

联接外壳孔组位置度量规设计

■ 杭州前进齿轮箱集团股份有限公司 (浙江 311203) 刘文广 石岳林 殷少华

摘要: 本文设计分析了一种检验联接外壳孔组位置度的量规, 解决了联接外壳孔组轴线位置度难控制且检验效率低的问题, 满足了联接外壳孔组位置度的技术要求与生产控制的合理要求。



在机械设计制造中, 用一组孔 (一般孔数 > 3 的称为孔组, 下同) 联接的结构是一种常见的结构, 因位置度是限制实际要素对理想要素位置变动量的一项指标, 所以其轴线位置度往往是生产和检验的一个难点, 特别是位置度的检验。对于高精度的孔组一般应该采用精确的测量方法, 比如在平台上用通用量具组合或三坐标测量机上进行检测、评定。但对于一般精度的孔组, 为确保产品的加工质量和装配生产的顺利进行, 及时发现质量问题, 对产品质量能够监控把关, 同时为了提高检验效率, 生产中经常使用位置度量规对产品进行检验控制。

本文结合公司实际产品, 对联接外壳孔组位置度的检验及其量规进行设计分析, 剖析了联接

外壳孔组位置度量规设计的基本要领, 明确了解决联接外壳孔组轴线位置度难控制且检验效率低的基本途径, 以满足联接外壳孔组位置度的技术要求与生产控制的合理要求。

WG180系列工程变速箱是我公司重要的产品系列, 其中联接外壳是一个重要的零部件。联接外壳孔组 (见图1) 位置度要求高, 检测困难, 每个零件都要三坐标来检测, 消耗了大量的人力物力。随着产量的提升, 现有的检测方法和水平难以满足高效的产能, 为此, 亟需设计一种能够快速精确测量的专用功能量规来满足生产要求。

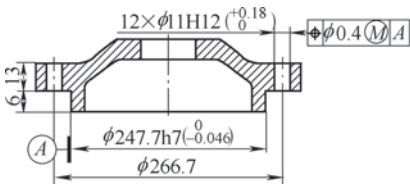


图 1

1. 量规结构设计材料与选择

图1所示为要检测的工件, 需要检测12个 $\phi 11$ mm孔 (即被测要素) 相对于止口中心线A (即基准要素) 的位置度。该零件的位置度要求较高, 须达到 $\phi 0.4$ mm。

下面依据量规的设计原则, 结合实际工件情况, 从量规的检验方式、形式、材料选取、表面质量、制造精度和尺寸公差等方面来分析讨论量规的设计。

设计一个量规, 首先要确定该量规的检验方式。功能量规分为共同检验方式和依次检验方式。共同检验是用同一功能量规检验被测要素的定向或定位误差及其基准要素本身的形位误差和 (或) 尺寸的方式。依次检验是用不同的功能量规依次检验基准要素的形位误差和 (或) 尺寸及被测要素的定向或定位误差的方式。该零件在生产检测过程中困扰我们的是孔的位置度, 而孔的直径大小检测方便且不是关键特性, 因此该量规采用依次检验方式, 只检测孔组的位置度。

功能量规分为固定式和活动式。该量规需要检测的孔数量多, 零件偏大, 为了便于操作和提高量规的耐用性和可换性, 选择活动式量规, 即用测销检测。为方便制造, 保证制造精度, 采用无台阶式测销。这样, 该量规结构形式设计如图2所示。

功能量规由于使用特性, 对

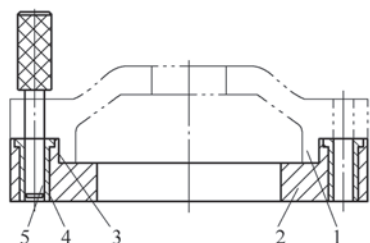


图 2

1.工件 2.量规体 3.定位部分 4.导套 5.测销
耐磨性和表面硬度都有较高的要求。一般来说,功能量规工作表面的硬度应不低于60HRC,才能有效地保证功能量规的正常使用。选取优质低碳结构钢20钢,经渗碳得到较高的表面硬度,金属体内仍能保持热处理前高韧性的特点,不易断裂,且使用过程中不易变形,尺寸稳定,制造工艺性好,价格便宜,符合量规制作要求。

2. 量规尺寸参数计算和选择

功能量规对表面粗糙度有一个较高的要求,工作表面的表面粗糙度值 R_a 一般不大于 $0.2\mu\text{m}$,非工作表面的表面粗糙度值 R_a

应不大于 $3.2\mu\text{m}$ 。即该量规测销的测量面、导套内表面及量规体的定位面表面粗糙度值要求 $R_a=0.2\mu\text{m}$,其余部分要求 $R_a=3.2\mu\text{m}$ 。

除了结构设计以外,功能量规更重要的是确定量规检验部分、定位部分和导向部分的定形尺寸及其公差带、形位公差值和应遵守的公差原则等。为了分析计算方便,先将有关数据列于表1、表2。

其中,综合公差 T_i 是被测要素或基准要素的尺寸公差与其 $\textcircled{M}$ 的形位公差之和。对于共同检验方式的功能量规,单个检验部分和定位部分(也是用于检验实际基准要素的检验部分)的 F_i 数值皆按序号0查取;成组检验部位的 F_i 数值按序号1查取。用于检验单一要素孔、轴的轴线直线度量规的 F_i 数值按序号0查取。对于分别检验方式的功能量规,检验部分的 F_i 数值按被测零件的图样上所

标注被测要素的基准类型选取。

其中,综合公差 T_i 等于被测要素或基准要素的尺寸公差与其 $\textcircled{M}$ 的形位公差之和。 T_i 、 W_i 、 T_L 、 W_L 、 T_G 、 W_G 分别为量规检验部分、定位部分、导向部分的尺寸公差和允许磨损量。 t_i 、 t_L 、 t_G 分别为量规检验部分、定位部分、导向部分的位置公差。 T'_G 为台阶式插入件的导向部分对检验部分(或定位部分)的同轴度公差或对称度公差。 $S_{\min}$ 为量规检验部分(或定位部分)与导向部位配合所要求的最小间隙。

(1) 检验部分。零件被测要素的综合公差 $T_i=0.18+0.4=0.58(\text{mm})$ 。

该量规是活动式量规,其基准类型为一个中心要素,选用依次检验,则查表1得 $F_i=0.045\text{mm}$ 。再根据 T_i ,查表2得 $T_i=0.01\text{mm}$, $W_i=0.01\text{mm}$, $t_i=0.016\text{mm}$ 。

因此可确定测销的直径:

表1 功能量规检验部分的基本偏差 F_i

(单位: μm)

序号	0	1		2		3		4		5	
基准类型	无基准	无基准(或成组被测要素)		一个中心要素		一个平表面和一个中心要素		两个平表面和一个中心要素		一个平表面和两个成组中心要素	
		一个平表面		两个平表面		三个平表面		两个中心要素		两个平表面和一个成组中心要素	
						一个成组中心要素		一个平表面和一个成组中心要素		一个中心要素和一个成组中心要素	
综合公差 T_i	固定式	固定式	活动式	固定式	活动式	固定式	活动式	固定式	活动式	固定式	活动式
≤ 16	3	4	-	5	-	5	-	6	-	7	-
$> 16 \sim 25$	4	5	-	6	-	7	-	8	-	9	-
$> 25 \sim 40$	5	6	-	8	-	9	-	10	-	11	-
$> 40 \sim 63$	6	8	-	10	-	11	-	12	-	14	-
$> 63 \sim 100$	8	10	16	12	18	14	20	16	20	18	22
$> 100 \sim 160$	10	12	20	16	22	18	25	20	25	22	28
$> 160 \sim 250$	12	16	25	20	28	22	32	25	32	28	36
$> 250 \sim 400$	16	20	32	25	36	28	40	32	40	36	45
$> 400 \sim 630$	20	25	40	32	45	36	50	40	50	45	56
$> 630 \sim 1\,000$	25	32	50	40	56	45	63	50	63	56	71
$> 1\,000 \sim 1\,600$	32	40	63	50	71	56	80	63	80	71	90
$> 1600 \sim 2500$	40	50	80	63	90	71	100	80	100	90	110

表2 功能量规各工作部分的尺寸公差、位置公差、
允许磨损量和最小间隙 (单位: μm)

综合公差 T_i	检验部分		定位部分		导向部分			$t_i、t_L、t_G$	T'_G
	T_i	W_i	T_L	W_L	T_G	W_G	S_{min}		
≤ 16	1.5				—	—	—	2	—
$> 16 \sim 25$	2							3	
$> 25 \sim 40$	2.5							4	
$> 40 \sim 63$	3							5	
$> 63 \sim 100$	4				2.5	3	6	2	
$> 100 \sim 160$	5				3		8	2.5	
$> 160 \sim 250$	6				4	4	10	3	
$> 250 \sim 400$	8				5		12	4	
$> 400 \sim 630$	10				6	5	16	5	
$> 630 \sim 1\,000$	12				8		20	6	
$> 1\,000 \sim 1\,600$	16				10	6	25	8	
$> 1\,600 \sim 2\,500$	20				12		32	10	

测销基本尺寸为

$$d_{IB} = D_{MV} = 11 - 0.4 \\ = 10.6 \text{ (mm)}$$

测销直径为

$$d_1 = (d_{IB} + F_1)_{-T_i}^0 \\ = (10.6 + 0.045)_{-0.01}^0 \\ = 10.645_{-0.01}^0 \text{ (mm)}$$

测销磨损极限为

$$d_1 = (d_{IB} + F_1) - (T_i + W_i) \\ = (10.6 + 0.045) - (0.01 + 0.01) = 10.625 \text{ (mm)}$$

(2) 定位部分。因为是依次检验, 该量规的定位部分仅用于模拟体现基准或基准体系, 其定形尺寸公差带和允许磨损量配置于基准要素应遵守的边界之外, 这样就使按照零件图上给定的尺寸公差和形位公差检测合格的实际基准要素都能顺利地被量规定位部分通过。在这种情况下, 量规定位部分的基本偏差 F_L 为0。

综合公差 $T_i = 0.046 \text{ mm}$, 查表2得 $T_L = 0.01 \text{ mm}$, $W_L = 0.01 \text{ mm}$ 。

定位部分基本尺寸为

$$D_{LB} = d_M = 247.7 \text{ mm}$$

定位部分尺寸为

$$D_L = D_{LB}^{+T_L}_0 = 247.7^{+0.01}_0 \text{ mm}$$

定位部分磨损极限为

$$D_{LW} = D_{LB} + (T_L + W_L) \\ = 247.7 + (0.01 + 0.01) \\ = 247.72 \text{ (mm)}$$

(3) 导向部分。该测销为无台阶式测销, 由检验部位兼作导向部位时, 导向部位的尺寸由检验部位或定位部位确定。

导套的尺寸则根据检验部分的公差 T_i 求得, 如下:

根据检验部分的综合公差 T_i 查表2得 $T_G = 0.006 \text{ mm}$, $W_G = 0.006 \text{ mm}$, $S_{min} = 0.005 \text{ mm}$ 。

导套内径基本尺寸为

$$D_{GB} = d_{IM} = 10.645 \text{ mm}$$

导套内径尺寸为

$$D_G = (D_{GB} + S_{min})^{+T_G}_0 \\ = (10.645 + 0.005)^{+0.006}_0 \\ = 10.65^{+0.006}_0 \text{ (mm)}$$

导套磨损极限为

$$D_{GW} = (D_{GB} + S_{min}) + (T_G + W_G) \\ = (10.645 + 0.005) + (0.006 + 0.006) \\ = 10.662 \text{ (mm)}$$

导套的位置度公差查表得 $t_G = 0.016 \text{ mm}$ 。

在孔组位置度量规中的导套一般都带有台肩, 以防止在使用中受活动测销的冲撞而产生松动。对于导套的外径与本体, 孔的配合可选取H7/n6的过盈配合。

3. 设计结论与使用效果

综上所述, 量规简图如图3所示, 量规采用20钢制作, 要求热处理后工作表面硬度不低于60HRC。工作表面的表面粗糙度值 $R_a = 0.2 \mu\text{m}$, 非工作表面的表面粗糙度值 $R_a = 3.2 \mu\text{m}$ 。量规需要做稳定性处理, 来保证量规的精确度和使用寿命。量规要做好防锈处理。

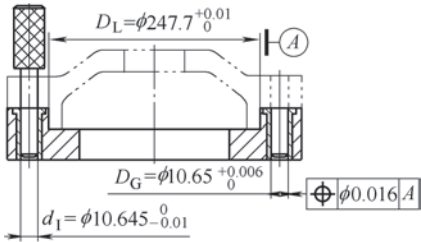


图 3

通过分析讨论, 为一种常用的大批量生产零件设计了一种可靠的专用检测量规, 解决了其检测操作复杂、效率低下的问题, 为全检创造了条件, 提升了检测效率。在当今机械行业迅速发展、追求高效、高产、高质量的趋势下, 量规的合理使用将大大提升公司产品的品质, 有力提升公司的市场竞争力。

参考文献:

- [1] 王伯平. 互换性与测量技术基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [2] 刘巽尔. 量规设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1990.

MW (收稿日期: 20150626)