

# 心星永恒——我的求索之路

○黄润乾（1951—1952气象）

**编者按：**黄润乾，我国著名的天体物理学家，中国科学院云南天文台研究员、博士生导师，原中国天文学会副理事长、云南省科协常务理事。1933年12月生于北京，原籍湖南衡山。1951年8月考入清华大学气象系，1953年由国家选派赴德国耶拿席勒大学天体物理专业学习，1958年毕业回国工作。先后在中国科学院兰州分院、兰州物理研究所（510所）等单位从事教学和国防科研工作。1976年调入云南天文台。1999年当选为中国科学院院士。

本文节选自黄润乾院士著《心星永恒——我的求索之路》第五章《到大西南工作》中的第一、第二节。



黄润乾学长

## 一、云南天文台

云南天文台坐落在昆明市东郊凤凰山上，距离市区十多公里，海拔近2000公尺。云南天文台最早是紫金山天文台的一个观测站，1972年国家正式决定将它扩建为天文台。1976年10月我们一家来到云南天文台时，正是大兴土木建设、修路的高潮时期。全台有100多人，只有几个研究组，还没有正式开展研究工作。

初到云南天文台，生活和工作条件很艰苦，全家四口人住一小套间，总面积大约40多平方米，厕所离住房很远。买油、盐、酱、醋和菜，都需要进城。星期日可以乘班车进城。买米要用自行车到山下粮

站，推上山就满身大汗。那时烧煤炉、生火做饭是最辛苦而又不可少的劳动，为了生活，还要种菜、养鸡。办公室很简陋，七八个人在一间平房内，光线昏暗、空气潮湿。但是，精神上却很快快乐，一方面看着天文台在迅速建设中，另一方面想赶快投入到天文研究工作中去。

### 选定方向

初到天文台，心绪起伏，考虑的问题极多。但最重要的是今后的方向和前程问题。从1958年回国后，我已整整18年没有从事天体物理研究了。这期间国外天体物理的发展非常迅猛，尤其在恒星物理方面，已经用大型计算机计算恒星演化模型、恒星大气模型和恒星振动模型。中国与国际的差距已远远增大。在国内又有一批水平很高的物理学家转向天体物理研

## □ 回忆录



1955年，作者在德国Sonnenberg天文台观测实习，出现了很多热门领域，如：高能天体物理、相对论天体物理、等离子体天体物理……这些都是我不熟悉的新领域。另外，这些年很少接触数学和物理，要在天体物理领域中拼搏，数学和物理基础十分重要。国内天体物理界，已经有很多人远远走在我前面，更何况人到中年，还仅仅是一个刚起步的新成员！

虽然如此，仍然不灰心，想到自己是学天体物理的，通过努力和拼搏，一定能赶上去。但是，如何赶，能赶到什么地步，达到什么目标却不清楚。实事求是地说，只有一个模糊而又十分坚决的愿望：要在天文研究上做出成绩，要求自己至少赶上国内天文界的同行。

当时的情况和心情真所谓“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”，日夜苦思冥想，寻找一条追赶的捷径。

很清楚，要想在起步晚的情况下，赶上国内天文界同行，不是一件容易的事

情。除了依靠自己特别努力以外，还必须选择好研究方向。如果方向选择得好，就可能快出成果。曾经征求过一些国内知名天体物理学家的意见，例如：方励之先生、戴文赛、何香涛先生，他们都给了我一些很中肯的建议。我内心也有一些想法：第一，从事高能天体物理或相对论天体物理研究，需要广义相对论和量子场论，以及现代基本粒子理论，而这些都不是我的强项。第二，国内许多人，都热衷于研究相对论天体物理和等离子体天体物理，反而使我倾向于寻找某个“冷”的领域，这个领域既是国内仅有少数人研究，然而又是重要的天体物理领域。于是，我注意到恒星结构和演化理论，对这个领域有一定兴趣。天文界有许多好友，他们劝我不要选择恒星结构和演化理论，认为恒星结构和演化理论在国际上已发展很完善，凡是容易做的工作都已基本解决，剩下的只是一些难啃的硬骨头。

1977年美国天文代表团一行十人访华，这是在中美建交前来中国访问的一个高级别的科学代表团。代表团的成员都是世界著名的天文学家，还有诺贝尔奖获得者，其中有一位世界著名的恒星结构和演化理论专家，被称为恒星结构和演化理论发展史上“第二里程碑”的创建人——史瓦西教授。听说，史瓦西教授是犹太人，曾经在德国获得博士学位，在希特勒迫害犹太人时逃到美国，是普林斯顿大学天文系主任。我主动陪他去石林游玩，途中用德语交谈得十分愉快，我诚恳地向他请教对恒星结构和演化理论的看法。当他知道了我的经历，也知道我正在寻找研究方向时，他十分热情地鼓励我从事恒星结构和



云南天文台恒星理论组

演化研究，他说：“人类对恒星的认识远远不够，恒星结构和演化理论和恒星大气理论是天体物理的基础核心部分。如果对这些基础核心部分不能深入了解，那么天体物理水平不可能很高和牢靠。”他又说：“决定一颗恒星的演化有两个要素：一是恒星的质量，二是恒星的化学组成，可是这两个要素现在都测不准确。在恒星结构和演化理论中不清楚、不知道、不确切的问题太多了。”史瓦西教授回国后，又赠送一套《恒星结构原理》书给我，书中还有他详细的批注。我国老一辈天文学家龚树模先生也同意史瓦西教授的见解，鼓励我从事这方面的研究。

史瓦西教授关于恒星结构和演化理论的重要性，以及这个领域还有很多问题需要研究的意见使我最终下定了决心，选择恒星结构和演化理论作为主要研究方向。

#### 迈出第一步

有了决心和愿望，又选定了方向，余下的是踏踏实实地干。当时天文台给我的任务是参加购买一台口径一米的天文望远镜的工作（从德国进口）。口径一米在当时已经是国内最大的天文望远镜。参与

这项工作的人有好几位，我的任务主要是在技术谈判中，以及设备安装和培训讲课时担任德语翻译。我的德语虽有18年没有用过，但仍然没有忘记，可以流畅地和德国人谈判。所以，除了完成和德国人谈判任务外，还有很长时间可以学习。经过冷静分析，要使天体物理研究很

快赶上去，首先要将数学和物理基础抓回来，于是全力以赴复习理论物理和高等数学。记得当时的工作条件很差，恒星室的全体工作人员，都集中在一大房间内办公。办公室又暗又冷，除了白天工作以外，晚饭后也上山到办公室学习，通常都要学习到晚上11点。在甘肃科技大学时写的讲稿帮了很大忙，使我在一年左右的时间迅速地补回了理论物理和高等数学。

紧接着就开始阅读恒星的结构和演化理论资料，其中有史瓦西教授写的《恒星的结构和演化》（俄文本）和邱宏义编的《恒星演化》（英文本）。我的俄文已经丢了二十多年，现在阅读俄文书籍比较吃力，需要不断查字典，一天读不了几页，但是，就是这本书，引导我迈进了恒星结构和演化理论的大门，使我了解到这个领域的大致情况。

70年代后半期，国外已经将大型计算机应用于天文研究。在国内，计算机还不发达。云南天文台作为中国科学院的一个研究所，1976年购入一台TQ-16国产计算机，在当时已是国内生产的最大型计算机。在研究人员中，多数都不会使用计算

## □ 回忆录

机，更不会用软件编写程序。我清楚，要从事恒星的结构和演化研究，必须要用大型计算机，必须要会编写程序。于是，先学习Algo语言，然后学Fortron语言，同时学习应用数学和编写程序。开始时，一切都觉得困难和陌生，经过一段时间，逐步学会如何编写恒星结构和演化模型的程序。

开始工作时，遇到的第一个难题是文献上没有现成的模型可借鉴，所有的公式和计算方法都要自己探索；其次，云南天文台的TQ-16国产计算机还在调试中不能正式使用，只能用美国代表团赠送给云南天文台的一个小型HP计算机（有磁卡，可以编200多步程序），摸索编写恒星结构和演化模型中的一个公式。经过一段时间的摸索，初步知道如何编写恒星结构和演化模型，这才知道云南天文台的TQ-16型计算机的内存容量不够大，无法计算整个恒星的结构和演化模型。1979年得知北京房山石油研究院有一台扩充内存的TQ-16型计算机，它的内存容量可以满足计算要求，于是，我和一位学计算机的同事到北京房山石油研究院去计算。那时的计算机水平很低，输入要用打孔机，检查错误和调试程序十分困难，我们经过了将近两个月的艰苦努力，终于第一次成功计算出主序附近的恒星结构和演化模型，这也是我国第一次计算出恒星结构和演化模型。为此，在全国恒星物理学术会议上做了报告，并在《天文学报》上发表了这个领域的第一篇论文。

虽然能够计算恒星的结构和演化模型，但编写的程序比较简单，有许多复杂的物理问题尚没有考虑进去。但这已经是

向恒星结构和演化理论迈出的第一步，正是因为有了这一步，使我知道有哪些问题还需要深入学习和研究，也更提高了自信心，以及对这个领域的兴趣。

### 机遇

1977年美国天文代表团来昆明访问时，曾经给云南天文台的研究人员拍摄了一些照片，他们回国以后就在*Sky and Telescon*杂志上发表了一篇介绍云南天文台的文章，还公布了拍摄的照片。远在德国汉堡天文台的台长A.Weigert教授，看到了这篇文章，也从照片上认出了我。我和A.Weigert是二十多年前在耶拿大学天文台相识的。那时，他刚刚大学毕业，在系里当助教，而我正在做毕业论文，我们相处很好。1979年，以方励之、沈良照等人组成的中国天文代表团到汉堡天文台访问，A.Weigert教授就向他们问起了我，并请沈良照先生给我带来一个问好的纸条。看到这个纸条，真是高兴万分，原来在文献上经常看到的德国有名的恒星结构和演化理论专家，就是在耶拿相好的A.Weigert。我立即给他去了一封信，没有多久就收到他热情洋溢的回信，信中还邀请我到汉堡天文台去工作，同时也表示希望来中国访问。

1980年8月，我到北京见到一起留学德国的张翼翼，他是科学院外事局的局长。谈到A.Weigert教授想来昆明访问，张翼翼立即表态要我代表科学院发函请他来。10月，A.Weigert教授到了昆明，我们相见非常高兴和激动，共同回忆了美好的过去，叙述和询问了相别二十多年间各自的经历、成功和变化。但是，在我内心深处真是惭愧和内疚：二十多年后的今天，我无论在学问、贡献和科学地位上都远远

落后了！站在A.Weigert教授面前，他已经是一位世界级的大科学家，而我却一事无成！一种惭愧但又强烈想追赶的愿望，占据了整个心灵。很想有机会到德国去学习并迅速赶上去。没有想到，机遇来得如此快。就在A.Weigert教授做学术报告我当翻译时，云南天文台管外事的同志叫我出去，并告诉我，科学院已通知我我立即到北京办理去德国的手续。原来，A.Weigert教授在出发前就办理了邀请我去汉堡天文台工作的手续。

## 二、访问学者

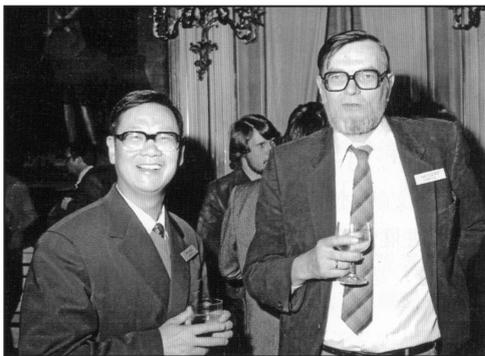
1980年12月，我第二次踏上了德国的土地，到达德国北部波罗的海边最大的港口——汉堡。时隔32年再次来到德国，当时的心情不知有多激动。展现在眼前的是如此美丽和繁华的德国，她比32年前见到的东德更美，更繁荣。街上行人不多，尽是小汽车，商店里琳琅满目，应有尽有，我不自觉地总在想，什么时候中国也能如此就好了！

我是汉堡天文台有史以来第一个来自中国的访问学者。在那里如饥似渴地仔细研究由R.Kippenhan和A.Weigert两位国际知名教授编写的恒星结构和演化程序，这个程序被美国和欧洲的很多研究组应用，是世界上最早最好的恒星结构和演化程序之一。很巧的是，不久前汉堡天文台有一位叫Lauterborn的知名教授去世了，我搬进他的办公室，他留下了满屋的资料要处理和销毁。在这些资料中有一份手稿，是他对恒星结构和演化程序的理解和说明，以及对程序中每个公式的详细推导，这份手稿帮助我很快熟悉德国的恒星结构和演

化程序。另一方面，A.Weigert教授引导我阅读恒星结构和演化理论的许多重要文献，使我迅速地了解在发展恒星理论过程中，遇到的各种问题和现在的进展情况。能够到汉堡天文台工作，特别是能得到A.Weigert教授的引导，是我能够以较短时间追赶国际发展前沿的重要机遇。

### A.Weigert教授

A.Weigert教授是我最好的德国朋友之一，他是德国汉堡天文台的台长，世界著名的恒星结构和演化理论专家，有非常敏锐和超凡的物理思维，使人十分敬佩！他在恒星结构和演化领域的重要贡献是世界公认的。A.Weigert教授对人非常好，学术上他引导我学习恒星结构和演化理论，同时合作进行了几项很有意义的研究工作。生活上他对我无微不至地关怀，每天晚饭后他和夫人都邀请我一起去散步，每到节假日总要邀请我到他家吃饭或出游。更使人感动的是，他在我去到德国不久，又邀请我夫人栗志到汉堡天文台工作。这样，我们夫妇二人在德国度过了非常愉快和难忘的两年。1981年我和A.Weigert教授还一起到奥地利参加了德语国家的天文学年



1981年5月，黄润乾学长与A.Weigert教授在奥地利参加IAU学术会议

## □ 回忆录

会。很可惜的是，A.Weigert教授多次发生心肌梗塞，在我们回国以后，他的身体越来越坏。1989年我在美国工作时，和他通过一次长途电话，那时他已病情严重，动过几次手术，声音细弱无力。1991年10月他寄送了一本他和Kippenhan教授合写的《恒星的结构和演化》一书给我，这是他1992年去世前最后送给我的一本书。我为失去这位好友和良师而痛惜，经常想起他的容貌和回忆起我们在汉堡相处的那些愉快岁月。

### 提出星风激波理论

天文观测发现，在许多大质量双星中，有射电辐射、X射线辐射，或有特殊的发射线。通过观测可以确定，这些特殊的辐射不是来源于双星中的恒星。另外，从天文照片上又发现，在一些大质量星的周围会出现弓型波状结构，这些不是来源于恒星的特殊辐射和特殊结构，究竟是什么天体物理现象？引起了国际上的高度重视，但一直没有得到满意的解决。

A.Weigert教授认为，大质量恒星有强大的星风，而星风和星风碰撞，或星风与星际气体碰撞时会产生激波，在激波面上温度极高，能够产生X射线辐射和射电辐射，并出现弓型波状的结构，可以解释上述观测现象。为了证实这点，他要求我用气体动力学建立星风激波理论，用严格的星风激波理论，计算出星风激波的位置和形状，才能和观测结果对比，证实这个想法的正确。

我很高兴和A.Weigert教授合作，并发挥气体动力学方面的所长，用了几个月就提出了星风激波理论的基本方程组，以及相应的初始条件和边界条件。大质量恒星

的星风气流是等离子体超音速气流，由这样两束气流碰撞产生的激波，其结构和性质必然和地球上已知的激波不同，必须采用特殊形式的动量流守恒和质量流守恒方程来描述，这样就建立了星风激波理论的基本方程组。1982年在国际重要天体物理刊物*Astronomy and Astrophysics*上发表了两篇文章，这是我第一次在国际重要刊物上发表论文。

我和A.Weigert合作提出的星风激波现象，以及星风激波理论，从1982年发表至今30多年来在国际上得到非常广泛的应用和高度评价，在国际核心天体物理刊物上已有37篇论文引用星风激波理论，解释了许多天体物理现象，并且大段地引用我们给出的基本方程和公式，使它成为国际上被普遍采用的碰撞星风激波理论。虽然近年来国际上又新发展了一些特殊激波理论，但是它们也是以我们的激波理论的基本方程组为基础，再做一些修改或变化而发展起来的。在1994年专门为双星和碰撞星风召开的IAU Symp.163中，有多篇来自X射线卫星、紫外卫星的观测报告，证明许多大质量双星中存在星风激波和来自激波面上的X射线辐射。1985国际天文学联合会的《天文报告》中也总结了我们的这项工作。在国际著名的双星专著*Interating Binaies*中对这项工作也做了专门介绍。这项工作使我获得了1987年中国科学院科技进步二等奖。

### 领悟和筹划

完成星风激波理论以后，得到许多启发和领悟。回想起来，从中学时代开始就幻想和希望自己将来能够进清华，出国留学，成为一名科学家。现在，真的实现

了进清华和出国留学，真的开始了科学研究。但是，怎么才是一个真正的科学家？尤其是一名基础研究的科学家？通过对星风激波理论的研究领悟到，一名基础研究的科学家，他的工作就是去发现和揭示自然界的现象和规律。他的每一项工作就是要增添一点新的知识。因此，今后的选题，都必须针对新的发现、具有新的见解和新的物理内容，不做那种没有新的物理见解、没有创新的工作。

做一项重要和有意义的工作，往往又是非常艰难的。在创立星风激波理论工作中，虽然已经知道气体动力学的基本方程组，但要推导出适用于两个等离子体气流相碰撞的方程和边界条件、初始条件和随时间变化的计算程序，以及日夜的计算，都十分艰难，必须要有不畏艰难、不怕吃苦的精神，才能做出有分量的工作。这必须是今后选课题、做研究要随时想到的。

在汉堡天文台工作时，看到了整个恒星物理（包括恒星结构演化理论，恒星大气理论和恒星振动理论）在国际上有很大发展，深受震动和鼓舞，同时又看到汉堡天文台有几个活跃的研究组，是由几个水平高的骨干组成，他们相互讨论，互相切磋，发挥各自所长，形成一股强大的集体力量，才能使这几个研究组处于世界前列。于是下决心回国以后要在云南天文台建立一个恒星理论组，相互讨论，互相切磋，发挥各自所长，形成一股强大的集体力量，跟踪国际前沿，力争做出成就。在分析了当时云南天文台的实际情况后，意识到要组建这个组，必须从招收研究生，培养年青人入手。为了实现这个愿望，除了和A.Weigert教授合作进行恒星结构和演

化方面的研究课题外，又专门到Reimas教授领导的恒星大气理论组工作一年，深入学习恒星大气理论。与此同时广泛收集恒星大气、恒星振动和恒星结构演化的程序与资料，着手编写《恒星结构和演化》、《恒星大气理论》两本讲义，为今后培养研究生用。

事实证明，在汉堡天文台时期的这些领悟和筹划，对指导回国以后的工作有重要的意义，也是后来取得一些成绩的重要原因。

提出用天文观测来判定对流超射大小

在恒星结构和演化理论中，恒星内部发生热核反应并处于对流状态的核，称为对流核，它的大小决定了有多少物质能参与热核反应，因而对恒星的寿命长短，以及恒星的光度大小有重要影响。几十年来，人们都采用“经典混合程理论”来确定恒星对流核的大小。在汉堡天文台工作时，国际上出现了几种新的以湍流理论为基础的对流理论。各种新对流理论都认为，对流核的大小应该超过经典理论的大小，称作“对流超射”。但是，各种对流理论所给出的对流超射大小相当不同，因而得到的对流核大小以及恒星的寿命差别很大，这不仅对于恒星演化，甚至对于星系的演化都有重要影响。因此，通过判别对流超射大小，不仅可以间接地检验各种对流理论的正确性，对于恒星演化甚至星系演化也都有重要意义。

我和A.Weigert教授合作进行的另一项研究工作发现，恒星对流超射的大小，对于恒星在赫罗图中的演化轨迹有明显影响，于是提出了用造父变星在赫罗图中的演化轨迹能否进入造父脉动带，来判定造

## □ 回忆录

父变星的对流超射大小，从而给出了一种用天文观测方法来判别对流超射大小的方法。并在*Astronomy and Astrophysics*上发表了第三篇论文。

在1983年召开的国际重要学术会议（IAU Symp.105）中，国际天文学联合会第35委员会主席A.N.Cox用很大篇幅详细介绍和高度评价了这项工作的意义。不仅

如此，我们的工作还发现，恒星外壳的对流超射大小，也对恒星演化轨迹有重要影响，这项工作也得到广泛的引用。二十多年来，在国际核心天体物理刊物APJ和从A&A上已有17篇论文引用，它是使我获得1987年中国科学院科学技术进步二等奖的内容之一。

# 回忆任联合国专家的一段经历

○游性忱（1958机械）

1982年经原外经部推荐，联合国工业发展组织（UNIDO）聘用我为技术顾问，以液压气动系统专家身份前往巴基斯坦机床厂（英文简称PMTF）工作，执行联合国多边技术援助项目任务。在短短的六个月期间，为该厂解决了七项技术难题，得到巴基斯坦政府有关部门和联合国驻巴代表处的表彰，我自己也获益匪浅。

## 我是如何被UNIDO聘任的

UNIDO是联合国下属直属机构之一，其主要任务是促进世界各国特别是发展中国家工业化，协助解决发展工业过程中的各种困难和问题：如资金、技术和人才。UNIDO在全世界招聘专家工程师，要求有比较丰富的实践经验和独立工作能力。

我国是发展中国家，改革开放前以接受联合国的技术援助居多。70年代以后随着工业的发展，逐步开展对外技术援助，其形式以政府间的双边援助为主，结合外援项目提供成套的设备和技术。工程技术人员习惯团队集体工作方式，即在有组织、

领导、翻译及后勤人员等一整套人马互相协作配合下开展工作。由于多年的闭关锁国，技术人员的外语水平不高，也没有单独在国外生活和工作经历，很难适应联合国多边技术援助项目要求的独自一人任在外单打独斗的工作方式，所以长期未能进入UNIDO的招聘名单。

进入80年代，原外经部开展向联合国派遣技术专家工作，要求中央各部委和各省推荐符合条件的工程技术人员，经审查合格后报送UNIDO列入待聘专家名录。当有某国提出申请时即从名录中选取适当人员派往该国担负技术援助任务。我本人是经江西省外经办推荐到外经部的。

我于1958年毕业于清华大学机械系金属压力加工工艺及设备专业（通称锻压专业），分配到江西工作。前几年在南昌一家大跃进中新建工厂当技术员，不久该厂下马，又被分配到家乡赣州市的江西气体压缩机厂。这是一间从小修配厂发展起来的中小型机械厂，设备落后，技术水平很低。到厂后先在技术科搞设计，一年后