

想象力、直觉和灵感

关于如何做学问，苏轼有句名言：“博观而约取，厚积而薄发”。下面是“厚积薄发”的三个范例：

我国著名代数学学家曾炯早年留学德国，他一生中只用德文撰写发表了三篇论文，使他成为 20 世纪对近世代数发展有重大贡献的代数学家之一。

著名数学家冯康发表在数学期刊的论文只有 22 篇，其中国外期刊论文两篇。但他一生在计算数学领域有两次重大突破：一是开创有限元方法，二是创建了哈密尔顿系统的辛几何算法。他逝世 4 年后的 1997 年被追授国家自然科学奖一等奖。

最具传奇色彩的是华人数学家张益唐，他于 2013 年（时年 58 岁）在孪生素数猜想研究方面取得突破性进展，获得了多项国际大奖，而此前他只发表过两篇文章。

科研工作贵在创新。什么是创新？著名统计学家 C.R.Rao 在他的《统计与真理》一书中有如下论述：“创新可以有不同的种类。最高水平的创新是一种新思想和新理论的产生……另外一种不同水平的创新是指在一个已存在法则范围内的新发现，而这种新发现在某个特殊领域内具有巨大的意义。”像牛顿力学和爱因斯坦相对论就是最高水平的创新。绝大多数科研创新是属于第二类水平的。

科研如何才能做到某种创新呢？我有如下的体会。

第一，创新需要有长期的知识积累，这是创新的基础。爱因斯坦曾经说过：“创造一个新理论并不像是摧毁一个旧谷仓，然后在原地建一座摩天大厦。它倒像是在攀登一座山，获得了新的、更宽阔的视野，在我们的起点和它的丰富环境中发现意料之外的联系。”

第二，创新需要有丰富的想象力。所谓想象力，就是头脑中创造一个念头或者画面的能力，也就是形象思维能力。在创新这一点上，爱因斯坦认为“想象力比知识更重要”。他还说：“提出一个问题往往比解决问题更重要，因为解决问题也许仅仅是数学上或实验上的技能而已，而提出新的问题，新的可能性，从新的角度看旧的问题，都需要有创造性的想象力。”如何开拓想象力？德国诗人歌德说：“只有通过艺术，尤其是通过诗，想象力才能得到激活。”看来想象力跟一个人的艺术修养的关系更密切。爱因斯坦喜欢拉小提琴，是小提琴的演奏高手。他曾经坦言：“物理给我知识，艺术给我想象力，知识是有限的，而艺术所开拓的想象力是无限的。”

第三，创新需要直觉。所谓直觉，就是没有经过意识推理而对某事物产生的理解和判断。爱因斯坦在纪念普朗克 60 岁生日的演讲中说：“物理学家的最高使命是得到那些普遍的基本定律，由此世界体系就能用单纯的演绎法建立起来。要通向这些定律，没有逻辑推理的途径，只有通过建立在经验的同感的理解之上的

那种直觉。”物理学家玻恩更加相信：“实验物理的全部伟大发现都是来源于一些人的直觉。”数学史家克莱因说：“数学也是一门需要创造性的学科。在预测能被证明的内容时，和构思证明的方法时一样，数学家们利用高度的直觉和想象。”法国著名数学家庞加莱认为：“我们靠逻辑来证明，但要靠直觉来发明。”这里所说的“发明”，就是指预测能被证明的内容和构思证明的方法。数学家陶哲轩说：“只有把严格的推理和直觉结合起来，才能解决复杂的数学问题：前者用来正确地解决一些细节问题，后者用来把握整体。缺少其中任何一个都会让你在黑暗中摸索很久。”

第四，创新需要灵感。所谓灵感，就是一种近乎无意识或潜意识的非逻辑式的创造性思维活动，是对某一问题长期思考以后突然产生的思想火花。爱因斯坦说他的创新思维活动“产生于有一种能用文字或其他符号来与他人交流的逻辑结构之前”，这就是一种灵感。灵感通常产生于全神贯注思考问题之际，但有时却是在不经意间或意识朦胧之中。德国化学家凯库勒一日午休时梦到一条小蛇的头部咬住尾巴被惊醒了，然后他花了一夜时间，提出了苯环结构假想。这就是在意识朦胧之中产生的灵感。灵感有时也来源于对不同现象的类比和联想。1834年秋天，英国一位造船工程师史考特·罗素在河边散步，恰好有一小木船从他身边驶过，这时他观察到船头卷起一股激浪，但激浪异乎寻常地以单个波峰形式向前传播。后来经过对此现象精心研究，他提出了著名的“孤立波”理论。

第五，创新需要有一定的机遇，然而“机遇只施惠于有准备的头脑”（巴斯德语）。但我不认可“机遇是可遇不可求”的说法。我认为在一定条件下可以人为地去创造产生机遇的环境。例如，为了保持研究活力和对研究问题有新鲜感，我每隔一段时期（8年至10年）就改变一下自己的研究领域。在新的研究领域里机遇自然会多一些。在改变研究领域的过渡期内，我往往也同时研究几个相关领域。

近年来，我常以“我心目中的科学和艺术”为题去大学或中学做公众报告。报告结束后常有人问我，能否给出读古典诗词对我做科研有帮助的例子，我的回答是：具体例子没有，但艺术修养对我的科研选题和论著写作的影响是潜移默化的。我在科研中喜欢追求获得某个定理或命题成立的充分必要条件，我的几项重要成果的文章都很短小，这可能是古典诗词对我潜移默化的影响。关于科研创新，我曾写过一个感言：“科研创新犹如化学反应，知识是载体，直觉、想象和灵感是催化剂。”

来源：《光明日报》（2022年01月20日16版）