

CSMT

中国计量测试学会标准

T/CSMT XXX-XXXX

微型计算机摄像头测试规范

Microcomputer Camera Test Specification

(征求意见稿)

(本稿完成日期: 2022.01)

2021-XX-XX 发布

2021-XX-XX 实施

中国计量测试学会 发布

目 次

前 言.....	IV
引 言.....	V
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 缩略语.....	4
5 技术要求.....	4
5.1 外观要求.....	4
5.2 光学性能要求.....	4
5.2.1 分辨率.....	4
5.2.2 景深.....	4
5.2.3 对角线视场角.....	4
5.2.4 几何失真.....	5
5.2.5 像面亮度均匀性.....	5
5.2.6 动态范围.....	5
5.2.7 非线性校正.....	5
5.2.8 自动曝光.....	5
5.2.9 色彩均匀性.....	5
5.2.10 白平衡.....	5
5.2.11 色彩还原.....	6
5.2.12 色彩饱和度.....	8
5.3 环境适应性.....	8
5.3.1 气候环境适应性.....	8
5.4 机械环境适应性.....	9
5.4.1 震动适应性.....	9
5.4.2 冲击适应性.....	9
5.4.3 压力适应性.....	9
6 测试方法.....	9
6.1 测试的环境条件.....	9
6.1.1 光学测试规定条件.....	10
6.1.2 光学测试设备要求.....	10
6.1.3 光学测试项目测试通用步骤.....	10
6.2 外观检查要求.....	11
6.3 功能测试.....	11
6.4 光学性能测试.....	11
6.4.1 分辨率测试.....	11
6.4.1.1 测试环境和图卡.....	11

6.4.1.2	测试方法	12
6.4.2	景深测试	13
6.4.2.1	测试图卡	13
6.4.2.2	测试方法	13
6.4.3	对角线视场角测试	13
6.4.3.1	测试图卡	13
6.4.3.2	测试方法	13
6.4.4	几何失真	14
6.4.4.1	测试图卡	14
6.4.4.2	测试方法	14
6.4.5	像面亮度均匀度测试	15
6.4.5.1	测试工具	15
6.4.5.2	测试方法	15
6.4.6	动态范围测试	16
6.4.6.1	测试图卡	16
6.4.6.2	测试方法	17
6.4.7	非线性校正测试	17
6.4.7.1	测试图卡	17
6.4.7.2	测试方法	17
6.4.8	自动曝光测试	18
6.4.8.1	测试环境和图卡	18
6.4.8.2	测试图卡	18
6.4.8.3	测试方法	19
6.4.9	色彩均匀性测试	19
6.4.9.1	测试工具	19
6.4.9.2	测试方法	19
6.4.10	白平衡测试	20
6.4.10.1	测试工具和图卡	20
6.4.10.2	测量方法	21
6.4.11	色彩还原测试	22
6.4.11.1	测试图卡	22
6.4.11.2	测试方法	23
6.4.12	色彩饱和度测试	23
6.4.12.1	测试图卡	23
6.4.12.2	测试方法	23
6.5	温度循环运行测试	24
6.5.1	测试的环境条件	24
6.5.2	测试方法	24
6.6	温度循环储存试验	25
6.6.1	测试的环境条件	25
6.6.2	测试方法	25
6.7	高湿高温储存试验	26
6.7.1	测试的环境条件	26

6.7.2	测试方法	26
6.8	震动试验	27
6.8.1	测试的环境条件	27
6.8.2	测试方法	27
6.9	冲击试验	28
6.9.1	测试的环境条件	28
6.9.2	测量方法	28
6.10	压力测试	28
6.10.1	静态压力测试	28
6.10.1.1	测试条件	28
6.10.1.2	测试程序	29
6.10.1.3	测试点说明	29
6.10.2	动态压力测试	30
6.10.2.1	测试条件	30
6.10.2.2	测试方法	30
6.10.3	开合测试	30
6.10.3.1	测试条件	30
6.10.3.2	测试方法	31
附录 A		32

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国计量测试学会显示产业计量测试联盟提出并归口。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件主要起草单位：中国计量科学研究院、联想（北京）有限公司…。

本文件主要起草人：…。

本文件为首次发布。

引 言

在后疫情时代的新常态环境下，人们将更加频繁的使用微型计算机以应对视讯会议、视频录制等新办公场景业态。摄像头作为微型计算机的重要关键部件，对线上办公和视频教学等客户体验有着重大影响，但目前并没有相关标准针对此领域进行规范。

鉴于以上，本文件基于用户使用场景，明确了微型计算机摄像头的关键技术指标，包括分辨率、信噪比、畸变、动态范围、白平衡、色彩还原（肤色）、曝光（不同场景）、景深等光学性能，外观以及可靠性等，推动行业上下游形成统一规范，为客户体验提供有力保障。

微型计算机摄像头测试规范

1 范围

本文件规定了微型计算机摄像头的光学性能、外观及可靠性的技术要求、测试方法、检验要求。本文件适用于微型计算机摄像头（以下称为“被测设备”）。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

IEC 60068-2-14环境试验 第二部分测试 试验 N：温度变化
IEC 60068-2-78环境试验 第二部分测试 试验室：湿热，稳态
IEC 60068-2-6环境试验 第二部分测试 试验 Fc：振动（正弦波）
GB/T 2423.5-2019 环境试验 第二部分测试 试验Ea：冲击
GB/T 36480-2018信息技术 紧缩嵌入式摄像头通用规范
GB/T 29298-2012数字（码）照相机通用规范
GA/T 1127-2013安全防范视频监控摄像机通用技术要求
GB 50034-2013建筑照明设计标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

微型计算机摄像头 camera

至少由镜头、影像传感器构成并可以完成输出影响信号的部件。

3.2

像素 pixel

影像传感器上能单独成像的物理单元。

3.3

分辨率 resolution

被测设备对空间频率的响应函数，可以通过空间频率响应（SFR）/调制传递函数（MTF）度量，与清晰度有关。

3.4

空间感应灵敏度 spatial frequency response

输入信号空间频率在成像系内感应输出函数的幅度特性。

注：通常利用软件读取测试图中黑色色条边缘区域输出影像幅度的对比曲线来确定。

3.5

调制传递函数 modulation transfer function

像面光强度分布函数与物面光强度分布函数的傅立叶函数变换的比值函数的模量。

注：调制传递函数综合反映了镜头的反差和分辨率的特性。

3.6

景深 depth of field

是指在摄像头前沿能够取得清晰图像的成像所测定的被摄物体前后距离范围。

注：被测设备内置的摄像头均为不可调光圈和无对焦功能。

3.7

对角线视场角 maximum angle field of view

被测设备画面充满视场条件下，被摄画面对角线两端与镜头中心连线的夹角。

3.8

几何失真 geometrical distortion

由于径向放大率随像高或视场的大小而变化，从而引起的一种失去物像相似的像差。

注：又称为畸变。

3.9

像面亮度均匀性 imaging uniformity

图像像面中心与周边的亮度差异程度。

注：常用所拍摄的画面周围亮度相对于中心亮度之比来表示。

3.10

动态范围 dynamic range

记录从最黑到最白之间的最大影调范围。

3.11

非线性校正 gamma correction

为调整影像的色调影调再现而改变相关输出信号水平的信号处理运算，以伽马校正值体现。

注：又称为伽马校正。

3.12

自动曝光 auto-exposure

在不同亮度的光照环境下，调整摄像头曝光时间以及增益值等参数，使得图像可以得到合适的亮度值的功能。

3.13

色彩均匀性 color shading

不同波长的光的折射率不同，导致不同波长的光落在感光器件的不同位置上，造成图像的色彩不均匀的现象。

注：通过在多种色温光源下拍摄图像，并分析中心与四角固定区域的R/G/B值，以图像色彩是否均匀判断镜头与感光芯片的搭配是否合理，为白平衡打下基础。

3.14

白平衡 white balance

在不同光源照明条件下的被拍摄物体，所得到的影像还原应该具有与人眼在相同照明条件下观察被拍摄物体相符合的色彩再现。

3.15

色彩还原 color rendition

不同色温条件下图像真实还原景物各种色彩的能力。

3.16

色彩饱和度 color saturation

表明被摄物在图像中的颜色鲜艳程度或者暗淡程度。

3.17

温度循环运行测试 operation temperature and humidity cycle test

模拟机器在实际使用环境中冷热交变的环境下摄像头功能正常运行的能力。

3.18

温度循环储存测试 storage temperature and humidity cycle test

模拟机器在冷热交变的环境下储存后摄像头功能正常运行的能力。

3.19

高湿高温存储测试 high humidity and high temperature test

模拟机器在高温高湿的环境下储存后摄像头功能正常运行的能力。

3.20

震动测试 vibration test

模拟机器承受外部干扰后摄像头功能正常运行的能力。

3.21

冲击测试 Shock test

模拟机器承受外部冲击后摄像头功能正常运行的能力。

3.22

压力测试 stress test

模拟机器在使用过程中抵抗外部压力后摄像头正常工作的能力。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

MTF 调制传递函数

MTF30 当MTF数值下降至最大值的30%时所对应的频率

5 技术要求

5.1 外观要求

依照检验要求条件检查，产品的摄像头表面不应有明显的凹痕、划伤、裂缝、变形和污迹等。

5.2 光学性能要求

5.2.1 分辨率

分辨率测试应在符合办公室场景和暗光场景的照明条件下进行。其中分辨率MTF30应满足：

- a) 在办公室场景规定的照明条件下，中心数值大于等于0.3Cycles/pixel，边缘0.8F数值大于等于0.2 Cycles/pixel；
- b) 在暗光场景规定的照明条件下，中心数值大于等于0.2Cycles/pixel，边缘0.8F数值大于等于0.1 Cycles/pixel；

注1: $\text{Cycles/pixel} = (\text{LP/mm}) * \text{Pixel size} = (\text{LW/PH}) / 2/\text{PH}$

注2: LP (线对) : Line Paris;

LW (线宽) : line Widths;

PH (像高) : Picture Height

5.2.2 景深

景深要保证被测摄像头的近点和远点之内都能处于清晰状态，因此景深应满足：

- a) 测试物距在30cm时，MTF30的中心数值大于等于0.25Cycles/pixel，边缘0.8F数值大于等于0.15 Cycles/pixel；
- b) 测试物距在50cm时，MTF30的中心数值大于等于0.3Cycles/pixel，边缘0.8F数值大于等于0.2 Cycles/pixel；
- c) 测试物距在150cm时，MTF30的中心数值大于等于0.25Cycles/pixel，边缘0.8F数值大于等于0.15 Cycles/pixel；

5.2.3 对角线视场角

对角线视场角与产品标称视场角度数误差应不大于 $\pm 5^\circ$ 。

5.2.4 几何失真

几何失真测试应符合以下要求：

- a) 针对视场角小于等于 90° 的被测设备，实测几何失真绝对值应符合：小于等于2%；
- b) 针对视场角大于 90° 、小于等于 110° 的被测设备，实测几何失真绝对值应符合：小于等于5%；
- c) 针对视场角大于 110° 、小于等于 130° 的被测设备，实测几何失真绝对值应符合：小于等于10%；
- d) 实测几何失真绝对值和标称值差异应不超过 5%。

5.2.5 像面亮度均匀性

被测设备输出的图像的像面周边亮度值与中心亮度值之比应符合以下要求：

- a) 应大于等于70%。

5.2.6 动态范围

动态范围由两部分标准来判定，测试结果应满足以下要求：

- a) 灰度值：当前灰阶亮度减前一灰阶亮度得到的数值需 ≥ 8 （若两相邻灰阶之间的灰度值之差大于等于8，则认为这两个灰阶是可以分辨的）；
- b) 统计出满足灰度值 ≥ 8 的阶数总数，要求不小于 11。

5.2.7 非线性校正

非线性校正的伽马校正值应满足以下要求：

- a) 0.4~0.75；

5.2.8 自动曝光

自动曝光的测试场景要求如下：

- a) 在暗光、办公室和室内强光、室外应用场景中，应满足：标准 24 色卡第 22 个色块的平均强度值在 98~158 之间；
- b) 在逆光场景测试下，应满足标准 24 色卡第 22 个色块的平均强度值在 45~85 之间。

5.2.9 色彩均匀性

色彩均匀性应满足以下要求：

- a) [0.8-1.20]；

5.2.10 白平衡

白平衡应满足表 1 的要求。

表 1 白平衡要求

照度 (lx)	光源	ΔC_{00}

300	A	≤ 15
	CWF	≤ 10
	D65	≤ 10
	D50	≤ 10
30	D65	≤ 10

5.2.11 色彩还原

色彩还原应满足表 2 的要求。

表 2 色彩还原测试要求

照度 lx	光源	色块	标准
300	D65 / D50 /CWF	白色肤色 (Patch E7,E8)	Max $\Delta E_{00} < 15$; Max $\Delta C_{00} < 10$; Max $\Delta h < 20$
	A		Max $\Delta E_{00} < 16$; Max $\Delta C_{00} < 11$; Max $\Delta h < 25$
	D65 / D50 /CWF	黄色肤色 (Patch D7,H7)	Max $\Delta E_{00} < 14$; Max $\Delta C_{00} < 9$; Max $\Delta h < 10$
	A		Max $\Delta E_{00} < 15$; Max $\Delta C_{00} < 10$; Max $\Delta h < 20$
	D65 / D50 /CWF	黑色肤色 (Patch E2,I7, I7, I8)	Max $\Delta E_{00} < 13$; Max $\Delta C_{00} < 8$; Max $\Delta h < 5$
	A		Max $\Delta E_{00} < 14$; Max $\Delta C_{00} < 9$; Max $\Delta h < 15$
	D65 / D50 /CWF	暖色块 (Patch B2-B4, B9, C2, D3, D5, D6, D8, E3, F2, F7, F8, G3, G4, G7-G9, H2-H4, H8, I3, I4, J3, I8, J7-J9, K2, K7, K9, L2-L9, M2-M9)	Mean $\Delta E_{00} < 10.5$; Max $\Delta E_{00} < 17.5$; Mean $\Delta C_{00} < 7.5$; Max $\Delta C_{00} < 15$
	A		Mean $\Delta E_{00} < 13$; Max $\Delta E_{00} < 18$; Mean $\Delta C_{00} < 10$; Max $\Delta C_{00} < 15$
	D65 / D50 /CWF	冷色块 (Patch B5-B8, C3-C9, D2,D4, D9, E4, E9, F3, F4,	Mean $\Delta E_{00} < 10.5$; Max $\Delta E_{00} < 17.5$; Mean $\Delta C_{00} < 7.5$;

		F9, G2, H9, I2, I9, J2, J4, K3-K6, K8)	Max $\Delta C_{00} < 15$
	A		Mean $\Delta E_{00} < 13$; Max $\Delta E_{00} < 18$; Mean $\Delta C_{00} < 10$; Max $\Delta C_{00} < 15$
30	D65 / D50 /CWF	白色肤色 (Patch E7,E8)	Max $\Delta E_{00} < 15$; Max $\Delta C_{00} < 10$; Max $\Delta h < 20$
	A		Max $\Delta E_{00} < 16$; Max $\Delta C_{00} < 11$; Max $\Delta h < 25$
	D65 / D50 /CWF	黄色肤色 (Patch D7,H7)	Max $\Delta E_{00} < 14$; Max $\Delta C_{00} < 9$; Max $\Delta h < 10$
	A		Max $\Delta E_{00} < 15$; Max $\Delta C_{00} < 10$; Max $\Delta h < 20$
	D65 / D50 /CWF	黑色肤色 (Patch E2,I7)	Max $\Delta E_{00} < 13$; Max $\Delta C_{00} < 8$; Max $\Delta h < 10$
	A		Max $\Delta E_{00} < 15$; Max $\Delta C_{00} < 10$; Max $\Delta h < 18$
	D65 / D50 /CWF	暖色块 (Patch B2-B4, B9, C2, D3, D5, D6, D8, E3, F2, F7, F8, G3, G4, G7-G9, H2-H4, H8, I3, I4, J3, I8, J7-J9, K2, K7, K9, L2-L9, M2-M9)	Mean $\Delta E_{00} < 10.5$; Max $\Delta E_{00} < 17.5$; Mean $\Delta C_{00} < 7.5$; Max $\Delta C_{00} < 15$
	A		Mean $\Delta E_{00} < 13$; Max $\Delta E_{00} < 18$; Mean $\Delta C_{00} < 10$; Max $\Delta C_{00} < 15$
	D65 / D50 /CWF	冷色块 (Patch B5-B8, C3-C9, D2,D4, D9, E4, E9, F3, F4, F9, G2, H9, I2, I9, J2, J4, K3-K6, K8)	Mean $\Delta E_{00} < 10.5$; Max $\Delta E_{00} < 17.5$; Mean $\Delta C_{00} < 7.5$; Max $\Delta C_{00} < 15$
	A		Mean $\Delta E_{00} < 13$; Max $\Delta E_{00} < 18$; Mean $\Delta C_{00} < 10$; Max $\Delta C_{00} < 15$

5.2.12 色彩饱和度

色彩饱和度应满足表3的要求。

表3 色彩饱和度测试要求

照度 lx	色温 K	色块	标准
300	D65 / D50 /CWF	暖色块 (Patch B2-B4, B9, D3, D7-D8, D5-D6, E2-E3, E7-E8, F7-F8, G3-G4, G7-G9, H2- H4, H7-H8, I3-I4, I7-I8, J3, J7-J9, K2, K7, K9, L2-L9, M2-M9)	90%-130%
	A		85%-110%
	D65 / D50 /CWF	冷色块 (Patch B5-B8, C2-C9, D2,D4, D9, E4, E9, F3, F4, F9, G2, H9, I2, I9, J2, J4, K3- K6, K8)	90%-130%
	A		85%-110%
30	D65 / D50 /CWF	暖色块 (Patch B2-B4, B9, D3, D7-D8, D5-D6, E2-E3, E7-E8, F7-F8, G3-G4, G7-G9, H2- H4, H7-H8, I3-I4, I7-I8, J3, J7-J9, K2, K7, K9, L2-L9, M2-M9)	80%-120%
	A		75%-100%
	D65 / D50 /CWF	冷色块 (Patch B5-B8, C2-C9, D2,D4, D9, E4, E9, F3, F4, F9, G2, H9, I2, I9, J2, J4, K3- K6, K8)	80%-120%
	A		75%-100%

5.3 环境适应性

5.3.1 气候环境适应性

被测设备的气候环境适应性应符合表4的要求。测试完成后，应符合5.2.1分辨率，5.2.5像面亮度均匀性，5.2.9色彩均匀性的要求。

表4 气候环境适应性

项目	工作	储存运输
温度 °C	0 ~ 40	-20 ~ 60
相对湿度 %	30 ~ 85	20 ~ 85

5.4 机械环境适应性

5.4.1 震动适应性

被测设备的震动适应性应符合表5的规定。测试完成后，应符合5.2.1分辨率，5.2.5像面亮度均匀性，5.2.9色彩均匀性的要求。

表5 震动适应性

测试项目	试验内容	参数
震动耐久	频率范围 Hz	5~200
	加速度 m/s ²	5
	试验时间 min	15~30

5.4.2 冲击适应性

被测设备的冲击适应性应符合表6的规定。测试完成后，应符合5.2.1分辨率，5.2.5像面亮度均匀性，5.2.9色彩均匀性的要求。

表6 冲击适应性

峰值加速度 m/s ²	脉冲持续时间 ms	速度变化量
300	11	半正弦波

5.4.3 压力适应性

压力适应性应满足以下要求时，被测设备测试点位置没有裂痕、破损。测试完成后，应符合5.2.1分辨率，5.2.5像面亮度均匀性，5.2.9色彩均匀性的要求。

- a) 静态压力30kgf之内；
- b) 动态压力10kgf之内；
- c) 开合压力500gf之内。

6 测试方法

6.1 测试的环境条件

除气候环境试验、可靠性试验外，其他试验应在下述试验用大气条件下进行。

- a) 温度：15° C~35° C
- b) 相对湿度：25%~75%
- c) 大气压：86kPa~106kPa

6.1.1 光学测试规定条件

- a) 标准光源：
 - D65：色温6500±100K
 - D50：色温5000±100K
 - CWF：色温4150±100K
 - A：色温2856±100K
- b) 测试场景定义：
 - 暗光场景：照度：30lx，色温：D50
 - 办公室场景：照度：300lx，色温：D50
 - 室内强光场景：照度：实验室测试 1000lx，色温：D65；
 - 室外应用场景：8000lx 以上，色温：D65；
 - 逆光场景：照度：图卡 300lx，背景光板表面照度：5000nit；色温：D65；
 - 色彩测试场景：照度：30lx，300lx，色温：D65,D50,CWF,A
- c) 未明确说明光源和照度的测试项，均默认为在办公室场景下进行。色彩均匀性测试、白平衡测试、色彩还原测试和色彩饱和度测试在色彩测试场景下进行。
- d) 暗室/暗箱：通常在1 lx以下(含1lx)光照度的暗室/暗箱中测量。勒克司(lx)为照度单位。
- e) 测试环境搭建：被测设备需放置在暗室当中，并外接显示器，设置成只有第二显示屏（外接显示器）显示，被测设备的屏幕需保证关闭状态，外接显示器需在暗室之外。测试过程中，除了要求的光源外，不允许有其他光源干扰。

6.1.2 光学测试设备要求

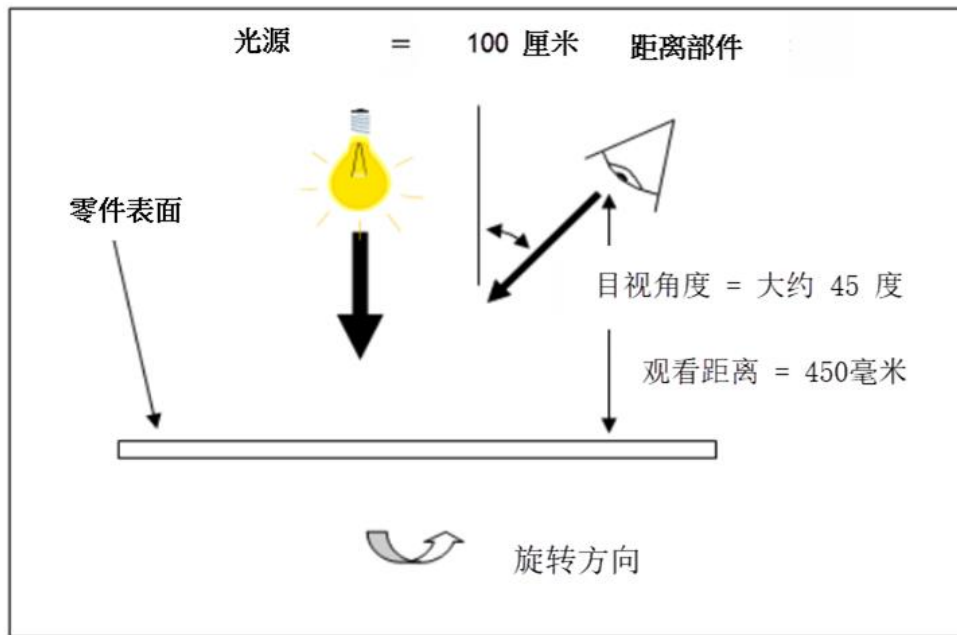
标准光源灯，标准光箱，照度计、红外激光测距仪，匀光片/均光板

6.1.3 光学测试项目测试通用步骤

- a) 将所需测试图卡放置在暗室/暗箱中，测试图卡背景采用反射率为 18%的中性灰；
- b) 设置所需 6.1.1 中的标准光源的色温和照度；
- c) 用照度计在测试图卡正表面上测量：中心照度需满足测试的额定照度±10%内，其余测试点的照度与中心照度差不大于中心照度的 10%。
- d) 放置测试图卡时，图卡需与被测设备摄像头的光轴垂直，并保证拍摄的图像中图卡的中心与图像中心一致；
- e) 调整测试图卡与被测设备的距离，满足图卡占图像比例的 75%以上；
测试分辨率项目时，选择合适尺寸的测试图卡，使得测试图卡与被测设备的距离在 50cm 左右；
测试景深项目时，需使用红外激光测试仪使得测试图卡与被测设备的距离分别为 30cm，50cm，150cm；
- f) 被测设备内置的相机软件需设置成最高像素分辨率，并关闭美颜等额外功能，测试时需确保图像输出处于稳定状态，无卡顿、延迟等异常。
- g) 连续拍摄 3 张图片并保存，选取其中无缺陷的图片分析。

6.2 外观检查要求

- a) 光照度：800-1300 lx，光源距离被测组件表面不超过 100cm，使用日光灯光源
- b) 检测距离：45cm±5cm
- c) 检视角度：与被测器件表面视角 $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$
- d) 检视时间：10 秒±5 秒
- e) 检查方法：按照目视方法进行检查，具体方法如图 1 所示。



以下是检查时间的一般准则，可能会根据需要进行调整



图 1 外观检查示意图

6.3 功能测试

按产品标准进行摄像功能的检查。

6.4 光学性能测试

6.4.1 分辨率测试

6.4.1.1 测试环境和图卡

对于分辨率的测试，被测设备在以下要求下进行测试：

- a) 测试环境：办公室场景和暗光场景
- b) 测试图卡：ISO12233 测试图卡或者 5X9 SFR plus 测试图卡

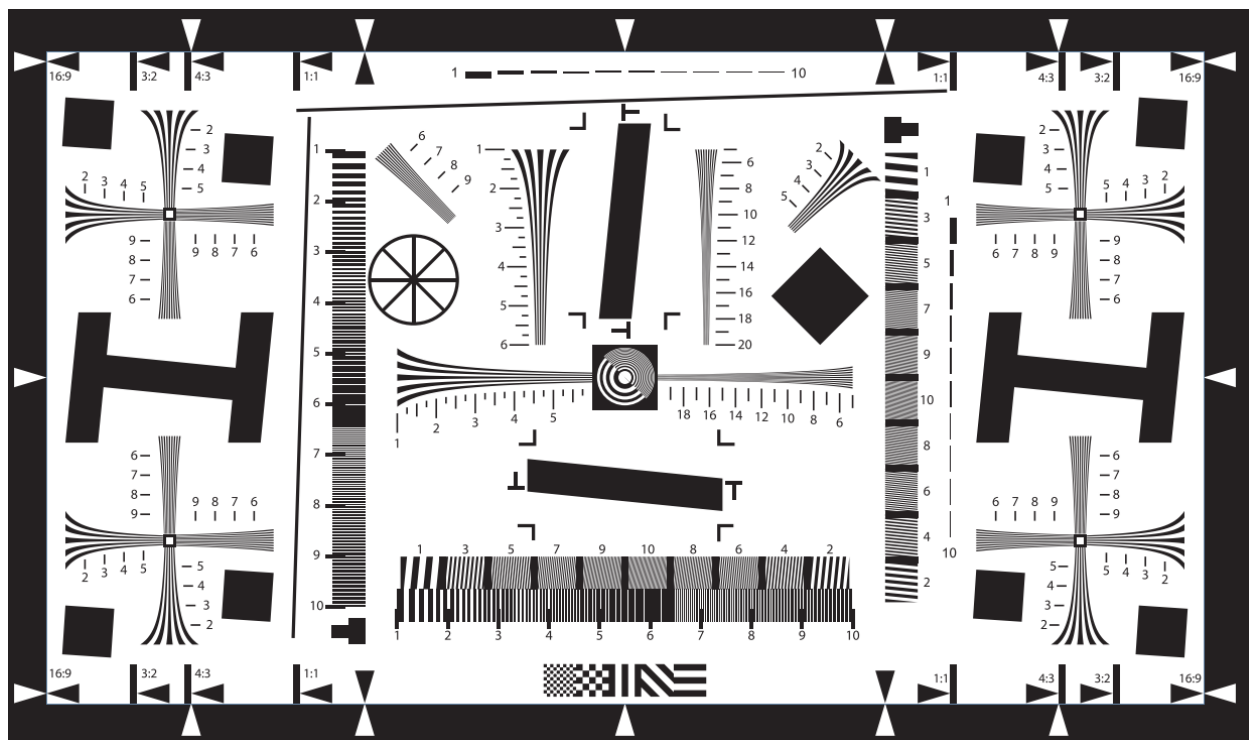


图2 ISO12233 测试图卡

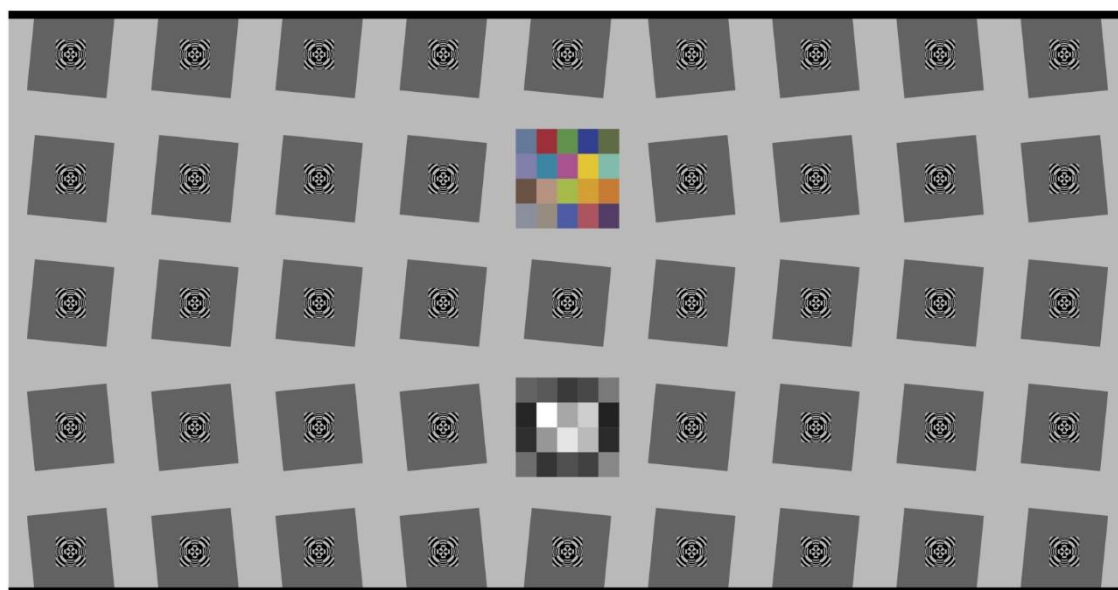


图3 5X9 SFR plus 测试图卡

6.4.1.2 测试方法

依照 6.4.1.1 中的测试环境要求，按照 6.1.1 搭建测试环境和 6.1.3 的测试步骤拍摄图像；分辨率数值按 ISO 12233—2017 的 6.2 章节规定的方法进行计算。

6.4.2 景深测试

6.4.2.1 测试图卡

景深需要使用如下测试图卡进行测试：

测试图卡：5X9 SFR plus 测试图卡

6.4.2.2 测试方法

按照6.1.1搭建测试环境；

调整测试图卡与被测设备之间的距离，分别为30cm，50cm，150cm；

在每个距离下，依照6.1.3的测试步骤拍摄图像，并计算图片中的分辨率数值，得到测试结果。

分辨率数值按 ISO 12233—2017 的 6.2 章节规定的方法进行计算。

6.4.3 对角线视场角测试

6.4.3.1 测试图卡

对于对角线视场角的测试，被测设备使用以下图卡进行测试：

测试图卡：ISO12233 测试图卡

6.4.3.2 测试方法

按照6.1.1搭建测试环境；

固定被测设备，使用测试图卡作为被摄物体，调整产品相对位置使得测试图卡正好呈现在相机软件显示范围，被拍摄像面为平面a（图3），使用红外激光测距仪测量镜头与测试图卡的距离，直尺测量测试图卡采样区域的对角距离，则视场角可计算为：

$$\theta = 2\arctan\frac{C}{2L} \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

θ——视场角的大小；

C——所拍测试图卡采样区域的对角距离；

L——镜头与测试图卡的距离。

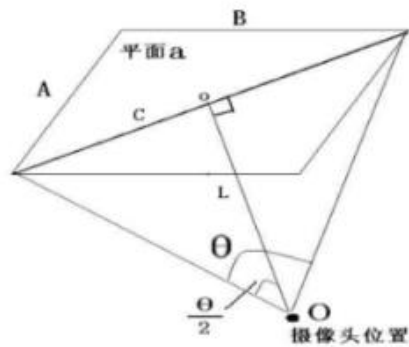


图4 视场角计算示意图

图中：

- A——测试图卡的采样区域长边；
- B——测试图卡的采样区域短边；
- o——测试图卡的采样区域的中心；
- O——被测设备的摄像头位置；
- θ ——视场角的大小；
- C——测试图卡采样区域的对角距离；
- L——被测设备的摄像头表面与图卡的距离。

6.4.4 几何失真

6.4.4.1 测试图卡

对于几何失真的测试，被测设备使用以下图卡进行测试：

测试图卡：棋盘格测试图卡、点状图测试图卡、网格测试图卡之一，见图5

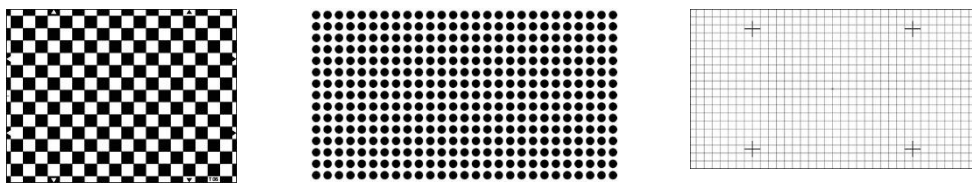


图5 不同类型测试图卡

6.4.4.2 测试方法

几何失真所拍摄画面大于被摄图案时为正畸变，亦称枕形畸变，反之为负畸变，亦称桶形畸变，见图6。

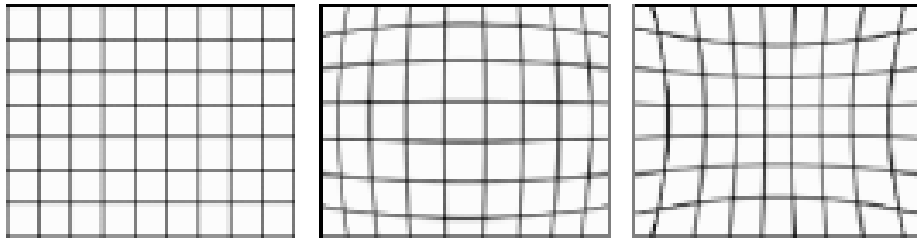


图6 几何失真畸变类型

按照6.1.1搭建测试环境；

固定被测设备，使用测试图卡作为被摄物体，调整被测设备与图卡相对位置，使得测试图卡充满在相机软件显示范围，采集图像，并依据以下计算式和图式7进行计算：

$$\text{SMIA TV Distortion (\%)} = 100 \times \frac{(A-B)}{B} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

A1——像面左侧边角畸变尺寸；

A2——像面右侧边角畸变尺寸；

B——像面中心畸变尺寸；

A——(A1+A2)/2。

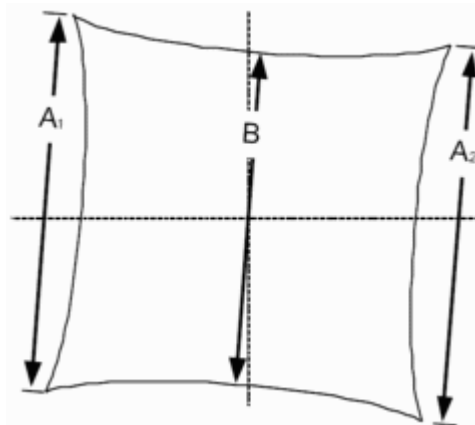


图7 几何失真计算图示

6.4.5 像面亮度均匀度测试

6.4.5.1 测试工具

测试工具：均匀灯箱

6.4.5.2 测试方法

按照6.1.1搭建测试环境；

将被测设备的摄像头放置在灯箱光源1-2cm的位置，并保证在光源中心位置。打开相机软件并调制最大分辨率拍摄，保存图像并通过以下计算方法计算图像四角及中心位置的亮度。

具体取点位置按照以下图中像面中心与对角线上0.9视场处，取A、B、C、D、E共5个矩形（矩形长为被测设备输出图像像面长边像素数量及宽边像素数量的1/10），计算每个矩形内所有像素的亮度平均值。用边缘矩形A,B,C,D的亮度平均值与中心矩形E的亮度平均值的比值来表示像面亮度均匀度。

亮度均匀度计算式如下：

$$L_i = C_i / C_E \dots \dots \dots (3)$$

式中：

L_i ——像面亮度均匀度（ $i=A,B,C,D$ ）

C_i ——所拍图像像面的边缘矩形的平均亮度值（ $i=A,B,C,D$ ）

C_E ——所拍图像像面的中心矩形的平均亮度值

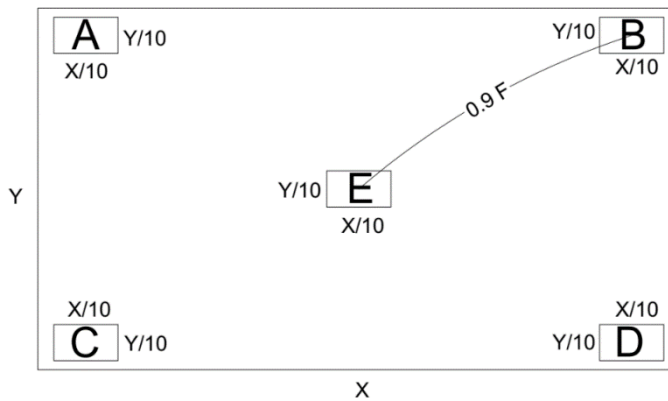


图 8 像面亮度测试区域示意图

6.4.6 动态范围测试

6.4.6.1 测试图卡

测试图卡：IDTR-36测试图卡

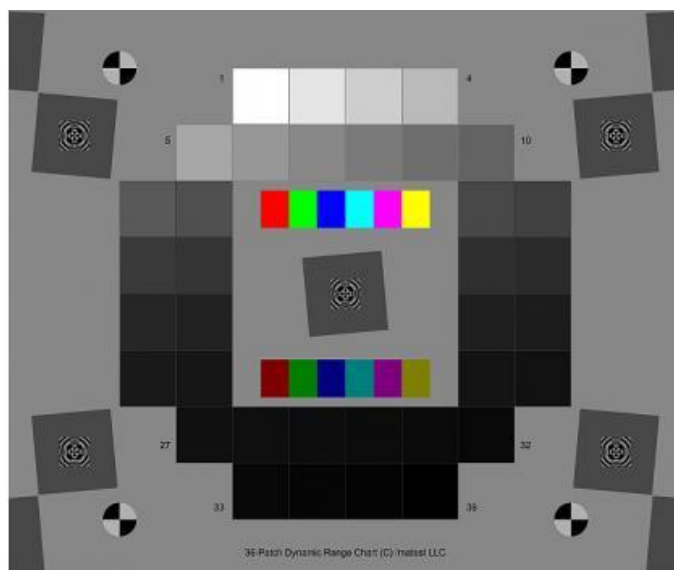


图 9 IDTR-36 测试图卡

6.4.6.2 测试方法

按照6.1.1搭建测试环境；并依照6.1.3的测试步骤拍摄图像；。截取图像中所有灰度色块并计算出各色块的灰度值，基于标准要求判断可分辨的阶数。

6.4.7 非线性校正测试

6.4.7.1 测试图卡

测试图卡：ISO 14524测试图卡

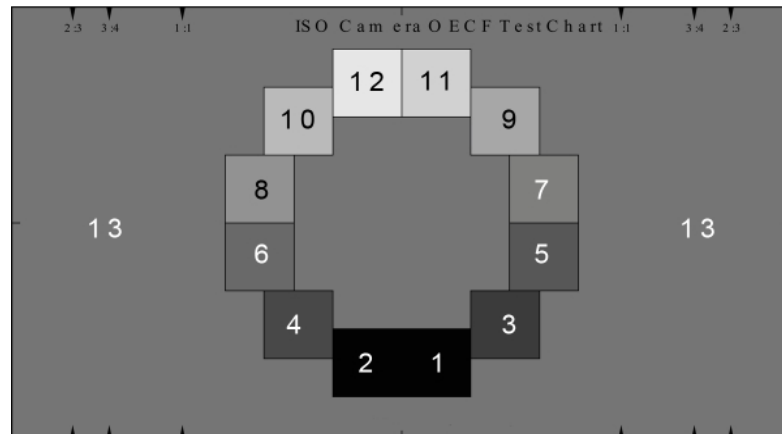


图 10 ISO 14524 测试图卡

6.4.7.2 测试方法

按照6.1.1搭建测试环境；并依照6.1.3的测试步骤拍摄图像；
取图像中的灰阶块1到12，并得到他们的平均亮度值，套用伽马公式（4），得到非线性校正值（伽马校正值）。

伽马公式如下：

$$Y_{output} = AY_{input}^{\gamma} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

Y_{output} ——输出图像亮度值

Y_{input} ——输入图像亮度值

γ ——伽马值

A——为常数，通常为1

为简便计算，可将上式转化如下：

$$\gamma = \log_{10} Y_{average} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Gamma} = \frac{1}{\gamma} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$Y_{average}$ ——灰阶块1到12的平均亮度值；

Γ ——伽马校正值

6.4.8 自动曝光测试

6.4.8.1 测试环境和图卡

自动曝光作为图像成像的重要基础功能，对图像的亮度正常呈现起决定性作用，特别是面对比较恶劣的环境光线时（暗光、强光、逆光），是否可以保证所拍对象的亮度稳定在可清晰辨识的程度，避免过曝或者欠曝。

自动曝光测试分为暗光、办公室、强光和逆光四种测试场景。其中暗光参考卧室常规光照度，设定在 30lx；办公室环境照度度设定在 300lx，室内强光照度设定在 1000lx，室外强光照度设定在 8000lx 以上。考虑到现实中会遇到逆光的使用场景，设定逆光场景中拍摄物/图卡的光照度在 300lx，背景光照度在 5000nit 以上。

6.4.8.2 测试图卡

图卡：24 色图卡

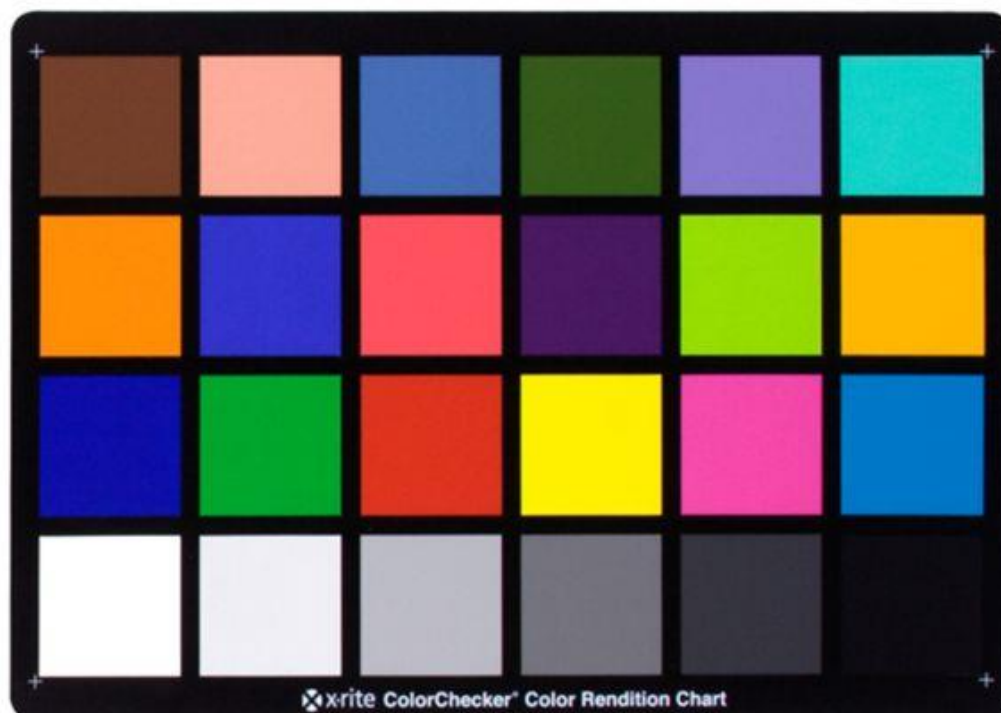


图 11 24 色图卡

6.4.8.3 测试方法

按照 6.1.1 搭建测试环境：

暗光场景、办公室场景、强光场景按照 6.1.3 测试步骤拍摄图像，取图像中的第 22 色块的平均亮度值，判断自动曝光是否满足标准要求。

逆光实验室测试：将 24 色图卡平贴到 LED 均匀光板上，图卡前面的左右两侧放置 LED 灯架，设定亮度使得照度计测试的图卡亮度在 $500lx$ ，调节均匀光板的亮度并使用照度计采集照度，保证均匀光板的照度在 $5000Nit$ ，调节摄像头与图卡的距离和位置，使得图卡在像面中的呈现约占整个图像像面中的 50%，拍摄图像，取图像中的第 22 色块的平均亮度值，判断自动曝光是否满足标准要求。测试环境搭建如图 11。



图 12 实验室测试环境示意图

6.4.9 色彩均匀性测试

6.4.9.1 测试工具

a) 测试工具：照度计，灯箱，均光片/均光板

6.4.9.2 测试方法

按照 6.1.1 搭建测试环境，被测设备摄像头距离均匀灯箱前方 1-2cm，非均匀灯箱需在摄像头前面放置均光片或者均光板，并镜头在光源的中心区域，摄像头设置最大分辨率进行拍照，保存的图像依据以下步骤和公式计算均匀性。

在整体视场中选定四个边角 A、B、C、D（像面中心与对角线上 0.9 视场处）及中心 E 处区域矩形，见图 13（矩形长宽为被测设备输出图像像面长边像素数量及宽边像素数量的 1/10）。

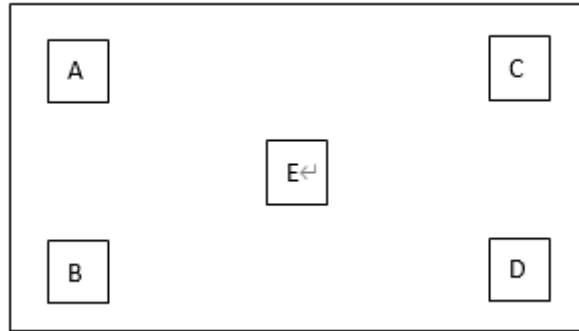


图 13 色彩均匀性像面提取区域示意图

- 1) 分别计算每个区域的平均 R,G,B 的值 ($Mean_{A-R}, Mean_{A-G}, Mean_{A-B}, Mean_{B-R}, Mean_{B-G}, Mean_{B-B}, Mean_{C-R}, Mean_{C-G}, Mean_{C-B}, Mean_{D-R}, Mean_{D-G}, Mean_{D-B}, Mean_{E-R}, Mean_{E-G}, Mean_{E-B}$)
- 2) 分别计算每个区域的平均 R 值/平均 G 值, 平均 B 值/平均 G 值

$$K_{x-R/G} = Mean_{x-R} / Mean_{x-G} \cdots \cdots (7)$$

$$K_{x-B/G} = Mean_{x-B} / Mean_{x-G} \cdots \cdots (8)$$

式中:

$K_{x-R/G}$ ——每个区域（四角及中心）平均 R/平均 G;

$K_{x-B/G}$ ——每个区域（四角及中心）平均 B/平均 G;

x 分别代表区域 A, 区域 B, 区域 C, 区域 D, 区域 E;

- 3) 将四角四个区域的 $K_{x-R/G}$ 和 $K_{x-B/G}$ 除以中心区域的 $K_{E-R/G}$ 和 $K_{E-B/G}$

$$J_{i-R/G} = K_{i-R/G} / K_{E-R/G} \cdots \cdots (9)$$

$$J_{i-B/G} = K_{i-B/G} / K_{E-B/G} \cdots \cdots (10)$$

式中:

$J_{i-R/G}$ ——每个区域（四角）的 R/G 均匀值;

$J_{i-B/G}$ ——每个区域（四角）的 B/G 均匀值;

i 分别代表区域 A, 区域 B, 区域 C, 区域 D;

6.4.10 白平衡测试

白平衡的准确是确保获得与现实画面色彩相同的重要基础。其通过对白色被摄物的颜色还原, 从而得到拍摄物的其他色彩的准确还原。在现实中, 摄像头要在任何光线下尽量保证白色的准确性。

6.4.10.1 测试工具和图卡

b) 测试工具: 照度计, 灯箱

c) 图卡: 24 色图卡

6.4.10.2 测量方法

按照6.1.1搭建测试环境,调整所需要的色温和照度后,拍摄图像。选择图像中图卡的第19~24色块,将色块中的R, G, B数值换算为 L^* , a^* , b^* , 依据以下公式计算得到 ΔE_{00} , ΔC_{00} 的值。

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (11)$$

$$\Delta C_{00} = \left[\left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (12)$$

式中:

ΔE_{00} ——包含亮度在内的颜色误差

ΔC_{00} ——不包含亮度的颜色误差

K_L , K_C 和 K_H 为系数,一般默认为1

S_L , S_C , S_H 与 $\Delta L'$, $\Delta C'$, $\Delta H'$ 如下

$$S_L = 1 + \frac{[0.015(L'-50)]^2}{[20+(L'-50)^2]^{\frac{1}{2}}} \dots \dots \dots (13)$$

$$S_C = 1 + 0.045C' \dots \dots \dots (14)$$

$$S_H = 1 + 0.015C'T \dots \dots \dots (15)$$

$$\Delta L' = L'_T + L'_S \dots \dots \dots (16)$$

$$\Delta C' = C'_T + C'_S \dots \dots \dots (17)$$

$$\Delta H' = 2(C'_T C'_S)^{\frac{1}{2}} \sin\left(\frac{\Delta h'}{2}\right) \dots \dots \dots (18)$$

$$\Delta h' = h'_T + h'_S \dots \dots \dots (19)$$

$$L' = L^* \dots \dots \dots (20)$$

$$a' = (1 + G)a^* \dots \dots \dots (21)$$

$$b' = b^* \dots \dots \dots (22)$$

$$C' = (a'^2 + b'^2)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (23)$$

$$h' = \tan^{-1}\left(\frac{b'}{a'}\right) \dots \dots \dots (24)$$

其中G和T计算如下:

$$G = 0.5 - 0.5 \left(\frac{C_{TS}^{*7}}{C_{TS}^{*7} + 25^7} \right)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (25)$$

$$T = 1 - 0.17 \cos(h' - 30) + 0.24 \cos(2h') + 0.32 \cos(3h' + 6) - 0.20 \cos(4h' - 63) \quad (26)$$

$$C_T^* = \{(a_T^*)^2 + (b_T^*)^2\}^{\frac{1}{2}} \quad (27)$$

$$C_S^* = \{(a_S^*)^2 + (b_S^*)^2\}^{\frac{1}{2}} \quad (28)$$

$$C_{TS}^* = \frac{C_T^* + C_S^*}{2} \quad (29)$$

R_T 计算如下

$$R_T = -\sin(2\Delta\theta) R_C \quad (30)$$

$$R_C = -2 \left(\frac{C'_{TS}}{C'_{TS} + 25} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (31)$$

$$C'_{TS} = (C'_T + C'_S)^{\frac{1}{2}} \quad (32)$$

$$\Delta\theta = -30 \exp \left\{ - \left[\frac{h' - 275}{25} \right]^2 \right\} \quad (33)$$

以上计算式中的下标S和T分别代表标准值和测试值。

6.4.11 色彩还原测试

色彩还原因不同光线会有不同表现,评价时需要针对不同光源做测试,全面检验色彩还原的准确程度。除此之外,由于微型计算机的使用场景大部分是视频会议,人脸的出现比率很高,故特别针对不同肤色颜色,定义一些相近色块坐标,并进行评价,期望肤色还原能够更加准确。

6.4.11.1 测试图卡

a) 图卡: Digital ColorChecker SG 色卡



图 14 Digital ColorChecker SG 色卡

6.4.11.2 测试方法

按照6.1.1搭建测试环境，并按照6.1.3的测试步骤进行测试。

拍摄图像后，选择图像中的对应色块，将选中色块中的R, G, B数值换算为L*, a*, b*, 依据白平衡的公式以及以下公式计算得到 ΔE_{00} , ΔC_{00} , Δh 的值。

$$\Delta h = \left| \tan^{-1} \frac{b_T^*}{a_T^*} - \tan^{-1} \frac{b_S^*}{a_S^*} \right| \dots \dots \dots (34)$$

式中：

Δh ——为肤色误差

下标 S 和 T 分别代表标准值和测试值。

6.4.12 色彩饱和度测试

一般来说图像色彩的饱和度比实际物体的饱和度会高一点，因此在正常光照下色彩的规格会设定略高饱和。但饱和度的增加也会导致在高饱和度的物体中增加颜色错误和细节丢失，而在低照度场景中，不设定太高的饱和度，使得影像比较自然，同时可降低噪点的产生。

6.4.12.1 测试图卡

a) 图卡：Digital ColorChecker SG 色卡

6.4.12.2 测试方法

按照6.1.1搭建测试环境，并按照6.1.3的测试步骤进行测试。

拍摄图像后，选择图像中年对应的色块，将选中色块中的R，G，B数值换算为L*, a*, b*，依据以下公式计算得到饱和度的值。

$$\text{Mean saturation} = 100\% \times \frac{\text{mean}\left(\sqrt{a_T^{*2} + b_T^{*2}}\right)}{\text{mean}\left(\sqrt{a_S^{*2} + b_S^{*2}}\right)} \dots\dots\dots (35)$$

式中：

Mean saturation——为色彩饱和度。

下标 S 和 T 分别代表标准值和测试值。

6.5 温度循环运行测试

6.5.1 测试的环境条件

- a) 测试工具：试验箱需具有监测温度湿度条件传感器，温度容差±2° C，湿度容差±3%相对湿度
- b) 温度范围：0° C至40° C
- c) 湿度条件：0%相对湿度~85%相对湿度
- d) 驻留时间：8小时
- e) 温度斜坡率：20° C/小时
- f) 循环次数：2个循环

6.5.2 测试方法

- a) 将试验箱的环境设定为25° C和50%的湿度，将被测设备开机显示后放入试验箱中；
- b) 将试验箱用4个小时从25° C下降到0° C后，再保持8个小时；
- c) 将试验箱用4个小时从0° C升温至40° C和湿度升至85%后，再保持8个小时；
- d) 将试验箱用4个小时从40° C降温至0° C后，再保持 8 小时；
- e) 将试验箱用4个小时从0° C升温至40° C和湿度降低至10%，再保持8个小时；
- f) 以上步骤为一个循环，重复以上步骤，一共操作两个循环；
- g) 测试完成后将被测设备移出试验箱，在常温下进行恢复4小时。

表7 温度测试要求

时间 ^h	温度 ^{°C}	相对湿度 [%]
0 ^h	25 ^{°C}	50 [%]
4 ^h	0 ^{°C}	不控制 [%]
12 ^h	0 ^{°C}	不控制 [%]
16 ^h	40 ^{°C}	85 [%]
24 ^h	40 ^{°C}	85 [%]
28 ^h	0 ^{°C}	不控制 [%]
36 ^h	0 ^{°C}	不控制 [%]
40 ^h	40 ^{°C}	10 [%]
48 ^h	40 ^{°C}	10 [%]

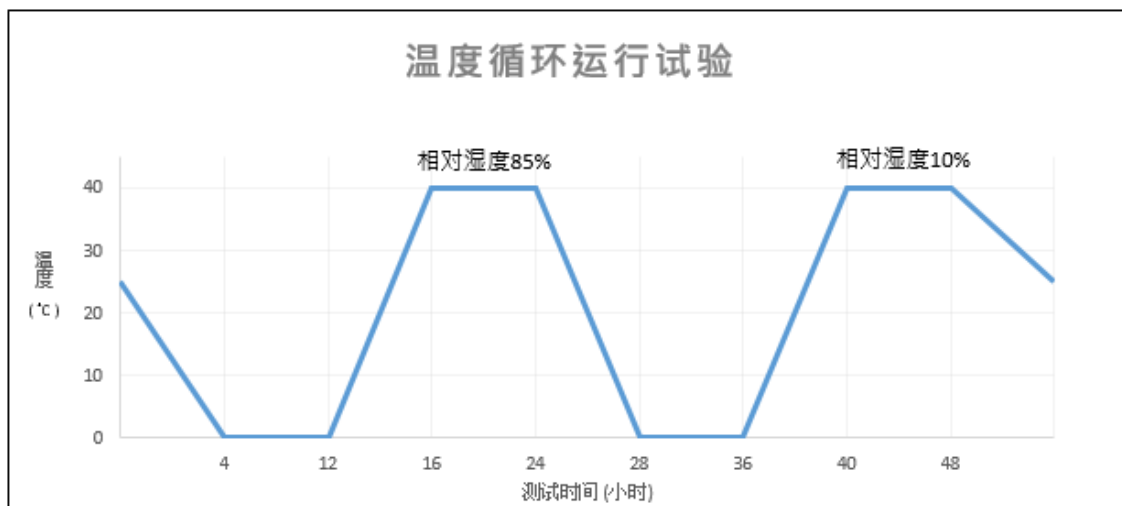


图15 温度循环运行试验

6.6 温度循环储存试验

6.6.1 测试的环境条件

- 测试工具：试验箱需具有监测温度湿度条件传感器，温度容差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度容差 $\pm 3\%$ 相对湿度
- 温度范围： -20°C 至 60°C
- 湿度条件：0%相对湿度~85%相对湿度
- 驻留时间：6小时
- 温度斜坡率： $20^{\circ}\text{C}/\text{小时}$
- 循环次数：4个循环

6.6.2 测试方法

- 将试验箱的环境设定为 25°C 和50%的湿度，将被测设备放入试验箱中保持2小时；
- 将试验箱用2个小时将温度从 25°C 升至 60°C ，湿度从50%升至85%后，再保持6个小时；
- 将试验箱用4个小时将温度从 60°C 降至 -20°C 后，再保持6个小时；
- 将试验箱用4个小时将温度从 -20°C 升至 25°C ，湿度降至50%；
- 以上步骤为一个循环，重复以上步骤，一共操作两个循环；
- 测试完成后将被测设备移出试验箱，在常温下进行恢复4小时。

表8 温度循环储存测试要求

时间 ^h	温度 ^{°C}	相对湿度 [%]
0 ^h	25 ^{°C}	50 [%]
2 ^h	25 ^{°C}	50 [%]
4 ^h	60 ^{°C}	85 [%]
10 ^h	60 ^{°C}	85 [%]
14 ^h	-20 ^{°C}	不控制 [%]
20 ^h	-20 ^{°C}	不控制 [%]
24 ^h	25 ^{°C}	50 [%]

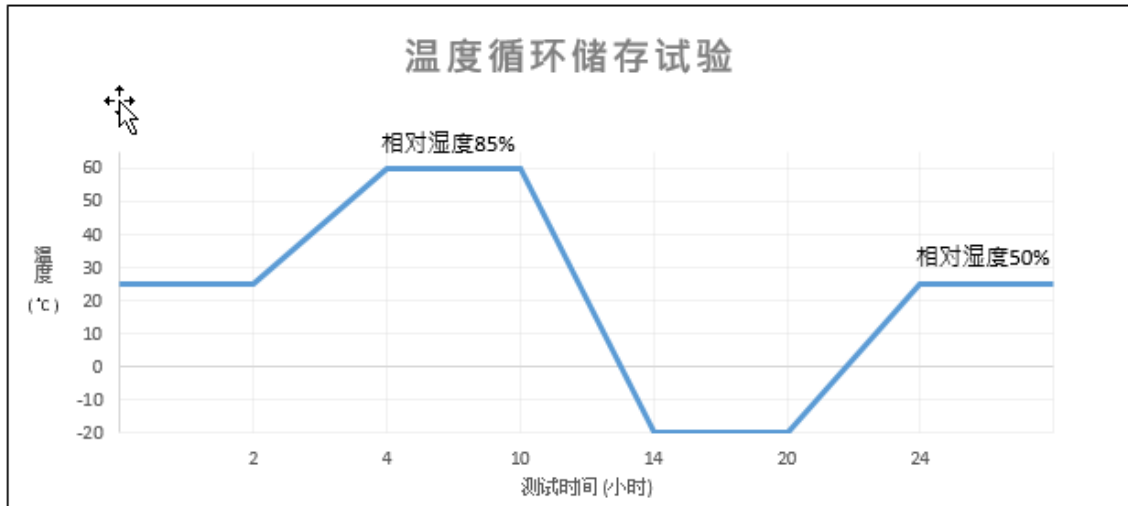


图16 温度循环运行试验

6.7 高湿高温储存试验

6.7.1 测试的环境条件

- 测试工具：试验箱需具有监测温度湿度条件传感器，温度容差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度容差 $\pm 3\%$ 相对湿度
- 温度条件： 60°C
- 湿度条件：85% 相对湿度
- 驻留时间：96小时

6.7.2 测试方法

- 将试验箱的环境设定为 25°C 和50%的湿度，将被测设备放入试验箱中；
- 将试验箱用1个小时将温度从 25°C 升至 60°C ，湿度从50%升至85%后，再保持96个小时；
- 将试验箱用1个小时将湿度从85%降至50%，温度保持在 60°C ；
- 将试验箱用1个小时将温度从 60°C 降至 25°C ；
- 测试完成后将被测设备移出试验箱，在常温下进行恢复4小时。

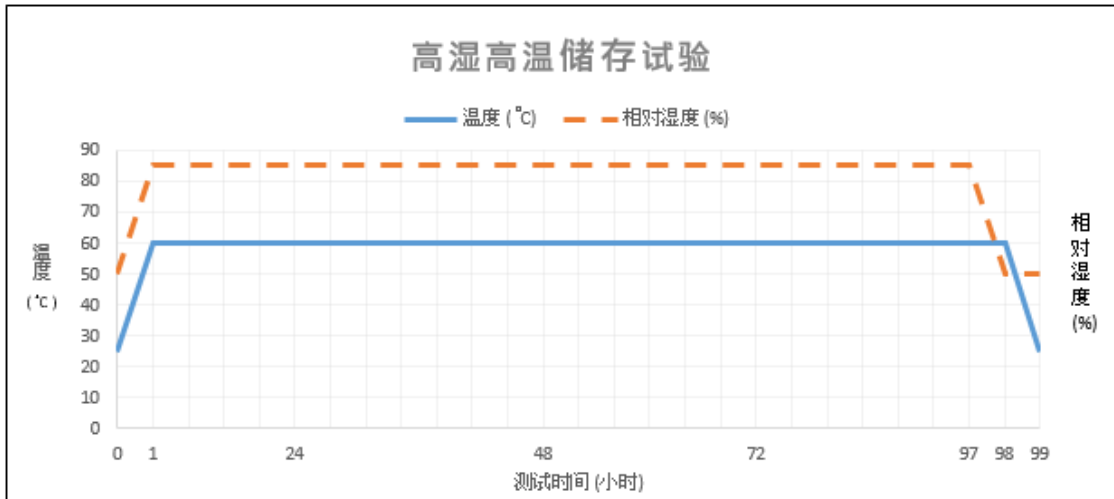


图17 高温高湿储存试验图

6.8 震动试验

6.8.1 测试的环境条件

- a) 测试工具: 振动测试仪
 - b) 频率范围: 5~200赫兹
 - c) 加速度幅值: 5米/秒平方
 - d) 震动时间: X/Y/Z三个方向各30分钟
 - e) 震动方向: X/Y/Z三个方向
- 轴向定义: 一般定义长边为 X 轴向, 短边为 Y 轴, 上下为 Z 轴

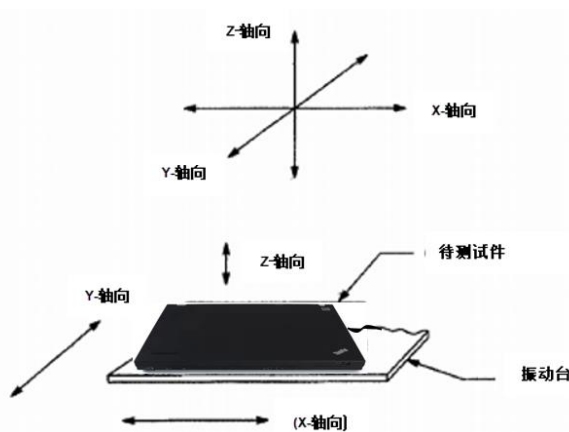


图18 震动试验轴向定义图

6.8.2 测试方法

- a) 将待测设备平放在振动台台面上, 待测设备的中心要尽量接近台面的中心, 保证振动台的振动(水平或垂直)能够传送到待测设备;

- b) 将待测设备用固定压杆固定好；
- c) 将振动台频率参数设定在 5~200 赫兹，加速度设置 5 米/秒平方
- d) 按照图示对待测设备 X/Y/Z 三个轴向分别进行摆放，每个轴向震动测试各 30 分钟。

6.9 冲击试验

6.9.1 测试的环境条件

- a) 测试工具：冲击机
- b) 峰值加速度：300 米/秒平方（等于 30.59G 冲击力）
- c) 脉冲持续时间：11 毫秒
- d) 速度变化量：半正弦波
- e) 震动方向：六个面



图19 冲击试验轴向定义图

6.9.2 测量方法

- a) 将被测设备平放于冲击机台面上；
- b) 将被测设备用固定压杆固定好；
- c) 将冲击机峰值加速度设定为300米/秒平方，脉冲持续时间设定为11毫秒，速度变化量设定为半正弦波；
- d) 按照图示分为6个面按照顺序分别进行测试。

6.10 压力测试

6.10.1 静态压力测试

6.10.1.1 测试条件

- a) 测试力量：30kgf
- b) 测试工具：0 级大理石平台，压力测试仪，直径为 30mm 的橡胶头（硬度 80 deg.Shore-A），计

时器，3D 坐标仪

c) 恒定作用力持续时间：每个测试点持续压力 10 秒钟

6.10.1.2 测试程序

- a) 将被测设备合盖平放在 0 级大理石台面上；
- b) 测试压头需尽量平贴在测试点的上方，测试点一共 3 个，分别位于摄像头镜头中心对应的机壳上表面位置，及摄像头模组左右两侧边缘对应的机壳上表面位置；
- c) 将压力测试仪垂直下压开始施加压力；
- d) 当压力测试仪显示力量值达到 30kgf 时停止加力并保持当前压力；
- e) 开启计时器至 10s 的时间停止压力测试；
- f) 将压力测试仪的压头放松移开被测设备的测试点；
- j) 重复以上操作步骤继续测试下一个测试点，直到完成 3 个测试点的测试。

6.10.1.3 测试点说明

- a) 测试点 1：摄像头镜头中心对应的机壳上表面位置
- b) 测试点 2：摄像头模组左边缘对应的机壳上表面位置
- c) 测试点 3：摄像头模组右边缘对应的机壳上表面位置

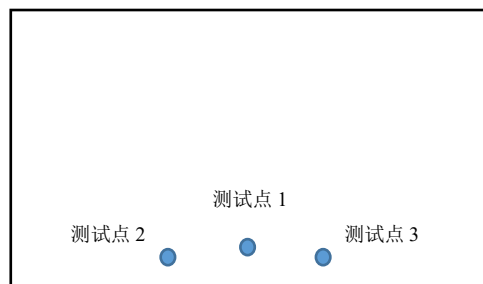


图20 静态压力测试点位置图



图21 静态压力测试机示意图

6.10.2 动态压力测试

6.10.2.1 测试条件

- a) 测试力量：10kgf
- b) 测试工具：0级大理石平台，压力测试仪，直径为30mm的橡胶头（硬度80 deg. Shore-A），3D坐标仪
- c) 测试次数：2000次

6.10.2.2 测试方法

- a) 将0级大理石台面上摆放4个直径为25mm的圆柱形橡胶头（硬度80 deg. Shore-A）分别位于被测器件底部四角对应的位置，将被测设备平放至4个橡胶头上方保持和台面平行；
- b) 在摄像头镜头中心对应底部放置1个直径为30mm的圆柱形橡胶头（硬度80 deg. Shore-A）；
- c) 用直径为30mm的橡胶头（硬度80 deg. Shore-A）按压摄像头镜头中心位置对应的机壳上表面位置（和被测器件底部放置的橡胶头对齐），正常速度为0.1毫米/秒，当3秒内减重超过100克力时需要对设备进行校准或调整；
- d) 参数符合要求之后开始测试，0.5Hz到2Hz重复2000次。

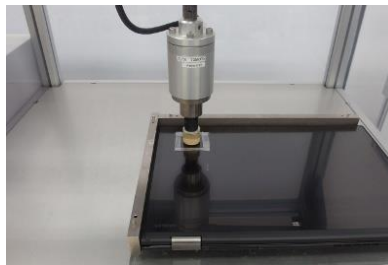


图22 动态压力测试机示意图

6.10.3 开合测试

6.10.3.1 测试条件

- a) 测试力量：500gf
- b) 测试工具：压力测试仪，直径为30mm的橡胶头（硬度80 deg. Shore-A）
- c) 测试次数：25000次

6.10.3.2 测试方法

a) 测试前准备：将被测设备放置在平整测试台上打开上盖，如果打开上盖时底部与平面接触，需要摆放一个平整的垫块将被测器件垫起，让上盖底部打开时不会与平面接触。



图23 开合测试前准备示意图

b) 当被测设备上盖可以打开至 165 度以上时按照此项要求进行测试：将被测器件开机并显示，从完全闭合的状态打开上盖到最大角度（上盖和平面角度保持在 0-15°）用 2 秒钟，再把上盖从最大角度到完全闭合用 2 秒钟，保持闭合状态 5 秒钟，一个循环共需要 9 秒钟。重复 25000 次循环；



图 24 开合测试角度图

c) 当被测器件上盖可以打开的最大角度小于 165 度时按照此项要求进行测试：将机器开机并显示，从完全闭合的状态打开到能使用推力计用 500gf 的力推摄像头镜头中心的位置至最大角度（上盖和平面的角度在 0-15°）用 2 秒钟，再用推力计用 500gf 的力推摄像头镜头中心对应的上盖位置到完全闭合用 2 秒钟，保持闭合状态 5 秒钟，一个循环共需要 9 秒钟。重复 25000 次循环；

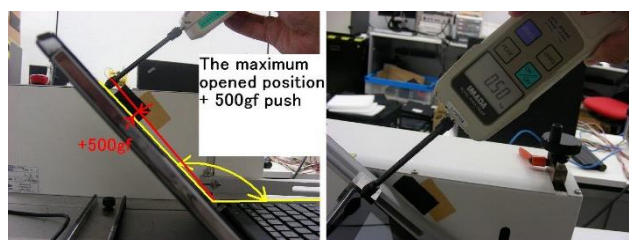


图 25 开合测试图

附录 A

(规范性)

色卡色块代号与实际图卡对应关系

A.1 色卡与图卡对应关系

Digital ColorChecker SG 色卡，其色块代号与实际图卡对应关系如下：



1	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	N1
2	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2	I2	J2	K2	L2	M2	N2
3	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	H3	I3	J3	K3	L3	M3	N3
4	A4	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H4	I4	J4	K4	L4	M4	N4
5	A5	B5	C5	D5	E5	F5	G5	H5	I5	J5	K5	L5	M5	N5
6	A6	B6	C6	D6	E6	F6	G6	H6	I6	J6	K6	L6	M6	N6
7	A7	B7	C7	D7	E7	F7	G7	H7	I7	J7	K7	L7	M7	N7
8	A8	B8	C8	D8	E8	F8	G8	H8	I8	J8	K8	L8	M8	N8
9	A9	B9	C9	D9	E9	F9	G9	H9	I9	J9	K9	L9	M9	N9
10	A10	B10	C10	D10	E10	F10	G10	H10	I10	J10	K10	L10	M10	N10
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N

gray patch warm patch

skin tone patch cool patch