

# 团 体 标 准

T/ZTCA 001—2021

## 近眼显示系统检测装置 技术要求和检验方法

Technical Requirements and Testing Methods of  
Inspection Device for Near-eye Display System

2021—08—17 发布

2021—09—01 实施

中关村检验检测认证产业技术联盟 发布



## 目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语、定义.....	1
4 系统构成.....	2
5 基本要求.....	3
6 检验方法.....	3
7 检验规则.....	8
8 标志、包装、运输和贮存.....	9
附录 A（资料性） 标识图.....	11

## 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。

本文件由中关村检验检测认证产业技术联盟提出。

本文件由中关村检验检测认证产业技术联盟归口。

本文件起草单位：北京市计量检测科学研究院、中国计量大学和杭州彩谱科技有限公司。

本文件主要起草人：刘圆、刘佳畅、陈亮、徐睿、杨硕、刘燕、袁琨。

# 近眼显示系统检测装置技术要求和检验方法

## 1 范围

本文件适用于近眼显示系统检测装置的系统组成、功能要求、性能要求、安全要求、试验方法和验收方法。本文件仅针对近眼显示系统检测装置的光学测量性能和电气安全性能进行规定，机械控制部分的性能不做要求。

本文件适用于近眼显示系统检测装置的生产、制造和使用等。

本文件不承担识别专利的责任。

## 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。

GB/T 4315.1-2009 光学传递函数 第1部分：术语、符号

GB/T 13742-2009/ISO 11421:1997 光学传递函数测量准确度

GB/T 38247-2019 信息技术 增强现实 术语

GB/T 38259-2019 信息技术 虚拟现实头戴式显示设备通用规范

GB/T 15479-1995 工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法

GB/T 191-2008 包装储运图示标志

GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件

GB/T 2829-2002 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）

GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

JJG 754-2005 光学传递函数 测量装置检定规程

IEC 63145-20-10 Eyewear display - Part 20-10: Fundamental measurement methods - Optical properties 基本测量方法：光学性能

IEC 63145-20-20 Eyewear display - Part 20-20: Fundamental measurement methods - Image quality 基本测量方法：图像质量

IEC 63145-22-10 Eyewear display - Part 22-10: Specific measurement methods for AR type - Optical properties AR眼镜的特殊测量方法：光学性能

ISO/CIE 19476 Characterization of the Performance of Illuminance Meters and Luminance Meters 照度计和亮度计的性能表征方法

ISO 9335-1995 光学和光学仪器—光学传递函数—原理和测量过程

ISO 9241-305 Ergonomics of human-system interaction - Part 305: Optical laboratory test methods for electronic visual displays 人机交互作用的人类工效学.第305部分：电子可视显示器用光学实验室方法

## 3 术语、定义

下列术语和定义适用于本文。

### 3.1 近眼显示系统 Near-eye Display System

近眼显示系统是一种能够通过融合数字信息和现实世界，使用户沉浸在虚拟世界（VR）或增强现实世界（AR）的头戴式技术。近眼显示系统响应头部运动，允许对象操作和交互。

### 3.2 视场角 field of view (FOV)

近眼显示设备所形成的图像中，人眼可观察到图像的边缘与观察点（人眼瞳孔中心）连线的夹角。

**注 1：**包括水平视场角、垂直视场角、对角线视场角。

**注 2：**默认为单眼视场角，未加特殊说明时指左右两个边缘与单个观察点的夹角，即水平视场角。

**注 3：**默认视场角为特定出瞳距离时候出瞳直径中心位置下的测量值，如果未给出瞳距离，默认视场角为出瞳距离为 10mm 时出瞳直径中心位置下的测量值。

### 3.3 调制传递函数 modulation transfer function (MTF)

光学传递函数的模量。

## 4 系统构成

近眼显示系统检测装置（以下简称检测装置）用于对 AR 或 VR 等近眼显示系统的性能指标检测，主要由光学测量模块、机械控制模块、计算机和测控软件组成，其结构框图如图 1 所示。

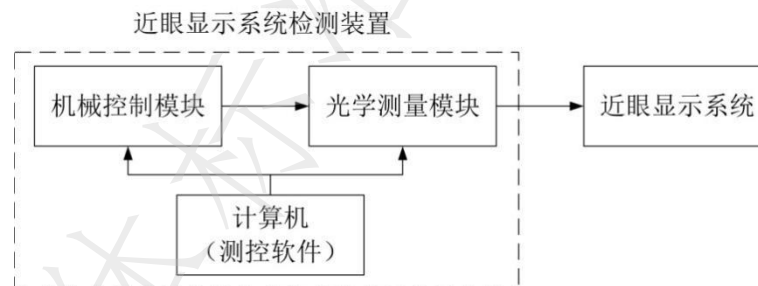


图 1 近眼显示系统检测装置结构框图

光学测量模块的基本构成应包括镜头和二维成像器件（如 CCD 等）来模拟人眼视网膜成像，同时可采用与光谱光度计联用，或采用光谱响应性符合视见函数或颜色匹配函数的探测器的方式，实现对光度或色度的检测。

机械控制模块实现对光学测量模块相对于近眼显示设备的运动控制（某些装置采用对样品台进行运动控制的方式），包括在 XYZ 三维方向的平移控制和方位、俯仰两个方向的角度旋转控制，5 轴运动方向示意图如图 2 所示。

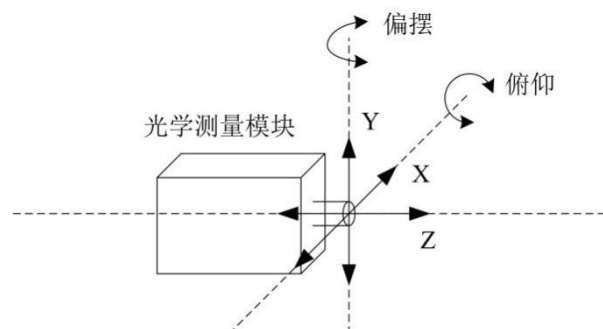


图 2 5 轴运动方向示意图

## 5 技术要求

### 5.1 外观和结构

近眼显示系统检测装置的外观应无锈蚀、锈斑、裂纹、褪色、污迹、变形、镀涂层脱落，亦无明显划痕、毛刺；塑料件应无起泡、开裂、变形；结构件与控制组件应完整，无机械损伤。

铭牌应有清晰耐久的铭牌标志。铭牌应安装在主机外表面的醒目位置，铭牌尺寸应与主机结构尺寸相适宜。

近眼显示系统检测装置的入瞳位置应由厂家或供应商提供，入瞳直径应设置在 2mm 到 5mm。

### 5.2 安全要求

#### 5.2.1 绝缘电阻

在正常工作条件下，被测检测装置的绝缘电阻应不小于 20M $\Omega$ 。

#### 5.2.2 绝缘强度

在正常工作条件下，被测检测装置应能承受 1500V 交流有效值连续 1min 的电压试验，不应出现飞弧和击穿现象。

### 5.3 通用计量性能要求

#### 5.3.1 视场角测量范围和示值误差

测量范围至少应满足 0°~120°，示值误差不超过 $\pm 1^\circ$ 。

#### 5.3.2 MTF 测量示值误差

被测检测装置对 AR 系统的透射 MTF 进行测量时，相对示值误差不超过 $\pm 1.8\%$ 。

**注：**对仅用于 VR 系统检测或仅具有 VR 系统检测功能的装置不作此项要求。

### 5.4 亮度计量性能要求

亮度测量的相对示值误差不超过 $\pm 2\%$ 。

亮度计的测量范围：0.2cd/m<sup>2</sup>-2000cd/m<sup>2</sup>。

### 5.5 色度计量性能要求

色坐标  $x$ ,  $y$  测量的示值误差不超过 $\pm 0.003$ 。

色度计应能在亮度小于 2cd/m<sup>2</sup> 时，测量屏幕上小面积色度坐标，推荐采用分光型色度计。

## 6 检验方法

### 6.1 检验条件

#### 6.1.1 环境条件

除有规定外，所有试验应在检验设备和被测检测装置足够预热后，在下述条件下进行：

——温度：22℃~28℃；

——相对湿度：25%~85%；

——大气压：86 kPa~106 kPa。

对光学指标的检测应在暗室中进行。

当使用不同的环境条件时，应在规范中详细报告。

### 6.1.2 电源

为了稳定被测检测装置的性能，应根据被测检测装置的规格调整驱动被测样品的电源。

注：当被测检测装置由电池驱动时，可忽略电源波动的影响。

### 6.1.3 预热时间

校验设备的光学性能受器件瞬态温度行为的影响，需要经过一定的时间，校验设备的亮度输出才能达到稳定状态。如果亮度输出不在 $\pm 3\%$ 的变化范围内，则应报告。在测量过程中，所有测量条件应保持不变。

注意，如果测量结果不稳定，则可能是受到校验设备输出波动和/或光学测量模块的波动（如噪声）的影响。

## 6.2 检验设备

### 6.2.1 500V 绝缘电阻表

### 6.2.2 耐压测试仪

产生的试验电压应为正弦波形，其失真系数不大于 5%，频率为  $50\text{Hz} \pm 2.5\text{Hz}$ 。

### 6.2.3 校验设备

一套基本光学性能参数已知的近眼显示设备，用于对被测检测装置的视场角、MTF、亮度、色度等光学指标检测性能的检验。校验设备可以为性能稳定的 VR 设备或 AR 设备，眼点位置已知，配有试验软件，可控制校验设备中显示所需的测量标识图形；其基本光学指标是通过官方认可的机构在规定的测量条件下测量得到的公认值，作为相应指标的标准值；其畸变校正后的全视场角为  $120^\circ$ 。

试验所用的测试图形见附录 A。被测的近眼显示系统检测装置的测控软件所用测试图形可参照但不限于本标准的附录 A 中所示的测试图形。

### 6.2.4 MTF 测试标准装置

MTF 测试标准装置用于对被测近眼显示系统检测装置的 MTF 测量误差的检验，由标准镜头、测试图样和一个辐射源组成。

#### a) 标准镜头

标准镜头由包含一个平面的单个或多个透镜组成，标准镜头的测量应严格按照规定的测量条件进行，其 MTF 的实测值与理论的 MTF 计算值之间的偏差不大于 0.05。

注：标准镜头通常结构简单，性能受到严格规定。例如一般使用的是 50mm 焦距的平凸标准镜头。

#### b) 测试图样

采用附录 A.3 所示的 MTF 测试图形，其空间频谱已知，几何形状明确。

#### c) 辐射源

光源的光谱发射以及在全空间的辐射分布在测量过程中应保持恒定，使测试图样被均匀照射。

## 6.3 外观和结构检查

用目测法和触摸法进行外观和结构检查，应符合 5.1 的要求。

## 6.4 安全试验

### 6.4.1 绝缘电阻

被测检测装置的电源插头不接入电网，电源开关置于接通位置，用绝缘电阻表在电源插头的相、中、联线与地线之间，施加 500V 直流试验电压，稳定 5s 后，测量绝缘电阻。

### 6.4.2 绝缘强度

被测检测装置的电源插头不接入电网，电源开关置于接通位置，将耐电压测试仪的输出电流置于 5mA 档，在电源插头的相、中、联线与地线之间施加试验电压，试验电压应在 5s~10s 内从零开始逐渐上升到 1500V，并保持 1min，然后在 5s~10s 内平稳下降到零。

## 6.5 通用计量性能试验

### 6.5.1 视场角测量范围和示值误差

#### 6.5.1.1 概述

本条是测量视场角测量范围和示值误差。

#### 6.5.1.2 测量方法

##### (1) 测量条件

测量设备：校验设备。

测试框图如图 3 所示。

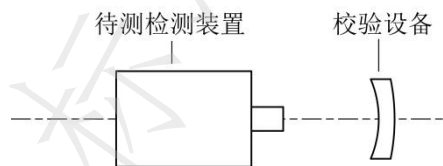


图 3 测试框图

##### (2) 测量步骤

测量步骤如下：

- 调整被测检测装置的入瞳位置与校验设备的眼点位置相匹配。
- 试验软件控制校验设备全屏显示纯白图像。
- 按照使用说明书用待测检测装置测量校验设备中显示图像的视场角，得到测量值。

#### 6.5.1.3 结果表示

视场角测量示值误差用  $\Delta A_h$  表示，按下式计算：

$$\Delta A_h = A_h - A_{h0} \quad (1)$$

式中： $\Delta A_h$  ——视场角示值误差；

$A_h$  ——视场角测量值；

$A_{h0}$  ——视场角标准值。

报告中应包含以下内容：

- 检测装置的视场角测量标准（亮度、色度或对比度）及边界限值；
- 所用的眼点位置（出瞳距离），Z 轴位置；
- 被测检测装置的类型和光阑尺寸；
- 机械控制系统的精度；
- 如必要可说明所用的测量修正方法。

## 6.5.2 MTF 测量示值误差

### 6.5.2.1 概述

本条是测量 MTF 测量示值误差。

### 6.5.2.2 测量方法

#### (1) 测量条件

测量设备：MTF 测试标准装置，其中测试图样如附录 A.3 所示。

测试框图：

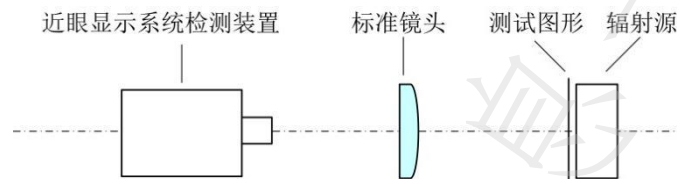


图 4 MTF 测试框图

#### (2) 测量步骤

测量步骤如下：

- 将辐射源、测试图样、标准镜头和被测检测装置按图 4 摆放，并调整对齐。
- 打开辐射源。
- 按照使用说明书用待测检测装置依次测量标准镜头在不同空间频率点的 MTF 值，得到测量值。

### 6.5.2.3 结果表示

在各空间频率点的 MTF 测量示值误差用  $\Delta M$  表示，按下式计算：

$$\Delta M = \frac{M_i - M_0}{M_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\Delta M$ ——MTF 测量示值误差；

$M_i$ ——MTF 测量值；

$M_0$ ——MTF 标准值。

注：测量方法参照 JJG 754-2005。

报告中应包含以下内容：

- 被测检测装置的类型和光阑尺寸；
- 所用的眼点位置（出瞳距离），Z 轴位置；
- 机械控制系统的精度。

## 6.6 亮度测量示值误差

### 6.6.1 概述

本条是测量亮度测量示值误差。

### 6.6.2 测量方法

#### (1) 测量条件

测量设备：校验设备。

测试框图：如图 3 所示。

#### (2) 测量步骤

测量步骤如下：

- 将被测检测装置和校验设备置于暗室中。

- b)调整被测检测装置的入瞳位置与校验设备的眼点位置相匹配。  
 c)试验软件控制校验设备中显示依次纯白、纯黑图像。  
 d)按照使用说明书用待测检测装置分别测量校验设备中图像中心点的亮度，得到测量值。

### 6.6.3 结果表示

亮度测量示值误差用 $\Delta L$ 表示，按下式计算：

$$\Delta L = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

$\Delta L$ ——亮度测量示值误差；

$L$ ——亮度测量值；

$L_0$ ——亮度标准值。

报告中应包含以下内容：

- 被测检测装置的类型和光阑尺寸；
- 所用的眼点位置（出瞳距离），Z轴位置；
- 机械控制系统的精度；
- 如必要可说明所用的测量修正方法。

## 6.7 色度测量示值误差

### 6.7.1 概述

本条是测量色度测量示值误差。

### 6.7.2 测量方法

#### (1) 测量条件

测量设备：校验设备。

测试框图：如图3所示。

#### (2) 测量步骤

测量步骤如下：

- a)将被测检测装置和校验设备置于暗室中。  
 b)调整被测检测装置的入瞳位置与校验设备的眼点位置相匹配。  
 c)试验软件控制校验设备中依次显示红、绿、蓝纯色图像。  
 d)按照使用说明书用待测检测装置分别测量校验设备中图像中心点的色坐标，得到测量值。

### 6.7.3 结果表示

色度测量示值误差用 $\Delta x$ ， $\Delta y$ 表示，按下式计算：

$$\begin{aligned} \Delta x &= x - x_0 \\ \Delta y &= y - y_0 \end{aligned} \quad (4)$$

式中：

$\Delta x$ ， $\Delta y$ ——色坐标测量示值误差；

$x$ ， $y$ ——色坐标测量值；

$x_0$ ， $y_0$ ——色坐标标准值。

报告中应包含以下内容：

- 被测检测装置的类型和光阑尺寸；
- 机械控制系统的精度；
- 所用的眼点位置（出瞳距离），Z轴位置；
- 如必要可说明所用的测量修正方法。

## 7 检验规则

### 7.1 一般规定

产品在定型时（设计定型、生产定型）和生产过程中应按本规定和产品标称中的补充规定进行检验，并应符合这些规定的要求。

### 7.2 检验分类

本标准规定的检验分为定型检验和质量一致性检验。

各类检验项目和条目分别按表 1 的规定。若产品标称中有补充的检验项目时，则应将其插入表 1 的相位位置。

表 1 检验项目

检验项目	要求	试验方法	定型检验	质量一致性检验	
				逐批检验	周期检验
外观和结构	5.1	6.3	○	○	○
安全	5.2	6.4	○	○ <sup>a</sup>	○ <sup>a</sup>
通用计量性能	5.3	6.5	○	—	#
亮度计量性能 <sup>b</sup>	5.4	6.6	○	—	#
色度计量性能 <sup>b</sup>	5.5	6.7	○	—	#
“○”表示应检项目；“—”表示不应检项目；“#”表示可选检验的项目。					
<sup>a</sup> 在逐批检验和周期检验中，安全检验仅作接地连续性、接触电流和抗电强度三项。					
<sup>b</sup> 如近眼显示系统检测装置同时具有绝对亮度或绝对色度检测功能，则应满足相应计量性能要求，否则不作要求。					

### 7.3 型式检验

凡遇下列情况之一者，应进行定型检验：

- 新产品完成；
- 设计、材料或工艺上的变更足以引起某些性能发生变化；
- 出厂检验的结果与以前进行的型式检验结果发生不可容许的偏差；
- 定期质量抽查检验。

具体试验要求如下：

- a) 产品在设计定型和生产定型时均应通过定型检验。
- b) 定型检验由产品制造单位质量检验部门或由上级主管部门指定或委托的质量检验单位负责进行。
- c) 定型检验中的可靠性鉴定试验的样品数根据产品批量、试验时间和成本确定，其余检验项目的样品数量为 2 台。
- d) 定型检验中的各检验项目故障的判定和计入方法参见 GB/T38259-2019 附录 A。除可靠性鉴定一项外，其余项目均按以下规定进行。检验中出现故障或某项未通过时，应停止试验。查明故障原因，提出故障分析报告，重新进行该项试验。若在以后的试验中再次出现故障或某项未通过时，在查明故障原因，排除故障，提出故障分析报告后，应重新进行定型检验。
- e) 检验后要提交定型检验报告。

### 7.4 逐批检验

批量生产或连续生产的产品，进行全数检验。检验中，出现任一项不合格时，返修后重新进行检验；

若再次出现任一项不合格时，该台产品被判为不合格产品。逐批检验中性能和外观结构检查，允许按 GB/T 2828.1 进行抽样检验，产品标准中应规定抽样方案和拒收后的处理方法。

逐批检验由产品制造单位的质量检验部门负责进行。

### 7.5 周期检验

连续生产的产品，每年至少进行一次周期检验。

周期检验由产品制造单位的质量检验部门或由产品制造单位指定的通过合格评定国家认可机构认可的检测机构负责进行。

周期检验样品应在逐批检验合格产品中随机抽取，其中可靠性试验的样品数根据产品批量、试验时间和成本确定，其余检验项目的试验样品数为 2 台。

周期检验中检验项目的故障判定和计入方法参见 GB/T38259-2019 附录 A，除可靠性试验外，其余项目的故障处理按以下规定进行。检验中出现故障或任一项未通过时应查明故障原因，提出故障分析报告，经修复后重新进行该项检验。之后，再顺序做以下各项试验，如再次出现故障或某项未通过，在查明故障原因，提出故障分析报告，再经修复后，则应重新进行各项周期检验。在重新进行检验中又出现某一项未通过的情况时，判该产品未通过周期检验。

经过周期检验中的环境试验的样品，应印有标记，一般不应作为合格品出厂。

检验后要提交周期检验报告。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 产品标志和包装

产品应有清晰耐久的铭牌标志。铭牌应安装在主机外表面的醒目位置，铭牌尺寸应与主机结构尺寸相适宜。

标志应包括下列内容：

- 装置名称、型号及规格；
- 装置制造厂名及商标；
- 装置出厂年月及编号；
- 装置执行标准代号。

外包装应体现如下内容：

- 中文产品名称和型号，额定电源电压、电源频率等主要电气参数，结构尺寸、整机重量；
- 制造商名称、详细地址、产品产地、商标或标识；
- 产品所执行的、符合的标准编号及标准名称；
- 包装箱应符合防潮、防尘、防震、运输的要求；
- 单个包装箱内应有使用说明书、保修卡、检验合格证及装箱清单。

### 8.2 运输和贮存

包装件符合运输作业的规定，避免在运输和装卸时包装件内部件产生滑动、撞击和磨损，造成部件损坏。包装后的产品在长途运输时不得装在敞开的船舱和车厢中，中途转运时不得存放在露天仓库中，在运输过程中不允许和易燃、易爆、易腐蚀的物品同车（或其他运输工具）装运，且产品不允许受雨、雪或液体物质的淋袭与机械损伤。

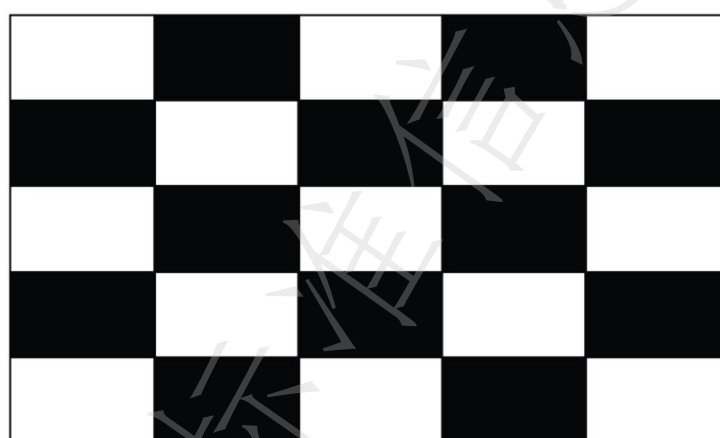
产品贮存时应存放在原包装盒（箱）内，仓库内不允许有各种有害气体、易燃、易爆的产品及有腐

蚀性的化学物品，并且应无强烈的机械振动、冲击和磁场作用。包装箱应垫离地面至少 10cm，距墙壁、热源、冷源、窗口或空气入口至少 50cm。若无其他规定时，贮存期一般应为 6 个月。若在生产厂存放超过 6 个月时，则应重新进行逐批检验。

## 附录 A (资料性) 标识图

### A.1 棋盘图形

棋盘标识图形示例在ISO 9241-305[6]中确定，可用于被测近眼显示系统检测装置与校验设备的光学对准校正，中心为黑色或白色的图形均可被使用。通常情况下使用黑白棋盘图形，如果必要也可使用其他颜色（红、绿、蓝等）的棋盘图形。



注：5×5 棋盘图案有助于在虚拟图像中导航和对焦检测系统

图 A.1 5×5 棋盘图示例

### A.2 纯色图形

全屏充满单一颜色。颜色定义为白色、黑色、红色、绿色和蓝色的显像基色。

### A.3 MTF测试图形

如图所示，不同周期性的黑白等宽线对图形用于测试MTF。空间频率是线对间距的倒数 ( $f_{CPD}=1/P$ )。CPD是通过近眼显示系统观察的每度线对数。至少应在低、中、高3种空间频率（像方空间）下进行MTF测量试验，可参考如下空间频率（像方空间）： $10\text{mm}^{-1}$ ， $30\text{mm}^{-1}$ ， $50\text{mm}^{-1}$ 。



$P$ : 线对间距

$W$ : 线宽

图 A.3 MTF 测试图形示例