

与学生合作开展研究的体会

陈海波

上海交通大学

关键词：导师 - 学生 科研选题

科研活动中一个关键关系是导师与学生间的关系：学生通过与导师的科研指导从一个学科领域的初学者变为一个有一定独立思考能力、创造能力与解决问题能力的研究者，而导师通过与学生合作进一步扩展其对一个学科领域的理解并推动一个学科领域的发展。由于学生个体的独特性，因而个性化、定制化的“导师 - 学生”关系是实现对学生有效指导、实现科研活动具有较好产出（如优秀的学生、原创的系统设计方法与有影响力的系统）的一个重要途径。

大体而言，科学研究可分为面向人类共性问题、面向国家重大需求与面向自由探索等几类。各类研究目标差异很大，方法也各不相同。我自2009年初起先后在复旦大学与上海交通大学与不同类型、不同阶段的学生一起合作在系统软件与系统结构等计算机系统相关领域内开展以自由探索方面的一些研究，期间取得一些成果，也从中收获较多的教训和体会，我也一直在思考如何更好地与学生合作开展研究工作。恰逢担任CCCF专栏编委的南京大学李武军老师邀稿，借此机会将自己的一些思考与体会进行了整理。这些体会有一些已经实践了一段时间，另外一些我和我的同事也正在尝试与改进。

需要说明的是，由于个人经历的局限性，本文所提及的研究特指面向计算机系统领域以自由探索为主的研究，成果主要体现在系统设计方法的论文与原型系统上。在如何参与大团队开展针对国家重大战略需求或者构建具有广泛影响力的系统方面，原斯坦福大学副教授、现洛桑联邦理工学院(EPFL)教授克里斯托(Christos Kozyrakis)在介绍他的研究

方法的PPT中^[1]，通过其在加州大学伯克利分校(UC Berkeley)读博期间参与IRAM^[2]项目的经验，曾分享过参与大团队进行大项目研究的经验，可供大家参考。此外，本文所述观点与做法可能会有偏颇，或与个人风格密切相关，因而并不适用于其他老师或学生。

“导师-学生”关系

“导师 - 学生”可以一定程度上理解为初创公司中的合伙人关系，二者关系一旦确认，则不仅共享成果、同时也分担风险。这也在学术评价体系中有体现，例如在论文、项目等评审中按惯例导师与学生是终身规避的。两者也是互相学习的关系。刚开始学生由于专业背景知识不足，缺乏研究技能，需要导师的指导以进入一个专业领域研究的大门。然而，随着学生研究工作的深入，以及对研究方法技能的逐步掌握，由于其工作的专注性与所花时间通常远超过导师，在所涉及领域的技术细节等方面往往要比导师更加深入。而导师则由于其在博士学习期间对一个或几个专业领域的深入学习与研究，以及在担任教职后与不同的学生合作研究的过程中获取的较广泛的专业知识，在研究方法与经验、方向把握与领域的广度上，一般而言远胜学生。这样导师与学生之间就形成一个较好的良性循环：学生通过更加专注的学习与探索获取专业领域内更加深入的知识与技能，通过与导师进行交流，以及导师进一步进行试验从而使导师可以获取该领域的第一手

与最新的信息，然后导师根据其研究经验与方法对学生的进一步探索与研究提供相应的建议与意见。这样两者之间就可以成功合作并产生出较好的研究成果。因此，在高校或科研院所担任科研导师的一个非常重要的好处是，通过与学生以及同事之间的合作，让自己经常保持对这个学科领域前沿的深刻理解与良好的创造力。

科研选题

选题通常有两种方式，一种是找学生能做的课题，另一种是找需要解决但挑战较大的问题^[3]。根据学生基础、能力与兴趣不同，方式各有不同。我的方式是让学生首先对其感兴趣的领域进行比较简要的调研(mini-survey)，然后通过加入一个现有项目或者对于一些现有的系统进行开发与评测等，从而获取对于相关领域的第一手经验。相对于纯粹的文献阅读，这样做的好处是可以帮助学生不仅能快速理解一个小领域的技术背景、行业需求与前沿问题，并且还可以通过“让手弄脏”(get hands dirty)很快地让学生获得对该领域有一个直接的感受，从而在后续的过程中与学生一起对于领域内的问题可以大致估计哪些问题是学生能做的问题，是否有难度较低但也挺重要的问题(low-hanging fruit)，哪些是领域内较难但又很重要的问题。因为计算机系统的复杂性，获取第一手的开发经验可以对后续研究的难度进行相对较准确的估计，从而避免为学生设定一个难度过大的问题，学生在经历较长时间的探索后坚持不下去最终放弃。

如何选择一个合适的科研题目

对计算机系统领域而言，通常需要对所处的技术领域产生的背景有较深入的理解。具体而言，包括计算机系统各个部件发展的速度、趋势与前景，这些信息可以通过参加学术界与工业界的学术会议，有些可以通过各种相关的文献等获知。通

过这些信息，也可以对现有领域内一些研究项目有一个全面深入的理解。比如，在2014年一期关于内存计算的学科前沿讲习班(CCF ADL)Panel上，美国俄亥俄州立大学的张晓东教授在回答一个关于如何选题的提问时，通过对斯坦福大学RAMCloud项目进行案例分析^[4]，指出RAMCloud项目的背景是内存容量的不断扩大、应用对于大量数据低延迟访问需求增大、网络带宽不断增大与延迟不断降低等趋势下对于计算机系统内存数据存放的一个重新思考与设计。这样的分析可以帮助我们更好地评估选题的前沿性、难度与技术挑战等。

选题的针对性

通常而言，会有不同阶段、不同特点的学生参与科研工作，包括本科生、研究生、博士生以及博士后¹。由于研究基础、科研能力与可用的研究期限不同，通常需要对不同的学生采用不同的选题。对于博士研究生而言，由于时间较为充裕，可以选定一个研究领域进行较长期的研究，以期在一个技术领域内有较大突破。对于本科生参与科研活动而言，由于部分学生时间较短(毕业后出国、工作等)，可以选择一些风险较低，定位较明确的课题。

日常科研活动

除了少数极其聪明并有较强基础的学生外，大部分学生在一开始都需要导师全面介入才能较好地开展科研活动。随着学生的成长，慢慢地导师的介入方式也各不相同。在前期主要是战术层面较多，而在后期学生的研究能力有较好的基础后，则需要对于科研素养等宏观层面的内容进行更全面的指导，以培养学生独立开展科研的能力。以下是我对于日常科研活动的一些体会与感受。

构建和谐科研环境

构建和谐科研环境非常重要。人的群体特色使

¹ 博士后严格意义上不算学生，这里简单统称为学生。

得新的学生很容易受到周围环境的影响。一个团结的积极向上的科研氛围对于提升学生的士气、成长速度非常关键。这里我特别想说的是科研环境的和谐性。尽管与工作后的企业或科研机构相比，竞争性没那么大，但同一科研团队的学生之间还是存在一定的竞争关系。因此需要引导好这种竞争关系，避免由于竞争而影响学生之间的协作与互助精神。例如，如果所有的学生都只愿意在自己可能成为第一作者的科研活动中出力，并且不愿意无私地帮助其他同学成长，那么很可能该团队的科研效率会较低。因此，创造一个“我为人人、人人为我”的团结互助的科研环境，将有助于提升团队各个学生的成长速度、科研效率。因为，导师的时间与精力毕竟有限，对于一些常识与基础，学生之间的交流与互助更有效。

管理期望

首先，防止学生过度膨胀以及出现比较大的心理落差。例如，部分学生第一次在顶级会议发表论文，参加国际会议、受到周围人祝贺后很容易出现一个从谦虚甚至自卑心理到过度膨胀心理的过程。这样的心态容易影响后续的工作，甚至导致学生在后续科研过程中由于自我膨胀而不容易听取其他意见包括导师意见的情况。然而，如果在后续研究中碰到较大困难则又非常容易自我怀疑甚至自我否定从而最终放弃研究生涯。此外，学生通常经过一段时间的研究学习后，容易出现兴趣低迷、信心缺失的一个阶段。这个过程需要导师更加积极地引导与介入。一般而言，导师可以在这个阶段通过更多的参与来及时解决研究课题中的关键瓶颈，从而及时提升学生的信心。另外，将研究课题的阶段成果发表至一些关注度较高的研讨会(workshop)²也有助于让学生及时获取领域内专家反馈从而获取一定的信心。

管理压力

博士期间不可避免地存在较大的学习与科研压力，此外生活、感情上的各种变化也会给学生带来

比较大的困惑。如果一直处于一个压力较大的阶段则不利于学生成长，也比较容易让学生形成不好的人生观、价值观与科研观。因此，需要经常了解学生的压力，帮助学生舒缓压力以及学习对抗压力。

有效的交流

有效的交流既可以及时对学生碰到的问题提供建议，又可以在一定程度上推动研究课题的顺利进行。例如通过讨论，了解学生当前的进展与问题并且给学生以及时的反馈，从而推动学生为准备下一次讨论进行更多的探索与开发。在讨论过程中，也需要注意对学生的建议既要有较强的批判性，也要有建设性，从而帮助学生能够在一个相对正确的方向上前进，又不至于过于打击学生的信心。

论文写作

好的论文写作不仅能体现出相应的分析、归纳与逻辑能力，同时对学生也是对其研究课题开展的一次更深刻思考的机会。因此，好的论文写作能力是一个学生是否能独立开展研究工作的一个关键指标。这往往需要通过多次迭代对学生进行训练。

投稿论文写作

我一般采用两种方式让学生开始参与论文写作：(1) 第一篇投往高水平会议的论文，会独立或者与其他共同导师一起帮助学生完成大部分的写作工作；(2) 协助学生写作，先去投一些领域内影响力较高的研讨会。

第二篇或之后的论文则更多采取交互式的方式。首先是与学生讨论出一个草稿的草稿(draft of draft)，包括论文的关键信息、主要技术贡献以及章节分布、章节的主要段落以及每个主要段落的一个关键的句子。然后让学生根据这个“草稿的草稿”去完成论文的一个草稿。也许这个草稿完全不能阅读、逻辑也不通顺，但是这没有关系，主要目的是

² 如系统领域内的HotOS与APSys等。

让学生对整个写作流程有个初步的概念。之后,对这个草稿进行结构调整,通常包括对摘要、引言等部分进行重写以更加凝聚观点,并且对主要段落结构进行修改,加上必要的建议的标记返回给学生进行修改,然后再进行多次迭代直到论文提交。

最终稿修改

论文接收后并不代表工作已经完成,而只是意味着有机会将研究成果以论文的形式公开发表。因为论文的质量在一定程度上反映了作者的研究水平,所以大部分知名的实验室对最终稿的修改也非常重视。通常,所需要的工作根据评审意见以及后期对研究工作更深入的理解重新增强系统的设计与实现、重新评测,并且将相应的结果体现在最终稿修改中。在这个阶段,由于大部分高水平会议留出的时间相对较充裕,因而可以有较多的时间让学生更多地来主导修改过程。我的一般做法是让学生首先根据评审人建议提供一个修改计划,然后一起讨论与修改这个修改计划,再让学生根据修改计划进行修改,最后再对学生的修改稿进行多次迭代式修改。

投稿后分析

论文发表后,我一般会让学生花一定的时间去研究下 GIT 中的提交日志,并且让其总结下主要修改的内容以及修改的原因,包括用词与句式等。这种反馈方式可以减少犯同样错误的机会。

参加学术会议

计算机学科主要是以学术会议进行交流。因此,鼓励学生多参加学术会议可以帮助学生了解最新的研究进展并且与其他学生与教授进行充分交流,提升自己的知名度。因此,参加学术会议的交流质量非常重要。但是大部分工科学生,包括我自己,不是很会社交甚至排斥社交。我在读书的时候或刚开始担任教师的时候去参加学术会议基本上都抢第一个提问的机会(当然要事先充分准备)。这样一个好处是:让别人知道我来了,让想找我交流的人

可以来找我。当然,事先要做好一个会议的名人录“who-is-who”,包括对可能会来参加会议的教师与学生,尤其是作者、程序委员会委员以及资深教授等。另外,还有一个小的提示,不要让学生与自己一直待在一起(除非是将他们介绍给其他教授的时候)。我的研究小组目前资助博士研究生每年至少出国参加一次顶级学术会议(不管有没有发表论文),但是要求每个参会学生必须至少提一个问题,与至少10位以上的学者进行交流,回国后再在组会上作一个参会的情况介绍与感想的报告。

学术报告

论文录用只是研究工作的一步,作一个精彩的报告也有助于参会者更好地了解我们的工作。因此,事先的准备非常关键,这就需要多次修改学术报告的 PPT 与排练。我的研究小组约定,一般由学生去作会议论文的学术报告,以增加他们作学术报告的能力与经验,同时提高他们在业内的知名度。首先,我们小组的组会,平时要求用英文作学术报告,这样学生平时就有较多的英文报告的锻炼机会,从而在准备会议报告时不至于不习惯与怯场。其次,在准备报告的时候,需要多次解决从结构到风格到语法等各种问题,通常需要多次迭代。最后,学生在正式报告前,还需要进行多次排练,包括一对一的排练、在小组会上的排练以及在几位同一研究项目的学生与老师面前的排练,确保报告能充分考虑领域内不同背景的研究者,使其也能大体理解报告的内容,并且针对不同领域背景的人准备不同的问题。

总结

培养一个具有基本研究素养的学生需要从多个方面进行全面训练,而由于学生与教师风格的独特性,并没有一个普遍适用的方法,同时学生的培养也是不可扩展的,需要在不同阶段花费很多精力。此外,由于我们博士退出机制的不完善,因此不适合完全采取“扔到游泳池里学游泳”的方式,而是需要更

加细致的管理以保证大部分学生能以较为优秀的方式完成学业与研究工作的，这也是“导师-学生”合作能够成功的关键。由于篇幅关系，其他重要的内容如带领学生参与横向课题研究、平衡工程开发与自由探索研究以及参与国家重大项目研究等方面的内容不能有所涉及。希望本文中关于自由探索类研究的一些微薄的经历与体会能够对刚刚开始带领学生开展类似研究工作的老师有一定的参考作用。■

致谢：感谢华中科技大学金海教授、上海交通大学臧斌宇教授、管海兵教授等对本文提出的宝贵意见与建议。文中部分体会是与上海交通大学并行与分布式系统研究所的陈榕博士和夏虞斌博士合作开展研究中共同获得的，同时也感谢上海交通大学并行与分布式系统研究所、复旦大学并行处理研究所过去与现在的老师与学生在合作开展研究中的大力支持。



陈海波

CCF杰出会员，2009年CCF优秀博士学位论文奖获得者。上海交通大学教授。主要研究方向为系统虚拟化、系统软件与系统结构。haibochen@sjtu.edu.cn

参考文献

- [1] Christos Kozyrakis. How to Have a Bad Career as a Stanford Graduate. <http://csl.stanford.edu/~christos/publications/BadCareer.pdf>.
- [2] The Berkeley IRAM Project. <http://iram.cs.berkeley.edu>.
- [3] Jeffrey Ullman. Advising Students for Success. *Communications of the ACM*, Vol. 52 No. 3, Pages 34~37.
- [4] The RAMCloud Project. <https://ramcloud.atlassian.net/wiki/display/RAM/RAMCloud>.

YOCSEF与CCF长沙分部联合组织报告会 共话交通信息化

由CCF YOCSEF长沙和CCF长沙联合组织的“轨道交通信息化论坛”11月14日在湖南株洲举行。500多人参加了论坛。

中车株洲电力机车研究所冯江华、国家“千人计划”专家薛松生、微软公司李婷、国防科技大学教授钱彦岭作特邀报告。他们围绕“‘两化融合’有效促进轨道交通领域的智慧制造、高效管理、安全防控”的主题为大家作了精彩的学术报告。

YOCSEF主席谭晓生、湖南微软创新中心董事长周迪平、YOCSEF长沙副主席彭绍亮、YOCSEF太原AC委员、山西百信信息技术有限公司董事长王宪朝参加了Panel讨论。他们就轨道交通领域中的智能制造、大数据技术应用和安全防控等问题阐述了自己的观点。与会专家还参观了中车株洲电力机车研究所有限公司。

