

起重吊钩
机械性能、起重量、应力及材料

Lifting hooks—Mechanical properties, lifting capacities, stresses and materials

1 主题内容与适用范围

本标准规定了起重吊钩的机械性能、起重量、应力及材料。
本标准适用于起重机械和设备上的直柄吊钩(以下简称吊钩)。

2 引用标准

- GB 3811 起重机设计规范
- GB 10051.2 起重吊钩 直柄吊钩技术条件
- GB 10051.3 起重吊钩 直柄吊钩使用检查
- GB 10051.4 起重吊钩 直柄单钩毛坯件
- GB 10051.5 起重吊钩 直柄单钩

3 机械性能

吊钩按其机械性能分为 5 个强度等级,见表 1。

表 1

强度等级	M	P	(S)	T	(V)
屈服点 σ_s 或屈服强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	235	315	390	490	620
冲击功 A_k (应变时效试样) J	48	41	41	34	34

- 注: ① 强度等级是以吊钩材料的屈服点或屈服强度作为分级的依据。
② 表中所列机械性能为最小值。
③ 优先采用 M、P 级,对括号内的强度等级尽量避免采用。

4 起重量

在不同的强度等级和机构工作级别下,各吊钩的起重量见表 2。
表中未列入小于 0.1 t 和大于 500 t 的起重量,如需要可按 R10 优先数系延伸。

表 2

强度等级	机构工作级别(按 GB 3811)										强度等级
M	—	—	—	—	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M
P	—	—	—	M3	M4	M5	M6	M7	M8	—	P
(S)	—	—	M3	M4	M5	M6	M7	M8	—	—	(S)
T	—	M3	M4	M5	M6	M7	—	—	—	—	T
(V)	M3	M4	M5	M6	M7	—	—	—	—	—	(V)
钩 号	起 重 量,t										钩 号
006	0.32	0.25	0.2	0.16	0.125	0.1	—	—	—	—	006
010	0.5	0.4	0.32	0.25	0.2	0.16	0.125	0.1	—	—	010
012	0.63	0.5	0.4	0.32	0.25	0.2	0.16	0.125	0.1	—	012
020	1	0.8	0.63	0.5	0.4	0.32	0.25	0.2	0.16	0.125	020
025	12.5	1	0.8	0.63	0.5	0.4	0.32	0.25	0.2	0.16	025
04	2	1.6	1.25	1	0.8	0.63	0.5	0.4	0.32	0.25	04
05	2.5	2	1.6	1.25	1	0.8	0.63	0.5	0.4	0.32	05
08	4	3.2	2.5	2	1.6	1.25	1	0.8	0.63	0.5	08
1	5	4	3.2	2.5	2	1.6	1.25	1	0.8	0.63	1
1.6	8	6.3	5	4	3.2	2.5	2	1.6	1.25	1	1.6
2.5	12.5	10	8	6.3	5	4	3.2	2.5	2	1.6	2.5
4	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4	3.2	2.5	4
5	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4	3.2	5
6	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	4	6
8	40	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	8
10	50	40	32	25	20	16	12.5	10	8	6.3	10
12	63	50	40	32	25	20	16	12.5	10	8	12
16	80	63	50	40	32	25	20	16	12.5	10	16
20	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12.5	20
25	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	25
32	160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	32
40	200	160	125	100	80	63	50	40	32	25	40
50	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32	50
63	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40	63
80	400	320	250	200	160	125	100	80	63	50	80
100	500	400	320	250	200	160	125	100	80	63	100
125	—	500	400	320	250	200	160	125	100	80	125
160	—	—	500	400	320	250	200	160	125	100	160
200	—	—	—	500	400	320	250	200	160	125	200
250	—	—	—	—	500	400	320	250	200	160	250

注：机构工作级别低于 M3 的按 M3 考虑。

5 应力

5.1 吊钩结构形状

直柄单钩(以下简称单钩)如图 1 所示,直柄双钩(以下简称双钩)如图 2 所示。

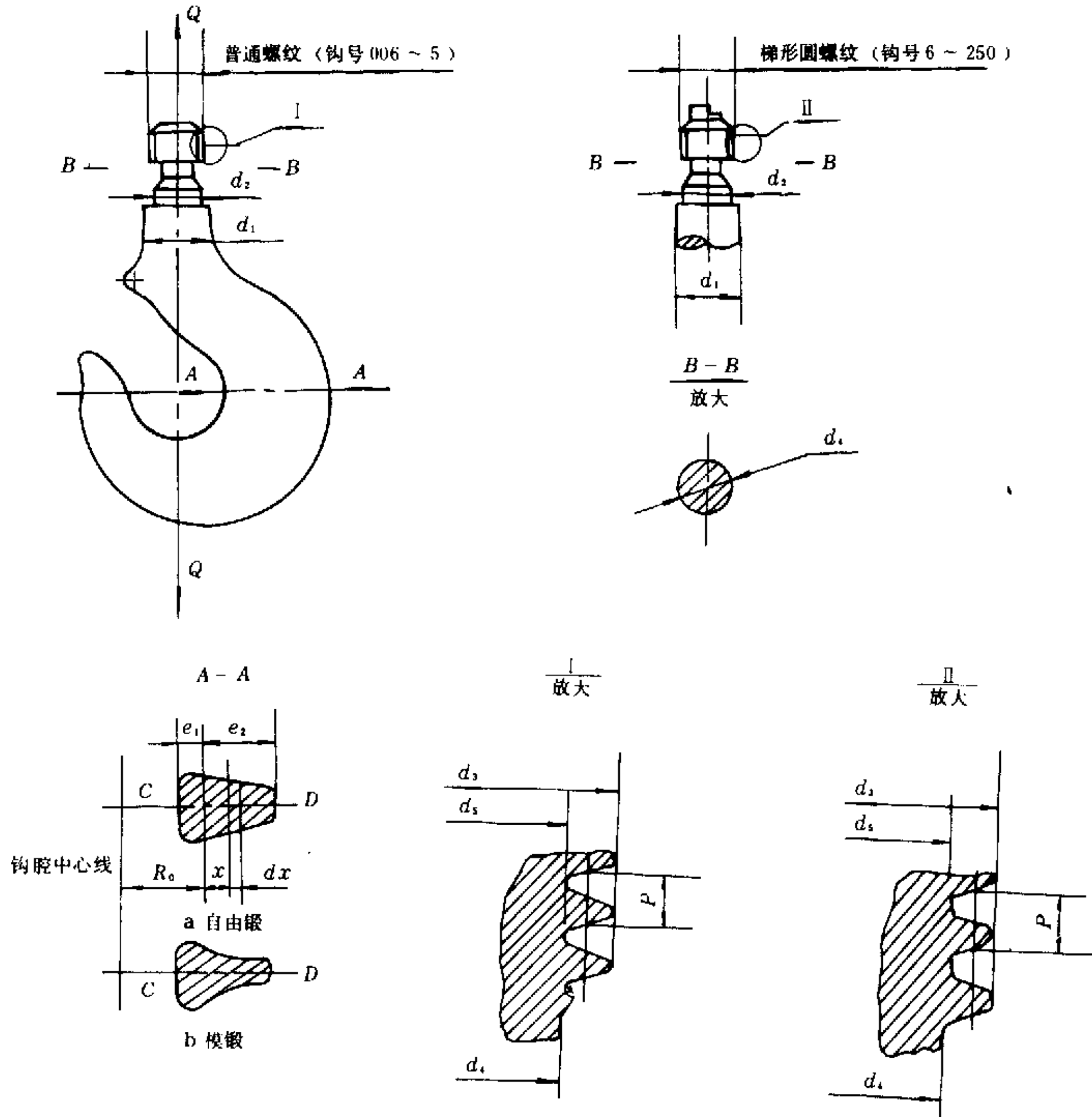


图 1 直柄单钩

d_1 —毛坯直径; d_2 —配合直径; d_3 —外螺纹大径;
 d_4 —颈部直径; d_5 —外螺纹小径; P —螺距

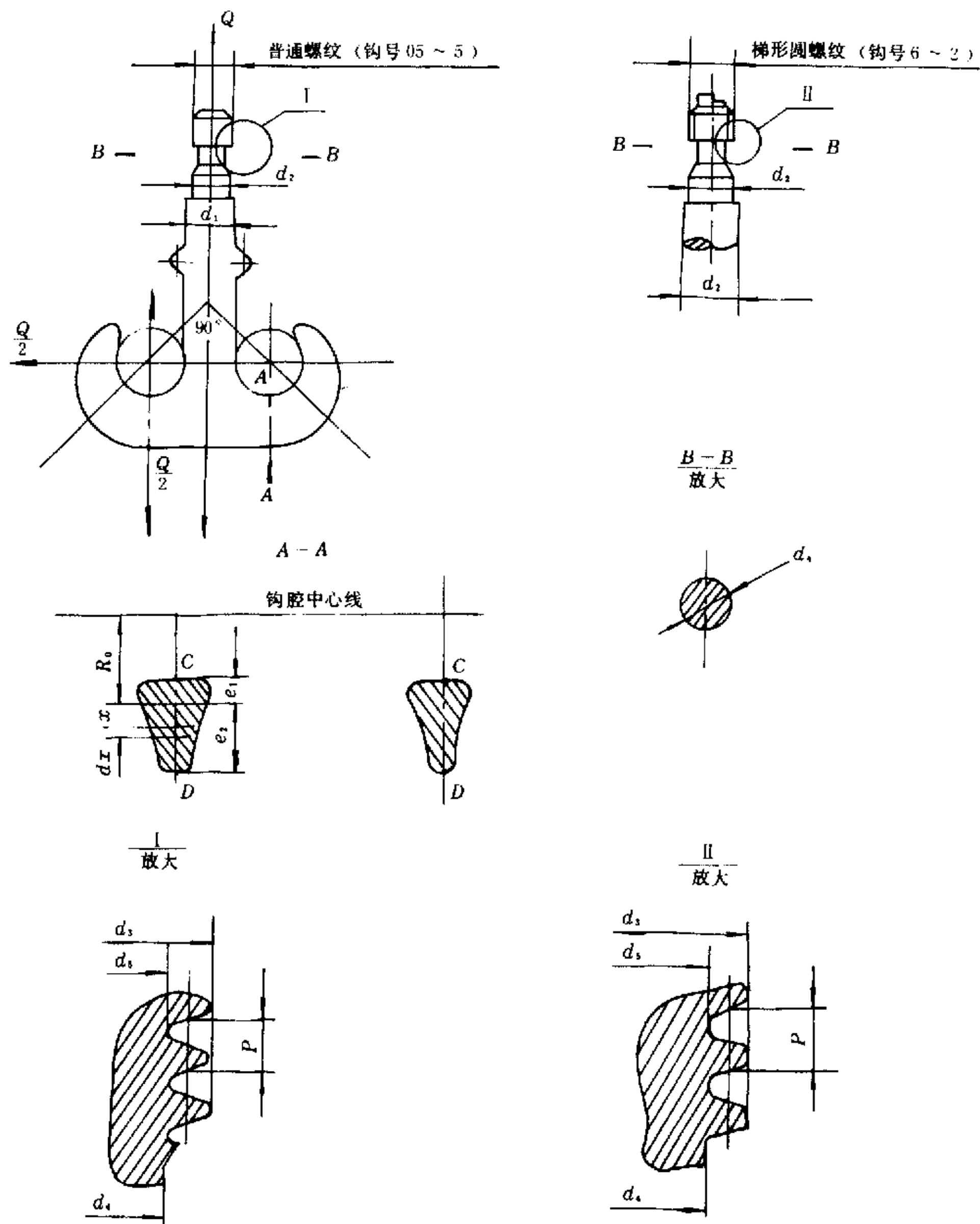


图 2 直柄双钩

d_1 —毛坯直径; d_2 —配合直径; d_3 —外螺纹大径;

d_4 —颈部直径; d_5 —外螺纹小径; P —螺距

5.2 主弯曲截面 A—A 的边界应力

计算主弯曲截面的边界应力时,假定载荷作用于—根铅垂的钢丝绳上,作用线通过吊钩截面形心连线的曲率中心,如图 1 所示;对于双钩,载荷作用于两根成 90° 角的钢丝绳上,如图 2 所示。

在此前提下,按式(1)~(4)计算边界应力:

单钩:

$$\sigma_c = \frac{Q}{FK_B} \cdot \frac{e_1}{R_o - e_1} \dots\dots\dots(1)$$

$$\sigma_D = \left| -\frac{Q}{FK_B} \cdot \frac{e_2}{R_o + e_2} \right| \dots\dots\dots(2)$$

双钩:

$$\sigma_c = \frac{Q}{2FK_B} \cdot \frac{e_1}{R_o - e_1} \dots\dots\dots(3)$$

$$\sigma_D = \left| -\frac{Q}{2FK_B} \cdot \frac{e_2}{R_o + e_2} \right| \dots\dots\dots(4)$$

式中: σ_c ——C点拉应力,MPa;

σ_D ——D点压应力,MPa;

Q ——按表2的起重量换算出的起升力,N;

F ——截面面积,mm²;

e_1 ——截面重心至内缘距离,mm;

e_2 ——截面重心至外缘距离,mm;

K_B ——依截面形状定的曲梁系数; $K_B = -\frac{1}{F} \int_{-e_2}^{e_1} \frac{x}{R_o + x} dF$;

x ——计算 K_B 值的自变量;

dF ——微分面积;

R_o ——截面重心轴线至曲率中心点距离,mm。

按上述公式计算的拉应力 σ_c 值和压应力 σ_D 值如图3和图4所示。图3用于按GB 10051.4和GB 10051.5规定尺寸的单钩,图4用于相应标准规定尺寸的双钩。

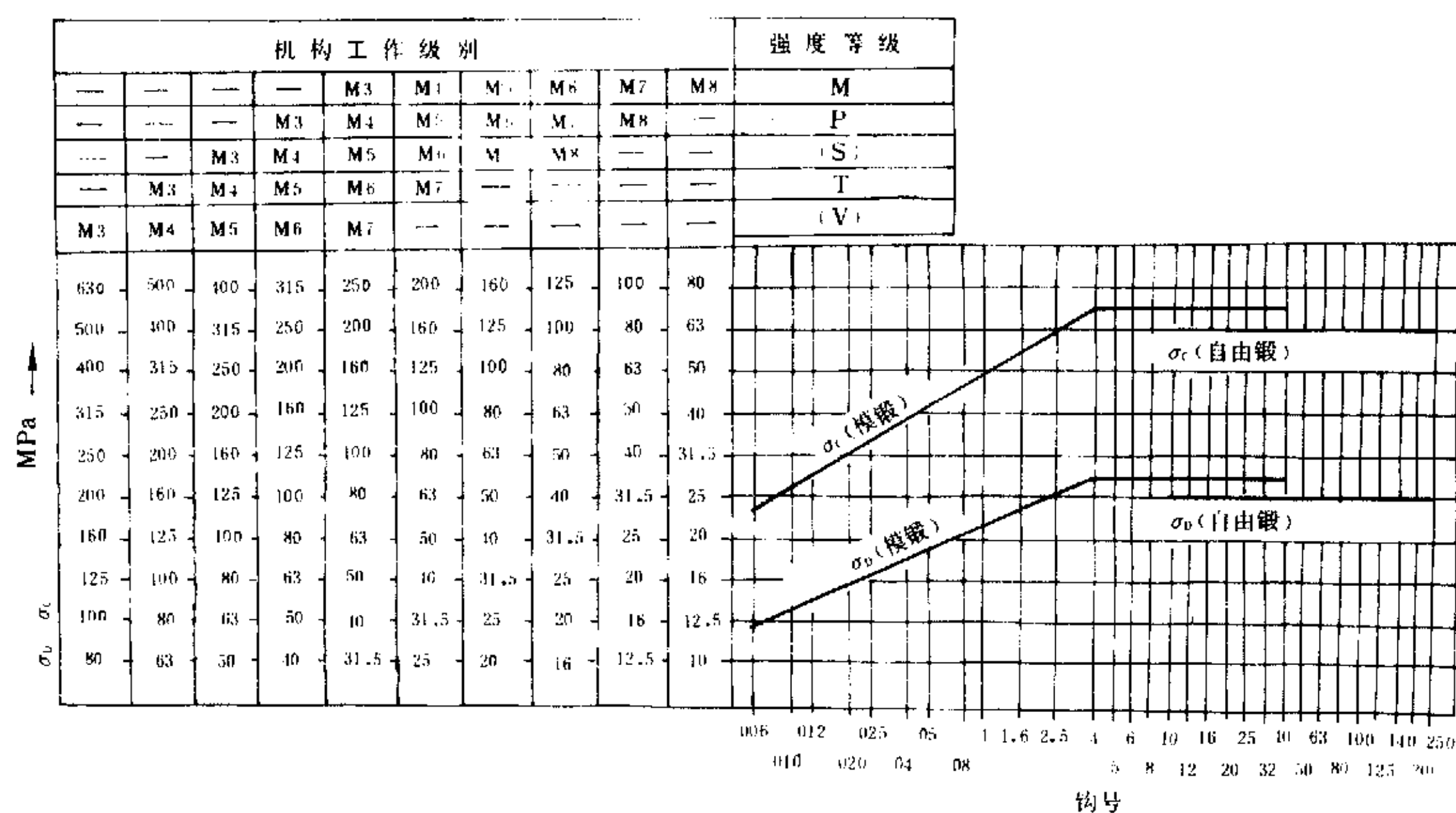


图3 单钩应力值 σ_c 和 σ_D

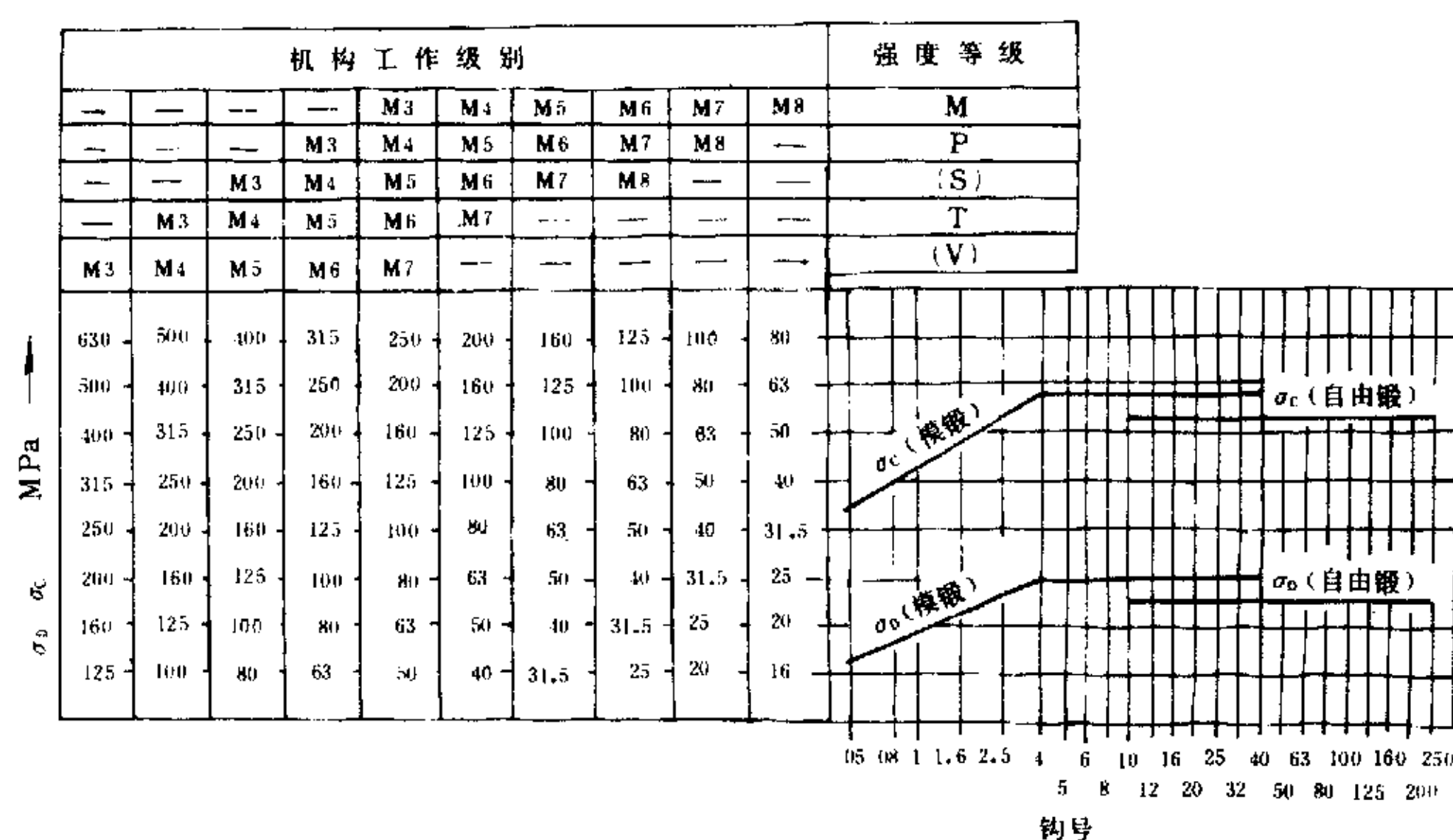


图 4 双钩应力值 σ_c 和 σ_D

5.3 单、双钩柄部的最小截面 B—B 的拉应力

在忽略各种缺口应力集中的前提下,按式(5)计算拉应力:

$$\sigma_E = \frac{Q}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \dots\dots\dots (5)$$

式中: σ_E ——拉应力,MPa。

按上述公式计算的拉应力值如图 5 所示。该图用于按 GB 10051.4 和 GB 10051.5 规定尺寸的单钩,以及按相应标准规定尺寸的双钩。

5.4 单、双钩柄部螺纹的切应力

假定第一圈螺纹承受有效载荷的一半,剪切面的高度为螺距的一半。此时,按式(6)计算切应力:

$$\tau = \frac{Q}{\pi d_5 P} \dots\dots\dots (6)$$

式中: τ ——切应力,MPa。

按上述公式计算的切应力值如图 5 所示。适用的吊钩与 5.3 相同。

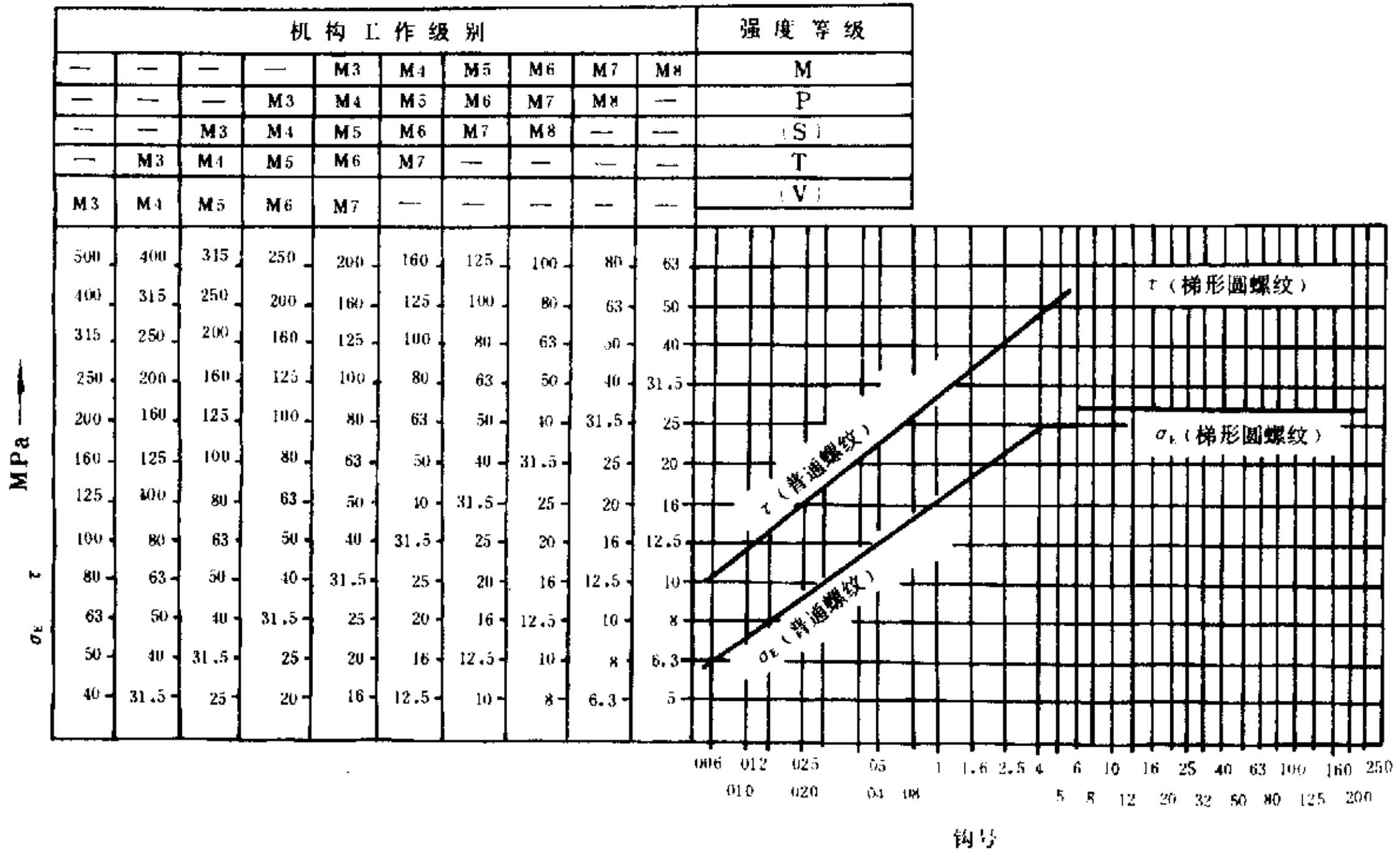


图 5 单、双钩柄部应力值 σ_E 和 τ

6 材料

吊钩专用材料的牌号见表 3,其化学成分和机械性能见附录 A(补充件)。

表 3

钩 号	柄部直径 d_1 mm	强 度 等 级				
		M	P	(S)	T	(V)
006	14	DG20 或 DG20Mn	DG20Mn	DG34CrMo	DG34CrMo	DG34CrMo
010	16					
012						
020	20					
025						
04	24					
05						
08	30					
1						
1.6	36					
2.5	42					
4	48					
5	53					
6	60					
8	67					
10	75					
12	85					
16	95					
20	106					
25	118					
32	132					
40	150					
50	170				DG34CrNiMo 或 DG30Cr2Ni2Mo	DG34CrNiMo 或 DG30Cr2Ni2Mo
63	190					
80	212					
100	236					
125	265					
160	300					
200	335					
250	375					

附录 A
吊钩专用材料的化学成分和机械性能
(补充件)

A1 化学成分

化学成分见表 A1、表 A2。

表 A1

钢材牌号	化 学 成 分 (熔炼成分), %						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al
DG20	0.17~0.24	0.17~0.35	0.45~0.80	≤0.035	≤0.035	≤0.30	≥0.025
DG20Mn	0.17~0.24	0.20~0.55	1.20~1.50	≤0.035	≤0.035	≤0.30	≥0.025

表 A2

钢材牌号	化 学 成 分 (熔炼成分), %								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al
DG34CrMo	0.30~0.37	0.15~0.40	0.50~0.80	≤0.035	≤0.035	0.90~1.20	0.15~0.30	—	≥0.025
DG34CrNiMo	0.30~0.38	0.15~0.40	0.40~0.70	≤0.035	≤0.035	1.40~1.70	0.15~0.30	1.40~1.70	≥0.025
DG34Cr2Ni2Mo	0.26~0.33	0.15~0.40	0.30~0.60	≤0.035	≤0.035	1.80~2.20	0.30~0.50	1.80~2.20	≥0.025

注：不得擅自加入其他元素。

A2 机械性能

机械性能应不低于表 A3、表 A4 的规定。

表 A3

钢材牌号	机 械 性 能 (正火状态)						
	抗拉强度 σ_b MPa	屈服点 σ_s MPa			伸长率 δ_5 %	冲击功 A_K J (应变时效试样)	
	钢 材 直 径 或 厚 度, mm						
	≤100	≤16	>16~40	>40~60	≤50	≤100	≤60
DG20	402~490	255	245	235	—	22	48
DG20Mn	510~608	353	343	333	22	—	41

注：① 表中所列数值为常温时的机械性能。

② 当直径或厚度大于 60 mm 时，应变时效状态下的冲击功和屈服点根据需要由供需双方协商确定。

③ 如材料无明显屈服点时，应为屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 。