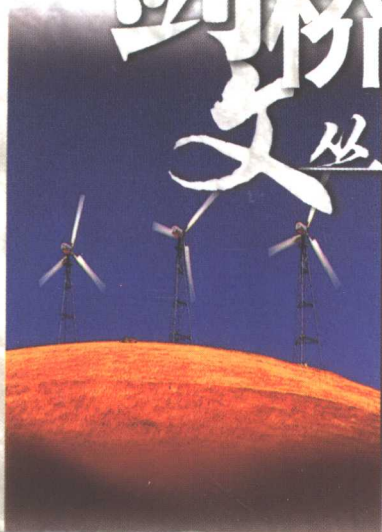


人人应知的科学

〔英〕哈里·科林斯 特雷弗·平奇 著
潘非 何永刚 译

剑桥
文丛



代表科普读物最高水平
的剑桥科普
是由一流的科学家撰写的。
剑桥科普不是旧的
科学知识的普及，
它始终站在科学的前沿，
普及着还不为众人所知的
最新科学知识。

〔英〕哈里·科林斯 特雷弗·平奇 著
潘非 何永刚 译

人人应知的科学

剑桥文丛

图书在版编目(CIP)数据

人人应知的科学/(英)哈里·科林斯,特雷弗·平奇著;
潘非,何永刚译.-南京:江苏人民出版社,2000.7

(剑桥文丛)

书名原文:The Golem: What you should know about Science
ISBN 7-214-02748-8

I. 人... II. ①科...②平...③潘...④何...
III. 科学知识-普及读物 IV. Z228

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 25566 号

书 名	人人应知的科学
著 者	[英]哈里·科林斯 特雷弗·平奇
译 者	潘 非 何永刚
特约编辑	汤永东
责任编辑	何 娅
责任监制	王列丹
出版发行	江苏人民出版社(南京中央路 165 号 210009)
网 址	http://www.jspph.com http://www.book-wind.com
经 销	江苏省新华书店
印 刷 者	金坛印刷厂
开 本	850×1168 毫米 1/32
印 张	6.375 插页 2
字 数	138 千字
版 次	2000 年 7 月第 1 版第 1 次印刷
标准书号	ISBN 7-214-02748-8/G·871
定 价	11.00 元

(江苏人民版图书凡印装错误可向本社调换)

目 录

引言：勾勒姆

一、可食的知识：记忆的化学转移

引言(4) 涡虫(5) 哺乳动物(15) 故事的结局(25)

二、“证明”相对论的两个实验

平静的以太之海(31) 实验装置(38) 莫雷和米勒在 20 世纪头十年的工作(41) 补充说明(45) 理论、预测与观测的奇特联系(46) 实验的特征(49) 考察及其观测结果(51) 对结果的阐释(53)

三、试管中的太阳：冷核聚变的故事

核聚变的小型科研路线(64) 琼斯的卷入(66) 争论(69) 冷核聚变：一种理论上的不可能(77) 结论(82)

四、歧见的萌芽：路易·巴斯德与生命的起源

自然发生说(84) 实验的特征(85) 对实验问题的实践解答(86) 巴斯德—普什之辩(89) “水银下”的实验(89) 置于高地上的瓶子(91) 所犯的过错(92) 对巴斯德—普什之争的回顾与展望(93) 补记(95)

五、关于宇宙的一个新视窗：无法检测的引力场射线

发现引力波(97) 实验者的退化(104) 引力场射线：1975(110) 结论(116)

六、鞭尾蜥的性生活

引言(118) 同性恋倾向的蜥蜴(121) 互咬和挥手示爱(127) 一场体面的平局(128)

七、为了控制太阳的中心：太阳系中微子的奇怪失踪事件

与加州理工学院合作(135) 巴考尔：“足不出户”的理论家(136) 实验资助(138) 建立实验装置(141) 第一个结果(143) 巴考尔的反应(143) 艾本的反应(144) 雷·戴维斯：一位理想的实验家(146) 被束缚的氦原子(147) 解决问题的方案(148) 一个进入科学真相的实验(149)

结论：让勾勒姆开始运转

前瞻后顾(151) 人为错误(152) 公众对科学的理解(153) 科学与平民大众(155) 法庭上的科学(157) 公众的要求(159) 在公众面前进行演示或说明(160) 电视节目里的科学(161) 事故调查(161) 科学教育(162)

后记：勾勒姆与科学家

两种文化和科学原教旨主义(164) 阅读方法(166) 设想中的相反论点在哪里(169) 教科书上的科学“史”(172) 绳和股(178) 单个证据(181) 历史的类型(182) 预言光线的弯曲(185) 绳索(190) 评价科学和评价科学事实(191) 方法论的相对性(194) 《勾勒姆》夸张了吗(194) 神话(196)

引言：勾勒姆

科学看来要么全好要么全坏。对一些人来说，科学是一位陷入了头脑简单的神秘主义者包围的圣战骑士，而更多阴险的人物等着在无知的胜利之上建立新的法西斯主义；对另一些人来说，其敌人就是科学；我们文明的星球，我们对正义、诗意及美的事物的同情都受到技术官僚政治——与文化对立——的困扰，这种政治受资本家控制，在他们眼中没有关怀，只有利益。对一些人来说，科学给了我们农业的自足，伤残的治愈，以及全球通讯网络；对另一些人来说，它给了我们战争的武器，一名学校教师在航天飞机坠落时的惨死，以及沉默的、欺骗的、骨中毒的切尔诺贝利。

关于科学的这两类概念都是错误而危险的。科学的品格既不是侠义的骑士式的，也不是无情的世界主宰式的。那么，科学是什么？科学就是勾勒姆。

勾勒姆是犹太神话中的怪物。它是人通过咒语和魔法用黏土和水创造的类人动物。它勇武有力，每天都会强壮一点点。它会遵从命令，为你工作，保护你免遭曾威胁你的敌人的伤害。它笨手笨脚，然而危险。不加控制，勾勒姆会以其连枷

般的强大力量毁灭它的主人。

勾勒姆的概念在不同的传说中有不同的内涵。在某些传说中,它是可怕的祸害,但有一个更为朴素的口头传说:在传自东欧犹太人聚居区的依地语中,勾勒姆是任何一个笨拙的傻瓜的隐喻,他既不清楚自己的力量,也不知道自己有多笨,有多无知。对科林斯(本书作者之一——译者)的祖母来说,如果你要把花园掘起,知道勾勒姆是有好处的,但孩子们被告知保持安静。这样的一个勾勒姆并非凶恶的魔鬼,它只是个笨手笨脚的巨人。

既然我们用勾勒姆来作科学的隐喻,也就应该指出,在中世纪传统中,黏土造的生物因其前额上刻了希伯莱的“EMETH”(意即真理)而被赋予了生命——是真理激励了它。但这并不表示它理解了真理——实际上它一点都不理解。

这本书的意图是要解释作为科学的勾勒姆。我们意在表明它并非邪恶之物,只是有点疯狂。勾勒姆科学(Golem Science)不会因其错误而受责备;那是我们自己的错误。假如勾勒姆尽了力,它也不能受到责备。但我们不能对它企盼太多。尽管是强有力的,勾勒姆也只是我们的艺术与技艺的产物。

本书很简单易懂。为了表明何为勾勒姆科学,我们将做一些几乎没听说过的事情;我们将用我们能搜集到的尽可能少的关于科学方法的思考来展示科学。我们只想描述一系列的科学事件,一些很有名,一些不那么有名。我们将说出发生了什么。在我们确实要深思的地方,比如在冷核裂变的故事中,那也将是关于事态的思考,人并非方法论的人。结果将是令人惊讶的,震惊不可避免,因为科学观念陷入了哲学分析、神话、理论、圣徒传、自鸣得意、英雄主义、盲目崇拜、恐惧以及

最重要的完美的事后诸葛亮等等的重重网缚中,以至到底发生了什么从没有传到那个小圈子之外。

要准备学习两件事情。准备学点科学——相对论学说、太阳中心说、宇宙动力说、涡虫与老鼠的大脑学、细菌的发现、冷核聚变以及蜥蜴的性生活。并且准备学习大量有关科学的东西——学习去爱笨手笨脚的巨人。

在本书结尾处,我们将告诉你我们认为你已学到了什么,以及当勾勒姆科学发挥作用时的含意是什么。本书的要素在一至七章,描述了一系列科学事件(个案研究)。每个都独立成章,可以以任意的顺序阅读它们。结论也可以在任何时候阅读,尽管在成对的个案研究之外它不具有什么说服力。是先阅读个案研究,还是先阅读结论,抑或是介于两者之间,我们不知道,读者可自行决定。

就对科学进程的明确分析而言,我们做得很少。不过每一章都有个一般主题,其中最重要的是“实验者的退化”的概念;在关于引力辐射的第五章,讲得很清楚。实验的问题是它们没告诉你任何事情,除非实验做得很合格;然而在有争议的科研中,没有人能商定胜任的标准。这样,在争论中,始终是科学家们既对结果有分歧,也对彼此的工作质量意见不一。这是阻碍实验变得明确并使之产生倒退的因素。要点在于,对于想参与技术社会民主进程的公民来说,所有他们需要了解的科学都是富有争议的;这样,就都容易遭受实验者的退化。

也许对某些人来说,我们的结论太不合意了,在那些地方,我们希望描述是引人入胜的,并且能凭其本身的能力而增进知识。每一个案研究都描述了一项精彩的科研工作。但这种精彩并非经由哲学家打磨的车轮上的光泽,而是粗粝宝石的闪光。

一、可食的知识:记忆的化学转移

引言

每个人都为记忆所着迷,并且几乎都希望自己的记忆力更好一点。记诵一出戏中的台词以及乘法口诀表是人们竭力想避开的苦差使。可称为智慧的经验的缓慢增长似乎就是一生中记忆的逐渐积累。要是人类的记忆可以直接传递,那么我们很小的时候就能利用我们的创造力,而无须先花上那么多年打基础了。

从20世纪50年代后期到70年代中期,似乎出现了这样一种苗头:哪一天我们也许无须通过惯常的努力,就可以建造起我们的记忆之厦。这种信念来自詹姆斯·V·麦克奈尔(James V. McConnell)以及后来的乔治·昂加尔(Georges Ungar)所进行的关于涡虫和鼠类中记忆的化学转移的实验。假如记忆在分子中被译成密码,那么,通过吞咽药丸把《莎士比亚全集》输进记忆,通过注射的方法掌握乘法表,或者把一门外语储存在皮下组织中从而熟记它,就都是可能的;这样“吞咽辞

典”的概念就将被赋予全新的意义。麦克奈尔和昂加尔相信，他们已经揭示出了记忆是储存在化学物质中的，这种化学物质可以在动物之间进行转移。他们相信，他们已经揭示出与记忆相关的物质可以从一个生物的大脑中提取出来赋予另一生物并产生有益的效用。如果第一个生物被训练过某种事务，比如在一条小路上向左或向右转以取得食物，那么第二个生物将无须经过训练便会知道如何取得食物；或者至少是只需少于通常的训练量就行了。相较于一个没有获得过来自与记忆相关的物质的好处的生物，这第二个生物将会拥有——就像有人描述的——“一种领先优势”。

涡 虫

第一个实验是麦克奈尔在真涡虫——一种扁体生物身上做的。麦克奈尔训练它们当有光照射时就蜷成一团。当它们在水槽底部游动时，他把一束光照在它们身上，然后施以轻微的震动使它们拱起或“蜷缩”。最后这些涡虫知道了把光和震动联系起来，当有光照在它们身上时，不管有没有震动传来，它们都会蜷起身子。这些只对光产生蜷缩反应的涡虫可看做是“训练有素”的涡虫。麦克奈尔这样描述他的实验：

请想象在塑料上凿出的一道凹槽，12英寸长，横切面为半圆形，注满池水。两端是黄铜电极，与电源相接。凹槽之上有两只电灯泡。一只真涡虫在槽内来来回回地爬，在此装置前坐着实验者，他盯着这只涡虫，手搭在两个开关上。当这只涡虫在槽底平稳地直线滑动时，实验

者打开灯,让灯亮3秒钟,在第3秒,实验者加上1秒钟的电击,它传过水域,并使这只涡虫蜷缩。实验者记录下前2秒钟内涡虫的行止。假如这只涡虫在开始震动前便明显有转头的举动或收缩表现,这就可记为“正确”的或“条件性”的反应。(McConnell, 1962, P. 42)

这听起来比较直接,但从一开始就讨论一下细节还是必要的。即使没什么打扰,真涡虫也会蜷起它们的身体,也会时不时地转动它们的头部。它们也会对许多刺激,包括亮光,作出蜷缩反应。为了训练这些真涡虫,麦克奈尔首先必须知晓光要亮到什么程度才能让它们感知到,而又不至于使它们还未遭受电击便蜷缩起来。既然涡虫的行为不时地有所变化,并且每条涡虫之间也不一样,因此,我们更倾向于统计的方法而不是明确地说“是”或“不是”。更困难的是,震动训练的有效性依赖于涡虫在震动传来时不是蜷缩的。一只已经蜷缩起来的涡虫不会再对光和震动产生反应,因而,在其常规的强化训练中,当施以刺激时,它就不会有什么长进。这表明,要将涡虫训练好,有必要仔细观察它们,只在它们平静地游动时才刺激它们。涡虫训练的所有这些方面都需要技巧——麦克奈尔和他的助手们经过了一段时期才慢慢掌握了这种技巧。当麦克奈尔在50年代开始他的实验时,他发现假如用150对光及紧接着的震动来训练涡虫,结果只对光有40%的蜷缩反应率。在60年代,他和同事们已经熟练多了,同等数量的光及随后的震动有90%的反应率。

在20世纪50年代中期,麦克奈尔将接受训练的涡虫切成两段。每一段解剖过的标本都能再生为一只完整的涡虫。

麦克奈尔感兴趣的是：从前半段再生出的涡虫——有着假定存在的大脑——是否会保持这种训练经验。结果证明它们确实保留了这种经验，但真正的意外却是从无脑的后半段再生出的涡虫也多少保留有这种训练经验，即使不是很好地保持的话。这暗示着在某种程度上，这种训练是分布在涡虫全身的，而非集中在大脑。一个念头出现了：这种训练也许是以化学方式储存起来的。

麦克奈尔试着通过将受过训练的涡虫的一部分移植到未受过训练的标本上来转移这种训练经验，但这些实验没获得什么进展。一些涡虫互相残杀。麦克奈尔接着将受过训练的涡虫切碎喂给它们未受过训练的兄弟姐妹，他发现吃了受过训练的涡虫肉的那些涡虫比没吃时更容易只对光产生反应（大约为1.5倍）。这些实验在1962年前后被报道。现在，记忆可以通过化学方式转移的观念成了这些实验的驱动力。

关于涡虫实验的争论

移植对化学转移

训练或记忆可通过化学方式转移的观念引起了广泛的争论。一种相反的观点认为：训练可以在不同的涡虫之间转移，但认为这没什么重大意义。真涡虫的消化系统与哺乳动物的很不相同。涡虫的消化系统并不把食物分解成小的化学成分，而是将摄入物的大的成分吸收进自己的身体。不精确地说，作为植入物的受过训练的涡虫——或者是一点大脑部分，或者是某些有着记忆成分的其他部位——是被喂给未受训练的涡虫的，而不是它们在吸收记忆物质。这也许很有趣，但却

并不意味着记忆是一种化学现象,也许无论如何,这于我们对哺乳动物记忆的理解没有什么意义。麦克奈尔对此的反应集中于他所相信的是这种记忆物质。最终,他将从受过训练的涡虫那儿提取的核糖核酸(RNA)注射给未受过训练的涡虫,并且宣称取得了巨大的成功。

敏感化对训练

另一种方式的攻击以一种更为基本的观点为依据,即真涡虫过于原始,难以被训练。按照这种观点,麦克奈尔欺骗了自己,认定自己已训练这些涡虫对光产生反应,然而实际上只不过是提高了它们通常对所有刺激的敏感度而已。假如有某种东西在涡虫之间进行了转移,那也是一种敏感物质,而非某种带有特定记忆的东西。

很难反驳这种观点,因为任何形式的常规强化训练都能提高其敏感度。训练涡虫在有光照射时施以电击。对这种敏感假设的一种反驳是向涡虫施以同等数量的电击及光照,但顺序是随意的。假如敏感化是主要结果,那么,接受随意方式的电击和光照的涡虫应该与受到固定方式的双重刺激的涡虫一样,只对光产生蜷缩反应。假如重要的只是训练而非敏感化,那么受过训练的涡虫将会做得更好。

再说一遍,这听起来很简单。事实上,麦克奈尔以及其他试验涡虫者确实发现了受过训练的涡虫与敏感的涡虫之间的显著差别,但结果却难以去重复,因为训练是需要技巧的。像上面所解释的,为了完成良好的训练,仔细观察涡虫并得知什么时候它们才会足够安静以使电击产生训练效果是必要的。根据这种描述,不管他们会重复多少次这种实验,不同的训练

者所进行的常规强化训练结果会大相径庭。

对于批评者来说,宣称糟糕的结果来自糟糕的训练技术——特别是无法了解涡虫——听起来似乎是一个临时的借口。断言只有某些技师可以了解涡虫并因此而能获得一个结果是一种很不科学的说法。批评者总是认为只有某些人才能获得结果的断言——即有人会称之为金手观点——显然表明某些不健康的東西在作祟。科学史已多次表明一个据称是金手实验家的人最终证明只是个骗子。另外,具有特殊技巧的实验员的存在——指实验室的那个可以成功进行提纯实验或一次精密测量的人——也被广泛证实了。例如,在药理学领域,“生物测定”被广泛应用。在一次生物测定中,是否需要一种药物以及需要的数量取决于其对生命物质或整个有机体的效用。从某种意义上来说,各种脑提取物对涡虫和鼠类效用的测量,其本身就可看做是一种“生物测定法”而不是一次转移实验。生物测定法作为一种技术要想从一个科学家群体向另一科学家群体转移还具有潜在的困难,因为它要求具备丰富的技巧及大量的实践,否则,我们很难把金手与临时对策分离开来,这也是此领域中一个具有显著特色的问题。当然不诚实的品质也并非总是适宜。

因为这个原因,麦克奈尔及其批评者之间的争论得以持续下去,1964年《动物的行为》杂志为这场争论而出版增刊达到顶点,从这一点来看,很难说谁是赢家,但有一点很清楚,麦克奈尔关于训练涡虫需要专门技巧的说法变得更加可以接受。

令人困惑的可变因素及实验重复

敏感化可视为一种令人困惑的变量,批评者们提出了许多其他的变量。比如,真涡虫在滑行时会分泌出黏液,受到惊吓的涡虫更愿意游进已被其他涡虫爬过无数遍的有黏液的区域。一只爬行在带有两条岔路的小径上的未经训练的涡虫会很自然地选择带有曾爬过这儿的涡虫的黏液的那条岔路。假如这条小径被用来训练涡虫,那么这些受训的涡虫最常使用的岔路当是首选。这样,未经训练的涡虫更愿意跟随与它对应的训练对象也许不是因为某些物质的转移,而是因为先前留下的黏液痕迹。甚至对一只单独的涡虫来说,情况也许是其某种偏好的发展,比如说向右转,也许只是一种自我强化的黏液痕迹的累积而非训练有素的反应。

也有人提出过许多弥补措施,比如,在每次实验前都把凹槽清洗一下(尽管清洗到什么程度才算足够从来就不甚明了),或者可以定时用新的水槽。一位批评者发现,在被彻底清洗的水槽中,看不出什么学习效果,但是麦克奈尔经过进一步的研究,宣称涡虫在干净的环境中难以接受正常训练。他认为涡虫在不熟悉的环境中会觉得不自在,因为没有黏液;太卫生了会使得实验不起作用。你很容易想象出麦克奈尔及其批评者之间关于有黏液的效果的争论的本质。

终于,这部分的争论可以这样来解决了,即将并非本实验组成部分的未受过训练的涡虫置于还没有留下黏液痕迹的训练场地中,这至少可让麦克奈尔满意。这也使得沟槽及供涡虫爬行的小道让涡虫感觉舒服,而不会强化它们任何特殊的行为。

所有这些争论都花费了时间,并且对每一个人来说在任一点上表明了什么并不总是很清楚。这也是当实验原理看起来简单明了时争论却拖得这么长的一个原因。但要切记,每一次实验都需要无数的测试及一个统计分析。而最后的效果往往很不明显,这样就并不总是很清楚实验证明了什么。

麦克奈尔的结果能否被其他实验者重复,或能否说是可重复的,依赖于关于什么是实验中最重要变数的一致观点。我们已经讨论了从麦克奈尔的观点而言的理解涡虫以及对涡虫进行技巧管理的必要性。在他自己的实验室里,训练“涡虫队员”会由一个有经验的科学家持续好几个星期。学会不要“粗鲁地推动这些涡虫”很有必要,用他自己的话来说,就是

(有必要)温柔地对待它们,几乎要怀着爱……不同实验室之间成功率的差别取决于至少是部分地取决于不同调查研究者之间个性及过去经验的不同,这似乎很确定。
(McConnell, 1965, P. 26)

正像所解释的,从批评者的观点来看,这真是麦克奈尔用来面对其工作的明显的不可重复性的一个借口。而黏液的效果是被此实验的支持者及批评者以不同的方式引用的另一个变数。

作为一场科学争论,它产生了更多会影响这些实验的变数,它们逐渐引人关注。对于支持者来说,这是非熟练者难以使实验产生效果的主要原因;对批评者来说,这是当其他实验者重复不出最初的发现时可利用的更多的托辞。

就这些涡虫实验来说,达 70 种之多的变数在不同的场合

被用来解释出现在实验结果中的差异。这些变数包括：涡虫的种属及大小；不训练时它们被圈养的方式——是在黑暗中，还是有灯照着；喂养的类型；训练的频率；水的温度及化学成分；灯光的强度、色彩及持续时间；电击的脉冲形状、强度、极性等；涡虫的喂养日程；一年中的哪个季节以及一天中训练涡虫的时间。甚至是气压、月亮的周期以及就地球磁场而言的训练槽的指向，也在不同的场合被引用过。这为指责与反指责提供了足够的余地——技巧对临时的权宜决定。潜在的变数数目越大，越难决定一次实验是否真正重复了另一次实验的条件。

涡虫队员的消化

麦克奈尔是一位与众不同的科学家。人们易于相信的不是一个科学家所作发现的变量而是他或她所提供的工作图景的变量。麦克奈尔不是尊重科学传统的人，这没给他带来什么好处。在他不合常规的行为中，有一件是他在1959年创办了杂志《涡虫队员的消化》(The Worm Runner's Digest)。他宣称这是为了处理他最初关于涡虫工作的大量来信，但是这本杂志也同样刊登卡通画及科学讽刺文章。

具有讽刺意味的是，涡虫实验的一个不利因素是它们看起来太容易了。这意味着很多实验者，包括高等院校的学生，可以自行进行这种转移测试。正是这些高等院校的学生要求麦克奈尔对他们的测试结果作出分析判断才让他疲于应付。这些业务通信就成了杂志《涡虫队员的消化》，这就是麦克奈尔的回答。

让高等院校的学生重复哪个人的实验并不见得就是好