

# 在线匹配技术在汽车生产中的应用

苏志勇 李小强 孙政

(中国第一汽车股份有限公司, 长春 130062)

**摘要:**传统车型尺寸育成工作模式存在关键臂定位不稳、测量范围小和部分工位无法测量的问题,因此提出了一种新型在线匹配尺寸育成工作模式。分析了在线匹配工作原理及工作模式。通过对比分析传统生准过程尺寸育成工作模式与在线匹配工作模式的优劣性,得出在线匹配模式可以降低问题分析难度,缩短新车型生准周期,实现了焊装夹具在线测量零件的功能,搭载新车型项目验证了在线匹配尺寸育成模式的科学性。

**关键词:**尺寸育成 在线匹配 在线测量

中图分类号:U466

文献标识码:B

DOI: 10.19710/J.cnki.1003-8817.20220345

## Application of Online Matching Technology in Automobile Production

Su Zhiyong, Li Xiaoqiang, Sun Zheng

(China FAW Co., Ltd., Changchun 130062)

**Abstract:** For the problems of traditional vehicle dimensional breeding mode including unstable critical arm positioning, small measurement range and some stations unable to measure, this paper proposed a novel online matching dimension breeding mode, and analyzed the online matching principle and operating mode. By comparing and analyzing the advantages and disadvantages of the traditional dimension breeding mode and online matching mode, this paper concluded that the online matching model can reduce the difficulty of problem analysis, shorten production preparation cycle of new vehicle model, realize online part measurement of welding fixture, the scientific nature of online matching dimension breeding mode was verified on a new vehicle model project.

**Key words:** Dimension breed, Online matching, Online measurement

### 1 前言

随着现代汽车工业的迅猛发展,汽车市场竞争日益激烈,尤其在近几年国内各大汽车公司迅速崛起,合资车企不断增强国内市场开发,争相推出各种新车型以满足市场需求。因此,如何提高汽车制造质量和缩短新车型开发周期,成为了汽车生产企业赢得市场竞争的关键<sup>[1]</sup>。本文提出一种在线匹配技术,用于新车型生产准备(生准)前期,白车身制造过程中现场质量问题的分析和解决。该技术可以快速、直接评价工装或零件问题,

查找问题真因并及时整改,有效提高分析问题效率,缩短问题解决周期,提高车身质量。

### 2 传统生准尺寸育成工作模式

目前新车型生准尺寸育成工作模式,是以数据车为载体,以单件检具(Part Coordinate Fixture, PCF)和总成匹配检具为主要评价手段,通过多轮次零件和夹具调整以及数据车验证<sup>[2]</sup>(PDCA循环),才能达到白车身质量目标(图1)。从整车及白车身发现问题到零件或工装调整,方案验证周期长,工作效率低且问题分析困难,不利于缩短生

作者简介:苏志勇(1975—),男,高级工程师,学士学位,研究方向为尺寸工程。

**参考文献引用格式:**

苏志勇,李小强,孙政. 在线匹配技术在汽车生产中的应用[J]. 汽车工艺与材料, 2023(5): 14-18.

SU Z Y, LI X Q, SUN Z. Application of Online Matching Technology in Automobile Production[J]. Automobile Technology & Material, 2023(5): 14-18.

产准备周期。

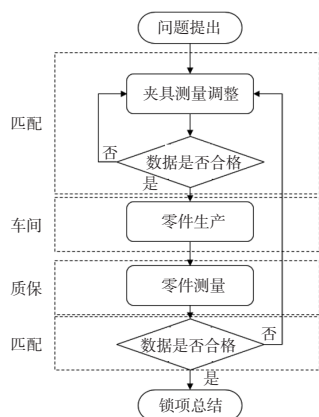


图1 传统单个问题单元解决模式

以侧围尺寸育成为例：

首先,按照 PCF 检具操作指导书要求,将零件按照层级依次摆放到 PCF 检具上,确认定位基准及零件之间匹配关系。

其次,结合单件数据,对型面搭接间隙大或干涉区域问题分析,并对零件进行手修验证,保证焊接型面贴合间隙 $\leq 0.3\text{ mm}$ (需同时制作 2 量份手修样件)。

然后,对特征部位进行划线共孔,并将零件移到焊接夹具上,确认特征部位标记是否有偏差。若发现特征部位偏差量超出允许范围,需返回确认夹具精度,直到特征部位偏差量在目标允许范围内。

再次,将零件依次焊接,形成目标大总成,并送检测量全数据尺寸。

最后,对超差点进行分析,手修后的问题零件返回模具厂家,提取修正量指导模具整改。问题未分析清楚的零件继续利用戴明环(PDCA Cycle)循环方法排查,直到查出问题,如图 2 所示。

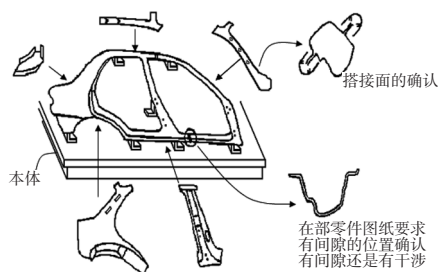
### 3 在线匹配尺寸育成模式

以夹具为载体,结合便携式 CMM 测量设备,将 PCF 检具育成思路移植到夹具上。对外观匹配型面、安装孔位、匹配间隙进行定量分析,直接将问题点拆解到夹具和零件上。

#### 3.1 在线匹配设计原理

在现有焊装夹具 BASE 板上预留若干组测量机放置平台板安装孔位,便于生产准备过程中测

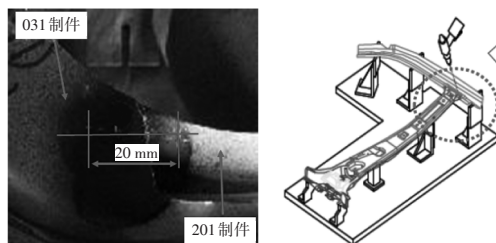
量机放置平台板安装,以实现夹具或零件局部测量在线匹配分析。



(a)侧围 PCF 检具示意



(b)匹配搭接区域



(c)划线、共孔图示

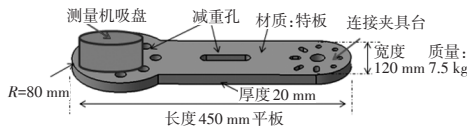
图2 侧围尺寸育成

测量机放置平台板设计结构如图 3 所示。平台板左端为半径为 80 mm 圆盘,用于放置测量机吸盘;右端为加工有固定螺栓孔、圆孔和长圆孔的半圆盘,分别是用于与焊装夹具 BASE 板固定连接的定位螺栓孔、主定位孔和辅助定位孔。平台板长、宽、高尺寸分别为 450 mm、120 mm、20 mm,中间设计有减重孔,材料为便于测量机吸盘固定的铁质材料,整体质量约 7.5 kg。测量机放置平台板与焊装夹具 BASE 板安装结果如图 4 所示。

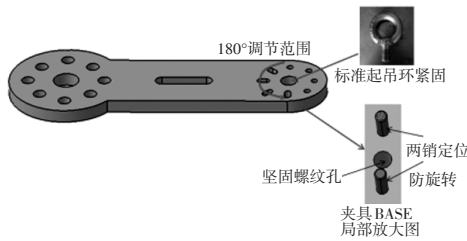
#### 3.2 在线匹配工作模式

在线匹配不同于传统尺寸育成工作模式,由于借助了测量机,可以将夹具精度测量、零件在夹具上自由状态测量、零件在夹具上夹紧状态测量、焊接工序前后状态变化测量在焊装夹具上同步完

成,如图5所示。在线匹配成功地将夹具测量、零件测量、夹具调整、总成测量同步进行,推动了夹具实现在线测量匹配,有效缩短问题分析时间,同时为后续缩短生准周期提供技术支持。



(a)测量机放置平台板整体结构



(b)测量机放置平台板紧固结构

图3 测量机放置平台板设计结构

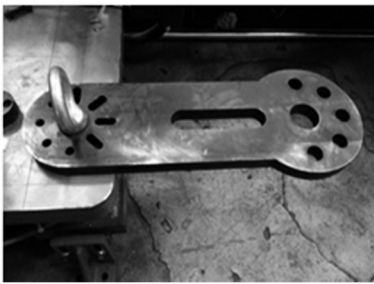


图4 测量机放置平台板

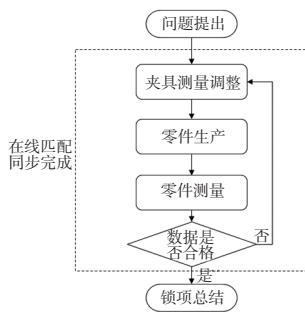
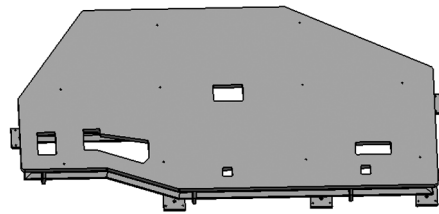


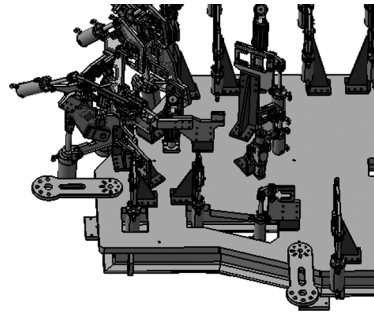
图5 在线匹配同步工作模式

### 3.3 在线匹配瓶颈突破创新

在实际应用过程中,零件放置到夹具后,受限于零件覆盖空间,导致便携式CMM放置空间不足和建系空间难以实现。为了解决以上问题,提出局部小坐标系理论和借助测量放置板平台2项措施。其中,局部坐标系可以将所有建系基准孔误差统一到同一基准下,测量放置板平台可以取代测量机三脚架,克服三脚架定位不稳,测量精度差问题。如图6所示。



(a)原车型夹具BASE板



(b)现车型夹具BASE板

图6 焊装夹具BASE板设计变化点

## 4 传统匹配与在线匹配的优劣性

### 4.1 缩短生产周期、降低分析难度

本文根据新车型生产准备过程中尺寸育成工作内容,结合传统匹配和在线匹配各自模式特点,分别从测量依据、测量条件、效果评价以及使用范围纬度进行分析对比。如表1所示。

表1 传统匹配与在线匹配优势对比

| 内容   | 传统匹配                                   | 在线匹配  |
|------|--|---|
| 测量依据 | 夹具数模、                                  | 产品零件数模  |
| 人    | 有经验,数据分析能力强                            | 懂测量,会调整   |
| 机    | PCF/UCF(CUBIN)检具、测量支架,关节臂测量机、白光/激光扫描仪。 | 测量辅助机构、检具、UCF,关节臂测量机、扫描、照相、激光。                          |
| 测量料  | 数据件                                    | 数据件   |
| 条件   | 每一轮装车是一个PDCA大循环,包含零件判定功能。              | 除零件问题外,其它要素问题改进验证当场完成,根据需要快速完成PDCA小循环。零件判定还需要使用传统三坐标完成。 |
| 环    | 较为集中的较大场地。                             | 不需要专用场地。  |
| T    | 验证质量问题周期长。                             | 当场验证,周期短。   |
| 评价Q  | 质量提升慢。                                 | 质量提升效率高。  |
| 效果C  | PCF检具投资大。                              | 测量设备可重复使用,单个项目价格也低于PCF检具。                               |
| 适用范围 | 全领域                                    | 侧围、地板、骨架  |

通过表1对比可以看出,传统匹配模式使用范围较广,但是仍然存在以下问题:依靠每套夹具检测数模,夹具数模标准不统一;夹具检测状态为静态,无法真实反应因夹具刚度、强度因素带来的实际工作问题;零件数据获取不及时,缺少数据支撑;调整、生产、测量、分析及及时性不够,造成解决问题周期较长;夹具、零件、工序变化问题掺杂在一起,增加问题分析难度。

在线匹配工作模式将夹具测量、零件测量、夹具调整、总成测量,数据分析在夹具上同步完成。可有效缩短送检、测量等待周期,节约2~3个工作日;利用唯一的产品数模,避免工序不同的夹具数模自身存在的问题;实现夹具动态检测,体现实际工作状态。便于识别夹具强度问题;快速评价零件状态,实现问题快速分析;可测量各工序零件变化,便于锁定问题真因。

#### 4.2 提高测量精度、扩大测量范围。

图7a为传统测量机使用的测量支架,有效测量空间为 $X$ ,测量机长度为 $L$ ,支架最大高度为60 cm,最大水平跨度为30 cm,则根据韦达定理可知:

$$(X + 30)^2 + 60^2 = L^2 \quad (1)$$

在线匹配使用的放置平台示意图如图7b所示,有效测量空间 $X$ 与测量机长度 $L$ 及放置平台长度之间的关系为:

$$X \approx L - 30 \quad (2)$$

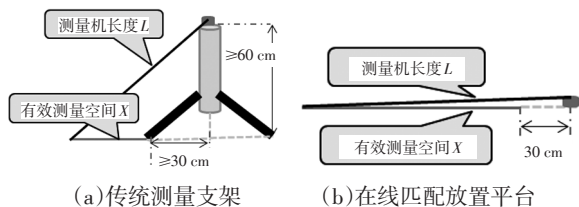


图7 测量机测量支架与放置平台示意

由式(1)和式(2)可知,相对于传统测量支架,在线匹配放置平台的使用,使得测量仪的有效测量范围明显提高。

### 5 在线匹配技术的实际应用

搭载公司新车型在焊装夹具设计过程中,BASE板上增加了测量机放置平台安装孔位。在生产准备尺寸育成时,应用了在线匹配同步工作模

式。如图8所示,为公司某新车型侧围焊装夹具,在夹具BASE板上预留了测量机放置平台安装位置,在分析侧围问题时,通过测量机放置平台增加了测量机在夹具上的安置空间,保证了夹具测量、零件测量、夹具调整、总成测量同步进行。一方面节约了从问题发生到问题得以解决的过程大量时间(整个过程1个工作日即可完成);另一方面,避免了因测量机三脚架固定牢固性差,焊装夹具旋转导致的建系不统一,测量精度损失问题。



图8 在线匹配在某车型侧围夹具上的应用

图9为某车型侧围在线匹配后焊接总成的测量结果。

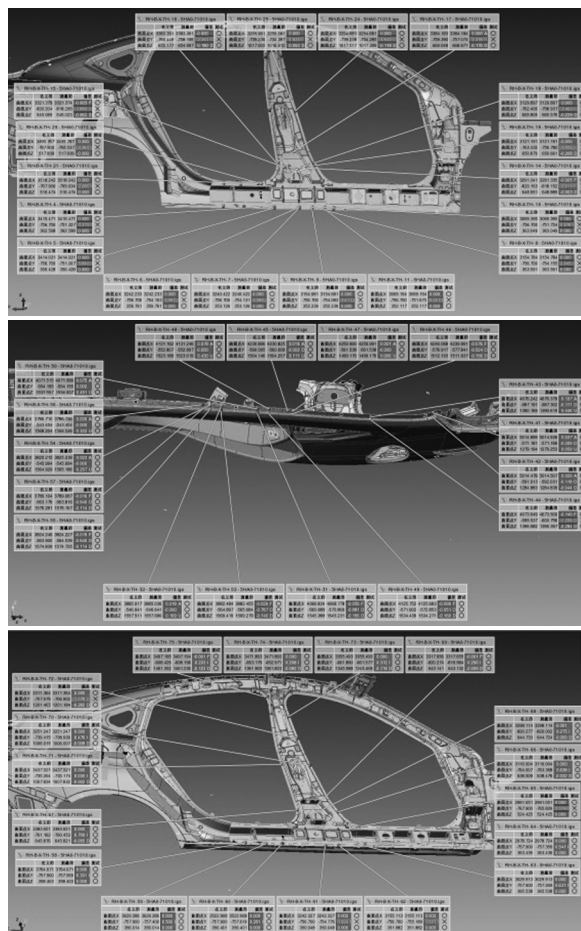


图9 测量报告示意

表2为公司某车型传统尺寸育成模式下分总成合格率与新型在线匹配模式下分总成合格率对比。通过地板、四门两盖、顶盖、等分总成的合格率来看,在线匹配模式下总成合格率有明显提升,说明在线匹配模式对新车型生准尺寸育成合格率提升效果明显。

表2两种匹配模式车型PCF0阶段全尺寸合格率 %

| 区域  | 某在线匹配车 | 某传统匹配车 | 差别    |
|-----|--------|--------|-------|
| 地板  | 62     | 55     | 提高7%  |
| 左侧围 | 76     | 77     | 持平    |
| 右侧围 | 79     | 78     | 持平    |
| 左前门 | 78     | 64     | 提高12% |
| 右前门 | 90     | 68     | 提高22% |
| 左后门 | 82     | 59     | 提高23% |
| 右后门 | 76     | 67     | 提高9%  |
| 前盖  | 56     | 41     | 提高15% |
| 后盖  | 47     | 51     | 略低4%  |
| 顶盖  | 86     | 63     | 提高17% |

## 6 结论

a. 分析了传统尺寸育成模式工作中存在的不足,针对其存在的问题,提出了一种新型在线匹配尺寸育成工作模式,并对在线匹配工作原理、工作模式瓶颈突破进行了阐述。

b. 搭载新车型生产准备过程,对在线匹配进行实际应用,实现了夹具测量、零件测量、夹具调整、总成测量同步完成。并通过传统模式与在线匹配的对比分析可知,在线匹配可以缩短生准周期,降低白车身焊接过程问题分析难度,提高分总成合格率。对汽车生产准备具有实际指导意义。

c. 随着科技的进步,测量手段的不断更新,在线匹配将会开发更先进、测量精度更高、更方便的工作模式。

### 参考文献:

- [1] 成起. 尺寸工程在车身开发中的应用[J]. 汽车工艺与材料, 2012(11): 50-52.
- [2] 杨思源, 涂雄, 李军. 尺寸工程在白车身制造过程中的应用[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2012, 26(6): 18-23.