

机 修 手 册

试 用 本

修理技术及其应用(一)、(二)

尺寸链原理在机床修理中的应用

机 械 零 件 的 修 复 工 艺

中国机械工程学会

第一机械工业部

主编

机 械 工 业 出 版 社

78.1

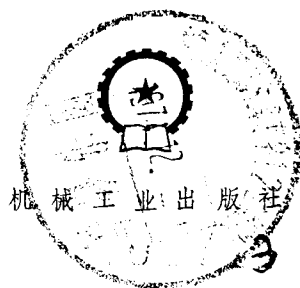
140

机械制造工厂
机械动力设备修理技术手册

修理技术及其应用(一)、(二)

尺寸链原理在机床修理中的应用
机械零件的修复工艺
试 用 本

第一汽车制造厂编



本手册共分五篇。第一篇：修理技术准备；第二篇：修理工艺；第三篇：设备的安装与保养；第四篇：动力设备的修理；第五篇：电气设备的修理。

第二篇共分六章，分别阐述修理技术及其应用，机床修理工作中的拆卸、装配和调整，金属切削机床的修理工艺，锻压、铸造和起重运输设备的修理，机床外观和机床修理的精度检查方法和检查工具等。

本分册是第二篇第一章的两个部分。在第一部分中主要是介绍修理尺寸链的解法和计算，并说明如何选择合理的修理方法。在第二部分则是分别阐述金属扣合，塑性变形，电镀，焊接和用塑料粘补等有效修理方法。这些经验总结资料，对维修工人和技术人员有一定参考价值。

“焊接修复”一节，主要是根据大华机械厂提供的资料整理编成的，特此一并说明。

修理技术及其应用(一)、(二)

试 用 本

第一汽车制造厂编

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可登记证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 5^{10}_{16} ·字数 186 千字
1974 年 10 月北京第一版·1974 年 10 月北京第一次印刷
印数 000,001—100,000·定价 0.48 元

*

统一书号：15033·4227

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

勤俭办工厂，勤俭办商店，勤俭办一切国营事业和合作事业，勤俭办一切其他事业，什么事情都应当执行勤俭的原则。这就是节约的原则，节约是社会主义经济的基本原则之一。

目 次

修理技术及其应用 (一)

——尺寸链原理在机床修理中的应用

一、尺寸链的基本概念	1
(一) 尺寸链的组成	1
(二) 尺寸链的组成形态	1
1 简单尺寸链	1
2 并联尺寸链	2
3 串联尺寸链	3
4 混联尺寸链	3
二、修理尺寸链的解法与计算	4
(一) 修理尺寸链的解法	4
1 完全互换法	5
2 调整法	6
3 修配法	14
(二) 修理尺寸链的分析	20
(三) 计算组成环精度时应该注意的几个因素	22
三、修理基准和修理程序的确定	28
(一) 修理基准的选择	28
1 基准不变组合修理方法	29
2 基准变换组合修理方法	30
(二) 修理程序的安排	31

修理技术及其应用 (二)

——机械零件的修复工艺

一、机械零件修复工艺的分类和选择	33
(一) 修复工艺的分类	33
(二) 修复工艺的选择	33
1 修复工艺对零件材质的适应性	33
2 各种修复工艺能达到的修补层厚度	33
3 零件构造对工艺选择的影响	33
4 零件修理后的强度	36
5 修复工艺过程对零件物理性能的影响	36
二、修复大型铸件的金属扣合法	37
(一) 强固扣合法	37

1 波形键制造	37
2 波形槽加工	39
3 铆击工艺	41
(二) 强密扣合法	42
(三) 优级扣合法	42
1 加强件的形式	43
2 加强件的加工	44
(四) 热扣合法	44
1 热扣合件的形状	44
2 热扣合件的计算	45
三、塑性变形修复法	46
(一) 碾粗法	46
(二) 挤压法	47
(三) 扩张法	48
四、磨损零件的电镀修复	49
(一) 镀铬	49
1 铬镀层的特性及其使用范围	49
2 镀铬工艺	51
(二) 镀铁	52
1 铁镀层的特性及其使用范围	52
2 镀铁工艺	53
(三) 大件局部镀孔	53
1 局部电镀槽的构成	53
2 电解液	54
3 局部镀孔工艺过程	54
4 镀液的维护和调整	55
5 电源设备	56
(四) 长轴的局部镀铬	57
1 轻便槽电镀法	57
2 喷液电镀法	58
(五) 刷镀	59
1 原理	59
2 特点	59
3 工艺流程	60
4 刷镀的工艺装备	60
五、塑料涂敷与粘补	63
(一) 塑料的特性	63
(二) 塑料涂敷	64
1 沸腾熔敷法	65

2 火焰喷涂法	66
3 热熔敷法	69
(三) 塑料粘接	70
1 热熔粘接法	70
2 溶剂粘接法	70
3 胶粘剂粘接	73
4 几种胶粘剂简介	77
5 粘接在设备修理上的应用举例	91
六、焊接修复	94
(一) 铸铁件的电弧冷焊修复(用奥氏体铁铜焊条)	94
1 概述	94
2 焊条制造	96
3 焊接工艺	102
4 修复实例	109
(二) 铸铁件的电弧冷焊修复(用特制镍铜合金焊条)	122
1 概述	122
2 焊条制造	123
3 焊接工艺与修复实例	123
(三) 钢制精密淬火零件的电焊修复	125
1 概述	125
2 焊条制造	126
3 焊接工艺	129
4 修复实例	132
5 焊接修复时应注意的几个问题	133
(四) 钢制精密轴型零件的电焊修复	134
1 概述	134
2 HB 248 以下的 45 号钢精密轴型零件的堆焊修复	135
3 承受冲击负荷的 45 号钢大型轴型零件的焊接修复	137
4 大型轴型零件精密表面损伤的焊接修复	141
5 机床主轴裂纹的焊接修复	143
(五) 细焊丝二氧化碳气体保护电磁振动电弧堆焊	145
1 概述	145
2 细焊丝堆焊设备的工作原理	145
3 细焊丝堆焊设备的主要装置	146
4 细焊丝堆焊主要参数的选择	151
5 细焊丝堆焊的应用范围	152
(六) 机床导轨“划伤”的钎焊	153
1 锡基轴承合金无槽化学镀铜钎焊修复	153
2 用银锡焊料钎焊修复	156

七、机床导轨电接触加热自冷淬火	157
(一) 基本原理	157
(二) 电石墨棒式电极的手工操作	158
1 电极	158
2 低压降压器的制造	158
3 操作方法	159
4 处理后工件表面情况	160
5 影响淬火质量因素	160
(三) 滚轮式电极及机械化操作	162
1 铜滚轮电极几个主要参数	162
2 冷却方式对淬火效果的影响	164
(四) 电接触淬火设备	165
1 行星差动传动淬火机	165
2 可移式自动往复淬火机	167
3 无级变速淬火机	169
4 简易机械化淬火	170
(五) 淬火过程中应当注意的几个问题	171

修理技术及其应用 (一)

——尺寸链原理在机床修理中的应用

一、尺寸链的基本概念

机床上相互关联的零件,都具有确定相互位置的尺寸,这些尺寸像链子一样通过它们的作用面按一定的顺序排列成封闭形,并且其中某一尺寸受其余尺寸的影响,就构成一个尺寸链。尺寸链的基本特征是尺寸系列的封闭性和尺寸系列中某一尺寸是该系列中其余尺寸的函数。

(一) 尺寸链的组成

组成尺寸链的各个尺寸都叫做“环”。一个尺寸链中至少有三个环。尺寸链中其他各环的尺寸确定之后,最后得到的一个环,叫做“终结环”。一个尺寸链中只有一个终结环。其余各环叫“组成环”。一个尺寸链的组成环用同一个字母加顺序号表示。终结环在字母的左面加 Δ 符号表示。终结环的尺寸可以是“+”、“-”或“0”。尺寸增大会使终结环增大的组成环叫“增环”,反之叫“减环”。事先预定一个修配调整的环叫做“补偿环”(在这个环的符号外面加方形框表示)。做为补偿环的零件叫做“补偿件”。根据不同的补偿作用,可分为固定补偿件,活动补偿件,自动补偿件。同时属于几个尺寸链的环,叫做“公共环”。为了简化尺寸链的关系,可用尺寸链简图的形式来表示。

(二) 尺寸链的组成形态

1. 简单尺寸链

各环按一定顺序排列,只有一个封闭外形的尺寸链,叫做简单尺寸链(图1)。其尺寸链方程式为:

$$\Sigma A = A_1 - A_2 - \Delta A = 0$$

图2所示为床身溜板尺寸链。其方程式为:

$$A \text{ 组 } \Sigma A = A_1 - A_2 - A_3 - \Delta A = 0$$

$$B \text{ 组 } \Sigma B = B_1 - B_2 - \Delta B = 0$$

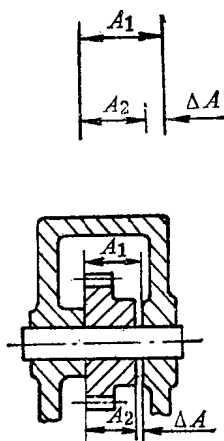


图 1

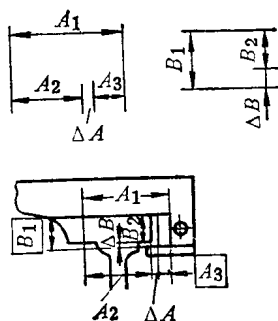


图 2

2. 并联尺寸链

这是几个尺寸链具有一个或几个公共环的联系形态。图 3 所示为 B 665 牛头刨床摇杆机构两组尺寸链 A 与 B 以 $A_3 = B_3$ 为公共环的并联尺寸链。其方程式为：

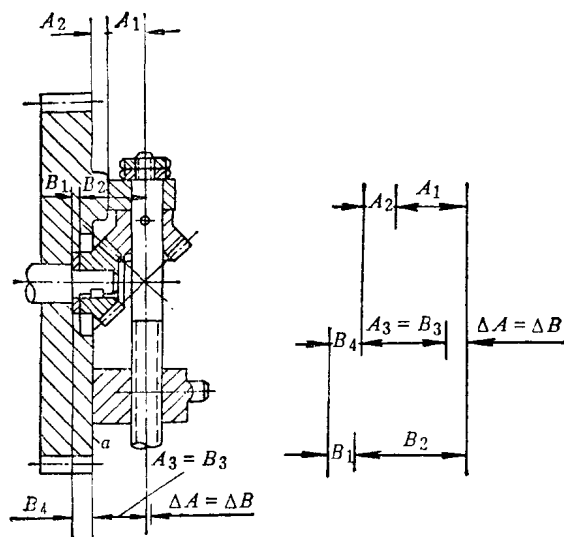


图 3

$$A \text{ 组 } \Sigma A = A_1 + A_2 - A_3 - \Delta A = 0$$

$$B \text{ 组 } \Sigma B = B_1 + B_2 - B_3 - B_4 - \Delta B = 0$$

并联尺寸链中的公共环如发生变动, 则与它有关的各尺寸链都将发生变动。因此, 排列尺寸链时最好先从公共环开始。

3. 串联尺寸链

这是每一后继尺寸链是以前一尺寸链为开始的联系形态, 前后尺寸链有一个公共基面, 串联尺寸链也可以有若干个尺寸链连续串联。图4所示为Y37滚齿机床身与差动机构。A组与B组尺寸链由差动轮系中心线(公共基线)联系而成的串联尺寸链。其方程式如下:

$$A \text{ 组 } \Sigma A = A_1 - A_2 - A_3 - \Delta A = 0$$

$$B \text{ 组 } \Sigma B = B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - \Delta B = 0$$

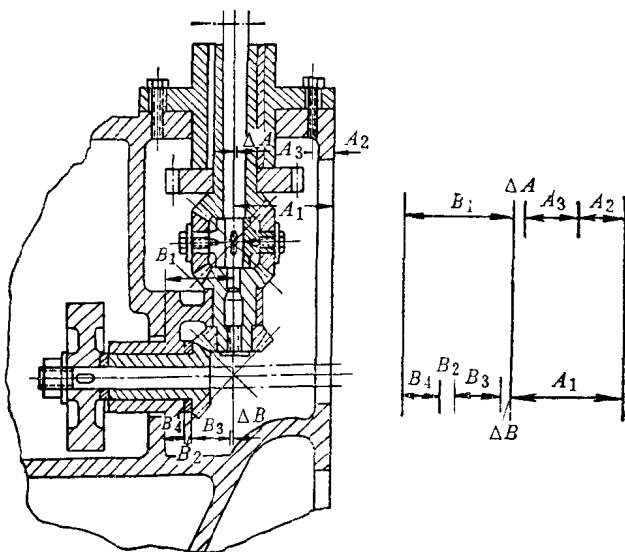


图 4

串联尺寸链的特点是: 当公共基面发生变动时, 与它有关的尺寸链也发生变动。同样当一组尺寸链中有一支的一组成环变动, 并且不能从同一支中另一环得到补偿, 则这种变动就会累积给串联尺寸链中其它尺寸链。

4. 混联尺寸链

这是由并联和串联混合组成的尺寸链。图5所示为Y37型滚齿机刀盘部

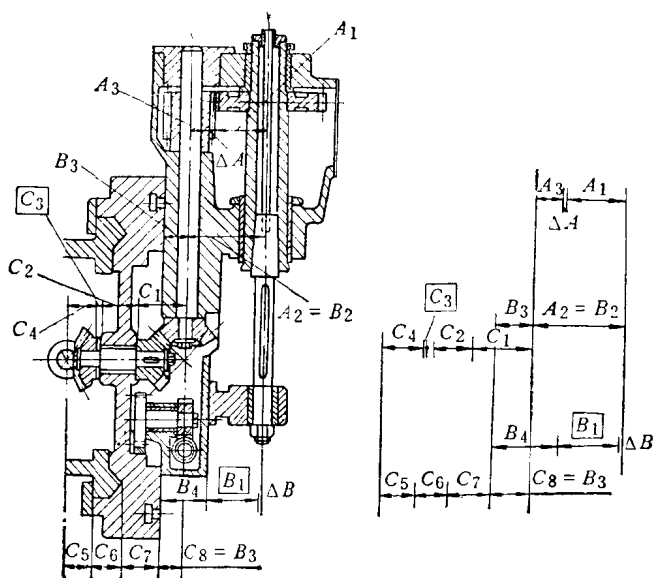


图 5

分的结构。它的方程式为:

$$A \text{ 组 } \Sigma A = A_1 + \Delta A + A_3 - A_2 = 0$$

$$B \text{ 组 } \Sigma B = B_2 + B_3 - B_4 - B_1 - \Delta B = 0$$

$$C \text{ 组 } \Sigma C = C_1 + C_2 + C_3 + \Delta C + C_4 - C_5 - C_6 - C_7 - C_8 = 0$$

由以上各种形态特点可知, 在分析尺寸链时应首先找出各个简单尺寸链的封闭外形, 然后研究各个封闭尺寸链的关系。注意查明构成串联尺寸链的公共基面和构成并联尺寸链的公共环。

二、修理尺寸链的解法与计算

(一) 修理尺寸链的解法

机床在使用过程中, 由于零件的磨损、变形、反复修刮和不正确的装配或调整, 因而引起了机件的相对位置偏差。机床修理的目的, 就是要消除这些偏差, 恢复机床的几何精度和工作性能。

用解尺寸链的方法来修理机床, 是一种有效方法。修理前首先找出它们

的尺寸链关系,按照机床工作精度的具体要求,确定终结环的合理精度。经过合理的技术计算,把终结环的公差值分配给各组成环。通过对各组成环的修理和调整,达到机床要求的工作精度。

修理尺寸链常用的解法有三种,即:完全互换法,调整法和修配法。有时用几种解法同时解一个尺寸链。

1. 完全互换法

用完全互换法解尺寸链,就是以各相应尺寸做为尺寸链各环的零件,无须选择或修配,就能装配到全部尺寸链中,并达到终结环预定的精度。它的优点在于装配简单,备件易于得到供应。遇到下面的几种情况,最好用完全互换法去解:

1) 按其原设计结构的特点,知道原有尺寸链是用完全互换法解的,如各种典型的变速箱传动件,就应该按照原设计的尺寸加工;

2) 在修理过程中需要更换的零件,它的技术计算、加工刀具已经标准化的,如:齿轮、蜗轮、花键和螺纹等,应按原设计的尺寸加工制造;

3) 涉及外厂协作件、标准件的有关尺寸,或影响易损备件计划供应的,修理时都不应改变,须按标准尺寸和公差加工,保持完全互换的特点。

应用完全互换法解修理尺寸链,通常是在已经确定终结环精度的情况下进行的。利用反计算问题的方法,计算尺寸链中需要修复或更换的几个组成环的名义尺寸和公差。它们的基本关系如下:

$$\Delta A = (A_1 + A_2 + A_3 + \cdots + A_n) - (A_{n+1} + A_{n+2} + \cdots + A_{m-1}) \quad (1)$$

$$\Delta A_{\text{最大}} = (A_1^{\text{最大}} + A_2^{\text{最大}} + \cdots + A_n^{\text{最大}}) - (A_{n+1}^{\text{最小}} + A_{n+2}^{\text{最小}} + \cdots + A_{m-1}^{\text{最小}}) \quad (2)$$

$$\Delta A_{\text{最小}} = (A_1^{\text{最小}} + A_2^{\text{最小}} + \cdots + A_n^{\text{最小}}) - (A_{n+1}^{\text{最大}} + A_{n+2}^{\text{最大}} + \cdots + A_{m-1}^{\text{最大}}) \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \delta_{\Delta A} &= \Delta A_{\text{最大}} - \Delta A_{\text{最小}} = (A_1^{\text{最大}} - A_1^{\text{最小}}) + \cdots + (A_n^{\text{最大}} - A_n^{\text{最小}}) \\ &+ \cdots + (A_{m-1}^{\text{最大}} - A_{m-1}^{\text{最小}}) = \delta_{A1} + \delta_{A2} + \delta_{A3} + \cdots \\ &+ \delta_{An} + \cdots + \delta_{Am-1} \end{aligned} \quad (4)$$

当 $\delta_{A1} = \delta_{A2} = \delta_{A3} = \cdots = \delta_{Am-1}$ 时

$$\delta_{A\text{平均}} = \frac{\delta_{\Delta A}}{m-1} \quad (5)$$

式中 ΔA ——尺寸链 A 的终结环尺寸;

$A_1, A_2, \cdots A_n \cdots A_{n+1} \cdots A_{m-1}$ ——尺寸链 A 的各组成环尺寸;

n ——尺寸链中增环的环数；

m ——尺寸链中的总环数；

$\delta_{\Delta A}$ ——尺寸链 A 的终结环公差值；

$\delta_{A1}, \delta_{A2}, \delta_{An}, \delta_{Am-1}$ ——尺寸链 A 各组成环的公差值；

$\delta_{A\text{平均}}$ ——尺寸链 A 各组成环的平均公差值。

用公式 (1) 可以计算终结环的名义尺寸，或根据终结环和其他组成环的名义尺寸计算需要修复的组成环的名义尺寸。用公式 (4) 可以计算终结环的公差值，或根据终结环和其他组成环的公差值计算需要修复的组成环的公差值。如果需要修复的组成环都没有特殊的精度要求，可用公式 (5) 计算它们的平均公差值，作为各环的加工公差。例如利用完全互换法解保证齿轮端面工作间隙的尺寸链 A (图 1) 时，终结环是齿轮端面与壳体之间的间隙 ΔA 。根据工作要求，规定间隙为 $0.1 \sim 0.4$ 毫米。 ΔA 的名义尺寸取中间值为 $\frac{0.1+0.4}{2} = 0.25$ 毫米。终结环公差值为 $\delta_{\Delta A} = 0.4 - 0.1 = 0.3$ 毫米。当该尺寸中的壳体与齿轮都更换时，设壳体的名义尺寸 A_1 为 50 毫米，按公式 (1) 求齿轮宽度 A_2 的尺寸：

$$A_2 = A_1 - \Delta A = 50 - 0.25 = 49.75 \text{ (毫米)}$$

如果将终结环公差值平均分配给各组成环，按公式 (5) 可求组成环的平均公差值：

$$\delta_{A\text{平均}} = \frac{\delta_{\Delta A}}{m-1} = \frac{0.3}{2} = 0.15 \text{ (毫米)}$$

则 A_1 和 A_2 环的加工尺寸可为 $A_1 = 50 \pm 0.075$, $A_2 = 49.75 \pm 0.075$ 。

按公式 (2) 和 (3) 验算规定偏差的正确性。

$$\Delta A^{\text{最大}} = A_1^{\text{最大}} - A_2^{\text{最小}} = 50.075 - 49.675 = 0.4 \text{ (毫米)}$$

$$\Delta A^{\text{最小}} = A_1^{\text{最小}} - A_2^{\text{最大}} = 49.925 - 49.825 = 0.1 \text{ (毫米)}$$

因此，最大最小间隙符合规定的要求。

用完全互换法解一个环数较多的尺寸链时，可以根据最短尺寸链原则，把不需要修复的组成环合并起来，尽量减少尺寸链的环数，工件修理公差可以放大，便于修理。

2. 调整法

利用调整法解修理尺寸链，是借调整的方法，改变预先拟定的一环的尺寸，达到终结环要求的精度。用调整法解尺寸链时，其余各组成环的精度不必严格控制，允许对它们的作用面进行适当的修理，可以在不更换或少更换零件的情况下，能比较经济地恢复尺寸链的精度。用调整法解尺寸链，装配

简单, 容易解决备件供应问题。尤其是当解环数多, 终结环精度要求高的尺寸链时, 更得到广泛的应用。实际上有很多机床的机构在设计时, 不但考虑到制造时的方便, 还为今后补偿磨损做好了准备。在解修理尺寸链时, 应该充分利用尺寸链中原有的补偿件, 用调整法去解。当补偿件的现有调整量小于实际需要的补偿值时, 应该修复或更换补偿件, 加大它们的补偿调整量。机床大修时, 应为以后的维修留有足够的调整量。新补偿件的补偿量可按下式计算:

$$\delta_K' = \delta_K + \delta_V + \delta_Z \quad (6)$$

式中 δ_K' ——新补偿件的最大补偿量;

δ_K ——原有补偿件的最大补偿量;

δ_V ——尺寸链各环使用后的变量, 可在修前实际测出;

δ_Z ——尺寸链各环预定的修去量, 可根据损坏情况预计, 或修后测出。

$$\delta_K = \delta_A' - \delta_A \quad (7)$$

式中 δ_A' ——将全部组成环公差带放大以后形成的终结环偏差;

δ_A ——终结环公差带。

例如, 利用调整法解拖板同楔铁之间的工作间隙的尺寸链 (图 6), 其

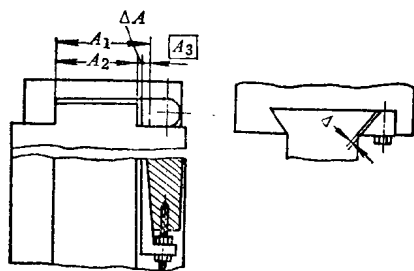


图 6

终结环为 ΔA , 根据工作要求, 规定为 0.02~0.04 毫米, 其公差 $\delta_{\Delta A} = 0.04 - 0.02 = 0.02$ 毫米, 补偿环是楔铁的厚度 $\overline{A_3}$ 。修理时更换补偿件——楔铁, 其厚度为 $\overline{A_3'} = \overline{A_3} + \delta_{AK'}$, 由公式 (6) 得知, 新补偿件的最大补偿量为:

$$\delta_{AK'} = \delta_{AK} + \delta_{AV} + \delta_{AZ}$$

由公式 (7) 得知, 原有补偿量为:

$$\delta_{AK} = \delta'_{\Delta A} - \delta_{\Delta A}$$

当把 A_1 、 A_2 、 A_3 各环的修理和制造公差放大为 0.2 毫米时，得出总的加工误差：

$$\delta'_{\Delta A} = 0.2 \times 3 = 0.6 \text{ (毫米)}$$

通过实际测量得知，原有楔铁厚度 $[A_3]$ 为 15 毫米。各摩擦面总的磨损量 δ_{Ar} 为 0.3 毫米。根据各工作面的磨损程度，预计最大修去量 δ_{AZ} 为 0.5 毫米。则新补偿件楔铁的厚度为：

$$\begin{aligned} [A_3] &= [A_3] + \delta'_{\Delta A} - \delta_{\Delta A} + \delta_{Ar} + \delta_{AZ} = 15 + 0.6 - 0.02 + 0.3 + 0.5 \\ &= 16.36 \text{ (毫米)} \end{aligned}$$

根据补偿件的调整方法不同，可分为自动调整和定期调整两类：

(1) 自动调整法 是靠自动补偿件随时调整终结环的精度，消除零件磨损、变形等引起的偏差。图 7 所示，为外圆磨床主轴和轴承的结构图。轴瓦是自动补偿件。在它的上面装有两个小活塞，靠调整好的压力油使活塞在端盖的孔中移动，使主轴和轴瓦的间隙 ΔD 在相当长的使用时间内保持正常。

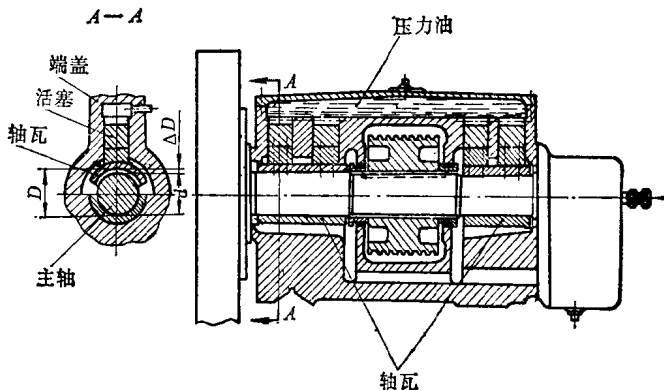


图 7

图 8 所示的弹簧，可以消除由于丝杠螺母磨损而产生的窜动量。

图 9 所示，是借重锤的重力，不断的消除丝杠螺母的单面间隙。

图 10 所示，是靠自动补偿件活塞环的张力，消除由于油缸和活塞环的磨损而产生的间隙，使其紧密贴合。其左端油封借法兰预加的压力和油的压力，使它在相当长的时间内，保持密封。

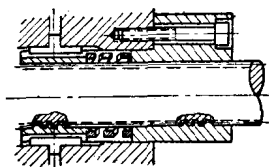


图 8

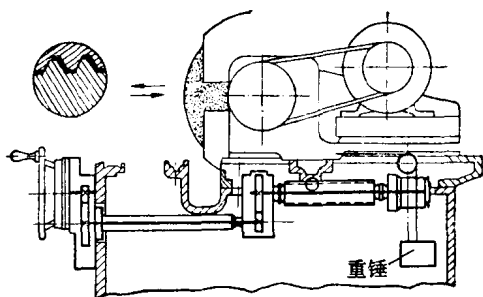


图 9

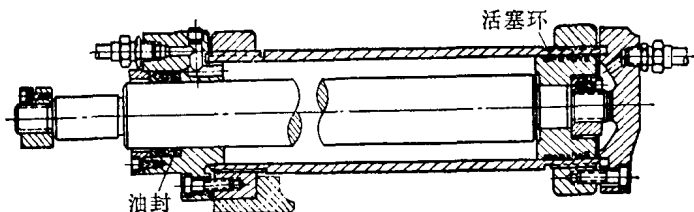


图 10

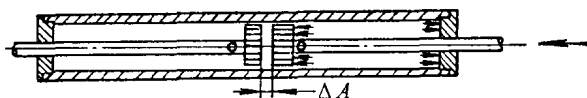


图 11

图 11 是磨床油缸示意图，在两活塞之间留有间隙 ΔA ，依靠它补偿由于油温的变化而产生的活塞杆伸缩变形。

在机床修理时，要检查自动补偿件的工作性能，确保它能继续承担自动补偿的作用。

(2) 定期调整法 是利用定期调整补偿件恢复机床尺寸链精度的一种简便方法。尤其是在中小修时，有时不必更换零件，只靠调整，就能恢复终结环精度。常见的定期补偿件有下面几种：

1) 螺纹调整补偿件。是用带有螺纹的调整件，定期地调整尺寸链的补偿环，恢复终结环要求的精度。例如：