

Being A Real Scientist—Guide for New
Science/Engineering Graduate Students

成为合格的科学家

——理工科研究生入门手册

张光明 张宝杰 张盼月 著



高等教育出版社
Higher Education Press

Being a Good Scientist — Guide for Your
Advanced Engineering Graduate Studies

成为合格的科学家

——理工科研究生入门手册

陈永刚 著

清华大学出版社

G316/10

2007

| Being A Real Scientist—Guide for New
Science/Engineering Graduate Students

成为合格的科学家

——理工科研究生入门手册

张光明 张宝杰 张盼月 著



高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

本书主要针对新入学的研究生及年轻科技工作者缺乏科学研究训练的现状,集中介绍了在试验科学的研究过程中需要掌握的一些基本知识和方法,并对一些常见的错误进行了总结,为青年科研工作者提供一些实用的指导。主要内容包括课题的选择和设计、试验的开展、数据分析、论文撰写、参考文献的应用,最后一章针对具有很强独立研究能力的读者专门介绍了项目申请的关键点。

本书可作为理工科研究生开展科研的入门教材,也可供对科研感兴趣的其他学生与年轻的科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

成为合格的科学家——理工科研究生入门手册/张光明,
张宝杰,张盼月著. —北京:高等教育出版社,2007.9
ISBN 978-7-04-022248-7

I. 成… II. ①张…②张…③张… III. 科学工作者—科
学研究—基本知识 IV. G316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 129480 号

策划编辑 刘剑波 责任编辑 王文颖 封面设计 张志奇 责任绘图 吴文信
版式设计 陆瑞红 责任校对 殷 然 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 9.75
字 数 190 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 9 月第 1 版
印 次 2007 年 9 月第 1 次印刷
定 价 18.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22248-00

前 言

十几年前，本书的作者开始研究生学习时，因为缺乏对于科研的一些基本认识，走了很多弯路，在导师的纠正下，花了好几年的时间才逐步养成较好的研究习惯。工作以来，先后在国内多家知名理工科高校从教，接触了很多研究生，也与其他高校的同学打了很多交道。深深感到，如今的研究生与十几年前相比，知识面更广，思维更活跃，但科研的常识却没有提高，甚至由于高校急剧扩招、浮躁之风渗入科研界等因素的影响，相当一部分研究生对科研缺乏严谨求实的精神，而导师也没有时间或没有心思对研究生进行细致深入的指导。在与同行的交流中，大家普遍感觉到，对科研基本认识的匮乏已经成为研究生顺利开展科研的一大障碍，甚至有三年级的博士生不明白空白实验是什么，这样的学生毕业后，承担重要科研项目，甚至身为人师进一步指导学生，对于学术的破坏是很大的。而在与同学们的交流中，他们也普遍反映缺乏可以获得这些常识的途径，只能在学习中不断探索，而如果此时导师不加以指点，就会糊里糊涂地做实验，糊里糊涂地毕业，最后糊里糊涂地踏上工作岗位。因此，一本基本的理工科科研手册为初入门的研究生迫切所需，为此笔者编著了这部手册。笔者总结了自己十几年作学生、带学生的经验和教训，希望给广大同学一点借鉴，可以更好地开展科研，少犯或不犯书中所举的错误。注意，书中所举的案例均为了阐明概念，其中的数据并不代表真实的实验数据。研究生郭文娟为本书提供了案例，潘名宾协助整理了部分资料，在此一并感谢。由于著者水平有限，书中难免有疏漏或不妥之处，请各位读者指正。

作 者

2007年3月

目 录

第 一 章	研 究 日 志	001
第 二 章	研究问题的提出	005
	2.1 明确问题	006
	2.2 明确意义	007
	2.3 明确目标	008
	2.4 文献检索与利用	009
	2.5 文献整理	011
第 三 章	实 验 设 计	014
	3.1 控制参数及水平选择	015
	3.2 正交实验与单因素优化实验	016
	3.3 实验顺序的确定	019
	3.4 分析测试方法的确定	020
	3.5 进度安排	022
	3.6 实验设计对实验的指导	025

第 四 章	实验的开展	033
4.1	空白实验与对照实验	033
4.2	平行实验、平行样、平行测试	037
4.3	标准曲线	040
4.4	实验室行为规则	041
第 五 章	数 据 分 析	048
5.1	误差分析	048
5.2	数据整理分析	053
第 六 章	论 文 撰 写	061
6.1	标题	064
6.2	摘要	065
6.3	关键词	068
6.4	正文	069
6.5	致谢	071
6.6	参考文献	072
6.7	修改定稿	075
6.8	投稿	077
6.9	道德问题	079
第 七 章	研 究 心 态	084
7.1	明确目标	084
7.2	热爱研究	086
7.3	诚信严谨	089
7.4	发挥优势	090
7.5	团队精神	091

7.6 养成好的习惯	093
7.7 创新精神的培养	094

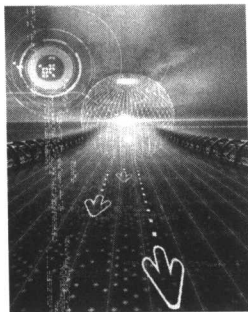
第 八 章	项 目 申 请	100
8.1	选择项目来源	100
8.2	常见错误	102
8.3	申请书技巧	103

附 件 A	学位论文编写规则	115
-------	----------	-----

附 件 B	文后参考文献著录规则	127
-------	------------	-----

参考文献	144
------	-----

索 引	145
-----	-----



第一章 研究日志

研究生进入科研阶段的第一件事情，就是找一个质量好、大小适宜的笔记本，用来记录整个研究期间发生的日常事件与原始数据，这就是研究日志。在本科毕业设计阶段，老师也会发一个工作日志。总的来说，研究生的研究日志封面与本科设计时使用的工作日志差不多。其功能呢，则比本科毕业设计的工作日志多，主要是记录研究生阶段的科研内容并进行分析。

在研究日志的封面上，应该标明“研究日志”四个字，下面写上研究生姓名、指导老师姓名、学校与专业名称以及联系电话，以备丢失时寻找。如果整个研究生期间，使用了多本日志，还需要给日志进行连续的编号，如 1、2、3、…，或是 A、B、C、…。在每本日志的封面，还需要写上工作起止时间。

根据项目和人员的安排，可以有不同类型的研究日志。一种情况是一个研究生在学习期间独立完成一个项目，那么这位同学独立记录一本研究日志，如果一本不够，可以连续记录到新的日志中。第二种情况是多个研究生在学习期间共同完成一个比较大的项目，这种情况有两种选择：一是以项目为准，所有参加项目的同学共同记录到一本研究日志上，按照记录内容的时间来排序，并每人对自己的记录负责。这种做法适合与同学共同做实验共同做数据分析不能分拆的情况，优点是该项目所有相关准备、实验、数据分析等都记录在同一个日志中，每天的工作清楚，项目进展清晰，容易得到统一的结论，缺点是同学之间互相干扰，如果没有较好的管理会出现记录混乱。因此，在项目可以进行适当的分拆时，通常导师会给每位研究生一部分研究任务，每个同学独立记录自己的研究日志，同一个项目的同学经常进行交流以保持整个项目以平稳的速度进行。第三种情况是低年级的研究生跟着高年级的研究生做或是硕士生跟着博士生做，这种情况下由于合作十分紧密，可以共用一

本研究日志。通常来说,在一个成熟的课题组,会有一些持续多年的研究方向,高年级同学毕业后,低年级同学接着做,这种情况下研究日志若能持续传下来,新的同学在前人的基础上开展工作,可以学习很多经验和小的实验技巧,少走弯路,避免重复实验和错误实验,节约大量时间。第四种情况是一个研究生参加多个项目,这对博士研究生来说并不少见,如果这些项目具有相当的关联性,那么可以按照时间顺序记录在同一本研究日志上。如果这些项目基本独立,最好每个项目单独准备一本研究日志,以免项目记录互相穿插干扰,也方便项目结束后进行回顾总结。

研究日志应该有连续的页码,也就是说,如果记录本本身没有页码,需要自己给予编号,编号必须连续,不能空缺,如果某一页发生错误记录,就标明错误部分内容作废,但是不能撕页。同样的,每天的记录都需要标明日期以明确是什么时间做的此项工作,以便核实。如果一本研究日志由一位同学独立记录,可以只在封面标明记录者名字。如果某项工作由多个同学共同完成,就需要每个同学都在自己的记录部分签名,以便分清责任,若有需要澄清验证的部分,可以找到相应的负责人。每隔一段时间,需要将研究日志拿给导师检查,以便导师及时了解研究生的思路、进展、成果及下一步的打算,并进行及时的引导和纠正。对于多人参与的项目,导师检查尤为重要,因为同学们对科研的理解通常不够深刻,相互间协调能力也较弱,需要导师进行指导和协调。

研究日志的每一页都需要记录,不能有空缺页。同一本研究日志上,记录要按照时间顺序进行。第一页是对研究课题的描述。包括课题的名称、来源、参加人员、起始时间、预计结束时间。然后是课题设计,这是实验开始前需要完成的准备工作。研究日志的主体是实验数据记录与数据分析。有的同学习惯在一组实验完成后进行数据分析和总结,也有的同学习惯在每天工作结束后都对所获得的数据进行简单的分析,然后在一组实验完成后进行小结。从分析的及时性和对下一步实验的指导性来说,后一种方法更为有效,可以帮助同学更好的回顾一天的工作从而发现问题,并对第二天的实验工作进行及时的调整。但任何情况下,都不能做全部规划实验后再进行数据分析,因为实验过程中会出现各种各样的偏差与误差,需要重复实验、补充实验、校正实验,甚至可能需要重新调整实验设计。而数据分析和总结是发现误差和偏差后进行纠正的最主要的方法,如果在实验过程中不进行纠正,等到全部实验做完后,再发现问题,重复实验,就会造成时间和金钱的浪费。

研究日志是要长期保留的,因此应该使用签字笔或钢笔,不能使用铅笔和圆珠笔,颜色宜选用蓝色或黑色,不可以使用红色,也不宜采用其他鲜艳的颜色。导师翻阅时可以使用红色。

研究日志用于记录科研工作中的想法、活动和结果,其记录内容与科研工作紧密相关。研究日志不是日记,不要记录个人情绪和私人活动。笔者曾经看到有的同学和研究日志中写道“今天心情很差,不想干活,去喝酒了”,“今天陪女朋友逛街,给她买了一条裙子”之类的内容,虽然是研究生生活中的真实组成,但写在研

究日志里是不合适的。另外,研究日志是用于保留的参考资料,不是草稿,具体的数据分析步骤、标准实验操作的详细记录、上课内容记录等都是不合适的。各个学校对研究生参加学术讲座都有要求,有的同学就把参加了什么讲座,讲座内容、演讲者等都写进研究日志中。参加学术讲座虽然是学术活动,但如果讲座内容与自己的科研无关,也不要写到研究日志中。与这种事无不言、言无不尽的日记式的研究日志相反,同学们在记录研究日志时常犯的另一个错误是记录过于简单,只写实验设计、实验记录、数据分析等成型的内容,缺乏对实验思路、各种可能性的探索、导师和其他同学对于本项目的建议和意见等内容的记录。这些内容可能是尚未成型的,需要调整,甚至有些是错误的,需要改正。但这些内容非常重要,因为正是通过对不成熟的、有错误的思路和方法进行讨论、分析、摸索,才能发现正确的思路和方法。记载这些内容,对于后续的同学了解科学研究的思维方式和从错误中学习十分重要。

研究日志不但要记载思路、实验、数据,还需要记录详细的实验技术、所用仪器设备及其参数选择。事实上,研究日志中记载研究方法十分重要,任何实验和检测,可能采用标准方法,可能采用文献中提出的技术,但这些技术和方法通常是通用型的,需要根据本实验室的情况进行改进,这些改进很可能只是细节,不会反映到论文中,更不会出现在标准方法中,但对于具体的操作十分有效。这种记录,对于其他同学来说,是参考文献中找不到的宝贵经验。下面以一个对荧光原位杂交实验中多聚甲醛溶液配制方法记录的例子来说明。荧光原位杂交实验方法是标准方法,其中的溶液配制更是很小的一部分,普通的参考文献中根本不会出现具体的操作步骤。楷体部分是实验者在工作日志中做的记录,可以看出根据自己实际经验记录的实验方法与标准方法相比,虽然只是很少的改进和提醒,既不能发表到论文中,也不能作为创新成果提出来,但对于自己和其后的研究者们来说,是很有帮助的。

【例子】

多聚甲醛溶液的配制^①

(1) 加热 65 mL 的双蒸馏水至 60℃ (可以用恒温水浴箱)。

* 明确在本实验室中用什么方法安全快捷地实现加热。

(2) 添加 4 g 多聚甲醛。

(3) 添加 1 滴 2 mol/L 的 NaOH 溶液快速摇动 1~2 min 至澄清 (根据我的经验,这个过程绝对不止 1~2 min,大约需要 20~30 min。另外,

① 摘自一位化工研究生日志,楷体部分为记录者自己添加的不属于标准方法的内容。

多聚甲醛有异味,好像对肺有刺激,摇动时应该远离恒温水浴箱)。

* 根据经验指出标准方法中不足之处并进行健康安全提醒。

(4) 从加热源移走,添加 33 mL 的 3×PBS (此步要无菌操作,防止细菌污染 PBS)。

* 特别提醒需要注意的地方。

(5) 用 HCl 将 pH 调节值 7.2 (滴加盐酸的时候,应小心,以免滴过。根据 2 次的经验,应该是 3.5 滴。所以,滴 2 滴以后就要十分小心了)。

* 这种细节的提醒对于操作者来说是很宝贵的经验。

(6) 用 0.2 μm 的膜过滤 (因为上面配的溶液不是很清,因此,当过滤的时候,膜很快就堵塞了,根据经验,准备膜的时候煮 10 片差不多)。

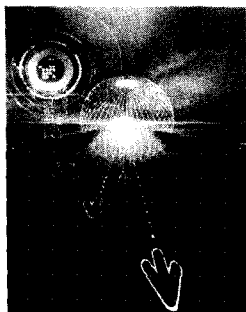
* 如果没有提醒,每次只准备一张,可能要煮很多次膜,既耽误时间,更可能因此引起细菌污染,那就前功尽弃了。

(7) 快速冷却到 4℃ 或以下,放在冰箱中保存使用 (我们都是用冰箱冷却到 4℃,多聚甲醛溶液都是当天配当天用,根据我们的经验,隔一天用效果就不好了)。

这是根据实际经验对标准方法中许可的部分操作进行否决,如果按照标准方法配了之后放几天,可能就影响实验效果,还不知道是怎么回事。

对于研究日志来说,最重要的是真实性、完整性与及时性。研究日志是给研究生自己和导师看的,里面不能有虚假的记录。对问题的分析、各种假设与推测、数据记录都必须真实,如果事后发现这些分析推测错误,或是实验数据超过误差范围不能使用,则在发现的当日另文记载,不可以返回来将原始记录删除。整个研究过程中的重要内容都需要加以记载。记日志需要及时,一个想法过一星期再写就可能被忘得干干净净,一个数据过几天再记录就可能已经记不得准确数值。因此,研究日志的记录可以文法不优美,字体不好看,但是必须准确、及时、完整。最重要的一点是决不能修改数据。

记录研究日志,不但可以帮助研究生及时记录科研过程中每个主要步骤、重要的想法与数据。更重要的是,这是科研工作的原始记录,是最真实的记载。可以为导师指导研究生提供直接的依据,也可以作为其后的研究生接着进行同一项研究课题的重要参考。因此,导师应该定时对学生的研究日志进行检查,并给予评议。研究生毕业时,应将研究日志交给导师保管。笔者保留的研究生研究日志成为教学工作中最宝贵的财富之一。



第二章 研究问题的提出

研究问题的提出是科学研究的第一步，也是最重要的一步。提出问题是科研能力中最核心的能力，这一点在数学史上表现得最为突出。例如举世闻名的“哥德巴赫猜想”就是以问题的提出者哥德巴赫命名的，数百年来投身其中的无数数学家，尽管做出了很多成绩，但其贡献仍然达不到哥德巴赫的地步。因为发现一个值得研究的问题并以科学的语言提炼出来，是解决问题、得到结论、指导科学发展的前提和基础。问题的提出，是科研的第一步，为其后所开展的研究工作明确了方向、定下了基调。如果这一步做好了，其后的实验工作将事半功倍，较快的取得可用结果。如果问题提出错误，费了九牛二虎之力，得到一大堆数据，却解决不了问题。因此，科学界有一种说法是“正确地提出一个问题，就解决了一半”，另一个类似的说法是“科学研究的50%是寻找和发现问题”。对于研究生来说，研究问题的提出，就是学习期间所做的课题的选择和确定，通常简称“选题”。

可以这样认为，从科研的角度来说，本科阶段的任务是学习常识和本学科基本知识，掌握动手做实验的能力；硕士阶段是学习研究思路和本学科新兴知识，掌握实验设计的能力；博士阶段是建立自己的研究思路，培养和提高发现问题、提出问题的能力。从科学研究的顺序来说，是提出问题（what）→如何解决（how）→动手解决（do it）；而从科研能力的学习顺序来说，是恰恰相反的，先学习动手解决→再学习如何解决→最后学习提出问题。从本科生到硕士生，必须经历从导师指导“怎么做”到自己决定“怎么做”的转变；从硕士生到博士生，必须经历导师指导“做什么”到自己决定“做什么”的转变。后一个转变，就是学术思想和科研方法的最终形成。这一转变通常在博士阶段最后一年发生，是一种精神上的蜕变和新生，

有人很形象地描述为“脱一层皮”，这个过程十分痛苦煎熬，而一旦经历了这个过程，就完成了科研历程上的一个飞跃，从学生变成独立自主乃至可以指导学生的研究者，具有自成体系的思维体系。

博士研究生学习阶段是科研工作者一生中最为宝贵的几年，集中精力地做一个课题好几年，还有导师、其他老师、同学、师兄师姐们的指导和支持，毕业后要工作、项目经费、职称、家庭、收入、人际关系等问题烦扰，可能再也没有这种机会心无旁骛地专研一个课题。因此，博士阶段的研究课题，常常奠定了一个人其后十年二十年的科研基础，决定了他（她）其后的研究方向，很多著名的科学家，就是在自己博士课题的基础之上继续深入探讨从而取得了重大的突破，做出了巨大贡献。这也是高校科研最重要的价值——优秀科研人才的培养。从这一点来说，课题的选择，也就是研究问题的提出，对于研究生尤其是博士研究生培养来说是至关重要的一步。它是对导师能力和研究生能力的双重考验，因为研究生刚刚踏入科研之门，很难有足够的能力为自己确定一个合适的课题方向，这就是导师的责任来为学生选择，或是指导学生选择一个可以长期做下去的研究方向，同时又能保证在研究生学习阶段能够实现一定的目标，达到一定的水平，以满足研究生毕业要求。这一点在很多情况下都是很困难的，因为要受到科研经费、实验条件、个人能力以及诸多不确定因素的干扰。在目前的科研体制下，由于我国缺乏自由研究的条件，研究生课题通常只能跟着项目走，导师拿到什么项目，学生就做什么课题。这种情况下，尤其是做横向项目时，必须注意把项目和研究生的研究课题区分开来，从项目的具体操作中提炼出科学问题，供研究生进行探讨。

提出一个研究问题又包括三部分内容：第一是明确所研究的问题——“是什么”；第二是明确研究这个问题的意义——“为什么”；第三是确定需要实现的目标——“干什么”。下面分别进行阐述。

2.1 明确问题

写文章需要先确定标题，同样，科学研究的第一步是明确所研究的问题（what）。这是第一步，也是最重要的一步。正确的选题，应该具有重要的科学价值或现实意义，是本学科的基础性或前沿性问题，其解决有助于本学科的科学发展和可以指导生产实践。这种问题的提出和解答具有重要的意义。科学研究的目的是为了更好地了解世界、改造世界，以推动社会的不断进步和发展。因此，选题必须紧密结合社会发展和学科进步的需要，以促进科学事业发展和解决现实存在的问题作为出发点和落脚点。

选题要符合科学研究的正确方向，要具有新颖性，有创新、有理论价值和现实的指导意义或推动作用，一项毫无意义的研究，即使花很大的精力，做再多实验，也将没有丝毫价值。例如热力学第二定律早已证明永动机不可能存在，再费尽心思

的去开发永动机，就是浪费时间和金钱。具体地说，可从以下三个方面来选题。首先，要从现实中存在的问题来选题，将所掌握的专业知识，去寻找和解决工作实践中亟待解决的问题。其次，要从寻找科学研究的空白处和边缘领域中选题，科学研究领域还有许多没有被开垦的处女地，还有许多缺陷和空白，这些都需要填补，应有独特的眼光和超前的意识去思索，去发现，去研究。最后，要从寻找前人研究的不足和错误之处选题，在前人已提出来的研究课题中，许多虽已有初步的研究成果，但随着科学的不断发展，还有待于丰富、完整和发展，这种补充性或纠正性的研究课题，也是有科学价值和现实指导意义的。

选题时还要注意根据自己的能力选择切实可行的课题。科研不仅需要主观努力，同时还需要具备一定的客观条件。由于每个人的条件都是各不相同的，因此在选题时，还应结合自己的特长、兴趣及所具备的客观条件来选题。扬长避短，才可能在较短的时间内完成所选题目。

为了选择一个好的科学问题，需要对本学科或是本行业的现状和历史有深入的了解，知道本学科或本行业的发展状况，所面临的主要的、关键的、重大问题，学科发展或行业进步的方向，本领域的技术发展历程、现状和趋势，这个方向上其他研究者所做的工作、取得的成绩、存在的问题等。只有在充分掌握学科或行业方向，了解同行进展的基础上，才能提出一个具有重要意义、可持续发展、与他人工作没有重复的问题。提出问题的过程，也就是一个学习、调研、文献查阅和分析的过程。现代出版业的发达，大部分科学知识都可以通过各种出版物获取而不需要到现场调查或当面请教。这对于研究生来说是一件好事，文献检索、阅读、总结的知识可以从专门的书籍中获取，很多学校有专门的文献查询课程或讲座。

2.2 明确意义

为什么(why)是个贯穿这个研究过程的问题。从选择研究问题开始，到实验设计、数据分析，每一步都要对自己提出“为什么”并进行回答。为什么要研究这个问题？为什么要采用这个方案？为什么要实现这个目的？为什么得到这些数据？为什么数据这样分析？等等。科学研究的每一步，都要问为什么并且合理的回答为什么，不能简单的拍拍脑袋，提出一个想法，或是人云亦云，搞不清来龙去脉。在本章中我们强调选题过程中的“为什么”。硕士生与博士生答辩的第一部分都是问题的提出，也就是研究什么问题和为什么研究(what & why)，博士答辩时这个问题通常讲得比较清楚，而很多硕士生一直到毕业答辩时，还不能用自己的言语表达自己在两年内所做的课题是个什么东西以及为什么要做。问题的提出，其实是研究生学习的核心。博士生培养的过程，就是提出问题能力培养的过程，一个合格的博士毕业生，必须具备提出问题并回答为什么的能力，只有具备了这个能力，才能独立的开展高水平的科学研究，并指导其他人进行研究。硕士研究生以这个标准来要

求无疑太高了，但也必须了解问题提出的重要性，也就是能够提出并回答“为什么”。

选题的过程，其实也是回答为什么要研究该问题的过程，其目的是澄清所选择的研究课题的必要性、重要性、新颖性。选题需要突出创新性，创新是灵魂，不能只是重复前人或人云亦云。同时，还要防止贪大求全的倾向。

2.3 明确目标

在确定了所研究的问题，并充分回答了为什么要研究这个问题后，需要明确研究目标（goal）。研究目标的确定有两个原则：一是有效性，二是可行性。也就是说，所提出的研究目标必须有用，而且在研究时间、经费、实验条件的允许范围内可以实现。对于第一个原则，同学们在选择研究目标时通常都能满足，在此不再展开讨论。而第二个原则，很多同学，尤其是初次进入科研课题的硕士同学，不能正确地把握。笔者曾参加了超过百次的研究生开题答辩，几乎80%的同学都违反了这个原则。提出的研究目标很大很高以至根本无法在研究生学习阶段实现。

笔者曾经参加一位硕士研究生的开题，该学生离毕业只有14个月的时间，去掉论文撰写、假期、找工作等因素，可以用于研究的时间最多12个月，而且是独立研究，既没有导师和其他同学的研究基础，也没有课题组同学协助。她的论文题目是《自来水厂消毒副产物控制》。所选的题目非常好，具有很强的现实意义，对水厂生产具有指导性，是对公众健康的重要保障。然而，这位同学在研究目标提出时犯了极为严重的错误，她提出四个研究目标：（1）考察三种消毒药剂与消毒方法的消毒副产物产生；（2）研究上述消毒副产物的控制措施；（3）在水厂中实现第二点目标中提出的控制措施；（4）提出水厂专家控制模型。这四个目标都复合研究目的提出的第一原则：有效性，却严重违反了第二原则：可实现性。这四个目标是全世界所有自来水消毒的研究者与工程师孜孜不倦数十年企图实现的目标，如果该同学在12个月的硕士学习过程中可以实现这四个目标，那么全球给水工作者至少有20%可以下岗了。

上述实例并非少数例子。本书作者曾讲授一门课程“环境领域新技术进展”，授课对象是一年级硕士研究生。在讲授过程中，同学们不断提出疑问：“这项技术研究了十几年还没有工程应用，与现有成熟技术比又没有非常好的优势，为什么还要研究？”更有部分同学很不屑一顾地表示，自己要做的研究比课程上提到的新技术优越得多。这种精神状态在大量的开题报告甚至毕业论文中得到充分体现。有道是“初生牛犊不怕虎”，“江湖越老，胆子越小”。同学们有雄心搞很高明的科学研究是有志气的表现，值得鼓励。但与此同时，也必须深深记住，科学研究是一个艰苦卓绝的过程，其中失败的概率远远高于成功，尤其是工科研究，常常是很好的设计因为一个螺丝钉的位置不正之类可能根本不在考虑之列的小问题而彻底失败。现

有的每一项成熟技术，都是几代乃至几十代科研工作者和工程师们持续不断的努力而逐渐形成和优化的。成熟技术有其局限性和缺点，但也必然有着很强的优势和稳定性，才能成为广泛应用的成熟技术。在实验科学中，任何一项新的技术都是在成熟技术的基础上发展起来的。必须给予成熟技术和前辈研究者足够的尊重。立志超越前人是正确的，如果认为在2年、3年的研究生学习阶段就一定可以超越前人，做出前无古人、后无来者的发明，对于绝大多数同学来说，是不现实的。抱着这样错误的观点进入研究生学习阶段，就会犯眼高手低、浮夸的毛病，而在研究过程中遇到挫折，实验结果与想象不同时，很容易心灰意冷，放弃持续不懈的努力。笔者在指导研究生的过程中，需要花很多的时间鼓励同学们：不要灰心，实验结果出现偏差是普遍现象，实验进展比预期慢很正常。诸如此类的现象，如果同学们在开始科研工作进入课题前，就有正确的认识，对研究目的有正确的标定，就可以很大程度地避免，从而有利于研究工作的顺利开展。

在明确了所需研究的问题，回答了为什么要研究，确定了在研究期限与实验室可以提供的仪器设备经费条件下可以实现的目标后，下一步就是如何开展实验研究以实现预定目标（how），也就是实验设计。在进入实验设计前，需要将研究问题选择的过程、结论与分析记录到研究日志中。

2.4 文献检索与利用

009

科研工作有继承性和创造性两重性，其中继承性，就是掌握前人的工作，是创造性的基础。现代科学发展到今天，任何一个学科方向都积累了大量的经验和数据，只有站在前人的肩膀上开展研究，才能做出创造性的新成绩。这就要求科研工作者在从事研究前，尽可能的占有与之相关的信息。信息获取可以从查阅图书馆、资料室、网络上的资料，或做实地调查研究两个方面来搜集资料。现代科技信息通常以文献的形式出现，而研究生也常常缺乏现场调查的条件。因此，信息的获取与利用，对于研究生来说主要就是文献的检索、阅读、分析、利用。文献的检索与利用对于科研工作十分重要，课题方向的选择、实验方法的确定、数据分析讨论、成果鉴定，每一步都离不开对文献的掌握，以判定所做研究工作的先进性、科学性和实用性。尤其是选题阶段，提出研究问题（what）、论证其必要性、重要性、新颖性（why）、明确研究目标（goal）都是在掌握文献知识的基础上进行的。有效的文献检索和利用，充分了解国内外前人对于拟作课题或正在探索的问题已经做了哪些工作、取得哪些成果、发展趋势如何，可以防止重复研究，将时间精力用于创造性的工作，节省人力、物力、时间。有利于理清思路，得出选题根据，提出高质量的课题，并且了解他人在这这方面的工作还存在哪些问题，就可以有针对性地进行解决。这就是为什么硕士和博士学位论文格式要求文献综述紧紧跟在选题之后，各种基金和其他科研项目申请中对国内外研究进展的分析报道也是紧跟在目的意义