

车身CMM测量数据的精准快捷分析

三坐标测量是车身尺寸监控常用方法，一个车身通常有800~1200个测量特性，200~300个测量点，监控频次为每100辆检测一辆车，或者是一个班次检测一辆车，单车测量时间需要1~2h。从测量特性和测量频次看，每日、每周到每月，测量数据非常多，要对这些数据高效准确分析和运用，从而控制生产线问题，就需要有一套科学的方法。利用统计学、计算机知识、工艺经验总结出关联法、四象限法、地毯图、CII（持续质量改进指数）、控制图等方法，从具体测量特性偏差、解决优先级、难易度、TOP问题、长期战略管理及过程预判断等角度进行分析运用。

白车身总成大概有300~500个零件，经过150~250道工序组装、定位、焊接而成，分为1~3级总成。每个测量点都会经历单件、次级总成、总成等工序（见图1），不同工艺拆分，会体现出不同测量点关联性，如限位器安装孔与侧围主定位孔关联性（见图2）。



图1 不同层级总成



图2 限位器安装点与侧围总成关联

关联性分析通常有两种途径，第一，如经验不足，可以采用目视直观

法，把三坐标测量数据分别用箭头标识，直接标示在零件上进行分析（见图3）；箭头非常一致指向某一方向，则出现偏差原因是由总成工位造成，否则要向下一级总成进行分析。经过目视初步分析之后，对关联偏差数值和模拟车身部位，做成折线图，可以进一步看出偏差和关联趋势。



图3 三坐标数值直观目视实物

第二，如对现场非常熟悉，可以直接采用计算机统计分析函数CORREL进行关联分析，相关系数介于-1和+1之间，也可以

为±1。相关性系数绝对值接近1，说明强相关，+1为正相关，-1为负相关；如果接近于0，说明趋势不相关。同时可以用办公软件直接生成相关关系图。根据分析结果，能迅速锁定测量点故障工位，假如限位器安装孔与侧围主定位孔两组数据强正相关，系数为1，那就可以锁定限位器安装孔偏差是在主拼工位，侧围总成偏差造成；如出现不相关，可以肯定限位器孔偏差在分总成造成。根据关联性分析可以看出，关键尺寸部位采用后序装配焊接、绝对定位方式，减少误差和偏差关联，例如：前大灯前保模块化焊接、减振或尾灯安装孔在线冲孔等工艺方式。

从三坐标数据合格性、稳定性两个角度进行归类，可以分为合格稳定、合格不稳定、不合格稳定、不合格不稳定，俗称“四象限”法。根据四个象限不同特性与每个象限测点特征（见图4），可以指导问题解决优先级和难易度，通常优先解决不稳定，再调整到合格。稳定性要通过6σ来进行判定，6σ越低数值越稳定，否则不稳定。针对第四象限中，影响功能尺寸点、严重超差、极不稳定点要进行系统攻关，快速解决。

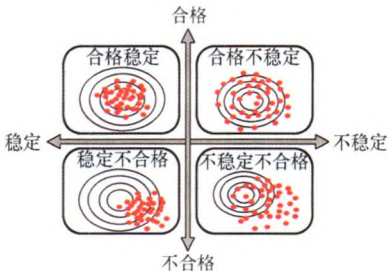


图4 四象限关系

车身功能尺寸分析中，常用到地毯图来展示超差和趋势分析。地毯图能清晰展示出超差等级、所占比例、不合格区间等信息，明确给出超差TOP问题点，这样就可以利用直方图、趋势图来分析此点问题。针对TOP问题（如副车架案例分析），要采用双红灯的管理方式进行实物效果、管理措施进行两方面跟踪。

案例：前副车架测量数据分析，前副车架定位孔FD004ZL（23L~24L）Z，近1个月，Z向平均偏差1.5mm（见图5），根据直方图应迅速采取控制措施。

车身尺寸作为车身重要指标，要做长期战略规划和提升，通常采用持续质量改进指数CII进行导向。CII值需要不断变化和提升，通常通过CII曲线能看出。CII曲线一般是用来直观显示白车身尺寸质量的变化状

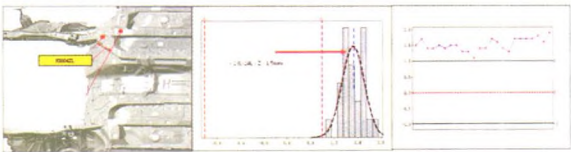


图5 副车架测量数据稳定性和预见性分析

况，通过车身每个测量点的6σ值进行升序排列，取第95%处的6σ值，就是CII值（见图6），大于CII值的5%是重点改进对象。国内汽车车身CII较好水平在4~6mm，很多更高。相对于日本等企业6σ值在2mm之内，差距较大。CII值给出了一定时间内白车身尺寸波动水平的度量，并明确了尺寸波动控制对象，经过一轮改进后，会得到较低的6σ值；然后确定出新的波动控制点，再进行控制，如此不断改进，车身整体尺寸质量就会达到很高的水平。CII值确定后，大于等于CII值的测量点就是目前车身尺寸不稳定点，同时也就是改进对象，改善后再提升CII值，可以理解为通过确定不稳定区域→改善不稳定区域→再确定不稳定区域→再改善不稳定区域的不断循环，降低CII值（见图7），实现车身尺寸提升。

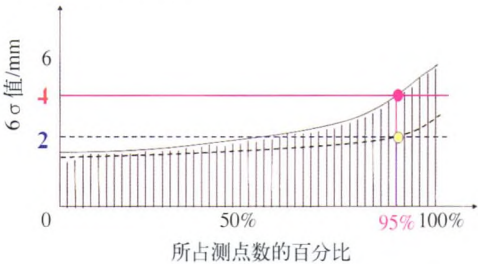


图6 CII数值管理

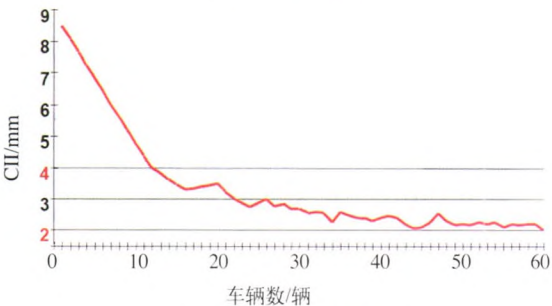


图7 CII持续改进效果

车身三坐标测量数据相对于生产过程有一定滞后性，对于测量发现的故障点，结合车身制造特性，很难100%进行控制和返工。因此，能对测量数据进行统计控制分析，预见过程问题，提前纠正，是最理想的尺寸管理方法。对已测数据进行SPC控制图管理，基本实现尺寸问题预管理。由于测量特性较多，主要监

控分析重要测量点，如主定位孔、副车架等安装孔。当监控数据控制图出现不正常型态时，就要对测量点就行分析和

管理，避免出现重大问题。
上述分析过程中，核心两点就是科学方法和经验运用。在日常尺寸管理和分析过程中，要进行经验积累和尺寸失效模式库建立。尺寸偏差原因，肯定是5M1E因素之一或某几个组合。结合工艺特点，针对关键重要尺寸点、工位过程能力不足工位，点对点建立失效模式。例如：仪表台安装尺寸Z向偏差是由于安装支架未装配到位造成，这种对应模式要录入计算机。久而久之，

建成失效模式库，这样很快捷找出故障工位和预分析原因，只要在计算机输入故障模式，立即显现预分析原因（见图8）。

当实物出现尺寸偏差时，在解决过程中，要灵活运用解决方法，每个方法

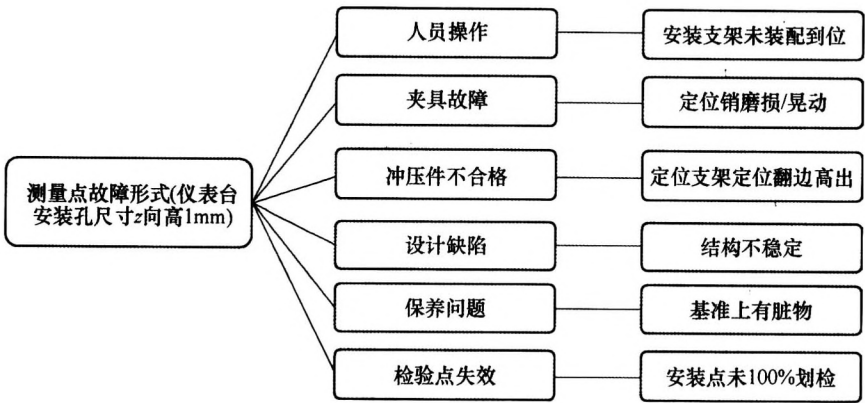


图8 测量点失效模式库

会相互交差、相互支持。

关键词：
车身 CMM测量数据 快捷分析
(收稿日期20131228)

(上接第83页)



图4 中门外板产品件

通过高强度板与普板替换之间的理论换算，结合CAE分析结果，对现有模具进行整改，经过多轮的模具调试，表2中的冲压件最终得以实际应用。

结语

高强度钢板能够大幅度

增加构件的变形抗力，提高能量吸收能力和扩大弹性应变区。高强度钢板用于汽车零件上，通过减薄零件来减轻总质量。高强钢的应用使得汽车安全性能提高，而高强钢优良的抗凹性能增加了产品的商品性。同时厚度的减薄使得车身结构轻量化。通过这种轻量化的实施来降低产品成本是可行的。

关键词：
高强度 汽车轻量化 降成本
(收稿日期20131230)