦外力撤消便是静止。而伽利略敏锐地认识到所谓静止和匀速直线运动实在是无丝毫区别之处。

在假想的“伽利略大船”中，舱内的众人如果看不到窗外的景物，那是万万断定不了大船本身是在静止，或是在稳速行进的途中。伽利略这样精彩地设想，在舱中小虫等速地向各个方向飞行，盆中的鱼儿也向各个方向轻松游弋，他们丝毫显现不出为了跟上大船的行进而努力追赶的迹象，我们站在甲板上双腿齐跳，在任何方向上跳得的距离也是相等。

这便是著名的伽利略相对性原理，在一个世纪以后不仅牛顿根据这条原理引申出著名的惯性定律，甚至到 20 世纪爱因斯坦也把这作为狭义相对论的两个基本原理之一。

伽利略是把实验至上的思想引入物理学的第一人，物理学在此终于和企图包罗万象的自然哲学分道扬镳，真正地独立了出来。他制作出的最重要的实验仪器应是望远镜，经他不断改进之



比萨斜塔

后放大倍数竟然达到了一千倍。

当伽利略将望远镜筒伸向广袤的星空时，一个前所未见的世界铺陈在自己的面前，哥白尼的《天体运行论》一书中的种种预言无不应验如神，他惊叹万分的同时，殊不知一场奇祸从天而降。

1633年6月22日，已年过花甲的伽利略因鼓动日心说而被带到宗教法庭的法官面前做出如下的“招供”：

“我，伽利略，佛罗伦萨人温森基奥·伽利略的儿子，70岁。我个人被带来受审，跪在您，最杰出的红衣主教和全世界基督教国家反对异端堕落的宗教法庭庭长面前，面对福音书，用我自己的手按着它发誓：我一直相信，并且在上帝的帮助下将来也相信罗马天主教圣公会训导的每一条教令……总之我接受宗教法庭的命令，完全放弃我认为太阳是中心且静止不动的虚妄观点，并决不以任何方式坚持，辩解和教授上述荒诞无稽的学说……我发誓保证，我一定履行并遵守宗教法庭加注于我的全部赎罪苦行。”

但是当庭长满意地合上卷宗，侧头和旁边的书记员商谈的时候，这个满脸皱纹的老翁望着窗外的蓝天白云，喃喃说道：“Eppur si muove!”（无论如何，地球仍是在转动的呀！）

1642年1月8日，这位双目失明又万念俱灰的智者在教廷“仁慈”的软禁中含悲离开了人世。

第三章 天降牛顿

沧海月明夜，
万物匿其形，
天公降牛顿，
处处皆光明。

——波普



公元 1642 年大概是整个物理学史上最为出名的一年，但这一点在当时只怕并不能为英格兰东部林肯郡一个名叫沃尔斯索普的小村里的居民所认识到。其时正值圣诞节前夜，风雪之中一位村妇行色匆匆地赶往医生家中，她在胸口不停地划着十字，嘴中还在叨念，那个牛顿家的早产儿不知道到底怎么样了？

她在村里干了多年的接生婆，却从来没有见过如此瘦小的婴儿，那个孩子像猫儿一样蜷在母亲的怀抱里，甚至一品脱的杯子就可以把他盛下。孩子刚出世的时候紧闭小嘴，脸色铁青，幸好边上有一位醉醺醺的神父，他情急之下把一杯烈酒泼洒在婴儿身上，孩子才猛醒一般大声哭叫起来。

事隔多年之后，神父犹为当年的急智洋洋得意，因为他拯救的哪里是个病恹恹的小生命，而是世界上最伟大的人。

伊萨克·牛顿静悄悄地来到人世的这一年，正赶上大物理学家伽利略的去世。这对刚复兴的物理学来说无疑是一沉重的打