

走向真理

ZOUXIANGZHENLI

——科学方法四十则
孙纪成 著

走向真理

——科学方法四十则
孙纪成 著

济南出版社



走向真理

——科学方法四十则

孙纪成 著

济南出版社

鲁新登字 (14) 号

走向真理

——科学方法四十则

责任编辑/王 菁

封面设计/吴大宪

特约编辑/张志英

出版/济南出版社 (济南市经七路 251 号)

发行/江苏省新华书店

/上海市新华书店

印刷/德州地区新联印刷厂

开本/850×1168 毫米 1/32

印张/6

字数/150 千字

印数/1—11000 册

出版日期/1995 年 6 月第 1 版

印次/1995 年 6 月第 1 次印刷

ISBN7-80572-954-9/B·15

定价/7.80 元

60K52/40

序

05

《走向真理》一书问世，是件值得庆幸的事。作者经过多年的辛勤劳动，在广泛搜集资料、深入研究的基础上，纵观了科学方法的历史脉络，探索了科学方法的内在结构，考察了科学方法的现实状况，采各科之蜜，汇各国之学，融百家之法，通古今未来之变，注意宏微并存，重视理论实际结合，考虑自然科学方法与社会科学方法相兼，在丰富多彩的方法中，精选了40种科学方法，集中系统地奉献给广大读者。作者希望在方法热潮中激起浪花，以助于推动科学方法的研究、应用、改进与更新，以利于促进生产力的发展，为祖国社会主义建设贡献一份力量。这种精神是可贵的，值得我们学习。

当然，科学方法是一门深邃的学问，当今在科学技术革命浪潮的冲击下，已引起了各国的普遍重视，成为世界各国的研究热点。《走向真理》一书的问世，也是这个新时代、新热潮的产儿。由于科学方法是在不断发展中完善的，本书的阐述不可能穷尽一切方面。我们爱花，更喜爱累累的硕果；我们惜春，更珍视收获的秋天。但是，在花花世界上，并不是每朵花都能结出硕果，也不是每个人都有秋收的喜悦。我希望《走向真理》一书的出版，能深受读者的欢迎，引起读者的兴趣，给大家提供有益的启示，在通向真理

的道路上，铺上一颗新石子，留下一个新足迹。

金哲

1995年1月于上海社会科学院

前 言

本书共阐述了 40 种科学方法。我们将其分为六类，其目的是让读者从中看出不同种类的方法有着不同的作用和适用范围，同时也便于读者掌握与应用。

何谓方法？何谓科学方法？为什么要学习和掌握科学方法？这是我们在论述几种方法之前，必须要回答的问题。首先看看什么是方法？所谓方法，人们常把它比作路，比作桥，比作车马舟楫，比作工具仪器。这生动地证明着人在世上无论是和自然界打交道，还是处理人际关系，时刻都离不开方法的指导和帮助。方法在人类各种活动中具有普遍有效的作用，大至运筹帷幄，宏观决策；小到待人接物，穿衣吃饭，没有一件是离开方法可以行得通的。在西方语言中，“方法”一词表示沿着某种道路行进。从现代科学意义上理解，“方法”是指人们在一切活动领域内从实践上或理论上把握现实，为达到某种目的而采用的途径、手段、工具和方式的总和。何谓科学的方法呢？就广义而言，它是相对于不具有科学性、不能达到预期效果的方法而言的；而狭义的科学方法，则是人们在某一活动范围内所采用的有效的方法。

方法问题实则是个科学问题，是指如何端正和提高人的认识能力和行为能力的科学问题。方法不是固

定的程式，处理同一问题，常常有多种方法可供选择，不必拘于一法。但是严格说来，方法总有高下之别，如果以精益求精的态度来选择方法，那就可以看出，即使是认识或处理一种并非十分复杂的自然现象或社会现象，要想采取某种最佳方案，也往往需要融汇多种知识，综合多种具体方法，而绝不会像用“+”、“-”号回答问题那样简易。

认识和掌握方法要有一个过程，不能一蹴而就，也不能一成不变。从人类掌握方法这一角度来考察，全部人类文明史，就是一个人类运用方法认识自然与社会的发展过程。在这个过程中，人类对方法的认识、总结、掌握，经历着一个从简单到复杂、从低级到高级、从直接经验的缓慢积累到科学技术信息的高速传递和急剧增长这样一个无止境的进化过程。

就科学方法本身的演变而言，大致经历了三个阶段：

第一个阶段——古代的科学方法。在奴隶社会，世界科学的高峰在古希腊。这一时期的一批学者，继承和发展了埃及、巴比伦的方法，他们在各自的学术活动中，分别应用了一些低水平的研究方法，比如自然科学家运用观察法观察鸡蛋的孵化过程。就思维方法而言，他们运用了归纳与演绎的逻辑方法。古希腊唯物主义哲学家德谟克利特写了《论逻辑》一书，初步研究了归纳问题；古希腊哲学家亚里士多德写了《工具论》，阐述了形式逻辑的基本规律，研究了演绎法。几何学的形成，导致了公理化方法的产生。古希腊数学家欧几里得就是公理化方法的创始人，他运用

亚里士多德总结出来的逻辑方法，从少数几个具有不证自明特点的公理出发，推出了一系列奇妙的命题，写出了13卷《几何原本》。

上述方法虽然具有简单、零散的特点，但都是说明客观外界本质特点的唯物主义的方法，对后来科学方法的发展起了奠基作用。

第二个阶段——近代的科学方法。欧洲在长达一千多年的中世纪的历史中，学术活动被经院哲学所窒息。近代科学方法的先驱英国思想家罗·培根在反对经院哲学时，提出了面向自然，注重实验观点。他说，证实真知的唯一办法只有观察和实验，而不是靠引用圣经的亚里士多德的著作。这时的实验方法成了人们自觉运用的一种主要研究方法。而大力倡导实验方法的是文艺复兴时期的达·芬奇，他认为实验是一切从事自然科学研究所必须遵循的基本方法。文艺复兴以后，意大利科学家伽利略曾设计了斜面实验，发现了自由落体定律和惯性原理，使实验方法达到了比较成熟的阶段。接着是英国哲学家弗·培根，他不但强调实验，而且从理论上对实验方法进行了论述。他认为任何科学都是实验的科学，“自然的奥妙也是在技术的干扰之下比在其自然活动时容易表露出来。”从而揭示了实验方法的巨大作用。

这一时期，数学方法也有较大的发展。1637年法国科学家笛卡尔创立了解析几何，后来英国物理学家牛顿和德国科学家莱布尼茨分别创立了微积分，这就使数学方法基本得到确认。18世纪下半叶以后，随着各门自然科学的发展，需要研究一些由大量偶然事物

或现象组成的系统在整体上的规律性，因此促进了统计方法的发展。

这一时期，一系列逻辑思维方法如分析、归纳、演绎、分类、比较等都有较大发展，一些常用的科学方法得到了总结。如弗·培根写了《新工具》一书，着重论述了自己创立的逐步归纳法。笛卡尔写了《方法谈》及《形而上学沉思录》两部方法论著作，阐述了演绎方法与数学方法。特别值得一提的是，他在《方法谈》第二部分强调了理性的重大作用，认为理性对探讨真理具有决定性的作用，但理性必须借助于正确的方法。牛顿撰写了《自然哲学的数学原理》，不但总结了力学三大定律，而且提出了分析——综合方法。

这一时期还广泛开展了比较生物学、比较生理学、比较地质学等方面的研究。

这一时期，黑格尔、马克思、恩格斯和其他哲学家，系统全面地分析和总结了对各门科学起指导意义的哲学方法。特别是恩格斯的《自然辩证法》一书，对一系列重要的科学方法都有论述和说明。

可见，近代是科学方法发展的一个异常重要的时期。

第三个阶段——现代的科学方法。这一时期，由于科学的飞速发展，一些杰出的科学家、思想家提出了一些新的科学方法。如德国科学家爱因斯坦认为，从直接经验到作为科学理论出发点的公理之间，没有固定的逻辑通道，没有一般现成的方法，要依靠科学家的洞察力和想象力，善于抓住事物的本质，这就是他所主张的理想化方法；美国数学家维纳认为各门学

科互相交叉、互相渗透是现代科学发展的一个重要趋势，于是他创立了具有交叉和渗透特点的理论与方法——控制论及其方法；奥地利学者贝塔朗菲在研究理论生物学时提出了系统论的思想与方法；美国数学家申农创立了信息论及其方法。控制论、系统论、信息论，简称为“三论”，它们都具有横向性、综合性、功能行为性质和方法论性质。“三论”的创立大大促进了现代科学技术的发展，大大开阔了人们探索客观事物的思路与视野。

通过对科学方法发展演变的简短回顾，我们不难看出，人类的认识是由简到繁，由低到高。而方法的发展也是由简到繁，由低到高。方法的发展与进步又促进了人们认识的发展与深化。方法不是凝固不变的，它随着人们认识的发展而不断增添新的内容。

在论述何谓方法，何谓科学方法以及它的演变概况的基础上，我们再来论述学习和研究方法究竟有什么作用和意义。我认为其作用与意义至少有以下三点：

其一，有了正确的方法才能达到预想的目的。黑格尔极为重视方法的研究，他把方法同达到的目的紧紧连结在一起。他在《历史哲学演讲录》中讲了这样一段话：“人为了自己的需要，通过实践和外部自然界发生关系；他借助自然界来满足自己的需要，征服自然界，同时起着中间人的作用。问题在于：自然界的对象是强有力的，它们进行种种反抗。为了征服它们，人在它们中间加进另外一些自然界的对象，这样，人就使自然界反对自然界本身，并为了达到这个目的而

发明工具。”这里讲的主要是生产实践。推而广之，人要善于运用工具，不只是自然物甚至不只是物质工具，还可以包括精神工具。正如需要各式各样的物质工具适用于各式各样的目的一样，为了聪明地、有预见地达到各式各样的目的，也需要各式各样的精神工具。这里讲的精神工具，主要指科学的方法。科学的方法人人都离不开，不管你自觉与否，只是有人善于思考，有人不善于思考。有人把科学方法看作是打开真理之门的钥匙，看作是无穷的智慧宝库，这是千真万确的。总之，方法是走向真理、达到目的的桥梁。

早在我国古代，有见识的学者就很注重对方法的学习和掌握。唐朝的历史学家刘知幾说：“史有三长：才、学、识，世罕兼之，故史才少。”“夫有学无才，犹愚贾操金，不能殖货。有才无学，犹巧匠无榘衡斧刃，勿能成宝。”清朝历史学家章学诚进一步发挥了刘知幾强调才、学、识要统一运用的思想，他认为：“夫才须学也，学贵识也。才而不学，是为小慧；小慧无识，是为不才。”他把识放在才、学之首，很有见地。所谓识，也就是运用才、学的方法。

在我国古代就如此注重方法，在现代，我们更应当注重方法。应该说，注重方法是一桩非同小可的大事。比如搞教育，就得懂得和掌握教育的方法，对学生要因材施教，循序渐进，既要抓学生的德育，又要抓学生的智育和体育等等。搞科研，既要有长远的规划，又要有近期的选题目标；既要重视基础理论研究，更要注重应用理论的探讨。一个单位、一个领导者在接受和完成一项工作或任务时，也有一个方法问题，

比如常用的抓点与抓面、一般号召与深入细致的调查研究相结合等。在人生的发展中，也有一个讲究方法的问题。比如一个人的远大目标一定要同具体的目标相结合，光有志向和理想，没有短期打算和实践，理想、志向定要落空；光讲实践具体打算，不讲志向、理想，则会变得鼠目寸光等等。一句话，各行各业，每一位有思维能力的人都离不开方法的指导。这是从广义角度来看讲究方法的重要性。

其二，掌握科学方法，是取得科学成果的前提。翻开中外科技发展史，说明这一观点的论述、事例比比皆是。法国生理学家贝尔纳就曾说过这样一段话：“良好的方法能使我们更好地发挥运用天赋的才能，而拙劣的方法则可能阻碍才能的发挥。”这话是正确的。大量科学实践证明，掌握科学的方法是科学家们取得科研成果的前提。如前面所说的伽利略之所以能够发现自由落体定律和惯性原理，是与他正确地运用实验方法分不开的；爱因斯坦创立相对论，理想化方法起了重要作用；法国物理学家德布罗意提出物质概念，是与他运用类比等方法分不开的；奥地利年轻的气象学家魏格纳创立大陆漂移假说，这同他运用大地测量学等方法分不开，诸如此类等等。因此，法国科学家拉普拉斯说：“认识一位天才的研究方法，对于科学的进步……并不比发现本身更少用处。科学研究的方法经常是极富兴趣的部分。”俄国生理学家巴甫洛夫也说过：“初期研究的障碍，乃在于缺乏研究法。无怪乎人们常说，科学是随着研究法所获得的成就而前进的。研究法每前进一步，我们就更提高一步，随之我们面

前也就开拓了一个充满着种种新鲜事物的、更辽阔的远景。因此，我们头等重要的任务乃是制定研究法。”这些论述集中到一点都是讲科学方法对发展科学事业的重要性。

据科学资料统计，科学发明的最佳年龄区是25~45岁，杰出科学家的成名峰值年龄约32岁。因此，在这里，时间就等于科研，就等于创造，就等于成果。而良好的方法能提高效率，相对来说也就等于时间的延长。正如英国动物病理学教授贝弗里奇说：“如果在实践中有可能通过研究方法的指导来缩短科学工作者不出成果的学习阶段，那么，不仅可以节省训练的时间，而且科学家做出的成果也会比一个用较慢方法培养出的科学家所能做的多。”科学方法是“科学研究的艺术”，在某种意义上，它又是一个效率概念，它注意的是单位时间内工作的效果和相对意义上争取了的时间。

其三，社会主义建设需要科学方法。我国社会主义建设急需各式各样的新的科学方法，拿系统论的方法来说，它对社会主义建设事业是非常有用的。我们可以把整个社会主义建设事业比作一个大系统或者系统工程，而在这个系统工程中又可分成许多小系统或子系统，比如生产系统、运输系统、管理系统、水利动力系统等等。根据系统论关于整体性及平衡性观点的要求，了解一个或发展一个子系统都必须分析它同整个社会主义建设事业的关系以及子系统（或局部间）间的相互关系，以取得相互之间的综合平衡。在国民经济发展中，常常出现工业与农业、积累与消费、

基建与生产等关系的平衡与不平衡的问题,这就需要从系统论的高度加以研究与处理。

协同论的方法是一门新兴的科学方法,它主要研究一个系统的各个部分之间的协同,而这种协同,是各部分或各要素之间的自我协同,或称为“自组织”。而协同学所指的控制是一种软控制或者说是间接控制、不确定控制。自然界告诉我们,通过这种不确定的控制,系统也可以演化形成某种新的结构。与协同学形成对照,控制论中所讲的控制是直接控制或者确定控制,通过这种控制,系统实现既定的目的。

我们可以采用控制论和协同论相结合的控制方法,来认识和管理一个社会系统。比如说,在宏观经济管理中,我们一方面要有计划经济模式,另一方面也要有市场经济模式。前者主要表现为硬控制、直接控制,而后者则主要表现为软控制、间接控制。两种控制相结合,互为补充;更好地促进国民经济的发展。

数学的方法对于揭示新的经济规律,对于促进经济建设是必不可少的。马克思在研究资本主义的经济关系与经济规律时,很重视数学方法的运用,他指出:“一种科学只有在成功地运用数学时,才算达到了真正的完善的地步。”今天我们已经拥有像博弈论、点集论、拓扑学等崭新的数学手段,又有电子计算机这样强有力的物质工具,我们关于社会主义经济现象的分析难道不应当更好地结合数学方法的运用来进行吗?这是必须的,也是可行的。

总之,社会主义建设事业需要各式各样的新的科学方法,同时时代要求我们必须从科学的高度看待方

法，讲求方法，改进方法，更新方法。因此，我们必须去创造更多的更精良的方法，应用于社会主义建设的各项事业。

基于对方法如此重大作用的认识，我撰写了《走向真理》这本书。但自知才疏学浅，本书观点不成熟之处是难以避免的。为抛砖引玉，繁荣方法的研究，促进方法的应用，使之更好地为社会主义现代化建设服务，我不揣冒昧地把这本小册子奉献给学术界同仁和广大读者，敬请批评指教。

作者

目 录

第一章 科学家的方法观及其应用	1
第二章 常见的几种科学方法	9
第一节 搜集资料与事实的方法	10
第一种 心有灵犀一点通	
——谈观察法	10
第二种 点石成金，梦想变现实	
——谈实验法	14
第三种 “笼天地于形内”、“观古今于须臾”	
——谈模拟法	17
第四种 油菜籽 400 粒与 391 粒	
——谈概率法	19
第二节 加工资料的方法	21
第一种 “不怕不识货，只怕货比货”	
——谈比较法	21
第二种 墨西哥的“跳跃谷仓”的豆子是怎样	
真相大白的？	
——谈删除法	25
第三种 “物以类聚，人以群分”	
——谈分类法	28
第四种 从人工培植牛黄说起	
——谈类比发明法	31
第五种 哥德巴赫猜想是怎样提出的？	
——谈归纳法	35

第六种	海王星的发现	
	——谈演绎法	40
第七种	放射性元素镭是怎样被发现的?	
	——谈分析法	44
第八种	文章之道,有开有合	
	——谈综合法	46
第九种	科学家为什么能够弄清楚 DNA 双螺旋结构?	
	——谈对称法	49
第三节	横向研究方法	53
第一种	一块新开垦的处女地	
	——谈控制论法	54
第二种	“禽有禽言,兽有兽语”	
	——谈信息法	58
第三种	从“都江堰工程”到“阿波罗计划”	
	——谈系统法	62
第四种	欧拉是怎样解决“哥尼斯堡七桥问题”的?	
	——谈数学法	68
第五种	一位陌生的“逻辑理论家”	
	——谈计算机法	72
第六种	一座川流不息的城市	
	——谈耗散结构理论法	76
第七种	从激光的机理说起	
	——谈协同学法	84
第八种	一些“难以预料”的事件	
	——谈突变理论法	87
第四节	发散与收敛的思维方法	90
第一种	从魏格纳的“大陆漂移说”谈起	
	——谈假说法	90
第二种	“折戟沉沙铁未销,自将磨洗认前朝”	