

撰写科技论文方法谈

读和做 • 如何写 • 写给谁看

振华，子仪，段力¹
上海交通大学

摘要： 写作一篇科技论文需要三个要素：第 1 是准备工作，也就是怎么读、怎么做：不读就不知道怎么写，不做就不知道写什么；第 2 是做好自己，也就是要知道怎么写、写作的原理和规范；第 3 步就是了解“敌人”，也就是要从编辑、审稿人和读者的角度审视你的文章-他们会怎么看你写的文章。本文的重点放在“怎样写”，用具体的实例来说明科技论文的写作方法，包含论文主要架构，当中的标题、摘要、引言、正文和结论应当如何写，相关写作策略。阐述了写作科技论文的基本原则和成形过程：从制定大纲、形成论点、搜集论据，经历先繁后简的过程，最后提炼、精化和发表。阐述了写作逻辑的重要性，如何从段落、句子、词汇的层次理顺论文的流畅性、提高可读性。写作策略包含“灰色方块”、写作心理压力、分段论、应对查重等内容。方法与规范部分，涉及文献查找和引用、编辑（如 Word）及绘图软件（如 Excel+Origin）实用的技巧等等。最后一步就是如何从读者、编辑、审稿人的角度去审视你的文章，吸引他们眼球的文章亮点和文章缺陷有哪些、在哪里？及其作者的一些应对技巧。

关键词： 科技论文；写作方法；逻辑性；论文技巧；期刊投稿；评审

中图分类号： H152.3

文献标识码： A

引言

科技论文主要用于对科学技术研究成果的描述，一篇好的科技论文可以展现出你的研究能力和水平，而掌握科技论文写作的方法和技巧，有利于更好的展示出你的成果。

下面通过一个实例来帮助大家了解科技论文是什么，这个例子讲的是：大学、硕士与博士论文的区别、论文的深度与层次：

¹作者信息：权振华，上海交通大学法律系 2017 届本科生；谢子怡，上海交通大学微纳电子学系 2019 届研究生；通信作者，段力，上海交通大学电院副教授，科研方向：纳米科技与航空发动机智能化。

本科生毕业论文

- ◆第一章，什么是袜子，为什么人要洗袜子
- ◆第二章，手洗袜子的技巧
- ◆第三章，一种全新的洗袜子方法

硕士生毕业论文

- ◆第一章，袜子的定义及其历史演变
- ◆第二章，不同洗袜子方法对比及存在问题
- ◆第三章，科学地表征洗袜子的效果，洗衣粉用量、水温对洗袜子过程的影响

博士生毕业论文

- ◆第一章，袜子的发明对于人类社会的价值以及其设计上的不足
- ◆第二章，基于生物质能和电能的洗袜子方法对袜子臭度的衰减作用及其表征
- ◆第三章，十二烷基苯磺酸钠的浓度、水质的硬度对洗袜子过程的影响
- ◆第四章，基于 Navier-Stokes/Fourier/Fick 方程的洗袜子过程中动量、热量、质量传递模型建立

可以看到，从学士到博士，理论含量在深度与广度方面都在逐渐增加，所用的语言也越来越科学化，更加阳春白雪。一个科研工作者需要和同行进行学术交流。使用一些学术语言是必要的。讲通俗一点。要活下来，首先要把简单的事情复杂化。才能显出自己的水平和深度。这项技能在研究的初期是必要的。但是要从科研工作者变成一个大师。必须能够做到可以把复杂的东西变得简单，用很简单话，道出一个很复杂的东西。

科技论文的写作过程可分为三步。第一步是准备工作，包括如何读、如何做。第二步是做好自己，主要讲科技论文具体的写作过程，包括科技论文写作的总原则，写作的逻辑和顺序，科技论文的结构以及如何撰写标题、摘要、引言、正文和结论，同时介绍写作过程中的一些技巧。第三步是了解你的观众，明确写给谁看，介绍编辑和审稿人的状况。撰写科技论文的辅助部分，比如参考文献、图表、论文的模板格式，两大常用工具（使用 Word 来撰写科技论文的实用技巧，用 Excel 加 Origin 做符合出版规范的科学曲线和图表）的用法，在后边统一给出链接。

以往关于科技论文写作的文章，大部分是从编辑的角度出发论述如何写文章，而大多都不是从科研工作者、写作者的角度来描述如何写科技论文。从写法上看，大多都是“阳春白雪”的写法，在写作方法上不够具体，操作性也不强，并且这些综述文章有点像经验之谈，零零散散呈现了碎片状^[1-5]。与这些讲撰写文章不同，本论文的突出特点是：用具体的实例来阐述科学论文的写作方法。说明写作的三大要素。你如何读和如何做？然后是如何写？最后是。首先是准备工作。你如何读？如何做？第 2 部分是做好自己的部分，也就是学习具体的写作方法。第 3 部分是了解敌人。也就是从编辑的角度，从读者的角度，他们会如何审视你的文章。做到知己知彼，百战不殆。本文力求在有限的篇幅当中。把这三项内容讲清楚。可以作为课用书籍^[6-7]的辅助性读本。帮助初学的科研工作者，写作科技论文。在有限的篇幅当中。当然，科技论文的水平也不光是体现在这些表达方式上面，真正起核心作用还是论文的内容以与创新，这才是论文的核心环节、灵魂所

在。科技论文写作不是一种知识，而是一种能力，写作当中的方法、技巧和隐含的一些含义，是需要读者用心体会的，仅仅通过白描达不到体悟的目的。

科技论文主要有两大类。一类是科技报告型，即描述一项具体的科学技术研究的成果或者进展。另一类是综述性科技论文，这类科技论文不要求在内容上的首创性，更多的是要求撰稿人在综合分析与评价了现有资料后，提出在特定时期内有关专业课题的发展演变规律和趋势。这类在写作时着重评述，即通过回顾、观察和展望，提出合乎逻辑的、具有启迪性的看法和建议。这两类文章的写作结构和方法不甚相同。会在本文中一一论述。下图示出了本文写作的提纲和基本内容：



图 1 完成一部科技论文需要的三个主要步骤

怎么读 • 如何做

写东西之前需要做两件事：一个是读、一个是做。首先讲一下读。

第一，为什么要读？读的目的其中之一是为了写，要仔细研究文章是怎么写出来的。这个研读的过程包含了“抄”，就是用笔来写，而不是电脑当中的 COPY 和 PASTE。这个“抄”不是抄袭，抄袭是违背学术道德的，这个“抄”指的是写作规范、写作方法，而不是写作的内容。弗朗西斯培根讲过，抄写会培养人的准确和精确。通过抄体会写作规范，没有学会抄，就不知道怎么写。

读到另外一个目的是为了做，通过了解前人的工作，分析他们的不足，形成自己解决问题的思路，从而引导自己去进行实践。

第二，怎么读？读的方式有两种：技法和内容。前者目的是了解写作的结构，练习写法和技巧，这里边读的重点不在于内容，而在于技法。这就是我们下面说的“如何写”这部分的内容，尽管不懂文章里面的专业词汇，但还是可以从中学到写作的规则和技巧；后者是为了把论文工作做好，读的重点是内容，其意义在于汲取营养来“滋养”你的科研工作。

技法的培育要通过精读。精读的方法是：选 5 篇自己觉得非常好的经典的著作或论文，每天精读题目、摘要和引言，用来培养感觉。每天都要读至少一遍，至少坚持一个礼拜。如果有必要可以出声朗读，或是用笔抄录。在精读的过程中了解文章的结构，体会写作规范，可以此为模板植入自己的内容。科技论文的写作，最实用的方法就是“照葫芦画瓢”。像画画素描的练习过程一样。抄写的多了就会形成写作的感觉，养成好的写作习惯和培育正确的写作规范。抄写是一个很好的学习和练习的方法，通过这种方法来揣摩论文组织、写作方法和和写作逻辑。在研究的初期也主要都是在模仿，经过量的积累逐渐形成自己的经验与能力。

内容方面的阅读其目的在于问出有意义的问题，也就是既有必要性又具有可行性的问题，根据这个问题或论点来选择阅读材料、组织论据。以这个论点为主干，收集好论据，构建自己的知识树。因为这是为了内容而去读书，在读的过程中，要做好读书笔记和标记，其中一个比较好的方法就是，亮高关键的文字加上读书笔记，可以用截图把重要的页面放在一个 PPT 中，以便于后来写作当中的引用。面对较为复杂的文献内容，一次读不懂，可多读几次。如此往复，阅读的文献积累到一定量之后，就会熟悉那些曾经生僻难懂的概念，而后逐渐建立起该领域研究的框架。

接下来是关于做。没有读就不知道怎样写，而没有做就写不出东西来。做有两种，“理做”和“文作”。也就是说，关于这个做，文科和理科是不太一样的：理科的做偏向于“动手”，同时要结合头脑来思考；而文科的“作”则多用头脑思考，这里边作字读 ZUO1 音，不 ZUO1 不足以成文章，太平滑而没有戏剧性，就不会吸引文科读者，不哗众取宠不足以激民愤。而理科文章重点在理性、在于实话实说。当然，文章也需要有一定的新意或新的见解。做出了成绩，就有了写的内容，下面讲述的就是如何把你做的好结果充分的表达出来，产生他们应该具有的影响力，乔布斯曾经这样戏称，“你烤了一块很好的蛋糕，但是却抹了一层狗屎”。意思就是说，你做的东西（里边）非常好，但是没有表达（外边）好。所以，怎样写，也很重要。

怎样写

下图概括了关于“如何写作科技论文”的基本要点。首先，我们将介绍写作原则和写作逻辑，接着是主体部分：论文结构、行文顺序和相关写作策略，最后是基本的方法规范及注意事项。

其中，“写作总原则”包含了论文的成形过程：从大纲到论述，最后提炼、发表。“写作逻辑”将根据段落、句子、词汇的层次顺序介绍。论文结构部分包含“标题、摘要、引言、正文

和结论”，而整个论文的行文次序则是从正文和引言开始的。“写作策略”包含“灰色方块”、写作心理压力、分段论、“一气呵成”的写作方法和应对查重。最后是方法与规范部分，涉及文献的查找、绘制图线、编辑（如 Word）及绘图软件（如 Excel+Origin）应用等等。

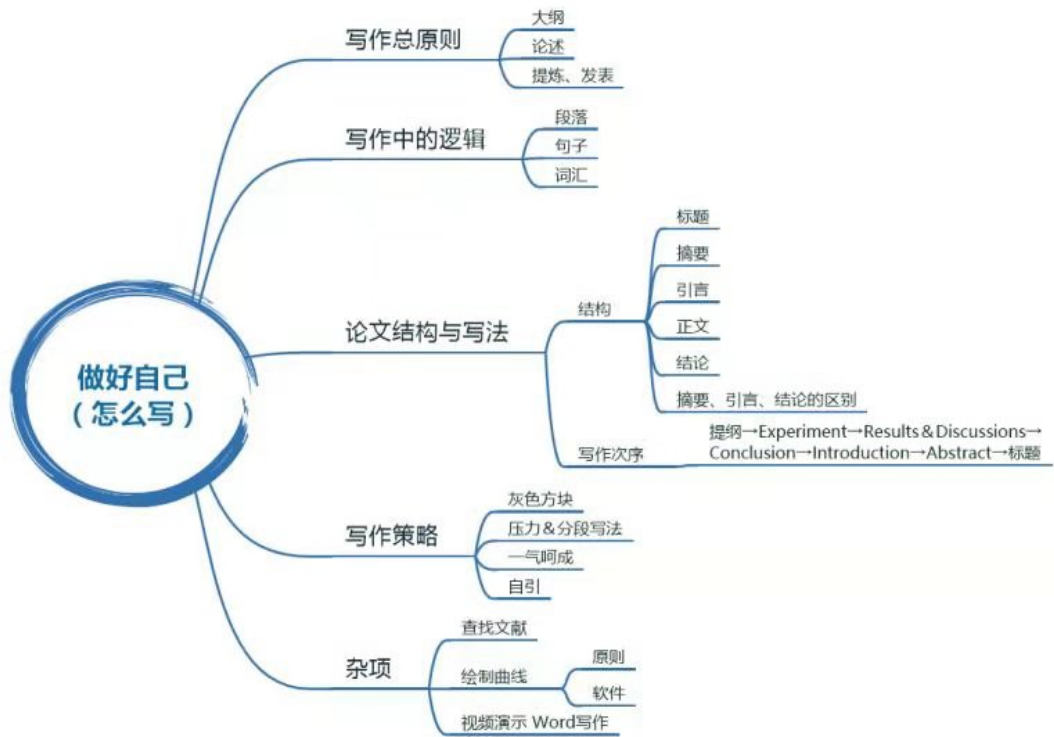


图 2 关于“如何写”的大纲

写作的总原则

一篇科技论文的成型应当经历如下流程：第一步，制定大纲，包括论点和论据；第二步，详细的论述与行文；第三步，提炼、精化和发表。从第二到第三步的过程反映出科技论文并非一气呵成，而往往是经过积累和提炼这一“加”一“减”两个动作形成的。

一篇成功的科技论文，最重要的就是要讲一个完整的故事。作者应当根据草拟的提纲将文章逐步扩充，但在陈述实验步骤的过程中要直击重点，勿需把做过的工作、突发的状况事无巨细地予以记载，其中走过的弯路、思路设计的波折和变化，未必需要一一阐述，除非这些负面结果对于他人具有一定的借鉴意义。套句俗语：舍得舍得，有“舍”才有“得”，得此要领，才可以有写作普通论文过渡到发表高水平、即影响因子比较高的英文期刊。由经验可知，专家对于创新

性强且写作规范的稿件，审查速度相对要快。行文流畅、逻辑通顺的文章，能够很轻易地给审稿人留下较好的印象。

写作中的逻辑

科研写作最常见的问题之一便是缺乏逻辑，这一点不受语言的影响。很多人会找借口说，写不好英文的论文是英语不好，实际上把它翻译成中文，也未必是一篇合格的科技论文，在这一点上，中国人和美国人并无二致。常有导师向学生指出：厚厚一本学位论文，洋洋洒洒十几万字，但就是没有体现出中心思想与各章节的关系，指的就是写作的逻辑和流畅性、可读性。

那么，何为逻辑？就是要求作者通顺的讲述一个完整的故事，包含论点和论据，二者的逻辑因果关系应当清晰明了。可读性强指的就是段与段之间，段中每句话前后逻辑连贯，不存在中断，否则读者将感到理解困难，产生“可读性差”的印象。构思论文时有一份大纲，也即写作论文的思路。跟随大纲来推进写作，便不易偏离逻辑的轨道。逻辑关系贯穿于整篇论文的始终，不仅包含标题、摘要、引言、正文和结论的一致性，还有各个段落之间的起承转合，更深入至段落中句与句间的关联。

段落的逻辑

段落不应太长，每个段落应当着重陈述一个要点。一般在段首用简短的中心句点明中心思想，帮助读者大致了解本段内容，从而决定是否继续浏览或是否重点阅读。其一是启发式，比如，“下面讲一下使用的方法”，或者，“那么如何使用呢？”，以此类连接式的句子来引导下文；其二是总结式，比如，“这个课题是一项基于压电物理学、交叉性和应用导向非常强的项目”。给作者一个概括的索引，接下来的内容应该是：1.如何基于压电物理学？2.交叉性和应用导向分别指的是什么？不论哪一种开头，都应按照逻辑的规则，把问题讲明白，表意连贯。逻辑性不通顺的问题可以通过复读和回读的方式予以纠正，避免“观点来回跳跃”的毛病，去除无关和无意义的语句，或加入连接过渡，修复逻辑断层。

举例如下：

例1, Fig 1 shows the TEM image of the obtained samples. From the images, one can see that the nanowires are single crystalline.

两句可以合并为 TEM image of the obtained samples in fig 1 shows that the nanowires are single crystalline.

例2, To further study the crystal phase, XRD measurement was conducted and the data are shown in Fig 2.

可简化为 In addition, XRD data in Fig 2 show...

句子的逻辑

再者是句子的写作方法。一句中若出现三个以上存在逻辑关联的事物，普通人的耳朵就关上了。从操作层面来说，如果一个句子超过了 Word 文档的四行，就一定要想办法缩减或分割，多数读者的大脑不足以处理三行以上的长句信息。例如，把一个含两层关系的句子，分割成两个

各含一层关系的句子，读起来就会轻松得多。总体的写作宗旨就是尽量把一个复杂句分割成多个简单句。这样做虽读来稍显啰嗦，但必定可以将事情缘由表达清晰。通过写作者对文章重读第二、三遍，感到句子太短需重新组合的时候，再做适当合并也来得及。科技文章与文学作品有别，科技文章首先要把事情讲清楚，然后才轮到文字与句法层面的考究和美感，如为了避免重复使用相同的词汇，转而使用合适的同义词替代等等。

词汇

最后是词语的考究。科技论文写作并非文学创作，除了专业词汇以外，无需刻意展示词汇量的丰富。具体而言，要用小词、不用大词，比如能用 **Use**，就不要用 **Utilize**。而就形容词来说，凡是复杂花哨的能删则删，应保证用词的平实。

科技论文的结构与写法

一篇科技论文有如下几个主要部分组成：

1. 标题
2. 摘要
why + what + how+ (more what)
3. 前言和绪论
why? 为什么要做?
who, when & where? 有什么人在这之前做了什么东西?
what? 总结一下我们在这篇文章的贡献
4. 实验(解析)过程
对于实验类的科技论文：
方法 (怎么做的)
表征 (怎么测的)
对于理论类的科技论文：
基本原理
本论文提出的新方法或新原理
对于设计类的科技论文：
原理和方法
设计参量
5. 结果与讨论
实验结果
讨论: 实验结果的意义和疑义阐释
6. 结论
7. 参考文献

这里边采用了“5W1H”来讲述科技论文的结构。5W1H 分别是以下六个单词的首字母：

- 原因 (WHY)、
- 对象 (WHAT)、

- 地点 (WHERE)、
- 时间 (WHEN)、
- 人员 (WHO)、
- 方法 (HOW)

5W1H 可以帮助写作者分析问题、整理思路,使思考的结果全面化、科学化、系统化。除了以上的部分之外,还有一些其他的杂项部分,比如关键词,科技领域各类的编号,文章的致谢部分及其项目资助单位的情况等等,这些都与行业和专业有关,在这里不一一叙述。

以上科技论文的格式,是报道科研成果的科技论文的格式,没有包含关于综述类的科技论文的写法。综述类的科技论文,是作者归纳、综合后撰写的论述性文章,对在一定的时期或范围内某学科或某专题的大量原始文献中摘取自己认为有价值的资料,对其最新的研究现状、动态、进展、发现、技术、观点等等进行综合论述^[8]。

这一类的论文,多以“……研究进展”,“……发展综述”为标题。它可以帮助读者阅读后能在较短的时间内基本了解某一个领域的进展状况,可为科研节省大量宝贵时间。它一般的写作内容包括:专题简介、意义和优势、基本方法、一些重要的结果。然后就是国内外目前发展现状,接着就是关键热点问题,作者的观点和判断,及其对未来发展趋势的一些看法。一个好的综述类的科技论文其引用率会很高,它具有两个特点:第一个就是参考文献非常齐全,有一网打尽的感觉。这就给读者提供一个便利,一下子就可以了解到行业当中从各个不同角度论述同一个课题的所有相关参考文献,便于他们做课题调研。另外一个特点就是有综有述,有作者独特的观点、独特的想法、看问题的高度和视角。如果仅仅是罗列参考文献,参考文献覆盖的范围不够宽。没有进行系统的梳理,或者,没有,做着自己独特的观点,和看问题的角度和高度。好的综述类的文章常常是行业当中的大师级专家综合多年的经历而写成的,他们对本行业的以前发表的参考文献非常熟悉,有“精读成精”的感觉,会触类旁通,对各种不同的观点进行有机的交叉组合,形成独特的见解和想法,对于未来的科学思路有启迪和引导的意义。

综述文件的关键就是要避免罗列参考文献而没有形成自己的看法,也就是所说的“只综不述”。应该有“综”有“述”,将收集到的大量文献进行分析、归纳,把分散在各篇文献中的论点论据进行综合、提炼,然后按自己的思路有条理地进行阐述,而不只是简单地将自己阅读到的原始文献中的观点堆砌在一起,既无分析,也无归纳,更无提炼,全段都是“×××的实验表明,……,×××的实验证实了……”,综述变成了“论点展示板”。只综不述,参考文献不全,又没有自己的观点,那么这篇科技论文的意义就不大。

下面重点谈的是:如何写常规的科技论文,即报道科研成果的科技论文(实验、理论、设计等)。

如何撰写标题

标题对于科技论文来说至关重要，它是对于整个文章内容的提炼，直接决定了编辑是否有兴趣阅读所收到的稿件。在撰写标题时，既要让读者明白作者在本文中做了什么、如何做的，还要在此基础上追求新意和创意，也就是要能够吸引读者的眼球。理想的标题应包括 Why、What 和 How 这三部分内容，而由于字数限制，一些标题难以将 Why 和 How 包含其中，大部分的论文题目中以 What 最为常见，有些则会包含 How。标题的书写应以简洁为宜，与写作内容尽量吻合，且得以突出文章的亮点所在或创新之处。在字数上，中文题目一般不超过 20 个字符，英文标题一般不超过 10 个实词，并要在有限的字数内把三大部分讲清楚。如果标题实在难以将此三者囊括，则至少要运用简练的语言把三者置于摘要中，这样才能帮助读者把握文章的要点。标题虽处于文章的起始，但却不是一开始写就的，而是需要经过对文章的细致推敲和提炼，最后敲定的。需要注意的是，即便如此，开始写作前必须要有一份初稿，包含原始的论点、创意点和出发点，这个初步的标题可以比较长，包含 Why、What 和 How 这三部分内容。

下面以耿慧娟的文章^[9]为例，对标题的三大部分做出解释。这个标题是，

“Advanced passivation techniques for Si solar cells with high- κ dielectric materials”，

其中 “Advanced passivation techniques” 属于 “What”，“for Si solar cells” 属于 “Why”，“with high- κ dielectric materials” 则属于 “How”。在此标题中，简短的文字包含了 What, Why, How，是较为成功的一个标题。

此外，不同科技论文的特点也因行业而异。例如微纳材料科技，大体可以分为三种形式：“材料 for 器件”（e.g. Planar carbon nanotube-graphene hybrid films for high-performance broadband photo detectors），其次是“器件 based on 材料”（e.g. Highly sensitive and ultrafast humidity sensors based on CNT/graphene hybrids），最后是“什么样的器件 enhanced by 什么材料或者什么效应”。这样的模式可以帮助读者抓到文章的重点，比如第一个标题，重点在于材料；第二个标题，在于器件，第三个则侧重于方法。

如何撰写摘要

摘要是论文基本思想的概括和提炼，是整篇文章中心思想的缩影，它决定了编辑是否采用你的论文、读者是否阅览你的论文。从另一方面来说，摘要也反映了作者的学术能力，即以简单概括的语言向他人介绍思想、观点及成果。

和标题类似，一份好的摘要应当在一个段落中把 Why、What、How 这三部分内容包含其中，具体而言，应当简要地阐明四点：首先，为什么要做这份研究，也就是本论文所做工作的主要目的（why）；其次，这个工作中做了什么事（有什么新发现），也就是研究的主要内容（what）；再次，通过什么方法做的，也就是研究方法（how），在此处可以突出论文的创新点；最后，主要的结果与结论（what/results），此处可以凸显本论文的研究意义，也就是主要的研究成果及实用价值。这样的写作方法使编辑和读者得以在第一时间掌握文章的主要内容。与标题类似，摘要的位置虽然处于开头，但同样是在正文完稿后撰写成的。

仍旧以上文为例来讲解摘要部分内容的撰写。注意以下的关键词，我们就能大致把握摘要书写的脉络。请留意**加重字体**的部分。

Abstract

*Electronic recombination losses at the wafer surface significantly **reduce the efficiency** of Si solar cells. Surface passivation using a suitable thin dielectric layer **can minimize the recombination losses**. **Herein advanced passivation using simple materials (Al₂O₃, HfO₂) and their compounds H(Hf)A(Al)O deposited by atomic layer deposition (ALD) was investigated.** The chemical composition of Hf and Al oxide films **were determined by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)**. The XPS depth profiles exhibit continuous uniform dense layers. The ALD Al₂O₃ film **has been found** to provide negative fixed charge ($-6.4 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}$), whereas HfO₂ film provides positive fixed charge ($3.2 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$). The effective lifetimes **can be improved** after oxygen gas annealing for 1min. I-V characteristics of Si solar cells with high- κ dielectric materials as passivation layers **indicate that the performance is significantly improved**, and ALD-HfO₂ film would **provide better passivation properties** than that of the ALD-Al₂O₃ film **in this research work**.*

具体地，前两句话讲解了为什么要做这项课题(Why)。请注意以下的关键词：“significantly reduce the efficiency of……”，“……using…… can minimize the recombination losses”。随后，在“Herein advanced passivation …… was investigated.”句中概括了实验对象和研究方法(What & How)，又紧接着在后句“The chemical composition …… spectroscopy (XPS).”句中补充介绍了实验手段(How)。最后，在“The ALD-Al₂O₃ film has been …… in this research work.”句中，在摘要允许的字数范围之内，扼要地总结了本文的主要结果(what/results)。

通过本例可以发现，尽管由于专业差异，我们对多数单词感到陌生，但仍然可以把握摘要的基本结构。虽然各学科常用的专业词汇各异，忽略这一点，它们的写作方法和思路则大同小异。

引言

引言(Introduction)是摘要的扩充版，虽然二者都没有正式涉及实验结果，但是这种作为“门面”的内容很大程度上决定了论文的等级。换言之，对于同样的实验结果，不同的摘要和引言在写作水平对应了文章所能投递的期刊档次。引言的功能之一，在于体现文章的立意与高度。尤其对于综述类文章，引言充分反映出论文中文献引用的丰富度、新颖度、归纳方法和思路的条理化程度，还向读者展示出选题在行业内的地位和意义，因此当力求结构合理、逻辑性强、表达精准、符合规范。

一般地，对于引言的基本结构可分为两段。第一段内容包括课题的研究背景和目的、前人的研究进展，第二段陈述作者的贡献。同样可以用5W1H的方法进行对应。首先，“研究背景和目的”部分需要阐明 why，即为什么我们要写这篇文章？撰写这篇科技论文或人文学论文的意义。此部分内容已于摘要中有所提及，需要在此基础上做进一步扩充和细化。其次，“前人研究进展”部分，是 who, what, where & when，作者需要对同行业相关课题研究者的工作进行调研，哪些研究者(who)在什么地方(where)、在何时(when)发表过什么内容(what)，他们的研

究存在哪些问题，并加以研读，适当总结归纳，形成总汇和综述。而第二段“作者的贡献”部分，应当概述本文的贡献、所做的工作、研究方法等内容，及其在摘要中限于篇幅没有提及的内容，在引言中要加以必要说明。

以上内容可以保证编辑与读者在阅读标题、摘要和引言部分后，能够产生对于文章内容的大致了解和整体把握，同样也决定了读者是否有兴趣继续浏览。

实验

一是实验材料、实验设备和实验方法(what & how)；二是实验经过，具体而言就是研究步骤，或操作流程(how)；三是实验结果及其分析讨论(what & why)，此处要求作者思路清晰、逻辑严密，不可随意跳跃，给人以拼凑之感。将全部研究过程及所需条件囊括在内，使读者得以依照论文所述，复现该实验过程，体现该研究结果的可重复性与可验证性，严谨的科学性和逻辑性。

在描述实验方法和实验结果的过程当中，有些初学者经常会碰到这种问题：实验做得很好，但写不出东西来，不知如何下笔。这就是前一节讲的“怎么读怎么做”当中，读的不够。做论文与做实验，也需要训练一种内功或技能，就是观察和描述的能力。在人文侦探类的文章中，有描述人的行为、动作、心理的文字部分，很细致、很具体，这和科学论文描写实验的过程、曲线的画法、实验结果的描述，有异曲同工之处。从作文角度讲，就是撰写说明文的能力。要把以下要点讲明白：实验的过程、曲线的画法、结果的描述。在这个阶段不要怕“啰嗦”。论文写作是先做加法、再做减法的过程，俗话说，“巧妇难为无米之炊”，要先把“米”准备好，再考虑怎么“做饭”的问题；要先把内容铺展好，然后再作修饰，这才是行文的思路。解决这一类问题的办法就是仔细研读一篇业内发表过的论文，如有必要，在精读过程中也可借助手抄的方式来辅助本项技能的培育。这可以帮助我们准确地把握论文写作的思路和脉络，对于写作者今后的科研思维培养大有裨益。

结论部分

结论部分不只是对实验结果进行简单复述。实际上，结论部分的写作应当注意与引言相呼应，并能够与正文的其他部分形成参照和联系。结论主要写以下内容：通过数据分析，最后可以得到什么重要的结论和启示、主要发现及其意义和应用，作者的倾向或者推荐，本研究的不足和未来的研究方向。如果方法或者研究对象等是主要创新点，在结论中也要提一下。要注意的是，注意不是以上的所有内容都要写，要根据文章而定。在这里不需要重复实验的细节，在英语当中，结论多用现在完成时。

需要指出的是，写科技论文和写学位论文是有所区别的。学位论文的结论写作则需包含三个要点：第一是概述研究工作（包括研究意义），分析研究存在的不足（包括对研究过程、方法以及结果的反思），并思考应当如何改进。第二是对重要的结论、主要发现及其意义和应用的概括和论述，这里面需要注意的是，结论不是实验结果的简单复述，也应当与引言、正文其他部分

相呼应。第三是对后续研究的建议，这一点则体现出作者对该研究领域发展趋势的把握程度，及对同行所做的相关工作的调研充分与否。

摘要、引言及结论的区别

摘要 Abstract、引言 Introduction 的最后一段和结论 Conclusion，三者虽内容有所重叠，但侧重点不一样。Abstract 简要告诉大家这篇文章为什么要做这件事，做了什么事儿，有什么新发现？Introduction 的最后一段相当于承上启下，展示本文的研究目的和亮点所在，应多用事实数据说话，少加个人主观臆断，篇幅要短。Conclusion 是通过数据分析最后可以得到什么重要结论和启示，不需要再重复实验细节。在英文写作中，摘要用一般现在时态，结论多用现在完成时。

写作次序

首先需要有一个初步的大纲，科技论文的大纲也就是上边所提的科技论文的结构，它像八股文一样，是一个比较固定的格式。这里面指的大纲指的是写作内容方面，要根据具体的情况，将要写的内容梳理成一个合适的逻辑关系。如上边的图 2 所示，就是“如何写”大纲的一个例子。写作一开始的时候，需要草拟勾画出一个大纲，然后按照次序去写，这样才不会乱。文章写成之后，这个大纲可能会有一些调整，需要理顺各个部分的逻辑关系，做一些细致的微调。这是一个思考的过程，需要精选手头已有的资料，及其未来要收集的资料（下面描述的灰色方块的方法），仔细揣摩，严谨的衔接各个部分的内容。

在写作的次序上，虽然一篇论文的顺序是①Abstract-②Introduction-③Experiment-④Results&Discussion-⑤Conclusions 或者①-②-④-③-⑤，但实际操作时应先写的、最容易下笔的是③Experiment，它其实相当于写实验报告，记不需动脑的流水账。与此同步进行的就是②Introduction，而①Abstract 一般放在最后写。以下是推荐的普适性的论文写作顺序：

1. 写③Experiment;
2. 写②Introduction;
3. 写①Abstract，即摘要，一般的写作次序为 why + what + how+ (more what);
4. 写标题。

写科技论文要先做加法，再做减法。也就是要先能写出“很啰嗦”的论文，先把事情说明白、讲的尽量清楚，然后在文字上的润色与提炼，句子上面做整合与删减，即“减法”。

写作的策略

“灰色方块”

就是在缺乏数据的情况下做到“无中生有”。写书、作文时，在内容尚未确定、实验结果尚不清晰之处，可以先用灰色方块来占位，待素材齐备后，再向内填补。在数据不全的情况下，为了先把文章“编”出来，就可以采用这个办法，就像高考当中，如果第七道题做不出来，可以

先做第八道，第九道，然后再回来做第七道。这也是工程学领域做科研的一个技巧。其中的潜台词是：不能因为此处的空缺打断论文的推进，可以先把后续的内容做完，再返回继续这一部分。譬如，杨定一在写作《静坐的科学医学与心灵之旅》一书时，由当时正在哈佛读书的女儿杨元宁为其写序，用的就是此法。即撰写科技论文时，在内容不太确定之处，用灰色方块代替杨定一在演讲时引用的补充资料，然后继续下文。灰色方块里的具体内容，等结果出炉并且 verify 后再添加，这也是哈佛人常用的一个方法。这就是写科学论文的一个常用方法，先“挖坑”再“种萝卜”。

积少成多，集腋成裘

科技论文很少是一气呵成、一挥而就的，除非是大师们所写的综述类文章，往往给人一种才华横溢、厚积薄发和行云流水一般的感觉。成都的科技论文，尤其是报道新结果的、具体工作的科技文章，大多是积少成多、反复推敲、修修补补而写成的，即便是使用“灰色方块”，也依然要等到灰色方块的内容明了之后，整篇文章才可付诸发表。

所以，做科研工作、做工程技术的研究者，在平时就要养成勤于写作的习惯，定期的、以规范系统的写作方式对工作做阶段性总结。按照规范的勤于写作和总结不仅对于论文的工作进度及其研究方向的把握很有裨益，对于最后大论文的写作也很有帮助，只需要将现有的整段内容填在大论文的相关处，然后做相关的调整，从而使各部分连贯就成为完整的章节了。

写作的压力 & 分段写法

有一些同学在面对科技论文写作的时候会有一种恐惧症，一想到有这么多的字、这么多的内容，往往会产生心理压力及其拖延症，觉得要做的东西太多、有难度、难以下笔，这里推荐用“分段论”的方法来缓解写作的心理压力，分段的写法指的是，开始写作前，人们总是容易联想到“需要阅读一百篇文献和码出至少五千字”，而刹那间压力倍增，不知从何入手。事实上，可以把文章细分成一个个小节，在对文章进行细分后，就可以着手写作每个小段落了，此时作者所要考虑的仅仅是针对某段中某个具体方法的具体参数进行讨论，这样就简化了任务，可以高效完成且没有太大的压力。这就是分段论的方法，大事化小，各个击破。

做科研工作、写科技论文都是需要付出代价的，要付出时间和脑力，在这个过程中需要合理安排进程，妥善处理心理压力带来的拖延症。

写作的连贯性

指的是我们在撰写 A 问题时不要思考 B 问题。这里有两种可能的状况：其一，写作 A 问题时发现了对 B 问题有用的材料；或者，写作 A 问题时发现了 B 问题存在的错误、疏漏或其他。这时，不要停下进行中的思路，只需用便签备注一下，然后继续对 A 问题的写作直至完成，再回过头来整理 B 问题。

换言之，在每一具体阶段，我们应当框定综述的问题，缩小范围。应避免放任写作思路“随兴所至”，想到什么写什么，而偏离了方向、损失了重点。这也许是一种写作习惯，导致写作的内容当中逻辑不连贯，重读写过的内容也可以纠正这些不连贯性。

关于文章的自检

重读自己刚刚写过的文章，目的在于检查写作的错误、理顺逻辑关系、使语句和文字更加精致，其重读的过程可以分为精读和快读两种，所谓快读就是像阅读小说一样，体验它的流畅感。精度就是要检查写作当中的一些错误，删减一些重复的话。重读是一个自检的过程，可以改正一些低级的错误。对于每一个写作工作者来说，在投稿之前，都需要留出两天的时间，每天认真的读一遍，然后再投稿。

关于查重

和其他的文章造成重复的部分主要是引言的部分，在引用别人工作的时候，要避免整段整句的引用，很多编辑采用知网作为查重平台。知网的标准是以“连续 13 个字符相同为重复”，而且“的”“了”之类的虚词不算。因此在引用他人文献时，需要避免连续引用 13 个字，比如可以改变句子书写的次序。要分清引用和抄袭的区别，在科技论文的写作当中，必须要有自己的内容，基本的方法、结论和手段应该属于原创，具有自己的特点，论文的内容必须是自己的，而不应该是抄袭，这也是查重的本意。查重所说的是在引用别人工作的时候，需要注意的事项。

杂项

如何查找参考文献

这里边介绍百度学术来帮助参考文献的寻找和引用。借助百度学术，即网址 <http://xueshu.baidu.com/>，可以方便地搜寻参考文献，并快捷地拷贝引用所需的格式，置于论文末尾的参考文献清单。要注意引用的格式，一般科技论文要采用 APA 的格式，还要根据期刊的具体格式内容做相应的调整。另外值得注意的是，在文献引用过程中，对于自己工作的引用及自引，仅限于在非重复性研究的基础上进行适度引用，这样可以呈现出研究工作的连续性。

如何绘制科学曲线

有研究表明，人脑对于视觉内容的处理速度比文字内容快 60000 倍，图片或曲线更容易让读者理解你所表达的内容。在科技论文中，一张图应该包含三项内容：图本身、图下的文字注释、和原文中关于图的说明。后二者解释了这张图是什么、这张图表达了什么。

科学论文图表的主要制作原则，是规范、简单、美观，图和曲线的本身及其图例要清晰可见、有自明性，突出其含义和所要表达的中心信息。1.关于图表布局，图中文字的大小及颜色、线条的类型及颜色、标识、图表类型等元素的选择需符合出版规范，它们需要根据数据及图表的

尺寸来设计，保证图中的内容清晰明了，不易混肴；2.关于信息挖掘与数据处理。与记录科学实验的过程不同，信息要经历深化与提炼，要突出重点，因此图线不应画得太过复杂，不相关的内容需加以剔除，去粗取精。如果论文图表包含的数据信息过多（尤其是与你要说明的重点的不太相关的数据信息），则很难让读者在短时间内（这点在 PPT 中体现得尤为明显）理解其所要表达的思想。就下图来看，左图就是一个反例，右图就更易理解。我们以此为例，具体解释一下前文所述的曲线的三项内容：曲线本身、曲线下面的文字、原文中关于曲线的说明。前二者分别参见下图及其文字注释，而原文中关于曲线的说明可以这样撰写：

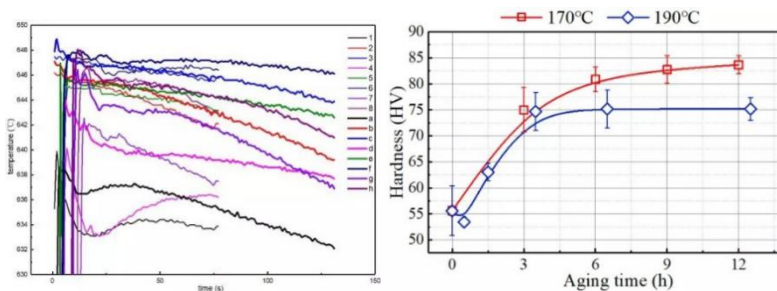


图 3 在不同的温度下，材料的硬度与老化时间的对应关系。

对于这三项内容的学习，最好的办法还是“照葫芦画瓢”，精读一篇你所在的行业中的标准论文，找一条关键的曲线（需要包含以上的内容），仔细研究揣摩，吃透它们的写法，包括专业术语规范，必要的时候可以采用手书抄写的方法。

在曲线绘制领域，Origin 和 Excel 是最为常用的绘图软件。通常来说，建议使用 Excel 进行数据处理，配合使用 origin 进行绘图。虽然 Origin 也能处理数据，但是相比之下，Excel 更方便操作，更为简易和直观，因此宜用 Excel 做数据挖掘等处理，再将整理好的数据导入或复制到 origin 中绘图。此外，学会使用 Origin 等的模板功能，可以提高画图效率，并保证多张同类图片的一致性，统一图片间的配色、字体、线型等元素。具体操作方法可以参照此网站²。希望读者注意，使用 word，使用 Excel 和 origin,使用 Ppt，是科技论文撰写和讲演的三大必要工具,应该在大一本科的时候就要予以培养。

使用 WORD 写文章的方法及视频演示

网络上可以找到很多使用 Word 写文章的教程，相关视频往往十分冗长。而上面介绍的这个链接，利用真实案例，以视频的形式演示了一篇科技论文成形的全过程。视频很短，但很实用，对照着操作几遍，就可以习得一些基本但重要的写作技巧了。工欲善其事，必先利其器，这些基础操作的使用率很高，掌握了它们，研究者未来的科研工作将达到事半功倍的效果。

² 如何使用 Excel 和 origin 绘制科学曲线，如何使用 Word 写科技论文
<http://km2000.us/mywritings/plotscientificcurve.html> 内含视频与 pdf 文件

谁来看

不同的人读你的文章会有不同的角度，不同的观点。下面这张图形象的表现出了这一点。



图 4 在不同人眼中，对论文的评价

很多初学作者的学生，自己读自己论文的时候，往往会感觉不错。问一下周边的同学，可能还觉得写的真棒，因为他们可能在阅读的时候，不一定会十分仔细，另一方面其自身经验也尚有不足，因此难以发现文章存在的问题。导师看你的论文时往往会仔细阅读，加之导师在这方面的经验比较丰富，能够发现论文中存在的问题。

写文章最终目的当然是为了和大家分享成果，促进科技的进步。一是将你认为有价值的东西介绍给大众，例如你的研究成果，或是你看到的别人的工作，希望能够得到应用；二是以此反映你的研究水平和研究兴趣，希望能够得到学界的肯定。从这两个角度来确定你的观众，一种是能够运用这篇论文结论的人，另一种就是该研究领域内的专家。对于前者，写作时语言就要偏向于“下里巴人”一点，以便你的观众更容易理解和运用；对于后者，则需要“阳春白雪”一些，以便能够体现出你的论文研究的专业性。

写文章的直接的目的是为了发表，所以必须还要了解编辑和审稿人的心理：他们会关心哪一点，哪些是这个文章的亮点？他们决定了稿件的录用与否，所谓知己知彼，百战不殆。

对编辑和评审专家来说，他们的大部分工作都是在一遍又一遍读类似的东西，他们也很想眼前一亮，看到有趣的、不同寻常的东西，好玩的东西。所以，前提还是你得做出了真真切切的新发现，并且表述方法标新立异。要从写作的角度上面下功夫，要在论文的标题、摘要和引言的部分多花一些心思。从评审角度来看，主要考察四个方面：首先，你的论文是否有一个显著的贡献；其次是论文的可读性，是否易于理解；再者，论文内容和刊物的主题是否合拍，对这一点，要求作者在投稿时需要分析清楚所投期刊的性质以及定位，投准期刊。在行文方面，最好是根据这个刊物的行文格式来写你的论文。大部分期刊都会有投稿的模板，其实最好的办法还是下载一篇以前发表过的论文，“照葫芦画瓢”。

就评审的结果来看，主要有三种情况：第一种是需要进行修订，很少会碰到不需修改就直接发表，除非是大师级的邀稿文章，绝大多数人得到的意见都是要做一些微小的调整，这个反馈是比较正面的，也就是说对发表文章内容的认可。第二种情况是需要大改，主要的原因，或者是因为数据不全，造成逻辑关系的断层；或者是写作存在的太多的问题，论文在材料组织等方面不够完善，论文内容水平不达标，论文写作不合规，达不到出版的标准。对于这两类的意见，本文上述的一些建议就值得参考了。第三种是被直接退稿，这个常常是因为文章内容的问题，是文章的论点和论据的问题，文章的立意欠佳、论据不充分。

根据编辑和评审专家在评价时的侧重点，在论文写作上要把握两个平衡。第一个是要处理好文章的详略平衡。在科技论文中，你的核心只需要一件事就够了，就是要集中讲一个有趣的故事，不要论点太多。你不可能在一件事情中把所有东西都讲出来，你不能把所有细节、所有失败的经验、论文第三合作者、实验方法的细节等都塞进去，科技论文的写作是要经过提炼的，要处理好简繁之间的平衡。一个科技论文当中，其中至少有一条曲线（图、表）是关键点，其它的为辅助，这条曲线是支持论点的主要的论据。第二个是要处理好意义和工作量的平衡。对于特定行业而言，如果论文的工作有重要的突破，在这个行业其成果的意义很大，那么把这个亮点讲透就可以了；如果成果的意义一般，就需要有足够的工作量做添补，例如篇幅要够、数据量要足、论证要充分，对于写作要求也偏高一些：论点和论据的逻辑关系要清晰，论文的通顺性好、可读性强，文笔要好、数据呈现要漂亮，科技刊物登载你的文章会觉得有面子，这是任何一家科技刊物编辑心里的潜台词。

结论

撰写一篇科技论文，第1步是准备工作，第2步是“知己”，第3步是“知彼”。

1. 准备工作包括如何读、如何做。读的目的是学习如何写、做的目的则是为了言之有物。为了写作而读，重点在于“精读成精”，这里边有三个关键词：抄写、朗读、重复，也就是重复性的对一篇范文进行有针对性的抄写以及朗读，从而体会它的写作精神、写作方法与写作规则。关于如何做这部分，文科和理科是不太一样的，一个是文作（zuō）、一个是理做，一个是用心和头脑、一个是要用手和身心。文科的作，这个作字读 zuō 音，不 zuò 不足以“哗众取宠”。而理科的重点在理性和做事，尽管也需要创新和猎奇。

2. 知己就是做好自己。也就是如何把文章写好。要了解论文结构，包含标题、摘要、正文等等，和它们的写作方法；要理顺论文的逻辑关系，使文章有可读性；操作软件的使用规范，包括如何用 word 按规范撰写和编辑文章、用 origin+excel 绘制曲线，参考文献的引用网站等。杂项包括写作过程当中的一些常见问题和应对策略，比如灰色方块儿、写作的心理压力与分段论等等。

3. 知彼就是要知道编辑和审稿人的状况。文章的对象是什么？谁会读这个东西？他们会关心哪一点？哪些是这个文章的亮点？如何根据编辑和省等人的心理做行文方面的调整。

致谢

论文中参考了以下学者对于科技论文写作的点点滴滴的以及得到了他们的启发,在此致以深深的谢意:王泛森院士,清华大学彭明辉教授、施一公教授,清华大学唐林楷同学,上海交通大学蔡葆昉同学、梅春练同学、张晴晴同学,美国佐治亚大学胡立德教授,哈佛大学杨元宁同学及令尊杨定一先生,纳米人编辑部,微信公众号毕导。

参考文献

- 1.袁晓燕. 怎样撰写科技论文[J]. 长沙大学学报, 19.2(2005):91-93.
- 2.任大志. 对科技论文写作的几个问题的探讨[J]. 武汉大学学报(理学版), 2003, 49(5).
2. Becker. 社会科学学术写作规范与技巧 如何撰写论文和著作[M]. 高等教育出版社, 2012.
3. 韦凤年. 怎样写科技论文[J]. 河南水利与南水北调, 2006(9):37-39.
4. 孙娴嫒. 怎样写科技论文[J]. 原子能科学技术, 1981(6).
5. 刘涛. 谈谈学生如何写科技论文[J]. 西南科技大学高教研究, 2004(4):51-54.
6. 夏镇华. 科技论文撰写参考[M]. 国防工业出版社, 2009.
7. 郭爱民. 研究生科技论文写作[M]. 东北大学出版社, 2008.
8. 钱苏鸣, 王维焱. “综述”类文章的共性问题——兼对 410 篇综述稿的分析[J]. 科技与出版, 2007(2).
9. Geng H , Lin T , Letha A J , et al. Advanced passivation techniques for Si solar cells with high- κ dielectric materials[J]. Applied Physics Letters, 2014, 105(12):123905.