

大客车前风窗检具测量和误差分析

西安公路交通大学 高利 李荣跃
关家午 陈斌

【Abstract】By analysis of inspection gauge of bus windshield and dominant space curve characteristic, method of inspection gauge measurement is probed into and then different measurement errors are further analyzed. "Segment by segment measurement method" and "Probe touch point coordinate adjustment method" are recommended for the former, and "Single element three point interpolation" error analysis method adopted for the latter. The program compiling technique with CAD interfacing reduces data processing volume and promotes data processing efficiency. Result of data processing proves that the inspection gauge has quite high accuracy.

【摘要】通过对大客车前风窗检具及主控空间曲线特点的分析,探讨了测量检具的方法,进一步分析了各种测量误差。提出了“分段测量法”和“触点坐标调整法”,并采用了“一元三点插值”的误差分析方法。与CAD接口的编程技术减少了数据处理工作量,提高了数据处理效率。数据处理结果表明,该检具具有足够的精度。

Topic words: Bus, Windshield inspection gauge, Measurement error

关键词: 客车 前风窗检具 测量误差

1 前言

客车前风窗是客车比较重要的部件,其形状及大小对驾驶员和乘客的前方视野和舒适性有很大影响,同时也影响汽车安全、汽车造型及其空气动力学性能。而风窗框止口和风窗玻璃的制造误差对装配精度至关重要。为此,须用前风窗检具检验前风窗框止口及玻璃制造质量。

2 客车前风窗检具的制造与分析

2.1 客车前风窗检具的制造

前风窗检具是检验前风窗玻璃和窗框止口的依据,它必须能检查风窗玻璃的弧度大小。为了模拟装车状态,其结构形式通常做成立式的。前风窗检具的制造过程如下。

- 依据理论设计图绘制理论模线;
- 用模线制造样板,其数量和位置由工装图规定;
- 按样板制造前围标准模型。标准模型的制作是关键,通常有粗加工和精加工两个过程,最终使前围标准模型的面、线光顺流畅;
- 用塑造法制出前围反模型,在工作表面上划出玻璃外缘线;
- 根据前围反模型制造前风窗玻璃检具,其工作表面为风窗玻璃内面。前风窗玻璃检具的制作材料可有金属和木材之分,木质检具表面常覆以环氧树脂。

2.2 检具空间曲面、曲线分析

现代汽车大多采用双曲面风窗表面,即母线不是直线,而是曲率均匀变化的曲线,以满足造型的要求。通常说来,曲率变化较大的风窗玻璃使整车造型更加美观,富于动感,但设计与生产制造的难度都较大。现代的大客车多采用大弧面小圆角的变曲率前风窗玻璃,给人以豪华感。由不同形式的母线形成的风窗玻璃曲面,其周边曲线也不相同。合格的周边曲线不但能保证玻璃的正确安装,提高密封性,而且能基本消除装配应力。因此,对风窗玻璃周边曲线的控制至关重要,对前风窗玻璃检具的主控曲线的测量具有较大的实际意义。图1为某汽车前风窗玻璃检具主控曲线框图。其中, a, b, c 为检具控制线,都是某两个面的交线; a', b', c' 为相应 a, b, c 检具控制线所在止口面的外棱线。显然, a, b, c 的尺寸精度直接影响到整个检具的精度。

3 测量

3.1 测量设备

本次测量设备是法国MFO公司制造的MT3 2040型三维坐标测量机,其控制部分是青岛QITECH中美欧合资公司生产的。

MT3 2040型三维坐标测量机是大型水平臂CNC数控测量机,它是融光学、机械电子技术和计算机技术等为一体的高精度、高效率、万能性的精密测量设备。它可通过控制系统和计算机及其相应软件联接,对被测量件进行测量和分析,适合于模型、

汽车技术

模具及产品的测绘,尤其在汽车工业中应用更加广泛,例如可对车身外表面线进行测绘,以及与客车CAD系统联接。

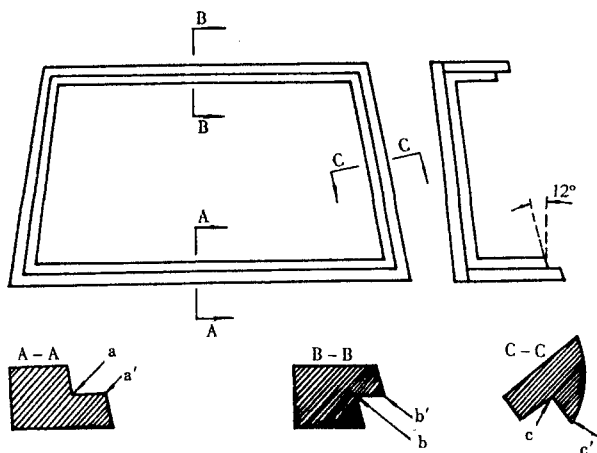


图1 检具主控曲线图

MT3 2040 型三维坐标测量机的测量范围: X 向 6 000mm, Y 向 1 500mm, Z 向 2 000mm; 测量不确定度为: X 向 $(0.04 + L/40\ 000)$ mm, Y 向 $(0.03 + L/15\ 000)$ mm, Z 向 $(0.03 + L/15\ 000)$ mm(其中 L 为测量长度)。

3.2 测量方法

a. 构造检具坐标系

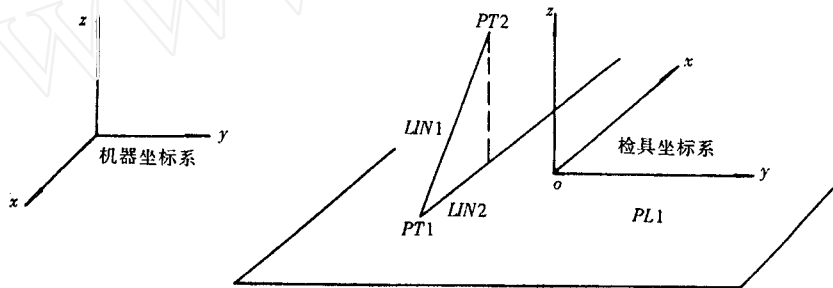


图2 检具坐标系构造示意图

检具如实地反映了风窗玻璃的装配情况,因此检具的玻璃安装面与垂直面成一夹角 α ; 由于被测棱线平行于玻璃安装面,因而其与垂直面的夹角也是 α ; 故法矢应与风窗棱线垂直以便进行测量补偿。根据前风窗玻璃与垂直面的夹角为 8° , 定义矢量为 $E = [0.978, 0, -0.208]$ 。法矢的确定如图3所示。

表1比较了两种不同的测量法矢对棱线 a' 的测量结果。虽然无法精确的比较二者之间的具体差值,但可以看出法矢不同带来的差异,即 z 方向第二次的测量值均比第一次的值减小。

d. 数据采集与记录

测量棱线比测量面更难,测头稍偏,就会产生较

测量坐标系是机器坐标系,虽然这对测量结果没有影响,但为了解决坐标系不一致带来的麻烦,本次测量所选测件坐标系就是汽车坐标系,测量的结果就是风窗玻璃的汽车设计坐标系位置,与设计理论值相比较,则可发现检具精度的高低。

测量时,首先把检具放在水平测台上,并使玻璃面朝向测臂方向。选择检具坐标系时,首先在底座上测得三个点得一平面 $PL1$, 其法矢作为 z 轴; 再在底座凸缘最前处测一点 $PT1$, 上凸缘最前沿处测一点 $PT2$; 从 $PT1$ 到 $PT2$ 连线得空间直线 $LIN1$, 把在平面 $PL1$ 的投影线作为 x 轴; 最后将坐标原点定义在汽车坐标系原点。这样就获得了检具坐标系,如图2所示。

b. 测球及校验

选测球时,以能满足测量要求为原则。测球直径过大,测量时难以对准测量点,无法准确地反映测量点的数据值; 测球直径过小,被测件的一些细微凹凸也会影响到测量精度。综合考虑,选用理论直径为 3mm 的测球。把它安装在测杆上后,用标准校验球进行校验: 在标准校验球上均匀地测量 5 个点,从而获得测球的真实直径值,同时得到测量矢量及由于加长杆不同产生的坐标修正值。

c. 法矢的确定

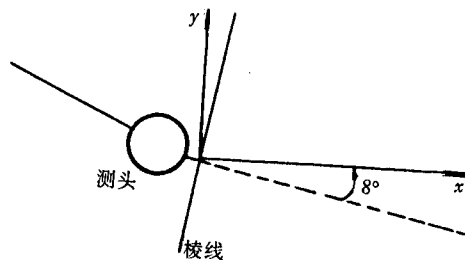


图3 法矢的确定

大的误差,而这种偏差是无法避免的,可采取重复测量方法尽量减少误差。测量前,首先对各棱线分段,对其中的每一段再用软质铅笔在边缘棱线上大致划分出等分线,这里称作“分段测量法”。测量时,先用

手动方式进行测量,测量完毕后,将自学习得到的测量数据存盘,再打开数据文件,把法矢改为 $E=[0.978, 0, -0.208]$,再进行 CNC 测量,同时记录测头的偏离并记录测头在触及棱线后的偏离情况。根据

记录的测头偏离情况调整测量触点值,修改后再测,反复多次,就可以得到较理想的结果。我们称该方法为“触点坐标调整法”。

3.3 测量误差分析及控制

表 1 不同的测量法矢的结果比较

测点	法矢 1 $E=[1,0,0]$			法矢 2 $E=[0.978,0-0.208]$		
	x/mm	y/mm	z/mm	x/mm	y/mm	z/mm
1	-1 857.425	-100.061	660.321	-1 857.318	-100.083	660.194
2	-1 853.764	-250.058	660.461	-1 853.452	-250.768	660.319
3	-1 837.905	-500.017	660.390	-1 837.502	-500.817	660.118
4	-1 831.472	-599.855	660.678	-1 831.980	-600.086	660.170

视觉误差是球形测头测量棱线时所出现对不准的情况,而使测头在触及棱线后往往会向一方偏离所产生的测量误差。采用 CNC 测量,可以减少对不准误差。

补偿误差是由于测量时测头测量运动方向与法矢的不一致而造成的误差。只有测量运动方向与法矢方向一致时,理论上才没有误差产生。然而,测量空间曲线的曲率连续变化而使法矢相应变化,法矢方向须相应改变。因此,该种测量误差就难以完全消除。

4 数据处理及分析

前风窗检具的测量结果以数据文件的形式保存下来,因此可以将数据读入 CAD 进行二次加工处理。本文研究编写的接口程序已经实现任意数据的读入和视图生成,从而可以利用 CAD 已有的处理功能进行图形处理。鉴于测量工件坐标系与 CAD 系统坐标系有可能不一致,则在程序中必须进行坐标变换。程序流程图如图 4 所示。在由测量值生成视图后,把检具设计值输入 CAD 系统,采用“一元三点插值”法进行插值,以便于测量值与设计值的比较。由于两者的误差很小,用 1:1 图形不易看出,我们把误差放大 50 倍,如图 5 所示。

由图 5 可见,在风窗检具右上角处制造误差最大,其坐标为 $x = -1 477.000mm$, $y = -1 115.000mm$, $z = 1 862.000mm$,其 x 、 y 、 z 向误差分别为 $\Delta x = -2.282mm$, $\Delta y = -1.345mm$, $\Delta z = 1.622mm$,空间误差为 $R = (\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2)^{1/2} = 3.106mm$,大多数的误差均在 $1.000mm \sim 2.500mm$ 之间,且 x 向的误差占主要部分。

检具本身的误差除包含制造误差外,还包括由于棱线受损而形成的凸凹不平,从而在一定程度上影响了测量精度。测量时,应尽量避免测量这样的

位置,不必拘泥于等分的原则。

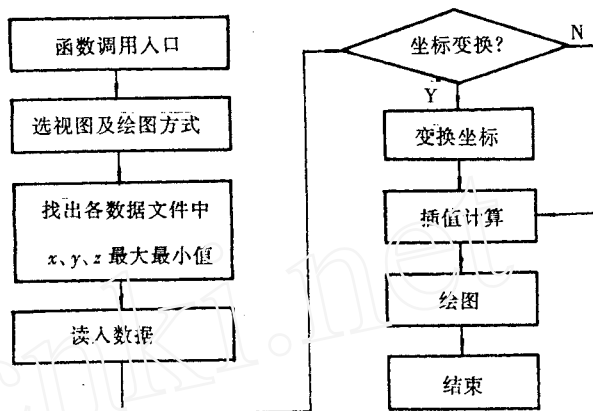


图 4 程序流程图

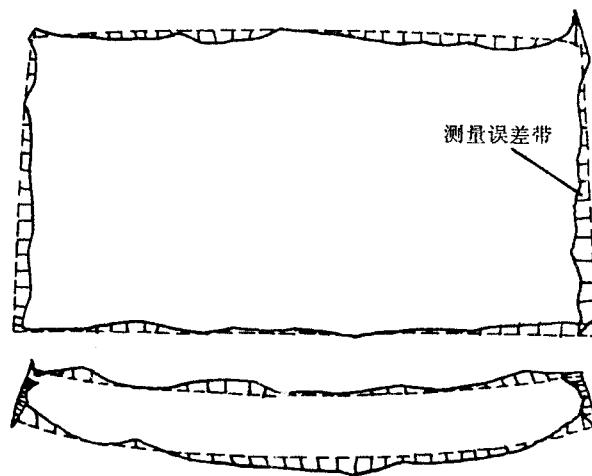


图 5 误差分析图

——测量曲线 - - -理论曲线

5 结束语

a. 玻璃检具是检验玻璃的依据,其制造精度直接影响到玻璃的安装,从而影响整车的使用安全,因此必须对玻璃检具进行精确测量检验。

b. 对空间结构的玻璃检具的精度检验必须使用精度较高的三坐标机进行测量。

液压自动校直机的应用与研究

长春汽车工业高等专科学校 单淑梅

[Abstract] Applying automatic straightener to bring about automatic change over and processing of measurement and straightening in the course of parts straightening is presented. This can make it possible to combine large power hydraulic press and highly automated control mechanism integrated. Thus, not only production rate of parts processing is raised, but also quality of product guaranteed. The straightness of part axis line may generally reach to $\pm 0.50 \mu\text{m}$ after straightening.

[摘要] 在零件的校直过程中,应用自动校直机实现检测和校直的自动切换和处理。集大功率的液压机和高自动化的控制机构于一体,这样,既提高了零件加工的生产效率,又保证了产品质量。经校直的零件轴线的直线度一般可达 $\pm 0.50\mu\text{m}$ 。

Topic words: Automatic straightener, Hydraulic pressure, Control

主题词: 自动校直机 液压 控制

1 前言

轴类、杆类等零件在汽车制造行业中是常用件,有时是至关重要的零件,而其在加工或热处理过程中不可避免地会产生变形,对其进行校直显得尤为重要。我国以前多采用手动校直的方法,其效率比较低,校直精度也不容易保证。自动校直机的出现改变了这种状况,使工业生产的自动化程度和产品质量都得到了提高。

2 液压自动校直机的国内外发展状况

自动校直机在德国、日本、意大利和美国等发达国家发展都很快,自动化程度都很高,其稳定性和可靠性较好。德国目前生产的一种门式校直机,其工作效率高、结构复杂、成本比较高,国内只有少数厂家使用。意大利生产的校直机,可根据零件曲率这

一误差形式读出偏心率误差,因此,可使未加工、粗加工或有明显椭圆度的工件得到高精度的校直。同时,运用逻辑程序可避免工件过度的修正而引起工件的过度弯曲,以减小工件的内应力。日本生产的校直机从质量、性能及价格等方面比较占优势,在国际市场上占有较大份额。

以前,我国自动校直机的生产基本处于空白。随着人们质量意识的提高,机械制造行业对关键零件的在线检验校正的需求量愈来愈大,所以自动校直机的国内市场容量巨大,其开发前景广阔。机械工业部长春试验机研究所已经研制出自动校直机,其性能优良、价格低,是理想的在线检测设备。

3 自动校直机的结构特点

自动校直机从结构上可分为两大类:一类为悬臂梁结构(C型)。该校直机主机刚度较小,吨位亦

c. 所提出的“分段测量法”和“触点坐标调整法”是切实可行的。这些方法不但使测量顺利进行,还有效地减少了测量误差。

d. 采用“一元三点插值”的误差分析方法和CAD接口的编程技术减少了数据分析量,提高了数据处理效率。

e. 数据处理结果表明,检具的误差主要由 x 向产生,除上角点空间误差略超过 3.000 mm 外,其他点误差均控制在 3.000 mm 以内,大多数在 $1.000 \text{ mm} \sim 2.500 \text{ mm}$ 之间,该检具具有足够的精度。

参考文献

- 1 于乃江. 用C开发AUTOCAD12.0-ADS程序设计指南. 北京:国防工业出版社,1995.
- 2 吴全云等. SFQ6890型客车前挡风玻璃的协调. 客车学术论文集,北京:人民交通出版社,1996.
- 3 徐士良. C常用算法程序集. 北京:清华大学出版社,1994.
- 4 MFO公司. MT3 2040型三维坐标测量机使用手册. QITECH中美欧合资公司,1995.

(责任编辑 谷雨)

修改稿收到日期为1998年6月5日。