

启迪智慧的

365个科学故事



——科学发现的方法探秘

· 窦恩科 编



西北大学出版社

窦恩科简介

窦恩科，1963年生，陕西扶风人，1987年毕业于宝鸡文理学院数学系。曾任高中数学教师。后一直在陕西麟游从事行政工作，曾担任镇长一职。

2017年被评为全国“百姓学习之星”、陕西省“百姓学习之星”、宝鸡市“百姓学习之星”。2018年被陕西省社会科学院宝鸡分院聘为特约研究员。

2014年出版《农民的期盼》，2016年出版《隋仁寿宫·唐九成宫史话》。

启迪智慧的365个科学故事

——科学发现的方法探秘

· 窦恩科 编

北京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

启迪智慧的365个科学故事:科学发现的方法探秘 / 窦恩科编. -- 西安:西北大学出版社,2018.9

ISBN 978-7-5604-4220-4

I. ①启… II. ①窦… III. ①儿童故事—作品集—世界
IV. ①I18

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第184419号

启迪智慧的365个科学故事 ——科学发现的方法探秘

编者: 窦恩科

出版发行: 西北大学出版社

地址: 西安市太白北路229号

邮编: 710069

电话: 029-88303940

经销: 全国新华书店

印装: 陕西博文印务有限责任公司

开本: 889mm×1194mm 1/32

印张: 8.5

字数: 187千字

版次: 2018年9月第1版 2018年9月第1次印刷

书号: ISBN 978-7-5604-4220-4

定价: 35.00元

本版图书如有印装质量问题,请拨打029-88302966予以调换。

窦恩科同志恳请我为他编写的新书《启迪智慧的365个科学故事——科学发现的方法探秘》作序。虽然我们之前未曾谋面，但是我为他的勤奋和执着所感动，欣然应允。

在人类进入信息时代的今天，科技创新已成为人类社会进步和发展的最强大的原动力。而人类科技发展又取决于科学发现和科学与技术方法的创新。中华民族要实现伟大复兴，要走在世界前列，关键也在于要把科技创新放在发展的首位。

对于科技工作者来说，能否在科技创新方面取得成就，取决于他所拥有的相关知识、能力、机遇，及其勤奋努力的程度。

普通人也许会觉得科学发现、科学技术方法的创新是高深莫测的，是那些有高深学问的科学家才能做的事情。然而事情并非如此绝对，科学家也是从平常百姓，从一般科研工作者一步步成长起来的。一般人要在科学技术领域有所建树，除了勤奋学习和不断追求、努力之外，还必须掌握合理的科学研究和技术发明方法。

恩科同志毕业于宝鸡文理学院数学系，对科学发现方法情有独钟。从2014年6月开始，他在繁忙的工作之余，挤出时间阅读了大量科学家传记和科学方法论著，用四年多时间编成本书。本书从科学选题方法、科学思维方法、科学行动方法、创新科学工具的方法、促进科学研究与交流的方法等五个方面为我们揭开了科学发现和科学活动的神秘面纱。其具体内容的展

开不同于一般的教科书式的阐释方法，不是通过教条的说教，而是通过现实案例的叙述来揭示相关科学发现产生的具体过程、情景和机制，读来使人轻松愉快，又备受启迪。

概括起来，本书有如下四个特点：

——紧扣方法主题。编者梳理了科学发现的 73 种方法，逐一讲述，重点突出。

——故事阐述生动。对每一种科学发现方法，编者都贯以五个关于科学发现的经典故事，总计有 365 个。对故事的描述言简意赅、通俗易懂。介绍每种方法后，又对该方法进行了提炼、升华，能够加深读者的认知。

——提出了自成体系的科学方法论框架。比起单纯通过思维方式加实验体系的分类描述，本书的方法分类不仅详尽细腻，而且全面丰富。

——知识性、趣味性、可读性强。本书介绍的是自然科学方法论，涉及学科广泛，有数学、物理学、化学、生物学、医学、天文学等。其中很多内容与大中学生的课本知识紧密联系，加之以讲述故事的形式展开，所以知识性、趣味性和可读性都比较强。

一年 365 天，本书选编的故事也恰好是 365 个，这也许并非巧合，其中或许暗含了编者的某种深层寓意和对完满、充实的追求。

捧读书稿，我深深为恩科同志不懈追求的精神所感动。恩科同志工作于基层，在做好本职工作之余，还能够默默奋发，刻苦钻研科学发现方法，整理编写科学故事，为广大读者传播科学研究路径，宣扬和启迪科学精神，实在难能可贵，令人敬佩。

科技发展是国家强盛的根本动力，面对我国现代化建设的宏伟蓝图，科技兴国仍然任重而道远。本书集思想性、知识性、趣味性、方法论于一体，能给人以启迪；对科技工作者，尤其是对立志于为科技发展做出贡献的青少年，能起到良师益友、点石成金的作用。

愿本书的出版能为科技兴国添砖添瓦，能为国家富强增光增彩。这不仅是编者的初衷，也是我们的期望所在。

陕西省自然辩证法研究会理事长、
西安交通大学教授 邬焜
2018年4月29日于西安

前言

著名教育家蔡元培曾说：“方法是钓鱼竿，是金手指。”给人鱼吃，不如给人钓鱼竿；给人黄金，不如给人点石成金的金手指。只有方法正确，才能收到事半功倍的效果。

为了启迪青少年的智慧，拓展他们的思维力，增强他们的行动力，引导他们深入了解科学发现的方法，本书从诺贝尔奖科学类奖项获得者的相关资料中搜集了许多关于科学发现的方法故事，并对这些方法故事进行归类，形成了本书的框架，共分五章：

第一章是选题方法的故事，通过 25 个故事讲述从现象、问题等出发的五种选题方法。

第二章是思维方法的故事，讲的是经典思维形式，如联想思维等，通过三节 110 个故事讲述了 22 种科学发现的思维方法。

第三章是行动方法的故事。科学发现不仅需要思维，还需要行动，比如实验等。本章也用三节 110 个故事讲述了包括实验在内的 22 种科学发现的行动方法。

第四章是发现工具的故事。科学发现需要借助一定的工具，工具越先进，科学发现的效率就越高。本章用 55 个故事讲述了 11 种科学发现的实体工具和理论工具，最后还通过 20 个故事对 4 种数学理论工具进行了单独阐述。

第五章是促进科学研究与交流方法的故事，把促进科学研

究、推进科学交流的方式方法归于本章，共用45个故事讲述了9种促进科学研究与交流的方法。

本书力图突破旧有的思维形式，跨越固有的行动模式，通过讲述365个科学故事来揭示科学发现中的73种具体方法，寓教于乐，让科技工作者和青少年开卷受益。

本书在阐释科学方法的同时，还展示了众多杰出科学家与发明家的重要人生经历，阅读本书亦能收到阅读多本科技领域伟人传记的效果，值得学校和研究单位推荐阅读。

编 者

2018年5月



第一章 选题方法的故事 /1

- 从现象出发选题 (故事 1~5) /1
- 从问题出发选题 (故事 6~10) /4
- 从需要出发选题 (故事 11~15) /7
- 从启示出发选题 (故事 16~20) /10
- 从行动出发选题 (故事 21~25) /13



第二章 思维方法的故事 /16

第一节 一般思维方法的故事 /16

- 联想思维 (故事 26~30) /17
- 反向思维 (故事 31~35) /20
- 逆向思维 (故事 36~40) /24
- 简约思维 (故事 41~45) /27
- 形象思维 (故事 46~50) /30
- 批判思维 (故事 51~55) /33
- 转换思维 (故事 56~60) /37
- 灵感思维 (故事 61~65) /44

第二节 各门具体科学共同的思维方法故事 /48

- 分析 (故事 66~70) /48
- 比较 (故事 71~75) /52
- 类比 (故事 76~80) /55

抽象 (故事 81 ~ 85) /57

归纳 (故事 86 ~ 90) /60

假说 (故事 91 ~ 95) /64

演绎 (故事 96 ~ 100) /67

推广 (故事 101 ~ 105) /71

统一 (故事 106 ~ 110) /75

第三节 具体科学中所特有的思维方法故事 /78

从固体到液体到气体 (故事 111 ~ 115) /78

从动物到人 (故事 116 ~ 120) /81

从 1 到 2 到自然数到实数 (故事 121 ~ 125) /85

从点到线到面到体 (故事 126 ~ 130) /88

从静止到匀速到加速 (故事 131 ~ 135) /91



第三章 行动方法的故事 /94

第一节 一般行动方法的故事 /94

考察 (故事 136 ~ 140) /94

收集 (故事 141 ~ 145) /97

分组 (故事 146 ~ 150) /99

替代 (故事 151 ~ 155) /103

加减 (故事 156 ~ 160) /106

人工 (故事 161 ~ 165) /109

排除 (故事 166 ~ 170) /112

第二节 各门具体科学共同的行动方法故事 /115

观察 (故事 171 ~ 175) /116

测量 (故事 176 ~ 180) /121

分类 (故事 181 ~ 185) /124

定义 (故事 186 ~ 190) /128

建模 (故事 191 ~ 195) /131

实验 (故事 196 ~ 200) /133

证明 (故事 201 ~ 205) /140

第三节 具体科学中专业行动方法的故事 /144

数学证明 (故事 206 ~ 210) /144

轰击 (故事 211 ~ 215) /149

反应 (故事 216 ~ 220) /151

混合 (故事 221 ~ 225) /156

分离 (故事 226 ~ 230) /158

杂交 (故事 231 ~ 235) /161

解剖 (故事 236 ~ 240) /163

接种 (故事 241 ~ 245) /165



第四章 发现工具的故事 /169

第一节 实体工具的故事 /169

观察工具 (故事 246 ~ 250) /169

催化工具 (故事 251 ~ 255) /173

追踪工具 (故事 256 ~ 260) /176

电磁工具 (故事 261 ~ 265) /179

光谱工具 (故事 266 ~ 270) /182

射线工具 (故事 271 ~ 275) /185

生物工具 (故事 276 ~ 280) /187

计算机工具 (故事 281 ~ 285) /190

第二节 理论工具的故事 /193

数学工具 (故事 286 ~ 290) /194

物理工具 (故事 291 ~ 295) /196

化学工具 (故事 296 ~ 300) /199

第三节 数学工具特殊形式的故事 /202

量化 (故事 301 ~ 305) /202

符号化 (故事 306 ~ 310) /206

公式化 (故事 311 ~ 315) /210

公理化 (故事 316 ~ 320) /212



第五章 促进科学研究与交流的方法的故事 /216

合作 (故事 321 ~ 325) /216

讨论 (故事 326 ~ 330) /219

出国 (故事 331 ~ 335) /222

结社 (故事 336 ~ 340) /225

出版 (故事 341 ~ 345) /226

阅读 (故事 346 ~ 350) /228

引进 (故事 351 ~ 355) /231

计划 (故事 356 ~ 360) /234

奖励 (故事 361 ~ 365) /237



附章 科学家青少年时代的特点 /241

参考资料 /251

后记 /254

第一章 选题方法的故事

选题就是选择科研课题，选择主攻方向，也就是提出问题。英国科学学的创始人贝尔纳认为，选择课题是科研的战略起点。

选题一般有自选课题、上级主管部门指定课题与横向联系单位委托课题（包括联合攻关课题）三种形式。

本章我们介绍自选课题的五种方法，即从现象、问题、需要、启示、行动出发选题。

选题时应注意：一是尽可能从自己的专业出发选择课题，因为对本专业的情况比较了解，有大量这方面的知识积累。二是要看客观条件，就是不能脱离现有的客观条件去选题，客观条件包括实验室条件、研究经费等；选题难度不能太大，必须可行。三是要知己知彼，研究的问题应该是前人还没有解决的，这就要查阅大量中外文献资料；如果把大量时间、精力放在别人已经研究出来的问题上，就失去了科研的意义。

从现象出发选题

现象是事物在发展、变化中表现出来的外部形态。

从现象出发选题就是从新、奇、特、异等现象出发选题。“新”指新现象，“奇”指奇怪、奇特、离奇的现象，“特”指特别、独特的现象，“异”指奇异、怪异、异常的现象。

【故事 1】紫罗兰变色了

英国化学家罗伯特·波义耳（Robert Boyle，1627—1691）

在女友去世后，一直把女友最爱的紫罗兰花带在身边。在一次紧张的实验中，放在实验室内的紫罗兰被溅上了浓盐酸，波义耳急忙把紫罗兰用水冲洗了一下，然后插在花瓶中。过了一会儿，波义耳发现深紫色的紫罗兰变成了红色的。

这一奇怪的现象引起波义耳的兴趣，促使他对许多花木与酸碱的相互作用进行研究。由此他发明了如今依然被广泛应用于化学实验的酸碱试纸——石蕊试纸。

【故事 2】色差

英国著名化学家、物理学家道尔顿（John Dalton, 1766—1844），在圣诞节前夕买了一双“棕灰色”的袜子送给妈妈。妈妈看到袜子后，觉得袜子的颜色过于鲜艳，就对道尔顿说：“你买的这双樱桃色的袜子，让我怎么穿呢？”道尔顿感到非常奇怪：袜子明明是棕灰色的，为什么妈妈说是樱桃色的呢？疑惑不解的道尔顿又去问弟弟和周围的人，除了弟弟与自己看法相同，被问的其他人都说袜子是樱桃色的。

道尔顿放下手头的化学实验，仔细钻研起这种奇特的生理现象来。结果他发现了色盲现象，而他和弟弟正是色盲，因而分不清这两种颜色。

【故事 3】失去了知觉

美国牙科医生莫顿（William T. G. Morton, 1819—1868）是世界上最早将乙醚（Ether）应用于外科麻醉手术的人。

一次偶然的机会，莫顿听到化学教授杰克逊说，有一次在做化学实验时，杰克逊不慎吸入一大口氯气，为了解毒，他立即又吸了一口乙醚。不料，开始时他感到浑身轻松，可不一会儿便失去了知觉。

听了杰克逊的叙说，勤于思索的莫顿对这一奇特的现象深

感兴趣，并以此作为课题展开研究。他大胆设想，能否将乙醚作为一种理想的麻醉剂呢？带着这个问题，他进行了刻苦的钻研，最后获得了成功。

【故事 4】深颜色的液体

1826 年，法国青年化学家波拉德很起劲地研究着海藻。当时人们已经知道海藻中含有很多碘，波拉德便研究怎样从海藻中提取碘。

波拉德把海藻烧成灰，用热水浸取，再往里注入氯气，得到紫黑色的固体——碘的晶体。然而奇怪的是，在提取后的剩余残渣底部，总是沉着层深颜色的液体，且带有刺鼻的臭味。

这一现象引起了波拉德的注意，他立即着手进行深入的研究，最终证明，这深颜色的液体是人们还未发现的一种新元素。波拉德把它命名为“溴”，按照希腊文的原意，就是“臭”的意思。

【故事 5】皱纹消失了

肉毒素是由致命的肉毒杆菌分泌而出的细菌内毒素，医学家阐明了其作用机制，将它用于肌肉痉挛治疗。

1986 年，加拿大一位眼科教授卡罗瑟在给病人注射肉毒素以治疗眼肌痉挛的过程中，意外地发现病人脸部的皱纹消失了。这一现象引起了卡罗瑟的重视。

1987 年开始，她和皮肤科的医生合作，将肉毒素引入美容领域进行研究，并于 1992 年首次作了报道。他们成为肉毒素用于美容的创始人。

紫罗兰被溅上浓盐酸后变成了红色，诞生了石蕊试纸；杰克逊吸了一口乙醚便失去了知觉，于是有了手术麻醉剂……可

见，在新奇特异的现象背后有可能隐藏着难以被常人所知的本质原因，这就需要有志于科学研究的人处处留心。

此外，现象分为真象和假象，要注意区分。

从问题出发选题

爱因斯坦曾说过：“提出一个问题往往比解决一个问题更重要。因为解决问题也许仅是一个数学上或实验上的技能而已，而提出新问题、新的可能性，从新的角度去看旧的问题却需要有创造性的想象力，而且标志着科学的真正进步。”美国应用数学家维纳说：“只要科学家在研究一个他知道应该有答案的问题，他的整个态度就会不同，他在解决这个问题的道路上几乎已经前进了一半。”

事实上，问题的提出正是科学研究的起点。

【故事 6】王冠里的问题

阿基米德（前 287—前 212），古希腊哲学家、百科全书式科学家、数学家、物理学家。

有一次，国王让工匠做一顶纯金王冠。金王冠做成后，样式很好看，但国王怀疑工匠贪污了他的金子，掺入银子或其他金属来凑足王冠的分量，于是他命令阿基米德在不损坏王冠的前提下，查明王冠中是否掺杂了其他东西。

阿基米德围绕这个问题展开了研究。在一次洗澡中，他看到浴池里的水因他的进入而溢出。这给了他启发，他找来与王冠同样重量的金子，把王冠和金子分别放入两个装满水的盆里，通过比较二者溢出水的多少，来检验王冠里是否掺杂了其他金属。由此，阿基米德不但辨明了王冠是否掺假，还发现了流体