

文章编号:1005-0523(2003)05-0107-04

白车身三坐标检测点的布置及优化

李家汉, 刘文辉

(江西五十铃汽车有限公司, 江西 南昌 330001)

摘要:对白车身三坐标检测点进行分类定义后阐述了车身设计阶段各类测量点的布置原则,在此基础上提出了面向制造偏差诊断的测量点布置位置优化方法。

关键词:白车身;检测点布置;位置优化

中图分类号:TH22

文献标识码:A

1 引言

白车身三坐标测量点的合理布置很大程度上决定了测量数据的质量,是车身质量控制过程中的重要环节。只有对车身的产品设计,工艺设计和尺寸质量控制等各环节有全面、深入的了解,才能布置出优良的检测点。建立和完善车身尺寸检测体系,明确车身检测点布置原则,对车身开发、制造至关重要。在测量点优化方面,多数汽车厂依赖传统的经验积累,缺乏理论分析和具体的优化方法。本文在分析总结了车身测量点功能的基础上,对白车身测量点进行分类定义并建立了各类测点的布置原则,还提出了基于车身焊装夹具失效诊断的测点优化方法。

2 白车身三坐标检测点的分类

在车身生产过程中,三坐标测量的目的是确定过程控制和不断改进,面向车身工艺过程稳定性控制,装配功能控制以及装配过程中的故障诊断。按照检测点功能的不同,可以将常见的车身测量点分成三类:主要定位基准检测点(Principle Locating Points, PLP)、关键产品特征检测点(Key Product Char-

acteristic, KPC)和关键控制特征检测点(Key Control Characteristic, KCC)。主要定位基准检测点能够显著反映某一级加工的定位状态,这些点的设立将有助于对由于定位或基准位置发生偏移而产生的制造偏差进行识别和诊断。关键产品特征检测点能够反映白车身零件、分总成、总成及整车的产品关键特征的变化,此类点的变差将极大地影响产品对安全或制造标准的符合程度,还会影响用户对产品的满意度。关键控制特征检测点是关键产品特征点的必要保证,它属于过程控制,是为了控制本一级装配中工装夹具对车身装配尺寸质量的影响而设置的检测点,是用于对本级车身装配过程中制造偏差进行识别和诊断的。

3 白车身检测点布置原则

1) 主要定位基准检测点的布置

定位基准点原则上冲模、检具、焊装夹具数据保持一致。在轿车、SUV车、PK车等车身的焊装过程中使用大量夹具设备来完成焊装对象的定位,以此确保焊装对象在每次焊装过程中的空间状态保持一致,保证车身焊装的质量。而在生产过程中,经常会出现定位销磨损、工装定位基准垫片调整等现象,导致焊装工装上的定位或基准位置发生波动,

收稿日期:2003-05-27

作者简介:李家汉(1964-),男,江西宜春人,工程师。

影响车身的装配质量. 因此, 要对制造过程中各个阶段的定位基准进行测量, 这将有助于对由于定位或基准位置发生偏移而产生的制造偏差进行识别和诊断.

2) 关键产品特征检测点的布置

车身是汽车的脸面, 其制造水平是汽车制造厂的标志. 车身外观形象是否符合人们的审美要求将最先确定顾客对汽车的满意程度. KPC 点最先要保证的就是影响车身外观形象的关键部位的尺寸要求, 具体地讲就是车身外部型面的配合间隙及配合平整度要求. 例如车门与侧围立柱之间的缝隙、发动机盖与叶子板之间的缝隙、挡风玻璃装饰条与车身间的缝隙等. 车身 KPC 点布置要根据整车设计时的配合规范来进行. 对于 PK 车来说, 这些关键特征检测点主要分布在车身的七大开口处, 即左右前门框、左右后门框、前后风窗及发动机舱.

3) 关键控制特征检测点的布置

关键控制特征点是白车身检测点中数量占绝对多数的一类点, 如密封部位, 内外装饰部位等. 因此, 它们的合理分布可以有效地减少采样点数, 而且能正确地反映工件在焊装过程中的状态, 以便进行夹具故障识别与诊断. 对每一个关键产品特征检测点要相应布置多少个关键控制特征检测点, 以及这些点的位置如何确定主要依靠经验积累, 需要对生产实际作分析研究. 在此基础上根据装配误差积累的情况来确定他们的分布, 对于累积装配偏差大而且容易超差的区域, 要多布置一些关键控制特征检测点.

4 车身检测点位置优化

车身制造过程中存在各种偏差, 控制这些偏差是提高车身制造质量的关键, 所以在设计车身测点布置方案时应充分考虑到检测点对制造偏差的敏感性, 选择检测点布置的最佳位置.

1) 夹具失效模式

根据夹具设计的几何模型建立夹具失效模式是检测方案、测点选择、自动诊断和监控的基础. 图 1 所示为一般 3-2-1 定位夹具布局. 该图中 P_1 为四位定位销, P_2 为二位定位销, C_1 、 C_2 、 C_3 是基准面上的定位块, C_1 、 C_2 、 C_3 这三个定位点始终保持与工件接触. P_1 为四位销, 限制 X 和 Y 方向的平动, P_1 和二位销 P_2 一起限制了绕 Z 轴的转动. C_1 、 C_2 、 C_3 限制了沿 Z 轴方向的平动以及绕 X 轴和 Y 轴的

转动. M_1 、 M_2 、 M_3 为布置的检测点的坐标.

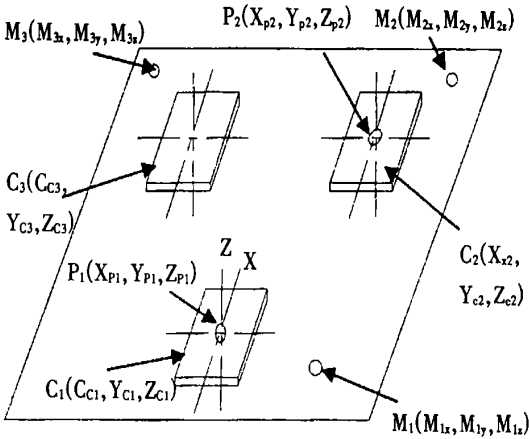


图 1 3-2-1 夹具布局

定位单元失效导致的夹具失效模式有如下六种:

- ①失效模式 1 (W_1): 圆柱定位销 P_1 在 Y 轴方向失效, 导致工件绕 P_2 的转动;
- ②失效模式 2 (W_2): 定位销 P_1 在 X 轴方向失效, 导致工件绕 X 方向的平动;
- ③失效模式 3 (W_3): 定位销 P_2 在 Y 轴方向失效, 导致工件沿 P_1 的转动;
- ④失效模式 4 (W_4): 定位块 C_1 在 Z 轴方向失效, 导致工件绕 C_2-C_3 连线的转动;
- ⑤失效模式 5 (W_5): 定位块 C_2 在 Z 轴方向失效, 导致工件绕 C_1-C_3 连线的转动;
- ⑥失效模式 6 (W_6): 定位块 C_3 在 Z 轴方向失效, 导致工件绕 C_1-C_2 连线的转动;

2) 偏差诊断向量矩阵

描述失效模式 i 所导致的误差样本的诊断向量为

$d_{(i)} = (d_{1i}, \Lambda, d_{ni})^T$, 它有 n 个相应于测量变量 M_j 的分量

$$d_{ji} = \sigma_{Mj} / \sigma \quad j=1, 2, \Lambda, n \tag{1}$$

式(1)中 σ_{Mj} 是变量 M_j 的标准差, 并且

$$\sigma = \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_{Mj}^2} \tag{2}$$

式(2)中 n 是测量变量数目. 在此有三个测量点共 9 个测量主量组成一个测量向量

$$M = [M_{1x}, M_{1y}, M_{1z}, M_{2x}, M_{2y}, M_{2z}, M_{3x}, M_{3y}, M_{3z}] \tag{3}$$

夹具的误差样本模型可用偏差诊断矩阵 $D = (d_{(1)}, d_{(2)}, \Lambda, d_{(9)})$ 来描述. D 矩阵的第 i 列是相应于失效模式 i 的诊断向量 $d_{(i)}$, $i = (1, 2, \Lambda, 9)$

$$D=\begin{bmatrix}d_{11}&d_{12}&\Lambda&d_{16}\\d_{21}&d_{22}&\Lambda&d_{26}\\\Lambda&\Lambda&O&M\\d_{91}&d_{92}&\Lambda&d_{96}\end{bmatrix}$$

(4)

各诊断向量 $d_{(1)}, d_{(2)}, \Lambda, d_{(9)}$ 的计算由夹具及测点位置的运动几何分析得到.

令 ΔW 为被测工件 n 维制造偏差输入向量, $\Delta W=(\Delta W_1, \Delta W_2, \Lambda, \Delta W_n)$, ΔM 为检测点测量值变化向量, 则测点测量值变化向量 ΔM 与夹具失效偏差向量 ΔW 之间关系为

$$\Delta M=D\cdot\Delta W$$

(5)

3) 偏差敏感度指数 J

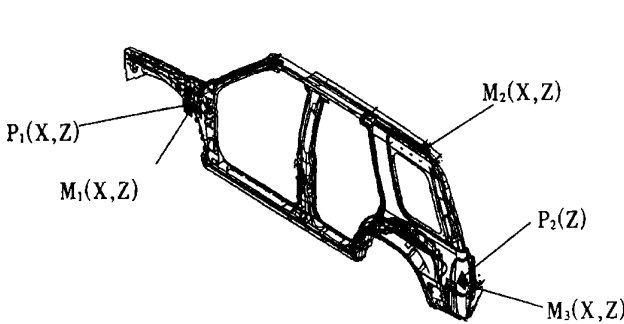
不同的夹具定位方式、工作几何形状、测点位置, 决定了不同特性的偏差诊断矩阵 D . 如果一个具有一个测点设计方案对各种偏差模式 $(W_1, W_2, \Lambda, W_n)^T$ 都能够很好地区分开来, 则这个设计对于制造偏差具有较好的诊断功能, 即该测点布置方案具有较强的偏差敏感性. 基于这样的出发点, 将偏差敏感度指数 J 定义为:

$$J=\forall_{i\neq j}\min\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n\parallel d_{(i)}-d_{(j)}\parallel$$

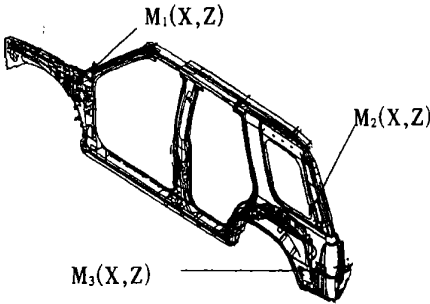
(6)

表 1 侧围总成定位销及检测点坐标

定位销	定位销坐标			测点	检测点起始坐标			检测点优化后坐标		
	X	Y	Z		X	Y	Z	X	Y	Z
P_1	2190	782	975	M_1	2190	782	975	2250	754	1386
P_2	5630	782	1004	M_2	5192	582	1844	5257	827	1220
				M_3	5630	782	1004	5711	702	863



(a)定位销及优化前检测点的位置



(b)优化后检测点的位置

图 2 侧围总成面向制造偏差诊断测点位置的优化

第一、建立偏差模式
 W_1 :定位销 P_1 在 Z 方向失效, 导致侧围总成绕 P_2 转动
 W_2 :定位销 P_1 在 X 方向失效, 导致侧围总成

在 X 方向的平动
 W_3 :定位销 P_2 在 Z 方向失效, 导致侧围总成绕 P_1 的转动
第二、建立偏差诊断向量矩阵

$$D=\begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \Lambda & d_{16} \\ d_{21} & d_{22} & \Lambda & d_{26} \\ \Lambda & \Lambda & O & M \\ d_{91} & d_{92} & \Lambda & d_{96} \end{bmatrix}$$

第三、求解 J_{opt} ，运用 Matlab 优化工具，计算得到优化前后的偏差敏感度指数 J_{init} 和 J_{opt} 。

$$J_{init}=1.523$$

$$J_{opt}=1.857$$

对应于 J_{opt} 的检测点位置如图 2(B) 所示，检测点优化后的坐标见表 1。

5 小 结

主要研究车身制造过程中检测点的布置及优化方法，通过采集检测点的信息尽可能完整地监测

整个车身制造过程及尽可能敏锐地分辨制造过程的偏差。在分析比较了白车身检测点布置之后，总结了白车身制造过程中各类检测点的布置规律。同时提出了面向制造偏差控制的检测点布置位置的优化方法，并成功应用于实例。

参考文献：

[1] Ceglarek D, Shi J·Z·S·M·Wu·A Knowledge—Based Diagnosis Approach for the Launch of the auto-Body Assembly process·Trans·of ASME·Journal fo Engineering for Industry, 1994, 116 (4)·
[2] Cai W, Hu SJ, Yuan J X·Deformable Sheet Metal Fixturing: Principles, Algorithms and Simulations·Journal of Manufactur-ing Science and Engineering·1996, 118(8)·
[3] 来新民, 林忠钦, 等·轿车车体装配尺寸偏差控制技术[J]·中国机械工程, 2000, (11)·

Placement and Optimization of 3D Measuring Point on White Body

LI Jia-han, LIU Wen-hui

(Jiangling-ISUZU Motors CO., Ltd· Nanchang Jiangxi 330001, China)

Abstract: In this paper, the definition and placement rules of three kinds of points are presented and a method for achieving optimal deviation diagnosis through an optimized placement of measuring points is proposed·

Key words: white body; measuring points placement; position optimization

(上接第 106 页)

齿数比： $u=3.2$

齿轮的工作寿命： $L_h=72\ 000\ h$

齿轮材料：大小齿轮材料为 40Cr 调质后表面淬火

齿轮精度：7

设计结果：

$$X=[25, 2.25, 45, 60, 120, 60, 10]^T$$

5 结束语

本文介绍了如何应用 Pro/E 及其 Pro/Toolkit 工具

包开发的圆柱齿轮设计 CAD 系统。该系统集齿轮强度校核计算和齿轮优化设计于一体，且将计算结果用于齿轮的三维设计。此系统可扩展性强，预留接口，进一步开发和完善后，可供其它的 CAD 系统使用。

参考文献：

[1] 濮良贵, 纪名刚·机械设计[M]·北京：高等教育出版社, 1996·
[2] Parametric Technology Corporation·Pro/TOOLKIT User's Guide[Z]·USA:PTC 公司出版, 1998·
[3] 曾昭华, 傅祥志·优化设计[M]·北京：机械工业出版社, 1992·

Development of CAD System of Cylindrical Gear Design Based on Pro/E

ZHOU Hui-lan, XIAO Qian, ZHOU Guo-fang

(1·School of Mechanical Engineering, East China Jiaotong Univ., Nanchang, Jiangxi, 330013; 2·Science Academe Yichun College, Yichun Jiangxi 336000, China)

Abstract: In this paper, an approach of developing CAD system of cylindrical gear design based on Pro/E is introduced·It applys C language to draw up the interface programs and realizes cylindrical gear 'optimal and parametric design·The result of design form this CAD system is proved reasonable in application and valuable in engineering·

Key words: Pro/E, the design of cylinder gear, CAD