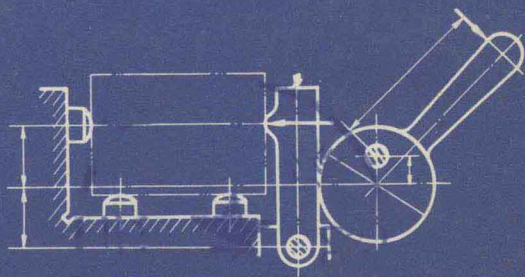
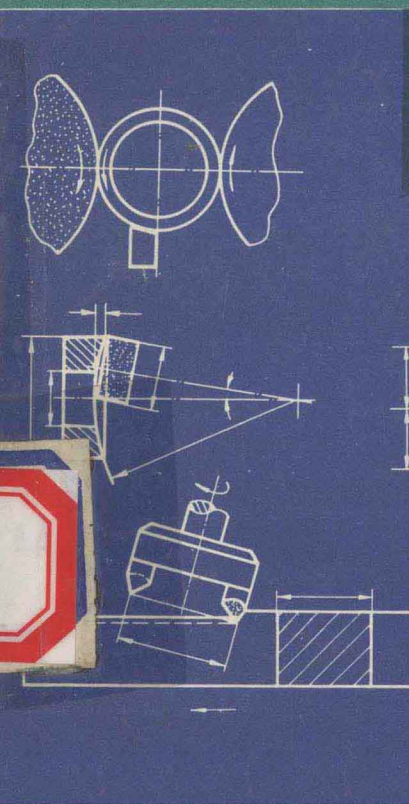


机械制造工艺学及 机床夹具设计习题集

机械制造工艺及自动化教研室
王启平 主编



哈尔滨工业大学

机械制造工艺学及 机床夹具设计习题集

机械制造工艺及自动化教研室 王启平 主编

哈尔滨工业大学

机械制造工艺学及机床夹具设计习题集

哈尔滨工业大学机械制造工艺及自动化教研室王启平主编

*

哈尔滨工业大学教材科出版

哈尔滨工业大学教材科发售

哈尔滨工业大学印刷厂印刷

*

787×1092 1/32 印张5.75 字数125,000

1981年第一版 1981年7月第一次印刷 字数9,600

校内使用 校内书号 0112 工本费×××

前 言

“机械制造工艺学及机床夹具习题集”一书，是为了使学生在**学习这两门课程时能联系实际深入地理解课程内容并培养分析问题的能力而编写的。**可供工科高等院校及业余工科高等院校机械制造工艺及设备专业和其它有关专业学生使用。

本习题集包括机械加工精度、机械加工表面质量、工艺系统热变形、机械加工工艺过程制订和工艺尺寸链、精密零件加工、精密加工条件、装配工艺和装配尺寸链及机床夹具设计等部分，共计453题。在习题的内容上，选编了帮助学生归纳、总结和深入理解课程内容的思考题，分析题，还选编了供学生复习或上习题课时使用的讨论题和计算题。在各类分析计算题中，为了明确分析计算的方法和步骤，部分习题列出简单示例以供参考。

本习题集由哈尔滨工业大学机械制造工艺及自动化教研室王启平、罗克然、李益民、王绍俊、颜婉容、宫兆琴编写，由王启平主编，侯作勋、陶崇德主审。

因时间仓促，错误在所难免，恳请读者批评指正。

一九八一年三月

目 录

一、机械加工精度	1
(一) 精度与误差	1
(二) 尺寸精度	1
(三) 形状精度	9
(四) 位置精度	19
(五) 机械加工过程中各种力、磨损 和残余应力的影响	23
(六) 加工误差的分析与计算	34
二、机械加工表面质量	62
三、工艺系统热变形	67
四、机械加工工艺过程制订及工艺尺寸链	71
(一) 机械加工工艺过程制订	71
(二) 工艺尺寸链计算	76
五、精密零件加工	87
(一) 精密主轴、轴承及箱体加工	87
(二) 精密齿轮加工	92
(三) 精密蜗轮付加工	97
(四) 精密丝杠加工	99
(五) 精密端齿盘、伺服阀及量块加工	100
六、精密加工条件	102
七、装配工艺及装配尺寸链	107
八、机床夹具设计	124
(一) 机床夹具概述	124

(二) 工件定位方案分析.....	124
(三) 确定工件的定位方案.....	131
(四) 定位误差计算.....	138
(五) 夹紧装置及夹紧力计算.....	148
(六) 夹具的对定及对定误差计算.....	160
(七) 夹具方案的拟定.....	167

附录

附表 1: 常用测量工具和测量方法的 极限误差 Δ_{lim}	174
附表 2: 测量方法精度系数 $K_{方}$	175
附表 3: 重复测量次数较少时的校正 系数 $K_{校}$	175
附表 4: 概率积分表 $y\left(\frac{x}{\sigma}\right)$	176
附表 5: 控制线系数 A 及 D	177
附表 6: 各级表面光洁度的粗糙度值.....	177
附表 7: 各种不同金相组织的比重.....	177
附表 8: 几种金属材料的线膨胀系数 α	178
附表 9: 几种金属材料的密度 ρ 、比 热 c 、导热系数 λ 和导温系数 a	178
附表 10: $\Phi(\rho)$ 函数表	179

一、机械加工精度

(一) 精度与误差

1. 试举例说明精密度、精确度、设计精度、加工精度的概念以及它们之间的区别。

2. 试举例说明原始误差、加工误差、系统误差和随机误差的概念以及它们之间的区别。

3. 在零件的加工过程中,如何分析和确定各种加工表面(如圆柱面、平面、圆锥面、球面、螺纹表面及成形表面等)的误差敏感方向。

(三) 尺寸精度

4. 试举例说明在零件加工中获得尺寸精度的方法,并在只考虑工艺系统本身误差影响的条件下,采用各种方法时影响获得尺寸精度的主要因素。

5. 采用分度值为0.02毫米的游标卡尺,测得一工件的内孔尺寸为 $\phi 60.04$ 毫米,当只考虑测量工具本身误差的影响时,试确定此工件内孔的实际尺寸。

【解】 经查附表1可知,当采用分度值为0.02毫米的游标卡尺测量50~80毫米范围内的内孔尺寸时,其测量极限误差为 $\Delta_{lim} = 0.06$ 毫米,故此工件内孔的实际尺寸应为 $\phi 60.04 \pm 0.06$ 毫米。

6. 在只考虑测量工具或测量方法本身误差影响的条件下,试分别确定如下工件被测尺寸的实际尺寸。

① 采用分度值为0.01毫米的一级百分尺,测得一工件的厚度尺寸为64.75毫米。

② 采用二级杠杆式百分表（在 0.1 毫米内使用）及三级量块测得一轴套的外径为 $\phi 142.35$ 毫米。

③ 采用分度值为 0.001 毫米的机械式比较仪和四等量块对一工件的直径进行测量，测得尺寸为 $\phi 36.043$ 毫米。

7. 在磨床上磨削加工一主轴的轴颈、其尺寸精度要求为 $\phi 85^{+0.015}_0$ ，试选取相应的测量方法。

【解】 由被测轴颈的尺寸精度要求可知其精度系 IT 5 级，经查附表 2 得测量方法精度系数 $K_{方} = 32.5\%$ 。

根据测量工具或测量方法极限误差 Δ_{lim} 与被测尺寸公差 T 之间的关系式：

$$K_{方} = \frac{\Delta_{lim}}{T}$$

可知，测量工具或测量方法的极限误差 $\Delta_{lim} = K_{方} \cdot T = 0.325 \times 0.015 = 0.00485$ 毫米

根据 $\Delta_{lim} = 0.00485$ 毫米查附表 1，确定选取分度值为 0.001 毫米的千分表（在 0.1 毫米内使用）及三级量块对轴颈进行相对测量即可满足要求。

8. 试合理选取下述零件有关尺寸的测量方法：

① 测量一个套类零件，其外圆尺寸为 $\phi 100^{+0.015}_{-0.038}$ 毫米，内孔尺寸为 $\phi 78^{+0.06}_0$ 毫米。

② 测量一零件的厚度尺寸为 $24^{+0.007}_{-0.016}$ 毫米。

③ 测量一阶梯轴零件上键槽的宽度尺寸为 $12^{+0}_{-0.05}$ 毫米。

9. 在立式铣床上，通过采用二级杠杆式百分表及三级量块调整工件相对主轴的位置，实现座标法镗孔。如图 1 所

示，先以工件两基准面的交线 O 为坐标原点，按座标尺寸先调整好工件的位置加工孔 I，然后再按座标尺寸调整工件加工孔 II。现只考虑测量误差的影响，试计算加工后两孔中心距的实际尺寸 L 。

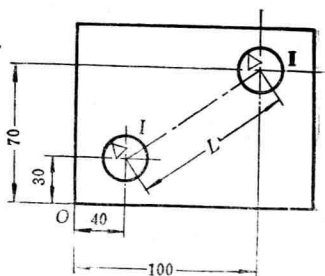


图 1

10. 采用试切法加工一工件上的尺寸 L 时，为提高测量精度而进行多次重复测量，其测量结果分别为：30.56、30.58、30.54、30.52 及 30.55 毫米，试通过数据处理确定此工件的实际尺寸。

【解】 根据有限次重复测量的数据处理公式：

$$L = \bar{L}_n \pm \Delta_{\text{lim } n}$$

式中 \bar{L}_n —— n 次重复测量的算术平均值。 $\bar{L}_n = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$ ；

$\Delta_{\text{lim } n}$ —— n 次重复测量的算术平均值的测量极限误差；

$$\Delta_{\text{lim } n} = \frac{\Delta_{\text{lim}}}{\sqrt{n}} \quad \text{或} \quad \Delta_{\text{lim } n} = 3\sigma_n$$

$$= 3K_{\text{校}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L}_n)^2}{n(n-1)}}$$

代入多次重复测量的数值而得多次重复测量的算术平均值为：

$$\bar{L}_n = \frac{30.56 + 30.58 + 30.54 + 30.52 + 30.55}{5} = 30.55$$

经查附表 3，当重复测量次数 $n=5$ 时 $K_{校}=1.14$ ，代入上述关系式而得：

$$\begin{aligned} \Delta_{lim_n} &= 3 \times 1.14 \\ &= \sqrt{\frac{(0.01)^2 + (0.03)^2 + (-0.01)^2 + (-0.03)^2 + (0)^2}{5(5-1)}} \\ &= 3.42 \sqrt{\frac{0.002}{20}} = 0.0342 \end{aligned}$$

最后得： $L = 30.55 \pm 0.0342$ 毫米。

11. 采用内径百分尺对一工件的内孔进行多次 ($n=9$) 重复测量，测得结果经整理后，其平均尺寸为 $\bar{D} = 60.07$ 毫米，试计算此内孔的实际尺寸。

12. 为了保证在单件小批生产条件下被加工工件轴颈的尺寸精度 ($d = 42_{-0.02}^0$)，现对试切轴颈进行多次重复测量，其所测得结果分别为：40.454、40.459、40.460、40.454、40.458、40.459、40.456、40.458、40.457 及 40.455 毫米，试计算试切后轴颈的实际尺寸和确定需要进一步调整刀具的距离。

13. 对精密零件的轴颈进行精密车削加工，现已知精密车削的加工余量为 0.10 毫米(图 2a)且车削时各次走刀的最小切削层极限厚度为一定值 ($a_{min} = 0.004$ 毫米)。试分析在

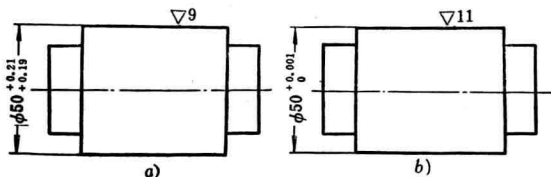


图 2

只考虑最小切削层极限厚度影响条件下，如何进刀加工方可保证如图 2b 所示的加工精度要求。

14. 为什么在汽缸体和车床尾座体等零件的孔加工中，通过采用珩磨头对其进行珩磨加工（图 3）可获得较高的尺寸精度？

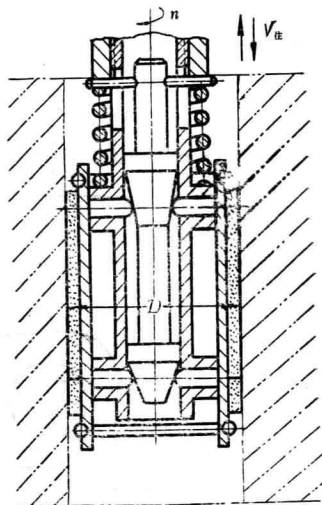


图 3

15. 在成批生产条件下，对如下零件进行调整法加工，试分析并确定合理的定位方案。

① 加工轴颈上的键槽，保持尺寸 H (图 4b)。

② 加工球上的一个平面，保持尺寸 h (图 4b)。

③ 加工机床导轨压板的滑动配合面，保持尺寸 A (图 4c)。

④ 加工圆环上距底面尺寸为 B 和距外圆中心线尺寸为 C 的两平面 (图 4d)。

⑤ 分别加工车床后支架的三个孔，保持尺寸 E 、 F 、 L_1 及 L_2 (图 4e)。

16. 在六角自动车床上加工一批工件，有关尺寸精度要求如图 5 所示。试分析在不考虑加工过程中其它因素影响的条件下，造成尺寸误差的主要原因有哪些？

17. 采用无心磨床，贯穿磨削一批轴承外环的外圆 (图

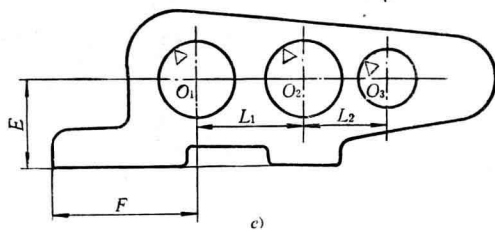
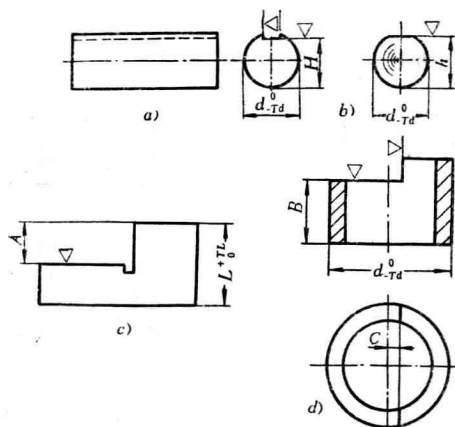


图 4

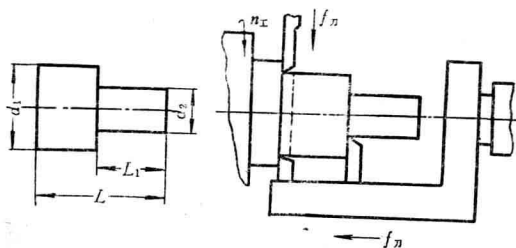


图 5

6), 图纸要求尺寸为 $\phi 65_{-0.02}^0$ 毫米。当试磨一组 ($n=4$)

工件的尺寸先后为 $\phi 65.046$ 、 $\phi 65.050$ 、 $\phi 65.042$ 及 $\phi 65.054$ 毫米时，试计算按试磨的第一个工件尺寸或按试磨一组工件的尺寸，应如何进一步调整导轮的位置？

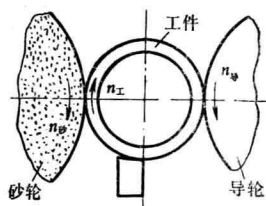


图 6

【解】 按试磨的第一个工件尺寸调整时，导轮应向工件调整进给的距离为 L_1 ：

$$L_1 = \frac{1}{2}(d_1 - d_{理})$$

$$d_1 = 65.046 \text{ 毫米}$$

$$d_{理} = 65 - \frac{0.02}{2} = 64.99 \text{ 毫米}$$

$$L_1 = \frac{1}{2}(65.046 - 64.99) = 0.028 \text{ 毫米}$$

按试磨一组 ($n=4$) 工件的尺寸调整时，导轮应向工件调整进给的距离 L_n 为：

$$L_n = \frac{1}{2}(\bar{d}_n - d_{理})$$

$$\bar{d}_n = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

$$= \frac{65.046 + 65.050 + 65.042 + 65.054}{4}$$

$$= 65.048 \text{ 毫米}$$

$$L_n = \frac{1}{2}(65.048 - 64.99)$$

$$= 0.029 \text{ 毫米}$$

18. 在平面磨床上采用调整法加工一批工件 (图 7)，

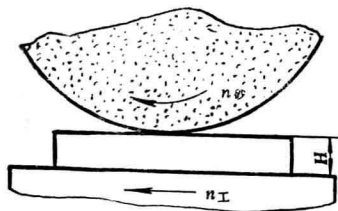


图 7

哪种调整方法（即按试切一个工件尺寸或一组工件尺寸调整）方可达到图纸要求。

19. 采用调整法加工一批工件的内孔，图纸要求尺寸为 $\phi 70^{+0.046}_0$ 毫米。本工序的均方误差为 $\sigma = 0.005$ 毫米。试分析计算按试切第一个工件尺寸调整刀具位置后继续进行加工时（刀具磨损可忽略不计），产生废品的可能性。若要求排除产生废品的可能性时，应至少需按试切几个工件的尺寸进行调整？

20. 如图 8 所示，在自动车床上加工一批工件，图纸要求尺寸为 $d = 19^{+0.04}_0$ 毫米、 $L = 30^{+0.05}_{+0.01}$ 毫米。当连续试切 5 个工件的尺寸如下表所示，试计算按试切一个工件或一组（ $n=5$ ）工件的尺寸应如何重新调整刀具和机床行程挡块的位置？

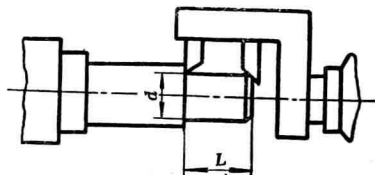


图 8

	1	2	3	4	5
d	17.92	17.97	17.98	17.96	17.93
L	31.24	31.28	31.21	31.25	31.26

21. 如图9所示, 在车床上采用工件端面定位和行程挡块对一批工件进行调整法加工, 要求保证达到图纸给定尺寸 $60^{+0.12}_0$ 毫米。现已知机床行程挡块的重复定位精度为 ± 0.04 毫米。试计算刀具调整时应具有的位置 L 及调整后继续加工时能否满足图纸要求 (刀具磨损可忽略不计)? 若满足不了图纸要求时, 可采取哪些措施?

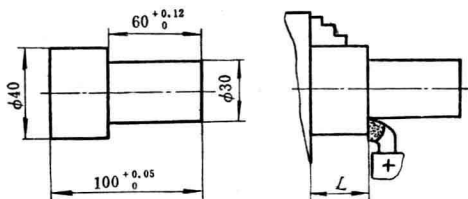


图 9

(三) 形状精度

22. 试举例说明在零件加工中, 获得加工表面形状精度的主要方法, 并分析只考虑工艺系统本身误差的影响时, 影响获得形状精度的主要因素有哪些?

23. 在机床主轴回转精度的检测中, 常以标准心棒和百分表测量出来的主轴的径向跳动 (图10) 做为衡量其精度的主要指标。试分析采用这种测量方法是否能准确地反映机床主轴的回转精度? 为什么?

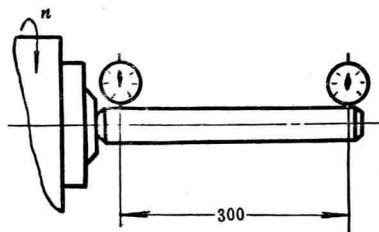


图 10

24. 试分析在车床滚动轴承主轴部件中, 轴承外环、内环

及滚动体的误差对主轴的回转精度有何影响？

25. 试分析在车床滚动轴承主轴部件中，轴承外环或内环上的滚道倾斜，以及它们都倾斜时，对主轴回转精度的影响？

26. 如图 11 所示，在纵切自动车床上加工圆销工件时，试分析造成被加工工件径向形状误差的主要因素是什么？

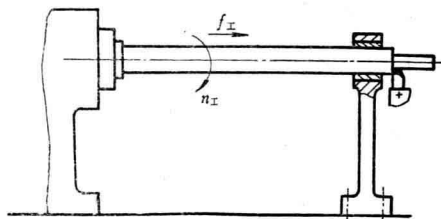


图 11

27. 在卧式镗床上对箱体零件镗孔，试分析当采用在镗床主轴上安装刚性镗杆或采用浮动镗杆和镗模夹具加工箱体内部孔时，影响镗杆回转精度的主要因素。

28. 用刻度值为 $0.02/1000$ 的精密水平仪和 250 毫米宽的测量桥板逐段测量 2 米长导轨在垂直平面内的直线度误差，其测得读数（格）为：+2.0 +1.2 +1.0 0 -0.8 -1.2 -1.6 -1.4（读数中的“+”号表示水泡向右移动，即右边高，“-”号表示水泡向左移，即左边高。）试按作图法确定此导轨在全长或任意 1 米长度内的最大直线度误差。

【解】 由于使用的测量桥板宽度为 250 毫米，故精密水平仪水泡每移动 1 格相当于线性偏差值为：

$$250 \times \frac{0.02}{1000} = 0.005 \text{ 毫米}$$

这样，经测量后导轨各段的实际线性偏差值（毫米）分别为：

$$\begin{array}{cccccc} +0.010 & +0.006 & +0.005 & 0 & -0.004 \\ -0.006 & -0.008 & -0.007 & & & \end{array}$$

由于在对导轨直线度误差的测量过程中，其测量的前一段是后一段的测量基准，故可根据各段实际线性偏差的累积值，在以导轨长度 L 和实际线性偏差累积值 Δ 的直角座标中画出导轨的误差曲线（图12）。连接首尾两点并以此两点连线为基准，取曲线上各点到基准最大正值和最大负值的绝对值之和即为导轨在全长内的最大直线度误差——0.023毫米。再连接相距为1米的各个首尾两点，即又可找出在导轨误差曲线中任意1米长两端点连线间的最大纵坐标值，即为此导轨在任意1米内的最大直线度误差——0.0075毫米。

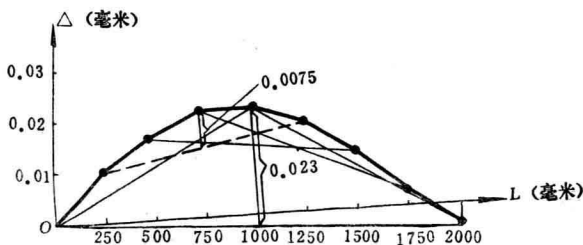


图 12

导轨误差曲线首尾两点连线与横座标之间的夹角表示被测床身导轨的安装水平误差。

29. 采用刻度盘读数为 $1''$ 的光学准直仪及宽度为200毫米的测量桥板测得外圆磨床2米长导轨在水平面内的直线度