空气动力学：

升力系数的量级大概在1左右。

做题要用弧度制

定常无粘不可压忽略体积力\*\*\*的条件下，伯努利方程成立。

驻点的压强系数为0（压强系数：(p-p0)/q∞）。

驻点的压强即总压P0。

流量，单位时间内流过的体积/质量/动量等。

流函数的等值线是一条流线，流函数之差是流量。（成立前提是质量守恒）

u = \frac{\partial \psi}{\partial y},v = -\frac{\partial \psi}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0二维质量守恒满足--->

因此可以引入流函数构建方程-------------🡪

因此可以理解为流函数即单位时间内流出的面积（逆时针180微分求解速度）

0=\mathrm{d}\psi = \frac{\partial \psi}{\partial x}\mathrm{d}x + \frac{\partial \psi}{\partial y}\mathrm{d}y = -v\mathrm{d}x+u\mathrm{d}y再次定义下流函数的等值线方程满足------------🡪

由上可知流函数等值线的切线是速度比值方向，因此流函数的等值线就是流线

u = \frac{\partial \phi}{\partial x},v = \frac{\partial \phi}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial y} = 0根据二维或三维无旋流动方程--🡪

可以构造一个新的中间函数—势函数-------------------------🡪

因此可以理解为势函数即速度的位移线积分（在某个方向求导就可以得出该方向导数）

势函数和流函数均满足拉普拉斯方程。

流动模型：

判断条件：

1、不可压缩（质量守恒）

2、流函数和势函数存在（质量守恒+无旋）

3、环路积分为0（无旋，保守场（不考虑单连通））

4、满足拉普拉斯方程（线性）

1、均匀流动：

势函数：

流函数：

2、源汇流动：

Vr=c/r=（c=Λ/2π）（Λ为单位时间内流出的体积）

Vθ=0

势函数：（角坐标系）

流函数：

空气动力学：

读公式：

部分面积部分时间通过的量：V or m（总量）

↑

部分面积单位时间通过的量：flow（dt）（通量）

↑

单位面积单位时间通过的量：flux（dA·dt）（流量）

速度散度的意义：（点体积的变化量）

品质守恒的微分形式：

品质守恒：（单位时间内点质量（密度）变化量+（-单位时间内点质量变化量）=0）

品质守恒的积分形式：

品质守恒：=0（单位时间内，固定控制体内，质量的变化量+单位时间内，通过控制面的，净流出量=0）

动量定理：（单位时间内，固定控制体内，动量的变化量+单位时间内，流过控制体表面的，动量变化量=固定控制体内体积力的合力-固定控制体受到的表面合力+固定控制体对外的粘性力）

符号的拆分（充分理解其中的物理量含义）-速度的拆分：

深刻理解方程与公式：

方程-一个条件，几个变量之间满足的关系；公式-带入已知条件可以推到出目的结果的式子

方程-显函，隐函均可，多以方程组的形式出现，表达一种关系或一组关系（当方程组封闭时，可解的任意变量的确定值）。

公式-一般是显函，仅为求解某一目的量。

守恒形式以及非守恒形式：

控制方程的守恒形式和非守恒形式（流体计算动力学中的概念）在流体微元的角度看是完全等价的，是物理[守恒定律](https://www.baidu.com/s?wd=%E5%AE%88%E6%81%92%E5%AE%9A%E5%BE%8B&tn=44039180_cpr&fenlei=mv6quAkxTZn0IZRqIHckPjm4nH00T1d9mWKWuhcznHb3rHTLmhD0IAYqnWm3PW64rj0d0AP8IA3qPjfsn1bkrjKxmLKz0ZNzUjdCIZwsrBtEXh9GuA7EQhF9pywdQhPEUiqkIyN1IA-EUBt1rjD3nHc4PHT)的两种等价的数学表示：非守恒方程是将守恒方程中对流项和瞬态项中的物理量从微分符中提取出来，以便于对由该方程建立的离散方程进行理论分析。但实际应用中人们常应用守恒形式的方程来建立基于[有限体积法](https://www.baidu.com/s?wd=%E6%9C%89%E9%99%90%E4%BD%93%E7%A7%AF%E6%B3%95&tn=44039180_cpr&fenlei=mv6quAkxTZn0IZRqIHckPjm4nH00T1d9mWKWuhcznHb3rHTLmhD0IAYqnWm3PW64rj0d0AP8IA3qPjfsn1bkrjKxmLKz0ZNzUjdCIZwsrBtEXh9GuA7EQhF9pywdQhPEUiqkIyN1IA-EUBt1rjD3nHc4PHT)的离散方程。

动量定理的微分形式（欧拉方程） \*\*\*

状态方程：在过程中每一点都能表示的量。

实质导数（运动控制体上某一点）=当地导数（随时间）+迁移导数（随空间）

流线->由流场中每一点流速的切线方向构成；迹线->由每一个流体微团走过的轨迹构成；染色线->由（tututututu），同一点出发的多个流体微团连接成的轨迹构成（在定常流场中三条线重合）

散度->通量密度

旋度->环量密度（，T为环量，T=）

\*\*\*

u = \frac{\partial \psi}{\partial y},v = -\frac{\partial \psi}{\partial x}只有当质量守恒（二维不可压）时才存在流函数：

u = \frac{\partial \phi}{\partial x},v = \frac{\partial \phi}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial y} = 0保守场（即无旋场）才存在势函数。二维无旋流（势流）满足

（三维情形下则是\nabla\times V=0），故可以引入势函数\phi(x,y)满足

V = \nabla \phi三维情形下则是

Dp=-ρdV\*\*\*

不可压缩（体积守恒）条件的控制方程：

无旋场，不可压缩，定常流动=>伯努利方程：P+1/2ρV∞2=const

∂->定某个自变量，D->定某个流体。

空气动力学：

哈密顿操作数：==>（rround/round x+round/round y+round/round z）,哈·向量==>求旋度，哈×向量==>求散度

二维平面内，向量绕边界（切线）的点乘积分等于点面积上的旋度的积分

三维立体中，向量（或标量）围体积面元（外法线）的点乘积分等于元体积上散度（或梯度）的积分

三种空气动力学研究的模型：

有限大小的控制体（固定-->体积不变，随动-->质量不变）

无限小的流体微团-->同样有finite和moving两种模式

自由分子

实时导数D，当地导数round，增量d

空间某一点速度散度的理解：固定质量的运动的流体微元的单位体积的体积随时间的变化率

能够将动力学转化为静力学就会方便很多

积分中值定理数学建模：

空气动力学：

动压：1/2（ρ∞V∞2）

法向气体动量传递->压强

切向气体动量传递->剪应力，切应力，粘性

定常->流场与时间t无关

定常情况下气流路径即为流线，迹线

风轴系：升力：与来流垂直，阻力：与来流平行

体轴系：升力：与机身垂直，阻力：与机身平行（体轴系下容易计算力矩，便于计算机身滚转）

压力中心：气动力力矩为零的点

力矩：任何使机身抬头为正

xcp≈M'lb/L'

马赫数表征压缩性

雷诺数表征粘性

在给定外形和公角的情况下，飞机的气动力布局只与下列几个变数有关：

来流速度

来流密度

流体粘性

物体尺寸

气体压缩性

--->白金汉定理 Pi定理-->确定了几个关键指标-->马赫数(V∞/a∞)，雷诺数（ρ∞\*V∞\*c/μ∞），气动力系数（R/(S\*ρ∞)）

阻力系数：Cd=D/(q∞\*S)

动力相似：流线谱相似，力系数相似，特征参量相同

空气动力学基本公式：

q∞=1/2ρ∞V∞2

CL=L/（q∞\*S）

C'L=L'/（q∞\*c）

CP=（P-P∞）/q∞

Cf=τ/q∞

τ=μ\*dV/dy（牛顿流体）

CR=R/(q∞\*S)

Re=ρ∞V∞c/μ∞

M∞=V∞/a∞

粘性会导致热传导

因为粘性会出现能量损失（顺压梯度，逆压梯度，能量的转化），流动分离，涡流场

versus（VS全写）

空气动力学：

pillar支柱

！！！！！！！！！！考试要记得把角度转换成弧度！！！！！！！！！

伯努利方程：A1V1=A2V,P+1/2ρV2=C

固体是有限的变形，液体是持续的变形：固：τ∝α，液或气：τ∝α的导数

压强：单位时间，单位面积上动量的变化量