



团 体 标 准

T/CEATEC XXXX—XXXX

小型化长焦距大靶面无人机镜头通用技术规范

General specification for miniaturized long-focal-length large-target-surface
unmanned aerial vehicle camera lenses

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 1

 4.1 基本要求 1

 4.2 光学性能要求 2

 4.3 结构与适配要求 2

 4.4 环境适应性要求 2

 4.5 可靠性要求 2

5 试验方法 3

 5.1 试验环境条件 3

 5.2 外观与结构检验 3

 5.3 光学性能试验 3

 5.4 适配性试验 3

 5.5 环境适应性试验 3

 5.6 可靠性试验 4

6 检验规则 4

 6.1 检验分类 4

 6.2 验收判定规则 4

 6.3 出厂检验 4

 6.4 型式检验 5

7 标志、包装、运输和贮存 5

 7.1 标志 5

 7.2 包装 5

 7.3 运输 5

 7.4 贮存 5

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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件首次发布。

小型化长焦距大靶面无人机镜头通用技术规范

1 范围

本规范规定了小型化长焦距大靶面无人机镜头（以下简称“镜头”）的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存要求。

本文件适用于小型化长焦距大靶面无人机镜头。

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 38457 无人机用光电成像设备通用规范
- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 191 国家标准 包装储运图形符号标志
- GB/T 13306 国家标准 标牌
- JB/T 8248.1 照相镜头光谱透射比的测量方法
- T/CEATEC 214 无人机用轻量化光学镜头

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

小型化无人机镜头 miniaturized drone camera lens

适配无人机轻量化搭载结构，整体外形紧凑、体积小、重量轻，可满足无人机有效载荷限制，不影响无人机飞行稳定性与续航性能的成像镜头。

3.2

长焦距无人机镜头 long focal length drone camera lens

焦距数值显著大于常规无人机广角镜头，可实现远距离目标成像、细节放大采集，适配高空远距离观测场景的光学镜头。

3.3

大靶面无人机镜头 large target area unmanned aerial vehicle camera

适配大尺寸图像传感器靶面，具备大成像视场、高像素适配能力，可采集更广范围图像信息、提升成像分辨率的无人机镜头。

4 技术要求

4.1 基本要求

- 4.1.1 镜头整体结构紧凑小巧，轻量化设计，整机重量、外形尺寸适配主流工业级、消费级无人机载荷安装标准，搭载后无明显飞行负重影响。通常要求光学总长（TTL）与焦距（EFL）之比显著小于1.0。
- 4.1.2 镜头光学结构设计合理，采用低色散、高透光光学材料，兼顾长焦距远距离成像清晰度与大靶面全域成像均匀性，无明显暗角、畸变、色差缺陷。
- 4.1.3 镜头适配大尺寸图像传感器靶面，成像覆盖范围完整，可充分发挥大靶面传感器高分辨率、大

视场采集优势，适配高清成像作业需求。

4.1.4 产品外观无裂纹、划痕、变形、锈蚀等缺陷，镜片镀膜均匀、无脱落、无污渍，机械结构转动、伸缩顺畅，无卡顿、松动现象。

4.2 光学性能要求

4.2.1 焦距：镜头等效 35 mm 焦距 ≥ 200 ；定焦镜头标称焦距偏差不超过 $\pm 5\%$ ；变焦镜头焦距调节区间精准，全程对焦稳定，无焦距跳变现象，满足远距离细节成像需求。

4.2.2 成像光谱范围：可见光 400nm~700nm 或宽光谱 400nm~1100nm。

4.2.3 透光率：可见光波段整体透光率不低于 85%，镀膜性能稳定，保障大靶面成像进光量，弱光环境下可正常成像。

4.2.4 调制传递函数（MTF）：在规定奈奎斯特频率（典型 100 lp/mm）下，中心视场 MTF 不小于 0.4，0.7 视场、边缘视场 MTF 不小于 0.2；高低温工况下 MTF 衰减需控制在允许范围。

4.2.5 分辨率：总像素数不小于 40MP；中心视场与边缘视场分辨率匹配大靶面传感器参数，远距离成像细节清晰，无模糊、拖影问题。

4.2.6 成像畸变：全域 TV 畸变最大值不大于 0.5%，大视场边缘成像无明显拉伸、变形，成像还原度高。

4.2.7 视场角：成像范围应覆盖传感器全像面

4.2.8 相对照度（RI）：全视场边缘相对照度不小于 60%，无明显暗角。

4.2.9 热差稳定性： $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 宽温区间焦点漂移量 $\leq 0.02\text{ mm}$ ，高低温保温后成像清晰度无明显下降。

4.3 结构与适配要求

4.3.1 小型化结构：镜头整体体积精简，无冗余结构，适配无人机微型化安装空间，支持云台快速拆装固定。

4.3.2 靶面适配：可稳定适配 1/2"及以上大尺寸靶面传感器，成像覆盖完整，无画面裁切、视场缺失问题。

4.3.3 防护结构：镜头具备防尘、防轻微水雾能力，外壳局部密封满足 IP67 防尘，密封性能良好，可适应户外复杂作业环境，长期使用无进灰、起雾现象。

4.3.4 抗振设计：接口需具备防旋转销钉等抗振结构，以抵抗无人机飞行中的机械振动，确保光轴稳定，防止图像偏移。

4.3.5 兼容性：镜头接口适配主流无人机云台安装标准，电气接口、信号传输匹配通用无人机成像系统，可快速适配装机使用。

4.3.6 抗振冲击要求：镜头可承受三轴随机振动（10 Hz~2000 Hz，6 Grms，单轴 30 min）及 10 G、11 ms 半正弦波冲击，试验后无结构损伤、无光轴偏移。

4.4 环境适应性要求

4.4.1 温域要求：在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的宽温域内保持像质稳定，通过光学材料匹配及机械结构补偿，焦点漂移量控制在极小范围内，确保无需重新对焦即可清晰成像；无结构卡顿问题。

4.4.2 贮存温度： $-50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，长期贮存后产品性能无衰减、结构无损坏。

4.4.3 湿热环境：在温度 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 85%恒定湿热环境下持续放置 48 h，镜头无起雾、霉变、锈蚀，成像性能正常。

4.5 可靠性要求

4.5.1 镜头连续工作时长不低于 8 h，全程成像稳定，无对焦失效、画面闪烁、性能衰减问题。

4.5.2 变焦、对焦机械结构往复运动 1000 次后，操作顺畅，性能参数无明显变化，无松动、损坏现象。

4.5.3 适配无人机飞行振动环境，常规飞行振动工况下，镜头结构稳定、成像无抖动偏移，性能可靠。

4.5.4 外壳防护等级 IP67，可耐受 1 m 水深浸水 30 min、防尘箱负压粉尘测试无内部进尘。

4.5.5 自动对焦：自动对焦响应迅速，无穷远至近距对焦成功率 100%，振动工况下对焦稳定无失焦。

4.5.6 通信适配：电气通信接口支持 I2C/UART 标准，光圈、焦距、对焦指令传输准确、实时无丢包。

5 试验方法

5.1 试验环境条件

除专项试验要求外，所有试验均在常温常压环境下进行，环境温度18℃～25℃，相对湿度45%～75%，无强光直射、无振动干扰、无粉尘污染。

5.2 外观与结构检验

采用目视检查法核查产品外观、镜片镀膜、壳体结构，手动测试对焦、变焦、拆装结构，检查是否存在划痕、破损、卡顿、松动等缺陷，核查小型化结构尺寸是否符合设计要求。

5.3 光学性能试验

5.3.1 焦距测试：采用专业光学焦距测试仪，分别测试定焦镜头标称焦距、变焦镜头区间焦距，记录实测数据，核算偏差值是否符合标准要求。

5.3.2 透光率测试：采用光谱透光率测试仪，测试可见光波段透光率，核查是否满足指标要求。

5.3.3 畸变与分辨率测试

5.3.3.1 测试设备：棋盘格/圆点阵列高精度畸变图卡、图像处理分析软件；

5.3.3.2 测试流程：

- a) 标准均匀光源下垂直拍摄畸变图卡；
- b) 软件识别特征点，计算实际成像与理想坐标偏差，输出TV畸变值；
- c) 全域TV畸变 $\leq 0.5\%$ 为合格。

5.3.4 MTF与分辨率测试

5.3.4.1 测试设备：MTF测试仪、ISO 12233标准分辨率图卡、精密光学平台、均匀光源；

5.3.4.2 测试流程：

- a) 镜头固定于精密光学平台，图卡照度控制 $2000\text{ lx} \pm 100\text{ lx}$ ，图卡平面垂直镜头光轴；
- b) 传感器采集成像，配套分析软件采集中心、0.7视场、边缘视场MTF曲线，读取 100 lp/mm 空间频率下MTF数值；
- c) 对比指标阈值判定是否合格。

5.3.5 相对照度测试

5.3.5.1 测试设备：积分球均匀光源、成像色度计/亮度计；

5.3.5.2 测试流程：

- a) 镜头正对积分球均匀光源成像；
- b) 分别采集画面中心、四角边缘亮度；
- c) 按公式 $RI = (\text{边缘亮度} / \text{中心亮度}) \times 100\%$ 计算相对照度， $\geq 60\%$ 合格。

5.3.6 热差稳定性测试

5.3.6.1 测试设备：高低温试验箱、外接MTF测试系统；

5.3.6.2 测试流程：

- a) 常温下测试基准MTF与基准焦点位置；
- b) 以 $1\text{ }^{\circ}\text{C/min}$ 速率升温至 $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保温2h，复测MTF、焦点；
- c) 以 $1\text{ }^{\circ}\text{C/min}$ 速率降温至 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保温2h，复测MTF、焦点；
- d) 焦点漂移 $\leq 0.02\text{ mm}$ 、MTF衰减在允许范围判定合格。

5.4 适配性试验

将镜头匹配对应规格大靶面图像传感器及主流无人机云台设备，进行装机测试，核查安装适配性、画面完整性、信号传输稳定性，验证小型化搭载适配效果与大靶面成像覆盖性能。

5.5 环境适应性试验

5.5.1 高低温试验：按照 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2 规定方法，分别进行低温、高温恒定试验，试验结束后恢复常温，检测镜头光学性能与结构性能。

5.5.2 湿热试验：按照 GB/T 2423.3 规定方法开展恒定湿热试验，试验完成后检查镜头外观、镜片状态及成像性能。

5.5.3 防尘试验：镜头置于滑石粉防尘箱，抽负压保持规定时长，拆解检查内部无粉尘进入。

5.5.4 防水试验：镜头浸入 1 m 清水保持 30 min，取出擦干拆解，内部无进水、镜片无起雾。

5.6 可靠性试验

5.6.1 连续工作试验：镜头通电连续工作 8 h，全程监测成像状态、对焦性能、工作稳定性，记录异常情况。

5.6.2 机械寿命试验：对变焦、对焦结构进行 1000 次往复操作，试验后核查结构顺畅度与性能参数变化。

5.6.3 振动适配试验：模拟无人机常规飞行振动工况，开展振动试验，试验后检测镜头结构与成像稳定性。

5.6.4 抗振动与冲击试验

5.6.4.1 设备：电磁振动台、冲击试验机；

5.6.4.2 流程：

- 镜头刚性固定于夹具，连通成像测试电路；
- X/Y/Z 三轴分别开展 10 Hz~2000Hz、6G rms 随机振动，单轴持续 30 min；
- 完成 50 G、11 ms 半正弦波冲击测试；
- 试验后目视无破损，复测 MTF、光轴偏移满足指标。

5.6.5 自动对焦性能测试

5.6.5.1 设备：动态对焦测试台、目标移动装置；

5.6.5.2 流程：

- 镜头装夹后对准远近不同距离目标；
- 发送对焦指令，记录对焦响应时间、对焦成功率；
- 模拟飞行振动工况复测对焦稳定性。

5.6.6 通信接口测试

5.6.6.1 设备：串口调试工具、示波器；

5.6.6.2 流程：

- 镜头通信接口连接上位 PC；
- 下发调光圈、读取焦距等控制指令，校验回传数据准确性、实时性；
- 通信协议需符合 I2C 或 UART 通用标准。

6 检验规则

6.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验两类。

6.2 验收判定规则

6.2.1 关键指标 (Critical)：MTF、畸变、热差稳定性、防护等级。若任一关键指标不合格，则整批产品判定为不合格。

6.2.2 次要指标 (Minor)：外观、重量、非核心电气性能。允许有一定比例的不合格品，但需在允许范围内。

6.3 出厂检验

6.3.1 每台产品出厂前均需进行出厂检验，检验合格并出具合格证明后方可出厂销售。

6.3.2 出厂检验项目包含外观结构、焦距精度、TV 畸变、基础 MTF、相对照度、云台适配性、自动对焦、通信功能、通电连续工作稳定性。

6.3.3 检验过程中若出现单项不合格，允许返工复检，复检合格判定为合格；复检仍不合格则判定产品不合格，禁止出厂。

6.4 型式检验

6.4.1 型式检验适用于产品定型、批量生产、工艺变更、原材料更换及每年例行抽检场景，需对本文件规定的全部技术要求项目进行检验。

6.4.2 型式检验样品从合格出厂产品中随机抽取，抽样数量不少于 3 台。

6.4.3 检验中若出现一项不合格项目，可加倍抽样复检；复检仍存在不合格项，则判定该批次产品型式检验不合格，需停产整改，整改完成后重新检验。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

产品本体应设置清晰、牢固的标牌，标牌符合GB/T 13306要求，标注产品名称、型号规格、焦距参数、适配靶面尺寸、生产厂家、生产日期、产品编号等信息。外包装储运标志符合GB/T 191规定。

7.2 包装

产品采用防震、防尘、防潮包装，配套说明书、合格证书、安装配件，包装密封良好，可有效防护产品在储运过程中出现碰撞、受潮、进灰等问题。

7.3 运输

产品运输过程中应避免剧烈振动、撞击、暴晒、雨淋，禁止与腐蚀性物品混运，运输环境温度、湿度符合产品适配范围。

7.4 贮存

产品应贮存于干燥、通风、洁净、无腐蚀性气体的库房内，远离高温、潮湿、粉尘环境，堆叠高度合理，避免挤压损坏，长期贮存需定期检查防潮、防尘状态。
