

## 螺旋连接

kisssoft-anli-1

|      |                      |
|------|----------------------|
| 修改时间 | 14.01.2026, 17:01:50 |
| 修改人  | Admin                |

ForEveryOne (1113)  
KISSsoft Release 2022 -SP3

## 内容

|     |                             |   |
|-----|-----------------------------|---|
| 1   | 消息                          | 3 |
| 2   | 输入                          | 3 |
| 3   | 结果                          | 5 |
| 4   | 结果                          | 5 |
| 4.1 | 使用最大达到的预紧力计算                | 6 |
| 4.2 | 使用最小所需的装配预紧力计算, 拧紧系数 1.0    | 6 |
| 4.3 | 使用最大所需的装配预紧力计算, 使用拧紧系数 1.60 | 6 |
| 5   | 合并                          | 7 |
| 5.1 | 使用最大达到的预紧力计算                | 7 |
| 5.2 | 使用最小达到的预紧力计算                | 7 |
| 6   | 备注                          | 7 |

## 1 消息



屈服极限利用率的系数: 80  
根据 VDI, 在所选拧紧方法时的系数应为 90!

## 2 输入

|                             |                                      |              |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------|
| 配置:                         | 纵向力作用下的螺栓连接 (单个螺栓)                   |              |
| 在装配温度下计算                    |                                      |              |
| 装配温度 (°C)                   | [TM]                                 | 20.00        |
| 螺纹标准                        | 标准螺纹                                 |              |
| 名称                          | M16                                  |              |
| 导程 (mm)                     | [P]                                  | 2.00         |
| 齿面夹角 (°)                    | [β]                                  | 60.00        |
| 名义直径 (mm)                   | [d]                                  | 16.00        |
| 中径 (mm)                     | [d2]                                 | 14.70        |
| 小径 (mm)                     | [d3]                                 | 13.55        |
| 螺纹的名义横截面 (mm <sup>2</sup> ) | [AN]                                 | 201.06       |
| 螺纹的芯部横截面 (mm <sup>2</sup> ) | [Ad3]                                | 144.12       |
| 螺纹加工                        | 最终调质                                 |              |
| 轴向力 (N)                     | [FA]                                 | 4000.00      |
| 必要的夹紧力:                     |                                      |              |
| 用于剪力传递 (N)                  | [FKQ]                                | 7200.00      |
| 用于密封功能 (N)                  | [FKP]                                | 0.00         |
| 拧紧方法:                       | 自行输入                                 |              |
| 拧紧系数                        | [αA]                                 | 1.60         |
| 最小拧紧系数, 摩擦散射系数              | [αmin]                               | 1.00         |
| 载荷导入系数                      | [n]                                  | 0.70         |
| 连接类型: SV 1                  |                                      |              |
| 连接体的长度 (mm)                 | [lA]                                 | 0.00         |
| 连接体的距离 (mm)                 | [ak]                                 | 0.00         |
| 载荷导入高度 (mm)                 | [lk]                                 | 16.10        |
| 螺纹中的摩擦系数                    | [μG]                                 | 0.120 /0.120 |
| 头部支承面中的摩擦系数                 | [μK]                                 | 0.120 /0.120 |
| 螺母支承面中的摩擦系数                 | [μM]                                 | 0.120 /0.120 |
| 螺栓类型:                       | 无光杆的六角头螺栓 (A B) DIN EN ISO 4017:2001 |              |
| 名义直径 (mm)                   | [d]                                  | 16.00        |
| 螺栓长度 (mm)                   | [l]                                  | 40.00        |
| 柄直径 (mm)                    | [d1]                                 | 16.00        |
| 柄长 (mm)                     | [l1]                                 | 6.00         |
| 螺纹长度 (mm)                   | [b]                                  | 34.00        |
| 头部支承面外径 (mm)                | [dw]                                 | 22.49        |
| 头部支承面内径 (mm)                | [da]                                 | 17.70        |
| 表面粗糙度, 头部支承面 (μm)           | [Rz]                                 | 16.00        |
| 螺栓应力截面 (mm <sup>2</sup> )   | [As]                                 | 156.67       |
| 齿顶高 (mm)                    | [k]                                  | 10.00        |
| 可用螺纹长度 (mm)                 | [l3]                                 | 17.00        |
| 开口度 (mm)                    | [s]                                  | 24.00        |
| 折减系数                        | [kt]                                 | 0.50         |

|                  |                                  |           |
|------------------|----------------------------------|-----------|
| 抵抗矩 (mm³)        | [Wb]                             | 276.59    |
| 极抵抗矩 (mm³)       | [Wp]                             | 553.18    |
| 极抵抗矩 (mm³)       | [Wppl]                           | 737.57    |
| 强度等级             | 4.8                              |           |
| 抗拉强度 (N/mm²)     | [Rm]                             | 420.00    |
| 屈服极限 (N/mm²)     | [Rp0.2]                          | 340.00    |
| 最大屈服极限 (N/mm²)   | [Rp,max]                         | 340.00    |
| 螺栓弹性模量 (N/mm²)   | [ES]                             | 205000.00 |
| 夹紧的零件:           | 板                                |           |
| 零件数              | [iP]                             | 2         |
| 零件 0             |                                  |           |
| 材料               | C45 (1)                          |           |
| 层厚 (mm)          | [hi]                             | 10.00     |
| 弹性模量 (N/mm²)     | [Ep]                             | 206000.00 |
| 允许表面接触应力 (N/mm²) | [pG]                             | 770.00    |
| 表面粗糙度 (µm)       | [Rz]                             | 16.00     |
| 零件 1             |                                  |           |
| 材料               | C45 (1)                          |           |
| 层厚 (mm)          | [hi]                             | 10.00     |
| 弹性模量 (N/mm²)     | [Ep]                             | 206000.00 |
| 允许表面接触应力 (N/mm²) | [pG]                             | 770.00    |
| 表面粗糙度 (µm)       | [Rz]                             | 16.00     |
| 贯穿式螺纹连接          |                                  |           |
| 夹紧长度 (mm)        | [lk]                             | 20.00     |
| 有效夹紧长度 (mm)      | [lkeff]                          | 23.00     |
| 包括垫圈和沉孔深度或膨胀套    |                                  |           |
| 贯通孔标准            | ISO 273:1979/DIN EN 20273:1992 细 |           |
| 贯通孔直径 (mm)       | [dh]                             | 17.00     |
| 头部上的倒角 (mm)      | [cK]                             | 1.00      |
| 螺母的倒角 (mm)       | [cM]                             | 1.00      |
| 螺栓头下方的垫圈:        |                                  |           |
| 标准               | DIN EN ISO 7089:2000             |           |
| 外径 (mm)          | [d2]                             | 29.48     |
| 内径 (mm)          | [d1]                             | 17.27     |
| 厚度 (mm)          | [h]                              | 3.00      |
| 表面粗糙度 (µm)       | [Rz]                             | 16.00     |
| 弹性模量 (N/mm²)     | [E]                              | 205000.00 |
| 允许表面接触应力 (N/mm²) | [pG]                             | 1250.00   |
| 螺母标准             | DIN EN 24032:1992 (ISO 4032)     |           |
| 螺母支承面内径 (mm)     | [d1]                             | 17.30     |
| 螺母支承面外径 (mm)     | [d2]                             | 22.50     |
| 开口度 (mm)         | [sw]                             | 24.00     |
| 螺母厚度 (mm)        | [m]                              | 14.80     |
| 表面粗糙度 (µm)       | [Rz]                             | 16.00     |
| 强度等级             | 8                                |           |
| 维氏硬度 (HV)        | [hv]                             | 200.00    |
| 抗拉强度             | [Rm]                             | 640.00    |
| 剪切强度比            | [τBM/Rm]                         | 0.60      |
| 螺母下无垫圈           |                                  |           |

## 3 结果

主体的等效外径:

|                |         |              |
|----------------|---------|--------------|
| 直径 (mm)        | [DA]    | 31.51        |
| 直径 (mm)        | [DA]    | 31.51        |
| 极限直径 (mm)      | [DA.Gr] | 31.51        |
| 锥角 (°)         | [φ]     | 21.41        |
| 法兰回弹性 (mm/N)   | [δP]    | 3.545327e-07 |
| 螺栓回弹性 (mm/N)   | [δS]    | 1.341103e-06 |
| 中心导入的载荷比       | [Φn]    | 0.1464       |
| 嵌入量 (mm)       | [fz]    | 0.0130       |
| 预紧力损失 (N)      | [Fz]    | 7666.74      |
| 所需的装配预紧力:      |         |              |
| -最小 (N)        | [FMmin] | 18281.30     |
| -最大 (N)        | [FMmax] | 29250.08     |
| 预紧力根据表格 (N)    | [FMtab] | 43000.00     |
| 屈服极限处的螺栓载荷 (N) | [FM0.2] | 53000.00     |
| 已达到的装配预紧力:     |         |              |
| -最大 (N)        | [FM]    | 38239.17     |
| 屈服极限的利用率 (%)   | [vmax]  | 80.00        |

## 4 结果

室温 工作温度

主体的等效外径:

|                             |         |              |              |
|-----------------------------|---------|--------------|--------------|
| 直径 (mm)                     | [DA]    | 31.51        |              |
| 直径 (mm)                     | [DA]    | 31.51        |              |
| 极限直径 (mm)                   | [DA.Gr] | 31.51        |              |
| 锥角 (°)                      | [phi]   | 21.41        |              |
| 法兰回弹性 (mm/N)                | [δP]    | 3.545327e-07 | 3.545327e-07 |
| 螺栓回弹性 (mm/N)                | [δS]    | 1.341103e-06 | 1.341103e-06 |
| 中心导入的载荷比                    | [Φn]    | 0.1464       | 0.1464       |
| 嵌入量 (mm)                    | [fz]    | 0.0130       |              |
| 预紧力损失 (N)                   | [Fz]    | 7666.74      |              |
| 所需的装配预紧力:                   |         |              |              |
| -最小 (N)                     | [FMmin] | 18281.30     | 18281.30     |
| -最大 (N)                     | [FMmax] | 29250.08     | 29250.08     |
| 预紧力根据表格 (N)                 | [FMtab] | 43000.00     |              |
| 屈服极限处的螺栓载荷 (N)              | [FM0.2] | 53000.00     | 0.00         |
| 已达到的装配预紧力:                  |         |              |              |
| -最大 (N)                     | [FM]    | 38239.17     | 38239.17     |
| 屈服极限的利用率 (%)                | [vmax]  | 80.00        |              |
| 预紧力 (N)                     | [FV]    | 30572.43     | 30572.43     |
| 螺栓附加载荷 (N)                  | [FSA]   | 585.44       | 585.44       |
| 板附加载荷 (N)                   | [FPA]   | 3414.56      | 3414.56      |
| 连续振动应力 (N/mm <sup>2</sup> ) | [σa]    | 1.87         | 1.87         |
| 耐久性 (N/mm <sup>2</sup> )    | [σAzul] | 46.22        | 46.22        |
| 载荷交变数                       | [ND]    | >= 2000000   |              |
| FM 的螺栓延伸 (mm)               | [fS]    | 0.05128      | 0.05128      |
| FM/α (mm)                   | [fS]    | 0.03205      | 0.03205      |
| FM 的部件延伸 (mm)               | [fT]    | 0.01356      | 0.01356      |
| FM/α (mm)                   | [fT]    | 0.00847      | 0.00847      |

## 4.1 使用最大达到的预紧力计算

|                                 |          |          |          |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| 屈服极限的利用率 (%)<br>与 VDI 2230 不同   | [vmin]   | 80.00    |          |
| 装配预紧力 (N)                       | [FM]     | 38239.17 | 38239.17 |
| 预紧力 (N)                         | [FV]     | 30572.43 | 30572.43 |
| 螺纹矩 (Nm)                        | [MG]     | 51.12    | 51.12    |
| 扭应力 (N/mm <sup>2</sup> )        | [τs]     | 92.41    | 92.41    |
| 拉应力 (N/mm <sup>2</sup> )        | [σz]     | 247.81   | 247.81   |
| 装配状态下的等效应力 (N/mm <sup>2</sup> ) | [σred.M] | 272.00   |          |
| 工作状态下的等效应力 (N/mm <sup>2</sup> ) | [σred.B] | 260.42   | 260.42   |
| 拧紧扭矩 (Nm)                       | [MA]     | 97.53    |          |
| 松动扭矩 (Nm)                       | [ML]     | 58.14    |          |
| 拧紧扭矩, 螺母 (Nm)                   | [MAM]    | 99.04    |          |
| 表面接触应力                          |          |          |          |
| 在螺栓头下方 (N/mm <sup>2</sup> )     | [pK]     | 256.78   | 256.78   |
| 在垫圈下方 (N/mm <sup>2</sup> )      | [p]      | 128.82   | 128.82   |
| 在螺母下方 (N/mm <sup>2</sup> )      | [pM]     | 340.33   | 340.33   |

## 4.2 使用最小所需的装配预紧力计算, 拧紧系数 1.0

|                                 |                |          |          |
|---------------------------------|----------------|----------|----------|
| 装配预紧力 (N)                       | [FMmin]        | 18281.30 | 18281.30 |
| 螺纹矩 (Nm)                        | [MG_FMmin]     | 24.44    | 24.44    |
| 扭应力 (N/mm <sup>2</sup> )        | [τs_FMmin]     | 44.18    | 44.18    |
| 拉应力 (N/mm <sup>2</sup> )        | [σz_FMmin]     | 120.42   | 120.42   |
| 装配状态下的等效应力 (N/mm <sup>2</sup> ) | [σred.M_FMmin] | 130.04   |          |
| 工作状态下的等效应力 (N/mm <sup>2</sup> ) | [σred.B_FMmin] | 126.36   | 126.36   |
| 拧紧扭矩 (Nm)                       | [MA_FMmin]     | 46.63    |          |
| 松动扭矩 (Nm)                       | [ML_FMmin]     | 20.19    |          |
| 拧紧扭矩, 螺母 (Nm)                   | [MAM_FMmin]    | 47.35    |          |
| 表面接触应力                          |                |          |          |
| 在螺栓头下方 (N/mm <sup>2</sup> )     | [pK_FMmin]     | 124.78   | 124.78   |
| 在垫圈下方 (N/mm <sup>2</sup> )      | [p]            | 62.60    | 62.60    |
| 在螺母下方 (N/mm <sup>2</sup> )      | [pM_FMmin]     | 165.38   | 165.38   |
| 剩余夹紧力 (N)                       | [FKR]          | 7200.00  | 7200.00  |

## 4.3 使用最大所需的装配预紧力计算, 使用拧紧系数 1.60

|                                 |                |          |          |
|---------------------------------|----------------|----------|----------|
| 装配预紧力 (N)                       | [FMmax]        | 29250.08 | 29250.08 |
| 附加夹紧力, 预留 (N)                   | [FKres]        | 5618.18  |          |
| 螺纹矩 (Nm)                        | [MG_FMmax]     | 39.10    | 39.10    |
| 扭应力 (N/mm <sup>2</sup> )        | [τs_FMmax]     | 70.69    | 70.69    |
| 拉应力 (N/mm <sup>2</sup> )        | [σz_FMmax]     | 190.44   | 190.44   |
| 装配状态下的等效应力 (N/mm <sup>2</sup> ) | [σred.M_FMmax] | 208.06   |          |
| 工作状态下的等效应力 (N/mm <sup>2</sup> ) | [σred.B_FMmax] | 200.03   | 200.03   |
| 拧紧扭矩 (Nm)                       | [MA_FMmax]     | 74.61    |          |
| 松动扭矩 (Nm)                       | [ML_FMmax]     | 41.05    |          |
| 拧紧扭矩, 螺母 (Nm)                   | [MAM_FMmax]    | 75.75    |          |
| 表面接触应力                          |                |          |          |
| 在螺栓头下方 (N/mm <sup>2</sup> )     | [pK_FMmax]     | 197.33   | 197.33   |
| 在垫圈下方 (N/mm <sup>2</sup> )      | [p]            | 98.99    | 98.99    |
| 在螺母下方 (N/mm <sup>2</sup> )      | [pM_FMmax]     | 261.53   | 261.53   |
| 允许等效应力 (N/mm <sup>2</sup> )     | [σMzul]        | 272.00   |          |
| 允许等效应力 (N/mm <sup>2</sup> )     | [σbzul]        | 340.00   | 340.00   |
| 支承面                             |                |          |          |
| 在螺栓头下方 (mm <sup>2</sup> )       | [ApK]          | 151.20   |          |
| 在垫圈下方 (mm <sup>2</sup> )        | [Ap]           | 301.39   |          |
| 在螺母下方 (mm <sup>2</sup> )        | [ApM]          | 114.08   |          |

## 允许表面接触应力

|                             |         |        |        |
|-----------------------------|---------|--------|--------|
| 在螺栓头下方 (N/mm <sup>2</sup> ) | [pKzul] | 1250   | 1250   |
| 在垫圈下方 (N/mm <sup>2</sup> )  | [pzul]  | 770.00 | 770.00 |
| 在螺母下方 (N/mm <sup>2</sup> )  | [pMzul] | 770    | 770    |

## 5 合并

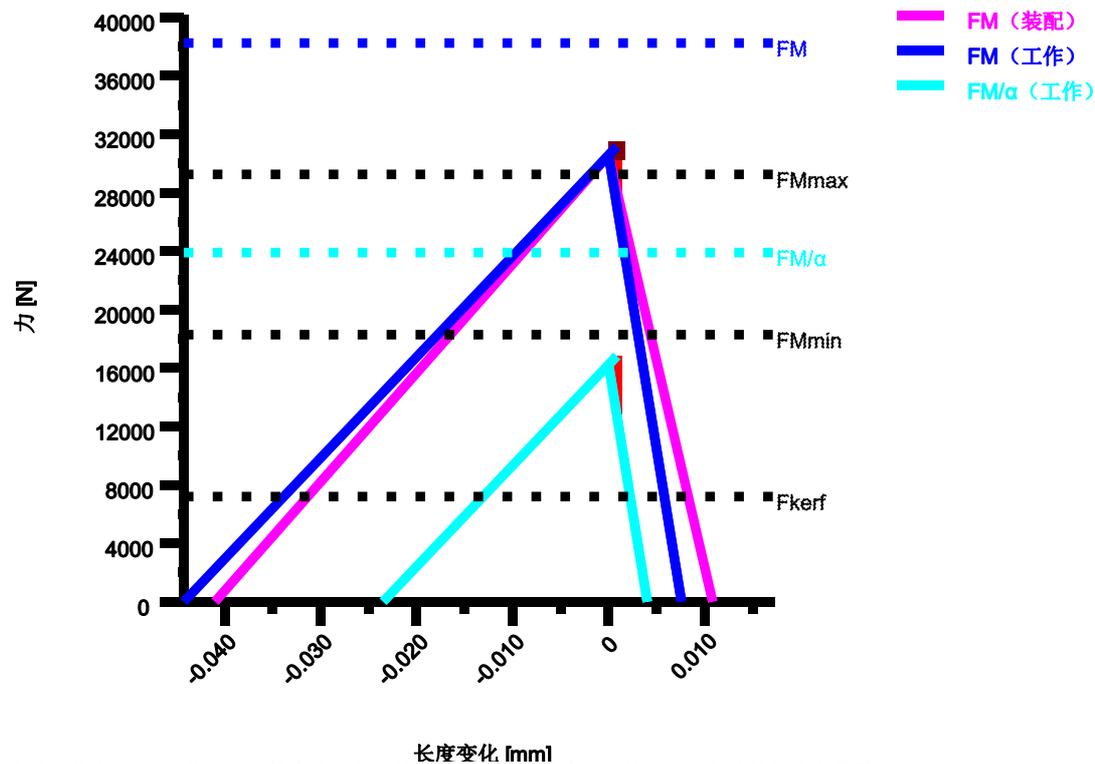
计算方案：不允许超过屈服极限。

### 5.1 使用最大达到的预紧力计算

|          |      |       |       |
|----------|------|-------|-------|
| 屈服极限安全系数 | [SF] | 1.31  | 1.31  |
| 疲劳断裂安全系数 | [SD] | 24.74 | 24.74 |
| 接触应力安全系数 | [SP] | 2.26  | 2.26  |

### 5.2 使用最小达到的预紧力计算

|        |      |      |      |
|--------|------|------|------|
| 滑动安全系数 | [SG] | 1.78 | 1.78 |
|--------|------|------|------|



在装配状态 (FM (装配)) 的应力三角形的情况下，水平轴表示螺栓和受力部分的长度变化量。

在工作状态 (FM (工作) 和 FM/α (工作)) 的应力三角形的情况下，附加参数，如载荷导入系数或拧入区域的等效刚度会影响工作力分布，从而影响图中线的斜率。结果，图中的水平量不再对应于螺栓和受力部件部分的实际长度变化。

插图: 显示预紧力图

## 6 备注

- 安全系数 (SF、SD、SP) 根据 VDI 2230 算出。
- 使用 Fm/α 计算滑移安全系数 (SG = FKR / FKerf)。

-垫圈下的表面接触应力：用于计算支承面的最大外径  
为  $d_w + 1.6 \cdot h_s$ ，VDI 2230:2015，公式 194.

-根据 (R2/4) 的必要的总夹紧力： $F_{Kerf} \geq \text{Maxi}(F_{KA} + F_{KP}, F_{KQ})$

---

最终报告 (行: 289)

---