

不同材料的许用表面压力值

当拧紧螺钉或螺母时, 材料表面的接触压力不能超过其极限值, 否则螺纹连接会因为材料压陷而松动。

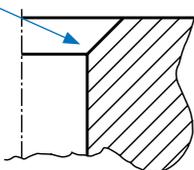
基于VDI 2230, 1986版, 极限值通过证实

下表所给值适用于室温情况下孔不倒角、外螺纹尺寸相对拉力部件有足够大。

锁紧部件的材料	表面压力 ⁴⁾	
	R _m [N/mm ²]	P _G [N/mm ²]
St 37	370	260
St 50	500	420
C 45	800	700
42 CrMo 4	1000	850
30 CrNiMo 8	1200	750
X 5 CrNiMo 18 10	500 至 700	210
X 10 CrNiMo 18 9	500 至 750	220
钛, 非合金的	390 至 540	300
GG 15	150	600
GG 25	250	800
GG 35	350	900
GG 40	400	1100
GGG 35,5	350	480
DG MgAl 9	300	220
GK MgAl 9	200	140
AlZnMg Cu 0,5	450	370

4) 影响表面压力的边界条件

倒角



对于钢件, 在孔的与紧固件接触面端倒角可以提高表面压力许用值25% (支撑效应)。

电动拧紧机



对于钢件, 当用电动拧紧机紧固时, 其允许的表面压力值要降低25%!

基于VDI 2230, 2015版本通过实验确认的 代表性的数值

材料缩写	材料牌号	抗拉强度 R _{m min} [N/mm ²]	表面许用压 强 ^{a) 1)} ρ _G [N/mm ²]
S235 JRG1(USt 37-2)	1.0036	340	490
E295 (St 50-2)	1.0050	470	710
S355 JO (St 52-3U)	1.0553	490	760
Cq 45	1.1192	700	770
34 CrMo 4	1.7720	900	1170
34 CrNiMo 6	1.6582	1100	1430
38 MnSi-VS 5-BY	1.5231	900	990
16 MnCr 5	1.7131	1000	1300
X4 CrNi 18 12	1.4303	500	630
X5 CrNiMo 17 12 2	1.4401	530	630
X6 NiCrTiMoVB 25-15-2	1.4980	960	1200
NiCr20TiAl	2.4952	1000	1000
GJL-250 (GG-25)	0.6020	250	850 ^{b)}
GJS-400 (GGG-40)	0.7040	400	600 ^{b)}
GJS-500 (GGG-50)	0.7050	500	750 ^{b)}
GJS-600 (GGG-60)	0.7060	600	900 ^{b)}
AlMgSi 1 F31 (AW-6082)	3.2315.62	290	360
AlMgSi 1 F28	3.2315.61	260	325
AlMg4.5Mn F27 (AW-5083)	3.3547.08	260	325
AlZnMgCu 1.5 (AW-7075)	3.4365.71	540	540
GK-AlSi9Cu3	3.2163.01	160	200
GD-AlSi9Cu3	3.2163.05	240	300
GK-AlSi7Mg wa	3.2371.62	250	310
GD-AZ 91	(3.5812)	240	280
TiAl6V4	3.7165.10	890	1340

a) 斜体数值: 尚未依据工艺在 [53] 或 [64] 中进行检查。在下列布氏硬度时推荐使用的钢材: ρ_G ≈ 3 HB

b) 依据 [64]

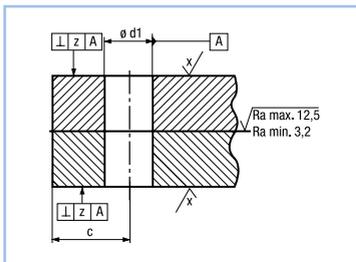
注解: 所有数值均是室温下的短时数值, 并且作为标准值使用! 在具体情况下, 存在众多影响因素 (几何形状、张弛程度等), 因此可能存在偏差。

[括号中的数值] 参见技术文献目录 VDI 2230

1) 如果不允许出现压痕, 即需要保证表面平整, 则表面压强在所有操作条件下均不得超过条件屈服强度。在这种情况下, 建议使用表中数值的70%作为最大参考值。在下一版本的VDI 2230表 A9中将包含这些数据与其他附加信息。

接触面表面条件指导值
粗糙度、形状及位置公差。

螺纹规格	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
推荐最小边距 c [mm]	6	7,5	9	12	15	18	24	30
最大垂直度偏差 z [mm]	0,04	0,08	0,08	0,09	0,11	0,13	0,17	0,21
最大粗糙度 Ra x [μm]	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	6,3



表面粗糙度可能用到的符号、等级和数值Rz对照表 参照标准
DIN 4768
(ISO 4288, 产品几何技术规范 表面结构: 轮廓法评定表面结构的
规则和方法)

名称	测量范围					单位
max. Rz value (≅ R _z)	40	25	25	16	10	μm
max. Ra value	6,3	3,2	2	1,6	1,6	μm
粗糙度等级	N9	N8	N8	N7	N7	-
旧符号	▽▽	▽▽	▽▽	▽▽	▽▽▽	-

六角头螺钉头部下表面的表面压力

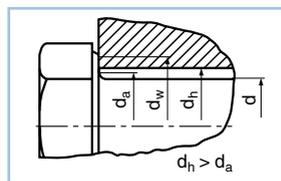
参照DIN 931/933 (ISO 4014/4017), 粗牙螺纹

螺纹规格	对边宽 S _{max} [mm]	承载面外径 d _{w, min} [mm]	通孔 (ISO 273) H13 d _h [mm]	承载面 A _p [mm ²]	应力截面 A _{s, nom} [mm ²]	头部下表面的表面压力 ¹⁾ [N/mm ²]		
						性能等级 8.8	10.9	12.9
M4	7	5,9	4,5	11,4	8,78	385	568	665
M5	8	6,9	5,5	13,6	14,2	528	777	909
M6	10	8,9	6,6	28	20,1	364	532	625
M8	13	11,6	9	42,1	36,6	442	649	761
M10	16 (ISO)	14,63	11	73,1	58	405	594	695
M10	17	15,6	11	96,1	58	308	452	529
M12	18 (ISO)	16,63	13,5	74,1	84,3	580	853	999
M12	19	17,4	13,5	94,6	84,3	454	668	782
M14	21 (ISO)	19,64	15,5	114,3	115	517	759	888
M14	22	20,5	15,5	141,4	115	418	613	718
M16	24	22,5	17,5	157,1	157	515	756	885
M18	27	25,3	20	188,6	192	541	769	901
M20	30	28,2	22	244,4	245	532	761	888
M22	32	30	24	254,5	303	637	908	1065
M22	34 (ISO)	31,71	24	337,3	303	480	685	803
M24	36	33,6	26	355,8	353	528	750	880
M27	41	38	30	427,3	459	576	821	960
M30	46	42,7	33	576,7	561	520	740	865

¹⁾ 表格中所示的表面压力值是在螺栓的受力为其90%的屈服强度时得出的 (参照: VDI 2230, 2015版)

$$A_{s, nom} = \pi/4 \cdot ((d_2 + d_3)/2)^2$$

d₂ = 外螺纹的基本中径
参照 ISO 724
d₃ = 外螺纹的小径

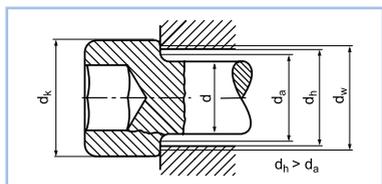


内六角圆柱头螺钉头部下表面的表面压力

参照DIN 912 (ISO 4762/14759), 粗牙螺纹

螺纹规格	头部外径 d_k [mm]	承载面外径 $d_{w, min}$ [mm]	通孔 (ISO 273) H13 d_h [mm]	承载面 A_b [mm ²]	应力截面 $A_{s, nom}$ [mm ²]	头部底面表面压力 ¹⁾ [N/mm ²]		
						性能等级 8.8	10.9	12.9
M4	7	6,53	4,5	17,6	8,78	250	370	432
M5	8,5	8,03	5,5	26,9	14,2	268	394	461
M6	10	9,38	6,6	34,9	20,1	292	427	502
M8	13	12,33	9	55,8	36,6	333	489	574
M10	16	15,33	11	89,5	58	331	485	567
M12	18	17,23	13,5	90	84,3	478	702	822
M14	21	20,17	15,5	130,8	115	452	663	776
M16	24	23,17	17,5	181,1	157	447	656	767
M18	27	25,87	20	211,5	192	482	686	804
M20	30	28,87	22	274,5	245	474	678	791
M22	33	31,81	24	342,3	303	473	675	792
M24	36	34,81	26	420,8	353	447	635	744
M27	40	38,61	30	464	459	530	756	884
M30	45	43,61	33	638,4	561	470	669	782

¹⁾ 表格中所示的表面压力值是在螺栓的受力为其90%的屈服强度时得出的 (参照: VDI 2230, 2015版)



螺钉头部下表面的表面压力

精确的定义一个组件材料许用表面压力是不可能的。生产工艺的影响、材料内部纤维取向、表面处理以及温度变化都是材料的许用压力值的决定因素。

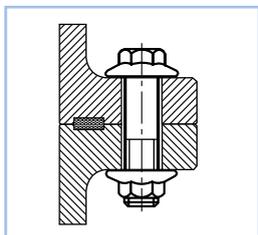
以下措施有助于降低表面压力:

- 采用法兰面螺钉和法兰面螺母;
- 孔倒角。现场试验显示可以提高许用表面压力至20%;
- 参照ISO 273, 选用高精度的通孔。

法兰面螺钉和法兰面螺母的优点:

- 较少的压入;
- 在装配过程中, 紧固连接件的夹紧力趋于保持稳定;
- 法兰面产品比普通螺栓和螺母加大垫圈更经济 (紧固元件少且安装快);
- 法兰面螺栓和螺母允许较大的孔的公差范围, 所以更具有经济效益;
- 法兰面螺母比普通螺栓和螺母有更好的抗震性。

典型应用



适配于螺钉和螺母的平垫圈应用指南

参照ISO 887

适当的平垫圈与螺钉和螺母组合概览, 考虑到不同强度等级 (硬度等级)

在选择时, 必须考虑组件强度、表面结构、生产流程、材料内部纤维取向和工作温度等限制条件。

螺钉 性能等级	螺母 性能等级	可使用的相应平垫圈的硬度		
		100 HV 320	200 HV 640	300 HV 965
		垫圈 – 硬度等级和对应的抗拉强度 [N/mm ²] 参照 ISO 18265		
		对应的许用单位面积压力值 [N/mm ²]		
		200–300	300–500	500–800
表面硬化处理的、自攻螺钉		是	是	是
不锈钢螺钉和螺母		–	是	–
≤ 6.8	≤ 6	是	是	是
8.8	8	否	是	是
9.8	9	否	否	是
10.9	10	否	否	是
12.9	12	否	否	否

适配于螺钉和螺母的平垫圈应用指南 奥氏体不锈钢

推荐值, 无对应的参考标准

螺钉 性能等级	螺母 性能等级	可使用的相应平垫圈的硬度		
		100 HV 320	140 HV 450	200 HV 640
		垫圈 – 硬度等级和对应的抗拉强度 [N/mm ²] 参照 ISO 18265		
A2-50/A4-50		是	是	是
70		否	是	是
80		否	否	是