



TEACHING MATERIALS
FOR COLLEGE STUDENTS

高等学校教材

科学精神与 科学研究方法

Science Spirit and Science Research Method

Pu Chunsheng

蒲春生 编著



中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

科学精神与 科学研究方法

Science Spirit and
Science Research Method

吴国盛著

2004年1月第1版

2004年1月第1次印刷

ISBN 7-309-04811-1

定价：25.00元

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店

（C）2004 上海三联书店



TEACHING MATERIALS
FOR COLLEGE STUDENTS
高等学校教材

科学精神与 科学研究方法

Science Spirit and
Science Research Method

Pu Chunsheng

蒲春生 编著



中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

图书在版编目(CIP)数据

科学精神与科学研究方法 / 蒲春生编著. — 东营:
中国石油大学出版社, 2018. 3

ISBN 978-7-5636-5723-0

I. ①科… II. ①蒲… III. ①科学精神②科学研究工
作—研究方法 IV. ①G316②G31-03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 055493 号

中国石油大学(华东)规划教材

书 名: 科学精神与科学研究方法

作 者: 蒲春生

责任编辑: 隋 芳(电话 0532—86983568)

封面设计: 王凌波

出 版 者: 中国石油大学出版社

(地址: 山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号 邮编: 266580)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: shiyoujiaoyu@126.com

排 版 者: 青岛友一广告传媒有限公司

印 刷 者: 青岛国彩印刷有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0532—86981531, 86983437)

开 本: 165 mm × 235 mm

印 张: 21.25

字 数: 367 千

版 印 次: 2018 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5636-5723-0

定 价: 43.00 元

前言

当今世界处于科学技术日新月异的时代,现代科学技术已经广泛渗透到社会生产和人们生活的各个领域,成为推动生产力发展的决定因素。科学技术的发展和每一次重大突破都会引起经济的深刻变革和人类社会的巨大进步,成为推动社会进步的决定性力量,科学技术的进步标志着一个国家和民族的强盛。

中华文明源远流长,中国古代社会中的一些重大发现和发明深刻地影响了人类文明的进程,许多成就至今仍然令人们感慨和赞叹。

近代科学产生于欧洲,从 1580 年利玛窦(Matteo Ricci,意大利籍神父、传教士、学者,1552—1610)来中国时,中国开始学习欧洲的近代科学与技术,至今已经 400 多年,但中国国民的整体科学素养仍然落后于欧美。从中学到大学,各个学科教科书中的那些基本定理、基本定律、基本模型和基本方法等原创性科学成果的命名中很少见到中国人的名字。标志世界最高科学水平的诺贝尔物理学奖、化学奖、生理学或医学奖、文学奖、和平奖和经济学奖,从 1900 年设立至今的 100 多年中,已有近 900 位获奖者,而占世界总人口 1/5 的中国人却仅有寥寥数人。

长期以来,国内学者对中国科学教育展开了深入的自我反省与探讨,曾经一度将这一问题称为“李约瑟难题”和“钱学森之问”。为什么近代科学在欧洲而没有在中国文明(或印度文明)中产生?为什么进入 20 世纪以来,中国虽然全面地学习了西方近代科学以及科学的体制,但近代科学在许多方面仍然与欧美等发达国家之间存在较大差距,与中国经济社会发展的要求还有许多不相适应的地方?为什么我们的学校难以培养出杰出人才?

伴随着这些讨论,什么是科学,科学的内涵、功能及东西方科学的差别,科学产生的社会文化背景等问题被逐步深入研究,教育成为不可避免和忽视

的问题,因为中国学习西方近代科学主要是通过教育的途径来进行的。纵观中国近代科学教育的历史发展,普遍存在重理轻文现象,“学好数理化,走遍天下都不怕”曾一度成为全国流行的口头禅。人们对中国近代科学教育的特征大多描述为“模仿学习式教育”和“输入式教育”,科学教育中主要看重科学的实用价值,注重科学知识的传授,教育家主要依靠考试制度来衡量科学教育的成效。学校科学教育过于重视智力因素,而对科学精神等非智力因素重视不足,科学精神的缺失是我国科学教育必须要正视的一个重要课题。

科学的进步得益于对优秀科学技术人才的培养,优秀科学技术人才的培养离不开大学这块育人的土壤。大学生作为国家创新人才的后备力量,其科学素质的高低对国家经济社会的可持续发展和国际竞争力具有十分重要的影响。如今,在“科教兴国”“人才强国”和“建设创新型国家”的战略引领下,人们正全面享受着科学技术进步所带来的实惠,大学生综合科学素质的培养已经成为新时期高等学校教育的核心与灵魂,全面提高大学生综合科学素质已经成为我国现代高等教育教学改革的主旋律。

2015年秋,中国石油大学(华东)在国内率先开设了“科学精神与科学研究方法”课程,作为全校各专业大学生和研究生的一门公共选修课。本书是专门为这一课程编写的规划教材,填补了国内外同类教材的空白。全书由上篇“科学精神”、中篇“科学研究方法”和下篇“科研立项与成果总结”三部分组成,共分12章。针对现代社会发展对科学技术提出的新要求,系统地阐述了当代科技工作者应该具备的求实精神、批判精神、理性精神、创新精神、民主精神、协作精神、奉献精神等科学精神的基本内涵和培养科学精神的主要途径;剖析了诺贝尔奖获得者、“两弹一星”元勋、两院院士以及著名企业家等社会精英群体所展示的科学精神;结合作者近30年来从事石油与天然气工程科研与教学的实践经验,深入浅出地论述了从事自然科学研究的基本方法和常用技术手段,在此基础上详细剖析了石油工程领域实际科研项目“科学选题—立项论证—项目研究—矿场试验—工业化应用—成果总结—成果鉴定—成果发表”的完整过程。

本书可作为高等学校各专业大学生、研究生通识教育课程的参考教材和自然科学、哲学等专业的教学参考书以及社会各界科普教育的培训教材。同时,本书也可作为科研工作者、科技管理工作者的参考资料,尤其对广大的年轻科技工作者而言,本书是一部十分有益的启蒙工具书。

本书在编写过程中,收集、整理、引用和参考了众多学者公开发表、出版的学位论文、学术专著、教学教材、学术论文以及网络资料等,已将这些资料

全部详细地列在了书后的参考文献之中。在此,谨向他们致以崇高的敬意和深深的谢意。

本书的出版得到了中国石油大学(华东)教材出版基金的资助,得到了中国石油大学出版社的大力支持,特一并致以衷心的感谢。

作 者

2017年9月

目 录

上篇 科学精神

第 1 章 科学精神及其基本内涵 / 002

1.1 科学与技术 / 002

1.2 科学技术对人类文明与社会发展的影响 / 004

1.3 科学精神及其基本内涵 / 008

第 2 章 科学精神的培养 / 013

2.1 培养科学精神的可能性 / 013

2.2 培养科学精神的重要途径 / 015

第 3 章 科学精神与人文环境 / 019

3.1 科学精神与社会环境 / 019

3.2 科学精神与文化环境 / 021

第 4 章 科学精神与学术环境 / 025

4.1 科技工作者的学术规范 / 025

4.2 科学道德失范行为的界定与表现形式 / 030

4.3 科学道德失范行为的防治 / 034

第 5 章 科学精神与社会精英 / 038

5.1 科学精神与诺奖群体 / 038

5.2 科学精神与“两弹一星”群体 / 059

- 5.3 科学精神与院士群体 / 069
- 5.4 科学精神与优秀企业家群体 / 098
- 5.5 科学精神与杰出校友群体 / 134

中篇 科学研究方法

第6章 自然科学研究方法概述 / 152

- 6.1 自然科学研究方法的基本范畴 / 152
- 6.2 自然科学研究方法的发展历程 / 155

第7章 发现问题与科研选题 / 160

- 7.1 选题在科研中的重要地位 / 160
- 7.2 发现问题与科研选题的着眼点 / 163
- 7.3 发现问题与科研选题应具备的基本素养 / 166
- 7.4 科研选题应坚持的基本原则 / 168

第8章 资料搜集与知识积累 / 172

- 8.1 资料搜集与知识积累的重要性 / 172
- 8.2 从科技文献中获取科研资料 / 176
- 8.3 到群众和自然界中搜集资料 / 182
- 8.4 资料搜集与知识积累需要执着高效 / 183

第9章 自然科学研究的基本思维与方法 / 185

- 9.1 正确对待科学权威 / 185
- 9.2 观察与描述 / 185
- 9.3 原因与结果 / 191
- 9.4 分解与合成 / 191
- 9.5 想象与直觉 / 192
- 9.6 假说与检验 / 195
- 9.7 理性分析 / 198
- 9.8 偏见与谬误 / 207
- 9.9 科学创新思维 / 208

第 10 章 自然科学研究的主要技术手段 / 220

- 10.1 实验技术 / 220
- 10.2 数据分析技术 / 222
- 10.3 数学模型技术 / 235
- 10.4 优化技术 / 239
- 10.5 决策技术 / 246
- 10.6 经济分析技术 / 249

下篇 科研立项与成果总结

第 11 章 科研项目立项论证 / 252

- 11.1 提高科研项目立项申请命中率 / 252
- 11.2 特低渗透油藏高能气体压裂毒性气体生成传播机理研究 / 260
- 11.3 $\times\times\times$ 地区特低渗透油藏高效开发与水资源可持续发展关键技术研究 / 266

第 12 章 科技成果总结与发布 / 275

- 12.1 科技成果报告撰写方法 / 275
- 12.2 科技著作写作方法 / 278
- 12.3 科技论文写作方法 / 285

附 录 书中主要人物简介 / 305

参考文献 / 321

后 记 / 325

CONTENTS

Volume One Scientific Spirit

Chapter 1 Scientific spirit and its basic connotation / 002

- 1.1 Science and technology / 002
- 1.2 The effects of science and technology on social development of human being / 004
- 1.3 Scientific spirit and its basic connotation / 008

Chapter 2 Cultivation of scientific spirit / 013

- 2.1 Possibility of scientific spirit cultivation / 013
- 2.2 Important ways for scientific spirit cultivation / 015

Chapter 3 Scientific spirit and humanity environment / 019

- 3.1 Scientific spirit and society environment / 019
- 3.2 Scientific spirit and cultural environment / 021

Chapter 4 Scientific spirit and academic environment / 025

- 4.1 Academic standard for scientific and technical worker / 025
- 4.2 Definition and manifestation patterns of misconduct in science / 030
- 4.3 Prevention of misconduct in science / 034

Chapter 5 Scientific spirit and social elite / 038

- 5.1 Scientific spirit and Nobel Prize winner group / 038
- 5.2 Scientific spirit and “two bombs and one satellite” group / 059

- 5.3 Scientific spirit and academician group / 069
- 5.4 Scientific spirit and excellent entrepreneurs / 098
- 5.5 Scientific spirit and excellent alumni / 134

Volume Two Science Research Method

Chapter 6 Overview of natural science research method / 152

- 6.1 Basic categories of natural science research method / 152
- 6.2 Development history of natural science research method / 155

Chapter 7 Finding problem and research project choice / 160

- 7.1 The importance of project choice in science study / 160
- 7.2 The focus of finding problem and research project choice / 163
- 7.3 The needed basic attainment for finding problem and research project choice / 166
- 7.4 The basic principle for research project choice / 168

Chapter 8 Data collection and knowledge accumulation / 172

- 8.1 The importance of data collection and knowledge accumulation / 172
- 8.2 Obtaining data from scientific paper / 176
- 8.3 Collecting data from people and nature / 182
- 8.4 Insistence and efficiency in data collection and knowledge accumulation / 183

Chapter 9 Basic thoughts and methods for natural science research / 185

- 9.1 Correctly regard authority / 185
- 9.2 Observation and description / 185
- 9.3 Reason and result / 191
- 9.4 Division and combination / 191
- 9.5 Imagine and intuition / 192
- 9.6 Hypothesis and verification / 195
- 9.7 Rational analysis / 198

- 9.8 Prejudice and falsehood / 207
- 9.9 Scientific innovative thinking / 208

Chapter 10 Main methods of natural science research / 220

- 10.1 Experiment technique / 220
- 10.2 Data analysis technique / 222
- 10.3 Numerical simulation technique / 235
- 10.4 Optimization technique / 239
- 10.5 Decision technique / 246
- 10.6 Economic analysis technique / 249

Volume Three Scientific Research Project Approval and Achievement Summary

Chapter 11 Scientific research project approval / 252

- 11.1 Enhancing the hit rate of scientific research project proposal / 252
- 11.2 Study on toxic gas generation and diffusion mechanisms during high energy gas fracturing in low permeability reservoir / 260
- 11.3 Study on the key techniques of efficiency exploitation and water resource sustainable development for ××× region low permeability reservoir / 266

Chapter 12 Scientific achievement summary and publishing / 275

- 12.1 Scientific achievement reports writing / 275
- 12.2 Scientific monograph writing / 278
- 12.3 Scientific paper writing / 285

Appendix The main personages in this book / 305

Reference / 321

Postscript / 325

第 1 章

科学精神及其基本内涵

1.1 科学与技术

科学是由科学活动、科学知识、科学体制、科学精神等多种要素构成的一个有机整体,科学精神是其核心部分,是深藏于科学之中的灵魂,是在科学漫长的发展历程中逐步形成的。

科学的产生、形成和发展有一个历史过程,人们对它的认识也有一个过程。英文中“科学”(science)一词源于中世纪拉丁文“scientia”,其本义是学问、知识。12世纪初,宇宙论者威廉首次明确提出“科学是知识”的思想。所以,人们从最初使用“科学”这一范畴时起,就是把它和知识联系在一起的。我国1979年出版的《辞海》中写道,科学是“关于自然、社会和思维的知识体系”;1987年出版的《中国大百科全书·哲学卷》将科学定义为“以范畴、定理、定律形式反映现实世界多种现象的本质和运动规律的知识体系”。保加利亚学者伏尔科夫认为:“科学的本质不在于已经认识的真理而在于探索真理”,“科学本身不是知识,而是产生知识的社会活动,是一种科学生产”。美国学者小李克特也认为,科学是“一种社会地组织起来探求自然规律的活动”。1974年版的《苏联大百科全书》指出:“科学是人类活动的一个范畴。”随着科学的进一步发展,人们发现,反映科学真实面貌的科学概念已经难以界定。科学学的创始人贝尔纳指出:“科学在全部人类历史中确已发生如此重要的变化,以致无法下一个合适的定义”,“科学不能用定义来诠释,必须用广泛的阐明性的叙述来作为唯一的表达方法”。

因此,对于什么是科学的问题难以给出准确的答案,但纵观古今中外学者的研究与认识,可以对此问题给出一个恰当的回答:科学是由建立在经验和逻辑基础之上的关于自然界各种现象及其相互关系的普遍性和精确性陈

述构成的有组织的知识,是人类探求知识的过程及其成果体系。总之,科学是“发现”(discover),回答“是什么”(What is it?),“为什么”(Why is it this?)。

完整意义上的科学至少包含以下三层含义:

(1) 科学是系统化、理论化的知识体系。

科学是关于自然、社会和思维的知识体系,或者说,科学是以范畴、定理、定律形式反映世界多种现象的本质和运动规律的知识体系。科学是人类自觉地反映外部世界的一种认识形式和由此取得的认识成果。

科学的内容是客观的,它以生产实践、社会活动、科学实验中确立的事实为基础,是对客观事物本来面貌的反映。科学知识具有普遍性。科学力求发现客观世界运行的规律,并用抽象的理论对研究对象做出有条理的概括性解释。科学知识不是表面的、零碎的,而是组织起来的、高度系统化的、结构严谨的理论体系。科学知识是不断发展的,不但有量的增加,而且有质的变化。科学知识具有真理性,但科学不承认终极真理。科学是通过实践、实验获得经验知识,进而升华为理论知识体系,零星的经验无逻辑地加和不能算科学。科学是收集事实、发现新事实并从中得出关于事物本质和普遍规律的理论知识。

(2) 科学是创造知识体系的认识活动。

科学是创造知识体系的认识活动,这一认识活动与认识方法、态度、思想密切相关。科学是认识客观世界的动态过程,科学活动的对象是未知或知之较少的世界,因而具有强烈的探索性。由于科学研究结果具有不确定性,因而可能有出人意料的创新。这既是科学认识的基本要求,也是科学认识的基本特点。

科学的生命在于创造,不断探索未知和创造新的知识体系是科学的根本任务和主要特征。科学的创造性体现在具有密切联系的两个方面:一是不断揭示自然界事物的新属性和新的自然过程,提出新的观点和原理;二是运用新的知识和原理去创造物质文明和精神文明新成果。

(3) 科学是一种社会建制。

科学是现代社会的一项社会化事业,它不再仅仅是个人的事业,而是集体甚至是国家的事业。科学技术作为一种职业,有了越来越正式的组织,它们构成了一种庞大的、相对独立的社会建制。

这一建制树立了自己的科学目标、科学规范和科学价值观,成为社会体制中不可缺少的重要组成部分,并与社会的政治制度、经济制度和文化教育体制等相互作用,共同决定着国家、民族乃至人类的文明程度和进步速度。

如今,科学作为一种社会建制,越来越发挥着人类社会的先导和原动力的作用。

综上所述,可以对科学得出以下几个认识:① 科学是人类特定的社会活动的成果,它表现为发展着的知识体系,这种知识体系在本质上是一种精神产品;② 科学是人类从事知识生产的实践领域,它在本质上是一种精神的、智力的活动,是一种精神生产;③ 科学及其活动组成一种社会建制,是整个社会体制的一个重要组成部分;④ 科学是人类特有的文化方式和精神活动,是科学方法、科学思想、科学意识和科学精神的有机统一。

在人类认识和改造客观世界的过程中,科学和技术总是相互依存的。那么,何谓技术呢?正如给科学下定义一样,给技术下一个贴切的定义也是相当困难的事,困难在于技术本身的多义性和技术存在的多样性。

在西方,“技术”一词源于古希腊语“*techne*”,意为技艺、手艺、技能、本领。在我国古代,“技术”泛指“百工”,即工匠。日本物理学家汤川秀树(Hideki Yukawa,因提出介子场理论而获得1949年诺贝尔物理学奖,1907—1981)说:“自然科学是以对自然界的认识为目的的,与此相反,技术是以改变自然界中所存在物质和能量的储藏场所、形式,并以此来满足人类需求为目的的。”

因此,可以将技术描述为:人类为满足社会需要而依靠自然规律和自然界的物质、能量和信息,来创造、控制、应用和改造人工自然系统的手段和方法。技术是人类为达到物质性目的所使用的成套知识系统,亦可以定义为:人类改造自然、改造社会和改造人类本身的活动中所应用的一切手段和方法的总和。总之,技术是“发明”(invent),回答“做什么”(What to do?),“怎么做”(How to do?)。

对技术的评价一般有六个原则,即:① 客观性;② 方法的通用性;③ 准则的协调性;④ 方法的实际可接受性;⑤ 结果的稳定性;⑥ 方法的动态性(不断完善发展)。

1.2 科学技术对人类文明与社会发展的影响

1.2.1 古代科学技术

追寻科学技术发展的历史源头,必然要追溯到人类文明发展的最初阶段——远古时代,因为科学技术的历史几乎和整个人类的历史一样源远流长。