

# 第五届全国大学生光电设计竞赛赛题细则及评分标准

## 竞赛题目 2：单透镜构建的最佳成像系统

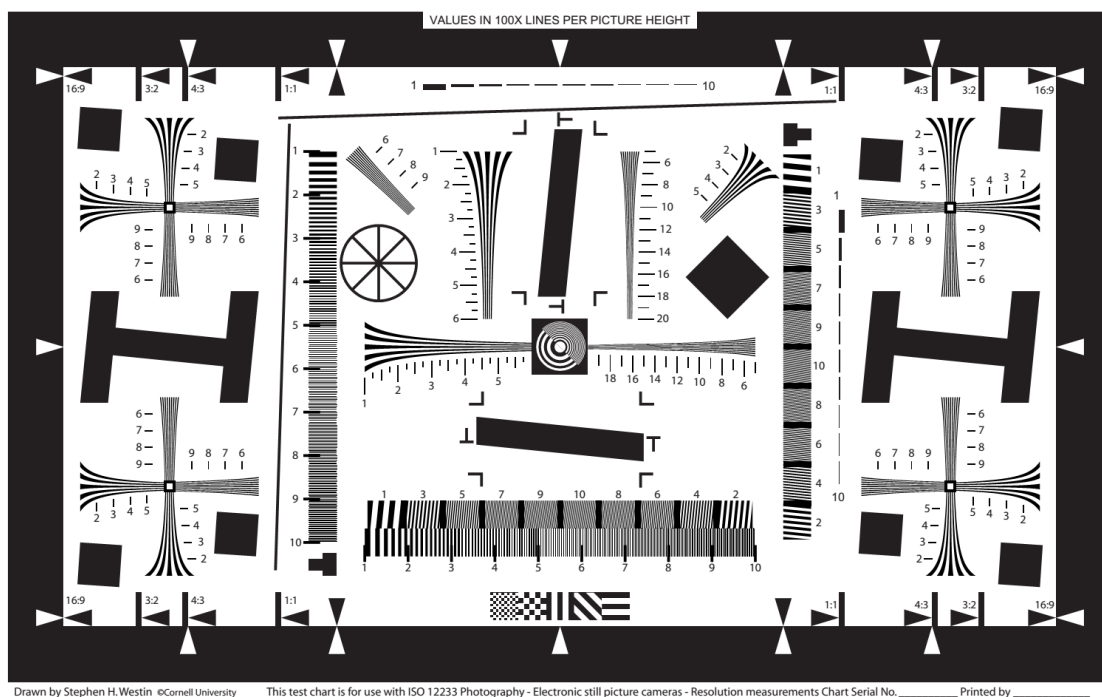
**竞赛说明：**使用给定的双凸透镜及 CMOS 图像传感器，运用光电及图像处理技术构建最佳成像系统。

**竞赛规则：**使用焦距为 35 mm 的单个双凸透镜和指定型号的 CMOS 传感器对 IS012233 标准测试卡成像。光路中可添加除透镜外的任何其他光学元件。测试卡分为左右两部分，距离摄像头的物距前后相差 30 cm，形成一定景深。各队将所获得的图像保存为通用的数字图像文件，裁判组将基于竞赛细则中所公布的像质评价方法和目视主观评价，分别给出各队成像结果的客观分和主观分，三个裁判的平均分为各队的竞赛得分。

### 竞赛细则：

- 1) 双凸透镜参数：材料为 K9 玻璃，焦距  $f = 35 \text{ mm}$ ，口径  $D = 25.40 \text{ mm}$ 。
- 2) 组委会现场提供双凸透镜与 CMOS 传感器（1/2 英寸），参赛队自行设计的参赛装置中应使用组委会提供的透镜与传感器进行比赛。
- 3) 参赛队需自行设计 CMOS 传感器模块的后端读取和处理电路，并将采集的图像信息传送到计算机中进行处理，传送方式不限，采集系统电路板的丝印层上应标有参赛学校的校名和参赛队员的姓名。CMOS 传感器模块由主办方统一提供。其像素为 130W，CMOS 芯片为 MT9M001C12STM，（黑白），采用并行接口输出。使用时通过排线和控制器连接，控制器读取数据后通过无线或有线方式和计算机连接，传递图像信息。
- 4) 允许参赛队自备功耗不大于 20 瓦的照明器材。
- 5) 比赛时，每支参赛队的测试卡上会贴上含有灰阶及赛队信息的贴花，保证裁判所判读的是现场所采集的图像。参赛装置中，透镜中心距离前、后测试卡的距离分别为 500mm 和 800 mm。成像系统的入瞳直径不小于 5 mm。光路中不允许添加其他名称（包括别名）中有透镜(lens)的光学元件。比赛中不允许沿光轴方向上调焦或移动物件，可在垂轴方向微调对中，移动距离不大于 1cm。
- 6) 每队比赛时间不超过 30 分钟，其中安装调试时间不超过 10 分钟，拍摄时间不超过 5 分钟，后期处理时间不超过 15 分钟。计时从场地裁判示意参赛队入场时开始，赛队需在计时开始后 30 分钟内提交数字图像文件，否则成绩无效。

- 7) 比赛结束后，首先由裁判组对各队提交的图像进行目视主观评价，按奖项设置数量的1.1倍挑出入围图像，然后用 Imatest 或 Iseetest 软件进行客观评分。像质评价以分辨能力为主。各队可根据本队装置的性能选定测试卡尺寸，决赛阶段将备有不同尺寸的测试卡供参赛队选用。测试结果根据所用测试卡的大小进行归一化处理。
- 8) 每支参赛队计时比赛一次，完成时间由裁判记录，作为后期答辩评判因素。
- 9) 为确保比赛公平，避免使用专用的图像处理软件完成比赛，要求各参赛队员必须自行设计图像处理软件，设计软件时，允许调用图像处理的相关库，但最终的图像处理软件应采用两种方法确保为自行设计的软件。一是在软件界面中设计一个按钮，点击按钮后显示参赛学校的校名和参赛队员的姓名；二是最后生成的图像中应在图像下方加入参赛学校的校名和参赛队员的姓名等标记。
- 10) 测试卡数据文件如下：



ISO12233 标准图像测试卡

## 赛题二 “单透镜构建的最佳成像系统” 评分细则

### 一. 分数组成

1. 设计原理展示，满分 5 分。
2. 实物成像竞赛，满分 75 分。
3. 设计方案答辩，满分 20 分（实物成像竞赛成绩排名前 10%的队参加）。

### 二. 竞赛规程

#### 2.1 设计原理展示（满分 5 分）

参赛队自带海报，展示本队作品的原理描述、特点、性能指标、照片等。

专家现场考察、询问并评分。专家所评分数的平均值为原理展示环节得分。

#### 2.2 实物成像竞赛（满分 75 分）

成像比赛时间为 30 分钟。其中，安装调试不超过 10 分钟，拍摄时间不超过 5 分钟，后期处理不超过 15 分钟。各参赛队 30 分钟内提交图像文件，否则比赛成绩无效。

#### 2.3 设计原理答辩

根据成像比赛结果，成绩排名前 10%的参赛队进入答辩环节。进入答辩的参赛队应提交一式 4 份纸质版设计方案以及答辩用 PPT 等。指导教师可旁听，但不能参与答辩。

### 三、评分细则

#### 3.1 原理展示评分（满分 5 分）

#### 3.2 成像竞赛评分（满分 75 分）

参照国家标准 GB/T 19953-2005 《数码照相机 分辨率的测量》和国际标准 ISO 12233 《Photograph—Electronic still picture imaging—Resolution and spatial frequency responses》的规定进行评分。

##### 3.2.1 测试卡

选用 ISO 12233—2003 版测试卡。测试卡可为透射式或反射式。竞赛组委会提供 0.5X 反射式测试卡。参赛队可用符合标准规定的自备测试卡参赛，测试卡支架等参赛队可选择自制。

500mm 处放置倒置的半幅测试卡，如图 1。

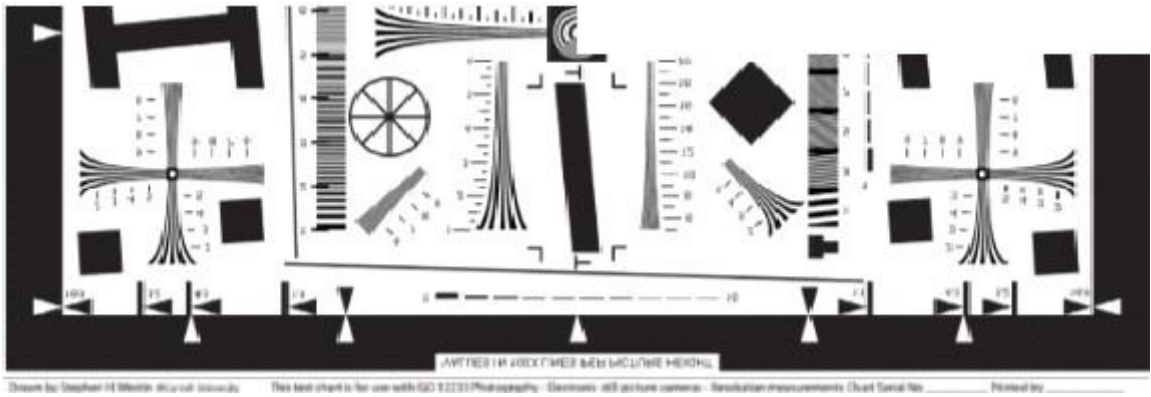


图 1 500mm 处放置倒置的半幅测试卡

800mm 处放置全幅测试卡。

### 3.2.2 拍摄要求

拍摄结果应如图 2 所示。满足竞赛要求的图像应包括：

a. 反映系统整体成像性能的枯叶图。枯叶图片在测试卡上的位置随机贴放，外边缘是不规则的。

b. 能够反映系统分辨率性能的水平、垂直 4 个（500mm 2 个，800mm 2 个）楔形图。

其中，前景和背景至少有一个楔形图是完整的，用以确定分辨率换算倍率。

c. 自制软件产生的校名、队名、队员标记等。

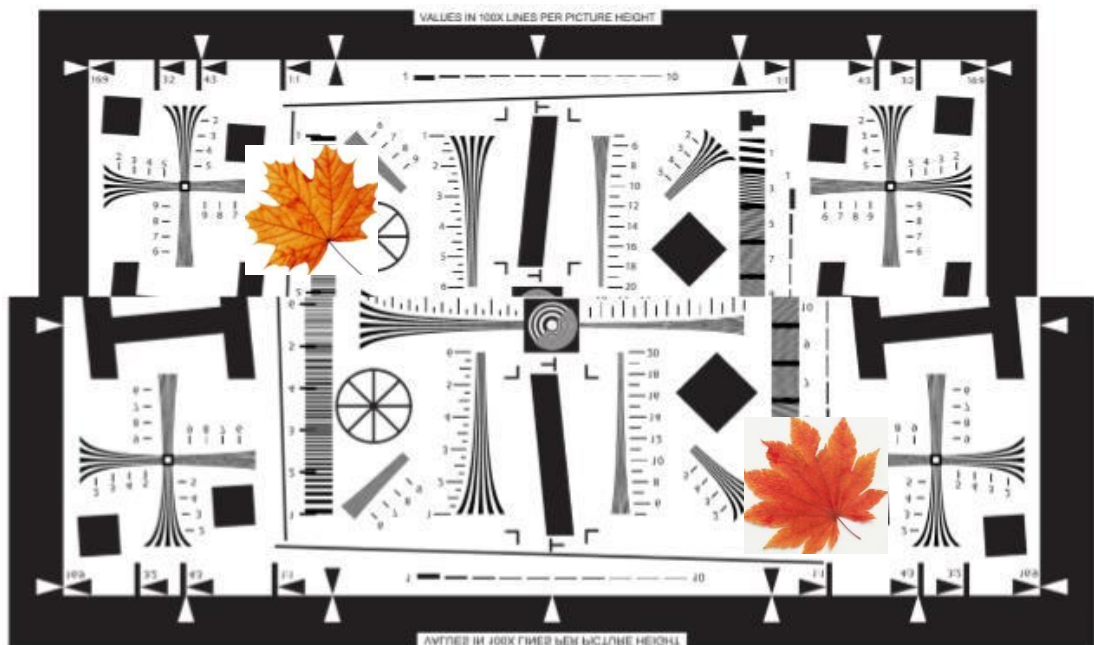


图 2 拍摄结果示意图四、分辨率判读

### 3.2.3 目视判读

——所有图片在同等计算机（显示器），在相同条件下，由不少于 3 名专家进行判读；

---应从低空间频率向高空间频率的方向依次观察；

---以分辨率的线数发生变化处（如：由 5 线变为 4 线、由 9 线变为 8 线、线条中间断开或模糊不清等）的截止空间频率为视觉分辨率的读取值。

### 3.2.4 目视分辨率读数的换算

由于本赛题涉及两个不同物距的测试卡，物距又是固定不变的，利用目视判读所获得的分辨率需要对 500mm 和 800mm 测试卡的目视读数分别进行换算。

目视读取选取如图 3 所示的四个楔形图。具体选取楔形图的位置取决于系统性能及测试卡尺寸。

按照下式进行换算：

目视分辨率=100×目视读数×0.3×像高/楔形图长(水平图)或楔形图高(垂直图)  
(LW/PH, 线宽/像高)

举例：比如读取图像中最上方的这个红圈标示的楔形（对应 800mm 物距测试卡），目视读数为 3.5，用相应软件读取像高为 1024 像素，而图中的楔形图高为 210 像素。那么，目视分辨率=100\*3.5\*0.3\*1024/210=512。

对应 500mm 物距测试卡，计算目视分辨率，楔形图高（或者长）须重新读取。

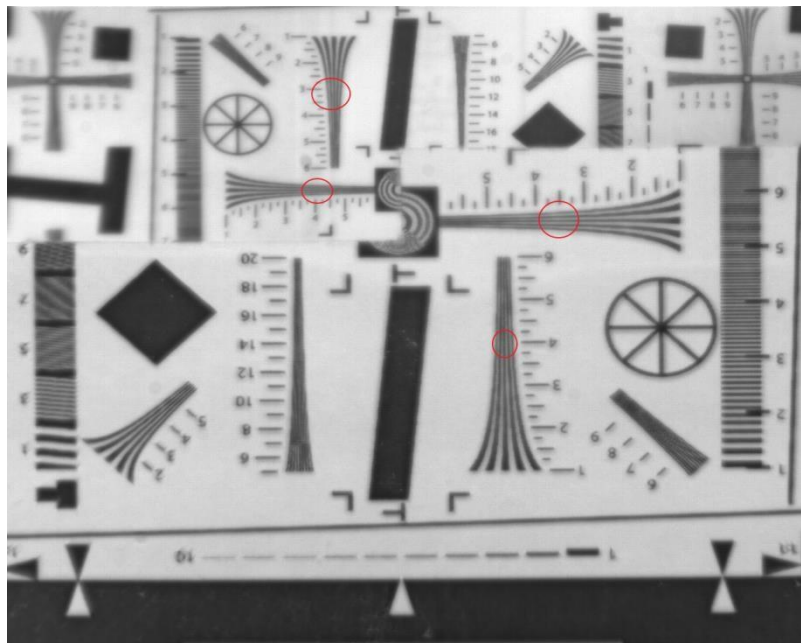


图 3 目视读取位置选取示意图

### 3.2.5 用 iSeetest 或 Imatest 软件测量

用 iSeetest 软件可以直接测量各个方向的分辨率，无需进行换算。根据标准规定，当软件测量结果和目视结果相差较大（超过 30%）时，用 Imatest 读取如图 4 中所示四个位置的 SFR，取 SFR=0.2 处空间频率的总和。

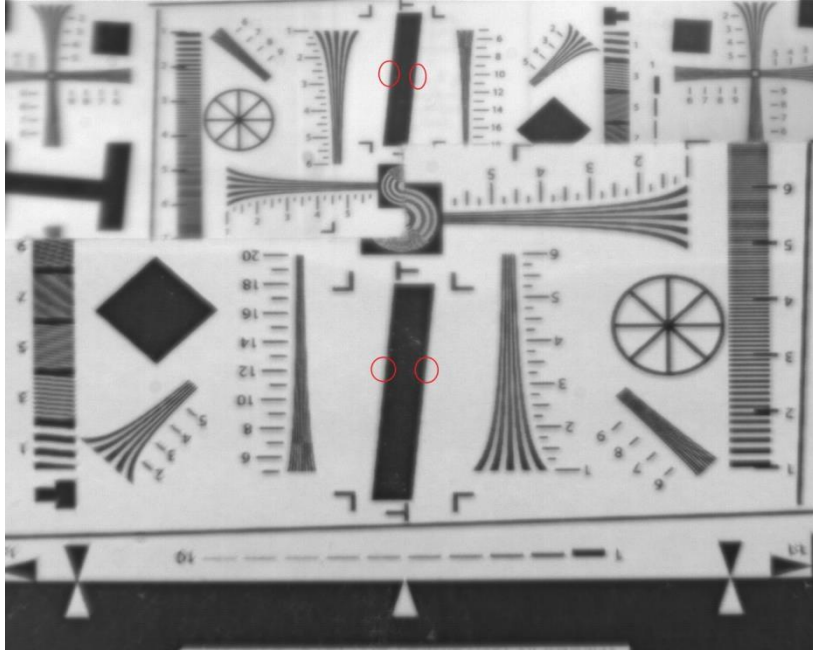


图 4 软件读取位置选取示意图

## 3.3 成绩计算

### 3.3.1 成像竞赛成绩

成像竞赛总分由主观分类与目视分辨率得分两部分组成（满分为 75 分）。

#### A. 主观分类得分：

本环节主要用于考查参赛队有无根据测试卡测试特征，用图像处理的方法编造图像的现象。根据枯叶图与整体图像的关系进行分类：

- a. 枯叶图整体图像清晰（特别是叶片的脉络细节及叶片边缘）、层次丰富，枯叶图部分与图像其他部分的成像特性一致，获满分 100 分。
- b. 枯叶图整体图像清晰（特别是叶片的脉络细节及叶片边缘）、但缺少层次，二值化处理明显；枯叶图部分与图像其他部分的成像特性一致，获满分 90 分。
- c. 枯叶图整体图像清晰、层次丰富；枯叶图部分与图像其他部分的成像特性明显不一致，图像由多个部分拼接而成，获满分 80 分。
- d. 枯叶图整体图像清晰、层次丰富，楔形线等测试部分为图像处理软件根据已知测试卡图案自动生成的，获满分 70 分。

#### B. 目视分辨率得分

目视分辨率得分计算方法：对所提交的图像进行判读，求得 500mm 和 800mm 测试卡的水平、垂直两个方向的 4 个分辨率之和，进行换算，获得目视分辨率得分排名，第 1 名得 100 分，第 2 名 98 分，第 3 名 97 分，其余依次减 0.5 分。

#### C. 最低目视分辨率得分

选取每个队上述 B 环节中，4 个目视分辨率（水平@500mm，垂直@500mm，水平@800mm，垂直@800mm）中的最低值进行排名。第 1 名得 100 分，第 2 名 98 分，第 3 名 97 分，其余依次减 0.5 分。

$$\text{成像竞赛得分} = (A \times 0.3 + B \times 0.4 + C \times 0.3) \times 75$$

根据以上得分确定参与答辩的队伍，对答辩队的图像用软件进行测试，用软件测试所得分辨率取代 B、C 环节的目视分辨率，重新计算成像竞赛得分。

#### 3.3.2 竞赛答辩（满分 25 分（含展示 5 分））

专家组将根据方案的可行性、新颖性、合理性、制作成本等因素综合判断，满分 25 分。

成像竞赛总成绩：成像竞赛（满分 75 分）+ 答辩（满分 25 分）

总分相同的赛队，名次并列。

## 四. 备注

竞赛设有投诉与仲裁机构（由全国大学生光电设计竞赛竞赛委员会选派专家组成），负责处理竞赛争议。对竞赛裁判结果有异议的参赛队应及时提出，对于队长签字同意后的竞赛结果，不再受理投诉。

答辩前半小时将公示一、二等奖候选名单，有异议的，应书面提出申述意见，由仲裁机构判决。

本规则的解释权归全国大学生光电设计竞赛竞赛委员会所有。