

七彩
学生
文库

陈仁政 主编



科学天梯丛书

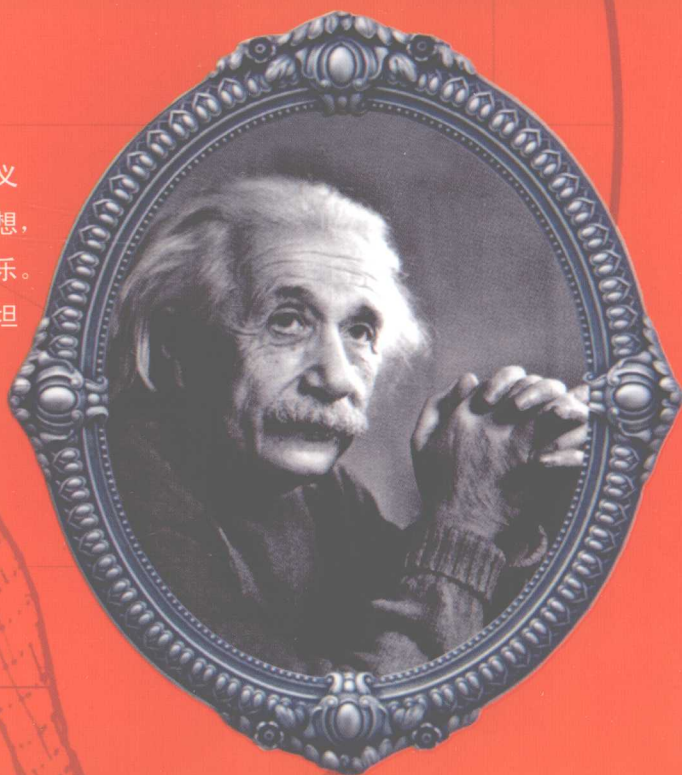
KEXUE BEILUN GUSHI

科学悖论故事

“魔术师”的地毯

对于我来说，生命的意义
在于设身处地替别人着想，
忧他人之忧，乐他人之乐。

——爱因斯坦



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社



KEXUE BEILUN GUSHI

科学悖论故事

“魔术师”的地毯

陈仁政 主编

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学悖论故事/陈仁政主编. —南京:江苏科学技术出版社,2008.4

(科学天梯丛书)

ISBN 978-7-5345-5924-2

I. 科... II. 陈... III. 科学家—生平事迹—世界
IV. K816.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 017421 号

科学天梯丛书

科学悖论故事

主 编 陈仁政
责任编辑 金宝佳
责任校对 郝慧华
责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号,邮编:210009)
网 址 <http://www.pspress.cn>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号,邮编:210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京水晶山制版有限公司
印 刷 江苏苏中印刷有限公司

开 本 880 mm×1 240 mm 1/32
印 张 10
字 数 241 000
版 次 2008 年 4 月第 1 版
印 次 2008 年 4 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-5924-2
定 价 23.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

前言

康德说过：“世界上有两样东西最使人敬畏，那就是头上的星空和心中的道德。”头上的星空，可以理解为大自然。自从有人类以来，人们就一刻也没有停止对大自然的探索，也没有停止对自身的认识 and 提升。

大约在 500 年前，现代科学技术在欧洲开始萌芽并得到突飞猛进的发展。新技术的大量使用，思想观念上的进一步解放，科学体系逐步建立，科学的方法逐步完善，科学的领域逐步扩展。更重要的是实事求是，追求真理的科学精神得到发扬。

科学发展的过程是十分曲折艰难的，科学家的研究和工作也不都是会得到掌声和鲜花，在探讨大自然的真理的时候，他们常常需要付出超出常人的努力，也常常要和固有的陈规陋习发生冲突，有时甚至需要付出鲜血和生命的代价。这些过去的故事在今天看来依然是那样感人至深。

当今的年轻人学习负担很重，在学习大量教科书的同时，也应该从课堂里走出来，放松一下，看看课外图书，学习一些科普知识，提升科学素质，开阔视野。让科学为我们的人生增添一些亮色。这些是我们编写这套书的初衷。

这是一套大型的科普丛书，我们力图在弘扬科学精神，提倡科学方法，普及科学知识上下功夫。使这套书成为一部全方位启迪人生智慧的生动教材，化为一曲有关科学的绚丽多彩而又妙趣无穷的华彩乐章。

在编写过程中，我们尽量全方位地展示科学发展的方方面面以及科学家的完整形象，尽量避免像教科书那样平铺直叙地展现

科学技术的“一般知识”。那样做不但枯燥无味,而且会使许多科学发明发现的漫长、曲折、艰辛的荆棘之路,被夷为短捷、直线、轻松的鲜花坦途;科学精神、科学信念、科学思想、科学方法等都没有了踪影。

这套丛书,我们尽量不用平淡的实录和乏味的说教,而是用或波谲云诡、动人心魄,或悬念迭起、引人入胜,或山重水复、云遮雾障,或柳暗花明、烟消日出的故事,让读者在轻松阅读的同时,领略到科学的神奇魅力。

这套丛书,尽量不用枯燥的笔调、华丽的辞藻、冗长的堆砌,而是力图简介,同时把大量的诗词格言、民间谚语、趣味谜语、流行歌曲等镶嵌在书中。这样,读者既可以领略到科学的严谨之美,又充分享受到浓浓的人文关怀。

这套丛书,不仅是科学史的“录音机”和“录像机”,还是现实的“摄像机”,我们尽量把握时代的脉搏,把最新的科技进展收入到书中。

这套丛书,我们不仅展示了科学家们光辉灿烂并大气磅礴的“正面形象”;同时还展示了一些“背面”的缩影(有时是“阴暗”的),例如他们的彷徨与呐喊、失误和悲剧,甚至是一些错误。然而,这些使他们“大打折扣”的“阴影”,丝毫不会掩盖他们的功绩,反而让人体验到他们“有血有肉”的黎民本色和历史局限,因此更加亲近与真实。这本身也体现出了一种实事求是的科学态度。这种体验,也许有利于拉近这些科学伟人和我们“凡人”之间的距离,坚定我们未来攀登科学高峰的信念。

让我们一道聆听那动人的科学乐章,登上科学的天梯,步入科学的殿堂吧!

陈仁政

2008年3月

目 录

1	天上地下,它最古老——神秘海岛上的“宝贝”	001
2	“谎言”也被“发扬光大”——形形色色的“巴门尼德悖论”	004
3	“无能”的长跑家——“追不上”乌龟的阿基里斯	007
4	离弦的箭会飞吗——只占空中一个点	010
5	“三角恋”引出 $1=2$ ——奇特的“运动场”	011
6	芝诺和他的悖论——遗韵留芳两千年	013
7	弗雷格“惨”遭“重拳”——震撼数学界的罗素悖论	016
8	萨维尔村里的难题——理发师的头发该谁理	019
9	“真理,愈求愈模糊”——迷人的“秃头悖论”	021
10	究竟能不能表述——里查德的尴尬	024
11	究竟哪个集合“大”——布拉利-福尔蒂悖论	026
12	全体等于部分吗——奇妙的康托尔悖论	028
13	成败皆“萧何”——走到康托尔面前的伽利略	031
14	奇妙的“希尔伯特旅店”——“似是而非”还是“似非而是”	034
15	他为什么葬身鱼腹——神秘的 $\sqrt{2}$ 悖论	036
16	欧拉和邹腾——虚数能这样相乘吗	038
17	“ $1-1+1-1+\dots=?$ ”——波尔查诺的“拉郎配”	039
18	$\frac{3}{2}=1$ 吗——传统加法面前的“无穷和”	042
19	从欧拉到伯努利——形形色色的“无穷和”悖论	044
20	我们是合格的小学生吗——“除法分配律”使“ $5=4$ ”	046

21	我们是合格的中学生吗——综合除法里的似是而非……	047
22	$4=2$ 、 $a+b=b$ ($\neq 0$) 和 $2=1$ ——0 能做除数吗……	048
23	$2>3$ 的“喜剧”——有趣的“对数悖论”……	050
24	“挥手从兹去”——有趣的“抛球悖论”……	051
25	麻雀飞到了哪里——“广义芝诺悖论”……	053
26	它能爬完橡皮绳吗——“长寿虫悖论”……	054
27	男士多还是女士多——迷惑人的“异性悖论”……	056
28	$5\times 0=3\times 0\rightarrow 5=3$ ——神学与科学之战……	058
29	它和生日如影随形——无处不在的数字 9……	060
30	油漆工的疑问——体积有限而面积无限……	062
31	三角形都是“克隆”的吗——捉弄人的“正三角形”……	064
32	“直角=钝角”——马虎作图再吞苦果……	066
33	“魔术师”的地毯——离奇的“拼块”……	067
34	“魔毯”主角是斐波纳奇——一支旋律固定的歌……	069
35	“不和谐”的音符——布雷特高唱“另类歌”……	073
36	这里也“对不上”——迷人的“七巧板悖论”……	077
37	布雷特的拼图——“六位一体”谱“绝唱”……	080
38	“不协调”的“边缘”——“火车轮子悖论”……	082
39	“搭便车”的小圆——“奇怪”的“亚里士多德轮”……	084
40	有趣的硬币——为什么多转出一圈……	086
41	猎人为何争论不休——森林中的“转圈悖论”……	089
42	图上编造的谎言——火星运河悖论……	092
43	走不出公园的士兵——棋盘上的哈密顿圈……	096
44	折线覆盖平面——皮亚诺的“几何无穷大”……	098
45	“尘埃”和“干酪”——康托尔奇怪的集合……	101
46	折线占满立体——奇怪的“门格海绵”……	102
47	白方块到哪里去了——“画阴影线的正方形”……	104
48	“小袋子”装“大法宝”——周长无限的雪花……	106
49	有完全相同的“双胞胎”吗——雪花形状趣谈……	109

50	有无限长的海岸线吗——奇怪的科赫曲线·····	112
51	春风召唤之下——万千柳条这样生长·····	116
52	它“背叛”了欧几里得——年轻而神秘的分形·····	118
53	感受多维空间——分形的延伸·····	123
54	一球变俩球——“荒诞”的巴拿赫-塔尔斯基分球·····	125
55	等你施展才华——至今没有答案的“贝特兰德悖论”·····	127
56	它源于教科书出错——离奇的施瓦茨悖论·····	130
57	公孙龙还能分割尺子吗——无穷分割的悖论·····	132
58	大纸能多折几次吗——含义深刻的折纸悖论·····	136
59	纸能叠到月球吗——不可靠的“数学奇境”·····	137
60	“神童”也被难住了——引出概率论的“赌徒悖论”·····	138
61	身在他乡“恋赌博”——费解的“彼得堡悖论”·····	140
62	他们都错了——飞机、炸药、炸弹、儿子、赌博·····	142
63	同色球成一白一黑——卡罗尔如何“变戏法”·····	144
64	“万绿丛中一点红”——不可思议的“素数悖论”·····	146
65	该去吃谁的蛋糕——出乎意料的“生日悖论”·····	148
66	是 $\frac{1}{2}$ 还是 $\frac{1}{4}$ ——硬币同面的概率有多大·····	150
67	孕妇、车祸、肺结核——统计数据埋“陷阱”·····	151
68	越复杂越安全吗——可靠性悖论趣谈·····	152
69	艾舍尔、巴赫的“怪圈”——怪异的“瀑布”和“无限升高的卡农”·····	154
70	走“正路”“误入歧途”——无处不在的怪圈·····	159
71	都是“景深”惹的“祸”——从《不可能的画》到《天平》·····	162
72	“局部”和“整体”闹别扭——从《立方体》到《磁扭线》·····	164
73	当心“场外”操纵——“三只手”作一幅画·····	169
74	有如此“削去的尖锥”吗——想当然并不可靠·····	171
75	只有“一个面”的纸——迷人的梅比乌斯带·····	172
76	让你玩翻天——五花八门的梅比乌斯带·····	174

77	不只是好玩——大显神通的梅比乌斯带·····	177
78	只有“一个面”的“瓶子”——迷人的克莱因瓶·····	180
79	用眼睛“化圆为‘方’”——“圆点视错觉悖论”·····	182
80	哪一个字母更黑些——“像散视错觉悖论”·····	185
81	被欺骗的眼睛——圆为什么变成“螺旋”·····	187
82	形形色色的“欺骗”——俄文字母是倾斜的吗·····	189
83	谁与它“一脉相承”——“眼见”也不“为实”·····	193
84	放不下小硬币的“大桌子”——“角度”引出视幻觉·····	194
85	从“辩日”到“辨月”——月亮也会“减肥”·····	195
86	“经不住诱惑”的直尺和圆——曲线中变形的直线和 直线中变形的曲线·····	197
87	它也没有“保持本色”——一变为三的“黑条带”·····	199
88	被“肢解”的直线——平行线里的“悲剧”·····	200
89	从“并肩作战”到“分道扬镳”——折线中变形的直线 ·····	201
90	偶然、痴迷、结果——有趣的“佐尔纳线”·····	204
91	也许是颜色的“诱惑”——这些“环片”相等吗·····	206
92	它们本是“孪生姐妹”——形形色色的“面积悖论”·····	207
93	“长短悖论”林林总总——不只是田野里的视错觉·····	209
94	从“烟斗”立功说起——五花八门的“高低短长”·····	213
95	未必“近大远小”——“不遵守”透视原理的透视现象 ·····	216
96	“远近高低各不同”——不识“佳人”画卷中·····	218
97	角度也能“放大缩小”——奇妙的“角放大镜”·····	220
98	美少女=老太太——迷人的多义画·····	221
99	变幻莫测的正方体——“简单线条”并不简单·····	225
100	能“叫幸福永远在”吗——迷人的“时间机器”·····	227
101	山中数日世上千年——造就广义相对论的“双生 子悖论”·····	230

102	爱因斯坦穷追猛跑——造就狭义相对论的“追光”	234
103	爱因斯坦会“下地狱”吗——没有答案的“超光速”	237
104	横着的长杆能过城门吗——有趣的“横杆悖论”	241
105	霍金为何当“赌徒”——黑洞理论中的悖论	245
106	从阿基米德到波义耳——“流体静力学悖论”	248
107	重物比轻物落得更快吗——亚里士多德的尴尬	250
108	高重心的物体更不稳定吗——难以置信的“稳定度悖论”	252
109	让木棒掉在地上——不能完成的“简单”任务	255
110	砖能“挑”到无限远吗——似是而非的“堆砖悖论”	257
111	轮子会转个不停吗——似是而非的“永动机”	260
112	“耗散结构”建奇功——“演化悖论”百年得解	263
113	揭秘电阻引出超导现象——纯金属的“电阻悖论”	268
114	变左右不变上下——你也有一面“魔镜”	271
115	究竟该不该还钱——无赖与债主打官司	273
116	该不该让白马过关——从“白马非马”到“离坚白”	274
117	到口的美味该不该吃——鳄鱼处境两难	276
118	游客是怎么死里逃生的——“真话假话悖论”	278
119	死刑犯命归何处——酷刑之下的“石柱悖论”	279
120	教授和法官在撒谎吗——“出人意料”的考试和绞刑	280
121	兽王也会“犯错误”——有趣的“老虎悖论”	282
122	吕洞宾更能神机妙算吗——没有定论的“箱子悖论”	284

123	两面写字的纸牌——奇怪的“嘉当悖论”	286
124	说谎村前大比拼——子虚乌有的“大木桶”	287
125	“上帝”、机器人和拿破仑——“无所不能”何处寻	288
126	盛装器皿何处有——能发明“万能溶液”吗	291
127	先有鸡还是先有蛋——“鸡蛋悖论”	293
128	从苏格拉底到印度妇女——悖论无处不在	295
129	另一半学费该交吗——诡辩引出“半费之讼”	297
130	能一次踏进同一条河吗——克拉底鲁的“踏河悖论”	299
131	拿破仑的“制胜之道”——有趣的“骑兵悖论”	301
132	这样的警示该写吗——“禁止涂鸦者”的难题	302
133	谷堆与沙堆——永远的“子虚乌有”	303
	主要参考书	305

天上地下,它最古老

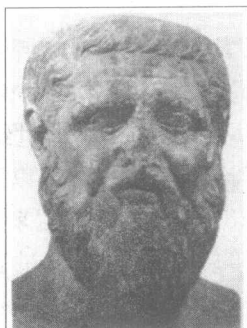
——神秘海岛上的“宝贝”



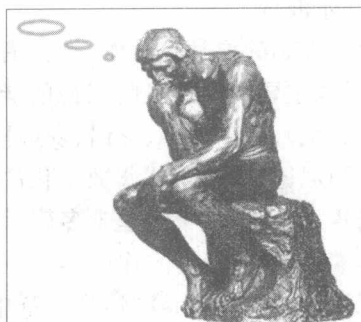
在爱琴海的西南和地中海的东部交汇处,有一个面积 8 336 平方千米的神秘岛屿——克里特(Kriti)岛,它是希腊最大的岛屿。大约在公元前 2200~前 1400 年,这个岛的文明是欧洲最古老的文明之一。

克里特岛虽然不是很大,但这里出了一个至今人们仍然津津乐道的哲学家、雄辩家巴门尼德(Parmenidēs,约前 515~约前 445)。

巴门尼德是大名鼎鼎的芝诺(Zenon Eleates,约前 490~约前 436)的老师,埃利亚学派的主要代表之一。人们之所以这样关注他,主要是因为他的一句话——影响了世界 25 个世纪的“谎话”!



巴门尼德



芝 诺

巴门尼德说:“每一个克里特岛人说的每一句话都是假

现在,假设他的这句话是真话,那么根据这句话的结论再加上他自己就是克里特岛上的人,就可以推出他是说假话的人,从而得到这句话是假话的结论。这和假设相矛盾。

这就是著名的“巴门尼德悖论”——一个语义悖论，又叫“克里特岛悖论”。由于这个岛因此闻名遐迩，所以得到了“说谎岛”的“雅号”，这个悖论也就跟着叫“说谎岛悖论”。它是现在已经发现的最古老的悖论，巴门尼德也当之无愧地成为“悖论鼻祖”。

上面提到的埃利亚学派,是在南意大利的埃利亚城邦形成的哲学学派,主要成员有巴门尼德的老师克塞诺芬尼(Xenophanes, 约前6世纪)、巴门尼德、芝诺、麦里梭(Melissos, 约前5世纪)等。

后来,有人把“巴门尼德悖论”进行了“经典化”：“这个命题是

错误的。”如果用 S 来表述这个命题,那么它的“公式”就是:如果 S 是真的,那么所说的就是肯定的,因而 S 是错误的;如果 S 是假的,那么所说的就是否定的,因而 S 是正确的。

说谎者悖论其实反映了一种“部分中有整体”的结构,这种结构特别在生物中得到体现。例如,植物种子既是整体又是部分,“十月怀胎”中的妇女就是“人体中有人体”;而生命的每一小部分都有整体的全部遗传基因——正因为如此,才有克隆技术、DNA 检测……

悖论不但有趣,而且有用。正如法国著名的布尔巴基数学学派所说:“古往今来,为数众多的悖论为逻辑思想的发展提供了食粮。”芝诺的阿基里斯追龟的悖论,产生了无穷级数收敛的思想;数理逻辑中的不相容性,产生了数学的“三大流派”,最终产生了划时代的“哥德尔不完备性定理”;迈克耳孙-莫雷光速实验似是而非的实验结果,使相对论得以诞生;波粒二象性的发现,使人们重新考虑确定论的因果性,而这正是科学哲学的基础,最后又导致了量子力学呱呱坠地……可见,研究悖论并非无稽之谈。

相信读者朋友看了这本书,自己也能创造出一些悖论。

“谎言”也被“发扬光大”

——形形色色的“巴门尼德悖论”

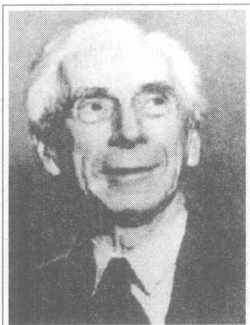
巴门尼德悖论传到了古希腊,使雅典的诡辩派(Sophistēs)绝妙的诡辩术(sophistry, paradocus)得以发展和盛行,引出许多诡辩或悖论,成为各国经久不衰的话题。

“非数学化的悖论”的巴门尼德悖论，之所以能在“风风雨雨”中跨越两千多年流传至今，主要原因是它给哲学、逻辑学和数学都提出了许多问题，以至他被后人称为哲学家、逻辑学家和数学家。

不过,后来有人认为巴门尼德悖论不是真正严格意义上的悖论。

例如,英国著名数学家、哲学家罗素(1872~1970)在 20 世纪早期就指出,虽然由它的真可以推出它的假,但由它的假却不能推出它的真。

为什么由它的假却不能推出它的真呢？因为由它的假只能推出：至少有一个克里特人说过一句真话，而不能推出全称的原始命题为真。



罗素

其实,古人早就发现了这一点,并对它进行了“修改”。

最早进行修改的是古希腊哲学家欧布利德(前4世纪)。他把巴门尼德的原始命题修改为“现在我说的是有一句假话”。这就是所谓“强化了的说谎者悖论”。在这个基础上,人们还构造了一个与它等价的“永恒的说谎者悖论”:

在本页这两行里所印的这句话是谎话。

由于上面两行只有这一句话,所以如果假设这句话是真,就要承认它的断言,从而推出这句话是假。如果假设这句话是假,就要肯定它的否定是真,即“这句话”不是谎话,所以这句话是真。

可以看出,不管怎样假设,都会出现矛盾。

这个悖论还有许多变体。

例如,一个人可以对他所做的某项断语这样评价:“我在说谎。”这个陈述是真的呢?还是假的呢?如果他真在说谎,那么他所说的就是真的;而如果他说的是真话,那么他又在说谎。

又如,汤姆对吉利说:“世界上没有绝对的东西,你说对不?”如果吉利回答说“对”,那么汤姆的话就错了——这里就有了“绝对的东西”;如果吉利回答说“不对”,那么汤姆的话也就错了。因此,汤姆的话就是一个悖论。

“所有的法则皆有例外。”是又一个著名的例子。而这个陈述作为一个法则也必有其例外。因此,存在一个没有例外的法则。这一类陈述是指向自身并否定自身的。

还有一些变体涉及到较为间接的自指。比如,有这样两个句子:“后一句话是错误的,前一句话是对的。”这就会产生矛盾。因为如果第二句话是正确的,那么第一句话就是错误的,但如果第二句话是错误的,正如第一句所说,则第二句话就是正确的。



哥德尔

出生在捷克斯洛伐克的奥地利哲学家、20 世纪第一流的逻辑学家哥德尔(1906~1978),还给出了一个与上述矛盾陈述略有差异的变体:在 1934 年 5 月 4 日,A 做了一个单一的陈述:“A 在 1934 年 5 月 4 日所说的每一句话都是假的。”这个陈述不可能是真的,因为它断言了自身是假的。但它也不可能是假的,因为如

1931年,在维也纳大学的25岁的哥德尔在《数学物理月刊》上发表题为《论〈数学原理〉和有关体系的形式不可判定命题》,提出了震惊逻辑学界和数学界的两个著名的“不完备性定理”,彻底摧毁了数学的所有重要领域能被完全公理化这个强烈的信念。他的划时代的伟大贡献表明,任何所谓的“严密的形式体系”,都不是天衣无缝的。于是,重要性与日俱增的悖论的研究之火,被再次添进更加理智的柴薪。

有感于此,尼古拉斯·法雷塔(Nicolas Falletta)对悖论赞赏有加:“一个悖论是站在真理之上而引起人们注意的真理。”