

团 体 标 准

T/SUCA 008.5-2022

显示系统视觉舒适度 第 4-1 部分： 投影显示 设备布局及设置要求

Visual comfort of display system—

Part 4-1: Projected display requirements for equipment layout and setup

2022-2-25 发布

2022-2-26 实施

深圳市 8K 超高清视频产业协作联盟 发布

目 次

1 范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	4
4 教育布局要求.....	5
5 家用布局要求.....	7
6 工程布局要求.....	9
7 微投布局要求.....	12
8 拼接显示布局要求.....	12
9 长期使用性能保持要求.....	13
附 录 A （资料性） 投影设备安装位置计算方法.....	14
附 录 B （资料性） 环境光下投影性能的测试.....	15
附 录 C （资料性） 投影终端性能的测试方法.....	16
附 录 D （资料性） 投影设备性能保持评价方法.....	21

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。

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专利的责任。

本文件深圳市8K超高清视频产业协作联盟提出并归口。

本文件起草单位：深圳赛西信息技术有限公司、中国电子技术标准化研究院、深圳市8K超高清视频产业协作联盟、深圳光峰科技股份有限公司、明基智能科技（上海）有限公司、青岛海信电器股份有限公司、爱普生（中国）有限公司、天津大学、中国电子产品可靠性与环境试验研究所、东南大学、温州医科大学附属眼视光医院、四川长虹电器股份有限公司、武汉华星光电半导体显示技术有限公司、康佳集团股份有限公司、松下音像科技（广东）有限公司深圳分公司、苏州华育智能科技股份有限公司、广州美视晶莹银幕有限公司、北京泰瑞特检测技术服务有限责任公司、峰米（北京）科技有限公司、国家数字音视频及多媒体质量监督检验中心。

本文件主要起草人：齐琪、杨佳翼、于鹏、王焯东、尹欣然、李桂苓、刘琳、李晓华、徐建、汪育文、童海、谢铭、周佳玮、王得喜、侯方、张志伟、钱震、谢颂婷、梁思建、孙三、曹山、杨紫晴。

引 言

各类显示产品的广泛使用一方面给人们带来便利，另一方面也引起了视疲劳症状，长时间不科学的使用显示产品给用户身心健康造成隐患。本文件的制定为评估以显示产品为核心的显示系统视觉舒适度提供了实用的评测方法。为提高典型显示产品的视觉舒适度、促进行业健康发展具有积极作用。

本文件是《显示系统视觉舒适度》的第1部分，《显示系统视觉舒适度》共分为六个部分，分别是评价体系、平板显示、头戴式显示、投影显示、大尺寸显示屏、显示内容。目前：

- 第1部分：评价体系
 - 第2-1部分：平板显示 设备布局及设置要求
 - 第2-2部分：平板显示 蓝光测量方法
 - 第3-1部分：头戴式显示 蓝光测量方法
 - 第4-1部分：投影显示 设备布局及设置要求
 - 第5-1部分：大尺寸显示屏 最大亮度要求
 - 第6-1部分：显示内容 多媒体演示文稿
- 已经发布了第 2-2 部分。

显示系统视觉舒适度 第 4-1 部分：投影显示 设备布局及设置要求

1 范围

本文件规定了投影显示设备的布局要求、设置要求、长期使用性能保持要求等。
本文件适用于使用投影显示设备及其系统的布局 and 设置。

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。

SJ/T 11340 前投影机通用规范

SJ/T 11346 电子投影机测量方法

SJ/T 11746-2019 超高清晰度电视机显示性能测试方法

3 术语和定义

SJ/T 11340和SJ/T 11346界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

投影显示设备 projector

将来自计算机等视频信号源设备的含有图像信息的电信号转换成光信号并投射到成像面的显示设备。

3.2

观看距离 view distance

观众所处的位置与成像面之间的距离。

3.3

最佳视距 best view distance

成像面内容处于观众中心视野，观众能够完整看到成像面内容且对图像颜色及细节分辨最佳的距离。

3.4

有效视距 effective view distance

成像面内容处于观众可视视野，观众能够完整看到并看清成像面内容的距离。

3.5

观看视角 angle of view

观看区域边缘与投影画面边缘形成的角度。

3.6

危害距离 hazard distance

投影机出射光对人眼可能造成伤害的位置与人可接近投影机最近位置之间的距离。

3.7

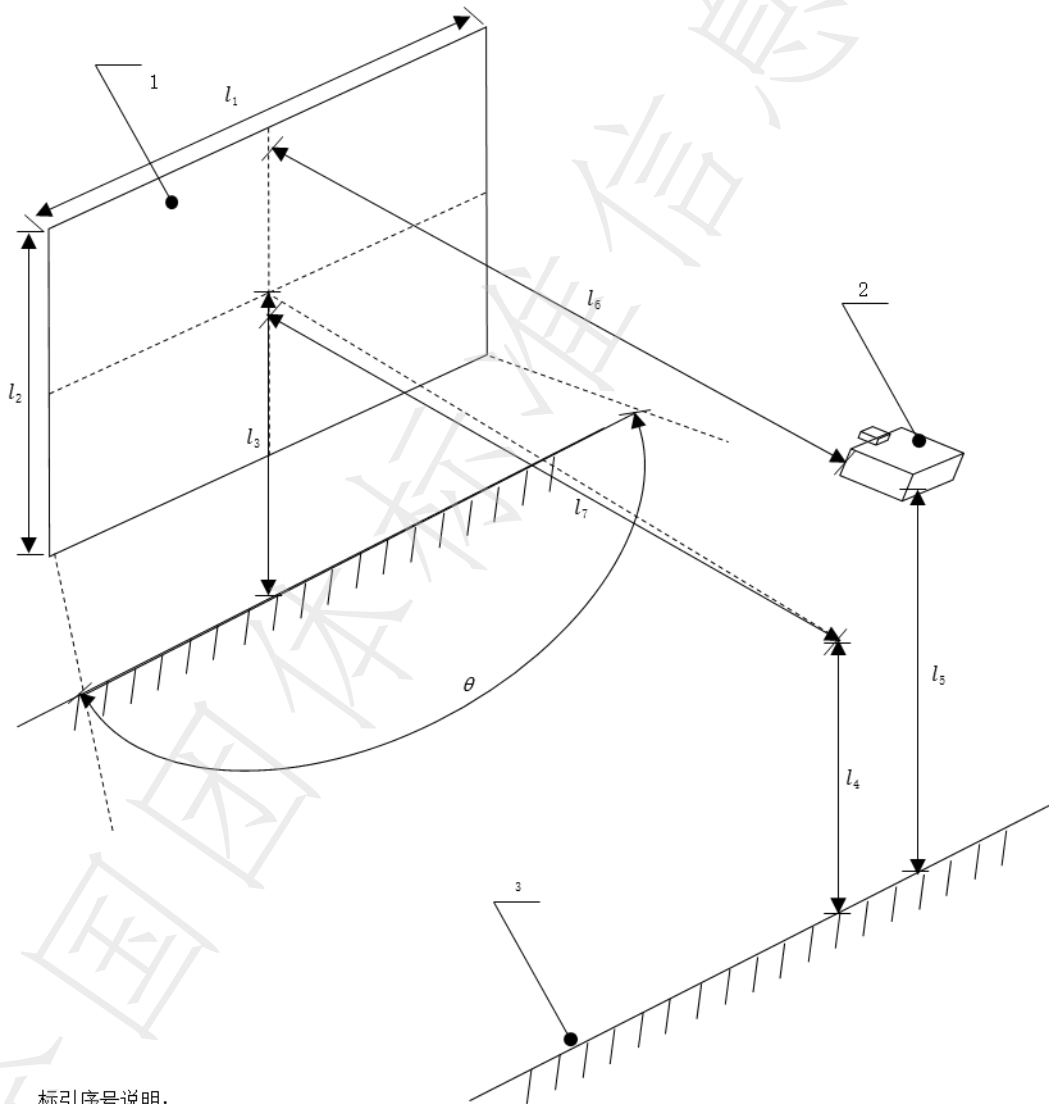
拖尾 pixel flare

投影画面中像素格周边虚影的尺寸范围。

4 教育布局要求

4.1 空间与投影要求

教室布局与投影设置空间关系见图1。



- 标引序号说明：
 1—投影平面
 2—投影设备
 3—地面
 l_1 —屏幕宽度
 l_2 —屏幕高度
 l_3 —屏幕中心高度
 l_4 —学生坐立时眼睛的高度
 l_5 —投影设备安装高度
 l_6 —投影距离
 l_7 —观看距离
 θ —观影角度

图1 教室布局与投影的空间关系示意图

4.1.1 投影尺寸要求

投影尺寸应符合表1和表2的要求。

表1 幅型比(4:3)显示系统的最佳视距与有效视距

屏幕尺寸 m/英寸	像高 m	最佳视距 m	最近有效视距 m	最远有效视距 m
1.61/72	1.10	6.34	2.50	15.47
3.10/100	1.52	8.57	3.38	21.49
4.46/120	1.83	10.29	4.06	25.78
6.97/150	2.20	12.57	4.96	32.23
10.03/180	2.80	15.43	6.09	42.97
12.39/200	3.00	17.15	6.77	53.72
27.87/300	4.58	25.72	10.15	64.46
49.55/400	6.06	34.63	13.67	85.94

表2 幅型比(16:9)显示系统的最佳视距与有效视距

屏幕尺寸 m ² /英寸	像高 m	最佳视距 m	最近有效视距 m	最远有效视距 m
1.76/80	1.00	5.69	2.25	10.15
2.76/100	1.25	7.11	2.81	12.68
3.97/120	1.49	8.54	3.37	15.22
6.20/150	1.87	10.68	4.21	19.02
11.03/200	2.49	14.23	5.62	25.36
17.23/250	3.11	17.79	7.02	31.70
24.81/300	3.74	21.35	8.43	38.05
44.11/400	4.98	28.47	11.23	50.73

注：最佳视距与有效视距是针对视觉特性且有利于人眼健康而言的一个相对值，而不是一个视觉盲区的绝对值。

4.1.2 教室位置与观看距离、高度、角度的要求

教室位置与观看距离、高度、角度关系应符合表3的要求。

表3 观看距离、高度、角度的要求

序号	项目	单位	技术要求
1	显示画面下边沿距地面高度	m	0.9~1.1
2	观看距离	m	$2 \leq \text{观看距离} \leq \text{最远有效视距}$
3	观看角度	°	观看角度 \leq 亮度视角

4.1.3 投影设备的安装高度、距离要求

投影设备的安装高度、距离要求应符合表 4 的要求。

表 4 投影设备的安装尺寸要求

序号	指标	单位	技术要求	计算方法
1	投影设备安装距离	m	安装距离=投影画面宽度×投射比	—
2	投影设备安装高度	m	安装高度≥平均身高+垂直危险距离	按附录 A 中 A.1
注 1: 投射比为投影距离与投影画面宽度之比值;				
注 2: 平均身高为使用人群平均身高。				

4.1.4 环境光照射下的投影性能要求

环境光照射下投影性能应满足表 5 的要求。

表 5 环境光下的投影性能要求

序号	指标	单位	技术要求
1	对比度	倍	≥50: 1
2	亮度均匀性	%	≥80
3	环境光遮蔽率	%	≥80
注: 测试方法见附录 B。			

4.2 显示效果要求

显示效果应符合表 6 的要求。

表 6 教育投影显示效果要求

序号	指标	单位	技术要求	
1	亮度	cd/m ²	≥200	
2	亮度视角	°	≥120	
3	拖尾	像素	≤3.5	
4	像素缺陷	暗点	像素	≤4 个且不能连续
		亮点	像素	0
5	重合误差	A 区	倍	≤0.8
		B 区	倍	≤1
6	频闪	dB	≤-30	
7	运行时像素跳动	像素	≤0.5	
注: 测试方法见附录 C。				

5 家用布局要求

5.1 空间与投影要求

5.1.1 最佳观影距离要求

家用投影在不同观影模式下的最佳观影距离应符合表 7 的要求。

表7 家用投影最佳观影距离要求

观影模式	单位	技术要求
影院模式	m	最佳观看距离 = $\frac{\text{画面宽度} \times \tan 20^\circ}{2}$
一般电视模式	m	最佳观看距离=3×画面高度

5.1.2 观看距离与尺寸的对应关系

不同尺寸家用投影的推荐观看距离如表8所示。

表8 观看距离与尺寸的对应关系

屏幕尺寸(16:9) m ² /英寸	推荐观看距离范围 m	最佳观看距离 m
1.35/70	2.1 (含) ~ 3.5 (含)	2.1 (含) ~ 2.6 (含)
1.76/80	2.4 (含) ~ 4.0 (含)	2.4 (含) ~ 3.0 (含)
2.23/90	2.7 (含) ~ 4.5 (含)	2.7 (含) ~ 3.4 (含)
2.76/100	3.0 (含) ~ 5.0 (含)	3.0 (含) ~ 3.7 (含)
3.97/120	>3.6	3.6 (含) ~ 4.3 (含)
6.20/150	>4.5	4.5 (含) ~ 5.1 (含)

5.1.3 环境光照射下的投影性能要求

环境光照射下家用投影性能应满足表9的要求。

表9 环境光下的投影性能要求

序号	指标	单位	技术要求
1	对比度	倍	≥50: 1
2	亮度均匀性	%	≥70
3	色度不均匀性	—	±0.015
4	环境光遮蔽率	%	≥80

注：测试方法见附录B。

5.2 显示效果要求

显示效果应符合表10的要求。

表10 家用投影显示效果要求

序号	指标	单位	技术要求	
1	亮度	cd/m ²	≥200	
2	亮度视角	°	≥80	
3	拖尾	像素	≤3.5	
4	像素缺陷	暗点	像素	≤4个且不能连续
		亮点	像素	0
5	重合误差	A区	倍	≤0.8
		B区	倍	≤1

6	频闪	dB	≤ -30
7	运行时像素跳动	像素	≤ 0.5
注：测试方法见附录 C。			

6 工程布局要求

6.1 空间与投影要求

6.1.1 限制区域要求

对于工程投影设备,其安装和布局应考虑最大可预见的危害距离,从投影镜头到危害距离的区间内,应建立足够的隔离高度或设置屏障,确保人员不接触到超过人体可接受的光辐射。

前投影工程投影设备限制区域示意图,如图2和图3所示。

背投影工程投影设备限制区域示意图,如图4所示。

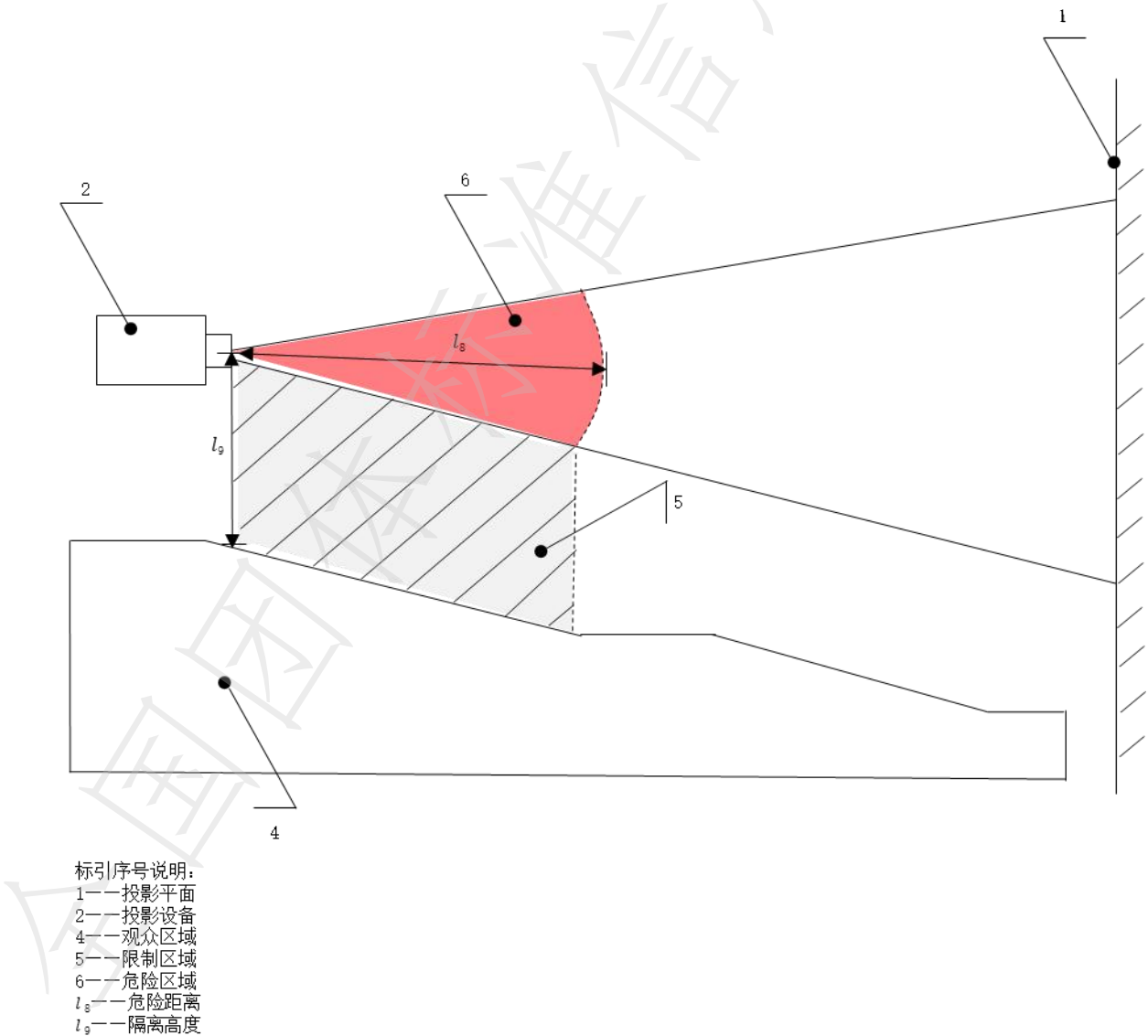


图 2 前投影工程投影设备限制区域示意图 (侧视图)

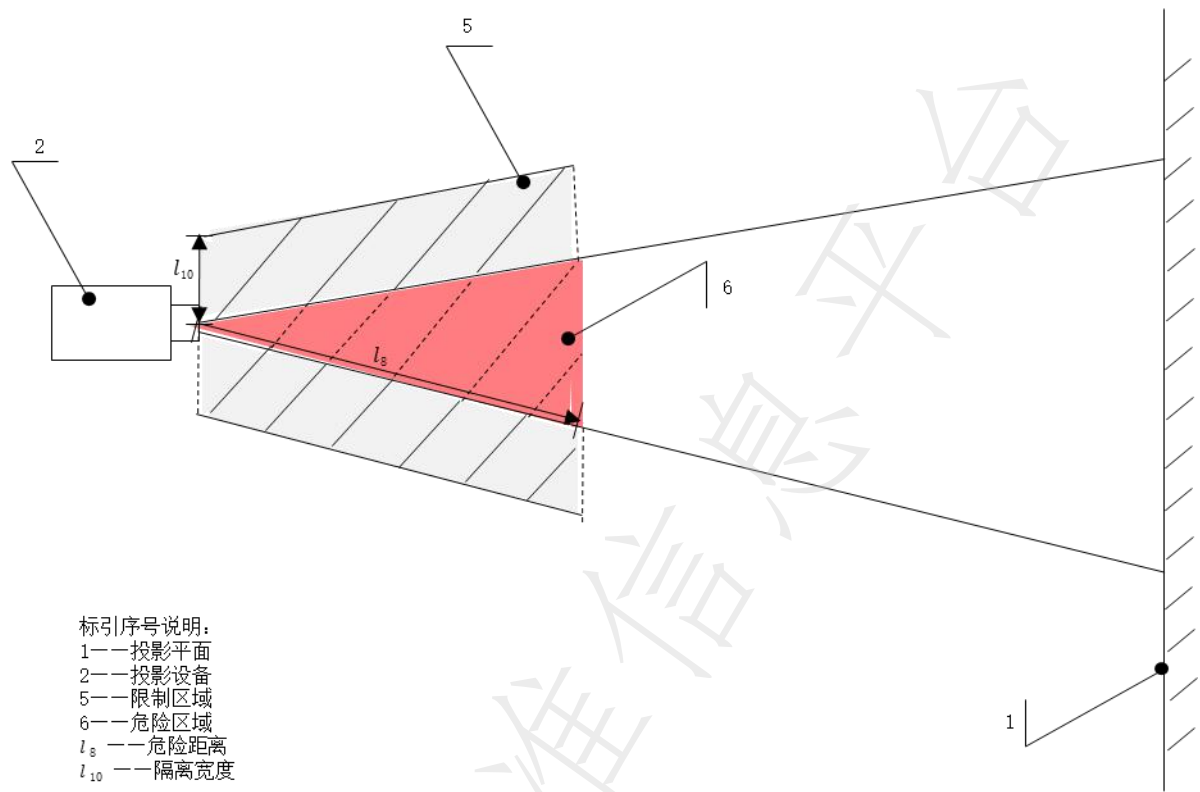
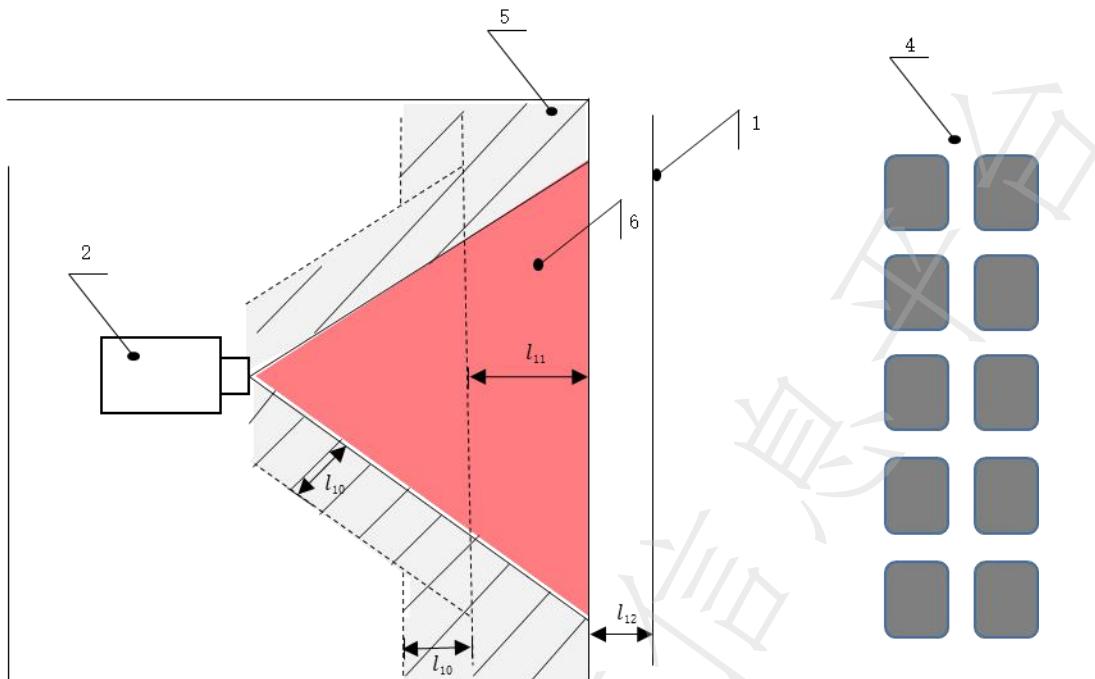


图3 前投影工程投影设备限制区域示意图（俯视图）

当工程投影用于背投或水幕等时，在投影区域和观看区域都应依据危险距离设置限制区域并采取相关隔离措施，隔离高度和隔离宽度的要求同前投影。



- 标引序号说明：
 1—投影设备
 2—投影平面
 4—观众区域
 5—限制区域
 6—危险区域
 l_{10} ——隔离宽度
 l_{11} ——投影区域经屏幕反射的光引起辐射的危险距离
 l_{12} ——投影区域经屏幕散热的光引起辐射的危险距离

图4 背投影工程投影设备限制区域示意图（俯视图）

6.1.2 环境光照射下的投影性能要求

环境光照射下工程投影性能应满足表 11 的要求。

表 11 环境光下的工程投影性能要求

序号	指标	单位	技术要求
1	对比度	倍	$\geq 50:1$
2	亮度均匀性	%	≥ 70

注：测试方法见附录 B。

6.2 显示效果要求

显示效果应符合表12的要求。

表 12 工程投影显示效果要求

序号	指标	单位	技术要求
1	亮度	cd/m ²	≥ 400
2	拖尾	像素	≤ 3.5
3	显色指数	%	≥ 80

4	频闪	dB	≤ -30
5	运行时像素跳动	像素	≤ 0.5
注：测试方法见附录 C。			

7 微投布局要求

7.1 空间与投影要求

7.1.1 位置要求

微投摆放位置宜稳定，儿童不宜触碰。

如用支架等固定装置，固定装置应避免倾倒、晃动等。

7.1.2 环境光照射下的投影性能要求

环境光照射下投影性能应满足表 13 的要求。

表 13 环境光下的投影性能要求

序号	指标	单位	技术要求
1	对比度	倍	$\geq 30: 1$
2	亮度均匀性	%	≥ 70
注：测试方法见附录 B。			

7.2 显示效果要求

显示效果应符合表 14 的要求。

表 14 微型投影显示效果要求

序号	指标	单位	技术要求
1	亮度	cd/m ²	≥ 80
2	几何畸变	%	≤ 1
4	拖尾	像素	≤ 3.5
5	像素缺陷	暗点	≤ 4 个且不能连续
		亮度	0
6	重合误差	A 区	≤ 0.8
		B 区	≤ 1
7	频闪	dB	≤ -30
8	运行时像素跳动	像素	≤ 0.5
注：测试方法见附录 C。			

8 拼接显示布局要求

8.1 空间与投影要求

8.1.1 限制区域要求

拼接显示限制区域要求同 6.1.1。

8.1.2 环境光照射下的投影性能要求

拼接显示环境光照射下的投影性能要求同6.1.2。

8.2 显示效果要求

拼接显示显示效果应符合表15的要求。

表 15 拼接投影显示效果要求

序号	指标		单位	技术要求
1	亮度		cd/m ²	≥400
2	几何畸变		%	≤1
3	错位		像素	≤0.5
4	色度不均匀性		—	±0.015
4	拖尾		像素	≤3.5
5	像素缺陷	暗点	像素	≤4个且不能连续
		亮度	像素	0
6	重合误差	A区	倍	≤0.8
		B区	倍	≤1
7	频闪		dB	≤-30
8	运行时像素跳动		像素	≤0.5

注：测试方法见附录 C。

9 长期使用性能保持要求

投影显示设备应具备性能保持能力，在长期使用后应符合表16的要求。

表 16 投影设备的性能保持要求 (@5000h)

序号	指标	单位	技术要求				
			教育	家用	工程	微投	拼接显示
1	亮度维持率	%	≥50	≥50	≥50	≥50	≥50
2	光学聚焦	—	功能正常	功能正常	功能正常	功能正常	功能正常
3	图像几何校正	—	功能正常	功能正常	功能正常	功能正常	功能正常
4	像素缺陷	个	暗点：≤10个 且不连续 亮点：≤2个	暗点：≤10个 且不连续 亮点：≤2个	暗点：≤20 个，且连续暗 点数量不大于 2 亮点：≤5个	暗点：≤10个 且不连续 亮点：≤2个	暗点：≤20个， 且连续暗点数 量不大于2 亮点：≤5个
5	错位	像素	—	—	—	—	≤0.5

注：测试方法见附录 D。

附录 A
(资料性)
投影设备安装位置计算方法

A.1 直投投影设备安装计算方法

直投投影设备安装要求，如图 A.1 所示。安装高度计算方法如公式 A.1 所示。

$$l_5 = l_8 \times \tan \frac{\theta}{2} + l_{13} \dots\dots\dots (A.1)$$

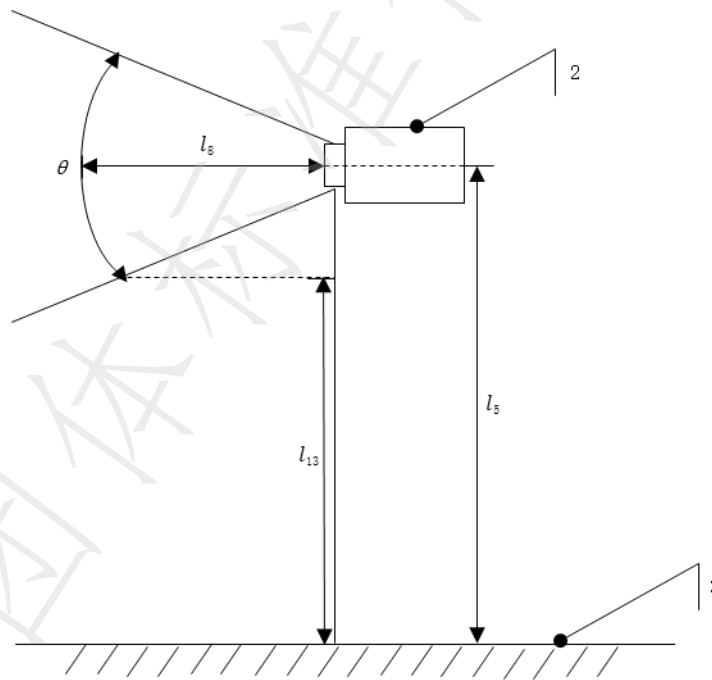
式中：

l_8 ——危险距离

l_{13} ——学生平均身高

l_5 ——投影设备安装高度

θ ——投影角度



标引序号说明：
2——投影设备
3——地面
 l_8 ——危险距离
 l_{13} ——学生平均身高
 l_5 ——投影设备安装高度
 θ ——投影角度

图 A.1 投影设备安装位置示意图

附录 B
(资料性)
环境光下投影性能的测试

B.1 一般要求

环境光照射下的投影性能，需在标准环境光条件下，并搭配标准投影屏幕进行测试。

B.2 明室环境要求

投影区域中心点垂直照度值为 80 lx~100 lx。

B.3 测试方法

B.3.1 对比度

对比度测试参照 SJ/T 11746-2019 中 5.2 进行。

B.3.2 亮度均匀性

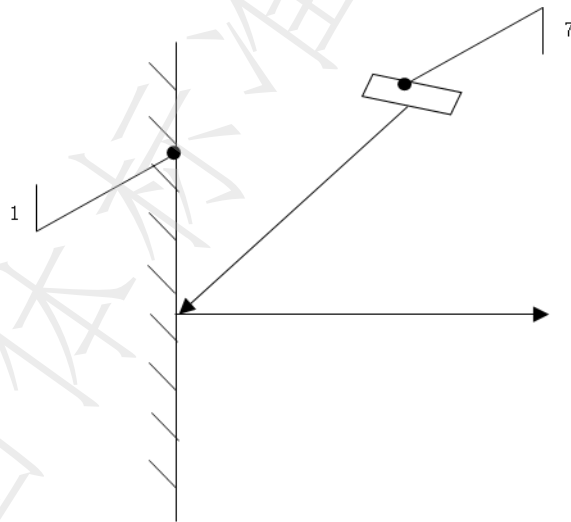
亮度均匀性测试参照 SJ/T 11746-2019 中 5.3 进行。

B.3.3 色度不均匀性

色度不均匀性测试参照 SJ/T 11746-2019 中 6.11 和 5.8 进行。

B.3.4 环境光遮蔽率

如下图所示，在明室条件下，投影设备不开机，参照图 B.1 中照明灯及屏幕的摆放方法，用亮度计测量屏幕中心点处的亮度 L ，用照度计测量屏幕中心点处垂直照度 I 。



标引序号说明：
1——投影面
7——照明灯

图 B.1 环境光遮蔽率测试示意图

用公式 (B.1) 计算环境光遮蔽率：

$$\beta = (1 - L \times \frac{\pi}{I}) \times 100\% \dots \dots \dots (B.1)$$

式中：

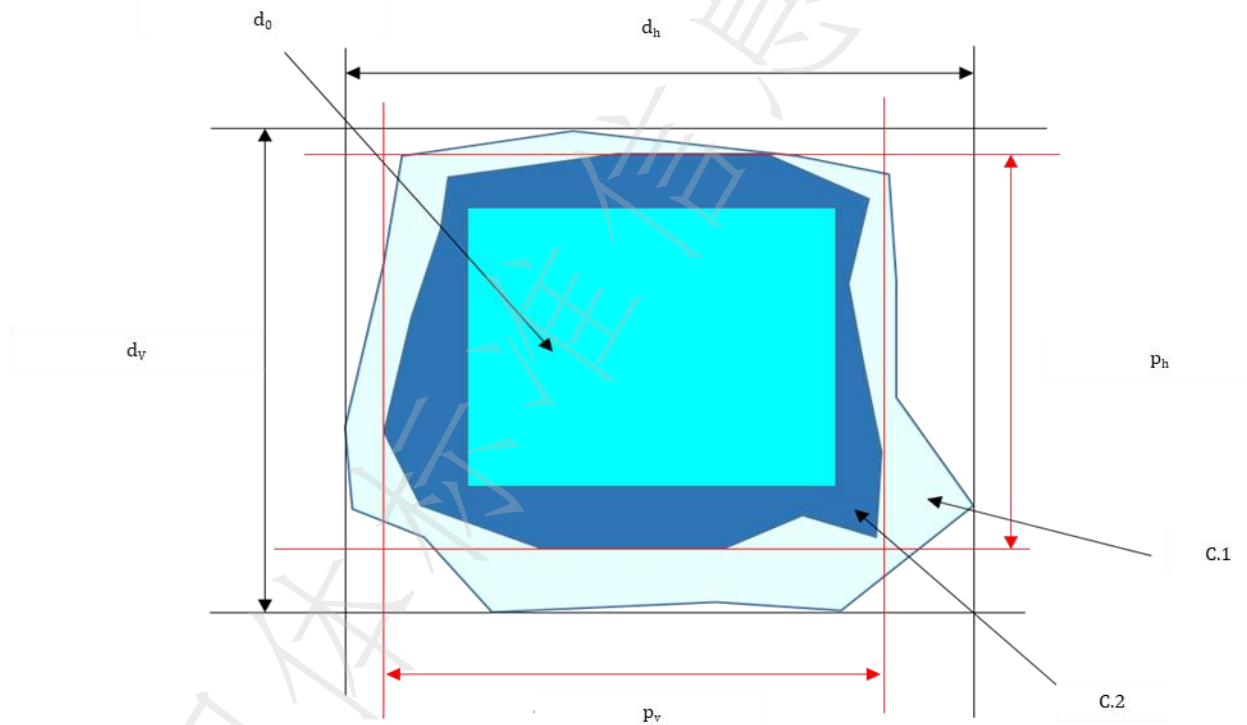
- β ——环境光遮蔽率；
- L ——屏幕中心点处的亮度；
- I ——屏幕中心点处垂直照度。

附录 C
(资料性)
投影终端性能的测试方法

C.1 拖尾

测试步骤如下：

- a) 投影机处于标准工作状态；
- b) 画面调焦到整体均匀清晰，输入单像素测试图，测量单像素的拖尾，分别测量水平和垂直的拖尾的尺寸记为 d_h , d_v ，单个像素的尺寸为 d_0 ，如图C.1所示；



标引序号说明：
 C.1——拖影
 C.2——散焦
 d_0 ——单像素的尺寸
 d_h ——水平方向拖影尺寸
 d_v ——垂直方向拖影尺寸
 p_h ——水平方向解像尺寸
 p_v ——垂直方向解像尺寸

C.1 拖尾测试示意图

c) 用公式 (C.1) 和公式 (C.2) 计算拖影；

$$H_f = \frac{d_h}{d_0} \dots\dots\dots (C.1)$$

$$V_f = \frac{d_v}{d_0} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

- d_h ——水平方向拖影尺寸；
- d_v ——垂直方向拖影尺寸；
- d_0 ——单像素的尺寸；
- H_f ——水平方向拖影；
- V_f ——垂直方向拖影。
- d) 分别输入红、绿、蓝单像素测试图，重复步骤b)～步骤c)；
- e) 分别记录白、红、绿、蓝单像素测试图的拖影。
- f) 测试结果以像素倍数表示。

C.2 像素缺陷

像素缺陷测试参照SJ/T 11746-2019中5.14进行。

C.3 重合误差

测试步骤如下：

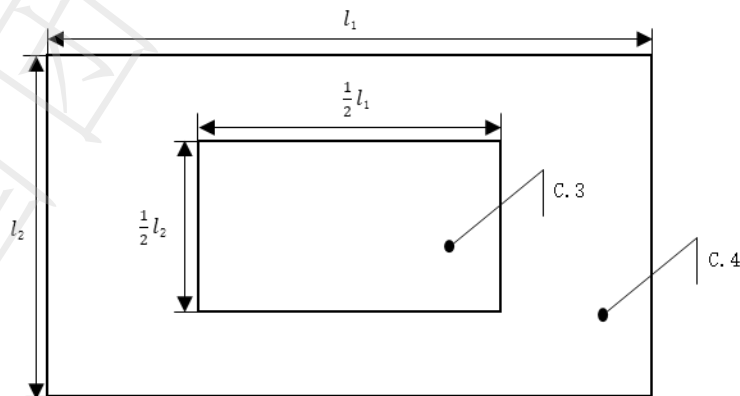
- a) 将投影机调整到标准工作状态；
- b) 输出单像素信号，在9个测试点 $P_1 \sim P_9$ 位置上用放大镜观察水平、垂直较差点点的三基色像素点的重合误差，如果对应点上无交叉，则测试最近的交叉点或白格中的单像素点，测试时使图像投射在漫反射白幕上；
- c) 测试测试点所在的行的宽度，该宽度除以水平像素数得到该测试点单像素宽度 D ，再测试红、绿像元间的偏差，以及蓝绿像元间的偏差，两偏差中的最大值即为 L ，用公式(C.3)计算该点的重合误差：

$$X = \frac{L}{D} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

- X ——重合误差；
- L ——偏差最大值；
- D ——单像素宽度。

- d) 测试结果表示为像素宽度的倍数。



- 标引序号说明：
 C.3——A区
 C.4——B区
 d_0 ——单像素的尺寸
 d_h ——水平方向拖影尺寸
 d_v ——垂直方向拖影尺寸
 p_h ——水平方向解像尺寸
 p_v ——垂直方向解像尺寸

图C.1 带A区和B区标识的信号示意图

C.4 频闪

测试步骤如下：

- 输入全白场信号，测量显示设备的亮度变化曲线；
- 测量最大频率分量与直流分量的比值；
- 测试结果用分贝（dB）表示。

C.5 运行时像素跳动

测试步骤如下：

- 输入单像素信号，标定中心点位置 P_0 ；
- 投影机运行 1h 后，再次标定中心点位置 P_0' ；
- 测量运行时像素跳动为两次标定位置差。

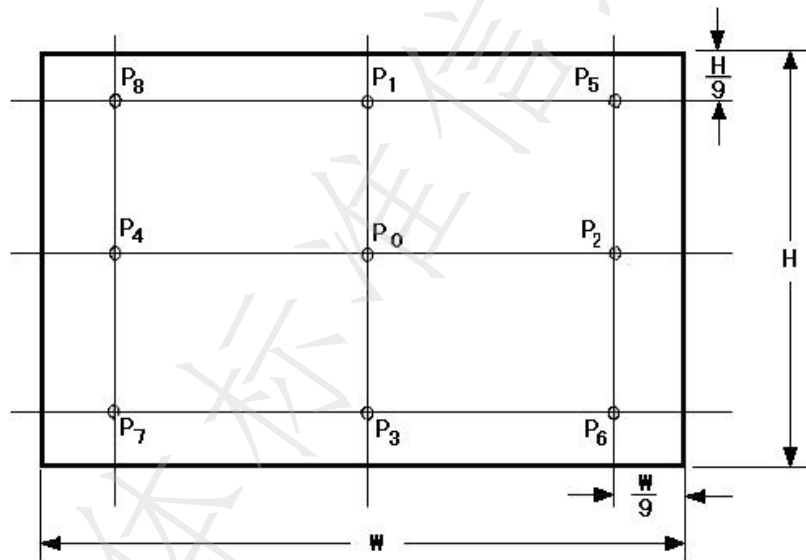


图 C.2 测试点位置信号示意图

C.6 显色指数

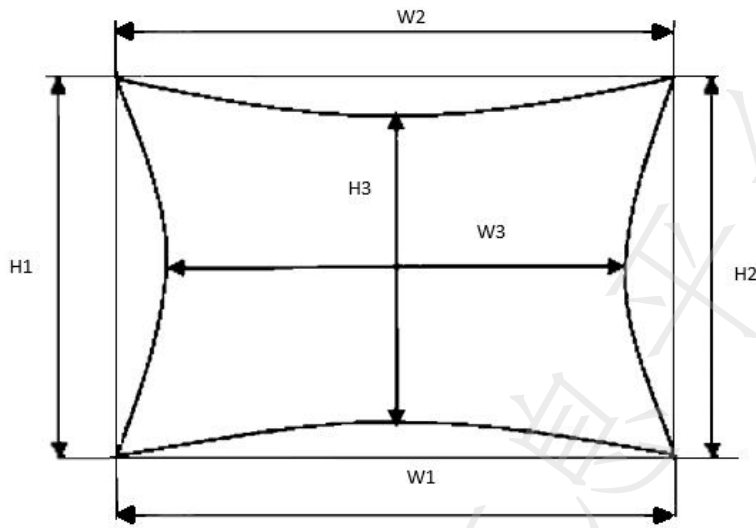
测试步骤如下：

- 投影机设置到标准工作状态，输入全白场信号；
- 测试投射出的 P_0 点的显色指数 R_i ；
- 测试结果表述为百分数（%）。

C.7 几何畸变

测试步骤如下：

- 将投影机调整到标准工作状态；
- 输入全白场信号，变焦镜头调整到广角端，画面如图 C.2 所示。
- 在屏幕上测试 W_1 、 W_2 、 W_3 、及 H_1 、 H_2 、 H_3 尺寸（m），用公式（C.4）和公式（C.5）计算出在水平方向上的几何畸变 D_h 和垂直方向上的几何畸变 D_v 。



C.2 几何畸变示意图

$$D_W = \frac{W_1 + W_2 - 2 \times W_3}{2 \times W_3} \times 100\% \dots\dots\dots (C.4)$$

$$D_H = \frac{H_1 + H_2 - 2 \times H_3}{2 \times H_3} \times 100\% \dots\dots\dots (C.5)$$

式中:

- D_w ——垂直畸变失真;
- D_H ——水平畸变失真;
- W_1 、 W_2 ——轮廓线的上、下侧边长;
- W_3 ——轮廓线左侧中心与右侧中心的距离;
- H_1 、 H_2 ——轮廓线的左、右侧边长;
- H_3 ——轮廓线上侧中心与下侧中心的距离。

d) 测试结果以百分数 (%) 表示。

C.8 错位

测试步骤如下:

- a) 将投影机调整到标准工作状态;
- b) 输入单像素信号, 目测交界处两侧线条位置偏差程度, 找到目视最严重的区域, 测试交界处两侧的线条, 在竖直的交界处左右两侧的单像素线条的位置偏差大小为 D_v ; 水平交界出上相两侧的单像素线条的为位置偏差大小为 D_h , 如图C.3所示;
- c) 用公式 (C.6) 和公式 (C.7) 计算竖直方向错位和水平方向错位:

$$X_v = \frac{D_v}{D} \dots\dots\dots (C.6)$$

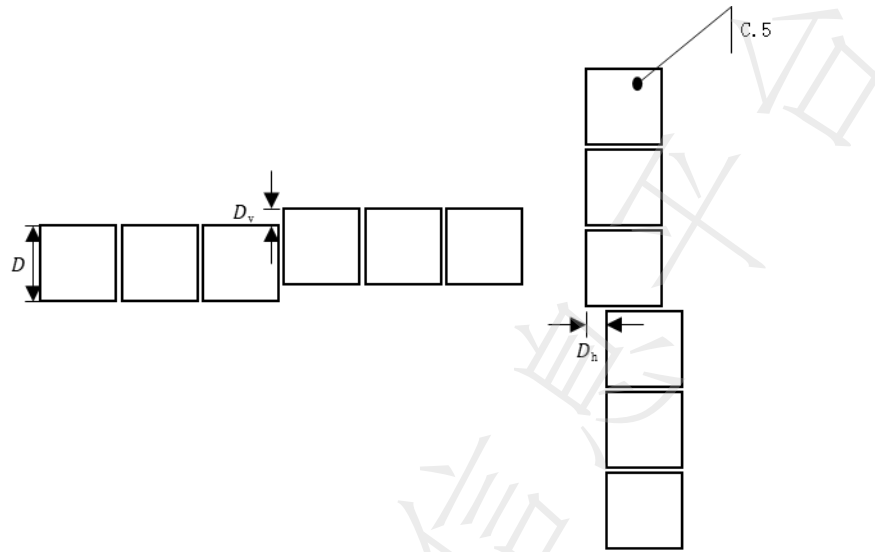
$$X_h = \frac{D_h}{D} \dots\dots\dots (C.7)$$

式中:

- D_v ——垂直方向位置偏差;
- D_h ——水平方向位置偏差;
- D ——单像素宽度;

X_v ——垂直方向错位；

X_h ——水平方向错位。



标引序号说明：
C.5——单像素
D——单像素宽度
 D_v ——垂直方向位置偏差
 D_h ——水平方向位置偏差

C.3 拼接单元间错位示意图

d) 测试结果表示为像素宽度的倍数，取最大值为结果。

C.9 色度不均匀性

色度不均匀性测试参照 SJ/T 11746-2019 中 6.11 和 5.8 进行。

附 录 D
(资料性)
投影设备性能保持评价方法

D.1 亮度维持率

测量步骤如下：

- a) 将投影机调整到标准工作状态；
- b) 参照 SJ/T 11746-2019 中 5.1 测量投影机亮度，记为 L_0 ；
- c) 投影机工作 5000h 后，再按 SJ/T 11746-2019 中 5.1 测量投影机亮度 L_{5000} ；
- d) 用公式 (D.1) 计算亮度维持率；

$$\text{亮度维持率} = \frac{L_{5000}}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots (D.1)$$

- e) 亮度维持率用百分数 (%) 表示。

D.2 光学聚焦

测量步骤如下：

- a) 投影机工作 5000h 后；
- b) 输入单像素信号至投影机；
- c) 调整投影机聚焦，检查投影机是否能够清晰成像；
- d) 记录测试结果和测试现象。

D.3 图像几何校正

测量步骤如下：

- a) 投影机工作 5000h 后；
- b) 进入几何校正调节界面分别对投影图像边缘各点进行调节；
- c) 检查各点位置的调节是否有效；
- d) 记录测试结果和测试现象。

D.4 像素缺陷

测量步骤如下：

- a) 投影机工作 5000h 后；
- b) 参照 SJ/T 11746-2019 中 5.14 进行测试。

