

优秀博士是如何养成的

○ 施一公

所有成功的科学家具有的共同点就是他们必须付出大量的时间和心血。这是一条真理。实际上，无论社会上哪一种职业，要想成为本行业中的佼佼者，都必须付出比常人多的时间。

大约10年前，著名华人生物学家蒲慕明先生曾经有一封邮件在网上广为流传，这封邮件是蒲先生写给自己实验室所有博士生和博士后的，其中的观点我完全赞同。无论是在普林斯顿还是在清华大学，我都把这封邮件转发给实验室的所有学生，让他们体会。其中的一段是这样说的：

“我认为最重要的事就是在实验室里的工作时间，当今一个成功的年轻科学家平均每周要有60小时左右的时间投入到实验室的研究工作中……我建议每个人每天至少有6小时投入紧张的实验操作，并且用两小时以上的时间从事与科研直接相关的阅读等工作。文献和书籍的阅读则应主要在这些工作时间之外进行。”

有些学生读完邮件后告诉我：“看来我不是做学术的料，因为我真的吃不起这份苦。”我常常回复道：“我在你这么年纪的时候，也会觉得长期这样工作不可思议。但在不知不觉中，你会逐渐被科学研究的精妙所打动，也会为自己的努力和成绩而骄傲，你会逐渐适应这种生活方式！”这样的回答，其实源自我自己的经历与体会。

我从小就特别贪玩，并不喜欢学习，但来自学校和父母的教育与压力迫使我尽量刻苦读书。我高中就读于河南省实验中学，凭借着比别人更加刻苦的努力，综合成绩始终名列前茅。1984年全国高中数学联赛我获得河南赛区第一名，保送到清华大学。大学阶段，我保持了刻苦的传统，综合成绩全班第一并提前一年毕业。然而事实上，我很少真正独立思考，对所学专业也不感兴趣。大学毕业时，我本没有打算

从事科学研究，而是一心一意想下海经商，结果阴差阳错间踏上了赴美留学之路。留学的第一年，我情绪波动很大，内心浮躁而迷茫，根本无心念书、做研究，而是花了很多时间在中餐馆打工、选修计算机课程。第二年，我开始逐渐适应科研的“枯燥”，并开始有了一点自己的体会，有时领会了一些精妙之处后不免“洋洋得意”，也会产生“原来不过如此”的想法，逐渐对自己的科研能力有了一点自信。这期间，博士研究生的课程全部修完，我每周5天、每天从上午9点做实验到晚上7、8点，周末也会去两个半天。到了第三年，我已经开始领会到科研的逻辑，有点儿跃跃欲试的感觉，在组会上常常提问，而这种“入门”的感觉又让我对研究增加了很多兴趣，晚上常常干到11点多，赶最后一班校车从霍普金斯医学院回到住处附近的霍姆伍德校区。1993年，我曾经在实验记录本的日期旁标注“这是我连续第21天在实验室工作”，以此激励自己。其实，这多少有作秀之嫌，因为其中的一个周末我一共只做了五六个小时的实验。到第四年以后，我完全适应了实验室的科研环境，也不会再感到枯燥或时间上的压力了。时间安排完全服从实验的需要，尽量往前赶。其实，这段时期的实验时间远多于刚刚进实验室的时候，但感觉上好多了。

研究生阶段后期，我的刻苦在实验室是出了名的。在纽约做博士后时期则是我这辈子最苦两年，每天晚上做实验到半夜3点左右，回到住处躺下来睡觉时常常已是4点以后；但每天早晨8点都会被窗外纽约第一大道上的汽车喧闹声吵醒，9点左右又回到实验室开始了新的一天。每天三餐都在实验室，分别在上午9点、下午3点和晚上9、10点。这样的生活节奏持续11天，从周一到第二个星期的周五，周五晚上坐灰狗长途汽车回到巴尔地摩的家里。周末两天每天睡上近10个小时，弥补过去11天严重缺失的睡眠，周一早晨再开始下一个11天的奋斗。虽然体力上很累，但我心里很满足、很骄傲，我知道自己在用行动打造未来、在创业，有时也会在日记里鼓励自己。我住在纽约市曼哈顿区65街与



施一公

世界著名的结构生物学家，
清华大学生命科学学院院长。

第一大道路口附近，离纽约著名的中央公园很近，那里时有文化娱乐活动，但在纽约工作整整两年，我从未迈进中央公园一步。

我一定会把自己的这段经历讲给我的每一个学生听，新生常常问我：“老师，您觉得自己苦吗？”我通常回答：“只有做自己没兴趣的事情时觉得很苦，有兴趣以后一点也不觉得苦。”是啊，一个精彩的实验带给我的享受比看一部美国大片强多了。现在回想起当时的刻苦，感觉仍然很骄傲、很振奋！有时我想：如果自己在博士生、博士后阶段的那7年半不努力进取，而是不加节制地看电影、读小说、找娱乐（当时的互联网远没有现在这么内容丰富），现在该是什么状况？

做一个优秀的博士生，付出时间是必要条件。要想在科学研究上取得突破和成功，仅仅刻苦地付出时间是不够的，批判性分析（critical analysis）也是必须具备的一种素质。

博士研究生与本科生最大的区别是：本科生以学习吸取人类积累的知识为主，兼顾科学研究和技能训练；而博士生的本质是通过科学研究来发掘创造新知识，当前和以往学习的知识都是为了更好地服务于科学研究。在以学习知识为主的本科生阶段，提出问题固然重要，但答案往往已经存在，所以问题是否具有批判性没有那么关键。博士生阶段则完全不同，必须具备批判性分析的能力，否则不可能成为优秀的科学家。这一点，我称之为方法论的转变。

其实，整个大学和研究生阶段教育的实质就是培养批判性分析的能力，使学生具备能够进行创新科研的方法论。这里的例子非常多，覆盖的范围也非常广，在此择要举例说明。

正确分析负面结果（negative results）是成功的关键。作为生命科学的一名博士生，如果每一个实验都很顺利、能得到预料中的正面结果（positive results），除个别研究领域外，一般只需要6~24个月就应该可以获得博士学位所需要的所有结果了。然而实际上，在美国，生命科学领域的博士生平均需要6年左右的时间才能得到博士学位。这一数字本身就说明：绝大多数实验结果会与预料不符，或者是负面结果。大多数低年级博士生对负面结果的看法很消极，直接影响了他们批判性分析能力的培养。

其实，只要有适当的对照实验，判断无误的负



优秀博士的养成不易！

面实验结果往往是通往成功的必经之路。一般来说，任何一个探索型课题的每一步进展都有几种、甚至十几种可能的途径，取得进展的过程基本就是排除不正确路径、找到正确方向的过程，很多情况下也就是将这几种、甚至十几种可能的途径一一予以尝试、排除，直到找到一条可行之路的过程。在这个过程中，一个可信的（conclusive）负面结果往往可以让我们信心饱满地放弃目前这一途径。如果运用得当，这种排除法会确保我们最终走上正确的实验途径。从这个角度讲，负面的实验结果不仅很正常，也很有益于课题的最终成功。我告诫并鼓励我所有的学生：只要你不断取得可信的负面结果，你的课题就会很快走上正路；而在不断分析负面结果的过程中所掌握的强大的逻辑分析能力也会使你很快成熟，成长为一名优秀的科学家。

我对一帆风顺、很少取得负面结果的学生总是很担心，因为他们没有真正经历过科研上批判性分析的训练。我的实验室里偶尔会有这样的学生，只用很短的时间（两年左右，有时甚至一年）就完成了博士论文所需要的结果。对这些学生，我一定会让他们继续承担一些富有挑战性的新课题，让他们经受负面结果的磨练。没有这些磨练，他们很难真正具备批判性分析的能力，将来也很难成为可以独立领导一个实验室的优秀科学家。

所以，不要害怕负面结果，关键是如何从分析负面结果的过程中获取正确的信息。❏

（本文转载自《新清华》2012年5月18日第1880期）