

探索科学的力量之谜

自然 科学史



ZIRANKEXUSHI

[英] 詹姆斯·金斯◎著

韩阳◎译



中国大地出版社

自然科学史



[英] 詹姆士·金斯 著

韩 阳 译

中国大地出版社

·北 京·

内容简介

本书把自然科学从起源到现在的发展过程的概貌整理了出来,揭示了自然科学发展的历史轨迹,并从中概括出自然科学发展的基本规律。通过对古代卓越的物理、数学和哲学方面的成就的记叙,描述了自然科学的发展脉络。

图书在版编目(CIP)数据

自然科学史 / (英) 金斯著; 韩阳译. -- 北京:
中国大地出版社, 2016.3

ISBN 978-7-80246-832-0

I. ①自… II. ①金… ②韩… III. ①自然科学史
IV. ①N091

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第007051号

Ziran Kexue Shi

作 者: (英)詹姆士·金斯 译 者: 韩 阳

责任编辑: 王雪静

责任校对: 王素荣

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路31号, 100083

购书热线: (010)66554518

官方网店: 中国大地出版社(地质出版社)天猫旗舰店

<http://zgddcbs.tmall.com/>

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真: (010)66554518

印 刷: 北京财经印刷厂

开 本: 880mm×1230mm 1/32

印 张: 9.125

字 数: 220千字

版 次: 2016年3月北京第1版

印 次: 2016年3月北京第1次印刷

定 价: 45元

书 号: ISBN 978-7-80246-832-0

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

目 录

第一章 遥远的起始	1
古巴比伦	5
古埃及	9
腓尼基	11
希 腊	12
第二章 艾欧尼亚	16
希腊数学:艾欧尼亚的学校	16
毕达哥拉斯学派	22
雅典学派	31
艾欧尼亚的唯物主义	37
毕达哥拉斯的“元素”	39
作为物理学家的柏拉图和亚里士多德	40
享乐主义者和禁欲主义者	45
实验的发展	47
希腊天文学——早期天文图片	49
第三章 亚历山大大帝时期的科学	58
— 亚历山大大帝时期的数学	61
亚历山大大帝时期的天文学	71

亚历山大大帝时期的物理学和化学	81
亚历山大大帝时期学校的终结	81
 第四章 黑暗时代的科学	85
伊斯兰教的科学	87
西方科学	92
修道院修会的科学	94
曙光到来的信号	97
 第五章 现代科学的诞生	100
天文学	103
力学:静力学	116
动力学	118
流体静力学	123
物理学和化学	124
数 学	127
 第六章 天才的世纪	131
天文学	134
早期的望远镜天文学	139
笛卡儿涡流理论	145
万有引力	147
后期的望远镜天文学	160
物理光学	162
物质的结构	172

数 学	175
解析几何	177
微积分学	179
第七章 牛顿之后的两个世纪	186
力 学	186
动力天文学	191
实测天文学	195
光 学	202
物质的结构	205
19世纪的化学	213
能量和热动力学	216
气体动力学	219
电 学	222
第八章 现代物理学时代	232
实验物理学	241
物质的电结构	242
量子理论	262
物理学的其他发展	270
实测天文学	277

第一章 遥远的起始

(公元前5000—前600)

当物质文明以“断颈速度”，将我们带往一个谁都无法预见，或者说以前也从未猜出的端点时，我们只能无力地任由一切如此进展。过去100年发生的变化比罗马帝国1000年发生的还要多，更超过了石器时代的10万年。在很大程度上，这些变化来源于蒸汽、电和石油，以及多种工业技术的应用，并且它们正在影响着我们生活中的一切。这些变化出现在医药和外科医学中可能会拯救我们的生命，但在战争中却可能使我们陷入彻底毁灭。从更加抽象的角度讲，这些变化已经对我们的哲学观念、宗教和对生命的总体看法产生了重要的影响。

本书非常希望能够梳理自然科学的发展历史，并找寻出它在获得今天的力量和重要性的道路上所历经的步伐。要完全达到这种效果，我们应该回顾过去，看一看尚没有自然科学的时代，看一看我们的穴居祖先开始注意为什么黑夜后继白昼，为什么火可以毁坏，以及为什么水从山顶流到山下等现象之前的时代。

而我们无法做到这些。我们的早期历史隐藏在过去的雾霭之中，我们最想要了解的关于过去的事实游离于我们的探寻之外。我们也许将永远不会知道，是哪些人或民族首先发现了火可以通过摩擦产生，或者首先发现了轮子、船帆和杠杆原理，但我们仍然还有早期人类在他们的茅屋和山洞中所留下的，或者与死者埋在一起的工具和武器，还有古埃及人的金字塔和他们墓穴中的器物，以及苏撒、伊瑞克、乌尔城和克诺索斯的建筑物、图画和家居用

品。从这些碎片遗迹中,考古学家可以重新构建这些早期民族的某些生活场景,而且可以发现原始科学在其中起到的作用。

对科学的兴趣变得系统化的最早证据,来源于幼发拉底河和尼罗河河盆地区的文明,时间大约可以追溯到公元纪年前的第4个千年和第5个千年。人类当时还处于新石器时代,但正在迈进“青铜时代”(青铜在公元前3800年左右已经开始在克里特岛使用,在古埃及第5王朝,即大约公元前2800年或更早也开始使用,这些模糊的遥远时代仅基于非常笼统的猜测),他们学习着如何通过一种锌混合物将太过柔软的铜变得坚硬,进而将所得到的合金制成工具和武器。这一阶段人类在艺术方面的发展远超过科学,可以看到的是,他们已经开始制作雕塑、陶器和珠宝,并且其中的技艺表现高超。

上述两种文明各自有独特的地理位置,但并非完全迥然不同,因为它们在文化、艺术甚至宗教方面都显现出某种共同之处。已经发现的大量证据显示,在公元前5000年以前,一个和平的、充满艺术的和具有高度才能的种族离开了他们在亚洲中部的栖息地,进入美索不达米亚——一片位于幼发拉底河和底格里斯河的“两河之间”区域,这里正是被称为“人类摇篮”,或更加准确地被描述为人类文明摇篮的地区。在与当地土著种族融合的过程中,他们产生了新的人群——苏美尔人,并继而将文明提到更高,达到了其他任何原始民族都不曾达到的层次。苏美尔人具有令人瞩目的工程技艺,诸如大约于公元前5世纪在美索不达米亚下游地区所建立起来的灌溉系统,以及宏大的庙宇和宫殿都是例证。即便在公元前5世纪,他们的手工艺已经达到可以利用陶工旋盘来制造精致陶器,并用一种棕色赤铁矿混合碱盐和钾制成明亮的黑漆装饰。在乌尔地区的墓地中出土了公元前3500年具有精致工艺的金、银、铜和贝壳制艺术珍品。

外来入侵者中的一些人停留在了美索不达米亚,但是其他人

似乎继续向前进入古埃及,带去了某些苏美尔人的影响。同样,这里也迅速形成了高度文明,如人们可以非常科学地界定天文年的长度。古埃及人以前的历年为精确的365天——12个月,每月30天,再加上额外5天的圣日或“天空日”。但由于天文年中,地球绕太阳运行的时间长于365日,两个年份并不同步,每年的自然事件,如尼罗河的泛滥,都在历年法中的时间上稳定地向前推移发生。由于尼罗河泛滥的发生并不十分规律,因而无法用来确定天文年的确切长度,因此古埃及人不得不开始寻找更加精确的时钟。

他们在升起的东方星座中找到了依据。每一颗星星都要比前一天早升起几分钟,所以每天早晨都可以看到一些新的星星,而它们在前一天的同一时间,还未升起就淹没在太阳的光亮中。天狼星第一次可见的日子与尼罗河的泛滥极为巧合,并且在每个天文年中重复发生,因而形成了一种标志,这就是一个准确的天文钟,指示着每个确切的天文年。观察发现,第一个可见的天狼星的升起,在历年法中前进的速度,是每4年一天,从而天文年被视为有 $365\frac{1}{4}$ 天,并且第一次可以看到的升起的星星在1461年后会回到其初始位置,古埃及人称这个期间为“天狼星周期”。一个新的周期在公元139年开始,据此可以计算出起始的那一个周期何时开始。可能的情况是,古埃及人的历法开始于公元前4240年出现的那个周期,也就是说,即便在这个早期,他们已经通过真正的科学观察获得了有关一年长度的准确知识。

在第一个王朝开始之前(大约公元前3400年或更早),古埃及的匠人就一直利用铜、金、石膏和象牙进行熟练操作,他们已经发现,可以通过加热沙子和钾碱或苏打,以及金属氧化物制作出一种装饰用釉料,并且知道,可以通过在其融化物中加入一点铜将其变成蓝色。

他们已经开始使用写作材料——钢笔、墨水和纸,并在采用一种字母和确定的数字系统(见埃及节注释)。通过这些,他们对当

时的事件进行记录,包括跟踪尼罗河涨潮中所达到高度的数据。但是,也许他们文化中最引人注目的证据是胡夫金字塔,大约建于公元前2900年。该金字塔的底部是一个完美的四方形,其各边为精确的南北向和东西向,这样确切的图形,即便在沙地中将其画出来也绝非易事。更加出众的是这个地基上面矗立的结构,其面是完美的平面——或者在其外罩被剥离之前,并且所有都是精确的 $51^{\circ}50'$ 。其“砖头”是2.5吨重的石板,并且相互完美适配,其间隙紧密,甚至无法插入刀刃。法老的墓室位于结构的中心,顶为56块石板,各54吨重,它的放置蕴涵着高等几何知识和发达的工程技巧。

在其东部地区有印度和中国,二者在公元3000年以前即具有高度发展的文明,并且可能也具有高度发展的科学。中国人保留着自公元前2296年以来的彗星出现的记录,《尚书》是一部当时的文献集录,记载了尧帝命令保存的有关最长日和最短日以及昼夜平分点的史实。他们可能已经能够预测日食、月食,因为有记载说两名天文学家因为没能做出预测而被处死,“盲人音乐家敲着鼓,官员们骑上马,人们聚集到一起。这时,亥和霍就像两个木偶,没有看到也没有听到,因其不能计算和观察到星星的运动,招致了死刑”。

这些情况表明,天文学在中国一定已经达到了较高水平,印度的情况大概与此类似,但我们不得而知。幸运的是,这个问题对我们的探索而言并不十分重要,因为我们更注重结果而不是播种。我们的主要研究不是自然科学的起源,而是它的发展,而值得记载的发展直到公元前6世纪才开始。这起初是在希腊的艾欧尼亚,即形成小亚细亚西部边缘的锯齿状海岸线和岛屿地区,然后从这里逐渐延伸出去,先到达希腊大陆,然后逐渐散布到欧洲其他地区。

希腊仍然还是一个新的文明地带,在它的东方有成熟的文明,如中国、印度、波斯、美索不达米亚、腓尼基、克里特和埃及,在它的西方还是文明未曾触及的地带——荒凉、野蛮的日落之地。科学,

如同文明的其他部分一样,从东方向这个区域照来曙光。思想和知识开始从东方的初始文明地区流入这些西方新兴的文明地区,通常是通过贸易促成的,但偶尔的殖民化或军事征服也起到了催化作用。印度和中国对西方科学的贡献仅仅通过近似媒介的传播,所以我们如果对这些较远的东方文明忽略不计,而将注意力集中在成为欧洲直接踏板的较近地区,也不算大错。这些地区中首当其冲的是美索不达米亚(或按照现代定义为古巴比伦王国)、古埃及和腓尼基,让我们看一看这些文明在公元前6世纪做出的贡献。

古巴比伦

古巴比伦人最伟大的成就之一是他们的数字系统和计算方法,如同大多数远古时期的民族一样,他们首先使用了一种简单的10进制系统——例如,他们以10来计数——按亚里士多德的推测,这很可能是因为人有10个手指。亚里士多德在他的《问题》一书中提道:“为什么人们,无论是蛮荒人还是希腊人,都数到10而不是其他的数字?这不可能是巧合,因为普遍并且总是在做的事不会是出于巧合的……这是否是因为人生来有10个手指,所以人们也用之来计数其他的事物呢?”

但是,如同很多民族已经发现的,一个10进制系统并不是完美方便的,已经有评论认为,如果人类有12个而不是10个手指,那么数学会简单得多。因为12可以被2、3、4、6整除,这样可以避免一些麻烦的分数,如 $33\frac{1}{3}$ 和6.25,它们出现在10进制系统中,因为10不能被3或4整除。但即便是12进制也是不完美的,因为12不能被5整除。晚期的巴比伦人尽量将两种系统的优势合并起来,使用一种60进制,即这个较大的单位有60个较小的单位,而且60可以

被至少 10 个数字整除——2、3、4、5、6、10、12、15、20、30。大约公元前 2000 年，他们在乘法表中采用这个体系，其效果被证明是如此便于应用，所以直到今天还存在于 1 小时的 60 分钟、1 分钟的 60 秒，以及相应的角度刻度中。

巴比伦人将这个 60 进制与一种标记法结合起来，即一个符号的值取决于它在一个数字中所占据的位置。这种优势在未来的希腊和罗马计数体系中明显缺失，可以说是一种灾难。在我们当代的标记法中，123 意味着 $1 \times (10^2) + 2 \times (10) + 3$ ，数字由于在不同的位置，显示着百、十或个。同样，对巴比伦人来说，''' (三点) 代表 $1 \times (60)^2 + 2 \times (60) + 3$ (与我们的 10 位阿拉伯数字 1、2、3……不同)，巴比伦人只使用两种符号——楔形的 ' 来代表单位 1 和 < 来代表 10。我们几乎可以设想这些代表一个手指和两只伸开的手。例如，他们表达我们的 14，写作 <''' (上三点下一点)。他们的分数标记法与我们的类似，我们用 1.23 来代表 $1 + \frac{2}{10} + \frac{3}{(10)^2}$ ，他们则用 '{' ' ' ' 来代表 $1 + \frac{2}{60} + \frac{3}{(60)^2}$ 。他们没有将这个标记系统直接传到欧洲，但这很可能是印度—阿拉伯 10 进位系统的起源，并最终通过阿拉伯人传入西方，进而被整个世界采纳，直至今天。我们不知道在什么时间和通过什么方式使 60 进制成了 10 进制。

他们在相同方向走得更远，例如，将长度单位里格 (league) 分成 180 考得 (cord)，将考得分成 120 腕尺 (cubit)，还将一个完整的圆圈分成 360° 。一些人认为他们这样做是将等边三角形 60° 作为基本单位，再将其分成 60 个亚单位，其他人则认为天文学方面的考虑在其中起了作用。早期的巴比伦人最初试图测量一年的天数，他们会发现有 360 天。在公元前 2000 年以前，他们就一致认定，将一年定为 360 天作为约数，再分为 12 个月，每月 30 天，并且根据需要

插入额外的月份以避免日历与季节相悖。在较晚的时候，他们还追踪了黄道十二宫——太阳、月亮和行星在天空中跨行的路线，并将之分为12个区域，这样太阳就每个月在其中一个区域中运行。很自然地，现在将这些中的每一个区域分为30个部分，太阳每天可以穿越其中，整个圆圈可以分为360个相等的部分。

有证据表明，古巴比伦人不仅命名了黄道十二宫，还将北部天空分为“星座”，或者称为星群，并对其命名，直至今天。他们没有到过地球南部，所以没有见过南极上空的星星，这里的星座有其现代的名称，如“时钟”和“望远镜”。但是北部天空的星座名称则来自古代典籍中的传奇人物和英雄，表明它们是在古代被划群和命名的。

地球随着旋转会摇摆不定，所以从地球表面任何地区可以见到的天空部分，都处于不断地变化之中，具有古代名称的星座属于大约公元前2750年北纬40°N处可见到的部分，因此这可以认为是古巴比伦人在那个时代进行的分组和命名，这些星座与今天的北部天空的星座几乎一致。中国人对星座的分群和命名与此不同，表明我们的星座不是从中国传来的。

早期的天文学家不知道如何对一天中小的零头部分进行精确测量，人们在这方面的迷惑一直延续到伽利略发现了钟摆定律的17世纪早期。但是，在公元前大约2000年到3000年的时间内，巴比伦的神职人员已经能够较为准确地记录行星的运动，尤其是关于金星。一座寺庙据说保存有石板库，记载了大约公元前3000年以来的类似观测，而那些开始于公元前747年的部分则被证明对后期天文学家极为宝贵。到公元前7世纪的时候，天体运动得以在完整的天文台系统中进行定期记录，并且将报告呈递给国王，而后者似乎掌控着天文台和历法。

较为近期的巴比伦学者已经对天文学了解很多，可以预测日食和月食。当月球运行直接处于太阳和地球之间时，太阳便出现

日食。同样,如果太阳、地球和月球都运行到同一平面时,那么每个月亮月中都会出现食况。但实际上这三个天体总是运行在不同的平面中,所以现实中的食况仅仅在大约233个月亮月时才会出现,也就是大约 $18\text{年}11\frac{1}{3}\text{天}$ 。这个期间即为“撒罗尼克周期”,简称“撒罗”,通过对撒罗的了解,古巴比伦人在公元前6世纪可以预测食况。

在更晚的时候,他们对其他天文时期做出了令人惊异的准确测量,下面这几个对月亮月的估算尤为突出:

那巴瑞阿奴(Nabariannu)(大约公元前500年)	29.530614天
西单努斯(Kidinnu)(大约公元前383年)	29.530594天
真实值	29.530596天

此类精准的知识所带来的,是在预测和预言天文未来方面的某些有限的能力,这无疑可以解释古巴比伦人显著热衷于天文学,以及古巴比伦天文学者在整个古典世界中所享有的令人惊异的特权的事实。如果一个天文学的学生便可以预测太阳、月亮和行星的运动,如果(天文学联谊会灌输该信仰时显得十分谨慎)这些天体的运动影响人们的生活,那么天文学家可以明显地使他们所服务的人免于不良影响,并且向他们显示如何将有利的情况最大化。

几何在古巴比伦也似乎出现了一段辉煌时期,对大约公元前1700年的石板的最新破解显示,当时的巴比伦人熟识希腊人在公元前5世纪所重新发现的著名的“毕达哥拉斯定理”,甚至知道如何找到整数,使三角形通过具有该数值的边而成为直角三角形。希腊人是伟大的几何学家,但是,至少在这个特例中,古巴比伦人领先了1000多年。

同时期的石板还显示,巴比伦人在数学计算方面有很高的技艺,其中的一些石板记载了一些问题的解法,甚至可以出现二次方

程,例如,在和与积已知的情况下确定两个数的数值。还有些石板记载了将某些数值自乘到某次幂,从而得到另外一个确定的数值的知识,这应该是用来计算复利的。实际上,可以找到此类计算的两个实例,附属利息率为20%和 $33\frac{1}{3}\%$ 。

古埃及

古埃及和古巴比伦从早期起就有着紧密的商业和文化联系,因而不可避免地有很多共同之处。如同古巴比伦人一样,古埃及人对正整数也有着很好的10进制标记法个位和10位分别由“|”和“(”表示,代替古巴比伦的“'”和“<”,还有其他符号表示百、千,直至百万,但在分数方面却不是这样。古埃及人的做法一直被希腊人效仿,直至6世纪,即将所有分数($\frac{2}{3}$ 是唯一例外)表述为分数能除尽的部分之和——这些分数每个都有一个单位元素作为分母。例如,他们认为 $\frac{3}{4}$ 仅仅是 $\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$ 。

我们对于他们的数学方法的知识,主要来源于大英博物馆中莱茵德藏品中的羊皮纸文物,其时间可以追溯到公元前1650年,但这只是一个复制品。从内在的证据看,其原品应该是在很多个世纪以前所写成的。在记录中,很多分数可以分解成可除尽部分之和,最初的分子总是2,如:

$$\frac{2}{97} = \frac{1}{56} + \frac{1}{679} + \frac{1}{776}$$

但对于此类分解并没有一个规则,整个论述似乎只是一个反复实验所得出的结果的摘要。我们的印象中,古埃及人是一个历经艰苦跋涉但缺乏想象力的类群。

古埃及人的乘法是俄罗斯人一直到近代才开始采用的方法,

被乘数——被乘的数,首先翻倍,然后再翻倍,以此类推,由此出现一个表,给出被乘数的2、4、8、16倍……通过这个表,他们使用需要的项,得出需要的结果,再将它们加起来。例如,如果乘以13,古埃及的数学家会将被乘数的1、4、8倍项找出来填进去,然后再求和。

他们有一个简单的方法来找到所需要的项,假设我们需要用13去乘117,首先将13和117写在同一条线上,如下。然后将13除以2,不计余数,以下亦同,然后将商6写在13下面。同时,我们将117乘以2,将积写在117下面,这样完成第二行。我们重复该过程,获得第三行,继续直至第一个项降至1。现在将所有第一栏为偶数的行列划去——本例中只有第二行,然后将所有第二栏中剩下的项加起来,如图(如果数学家看到被乘数用2的进位法表示,第一栏的奇数和偶数会对应为1和0,那么就可以看出其中的理由),和1521就是我们需要的结果。

13	117
6	234
3	468
1	936
17	1521

这种方法将所有整数的乘法换成一系列的 $\times 2$ 的乘法,分数可以通过上面的分解表乘以2。

在普通天文学方面,古埃及人远远落后于古巴比伦人,他们除了记录下几个场合中天空显现的外观外,所做甚少,而这也仅仅是为了祭祀而非研究,似乎他们并不好奇为什么天空的事情是这样发生的——所留下的仅仅是没有想象力的记录。

而另一方面,古埃及人在几何方面很可能比古巴比伦人领先很多。由于尼罗河水每年泛滥冲毁土地,所以每年都有希绪弗斯(Sisyphus,神话,指无休止的劳动)似的丈量土地的重复工作,这

使得几何研究和实践十分重要。莱茵德羊皮纸记载有很多测量的数字规则,以及更加抽象的几何信息,但语言的隔阂往往使理解变得模糊。例如,我们无法弄明白三角形的面积是底的一半乘以高,还是底的一半乘以边。前者当然是对的,后者不对,但如果三角形非常高窄,那么二者的区别就不大,而这正是羊皮纸中画出的实例。

一份新近发现的羊皮纸,即十二王朝的莫斯科羊皮纸(大约公元前1800年),显示了关于抽象几何的更加广泛的知识。例如,其中记载有一个关于计算缩短的金字塔的容积的正确公式,即一片金字塔被沿着与地面平行的方向切下,如同部分完成的石金字塔。还有一个关于半球面积的公式,表明半球的面积是其基底圆的面积的两倍。这当然正确,尽管其中给出的圆周率 π 值为 $\frac{256}{81}$,而这个值是当时古埃及人所普遍认同的。

但古埃及人的真正伟大之处不是在数学方面,而是在医学方面。大约公元前2500年的雕刻描述了一个正在进行的外科手术,而大约公元前1600年的艾贝尔羊皮纸记载了一份有关准备相关药物和治疗物质的完整论述,还有埃德温·史密斯羊皮纸可以称作真正的外科科学论文。在几何学和工程学之外,药学和外科学似乎是古埃及人真正杰出的领域,但无论古埃及还是古巴比伦都没有可以被称为自然科学的东西。

腓尼基

斯特雷波告诉我们,腓尼基人对数字科学、航海和天文学具有特殊兴趣。我们大概可以完全相信,如果没有相当的数字才能,它们不可能成为伟大的贸易强国;如果没有学习航海和天文学,也不能成为最伟大的海洋国家。这方面没有太多的证据,如同已知的,