

InterferenceFit

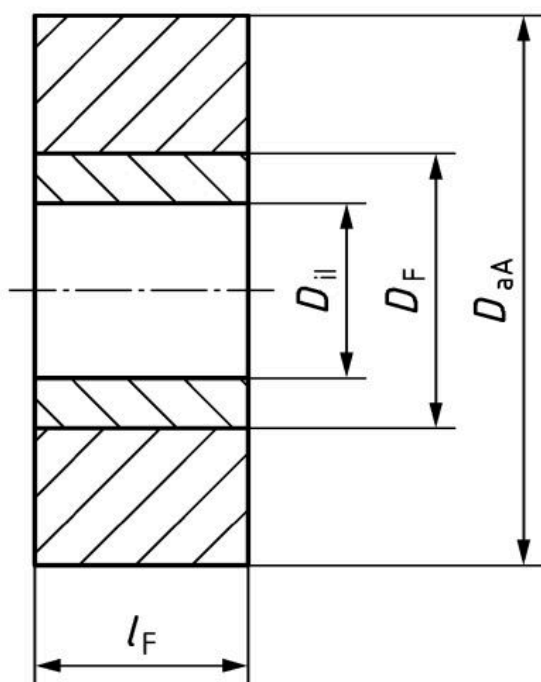
Xie Yu

1 介绍

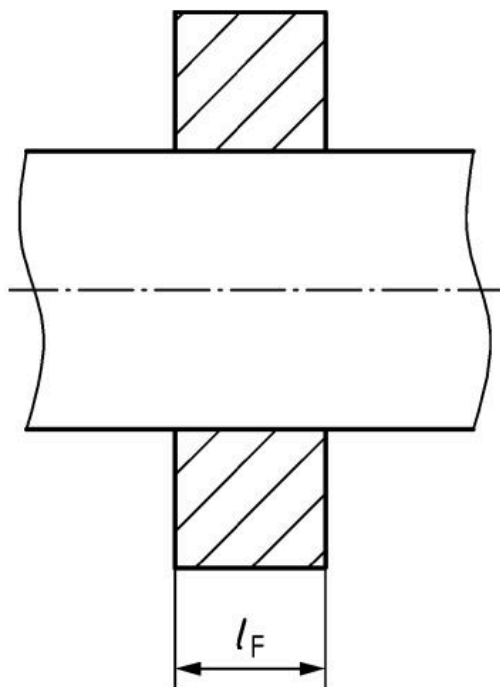
InterferenceFit用于校核过盈连接，参照DIN 7190^[1]编写。过盈配合是一种常见零部件组装方式，在机械工程中普遍采用过盈配合做周向定位和传递扭矩。采用过盈联接必须精确确定孔轴表面的接触压力，以确定许用传递扭矩；同时由于过盈配合引起的变形会导致装配处轴肩的应力集中和疲劳开裂，需要对采用过盈联接的零件的应力分布有全面了解。

2 原理

过盈连接的理论计算基于左图的简化模型计算，采用弹性力学中的拉梅方程计算。



计算模型



实际过盈连接节点

由于轴与轴套表面是粗糙的，我们首先计算节点的有效过盈量，这点经常被忽略，公式如下：

$$U_w = U - 0.4(R_{ZA} + R_{zl}) \quad (1)$$

式中0.4为考虑粗糙度后的光滑系数。

那么过盈压力可由下式计算：

$$p = \frac{\xi_w E_A}{K} \quad (2)$$

式中：

$$K = \frac{E_A}{El} \left(\frac{1 + Q_l^2}{1 - Q_l^2} - \mu_1 \right) + \frac{1 + Q_A^2}{1 - Q_A^2} + \mu_A \quad (3)$$

Q_l 和 Q_A 为无量纲几何参数

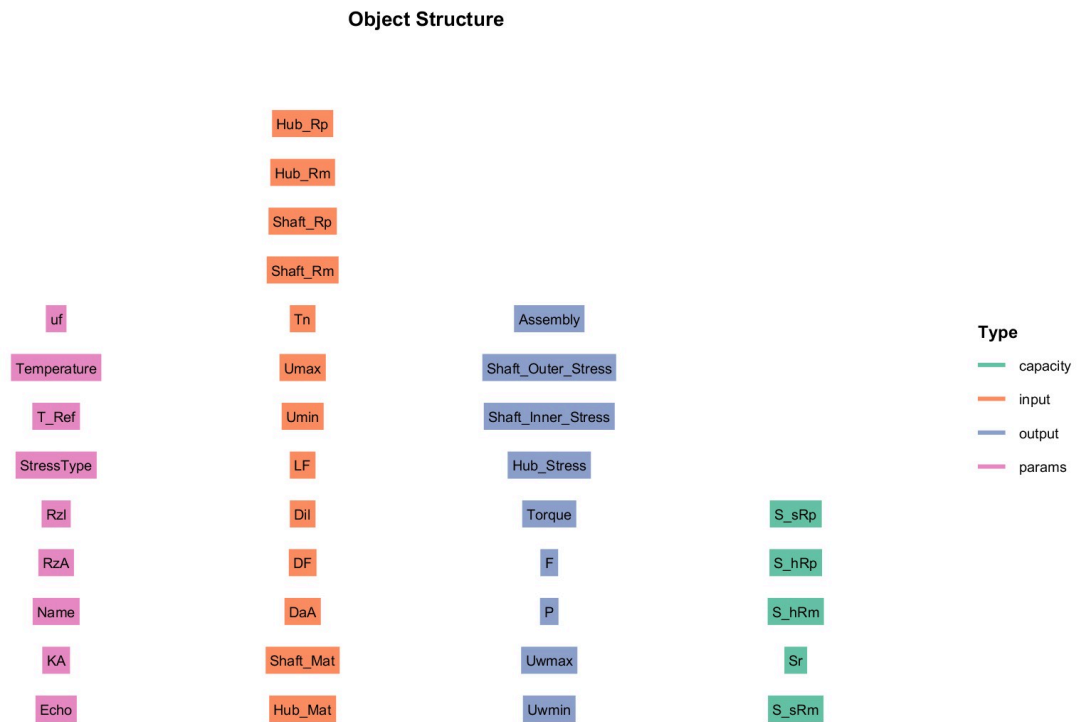
$$Q_A = \frac{D_F}{D_{aA}} \quad (4)$$

$$Q_l = \frac{D_{il}}{D_F} \quad (5)$$

$$\xi_w = \frac{U_w}{D_F} \quad (6)$$

DIN 7190中也介绍了过盈节点弹塑性的设计方法，但实际应用中还是尽量保证节点在弹性的工作范围内运行。在Baffalo中，写入了弹性状态下过盈工程计算方法，同时也可直接输出过盈连接的有限元装配模型，因此也可以更轻松的考虑离心力、温度和倒角等对过盈的影响。

3 类结构



输入 input:

- Umax : 最大过盈量
- Umin : 最小过盈量
- LF: 过盈连接节点的有效长度
- Dil : 轴内径
- DF : 接触面直径
- DaA: 轴套外径
- Shaft_Mat : 轴材料
- Hub_Mat : 轴套材料
- Hub_Rp : 轴套抗拉强度
- Hub_Rm : 轴套屈服强度
- Shaft_Rp : 轴抗拉强度
- Shaft_Pm : 轴屈服强度

参数 params:

- Name : 名称
- uf: 摩擦系数
- RzA : 轴套表面粗糙度
- RzI : 轴表面粗糙度
- T_Ref : 参考温度
- Temperature : 温度
- KA : 应用系数

输出 output :

- Assembly : 过盈连接节点装配体
- Shaft_Outer_Stress : 轴外表面应力
- Shaft_Inner_Stress : 轴内表面应力
- Hub_Stress : 轴套应力
- Torque : 节点可承受的扭矩
- F : 拔出力
- P : 过盈压力
- Uwmax : 有效最大过盈量
- Uwmin : 有效最小过盈量

能力 capacity

- S_sRp : 轴断裂安全系数
- S_sRm : 轴屈服安全系数
- S_hRp : 轴套断裂安全系数
- S_hRm : 轴套屈服安全系数
- Sr : 打滑安全系数

4 案例

4.1 InterferenceFit Calculation and output to ANSYS (Flag=1)

此处以Kisssoft软件计算结果作为对比，尺寸参数如下所示：

工作数据					
名义扭矩	T_n	400.0000	Nm	轴向力	F_a 200.0000 N
弯曲力矩	M_b	0.0000	Nm	径向力	F_r 0.0000 N
应用系数	K_A	1.0000	\varnothing	转速	n 0.0000 1/min

多重干涉配合					
最小值		中		最大值	
定义...					
轮毂外侧压力	$p_{min}/p_a/p_{max}$	0.0000	0.0000	0.0000	N/mm ²

几何					
接合直径	D_f	240.0000	mm	轴制造公差	s6
轴内径	D_i	0.0000	mm	轮毂制造公差	H7
轮毂外径	D_a	440.0000	mm	轴公差 (上限/下限)	169.0000 140.0000 μm
干涉配合长度	l	280.0000	mm	轮毂公差 (上限/下限)	46.0000 0.0000 μm

材料					
轴	调质钢	42 CrMo 4 (1), 合金, 调质	+	N9 Rz=32 (车削)	Rz 32.0000 μm
轮毂	调质钢	42 CrMo 4 (1), 合金, 调质	+	N9 Rz=32 (车削)	Rz 32.0000 μm

温度					
轴工作温度	θ_s	20.0000	°C	轮毂工作温度	θ_h 20.0000 °C

摩擦系数					
周向	μ_u	0.15	轴向	μ_a	0.15

```

1 S=RMaterial('Basic');
2 Mat=GetMat(S,22);
3 inputStruct.Hub_Mat=Mat{1,1};
4 inputStruct.Shaft_Mat=Mat{1,1};
5 inputStruct.DaA=440;
6 inputStruct.DF=240;
7 inputStruct.Dil=0;
8 inputStruct.LF=280;
9 inputStruct.Umin=0.094;
10 inputStruct.Umax=0.169;
11 paramsStruct.RzA=32;
12 paramsStruct.Rzl=32;
13 Con1=connection.InterferenceFit(paramsStruct, inputStruct);
14 Con1=Con1.solve;
15 Con1=OutputAss(Con1);
16 disp(Con1.output.P);
17 disp(Con1.output.Torque);

```

计算得到的过盈压力

43.2323 20.6213 31.9268

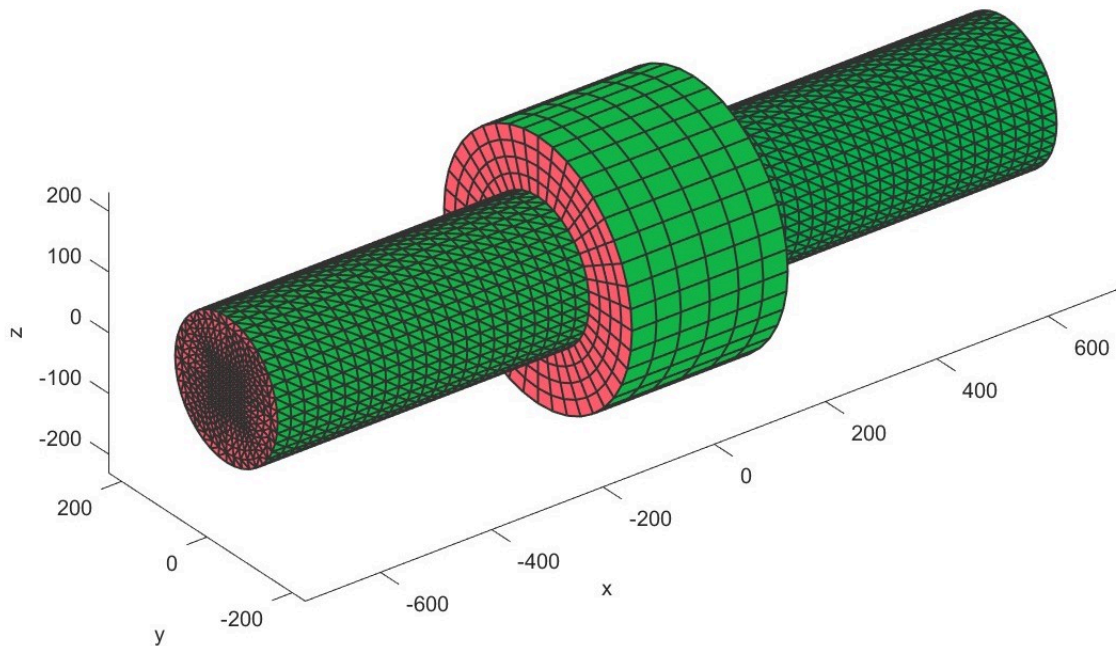
压应力通过

- 干涉 (装配后) (N/mm ²)	[pM]	31.93 (20.62 .. 43.23)
- 干涉 (工作) (N/mm ²)	[p]	31.93 (20.62 .. 43.23)

Kisssoft过盈压力计算

可以发现两者计算结果是一致的。

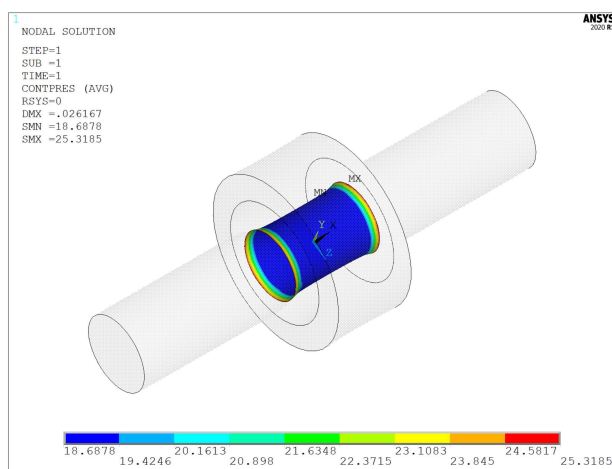
同时Buffalo已经生成对应的有限元模型，可直接导入ANSYS计算。



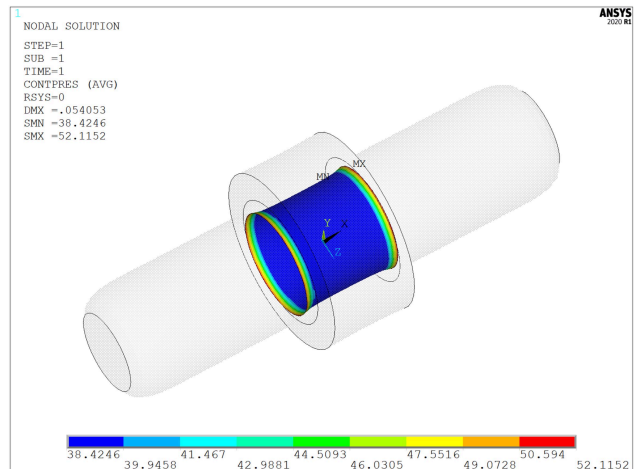
4.2 Consider temperature influence in ANSYS (Flag=2)

其他参数不变，将轴的温度设置为40°C，轴套温度设为20°C。

1 | `paramsStruct.Temperature=[40,20];`



[20,20]



[40,20]

4.3 Safety factor (Flag=3)

计算过盈的安全系数：

```
1 | S=RMaterial('Basic');
2 | Mat=GetMat(S,22);
3 | inputStruct.Hub_Mat=Mat{1,1};
4 | inputStruct.Shaft_Mat=Mat{1,1};
5 | inputStruct.DaA=440;
6 | inputStruct.DF=240;
7 | inputStruct.Dil=0;
8 | inputStruct.LF=280;
9 | inputStruct.Umin=0.094;
10 | inputStruct.Umax=0.169;
11 | inputStruct.Tn=400000;
12 | inputStruct.Shaft_Rm=590;
```

```
13 inputStruct.Shaft_Rp=345;
14 inputStruct.Hub_Rm=590;
15 inputStruct.Hub_Rp=325;
16 paramsStruct.RzA=32;
17 paramsStruct.Rz1=32;
18 baselineStruct=struct();
19 Con1=connection.InterferenceFit(paramsStruct, inputStruct,baselineStruct);
20 Con1=Con1.solve;
21 Con1=OutputAss(Con1);
22 disp(Con1.capacity);

1 S_sRm: 13.6472
2     Sr: 195.9058
3 S_hRm: 7.3886
4 S_hRp: 3.0049
5 S_sRp: 7.9801
```

5 参考文献

[1] DIN7190