

# 快乐的数学

刘克峰

刘克峰，出生于河南开封，1993年获哈佛大学博士学位，师从丘成桐先生。2002年起任加州大学洛杉矶分校教授，2003—2009年任浙江大学数学系主任。2003年起至今担任浙江大学光彪讲座教授、数学中心执行主任。在微分几何、拓扑、数学物理等研究方向取得了大量国际一流的创新成果。他获得过享有盛名的Sloan研究奖和Guggenheim奖，并在2002年北京国际数学家大会上作特邀报告，2004年荣获世界华人数学家的最高奖——晨兴数学奖金奖。世界著名数学杂志《几何分析通讯》主编。乒乓球高手，现任浙江大学乒协副会长。

我是一个各方面都很普通的人，由于各种原因取得了一点成绩，40岁生涯中前20年在中国，后20年在美国。自己在国内读了中学和大学，在美国拿了博士。教过不少美国的学生，也教过不少中国学生；自己既做过好学生，也做过坏学生；教过很多好学生，也教过不少坏学生；做过好老师，也做过恶老师；在数学上和生活里有一些自认为成功的经验，也有许多失败的教训。我希望我的朋友和学生们能从我的经历中得到一些启发。

## 我的生活、学习与研究的经历

我的小学、中学都是在河南开封和天津的农村和郊区上的，父母也只有小学文化水平。我初中三年级才开始接触英文。至今还记得小学一年级坐过的泥土板凳和照亮的煤油灯。但河南农村小学、天津的郊区小学和中学却培养了我独立思考问题的好习惯。上初中和高中时，因为没有人讨论，所以自己经常会为一个问题苦思冥想几个星期。这种习惯是做研究必不可少的。现在我会时常为一个问题思考几年不觉得累，而且会觉得很享受。

数学竞赛有很多弊端，却激发了我对数学的兴趣。中学数学竞赛的一次失利对我影响极大，也激励我更加努力。我自学了高中、大学里的不少数学知识，开始时似懂非懂，可即使如此，再看中学数学就觉得非常简单了。所以，我觉得高考应该有一些微积分的知识，因为微积分某种意义上是集初等数学之大成，是现代科学最不可少的工具，越早接触它对自己未来的发展就越有利。

小学时,我们“开门办学”,夏天去田地里拾麦穗。考试开卷,自己编写考试题目。由于课程轻松,我大部分时间是与小朋友们四处玩逛。现在想想,这却与美国的小学教育很有一些相像之处。如今,与我同时代的不少朋友在国内外各行各业都做得很成功,大家并没有觉得小时候少学了什么。我现在每每看到国内孩子们被考试、习题折磨成蔫蔫的样子,心里总觉得不是滋味。

1976年我小学毕业的时候正好遇上唐山大地震,我们曾在露天里,把黑板挂在树上上课。2008年的汶川大地震给了我更多心灵的振颤。这两次大地震对中国都有划时代的意义。1976年正是中国改革开放的前夜;2008年则是中国空前团结和强大的里程碑。

海外的游子们尤其感受到了中国的进步,民族的团结与强大。这与我20年前到美国去的时候完全不一样。我在美国读书的时候,连香港、台湾的同学说起大陆都有不屑的样子,美国媒体里中国人的形象也大都很负面。当时我们太穷太困难,现在的情况是天翻地覆,世界上对中国的尊重从各个方面体现出来,包括美国的媒体、好莱坞、娱乐等各方面对中国的描述也完完全全地改变了。这种改变令我们更加觉得作为中国人的自豪。

我不到16岁上大学。在北京大学读书的四年里,数学上没有太多进步,玩得太多,写了几百封情书追求我现在的太太。但大学里7个人一个宿舍的经历却磨练了我的个人生活能力。而当时我们班上学习最好的两个同学,均在1988年前后来美国名校读书,但毕业后由于生活事业的一些不顺利,都自杀了。我想,这是经不起生活坎坷的磨练。其实许多坎坷回头看来都根本不值得一提,如果能够咬牙克服过去,事后回想起来也许是自己人生的宝贵经验和快乐回忆。我经常告诉我的学生们,中国人并不比别人聪明,我们最大的优势就是韧性,那是我们文化和人性的根基。屡挫屡战,能够在大大小小的失败里站起来才是真正的成功者。

在大学的时候,我们大都不知道什么是现代数学研究,以为就是做习题和考试。这使得许多学生,包括我自己失去了进一步学习的热情和动力。所以现在我带学生,都会让他们尽早接触现代数学研究的前沿知识,让他们有新的努力方向;让他们尽量多学各个方面的数学知识,有自己开阔的眼界。

我真正知道什么是现代数学是在1985年,陈省身先生在南开举办的暑期班里,我似懂非懂地学习了一些当代的几何拓扑知识。印象最深的,就是陈先生讲座中提到的陈示性类和指标定理。暑期班以后,我反反复复地读在暑期班里没有学懂的陈先生指定的两本书,由此也开始体会到“学而时习之,不求甚解;每有会意,便欣然忘食”的愉悦感觉。那一期的暑期班培养了好几位优秀的数学家,如张伟平、周向宇、方复全等,他们都是当今中国几何拓扑学界的领军人物。

我在中国科学院研究生院读书时,同学中有现在南开的张伟平院士、中科院数学所的周向宇所长等。那时很少有机会能听到前沿的课程。我们自己组织讨论班,报告陈示性类、指标理论、莫代尔猜想等等。开始还无法完全弄明白,但是却开阔了眼界,至少知道了什么是“好的”、值得学习的数学。这对每个人来说都是非常重要的。我觉得学生们最需要培养的是对数学的鉴赏力,让他们知道什么是

好的、有用的数学才是最重要的训练。

1988 年我来到哈佛大学攻读博士学位,让我感触最深的就是那里的教授和学生们的勤奋工作和学习的作风。许多著名的大教授,如鲍特、辛格当时都 70 多岁了,满头白发,却每天出现在各种讨论班里,像年轻人一样上课问问题。丘成桐先生也一天到晚坐在研究生的课堂里。现在国内最缺少的正是这样一种风气。

我想,一流的大学其实就是这样,并非一流的大楼和最先进的计算机设备,而是一流的研究学习氛围。然而,推动老师学生们如此投入的是他们对数学的好奇、热爱和对知识的渴求。哈佛举办各种讨论班,老师学生们都非常积极地参加,座位不够了,甚至坐在地上。那时的我感觉就好像一头扎进了知识的海洋,每天早晨都感受到不同的阳光,那是非常令人兴奋的日子。

美国顶尖大学里对研究生的培养就像是把人扔到水里学游泳。教授们通常不太管学生,让学生们互相促进。在那样的氛围和知识的海洋里,每个人都会自觉地非常用功,争取游到成功的彼岸。我在浙江大学数学中心也努力创造这样的氛围,经过 5 年的努力,已经初见成效。

1993 年从哈佛毕业后,我先后在麻省理工学院、斯坦福大学与加州大学洛杉矶分校任教。近 5 年来我把大部分精力投入到浙江大学数学研究中心与数学系的建设中。

我感觉到,数学的未来在中国。因为中国人做数学就像中国人打乒乓球一样有优势,我们在这方面是有特长的,可以做得很好,发展得很快。数学需要聪明人,我们 13 亿人口中绝对不缺优秀的人才。数学不需要太多的投入,只要有一个好的图书馆,把一群好的年轻人聚集在一起,让他们无忧无虑地讨论数学,有 5 年到 10 年就会大见成效。如果说国内哪一门学科可以很快成为世界一流,我相信数学是最有可能的。其实中国能成为体育强国就是上世纪 50 年代从乒乓球抓起,以此来带动其他体育项目的。我觉得我们的科学发展也应该从数学来率先突破。它们的共同点是投资少、见效快,又很合乎中国人的天性。我们投这么多的钱在足球里面,还不如投到数学里面,如果这样,中国的数学将很快是世界超一流的。我想,数学家们肯定不会让老百姓揪心的。

## 中美教育应互补

我觉得应试教育是一种训练机器,把孩子的灵性和能力磨掉了,只有对习题和考试的被动回应。我们一些老的体制和观念对我们发现和培养人才也是很大的障碍,尤其对有鲜明个性的学生,我们的老师压制多于鼓励,只是希望他们听话,并不鼓励他们的个性和好奇心。其实,许多优秀的学生,我们只需要把他们引导到正确的学习研究轨道上,他们很快就会非常出色。据我了解,我们的中学老师、家长们都明白问题所在,但却往往身不由己地跟着恶性循环。家长们既心疼孩子又要强迫他们去随大流拼命。许多有条件的家长宁可忍受分离之苦把孩子送到国外读书,以此来逃避国内的各种考试,这样的牺牲却未必值得。

我们的孩子们从小就开始参加“奥数”，他们中许多并非为了兴趣，而是被逼无奈。奥数竞赛本身用意很好，可是物极必反，被许多学校和家长们用作进入好的中学、好的大学的工具。奥数获奖者的人数和进入清华、北大的人数成为许多学校的金字招牌。太多的功利因素把奥数变成了进入好学校的工具，而不是用来激发学生们的兴趣。奥数免试制度显然弊大于利，作为入学的参考应该会有更好的作用。一些大学每年为所谓高考状元的竞争更是白热化。不少老师也知道这样做不对，可还是要做。其实大学之间应该还是比较培养成功的人才数量，而不是比较哪一个招收了更多的所谓状元。招收很多人才却培养不出来就是大学教育的失败。

中国学生们十几年的中小学生涯就是把进入最好的大学作为人生的目标。父母、学校还有学生们往往忘记了大学只是人生奋斗的开始。而对于我们今天的学生，大学却变成了人生奋斗的终点。

美国的教育恰好相反。美国孩子更多地是在体育、才艺等其他方面发展。学校里的功课相对简单，数学教育更多的是灌输知识，而不是技巧。但他们的教育方式有非常好的一面，如从小学开始就给一些研究性质的项目要求学生自己找资料，总结整理并在班上演讲。老师也鼓励学生主动回答问题，多与同学交流。这是非常好的研究和学习训练。我们是读研究生的时候才开始这样的训练。缺乏这样的“童子功”很影响中国学生在国内外的事业发展。不仅要做出好的成果，还要让别人了解并应用你的成果，这是现在做研究的必经之路。

美国大学的选拔方式也是全方位的，包括独立思考能力、社会责任感、团队精神、体育才艺等等的综合评判，考试成绩只是参考指标的一部分，而且入学考试有几次机会，并非像国内一样一次考试定终身。这对学生的全面发展非常有利。

美国的中学生们到了高中为进入好的大学大都非常用功。据统计北加州三分之二的高中学生缺乏睡眠和营养，各种协助学生申请大学的机构也应运而生。由此可见学习的刻苦，竞争的激烈。我女儿上高中时就经常学习到深夜来准备第二天的考试，在大学里更是紧张，还要开始为自己以后的生活和工作考虑。他们从此上紧了人生的发条。上大学以后他们能够更加成熟地思考自己的人生，许多人知道要为自己的未来而主动用功。

中国的孩子们该玩的时候没有玩够，从小就是在为父母们用功，磨灭了天真。所有的理想都是父母和社会强加给他们的，并非他们自己的意愿。一旦进入大学，离开父母，他们就往往不再有用功的动力。过度的机械训练让他们对科学完全失去了兴趣，而沉迷于小时候没有玩够的各种游戏。

我觉得中美教育各有所长，也各有所短，都有合理和不合理的地方。中国的教育注重基础和技巧，但为了升学进行魔鬼式的考试技巧训练有害无益。美国一般的中学教育又显得过于放纵，不少数学老师本身水平就很低。但由于美国有许多各种水平的大学，这保证了各种水平的学生都有进入大学的机会。中学也一样，大量的与多样化的中学给了学生们各种升学受教育的机会。美国学校的另一个优势是他们可以雇到全世界最好的老师，招收到全世界最好的学生。这保证了美国优秀大学的研究和教学水平总是在世界前列。随着经济的发展，中国也渐渐地具备



了这样发展大学教学和研究水平的实力。我相信教学研究的国际化,集世界的英才为中国服务,将是中国大学(包括高水平的私立大学)教育的发展方向。

我在美国大学里教书发现,在每个大学里,即便是哈佛,尽管有许多非常优秀的学生,但也有基础非常差的学生,这说明美国招生制度也有弊端。如何将中美教育的优势综合起来培养我们的学生,也是我经常思考的问题。我接触了不少美国的研究生与大学生,注意到他们的共同点是非常自信,与老师相处非常坦然,讲课条理清楚,这应该是他们从小训练的结果。他们的不足是缺乏韧性,全凭热情做事,生活和研究中一旦遇到稍大的挫折就会立刻向其他方向发展。当然,美国社会也给了他们各种转行的条件。

中国的学生基础扎实,勤奋用功,但一般比较害羞,对老师过于恭敬和崇拜,有时对自己的观点缺乏自信,这阻碍了他们的创新能力。他们的表达能力也相对有些欠缺。在国外许多中国留学生没有成功,甚至完全失败,并非他们天分不行,而往往是性格因素和生活能力造成的。其实他们中许多人在研究中取得了很好的成绩,却不能很好地适应社会。据我个人的经历,现代社会中一个人的成功与否与“情商”的关系明显大于“智商”,最聪明的往往不一定是成功的。好的数学证明常常是经历了几十个甚至上百个失败的尝试之后才找到,所以一个人经受挫折的韧性往往是成功的关键。我的导师丘成桐先生也经常教育我们,要不屈不挠、屡败屡战才能成为真正的强者。

由于长期的考试训练,国内的许多学生很难适应由读书走向研究的过渡阶段,我发现许多优秀的学生在这一步上垮掉了。不少考试的尖子一旦觉得自己的研究不如同学,又会产生极端的嫉妒或者自卑情绪。前几年这在中国学生身上表现极为突出,甚至有不少自杀和杀人的例子,包括在哈佛和麻省理工学院等名校的学生。

我们的独生子女过分地依赖父母和老师,他们在适应集体生活与研究等方面的问题似乎更加严重。这是我们作为老师和家长都要面对的问题。

## “法乎其上,取乎其中”

关于学习的方法和对数学的兴趣,我个人的经验是,数学学习应该遵循“法乎其上,取乎其中”的方式,这是事半功倍的好方法。比如学习微积分的知识用来解决许多中学数学问题就非常有用。我初中二年级时数学曾经很差,但我仅懂懂地自学了一些高中数学,再回头来看初中数学,就觉得非常容易。同样我高中时自学了一些大学的数学,中学的数学题就不在话下了。我希望大学生们尽早了解研究生阶段的知识,而研究生则要尽快开始研究训练。技巧训练也很重要,但不要为技巧而技巧,做题的目的是为了掌握知识。而兴趣则往往产生于能够解决困难问题的成就感。在具体的学习过程中,我教导我的学生要上课前预习,课堂上认真做笔记,课后认真复习做习题。采用这样的三部学习法可以有效地提高学习效率。课余时间还要读些课外书,尽量拓广自己的知识面。对于研究生我要求他们在学习

过程中要连奔带跑地冲到研究前沿, 论文和书籍要一起看。只有读了论文, 开始做研究了, 才知道什么样的数学有用, 应该下功夫, 要尽量少做无用功。

我们的教育体制有许多要改进的地方, 除了中学里有太多的考试, 在大学里, 有些老师的知识就过于陈旧和狭窄, 而且不努力学习新的知识, 更不可能拓宽学生的知识面了。许多学生也动辄以能做上万道习题为荣, 或者早就把自己限制在某个狭窄的研究方向上。这样的教育只能培养给别人打工的工匠, 不可能培养出真正的科学家。我觉得对数学专业的学生而言, 要首先拓宽眼界, 不仅在数学的各个学科之间, 更包括物理等相关学科, 然后再尽可能地融会贯通, 激发出想象力。

2003年, 我来到杭州为浙大数学中心与数学系工作。我和我的朋友们觉得最重要的使命之一就是发现与培养人才。我们意识到了上面提到的各种各样的问题, 除了呼吁社会的关注, 我们也希望通过我们的努力来改变这种状况。为此, 在丘成桐先生的倡导下, 得到泰康人寿保险公司、美国著名的坦普尔顿基金会和香港新世界集团的慷慨资助, 我们设立了面向全世界华人研究生、大学生、中学生的丘成桐中学数学奖。不仅奖金非常优厚, 而且与哈佛、哥伦比亚等名校联系合作, 希望以此来鼓励学生们的研究与创新, 让学生们把学习和研究尽早结合起来, 尽量减少过多的考试带来的负面效应。希望丘成桐中学数学奖能与奥数良性互动, 一起促进国内人才的挖掘与培养。

这几年在国内工作, 我们尽量用自己的成功经验来培养学生, 避免他们重犯我们曾经犯过的错误而能够取得更大的成功。在浙大我们创建了丘成桐数学英才班, 其模式也是“法乎其上”理念的实践。我们请到国内最优秀的老师给英才班上课, 希望学生们以最快的速度走到现代数学的前沿。其实我们并不缺乏优秀的学生, 我们缺乏的是优秀的老师和好的教育方式。好的老师往往把复杂的理论讲得简单, 并激发学生的兴趣, 而差的老师却会把简单的问题讲得复杂, 让学生失去自信心。我现在每星期都能收到一些年轻学生的邮件, 向我诉说他们对数学的热爱, 许多都很令我感动, 也更加让我感到自己的责任。作为老师, 被学生与家长们寄予厚望, 如果不能把优秀的学生培养成材, 就是最大的资源浪费!

从研究生开始, 我一直有幸遇到最好的老师: 早年的钟家庆、王启明、陆启铿先生; 以及后来的陈省身、丘成桐先生。钟先生与王先生的学问和人生都是踏踏实实、朴实无华。陆启铿先生对人对学问都是执着真诚。他们都深深地影响了我。至今还记得, 当年与周向宇教授一起, 在陆先生家里挂着的小黑板上讨论问题的情形。

陈省身先生对人对学问都有与众不同的看法。他曾经很得意地告诉我他对“仁”字的新理解。他认为就是“两个人的关系”。我想科学是应该最不讲人情的, 对就是对, 错就是错, 可是中国却是一个人情社会。也许他晚年思考的问题, 是如何处理好数学发展与人际关系的平衡。我们博士毕业的时候, 丘先生与丘师母也谆谆教导我们要处理好做学问和做人的关系。注重友情和亲情是中华民族的美德, 但如果没有适当的底线就会产生不好的影响。在国内的学校里, 学科的发展也往往受到人际关系, 特别是与领导关系的制约。

陈先生教育学生的方式是“放羊”，给他们提供好的学习环境，完全相信学生自己的能力，让他们自由发展。陈先生对“运气”的理解也有不少独到之处。

丘成桐先生无论做数学还是做人都是我的楷模，他是我们华人数学家的骄傲。1987年王启明先生写信给丘先生推荐我。1988年1月份丘先生用快件给我寄来哈佛的申请表，这完全改变了我的人生道路。

丘先生对数学的贡献，对朋友的真诚，对祖国的热爱，对中国数学的巨大投入都将载入史册。他培养学生也非常成功，他的学生遍布美国一流大学的数学系。哪怕你是研究生第一年的新生，丘先生也往往要求你尽快读懂最新的数学文献并在讨论班里演讲，这样一来学生们几乎是“连滚带爬”地走到了数学研究的最前沿，在研究中学习，在学习研究中，这是“法乎其上”精神最成功的体现。

## 数学与物理的交融

从我读研究生开始，我的研究工作就一直围绕着物理学中出现的几何与拓扑问题。物理学家需要数学作为工具，反过来他们又借助物理理论提出数学上的猜想，虽然物理学家的推导很多时候是不严格的，但是这些猜想往往最后都被证明是正确的。这是非常令人感到惊奇的！

数学和物理学的相互交织造就了科学史上的多次革命，大家熟知的有：微积分与牛顿力学定律；广义相对论与黎曼几何。近年来的大小例子更是层出不穷，如量子场论、弦理论与数学的交融一直是数学研究的主流。这种交融极大地推动了数学的发展。弦理论是最有希望实现爱因斯坦梦想的大统一理论，与数学共同演奏出了最和谐美妙的科学发展篇章。

为了解决物理学家们提出的数学猜想，我们发展了全新的数学理论，发现了不同数学分支之间意想不到的联系。这些数学上的革命又为物理学的继续发展提供了严格的理论基石。

近20年数学菲尔兹奖得主的获奖工作，有一半与量子场论、弦理论有关。无论你研究哪一个方向，总会在弦理论中找到用武之地。而弦理论学家们也贪婪和迫不及待地注视着数学中每一点一滴的新进展，迅速地理解并应用到他们的理论中去。这种交流激发了数学与物理学无尽的活力。这也使得我们有理由猜测：上帝根据数学公式创造了世界？但毫无疑问，数学是开启大自然的钥匙。

要指出的是，物理学家对数学的贡献不仅仅限于预测数学结论。很多时候，他们也用严格的数学语言为我们指出数学上重要的研究对象。威滕和瓦法是两位杰出的代表，他们的数学甚至要好过绝大部分数学家。有人形容他们就像从未来时空穿梭回来的一样，只记住了未来数学支离破碎的景象，凭着记忆叙述出来，而这些成了挑战当代数学家的猜测。

威滕的经历对我们也应该很有启发。他大学时学习历史，还参加过美国总统的竞选写作班子，读研究生时才转到物理系而成为数学物理大师。这样成功的例子在国外很多：著名的拓扑学家瑟斯顿大学读的是生物系；大数学家鲍特大学时专

业是工程;还有好几位著名的数学家都是大学二年级开始读研究生。这也是我们的教育体制需要学习的另一个方面——给学生们的兴趣创造条件,不能一次考试定终身。尽管有许多不合理的地方,我知道我们的大学体制正在朝着好的方向改进,学生培养模式也更加自由和灵活。

物理学家学习数学的方式也许值得我们借鉴,威滕他们大概从来不做数学习题,但却用最快的速度学到他们所需要的数学。哈佛大学数学教授陶布斯曾说,“物理学家先学指标理论,然后才是黎曼几何”。这也是“法乎其上”的学习方式。我觉得我们数学家不仅要时刻留意物理学的发展,更要注意物理学家掌握知识的技巧,那就是在研究中学习,在学习中研究。

物理学家特别青睐“无穷”,甚至有时候不惜以牺牲“严格性”作为代价,比如模群对称、大 $N$ 极限的陈-西蒙斯理论、路径积分。虽然费曼的路径积分还缺少严格的数学基础,该理论因其物理上的直观性和便于形式演算在现代量子物理中产生了深远的影响。这与微积分的发展有异曲同工之妙。正所谓“妙在无穷,美即有用”。这种不严格也给了他们无穷的想象空间。

数学上的每一次变革,都离不开新的思想与方法,以及不同分支学科的融会贯通。在历史上,方法的本质变革往往使困难的问题变成练习题。无论做哪一门科学,我们必须努力跟上并参与大的变革。这就要求我们在掌握丰富知识的基础上更具创造性地思考问题,才能在数学发展的前沿占有一席之地。数学与物理的交互作用无疑将是今后相当长时间里数学研究的主流分支。

作为数学家,我们也要时刻关注物理学的发展,我自己还有我的一些合作者与学生都有每天浏览最新数学与物理文献的好习惯。了解物理学家新的想法对我们的数学研究很有帮助。从我的博士论文一直到我现在的几个研究课题都是与理论物理的发展密切相关。

我的博士论文是研究威滕基于量子场论提出的关于指标定理的刚性猜测,而我的证明用的是我从数论中学到的模形式理论,极其简洁而漂亮,其方法也被用于发现一些全新的数学定理。我与丘先生、连文豪一起证明的镜对称猜想,我与刘秋菊、周坚合作证明的马里诺-瓦法猜想,以及我与彭磐一起证明的瓦法等人提出的关于扭结不变量的代数结构与整性的猜想,都是由五种超弦理论间的相互对偶引申出的数学问题,这些猜想给出了无穷多难以计算的数学不变量生成函数完美的表达式和惊人的结构,它们的证明也解决了数学中一些长期悬而未决的问题,是我们单纯从数学角度来看做梦也想不到的。当然我们的证明以及发展的数学理论也为超弦理论作为大统一理论的正确性提供了更加坚实的基础。我相信数学也将很快能够与其他学科,如生物学和医学,有更加深刻和广泛的联系。

## 知识和技巧哪个更重要

我去美国留学时,随身只带了两本书,我想在分析与几何领域大展身手,就不需要学习别的了。1988年9月底,我走进丘成桐先生的办公室,开始了我在哈佛的



学习生活。他问我,想开始做研究,还是想继续学更多的数学?我回答想开始做研究。丘先生却对我说,“你要尽可能多地学习数学,因为毕业以后要想学什么新东西就不容易了。”他让我学习代数几何、代数数论、几何分析等许多不相关的课程,有许多内容直到今天我仍然无法完全理解。但这却深刻地影响了我的学术生涯和人生轨迹。在当上教授以后,繁重的教学和科研压力让我体会到丘先生的话是多么的语重心长。

知识与技巧,到底哪一个更重要呢?我的观点是,对年轻人而言,知识更重要!知识让我们站得更高,看到正确的方向,因为方向错了,一切努力都不会有结果。但是也要承认,研究中关键的突破往往来自技巧上的创新。做个比喻,一个武林高手,学了很多门派的武功,但是内功不行,就容易走火入魔。大家知道丘先生在众多数学领域都有开创性工作,得益于他极强的分析功底及广博的知识面。现在国内热衷的中学生数学竞赛,就太过于强调技巧,而忽略了更重要的知识。

其实我们的学生从中学开始就应该接受多方面知识的熏陶,让孩子多看名人传记,培养对科学的好奇心才是上上之策。我最近读的牛顿传记就写得非常精彩。正是由于好奇心,牛顿大学二年级给自己提出了几十个有关大自然的问题,为了解决它们,他发展了微积分作为基础,进而发展了三大物理定律。爱因斯坦说过,“想象力比知识更重要”。可是没有深厚的知识底蕴,想象力也只能是空中楼阁。想象力就是将各种知识融会贯通而激发出的火花。所谓“天才”,就是脑袋里时刻放着七八个问题,在阅读文献,与同行交流的同时,不断用新学到的技巧和方法来分析这些问题,看能否找到突破,只要用心坚持,不断积累,总能解决掉其中两三个问题,那么别人就会觉得你是天才了。

如果你还是无法确信什么是好的数学,那么就去读大数学家的著作和文章,跟着大师走总是没错的,因为他们之所以成为大师,就是因为他们选择了正确的研究方向。在读书过程中要注意培养自己对数学的鉴赏能力,发展属于自己的技巧。后来在我研究中成为重要工具的局部化思想就是在国内学习与做硕士论文期间掌握的,当时是受威滕、鲍特等大师的文章启发。后来我用局部化思想来理解我所学到的一切数学知识,就像用一根线串起了许多珠子,有融会贯通的感觉。而我研究生涯的第一步正是得益于广泛的知识积累,把数论的知识用到了拓扑之中。在研究的过程中,我也更加深了对所学知识的理解。哈佛几年的学习,我觉得最重要的收获是开阔了眼界,提高了对“好的数学”的感觉和把握能力。“研究”的英文单词“research”,就是反复寻找,很好地体现了研究的本质。研究一个问题,要首先知道什么是已知的,什么是未知的,确定什么是需要自己努力创新的。丘成桐与杨振宁先生都有常在图书馆翻阅杂志的好习惯,不求懂,只为见多识广。丘先生更以“好读书,而不求甚解”作为广泛猎取知识的好方法。与其他学科一样,数学的每一点进步都是建立在前人工作基础之上的。可谓“开卷有益”!

## 杭州是个圆梦的地方

2003年6月我担任浙江大学数学研究中心常务主任与数学系主任。上任时,丘先生对我和浙大领导说,我们办数学中心就要办世界第一流的,否则我们宁可不办。为此我工作的第一步就是要努力与世界的数学发展接轨,然而我的管理与研究理念却经常与国内的一些传统观念有冲突,常常要为此付出成倍的努力。另外,由于社会上对于数学和数学家的各种成见,也很难招收到优秀的学生。当时的数学中心只是一幢空空的大楼,举办学术活动也经常为没有学生来听而发愁。我们从一点一滴做起,通过大量世界一流的学术活动,吸引了包括霍金、威滕、格罗斯等大批国际一流数学和物理学家来访。更有哈佛的教授斯图明格带领其学术团队来中心访问半年,开拓了国内数学界,特别是浙大师生们的国际视野。与哈佛学生的朝夕相处也增强了数学中心学生们的自信心。经过五年的努力,浙大数学中心已经成为举世闻名的数学研究机构,数学系也成为国内最强的数学系之一。现在的数学中心已是由上百位教授、博士后、研究生与大学生组成的著名国际数学中心。这几年我们引进培养了一批优秀的青年数学家,包括国外名校,如麻省理工学院的毕业生,有的已经取得了世界一流的成果。许多世界名校的数学系,如哈佛、哥伦比亚、伯克利、加州大学洛杉矶分校也更加关注并录取我们数学系和数学中心的学生。今年哥伦比亚大学就一下子录取了7位浙大数学学科的学生,这对浙大、对哥伦比亚大学都是史无前例的。五年来,我努力在数学中心为学生们营造我当年在哈佛的学习与研究氛围,这种努力已经开花结果。数学中心已经形成了良好的学术氛围,杭州五年是我值得自豪的五年。几年的学习生活,我与杭州,与数学中心学生们的感情也越来越深。

杭州是个激发灵感的城市,既有美丽的西湖,也有深厚的文化底蕴。这几年,杭州给了我许多宝贵的人生历练。在我自己的研究工作上,五年来我与朋友、学生们合作解决了几个著名的猜想。除了马里诺-瓦法猜想,丘成桐几何度量猜想,最近我与我的学生、与朋友彭磐完成了瓦法等四位著名超弦学家提出的一个著名猜想的证明。此猜想给出了扭结不变量全新的代数结构与无穷多新的整数不变量。这是弦对偶理论中重要的猜想之一,把陈省身先生的陈-西蒙斯理论与丘成桐先生的卡拉比-丘流形的拓扑弦理论两个不同的理论完全等同起来。

2009年我在杭州破格录取的博士生徐浩与我发现并证明了模空间中著名的法波猜想。美国著名的克雷数学研究所与加拿大班福数学研究所曾经专门为此猜想举办了一周的研讨班,全世界40余名著名专家到会,足见此猜想的重要性。而就在这个国际研讨会举办前两天,与会专家们了解到中国浙江大学数学中心新近解决了这个世界著名猜想,这引起了国际数学界的震惊。徐浩也被哈佛、哥伦比亚大学等名校争相聘请为助理教授。徐浩的求学和研究经历也让我对中国数学的未来更加有信心。

这两年来我在杭州与孔德兴教授等一起开辟了一个崭新而且有趣的研究方向:双曲几何流。它把微分几何中的几何流与广义相对论中的爱因斯坦方程联系在一

起。我们又一起发现了一个寻找爱因斯坦方程解的新方法,并以此找到了宇宙演化的周期解,解决了这个长期悬而未决的问题。一些令人兴奋的结果正在展现出来。德兴是双曲方程的专家,与我的专业几何拓扑结合起来,产生了意想不到的结果。我的几位学生与博士后也正在这个领域里大显身手。

学生们的成功是我这几年来最引以为傲的成绩,他们也极大地促进了我的学习与研究。我自己和我的学生们这几年在杭州的研究与生活经历也说明,国内的数学已经具备了走向世界一流的条件。这些优秀的学生让我自信浙大数学在未来的几年内会更加辉煌。我坚信不久的将来,中国将成为数学强国。我们也正在为这个梦想的实现而不懈地努力。

做数学家是很快乐的,做着自己喜爱的事情而且衣食无忧。数学家对整个社会和人们的日常生活都有很大的贡献。从计算机、互联网到生命科学、金融业,处处可见数学的踪影。尽管目前在美国找工作不容易,华尔街还招大量的数学系毕业生,培训三个月就能胜任。诺贝尔经济学奖获得者中也有好几位是数学家。在生物学界也有数学出身的诺贝尔奖获得者。好的数学基础可以为未来的事业发展提供更加广阔的空间。

对我而言,我想象不出一个更好的职业。我们可以在任何时候、任何地方与自己的朋友谈论我们喜欢的数学问题。数学就像是我们不离不弃的老朋友,一个人对数学的热爱与真诚总会得到回报,那就是美好与永恒的定理,还有稳定而快乐的生活。爱因斯坦说,政治是暂时的,公式是永远的。我想,上帝应该是个数学家,因为大自然规律的最终和最完美的表达一定是数学方程式。证明一个漂亮的数学定理和公式往往令我们感到非常的愉悦和满足。不少朋友都说我已经功成名就,可以悠闲地采菊东篱下了。可我却觉得我的研究生涯才刚刚起步,有更好的定理在等着我呢。我现在最大的愿望就是多证明几个美妙的数学定理,多带出几个能做出世界一流成果的学生。作为老师,最开心的就是看到自己的学生们成长为一流的数学家。我现在尽我所能地帮助我的学生们实现他们人生的梦想,就像当年丘成桐先生、王启明先生帮助我一样。

二十几年来,数学帮助我实现了我所有的梦想,它已经成了我生命的一部分,是数学的魅力在牵着我走。几十年与数学朝夕相伴,我对数学有了更深的体会。我觉得从某种意义上讲,数学就是人生的一种感觉,这种感觉只有在宽阔的知识海洋里徜徉才能欣赏得到,这种难以言状的美妙感觉真是好啊!

编者按:本文摘自2008年10月30日的《光明日报》,作者做了少量修改。