



# 学术： 生命之树

——忆侯伯宇先生

吴 可

侯伯宇先生是西北大学的教授，生于 1930 年，一直从事于理论物理和数学物理研究，成果丰富，多次得到国家级省部级奖励，不幸于 2010 年因病去世。

侯老师生活淡泊、工作勤奋，对学问满怀激情，有不懈的追求，他把毕生的精力都贡献给了学术研究和人才培养，是一位真正的学者。他的一生为我们树立了一个纯粹学者的榜样，告诉我们何德何能才是一个学者和怎样才能成为一个学者。在今天充满浮躁气氛的学术界，以学术为第一生命和第一追求的侯老师显得多么宝贵啊。

20 世纪 80 年代初，我们就有过合作，特别是在他生命的最后 4 年，我们又再次合作研究，一起讨论和接触的机会多了，深受侯老师的人品和学问影响和感动，借此文把几年来向侯老师学习的一些经历和体会写成文字，来纪念他。

几十年来，侯老师从事数学物理研究，做出了很多成果，有着丰富的开展研究工作的经验。2006 年 4 月，在 arXiv 网上出现了卡普斯京（Kapustin）和威滕（Witten）的文章，编号 hep-th/0604151，此文讨论几何朗兰兹（Langlands）纲领和电磁对偶，结合前几年夫伦克尔（Frenkel）关于几何朗兰兹纲领和二维共形场论之间联系的工作，侯老师感到它是当今数学物理中的重要进展，把量子场论的研究和数论中朗兰兹纲领结合起来，是一个难得的机遇，不可失去，要立即开展研究，投入国际竞争。于是他邀请了胡森、殷峥和我以及我们的研究生，到西北大学组织讨论班。在 2006 年 9 月底到 10 月初，用了一周时间，他在讨论班上连续讲了六天，介绍卡普斯京-威滕和夫伦克尔的文章。从此开始了侯老

师和我之间的长达四年之久的讨论与合作。

以后每隔一月左右我去一次西安，晚上坐火车，早上到西安后就开始讨论。每天上下午，共计七或八个小时，一般是讨论三天，第三天吃过晚饭后回北京。侯老师每年也到北京来两三次，一到就开始讨论，直到离开北京要去机场时才结束。侯老师对时间十分珍惜，为把有限的时间全用在学术上，我们有一个约定：免去一切应酬。我到西安，他不请我吃饭；他到北京，我也不请他吃饭，都是到对方食堂餐厅用餐，没有人陪。平时我们用电话或电子邮件进行联系和讨论，很多邮件由侯老师的研究生冯俊代发，比较急的时候他就亲自写邮件。

讨论都是侯老师为主，他给我们介绍最新的文献，可以研究的问题，以及他的想法和思路，然后就回答我们的疑问。他年近八旬，却不知疲倦，每天讲七八个小时，而且连续好多天，晚上要准备第二天讲的内容。这几年当中，国际上数学物理研究进展很快，在这些成果中，他最推崇的文章有两篇，一篇是前面提到的卡普斯京-威滕的文章，另一篇是孔采维奇（Kontsevich）和索贝尔曼（Soibelman）的关于模式的（motivic）唐纳森-托马斯（Donaldson-Thomas）不变量的文章，arXiv 网上的编号为 0811.2435，文中给出了普适的“穿墙”（wall-crossing）公式，基本上概括了近年来很多新成果。这两篇文章都是把理论物理和核心数学中最难的部分相结合，提出新思路，得到新结果，推进了数学物理的发展，难度极大。由于这两篇文章的重要性，他读懂之后反复给我们讲过多次，但是至今我理解起来仍颇有困难。

侯老师是理论物理学家，同时他的数学功底也非常好。讨论中，我们问数学问题，他会立即翻开数学书，如格里菲思（Griffiths）和哈里斯（Harris）的专著《代数几何原理》（*Principles of Algebraic Geometry*），把公式和概念找给我们看。该书八百多页，很多页上都密密麻麻写满了注解，他是认认真真读过这本书的物理学家。正是因为他在物理和数学两方面深厚的功夫，才能理解前面提到的两篇文章。他对数学物理方面的学术文献特别熟悉，当讨论到某问题时，他都立即找出有关文章，一下翻出某页，告诉我们答案，如果手头没有该文献，会立即从网上把文章取来。

侯老师对文献熟悉程度，对数学物理最近成果理解程度，以及他考虑问题的深度，远远在我之上，比我高出一大截。在他离开我们之后，深深感到失去了良师。

2007年夏天，非常不幸，侯老师的独子和独孙在北美一次车祸中丧生，儿媳受重伤。我在北京得到消息，不敢打电话给他，怕引起悲痛，但他依然叫我去西安讨论。大概在出事后不到两个星期，我又去了西安，一早到西大的办公室，一切照常开始工作。中午讨论结束了，准备离开办公室时，他突然问我：“你知道那件事了吗？”因为我一直没有对他提起过，他以为我不知道，我回答他：“我知道了”，突然他眼泪就流出来了。原来整个上午他强忍着老年丧子丧孙的人生最大之痛，和我讨论学术，没有任何痛苦的表现，讨论之后，又想起儿孙，万分悲痛之情自然地流露出来了。接着他什么话也没有，一直流泪，沉默几分钟后我们下楼。我陪他走一段，把他送出学校大门，一路上他断断续续地重复着下面几句话：“开车一定要小心，美国人是在汽车里长大的”，“你也不该把我孙子一起带走”。侯老师夫妇两人对他们的独孙特别宝贝，孙子在加拿大上中学，特别优秀，该学校为他的不幸去世降半旗表示哀悼。为了学术研究工作，他一次又一次强忍下所有痛苦，下午又开始正常讨论了。后来他还多次讲到：“现在我已经一无所有了，上帝又给了我一个最后的礼物”。其中“一无所有”是指的儿子孙子都没有了，“最后的礼物”是指几何朗兰兹纲领和量子场论的实现这个重要研究课题，他要借此机会，再次攀登数学物理的高峰。

最初的讨论是我们两人为主，以及侯老师的研

究生冯俊和王展云，后来中科院研究生院侯伯元教授、首师大孙善忠教授、杨紫峰教授等，以及我的研究生也参加了讨论会。最后一次讨论会是在首师大进行的，从2009年10月底到11月初，参加的人也是最多的一次，除了上面的老师，首师大还有其他老师、研究生和博士后也参加了。

侯老师最看重时间，走路大步流星，平时说话，也要节约时间，常常是半句话，两句话之间不连贯，内容跳跃，给人造成印象是侯老师报告听不懂，但是往往在只言片语中隐藏着深刻的思想。在这几年的学术讨论中，他经常讲的几句话有：“它们没有代数”，“京都报告路线图”，“三维杨图”。我觉得这几句话体现他在学术上思考的问题和解决的思路。由于他站得比我们高，下面我对这些话的理解的介绍，肯定不能表达其中全部的含义，更深刻的内容，侯老师已经把它带到天堂上了。

“它们没有代数”，物理学研究的主要内容之一，是系统的不变量 and 对称性，他们之间有对应的关系，如果系统有足够多的不变量或对称性，系统就是可积的。

数学物理研究中有很多新的不变量，如20世纪70年代英国阿蒂亚（Atiyah）学派开始研究反对偶杨-米尔斯方程的模空间，导致了唐纳森不变量，后来威滕把它解释为  $N=2$  超对称规范理论的关联函数，1994年塞伯格（Seiberg）和威滕利用对偶的方法，提出了塞伯格-威滕方程，在其模空间上得到塞伯格-威滕不变量，涅克拉索夫（Nekrasov）用环面作用对称性和局域化定理，推广了塞伯格-威滕的预势，引入了含两个参数的配分函数，称为涅克拉索夫配分函数。中岛（Nakajima）等继续用希尔伯特（Hilbert）概型的工具进行计算，旨在从数学上证明塞伯格-威滕不变量和唐纳森不变量的等价性。

以上是由规范理论导出的不变量，另外从超弦理论也有一系列不变量。其中著名的有格罗莫夫-威滕不变量，它是基于格罗莫夫（Gromov）关于辛几何伪全纯曲线的研究和威滕关于拓扑  $\sigma$ -模型的工作提出的不变量，简单来说它计算紧致辛流形上伪全纯曲线的个数，物理上对应世界面上的瞬子数。还有唐纳森-托马斯不变量，它计算  $X$  上理想层（ideal sheaves）的个数，对应超弦理论中 BPS 态的计数，当  $X=C^3$  时，该不变量是麦克马洪（MacMahon）多项式。另外，还有 Gopakumar-Vafa

不变量等，以及他们的种种推广形式，如局域的 (local)，精细的 (refined)，模式的 (motivic)，等等，它们之间以及它们和涅克拉索夫配分函数都有着密切的联系。

上述种种不变量应该有对应的对称性，在一些例子已经看出端倪。如格罗莫夫-威滕不变量，Equchi, 森 (Mori) 和 Xiong (熊传胜) 提出 Virasoro 约束的猜想，即它们是一组微分方程的解，这些微分算子要满足半支 Virasoro 代数的对应关系。此猜想在简单情况下已经得到验证，大多数情况仍未解决。又如中岛等在讨论曲面上点的希尔伯特模型的波莱尔-莫尔同调群上，有一个海森伯 (Heisenberg) 代数的作用，中岛曾经提出问题，为什么有无穷维代数的对称性？至今未见答案。还有阿尔迪 (Alday)，加约托 (Gaiotto) 和立河 (Tachikawa) 提出的 AGT 猜想，认为超对称规范场论的涅克拉索夫配分函数和二维刘维尔 (Liouville) 场论的共形块有关。

以上的结果表明，这些重要的不变量中应该有无穷维代数的作用，然而人们的理解还很少，不变量和对应对称性的研究还仅仅开始，就是侯老师讲的“它们没有代数”的含义。

它们应该和哪些代数联系？侯老师有明确的思路。2008 年侯老师在京都大学做了一个报告，在这个报告中提出了他一些想法及路线图，认为  $\hat{P}^2$  上涅克拉索夫配分函数研究中，他可以用 Lax 对的单值性 (Monodromy) 矩阵导出单元 (monad) 结构，联系到 RSOS 量子可积模型，可以发现和侯-杨 (侯伯宇-杨文力) 代数 (Virasoro 代数一种量子形变代数) 的联系。2010 年他应邀给《二十世纪知名科学家学术成就概览》(以下简称《概览》) 写他的事迹，他用一节的篇幅，再次说明该线路图，并且提出应该把侯-杨代数和  $GL_{\infty, \infty}$  代数中相联系，认为  $GL_{\infty, \infty}$  代数也是一种可能存在的对称性。2010 年 7 月初，他把初稿寄给我，告诉我要关注《概览》中最后一节讨论的路线图。

怎么入手？就是他的第三句话，“三维杨图”。这是从讨论最简单的唐纳森-托马斯不变量时用的工具，从“三维杨图”入手，就是从最简单的唐纳森-托马斯不变量开始研究。

三句话，概括了要研究的问题，解决的方案和开展研究的入手点。在 2010 年我们以上述思想为基

础，提出了一个研究计划，申请国家自然科学基金委的重点项目，同年获得批准立项，侯老师当然是项目组的主要成员。

2009 年 11 月初，侯老师在北京工作十几天后回到西安，进行了例行体检，查出癌症，于是开始了长达一年之久的与病魔斗争。在此期间，他想的仍然是学术和学术讨论活动。

侯老师为了争取有几年的工作时间，同意手术治疗。12 月 11 日，他让冯俊告诉我：“近日，侯老师体检时发现患有膀胱癌，因此需住院手术。因为发现较早，想来应无大碍。不过，最近一周是无法工作了。”但是强调讲，“他特别让我告诉您，也请您放心，待他病愈后，我们的工作仍可正常进行。”

12 月 15 日，手术顺利完成。半个月后，2010 年 1 月 4 日他亲自写邮件邀请我去西安进行学术讨论：“请安排春节后来西安的时间。另外，希望今年五、十月份，我与王展云、冯俊再次去京住紫玉饭店，继续我们的工作。伯宇于办公室”。

在和癌症作斗争的时候，他坚持学习最新的学术文献，经常用电子邮件的方式和我们交流。例如 1 月 31 日，他在邮件中写道：“现在已完全清楚：double gerbe 代数 (especially the 顶角算子) 的实现只需 1、2 天就可讨论清楚其框架，and 其与 Kontsevich Soibelman (including their Miami talk on cohomological Hall algebra)、Ben-Zvi, Nadler, Drinfeld (e.g. 0906.0520 on braided fusing categories), Frenkel-Zhu (朱歆文) 的代数几何范畴的联系，及与 Witten-Moore 的 topological 场论 (including Vafa's recent works on wall-crossing) 的联系，特别是 clarify 他们的进一步猜想与发展。”(侯伯宇先生是一位学者，我对他的回忆离不开学术，本文不免充满学术名词和术语，在引用侯老师的原话时，不想改变它的原貌，不免中英文通用，敬请原谅。)

“因此，建议 3 月上旬，1 日、8 日 or 15-th 前的周末，last Friday to Sunday，务必请紫峰、小宇来 2、3 天，吴可也 EFFORT 来 1、2 天。然后，each of 我们的 further 工作就都 may 主动 arrange accordingly。”信中特意把 EFFORT 用了大写，表示他的期望。

2010 年，他计划的活动和过去基本相同，让我们去西安，为此他和高科技中心 (CCAST) 联系申请在西安举办研讨会。有一次冯俊在给王垂林的邮

件中讲：“根据侯老师的身体情况和我们的工作进度，他决定在3月初在西安再举行一轮“几何Langlands纲领与量子场论讨论会”，为此需要申请CCAST的会议资助。It would be nice if the fund transfer to NWU's account at the beginning of March. 请问有什么手续需要我们完成？”

他多次希望我去西安，恳切之情反复出现在他写得邮件中，2月13日，他用英文写道：

“Dear Ke,

The guest house under the institute for international communication, NWU is open in the winter vacation. It is convenient for your visiting. Looking forward for your coming! Give me the itinerary soon after fixing your schedule. Happy spring festival! Bo-Yu”（亲爱的可，寒假中西北大学国际交流中心的客房依旧开门。对你的访问仍是方便的。殷切期待着你的到来！一旦定了行程，请尽早告诉我。祝春节愉快！伯宇）

不幸的是他的病情迅速恶化，为了他能安心养病，我们没去西安。他要到北京来两次的愿望都没有实现。4月底，他又作了第二次手术，虽然报了平安，其实病情已经非常严重了。

2010年，我们先后失去了两位数学物理的学科带头人和亲密的师友——郭汉英和侯伯宇。6月侯老师得知郭汉英的不幸去世的消息后，在无限悲痛的同时，表达了要努力奋斗的决心。他在悼言中讲：“聪明绝顶，盖知世间事广而透的汉英，竟在奋力攀登中先我安息了。协同奋战、相知甚深的密友伯

宇不甚哀思，联想感慨历历在目、栩栩如生。定以我有生之年，顽强攀达峰顶，作为最后的献礼。”

2010年，侯老师应邀为《二十世纪知名科学家学术成就概览》一书的物理卷撰写自己的学术成就。6月底，他的《概览》初稿成文了，《概览》是介绍科学家的学术成就的公众读物，一般不用公式，但为了说明他要完成研究工作的路线和学术思想，使用了很多公式。编者希望他删去文中的公式或者去掉最后一节，他没有同意，认为这些工作是他学术生涯的最后拼搏。并且在《概览》的结尾，他发出了最后呼喊：“我誓借几何Langlands可推广到 $\hat{P}^2$ 这一机遇，以创新湮灭顽疾之苦痛，以创新来消灭死。誓以我有生之年，在国际竞相攀登科研高峰中顽强攀顶，以作为最后的礼物。”

他把痛苦生死置之度外。每次化疗一结束，不顾医生要他休息半小时的建议，立即回到办公室，把可以争取到时间全用在学术研究上。他最终接受医生的治疗方案，也是渴望上帝能够再给两三年时间，让他完成这项攀顶之作。非常遗憾，目的没有实现，2010年10月，他离开了我们，离开了他为之奋斗了一生的理论物理和数学物理研究事业。

（首都师范大学数学科学学院 100048）

本文是根据2011年10月15日作者在中国高等科学技术中心所作的报告整理改写的。初稿修改中，朱重远研究员提出很多建议，原稿经王世坤研究员和冯俊博士审阅，作者在此一并表示感谢。



## 科苑快讯

### “蛇油”的功效

蛇油很长时间作为一种寻常药物，但最近的研究表明这种特殊的蛇“产品”可能有非凡的药效。美国博尔德市科罗拉多大学（University of Colorado）的雷万德（Leslie A. Leinwand）和同事注意到缅甸巨蟒在摄入大量肉食后，心脏重量会大幅增长（2~3天内增长40%）。这就伴随着不断增加的心输出量，显然是为了配合身体的飞速长大而满足不断增长的消化和营养输送要求。

三种脂肪酸（肉豆蔻酸、软脂酸、棕榈油酸）在正确的配比下会触发这样的变化。给老鼠以同样配比

的脂肪酸，它们心腔的重量则会以每天10%的速度增加。这类跨物种的近似反应，可能会在今后帮助人类防治心脏疾病。



（高凌云编译自2012年1月《欧洲核子中心快报》）