

Cubing匹配分析在尺寸控制中的应用

李嘉男

北京奔驰汽车有限公司 北京 100176

摘要：以某主机厂为例，通过简要地介绍何为Cubing，及其在项目各阶段对尺寸控制的作用及方式，验证Cubing在尺寸匹配问题分析中的作用，其中也验证了最前端的测量技术如何与Cubing匹配相结合，证实了Cubing匹配分析可以保证整个生产环节的稳定性，对发生的问题可做及时的判断，为产品优化指明方向，体现了工程应用中的重要价值，为后续项目应用提供参考。

关键词：Cubing 车身主检具；匹配分析；公差计算；分析测量

为了使汽车整车能够实现预期的外观尺寸要求，会在汽车设计阶段根据竞品情况并结合本公司的生产工艺水平定义整车间隙及平顺度标准（DTS尺寸技术规范）。在生产装配中，车身覆盖件、内外饰零件的匹配度，即整车的间隙及平顺度，是重要的质量因素，不仅关系到整车的装配质量，也直接影响客户在看车时最直观的静态感受，是整车厂工艺水平的体现，基于设计定义的考核标准，会在汽车生产的整个流程中对间隙及平顺度进行监控。

质量一直是汽车生产过程中的重中之重，中国汽车开发的环境催生了Cubing的发展。以往的尺寸验证都是理想化的虚拟验证，而主机厂、供应商或者车身和其他部门相互判定问题责任的依据则由验证的结果决定。能否在项目阶段到量产阶段，一直保持住DTS的质量要求，成为了各大整车厂的重点研究内容。车身主检具Cubing的使用更易发现车身与其他零部件匹配时出现的问题，让主机厂受益匪浅。当下许多国内的自主品牌也都广泛使用Cubing来对车身及零件进行测量分析。某主

机厂从2014年开始引进第一个Cubing，截至目前，现有车型都配有Cubing，可以说Cubing已经成为该主机厂质量控制的重要验证工具。

目前正在该主机厂投入使用的Cubing合计9个，所有现投产车型全部应用Cubing。本文将阐述该主机厂如何应用结合前端的测量技术进行Cubing匹配分析方法，保证整个车型生命周期内的尺寸控制。此方法和早前车型生产调试期间的运作相比较，白车车身以及零部件的对比分析更直观，提升了问题改善的过程。同时在量产期间，可以监控零部件外观尺寸的稳定性，为快速分析解决突发的尺寸问题提供方案。经工程实践表明，结合Cubing的匹配分析方法稳定、有效，此应用保证了项目及量产阶段整车尺寸控制过程，具有重要的工程应用价值。

车身主检具Cubing概述

1. Cubing定义

如图1所示，Cubing 叫做标准车身，也可叫车身主

检具。Cubing是精度非常高的基于数模比例为1：1的高精度检具，其材料为优质铝合金，部分零部件也采用碳纤维材料，具有较高材料强度和高精度的模块化检具，目前Cubing主要用于内外饰零部件的匹配分析，达到精确控制整车及零部件尺寸的目的。目前，该主机厂按照以下要求验收：基准面的面轮廓度 $\leq 0.15\text{mm/m}$ ，基准孔的位置度 $\leq \pm 0.1\text{mm}$ ，其他要求参照详细验收手册。

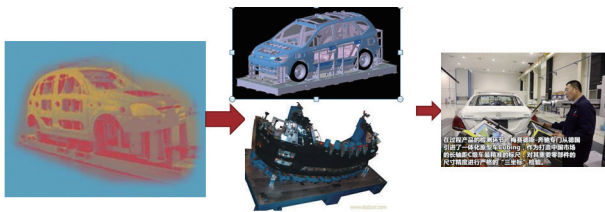
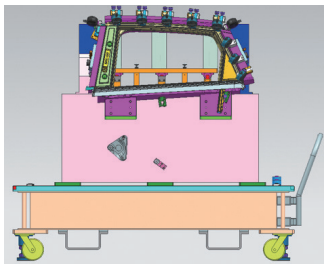


图1 Cubing发展

2. Cubing结构

根据要检测零件的区域和要求不同，Cubing结构可分为整体式和分离式。其主要结构为基座、标准件模块和载体模型等。基座采用高强度金属材料，确定坐标系位置（Cubing整车系），同时承载载体模型，协助满足搬运的相关功能。载体模型分为车身主体与白车身覆盖件，其功能主要是用于内外饰零部件的安装，模型的设计基础根据整车车身数模的理想状态。部分有单独的模块设计，以便对小件进行单独匹配安装。Cubing结构如图2所示，该主机厂主要采用整体式Cubing作为主要匹配检具。



a) 分离式



b) 整体式

图2 Cubing结构

Cubing在生产各阶段的应用

1) 在产品设计开发验证阶段，由于Cubing是按照数模1：1加工出来的高模块化、高精度的功能检具，所以产品设计结构通过在Cubing装配每一个独立模块实现验证。由于该主机厂Cubing均为海外生产，所以运输至国内，基本都为试生产阶段投入使用，以便验证项目阶段零部件状态。

2) 在产品试生产阶段，车身体和内外饰零部件质量不符合要求的情况不可避免，Cubing作为高度模块化的工具，通过匹配各种对应的零部件能够迅速找到匹配问题的根本原因，使供应商控制零件尺寸趋于公差中值，降低实际生产中问题发生的概率，同时减少试生产过程中车身及零部件供应商不能清晰判定责任的现象，使匹配问题处理速度加快，样件尺寸合格与否也可以用Cubing的匹配状态作为标准。

3) SOP阶段，即批量生产时，零件日常质量监控和问题分析均可用Cubing作为工具，在产品出现尺寸波动问题时，通过Cubing的逐一匹配，能够直观反映车身的尺寸波动，或内外饰零件出现的尺寸波动，或两者累积发生的问题。

4) Cubing在整个阶段均可对符合安装条件的内外饰零部件的变更、优化等进行实际确认，提高样车质量和验证效率，避免与生产时间冲突，也可在正式投入批量生产前提前判定风险。

Cubing匹配测量在尺寸控制中的应用

通过上述应用的描述，在整个产品的生命周期中均可用Cubing匹配作为整车质量控制方式，经过多个车型Cubing的使用，关于Cubing在匹配分析上的使用已经总结出了一套行之有效的流程，如图3所示。下面将详细阐述各个流程环节，更为清晰地描述匹配分析在尺寸控制中的作用。

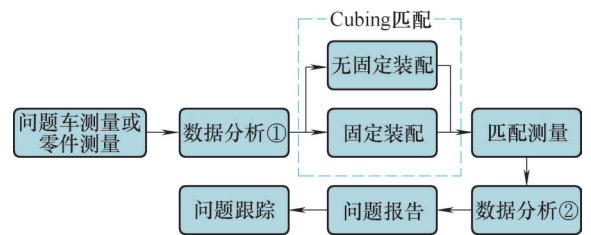


图3 Cubing匹配分析流程

1.问题车测量或零件测量

匹配相关任务来源可笼统划分为两大类：一是问题未发生，零件做出变更或优化，提前通过Cubing匹配进行尺寸验证；二是问题发生，问题件在Cubing匹配识别是否存在零件尺寸问题。因此，通常第一步会先测量相关区域在问题车上的零件状态以及零件在单件/分总成检具上的测量结果。

2.数据分析一

分析在第一步中收集到的相关零部件测量数据，预判可能出现问题的部位，对匹配的过程作出初步规划。

3.Cubing匹配

匹配分无固定装配和固定装配两种。无固定装配是指在一般情况下，通过装配人员手扶或其他方式，在Cubing上进行匹配和分析，对照图样核对装配关系，检查装配状态，分析记录，通常有些情况也会辅助喷粉以确定安装面是否存在干涉情况。固定装配是指按照实际装配工艺，用定位螺栓或三坐标测量标定等方法，使零件的基准处于理论坐标位置，检查安装顺序的影响，可验证一定的装配偏差影响，之后通过三坐标测量检查全尺寸状态，根据结果判断零件尺寸是否合格。

4.匹配测量

根据匹配状态确定测量策略，然后进行测量。在当前测量技术下，除了传统的塞尺、通止规、卡尺等设备，匹配测量目前通过三坐标可实现更为精准及多样的分析测量方式，主要分为两种（见图4和图5）：一是传统的接触式三坐标测量，通过探针触发测量零件坐标位置，优点是测量精度高，重复性再现性都十分稳定。缺点是接触式测量会存在触发力要求以及探测多个测量点时效率低。二是光学测量，通过激光扫描，运用三角测量原理，可快速大量获取测量点，测量不会造成零件变形，使材料偏软的内饰零件的测量成为可能。光学测量的劣势在于被测件表面反光、透光情况会影响测量结果。结合两种方式，可以使匹配测量更加灵活，能够覆盖更为全面的测量分析。随着测量技术的发展与进步，可以通过多种方式探测零件的偏差，比如光学测量目前还有蓝光拍照模式等，让相关人员能更为快速、清晰地找出问题贡献因素。

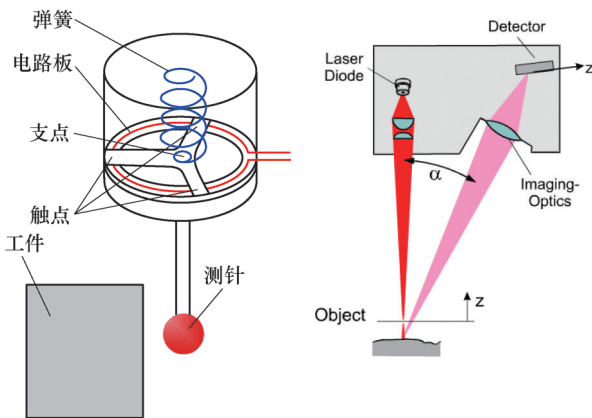


a) 接触式三坐标测量



b) 光学测量

图4 匹配测量方式



a) 接触式三坐标测量原理

b) 光学测量原理

图5 匹配测量方式原理

5.数据分析二

结合上述步骤的测量结果，参照尺寸链进行逐层分析，找出问题的根本原因，确定优化方案。而这一步在如今匹配测量实施中，可将结果集成进数据库软件，用可视化报告对比零件测量结果和匹配结果，找出差异。如图6所示，以大尾灯问题为例，可以区别主机厂匹配测量结果及零件单件结果，更加快速地锁定差异，该数据也可在后续问题中从数据库中调用进行追溯及数据对比。

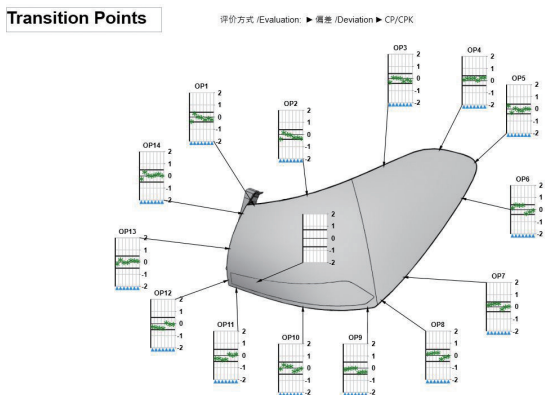


图6 可视化尺寸数据对比趋势报告

同时，通过光学测量扫描的数据可使用软件进行进一步的虚拟匹配分析，包括干涉区域分析以及更为精准的平顺度和间隙计算，节省了喷粉安装试验的时间。如图7所示，同样以大尾灯为例，可通过匹配后在Cubing坐

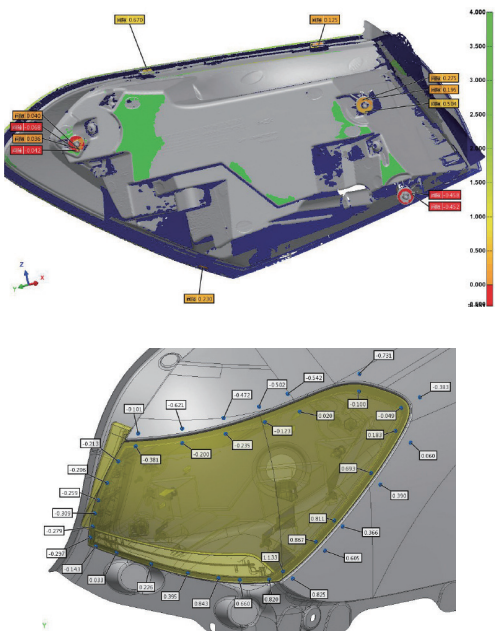


图7 光学扫描点云数据利用

标系下选取基准点，拆下后零件按Cubing上选取的基准点理论值建立坐标系，单独扫描灯壳接触面尺寸状态，分析灯壳是否与车身面有干涉部分而影响装配状态。后续根据虚拟装配的结果，结合DOE试验方法，也可衍生多种的基准点变化影响的验证。

6.问题报告

组织相关责任人员开会讨论，汇总所有问题分析过程，根据问题优化方案，输出问题报告。由于Cubing是标准车身，匹配完成后还要结合实际生产的车身尺寸报告进行分析，在序列化生产中车身一定存在不同偏差，Cubing不能模拟车身偏差对零部件尺寸匹配的影响。所有措施需要经过各相关部门一起讨论确认后才能形成报告，问题报告形式如图8所示，部分结合了8D报告形式。

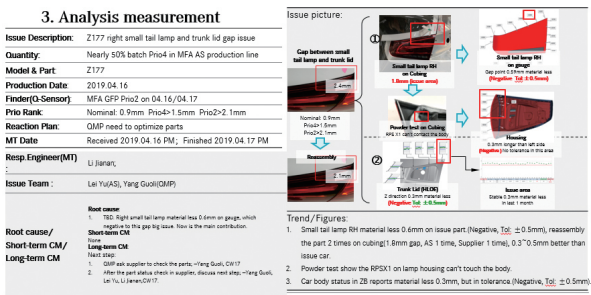


图8 分析测量问题报告

7.问题跟踪

此环节由于Cubing所在各主机厂的职能权限不同，经常会被忽略，使问题优化的时间和效果无法控制。

尺寸控制作为质量不可或缺的一环，通过Cubing匹配应用结合利用测量数据管理类软件等进行统一的预警和管理，对问题进行快速地分析、判定、解决，将不合格品控制在工厂内，从而达到降低成本、缩短问题解决周期的作用，可以提高产品竞争力，完成产品质量目标。

结语

实际的应用证实了当前尺寸问题控制中结合Cubing匹配分析可以更有效率地预防问题、分析问题，从而降低问题的发生以及成车问题返修率，减少公司的经济损失，具有很高的工程应用价值，有利于指导之后的尺寸相关问题。