

基于白光虚拟匹配对车身后门匹配分析及应用研究

侯红立

上汽集团乘用车郑州分公司 河南郑州 450000

摘要：随着现代汽车工业的快速发展，市场竞争日趋激烈，匹配质量已经成为消费者在选车过程中首要关注的一环，主机厂在外覆盖件表调线体的质量要求也愈发严格，提升外观质量成为各大主机厂的重要目标。通过引入虚拟匹配的新技术，分析比较理论匹配数据与实体车身装配效果，将新技术转化为可引用的数据，服务于质量的改进，进而将定性调整转化为定量调整，节省工人的调整时间，增强产品的竞争力。

关键词：虚拟匹配；面差；间隙；尺寸；车身调整

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2025.03.013

白光测量技术在主机厂的尺寸测量中发挥着至关重要的作用。传统的三坐标测量虽然精准，但在某些方面存在一定的局限性。而白光测量技术的出现，与三坐标测量形成了完美的互补。如今，主机厂普遍采用三坐标测量白车身、白光测量外覆盖件的模式。白光测量能够提供工件的全尺寸数据，这为工程师们全面了解工件的尺寸状态提供了有力的支持。同时，将原始程序存档，方便日后查阅追溯，极大地提高了工作效率和数据的可追溯性。

车身表调线体调整过程中一般采用先利用装配工装对齐RPS点，然后再对门盖进行进一步手工综合调整，保证整体面差间隙的效果，完成表调线体外覆盖件的调配。

但是，目前车门的调整面差与间隙的值是一

个范围，比如某车型面差要求为 $0 \sim 1\text{mm}$ ，间隙为 $4.0 \pm 0.7\text{mm}$ ，调整人员都是朝着一个范围去完成，不同的人有不同的调整手法，无法保证车门在适用公差范围内的数据高度一致性，尺寸链在前盖翼子板端会得到累积，导致同批次不同车身虽然B/C柱间隙面差符合公差，但前部匹配产生较大波动。本文旨在利用虚拟匹配，加上模拟调配的手法，在现有的尺寸数据下，为现场生成一个调整标准与目标，更大程度地保证车体调配出来的一致性，减少波动，提高车体面差间隙匹配稳定性。

车门表调调整基准

以公司某车型为例，侧围的总成RPS基准，由外板上的三个面点（A1~A7基准）和两个主定位孔（B、C

基准) 组成, 如图1所示。

前后门的总成RPS基准, 由外板上的三个面点 (A1、A2、A3基准) 和水切以及腰线的B/C基准组成, 如图2所示。因为A基准在外板上, 也常常叫做外板基准。外板基准主要用来辅助评价门匹配相关的间隙面差等尺寸状态。

在表调门盖调整中, 有一个很常见问题是四门

姿态问题, 此问题关系到三缝的外观面差匹配。制造过程中, 无论车身侧围以及门盖不可避免的会出现偏差, 现场实际匹配为了满足设计的DTS标准, 会存在以偏差配偏差的情况, 但是偏差量总是存在波动, 所以每台车的调整效果也无法保证到100%一致, 而且随着手工调整, 因为采取侧围→后门→前门→翼子板→前盖的方式调整, 偏差也会不断累积。

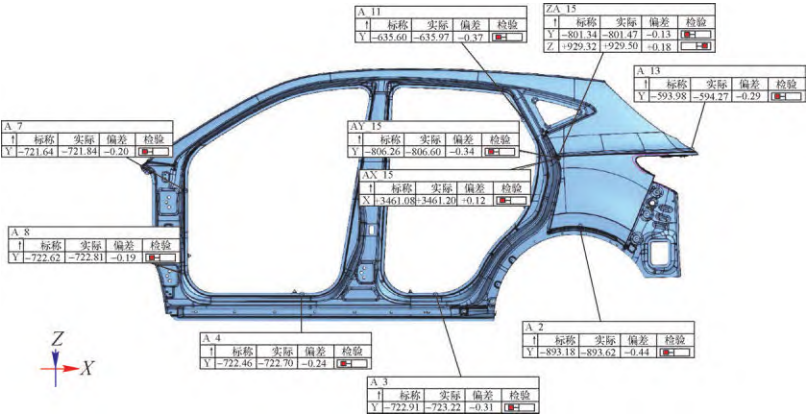


图1 侧围调整RPS点组成

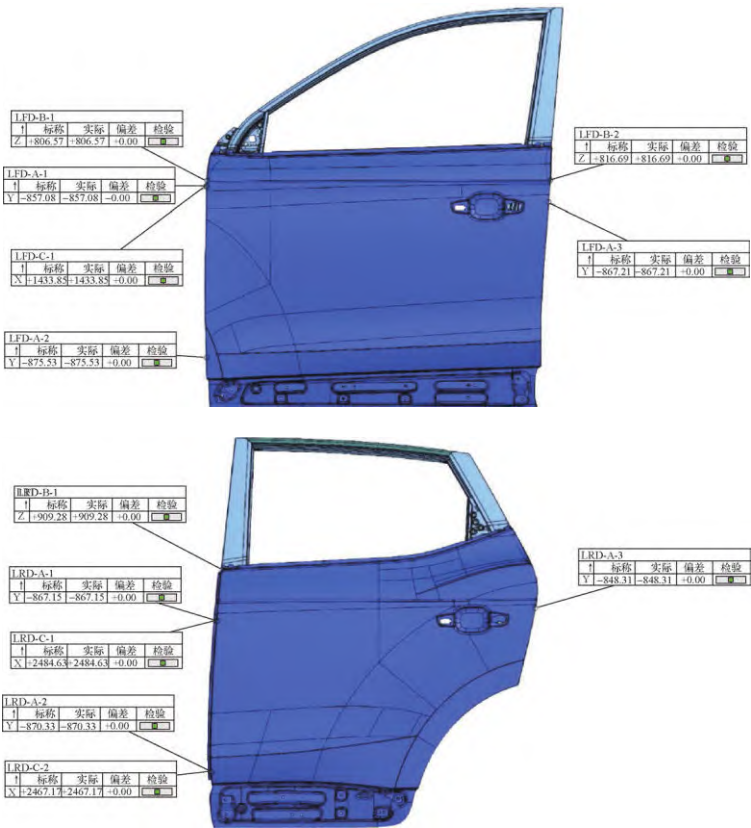


图2 前后门总成调整RPS点组成

因此，此文旨在论述根据侧围及门盖的尺寸数据，借用GOM扫描实体网格，从未在软件中以最佳拟合的方式自适配出最优匹配效果，释放公差，平均到每个部位，避免误差积累；进而形成指导手册，供现场进行调整参考。

数据扫描与虚拟装配

1.前后门及侧围扫描数据捕捉及转化

以某车型左侧前后车门进行举例分析。将前、后门及侧围数据进行扫描提取，并偏差量化。图3所示为外板基准下门盖制造的偏差情况，通过白光扫描，将两个门盖尺寸进行扫描，并根据点云数据进行网格化形成面片，最后对比数模输出尺寸偏差量。

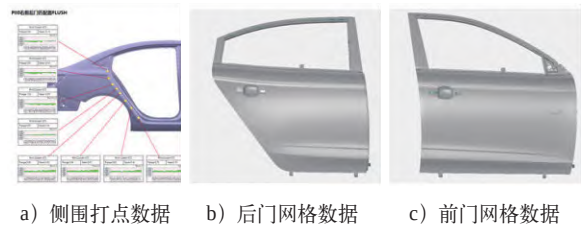


图3 点云数据

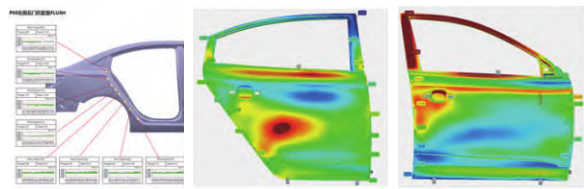


图4 量化偏差

2.虚拟装配及Gom软件模拟调整

通过虚拟匹配将前后门与侧围在Gom软件中进行装配，如图5所示。利用GOM仿真生成左侧C柱面差及间隙数据，并结合DTS标准要求对门进行平移及旋转调整，反复迭代对比，将平移及旋转量均控制在0.1mm以内，进行结果图对比，生成最佳效果图，如图6所示（从上至下以8等分取值提取测量面差及间隙点）。

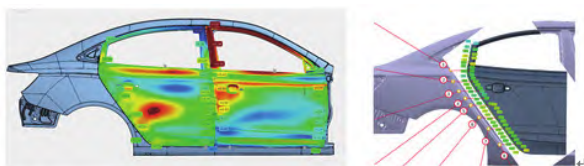
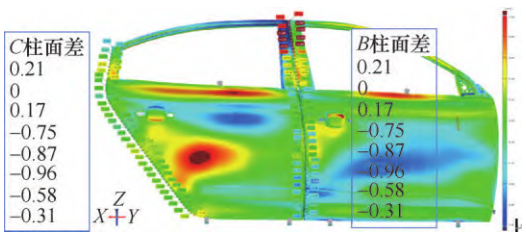
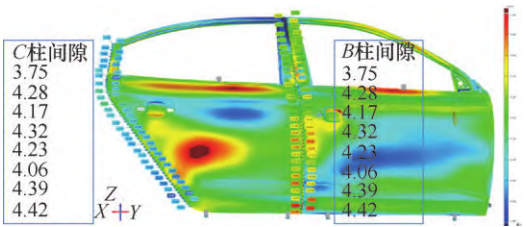


图5 虚拟匹配装配示意



a) 虚拟匹配“BC柱”面差



b) 虚拟匹配“BC柱”间隙

图6 虚拟匹配“BC柱”

3.现场根据调配数据进行对应性试验

将图示数据输入给表调现场，由工程师进行调整验证，并调配参考，可得C柱数据如图7所示，B柱数据如图8所示。

通过自上而下8等分分组，序号1~8的测值对比，

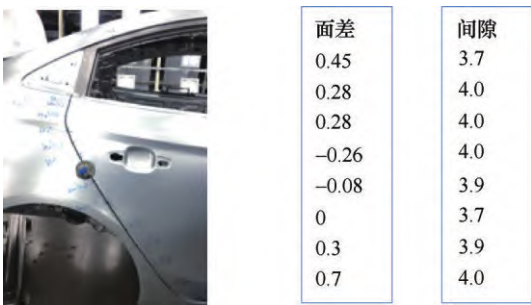


图7 C柱数据

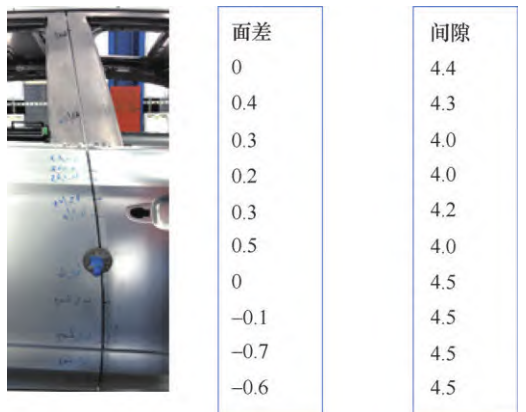


图8 B柱数据

(下转第51页)

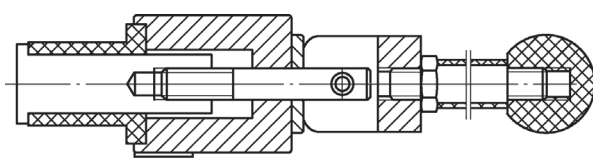


图4 胀堵方式封堵

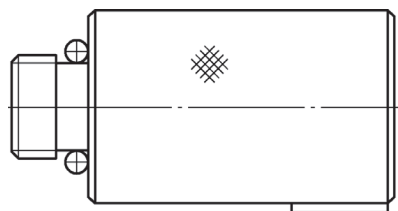


图5 螺堵加O形圈

的卡箍封堵水管端面，如图6所示。

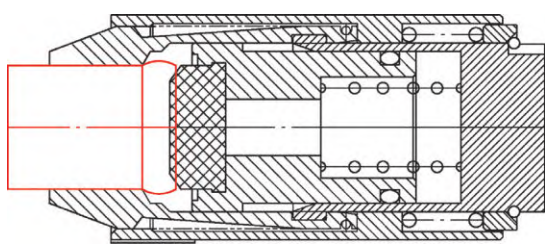


图6 卡箍封堵

5) 直管。这种情形下采用封堵外径的抱紧方式，如图7所示。

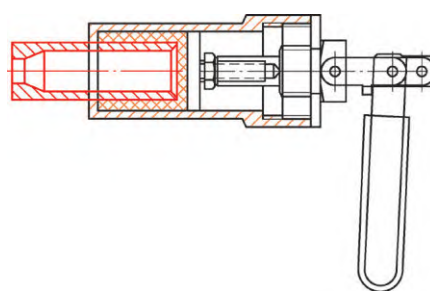


图7 封堵外径

结语

本文基于现场的实际需求，通过大量现场验证总结给出的上述设计思路及方法，实现了自动化作业，提高了自动化程度、装配效率和装配质量，降低了劳动力成本，经济效益和社会效益显著，市场前景广阔。

参考文献:

- [1] 尹源, 黄伟峰, 刘向锋, 等. 机械密封智能化的技术基础和发展趋势[J]. 机械工程学报, 2021, 57 (3): 116-128.
- [2] 宋鹏云. 螺旋槽干气密封端面气膜压力计算方法讨论[J]. 润滑与密封, 2009, 34 (7): 7-9, 17.
- [3] 盛尊详. 非接触式机械密封在轻烃泵上的应用研究[D]. 山东东营: 中国石油大学, 2006. **AUTO1950**

(上接第48页)

探究出现场B/C柱的调整、面差以及间隙，在工装辅助的装配后，人手工调整，可以向理论计算值吻合，平均偏差量小于0.2mm，对现场人员调整极具参考价值。

联合车身尺寸工程师、现场质量工程师、尺寸规划工程师联合评估，一致认定，该模拟数据可作为现场调整指导标准，在表调线体向此数据靠拢，可保证车体一致性良好。此后将此版数据封样，并提供给现场进行使用。并联合各部门召开会议，因门盖尺寸自身受焊接、夹具、来料的变化影响，尺寸存在变化，将此版数据进行定期更新，频次定为1次/月。而且同步到其他项目车型使用，为现场人员调整降低难度，同时节省了现场工时。

结语

利用白光测量数据连贯性的优势，为现场生成一

个最终调整结果的“参考答案”，将现场的以往靠感觉调整符合DTS标准的调整转化为了靠标准调整，摆脱人的主观观点，从定性调整变化为定量调整，使得表调车稳定性更强，对后道输出的车体一致性更高。

目前公司在车体匹配中虚拟匹配得到了初步的应用，致力于利用虚拟匹配工作在量产阶段尽可能发现更过的零件尺寸问题，并且通过虚拟匹配中的优势，如模拟修偏，减少实际零件的整改次数，提高门盖匹配效率，降低项目成本。并且将虚拟匹配推广至干涉问题及异响问题分析中去。

参考文献:

- [1] 吴克坚.机械原理[M].北京: 高等教育出版社, 1997.

AUTO1950