

序

党中央和国务院在《关于加强科学技术普及工作的若干意见》中明确指出：“许多国家都把提高国民的科学文化素质看成是 21 世纪竞争成功的关键。为适应世界潮流，迎接下一世纪的挑战，普及科学文化教育，将人们导入科学的生产、生活方式，是把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质轨道，实现我国经济发展战略目标的关键环节。《意见》还指出：“要把提高全民科技素质，保障国民经济持续、快速、健康发展，促进‘两个文明’建设作为科普工作的中心任务。”

1995 年 12 月 1 日江泽民同志在接见部分中科院和中国工程院院士时指出：“科技界应该编一些介绍世界著名科学家和各种科学发现、技术创新的书籍，以利于向广大干部群众特别是青年人普及科学技术方面的基本知识。”我们正处在世纪之交，知识经济时代已初见端倪，今天的青少年学生，到 21 世纪将成为国家的栋梁，他们是我们中华民族的未来和希望。提高他们的科学文化素质，对于提高全民族的科学文化素质，具有深远的战略意义。为此，党和国家一直把青少年作为普及科

学技术的重点对象,组织力量,采取措施,从各方面给他们以培养和教育。

科学知识、科学思想和科学方法是人类科学文化素质的一个基本方面,也是推进科普工作的主要内容。科学知识的获得,离不开科学思想的指导和规范,也离不开科学方法的运用与创新,而科学思想和科学方法的铸成又总是以科学知识为基础。它们三者 in 内容和形成源流上有着不可分割的内在联系,整部科学史以无可辩驳的事实证明了这一点。所以,我们不仅要努力提高青少年的科学知识水平,而且还要加强对青少年进行科学思想、科学方法的教育,只有如此才能全面地提高他们的科学文化素质,迎接 21 世纪知识经济的挑战,为实施科教兴国和可持续发展战略,培养跨世纪人才作出我们应有的贡献。

《世界科技英才录》这套书作为贯彻实施上海市在青少年中进行科学思想、科学方法普及工作方案的一项实际行动,力求体现方案的要求,把古今中外著名科学家在他们科技研究实践中创造出杰出科学贡献的奋斗事迹和贯穿其间的科学精神、科学思想与科学方法介绍给广大青少年读者。希望书中动人心弦、激励奋进的人类文明的宝贵财富,能对大家有所启迪和教育,成为广大青少年取之不尽的科学精神食粮,帮助他们确立科学的世界观、人生观和价值观,培养热爱科学、献身科学的热情与责任感,建立正确的科学观,学会运用科学方法处理和解决学习、工作和生活中的问题,培养和提高科学的思维能力、动手能力和创造能力。

我们在本书中以科学家的科技实践活动和科学知识的产生和发展作为载体,进行科学精神、科学思想和科学方法的介

绍与阐发。希望我们的青少年读者不仅可以从中得到科学精神、科学思想和科学方法的陶冶和教育,还能从中外古今杰出科学家身上具体地感受到他们“献身、创新、求真、求实”和“开拓进取、奋力拼搏、坚忍不拔、锲而不舍、勤于思考、勇于实践,精于思考、善于实践、求贤爱才、协作前进”的优秀品质,这对广大青少年树立科学救国、科学兴国的理想与抱负,培养高尚的科学文化素养定会产生更实际的影响。

本书共分源卷,第员卷为“科学精神卷”,第圆卷为“科学思想卷”,第猿卷为“科学方法卷”,第源卷为“技术发明卷”。科学精神虽也可作为科学思想的组成部分,但由于它是杰出科学家坚持开创性科技实践的精神支柱与力量源泉,十分重要,所以我们把它专集为一卷,并列于首卷。技术发明是科学发现与一定技术创造相结合的产物,是科学发现的创造性运用,也是科学成就转化为现实生产力的关键一环,也十分重要,为此我们也将它单独作为一卷。每卷含纛余篇文章,每篇文章均介绍与阐述一位著名科学家在相应方面的成功经验与突出贡献,在时空上扩及古今中外,在学科上涉及数学、天文、物理、化学、生物、地理和其他技术领域。为便于读者阅读与加深了解,各卷首有一篇阐述全书主题内容的综合性、导读性的前言,每篇均附有所介绍科学家的头像、生平及其主要科学贡献的简介。编写力求做到思想性、科学性与生动性、通俗性的统一。

本书由袁运开、王顺义担任主编;王顺义、盛根玉、陈敬全、王顺义分别担任第员卷、第圆卷、第猿卷与第源卷的分卷主编。参加编写的除上列同志外,还有朱新轩、王一川、张沁源、李啸虎、陈建国、徐毅毅、陈蓉霞、周瀚光、李旭辉、曾抗、陈

志夏、王贻梁、张帆、赵赋、傅海辉、王新、王勇、孙中锋等，他们大都是华东师范大学的正副教授和研究生，个别成员则来自上海交通大学与中国纺织大学。大家都怀着强烈的责任感，力求把本书编写好。但以青少年读者为对象，按上述编纂目标与特点撰写这样的科普读物，对大家来说，还是一次全新的尝试，同时限于经验与水平，书中一定会有不少不尽如人意之处，我们诚恳地希望读者提出宝贵意见，以便再版时修改、补充。

袁运开

1985年 7月

于华东师范大学自然辩证法

暨自然科学史研究所

世界科技英才录
科学方法卷
分卷主编 陈敬全
编著者
王一川 王顺义
朱新轩 李啸虎
陈敬全 陈蓉霞
张沁源 周瀚光
徐毅毅 盛根玉
曾 抗

目 录

前言	
历史上应用公理化方法的最早典范——欧几里得	轶
运用逻辑方法奠定中国古典数学理论基础的数学家——刘徽	轶
验迹原理、勇攀高峰的科学家——沈括	轶
经验归纳法的倡导者——弗兰西斯·培根	轶
由数达理、会通中西的科学家——徐光启	轶
转变亚里士多德思想方法的物理学家——伽利略	轶
万里探险、求真求实、坚持野外考察的地理学家——徐宏祖	轶
生物学实验方法之父——哈维	轶
以实验作为最好老师的化学家——玻意耳	轶
凭借科学理论正确预言地球形状的物理学家——牛顿	轶
近代基本天体测量方法的奠基人、天文学家——弗拉姆斯蒂德	轶
善于建立数学模型的数学家——约翰·伯努利	轶

善于运用比较方法沙里淘金的天文学家——布拉得雷

轶闻

应用数学方法的大师——欧拉

轶闻

用电解法发现元素的冠军——戴维

轶闻

利用理想模型方法探究热机理论取得突破的物理学家——卡诺

轶闻

用‘将今论古’的现实主义方法创立渐变说的地质学家——赖尔

轶闻

利用热、电、光等物理方法为化学研究服务的典范——本生

轶闻

手脑并用的实验生理学家——贝尔纳

轶闻

率先运用‘笔尖方法’发现海王星的天文学家——亚当斯

轶闻

生物统计学方法的创立者——孟德尔

轶闻

探索元素分类系统规律的化学家——门捷列夫

轶闻

把完善的实验艺术与高度的科学注意力结合起来的物理学家——伦琴

轶闻

用统计方法探索银河系结构的天文学家——卡普坦

轶闻

巧捕惰性气体的化学家——拉姆齐

轶闻

用直觉思维方法导致发现的数学家——庞加莱

轶闻

巧用溯因法和内插法提出量子假说的物理学家——普朗克

轶闻

透过现象发现本质的化学家——阿伦尼乌斯

轶闻

发展公理化方法的数学家——希尔伯特

轶闻

立足于实验事实的生物学家——摩尔根

轶闻

擅长理论思维的一代物理学实验大师——卢瑟福

轶闻

圆

用悖论方法揭示数学基础危机的逻辑学家——罗素

轶闻

用学科杂交法作出重大天文发现的化学工程师、天文学家——赫茨普龙

轶闻

善于在大脑中进行思想实验的物理学家——爱因斯坦

轶闻

把假说和模型方法作为‘分析的钻探装置’的天文学家——爱丁顿

轶闻

把创造性思维方法和直觉思维方法奇妙结合起来的物理学家——玻尔

轶闻

善于进行创造性综合的物理学家——薛定谔

轶闻

善于比较和注重实践的科学家——竺可桢

轶闻

因喜剧性错误作出重大发现的物理学家——尤里在科学的边缘区域自由驰骋的‘控制论之父’——维纳

轶闻

轶闻

用特征识别法和类比法探索恒星与星系奥秘的天文学家——林德布拉德

轶闻

运用归纳法发现宇宙运动规律的天文学家——哈勃

轶闻

化学经验和量子力学结合的典范——鲍林

轶闻

创造性地运用数学方法的物理学家——海森伯

轶闻

坚信物理理论应有数学美和想象力丰富的物理学家——狄拉克

轶闻

善于类比致知的物理学家——汤川秀树

轶闻

坚持用哲学思维指导科学分析的‘太阳系考古学家’——戴文赛

轶闻

用试探性假说方法发现宇称不守恒的美籍华裔物

猿

前 言

本书是《世界科技英才录》的第 猿卷——科学方法卷。书中记载了古今中外 纒余位科技英才有效地应用科学方法作出杰出科学贡献的事迹。

马克思说过：“在科学上没有平坦的大道，只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人，才有希望达到光辉的顶点。”这是我们大家熟知的名言，必须注意的是，马克思所说的有希望，并不是必然达到。不畏劳苦、刻苦努力是科学家取得成功的必要条件，但还不是充分条件。科技英才们能达到光辉的顶点，除了他们具有不怕艰难困苦的无畏精神外，善于思考、讲究方法，是十分重要的因素。

一、方法、科研程序与科学方法

方法，指从实践上和理论上把握现实，达到某种目的的具体手段、方式和途径的总称。科学方法是指在科学研究中所运用的各种方法的总称。

科学方法种类繁多。在科学研究的不同过程中,使用不同的方法。例如对于基础科学研究来说,大致可以分为选题,获取科学事实,进行思维加工、验证以及建立理论体系这几个步骤。

在选题过程中,研究者从发现或接触各种科学问题开始,广泛收集有关背景资料,经过全面的估计和充分的论证之后,确立研究课题。在整个科学研究活动中,选题是有战略意义的一步。这一过程中主要应用发现和确立问题的方法。

在获取科学事实的过程中,主要工作是按课题的需要收集和整理事实材料。通过文献检索方法获得间接经验;应用观察、实验方法取得直接经验。要注意的是,获取科学事实离不开理论思维的方法,理论思维对于实验的设计、观察及实验结果的分析都起到指导作用。

在进行思维加工过程中,运用逻辑思维、形象思维、直觉思维等方法,对已有的材料进行科学抽象,形成科学假说。在这一过程中,科学研究的创造性表现得分外明显和活跃,因此创造性的思维方法受到了普遍的重视。

验证过程的主要任务是对已形成的假说进行实践检验。应用演绎的方法将假说推出的新预言与实验结果相比较,对假说的完善程度作出评价,进一步决定是提出新假说还是完善充实原有假说。验证主要通过实验和观察进行,但又不及时地辅之以逻辑判断。

建立理论体系是最后的过程,它的主要任务是把已确证的假说和先前的理论尽可能地统一起来,形成比较严密的有内在逻辑关系的体系。在这一过程中,较多地用到了公理化的方法,从抽象上升到具体的方法以及逻辑与历史相统一的

方法等。

上述基础研究的一般过程为读者提供了一条从整体上了解科学方法的线索。本书结合科技英才作出重大科学发现的生动事例,以通俗易懂的语言对多种科学方法作了较为详细的介绍。

方法是通过作为认识主体的人的活动表现出来的,它是主体把握客体的主观手段。列宁提醒我们注意德国古典哲学家、辩证法的倡导者黑格尔所说的“在探索的认识中,方法也同样被列为工具,是站在主观方面的手段,主观方面通过它而与客体相关”。这就是说,方法是联系主客体的中介和桥梁。人们在认识和改造世界的过程中,应用各层次、各领域的多种方法实现主观和客观的统一。能否正确地使用方法,对人类的认识 and 实践活动具有决定性的意义,方法因此是各项事业成功的不可缺少的重要因素之一。

二、学习科学方法的作用与意义

开展科学研究活动,探索自然界运动、变化、发展的规律,必然要讲究方法,这是因为科学方法对科学认识能起重要的作用。它有助于延伸人的感官,使人获得更多的信息。人的生理感官接受信息的能力是有限的,对于来自宇观或微观世界的信息,人的感官或者不能接受,或者不能精确分辨。借助科学仪器和一定的科学方法,可以把这些信息转录放大,成为人的感官所能接受和分辨的量值,也可以把宇观或微观对象模型化为与人相适应的尺度,从中提取出所需要的信息。它有助于将信息分类筛选,透过表层信息发现研究对象的本质

和规律。例如,运用逻辑思维方法,有助于从事实中抽象出科学概念,揭示概念之间的联系,得出正确的判断,发现科学定律,而后进行推理,建立起科学理论体系。概念、定律、理论的原始素材虽然可以包含在表层信息之中,但是不用科学方法是难以抽象出来的。它还有助于应用信息并使其“增殖”,亦即科学方法有助于推广已有的研究成果,使它们在以后的科学研究乃至社会生产实践中发挥效益。

科技英才们十分注意科学方法的作用,他们中的一些人为寻求有效的研究方法,还专门对方法本身进行了深入的研究,作过许多精辟的论述。法国著名的数学家、力学家拉普拉斯指出:“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。科学研究的方法通常是极富兴趣的部分。”俄国伟大的生理学家巴甫洛夫这样来评述科学方法的作用:“无怪乎人们常说,科学是随着研究法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,随之在我们面前也就开拓了一个充满种种新鲜事物的、更辽阔的前景。因此,我们头等重要的任务乃是制定研究法。”他还指出:“有了良好的方法,即使是没有多大才干的人也能作出许多成就。如果方法不好,即使是有天才的人也将一事无成。”

然而长期以来,普及和宣传科学方法,开展科学方法的教育并没有受到足够的重视。在学校里,各门学科教授的基本内容几乎全是知识,不讲方法。青年学生对于前人或他人的研究成果知之甚多,而对于这些人是怎样得到这些成果的却知之甚少。不少学生甚至认为作出科学发现是天才们的事情,深奥莫测,望尘莫及。在今天,越来越多的有识之士清醒地认识到,学校的教育应该是既教知识,又教方法,学生不仅

要学习和掌握知识 ,而且必须接受科学方法的基本训练 ,学会应用从事科学研究的基本方法 ,这对于快出人才和早出人才是具有战略意义的。

从一定的意义上讲 ,学习方法比学习知识更为重要。学生们了解到前人或他人获取知识的方法 ,就能了解到知识的来源 ,对知识不仅能知其然 ,而且能知其所以然 ,从而加深对知识的理解。通过学习科学方法 ,学生们还会认识到 ,科学发现不是凭空而来的 ,科学探索也绝不是瞎摸乱撞碰运气 ,正确的方法是导致科学突破的有效途径 ,从而破除对于科学创造的神秘感 ,鼓舞起攀登科学高峰的勇气 ,树立起定能达到光辉顶点的必胜信念。人类已有的知识毕竟是有限的 ,获得知识的方法却是使知识能不断“增殖”的有效手段。后人掌握了科学方法 ,就能站在前人的肩膀上 ,使人类的认识不断深化 ,知识不断更新和增长。

三、怎样学习科学方法与科学方法的发展

学习和掌握科学方法 ,除了系统地学习有关科学方法的理论外 ,一条有效的途径是对历史和前人的借鉴。一部自然科学史 ,同时也是科学研究方法创立和发展的历史 ,科学理论的每一项重要发现 ,事实上都是科学家应用科学方法的胜利。亲爱的读者 ,通过阅读本书 ,您将了解到科技英才们是怎样通过一些表面现象抓住问题的关键 ,怎样把观察实验与理论思维结合起来 ,怎样突破传统观念的束缚 ,应用创造性思维大胆提出划时代的科学创见 ,建立起理论体系。从中您将会受到深刻的启迪 ,您将领悟到科学方法的真谛 ,概括出科学方法的

一般规则,您甚至会跃跃欲试,应用科学方法去发现和创造些什么。

然而,学习和掌握科学方法,切忌照抄照搬。尽管各种科学方法都有一定的规则,我们在应用时必须遵循这些规则。然而,不同的方法适用于哪种性质的科学活动或者科学活动的哪个阶段?在特定的科学活动中,该应用哪种或哪几种科学方法?各种方法在实际中如何应用?这些都没有一定的规律可循,而是属于一种艺术,即灵活应用科学研究方法的艺术。科学活动的一个特点,是具有创造性。这种创造性,在很大程度上表现在这种艺术上,我们只有在掌握科学方法一般规则的基础上,获取驾驭灵活应用科学方法的艺术,才能有效地进行科学研究活动,乃至做出创造性的业绩。而要真正纯熟地驾驭这种艺术,则必须在科学活动实践中去不断摸索,并在实践中创造性地丰富和发展这种艺术。

还需注意的是,科学研究方法本身是在不断发展着的。随着时代的变迁,科学的进步,认识主体的实践活动的能力和水平的不断提高以及实践对象的不断变化,作为联系认识主体和客体的中介和桥梁的方法,自然也要变革和更新,这已被历史所证实。例如,16世纪乃至17世纪正处于近代科学发展的初期阶段,限于当时科学发展的水平,人们为了把对自然界的认识建立在对自然界的精细研究的基础上,必须广泛搜集和积累经验材料,分门别类地进行研究,这一时期主要采用分析和解剖的方法。到17世纪末和18世纪,自然科学进入全面发展时期,各门学科从不同的方面证明了整个自然界是一个不断变化的、相互联系的有机整体,宇宙间各种事物有其自身演化和发展的历史。这就要求人们运用历史的、发展的、

联系的和对立统一的观点来分析事物,以唯物辩证的思维方法和研究方法去揭示自然界事物的性质和规律,科学研究方法有了新的发展,如假说方法、综合方法就成为重要的研究方法。逻辑方法也出现了新的内容,如在归纳方法中,出现了同异并用法和剩余法等。

自 19 世纪以来,科学的发展迅猛异常,显示出加速化、高度综合与高度分化等特点,人类所面临的实践对象同以往任何时代相比,无论在深度上还是在广度上都有很大不同。科学的发展使得一系列新的研究领域相继出现,传统的不同研究对象相互贯穿形成的横断领域,以及相互渗透的领域也成了认识的新客体,这些对象具有极大的复杂性、整体性和综合性。当代社会的任何一项重大实践项目,不仅涉及大量的科学技术问题,而且还与经济的、生态的、心理的以及其他社会问题相关联。面对客体的这些特征,要求产生具有整体化、复杂化特征的科学方法,即从系统性、整体性考虑问题,以把握实践任务的系统联系与整体联系。系统科学方法应运而生,它包括信息方法、反馈方法、功能模拟方法和系统分析方法等基本方法。20 年代兴起的耗散结构理论、协同学和超循环理论,分别从宏观、微观以及生物学的不同角度和层次揭示了系统如何形成结构,完成进化的机制,统称为自组织理论。它们提出了许多方法论思想,诸如描述系统质变的方法、统一决定论与非决定论、统一可逆与不可逆的方法以及探索宏观与微观统一等方法。20 年代以来,以非线性复杂系统为研究对象的分形理论和混沌学的兴起,在科学界刮起了所谓的“非线性科学风暴”,为我们认识世界提供了新的方法论。分形理论与系统论互补,全面揭示了部分与整体之间的辩证关系,找到了

从部分过渡到整体的桥梁,为人们从部分认识整体,从简单把握复杂提供了有力的工具。混沌理论指出了简单的决定论系统可以产生复杂性,世界及其规律尽管是复杂的,但却隐含着某种简单公式。正是这一公式的无穷次重复,才造就了大千世界的无限复杂性,这为人们抓住复杂性背后的规律,探索无序中的有序,混沌中的和谐指明了方向。可以这么说,人类认识的过程是没有止境的,科学方法的发展同样也是没有止境的。把握时代的脉搏,跟踪科学的进步,学习现代科学方法,实现思维方式的转变,正是当今时代的一个重大课题——实现人的现代化的一个重要方面。

四、普及科学方法是时代的需要

世纪之交,中国正处在改革、开放、振兴的历史时期。普及和宣传科学方法是时代的需要,历史的必然。在新时期引导广大干部群众和青年学生学习和应用科学方法有着重要的现实意义和深远的历史意义。改革开放,建设有中国特色的社会主义,既是一场涉及各领域和诸多方面的空前复杂的社会实践,又是一个不断解决新问题、新矛盾的过程。从事自然科学研究,投身于社会主义改革开放的各项伟大实践,不仅需要高涨的热情、实干的精神,也需要讲究方法。了解和掌握科学研究的程序和方法,学会运用科学的调查研究的方法、制定方案的方法、科学管理和决策的方法,我们就能找到及时发现、妥善解决矛盾的有效途径,就能在错综复杂的情况面前,拨开迷雾,沿着正确的方向前进,到达胜利的彼岸。在改革开放的热潮中,人民群众的积极性和主观能动性被充分调

动起来了,他们是推进社会主义现代化建设的主体。提高主体活动的科学性和有效性是一项迫切的任务。科学方法使主体在认识和改造世界的过程中实现主观和客观的统一,为主体探索世界奥秘,发现和利用客观规律,从必然王国走向自由王国架起智慧的桥梁。这将使主体极大程度地提高活动的自觉性,最大限度地发挥聪明才智和创造性才能。可以预言,掌握了科学知识和科学方法,有着良好科学文化素质和实现了思维方式现代化的人民群众将在中华锦绣大地上创造出一个又一个震撼世界的人间奇迹!

(陈敬全)



历史上应用公理化方法的最早典范——欧几里得

欧几里得(约公元前300年)生卒年代不详 ,活动于约公元前 300 年(约公元前300年) ,古希腊数学家。他早年求学于雅典城的柏拉图学园 ,深谙柏拉图学派的哲学和数学成果。公元前 300 年左右 ,他生活在古希腊文化中心亚历山大里亚城 ,并以授徒的形式从事数学教学工作 ,产生了相当大的学术影响。

欧几里得著有《几何原本》,这是一部划时代的著作。他首次用公理化方法将古希腊众多的数学家发现的几何命题组织在一个演绎化的体系之中 ,堪称历史上使用公理化方法的最早典范。书中还包括整数论的许多成果。除此之外 ,欧几里得还著有《已知数》、《图形剖分》、《二次曲线》和光学、天文学、力学等方面的著作。