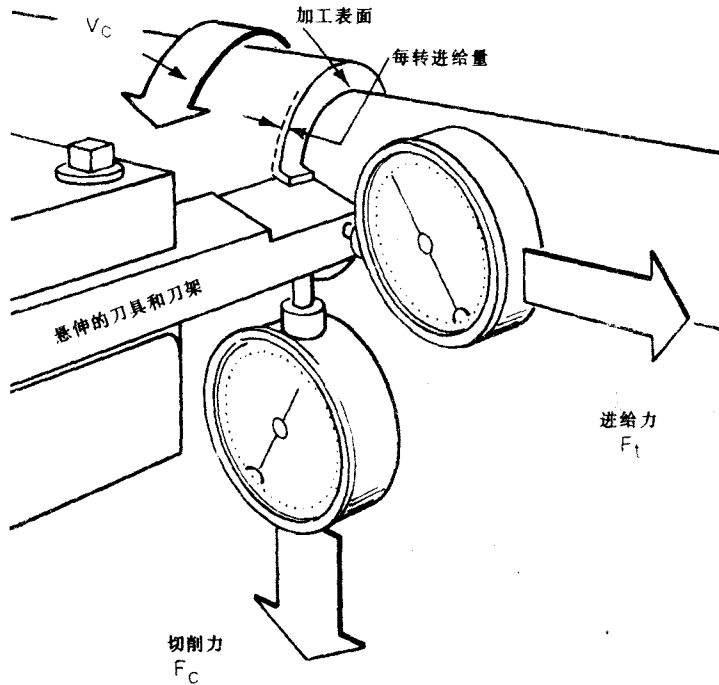


第 17 章

切削加工时需要的 功率和力

17.1 测定切削加工时的力

车削和铣削时产生的力可用图 17.1—1 和 17.1—2 所示的测力仪测定。图 17.1—3 所示的钻削测力仪可测量扭矩和进给力。根据测力仪读数就可用三个图下面所列公式计算功率和扭矩。



d = 切深, mm

D_t = 车削工件直径, mm

E = 主轴传动效率

F_c = 切削力, N

f_r = 进给量, mm / r

kW_m = 电机所需功率, kW

kW_s = 主轴所需功率, kW

p = 单位功率, kW / (cm³ · min)

Q = 金属切除率, cm³ / min

T_s = 主轴所需扭矩, N · m

V_c = 切削速度, m / min

$$kX_s = \frac{F_c V_c}{60000}$$

$$kW_m = \frac{kW_s}{E}$$

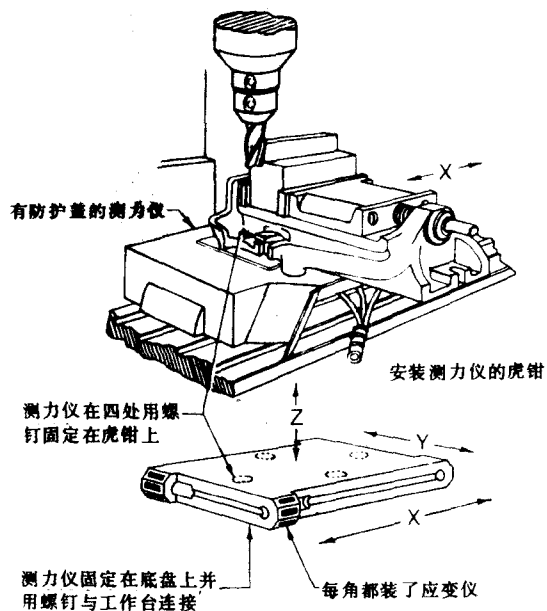
$$Q = df_r V_c$$

$$P = \frac{kW_s}{Q}$$

$$T_s = F_c \frac{D_t}{2000}$$

$$T_s = \frac{9549 kW_s}{rpm}$$

图 17.1—1 车削时的力和功率



三向测力仪设计成主要为了测量铣削时的切削力
(图上表示的是端铣)

d = 切深, mm

E = 主轴传动效率

f_f = 进给量, mm / 齿

n = 铣刀齿数

kW_m = 电机所需功率, kW

kW_s = 主轴所需功率, kW

p = 单位功率, kW / (cm³ · min)

Q = 金属切除率, cm³ / min

T_s = 主轴所需扭矩, N · m

V_c = 切削速度, m / min

F_c = 切削力, N

w = 切削宽度

$$kW_s = \frac{F_c V_c}{60000}$$

$$kW_m = \frac{kW_s}{E}$$

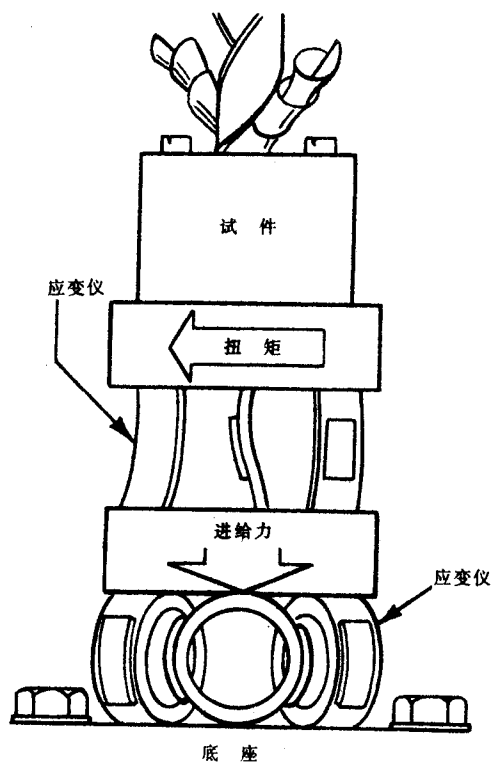
$$Q = \frac{wd_f n \cdot rpm}{1000}$$

$$P = \frac{kW_s}{Q S}$$

$$T_s = \frac{9549 kW_s}{rpm} S$$

17.1—2 铣削时的力和功率

17.1 测定切削加工时的力



D_d = 钻头直径, mm

E = 主轴传动效率

f_r = 进给量, mm/r

kW_s = 主轴所需功率, kW

kW_m = 电机所需功率, kW

P = 单位功率, kW / (cm³/min)

Q = 金属切除率, cm³/min

T_s = 主轴所需扭矩, N·m

V_c = 切削速度, m/min

$$kW_s = \frac{T_s \text{ rpm}}{9549}$$

$$kW_m = \frac{kW_s}{E}$$

$$Q = \frac{\pi D_d^2 f_r \text{ rpm}}{4000}$$

$$P = \frac{kW_s}{Q}$$

$$T_s = 7.5 f_r D_d^2 d_p$$

图 17.1-3 钻削时的力和功率

测定切削加工时需要的功率 17.2

1) 在主轴电机上接瓦特计或电流计。是测量功率最简单实用的方法。当电机满载荷时, 瓦特计可达到很高的精度。刀具所需的功率可由切削时的功率减去空转时的功率算出。

2) 由切削力计算功率。用这一方法时, 必须用图 17.1—1、17.1—2 或 17.1—3 所示的测力仪来测量刀具处的切削力。根据车削测力仪测得的切削力 F_c , 即可算出主轴所需的功率。钻削时主轴所需功率, 可根据图 17.1—3 所示的钻削测力仪测得的扭矩算出。要测定铣削时的功率, 必须用扭矩测力

仪测出扭矩, 根据扭矩计算功率。电机所需功率则可由主轴所需功率除以主轴系统的效率求得。参见图 17.1—1 至 17.1—3 以及列线图 17.2—11。

3) 由单位功率消耗计算功率。切削时所需功率可由表 17.2—3 和图 17.2—1 或表 17.2—4 和图 17.2—2 所列的单位功率消耗来估算。此功率即等于单位功率 ($\text{kW}/\text{cm}^3/\text{min}$) 乘以金属切除率 (cm^3/min), 其方程列于表 17.2—1 和 17.2—2 中。此外, 图 17.2—3 至 17.2—10 的列线图可用以求车削、铣削、钻削和拉削时的功率。

表 17.2—1 车间用的车削、铣削、钻削和拉削的公式

参数	车削	铣削	钻削	拉削
切削速度 m/min	$V_c = \frac{\pi}{1000} D_1 \text{rpm}$	$V_c = \frac{\pi}{1000} D_m \text{rpm}$	$V_c = \frac{\pi}{1000} D_d \text{rpm}$	V_c
每分钟转数	$\text{rpm} = \frac{1000 V_c}{\pi D_1}$	$\text{rpm} = \frac{1000 V_c}{\pi D_m}$	$\text{rpm} = \frac{1000 V_c}{\pi D_d}$	—
进给率 mm/min	$f_m = f_r \text{rpm}$	$f_m = f_r \text{rpm}$	$f_m = f_r \text{rpm}$	—
进给量 $\text{mm}/\text{齿}$	—	$f_t = \frac{f_m}{n \text{rpm}}$	—	f_t
切削时间 min	$t = \frac{L}{f_m}$	$t = \frac{L}{f_m}$	$t = \frac{L}{f_m}$	$t = \frac{L}{1000 V_c}$
金属切除率 cm^3/min	$Q = d f V_c$	$Q = \frac{w d f_m}{1000}$	$Q = \frac{\pi D_d^2}{4000} f_m$	$Q = w d_1 V_c$
主轴所需功率①	$kW_s = QP$	$kW_s = QP$	$kW_s = QP$	—
电机所需功率①	$kW_m = \frac{QP}{E}$	$kW_m = \frac{QP}{E}$	$kW_m = \frac{QP}{E}$	$kW_m = \frac{QP}{E}$
主轴所需扭矩	$T_s = \frac{9549 kW_s}{\text{rpm}}$	$T_s = \frac{9549 kW_s}{\text{rpm}}$	$T_s = \frac{9549 kW_s}{\text{rpm}}$	—

符号: D_1 = 车削工件直径, mm

D_m = 铣刀直径, mm

D_d = 钻头直径, mm

d = 切深, mm

d_1 = 拉削每行程总切深, mm

E = 主轴传动效率

f_m = 进给率, mm/min

f_r = 进给量, mm/r

f_t = 进给量, $\text{mm}/\text{齿}$

kW_m = 电机所需功率, kW

kW_s = 主轴所需功率, kW

L = 切削长度, mm

n = 铣刀齿数

P = 单位功率, $\text{kW}/(\text{cm}^3 \cdot \text{min})$

Q = 金属切除率, cm^3/min

rpm = 工件或刀具每分钟转数

T_s = 主轴所需扭矩, $\text{N} \cdot \text{m}$

t = 切削时间, min

V_c = 切削速度, m/min

W = 切削宽度, mm

① 单位功率 P 的数据参见表 17.2—4 (车削、铣削和钻削) 和图 17.2—2 (拉削)。

17.2 测定切削加工时需要的功率

表 17.2—2 车削、钻削和铣削时的平均单位功率消耗

材料	单位功率 ^① kW/cm ³ /min						
	硬 度 HB	车削 P_t 高速钢和硬质合金 刀具 (进给 0.12~ 0.50mm/r)		钻削 P_d 高速钢钻头 (进给 0.05~ 0.2mm/r)		铣削 P_m 高速钢和硬质合金 刀具 (进给 0.12~ 0.30mm/r)	
		锋利	钝刀	锋利	钝刀	锋利	钝力刀
钢, 锻轧和铸造 碳钢 合金钢 工具钢	85~200	0.050	0.064	0.046	0.059	0.050	0.064
	HRC35~40	0.064	0.77	0.064	0.077	0.068	0.086
	HRC40~50	0.068	0.086	0.077	0.096	0.082	0.100
	HRC50~55	0.091	0.114	0.096	0.118	0.092	0.118
	HRC55~58	0.155	0.191	0.118	0.146 ^②	0.118	0.146
铸铁 灰铸铁、球墨铸铁和可锻铸铁	110~190	0.032	0.041	0.096	0.055	0.027	0.036
	190~320	0.064	0.077	0.073	0.091	0.050	0.064
不锈钢, 锻轧和铸造 铁素体、奥氏体和马氏体	135~275	0.059	0.073	0.050	0.064	0.064	0.077
	HRC30~45	0.064	0.077	0.055	0.068	0.068	0.086
弥散硬化不锈钢	150~450	0.064	0.077	0.055	0.068	0.068	0.086
钛	250~375	0.055	0.068	0.050	0.064	0.050	0.064
高温合金 镍和钴基	200~360	0.114	0.141	0.091	0.114	0.091	0.114
铁基	180~320	0.073	0.091	0.055	0.068	0.073	0.091
耐热合金 钨	321	0.127	0.159	0.118	0.150 ^②	0.132	0.164
钼	229	0.091	0.114	0.073	0.091	0.073	0.091
钨 (钨)	217	0.077	0.096	0.064	0.077	0.068	0.086
钽	210	0.127	0.159	0.096	0.118	0.091	0.114
镍合金	80~360	0.091	0.114	0.082	0.100	0.086	0.109
铝合金	30~150 500kg	0.011	0.014	0.007	0.009	0.015	0.018
镁合金	40~90 500kg	0.007	0.009	0.007	0.009	0.007	0.009
铜	HRB80	0.046	0.055	0.041	0.050	0.046	0.055
铜合金	HRB10~80	0.029	0.036	0.022	0.027	0.029	0.036
	HRB80~100	0.046	0.055	0.036	0.046	0.046	0.055

①驱动主轴的电机所需的功率,以主轴传动效率 80%修正。

②硬质合金。

测定切削加工时需要的功率 17.2

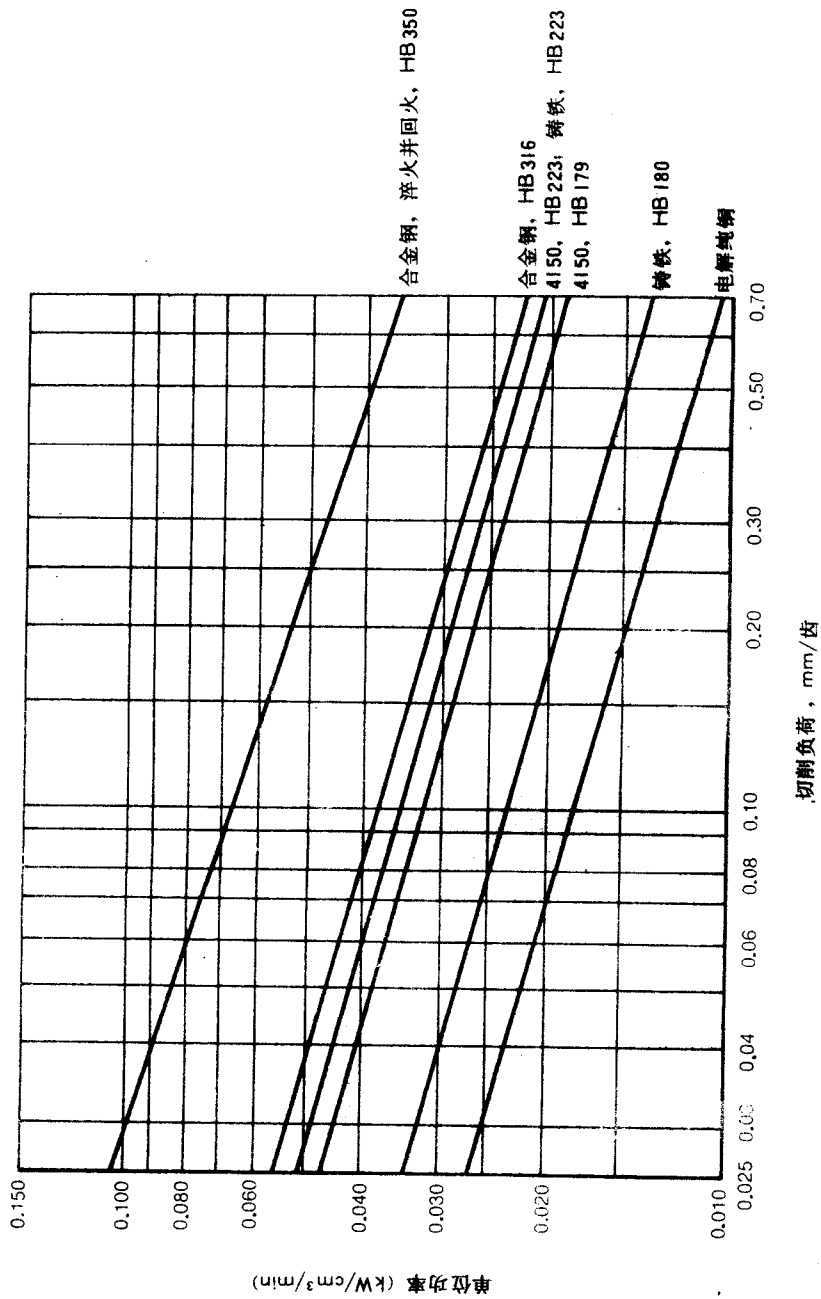
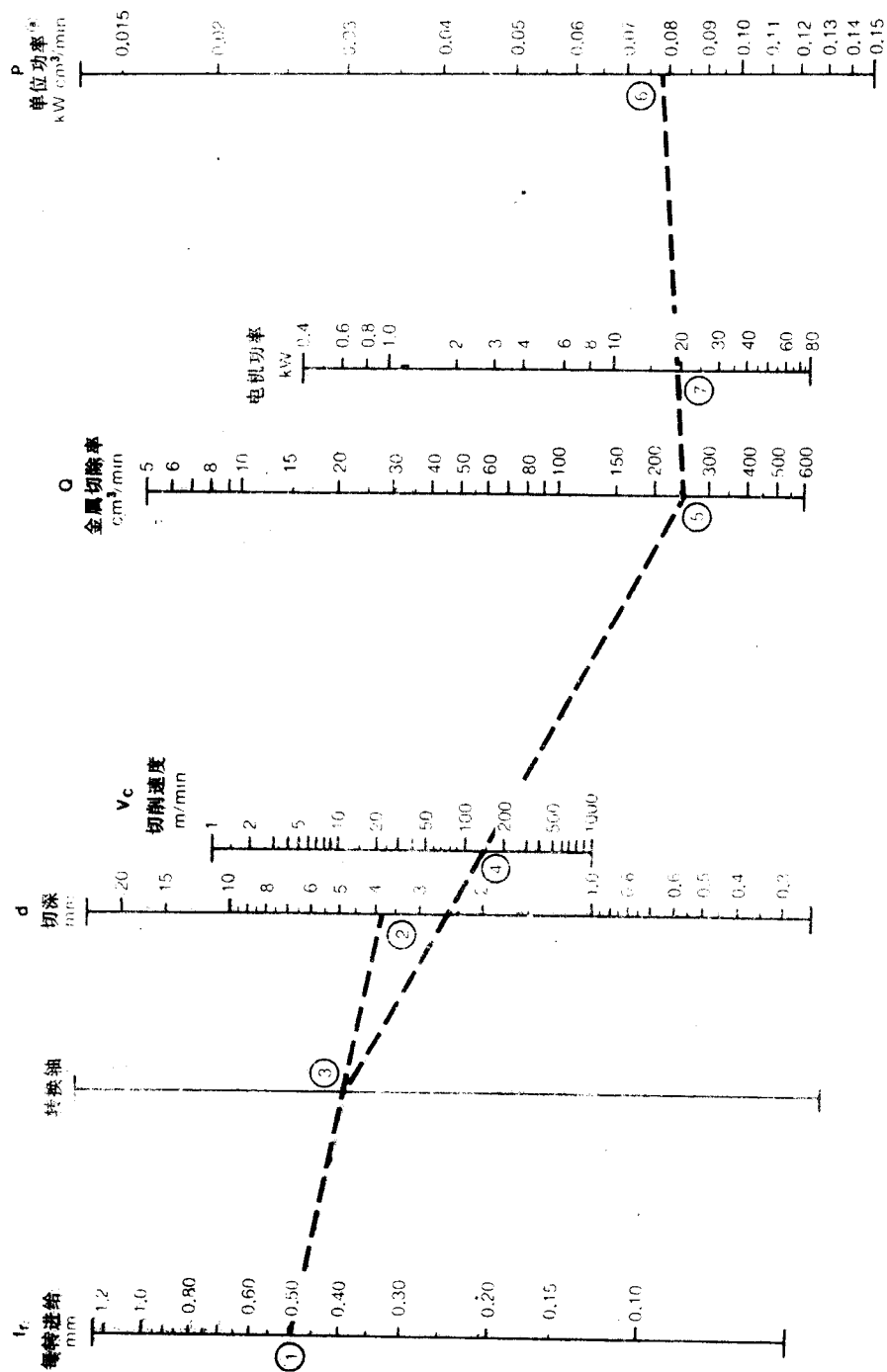


图 17.2-1 用高速钢拉刀拉削表面所需单位功率

17.2 测定切削加工时需要的功率



功率 = 进给 × 切深 × 速度 × 单位功率

求算电机功率:

联接进给①与切深②求得在转换轴上的点③; 联接③

与切削速度⑤求得在金属切除率尺上的点④; 联接点④与

单位功率⑥就可求得电动机功率为 19.02kW

修正

单位功率⑥就可求得电动机功率为 19.02kW

修正

图 17.2-2 求算车削时金属切除率及电机功率的列线图

图例: $f_r = 0.5$ mm

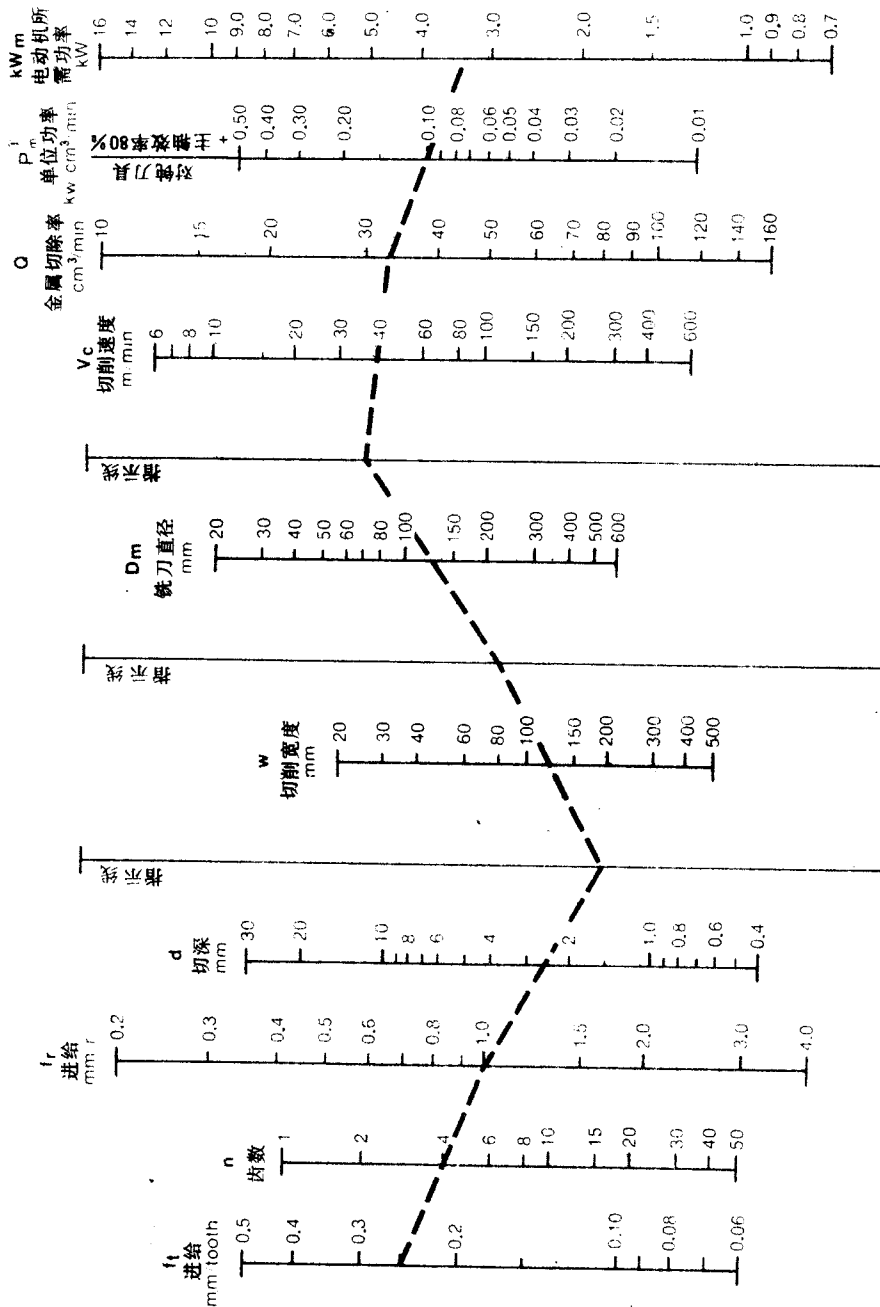
$d = 3.8$ mm

$V_c = 130$ m/min

$P = 0.77$ kW (cm^3/min)

注: ④ 求单位功率表 17.2-2 用钝刀切削时以机床效率 80% 来修正

测定切削加工时需要的功率 17.2



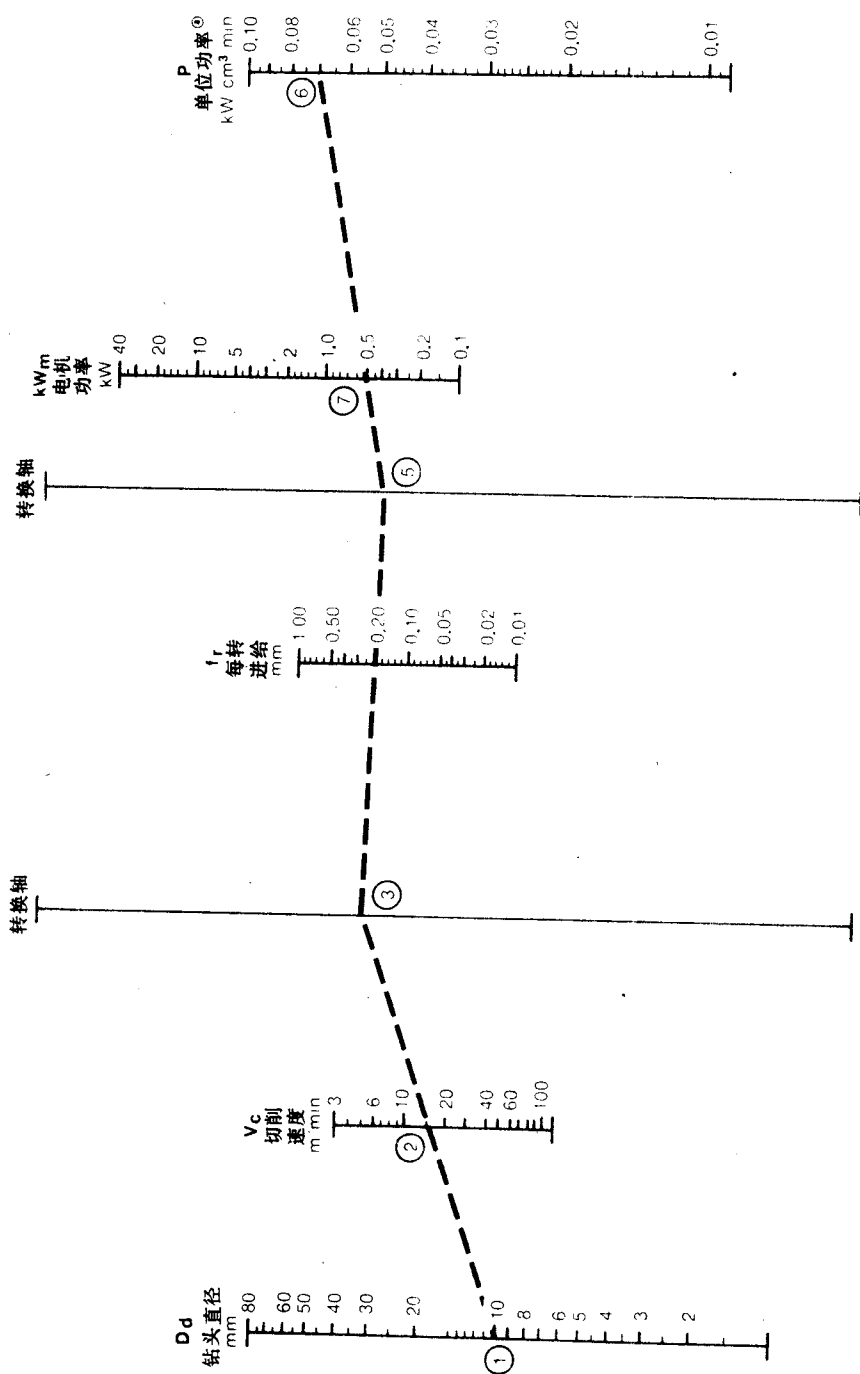
图例: $f_1 = 0.25 \text{ mm/齿}$ $d = 2.5 \text{ mm}$ $V_c = 40 \text{ m/min}$ $Q = 31.8 \text{ cm}^3/\text{min}$ $P_m = 0.1 \text{ kW/(cm}^3 \cdot \text{min)}$ $P = 3.18 \text{ kW}$

$n = 4$ $w = 125 \text{ mm}$ $D_m = 125 \text{ mm}$ $P_m = 0.1 \text{ kW/(cm}^3 \cdot \text{min)}$ $kW_m = 3.18 \text{ kW}$

注: 单位功率值见表 17.2-2

图 17.2-3 求算端铣时金属切除率和电机功率的列线图

17.2 测定切削加工时需要的功率



图例: $D_d = 10\text{mm}$

$f_r = 0.2\text{mm}$

$V_c = 15\text{m/min}$ $P = 0.07\text{kW}/(\text{cm}^3/\text{min})$

求电动机功率:

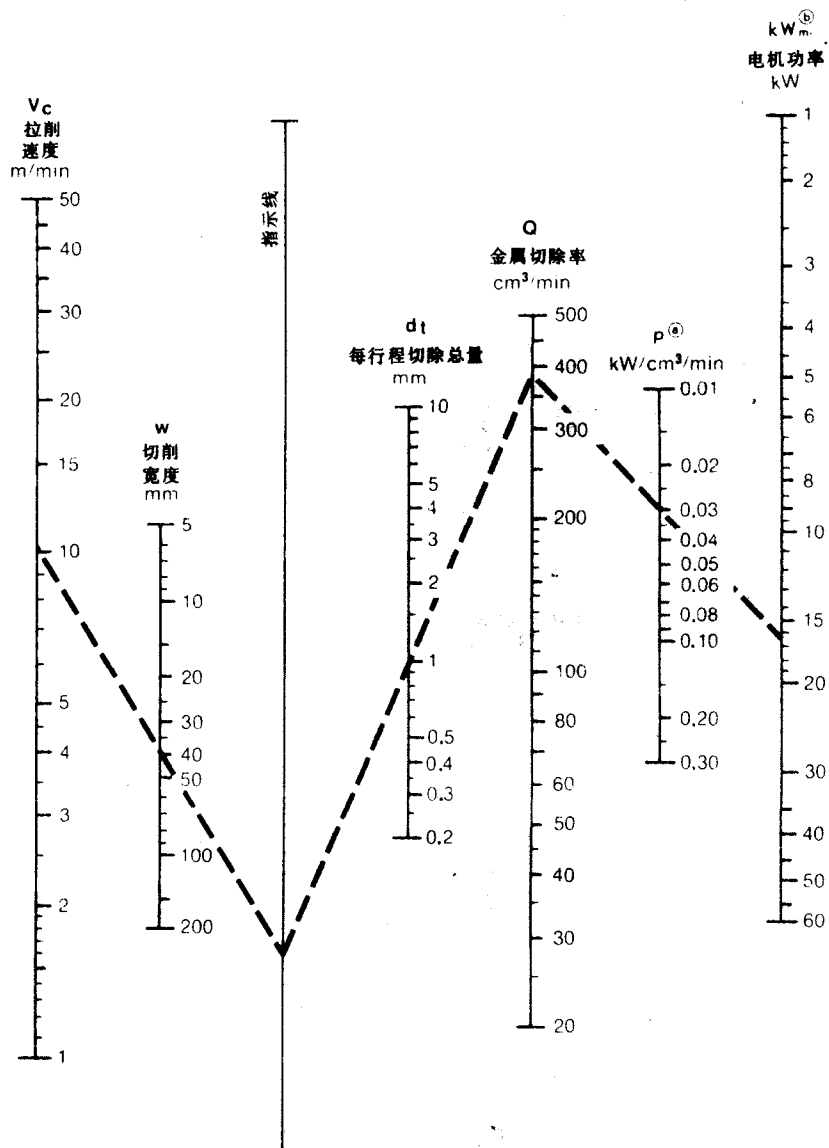
联接钻头直径①和切削速度②求得转换轴上的点③;

联接③和进给④, 求得转换轴上的点⑤; 联接⑤与单位功

率⑥, 即在点⑦求得电动机功率 0.53kW

图 17.2-4 求算钻削时电机功率的列线图

测定切削加工时需要的功率 17.2



图例：材料：铸铁——高速钢刀具

切削负荷 0.13mm/齿 $w = 38\text{mm}$

$V_c = 10\text{m/min}$ $Q = 380\text{cm}^3/\text{min}$

$d_t = 1\text{mm}$

$p_m = 16.3\text{kW}$

$Q = V_c w d_t \text{ cm}^3/\text{min}$

$P_m = \frac{Q P}{E} = \frac{Q P}{0.7}$

$P = 0.03\text{kW}/(\text{cm}^3 \cdot \text{min})$

注：① 单位功率值见图 17.2-1。② 电机功率 kW_m 按传动效率 70% 计算。

图 17.2-5 求算用高速钢拉刀拉削表面时的金属切除率和电机功率的列线图。

17.2 测定切削加工时需要的功率

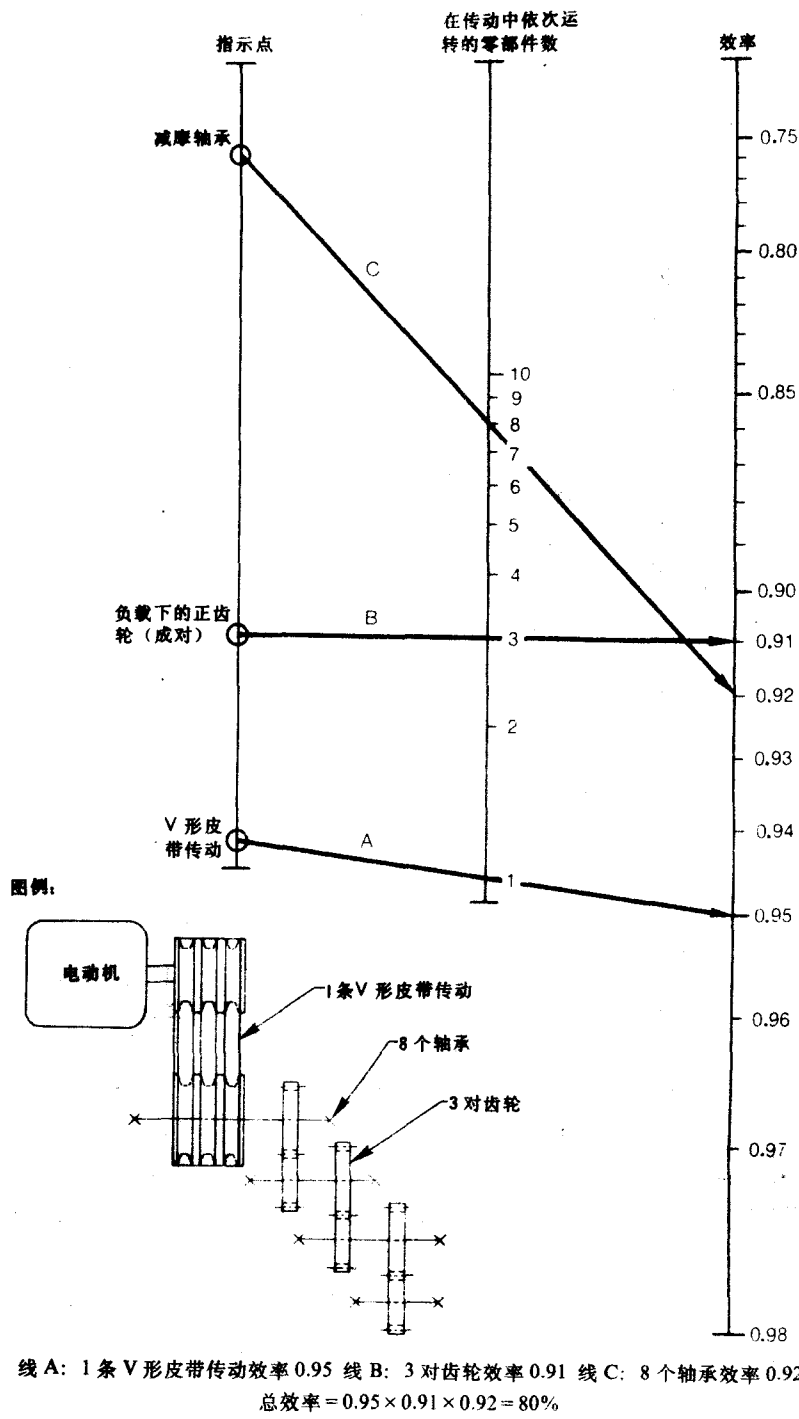


图 17.2-6 求主轴传动效率的列线图

估算车削时的力 17.3

在表 17.3-1、17.3-2 中所列的车削力是根据经验数据的系统分析所得；这些数值只能用作起点。多数数据是从下列资料中得来的：

Kaczmarek, J.1976, "Principles of machining by cutting abraision and erosion", Stevenage, England: Peter Peregrinus Ltd.

Konig W. and Essel K.1973, "Cutting force data for the machining of metallic materials" Dusseldorf, West Germany: Verlag Stahleisen

Kronenberg, M.1966, "Machining science and application", Oxford, England: Pergamon Press

Zorev, N.N.1966, "Metal cutting mechanics", Oxford, England: Pergamon Press

Metcut Research Associates Inc. Internal reports

本节中所用到的力如下：

切向力或切削力 F_t

径向力 F_r

进给力 F_f

表 17.3-1 到 17.3-3 所列数值表示单位切深为 1 in (25mm) 时的切削力。估算切削力 (lb) 时，可把表中数值乘以切深 (in)。(如要换算成牛顿 (N)，这个力 (lb) 还得乘 4.48222)

例：材料：钢, HB175

前角： -5°

导角 (SCEA)： 15°

进给：0.015 in / r

切深：0.250 in

从切削力表中查得下列数值：

$F_t = 4890$, $F_r = 1648$, $F_f = 2500$ 。在此例中力的计算如下：

切向力或切削力 = $4890 \times 0.250 = 1223 \text{ lb}$

径向力 = $1650 \times 0.250 = 413 \text{ lb}$

进给力 = $2500 \times 0.250 = 625 \text{ lb}$

表 17.3-1 单位切深为 1 in 时的车削力

(表中数据按硬质合金刀具用 80~200 ft / min 的车削速度得出的) (1 in = 25.4 mm, 1 lb = 0.45 kg)

材料和硬度	刀具前角 ($^\circ$)	进给 in / r	导角： 0°			导角： 15°			导角： 30°			导角： 45°		
			F_t	F_r	F_f	F_t	F_r	F_f	F_t	F_r	F_f	F_t	F_r	F_f
			lb	lb	lb	lb	lb	lb	lb	lb	lb	lb	lb	lb
铸铁 HB260~ 320	+5~ +10	0.005	2061	598	1383	2078	602	1407	2133	614	1487	2238	638	1647
		0.010	3498	1050	1947	3527	1057	1980	3619	1078	2094	3798	1120	2320
		0.015	4766	1460	2378	4806	1470	2420	4932	1500	2558	5175	1558	2835
		0.020	5936	1884	2742	5985	1856	2790	6142	1895	2950	6445	1968	3268
		0.025	7038	2211	3062	7096	2225	3116	7282	2272	3293	7640	2360	3648
		0.030	8088	2564	3350	8155	2580	3410	8370	2634	3603	8780	2736	3992
		0.040	10074	3240	3862	10157	3260	3930	10424	3328	4153	10937	3457	4602
		0.050	11944	3883	4312	12043	3908	4388	12358	3990	4637	12966	4144	5138
	-5~ -10	0.005	2680	1016	2418	2702	1023	2461	2773	1044	2600	2910	1084	2882
		0.010	4548	1785	3407	4585	1796	3467	4706	1833	3664	4937	1904	4060
		0.015	6197	2480	4162	6248	2497	4236	6412	2548	4476	6727	2648	4960
		0.020	7718	3135	4798	7780	3155	4882	7985	3220	5160	8378	3345	5717
		0.025	9150	3758	5357	9226	3783	5450	9467	3860	5760	9933	4010	6383
		0.030	10516	4358	5862	10603	5387	5965	10880	4478	6304	11416	4650	6985
		0.040	13097	5507	6757	13205	5543	6876	13550	5657	7267	14218	5876	8052
		0.050	15528	6602	7544	15656	6645	7677	16066	6782	8113	16857	7044	8990

17.3 估算车前时的力

表 17.3-2 单位切深为 1in 时的车削力

(表中数据按硬质合金刀具用 $200 \sim 600 \text{ ft/min}$ 的车削速度得出的)($1 \text{ in} = 25.4 \text{ mm}, 1 \text{ lb} = 0.45 \text{ kg}$)

材料和硬度	刀具前角 (°)	进给 in/r	导角: 0°			导角: 15°			导角: 30°			导角: 45°		
			F_t lb	F_f lb	F_p lb	F_t lb	F_f lb	F_p lb	F_t lb	F_f lb	F_p lb	F_t lb	F_f lb	F_p lb
铸铁 HB160~200	+5~-10	0.005	1195	340	800	1204	343	813	1232	350	857	1288	362	946
		0.010	2056	608	1140	2070	610	1160	2120	623	1224	2216	644	1350
		0.015	2824	852	1405	2845	857	1430	2913	873	1507	3044	903	1663
		0.020	3538	1082	1629	3564	1088	1657	3650	1108	1747	3814	1147	1928
		0.025	4213	1303	1827	4245	1310	1858	4347	1335	1960	4542	1380	2162
		0.030	4860	1517	2006	4897	1525	2040	5014	1554	2152	5240	1607	2375
铸铁 HB160~200	-5~-10	0.040	6088	1927	2326	6134	1938	2365	6280	1974	2494	6563	2042	2753
		0.050	7250	2320	2608	7305	2334	2653	7480	2377	2797	8716	2458	3087
		0.005	1555	590	1400	1566	593	1424	1604	604	1502	1676	625	1658
		0.010	2675	1050	2000	2695	1056	2034	2760	1075	2145	2884	1112	2367
		0.015	3675	1470	2463	3703	1480	2505	3790	1507	2640	3962	1558	2915
		0.020	4603	1868	2855	4638	1880	2903	4750	1914	3062	4963	1980	3378
铸铁 HB200~260	+5~-10	0.025	5482	2250	3202	5523	2263	3256	5656	2304	3434	5910	2385	3790
		0.030	6323	2618	3516	6371	2634	3576	6524	2683	3770	6817	2775	4160
		0.040	7920	3327	4076	7980	3346	4145	8172	3408	4370	8540	3526	4824
		0.050	9433	4006	4570	9504	4030	4648	9732	4104	4902	10170	4246	5410
		0.005	1636	474	1097	1649	477	1116	1692	486	1180	1775	505	1306
		0.010	2780	833	1546	2804	838	1573	2876	856	1662	3016	888	1840
铸铁 HB200~260	-5~-10	0.015	3793	1160	1890	3824	1167	1924	3923	1190	2032	4114	1236	2250
		0.020	4727	1466	2180	4765	1476	2218	4890	1506	2344	5127	1563	2596
		0.025	5607	1758	2435	5653	1770	2478	5800	1806	2618	6080	1875	2900
		0.030	6447	2040	2665	6500	2054	2712	6668	2096	2866	6993	2176	3174
		0.040	8034	2580	3073	8100	2597	3128	8310	2650	3305	8715	2750	3660
		0.050	9530	3095	3433	9608	3115	3493	9858	3178	3690	10338	3300	4088
铸铁 HB200~260	+5~-10	0.005	2126	806	1918	2143	811	1952	2200	828	2062	2306	860	2284
		0.010	3614	1418	2704	3644	1427	2752	3738	1457	2908	3920	1512	3220
		0.015	4930	1974	3306	4970	1987	3364	5098	2027	3555	5347	2104	3938
		0.020	6144	2495	3813	6194	2511	3880	6355	2563	4100	6664	2660	4540
		0.025	7288	2993	4258	7348	3012	4334	7538	3074	4578	7905	3190	5072
		0.030	8380	3473	4660	8448	3495	4743	8668	3566	5012	9090	3703	5552
铸铁 HB200~260	-5~-10	0.040	10444	4390	5375	10530	4418	5470	10803	4508	5780	11328	4680	6402
		0.050	12390	5266	6004	12490	5300	6110	12815	5408	6456	13438	5615	7150

表 17.3-3 单位切深为 1 in 时的车削力
(表中数据按硬质合金刀具用 $300 \sim 600 \text{ ft/min}$ 的车削速度得出的)($1 \text{ in} = 25.4 \text{ mm}, 1 \text{ lb} = 0.45 \text{ kg}$)

材料和硬度	刀具前角 (°)	进给 in/r	导角: 0°			导角: 15°			导角: 30°			导角: 45°		
			F_t lb	F_r lb	F_f lb	F_t lb	F_r lb	F_f lb	F_t lb	F_r lb	F_f lb	F_t lb	F_r lb	F_f lb
钢 HB135~200	+5~+10	0.005	1853	541	1116	1870	552	1146	1928	588	1244	2038	662	1449
		0.010	3062	725	1324	3092	740	1360	3186	788	1476	3369	886	1719
		0.015	4108	860	1463	4148	877	1502	4274	934	1630	4520	1050	1900
		0.020	5060	970	1570	5110	990	1612	5265	1055	1750	5567	1186	2039
		0.025	5950	1066	1660	6006	1088	1703	6190	1158	1850	6545	1303	2155
	-5~-10	0.030	6790	1150	1736	6855	1174	1782	7064	1250	1934	7469	1407	2254
		0.040	8365	1300	1863	8444	1326	1912	8702	1412	2076	9200	1588	2420
		0.050	9832	1427	1968	9927	1456	2020	10230	1550	2194	10816	1744	2556
		0.005	2136	860	1646	2155	873	1682	2215	914	1804	2333	996	2054
		0.010	3582	1285	2112	3614	1304	2160	3715	1365	2316	3911	1488	2037
钢 HB200~325	+5~+10	0.015	4846	1624	2444	4890	1648	2500	5027	1726	2680	5293	1880	3050
		0.020	6006	1918	2711	6060	1946	2772	6230	2038	2973	6560	2220	3384
		0.025	7093	2182	2938	7156	2215	3004	7358	2318	3222	7747	2526	3668
		0.030	8127	2425	3138	8198	2460	3208	8430	2577	3440	8875	2807	3917
		0.040	10070	2864	3480	10160	2906	3558	10446	3043	3816	11000	3315	4344
	-5~-10	0.050	11895	3258	3772	12000	3306	3856	12338	3462	4135	12990	3771	4708
		0.005	1942	497	1183	1960	504	1213	2015	529	1313	2121	577	1522
		0.010	3256	738	1429	3285	748	1466	3378	785	1587	3556	856	1838
		0.015	4405	929	1596	4444	943	1638	4570	988	1773	4812	1078	2054
		0.020	5460	1095	1727	5508	1111	1772	5662	1165	1918	5963	1270	2222
钢 HB200~325	+5~+10	0.025	6447	1243	1836	6504	1262	1882	6688	1323	2038	7042	1443	2362
		0.030	7386	1380	1930	7452	1400	1980	7662	1467	2142	8067	1600	2483
		0.040	9153	1625	2088	9234	1650	2140	9494	1728	2318	9997	1886	2686
		0.050	10810	1845	2218	10905	1872	2275	11212	1963	2463	11806	2142	2854
	-5~-10	0.005	2192	1040	1842	2214	1058	1888	2285	1117	2038	2422	1235	2350
		0.010	3592	1478	2262	3628	1504	2318	3743	1587	2503	3968	1754	2886
		0.015	4795	1815	2551	4842	1846	2614	4997	1948	2823	5297	2154	3256
		0.020	5885	2100	2779	5945	2136	2848	6134	2254	3075	6502	2491	3546
		0.025	6900	2350	2969	6969	2390	3042	7191	2523	3285	7623	2790	3788
钢 HB200~325	-5~-10	0.030	7857	2578	3134	7936	2622	3212	8199	2567	3468	8680	3058	4000
		0.040	9644	2982	3414	9740	3033	3498	10052	3200	3777	10655	3538	4356
		0.050	10306	3338	3647	11420	3395	3737	11784	3584	4036	12490	3962	4654

17.4 估算钻削时的扭矩和推力 (进给力)

表 17.4-1 和 17.4-2 是钻削扭矩和进给力值的数表, 其计算公式取自 M.C.Shaw 和 C.J.Oxford Jr. 的论文《关于金属钻削, 2—钻削时的扭矩与进给力》见 ASME 会刊 79 (1957 年 1 月) 139~148 页。

例: 求钻削硬度为 HB200 钢料时的扭矩和进给力, 钻头直径为 12mm, 标准磨法, 进给为 0.15mm/r。

在标准钻头的表中, 查钢的硬度为 HB200 栏中对准直径为 12mm 的一行且进给为 0.15mm 时, 知扭矩为 14.00N·m, 进给力为 3270N。

表 17.4-1 用米制标准钻头钻孔时的扭矩和进给力

材料和硬度	进给 mm/r	扭矩 N.m										进给力 N							
		钻头直径 mm										钻头直径 mm							
		3	6	12	18	25	30	35	50	3	6	12	18	25	30	35	50		
钢 HB200	0.013	0.16	—	—	—	—	—	—	—	196	—	—	—	—	—	—	—		
	0.025	0.28	0.96	—	—	—	—	—	—	289	578	—	—	—	—	—	—		
	0.050	0.50	1.70	5.88	—	—	—	—	—	454	863	1700	—	—	—	—	—		
	0.075	0.68	2.37	8.02	—	—	—	—	—	602	1139	2126	—	—	—	—	—		
	0.102	0.90	2.94	10.17	—	—	—	—	—	7406	1352	2527	3700	—	—	—	—		
	0.15	1.24	4.07	14.00	20.68	47	70	97	162	1000	1793	3270	4706	6085	7504	9030	12437		
	0.20	—	5.08	17.6	28.59	59	88	122	203	—	2206	3963	5636	7246	8883	10622	14439		
	0.25	—	6.10	21	36	70	105	146	243	—	2598	4622	6534	8345	10195	12135	16343		
	0.36	—	—	24	43	81	121	168	281	—	—	5258	7393	9408	11454	13585	18171		
	0.40	—	—	29	50	97	145	201	336	—	—	6170	8625	10934	13271	15676	20804		
	0.50	—	—	37	60	123	182	253	423	—	—	7613	10578	13349	16143	18989	24972		
	0.65	—	—	—	75	147	218	303	506	—	—	—	15644	18876	21692	28936	32739		
	0.75	—	—	—	—	—	—	—	653	—	—	—	—	—	—	—	—		
钢 HB300	0.013	0.21	—	—	—	—	—	—	—	249	—	—	—	—	—	—	—		
	0.025	0.36	1.24	—	—	—	—	—	—	374	750	—	—	—	—	—	—		
	0.050	0.63	2.15	7.57	—	—	—	—	—	587	1117	2197	—	—	—	—	—		
	0.075	0.88	3.05	10.4	—	—	—	—	—	778	1441	2749	—	—	—	—	—		
	0.102	1.01	3.73	13.1	26.7	—	—	—	—	946	1303	3263	4782	—	—	—	—		
	0.15	1.53	5.20	18.1	36.9	60.4	89.9	125	208	1290	2318	4226	6081	7860	9693	11663	16063		
	0.20	—	6.55	22.8	46.4	76.0	113	157	263	—	2847	5120	7291	9359	11476	13718	18651		
	0.25	—	7.90	27.2	55.6	91	135	188	314	—	3354	5970	8443	10782	13171	15671	21107		
	0.36	—	—	31.5	64.3	105	157	217	363	—	—	6788	9546	12153	14800	17548	23469		
	0.40	—	—	37.7	76.8	126	187	299	434	—	—	7967	11138	14123	17143	20248	26872		
	0.50	—	—	47.5	96.7	158	236	327	547	—	—	9835	13660	17241	20853	24527	32254		
	0.65	—	—	—	—	189	282	391	654	—	—	—	—	20208	24380	28593	37374		
	0.75	—	—	—	—	—	—	—	756	—	—	—	—	—	—	—	42289		

估算钻削时的扭矩和推力 (进给力) 17.4

(续)

材料和 硬度	进给 mm/r	扭矩 N·m										进给力 N									
		钻头直径 mm										钻头直径 mm									
		3	6	12	18	25	30	35	50	75	100	3	6	12	18	25	30	35	50	75	100
钢 HB400	0.013	0.23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	276	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0.025	0.40	1.36	—	—	—	—	—	—	—	—	409	823	—	—	—	—	—	—	—	—
	0.050	0.70	2.37	8.24	—	—	—	—	—	—	—	643	1219	2411	—	—	—	—	—	—	—
	0.075	0.96	3.28	11.4	—	—	—	—	—	—	—	854	1579	3016	—	—	—	—	—	—	—
	0.102	1.24	4.18	14.4	—	—	—	—	—	—	—	1050	1918	3581	5245	—	—	—	—	—	—
	0.15	1.69	5.76	19.9	40.4	66.2	98.7	137	229	—	—	1415	2540	4630	6668	8630	10631	12793	17619	—	—
	0.20	—	7.23	25.1	50.9	83.5	124	173	288	—	—	—	3123	5614	7993	10262	12584	15048	20453	—	—
	0.25	—	8.58	29.9	60.9	99.8	148	206	344	—	—	—	3679	6548	9257	11828	14443	17188	23149	—	—
	0.36	—	—	34.6	70.5	115	172	239	398	—	—	—	7446	—	10471	13327	16227	19247	25724	—	—
	0.40	—	—	41.3	84.2	138	205	285	476	—	—	—	—	8741	12219	15489	18803	22210	29469	—	—
	0.50	—	—	52.0	106	174	259	359	600	—	—	—	—	10787	14982	18910	22873	26898	35377	—	—
	0.65	—	—	—	—	208	309	429	717	—	—	—	—	—	—	22161	26743	31360	40990	—	—
	0.75	—	—	—	—	—	—	—	829	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46395	—	—
铝合金	0.013	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0.025	0.08	0.28	—	—	—	—	—	—	—	—	84.5	169	—	—	—	—	—	—	—	—
	0.050	0.15	0.49	1.69	—	—	—	—	—	—	—	133	251	494	—	—	—	—	—	—	—
	0.075	0.20	0.68	2.37	—	—	—	—	—	—	—	173	325	—	—	—	—	—	—	—	—
	0.102	0.25	0.86	2.94	—	—	—	—	—	—	—	218	396	738	1080	—	—	—	—	—	—
	0.15	0.35	1.19	4.07	8.36	13.7	20.3	28.2	47.0	—	—	294	525	952	1370	1775	2188	2633	3625	—	—
	0.20	—	1.47	5.20	10.5	17.2	25.5	35.5	59.3	—	—	—	645	1157	1646	2113	2593	3096	4212	—	—
	0.25	—	1.81	6.21	12.5	20.6	30.6	42.5	71	—	—	—	756	1348	1904	2433	2976	3541	4768	—	—
	0.36	—	—	7.11	14.5	23.7	35.4	49.1	82	—	—	—	—	1535	2157	2745	3241	3963	5298	—	—
	0.40	—	—	8.47	17.4	28.3	42.2	58.8	98	—	—	—	—	1797	2518	3189	3870	4573	6097	—	—
	0.50	—	—	10.7	21.8	35.8	53.2	73.9	124	—	—	—	—	2220	3087	3892	4710	5538	7282	—	—
	0.65	—	—	—	—	42.7	63.6	88.4	148	—	—	—	—	—	—	4564	5507	6454	8438	—	—
	0.75	—	—	—	—	—	—	—	171	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9550	—	—
镁合金	0.013	0.023	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0.025	0.045	0.158	—	—	—	—	—	—	—	—	49	98	—	—	—	—	—	—	—	—
	0.050	0.079	0.282	0.971	—	—	—	—	—	—	—	75	142	285	—	—	—	—	—	—	—
	0.075	0.113	0.384	1.34	—	—	—	—	—	—	—	102	187	356	—	—	—	—	—	—	—
	0.102	0.147	0.486	1.69	—	—	—	—	—	—	—	125	227	423	618	—	—	—	—	—	—
	0.15	0.192	0.678	2.37	4.75	7.80	11.64	16.16	26.9	—	—	147	262	485	703	912	1130	1366	1900	—	—
	0.20	—	0.874	2.94	5.99	9.83	14.6	20.3	33.9	—	—	—	369	658	939	1210	1481	1770	2406	—	—
	0.25	—	1.02	3.50	7.23	11.8	17.5	24.3	40	—	—	—	431	770	1090	1392	1700	2024	2722	—	—
	0.36	—	—	4.07	8.25	13.6	20.2	28.2	46.9	—	—	—	—	876	1232	1568	1908	2264	3029	—	—
	0.40	—	—	4.86	10.1	16.3	24.2	33.6	56	—	—	—	—	1028	1437	1824	2210	2610	3470	—	—
	0.50	—	—	6.10	12.4	20.5	30.4	42.3	70.5	—	—	—	—	1268	1761	2224	2691	3163	4164	—	—
	0.65	—	—	—	—	24.4	36.4	50.5	84.3	—	—	—	—	—	—	2607	3145	3688	4822	—	—
	0.75	—	—	—	—	—	—	—	97.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5458	—	—