

学术研究

你的成功之道

Crafting Your Research Future

A Guide to Successful Master's and Ph.D. Degree
in Science & Engineering

凌晓峰 杨强 著

清华大学



"Crafting your Research Future" is a unique book, a valuable and methodological guide to young researchers. I enjoy reading it and learned a lot from it.

《学术研究，你的成功之道》是本非常独特的书，它对年轻学者是极有价值的方法指南。我也从书中学到很多东西。

韩家炜教授，伊利诺伊大学厄巴纳-尚佩恩分校计算机科学系AbelBliss教授

It will be tremendously useful to post-docs and graduate students alike (and perhaps even some junior faculty!).

这本书对研究生、博士后（以及年轻教授）都会有巨大的帮助。

Adrian M. Owen, Professor and Canada Excellence Research Chair, Western University

Ling and Yang summarize the practical aspects of the expectations for the modern graduate students. They will all benefit.

凌和杨（的书）总结了现代研究生实际经验和体会。他们都会从中受益。

Randy Goebel, Professor of University of Alberta

清华大学出版社数字出版网站



www.wqbook.com

ISBN 978-7-302-30431-9



9 787302 304319 >

定价：25.00元

学术研究

你的成功之道

Crafting Your Research Future

A Guide to Successful Master's and Ph.D. Degree
in Science & Engineering

凌晓峰 杨强 著

清华大学出版社
北京

内容简介

你有过成为科学家的梦想吗？想走进科学家的生活一探究竟吗？想知道科学的研究究竟隐藏着怎样的神秘吗？刚刚开始学术研究的你，想知道如何挖掘好的研究课题及想法吗？有了课题和想法之后，下一步的研究又该如何展开呢？对于那些发表在顶级期刊和会议的文章，总觉得人家写得如行云流水，轮到自己写文章时纵有思路万千，却下笔无神。想知道如何将新的想法和研究结果有条理地组织在一起并撰写成高质量论文的秘密吗？如果你是一名年轻的导师，角色的突然转变让你有些手足无措吗？那么，如何高效地指导学生，让他们快速在研究领域找到自己的立足点呢？对于这一连串的问号，你将会在本书中找到答案。本书的两位作者根据自己多年的研究经验，与读者分享研究生活的苦与乐。书中引用了大量形象而具体的实例，不仅希望带给读者一次轻松愉悦的阅读体验，还希望能够加深读者对研究的认识和理解，能够引领读者踏上科学的研究的成功之道。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

学术研究，你的成功之道/凌晓峰，杨强著. --北京：清华大学出版社，2012.11

ISBN 978-7-302-30431-9

I .①学… II .①凌… ②杨… III. ①学术研究 IV.①G30

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 244576 号

责任编辑：薛慧

封面设计：黄金

责任校对：王淑云

责任印制：张雪娇

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社总机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者：北京嘉实印刷有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：182mm×193mm 印 张：9 字 数：176 千字

版 次：2012 年 11 月第 1 版 印 次：2012 年 11 月第 1 次印刷

印 数：1~5000

定 价：25.00 元

产品编号：049655-01

序　　言

凌晓峰教授和杨强教授写了一本非常有意义的书。这本书告诉年轻人，主要是研究生，特别是博士生，应该怎样做研究。书写得很精彩，从研究工作的意义，怎样选题，怎样展开研究，怎样写论文，怎样投稿，怎样撰写学位论文，怎样答辩，直至拿到学位以后怎样继续研究生涯，都有详细的论述，包括很多生动的例子，其中大多还是作者亲身经历的例子。书写得亲切而有说服力，很耐读。我本人一边读，一边就觉得层层收获扑面而来。说是写序，其实是与读者分享我学习本书的一些体会。

掌握研究方法是一切做学问者的大事。想一想我们每个人的成长之路，从踏进小学门槛到戴上博士帽，每个人都经历了几个阶段。每个阶段都有其特点，每个阶段到下一阶段的转换都是一种角色的转换，都可能是一个痛苦的过程。如果不能适应新阶段的特点，就会落伍。小学毕业转入中学，你会发现学习的课程从2~3门骤涨至7~8门。此时小学的“照单全收”方式就不行了，你必须学会“弹钢琴”，协调各门课程的学习时间和重点，才能避免顾此失彼。中学毕业转入大学，你会发现“由老师安排”的学习方式不行了。老师不会把该学的都教给你。老师只挑重点的讲，其余的就要靠你自己去阅读、分析和钻研了。没有自学能力就过不了大学这一关。大学毕业转入研究生，特别是博士生，你又会发现“学习好不等于会做研究”。在这个阶段，创造力是关键。大学时，一门功课考一百分并不意味着你一定会在创造力方面有好的表现。滚滚长江东逝去，浪淘尽无数英雄人物。在从小学生到博士的人生道路上布满荆棘。在小学

是优秀的，到中学不一定优秀；在中学是优秀的，到大学不一定优秀，做研究生更不一定优秀。每一次阶段转换都会有许多人因不适应而被淘汰。读这本书的你很可能是一个幸运者，你已经进入了正规学历的最后阶段——研究生（博士生）阶段。行百里者半九十。你可不要在最后冲刺阶段被淘汰啊。

本书作者特意考证了 *professional* 这个词，用以刻画什么样的人可以成为研究者（在本书的特指意义下是研究生）。该词“描述这样的职业，即要求新成员进行宣誓，声明他们要致力于职业相关的理想和业务活动。所谓研究者，便是以‘研究’为职业生涯，也被人称为学者”。这使我想到了研究生的社会责任。一个人步入研究生阶段，并不意味着他将来一定要终身从事科研事业。他可以从政、从商、从军、从教、从工、从农，干哪一行都行。我们的社会发达了，哪一行都需要具有丰富学识的高智商人才。但是有一点，在研究生期间他一定要认真学习，努力钻研，心无旁骛，培养起比较强的独立科研工作能力。这种能力是在任何行业都能发挥作用的。以为只有将来做科学家的研究生才需要写好毕业论文，这是一种误解。从更一般的观点看，研究生做研究，就像工人务工、农民务农、军人卫国一样，是自己的本职工作，是自己立了誓要做的。我希望每位阅读本书的研究生都能记住：千万不能忘记自己的誓言。这个誓言无须举手，无须朗读，入（研究生）之门时就已成立，而不管你是否承认。

本书作者认为做好研究的关键一步就是选好课题。在这一方面，我非常欣赏凌、杨两位教授提出的棋盘方法。这个方法的要点就是寻找可能的创新点和突破口，该方法非常到位并且行之有效。创新是科研工作的核心和灵魂。寻找创新点就是寻找以前没有人做过，或可能没有人做过的，有成为突破点可能的新理论、新技术。平时我听到这样的话就很难受：“这个问题还没有人研究过，我能做吗？”“这个方法还没有人用过，能行得通吗？”一般我的回答是：

“如果别人都做了，还要你来做什么？”一位湖南老师告诉我说，湖南人的特点之一是敢为天下先。这就是鲁迅先生曾经提倡过“第一个吃螃蟹”的精神。科学界的前辈们正是这样做的，建议我们年轻的研究生都来学习这种精神。

当然，我的上述说法在某种意义上也会有偏颇之处。可以这样质疑：“别人研究过的问题我就不能进一步研究吗？”“别人给出了方法我就不能改进吗？”回答是：“都可以。”太多的人已经或正在用跟踪前人工作的方法作出成果，发表文章，其中还有许多是很优秀的。但是，正如凌、杨两位教授所说，这样的工作往往不是好工作。作者明确指出：“在做研究的过程中，我们要尽量避免明显的推导式扩展，因为这往往只带来微小的提升，这也偏离于我们提出的创新性思考。”“找到一个新的问题去解决它，比找到一个较小的，对已有解决方案的改动，要好得多。”尤其重要的是，最精彩的工作，开创性的工作，很少是依靠跟踪前人研究的方式产生的。又是凌、杨两位教授说的对：“产生新想法，很重要的一方面就要大胆。所谓大胆，我们是指想法完全异于旁人和前人，从某种程度来说，甚至是否定了他人的工作”，历史不是这样告诉我们的吗？非欧几何、伽罗华理论、哥德尔定理不就是这样来的吗？当然，话还要说回来，我们不是完全否定跟踪。就像本书作者强调实验型研究者重新实现已有的成功系统的重要性。我非常赞成。不要以为前人的工作是可以随便否定或随便忽视的。恰恰相反，开创性的工作都是建立在跟踪的基础之上。一般都是先有跟踪，后有创新。只不过我们是提倡为了创新而跟踪，而不是仅仅为了写几篇论文而跟踪。

其实，几乎所有做研究的人都知道创新的重要性，问题只是知不知道如何去创新，有没有能力去做大的创新，以及是否愿意把精力和时间花在创新上（写一篇高质量的论文所花的时间和精力可以用于生产多篇一般水平的论文）。本书强调创新，这非常正常。它重点告诉读者的主要是关于如何创新的经验之谈。使我更为耳目一新的倒是本书强调的另一方面：影响力。恐怕很多谈如何

做研究的作者都会忽视这个问题。这个问题太重要了，而且是带根本性的问题。如果研究成果没有影响力，岂不是只能孤芳自赏了吗？作者完全正确地给出了影响力的定义：“一项有重大影响力的研究工作将会对社会，对人们的生活带来好处。”但是现今社会上往往可以看到另一种标准。不少人认为，影响力主要体现在文章的发表上。发表文章的刊物水平越高，会议档次越高，影响因子越大，那么就说明文章的影响力越大。我们不妨对社会上的这种观点略加评论。实际上，即使是按照这种标准，影响力也有很多种，有一时的影响力，有一世的影响力，还有一个时代的影响力，看你要的是哪一种。如果你是为了生存而做研究（这没有什么不好），比如，为了在一个新单位站住脚，为了不因多年没有成果而被单位淘汰，为了获得最基本的职称提升，等等，那么只要一时的影响力就够了。发一般水平的论文可以产生一时的影响力，这并不丢人，一般水平论文不等于垃圾论文，自有它的作用；如果你是为了要成为知识界的精英而做研究，那么你一定会为一世的影响力而奋斗，于是顶级杂志、高引用率、高影响因子、国家级奖励，等等，一样也不能少，而且多多益善，高高益善；但如果你认为应该像科学界大师级人物那样地对待科学研究，那么你心中憧憬的一定是一整个时代的影响力。这个时候，什么顶级杂志，什么引用率、影响因子、高档次奖励等都已成为你的身外之物，因为你的价值不是靠这些指标来衡量，而是靠你的论文中所含成果的长远价值来衡量。翻看历史，大师们也不是靠在顶级刊物上发表论文而成名的。在不少情况下恰恰相反。不久之前，佩雷尔曼解决庞卡雷猜想的论文仅仅是发到网上的一篇稿子。Petri 网的创始人佩特里的很多重要思想根本没有正式出版，而是发表于本单位的技术报告中。伽罗华理论最早是以手稿形式“发表”的，连技术报告都不是。物理学家费曼首创量子计算机思想的文章发表在一个非常普通的刊物上。而钱学森先生的老师冯·卡门关于控制论的开创性论文竟然被一家（顶级刊物？）所

拒，只能改投普通刊物，才勉强得以发表。而且，并不是每个大师都会像费曼或冯·卡门那样幸运。下决心学习大师的人们要做好终身被冷落的思想准备。但是他的创新思想不会永远被埋没。是金子总会发光的（可见，归根结底还是要用本书作者给出的标准来衡量）。

凌、杨两位教授介绍了选择好题目的四条格雷准则，它们是：有明显益处、描述简单、还不具有明确的解法，以及问题的可拆解性。作者并且补充了第五条准则：要确保研究中数据获取的可靠性以及足够的数量。这些准则都是非常重要的，都是研究生应当认真对待的金玉良言。读到这些论述，不禁使我想起老一辈数学大师华罗庚先生的名言：如果你要证明一个复杂的公式对所有的正整数 k 都成立，你最好不要企图一下子就去证明它。而是先检验它对于 $k = 1, 2, 3$ 时是否成立。检验通过了，再去证明此公式对一般的 k 都成立。我觉得华先生的忠告也可以看成对格雷准则的有益补充。在选择一个科研题目时，不妨优先考虑那些在简单情况下已经有解，而在复杂情况下尚未解决的课题。事实上，我们在计算机科学方面经常遇到类似的情况。如果你设计了一个新的算法，或甚至是一种新的复杂技术，在你动手编程序之前，最好自己先在纸上算一算。我一直持这种观点：人要计算机做的事，人自己首先要（用纸和笔）做一遍。当然，人不能完全像计算机一样一下子就做一个几千遍的循环。但是用简单的数据去循环个 1、2、3 次总可以吧。这本质上就是华老教导的 $k = 1, 2, 3$ 精神。

凌、杨两位教授关于锤子和钉子的论述也非常精彩。的确，每个成功的从事科学研究的人一般都有自己的锤子。在这里我又想起华老。他一生在三大领域作出了重要的贡献：数论、代数和多元复变函数论。每个领域他都有自己的品牌。他的锤子不止一把，其中之一就是矩阵理论。中国人俗话说：“一招鲜，吃遍天。”说的也是要有自己的锤子。每个年轻的读者可以问一问自己：你



有了自己的锤子了吗？接着还可以问：比起使同样锤子的人来，你能使得比别人更出色吗？这就是所谓：“戏法人人会变，各有巧妙不同。”全世界每年都生产大批研究生论文，有许多都是沿袭前人的锤子和钉子，往往是把锤子磨炼一下、打造一下，然而拿出数据来证明经过磨炼和打造的锤子可以敲打更粗的钉子，而不是拿着钉子去找锤子，或者拿着锤子去找钉子。其实，我们在这方面还可以有更开阔的心胸和视野。两位作者已经指出：“学术研究是利用出现的空格子寻找新的研究问题，或者新的解决方法。”可见锤子和钉子的思路是广义的。不一定仅仅因为锤子缺少足够的用武之地而去寻找可供敲打的钉子，也不一定仅仅因为有些钉子太过死硬而去寻找能够制伏它的锤子。每列一锤、每行一钉的棋盘也可以换成行、列皆锤的方法棋盘（工具棋盘）或行、列皆钉的问题棋盘（对象棋盘）。两个以上的锤子结合起来可以形成“多功能锤子”，就像美国的“联合攻击弹药”，可以攻击和消灭顽固的目标。两个以上的钉子结合起来可以形成复杂难解的“老大难问题”，就像一个人生病的并发症，需要多种治疗手段的配合。用“多功能锤子”去求战“老大难问题”，或者是用“老大难问题”去锻造“多功能锤子”，这种填棋盘空格的方式使得任务变得更困难了，但成果也可能会更有意义了。

本书内容非常丰富，这里说的只是自己的一点点学习体会。还有许多精彩的地方我就不能一一推荐了。但愿此书的出版能够帮助我国广大的研究志愿者们更快地进入科学的研究的殿堂，更好地驾驭科学的研究的艺术，为科学事业作出更大的贡献。

陆汝钤

2012年7月30日于北京

致 谢

首先，我们要感谢那些数以千计曾参加过我们研讨会和讲座的同学和研究者！感谢他们在每一次关于如何做研究、如何撰写高质量论文的研讨会上的热情参与和提问，是他们给了我们写这本书的莫大动力。这是事实，因为交织成这些文字离不开他们给予的鼓舞。他们的每一次提问、每一条建议都转化成了这本书的篇篇章节、层时段落，他们孕育了这本书的生命。对于手捧此书的读者朋友，我们也要谢谢你！真心希望能以我们的绵薄之力，激励更多的年轻学者朝着成功的研究事业大步迈进。

凌晓峰教授：此书献给我亲爱的父母凌宗云和曹汝倩。他们是受人尊敬和爱戴的中学老师。他们热爱自己的事业，在各自的岗位上结出了累累硕果。他们给予的启发和指导照亮了我前行的路，筑就了我科研的梦。我将自己 20 多年的科研经验总结于本书，分享给读者。从某种意义上说，这些科研经验都是父母对我的爱护、关怀和教育的结果。本书部分内容写于 2011 年父亲生病住院期间的病榻前，亲爱的父亲，这本书献给您！

杨强教授：此书献给我深爱的父母杨海寿教授和李秀英教授。我的父亲曾是北京大学的一名教授，母亲曾是清华大学的一名教授。他们将所有的时间和精力都献给了自己的事业，直到退休。是父母鼓励我走上科研道路，使我的足迹从天体物理学迈向信息科学。父亲曾说过这样一句话：“学术研究就像是一座花园，那里开满了鲜艳的花朵，等待着你随意地去采摘。”父母为我树立了模范的研究榜样。我将最深的爱和感激献给他们！



感谢很多同事、朋友和学生对此书提出的宝贵意见。深深感谢我们的中文编辑 Skye，将我们的英文版图书翻译成第一版中文版以及所作的深入细致的修改和编译。感谢 Brian Srivastava 在本书初稿中所给予的非常有价值的意见和评语。感谢 Luiz Fernando Capretz、Jimmy Huang、刘欢、Aijun An、Steve Barrett、范伟、Butler、Randy Goebel、Eileen Ni、陈思哲、邝达、Ivy Ling 等，你们的意见使得本书的内容更加丰富。感谢 Adrian Owen、Stephen Sims、C. B. Dean 和 Jiawei Han，谢谢你们的鼓励。还要感谢我们很多已毕业的博士生，尤其是 Victor Sheng 和陈伟柱，由衷地感谢其宝贵建议！

写在前面

在每个人的记忆中一定都有这样的场景，大人摸着我们的头问：“长大后想做什么啊？”我们回答说：“想当一名科学家！”还记得吗？这是我们对理想的最初记忆。是的，科学家在我们心中高大而神圣，赋予了我们追逐理想的勇气。从牛顿到爱因斯坦，再到诺贝尔奖得主，比如理查德·费曼（Richard Feynman）。然而，当我们长大后真正踏上“成为科学家”这条道路后，才发现这并非是一条笔直向前的路，而是一路充满了分岔口，需要我们不断作出各种尝试。虽然有时会失败，但我们应该坚信下一次的成功。现在，从网络上或者书店里也能找到很多标榜着“教你成为出色的研究者和科学家”的文章和书籍，究其内容，大都是有些很分散、有些很空洞，有些甚至存在偏见。到目前为止，尚未有一本专门写给年轻学者、指导他们如何做研究的书。其实，年轻学者所处的阶段恰恰是迈向研究者之路的第一步，也是最重要的一步。我们两位作者希望读者通过阅读本书，能对做研究有新的理解和认识，能在研究的道路上少走些弯路。

上述正是我们著述《科技研究的成功之道》一书的初衷。我们愿和致力于科学工程领域的研究者分享自己 20 多年亲身经历的研究经验和体会。

如果你还是一个孩子，还在苦苦思索以下两个问题：

“什么样的人可称为研究者或科学家？”

“我怎样才能成为一名研究者或科学家？”

我们推荐你阅读第 1 章和第 8 章 8.1 节的内容。



如果你是一名大学本科生，还在为以下两个问题困惑：

“我应该申请硕士或者博士吗？”

“研究生应该达到什么样的期望值？”

那么第1章到第3章最适合你仔细研读。

如果你是一名研究生，我们希望能针对以下几个问题给你答案：

“如何找到适合自己的指导老师？”

“如何为研究和毕业论文选择一个合适的课题？”

“如何撰写并发表高水平的研究文章？如何选择文章发表的会议或者期刊？”

“文章的作者该如何排序？”

“SCI或其他检索的期刊都一样好吗？”

“如何撰写论文并进行论文答辩？”

“获得博士学位之后，我如何找到自己的立足点，成为一名研究者？”

这些问题，请在第1章至第8章中寻找答案。除此之外，如果你还有其他问题，欢迎联系我们，我们将尽可能地为你解答。同时我们也会非常感谢你，因为你的参与，将使本书内容更加丰富。

如果你刚刚成为一名导师，刚刚开始研究事业，下面的问题应该是你亟待解决的：

“如何指导自己的研究生？”

“如何申请研究经费（research grant）？”

“如何才能建立起成功的研究事业？”

“如何把手中的技术转移到实际应用当中去？”

有关答案请见第5章5.6节和第8章。此外，我们也推荐你阅读其他章节，会由此获得如何做研究、如何指导学生的信息。如果你有任何经验想与我们分享，或是有什么建议，请联系我们。



科学和工程领域涉及范围极广，所以要满足研究新手到资深研究者这个广泛的读者群体的需要，确实不容易。我们力图用浅显易懂的语言来解答上述问题。与此同时，为了让读者清楚地了解如何做研究，本书给出了非常详细的讲解。为了使抽象的答案变得形象而具体，我们还设计了大量实例和图表，帮助读者阅读和理解。这也是本书的一大特色。

10多年来，我们名为“如何做研究，如何撰写发表论文”的讲座遍及全球50多所高校以及一些研究机构，该讲座所到之处都异常火爆，到场人数一直呈现势不可挡的趋势，数以百计的学生和教员挤满了演讲大厅，提问环节超时是经常发生的事。我们很珍惜每次参加研讨会的机会，因为在参与的过程中，我们也在不断地提高自己。从某种意义上讲，这本书汇集了相关的点点滴滴，是呈递给读者的一份完整总结。

以下是本书的内容框架。

第1章阐述了本书主旨，研究的本质及成为研究者的基本要素。

第2章讨论了研究的终极目标和从事研究事业的必备条件。

第3章围绕着如何选择合适的导师，如何阅读文献和如何产生研究新点子进行讨论，并提出了在任何研究中都普遍适用的“三步式”原则。

第4章总结了如何评估研究课题的潜在价值，希望借此能够帮助读者为自己选取一个具有高影响力的研究课题，也希望能够成为读者做研究的参考。本章还详细探讨了实验型研究、理论型研究和跨学科研究等不同的研究方法。

第5章总结了如何才能写得一手漂亮文章，并发表于顶级学术会议和期刊。同时，还揭秘了审稿人在审阅文章时的一些想法以及应对审稿人审评意见的技巧。

第6章检视了撰写论文时易犯的错误，并向读者提供了很多有效的改正技巧。

第 7 章讨论如何计划、组织并撰写博士论文，如何进行博士论文答辩。我们提出了“自上而下”和“自下而上”两种典型的方法。

第 8 章向读者描绘了拿到博士学位之后的大学教授工作和生活，帮助年轻读者全面了解所憧憬的科学家的一生。在这一章中还讨论了技术转让等重要话题。

我们两位作者任职于大学教授均已超过 20 年，指导过许多硕士和博士研究生。经我们指导的已毕业博士生中，有些现在就职于美国、加拿大、中国和其他国家的大学；有些在科研院所和一些大公司的研究部门工作，比如谷歌、Facebook、百度、微软、雅虎、IBM 等；有些则正在成功运营着自己的创业公司。

我们在帮助学生确立毕业论文课题、指导学生做研究、发表高质量的论文等方面付出了很多心血。到目前为止，我们和学生已发表了 300 多篇期刊和会议文章。我们一直担任着几个重要学术期刊的主编等工作，如 IEEE^① Transactions on Knowledge and Data Engineering (TKDE) 和 ACM^② Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)。

本书的第一版（英文版）于 2012 年 5 月由美国的 Morgan & Claypool Publishers 出版。之后，我们在把英文版翻译成中文的同时，特别注意到了中国学生和学者所关注的一些问题，进而对各个章节都做了补充。此外，我们还增加了一些新的内容（在目录中以*号标示）：

- 5.10 节：作者的选择和排序
- 5.11 节：关于 SCI、EI 检索
- 6.8 节：中国学者在论文的英文写作方面易犯的错误

关于本书作者更加详细的介绍，请见本书结尾部分。

① IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

② ACM: The Association for Computing Machinery

目 录

第1章 研究的本质	1
1.1 什么是研究？	1
1.2 研究者还是非研究者	3
1.3 研究者的生活	4
1.4 研究者应具有的最重要的技能和能力	8
1.5 以研究为生涯的利与弊	11
1.6 如何成为研究者？	13
1.7 硕士论文与博士论文的区别	14
1.8 如何找到适合自己的导师？	15
1.9 拿到博士学位需要多久？	18
1.10 三类具有代表性的研究生	19
第2章 博士生的终极目标	21
2.1 第一目标：成为最好	21
2.2 第二目标：成为独立的研究者	28
2.3 通往博士（硕士）学位的三个要素	30
2.4 通往博士帽的几个关键阶段	32
2.5 目标之外的那些事	34

第3章 迈出第一步：挖掘新想法，制定总规划	37
3.1 头一年	38
3.2 文献检索	40
3.3 如何阅读学术论文？	42
3.4 发掘新想法	48
3.5 从想法到毕业论文课题	51
3.6 我的博士研究对路吗？	53
3.7 尽早制定毕业论文的蓝图	54
3.8 论文有条，想法有序	56
 第4章 严谨做研究	59
4.1 研究过程概览	59
4.2 格雷准则（Gray's criteria）	63
4.3 棋盘法（The Matrix Method）	71
4.4 展开研究	75
4.5 建立个人品牌	81
4.6 实验型研究和理论型研究	84
4.7 团队协作，跨学科研究	91
 第5章 撰写与发表论文	95
5.1 要么出版，要么出局（Publish or Perish）	96
5.2 发表高质量的论文有那么难吗？	99
5.3 优秀的论文怎么定义？	100
5.4 学术论文写作的基本常识	102

5.5 你、导师和文稿校对者.....	106
5.6 写给导师们：如何高效地提高学生的写作能力？	107
5.7 是投会议还是投期刊？	111
5.8 会议是如何评审论文的？	113
5.9 期刊是如何评审论文的？	117
*5.10 作者的选择和排序	121
*5.11 关于 SCI、EI 检索.....	122
第 6 章 论文写作中的误区和技巧.....	125
6.1 误区一：“我的论文明显很棒啊！”	126
6.2 误区二：“读懂我的论文是你（审稿人）的责任”	129
6.3 10/30 检测法	130
6.4 自上而下的写作方法	132
6.5 创建有层次的文章结构，选择合适的结构标题.....	140
6.6 论文写作技巧	141
6.7 其他误区和错误	152
*6.8 中国学者在论文的英文写作方面易犯的错误.....	154
6.9 总结.....	160
第 7 章 撰写毕业论文与论文答辩.....	163
7.1 论点和博士论文	164
7.2 自上而下还是自下而上？	165
7.3 论文答辩.....	170



第8章 博士之后，路在何方？	175
8.1 某大学教授的一天.....	176
8.2 申请研究经费	181
8.3 技术转让	190
8.4 结束语	195
作者简介.....	197

第 1 章

研究的本质

兴趣是研究的动力，创新是研究的核心，影响力是研究的成绩单，这三者相辅相成，相得益彰，是研究的本质。

将研究以文字的形式表达出来也是一种研究，这是我们两位作者在本书的写作过程中觉察到的。将一件复杂的事物用文字表达出来，尤其是自己熟悉的事物，绝非易事。本章将探讨一些常被问及的基本话题，例如，研究的本质（*basics of research*）是什么？想走进研究者或者科学家的生活并揭开研究的神秘面纱吗？还在考虑自己究竟是不是做研究的这块料吗？或者，你刚刚踏入研究领域，感到焦慮害怕且毫无头绪，请耐心读完这一章，我们相信对这些问题的答案，你将了然于心。

1.1 什么是研究？

在自然科学和工程领域，“研究（research）”广义上可以理解为，通过可重复性的观察和可验证性的结果，能够对人类认识世界作出独创性且具有影响力的贡献。在自然科学领域，研究强调发现新知识，比如新理论、新范例、新方法、新算法、新的仿真技术、新的实验设计等。在工程领域，研究则强调使用新技术、新设计、新过程、新方法、新模型、新的测试手段等解决新的实际问题。虽然研究在这两个领域强调的重点有所不同，但有一点是相同的，那就是必须具备创新性和影响力这两个条件，这也是研究的本质所在。

很多词语，比如“新颖”、“全新”、“原创”、“独创”、“非传统意义”、“革新”和“开创性”等都是在表达着同一个意思，即“创新性”，而创新性就是以前不为人所知，尚未为人所用。从学术研究的角度讲，如果一篇文章被任何一个这种词汇所描述，就表示该文章的研究以前并未发表于任何学术期刊和会议，也未见于书籍、技术报告或者其他媒介，它乃开山之作。创新性的工作也必须具备影响力。一项有重大影响力的研究工作将会为社会和人们的生活带来好处。创新性和影响力这两个基本要素组合在一起才能构成研究，缺一不可。

如何评判创新性和影响力呢？很明显，同样的研究问题，无论以何种形式，只要已经有人发表过的话，那么这项研究工作就要跟“创新性”说永别了。如果所做研究只是在已有工作基础上的简单推导或改进，其创新性也会大打折扣。所谓影响力或重要性就更难评断了。如果一项研究为以后的工作奠定了基础，开辟了一个新方向，这项工作可以冠为非常重要、影响力极大；如果发现了新范例，提出了新算法、新方法，可以解决大范围的新问题，也可以说这项工作很重要，影响力很大；如果一项研究在解决一些重要问题的能力上，较现有方法有很大优势，我们就说这项研究具有足够的影响力。尽管在白纸黑字间游走了这么久，对“影响力”的理解是否还有些模糊？没有关系，俗话说“时间是衡量一切的标准”。的确是这样，一项研究工作的影响力同样需要时间来沉淀：很多会议和期刊专门设有“10年重要论文奖”。评价研究工作的影响力，一种非正式的方法是看有多少研究者以此项工作为基础构建其研究，在未来5到10年甚至更长远的时间内，有多少论文引用了这项工作。也正因为如此，资深研究者会被邀请参与审阅并评价所提交文章的工作的影响力。

第3章到第6章会详细讲述做研究的整个过程。

1.2 研究者还是非研究者

我们现在所谓的“职业生涯（professional career）”早在两千多年前就已经存在了。“专业的（professional）”一词源于拉丁语“professionem”，意思是说进行公开的声明。这一词语后来演变为描述这样的职业，即要求新成员进行宣誓，声明其要致力于职业相关的理想和业务活动。所谓研究者，即以“研究”为职业生涯，人称学者。这本书主要面向那些“准研究者”的读者，特别是自然科学和工程领域的博士研究生。如果你是一名硕士研究生，做研究可能不是日常生活中的主要任务，但我们也推荐你阅读此书，相信这有助于你投递文章及撰写毕业论文。如果你是一名研究新手，比如大学里的年轻导师，希望本书会对你的早期研究生涯提供帮助。现在，职业生涯已经成为一个具有特定内涵的概念。在科学领域，尤其是自然科学领域，研究者又称为科学家；在数学领域，称为数学家；在计算机领域，称为计算机科学家；在生物领域，称为生物学家，等等。大多数研究者任职于大学、科研院所，以及一些公司的研究部门。

一说到研究者和科学家，恐怕很多人的脑海中会立刻浮现出如此典型形象：厚厚的眼镜，灰白的头发或者干脆秃顶，破旧的衣衫，一副永远在思考的表情，言语晦涩难懂，不易接近。反正就是一副“年纪很大的书呆子”模样。读者朋友，是这样的吗？真希望得到的答案是否定的。暂且不去追溯那种典型形象源于哪朝哪代，在这里，我们只想郑重其事地告诉大家，实际生活中，大多数研究者和科学家风趣幽默，兴趣爱好广泛，多才多艺。举个例子说吧，理查德·费曼（Richard Feynman）是一位物理学家，诺贝尔奖获得者。他会打鼓，会画画，也喜欢到酒吧一边喝酒一边做学问。他拍摄电影，环游世界，出版过很多科学书籍，还偷偷破解装有绝密文件的保险箱密码，等等。是不是很不可思议？我们强烈推荐读者阅读他的著作中一本很传奇的书《别闹了，费曼》。

先生》(“Surely You’re Joking, Mr. Feynman!”),此书由诺顿出版公司出版(New York: *W. W. Norton Company*)。就我们所知,大多数研究者和科学家,包括我们两位作者在内,都拥有着跟世人一样多姿多彩的生活。

现在通过例子来说明几类典型的非研究者。销售人员是专业人员,但并不属于研究者范畴。他们在工作中遵循一定的工作流程,类似于工厂工人或银行会计师,创新并不是其职业。所以,销售人员不能算是研究者。在学校里,以上课为主的教师或者讲师通常也不能称为研究者,除非他们为教学开发研制了新技术。解决现实问题的人,比如工程师,如果在工作中作出有创新性且具有较大影响力的贡献,则可称为研究者。医生或牙医属于专业人士,除非他们进行新药物和新的治疗方法的研究,否则不能纳入研究者行列。

生活像一张音乐专辑,我们都以“主打歌”为生,同样也会收录许多其他歌曲。对于研究者,比如说大学教授,除了“研究”这支主打歌外,其他日常工作,如教学、管理研究经费等便构成了生活的非主打歌曲。于非研究者而言,研究可能不会成为主打歌,但有时他们也会搞一些研究。

1.3 研究者的生活

研究者的主要任务当然是研究。我们可以将其日常工作任务总结归纳为以下11项,第8章会以更加生动的方式描述研究者的普通一天。

任务1:探索和构思新的想法(确保研究的创新性)。要确保想法的创新性,研究者必须了解相关研究领域的最新发展,并要为此做大量文献检索工作。第3章详细讨论这一内容。

任务2:将新想法付诸实验,检验其是否具有可行性。如果要证明想法具有可行性,就要做深入严谨的研究工作,对工作进行深入探讨(这也是体现研究的重要性和影响力之所在)。第4章将告诉读者朋友如何严谨地做研究。

任务3：将任务1、2中得到的研究结果撰写成文稿（manuscripts）或者论文，提交给学术期刊、会议、图书出版商或者其他媒介去发表。通常情况下，研究文稿首先要经过同一领域中的其他研究者进行同行评审，以鉴定这项研究工作是否达到了我们前面所说的创新性和影响力的标准，从而决定是否收录。这些进行同行评审的研究者均是所属领域中的资深人士。为公平和公正起见，评审者均为匿名。评审过程往往会很残酷，很多顶级期刊和会议的论文收录率低至10%~20%。这就意味着大多数提交的论文都被拒收了。第5章和第6章将讨论如何写好文稿以提高录用可能性，同时也会向读者讲述一些关于如何评审论文的细节。

任务4：评审来自其他研究者的论文和文稿，评价其创新性和影响力，从而决定是否收录并发表其研究成果。在这一过程中，研究者的身份发生了转变，从研究者变成了任务3中提到的评审者。

任务5：管理学术期刊的运转，组织学术会议。尤其在成为比较资深的研究者之后，这类为组织机构服务的事务会逐渐增多。虽然，从长远看来，这些事务性的工作能够帮助研究者提高知名度，但这些工作非常耗时，并且一般出于自愿（即没有额外报酬）。

任务6：参加学术会议，向大会报告论文，学习最新的研究成果，与其他研究者进行讨论，交换想法。资深研究者会被会议邀请做演讲，这是跟领域内其他研究者很重要的“社交（networking）”机会。对于参加学术会议，我们希望读者朋友不要放过每一次机会，要多跟活跃的研究者交谈，如果能碰到研究中的知己，那么用“听君一席话，胜读十年书”来形容你的收获，一点都不夸张。

任务7：向政府和其他机构申请研究经费，用来支持科研工作的开展和研究生的培养。大部分研究工作是基础性研究，这意味着短时间内没有金钱回

报，因此通常政府和其他机构会投资科研工作，这也是研究工作的主要经费来源。申请经费是一个充满相当激烈竞争的过程。如果对这部分内容感兴趣，请阅读第 8 章。

任务 8：指导研究生尤其是博士研究生的研究，以便他们能在不久的将来成为独立的研究者。我们同时强调两个重点：一是如何成功地完成硕士和博士生的研究和学习，成功地撰写毕业论文，通过论文答辩；二是如何成为一位出色的导师。

任务 9：教授研究生和本科生课程。想一想，一些日后的研究者可能会诞生在你的课堂上，这是一件多么值得自豪的事情啊。

任务 10：为所属院系部门和机构做些行政工作。在大学里，包括院系，教授往往会担任很多委员会的职务，因此常常需要花费时间做些事务性的工作，例如写推荐信等。

任务 11：如前所述，很多研究工作都是基础性研究，研究结果通常发表于公开性媒介，比如 ACM Digital Library^①、IEEE Xplore Digital Library^② 等，其他研究者可自由读取这些刊物，用以服务更深一步的研究。然而，有些研究是面向商业应用的，在这种情况下，研究者可以寻求使用专利或者其他手段来保护自己的知识产权。为此，一些研究者还建立了自己的公司将其研究成果商业化，称为技术转让。关于工业应用和技术转让，我们也有很丰富的经验与读者分享，如果你对这一话题感兴趣的话，请阅读第 8 章。

许多研究者的身份是大学教授。在研究型大学，职称级别依次为助理教授、副教授和正教授。通常情况下，教授的主要工作围绕着上述任务列表中的任务 1、2、3、7、8 和 9 进行。在研究课题和研究方法方面（任务 1 和任

① <http://dl.acm.org/>

② <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/guesthome.jsp?reload=true>

务 2)，大学教授可以自由地选择最感兴趣的课题，前提条件是可以作出创新性和具有影响力的研究成果。经过同行评审，如果获得收录许可，他们也可以自由地在刊物上发表学术观点和成果（任务 3）。对于任务列表中的任务 5 和任务 11 以及其他任务的参与和执行程度，视研究者的不同而有所不同。

另外，也有很多研究者任职于大公司和其他机构的研究部门。很多公司，比如微软、谷歌、IBM、通用、杜邦、华为、波音、美国国家卫生研究院（NIH）、加拿大国家研究委员会等都设有专门的研究部门。这些研究者的主要职责包括：构思新想法，将想法付诸实验进行验证，将研究结果撰写成论文及进行技术转让，这些分别对应于我们提到的 11 项任务中的任务 1、2、3 和 11 这 4 项任务。有时，他们的工作也涉及评审论文、管理学术期刊、组织学术会议和指导研究生，即任务 4、5 和 8。实际上，有很多博士研究生会以实习生的身份在公司做研究。在研究课题的选择方面，他们不如大学教授自由，通常受限于与公司的服务和产品直接相关的研究工作。然而也不尽然，比如在谷歌，有一项称为创意休闲时间（innovation time off）的政策，就允许工程师花 20% 的工作时间干自己想干的事情，而这些事不一定在公司日程上，以此激励更多更广泛的创新。这项政策确实激发出了 Gmail、Google 新闻、Orkut、AdSense 等产品的创意。

博士研究生可以称为“准研究者”，这些人往往是以大学教授为导师开展研究工作，其主要工作是任务列表中的任务 1 到任务 3。通常，他们也会同导师一起参与其他任务，包括任务 8。在低年级博士研究生和硕士研究生进行研究的过程中，高年级博士研究生要起到引导和帮助的作用，这也算是博士研究生额外的“必修课”。经过持续积累，在完成博士学业之后，他们应该有能力利用学到的知识完成列表中的 11 项任务，从而成为一名独立的研究者。有些学科，比如生物和物理，会为研究者提供博士后奖学金（post doctoral

fellowship)，让刚刚拿到博士学位的人有一个进入研究角色的缓冲过程，这是一种介于博士研究生和教授之间的工作，通常为期一年到两年。在做博士后期间，他们会从导师那里学习一些在学生阶段没有机会接触的事情，特别是研究经费的预算和各种研究团队的管理方法。

1.4 研究者应具有的最重要的技能和能力

读者朋友，你是不是和我们两位作者一样在孩童时期着迷于那些数学家和物理学家（比如阿基米德、牛顿、欧拉、高斯和爱因斯坦）的故事，梦想着有一天也能像他们一样成为科学家？时间虽然摸不着看不到，但它总有办法让人留意它的步伐，轻盈的时候像是一阵微风，沉重的时候会在走过的地方烙上清晰的印记，每个脚印都赫然映照着两个字：记忆。就像多年后的今日，我们还能清楚地记得当时烙下的那枚理想印记。

在此讲一个我们当年在中国的故事。那时我们还都是中学生，时值“文化大革命”刚刚结束，经济改革刚刚开始。一天，一则关于“哥德巴赫猜想”的新闻出现在各大报纸、电台、杂志的头版头条。报道称，中国科学家陈景润攻克了世界著名数学难题“哥德巴赫猜想”中的“ $1+2$ ”问题，创造了前所未有的辉煌，他距摘取数论皇冠上的明珠“ $1+1$ ”只差一步之遥。这则消息举世震惊，像一记惊雷震醒了每一位中国青年，因为这标志着中国迎来了“现代科学的春天”。

哥德巴赫猜想，1742年由普鲁士人克里斯蒂安·哥德巴赫提出，可以简单陈述为：任一大于2的偶数，都可表示成两个质数之和。这个猜想正式出现之后，许多数学家对此做了大量研究工作。在陈景润之前，已经有数学家可以证明任何一个充分大的偶数可以表示成两个质数之和，或者一个质数与另一个素因子不超过6个的数之和，简称“ $1+6$ ”。陈景润在他不到50平方米的公寓内

花了 10 多年时间，用 200 多页纸证明了“任何一个充分大的偶数都可以表示成一个质数与另一个素因子不超过 2 个的数之和”，简称“1+2”，这项研究成果距离“数学中的皇冠（证明 1+1）”只有一步之遥。

这则消息带给本书作者之一凌晓峰很大的鼓舞和启发。他费尽周折买了几本数论方面的书（那时连食物都是稀缺资源，读者朋友不难想象为买这几本书究竟费了多大周折，花掉了多少省吃俭用积攒下的零钱），通过几天的阅读和学习试图证明哥德巴赫猜想的“1+1”。他心里清楚，该项证明应该很困难，但他坚信自己具有这种创造力，能想到一种新颖独特且别人想不到的证明方法。一天，他相信这种奇妙的证明方法被他找到了，而且证明过程只需用两页纸。于是，他兴冲冲地跑到父亲面前，把这个伟大的发现告诉了父亲。父亲叫他冷静下来，仔细检查证明的每一步。读者朋友，后来的结果你们应该能够猜到吧。

在凌教授的心里从来没有放弃过证明这个猜想的念头。开始计算机科学的本科学习生涯后，凌教授编写了一个计算机程序来验证长整数的哥德巴赫猜想，希望能找到一个反例来推翻这个猜想。这个反例究竟找没找到呢？这个美好故事的结尾还是留给读者朋友去猜测吧。

“1+1”这一难题目前还没有被证明。根据维基百科的词条，目前利用计算机已经能够验证，在 10 的 14 次方的偶数范围以内，哥德巴赫猜想是成立的。

读者朋友，你也一定有梦想、有热情、有好奇心、有创造力吧？我们相信每个人都有！难道就这简简单单四个词语便构成了成为研究者的必要条件？不要着急，请继续耐心阅读。就像云彩，原本不是实物，移动的影子造就了它，眨眼间便流逝了，一经招惹尘埃，便化雨成露，洒在大地上变成了大自然的恩惠。究竟是什么造就了研究者？我们总结出的几项重要因素如下：

- **激情、专注、热情和兴趣** “我别的什么都不关心，只想着这件事”——只有对研究抱有如此大的兴趣和热情才能日复一日、年复一年专心致志地

- 推进研究的发展。
- **好奇心和创造性** 通用电气前 CEO 杰克·韦尔奇谈到自己追求成功的感想时说：“如果想要弄清楚一件事，我会坐在椅子上，一口气问上一万八千个问题。”他在分析自己时说道：“我不具备什么特别的创造性，只不过发现这种创造性的能力较强而已。”作为研究者，不论在研究工作还是日常生活中，都必须具备一颗好奇心，富有创造性。任何人都能预见到的工作是难有创新性而言的，研究者要把精力投放在前人未曾涉足的世界。
 - **批判性和独立性的思考** 哲学家胡塞尔（Edmund Husserl）说过：面对自己不曾遭遇的事物时，应该先停止用过去的价值观和知识做判断，而以怀疑的精神与其对峙。研究者必须能从传统的思考中解放出来，必须带有批判性和独立性的精神去思考（比如，有什么不合理的地方？如何做到更好？）。
 - **冒险精神** 不可能所有的想法都会让你尝到成功的甜头，有时有的想法行不通，有时有的想法已被他人发表。不要因为这些情况而轻言放弃，这些并不可怕，最可怕的是迈不出尝试的那一步。在科学的研究中，真正重要的是，要具备敢于尝试、敢于冒险的精神。
 - **较强的学习能力和分析问题，解决问题的能力** 每一个研究者都不会认为自己的本领是绝对的，他们时刻都在学习新知识和新技术，秉承着活到老、学到老的理念。除此之外，要具备较强的数学基础和逻辑推理能力，分析问题、解决问题的能力（这些均可通过后天的学习获得），这样才能分析、实现、检验新想法（严谨的研究需要这些能力）。
 - **勤奋** 要想使事业成功，必须极为勤奋。正如耐克公司创始人菲尔·奈特（Phil Knight）所说的，“即使是想开餐馆，如果没有每天在厨房工作 23 个

小时的思想准备，那么还是放弃为好”。作为研究者必须集中精力，深入思考，能看透新问题的本质。他们每天工作超过 8 小时，每周工作超过 40 小时。他们可能会花费数月甚至数年，方能作出一些突破性的研究。

- **表达和沟通能力** 研究者必须具备良好的表述能力才能把研究成果撰写成文稿和论文。他们必须是很会“讲故事”的人，能抓住读者的心：了解他们的听众（读者），能够让别人相信他们的故事（接收他们的论文）。他们还必须能够在学术会议上条理地讲述论文中的想法，以令人信服。大学教授通常需要教授课程，因此他们必须是出色的教师，并热爱教学。

以上所述是研究者应该具备的首要条件，当然还有其他一些重要条件，我们没有一一枚举。回到本章开始的第二个问题：自己究竟是不是做研究的这块料？结合以上条件，对比自己的性格特点和自身优势，也许你会觉得要求太高。不过不用担心，大部分要求的能力和技能都能通过后天的学习而获得，而且无论从何时开始练习都能取得很好的效果。再者说，在我们提到的这些能力中，你可以扬长避短。举例来说，如果你不太擅长数学，那么可以选择偏应用型的研究课题。

1.5 以研究为生涯的利与弊

本节从研究生涯的“利”开始谈起吧。以下皆为作者的观点。

- **较高的事业满意度** 就工作内容而言，研究者可以完全依照自己的兴趣选择研究方向，这一点，相较其他职业显得自由多了。大学教授的工作时间很灵活，和学生一样享有假期。通常利用假期，他们可以专注于研究工作，参加学术会议，进行一些研究访问等。当研究者的工作有了新突破、并被同行认可、能够有益于他人时，会获得很高的满足感。

- 受保护的研究环境 研究者，尤其是大学教授，其职业比较稳定，而且受到保护。一般其教职与收入不会受到经济动荡和政治局势的影响。为了倡导学术自由，让研究者有足够的时间创造出高影响力的研究成果，多数大学设有终身聘用制，即使研究者持有与众不同的学术观点，或在某一年没能发表足够数量的论文，学校也不能轻易对其“炒鱿鱼”。本来嘛，发表少量高影响力论文要比发表很多没有影响力的论文好很多。
- 相对来说不错而稳定的收入 研究者一般拥有博士学位，起薪会比硕士或者本科学历的人高很多。除此之外，研究者的工资相对稳定，不论在某一年内他们对于前述任务列表中第一项到第十项任务完成的多或者少，都不存在“奖金”或者“罚款”的问题。这应该算是研究者的“利”吧？至少我们是这么认为的。这一点与销售人员不同，销售人员卖掉的产品越多赚到的钱就越多，而研究者的收入基本是稳定不变的。对于大学教授而言，如果他们同时担任其他咨询类或者商业性的工作，也可以有额外收入。
- 受到社会的尊敬 1999 年《人物志》评选出了近千年（从 1000 年到 2000 年）最具影响力的人物。前 10 位中有 5 位科学家，分别是伽利略（第 10 名），哥白尼（第 9 名），爱因斯坦（第 8 名），达尔文（第 4 名）和牛顿（第 2 名）。这些人受到人们的高度尊敬，他们也是年轻研究者的“终极偶像”。除此之外，从诺贝尔奖获得者到图灵奖得主（计算机学科的最高奖项），再到约翰·弗里茨奖章获得者（工程领域的最高荣誉），全都是颁发给研究者的，以奖励他们为科研事业作出的贡献。

上述之“利”是否对你很有吸引力呢？下面谈谈“弊”，这纯属作者的个人观点。

- 研究者通常每天工作超过 8 小时，每周超过 40 小时，因为不这样，就很难保证持久的竞争力。面对上述 11 项任务，研究者所承受的工作量相当



之大。但是，大部分研究者都是高效人士，都是管理时间的高手。再说研究是一项事业，而不仅仅是谋生的“工作”。研究者往往对研究问题具有强烈的好奇心，很享受做研究的过程。当研究取得突破时，会倍感欣慰。

- 漫长的“热身时间”。要成为研究者，一般需要拥有学士学位、硕士学位和博士学位。有时，在获得更稳定的研究职位之前，还要花费几年时间从事博士后的工作。但是，博士研究生和博士后已然算是半个研究者，或者“准研究者”了，这期间会有相应的收入。所以坚定的信念和执著的精神是研究者最根本的支柱。
- 相对较窄的职业选择范围。有时候受制于经费的状况，大学里提供的博士后和教授的职位，以及公司中提供给研究者的职位数量有限。另外，近几十年来，博士研究生的数量不断增加，因此，教授和研究者的职位竞争变得异常激烈。除此之外，如果博士研究生去应聘硕士研究生或者本科生的工作，未免有些大材小用。不过，经济状况常常存在循环周期，有些年，教授的职位会稍微少一些，而有些年教授的职位则相对较多，公司的研究机构也是一样。对于研究者来说也有很多其他职业选择，比如选择创业。在你选择研究课题时，就要考虑未来的工作打算，比如是当大学教授呢？还是做公司的研究者？至于如何选择研究课题，将在第3章详细讲述。

1.6 如何成为研究者？

多数研究者的研究事业始于攻读博士期间。想要成功申请博士学位，需要有相同或者相关领域的硕士或者学士学位。如果你在同一个导师指导下修读硕士和博士，那么你的整体学习时间可能会比其他由不同的导师分别指导各阶段学习的同学短一些。

1.7 硕士论文与博士论文的区别

首先想说明一点，很多大学不要求所有的硕士学生都撰写硕士论文，有些硕士研究生只需达到学分要求便可拿到硕士学位。但是，如果你想尝尝做研究的滋味，或者想继续攻读博士，那么就请把“论文选项”设为必选吧。

我们也试图在硕士论文和博士论文之间找到分界线，以区分二者的不同。但后来发现这条线真的很难找。不过有一点可以非常肯定，篇幅的长短绝对不是区分的依据！有人说最短的博士论文只有 14 页，最长的有 1000 多页！不论硕士论文还是博士论文，都要求创新性和影响力，但博士论文的要求会高很多。有时论文审阅人相互之间也会对评审的论文究竟应该属于哪个类别进行讨论和辩论。

我们提出一种比较直接的区分方法：博士论文的工作可以看做多篇学术论文的集合体，当然这些论文的研究主题应该是一致的。这些论文可以发表或者已经发表于顶级期刊或者会议，而硕士论文的工作仅仅可看做一篇论文，这篇论文能够发表或者已经发表于具有中等影响力的期刊或者会议。

对于硕士论文和博士论文，我们还总结出以下几点明显的不同：

- 硕士论文可以借用现有的方法解决新问题或应用到新领域；博士论文通常要提出创新性的理论、新方法和新应用。
- 硕士论文可以在现有工作的基础上做些改进或推导；博士论文要在领域内提出崭新的研究问题，作出更大、更深远的贡献。
- 硕士论文可以对许多现有工作进行归纳总结，进行理论或者实验比较；博士论文必须有新方法，并且要在理论上或者实验上有实质性的突破，并超过现有的、包括其他权威的研究成果。
- 硕士论文可以报告负面结果，即使这些结果产生于合理的方法。不过这类硕士论文必须对负面结果进行仔细分析（为何结果不成立，为何与预期相

反); 博士论文不能只有负面结果, 一般来说, 博士论文一定要有创新性的正面结果。

- 拿到硕士学位的学生一般还尚未成为一名独立的研究者, 他们的工作一般不是全职研究; 而获得博士学位的学生应该能够成为一名独立的研究者, 可以直接应聘大学教授职位。

再一次强调, 我们无法像中国象棋一样, 在硕士论文和博士论文之间清清楚楚地划出一道“楚河汉界”, 让其色分黑红。二者的区分在不同的领域、学科、大学和国家均有所不同, 这就决定了对这两种论文区别的不同看法。

虽然本书的初衷是面向科学工程领域的博士研究生, 但如果你是一名硕士研究生, 请不要因此而放下这本书, 让它去桌角累积灰尘。因为书中几乎所有内容对硕士研究生的学习也是非常有帮助的, 希望你能够认真阅读, 领会这些要点。

1.8 如何找到适合自己的导师?

不同的院系和大学对于分配研究生的方法有所不同。选择一位合适的导师对于博士阶段的学习有着非常重要的影响。导师与学生的关系犹如乐队指挥和团员的关系。乐队指挥了解团员的技能, 能够引导团员达到最佳演出效果。团员理解指挥所描述的乐曲, 可以配合指挥演奏出动人的音乐。他们共同的目的是想要在接下来的 3 年到 5 年时间里“演奏出最佳效果(在研究中取得创新性和影响力的成果)”。虽然选择导师对于硕士生的影响不及博士生那么大, 但是也不能忽略“合拍”这个问题, 因为他们至少也要一起合作 1 年到 2 年。如果与导师没有良好的合作关系, 则难免出现分歧、矛盾、关系紧张或冲突等情况。要是不想让这类事情发生在自己身上, 希望你能够提起十二万分的精神去琢磨研究下述内容。

通常选择导师时，有以下几点需考虑的因素：

- **研究领域和研究兴趣** 选择导师的第一要素是考究你和导师的研究领域和研究兴趣是否一致。在互联网时代，教授的个人资料、研究领域和论文发表情况均会清楚地展示在个人主页上，建议花些时间仔细阅读你感兴趣的老师的研究工作，读读他们之前写过的文章。你也可以直接给这些老师发邮件，提一些关于他们的研究工作的问题，并询问他们是否愿意做你的指导老师。你应该在申请材料里注明感兴趣的研究方向和指导老师。如果老师同意做你的指导老师，而你又满足他们学校的基本入学要求的话，那么你申请博士成功的概率以及被分配给这个导师的概率将会大大增加。一些院系把选择导师安排在学生入学一年后进行，这无疑给了你充分的考虑和权衡时间，在这期间你可以选择不同教授的课程，与其交谈，以便更加了解这些老师及其研究工作，这对你选择导师有很大的帮助作用。
- **指导理念和风格** 这几乎是和研究兴趣同等重要的一个因素。我们可以将这一因素看成一个二维的坐标点，横轴代表导师给予的压力，纵轴代表导师的引导程度。有些教授对学生的要求非常严格，如果你是那种在压力中爆发的人，这种教授当然是你的不二选择。相反，有些教授会给予学生很大的自由，如果你不希望有过多的束缚，愿意按照自己的节奏前行，那么选择这类教授就更合适。就纵轴而言，有些教授会给予学生很多指导，比如研究问题的选择，如何写论文；而有些教授更愿意让学生自己做决定，这种情况下你需要自己斟酌很多事情，包括论文的课题等。老师的指导理念和风格究竟与你的性格和工作习惯是否合拍？你必须在确定导师之前就这个问题给自己一个明确答案。如果以上解释对你来说还不够清晰明了，请看图 1.1，结合对老师的了解，想一想他会处于坐标中哪一象限呢？这一

象限是不是你理想中的导师应居的位置呢？至此，该如何选择导师，已无须赘述。

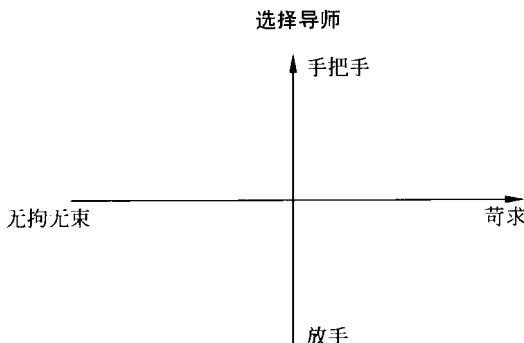


图 1.1 指导风格的二维坐标图

- **经费情况** 这是一个非常实际的因素。虽然博士生的补助达不到餐餐“山珍海味”的程度，但起码足以使你生活得健健康康，使你不必“白天愁论文，晚上愁生存”。有些教授的研究经费可能超出常规需要的年限（而很多大学的经费只能延续四年）。如果你的论文被收录，一些教授还可以资助你参加会议，而另一些教授可能因为经费有限就不一定能提供这样的机会了。
- **学术界和工业界的人际网络** 我们在网络中诞生，在网络中生存。所谓学术社会网络（academic social network），是由各种因素错综复杂地交织在一起的、互相影响、互相促进的有机体集合。正所谓，物以类聚，人以群分。当你进入研究生的学习阶段甚至开始你的研究事业时，会更加深切地体会到“网络”带给你的帮助。加入导师的研究小组时你便进入了一个社会网络，这一网络中的节点包括导师以前的学生、顾问，现在的同僚、朋友、学生。这些人会对你以后的研究工作起到不可小觑的作用。这意味

着，不论在攻读博士阶段还是在获得博士学位之后，你都可以跟他们讨论你的新想法、新计划以及工作的机会。你还可以利用他们的网络来拓宽你的交流和寻求更多的工作机会。

- **老师在学术上的表现** 对感兴趣的老师做些“背景调查”，了解他们在各自的研究领域所处的学术地位，这一点极其重要。现在，这种“调查工作”做起来很容易。第一种方法是查看论文发表以及被引用的情况，这些信息通过谷歌学术搜索（Google Scholar）可以清楚地了解到；第二种方法是就你关心的问题直接询问这些老师以前或者现在的学生；第三种方法是阅读这些老师指导的研究生所发表的论文。

1.9 拿到博士学位需要多久？

经常有同学问起：“需要多长时间我才能博士毕业呢？”

从我们的角度讲，这些同学问错问题了。为什么这么说呢？给出原因之前，我们必须弄清楚一件事：博士学位意味着什么？（第2章关于博士研究的目标等内容中有详细介绍）。要知道，我们所处的学术空间没有既定的道路，没有边界，每位研究者都在尽量向远处划定自己的势力范围。让人头疼的是，我们无法用眼睛看清“新的学术空间”在哪里。获得博士学位意味着，你要能看到新领域的萌芽并捕捉到研究发展的良机，具备洞察难以发现之物的能力，也就是“先知先觉能力”必不可少。能够发现新问题，并且能够使用新的方法去解决。获得博士学位还意味着，你能够凭借专门知识和技能在所属研究领域发挥一定的引领作用。简单地说，就是能成为所在领域的专家。“专家”是一个听起来漂亮悦耳的词汇，现在大家使用得越来越频繁了。我们在此该怎么定义“专家”呢？这里有一个比较实际的衡量标准，就是当你去参加会议或者研讨会（workshop）时，看看是否有人在寻找你，想找你讨论问题。这是因为参

参加会议时，人们总是想找一流的专家讨论交流。如果你碰到了这种情况，那么恭喜你已经具备博士毕业的资格了，因为你已经称得上是所在研究领域的专家了。还有一种衡量方法，如果你发现自己的工作开始被同行所引用，恭喜你，这也是一个好兆头，准备毕业吧，准备被人称做博士吧！

卖了这么长的关子，读者朋友，对于前述问题（多久才能博士毕业？）你是不是已经有了答案？没错，对这个问题的有效回答正取决于你自身的努力。与大学本科学习不同，博士研究生没有固定学时，短到 3 年，长至 10 年，完全取决于你如何高效地完成前述任务列表中的前三项任务，如何选择博士研究课题，以及与导师的合作情况。对于所有这些问题，本书均有详细解答，希望能够帮助你在较短的时间内获得博士学位。实际上，我们指导的大多数博士研究生一般都能用 3 年到 5 年时间顺利获得博士学位。

1.10 三类具有代表性的研究生

我们将使用三个虚构的博士研究生的例子进行具体讲解，并贯穿整全书。用他们代表博士研究生的三种典型类型，以我们两位作者曾经指导过的学生为蓝本，希望通过引入这三种典型的博士研究生的例子，使读者加深对本书内容的理解和消化。

博士研究生 A，善于学术研究，计划毕业后到美国或者加拿大的大学做教授。他在一流会议和期刊上发表了多篇论文，并用 4 年时间获得了博士学位。博士毕业后，为了加深研究，他做了两年的博士后工作。目前，他是美国一所大学的助理教授。后面会介绍他是如何开始研究，如何在尝试了多个研究课题之后确定了博士研究课题，如何做研究和如何发表论文的。

博士研究生 B，善于实验性研究，计划毕业后到公司的研究部门工作。他发表了多篇与博士研究课题相关的论文。更重要的是，他参加了一个基于大规

模真实数据的国际知名竞赛，并取得了非常好的成绩。毕业后，他到了硅谷的一家大型网络公司任职研究员。

博士研究生 C，擅长工程和工业应用，以及将创意商业化。其研究偏向应用，他的目标是日后构建一些新的、有用的系统，以便商业化自己的创意。他开发了一套新系统，对于当前的商业模式来说，这套系统有着非常大的价值。因此，他为此成功申请了专利。他的这项技术还登了报。当然，他也发表了多篇应用型的研究文章。博士毕业之后他开创了自己的公司，并取得成功。

我们真心希望通过这些真实的范例，能带给读者生动而具体的解释，帮助读者理解、消化本书内容。希望读者不要囫囵吞枣地阅读我们的文字，一定要用自己的头脑去思考。本书分别使用学生 A、学生 B、学生 C 来代表博士研究生的三种典型类型。同时，这三种类型的学生也代表博士研究生三种不同的研究方法：学生 A 属于学术和基础性研究类型，学生 B 代表实验性研究类型，学生 C 则是应用方向和创业类型的代表。后续内容中将使用学生 A1、学生 A2、学生 B1 等来描述不同类型的博士研究生的具体实例。不同的阿拉伯数字表示所要强调的重点不同。在本书中，学生 A1、学生 A2 就是学生 A 的两个具体实例，但他们具有不同的特点。

第 2 章

博士生的终极目标

在讨论如何成功地获得博士学位之前，请允许我们卖个关子，先来谈谈博士生的终极目标。为什么呢？读者朋友，请认真想一想，博士毕业时你想得到什么样的评价？是想让别人赞叹在攻读博士学位这段时间你所取得的成就以及为学术界带来的贡献，还是想听别人评价说“博士白读了”？请大致记下你的想法，“以终为始”的习惯能够帮助你洞察全景，从而步步为营，最有效地达到自己的终极目标。

2.1 第一目标：成为最好

“不想当将军的士兵不是好士兵！”这句话换到科研领域就是我们这里讲的博士的第一目标：成为最好！当你完成博士论文时，站在创新性和影响力的角度，你的研究工作，应该成为领域内（论文题目所涉及的）新的风向标，而你也应该跻身于专家行列。

下面将围绕着一幅简明的二维坐标图展开，参见图 2.1，图中横轴代表某一科研领域，比如人工智能（artificial intelligence）、水净化（water purification）等，纵轴表示该领域内的专业知识水准。坐标内的水平线表示当前该领域内研究工作的最高水平，也可以说是研究的最前沿。现在假设你将在 4 年内拿到博士学位，在该图中，用 4 条曲线描绘出你每年应该积累的专业知识水平。不要小看这幅简单的图，我们将解释蕴涵其中的深层含义。



当博士研究生涯接近尾声（博士第3年和第4年）时，你的研究工作应该高于当前的最高水准（这时，你的研究工作应该被视为最高水准）。在学术研究的世界里，一切以“创新性”和“影响力”为衡量标准。在图2.1中如何体现呢？创新性是你的专业知识曲线高出当前最高水准的部分，而影响力则根据在横轴上的跨度（从左到右的区间）来衡量。通过博士阶段的研究学习，你应该确立自己在某一领域的立足点和拥有者。换言之，你的研究工作要像一道光，普照到这一领域的每一个角落，能让每一位研究者都能切实感受到这光芒带来的影响。如何证明你做到了这一点呢？唯一的指标就是你的成就。比如，在顶级会议和期刊上发表高质量的论文（见第5章和第6章），成功撰写并通过博士论文答辩（不得不说这是个会让你十分紧张的过程，详见第7章）。

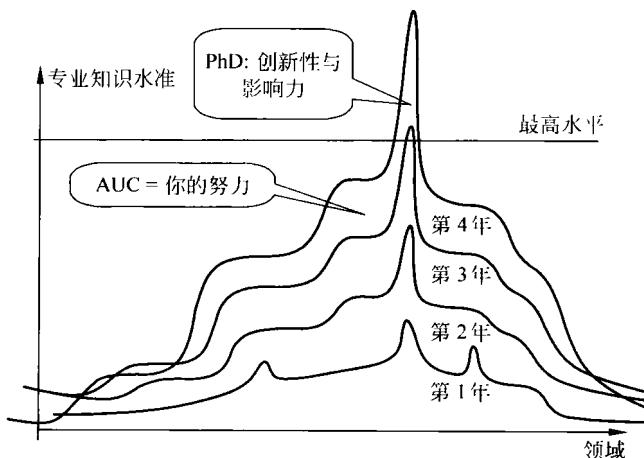


图2.1 4年博士学习的知识积累过程

用三位博士生的例子来说，博士生A1的研究方向是机器学习（machine learning），属于人工智能的一个子领域。他4年拿到博士学位，在这期间发表了10多篇顶级期刊和会议论文。博士生B1在4年内发表了5篇顶级期刊和会

议论文，并成功地将论文中的想法付诸实际应用，构建了一套完整的实用系统。而博士生 C1 发表了 3 篇顶级会议论文，成功申请了一项专利。毕业后，他借助风险投资公司的投资开始创业。可以说，这三位博士生都已经在各自的领域找到了立足点。希望你也能够在研究道路上，早日找到自己的立足点。

在博士研究的起始阶段（比如第一年），你可以去探究各种感兴趣的研究课题（如图 2.1 所示，第一年的专业知识曲线中出现的几个小峰值），但应该尽快将精力集中于一个研究课题，然后对此课题进行深入研究。举例来说，这一研究课题可以是考虑数据获取的代价敏感学习（cost-sensitive learning with data acquisition，机器学习的一个研究领域，也是博士研究生 A1 的研究课题），可以是博士研究生 B1 的研究课题，主动学习（active-learning）和用户界面设计（计算机科学的另一领域），还可以是研究如何借助大众智慧（crowdsourcing）解决某些机器无法解决的问题的新方法（计算机和社会科学的一个研究领域，主要借助大众智慧来帮助解决一些比较困难的研究问题，比如语言翻译等），并将这种方法转化成规范的商业模型。这也是博士研究生 C1 的研究方向。第 3 章和第 4 章将详细讨论如何选择博士的研究课题。

通过 4 年的博士研究学习，你的目标是最大限度地提高自己的专业知识水平。如图 2.1 所示，曲线越高代表你的专业水准越高。曲线下面积（AUC）是指每条曲线与横轴之间的区域，这一区域的大小由你的努力程度决定。付出的努力越多，面积就会越大。这一区域的大小应该随着博士阶段的研究学习而逐年递增。如果你并没有付出很多努力，那么想要超过当前的最高水准是不太可能的。正所谓，业精于勤。还记得吗？我们在第 1 章强调过，研究者必须具备勤奋这一条件。

对于研究者来说，没有必要对于某一领域内的所有研究课题都了如指掌，这也不太实际。但是，与你的博士研究课题相关的领域，就要对其做到洞若观

火。图 2.1 中的专业知识曲线的形状代表的就是这一层含义。更具体一点，博士研究生 A1 的研究课题是代价敏感学习，是有监督学习的一种。我们可以要求，博士生 A1 在有监督学习方面具有相当的专业知识积累。但是对于无监督学习，则不要求同样的专业程度。

如果你是硕士研究生，一般来说，硕士研究生只需两年到三年时间即可完成学业。这与博士研究生的前两年学习大致相同，但不同的地方在于以下两点：

在硕士研究生的第一年，你很少有时间和机会去深入探究多个研究课题，因为上课和考试已足以让你抓狂了，等到学分修满，你就可以和导师一起确定一个研究课题。然后在第二年，针对这一研究课题，你要作出些研究成果（你的硕士论文）。图 2.2(a) 描述的就是这一情况。

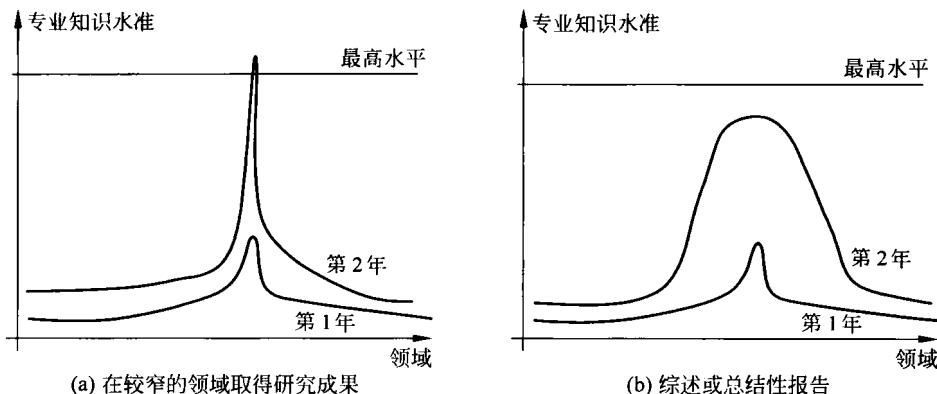


图 2.2 两年硕士学习时间的知识积累过程

硕士研究生的毕业论文也可以是对几个相关课题作出的比较性研究，或者是针对近期的一个课题写一篇总结性报告，对某个或者多个研究领域提出新的见解。图 2.2(b) 描述的就是上述情况。第 1 章曾讨论过硕士论文和博士论文的区别，读者朋友不妨回顾一下。

我们这里讨论的第一目标是成为最好，但该目标并不是那么容易达到的。有很多情况下，博士研究生可能把这一目标丢到了脑后；还有很多情况下，博士研究生会迷失在“精彩纷呈”的研究课题中，而始终找不到专注点；也有些情况下，博士学位的获得需要花费更长的时间。下面来和读者讨论一些常见的博士研究生在做研究时容易犯的错误。

第一种情况，我们称做“课题游击战”。许多博士研究生花很多时间去探究不同的研究课题，付出了很大努力（曲线下面积很大），但不足之处在于，没有集中精力专注于某一项课题的研究，始终无法确定研究的重心。以学乐器作比喻，我们首先要想清楚是要学萨克斯还是小提琴，或是吉他。如果从事铁路事业，则必须想清楚，是想铺设铁轨还是想运送货物控制物流。回到讨论的话题，如果将精力分散于多个课题的探究，最终会导致对每个课题的研究都不能取得显著性的成就。本质上，这么做等同于完成了 n 篇硕士论文。然而， n 篇硕士论文的集合却不等于一篇博士论文。如图2.3所示，曲线虽然出现了几个峰值，但是没有一个峰值能够超过当前最高水准，这就是“课题游击战”带来的不良后果。正确的做法是，首先要把研究的核心限定在一个足够狭窄的范围内，然后向纵深发展。

另外一种情况，可算是“课题游击战”的升级版本，我们称之为“学术三脚猫”。在博士研究阶段，这类同学探究了很多不同的研究课题，作出了一些小小的成就，针对这些研究课题也发表了一些研究成果。这时就会存在一些问题，这些“三脚猫”式的研究成果（也足以成就几篇硕士论文了）完全不足以使得他们在任何一个研究课题下找到立足点。换言之，这些“三脚猫”式的研究成果终将淹没在海洋中，没有人会注意到这些工作，更谈不上成为某个领域的风向标。这样带来的后果是，这些同学的博士论文会变成几个不同课题的大杂烩，缺乏一致性会造成可能无法通过论文答辩的后果。图2.4描述的就是这一情况。

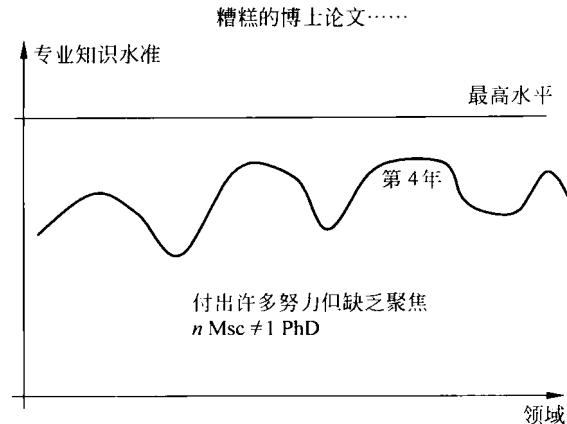


图 2.3 博士学习的误区：涉足多个领域

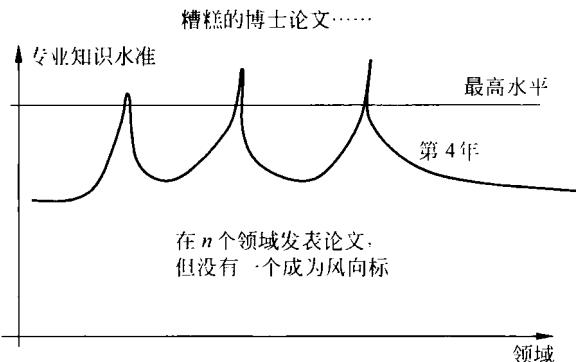


图 2.4 博士研究的误区：涉足多个领域，每个领域内发表的文章都不足以达到“领域风向标”的水平

古语云：“术业有专攻。”这里再次强调，你的努力和付出应该有一个专注点，不可将精力分散于过多的研究课题，应从众多研究课题中选出能够满足成功的必要和充分条件的一个，并付诸行动，这是非常必要的。与其发表三篇关于三个不同课题的论文，不如发表三篇关于相同课题的论文，使得在独创性和

重要性方面的成就更高一筹（见图 2.1）。当博士学习接近尾声时，要像我们所比喻的，你应该像一道光一样普照到某一领域，成为这一领域内风向标式的人物，让人们向你咨询建议，邀请你评审相关论文等。

毋庸置疑，本书的读者群中一定有一些非常优秀的博士研究生确实能够同时“普照”多个研究领域，但以我们多年的经验来看，这些同学最终的博士论文课题通常只涉及其中之一。博士论文应该具有一致性，专注于一项研究课题。举例来说，博士研究生 A1 在早期对协同训练（co-training）的研究很感兴趣，发表了几篇顶级会议论文。后来他发现如果把协同训练作为博士论文的课题，并不是件容易的工作。几次“头脑风暴（brainstorm）”会议后（见第 3 章），他把研究方向转向了基于数据获取的代价敏感学习。这一方向的研究工作很少，但却是很重要的一个新领域。他付出了很多努力，在接下来的两年半时间内发表了多篇顶级会议论文。当 4 年博士生涯结束时，他成功地通过了博士答辩，他的博士课题是基于数据获取的代价敏感学习，完全没有包括任何早期的有关协同训练的研究工作。

获得博士学位之后，如果你成为大学教授，这时可以建立多个研究方向。但对于一位博士研究生来说，在通常情况下，不太可能在 3 年到 5 年时间内在多个领域均有建树。

还有一种情况，有些博士研究生喜欢“抄近路”，想找一些不用太多付出（曲线下面积很小）就能取得很大成就的研究课题。图 2.5 描绘了这种现象。这种情况之一就是，你只是扩展了导师（或者导师已毕业的博士生）的研究工作。但是这样一来，你并没有学到如何成为独立的研究者（见 2.2 节），你对学术界的贡献只是像一滴水之于海洋。如果想要成为风向标，人们更期望看到的是“一石激起千层浪”的壮观景象。因此，图 2.5 所描述的几近“免费的午餐”那种事只可能出现在梦中。《真心英雄》这首歌感染了很多人，其中一句

歌词写得很好，在此与读者朋友共勉，“不经历风雨，怎么见彩虹，没有人能够随随便便成功”。

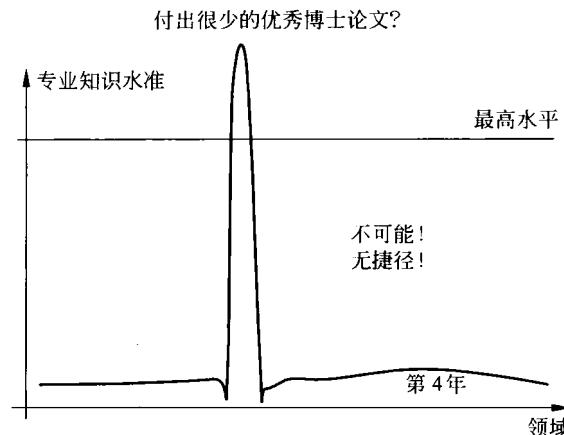


图 2.5 博士学习中罕见的特例

对于哪些研究课题可以作为博士的研究方向，你的导师应该会有比较敏锐的洞察力。在课题选择方面，建议读者不妨多找导师讨论。但是，你的热情、兴趣和基本功在课题选择上也担任着重要的角色，详见第 3 章和第 4 章。

2.2 第二目标：成为独立的研究者

作为博士研究生，“独立研究”应该是谨记在心的第二目标。还记得第 1 章讨论的 11 条任务吗？你只有成为一名独立的研究者，才能出色地独立地完成这些任务，尤其是前面三项任务（探索、挖掘新的想法，严谨做研究，撰写、发表顶级论文）。之所以在这里强调独立，是因为你在获得博士学位以后，有可能就职于研究型大学，突然之间，你没有导师可以依赖了，必须靠自己完成这些任务。这跟人类的成长阶段相同，幼年时期完全仰赖他人，根据长辈的引导

与养育而成长。但随着时间的流逝，会日渐独立。生理、心理、经济能力等方面开始不断成长，直到完全独立。独立的意义，除了独立做事外，还意味着独立思考。在研究方面，你要具备对研究事业的构思能力，要有自己的学术观点，并且要用自己的研究工作来论证、支持自己的观点。

在这里，可以用一条曲线来表示“成为独立的研究者”这一学习过程，如图 2.6 所示。横轴代表博士研究学习的整个阶段，纵轴表示独立程度。如果这条曲线呈线性增长趋势，那就说明你做得不错，但还有很大提升空间；如果曲线呈指数级增长，那就说明你相当出色了。

第 1 章曾讨论过研究者必备的技能和能力，尽快发展这些能力就是“成为独立研究者”的先决条件。

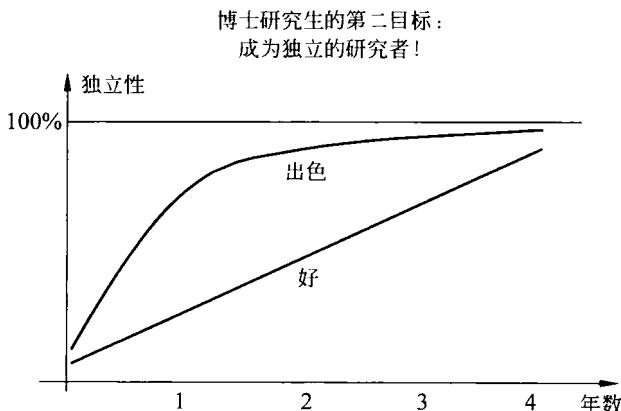


图 2.6 博士生独立性曲线

回顾第 1 章谈到的将贯穿全书的三名博士生的例子，他们在博士研究生阶段很快就学会了如何成为一名独立的研究者。具体而言，在博士研究生的前两年，我们每周甚至每天都会跟他们详细讨论新想法、新方法和实验上的设计。



花了很多的工夫指导他们写论文（见第5章）。到了博士研究生的后半段，我们基本上每周或者任何有需要时会在一起讨论想法、方法和实验。这时的讨论通常不再深入每个细节，他们已经完全能够自己去完善想法，设计、改进实验，撰写论文了。与此同时，他们还学会了评审论文，撰写经费申请资料。有些还能给学生上课，帮助导师指导硕士研究生。读者朋友，随着你的研究不断深入，相信你的思想会日益清明，相随心转，定有面目一新的感觉。

2.3 通往博士（硕士）学位的三个要素

如第1章所讨论的，作为博士研究生，主要的研究工作围绕着以下三项任务：探索、挖掘新的想法，严谨做研究，撰写、发表顶级论文。这三项任务并不是严格按照先“探索、挖掘新的想法”，再“严谨做研究”，最后“撰写、发表顶级论文”的顺序一次进行和完成，而是一个多层迭代和循环的过程，如1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3, …，最终走向博士论文答辩！每项任务，如“撰写、发表顶级论文”，也并非一蹴而就，而是必须几经修改，方可定案；两个任务之间可能会出现很多回合。通过多次这样的循环，你会逐渐累积研究成果，包括对问题和方法的深入理解，发表多篇顶级论文等。同时对于研究课题，你也会逐渐成为那个相关领域的专家。最后，把这些研究成果和文章总汇到一起就可能成为你的博士论文（见第5章到第7章）。图2.7简单描述了上述过程。

读者朋友，此时你心中一定有这样的疑问：这个多层循环迭代的过程什么时候是个头儿啊？不能总在里面转啊，有没有一些明确标准能够让循环终止从而就能拿到博士学位呢？可以清楚地告诉你，不存在明确绝对的标准。不过我们说过，针对你的博士研究课题，发表较多的顶级期刊和会议论文是对你博士

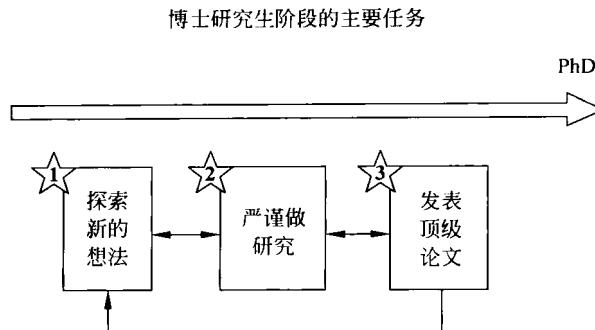


图 2.7 成功撰写博士论文的三步

研究工作的肯定。“较多”究竟是多少？抱歉！没有具体数字。事实上北美的大学一般也没有任何硬性指标。要多听听你的导师和博士委员会成员（PhD Committee）的意见。在后面几章中（第 3 章～第 6 章），我们会详细讨论如何高效地完成这三项任务。第 7 章会告诉你如何撰写博士论文，如何成功通过博士答辩。所以，请继续认真阅读吧。

还要补充一点，虽然说任务 1 到任务 3 是博士研究生的主要研究任务，但是通常博士研究生也会协助导师一起完成列表中的其他任务。在博士研究生生涯快要结束时，你应该在研究课题上有所建树，应该成为一名独立、有潜力、全面、有竞争力的研究者！

如果你是一名硕士研究生，在完成必修课的学习之后，准备硕士论文之前最多也就经过两轮这样的循环过程。在这个过程中，针对论文课题，你应该尝试着发表一篇到两篇中等水平的会议论文，当然了，如果是顶级会议论文那就更好了。硕士论文的答辩要求通常没有博士论文的严格，尤其是对创新性和影响力的要求。本书虽然主要针对的是博士研究生的研究，但也适用于硕士研究生，因为这两阶段的学习基本上大同小异。

2.4 通往博士帽的几个关键阶段

我们在前一小节讨论了获得博士学位的几项重要任务，本节要讨论在攻读博士期间几个关键性的阶段：

- 达到学分要求（1年到2年）
- 通过博士资格考试（博士第2年）
- 通过博士开题答辩（第3年到第4年）
- 通过博士论文答辩（第4年到第5年）

一般来说，研究生院要求博士研究生完成5门到7门课程的学习。对于跨学科的同学，需要补修1门到2门本科课程。例如，从物理系转到计算机系的同学，要补修数据结构、算法设计、计算理论和操作系统。这些核心课程要在1年到2年时间内修完。除了这些必修课程外，建议选修一些跟你的研究课题相关的课程，这会对研究有所帮助，关于这方面的内容请见3.1节。

除了必修课程外，很多大学都有博士资格考试，分为口试、笔试或者口试加笔试三种形式。设置资格考试的目的，是为了确认博士研究生已经具备了进行研究的条件，包括专业知识积累和技能水平等。

通过资格考试之后，你的研究生活才算真正的开始。没有了上课和考试的压力，一下子从束缚中解放了，精神也放松了不少，于是开始参加社交活动，白天不起，晚上不睡，是这样吧？亲爱的读者朋友？适当放松是对的，问题在于有些同学一直放松到毕业！人性的本质是主动而非被动的，不仅能够选择对生活的回应，更能主动创造成功的条件。缺乏生活目标的人就像受制于气象变换的月亮，“阴晴圆缺”地变化无常。这样的人碰到秋高气爽的时节，可能兴高采烈；遇见阴霾晦暗的日子又可能无精打采。而积极主动的人，心中自有一片天地，坚持自身的生活目标和价值观才是关键。

“最令人鼓舞的事实，莫过于人类确实能主动努力以提升生命价值。”

——梭罗 (Henry David Thoreau)，美国文学家及哲学家

对于博士研究生来说，生活目标是一个很重要的驱动力。“be proactivity (积极主动)” 是一个经常出现在英文著述的管理学方面书籍里的词汇，大部分字典查不到，其含义不仅仅是积极主动，还代表人要为自己负责。读者朋友，既然我们选择了研究这一事业，就请不要辜负自己，请不要怠慢自己的智慧，请时刻保持积极进取之心。

第二个阶段是论文开题答辩。只要是博士研究生，就需要选择一个研究课题作为毕业论文的题目（见第 3 章和第 4 章）。这样你才能够在这个方向上总结现有的工作，继续深入下去，探索、挖掘新想法，寻求新的解决方案。在论文开题阶段，要求博士研究生提出想要解决的问题，对现有的方法进行详细的总结归纳，包括现有方法的优缺点。此外，还有一项重要内容就是给出你自己的解决方案。开题一般采取答辩形式，答辩委员会由院系内几名老师组成。

此时你必须做深入而严谨的研究才能够证明自己的解决方案究竟是正确的还是错误的。这个过程言易行难，真正做起来要比想象中困难得多。为什么呢？总结归纳当前工作时，你会发现论文多得简直就像两个整数之间存在的小数，无穷无尽。不仅如此，如果缺乏很好的组织能力，要有条理地组织总结这些论文是一件非常困难的差事。第 3 章和第 4 章讲讨论如何利用格雷准则 (Gray's criteria) 和棋盘法 (The Matrix Method) 确立一个好的研究课题。当然，读者朋友如果有其他更有效的方法，希望能与我们分享。第 5 章和第 6 章会讲述与撰写论文相关的内容。以上谈到的均处于我们反复强调的三项任务（产生新想法、做严谨的研究、发表顶级论文）的迭代过程中。

发表了一定数量与博士论文课题相关的顶级期刊和会议论文后，在导师的同意之下，你就可以开始撰写博士论文、准备博士答辩了。第 7 章将详细讲述

如何撰写博士论文并成功通过博士答辩。

除了要完成以上 4 个关键阶段的任务外，博士研究生通常还要每周做 10~20 小时的助教工作。这些工作若处理得当，有助于培养你和别人的交流能力，以及合理安排自己时间的能力，也能间接地帮助你尽早成为一名合格的教授。

2.5 目标之外的那些事

毫无疑问，研究是博士研究生的生活主线。除了这条主线之外，我们来看看博士研究生的生活里还有什么其他事情要耗费精力。

现在很多文章都需要用英文写作，因为很多国际会议是这样要求的。但是，大多数博士研究生的母语都不是英语，如果他们在国外念书的话，那么，其文化背景也与就读博士学位的国家存在很大差异。他们面临着语言障碍、文化转变、思念家乡等各种情况（就像我们两位作者 25 年前刚刚到美国时的情况一样）。这时，积极主动地与各种文化背景的人交流沟通，快速融入环境是很重要的。只有这样才能把精力集中到研究工作中。如果你的英语不是很流利（假设英语是上课、撰写论文的官方语言），那么多练习、多找人交流是很有效的提高方法。在这里，给读者讲个故事。众所周知，卡内基大厅是美国古典音乐和流行音乐界的标志性建筑。民间传颂着一个关于该大厅的传说，“问：‘我怎么才能去卡内基大厅？’ 答：‘练习，练习，再练习。’” 好了，故事归故事，希望读者能够领会其中深意。回到正题，第 5 章将讨论如何用英文写作科研论文。当然，这些方法也适用于其他语言。

另外，助教（teaching assistant）是博士生一项基本逃不掉的工作，助教工作可以训练表达能力，如果你以后想在大学谋职，请好好把握这一机会。所以

说，助教工作也很重要，应该认真对待。然而，有些博士研究生不知道该怎么平衡多项工作，在助教工作上花费了太多时间。在这里，我们想说，要高效率地做每一件事。这跟日常生活一样，学开车、外出旅行、休闲运动等都是生活的副产品，不能占据整个生活。休太长的假、打太多的游戏等都无益于知识的增长。你应该保持健康，平衡地享受生活，正所谓“努力工作，起劲玩乐 (work hard, play hard)”。在攻读博士期间，在适当休息娱乐的同时，主要的精力还是应该放在研究上。

总之，健康、高效的工作和生活是实现两大目标的基本保障，要找准这两者之间的平衡点，这样有助于生活平衡发展。要提醒自己，虽然生活中要扮演很多不同的角色，但秘诀在于不要针对日程表定制优先级，应就事件本身的重要性来作安排 (put first things first)。

有些博士研究生确实很努力地工作，也很喜欢做研究，他们也不在乎多久才能拿到博士学位，奉行“只问耕耘，不问收获”的人生哲学。这些人只是单纯地喜欢做研究，即使是超过 8 年才能获得博士学位也是如此。可是，如果出现导师和学校的支持经费短缺情况时，他们就必须同时做好多门课程的助教才能有生活保障（就是说，除了科研外还要担心温饱问题。而这是你最初读博士的梦想吗？）。请记住，博士的研究学习只是一个训练过程，帮助你在某个领域找到立足点，成为一名独立的研究者。如果你能够遵循本书的指导，这个训练过程一般只需 4 年到 5 年时间，然后就能进行博士论文答辩，成为一名真正的研究者，比如成为大学教授、著名公司的研究员，等等。



第 3 章

迈出第一步： 挖掘新想法，制定总规划

读者朋友，读完第 2 章后你心里对自己要达到的目标是不是已经很清楚了呢？希望你在阅读后续章节时能时刻牢记前文所述的两个目标，因为我们就要开始讲述做研究的具体过程了。请将目标谨记于心，这对你的阅读理解会有很大帮助。首先，对自己将要做的和正在做的研究，要有一个正确的评价标准：我的研究到底属于哪一个档次呢？

一般来讲，研究工作和研究成果按照创新性和影响力的不同可以划分成以下不同的等级：顶级（前 5%），非常好（前 5%~25%），好（前 25%~50%），一般（后 50%）。而你的工作最终会被评为哪个等级完全取决于你自身的努力（探索、发掘新想法，严谨做研究）。努力多一点点，很可能就使研究工作从“一般”上升到“好”，再努力一点点，可从“好”提升到“非常好”，继续努力一点点，就位列“顶级”了。实际上，对研究工作进行等级分类是一件复杂的事情，要考虑的因素很多。如果想了解自己目前正在进行的研究工作的所属等级，可以尝试咨询一些资深研究者，尤其是你的导师，他（她）会很清楚地告诉你。我们认为，在撰写、发表学术论文之前，至少应该确保所进行的研究工作的等级为“好”或者“非常好”。

学术会议和期刊也划分为相应的四个等级。与研究工作和研究成果不同，这一划分基于很多因素，比如影响因子、竞争力等。同样地，对学术会议和期

刊进行等级分类也是一件复杂的事情。在这里，我们想跟读者朋友讨论的重点不在于等级划分。现在假设相关学术会议和期刊的等级已知，那么研究工作就是要确保能被相应等级的会议或者期刊收录和发表。举个例子，“非常好”的研究成果就应该发表到“非常好”的会议或者期刊中，而不应仅仅由于书写问题被“非常好”的会议或者期刊拒收就退而求其次地发表到“好”甚至“一般”的会议或者期刊中。其实，这种情况很多见，发生在年轻研究者身上尤其多。第5章和第6章将讨论与此相关的内容，帮助读者朋友提高论文写作水平和技巧，让“书写”问题不再成为论文被拒收的理由之一。在制定好目标之后，就要来制定我们研究的总规划了。

我们将从博士研究生的第一年讲起，你可能会产生这样的疑问：“第一年那么多课要上，还有资格考试，哪有时间做研究啊？”是的，我们都清楚第一年是非常忙碌的一年，也是至关重要的一年。所以本章将讨论如何为日后的研究做足准备。

3.1 头一年

不管是博士还是硕士，第一年都要上课，这个任务谁也逃脱不了。在这里，我们想给些选课的小建议。结合对未来的研究打算，要尽量拓宽自己的知识面，换句话说，选择的课程涉及范围要广，不能太单一。还有一点，自己导师开设的课程是千万不能错过的。举例而言，假如你的研究方向是人工智能，像机器学习、数据挖掘、统计学习这类课程应该是必修课。假如你以后想成为一名工程师，一些基础课程，比如统计与概率、工程设计等，则必须掌握，还要熟练使用一些工具软件，如 MATLAB、R 等。课堂上老师教授的知识毕竟有限，只是起到抛砖引玉的作用。博士研究生要学会主动学习。主动学习者，能根据所“抛”之“砖”而“引”至“玉”。上课之余，你可以自学一些领域相



关的其他课程，包括教科书的阅读、在线课程的学习等。这些都是你未来研究的知识储备。我们用图 3.1 来描述这一过程，图中横轴代表学术研究领域，纵轴表示专业程度，曲线 Step A 描述的是学习完课程之后，你在这一领域具备了较广的知识面。

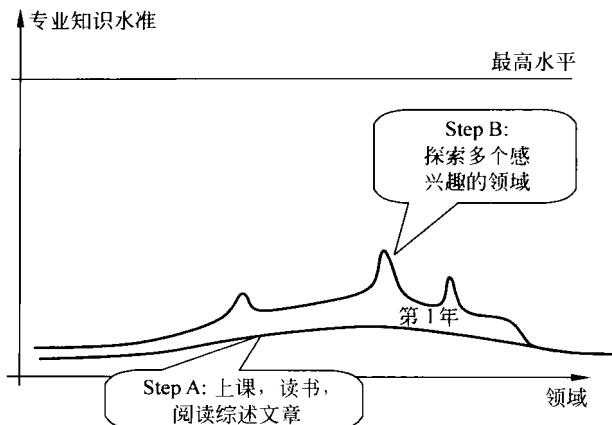


图 3.1 第一年的进展：上课（Step A），探究多个感兴趣的领域（Step B）

在课程学习过程中，你很可能会对某些研究课题（比如半监督学习、聚类等）产生特别的兴趣。如果想对这些领域展开深入研究的话，我们有下面几点建议：

- 跟导师约谈，告诉他（她）你的兴趣所在，他（她）会推荐你阅读一些相关论文，也可能会指点你一些值得深入研究的方向。
- 阅读与这些课题相关的最新综述文章（survey articles）。
多留心相关的讲座，并阅读与这些课题相关的期刊专刊和会议论文集。
- 不要错过你周围的学术会议和研讨会。寻求机会去跟第一线的研究者交流，这样，可以针对你感兴趣的研究领域去询问其看法。在会议上，要仔细聆听他们的演讲，了解他们所讲述的研究问题以及难度。

- 阅读一些最新的具有高影响力的论文（见 1.2 节），注意在阅读时，要带有批判性的眼光和创造性的思维（见 1.3 节）。
- 尝试着写一篇综述文章，尤其是针对那些你特别感兴趣的研究课题。

在第一年近尾、第二年伊始之际，应该对多个研究课题都有了一定的研究，正如图 3.1 中 Step B 所示，你的专业知识曲线在这时应该出现几个小峰值。还记得第 2 章的图 2.1 吗？这与图 2.1 中第一年知识积累曲线一样。



3.2 文献检索

40

感谢互联网，我们现在有很多学术搜索引擎可以使用，比如 Google Scholar、Arnetminer、Microsoft's Academic Search、Elsevier's Scirus、CiteseerX 等，除此之外，学校图书馆会订阅很多学术相关的数据库，供在校生免费使用。这使得检索与下载论文已不是什么大问题，相反这些事情变得异常方便和快捷。现在的问题是：如何在海量文献中，找到最新并具有高影响力的论文？查找相关文章的过程也是一门学问，称做文献检索。对此，我们有以下几条建议：

- 高影响力的期刊和会议对论文的评审与筛选非常严格。因此，能够发表在这些期刊和会议中的论文，质量一般都很高。你可能会问：怎么知道哪些影响力高、哪些影响力不高呢？不要担心，在你研究的开始阶段，一个称职的导师会告诉你哪些期刊和会议的影响力较高；你也可以关心一些相关会议，找到会议的主题演讲者（keynote speakers），看看他们的主页以及经常出版、发表其论文的会议和期刊；另外，在你感兴趣的领域，找到一些被引用率较高的文章，然后深入阅读这些文章。随着研究的深入，你会逐渐清楚如何评判期刊和会议的影响力。
- 影响因子是期刊和学术会议影响力的重要评价指标之一。简单地说，影响因子是这样计算的：过去两年里，平均每篇发表于期刊的论文被引用的次数。

比方说，一个期刊的影响因子是 10，就说明在过去的两年里，平均每篇发表于此期刊的论文每年被其他论文引用了 10 次。所提到的“其他论文”又是怎么定义的呢？那就是耳熟能详的 SCI 了，由 Institute for Scientific Information (ISI) 规定。

- 一般来说，资深研究者所发表论文的影响力都很高。至于对哪些人在哪些领域有很高的影响力，则需多加留意，也可以找一些高年级同学了解。
- 你还可以借助我们前面提到的学术搜索引擎，输入相关的关键词，这可帮助你快捷地搜索到自己需要的论文。现在这些搜索引擎都设计得非常人性化，细致而周到，你想查看的关于论文的信息，诸如发表时间、被引用次数等，都会跟随搜索结果一起呈现出来。不同的搜索引擎使用不同的搜索算法，所以返回的搜索结果会有些差异，因此在使用不同的搜索引擎时，你可能要使用不同的过滤条件。

图 3.2 是一个使用谷歌学术搜索“层次分类 (hierarchical classification)”的例子。从返回的搜索结果可以看到，前面几篇论文都发表于十多年前，被引用数百次（笔者搜索于 2011 年 6 月 9 日）。我们怎么查找近期发表的论文呢？Google Scholar 提供给用户很多有用的过滤条件，尤其是时间过滤。它的默认设置是任何时间，如果你想找 2010 年以后发表的论文，就把这一条件设置成“自 2010 年”即可。

找到近期发表且影响力较高的论文后，要认真阅读。然后，根据论文中出现的其他关键词再次搜索。继续前面“层次分类 (hierarchical classification)”的例子，“文本分类 (text categorization)”、“分类学习 (taxonomy learning)”和“分面浏览 (faceted browsing)”都是“层次分类”的代名词。谷歌学术搜索还有一个不错的“被引用 (cited by)”功能，由此可看到引用当前这篇论文的所有文章。这样一来，对所感兴趣的研究课题，很快就能找到上百篇的相关文章。

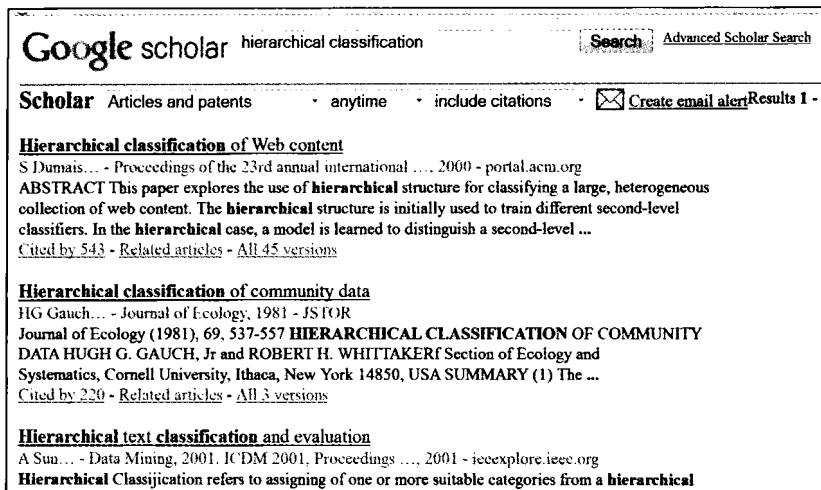


图 3.2 谷歌学术搜索的例子

既然都是些高影响力的文章，读起来肯定不那么轻松，究竟该怎样阅读论文呢？请继续往下看吧。

3.3 如何阅读学术论文？

关于“如何阅读学术论文”都要写一小节？是不是有点太费工夫了？教科书怎么读，论文就怎么读呗。是啊，同样是文字，教科书和论文这两者有什么区别呢？实际上，它们不仅有区别，而且区别相当大！不然本节内容真可以随着 Delete 键而被删除了。教科书和研究论文的撰写出发点和目的存在很大不同，教科书的目的在于“教”，而研究论文的目的在于“研究”。这么说可不是玩文字游戏。你之所以阅读教科书是因为你想要理解和学习知识，你能够从教科书中汲取知识的每一个细节，小到希腊字母符号的读法，大到定理的应用举例。而在阅读研究论文的过程中，你更加期望从中挖掘出新的研究问题和想法，超

越作者的工作。所以从知识流向来看，两者的阅读是不同的。阅读教科书，知识流入大脑；阅读研究论文，知识经过再加工流出大脑。读者朋友，两者的区别你现在理解了吧。

据我们的多年观察，新研究生在阅读论文时容易犯两种错误：第一，他们往往会跟阅读教科书一样，一字一句地斟酌和拜读，这种“咬文嚼字”式的阅读会浪费太多的时间，要花上几天时间阅读一篇 10 来页的论文不说，还会使你思路僵化。学生问我们“这具体是怎么做的啊？”他们也经常发送邮件来询问论文的实现细节。如果不是学生而是其他研究者在尝试着重新实现我们的方法，我们倒是会非常高兴，一定尽量细致地回复邮件。

下面进入正题，讨论如何正确地阅读研究论文。我们的建议是这样的：首先，千万不要采用流水线式阅读法，即一字一句地从头读到尾。而应先快速浏览一遍论文，对于研究问题、假设条件、主要想法以及解决方案作大致了解。然后，再从头读一遍，细致地推敲论文内容，学会用批判的眼光去阅读，从中挖掘新想法，再尝试着深入研究如何超越该研究者的工作。

更具体些，阅读理解论文的主要思想和解决方案不应该占据多于 30% 的时间。也就是说，最多花一两个小时的时间阅读一篇 10 页左右的论文。听起来有些不可思议吗？这么短的时间怎么做到理解主要思想，尤其在有些论文技术性很强的情况下？若是阅读一篇结构清晰、表述清楚的文章，做到这一点并不难。怎么说呢？一位好作者的论文会清楚地告诉读者哪些是重点、哪些不是。一篇研究论文通常由两大部分组成：摘要（abstract）和正文（body）。正文又会被划分成章节（section），各章节均带有提示性标题。很多时候，章节还会继续细分成小节（subsection）、次小节。第 6 章会详述论文结构。一篇写得不错的论文，应该遵循自上而下的原则。在讲述主要思想和方法的实现细节之前，应该先描述清楚高层次的概念和方法，这样有助于读者的理解。依照这种

自上而下的组织方法，读者易于定位到高层次概念的理解，而不必花过多时间纠结于一些技术细节。

图 3.3 描述了一篇论文的结构。对于摘要和引言（introduction）两部分，用 15 分钟快速阅读之后便会对研究问题有基本的了解。如果研究问题与你的研究范围毫无交集，该论文也就失去了继续阅读的意义。相反，如果研究问题相关，你就需要继续了解算法的主要框架、实验结果以及作者给出的结论。图 3.3 中，实线框的部分代表高层次的概念，这部分需要仔细研读。虚线框圈住的是细节性文字，这部分看看即可，无须花费太多时间。没有任何标识的部分，大可略过。这种阅读方式，会帮助你在短时间内了解高层次的研究问题、主要思想以及解决方法。

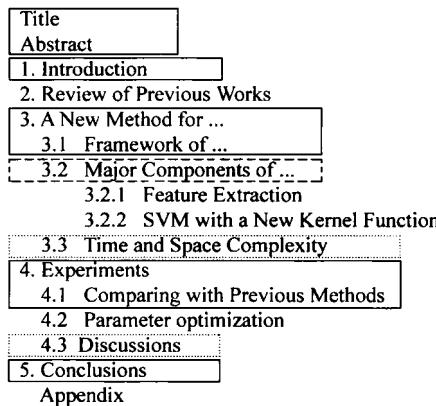


图 3.3 论文的主要结构图。我们建议实线框中的内容要认真阅读，虚线框中的内容可大体了解，无框的内容略过即可

结构之于论文，等同于页面布局之于网页，等同于枝干之于树木。如果能够清楚把握论文结构，写论文就不再是一件难事。第 5 章和第 6 章会详细讲述如何写得一篇结构清晰且易读易懂的好论文。

前面提到，只需花费少于 30%的时间和精力阅读和理解论文的研究问题、主要思想和解决方法。那余下 70%的时间和精力用来干什么呢？用来思考。要以带有批判性的眼光思考论文中的研究问题，用带有创造性的头脑思考针对这一问题的解决方法。具体如下：

- **批判性思考** 所谓批判性，翻译成大俗话就是“找碴儿”，“鸡蛋里挑骨头”。阅读论文时，不能让作者牵着自己的思路走。每当作者提出假设、给出解决方案时，就要思考假设条件是否成立？提出的问题是否合理？解决方法有没有缺陷？

博士研究生 A1 在一年级上课阶段读了很多关于协同训练（co-training）的论文。期间，他动手实现了一些经典算法，并用真实数据来测试。这时，他发现测试出来的结果并没有论文中报告得那么好。这促使我们开始思考几个问题：协同训练的效果真有那么好吗？什么条件下会带来很好的效果？而什么条件下好效果就不那么明显？带着这些问题，我们在这一领域进行了更深入的研究，并成功撰写发表了一些顶级会议和期刊的论文。如果这个学生当初没有深究结果上的差异，就不会产生这些研究成果。给出这个例子是想告诉读者，要敢于怀疑和挑战，不要放过一切疑问，因为你放过的可能是几篇顶级论文也不一定呢。

- **创造性思考** “给我一个支点，我能撬起地球。”摆在你面前一个研究问题，别人已经有了一套解决方案，你还能想到更好、更新和各种不同的解决方法吗？这就是所谓创造性思考。

阅读本章后，不论看书也好，读报也好，看电视也好，观看电影也好，我们真心希望读者能够养成批判性、创造性的思考习惯。常常想一想：这个故事的内容情节有什么错误或不合理的地方，即使面对名剧、名著！这就是批判性思考。同时也要进行创造性思考：还有其他不同的编法、写法吗？哪些可能比

原作还要好？本书作者之一凌晓峰，也从事儿童教育。他经常跟小朋友玩有趣的益智游戏，讲故事或者看电影。有人不禁会问：这有什么益智功能呢？某个游戏规则在他那里可能变成这样：故事讲了一段或者电影看了一段时，他会停下来问小朋友，这个故事有什么不对劲儿吗？如果你是故事的作者接下来怎么做？这个故事有什么可能的不同情节发展和结尾？读者朋友，你能理解吗？这种新的游戏规则可以帮助开发儿童的批判性、创造性思维，这一点对儿童未来的发展将起到至关重要的作用。这也恰是做研究的必备能力之一。

即使是拜读 10 年前的论文，遵循批判性、创造性思考的阅读方式，你依然能从中挖掘到研究的灵感。不过，这种来自于 10 年前的论文的灵感很有可能已被捷足先登了（已经有人发表了类似的研究成果），所以只是一种“再发现”而已。如果不是 10 年前的论文，而是最新发表的论文，情况就会大有不同了。如果你能从最新的论文中找到研究灵感，这种灵感经过加工、包装很有可能成为不错的“新发现”，给你带来研究的立足点，最终帮助你顺利拿到博士学位。当你不断地遵循批判性、创造性思考的阅读方式，“再发现”就会被“新发现”所取代，你的研究就会产生飞跃。

再度强调：阅读研究论文，要学会“少读多想”，即花费少量时间掌握精髓，使用较多时间去思考，去寻找自己的灵感。教育学、心理学方面的很多研究都表明：如果给一个人（儿童）过多的信息和指导，他会变得具有依赖性和机械性，而懒于创造和探索。回到阅读研究论文的话题上，想想我们阅读研究论文的目的何在呢？难道不是为了解当前研究趋势、探寻研究的新领域吗？既然如此，若缺乏批判性、创造性的思维，你又如何才能达到目的呢？

不能否认，成长环境和早期教育方式对人们思考习惯的影响。有人从小就养成了提出问题、主动思考的学习模式；有人则习惯于被动接受，完全遵从老师或家长给予的指导方针，只会做课本上的习题。读者朋友，如果你属于后



者，则可能要花上数月或者数年时间来改变固有的思考方式，使自己变得具有批判性和创造性。在日常生活中，要时刻提醒自己这一点，就像我们在开始提到的，无论是读书看报还是观看电影电视，都要试着脱离所闻所见，从另外的角度去思考。养成这样一种习惯后，相信你一定会提高得很快。

有时你也有必要亲手实现所读论文中提到的方法。在这种情况下，必须认真仔细地阅读和推敲论文内容，每一步推导都不能放过。读者朋友，你应该还记得我们在前面强调应在短时间内掌握精髓。现在说的“仔细推敲”与这一点并不矛盾，因为动手实现和寻求灵感是两个不同的过程。动手实现现有方法常常是做研究的必经阶段，现有方法只不过是开展研究的基础点，也是自己的方法的参照点，如果不和已发表工作进行比较，又如何证明自己的方法更好呢？第4章会进一步阐述这一点。

讨论了第一种阅读论文易犯的错误，下面来讲第二种。读者朋友，你在小学语文课上一定写过作文吧？有没有一次在老师的批语中赫然呈现着“跑题”两个字？这跟我们要讨论的第二种错误类似。很多学生读论文，读着读着就“跑偏”了，把注意力放在了一些不重要的细节上，丢弃了阅读初衷。通常，研究论文涉及一些自己不熟悉的技术方法是很正常的。我们都不是百科全书，对不对？比方说，讨论有监督学习的一篇论文，其中使用的方法涉及二次项优化问题，而你对这个优化问题并不熟悉，如果我们猜得不错的话，你会找来一本厚厚的优化问题教材，想从头到尾弄清楚这个问题。这种精神值得赞许，但这一方法并不可取。什么才是正确的阅读方法呢？

我们认为，一种可取的阅读方法是“需求引导式学习”。通过本科或者硕士阶段的学习，你的知识存储应该达到了做研究的基本要求。遇到不熟悉的内容，迅速而精确地掌握其要素即可。关键是不要让这些不熟悉的内容成为阅读理解论文的障碍，即不能让这些困境在阅读过程中喧宾夺主。

回到阅读论文的初衷，我们的目的是了解研究的现状和趋势，更主要的还是期望能从中挖掘出自己的研究灵感。读者朋友，你是怎么做到这一点的呢？

3.4 发掘新想法

一般来说，科学发现是一个产生新假设，收集数据，做实验证实或反驳假设的过程。这听上去简单，实际上，这个过程要复杂得多。新假设之于科学发现像新想法之于研究。那这些新的、有趣的、有潜在价值的假设从哪里来呢？是怎么得到的呢？绝不是一朝一夕拍拍脑瓜就能想出来的。在确定一个好的假设之前，会经过多次讨论和修改。确定假设之后才能正式开始设计实验，并通过严谨而深入的研究来论证假设。应该如何进行合理的实验设计呢？我们将在这一小节讨论如何找到研究的灵感和新点子。

刚刚开始研究的博士生经常采用的方法是，从论文的“未来展望（future work）”部分寻找研究的新点子。我们不得不说，这种方法非常不好，而且有一点点投机性质。因为既然在论文中写了出来，就表明作者至少已经在头脑中开始酝酿这些想法，很有可能作者已经开始这部分工作的研究了。即使你以最快的速度开始研究，也不一定能赶上原作者的步伐。还有一点，根据作者的“未来展望”开始你的研究，你的思维会被论文作者的文字所束缚，仍然不具备独立产生新想法的能力。

前一小节讨论了如何做到“少读多想”的阅读，强调批判性、创新性思维。在阅读论文时，如果对文中提到的方法、研究工作的主要思想、研究问题产生任何疑问，或者你能想到更好的解决方法，要立刻记录下来，因为这可能会成为你日后研究的根源呢。现在的论文文稿基本都采用 PDF 格式，很多软件都支持笔记和注释功能，阅读论文时千万不能辜负设计 PDF 的软件工程师

辛苦构建这些功能的苦心啊。当然这只是开玩笑，但在阅读论文时，往往思维活跃，很多想法来得快、消失得也快，最好的方法就是将其一一记录之，进行备案，以供日后翻查。

事实上，如果大脑皮质一直处于活跃状态（假设你一直在思索某个研究问题），灵感可以在任何时刻出现在我们的大脑中。传说古希腊哲学家阿基米德在洗澡时发现，当他进入浴盆时水位上升了，于是他想到“将金子打造的王冠和同样重量的金子分别放入相同的池水中，通过观察上升的水位是否相同可以判别王冠是否掺杂了其他物质”，这是他一直在思考但还没有解决的问题，想出解决办法后，他不禁高兴地从浴盆中跳了出来，光着身体跑了出去，边跑边喊“尤里卡！（即希腊语 eureka，意为‘我发现了’）”果然，经过证明之后，发现王冠中含有其他杂质，阿基米德成功地拆穿了金匠的诡计。后来阿基米德将这个发现进一步总结为浮力理论。如果你洗澡时也出现了这种灵感一现的时刻，建议你立刻用纸和笔记下当时的想法。一定记得要在浴室里常年放置纸和笔！纸和笔有点过时了？那要记得随时携带笔记本电脑啊，不过要确保防水哦！

常听到学生抱怨，说是读了很多论文后发现自己的想法基本都被人捷足先登了。还说读得越多，反而感到研究课题越难、越没意思。对于一些研究时间较长、较为成熟的领域，出现这种现象其实很正常。下一小节会跟读者一起探讨大家很关心的一个问题：如何选择博士研究课题？我们的建议是选择博士研究课题时应该把注意力放在热点研究问题上。现在，跟读者分享一个重要而有效的方法：头脑风暴。

“头脑风暴”是指一种会话形式，参加人数在两个以上，针对讨论的问题，大家积极主动地发言，发言内容可以是研究问题的确定、问题的解决方案等。研究生、教授、其他研究者，甚至一些非相关领域的研究者都可以参加。

在博士研究期间，能够建立起这样一支互相帮助的团队，对于每个人的研究都会起到重要作用。头脑风暴虽是一种会话形式，但不必很正式，大家在一起还可以喝点咖啡或茶，甚至喝点小酒儿，因为轻松的气氛有助于活跃思维。头脑风暴的关键在于每个人畅所欲言，不分对错，相互启发，群策群力。这期间要记录下所有的点子，或在白板 / 黑板上写写画画，激发大家的形象思维。以后每个新点子都可以分别研究，并可能成为博士学位的研究课题。

如果把“少读多想”和“头脑风暴”相结合，效果更佳（正是所谓的 $1+1>2$ ）。我们日常在组会中会采用这种方法引导学生做研究。通常是这样，先请一位同学阅读一篇新发表的论文，其他人不读。在组会上该同学先讲述论文中的研究问题。记住，只需阐述清楚研究问题即可。剩下的便留给“头脑风暴”：如果换作你，你会采用什么方法来解决这个问题？然后那位同学讲一点作者的方法。大家继续“头脑风暴”：如果是你，你如何做得更好？这篇论文是否有什么不对劲的地方？这样的讨论会带来很多新的想法，甚至更好的解决方案。通常会产生很多原文中没有提及的想法，这些想法往往值得继续深入研究下去。

你自己也好，组内讨论也好，要产生新想法，很重要的一方面就是要大胆。所谓大胆，是指想法完全异于旁人和前人，从某种程度来说，甚至是否定了他人的工作。举个例子，如果发现前人的工作基于一个错误或不合理的假设，你就需要提出一个正确或新的合理假设，以及全新的算法，解决不同的问题。在做研究的过程中，要尽量避免明显的推导式扩展，因为这往往只能带来微小的提升，何况这也偏离我们提出的“创新性思考”。例如，同一套算法，不同的参数设置，会带来不同的实验结果。如果你只是基于别人算法采用了不同参数，使得算法性能提升了 3%，能认为这是创新性学术研究吗？我们认为，创新性想法应该是“应用驱动型”或者“问题驱动型”，而不是“算法驱



动型”。也就是说，找到一个新的问题并解决之，比找到一个较小的、对已有解决方案的改动要好得多。我们常跟学生说，做研究就要做得有价值。如果想着只靠调整参数就能为别人带来价值，那研究就失去了原本的意义。

在这里，给读者举个例子。博士研究生 A1 在刚刚开始做研究时对成本敏感学习很感兴趣。读了许多这方面的论文之后，他写了一篇关于成本敏感学习的综述。尝试写某一方面研究的综述是一种值得推荐的开始做研究的方法。后来，这位 A1 同学对传统成本敏感学习的算法进行了扩展，发表了几篇论文。纵然如此，但这样的工作对于一篇博士毕业论文来说还不够大胆。于是，我们开始进行“头脑风暴”：站在现实应用的角度，哪些成本敏感学习是真正有用而且还没有被研究过的？经过多次这样的“头脑风暴”，关于不同数据获取成本的新想法逐渐成形。经过地毯式的文献搜索和阅读之后，我们了解到不同的数据获取成本这一问题还没有被广泛研究。之后，博士研究生 A1 便对这一问题展开了深入研究，阅读相关文献，查找相应的理论、算法和实例。这也为他带来几篇顶级期刊和会议论文，他的博士毕业论文顺利通过。而他，称得上是这一问题的开山鼻祖，后来该问题逐渐开始吸引其他研究者的注意。可以说博士研究生 A1 已经在研究领域占领了一席之地，他的想法已经像手电光一样“照亮”了这一研究领域。

3.5 从想法到毕业论文课题

一个想法可能会为你带来一篇会议论文，而几个新想法放在一起或者一个突破性的新想法带来的影响可以大到引领一个新的研究领域，或者产生一篇博士毕业论文。选择研究课题包括博士论文课题是一项复杂而重要的任务，它会影响你未来的研究方向，会影响到你对事业的选择。4.2 节会讲述关于研究和

博士论文课题的一些标准，这个标准是由计算机科学家、图灵奖获得者詹姆斯·格雷（Jim Gray）提出的，所以我们称它为格雷准则。下面列出要仔细考虑的其他几项要素：

- **对研究课题的热情和兴趣** 如果缺乏热情和兴趣，做什么事都无从谈起。做研究也是一样，如果没有热情和兴趣，我们就不相信你还能读得进去这些论文，还能积极地跟别人讨论。所以，热情和兴趣肯定是第一要素。
- **用其所欲，行其所能** 这是什么意思呢？即要发挥自己知识或技术上的优势。数学科班出身吗？若是的话，你可以考虑理论研究，比如理论模型；如果是统计学出身的话，可以考虑统计仿真、统计优化等研究问题；倘若有扎实的设计基本功，可以考虑做些新设计、新过程的研究；要是有很强的应用背景，就可以考虑些经验研究和面向应用的研究。
- **课题的新度和热点** 对于新的热点研究课题，一个人可以在相对较短的时间内作出创新且具备较大影响力贡献。但对于一个研究了几十年的领域，要在4~5年内达到同样创新且具备较大影响力贡献，通常会有些许困难。仅仅是学习了解已有的工作就要花上很长的一段时间，再找到新点子、设计实验等，一个博士阶段恐怕做不来。所以，在选择博士研究课题时，应该要考虑近期热点课题，或者即将成为热点的课题，要结合其在研究领域的发展速度。
- **导师的洞察力和看法** 对于研究课题的发展，凭借导师多年的经验，他的看法和观点会带给你很大的参考价值。有些研究课题已经趋于成熟，虽然每年还会有零零散散的研究成果发表，但已经很难看到突破性的作品。有些研究课题过于简单，不够大胆；又有些研究课题太难，短时间内很难达到博士论文的要求。这些问题，导师会比你看得更清楚，所以和导师讨论如何选择课题很重要。不过我们想提醒读者，博士研究是要超越现有的研

- 究成果，在开始真正研究之前，没有人能百分之百地肯定所选择的课题能够成功并达到博士研究生论文的标准。
- 职业倾向 你将来是想做一名大学教授还是想在公司做一名研究者？如果后者更吸引你，在课题选择这个问题上，就要多考虑些实验型研究，因为这种类型的研究更加强调理论应用的新方法。
你接下来可能产生这样的问题：选择论文课题，开始探索这片“未知领域”的时候，有没有什么“灵丹妙药”能确定我做的是否正确？提醒我是否偏离了轨道呢？

3.6 我的博士研究对路吗？

很多刚刚开始研究的新同学经常会有这样的困惑，这个课题选得究竟好不好啊？我这么做下去行不行啊？对不对啊？读者朋友，你可曾被这种困惑烦恼过？还记得本书开始时提到的三项任务吗？检验研究课题的一个重要方法是，在博士研究的早期阶段，要尽快完成“探索、挖掘新的想法”、“严谨做研究”、“撰写、发表顶级论文”这三项任务的一次循环。

在博士一年级进入尾声、二年级伊始时，对于感兴趣的研究课题，应该开始着手相关研究，并尝试着发表一些论文。虽说“初生牛犊不怕虎”，但也不必一上来就找老虎下手，可以从一些小而有趣的问题开始，一步一个脚印，扎实稳当地搞研究（详见第4章）。如果实验得到的结果还不错，你就可以尝试着把这个想法和实验结果组织撰写成一篇会议论文，或者篇幅较短的期刊论文，投到会议或者期刊去。会议和期刊的选择与选择研究问题同理，刚开始不必一定要以顶级为目标（虽然这种精神值得推崇），可以投放到一些中等级别的会议或者期刊，作为你迈出的第一步。

我们在前面提到过，研究论文是否被录用，要经过其他同行研究者进行匿名评审。这种评审制度需要评审者写下细致而且往往会有点批评性的审阅意见。如果论文被接收，当然足以证明你的想法和研究课题被同行所认同，你便可以继续深入研究下去。如果论文没有被接收呢？那也不必沮丧，其实还是会有不少收获，那些评审者的意见都暗示着论文潜在的提升空间。切记一定要投高水平的文章出去，低质量的或者不成熟的文章只会损毁你的名声。

还有一些其他验证研究课题的方法，罗列如下：

- 经常与导师和学长讨论你的研究课题，听听他们的看法。
- 与同领域的研究者互通邮件，与其讨论你的研究想法。
- 参加会议时，主动找研究者交谈，聊聊你的研究课题和想法。与匿名同行评审不同，从面对面聊天中得到的意见一般不会带有强烈的批评性。
- 查找、阅读其他博士撰写的相关研究课题的毕业论文，把他们的研究工作的深度和范围跟自己当前的工作进行对比。

我们在此重申：在博士研究的早期，尽快完成“探索、挖掘新的想法”、“严谨做研究”、“撰写、发表顶级论文”这三项任务至关重要。这不仅为你日后的研究打下牢固的基础，还能尽早帮你验证课题选择的可行性和正确性。作出了正确选择自然好，万一选择不当，你还有足够的时间去重新选择。

3.7 尽早制定毕业论文的蓝图

在博士二年级快要结束时，做研究的三项主要任务应该完成了一次或者两次了，现在你应该开始为博士论文制定蓝图了。粗略地看，这个蓝图更像未来博士论文的目录（table of contents）。里面包括未来博士研究的一系列相关问题，图 3.4 是一个例子。有人会问：“我怎么能知道未来博士论文的目录呢？”因为到这个时候，你应该读了很多相关论文，带有批判性和创新性的阅读会给你



带来很多新的研究点子。你也进行了一些研究，所以总结出一篇博士论文中的一系列要研究的问题列表是完全可能的。

Cost-Sensitive Learning with Data Acquisition

- Introduction
- Previous work
- Cost-sensitive learning with feature acquisition
 - Sequential strategies [ECML 2005]
 - Simple batch strategies [AAAI 2006]
 - Sequential batch strategy [TKDE 2007]
 - Considering delay cost [new; ECML 2007]
 - Experiments and applications [in all papers above]
 - Real-world deployment [unfinished]
- Cost-sensitive learning with example acquisition [new]
 - Partial and full example acquisition [KDD 2008]
- Theoretical guarantees of acquisition strategies [unfinished]
- Conclusions and future work

图 3.4 正确而合理的博士论文结构图：一个中心论点，多个要解决的子问题，这些子问题所发表的研究论文用 [...] 表示。从图中可以看到有些子问题是后来加入的（标记为“new”），而有些是未完成的（标记为“unfinished”）

制定好蓝图之后，在接下来的博士研究过程中，你就可以按部就班地以蓝图中的研究问题为中心展开工作，严谨做研究，撰写、发表顶级论文。但要切记一点，蓝图不是宪法，你不能被它所束缚。比如说，有些研究问题本身可能很困难，时间上的预算不够用，或者有些研究的实验结果不足，出现类似这些情况时，大可略过这些研究问题。还有一点，做研究有时也像拆弹，需要冒险，尤其是面对一些未知领域。新问题、相关的问题总可以加入你的蓝图中，添加时要注意，所有的问题都是服务于你论文的中心课题，要衡量清楚每个问题的角色和分量。你最终完成的博士论文与原先制定的蓝图会有 50%~80% 的吻合度。这样才可能在毕业时，在所处领域作出独创而重要的贡献，找到自己的立足点，详见图 3.4。

回到博士生 A1 的例子，他把研究转向数据获取的成本敏感学习之后，我们作为导师，一起为他制定了论文蓝图。这个学生很勤奋、很努力，发表了一系列顶级会议和期刊论文。对此，并没有让人太感意外，因为他很早便完成了研究的三项主要任务，能够很独立、很好地进行研究，撰写论文。他最后的博士论文更像是相关论文的一个“大团圆”。图 3.4 正是当初为他制定的研究蓝图。方括号里的内容表示所列研究问题的状态。大写字母加年份表示就这一研究问题所撰写的论文发表的时间以及会议信息。“new”表示这一研究问题是随着研究的深入而新加入蓝图的，“unfinished”表示在博士论文中并没有完成相关问题的研究。这个蓝图对研究问题的罗列主次分明。该学生也很灵活，能随着研究的进行，在不改变大方向的前提下，逐渐修改这一蓝图。值得一提的是，博士生 A1 在最开始做研究时，兴趣在于另一个不同方面（协同学习），但是随着时间的推移，他的目标有所改变。读者可以看到，这个计划中从头到尾都没有出现协同学习的影子。这也是对博士论文的要求之一，即要保持研究工作的一致性和连贯性，要以一个课题为中心。

博士的研究学习一般都会持续三年到五年时间，要想在学术上作出重要贡献，找到自己的立足点，这个时间恐怕有些短暂。所以，系统地制定研究蓝图，时刻以蓝图为中心展开研究对达到目标起着至关重要的作用。

3.8 论文有条，想法有序

学术论文是研究者的食粮，博士生不读论文就像人体缺了水，失去了研究的源泉。必须读论文，要读很多论文；必须做笔记，要做很多笔记。涉及这么多研究问题，涉及这么多研究方法和参考文献，如何进行有效地管理？我们两位作者读书的时期，还没有 PDF 这种电子格式，更别说文献管理软件。我们把



要读的论文都分门别类，堆成一座座小山。根据不同的研究问题和研究方法，我们用笔标记、区分论文。现在的论文基本都是 PDF 电子格式的，由 Adobe 公司创立。还出现了很多方便的管理软件，如 Mendeley、Papers 等，都可用于帮助分门别类地管理论文。还有很多电子设备，比如 iPad、Kindle 等，也都能有效地帮助用户管理文件。

当然，这只是我们有限的经验之谈，你大可按照自己的需求选择这类管理软件。如果觉得都不够满意，还可以自己创建一个，量身定制，根据自己的喜好来组织管理论文。在进行博士研究的几年时间里，有效地使用管理方法和管理软件可以节省大量时间。

第 4 章

严谨做研究

读者朋友，当你阅读本书至此时，我们有理由相信你是一个希望能够做好研究的人，相信你不甘现状，有能力作出非常出色的研究成果。你准备好了吗？这一章要讲述重中之重：严谨做研究。本章内容结构安排如下：4.1 节带领读者浏览一遍研究的全过程；4.2 节讨论如何判定一个想法是否具备研究的价值和潜力，我们讲述了一种称为“格雷准则（Gray's criteria）”的方法；4.3 节主要探讨“格雷准则”的检验方法，从想法的形成到论证，我们会用很多实例详细讨论这一检验过程如何进行的。本章后续几小节所讨论的是，指导你如何在科研领域占有一席之地，如何在理论研究型和实验型研究中做选择，如何适应团队合作和跨学科研究的氛围，磨炼自己的沟通能力，并感受这种氛围带来的收益。

4.1 研究过程概览

研究之所以如此复杂，是因为它必须有所创新，而创新的本质是无法精确描述的。著述本小节时，我们酝酿良久而不能下笔。研究之所以为艺术，是因为研究者的风格多姿多彩。简而言之，研究过程是将研究者对事物的感悟解译成明确的文字和数字，下面简要地介绍这一过程。

第一步，为自己确立一个具体的研究问题。不要随意研究任何感兴趣的问题，而要将精力集中于一个课题。要确保所研究的问题能通过标准的检验



(见 4.2 节)，并且是一个具有研究价值和研究潜力的问题。

研究问题确立之后，第二步就要寻求问题的解决方案。我们在此想提醒读者朋友，针对任何问题，都要准备多个候选解决方案，如果其中一个失败了可以立刻接着考虑其他方案。把研究问题和解决方案组合成（问题，方案）对，这也称为研究假设（*hypothesis*）。

第三步，为了论证研究假设正确与否，要进行理论或者实验上的反复推敲。一个负责的研究者要以充分的证据和理由来支持自己的研究假设。可以通过理论和实验来证明假设的有效性与合理性。

最后是第四步，如果理论推导和测试结果都表明你的研究假设成立，那么请为自己鼓掌吧，这一问题的研究暂时完成了！如果二者之中有任何一个结果跟假设不一致时又该怎么办呢？第二步准备多套解决方案就是防备这个问题的出现，算是未雨绸缪，使你有机会转向其他解决方案，重新开始！

针对一个研究问题，最初的解决方案（第二步）可能很简单。这也符合奥卡姆剃刀（Occum's Razer）原理：如果对同一个问题，你有两个假设，它们都能解释观测到的事实，那么你应该使用简单的那个，直到发现更多证据。有一点不能否认，原因归咎于解决方法不正确也好，归咎于问题太复杂也好，研究总有失败之时。读者朋友，在你因失败而责怪这个或怪罪那个的时候，有没有真正思考过失败的原因呢？不妨现在跟我们一起分析一下。一开始做研究时，一般会从简单的解决方法着手，因为这样一来符合人们的认知过程，二来时间和工作成本较低，如果真的失败了也不会很惨。但是不知道读者朋友有没有想过，领域内的其他研究者可能很早就尝试过这些简单并已被证明不成功的方法，而大多数文章偏偏又只报告正面结果。因此，仅仅靠阅读那些论文，你并不知道这些简单方法到底可用不可用。

在我们看来，做研究是一个奇幻的探险旅程。我们可以选择出发点，但永

远猜不到终点之前的美好。这恰恰是做研究之美，美在随着研究的逐层推进，我们能不断发现问题的提升空间，使得研究工作不断完善。寻找有价值、有意义的研究问题，寻求更合理、更有效的解决方案，同样是一个复杂而奇幻的过程。4.5节介绍了一种行之有效的方法，有助于读者建立起研究问题和解决方法之间的联系，称为“棋盘法（The Matrix Method）”。由于这种方法具有启发性的优点，我们相信，使用这种方法，你一定能够找到新的研究问题或者研究问题的新的解决方法。

我们如何验证提出的研究假说是正确的呢？如果有人问：“你怎么证明三角形内角和是 180° ？”你的证明方法可能会有很多。同样，在研究中，论证一个假说是否正确也存在很多种方法。一种方法是纯理论方法，即用数学表达式传达假说的内容，使用逻辑推理和数学推导证明假说的成立。这种方法通常设立一些假设条件，这样才能使得证明过程得以进行。这方面最具代表性同时也是最重要和最经典的工作，是写于公元前 300 年的《几何原本》。一般的理论证明过程如下：先给出一些定义和基本假设条件（也称做公理或原理），比如两条平行线永远无法相交于一点等，再使用逻辑推理对命题和定理进行证明，包括勾股定理。一旦某个定理被证明正确，它就成为“真理”而存在，无可置疑，也不再需要实验的证明。理论证明自然很美，但这种方法存在两个问题：一是最初提出的假设条件究竟是很宽泛还是很具体，是否符合现实要解决的实际问题，这常常值得商榷。二是证明的结果不管正面也好负面也好，到底能对人们的日常生活最终带来多大影响？这还要视具体结果而定。

还有一种方法，称做实验型研究。这种方法与理论研究的不同之处在于，实验型研究更贴近应用，实践性很强。因此，你最好能解决目前还不能解决的“大问题”或者称为“杀手级”的应用问题（killer applications），一旦解决了这种问题，会为人类带来巨大的收益。如果你有一些天马行空的想法，不要觉得

不切实际，而要大胆动手试试，努力让你的解决方案能够在很大程度上对很多人带来直接利益。实验性假说可以用自然语言陈述，英语、汉语等都可以。至于论证方法，则可以通过在模拟数据或者真实数据上的实验结果来证明。实验对象没有限制，可以是人、动物、植物、材料等任何适合的物体。计算机模拟也可以参与到实验中，被大家所熟知的用计算机程序验证就是一种论证方法。做实验时，有一点对研究者来说非常重要，那就是观察分析实验结果，尤其是一些有趣和异常的结果。这需要研究者拥有一双“二郎神的天眼”！这也是一项很重要的技能，它能够在观察过程中发现新的研究假说，这种方法可以和我们提到的“棋盘法”并用。

实验室会涉及不同的方法、不同的数据集、不同的参数等。这就带来一个问题：为了证明新设计或者新方法比现有方法好，我们要把方法、数据集、参数做个排列组合，每个组合都要做一遍实验吗？很多时候，排列组合的结果数量非常之大，以至于无法逐个做实验，这时该怎么办？对于一些无法进行实验的现有设计和方法，该如何对比呢？怎样才能用有限或“少量”实验让别人信服你的结论的可靠性呢？实验型研究的可信度可以使用统计学中的“显著性检验（significance tests）”来度量。显著性检验是统计学中一个非常重要的概念，它在信息检索中非常典型的应用是用于比较两组实验结果（由两个模型产生）是否具有显著性差异。简单地说，显著性检验是统计学中测试过程中的一个阶段，用来检验实验结果（比如，你的实验结果好于现有方法）的产生是不是具有偶然性。4.4 节将详细讨论相关内容。想要通过“显著性检验”的考验，一次实验结果一般不足以，往往需要重复实验多次。除此之外，还要尽量做到在实验条件完全一致的情况下，对不同方法进行直接比较（head-to-head），也就是人们平常说的“单挑”，即把你的方法与现有的解决相同研究问题的所有方法逐一比较。

4.2 格雷准则 (Gray's criteria)

很多人都把做研究看做一个神圣而崇高的职业，看做一个真正可以青史留名的职业，希望能像耳熟能详的科学家牛顿、伽利略、爱因斯坦等人那样。但是，对于刚刚开始做研究的学生来说，研究既是一个美妙的探险之旅，又是一项需要倾注全心的艰苦事业。先来说说为什么做研究是一个美妙的探险之旅。

先给读者朋友讲一个小故事。本书作者之一杨强教授曾听过 Charles Townes 教授的讲座，这位美国物理学家在 1964 年获得诺贝尔物理学奖，该奖项用以表彰他从事量子电子学方面的基础工作，这些工作为后来基于微波激射器和激光原理制成的振荡器和放大器的诞生作出了杰出贡献。1982 年，Charles Townes 以吉米·卡特总统的代表的身份第一次访问中国。那时刚刚从北京大学毕业的杨强教授有机会在中国见到了这位诺贝尔奖获得者。一次，Charles Townes 教授举办了一个研讨会。当他在会上谈起自己的第一次发现时，似乎还沉浸在彼时的喜悦和兴奋中。他的第一次发现是一条鱼，他说他小时候经常去钓鱼，有一天钓到了一条鱼，却怎么也查不到这条鱼的鱼种，不知道是条什么鱼。于是他写信到史密森学会 (Smithsonian Institute)——美国一系列博物馆和研究机构的集合组织，去询问。几日后，史密森学会回信说：“恭喜你， Townes 先生，你发现了一个新的鱼种！”读者朋友，如果你小时候能收到这样一封回信，想必你连做梦都会笑的。

发现新奇事物乃是从孩童时代就开始的一大乐趣。前面几章不断地提到，正是因为以创新和发现为乐趣，人们才会选择做研究。创新、发现，这是我们从小便开始修筑的梦。这一章的内容是本书的重点，我们不仅想要告诉读者朋友如何做研究，如何做好研究，如何让自己变得更出色，还想告诫读者做研究光有梦想不够，光有好奇心也不够。要把研究当成自己的生活，像鱼儿离不开

水、白云离不开天空一样。鱼儿能欢快自由地在水中游弋，白云也能在天空绽放美丽，而我们的研究工作可以像夏日夜空中的繁星闪闪，照亮黑暗。我们的研究对世界的影响，对人类认知水平的贡献，会为社会进步带来很大的推动力。这一切都是从事研究工作好的方面。不好的方面呢？有研究进行得不顺利，或者始终没有研究成果，研究者因此变得沮丧、缺乏生机，如同失水的植物。

一旦有了做研究的动力，首要任务便是为自己选择研究方向和课题。就像油箱满满的汽车，蓄势待发，但也要给它一个出发的理由。选择这个理由的过程一定要以兴趣为首要因素，同时结合自己的未来打算。我们曾经提到过，选择一个好的研究课题要进行很多调研工作，比如与领域内专家交谈，查阅感兴趣领域的论文和工作等。完成这些调研工作之后，如果你同时对多个领域的研究都感兴趣，那又该怎么选择呢？成功的研究者是如何选择研究领域的？为什么同样背景的人，有些人成功，有些人影响力大，而有些人两者都不是？成功的研究者才华横溢，技巧熟练，其共同点还在于能幸运地找到一个好的研究方向，他们对研究问题提出的解决方案能够让人们以新的视角来认识世界。希望通过本小节的阅读，读者朋友能学会如何判断一个研究问题的价值和意义。

我们两位作者跟许多成功的、有威望的研究者交谈过，也曾聆听过他们的讲座。评判高影响力研究的标准是由吉姆·格雷（Jim Gray）总结出来的，他是一位伟大的计算机科学家，1998年，吉姆·格雷因数据库方面的开创性贡献而获得图灵奖。2009年出版的《第四范式：大数据时代的科学发现》一书是其有关思想的绝佳体现。吉姆·格雷是大数据浪潮中当之无愧的先驱。1999年，在图灵奖颁奖典礼上，他提到一个好的研究问题应该具备以下几个条件：

- 明显的益处；
- 描述简单；



- 尚不具有明确的解法；
- 解决方案具备可测试性，大问题可以拆分成多个子问题，能观察到每个子问题的进程。

我们在本书中称上述为“格雷准则”。

格雷准则的第一条是说问题应具有“明显的益处”。一个好的问题，首先应该对社会及科学领域有所贡献。这应该是一个不争的事实。这里要说的是，第一条“明显的益处”和第二条“描述简单”是紧密相关的。一个问题如果重要，描述起来也往往非常简单。比如，如何发明一种新的药品，能够更好地抗癌？这样的问题，在大街上随便找一个路人，都可以用一两句话说明白的。我们常常和学生讲，当你找到一个研究问题后，首先去给你的祖母讲讲看（假设学生的祖母不是研究这一行的），看一看是不是能讲得简洁、明白。商业上有一种说法，叫做“电梯描述法”（elevator talk），大意是说，如果你有一个对公司非常好的主意，平时又没有机会向公司高层表述，那么，你应该试图在坐电梯的一分钟内把它清楚、明白地讲出来。因为，不知道你哪天坐电梯上班时，会恰好赶上公司总经理也搭乘同一部电梯——这样的天赐良机可千万不要错过啊！

格雷准则的第三条，是要求你提出的问题“尚不具有明确的解法”。换言之，你提出的问题既要具有一定的难度，又要新颖。一个研究问题，如果在你前面已经有多人都曾提出过不错的解决方案，那么这个问题也就不具备新颖性了。

我们现在以计算机文字处理（word processing）为例向读者更详细地解释格雷准则的应用。假设有个学生对文字处理技术的研究非常感兴趣，这项技术有明显的益处，表述也很简单。随着科技的发展，很多文字处理软件应运而生，使得文字处理在目前已不算一项困难的技术，大家对此都很了解。这样对应到格雷准则的第三条，现在再来进行这项研究就不具备很高的影响力，除非它比现在的文字处理软件能在很大程度上提高人们的工作效率。

下面试想另外一种情况，假设这个同学提出了这样一个想法：开发一个新的文字处理软件，与现有软件不同的地方在于，用语音输入代替键盘输入。这一想法具有很明显的益处，存在很大的获益人群，比如双手残疾不能打字的人。表述起来也简单。这个问题，靠拍脑袋想不到解决方案，因为在语音识别领域的研究中，还没有一项高性能的语音识别技术，识别的准确率依然不够高，这严重影响了软件的准确程度。新软件的开发过程也具备可测试性：请几名测试人员用语音输入，看能否产生正确的文字结果。再来看看这一想法能不能分解成几个小问题。显而易见，我们可以将其分解成音素识别（phoneme recognition）、语句识别（sentence recognition）、语法识别（grammatical analysis recognition）和容错能力（fault tolerant）等小问题。这样看来，格雷准则的每一个门槛都通过了，这个想法，至少在多年以前，应该还算得上一个不错的研究方向。

还记得三个典型博士生的例子吗？博士生 A 对基础性和学术性较强的研究有着浓厚的兴趣。前文用了不少笔墨描述博士生 A1，如果读者朋友记不清了也没关系，本章以博士生 A2 为例。A2 也属于博士生 A 类型，但是相较于 A1 具有不同的特点。博士生 A2 选择研究课题时遇到的问题是这样：我要怎么做才能超过当前学术性研究中最优秀的工作？

查阅大量论文后，博士生 A2 发现迁移学习（transfer learning）是一个很吸引人、很有价值的研究课题。迁移学习研究的内容是如何能够让计算机不但具有像人类一样的自学习能力，而且还能把在一个领域通过学习获取的知识成功地迁移到另一个相关领域中。换句话说，迁移学习赋予计算机学习和记忆的能力。这种能力不仅能应用到所学领域，达到“种瓜得瓜，种豆得豆”的效果，还可以应用到其他不同但是相关的领域，触类旁通。这样，计算机就能变得更加智能。比如我们可以使用文本数据训练计算机对文本分类的能力，这一能力也能迁移到图片数据的分类问题中。

迁移学习这一研究课题具备心理学和教育学的基础，也是人类认知和智慧的体现。迁移学习一般泛指先前情境所学习到的知识、技能和态度，能影响另一个相似情境或新情境的学习的现象。在学习过程中，迁移是不可避免的现象，因为孤立的彼此互不影响的学习并不存在。举例来说，我们下象棋时会不知不觉地学习到一些军事常识以及战争策略。

博士生 A2 认为迁移学习这一课题非常值得研究。他对如何将文本数据中学习到的模型成功迁移到图片数据中，从而帮助解决图片数据的分类、聚类等问题尤其感兴趣。有了兴趣点，他便开始进行迁移学习方面的文献检索工作，总结归纳现有的研究工作，同时检验这一研究课题是否符合格雷准则。

这一研究课题对于计算机科学领域，比如数据挖掘、机器学习等研究方向能够带来直接的益处。我们现在熟知的搜索引擎、社交网络应用以及一些金融方面的数据分析所使用的算法大部分归功于数据挖掘和机器学习的研究工作。而这些算法的好与坏取决于标注数据的质量。标注的数据越多越精准，算法当然就会越精准，随之带来用户满意度的提高。借助人工来标注数据，不仅是一件费时又费力的工作，而且每个人的标准都不尽相同，标注的数据不可能都保证精准度。如果想得到精准的算法该怎么办呢？这个时候迁移学习的优势就体现出来了。迁移学习具备把在一个领域学习到的知识迁移到其他相关领域的能力，以减少对标注数据的依赖。回到博士生 A2 的研究问题，将从文本数据中获取的知识迁移到图片数据问题中，可以使得在线多媒体系统能够更快、更准确地对图片数据进行分类，降低了人工标注的成本。

这个问题也很容易表述。如果表述对象是普通的电脑用户，我们可以这么说，在使用搜索引擎时，迁移学习能够融入个人喜好，使得搜索结果更加个性化；如果表述对象是信用卡用户，则可这样说，有了迁移学习，信用卡异常消费、欺诈的检测会更加快捷准确。对于博士生 A2 的问题，我们可以这么

表述，利用计算机对文本类数据的处理技术，现在已经很成熟了。为了让计算机能够对图片进行正确分类，我们可以把围绕在图片周围的文本数据交给计算机，因为这些文本基本上是对图片的描述，所以从文本数据中学习的模型便能够帮助计算机对图片进行分类。比如，我们可以回答：一张图片真的相当于一千个文字吗？这个研究想法表述起来不过只用了如此简单的两句话而已。

事实上，我们每天都在进行着迁移学习，只不过没有计算机表现得那么明显。这里，不妨给读者朋友讲一个迁移学习的有趣事例。艾森豪威尔将军喜欢打桥牌。在第二次世界大战中期，他指挥数十万盟国军队，准备在诺曼底登陆，向德军大举反攻。此役关系重大，战斗打响前夕，整个参谋部都十分紧张。为了减轻劳累、放松情绪，艾森豪威尔将军与参谋人员打了几局桥牌。在一手中牌中，他使用了一种利用本方数量优势使敌方无法保存实力的方法。这时他从中得到启发，突然站起来叫道：“对！紧迫法。”于是马上召开军事会议，对战役作了重新调整。这一战役最终以盟军大获全胜结束。继续回到我们的正文，数据挖掘和机器学习的研究问题一般都作这样的假设：训练数据和测试数据在形式上或者分布上是相似的。而这一假设在博士生 A2 的问题中就不再成立了，一个是文本数据，一个是图片数据，两者存在明显不同。

再来看看这一研究问题是否具备可测试性。很明显，文本数据和图片数据之间的迁移具备可测试性。在测试最终结果的过程中，可以将正确分类的图片所占的百分比作为评价标准之一。这一评价标准类似于 $F=f(x)$ 这样的函数形式， x 是交给计算机的文本数据的数量， f 是图片的分类结果，这一结果可用图表形式表示。

准则的最后一条，即可分解性。将研究问题拆分成几个子问题来研究的目的是能够让我们观察到中间结果而不是只看到最后结果，如果最终结果不对，也利于查找错误。博士生 A2 在研究工作的开始，借助已有的文本到图片的

“翻译器”进行自己的研究。随着研究的展开，他可以通过自己设计的算法和模型从数据中学习“翻译器”。最后，博士生 A2 为了观测迁移学习系统的整体性能，在实验设计方面还考虑了变化文本和图片的类型。

关于 A 类型的博士生先讲到这里，下面来看看 B 类型的博士生（实验型研究）。博士生 B2 对大规模应用性的研究问题感兴趣，打算毕业后能够到工业界的研究部门工作。如何将迁移学习应用到大规模数据中就成了博士生 B2 的主要研究问题。如何才能做到大规模应用呢？他首先把眼光投向了搜索引擎。一个想法渐渐在他脑中成熟：搜索条目分类，即自动将用户输入的搜索条目分类。举个例子来说，假如用户想要搜索“酒店”，系统便能推断出用户可能有商务旅行，可能会对一些商务旅行用品感兴趣。这时如果将一些旅行用品广告连同酒店的搜索结果一起返回给用户，不仅可方便用户，也可使广告公司受益。读者朋友，你有没有开始思考这个场景下，迁移学习的作用发挥在何处呢？是这样，如果将迁移学习应用到此场景，会使得信息检索和广告推荐两者相辅相成，互惠互利。这项研究会为研究者开拓一片新的研究领域。得益于现有的标注数据，通过迁移学习，可以将搜索条目分类扩展至新的应用领域。为了展示这项创新，博士生 B2 计划依靠搜索引擎公司所拥有的大规模数据的优势，建立一个大型的基于迁移学习的数据挖掘系统。因为公司的数据并不能公开访问，为了方便数据的使用，博士生 B2 决定以实习生身份到搜索引擎公司工作一个学期，以便实现自己的研究想法。

C 类型的博士生又是怎样的情形呢？下面来看看吧。C 类型的博士生对实际应用和创业很感兴趣。博士生 C2 毕业以后想创业，所以在研究方向的选择上，他更加注重商业性的应用问题。为了给以后创业做准备，他希望在读博士期间能够积累较多的商业应用经验，所以最后选择了在线广告推荐这一研究课题。广告是一门科学，也可以称得上一门艺术。广告不仅仅以商业为主要载

体，它涉及的领域非常广阔，包括经济理论、游戏理论、人与计算机的交互、人工智能和数据挖掘等。如果要细说广告，又能写一本书了，所以这里就不再深入介绍了，有兴趣的读者可以去翻阅一些相关书籍。以广告推荐为研究课题，那真算得上是跨学科研究。为了扩大社交圈，博士生 C2 参加了很多学术和商业会议。他尤其不肯放过那些侧重商业应用的研讨会，经常以学生志愿者身份参与其中。

格雷准则中最重要的一条是可测试性。时至今日，很多研究方法都基于系统构建和实验性测试。结合格雷准则，我们不妨增加一个第五条：

- 要确保研究中数据获取的可靠性以及足够的数量。

这样，便有了格雷准则⁺：即原有的四条再加上这一条对数据的要求。我们遇到过很多学生，不管是自己直接指导的还是间接指导的学生，他们拥有很棒的想法、算法、定理和构建好的系统，但往往卡在没有数据这一点上，真是十分可惜。

使用可靠的数据，对于研究来说不仅可以提高工作可信度，还能增大工作的应用范围。很多同学做研究时，由于找不到可靠数据，只能依赖一些人工制造的数据，从而大大降低了研究工作的可信度。举例而言，在计算机科学工程领域，信息检索方向的学生在设计算法时可能会依赖用户的搜索历史，而这些数据属于搜索公司，而非公开数据。这就会造成很多同学的研究工作被卡在数据这一点而无法进行。怎么解决这个问题呢？一个办法是积极寻求与公司的合作，比如去相关公司实习，获得与这些公司的研究部门合作的机会，接触到所需的数据。事实上，这种实习模式已经成为很多博士研究生执行自己研究计划的一个有效方法。当然，也要准备通过实验手段，自己去收集一些数据，尽管这样收集的数据可能有限。今天，通过 Web 2.0 也可以收集到各种数据，比如，Crowdsourcing 网站，诸如亚马逊的 Amazon Mechanical Turk 网站。

4.3 棋盘法（The Matrix Method）

格雷准则的最后一条强调，一个好的研究问题要能被拆分成几个子问题，这样，研究者可以观察到每个子问题的结果。可能有人会有疑问：“我只关心最后结果，中间结果对我有什么意义呢？明明可以一条道走到底，为什么要在中间走走停停呢？”读者朋友，你也是这么想的吗？对于研究者来说，每一步结果都至关重要。这些子问题像是串联电路中的每个小部件，每个小部件的输出都会直接影响到整个电路性能，一个小部件断路，整个电路就可能垮掉。

“如果说我比别人看得更远些，那是因为我站在了巨人的肩上。”

——牛顿

虽然这句话经常被应用于描述新的发明创造，但我们认为它也适用于研究计划，站在现有工作的肩膀之上，让自己的研究工作更加深远。

有一种很有效的方法，能够清晰而有条理地刻画出研究工作的大体脉络，从而便于见缝插针地找到新的研究课题，我们称之为棋盘法。在图 4.1 中，可以看到一个 4×4 的棋盘，横轴代表相应的研究领域用到的不同方法、方案和技术，纵轴表示要解决的研究问题，或者说潜在的研究问题。具有相关性的研究问题要按照顺序排放，无相关性的研究问题可以随意摆放。

棋盘准备好了，来看看这盘棋究竟应该怎么样下，即我们的解决方案之具体实施策略。前述章节曾经举过一位对机器学习和数据挖掘感兴趣的博士生的例子，现在仍以这位博士生为例，详细讲述棋盘法。

假设这位博士生的研究方向是代价敏感学习（cost-sensitive learning），这是机器学习的一个分支。所谓代价敏感学习，是考虑在计算机的学习过程中，如何最小化各种错误代价的总和。具体来说，从数据中学习出的模型也会出现

各种类型的错误，要想降低错误率，就要付出各种代价，代价敏感学习关心的就是如何使得各种代价的总和最小。这一研究问题的重要性在于解决数据的不平衡性。顾名思义，不平衡性是说某些类型的数据非常多，其他类型的数据非常少。数据的这种不平衡性是一种自然现象，在研究中不可避免。回到我们的例子中，做研究要以广泛而全面的文献检索为开始。不知道读者朋友是否还记得，这一点曾在第2章中强调过。现在，假设这位博士生已经把代价敏感学习领域拆分成以下几个更小的研究问题：代价已知的代价敏感学习，代价未知的代价敏感学习，代价伴随着未知数据获取的代价敏感学习，流数据的代价敏感学习。在横轴上，也就是方法维度，有贝叶斯分类方法（Bayesian classification methods）、集成方法（ensemble methods）、密度比例方法（density-ratio methods）、分割（partition）或者基于树的方法（tree-based methods）等，此外还有很多在线学习（online learning）方法。

		方法			
		1	2	3	4
问题和应用	1	[3]		[17]	[4]
	2	[55]		[23]	[43]
	3	[1]			[44]
	4				►

图 4.1 棋盘法举例

下面开始往棋盘放“棋子”了。每一个格子可以代表一篇或者多篇论文，如果是多篇论文，那么这些论文所讨论的研究问题和使用的方法应该是相似的。如果读者朋友平时阅读论文时有使用文献管理软件的习惯，不妨把论文标

号（比如[3]等）直接填入格子，这能方便以后的查找。除了标号外，阅读论文时的笔记，如论文的优点和缺点等可以一并写进去。在任何一个研究领域，我们都能找到一些或新或旧的综述性、评论性文章，这些文章对于文献检索，甚至展开自己的研究都有着极大的参考价值。顺藤摸瓜，我们便能很快把精力集中到某些研究领域中。文献检索工作完成之后，你会发现棋盘上有些格子空空如也，这对你来说是个好消息，因为这表明，要么对应的研究问题还没有被研究过，要么就是对应的方法还没有被采用过，如图 4.1 中第四行第二列（4,2）和第三行第三列（3,3）的格子。

这些空格子能带来什么启发呢？先看格子（3,3），这个空格子提供给博士生一个非常好的研究机会，用我们的话说就是“尝尝鲜”，尝尝研究的“鲜”。想要练练手的话，这位博士生可以将标号为“[3]”的方法应用到标号为“[3]”的研究问题上。由于这项工作作为一个重要的研究问题提出了一个新的解决方案，机器学习领域的其他研究工作也会受益于它所带来的影响。

平时我们跟学生聊起这个方法时，有些学生会对此将信将疑。其实，这个方法用起来真的很有效。我们两位作者有时也会采用此方法来搜寻尚未有人开采的“研究金矿”。所以，读者朋友，如果论文读得有些头昏脑涨了，不妨跟着我们的方法画画棋盘。当你看到一个空格子时，就为自己鼓掌吧，因为你已经打开了一扇研究之门。请暂且按捺一下激动的情绪，因为棋盘法的美妙之处不仅如此，还有更大的惊喜等着你呢，请耐心读下去吧！

下面为读者提供一些例子。博士生 A2 的理想是做一名大学教授。在为自己确定博士研究课题时，他发现迁移学习领域的研究方向都很有意思。圈定好大领域之后，他开始寻找其中对自己未来职业有帮助的研究课题作为自己的博士研究课题。查阅了很多相关期刊、会议和论文后，博士生 A2 列出了以下几个迁移学习的研究问题：相同特征空间数据间的知识迁移，不同特征空间数据间

的知识迁移，不平衡数据间的知识迁移和具备多个辅助领域的知识迁移。在 X 轴方法维度上，有下面几种方法：基于实例的知识迁移，基于特征的知识迁移，集成多个模型的知识迁移和多个学习任务间的知识迁移。把所阅论文中涉及的研究问题和对应的解决方法填入棋盘后，博士生 A2 发现很多研究工作都集中于基于实例的方法，不同点在于有些工作是解决相同特征空间数据间的知识迁移问题，有些工作是解决不同特征空间数据间的知识迁移问题。然而，“多个学习任务间的知识迁移”这个方法维度下的研究工作并不是很多，尤其是针对不同特征空间数据间的知识迁移问题。有了这个发现以后，博士生 A2 就找导师和一些高年级的博士生讨论这一想法。最终结论是，用多个学习任务之间的知识迁移解决不同特征空间数据间的知识迁移这一问题值得尝试一番，值得展开研究工作。得到了导师和学长的肯定，他更加坚定了信心。于是，便开始制定研究计划，给出了一些可行的解决方案，并找到了合适的数据来进行实验。后来的故事怎么样了呢？最后，博士生 A2 发表了多篇论文，并完成他的博士工作。

一个关于博士生 A2 的圆满故事讲完了，再给读者讲一个关于博士生 C2 的故事。博士生 C2 与博士生 A2 不一样，他对实际的工业应用和创业很感兴趣。所以在研究课题的选择上跟博士生 A2 有些许不同，但棋盘法依然奏效。开始自己的研究工作时，他觉得推荐系统（像亚马逊的 Amazon Mechanical Turk 这类网站）这一课题不论是站在研究的角度还是站在应用的角度都有着重要意义。经过详细调研，他总结出推荐系统下存在以下几个研究问题：基于密集矩阵的推荐，基于稀疏矩阵的推荐，使用用户和商品的外部本体进行推荐以及带有时间信息的演化推荐（*evolutionary recommendation*）。在方法维度上，他列出了三种方法：基于用户的推荐方法，基于产品的推荐方法，基于模型的推荐方法。将这些方法和相应的问题填入棋盘，这一研究问题的研究现状便

一目了然了。这时，博士生 C2 发现使用“基于模型的推荐方法”解决“带有时间信息的演化推荐”问题这个格子还是空的。而这一研究问题并没有因为缺少既有研究工作而失去吸引力，相反如果能够在这个问题上作出成果，将会给一些在线购物网站带来巨大的商业价值。同样地，博士生 C2 与导师和一些研究者，其中包括一位就职于知名研究部门的研究者，讨论了他的想法。大家对此给出了肯定性结论。于是他便开始了关于推荐系统的研究，他的研究工作在海量数据的测试下，使用业界公认的评价方法能达到很好的效果。就此工作，他成功申请了专利，还为一家公司写了一份商业计划书。

4.4 展开研究

一旦确立了研究方向，从开始做相关文献检索的那一刻开始，就表明你已经准备好着手研究了。做研究第一个要解决的问题就是描述研究目的，如果要求你用一句话描述研究目的，你会怎么说？用一句言简意赅、通俗易懂的话说出自己的研究目的，能让你明白所研究的问题除了自己觉得有趣之外，是否也对他人具有重要意义。这句话既不能宽泛到可以作为百科全书的副标题，也不能范围太过狭小以至于找不到足够的数据来支持论点。比方说，你为了展示能设计出比谷歌更好的搜索引擎，就要具体说明怎么个“好”法以及“好”在哪里。或许你可以这样形容自己的观点，“在搜索算法中加入社交网络这一因素会比不考虑社交网络的搜索算法带来更加精准的搜索结果”。这样表述观点的好处在于简单明了，即使不是计算机科学领域的人也能明白，也能从中听出一些道道，进而判断这样做究竟有没有道理。如果想表述得再具体一点，可以这样讲：我提出的搜索算法 ABC 不仅考虑页面与页面之间的链接关系，还会把用户所在的社交网络纳入考虑因素。希望加入这部分社交网络的信息能够产生

比没有这部分信息的谷歌 PageRank 的算法更加精准的搜索结果。

具体翔实地表述研究工作有很多好处，归纳为以下几点：第一，研究工作表述得越具体，其所涉及的一些关键环节就会越吸引其他研究者的注意力。当你一门心思地思考如何具体阐述研究工作时，会越发觉得自己应该站在读者的角度去表述，考虑到底如何表述能够更清楚，能使得读者重新实现该工作时可将每条线路都把握得清清楚楚，甚至一点疑惑都不会产生。第二，当你无法将研究工作表述得具体得当时，有没有想过这很可能是自己尚未将该工作理解透彻？否则，将研究工作像讲故事一样具体生动地说出来应该很容易。在讲述过程中，你自己也会意识到这项工作应该跟哪些方法去作比较，应该采用什么评价方法。

还采用上例，在陈述 ABC 算法时，如果算法有这样的一个理论证明说，无论 PageRank 产生怎样的排序结果，你的 ABC 算法产生的结果总不会差过 PageRank。光有理论证明说服力还不够，还需要采用一些业界广泛认可的评价标准。比方说，ROC 曲线下的面积（area under the curve，AUC）是被广泛认可的评价排序算法好坏的标准，除此之外还有 NDCG（normalized discounted cumulative gain）。不论采用什么评价标准，得出的结果应该与理论证明结果一致，即你的 ABC 算法得出的排序结果要好于 PageRank 的结果。如果研究项目偏理论型，你需要确保理论证明的每一步都有相应定理和推论的支持。

很多研究工作，除了依靠理论证明外，还可以采用实验性证明方式。这种方式可能不需要熟悉很多定理，但在实验设计时要注意以下几点：首先是实验数据。如果算法是整篇论文的骨架，实验数据便是赋予骨架活力的血液。算法设计得再好，如果找不到数据做实验，那算法仍然是一具没有生命力的骨架。每一类算法都有很多公开的数据集，这些数据集都很大，有时其中会包含一些噪声数据，有时会有数据集不完整的情况。如何把这些不完整并且很大量

的数据处理成符合算法要求的实验数据是我们在做实验前首要解决的问题。举个例子来说，假设你提出了一个新的搜索算法，这个算法的优势在于能够利用用户的搜索历史提高搜索结果的精准度。在做实验时就需要搜索引擎中保存的用户搜索历史数据，这类数据不仅是海量数据，而且非常不完整。难道需要把所有的数据都用来做实验吗？显然没有这个必要。只需从中采样一部分有效数据，确保抽取的这部分数据的分布与实际情况相符，实验时采用这部分数据即可。什么样的数据才是与实际情况相符的数据呢？如果采样数据在时间跨度上有一年，那么就要确保每个月的数据量分布均匀。如果获取的元数据集是由多个分布不同的小数据集组成的，那么抽取要在每个小数据集上独立进行，不能混在一起进行采样。切分数据时，建议采取分层方式将大数据集切分成多个小数据集，这样可使每个小数据集上的数据符合随机且均匀分布的特点。一般来说，抽取的数据能够再现元数据的分布情况。如果读者遇到的数据集呈现更加复杂的情况，不确定性因素太多，则可使用蒙特卡罗（Monte Carlo）方法采样。蒙特卡罗方法可以根据输入参数反复运行模拟器从而确保抽取的数据符合元数据的分布。

除了实验数据的清理这个问题外，在实验设计中还有一个重要问题，就是参数（parameter）的设计和调节。我们鼓励读者尽量使用自由参数（free parameter），又叫做独立参数（independent parameter）。顾名思义，这类参数具有独立性，不依赖任何其他参数而存在。做实验时，这种类型的参数对最终实验结果（以上例来说，就是搜索算法得出的排序结果）的影响能够直接观察到，这一点对于理解模型或者算法都很有帮助。如果算法涉及多个自由参数，想观察每个参数对算法的影响，就要在调节其中一个参数的同时，保持其他参数不变。我们还是用搜索引擎的算法设计那个例子来说，算法涉及的变量有页面数量、连入页面的链接数量、连出页面的链接数量、页面内容的多少以及页

面内容所论及话题的数量。所有参数都设定的那一刻会产生相应的实验结果，这一实验结果有如用相机“咔嚓”一声摄下的我们生活着的世界的一张影像。其实每一组参数都对应着一张影像。在为算法调节参数的过程中，每次变化其一，而保持其他参数不变，如此对应一个参数会产生多个结果。这些结果构成了以这一变参为横轴、以评价结果为纵轴的曲线。与此同时，作为你的 ABC 算法的比较对象，PageRank 也能画出相应的曲线，如果一切没有差错的话，读者便能够从你论文中的曲线图中看到算法 ABC 要优于 PageRank 算法。

有时候，即使采用了恰当的评价标准并且比较了其他算法，也不足以使得论文的阅读者信服。读者朋友不要诧异，这种情况的发生并不新鲜。那还需要做些什么工作才能增加算法的说服力呢？还是以搜索算法 ABC 为例，除了采取业界广泛认可的评价标准和足够的对比算法外，可能还需要找些用户切实地对搜索结果进行人为判断。具体而言，我们需要整理出一些在其他研究工作中经常用到的搜索条目，人为地判断算法 ABC 对这些条目返回的结果。这些担任“评判官”的人不能随意挑选，大街上随便拉来的张三、李四是不符合要求的。在选择时，要确保这些人具有公正性、独立性以及不同背景。“评判官”的选取也是一门学问，如果读者朋友的研究工作涉及这方面的内容，我们还是建议读者找些心理学方面的书籍作为参考。

不知道读者朋友有没有真正动手做过相关的研究实验呢？如果有，那这部分内容你应该相当熟悉；如果没有，希望这部分内容能在你未来的实验道路上发挥些作用。准备实验时，通常将数据进行分组，一部分作为训练集（*training set*），一部分作为测试集（*testing set*），另一部分作为验证集（*validation set*）。首先，我们用训练集对模型进行训练，再利用验证集来调节模型的参数，以此作为评价模型的性能指标。最后，利用测试集来估算模型的优劣。我们把这种方法称为交叉验证（*cross validation*）。常见的交叉验证方法有 Hold-out 方法

和 N -fold 交叉验证方法。Hold-out 方法将原始数据随机地分为两组，一组作为训练集，另一组作为验证集，利用训练集训练模型，然后利用验证集验证模型，最后模型的准确率为此 Hold-out 方法下模型的性能指标。 N -fold 交叉验证方法是将原始数据分 N 组（一般是平均切分），用每个子集数据分别做一次验证集，其余的 $N-1$ 组子集数据作为训练集，这样会得到 N 个模型，用这 N 个模型最终的验证集的准确率的平均数作为此 N -CV 下模型的性能指标。 N 一般大于等于 2，而实际操作时一般从 3 开始取值。采取这些实验方法的优点在于，不同实验条件下，通过比对统计学中的方差和置信区间，能够反映出实验结果的一致性。

实验完毕后，数据整理成了漂亮的图表，这是不是意味着结束了？当然不是。图表整理得那么漂亮，有没有想过除了你本人之外，任何其他人看得懂这些图表的存在价值吗？首先，横轴和纵轴的意思是什么？那一串串的数字在向别人传达着什么信息？还有，那一条条曲线又在诉说着什么呢？读到这里，读者朋友能猜到我们将要讲述的内容了吗？对的，有了实验结果，要进行解释说明以及恰当的分析，要引领论文阅读者理解实验结果，而不是让其独自琢磨。分析性文字涉及两方面：第一，必须让阅读者从统计学角度知道实验结果有无显著性差异；第二，要将论文中所有的实验结果从专业知识的角度解释给阅读者，并且要说明各组实验的意义。在搜索算法的例子中，就需要向阅读者阐明加入用户搜索历史信息会对搜索结果的排序带来什么样的影响。

上面提到了“统计学角度”，不知读者朋友是否熟悉此概念？我们用两小段篇幅简单说明之。在研究当中我们使用最多的就是显著性测试（significance test），这是统计学中非常重要的一个概念。显著性测试又称假设检验，是数理统计学中根据一定假设条件用样本推断总体的一种方法。基本原理是先对总体特征作出某种假设，然后根据统计推理对此假设应该被拒绝还是接受作出推

断。在信息检索领域，非常典型的应用适用于比较两组实验结果是否具有显著性差异。比方说，要验证在 5% 的置信水平下的显著性，如果测试出来的结果低于 5%，我们就说结果具有随机性，可以拒绝零假设（原假设）；反之，如果高于 5%，那么说明结果具有显著性。

显著性测试有很多种方法，其中一种叫做 T 检验（student's t-test）。它主要用于样本含量较小、总体标准方差未知的正态分布数据，用来检验两个平均值的差异程度。它使用 T 分布理论来推断差异发生的概率，从而判定两个平均数的差异是否显著。这里不再介绍 t 统计量是如何计算的，基于 t 统计量的显著性概率是怎么查询的了，有兴趣的读者可以查阅统计学相关的书籍，里面有相应的介绍。还有一种方法称为 p 值检验（ p -value）。对于两组数据差异程度判定，通常是以期望值 p 来作为判断的依据。 p 值是一种概率，一种在原假设为真的前提下出现观察样本以及更极端情况的概率。它表示对原假设的支持程度，是用于确定是否拒绝原假设的另一种方法。 p 小于 0.05 表示两组数据之间达到“显著性差异”的标准， p 小于 0.001 表示两组数据之间达到“非常显著性差异”的标准。

总结一下吧。研究过程中首先要解决的问题是清楚而具体地表述所要进行的研究工作，包括研究动机、研究方法等。有了研究论文骨架之后，就要开始为其注入血液让骨架变得有活力，于是要开始做实验。关于实验环节，我们讲述了选取、采样数据，选择评价方法和对比实验等内容。最后是“看图说话”，向读者解释每一张图表所表现的意义，每一条曲线所代表的含义，以及每一个数字所表达的意思，合理而明白的解释会给工作加分。整个研究过程中，我们认为比较重要的一点是，如何才能让论文阅读者轻松地再现实验环节。这对研究者阐述研究工作时的语言文字功力是一大考验。至于如何提高这种功力，请见第 5 章。

4.5 建立个人品牌

不知道读者朋友有没有发现，如果从棋盘法的角度去思考，学术研究是利用出现的空格子寻找新的研究问题或者新的解决方法。在商业环境中，从某种意义上来说，如果不是发现了市场上某些有潜在利润价值的“空白空间”，一般是没人冒险开发新产品或创立新公司的吧？这样看来，其实学术研究和商业市场调查存在异曲同工之处。

如果你的文献检索工作做得足够细致彻底，请仔细观察填好空的棋盘，你会发现有些研究领域散发着一股势不可挡的年轻气息。这股气息不仅来自于研究问题，还来自于那些年轻的研究者。这些年轻的研究者凭借对研究的热情，真的能够在学术中找到属于自己的一片天地，或者已然如专家一般影响着其他研究者。这时，可以说他们已经成功地建立了个人品牌。

现在，假设你已经为自己找到了一个研究问题，这个问题同时具备新颖性和高影响力。如果一个问题可以将你的研究聚焦到只要搜集需要回答所提问题的资料，当你找到认为可以支持答案的数据时，你便知道这是停止搜索数据的时候了。但有的时候，也会发生这样的情况，即使你对这个问题已经进行了相当长一段时间的研究，并已经有了些真知灼见，你还是会觉得自己找的数据简直没完没了。更有甚者，你永远不知道什么时候才可以称得上足够。拍案之前总会有一种遗失了什么的感觉。无论如何，一旦你对研究问题有了深刻的理解，便会开始提出这样的问题：这个问题可以用方法 X 来解决吗？如果我能够成功用方法 X 攻破这个问题，会对这个领域带来什么样的影响？反之，如果不能把方法 X 成功运用于这个问题，我会有什么损失？又会有什么收获呢？

我们先沿着棋盘的横轴方向走，在方法这个维度，有一点对于研究来说很重要，那就是“比较”。俗话说得好：“有比较才能见分晓。”比较什么？比较



解决相同研究问题的不同方法间的差异。“方法 X 和方法 Y 比较有哪些优势，又有哪些弱点？”经常会发生两种方法势均力敌的情况。比方说，在时间效率上，方法 X 要优于方法 Y，然而在准确率上，方法 X 却抵不过方法 Y。又比方说，在降低错误率方面，方法 X 的表现要优于方法 Y。如果应用一些成本敏感学习的实例，方法 Y 在排序方面的性能要高于方法 X，例如 AUC 评价标准。在这里，我们想告诉读者朋友，即使只是单独沿着棋盘的横轴行走，也能看到美丽的风景，能发现很多很有意思的研究话题，能创造出很多顶级的研究论文。

82

棋盘的横轴已经告诉你哪里的风景独好，纵轴这边又如何呢？读者朋友，我们一起来考察吧。纵轴代表研究问题，我们采取“自上而下”的考察方式。这种方式会引导我们考虑为什么以及如何能够把相同的方法应用于不同的研究问题。如果已经对所在研究领域的一些研究方法了如指掌，你可能会看到比其他人所看到的更加亮丽的景观。举个例子来说，假设现在想把机器学习中常用的决策树方法应用于代价敏感学习的研究问题。这时，我们心中可能存在这样的疑惑：“决策树方法应用于非平衡数据集分类问题时表现很好，那对于未知代价公式，或者学习过程中涉及用户反馈的这两种情况下的代价敏感学习，决策树方法的性能是否能依然保持那么好呢？”想要回答这个问题，就要将决策树方法与现有的其他解决此类问题的方法一一进行比较。经过比较，才知道决策树方法究竟是比其他方法好还是坏。以此方式，不仅要知道一个方法能够应用于多个不同的研究问题，还能更加清楚地了解这个方法在不同的问题设定下的不同性能。

读到这里，读者朋友发现纵轴这个方向上与众不同的作用了吗？这种“自上而下”的游走形式可以真正带领你从另外的角度去思考方法，这种思考给你带来的不仅仅是方法上的深入理解，更能让你的理解在研究领域中发挥得淋漓

尽致，找到自己的一席之地。有这么一句古老的箴言：“如果你手上有一把锤子，所有的东西看上去都像钉子。”对程序员来说，锤子是面向对象，是设计模式，是编程语言；对销售人员来说，锤子是口才，是人脉；对研究者来说，锤子是研究方法，钉子是研究课题。结合我们的棋盘，沿着水平的方法维度游走是为了帮手中的钉子找不同的锤子，沿着垂直的研究问题方向游走是手握锤子找钉子。

读者朋友可能会说：“我就是这么个贪婪的人，既想要熊掌也想要鱼。”这也不是不可以，同时朝着两个方向走，我们坚信你会找到锤子和钉子。不过不得不说，这个寻找过程相当艰苦。一旦找到了，对于研究者来说将是一种不可言喻的幸福。你的研究成果会如同图 4.2 所示的那棵树一样枝繁叶茂。

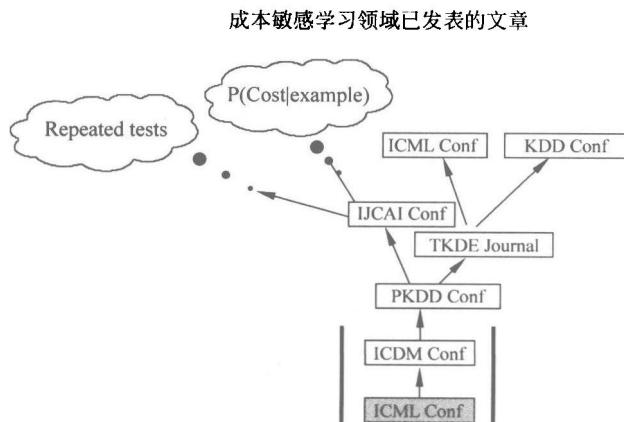


图 4.2 研究结果树形图

如果你在棋盘当中找到一个横轴的区间和一个纵轴的区间，使得你在棋盘中间找到了一块空白区域，那么恭喜你为自己找到了一个品牌。在这个区域，既有你的锤子，也有你的钉子。这时候，你真的可以为自己感到高兴了，因

为，你不仅仅可以作出一项研究工作，你还可以作出一系列相关的重要研究工作，并且把你自己打造成一个领域专家。完成这一系列工作之时，你已经在自己的领域小有名气了。当你去参加会议时，会发现有人主动过来和你打招呼。你的文章的引用数也与日俱增。这就是品牌的效益。

4.6 实验型研究和理论型研究

4.5 节讲了很多内容，比如“实验型研究”、“理论型研究”、“理论证明”，等等。有些读者朋友，尤其是研究新手，可能还是第一次接触这些概念，或许曾经听说过这些概念，但至于这些概念究竟代表什么还不甚明白，心中或许疑惑：“我应该选择理论型研究还是实验型研究？”如果用专业术语来表达这个疑问应该是这样的：“我是做基础型研究还是做应用型研究呢？”

如果要回答以上问题，还是应该先回到曾经讨论的研究的本质和研究者的职责这两个问题上。帮助人们认识世界、理解世界是研究者的职责。研究的过程即使用理论和实验性方法揭示深藏于表面之下推动各种事物发生发展的机理。一般来说，理论研究的原始目的不在于解决实际问题，而是在于解决一个概念性的问题。这个问题是在成熟的理论基础之上进行推导，加以完善，用来验证提出的假说。实验型研究是用理论无法清晰描述的产物，需要依靠实验和数据的收集，通过数据分析的形式来对假设进行证明，以真正做到一切用数据说话。理论研究与实验型研究两者的区别在一些传统学科（比如物理学）中会更加明显。我们通过检验研究问题，才可以辨别研究是“理论型”的还是“实验型”的。现在，尤其是在工程科学领域与实践领域，这两者间已然存在一个“灰色地带”，更有人经常把“面向系统的研究”放到这个模糊区域。这种情况使得研究新手更加无法区分理论型研究和实验型研究。我们偶尔还会听到有

些教授的说法：“我最近的研究就是如何构建一个系统。”对此我们实在不敢苟同。

本节想清楚地告诉读者朋友，单纯的构建系统，而缺少研究动机和有价值的分析，这种做法不能算做研究。但是，如果你有一个假设前提，比如“在 Z 条件下，方法 X 优于方法 Y”，要验证这个假设，你可以构建一个系统去证明在 Z 条件下，方法 X 要优于方法 Y。这种利用搭建系统去支持或者反驳一个假说的做法才是研究。

我们先谈谈实验型研究。阅读实验型研究的论文时，总会捆绑着这么几个概念：系统构建、经验获取和经观察得出，等等。通常情况下，实验型研究首先要提出一个假设。这个假设是研究某个重大的实际难题，同时这个难题具有显而易见的影响力。比方说：“人是能够做到超音速飞行的。”这句话是一个假设，而如何论证假说是实验型研究工作的重点。以这句话为例，我们要找到证据或者通过观察结果支持或反对这个假说，就要制造一架飞机，看它的飞行速度是否能够打破音速。

在科学工程领域，假设和实验型研究并非“捆绑式销售”，并没有规定一个假设只能捆绑一项实验型研究工作。事实上，多个研究者可以同时提出相同的假设，论证每个假设的实验型研究工作也不要求必须由提出者完成，每位对此假设感兴趣的研究者都可以去研究。理论研究中的模型和假设能够进行泛化和测试。如果阅读过理论型研究论文，你会发现其陈述了一些概念。这些概念无法直接得出，必须经过推导才能得到。一旦建立好模型，理论学者就能够在模型基础上继续推导。不要小看这些推导，很多我们现在使用的定理和公式都诞生于这种方法。因此，强大的理论具有泛化能力。前述小节曾经提到，工程领域的研究工作经常会将理论和实验两种方法结合在一起使用。在一些基础学科中，比如物理学，会有理论物理学家和实验物理学家之分。这两者的分工表

明理论型研究和实验型研究在物理学中是相互独立的，这也是与工程领域的一大不同。

实验型研究一般会先提出一个假设，读者朋友可能关心这个假设是怎么来的？如果你还没有拟出任何自己感兴趣的研究课题，我们建议你先尝试着重现其他研究者的工作，重新搭建其系统。举例而言，如果想构建一个学术搜索引擎，方便研究者查找学术论文等研究资料。那么第一个你要重现的算法便是谷歌的 PageRank。你可能会觉得重现别人的工作是浪费时间，其实不然。在重现过程中你会有很多收获。第一点，对于研究新手来说，无论是处于哪个研究领域，先熟悉一些经典理论、算法、案例和系统构建常识等是非常必要的。这就好比想要了解中国文学要先读懂四大名著一样。在重现其他研究工作的过程中，你会逐渐理解那些工作的实质究竟为何，可取之处是什么等。更甚至，你会意识到他们的工作似乎还有提升空间，还有很多内容并未提及。如果你觉得很多内容缺少详细解释，这也可能是因为篇幅限制，也可能是作者无意写出。如果你不曾亲自尝试重现其他研究者的工作，重建他们的系统或者算法，仅靠阅读论文，将很难发现这些问题。第二点，在重现过程中，对研究问题的复杂度和所涉范围会有更清晰的认识。当再次遇到相似问题时，便能心如明镜。比如在计算机学科领域中，光是读读论文，看看伪代码的主要流程，或许能明白代码的某一层复杂度究竟是线性的还是对数级别的。虽然伪代码本身很容易理解，但实现起来也同样容易吗？其实不然。这也是研究新手经常低估的一个问题。如果读博士期间，从来没有重现过其他研究者的工作，那可真是“研究不知先重现，纵使毕业也枉然”，为什么呢？因为通过重现他人工作，可以了解涉及数据分析的整个流程，至少可以为自己的工作提供一个基准点（baseline）。所以有第三点，与设计模式中的可重用性概念类似，重现工作可重用于自己研

究中的对比项和参考项。如果你的研究能够击败那些当年重现的工作，说明你已在研究中阔步前行，找到了自己的方向。最后一点，也是最重要的一点。前述章节用了很多笔墨强调阅读论文时要“批判性地阅读，创新性地思考”。在重现其他研究者的工作时，使你有了近距离接触和“批判”的机会。重现过程中，你会更加意识到自己阅读时产生的质疑是否正确，从而能更加清楚地看清这项工作的优缺点。看到了缺点，其实就已然找到了研究的突破口，以此为证，提出自己的假设和想法。回到学术搜索引擎那个例子，在实现 PageRank 算法的过程中，你会发现这个算法并没有考虑用户的喜好以及用户之间的关系这层信息。如果能够观察到这点，我们想你应该会迫不及待想要把这层信息添加到 PageRank 算法中试一试吧？重现其他研究者的工作有如临帖，王羲之书法中的一勾一画、一撇一捺终会变成临摹者的身段步法，偶尔福至心灵，自然熟能生巧，转化成习者的技艺。

读到这里，读者朋友可能会问：“我究竟适合做理论型研究还是实验型研究呢？”在科学工程领域，理论研究起着举足轻重的作用，它可以在实验科学当中担任两个完全不同的角色：其一是指导实验，并用理论来证明实验是否正确；其二是相反，可用它来解释和总结实验观测结果和现象。

在第一个角色中，理论在先，实验随后。很多研究者都活跃在这个领域，他们构建系统、设计实验，为的是能够证明提出的假设正确或者错误。

人工智能是这类研究中的一个典型领域。从事此领域研究的人们恐怕没有人不知道“计算机器与智能”（Computing Machinery and Intelligence, by A.M. Turing, 1950）这篇文章。这是被称为计算机科学之父和人工智能之父的阿兰·图灵（Alan Turing）在 1950 年提出的关于机器思维的问题，引起了广泛注意并具有深远影响。其中提出了一种用于判定机器是否具有智能的试验方法，即图灵测试（Turing test）。“机器能够思维”是一个假说或猜想，仅仅依靠理

论并不能证明这个假说是否成立，这跟要证明“地球绕着太阳运动”是一样的道理，理论满足不了证明过程。这时需要寻求实验的帮助。为了论证“机器能够思维”这一假说，需要构建一台智能机，使用图灵实验来进行测试，通过观察结果判断这台机器是否能够思维。理论具备可测试性和可分解性，正因为如此，人工智能又存在多个分支，包括计算机感知、自然语言处理、机器学习、智能规划、游戏理论等。理论在先、实验随后的例子暂且讲到这里。

下面讲一讲实验在先、理论随后的例子。这种情况的发生以物理领域居多。一般会是这样的场景，遵循一般步骤设计实验，产生结果，可是这些实验或是结果并没有相应的理论来支持。有一个可能不太恰当的形容，就是其中有一种“只能意会不能言传”之感，而在研究中出现这种感觉是万万不可取的。那该怎么办呢？实验的设计是符合逻辑的，也有了相应的结果，“万事俱备只欠东风”。我们是不是可以根据实验和结果制造出理论呢？回答这个问题之前，先来一段小插曲。1887年，为了观测“以太”相对于地球的运动，迈克尔逊-莫雷（Michelson-Morley）实验被提出，用来观察光速相对于地球运动的变化。实验结果表明并没有发现光速的变化，这也为爱因斯坦提供了一个新的认识，即在真空中光速可能是独立于参考系的。然后在1905年，爱因斯坦提出了狭义相对论，它成为近代物理的一个重要部分。在这个例子中，一个旧的理论没有被实验所证实，而这个现象反而为后来的学者提供了发展新理论的契机。

这种例子在人工智能的机器学习理论研究中也经常出现。20世纪80年代初是一个神奇的年代。因为人们逐渐认识到数字计算机具备从实例中学习的能力，许多学校的学习算法和系统蓬勃发展，甚至借此开发了很多应用。看似不同的学习算法带来了计算学习领域的多元化发展。此时哈佛大学的莱斯利·瓦利安特（Leslie Valiant）教授注意到现有的理论基础没有能力将这些算法统一起来。



来。于是，他提出了概率近似正确理论（probably approximately correct，PAC）。PAC 用来指代一类机器学习机制，在这类学习机制中，样本往往遵从一种分布，我们的目标就是估计这种分布。假设估计出了这种分布，那么我们希望在这种分布假设的情况下，样本出现的概率尽可能高，同时估计分布与真实的样本分布的误差比较小。在估计分布时，我们会同时估计多个，衡量错误的标准也会不止一个。在真实世界的机器学习案例中，我们所估计的分布多数都不成立并且很难验证。莱斯利·瓦利安特的 PAC 理论既抽象又简单，优雅地阐述了不同机器学习算法之间的区别。2011 年，莱斯利·瓦利安特获得了图灵奖，以表彰他在计算理论方面，特别是机器学习领域中的 PAC 理论的开创性研究。

阿兰·图灵的研究方式和莱斯利·瓦利安特的研究方式，你更喜欢哪个呢？不论你的答案是什么，我们想说的是，在研究中，两项技能都不可或缺。在研究的开始，要时刻注意领域的发展趋势，要能看清趋势下隐藏的理论基础。与此同时，还要培养自己学会用简单而优雅的理论去统一不同的实验型研究和不同的方法。如果读者朋友曾读过一些著名科学家的博士论文，你会发现作者先提出一个新的研究问题，再提供一种解决方法，然后是通过实验跟很多其他方法作比较，最后会提出相应的理论来证明在满足某些假设的条件下，其解决方案是有效的或者正确的。这个例子的目的是要告诉读者朋友，我们现在所处的研究世界要比以前复杂得多，每个研究者的身份既是理论家又是实验家。不能因为选择了理论型研究就忽略了实验技能；反之亦然。

前面曾提到单纯的系统构建不能算做研究，现在跟读者朋友详细讨论系统构建问题。这是个颇具争议性的话题，如果为了论证一条自己提出的假设而构建系统，这就是研究。比方说，为了论证重于空气的机器能在空中飞行，你制造了飞机，我们说这是研究；为了论证计算机能够完成一个到多个智能任务，你

构建了计算机系统，我们说这是研究，因为在此之前人类更加擅长这类智能型任务。还有一个研究的例子是 IBM 的 WATSON 系统在参加一个有名的智力问答节目时击败了人类，成为电视节目的冠军。机器人在电视节目中夺冠，这是 IBM 的 WATSON 系统出现之前从来没有过的事，这也为人工智能的实现向前迈进了一大步。读者朋友，你作为一名研究者或准研究者，在构建系统之前，请先问自己这样一个问题：“构建这个系统，我究竟是想要证明什么？”

也许你觉得上面的例子还不够具体，那我们还是以三种典型类型的博士生为例再详细讲述。三种类型当中，A 类型和 B 类型最能反映理论型研究和实验型研究的区别。A 类博士生喜欢做理论型研究，B 类博士生却着迷于实验型研究。这次我们用 A2 代表 A 类型的博士生，B2 代表 B 类型的博士生。博士生 A2 的研究问题是如何从不同的辅助领域中具有不同特征空间的实例中学习出更好的模型。他提出了一种集成学习方法。在当时的研究工作中还没有研究者曾经尝试过这种方法。博士生 A2 心中有个疑问：“既然存在多个辅助领域，是不是任何辅助领域到目标领域的知识迁移都能成功呢？”带着这个疑问，他查阅了很多计算机科学和数学相关的理论工作，得出了一组能够证明知识迁移可行性的充分必要条件。凭借这些条件和定理，他更加完善了最初提出的解决方案。之后，这一方案又通过了海量数据集的测试，实验结果表明了这一方案的正确性。

与 A2 不同，博士生 B2 在研究知识迁移的初期，喜欢遵循实验型研究方式。正因为如此，他认为在线商品推荐这一应用领域很有意思。他很快发现这一领域的主要问题是尚未能够设计出处理海量数据的既准确又高效的算法。有了这个发现，博士生 B2 在这个领域做了大量文献检索工作，也很快地提出了一个创新性算法。这个算法经由很多数据集的测试，包括在线商品推荐的相关数据和广告推荐的数据等，并得出了很不错的结果。

4.7 团队协作，跨学科研究

追溯到很久以前，研究者都是“独行侠”，所谓研究是一个人的事。达·芬奇完全自学了动物和人体解剖学、建筑学和物理学。伽利略对物体和行星运动的研究，也完全是自学的成果。在我们学习牛顿三大定律时，教科书中可曾提到过其他研究者？没有，因为这完全是牛顿自己的研究成果。今日不同往昔，研究已经不再是一个人的事。打开任何一本学术杂志，每篇文章的作者几乎都不是孤零零的一个人。更有甚者，一篇文章的作者多到了足以占据一整页纸，虽然这种情况并不多见，但一篇文章有4~5位作者是司空见惯的。读者可以尝试谷歌学术搜索或者DBLP^①搜索工程科学领域内的任何一位作者，你会发现他跟其他研究者合作撰写过很多研究论文。现在的科学工程研究已经离不开团队协作。当研究刚刚展开或者取得一些进展时，你可能会陷入彻底的混乱，虽然你知道很多数据，手上有很多资料，但是你可能无法确定哪些是有用的，哪些是相关的，而哪些是应该丢弃的。这时可以向其他研究者，包括导师、朋友、同学等说明情况，你会从他们的反馈中受益良多。

此不赘述团队协作的重要性了，特别是在网络书店和机场管理方面，团队协作显得尤为重要。在科学研究领域，协作稍有不同。不能今天想着“和某某合作一篇文章”，明天“某某”就会和你合作写一篇文章。在科学的研究中，协作起码要满足以下几个条件：共同的目标，交流，互补的技能和社交凝聚力。

常见的团队形式是“学生-导师”组合。当然，也不会完全拘泥于这一种形式。学生有时可以是几名学生组成的小组，导师也可以换成高年级博士生。在这样的角色设定下，学生是主要的风险承担者，要主动寻找新的研究课

① <http://www.informatik.uni-trier.de/~ley/db/>

题，展开调研，设计算法，如果是实验型研究，还要进行一系列实验以观测实验结果。

这样说来，好像所有的事情都是学生的任务，那么导师的职责又是什么呢？这个时候，导师更像是顾问，及时给予学生反馈信息，纵观大局，确保学生的研究是朝着正确的方向前行。在初始阶段，研究的新点子通常是由导师发起。从自己熟悉的领域中，圈定一个小领域，从中列出多个潜在的研究课题给学生选择。随着研究的展开，学生会逐渐熟悉这个领域，想法渐渐地也会随之产生。在每周的讨论当中，导师通常会问：“这篇论文你看过了吗？”“怎么不试试其他方法呢？”“你跟系里的某某谈过吗？你这个问题，他（她）可能会有解决方法。”到撰写论文时，导师会成为你的编辑，尤其在论文的第一稿，会帮助你修改一些语法和用词表达等问题。对于研究新手来说，摘要和引言部分是最难写的，时常会感到词穷，无话可说，有时候还会偏离主题。读者朋友，你是否曾经或者正在经受这样的“折磨”呢？那你是否还能想起导师帮你修改好一稿后，你拿到手上那一刻时恍然大悟的心情？心里曾不禁赞叹“导师就是导师！”吧？后续章节将详细讲述导师在帮助学生迅速提高论文写作水平中的作用，也会提出很多方法，敬请期待吧。

如果团队中的成员来自于不同的学科，每个人都具有不同的学术背景，而这些人又都是你的同事，我们以上谈论的内容会显得尤其突出。跨学科研究的目的主要在于通过超越以往分门别类的研究方式，实现对问题的整合性研究。目前国际上比较有前景的新兴学科大多具有跨学科性质。近年来一大批使用跨学科方法或从事跨学科研究与合作的科学家陆续获得诺贝尔奖，再次证明了这一点。就其深刻性而言，跨学科研究本身也体现了当代科学探索的一种新范型。在生物信息学、量子计算机或者环境的可持续发展等领域都有很多跨学科



的研究工作在进行。曾经，我们有幸与一些亚洲最好的生态学家和计算机科学家一起行走到中国西部，通过 GPS 轨迹了解鸟类的迁徙模式。在参加一系列研讨会的过程中，我们惊喜地发现，能够和来自不同学科的研究者共同为环境可持续发展贡献一己之力，真是一件非常值得自豪的事。

当然，跨学科研究也会带来许多新的挑战。能够与不同学科的研究者合作是件很荣幸也很开心的事，合作不是说只需贡献你那部分“力量”就可以了，还要花时间和精力去了解其他研究者的研宄背景、研宄工具以及一些研宄方法。有时会感觉像是在读另外一个博士学位。经过大概一年的时间，你可能就会用全新的视角去看待研宄。在这里，我们非常鼓励博士生去参加一些对自己来说是完全陌生的研讨会，能否激发出一些新的灵感来，可也说不定呢！

第 5 章

撰写与发表论文

从事研究工作时，不管是坐在图书馆的阅览室，还是坐在电脑前，在我们的身边是数百年来的研究成果。科学家们不断地提出新的疑问与难题，搜集无数的数据，寻获答案与解决方法，然后与我们分享。科学论文是我们交流的工具与信赖的信息来源。优秀的科学论文对我们的一生都有影响。以爱因斯坦为例，为了表彰他在 1905 年发表的关于光电效应（奠定了量子理论研究的基础）的论文，1921 年他被授予了诺贝尔物理学奖。爱因斯坦在 1905 年还发表了关于布朗运动、狭义相对论和 $E = MC^2$ 的三篇论文，对现代物理学作出了重大贡献，可以说由此改变了世界。

读者朋友从第 3 章应该学到如何发现新颖而且令人感兴趣的研究课题和研究想法，从第 4 章中应该学会为了论证自己的研究想法该如何做严谨的研究。现在假设你一切顺利，得到了具有足够影响力的研究结果。对研究者来说，接下来的任务便是撰写和发表高质量的论文。本章的目的就是指导你撰写和发表高质量的论文，由此尽可能地呈现自己最好且最令人信服的研究成果，创造出符合读者需要和期待的论文。

读者朋友，你还记得在撰写学术论文之前自己真正开始提笔写作是什么时候吗？你或许曾经为了升学的需要写过无数作文和报告；你或许少年时代做过小记者，写过新闻稿；你或许曾经梦想过成为作家，尝试着写过小说、诗歌等；你或许曾经写过一些文案，包括海报宣传稿、演讲稿等；你也肯定写过无

数邮件，跟好友的聊天记录也应该数以万计了吧？不能否认，这些都可以算作写作范畴的事。但是，这又与本章讲述的“撰写、发表学术研究论文”大有不同。已故的图灵奖以及诺贝尔奖获得者赫伯特·西蒙（Herb Simon）曾跟他的学生如是说：“想要写一手漂亮的论文，无非是先想好说什么，再把想要说的写出来，然后再想出一个响亮的标题！”此话蕴藏玄机，这一章将为读者朋友一一揭晓。我们在此主要讨论撰写研究论文的要点，以及科学写作与他类写作的区别。

5.1 要么出版，要么出局（Publish or Perish）

高质量、高影响力论文之于研究者，就像优秀畅销书之于作家，像既卖座又叫好的电影之于导演，像奥运金牌之于体育健儿，像奥斯卡最佳演员奖之于演员。这不仅仅是研究工作的表现，更是一种业界给予的肯定，是一种个人价值的体现。能够发表于顶级会议的论文一般都经过了严格的同行评审，能从这一过程中脱颖而出实属不易。发表顶级论文，是一种声音，是一种向研究界发出的属于自己的声音；也是一种方式，是一种传达自己能够对研究界带来贡献和影响的方式。发表高质量和高影响力论文对大学教授来说尤为重要，因为可以说论文是生产力的表现形式之一，没有生产力，或者生产力太小，都不会带来升职机会。除此之外，研究经费和研究项目也是生产力的另外一种表现形式，这些都会影响大学教授的职业前途。在研究界，流行这样一句话：“要么出版，要么出局！（Publish or Perish!）”

读者朋友可能会认为研究者每天都在做研究，发表高质量的顶级论文应该易如反掌，否则才说不过去呢。事实并非如此，发表高质量、高影响力论文对大学教授来说并不容易，不仅不易而且还是不小的压力呢，尤其是在北美、

香港等地的一流大学，所谓“Publish or Perish”的压力更加大。有时候压力固然可以变成激励自己的动力，但有时却也会产生一种相反的效果。如果本应有的一篇高质量论文变成了多篇无足轻重的平庸论文，那么这些论文不但没有影响力，反而还会因占用了大量时间而耽搁了研究者的其他工作，如授课等。我们极其不倡导这种做法，尤其是那种为了丰富简历上的论文数量而多发滥竽充数文章的做法，因为这不但损害自己的声誉，还会给年轻学者树立不好的“榜样”。我们更提倡“少而精”的做法！

尽管“Publish or Perish”的说法有些偏激，但我们旨在告诉读者朋友，如果可以发表一篇高质量的论文就不要选择发表多篇低档次的论文。多篇和高质量，二者在影响力方面并不具备可比性。说真的，研究者的职责应该是发表高质量的论文，报告新颖而具有影响力的研究工作，而不是追求数量。“影响力”也包含研究工作能被其他研究者借鉴，以此为基础构建新的研究。关于一篇论文的影响力的评价标准之一是它的“被引用次数”，所谓被引用次数是指其他研究者在其工作中提到或者参考了相关研究论文的次数。目前，有很多方法可以用来计算论文的被引用次数。有的方法只计算被期刊论文引用的次数，比如科学引文索引（SCI），是由美国科学信息研究所（ISI）于1961年创办的引文数据库，现由汤森路透（Thomson Reuters）集团所拥有。除了只计算被期刊论文所引用的数量外，有的方法还加入了被一些其他开放性出版物，如会议论文的引用次数计算。采用这种方法的有谷歌学术搜索（Google Scholar）和CiteSeerX，目前这两个学术搜索引擎已被越来越多的研究者使用，而这种计算被引用次数的方法也越来越多地得到广大研究者的认可。

另外一个评价学术成就的指标是计算 h 因子（ h -index）^①，又称 h 指数。

^① <http://en.wikipedia.org/wiki/H-index>

h -index 是 J.E. Hirsch 在 2005 年提出的，用来评估某一研究者或者单位、院校整体论文发表的质与量。 h -index 的计算方法是将某一研究者被引用的文章按照引用次数排序，引用次数多的排在最前，引用次数少的排在最后，从排序的结果可看出引用的文章至少有 h 篇文章被引用 h 次。这是一项简单易懂的评价指标，不受极值影响。一个研究者的 h 指数越高，表明他的论文影响力越大。例如，某位研究者的 h 指数是 20，这表明他已发表的论文中，被引用了 20 次的论文共有 20 篇，而剩下的论文则被引用的次数都不超过 20。图 5.1 描绘了 h -index 的计算方法，图中横轴表示被引用的文章，按照被引用次数从多到少的顺序依次排列，纵轴表述被引用的次数。在坐标内，可根据所有论文被引用的情况描绘一条“引用曲线”，在图中为左上到右下的曲线。同样地，坐标内的对角线便是“论文数量曲线”，在图中为左下到右上的直线。这两条曲线交叉的那一点对应的横轴的值便是 h 指数。图 5.1 的例子中， h 指数大概为 17。

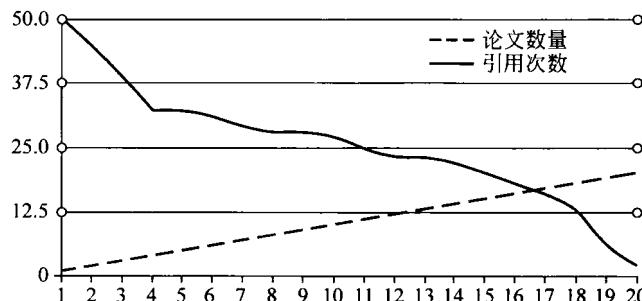


图 5.1 h 指数计算示例

读者朋友，每当你浏览一些知名研究者的网页时，会发现这些人有一个共同点，就是他们的论文基本都发表于顶级会议或者期刊。你不禁会想，对于资深研究者来说，发表高质量的顶级论文应该是件很容易的事，可是你错了，我

们曾经提及，发表高质量的顶级论文对研究者来说并非易如反掌，对资深研究者来说也是一样。其原因究竟为何？请继续往下读吧。

5.2 发表高质量的论文有那么难吗？

学术论文有两种主要形式：会议论文和期刊论文。很多顶级会议和期刊为了保持“高水准”的声誉，只收录有限数量的论文。这与市场上打着“限量版”标签的商品意义相同，作为消费者，收藏限量版，从某种意义上讲，是身份地位的彰显。作为研究者，如果论文能够被“限量收录”的会议或者期刊录用，也是自己工作受到极大肯定的表现。不仅如此，如果论文能够在这些顶级会议和期刊上发表，曝光率也会大大增加，更多的其他研究者将由此了解你的工作，你的名字也会在其他研究者之间远播。读者朋友，这下你明白为什么大家挤破头也要向顶级会议和期刊投稿了吧？

在计算机科学和一些其他学科领域，有很多顶级会议，这些会议对长论文的格式要求是双栏 6~12 页，排版紧凑。论文的录用率最低是 10%，最高不超过 30%。很多计算机科学与工程领域的顶级学术期刊的论文录用率也维持在 10%~30%。而科学领域中一些涉及学科范围较广的顶级期刊，如《科学》杂志（*Science*）和《自然》杂志（*Nature*），其论文录用率更低。

“录用概率最高有 30% 呢，这比赢彩票的几率还高呢！”很多同学抱着这样的心态将论文投向顶级会议和期刊，期望自己的投稿能“幸运”地成为那 30% 之一。这些同学有一套自己的数学理论：假设我将一篇论文提交到 20 个会议和期刊，如果这些会议和期刊的录用率都是 30%，那么我的论文被拒收的概率是 0.7 的 20 次方，也就是 0.08%。反之，至少有一个会议或者期刊录用我的论文的概率将是 99.92%，这不中也难吧？老实说，乍一看，读者朋友是不是也觉得这个计算过程天衣无缝呢？



如果你曾是上面那些同学中的一员，或者现在在内心某个角落也觉得上面的想法和计算不存在问题，我们希望在阅读本章之后，你能摒弃这些想法。我们的建议是：第一，不要怀着“万一”的心理去投递论文，尤其是递交到顶级会议或者期刊。虽然你仍然能够收到评审意见，但这样做会损坏声誉。第二，递交论文绝对不允许“一稿多投”，而这也恰恰是导致上面那些同学计算错误的根源。这是学术不端行为，说严重点，这属于学术欺诈（详见 5.4 节）。

5.3 优秀的论文怎么定义？

100

“优秀的论文怎么定义？”有没有什么秘诀可以确保论文一定会被录用？读者朋友，你一定很期待我们能给出答案吧？很遗憾，即使翻遍本书也找不到一个绝对的答案。优秀论文的裁定和录用率均视会议或者期刊的不同而不同，并与当时收到的投稿总数有关，这是其一。其二，参与论文评审的研究者意见影响着录用率和优秀论文的裁定。当评审者评估论文时，他们会审时度势，会根据当时向会议或者期刊投稿的论文总体质量情况作出适当调整。不过除去这些不稳定的外界原因，评价论文质量的好坏确有一些放之四海而皆准的因素，下面就来讨论这个话题。

首先，请读者朋友随我们一起来看看论文的评审过程。不论是会议还是期刊，组织者都会聘请相关资深研究者作为评审者，对递交的论文进行评估。对于每份提交的论文，通常会有 2~5 名来自于相同或者相关领域的研究者进行评审。有关会议和期刊论文的评审过程，5.8 节和 5.9 节有详细讲述。参与评审的研究者会对论文的很多方面进行打分，比如与会议主题的相关程度、研究工作的新颖性、技术含量等，同时也会提供具体的打分理由。作为评审者，不能随心所欲，心情好时给高分，心情坏时给低分，而要保证客观、公平和公正。我

们在前面曾经提到，评审者一般是匿名评审，所以在评审过程中，并不应该存在“猫腻儿”，所有文章将被一视同仁。至于对论文各方面的打分情况，则视会议和期刊的不同而有所不同，有些分值为1~5，有些为1~10。当涉及以下几个方面的问题时，评审者必须以打分的方式回复。

请针对以下几方面问题对论文进行评分，分值为1~5（1表示强烈否定，5表示强烈肯定）：

- (1) 研究工作和实验结果是否新颖？
- (2) 实验结果是否具有影响力？
- (3) 论文所用技术方法是否正确、可行？
- (4) 论文书写是否清楚明白？
- (5) 论文是否应该录用？
- (6) 你对自己评审意见是否有信心？

显然可见，前两个问题关心的是研究工作的新颖性和所带来的影响力，这也是本书一直向读者朋友强调的，研究的本质就是这两点，评审论文首要考虑的问题也是这两点。第三个问题涉及研究工作所用的技术方法，我们在前面章节中曾详细讲述过。研究工作中提到的技术方法对于研究问题来说要正确可行。如果想法并不新颖，实验结果并没有带来很大的影响力，或者技术方法并不合理恰当，那么论文在前三个问题上的得分将会很低，随之便会导致论文被录用的概率降低。等轮到第四个问题时，已经于事无补了，不管写得有多好。

虽然论文的书写问题排在了第四位，但这并不暗示可以对此不加重视。我们遇到过很多研究者，其中包括博士研究生，他们所研究的问题非常新颖，也非常有影响力，但怎么也写不出清楚明白的论文。这会使得他们的论文在上面第四个问题上的得分很低。不仅如此，论文写得不够清楚明白会使评审者阅读起来十分吃力，甚至导致对研究工作产生误解。读者朋友能够猜到这会带来什

么后果吗？是的，前三个问题的得分也会随之受到影响。一般来说，顶级会议和期刊的评审者都非常严格，也很谨慎，这意味着如果论文本身的文字对研究工作的新颖性和影响力传达得不够清楚，那么评审者将会对前三个问题有所质疑，从而降低打分。有时候，想法和方法都很不错，却因为没有写清楚而使得论文跟录用失之交臂，读者朋友也觉得可惜吧？所以千万不要忽视论文的写作。

我们两位作者多年来担任过很多重要会议的组织者，比如程序委员会主席等。我们发现，很多时候，在被拒收的论文中，至少有一半的论文是因为书写问题而遭到拒收，而这当中包含很多以母语为英语的作者。读者朋友或许不相信，觉得这是危言耸听，但事实确实如此。我们将在第6章讲述一些论文写作中常见的错误和误区，这些问题与母语无关，它们是研究论文写作中的通病，也是书写过程中影响行文流畅的障碍。同时我们也介绍了很多纠正错误的小技巧。如果读者朋友真心采纳有关建议，并尝试相关方法，那么我们敢保证，论文的书写问题不会再成为被拒收的理由。

下面进一步讨论学术研究论文。

5.4 学术论文写作的基本常识

读者朋友，不知道你对学术论文的那些事儿了解多少？本小节讲述一些有关学术论文的重要写作要领和基本常识，希望你能够对学术论文有新的理解和发现。虽然本节内容可以说是在科研领域被广泛认可的“基本常识”，但很有可能你的导师或其他研究者尚未跟你提及过。很多研究新手若不亲身“历练”，是无法了解这些“常识”的。

有关学术论文第一条也是最重要的一条常识就是，学术论文的内容必须真实、可信、准确。这也是学术论文与其他写作形式不同的一点。小说可以半真

实半虚构；散文重在传神，而非写实；广告意在宣传，稍有夸张也尚非不可。而学术论文不一样，什么“传神”、“写意”等等通通都不需要，作者始终要保持客观的立场，有一说一，有二说二，对研究工作的优点和缺点都要展开讨论。实验结果必须真实准确。在论文发表之后，任何材料，包括数据和结果必须保留一段时间以备其他研究者对你的研究工作进行验证。如果研究者故意对实验结果造假，或者言语间有意误导读者，将会对研究者的信誉造成恶劣影响。最严重的情况是，会酿成学术造假的可怕后果。我们偶尔也会听到有关研究者捏造学术成果的消息，有些是说数据和实验结果是捏造的，有些是说完全依照研究方法进行试验却无法得出相应的结果。如果有这些情况的发生，发表的论文可能会被强行撤回，研究者有可能会因此而丢掉工作。学术研究中，一些毫厘间的错误是允许的，但研究者应该保持严谨的科研作风，消除一切能够避免的错误。

抄袭和剽窃是学术不端的另一种表现形式。很多种行为都可以归纳为抄袭和剽窃，其中之一称做引用抄袭。这类行为是说作者在阐述自己的研究工作时没有引用和评价与此相同或类似现有工作，这样会给读者带来此项工作是作者首创的印象。多数时候作者并非故意如此，可能因为作者没有找到相关的文献描述与自己的研究类似的工作，所以对这项工作其实已经存在便无从知情了。对此，大部分评审者不会视作严重错误，反而会提醒作者应该引用相关文献。一经提醒，作者不仅要引用这些文献，还要去阅读这些文献，并将其工作在论文中与自己提出的方法进行比较，展开讨论。如果发现有些工作跟目前自己的研究完全一样或者相似，那么除非能够证明你自己的方法优于这些方法，否则就不能再提交此论文了。就算提交了也无济于事，因为很多已有的方法你都拼不过，不是吗？

在 3.2 节中，我们曾讲过在真正为自己确定一个研究问题之前，“地毯式”的文献检索对你来说是多么重要。正所谓，磨刀不误砍柴工。只有经过彻底而详细的文献检索，才能对一些感兴趣的课题作全面了解，这能预防你浪费很多时间再一次开始铺已经有人铺好的路。撰写论文时，如果想要表达所做研究工作的新颖性和独创性，你可以这样婉转地写：“就我们所知，尚未有研究者进行这方面的研究……（To the best of our knowledge, our work is original...）”

抄袭和剽窃的另外一种行为表现是将相同或者相似的研究内容写成多篇论文，投递给不同的会议或者期刊。许多会议和期刊明文规定作者只能提交原创性工作，禁止同时提交多份内容相似的论文。很多论文提交系统为了避免这种现象，专门设有相关程序来检验是否一文多投。希望读者朋友千万不要犯这种低级错误，以免败坏自己的声誉。

撰写论文时，如果你尝试着把其他研究者的文字一句不动地照搬到自己的论文中，其实这时你已经触犯了版权法。我们见过一些同学写论文时，尤其是在写相关工作和问题介绍两部分内容时，原封不动地复制粘贴其他论文的文字，可能是几句或者几段不等。读者朋友，或许你会反驳说：“大家对一些成熟的研究问题或者现有工作的描述基本上都是相同的。”这一点我们并不否认，但是“复制粘贴”这种行为本身就是不对的。即使你引用了原论文，也不应该照抄照搬其文字。反过来想，如果其他研究者“复制粘贴”了你已发表的论文，你将作何感想？不知道读者朋友有没有听到过这样一则小笑话：“最大的谎言不是明天要早起，而是我已阅读并同意使用条款。”是这样吗？读者朋友，当你提交论文时，其实你已经默认了论文的出版协议，“任何人，包括作者自己，如果需要转载本文的任何部分，需要得到书面许可。如果需要引用文中的句子或者段落，要将这些内容标记为引用，并且需将此文列入参考文献”。

其实有一些小技巧能够帮助你避免侵犯其他论文的版权。需要写一段类似的描述时，不要着急，先丢掉手中这份参考文献，解放自己的思维，出去散散步，尝试将这段描述用自己理解的语言讲出来，并加入自己的见解，觉得通顺合理时再返回去，将其写下来。描述同一事物，10个人会有10种不同的描述方法。以这样的方式，我们相信你写出来的文字绝对不会和参考文献相同，而是具有自己的特点，并有新的观点。

最后要跟读者朋友分享的常识是，研究论文必须尽可能详细地讲述研究工作，这样能够方便其他研究者在阅读论文之后重现你的工作。如果读者朋友曾经重现过其他研究者的工作，一定也能感受到详细阐述带给自己的方便吧？在本书中，我们已经无数次探讨过研究工作应具有新颖性与影响力。不仅如此，研究工作还要具备可重复性和可验证性的实验结果。在本小节前面部分，我们也讲过如果其他研究者无法重现你的研究工作，或者得不到相同的实验结果，那你的研究也算不得够格的学术研究，还记得吗？因此，详细讲述论文的每一个环节是作者的义务。出于篇幅限制的因素，可以略去无关紧要的部分。但如果其他研究者想要询问有关论文的更详细内容，作为作者，你应该责无旁贷地提供帮助。事实上，研究是一个“自我调节”和“自我纠正”的过程。对于发表的论文，任何研究者都可以进行分析、重现，也可以此为基础构建自己的研究。这也是学术研究一直以来秉承的开放、公正和自由理念。如果研究工作涉及商业机密，你可暂不发表，或者在发表以前，申请专利或其他保护机制来避免自己的知识产权受到侵犯。

当你正在为自己的第一篇论文做准备时，一定少不了导师的帮助和指导。除了导师，还可能需要一位文稿校对者来帮你审阅、修改论文。在这期间，你、你的导师和文稿校对者三人的职责各是什么呢？下面的5.5节将跟读者聊聊这方面的内容。

5.5 你、导师和文稿校对者

很多同学会选择到海外求学，即使不是，读者朋友也会发现自从进了大学，英语就变成了“官方语言”。不管你的母语是汉语也好，法语也好，德语也好，西班牙语也好，波斯语也好，写作时统统以英语为主。我们曾经遇到过有这种想法的同学：“既然我的母语不是英语，就应该由导师来写论文，而我只负责做实验。”还有些同学这么想：“论文的第一稿我来写，而后面的修改、加工、润色等工程就应该交给导师或者校对者。”我们在第2章讲过，研究新手应该利用任一机会学习独立，而上述那些想法恰恰是独立进程中的障碍。不论母语是什么，就读博士期间一定要学会独立写作论文。

暂且先不谈母语为非英语的同学，有些即使是以英语为母语的同学也写不好学术论文。这不奇怪，就算是让作家来写学术论文，恐怕也难免不出错吧。曾经遇到过一位读硕士的加拿大同学，他就差点因为毕业论文书写问题而不能毕业。第6章将讨论论文的书写问题，会谈及很多写作过程中与语言无关的易犯错误。改正这些错误要比修订语法问题困难得多。导师帮助你修改论文时，大部分精力也会放在纠正这些错误上。读者朋友，如果你现在还处于论文书写训练期，请务必仔细阅读第6章。

在撰写论文的过程中，要明确你自己的角色、导师的角色和文稿校对者的角色。三者有力的配合才能产生出结构合理、逻辑清晰、文笔流畅的论文。下面分别列出了这三个角色在撰写论文时应该履行的职责。先看导师角色的职责：

- 帮助你明确研究问题，理清文章逻辑，规划整体框架。
- 修改常见的书写问题，包括语法、表述等，这一点功力你要尽快学会。
- 对于论文如何在文字上表述得更好，给出一些高层面建议。
- 论文提交之前，帮你做最后的各项检查。

你自己的职责：

- 刚开始撰写论文时，你绝不能缺少导师的帮助指导。你应该从老师的悉心指导下尽快提高论文书写能力（详见 5.6 节）。
- 学会独立，尽快学会完全靠自己书写全篇论文。

文稿校对者的职责：

当你和导师已经几近完成论文的修改时，便意味着论文的框架、逻辑结构、文字表述等问题已几乎全部解决了。文稿校对者在此基础上会对论文作进一步加工和润色，包括改正一些微小的语法错误等。组里或是系里的高年级学长都能担当这一角色。

除非文稿校对者对你的研究工作有一定了解或非常熟悉，否则你不能期望其对论文作出很大贡献。大多数时候，文稿校对者对论文所讲述的研究问题、框架流程、逻辑结构等不甚了解。所以，他们只能帮助作者修正一些书面错误，比如定冠词“the”的用法等。撰写论文时，你和你的导师所发挥的作用是至关重要的。一篇好论文，不但要求文字流畅无误，最重要的还是思路正确、逻辑通顺。

你的导师应该如何对你书写论文的能力进行指导？而你又应该采取什么样的方法来学习这种能力呢？你和你的导师该如何协调各自的职责？如果这三个问题解决了，就不愁写不出一手漂亮论文了。要想了解有关信息，就让我们开始 5.6 节的阅读吧。

5.6 写给导师们：如何高效地提高学生的写作能力？

本节内容缘于平时跟同学的交流。时常听到同学们抱怨，“我宁愿写代码，也不想写论文……”，“别人三天就能完成一稿，我三天连三段话都挤不出

来呢……”，这些话不免引得作为导师的我们开始思考，是我们对学生的写作能力指导不够吗？于是，产生了本小节的内容。为了提高学生的写作能力，我们付出了很多心血，特别将几种高效方法分享于此。读者朋友，如果你也身为一名导师，不妨试试这些方法。当然，如果你有更好的方法，也欢迎与我们分享。如果你是一名正苦于不知如何提高写作能力的学生，不妨跟导师聊一聊此小节的内容，看他是否愿意试试这里的方法。

在准备写论文的时候，许多导师会让学生先写论文的第一稿，导师会在此稿基础之上进行修改，然后将修改好的文稿交给学生去更正某些错误。这一过程可能要反复进行好几次。作为导师的你可能有所不知，学生经常搞不懂老师修改的文字，这或许是因为太潦草的关系（有些导师喜欢用手写方式直接在纸稿上修改），也或许是因为表达上有歧义，学生有时不明白为什么要这样修改，而又不敢直接询问导师，只能凭借上下文去猜测，不免浪费很多时间。如果导师不注意这些小细节，则学生的写作技巧是很难快速提高的。

下面和导师们分享一些指导学生写作的行之有效的方法。我们想，作为导师，目的应该是一致的，就是在指导了学生的一两篇论文之后，学生便能够完全独立地进行论文写作。我们称这种方法为“循序渐进式指导方法（*progressive improvement method, PI*）”。这种方法在开初可能花费的精力会多一点，但随着时间的推进，你会发现学生在撰写论文方面逐渐变得得心应手，从那一刻开始，你会觉得先前的付出是值得的。所谓“先苦后甜”应该就是这种感觉吧。

PI 方法大体如下：当着手准备论文时，可以让学生先写好某几部分内容或全文的一半，而不是写好整篇论文。这几部分可以包括摘要、引言和新方法或者新理论的介绍等部分。为什么不完成全文呢？一般来讲，学生第一次写的论文会有很多问题，所以没有必要要求学生一次写完全稿，因为反正需要返工，又何必让学生浪费太多时间去写一些徒劳的章节呢？

学生按照要求写好文稿交给你，你大体看过之后便可以跟学生一起坐下来，拿出文稿的第一页，一字一句地过一遍，告诉学生你是如何修改的以及为什么要这样修改。如果学生的母语是英语，你则可将注意力放在高层面的结构设计、逻辑流程和如何写出说服力强的文字等方面；如果学生的母语并非英语，你就要细致到句子结构和词语使用问题上，对于涉及的每一条写作技巧和学生出现的每一类错误，都应要求学生记录下来，以防再犯。按照这种方式带领学生过一遍文稿的第一页，然后要求学生总结这些技巧，预防这些错误的再次发生，并让其效仿这种方式亲自修改后面的部分，还要开始为文稿填充新内容。

几天之后，你的学生会带着修改好的文稿再次交到你手上。这时，你可以先迅速浏览一遍你曾经修改的部分，对于可以进一步修改的地方提出些建议。我们在上一段讲到一字一句地过论文的第一页，这次呢，还是按照这种方法，不过这次是跟学生一起一字一句地过第二页。在正常情况下，有了第一页的经验，学生在第二页中出现的错误会减少一半。如果在第一页中你曾经指出的错误又出现在了第二页，则应给予学生严厉警告。若是能够穿越回私塾时代，就该拿出戒尺对准学生的手心“啪啪”打上两下（这当然是开玩笑，千万别当真，现在没有人会这么做了）。通过第二页的浏览，学生应该学到了新的技巧，然后再回去继续修改剩余部分。同样地，几天后学生还会再一次请你看文稿。通过这里的描述，读者朋友应该看到，指导第一次写论文的学生是一个循序渐进的过程，这也是称此方法为循序渐进式指导方法（PI 法则）的原因。这个过程一直持续到论文完全修改完毕才算结束，那时你会发现学生的写作能力会有非常明显的提高。

以上这一过程可能要在整篇文章上重复多次才能最终获得比较完美的结果。在你和学生进行第二次、第三次修改时，可以把注意力转移到论文的整体

框架和逻辑流程的安排上，考虑加入令人信服的实验结果，以及一些生动形象的实例，使得论文更容易理解等。与修改书面错误类似，我们建议你先指导学生在论文中完善其中一个到两个问题，每次关注一页到两页内容，其余内容留待学生自己完善。有了你的指导思想在先，学生也应该能够“照猫画虎”地将论文余下的部分修改好。这种框架和逻辑上的修改过程也要反复多次，才能写出令人满意的文稿，这样的文稿才能提交给顶级会议和期刊。截至论文提交，学生的第一篇论文算是完成了，一般来说，这个时间跨度差不多会耗费数月时间。经过这样的训练过程，学生的写作能力应有非常明显的提高，也应该完全有可能自己独立地写出漂亮的论文了。

学生每次跟你见面都是一次提高的过程，通过你每次一页两页的悉心指导，他们会很快掌握论文书写技巧。不过，千万记得，每次纠正的错误，每次提醒的技巧，一定要让学生认真做笔记，留作以后翻查之用。每次见面时修改的文稿版本也应有所保存，这便于学生观察修改过程的“进化史”，即便是提交论文以后或者是学生独立写作论文后，这些记录对其仍然大有参考价值。

古人云，“授人以鱼不如授人以渔”。这句古训放在这里再合适不过了。在学生开始研究工作的初期阶段，尤其是初次写作论文时，身为导师，应该多花些时间指导学生，将技巧和经验传授给他们，让他们很快学会如何写论文，以便在以后的研究生活中，即使没有导师的指导他们也能写得一手漂亮的论文。这样一来，在学生日后的研究生涯中，导师就不必再费神费力地指导他们的论文写作了。尤其对那些毕业以后期望到学术界发展的学生，论文写作技能必不可少。即使有些学生以后想到工业界发展，博士阶段储备好的文字功力也一定会有用武之地。

有时候，我们需要同时指导多位学生的论文写作。在这种情况下有没有更高效的方法呢？我们是这么做的。首先我们会把论文的第一稿分发到每个学生

手里，让每个人独立地仔细审阅并修改第一页内容，修改完成之后，我们使用聊天软件把大家召集在一起，借用类似于 Teamviewer 的视频软件（大家可以通过远程方式同时观看同样的屏幕）一起讨论并修改论文。通过这种方式，每个学生都能同时学习到写作方面的技巧，提高写作能力。这种方式的优点还在于，即使大家位于不同地点，依然能够一起交流、讨论和学习。

至此，关于导师如何指导学生提高论文写作能力的内容就介绍完了。接下来讨论投递论文的相关事宜。

5.7 是投会议还是投期刊？

有些学科的学术会议，比如生物学和统计学方面的会议，要求论文的篇幅很短，从形式上可以将其看做更加具体的摘要。这些会议论文的录用率很高。这些学科举办会议的目的是为研究者创造见面交流的机会，用海报（poster）形式向大家报告研究者的最新研究成果。每年也许会有数以千计的研究者去参加这类会议。难道这些学科没有长篇论文吗？不是的。这些学科的长篇论文都发表于期刊。一些其他学科，比如计算机科学，一般要求 6~12 页的长篇会议论文，而且采用双栏、小字、紧凑排版，并且论文要求报告新颖且具有影响力的研究。这些学科相关会议的评审过程非常严格，因此录用率也就随之变得很低。如果一篇论文被会议录用，作者通常会有 20~30 分钟时间在大会上向其他研究者作口头报告，有时也会用海报张贴出来。按照常理，这种长篇会议论文与期刊论文几乎是同等重要的，但是有些大学、院系会区别对待会议论文和期刊论文。

我们列出了长篇会议论文和期刊论文如下的几项不同点：

- 就评审时间来说，会议论文的评审时间短于期刊论文。两者的评审过程也大不相同（详见 5.8 节和 5.9 节）。因此，对于发展速度较快的学科，论文

适合投往学术会议。参加学术会议的另一个好处是可以见到很多研究者，方便扩大学术人际圈。

- 一般来讲，会议是每年举办一次，要在截止日期前投递论文。而期刊并无截止日期这一概念。因此，会议的截止日期对于研究者来说，也是每年一次“交作业”的时间。如果没有“作业”可交，自然会觉得沮丧；相反，如果有“作业”可交，虽然忙碌，也是一种快乐。
- 会议论文，包括长篇论文，一般都会有篇幅上的限制。而期刊不限篇幅，多少页都可以。因此，期刊论文多比会议论文长。如果读者朋友有些论文发表于会议，我们建议可以将其扩展成一篇更加详细具体的期刊论文，由图书馆保留。因为图书馆留存的原因，期刊也被研究者称为“存档（archival）”。

能够参加所在领域的顶级会议是进入研究界的标志之一。举个例子，在计算机科学领域，每个所属的小领域，比如人工智能、机器学习等都有自己代表性的顶级会议。如果能参加这些会议，会见到很多顶尖研究者，可聆听最前沿的研究进展，能与众多领域内的活跃研究者交谈。如果还不曾发表过论文，那么参加这种会议能带给你更大的研究动力，你会期望有一天能成为顶尖研究者中的一员。很快，你也会开始考虑将论文投递给这些顶级会议。如果你的论文被录用了，你就能够在众多研究者面前报告自己的研究工作，此刻那些研究者便成为你的聆听者，他们也在学习你的工作。这些活动不仅能够提高自信心，还能锻炼自己成为一个日趋成熟的研究者。

投递论文时究竟应该选择哪些会议或期刊呢？每个学科都有自己专属的会议和期刊，如果按级别划分，有些是顶级会议和期刊，而有些归为次级。你可能听说过这样一则小故事，一篇完全由计算机程序自动生成的论文居然被同行评审的会议和期刊录用了。可想而知，这个故事所谈会议的所谓“同行评审

(peer review)”是什么。你真的会选择把自己的文章投递给这些所谓的“垃圾”会议和期刊吗？

在会议和期刊的选择问题上，我们有以下几种方法供读者朋友参考。如果一个会议是领域内的主流会议，就经常会有顶尖的研究者参加。在这里，我们把“顶尖”定义为研究者的论文被引用的数量很高或 h 指数很高，再或者是领域内“风向标”式的人物。这些会议应该纳入你投递论文的考虑行列。还有一种方法是查看会议历年来的论文录用率，那些低于 30% 的会议应该算是主流会议。如果是期刊，是不是要查看其影响因子 (IF) 呢？其实这很难说，因为不同的学科影响因子会有所不同。不会出错的方法是永远选择影响因子排名靠前的期刊，或者影响因子排名在前 25% 的那些期刊。最后一种方法是询问你的导师，他对此应该比你清楚得多，想必能提供很多有用的信息。

投递论文的相关内容讲完了，按顺序是不是应该讲讲论文的评审过程了呢？请继续往下读吧。

5.8 会议是如何评审论文的？

我们在本章的很多地方已经多次星星点点地提到论文的评审过程了，但是考虑到很多读者朋友没有亲身参与过这一过程，所以决定在本节仔细讲一讲。我们两位作者一直担任着很多重要会议的论文评审者、程序委员会成员 (program committee member, 或 PC member)、高级程序委员会成员 (senior PC member)、程序委员会主席 (PC chairs)、会议主席 (conference chair) 等职务，如果谈到预测明天超市会不会再现“抢盐风暴”，我们可真不知道从何讲起，但要是说到论文评审过程，我们还是经验丰富的，并且具有相当的资格。那就先聊一聊顶级会议的长篇论文是如何评审的。

当过了会议论文的提交截止日期后，程序委员会主席首先就要剔除一批不满足篇幅长度要求的论文。甚至，有些论文作者会立刻收到“拒收”通知，原因可能只是篇幅过长或者格式不符合会议论文的有关规定。会议还有很多高级委员会成员，由他们负责监管论文的评审过程。由于递交的论文数量很多，所以每位高级委员会成员会负责其中一部分。在评审的最后阶段，这些高级委员会成员会向委员会主席提供有关论文录用或是拒收的意见和建议。每篇递交的论文一般由三位评审者进行评审，这些评审者来自所评审论文的相同或者相关领域。通常情况下，这些评审者不会是论文作者现在或曾经的同事、学生、导师及朋友。

评审者在评审论文时主要看哪些内容呢？5.3节曾简单描述了优秀论文的一些要素，还希望读者朋友莫嫌啰唆，我们在此重复强调一遍，做研究最重要的是新颖性和影响力。对比相关领域内现有的研究问题和解决方法等内容，评审者更想看到你所提交的论文与其他工作的不同之处，也就是你的亮点所在。如果论文从头到尾都无法找到亮点，那就危险了，因为此时评审者可能就开始思考寻找拒收这篇论文的理由了。除了搜寻亮点之外，评审者还会在论文中寻找证据，这些证据能够支撑论文中陈述的创新点。搜寻这些证据是为了确保研究工作具有影响力。举个例子，假设作者在摘要和引言部分阐述了论文中提出了一个新的机器学习算法，这个算法能够帮助海量数据的社交网络进行聚类。如果实验部分只是基于小数据量的社交网络，或者有些经典的聚类算法明显出现在了相关工作介绍部分，而实验结果并没有通过跟这些算法相比较来突出自己的算法优势，那收到“论文拒收”的通知是怪不得别人的，只能怪自己的研究工作不够严谨。5.3节讲述了在评审过程中，评审者应该对论文的哪些方面打分，此不赘述。相信读者朋友早已铭记于心。

下面谈谈论文被拒收的因素。有时一些反面教材更有助于我们的成长，不

是吗？这也叫做缺点逆向思维，是一种利用事物的缺点，化被动为主动，化不利为有利的思维发明方法。老实说，拒收一篇论文要比录用一篇论文容易得多，拒收的理由千千万，总能找到适合的一条。换句话说，每篇论文都不可能完美无瑕，或多或少都存在一些问题。之所以有些论文被录用，有些论文遭拒收，是取决于作者对存在的小瑕疵的处理能力，有人处理得当，有人处理不当，自然最后结果就不同。

现在，来模拟一次拒收论文过程（见图 5.2）。假设我们正在审阅一篇刚刚提交的论文。首先，评审者以摘要部分为开始，一般会寻找关键词“在这篇论文中……”或者是类似的作者陈述此论文的主要贡献的语句。如果找不到相关的语句，这篇论文怕是命悬一线了。不过，这种在摘要部分找不到类似语句的情况极少会发生。找到之后，评审者便以此作为论文的中心句，继续阅读。接下来到了引言部分，评审者会继续寻找作者对中心句更加具体的解释性文字（这与第 6 章提到的自顶向下定义方法一致）。如果评审者在引言部分并未找到

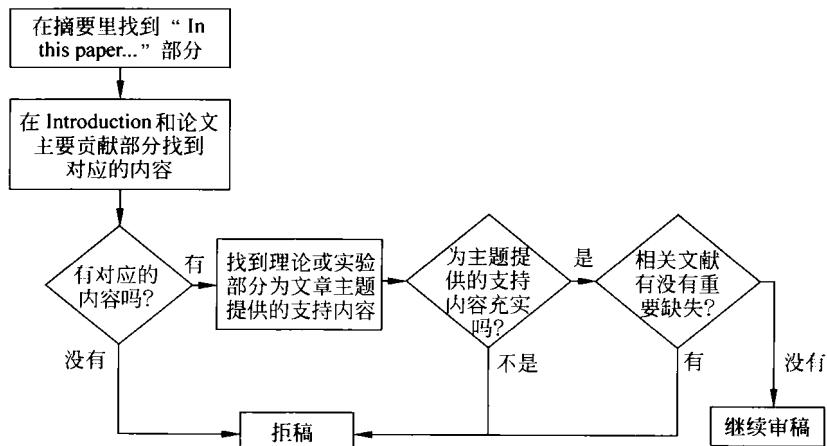


图 5.2 文章被拒过程简析

任何相关的对中心句的解释性文字，这表明作者写论文时没有遵循恰当的逻辑方法，论文写得不够清楚明白，这也是作者书写功力欠缺的体现。还有一种相反的情况，对中心句的解释性文字出现了很多次，出现在论文的多个部分中，这表明论文逻辑错乱，包含很多语法错误。而这两种截然相反的情况，都会被评审者视为拒收论文的有利证据。如果论文在摘要和引言两部分明确写了论文的贡献点，但作者缺少支撑这些贡献点的有力证据，比如作者并没有提到是如何做研究的（详见第4章），那么论文还是存在被拒收的危险。如果论文展示了相关的研究结果，但是作者并没有在相关工作介绍部分讨论或者引用领域内相关的工作，凭借这一点，评审者就可以认为作者对此领域尚不熟悉，这是论文的一大软肋，也是构成论文被拒收的原因之一。

评审者浏览论文这一过程既十分迅速又非常挑剔，现将其评审过程总结如下：在作出拒收或者收录的决定之前，评审者只需再多20分钟的时间，查看论文的逻辑结构是否合理，书写是否清楚明白，相关工作或实验结果是否足够。这些内容最终决定了论文的“生死”。所提交的论文即使“活过了”这一阶段也不意味着最终一定能被录用。与闯关游戏类似，这只是过了第一道关卡，不能放松警惕，后面还有更难的关卡等待你。如果这一阶段并没有出现很严重的问题，评审者会再花上30分钟时间仔细审阅论文的技术方法部分，将文中的定理、推导和实验结果都过一遍。在查阅相关的研究论文或是询问相关领域的专家之后，他们会对论文给出最终的评审意见。

近几年来，因为各种原因，评审者的工作量逐年增加，评审者的负担也越来越重。举例来说，某些计算机科学领域的会议平均每次会收到上千份投稿。这样计算下来，每位评审者要在数周时间内完成10多篇论文的评审工作，如此分配给每篇论文的评审时间就会大大减少，而评审工作除了要对论文各项内容进行打分外，还要附上合理详细的理由或者建议。综上所述，呈现给评审者

具备良好可读性好的论文是非常重要的，第6章将讨论如何写出易读易懂的论文，同时介绍了一种称为“10/30测试”的方法，这种方法可以用来检验论文的易读易懂性。

有些会议在对论文作出最终判决之前，会把相关的评审意见告诉作者，并允许作者在规定时间内给予反馈，用来纠正评审者可能出现的误解；或是对评审者提出的问题进行答复，这称为反驳（rebuttal）。读者朋友，如果你遇到这样的机会，切记要尽最大的努力提供简洁而清晰的回复。如果遇到评审中对论文有不正确或是不准确的理解，可以坚决地给予纠正，并表达自己的观点。

只有高级委员会成员和委员会主席才能对提交的论文作出录用或是拒绝的决定。一旦作出决定，会议便会通知作者，通知函里要么是“恭喜你，你的论文被录用”，要么就是“我们非常遗憾地通知你，你的论文没有被录用”。会议论文的审稿，属于“一锤子买卖”。这意味着，作者只能接受现实。如果论文被录用了还好，反之若被拒收，则该论文就与这个会议无缘了，因为会议不会像期刊一样再度让作者提交论文的修改版本。

有关会议论文的评审过程先讲这么多，下面来介绍期刊论文的评审过程。

5.9 期刊是如何评审论文的？

与会议论文相似，期刊论文也是经由其他研究者进行同行评审之后才决定是录用还是拒收。假设你将论文投给某一期刊，期刊主编收到你的论文投稿时，会将投稿递给副主编，然后副主编会聘请一些相关的研究者对你的稿件进行评审，同时副主编也会负责论文的评审意见等工作。最终决定你的投稿是否被录用的还是期刊主编。

与会议论文相比，期刊论文更有深度。两者的主要区别有以下几点：第一，期刊对论文投稿没有篇幅限制。换句话说，随便作者写多少页都可以。篇

幅的自由允许作者尽情挥洒文字；没有页码的束缚，作者能以数倍之于会议论文的细致将研究工作彻彻底底讲得清清楚楚。第二，期刊论文的评审过程长于会议论文的评审过程，并且开通评审者和作者之间的双向对话。这一过程来回数次，是一个非常融洽的“你有疑问我解答，你有建议我修改”的交流过程。这也是最大的不同点，期刊这种评审风格赋予作者结合评审意见重新修改论文的机会。

下面具体聊聊期刊论文的评审过程。第一轮评审之后，评审者会对论文投稿作出以下四种决定之一：①接收投稿；②接收投稿但是需微幅修改；③接收投稿但需大幅修改；④拒绝投稿。如果作者投稿的状态是“接收投稿但要修改”的两个状态之一，那么作者要在规定的时间期限内根据评审意见完成论文的修改，然后再次递交论文。递交修改好的论文的同时，要附上一份清楚而详细的回应信，这封回应信需要针对评审提出的每条意见一一作答，尤其是那些负面的意见，更得悉心对待。如果作者认为这些“负面的评审意见”来源于审稿人对研究工作的误读误解，最好的方法是写一份详细的反驳信。相反，如果作者认为有些评审意见很具参考意义，对研究工作提出了有价值的建议，便可尝试在修改论文的过程中采纳这些建议，再次提交论文时要指出这些建议反映在论文的哪些地方。说到回应信，其实它可以很长，长达 10 页并不算一件新鲜事，所以读者朋友一定要认真对待，评审人提出的任何一条建议都不能遗漏。

第一轮评审中，如果论文状态是“接收但需大幅修改”，当期刊再次收到你修改好的论文之后，负责你第一次投稿论文的副主编一般依然会负责你这次递交的论文，那些参与你第一次投稿的评审们也依然会继续参与目前这一稿的评审。随着你再次递交论文，第二轮评审也跟着开始了。千万不要抱有侥幸心理，以为第一稿反正是接收了，已经吃下一颗定心丸了。在这里，我们想提醒

读者朋友，期刊论文的评审过程不像“或门电路（OR gate）”，只要一个输入值为真结果就为真。第二轮评审依然可能拒绝你的论文，为什么呢？因为你对论文的修改有可能不足以使审稿人信服，换句话说，你对论文的修改可能尚未达到让评审人满意的程度。第二轮论文的状态也可能是再次“大幅修改”（较罕见）、“小幅修改”或者“接收”（美好结局）这三个状态之一。如果在第二轮的评审中，你的论文状态是小幅修改，那么就要再度重新递交依照评审意见修改好的论文，同时附上针对评审意见的点对点的回应信，这次的回应信一般比第一次短。通常情况下，负责稿件的副主编和几位指定评审人会检查修改后的论文是否采纳了修改意见，如果正确采纳了，他们将会接收投稿，等待出版发表。

读者朋友，如果你曾经投过期刊论文，在一轮又一轮的评审当中，如果觉得自己好像受到了不公平待遇，或是认为审稿人毫不负责，你可以就此向期刊主编投诉。

从上述可以看到，与会议论文相比，期刊论文的提交和修改是一段很长的过程。这个漫长过程对于研究者，尤其是对研究新手，是一个很好的锻炼机会。在评审过程中，聘请的评审者多半来自于相关领域，甚至包括一些资深研究者，他们能够指出和纠正论文中薄弱的甚至不正确的部分。在我们接触过的审稿意见中，有些意见书甚至比论文原文还要长。足见评审者投入的精力之多！所有这些对于未来的研究工作均不失为一大笔财富，这些财富是你投多少篇会议论文也换不来的。虽然期刊论文要等待的发表时间长于会议论文，但为了这些财富，强烈建议读者朋友在可能的情况下，还是尽量把会议论文扩展成期刊论文。出版的期刊不同于装订成册的会议论文集，在研究领域，期刊常常被称做“存档”。

把长篇会议论文扩展成期刊论文时，需要扩展哪些部分，又需要添加哪些额外的内容呢？每种期刊的要求是不同的，所以不同的期刊对这些问题会有不同的回答。在计算机领域，少数会议会把收录的大多数会议论文直接转到相应的期刊，无须修改和扩展便可直接发表。比如计算机图像会议 ACM SIGGraph^①会把收录的大部分论文直接作为 *ACM Transactions on Graphics* 的期刊论文。之所以能够这么做，是因为会议和期刊之间早已拟定好协议书，就版权问题、引用问题做了详细规定。比如有这样的规定，会议论文或是相应的期刊论文二者任何一方如果被引用，引用次数不会算到另外一方。还有一些情况，长篇论文需要增加至少 25%~30% 的新内容才能考虑作为期刊论文发表。新增内容可以是实验结果或理论结果，也可以增加对研究工作和对实验结果进行的讨论分析，还可以是与更多参照方法所进行的比对，以上这些内容形式的任意组合也是可行的。如果读者朋友遇到这种情况，我们建议当你将论文投稿给期刊时，一定要告诉期刊主编，与会议论文相比，提交给期刊的论文做了哪些内容上的添加和更改。

从上述内容中我们可以看出，期刊论文的评审过程和会议论文的评审过程大有不同。如果把评审过程比作对话，会议论文的评审更像是一场单向对话，评审者是发言的一方，而论文提交者则是聆听的一方。无论发言者决定你的论文是录用还是拒收，你都无法辩驳，只能聆听。而期刊论文的评审更像是一场你一言我一语的交谈。这种交谈以信件的方式可以持续多个回合，这种交谈具有更加强烈的互动性。评审者对论文如果有任何疑问或者不解，论文的提交者有说明解释的机会。除此之外，从篇幅上看，期刊论文一般长于会议论文，作者有足够的空间将自己的研究工作细致地呈现给读者。读者朋友，如果你以后

① Association of Computing Machinery, Special Interest Group on Graphics and Interactive Techniques;
<http://www.siggraph.org>



打算在学术界发展，我们建议你最好能把自己的研究工作总结整理出一篇到两篇论文，投到一些顶级期刊去。

5.10 作者的选择和排序

首先，我们先来讲讲哪些人应该列为论文的作者。成为作者的必要条件之一是对论文的研究工作作出了积极有效的贡献。如果有些人的贡献较小，我们可以将这部分人放到论文的致谢（acknowledgement）部分。那这两部分人有没有一个区分标准呢？其实并没有一个公认的标准。一种区分的方法，是看贡献的实质内容。有些人对论文的研究工作提出了很宝贵、很有价值的意见，有些人对文章的初始想法提出了关键性的点子，也有些人对文章的某些重要侧面提出了自己的看法，尤其是在跨领域研究方面，这些人自然应该列为作者。而有些人只是作出了一些微小贡献，这些人最好放到致谢中。

接下来，我们讲讲作者的排序问题。在学术界，目前有三种论文作者排序的方法。第一种方法是按照姓氏的字母序排序，在理论科学和数学领域采用这种方法比较多。这种方法的优点在于简单，但是从作者排序中读者看不出究竟谁的贡献大些，谁的贡献小些。如果有人的姓氏以“A”开头，那将永远是第一作者了。第二种方法是按照作者的贡献大小排序。贡献较大者排在前，贡献较小者排在后。如何判断贡献大小呢？我们先从四个方面单独来考虑。一般来说，研究问题和研究方法的提出者贡献最大；对研究问题和研究方法进行论证、实现和实验的人贡献次之；论文撰写者第三；支持研究工作使其得以顺利进行的经费提供者（通常是导师）贡献也相当大，但是对某篇具体论文的直接贡献可能相对小些。所以，如果研究问题和研究方法都来自导师的指点，而学生只是进行了相关的实现和验证工作，并没有提供创新性想法或者改进策略，

这时可以认为导师的贡献大于学生。但要注意，导师和学生往往是“多角色”的，所以决定每人贡献大小并非易事。如果学生在实现验证的过程中，加入了很多自己的创新性想法，将研究工作提升至一个新的高度，这时我们认为学生的贡献要大于导师，可作为第一作者。一般情况下导师提供经费和高层面上的指点，可列为最后作者。很多时候，一篇研究论文产生于小组成员之间的合作。这种情况下，其他合作者应该按照其贡献大小列在中间。第三种办法，就是基本上总把学生放在前面，老师放在最后，其他参与者放在中间。这样做较为简单。比方说，我们两位作者会尽量让自己的博士生作为第一作者，这对那些以当大学教授为理想的博士生会很有帮助的。

5.11 关于 SCI、EI 检索

就我们所知，国内高等院校对博士生毕业有很多硬性指标，其中一条就是必须要发表 N ($N \geq 2$) 篇 SCI (scientific citation index) 或 EI (engineering index) 检索的论文。以 SCI 为例，SCI 是美国科学信息研究所 (ISI) 统计收录的杂志和会议的论文集的一个数据库。ISI 每年都会统计前两年对某一杂志的所有文章的被引用数，并获得每篇文章的平均值，作为影响因子 (impact factor)，以此决定将哪些杂志列为 SCI 数据库中索引的杂志。从某种程度上来说，这是一种对杂志水平的客观评估。正因为如此，现在越来越多的高校和科研机构以 SCI 为对科研人员的论文进行学术评价的标准。而很多学生、老师都以文章能够进入 SCI 杂志为目标。那么在 SCI 杂志上发表论文真的有那么重要吗？其实，不论是 SCI 还是 EI，因其检索的杂志很多，标准也过于单一，会存在良莠不齐的现象。被检索的杂志和会议中，确实有一些好的期刊和会议，但同时也存在一些比较一般甚至比较差的期刊和会议。在很多领域里，有很多被认为领



域旗手的杂志和会议并没有被收录于内。因为这种原因，很多一流学者并不以 SCI 或 EI 为质量标杆，我们也不认为这是评价博士研究工作达标与否的标准。实际上，北美地区的大学，不论是博士毕业还是教授职称评定，都不会将此列为一项标准。

在这里，我们想给读者朋友一些投送论文的建议（其相关内容在本章前几小节中已有详细介绍）：不要为了投递论文而投递论文。论文代表的是研究者的形象，如果论文被一些影响因子非常低的期刊和会议收录了，不会带来任何好的影响，甚至是毫无意义的。因此，不论是为了毕业还是升迁，都应该选择一些影响力较大的期刊和会议进行投稿，这对以后的工作和事业是有百利而无一害的。

第 6 章

论文写作中的误区和技巧

读者朋友，书桌上那一摞厚厚的论文，你掂量过它的重量吗？现在请你把手边最近的那篇论文拿在手上，论文掂在手里的分量能够告诉你一些无须阅读就能知道的事情。当然，你会猜到只是论文的长度罢了。其实不只如此，还有作者向你讲述的关于他的研究“故事”。仅有长度和重量不足以作为判定好论文的标准。很多长篇大论最终都沦为废纸。读者朋友，请原谅我们用了这么严重的字眼。其实，只要询问一些身边的研究者，就会听到这样的说法——为了印刷许多那种“傻论文”或“垃圾论文”，整片整片的丛林都被砍伐了，真是可惜！论文写作中，词语连缀成句，句子连缀成段；有时段落情节紧凑，论文便有了生命，开始呼吸起来。我们将在本章向读者讲述如何让论文“呼吸”起来。

第 5 章向读者朋友讲述了撰写、投送和评审学术论文的过程。我们两位作者每年都会评审相当数量的论文，在此过程中，我们发现一些初级研究人员和刚刚开始研究生活的研究生在写第一篇研究论文时，会走进很多“通病式”的误区，犯很多具有共性的错误。这些误区和错误与论文写作的语言无关，即使母语为英语的人也会犯。更讽刺的是，这些错误往往比英语语法错误更难纠正，它们直接影响着论文的可读性。因此，针对这些写作问题，导师需要在学生写博士论文前就帮助他们纠正过来。在顶级期刊或会议发表论文不仅肯定了相关研究，也是锻炼和提高写作风格的过程。

6.1 误区一：“我的论文明显很棒啊！”

很大一部分研究者在论文写作中存在一个共同的缺点，即没有在论文中向读者展示一个强有力的逻辑论证。在他们看来，评审者通过阅读，再结合上下文便易于得出结论：这是一篇很棒的论文！这种写作风格可能归结于作者自身所处的文化氛围和环境。举例而言，有些文化宣扬“谦虚、谨慎、戒骄、戒躁”。因此，有人认为写论文时要保持“谦虚”的态度，等待别人去发觉自己的优点，而不应自我张扬，“显摆”研究工作的重要性。然而，我们在前面的章节讲述过，投递到顶级会议和期刊的论文数量很多，竞争非常激烈。想要脱颖而出，就要在论文中明确写出你的研究论点，强调研究工作的重要性和能够带来的影响力，强调得越有力，优势就越大，但不能夸大，这就是你作为作者的责任和义务。

事实上，从大的方面讲，研究工作的新颖性和影响力是所有研究论文所服务的中心论点。从本质上来说，每篇论文都是围绕着这一中心论点而展开的逻辑论证，不同的是，每篇论文关心的研究问题或者研究方法是不同的。而论证一般都会遵循以下几个逻辑步骤：

- 研究问题对推动科学和工程知识的发展很重要。（如果你所研究的问题并不重要，那么何苦还要去研究、去写文章呢？）
- 现有工作 A, B, ……已完成……方面的工作，但这些方法存在一定的缺点。（一般情况下会有一些在这方面现有的工作和方法，如果这些方法已经很完美了，那你也没有必要再去研究了。）
- 提出了一个新的理论/方法/设计/过程 Z。（你应该强调你的研究工作的新颖性，这是 Z 第一次被提出来吗？Z 的提出能带来什么影响？能够带来惊人的结果吗？如果是的话，则应该在论文里写清楚。）

- 相较于 A, B 和其他, 我们能够证明/示范 Z 具有更强的优势 (至少在某些方面)。(你能在理论上给予证明吗? 和以前的研究工作以及目前来说最好的方法相比 (详见第 4 章), 你有没有做过大量的实验来证明 Z 的优势? 正是这一比较性的工作才是凸显你研究工作具备高影响力和重要性的有力证据。)
- 对 Z 的优点和缺点都要进行讨论。“完美”这一词语唯独不存在于科研工作的词典中, 任何方法和算法都有弱点。一篇研究论文并不是产品宣传单, 论文讲究诚实、公正、准确, 所以你应该客观分析 Z 的弱点。其实, 弱点也可能是 Z 的未来工作, 这部分讨论通常出现在论文的结论部分。)

论文中阐述的研究工作包含的每一步都要提供相应的支持论据, 至少要向读者提供解释性说明文字, 逻辑证据越有力、解释越周密则越好。举个例子来说, 当你强调所研究问题的重要性时, 可以在论文中指出过去曾有研究者阐述过这个问题的重要性, 并且引用多篇关于此研究问题的应用类型的文章, 或者说明这个问题能够对现实世界中的设计问题、工程问题和一些应用产生影响。当你在论文中强调自己提出的新理论或者新方法比现有方法好时, 应该能够给出理论证明, 或做足够数量的实验, 通过数字进行比较。与此同时, 对结果要进行统计学的显著性检验 (详见本书第 4 章关于如何证明研究工作的优势的相关内容)。如果你在论文中说明你的新方法已在现实世界中得以应用, 例如已将研究工作成功部署于工业应用, 这样会更加有利于论文论点的证明。你的论点有越多的论据来支持, 它就越有说服力。评审者认可论文的概率也会增加, 如此看来, 你的论文将会有更高的录用机会。

如果你非常肯定论文中提出的新理论、新范例或者新方法, 并且前无古人, 你就是第一个, 那么你应该在论文中如此表述: “To the best of our knowledge, we are the first to propose ... (据我们所知, 我们是第一个提出……的)” 读者朋

友，这个时候无须谦虚，遣词造句应明确有力，避免评审者在阅读时产生歧义。使用主动式句子结构来描述你的研究工作（we propose ...; we demonstrate ...）（我们提出了……；我们能够表明……）；如果使用被动句式（it was proposed ...）（……被提出）容易造成混淆，阅读中碰到这样的表达方式，有可能导致读者弄不清楚这个方法究竟是谁提出来的，只知道有这么个方法。所以，读者朋友，在写论文时，请你一定要清楚区分你所提出的方法或者理论与现有研究工作之间的区别。

我们在前面的内容中讲述了要在论文中清楚地向读者交代一个强有力的观点。在这里，还想提醒读者朋友，千万不能夸大你的研究工作。事实上，超出你在论文中能够证明的范围，或是不在所能够提供支持性论据的范围之内的任何内容，你都不应该付诸半点文字。在评审论文的过程中，经常会看到有些作者在论文中阐述“我是最棒的”，这一点恰恰和“我很谦虚”的态度相反，非常之张扬，但是作者并没有意识到如此阐述是不对的。有时我们还会看到研究者在论文中陈述非常“重量级”的论点（比方说，“我们已经完全解决了人工智能的问题”），但论文中却完全找不到证明这句话的半点证据。读者朋友，我们希望你不曾、并且将来也不会做出这等蠢事。因为这会给评审者留下极其恶劣的印象，这样的论文是不可能录用的。

读者朋友，虽然我们一再强调要在论文中凸显你的研究工作的优势，而且要提供有力的逻辑证据。但是请注意，这并不意味着就一定要用词典中表达起来最有力度的那个词汇。在论文写作中，对读者要有尊敬的态度，使用礼貌性的语气，比如“to the best of our knowledge, as far as we know（就我们所知）”。同样地，在讨论现有工作的不足时，不管你的方法在性能上超过其他方法多少，也请使用委婉的语气以示对其他研究者和研究工作的尊敬，比如，“it seems that the previous work ...（现有的工作似乎……）”。

有些会议或者期刊会有专门针对某个研究问题的出版物，称为专刊。如果你打算把论文投递到相关专刊，在论文中则不需要在文字层面上明确阐述所研究问题的重要性。既然是专刊，这一研究问题的重要性已经不言而喻了，即已然隐藏于问题的描述中。但上述逻辑步骤在论文中依然不应忽略。

总结一下吧，一篇论文实际上是一个逻辑论证，这个论证有一个永恒不变的中心主题：论文中所讨论的研究工作具有新颖性，并且具有很大的影响力。在论文中，你应该着重强调研究工作能够对研究领域带来的重大贡献，不能过于谦虚。除此之外，还要尽可能在论文中提供支持你的论点的论据。同时，提醒一下读者朋友，不要夸大其词。其实，这几点之间的联系是一个微妙的平衡。希望读者朋友在论文写作上要积极、准确、主动，要在谦虚和夸大之间寻找一个平衡点。

6.2 误区二：“读懂我的论文是你（审稿人）的责任”

私下里，我们时常会跟很多年轻研究者聊天。在聊天中发现了这么一个现象，很多时候，他们并非有意把论文写得晦涩难懂，从而使得评审者和其他读者看不懂其意欲何为。他们普遍认为读懂论文是评审者的责任（正如本小节的标题所言）。他们经常责怪评审者没有足够的知识，或者没有花足够的时间去理解他们的论文（“评审者应该仔细地阅读我的论文，还要查阅我所发表的论文中的相关引用，这样才能充分理解我的工作。”“审稿人这么粗心。他们指出的……，我已经明确地写在了第5页右列第23行！”）。除此以外，还有一些研究者更加离谱，他们甚至认为文章越是难读难懂，就越能代表作者的高水平，越能代表研究工作之好（“如果我的文章很容易理解，那它怕是太简单了！”）。他们可能会认为，对于评审者或者其他读者来说，研究论文很难理解是再自然和



正常不过的事了（“我的论文本来就应该难以理解——这可是基于多年的研究成果和我的博士论文的！”）。

在上一小节中，我们讲述了论文的中心议题：要证明你的研究工作具有新颖性和影响力，对此要给出强有力的论点。其实，这也是论文写作的目标。在这里，我们想告诉读者朋友，除此之外，对论文的写作还要强调应尽可能书写得清楚简单。读者朋友对此是否感到有些惊讶？这两个目标似乎有些矛盾，实则不然，清楚简单与强有力的论点之间并无矛盾。清楚简单意在说明书写的用语，强有力的论点重在强调研究工作的严谨。

为什么要把“清楚”作为论文写的一个目标呢？其中一个主要原因是，评审者其实也是研究者，甚至还担任很多要职，日常工作非常繁忙，你想让他们花几个小时来了解论文的每一页，那是绝对不可能的。如果你的论文逻辑混乱，书写不够清楚明白，只会平添评审者的烦躁，想必你一定能够猜到这会带来什么后果吧？没错！低分和负面的评审意见（详见 5.3 节）。另一个原因是，如果你的论文被录用了，在你的文章发表之后，正如前面所讨论的，一些其他研究者将成为你的读者，这些人可能很想迅速了解你的主要研究思想和实验结果。由这两方面的原因来看，研究论文没有理由不写得直接、简单、清楚、逻辑脉络清晰。其实这并不是一件很困难的事，想知道为什么吗？请继续往下读，我们会细述缘由。

6.3 10/30 检测法

任何写作形式，包括写作学术论文、书写报告或撰写博士论文，甚至写博客、写微博，都不是专属于作者一个人的舞台，因为其实你的读者一直在那里。只是有时因着我们的自私而将他们遗忘了。读者朋友，每当撰写研究论文的时候，请一定在心中为你的读者留一片空间，请时刻记着你是在为读者而

写，你的读者包括评审者、其他研究者或答辩委员会。你对自己的研究工作倾注了多年努力，自然对自己的研究非常了解。但是你的评审者不一定了解你的工作。或许你正是因为太了解，才无从下笔，不知道该向读者从何讲起。这个时候，必须将自己的身份转变成“读者”，站在读者的角度去思量文章该怎么写。这与为客户和消费者设计产品是一样的道理——必须从用户角度出发，了解其需求。

在论文写作过程中，放在心中第一位的应该是评审者，你必须首先了解一般审稿人的知识水平。如果打算将论文投递到一般的会议或者期刊，在论文的开始部分有必要先用一段文字概括介绍研究问题。进行问题描述时，应该假设评审者对你所研究的具体问题所知甚少，应假设评审者从未参加过你每周的研究会议，也从来不曾看过你的工作报告！在这种假设前提下，评审者想要了解你的研究工作就只能依靠握在手中的你的论文，别无他途。如果他们在审阅过程中产生什么疑问，也不能与你进行面对面的交流，能从其寻求帮助和答案的也只有你的论文！

读者朋友，可能你有点想要责怪我们两位作者，“刚刚说，可能因为太过熟悉自己的研究工作，会写不好论文，让我们转变角色，那我们还是不知道写出来的论文究竟算不算合格啊？”下面我们马上来消除读者朋友这方面的顾虑。教读者朋友一个很有效的测试方法，这个方法能够检查论文是否书写得清楚和明白，我们称之为“10/30 检验法”。对于一般评审者来说，从开始阅读论文起计时，看他们能不能在 10 分钟内搞清楚你的研究问题是什么，研究工作的主要贡献是什么。在此基础之上，看他们能不能在 30 分钟内理解你的研究工作，包括方法和流程等（假设这是一个 10 页的会议论文），并作出录用或是拒收的决定。一般来说，评审者是不会花超过几个小时的时间来审阅一篇文章的（包括书写评审意见）。

读者朋友，在你投递论文之前，我们建议先把论文拿给一些在相似或者相同领域做研究的同事阅读，看论文是否可以在这些人身上通过 10/30 测试！如果多数人都通不过，看来论文还是要多加修改才行；如果测试通过了，那么就放心地投递论文吧。

有些时候，论文也会发生“两难”情况，你的工作越有新颖性（这对研究工作来说是件好事），你就越难说服评审者认可你的工作。你必须对你的工作进行“温和”的引进和概述。还要使用技术性细节和令人信服的结果来支持你的论点（如论文中提出的定义、定理、证明、设计、方法、数据、实验和应用场景，等等）。在论文写作中，怎么权衡这两个相反（概述和细节）的任务呢？这个问题是研究论文书写过程中的关键点，将在 6.4 节讨论。

6.4 自上而下的写作方法

自上而下细化的写作方法，又称金字塔式写作。简要地说，使用这种方法进行论文写作，要求作者按照从宽泛到具体的流程展示研究工作。这可以通过论文金字塔式的结构来辅助做到。回想一下，在 3.3 节中曾与读者朋友讨论过一篇研究论文的典型结构（见图 6.1），并讲述过这样的结构如何可以帮助你快速阅读论文的主要研究思路和实验结果。不仅读论文如此，写论文时，也应遵从这样的结构，以便论文的读者，特别是评审者，可以快速轻松地获得论文中的主要研究思路和结果。

下面将更详细地对这个大家都关心且感兴趣的关键问题进行详细解释。首先，读者朋友现在应该非常清楚这一点，论文应该有一个中心主题，简要描述如下：

- 研究问题很重要。
- 对于这个研究问题，虽然目前有一些方法能够解决，但是这些方法都或多或少存在某些不足。

- 我们提出了新的理论/方法/设计/过程。
- 我们证明/表明了自己所提出的方法优于现有的工作。

在写研究论文的过程中，需要向论文读者，尤其是评审者，在不同的细节层次上多次强调这个中心论点。具体的细节层次有：

标题：首先需要在论文题目中强调中心主题。论文标题的长度可能是几个字，也可能是十几个字（比方说，10个字）。虽然在长度上没有特别限制，但是它必须是在一个很高的层次上对论文工作的总结（即不会涉及太多技术细节）。在论文题目的斟字酌句上，颇有学问。标题除了要对研究工作进行高度总结之外，旨在传达一个积极的令人兴奋的信息，一些词语，如“改善”、“新颖”等，常被研究者使用，或是论文所涉及的一些“热点”议题的相关词语，如“社交网络”等，都可以写入标题。

如果说写论文是项艰巨的工作，那么创建一个醒目的标题便是一门艺术。论文题目是论文给予读者的第一印象，很多研究者正是被论文题目所吸引才决定下载并阅读某篇论文的。这就是为什么一些经验丰富的研究者说，一个好的标题，是论文成功的一半。其实，好标题的创建也有某些套路可循。第一条规则是，如果你希望论文在众多投稿中脱颖而出，无论是在专刊论文（所谓专刊就是针对某个研究问题的论文集合，通常会包括10~20篇论文）的评审过程中，还是在竞争激烈的会议论文评审中，请先给论文起个响亮的标题。第二条规则是，标题最好不要多于一行，长标题意味着这篇论文的研究工作要么过于具体，要么作者不善于总结自己的工作。第三条规则是，确保没有人在你之前使用过相同或非常相似的标题。这条规则可以通过搜索引擎来帮助确认，将你的标题输入搜索框，不出意外的话会返回一个包含相似用语的标题列表。你可以尝试在搜索框中输入一些相似的标题，看看有多少相应的返回结果，并检查返回结果中是否包含能够概括你的研究工作的标题。



摘要：论文摘要可能包含几百字（比方说，200字）。它必须是一段在高层面上对完整的中心主题的总结，是论文第一次向读者讲述作者的工作。在图6.1中，我们使用“200字的故事”和“电梯演讲”来描述摘要。也就是说，摘要必须是在较高层面上对论文工作的阐述，摘要的内容要积极、简单，用200字给读者讲一段完整的“研究工作的故事”。就像我们在第5章里说的，摘要应该像电梯演讲那样吸引人们的注意力，你在电梯中的几分钟之内便能告诉投资者（评审者）你的产品（论文）如何伟大。电梯停了，人家就已决定投资你的产品了（喜欢上你的文章了）。

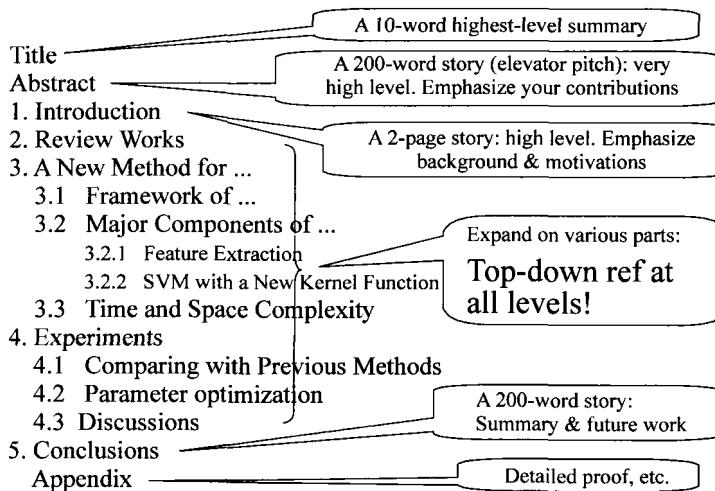


图6.1 一篇研究论文的提纲：自上而下写作方法示例

下面是一段摘要的例子。【】中的内容是我们为了方便读者朋友理解，添加的一些评论。

General web search engines, such as Google and Bing, play an important role in people's life. However, most of them return a flat list of webpages



based only on keywords search. It would be ideal if hierarchical browsing on topics and keyword search can be seamlessly combined. In this paper we report our attempt towards building an integrated web search engine with a topic hierarchy. We implement a hierarchical classification system and embed it in our search engine. We also design a novel user interface that allows users to dynamically request for more results when searching any category of the hierarchy. Though the coverage of our current search engine is still small, [be upfront on the weakness of the work] the results, including a user study, have shown that it is better than the flat search engine, and it has a great potential as the next-generation search engine.

搜索引擎，例如，谷歌和必应（Bing），在人们的生活中发挥着重要的作用。

【研究问题很重要】不过，目前我们所使用的搜索引擎只是返回基于关键字搜索的结果列表。【现有的工作存在一定的不足】如果能够将基于主题的分层浏览和关键字搜索巧妙地结合在一起，这将带给用户更多的便利。在本论文中，我们向读者展示一个将主题层次与普通的搜索引擎结合在一起的系统。我们实现了一个层次分类系统，并把它嵌入在普通的搜索引擎中。【是对论文所描述工作的一个非常高层次的总结和概括】我们还设计了一种新的用户界面，这个界面允许用户动态地在任何类别中搜索更多的结果。【强调研究工作的新颖性和实用性】虽然目前我们的这一搜索引擎索引的网页数量不多，【是研究工作目前的一项弱点】但是用户使用的结果表明，它比普通的搜索引擎更好，有很大的潜力成为下一代的搜索引擎。【使用积极的词语，以示工作的意义和影响。】

读者朋友，从上面的例子中你可以看到，摘要是一段对中心论点在高层面上的完整的概括性描述，不使用任何技术术语，整段文字洋溢着积极和兴奋的

语调，想必任何一位读者读到这里都会迫不及待想要看看该系统是如何实现的吧。不仅如此，摘要中还叙述了研究工作的新颖性和影响力。

引言：一般来说，论文的引言部分通常需要 1~4 页（平均 2 页）的篇幅。在引言部分，你要向读者重新阐述论文的中心主题，这时的阐述与摘要相比有所不同，论点的每一部分需要更多的解释说明，即自上而下的细化。作者也应该在引言部分说明研究问题产生的背景，即为什么这个研究问题很重要；哪些研究者或者研究工作曾经讨论过这个问题；哪些研究者应该阅读这篇文章，类似的技术曾经用于哪些问题的研究，等等。有一点与摘要类似，即引言也是对研究工作进行高层次的介绍，应该尽量回避技术术语和细节。

细心的读者朋友可能发现了，在摘要和引言部分都会阐述论文的论点，比如“这个研究问题很重要”，那它们之间的关系是什么呢？这个问题很简单！引言中的每个论点都可以对应到相同顺序下摘要中的每个论点，不同之处在于引言中的论点更加细化和具体。可以这么说，摘要中的每个句子扩展成 3~20 句话便构成了引言部分的论点（20 个句子可以连缀成一个段落）。举例来说，如果摘要由句子 A, B, C…组成，那么引言部分将会由 A₁, A₂, B₁, B₂, …, C₁, C₂…句子组成。A_i, i=1, 2, …, n 组成的句子集合表示句子 A 的扩展。同样地，句子 B, C 也是如此。如果摘要中的句子顺序和逻辑流程更改了，千万不要忘记应同步修改相应的引言内容。

接着上面我们提到的摘要的例子，以下是对应的引言部分中的一段。同样地，写在【…】中的内容是我们的批语。

General web search engines (such as Google and Bing) play an important role in people's life in helping people to find information they want. According to (SEMP 2009), more than 14 billion searches are conducted globally in each month. However, most of them return a flat list of



webpages based only on keywords search. As queries are usually related to topics, simple keyword queries are often insufficient to express such topics as keywords. Many keywords (such as china, chip) are also ambiguous without a topic. It would be ideal if hierarchical browsing and keyword search can be seamlessly combined, to narrow down the scope of search, and to remove ambiguity in keywords. The original Yahoo! Search Engine is a topic directory with hierarchy for easy browsing. However, ...

搜索引擎（例如，谷歌和必应），在人们的生活中起着重要作用，因为它们能够帮助用户找到想要的信息。据（SEMPO 2009）的报告，全球每月进行超过 14 亿次搜索。但是，目前我们所使用的搜索引擎返回的结果仅仅是基于关键字搜索的网页列表。由于搜索的关键字通常是和主题相关的，如果用户输入过于简单的关键字，比方说，只有两个字，这时往往无法确定用户想要搜索的主题。许多关键字（如 china, chip）如果缺失主题上的界定则会变得含混不清，带有歧义。如果搜索结果能够按照话题层次进行组织，结合现有的关键字搜索技术，不仅可以缩小搜索范围，还能消除歧义，这将会给用户带来更大的方便和好处。我们所熟知的雅虎搜索引擎，原本是一个有层次结构的主题目录，能够方便用户浏览。然而，……【关于搜索引擎发展的背景】

读者朋友，从上面的文字你可以看到，引言的前两个句子只是摘要部分第一句话的进一步阐述。接下来的句子也只是对摘要部分第二和第三句话的进一步说明。除此之外，引言部分还介绍了搜索引擎的背景以及论文中所述研究的动机和理由。

通常，引言的最后一部分会向读者介绍论文的结构安排。一般这只是一小段文字，简单地告诉读者论文的结构是如何安排的，以及结构的每部分所描述的

内容。有一点还请读者朋友注意，请尽量使用主动语态。比方说：*We organize the rest of the paper as follows. In Section 2, we discuss previous work on ... In Section 3 we describe ... Finally, in Section 4 we show ... etc.*（这篇论文的其余部分组织如下。第 2 节中，我们回顾了现有的工作……在第 3 节中，我们描述了……最后，在第 4 节中，我们展示……等。）

现有工作描述：论文中，可以用一节篇幅回顾现有工作，如图 6.1 中的第 2 节。从某种程度上看，这是对引言相应内容的更详细阐述，而引言内容又是对摘要内容的展开叙述。这部分内容的关键是要向读者展示，你已然对经典算法有了很深的认识和理解，只有这样，你对自己论文中的研究工作的阐述才更有说服力。现有工作回顾没有必要占用很长篇幅，但一定要向读者指出你所提出的工作和现有工作之间的差异。

描述你研究工作的章节：这部分内容是用来描述你的原创性工作，是论文的核心和重点。它的篇幅可能相当长，所以准备这部分内容时，可能需要展开成数个章节。这部分内容是对论文中心论点进行详细论证。这个时候，你提出的研究工作聚焦了舞台上所有的镁光灯。在这些章节中，你要对提出的新理论、新方法或者新过程（图 6.1 中的第 3 节）进行详细阐述，要向读者解释清楚为什么你的研究工作具备很大的影响力。换句话说，为什么你提出的工作在性能上要好过现有的工作（图 6.1 中的第 4 节）。当然，只要论文的篇幅允许，你可以为这部分内容增加更多的小节（如新理论、部署等相关的描述）。这部分内容的整体结构，也是对引言的相应部分进行的自上而下的进一步细化。

事实上，在论文写作过程中，不论是小节层次，还是次小节层次，都应该遵循自上而下的细化方法。这种金字塔式的细化方法也应该体现论文的总体结构层次。也就是说，创建高层次的小节（如 3.1 节和 3.2 节），用以描述高层次

的思想，然后使用低级别的章节层次结构描述更多的技术细节（如 3.1.1 节，3.1.2 节等），如图 6.1 所示。

这种金字塔式的写作方法也能应用在段落的书写过程中。每个段落都应该有一个中心论点，称为中心句或主题句，通常段落以此为起始句（例如，“已经证明主动学习可以明显减少标记实例的数量”）。之后，便可以围绕着这一中心论点进行更加细致的阐释，要说明为什么以及怎么做。

结论：在用很大的篇幅写完你的研究工作所带来的贡献之后，在论文的结尾部分，需要给出一个总结或结论。这部分要求你再一次把整个故事从一个较高的层次给读者讲述一遍。结论部分可类似于摘要，但需要更加细致地说明研究工作的新颖性和影响力。除此之外，还可能需要对未来可能展开的工作进行简要描述。

如果在写论文的过程中采取这种自上而下的结构安排，不论是对于评审者还是其他一般读者，都会使论文描述的研究工作更具可读性，并能直观地描绘出你的研究想法。同时，如果读者愿意的话，可以深入任何层次的技术细节和实验结果。评审论文的过程中，评审者完全可以用 10 分钟读完论文的摘要、引言和一些概括性描述，从而能够在一个较高的层次上了解你的研究工作及其主要贡献。这样，还能允许评审者再用 30 分钟的时间迅速读懂整篇文章，或者自由选择不同层次的内容进行阅读。只有这样，你写的论文才可能通过 6.3 节所说的“10/30 测试”。

不知道读者朋友在阅读本书的过程中，有没有感觉到这本书很容易理解呢？如果你的答案是肯定的，我们两位作者将会很高兴。这完全归结于本书的结构编排。我们在写整本书或是不同的章节时，采取的也是自上而下、层层细化的方法。读到这里，你的手指是否有些跃跃欲试，有种想要写论文的冲动了呢？请读者朋友在写论文的时候也尝试一下这种方法吧！

6.5 创建有层次的文章结构，选择合适的结构标题

我们讲述了采用自上而下、层层细化的结构化写作方法，这种方法无论是对研究者组织、撰写论文，还是对评审者审阅论文，都有着无比重要的作用。尤其是对作者来说，创建各种层次的（小节）论文结构，并恰当地选择结构标题，能够很好地反映论文的整体逻辑结构，大大增强论文的可读性。读者朋友，在写作论文时，要避免某些小节的内容过长；如果内容非常多，可再细分成若干次小节。举例而言，如果对现有工作描述的小节内容很长，那最好把该节分成多个次小节（如 2.1 节，2.2 节等），每个次小节分别讨论一种现有的研究工作。还要强调一点，就是应避免使用非常深的层次结构（如 3.1.2.1.1 节等）。通常，论文章节结构的深度不要超过 3~4 层。如果你遇到必须使用很深层次结构的情况，可考虑在高层次的结构安排上增加更多的并列结构（例如，第 3 节写新理论，第 4 节写新方法），而不要把所有的内容都堆积在第 3 节中。

在每大节或每小节的开篇，应该用一个段落简要介绍本节内容。例如，第 3 节和 3.1 节之间应该有一些关于整个第 3 节内容的介绍，这种承接式介绍文字的篇幅通常限于一个段落左右。同样，在 3.1.1 节开始前，应该为 3.1 节写一些介绍文字。这正是自上而下的细化方法在论文写作中的应用。

写作过程本身是一个自上而下的细化过程。当学生准备自己写第二篇或第三篇论文时，作为导师，我们还是会细心地指导他们写论文的摘要部分和 2~3 级大纲（包括小节标题和一些非常简短的内容）。这些内容体现了论文的逻辑性、一致性和连贯性。完成这些工作指导后，我们便要求学生使用自上而下的方法将每一节的内容“填满”，加上一些细致阐述。通过这种方法，易于让学生写出逻辑清晰的好论文。



6.6 论文写作技巧

前面讨论了很多在论文写作过程中易犯的错误和存在的一些误区，并讲述了如何纠正它们。本小节将介绍很多写作方面的技巧，这些技巧有些来源于我们多年写作经验，有些是在与其他研究者和评审者交流时收获的信息，在此与读者朋友分享。

6.6.1 使用特定词语来提示读者

当你要在高层面上描述研究工作时，可以使用一些特定词语，又称关键词，用来暗示读者哪些内容比较重要，而哪些内容是可以跳过的。读者朋友请看下面给出的例子，例子中带有下画线的词便是特定词语。

“We will first describe our method at a high level here. It consists of four major steps. We will describe them briefly below.”（在这里，我们首先对自己提出的方法进行高层面的描述。这一方法由四个主要步骤组成。下面我们将简要介绍这几个步骤。）

“The intuition of our method is that …”（我们的方法，从直观上来看……）

“We will describe a proof sketch first to give some intuition about the theorem and the proof.”（我们首先会简要描述定理和证明，让读者有个直观理解。）

“Generally speaking, our method is …”（不失一般性，我们提出的方法……）

与高层面的描述相同，技术细节方面的阐述同样也需要使用一些特定词语，例如：

“More specifically, …”（具体地说，……）

“For example, …”（举例来说，……）

“We provide details of Step 3 as follows ...”（第三步的详细描述如下……）

“Below we give a detailed breakdown of our experiment results.”（下面，我们将对实验结果进行详细分析。）

这些特定词语想传达给评审者的信息是，我要开始细节描述了，如果你只想了解方法的整体流程，大可跳过这一段。

尽可能简单，但不过于简单：爱因斯坦有一句名言，“理论应该尽可能的简单，但不能过于简单”。这同样适用于论文写作。很多研究新手无法在写作上取得较大提高的原因，是因为他们认为好论文就意味着使用的句子结构必须很复杂，语句必须很长。实则不然，好论文首先要清楚，这意味着应该使用简单直接的句子。很多时候，过于冗长的句子表达也会显得过于笨拙，与其给读者造成理解上的困扰，倒不如把分句结构拆成多个简单句，从而增强可读性。我们从一篇由博士研究生写的论文文稿中摘抄了一段原文如下：

“There are two basic functionalities that we expect our system to offer: an effective knowledge organization model to represent the panorama of knowledge in levels and scales, named MKN model; a multi-faceted eBook retrieval system based on MKN model to ease the searching and cognitive process for users, named MIQS, using Facet Grouping, Multi-scale Relevance Analysis, and Information Visualization to overcome the difficulties above.”（我们期望系统能够具备两大功能：能够在层次和规模上表现全局知识水平的有效知识组织模型，称之为 MKN 模型；基于 MKN 模型的能够给用户带来轻松的搜索和认知过程，借用多面分组（Facet Grouping），多规模相关分析（Multi-scale Relevance Analysis），信息可视化（Information Visualization）等技术克服以上提到的困难的多方位电子书检索系统，称之为 MIQS。）

读者朋友是否发现这整整一个段落其实只是一句话！虽然语法上没什么错误，但不得不说一口气读完真的很费劲，并且真的很难理解。有趣的是，当我们询问这位同学为什么采用如此复杂结构的长句时，他回答说，“我一直在准备 GRE 考试”。我们知道，很多研究生院入学申请把 GRE 成绩作为录取的标准之一，它的特点就是用词生僻，句法复杂，尤其体现在阅读理解这部分。不过我们想问一句，“你真的想用你的论文来测试评审者的阅读水平吗？”千万不要这么做，因为最后收到“不达标”通知函的会是你。

上面一段话被我们修改之后，变成了以下 8 个简单句：

“There are two basic functionalities that we expect our system to offer. The first functionality is an effective knowledge organization model. It represents the panorama of knowledge in levels and scales. We call it the MKN model. The second functionality is a multi-faceted eBook retrieval system. It is based on the MKN model to ease the searching and cognitive process for users. We call it MIQS. It uses facet grouping, multi-scale relevance analysis, and information visualization to overcome the difficulties mentioned earlier.”（我们期望系统能够具备以下两项功能，第一，有效地知识组织模型。这一模型能够显示不同的层级和规模的全局知识。我们称之为 MKN 模型。第二，多方位的电子书检索系统。这一系统基于 MKN 模型，能够提供用户轻松的搜索和认知过程。我们称之为 MIQS。这一系统借用多面分组（Facet Grouping），多规模相关分析（Multi-scale Relevance Analysis），信息可视化（Information Visualization）等技术克服了我们在前面提到的一些困难。）

面对简单、直接、逻辑性强的文字，试问哪个评审者会看着不愉悦呢？

即使你想传达给读者的研究想法、方法或者实验结果很复杂，也还是应该尽量使用简单方式表述。假如你的论文以很多复杂数据为基础，尤其以量化资料为主时，应将语言表达形式转换为表格、图表等视觉表达形式。这种呈现方式会给人以客观而准确的感觉，读者反而可以系统地观察并自行获得结论。

6.6.2 通篇使用少量且一致性的术语

论文清晰易懂的另外一个重要“法宝”是表达符号和专业术语的使用规则。在论文写作中，通篇尽量使用少量且一致的术语。举个例子，在论文的开始你用 X 表示一个矩阵，过了两段之后又开始用 M 表示同一个矩阵。这种做法要坚决杜绝！既然用了 X 就通篇用到底，免得为评审者增添无谓的烦恼。很多专业术语表达的意思是一样的，不同的作者因着不同的喜好会使用不同的词语来表示同一个意思。小说、诗歌等的写作提倡的是不重复用词，考究的是作者的词汇储备。而学术论文的写作恰恰相反，这一点研究者须格外注意，写作学术论文之时不是炫耀大到惊人的词汇量的时候，而保持术语的一致性对于论文的解读有着不可轻视的作用。如同上例，针对同一个矩阵采用了两种不同的表示符号，无疑会给评审者带来困惑。再举一例，在信息检索领域，研究者主要的研究问题是如何为文档建立索引从而使得检索更加高效。大家普遍认同的一个评价准则是测试集上的准确率（precision on test data）。然而在很多论文中，也有研究者使用测试集精准度（precision on testing data）、验证集上的准确率（precision on validation set）、测试集准确率（test-set precision）、测试集上正确检索的百分比（percent of correct retrieval on test set）等诸多不同术语。如果你在同一篇论文中对“测试集上的准确率”这一概念交替采用了多种不同的表达方式，那么评审者非要被你搞得头昏眼花不可。

由此可见，术语的一致性对于评审者理解你的论文是多么重要。如果你非要“不走寻常路”，讲究标新立异，我们建议你在论文写作中尽早定义好要用的术语。此时正式的语言定义或者非正式的语言定义均可，甚至最好能以表格形式对术语作简要说明。

6.6.3 尽早使用实例，贯穿全文

抽象的概念，复杂的理论，烦琐的建模过程，这些文字从读者的角度看都是涉及专业知识的，当论文要对这些内容进行解释说明时，最好的方法是借用一两个生动形象的例子来帮助理解。我们称这种方式为“讲故事”，并且越早将“故事”情境交代给读者越好。如果在“故事”开始以前就向评审者灌输抽象的概念、理论和模型构建，恐怕评审者不仅会迷失在那一堆符号和定义中，更严重的是会对你的论文失去兴趣。读者朋友应该极力避免这种事的发生，所以在长篇大论之前，应该尽早将读者带入一个“故事”情境中，确保在引导评审者了解你的研究工作之前是和你“处于同一个故事中”。随着研究工作描述的展开，你的“故事情节”也在发展。这也是我们称之为“故事”的原因，因为这是根据“剧本情节”发展的。阅读本书时，读者朋友应该能感受到，我们并没有完全使用教条式的文字，而是经常辅以博士生的例子，这样做的目的是真心希望带给读者朋友更好的理解和阅读的乐趣。

6.6.4 视觉化表达

如果说“讲故事”是提供额外的语言形式的辅助阅读，那么图表、流程图、图片、图形、图画、插图、表格等便是视觉形式的辅助阅读。在论文写作中，对这些内容形式的使用无须吝啬。读者朋友可能也发现了，我们在本书中



使用了很多图形。设想一下，如果没有这些图形，当谈及一些坐标和象限时，你需要在自己脑中描绘一番。如果能正确描绘还好，否则若你的描绘跟我们的文字有偏差，那对本书部分内容的理解也自然会造成偏差吧？正所谓“有图有真相”，一幅图的力量要远远超过文字。描述同样的事物，若采用视觉形式，相较语言形式读者接受和理解起来会更快。这无疑能够节省评审者理解论文的时间，何乐而不为呢？

6.6.5 写清动机，解释论证

146

我们在前面强调过，写论文时一定要将自己的角色从作者转变成读者。这一角色转变会让你意识到该如何表达，而良好的表达对于论文的理解十分重要。你的读者群一般会很大，有些读者是研究问题所属领域的专家，而有些读者其实是论文中所研究问题的“门外汉”。你必须站在读者多样性的角度去思考“读者需要知道什么”。因此，当你洋洋洒洒地描述新颖的理论、方法和建模过程时，有必要先向读者交代研究动机，至少要从直观上解释为什么这么做是可行的。如果你在论文中使用了新的数学公式，就要向读者解释选择这种公式和参数的原因。

你可能对一个研究问题已经进行了数月甚至数年的研究，让你用几句话概括研究动机确实有些不容易。回想你第一次有了一些研究上的发现时，那个时候如果让你阐述研究动机，你应该能说出个一二三来。但是，当时间在敲打键盘的指尖中悄悄滑过时，这个研究动机也开始在你脑中淡化了。试着再回想一下你最初的研究动机，试着将你的研究工作解释给一些不太了解所研究问题的同事听。还有一种方法，在研究过程中，随着研究的深入，不要忘记时刻记录每个阶段的研究动机。这些记录都是研究的轨迹，随时可以翻看和参考。

与研究动机类似，你要对在研究中作出的一些重要选择进行解释论证。举例来说，在实验和数据中为什么要选择那些特殊参数？为什么你只对过程中的某几个步骤进行了合并而其他步骤却没有合并进去？这些都可能是评审者或普通读者在阅读过程中产生的疑问。因此，对你作出的每一步选择都应尽量解释清楚原因。有时，评审者可能对你的解释有异议，但这种情况比看不到解释要好很多。因为如果看不到解释性文字，评审者会对研究工作产生怀疑，甚至产生负面的评审意见。

6.6.6 自问自答

从某种程度上说，我们写论文时始终是要“取悦”读者的，尤其是评审者，他们是第一次审读你的论文，你要让他们认可你的论点，肯定你的工作。如何“取悦”呢？在写论文的过程中一定要仔细思考这个问题，“评审者阅读我的论文时会产生什么疑问呢？”其实，评审者在论文的任何地方都可能产生疑问。比方说，在引言部分，阅读完研究问题描述和你提出的解决方法之后，评审者可能会产生这样的疑问，“为什么你不采取一些现有的方法，可能稍加修改就能很有效地解决这个问题？”在实验部分，评审者有可能会有这样的疑问，“为什么没有采用不同的数据和方法，或者不同的优化过程？”

如果能够在论文中向读者交代清楚研究动机并且给予恰当的解释说明，就可以消除评审者可能产生的疑问。然而，有时你并不知道评审者会对论文的哪一部分产生疑问。遇到这种情况，转换角色的作用就体现出来了。将自己由作者变身为读者，在阅读自己论文的过程中，将认为最可能产生疑问的地方做标记，那么这个地方就是你可以自问自答之处。

最简单标记方式是使用下列语句，“*One might wonder ...*，（有人可能会

想……）”，“*One might argue that ...*（有人可能会质疑……）”。这种语句会引导读者向作者的思维靠拢。将读者成功拉拢过来之后，你要给出一些简洁答案。如果你自问之处恰恰是评审者在阅读论文时产生疑问的地方，那么这些紧随其后让人满意的答案会为你的论文增色不少。读者朋友，你能想象得到此时评审者该是多么满足吗？

6.6.7 多次强调关键点

每当论文季到来，随着评审结果的公布，我们时常会听到一些同学开始埋怨评审者。主要的抱怨点集中在评审者的“粗心”方面。这个“粗心”怎么解释呢？按照这些同学的说法是这样：评审者提出的问题的答案其实就出现在论文中，但是评审者却没看到。

我们先前就跟读者朋友讲述过，评审者本身也是非常繁忙的研究者，各种事务缠身，他们审阅论文的时间非常有限。如果论文中有些语句传达的信息非常重要，那么我们建议你要对这些语句进行强调，并且要在论文中，尤其是在高层面介绍性的章节中，重申多次。除了语言形式的重申外，还可以选择其他多种方式，比如采用图形、列表、标题等进行多方面描述。需要强调和重申多少次才合适呢？在回答这个问题之前，我们先反问读者朋友一个问题，在本书中，我们对自上而下撰写论文这一关键点重申了几遍呢？如果读者知道这个问题的答案，那么前一个问题的答案也就不言而喻了。

在阐述你的方法时，如果你提出的方法与现有方法相比，仅有小小的不同。而这一不同点正是你方法的关键，但你担心评审者很有可能会忽略这一点，这时，你一定要把这一关键点指出来，强调这一关键性的不同。在整篇论

文中，包括引言和总结部分，你应该多次重申这一关键性的不同点，从而引起评审者的注意。

6.6.8 前后呼应

论文的连接性和前后呼应，是时常被研究新手忽略的一种写作技巧。论文的易读易懂性与论文的前后呼应紧密相连。在论文中使用恰到好处的连接词能够将论文的各个部分连接成一个整体，前后呼应。例如，我们在本书的很多地方都使用了“详见第……章”，“我们曾在第……章讨论过……”，“回想……”等连接词。事实上，任何时候只要你要写的内容已经在前面某处谈过，或者将要在后面讨论，都可考虑加入类似的连接词。这样写出来的论文既连贯一致又容易理解。

6.6.9 论文格式

前面各小节讲述了很多关于如何写出易读易懂论文的方法和技巧。除了以上所讲的之外，其实还有很多，在此仅讲述了最重要的几项。如果读者朋友还想了解更多信息，我们向你推荐《风格的要素》这本书。本小节中，我们将重点放在论文的书写格式上。有些同学认为“格式问题”是论文写作中最微不足道的事，而本节将告诉你，即使是“最微不足道”的事也应该纳入撰写论文时的考虑范围。

评审论文时，经常让我们恼火的一件事是，图形、图表和相应的文字说明不在同一页。尤其是当作者使用 LaTex 作为编辑论文的软件时，这种情况的发生更加频繁。LaTex 软件有个特点，它会自动对图形、图表进行排版。读者朋友，你能想象得到吗？评审者为了将图表和文字对应上，鼠标滚轴需要前前后

后、来来回回转上好几圈，如果换成你，心情能好吗？LaTeX 软件允许用户自定义论文排版。如果论文涉及图形和图表，我们建议读者朋友通过手动将其和对应的文字排版到同一页面，位置要尽可能接近。

第二件评审过程中遇到的恼火事是关于图表的标题。有些研究者不喜欢给图表加标题，而更倾向于以文字叙述的形式放到论文中；而另一些研究者却倾向于添加标题。我们更倾向后者。标题是距离图或者表最近（上方或者底部）的文字，评审者会在同一时间见到图表以及相应的文字性说明，从而无须在正文中寻找。

第三件恼火的事有关论文所用的字体。我们在评审过程中经常遇到图或者表中的文字太小，以至于小到看不清楚的地步。太小的原因是由于在图或者表中充塞了过多的文字。许多作者为了向评审者呈现“我们真的做了很多工作”，于是将文字尽可能多地填入图或者表中。在一篇空间有限的论文中，堆积过多的图形，将密密麻麻的曲线交错在同一张图中或将表格弄得过于烦琐，都会导致字体过小。

有时，不光是小字体会给评审者带来困扰。如果作者在一张图上或者一张表格内填充了过量的信息，评审者也会不知道从哪里看起才好。切记，论文写作最忌讳的一点就是把所有信息一股脑儿地推给评审者，让评审者自己去猜哪些重要、哪些不重要。如果那样做，若是没有你亲自在旁边进行导读，任何人来读你的论文都不会轻松。读者只能依靠你的文字去了解哪些地方应该注意，哪些地方应该略过，所以请尽量在图表中给读者展示清晰简明且具指导性的内容。我们在图 6.2 中给读者朋友呈现了一张写有过多实验结果的图表例子，希望读者朋友以此为鉴，不要犯同样的错误。

第6章 论文写作中的误区和技巧

	AC+0.3	AC+0.5	AC+0.7	AC0.3	AC0.5	AC0.7	RD+0.3	RD+0.5	RD+0.7	RD0.3	RD0.5	RD0.7	Total
AC+0.3	0/0/0	0/1/2	0/2/1	1/2/0	0/3/0	0/3/0	1/2/0	1/2/0	2/1/0	2/1/0	2/1/0	2/1/0	11/19/3
AC+0.5	2/1/0	0/0/0	1/2/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	2/1/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	29/4/0
AC+0.7	1/2/0	0/2/1	0/0/0	3/0/0	2/1/0	2/1/0	2/1/0	1/2/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	23/9/1
AC0.3	0/2/1	0/0/3	0/0/3	0/0/0	0/1/2	0/2/1	0/2/1	1/0/2	1/2/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	11/19/3
AC0.5	0/3/0	0/0/3	0/1/2	2/1/0	0/0/0	0/3/0	1/1/1	1/1/1	2/1/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	15/1/7
AC0.7	0/3/0	0/0/3	0/1/2	1/2/0	0/3/0	0/0/0	1/1/1	1/1/1	2/1/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	14/1/27
RD+0.3	0/2/1	0/1/2	0/0/2	1/2/0	1/1/1	1/1/1	0/0/0	0/3/0	1/2/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	13/1/37
RD+0.5	0/2/1	0/0/3	0/2/1	2/0/1	1/1/1	1/1/1	0/3/0	0/0/0	1/2/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	14/1/18
RD+0.7	0/1/2	0/0/3	0/0/3	0/2/1	0/1/2	0/2/1	0/2/1	0/0/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	3/0/0	9/9/15
RD0.3	0/1/2	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/0	0/3/0	0/3/0	0/7/26
RD0.5	0/1/2	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/0	0/3/0	0/3/0	0/7/26
RD0.7	0/1/2	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/0/3	0/3/0	0/3/0	0/3/0	0/7/26

Table III: The average positive class ratio at top three level of hierarchy at the last iteration of both active selection and random selection on three datasets under thresholds 0.3, 0.5 and 0.7.

Level	Threshold	OHSUMED				RCV1-v2				DMOZ			
		AC+	AC	RD+	RD	AC+	AC	RD+	RD	AC+	AC	RD+	RD
1	0.3	0.17	0.14	0.13	0.06	0.48	0.27	0.58	0.24	0.14	0.07	0.18	0.04
	0.5	0.20	0.14	0.16	0.06	0.61	0.32	0.67	0.27	0.19	0.08	0.22	0.05
	0.7	0.22	0.15	0.16	0.06	0.68	0.33	0.71	0.29	0.19	0.09	0.19	0.05
2	0.3	0.22	0.22	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.10	0.14	0.13	0.15	0.10
	0.5	0.24	0.22	0.18	0.16	0.19	0.16	0.16	0.10	0.16	0.13	0.15	0.10
	0.7	0.24	0.21	0.18	0.16	0.20	0.15	0.15	0.10	0.15	0.12	0.13	0.10
3	0.3	0.40	0.40	0.38	0.37	0.37	0.38	0.36	0.36	0.32	0.32	0.31	0.32
	0.5	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	0.38	0.37	0.37	0.33	0.33	0.31	0.32
	0.7	0.41	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	0.38	0.32	0.32	0.31	0.32

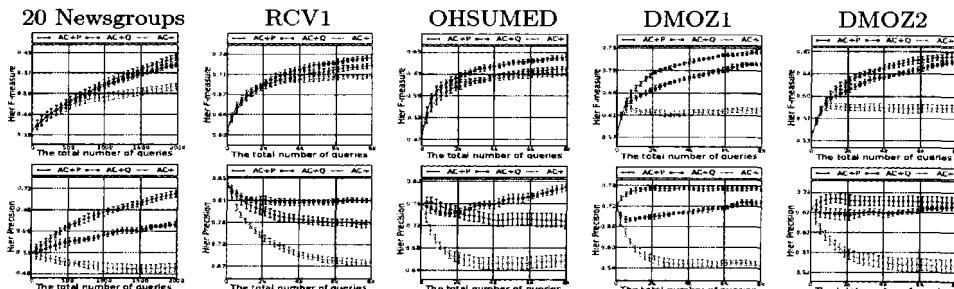


Fig. 4: Comparison between $AC+P$, $AC+Q$ and $AC+$ in terms of hierarchical F-measure (upper row) and precision (bottom row).

图 6.2 图表中实验结果过多的示例

研究新手写论文时通常表达欲望非常强烈，总想在有限的空间内将论文涉及的方方面面全都呈现给读者，他们认为似乎只有这样才能体现严谨的研究态度。事实上，在论文中只需把与研究工作最相关的内容、对研究工作影响最大的环节总结清楚即可。尤其是在使用图形和表格时，力求简明扼要，一定不能把不太相关的内容也拉扯进来。



6.7 其他误区和错误

不论是在指导学生写作论文的过程中还是在评审论文的过程中，除了前面我们发现并提到的一些写作误区外，还存在很多其他常见错误。因为本书的初衷在于指导科学工程领域的研究者如何做研究，所以还请读者朋友不要介意我们仅仅选择讲解了其中比较常见、对论文可读性影响较大的一些错误。不过，我们计划另外专门写一本针对如何提高论文写作这个话题的书。下面简单列出一些其他常见的对论文写作的错误认识：

- “*My work is really elegant and beautiful. It has a lot of math: definitions, theorems, and long proofs. Don't blame me if reviewers cannot understand it!*”
“我的研究工作多么优雅，多么漂亮。这么多的公式、定义和证明，评审者理解不了可不是我的错！”
- “*To emphasize that our method is so much more superior, I use a lot bold, italic, !, and super strong language in the paper. My supervisor removes most of them. Is he insane or what??!*”
“为了强调我的方法多么好、多么妙，我在论文中用了很多大写，粗体，斜体，感叹号和很多强烈式的表达。但我的导师在修改时大都给删掉了，他怎么回事儿啊??疯了??!”
- “*My supervisor always corrects little things in English that appear everywhere even in newspapers, books (even this book), and magazines. For example, he would change 'it can't ...' to 'it cannot ...'. It's really a waste of time, isn't it?*”
“我的导师总是帮我修改一些芝麻绿豆般的小事，如果我在论文中使用了很多报纸、书本、杂志中常见的书写方式，比方说，我用了‘it can't’（它不能），他就帮我改成‘it cannot’。这有必要吗？难道不是在浪费时间吗？”

- “*I am putting so much new contributions in the paper, including new theory, proofs, algorithms, experiments, and even an implemented system, so that it cannot be rejected by reviewers.*” “我的论文有很多贡献，包括新的理论、新的证明、新的算法、新的实验，甚至还实现了一个完整的系统。评审者应该不会拒收我的论文吧？”
- “*My supervisor asked me to revise the paper further. I think it is already perfect. Besides, I wrote it, so it is hard for me to find my own errors and make further improvement.*” “我的导师让我再修改修改论文，可是我已经觉得很完美了，没什么好改的了。再说，这是我写的论文，真的很难再找出错误并进一步修改了。”
- “*My work is so much better than previous work, but it still got rejected. I can tell from the reviews that the reviewers are authors, or friends of authors, of the previous work I compared to. How can reviewers accept my paper if their own work is much inferior to mine? Is it clearly a conflict of interest?*” “我的研究工作比现有方法好出那么多，还是被拒收了。从评审意见中，我能看出来，评审者很可能就是我所比较的方法的提出者，要么就是提出者的朋友。我的方法好过他的方法，他心生妒忌，不肯录用我的论文。这明显是利益冲突。”
- “*The reviewers of my journal submission are so unreasonable. I don't think I can ever revise the paper to satisfy their demands. I should try another journal.*” “这个期刊的评审者有些不可理喻，真难伺候，我觉得再怎么修改自己的论文也满足不了他们的要求，算了，我还是改投别的期刊吧。”

6.8 中国学者在论文的英文写作方面易犯的错误

本节将专门谈一谈中国学者在论文的英文写作方面易犯的一些错误。之所以单独用一小节的笔墨给中国的读者朋友“开小灶”，是因为在我们审阅一些中国学者的英文论文的过程中发现了很多共通的“小毛病”。因此，我们两位作者决定将这些英文“小毛病”总结于此，希望能对中国学者的论文写作有所帮助。

在第5章的前半部分，我们总结了撰写学术论文的一些基本要素和常见的错误。那些要素和错误与母语无关。在这一小节，我们将讲述一些新的错误和注意事项，而这些错误主要出现在母语为汉语的学者用英文撰写的学术论文中。“因为我们的母语不是英语，所以在论文的英文写作上尤其困难。”读者朋友，在你刚刚开始写学术论文时是不是也曾经这么抱怨过呢？其实，论文写作中出现的问题只有一小部分（比如20%~30%）来自于语言方面的原因，而剩下的绝大部分基本来源于本章前述问题。不可否认的是，母语肯定会影响论文写作的风格。但是这一影响并没有我们直觉想象中那么严重，反倒是逻辑思维对论文的影响占到更大的比例。学术论文的写作要求语言简练，无须使用花哨的文字和修辞手法，也不太要求文字的渲染功力。我们都应该知道，好的研究论文只需用事实和数字说话就可以了。所以，下面这些情况部分地反映了我们在帮助学生写作过程中出现过的一些问题。

6.8.1 丢失冠词a (an), the

在论文写作中，一般来说，大致有70%的词为名词。从这个比重能看出正确地使用以及修饰名词对文章的影响。一般来讲，如果名词有复数形式，在文章第一次提到这个名词时，应该加上不定冠词“a (an)”，而后再提到此名词

时应该在前面加上定冠词“the”。举个例子，在摘要部分我们通常会写“*In this paper, we propose a novel algorithm ... The algorithm is based on ...*”请读者朋友注意“algorithm”前冠词的变化，正是我们现在强调的内容。当名词需要用到复数时，比如在相关工作介绍部分要描述一些现有的研究状况，方法或模型，如果这些描述是特指的，需要加上定冠词“the”做修饰。例如下面这句话，“*... different from above-mentioned technique, ...*”应该写成“*... different from the above-mentioned technique, ...*”

也有一些例外情况不用 a/the，如果是抽象名词、复数或者名词出现在标题、章节小标题中，这时可以免去冠词。

冠词的用法对一位初学者来说是比较难的问题，因为在中文中没有类似冠词的元素，中国学者在撰写英文论文时往往会漏掉很多冠词，所以要特别注意。

在 6.4 小节中我们曾讲到，在文章中有些内容需要多次重复。比如“*We propose an algorithm ... The algorithm is ...*”会出现在文章中的多个部分，如摘要、引言等。请读者朋友注意，在文章中这些部分的内容是相互独立的，每一部分的写作都要分别遵循上述规律。例如，我们在摘要部分对方法进行了简要介绍，而当引言部分再次提到该方法时仍应遵循第一次使用冠词“a (an)”而后用冠词“the”的规则。

6.8.2 表达不精确

在英文中，多一个单词和少一个单词有时候表达的意思会有很大区别。请读者朋友看下面的例子。当想要表达“就我们所知，目前针对这一问题所发表的研究论文并不多”时，很多人会写成“*To our best knowledge, a few papers have been published on this problem previously.*”“a few”表示“有一些”。如果你想强调“很少的论文”可以在“a few”前面加上“only”，或者干脆写“few

papers”。可见加与不加“only”或者“a”对有关研究工作重要性的表达影响很大。

下面讲一讲动词的选择。应该选择表达准确的动词，避免使用太过宽泛、高频度出现的动词，如“do”、“take”等。举个例子，在写“做实验”时要写“conduct experiment”而不要写成“do experiment”。还有一点，用词要有力。写学术论文是在论证，所以用词需要坚定有力，不能模棱两可。如果实验结果能够证明你的方法确实很好，用词要更强有力，比如可以说“To the best of our knowledge, this is the first time that a problem of this complexity is solved.”这样审稿人才能更加相信你的论述。

遣词造句的能力可以在后天的训练中慢慢培养，多读多写自然就能提高。每次完成初稿之后，应当反复进行推敲和修改。

6.8.3 中式英语

需要描述算法的整个流程、模型的构建过程、或者研究工作的意义时，你可能在心中早就形成了一些很贴切的中文描述。问题是不知道同样意思该如何用英文表达。这时，大部分人都会把心中那段已有的中文逐字逐句地按字典翻译成英文，更有甚者会使用机器翻译软件工具将其译为英文后写入论文。通过这种机械手法翻译出来的英文大多会沦为典型的中式英语，其中 99.9% 可能不符合传统英语的写法。我们不提倡这么做。

那该怎么办呢？如果拥有英文文法式的写作思维和语感当然最好，但我们深知这种能力需要一段“培养期”，是一个逐渐积累的过程，并不能仅仅靠阅读一两篇文章、撰写几次论文就能拥有。现在我们先教大家一个简单的“速成”方法。举个例子，你在撰写相关工作介绍时，不妨找几篇优秀的英文论

文，读读这些论文的相关部分。反复阅读，寻找语感，考究用词。然后放下这些文章，回到自己的论文写作中，尝试着用自己找到的语感进行英文写作。我们相信这样写出来的英文文章质量会比机器翻译出来的好得多。

有些情况下，你可能无法确定两个或者多个词汇搭配是否正确以及是否语感顺畅，那该怎么办呢？告诉你一个小窍门，就是可以将这些词用引号（“ ”）括起来，然后输入搜索引擎中查看搜索结果的数量。如果数量很少（几百几千），那很可能这种搭配是不符合英文语感的；相反如果数量很多，则说明搭配正确。

要避免中式英语，最重要的是语感的培养。当你写出的语句有种“似曾相识”的感觉时，这说明你已经慢慢开始有了这种英文语感。多读多写是积累正确语感的唯一方法。

另一种要避免的中式英语是，不要将中文的习惯和写法搬到英文写作中。比如中文有顿号“、”这个标点符号，而英文中是不存在顿号的。

6.8.4 非正常断句（run-on sentences）

两个本来各自独立的句子，中间被逗号“，”连接表达成一个句子，我们称为非正常断句（run-on sentences）。这也是写作中，中文和英文之间重要的区别之一。请读者朋友看下面的一段话（摘自网络新闻）：“北京时间 7 月 30 日，伦敦奥运会体操男子团体决赛打响，这也是本届奥运会所诞生的第一枚体操金牌。在这场比赛中，中国队的五位小伙子发挥完美，18 套动作零失误，最终总分为 275.997。”“……决赛打响”，“……发挥完美”，“……零失误”，这些句子后面都使用了逗号，在中文中这样表达没有问题。但如果在英文中，这些句子都是完整的句子，句末均应使用句号（或分号，见下）。上面这段话可以这样说：“On July 30th, Beijing time, men's gymnastics team competition started in

London Olympic Games. In this competition, the Chinese team of five gave a perfect performance. They completed all 18 acts with no mistakes, and scored a high mark of 275.997!"

在完整的句子后面使用逗号在中文里行得通，但在英文中却属于语法错误。举个例子，英文中的 "*I walk, she drives.*" 是语法错误的句式。因为 "*I walk.*" 是完整的句子，"*She drives.*" 也是完整的句子，二者都应以句号结束。再看一例，"*Most researchers claim that ..., they are not correct.*" "... that" 分句之后的逗号也是错误用法。

如何避免非正常断句呢？一个办法是用句号或分号（;）。或者在逗号前加连接性的词语，比如 therefore、but、so、thus 等。比如上句 "*I walk, she drives.*" 可以改写为 "*I walk; She drives.*" 或 "*I walk. She drives.*" 或 "*I walk, but she drives.*" 不过这些句子表示的语感是有微小差别的，这里不再细述。但如果用逗号连接，那就是个病句。

6.8.5 非正规写法

有不少读者朋友是不是每天都离不开即时聊天工具，比如 QQ、Gtalk、MSN 等？聊天工具除了给我们带来即时消息传递的好处之外，也让我们“练就”了一身非常口语化的“书写本领”，这种“本领”时常也会影响学术论文的写作。比如，“*It doesn't make very much sense.*”这句话，如果放到学术论文中，则存在两处非正规用法。第一，“*doesn't*”应该写成“*does not*”；第二，“*make very much sense*”是口语式表达，在学术论文写作中切忌出现。再看一例，“*We find the probability isn't zero.*”这句话中，同样地，“*isn't*”应该写成“*is not*”。“*we find ...*”之后是一个从句，正确的写法是“*We find that the probability is not zero.*”诸如此类的非正规用词和写法还有很多，如“以前的方

法”应该写成“*previous methods*”而不是“*old methods*”。“*our approach beats their methods.*”应该写成“*Our approach outperforms their methods.*”

学术论文属于严肃的文本范畴，将口语化的表达引入文章中无疑会降低其严肃性和准确性。严重者，会影响研究工作的可信度。

6.8.6 非正规缩写

在文章中介绍自己提出的方法时，为了简化经常会使用缩写。举个例子，“*We proposed a potential field-based coverage enhancing algorithm (PFCEA).*”先说句子本身，这句话中“algorithm”前面的修饰语太多而显得有些混乱。这种写法是最让人头疼的，因为弄不清哪一个修饰语是重点。其实，可以将这种有很多修饰成分的长句改写成两个短小的句子，如“*We proposed a coverage enhancing algorithm (CEA) based on potential field.*”接下来谈缩写问题，上面句子中的“PFCEA”，不仅读起来非常拗口，而且不够简短。在使用缩写时，最好能够让阅读者顺畅地“读”出来。如果辅音字母很多，一方面可以考虑加入辅音后面的元音字母，比如上例的“PFCEA”可改成“PofCea”；另一方面可以选择少量字母，比如修改文字后，算法可缩写成“CEA”，这就简洁多了。

6.8.7 非句子的组成部分

学术论文的基本组成单元是一个完整的句子。我们看到很多文章中会出现这样的写法：“*We list as follows: 1…, 2….*”。这种写法是不正规的。在英文写作中，没有冒号“：”后面再接完整句子的这种写法。正确的写法应该是“*We list as follows. First, … Second …*”。这种例子还有很多，在此不一一列举了。除了论文标题和章节标题外，请读者朋友一定要注意，完整的一句话才是文章的基本组成元素。

6.8.8 太多花哨的格式

有时候，我们会看到一些中国学者的文章，写得像大字报。令人满眼充斥着黑体、斜体、下画线等字体样式。我们想再次提醒读者朋友，学术论文是一种严肃、精准且精确的文体，切忌使用太多黑体、斜体、下画线、单词首字母大写等样式。比如，写到“*machine learning*”，很多作者认为要大写单词的首字母“m”和“l”，似乎这样才能增强其重要性。实际上，完全没有这个必要。太多花哨的格式反而会引起审稿人的反感。学术写作应该采用事实论证的基调，在论文中加入很多这种不必要的样式会淡化学术论文的本质。

6.9 总结

至此，关于学术论文写作的内容就告一段落了。这足足两章（第5章和第6章）的内容，谈到的只是一些最基本的技巧。尽管如此，我们大都赞同这一点：有时最基本的技巧能够创造出我们意料之外的东西。对于诸多年轻研究者而言，如果在写作方面缺乏这些技巧，则写出来的文章可能毫无框架结构，并且逻辑混乱。而这样的文章只会让评审者打上大大的黑叉并拒之千里，谁会选择录用一篇自己读不懂的文章呢？很多研究者认为，尤其是些研究新手，“读懂我的论文那是评审者的责任，读不懂那是他们失职”。也有很多人把责任推到语言身上，“我英语不好，所以写不好论文”。很显然，本章讲述的很多“论文写作常见错误”与语言并没有很大关系。流畅、易懂的论文并不难写，只要掌握方法，肯付出努力，我们相信有一天读者朋友的论文一样能够通过“10/30测试”。同样的技巧也适用于普通论文，作业报告等的写作。

研究者应该总把读者放在心上，否则你将只是一个冲着空气絮絮叨叨的发声器而已，接收你信息的那些人也实在是有些费劲。所以，读懂你的论文非但



不是评审者的责任，反而是你的责任。你应该把想要表达的内容清晰无误地传达给读者。在这两章中，我们讲述了很多方法和技巧，大到自上而下的细化策略，小到论文格式上的提高。希望这些内容能对读者朋友学术论文的写作有所帮助。

我们在此强调了学术论文写作的两点目的：第一，提出论点，越严密越好；第二，简明扼要地阐述论点和结果。这两个目的并不是一对矛盾体，在论文写作中，需花费大量时间和精力去优化两者，让产出的论文更加完美。

读者朋友也许不禁会问，“究竟优化到什么程度才算完美”？这个问题真的不好回答。不过，说实话，我们内心深处并不希望这个问题有答案，因为一旦有了答案，研究就失去了很多乐趣，我们更觉得“不知道”才能表达研究的乐趣。我们不知道这一最优点在哪里，它的搜索空间或许是无限的宇宙，永远需要不断地优化，永远到达不了“完美”。正因为如此，学术论文总有提高的空间（包括论文中的实验结果），学术研究是一个永无止境的进程。我们只能说，花费的时间和精力越多，你的研究将越接近“完美”。当我们投递论文时，并非因为它是一件“完美的作品”，而是在截稿日前，我们已经将最大的努力和心血付与了它，又或者对比已发表于相同会议或期刊的研究工作，这篇论文的工作已在其上，至少是并驾齐驱的，我们只想对目前手上的工作做个总结。

爱因斯坦说过：如果我们知道我们在做什么，那么这就不叫科学研究所；不是吗？（“If we knew what it was we were doing, it would not be called research; would it？”）

第 7 章

撰写毕业论文与论文答辩

读者朋友，当你翻开这一章的时候，我们不知道你心情怎样。或许你刚刚才开始自己的研究生活，会觉得这个标题距离你好遥远；或许你正在写自己的博士论文，此刻正偷闲于三更灯火五更鸡的生活，随手翻到了这一页。开展研究、发表论文这一切，意味着毕业论文阶段终于进入总结了，就好像旅行到了一个大站，需要停下来往后看看一样。从就读博士研究生开始，我们就一边期望着毕业，一边过着实验室、宿舍、食堂三点一线的生活。读者朋友，如果你是一名新生，如果将未来要开展的几年研究生活比作一间黑屋子，那么本章内容就将提前为你打开一扇窗户，揭示临近毕业的生活；如果目前撰写毕业论文正是你发愁的事情，那么但愿通过本章的阅读能带给你一些启示和参考；如果你已经距离这段日子久远了，那么希望这一章的内容还能带你回忆起那段“痛并快乐着”的日子。

在前面的章节中，我们讨论了如何做研究，如何撰写、发表高质量论文等内容。其中，3.5 节讲述了如何为博士论文寻找好的研究想法，3.7 节讲述了如何为博士论文提前制定计划。本章将这些内容整理在一起，详细探讨一个重量级的话题：如何撰写博士论文并且成功通过答辩。通过这些探讨，你会发现写博士论文与撰写研究论文有很多相似点，同时也存在一些不同，二者可谓“大同小异”吧。

7.1 论点和博士论文

博士论文在你的早期职业生涯中代表的就是你个人的形象。读者朋友，你能明白这件事对你来说有多么重要了吗？博士论文应该框架清晰、逻辑正确，能够强有力地表明你的研究方法能够解决一个富有挑战性的问题。如果你的博士论文没有非常清楚的框架结构，逻辑流程也一塌糊涂，那么答辩委员会将很难看懂你的研究工作，至于欣赏就更谈不上了。在进行 1~2 个小时的博士开题答辩时，答辩委员会的主要工作就是在你的研究工作中寻找漏洞。在这短短的时间内，你要非常自信地将你的研究工作报告给他们听。想想都会觉得不可思议吧？这么多年的研究生活就将彻彻底底地浓缩在两小时的答辩中！

读者朋友，你会感到紧张和害怕吗？希望你没有被我们的描述所吓倒，其实没有那么恐怖。举个例子来说，如果把读博士前的你比作钻石原石，把博士阶段的学习看做一个加工厂，那么经过设计、分割、打磨等工艺之后，你便成为一颗耀眼的钻石。刚刚开始博士研究的你和完成博士研究的你有什么区别呢？区别体现在可能连你自己也不曾察觉的变化中。当完成博士阶段的学习时，不论是领域内的研究问题方面，还是知识储备方面，你会由内而外地散发出自信和专业的风范。开始博士论文答辩时，你应该是所处研究领域中最有发言权的人，权威度甚至要高过答辩委员会中的任何一位，你站在台上是向他们传达你研究工作的成果，而对于他们来说，这是一个学习的过程。

从传统意义上讲，论点（thesis）应该陈述一个假设或者一项声明，这样的假设或者声明能够帮助人们更加清楚地认识世界，认识生活。举个例子吧，一个假设可以是“地球绕着太阳转，而不是太阳绕着地球转”；还可以是“距离可以用来度量数据间的不同，利用这一方法可以构建出比现有方法更好的文本

分类器”。而博士论文（dissertation）是将你的论点/论点的产生、现状及其他研究者对此论点给出的解决方法，以及你自己的解决方法等诸多内容有条理地组织在一起，形成一个架构清晰、思路清楚的论文文档。一篇博士论文包括支持所提出论点的所有证据以及你自己的想法。虽然，论点和博士论文两者的定义之间存在一些差异，但是人们平时并不会将两者区分得如此细致，我们将两者都称做博士论文。尤其是在英语环境下，你会经常听到学生说：“I am writing my thesis.” 其实他是说“我在写博士论文”（I am writing my dissertation），而不是“我在写论点”。

3.5 节曾简要讨论了如何从研究想法过渡到博士论文的过程，不知道读者朋友是否还记得？我们不妨一起回顾一下。在这一过程当中会有很多因素影响着你的选择，比如你对研究的热情、你的技术专长、研究领域的火热程度等。在 4.2 节，我们又与读者朋友深入讨论了如何结合影响力和重要程度，是否具有分解性等方面的因素去检验研究课题是否具有研究的价值和意义，以此方法筛选出研究课题作为博士论文的研究内容。在开始写博士论文之前，你可能会觉得这些因素和方法有些许抽象。可是，当你真正开始下笔写论文时，就会意识到我们讲的这些是多么重要。

虽然写博士论文和答辩这两个过程，在不同的学校、不同的国家都会有所不同，但是一些主要环节是相通的。在组织编排、撰写博士论文时，通常有两种方法：自上而下的方法和自下而上的方法。

7.2 自上而下还是自下而上？

在真正静下心来坐在电脑前准备开始写博士论文之前，你应该积累了遍布电脑桌面或者挤满了硬盘的大量数据，这包括你发表的会议论文和期刊论文，

还有那些已经投递出去尚未确定录用的论文，你的开题报告，以及在阅读论文时写下的注释、笔记等材料。此刻，你的任务应该是立即着手分类整理这些材料。组织这些材料的时候有个原则，就是将那些对你的博士论文课题有用的材料组织到一起，组织的目的是为了支持你的博士论文中的论点，而不是为了堆砌和凑数。

先介绍自上而下的方法，6.4 节曾经讨论过类似的方法，只不过是用在会议或者期刊论文的写作上。论点是博士论文的核心，自上而下的方法便是从中心论点开始写起。举个例子来说，对于计算机科学领域的博士研究生，“在构建文本分类模型的过程中如何引入人的因素”这一问题便可作为博士论文的论点。这一问题表述起来简单易懂，即使不具备此领域相关知识的人，也能明白这一研究工作的主要内容。在研究当中，你要时刻去想象当你对别人描述你的研究工作时，尤其是所谓“别人”来自完全不相关的领域、不具备一丁点领域知识时，你该如何陈述才能让“别人”明白你在做什么。这一点在论文答辩的时候就有所体现。因为每个博士进行答辩时，都会邀请至少一位来自于不同领域的研究者作为答辩委员会的成员之一，这是规定。比如，一位物理教授可能被邀请作为计算机系博士答辩的委员会成员。假设，中心论点现已确定。接下来，使用 4.3 节介绍的“棋盘法”将中心论点沿着横轴或纵轴分解成多个小问题。每个小问题都有相应的介绍、现有的解决方法以及你提出的解决方法，相应的实验结果和理论证明与分析。这个时候我们想提醒一点，每个小问题的介绍都不能各说各话、毫无连贯性或偏离中心论点，这些小问题应该具有一致性的服务对象，那就是中心论点。每个小问题还可以按照“棋盘法”继续拆分成更小的问题，每个更小的问题同样也都有各自的侧重点，但仍然需要在逻辑上保持一致。这一过程与 3.7 节介绍的制定博士论文计划相似。

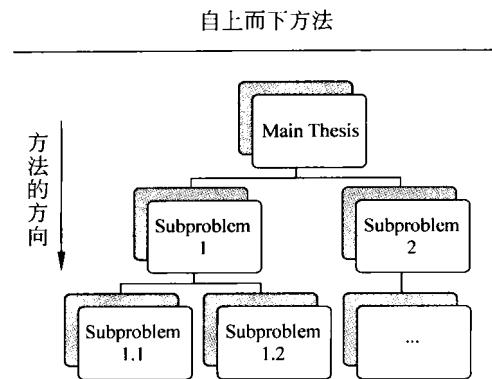


图 7.1 自上而下方法示例

图 7.1 简要描述了自上而下组织博士论文的方法，我们总结出这种方法具备如下几个优点：

- 在撰写博士论文的初始阶段，学生和导师就已明确中心论点。
- 采用“棋盘法”将大问题分解成小问题，能够在短时间内发现遗漏的问题和方法，立即补救，未为迟也。
- 这一方法能够很好地训练学生撰写经费申请提案，也有助于学会一种不错的管理风格。
- 自上而下方法的好处还在于能够帮助统一整篇博士论文的术语和符号。

然而，自上而下方法也存在一些缺陷。使用这种方法，需要在刚刚开始撰写博士论文时就能正确地分解出所有应该涉及的小问题和相应的解决方法，这对于非资深研究者是一项非常具有挑战性的任务。研究计划其实是一个循环往复的过程，先制定一个初始计划，再执行计划，然后根据得出的结果进一步修改完善计划，这一过程如此往复直到我们认为趋于完美，没有再提高的空间。

除了自上而下方法外，还有一种方法与其相反，称为自下而上方法。相对于前一种方法，更多人会采取这种方法（详见图 7.2）。如果你已经发表多篇与博士论文课题相关的研究论文，也曾撰写过一些其他方面的材料，那么采取这种方法会比较适合。这种策略更像是采矿工人扒开一堆堆岩石去寻找宝石的过程。此刻，学生扮演着采矿工人的角色，自己发表的所有的论文便是那一堆堆岩石。学生要从这些“岩石”中把符合博士论文课题的相关材料挑出来。这些材料就是学生要找的“准宝石”。这些材料并不能纹丝不动地搬到博士论文中，而需要仔细审查，挑选出贴合博士论文主题的材料。这个时候，就要求学生具有敏锐的目光，迅速识别出哪些是“真宝石”，哪些是“假宝石”，换句话说，哪些能够写进博士论文，而哪些不能够。有些学生会认为博士论文就是一项工作报告，将自己博士期间所有的工作都填了进去，甚至包括一些曾经发表的与博士论文主题并不相关的研究工作。这样做是不对的，因为俨然违背了博士论文应具有连贯性和一致性的原则。

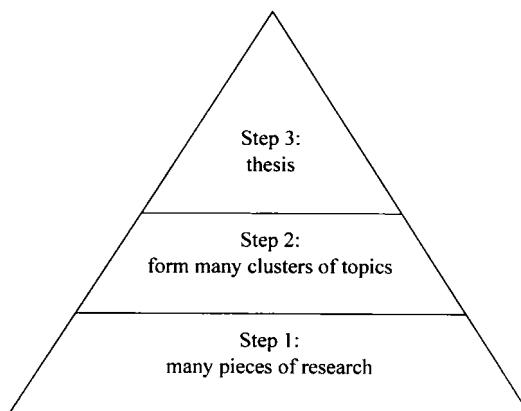


图 7.2 自下而上方法示例

自下而上方法具有以下优点：

- 在最后确定博士论文的课题之前，学生可以探究多个感兴趣的研究问题，从中选出最具有研究价值的那一个作为自己的博士论文课题。
- 由于在确定最终的博士论文课题之前，学生已经对多个研究课题都有所了解，在这期间发表的论文均会为简历增添不少“色彩”。在找工作时，这些“色彩”体现了研究工作的多样性，会得到不少加分。

自下而上方法也有以下一些明显的缺点：

- 这种方法存在风险，即可能有个别学生不加选择地将所有发表过的论文都堆砌到博士论文中，从而使博士论文失去一致性和连贯性的要素。
- 学生可能会花费更多的时间和精力去统一出现在多篇不同论文中的术语和符号。

我们总结了两种组织和撰写博士论文的方法，这两种方法并没有绝对的适用与不适用之说。希望读者朋友能够结合自身实际情况，为自己量身打造一个适合的策略。

让我们回到三个博士生的例子中，还记得吗？博士生 A2 喜欢理论型研究，博士生 B2 喜欢实验型和偏向系统的研究，而博士生 C2 更喜欢应用型研究，这类研究往往能够把研究者带向通往专利和创业的道路。让我们来看一看他们都分别采用了什么方法写博士论文。博士生 A2 在组织和撰写博士论文时采用了自上而下方法。首先通过使用第 4 章介绍的“棋盘法”，他为自己确定了一个论文课题——“具有不同特征空间的多领域数据间的知识迁移”。中心论点确立好之后，他便开始将其分解成多个小问题，包括如何定义可靠的距离度量准则，如何学习能够代表每个领域的子空间，如何在两个到多个领域之间进行知识迁移，如果每个领域的权重不一样该怎么加到整体模型中，如何从目

标领域和辅助领域中自动学习出每个领域的权重。既然是遵循自上而下方法，博士生 A2 继续在粒度上把这些小问题拆分成更小的问题直到完成博士论文框架。

与博士生 A2 不同，博士生 B2 采取了自下而上方法进行研究。他对高效准确的大规模在线推荐算法感兴趣。针对这一研究问题，他发表了多篇论文。这些论文的研究重点都放在大规模数据算法的可扩展性或算法的准确度提高等方面，每篇论文都会提出自己的方法。从这一点可以看出，博士生 B2 发表的论文完全服务于他所选择的研究课题。在发表足够数量的论文之后，他开始尝试着将这些研究工作总结成一个连贯性的整体。这时问题出现了，博士论文的主题应该侧重于哪一方面呢？最后他决定使用“在线推荐算法的大规模架构”作为博士论文的中心议题。接下来的工作便是把这一中心论点分解成很多小问题构成博士论文的不同章节。以此，他同样顺利完成了博士论文。

最后再来看看博士生 C2。他喜欢应用型研究，这类研究通常会对申请专利、创业等提供基石。博士生 C2 在组织、撰写博士论文时将“自上而下”和“自下而上”两种方法巧妙结合。开始阶段，通过参加数据挖掘相关的比赛，他发表了多篇论文，并成功申请了专利。随后，他发现此领域中的“社交网络研究和分析”这一课题很具有研究价值，也符合自己的研究兴趣，于是决定以此作为博士论文的主要研究课题。撰写博士论文时，他为自己制定了一个“自上而下”的计划，按部就班地进行。最后，他的博士论文内容主要讨论了与社交网络分析相关的研究工作，主题明确，层次分明。

7.3 论文答辩

进入论文答辩时的学生距离“博士帽”只有一步之遥，想起无数个截稿日期前的分分秒秒，看着满是论文和代码的电脑，这一天终于到来——博士答



辩。所谓答辩，就是要求博士研究生将自己的研究论点陈述给答辩委员会的人听，要让他们相信这项工作是有价值的并且能够带来巨大的影响力。答辩委员会的组成人员包括领域内的专家和非所属领域的研究者，所以要求答辩者能够站在“陌生听众”的角度去报告。报告内容包括所提出论点的研究现状，与论点紧密相关的研究工作介绍，以及支持所提出论点的论证。

大多数大学的博士答辩分为两部分：第一部分是学生报告，这部分时间一般是 45 分钟到 1 小时；第二部分是问答环节，这一环节较长者，可能持续两轮。

读者朋友可能也注意到我们在上文提到了“报告”一词，博士答辩中的“报告”与任何会议或者研讨会的报告形式不同。这一报告是将整个博士阶段的研究工作浓缩到几十页幻灯片中，胶片一般播放给大家，而不是像会议或者研讨会那样只提供一篇论文的内容。在报告中，应提供足够的证据让答辩委员会成员相信，在过去的博士学习生活中，答辩者对所处领域在以下任何一方面或者多个方面作出了重大贡献。

- 对一个研究难题提出了一套更好的解决方案，击败了所有其他对于这个难题的解法。
- 提出了一个新的研究问题，将其合理而正确地进行了形式化描述，并提出了一套解决方案。从某种意义上说，开创了一个新的领域。
- 提出了新的框架结构，能够统一很多主流算法。这样的研究工作能以全新的视角去理解算法。

报告中应该清楚地表明你已经对研究问题及其所具有的影响力有了深刻的理解：

- 掌握关于此研究问题的所有解法，对它们的优缺点了如指掌。

- 对于如何设计解决方案和评价准则有着非常清晰的思路，同样也能一五一十地说出其优缺点。
- 卓越的表达能力。研究者对于问题的理解程度体现在能够向任何不相关的人陈述自己的工作，这种能力表现在能够借助任何生动的实例和上下文语境。

以上几点中的最后一条是最重要的。作为博士生和研究者，你得把自己变成一个“了解别人需要知道什么”的人。对于非领域的听众，你应该把他们视为“不知道却需要知道”的人。博士生需要这种随机应变的沟通表达能力。我们换一个角度看，答辩过程中，学生进行报告，这与销售人员、客户经理推销产品一样，要讲出产品的特色，说服人相信这个产品是值得去买的。而学生在答辩时同样是在“推销”自己的研究工作，让别人相信自己的研究工作具有很大的价值，能对所属领域的研究带来很大的价值和影响。在 40 分钟到 1 小时的时间内，学生要让答辩委员会的人相信他是目前这个领域最杰出的研究者。除此之外，学生要能简明扼要地对自己的研究工作进行总结，短到几句话，长到几个段落，具体应视答辩时间而稍作调整。

进行论文答辩时，学生应该仔细审查以下几点问题：

- 研究问题是什么？
- 为什么解决这个研究问题是如此重要？
- 相关的研究工作有哪些？这些工作是如何解决这个问题的？其优缺点又是什么？
- 论文中提出的方法是如何解决这个问题的？比其他方法好在哪里？

读者朋友，以上几个问题是不是看着有种似曾相识的感觉？我们在 6.1 节描述研究论文的逻辑步骤时也曾提到过类似的几点。当与现有研究工作进行比较时，你应该保持中立和客观，不能带有任何个人的感情色彩。要避免这些评

论的出现，如“他们的算法都不能进行大规模扩展，所以一点都不靠谱”。

学生报告完之后，接下来便是长达一个多小时的问答环节。要做好充足的准备，同时也不要期许所有的问题都是你能够预料到的。当被问到一些措手不及的问题时，先不要着急回答，可以在脑中思考几秒钟，理清思路。但请一定牢记以下几点：

- 有些问题可能会很尖锐，但实际上，答辩委员会的人提出的任何问题都是“对事不对人”的。不要认为很苛刻的人就是刻意阻碍你通过答辩。正常情况下，他们会提出很深入的问题，这是为了检验你对领域理解的深浅，同时也是想看看你对棘手问题的反应能力。因为作为你的答辩委员会成员，他们也把自己和学校的声誉寄托在你身上。
- 非所属领域的委员会成员所提问题会更加宽泛，与领域内的委员会成员的问题也有所不同。如果你在头脑中实在搜索不到答案也不用害怕，可以回答：“对不起，我不太了解这方面的内容，不过我会找时间看一看。”
- 一定要也必须清楚地知道你论文中所涉及的基本概念。如果委员会的人发现你对基本概念混淆不清，或者完全不知论文提及的概念所云何物，那你恐怕是不能通过答辩了。
- 如果可以的话，在准备答辩幻灯片时，可以将你觉得可能会问到的问题的答案附加在额外一页中，以防这个问题果真被问及。

在回答问题前，适当的停顿是允许的。在脑中迅速过一遍问题，找到与论文的相关点。不过最重要的一点是，你要确保听明白了所提及的问题。

其实，答辩时有很多问题是会常常出现的，我们给读者朋友总结了以下几个常被问及的问题：

- 用一句到三句话总结你的主要贡献。
- 你要解决的研究问题是什么？

- 你提出的论点能够对此研究问题带来哪些贡献？哪一点贡献是你认为最重要的？
- 你的方法的主要缺点是什么？
- 如果再给你一次读博士的机会，这个问题你还是如此解决吗？还是说你会提出不同的方法？

心态再好的同学在答辩之前也会紧张，如果答辩过程中使用的语言并非你的母语那紧张程度就更不用提了。除了对着镜子说“我叫不紧张！我叫不害怕！”为自己打气外，有效的方法便是排练。在正式答辩开始之前，自己要仿照答辩模式多加练习。请你的导师邀请几名同事、博士后和其他研究生扮演答辩委员会成员。你面对他们，将答辩流程完整地演练一遍。排练时，我们还会将整个过程录像。事实证明，这种排练方法对于提高学生的自信度、消除紧张感非常有帮助。经过多次这样的演练，在真正开始答辩时，就会变得极有自信，整个过程都会表现得非常好。

读者朋友，其实答辩并没有那么恐怖。我们经常会听到一些发生在答辩过程中的趣事。比如，本书作者之一，杨强教授，曾经在他出席博士论文答辩时睡着了，醒来时提出的问题便是：“你讲的这个东西打算怎么应用呢？”不要小看这个问题，很多人还真的一时不知如何回答呢。这个问题也真成了他在参加诸多答辩时的“杀手锏”。

第 8 章

博士之后，路在何方？

读者朋友，在本书开始时我们曾询问过你的理想是什么？现在兜兜转转又回到了这个问题上，似乎时间不曾流动过。如果生活的意义在于追求理想，那么，除却事业，很少有别的行为能够体现人们在这一追求过程中的热情和炽烈。不论开始的时候对“事业”的概念是多么得不清晰，追求理想的过程仍能表达出紧张和辛苦之外的另一种生活意义与快感。你还记得在儿时最初的梦想吗？因为太遥远而不记得了吗？那你是否还记得为什么读博士吗？撇开现时的纷扰迷乱，当我们回顾儿时的梦想时，有些事情则变得明晰起来。在这种意义上，回忆和期待一样，如同电影导演在对现实进行着剪辑和编织。那么，读者朋友，你的回忆和期待已经编织到一起了吗？

当我们还年轻的时候，常常梦想着成为一名大科学家或大学教授，这似乎是一件理想中的事情。想象中，会有很多学生伴你左右，探讨着科学的秘密，还可以去不同的地方参加国际会议，与世界上最聪明的人交谈。除此之外，这份职业还会受到社会和许多人的尊敬。这么看来，大学教授好像是一份光鲜亮丽的职业。其实，你所看到的并不是我们如今生活的全部。本章将向读者朋友描绘一位教授真实的日常生活，使读者朋友对读完博士以后的生活有些具体了解。期望能让我们的理想树苗植入现实的土地。



8.1 某大学教授的一天

读者朋友，我们假设你已经完成了博士学位。现在该做什么了呢？开始享受被人称为博士吗？写毕业论文时的酸甜苦辣，是不是永远地抛在了脑后？让我们先来讲一个小故事，故事的主角是本书的作者之一——杨强教授。杨强教授博士答辩以后，他当时在美国马里兰（Maryland）大学的导师 Dana Nau 教授握着他的手说：“恭喜你！顺利完成答辩！从现在开始你要每年都写一篇博士论文了！”

事实上，这个估计太乐观了。获得博士学位后，哪里会有一年的时间给你写一篇论文？通常是每三个月就要写一篇博士论文！这包括撰写基金申请、准备教学、指导学生、组织或者管理学术会议和期刊的出版等。还包括参加或主持相关的会议、管理研究小组财政预算、审核他人的科研基金申请等。除了这些外，为了时刻保持竞争力，还需要不断地阅读新的研究论文，与学生讨论和学习新的东西。我们曾在本书第 1 章跟读者朋友讨论过研究者日常生活的主要活动和任务列表。通过这样一番描述，你还觉得这看似混乱的生活仍旧那么光鲜亮丽吗？纵然如此细说有些读者朋友可能仍觉抽象，那就让我们用一个具体例子来展示一位大学教授完整的一天吧。

7:00 a.m.

起床，吃早饭，与家人说再见之后，便打开电脑回复一些需要马上处理的电子邮件，比如需要处理的会议文稿或一些学生前一天晚上提出的问题。

8:00 a.m.

去游泳池或健身房，做 30 分钟以上的运动。通常，这样的运动能够为大脑注入无穷能量，而研究人员比别人更要注意身体锻炼。

我们想在这里多说几句。研究者始终要保持清醒的头脑来研究问题，每天锻炼身体做运动是非常必要的。不光是研究者，对任何人来说，健康都是万事的根本，锻炼也就是我们常说的“磨刀不误砍柴工”。现在很多学校和公司都提倡“健康工作 50 年”，没有健康，谈何工作？又谈何追求理想呢？很多学生往往认为应该把更多的时间放在研究上才能最终得到预期的成果，这些同学不管身体发出何种信号都在拼命工作。其实，这样反倒得不偿失。与其在研究工作上打疲劳战，倾注太多的时间和努力，弄垮了身体不说，研究的问题可能仍然悬而未决，不如巧妙地安排时间和精力，每天花 30 分钟时间锻炼身体，然后再回到实验室开始研究工作。这样往往要比头脑不清醒，整天昏天暗地做研究的效率高上好几倍。

8:30 a.m.

去办公室，路上顺便买一杯咖啡或茶。另外，在办公室处理一些电子邮件，并且在 9 点上课前温习教学用的讲稿。

9:00 a.m.

开始给本科生上课，一堂课一般持续一个半小时。

一般来说，大学教员一周需要上两节到四节课。为了教学任务，教授需要挤出更多的时间来准备教学所用的材料，包括讲义、幻灯片和其他相关课程的一些材料，同时，还要与助教一同为学生准备课堂作业、课程项目和考试题等。在教学安排上，除了教授一些基础课程外，偶尔还需要教授一些新兴课程，尤其是像计算机科学与工程这类发展速度非常快的学科。这种新兴学科的课程内容，对于教授来说也常常是不断翻新的，所以需要经常学习。这时，就需要把更多的时间花费在准备教学材料上。

教学是大学教授职业生涯中不可或缺的一部分，从某种意义上来说，这是教授的责任和义务。通过教学，教授能够将最新的研究工作和研究成果展现给学生。在这个过程中，对于教授来说，有很多能力上的要求。举个例子来说，如果需要向学生解释一个很晦涩的概念，应善于使用通俗易懂的语言，善于举出各种易于理解的例子，来辅助解释复杂的问题和概念。通常，在上课的过程中，教授也能发现课堂上优秀的学生，也会跟这些学生一起探讨研究问题，鼓励他们成为未来的研究者。一个研究者要想被相关科研领域熟知，要想成为知名学者，需要通过撰写及发表研究论文的途径，与同行或者其他领域的研究者来分享自己的成果，这个时候，需要研究者具备很好的沟通能力，而这个能力是要不断积累的。教学，也是对这一能力的促进。教学还有一个很重要的作用，就是培养下一代研究者。资深的研究者应该多与一些研究新手合作并在研究上给予鼓励，传授经验。因此，教学不应该被视为一件分心的事情，而是应该当做研究生活的重要组成部分。

10:30 a.m.

在课堂上，如有学生对课堂上的一些问题需要进一步的解释，下课后教授可以邀请他们到办公室继续讨论。

11:00 a.m.

参加委员会会议，讨论研究生招生，入学等事项。

教授通常需要同时担任多项职务，除了所在学校和院系的职务外，还有一些学术机构的职务。在成为终身教授之前，参加的委员会数目会少一些，工作负担也相应轻些。获得终身教授之后，委员会的工作负荷将随之增加，有时委员会涉及的范围会超出教授自己所在的院系范畴，甚至会超出学校的范畴，负

责的相关事务也不尽相同。这些事务的职责主要涉及学生入学，奖学金发放，教员职位的升迁，大学研究经费统筹，规划和基金申请的排名，等等。一般来说，资深教授每周在各类委员会上要花1~6小时。

12:00 p.m.

午餐时间。有时教授为了节约忙碌中的时间，会与其学生共进午餐。这样可与学生在相对轻松的气氛中讨论学术问题。

1:00 p.m.

出席学生的答辩。在教授的职业生涯中，不论是作为答辩主席还是答辩委员会的成员，都需要参与很多次学生答辩。答辩的学生可以是本科生、硕士生或者博士生。有时候，教授还会以外界评审的身份出席其他院系的博士答辩。在这种情况下，需要听取其所属专业领域以外的学术报告。

3:00 p.m.

这是小组例会时间，在研究组例会上教授与其博士研究生讨论研究工作。如果非要评出一个“每日之最”的话，这应当算是教授一天活动中的乐趣之最了。首先，教授会听取学生介绍最新研究进展，然后提出若干问题，并与学生一起讨论可能的答案。在讨论过程中，如果教授认为所讨论的问题很有意思，具备研究潜质，则会与研究生一起制定一个研究计划，并向学生提供更多的学术资料作为参考。

4:30 p.m.

和学生以及同事一起参加系里组织的研讨会。参加研讨会是一项典型的学

术活动。研讨会是了解其他研究者的工作，以及让其他研究者了解自己的研究工作的媒介和途径。有时，应聘教职的人会在研讨会上给大家作报告，在这种情况下，教授的聆听过程亦即对该候选人的面试过程。

5:30 p.m.

撰写基金申请：教授需要申请新的科研项目和基金用来作为培养学生、博士后研究员、研究助理的经费。除此之外，还要为自己的研究小组成员参加学术会议提供资金支持等其他开支。读者朋友可能有所不知，所有的研究活动，从计算机使用到参加会议，这些都需要基金的支持。因此对于教授来说，撰写基金申请至关重要，而且要经常写。这是因为一般的基金申请成功率很低，介于 5%~25% 之间。成功不成功，取决于所在地域和申请的基金类型。我们将在 8.2 节更多地讨论如何撰写成功的基金申请。

6:30 p.m.

回家，与家人一起吃晚饭。

8:30 p.m.

修改、审阅与学生或同事合作撰写的研究论文。这中间可能夹带着与合作者之间的电话讨论、电子邮件交流和视频会议等。

10:30 p.m.

为出席下一个学术会议预定行程，发送电子邮件给旅行社……

到此，教授的一天才算是结束了。读者朋友，正如你所看到的，教授一天的生活非常繁忙，当然也是多彩的。总地来说，所有活动都围绕着研究和帮助

他人做研究这个中心展开。上面看似排列有序的工作生活，其实有时会变成很多事务都赶到了一起的情况。说实话，最头疼的就是这种情况的发生。因为这会使我们的注意力极其分散。也正因为这种情况的存在，一名优秀的教授应该保持非常高效的工作状态，能够很好地管理、安排自己的时间，在人生舞台上扮演好自己的导演。

当然啦，做教授也有做教授好的地方。作为研究者要比其他职业更具有自由性。给学生上完课或者论文提交之后，大多数教授便可放松一下，给脑子换换新鲜空气。很多时候，他们还可以参加和出席世界各地不同的学术会议，访问其他大学，与别的研究者畅谈某项研究未来的发展和走向。说到这些，我们好像又回到了讨论做研究者好与不好的话题上了。读者朋友还能回想起来吗？在第1章中我们讨论了很多成为研究者的利与弊。

8.2 申请研究经费

在大学教授的职业生涯中，主要活动之一是申请研究经费。我们在前面讲述过，这些经费用以支持研究项目，包括支付学生的奖学金和工作人员的工资、购买实验室设备（如计算机和打印机）、支付参加会议与出国访问的差旅费等。在美国，这些经费也是教授暑期薪水的主要来源。为什么这么说呢？因为美国许多大学在暑期并不支付教授工资，教授只在教学的学期才有工资。科研经费通常分为多种类型，不同类型的经费由不同的机构发放。通常归结为以下几类：

- 大学经费：大学通常会设有少量的研究经费供教员申请。值得一提的是，这些经费通常提供给新晋教员上手用，或是用来鼓励教员开拓新的研究方向。
- 政府机构的经费项目：美国和中国的国家科学基金（NSF）、加拿大的NSERC、新加坡的A-star、欧洲联盟基金、香港的大学教育资助委员会、

中国的国家自然科学基金、欧洲的研究理事会等都属于政府机构的经费项目。

- 工业或军事科研项目。这类与工业或军事组织相关的科研项目通常涉及一些比较特殊的任务，具有一定的保密性。一般情况下，这些科研项目的目标是具体产品原型的搭建与实现。同时，这些项目对经费的开支和项目实施的具体步骤，规划得非常严格。

读者朋友，在前面教授一天生活的描述中，你有没有发现申请研究经费竟然出现在日常工作中？没错，这是真的，申请研究经费是教授日常生活的一部分。对于大多数研究者来说，申请到的经费数目直接决定了在研究上能完成多大的目标。要想成为成功的经费申请者，研究者需要具备除去科学家、工程师以外的很多技能：在申请经费的过程中，他必须像市场分析师一样做好相关的市场调研，了解社会需求，也要像一名出色的销售人员一样能够将研究想法精彩地传达给用户，还要像一名优秀作家一样撰写非常吸引人的申请书，同时更要像演说家一样对自己的研究工作发表精彩绝伦的演说。除此之外，如果项目涉及多方参与，研究者还要担当管理者的角色，参与协调并监管项目的顺利展开。这么看来，研究者都是超人吧？很少有人同时具备这么多出色的才能，但对于一个成功的经费申请者来说，至少要具备这些才能中的某几项。

通常每类研究项目要求申请者每年提交一次申请报告。申请研究项目的过程类似于向会议投稿的过程，项目申请也有截止日期。当然这两个过程有很大的不同。有时我们会听到一些研究者（包括经验丰富的研究者）抱怨：“我一直能在顶级会议和期刊上发表论文，从未失手过，为什么我的项目申请总是被拒呢？”这不禁让人产生疑问：“难道撰写优秀的项目申请书很困难吗？这是什么原因呢？”读者朋友，你也在思考这个问题吗？

要想回答上面的问题，需要先来看看这两个过程的具体区别在哪里。最重

要的一点区别在于，研究论文和项目申请书两者所面对的读者群不同。研究论文一般有两个到三个评审者，他们都是相关领域的专家，对你在论文中提出的研究问题不说是精通，也至少也是了解；但是项目申请书的评审者会来自更多、更广的领域，仅有一些是直接相关的专家，剩下的大部分人是来自于其他领域，甚至从未接触过你所提到的研究问题。项目申请的大部分评审者基本都是从宽泛的角度去评价这一研究项目所能带来的影响以及项目的含金量；虽然有些来自其他领域的评审者也能对你的申请书看懂一两分，但他们并不是这方面的专家。因此如果项目申请书的评审者无法透彻理解你提交的申请，那么跟论文评审者看不懂你的论文一样，它得到通过的机会将很小。

研究论文和项目申请书之间的另一个区别在于，研究者必须在项目申请书中说明这个项目的研究意义与价值，并且要让评审者相信，这一研究项目能够对社会带来深远影响，而且要说明这一目标是可以实现的。在强调这两个方面时，绝不能偏向任意一面，要掌握两者的平衡。从一方面来说，在项目申请书中，研究者必须强调这一项目非常具有挑战性，比方说，很少有人研究过这一问题，由此可以看出这个项目的创新性。从另一方面来说，在申请书提到的这一项目的最终目标并不是不可实现，至少站在这个申请者的角度，是能够想到使目标实现的方法的。这是两个完全相对的方面，申请者要学会在两个极端之间寻找那个很微妙的平衡点。不得不说，这个平衡点非常难以拿捏。但是，对于一篇研究论文来说就不一样了，应该保证评审者完全能够从摆在面前的这篇论文中找到研究问题和解决方法。所以，对于一篇研究论文而言，对平衡点的拿捏这一问题并不显得那么棘手。但是，对于项目申请书来说，不可能把研究方法的所有细节都写清楚，如果能够写清楚，实际上也就失去了申请的意义了。

影响项目申请成功率的一个最重要因素是标题。项目申请书的标题虽短，但它却是整个项目申请书的一扇窗户，是连接评审者兴趣和申请书之间的桥

梁。一个好标题能让评审者对申请书留下很好的印象，而一个平淡无奇的标题很可能都会让评审者丧失读下去的兴趣。所以标题能够决定这个申请留给评审者的印象究竟是好是坏。读者朋友可能会想到，这是不是与给论文起个响亮的标题有些类似？可以这么理解。我们想再一次提醒读者朋友，很多情况下，评审者本身不一定熟悉项目申请书中提出的研究问题，他们可能都不是这方面的专家。举例来说，一名研究计算机架构的研究者可能会去评审一份数据挖掘方面的项目申请书。我们想告诉读者的是，项目申请书的标题必须通俗易懂。这里其实也有些门道。比较重要的一项是，标题必须包含以下几个部分：研究问题（例如，图像理解领域中的学习算法），提出的方法或者解决方案（例如，贝叶斯方法）和研究问题所应用的领域（例如，社交媒体和社交网站的图片和文本）。如果把申请书的标题写成“在不确定和不完整数据的条件下，对带有标签的图片数据，基于贝叶斯方法的图片理解方法”，可能不好，因为题目太长了。如果写成“针对不确定的、带有标签的图片数据的理解”，这就简明扼要多了，该交代的信息也全都写进了标题。

申请书的摘要和研究目标这两部分内容的地位仅次于标题。如果把标题比作整个申请书窗户，那么摘要和研究目标便是打开窗户之后看见的第一道风景。读者朋友，我们现在假设你的标题有足够的磁力，能够吸引评审者打开这份申请书，那么此时你要切记一点，这两部分内容的目的，是要让评委对整个项目申请书的结构获得整体印象。将这一点铭记于心，那么摘要部分就需要对研究问题进行说明，告诉评审者这个问题具有新颖性和挑战性的原因。之后，简要地描述你所提出的解决方案。紧接着应该强调这一解决方案所能带来的影响，让评审者认可并同意批准这份申请书。我们在本书第5、6章阐述著述学术论文技巧时，也曾给出过类似建议。

同样，研究者在书写申请书的研究目标时，必须向评审者更具体地阐明项

目要达到的最终目标是什么。如果申请的项目不止一个目标，那么必定存在一个主要目标。在这种情况下，书写申请书时要把该主要目标设计得非常吸引人，要能给评审者留下深刻印象。在安排多个目标的顺序时，主要目标可以放在目标列表的前面或者后面。有时候，研究者可能已经完成了一些前期工作，他们想要把这个已完成的目标放在最前面，充当后面其他目标的引导。这样做很好，我们在此只想提请读者朋友注意，这时应该先用一句概括的话将这个情况向评审者说清楚。如果在最前面陈述主要目标，那么其他次要目标应该被归类为主要目标下的几个小任务。这样可以形成一个自上而下、逐步细化的层次结构，便于评审者的阅读和理解。

一般情况下，一份研究提案可以划分为多个小节，每个小节都以不同的方式服务于提案：

- 摘要部分应该向读者在高层面上讲述所申请项目的脉络与梗概。要确保这种层面上的讲法，能让即使是领域以外的读者也明白是怎么一回事。在摘要部分应该明确提案中的主要研究问题、受众群体、尚未解决的挑战和问题、研究动机、提出的解决方法以及解决方案能够对社会带来的影响。讲述这些内容的目的在于说服评审者相信这份提案，以及认可这份提案的价值。
- 项目的概要部分应该描述期望完成的主要工作，同时指出这些工作对你所在领域以及社会都非常重要。所有目标应该按层次组织，这样读者可以通过这些组织结构定位到报告的其他重要部分。读者可以不用按顺序通读整篇文章，通过这个结构便可有效地链接到自己感兴趣的部分。
- 接下来，要总结与提案相关的现有工作，并描述研究背景。除此之外，提案中还应介绍申请者和其他研究者在过去某段时间内发表的与此提案相关的研究工作。此时，提案中的内容应该着重对研究背景进行讨论，这样可



以避免陷入对大量不相关细节的讨论。这部分内容的书写主要有三个目的：首先，让评审者相信研究者是这个领域的真正专家；其次，向读者说明很少有相关的工作可以解决报告中提出的问题；最后，要阐明研究者针对项目中提到的研究问题已经作出了一些初步的研究工作。

- 对于申请书中方法论和研究计划部分，研究者应该详细讨论方法的流程、子任务、研究计划和评价准则。这一部分的重点是要呼应前述章节对一些特定研究问题和步骤所讨论的内容，这些内容通常是标题或者摘要中能表现研究目标的特定词语的具体内容。举例而言，通常这部分内容可以使用如下句子：“回顾第一节，我们讨论了为问题 ABC 设计新方法的重要性；在本小节中我们将对问题 ABC 进行详细描述。”这部分与前面内容联系得越紧密，评审者就越容易理解报告的主要论点，从而申请被批准的机会也就越高。
- 对于项目预算和研究计划部分，研究者需要仔细斟酌，避免走极端，即申请过多或者过少的经费。一方面，如果预算过高，很难从规模上验证项目的真正价值；相反，如果预算过低的话，评审者则会质疑项目的可行性。在这里，为了帮助读者朋友能够对经费申请的评审标准作全面了解，我们引述了一段美国国家卫生研究所（NIH）经费申请的评审标准。这套标准相当典型，世界各地很多主要机构的评审标准均依照类似规定。
 - **项目整体的影响力** 评审者会对项目的整体影响/优先级进行打分。这个得分反映了该项目能否在其涉及的研究领域内具有持续且较大的影响力。这个得分情况会结合相应的评审意见以及附加的评审标准进行评估（是否具备应用性）。
 - **影响力** 该项目对其所属领域来说，研究问题是否重要？或者是否能够推动领域的发展？如果该项目的目标能够实现，科学知识、技术能力和临床

实践这些方面能否得到改善？如果该项目的目标能够达到，能否对某些概念、方法、技术、护理和服务等带来转变？申请的项目是否具备引导市场产品、过程或服务的商业潜力？

- **申请人** 主要申请人（PI）、合作者以及其他研究者是否适合开展这个项目？如果申请人是研究新手，他们是否具有足够的经验，是否接受过培训？如果申请人是有经验的研究者，他们从前的项目完成记录是否良好？如果该项目是由多个研究者合作申请，他们之间的专业知识互补吗？他们的领导方式、管理和组织形式等适合于该项目的展开吗？
- **创新** 这项申请是否对现有的研究带来了挑战？该项目能够通过使用新的理论概念、方法、仪器仪表和干预等方法将当前的研究方法和临床试验的范例重新定义吗？申请中提出的概念、方法、仪器仪表和干预是否具有创新性？有没有重新定义？有没有改进？
- **方法** 提出的全部策略、方法和分析能否在申请中提出的目标实现过程中起到重要作用？对于潜在的可能出现的问题以及可选择性的策略和验证，这些内容在申请中都讲清楚了吗？如果该项目是在进展的初期阶段，提出的策略可行吗？如果项目中出现风险能够进行有效管理吗？
- **环境** 申请者所处的工作环境是否有助于提高项目完成的概率？如果申请者所在机构给予支持，那么设备和其他物理资源充足吗？申请者所处的科研环境这一特点会给该项目带来一些特别的帮助吗？

与论文写作相同，研究者在撰写经费申请书时也会犯些典型的错误。这些错误有哪些呢？下面摘录了一些评审意见，这些意见来自香港自然科学和工程研究基金会以及香港的大学教育资助委员会的审稿人。这里的 PI 是指项目主要申请者（principle investigator）。读者朋友请注意，以下列出的负面意见是多年来从许多申请书中总结出来的，仅供参考。



原创性

- 创新性不够。
- 这只是“修修补补”的研究，没有大的突破。
- 目标1没什么吸引力；目标2看似目标3的一部分。总体来讲，这个申请不具备新的想法。
- 这些目标，即使完成了，也没什么好令人激动的。

方法（Methods）

- 任务1中提到了数据采集和分析，但这一步是如何做到的，描述得不够清楚。
- 很难看出文中所提到的研究方法能够对项目总体要完成的研究目标有什么作用。
- 主要申请人（PI）需要将设计和方法写得更清晰些。只有这样，过程中描述的每一步、图表和具体公式看起来才有用武之地。

可行性

- 主要申请者（PI）的学术记录对申请有很大的影响。主要申请者并没有一个好的学术记录，因为他在相关领域里没有发表任何文章或专利。
- 这项申请去年就提交过，未获批准。这次虽然增加了一些论点，但总体来讲并不很令人信服。
- 主要申请人（PI）对申请中提到的研究领域的理解有限，而这个领域是完成目标2的关键，PI应该邀请另外具有相关专业领域知识的研究者一同申请这个项目。

- 没有提供初步结果来支持文中提到的主要假设。
- 这项工作并没有建立在这个学科已有的研究工作基础上。
- 这项申请的目标讲述得过于宽泛。数目之多，以至于我怀疑这些目标无法在两年内完成。

对学科可能的贡献

- PI 没有成功证明其所提出的方法可以超过任何已有方法，包括目前最好的方法。
- 申请者在申请中已说明对某一课题的理解对于项目来说至关重要，但没有说清楚究竟对哪些群体至关重要及其原因。
- 我不认为这个申请里提出的研究工作可以发表在任何主流刊物上。

其他

- 这项建议含混不清，我认为申请人并不清楚研究工作的重点和内容，许多基本概念和技术细节都表述得不清楚。
- 该提案有三个目标，但这些目标没有一个总体联系，它们之间关系太松散。
- 对人力的估计很糟糕。
- 这项申请过于定性，实际上我们要求申请应该是定量的课题。
- 这份报告的信息不充足，并没有对香港现在及未来的经济影响提供足够的分析框架、理论基础、模型规范、估计策略以及数据来源等。
- 我认为该申请当前的标题不能正确反映申请者的研究问题、研究方法、研究目标以及研究计划。



8.3 技术转让

除了教学和科研外，教授的生活中还会有很多其他有意思的事情。比如，教授也会跟他的学生或同事一起发明一些对社会有直接用途的技术或产品。每当这个时候，他们就会开始思考着如何将这些诞生于实验室的技术和理念转移到产业界和市场上去。技术转让就是指研究者把诞生于研究实验室、会议或期刊论文中的知识运用到实践中去的过程。

事实上，研究者可以在任何时间、任何地点进行技术转让。进行技术转让的研究者可以是研究生、博士后研究员、大学教授、就职于工业界的科研实验室，如谷歌、微软研究院、通用电气公司、华为公司、辉瑞（Pfizer）制药公司等的研究者。技术转让活动可能需要研究者花费很多时间，虽然可能因此减少了学术研究的时间，但不得不说，这是一个非常让人有成就感的过程，尤其在看到某些研究思想和研究工作被社会上其他人所使用的时候，这种成就感会更加强烈。

一般来说，技术转让可以有多种方法。最简单的办法是授权（licensing），在法律咨询顾问的帮助下，可以与相关公司签署协议，从而该公司便可以以一种有限方式使用该技术。如果要转让的技术是一款软件，那么在协议中需要明确说明转让的这款软件包括什么资料，不包括什么资料。如果该软件调用了其他人的一些软件而这些其他软件也有相关的使用条款的限制，这时该怎么办？此外，如果软件运行中断了，又该怎么办？包括所有这一切的任一情况都要在协议中明确书写。这就是为什么通常需要法律专家来协助谈判和起草许可协议的缘故。制定这些条款的过程漫长而烦琐，幸运的是，许多大学和研究实验室设有专门处理这些事务的办事处，能够代理研究者解决这方面的问题。在很多情况下，研究者很少或根本不需要支付任何相关费用，因为这种法律服务费用往往取自协议商定费用的一定百分比，这也是协议的一部分内容。

读者朋友，你有没有阅读过一些法律协议（legal agreement）？说实话，当我们第一次阅读法律协议时，例如技术转让的许可协议，当场就被相当陌生的术语和条款淹没了。其实，即使发生这种情况，也大可不用担心，因为从某种程度上来看，法律文件和一份研究论文很像。类似于研究论文，法律文件往往也是从高层次的定义开始，随着阅读的进行，你会发现这些定义的术语多次出现在随后的文本中。法律条款就像一组带有逻辑性的规则和声明。虽然有律师在旁边很有助益，但并不意味着研究者无须知道任何相关事宜。相反，研究者也需要确保这些声明是一致的，覆盖范围是适当的，而且要懂得运用逻辑推理。

协议中，一个重要方面是关于所转让产品的使用条款。这个条款可以在地理上增加限制（如亚洲或欧洲市场），或者在时间上加以限制（如 N 年的使用期限）。经常会发生一些极端情况，研究者可能会同意转让产品所有的权限给授权公司，有一个专门术语用以表示这种情况：“独占使用（exclusive use）”，即禁止将相同的技术转让给任何第三方，从本质上防止该公司的竞争对手有机会获得相同的技术。在这种情况下，研究者获取的好处通常比非排他性使用条款要多。

申请专利是另一种技术转让手段。专利是对一项新发明的声明，这项发明可以是一个新的处理过程或一种新的产品设计，声明中会向申请者赋予这项发明的某些权利。如果研究者想要申请专利，那么这一过程几乎和做研究是相同的。首先，研究者应该用最简单、最明确的语言定义申请专利的想法。其次，研究者需要做大量文献检索工作以证明其他类似的想法或技术与其提出的创新性想法或技术具有不同之处，这就像写学术论文或是博士论文的相关工作总结一样。通常情况下，会有专利数据库供申请者查询，大大简化了文献检索的过程，使用专利数据库有时需要支付额外费用，但现在很多我们所使用的搜索引擎



擎也能提供免费的专利搜索服务。与一篇研究论文类似，专利申请书也要引用很多其他研究论文。除此之外，研究者应该在申请书中对创新性想法给予充分而细致的描述，比方说，这一想法在实践中如何使用等。在撰写申请书的过程中，会有专利律师的协助，他们会帮助研究者审核申请书。申请专利的时间较长，一般需要两年，申请费用从数千到数万美元不等。当对一个想法申请专利时，一定要确保目前没有其他发表的文章采用了该想法。在专利被批准之前，研究者往往不能将此想法发表到任何期刊或会议的研究论文上。然而，有时也会发生这样的情况，在专利申请过程中，有些具有相同想法的研究论文也正在处于评审阶段，这时研究者应向律师咨询如何应对。

我们在本书中曾向读者朋友讲述过，研究者同时会担任很多职务，其中可能包括某些公司的职位。有时候，研究者也会花一定的时间来为公司工作。在这种情况下，称该研究者正在替某公司做咨询。通常情况下，大学鼓励在职研究者做些类似的咨询工作。举个例子，在美国、加拿大和我国香港地区，很多大学允许教员每周花一天时间到其他公司做咨询工作。但是，咨询活动差异很大，因人而异。有一种可能的情况是这样，教员可能要对他所在的公司的工作人员提出的一些问题进行解答。还有一些情况，教员会到公司里去工作一天，就像该公司的雇员一样。

技术转让的所有方法中，最复杂的但也最有意义的就是“创办一家孵化公司”(spinning-off a company)。读者朋友应该听说过很多成功的创业公司的传奇吧？其实很多有名的创业公司是这样创建的，如谷歌，当年就是由两位在校博士生创建的。这两位博士生在学校发明了一种称做PageRank的搜索技术，后来谷歌成为家喻户晓的网站。研究者，包括教授和学生，如果有好的想法，想要创建公司，大学往往会给这些人开绿灯，让他们以“停薪休假(leave of absence, or no-pay leave)”的方式放下学校的工作去创业。“停薪休假”这个



术语是指允许一名职员离开大学一段时间，通常为一年或两年，这段期间内大学不支付该职员工资，但保留其在学校的职位。这就是为什么研究者需要找到一笔资金用以支持他创建公司的原因。

孵化公司的创建不一定非要有大学教员的参与。在我们列举的三个博士生的例子中，博士生 C 想在大学技术转让办公室的帮助下创建自己的孵化公司，他的导师和一些工业界的合作伙伴会担任这个公司的指导角色。具体来说，博士生 C 发现他的新算法要比目前应用在电子商务领域中的算法效率都高，为此他决定创建一个孵化公司将该算法商业化。和导师商量之后，他和他的导师可能决定“停薪休假”一段时间，开始制定商业计划和营销策略，希望将他的算法扩展到更多的工业应用。因为这位博士生 C 在此之前已成功地对他以前提出的算法申请了专利，这对于他筹备资金会有很大的帮助。风险投资公司可能因此而决定投资的概率会很大，并将持有部分公司股份。此外，风险投资公司拥有强大人脉资源，博士生 C 可以从这些人脉资源中为公司选择业务发展人员，如首席执行官（CEO）或首席财务官（CFO）等。而博士生 C 本人可担任首席技术执行官（CTO），进一步在产品开发中展示其技术才能。

读者朋友，我们相信你也听过不少创业失败的故事。创办公司是很艰苦的，某些情况下我们往往不了解创业者背后的故事，不管是成功者还是失败者。我们所看到的只是他们那些拥有光鲜职位的名头，首席执行官（CEO）、首席财务官（CFO）、首席技术官（CTO）等。事实上，我们看不到他们在决定创立孵化公司之前需要慎重考虑的多种因素，因为创立孵化公司是所有技术转让方法中风险最高的。

写好商业计划书是寻找风险投资支持的必不可少的一步，也是第一步。在写商业计划时，首先一点也是最重要的一点，研究者应该深入描述商业目标，详细刻画之，只有这样才能让投资各方充分相信这项新技术是一块尚未开发的

市场，潜力无比。读到这里，读者朋友可能又会联想到书写研究论文时如何说服评审者的相关内容了吧？是的，这个过程非常类似于在研究论文中向评审者描述研究动机。除此之外，书写商业计划的过程也类似于书写研究论文的引言部分（详见第6章）。当然，最重要的前提是研究者本人应该相信此项商业计划的市场前景。

接下来的第二步，研究者应该做足相关的文献检索工作，就像写研究论文的相关工作一样，要向投资者充分说明自己的计划有着丰厚的市场利润，并且很少存在有类似想法的竞争对手来瓜分这块“蛋糕”。在这个过程中，研究者需要进行详细地论证和分析，因此文献检索工作一定要细致和彻底。

随后第三步，研究者要在商业计划书中讨论技术方法和其商业模式，需要在这部分内容中让投资者相信这家公司如何在扣除成本之后，通过销售产品赢取利润从而在市场上生存下来，站稳脚跟。公司有很多种运作方法，从为产品建立服务和销售渠道来获得更多的客户，到与其他公司结成战略联盟促进互利，达到双赢。不过，请读者朋友注意，在商业计划书中，技术的说明部分是必需的，而且这部分也和撰写研究论文类似。然而，不同点在于，技术方法的描述在商业计划中只占一小部分篇幅，更多的篇幅需要放在有力地分析市场和竞争对手比较方面。据不完全估计，技术描述部分仅占整个业务构建过程中的5%~10%。看似技术的部分对整个商业计划的贡献量很小，但是从这么多成功的例子中，我们可以看到如此这般的小份额却能带来巨大的收益。

既然是创建公司，那么必定会涉及管理方面的考虑。在这一点上，研究者要用管理者的思考模式运作公司。因为公司的运作离不开专家之间的沟通与协调，从某种意义上来看，这支由专家组成的团队也称为“管理团队”。团队中不仅包括研究者，而且还需要具有丰富管理经验的首席执行官（CEO）、由财务和会计专家担任的首席财务官（CFO）和首席信息官（CIO）等专家。对于

孵化公司而言，这样的一支团队才是公司最重要的组成部分。正因为其作用如此之大，风险投资公司有时会委派其他有经验的人加入该团队。随之，研究者将看到自己的股份收缩，但其实公司作为一个整体，这块“蛋糕”会变得更大。因此，在许多情况下这对公司来说是有利的。在与这些专家的合作之下，研究者将进一步完善孵化公司的财务计划和营销策略。

读者朋友，通过上面的内容你会发现，在创办公司的过程中寻找资金是个很棘手的问题。其实，除此之外，知识产权归属问题也是一个棘手的问题。知识产权归属涉及技术内容的归属问题，也就是说该项技术应当属于谁，并且要声明该技术从未被其他人提出过。在一些大学和研究实验室，大学对任何在学校管辖范围内产生的技术都拥有部分知识产权。当创建公司时，站在法律的角度，大学可以要求获得部分股份。在这种情况下，研究者应该尽早与公司商讨。只有这样，在公司创立的初期，大学或研究实验室才有义务承担部分成本，比方说，提供办公地点、办公设备以及其他法律服务等。

8.4 结束语

在本书中，我们系统地讨论了如何做研究——从树立研究目标，寻找研究想法，阅读和评判论文，制定研究计划，撰写发表研究论文，到书写自己的博士论文。在本书的最后，我们向读者描述了获得博士学位以后的生活。希望通过本书列举的例子，神秘的研究者生活已经对你不再神秘，希望年轻有抱负的学生能通过书中的这些经验和教训为自己设定正确的目标，而一些研究新手能够参考这些经验，在自己的事业中少走弯路。我们两位作者希望这本书可以对学生和入门不久的科研人员的研究之路起到一些指导作用，帮助他们建立自己的研究事业。

事实上，如果掌握了如何正确做研究的秘诀，就会发现研究的过程充满了冒险和乐趣。作为研究者，我们享受于这样的研究生活。我们希望你也是一样！

读者朋友，非常感谢你阅读本书。时间虽然看不见，摸不着，却也固执而顽强地向前走，并没有什么力量能够挽回或者阻挡它。时间最大的美德就是民主和公平：时间对每个人的分配都一视同仁，再贵重的表一分钟也不会是 61 秒。我们认为，有了正确的方向、决心和方法，每个人都可成为科学家。就像北京奥运会的会歌所唱的那样：“有梦想谁都了不起，有勇气就会有奇迹！”我们真心希望读者朋友阅读本书所花费的时间能够换来您对科学研究工作的全新认识，对研究问题的新启迪，并通过您扎实的规划，使您能够有一个美好的未来。

作者简介

凌晓峰(Charles Ling) 加拿大西安大略大学教授，数据挖掘和商务智能实验室主任。IEEE 高级会员，AAAI 永久成员。现为 TKDE、ACM TIST 和 Computational Intelligence Journal 副主编；担任 SIGKDD2012 小组联合主席，ICDM 2012 研讨会联合主席，ICDM2011 财务主席，AMDA2008 联合主席。

1985 年毕业于上海交通大学计算机系；1987 年和 1989 年先后于宾夕法尼亚大学计算机系获硕士学位和博士学位。研究工作涉及计算机、网络应用、电子商务、医疗保健和生物信息等领域，在搜索引擎和信息检索相关的机器学习算法、半监督学习（主动学习、协同训练）、成本敏感学习、贝叶斯学习、数据挖掘以及相关应用等方面，已发表 120 多篇学术论文。

杨 强 华为公司诺亚方舟实验室主任，香港科技大学计算机与工程系教授。IEEE 会士（Fellow），IAPR 会士（Fellow），ACM 杰出科学家。现任 ACM TIST 创始主编、IEEE Intelligent Systems 编委、其他期刊和会议编委、ACM 人工智能协会（SIGART）副主席、国际人工智能学会（IJCAI）董事会成员；担任 ACM KDD 2010、ACM IUI 2010 等会议联合主席、国际人工智能大会（IJCAI）董事会成员、2015 年 IJCAI 会议程序委员会主席、2012 年 ACM 国际数据挖掘大会（KDD）主席。

1982 年毕业于北京大学物理系天体物理专业；1985 年和 1987 年于马里兰大学计算机系和天文学系分别获得硕士学位，1989 年于马里兰大学计算机系获博士学位。1989 年到 1995 年先后任滑铁卢大学助理教授和副教授；1995 年到 2001 年在加拿大西蒙·弗雷泽（Simon Fraser）大学任副教授和教授，同时担任 NSERC 工业研究中心主任；2001 年以来，在香港科技大学任副教授和教授。主要研究人工智能和数据挖掘，已出版学术著作 3 部，发表学术论文 300 多篇。

封面页

书名页

版权页

前言页

目录页

第1章 研究的本质

- 1.1 什么是研究？
- 1.2 研究者还是非研究者
- 1.3 研究者的生活
- 1.4 研究者应具有的最重要的技能和能力
- 1.5 以研究为生涯的利与弊
- 1.6 如何成为研究者？
- 1.7 硕士论文与博士论文的区别
- 1.8 如何找到适合自己的导师？
- 1.9 拿到博士学位需要多久？
- 1.10 三类具有代表性的研究生

第2章 博士生的终极目标

- 2.1 第一目标：成为最好
- 2.2 第二目标：成为独立的研究者
- 2.3 通往博士（硕士）学位的三个要素
- 2.4 通往博士帽的几个关键阶段
- 2.5 目标之外的那些事

第3章 迈出第一步：挖掘新想法，制定总规划

- 3.1 头一年
- 3.2 文献检索
- 3.3 如何阅读学术论文？
- 3.4 发掘新想法
- 3.5 从想法到毕业论文课题

- 3.6 我的博士研究对路吗？
- 3.7 尽早制定毕业论文的蓝图
- 3.8 论文有条，想法有序

第4章 严谨做研究

- 4.1 研究过程概览
- 4.2 格雷准则 (Gray's criteria)
- 4.3 棋盘法 (The Matrix Method)
- 4.4 展开研究
- 4.5 建立个人品牌
- 4.6 实验型研究和理论型研究
- 4.7 团队协作，跨学科研究

第5章 撰写与发表论文

- 5.1 要么出版，要么出局 (Publish or Perish)
- 5.2 发表高质量的论文有那么难吗？
- 5.3 优秀的论文怎么定义？
- 5.4 学术论文写作的基本常识
- 5.5 你、导师和文稿校对者
- 5.6 写给导师们：如何高效地提高学生的写作能力？
- 5.7 是投会议还是投期刊？
- 5.8 会议是如何评审论文的？
- 5.9 期刊是如何评审论文的？
- 5.10 作者的选择和排序
- 5.11 关于SCI、EI检索

第6章 论文写作中的误区和技巧

- 6.1 误区一：“我的论文明显很棒啊！”
- 6.2 误区二：“读懂我的论文是你（审稿人）的责任”
- 6.3 10/30检测法
- 6.4 自上而下的写作方法

6.5 创建有层次的文章结构，选择合适的结构标题

6.6 论文写作技巧

6.7 其他误区和错误

6.8 中国学者在论文的英文写作方面易犯的错误

6.9 总结

第7章 撰写毕业论文与论文答辩

7.1 论点和博士论文

7.2 自上而下还是自下而上？

7.3 论文答辩

第8章 博士之后，路在何方？

8.1 某大学教授的一天

8.2 申请研究经费

8.3 技术转让

8.4 结束语

作者简介

插页页

附录页

封底页