

9L32/40曲轴连杆颈相位角和偏心距的检测方法

张祖林, 丑洋洋

中车资阳机车有限公司 四川资阳 641301

摘要: 针对9L32/40曲轴的结构特点及技术要求, 提出了利用数显高度尺检测连杆颈相位角及偏心距的方法, 给出了三角函数计算的基本原理。实践证明, 该检测方法既准确又容易掌握。

关键词: 曲轴; 连杆颈; 主轴颈; 相位角; 偏心距; 三角函数

1 序言

曲轴连杆颈相位角和偏心距精度是曲轴的一项重要指标, 关系到发动机功率、平稳性等工作性能。在曲轴生产品种多、精度要求严格, 以及产量逐年提高的情况下, 如何采用误差小、效率高的检测方法显得十分必要。

2 9L32/40曲轴技术要求

9L32/40曲轴如图1所示, 其相关尺寸及技术要求如图2所示。主轴颈、连杆颈直径均为 $290_{-0.04}^{+0}$ mm。相位角偏差: 以第1连杆颈中心线为基准, 各连杆颈相对其角度偏差为 $\pm 10'$ 或中心位移 ± 0.6 mm, 且要求各挡连杆颈偏差尽量分布均匀,

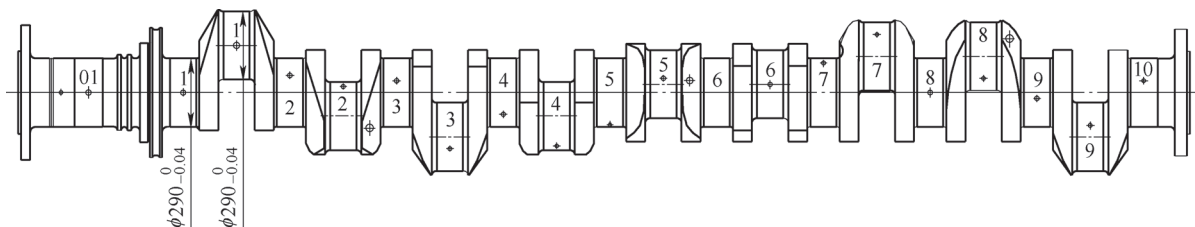


图1 9L32/40曲轴

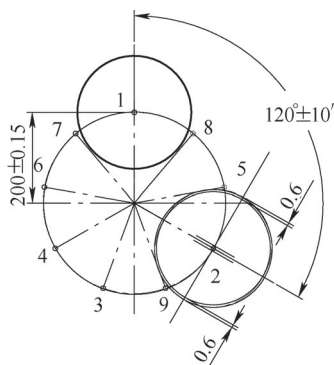


图2 9L32/40曲轴的尺寸及技术要求

避免在任意一挡的偏差累积。偏心距为 (200 ± 0.15) mm。

3 用数显高度尺测量连杆颈相位角高度偏差值

3.1 各连杆颈的理论角度坐标高度值计算

第1连杆颈位于水平位置的情况如图3所示。设第1连杆颈中心线坐标为 $(1/2$ 冲程, $0)$ 。 $1/2$ 冲程即连杆颈中心与主轴颈中心的距离, 也叫偏心距。

根据三角函数诱导公式计算各连杆颈中心坐标如下。

1) 第4连杆颈: 位于第2象限, 与第1连杆颈中心线夹角为 120° , $\sin 120^\circ = \sin (180^\circ - 60^\circ) = \sin 60^\circ$, 第4连杆颈中心Y坐标为 $200 \text{ mm} \times \sin 60^\circ = 173.21 \text{ mm}$ 。

2) 第2连杆颈: 位于第3象限, 与第1连杆颈中

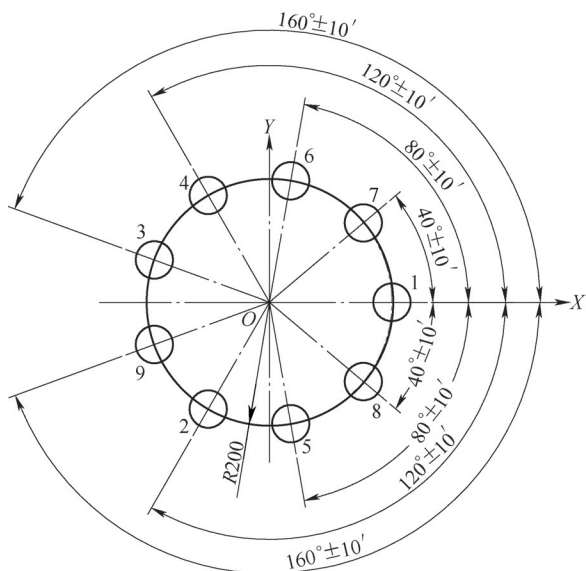


图3 第1连杆颈位于水平位置

心线夹角为 240° ， $\sin 240^\circ = \sin (180^\circ + 60^\circ) = -\sin 60^\circ$ ，第2连杆颈中心Y坐标为 $200\text{mm} \times (-\sin 60^\circ) = -173.21\text{mm}$ 。

3) 第3连杆颈：位于第2象限，与第1连杆颈中心线夹角为 160° ， $\sin 160^\circ = \sin (180^\circ - 20^\circ) = \sin 20^\circ$ ，第3连杆颈中心Y坐标为 $200\text{mm} \times \sin 20^\circ = 68.40\text{mm}$ 。

4) 第9连杆颈：位于第3象限，与第1连杆颈中心线夹角为 200° ， $\sin 200^\circ = \sin (180^\circ + 20^\circ) = -\sin 20^\circ$ ，第9连杆颈中心Y坐标为 $200\text{mm} \times (-\sin 20^\circ) = -68.40\text{mm}$ 。

5) 第5连杆颈：位于第4象限，与第1连杆颈中心线夹角为 280° ， $\sin 280^\circ = \sin (360^\circ - 80^\circ) = -\sin 80^\circ$ ，第5连杆颈中心Y坐标为 $200\text{mm} \times (-\sin 80^\circ) = -196.96\text{mm}$ 。

6) 第6连杆颈：位于第1象限，与第1连杆颈中心线夹角为 80° ，第6连杆颈中心Y坐标为 $200\text{mm} \times \sin 80^\circ = 196.96\text{mm}$ 。

7) 第7连杆颈：位于第1象限，与第1连杆颈中心线夹角为 40° ，第7连杆颈中心Y坐标为 $200\text{mm} \times \sin 40^\circ = 128.56\text{mm}$ 。

8) 第8连杆颈：位于第4象限，与第1连杆颈中心线夹角为 320° ， $\sin 320^\circ = \sin (360^\circ - 40^\circ) = -\sin 40^\circ$ ，第8连杆颈中心Y坐标为 $200\text{mm} \times (-\sin 40^\circ) = -128.56\text{mm}$ 。

3.2 实物检测

9L32/40曲轴相位角的检测是将曲轴放置在专用的大理石检测平台（经过计量，大理石检测平台的精度级别可达到1级水平以上）上，按照图样要求支撑第1、第3、第5、第7和第9主轴颈，其中第1、第9主轴颈使用固定支撑架（见图4），此支撑架为曲轴专用支撑架，用来检测中、大型曲轴；第3、第5和第7主轴颈使用浮动支撑架（见图5），然后用数显高度尺检测其主轴颈中心线是否在同一高度。实际操作是先测量每个支撑主轴颈的实际尺寸是否相同，如有差异，排除误差；再检测每个支撑主轴颈上轮廓线是否在同一高度，如有误差，微调支撑架螺母，使每个支撑主轴颈中心线等高，然后再将第1连杆颈放置在水平方向，使第1连杆颈与主轴颈等高（见图6）。9L32/40曲轴主轴颈、连杆颈外圆尺寸、公差相同，实际就是将主轴颈上轮廓线与连杆颈上轮廓线调至同一水平高度（如主轴颈与连杆颈的实际尺寸有差别，排除误差）。将第1、第9主轴颈支撑架两端的螺母锁紧，固定曲轴，防止曲轴在检测连杆颈相位角高度值的过程中因发生转动而影响曲轴连杆颈相位角检测结果，然后开始检测各连杆颈的角度偏差值。



图4 固定支撑架



图5 浮动支撑架



图6 第1连杆颈与主轴颈等高

首先，将数显高度尺推至第1主轴颈上轮廓线最高处，微调数显高度尺，使百分表测量范围指针指到1mm处、读数指针指到0，将数显高度尺的数值清零；再将数显高度尺的数值升至173.21mm处锁紧数显高度尺，测量第4连杆颈高度偏差值（见图7），即将数显高度尺的百分表推至第4连杆颈轮廓线最高处，数显高度尺百分表读数指针移动的数值，就是第4连杆颈高度偏差值。其次，将数显高度尺降至-173.21mm处，锁紧数显高度尺，测量第2连杆颈的高度偏差值。各连杆颈的操作方法相同，只是高度值不同而已。用同样的方法依次把剩余的连杆颈高度偏差值测量出来，每个连杆颈实际高度值等于理论高度值加上实测的高度偏差值。



图7 测量第4连杆颈高度偏差值

4 用数显高度尺测量连杆颈偏心距

将数显高度尺推至第1主轴颈轮廓线最高处，微调数显高度尺，使百分表测量范围指针指到1mm处、读数指针指到0，将数显高度尺的数值清零。升高数显高度尺至200mm处，测量第1连杆颈的偏心距，将支撑架两端的螺母松开，转动曲轴，使第1连杆颈处于朝上90°位置，推数显高度尺至连杆颈上轮廓线最高处，来回轻微转动曲轴，找到最高点。看百分表读数指针移动的数值，就是第1连杆颈偏心

距的偏差值（见图8）。各连杆颈检测偏心距的方法相同，依次把剩余连杆颈偏心距的偏差值测量出来。每个连杆颈的实际偏心距等于理论偏心距加上实测的偏心距偏差。



图8 第1连杆颈偏心距偏差值的测量

5 用三角函数计算各连杆颈的角度

以第7连杆颈为例，如图9所示，第7连杆颈中心线相对于第1连杆颈中心线角度为 α ，实际偏心距为 R ，用高度尺所测该连杆颈实际高度值为 H ，则第7连杆颈实际角度 $\alpha = \arcsin(H/R)$ ，其他连杆颈计算方法相同。用同样的方法依次把剩余连杆颈的实际相位角计算出来。

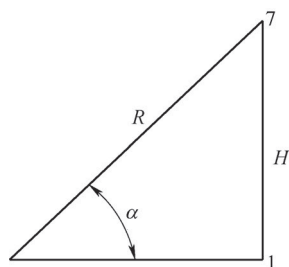


图9 连杆颈中心相对角度计算示意

6 结束语

以前曲轴连杆颈相位角使用多面体检测，偏心距通过专用的马鞍规检测，不同类型的曲轴需要不同的多面体和马鞍规。随着曲轴产量和种类的增加，大幅增加了工装费用。使用数显高度尺结合三角函数来测量和计算曲轴连杆颈相位角和偏心距，是一种简单可靠、经济实用的方法。该方法还在其他类型曲轴的检测上得到了很好的推广应用，既减少了工装费用，缩短了检测时间，又提高了检测效率。

参考文献：

- [1] 张秀珍，晋其纯. 机械加工质量控制与检测[M]. 北京：北京大学出版社，2011.

MW 20210326