

邁好科學研究的第一步

陳木法

說明：本文源於1997年我寫給女兒的一封信，她當時剛通過博士生資格考試，準備做博士論文。我談了一些科研工作的個人體會。同年在我校研究生入學教育時曾就這一題目作過介紹，並形成現在的版本。隨後幾年，拙文一直作為我校研究生入學教育的主要參考資料之一。2002年應邀在《數學通報》第12期上正式發表。這些年來，此文在互聯網上廣為傳播。

1. 方向與選題

這當然是每一個研究者所面臨的首要問題，許多人因為選錯了門而白白辛苦了一生，我在這方面花費的精力差不多是整個研究工作的四分之一到三分之一。好方向的基本要求是根子要正，即背景清楚，有生命力。需具備三要素之一：或在本學科中有重要地位，或與其它學科有重要聯繫，或有很多應用。並非熱鬧的方向都重要。有不少學科，其熱門方向的壽命很短，三年前的熱門課題，現在再做可能連發表的地方都沒有。1980年代，在我所從事的數學研究領域，在概率論方面，曾有幾個很熱門的方向。我曾投入幾年精力，幸運的是我並未完全投入，因為現在已漸漸冷下來了。回想這段歷程，感受和教益極深。

選方向的方法之一是向大師學習，學習他們的著作，並力爭加以改進。這樣做不僅可以鍛煉自己的能力和才幹，也能瞭解他們的選題手法，有諸多益處。能在大師身邊學習，更是千載難逢的好機會。許許多多的東西，在書本上是學不到的。這些人極少寫如何想問題、如何做數學的文章。能多聽聽他們的課就更好了，言傳身教可獲真傳。絕大多數人都是在老師的指導下才走上研究道路的，完全的無師自通者極為稀少。

多年來，我逐漸形成了選題三原則：一是要別人聽了覺得此題重要，值得做。二是適合學生的特點和擅長：有人善於聯想，有人善於攻堅。須知給學生的選題可能影響學生的一生，因而我總是慎之又慎。三是有利於我們的集體，為一個學生的選題，我常需要三個月的時間，可見多麼艱難。由老師選題，開始時學生往往不能理解為什麼要做這種題，缺乏非做出來不可的積極性，常需較長時間之後才能真正喜歡上老師所提供的方向。偶爾由學生自己找一些題目，然後我告

訴他們哪個可做，因為開始時他們往往不知其價值和深淺。

2. 膽識與信心

“識”是指選題的判斷力，這需要長期的培養和訓練，需要一種數學感覺。古人云：熟讀唐詩三百首，不會做詩也會吟。這裡一方面是說熟能生巧，此乃基本功（後面再細說）。另一方面，是指見多識廣，經驗多了，辨別能力會逐步提高，既要識別好課題，又要能看出是否有條件解決。

“膽”是指膽量和勇氣，我常感到自己在這方面嚴重不足。表現是從未向世界級難題發動攻擊。大約1977年，侯振廷老師¹曾跟我說過，要成“大家”需作大範圍分析（即整體微分幾何）。當年自己覺得是高不可攀，想不到最近還是在這方面做出成果，從這裡，我們看出科學研究中成功的偶然性，並不是事先可全看清楚的，我們的成功使我感受到一種深深的“美”，我體會膽量可以再大一些。這主要來自經驗，差不多所有做出來的東西都簡單，這說明“簡單”乃是本來的屬性，是我們沒有真正理解，誤認為太複雜了。

諺語“藝高人膽大，膽大藝更高”，已表達了膽量與功夫之間的辯證關係，我覺得十分貼切，只是想表達一句：即使是藝不高者，也無妨把膽量放大一些，益處甚多。我們有一位碩士生來自很小的學校，基礎不算好，當初我曾為他能否完成學業捏一把汗，但到目前為止，他們班30名學生中，數他的研究成果最出色，他的可貴之處就在於肯鑽研，堅持不懈。講到我個人與數學結下的不解之緣，也非一朝一夕之功。開始時是為補救算術之差，接著是學好為報答父母、兄弟、姐妹的培養之恩，到後來懂得了為國家為民族的責任，逐步堅定信念。經歷了社會變遷的風風雨雨，多少明白一點人生的價值和拼搏的意義。什麼榮譽、地位，曾經有所激動，也漸漸失色和淡漠，直到完成最近的這批工作，才多少有些解脫之感。覺得畢生的奮鬥沒有徒勞，真是蒼天有眼，予以美好的回報，“努力在我，評價在人”²。自己盡了心力，別人怎麼看怎麼說都隨人家便了。

人們常說現代生活的艱難（當學生時對此不會有多少體會，因為學生的生活極為單純）。在激烈的競爭中求生存、求發展，第一靠實力，而實力需要逐日逐日的拼搏，如同運動員的訓練。其次靠效率，大家擁有的時間一樣多，只有高效率才可能超過別人。所有一切都來自心中的理想，心中有顆紅太陽，必然活得有朝氣。有了遠大抱負，自可有超常毅力，自可超脫諸多世俗。實現理想的主要措施之一應當是周密的計畫，它既設計未來，又鞭策我們每天的進取，實在是必不可缺。

3. 基礎與訓練

作為初起步者，無論做什麼題目，都會覺得難，覺得無從著手，因為缺乏必要的準備和積累。分析我們所遇到的各種困難，無非是這兩個原因：一是基礎不夠，二是你不熟悉它、因而怕

¹侯振挺教授，中南大學數學與統計學院。他在概率論（特別是 Markov Chains 方面）有傑出貢獻。他與北京師範大學的嚴士健教授兩人為本文作者的研究生導師。

²華羅庚先生名言。

它。對於前者，老老實實去補基礎就是了。關於後者，人們經常不能自覺地認識和處理。在老師身邊做，因為總有後臺和退路，顧慮少一些，也沒有多少別的選擇，自然也就熬過來了。對於缺少老師和好環境的人，要做到不畏艱難就非常不容易了。

所說基礎，分為專業基礎和課題基礎兩部分。我們常遇到這一問題，因為每開一個新題目，就得閱讀一批文獻，只不過越走越快一些，並不是一輩子只打基礎。在基礎問題上，常有專與博之爭論，究竟專一些好還是博一些好，我的看法是 以專為主，能博則博之，量力而為。還是要在一個專業、一個課題上搞深、搞透，再轉到別的地方。有了點上成功的經驗再向面上推廣，叫做由點到面，從點開始。點即是根據地，總要有自己的根據地。社會需要的首先是各種行家而不是雜家，人們的認識只能從個別到一般，這些說明要以專為主的道理。然而真正的專離不開博，而以一定的博為基礎。正如人們所說：“功夫全在功夫之外”。例如一個人的品德，對於做學問有極大的影響，很難想像一個品德低劣的人可以做好學問。專與博是一對孿生姐妹，能兩者兼備，便是博大精深之境界。

每一行當都有自己的真功夫，如何練功？那就要做到“拳不離手，曲不離口”。勤於思考，勤於動手，乃研究者之美德，不可輕視點滴的積累。在研究中，所遇到的困難往往就在於小問題之中。所謂眼高手低者正是在這種地方摔跤。平時遇到什麼問題，聽了什麼演講，都要花點時間反覆想想，做些解剖工作。許多演講都是好的，常是研究者多年的心得，要能夠抓住精華，為我所用，實在是一本萬利的事。如果聽完就完了，就變成浪費時間了。在我們的知識結構中，從演講中學到的占相當比例。當然，年輕同志聽演講不易跟上，但還是要盡力去聽，盡力去搞懂、消化。日積月累，常會有恍然大悟之感。另外，與同行的討論也是一種學習的極好方式，許多東西經內行人一點，一通百通，自己看，看半死也不得要領，這就是從師的好處。學什麼課程的好辦法之一是教一次這門課，可惜並不總有這種機會，但從這個意義上講，教書是件好事。我常說要站著讀，而不是趴著讀，即是以研究者的角度看數學而不單是以學生的角度學數學。如同是演員們共同探討如何演好戲，而不是觀眾在評戲，不難理解兩者之間有諸多重大差別。

每當開始一個新課題的時候，常常會感到無從下手。依我看，最好的辦法是從簡單入手，從近乎平凡的具體例子開始，掌握盡可能多的例子，才能有可靠的背景，不至於空洞地泛泛而談，免於走入胡思亂想的歧途。在簡單情形多下些功夫，表面上慢了，太特殊了，但實際上常可產生出（或歸納出）好的、正確的思路，因而加快了研究的步伐。前幾天，我還遇到有位同行所做的一個“漂亮定理”，先前曾給我講過，但我總覺得不對並且也舉出了一些反例，見到文稿後，經一兩個小時核查證明，發現完全錯掉，可惜他已花費一年多的時間。當然，每一位同志都有做錯的時候，人們也可從失敗中學到許多東西。問題在於若無可靠背景（例子），便會走太多的彎路。我從各種具體的例子中所獲得的教益實在太多太多而一言難盡。

有時候實在走投無路了，到其它領域裡去走馬觀花，也可能得到一些啟發。如果還是毫無辦法，只好放一放，將來有思想閃光的時候再回來。另一做法是：正面攻不行走側面，掃掃週邊。

至於更多的方法，還得靠你自己去學習和摸索。

4. 寫作與演講

兩者都充滿藝術，宗旨是要對讀者和聽眾負責。現在，出版業發達（加之有電子通訊的革命性變化），好文章的比例會越來越小，演講是宣傳自己研究成果的主要管道，對自己的發展有極長遠的影響，是每一個人都要認真對待的。

想想看我們是怎麼讀文章的，先看標題是否與自己的興趣有關，如是，則看看摘要有何新結果。如對新結果有興趣，再看看引言或找出有關的新結果，多數人也就到此爲止了，只有極少數的人再去看看或認真研討新結果的證明。由此看出，我們所面對的文章大多是以標題、摘要、引言、證明爲序的，這就是爲什麼我們總把主要結果盡可能寫在前面的道理，也說明哪些部分需多加推敲，這樣做，可節省讀者大量的精力。

寫好文章，對個人的事業極爲重要。如果一位讀者讀了你的一篇文章，下回再見到你的文章也會想再看看，如果人家讀了你的一兩篇文章均留下不好的印象，怎麼可能再去讀你的新作呢？假如你的作品沒人看，那麼未來如何發展？因此，我對待自己的作品，沒有一篇文章的修改少於3遍，總是慎之又慎。記得有位偉人曾說過：“一個人交給社會的作品，如果不是最好的，便是一種犯罪行爲。”我雖然沒能達到這一高度，但從未忘卻這一警句。作品反映人格。從作品中可看出一個人的思想深度、功底的深淺以至於性格特徵。平時毛躁的人，文章中常有小錯。一個思維廣闊的人，他的作品常有較大的跨度。一個功底深厚的人，作品中常有深厚的技巧。有思想深度的人，往往三兩句話擊中要害，閱讀優秀的作品，是一種享受，每一個誠實的人，都會充分肯定前人或別人的成績和貢獻。可惜，弄虛作假、盜用別人成果的事比比皆是。我曾經遇到過4-5次這種情況，搞得我非常惱火。自然，我不便於寫下這些具體的細節。但無論如何，我們必須盡力避免這種錯誤，更不能盜用別人的成果，不能做這種人！另一方面，也要學會保護自己。通常的作法是：論文被雜誌接受之後，再作交流，或者在本行業中，一次發出幾十份，讓大家都知道這是你完成的。

講課要看對象，要留心積累經驗，逐步掌握講課的藝術；演講是類似的，只是更加濃縮。演講對象可分爲20%一般性的，60%中等的，20%專門一些的。倘若如此，演講內容也要適合不同層次的聽眾的需要，這是指大報告，討論班專家的比重大得多。論文報告與上述相似，只是側重於少數結果的介紹。總之，需要嚴密的組織和精心的安排。

我還是第一次寫下這樣稍許系統的材料，希望你能夠用心去體會並切實加以實踐，只有通過反覆多次的實踐，才能多少領悟到做學問的真諦。

本文轉載自《數學通報》2002年第12期第2-3,1頁及《中國數學會通訊》2009年第4期第1-5頁。也見引用地址：<http://blog.sciencenet.cn/blog-54593-304366.html>