

科学方法和论文撰写

陈庭坚

华中理工大学出版社

前 言

不论从来自厂、矿的反映，还是学生方面的呼声，都迫切地要求学校重视应用写作的教学，以提高学生的书面表达能力。对于理工科大学生和科技工作者来说，科技论文的写作，是一种重要的表达能力。

科学技术的发展对学校教育不断提出新要求，从而也对教学内容的改革和课程设置带来重要影响。重视能力培养和改善学生的知识结构，是高等学校教育改革中应该认真研究的重要课题。理工科大学生需要提高科研能力，也需要提高写作能力。论文是科研成果的书面表达，论文写作和科学研究，两者本来就是不可分割的。科学研究能力和书面表达能力是理工科大学生能力结构中的重要组成部分，也是科技人员必备的基本功。要提高科学研究能力，重要的是必须要有科学方法和发挥创造性思考。科学知识和科学方法的有机结合，是形成能力的基本保证。正是基于这个认识和考虑到现实的需要，促使我开设了《科学方法和论文撰写》选修课。通过教学实践，整理编写了教材，在校内打印供教学之需。承蒙出版社的厚爱和督促，我又在油印教材的基础上进一步作了修改加工，写成这样一本书稿，把它奉献给读者。

这本书稿的特点是将科学研究方法、思维方法（逻辑的和非逻辑的）和科技论文写作方法结合在一起，组成统一的知识体系，并且特别注意介绍了有关创造性思维和系统科学方法方面的基本知识和这一新兴学科领域的研究动向。在

“逻辑方法”一章，将辩证逻辑引入思维方法论中，把形式逻辑和辩证逻辑结合起来讨论，作了一个初步的尝试。

在书稿的编写过程中，广泛地参阅了各种科技著作和报刊等文献资料，汲取了科技发展的最新成就和教学改革的新信息，反映了教育研究的成果。书中对一些问题的阐述，也包含了作者本人的见解，不一定恰当。特别是作为一名教工科专业课的教师，谈论科学方法论问题，班门弄斧，难免有许多不妥之处，敬请行家批评指正。

本书取材比较广泛，叙述力求简明扼要，通俗易懂。它既可作为理工农医类学校的选修课教材（可讲授30学时），也可作为大学生和青年科技人员的自学用书。如果读者能够从中得到启发，对自己的学习和工作有所助益，也就不枉笔者的握管之苦，将会感到十分欣慰。

由于篇幅所限，书中没有附录例文，但是在相应的地方列举了例文的题目，包括作者姓名和出处，以备读者查阅。所举例文多数为科学技术方面比较“宏观”的课题，专业局限性小，以便理工科各类专业的学生和科技人员都能方便阅读。

本书是在前人大量劳动成果的基础上着手编写的，在书末列出了“主要参考文献”。笔者对所有被引用、参考过其论著的作者，表示由衷的感谢；董企铭、张玉荣两位副教授分别审阅了部分书稿，提出了许多宝贵的意见，杨长桂副教授审阅了书稿全文，在此一并表示诚挚的谢意。

作者 1988年5月

目 录

前言	(1)
第一章 总论	(1)
一、科技工作者必须具备的两个基本能力	(2)
(一) 科技工作者应该具有研究创新能力	(2)
(二) 论文写作能力是重要的表达能力	(4)
(三) 理工科大学生要重视和加强科学研究实践和论文写作的训练	(7)
二、科学研究要有科学的方法	(9)
(一) 科学方法的三个层次	(10)
(二) 科学知识和科学方法的结合是形成能力的基本保证	(11)
三、科学研究的涵义及其种类	(12)
(一) 科学研究的涵义	(12)
(二) 科学研究的种类	(16)
(三) 要重视软科学的研究	(18)
四、科研成果的评价和应用	(20)
第二章 科学研究的准备	(23)
一、科学研究的选题	(24)
(一) 选题的要求和方法	(25)
(二) 选题的基本原则	(27)
二、组织和规划	(31)
(一) 合作,是现代科学研究的重要特征	(31)

(二) 制订合理的研究方案是取得成功的重要保证.....	(32)
三、收集、阅读科技情报和文献资料.....	(33)
(一) 科技文献检索方法简介.....	(33)
(二) 有效地阅读.....	(39)
(三) 注意资料积累.....	(40)
第三章 科学研究的一般方法	(42)
一、科学观察方法.....	(43)
(一) 观察的意义及其在科学研究中的作用.....	(43)
(二) 科学观察的基本要求.....	(45)
二、科学实验方法.....	(47)
(一) 科学实验的意义和作用.....	(47)
(二) 科学实验的种类.....	(48)
(三) 实验工作的要求.....	(52)
三、科学调查.....	(54)
(一) 调查的方法.....	(54)
(二) 调查过程的思维活动.....	(57)
四、数学方法在科学研究中的应用.....	(58)
(一) 数学方法的特点和作用.....	(58)
(二) 运用数学方法的基本过程.....	(61)
(三) 几种常用的数学方法.....	(62)
(四) 数学方法的新发展.....	(67)
第四章 逻辑方法	(69)
一、逻辑方法是科学研究的理论思维方法.....	(69)
(一) 科学研究既需要形式逻辑, 也需要辩证逻辑.....	(70)
(二) 学习逻辑和掌握逻辑方法的意义.....	(73)

二、概念.....	(74)
(一) 概念要明确.....	(75)
(二) 辩证逻辑的概念.....	(76)
三、判断.....	(77)
(一) 判断要恰当.....	(77)
(二) 辩证逻辑的判断.....	(78)
四、推理.....	(80)
(一) 推理的种类和推理的逻辑性.....	(81)
(二) 推理方法的作用.....	(91)
(三) 推理过程的辩证思维.....	(91)
五、假说.....	(93)
(一) 假说的作用.....	(94)
(二) 假说必须通过实践的验证.....	(94)
(三) 运用假说也需要有辩证思维.....	(96)
六、论证和反驳.....	(96)
(一) 论证要有说服力.....	(96)
(二) 论证的规则和论证过程的辩证思维.....	(98)
(三) 反驳是论证的一种特殊形式.....	(100)
七、逻辑方法的应用.....	(100)
第五章 创造性思维.....	(105)
一、创造性思维的涵义.....	(106)
(一) 创造性思维的特点.....	(106)
(二) 创造活动既需要非逻辑思维,也需要逻辑思维.....	(108)
二、非逻辑思维在科学研究中的作用.....	(109)
(一) 直觉思维.....	(110)
(二) 灵感思维.....	(112)

(三) 创造性想象.....	(116)
(四) 求异思维和发散思维.....	(118)
(五) 正确对待机遇.....	(120)
三、创造性思维方法.....	(123)
四、创造性思维的培养.....	(134)
第六章 系统科学方法	(140)
一、系统方法.....	(141)
(一) 系统和系统方法.....	(141)
(二) 系统方法的基本原则.....	(144)
(三) 系统方法的步骤.....	(148)
二、信息方法.....	(150)
(一) 信息和信息方法.....	(150)
(二) 信息方法的意义和作用.....	(152)
三、控制论方法.....	(156)
(一) 控制过程和控制论方法.....	(156)
(二) 反馈方法及其作用.....	(158)
(三) 控制论方法的意义.....	(160)
第七章 论文的种类和科技论文的特点	(165)
一、论文的种类及其作用.....	(166)
(一) 学术论文和学位论文.....	(166)
(二) 理论型论文、实验型论文、描述评述型 论文.....	(167)
二、科技论文的内容特点.....	(170)
(一) 科学性.....	(170)
(二) 创造性.....	(171)
(三) 学术性.....	(172)
(四) 理论性.....	(173)

三、科技论文的语言风格·····	(174)
(一) 不同类型的文章有不同的语言风格·····	(174)
(二) 科技论文的语言风格和写作要求·····	(178)
第八章 科技论文的表达方式·····	(184)
一、论文的文体·····	(184)
(一) 叙述·····	(185)
(二) 说明·····	(185)
(三) 论证及其方法·····	(188)
二、科技论文的图表表达·····	(196)
(一) 表格的应用和制作·····	(197)
(二) 图的种类、应用和绘制·····	(201)
第九章 科技论文的格式和结构·····	(207)
一、科技论文的格式及其写作要求·····	(207)
(一) 论文标题的写作·····	(208)
(二) 作者署名·····	(212)
(三) 目录·····	(213)
(四) 摘要和主题词的写作·····	(213)
(五) 前言的写作·····	(216)
(六) 正文·····	(216)
(七) 致谢·····	(217)
(八) 附录·····	(217)
(九) 参考文献和注释·····	(217)
二、科技论文的结构·····	(218)
(一) 科技论文结构的要求·····	(219)
(二) 实验研究型论文的常见结构·····	(220)
(三) 非实验研究型论文的基本结构·····	(223)
三、科技综述和科技报告的写作结构·····	(226)

(一) 科技综述和述评.....	(227)
(二) 科技报告.....	(231)
第十章 科技论文的写作过程和方法.....	(238)
一、科技论文的执笔和修改.....	(238)
(一) 构思、列提纲.....	(239)
(二) 初稿撰写.....	(240)
(三) 修改的要求和方法.....	(242)
(四) 誊写及其格式.....	(247)
二、努力提高科技论文写作的质量.....	(249)
(一) 科技论文中常见的毛病和错误.....	(249)
(二) 提高书面表达能力和论文写作质量的 途径.....	(255)
主要参考文献.....	(259)

第 一 章

总 论

科学技术的发展对学校教育不断提出新要求。高等学校要适应世界新技术革命潮流和四化建设的需要，必须重视能力的培养。能力，是一个涵义广泛的概念。大学生应该培养哪些能力，必须根据培养目标的基本要求，设计或提出一个适宜的能力结构，使他们毕业后在各自的工作岗位上能够有最佳的能力发挥。据近几年来教育界的研究，一般认为，理工科大学生和科技工作者的合理能力结构主要应包括：自学能力，研究能力，创造思维能力，表达能力和组织管理能力。概括地说要有分析问题和解决问题的能力。

一般地说，表达能力包括口头表达能力和书面表达能力。对于科技人员来说，除了口语表达，设计、绘图等书面表达以外，科技论文写作能力也是一种重要的表达能力。所以，理工科大学生应该重视提高研究创新能力和论文写作能力。研究创新能力和论文写作能力是理工科大学生能力结构中的重要组成部分，也是一切科技工作者应有的基本功。

科学研究的过程主要包括参加科研实践，理性的思考和论文撰写。科学研究必须有科学的研究方法和思维方法，写论文也有方法和技巧。这一本《科学方法和论文撰写》

就是把科学研究方法、思维方法和论文写作方法结合在一起，组成一个统一的体系，以帮助理工科大学学生和青年科技人员学习科学研究的方法，培养创造性思维和提高科技论文写作的能力，为今后从事科学研究和创造性的工作，并能清晰、准确地表达自己的学术思想，写出有说服力的高质量的科学论文打下一个必要的基础。

国家教委于1986年11月发出的《普通高等学校制订工科四年制本科教学计划的基本要求》（征求意见稿）明确地提出了要“加强有关工程技术、技术经济与工业管理以及科学方法论方面知识的教学”，“注意加强对学生表达能力特别是文字表达能力的培养”。这里，进一步说明了给工科学生开设科学方法论和论文写作课程的必要性和迫切性。所以，提高大学生的科研创新能力和写作能力理应引起各方面充分的重视。

一、科技工作者必须具备的两个基本能力

（一）科技工作者应该具有研究创新能力

近代科学技术的迅速发展和生产技术的不断更新，对科技工作者不断提出新要求。商品经济的发展，产品的竞争，特别是面对国际间的激烈竞争和世界新技术革命的挑战，要求科技人员必须树立较强的改革意识和创新意识，在工作中要有开拓创新精神，具有创造能力。

创造是指首创前所未有的事物，包括新发明和新发现。但并不是只有新发明和新发现才算是创造。创造的概念是广义的。对于科学技术人员来说，创造的具体涵义应该是工作

中不因循守旧，有开拓精神，能积极思考，勇于探索，能设计新产品，开发新技术，想出新方法，对问题能提出新见解，对工作作出新贡献，做到在工作中不断地“有所发现，有所发明，有所创造，有所前进”。

对科技人员的要求，也是对理工科大学生的培养要求。所以，理工科大学生应该重视培养自己的创造能力，努力把自己培养成为具有合理的知识结构、有较强的适应能力和创新能力的社会主义四化建设的合格人才。正如《中共中央关于教育体制改革的决定》指出的，“今后事情成败的一个重要关键在于人才”，“所有这些人才，都应该有理想、有道德、有文化、有纪律，热爱社会主义祖国和社会主义事业，具有为国家富强和人民富裕而艰苦奋斗的献身精神，都应该不断追求新知识，具有实事求是、独立思考、勇于创造的科学精神。”这就向我国教育提出了明确的任务和培养目标。

要创造必须有研究，参加科学研究也是培养创造思维能力的重要途径。目前，我国处于社会主义初级阶段，多种经济并存，科学技术发展极不平衡，所以，科学研究也应该是多层次的。可以说，一切科学技术工作者和管理工作者，他要在工作中作出好的成绩，就都离不开研究。没有研究，工作就没有前进，没有创新。每一个科技工作者，要善于发现工作中和生产中的问题并善于提出问题，从而去研究解决它。科学研究的选题就是提出问题，研究就是为了解决问题。如果没有问题或提不出问题，工作就不会有什么进步，科学也就停止了。

当今的科学技术日新月异地发展，今天的竞争，就是科学技术的竞争，实际上也就是科技人员能力的竞争。所以，科技人员必须要有科学研究能力和开发创新能力，在工作中

能够不断有所发现，有所创新。只有这样，才能主动适应社会和经济发展的需要，成为新形势下社会主义四化建设的有用之才。

近几年，许多学校都进行了毕业生质量调查。关于毕业生的业务素质，工矿企业反映较多的主要是：知识面不宽，实践技能不足，动手能力和书面表达能力较差，适应能力不强。大学毕业生中的一些优秀者出国深造时，在国外工作的华人学者则反映他们：知识储备多，动手能力差，纵向深入好，横向综合差；常规设计好，研究开发差。从这些反映中，可以看到我们教学中的不足。所以，调整课程设置，完善知识结构，重视培养能力，应是教学改革中着重解决的问题。理工农医院校应重视适当增加社会科学、人文科学和科学方法论方面的课程，使毕业生具有比较合理的知识结构和全面的素质修养。当前，还应特别重视教育与社会实践的结合，实行教学与生产、科学研究相结合。这些都是培养具有研究创新能力的合格人才的重要保证。

（二） 论文写作能力是重要的表达能力

科学研究的成果通常都要通过语言文字来表达。科学技术的发展，也要依靠科技信息的交流。而交流科技信息的媒介，最主要的仍是以文字为载体的科技报告、论文等各种科技文献。因此，作为一个科技工作者，不仅要很好掌握本行的业务知识和技能，还应努力提高运用语言文字来表达科技研究成果的论文写作能力。在科学技术工作中，可以说到处离不开写作。表达科研成果要写科研论文；进行一项技术试验以后要写试验总结或报告；搞工程设计，要写工程设计说明书等等。但是我们很多理工科院校，在培养学生的科技写作能力方面却是一个很薄弱的环节，致使很多毕业生的写作

能力比较差。有些人因为写作能力太差而常常在工作中遇到困难。最近两年的毕业生质量调查表明，有很多毕业生以及厂、所的领导都反映和提出了这个亟待解决的问题。

近些年来，由于许多地方从高中开始实行文理分班，而且自1952年以后，我国的理工科院校又取消了大学语文课，在教育中较普遍地存在着重理轻文的倾向，相当多的理工科大学生不注意语言文字的修养，所以，写作能力普遍下降。他们写的实验报告、毕业论文，不仅语言表达的基本功差，错别字多，不能把意思表达清楚，行文格式也不符合要求。苏步青教授说：“就是在复旦这样的重点大学里，有的理工科学生撰写毕业论文时，内容虽好，却写不出一段与此相应的导语；有的论文缺乏逻辑，语句不通，错别字多。”

江苏省高教局于1984年组织了一次全省性的大学生作文竞赛，虽然也不乏佳作，但就从只占学生总数的百分之十几的竞赛参加者的情况来看（绝大多数同学放弃了参加竞赛的权利），相当普遍的问题就是语言表达能力差，错别字多。特别是在参加竞赛的作文中，议论文不到10%，而且没有一篇是很有份量的。可见，议论文体的写作是教学中一个明显的薄弱环节。^①

我国许多著名科学家如钱学森、华罗庚、卢嘉锡、钱三强等，曾多次谈到要注意提高青年科技人员（包括在校大学生、研究生）的语言文字表达能力。他们认为这是科技人员必须具备的一项基本功，关系到我国科研成果能否很好地总结、交流与推广，也关系到科技工作者自身的成长和作用的发挥。前科学院院长卢嘉锡说：“表达是很重要的，一个只

①《江苏高教》1985年第2期。

会创造，不会表达的人，不能算是一个真正合格的科学工作者。”科学家钱三强在一篇文章中写道：“我希望现在的和未来的科技工作者们能够切切实实地增强科技写作能力，为社会提供更多、更好的科技文献。”科学家们这些中肯的意见，是应该引起大家的深思和重视的。

许多事实还说明，论文写作能力不仅是一种重要的书面表达能力，而且也反映了一个人的辨析、论证能力。现代写作学认为，学术论文的写作不仅是思维结果的文字表达工具，而且是进行创造性思维的必要手段。写作过程，就是对实践中获得的大量感性材料进行思维加工的过程，是一个运用逻辑的过程。例如论文的结构布局是否妥当，前言和结语是否贴切，反映了作者的思路是否清晰，研究目的是否明确。这从学校每年的毕业论文写作和毕业答辩中可以清楚地得到说明。有不少学生，由于对论文写作的目的和要求不甚了解和表达能力较差，往往不能恰当地用论文的形式表达他们的研究成果或设计成果，他们的论文往往结构松散，前言和结语不切题，结论和观点不清楚。到答辩的时候，也往往是思维混乱，缺乏逻辑，说不清楚他的研究课题或设计任务的目的、要求，得到的是什么结论，或取得了什么成果。所以，一个人的论文写作能力与他的逻辑思维能力有着密切的关系。进行科技论文写作的训练，能促进思维的训练，可以培养科学的思维方法，提高科学思维能力。

由此可知，科学研究能力和论文写作能力是理工科大学学生能力结构中的一个重要组成部分，也是科技工作者必须具备的两种重要能力，是科技人员的基本功。所以，理工科大学学生在大学期间应重视并积极参加科研实践和参加科技写作训练，改善自己的知识结构，提高自己的研究创新能力和书面

表达能力。

（三）理工科大学生要重视和加强科学研究实践和论文写作的训练

科技论文是科学和技术研究成果的一种书面表达，是科技工作者用语言形式以反映研究成果，表达自己的观点或学术见解，进行学术交流和促进科技发展的一种工具。没有科学研究，也就不可能有科技论文。因此，科技论文写作与科学研究是不可分割的。语言文字的书面表达是论文写作的工具和手段，科学研究实践是论文写作的基础。理工科大学生要提高自己的科学研究能力和论文写作能力，必须重视参加科研实践和写作的训练，把科学研究同论文写作结合起来。

论文写作，需要有丰富的资料，有可靠的实验数据，然后用辩证唯物主义的观点和逻辑思维对这些资料进行系统的综合和分析、推理和论证，提出有价值的结论，形成个人的观点和见解，再用语言文字把这些材料和观点表达出来。所以，写论文首先要参加科学研究实践活动。没有科学研究实践的基础和缺乏材料的论文必然空洞无物，脱离实际，但如果缺乏论文写作这一书面表达能力和思维加工能力，即使有了科研成果，掌握了丰富的材料也同样写不出象样的文章来。王力先生说：“我们现在要求研究生写论文，就是要他学会科学研究的方法，学会写论文的方法，将来写书也还是这个方法。”“写论文，就是把自己的科研成果记下来。”朱光潜先生也强调，写科学论文要有很扎实的科学训练，这首先要掌握马克思主义的辩证唯物主义和历史唯物主义，其次要掌握现代的资料和运用资料的方法。

在一些科学技术发达的国家里，对大学生进行早期的科研训练极为重视。据资料介绍，苏联很重视广泛吸收大学生参

加科研活动。苏共中央的改革决定明确提出：“发展大学生科学研究工作，把它作为培养专业人才的必要部分。”并强调：“发展分析思维和创造性思维的基本方法之一，就是大学生一定要参加科学研究，参加实际的设计和工艺构造研究。”苏联高校中普遍设有科学研究方法课，还建立了组织学生参加科研与设计工作的机构。国家还设置了大学生科技竞赛奖、优秀论文奖。^① 苏联的高等学校已把科学研究的方法训练列入教学计划，科学研究基础作为必修课程，让学生参加科研小组，培养学生撰写科学报告的能力。据1982年的统计，苏联大学生总共发表论文26万篇，有3万人获得了发明证书，有17万篇毕业论文被推荐应用于生产。

日本的高等学校，学生从三年级下学期起，进入研究室学习，每星期还组织一次论文报告会，培养学生的科学研究能力和论文写作能力。

国外一些高等学校还把科技写作看作是一门基础学科和应用学科，是每个大学生所必修的。例如，美国、西欧和日本的许多理工科大学里，写作课都被列为必修课。有些名牌大学还设置了科技写作方面的专业，可以授予硕士、博士学位。^②

近年来，我国高等学校也开始重视培养学生的科研能力，在实行教学同科研、生产结合方面也积累了不少好的经验。例如学生在作毕业论文或毕业设计时参加教师的科研项目，在教师带领下进行科学研究；有些学生还成立了科研小组，参加社会调查等。实践证明，参加科学研究的锻炼，对于

①《中国高等教育》1988年第3期，第45页。

②周姬昌：《要重视写作学科的建设》，《人民日报》1984年11月25日。