

## 第9章 尺寸链

### 一、判断

1. 尺寸链有两个特征：一是封闭性，二是相关性。 ( √ )
2. 封闭环是指尺寸链中在装配过程中或加工过程中最后形成的一环。 ( √ )
3. 尺寸链中，增环增大，其它组成环尺寸不变，封闭环增大。 ( √ )
4. 零件工艺尺寸链一般选择最重要的环作封闭环。 ( × )
5. 在装配尺寸链中，封闭环是在装配过程中最后形成的一环。 ( √ )
6. 尺寸链计算的目的是主要是进行公差设计计算和公差校核计算。 ( √ )
7. 尺寸链封闭环的公差值一定大于任何一个组成环的公差值。 ( √ )
8. 所谓最短尺寸链原则，就是在设计时减小所有组成环的公差值。 ( × )

### 二、选择题：

1. 尺寸链中最后形成的环叫做 ( A )。  
A. 封闭环 B. 增环 C. 减环 D. 组成环
2. 引起封闭环尺寸反向变动的组成环叫做 ( A )。  
A. 减环 B. 增环 C. 调整环 D. 修配环
3. 对于尺寸链封闭环的确定，下列论述正确的有 ( B )。  
A. 图样中未注尺寸的那一环 B. 在装配过程中最后形成的一环。  
C. 精度最高的那一环。 D. 尺寸链中需要求解的那一环。
4. 零件加工过程中的工艺尺寸链是 ( C )。  
A. 不作要求的 B. 任意的 C. 封闭的 D. 不封闭的
5. 对封闭环有直接影响的为 ( D )。  
A. 所有增环和减环 B. 所有增环 C. 所有减环 D. 组成环
6. 尺寸链中封闭环的公差是 ( B )。  
A. 最小的 B. 最大的 C. 为零 D. 为负值
7. 按“入体原则”确定各组成环极限偏差应 ( A )。  
A. 向材料内分布 B. 向材料外分布 C. 对称分布 D. 非对称分布
8. 中间计算主要用于 ( A )。  
A. 工艺设计 B. 产品设计  
C. 求工序间的加工余量 D. 验证设计的正确性

### 三、综合题

1. 什么是尺寸链？什么是尺寸链中的封闭环？如何判别一组成环是增环还是减环？

答：(1) 尺寸链是指在机器装配或加工过程中，由相互连接的尺寸形成封闭的尺寸组。

(2) 尺寸链封闭环是在装配或加工过程最后形成的一环。

(3) 装配尺寸链中，封闭环是由机器装配精度决定的；工艺尺寸链中，封闭环必须在加工顺序确定后才能判断。组成环尺寸增大，封闭环增大是增环，组成环尺寸增大，封闭环尺寸反而减小是减环。

2. 如图 9-18 所示某齿轮机已知  $A_1 = 30_{-0.06}^0 \text{ mm}$ ， $A_2 = 5_{-0.04}^0 \text{ mm}$ ，

$A_3 = 38_{+0.10}^{+0.16} \text{ mm}$ ， $A_4 = 3_{-0.05}^0 \text{ mm}$ ，试计算齿轮右端面与档圈左端面的间隙  $A_0$  的变动范围。

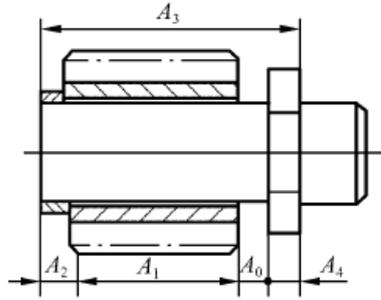


图 9-18 习题 2 图

答：根据公式 9-1 可得： $A_0 = A_3 - A_1 - A_2 - A_4 = 38 - 30 - 5 - 3 = 0$

封闭环上极限偏差：

$$ES_0 = ES_3 - (EI_1 + EI_2 + EI_4) = +0.16 - (-0.006 - 0.04 - 0.05) = +0.31\text{mm}$$

封闭环下极限偏差：

$$EI_0 = EI_3 - (ES_1 + ES_2 + ES_4) = +0.10 - (0 - 0 - 0) = +0.10\text{mm}$$

故轴向间隙  $A_0$  的变化范围为 0.10—0.31mm。

3. 如图 9-19 所示齿轮内孔，加工工艺过程为：首先粗镗孔至  $\phi 84.80^{+0.07}_0$  mm，插键槽后，再精镗孔尺寸至  $\phi 85.00^{+0.036}_0$  mm，并同时保证键槽深度尺寸  $87.90^{+0.23}_0$  mm，试求：插键槽工序中的工序尺寸 A 及误差。

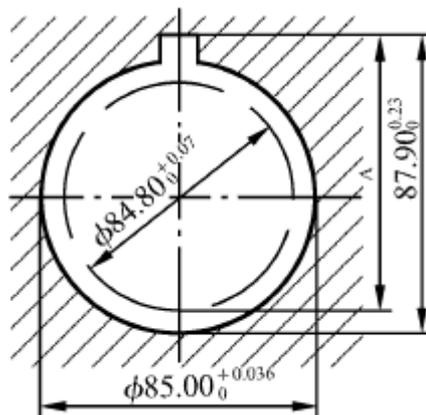
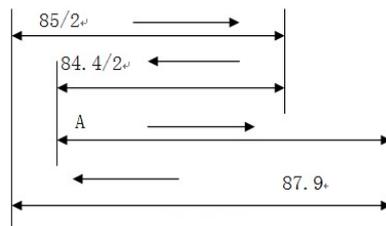


图 9-19 习题 3 图

答：根据题意，加工最后形成的深度尺寸  $87.90^{+0.23}_0$  mm 为封闭环尺寸，画尺寸链图如下图所示。



根据公式计算工序尺寸 A 及公差、极限偏差。由画箭头方法可判断出：A、

$\phi 85.00_{0}^{+0.036} mm$ , 为增环,  $\frac{84.8_{0}^{+0.07}}{2} mm$  为减环。

封闭环公称尺寸为:  $A = (87.9 + \frac{84.8}{2} - \frac{85}{2}) mm = 87.8 mm$

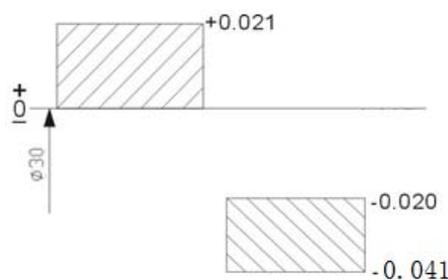
上极限偏差为:  $ES = (+0.23 + 0 - \frac{0.036}{2}) mm = +0.212 mm$

下极限偏差为:  $EI = (0 + \frac{0.07}{2} - 0) mm = 0.035 mm$

故工序尺寸 A 为  $87.8_{+0.035}^{+0.212} mm$

4. 有一孔、轴配合, 装配前轴和孔均需镀铬, 铬层厚度均为  $(10 \pm 2) \mu m$ , 镀铬后应满足  $\phi 30H7/f7$  的配合。试问轴和孔在镀前的尺寸应是多少?

答:  $\phi 30H7/f7$  的配合: 公差带图如下图所示。

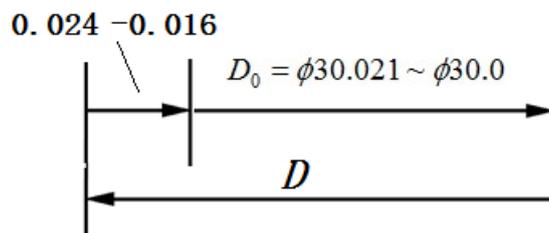


$$X_{\min} = EI - es = 0 - (-20) = 20 \mu m$$

$$X_{\max} = ES - ei = -21 - (-41) = +20 \mu m$$

孔的公差带代号为:  $\phi 30H7$ , 其上极限偏差为  $ES = +21 \mu m$ , 下极限偏差为  $EI = 0$

所以, 镀铬后孔的极限尺寸为  $\phi 30.021 \sim \phi 30.0 mm$  设镀铬前孔的尺寸为 D, 刚建立起工艺尺寸链, 如图所示。



$D_0 = \phi 30.021 \sim \phi 30.0$ , 其中:  $D_0$  为封闭环、D 为增环

镀铬层为  $0.024 \sim 0.016$  为减环

即  $D_{0\max} = D_{\max} - 0.016$ ,  $D_{\max} = 30.037 mm$

$$D_{0\min} = D_{\min} - 0.024, D_{\min} = 30.024 mm$$

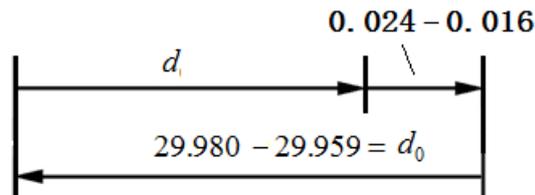
所以，镀铬前孔径为：30.037 ~ 30.024mm 即为： $\phi 30_{+0.024}^{+0.037} mm$

轴的公差带为  $\phi 30f7$ ，其上极限偏差为  $es = -20\mu m$ ， $es = -41\mu m$

所以，轴在镀铬后的极限尺寸为 29.980 ~ 29.959mm

设轴在镀铬前尺寸为  $d$ ，镀铬层厚度为  $10 \pm 2\mu m$

建立起工艺尺寸链如图所示。



其中：镀铬尺寸为封闭环，镀铬前轴的尺寸和镀铬层为增环。  
所以根据封闭环的极限尺寸计算公式：

$$d_{0\max} = 0.024 + d_{\max}$$

$$d_{\max} = d_{0\max} - 0.024 = 29.980 - 0.024 = 29.956mm$$

$$d_{0\min} = 0.016 + d_{\min}$$

即： $d_{\min} = d_{0\min} - 0.016 = 29.959 - 0.16 = 29.943mm$

所以，镀铬前的尺寸为 29.956 ~  $\phi 29.943mm$  即  $\phi 30_{-0.057}^{-0.044} mm$

5. 如图 9-20 所示套类零件，有两种不同的尺寸标注方法。其中  $A_0 = 8_{+0.2}^{+0.2} mm$ ，为封闭环。试从尺寸链的角度考虑，哪一种标注方法更合理？

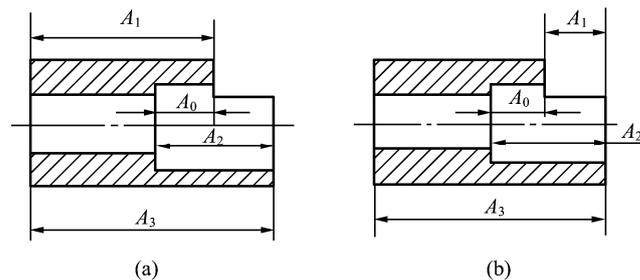


图 9-20 习题 5 图

答：第一种合理

6. 如图 9-21 所示为对开齿轮箱的一部分。根据使用要求，间隙  $A_0$  应为 1 ~ 1.75 mm。已知各零件的基本尺寸  $A_1=101 mm$ ， $A_2=50 mm$ ， $A_3=5 mm$ ， $A_4=140 mm$ ， $A_5=5 mm$ ，求各尺寸的极限偏差。

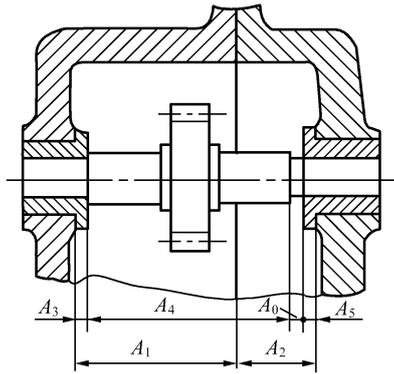
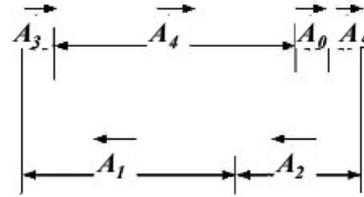


图 9-21 习题 6 图



尺寸链图

答：(1) 用等公差法求各环的极限偏差。因间隙  $A_0$  是装配后得到的，故为封闭环。尺寸链线图如图所示，其中  $A_1$ 、 $A_2$  为增环， $A_4$ 、 $A_3$ 、 $A_5$  为减环。

① 计算封闭环的公称尺寸和公差：根据式 9-1 得

$$A_0 = (A_1 + A_2) - (A_4 + A_3 + A_5) = [(101 + 50) - (140 + 5 + 5)] = 1\text{mm}$$

$$ES_0 = A_{0\max} - A_0 = 1.75 - 1 = 0.75\text{mm}$$

$$EI_0 = A_{0\min} - A_0 = 1 - 1 = 0$$

故封闭环的尺寸  $A_0 = 1_{-0}^{0.75}\text{mm}$ 。封闭环公差  $T_0 = |0.75 - 0| = 0.75\text{mm}$ 。

② 计算各环的公差，由式 9-9 得各组成环的平均公差为

$$T = \frac{T_0}{m} = \frac{0.75}{5} = 0.15\text{mm}$$

根据实际情况，箱体零件尺寸 ( $A_1$ 、 $A_2$ ) 大，难加工，衬套尺寸 ( $A_3$ 、 $A_5$ )

易控制，适当调整各环公差，取  $T_{A_3} = T_{A_5} = 0.48\text{mm}$ ， $T_{A_1} = 0.35\text{mm}$ ，

$T_{A_2} = 0.25\text{mm}$ ， $T_{A_4}$  可根据式 9-4 计算

$$T_{A_4} = T_0 - (T_{A_3} + T_{A_1} + T_{A_2} + T_{A_5}) = [0.75 - (0.48 + 0.35 + 0.25 + 0.48)] = 0.054\text{mm}$$

③ 确定各组成环的极限偏差：根据“入体原则”，由于  $A_4$ 、 $A_3$  和  $A_5$  相当于被

包容尺寸，故取其上极限偏差为零，即  $A_4 = 140_{-0.054}^0\text{mm}$ ， $A_3 = A_5 = 5_{-0.048}^0\text{mm}$ 。

$A_1$  和  $A_2$  相当于包容尺寸，故取其下极限为零，即  $A_1 = 101_0^{+0.35}\text{mm}$ ，

$A_2 = 50_0^{+0.25}\text{mm}$ 。

④ 校核封闭环的上、下极限

$$ES_0 = (ES_1 + ES_2) - (EI_4 + EI_3 + EI_5) = [(+0.35 + 0.25) - (-0.054 - 0.048 - 0.048)] = +0.75(mm)$$

$$EI_0 = (EI_1 + EI_2) - (ES_4 + ES_3 + ES_5) = 0$$

验算结果证明各组成环的极限偏差是合理的。所以各尺寸为：

$A_1 = 101_0^{+0.35} mm$  ，  $A_2 = 50_0^{+0.25} mm$  ，  $A_3 = A_5 = 5_{-0.048}^0 mm$   $A_4 = 140_{-0.054}^0 mm$  ， 若验算结果和封闭环的的极限偏差不相符合，可重新调整组成环的极限偏差。