

校苑论坛

# 浅析学生在流体力学课程中解题错误的原因

## A SUPERFICIAL ANALYSIS FOR MISTAKES IN COLLEGE STUDENTS' EXERCISES OF HYDRODYNAMICS COURSE

崔京南

Cui Jing-nan

(上海水产大学, 200090)

(Shanghai Fisheries University, 200090)

**关键词** 流体力学, 错误, 原因

**KEYWORDS** hydrodynamics, mistake, reason

流体力学是我校海洋渔业、制冷工程等专业的一门必修专业基础课。由于流体力学的研究对象是液体和气体,前此学生已学过的理论力学和材料力学,因介质的变化,使学生在解流体力学习题时感到难度大,解题的错误率高。有些学生把流体力学称之为“留级力学”。实际上,解题的过程是对课堂知识理解、掌握和应用的过程,也是对学生智力思维方式检验的过程。学生在解题中出现错误,并非完全没有掌握理论知识,而往往是缺乏必要的思考分析。根据笔者十多年流体力学的教学体会,对于学生产生解题错误的原因浅析如下。

### 1 认真审题是解题的基础

审题从教学论的观点来看,就是了解题意,搞清楚题目中所给予的条件与需解决的问题,明确解题的目的和要求。按心理学的理论即是了解题目中的任务,了解题目中的基本结构,在头脑中形成建立题目的映象。审题是解题过程的开始和整个思维过程的基础。审题时,必须从流体的物理力学特性和流体的运动状况中,分清哪些是“已知”,哪些是“未知”,哪些是现象,哪些是本质。题目中涉及了哪些基本概念和规律,它们之间有何关系等。有些学生审题马虎,草草了事,而有些学生又爱钻牛角尖,把简单的问题复杂化。由于种种心理因素的影响,使他们都难过审题关,不是看错了条件和问题,就是不明确解题的要求和目的。主要有以下两种表现。

#### 1.1 忽略问题中的隐蔽条件

题目的表述,通常把关键的本质属性隐蔽在非本质属性之中。题目没有直接给出隐蔽条件,而是要通过分析、推论来间接得出。就流体力学知识而言,隐蔽条件有时是再基础不过了,但如果审题时不将其挖出来,就会造成解题的困难和错误。例如,计算管道流动损失,已知流量(Q),水位差(H),管长(L),流体的运动粘性系数( $\nu$ ),求管子直径(d)。粗看起来这道题非常简单,有的学生提笔就用实际流体的伯努里方程求解,结果却是完全错误的。这道题的隐蔽条件就是不知道管中的流动是层流状态,还是紊流状态,而且暂时无法判断。必须先假设流动是层流,用层流的公式求解出管径,然后代入雷诺数(Re)中检验,若小于临界值( $Re_k$ )就说明假设正

确。否则还要再用紊流公式计算。如果忽略了题目中的隐蔽条件,则整道题就完全解错了。

## 1.2 不善于联想运用已学过的知识

联想是指由一种心理过程而引起另一种与此相关的心理过程的现象,由力学图像联想力学过程,这是力学审题中常用的方法。一些学生由于不能及时形成适当而有利的联想,往往会曲解题意,不善于通过联想来运用的以往已学过的知识,造成解题错误。例如,有一固定喷嘴截面积为 $A$ ,喷出速度为 $v$ 的射流,同时一小车以速度 $(u)$ 迎着射流行驶,求小车的功率 $(N)$ 。这是一道简单的动量定理题目,公式明确,式中的合力的矢量和应当等于动量改变量的矢量差。此时由于射流与小车相对而行,流量应当运用 $Q=(u+v)A$ ,也就是流速应当叠加。但由于学生对该题中射流与小车的联想,没有正确运用已学过的绝对速度、相对速度的概念,以致出现错误。

## 2 正确思路是解题的关键

思路,就是解题的思考方法。在审清题意的基础上,根据题目所给出的力学现象和力学过程进行分析、思考、推论、求证,就能形成正确的解题思路。寻求最佳解题方案的过程,就是学生应用自身思维能力的过程。一些学生由于心理因素的影响,造成解题思路混乱,其思维表现有以下三方面不足。

### 2.1 缺乏明确的目的

表现为通过盲目地尝试与混乱地猜测去探求解题的途径与方法,他们并不知道这种尝试和猜测会导出什么结果,会解决什么问题。例如:一道二元流动变截面的管流,已知流量 $(Q)$ ,管截面一侧的动压力 $(p_1)$ ,以及两边的管径 $(d_1)$ 、 $(d_2)$ ,求管子所受到的冲击力。这道题应用动量定理投影式求解,但所缺的条件很多,必须有正确的思路,先以管中的流体为研究对象,作出受力图,再通过连续方程,伯努里方程联立求解出管子两侧的流速 $(v_1、v_2)$ 及管子另一侧的动压力 $P_2$ ,最后通过动量定理得出答案。而许多学生解题目的不明确,一看有那么多未知量,就不知所措,乱算乱猜,结果是可想而知的。

### 2.2 缺乏合理的顺序

表现为思维活动缺乏组织性,不能一步一步循序渐进地思考、探索。例如,给出一道二元流动理想流体的速度 $(u_x、u_y、u_x、u_y)$ 分别是 $(x、y)$ 的函数,要求流动的速度势 $(\varphi)$ ,流函数 $(\psi)$ ,加速度 $(a_x、a_y)$ 。有些学生拿到题目,不认真审题,就直接应用公式计算出 $\varphi、\psi$ 。其实速度势 $\varphi$ 存在必须有两个条件:一是流动必须连续;二是流动必须无旋。也就是说首先必须运用连续方程判断流动是否存在,然后再判断流动是否无旋,必须在两个条件都满足的情况下才能运用公式求解。而流函数必须在满足流动连续,同时是二元流动即平面流动的条件下方可求解。不加任何判断,直接解出 $\varphi$ 和 $\psi$ 是思路无顺序的典型表现。

### 2.3 缺乏分析的能力

表现在不善于抓住题目的特点去寻求突破口,去分析问题和解决问题。而是生搬硬套讲义中例题的求解方法。例如,在求解液体相对平衡的问题时,讲义中例题是水桶中装有水,等角速旋转后,由于离心惯性力的作用,自由液面变化成一个抛物面。而习题中有一题是在桶中同时存在油和水,油的比重 $(r)$ 比水小,油就浮在水上面。一旦桶以等角速旋转时,会形成何种状况呢?学生遇到这个问题,一般都按例题的解法照抄。事实上,由于油比水轻,等角速旋转后,油会集中到桶中心形成抛物体,而水则在此抛物体之外。由于缺乏必要的分析能力,致使这样略有难度的习题在求解时将发生困难。

## 3 掌握依据是解题的条件

获得解题依据,心理基础是理解。掌握解题依据,必须以正确的解题思路为前提。有些学生思维缺乏深刻性与广泛性,不能深入全面地理解题意,不善于透过现象看本质,因而所获得的解题依据不是不足,就是选错。主要有以下表现。

### 3.1 死记硬背公式

一些学生在上课时不深入思考,理解不彻底,没有掌握课程内容的重点。课后解题只能死记硬背公式,而

对流体力学规律的物理意义和运用条件无法正确应用,也就是没有掌握解题的依据。例如:流体力学中最重要伯努里方程推导时是沿着流线积分得出的,如果在管道流动中出现泵或管嘴出流,就不能在整条管路两端建立伯努里方程,因为出现泵与管嘴出流使流线不连续,必须在泵或管嘴出流之前建立伯努里方程,也可在之后建立伯努里方程。许多学生忽视了伯努里方程沿流线积分这一重要依据,造成解题错误。

### 3.2 缺乏实践经验和感性知识

解题是理论知识应用的过程,核心因素是与智力密切相关的理论联系实际。这就要求学生用已获得的知識去分析问题,并进一步抽象化、系统化和概念化,形成一种理论知识与实践操作相互转化的能力。有些学生解题凭主观想象,理论脱离实际而不了解实际情况。例如:流体管嘴出流,在管嘴中会产生流股收缩,出现真空现象,使流速和流量值增大。学生在解这类题目中,往往认为真空度越大,出流情况越好。事实上,真空度达到7米水柱以上,会产生液体气化,反而影响出流。所以管嘴出流的作用水头有一个极限值。忽略压力降低液体气化的情况,会出现解题错误。

## 4 准确运算是解题的重要环节

运算,是解题的重要一环。在认真审题,正确思维,掌握依据之后,运算就是解题正确的保障。有许多学生审题、思路、公式均不曾出错,但在最后的运算中出现错误,以致功亏一篑。

### 4.1 物理单位的混乱

流体力学运算中应用的物理量非常多,但大多数是有因次量,它们的单位不太容易记住。例如,动力粘性系数 $[\mu]=\text{pa}\cdot\text{s}$ ,运动粘性系数 $[\nu]=\text{m}^2/\text{s}$ ,速度环量 $[\Gamma]=\text{m}^2/\text{s}$ 等等。而且物理量的单位并非统一采用国际单位制。有的学生拿到题目就做,对单位统一不予重视,结果往往造成单位混乱,出现计算错误。

### 4.2 运算数据的差错

流体力学的计算公式多较为复杂,有些题目甚至要联立方程才可求解。计算数据如果其中某一些出现差错,就势必形成“多米诺骨牌”效应,一步错,步步错。有的学生对幂指数运算容易漏掉,小数运算进位不准,看起来都是不起眼的小错,但做到最终结果,就大错特错了。

### 4.3 基础知识的薄弱

流体力学解题过程中要大量应用高等数学知识,如微分、积分、矢量代数、泰勒级数、微分方程等,也要应用工程数学中的场论和复变函数。由于有些学生的基础知识掌握得不好,致使许多流体力学题目卡在高等数学运算上,这也是计算频频出错的一个原因。流体力学中还有应用到一些理论力学和材料力学的知识,学生如果基本功不扎实,就会出现错误。

### 4.4 计算方法的失误

流体力学的解题技巧,不仅仅表现在流体力学知识的正确应用上,也表现在计算方法上的灵巧。有的学生解流体力学题,一步一个数据,最后被这些大大小小的数据弄昏了头。解流体力学题,开始不急着计算,列出方程之后先作各物理量的推导,归纳解出未知量与已知量的函数关系,最后在单位统一后再代入已知数据,一次完成计算,这样出现误差的机会就大大减少了。可见计算方法的正确是运算准确的条件之一。

以上种种情况,是学生在求解流体力学题目中出现错误的原因。针对这些问题,笔者在执教流体力学时,首先在课堂上把基本概念阐述明确,对一些重要的定理、推论、公式打上“\*”号,要求学生加强记忆。把一些重点章节的难题放在课堂上,采用提问与讨论的方式,鼓励学生变被动为主动,积极开动脑筋。许多问题经过课堂讨论,使学生加深了印象,可以举一反三。再则注意对学生数学基础的培养,一方面在讲解例题时复习巩固已学过的高等数学知识,另一方面也择要讲授一些流体力学中必需的工程数学,以提高学生解题能力与技巧。对于提高学生的实践能力,除了上课时多举一些与其专业相关的实例外,强调加强实验课的教学。使之直观地看到许多流体力学现象,增加感性知识,对学生解题帮助较大。总之,本课程的教学要既严谨又活泼,要充分发挥学生的主观能动性,从而提高学生对流体力学的兴趣,提高学生分析问题和解决问题的能力。