

怎样进行科学研究

陈国达 著

HOW TO
DO
SCIENTIFIC
RESEARCH

科学出版社

内 容 简 介

本书主要系著者长期从事科研工作和科研管理工作的经验和体会,系统地介绍了科研工作的一般特点、性质、主要环节、工作步骤、基本方法,以及某些惯例和应注意事项等。书中着重论述了基础训练、三严精神、三实作风、思维艺术和品格道德的重要性,并对如何做好科研工作做了多方面的探讨。此外,还收集了古今中外一些科学家的成功与失败的经验教训和故事。本书可帮助有志于从事科研工作的人找到入门的途径,刚入门的科研工作者获得顺利开展并完成研究任务、提高质量和成果水平的方法。

本书可供初从事科研工作的各类人员、生产部门的科技人员、高等学校的师生、研究生、博士后研究人员、科技管理人员,以及有志于从事发明创造的人员参考。

怎样进行科学研究

陈国达 著

责任编辑 董芳明 董 明

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年3月武汉第一版 开本: 787×1092 1/32

1991年3月第一次印刷 印张: 10 3/4

印数: 0001-5 000 字数: 231 000

ISBN 7-03-002195-9/Z·137

定价: 3.50 元

学习如何进行科学研究，成为基础扎实、作风严谨、品德高尚的科学工作者，是有志于攀登科学高峰的青年的一项基本功。

周光召

九年二月十九日

願
更
多
有
志

青
年
獻
身
科
學

孫
沁
生

序 言

科学研究是生产力的一个重要组成部分,是促进生产、发展国民经济、建设社会主义社会所必不可少的。因此,科学研究甚至被列为“第一生产力”。事实上,现代科学技术在提高生产率中所占的比重越来越大,生产工人的劳动技能将从主要以体力为主转变为主要以智力和知识以及新技术、新手段为基础,这是必然的趋势。这种趋势预示着,今后国力的竞争在很大程度上将决定于科学技术的发展状况和优秀科学家的占有比例。中华民族要在即将到来的 21 世纪跻身于世界强国之林,当前一个非常迫切的、关键的任务就是要尽快大力提高科学技术水平和拥有一大批世界上第一流的科学技术专家。很明显,要实现四个现代化,其关键是科学技术的现代化。

科学技术的发展,要立足于本国的奋进。而要能广泛开展科研,则有赖于全国上下,特别是广大中青年的努力和支持。首先是专业科研工作者,要负起这个责无旁贷的重任。即使是生产部门的技术人员,只有从事一定的科研工作,才能进行技术革新,以加快生产速度,提高产品质量,并不断设计和创造出新产品,增强市场竞争能力。至于新设备的设计和制造,原有设备的改造和更新,尤其需要科学研究。况且,这些技术人员具有大量的实践经验,手上掌握着十分丰富的实际资料,因而他们是一支人数众多、力量雄厚的科研队伍。

高等学校肩负着培养开拓、创新型的高级专门人才和发展科技文化的两项重大任务。学术水平和科研能力是学校办

学水平的重要标志之一。因此,高等学校也要积极开展科研,用科研促进教学,提高教学水平,适应用人单位的需要。实践经验证明:科学研究如同教学一样,是培养高级专门人才的重要的、不可缺少的途径。特别是,提高师资水平,更新教学内容,改造传统专业,增建新专业,以及创立新兴学科和交叉学科等,都有赖于科学研究的开展[1961, 陈; 1988, 田]^①。很明显,高等学校的教师要提高自身的学术水平,并培养出高质量的学生,十分需要从事科研工作[1989, 宁]。这样既可为生产直接或间接服务,又可把科研成果引入教学,写出先进的教材,把创新的见解传授给学生。教师由于教学的需要,经常接触最新的知识,并要掌握国内外科技发展的动态,因此他们是科研工作中的另一支重要方面军。事实上,高等学校历来都是科研的重要基地。科技发展史表明:科学技术上的许多重大发现和发明产生于高等院校,在历史上的历次技术革命中高等院校都起了带头作用。此外,高等院校的学生为获得严格的科研基本训练,也必须进行适当的科学研究[1989, 杨]。对于研究生和博士后研究生来说,科学研究更是培养自己成才和提高科研能力的主要手段[1989, 陈]。这些青年创造力旺盛,他们无疑是一支十分庞大的科研队伍和后备力量。

上述三方面队伍,各有特长。如果充分发挥他们的优势,并在跨学科、跨单位的大课题中合理组织起来,形成科研、生产、教学三结合的新体制,就较易攻破难关,使我国科技事业在较多领域中跻身于国际先进之林。

① 本书末的参考文献是以出版年份的先后顺序编排的,作者的姓排在年份的后面。若同一年份的参考文献中的作者有同姓,则写出全名。

目前,在广大青年当中,认识到科研的重要性并有志献身于祖国的科学事业者很多,新进的科研队伍不断地成长。如何培养新生力量,加强后劲,接力有人,使他们能够早出成果,出大成果,无疑是当务之急。

五十多年前,当著者最初踏上科研征途、摸索前进的青年时代,曾渴望有一本关于科学研究方法的书籍。近三十多年来,每当到生产部门,特别是勘探队、矿山和工厂时,常常见到有些工作人员积累了丰富的第一手资料 and 实践经验,本可充分利用它们开展科研,但由于没有掌握科研方法,致使这些资料和经验没有发挥应有的作用。这种情况使著者更加感到总结科研方法以供参考的迫切需要。因此,著者不自量力,把个人的初浅体会写出来,希望以一得之愚,有助于立志从事科研的工作者,并作引玉之砖。

本书撰写目的有三:(1) 引导有志从事科学研究的工作者了解跨入科研大门和顺利开展工作的途径;(2) 辅助新入门的科技工作者掌握提高科研质量和成果水平的方法;(3) 协助科研管理工作者了解科研工作的特点和要求,便于妥善处理有关问题。

书中主要按照科学研究的“三严”要求,根据著者个人所知,提出一些浅见。不同专业的科学研究,各有其自身的特点和具体的要求、方法和步骤。例如,就任务和作法来说,基础研究同应用研究和开发研究就有所区别。本书仅就科研工作的某些共同特点、要求、惯例、基本方法和工作步骤等,试作原则性的探讨和概括性的介绍,作为科研入门的基础知识。至于详细的、具体的作法,还得靠读者在实践过程中,根据各种不同学科的性质和特点,科研任务的客观要求,以及个人的主观条件和自己的实践经验与体会去创造,适当

作出相应的变通、补充或引伸。考虑不周,在所难免。由于基础科学是应用科学的基础,基础研究具有造就科技人才的重要功能,因此熟识基础研究的人员容易转向或同时从事应用和开发研究,并且能够胜任。因此,本书着重介绍基础研究方法,读者可据此加以引伸和变通。

本书为便于说明问题,在必要的地方略举了一些实例。由于个人知识有限,所举例子未能全面照顾各种专业,请读者见谅。此外,书中所述各点仅系初步看法,很不成熟,甚至有错误之处,敬希读者在阅读和使用过程中,随时提出宝贵意见,协助修改为幸!

执笔期间,中国科学院长沙大地构造研究所和中南工业大学的许多同志帮助收集和整理资料,并提出了宝贵意见。这里姓名不能一一尽举,特统此致谢!

本书为湖南省科学技术委员会下达的研究课题“科研方法的研究”的成果。这项成果能得以出版,得力于科委和陶敏主任的关怀和支持。中国科学院武汉分院领导刘然同志也给予关心和帮助。谨志于此,以表谢忱!

陈国达

1989, 10, 8, 老人节

于岳麓山

目 录

序言	i
第一章 概论	1
第一节 什么是科学研究	1
一、科学的定义、分类和当前发展特点	1
二、科学研究的定义、目的和任务	11
三、科学研究的起源和发展现状	12
四、科学研究工作的分类	13
五、科学研究的五大要素	18
六、科学研究的基本内容	20
七、科学研究方法的种类	22
八、科学研究的工作步骤	26
第二节 怎样认识科学研究	27
一、科学研究的政治性和方向性	27
二、科学研究对生产的依赖性	28
三、科学研究的继承性和创造性	31
四、科学研究的接续性和累进性	32
五、科学研究的艰苦性	33
六、科学研究的“三严”性和“三实性”	36
七、科学研究的趣味性	37
第二章 科研准备阶段	39
第一节 基础知识和技能的准备	39
一、打好基础,培养创造能力	39
二、要具有广博的知识,掌握新的理论、技术和方法	40

三、 要坚持勤学, 善于自学	42
四、 有了一定基础, 就要投入战斗	46
第二节 基本训练和修养	47
一、 基本训练的重要性和长期性	47
二、 工作方法的训练	48
三、 思想方法的训练	50
四、 研究能力的训练	57
五、 良好习惯的训练	61
六、 道德品质和风度的修养	62
七、 文字及其他有关的修养	67
八、 文学艺术的修养	68
九、 怎样正确对待基本训练	70
第三节 科技情报工作总述	71
一、 科技情报工作的重要性	71
二、 科技情报工作的主要内容	72
三、 科技情报工作的进行步骤	74
四、 怎样做好科技情报工作	106
五、 怎样正确对待科技情报工作	109
第四节 选题	110
一、 定方向	110
二、 定任务	113
三、 定课题	115
四、 课题名称的确定	125
五、 选题计划的制订	126
六、 选题阶段的科技情报工作	127
第五节 定方案	129
一、 方案的内容和作用	129

二、 方案的制订方法	129
三、 定方案中的科技情报工作	130
四、 如何做好定方案工作	130
第六节 计划和准备	131
一、 作业计划的制订	131
二、 财力的准备	131
三、 人力的准备	132
四、 器材的准备	133
五、 图书资料的准备	133
六、 组织工作	134
第三章 科研主要阶段	135
第一节 观察和实验	135
一、 观察实验的作用及其重要性	135
二、 怎样做好观察实验	137
三、 观察实验阶段的科技情报工作	141
四、 基础理论问题	142
五、 有关观测实验的注意事项	142
第二节 材料的积集和整理	148
一、 材料的来源	148
二、 材料积集和整理的重要性	149
三、 材料的积集方法	150
四、 整理材料的必要性	150
五、 整理材料的步骤	151
六、 整理材料时的注意事项	152
第三节 理论分析	153
一、 理论分析的意义和要求	153
二、 理论分析的方法和步骤	154

三、 理论分析举例	156
四、 思考方法的种类	160
五、 思维方式的种类	163
六、 理论分析的注意事项	168
七、 理论分析中的思想方法	169
八、 关于运用哲学观点的几点说明	172
九、 理论分析阶段的科技情报工作	172
十、 怎样做好理论分析工作	173
十一、 怎样创立和发展理论	181
第四节 科研著作	182
一、 科研著作的作用	182
二、 科研著作的形式和内容	183
三、 科研著作的组成	186
四、 科研著作中的参考文献	188
五、 图片和表格	199
六、 标题、目录和索引	201
七、 好的科研著作应有的条件	202
八、 文稿的撰写	208
九、 怎样做好撰写文稿工作	212
十、 外文稿的撰写	215
十一、 文摘的撰写	226
十二、 交稿前的准备工作	230
十三、 撰写科研著作阶段的科技情报工作	232
第四章 科研结束阶段	233
第一节 科研成果的处理	233
一、 正确处理科研成果的必要性	233
二、 讨论和鉴定科研成果	233

三、 推广和验证科研成果	235
四、 科研成果的保管	238
五、 科研工作的总结	243
第二节 科研著作的印刷出版	243
一、 印刷出版科研著作的必要性	243
二、 科研著作的印刷出版方式	244
三、 校样的校阅	245
四、 如何正确对待印刷出版科研著作	247
第三节 科研成果发表和推广后的工作	250
一、 科研工作向生产的延伸	250
二、 科研结束阶段的科技情报工作	252
三、 继续努力, 不断前进	253
第五章 怎样做好科学研究	261
第一节 发挥非智力因素的重要性	261
第二节 要具有优势素质	262
一、 要有崇高的理想、事业心和献身精神	262
二、 要有攀高峰的雄心壮志、勇气和信心	263
三、 要有坚强的意志和百折不挠的韧性	266
四、 要有长期奋斗的决心、恒心、耐心和毅力	267
五、 要有全神贯注的专心	271
第三节 要具有开创精神	272
一、 要有浓厚兴趣	272
二、 要有好奇心	274
三、 要有创造心	274
四、 要喜欢想像	275
第四节 要具有良好品德	275
一、 要认真负责, 踏实谨慎	275

二、 要刻苦勤奋, 坚持不懈	276
三、 要实事求是, 坚持客观	277
四、 要团结同事, 发挥集体力量	278
五、 要从俭节约, 反对浪费	280
六、 要诚实可靠, 不弄虚作假	280
第五节 有关从事科研工作的几个问题	281
一、 学历条件	281
二、 年龄条件	283
三、 身体条件	287
四、 保持心理健康的必要性	288
参考文献	293
附录 本书提及的一些学者简介	300

第一章 概论

第一节 什么是科学研究

一、科学的定义、分类和当前发展特点

要了解什么是科学研究,必须先对什么是科学,以及它的分类、发展规律、当前的发展特点等,有一个明确的认识。

(一) 什么是科学

科学一词来源于拉丁文“scientia”(英文为 science),原意为“学问”的意思。在我国古代有“格物致知”的典故,出自春秋战国时代的古籍《礼记·大学》里面,其原文是“致知在格物,格物而后知玉”。“格物”的意思是接触事物,“致知”则可以理解为获得知识。两者合在一起,就是“通过接触事物而获得知识”之意。后来的有关著作把它缩写为“格致”。故十六世纪以后,science 这词传入我国时,曾经译为“格致”;当时日本则译为“科学”^①。大约在 1895 年,康有为在介绍日本的书目时,把日本的译法介绍到我国。1896 年前后,严复在翻译《天演论》等书时,也把 science 译为科学,遂沿用至今 [1981,王,21 页]。

什么是科学?各个学者所下的定义颇为不同。例如,英

^①意思是“分科的学问”,目前还包括各个学术领域综合的整体。

国《新百科全书》(16卷,5992页)中说:“科学是按照在自然界的次序对事物进行分类和对它的意义的认识”。苏联《大百科全书》(29卷,241页)中则说:“科学是对现实世界规律的不断深入认识的过程”。

《自然辩证法词典》[1988,陈文林]中把科学称为“人类实践经验的理论概括。它通过概念的形式反映世界各种现象的本质及其规律,是关于自然、社会、思维的知识体系。”书中还指出:“科学是实践活动(主要有观察、实验)和理论活动,它的根本目的在于正确或近乎正确的揭示各种现象的客观规律和解释各种现象。”

列宁阐明:“科学的宗旨就是提供宇宙真正的写真”[1949,洛,82页]。结合我国古代所说“格物致知”的道理,著者认为:“科学是通过观察、实验、思维所得到的、如实了解世界的知识”。详细地说,就是“人类排除一切迷信和臆测,按照实际了解包括自己身体和思维在内的客观存在的各种事物的性质、特点,以及它们的运动、变化和发展规律与原因的知识体系。”

(二) 科学的分类

由于了解对象的不同,科学可以分为多个不同的门类。科学研究工作对于不同门类的科学来说,既有其共性,又有其具体的差别。本书虽然仅就这些科研工作的共同性质、特点和规律,进行一般性的探讨和阐述,但仍有必要先讲述一下科学的分类。

1. 现代科学分类的主要方案 科学是不断发展的。因此,在不同时代其分类有所不同。其次,在不同学者所提出的分类方案中,也有所差异。从哲学的高度看来,物质世界

的辩证运动,可以分为自然、社会两大领域。此外,在物质世界的辩证运动的基础上,产生了思维活动,反映物质世界,并构成了与物质世界相对立的精神世界[1988,陈文林]。据此,就其研究对象来说,科学通常可相应地分为三大类:

1) 自然科学——以自然界为对象,即研究自然发展规律的科学。

2) 社会科学——以人类社会为对象,即研究社会发展规律的科学。

3) 思维科学——以人类的思维为对象,即研究思维发展规律的科学。

我国学者钱学森则把科学作了较细的划分,共分为九个门类,即:自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学、文艺理论和行为科学。

此外,从二十世纪七十年代起,由于经济发展的需要,发展起了一门软科学(soft science)。软科学是运用现代科学技术、理论、方法和手段,把自然科学同社会科学结合起来的综合科学,也称之为“社会软件”。例如,研究管理、规划、方案、决策、咨询、协调、系统分析、预测等方面的学问均属于软科学的范畴。已建立起的软科学主要有:管理科学、改革科学、科学学、未来学[1987,冯,335页]等。与之相对应的自然科学和社会科学等,则为“硬科学”(hard science)。

在习惯上,通常所称的(狭义的)科学,是指自然科学。根据这一习惯,本书所论述的科学研究工作,也是专指自然科学方面的工作而言的。

2. 自然科学的分类 根据上述自然科学的研究对象和范围,自然科学的主要任务是研究自然界中物质的形态、结构、性质和运动规律及其在实践中的应用。其目的在于认识