

《粘性流体力学》学习心得分享

航空学院 2017 级本科生 冯铮浩

学弟学妹们好呀！首先非常荣幸也非常感谢徐老师能给予我这个机会，分享我自己去年在学习《粘性流体力学》这门课程过程中总结的一些粗浅的方法、经验以及心得。虽然去年是线上开课，与老师相隔千里，但是徐老师对我们的关心与指导，贯穿课程始终。严谨精妙的理论推导，倾注心血的算例设计，丰富多彩的前沿拓展……大家一定要用心听徐老师的课，一定会受益匪浅！

下面是我给大家分享的一些有关学习方法的小建议。

第一是教材选择方面。《粘性流体力学》课程整体使用的教材是 John D. Anderson 的空气动力学基础的最后一部分（第四部分 Viscous Flow），与无粘不可压和可压缩两部分的内容一脉相承，讲述风格也相似，生动活泼，又娓娓道来。推荐大家在学习阅读的时候，可以积累一些流体力学的词汇与术语，我想这对未来专业文献阅读会有很大帮助。同时，徐老师在开学伊始，会给大家推荐许多参考书籍，系统性强的比如清华大学出版社的《粘性流体力学》，其他分细的专著包括边界层理论、湍流理论与模型等，非常建议大家借阅相关书籍！因为当时我自己想了解一些我们国内流体教材的框架与思路，所以选择了一本清华大学崔桂香等老师编写的《流体力学》，这本书包括许多我们平时学空气动力学时没有接触到的更加广泛的流体知识，非常注重理论推导，最后一部分也有许多对粘流知识的补充。这方面我所了解的教材还有北大吴望一老师、中科大庄礼贤老师编写的版本，可能更加优秀！但我没有学习过，大家可以去请教徐老师具体的选择呢。

第二是课堂学习方面。因为粘性流体力学属于流体力学的热点与难点，前沿性很强，所以课程涉及到的复杂知识点与基本概念都很多，所以建议大家在每节课之前，提前进行预习工作，可以查阅相关的文献与科普专栏，比如一些学术公众号（李东岳老师的 CFD 界、CFD 之道）、知乎 APP 科学专栏等，这些地方拥有很多优质的学术资源，也特别有助于提升学习兴趣。在学习课本及老师展示的 PPT 时，建议大家去一步步理解作者的讲述思路，自主建立起研究性学习的体系。一般来说，物理问题总是从直观现象得到启发，到引出相关的基础概念，再到数学建模与方程描述，最后到合理简化与求解分析。想必大家可以预见，粘性流体力学的研究思路也类似这样，从总结直观定性的粘性流动特征，到定义基本概念，

再推导粘性流动有量纲和无量纲的控制方程，最后用实验或数值方法进行定量分析或求解，整个探究过程非常严谨。所以大家在学习粘流知识点的时候，要明确各个知识点在探究思路中的地位及其作用，并且学会将前后内容融会贯通，理解怎样用数学语言描述物理现象、怎样推导方程并进行合理简化等。另外，课程中可能会有许多复杂的公式需要记忆，这里特别建议大家牢记徐老师强调的“量纲”问题，对各个基本物理力学量的量纲和量级都加深印象，这样在后续检查与评判所写方程正误时会更加轻松，而且对进行方程无量纲化处理也会更加熟练。

第三是课后练习方面。在我看来，徐老师布置的作业量不多，但是每道题目都极具代表性与思考性，需要大家去认真完成，绝对会受益匪浅！例如，大家在推导粘流 N-S 方程时，一定要沉下心来，从基本的微团受力状态开始，一步步进行分析与整理。有时候，徐老师上课讲的是 x 方向的动量方程推导，但是作业或者考试题变成了 y 方向的推导，这时大家可能会说已经胸有成竹了，可千万不要大意！真正脱离书本去独立推导复杂方程，哪怕仅仅是换了一个方向，也不可避免地会出现许多细节问题，而解决这些问题恰是深刻理解方程的关键。在完成作业后，大家还一定要按照老师的要求，不仅要检查是否都完成，还要检查求解的结果是否是最后一步。比如，在研究库埃特流动算例时，有时候徐老师要求我们求解的不仅是槽道截面速度型，可能还有上下壁面的剪应力 τ ，所以大家这里要特别细心，这也是一种严谨态度的体现。由于我们去年是线上听课、线上考试，考试题型和平时老师布置的作业类似，所以大家把平时作业一定要认真完成，同时注意总结归纳结题思路，如果有模棱两可的知识点要及时回顾书本并向老师同学请教，千万避免含糊着过关！另外，建议大家在解题时，勤画图作图，同时将一些已知条件标在图旁边，这样特别有利于加深认知、帮助理论推导。

最后，给学弟学妹们分享一些我学完这门《粘流流体力学》课程的感受。

粘性流体力学是我们航空学子的“三选一”专业核心课，属于本科阶段非常重要的一门课程，也很有可能成为影响学习轨迹的一门“硬核”课程，许多同学可能都是从这门课开始确定了自己未来努力追求的梦想——攀登流体力学理论与实践的高峰。在整门课程的学习中，让我感触和印象最深的是徐老师结合自己出色的科研工作、优质的课题组资源，为我们进行的有关流体力学前沿研究，特别是湍流与流动显示方面的介绍，让我对真正理解与认知这种复杂而又梦幻的物

理现象心驰神往。虽然由于课时有限，徐老师只是带我们简单领略了湍流研究的风采，但是却给我的继续学习留下了充分的思考与拓展空间。我想，粘性流体力学课程不仅仅是一门必修课，更应该成为我们年轻航空学子步入流体大门的第一步，在今后可能开展的深入研究学习中，我们需要不断注入自己的灵感与创新，付出自己的努力与拼搏，真正为祖国的流体力学事业做出属于自己的贡献。

作为可能已经确定这方面研究道路（北大力学直博，流体力学方向）的我来说，真的特别感谢徐老师在这门课上的谆谆教诲！在这里，也衷心希望各位学弟学妹能够在徐老师充满激情与活力的带领下，学好这门课，学精这门课，在丰富多彩的流体世界探索翱翔，创造属于自己的精彩，不负青春年华。我们一起加油！