

鏜 床 工 作 法

烈 德 欽 科 著

王 怡 然 譯

机械工業出版社

苏联 А. Г. Редченко 著 'Работа на расточных станках'
(Машгиз 1955 年第一版)

NO. 1619

1957 年 12 月第一版 1959 年 4 月第一版第三次印刷
850×1168 $1/32$ 字数 171 千字 印张 $6\frac{11}{16}$ 3,401—9,800 册
机械工业出版社(北京阜成门外百万庄)出版
中央民族印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业许可证出字第 008 号 定价(11) 1.20 元

目 次

原序	5
第一章 在镗床上加工的零件	7
1 零件的一般特征(7)——2 机体件的毛坯(9)——3 用铣削法加工的面(12)——4 孔形和孔中心线的位置(12)——5 平面的加工误差(17)——6 孔面的加工误差(18)——7 机体上各个孔的位置误差(19)	
第二章 镗床	24
1 万能镗床的类型(24)——2 镗床的精度标准(28)——3 镗床部件的刚度(30)	
第三章 机体件加工工艺的概论	33
1 在镗床上完成的主要工序种类(33)——2 机体毛坯在机械加工以前的准备工作(34)——3 零件的机械加工作序(35)——4 在孔加工过程以前的工序(37)——5 孔加工的工序裕量(39)	
第四章 零件的安装	46
1 合理地安装零件的主要条件(46)——2 万能夹具附件(47)——3 机体的安装(54)	
第五章 在镗床上的铣工	60
第六章 镗孔时工具的定坐标法	65
1 一般概念(65)——2 用试镗法使主轴中心线与所镗孔的中心线重合(66)——3 用千分表装置使主轴中心线与所镗孔的中心线重合(67)——4 用装上的样板使镗床主轴中心线与所镗孔的中心线重合(73)——5 用检验棒使主轴中心线与孔中心线重合(75)——6 使主轴中心线与孔的分界面相合(76)——7 镗孔时根据样板找正镗棒的位置(77)——8 镗孔时根据检验棒找正镗棒的位置(78)——9 根据分界面找正镗棒的位置(79)——10 用光学设备来找正镗棒的位置(80)——11 通用的镗棒找正法(83)——12 孔中心线成角度时工具的定坐标法(90)——13 在特殊的夹具上定工具的坐标(94)——14 编绘用千分表装置定坐标的镗孔图(95)	
第七章 孔加工的万能工具	99
1 对工具质量的要求(99)——2 刀头(100)——3 镗头(104)——4 扩孔镗(108)——5 铰刀(109)——6 多刀工具(113)——7 可以精密调节到一定尺寸的单刀镗杆和单刀镗头(123)——8 镗棒和端镗刀杆(128)——9 装铰刀的刀杆(131)——10 刀头有径向进给的辅具(133)——11 砂轮附	

件(141)——12 拋磨附件(142)——13 切削螺紋的工具(143)——14 安
裝刀具的工具(145)——15 在加工過程中測孔的量具(148)

第八章 孔加工151

1 孔加工中提高生產率的一般措施(151)——2 鑽孔(154)——3 擴孔
(157)——4 鉸孔(160)——5 孔端面的加工(162)——6 懸伸鑽削法的主
要方式(167)——7 用鑽棒鑽孔的主要方式(172)——8 在工件的一次安
裝中,同心孔的懸伸鑽削法(175)——9 工件旋轉 180° 的懸伸鑽削法(177)
——10 工件旋轉 180° ,并用鑽棒的懸伸鑽削法(179)——11 用鑽棒和中
心架支承鑽孔(180)——12 用鑽棒和附加支承鑽孔(182)——13 深孔的
加工(185)——14 錐孔的加工(186)——15 球面的加工(189)

第九章 降低振動強度的方法190

1 概述(190)——2 強迫振動(190)——3 自發振動(192)——4 增強機床
系統的剛度來減低振動的強度(193)——5 合理地選用工具以防止振動
(195)——6 合理地選擇切削用量以減輕振動的強度(197)——7 吸收振
動的裝置(198)

第十章 零件加工質量的檢查201

1 平面的檢驗(201)——2 各個孔的檢驗(203)——3 檢驗孔中心綫與平
面的位置關係(205)——4 檢驗幾個同心孔(206)——5 檢驗平行孔中心
綫的位置關係(209)——6 檢驗機體上成角度的孔的位置關係(213)

原 序

苏联规定在工业的领域内要高速发展机器制造业；这是国民经济各部门的强大技术改进的基础。

要进一步提高机器制造业的水平，必须推广现代的先进技术并采用现代的生产方法。

苏联的机器制造厂广泛地配备了各种金属切削机床；其中有多量的万能镗床。要有效地使用金属切削机床不但在很大程度上与具有一定的技术有关，而且与怎样使这些机床适于加工指定制件的技能也有关系。

机体零件主要是在镗床上加工的；在这类零件的整个加工循环中，大部分的工作通常必须在一部分镗床上完成。在这些镗床上主要是完成最后的一道工序，此后零件就直接送去装配。

从准备工作上和完成工艺工序上看，镗床小组都可认为是操作中最复杂的小组。考虑到镗床的这个特点，为了创造它们的高生产率的工作条件，必须保证在每一个工作地点上有各种各样的万能装备。可以这样说，在单件生产的条件下，每一个镗床工人，在他的工作地点的工具柜里大概有到150种不同的工具和夹具。所以在本书内相当着重在叙述镗床上应用万能装备的问题。

在中型和重型机器制造业中的单件生产或小批生产的条件下，镗削工序特别重要。在这种条件下，为了提高生产率并改进工序的质量而用特殊夹具和特殊工具多半是不适宜的。

随着各种机器的精度提高，速度和功率增加，对机件加工质量的要求也不断提高。在镗床上加工机体件的时候，要保证工作的质量，首先是保证各孔的相互位置精度，这是很重要的。

构造形状大不相同的机体件在各种不同的条件下加工，在镗床上高生产率工艺这方面已累积了丰富的经验。本书的主要内容

6
是根据克拉馬托爾斯克机器制造厂的鏜床工作經驗綜合起来的几种最重要的工作方法。

讀者對本書的批評和意見，請寄交下列地址：г. Киев, Кре-
щатик, 10, Укрмашгиз。

第一章 在鏜床上加工的零件

1 零件的一般特征

在万能鏜床上加工而有精密圓孔的零件，大多數是機器的或各大部件的主要零件。這類零件通常稱為機體件。屬於這類零件的有：減速器的機體，金屬切削機床的主軸箱，各種發動機的气缸體，許多機器和金屬冶煉組合機的機座，渦輪機的機體及其他零件。機體件是用來按要求的精度安裝、聯結並安排零件和部件成為機器的基礎。

大多數機體件的質量必須滿足下列的一般技術要求：

- 1) 在工作過程中剛度要高；
- 2) 要選用恰當的機體形狀、壁厚和肋厚，以便可靠地消除震動和噪音現象；
- 3) 在運用過程中要便於裝拆；
- 4) 要保持最小的重量和外廓尺寸，特別是運輸設備的機體；
- 5) 要保持結構的工藝性適合具體的生產條件和生產性質。

機體件的製造質量對於獲得並保持各個機構的相互位置和相互作用的精度以及整個機器的工作情況關係都很大。機體件的加工質量，特別是它的孔和平面的加工質量，在很大的程度上決定了機器的鉗工裝配勞動量和裝配總循環的時間。

在鏜床上加工機體件所用的勞動量，通常比加工其他機器零件來得多，製造的循環也比較長，並且按工序的精度和複雜性來說都是很重要的。零件的尺寸和重量增大時，加工勞動量也大大增加。加工面尺寸愈大，零件尺寸愈大、愈重，則加工時所用的工具和機床愈大；加工中所不可避免的誤差也愈大。根據實際工作的資料，加工的誤差量與零件尺寸之間的近似關係在ГОСТ公

差制度範圍內可用下式表示:

$$\Delta d = C \sqrt[3]{d},$$

式中 Δd ——誤差量 (公厘);

C ——表示加工精度的係數;

d ——工件的直徑或主要尺寸。

此關係式是根據統計資料得來的, 這些統計資料表示着各種機械加工的誤差量與加工面尺寸之間的關係。

在鏜床上加工作件的工藝過程決定於工件的構造特點。決定在鏜床上加工作件的工藝過程的複雜程度和性質的主要構造特點是:

1) 零件的尺寸與重量;

2) 孔的尺寸與類型, 同心孔的公共中心線的長度, 鏜孔中心線的數目和它們對於平面的位置;

3) 所銑平面的尺寸、形狀和位置;

4) 各加工孔表面與平面的精度, 以及它們的相互位置精度;

5) 工件的材料;

6) 工件的剛度。

在重型機床製造業中, 在鏜床上加工作件的幾種有代表性的典型零件, 它們的主要尺寸和重量的範圍如表 1 所列。

表 1 重型機床的機體件的規格

機 體	機體的重量 (噸)	界限尺寸(公厘)			鏜孔數	鏜孔中心線數
		長 度	寬 度	高 度		
軋輥車床的車頭箱	4.2	2500	1950	890	42	10
滾齒機的總運動機構箱	7.8	2850	2050	1430	282	83
無心拔荒機的主軸箱	10	3425	1380	1550	7	3
立式車床的傳動箱	11	2885	2460	1358	34	7
車床的車頭箱	29.8	4200	3200	1600	18	4

孔的尺寸和形狀、同心孔中心線的長度、鏜孔中心線的數目和它們對於平面的位置關係, 在各種零件上有各種各樣的組合。

在大型机件上，例如在汽輪机的机体上就有一条很复杂的阶梯形孔中心綫。而在另一大型机体上却有很多精密的孔，分布在几条中心綫上。例如，外廓尺寸为 $4200 \times 3200 \times 1600$ 公厘而重 29.8 吨的重型車床車头箱就有六条长达 4200 公厘的中心綫和 28 个直径从 150 公厘到 790 公厘的 2 級精度的孔。重型滾齿机的总运动机构箱是孔中心綫数量多而各孔的相互位置精度高的代表性零件。这种机构箱的外廓尺寸是 $2850 \times 2050 \times 1430$ 公厘，重 7800 公斤。制造这种机箱时要鑿出分布在 83 条中心綫上的孔，中心綫彼此的位置关系要准确到 0.02 公厘。在机箱的 282 个孔中，有 176 个孔要加工到 2 級精度。所加工的孔直径在 28~380 公厘范围内。

要在鏜床上完成銑工操作的代表性零件就是其表面很难或不能在龙門銑床或龙門刨床上加工的零件。在重型机器制造业中，属于这一类的零件如：輾压机的齿輪架和龙門座，鍛压机的机座，冷切和热切金屬的剪床机座等。在重型机床制造业中，要在鏜床上銑削的零件如：大型組合床身的各端面，大花盤的丁字槽，大型立式車床的橫梁，立柱和底座等。

2 机体件的毛坯

机体件可以是焊接結構的，也可以用鑄鉄或鑄鋼制造。減速器这一类机体件和各种机床上的机箱，多半是用普通鑄鉄鑄成的。工作时載荷較高的机体件則用改良鑄鉄或高强度鑄鉄制造。各种冶煉設備和鍛压設備的机座載荷很高，常用鑄鋼制造，例如輾鋼机的龙門座，剪床和鍛压机的机座等。

減速器的机体几乎没有用鑄鋼制造的。这是因为这种机体形狀复杂，外廓尺寸大而牆壁的厚度比較薄。因此要得到質量好的鑄鋼件比較困难；由于常常出毛病，需要費时的修理，因而相当地区延長了机体的加工周期和整个机器的制造時間。

焊成的机体重量比較輕，因此应用很广。这种机体通常是由鋼板制造的零件和軸承座的鍛件焊成的。也有焊——鑄結構的机

体，轴承座是形状比较简单的铸钢件。在这种机体上，轴承座是焊在钢板上的。

表2所列是最通用的制造机体的灰铸铁的机械性能。表3是同一用途的改良铸铁的机械性能。

表2 灰铸铁的机械性能

铸铁的号碼	抗弯極限强度 不低于 (公斤/公厘 ²)	支点相距 300 公厘时的撓度 (公厘)	布氏硬度 H_B
Ч 32, OCT 8827	32	3.0	143~179
Ч 38, HKTH-2178	38	3.0	170~229

表3 改良铸铁的机械性能

鑄鐵的號碼	極限強度(公斤/公厘 ²)		支点相距 300 公厘時的撓度 (公厘)	布氏硬度 H_B
	抗 拉	抗 彎		
	不 低 于			
MCЧ 28-48	28	48	3.0	170~241
MCЧ 38-60	38	60	3.0	197~262

制造机体件最常用的铸钢是ГОСТ 977-41的35-5015号碳钢。

为了保证零件的加工质量、铸件的表面，特别是孔表面应当充分光滑、平滑，铸件各部分的金属结构要完全均匀，这一点有最重要的意义。在铸件的孔表面上不可有砂眼和白口部分。要加工的表面上有了这种毛病就很难而有时竟不可能制造出精密的孔。

要成功地制订机械加工的工艺规程，必须十分清楚地了解毛坯。除了从施工图上知道关于毛坯的性质和材料的号码以外，还必须知道机械加工的裕量，冒口和浇口的位置，毛坯的尺寸公差和重量公差，孔、缺口和台肩等的铸造条件。

3 用銑削法加工的平面

在下列情況下，機體件的平面要在銑床上進行銑削加工：

1) 如果在龍門刨床或龍門銑床上加工這種平面時，刀具很難達到或不能達到。

2) 如果在零件的銑孔過程中，不須換裝到其他機床上去就可以加工一部分平面。若是換裝零件很費工而花在平面加工上的時間比較少，在這種情況下特別重要。

3) 當零件的尺寸很大而必須將加工工序集中在一個工作地點上並採用移動式銑床時，這在重型機器製造業中特別重要。

用銑削法加工的零件表面可以分為下列三種基本類型：

a) 垂直於銑床主軸中心線的平面；

b) 平行於銑床主軸中心線的平面；

c) 與銑床主軸中心線成各種角度的平面。

上列各類表面可以是成直角的，平行的，各種角度的丁字槽等的不同形式。

在銑床上加工的零件平面，它們的工藝性決定於下列主要條件：

1) 零件裝在銑床上的時候，加工面與花盤的距離。距離愈近生產率愈高，並且表面可以加工得愈精密。

2) 加工面的尺寸：在送進運動方向的尺寸（長度）和垂直於此方向的尺寸（寬度）。當加工面的寬度超過銑刀的工作尺寸時，加工相當困難。

3) 加工平面的位置：與主軸中心線垂直、平行或成不同角度。最适宜的是第一種情形，因為可以用端銑刀來加工。

平行於主軸中心線的平面要用圓柱銑刀加工。加工這種平面從生產率和加工精度上看是比較困難的，特別是當這種平面和工件的其他表面必須保持很高的位置精度的時候。

與主軸中心線成各種角度的平面通常用特殊的夾具或用床柱

和主軸箱可轉成角度的銼床來加工。

4) 和其他平面成直角的表面，對於銑削工序來說工藝性是較差的。

4 孔形和孔中心線的位置

機體件的加工孔可根據其用途分為幾種不同的類型：

1) 基本孔——用來安裝部件的機構。這種孔的表面加工精度將決定機器各個部件（例如齒輪傳動部分）的工作正確性和使用壽命；或者甚至決定整個機器的工作質量（例如，機床機體件上的主軸孔，汽輪機機座上的孔等等）。這類孔的加工精度通常都要求很高，在ГОСТ的I級與II級精度範圍內。

2) 所謂夾持孔——用來安裝夾持螺栓、螺絲、雙頭螺栓等等。在機體件上常有相當數量的這種孔眼。它們的製造精度一般都不高（ГОСТ IV級精度及以下）。這種孔眼一般都在鑽床上加工，在個別的情況下，當它們和所鏜的基本孔在同一平面上的時候，就在銼床上加工。

3) 輔助孔或工藝孔——用來使軸件的裝卸便利，並使基本孔的銼削和測量方便。在形狀複雜的金屬切削機床的機體上常有這種孔眼，多半和基本孔在同一中心線上。如果在加工基本孔時用輔助孔作為鏜杆在孔中移動的導承，那麼它的精度就不應低於基本孔的精度。

各種大尺寸機體件上的孔眼，它們的主要種類如圖1所示。在各種重型機床的機體上常有這幾種形狀的孔眼，它們幾乎包括了在工廠實際工作中所遇到的各種孔眼。這幾種孔的主要尺寸範圍如表4所列。

大多數機體件上的基本孔是可分拆的，這是取決於機器的構造特點以及簡化裝配過程的需要。可分拆孔的上部通常是個蓋子。按照機體的構造，這種孔可以是單獨分拆的（每孔各有一個蓋子），或是共同分拆的（合用一個蓋子），例如在減速器的機體上

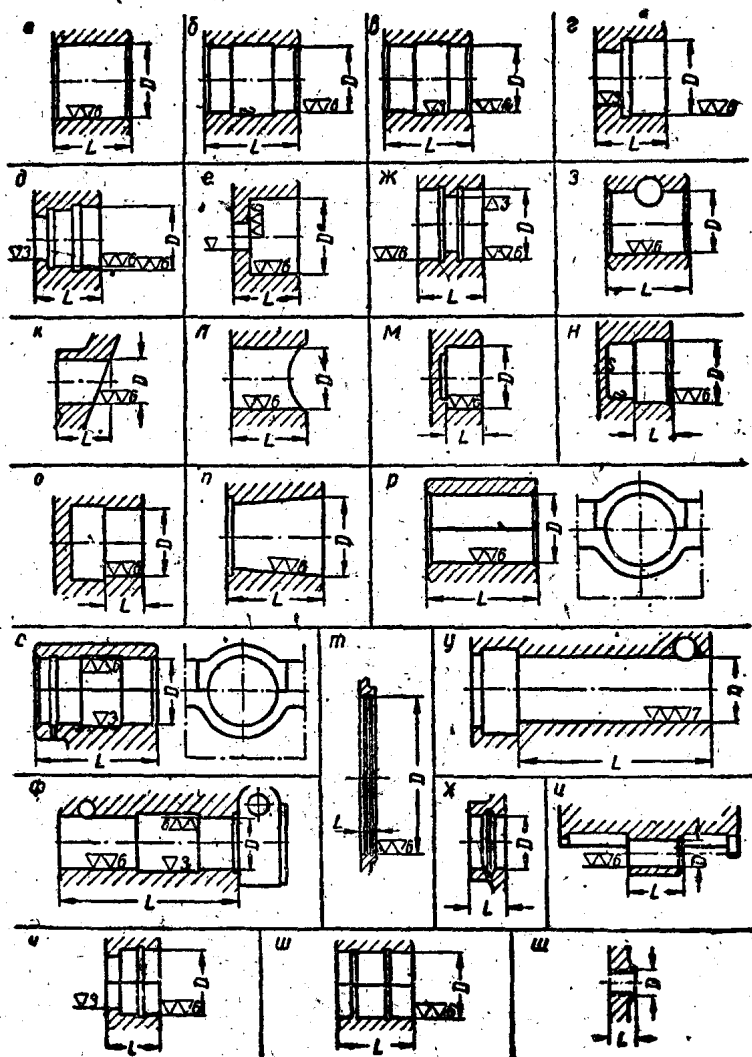


圖1 機件孔的種類。

(圖2)。

加工可分拆孔表面的時候(與加工整孔不同),達到高精度比較更難,因此誤差量要大一些。主要的原因是裕量 Π (圖3)分布不均勻以及機體和蓋子的制造材料的硬度不同。

表4 重型机床机体件孔的主要尺寸范围

(参看图1)

孔的种类	直径D(公厘)		长度L(公厘)		孔的种类	直径D(公厘)		长度L(公厘)	
	最小	最大	最小	最大		最小	最大	最小	最大
a	25	6000	15	700	o	75	200	100	250
ā	100	500	120	500	n	—	450	—	420
к	80	500	100	450	p	160	915	120	850
z	80	320	40	200	c	250	915	280	600
o	90	480	80	360	m	100	2550	60	170
e	140	360	130	250	y	220	400	900	2000
ж	95	360	80	400	φ	220	400	800	1065
с	50	200	150	500	х	60	400	35	100
к	80	110	50	100	u	180	220	200	460
л	40	130	50	200	у	250	400	120	220
м	30	160	25	100	ш	250	500	120	210
н	100	260	50	150	ш	M48	4M110	25	60

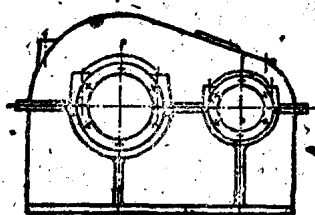


圖2 帶有共同分開孔的減速器機件。

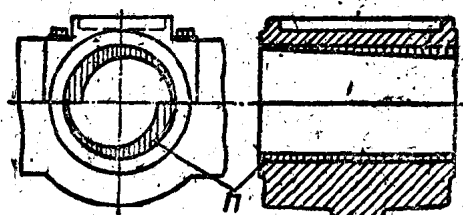


圖3 在可分開孔內基本裕量刀分布不均的情形。

最适合鏜削工序的是光滑圓柱孔，長度為直徑的1~1.5倍，要加工的端面(圖1 a)與孔中心綫垂直。為了減輕長孔表面的精加工工序并改進相配件的配合條件，有些機體上鑄出或加工出一道所謂「阱」(圖1 b和1 c)。然而必須指出，鑄出的阱將使鏜孔工作產生某些不便。首先，有了鑄出的阱使刀具的使用條件惡化，特別是浮動鉸刀這類刀具。當刀具從已加工的一段孔進入另一段孔的時候，它下垂并刮在阱的表面，使進入另一段孔發生困難，并損害了刀具的切削刃。其次，在孔的全長上很難保證獲得正確

的孔形，因为从已加工的一段到鑄出的新的地方，硬度增加并有鑄出的表皮。因此，在檢驗这类鑄孔的时候，可以观察到从孔的两端都能插入塞規，但塞規不能通过整个孔。在这种情况下不得不用額外的鉗工工序將孔的狹窄部分刮大。

在很多現代的机体結構上，安裝齒輪傳動的圓柱孔內有着1.5~3公厘寬的环槽，这是用来裝彈簧环或开口环以固定滾子軸承的（圖1u）。鑄这种环槽要用有徑向送進的特殊工具。

除了这几种孔形以外，还有端面与孔的中心綫不垂直的圓柱孔（圖1x），端面为內圓柱面的孔（圖1z）以及表面被另一已加工的垂直孔所截的孔（圖1g）。这几种孔都是非工艺性的——不能用浮动鉸刀校准而必須增加走刀的次数以保証一定的精度。孔上有裝毡垫圈的槽（圖1x）和擋住軸在旋轉时把油抛出的槽（圖1m）的孔制造得比較少。

除了直通的圓柱孔之外，常要在机体上加工帶有內支承端面的孔，实用上称为阶梯孔（圖1e~x）。加工阶梯孔是困难的，并使鑄削工序的劳动量显著的增加。直徑变化不大的阶梯孔（圖1e）的工艺性比較好。加工这种孔的时候，可用剛度較大的鑄棒和鑄杆。帶有小直徑孔的阶梯孔（圖1e）和盲孔差不多，鑄削这种

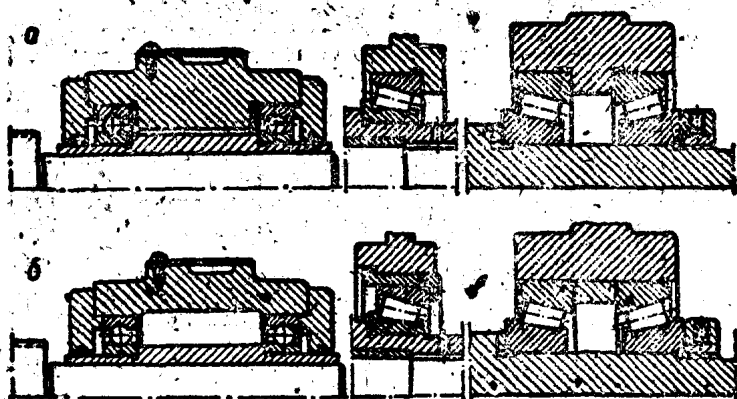


圖4 用直通的圓柱孔代替阶梯孔的例子。

a—阶梯孔；б—直通孔。

上，这条中心綫上可以有任意形狀的孔，組成一組同心孔。

在各种重型金屬切削机床的机体上有排列得最复杂的同心孔。圖 5 a 所示的乃是花盤直徑为 7000 公厘的立式車床的傳动机座上排列的同心孔。傳动机座上有七个可分拆孔，其中分別裝着三根齒輪軸。鏜削重型机床主軸的同心孔（圖 5 b）特別困难。这种孔的直徑很大，并且通常都在机床最笨重的零件上。

在鏜削工序中，零件的工艺性主要取决于在同一条中心綫上各种形狀的孔的排列次序及其尺寸。在單件和小批生产中，各同心孔的形狀和位置在和工艺性的关系上，可以这样总的來說：

1) 在加工一条中心綫上各孔的时候，必須尽可能用剛度最大的鏜棒，也就是用長度一定而直徑尽量大的鏜棒。由于鏜棒的直徑是按照在一条中心綫上所有各孔中的最小直徑来选择的，所以必須用增加最小孔徑而不增加最大孔徑的方法使最大孔徑与最小孔徑之差尽可能地小。

2) 如果在一条中心綫上的孔与孔間距离比較近，那么最好使它們的直徑相同。这样就可以在鏜棒上用同一安裝的刀具鏜这些孔。

3) 尽量避免采用阶梯孔，特别是它們的中心綫排列得很复杂时。

4) 必須使各孔的尺寸种数最少。

5 平面的加工誤差

平面的加工質量是以零件上各表面的誤差以及各表面的相互位置誤差来評定的。各个平面的誤差包括：不平度、波度和加工光潔度不够。

不平度是以所檢驗的表面在任何方向內对平直度的偏差来評定的。有时候表面只在縱向或橫向內对平直度有偏差，特征是凸出或凹入。也有时候表面在縱向和橫向內，对平直度都有偏差，成为鼓形、鞍形及其他形狀。