

# 应用最大实体原理 设计综合量规的探讨

机械系 张瑞林

## 提 要

形位公差的综合量规是一种新的专用量具,本文根据最大实体原理的应用特点,提出了设计综合量规的基本规则、综合量规的公差及其公差带分布、以及确定综合量规基本尺寸的计算式等。本文还通过实例说明了综合量规的设计方法和步骤,并对设计人员应用最大实体原理时在图样上的标准方法提出了建议。

最大实体原理是技术图样上的形位公差采用相关公差时,被测要素或(和)基准要素偏离最大实体状态,而形状、定向、定位公差获得补偿值的一种公差原理。图样上标注为相关公差的零件,其被测要素既有尺寸公差又有位置公差要求,当判断该零件合格与否时,其检验方法不同于标注独立公差的零件。检验时,若采用“通用量具测量加计算”的方法,不仅操作困难、效率低,而且所测得的数值是零件的局部实际尺寸,用以计算位置公差所获得的补偿量是难以实现的。所以对于采用相关公差的零件,一般不用通用量具,而应采用综合量规进行检验。

综合量规是模拟零件在装配的最坏状态下保证功能要求的专用量具,不但能保证零件的完全互换性,而且操作方便,对检验人员的技术要求较低,它是成批大量生产中的重要检验量具。本文仅对设计中的几个主要问题进行探讨。

## 一、综合量规设计的基本规则;

1.判断采用相关公差的零件是否合格时,必须考虑被测要素的尺寸公差和形位公差这两个因素所产生的综合效果。即由图样上给定的被测要素最大实体尺寸和该要素的定向或定位公差所形成的综合极限边界是否超过实效状态时的边界尺寸。而且是否具有理想形状并符合图样给定的几何关系。

2.综合量规是在被测要素尺寸公差合格的条件下,综合控制被测要素的尺寸和形位公差的。

3.综合量规的基本尺寸,根据零件的被测要素或(和)基准要素,是否应用最大实

体原则而不同。

应用最大实体原则时,其基本尺寸为实效尺寸;应用独立原则时,其基本对应随零件的实际尺寸而变化。

4.综合量规的测量要素应具有与被测要素相应的全形表面,其工作长度应不小于被测要素装配状态下的配合长度。

5.综合量规为“通端”量规,判断零件合格与否时,只对零件进行“通过”检验,若零件能被综量规自由通过,基准符合图样上给定的几何关系,则确定该零件合格。

## 二、量规公差及其公差带的分布

综合量规在制造时象其它零件一样,存在着制造误差,使用过程中也要磨损,所以对它既要有加工制造的精度要求,也要有合理的使用寿命,因而,必须制定合理的量规公差及磨损极限。我国目前尚无相应的国家标准或规范,为了与《极限量规》公差值相适应,根据相关公差在生产中的应用特点,对于检验直线度、平行度、垂直度、倾斜度、同轴度、对称度以及位置度的综合量规,分别编制了量规公差表1至表4,仅供设计综合量规时参考。

综合量规基准要素的公差值,应与量规测量要素的公差值相等。若有两个以上的测量要素时,则量规基准要素的公差值应等于测量要素中较小的公差值。

综合量规的公差带分布,应以被测要素的实效尺寸为基本尺寸。为了保证零件的完全互换性,应将量规测量要素的公差带,分布在被测要素的实效尺寸公差带之内;量规基准要素的公差带,则应按最大实体尺寸分布并在其公差带之外。这样量规公差虽然占有零件生产公差的一部分,使生产公差有所减少,但根据量规的应用实践知,若零件的生产公差不小于零件公差的 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 则是允许的。量规公差带的分布如图1所示。

## 三、综合量规的基本尺寸:

综合量规测量要素的基本尺寸为实效尺寸,即被测要素的最大实体尺寸和形位公差所形成的具有理想形状并符合图样上给定的几何关系的综合极限边界尺寸。根据最大实体原理在实际应用中的不同,综合量规的基本尺寸也有区别。

### 1.最大实体原理应用于基准要素即时:

被测要素的形位公差值是在该要素处于最大实体状态时给定的,如被测要素偏离最大实体状态,则形位公差值允许增大,其最大增加量即最大补偿值为该要素的最大实体尺寸与最小实体尺寸之差。

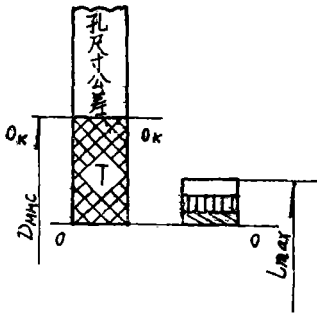
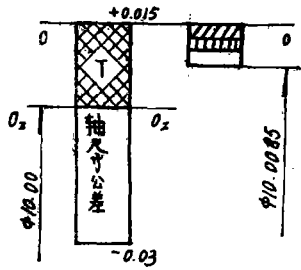
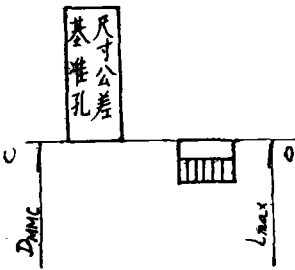
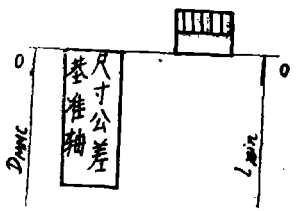
量规测量要素的基本尺寸为:

#### (1) 孔用量规:

$$L_{\max} = D_{\text{MMC}} - T + (f_z + f_M + f_F) \quad (1)$$

$$L_{\min} = L_{\max} - f_z$$

#### (2) 轴用量规:

量 规	被 测 内 要 素	被 测 外 要 素
单 一 要 素 或 关 联 要 素		 <p>图3 另规公差带图</p>
		

注:

□: 量规的制造公差带,      ▨: 量规的形位公差带,

▤: 量规的磨损公差带,      ▩: 零件的形位公差带。

T: 零件被测要素的形位公差值,

DMMC: 零件被测要素的最大实体尺寸,

$L_{max}$ : 量规的最大极限尺寸,

$L_{min}$ : 量规的最小极限尺寸。

图1.综合量规的公差带分布


$$L_{min} = D_{MMC} + T - (f_z + f_M + f_F) \quad (2)$$

$$L_{max} = L_{min} + f_z$$

式中 $f_z$ : 量规的制造公差、 $f_M$ : 量规的磨损公差、

$f_F$ : 量规的形位公差、

其它代号同前。

当被测要素为关联要素, 基准要素不是平面, 而是轴心线等要素为独立公差时 (如 ), 若被测要素的实际尺寸偏离最大实体状态, 其偏离值可补偿于形位公差值, 所以量规测量要素的基本尺寸为被测要素的实效尺寸, 而量规基准要素的基本尺寸则必须随零件基准要素的实际尺寸而变化。

(1) 孔用量规:

测量要素:

$$\begin{aligned} L_{\max} &= D_{\text{MMC}} - T + (f_z + f_M + f_F) \\ L_{\min} &= L_{\max} - f_z \end{aligned} \quad (3)$$

基准要素:

$$\begin{aligned} L_{j\max} &= D_{js} \\ L_{j\min} &= L_{j\max} - f_{jz} \end{aligned} \quad (4)$$

(2) 轴用量规:

测量要素:

$$\begin{aligned} L_{\min} &= D_{\text{MMC}} + T - (f_z + f_M + f_F) \\ L_{\max} &= L_{\min} + f_z \end{aligned} \quad (5)$$

基准要素:

$$\begin{aligned} L_{j\min} &= D_{js} \\ L_{j\max} &= L_{j\min} + f_{jz} \end{aligned} \quad (6)$$

式中  $D_{js}$  —— 零件基准要素的实际尺寸。

2. 最大实体原理应用于被测要素即  时:

被测要素为独立公差, 基准要素若偏离最大实体状态时, 则被测要素的位置公差值允许增大; 若被测要素为成组要素时, 基准要素偏离最大实体状态所获得的增加量只能补偿给整个一组要素, 而不能使各要素之间的位置公差扩大。所以量规基准要素的基本尺寸为零件基准要素的最大实体尺寸, 而量规测量要素的基本尺寸必须随零件被测要素的实际尺寸与给定的形位公差值所形成的综合极限边界而变化。

(1) 孔用量规:

测量要素:

$$\begin{aligned} L_{\max} &= D_s - T + (f_z + f_M + f_F) \\ L_{\min} &= L_{\max} - f_z \end{aligned} \quad (7)$$

基准要素:

$$\begin{aligned} L_{j\max} &= D_{j\text{MNC}} \\ L_{j\min} &= L_{j\max} - f_{jz} \end{aligned} \quad (8)$$

(2) 轴用量规:

表1.

直线度综合量规公差表 (μm)

量 规 等 级	8			9			10			11			12			
	零件形位公差 T8	量 规 公 差		零件形位公差 T9	量 规 公 差		零件形位公差 T10	量 规 公 差		零件形位公差 T11	量 规 公 差		零件形位公差 T12	量 规 公 差		
		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub>		f <sub>F</sub>	f <sub>Z</sub>		f <sub>M</sub>	f <sub>F</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub>		f <sub>F</sub>	f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub>
零件主要参数mm																
至10	8	1.5	1.5	1.0	12	1.5	2.5	1.0	20	2.5	4	1.5	30	4	4	2.5
大于10至16	10	2	2	1.2	15	2	3	1.2	25	3	5	2	40	5	5	3
大于16至25	12	2.5	2.5	1.5	20	2.5	4	1.5	30	4	6	2.5	50	6	6	4
大于25至40	15	2.5	2.5	1.5	25	2.5	4	1.5	40	4	6	2.5	60	7	7	4
大于40至63	20	3	3	2	30	3	5	2	50	5	7	3	80	8	8	5
大于63至100	25	4	4	2.5	40	4	6	2.5	60	6	9	4	100	10	10	6
大于100至160	30	5	5	3.5	50	5	8	2.5	80	8	12	5	120	12	12	8
大于160至250	40	6	6	4	60	6	10	4	100	10	15	7	150	14	14	10
大于250至400	50	8	8	6	80	8	12	6	120	13	18	8	200	18	18	13
大于400至630	60	10	10	8	100	10	15	8	150	16	22	10	250	22	22	16

表2

平行度、垂直度、倾斜度综合量规公差表 (μm)

量 规 等 级	6			7			8			9			10			11			12			
	零件形 位公差	量 规 公 差		零件形 公 差 位	量 规 公 差		零件形 位公差	量 规 公 差		零件形 位公差	量 规 公 差		零件形 位公差	量 规 公 差		零件形 位公差	量 规 公 差		零件形 位公差	量 规 公 差		
		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub> f <sub>F</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub> f <sub>F</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub> f <sub>F</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub> f <sub>F</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub> f <sub>F</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub> f <sub>F</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub> f <sub>F</sub>	f <sub>Z</sub>
零 件 主 要 参 数mm	T 6			T 7			T 8			T 9			T 10			T 11			T 12			
至10	8	1.5	1.5 1.0	12	1.5	2.5 1.0	20	2.5	4	1.5	30	4	4	2.5	50	4	4	2.5	80	6	10	4
大于10至16	10	2	2 1.2	15	2	3 1.2	25	3	5	2	40	5	5	3	60	5	5	3	100	8	12	5
大于16至25	12	2.5	2.5 1.5	20	2.5	4 1.5	30	4	6	2.5	50	6	6	4	80	6	6	4	120	9	14	6
大于25至40	15	2.5	2.5 1.5	25	2.5	4 1.5	40	4	6	2.5	60	7	7	4	100	7	7	4	150	11	16	7
大于40至63	20	3	3 2	30	3	5 2	50	5	7	3	80	8	8	5	120	8	8	5	200	13	18	8
大于63至100	25	4	4 2.5	40	4	6 2.5	60	6	9	4	100	10	10	6	150	10	10	6	250	15	22	10
大于100至160	30	5	5 3.5	50	5	7 3.5	80	8	12	5	120	12	12	8	200	12	12	8	300	18	25	12
大于160至250	40	7	7 4	60	7	9 5	100	10	15	7	150	14	14	10	250	14	14	10	400	20	30	14
大于250至400	50	8	8 6	80	8	12 7	120	13	18	8	200	18	18	13	300	18	20	13	500	25	40	18
大于400至630	60	10	10 8	100	10	15 9	150	16	22	10	250	22	22	16	400	22	25	16	600	30	50	20

表3 同轴度、对称度综合量规公差表(μm)

量规等级	7			8			9			10			11			12		
	零件形位公差	量规公差		零件形位公差	量规公差		零件形位公差	量规公差		零件形位公差	量规公差		零件形位公差	量规公差		零件形位公差	量规公差	
		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub>		f <sub>Z</sub>	f <sub>M</sub>
零件主要参数mm	T 7			T 8			T 9			T 10			T 11			T 12		
至1	6	1.0	1.2	0.6	1.0	1.5	0.6	1.5	2	1	2.5	3	1.5	40	3	7	2.5	7
大于1至3	6	1.2	1.5	0.8	1.0	1.2	2	20	2	3	40	3	2	60	4	8	3	3
大于3至6	8	1.5	2	1	1.2	1.5	2.5	25	2.5	4.5	50	4	5	80	5	9	4	4
大于6至10	10	1.5	2	1	1.5	2.5	1	30	2.5	4.5	60	4	5	100	6	10	5	5
大于10至18	12	2	2.5	1.2	2	3	1.2	40	3	5	80	5	6	120	8	12	6	6
大于18至30	15	2.5	3	1.5	2.5	4	1.5	50	4	6	100	6	7	150	9	14	7	7
大于30至50	20	3	4	2	3	5	2	60	5	8	120	7	8	200	11	16	8	8
大于50至120	25	4	5	3	4	6	3	80	6	10	150	9	10	250	14	20	9	9
大于120至260	30	6	8	4	6	9	4	100	9	15	200	13	15	300	18	25	13	13
大于260至500	40	9	11	7	9	13	7	120	13	20	250	18	22	400	25	40	18	18

位置度综合量规公差表 ( $\mu\text{m}$ ) 表 4

零件被测要素的 位置度公差 ( $\mu\text{m}$ )	量 规 公 差		
	制造公差 $f_Z$	磨损公差 $f_M$	形位公差 $f_F$
至 10	2	3	1.5
大于 10 至 15	3	4	2
大于 15 至 25	4	5	3
大于 25 至 40	5	6	4
大于 40 至 60	6	8	5
大于 60 至 100	8	10	6
大于 100 至 150	10	12	8
大于 150 至 250	12	16	10
大于 250 至 400	16	20	12
大于 400 至 600	20	25	16
大于 600 至 1000	25	30	20
大于 1000 至 1500	30	40	25
大于 1500 至 2500	40	50	30
大于 2500	50	60	40



测量要素的:

$$L_{\min} = D_s + T - (f_z + f_M + f_F) \quad (9)$$

$$L_{\max} = L_{\min} + f_z$$

基准要素的:

$$L_{j\min} = D_{iMMC} \quad (10)$$

$$L_{j\max} = L_{j\min} + f_{jz}$$

式中:  $D_s$ ——被测要素的实际尺寸,

### 3. 最大实体原理同时应用于被测要素及基准要素时:

当被测要素、基准要素偏离最大实体状态时, 被测要素的形状、定向或定位公差值允许增大; 若被测要素为成组要素时, 其增加量只能补偿给整个一组要素。所以量规的测量要素的基本尺寸为零件被测要素的实效尺寸, 而量规基准要素的基本尺寸为零件基准要素的最大实体尺寸。

#### (1) 孔用量规:

测量要素:

$$L_{\max} = D_{MMc} - T + (f_z + f_M + f_F) \quad (11)$$

$$L_{\min} = L_{\max} - f_z$$

基准要素:

$$L_{j\max} = D_{jMMC} \quad (12)$$

$$L_{j\min} = L_{j\max} - f_{jz}$$

#### (2) 轴用量规:

测量要素:

$$L_{\min} = D_{MMc} + T - (f_z + f_M + f_F) \quad (13)$$

$$L_{\max} = L_{\min} + f_z$$

基准要素:

$$L_{j\min} = D_{jMMc} \quad (14)$$

$$L_{j\max} = L_{j\min} + f_{jz}$$

## 四、综合量规的设计举例:

### (一) 直线度综合量规的设计:

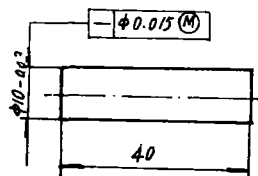


图 2

图 2 为最大实体原理用于被测要素为单一要素的零件。

#### 1. 量规公差

根据零件的主要参数及直线度公差值由表 1 知, 综合量规为 8 级精度, 其公差值为:

$$f_z = 0.0025 \text{ mm} \quad f_M = 0.0025 \text{ mm} \quad f_F = 0.0015 \text{ mm}$$

量规公差带及其分布如图 3 所示。

#### 2. 量规的基体尺寸

量规的极限尺寸由 (2) 式知:

$$\begin{aligned} L_{\min} &= D_{\text{MMC}} + T - (f_z + f_M + f_F) \\ &= 10.00 + 0.015 - (0.0025 + 0.0025 + 0.0015) \\ &= 10.0085 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\max} &= L_{\min} + f_z \\ &= 10.0085 + 0.0025 \\ &= 10.011 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. 具有上述基本尺寸及公差的综合量规如图 4 所示。

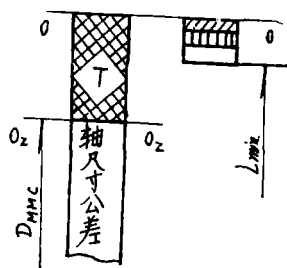


图 3 量规公差带图

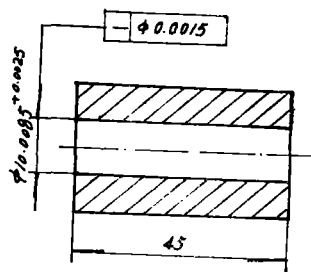


图 4 量规简图

### (二) 垂直度综合量规的设计:

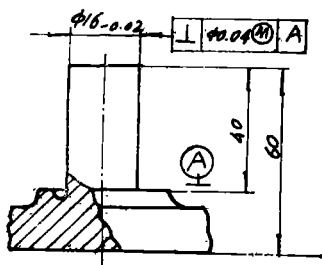


图 5

图 5 为最大实体原理用于被测要素为关联要素的零件。

#### 1. 量规公差:

根据零件的主要参数及垂直度公差由表 2 知, 量规为 8 级精度, 其公差值为:

$$f_z = 0.004 \text{ mm} \quad f_M = 0.006 \text{ mm} \quad f_F = 0.0025 \text{ mm}$$

量规公差带及其分布如图 6 所示。

#### 2. 量规基本尺寸

该零件的基准要素为平面, 虽然其设计要求为独立公差, 但其尺寸的变化与被测要素无关, 所以量规的基

本尺寸应按零件被测要素的实效尺寸计算。由(5)式知,量规的极限尺寸为:

$$\begin{aligned} L_{\min} &= D_{MMc} + T - (f_z + f_M + f_F) \\ &= 16.00 + 0.04 - (0.004 + 0.006 + 0.0025) \\ &= 16.0275 \text{ mm} \\ L_{\max} &= L_{\min} + f_z \\ &= 16.0275 + 0.004 \\ &= 16.0315 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.具有上述基本尺寸及公差的综合量规如图7所示。

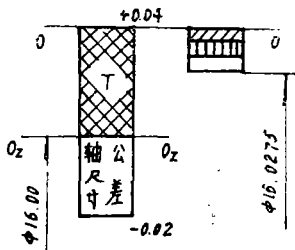


圖 6 量規公差帶圖

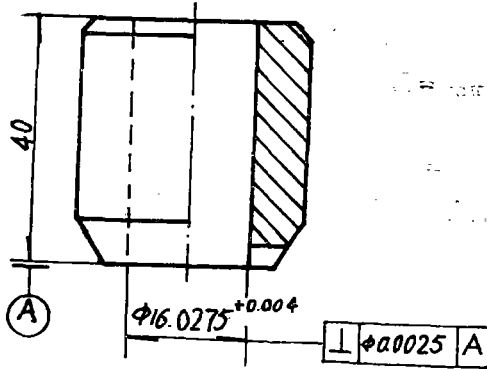


图7 量規簡圖

### (三) 同轴度综合量规的设计

图 8 为最大实体原理同时用于被测要素及基准要素的零件。

## 1.量规公差

根据零件的主要参数及同轴度公差，由表 3 知，量规的测量要素为 10 级精度，其公差值为：

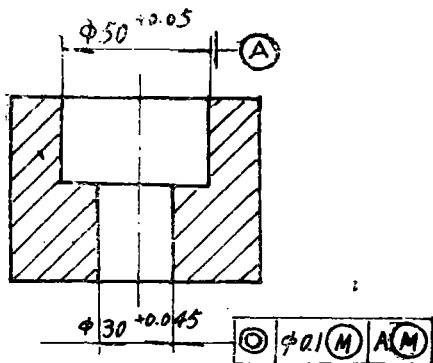
$$f_z = 0.006 \text{ mm} \quad f_M = 0.007 \text{ mm}$$

$$f_F = 0.004 \text{ mm}$$

量规基准要素的公差值应与被测要素相等, 所以:  $f_{jz} = f_z = 0.006 \text{ mm}$

$$f_{jM} = f_M = 0.007 \text{ mm}$$

量规公差带及其分布如图 9 所示。



४८



### 1. 量规公差.

根据另件的位置度公差由表 4 知, 量规测量要素的公差为:

$$f_z = 0.012\text{mm} \quad f_M = 0.016\text{mm} \quad f_F = 0.010\text{mm}$$

量规基准要素的公差为:

$$f_{jz} = f_z = 0.012\text{mm} \quad f_{jM} = f_M = 0.016\text{mm}$$

量规公差带图如图12所示

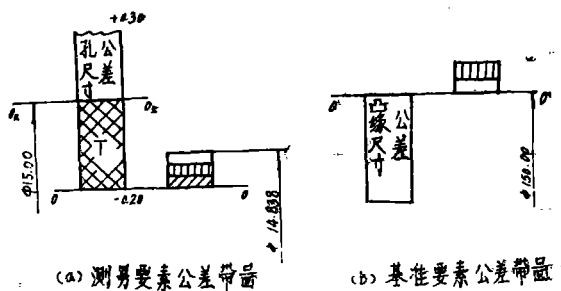


图 12

### 2. 量规的工作尺寸

量规测量要素的极限尺寸由 (11) 式知:

$$\begin{aligned} L_{\max} &= D_{MMc} - T + (f_z + f_M + f_F) \\ &= 15.00 - 0.20 + (0.012 + 0.016 + 0.010) \\ &= 14.838\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\min} &= L_{\max} - f_z \\ &= 14.838 - 0.012 \\ &= 14.826\text{mm} \end{aligned}$$

量规基准要素的极限尺寸由 (14) 式知:

$$\begin{aligned} L_{j\min} &= D_{jMMc} = 150.00\text{mm} \\ L_{j\max} &= L_{j\min} + f_{jz} \\ &= 150.00 + 0.012 \\ &= 150.012\text{mm} \end{aligned}$$

3. 具有上述工作尺寸及公差的量规如图13所示。

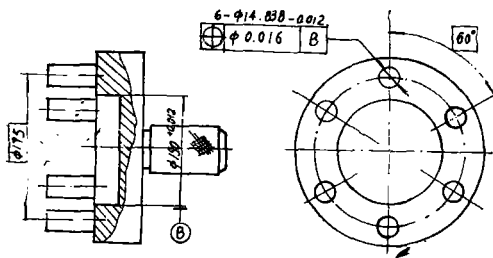


图 13 量规简图

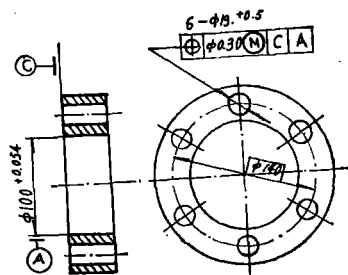


图 14

### (五) 位置度综合量规的设计:

图14为最大实体原理用于被测要素为成组要素, 而基准要素为独立公差的另件。

#### 1. 量规公差:

根据另件的位置度公差值由表 4 知, 测量要素的量规公差为:

$$f_Z = 0.016\text{mm} \quad f_M = 0.020\text{mm} \quad f_F = 0.012\text{mm}$$

量规基准要素的公差为:

$$f_{jZ} = f_Z = 0.016\text{mm}$$

$$f_{jM} = f_M = 0.020\text{mm}$$

量规测量要素的公差带及其分布, 如图15所示。

#### 2. 量规的工作尺寸

量规测量要素的极限尺寸, 由 (3) 式知:

$$\begin{aligned} L_{\max} &= D_{MMc} - T + (f_Z + f_M + f_F) \\ &= 13.00 - 0.30 + (0.016 + 0.020 + 0.012) \\ &= 12.748\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\min} &= L_{\max} - f_Z \\ &= 12.748 - 0.016 = 12.732\text{mm} \end{aligned}$$

量规基准要素的极限尺寸, 由 (4) 式知:

$$L_{j\max} = D_{js} = 100.00 \text{至} 100.054\text{mm}$$

$$\begin{aligned} L_{j\min} &= L_{j\max} - f_{jZ} \\ &= (100.00 \text{至} 100.054) - 0.016 \\ &= 99.984 \text{至} 100.038\text{mm} \end{aligned}$$

#### 3. 量规的结构特点

另件的基准要素A为独立公差, 因而综合量规基准要素的基本尺寸, 必须能随另件基准要素  $\phi 100^{+0.054}$  的实际尺寸而变化, 所以综合量规基准要素的结构不能为固定式, 而应设计成尺寸可变化的型式。例如:

(1) 分组式: 将另件基准要素的公差值划分为 3 至 4 组, 依各组公差值设计相应

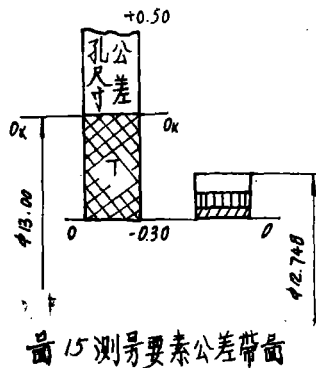


图 15 测量要素公差带图

的固定量规。对每个公差组内的另件，只能用相应的量规进行检验。

(2) 可调式：利用弹性或液性塑料等变形原理，使量规基准要素的极限尺寸能随另件基准的实际尺寸相应的变化，如图16所示。

(3) 锥度式：将量规基准要素设计成单锥面或双锥面等型式，如图17所示。

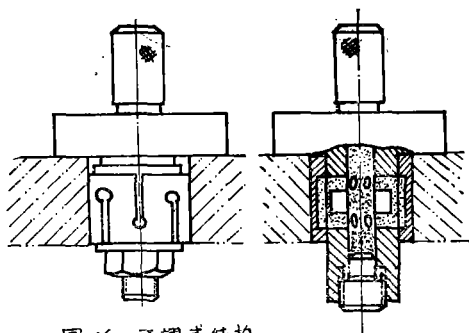


图16 可调式结构

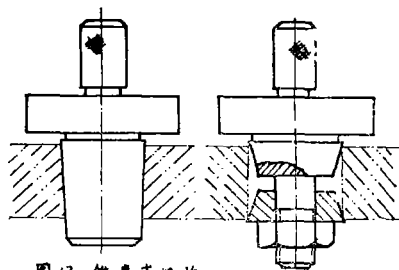


图17 锥度式结构

#### 4. 量规结构：

检验图14的综合量规，其基准要素的结构以采用分组式或锥度式为宜。量规简图如图18所示。

##### (六) 位置度相关量规的设计

图19为最大实体原理仅用于基准要素，而被测要素为具有独立公差所成组要素另件。当基准要素偏离最大实体状态时，被测要素所获得的增加量只能补偿给整个孔组要素，而不能使各被测要素之间的位置度公差扩大。所以量规测量要素的结构，必须采取能随另件被测要素实际尺寸而变化的型式。为此检验所用的量规可设计成分组式测轴、测量体及边距塞规三部份组成（图20）。

检验时，首先根据另件  $\phi 6 \pm 0.05$  之实际尺寸，选取与其相应的分组式测轴将其无松动的装配到另件，把二者视为被检验的整体放到量规测量体上，视其能否被通过；然后再用边距塞规检验另件侧边至量规测量体基准面 E、F 的距离。若量体测量规能通过，而边距塞

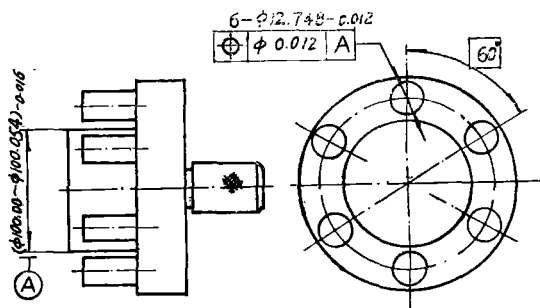


图18 量规简图

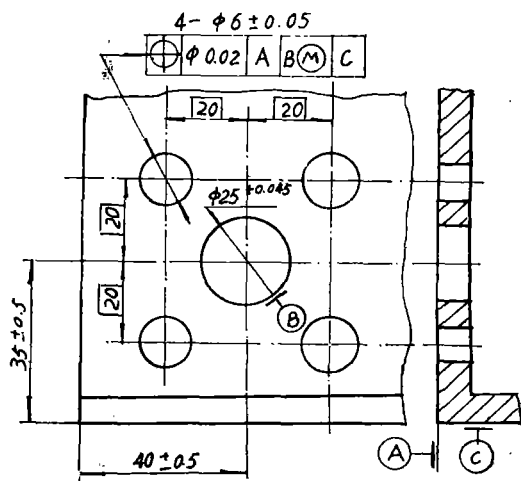


图19

规不能通过, 则认为另件合格。

### 1. 量规分组式测轴的工作尺寸及公差:

分组式测轴与另件的装配尺寸, 根据  $\phi 6 \pm 0.05$  之实际尺寸分为三组; 而其测量尺寸可根据量规的结构、操作是否方便等而适当选取。其公差值则根据被测要素的精度, 按极限量规的公差值确定。

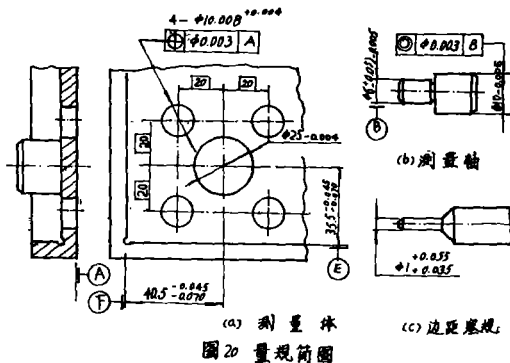


图 20 量规简图

取分组式测轴与另件的装配尺寸及其公差为:

$$d = (\phi 6 \pm 0.05) - 0.005 \text{ mm}$$

取分组式测轴的测量尺寸及公差为:

$$d_g = \phi 10 - 0.006 \text{ mm}$$

### 2. 量规测量体的工作尺寸及公差:

根据另件位置度公差  $\phi 0.02 \text{ mm}$ , 由表 4 知, 测量要素的量规公差为:

$$f_Z = 0.004 \text{ mm} \quad f_M = 0.005 \text{ mm} \quad f_F = 0.003 \text{ mm}$$

取基准要素的量规公差为:

$$f_{jZ} = f_Z = 0.004 \text{ mm} \quad f_{jM} = f_M = 0.005 \text{ mm}$$

测量要素的极限尺寸, 由计算式 (9) 知:

$$\begin{aligned} L_{\min} &= D_s + T - (f_Z + f_M + f_F) \\ &= d_{gMMc} + T - (f_Z + f_M + f_F) \\ &= 10.00 + 0.02 - (0.004 + 0.005 + 0.003) \\ &= 10.008 \text{ mm} \\ L_{\max} &= L_{\min} + f_Z \\ &= 10.008 + 0.004 = 10.012 \text{ mm} \end{aligned}$$

基准要素的极限尺寸, 由计算式 (8) 知:

$$\begin{aligned} L_{j\max} &= D_{jMMc} = 25.00 \text{ mm} \\ L_{j\min} &= L_{j\max} - f_{jZ} \\ &= 25.00 - 0.004 = 24.996 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 3. 量规基准轴线至基准面的工作尺寸及公差。

另件基准孔轴线至侧边的距离:



在X方向:

$$L_{x\max} = (40 + 0.5) + 0.0225$$

$$= 40 + 0.5225\text{mm}$$

$$L_{x\min} = (40 - 0.5) - 0.0225$$

$$= 40 - 0.5225\text{mm}$$

其距离的尺寸变化范围为 0 至 1.045mm

在Y方向:

$$L_{y\max} = (35 + 0.5) + 0.0225$$

$$= 35 + 0.5225\text{mm}$$

$$L_{y\min} = (35 - 0.5) - 0.0225$$

$$= 35 - 0.5225\text{mm}$$

其距离的尺寸变化范围亦为: 0 至 1.045mm

检验时用量规测量体基准孔轴线至基准面F、E的距离, 分别控制 $L_{x\max}$ 及 $L_{y\max}$ , 以边距塞规控制其 $L_{x\min}$ 及 $L_{y\min}$ 。前者的工作尺寸及公差, 按极限量规中“通规”的设计方法计算确定:

$$\text{即: } L_x = (40^{+0.5225} - 0.080) \pm 0.0125$$

$$= 40.5^{+0.045}_{-0.070}\text{mm}$$




$$L_y = (35^{+0.5225} - 0.080) \pm 0.0125$$



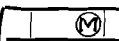


$$= 35.5^{+0.045}_{-0.070}\text{mm}$$

边距塞规的工作尺寸及公差, 按极限量规中“止规”的设计方法计算确定:

$$\text{即: } L_x' = L_y' = 1.045 \pm 0.01 = 1.00^{+0.055}_{+0.035}\text{mm}$$

## 五、对形位公差中应用最大实体原理及其标注方法的建议

当形位公差为最大实体状态下的相关公差时, 根据最大实体原理应用于被测要素或(和)基准要素的不同, 在技术图样上的标注方法有三种, 即: 、及。其应用特点及检验所用综合量规均不相同。

对于被测部位为关系要素、且基准为内、外圆柱表面轴线的另件, 若最大实体原理仅用于被测要素的或基准要素, 即或时, 则检验所用的综合量规的工作尺寸必须能够随另件的被测要素或基准要素的实际尺寸而变化, 而且综合量规的测量要素或基准要素的结构不能为固定式, 必须设计成工作尺寸可变化的分组式, 可调式及锥度等型式。这不仅对综合量规的设计、制造等增加了困难, 而且检验时操作亦不方便。为此, 建议设计人员在应用最大实体原理在图样上标注相关公差时, 一定要根据另件在装配时的功能要求和使用特点进行具体分析。对于具有基准为内、外圆柱表面轴线的关联要素另件、在条和件允许的情况下, 应尽量避免最大实体原理只用于被测要素或基准要素, 即应避免或的标注方式, 而应采用最大实体原理同时应用于被测要素和基准要素, 即的标注方式。

# 物料在振动运输机上的运动过程

机械系 李松涛

## 提 要

本文分析了载运过程中的滑动现象,导出考虑滑动时计算平均输送速度的方法,并编制了计算最佳工作状态下的斜置角,输送速度、动力消耗系数以及其他运动学参数的 BASIC 程序。

## 前 言

从六十年代初以来,对于振动运输机的输送过程已经进行了许多研究。以往的大多数研究中都假定在载运过程(即物料和槽体接触的阶段)无相对运动,因而被称为“粘着阶段”。少数研究考虑了载运过程存在滑动现象。但是考虑载运过程的滑动现象来确定物料起跳时的水平速度,首先必须确定各滑动阶段的起迄时间,起迄时间的确定必须进行非常繁复的计算。由于计算的困难以往的研究都假定物料起跳时的水平速度与槽体相等。实际上振动运输机上的物料,在载运过程不可能没有滑动。既有滑动存在,物料起跳时的水平速度就不会与槽体相等。

本文着重分析了载运过程中的滑动现象,应用电子计算机计算了各滑动阶段的起迄相位角,导出考虑滑动时计算平均输送速度的方法,并编制了根据机器指数和物料与槽体之间的摩擦系数来计算最佳工作状态下的斜置角,平均输送速度,动力消耗系数以及其他运动学参数的 BASIC 程序,以供设计计算振动运输机时应用。

---

(接前页)

## 参 考 文 献

- [1]形状和位置公差 术语及定义(GB1183—80)
- [2]形状和位置公差 检验规定 (GB1958—80)
- [3]公差与配合(GB1800—1804—79)
- [4]极限量规
- [5]Machine Design Vol.47,48.
- [6]相关公差的量规设计 张瑞林:《形位误差测试技术综合参考资料》1977年