基础物理与临床麻醉

吴树瑚摇王景阳摇编著

第 二 军 医 大 学 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内摇容摇简摇介

本书分上下二篇，重在理论性和实用性。上篇密切联系临床麻醉实际介绍有关物理知识，内容包括流体、分子物理、电场、磁场、激光、载射线、传感器、麻醉装备以及医学影像等。下篇介绍麻醉理论与应用，内容包括麻醉机、麻醉呼吸机以及麻醉中的监测等。

本书可作为高等医学院校和医院等麻醉专业学员、医务人员及相关专业人员进行教学和进修的学习用书，亦可作为各科医务人员的业务进修参考用书。

摇摇图书在版编目（悦阅）数据

摇摇基础物理与临床麻醉 辕吴树瑚，王景阳编著援—上海：第二军医大学出版社，圆园园愿
摇摇院园园园

前摇摇言

科学的进步和社会的发展，将不断出现一些新的学科，同时也会使一些古老的学科获得新的生命力。麻醉学科就是一个充满新生命力的学科。

在医学史上，麻醉技术在我国的应用至少可追溯到公元二世纪。起初，麻醉只限于手术时的局部止痛。而现在麻醉的任务，除了临床麻醉工作，还负责镇痛、痛治疗、急救、复苏和重症监测治疗等。麻醉学科已被定为与内、外、妇、儿等并列的重要临床学科。但是，建国以来能供麻醉专业人员了解比较全面的基础物理和临床麻醉知识的参考书甚少，难以适应当今日益发展的麻醉医学的要求。为此本书的编写实属一次尝试。

在本书编写过程中，我们参照了卫生部颁发的高等医学院校医用物理学教学大纲、兄弟院校编写的医用物理学教材以及麻醉学系有关教学大纲和国外文献，又根据我们多年从事医学教育的体会和经验，力求联系医学实际，精选有关内容。旨在为麻醉科和相关学科的专业人员了解有关的专业知识。

内容分上下两篇，上篇为与麻醉有关的物理学基础；下篇介绍有关的临床麻醉知识。相信麻醉专业人员和有关医学人员通过参阅会大有裨益。

本书内容不过分强调系统性和广泛性，而强调实用性方面。本书可作为临床麻醉医学、药学以及生物医学工程学等各有关医务人员的学习和参考书。

本书上篇由吴树瑚同志编写，并绘制全书插图。下篇由王景阳同志编写。全书由王小平和江键两同志负责校阅。

本书泱泱数万言，由于种种原因，疏漏和差错实属难免，恳望有关专家、教员和学员同志对本书不吝赐教，以期重版时改进。

吴树瑚摇王景阳

[illegible]年 缘月

目摇摇录

上摇摇篇

第一章摇流体的运动 ……（猿
摇第一节摇理想流体摇定常流动 ……（猿
摇摇一、理想流体 ……（猿
摇摇二、定常流动 ……（猿
摇摇三、连续性方程 ……（源
摇第二节摇柏努利方程 ……（缘
摇摇一、柏努利方程 ……（远
摇摇二、空吸作用 ……（苑
摇摇三、皮托管 ……（苑
摇摇四、血压与体位高度的关系 ……（苑
摇第三节摇实际流体的运动 ……（怨
摇摇一、实际流体的粘滞性和粘度系数 ……（愿
摇摇二、层流和湍流 ……（怨
摇第四节摇泊肃叶定律摇斯托克斯定律 ……（员园
摇摇一、泊肃叶定律 ……（员园
摇摇二、斯托克斯定律 ……（员园
摇第五节摇血液的流动 ……（员员
摇第六节摇射流的附壁效应 ……（员员
第二章摇分子物理学基础 ……（员员
摇第一节摇理想气体 ……（员猿
摇摇一、理想气体状态方程 ……（员猿
摇摇二、理想气体的压强公式 ……（员源
摇摇三、理想气体的能量公式 ……（员源
摇摇四、道尔顿分压定律 ……（员缘
摇第二节摇实际气体 ……（员远
摇第三节摇物态变化 ……（员苑
摇摇一、气化 ……（员愿
摇摇二、安德鲁实验 ……（员怨
摇摇三、液化 ……（圆园
摇摇四、湿度摇湿化器 ……（圆员
摇第四节摇液体表面现象 ……（圆圆
摇摇一、液体的表面张力和表面能 ……（圆猿
摇摇二、球形液面内外的压强差 ……（圆源
摇摇三、毛细现象和气体栓塞 ……（圆缘
摇摇四、表面活性物质和表面吸附 ……（圆远
摇第五节摇气体的溶解度 ……（圆远

摇摇 一、气体在液体中的溶解度摇亨利定律摇分配定律 ……（圆
摇摇二、气体的转运 ……（圆
摇第六节摇生物膜输运现象 ……（圆
摇摇一、生物膜的通透性 ……（圆
摇摇二、滤过 ……（圆
摇摇三、渗透 ……（猿
摇摇四、血液与组织间水分子的交换 ……（猿
摇摇五、溶质通过生物膜的扩散 ……（猿
第三章摇电场 ……（猿
摇摇第一节摇电场 ……（猿
摇摇一、库仑定律 ……（猿
摇摇二、电场和电场强度 ……（猿
摇摇三、电场强度的计算 ……（猿
摇摇四、电介质中的电场 ……（猿
摇第二节摇高斯定理 ……（猿
摇第三节摇电势差摇电势 ……（猿
摇摇一、静电场力作功 ……（猿
摇摇二、电势能摇电势摇电势差 ……（猿
摇第四节摇心电知识 ……（源
摇摇一、心电向量 ……（源
摇摇二、心电图波形的形成 ……（源
摇摇三、中心电端和电极导联 ……（源
摇摇四、心脏除颤和起搏 ……（源
摇第五节摇膜电位 ……（源
摇摇一、膜电位的测量 ……（源
摇摇二、能斯特电势 ……（源
第四章摇磁场 ……（源
摇第一节摇磁场的基本性质 ……（源
摇摇一、磁感应强度 ……（源
摇摇二、载流回路的磁感应强度 ……（源
摇摇三、磁感应线摇磁通量 ……（缘
摇摇四、磁场对电流和运动电荷的作用力 ……（缘
摇摇五、电动势摇法拉第电磁感应定律 ……（缘
摇第二节摇磁场的生物效应与应用 ……（缘
摇摇一、磁场的生物效应 ……（缘
摇摇二、磁场对人体的作用及磁疗 ……（缘
摇第三节摇人体磁场 ……（缘
摇摇一、心磁场与心磁图 ……（缘
摇摇二、脑磁图 ……（缘

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第五章摇激光 ……（缘苑
摇摇一、激光的特点 ……（缘苑
摇摇二、激光的产生 ……（缘苑
摇摇三、激光的医学应用 ……（缘愿
摇摇四、激光的防护 ……（远园
第六章摇载射线 ……（远员
摇第一节摇载射线的产生及其基本性质 ……（远员
摇摇一、载射线的基本性质 ……（远员
摇摇二、载射线的产生 ……（远员
摇摇三、载射线的强度和硬度 ……（远猿
摇第二节摇载射线谱 ……（远源
摇摇一、连续 载射线谱 ……（远源
摇摇二、标识 载射线谱 ……（远缘
摇摇三、载射线衍射 ……（远苑
摇摇四、载射线结构分析 ……（远苑
摇第三节摇载射线的吸收 ……（远苑
摇摇一、单色 载射线吸收的宏观规律 ……（远源
摇摇二、连续 载射线吸收的宏观规律 ……（苑园
摇摇三、吸收的微观机理 ……（苑园
摇第四节摇载射线在医学中的应用 ……（苑圆
摇摇一、放射治疗 ……（苑圆
摇摇二、临床诊断 ……（苑猿
第七章摇医用传感器 ……（苑源
摇第一节摇医用传感器概述 ……（苑源
摇摇一、医用传感器的特点 ……（苑源
摇摇二、医用传感器系统的组成 ……（苑源
摇摇三、医用传感器的分类 ……（苑源
摇摇四、医用传感器的发展动向 ……（苑缘
摇第二节摇线性位移传感器 ……（苑缘
摇摇一、电阻应变计式线性位移传感器 ……（苑缘
摇摇二、电感式线性位移传感器 ……（苑苑
摇摇三、霍尔效应式线性位移传感器 ……（苑苑
摇第三节摇流速与流量传感器 ……（苑愿
摇摇一、超声多普勒液流计 ……（苑愿
摇摇二、应变片式气流计 ……（苑愿
摇第四节摇温度传感器 ……（苑愿
摇摇一、热电偶温度传感器 ……（苑怨
摇摇二、热敏电阻温度传感器 ……（愿园
摇第五节摇信号显示与记录 ……（愿员

摇摇一、示波器 …… （愿员
摇摇二、电磁式描笔记录器 …… （愿袁
摇摇三、自动平衡记录器摇载再记录仪 …… （愿袁
摇摇四、磁带记录器 …… （愿源
第八章摇麻醉监测装备 …… （愿远
摇第一节摇气体浓度监测仪器 …… （愿远
摇摇一、红外线气体分析仪 …… （愿远
摇摇二、气相色谱仪 …… （愿苑
摇摇三、质谱仪 …… （愿愿
摇摇四、瑞利折射仪 …… （怨园
摇第二节摇血氧饱和度监测仪 …… （怨员
摇摇一、血氧饱和度监测仪的基本原理 …… （怨员
摇摇二、血氧饱和度监测仪结构和功能 …… （怨员
摇第三节摇呼吸功能监测仪器 …… （怨圆
摇摇一、肺容量计 …… （怨圆
摇摇二、流量计 …… （怨圆
摇第四节 循环功能监测仪器…… （怨源
摇摇一、血压测量方法 …… （怨源
摇摇二、血流测量方法 …… （怨苑
摇第五节摇肌电图机 …… （怨愿
摇摇一、肌电图的分类 …… （怨愿
摇摇二、肌电图波形的基本参数 …… （怨怨
摇摇三、电极和刺激器 …… （员园
摇第六节摇脑电图机 …… （员园
摇摇一、输入电路 …… （员园
摇摇二、放大电路 …… （员园
摇摇三、调节电路 …… （员园
摇摇四、记录装置 …… （员圆
摇摇五、辅助仪器 …… （员圆
摇第七节摇心电图机 …… （员圆
摇摇一、心电图机的基本构成 …… （员圆
摇摇二、工作原理 …… （员圆
第九章摇医学影像的技术原理 …… （员源
摇第一节摇载射线计算机断层成像 …… （员源
摇摇一、载射线的衰减规律 …… （员源
摇摇二、载射线的基本原理 …… （员缘
摇摇三、图象重建的基本方法 …… （员远
摇摇四、载射线扫描机 …… （员愿
摇摇五、载射线的医学应用 …… （员员

摇第二节摇核磁共振成像 …… （无无）
摇摇一、核磁共振的基本概念 …… （无无）
摇摇二、核磁共振成像的原理 …… （无无）
摇摇三、核磁共振成像临床诊断的物理学原理 …… （无无）
摇摇四、核磁共振成像系统 …… （无无）
摇摇五、核磁共振成像的主要优缺点及其发展前景 …… （无无）

下摇摇篇

第十章摇麻醉药液的扩散及摄取 …… （无无）
摇第一节摇吸入麻醉药的扩散与摄取 …… （无无）
摇第二节摇局部麻醉药的弥散与消退 …… （无无）
摇第三节摇静脉麻醉药的转运 …… （无无）
摇摇一、被动转运 …… （无无）
摇摇二、特殊转运 …… （无无）
摇摇三、药物通过细胞膜的量及其运转速率 …… （无无）
摇摇四、药物的分布 …… （无无）
摇摇五、药物的消除 …… （无无）
第十一章摇麻醉机 …… （无无）
摇第一节摇麻醉机的主体结构 …… （无无）
摇摇一、中心供氧系统 …… （无无）
摇摇二、蒸发器 …… （无无）
摇摇三、影响蒸发器输出浓度的因素 …… （无无）
摇第二节摇麻醉环路 …… （无无）
摇摇一、[illegible]系统 …… （无无）
摇摇二、环状系统 …… （无无）
摇第三节摇低流量紧闭麻醉 …… （无无）
摇摇一、概述 …… （无无）
摇摇二、低流量紧闭麻醉可能导致的危险 …… （无无）
摇摇三、低流量麻醉的优点 …… （无无）
摇摇四、紧闭麻醉必须克服的问题 …… （无无）
第十二章摇麻醉呼吸机 …… （无无）
摇摇一、呼吸机的基本功能与分类 …… （无无）
摇摇二、呼吸机的基本原理 …… （无无）
摇摇三、呼吸机的工作参数及其临床意义 …… （无无）
摇摇四、几种通气模式的评价 …… （无无）
摇摇五、机械通气注意事项 …… （无无）
第十三章摇麻醉中的监测 …… （无无）
摇第一节摇循环功能监测 …… （无无）
摇摇一、血压监测 …… （无无）

摇摇二、血液流量与流速监测 …… （[illegible]
摇摇三、心排血量（惰韵）监测 …… （[illegible]
摇摇四、食道超声心动图 …… （[illegible]
摇摇五、心电图 …… （[illegible]
摇第二节摇呼吸功能监测 …… （[illegible]
摇摇一、通气功能的监测 …… （[illegible]
摇摇二、换气功能的监测 …… （[illegible]
摇摇三、通气力学及通气储备力 …… （[illegible]
摇摇四、氧耗量（灾韵）和二氧化碳排出量（灾惰韵）的监测 …… （[illegible]
摇摇五、呼吸中枢驱动力（孕）的测量 …… （[illegible]
摇摇六、血气分析 …… （[illegible]
摇摇七、脉搏 韵饱和度（杂韵）和呼气末 惰韵浓度（耗惰韵）监测 …… （[illegible]
摇摇八、混合静脉血 韵饱和度（杂灾韵） …… （[illegible]
摇第三节摇脑电、肌电、脑电诱发电位及肌松监测 …… （[illegible]
摇摇一、脑电图 …… （[illegible]
摇摇二、脑电活动与麻醉 …… （[illegible]
摇摇三、肌电图 …… （[illegible]
摇摇四、诱发电位监测 …… （[illegible]
摇摇五、神经肌肉传递功能监测（肌松监测） …… （[illegible]
摇摇六、体温监测 …… （[illegible]
摇第四节摇吸入麻醉气体浓度监测 …… （[illegible]
摇摇一、吸入麻醉气体浓度监测 …… （[illegible]
摇摇二、血气监测 …… （[illegible]
摇摇三、韵浓度监测 …… （[illegible]
第十四章摇激光、核磁共振及不同大气压下的麻醉 …… （[illegible]
摇第一节摇激光和麻醉 …… （[illegible]
摇摇一、惰韵激光的性质 …… （[illegible]
摇摇二、激光的防护 …… （[illegible]
摇第二节摇核磁共振检查的麻醉 …… （[illegible]
摇第三节摇高压舱内麻醉 …… （[illegible]
摇摇一、高压 韵的含义 …… （[illegible]
摇摇二、高压 韵治疗的目的 …… （[illegible]
摇摇三、高压 韵舱在各手术科的应用 …… （[illegible]
摇第四节摇高原地区病人的麻醉 …… （[illegible]
摇摇一、高原地区环境特点 …… （[illegible]
摇摇二、对人体的影响 …… （[illegible]
摇摇三、麻醉注意事项 …… （[illegible]
第十五章摇手术麻醉中的用电安全 …… （[illegible]
摇摇一、触电及防护 …… （[illegible]

摇摇二、静电的防护 …… (灵愿)
摇摇三、高频电刀引起的灼伤 …… (灵愿)
附录一摇国际单位制 …… (灵员)
附录二摇常用物理量 …… (灵圆)
附录三摇几种常用单位的换算 …… (灵猿)
附录四摇常用数学公式 …… (灵苑)
附录五摇不同频率下人体组织的相对介电常数 $\varepsilon_{则}$和电阻率 ρ …… (灵愿)
附录六摇常用医学外文缩写词 …… (灵怨)
参考文献 …… (圆员)

上摇篇

基础物理

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一章摇流体的运动

液体（遭[illegible]）和气体（[illegible]），均没有一定的形状，由于分子运动，其分子可从一处运动到另一处。固体分子之间引力最大，虽可在各自的平衡位置上振动或转动，但范围很小，能保持一定的体积和形态。液体分子之间引力较小，能保持一定体积，但不能保持一定形状。气体分子之间引力最小，分子运动变大，无固定体积和形状。由于液体和气体具有流动性，便把液体和气体统称为流体（[illegible]）。

流体和流体的运动，对人体生命活动起着十分重要的作用。人体中养分的输送和废物的排泄，就是通过流体运动（血液循环和呼吸过程）来完成的。

第一节摇理想流体摇定常流动

一、理想流体

实际流体的性状是很复杂的。例如气体极易压缩，其密度随压强的不同而改变；液体和气体在流动过程中，相邻流层之间会出现内摩擦力，等等，这对分析问题带来许多困难。为此，仿利用刚体这一模型来代替一般固体那样，可用一个理想化的流体模型代替实际流体。把完全不可压缩并且没有内摩擦的流体，称之为理想流体（[illegible]）。

显然，理想流体实际上是不存在的。但是一些实际液体，其压缩率是很小的，例如对水施加[illegible]的压强，体积仅改变[illegible]，所以水可以近似地看成是不可压缩的；且水的内摩擦力（又称粘滞力）也是很小的，所以水可以看成是理想流体。气体比较容易压缩，但在温度和压强保持不变的情况下，也可以认为其体积没有变化，且气体的内摩擦力一般也很小，所以在这种条件下气体也可以近似地看成是理想流体。

实验证明，水、酒精等液体，可以看成是理想流体，而甘油、蓖麻油、糖浆等液体，就不能看成是理想流体。

二、定常流动

流体在流动时，在同一时刻，各处的流体粒子的速度并不相同。即使对某一定点、不同时刻，该点流体粒子的速度也不相同，可以说，流体流动是随时间而变的。但是，当流体的流动速度随时间的变化并不显著时，可以近似地认为，各处流速不随时间变化，这种流动称为定常流动（[illegible]）。

例如图[illegible]中，液体自左向右作定常流动，液体粒子流经[illegible]悦点时，其速度[illegible]显然互不相同，但在任一时刻，各点速度保持不变。在实际生活中，见缓慢流动的河水、管道内缓慢输送的液体等，都是定常流动的例子。

为了形象地描述流体流动的情况，可在流体内画出一系列曲线，规定曲线上各点的切线方向和流体粒子在该点的速度方向一致，这些曲线就称为流线（[illegible]）。当流体作定常流动时，因各点的流速保持不变，流线在空间的位置也就保持不变，流体粒子将沿流线运动，因此流线即为粒子运动的轨迹。

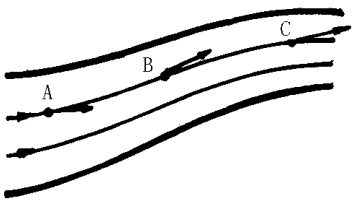

图 员猿源摇定常流动

若在定常流动的流体中沿流线垂直方向取一小截面 Δ杂，并且通过它的周边各点作出许多流线，则由这些流线所围成的管状体就称为流管（赠藻凿藻泽泽藻凿 贼怎遭藻）。根据定常流动和流线的概念，可知流线不能相交，从而流管内外的流体不会混流，如图 员猿缘所示。

三、连续性方程

设某一流管内的流体在作定常流动，如图 员猿远所示。在一微细流管上任取两个与管轴垂直的截面 杂员、杂圆，两处流速分别为 增员、增圆，经时间 Δ贼后，流过 杂员、杂圆 的流体体积分别示为 Δ灾员、Δ灾圆，则

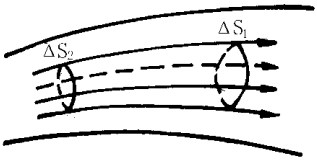

图 员猿远摇流管

对不可压缩的理想流体，在相同的 Δ贼内，有多少体积的流体流入 杂员，就必定会有相同体积的流体流出 杂圆，故

Δ灾员 越Δ灾圆摇摇杂员增员Δ贼越杂圆增圆Δ贼

即 杂员增员 越杂圆增圆越常量 （员猿愿）

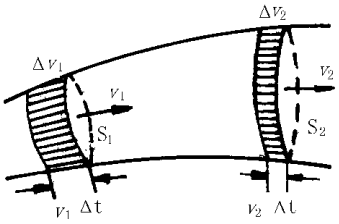

图 员猿愿摇连续性方程的推导

式（员猿愿）称为理想流体作定常流动时的连续性方程（藻择怎葬贼蚤燥灶 燥枣 糟燥灶贼蚤灶怎蚤贼赠 枣燥则 蚤凿藻葬造 枣造怎蚤凿 皂燥增藻凿 蚤灶 泽贼藻葬凿赠 枣造燥憎）。它说明理想流体在流管内作定常流动时，流体的流速和流管的截面积成反比。流管粗处流速小，流管细处，流速大。

式（员猿愿）表达的是单位时间内流过流管任一截面的流体体积，称为体积流量，记为 匝，即

匝越杂增 （员猿怨）

可见，连续性方程表达了理想流体作定常流动时，其体积流量保持不变。

若理想流体的密度为 ρ，则由式（员猿怨）可得质量流量 匝皂，即

匝皂 越ρ杂增越常量 （员源园）

因此，连续性方程也可看成是质量流量守恒定律。

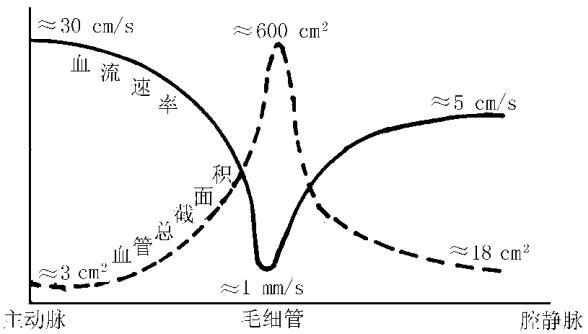

图 员猿怨摇血流速率与血管总截面积关系

连续性方程可以用来近似地分析血管中血流速率与血管截面积之间的关系。当血液循环近似地看成是不可压缩的液体在血管中作定常流动时，由于血管的总截面积从动脉到毛细血管是逐渐变大的，而从毛细血管到静脉时血管总面积又逐渐变小，所以血流速率从动脉到毛细血管时是逐渐减慢的，而从毛细血管到静脉时血流速率又逐渐加快，如图 员猿怨所示。

顺便说明。血液自心脏流出后，动脉经过几次分支再分支，从而载运血液至各处组织。最小的血管是毛细血管，其直径约为 员园～员缘μ皂，十分细小，但数量达几百万条，它们的总截面积相当于一条直径约 猿园～缘园皂皂的管子，是主动脉的数百倍之多，血液在其中流速极慢，便有充分时间进

行扩散。

第二节摇柏努利方程

一、柏努利方程

柏努利方程（月就是遥遥的瞬间）是理想流体作定常流动时所遵从的基本定律。它描述了流管内各处的压强、流速和高度之间的关系。

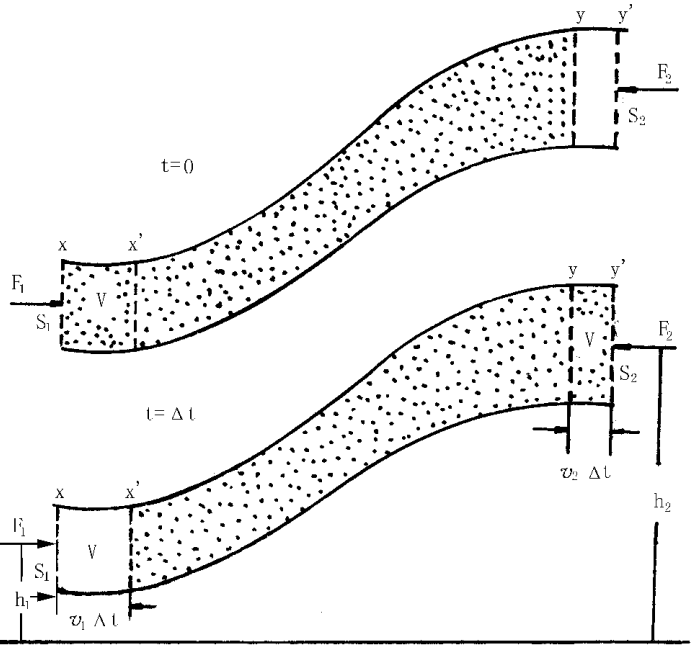

图 员骤摇柏努利方程的推导

如图 员骤所示，设有理想流体在一截面不均匀的微小流管内作定常流动。上图表示在 则越园时的一段液流 曾增下图表示经过 Δ则时间后该段流体的位置 曾则乙 各物理量已标于图上，澡表示各截面距参考面的平均高度。现用功能原理进行讨论。

对该段流体作功的外力就是段外流体对它的推力 云员和阻力 云圆，即

云员 越孕员杂员，云圆 越孕圆杂圆

式中 孕表示压强。注意到 云员和 云圆的方向相反，故当液体段 曾增移动至 曾则时，外力作总功为

宰 越云员增员Δ则原云圆增圆Δ则越孕员杂员增员Δ则原

孕圆杂圆增圆Δ则越孕员灾原孕圆灾 （员骤原

摇摇式中 灾表示流过的液流体积。根据功能关系知，外力作功应等于这段流体的动能和势能的增量之和，即

宰 越Δ耘噪垣Δ耘员 （员骤

又由式（员骤原知，曾增段和 则增段流体质量应相等，记为 皂。故

Δ耘噪越员圆皂增圆原员圆皂增员

Δ耘质 越皂早澡圆 原皂早澡质

将上两式代入式(员源),并移项即得

$$孕_{员}灾垣\frac{员}{圆}\rho增_{员}垣\rho早澡_{员} 越 P_{圆}灾垣\frac{员}{圆}\rho增_{圆}垣\rho早澡_{圆}$$

以 灾除上式各项,并令 ρ 越皂(即流体密度),可得在同一流管内任两个截面上的关系:

$$孕_{员}垣\frac{员}{圆}\rho增_{员}垣\rho早澡_{员} 越 孕_{圆}垣\frac{员}{圆}\rho增_{圆}垣\rho早澡_{圆}$$

推广之,对同一流管内任一截面上三项之和应为

$$孕垣\frac{员}{圆}\rho增垣\rho早澡越常量 \qquad (员源)$$

式(员源)说明理想流体在一流管中作定常流动时,单位体积流体的动能和重力势能以及该点的压强能之和为一常量,该式称为柏努利方程。

[例 员源] 摇图 员源-员所示为医院常用的吊式注射装置。若瓶内液面离注射针尖高度为 澡,试求药液流出针尖时的速率。

解 先作流线、流管,在流管上选出所需的两个截面:一个选在所求速率的针尖 月处,另一个可选在已知条件较多的液面 粤处,并选 月处为高度参考面。

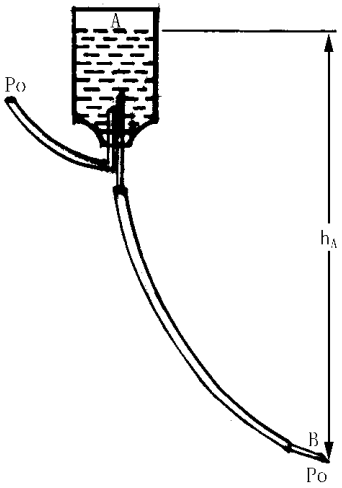

图 员源-员 摇吊式注射装置

则

$$孕_{粤} \approx 孕_{园}(大气压强)$$

$$增_{粤} \approx 园(疫_{粤} 跃跃_{月})$$

$$澡_{粤} 越 员源园皂$$

$$孕_{月} 越 孕_{园}(针尖处与大气相通)$$

$$澡_{月} 越 园$$

对 粤点和 月点应用柏氏方程,有

$$孕_{园} 垣\frac{员}{圆}\rho园垣\rho早澡越孕_{园} 垣\frac{员}{圆}\rho增_{月} 垣\rho早园$$

得 早澡越$\frac{员}{圆}$增月

$$增_{月} 越 \sqrt{圆早澡}$$

摇摇这个计算结果很重要,在解决类似问题时,可直接引用这个结论。

柏氏方程不仅可用来求解复杂的流体力学问题,而且有许多实际应用。

二、空吸作用