

郑 州 信 息 科 技 职 业 学 院

毕 业 设 计 说 明 书

题 目 端盖零件的数控加工技术

系 别 机械电子工程系

专 业 机械设计与制造

班 级 08 机械二班

姓 名 刘士清

学 号 083000892

指导教师 冯金广

日 期 2010 年 11 月 8 日

前 言

本次毕业设计是为了让我们更清楚地理解怎样确定零件的加工方案，学以致用理论联系实际，为我们即将走上工作岗位的毕业生打基础，最后，让我们在数控机床上加工出该零件达到图纸要求。

数控技术的广泛应用给传统的制造业的生产方式，产品结构带来了深刻的变化。也给传统的机械，机电专业的人才带来新的机遇和挑战。

随着我国综合国力的进一步加强和加入世贸组织。我国经济全面与国际接轨，并逐步成为全球制造中心，我国企业广泛应用现代化数控技术参与国际竞争。数控技术是制造实现自动化，集成化的基础，是提高产品质量，提高劳动生产率不可少的物资手段。

毕业设计让我们毕业生更好的熟悉端盖零件的加工工艺，学会分析零件，并进行零件的加工，最终完成一个合格的零件，为走上工作岗位打下基础。同时也把我们学的做一个全面的复习，巩固了知识培养了学习兴趣。

目 录

一、 任务内容	4
-------------------------------	---

二、 任务技术要求	4
三、 汇总相关专业知识点	4
1. 数控铣削加工特点	4
2. 确定加工路线时应遵守以下原则	5
3. 尺寸精度的影响因素	5
4. 形位精度的影响因素	5
5. 薄壁零件铣削	6
6. 零件几何尺寸的处理方法	6
7. 刀具半径补偿修调	7
8. 顺铣与逆铣的选择	7
9. 切削用量的确定	8
10. 精加工余量的确定	9
11. 确定刀具切入切出路线	10
12. 任意角度倒角和倒圆	10
13. 确定最短加工路线	11
14. 合理选用切削液	13
15. 机用虎钳的找正及安装	13
16. 试切对刀	14
四、 端盖零件加工工艺，程序编制及加工	16
1 . 设备及工具选用	16
2 . 零件图纸分析	18
3 . 零件的加工工艺分析	19
4 . 零件的装夹方案确定	19
5 . 零件加工所用刀具及切削用量选用	20
6 . 工件原点及零件几何要素确定	21
7 . 制定数控加工工艺卡片及刀具卡片	22
8 . 走刀路线图	23
9 . 数控加工程序编制	24

10 . 试切加工及注意事项	27
--------------------------------------	----

结束语	29
---------------------------	----

致谢	29
--------------------------	----

参考文献	29
----------------------------	----

一、任务内容

试用数控完成如图 1-1 所示工件的编程与加工。

要求：零件的各加工技术要求符合图纸要求。

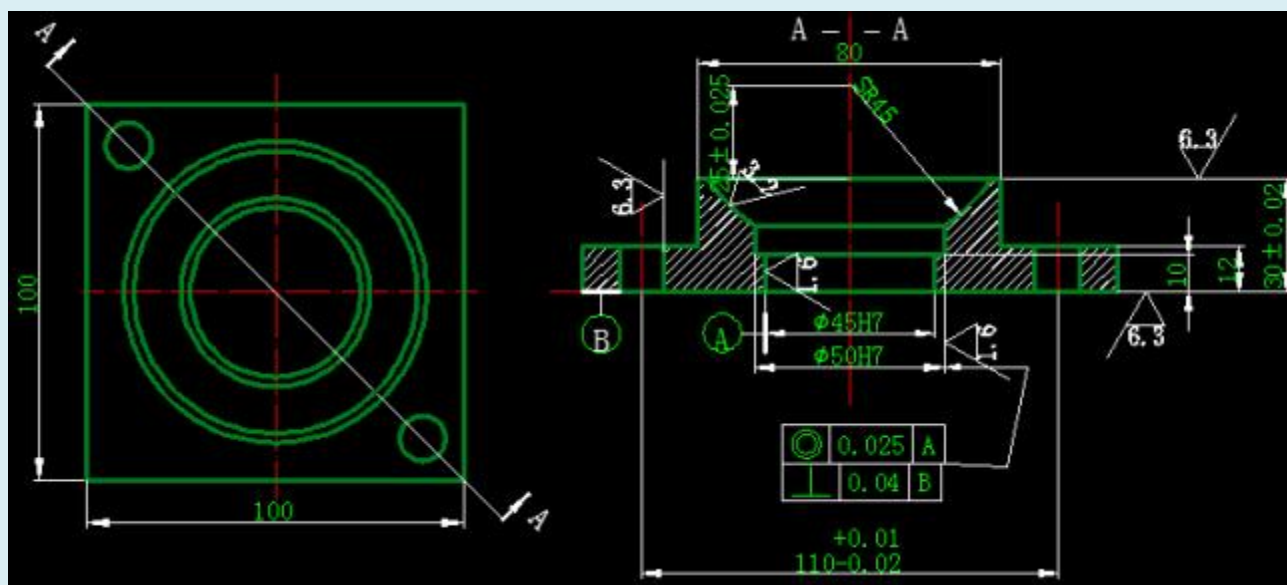
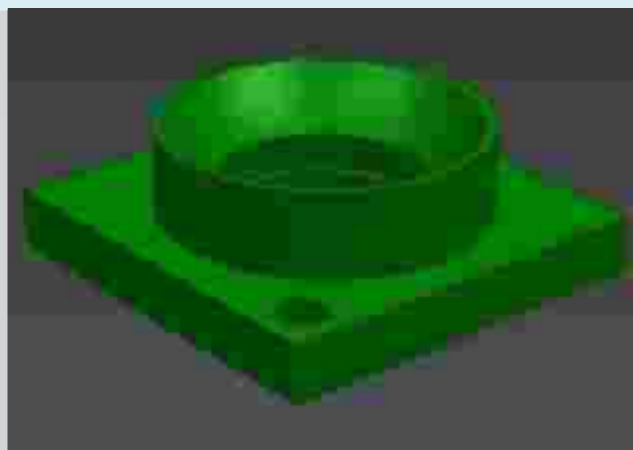
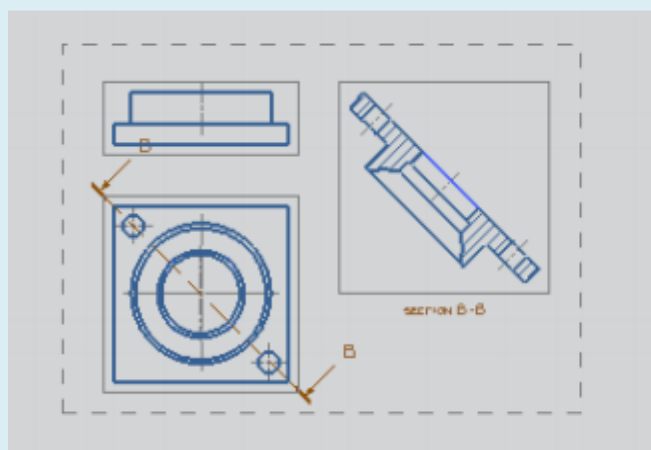


图 1-1 零件图纸

绘制零件图形

三维效果图



二、任务技术要求

技术要求如下：

- (1) 以年产量 5 万件生产；
 - (2) 不准用砂布及锉刀等修饰表面；
 - (3) 加工精度及表面质量符合图纸要求；
- 注：(1) 毛坯材料：硬铝；
- (2) 毛坯尺寸：100×100×30。

三、汇总相关专业知识点

1. 数控铣削加工特点

对零件加工的适应性强、灵活性好，能加工轮廓形状特别复杂或难以控制尺寸的零件，

如模具类、壳体类零件等。

能加工普通机床无法加工或很难加工的零件，如用数学模型描述的复杂曲线类零件以及三维空间曲面类零件。

能加工一次装夹定位后，需进行多道工序加工的零件。如可对零件进行钻、扩、镗、铰、攻螺纹、铣端面、挖槽等多道工序的加工。

加工精度高，加工质量稳定可靠。

生产自动化程度高，生产效率高。

从切削原理上讲，端铣和周铣都属于断续切削方式，不像车削那样连续切削，因此对刀具的要求较高，刀具应具有良好的抗冲击性、韧性和耐磨性。在干式切削状况下，还要求刀具具有良好的红硬性。

2.确定加工路线时应遵守以下原则

确定加工路线应能保证零件的加工精度和表面粗糙度要求，并保证高的加工效率。

为提高生产效率，在确定加工路线时，应使加工路线最短，刀具空行程时间最少。

所确定的加工路线应当能够减少编程工作量，以及编程时数值计算的工作量。

在使用以上原则的时候，还应当考虑零件的加工余量，机床的加工能力等问题。

3.尺寸精度的影响因素

铣削加工过程中产生尺寸精度降低的原因是多方面的，在实际加工过程中，造尺寸精度降低的原因见表 1.1

表 1.1 数控铣尺寸精度降低原因分析

影响因素	序号	产生原因
工件装夹与校正	1	工件装夹不牢固，加工过程中产生松动与振动
	2	工件校正不正确
刀具及使用	3	刀具尺寸不正确或产生磨损
	4	对刀不正确，工件的位置尺寸产生误差
	5	刀具刚性差，刀具加工过程中产生振动
	6	切削深度过大，导致刀具发生弹性变形，加工面呈锥形

加工		
	7	刀具补偿参数设置不正确
	8	精加工余量选择过大或过小
	9	切削用量选择不当，导致切削力、切削热过大，从而产生热变形和内应力
工艺系统	10	机床原理误差
	11	机床几何误差
	12	工件定位不正确或夹具与定位元件制造误差

4.形位精度的影响因素

零件的形位精度有各加工表面与基准面的垂直度、平行度以及对称度等。在

零件轮廓的加工过程中，造成形位精度降低的可能原因见表 1.2。

表 1.2 数控铣形位精度降低原因分析

影响因素	序号	产生原因
工件装夹与校正 刀具及使用	1	工件装夹不牢固，加工过程中产生松动与振动
	2	夹紧力过大，产生弹性变形，切削完成后变形恢复
	3	工件校正不正确，造成加工面与基准面不平行或不垂直
刀具及使用	4	刀具刚性差，刀具加工过程中产生振动
	5	对刀不正确，产生位置精度误差
加工	6	切削深度过大，导致刀具发生弹性变形，加工面呈锥形
	7	切削用量选择不当，导致切削力过大，而产生工件变形
工艺系统	8	夹具装夹找正不正确(如本任务中钳口找正不正确)
	9	机床几何误差
	10	工件定位不正确或夹具与定位元件制造误差

注：形位精度对配合精度有直接影响。

5.薄壁零件铣削

薄壁零件铣削时变形是多方面的。主要由于装夹工件时的夹紧力，切削工件时的切削力，工件阻碍刀具切削时产生的弹性变形和塑性变形，使切削区温度升高而产生热变形。

提高薄壁件加工精度和效率的措施如下；

□切削力的大小与切削用量密切相关。从《金属切削原理》中可以知道：背吃刀量以 a_p ，进给量 f ，切削速度 v 是切削用量的三个要素。

背吃刀量和进给量同时增大，切削力也增大，变形也大，对铣削薄壁零件极为不利。减少背吃刀量，增大进给量，切削力虽然有所下降，但工件表面残余面积增大，表面粗糙度值大，使强度不好的薄壁零件的内应力增加，同样也会导致零件的变形。

6.零件几何尺寸的处理方法

数控加工程序是以准确的坐标点来编制的，零件图中各几何元素间的相互关系(如相切、相交、垂直和平行等)应明确，各种几何元素的条件要充分，应无引起矛盾的多余尺寸或者影响工序安排的封闭尺寸等。例如，如图 1-2 所示，由于零件轮廓各处尺寸公差带不同，那么，用同一把铣刀、同一个刀具半径补偿值编程加工时，就很难同时保证各处尺寸在尺寸公差范围内。这时要对其尺寸公差带进行调整，一般采取的方法是：在保证零件极限尺寸不变的前提下，在编程计算

时，改变轮廓尺寸并移动公差带，如图 1-2 所示的括号内的尺寸，编程时按调整后的基本尺寸进行，这样，在精加工时用同一把刀，采用相同的刀补值，如工艺系统稳定又不存在其他系统误差，则可以保证加工工件的实际尺寸分布中心与公差带中心重合，保证加工精度。

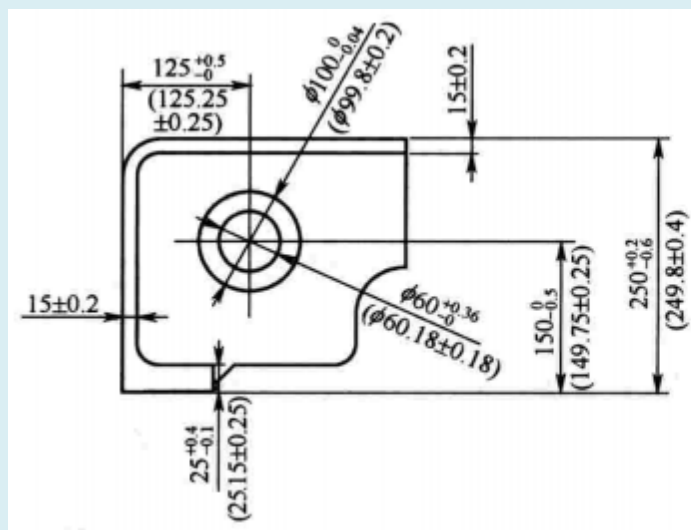


图 1-2 零件尺寸公差带的调整

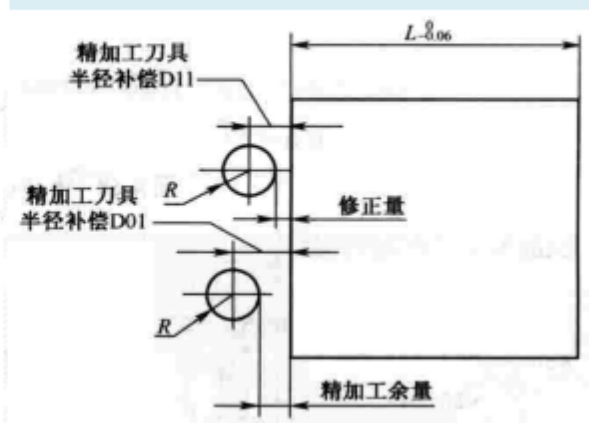


图 1-3 刀具半径补偿

7.刀具半径补偿修调

刀具半径补偿除方便编程外，还可灵活运用，实现利用同一程序进行粗、精加工，即：

粗加工刀具半径补偿=刀具半径+精加工余量

精加工刀具半径补偿=刀具半径+修正量

刀具半径补偿如图 1-3 所示，刀具直径为 $\phi 20$ 立铣刀，现零件粗加工后给精加工留余量单边 1.0mm，则粗加工刀具半径补偿 D01 的值为：

$$R_{\text{补}} = R_d + 1.0 = 10.0 + 1.0 = 11.0 \text{ mm}$$

粗加工后实测 L 尺寸为 $L+1.98$ ，则精加工刀具半径补偿 D11 值应为：

$$R_{\text{补}} = 11.0 - (1.98 + 0.03) / 2 = 9.995 \text{ mm}$$

则加工后工件实际 L 值为 $L-0.03$ 。

8.顺铣与逆铣的选择

如图 1-4 所示，根据刀具的旋转方向和工件的进给方向间的相互关系，数控铣削分为顺铣和逆铣两种。在刀具正转的情况下，刀具的切削速度方向与工件的移动方向相同，采用左刀补铣削为顺铣；刀具的切削速度方向与工件的移动方向相反，而采用右刀补铣削为逆铣。

采用顺铣时，其切削力及切削变形小，但容易产生崩刃现象。因此，通常采用顺铣的加工方法进行精加工。而采用逆铣则可以提高加工效率，但由于逆铣切削力大，导致切削变形增加、刀具磨损加快。因此，通常在粗加工时采用逆铣的加工方法。

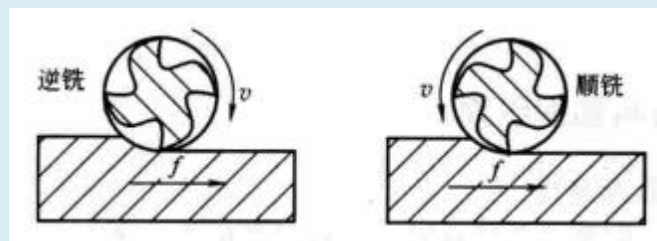


图 1-4 顺铣与逆铣

9. 切削用量的确定

数控编程时，编程人员必须确定每道工序的切削用量，并以指令的形式写入程序中。对于不同的加工方法，需要选用不同的切削用量。切削用量的选择原则是：保证零件加工精度和表面粗糙度，充分发挥刀具切削性能，保证合理的刀具耐用度；并充分发挥机床的性能，最大限度提高生产率，降低成本。总之，切削用量的具体数值应根据机床性能、相关的手册并结合实际经验用类比方法确定。同时，使主轴转速、切削深度及进给速度三者能相互适应，以形成最佳切削用量。

(1) 切削用量计算：

已知：直径 $\Phi 60$ ，齿数 4，取每齿吃刀量 $f_z = 0.06 \text{ mm/r}$ ， $f = 4 \times 0.06 = 0.24 \text{ mm/r}$ ，设切削速度 $V = 80 \text{ m/min}$

$$\begin{aligned} \text{主轴转速 } n &= 1000V/\pi D \\ &= 1000 \times 80 / 3.14 \times 60 \\ &= 424 \text{ r/min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{进给量 } F &= f \cdot S \\ &= 0.24 \times 424 \\ &= 101.76 \text{ mm/min} \end{aligned}$$

(2) 我们在取切削用量时，可以适当变化一些，要根据加工时的实际情况来调整。当加工精度，表面粗糙度要求高时，进给速度应选小些，转速较高一点。刀具空行程时，特别是远距离“回零”时，可以设定该机床数控系统设定的最高进给速度。

(3) 钻削用量的选择。

□ 钻头直径

钻头直径由工艺尺寸确定。孔径不大时，可将孔一次钻出。工件孔径大于 35 mm 时，若仍一次钻出孔径，往往由于受机床刚度的限制，必须大大减小进给量。若两次钻出，可取大的进给量，既不降低生产效率，又提高了孔的加工精度。先钻后扩时，钻孔的钻头直径可取孔径的 50% ~ 70%。

□ 进给量

小直径钻头主要受钻头的刚性及强度限制，大直径钻头主要受机床进给机构强度及工艺系统刚性限制。在条件允许的情况下，应取较大的进给量，以降低加

工成本，提高生产效率。

普通麻花钻钻削进给量可按以下经验公式估算选取

$$f=(0.01 \sim 0.02) d_0$$

式中， d_0 为孔的直径。

直径小于 3~5 mm 的钻头，常用手动进给。

加工条件不同时，其进给量可查阅切削用量手册。

□钻削速度

钻削的背吃刀量(即钻头半径)、进给量及切削速度对钻头耐用度都会产生影响，但背吃刀量对钻头耐用度的影响与车削不同。当钻头直径增大时，尽管增大了切削力，但钻头体积也显著增加，因而使散热条件明显改善。实践证明，钻头直径增大时，切削温度有所下降。因此，钻头直径较大时，可选取较高的切削速度。

一般情况下，钻削速度可参考表 1.3 选取。

表 1.3 普通高速钢钻头钻削速度参考值 (m / min)

工件材料	低碳钢	中、高碳钢	合金钢	铸铁	铝合金	铜合金
钻削速度	25 ~ 30	20 ~ 25	15 ~ 20	20 ~ 25	40 ~ 70	20 ~ 40

目前有不少高性能材料制作的钻头，其切削速度宜取更高值，可由有关资料查取。

(4)铰削用量的选择。

□铰刀直径。

铰刀直径的基本尺寸等于孔的直径基本尺寸。铰刀直径的上下偏差应根据被加工孔的公差、铰孔时产生的扩张量或收缩量、铰刀的制造公差和磨损公差来决定。

□铰削余量。

粗铰时，余量为 0.2 ~ 0.6 mm；精铰时，余量为 0.05 ~ 0.2mm。一般情况下，孔的精度较高铰削余量越小。

□进给量

在保证加工质量的前提下， f 值可取得大些。用硬质合金铰刀加工铸铁时，通常取 $f=0.5 \sim 3 \text{ mm} / \text{r}$ ；加工钢时，可取 $f=0.3 \sim 2 \text{ mm} / \text{r}$ 。用高速钢铰刀铰孔时，通常取 $f < 1 \text{ mm} / \text{r}$ 。

□铰削速度

铰削速度对孔的表面粗糙度 R_a 值影响最大，一般采用低速铰削来提高铰孔质量。用高速钢铰刀铰削钢或铸铁孔时，铰削速度 $< 10 \text{ m} / \text{min}$ ；用硬质合金铰刀铰削钢或铸铁孔时，铰削速度为 8 ~ 20m / min。

10.精加工余量的确定

精加工余量的方法主要有经验估算法、查表修正法、分析计算法等几种。数控铣床上通常采用经验估算法或查表修正法确定精加工余量，其推荐值见表1.4(轮廓指单边余量，孔指双边余量)

表 1.4 精加工余量推荐值/mm

加工方法	刀具材料	精加工余量	加工方法	刀具材料	精加工余量
轮廓铣削	高速钢	0.2 ~ 0.4	铰孔	高速钢	0.1 ~ 0.2
	硬质合金	0.3 ~ 0.6		硬质合金	0.2 ~ 0.3
扩孔	高速钢	0.5 ~ 1.0	镗孔	高速钢	0.1 ~ 0.5
	硬质合金	1.0 ~ 2.0		硬质合金	0.3 ~ 1.0

11.确定刀具切入切出路线

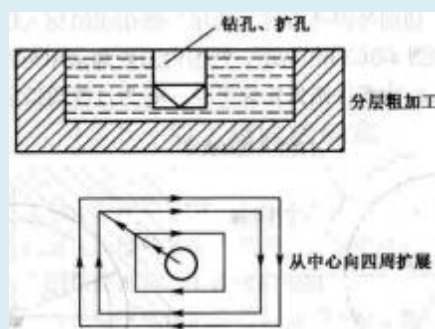
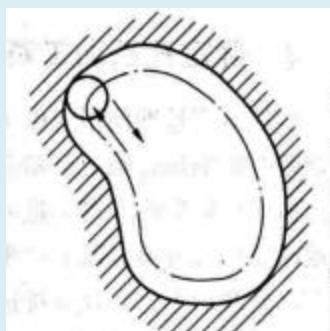
铣削零件轮廓时，为保证零件的加工精度与表面粗糙度要求，避免在切入切出处产生刀具的刻痕，设计刀具切入切出路线时应避免沿零件轮廓的法向切入切出。切入工件时沿切削起始点延伸线或切线方向逐渐切入工件，保证零件曲线的平滑过渡。同样，在切离工件时，也应避免在切削终点处直接抬刀，要沿着切削终点延伸线或切线方向逐渐切离工件。

对于二维轮廓加工，如果内轮廓曲线不能外延时，可沿内轮廓曲线的法向进刀和退刀，进刀点和退刀点应尽量选择在两几何元素的交点处，如图 1-5 所示。

对于型腔的粗铣加工，一般应先钻一个工艺孔至型腔底面(留一定精加工余量)，并扩孔，以便所使用的立铣刀能从工艺孔进刀，进行型腔粗加工，如图 1-6 所示。型腔粗加工方式一般采用从中心向四周扩展。

铣削内槽时除选择刀具圆角半径符合内槽的图纸要求外，为保证零件的表面粗糙度，同时又使进给路线短，可先用行切法切去中间部分余量，最后用环切法切一刀，既能使总的进给路线短，又能获得较好的表面粗糙度。

此外，轮廓加工中应避免进给停顿，因为加工过程中的切削力会使工艺系统产生弹性变形并处于相对平衡状态，进给停顿时，切削力突然变小，会改变系统的平衡状态，刀具会在进给停顿处的零件轮廓上留下刀痕，影响零件的表面质量。



12.任意角度倒角和倒圆

在任意两直线插补程序段之间、在直线和圆弧插补或圆弧与直线插补程序段之间、

在两圆弧插补程序段之间可以自动地插入倒角和倒圆。

指令格式为：

G01 X_Y_ , C_ ; 拐角倒角

G01 X_Y_ , R_ ; 拐角圆弧过渡

X、Y 表示任意两直线、圆弧插补或圆弧与直线插补的交点坐标。

C 后的值表示倒角起点和终点距假想拐角交点的距离，假想拐角交点即未倒角前的

拐角交点，如图 1-6 所示；R 后的值表示圆角半径，如图 1-7 所示。

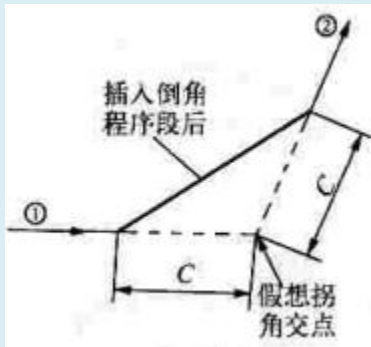


图 1-6 任意角度倒角

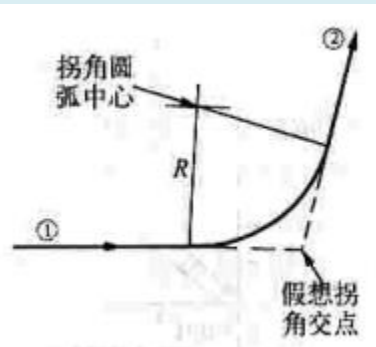


图 1-7 任意角度倒圆

上面的指令应加在直线插补 G01 或圆弧插补 G02 / G03 程序段的末尾。倒角和拐角

圆弧过渡的程序段可连续地指定。

使用时需注意以下几点：

(1)00 组 G 代码(除了 G04 以外)、16 组的 G68 不能与倒角和拐角圆弧过渡位于同一程序段中，也不能用在连续形状的倒角和拐角圆弧过渡的程序段中；

(2)在螺纹加工程序段中不能指定拐角圆弧过渡；

(3)在坐标系变动(G92 或 G52 ~ G59)，或执行返回参考点(G28 ~ G30)之后的程序段中不能指定倒角或拐角圆弧过渡；

(4)DNC 操作不能使用任意角度倒角和拐角圆弧过渡。

13.确定最短加工路线

(1) 确定走刀路线时，在满足零件加工质量的前提下应使走刀路线最短，不仅节省加工时间，减少刀具空行程时间，提高生产效率，也避免机床磨损消耗和生产成本。实现进给最短进给路线，除了依靠大量的实践经验外，还应善于分析，必要时辅以简单的计算。

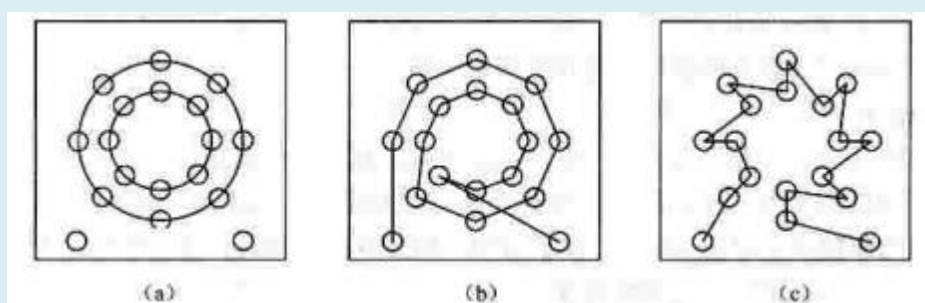


图 1-8 钻孔是最短走刀路线设计

如加工图 1-8(a)所示零件上的孔系。图 1-8(b)所示的走刀路线为先加工完外

圈孔后，再加工内圈孔。若改用图 1-8(c)所示的走刀路线，减少空刀时间，则可节省定位时间近一倍，提高了加工效率。

(2) 确定 Z 向(轴向)进给路线

刀具在 Z 向的进给路线分为快速移动进给路线和工作进给路线。刀具先从初始平面快速运动到距工件加工表面一定距离的 R 平面，然后按工作进给速度进行加工。图 1-9(a)所示为加工单个孔时刀具的进给路线。对多孔而言，为减少刀具空行程进给时间，加工中间孔时，刀具不必退回到初始平面，只要退回到 R 平面上即可，其进给路线如图 1-9(b)所示。

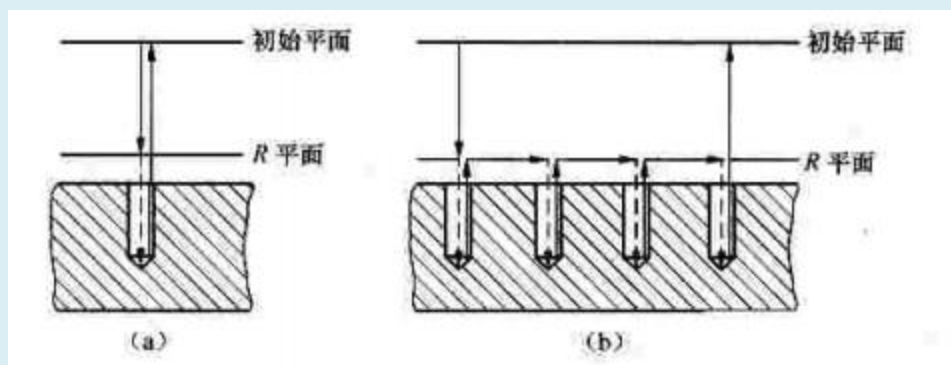


图 1-9 刀具 Z 向进给路线设计示例

$$Z_F = Z_a + H + T$$

如图 1-10 所示，加工不通孔时，工作进给距离为：

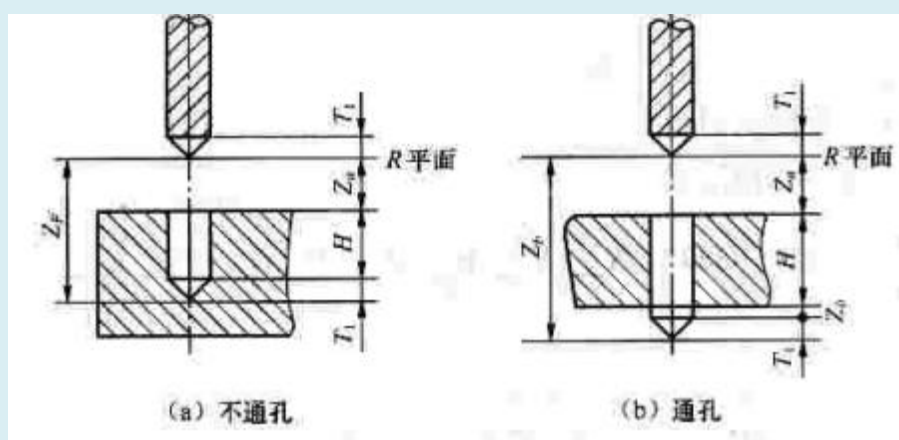


图 1-10 工作进给距离计算

$$Z_F = Z_a + H + Z_0 + T$$

加工通孔时，工作进给距离为：

由于麻花钻的钻心角为 118° ，所以：
$$T_t = \frac{D/2}{2 \tan 118/2} = \frac{D/2}{2 \tan 59} \approx 0.3D$$

刀具切入、切出距离 Z_a 的经验数据见表 1.5。

表 1.5 刀具切入、切出距离的经验数据(mm)

表面状态	已加工表面	毛坯表面	表面状态 加工方式	已加工表面	毛坯表面

加工方式					
钻孔	2 ~ 3	5 ~ 8	铰孔	3 ~ 5	5 ~ 8

扩孔	3 ~ 5	5 ~ 8	铣孔	3 ~ 5	5 ~ 10
镗孔	5 ~ 5	5 ~ 8	攻螺纹	5 ~ 10	5 ~ 10

14.合理选用切削液

用高速钢刀具，粗加工时，以水溶液冷却，主要降低切削温度；精加工时，采用中、低加工，选用润滑性能好的极压切削油或高浓度的极压乳化液，主要改善已加工表面的质量和提高刀具使用寿命。硬质合金刀具，粗加工时，采用低浓度的乳化液或水溶液，必须连续地、充分地浇注；精加工时采用的切削液与粗加工时基本相同，但应适当提高其润滑性能，在铣削过程中充分使用切削液不仅减小了切削力，刀具的耐用度得到提高，工件表面粗糙度值也降低了，同时工件不受切削热的影响而使其加工尺寸和几何精度发生变化，保证了零件的加工质量。

15.机用虎钳的找正及安装

为了使工件合理的固定安装，就必须先将夹具正确的安装并固定于机床的工作台上，使平口虎钳的固定钳口面平行于机床的 X 轴并垂直于工作台，使平口虎钳的底面平行于工作台面，也就是保证机床的主轴垂直于机床工作台。

(1) 夹具(平口虎钳)的安装找正步骤如下图 1-11

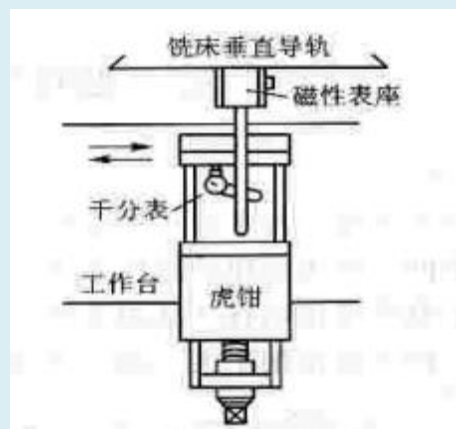


图 1-11 机用虎钳的安装

- 检查虎钳底部的定位键是否紧固，定位键的定位面是否同一方向安装；
 - 将机用虎钳安装在工作台中间的 T 形槽内，钳口位置居中，并且用手拉动机用虎钳底盘，使定位键向 T 形槽直槽一侧贴合；
 - 用 T 形螺栓将机用虎钳压紧在铣床工作台面上。
- (2)机用虎钳的找正。
- 先将平口虎钳用 T 型螺栓紧固于工作台上，松开机用虎钳上体与转盘底座的紧固螺母，将机用虎钳水平回转 90°，略紧固螺母。
 - 用百分表找正，将百分表固定在机床主轴上，使机用虎钳钳口与铣床 X 向进给方向平行。
 - 然后使用手轮移动工作台和主轴，使表的接触头靠上平口虎钳的固定钳口

面。找正的方法如图 1-12 所示。

□找正时，注意防止百分表座与连接杆的松动，以免影响找正精度。进行找

正的操作时，先将百分表测头与定钳口长度方向的中部接触，然后移动 X 向，根据显示值误差微量调整回转角度，直至钳口与 X 向平行。

□移动铣床 Z 向，可以校核定钳口与工作台面的垂直度误差。

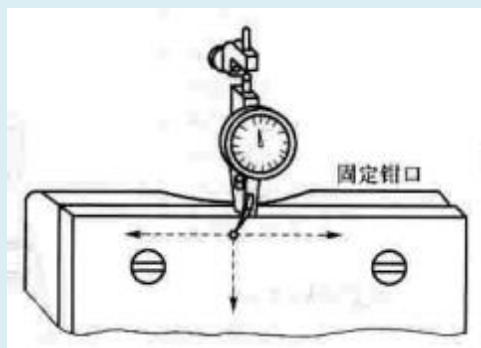
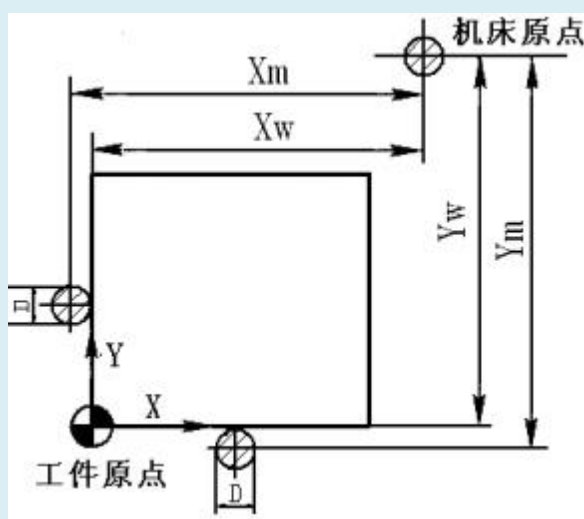


图 1-12 百分表找正

16. 试切对刀

(1) 直接测量法

1) X、Y 轴测量 (如图 1—13 所示)



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/857055145143010025>