

中华人民共和国工业和信息化部

电子计量技术规范

**JJF**(电子)0055─2020

自动光学检查仪校准规范

Calibration Specification of Automatic Optic Inspection Equipments

（报批稿）

××××-××-××发布 ××××-××-××实施

**中华人民共和国工业和信息化部** 发 布

自动光学检查仪

校准规范

Calibration Specification of Automatic Optic Inspection Equipments

**JJF(电子)0055**─**2020**

归 口 单 位：中国电子技术标准化研究院

主要起草单位：广州广电计量检测股份有限公司

参加起草单位：联合汽车电子有限公司

南充市计量测试研究所

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

龙 阳（广州广电计量检测股份有限公司）

庄 奕（广州广电计量检测股份有限公司）

张 辉（广州广电计量检测股份有限公司）

谢锐华（广州广电计量检测股份有限公司）

参加起草人：

曾 昕（广州广电计量检测股份有限公司）

叶凌华（广州广电计量检测股份有限公司）

赖文强（广州广电计量检测股份有限公司）

张乐乐（联合汽车电子有限公司）

王 静（南充市计量测试研究所）

目 录

引言……………………………………………………………………………………………Ⅱ

1 范围…………………………………………………………………………………………1

2 引用文件………………………………………………………………………………………1

3 术语和计量单位………………………………………………………………………………1

4 概述………………………………………………………………………………………….2

5 计量特性………………………………………………………………………………………2

6 校准条件………………………………………………………………………………………2

6.1 环境条件…………………………………………………………………………………….2

6.2 测量标准及其他设备…………………………………………………………………….…2

7 校准项目和校准方法…………………………………………………………………………3

7.1外观及工作正常性检查………………………………………………………………….…3

7.2像素分辨率…………………………………………………………………………….……3

7.3尺寸示值误差…………………………………………………………………….……3

7.4 色彩还原能力………………………………………………………………………….……3

7.5 亮度不均匀性………………………………………………………………………….……4

7.6灰阶等级………………………………………………………………………….……4

8 校准结果表达…………………………………………………………………………………4

9 复校时间间隔…………………………………………………………………………………5

附录A 原始记录格式…………………………………………………………………………6

附录B 校准证书内页格式……………………………………………………………………9

附录C 校准结果不确定度评定示例…………………………………………………………12

引言

本规范依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

自动光学检查仪校准规范

1 范围

本规范适用于利用可见光检测的自动光学检查仪（Automatic Optic Inspection Equipments，简称AOI设备）的校准。

2 引用文件

JJG 453 标准色板检定规程

JJF 1318 影像测量仪校准规范

GB/T 5698 颜色术语

GB/T 9403 反射式灰度级测试图

注：凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 尺寸测量误差 length measurement error

与摄像头系统光轴方向垂直的测量平面上尺寸测量的示值误差。

[JJF 1318-2011，术语3.3]

3.2 色 color

光作用于人眼引起除空间属性以外的视觉特性。用色名或色的三属性来表示的视觉特性。

[GB/T 5698-2001，术语4.1]

3.3 三刺激值 tristimulus values

在三色系统中，与待测色刺激达到色匹配所需的三种参照色刺激的量。

注：在XYZ表色系统中，采用[X]，[Y]，[Z]三刺激值。在X10Y10Z10表色系统中，采用[X10]，[Y10]，[Z10]三刺激值。

[GB/T 5698-2001，术语4.23]

3.4 色品（度）坐标 chromaticity coordinates

各个三刺激值与它们之和的比。

在XYZ色度系统中，由三刺激值X、Y、Z可算出色品坐标x、y、z。

[GB/T 5698-2001，术语4.39]

4 概述

自动光学检查仪是基于光学原理来对焊接生产中遇到的常见缺陷进行检测的设备。如下图1所示主要由机械部件、摄像组件、控制模块、数据处理及显示系统组成。测量原理为：通过摄像头自动扫描PCB等部件，采集图像，测试焊点与数据库中合格的参数进行比较，检查出PCB等部件的缺陷，并通过显示器或自动标记定位缺陷位置。



图 1 自动光学检查仪结构示意图

5 计量特性

5.1像素分辨率：测量范围(10~100)μm，根据出厂指标；

5.2尺寸示值误差：测量范围10μm ~1000mm，最大允许误差±10μm；

5.3色彩还原能力：至少能够分辨红色、绿色、蓝色；

5.4亮度不均匀性：测量范围（0~100）%，最大允许误差≤10%

5.5灰度等级：不低于5级或根据出厂指标。

注：以上技术指标不作为合格性判断依据，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(20±3)℃，室温变化±0.5℃/h；

6.1.2 相对湿度：不超过70%；

校准用标准器在室内平衡温度时间不少于3 h。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1刻线尺：至少满足（0~1）mm时，分度值不大于10μm，示值误差不超过±1μm；

6.2.2标准线纹尺或台阶规：其扩展不确定度不超过被校对象最大示值允许误差三分之一；

6.2.3标准色板或色卡：至少有白色、红色、绿色、蓝色，标准色板符合JJG 453-2002 标准色板检定规程二级以上的要求；

6.2.4灰阶卡：符合GB/T 9403-1988的要求。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观及工作正常性检查

外观及工作正常性检查用目视和手动进行检查仪器的名称、型号、出厂编号、制造厂名等标志，记录在附录A.1表格中。

7.2 像素分辨率

将刻线尺放在仪器样品架上，调节样品架位置，使刻线尺进入拍摄区域进行拍摄，对拍摄的图像进行放大到能够看到单个像素块，刻线尺读数时按十分之一估读，记录在附录A.2表格中，按式（1）计算分辨率。

（1）

式中：——像素分辨率，μm；

——被校仪器1个像素宽度对应刻线尺的读数，μm；

7.3 尺寸示值误差

选择标准线纹尺及台阶规放入样品架，调节样品架在X、Y或Z方向移动，使测量标准零位位于拍摄区域，设置被校仪器显示值为零，然后移动样品架使测量标准的拟校准点刻度进入拍摄区域进行拍摄，记录被校仪器显示示值，重复3次计算平均值。量程范围内选择不少于3个点（量程范围内10%、50%、100%附近）作为校准点。记录在附录A.3表格中，用以下公式计算尺寸示值误差、。

（2）

式中：——水平方向尺寸示值误差，mm；

——被校仪器3次测量平均值，mm；

——相应标准玻璃线纹尺刻线间的实际值，mm。

（3）

式中：——垂直高度尺寸示值误差，mm；

——被校仪器3次测量平均值，mm；

——台阶规的高度实际值，mm。

7.4 色彩还原能力

对于能够显示颜色数值的被校仪器，对白色、红色、绿色、蓝色标准色板或色卡的Y、y、x或RGB值进行测量，每种色度重复测量3次，取平均值与测量标准的标准值之差为示值误差，记录在附录A.4表格中，按以下公式计算：

（4）

或

（5）

式中：、、、、、——标准色板或色卡的标准值；

、、、、、——被校仪器3次测量平均值。

对于不能读取颜色具体数值的仪器，用目视方法确定颜色识别能力。

7.5 亮度不均匀性

对于能够显示亮度数值的被校仪器，使用灰阶卡，放在样品架4个角以及中心位置，分别读取5个测试点的光度值，记录在附录A.5表格中，用以下公式计算亮度不均匀性：

（6）

式中：——被校仪器亮度不均匀性，%；

——被校仪器光度测试点中的最大示值，cd/cm2或lx及其他光度单位；

——被校仪器光度测试点中的最小示值，cd/cm2或lx及其他光度单位。

——被校仪器光度测试点中的平均示值，cd/cm2或lx及其他光度单位。

对于无法读取亮度具体数值的仪器，使用灰阶卡，放在样品架4个角以及中心位置，拍摄图片，分别读取5个测试点的灰度等级，最大差值为亮度不均匀。

7.6 灰阶等级

在被校仪器样品架放入灰阶卡，使其正常观察状态，直接读取灰阶等级，记录在附录A.6表格中。

8 校准结果表达

校准后，出具校准证书。校准证书至少应包含以下信息：

a) 标题：“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e) 客户的名称和地址；

f) 被校对象的描述和明确标识；

g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k) 校准环境的描述；

l) 校准结果及其测量不确定度的说明；

m)对校准规范的偏离的说明；

n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；

o) 校准结果仅对被校对象有效的说明；

p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过1年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

附录A

原始记录格式

A.1　外观及工作正常性检查

表A.1 外观及工作正常性检查

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 检查结果 |
| 外观检查 |  |
| 工作正常性检查 |  |

A.2　像素分辨率

表A.2　像素分辨率

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标称值(μm) | 实测值(μm) | 扩展不确定度*U*(*k*=2) |
|  |  |  |

A.3　尺寸示值误差

表A.3　尺寸示值误差

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 标准值  (mm) | 示值(mm) | | | | 示值误差(mm) | 扩展不确定度*U*(*k*=2) |
| 1 | 2 | 3 | 平均值 |
| △*l*XY |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| △*h*Z |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

A.4　色彩还原能力

表A.4.1　色彩还原能力(适用于可以读出色坐标的自动光学检查仪)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 颜色 | 被校仪器  显示值 | | 示值 | | | | 示值误差 | 扩展不确定度*U*(*k*=2) |
| 1 | 2 | 3 | 平均值 |
| 白色 | Y（R） |  |  |  |  |  |  |  |
| y（G） |  |  |  |  |  |  |  |
| x（B） |  |  |  |  |  |  |  |
| 红色 | Y（R） |  |  |  |  |  |  |  |
| y（G） |  |  |  |  |  |  |  |
| x（B） |  |  |  |  |  |  |  |
| 绿色 | Y（R） |  |  |  |  |  |  |  |
| y（G） |  |  |  |  |  |  |  |
| x（B） |  |  |  |  |  |  |  |
| 蓝色 | Y（R） |  |  |  |  |  |  |  |
| y（G） |  |  |  |  |  |  |  |
| x（B） |  |  |  |  |  |  |  |

表 A 4.2色彩还原能力 (适用于不可读出色坐标的自动光学检查仪)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 颜色 | 红 | 绿 | 蓝 | 白 |
| 是否可分辨 |  |  |  |  |

A.5　亮度不均匀性

表A.5　亮度不均匀性

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实测值 | | | | | 不均匀性（%） | 扩展不确定度*U*(*k*=2) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  |  |  |  |  |  |  |

A.6　灰度等级

表A.6　灰度等级

|  |  |
| --- | --- |
| 灰度等级： |  |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

附录B

校准证书内页格式

B.1　外观及工作正常性检查

表B.1 外观及工作正常性检查

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 检查结果 |
| 外观检查 |  |
| 工作正常性检查 |  |

B.2　像素分辨率

表B.2　像素分辨率

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标称值(μm) | 实测值(μm) | 扩展不确定度*U* (*k*=2) |
|  |  |  |

B.3　尺寸示值误差

表B.3　尺寸示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 标准值  (mm) | 示值误差(mm) | 扩展不确定度*U* (*k*=2) |
|
| △*l*XY |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| △*h*Z |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

B.4　色彩还原能力

表B.4.1　色彩还原能力 (适用于可以读出色坐标的自动光学检查仪)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 被校仪器  显示值 | | 示值误差 | 扩展不确定度*U*(*k*=2) |
|
| 白色 | Y（R） |  |  |  |
| y（G） |  |  |  |
| x（B） |  |  |  |
| 红色 | Y（R） |  |  |  |
| y（G） |  |  |  |
| x（B） |  |  |  |
| 绿色 | Y（R） |  |  |  |
| y（G） |  |  |  |
| x（B） |  |  |  |
| 蓝色 | Y（R） |  |  |  |
| y（G） |  |  |  |
| x（B） |  |  |  |

表 B 4.2色彩还原能力 (适用于不可读出色坐标的自动光学检查仪)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 颜色 | 红 | 绿 | 蓝 | 白 |
| 是否可分辨 |  |  |  |  |

B.5　亮度不均匀性

表B.5　亮度不均匀性

|  |  |
| --- | --- |
| 不均匀性（%） | 扩展不确定度*U*(*k*=2) |
|  |  |

B.6　灰度等级

表B.6　灰度等级

|  |  |
| --- | --- |
| 灰度等级： |  |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# **附录C**

**校准结果不确定度评定示例**

**C.1** 像素分辨率测量结果不确定度的评定

C.1.1 测量模型

式中：——像素分辨率，μm；

——被校仪器1个像素宽度对应刻线尺的读数，μm；

由测量模型可知，根据不确定度传播定律，灵敏系数为1。

C.1.2 不确定度来源

测量不确定度来源主要有：测量重复性引入的不确定度分量、测量时刻线尺读数估读引入的标准不确定度、刻线尺量值溯源引入的不确定度分量。

C.1.3 标准不确定度评定

C.1.3.1 测量重复性引入的标准不确定度

一台标称分辨率为20μm的被校仪器，进行重复10次测量，得到测量列(20μm)：21、20、20、20、21、21、19、19、20、20。

算数平均值为：

μm

单次测量结果的实验标准偏差为：

μm

实际测量中是3次测量算数平均值作为测量结果，所以：

μm

C 1.3.2 采用0.01mm分度值的刻线尺按十分之一估读， μm，符合均匀分布，因此：μm（与测量重复性引入的标准不确定度重复，二者取较大者）

C.1.3.2 测量标准量值溯源引入的标准不确定度

根据刻线尺的最大允许误差不超过±1μm，μm，符合均匀分布，因此：

μm

C.1.4 合成标准不确定度

不确定度分量见下表C.1.1所示：

表C.1.1 标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 概率分布 | 灵敏系数 | 标准不确定度分量μm |
| 测量重复性（舍弃） | 正态分布 | 1 | 0.4 |
| 读数估读 | 均匀分布 | 1 | 0.58 |
| 刻线尺 | 正态分布均匀分布 | 1 | 0.58 |

合成标准不确定度为：

μm

C.1.5 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：

μm

**C.2** 尺寸示值误差结果不确定度的评定

C.2.1 测量模型

式中：——水平方向尺寸示值误差，mm；

——被校仪器3次测量平均值，mm；

——测量标准的实际尺寸，mm；

——被校仪器和标准线纹尺的线膨胀系数；

——被校仪器和标准线纹尺偏离参考温度20℃的数值

在公式中：为简化运算，舍去微小量，并转化相关项影响。

令：*l*≈*l*xy=*l*s

代入公式 C2.1后，经整理得：

灵敏系数：;。=*l*× =*l*×

C.2.2 不确定度来源

测量不确定度来源主要有：测量重复性引入的不确定度分量、分辨力引入的不确定度分量、玻璃尺量值溯源引入的不确定度分量，标准线纹尺和自动光学检查仪光栅尺的线膨胀系数差引入的不确定度分量，标准线纹尺和自动光学检查仪光栅尺温度差引入的不确定度分量。

C.2.3 标准不确定度评定

C.2.3.1 测量重复性引入的标准不确定度

测量中，以5mm作为重复性测量点进行连续10次测量，得到测量列(mm)：5.002、5.003、5.002、5.000、5.002、5.001、5.003、5.004、5.002、5.003。

算数平均值为：

mm

单次测量结果的实验标准偏差为：

μm

实际测量中是3次测量算术平均值作为测量结果，所以：

μm

C.2.3.2 分辨力引入的标准不确定度

被校仪器分辨力为1μm，μm，按照均匀分布，，因此：

μm

C.2.3.3 标准线纹尺量值溯源引入的标准不确定度

根据标准线纹尺的检定证书，测量不确定度为*U*=（0.2+1.5L）μm. (L单位：m)，，因此测量长度为5mm时：

μm

C 2.3.4 标准线纹尺和自动光学检查仪光栅尺的线膨胀系数差引入的标准不确定度

标准线纹尺和自动光学检查仪光栅尺的线膨系数均为=（10.0±0.5）×10-6℃-1，线胀系数差的界限为±1×10-6℃-1，服从三角分布，，则：

1×10-6℃-1/=0.408×10-6℃-1

C2.3.5 标准线纹尺和自动光学检查仪的温度差引入的不确定度

经等温后，标准线纹尺与自动光学检查仪有一定的温度差存在，并以等概率落于（-0.3~+0.3）℃范围内，服从均匀分布，，则：

0.3℃/=0.173

C.2.4 合成标准不确定度

不确定度分量见下表C.2.2所示：

表C.2.2标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 概率分布 | 灵敏系数 | 标准不确定度分量μm |
| 测量重复性 | 正态分布 | 1 | 0.6 |
| 分辨力 | 均匀分布 | 1 | 0.3 |
| 标准线纹尺 | 均匀分布 | -1 | 0.1 |
| 标准线纹尺与被校仪器光栅尺线胀系数差（温度最大偏离，） | 三角分布 | *l*×=0.005×3℃ | 0.01 |
| 标准线纹尺和自动光学检查仪的温度差（10.0±0.5）×10-6℃-1 | 均匀分布 | *l*×=0.005×（10.0±0.5）×10-6℃-1 | 0.01 |

由于测量重复性包含了分辨力引入的不确定度分量，取较大值作为测量结果的不确定度分量，删除，即：

μm

C.2.5 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则测量长度5mm时扩展不确定度为：

μm

**C.3** 色度校准结果不确定度的评定

C.3.1 测量模型

式中：

——示值误差；

——仪器的测量值；

——标准色板或色卡的标准值。

C.3.2 不确定度来源

测量不确定度来源主要有：测量重复性引入的不确定度分量、标准色板或色卡量值溯源引入的不确定度分量。

C.3.3 标准不确定度评定

C.3.3.1 测量重复性引入的标准不确定度

测量中，以标准白板作为重复性测量点进行连续3次测量，x测量列：0.3168、0.3166、0.3167。

式中：——极差系数，1.69。

C.3.3.2 标准色板引入的标准不确定度

根据标准色板的校准证书知，色坐标x的扩展不确定度*U*=0.007，*k*=2，因此：

C.3.4 合成标准不确定度的评定

不确定度分量见下表C.3.1所示：

表C.3.1标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度 | | 灵敏系数 | 标准不确定度分量 |
| 符号 | 数值 |
| 测量重复性 |  | 0.00006 | 1 | 0.00006 |
| 标准色板 |  | 0.0035 | -1 | -0.0035 |

则合成标准不确定度为：

C.3.5 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：

**C.4** 亮度测量结果不确定度的评定

C.4.1 测量模型

式中：——仪器示值；

——标准器标准值。

由测量模型可知，根据不确定度传播定律，灵敏系数为1。

C.4.2 不确定度来源

测量不确定度主要来源于测量重复性引入的不确定度分量。

C.4.3 标准不确定度评定

进行重复10次测量，得到测量列(cd/m2)：98.5、99.3、99.4、98.9、99.1、97.9、98.4、99.0、98.7、98.9。

算术平均值为：

cd/m

单次测量结果的实验标准偏差为：

cd/m2

实际测量中是3次测量算数平均值作为测量结果，所以：

cd/m2

C.4.4 合成标准不确定度

不确定度分量见下表C.4.1所示：

表C.4.1 标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 概率分布 | 灵敏系数 | 标准不确定度分量cd/m2 |
| 测量重复性 | 正态分布 | 1 | 0.26 |

合成相对标准不确定度为：

C.4.5 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：