

站在巨人肩上丛书

ZHANZAI JUREN JIANSANG CONGSHU

陈仁政 / 主编

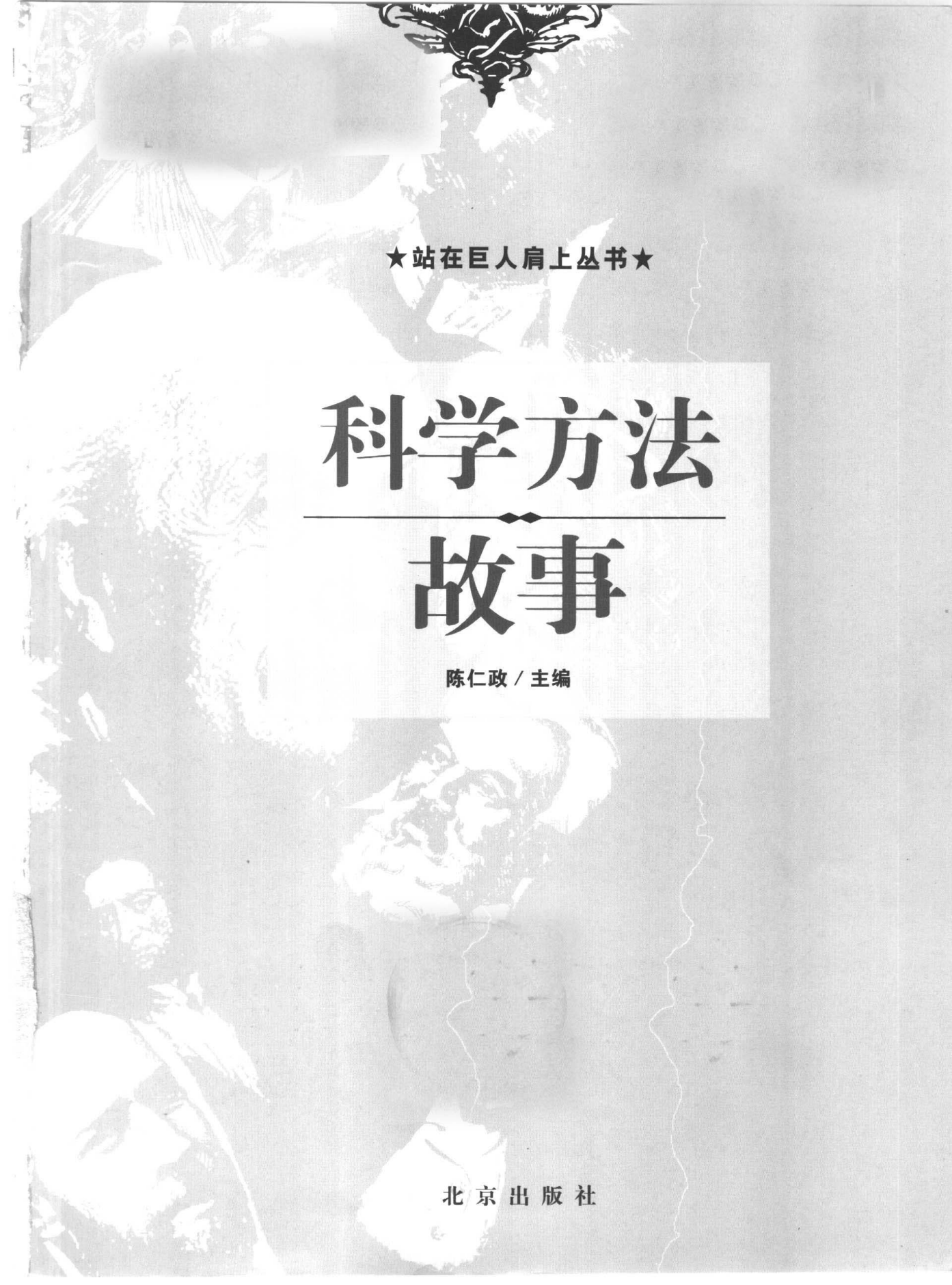
Science

北京出版社

科学方法故事

弗朗西斯·培根说：“跛足而不迷路，能赶过虽健步如飞但却误如歧途的人。”德国物理学家亥姆霍兹不无调侃地说：“等你登上顶峰时，你将羞愧地发现，如果你当初具有找到正确路线的智慧，本有一条阳关大道可以直达顶峰。”

科普经典
优秀读物



★站在巨人肩上丛书★

科学方法 故事

陈仁政 / 主编

北京出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科学方法故事 /陈仁政主编. —北京:北京出版社, 2004
(站在巨人肩上)

ISBN 7-200-05385-6

I. 科… II. 陈… III. 科学技术—创造发明—普及读物 IV. N19-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 044105 号

·站在巨人肩上丛书·

科学方法故事

KEXUE FANGFA GUSHI

陈仁政 主编

*

北 京 出 版 社 出 版

(北京北三环中路6号)

邮政编码: 100011

网 址: www.bph.com.cn

北京出版社出版集团总发行

新 华 书 店 经 销

北京市朝阳区北苑印刷厂印刷

*

787×1092 16开本 15.25印张 209千字

2004年7月第1版 2004年7月第1次印刷

印数 1-10 000

ISBN 7-200-05385-6/N·47

定价: 16.00 元

科学方法 故事



编委会名单

丛书总主编：陈仁政

丛书副总主编：陈梅 曾品中 王东 李开贵

本册主编：陈梅

编委：（以姓氏笔画为序）

王东	王潇	陈仁政	罗锋
陈立	陈仕达	陈雪	李开贵
李光翔	宋光辉	宋贵清	张军
秦添	梁聪	郭纯华	谢久明
曾品中	彭正楷	潘宁	



目 录



捉鸡、驯鲸与算 π 值	
——有时需要“逐步逼近”	1
排队人群启发灵感	
——侯振挺证巴尔姆断言	5
不必“一览众山小”	
——泰勒斯巧测金字塔	9
来自笔尖下的微粒	
——正电子的“发现”	12
“休闲”引出物理成果	
——云雾室与气泡室	14
科学中的“多胞胎”	
——大自然的平方反比律	18
“运动要力来维持”吗	
——伽利略的理想实验	21
万有引力定律的发现	
——牛顿也做理想实验	24
“重物落得快”的悖谬	
——科学中的归谬法	27
实验室“鬼火高低明灭”	
——为何 X 光诞生在伦琴手中	32
由“含量”得“时间”	
——“考古时钟”的发明	35



从太阳中取回“金子”	
——光谱分析法的发明	39
上帝是个左撇子	
——“宇称不守恒”的发现	42
此曲何必天上有	
——“八仙过海”测光速	46
碎纸片与冲击波	
——费米粗估核弹威力	51
从奥斯特到法拉第	
——逆向思维得出“磁生电”	54
从曹冲称象到怀丙捞牛	
——神通广大的“替代”	59
能谱仪上的异常	
——J粒子的发现	63
法拉第变“场”为“线”	
——出奇制胜图示法	66
“ $1+1+1>3$ ”	
——超导理论是这样创立的	69
索洛文、哈比希特、爱因斯坦	
——“奥林匹亚科学院”	74
让糖“变脸”之后	
——易识“庐山真面目”	76
类比生下“双胞胎”	
——戴维电解得钾、钠	78
水、土是增重的唯一原因吗	
——“柳树实验”的教训	80



探生命起源辟蹊径

——米勒的大气模拟实验 83

“让事实说话”

——达尔文是如何创立进化论的 85

“数豌豆”数出大成果

——孟德尔遗传定律的发现 88

寻刺激意外见“怪鱼”

——“第一恐龙”是这样发现的 92

在参差不齐的稻苗面前

——“禾下乘凉梦”这样开始 96

蚊子会引起疟疾吗

——“直接观察”之后 100

小孩玩水与数学计算

——血液循环说的创立 103

白喉免疫法的发明

——莱夫勒大胆假设之后 106

老鼠与鸡蛋

——人造血和捶结术的发明 108

牛唾液里的秘密

——秃头是这样长发的 111

全身都是“阿是”穴

——不拘古书的发明 113

孙思邈与葱管

——导尿术是这样发明的 115

同药同病不同效

——张仲景与辨证施治 117



绿苔与白药	
——从华佗到曲焕章	120
一定会如约而归	
——哈雷彗星的发现	122
赫谢耳发现天王星	
——望远镜“星海”捞“针”	125
它来自笔尖之下	
——海王星的发现	128
从“海王”到“火神”	
——能如法炮制吗	131
秤“称”出来的面积	
——于振善的“替代”和“放大”	133
给黑电扇加彩	
——滞销品这样变畅销	135
鸡毛除油与电话发明	
——平凡而神奇的“联想”	139
圆珠笔与导弹	
——何不“反过来”思考	141
以少胜多射火箭	
——逆向思维王永志	144
大富翁源于“组合”	
——橡皮头铅笔的发明	148
刮胡子时的思考	
——安全剃须刀的发明	151
天上“钟摆”与地上“踏板”	
——竞斗中的运筹	154



大批枪支如何造	
——生产需要“标准”化	157
最佳路径何处寻	
——依靠葡萄园的脚步	159
清晰照片是这样拍的	
——蝇眼与蜚眼的启示	161
象鼻虫和螳螂的启示	
——速度计的诞生	164
青蛙、鸽子、鹰……	
——神奇的“电子蛙眼”家族	166
微弱毒气是如何探测的	
——从苍蝇触角找灵感	169
让毒犯无处藏身	
——“电子警犬”显神通	171
暴风、地震谁先知	
——神奇的水母和鑫斯	173
导弹何名“响尾蛇”	
——神通广大的红外探测仪	176
喷雾器上装雷达	
——请蝙蝠来当老师	179
“反潜机”斗“猎潜艇”	
——请食鱼蝠来帮忙	182
胫骨与草茎	
——艾菲尔铁塔百年不倒之谜	184
保险公司该赔吗	
——箭鱼、啄木鸟和安全帽	188



来自军舰鸟的灵感	
——飞机翅膀上的“蜂窝”	191
蜘蛛为何行走自如	
——“步行机”全靠“液压腿”	193
巨轮泊海有“吸锚”	
——鲫鱼吸盘的启示	196
恐龙钻头显神威	
——坚牙利齿启示科学家	198
飞机不如蜻蜓稳	
——只因少了一颗“痣”	200
喷水船为何跑得快	
——向乌贼学习之后	202
舰船也会飞升	
——野鸭双脚帮大忙	204
向“游泳冠军”取经	
——海豚皮泳衣揭秘	206
极地也有越野车	
——探险家拜师“土著居民”	209
“假象鼻”学真象鼻	
——混凝土这样喷注	211
甲虫是如何采水的	
——沙漠集水器的发明	213
鳕鱼、蜗牛为何耐寒	
——启发“保鲜”新技术	215
鳄鱼为何“流眼泪”	
——海水淡化器的发明	216



我们也想“如鱼得水” ——鱼鳃启示人造鳃	218
卫星散热寻妙方 ——蝴蝶鳞片开茅塞	220
纸币防伪出高招 ——请“会飞的花朵”来帮忙	222
“小不点”成了“走俏货” ——除污染能手海洋细菌	224
此毒蛇不怕彼毒蛇 ——抗蛇毒血清的诞生	226
狗和宇宙飞船 ——出汗与降温	227
王莲网状结构的启示 ——“水晶宫”是这样建造的	229
主要参考书目	231



Rexue

Fangfa gushi

※ 捉鸡、驯鲸与算 π 值 ※



——有时需要“逐步逼近”

一条 8 600 千克的大鲸鱼，跃出水面 6.6 米，表演各种杂技。那它为什么会“技惊四座”，跃得那么高呢？

这只创造奇迹的鲸鱼的训练师披露了训练的奥秘。在开始的时候，先把绳子放在水面下，使鲸鱼不得不从绳子上方通过才能得到食物，鲸鱼每次经过绳子上方就会得到奖励——得到鱼吃，还会有人拍拍它并和它玩。然后，训练师会把绳子逐步提高，只不过提高的速度必须很慢，这样才不至于让鲸鱼因为过多的失败而感到沮丧。

一经训练师说穿，这个方法其实谁都可以做到。可是，我们想到更多的人却是与训练师相反，不是从零甚至是负数做起，而是起初就怀着比期盼更高的高度，一旦三番几次达不到目标，这只鲸鱼难免受到折腾，也会弄得训练师大失所望，更谈不上创造奇迹了。

这种训练鲸鱼的方法叫逐步逼近法，数学上也经常用到它。

例如，我们在计算 $5 \div 7 = ?$ 的时候，第一步得到 0.7，第二步得到 0.71，第三步得到 0.714，如此继续下去，就可以得到 $5 \div 7$ 的精确到任意多位小数的值了。

当然，逐步逼近法还可再细分为“单头逼近法”（我们把它趣称为

“驯鲸逼近法”)和“两头逼近法”(我们把它趣称为“捉鸡逼近法”)。

上面训练鲸鱼和计算 $5 \div 7$ 所用的就是“单头逼近法”——“驯鲸逼近法”，其特点是从“一头”去逼近——可以从数值大的一头，也可以从数值小的一头。

下面要说的是“两头逼近法”——“捉鸡逼近法”。

胡同里有一只鸡两人从两头“围追堵截”，鸡就只好束手就擒了。这就是著名学者李毓佩所说的“胡同里捉鸡”。这种方法的特点是从“两头”去逼近。

在古代，许多国家的人都用到 $\pi = 3$ 这个圆周率。但是，随着科技的发展，人们感到 3 已经不能适应需要了。于是，得到更准确的圆周率值就成为数学家们的热望。

有人可能会说，得到准确 π 值是很简单的测量问题：用尺子量一个圆的直径和周长，再把两者相比就行了；要得到更准确的 π 值嘛，那将圆画大点，尺子精度高点就行了。

但是，你千万不要以为这是“锦囊妙计”。

不妨假定有一个直径为 100 毫米的圆，其周长应约 314 毫米。如果你用一条有刻度的细线来量的话，可能就不一定得到这个值：量出 1 毫米的误差是非常正常的，那时算出的 π 值将不会优于 $3.13 \sim 3.15$ ；加之直径也可能发生 1 毫米的误差，这时得到的 π 值将不会优于 $313/101 = 3.09$ 和 $315/99 = 3.18$ 。显然，用此法求到的 π 值将不一定是 3.14，可能是 $3.09 \sim 3.18$ 之间的某一个值，碰巧也会得到 3.14，但这个值在计算者的眼里丝毫不比 $3.09 \sim 3.18$ 之间的其他值更“美丽动人”。

使用类似的实验方法，无论如何也得不到比较实用、准确的 π 值。这



胡同捉鸡



时，加大圆和用更准确的尺子也无济于事，因为这时也必将出现各种误差。

由此我们更加清楚，为什么古人长期对 π 更准确的值是多少，始终是一团雾水。

到了公元前 240 年左右，古希腊伟大的数学家、物理学家阿基米德（约公元前 287—公元前 212），发明了一种科学算 π 的方法——“割圆术”。

割圆术的基本方法是，在圆内作它的内接正 3 边形，在圆外作它的外切正 3 边形，分别算出这两个多边形的周长。显然，圆的周长就在这两个周长之间。再分别作内接正 6 边形、外切正 6 边形，也分别算出这两个多边形的周长，当然圆的周长也在这两个周长之间。接下来，再类似作 12、24、48……边形，并计算周长……显然，当边数越来越多的时候，圆的周长就和这两个周长相差得越来越少了。这时，再用这两个周长除以圆的直径，就把 π 值界定在比较准确的范围内了。显然，阿基米德用的是“捉鸡逼近法”。

当时，阿基米德用这种方法从 3 边形一直算到 96 边形，从而得到 $223/71 < \pi < 22/7$ ，即 $3.140\ 8\cdots < \pi < 3.142\ 8\cdots$ 于是人类有了第一个比 3 更准确的 π 值——3.14。



到了三国末年，中国著名的数学家刘徽用类似的方法，从 6 边形开始，一直算到 3 072 边形——只不过他算的是面积。于是，刘徽求得了 $\pi = 3.141\ 6$ 。

而中国南北朝时代杰出的科学家祖冲之，则一直求到 24 576 边形的面积，从而更精确地计算出 $3.141\ 592\ 6 < \pi < 3.141\ 592\ 7$ ，并且分别以 $22/7$ 和 $355/113$ 作为圆周率的约率和密率。

后来，世界各国的数学家们，也用这种逐步逼近的方法进行了前仆后继的计算，一直到 1630 年格林贝格，用荷兰莱顿的科学家斯涅尔（1580—1626）改进的割圆术，把 π 值算到小数点后 39 位为止。其间，阿拉伯数学家阿尔·卡西（？—约 1436）在 1427 年算到小数点后 16 位，而荷兰莱顿的数学家鲁道夫（1540—1610）则算到小数点后 35 位。



当然，用逐步逼近的方法算 π 并没有结束，只不过用的是数学分析方法等更先进的方法和计算工具的改变罢了。到 2002 年 11 月 24 日，日本东京大学的金田康正等人，已经用电子计算机算到了小数点后 12 411 亿位。

用逐步逼近法，还可以计算 $\sqrt{2}$ 、 $\sqrt{3}$ 等无理数的近似值，也可以解某些高次方程的近似值，等等。

逐步逼近法不但可用于数值计算，还可用于命题证明。例如，数学家们就是用这种方法去证明哥德巴赫猜想的。四色猜想的证明，也用到这种方法。

除了在数学研究中采用逐步逼近法以外，人们在其他领域中也广泛采用这种方法。例如，开普勒发现了行星运动三定律，牛顿发现了万有引力定律，都是用到了逐步逼近法的伟大成果。

在生活中我们常常会看到这样的事：上司对下属的不满和惩罚，教师对学生的严厉批评和指责，望子成龙的父母对孩子的埋怨和责骂……我们是不是该反省一下自己的这些蔑视逐步逼近法的过失？

无疑，是逐步逼近法和爱的力量烘托着前面开头所说的这只鲸鱼飞跃了这一可载入吉尼斯世界纪录的高度。对一只鲸鱼如此，对于聪明的人类来说更是这样，鼓励、赞赏和肯定，会使一个人的潜能得到最大限度的发挥。而这，就是逐步逼近法的魅力所在。

路，要一步一步地走；山，只能一步一步地爬——这就是逐步逼近法。明白了这个道理，我们就不会去做那些揠苗助长或急功近利的蠢事了。

大自然的无穷性决定了认识必定是逐步逼近的，这也是逐步逼近法的哲学基础。

有首民歌说：

大跳蚤背着小跳蚤，
小的就把大的咬；
小的身上还有小，
一直下去没完没了。

可见，广大人民对大自然的无穷性是有深刻认识的。



Rexue
Fangfa gushi

※ 排队人群启发灵感 ※

——侯振挺证巴尔姆断言

“解决啦！解决啦！完全解决啦……”

1960年的一天，北京火车站。乘火车的人熙熙攘攘，但井然有序。

突然，一个小伙子不顾服务员的阻拦，冲进月台，向着刚刚开动的火车，向着成百上千的乘客，向着车上的伙伴，这样疯狂地叫喊着，叫喊着……直到火车消失在他的视线之外。

他是谁？为了什么事？为什么要这样“不顾公德”地冲向火车，向着伙伴喊叫？

1958年，唐山铁道学院学生侯振挺（1936—）在一本《排队论》的著作中，看到这样一段话：关于巴尔姆断言，“我们看不出怎样才能证明这一点，甚至不知道这个断言在一般的陈述中是否正确”。

读者朋友，当我们看到这段话的时候，能有什么感受呢？

“巴尔姆断言真的不能证明吗？”侯振挺这个数学界的新兵有着“初生之犊不畏虎”的勇气，决心攻克这个堡垒。他潜心于这一课题，可是进展不大。

不久，侯振挺来到北京参加科研调查，他仍然利用繁忙中的空隙，继续顽强地进行着巴尔姆断言的研究。随着一年多岁月的流逝，他怀着急切

求教的心情，把自己演算的资料整理出来，准备委托回唐山的同学带给老师看看。在送伙伴回去的车站候车室里，他久久地望着排队上车的队伍，望着背影在人流中忽隐忽现的伙伴，回想着这几天来整理资料的情景……忽然，他神思飞跃，灵感顿生，觉得这一排排长长的队伍变成了一行行的算式，这一个个个人影都成了数学符号，在向他扑来。猛然间，他眼前一亮，一年多来梦寐以求的证明竟然清晰地出现在他的脑际！这时，侯振挺的心情无比兴奋和激动。于是，有了前面的叫喊……

回到住地，他用微微颤抖的手，写下了《排队论中的巴尔姆断言的证明》。1961年，这篇论文发表在《数学学报》上，1963年又发表在外文版的《中国科学》上。

你看，成果来得多么容易啊——站在候车室里，望着排队人群上车……

真的如此吗？完全不是！

侯振挺百思不得其解的问题在一瞬间得到解决，是长期苦钻深究的必然结果。试想如果没有经过一年多的深思，没有大量的计算劳动，这时望着排队上车的队伍，脑子里能够突然引起灵感吗？所以俄国大文豪车尔尼雪夫斯基说：“灵感是一个不喜欢拜访懒汉的客人。”

灵感是指人们在追踪某一既定目标、在久攻不克的情况下，忽然受到外界条件的启示，茅塞顿开，产生突如其来的领悟或理解，使问题迎刃而解，达到既定的追踪目标的方法。这种方法就是灵感方法。

灵感方法也叫顿悟方法，还可细分为机遇方法、移植方法、意识引导方法、创造与逻辑思维决策方法等。

灵感是人们认识过程中一种质的飞跃，是智力的一种特殊表现形式。因而灵感的产生，不仅需要量的积累过程，而且有着一定的规律。从许多发明家的传奇故事中，我们可以多少窥测到灵感的一些规律。

德国数学家莱布尼兹想改进帕斯卡的机械计算机，但终日苦思不得其解。在看到中国的八卦之后，启发了他的灵感，从而发明了二进制，这已成为电子计算机的数学基础。

