



石油高等教育“十三五”规划教材
高等院校油气储运工程专业系列教材

应用流体力学 学习指导与习题精解

Instruction and Exercise Explanation to
Applied Fluid Mechanics

孙 旭 王 艺 王 鹏 编



中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS



石油高等教育“十三五”规划教材
高等院校油气储运工程专业系列教材

应用流体力学 学习指导与习题精解

孙 旭 王 艺 王 鹏 编



中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

图书在版编目(CIP)数据

应用流体力学学习指导与习题精解/孙旭,王艺,
王鹏编. —东营:中国石油大学出版社, 2018. 8

ISBN 978-7-5636-6198-5

I. ①应… II. ①孙… ②王… ③王… III. ①应用力
学—流体力学—高等学校—教学参考资料 IV. ①O368

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 195830 号

书 名: 应用流体力学学习指导与习题精解

编 者: 孙 旭 王 艺 王 鹏

责任编辑: 袁超红 秦晓霞(电话 0532—86981532)

封面设计: 向 月

出 版 者: 中国石油大学出版社

(地址: 山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号 邮编: 266580)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子邮箱: shiyoujiaoyu@126.com

排 版 者: 青岛天舒常青文化传媒有限公司

印 刷 者: 青岛国彩印刷有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0532—86981531, 86983437)

开 本: 185 mm×260 mm

印 张: 8.25

字 数: 198 千

版 印 次: 2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5636-6198-5

定 价: 22.00 元



前言

PREFACE

为满足石油工程、油气储运工程、石油机械工程、石油安全工程等专业本科教学的需要,北京石油化工学院宇波教授主编了《应用流体力学》教材,由中国石油大学出版社出版,并被列为石油高等教育“十三五”规划教材。为使读者学好这门课程,我们编写了该教材的配套辅导用书,旨在帮助读者更好地理解流体力学基本理论和概念、掌握基本知识和方法、提高分析和解决问题的能力。本书可供学习流体力学或工程流体力学的学生使用,特别适合作为自学和复习的参考书,也可供流体力学课程教师及相关工程技术人员参考。

与《应用流体力学》教材相对应,本书共分为十章,主要包括三部分内容。第一部分为学习要求,根据重要程度将各章内容划分为了解、理解、掌握三类;第二部分为主要知识点,对基本概念、基本方法、重要公式进行总结;第三部分为课后习题参考答案,对教材各章课后习题进行详细解答。通过这样的安排,希望有助于读者在学习过程中抓住重点,掌握各类流体力学问题思考、分析和求解的过程。

要学好流体力学,独立思考和反复练习必不可少。我们建议读者在使用本书时,先独立完成课后习题,然后核对答案,最后分析总结出错之处。同时,为便于教师布置作业,我们对各章习题进行了筛选,每章选出了几道代表性习题并省略了答案。

本书由中国石油大学(北京)孙旭、王艺和北京石油化工学院王鹏共同编写。其中,王艺编写第一、第七、第十章,孙旭编写第二、第三、第四、第五章,王鹏编写第六、第八、第九章。全书由孙旭统稿。

衷心感谢宇波教授对本书编写给予的大力支持。编者的研究生们积极参与了本书的资料收集、图表绘制、书稿勘误等方面的工作,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中难免存在疏漏或不当之处,敬请读者批评指正。

编者

2018年5月12日



目 录

CONTENTS

第 1 章 基本概念	1
一、学习要求	1
二、主要知识点	1
1. 基本概念	1
2. 流体的分类	2
3. 重要计算公式	2
三、课后习题参考答案	3
1. 思考题	3
2. 计算题	4
3. 证明题	6
4. 开放题	6
第 2 章 流体静力学	8
一、学习要求	8
二、主要知识点	8
1. 基本概念	8
2. 基本性质	9
3. 重力作用下静止流体等压面判断	9
4. 压力体的画法	9
5. 重要计算公式	9
三、课后习题参考答案	10
1. 思考题	10
2. 作图题	13
3. 计算题	14
4. 证明题	21

5. 开放题	23
第3章 流体运动学	25
一、学习要求	25
二、主要知识点	25
1. 基本概念	25
2. 基本性质	27
3. 重要计算公式	27
三、课后习题参考答案	28
1. 思考题	28
2. 计算题	31
3. 证明题	36
第4章 量纲分析与相似原理	37
一、学习要求	37
二、主要知识点	37
1. 基本概念	37
2. π 定理的实施步骤	38
三、课后习题参考答案	38
1. 思考题	38
2. 计算题	40
3. 推导与证明	43
第5章 流体运动基本方程	46
一、学习要求	46
二、主要知识点	46
1. 基本概念	46
2. 简单流动问题解析解的计算步骤	47
3. 重要计算公式	47
三、课后习题参考答案	48
1. 思考题	48
2. 计算题	48
3. 推导与证明	52
第6章 不可压缩恒定总流的基本方程及其应用	56
一、学习要求	56
二、主要知识点	56
1. 基本概念	56
2. 水头线的画法	57

3. 恒定总流伯努利方程应用过程中的注意事项	57
4. 恒定总流动量方程应用过程中的注意事项	57
5. 重要计算公式	58
三、课后习题参考答案	59
1. 思考题	59
2. 计算题	60
3. 开放题	69
第 7 章 流动阻力与水头损失	71
一、学习要求	71
二、主要知识点	71
1. 基本概念	71
2. 求解简单管路沿程水头损失和局部水头损失的计算步骤	72
3. 重要计算公式	72
三、课后习题参考答案	74
1. 思考题	74
2. 计算题	75
3. 证明题	81
4. 开放题	82
第 8 章 管路与孔口出流	83
一、学习要求	83
二、主要知识点	83
三、课后习题参考答案	86
1. 思考题	86
2. 计算题	87
3. 推导与证明	98
4. 开放题	99
第 9 章 一元气体的可压缩流动	100
一、学习要求	100
二、主要知识点	100
1. 基本概念	100
2. 基本性质	101
3. 重要计算公式	102
三、课后习题参考答案	103
1. 简答题	103
2. 计算题	104
3. 证明题	111

第 10 章 流体力学实验	114
一、实验要求及注意事项	114
1. 流体静压强测量实验	114
2. 文丘里管流量测量实验	114
3. 毕托管流速测量实验	115
4. 不可压缩恒定总流伯努利方程应用实验	115
5. 不可压缩恒定总流动量方程应用实验	115
6. 雷诺实验	115
7. 沿程水头损失和阻力系数测量实验	116
8. 局部水头损失和阻力系数测量实验	116
二、课后习题参考答案	116
1. 流体静压强测量实验	116
2. 文丘里管流量测量实验	117
3. 毕托管流速测量实验	118
4. 不可压缩恒定总流伯努利方程应用实验	118
5. 不可压缩恒定总流动量方程应用实验	119
6. 雷诺实验	119
7. 沿程水头损失和阻力系数测量实验	119
8. 局部水头损失和阻力系数测量实验	119
参考文献	121

第1章

基本概念

一、学习要求

1. 理解流体的定义。
2. 掌握连续介质假设。
3. 掌握流体的主要力学性质。
4. 掌握作用在流体上的力。
5. 掌握流体的分类。

二、主要知识点

1. 基本概念

1) 流体的定义

流体是在剪切力作用下能产生连续变形的物质。通常,流体是指液体和气体。

2) 连续介质假设

把微观上由大量不连续的分子组成的流体在宏观上看成由无数紧密相连的质点组成的连续介质,从而用连续介质模型来描述流体。基于该假设,流体可以看作微观上充分大、宏观上充分小的连续介质。

3) 密度与重度

单位体积流体所具有的质量称为密度;单位体积流体所具有的重量称为重度。

4) 压缩性与膨胀性

在恒定温度下,流体在压强作用下体积缩小的性质称为压缩性。通常用体积压缩系数来度量流体被压缩的难易程度,其定义为单位压强增量产生的体积相对减小率。

在恒定压强下,流体温度升高时体积增大的性质称为膨胀性。通常用体积膨胀系数来度量流体膨胀的难易程度,其定义为单位温度增量产生的体积相对增加率。

5) 黏性与黏度

阻碍流体质点间相对运动的性质称为黏滞性,简称黏性。黏性是流体的固有属性。黏性的大小由黏度来定量表征,只随流体本身性质的改变而改变,不随内摩擦力和速度梯度的变化而变化。黏度分为动力黏度和运动黏度,二者关系见下文“重要计算公式”部分。

6) 表面张力

液体表面各部分之间的相互张紧的拉力称为表面张力。习惯上用表面张力系数来衡量表面张力的作用效果,其定义为作用在单位长度上的表面张力。

7) 质量力

作用在流体的每一个质点上、大小与流体质量成正比的力称为质量力。在均质流体中,由于质量与体积成正比,质量力必定与流体的体积也成正比,此时质量力又称为体积力。

8) 表面力

作用在流体表面、大小与受作用的流体表面积成正比的力称为表面力。

9) 压强

根据选定的基准(零点)不同,压强分为绝对压强和相对压强。以绝对真空为零点计量的压强称为绝对压强,用 p_{abs} 表示;以当地大气压(p_a)为零点计量的压强称为相对压强,用 p_r 表示。

2. 流体的分类

- (1) 根据分子的聚集状态划分,流体一般可分为液体和气体;
- (2) 根据是否具有压缩性划分,流体可分为可压缩流体和不可压缩流体;
- (3) 根据是否具有黏性划分,流体可分为黏性流体和理想流体;
- (4) 根据是否遵循牛顿内摩擦定律划分,流体可分为牛顿流体和非牛顿流体。

3. 重要计算公式

1) 密度与重度定义式

$$\text{密度} \quad \rho = \frac{dm}{dV} \xrightarrow{\text{均质流体}} \frac{m}{V}; \quad \text{重度} \quad \gamma = \rho g$$

2) 压缩性与膨胀性定义式

$$\text{压缩性} \quad \beta_p = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dp}; \quad \text{膨胀性} \quad \beta_T = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT}$$

3) 运动黏度与动力黏度关系式

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

4) 表面张力系数定义式

$$\sigma_s = \frac{T_s}{l}$$

5) 压强计算相关公式

绝对压强和相对压强的计算公式为

$$p_{\text{abs}} = p_a + p_r$$

绝对压强总是非负的,而相对压强则可正可负。如果绝对压强大于当地大气压,则相对压强为正,称为表压;如果绝对压强小于当地大气压,则相对压强为负,其绝对值称为真空

度,用 p_v 表示。

$$p_v = |p_t| = -p_t$$

6) 牛顿内摩擦定律的数学表达式

$$T_f = \mu A \frac{du}{dy}$$

单位面积上的内摩擦力称为黏性切应力,其大小为

$$\tau = \frac{T_f}{A} = \mu \frac{du}{dy}$$

三、课后习题参考答案

1. 思考题

1-1 为什么水通常被视为不可压缩流体?

答:因为水的体积压缩系数较小,通常情况下体积变化较小,密度近似为常数,因此可不考虑其压缩性。只有在研究水击和水中爆炸等压强变化较大的现象时,才会考虑水的压缩性。在这些情况下,虽然体积压缩系数较小,但巨大的压强变化所导致的体积变化已经不可忽略。

1-2 自来水龙头突然开启或关闭时,水是否可视为不可压缩流体?为什么?

答:不能视为不可压缩流体。突然开启或关闭水龙头时,管道内压强变化较大,水的体积随压强的变化也会比较明显,因此需考虑水的压缩性。

1-3 润滑油的黏度在冬季和夏季有什么不同?

答:润滑油的黏度随着温度的升高而减小,因而夏季温度较高时润滑油的黏度较小,冬季温度较低时润滑油的黏度较大。

1-4 理想流体在流动过程中有无能量损失?为什么?

答:没有能量损失。因为理想流体是指没有黏性的流体,不存在内摩擦及由此产生的能量损失。

1-5 为什么荷叶上的露珠总是呈球形?

答:略。

1-6 一块毛巾,一头搭在脸盆内的水中,另一头搭在脸盆外的台子上,过了一段时间,脸盆外的台子上湿了一大块,为什么?

答:这是由毛细现象导致的。在表面张力的作用下,部分水沿着毛巾的缝隙向毛巾内渗透,当渗透至脸盆外的毛巾时,在重力和表面张力的共同作用下向下渗透而将台子弄湿。

1-7 同一地点,空气、水银与水都处于静止状态,哪种流体所受的单位质量力大?为什么?

答:相同。静止时流体所受的质量力只有重力,单位质量力等于重力加速度。只要在同一地点,单位质量力即相同,与流体种类无关。

1-8 写出流体沿水平方向做匀加速直线运动时所受的单位质量力。

答:取流体运动方向为 x 轴正方向,铅直向上的方向为 z 轴正方向,垂直于 xz 平面的为 y 轴正方向,则有

$$f_x = -a; \quad f_y = 0; \quad f_z = -g$$

式中, a 为水平加速度的大小; g 为重力加速度的大小。

1-9 绝对压强相同是否意味着相对压强也相同?

答:不一定相同。相对压强还与当地大气压有关,如果当地大气压相同,则相对压强相同;如果当地大气压不同,则相对压强不同。

1-10 重力、压力、内摩擦力和惯性力中哪些是质量力? 哪些是表面力?

答:重力和惯性力是质量力,压力和内摩擦力是表面力。

1-11 为什么说流体黏性引起的摩擦力是内摩擦力? 它与固体运动的摩擦力有何不同?

答:流体黏性力是由流体内部质点之间的相对运动引起的,因而称为内摩擦力。固体间的摩擦力源于固体在接触面上的相对运动,并不发生在固体内部。

1-12 在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,空气的运动黏度 $\nu_{\text{air}} = 15.7 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, 比水的运动黏度 $\nu_w = 1.1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 大十几倍,故空气的黏性比水的黏性大。这种说法对吗? 为什么?

答:略。

2. 计算题

2-1 轻柴油在 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时相对密度为 0.83, 求它的密度和重度。

解:根据相对密度的定义可得 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时轻柴油的密度为

$$\rho = \rho_w d = 1\,000 \times 0.83 = 830 \text{ kg/m}^3$$

重度为

$$\gamma = \rho g = 830 \times 9.81 = 8\,142.3 \text{ N/m}^3$$

2-2 甘油在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时密度为 1.26 g/cm^3 , 求以国际单位表示的密度和重度。

解:由单位换算

$$1 \text{ g/cm}^3 = 1 \times 10^{-3} / (1 \times 10^{-2})^3 \text{ kg/m}^3 = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

可得以国际单位表示的甘油密度为

$$\rho = 1.26 \text{ g/cm}^3 = 1\,260 \text{ kg/m}^3$$

重度为

$$\gamma = \rho g = 1\,260 \times 9.81 = 12\,360.6 \text{ N/m}^3$$

2-3 体积为 500 cm^3 的某种液体,在天平上称得其质量为 0.453 kg ,试求其密度和相对密度。

解:略。

2-4 体积为 5 m^3 的水,在温度不变的条件下,当压强从 $9.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ 增加到 $4.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时,体积减小了 1 L ,求水的体积压缩系数和体积弹性模量。

解:由流体的体积压缩系数计算公式可得

$$\beta_p dp = -\frac{dV}{V}$$

将压缩前后的状态分别标记为“0”和“1”,对上式两边进行定积分得

$$\beta_p (p_1 - p_0) = -\ln \frac{V_1}{V_0}$$

可得

$$\beta_p = -\frac{\ln \frac{V_1}{V_0}}{p_1 - p_0} = -\frac{\ln \frac{5 - 0.001}{5}}{4.9 \times 10^5 - 9.8 \times 10^4} = 5.1 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$$

因此体积弹性模量为

$$E_V = \frac{1}{\beta_p} = \frac{1}{5.1 \times 10^{-10}} = 1.96 \times 10^9 \text{ Pa}$$

2-5 已知水的体积弹性模量为 $1.96 \times 10^9 \text{ N/m}^2$, 求压强改变多少才能使其体积相对压缩 1%。

解:略。

2-6 温度为 20°C 、流量为 $60 \text{ m}^3/\text{h}$ 的水流入加热器, 如果水的体积膨胀系数 $\beta_T = 0.00055 \text{ K}^{-1}$, 求水加热到 80°C 后从加热器中流出时的体积流量为多少?

解:根据体积膨胀系数计算公式可得

$$\beta_T dT = \frac{dV}{V}$$

将加热前后的状态分别标记为“0”和“1”, 对上式两边进行定积分得

$$\beta_T (T_1 - T_0) = \ln \frac{V_1}{V_0}$$

可得水从加热器每小时流出的体积为

$$V_1 = V_0 e^{\beta_T (T_1 - T_0)} = 60 \times e^{0.00055 \times (80 - 20)} = 62.01 \text{ m}^3$$

2-7 已知石油相对密度为 0.9, 动力黏度为 $2.8 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$, 求其运动黏度。

解:由相对密度定义可知石油的密度为

$$\rho = \rho_w d = 1000 \times 0.9 = 900 \text{ kg/m}^3$$

运动黏度为

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{2.8 \times 10^{-2}}{900} = 3.11 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

2-8 相对密度为 0.89 的石油, 温度 20°C 时的运动黏度为 $4.0 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}$, 求其动力黏度。

解:由相对密度定义可知石油的密度为

$$\rho = \rho_w d = 1000 \times 0.89 = 890 \text{ kg/m}^3$$

由运动黏度与动力黏度关系式可知石油的动力黏度为

$$\mu = \nu \rho = 4.0 \times 10^{-5} \times 890 = 3.56 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

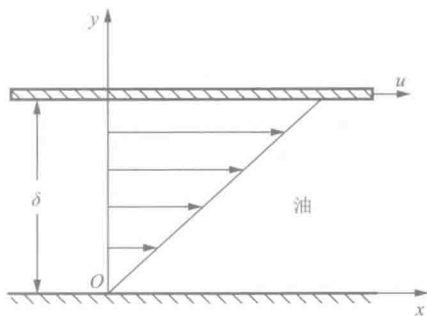
2-9 如图所示一平板在油面上做水平运动, 已知运动速度 $u = 1 \text{ m/s}$, 板与固定边界的距离 $\delta = 10 \text{ cm}$, 油的动力黏度 $\mu = 1.147 \text{ Pa} \cdot \text{s}$, 由平板所带动的油层的运动速度呈线性分布, 求作用在平板单位面积上的黏性阻力。

解:略。

2-10 已知半径为 R 的圆管中流速分布为

$$u = C \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right)$$

式中, C 为非零常数。试求管中的切应力 τ 与 r 的



题 2-9 图

关系。

解:根据牛顿内摩擦定律有

$$\tau = \mu \frac{du}{dr}$$

将圆管流速分布式代入可得

$$\tau = \mu \frac{d}{dr} \left[C \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \right] = - \frac{2\mu C}{R^2} r$$

式中的负号表示切应力方向与速度方向相反。

3. 证明题

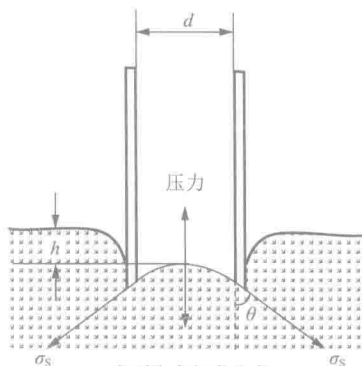
试证明水银在毛细管中液面下降的高度为 $h = \frac{4\sigma_s \cos \theta}{\rho g d}$ 。

证明:如图所示, d 为管径, θ 为液体与毛细管外壁面的夹角, h 为毛细管中液面下降高度, ρ 为水银密度。管壁圆周上总表面张力在竖直方向的分力为 $\pi d \sigma_s \cos \theta$, 方向竖直向下; 管外壁高出管内液柱产生的静压强为 $\rho g h$, 其产生的压强传递到管中心液面处, 产生竖直向上的压力 $\rho g h \frac{\pi}{4} d^2$ 。此二力平衡, 可得

$$\pi d \sigma_s \cos \theta = \rho g h \frac{\pi}{4} d^2$$

整理得

$$h = \frac{4\sigma_s \cos \theta}{\rho g d}$$



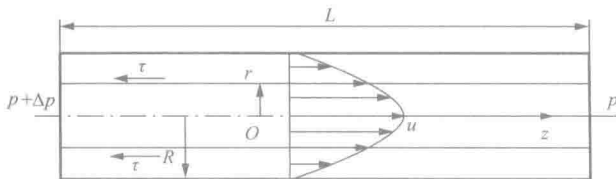
证明题图

4. 开放题

试设计一种装置测量液体的动力黏度。

答:可以采用细长管测量牛顿流体的动力黏度。如图所示, 取一长为 L 、半径为 R 的细长管, 将待测液体从左端注入并使其在管道中缓慢流动, 若测得管两端压差为 Δp , 管内体积流量为 Q , 则该液体的动力黏度可以通过下式求出

$$\mu = \frac{\pi R^4 \Delta p}{8QL}$$



开放题图

上式推导过程如下。

如图所示, 当细长管两端压差 Δp 很小时, 液体在管内以平行而不掺混的方式分层流动, 任一管道截面处的流速分布基本相同, 呈抛物线分布。根据牛顿内摩擦定律, 管中半径 r 处

的黏性切应力大小为

$$\tau = \mu \frac{du}{dr}$$

其方向与流向相反。在流场中取半径为 r 、长为 L 的圆柱面所包含的流体为研究对象,由水平方向上受力平衡可得

$$2\pi r L \tau + \pi r^2 (p + \Delta p - p) = 0$$

整理得

$$\tau = -\frac{\Delta p r}{2L}$$

代入上面的牛顿内摩擦公式可得

$$\frac{du}{dr} = -\frac{\Delta p r}{2\mu L}$$

积分得

$$u = -\frac{\Delta p r^2}{4\mu L} + C$$

当 $r = R$ 时,有 $u = 0$, 代入上式可得积分常数 $C = \Delta p R^2 / (4\mu L)$, 因此有

$$u = \frac{\Delta p (R^2 - r^2)}{4\mu L}$$

进一步,由速度分布可得过流断面的体积流量为

$$Q = \int_0^R u 2\pi r dr = \int_0^R \frac{\Delta p (R^2 - r^2)}{4\mu L} 2\pi r dr = \frac{\pi R^4 \Delta p}{8\mu L}$$

整理可得

$$\mu = \frac{\pi R^4 \Delta p}{8QL}$$

第2章

流体静力学

一、学习要求

1. 掌握流体静力学的基本概念。
2. 理解流体静压力的方向特性和静压强的大小特性的证明过程。
3. 理解静止流体平衡方程(欧拉平衡方程)的推导过程。
4. 理解仅重力、重力和惯性力共同作用下静止流体静压强、等压面公式的推导过程。
5. 掌握仅重力作用下静止流体静压强分布规律及等压面特点。
6. 了解简单测压管、U形管测压计、U形管压差计的测压原理。
7. 了解重力和惯性力共同作用下静止流体静压强分布规律及等压面特点。
8. 掌握静止流体作用在平面和曲面上的总压力的计算方法。
9. 掌握压力体的画法。

二、主要知识点

1. 基本概念

1) 绝对静止和相对静止

绝对静止是指流体整体相对于地球没有运动;相对静止是指虽然流体整体相对于地球有运动,但流体质点间及流体与容器壁间没有相对运动。

2) 等压面

静止流体中压强相等的各点所构成的面称为等压面。

3) 压力中心

平面/曲面所受流体总压力的作用点。

4) 压力体

在求解静止流体作用在曲面上的总压力的铅垂分力时所引入的概念。压力体是指由液体的自由表面、承受压力的曲面和由该曲面的边界线铅垂向上延伸到自由液面或其延伸面

的各个表面所围成的体积。总压力的铅垂分力向下时,压力体为实压力体,反之为虚压力体。

2. 基本性质

1) 流体静压力的方向特性

对于流体内部以及流体与固体的接触面,流体静压力作用方向均为作用面的内法线方向。

2) 流体静压强的大小特性

在静止流体中,任一点的流体静压强大小与其作用面的方位无关,即 $p_x = p_y = p_z = p_n$ 。

3. 重力作用下静止流体等压面判断

判断重力作用下静止流体内部两点是否位于同一等压面上,应看是否同时满足连通、静止、均质、同一平面这四个条件。

4. 压力体的画法

压力体的画法可总结为以下几步:

- (1) 根据具体情况将受力曲面分成若干段;
- (2) 找出各段的自由液面;
- (3) 画出每一段的压力体并确定虚实;
- (4) 根据虚实相抵的原则将各段的压力体合成,最终得到受力曲面的压力体。

5. 重要计算公式

1) 仅重力作用下静止流体压强计算

重力作用下连续、均质、不可压缩流体静力学基本方程式为

$$z + \frac{p}{\rho g} = C$$

静止流体中任意两点静压强关系式为

$$p_2 = p_1 + \rho g(z_1 - z_2) = p_1 + \rho g \Delta h$$

静止流体内部淹没深度为 h 处的流体静压强计算公式为

$$p = p_0 + \rho gh$$

2) 静止流体作用在平面上的总压力计算

总压力的大小等于该平面的面积与其形心处压强的乘积。计算公式为

$$P = \rho g y_c \sin \theta A = \rho g h_c A = p_c A$$

总压力的方向垂直指向作用面。

总压力的作用点的计算公式为

$$y_D = y_c + \frac{J_c}{y_c A}$$

3) 静止流体作用在曲面上的总压力计算

总压力的大小:

$$\text{水平分力 } P_x = \rho g h_c A_x$$