

国家计量技术规范规程制修订

# 《成像式微孔板检测系统校准规范》

(征求意见稿)

## 编制说明

中国计量科学研究院

2026 年 08 月

# 《成像式微孔板检测系统校准规范》

## 编制说明

### 一、任务来源

根据国家市场监督管理总局国家计量技术法规制修订文件（见市监计量发[2025]45号），中国计量科学研究院、中国计量科学研究院深圳技术创新院、中国检验认证集团河南有限公司、中国计量大学和成都市计量检定测试院共同承担《成像式微孔板检测系统校准规范》的制定工作，归口单位为全国生物计量技术委员会。

### 二、规范制定的必要性

荧光成像是一项广泛应用的生物测量手段，主要应用于疫苗研发、ADC 抗体偶联药物、细胞治疗、抗病毒药物筛选等方向。成像式微孔板检测系统将全自动显微成像系统与传统的微孔板检测系统整合一体，兼具 Elispot（酶联免疫斑点）和 FluoroSpot（荧光免疫斑点）双重分析功能，主要通过斑点计数功能来实现各种实验结果的数据统计，在生命科学、医疗健康领域发挥着重要的作用。计数不准会导致疫苗检测及药物筛选等出现结果偏差，导致误筛误判，直接影响人民群众的健康。目前，成像式微孔板检测系统有超千台使用量，分布在上百家科研机构、高校医院以及生物医药企业当中，是大多数科研实验室预算范围内可以配备的成像检测系统。

国内现有的相关仪器校准规范如酶标分析仪（JJG 861-2007）、凝胶成像系统校准规范（JJF 1530-2015）、微孔板化学发光分析仪校准规范（JJF 1849-2020）、斑点酶联免疫分析仪校准规范（JJF 2035-2023）以及已经报批完成的荧光酶标分析仪校准规范等都不能满足对成像式微孔板检测系统的校准。随着生物医药产业的蓬勃发展，该系统使用需求也将进一步提升，为了实现该类仪器所测定数据的可比性，成像式微孔板检测系统校准规范需要进行及时的制定。

### 三、《成像式微孔板检测系统校准规范》制定过程

1、2024 年初开始，起草小组针对成像式微孔板检测系统的市场情况进行了

广泛的调研，调研对象包括当前细胞生物产业领域中主流的进口和国产品牌厂商，包括安捷伦科技（中国）有限公司、美谷分子仪器（上海）有限公司、上海睿钰生物科技有限公司以及瑞孚迪生物医学（上海）有限公司等。通过调研发放了调查表，厂商根据要求提供了相关产品不同型号成像式微孔板检测系统的性能参数。

2、2025 年 1 月，《成像式微孔板检测系统校准规范》起草小组在全国生物计量技术委员会规范立项评审会上，汇报了《细成像式微孔板检测系统校准规范（初稿）》，回答专家质询，完成规范的立项

3、随后，围绕专家的相关建议起草小组在《成像式微孔板检测系统（初稿）》的基础上，进一步修改形成了《成像式微孔板检测系统校准规范（修改稿）》。

4、2025 年 3 月至 2025 年 9 月，《成像式微孔板检测系统校准规范》起草小组在各型号仪器上开展实验工作，收集实验数据

5、2025 年 10 月，起草小组根据检测应用结果，开会讨论了需进一步完善的工作内容

6、2025 年 11 月至 2026 年 4 月，《成像式微孔板检测系统校准规范》起草小组进一步进行了规范适用性验证。

7、2026 年 4 月至 2026 年 8 月，规范起草小组对《成像式微孔板检测系统校准规范》进行了进一步的修改和完善，形成了征求意见稿。

## 四、规范制定的主要技术依据与原则

### （一）、技术依据

《成像式微孔板检测系统校准规范》依据 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》等完成规范的制定。在本规范制定过程中，也参考了现行有效的 JJF 2035-2023 《斑点酶联免疫分析仪校准规范》。

### （二）、原则

#### 1、构架

根据 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》的要求，本规范架构上包括封面、扉页、目录、引言、范围、引用文件、术语和计量单位、概述、计量

特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果表达、复校时间间隔、附录几个部分。

## 2、术语与计量单位的选择

术语和计量单位的选择遵照 JJF 1001-2011 《通用计量术语及定义》选择使用。

## 3、计量特性确定原则

根据成像式微孔板检测系统的结构及特点、成像式微孔板检测系统在实际中的应用和仪器生产厂家提供的信息，确定成像式微孔板检测系统的计量特性；计量特性确定过程中也参照了现行有效的斑点酶联免疫分析仪校准规范中的计量特性指标。

## 4、校准用仪器选择的原则

## 五、规范制定说明

《成像式微孔板检测系统校准规范》包括封面、扉页、目录、引言、范围、引用文件、术语和计量单位、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果表达、复校时间间隔以及附录几个部分，根据 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》撰写。

### （一）、范围

本规范适用于各类成像式微孔板检测系统中荧光成像模块的校准。

### （二）、引用文件

本规范引用了下列文件：

ANSI/SLAS 4-2004 微孔反应板. 井位置 (Microplates - Well Positions)

GB/T 32267-2015 分析仪器性能测定术语

### （三）、术语

#### 1. 成像式微孔板检测系统 imaging microplate detection systems

成像式微孔板检测系统是将全自动显微成像系统与传统的微孔板检测系统整合一体，兼具酶联免疫斑点 (Elispot) 和荧光免疫斑点 (FluoroSpot) 双重分析功能的自动成像计数分析系统。

#### （四）、概述

成像式微孔板检测系统将荧光和高对比度明场成像与传统的多功能检测相结合。通过内置的荧光显微镜简单快速成像，不论是聚焦、LED 强度还是曝光均可全自动完成。其微孔板检测模块包含了基于滤光片的高灵敏度荧光检测系统可以完成荧光强度检测，兼容 6-384 孔板，根据检测信号的强度阈值来挑选出目标孔进行成像。通过图像采集与分析计算得出检测结果，提供孔板检测定量数据。

#### （五）、计量特性

本部分规定了成像式微孔板检测系统的计量特性，经过对厂家和用户的调研（附录 A），选择了计数示值相对误差和重复性作为成像式微孔板检测系统的计量特性指标，荧光通道包括最常用的红/绿/蓝三色通道。根据 JJF 1071 - 2010《国家计量校准规范编写规则》的要求，计量特性指标中没有给出各项计量特性指标的具体限定值，但是，当用户要求时，可以根据用户提供的计量特性的最大允许误差进行符合性判定，并将结论列入校准证书。

#### （六）、校准条件

本部分主要规定了成像式微孔板检测系统校准时需要满足的环境条件，以及使用的标准物质。

在环境条件中，首先要求了实验室环境应当满足仪器的安装要求，不得存在强烈的机械振动和电磁干扰，校准温度时实验室温度应当控制在（15-30）℃，相对湿度不大于 85%。为防止环境温度改变引起的成像式微孔板检测系统测定结果的漂移，要求校准过程中环境温度变化小于 3℃。

在标准物质部分，规定了进行成像式微孔板检测系统校准时所用的标准物质和校准设备。推荐校准时采用国家有证标准物质，其中成像式微孔板检测系统校准用标准物质的标称值应溯源至国际单位制 1。

#### （七）、校准项目和校准方法

本部分主要针对成像式微孔板检测系统示值误差和重复性的计量特性的具体测定方法作出了要求。

## 7.1 计数示值相对误差

使用成像式微孔板检测系统进行荧光成像,对其四个标准孔内数量不同的荧光斑点进行拍照并计数,重复测量 3 次,根据式 (1) 计算每孔荧光斑点个数测量值和标准值之间的相对示值误差。

$$\Delta N_{r,i} = \frac{\bar{N}_i - N_{s,i}}{N_{s,i}} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

$\Delta N_{r,i}$ ——第 i 孔内计数示值相对误差, %;

$\bar{N}_i$ ——第 i 孔内荧光点个数测量平均值, 个;

$N_{s,i}$ ——第 i 孔内荧光点个数标准值, 个。

## 7.2 重复性

将模拟荧光点标准板放置在微孔板仓内,对模拟荧光计数标准物质标准值为 200 的标准计数孔连续拍照并计数 6 次,按式 (2) 计算荧光点个数测量相对标准偏差,作为检测系统的重复性表征。

$$RSD = \frac{1}{\bar{N}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (N_i - \bar{N})^2}{6 - 1}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

RSD——相对标准偏差, %;

$N_i$ ——第 i 次荧光点个数测量的结果, 个;

$\bar{N}$ ——6 次荧光点个数测量结果平均值, 个;

$i$ ——测量序号。

## (八)、校准结果表达

经校准后的成像式微孔板检测系统应核发校准证书,校准证书应符合 JJF 1071-2010 中 5.12 的要求,并给出各校准项目名称和测量结果以及扩展不确定度。

### （九）、复校时间间隔

复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议不超过 1 年。

### （十）、附录

本部分主要对成像式微孔板检测系统校准记录内容、校准证书内页内容及不确定度评定等进行了具体的描述和规定。

《成像式微孔板检测系统校准规范》起草小组

2026 年 08 月

## 附录 A

### 《成像式微孔板检测系统校准规范》中计量特性及参考值的确定

中国计量科学研究院、深圳中国计量科学研究院技术创新研究院、中国检验认证集团河南有限公司、中国计量大学和成都市计量检定测试院承担了《成像式微孔板检测系统校准规范》制定任务以后,首先通过问卷调查和网络搜索的方式,针对主要的成像式微孔板检测系统生产厂商,包括安捷伦科技(中国)有限公司、美谷分子仪器(上海)有限公司、上海睿钰生物科技有限公司以及瑞孚迪生物医学(上海)有限公司等,发放了调查问卷,并进行相关产品网络搜索。对各个公司各种类型的成像式微孔板检测系统进行了调查,主要了解了成像式微孔板检测系统的主要技术指标以及使用的校准品信息进行了初步的调查。总体调查情况请见表 1-4。

表 1 安捷伦科技(中国)有限公司相关仪器调查表

|           |                                                            |
|-----------|------------------------------------------------------------|
| 仪器型号      | Agilent BioTek Cytation 5                                  |
| 微孔板类型     | 光栅: 6 至 384 孔板, 滤光片: 6 至 1536 孔板, 成像: 6 至 1536 孔板          |
| 支持的其他样品容器 | 显微镜玻片、皮氏 / 细胞培养皿、细胞培养瓶 (T25)、计数腔室 (血细胞计数器)、Take3 微量检测板     |
| 环境控制      | 高达 65°C 的温控、CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 控制器、帕尔帖制冷模块    |
| 振荡        | 线性、轨道和双轨道                                                  |
| 自动化       | 支持 Agilent BioTek BioSpa 8、Agilent BioTek BioStack 与第三方自动化 |
| 成像模式      | 荧光、明场、高对比度明场、彩色明场和相差成像                                     |
| 成像方法      | 单色、多色、蒙太奇、延时、Z 轴层切                                         |
| 光源        | 长寿命 LED                                                    |
| 相机        | 索尼 CMOS, 16 位灰度, 标准或宽场                                     |
| 成像物镜 / 容量 | 1.25 倍至 60 倍空气镜 / 6 位全自动转盘                                 |
| 成像滤光片模块   | 支持 20 多个滤光片 / LED 模块                                       |

|           |                |
|-----------|----------------|
| 成像滤光片模块容量 | 四色通道与明场        |
| 自动对焦方法    | 基于图像及基于激光的自动聚焦 |

|            |                                                                        |
|------------|------------------------------------------------------------------------|
| 仪器型号       | Agilent BioTek Cytation 10                                             |
| 微孔板类型      | 成像：6 至 1536 孔板<br>检测：光栅：6 至 384 孔板                                     |
| 支持的其他样品容器  | 显微镜玻片、皮氏 / 细胞培养皿、细胞培养瓶（T25）、计数腔室（血细胞计数器）                               |
| 环境控制       | 高达 45°C 的温控<br>CO <sub>2</sub> 和 O <sub>2</sub> 控制                     |
| 振荡         | 线性、轨道式和双轨道式，用户可自行选择振幅                                                  |
| 成像模式       | 共聚焦：荧光<br>宽场：荧光、明场、高对比度明场、彩色明场和相差成像                                    |
| 成像方法       | 单色、多色、延时、蒙太奇、Z 轴层切、Z 轴层切蒙太奇                                            |
| 相机选项       | Hamamatsu 科学级 CMOS 相机<br>索尼 16 位 CMOS 相机                               |
| 光源         | 共聚焦：6 谱线激光器<br>宽场：长寿命 LED                                              |
| 物镜 / 容量    | 1.25x 至 60x 空气镜、4x 至 40x 相差物镜、20x 至 60x 共焦物镜和 40x 至 60x 水镜 / 6 位全自动物镜轮 |
| 支持的成像滤光片模块 | 共聚焦：CFP、CY5、DAPI、GFP、RFP、TRITC<br>宽场：支持 20 多个滤光片 / LED 模块              |
| 自动聚焦方法     | 基于图像的自动聚焦<br>激光自动聚焦                                                    |

|           |                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------|
| 仪器型号      | Agilent BioTek Cytation 1                            |
| 微孔板       | 6-1536 孔板，最大高度 1.0 英寸                                |
| 支持的其他样品容器 | 显微镜玻片、皮氏 / 细胞培养皿、细胞培养瓶（T25）、计数腔室（血细胞计数器）、Tako3 微量检测板 |
| 温度控制      | 触毫 45°C 的 4-Zone 道控，带有抗凝集功能                          |
| 冷却        | 帕尔帖制冷模块选件                                            |
| 振荡        | 线性、轨道和双轨道                                            |
| 成像模式      | 荧光与高对比度明场                                            |
| 成像方法      | 单色、多色、蒙太奇、延时、Z 轴层切                                   |
| 光源        | 高功率 LED                                              |

|         |                                                            |
|---------|------------------------------------------------------------|
| 相机      | 16 位灰度，索尼 CCD，1.25 兆像素                                     |
| 分辨率     | 放大 20 倍时为 0.3 $\mu\text{m}$ /像素                            |
| 滤光片模块容量 | 多达 4 个可更换的机载模块                                             |
| 支持的色彩   | 超过 15 种颜色                                                  |
| 物镜容量    | 2 位全自动物镜转盘                                                 |
| 支持的物镜   | 1.25x、2.5x (2.25x eff)、2.5x (2.75x eff)、4x、10x、20x、40x、60x |
| 自动聚焦方法  | 基于图像的自动聚焦；可选的激光自动聚焦                                        |
| 光源      | 脉冲氙灯                                                       |
| 检测器     | PMT                                                        |
| 波长范围    | 200-700nm（可选 860nm）                                        |

|           |                                                                      |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|
| 仪器型号      | Agilent BioTek Cytation 9                                            |
| 微孔板类型     | 光栅单色器：6 至 384 孔板<br>滤光片：6 至 1536 孔板<br>成像：6 至 1536 孔板                |
| 支持的其他样品容器 | 显微镜玻片、培养皿和细胞培养皿、细胞培养瓶（T25）、细胞计数板（血细胞计数器）、Take3 微量检测板                 |
| 环境控制      | 高达 65°C 的温控<br>提供集成 CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 控制器<br>提供柏尔贴制冷模块 |
| 振荡        | 线性、轨道和双轨道                                                            |
| 成像模式      | 荧光、明场、高对比度明场、彩色明场和相差成像                                               |
| 成像方法      | 单色、多色、蒙太奇、延时、Z 轴层切                                                   |
| 光源        | 长寿命 LED                                                              |
| 相机        | 索尼 CMOS, 16 bit, WFOV                                                |
| 成像物镜容量    | 1.25x 至 60x 空气镜及 6 位全自动物镜轮                                           |
| 成像滤光片模块   | 支持 20 多种滤光片及 LED 模块                                                  |
| 成像滤光片模块容量 | 四色通道加明场和专用激光自动聚焦位置                                                   |
| 自动聚焦方法    | 基于图像的自动聚焦和激光自动聚焦                                                     |
| 成像模式      | 反射光和透射光显微成像                                                          |
| 相机        | 彩色相机，WFOV                                                            |
| 透镜        | 物镜，放大 2x、4x 和 8x                                                     |

表 2 美谷分子仪器（上海）有限公司相关仪器调查表

|       |                                                                   |
|-------|-------------------------------------------------------------------|
| 仪器型号  | ImageXpress HCS.ai                                                |
| 自动聚焦  | 多反射面检测的高速硬件自动对焦<br>集成图像自动对焦选项                                     |
| 检测器   | >5 百万像素 sCMOS，大尺寸传感器（224mm）<br>95%峰值量子效率，16 位，动态范围>3log           |
| 载物台   | 磁悬浮载物台<br>分辨本优于 25nm                                              |
| 滤片    | 10 位发射滤片转轮                                                        |
| 荧光光源  | 5 色 LED，7 色数光，支持光源定制（8LED 或其他）                                    |
| 透射光   | 高对比度成像，其中未标记的细胞可以轻松地被观察或从背景中分离出来                                  |
| 物镜    | 6 位自动物镜转换器<br>高 NA 空气物镜：2X-60X<br>超长工作距离物镜 20X-60X                |
| 样品兼容性 | 微孔板（1-1536 孔），圆底或平底、低 / 高裙边、玻片、培养皿、Transwell 孔板、微流控 / 组织芯片、类器官芯片等 |

|       |                                                                                                         |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 仪器型号  | ImageXpress Pico                                                                                        |
| 成像模式  | 透射光（明场），彩色成像，荧光成像，实时预览                                                                                  |
| 光源    | 高能 LED>20,000 小时寿命                                                                                      |
| 物镜    | 6 位可更换物镜转换器，徕卡提供的 FLUOTAR 系列物镜 2.5x/NA 0.07,4x/NA 0.13,10x/NA 0.32, 20x/NA 0.40,40x/NA 0.60,63x/NA 0.70 |
| 相机    | Sony CMOS，5 百万像素                                                                                        |
| 通道    | Cy5、TRITC、FITC、DAPI、Texas Red、CFP、白光和 RGB                                                               |
| 载物台精度 | 0.625 $\mu\text{m}$                                                                                     |
| 成像方式  | 单色、多色、延时成像、Z-stacking、数字共聚焦 * 2D 实时反卷积                                                                  |
| 自动聚焦  | LED 硬件自动聚焦和图像自动聚焦                                                                                       |

|        |                                               |
|--------|-----------------------------------------------|
| 支持样品   | 6-384 孔微孔板, 25mmx75mm(1in.x3in.) 玻片, 35mm 培养皿 |
| 图像输出   | 16-bit TIFF, JPG, MP4                         |
| 工作环境温度 | 18°C to 30°C (59 °F to 86°F)                  |
| 温度控制   | 室温 +8°C至 40°C                                 |
| 温控精度   | 37°C±0.5°C在 23°C室温环境                          |
| 湿度控制   | 主动湿度控制。样本室控制在 85%的标称湿度                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 仪器型号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ImageXpress Micro Confocal |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 高速激光硬件自动聚焦和精确图像自动聚焦可单独使用, 亦可联合使用</li> <li>• 高精度磁悬浮 XY 载物台及 Z 轴, 重复精度(resolution) &lt; 125 nm, 最小步进 &lt; 25 nm</li> <li>• 4 位物镜自动转换器, 采用线性设计, 切换速度快</li> <li>• 5 位置自动激发二向色镜转轮</li> <li>• 8 位置自动发射滤光片转轮</li> <li>• 样品适用性: 各种规格和品牌的 1-1536 多孔板, 包括 Transwell 孔板, U 型圆底 96 孔板, 玻片、自定义芯片等</li> <li>• 高灵敏度科学级 CMOS (sCMOS) 检测器, 2048 x 2048, 像素大小 6.5 μm, 动态范围 33,000 : 1; 量子效率最高可达 80%, 读出噪声 0.9e-</li> <li>• AgileOptix 技术整合了强大的固态光引擎 SSLE 光源、高量子效率的 16bit 科研级 CMOS 监测器和有多种选择的共聚焦模块。</li> <li>• 大靶面成像 (10x 物镜下成像面积 1.96 mm<sup>2</sup>), 最大程度的采集发表级高质量图片, 并获得有统计学意义的统计数据</li> <li>• 高动态范围, 在宽场和共聚焦模式下采集的图片均可达到 &gt; 3 log</li> </ul> |                            |

表 3 上海睿钰生物科技有限公司相关仪器调查表

|      |                                   |
|------|-----------------------------------|
| 仪器型号 | Countstar castor X2               |
| 光源   | 多色高功率 LED 光源                      |
| 光学放大 | 4x 物镜 (NA=0.2)<br>10x 物镜 (NA=0.3) |
| 成像元件 | 16bit, 1000 万像素, CMOS 彩色相机        |

|      |                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 聚焦方式 | 激光自动聚焦/图像自动对焦                                                                             |
| 源板类型 | 6-384 孔板、玻片、培养皿、培养瓶                                                                       |
| 源板载量 | 1 块板/次                                                                                    |
| 荧光通道 | EX: 480/30 nm EM: 535/40 nm<br>EX: 545/15 nm EM: 590/25 nm<br>EX: 395/15 nm EM: 460/20 nm |

|      |                                                            |
|------|------------------------------------------------------------|
| 仪器型号 | Countstar castor X                                         |
| 光源   | LED 光源                                                     |
| 光学放大 | 4x 物镜 (NA=0.2)                                             |
| 成像元件 | 16bit, 1000 万像素, CMOS 彩色相机                                 |
| 聚焦方式 | 激光自动聚焦/图像自动对焦                                              |
| 源板类型 | 6-384 孔板、玻片、培养皿、培养瓶                                        |
| 源板载量 | 1 块板/次                                                     |
| 荧光通道 | EX: 480/30 nm EM: 535/40 nm<br>EX: 540/25 nm EM: 620/60 nm |

|      |                                                            |
|------|------------------------------------------------------------|
| 仪器型号 | Countstar Castor Pro                                       |
| 光源   | 多色高功率 LED 光源                                               |
| 光学放大 | 4x 物镜 (NA=0.2)<br>10x 物镜 (NA=0.3)<br>20x 物镜 (NA=0.45)      |
| 成像元件 | 16bit, 1000 万像素, CMOS 彩色相机                                 |
| 聚焦方式 | 激光自动聚焦/图像自动对焦                                              |
| 源板类型 | 6-384 孔板、玻片、培养皿、培养瓶                                        |
| 源板载量 | 1 块板/次                                                     |
| 荧光通道 | EX: 385/20 nm EM: 445/30 nm<br>EX: 480/30 nm EM: 535/40 nm |

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | EX: 540/25 nm EM: 620/60 nm |
|  | EX: 630/10 nm EM: 700/40 nm |

表 4 瑞孚迪生物医学（上海）有限公司相关仪器调查表

| 仪器型号 | Celigo Image Cytometer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>光源：四个独立的固态 LED 光源，分别为一个明场和三个荧光光路通道</li> <li>成像单元：大芯片 CCD，像素大小 3.4 <math>\mu\text{m}</math>，像素矩阵 2054（H）x 2054（V）</li> <li>扫描光路：大口径 F-theta 扫描透镜（0.25 NA）和 XY 双轴偏转电磁检流计镜片。<br/>该光路系统可对直径至少为 8 mm 的能视域（FOR）进行成像，放大倍数达到 3.5X</li> <li>成像分辨率精度：1, 2, 4, 8 <math>\mu\text{m}</math>/像素</li> <li>全孔细胞成像模式：基于扫描光路对全孔进行顺序扫描，生成最高为 1 <math>\mu\text{m}</math>/像素分辨率的图像拼接成全孔图像</li> <li>图像拼接数量：96 孔板单孔图像由 16 张 CCD 图像合并拼接，6 孔板单孔图像由 256 张 CCD 图像合并拼接</li> <li>激发光源和滤光片： <ul style="list-style-type: none"> <li>蓝色荧光：ex/em 377/477 (e.g., Hoechst, DAPI)</li> <li>绿色荧光：ex/em 483/536 (e.g., FITC, Calcein, Alexa Fluor®488, GFP)</li> <li>红色荧光：ex/em 531/629 (e.g., PI, Texas Red, Alexa Fluor®568)</li> </ul> </li> <li>适用培养容器：6/12/24/48/96/384/1536 通用型细胞培养板、常见培养皿、T25/T75 培养瓶</li> <li>自动聚焦：具备基于独立红外光路的硬件聚焦和基于图像分析的软件聚焦两种模式</li> </ul> |

| 仪器型号 | Operetta CLS                                                                                                                                                                                                                |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>宽场荧光成像</li> <li>共聚焦荧光成像</li> <li>创新、快速切换的 LED 光源，具有多达 8 种波长和高耦合效率</li> <li>可选的真正共焦，大视野针孔转盘</li> <li>16 位 sCMOS 相机，4.7 百万像素（2160 x 2160），6.5 <math>\mu\text{m}</math> 像素尺寸</li> </ul> |

- 透射光成像（明场、数字相差对比）
- 高速、高分辨率磁悬浮载物台，50 nm 步进精度，1  $\mu\text{m}$
- 重复精度，z 轴步进精度 50 nm
- 测量时间：双通道单视野的 384 孔板拍摄耗时小于 8 分钟
- 配置有四个或八个 LED
- 透射模式使用 LED 光源
- 自动、用户可操作的八位发射滤光片轮