



## 如何做科研？ ——博士生培养的相关问题

何毓琦

“您能告诉我应该怎样搞科研吗？”和“请告诉我，我怎样选择博士论文题目？”是我不时被中国青年学生和科研人员问到的两个问题。

第一个问题是非常复杂的，要想老老实实在地回答清楚，可能需要讲好几个小时。实际上，这个过程可能需要导师和博士生花几年的时间面对面的交流才能实现，因为这正是博士教育的重要内容，而不是上了多少门课，或者发表了多少篇文章能代表的。研究的质量和品味是最重要的。我会在下文试着回答一下这个问题，并阐述我的以上观点。

第二个问题反映出很多青年科研人员对科学研究的认识存在一个误区，这可能与中国武侠小说有些关系。经典武侠小说中，男女主人公总是得到某位大师的亲传或者某本武功秘籍才

练成绝世奇功，然后他们一夜之间便击败所有对手，称霸武林。因此，很多学生不停地寻找着科学研究中的“武功秘籍”。西方对中国大学教育的另一个常见的批评就是，大部分学生只擅长回答问题，通过考试，但是他们非常缺乏提出问题和设计课题的能力，而这才是科研工作的真正要义所在，一多半的科研活动都应当投入到这上面来。在这样的环境里培养出来的中国学生，难怪会去追寻所谓的“科研法宝”。我打算在这里好好谈谈这个问题。

第一个问题其实可以分为三个层次。首先，如果你立志做一个世纪科学巨匠，致力于做出像相对论那样的发现，对这个层次的科学研究，我没有经验，不敢妄论。我只能说“祝你好运”。其次，如果你希望成为某个研究领域的开创者或者

在某个难题上做出突破性贡献，那么也没有捷径可循。否则，“突破”就会比比皆是了。但我确实还是有个建议，它对我的科研工作很有效，而且我认为对大家也是普遍适用的。下面就把它与大家分享。

八年前（编者注：此篇英文原文写于2007年），我参加过一个小讨论，会上我回答了几个很宽泛的问题，以下这个问题与本文相关，它的答案现在依然适用。（1999年IEEE会议决策与控制小组关于“世纪之交，我们还有控制权吗？”的讨论，发表于IEEE出版的《控制系统》杂志，2000年2月第20卷第一期。）

问：未来5至10年将产生什么样的里程碑式的重大突破，它们对控制领域将产生什么样的深远影响？请谈谈您认为为了实现这些突破，我们现在和

近期该做些什么。另外，请谈谈您对以下几个问题的看法：

i. 教育问题。我们该怎样培养学生以使他们有能力应对未来的挑战？

ii. 技术问题。哪些正在形成的新技术会改变控制研究领域？

iii. 计算工具问题。

答：历史已经证明，对科学发展做出的种种预测往往是靠不住的，即使著名科学家认认真真老老实实地预测，也难免会错误百出。我想换一种方法来回答“21世纪的系统控制领域会取得什么进展”这个问题。在我外出讲学的过程中，常常有事业刚起步的青年科研人员向我询问，什么是有前途的研究方向。人们常常倾向于推荐自己目前正在做的研究，因为按道理讲，人们理所当然认为自己做的题目最有趣。但这样建议别人是自私的，也是危险的。那么究

竟应该如何选择研究方向呢？经过深思熟虑后，我做出了以下建议，这也是我的亲身体验：

“去找一个人们渴望解决的实际问题，而这个问题又是你很感兴趣的，但不太了解的。全身心地投入进去，试图解决这个问题，但不限于使用你熟悉的现有工具。”

这样选择研究方向有几个明显的优势。首先，一旦你获得成功，那么你就有一些现成的人免费帮你宣传。别人主动证明你的工作很优秀是对你的成功的最好宣传。第二，很可能你会有一些新的发现，或者你发现某些旧知识有新的应用。不管怎样，你可以试着把这个发现拓展为一个硕果累累的、全新的研究领域，而你自然就成为该领域的开创者。第三，在一个目前还很少有人涉足的研究领域，你不用花很大力气去学习很多过去积累下来的文献资料。第四，一个新课题就像一个新发现的金矿。你费的劲儿一样，新矿的产出却比老矿高得多。同样的道理，在新矿里凭运气挖出金元宝的可能性肯定更大。最后，即使你的研究最终

并不怎么成功，你至少还是学了一些新东西，这也增加了你未来成功的机会。

我自己的切身经历，包括在微分对策、自动化制造、离散事件仿真中的扰动分析、顺序优化等方面的研究，都验证了我以上的观点。最重要的是，我对下一代科学家和工程师充满了信心，我要说：“好戏还在后头呢，现在这点东西不算什么。”展望和预测未来没有错，但没有必要整日醉心于占卜未来。

至于技术问题和计算问题，我曾经写过一篇文章发表在IEEE出版的《控制系统》杂志1999年7月刊的论坛版。文章题目是《“天下没有免费的午餐”与人-机界面》。这里我只想补充一句，我在接受Bellman奖时曾经说过一句话：“目前的控制科学是基于数学、由计算机实现的。如果能够借助计算智能，控制科学将获得重生。”

我想就我的建议中的最后一句话（“但不限于使用你熟悉的现有工具”）作进一步的阐述。为了解决一个问题，一个人常常倾向于利用自己熟悉的工具。



这是很自然的事情。学校里的大部分训练都与工具有关,在这种训练模式下,练习就是专为正在学习的工具设计的。这样训练的结果就是,当我们面对书本以外的现实问题时,我们的第一反应就是求助于已经掌握的工具。

但是工程师总是要解决现实世界中的实际问题的,学术界的工程师则梦想着种种科研突破,对于这些人来说,这种方法往往不是最好的方法。因为如果只是借助你熟悉的工具,那你就是带着答案去找问题,结果往往是你扭曲了问题来适应答案。

实际上,按照我的经验,我们应该接受问题的本来面目,而不要先入为主地想象如何解决它。面对一个问题的时候,承认它是怎么样的就是怎么样的,这会大大简化问题,因为我们别无选择,指导我们的只有常识。很多新观点、新知识、新学派就是这样形成的。此外,这些新观点新知识非常实用、非常有意义,因为他们是在解决实际问题的过程中形成的,而不是在扩展或者归纳某个数学公式的过程中形成的。

同样的道理,当一个人通过分析得出一个公式,他就该问自己这样一个问题:“这个公

式对工程人员有用吗?”使用这个公式的人对你精妙的推导过程不感兴趣,他们更关心这个公式能不能帮助他们解决实际问题中的问题、公式中的各种参数对结论的影响、影响计算结果的临界条件等。只有使用者了解了这个公式的重要意义,他才会使用这个公式。

在商业领域中,有一句谚语:要想成功,必须为客户提供优良的服务。而搞工科的工程师或公司里的科研人员必须牢牢记住,谁是你们的最终客户,并全身心地投入到为他们服务的工作中去。

还需要指出的一点是,一篇纯理论性的文章,无论怎样优美,能彻底理解和欣赏它的只有很少的几个人,而解决现实问题的意义却是每一个人都能体会到的。所以,对于工程领域的科研人员,如果你希望自己的成果得到广泛赞誉和使用,你就应该努力让你的理论能应用于实践,而不是相反。

最后我要说的是,目前我们发表的大部分论文都属于第三类研究,也就是我前文讲的,在现有框架下的拓展性研究。这些当然也是重要的工作。这些工作使得知识得以一代代传递下去,而且使我们的知识基础更加宽广、更加雄厚、更加清晰,

而且最重要的是,证明我们的存在是有意义的。要做这样的研究工作,你必须对现有的文献(评论、综述和发表的论文)有很好的把握。但需要提醒你的是,即使你能读到当天发表的论文,考虑到投稿和发表的过程,它也比实际的研究工作滞后了至少18个月。而导师和学术会议能够弥补这个不足。作为某个学术领域里的专家,导师能远早于论文发表前了解本领域里的最新研究成果。科学家常常急于把未发表的新的研究成果提交给专家或学术权威,盼望能够得到他们的评价,而且可以尽早确立自己的优先权。而为了保持自己的专业水准,这些专家或者学术权威也乐于追踪最新的研究成果。如果你有幸拥有一位这样的导师,你会受益匪浅。此外,会议论文往往比正规的期刊更快更早。同时,参加会议是搜集最新研究动态的大好机会。如果你做的是前沿领域的研究,你就应该与该领域的其他人保持密切联系。科研无国界,闭门造车是毫无益处的。互联网某种程度上改进了搜集和传递信息的方式,发展中国家的学生和发达国家的学生越来越能够公平地竞争了。然而,没有什么能够代替一个专家导师的亲自指导。





关于博士生导师的角色问题，有好几种不同的理解。一种极端的观点（在中国比较流行，而在世界上的其他一流大学很少见）认为导师的角色就是简单的考评者，而让学生自生自灭。导师的工作只是监督学生守规矩，满足各种毕业条件，以及论文达到最低要求。这样的话，一个导师当然可以指导10个、20个甚至是50个博士生。用这种方法带学生，导师是轻松了，但是却损害了整个行业的学术标准。这同时也掩盖了导师的无能。另一种极端的观点认为导师和博士生的关系就像武林中的师徒一样，导师对学生负有极其严肃的责任和义务，这种关系持续多年甚至终身。这样的话，指导一个博士生就是一件极其费时费力的工作，最

少也要5年的功夫。导师需要和博士生建立紧密的工作关系，需要教会博士生很多课本中没有但对职业发展和未来生活意义重大的东西。如果采取这种苏格拉底式的培养模式，一个全职的导师最多只能同时带5到6个博士生。我本人更倾向于这种传统意义上的导师的角色认知，因为我认为除了天才，所有一流的学者都是这样培养出来的。

至于博士论文的标准，我要求的有3点：

a) 学位论文的一部分必须在领域内的一流期刊（不仅仅是 SCI 收录的期刊）上发表。至于哪些期刊才算是一流的，一般该领域内的顶尖学者的意见都比较统一。这样一来，就能够保证该论文对本领域所做的贡献得到了独立评价的认可，

而且也告诉大家该博士生所属的大学到底取得了哪些成就。

b) 导师要能从该博士论文中学到新的知识。

c) 导师不会因公开承认那是自己指导的论文而感到羞愧, 毕竟博士论文的水平反映了导师的水平和能力。

不可否认，这三个标准中有两个都是主观性的，可能导致滥用。只有建立起健康的同行评议制度并加强职业自律才能防止这样的滥用。我也听说中国现行的博士学位制度规定必须发表4篇期刊或者会议论文才能毕业。如果这个要求被严格执行的话，标准就太高了。

（注：这比世界上任何地方的要求都高，包括我对我的博士生的要求。）不过我能在某种程度上理解采取这个制度的背景原因。在中国各所大学的研究教育质量得到全面提高，达到相当统一的水准之前，某种形式的量化要求是有必要的，可以防止标准的滥用，保证一个最低标准。

总而言之，科研工作的成功没有捷径可循，只有通过矢志不移的艰苦努力才能达到。

(荔涛译) (本文首发于科学网)

\* 欢迎广大校友、读者踊跃提问交流。何毓琦先生及其讲席教授组的诸位教授将很乐于在专栏中与大家互动, 予以解答。请将问题和反馈发至邮箱:

smth@tsinghua.org.cn。