

阳道允 主编

实用科技研究方法

PRACTICAL RESEARCH METHODS FOR SCIENCE
AND TECHNOLOGY

成都科技大学出版社

实用科技研究方法

阳道允 主编

成都科技大学出版社

(川) 新登字015号

内 容 简 介

本书全面、系统地阐述了科研工作的全过程、一般规律及基本方法。首先概述了科研工作的任务、性质和要求；然后按照科技研究工作的实际程序，详细介绍了科研课题的选择、科技情报的搜集、实验研究的进行、实验误差的分析、实验数据的处理、科技论文的撰写、科技成果的处理等方面的知识及技巧，还提出了科研人员应具备的思维能力及修养。

此书内容丰富、实用性强，从目前看，这种按照科研工作实际需要系统论述科研工作方法的专著尚不多见。使用本书，有助于科技人员提高科研工作效率，起到事半功倍的作用。本书可作科技研究方法课程的教材，供大学生、研究生学习和使用，也可供大专院校教师、广大科研人员、工程技术人员及科技管理干部阅读。

实用科技研究方法

阳道允 主编

成都科技大学出版社出版、发行

四川省新华书店经销

成都科技大学印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：10.625

1991年11月第一版 1991年12月第一次印刷

印数：1—2000 字数：236千字

ISBN7-5616-1034-3/C·39

定价：2.61元

前 言

科学技术是第一生产力。科学技术研究（简称科技研究）是发展科学技术的中心环节，它是知识的生产，进而指导物质生产。也就是说，科技研究是创造知识、加工已有知识、利用知识、把科学知识转化为技术知识，把技术知识转化为生产知识的一项重要实践活动。它包括增加科学技术知识的基础研究和应用研究，以及将其成果转移到生产中去的开发研究。在科技研究工作中，科研手段固然有着重要的作用，但最重要的因素必然始终是运用科研手段的研究者本身。研究者的知识、经验和研究能力的高低，对科研工作的成败起决定性作用。研究者不但要掌握有关研究课题的专业知识，而且要掌握从事科技研究的正确方法，才能提高科技研究能力。而科研方法是达到科研目的的具体手段、方式、途径的总和，或者说，是指科研活动中的行为方式。一些自然科学家之所以能够在科学上做出重大的贡献，除了当时的外界和自身条件外，往往与他们运用了正确的科研方法有着密切的联系。正确地掌握和运用科研方法，无疑能达到事半功倍的效果，促进科技的发展，起到加速我国科学技术现代化的作用。

科技研究是一种高度复杂而难以捉摸的活动，对此，刚参加科技研究的青年工作者往往并不明确。比如有些青年同志搞科研时，尽管有满腔热情，工作很努力，但由于不懂得或不重视科研中的方法问题，往往是事倍功半，或难以搞出成果，有时还会作出错误的结论。这说明不了解科技研究方法，不熟悉科技研究的各个环节和规律，是无法成为合格的科技工作者的。应当看到，科研方法也是一种知识，是一种

44E53/08

特殊的，更为宝贵的“活知识”。各个研究课题的专业知识固然重要，但这些知识常常由于科技的不断发展而变得陈旧，甚至完全被新的知识取代。但带普遍性的科研方法则具有相对的稳定性，常常能够长期发挥作用。所以掌握科研方法，不仅有助于科技的发展，并且对于科研人员才能的发挥，特别是促进青年科技工作者早出成果，多出成果，为社会主义四个现代化多做贡献起着重要的作用。

科学技术人才的培养造就，离不开继承前人创造出来的精神财富。这主要包括两方面的内容：其一是前人总结出来的具体科技知识，如各门课程中所阐述的科学范畴、原理、定律等；其二是前人在获取这些知识的过程中，所运用的研究方法和积累的经验教训。几乎所有学生都了解第一方面内容的重要意义，而对于第二方面的内容却不尽然。其实，比较起来，对于科研人员的培养来说，后者显得更为重要。这是因为掌握打开科技知识之门的钥匙，比对某些具体知识的占有更有意义，正如掌握制胜的兵法比攻占一两个城市更为重要一样。只有在掌握具体知识的同时，也掌握获取知识的方法，才能真正理解其精髓，融会贯通，变为自己的东西，才能举一反三。以正确的方法为阶梯，去攀登更高的大厦。一项具体知识的用途是有限的，而一个正确的方法的用途却是无限的。所以，高等学校不仅要传授科学技术知识，而且要传授科学技术的研究方法，这样才能培养学生独立研究问题和解决问题的能力，使他们成为有创造性的科学技术人才。国外有的高等学校把科技研究方法列入教学计划，并作为必修课程。

鉴于青年科技工作者及理工科大学生对科研方法的迫切需要，以及作者对科研方法的极大兴趣，在我们多年收集、整理有关的零散图书资料和给学生讲授科技研究方法课程的教学体会的基础上，结合编者在科研工作中的实际经验教训

和对大学生、研究生毕业论文指导工作的经验，我们编写了这本《实用科技研究方法》，以期能对希望培养、增进自己科研工作能力和提高科研工作效率的青年科技工作者、大学生和研究生有所助益，并为促进科研事业的发展和加速科技人才的成长起到一定推动作用。

本书从科技研究工作的实际需要出发，全面、系统地阐述了科研工作的全过程，从事科技研究所涉及的知识及一般规律，以及科技研究过程中常用的基本方法及技术手段。为了叙述方便起见，本书把科研工作划分为几个大的阶段，并且把某些方法分别放在科技研究的某一阶段上来叙述，这只不过表明它们在这个阶段上所起作用较之其它阶段上大一些。应当指出，科技研究是异常复杂的认识活动。在各个科技领域中，研究过程不尽相同，各个阶段并非那么截然分明。而各个阶段所使用的方法是多样化的，有些方法可能在各个阶段上都发挥作用。

本书内容具体、实用性强，论述了科研工作者必须解决的问题。当然，科技工作者要真正掌握正确的科研方法，绝不能只靠书本，还要靠理解、实践及总结。

全书共十章，前言、第二、六、七、八章及第三章的第三、四节由阳道允编；第五章及第三章的第一、二节由曾宪珉编；第一章及第九章的第一节由周一心编；第十章、第四章的第四节及第九章的第二节及由傅师申编；第四章的第一、二、三节由王峨眉编。全书由阳道允统稿、修改和定稿，由杨国文审校。在编写过程中，得到了我校纺织工学院名誉院长李昇平教授的鼓励和支持，编者在此深表感谢。

在科技研究的实践活动中，方法问题愈来愈重要，愈来愈受重视，但目前按照科技研究的实际需要来系统地论述科研工作方法的专门性著作确实很少，而且有关的内容分散、零碎，迫切需要将科研方法的资料加以系统化和完善，提供给大

学生、研究生及刚参加科技研究的青年工作者们。为此我们作了一个大胆尝试，但要编写好《实用科技研究方法》这样如此广泛复杂课题的书是困难的，难免有不足之处，希读者批评指正。

编 者

1991年于成都科技大学

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 科技研究的性质.....	(3)
1.2 科技研究的任务.....	(4)
1.3 科技研究的特点.....	(6)
1.3.1 科技研究的基本特点	(6)
1.3.2 现代科技研究的特点	(9)
1.4 科技研究的类型.....	(10)
1.5 科技研究的基本程序.....	(13)
1.5.1 基础研究的一般过程.....	(14)
1.5.2 开发研究的一般过程.....	(16)
第二章 科研课题的选择	(19)
2.1 选题原则.....	(20)
2.1.1 选题的基本原则.....	(20)
2.1.1.1 需要性原则 2.1.1.2 创造性原则	
2.1.1.3 科学性原则 2.1.1.4 现实可能性原则	
2.1.2 大学生毕业论文选题的特殊要求.....	(30)
2.1.3 研究生学位论文选题的特殊要求.....	(32)
2.2 选题的方法.....	(32)
2.2.1 从生产实践和社会需要中选题.....	(33)
2.2.2 从自然科学的内部矛盾中选题.....	(34)
2.2.3 在学科交叉的领域中选题.....	(36)
2.2.4 在研究课题中扩大选题范围.....	(37)
2.2.5 青年科研工作者选题应注意的问题.....	(39)

2.3 选题的程序.....	(40)
2.3.1 初始意念或提出问题.....	(40)
2.3.2 调查研究.....	(41)
2.3.3 形成假说.....	(42)
2.3.4 预实验.....	(43)
2.3.5 立出题目.....	(43)
2.3.6 开题报告、评审.....	(44)
第三章 科技情报的搜集.....	(47)
3.1 科技文献查阅方法.....	(48)
3.1.1 查阅科技文献的一般方法.....	(48)
3.1.1.1 查阅科技文献的一般原则	3.1.1.2 查阅科技文献的
一般方法	3.1.1.3 查阅科技文献的场所
3.1.2 三次文献的查阅方法.....	(52)
3.1.2.1 查找三次文献的技巧	3.1.2.2 综论查阅方法
3.1.2.3 常用参考工具书	
3.1.3 二次文献的查阅方法.....	(60)
3.2 电子计算机情报检索方法.....	(63)
3.2.1 计算机情报检索的意义.....	(63)
3.2.2 计算机情报检索的过程.....	(64)
3.2.3 计算机情报检索的类型.....	(65)
3.2.4 计算机情报检索的步骤.....	(68)
3.2.5 计算机情报检索的效果评价.....	(73)
3.3 文献的阅读及整理方法.....	(75)
3.3.1 阅读文献的方法.....	(75)
3.3.2 分析鉴别文献的方法.....	(76)
3.3.3 积累文献的方法.....	(81)
3.3.3.1 积累文献的原则	3.3.3.2 积累文献的方法

3.3.4	文献综论的写作方法	(84)
3.3.4.1	综述的写作方法	3.3.4.2 述评的写作方法
3.3.4.3	编写综述、述评时的注意事项	
3.4	实际调查方法	(88)
3.4.1	调查的类型	(88)
3.4.2	调查的原则	(89)
3.4.3	调查前的准备	(91)
3.4.4	调查的具体方法	(93)
3.4.4.1	现场参观	3.4.4.2 个别访问
3.4.4.3	参加学术会议	3.4.4.4 召开调查会
3.4.5	调查材料的收集及整理	(101)
第四章	实验研究的进行	(106)
4.1	实验的基本程序	(109)
4.1.1	准备阶段	(109)
4.1.2	实施阶段	(114)
4.1.3	总结阶段	(117)
4.2	实验方案的拟定	(117)
4.2.1	实验方案的内容	(117)
4.2.2	实验对象的选择	(118)
4.2.3	实验内容的安排	(120)
4.2.4	实验方法的设计	(121)
4.3	实验设计	(124)
4.3.1	实验设计的基本原则	(124)
4.3.2	实验指标的选择	(126)
4.3.3	实验因数及实验点的选择	(128)
4.3.4	定量实验设计方法	(130)
4.3.4.1	0.618法	4.3.4.2 正交设计法
4.4	实验过程中的观察及机遇	(137)

4.4.1	观察的困难	(138)
4.4.2	正确观察的一般方法	(139)
4.4.3	实验观察中的机遇	(142)
第五章	实验误差的分析	(145)
5.1	误差量计算	(145)
5.1.1	误差表示方法	(145)
5.1.2	有效数字及其计算规则	(151)
5.1.3	误差的引入与传递	(155)
5.2	误差来源及处理方法	(157)
5.2.1	系统误差来源及处理方法	(157)
5.2.2	偶然误差来源及处理方法	(160)
5.2.3	过失误差来源及处理方法	(164)
第六章	实验数据的处理	(167)
6.1	列表法	(167)
6.1.1	表的类型及内容	(168)
6.1.2	表的编制	(169)
6.1.2.1	表名及表号	6.1.2.2 项目栏
6.1.2.3	说明栏	
6.1.2.4	注译	6.1.2.5 编制表应注意的问题
6.1.3	表的改编	(172)
6.1.4	表中常见错误	(174)
6.2	图解法	(174)
6.2.1	图的种类	(175)
6.2.2	实验线图的绘制	(176)
6.2.2.1	绘制步骤	6.2.2.2 坐标分度的选择
6.2.2.3	描绘曲线的方法	
6.2.3	实验线图中常见的错误	(193)
6.2.4	照片的选用	(194)
6.3	方程法	(195)
6.3.1	方程式的选择	(196)

6.3.2	方程中常数的确定	(199)
6.3.3	相关系数	(203)
第七章	科技论文的撰写	(208)
7.1	科技论文的种类及要求	(208)
7.1.1	科技论文的种类	(208)
7.1.2	科技论文的基本要求	(210)
7.2	科技论文的基本格式及内容	(214)
7.2.1	前置部分	(216)
7.2.1.1	题名的确定	7.2.1.2 论文的署名
7.2.1.3	摘要的表述	7.2.1.4 关键词的选择
7.2.1.5	目次页的编排	
7.2.2	主体部分	(220)
7.2.2.1	引言的写作	7.2.2.2 正文论述的内容
7.2.2.3	结论的写作	7.2.2.4 致谢的表达
7.2.2.5	参考文献的著录	
7.2.3	末尾部分	(228)
7.2.3.1	附录的选录内容	7.2.3.2 英文摘要的表达
7.2.3.3	英文关键词的选择	
7.3	科技论文的写作步骤与方法	(234)
7.3.1	准备工作	(234)
7.3.1.1	资料准备	7.3.1.2 清理思路
7.3.2	拟写提纲	(242)
7.3.2.1	拟写提纲的目的、作用	7.3.2.2 提纲的构成
7.3.2.3	拟写提纲的方法及步骤	
7.3.3	初稿的写作及修改	(245)
7.3.3.1	初稿的写作	7.3.3.2 初稿中常见的毛病
7.3.3.3	修改手段及方法	
7.3.4	论文稿件的缮写要求	(254)
7.3.4.1	文字书写要求	

7.3.4.2	数学、物理、化学式的书写要求	
7.3.4.3	计量单位及其常用符号的写法	
7.3.4.4	符号和缩略词的写法	
7.4	提高科技论文写作能力的途径	(238)
7.4.1	从事科技论文写作的基础	(238)
7.4.1.1	思想基础	
7.4.1.2	业务基础	
7.4.1.3	写作基础	
7.4.2	多读、多练	(259)
7.4.2.1	多读	
7.4.2.2	多练	

第八章 科研成果处理..... (262)

8.1	期刊杂志上发表论文的程序	(263)
8.1.1	科技期刊的类型	(263)
8.1.2	科技论文发表的主要程序	(265)
8.2	口头发表论文的方法	(266)
8.2.1	口头发表论文的特点	(267)
8.2.2	答辩报告	(268)
8.2.2.1	作好报告内容的准备	
8.2.2.2	选择合适的口头表达方式	
8.2.2.3	进行预讲	
8.2.2.4	注意口头表达技巧	
8.2.3	回答问题	(271)
8.2.3.1	作好回答问题的准备	
8.2.3.2	从容不迫,沉着应答	
8.3	科研成果的评价	(275)
8.3.1	科研成果评价的内容	(275)
8.3.2	科研成果评价的方法	(276)
8.4	科研成果的鉴定	(277)
8.4.1	鉴定级别	(277)
8.4.2	鉴定前的准备工作	(278)
8.4.3	鉴定的形式	(279)

8.4.4	鉴定会的任务	(280)
8.5	科研成果的奖励	(280)
8.6	科研成果的应用与推广	(282)
8.6.1	科研成果的登记与上报	(282)
8.6.2	科研成果应用与推广的条件	(282)
8.6.3	科研成果应用与推广的形式	(283)
8.6.4	科研成果的有偿转让	(284)
8.6.5	保护科研成果的专利法	(285)
第九章	科研人员应具有的思维能力	(288)
9.1	逻辑思维能力	(289)
9.1.1	形式逻辑思维能力	(289)
9.1.2	辩证逻辑思维能力	(293)
9.2	创造性思维能力	(298)
9.2.1	创造性思维形式	(299)
9.2.1.1	想象	
9.2.1.2	直觉	
9.2.1.3	提出问题	
9.2.1.4	假说	
9.2.1.5	预见	
9.2.2	提高创造性思维能力的途径	(306)
第十章	科研人员应具备的修养	(309)
10.1	科研人员的思想修养	(309)
10.2	科研道德的修养	(312)
10.3	科研人员的基本功训练	(314)
10.3.1	基础理论的学习	(314)
10.3.2	基本实验技能训练	(318)
10.3.3	外语学习	(319)
10.3.4	唯物辩证法学习	(321)
10.3.5	科技史学习	(321)
10.4	科研人员的科学生活	(322)

第一章 概 述

一般地讲，科学是正确反映客观事物的本质和规律的系统知识。显然，不是任何一种知识都可看作科学。广义的科学概念是社会科学、自然科学和思维科学的总称；而狭义的科学概念则专指自然科学。本书讲的科学主要是自然科学，个别章节涉及思维科学。把自然科学体系作为一个整体，根据科学知识的类型和知识的物化程度可以划分为三类：基础科学、技术科学和工程科学（图1-1）。基础科学由基础理论和实验技术组成；技术科学由技术理论和基础技术组成；工程科学由工程理论和工程技术组成。这三类科学大体上相当于工、农、医科院校中的“基础课——技术基础课——专业课”。自然科学也有广义、狭义之分。广义的自然科学由科学理论和物化的技术所组成，如图1-1所示；而狭义的则专

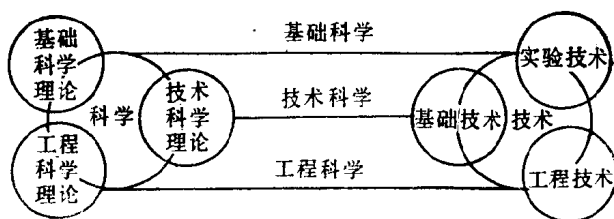


图1-1 自然科学体系结构

指基础科学。这里讲的自然科学研究方法包括了科学和技术的研究方法。从科学的角度看，科学理论包括基础科学理论—技术科学理论—工程科学理论三部分。从技术的角度看，技

术包括实验技术—基础技术—工程技术三部分。

科学与技术是有区别的。科学是反映客观事实和规律的知识体系；技术是实现生产等需要而创造的手段的总和。这些手段中一种是看得见、摸得着的，包括工具、机器、设备，叫做“硬技术”；另一种是看不见、摸不着的，包括经验、技能、技巧，方法等，这叫做“软技术”。科学的根本职能是认识客观世界的规律，要回答三个问题：“是什么”

“为什么”、“能不能”。科学家首先要回答“是什么”的问题，说清楚这是什么样的现象，“为什么”会出现这种现象，而这种现象出现以后“能不能”解决什么问题。技术的根本职能，在于对客观世界的控制和利用，即在于设计和制造用于生产等方面的工具和手段，也要回答三个问题：“做什么”、“怎么做”、“做出来有什么用”。科学是发现那些在自然界早已存在的事物或现象的规律；而技术则是发明那些在自然界从来没有过的东西。科学是提供理论，而技术则是使理论变成现实。科学是处在自然与技术的交点上，而技术是处在科学与生产的交叉点上。科学往往是单一的知识，而技术却常常是综合性的知识，即为多学科知识的综合体现，单一的知识是解决不了技术问题的。关于科学的知识，主要是基础科学；关于技术的知识，主要是技术科学。

科学与技术是相关的。虽然科学与技术并不是一个概念，各有特点，但是科学与技术之间紧密相联，它们是相互制约、互相促进的有机体。从某种意义上讲，科学是观念形态的技术，技术是物质形态的科学。科学和技术不过是一种本质的两种表现形式。科学中有技术，技术中也有科学。没有科学理论的指导，技术就出不来；没有技术成果的不断创造，就不能推动科学的发展。随着生产实践和科学实验的发展，特别是现代科学和现代技术的兴起，科学与技术的联系

日益紧密，彼此渗透，已经形成了现代科学技术的统一体系，实现了人类认识、利用和改造自然物和自然力的统一过程。现代科技研究的重大课题差不多都带有综合性的特点，科学理论的探讨常和新技术的研究是密切相关的。科学理论的突破靠技术的进步，而新兴技术本身就带有科学理论性质。现代科学“技术化”，现代技术“科学化”，结果出现了所谓“大科学”，科学革命与技术革命融合为统一的现代科学技术革命过程，这是现代科学技术的主流和特征。因此，我们往往把科学和技术一起提，合称为科学技术，简称“科技”。本书讲的科技研究正包含了科学和技术的研究。人们也常把科技研究与科学研究不加区分，严格地讲科技研究与科学研究是有差异的。狭义地讲科学研究仅对“科学”本身进行研究，而广义地讲科学研究并不局限于“科学”本身，还包含了科学与技术的研究，即“大科学”的研究。

本章简要介绍科技研究的性质、任务、特点、类型和基本程序。这些内容是开展科技研究工作的必要前提和条件。

1.1 科技研究的性质

科技研究是人类特有的活动方式，是人类社会实践的基本形式之一。科技研究的本质是创造知识，从事新知识的生产，其内涵为：一是创造新知识；二是加工已有的知识，包括贮存、分析、鉴别，整理，使零散的知识系统化、体系化；三是利用知识，把科学知识转化为技术知识，把技术知识转化为生产知识；把某个学科的知识成功地应用于其它学科等等。因此知识的创造、加工和利用三者之间既有区别又有联系。

科技研究既然是创造知识、加工知识、应用知识，那么科技研究活动和人类物质生产活动相类似，也是一种生产活