

1. 公制粗牙螺纹

螺纹公称直径	最小尺寸 2级·3级	最大尺寸	
		2级	3级
M 1 × 0.25	0.73	0.78	—
M 1.1 × 0.25	0.83	0.89	—
M 1.2 × 0.25	0.93	0.98	—
M 1.4 × 0.3	1.08	1.14	—
M 1.6 × 0.35	1.22	1.32	—
M 1.7 × 0.35	1.33	1.42	—
M 1.8 × 0.35	1.42	1.52	—
M 2 × 0.4	1.57	1.67	—
M 2.2 × 0.45	1.71	1.84	—
M 2.3 × 0.4	1.87	1.97	—
M 2.5 × 0.45	2.01	2.14	—
M 2.6 × 0.45	2.12	2.23	—
M 3 × 0.5	2.46	2.60	2.64
M 3.5 × 0.6	2.85	3.01	3.05
M 4 × 0.7	3.24	3.42	3.47
M 4.5 × 0.75	3.69	3.88	3.92
M 5 × 0.8	4.13	4.33	4.38
M 6 × 1	4.92	5.15	5.22
M 7 × 1	5.92	6.15	6.22
M 8 × 1.25	6.65	6.91	6.98
M 9 × 1.25	7.65	7.91	7.98
M 10 × 1.5	8.38	8.68	8.75
M 11 × 1.5	9.38	9.68	9.75
M 12 × 1.75	10.11	10.44	10.53
M 14 × 2	11.84	12.21	12.31
M 16 × 2	13.84	14.21	14.31
M 18 × 2.5	15.29	15.74	15.85
M 20 × 2.5	17.29	17.74	17.85
M 22 × 2.5	19.29	19.74	19.85
M 24 × 3	20.75	21.25	21.38
M 27 × 3	23.75	24.25	24.38
M 30 × 3.5	26.21	26.77	26.92
M 33 × 3.5	29.21	29.77	29.92
M 36 × 4	31.67	32.27	32.42
M 39 × 4	34.67	35.27	35.42
M 42 × 4.5	37.13	37.80	37.98
M 45 × 4.5	40.13	40.80	40.98
M 48 × 5	42.59	43.30	43.49

2. 公制细牙螺纹

螺纹公称直径	最小尺寸 2级·3级	最大尺寸	
		2级	3级
M 2.5 × 0.35	2.12	2.22	—
M 3 × 0.35	2.62	2.72	—
M 3.5 × 0.35	3.12	3.22	—
M 4 × 0.5	3.46	3.60	3.64
M 4.5 × 0.5	3.96	4.10	4.14
M 5 × 0.5	4.46	4.60	4.64
M 5.5 × 0.5	4.96	5.10	5.14
M 6 × 0.75	5.19	5.38	5.42
M 7 × 0.75	6.19	6.38	6.42
M 8 × 1	6.92	7.15	7.22
M 8 × 0.75	7.19	7.38	7.42
M 9 × 1	7.92	8.15	8.22
M 9 × 0.75	8.19	8.38	8.42
M 10 × 1.25	8.65	8.91	8.98
M 10 × 1	8.92	9.15	9.22
M 10 × 0.75	9.19	9.38	—
M 11 × 1	9.92	10.15	10.22
M 11 × 0.75	10.19	10.38	10.42
M 12 × 1.5	10.38	10.68	10.75
M 12 × 1.25	10.65	10.91	10.98
M 12 × 1	10.92	11.15	11.22
M 14 × 1.5	12.38	12.68	12.75
M 14 × 1	12.92	13.15	13.22
M 15 × 1.5	13.38	13.68	13.75
M 15 × 1	13.92	14.15	14.22

螺纹公称直径	最小尺寸 2级·3级	最大尺寸	
		2级	3级
M 16 × 1.5	14.38	14.68	14.75
M 16 × 1	14.92	15.15	15.22
M 17 × 1.5	15.38	15.68	15.75
M 17 × 1	15.92	16.15	16.22
M 18 × 2	15.84	16.21	16.31
M 18 × 1.5	16.38	16.68	16.75
M 18 × 1	16.92	17.15	17.22
M 20 × 2	17.84	18.21	18.31
M 20 × 1.5	18.38	18.68	18.75
M 20 × 1	18.92	19.15	19.22
M 22 × 2	19.84	20.21	20.31
M 22 × 1.5	20.38	20.68	20.75
M 22 × 1	20.92	21.15	21.22
M 24 × 2	21.84	22.21	22.31
M 24 × 1.5	22.38	22.68	22.75
M 24 × 1	22.92	23.15	23.22
M 25 × 2	22.84	23.21	23.31
M 25 × 1.5	23.38	23.68	23.75
M 25 × 1	23.92	24.15	24.22
M 26 × 1.5	24.38	24.68	24.75
M 27 × 2	24.84	25.21	25.31
M 27 × 1.5	25.38	25.68	25.75
M 27 × 1	25.92	26.15	26.22
M 28 × 2	25.84	26.21	26.31
M 28 × 1.5	26.38	26.68	26.75
M 28 × 1	26.92	27.15	27.22
M 30 × 3	26.75	27.25	27.38
M 30 × 2	27.84	28.21	28.31
M 30 × 1.5	28.38	28.68	28.75
M 30 × 1	28.92	29.15	29.22
M 32 × 2	29.84	30.21	30.31
M 32 × 1.5	30.38	30.68	30.75
M 33 × 3	29.75	30.25	30.38
M 33 × 2	30.84	31.21	31.31
M 33 × 1.5	31.38	31.68	31.75
M 35 × 1.5	33.38	33.68	33.75
M 36 × 3	32.75	33.25	33.38
M 36 × 2	33.84	34.21	34.31
M 36 × 1.5	34.38	34.68	34.75
M 38 × 1.5	36.38	36.68	36.75
M 39 × 3	35.75	36.25	36.38
M 39 × 2	36.84	37.21	37.31
M 39 × 1.5	37.38	37.68	37.75
M 40 × 3	36.75	37.25	37.38
M 40 × 2	37.84	38.21	38.31
M 40 × 1.5	38.38	38.68	38.75
M 42 × 4	37.67	38.27	38.42
M 42 × 3	38.75	39.25	39.38
M 42 × 2	39.84	40.21	40.31
M 42 × 1.5	40.38	40.68	40.75
M 45 × 4	40.67	41.27	41.42
M 45 × 3	41.75	42.25	42.38
M 45 × 2	42.84	43.21	43.31
M 45 × 1.5	43.38	43.68	43.75
M 48 × 4	43.67	44.27	44.42
M 48 × 3	44.75	45.25	45.38
M 48 × 2	45.84	46.21	46.31
M 48 × 1.5	46.38	46.68	46.75
M 50 × 3	46.75	47.25	47.38
M 50 × 2	47.84	48.21	48.31
M 50 × 1.5	48.38	48.68	48.75

■用螺栓连接时的紧固轴力和疲劳极限

- 用扭矩法计算紧固螺栓时的紧固轴力时，其弹性范围计算在扭矩法中以规定耐力的70%为上限
- 重复载荷引起的螺栓疲劳强度不能超过容许值
- 螺栓及螺母的座面不能陷入被紧固物面
- 紧固时不能损坏被紧固物面

螺栓的紧固方法有扭矩法，扭矩勾配法，旋转角法，拉伸测试法等。由于扭矩法比较简便因此应用广泛。

■紧固轴力和紧固扭矩的计算

紧固轴力Ff的关系如(1)式所示。

$$Ff = 0.7 \times \sigma_y \times A_s \dots (1)$$

紧固扭矩T_{TIA}可由(2)式中求出。

$$T_{TIA} = 0.35k(1 + 1/\phi) \sigma_y \cdot A_s \cdot d \dots (2)$$

k : 扭矩系数

d : 螺栓的公称直径[cm]

φ : 紧固系数

σ_y : 耐力(强度分类为12.9时112kgf/mm²)

A_s : 螺栓的有效截面积[mm²]

■计算例

求将软钢和软钢用内六角螺栓M6(强度分类12.9)在有润滑油的状态下紧固时的紧固扭矩和轴力。

· 紧固扭矩根据(2)式

$$T_{TIA} = 0.35k(1 + 1/\phi) \sigma_y \cdot A_s \cdot d$$

$$= 0.35 \cdot 0.17(1 + 1/1.4) 112 \cdot 20.1 \cdot 0.6$$

$$= 138[\text{kgf} \cdot \text{cm}]$$

· 轴力Ff根据(1)式

$$Ff = 0.7 \times \sigma_y \times A_s$$

$$= 0.7 \times 112 \times 20.1$$

$$= 1576[\text{kgf}]$$

■螺栓的表面处理和被紧固物体以及内螺纹材质的组合中得出的扭矩系数

螺栓表面处理	扭矩系数 k	组合	
		被紧固物体的材质 (a)	内螺纹材质 (b)
钢螺栓 黑色氧化膜 油润滑	0.145	SCM-FC	FC-FC SUS-FC
	0.155	S10C-FC	SCM-S10C SCM-SCM FC-S10C FC-SCM
	0.165	SCM-SUS	FC-SUS AL-FC SUS-S10C SUS-SCM SUS-SUS
	0.175	S10C-S10C	S10C-SCM S10C-SUS AL-S10C AL-SCM
	0.185	SCM-AL	FC-AL AL-SUS
	0.195	S10C-AL	SUS-AL
0.215	AL-AL		
钢螺栓 黑色氧化膜 无润滑	0.25	S10C-FC	SCM-FC FC-FC
	0.35	S10C-SCM	SCM-SCM FC-S10C FC-SCM AL-FC
	0.45	S10C-S10C	SCM-S10C AL-S10C AL-SCM
0.55	SCM-AL	FC-AL AL-AL	

S10C: 非调质软钢 SCM: 调质钢(35HRC) FC: 铸铁(FC200) AL: 铝合金 SUS: 不锈钢(SUS304)

■紧固系数Q的标准值

紧固系数 Q	紧固方法	表面状态		润滑状态
		螺栓	螺母	
1.25	扳手	锰磷酸盐		油润滑或 MoS ₂ 脂
1.4	带扭矩限制的扳手	无处理或磷酸盐	无处理或磷酸盐	
			无处理	
1.6	套筒扳手			
1.8	带扭矩限制扳手	无处理或磷酸盐	无处理	无润滑

强度分类的表示方法

例 12.9

耐力(屈服应力): 拉伸强度最小值的90%

拉伸强度的最小值为1220N/mm²{124kgf/mm²}

10.9

耐力(屈服应力): 拉伸强度最小值的90%

拉伸强度的最小值为1040N/mm²{106kgf/mm²}

■初期紧固力和紧固扭矩

螺纹公称直径	有效 截面积 A _s mm ²	强度分类											
		12.9			10.9			8.8			4.8		
		屈服载荷	初期紧固力	紧固扭矩	屈服载荷	初期紧固力	紧固扭矩	屈服载荷	初期紧固力	紧固扭矩	屈服载荷	初期紧固力	紧固扭矩
		kgf	kgf	kgf · cm	kgf	kgf	kgf · cm	kgf	kgf	kgf · cm	kgf	kgf	kgf · cm
M 3×0.5	5.03	563	394	17	482	338	15	328	230	10	175	122	5
M 4×0.7	8.78	983	688	40	842	589	34	573	401	23	305	213	12
M 5×0.8	14.2	1590	1113	81	1362	953	69	927	649	47	493	345	25
M 6×1	20.1	2251	1576	138	1928	1349	118	1313	919	80	697	488	43
M 8×1.25	36.6	4099	2869	334	3510	2457	286	2390	1673	195	1270	889	104
M10×1.5	58	6496	4547	663	5562	3894	567	3787	2651	386	2013	1409	205
M12×1.75	84.3	9442	6609	1160	8084	5659	990	5505	3853	674	2925	2048	358
M14×2	115	12880	9016	1840	11029	7720	1580	7510	5257	1070	3991	2793	570
M16×2	157	17584	12039	2870	15056	10539	2460	10252	7176	1670	5448	3814	889
M18×2.5	192	21504	15053	3950	18413	12889	3380	12922	9045	2370	6662	4664	1220
M20×2.5	245	27440	19208	5600	23496	16447	4790	16489	11542	3360	8502	5951	1730
M22×2.5	303	33936	23755	7620	29058	20340	6520	20392	14274	4580	10514	7360	2360
M24×3	353	39536	27675	9680	33853	23697	8290	23757	16630	5820	12249	8574	3000

(注) · 紧固条件: 使用扳手(表面油润滑) 扭矩系数k=0.17 扭矩系数φ=1.4)

· 扭矩系数根据使用条件改变, 本表仅供参考。

· 本表选自株式会社极东制作所的产品目录。