测量外形不规则零件多孔系位置检具探讨

福建力佳股份有限公司 （漳州 363000） 吴恩永

配套拖拉机用的柴油机，在其齿轮室的部位上有一个齿轮室盖零件，该零件上设计有 ϕ80H7 的曲轴油封孔，ϕ100H7 的气泵定位孔和 ϕ50K7 的液压泵轴承孔，这些孔的位置与齿轮室里的齿轮系坐标位置密切相关，因此，零件图上均对各孔标注出了一些形位公差项目的技术要求，详见零件简示图 1。

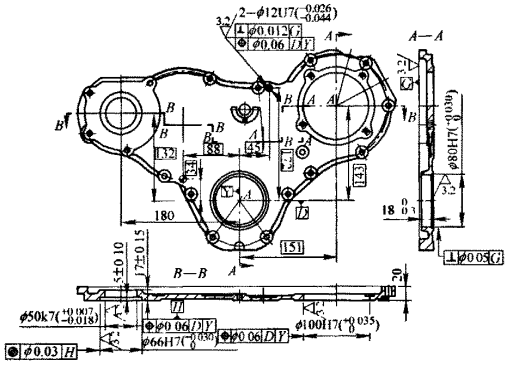

图 1

1. 问题的提出

由于该零件上这三个孔的分布无规则，零件的外形也呈现出不规则形状，从检验工作角度考虑，这种结构给现场日常首、巡检工作带来许多不便，因为按常规检验需要上工作平台操作，需要用到方箱、等高架、表架、尺寸块规等量具，操作过程还得翻动 90°位方箱至少一次，以求得孔位坐标两个方向的测量值，为此笔者介绍下面一种多功能简便测量检具与大家探讨。

2. 检具的结构及技术要求

（1）测量定位的确定 从齿轮室盖的零件图上可知，该盖与齿轮室的装配是靠零件上的两个 ϕ12U7（$^{-0.026}_{-0.044}$）mm销孔来定位。在生产制造过程中，这两销孔又被作为工序间的定位基准来加工各道工序尺寸，检验过程也选择这两个销孔作为测量定位基准，以达到装配、生产工艺基准与测量基准重合，避免了基准不重合产生的测量误差。

（2）定位尺寸销的设计 齿轮室盖的零件图上对两销孔的位置偏差，允许在 ϕ0.12mm 范围波动，并对销孔轴心线与基准平面 G 的垂直度项目也要求控制在≤ ϕ0.012mm 范围。由于工艺定位的需要，对两销孔位置偏差提高精度要求，控制在 ϕ0.06mm 范围。依据这些技术要求和孔径尺寸等，笔者采用两直销结构定位零件，按零件允许的孔径变化和位置变化范围，对变化的尺寸段进行分组，每组分为两支等直径销。定位尺寸销结构见简示图 2，定位尺寸销的设计见下表：

定位尺寸销 d_2 分组表 （单位：mm）

零件销孔尺寸和位置项目以及相关件项目					销尺寸 $d_2{}^{0}_{-0.003}$	组号（※2）
零件销孔			工作平板两销孔位置度 ϕ0.01	定位尺寸销 d_1 与 d_2 同轴度 ϕ0.003		
最大实体孔径 ϕ11.956	垂直度 ϕ0.012	位置度 ϕ0.06（※1）			d_2 = ϕ11.871	1#
					ϕ11.881	2#
					ϕ11.891	3#
		↑ 变化过程 ↓			ϕ11.901	4#
					ϕ11.911	5#
					ϕ11.921	6#
					ϕ11.931	7#
					ϕ11.941	8#
					ϕ11.951	9#
					ϕ11.961	10#
					ϕ11.971	11#
最小实体孔径 ϕ11.974	垂直度 0	位置度 0	工作平板两销孔位置度 0	定位尺寸销 d_1 与 d_2 同轴度 0	ϕ11.981	12#

※1——工艺上对齿轮室盖零件两销孔之间位置度提出的要求。

※2——两支相同 d_2 值为一组号。

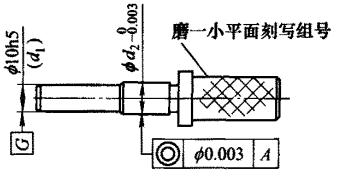

图 2

（3）工作平板 见检具装配简示图3，工作平板是检具的主体，齿轮室盖零件是在其平板上得到准确定位和测量，因此平板上不但设计有与零件销孔位置相对应的两定位销孔 ϕ10H6（$^{+0.009}_{0}$），还设计有与零件上三个被测孔位置相对应的 ϕ20H5（$^{+0.009}_{0}$）孔，这五孔位置度误差均要求控制在 ϕ0.01mm 范围，且各孔轴心线对基准面 C 的垂直度误差也要求控制在 100mm：ϕ0.005mm 范围。

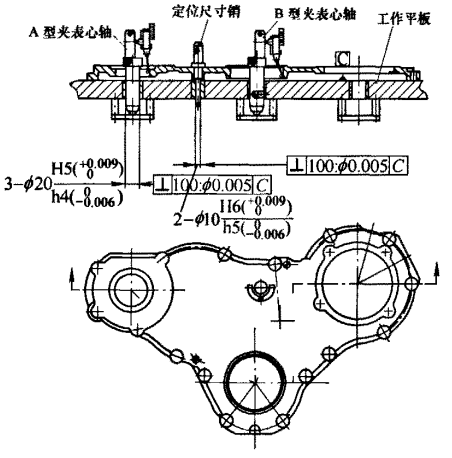

图 3

（4）夹表心轴 A型夹表心轴即能确定杠杆百分表测头位置，又能使杠杆百分表测头随心轴旋转而对零件孔径位置进行测量。夹表心轴是定位在工作平板上的衬套孔 ϕ20H5 里面，轴与孔的配合性质是选用 ϕ20H5/h4 间隙配合，并对制作加工过程的最后一道工序提出采用研配方案，要求研配至最大间隙为 0.005mm，最小配合间隙以手动可灵活装配为宜。由于夹表心轴下端面与轴心线存在垂直度误差，平板上衬套孔里底端面对孔轴心线也存在垂直度误差，两项误差会造成表的测头随轴旋转而上下波动，故在夹表心轴下端中心位置镶上一粒钢珠，即可解决测头波动问题，又可减小轴旋转时的摩擦力。

B型夹表心轴是在A型夹表心轴的基础上，在其圆柱体表面上再镶入一粒可压入式弹性定位钢珠，与之对应的平板衬套孔里的母线上，也设计加工有上下两个小孔径，用于定位钢珠，使夹表心轴能在衬套孔里上下移动定位，在衬套孔里再换一个 90° 方向的母线上也同样加工上下两个小孔径，作用同上，见简示图3。

3. 检具的工作原理

（1）零件的定位 此检具是根据零件加工销孔实际状况来选配一组（两支等直径）尺寸销将齿轮室盖准确地紧配在工作平板上，使零件上两销孔存在的尺寸偏差、位置偏差均匀地分布在两销孔处，让零件两销孔距对称中心位处在工作平板上定位销孔距对称中心理想位置。

（2）零件上三孔径位置度的测量 当零件在工作平板上定位后，再将带有已调整好的杠杆百分表的A型夹表心轴，装配到与被测零件孔相对应的工作平板孔径里，然后按照平板上标示的坐标轴方向任选一个坐标方向将表头调至零位，转动夹表心轴在 90° 方位、180° 方位、270° 方位进行测量，并记下读数，再作简单的数据处理便可得到该零件孔相对销孔坐标位置的误差值。

（3）零件图上 ϕ66H7 孔相对 ϕ50K7 孔同轴度项目的检测 第一步将已测 ϕ50K7 孔坐标位置读数取出备用（上面已测得）；第二步使用尺寸块将夹表心轴垫高至测头能测到 ϕ66H7 孔壁，再将表头测点调整到与测量 ϕ50K7 孔时的坐标位置相一致，然后重复上面序号2操作法得到一组数据记下；第三步进行同轴度误差值计算：

$$\Delta x_o = \Delta x_2 - \Delta x_1;\ \Delta y_o = \Delta y_2 - \Delta y_1$$

式中 Δx_1——在 X 轴方向上 ϕ50K7 孔位偏差值

Δx_2——在 X 轴方向上 ϕ66H7 孔位偏差值

Δx_o——ϕ66H7 孔位相对 ϕ50K7 孔位偏差值

Δy_1——在 y 轴方向上 ϕ50K7 孔位偏差值

Δy_2——在 y 轴方向上 ϕ66H7 孔位偏差值

Δy_o——ϕ66H7 孔位相对 ϕ50K7 孔位偏差值

得同轴度综合误差值：$\Delta xy_o = \sqrt{\Delta x_o^2 + \Delta y_o^2}$。

（4）对被测零件上 ϕ80H7 孔垂直度项目的检测，见简示图3，使用的是B型夹表心轴，与A型不同的是将夹表心轴装配入与零件 ϕ80H7 孔相对应的工作平板定位孔里之后，要让夹表心轴上的钢珠与衬套孔里的任一

方向下端小定位孔找准定位，再将压在 ϕ80H7 孔壁上的杠杆百分表调至零位，然后轻轻将夹表心轴提起，拉高，让钢珠进入衬套孔里上端的小定位孔，钢珠完全就位后再读出表头数值，做记录（设为 Δx 值）；旋转夹表心轴 90°方向的操作方法同前步，读数做记录（设为 Δy 值）；对得到的数据进行处理如下：

垂直度综合误差值：

$$\Delta xy_{\perp} = \sqrt{(\Delta x_{\perp})^2 + (\Delta y_{\perp})^2}$$

4. 测量误差分析

（1）定位误差　定位齿轮室盖的尺寸销，其各组尺寸之间的最大间隙值为 $\Delta_{销尺寸组距} = 0.013$mm，造成与理想中心位偏差值为 0.006 5mm。

平板上两定位销孔位置误差值为 $\Delta_{平板销孔距} = \phi 0.01$mm，由于采用选配两支等直径尺寸销对零件销孔紧配定位，故零件两销孔对称中心理想位偏差值为零。

平板上两定位销孔轴心线垂直度公差值为 100mm：ϕ0.005mm，取有效长 30mm，$\Delta_{平板销孔\perp} = 0.001\ 5$mm，相对理想中心位偏差值为 0.000 75mm。

尺寸销本身同轴度值为 $\Delta_{销同轴度} = \phi 0.003$mm，相对理想中心位偏差值为 0.001 5mm。

四个项目叠加造成与理想中心位置综合误差：

$$\Delta_{综合误差} = \frac{\Delta_{销尺寸组距}}{2} + \frac{\Delta_{平板销孔距}}{2} + \frac{\Delta_{平板销孔}}{2} + \frac{\Delta_{销同轴度}}{2}$$

$$= 0.008\ 75\text{mm}$$

将零件销距定位误差分解到坐标轴方向上，见图 4 得：

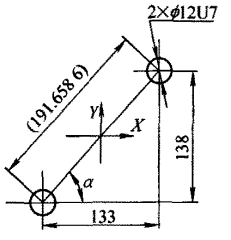

图 4

$\Delta_{定位x轴综合误差} = 0.008\ 75\cos\alpha = 0.005\ 9$（mm）

$\Delta_{定位y轴综合误差} = 0.008\ 75\ \sin\alpha = 0.006\ 3$（mm）

（2）工作平板上三孔坐标位置误差（销孔误差上面已论述）：$\Delta_{平板三孔} = 0.01$mm，相对理想中心位偏差值为 0.005mm；各孔轴心线相对基准平面 C 垂直度项目要求 100mm：ϕ0.005mm，取有效长 45mm 得：

$\Delta_{平板三孔\perp} = 0.002\ 3$mm，单边为 0.001 2mm。

（3）夹表心轴与工作平板上各孔配合间隙最大时值为 0.005mm。

（4）测量零件孔垂直度项目时，平板上衬套孔内同一母线上两个小定位钢珠孔允许相互偏差值为 ±0.1mm，造成测量误差 0.000 5mm。

依据齿轮室盖零件图技术要求，各孔的位置度误差值是相对基准 D 和 Y 允许为 ϕ0.06mm，换算到两销孔位置，误差值可达 ϕ0.120mm，只有 ϕ80H7 孔相对销孔位置度误差值仍保持在 ϕ0.06mm 范围，从上面分析得该检具综合累计误差为：$\Delta_{综合} = 0.021$mm

结果检具出现最大误差时，对 ϕ50K7 孔和 ϕ100H7 孔两孔能满足精度要求；对 ϕ80H7 孔会出现单边误判值为 0.021mm，对此问题的处理办法：①可以再减小定位尺寸销的尺寸距。②工作平板上相对应 ϕ80H7 位置的孔的位置度项目（ϕ0.01mm）在加工制造中再单独提高精度要求也能满足检测。

5. 结语

此检具在批量生产车间现场的检验工作过程中，明显地显示出其操作方便、检测速度快的优势。希望该检具能为测量多孔系坐标且外形不规则的零件，快速获得位置度误差值以及偏差方向提供一条思路与大家探讨，以起到抛砖引玉的效果。**MW**

（收稿日期：20080707）

☞信息☜

“模具”栏目约稿信

模具栏目是《金属加工》（冷加工）的重点栏目之一，长期以来受到广大读者、作者的支持，在此表示感谢。2009 年模具栏目将继续报道先进的模具设计、加工技术，交流生产实践。现向全国广大读者约稿：

（1）现代汽车模具设计技术及应用。
（2）精密冲压模具的设计与制造。
（3）模具的三维无纸化设计与制造。
（4）大型、精密模具。
（5）模具的电火花加工技术。
（6）快速成型与快速制模。
（7）模具设计、加工与制造中的方法、技巧与使用经验。
（8）模具企业管理（产品管理等）。

来稿请发至：LB1950@126.com。

或寄：北京市西城区百万庄大街 22 号《金属加工》杂志社（100037）。