

## Stommel 如何做开创性研究

### 引言

名师是如何做研究？我们特别感兴趣的是他们如何做开创性的工作。科研的最终目标就是要开创新的天地。因此，如何做开创性研究是青年科学工作者最应当学习的学问之一。

我在年轻时不知道走过了多少弯路。我在 1986 年回到 Woods Hole。有幸和 Stommel 共事了几年。Stommel 如何做研究一直是我所关注的问题。我想，用他自己的话来概括是最恰当的。

后面所附的译文是从他的自传中摘录（选自全集的第一集）：

Hogg, N. G. and R. X. Huang (editors), 1996. *Collected Works of Henry M. Stommel* (3 volumes, 1943 pp), American Meteorological Society.

Stommel 是海洋界的一代宗师。Stommel 以他开天辟地的风格，写了很多文章。他很谦虚地说自己数学不如别人，所以在一个问题上做了一些工作以后，他就转到新的方向，去做一些新的，探索性的问题。

我希望年轻的朋友们能读他原文的全部。Stommel 文集现在已经不可能买到。我曾赠送给中国海洋大学海洋环境学院和中国科学院南海海洋研究所。所以，国内的年轻学者可以从这两个地方找到 Stommel 文集。

另外，Wally Broecker 是海洋化学和气候界的一个国际大师。他发了很多开创性的文章。我希望年轻的海洋化学工作者能好好研究他的文章。

我认为科学研究的成功要有几个因素：科学家的素质，时机，和方法。

1) 科学家的素质包先天的素质和后天的训练。天生我才必要用，人各有不同，所以一定要发现自己的真正才华所在。后天的训练是指科学研究基本训练，包括了许多在学校中的课程。年轻人要有很好的基本训练。但是过分强调基本训练，把所有的精力都放在搞基本训练，也可能误入歧途。还包括研究方法的训练，这一点在下面第三条中再讲。

2) 要讲时机，时世造英雄。如果爱因斯坦生得太早，他也搞不出相对论。把握好时机，需要有一定的经验。但是也不能一概而论。有些年轻人敢想敢干，往往在老专家都认为不可能的情况下打开全新的局面。抓住时机，也就是大师（和未来的大师）和一般人的主要区别。

3) 研究方法也很重要。研究方法的训练是特别要强调的。例如如何看科研的大方向和找到新的突破口。研究方法的训练一般都没有正式列入基本课程中。目前大多数的学校都没有开正式的课程。往往就是靠老师通过言传身教来传手艺，学生的自觉学习也非常重要。学生写毕业论文，往往就是从写论文的开题报告起步，这也就是学习科研方法的第一步。在这个问题上，我认为研究大师

的风格很有帮助。世界上大师级的人不少，最好是找到一个风格比较符合自己的长处的大师，好好研究他的风格。

一句话：科学研究方法是一门艺术，或者说是一门手艺，要学就要从大师那里学。

附录：

## Stommel 如何做开研究 探索者的海洋

Henry Stommel  
贾复译，黄瑞新校

1984 年 11 月 5 日

目录

第一章 参照系

第二章 初始条件

第三章 教长馆

第四章 来自百慕大的视野

第五章 湾流和深海

第六章 两者之间

第七章 中间通道

第八章 失落感

第九章 修改定律

第十章 Goldsbrough 变异

第十一章 隐喻

# 第一章 参照系

这本书是我生活和工作经历的一个回顾。

书里面谈的是不同程度上的抽象思维或具体的海上经历。我希望能够把我毕生研究海洋所得到的快乐和兴奋之情转达给读者。但是那些希望找到名人逸事、希望窥探科学界内部密闻,或希望寻得处世之道的读者,是不会在本书里找到什么实质性的内容。相比而言,我并没有多少做行政管理的欲望。对于人生和人类文明的终极目标是什么之类的问题,我和芸芸众生一样无知。我的生活的不同之处也许仅在于我有了研究海洋的这个愉快的机会。对于我而言,这个绝妙的机会远比获得超越他人的权力、赚更多的金钱、得到公众知名度或学术显赫地位重要得多。和有机会沉思茫茫宇宙中的海洋相比,尘世间的许多目标显得那么无足轻重。所以我并不觉得我牺牲了什么有价值的东西。也许有人认为,一辈子去探究海洋是如何运转而什么别的也不做,这也未免太孩子气;那就让他们说去吧。

首先,我应该感谢我的幸运之星使我降生在这个世纪,这个国家,在这里公众的兴趣如此慷慨地支持科学研究。正是依靠着诸如海军研究署、国家科学基金会这样的机构的支持,我才可能在我毕生中在船上、在实验室、在我心里探索海洋。大萧条时期我在纽约布鲁克林上小学。在小阁楼里我有一些化学药品,有几本“大众机械”和 Frederick A Collins 的“儿童科学家”。我还有一个从屋顶小洞伸出去的望远镜,但是我怎能相信自己会有一天成为科学家中的一员呢?科学家之路似乎仅仅对于很少数的奇才是敞开的,这就像今天那些天赋中等而踌躇满志的音乐家们所面临的处境差不多。但是,战争以及国家对于科学作用的认知改变了这种局面,于是我们中许多原本会转向商业、医学或去大学教书的人接受了孩提时代梦幻的挑战和风险。这是一种充满魅力的航行,我始终沉浸在享受和喜悦之中。我谢绝了许多去当领导的诱惑,但是我也曾一度被卷入哈佛的大漩涡中。回首往事,我可以说不无以伦比的特权是:出于自愿而从事科学工作的自由,志同道合的同事,不受顶头上司的约束,每晚能带着一个科学问题进入梦乡,能够全神贯注地投入破译自然之谜。

我在 1943 年第一次阅刚出版的 Sverdrup, Johnson 和 Fleming 合著的“*The Sea*”。我被书中所包含的那么多似乎已经为人们懂得的海洋知识所震慑。应当说那是一本非常有价值的书。即便在今天,也有许多值得读的章节,特别著名的第 15 章是由 Sverdrup 写的关于水团分析。但是这本书并没有暗示我,还有许多问题有待解决。

在那本书的序言里,作者声称:“我们冒着过早进行概括和推广化的危险,宁愿选择了肯定的说法而不采纳各种各样相互矛盾的解释,相信这样的处理会更有启发性。“对于我而言,这种写法可是要了命。在我面前摆着的是充满事实和论述的大部头巨著,读起来真费劲,看起来全面而包罗万象,而所有的教程、讲义都是建筑在它的基础之上。还有什么可作吗?一个人如何入手,怎样才能在这部充满资料信息的巨著基础上再前进一步?不是所有的问题都解决了吗?”

然后,一点一点地,那些朴实而简单的问题逐渐被提出来了,人们才明白了:过去的海洋学的知识是基于一个动力学的空中楼阁。

在过去的四十多年中，我们海洋学家们积累了大量有价值的数 据，许多重要物理问题有了确切的提法，我们从有数学天赋的同事们那里学习了许多关于地球流体力学的理论，我们有了许多有趣的观念和看法并且构建了许多解析的或数值的模式，我们发展了一代新的测量技术。不过，无论已经积累的知识如何浩繁，我们对于海洋是如何运转的这个基本问题的却仍然是茫茫无知。我不敢猜想，这个未知有多么巨大。

我们海洋学家还主要是在认识 and 理解的初级阶段，更确切地说，我们全都是些学徒海洋学家。对于每个进入这个领域的年轻人而言，这应当是个好消息。好的新想法和简捷的洞察力还大有用武之地。只要你持之有恒地去思索海洋，你肯定会发现一些以前没有人考虑过的现象，或者发现一些没有料到的事实从而把所有的东西颠倒过来。

这本书是一个奇特的混合物，一方面是关于海洋如何运转的一个初等的描述说明，另一方面讲述我是如何试图去发现这个无法直接看到，而且被非线性连续介质力学弄得更加艰涩的工作原理的。这本书是为任何具有机械学直觉的和想知道海洋是如何运转的读者写的。这里所提供的关于海洋的观点是出自我自己的眼睛和心灵：一个探索者的海洋。

海洋有许多方面，也有无数种方法去观察它。也许我们是从一只绕过海角的小船的舰桥上来看，小船正迎着东南风。巨大的灰色的涌浪在翻卷，阴霾凶恶的天空下它被吹成一道道白沫。另一个极端也许是在赤道印度洋的一个观察站。在一个一望无际的可爱的蓝宝石般透明的海，我们也变得非常宁静。这两种活灵活现的海洋图像是观海者亲眼所见，即使这种直接的体验过去很久，这些图像仍会长久地保留在探索者心目中。

心灵的眼睛不仅可以复活老记忆，通过图像处理，取舍，和参照，特别是聚焦，还可以得到光学眼睛永远看不到的海的图像。这些奇怪的图像只有探索者的眼才看得到，有时候要比在一只小船的舰桥上从海面搜索五千米深漆黑的看不见的水体所能想象出来的更接近真实。我们的肉眼看不见构成巨尺度大洋环流的海流系统。甚至人造卫星的宽广视野也不能涵盖这个深度。我们关于这个巨大环流系统的图像主要是我们的心灵的产物。在这本书里，我打算介绍一个最近由 Nelson Hogg 和我发展出来的这样的图像，一个相当抽象的图像。因为它很新，发现它的经过还历历在目，所以我还希望能够描述这个图画是如何在我们心里发展出来的，以及在创造和探索它时我们内心的欢乐。不过我首先愿意说说创造经历本身的特性。

当 1944 年我幸运地开始我的海洋学家生涯时，几位先驱者还都健在，有几位还在积极思维，我享受到了发展出我自己的第一个抽象图像的快乐。那些图像当然是相当粗糙，后来一些有优秀推理天才的同事们创造出了更为明细和精确的图像。智慧创造的图像经过连续的复制而不断的改进，这和一张照片复印多次是不同的。一个总体上是好的想法每经艺术家妙手加工一次，它都会得到改进，变得更宽泛、更深刻。原始的概念越简单，推广和扩充的潜力就更大。这个过程更像绘画，而不像照相。

对我而言，要得到一个原始的，那怕是聚焦不好的图像，脑力的劳动总是很艰巨的，往往要聚精会神并经历反复和挫折，有时能够长达 20 年。但是如果与有类似想法的同事的合作，共同探讨也许只需几个星期。不管怎样，在脑中的图像突然成形、出现的那些罕有和宝贵的时刻，人们

总是感受到一种难以名状的巨大欢乐和激动。和别人分享这种时刻使得你能从一种原本只是孤独的模糊的心理状态--图像模糊、粗糙而且稍纵即逝--变得豁然开朗。正因为这种清晰地洞察事物的时刻是如此稀有，因此为人们苦苦追求，这也就是科学家们的疯狂。

我要和你们共享的关于海洋的心灵图像是关于海洋的大尺度环流，我们关心的不在于海洋是什么，而主要的是它们是如何运转的。海洋是一个巨大的水力机械，表面风驱动海水，不同纬度的气候维持的密度差也产生海流。

因为实际海洋中的流是不能直接看到的，人们发展了各种各样的测量技术，随着时间的推移这些测量技术变得更通用和灵巧。它们应该在一个适当的地方加以描述。还有一些不可动摇的物理学基本原则，包括了所有不同层次的流体运动，声学、火箭射流、飞机飞行等，不过它们太广泛了，需要想办法简化才能够成功地运用到海洋动力学这个特定范畴。从最基本的原则进行推导、演绎并不是得到新发现的主要道路。如果不借助我们自己创造的心灵图像所诱导的直觉，我们是不能够单靠演绎而推导出这个海洋机构的。而一旦我们有物理的直觉，就可以用数学、物理学的定律推出许多结论，我们也就可以考虑如何用我们在真实海洋上所获得的信息去检验这些结论，不管这些信息是用什么观察手段获得的。我们的直觉也可能是错的，也可能需要修正，这时又重新做数学演绎。形成与观察一致的直觉一般需要经过反复迭代的过程，人们希望它逐渐收敛到和数据相符，但这个过程绝不是与个人无关的。在迭代过程中，又会启发出新的图象和新的数据，最后我们就到达了一个所谓“模式海洋“的阶段。这个迭代过程也有部分自修正的成分，这也就是大多数人们所说的”科学“。当然在更深的层次上，这个过程是不断地继续进行：最终的模式是永远也达不到的。

如果说迭代过程是自修正的，它却不是自启动的。它需要一个初始的直觉或者心灵图像作为起点，需要一个“种子“。这个”种子“图像不能和真实相差太远，否则迭代过程就会不收敛。有些人会争辩说，种子图像根本就不是科学，只是想象、或者直觉、或灵感。而另一些人则认为它是科学的核心。无论如何，好种子的基因在后代中总还是能从充分发展的后代模式中辨认出来，这些模式在通常的教科书、讲义里都能找到，不过在专业教材中原始种子的那种粗糙、甚至不合逻辑之处也就避而不谈了。学生往往会认为好种子都已经用光了。我个人认为，好种子的罐子就像人类的想象力一样广阔无垠。最重要的是，寻找种子更取决于兴趣和不懈的努力，这要靠一种业余发烧友的热情和希望来保持。的确，这要求的对于一件事要全神贯注的思索，这也能解释为什么一些踌躇满志的科学家，当他们被引诱到行政管理岗位或介入到国际性事务中，或者完全陷入教学中，不可避免的的分心就导致了自已创造源泉的枯竭。一仆难为二主啊！

在写这本书时，我特别注意到努力观察我自己在面对一个新的科学问题时是怎样着手和搏斗。一个新问题是如何入手？有没有一个符合逻辑的选择？我自己有没有秘诀？

实际的情况是无论在哪一个单项研究中，当产生出一些新的结果后，我都就感到厌倦和疲塌。其他高手总会后来居上，所以我只好把完善这些想法的工作留给他们。当我把手头工作都放下时，心胸顿然开豁无所挂牵。我没有既定日程，没有繁忙的工作。这有一点令人不安，但也是一种挑战。于是我开始搜索，看有没有什么东西可思考，我试图寻找没有人做过的题目。我和同事们聊，看他们有没有难题。我爱找一些很少有或没有参考文献的问题，这样我就不致于陷入别

人已有的想法中。几个礼拜后，我会捡起其中的一个来，开始用最初等的简单的方法思考它，试图用我非常有限的工具从概念上模拟它。要能找到一个对这个问题有兴趣的同事那就最好了。如果这是一个足够难啃的题目，也许好几个礼拜就在尝试各种各样无用的组合或犯种种愚蠢的错误中过去。这个时候正是需要有信心：总会有点什么东西要出现。这时就餐像是陷入沙坑。这个问题微不足道，没有解，不重要。如果你的日程上还有其它项目，你就很可能丢掉它。

再过一会一些可辨认的有趣的东西开始出现——他们不大协调、不完整，却很有趣。你并不能确定它们是否正确，或者他们有多大普遍性。你可能犯了代数演算的错误，常常真的就是这样。但是这些东西看起来的确不错。不过你还没有办法立足于上或者把它们联系在一起，前无进路。这时我该怎么办？我会继续前进，列出若干多少是显而易见的例子，尽管这些例子常是非常局限的、甚至常是不正确的，我又用各种办法，演绎的，直观的，从数据诊断的。当这些大杂烩塞满了我的脑子，我不能一下子把它们汇总起来的时候，我会去做一件奇怪的事。我让脑子什么也不去想，有意识地丢掉它们，让这些思想的碎片融化成一种类似幻觉的图像。事实上我力图把思维升温到某个高的平衡值，结构因而消失几天，然后再降温看看有什么东西升华出来。这是很费神的，听起来有点玄妙，但是我也没有别的方式解释它。有时候，第一次结晶出来的东西不能够彼此按逻辑组合起来，于是我再来一次，几乎是焦头烂额。最终，那些能够逻辑地组合在一起并和自然界有一定关系的晶体从熔炼中形成。这是人们就会发问，为什么从来就没有人想到这点呢？

我在上面描述的这个过程是一个自我审视的结果。它不是演绎性的。在熔融之前就存在着一个要发现的元素。熔炼本身不等同于完全的失败。结晶过程需要重复，我想这是为了去除结晶过程的随机产生的一些在所难免的不协调。把它们逻辑地整合在一起并不是拼七巧，因为我们不但自己小板，而且我们必须选择哪些板放在一起能得到“解”。