

4	3.9	—	—	—	—	4	32	15.0	30.0	31.7	31.75	31.93	32
5	4.8	—	—	—	—	5	35	20.0	33.0	34.7	34.75	34.93	35
6	5.8	—	—	—	—	6	38	20.0	36.0	37.7	37.75	37.93	38
8	7.8	—	—	—	7.96	8	40	25.0	38.0	39.7	39.75	39.93	40
10	9.8	—	—	—	9.96	10	42	25.0	40.0	41.7	41.75	41.93	42
12	11.0	—	—	—	11.85	12	45	25.0	43.0	44.7	44.75	44.93	45
13	12.0	—	—	—	12.85	13	48	25.0	46.0	47.7	47.75	47.93	48
14	13.0	—	—	—	13.85	14	50	25.0	48.0	49.7	49.75	49.93	50
15	14.0	—	—	—	14.85	15	60	30	55.0	59.5	59.5	59.9	60
16	15.0	—	—	—	15.85	16	70	30	65.0	69.5	69.5	69.9	70
18	17.0	—	—	—	17.85	18	80	30	75.0	79.5	79.5	79.9	80
20	18.0	—	19.8	19.8	19.94	20	90	30	80.0	89.3	—	89.9	90
22	20.0	—	21.8	21.8	21.94	22	100	30	80.0	99.3	—	99.8	100
24	22.0	—	23.8	23.8	23.94	24	120	30	80.0	119.3	—	119.8	120
25	23.0	—	24.8	24.8	24.94	25	140	30	80.0	139.3	—	139.8	140
26	24.0	—	25.8	25.8	25.94	26	160	30	80.0	159.3	—	159.8	160
28	26.0	—	27.8	27.8	27.94	28	180	30	80.0	179.3	—	179.8	180

注：在铸铁加工直径为30mm与32mm的孔用 $\phi 28$ 与 $\phi 30$ 钻头钻一次。

表 2-4 H8 孔加工方式及余量变

(单位：mm)

加工孔 的直径	直径					加工孔的 直径	直径				
	钻		用车刀 镗以后	扩孔钻	铰 H8		钻		用车刀镗以后	扩孔钻	铰 H8
	第一次	第二次					第一次	第二次			
3	2.9	—	—	—	3	30	15.0	28.0	29.8	29.8	30
4	3.9	—	—	—	4	32	15.0	30.0	31.7	31.75	32
5	4.8	—	—	—	5	35	20.0	33.0	34.7	34.75	35
6	5.8	—	—	—	6	38	20.0	36.0	37.7	37.75	38
8	7.8	—	—	—	8	40	25.0	38.0	39.7	39.75	40
10	9.8	—	—	—	10	42	25.0	40.0	41.7	41.75	42
12	11.0	—	—	—	12	45	25.0	43.0	44.7	44.75	45
13	12.0	—	—	—	13	48	25.0	46.0	47.7	47.75	48
14	13.0	—	—	—	14	50	25.0	48.0	49.7	49.75	50
15	14.0	—	—	—	15	60	30	55.0	59.5	—	60
16	15.0	—	—	15.85	16	70	30	65.0	69.5	—	70
18	17.0	—	—	17.85	18	80	30	75.0	79.5	—	80
20	18.0	—	19.8	19.8	20	90	30	80.0	89.3	—	90
加工孔 的直径	直径					加工孔的 直径	直径				
	钻		用车刀 镗以后	扩孔钻	铰 H8		钻		用车刀镗以后	扩孔钻	铰 H8
	第一次	第二次					第一次	第二次			
22	20.0	—	21.8	21.8	22	100	30	80.0	99.3	—	100
24	22.0	—	23.8	23.8	24	120	30	80.0	119.3	—	120
25	23.0	—	24.8	24.8	25	140	30	80.0	139.3	—	140
26	24.0	—	25.8	25.8	26	160	30	80.0	159.3	—	160
28	26.0	—	27.8	27.8	28	180	30	80.0	179.3	—	180

注：在铸铁是加工直径为30mm与32mm的孔可用 $\phi 28$ 与 $\phi 30$ 钻头钻一次。

表 2-5 按 H8 与 H7 级精度已预先铸出或热冲出的孔

(单位: mm)

加工孔的直径	直径					加工孔的直径	直径				
	粗镗		半精镗	粗铰或二次精镗	精铰或精镗		粗镗		半精镗	粗铰或二次精镗	精铰或精镗
	一次	二次					一次	二次			
30	—	28.0	29.8	29.93	30	105	100	103.0	104.3	104.8	105
32	—	30.0	31.7	31.93	32	110	105	108.0	109.3	109.8	110
35	—	33.0	34.7	34.93	35	115	110	113.0	114.3	114.8	115
38	—	36.0	37.7	37.93	38	120	115	118.0	119.4	119.8	120
40	—	38.0	39.7	39.93	40	125	120	123.0	124.3	124.8	125
42	—	40.0	41.7	41.93	42	130	125	128.0	129.3	129.8	130
45	—	43.0	44.7	44.93	45	135	130	133.0	134.3	134.8	135
48	—	46.0	47.7	47.93	48	140	135	138.0	139.3	139.8	140
50	45	48.0	49.7	49.93	50	145	140	143.0	144.3	144.8	145
52	47	50.0	51.7	51.93	52	150	145	148.0	149.3	149.8	150
55	51	53.0	54.5	54.92	55	155	150	153.0	154.3	154.8	155
58	54	56.0	57.5	57.92	58	160	155	158.0	159.3	159.8	160
60	56	58.0	59.5	59.95	60	165	160	163.0	164.3	164.8	165
62	58	60.0	61.5	61.92	62	170	165	168.0	169.3	169.8	170
65	61	63.0	64.5	64.92	65	175	170	173.0	174.3	174.8	175
68	64	66.0	67.5	67.90	68	180	175	178.0	179.3	179.8	180
70	66	68.0	69.5	69.90	70	185	180	183.0	184.3	184.8	185
72	68	70.0	71.5	71.90	72	190	185	188.0	189.3	189.8	190
75	71	73.0	74.5	74.90	75	195	190	193.0	194.3	194.8	195
78	74	76.0	77.5	77.90	78	200	194	197.0	199.3	199.8	200
80	75	78.0	79.5	79.90	80	210	204	207.0	209.3	209.8	210
82	77	80.0	81.3	81.85	82	220	214	217.0	219.3	219.8	220
85	80	83.0	84.3	84.85	85	250	244	247.0	249.3	249.8	250
88	83	86.0	87.3	87.85	88	280	274	277.0	279.3	279.8	280
90	85	88.0	89.3	89.85	90	300	294	297.0	299.3	299.8	300
92	87	90.0	91.3	91.85	92	320	314	317.0	319.3	319.8	320
95	90	93.0	94.3	94.85	95	350	342	347.0	349.3	349.8	350
98	93	96.0	97.3	97.85	98	380	372	377.0	379.3	379.75	380
100	95	98.0	99.3	99.85	100	400	392	397.0	399.3	399.75	400

注：1.如果铸出的孔有很大的加工余量时，则第一次粗镗可分为两次或多次粗镗。

2.如果只进行一次半精镗，则其加工余量为表中“半精镗”和“粗铰或二次半精镗”加工余量之和。

2.2.3 加工路线的确定

在数控机床上加工零件,特别是在加工中心上加工零件,每道工序的加工路线的确定都是非常重要的,因为它不仅与被加工零件表面粗糙有关,而且与尺寸精度和位置精度都有关系.过长的加工路线还会影响机床的寿命、刀具的寿命等。确定加工路线就是要确定刀具运动轨迹和运动方向（即编程轨迹和运动方向）。

1、孔加工路线的确定

图 2-2 是精镗 $4-\phi 30H7$ 孔的示意图,由于孔的位置精度要求较高,因此安排镗孔路线问题就显得比较重要,安排不当就有可能把坐标轴的反向间隙带入,直接影响孔的位

置精度。

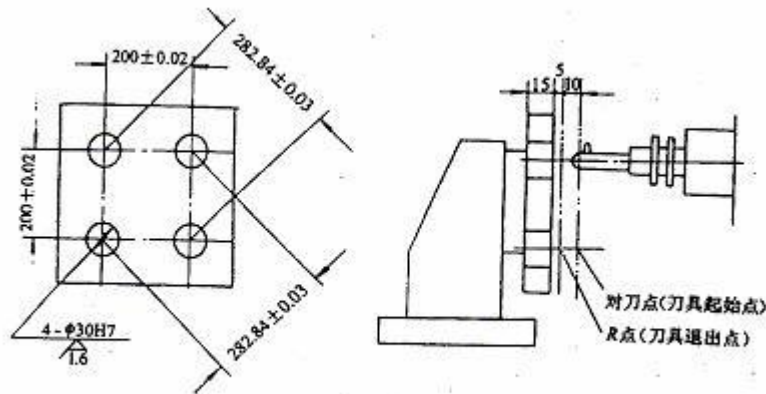


图 2-2 镗孔示意图

图 2-3 是图 2-2 的加工路线示意图。从图中不难看出方案 a 由于 IV 与 I、II、III 孔的定位方向相反，无疑 x 向的间隙会使定位误差增加，而影响 IV 孔与 III 孔的位置精度。方案 b 是当加工完 III 孔后没有直接在 IV 孔处定位，而是多运动了一段距离，然后折回来在 IV 处进行定位，这样 I、II、III 和 IV 孔的定位方向是一致的，IV 孔就可以避免反向间隙误差的引入。从而提高了 III 孔和 IV 孔的孔距精度。

- 2、铣削内外圆时加工路线的确定 铣削整圆时，要安排刀具从切向进入圆周铣削加工，当整圆加工完毕后，不要在切点处取消刀补和退刀，要安排一段沿切线方向继续运动的距离。这样可以避免在取消刀补时，刀具与工件相撞而造成工件与刀具报废。铣刀外圆加工路线见图 2-4 所示。当铣内圆时也应遵循从切向切入的方法。最好安从圆弧过度到圆弧的加工路线。切出时也应多安排一段过度圆弧再退刀，这样可以降低接刀处的接痕，从而可以降低孔加工的粗糙度和提高孔的加工精度，图 2-5 是铣削内圆的加工示意图。

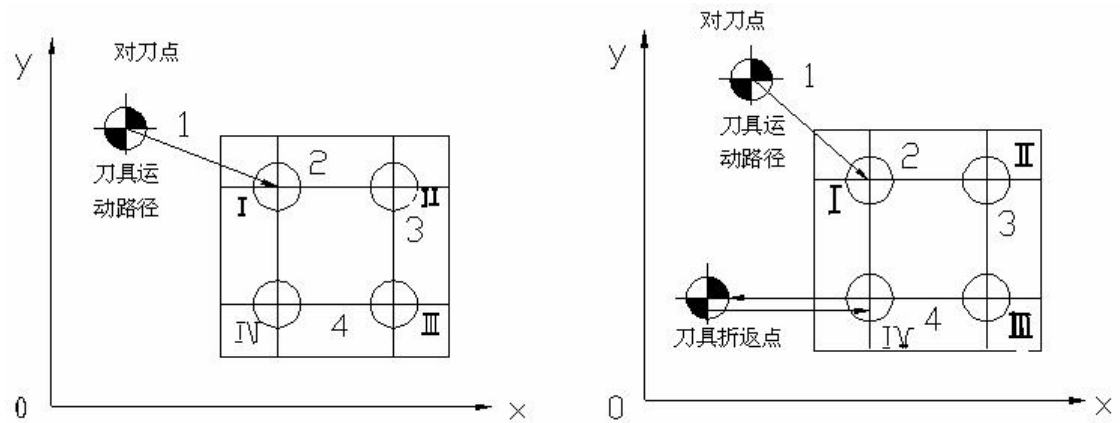


图 2-3 镗孔加工路线示意图

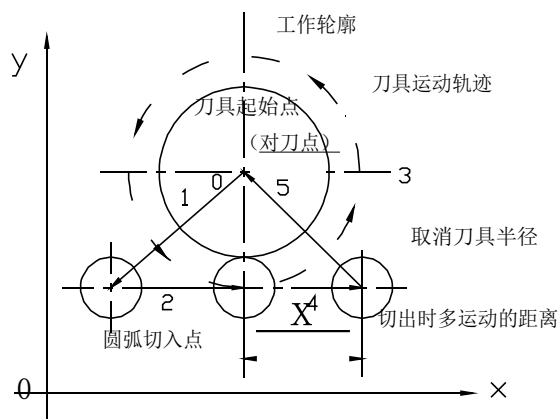


图 2-4 铣削外圆时加工路线图

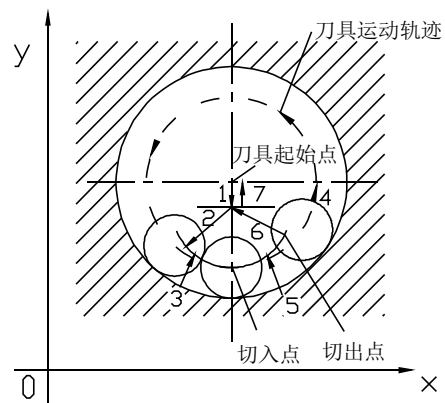


图 2-5 铣削内圆时加工路线图

3、刀具轴向进给的切入与切出的确定

如图 2-6 所示用钻头钻孔。钻头定位于 R，从 R 点以进给速度作 Z 向进给，到孔底部后，应安排快速退到 R 点，距离 A 点为切入点，B 点为切出点，A 与 B 的实际尺寸腰视工作表面状态和加工性质而定。表 2-6 列出了钻孔、镗孔、铰孔和攻螺纹的切入与切出点的距离。

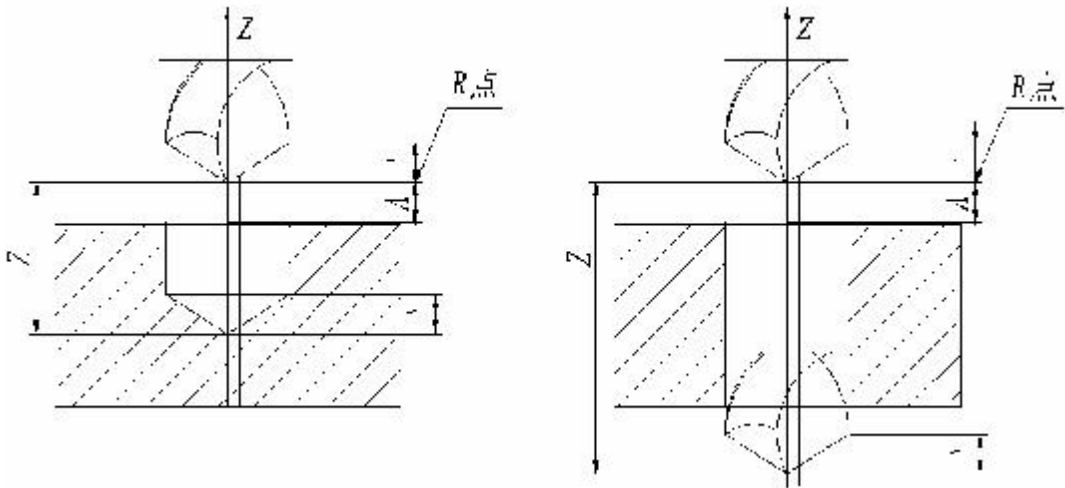


图 2-6 钻孔的切入与切出示意图

表 2-6 刀具切入与切出点距离

工2序 / 表面状态	以加工表面	毛坯表面
	钻孔	2~3
镗孔	3~5	5~8
铰孔	3~5	5~8
攻螺纹	5~10	5~10

2.2.4 对刀点与换刀点的确定

对刀点是数控机床加工中刀具相对于工件运动的起点。由于加工也是从这一点开始执行，所以对刀点也可以称作加工起点。选择对刀点的原则是

- *方便数学处理和简化程序编制；
- *在机床上容易找正；
- *加工过程中便于检查；
- *引起的加工误差小。

对刀点的目的是确定程序原点在机床坐标系中的位置。对刀点可以设在零件上、夹具上或机床上，但必须与程序原点有确定的坐标联系。当对刀精度要求较高时，对刀点应尽量选在零件的设计基准或工艺基准上。对于以孔定位的零件，可以取孔的中心作为对刀点。

对刀时应使对刀点与刀位点重合。所谓刀位点，是指确定刀具位置的基准点，平头立铣刀刀位点一般为端面中心，球头铣刀刀位点为球心，车刀刀位点为刀尖，钻头刀位点为钻尖。换刀点应根据工序内容安排，为了防止换刀时刀具碰伤工件，换刀点往往设在零件的外面。

2.2.5 切削用量的选择

1. 影响切削条件的各种因素

在程序设计时，编程人员必须确定每道工序的切削用量，编程人员确定切削用量时，一定要考虑影响切削用量的各种因素，正确选择切削条件，合理地选择切削用量，可有效地提高机械加工质量的产量。而影响切削条件的因素有：

- 1) 机床、工具、刀具、及工件的刚性；
- 2) 切削速度、切削深度、切削进给率；
- 3) 工件精度及工件表面粗糙度；
- 4) 刀具预期寿命及最大生产率；
- 5) 切削液的种类、冷却方式；
- 6) 工件材料的硬度及热处理状况；
- 7) 工件数量；
- 8) 机床寿命。

上述因素中以切削速度、切削深度、切削进给率为主要因素。

切削速度（切削表面速度），是指单位时间内刀具从工件表面所切过的距离。通常用 m/min 或 m/s 表示。切削速度快慢直接影响切削率，若切削速度过小，则切削时间会加长，刀具无法发挥其功能，若切削速度过快，虽然切削时间可以缩短，但是刀具容易产生高热，影响刀具寿命。决定切削速率的因素很多，概括起来有：

- 1) 刀具材料。刀具材料不同，允许的最高切削率也不同。高速刚刀具耐高温切削速率不到 $50m/min$ ，碳化物刀具耐高温切削速率可达 $100m/min$ 以上，陶瓷刀具的耐高温可高达 $1000m/min$ 。
- 2) 工件材料。工件材料硬度高低会影响刀具切削速率，同一刀具加工硬材料时切削速率会降低，而加工较软材料时，切削速率可以提高。
- 3) 刀具寿命。刀具使用时间（寿命）要求长，则应采用较低的切削速率。反之，可以采用较高的切削速度。
- 4) 切削深度与进给量。切削深度与进刀量大，切削抗力也大，切削热会增加，故切削速度应降低。
- 5) 刀具的形状。刀具的形状、角度的大小，刃口的锋利程度都会影响切削速率的选择。
- 6) 冷却液使用，在切削时使用冷却液，可有效降低切削热，从而提高切削速率。

上述影响切削速度的诸因素中，刀具材质的影响最为主要。参见表 2-8 刀具材料与许用最高切削速度表。

切削深度主要受机床刚度的制约，在机床刚度允许的情况下，尽可能选大切削深度，如果不受加工精度的限制，可以使切削速度来确定。可以用计算或查表法来选取。

进给量 S (mm/r) 或进给量 F (mm/r) 要根据零件的加工精度、表面粗糙度、刀具和工件材料来选择。最大进给量受机床刚度的进给驱动及数控系统得限制。编程人员在选取切削用量时，一定要根据机床说明书的要求和刀具耐用度，选择适合机床特点及刀具最佳耐用度切削用量。当然也可以凭借经验，采用类比确定切削用量。不管用什么方法选取切削用量，应该要保证刀具的耐用度能完成一个零件的加工，或保证刀具耐用度不低于一个工作班次，最少也不能低于半个班次的时间。表 2-9 是常用刀具磨钝限度表，供刀具更换时参考。

表 2-8 刀具材料与许用高度切削速度表

序号	刀具材料	类别	主要化学成分	最高切削速度 /m.min-1
1	碳素工具钢		Fe	
2	高速钢	钨系 钼系	18W+4Cr+1v+ (Co) 7W+5Mo+4Cr+1V	50
3	超硬工具	P 种 (钢用) M 种 (铸钢用) K 种 (铸铁用)	WC+Co+TiC+ (TaC) WC+Co+TiC+ (TaC) WC+Co	150
4	涂渡刀具 (COATING)		超硬母材料镀 Ti TiNi1O3 A2O3	250
5	瓷金 (CERMET)	TicN+Nbc 系 NbC 系 TiN 系	TicN+NbC+CO NbC+Tic+CO TiN+TiC+CO	300
6	陶瓷 (CERAMIC)	氧化物系 氮化硅素系 混合物	Al2O3+ Al2O3+ZrO2 Si3N4 Al2O3+ Tic	1000
7	CBN 工具	氮化硼	高温高压下烧结而成的 室外室物 (BN)	1000
8	钻石 工具	非金属	钻石 (多结晶)	1000

表 2-9 常用刀具磨钝限度表

刀具类型	刀具材料	后刀面允许磨 损量 N 后	刀具类型	刀具材料	后刀面允许磨 损量 N 后
车刀	硬质合金	0.2~1	三面刃铣刀	高速钢	0.4~0.6
切断刀	高速钢	0.35~0.5	立铣刀	高速钢	0.3~0.5
钻头 D <20	高速钢	0.6~0.8	锯片铣刀	高速钢	0.15~2
钻头 D) 20	高速钢	0.8~1	端面铣刀	硬质合金	1.0~1.2

表 2-10 至表 2-20 是数控机床常用的切削用量表，现推荐给读者，供参考。

表 2-10 车削碳钢及合金钢的切削速度

加工材料	硬度	切削速度 Vm.min-1	
		高速钢车刀	硬质合金车刀
碳钢	125~175	36	120
	175~225	30	107
	225~275	21	90
	275~325	18	75
	325~375	15	60
	375~425	12	53
	175~225	27	100

合金钢	225~275	21	83
	275~325	18	70
	325~375	15	60
	375~425	12	45

注：表中所列切削速度对应于切深 $t=3\text{mm}$, 走刀量 $S=0.3\text{mm/r}$, 当 t 、 S 变化后 V 要修正。

表 2-11 车削铸件和铸钢件的切削速度

工件硬度	硬质合金车刀 $V_{\text{m.min-1}}$			
	灰铸钢	可锻铸钢	球墨铸钢	铸钢
100~140	110	150	—	78
140~190	75	110	110	68
190~220	66	85	75	60
220~260	48	69	57	54
260~320	27	—	马氏体 26	42
320~400	—	—	马氏体 8	—

表 2-12 车削工具钢、耐热合金钢的切削速度

加工材料	切削速度 $V_{\text{m.min-1}}$	
	高速钢车刀	硬质合金车刀
高速钢 200~250HB	18	60
耐热合金	1.5~4.5	7.5~18
钛合金	6~18	24~53

表 2-13 车削不锈钢的切削速度

加工材料	硬度	切削速度 $V_{\text{m.min-1}}$	
		高速钢车刀	硬质合金车刀
铁素体不锈钢	135~185	30	90
奥氏体不锈钢	135~185	24	75
	225~275	18	60
马氏体不锈钢	135~175	30	100
	175~225	27	90
	275~325	15	60
	375~425	9	45

表 2-14 车削轻金属切削速度

加工材料	切削速度 $V_{\text{m.min-1}}$	
	高速钢车刀	硬质合金车刀

铸铝合金（未经热处理）	230	480
铸铝合金（热处理后）	180	360
冷拉可锻铝合金	180	360
热处理可锻铝合金	180	360
镁合金	240	600
铜合金	60~75	150~170

表 2-15 车削深度与走刀量变化后切削速度的修正系数 K

走刀量 S0	修正系数 K	走刀量 S0	修正系数 K	切 深 t	修正系数 K	切 深 t	修正系数 K
0.075	2	0.55	0.70	0.125	1.8	5	0.91
13	69	0.63	0.64	0.25	1.5	6.3	0.87
2	1.27	0.7	0.61	0.5	1.4	8	0.83
25	1.12	0.76	0.58	0.75	1.3	9.5	0.8
3	1.0	0.9	0.52	1.5	1.15	12.5	0.76
38	0.87	1.0	0.48	2.4	1.05	16	0.72
45	0.78	1.27	0.42	3	1.0	19	0.7
5	0.74	1.5	0.38	3.8	0.96	2.54	0.66

注：1.S0 以 mm/r,t 以 mm 计。

2.本表适用于表 2-10、表 2-11、表 2-13 和表 2-14 的切削速度修正。

表 2-16 铣刀切削速度

(单位: m.min-1)

工件材料	铣刀材料					
	碳素钢	高速钢	超高速钢	合金钢	碳化钛	碳化钨
铝合金	75~150	180~300		240~460		300~600
镁合金		180~270				150~600
钼合金		45~100				120~190
黄铜（软）	12~25	20~25		45~75		100~180
青铜	10~20	20~40		30~50		60~130
青铜（硬）		10~15	15~20			40~60
铸铁（软）	10~12	15~20	18~25	28~40		75~100
铸铁（硬）		10~15	10~20	18~28		45~60
铸铁（冷）			10~15	12~18		30~60
可锻铸铁	10~15	20~30	25~40	35~45		75~110
钢（低碳）	10~14	18~28	20~30		45~70	
钢（中碳）	10~15	15~25	18~28		40~60	
钢（高碳）		10~15	12~20		30~45	
合金钢					35~80	
合金钢（硬）					30~60	
高速钢			15~25		45~70	

表 2-17 各种铣刀走刀量

(单位: mm/齿)

铣刀 工件材料	平铣刀	面铣刀	圆柱铣刀	端铣刀	成形铣刀	高速钢镶刀 铣刀	硬质合金镶 刀
铸铁	0.2	0.2	0.07	0.05	0.04	0.3	0.1
可锻铸铁	0.2	0.15	0.07	0.05	0.04	0.3	0.09
低碳钢	0.2	0.2	0.07	0.05	0.04	0.3	0.09
中高碳钢	0.15	0.15	0.06	0.04	0.03	0.2	0.08
铸钢	0.15	0.1	0.07	0.04	0.04	0.2	0.08
镍铬钢	0.1	0.1	0.05	0.02	0.02	0.15	0.06
高镍铬钢	0.1	0.1	0.04	0.02	0.02	0.1	0.05
黄铜	0.2	0.2	0.07	0.05	0.04	0.03	0.21
青铜	0.15	0.15	0.07	0.05	0.04	0.03	0.1
铝	0.1	0.1	0.07	0.05	0.04	0.02	0.1
Al-Si 合金	0.1	0.1	0.07	0.05	0.04	0.18	0.08
Mg-Al-Zn	0.1	0.1	0.07	0.04	0.03	0.15	0.08
Al-Cu-Mg	0.15	0.1	0.07	0.05	0.04	0.02	0.1
Al-Cu-Si							

表 2-18 镗孔切削用量

工序	工件材料 切削量 刀具材料	铸铁		钢		铝合金	
		V	S0	V	S0	V	S0
粗镗	高速钢	20~25		15~30		100~150	0.5~1.5
	硬质合金	30~35	0~1.5	50~70	0.35	100~250	
半精镗	高速钢	20~35	0.15~0.45	15~50		100~200	0.2~0.5
	硬质合金	50~70		95~130	0.15~0.45		
精镗	高速钢		D1 级 0.08				
	硬质合金	70~90	D1 级 0.12~0.15	100~130	0.2~0.15	150~400	0.06~0.1

表 2-19 攻丝切削速度

工件材料	铸铁	钢及其合金钢	铝及其合金
切削速度 v/m.mim	2.5~5	1.5~5	5~15

表 2-20 用高速钢钻孔切削用量

工件材料	牌号或硬度	切削用量	钻头直径			
			1~6	6~12	12~22	22~50
铸铁	HB160-200	V		16~24		
		So	0.07~0.12	0.12~0.2	0.2~0.4	0.4~0.8
	HB200-241	V	10~18			
		So	0.05~0.1	0.1~0.18	0.18~0.25	0.25~0.4
	HB300-400	V	5~12			
		So	0.03~0.08	0.08~0.15	0.15~0.2	0.2~0.3
钢	35、45	V	8~25			
		So	0.05~0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.45
	15Cr、20Cr	V	12~30			
		So	0.05~0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.45
	合金钢	V	8~18			
		So	0.03~0.08	0.08~0.15	0.15~0.25	0.25~0.35
		钻头直径		3~8	8~25	25~50
	钝铝	V	20~50			
		So	0.03~0.2	0.06~0.5	0.15~0.8	
	铝合金(长切 削)	V	20~50			
		So	0.05~0.25	0.1~0.6	0.2~1.0	
	铝合金(短切 削)	V	20~50			
		So	0.03~0.1	0.05~0.15	0.08~0.36	
	黄铜、青铜	V	60~90			
		So	0.06~0.15	0.15~0.3	0.3~0.75	
	硬青铜	V	25~45			
		So	0.05~0.15	0.12~0.25	0.25~0.5	

2、计算切削用量的有关经验公式

2000A (加工脆性材料)

主切削力 $F = \{ \dots \}$ ①

1000A (加工塑性材料)

A 为切削断面积，单位为平方毫米 如下图：

$A = af \cdot ap$ ②

↖ 进给量 ↖ 切削深度

切削功率： $P = F \cdot V$ ③

F --- 切削力

V --- $\pi d n / 60 \times 1000$ (米秒)

d(mm) 工件转动时为工件切削位直径；刀具转动时为刀具转动直径。

n(rmp) 工件转动时为工件的转速；刀具转动时为刀具地转速。

根据以上①②③公式得 $P = \begin{cases} 2000 \times \pi \cdot d \cdot n \cdot af \cdot ap / 60 \times 1000 \\ 1000 \times \pi \cdot d \cdot n \cdot af \cdot ap / 60 \times 1000 \end{cases}$

由机床有额定电机功率为 P_n 。机床传动效率为 $n \approx 0.75$
工作安全系数 $N=1.5 \sim 2$ (取 2)

$$\text{故应有 } P_n \geq 2P = \begin{cases} 4\pi \cdot n \cdot a_f \cdot a_p \cdot d / 60 \\ 2\pi \cdot n \cdot a_f \cdot a_p \cdot d / 60 \end{cases}$$

$4\pi/60$ 、 $2\pi/60$ 为 K 系数
则当加工脆性材料时 $K \approx 0.2$
当加工塑性材料时 $K \approx 0.1$

则有 $n \cdot d \cdot a_f \cdot a_p \leq 3P_n \cdot 1000 / 4K$ 4

另:

粗加工时 $a_f \approx 0.15 \sim 0.3 \text{mm}$

精加工时 $a_f \approx 0.05 \sim 0.1 \text{mm}$ (表面粗糙度要求越高 a_f 越小)

注意多刃刀具加工时 a_f 为每刀齿的进给量

n 是根据机床的额定转速而定

车削时 a_p 一般取小于 4mm:

铣削时 a_p 根据刀具 d 的大小而定, 一般 d 越大 a_p 就越大, d 越小 a_p 就越小;

钻镗削时 a_p 一般小于 4mm。

以上提供的是参考值, a_f 、 n 、 a_p 的具体值是根据公式④而选取的, 机床主电机的额定功率、机床的刚性、所使用刀锋半径的大小及加工的材料性质在选取切削用量时我们都要具体考虑。

2·3 数控编程中的有关规则及代码

数控编程一般分为手工编程和自动编程两种。为了满足设计、制造、维修和普及的需要。在输入代码、坐标系统、加工指令、辅助功能及程序式等方面, 国际上已形成了两种通用标准, 即国际化组织 (ISO) 标准和美国电子工程协会 (EIA) 标准。我国机械工业部根据 ISO 标准制定了 JB3051-82《数字控制机床用七单位编码字符》、JB3051-82《数字控制坐标和运动方向的命名》、JB3051-83《数字控制机床穿孔带程序段格式中的准功能 G 和辅助功能 M 代码》。但由于各个数控机床生产厂家所用标准尚未完全统一, 其所用的代码、指令、及其含义不完全相同, 因此, 在数控系统中常用的代码有 ISO 代码和 EIA 代码。

2·4 程序的结构与格式

每种数控系统, 根据其本身软件设计制作特点, 都有特定的指令规定, 但对于不同的数控机床, 程序格式和结构是一样的。

1. 程序的结构 一个完整的程序由程序号、程序内容和程序结束三部分组成。下面以国内华中 I 型数控系统所编的一段铣床程序不说明程序的构成。

例如: 00001 程序号

```

N10 G92 X50 Y40 Z30
N20 G90 G00 Z8 T01 S600 M03
N28 G01 Z-2 F100
N30 G01 X-8 Y8           程序内容
N40 X0 Y0
N50 X28 Y40
N60 G00 Z50
N70 M02                   程序结束

```

1) 程序号。即为程序的开始部分。为了区别程序储蓄器中的程序每个程序都要有编号，编号前采用程序编号地址码。如在 FAMCU 和华中 1 型数控系统中，采用英文字母“0”或%作为程序编号地址，而 FAOGR 系统中，采用英文字母 P 或%作为程序编号地址等，编程时一定要根据不同系统的适用说明书来书写，否则系统不会执行。

2) 程序内容。是整个程序的核心，由许多程序段组成，每个程序段由一个或多个指令组成。表示机床要完成的全部动作。

3) 程序结束。以程序结束指令 M02 或 M30 作为整个程序结束的符号，来结束整个程序。

2. 程序段格式和组成

程序由程序段组成，程序段是由程序号（字）、地址、数字、符号等组成。其格式如下：

N01	G01	X50 Z64.2	F100
程序段号	运动方式指令（直线插补）	坐标移动距离指令	进给速度指令

式中 N——程序段地址码（字），用于指令程序段号

G——指令动作方式的准备机能地址（H01 为直线插补指令）

X, Z-----坐标轴地址，其后面的数字表示刀具在该坐标移动的距离

F-----进给轴地址，其后面的数字表示进给速度值。（F100 表示进给速度为 100mm/mim）

程序段也可以认为由程序组成。而程序字通常又由地址字和数字及符号组成。程序字的组成如下所示：

Z	25.4
地址字	符号（负号） 数据字斟句酌（数字）

程序段号加上若干个程序就可组成一个程序段。在程序段中表示地址的英文字母可分主尺寸字地址和非尺寸地址两种。表示尺寸字地址的英文字母有 X, Y, Z, U, V, W, P, I, Q, J, , K, A, B, C, D, E, R, H 共青团 8 个字母。

表示非尺寸字地址有 N, G, F, S, T, M, L, O 等号个字母，其字母的含义看辅助功能表。

思考题与练习题

2. 1 怎样确定数控机床的切削用量？在确定进给速度时要遵循哪些原则？
2. 2 什么介数控加工的工艺路线？确定走刀路线时要考虑哪些原则？
2. 3 为什么在编者程序时首先要确定对刀点的位置？选定对刀点的原则是什么？如何确定对刀点？
2. 4 CNC 机床的选择原则是怎样的？
2. 5 数控加工余量的选择是怎样的？