

螺钉的机械和物理性能

依据ISO898, 第1部分

室温下的给出的实验机械性能

机械或物理性能		性能等级										
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 d ≤ 16 mm ^a	d > 16 mm ^b	9.8 d ≤ 16 mm	10.9	12.9/ 12.9	
1	抗拉强度 R _m , MPa, [N/mm ²]	公称 ^c	400	400	500	500	600	800	800	900	1000	1200
		最小	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
2	下屈服强度 R _{el} ^d , MPa, [N/mm ²]	公称 ^c	240	—	300	—	—	—	—	—	—	—
		最小	240	—	300	—	—	—	—	—	—	—
3	规定非比例伸长0.2%的应力 R _{p0.2} ^e , MPa, [N/mm ²]	公称 ^c	—	—	—	—	—	640	640	720	900	1080
		最小	—	—	—	—	—	640	660	720	940	1100
4	紧固件实物的规定非比例延伸0.0048d的应力 R _{pf} , MPa, [N/mm ²]	公称 ^c	—	320	—	400	480	—	—	—	—	—
		最小	—	340 ^a	—	420 ^a	480 ^a	—	—	—	—	—
5	保证应力 S _p ^f , MPa, [N/mm ²]	公称	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
	S _{p, 公称} /R _{el, 最小} 或者 保证应力比 S _{p, 公称} /R _{p0.2, 最小} 或者 S _{p, 公称} /R _{pf, 最小}		0.94	0.91	0.93	0.90	0.92	0.91	0.91	0.90	0.88	0.88
6	机械加工试件的断后伸长率, A, %	最小	22	—	20	—	—	12	12	10	9	8
7	机械加工试件的断面收缩率, Z, %	最小	—	—	—	—	—	52	52	48	48	44
8	紧固件实物的断后伸长率, A ₁ (另见 ISO 898-1 附录 C)	最小	—	0.24	—	0.22	0.20	—	—	—	—	—
9	头部坚固性		不得断裂或出现裂缝									
10	维氏硬度 HV F ≥ 98 N	最小 最大	120 220 ^g	130 220 ^g	155 220 ^g	160 220 ^g	190 250	250 320	255 335	290 360	320 380	385 435
11	布氏硬度 HBW F = 30 D ²	最小 最大	114 209 ^g	124 209 ^g	147 209 ^g	152 209 ^g	181 238	238 304	242 318	276 342	304 361	366 414
12	洛氏硬度 HRB	最小 最大	67 95,0 ^g	71 95,0 ^g	79 95,0 ^g	82 95,0 ^g	89 99,5	— —	— —	— —	— —	— —
	洛氏硬度 HRC	最小 最大	— —	— —	— —	— —	— —	22 32	23 34	28 37	32 39	39 44
13	表面硬度 HV 0.3	最大	—	—	—	—	—	^h	^h	^h	^{h,i}	^{h,j}
14	螺纹未脱碳层的高度, E, 毫米	最小	—	—	—	—	—	¹ / ₂ H ₁	¹ / ₂ H ₁	¹ / ₂ H ₁	² / ₃ H ₁	³ / ₄ H ₁
	螺纹全脱碳层的深度, G, 毫米	最大	—	—	—	—	—	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
15	再回火后硬度的降低值 HV	最大	—	—	—	—	—	20	20	20	20	20
16	破坏扭矩 M ₃ Nm	最小	—	—	—	—	—	依照 ISO 898-7				
17	冲击吸收功 K _V ^{k-l} , J	最小	—	—	27	—	—	27	27	27	27	m
18	表面缺陷依照		ISO 6157-1 ⁿ									ISO 6157-3

^a 数值不适用于栓接结构。

^b 用于栓接结构 d ≥ M12。

^c 规定公称值, 仅为性能等级标记制度的需要, 见第5章。

^d 在不能测定下屈服强度 R_{el} 的情况下, 允许测量规定非比例延伸0.2%的应力 R_{p0.2}。

^e 对性能等级4.8、5.8和6.8的 R_{pf min} 数值尚在调查研究中。表中数值是按保证载荷比计算给出的, 而不是实测值。

^f 表F.006规定的保证载荷值。

^g 在紧固件的末端测定硬度时, 应分别为: 250HV、238HB或HRB_{max} 99.5。

^h 当采用HV0.3测定表面硬度和芯部硬度时, 紧固件的表面硬度不应比芯部硬度高出30HV。

ⁱ 表面硬度不应超过390HV。

^j 表面硬度不应超过435HV。

^k 试验温度在-20°C下测定。

^l 适用于 d ≥ 16 毫米。

^m K_V 数值尚在调查研究中。

ⁿ 由供需双方协议, 可用ISO6157-3代替ISO6157-1。

最小拉力载荷

依照ISO898，第1部分

最小拉力载荷-ISO米制粗牙螺纹

螺纹规格 ¹⁾ d	螺纹公称应力截面积 A _{s, 公称} [mm ²]	最小拉力载荷 F _{m min} (A _{s, 公称} × R _{m, min}) [N]								
		性能等级								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
M3	5,03	2010	2110	2510	2620	3020	4020	4530	5230	6140
M3,5	6,78	2710	2850	3390	3530	4070	5420	6100	7050	8270
M4	8,78	3510	3690	4390	4570	5270	7020	7900	9130	10700
M5	14,2	5680	5960	7100	7380	8520	11350	12800	14800	17300
M6	20,1	8040	8440	10000	10400	12100	16100	18100	20900	24500
M7	28,9	11600	12100	14400	15000	17300	23100	26000	30100	35300
M8	36,6	14600 ²⁾	15400	18300 ²⁾	19000	22000	29200 ²⁾	32900	38100 ²⁾	44600
M10	58,0	23200 ²⁾	24400	29000 ²⁾	30200	34800	46400 ²⁾	52200	60300 ²⁾	70800
M12	84,3	33700	35400	42200	43800	50600	67400 ³⁾	75900	87700	103000
M14	115	46000	48300	57500	59800	69000	92000 ³⁾	104000	120000	140000
M16	157	62800	65900	78500	81600	94000	125000 ³⁾	141000	163000	192000
M18	192	76800	80600	96000	99800	115000	159000	–	200000	234000
M20	245	98000	103000	122000	127000	147000	203000	–	255000	299000
M22	303	121000	127000	152000	158000	182000	252000	–	315000	370000
M24	353	141000	148000	176000	184000	212000	293000	–	367000	431000
M27	459	184000	193000	230000	239000	275000	381000	–	477000	560000
M30	561	224000	236000	280000	292000	337000	466000	–	583000	684000
M33	694	278000	292000	347000	361000	416000	576000	–	722000	847000
M36	817	327000	343000	408000	425000	490000	678000	–	850000	997000
M39	976	390000	410000	488000	508000	586000	810000	–	1020000	1200000

¹⁾ 如果在螺纹规格中没有的螺纹螺距，是不在粗牙规范中。
²⁾ 依据ISO965-4螺纹公差规范6az的热浸锌的紧固件, 依据ISO10684减少数值。
³⁾ 对钢结构用螺栓，分别以70000 N（对M12）， 95500 N（对M14）和130000 N（对M16）代替。

对螺纹公称应力截面积 A_{s, 公称} 的计算见 F.046 页。

最小拉力载荷-ISO米制细牙螺纹

螺纹规格 d x P	螺纹公称应力截面积 A _{s, 公称} [mm ²]	最小拉力载荷 F _{m min} (A _{s, 公称} × R _{m, min}) [N]								
		性能等级								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
M8x1	39,2	15700	16500	19600	20400	23500	31360	35300	40800	47800
M10x1	64,5	25800	27100	32300	33500	38700	51600	58100	67100	78700
M10x1,25	61,2	24500	25700	30600	31800	36700	49000	55100	63600	74700
M12x1,25	92,1	36800	38700	46100	47900	55300	73700	82900	95800	112000
M12x1,5	88,1	35200	37000	44100	45800	52900	70500	79300	91600	107000
M14x1,5	125	50000	52500	62500	65000	75000	100000	112000	130000	152000
M16x1,5	167	66800	70100	83500	86800	100000	134000	150000	174000	204000
M18x1,5	216	86400	90700	108000	112000	130000	179000	–	225000	264000
M20x1,5	272	109000	114000	136000	141000	163000	226000	–	283000	332000
M22x1,5	333	133000	140000	166000	173000	200000	276000	–	346000	406000
M24x2	384	154000	161000	192000	200000	230000	319000	–	399000	469000
M27x2	496	198000	208000	248000	258000	298000	412000	–	516000	605000
M30x2	621	248000	261000	310000	323000	373000	515000	–	646000	758000
M33x2	761	304000	320000	380000	396000	457000	632000	–	791000	928000
M36x3	865	346000	363000	432000	450000	519000	718000	–	900000	1055000
M39x3	1030	412000	433000	515000	536000	618000	855000	–	1070000	1260000



螺钉的保证载荷

依据ISO898, 第1部分

保证载荷-ISO米制粗牙螺纹

螺纹规格 ¹⁾ d	螺纹公称应力截面积 $A_{s, \text{公称}}$ [mm ²]	保证载荷 $F_p (A_{s, \text{公称}} \times S_{p, \text{公称}}^{4)})$ [N]								
		性能等级								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
M3	5,03	1130	1560	1410	1910	2210	2920	3270	4180	4880
M3,5	6,78	1530	2100	1900	2580	2980	3940	4410	5630	6580
M4	8,78	1980	2720	2460	3340	3860	5100	5710	7290	8520
M5	14,2	3200	4400	3980	5400	6250	8230	9230	11800	13800
M6	20,1	4520	6230	5630	7640	8840	11600	13100	16700	19500
M7	28,9	6500	8960	8090	11000	12700	16800	18800	24000	28000
M8	36,6	8240 ²⁾	11400	10200 ²⁾	13900	16100	21200 ²⁾	23800	30400 ²⁾	35500
M10	58,0	13000 ²⁾	18000	16200 ²⁾	22000	25500	33700 ²⁾	37700	48100 ²⁾	56300
M12	84,3	19000	26100	23600	32000	37100	48900 ³⁾	54800	70000	81800
M14	115	25900	35600	32200	43700	50600	66700 ³⁾	74800	95500	112000
M16	157	35300	48700	44000	59700	69100	91000 ³⁾	102000	130000	152000
M18	192	43200	59500	53800	73000	84500	115000	–	159000	186000
M20	245	55100	76000	68600	93100	108000	147000	–	203000	238000
M22	303	68200	93900	84800	115000	133000	182000	–	252000	294000
M24	353	79400	109000	98800	134000	155000	212000	–	293000	342000
M27	459	103000	142000	128000	174000	202000	275000	–	381000	445000
M30	561	126000	174000	157000	213000	247000	337000	–	466000	544000
M33	694	156000	215000	194000	264000	305000	416000	–	576000	673000
M36	817	184000	253000	229000	310000	359000	490000	–	678000	792000
M39	976	220000	303000	273000	371000	429000	586000	–	810000	947000

1) 如果在螺纹规格中没有的螺纹螺距，是不在粗牙规范中。
2) 依据ISO965-4螺纹公差规范6az的热浸锌的紧固件，依据ISO10684减少数值。
3) 对钢结构用螺栓，分别以50700 N (对M12)， 68800 N (对M14) 和94500 N (对M16) 代替。
4) 保证应力数值和相关的非比例伸长应力见F.004 表格第5项

对螺纹公称应力截面积 $A_{s, \text{公称}}$ 的计算见 F.046 页。

保证载荷-ISO米制细牙螺纹

螺纹规格 d x P	螺纹公称应力截面积 $A_{s, \text{公称}}$ [mm ²]	保证载荷 $F_p (A_{s, \text{公称}} \times S_{p, \text{公称}}^{4)})$ [N]								
		性能等级								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
M8x1	39,2	8820	12200	11000	14900	17200	22700	25500	32500	38000
M10x1,25	61,2	13800	19000	17100	23300	26900	35500	39800	50800	59400
M10x1	64,5	14500	20000	18100	24500	28400	37400	41900	53500	62700
M12x1,25	92,1	20700	28600	25800	35000	40500	53400	59900	76400	89300
M12x1,5	88,1	19800	27300	24700	33500	38800	51100	57300	73100	85500
M14x1,5	125	28100	38800	35000	47500	55000	72500	81200	104000	121000
M16x1,5	167	37600	51800	46800	63500	73500	96900	109000	139000	162000
M18x1,5	216	48600	67000	60500	82100	95000	130000	–	179000	210000
M20x1,5	272	61200	84300	76200	103000	120000	163000	–	226000	264000
M22x1,5	333	74900	103000	93200	126000	146000	200000	–	276000	323000
M24x2	384	86400	119000	108000	146000	169000	230000	–	319000	372000
M27x2	496	112000	154000	139000	188000	218000	298000	–	412000	481000
M30x2	621	140000	192000	174000	236000	273000	373000	–	515000	602000
M33x2	761	171000	236000	213000	289000	335000	457000	–	632000	738000
M36x3	865	195000	268000	242000	329000	381000	519000	–	718000	839000
M39x3	1030	232000	319000	288000	391000	453000	618000	–	855000	999000

材料，热处理，化学成分

依据ISO898, 第1部分

钢

性能等级	材料和热处理	化学成分极限（熔炼分析，%） ¹⁾					回火温度 °C
		C		P	S	B ²⁾	
		最小	最大	最大	最大	最大	
4.6 ^{3), 4)}	碳钢或添加元素的碳钢	—	0,55	0,05	0,06	未规定	—
4.8 ⁴⁾							
5.6 ³⁾		0,13	0,55	0,05	0,06		
5.8 ⁴⁾		—	0,55	0,05	0,06		
6.8 ⁴⁾		0,15	0,55	0,05	0,06		
8.8 ⁶⁾	添加元素的碳钢（如硼或锰或铬）， 淬火并回火	0,15 ⁵⁾	0,40	0,025	0,025	0,003	425
	或 碳钢， 淬火并回火	0,25	0,55	0,025	0,025		
	或 合金钢， 淬火并回火 ⁷⁾	0,20	0,55	0,025	0,025		
9.8 ⁶⁾	添加元素的碳钢（如硼或锰或铬）， 淬火并回火	0,15 ⁵⁾	0,40	0,025	0,025	0,003	425
	或 碳钢， 淬火并回火	0,25	0,55	0,025	0,025		
	或 合金钢， 淬火并回火 ⁷⁾	0,20	0,55	0,025	0,025		
10.9 ⁶⁾	添加元素的碳钢（如硼或锰或铬）， 淬火并回火	0,20 ⁵⁾	0,55	0,025	0,025	0,003	425
	或 碳钢， 淬火并回火	0,25	0,55	0,025	0,025		
	或 合金钢， 淬火并回火 ⁷⁾	0,20	0,55	0,025	0,025		
12.9 ^{6), 8), 9)}	合金钢， 淬火并回火 ⁷⁾	0,30	0,50	0,025	0,025	0,003	425
12.9 ^{6), 8), 9)}	添加元素的碳钢（如硼或锰或铬）， 淬火并回火	0,28	0,50	0,025	0,025	0,003	380

¹⁾ 如有争议，请实施产品分析。

²⁾ 硼的含量可达0.005%，非有效硼由添加钛和/或铝控制。

³⁾ 对4.6和5.6级冷镦紧固件，为保证达到要求的塑性和韧性，可能需要对其冷镦线材或冷镦紧固件产品进行热处理。

⁴⁾ 这些性能等级允许采用易切钢制造，其硫、磷和铅的最大含量为：硫 0.34%；磷 0.11%；铅 0.35%。

⁵⁾ 对含碳量低于0.25%的添加硼的碳钢，其锰的最低含量为：8.8级为0.6%；9.8级和10.9级为0.7%。

⁶⁾ 对这些性能等级用的材料，应有足够的淬透性，以确保紧固件螺纹界面的芯部在“淬硬”状态、回火前获得约90%的马氏体组织。

⁷⁾ 这些合金钢至少应含有下列的一种元素，其最小含量分别为：铬 0.30%；镍0.30%； 钼 0.20%； 钒 0.10%。当含有二、三或四种复合的合金成分时，合金元素的含量不能少于单个合金元素含量总和的70%。

⁸⁾ 对12.9/12.9级表面不允许有金相能测出的白色磷化物聚集层。去除磷化物聚集层应在热处理前进行。

⁹⁾ 当考虑使用12.9/12.9级，应谨慎从事。紧固件制造者的能力、使用条件和拧紧方式都应仔细考虑。除表面处理外，使用环境也可能造成紧固件的应力腐蚀开裂。

高温特性

依据ISO898，第1部分

高温对紧固件机械性能的影响

高温会改变紧固件的机械性能和工作性能。

众所周知，当达到典型的使用温度150 °C时，对紧固件机械性能尚无有害影响。当温度超过150 °C并最大达到300 °C时，则应当仔细检查，以确保紧固件的工作性能。

随着温度的升高，逐渐的：

- 对紧固件成品的下屈服强度，或规定非比例延伸0.2%的应力，或规定非比例延伸0.0048d的应力的降低，和
- 根据经验，抗拉强度的降低。在高温服役条件下，紧固件持续运行时，随着更高的温度增长，会导致应力松弛。应力松弛将伴随夹紧力的损失。

冷作硬化紧固件（性能等级4.8、5.8、6.8）比淬火并回火或消除应力的紧固件对应力松弛更敏感。

对高温紧固件使用含铅-钢时，应当注意。对这种紧固件，当使用温度处于铅的熔点范围时，应当考虑液态金属脆变 (LME) 风险。

有关的参考资料，如 EN 10269和 ASTM F2281。

较高强度的特性（是否 ≥ 1000 牛顿/毫米²）

影响较高强度螺钉的性能等级包含机械应力和环境条件

氢脆风险 F.038 页

