如何做研究

张真诚

逢甲大学学术讲座教授

国立中正大学荣誉教授

俗语说「事半功倍」，指的是不论做什么事情，只要方法对了，必定可以用最少的力气完成最多的工作。举例来说，今天如果要开发一套银行的跨行连线作业系统，这套系统除了要能应付银行间业务的往来作业之外，还得拥有让众多顾客在任何地方的自动柜员机都能进行跨行提款、转帐等交易的功能，这中间所牵涉的层面除计算机专业外，尚有顾客行为、业务管理、组织策略等，各环节间环环相扣，显现出「事」、「功」之间的高度复杂关系。所以，要完成这复杂庞大的任务，「事」与「功」的分析与执行是首要工作。如在起始，即单纯认为可以由一、二位程序设计高手独立完成，忽略其它环节，随后衍生的问题，恐怕不是「事倍功半」的懊恼可以一言说尽。相反的，如一开始即选对方法，有一个非常周详完善的系统分析与设计，而整个项目的管控也有一套完备的管理制度，那即便这套系统或有未见完善之处，也仍能有效率地推展完成，进而从容改进，并达到超乎预期的良好质量要求。这就是我们一开始所谈到的「事半功倍」。

做研究也是一样的，要有一套正确的方法，就可以达到「事半功倍」的效果。然而，也许有人会质疑说，做研究是非常困难的一件事，需要有非常广博的知识、坚实的学理根基才行。其实不然，本文中，我们将介绍给读者做研究的方法与技巧，希望对于有兴趣从事学术研究的读者们能有正面的帮助。

本文中，我们将先介绍做研究的动机与研究类别，期望能让初学研究的人有初步的了解。接着是本文的重点——研究的要领及方法，其中我们介绍了许多做研究的技巧，并且也简单地描述了如何撰写研究报告，把研究成果完整且有效地呈现出来。最后我们简单地介绍一些对做研究有所帮助的工具。

一、研究动机

每一个做研究的人均有着不同的动机。一般人的研究动机大致可分为下列几种：追求学位、升等、个人兴趣及工作需要。研究的动机可能因人、因时、因地而异，但无论如何，这些都是促使他们努力从事研究以达人生目标的最大动力。

1 学位

学生们做研究多半是为了要取得硕士或博士学位，这也是大多数从事学术研究的同学们所必须通过的最基本考验；但也因硕士或博士学位的不同，而有不同的阶段性要求。总的来说，学习如何做研究及撰写研究报告是第一学习重点，尤其是硕士班研究生在这方面的训练是绝对必要的，而博士班研究生的研究成果，则通常被要求必须要达到一定的国际水平才行。

2 升等

大学法规定，大学教师的升迁，学术著作有无是最基本的审查指标。有些大学教师虽没有硕、博士学位，但若其研究成果能达到审查标准，照样可以升等为副教授或教授。所以，研究之于教师升等，就好像水之于鱼，对于学术领域的同仁们而言是绝对重要的。

3 兴趣

有些人对于从事研究工作可以到废寝忘食的地步，多半这种人都沈浸在研究发明的乐趣上，个人对做研究的兴趣远远大于其它的研究动机。通常这些人的研究成果比较丰硕，而且能够不间断、持之以恒。所以说，任何人如果能够培养出做研究的兴趣，对于研究成果的产生与累积肯定有所帮助。

4 工作

以高科技公司中研究单位的工作人员而言，促使他们进行研究的动机与工作上的需求有着必然关系。不论他们的研究是在于开发新产品、新技术或是研发关键性的零组件等等，他们的研究重点不外乎是将研究成果商品化，为公司带来商业利益。这种研究成果营利化的目标导向，是营利事业与学术研究机构间最大差异之处。

二、研究类别

研究的类别指的是研究问题本身的属性。有些研究是他人研究成果的独立验证，或探讨其研究成果在不同条件或环境下的适用性；而有些研究则是基础性的科学研究，探讨的是理论的架构；有些则是新技术的研发。综合各种研究内容，可略将其分类如下：

1 重做（Redo）

此种研究类别，主要的研究重点是将别人的研究成果，试试看可否适用于其它的条件或环境。例如在小白老鼠身上通过实验所研发出来的新药物，就可以拿来研究是否适用于人类身上，或者进一步研究该药物是否有其它的副作用等。这类的研究工作泰半着重在实验的设计与验证工作上，我们在教学上也常见到教授指导学生从事这类型的研究工作，算是已发展理论或实验的重复性验证，有着教学与研究相辅相成的效益。

2 实现

一般产业所从事的研究工作多半在将研究成果（也许是别人所发展的成果）具体化成为可用的商品，强调的是产品的制造或制程的改良与优化，也就是针对产出过程中所遭遇到的问题，进一步思考解决，此类解决方案通常具有发表论文的价值。另外，使其商品具有可用性，即发展其商业价值之研究，也是深具学术价值的研究之一。例如半导体产业所着重的“制程”即是该产业所研究的重点，因为它所牵涉到的是产能与质量两大关乎公司竞争力与营利能力的关键，向来也是产业愿意斥资研究的因素。

3 解决问题

从事学术研究的研究人员，其研究的题目大都是针对某一问题提出自已的解决方法，而这些问题也多半是已存在且具有相当的重要性。倘若问题是由自己所提出，则必须进一步加以审视该问题本身是否具有关键性、重要性。此外，研究者本身学术地位之高低与否，也会影响到外界对问题的重视程度。因此我们通常不鼓励学生自己提出新问题，而只须针对现有问题研提解决辨法，例如：排序问题，到目前虽然已经有许多的方法被提出，但如果研究者可以提出一个在某些条件下，优于现有其它方法的排序算法，也是一种具有学术价值的研究。

三、研究要领及方法

在这一节中，我们将叙述几个做研究的方法与要领，重要的是，这些要领其实都不是非常困难的，只要谨记，相信在从事研究时会有一些帮助。

¨ **脑筋要清楚**

脑筋清楚指的是你要非常清楚你正在研究的问题为何，以及针对这个问题现有的研究成果为何。通常我们可以从别人论文的简介（introduction）中看出该论文所研究的问题及其背景，也可以从中得知现有的研究状况，并从该论文所提出的相关参考文献归纳出已被提出的方法与效果（performance），进而得以思考有无改进的空间，或者发现原作者的看法是否有不足或不当之处。从这些角度加以思考，都有助于找到新的研究方向与题目。因此充分了解研究问题本身，是做好研究的第一步，也是最重要的一步。而要训练如何很快地认清研究问题，最简单的方法是多找一些标竿期刊刊登的研究论文并加以研读。通常这些好的期刊对论文质量的要求较高，论文中对于研究问题的描述也较完整且适当，这也是为什么我们通常会要求学生多研读高质量论文的原因之一。

¨ **方法要简单**

如之前所提，做研究不外乎是要想出解决问题的方法，但方法人人会想，且各有巧妙不同。如果我们仔细回顾一些杰出的研究，我们会发现其实大部份所提出的方法都是相当的简单，如算法中的气泡排序法（bubble sort），即是一个很好的例子。又如在密码学中最为有名的公开金钥密码系统 RSA，也是一种相当简单的方法，而且有效。这类方法，发表之初，总让人有搔首难解的哗然，然在你了解个中原委，并体会到其中让人拍案叫绝的奥妙后，你不得不佩服作者的聪明过人，震憾于“简单”之看似容易实则不易。这样的体会经验，再加上方法简单容易牢记在心，像口袋里的铜板，掌握性高，尔后当你面对问题，百思不得其解时，它都是促使任何可能性解决方案跃出的源头。所此我们建议读者在从事研究的时候应当谨记“简单就好”（simple is good），而不要自囿于不自觉的复杂化思考，因为方法复杂通常也意味着效能不会太好，研究成果自然也比较不容易撰写，论及发表也就更形不易。

¨ **自然为美**

有许多人常会抱怨说想不出好的方法来，其实这是很正常的，但如果我们可以藉由身边的事物来寻找灵感，或许可以帮助你想出相当巧妙的方法来。人们常以「巧夺天工」来赞叹一件美好的事物，指的就是那美好的事物有如自然形成一般的美妙。又诗人也常说「大块假我以文章」，指的也就是说大自然常常可以启发他们的创作灵感。因此做研究也同样可以效法自然，从自然界中寻找解决方法的灵感实在不失为一个好的方法，如在数据结构中最常被使用的树状结构（tree structure）即是一个例子，尤其是二元树（binary tree）更是简单而且又有效率。

¨ 举一反三

国际商业机器公司（IBM）对其员工的基本要求是一思考（think），他们希望每一位员工，不论是主管或职员均能养成思考的习惯，凡事能够一再的思考，如此一来可以减少错误的产生，二来也可以有效提高生产力。做研究也是一样，尤其是在研读他人的方法时，我们必须以推敲的心态，让思考的触角多方伸展，像是作者采用此法的思考点、背后动机、是不是有更好的作法与联想等，如此长久下来必定可以养成时时思考的好习惯。之后当你面对不同问题时，便可以直觉性的掌握住问题重点，进而可以很快地朝有效的解决途径迈进。 我们必须认知到，所有的研究成果都是思考下的产物，除非是抄袭他作，否则从事研究免不了一定要动脑筋思考，而当你有了随时思考的习惯之后，思路会更加顺畅，这对于做出好的研究成果是绝对有所帮助的。

¨ 品质至上

“Quality is the way of our life” 这句话同样是出自 IBM，意思是说”质量是我们的生存之道”。在激烈的商业竞争活动中，顾客对产品信赖度的建立，取决于产品质量，谁也不会甘心使用劣质产品。做研究也是一样，你所想出来的方法绝对不要花拳绣腿，倘若长期研究表现不佳，肯定会被定位为无高质量的研究人员。再谈到研究的最终目的，是研究成果发表与广为接受运用，孤芳自赏并不是做研究该有的心态，因此如何将你的研究成果透过高质量的写作将之公诸于世是非常重要的，而没有缮打、文法、数学符号及标点符号错误等则是最最

基本的要求，至于文章的内容要如何架构、描述，有兴趣的读者可以参考作者另一篇文章“撰写科技研究论文之要领”【1】，其中详述了一般人在撰写研究论文时常犯的错误。

¨ **选对主题**

每个人都应该根据自已本身的研究环境谨慎选择研究主题，例如经费不是非常充足时，就不要去选择需要昂贵的研究设备才可进行的研究题目。如执意进行，可预期的，研究将落入无法顺利推动的窘境，即便是以克难方式勉力完成，其成果通常也难被接受。至于如何选择研究主题，方法其实很简单，首先是先往自已有兴趣的领域寻找，毕竟做自已有兴趣的事会来的比较有冲劲，倘若对研究领域毫无概念的话，则应该请指导教授给予协助，建议研究方向。第二个方法是应该选择比较容易发表研究成果的主题，也就是选择期刊杂志或国际会议比较愿意接受的题目。根据调查，大部份的学术论文不被接受刊登的主要原因除了成果不理想外，研究主题不符该期刊性质而被拒绝刊出也是主因之一。因此研究主题与期刊特性越吻合，稿件获受理的可能性越高，相对的研究成果就会有比较多的机会被接受，进而刊登，如此一来也就较容易达成你做研究的目标。

¨ **胡思乱想**

当我们很专注地在思考某一个问题时，常常很容易会陷入某些思绪的框框中而无法自拔，自然也就难以想出好的方法来。其实思考是有法可循的，例如逆向思考法就是一个简单而且常用的方法，尤其是在陷入思绪泥沼中时特别有效。动脑思考其实是活化思想的开端，并不必太过执着于某些方法或原则，任何天马行空的想法都可以自由自在的发生。要相信在看似无序的胡思乱想后，所获得灵感往往是更为巧妙。

¨ **移花接木**

当接触过很多研究题目后，你不难发现其中所探讨的问题有许多在本质是非常相似的，因此倘若你对某个问题，已经知道或已经发展出有效解决方法时，就可以将它移转或运用到其它类似的问题上，这种做法是获得成果的最快途径，就像移花接木般，可以很快地创造出

不一样的果实。然成功的移花接木，有赖于丰富经验的累积与吞吐，才可以左右逢源、运用自如。

¨ 要快、要好

一个有趣或有名的问题，其寻求解答之路，通常会吸引众多研究人员的关注与加入，而解答之方，也往往互有雷同。所以研究成果能否率先发表，不失先机，是研究人员卯足全力的目标。因此除非你研究的问题是自己所创见的，我们建议研究的步伐要尽量快，否则刚好你所想出的方法别人也同样想到，而你的研究作业比人家慢的话，那么你的研究成果将有相当大的可能性无法发表出去，因而白白浪费了你辛勤的努力。

总之，为免有上开扼腕之叹，我们一定要有最坏的打算，有最卖力的作为，砥砺自己更积极地完成研究。

¨ 随手札记

我们鼓励要随时多多思考，只要一有空即可针对你正着手解决的问题加以思考。多重开阔的思路活动，往往是宝贵灵感的蕴酿，也往往有着电光火石般瞬间的惊奇，而这珍贵的奇想，也常常是解决问题的妙方，如没能记下，通常不用多久也就给忘了，之后懊恼于这不复记忆的损失。虽然不见得每次都能想出好方法来，但我们宁可多记，也不要错失任何一个良机。因此有必要养成随手作笔记的习惯，这是从事研究工作者应该保有的一个好习惯。

¨ 红花绿叶

倘若你所发展的方法并非完全是原创性，也就是说先前已经有人提出类似的方法时，在撰写研究报告时一定要将别人的方法详细的回顾，并分析与你所提出的方法有那些差异性、优缺点为何，同时设法将你的方法的优点凸显出来，而不是仅作描述。仅作描述，就算你的方法有多么的好，恐怕也难以被人们接受，这也就是所谓红花还须绿叶陪衬的道理。

¨ 密集安打

做研究要像磨刀一样，越磨越利。如果做研究没能持续不断的话，每一次的研究都会令你倍感吃力；反之，则会让你越来越有如鱼得水般的顺手。因此我们非常期许研究者了解「研

究的棒球哲学」，从事研究应像打棒球一样，密集的安打才能够有效的得到最多的分数，光要靠全垒打来赢得胜利是比较难以期待的。

¨ 锲而不舍

当你辛辛苦苦的完成了一篇研究论文，并且把它投到期刊杂志社后，通常会心怀期待，希望他们可以接受你的论文，然而有时是事与愿违，而许多人在受到被退稿的挫折后，则常有放弃该篇论文的直觉性冲动。其实我们不应该有此消极的想法，而是应该积极的根据审查者给你的意见仔细地修改后，再重新投到其它适合这篇论文的期刊或会议上，千万不要白白地浪费了你辛勤努力的成果。

¨ 投稿要准

如上所述，论文之所以不被接受多半是因为不符合期刊所要求的主题，因此针对你所研究的主题慎选投稿对象是很重要的事。然而如果你所发表的成果贡献度不是非常高的话，就不须要把它投到一流的期刊杂志，因为这些期刊的审查作业是相当相当仔细的，会耗费很多时间。至于投稿期刊之判断与决定，则要靠经验帮助才行。

¨ 专注研究领域

在你慎选一个研究领域之后，必须持之以恒的在此一领域从事研究，避免俗话说的「沾酱油(闽南语)」，毕竟要深入一个研究领域绝非一蹴可及，蜻蜓点水是很难获杰出成果。当然我

们也发现有许多跨领域的杰出案例，但究其脉络，我们可以明白这些卓越人士最初还是以深入单一领域为基础，多在该领域据有相当丰硕的研究成果，学术地位受人推崇后，他在跨学术领域上的企图也才为人所肯定。因此，长期专注某一研究领域，一则因已汲取了许多宝贵经验，可更容易扩展研究的方向与主题，二来也不会让人诟病为「炒冷饭」，老是做相类似的研究。所以专注研究领域，实是扩展研究领域与方向的基石。

¨ 信心

做任何事情，只要有信心大概就可以成功一半了。做研究时，常常须要想一些方法来解决问题，缺乏自信的人，往往稍遇阻碍或略受挫折，就归咎于自己能力不足，常常在思考未

果之后索性就干脆放弃了，前功尽弃实在相当可惜；反观对自己有信心的人，在同样的情形下，则会一而再的思考，决不轻言放弃，因此终能得到好的结果，这就是信心生力量的最佳写照。

¨ 诚实

学术研究最忌讳的事就是抄袭，学术信用表现在宁可没有论文发表，也不要将他人成果据为己有的坚持上。倘若真有抄袭之行径，就像为自己埋下一颗无预警的定时炸弹，随时都可能会令你信用破产，有无法立足于学术界之虞。另外，要注意的是“抄袭”的定义，小至抄袭别人文章中的一段话也是被禁止的，如有引用他人的句子，一定要注明出处，这都是著作权的基本观念。要特别注意的是，即便是自己论文中的句子，也不可以直接用在自己别的文章中，这是另一种抄袭的行为。因此我们常要求学生连自己以前的论文内容也绝不可以照抄。

最后，我们要向读者们介绍有助于做研究的工具。首先是“数学”，这也许是大部份人所害怕的一门学问。然而是不是数学不灵光的人就无法从事研究，也不尽然，把需要数学证明的部份请专家帮忙，是一种因应之道，还是可以做出好的研究，但毕竟须要假他人之手。如果真的对数学毫无概念的话，如前所述，可以选择本质上较不需繁琐数学推理或较具实验性质的研究题目。但总之，数学能力的培养，因其逻辑性思维训练，绝对可以让你做起研究来比较得心应手。

再者，如前所言，研究的最终目的在成果发表。完成研究成果的发表，才算研究历程的完整终结。在国际化的浪潮下，以英文撰写研究论文是不可避免的，因此英文能力的培养，对于论文的发表有其绝对的帮助。或许有人会因年纪太大，已过了适合学习外语的时期，而裹足不前。其实只要有恒心的练习，如每天听广播教学或常收听外语广播节目，对于听力的增进是可以预期的。至于写作方面，勤于练习应是不二法门，尤其是科技类研究报告，目的在让全世界的人都看得懂，清楚明白为要，所以在英文词汇及写作技巧的要求上，不若英文文学论述的标准来得严苛，越白话反而越好。

综合以上各个对于如何做好研究的要领及方法，期能对于有兴趣从事学术研究的读者们有所帮助。最后诚如俗话所言「坐而言不如起而行」，如果没有身体力行，光知道这些要领只会流于形式，也就不会产生任何效果。

参考文献

1. 张真诚，张镇驿（2000）：撰写科技研究论文之要领

撰写科技研究论文之要领

国立中正大学资讯工程研究所教授 张真诚
逢甲大学资讯工程研究所 张镇驿

撰写一篇论文就是把我们的想法藉由文字的表达而传递给读者。以行销观点来看， 这论文就如同产品，它的卖点在于论文中欲传达的知识，而在产品卖出前，我们应以如何让产品卖点在形成后有其独特性且为人接受为重要思考，所以论文的内容必须丰富、论点必须扎实、写法必须简单。撰写一篇论文大略应包含下列内容：

1.题目
2.摘要
3.导论
4.回顾
5.主体
6.理论分析
7.实验
8.讨论
9.结论
10.参考文献
11.附录
图表
关键词
作者

上述第一部份到第十一部份为论文的主体架构，而图表、关键词与作者则是一些必须注意的细节，针对以上各个部分，我们分述如下：

一、题目：

一篇论文的题目旨在告诉读者这篇论文在谈论些什么事，并间或为其主要研究成果提出暗示，因此题目就是你论文的招牌。好的招牌可以引起读者的注意，最起码会让读者有兴趣来阅读你的论文，所以题目的订定非常重要，即使有好的内容而没有好的题目，也会使得整

始至终，完全一致，要用缩写的就从头到尾都缩写，如：Fig. 1，Fig. 2，… Fig.10，或者从头到尾都不缩写，如：Figure 1，Figure 2，…，Figure 10。此外，描述图表的文句不能有句点，因为它不是一句完整的句子。

还有一点很重要，当在描述一个图或一个表的时候，对于描述图或表的句子放置的位置是不一样的，而且都是有固定格式的，当你描述一个图的句子，如 Fig. 1 Public Key Cryptosystem，这段文字一定要放在图的下方，而描述一个表的句子则一定要放在表的上方。

关键词

关键词通常是指这篇论文主要牵涉到哪些知识，通常都是放在摘要与导论之间，而所列出的关键词不要太多，最好不要超过五或六个字词。

作者

一篇论文的作者可能不只一位，有时候会有二位、三位或更多，在作者名字的排列上通常以对论文的贡献度来排列，最有贡献的排在第一位，第二有贡献的排在第二位，并依此类推，而通常是以想出 idea 的人放在第一位，因此名字的排列顺序也是有一定的规则，不能够乱排。

写论文常犯的错误与必须注意的事项：

写论文最基本的要求就是文句通顺，文句不通顺让人读起来味同嚼蜡，是会倒胃口的，此外切忌文法错误，而且拼字要正确，没有必要以太复杂的句子来描述，句子简单就好，所谓 "Simple is Good " 就是写论文的一种艺术，以许多大师的巨作而言，他们的文章里面绝对不会有很困难的句子，大都是以很简单的句子来描述，也因此英文写作水准并不一定要多高才能写英文论文，只要能够好好运用过去学过的英文单字与句型，简捷的叙述，绝对可以达意；此外，每一个句子结尾都应该有句点，而且公式的结束也应该有句点，这一点是写作时常犯的错误必须注意。

论文中所用到的符号必须大小一致，举例而言：如果以大写的 E

来代表效率，则文章中描述相同效率的符号必须全部用大写的 E，不可有些地方写成小写的 e，因为小写的 e 便代表不同的意义了，所以符号的大小写必须一致。此外上下标必须清楚，而且符号尽可能要有意义，让读者一看就知道这个符号代表什么意思，比如说：Efficiency 就是效率的意思，因此可以用 E 来代表效率，比用 A 来代表效率要好记得多了。此外，一些 n-letter word 也是描述符号的好方法，其中以 3-letterword 的使用最为普遍，举例而言：WWW 就代表了 World Wide Web 的意思，CRT 就代表了 Chinese Remainder Theorem 的意思，诸如此类符号，读者一看就可猜出这些符号所代表的意义了。还有一点必须注意，文章中出现的每一个符号都要事先定义，不能突然冒出一个未经定义的符号。

一篇文章只解决一个问题，而且所提出的解决方法要简单，内容要有一定的广度与深度，方法的每一个步骤必须交代清楚，不可一笔带过，此外最好能够引经据典以增加这篇论文的价值，对于所提出的方法要善用例子来做解说，同时评比要客观，尽量从多方的看法来做论述，要看整个面而不要只针对某一点就妄下断语。

写论文最忌抄袭，抄袭的后果将会是非常的严重，别人文章里的句子一句都不能抄，但你可以把它用自己的话改写，如果一定要把别人的句子原封不动的搬进来，则必须要把别人的文章列入参考文献，同时标明这一段话的来源或出处。即使是自己以前的文章，在已经被某家期刊杂志接受后，同样不能抄袭，因为在被接受后版权已经属于那家期刊杂志了。如果抄袭同样也是犯了江湖大忌，因此无论参考什么文章都切忌抄袭。

心得：

多写：

写好论文，方法无它，就是要多写，多写才能熟练写作技巧，并且才能累积许多写论文的经验，等经验丰富了之后，写的文句自然顺畅，所要表达的内容将更能达意。

打铁趁热：

写论文一定要打铁趁热，因为你的写法有可能随着时间而改变，

因此如果写一篇论文的时间过长有可能造成内容无法一气呵成。在两个不同的时候用字遣词是会有差异的，所以要尽可能短时间内赶紧把它写完，不要把时间拖得太久。

抓住一个固定的学习对象：

写论文就如同艺术创作一样，刚开始写文章时可以抓住一个固定的学习对象，学习他写文章的风格，有了模仿的对象后就知道该如何下手，如此一来进步才会快，久而久之，熟能生巧，逐渐地就能衍化出自己的写作风格了。

专注完美，近乎苛求：

最后必须严格要求自己，时时以〝专注完美，近乎苛求〞的准则要求自己，如此一来撰写论文无往不利。