国家计量技术规范

《焊点分析仪校准规范》

**编制说明**

规范起草小组

2024年02月

《超声波焊点分析仪校准规范》编制说明

1. 任务来源

2022年1月，规范起草小组向全国几何量工程参量计量技术委员会提交《焊点分析仪》规范制（修）订申请书。经过委员会充分讨论修改，2023年6月，国家市场监督管理总局办公厅文件〔2023〕56 号《市场监管总局办公厅印发2023年国家计量技术规范项目制定、修订及宣贯计划的通知》，受全国几何量工程参量计量技术委员会的委托，由重庆市计量质量检测研究院、上海市计量测试技术研究院、辽宁省计量科学研究院、山东省计量科学研究院和重庆赛力斯新能源汽车设计院有限公司负责制定《焊点分析仪校准规范》（MTC4－2023－05）技术规范的工作。

1. 制定的必要性

焊点分析仪是一种电阻点焊质量检测仪器，广泛应用于汽车、轨道列车、飞机等机械制造业。主要用于汽车白车身、高铁车体、飞机机身拼装过程形成焊点的焊点直径和焊层厚度的检测。以汽车为例，一辆汽车车身会由3000-6000个焊点将汽车车身拼装而成，焊点质量直接影响到车身结构强度，关乎整车质量和车辆安全。因此，提高焊点质量对保证车身装配质量，保障车辆安全非常重要，汽车生产企业都在想方设法提高汽车焊点质量的检测能力，以提高汽车装配质量和行车安全。焊点分析仪主要是利用发射的超声波回波信号或电涡流信号进行采样，读取其波形特征参数，并通过相关软件按照一定算法对其特征参数进行分析，从而得到关于焊层厚度、焊点直径等信息。检测具有许多独特优点，如操作方便、检测成本低、检测效率高、全面覆盖。目前，已经广发应用在机械制造行业涉及点焊拼接的各个环节中。

焊点分析仪可以测得焊点直径和焊层厚度等参数，如果其计量技术参数没有定期进行准确有效的评估，由此带来的风险是对车身焊点质量的误判，进一步影响车身质量和车辆安全。目前，没有相关规范或标准作为依据对其性能进行评价，因此，迫切需要提出针对超声波焊点分析仪科学可行的评价方法，提供计量技术支撑，对于制造行业所使用的该类仪器的准确度及量值的统一提供保证。以准确分析焊点质量，提高车身质量，提升车辆安全。同时该规范的制定和实施，可以实现焊点分析仪校准工作的顺利开展，填补我国焊点分析仪校准的空白，对于保障汽车车身质量和车辆安全都具有重要意义。

1. 主要技术依据及原则

1、编制依据：

规范编写格式及要求严格按照JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》和JJF 1094-2002《测量仪器特性评定》要求进行编制。

规范编写过程中参考了JJF 1126-2004《超声波测厚仪》和GB/T11344-2021 《无损检测接触式超声脉冲回波法测厚方法》的部分内容。

2、编制原则：

1) 校准规范的整个内容应与现行有效相关标准相协调，技术内容具有先进性、科学性和可操作性。使本规范适用范围广，具有通用性。

2) 在充分调研的基础上，根据实际情况，确定超声波焊点分析仪的计量特性、校准条件、校准项目、校准方法等。

3) 规范中的校准方法通过实验验证，力求方法简单科学，准确可靠。

4) 规范中的文字表述力求层次分明，语句简明，公式表达准确，量和单位使用规范。

1. 制定的进度情况

从提出项目、接受起草任务到完成报审稿，大致分五个阶段：

1、调研及项目任务书提出阶段

2021年9月组成起草小组进行调研工作，对校准规范起草的技术工作进行技术跟踪，网络搜索、相关企业走访、实地考察统计及技术资料收集等调研工作。经过多方调研与资料收集，2022年1月我们提出了《焊点分析仪校准规范》项目申请书。

2、接受起草任务及校准方案论证阶段

2023年6月至8月起草组开始实验分析，总结实验数据，确定校准方法。起草组召开了方案讨论会。在原项目任务书的基础上，确定了规范起草的如下要求：

1）规范名称与适用范围；

2）被校系统的组成与主要计量性能要求；

3）主要校准项目和校准方法；

4）校准用标准器的技术要求。

并且，在我们过去起草国家标准和地方校准规范的经验积累的基础上，进行了起草组内科学分工。

3、规范初稿起草阶段

2023年9月至2023年11月，起草组根据规范技术方案开始起草规范初稿。2023年12月开始进行不确定度分析和关键校准方法的试验。2024年3月，先后完成《焊点分析仪测量不确定度评定》初稿和《焊点分析仪校准规范》初稿。

4、验证实验及完成征求意见稿阶段

初稿完成以后，分别进行试验验证。起草组选择了两台超声波焊点分析仪，分别使用美国NEXTNDT公司（NxetSpot 600型）和加拿大Tessonics公司（RSWA F1型）进行试验，上述型号超声波焊点分析仪在国内机械加工相关行业占有率非常高，能够代表超声波焊点分析仪的技术特点。涡流焊点分析仪起草组选择了德国霍斯特（扭列特）V110型号涡流焊点分析仪。根据该试验结果对规范初稿进行修改后，完成征求意见稿。同时完成了规范起草的重要支持性文件——《试验验证报告》。

5、规范审定阶段

计划2024年3月底发布征求意见稿，根据征求专家意见，完善规范送审稿。2023年底，形成规范送审稿，送委员会审定。

五、规范起草的要点及说明

1、适用范围

由于本规范是校准规范，适用于采用超声波脉冲反射原理和电磁感应原理的焊点分析仪的校准。

2、计量特性

焊点分析仪属于无损检测类仪器，是一种超声波探伤类计量仪器。参考JJF 1126-2004《超声波测厚仪》，确定3项计量特性，分别为焊层厚度示值误差、焊点厚度误差和焊点直径示值误差。针对每一校准项目，规定了使用的标准器，明确了相应的校准操作。

其中焊层厚度误差和焊点厚度误差仅有超声波焊点分析仪有此功能，参照JJF 1126-2004《超声波测厚仪》4.2条。焊点直径测量方法是仪器通过多个探测单元进行对金属厚度测量，分析软件再根据不同厚度拟合出焊点直径。该项计量特性，根据实验数据和其他计量机构出具证书以及公开发表的技术论文综合得出。

表-1 焊点直径测试数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 校准点（mm） | 实测值（mm） | | | | | 最大示值误差（mm） |
| 1# | 3.0 | 2.9 | 2.7 | 2.9 | 2.8 | 2.7 | -0.2 |
| 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.9 |
| 1# | 4.0 | 3.8 | 3.6 | 3.7 | 3.7 | 3.8 | -0.3 |
| 3.6 | 3.8 | 3.8 | 3.7 | 3.8 |
| 1# | 5.0 | 4.8 | 4.9 | 4.8 | 4.7 | 4.7 | -0.2 |
| 4.7 | 4.8 | 4.8 | 4.9 | 4.8 |
| 1# | 6.0 | 5.7 | 5.9 | 5.9 | 5.7 | 5.8 | -0.2 |
| 5.9 | 5.7 | 5.8 | 5.8 | 5.7 |
| 1# | 8.0 | 7.6 | 7.6 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | -0.3 |
| 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 |
| 2# | 3.0 | 2.8 | 2.7 | 2.7 | 2.8 | 2.7 | -0.3 |
| 2.7 | 2.7 | 2.8 | 2.7 | 2.6 |
| 2# | 4.0 | 3.7 | 3.7 | 3.6 | 3.8 | 3.6 | -0.3 |
| 3.8 | 3.7 | 3.7 | 3.6 | 3.8 |
| 2# | 5.0 | 4.7 | 4.8 | 4.7 | 4.7 | 4.6 | -0.3 |
| 4.7 | 4.6 | 4.7 | 4.7 | 4.7 |
| 2# | 6.0 | 5.7 | 5.8 | 5.7 | 5.8 | 5.7 | -0.3 |
| 5.7 | 5.8 | 5.8 | 5.7 | 5.8 |
| 2# | 8.0 | 5.7 | 5.8 | 5.7 | 5.7 | 5.7 | -0.3 |
| 5.7 | 5.7 | 5.6 | 5.7 | 5.7 |
| 3# | 3.0 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.9 | -0.2 |
| 2.8 | 2.7 | 2.7 | 2.8 | 2.8 |
| 3# | 4.0 | 3.8 | 3.9 | 3.9 | 3.8 | 3.8 | -0.2 |
| 3.9 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 |
| 3# | 5.0 | 4.9 | 4.9 | 4.8 | 4.7 | 4.9 | -0.2 |
| 4.9 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.7 |
| 3# | 6.0 | 5.7 | 5.8 | 5.7 | 5.7 | 5.7 | -0.3 |
| 5.7 | 5.7 | 5.7 | 5.6 | 5.7 |
| 3# | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.8 | 7.6 | 7.8 | -0.3 |
| 7.8 | 7.6 | 7.7 | 7.8 | 7.6 |

由上述试验验证数据可见，超声波焊点分析仪的焊点直径示值误差均小于±0.5mm；在上海计量院和方圆检测认证公司的证书中（附件1）焊点直径示值误差也均小于±0.5mm；在《计量与测试技术》2022年第49卷第1期中《汽车电阻点焊分析仪的校准方法及不确定度评定》（附件2）焊点直径示值误差也均小于±0.5mm。综上所述，证明本规范焊点直径示值误差计量特性设置科学合理。

3、校准方法

6.1环境条件参照JJF 1126-2004《超声波测厚仪》 5.1条的要求；7.1焊层厚度误差的校准方法参考了JJF 1126-2004《超声波测厚仪》中6.2的校准方法；7.2焊点厚度误差的校准方法参考了JJF 1126-2004《超声波测厚仪》中6.2的校准方法；7.3焊点直径误差的校准方法参考了JJF 1126-2004《超声波测厚仪》中6.2的校准方法。焊点直径误差为超声波焊点分析核心指标，因此在校准方法中规定选取5个测量点。

4、标准器选择

本规范所用标准器不是几何量计量现有标准器，需要根据图纸定制加工，该方法在JJF 1795-2020《凸轮轴测量仪》和JJF 1933-2021《光学轴类测量仪》均有使用，本规范在附件中注明标准器的加工要求和设计示意图，详见规范征求意见稿附录E《厚度标准片、焊点标准块的技术要求及校准方法》，省市级计量机构均具备对标准器的溯源能力。

六 总结

在本规范的制定过程中，我们以国内外资料及相关规范、大量实验数据为技术依据，校准方法参考了JJF 1126-2004《超声波测厚仪》中成熟的方法，并通过NxetSpot 600型和RSWA F1型两种型号超声波焊点分析仪对焊层厚度示值误差、焊点厚度示值误差、焊点直径示值误差和V110型涡流焊点分析仪焊点直径示值误差进行验证试验。试验结果（详见试验验证报告）证明规范中的校准方法具有可操作性。规范中选用的标准器结构简单、易于加工，仅需要简单的加工机床即可完成，省级计量机构都能够实现标准器溯源，因此，本规范校准方法科学合理、可操作性强，为焊点分析仪的校准提供了技术保障和依据。

《焊点分析仪校准规范》起草小组

2024年3月1日