



加州理工学院的Noyes化学楼掩映在青葱茂密的树丛间。一楼的走廊总是静悄悄的，显得古朴而又深邃，有如这里深厚的科研积淀一般。其中两间相邻的办公室，它们的主人一位是1992年的诺贝尔奖得主Rudolph Marcus，另一位是1999年的诺贝尔奖得主Ahmed Zewail。我按约定时间踏进前者的办公室时，看到的是两边高大的书架上摆满整齐精致的书籍，一位桌前白发苍苍的老者，手中仍攥着正在做数学推演的铅笔，因为年迈他的一只眼睛似乎都难以睁开，但仍对着我慈祥地微笑。他就是我的采访对象——因“对化学系统中电子转移理论的贡献”被授予1992年诺贝尔化学奖的Rudolph Marcus教授。

# 课堂提问的学生，助我得诺奖

## ——对话1992年诺贝尔化学奖得主Rudolph Marcus

文/李露（加州理工学院）

李露：我知道您出生于1923年，您一定见证了诸如美国经济大萧条和二战这样的重大历史事件，它们对您有什么影响？

Rudolph：对。那是个特殊的时代，那些历史事件确实影响了我的生活。我出生在一个温暖的家庭中，是家中唯一的孩子。我的父亲是一位半专业的运动员，母亲会弹钢琴，唱歌也十分动听。我的童年十分普通，没有特别之处，但在美国的经济大萧条时期，我的父亲失业了，一年半都未能找到工作，因此我们一家从美国底特律搬到加拿大蒙特利尔。我们有许多亲戚在加拿大，我父亲在那里找到工作的可能性更大。

李露：在加拿大时，您去了当地最好的大学，麦吉尔大学（McGill University）？

Rudolph：对。当时我住在蒙特利尔，如果在麦吉尔大学上学，我可以吃住在家里，这样开销就会很小。即便如此，上完大学的第一个学期我都不知道能否继续学业，因为对于当时我们的家庭而言，上大学的成本太高了。幸运的是，在那个特殊的历史时期，因为战争，为了鼓励和支持主修科学相关专业的学生，并尽快地培养科学家，加拿大政府给予我们奖学金。我因此能够继续念完大学。如果没有那笔奖学金，或许我的人

生会完全不同吧。其实，当时我有叔叔当医生，但我不愿意借钱。

李露：我知道您是犹太裔，而在当时的加拿大，犹太学生似乎并不能受到与其他人平等的教育，您能谈一谈真实的情况吗？

Rudolph：当然可以。我记得当时流传这样一种说法：如果你想被大学录取，你的成绩必须比非犹太学生优秀很多才行。确实，那时对不同的种族有不同的录取标准。因此，被录取的犹太学生都是相当优秀的。有一位当时和我一起学习的同学至今令我记忆犹新，他主修数学和物理，我修化学，但是我们俩会一起上一些高年级的课程。他在数学方面的天分很早就表现出来了，后来成为一位声誉卓越的数学家，赢得几乎可以想到的所有顶级的数学类奖项，他就是Louis Nirenberg（加拿大美国籍著名数学家，在线性和非线性偏微分方程以及几何学上都有重要贡献）。犹太人在诸如科研创造方面等领域的杰出人才比例确实高一些。

李露：根据您所说的，确实有一些不平等的地方，但我认为一个公平的体系对于科学家的培养是很重要的。

Rudolph：是的。现在已经好了很多。拿犹太裔来说，目前许多地方都有犹太人

身居高位，如麦吉尔大学诞生过一两个犹太校长了，哈佛和其他的地方也是。

李露：看了关于您的报道，我了解到您也有很强的数学功底。

Rudolph：我们得把这个“很强的数学功底”放在正确的环境看（笑）：对于化学家来说是的。在麦吉尔大学，我比任何其他学化学的学生所上的数学课都要多。1943年我从麦吉尔大学本科毕业，1946年从麦吉尔大学拿到博士学位。1960年，在Courant Institute of Mathematics（隶属纽约大学的一个很强的数学研究机构）短期访问时，我更深入学习数学。与那个时代的化学家相比，我确实有比较强的数学背景。

李露：令我好奇的是，那您为什么大学不主修数学而是选了化学呢？

Rudolph：哈哈，这说起来是个很长的故事。当时我们只能修数学和物理的联合项目，不能单独修数学。但在高中，我不是特别喜欢物理。我还记得我对滑轮相关的力学题目不感兴趣。上了大学，第一节物理课就让我觉得不是很兴奋，只在后来学到电磁场时才发现有趣多了。另一个原因是，我当时在麦吉尔大学的导师暗示我，学物理也许不是犹太学生最好的选择，受他的影响我也没有学物理。



李露：除了化学和数学，您还发现其他您感兴趣的学科吗？

Rudolph：我热爱历史，非常热爱。我阅读了很多不同时期的人类历史，如果我没有当一位科学工作者，我很可能进入历史研究的领域。

李露：您觉得历史学和化学有什么相同之处吗？

Rudolph：历史本身具备美妙的结构性，就好像科学中的结构性一般。在加拿大时，我学习了诺曼人征服英格兰之后不同时期的国王和皇后的历史，阅读了盎格鲁撒克逊时期以及之前的历史。我阅读了很多西方历史，如欧洲历史和美洲历史，亚洲历史读得较少，但我仍然很喜欢它。

李露：您觉得学习历史或了解人文科学对于成为一名优秀的科学家有很大帮助吗？

Rudolph：我不清楚对于一个特定的科学家来说，那样的帮助有多大，但我觉得人文科学的影响应该是潜移默化、贯穿一生的。我不确定它是否真的实质性地帮助了科学家的科研事业，但它确实给一个人更广阔的视野。拿历史来说，它让我知道到了一个了解过去，并把它和未来连接起来的有趣的方法。

李露：在您学习的业余，您喜欢诸如羽毛球、滑雪或是骑自行车这些当地传统的运动项目吗？

Rudolph：挺喜欢的。在加拿大上高中的时候，许多人都会打羽毛球或是棒球。我不擅长棒球，但我爸爸非常擅长，他在体育方面像一位运动员一样出色。也许我并没有遗传到他的运动基因吧（笑）。我后来喜欢上了打网球。

李露：结束了在麦吉尔的研究生学习，您去了美国当博士后，是因为您觉得当时美国相关领域更为成熟吗？

Rudolph：我能感觉到美国整个教育体系比加拿大更为先进，这是我申请去美国做博士后的原因之一。另一个重要原因是，在我博士期间做了很多化学实验后，我发现我错过了许多理论知识，我想转做理论化学。当时加拿大没有理论化学家，所以我只能申请去美国或英国深造。这两个国家在当时有不少做理论的化学家。今天，加拿大也有一些做理论的化学家了。

李露：对于为您带来诺贝尔奖的电子转移理论的研究，您是在博士期间就开始了吗？

Rudolph：不。我对电子转移的研究有相当成分源于运气（笑）。我当时关注

的是与电子转移几乎没什么关系的科研问题——聚电解质。聚电解质是带有固定电荷的长链高分子，它们在极性溶剂中可以电离，我当时研究它的电子相互作用的问题。

在布鲁克林理工学院（Brooklyn Poly，现纽约大学理工学院）做研究时，一个学生在我所教的课堂上提出了一个问题：能否把统计力学的一些模型应用到聚电解质方面。这次提问让我对整个聚电解质产生了浓厚的兴趣。这与电子转移的研究没有直接关系，但我从更深层的角度理解了静电学，远比我大学二年级所修的静电学更深入。我为自己建立起一个很强的静电学背景，特别是极化方面的知识。当电子转移的研究问题出现在我面前时，我立即意识到它的本质是一个非平衡极化问题。我利用我学过的平衡极化方面的理论产生了一些非平衡电子极化的方程。这些方程和电子转移方面的研究息息相关。当时物理学界的极化子理论（在半导体中运动的电子会“拖拽”自己的极性）也让我受益匪浅。有了这些背景，在研究电子转移问题时，当我看到一篇讲Libby's theory（William Frank Libby因对放射性碳测年方法的贡献获得1960年诺贝尔奖）的论文时，我发现了那个理论的一些错误。他在Frank-Condon理论方面是正确的，但他违反了能量守恒定律的形式。之后的整个研

究过程非常快。不包括之前对于聚电解质、极化等知识背景的建立，电子转移问题也许是我耗时最少的科研问题了。仅仅花了一个月，我就得到了答案。我也曾在其他许多科研问题上花了许多时间，但有时并不成功。

李露：得到电子转移研究的结果后，您于1956年发表了您的科研成果。

Rudolph：对。整个研究过程从1956年一直到1965年，这个时段也是诺贝尔委员会定义的整个电子转移理论的研究阶段。但是基本的方程在1956年的论文里就可以看到了。

李露：那篇论文影响深远，我看报道说Libby后来告诉了Condon您的成果，Condon非常认同您的成果。

Rudolph：对。那篇论文被广泛接收了。

李露：1965年之后，您的科研方向是什么呢？

Rudolph：我进入了非线性力学对于化学过程影响的研究。我从事关于碰撞问题、特征值理论的半经典理论的研究。半经典理论桥接了牛顿经典力学和薛定谔量子力学。1970年代有很多这方面的科研发展，我在其中也投入了很多精力。我又把电子转移放在了很不同的研究环境下，如1960~1965年间的穿过液态-液态膜的电极的环境。后来我又对平流层臭氧形成的同位素效应进行探索，并提出了一套理论。我还从事了荧光量子点方面的研究，以及在水-有机界面上有机反应的催化物的研究……我觉得这些问题非常新鲜，很多人会感兴趣的。总体来说，我研究许多不同的问题。

李露：其中有一些是您对于电子转移理论的拓展，有一些是与此完全无关的问题吧？

在布鲁克林理工学院 (Brooklyn Poly, 现纽约大学理工学院) 做研究时，一个学生在我所教的课堂上提出了一个问题：能否把统计力学的一些模型应用到聚电解质方面。这次提问让我对整个聚电解质产生了浓厚的兴趣。



Rudolph在第63届“林道诺贝尔奖获得者大会”上演讲。

Rudolph: 对。比如臭氧方面的工作、对于水和有机物界面有机反应催化剂的研究。我也花费了许多时间拓展我在1951~1952年左右所做的RRKM的理论。那也是教科书中的标准理论了。总而言之,我确实把电子转移理论向各个方向拓展。现在我在研究一些半导体、颗粒结合和太阳能转化的问题。

李露: 半导体方面的研究听起来更偏工业界,更偏应用,电子转移问题的研究更为基础。您怎么看待这两类研究?

Rudolph: 我认为这两个领域都有很多人感兴趣并投身其中。对我而言,我只要发现一个有趣的现象,就想要进一步探索。我不属于偏工业界的科学家,工业界有许多比我厉害的科学家。半导体方面有许多有趣的问题,如电子和空穴是如何结合的?逆反应是如何发生的?逆反应所产生的废料往往不是人们所想要的,如何解决个问题?我热爱基础研究,一些主要的科学突破也来源于基础研究。有时这些突破的诞生源于意外,有时仅仅来自一个循序渐进的过程——科学家观察不同的体系,不断地改进,得到更多的理解。但这种理解不一定要是最根本的理解。这两种方式都产生过伟大的发现。

李露: 您会觉得基础科学研究更为重要吗?比如它引导着工业界的研发?

Rudolph: 我觉得基础科学研究对于理解方面更为重要,但有些工业问题不能等到人们把最基本的理论理解透了才解决。因此我觉得这两类问题都很重要,我们在这两方面都需要优秀的科学家。

李露: 您已90多岁了,还在教书吗?

Rudolph: 是的,我仍在教书。我上学期教非平衡统计力学。它是一门化学系的课程,一周上三个小时。上上个学期,我和另一位教授一起上一门有关化学反应的课程。

李露: 您第一次教书是在布鲁克林理工学院,您对教书生涯有什么心得体会?

Rudolph: 我热爱教书并受益其中。正如我前面所说,对于聚电解质乃至之后电子转移问题的研究,我得益于课上向我提问的学生,我获得诺贝尔奖时还提到了他的名字。此外,我一直常教常新。即使一门高级课程教了许多遍,但其中仍有许多未知值得探索。对于有些理论也许你曾是被动接受,但某一天你突然问自己一个新的问题或你的学生提出一个新的问题,那真是意外的惊喜啊!教书对我而言就好像另一种学习过程。同时沉浸在教书和科研中十分重要。因为教授学生,你对于所教的内容必须有更为严格、精确的理解。如果不是在教书,也许你可以跳过自己感到模棱两可的小问题,但因为你在教书,你不能,你必须很好地理解。

李露: 您有个人特别的教书方法吗?您会经常提问题并鼓励学生们独立思考吗?

Rudolph: 我在课堂上经常提问题。但也许太有挑战性了,课堂上常常一片寂静(笑)。但我想让学生们思考的是问题背后的实质,如为什么我们这样做,不那样做?提问题也是缓冲讲课的一种方法,让学生们停下来思考而不是仅仅记笔记。当我读书或做科研时,我常常会问自己许多问题。我鼓励学生也像我那样问自己问题。不要仅仅接受事物,而是保持专注并尽力发现真正的观点所在,尽力深入地理解。对人们来说,做一些较为表面的事情非常容易,人们也常常倾向于做简单的事情。但是如果你钻研进去,把问题想透彻,看到其中的逻辑,那将令人何等喜悦!一些科学发现常常源于意外的探索。我自己有个很好的例子,最近我在推导一个方程,写了满满两页的公式,得到结果后,我发现那个方程竟然如此简单。然后我就想也许可以用另一种方法,结果几行就推导出来了。

李露: 这种思考的感悟想必会令学生们受益匪浅。我想问问您对中国学生从事科学研究有什么建议?

Rudolph: 我有很多非常优秀的中国学生,他们有很强的数学背景。但是在当今这个社会,许多学生希望发表尽可能多的论文。这种多发表论文的压力在全世界范围内都普遍存在,它在某种程度上是好事,但也会有一些负面的影响:阻碍科学工作者对问题进行深入的钻研。有些人能做到不论在什么压力之下还能保持深入思考,但有些人不能。我觉得,如果一个人想做最前沿的研究,深入钻研也许比发表很多论文要有用很多。因为在一些情况下,发表很多论文相对容易,但是它们带来的结果或是影响力并不深远。如果一件事做起来很简单,那一定有很多人会去做,这样论文就不会脱颖而出。相反,探索新事物的论文往往会脱颖而出,不过那常常也要看运气。我提过,有时事情的发生是意料之外,科研上也有太多的不确定与运气的成分。不少重大的科学发明都是这样,基础研究更是如此。科学工作者所做的基础研究,后来被证明是重大突破的,常常有一定运气。那往往是不可预测的。

李露: 那么您认为这种压力来源于哪里呢?

Rudolph: 这种压力有很多源头。想在一个地方找到职位,你必须有一份论文发表记录以及很好的引用率,引用率已成了一个人科研能力有多强的标准。对于学生们的建议,另一个重要的点是,一定要努力工作。与你一同竞争的人也非常努力啊!我仍记得当我钻研电子转移的那些岁月,我觉得我还不够用功。但我的妻子对我说,每天晚上她都只能看到我伏案工作的背影,我坐在桌前,头也不抬。但我竟没有意识到。我后来领悟到,如果你所做之事是你喜欢的,你会不停地想做它,把它完成。■

责任编辑:尹颖尧