

流体力学作为科学的一门分支是否就要过时了？

提 要

任何一门科学分支的生命力均取决于该学科研究的自然现象的广度，尤其取决于吸引到该领域的科研工作者的人数和才能。在各种有意思的问题已经解决，或者经历一个衰变过程，那些能干的科研工作者把注意力转到别的方面，在这种时候，就会发生过时的问题。流体力学由于其主要科学研究课题来自技术的需要，所以直至最近仍在到处发挥着作用。流体力学作为科学的一门分支正在发生的危机是颇严重的。不过，近来有几方面的发展正在改变这种状况。为了看看这些影响，我查阅了《航空科学杂志》(Journal of the Aeronautical Science)，《国家航空諮詢委员会技术摘记》(NACA Technical Note)，《应用物理杂志》(Journal of Applied Physics)这三种刊物，把十年前的情况作为标本，同1963年出版的《美国航空和宇航学会杂志》(AIAA Journal)，《流体物理学》(Physics of Fluids)，《流体力学杂志》(Journal of Fluid Mechanics)这三种杂志的目录作了比较。兴趣持久性表现最为突出的是转捩和湍流，也许这是物理科学中最大的未解决问题。此外还提示了流体力学的未来方向。

流体力学可以说成是包括所有那些连续流体介质的动量概念在研究中起关键作用的自然现象。与它相邻的有气体运动论(其中连续概念不

再有效)，热力学（主要关心能量概念而不是动量概念），化学（主要讨论物质的反应和输运）。当然，流体力学不论在科学或技术方面都有公认的地位。

为了估量流体力学的前途，很值得问一下：“是流体力学作为科学的一门分支受到技术需要的推动呢，还是技术由于先有科学认识而得到发展？”我认为前者更接近真理。研究流体力学的主要刺激力量来自这样一种要求：通过^对基本物理过程的深入了解而改进现有的有用概念。事实上，极少看到由于有了关于流体流动特性的根本性的发现而可能得到新技术概念的事情。这种情况很大程度上决定着流体力学在大学的什么系讲授，从而也决定着把此学科的哪些内容介绍给学生。

目前流体力学的多数课程是在工程学院，主要是在航空（及宇航）工程系、机械工程系，以及化学工程系里讲授。有时由数学系、气象系、物理系和天文系讲授此领域的课程。特别在物理系和天文系有等离子体物理学课程，它是有关流体的科学的一部分，它还没有、至少到现在还没有任何重要的与相应的技术。这也反应着美国目前的状况，在国家流体力学制片委员会（National Committee for Fluid Mechanics Films）的九个委员中，有八个是工程学院的成员。

鉴于流体力学作为技术的一门分支有旺盛的生命力，以及流体性态方面有许多基本问题尚未解决，自然而然要问：为什么通常不把它作为物理学的一部分来讲授？这个问题其实就是今年一月于纽约召开

的美国物理学教师协会年会的小组委员会提出的问题。由于该委员会不乏流体力学方面的直率的朋友，所以当你得知该委员会的成员在物理学教学中积极推荐流体力学时，你是不会感到意外的。然而，大家都未能解释物理课为什么忽略流体力学。阿瑟·坎特罗威茨 (Arthur Kantrowitz) 简要地总结了这种情况，指出如下的简单事实：就星系的尺度来看，大多数物质都是流体状态，即气体，等离子体，或液体；根据这个观点，在宇宙中，固体不过是微量污染物而已！

尽管我们大学里科学专业的学生很少有机会学习基础流体力学，但在各专业社团中，流体力学工作者的阵容是很强的。美国物理学协会的六个部中就有两个部——流体力学和等离子体物理学——从事此领域的研究。美国航空和宇航学会的三十四四个技术委员会中，有十一个委员会宣称其对象实质上包括流体力学的内容，即：空间和大气物理学，大气环境，流体动力学，等离子体动力学，大气飞行力学，推进和燃烧，液体火箭，空气喷气推进，核推进，水下推进，船用系统。

本文以下部分将分析1953年三种刊物的题目目录以考察十年前的情况，对1963年的情况也作同样的考察，指出未解决的主要流体力学问题是哪些，最后提出一些建议和结论。

为了对流体力学科研工作者兴趣的分布情况有所了解，对十年前和最近的文献作了解剖。对1953年，选了有代表性的三种刊物，即《应用物理杂志》(JAP)，《航空科学杂志》(JAS)，《国家航空諮詢委员会技术摘记》(NACA TN)。按出版者采纳的编辑方针

把流体力学领域分为十五个分支，见附表中第一栏。把这个期间出现的所有论文列入这个或那个分支，以便衡量研究活动的兴趣和活跃程度在其间的分布情况。

对1963年，用同样办法分析了下列三种刊物：《流体力学杂志》(JFM)，《美国航空和宇航学会杂志》(AIAA)，《流体物理学》(Phys. Fl.)。选这三种刊物作为目前流体力学研究活动活跃程度的典型剖面。值得注意的是这三种杂志在十年前都还没有问世。按这三种杂志编辑方针宣布的选题范围，上述流体力学领域十五个分支是适用的。用类似于对1953年使用的办法把统计结果列入附表中。不论是1953年还是1963年，计入附表中的都是正式论文的篇数；短文、通信、以及很一般的更正错误的短文都略去不计。

虽说在把论文分到上述十五个分支中某一分支的具体标准可能引起一些争论，但至少可以说，对每年每种刊物所用的分类标准是一致的。本文并不打算衡量1953或1963年发表论文的总量或绝对质量。要做这样的事需要有才能和对问题有深刻认识，这是本文作者力所不及的。科研活动的相对分布状况可用下列方法得到，即算出每年每分支的论文篇数，然后把它表示成占该年三种杂志论文总篇数的百分数。这些百分数列入附表中各年的最后一栏。

从附表中各分支的目录往下看，可以看出，在过去十年里，从事前六项科研活动的相对活跃程度没有惊人的变化。在1953年，水

表 1

表中列出1953年和1963年^各三种刊物的论文篇数，以及每年各分支论文篇数所占的百分比。

	1953				1963			
	JAP	JAS	NACA TN	小计 %	JFM	AIAA	Phys.Fl.	小计 %
液体，水动力学	12	0	14	10.5	32	11	5	10.8
分子物理学，热力学	6	0	2	3.3	3	6	15	5.4
分子运动论，稀薄气体	3	2	2	2.9	0	6	10	3.6
激波和爆震波	2	0	5	2.9	8	5	21	7.6
声学	4	1	5	4.1	1	7	6	3.1
液氮超流体性	0	0	0	0	1	0	2	0.6
等离子体物理学	8	0	0	3.3	14	16	123	34.5
大气物理学	1	0	1	0.1	1	2	1	0.8
宇宙气体动力学	0	0	0	0	0	1	1	0.3
边界层	2	8	18	11.4	14	13	2	6.5
化学流体动力学	0	1	6	2.9	6	13	10	6.5
湍流	2	4	10	6.5	35	2	15	11.7
超声速流	2	19	36	23.2	4	15	0	4.3
高超声速流	2	2	0	1.6	4	13	2	4.3
亚声速空气动力学	3	17	45	27.0	0	0	0	0
	245			100%	446			100%

动力学的重点是表面波和滑行。在1963年，注意力已转向内部波，完全潜水物体，以及有关气穴的流动。在长时间沉寂之后，于1963年又重新关心近零加速情况下自然对流中浮力流体的性态。对稀薄气体流动的兴趣似乎已于1953年至1963年间达到了顶峰。由于大多数实际飞行问题已充分掌握，流体力学的这一部分似将继续衰落。激波和爆震的研究呈现类似的状况；在五十年代，兴趣呈上升趋势，现在正在衰落。对激波结构已有相当满意的了解可说明此点。但直到现在，激波的相互作用问题决不是完全解决了的。

第七项，等离子体物理学，包括磁流体动力学和磁空气动力学。附表中明白示出一个众所周知的事实：在过去的十年，⁴离子体流动引起了极广泛的兴趣。惊人之处或许在于去年这方面的文章超过总篇数的三分之一。也许不难把这些文章列入别的分支，因为明摆着的情况是，有人现在已经针对流体力学问题的每一古典解写了相应的磁流体动力学方面的文章。但等离子体流动本质上具备许多能长期保持高度生命力的新现象。就算原来发展热核反应堆以获得廉价动力的那个推动力目前已消失，单从已发现等离子体在自然界占据多么重要地位这一点来看，科研工作者以可观的精力从事此领域问题的研究是十分合理的。

边界层、化学流体动力学和湍流这三方面的工作是互相联系着的，因为它们都有重大的实际意义，而且迄今为止尚未掌握层流向湍流转捩的基本规律以及湍流本身的特性。甚至到今天还不清楚成功的道路究竟

在何处。是否我们需要更多更好的数据，新的数学，或者描写流体流动的更广泛深刻的基本方程组？至少至少我们需要新的观念。

作为科学研究对象的亚声速、超声速和高超声速流动，对于这些方面，1953年和1963年间相对兴趣的转移情况提供了有意思的值得深思的材料。除了科学界和技术界都不太感兴趣的跨声速区外，科研工作者似乎没有什么适当的理由要放弃空气动力学；既不能以技术上没有需要，也不能以大多数有意义的问题已获满意解决作为充分的理由。正因为完全不清楚什么时候又会重新注意空气动力学，所以有一些把握说，继续研究是值得的。

到此为止我们还没有明确谈到过去十年中出现的有力的新工具——通用计算机。迅速而精确地处理级数渐近法和迭代解法的能力，极大地促进了流体力学中实际问题的解决。计算机在促进掌握基本原理方面也起了次要的但仍很显著的作用。可是，当一个问题被编成计算机程序时，可能会有失去重要物理机理的危险；有些类型的现象在取得任何进展以前，庞大的计算毕竟是需要的。

地球物理和天体物理流体力学问题提供了这种复杂相互作用的例子，机器计算常是获得解答的唯一工具。从附表中显然得知，这些领域的作者并没有由于本文举出的三种杂志的倾向性而受到任何引诱。旋转体的环流，行星际流，以及对流这些问题，对于在传统上与航空学有切关系的杂志上发表文章的那些作者来说，无疑都有引起兴趣的潜在力量。其传统基础在航空学方面的那些人，以及爱好地球物理而被吸引

到流体力学方面的那些人，他们之间是否实际上有某种程度的交换，这有待于进一步考察。

最后，流体力学的生命力现在好象超过以往任何时期。这主要是由于最近认识到等离子体流动在技术上具有潜在的重要性。等离子体又在宇宙中占有主要地位，因此提供了极其广阔的研究内容。有关海洋、大气、以及星体和行星内部运动等方面的研究，直到现在还没有充分开展。虽然可以清楚看出对流体力学某些分支的兴趣在相对地转移，但显然不能把这种情况看成是研究课题枯竭了。而且流体力学作为科学的一门分支，其前途决定于吸引到此领域的能干的科研工作者人数。迹象表明，对于学生来说，尤其是对于大学生来说，机会早已被严重限制着，并且此学科的研究生教育，或许是更着重于流体力学的技术应用，而不是着重于流体力学的科学挑战。

译自: Wayland C. Griffith, *Is fluid mechanics becoming extinct as a branch of science? 1st AIAA Annual Meeting, Washington, D. C., 29 June - 2 July, 1964, AIAA 64-513 (又见: Appl. Mech. Rev., Vol. 17, No. 8, 579-581, Aug. 1964)*