

我转行做海洋

黄瑞新

2012/9/28

1. 从空气动力学到地球流体力学

我的少年时代是在无忧无虑中度过的。我从小在广州长大，但是按中国的传统算法，我老家是台山。台山是著名的侨乡，因此从小我就听到过许多关于美国的故事和传闻。我记得最清楚的有两个：一个是美国的红树。记得小人书上画的是，有一棵红树大得不得了，下层开了一个隧道，小汽车可以通过，上层开了一个小旅馆。San Francisco 西北就有一个红树公园，我曾专门去参观。那里的红树果然是巨大。可惜还是没有我小时候小人书上画的那么大。另一个是大发明家爱迪生，他发明了电灯泡，还有许多其他东西。我在高中时还订阅了一份报纸《创造和发明》，天天在作发明家的美梦。1985年我在 Princeton 工作时，终于有机会参观了爱迪生博物馆，瞻仰了我小年时代的偶像。

我从小就喜欢新的理念，做一个爱迪生那样的发明家就是我小时候的梦想。我读小学时，学校设有“爱迪生奖”，每年发给班上的第一名。我有两个哥哥，他们每次都得奖，而我从来就没有拿到过这个奖。我应该很感谢我的父母，因为他们从来不给我加什么心理压力：“你为什么拿不到奖？”事实上，在20年的学生生涯中我从来没有因为学习成绩得过奖。我在小学和初中时成绩只能说是中上。大概是高中是慢慢开窍。到了高三时，我大概是全校考分最高的。本来哈尔滨军事工程学院已经决定要招收我，但是学校和老师希望我能够考个全省第一，“为校增光”。当时学校已经“学习福建经验”，考前半年每个月做模拟高考。所以，我的数理化，外语考到很好。不过，我考试中作文只得了很低的分，所以也没有得什么全省第一。也许这是老天保佑，不叫我背上“第一”的包袱。正因为这样，我从来就没有什么值得骄傲的资本。

也许是因为父母用“新”这个字给我起了名字，我从小就喜欢做新的东西。说起来真是阴差阳错，虽然我的两个哥哥都是做实验的，我却慢慢的转到了搞理论。所以做发明家的梦就变成搞新理论的梦。大学毕业后，我在科学院力学所工作，图书馆里有很多书。青年人要有几分天不怕地不怕的劲头。我当时常去图书馆看书，每拿到一本书，我就喜欢看看书里有没有提到还没有解决的难题。我最爱看的是华罗庚的《数论导引》，还有辛钦的《概率论》等。虽然明知是力所不能及，但是人还是要有“白日做梦”的劲头。

大概我从来就不是一个十分安分守己的人。我原来的专业是航天技术，这也可以说是我中学时的梦吧。但是，自从美国的“阿波罗”登月成功后，情况就大不一样了。航天从科学的角度来说已经成功，成为一个大兵团作战的工程问题。在国际上，许多一流的空气动力学专家纷纷转行，大气，海洋，生物和环境方面的研究慢慢变成热点。我有个老朋友，他的名言是：“在空气动力学这一行，任何时候，你认为你找到了一个好的新题目，只要你有足够的耐心，你总可以发现这个题目至少被做过三次。”所以我一心想有机会就来个改换门庭。

我开始找新的方向。因为我是做流体力学出身，所以地球流体力学这一新领域很快就吸引了我的注意力。Pedlosky 在 1971 年发表的地球流体力学方面的一篇文章可以说是这个领域的开山作之一。当时读过几篇有关的文章。只记得在读 Norman Phillips 关于天气预报的综合评论时，真是费了九牛二虎之力。其中提到一个所谓的 beta 平面。我坐在图书馆啃了一个礼拜，就是没有弄明白。对于大气海洋科班出身的人，beta 平面是一个极其简单和基本的概念。一个这么简单的概念我看了一个礼拜都不懂，可能在他们看来简直是不可思议。也许我就是那种蠢人吧。但是，蠢人也不一定就不行。俗话说龟兔赛跑，听起来很可笑，人人都不肯自比兔子。以我几十年的经历，兔子型的人还是不少。以他们的才华而论，大气，海洋，固体地球这点东西，真是不值得他们去费脑子。不过，我从来没有放弃我的黄粱美梦。按美国人的说法，就是 Never give up。我因为吃过自学的苦头，所以我常常说，自学成才是万里挑一。另外，我也读了很多关于大陆漂移，地幔对流，板块学说的文章。我还和我的一个朋友写了一篇关于地幔对流的综合评论。我一心想干地球流体力学这一行，可是当时是身不由己。

今天说起来，年青人可能认为我是在讲笑话。我在中国科学院工作了近 15 年，可是从来没有被提升。我是所谓“文化大革命”前最后一届（1965）的大学毕业生。在“文化大革命”中，所有的图书馆都关门大吉。我到处去找书看，所以北京市的新华书店我几乎都去过。但是在那个“革命的年代”，新华书店除了红宝书以外，几乎是一无所有。有一次我居然在中关村的新华书店找到了维纳的《控制论》，真是如获至宝。他是 20 世纪科学界的天才，也是少有的真正成才的神童。维纳开创了一个崭新的学科——控制论。一个科学家能在自己的学科中作出开创性的工作就很了不起，开创一个新学科的是巨星级的科学家。在那个不讲文化的“文化大革命”中，维纳的《控制论》成了我的至宝，他也成了我心中的科学偶像。文化大革命后期，科学院开始大地回春。我从远郊区调回到中关村，图书馆也开门了，我一有空就往图书馆钻，像一个疯子一样读书。我每天同时学三门外语：德语，法语和日语。所以每天早上，晚上，再加上白天抽空学习。当时五道口有个外文书店，里面有影印的外文书。我是每周必去，每月必买一本书。当时一本书值 3-5 元，大概是我每月工资（56 元）的 7-10%。

不过在那个论资排辈的年代，我就是个最底层的萝卜头。按中国的文化传统，专家的话是不能反对的。时至今日，在神州大地，专家和院士还常常是一言九鼎。我在中国很少听到大院士们承认他们还有不懂得东西。我最敬佩的是丁肇中，因为他以一个诺贝尔奖得主的身在中国敢于对年轻人说，有很多东西他不懂。我现在常常在中国讲课，我对学生讲，我有很多东西不懂，也可能有错，但是我一旦知道自己有错，就会承认错误。我认为，一个人如果没有胆量承认自己有不懂的东西，自己可能有错，那么这个人就不可能做一个真正的科学家。

在 70 年代，因为我斗胆写了一篇“稻草”，掀起一场波澜。事因我提出“权威”所谓的“经典”著作可能有错。“稻草”得到不少年轻人的支持，但惹怒了权威。我被划入“（文章）不得发表”，“不得提职”，“不得调动”的另册。据说我们研究所的学术委员会本来已经通过了我的提职。但是“权威”第二天回来了，他在学术委员会上明确声称“别人都可以提职，就是黄瑞新不可以提”。在我的组长通知我这个“决定”时，我只能面对窗外茫茫的大雪愤怒地问天：“这就是‘百花齐放，百家争鸣’？”因为我“反对专

家”，我的顶头上司也专门来训叱我：“你有几篇站得住脚的文章？”他说的太对了，我这个初出茅庐，最底层的人的确是“一无文章，二无头衔”。虽然在上司面前，咱们这种萝卜头只有乖乖地挨训，但是我心里就是不服。其实。他们用行政手段来压制青年人，这本身就是表明他们是外强中干。既然是大学者，为什么不敢讲科学道理？我认为在科学的真理面前，所有的人都是平等的。一个科学家最崇高的事业就是追求真理。我认为中国科学界现在最大的问题就是很多人缺少这种为追求科学真理而献身的精神。从那一天起，我就发誓要做出世界水平的工作，也就是说要写篇站得住脚的文章。

因为我是划入“三不”的人，所以不能调动。不能调动实在是整人的好办法。我的一个朋友很想把我调去搞地球流体力学。为了一个萝卜头的调动闹到所领导机关，真有点“小题大做”。最后，我的顶头上司就是一句话：“小黄是我们的业务骨干，怎么能挖我们的墙角？”我这个多少年都不能提职的人，竟然是业务骨干，真是令我哭笑不得。

不过，不能说“洪洞县里无好人”。70年代末的一天，我从研究生院回到力学所，在所大门口正好碰上我的一个老师。他当时任科学院广东分院院长，他对他的助手说：“黄瑞新是我们的业务骨干。”

邓小平复出，恢复高考和研究生制度，科学院明文规定“任何人不能阻拦考研”，所以我得以逃过“不得调动”这一关。我在34岁时破釜沉舟，下决心考研究生，改换门庭。我当时有很稳定的工作，为什么要“铤而走险”？当时我很多好友不理解：30多岁的人了，还去在当学生念书？

人可以没有名，没有钱，但是不能没有志气。为了能够真正独立自主地做科学研究，我从1976年开始了人生的一次大迁徙。我在1977年参加了第一届研究生入学考试，1978年进入科大研究生院，我终于可以决定自己的专业和命运了。为了求学，我在1980年秋远涉重洋，进入 Johns Hopkins University。时至今日，出国留学和旅游已经是家常便饭。但是在32年前，出国留学是充满了未知，甚至危险。我考研和“留洋”是从来就没有想到要通过这个来成名或发财。不过，30年后的今天我非常感谢那些当年把我“逼上梁山”的人们。没有压力，就没有动力，在很多情况下，人还是逼出来的。

当我进入 Johns Hopkins University 时，系里有几个年轻的老师，他们很希望我做地热，热液，板块动力学和地幔对流。我当时由大陆漂移学说联想到地质年代史上地球气候的巨变，所以也想研究古气候。但是我当时意识到研究气候一定要对大气和海洋比较了解。我认为大气动力学已经比较成熟，而海洋还是大大的落后，搞海洋可能是个好的突破点，所以我下决心要做大洋环流。Johns Hopkins University 虽然是名校，但是当时主要是搞地质，没有大洋环流方向，我入学一个月就下定决心要转学。我至今还非常感谢我的第一个美国导师，他对我非常关心，爱护。他极力挽留我，说我两年就可以拿到博士学位。但是我只身漂洋过海来到美国，绝不仅是为了一张文凭。我要做大洋环流，要学到真本事。我年轻时在科大时虽然也算是好学生，但是以我当时38岁的年龄和烂吧吧的英文跑去 MIT，确实是一个很大的冒险。当时我是在美国孤身作战。去还是不去？我一个人在办公大楼的地下室中不知道来回走了多少次。最后还是下决心去，就是“不到黄河心不死”。

1981 年春天我终于转到 MIT/WHOI Joint Program, 开始了我的海洋科学生涯。在 MIT 念书时, 我比我的导师大五岁, 比我的同学大 17-18 岁。真是年龄不饶人, 由于年龄大, 精力不足, 英文又不行, 念书时压力实在太大。Mark Cane 当时开一门海洋波动课。这也是我最喜爱的课。可是我就是没有精力全堂课听下来, 常常在课上打瞌睡。所以我当时读书和考试完全是靠吃过去的老本。我年轻时也算是好学生, 在科大考试时常常提前做完题目, 然后慢慢去检查。刚到 MIT 时, 考试就是一个下马威。第一次期末考试, 到了钟点, 居然还没有做完。这是我 20 年学生生涯中的头一次, 我当时几乎要掉泪。我来到美国只有一个信念, 就是一定要成功, 但是能否到达彼岸, 实在是非常渺茫的。我就这样在期待, 迷茫和奋斗中度过了我在美国的第一个十年。

2. 我第一篇能站得住脚的文章

在海洋中海面以下几百米处有一个温跃层, 也就是温度垂向变化最大的一个薄层, 见图 1。海洋温跃层理论起步于 1959 年。Welander, Stommel & Robinson 的文章就是经典著作。由于问题比较复杂, 大家是各抒己见。大部分人认为, 温跃层应当做一个内边界层来处理。因为方程太复杂, 许多人去找相似解, 这种解表面上看起来很华丽, 但是实际上并不满足许多重要的约束。在 1959-1983 的 20 多年中, Welander 单枪匹马, 他坚持说温跃层用理想流体理论就可以解释。科学上, 可不是少数服从多数。真理在开始的时候常常是在少数人手里。直到 80 年代, 海洋中的混合很弱这一事实才被观测证实, 所以用理想流体理论来解释温跃层应当是合理和可行的。因此, 独胆英雄 Welander 是对的。

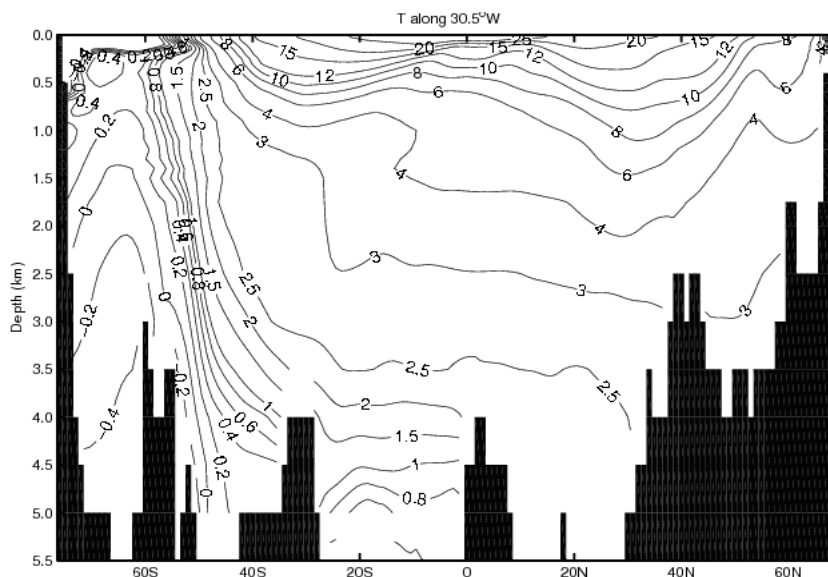


图 1 大西洋中一个剖面, 显示中纬度 600-800 米处的主温跃层。

1982 年位涡均匀化理论和 1983 年通风温跃层理论是这个方向上的重大突破。但是在连续层结情况下有没有解? 这个问题一直没有解决。甚至有几个人从理论上“证明”, 连续解不可能存在。其实在科学史上, 很多所谓的“证明”后来都被推翻。

经过“文化大革命”的折磨，我失去了15年的青春年华。1986年9月，我44岁时回到WHOI (Woods Hole Oceanographic Institution)，头衔是assistant scientist。当时系主任对我很好，他帮我修改我送给NSF(National Science Foundation)的proposal，所以我一次成功，拿到了两年的资助。他对我说，你每年发表一两篇文章就可以了（物理海洋是和大量数据结合的，所以，一般人一年只能发一两篇；出得太多就可能降低质量）。

我在Princeton做博士后时，在等待机器计算结果的空余时间，完成了连续层结情况下的通风温跃层理论的基本构思。回到Woods Hole之后，我的第一个目标就是把我在Princeton算的许多结果整理好发表，尤其是完成构思好的温跃层理论。在70年代，因为我“反对专家”，大人物把我踩在脚下，我的顶头上司也教训我：“你有几篇站得住脚的文章？”（我把这句话长期贴在我办公桌上方，以此为激励。）经过十多年的努力，我终于在连续层结下的通风温跃层理论这个老大难上有了突破，总算是写出了一篇能站得住脚的文章，我的论文1988年在JPO发表了。

具有连续层的温跃层的解曾是一个经典的老大难。我在“从MIT到Princeton”中提到过，我的老师Mark Cane曾对我说：“你看，人人（他指的是所有的大大小的科学家）都在做温跃层。几乎人人抽屉里都有关于温跃层理论的手稿。”所以这也就是所谓“几十条狼狗啃过的骨头”。要啃这块骨头，自然要有勇气和窍门。我能成功的找到连续层结解有几个关键原因。首先，在许多人失败以后，我还是满怀信心：别人做不出来，不等于我也做不出来。上面提到过，在我之前有许多“大家”写文章从理论上论证不可能存在连续层结解。我就是不信这一套，下定决心，掘地三尺，不成功，誓不罢休。其次，我以前读过很多数学书，对于微分方程的边值问题，特别是对所谓的自由边值问题特别感兴趣。说起来好像是笑话，不过是真的：1972年回到力学所后，我三天两头跑到数学所的图书馆。那时数学所的图书馆也没有多少人看书，所以大概图书馆管理员也能认得我。以我的理工科大学的数学底子去漫无目的地啃数学所图书馆里大堆的书刊，自然是事半功倍，收效甚微。但是，至少我学了点自由边值问题的知识。技术上，这个问题要不断地求解一个非线性方程。我自己写了一个求解这个非线性方程的子程序，因为是自己写的，用起来得心应手。有了这个“金刚钻”，我很快完成了这一工作的计算技术细节，顺利发表了这个理论工作。

我过去生活在一个动荡的年代，我有许多更有才华的朋友，他们中的大多数在社会的湍流中失去了青春年华。中国人都知道阿Q的名言：“老子当年比你强多了”。阿Q精神在科学上是没有用的，我们只能面对现实，过去的辉煌更不能当饭吃。我只能算是个半路出家的和尚，我常常会自问：人生还有多少创造的机会？我还会有多少创造的灵感可以发挥？有时候我也会怀疑自己能不能在科学上有所建树。我深知，在科学上的竞争不是那

么轻松的，特别是对于我这个老学生而言，失败的机会比成功的机会要大。但是因为害怕失败就不敢再尝试，就是生活中的懦夫

我在黑暗中走过了漫长的道路，在走进海洋学的第一个十年也经历过许多磨练，我只是一个幸存者。我没有更好的东西传给年青人，我只想说：你们生活在一个幸福的年代，但你们不要安于现状。如果你对你的现状不满意，那你就应该想一想，是不是可以改变自己的现状？要改变现状，需要勇气，决心和耐心，要奋斗 5-10 年或更长的时间，要有勇气去尝试做别人做不出来的东西。

在这里我要给年青的朋友们提一个挑战性的问题：海洋地质和海洋化学中有两个很重要的层：lysocline and CCD([carbonate compensation depth](#))。它们的定义可从 Wikipedia 中找到：

“The **lysocline** is a term used in [geology](#), [geochemistry](#) and [marine biology](#) to denote the depth in the [ocean](#) below which the rate of dissolution of [calcite](#) increases dramatically...

At the lysocline, the rate of dissolution increases dramatically. Below this, there exists a depth known as the [carbonate compensation depth](#) (CCD) below which the rate of supply of calcite equals the rate of dissolution, such that no calcite is deposited. This depth is the equivalent of a marine snow-line, and averages about 4,500 meters below [sea level](#). Hence, the two are not equivalent. The lysocline and compensation depth occur at greater depths (5000-6000 m) in the Atlantic and (4000 - 5000 m) in the Pacific, and at greater depths in equatorial regions, and lower depths in the polar regions.

The depth of the CCD varies as a function of the chemical composition of the seawater and its temperature. Specifically, it is the deep waters that are undersaturated with calcium carbonate primarily because its solubility increases strongly with increasing pressure and salinity and decreasing temperature. Furthermore, it is not constant over time, having been globally much shallower in the [Cretaceous](#) through to [Eocene](#). If the atmospheric concentration of [carbon dioxide](#) continues to increase, the CCD can be expected to rise, along with the ocean's acidity.”

我希望有一天，青年朋友能建立一套 lysocline 和 CCD 的形成和变化的理论，那么我们就可以对大洋中的碳循环有更好的认识。