

基于Perceptron AutoGauge 系统在线监控螺柱焊钉尺寸波动

□ 北京奔驰汽车有限公司 / 秦绪军

现有Perceptron AutoGauge在线测量系统不能对螺柱焊钉进行有效测量，本文提出了在焊钉上安装半球间接测量的方法，通过对半球的测量，间接实现对焊钉位置尺寸的自动化检测。通过优化在线检测公差，结合超差报警功能，达到了对输出件焊钉位置尺寸稳定性控制要求。

近年来，Perceptron在线检测技术在国内汽车领域得到广泛应用，它利用激光三角反射原理，应用高分辨率 CCD 器件和计算机软硬件技术，采用二维影像结合激光测距的方法，通过对测量点拍摄一幅打光图像及一幅线激光图像，综合计算测点位置参数，实现对物体的尺寸及空间位姿的测量，具备测量精度较高、柔性好、可在线、非接触等特点，可在线100%进行检测。Perceptron AutoGauge测量系统可以测量的对象，包括如孔、边缘、平面等通常零件特征，但对诸如螺柱、螺母孔及多层板孔的测量不够精确。

我公司C车侧围后保险杠焊钉位置尺寸线上检查手段是利用装配后保险杠的连接支架抽查。此检测手段主要为目视检查，只能反映总装装配状态，不能有效反映焊钉位置尺寸变化，在稳定性控制上无法

做到快速有效地反应。另外，该支架易磨损且重复拆装易损坏支架，使其使用精确性和寿命大大降低，造成零件浪费、成本增加。例如，左侧围后保险杠5号和7号焊钉（见图1）Z向突变，Z向升高1.5mm左右，由于检查精确性低，没有对尺寸波动做出有效判断，致使批量焊钉尺寸超差车进入总装，导致400多辆车后保险杠装配间隙超差。

鉴于人工检查存在的不足和成本浪费，为了使焊钉每次位置尺寸波动数据量化，以便快速有效地作出调整，我们结合在线检测系统对

其稳定性进行控制。目前我公司采用的在线检测技术是Perceptron公司的AutoGauge系统，这套测量系统不能实现对螺钉的有效测量。考虑到更换新的3D测量系统成本太高，我们决定在现有系统基础上，增加辅助设备，通过对辅助设备的测量来实现对焊钉的间接监控。

在线检测方案制定

选择AutoGauge系统，用高精度半球辅以测量，间接实现对焊钉的测量，在在线检测工位前的人工工位安装测量半球，在之后的清胶工位拆卸。由于每侧新增4个测量点，在线检测工位总的测量时间已超出节拍，考虑到焊钉位置尺寸波动多出现在机器人冷启动时以及焊枪或焊钉夹头更换后，仍采用抽查手段：开班和休息后必检；更换焊枪或焊钉夹头后必检；其余时间每隔两小时抽查一次。PLC上位机

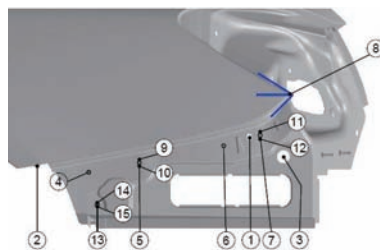


图1 侧围后保险杠焊钉CMM检测示意图

上增加调用新机器人的测量程序选项，每次抽查为连续三辆车。

测量程序配置

(1) 测量半球选择。测量半球选用witte品牌，半球主体材料为高强度铝合金，其表面做电镀处理。半球直径为25mm，公差为0.02mm，中间镗孔直径为5.1mm，公差为0.1mm，具体信息如图2和表1所示。

(2) AutoGauge测量系统测量点参数配置。AutoGauge测量系统中新建测量点，测量特征为球体，设置测量点X、Y、Z理论坐标值及i、j、k值，如表2所示，所有基础信息设置保持与CMM该点信息一致。测量点信息设置完成后，建立与外部机器人通讯ID。

(3) 机器人程序配置。为了

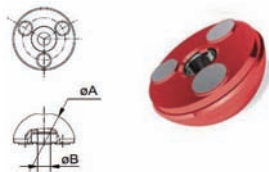


图2 测量半球

表1 测量半球具体信息

A	B	螺栓	质量
25mm	5.1mm	(M5)	11g

降低节拍，在原有测量程序中选择与新建测量点位置最近点，插入新的运动轨迹。运行机器人，将机器人TCP位置摇到新建测量点理论坐标值附近，保持焦距在100mm以内，调整测头角度，使半球成像靠近视野方框中间且成像直径在 $20.2 \pm 0.05\text{mm}$ 内，并且尽量使成像减少噪点。其中一测量点成像如图3所示。找到合适的成像后，记录TCP位置，并配置该点ID，建立与AutoGauge系统相应测量点的通讯，编写测量语句。

(4) 调试新增测量点算法参数。所有新增测量点测量程序编写完成后，运行新的测量程序，示教新的测量点，设置基础参数，调整曝光度以取得最优图像，调整激光过滤，过滤掉不需要用到的内外边界之外的激光部分，测试30次以上测量循环，确保测量值 $6\sigma < 0.1\text{mm}$ 。测量点算法

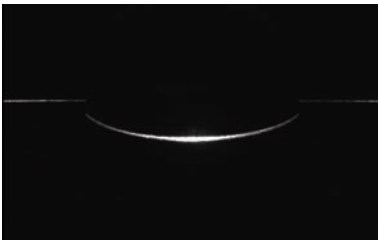


图3 测量点成像图

表2 测点理论坐标值及矢量值

	X	Y	Z	i	j	k
左4	3230.27	-837.77	288.19	0.1529	-0.9882	0
右4	3230.27	837.77	288.19	0.1529	0.9882	0
左5	3387.55	-824.69	306.59	0.1267	-0.9919	0
右5	3387.55	824.69	306.59	0.1267	0.9919	0
左6	3549.95	-789.82	339.42	0.1796	-0.9837	0
右6	3549.95	789.82	339.42	0.1796	0.9837	0
左7	3620.13	-782.93	358.8	0.2594	-0.9657	0
右7	3620.13	782.93	358.8	0.2594	0.9657	0

调试结果如图4所示。

(5) PLC上位机设置。根据制定好的测量方案，编写PLC调用程序，在主控界面上增加调用新程序选项，当需要抽查检测焊钉时，点选调用新测量程序即可，机器人自动检测焊钉位置尺寸如图5所示。

测量结果及验证

1. 测量结果

调试算法完成后，在后续生产中每隔两小时对V车进行抽查检测，每次连续抽查三辆，实现了对半球的测量，通过一段时间的数据收集后，初步设置公差，通过与三坐标数据对比做补偿后，根据总装配状态再合理优化公差。左侧5号焊钉Z向测量数据如图6所示。由

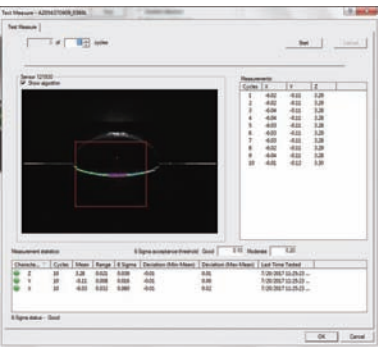


图4 测量点算法调试图



图5 机器人自动检测焊钉位置尺寸

于保险杠焊钉是焊在侧围的Y向立面上，因此在线检测只对焊钉的X和Z向做监控，不做Y向监控。

2. 测量结果验证

对于在线检测测量结果精确性的验证，主要采用与三坐标测量结果相关程度和偏差值来评判。具体做法是：通过ISRA公司的IQ-VIS软件从数据库导入至少五辆车，同时经过在线测量与三坐标测量的检测数据，对同一辆车、同一测点的同一测量特征进行对比分析。根据戴姆勒要求，在线检测数据与三坐标数据相关程度大于70%，认为其相关性好，在此基础上经过初次比对数据补偿后，在线数据与三坐标数据差值小于0.3，则认为在线检测数据精确。图7~图10展示的，是目前严格控制的右侧围保险杠四个焊钉Z向在线检测数据与三坐标数据比对结果，图中共比对了六辆车的检测数据，其中紫线为三坐标检测数据，黑线为在线检测数据，由这组图可看出除了第二辆车在线数据波动有差异，其余在线数据与三坐标数据相关性很好，六辆车在线监测数据与三坐标数据相关度大于70%，对在线数据做补偿后，与三坐标数据差

异也都小于0.3mm，由此可判定在线检测数据精确性可信。

3. 公差优化

通过对总装后保险杠装配状态数据的收集，结合装焊车间焊钉波动范围在1mm左右，另外考虑机器人本身误差在0.2mm以内，传感器误差在0.05mm以内，控制焊钉Z向带宽为2mm，并根据总装装配状态，随时调整公差中值。另外开启超差报警功能，一旦尺寸波动超出公差，可根据尺寸波动量及时地做出有效处理措施，从而达到控制焊

钉位置尺寸稳定性的目的。

4. 总装装配状态及质量考核结果

总装FTC以及质量部的PAF考核是我公司产品质量考核的两项重要内容，自2016年8月份开始总装后保险杠装配缺陷率明显下降，由2016年年初的27%降到1%以内；另外PAF考核报告自2016年8月份起，保险杠与侧围匹配几乎没有二级超差项，这也间接反映了装焊车间输出产品保险杠焊钉位置尺寸的稳定性。

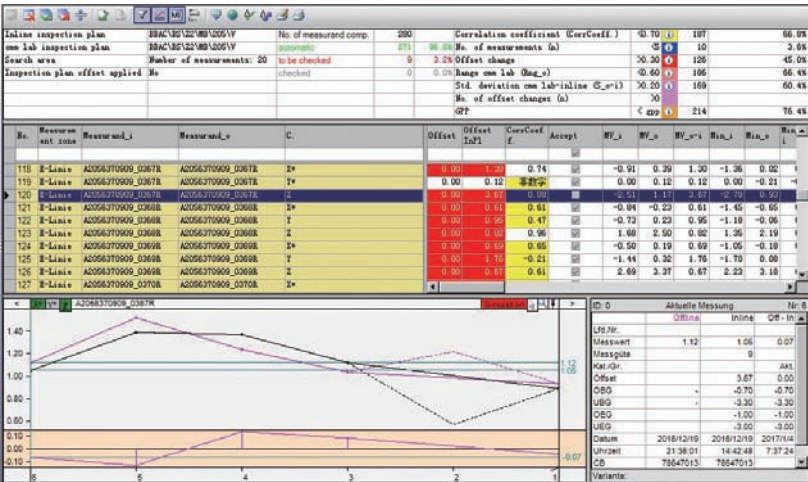


图7 右侧4号焊钉Z向数据比对结果

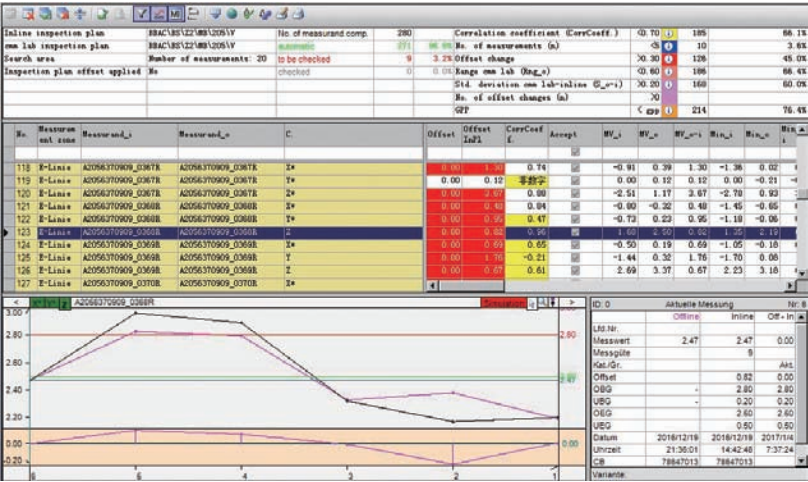


图8 右侧5号焊钉Z向数据比对结果



图6 左侧5号焊钉Z向测量结果图

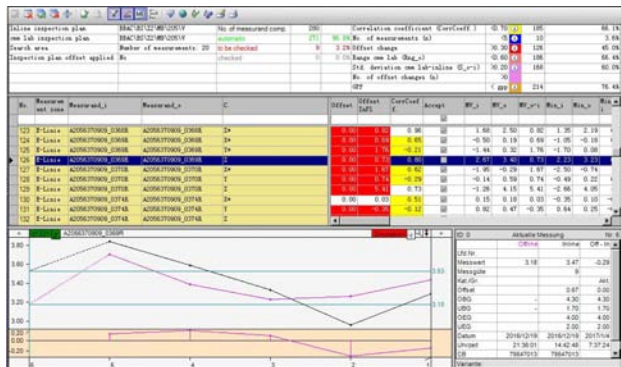


图9 右侧6号焊钉Z向数据对比结果

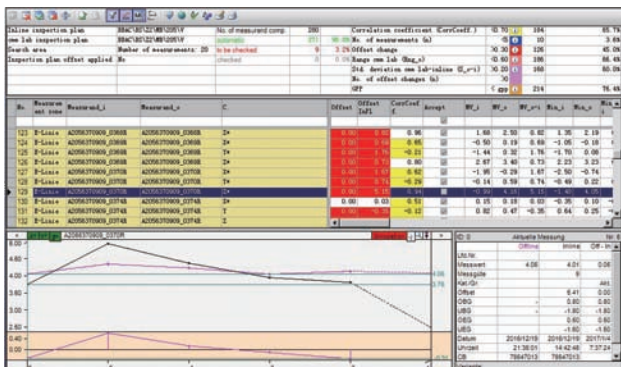


图10 右侧7号焊钉Z向数据对比结果

结语

通过对安装在后保险杠焊钉上半球的测量，Perceptron AutoGauge 在线测量系统实现了对螺柱焊钉位置尺寸波动的量化检测。测量数据与三坐标数据对比相关度大于70%，检测数值差异小于0.3，满足精确性要求。另外，制定了新的保险杠连接支架安装焊钉位置尺寸在线检测测量方案,结合优化后的公差设置和尺寸超差报警功能，能够快速有效地对尺寸波动做出反应，有效地控制了输出件焊钉位置尺寸的稳定性，缓解了侧围与保险杠间隙、平顺超差问题，进而减少了装配调整时间，提高了FTC（First Time Capability。一次交验合格率）。**AUTO1950**

汽车工艺师 2018年 第2期 广告目次 Advertisement Catalogue

单位名称	查询编号	位置
汽车工艺师		封面
浙江三维大通精锻科技有限公司	1739	封二
2018汽车工艺师论文大赛	0002	封三
中国机床工具工业协会	5198	封底
第四届中德制造业文化交流会	0002	1
中国（天津）国际汽车制造技术与装备展览会	8201	2
SMALLEY钢圈有限公司	8086	3
2018第四届国际先进汽车制造技术大会暨展览会	0620	4