

(一)

基本量:

长度 mm

质量 tonne

力 N

时间 sec

温度 C

重力 $9806.65 \text{ mm / sec}^2$

衍生量:

面积 mm^2

体积 mm^3

速度 mm / sec

加速度 mm / sec^2

角速度 rad / sec

角度加速度 rad / sec^2

频率 $1 / \text{sec}$

密度 tonne / mm^3

压力 N / mm^2

应力 N / mm^2

杨氏模量 N / mm^2 (Mpa)

例如:

钢的实常数为: $EX=2e11\text{Pa}$

$PRXY=0.3$

$DENS=7.8e3\text{Kg/m}^3$

那么上面的实常数在 mm 单位制 (即模型尺寸单位为 mm) 下输入到 Ansys 时应为

$EX=2e5\text{MPa}$

$PRXY=0.3$

$DENS=7.8e-9\text{tonne/mm}^3$

那么上面的实常数在 m 单位制 (即模型尺寸单位为 m) 下输入到 Ansys 时应为

$EX=2e11\text{Pa}$

$PRXY=0.3$

$DENS=7.8e+3\text{kg/m}^3$

为了验证其正确性, 本人在 Ansys 中进行了模型验证。

算例:

取一 $\Phi 5H50$ 单位为 mm 的梁进行静力学分析, 采用 Beam4 单元, 约束条件为末端全约束, 顶端施加轴向单位载荷和单位弯矩;

在 mm 单位制下, 梁顶端在单位载荷下的变形量为 $0.127e-4$,

在单位弯矩 (1N.mm) 载荷下顶点的转角为 $0.81657e-5$

在 m 单位制下, 梁顶端在单位载荷下的变形量为 $0.127e-7$,

在单位弯矩 (1N.m) 载荷下顶点的转角为 $0.81657e-2$

经过理论计算得到在 1N 和 1N.m 的轴向力和弯矩作用下对于的位移为 $0.127e-4\text{mm}$ 和转角 $0.81653e-2\text{rad}$,

总结:

如果采用 mm 单位制下实常数输入, Ansys 得到的位移单位为 mm, 转角单位为弧度 (rad);
如果采用 m 单位制下实常数输入, Ansys 得到的位移单位为 m, 转角单位为弧度 (rad);
特别主意, 施加载荷的单位是不同的, 如 1N.m 和 1N.mm。

(二)

ANSYS 中单位统一的误区分析:

在 ANSYS 中没有规定单位, 需要用户自己去定义自己的单位制, 这就会涉及到单位统一的问题。下边的误区可能是多数初学者经常犯的:

EXAMPLE:

计算一个圆柱体的固有频率 (为分析简便, 采用最简单的形状作为例子), 其尺寸如下:

圆柱体长: $L=1\text{m}$;

圆柱体半径: $R=0.1\text{m}$;

材料特性:

弹性模量: $2.06\text{e}11\text{ Pa}$;

材料密度: $7800\text{kg}/\text{m}^3$;

泊松比: 0.3

计算结果如下:

***** INDEX OF DATA SETS ON RESULTS FILE *****

SET TIME/FREQ LOAD STEP SUBSTEP CUMULATIVE

1 0.0000 1 1 1

2 0.0000 1 2 2

3 0.0000 1 3 3

4 0.0000 1 4 4

5 0.0000 1 5 5

6 0.29698E-03 1 6 6

7 834.79 1 7 7

8 834.79 1 8 8

9 1593.7 1 9 9

10 2022.4 1 10 10

如果在建模时采用毫米为单位（在解决实际工程问题时，经常需要从其他 CAD 软件导入实体模型，而这些模型常常以毫米为单位），则必须修改材料特性参数，已达到单位统一。如果将材料参数修改为如下：

弹性模量：2.06e5 Pa；（理由： $P_a=N/m^2$, $m=10^3mm$,所以要将原值缩小 10^6 倍）

材料密度：7800e-9kg/m³；（理由： $P_a=N/m^2$, $m=10^3mm$,所以要将原值缩小 10^9 倍）

泊松比：0.3

计算结果：

***** INDEX OF DATA SETS ON RESULTS FILE *****

SET TIME/FREQ LOAD STEP SUBSTEP CUMULATIVE

1 0.0000 1 1 1

2 0.0000 1 2 2

3 0.0000 1 3 3

4 0.0000 1 4 4

5 0.0000 1 5 5

6 0.46152E-05 1 6 6

7 26.398 1 7 7

8 26.398 1 8 8

9 50.397 1 9 9

10 63.954 1 10 10

二次计算为何出现如此大的差别?????

其实高手可以发现我们在单位转换中有一个转换是错误的，对！你猜对了——弹性模量。

弹性模量的单位是 $\text{Pa}=\text{N}/\text{m}^2$ ，我们在转换的时候只考虑了 $\text{m}\rightarrow\text{mm}$ ，而忽略了 N 这个单位，他其实与 m 也有关系。不知道你现在是否有点晕。如果晕了，下面该是清醒的时候了：

看下边这个表：

国际单位制中常用的单位

名称 长度 力时间 质量 压力（压强）速度 加速度 密度 Stress 杨氏模量

单位 m N s kg Pa m/s m/s^2 kg/m^3 Pa Pa

量纲 m kg/s^2 s kg kg/ms^2 m/s m/s^2 kg/m^3 kg/ms^2 kg/ms^2

这下看清楚了吗，注意力的量纲—— $\text{kg}/\text{m}/\text{s}^2$ ，哈哈，原来这里也有一个 m ，好了，知道为什么前边两次计算结果相差那么大了吧。

接下来改总结一下了：

在 ANSYS 单位统一变换时，要将单位转换到量纲上（也就是将单位用 $\text{kg}\text{---}\text{m}\text{---}\text{s}$ 表示）!!!!!!

观察其特性，然后再做相应的变换。

最后看看如何对前边变换做修改：（在以毫米为单位的模型中）

弹性模量输入值：2.06e8；（想想看弹性模量的量纲 kg/ms^2 只含一个 m ，看来只能将原来的数值缩小 10^3 倍啦）

材料密度输入值：7800e-9；

泊松比：0.3

用上边的数再算算吧看看会有什么结果等着你!!!

弹性模量，密度是材料的特性，其大小是不能变的，在上述分析中变的是在不同的单位系统下，输入 ANSYS 的数据值。

对于 kg , mm ,

密度为 $7.8\text{e-}6 \text{ kg}/\text{mm}^3$ （假设为钢）

杨氏模量为：2.06e8 $\text{kg}\cdot\text{mm}/\text{s}^2$

我也觉得十楼的对，对 MMKS 即 mm, kg, s 单位制来说就是密度为 $7.8e-6 \text{ kg/mm}^3$ (假设为钢)

杨氏模量为: $2.06e8 \text{ kg*mm/s}^2$

而十一楼说的应该是 MMNS 单位制,

这些单位制在 Pro/E 讲的相当清楚。

主系统'毫米千克秒(mmKs)'的单位信息

基本数量:

长度 mm

质量 kg

力 mm kg / sec²

时间 sec

温度 C

重力 9806.65 mm / sec²

衍生数量:

面积 < mm²

体积 mm³

速度 mm / sec

加速度 mm / sec²

角速度 rad / sec

角度加速度 rad / sec²

频率 1 / sec

密度 kg / mm³

压力 $\text{kg} / (\text{mm sec}^2)$

应力 $\text{kg} / (\text{mm sec}^2)$

杨氏模量 $\text{kg} / (\text{mm sec}^2)$

主系统'毫米牛顿秒(mmNs)'的单位信息

基本数量:

长度 mm

质量 tonne

力 N

时间 sec

温度 C

重力 $9806.65 \text{ mm} / \text{sec}^2$

衍生数量:

面积 mm^2

体积 mm^3

速度 mm / sec

加速度 mm / sec^2

角速度 rad / sec

角度加速度 $\text{rad} / \text{sec}^2$

频率 $1 / \text{sec}$

密度 $\text{tonne} / \text{mm}^3$

压力 N / mm^2

应力 N / mm^2

杨氏模量 N/mm^2

单位制在惯性、动力、热分析中很重要，单位不正确计算就是错误的。

楼主的说法是完全错误的，虽然最后的计算结果是对的。

(楼主原文)

最后看看如何对前边变换做修改：(在以毫米为单位的模型中)

弹性模量： $2.06e8 Pa$ ；(想想看弹性模量的量纲 kg/ms^2 只含一个 m ，看来只能将原来的数值缩小 10^3 倍啦)

材料密度： $7800e-9kg/m^3$ ；

(1)、上面文字中 $2.06e8 Pa$ ， $7800e-9kg/m^3$ 的说法不严谨。

(2)、最主要的错误是楼主对弹性模量和材料密度的换算值。

长度为 m 时用 SI 国际单位制 ($m \cdot Kg \cdot s$)，长度为 mm 时一般用 MPA 单位制 ($mm \cdot T \cdot s$)

基本物理量及其量纲：

质量： m

长度： L

时间： t

温度： T

(首先记住的是基本物理量：质量、长度、时间、温度)

国际单位制中长度 m ，质量 kg ，时间 s

MPA 单位制中长度 mm ，质量 T (吨)，时间 s

导出物理量量纲：

速度：

$v=L/t$

加速度：

$$a=L/t^2$$

密度:

$$\rho=m/L^3$$

力:

$$f=m*a=m*L/t^2$$

压力、应力、弹性模量: $P=f/L^2=m/(L*t^2)$

因此在 MPA 单位制下

力的单位为: $f=m*a=m*L/t^2=吨*毫米/秒^2=10^3Kg*10^{-3}米/秒^2$

$=Kg*米/秒^2=牛顿$

弹性模量 $P=f/L^2=牛顿/毫米^2=MPa$

密度 $\rho=m/L^3=吨/毫米^3$

重力加速度: 毫米/秒^2

楼主用到的材料特性:

弹性模量: $2.06e11 Pa$

材料密度: $7800kg/m^3$

泊松比: 0.3

在 MPA 下分别为:

弹性模量: $2.06e5 MPa$

材料密度: $7800kg/m^3=7.8吨/(10^9mm^3)=7.8e-9吨/mm^3$

泊松比: 0.3

长度为毫米时楼主的换算:

弹性模量: $2.06e8 Pa$

材料密度：7800e-9kg/m³

泊松比：0.3

姑且不论楼主后面单位名称混乱，楼主的换算在计算频率时数值是对的，因为固有频率的量纲式为 $(E*L/m)^{1/2}$ ，在 MPA 单位制下弹性模量和密度分别乘上 1000（楼主的单位，只是数值上相等）不影响频率值的大小。但楼主考虑了没有，你的单位制计算静力问题，计算结果应力的单位是什么？约束反力的单位是什么？质量的单位是什么？

我一般采用 mm-N-s 的单位

长度：mm

弹性模量：2.06e⁵ N/mm²(也就是 MPa)

密度：7.85x10⁻⁹

重力加速度：9815

为了弄清这个问题，自己实验了下：

!(国际单位)

L=1

R=0.1

MP,EX,1,2.06E+11

MP,PRXY,1,0.3

MP,DENS,1,7800

!(mm 单位)

L=1000

R=100

MP,EX,1,2.06E+5

MP,PRXY,1,0.3

MP,DENS,1,7.8-9

常用单位 mm,N,MPa,T

弹性模量 2.06e5MPa

密度 7.8e-9T/mm³

泊松比 0.3

(三)

ANSYS 中不存在单位制

所有的单位是自己统一的。一般先确定几个物理量的单位（做过振动台试验的朋友一定会知道），然后导出其它的物理量的单位。

静力问题的基本物理量是：

长度，力，质量

比如你长度用 m,力用 KN 而质量用 g

那么应力的单位就是 KN/m²,而不是 N/m²。

动力问题有些负杂，基本物理量是：

长度，力，质量，时间

比如长度用 mm,力用 N,质量用 Kg 而时间用 s

以上单位错了，因为由牛顿定律：

$F=ma$

所以均按标准单位时：

$N=kg \cdot m/(s^2)$

所以若长度为 mm,质量为 Kg, 时间用 s 则有

$N \cdot 10^{-3}=kg \cdot mm/(s^2)$

所以，正确的基本单位组合应该是：

mN(毫牛，即 $N \cdot 10^{-3}$) , mm, Kg, s

所以，如果你要让 ANSYS 的单位为国际单位制，你在输入物理量之前，先将所有的物理量转换为国际单位制，如：

原先你的图纸上均为毫米，比如一个矩形截面尺寸是 400mm*500mm，

功率（热流率）

W

BTU/sec

HEAT

热流密度

W/m²

BTU/sec-ft²

HFLUX

生热速率

W/m³

BTU/sec-ft³

HGEN

导热系数

W/m-°C

BTU/sec-ft-oF

KXX

对流系数

W/m²-°C

BTU/sec-ft²-oF

HF

密度

Kg/m³

lbm/ft³

DENS

比热

J/Kg-°C

BTU/lbm-oF

C

焓

J/m³

BTU/ft³

ENTH

2.2 传热学经典理论回顾

热分析遵循热力学第一定律，即能量守恒定律。

对于一个封闭的系统（没有质量的流入或流出）：

式中：—热量

—做功

—系统内能

— 系统动能

— 系统势能

对大多数工程传热问题：；

通常不考虑做功：， 则；

对于稳态热分析：， 即流入的热量等于流出的热量；

对于瞬态热分析：， 即流入流出的热传递速率等于系统内能的变化。

2.3 热传递的方式

2.3.1 热传导

热传导可以定义为完全接触的两个物体之间或一个物体的不同部分之间由于温度梯度而引起的内能的交换。热传导遵循傅立叶定律：， 式中为热流密度 (W/m^2)， 为导热系数 ($W/m \cdot ^\circ C$)， 负号表示热量流向温度降低的方向。

2.3.2 热对流

热对流是指固体的表面与它周围接触的流体之间， 由于温差的存在引起的热量的交换。热对流可以分为两类：自然对流和强制对流。热对流用牛顿冷却方程来描述：， 式中为对流换热系数（或称膜传热系数、给热系数、膜系数等）； 为固体表面的温度， 为周围流体的温度。

2.3.3 热辐射

热辐射指物体发射电磁能， 并被其它物体吸收转变为热的热量交换过程。物体温度越高， 单位时间辐射的热量越多。热传导和热对流都需要有传热介质， 而热辐射无须任何介质。实质上， 在真空中的热辐射效率最高。

在工程中通常考虑两个或两个以上物体之间的辐射， 系统中每个物体同时辐射并吸收热量。它们之间的净热量传递可以用斯蒂芬—波尔兹曼方程来计算：， 式中为热流率， 为辐射率（黑度）， 为斯蒂芬—波尔兹曼常数， 约为 $5.67 \times 10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$ ， 为辐射面 1 的面积， 为由辐射面 1 到辐射面 2 的形状系数， 为辐射面 1 的绝对温度， 为辐射面 2 的绝对温度， 由上式可以看出， 包含热辐射的热分析是高度非线性的。

2.4 稳态传热

如果系统的净流入为 0，即流入系统的热量加上系统自身产生的热量等于流出系统的热量，则系统热稳态。在稳态热分析中，任一节点的温度不随时间变化。稳态热分析的能量平衡方程为（以矩阵形式表示）：

式中：为传导矩阵，包含热系数、对流系数及辐射和形状系数；

为节点温度向量；

为节点热流率向量，包括热生成；

ANSYS 利用模型几何参数、材料热性能参数以及所施加的边界条件，生成、及。

2.5 瞬态传热

瞬态传热过程是指一个系统的加热或冷却过程。在这个过程中系统的温度、热流率、热边界条件以及系统内能随时间都有明显变化。根据能量守恒原理，瞬态热平衡可以表达为（以矩阵形式表示）：

式中：为传导矩阵，包含热系数、对流系数及辐射和形状系数；

为比热矩阵，考虑系统内能的增加；

为节点温度向量；

为温度对时间的导数；

为节点热流率向量，包括热生成；

2.6 线性与非线性

如果有下列情况产生，则为非线性热分析：

材料热性能随温度变化，如 $K(T)$ ， $C(T)$ 等；

边界条件随温度变化，如 $h(T)$ 等；

含有非线性单元；

考虑辐射传热；

非线性热分析的热平衡方程为：

2.7 边界条件和初始条件

ANSYS 热分析的边界条件或初始条件可分为七种：温度、热流率、热流密度、对流、辐射、绝热、生热。在本指南中，您将会看到相关的 ANSYS 命令及其等效的菜单路径。这些参考的命令仅仅包括命令名，因为并不总是需要指定所有的参数，而且，不同的参数的组合会有不同的作用。有关 ANSYS 命令的更多的叙述，请参考《ANSYS Commands Reference》。

菜单路径将近可能完整得列出，

2.8 热分析误差估计

仅用于评估由于网格密度不够带来的误差；

仅适用于 SOLID 或 SHELL 的热单元（只有一个温度自由度）；

基于单元边界的热流密度的不连续；

仅对一种材料、线性、稳态热分析有效；

使用自适应网格划分可对误差进行控制。

众所周知，Ansys 中并没有定义任何一套单位制，单位制的使用全在用户自己掌握，关键是我们在使用各个量的单位时必须统一。对于我们中国人来说，国际单位制应该是大多数人的选择。下面是国际单位制中的七个基本单位，其他所有的单位都可由这七个基本单位导出：

*****表 1 SI 基本单位*****

量的名称	单位名称	单位符号
------	------	------

长度	米	m
----	---	---

质量	千克, (公斤)	kg
----	----------	----

时间	秒	s
----	---	---

电流	安 (培)	A
----	-------	---

热力学温度	开 (尔文)	K
-------	--------	---

物质的量	摩托 (尔)	mol
------	--------	-----

发光的量	坎 (德拉)	cd
------	--------	----

因此，只要所有的量都表示成这七个基本单位的某种组合，就可以保证单位制不会出错！例如，重力加速度 g 的单位涉及到长度和时间两个基本单位，因此在国际单位制中，重力加速度的单位必须是： m/s^2 ，而在国际单位制中的数值就是 $9.8m/s^2$ 。

*****SI 辅助单位*****

弧度和球面度两个 SI 单位，国际计量大会并未将它们归入基本单位和或导出单位，而称之为 SI 辅助单位，又称为国际单位制辅助单位。这两个单位列于表 2，它们既可以作为基本单位使用，又可以作为导出单位使用。从原则上说，它们是无量纲量的导出单位，但从实用出发不列为 SI 导出单位。使用上根据需要，既可以用弧度或球面度，也可以用“1”。其定义见附录 B。

表 2 SI 辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
[平面]角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

*****SI 导出单位*****

导出单位是用基本单位和(或)辅助单位以代数形式所表示的单位。这种单位符号中的乘和除使用数学符号。如速度的 SI 单位为米每秒(m/s)，角速度的 SI 单位为弧度每秒(rad/s)。属于这种形式的单位称为组合单位。

某些 SI 导出单位国际计量大会通过了专门的名称和符号，见表 3 和表 4。使用这些专门名称以及用它们表示其他导出单位，往往更为方便、明确。如功的 SI 单位通常用焦耳(J)代替牛顿米(N·m)，电阻率的单位通常用欧姆米($\Omega \cdot m$)代替三次方米千克每三次方秒二次方安培($m^3 \cdot kg / (s^3 \cdot A^2)$)。

[查看文章](#)

Ansys 单位制 (转)

2008 年 05 月 27 日 星期二 00:12

基本数量:

长度 mm

质量 tonne

力 N

时间 sec

温度 C

重力 9806.65 mm / sec²

衍生数量:

面积 mm²

体积 mm³

速度 mm / sec

加速度 mm / sec²

角速度 rad / sec

角度加速度 rad / sec²

频率 1 / sec

密度 tonne / mm³

压力 N/mm^2
应力 N/mm^2
杨氏模量 N/mm^2 (Mpa)

例如:

钢的实常数为: $\text{EX}=2\text{e}11\text{Pa}$

$\text{PRXY}=0.3$

$\text{DENS}=7.8\text{e}3\text{Kg/m}^3$

那么上面的实常数在 mm 单位制 (即模型尺寸单位为 mm) 下输入到 Ansys 时应为

$\text{EX}=2\text{e}5\text{MPa}$

$\text{PRXY}=0.3$

$\text{DENS}=7.8\text{e}-9\text{tonne/mm}^3$

那么上面的实常数在 m 单位制 (即模型尺寸单位为 m) 下输入到 Ansys 时应为

$\text{EX}=2\text{e}11\text{MPa}$

$\text{PRXY}=0.3$

$\text{DENS}=7.8\text{e}+3\text{kg/m}^3$

为了验证其正确性, 本人在 Ansys 中进行了模型验证。

算例:

取一 $\Phi 5\text{H}50$ 单位为 mm 的梁进行静力学分析, 采用 Beam4 单元, 约束条件为末端全约束, 顶端施加轴向单位载荷和单位弯矩;

在 mm 单位制下, 梁顶端在单位载荷下的变形量为 $0.127\text{e}-4$,
在单位弯矩 (1N.mm) 载荷下顶点的转角为 $0.81657\text{e}-5$

在 m 单位制下, 梁顶端在单位载荷下的变形量为 $0.127\text{e}-7$,
在单位弯矩 (1N.m) 载荷下顶点的转角为 $0.81657\text{e}-2$

经过理论计算得到在 1N 和 1N.m 的轴向力和弯矩作用下对于的位移为 $0.127\text{e}-4\text{mm}$ 和转角 $0.81653\text{e}-2\text{rad}$,

总结：

如果采用 mm 单位制下实常数输入，Ansys 得到的位移单位为 mm，转角单位为弧度 (rad)；

如果采用 m 单位制下实常数输入，Ansys 得到的位移单位为 m，转角单位为弧度 (rad)；

特别主意，施加载荷的单位是不同的，如 1N.m 和 1N.mm。