

光学成像的辉煌

亮点

- 利用 eXcelon®涂层相机，实现高灵敏度光学成像
- 二维生物发光成像、荧光成像
- 三维生物发光、荧光断层扫描
- 低剂量、快速 microCT 扫描*
- 高通量扫描功能，最多可扫描 10 只小鼠**
- 高分辨率，快速成像
- 可轻松实现多模式配准联用
- 光谱拆分算法去除自发荧光或轻松分离、量化多重荧光信号
- Living Image®软件应用广泛，具有直观的向导式采集分析功能

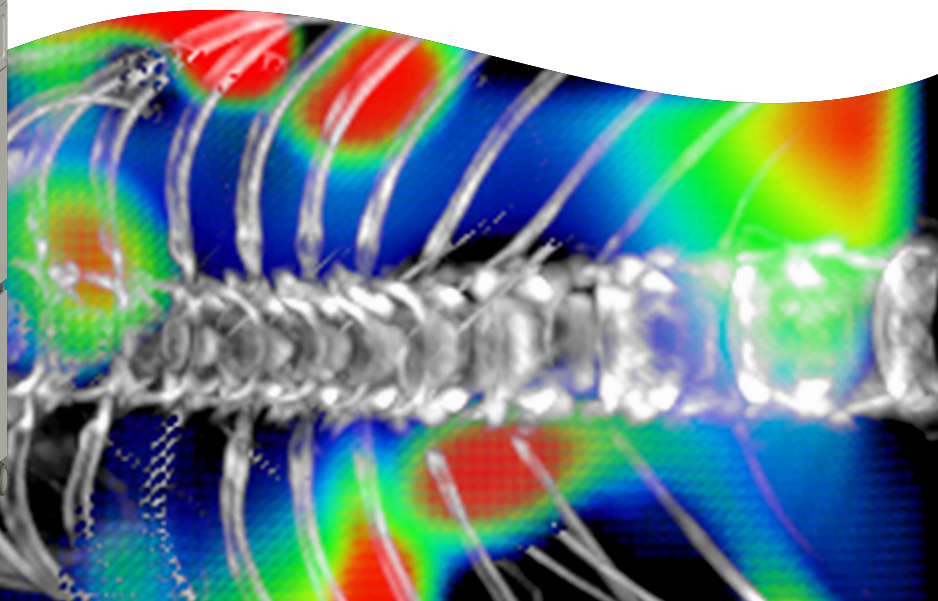
IVIS® Spectrum 2、IVIS SpectrumCT 2 成像系统继承并发展了上一代一流成像产品的优良性能，可实现高灵敏度二维、三维生物发光成像、荧光成像。

借助带有专利 eXcelon®涂层的创新型 CCD 相机，IVIS Spectrum 2 平台可提供科学研究所需的高灵敏度，有助于在活体动物背景下，对疾病进展、细胞靶向、药物安全性和毒理学评价、疗效评价等多种生物学过程进行无创纵向监测。

此先进成像平台将二维光学成像与高通量功能相结合，可同时对 10 只小鼠进行成像。此外，利用 IVIS 摆位平台和智能托盘，在提高通量的同时节约操作时间，从而简化成像工作流程。

IVIS Spectrum 2 系列既可用作纯光学系统，也可用作集成式 CT 光学系统，从而为功能研究提供解剖学背景。IVIS SpectrumCT 2 具有 IVIS Spectrum 2 的所有功能，同时包含一个 CT 模块（配有水平机架和平板探测器），可实现高性能、快速、低剂量 CT 图像采集。

IVIS® Spectrum 2,
IVIS® SpectrumCT 2



用更先进的相机保证高性能、高灵敏度成像

IVIS Spectrum 2、IVIS SpectrumCT 2 通过使用专利 eXcelon® 涂层的薄化背照式的 CCD 相机, 可提供更高灵敏度的光学成像, 进一步推动科学研究。

采用 eXcelon® 涂层技术后, 生物发光和荧光成像的灵敏度均得以提高, 相比标准薄化背照式 CCD, 具备范围更广的高量子效率波长范围。此涂层技术还可降低暗电流水平, 同时在较低波长下保持高量子效率:

- 荧光、生物发光信号信噪比提高 (图 2)
- 覆盖波段范围增加, 可涵盖更多 NIR 荧光探针 (图 3)

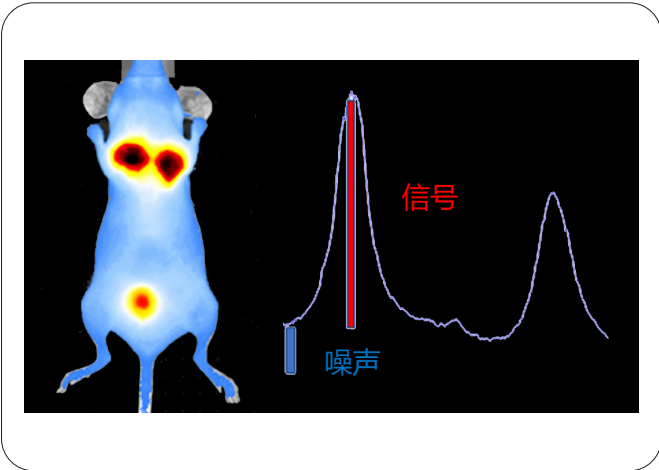


图 2: 信噪比提升

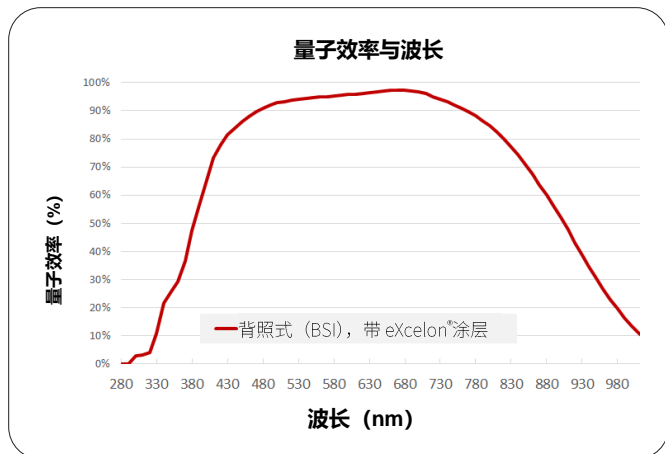


图 3: 量子效率图显示宽波长范围内量子效率大于 95%



图 1: IVIS Spectrum 2 平台内部

相机亮点

- 专利 eXcelon® 涂层
- 背照式、热电制冷 (-90°C) CCD, 高量子效率 (峰值 >95%), 波长范围广 (图 3)
- 成像室
 - 高避光性成像箱体
 - 集成式气体麻醉
 - 集成式荧光组件
 - 10 个激发滤光片
 - 加热平台, 用于保持最佳体温
 - 电动马达控制的成像、滤光片转轮、镜头位置、光圈大小
- LED 光源, 用于白光成像
- 电磁门锁
- 扫描激光器, 用于小鼠位置对齐和体表轮廓绘制

CCD 相机

- 背照式、热电冷却 (-90°C) CCD 相机, 带有专利 eXcelon® 涂层
- 成像像素: 2048 x 2048, 像素大小: 13.5 微米
- 读出噪声低
- 16 位数字转换器, 动态范围广

镜头

- 6 英寸直径光学镜头, 光圈大小 f/1-f/8
- 光学视野: 3.9 - 22.5 cm
- 高分辨率 - 低至 20 微米
- 配有 18 个发射滤光片, 覆盖的波长范围广

灵活视野 (FOV)

从高达 10 只小鼠到低至单个细胞的同时成像，MIS Spectrum 2 平台可提供信号定量以及动物功能开发所需的灵活性、灵敏度、通量和分辨率。

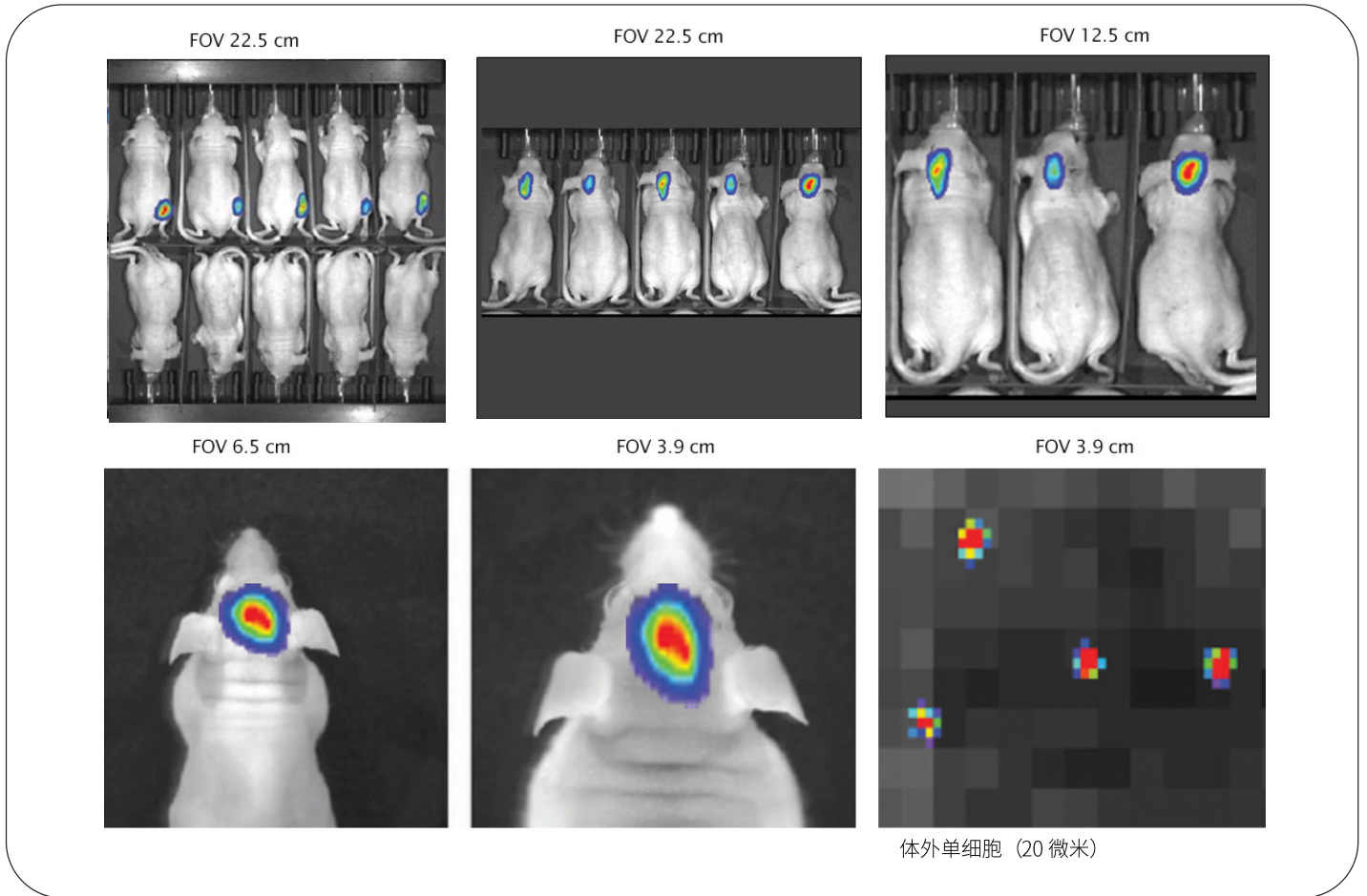


图 4: MIS Spectrum 2 平台上的 FOV 范围示例

二维生物发光成像、荧光成像

在活体动物实验中，二维（平面）光学成像方法（包括生物发光检测与荧光检测）具有卓越的易用性和灵敏度，因而成为科学研究和药物开发的强大工具。借助荧光素酶表达的肿瘤细胞系，生物发光成像对于监测肿瘤进展尤为重要，而近红外（NIR）荧光探针则为获取生物过程提供各种生物学专用工具。

一流的生物发光成像

生物发光成像使用便捷、成本低、速度快，因而被认定为“首选”光学模式。

IVIS Spectrum 2 平台采用热电冷却 CCD 相机 (-90°C) 和专利 eXcelon® 涂层，可提升生物发光成像效果。CCD 相机和宽范围的发射滤光片可对多种生物发光报告基因（包括萤火虫荧光素酶、海肾荧光素酶和细菌荧光素酶）进行高灵敏度生物发光检测。

高灵敏度涂层相机可检测单个细胞（图 4），用于早期检测、监测微转移或纵向无创追踪体内疾病进展（图 5）。

在更广的光谱范围内，以更高量子效率，进行荧光成像

生物发光成像是追踪疾病及其进展的重要工具，而荧光成像则可提供深度见解，以在生理变化前更好的了解复杂的生物学过程和疾病状态。

荧光成像需要外部荧光团激发源，每个荧光基团均有独特的激发、发射特征。IVIS Spectrum 2 平台配有多种高光谱分辨率滤光片组，包括 10 个窄带通激发滤光片（用于激发多种荧光基团）、18 个窄带通发射滤光片（用于多光谱信号检测）（图 6）。利用这些滤光片，借助带有 eXcelon®涂层的创新型 CCD 相机，IVIS Spectrum 2 平台可在更广的光谱范围内，以更高效率，对所有常用荧光基团（蛋白质、染料、共轭物）进行成像和量化。

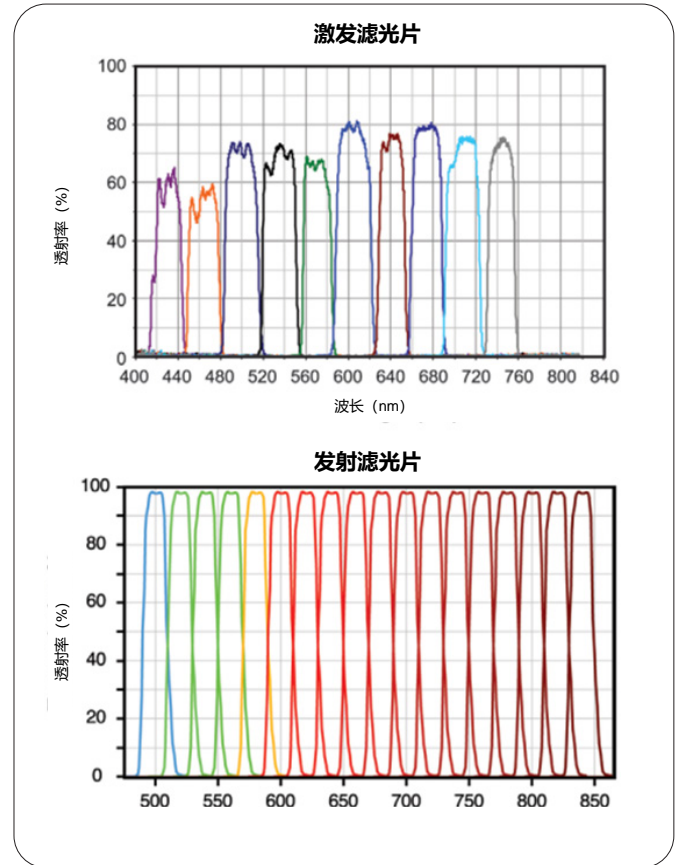


图 6：窄带通激发、发射滤光片

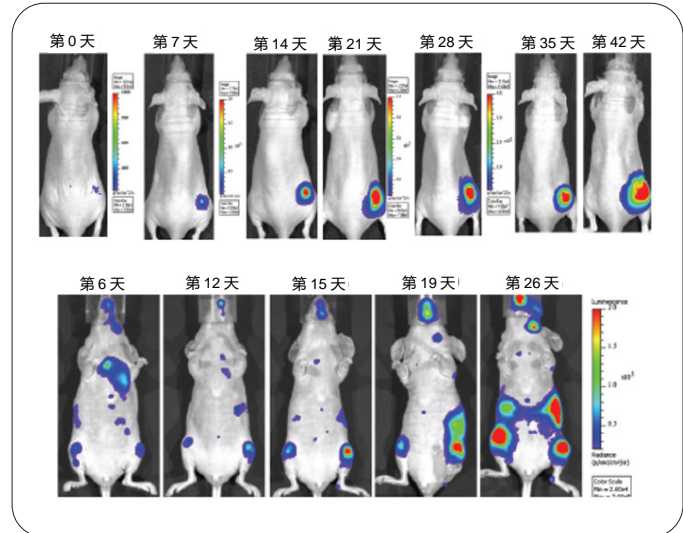


图 5：检测裸鼠皮下注射的 5 个 IVISbrite 4T1-luc2 肿瘤细胞（上图），纵向监测心内注射 IVISbrite MDA MA-231-luc2 肿瘤细胞后的转移情况（下图）

IVIS Spectrum 2、IVIS SpectrumCT 2: 标准发射、激发滤光片组

激发滤光片范围 (nm)	发射滤光片范围 (nm)	常用染料/制剂/报告基因
415-445	490-510	IVISense™靶向、血管、可激活探针
450-480	510-530	IVISense 染料
485-515	530-550	IVISense 自淬灭染料
520-550	550-570	IVISense 细胞标记染料
555-585	570-590	Alexa Fluor® 600-750
590-620	590-610	Cy5-Cy7.5
625-655	610-630	DsRed、Doxorubicin**
660-690	630-650	mCherry**
695-725	650-670	tdTomato**
730-760	670-690	GFP*
	690-710	FITC*
	710-730	ICG
	730-750	
	750-770	
	770-790	
	790-810	
	810-830	
	830-850	

* 与体外、离体、表面成像技术配合使用效果最佳 | **光谱拆分功能，提升定量效果

荧光成像：落射照明 vs. 透射照明

与前代 IVIS Spectrum 系列产品一样，IVIS Spectrum 2 平台可以使用落射照明或透射照明模式，对荧光基团进行成像 (图 7、图 8)。

通过激发滤光片的光经光纤束从顶部照射样本 (落射照明)，是高通量成像的理想之选。

还可通过光纤束自动切换功能，在精确的 x、y 位置上对平台下方的受试动物进行成像 (透射照明)，从而对深层荧光信号进行更灵敏的检测和更精确的量化。透射照明还可降低自发荧光的影响。

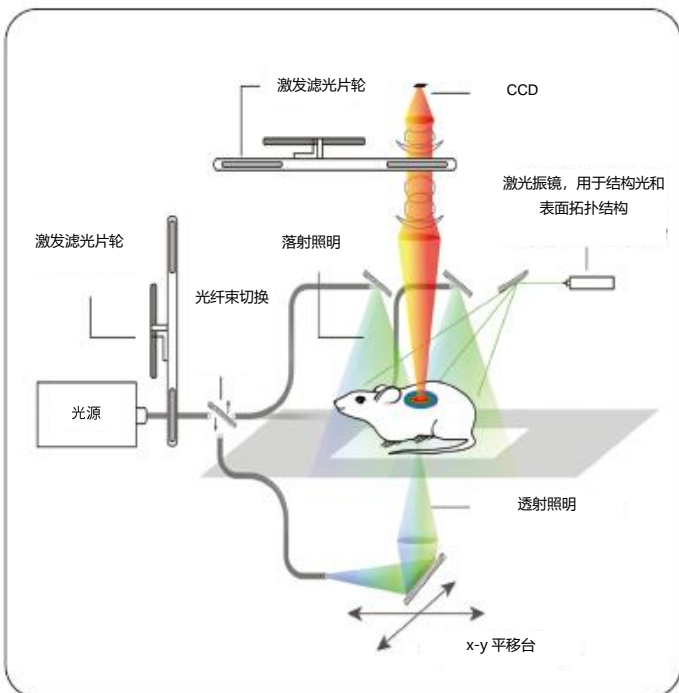


图 7: 成像室内部示意图

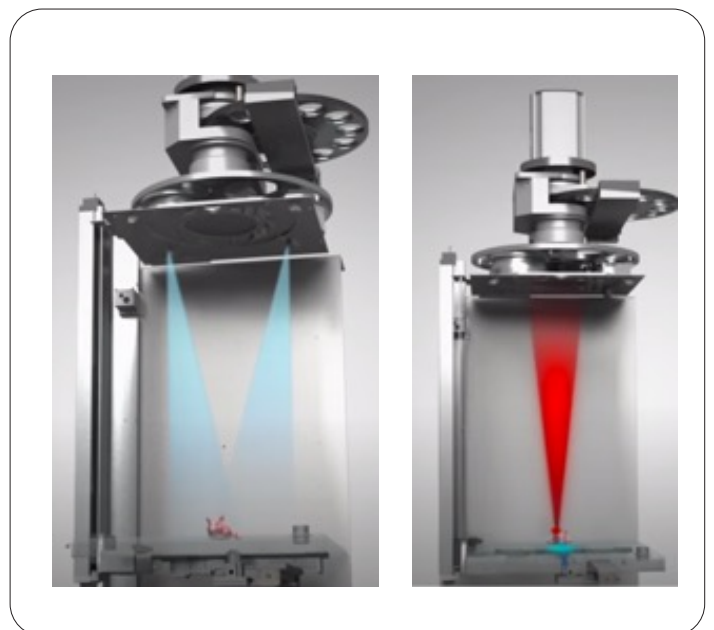


图 8: (左图) 从样本上方 (落射照明) 进行成像, (右图) 从样本下方 (透射照明) 进行成像。

先进的三维光学断层扫描

作为三维光学断层扫描的先驱，我们将继续努力，将三维光学断层扫描纳入研究人员的日常工作流程中。在解剖学背景下，疾病状态信号的可视化、分析、量化功能可将活体成像研究提升至新水平。利用 eXcelon®涂层相机，可对深层生物发光源、荧光源进行高灵敏度成像。

采用漫射光成像断层扫描技术 (DLIT) (图 9)，即通过滤片获得的二维生物发光序列结合表面拓扑结构来表示三维空间中的信号源，可测定信号源的深度并计算其绝对强度。

荧光成像断层扫描 (FLIT) 利用从二维透射照明序列中获取的数据，结合表面拓扑结构，在三维空间中重建荧光源 (图 10)。利用 FLIT，可测定荧光源的深度并计算其绝对强度。

利用 Living Image®软件 (可在解剖学背景下，利用小鼠图谱，分析三维荧光源)，可将三维断层扫描提升至更高水平。利用三维软件工具，还可量化细胞数量或细胞中的染料浓度，并可与其他成像模式进行配准。

三维光学断层扫描的优势

- 深度观察解剖学背景下的光学信号
- 可检测更深层的荧光源
- 在三维空间中测定生物发光源和荧光源的几何形状并进行量化，从而深入探究真实强度
- 将量化的光子转换为荧光团浓度或细胞数量
- 利用三维图像，查看矢状面、冠状面和横切面
- 将静态三维视图转换为旋转受试动物的动画电影，从多角度查看光源

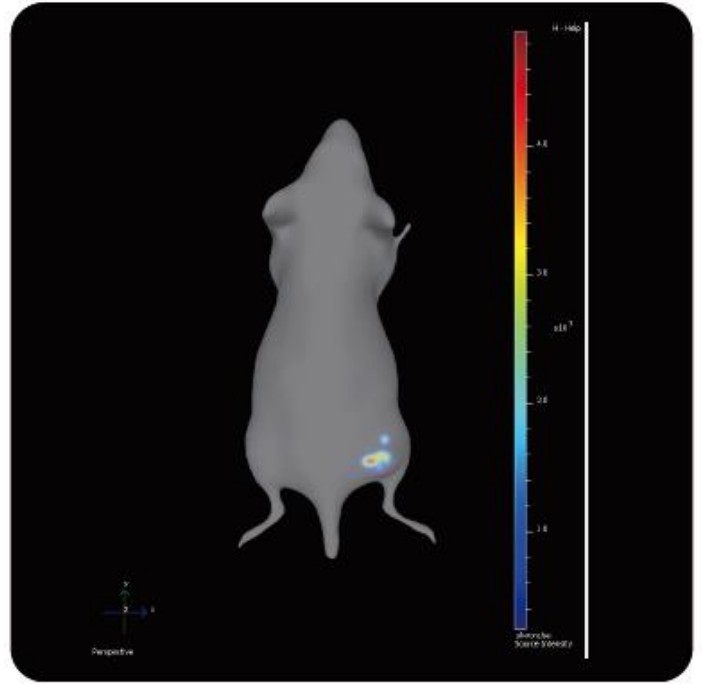


图 9: 生物发光断层扫描 (DLIT)

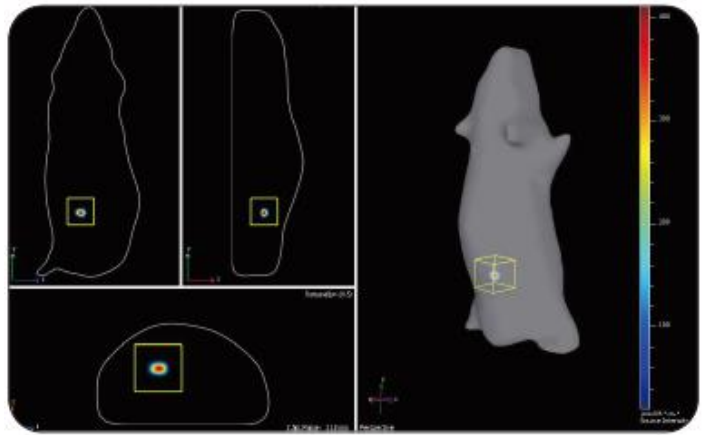


图 10: 荧光断层扫描 (FLIT)。左图顺时针方向: 冠状面、矢状面、横切面

IVIS SpectrumCT 2 - 将光学成像和计算机断层扫描整合到单个系统中

为实现最大易用性和灵活性，IVIS SpectrumCT 2 系统集成了 IVIS Spectrum 2 的所有功能，增加了集成式低剂量计算机断层扫描 (CT)，从而将功能成像和结构成像整合到单个系统中 (图 11)。

水平机架移动和平板探测器可提供高性能、低剂量 microCT 成像，并自动整合光学成像。稳定的动物旋转平台可 360° 旋转，以采集全

三维数据 (图 12)。可同时扫描多只动物，每次扫描的平均剂量约为 13mGy，扫描重建时间不到一分钟。光学模式和 microCT 模式也可独立运行。

形貌数据对三维断层扫描重建精度至关重要；利用 IVIS SpectrumCT 2 独特的表面映射功能，可对动物进行表面形貌真实映射 (图 13B)。此外，Living Image 软件中直观的工作流程和成像向导功能还有助于生物发光、荧光、切伦科夫发光的三维断层扫描和二维筛选模式程序。

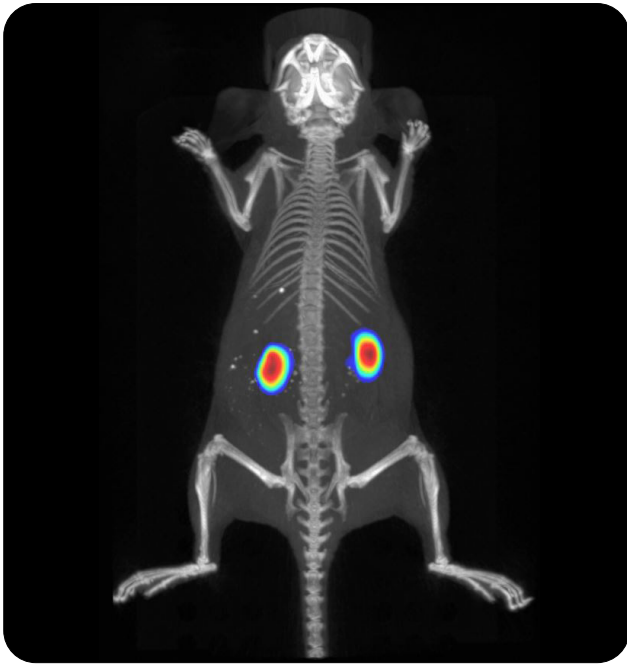


图 11: 使用 IVISense™ 叶酸受体荧光探针，利用光学成像和 CT 成像，评估肾脏中的叶酸清除率

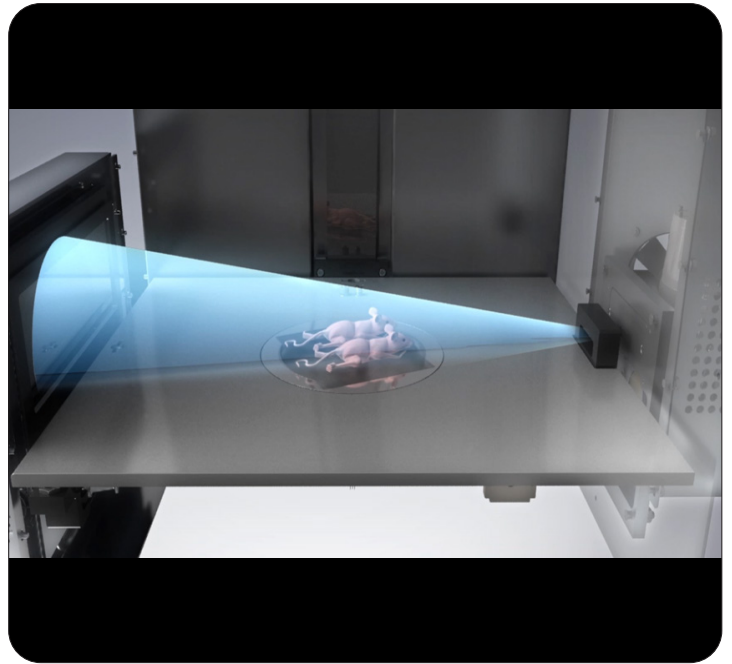


图 12: IVIS SpectrumCT 2 - X 射线源、平板探测器、360° 动物旋转平台可对 2 只小鼠同时成像

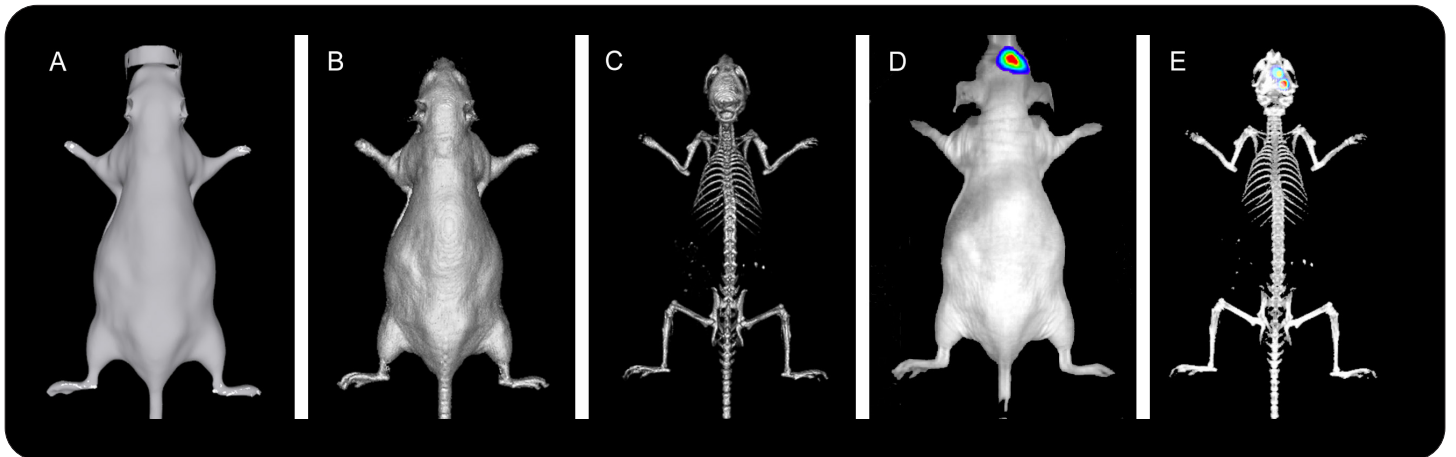


图 13: IVISbrite™ U87MG Red F-luc 肿瘤细胞系植入 nu/nu 雄性小鼠颅内。(A) 表面拓扑结构；(B) 微计算机断层扫描 (microCT)；(C) microCT- 分割；(D) 光学扫描；(E) 光学断层扫描重建和 microCT 成像配准

Living Image®分析软件 - 让 IVIS 图像栩栩如生

我们的 Living Image 软件应用广泛，在易用性和灵活性方面树立了行业标准。利用此软件，即便是最复杂的生物发光、荧光图像采集分析也可简化。

Living Image 软件专为各种技能水平的用户而设计，包括基于向导的高级成像方案指导、混合光谱分解算法、扩展型荧光剂数据库和简化版工具选项板（图 14）。

利用 Living Image 软件，可对成像数据进行无缝采集、可视化和分析，从而促进药物开发和生物学研究。亮点包括：

- 全套二维、三维数据分析工具
- 一键式三维重建
- 轻松获取、分离同步荧光读数；或利用混合光谱分解功能，去除无用自发荧光背景
- 将光学图像与其他模式（例如 CT、MRI、PET）配准
- 自动设置，轻松采集图像
- 批处理分析工具
- 创建动画电影和发表用图片
- 购买 IVIS 系统时随附

利用先进的混合光谱分解算法，去除自发荧光，进行多光谱成像

利用 Living Image 软件中先进的专利“计算纯光谱”（CPS）混合光谱分解算法，结合各种高分辨率滤光片组，可轻松分离、去除无用荧光，从而提高信噪比，提升灵敏度，检测各种荧光源（图 15）。

此外，还可轻松识别、分离、隔离、可视化、量化多重荧光信号（图 16）。

Living Image 软件旨在直观地指导用户进行实验设置和分析，从而简化高级、复杂生物模型。成像向导配有探针库，可帮助设计成像设置，选择适用于荧光研究的滤光片对。



图 14: Living Image 活体成像分析软件

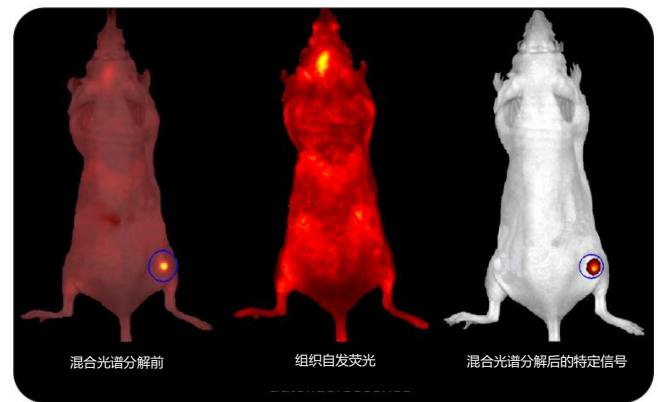


图 15: 去除组织自发荧光

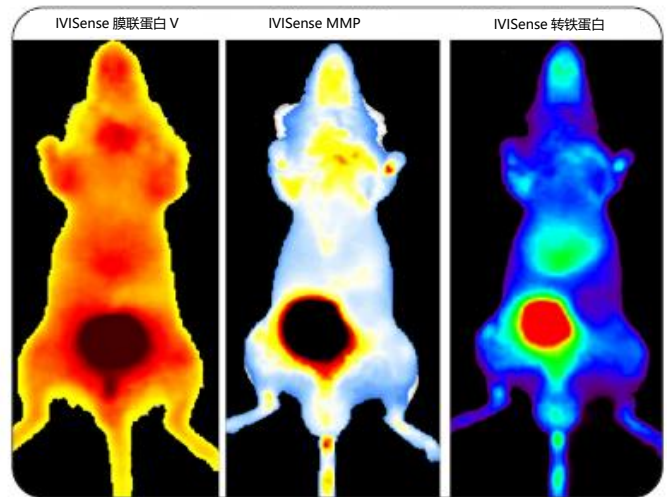


图 16: 在同一药物诱导的肝损伤小鼠模型中，对 3 种生物事件进行多重成像。荧光探针用于评估细胞死亡（IVISense™ Annexin-V）、炎症（IVISense MMP）和代谢活性（IVISense Transferrin Receptor）。

轻松实现三维光学断层扫描与其他成像模式的配准

IVIS Spectrum 2是目前市场上最先进的活体成像系统 - 不仅可对活体三维荧光光源、生物发光光源进行定量、定位,还可以轻松导入图像并与其他成像模式(例如CT、MRI、PET、SPECT或超声)的DICOM数据配准,从而为科学研究提供解剖学背景。

无需限制受试动物或使其变形,使用小鼠成像转移盒(图17)(从一种成像模式切换到另一种成像模式时,可使受试动物保持麻醉状态、处于同一位置)即可完成配准。只需点击几下,基准标记便可“告诉”Living Image软件如何将两幅扫描图对齐,从而实现自动配准。

将不同成像模式集成到单一纵向研究中,从而最大限度地利用临床前模型(图18)。



图 17: 小鼠成像转移盒

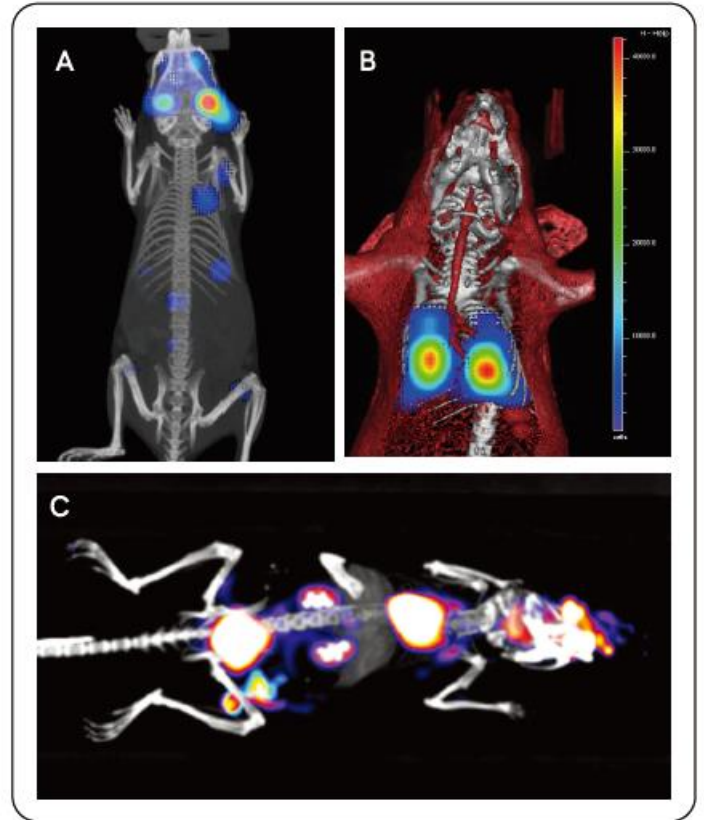


图 18: (A) IVISbrite™肿瘤细胞系转移的生物发光成像与 Quantum GX2 microCT 扫描的图像配准。(B) 小鼠肺部肿瘤模型的生物发光断层扫描与 Quantum GX2 microCT 图像配准。(C) 右侧皮下植入 IVISbrite™ 4T1 肿瘤细胞的光学成像与 PET、microCT 配准。

提高通量

利用 IVIS Spectrum 2 成像平台，可更快获取更多数据，而不牺牲灵敏度。

此平台配有 CCD 相机，可提供 22.5mm 高通量视野，同时对 5 只小鼠进行生物发光成像或荧光成像；或使用分流器（选配），对多达 10 只小鼠进行生物发光成像或荧光成像（图 19）。

简化成像工作流程

利用各种附件（专为简化设置、提高通量、加快数据采集而设计），可最大限度地缩短宕机时间、提高效率。

IVIS Spectrum 2 平台配有独特的动物预处理附件（图 20），用于在工作台上更轻松地操作动物，从而提高、简化成像工作流程。

IVIS 摆位/对接平台

摆位平台用于连接智能托盘（单独出售）和工作台上的 RAS-4 麻醉装置（单独出售），将动物放入 IVIS 系统之前可对其进行适当摆位、排列。

摆位平台底座配有一个加温托盘，麻醉过程中可使动物保持舒适的生理温度。与多个智能托盘配合使用，可缩短动物成像时的等待时间。

智能托盘

智能托盘用于在工作台上设置、排列受试动物。

智能托盘设计可靠，可轻松从台式摆位平台转移到具有快速连接麻醉功能的 IVIS Spectrum 2 系统或 IVIS SpectrumCT 2 系统。



图 19: 使用分流器套件（选配），进行 10 只小鼠成像



图 20: IVIS 摆位平台（上图）和智能托盘（下图）

IVIS Spectrum 2 系列技术参数

一般规格

加热室	有
气体麻醉端口	有
进样孔	有
系统尺寸	65 cm x 77 cm x 211 cm (宽 x 深 x 高)
成像室内部尺寸	51 x 51 x 66 cm (深 x 宽 x 高)
成像系统空间要求	203 x 163 x 214 cm (宽 x 深 x 高)
电源要求	20 安培 (120 VAC) 或 10 安培 (230 VAC)
平台温度	20-40 °C
重量	275 kg (600 磅), IVIS Spectrum 2 334 kg (735 磅), IVIS SpectrumCT 2

光学规格

相机传感器	热电冷却、背照式 CCD 相机, 专利 eXcelon®涂层
CCD 尺寸	2.76 x 2.76 cm
CCD 工作温度	-90 °C
成像像素	2048 x 2048
量子效率	> 95% (从 550nm 到 720nm)
像素大小	13.5 微米
最小视野 (FOV)	3.9 x 3.9 cm
最大视野 (FOV)	22.5 x 22.5 cm
最小图像像素分辨率	20 微米
镜头 f/1 - f/8	1.5 倍、2.5 倍、5 倍、8.8 倍
读出噪声	< 小于 3 个电子 (bin = 1、2、4); 小于 5 个电子 (bin = 8、16)
暗电流 (典型)	< 100 个电子/秒/平方厘米
荧光光源	150W 近红外增强型卤素灯
激发荧光滤光片	标配 10 张, 12 个转轮槽位
发射荧光滤光片	标配 18 张, 24 个转轮槽位
透射成像模式	有

计算机断层扫描 (仅限 IVIS SpectrumCT 2)

最大能量	最大能量: 50kV (1mA 时)
焦点	50µm
X 射线探测器	CMOS
探测器尺寸	3072 x 864 像素
探测器 ADC 位深	14 位
探测器工作温度范围	10-40 °C
microCT 视野	120 x 120 x 30 mm (长 x 宽 x 高) 至 20 x 20 x 20 mm (长 x 宽 x 高)
体素大小	40µm - 300µm
标准扫描时间	3.6 至 72 秒
标准重建时间	40 至 150 秒
标准扫描剂量	最低 13mGy
极限分辨率 (3% MTF)	150µm
安全要求	机柜外 5cm 处任何位置的最大照射量小于 1 µSevert/hour, 经 FDA、TUV 认证

计算机和软件

计算机 (最低规格)	四核 3.6GHz Turbo HT、32 GB、2666MHz DDR4、RDIMM、4GB NVIDIA T400 (含 384 个 CUDA 内核)、4 TB 硬盘、24 英寸平板显示器
Living Image 软件	购买 IVIS 时随附

光学			MICRO-CT	超声	试剂
					
<p>IVIS® Lumina III 系列</p> <ul style="list-style-type: none"> • 二维光学成像 • 利用扩展镜头, 最多可对 5 只小鼠进行成像 • 集成式 X 射线 (选配) 	<p>IVIS® Lumina 5 系列</p> <ul style="list-style-type: none"> • 二维光学成像 • 利用分流器 (选配), 最多可对 10 只小鼠进行成像 • 集成式高分辨率 X 射线 (选配) • 智能选配附件, 可简化成像工作流程 • MVI-2, 用于 360 度自动成像 	<p>IVIS® Spectrum 2 系列</p> <ul style="list-style-type: none"> • 二维、三维光学成像 • 利用分流器 (选配), 最多可对 10 只小鼠进行成像 • 与 IVIS® Spectrum mCT 一键式全自动配准 • 三维光学数据与高分辨率门控 microCT 数据无缝配准 • 两种强大的荧光激发模式 - 落射荧光和透射照明 	<p>Quantum GX3</p> <ul style="list-style-type: none"> • 高分辨率、低剂量 microCT • 心电、呼吸门控 	<p>Vega®</p> <ul style="list-style-type: none"> • 自动, 无需手动操作 • 高通量 3 只小鼠成像 • 扫描时间 < 1 分钟 • 全身视野 • 多种三维成像模式 • 弹性成像 (组织硬度) • B 模式 (软组织成像) • 四维 B-模式/M-模式 (心脏成像) • 声学血管造影 (微血管网络) 	<p>IVISbrite™</p> <ul style="list-style-type: none"> • 生物发光底物、细胞、慢病毒颗粒 <p>IVISense™</p> <ul style="list-style-type: none"> • 荧光探针、标签、染料 <p>VesselVue®</p> <ul style="list-style-type: none"> • 微泡造影剂, 用于血管超声成像

如需了解更多信息, 请访问我们的网站: www.revivity.com。

