



Apple ProRes

白皮书
2014 年 6 月

目录

3	简介
4	经授权的 Apple ProRes 实施
5	Apple ProRes 系列概览
7	数字图像的属性 帧尺寸（全宽度与部分宽度） 色度取样 位深度样本
10	Apple ProRes 编解码器的属性 数据速率 质量 性能 Apple ProRes 4444 编解码器中的 Alpha 通道支持
21	附录 目标数据速率 目标数据速率（续）
23	词汇表

简介

Apple ProRes 是专业后期制作领域最受欢迎的编解码器之一。Apple ProRes 系列视频编解码器让您在 Final Cut Pro X 中对全帧速率、10 位、4:2:2 和 4:4:4:4 高清 (HD)、2K、4K 和 5K 的视频源进行多流实时编辑。本白皮书提供了有关 Apple ProRes 系列所有六个产品的详细信息，其中包括技术规格和性能指标。

经授权的 Apple ProRes 实施

Apple ProRes 是一项开发用于在 Final Cut Pro X 中进行优质高效编辑的编解码器技术。Apple 已授权 Apple ProRes 选择在特定产品和工作流程中使用的公司。

在某些情况下，第三方软件和硬件产品中会使用未经授权的编解码器实施。使用任何未经授权的实施（例如 FFmpeg 和衍生实施）可能导致解码错误、性能下降、不兼容和不稳定。

如需查看所有经授权的 Apple ProRes 许可证和开发者的列表，请访问 <http://support.apple.com/zh-cn/HT5959>。如果您要使用或考虑购买以 Apple ProRes 编码或解码的产品，并且该产品不在此列表上，请通过 ProRes@apple.com 联系 Apple。

Apple ProRes 系列概览

Apple ProRes 编解码器提供独一无二的多码流实时编辑性能、卓越图像质量和降低的存储率组合。Apple ProRes 编解码器充分利用多核处理，并具有快速、降低分辨率的解码模式。所有 Apple ProRes 编解码器都支持全分辨率的任意帧尺寸（包括 SD、HD、2K、4K 和 5K）。数据速率各不相同，具体取决于编解码器类型、图像内容、帧尺寸以及帧速率。

作为一项可变比特率 (VBR) 编解码器技术，Apple ProRes 在简单帧上使用较少的位数，却并不会受益于以较高的数据速率进行编码。所有 Apple ProRes 编解码器都是独立于帧（或“帧间”）的编解码器，这意味着每一帧都是独立于任何其他帧进行编码和解码的。这项技术提供了最佳编辑性能和灵活性。

Apple ProRes 包括以下格式：

- **Apple ProRes 4444 XQ**：用于 4:4:4:4 图像源的最高品质 Apple ProRes 版本（包含 alpha 通道），具有非常高的数据速率，可以保存目前最高品质数字图像传感器生成的高动态范围图像中的详细信息。Apple ProRes 4444 XQ 可以保存大于 Rec. 709 图像的动态范围数倍，即使经受极大的视觉效果处理考验也是如此，使色阶的暗部或亮部都得到显著延伸。像标准 Apple ProRes 4444 一样，此编解码器支持每图像通道最高 12 位，alpha 通道最高 16 位。针对 1920 x 1080 和 29.97 fps 的 4:4:4 源，Apple ProRes 4444 XQ 具有大约 500 Mbps 的目标数据速率。

注：Apple ProRes 4444 XQ 需要 OS X v10.8 (Mountain Lion) 或更高版本。

- **Apple ProRes 4444**：用于 4:4:4:4 图像源的极高品质 Apple ProRes 版本（包含 alpha 通道）。此编解码器具有全分辨率、高品质 4:4:4:4 RGBA 颜色以及与原始素材没有视觉区别的视觉保真度。Apple ProRes 4444 是一项高品质解决方案，用于存储和交换动态图形和复合视频，具有出色的多次编解码性能和数学无损 alpha 通道（最高达 16 位）。与未压缩的 4:4:4 HD 相比，此编解码器实现了卓越的低数据速率，针对 1920 x 1080 和 29.97 fps 的 4:4:4 源，目标数据速率约为 330 Mbps。其还提供到 RGB 和 Y'C_BC_R 像素格式的直接编码和解码。

- **Apple ProRes 422 HQ**: 较高数据速率版本的 Apple ProRes 422，仅对 4:2:2 图像源保存与 Apple ProRes 4444 相同等级的视觉质量。随着视频后期制作行业广泛地采用 Apple ProRes 422 HQ，其能在视觉上无损保留一个单链路 HD-SDI 信号可携带的最高品质专业 HD 视频。此编解码器支持全宽度、10 位像素深度的 4:2:2 视频源，同时通过多次解码和重编码保持了视觉无损状态。针对 1920 x 1080 和 29.97 fps 的源，Apple ProRes 422 HQ 的目标数据速率约为 220 Mbps。
- **Apple ProRes 422**: 高品质的压缩编解码器提供 Apple ProRes 422 HQ 的几乎所有优势，而以 66% 的数据速率甚至可获得更好的多码流实时编辑性能。针对 1920 x 1080 和 29.97 fps 的源，Apple ProRes 422 的目标数据速率约为 147 Mbps。
- **Apple ProRes 422 LT**: 比 Apple ProRes 422 更高度压缩的编解码器，数据速率大概为 70%，文件小 30%。该编解码器非常适合拥有最佳存储容量和数据速率的环境。针对 1920 x 1080 和 29.97 fps 的源，Apple ProRes 422 LT 的目标数据速率约为 102 Mbps。
- **Apple ProRes 422 代理**: 比 Apple ProRes 422 LT 更高度压缩的编解码器，适用于需要低数据速率但全分辨率视频的离线工作流程。针对 1920 x 1080 和 29.97 fps 的源，Apple ProRes 422 代理的目标数据速率约为 45 Mbps。

注：Apple ProRes 4444 XQ 和 Apple ProRes 4444 非常适合动态图形媒体的交换，因为它们几乎是无损的，也是唯一支持 alpha 通道的 Apple ProRes 编解码器。

数字图像的属性

数字图像的技术属性与图像质量的不同方面相对应。例如，高分辨率 HD 图像比较低分辨率 SD 副本可承载更多细节。10 位图像可以承载更精细的颜色层次，从而避免 8 位图像可能会出现带状干扰问题。

编解码器的作用是在特定的降低数据速率下尽可能保存图像质量，同时实现更快的编码和解码速度。Apple ProRes 系列支持影响数字图像质量的三个主要图像属性，即帧大小、色度取样和位深度样本，同时可在每个支持的数据速率下提供业界领先的性能和质量。要充分利用 Apple ProRes 系列的整体优势并选择在各种后期制作工作流程中所用的系列产品，了解这三个属性非常重要。

帧尺寸（全宽度与部分宽度）

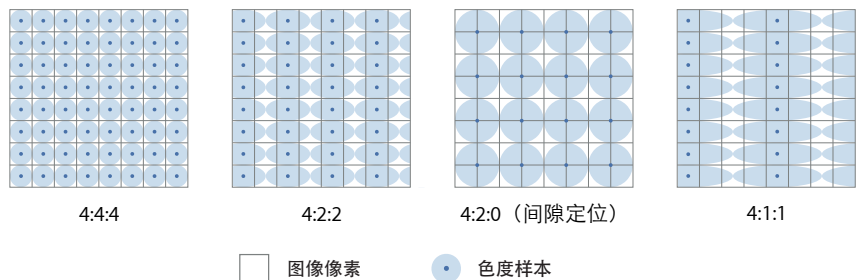
对于 1080 行或 720 行 HD 格式，很多视频摄像机都以低于 1920 像素或 1280 像素的全 HD 宽度对视频帧分别进行编码和存储。显示此类格式时，这些格式会水平上采样至全 HD 宽度，但却无法承载全宽度 HD 格式可承载的细节量。

所有 Apple ProRes 系列产品都可以对全宽度 HD 视频源（有时称为“全光栅”视频源）进行编码，从而保存 HD 信号可以承载的最多细节。Apple ProRes 编解码器还可以在必要时对部分宽度 HD 源进行编码，从而避免由于在编码前放大部分宽度格式而导致潜在的质量和性能降级。

色度取样

彩色图像需要三个信息通道。在电脑图形中，像素的颜色通常由 R、G 和 B 值定义。在传统数字视频中，像素由 Y' 、 C_B 和 C_R 值表示，其中 Y' 是“亮度”或灰度值， C_B 和 C_R 包含“色度”或色差信息。由于眼睛对微调色度细节不太敏感，因此可以一起取平均值并对较少的 C_B 和 C_R 样本进行编码，这样在随意查看时可见质量损失微乎其微。这一技术称为色度二次取样，已被广泛用于降低视频信号的数据速率。然而，过多的色度二次取样会降低合成、颜色校正及其他图像处理操作的质量。Apple ProRes 系列可以处理如下当今常见的色度格式：

- 4:4:4 是用于保存色度细节的最高品质格式。在 4:4:4 图像源中，不存在色度信息的二次取样或取平均值。对于每个像素位置，共有三种独特的样本，分别为 Y' 、 C_B 和 C_R 或 R、G 和 B。Apple ProRes 4444 XQ 和 Apple ProRes 4444 完全支持来自 RGB 或 $Y'C_B C_R$ 颜色空间的 4:4:4 图像源。第四个“4”表示 Apple ProRes 4444 XQ 和 Apple ProRes 4444 还可以承载适用于每个像素位置的独特 alpha 通道样本。Apple ProRes 4444 XQ 和 Apple ProRes 4444 可支持从 Motion 等电脑图形应用软件导出的 4:4:4:4 RGB+Alpha 源，以及双链路 HDCAM-SR 等高端设备中的 4:4:4 视频源。
- 4:2:2 被视为高品质专业视频格式，其中 $Y'C_B C_R$ 图像的色度值会一起取平均值，因此存在一个 C_B 和一个 C_R 样本，或对于每个 Y' （亮度）样本存在一个“ C_B/C_R 色度对”。这种最小色度二次取样传统上曾被视为足以进行高品质合成与颜色校正，尽管使用 4:4:4 源可以实现更好的效果。4:2:2 源由很多常见的更高端视频摄录机格式生成，包括 DVCPRO HD、AVC-Intra/100 和 XDCAM HD422/50。所有 Apple ProRes 422 系列产品都完全支持 4:2:2 视频格式固有的色度分辨率。
- 4:2:0 和 4:1:1 具有此处所提及格式的最低色度分辨率，每四个亮度样本只有一个 C_B/C_R 色度对。这些格式用于各种消费者和专业视频摄录机。根据相机成像系统的质量，4:2:0 和 4:1:1 格式可以提供卓越的视觉质量。不过在合成工作流程中，很难避免合成元素的边缘周围出现可见图像失真。HD 4:2:0 格式包括 HDV、XDCAM HD 和 AVC-Intra/50。4:1:1 用于 DV 中。如果编码前将色度上采样至 4:2:2，则所有 Apple ProRes 422 格式都可以支持 4:2:0 或 4:1:1 源。



位深度样本

用于表示每个 Y' 、 C_B 或 C_R （或者 R 、 G 或 B ）图像样本的位数可确定可能的颜色数量，这些颜色可在每个像素位置表示出来。样本位深度还可以确定细微色差的平滑度，该色差可跨图像梯度（如黄昏天空）表示出来，而不会出现可见分层或“带状”干扰。

传统意义上的数字图像仅限于 8 位样本。近年来，支持 10 位，甚至 12 位图像样本的专业设备的数量和采集技术日益增多。10 位图像现在常常出现在提供专业数字（SDI、HD-SDI 乃至 HDMI）输出的 4:2:2 视频源中。4:2:2 视频源很少超过 10 位，但是越来越多的 4:4:4 图像源要求 12 位分辨率，尽管对于传感器衍生出的图像来说，最低有效的一到两位可能具有更高的信噪比。4:4:4 源包括高端胶片扫描仪和胶片式数码相机，并可包括高端电脑图形。

Apple ProRes 4444 XQ 和 Apple ProRes 4444 支持最高 12 位的图像源，并且可保存最高 16 位的 alpha 样本深度。所有 Apple ProRes 422 编解码器都支持最高 10 位的图像源，尽管可通过更高比特率系列产品 Apple ProRes 422 和 Apple ProRes 422 HQ 获得最佳 10 位质量。（注：就像 Apple ProRes 4444 XQ 和 Apple ProRes 4444 一样，所有 Apple ProRes 422 编解码器实际上都可以接受超过 10 位的图像样本，尽管如此高的位深度在 4:2:2 或 4:2:0 视频源中极为罕见。）

Apple ProRes 编解码器的属性

每个图像或视频编解码器的特点都可以根据其三个关键维度（压缩、质量和复杂性）中的表现来得出。*压缩*表示数据缩减，或与原始图像相比所需的位数。对于图像序列或视频流，压缩表示数据速率，以比特/秒（针对传输）或字节/小时（针对存储）表示。*质量*表示压缩图像与原始图像的相似程度。因此“保真度”应该是更为准确的术语，而“质量”是广泛使用的术语。*复杂性*指的是必须计算出多少项算术运算才能压缩或解压缩图像帧或序列。对于软件编解码器实施，复杂性越低，可以实时同时解码的视频流的数量越多，从而可以提高后期制作应用软件的性能。

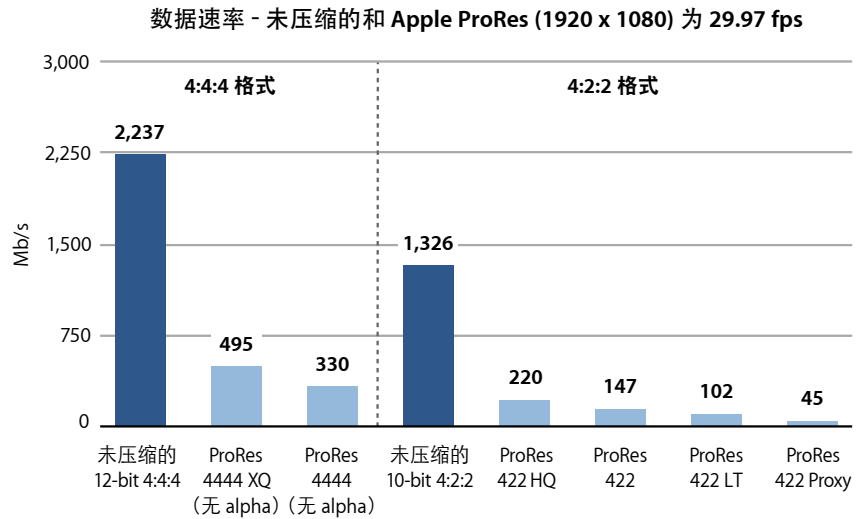
设计每个图像或视频编解码器时，都必须在这三种属性间做出折衷。由于用于专业摄录机或专业视频编辑的编解码器必须保持高视觉质量，因此折衷时需要考虑一种数据速率和性能。例如，AVCHD 摄录机可以在低数据速率下产生图像质量极佳的 H.264 视频流。但是，H.264 编解码器的复杂性非常高，从而导致包含多视频流和效果的实时视频编辑性能降低。相比之下，Apple ProRes 可以提供卓越的图像质量以及较低的复杂性，从而实现了较高的实时视频编辑性能。

以下部分介绍了各种 Apple ProRes 编解码器的行为，以及针对以下三个重要的编解码器属性的相互比较情况：*数据速率*、*质量*和*性能*。

数据速率

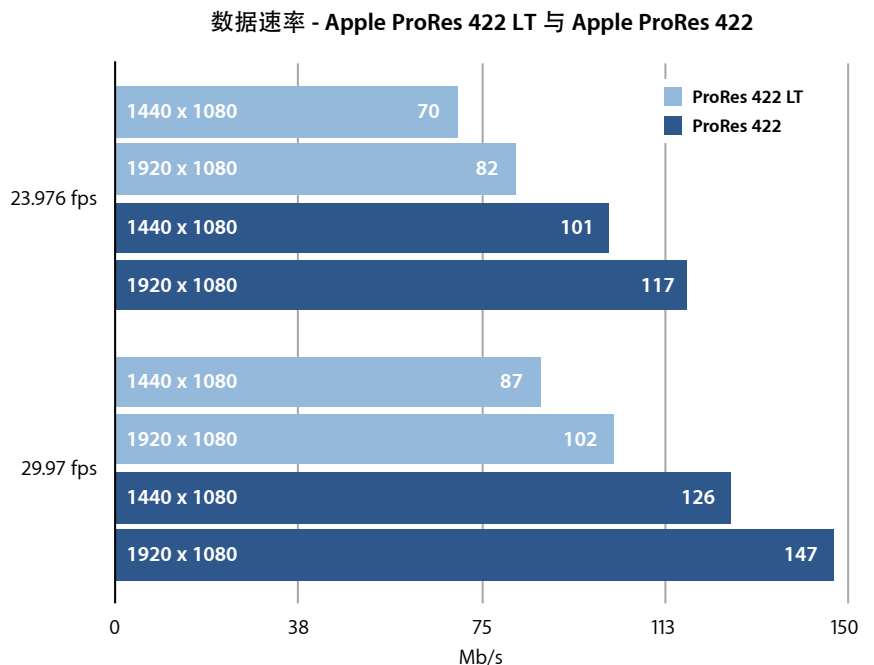
Apple ProRes 系列横跨各种数据速率，可支持多种工作流程和应用软件。本部分介绍了各 Apple ProRes 数据速率的相互比较情况以及与未压缩视频的数据速率的比较情况。本部分还阐述了帧尺寸和帧速率如何影响 Apple ProRes 数据速率。最后，还介绍了有关 Apple ProRes 编解码器系列的可变比特率 (VBR) 性质的信息。

下方的条形图显示了 Apple ProRes 格式的数据速率与未压缩的全宽度 (1920 x 1080) 4:4:4 12 位和 4:2:2 10 位图像序列 (29.97 帧/秒) 的比较情况。该图表显示了即便是两个最高品质的 Apple ProRes 格式 Apple ProRes 4444 XQ 和 Apple ProRes 4444, 也能提供远远低于未压缩副本的数据速率。



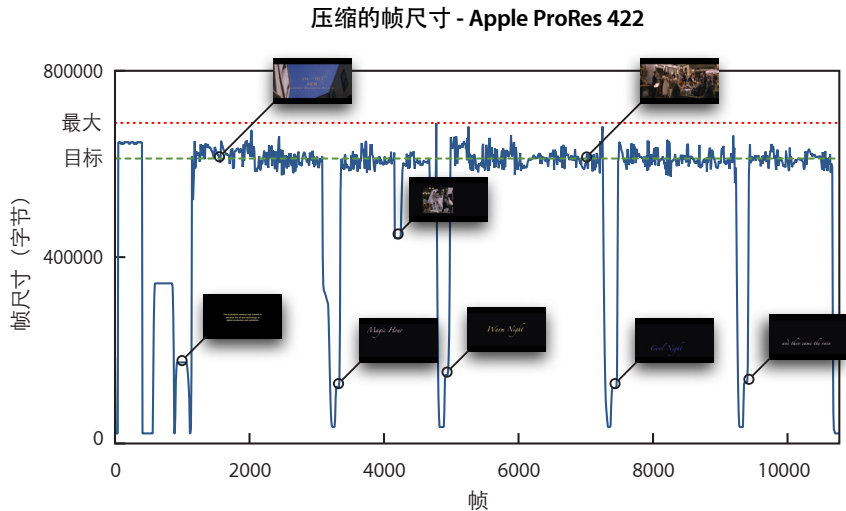
上方的条形图中显示的数据速率针对的是“全宽度”(1920 x 1080) HD 帧 (29.97 帧/秒)。Apple ProRes 系列还支持全宽度 (1280 x 720) 的 720p HD 格式。除全宽度 HD 格式外, Apple ProRes 编解码器还支持三种不同的“部分宽度”HD 视频格式(用作很多常见 HD 摄像机中的录制分辨率): 1280 x 1080、1440 x 1080 和 960 x 720。

某种 Apple ProRes 格式的数据速率主要由三个关键因素确定: Apple ProRes 编解码器类型、经过编码的帧尺寸和帧速率。以下图表显示了 Apple ProRes 格式的数据速率如何随着任一因素的变化而变化的一些示例。附录中提供了支持在 Final Cut Pro X 中进行实时编辑的很多 Apple ProRes 格式的数据速率表。



Apple ProRes 是一种可变比特率 (VBR) 视频编解码器。这意味着用于对流中的每一帧进行编码的位数并不是固定的，而是随着帧的变化而变化。对于给定的视频帧尺寸和给定的 Apple ProRes 编解码器类型，Apple ProRes 编码器旨在实现每一帧的“目标”位数。将此数字乘以要编码的视频格式的每秒帧数，得出的是特定 Apple ProRes 格式的目标数据速率。

虽然 Apple ProRes 是 VBR 编解码器，但是可变性通常很小。实际数据速率通常接近目标数据速率。对于给定的 Apple ProRes 格式，还存在一个不会被超越的每帧最大位数。此最大位数约比每帧目标位数大 10%。下图绘制了 Apple ProRes 视频序列示例中每帧所用的实际位数。



描述的序列为 ASC/DCI 标准评估素材 (StEM) 迷你影片 (1920 x 1080)。

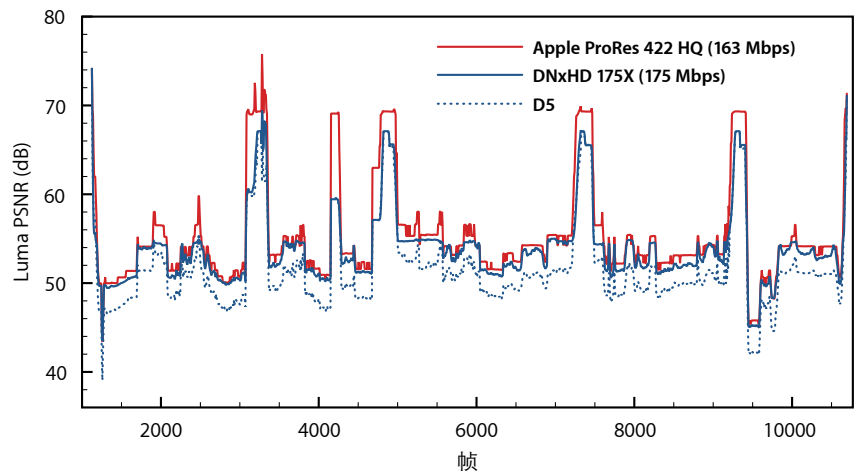
请注意，对于此超过 10,000 帧的特殊序列，只有一帧使用最大位数，大多数帧将在一小部分目标位数中进行集群。但是，很多帧使用的位数明显低于目标位数。这是因为 Apple ProRes 编码器将位数添加到某一帧，只有这样才能更接近于原始图像。超过某个特定点后，简单的图像帧（如包含少量文字的全黑帧）在添加更多位数时并不会产生质量收益。如果添加更多位数并不能提高保真度，则 Apple ProRes 编码器便不会在任何帧上浪费位数。

质量

虽然产生高品质输出的能力是图像和视频编解码器的重要属性，但是保存质量（或保真度）才是编解码器的实际目标。图像通常会在 Apple ProRes 编码之前经过多个处理阶段，这些阶段可能会向图像添加可见瑕疵或“干扰”。如果图像序列开始时存在可见干扰，Apple ProRes 将完全保存这些干扰，这可能会令查看者误认为这些瑕疵是 Apple ProRes 编解码器自身造成的。每款 Apple ProRes 系列产品的目标是完全保存原始图像源的质量，无论质量好坏。

各种 Apple ProRes 编解码器的质量保存能力可以通过定量和定性术语来表示。在图像和视频压缩领域，使用最广泛的图像保真度数量测度指标是峰值信噪比 (PSNR)。PSNR 测量的是压缩后的图像（解压缩后）与交给编码器的原始图像的接近程度。PSNR 值越高，编码后的图像就越接近原始图像。下图绘制了针对三种不同的编解码器（Apple ProRes 422 HQ、Avid DNxHD 和 Panasonic D5），测试序列中每个图像帧的 PSNR 值。

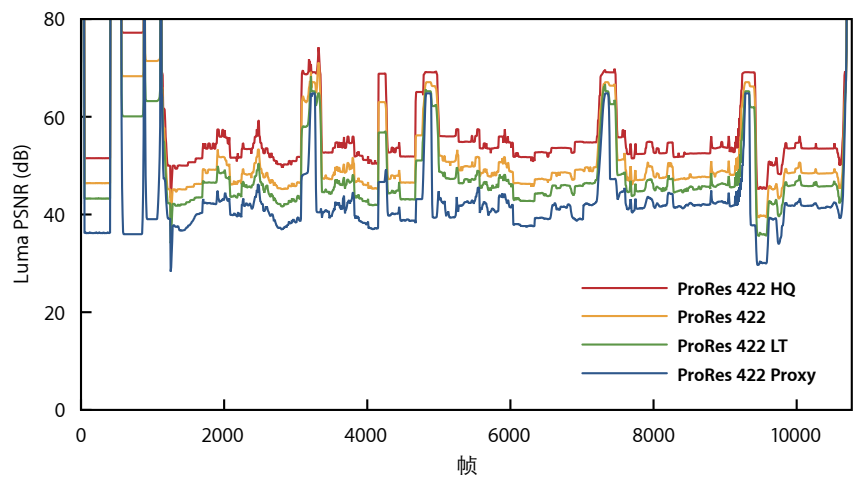
PSNR 比较 - Apple ProRes、DNxHD 和 D5



使用 ASC/DCI 标准评估素材 (StEM) 迷你影片 (1920 x 1080) 进行的测量。

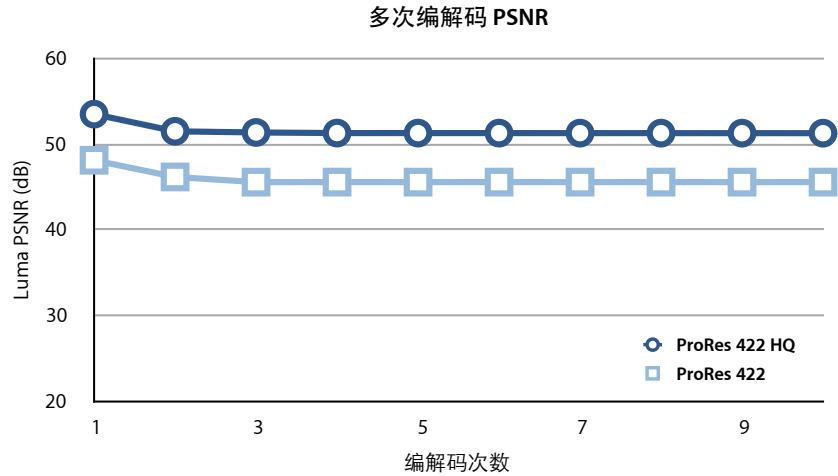
下一幅图显示了针对每个 Apple ProRes 422 编解码器绘制的相同序列。如图中所示，各系列产品之间存在 PSNR 差异。这些差异与 Apple ProRes 422 编解码器的可比较数据速率相对应。Apple ProRes 422 HQ 的 PSNR 为 15–20 dB，高于 Apple ProRes 422 代理的 PSNR，但是 Apple ProRes 422 HQ 流的数据速率是 Apple ProRes 422 代理流的将近五倍。保真度越高，较大文件的成本就越低，因此根据您的工作流程要求选择 Apple ProRes 系列产品非常重要。

PSNR 比较 - Apple ProRes 422 系列



使用 ASC/DCI 标准评估素材 (StEM) 迷你影片 (1920 x 1080) 进行的测量。

除了指示视觉保真度外，PSNR 值的差异还可表示余量。例如，如果您曾查看上图中所用的原始序列，然后查看相同流的 Apple ProRes 422 HQ 和 Apple ProRes 422 编码版本，则所有三个版本看上去完全相同。但是，Apple ProRes 422 HQ 对应的较高 PSNR 值表示更高品质的余量。这一不断增加的余量表示图像序列可以多次解码和重编码，并且看上去仍与原始图像完全相同，如下图中所示。



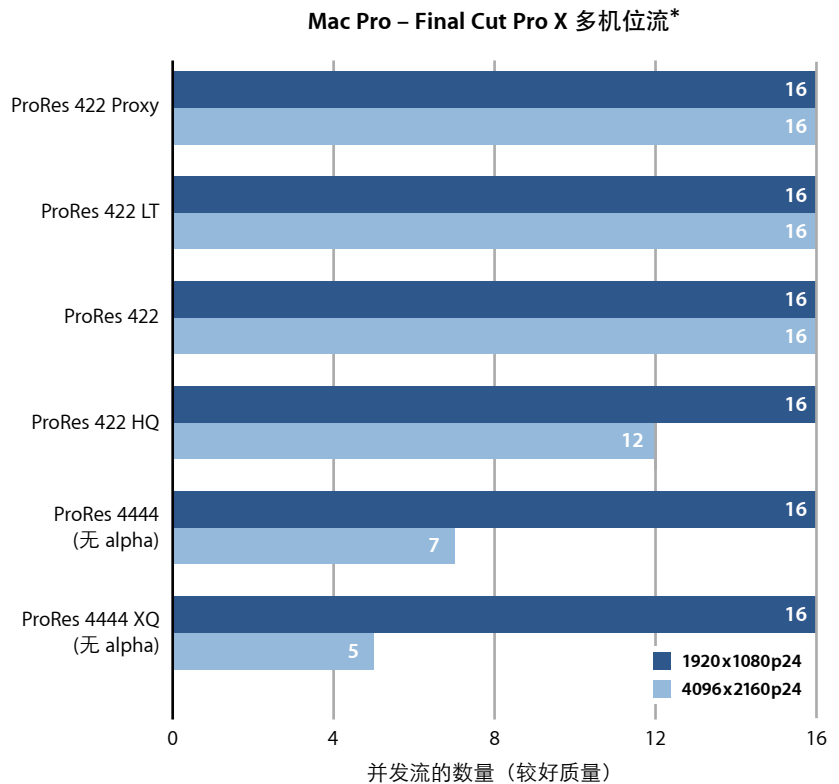
由于 PSNR 不是测量压缩图像保真度的完美指标（没有特定的 PSNR 数值可以绝对保证压缩图像与原始图像没有任何视觉差异），因此为每种 Apple ProRes 编解码器类型添加一些预期图像质量的定性描述很有帮助。请注意在下表中，Apple ProRes 4444（不含 alpha 通道）的定性描述与 Apple ProRes 422 HQ 的定性描述相同。这是因为 Apple ProRes 4444（尽管其目标位速率比 Apple ProRes 422 HQ 高 50%）使用额外的位数对更多数量的 4:4:4 色度样本进行编码，并且使用 Apple ProRes 422 HQ 为 4:2:2 源确保的同一高品质余量。

Apple ProRes 编解码器	可见差异（第 1 次编解码）	质量余量
ProRes 4444 XQ	几乎没有	很高，非常适合多次编解码成品和相机原始图像
ProRes 4444	几乎没有	很高，非常适合多次编解码成品
ProRes 422 HQ	几乎没有	很高，非常适合多次编解码成品
ProRes 422	非常少见	高，很适合大部分多次编解码工作流程
ProRes 422 LT	少见	适合部分多次编解码工作流程
ProRes 422 代理	对于高细节图像非常细微	尚可，适用于第 1 次编解码查看和编辑

性能

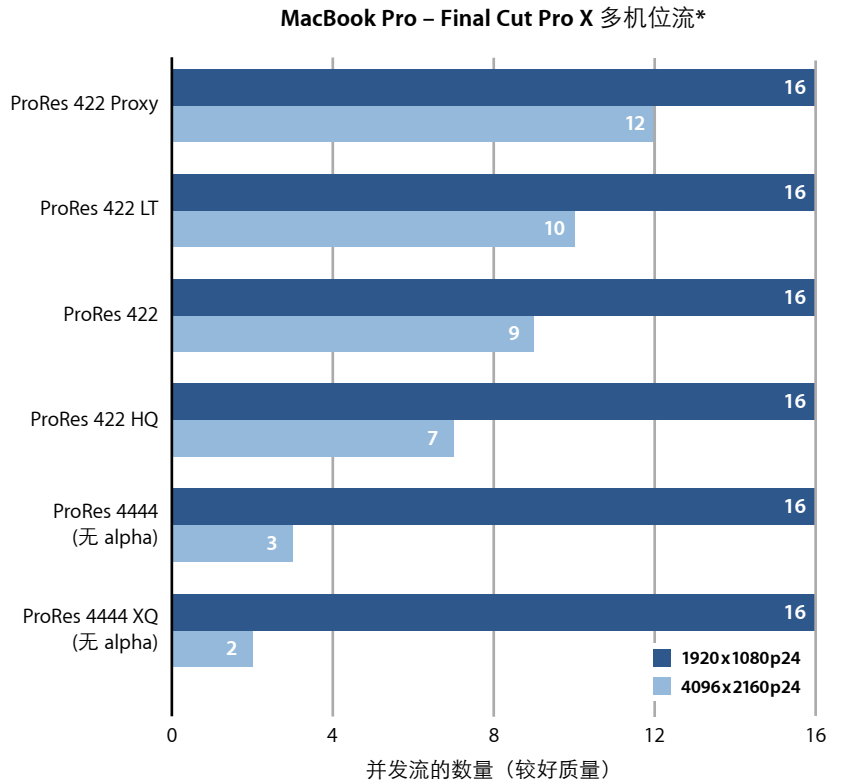
Apple ProRes 编解码器系列在设计时充分考虑了速度，而能够进行高速编码和解码对避免出现工作流程瓶颈至关重要。

快速解码对在 Final Cut Pro X 中进行多流实时编辑尤为重要。Apple ProRes 编解码器系列在这方面的表现异常卓越。对于每种 Apple ProRes 编解码器类型，以下图表显示了可在 Mac Pro 和 MacBook Pro 电脑上实时同时编辑的全宽度流的数量。（在每个图表中，可能的 4096 x 2160 4K 流的数量以浅蓝色表示。可能的 1920 x 1080 HD 流的数量以深蓝色表示。）当然在实践中，您通常可能无需同时编辑五个、六个或更多流，但是这些图表反映了当仅使用一个、两个或三个流时，实时添加字幕、特效及其他内容时所需的处理时间。



* Final Cut Pro X 多机位功能可让您在实时切换或剪切角度时，同时查看最多 16 个角度。

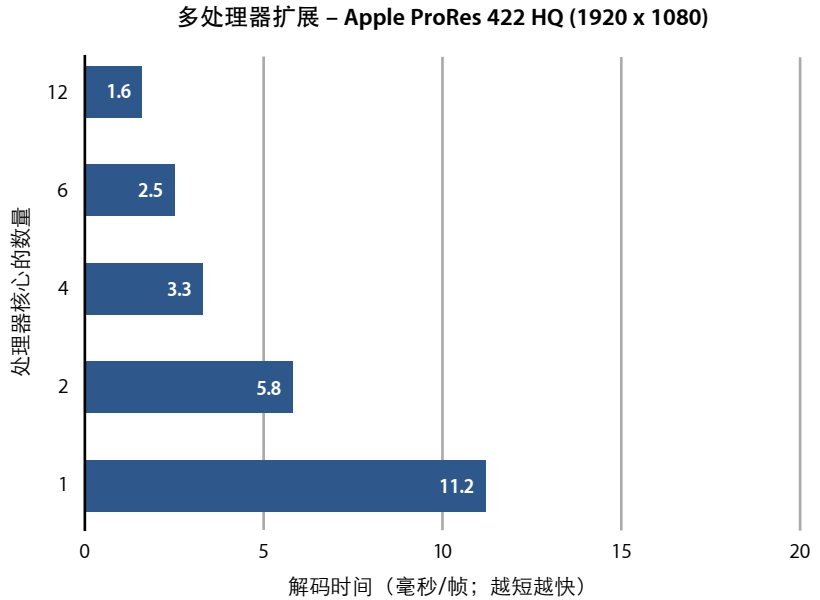
由 Apple 于 2014 年 3 月测试而得，测试机型为已上市的配备 Retina 显示屏、四核 2.6GHz 处理器以及 1TB 闪存、16GB RAM、NVIDIA GeForce GT 750M 图形卡且装有 OS X 10.9.2 的 15 英寸 MacBook Pro。测试的是预发行版本的 Final Cut Pro X，针对每种内容类型使用了 10 分钟的 1920x1080p24 和 4096x2160p24 ASC-DCI 标准评估素材多机位片段。MacBook Pro 会持续监控系统热能和功效状况，并可能会根据需要调节处理器速度以保持最佳系统运行状态。性能可能会根据系统配置和内容而有所差异。



* Final Cut Pro X 多机位功能可让您在实时切换或剪切角度时，同时查看最多 16 个角度。

由 Apple 于 2014 年 3 月测试而得，测试机型为已上市的配备 Retina 显示屏、四核 2.6GHz 处理器以及 1TB 闪存、16GB RAM、NVIDIA GeForce GT 750M 图形卡且装有 OS X 10.9.2 的 15 英寸 MacBook Pro。测试的是预发行版本的 Final Cut Pro X，针对每种内容类型使用了 10 分钟的 1920x1080p24 和 4096x2160p24 ASC-DCI 标准评估素材多机位片段。MacBook Pro 会持续监控系统热能和功效状况，并可能会根据需要调节处理器速度以保持最佳系统运行状态。性能可能会根据系统配置和内容而有所差异。

如今的 Mac 笔记本电脑和台式电脑依赖于多核心处理，因此快速编辑解码器的速度必须随着处理核心数量的增加而相应提高，即每帧解码时间应减少。很多业内编解码器实施都会遇到瓶颈，并且不会意识到添加更多处理器会进一步提高性能，而 Apple ProRes 编解码器会在添加更多核心后仍然保持快速运转，如以下图表所示。

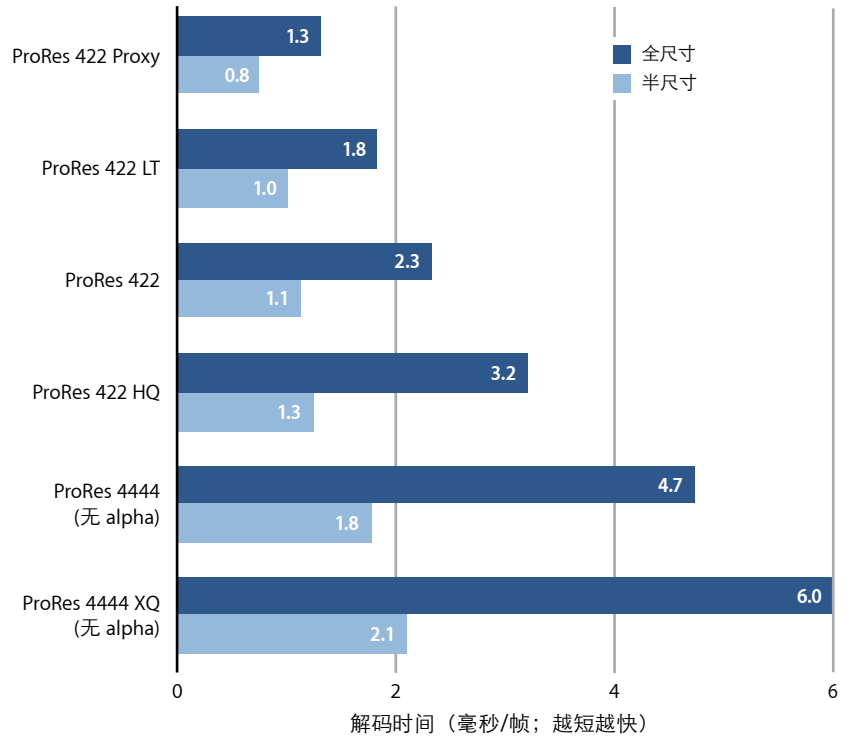


由 Apple 于 2014 年 3 月测试而得，测试机型为已上市的配备 Retina 显示屏、四核 2.6GHz 处理器以及 1TB 闪存、16GB RAM、NVIDIA GeForce GT 750M 图形卡且装有 OS X 10.9.2 的 15 英寸 MacBook Pro。MacBook Pro 会持续监控系统热能和功效状况，并可能会根据需要调节处理器速度以保持最佳系统运行状态。性能可能会根据系统配置、内容以及性能测量工具的使用而有所差异。

Apple ProRes 解码器设计与适用于 Final Cut Pro X 的高品质、高性能编辑编解码器完美配合工作。它们不仅可以对全帧尺寸和质量的视频进行快速解码，甚至还能对“半尺寸”帧（1/2 高度和 1/2 宽度）进行更快速解码。特别是对于 HD 和 2K 等高分辨率格式，半尺寸图像可以提供大量屏幕上的细节，从而有助于做出编辑决策。

以下图表显示了半尺寸解码速度明显快于已经很快的全尺寸解码速度，尤其是对于更高品质的 Apple ProRes 编解码器更是如此。更快的解码速度意味着有更多 CPU 时间可用于解码更多流或更多实时特效。

降低的分辨率解码速度 (1920 x 1080)



由 Apple 于 2014 年 3 月测试而得，测试机型为已上市的配备 12 核 2.7GHz 处理器以及 1TB 闪存、64GB RAM、AMD FirePro D700 图形卡且装有 OS X 10.9.2 的 Mac Pro。测试的是预发行版本的 Final Cut Pro X，针对每种内容类型使用了 10 分钟的 1920x1080p24 和 4096x2160p24 ASC-DCI 标准评估素材多机位片段。Mac Pro 会持续监控系统热能和功效状况，并可能会根据需要调节处理器速度以保持最佳系统运行状态。性能可能会根据系统配置、内容以及性能测量工具的使用而有所差异。

虽然较快的解码速度是影响实时编辑性能的主要因素，但是较快的编码速度对于后期制作工作流程中的关键步骤也至关重要。就像 Apple ProRes 解码器一样，Apple ProRes 编码器系列已被全部构建为高效的软件实施，并且通过高效利用多核处理器实现了快速编码。较快的编码速度对于某些步骤必不可少，并且对于几乎所有其他步骤至关重要。

对于基带视频信号（模拟或者数字 SD 或 HD 信号源）的实时捕获和 Apple ProRes 编码，Apple ProRes 软件编码器必须足够快才能跟上传入的实时视频帧。相应的视频捕获卡必须用于此目的，而另外无需专业编码硬件即可实现将基带视频实时捕获为 Apple ProRes 格式。

若要对已通过其他（非 Apple ProRes）视频编解码器编码的视频文件进行基于文件的转码，则转码为 Apple ProRes 会导致解码启动方法以及重编码为 Apple ProRes。因此最短总转码时间为解码文件所需时间与将文件重编码为 Apple ProRes 所需时间的总和。对于某些公认为极其复杂并因此解码速度相对较慢的视频编解码器格式（如 JPEG-2000 和 REDCODE® RAW (R3D) 原生编解码器格式），总体转码时间主要取决于解码时间。较快的 Apple ProRes 编码速度仍有助于缩短总转码时间。

快速编码和解码还有利于渲染和导出。渲染效果作为创作过程的一部分或输出前的最后一步，基本上是源媒体解码和重编码为所选的最终输出格式。渲染过程中，所有解码、混合与合成步骤都必须经过预先计算，然后才能编码为在 Final Cut Pro X 项目中定义的压缩格式。虽然您可以选择任意 Apple ProRes 编解码器作为渲染格式（从 Apple ProRes 422 LT 到 Apple ProRes 4444 XQ）并在后期制作过程中随时更改，但是 Final Cut Pro X 默认以 Apple ProRes 422 进行渲染。

渲染至 Apple ProRes 时，总渲染时间由解码和编码步骤的速度决定，相较于其他更为复杂且速度更慢的编解码器，此速度可以明显提高。Apple ProRes 的速度优势还有利于在项目结束时导出文件。如果您需要交付至 Web、DVD 或蓝光光盘，可以选择以 Apple ProRes 而不是其他专业格式（包括未压缩的格式）进行编辑，从而加速导出过程。

Apple ProRes 4444 编解码器中的 Alpha 通道支持

除了支持 $Y'CbCr$ 或 RGB 4:4:4 像素数据外，Apple ProRes 4444 XQ 和 Apple ProRes 4444 编解码器类型还支持可选的 alpha 通道。此类 $Y'CbCrA$ 或 RGBA 图像的取样专业术语为 4:4:4:4，用于指示对于每个像素位置，除了三个 $Y'CbCr$ 或 RGB 值以外，还有一个 alpha（或 A）值。Alpha 值会指定其关联的 RGB 或 $Y'CbCr$ 像素的部分，该像素应在背景图像的对应位置与相关像素进行混合，从而打造用于合成工作流程的可变透明效果。不同于 $Y'CbCr$ 或 RGB 像素值，alpha 值不表示真实图像的样本，甚至不表示电脑所生成图像的样本，这两种样本均可供人眼查看。

Alpha 值本质上为数值型数据，用于指定如何将前景图像混合或合成至背景图像。因此，Apple ProRes 4444 XQ 和 Apple ProRes 4444 会对 alpha 值进行精确编码，而不是近似编码。这种类型的精确编码称为“无损”（有时称为“数学无损”）压缩。它采用的编码方法不同于 Apple ProRes 编解码器系列针对 RGB 或 $Y'CbCr$ 像素值所采用的编码方法，后者可接受近似编码，只要查看者看不出与原始图像的差异并且这些差异不影响处理即可。Apple ProRes 4444 XQ 和 Apple ProRes 4444 编解码器会将任意位深度的 alpha 通道值无损编码为最高 16 位（含）。

总之，Apple ProRes 4444 XQ 和 Apple ProRes 4444 编解码器在对供查看的 $Y'CbCr$ 或 RGB 像素值进行编码时可视为“视觉无损”，而在对指定合成的 alpha 值进行编码时则视为“数学无损”。因此，质量或保真度的程度绝不会是 Apple ProRes 4444 alpha 通道的问题，因为解码后的数据始终与原始数据完全匹配。

无论使用哪种无损压缩，数据速率都会根据要编码的图像细节量而有所不同。这也同样适用于 Apple ProRes 4444 无损 alpha 通道压缩。然而在实践中，alpha 通道通常仅包含与对象轮廓相关的信息，因此可选的 alpha 通道通常只会在整体 Apple ProRes 4444 数据速率中增加少量数据速率。因此，Apple ProRes 4444 流中存在的 alpha 通道通常仅会降低约不超过 10% 的解码和编码性能。

附录

目标数据速率

尺寸	帧 速率	ProRes 422 代理		ProRes 422 LT		ProRes 422		ProRes 422 HQ		ProRes 4444 (无 alpha)		ProRes 4444 XQ (无 alpha)	
		Mb/s	GB/hr	Mb/s	GB/hr	Mb/s	GB/hr	Mb/s	GB/hr	Mb/s	GB/hr	Mb/s	GB/hr
720 x 486	24p	10	4	23	10	34	15	50	23	75	34	113	51
	60i, 30p	12	5	29	13	42	19	63	28	94	42	141	64
720 x 576	50i, 25p	12	6	28	13	41	18	61	28	92	41	138	62
960 x 720	24p	15	7	35	16	50	23	75	34	113	51	170	76
	25p	16	7	36	16	52	24	79	35	118	53	177	80
	30p	19	9	44	20	63	28	94	42	141	64	212	95
	50p	32	14	73	33	105	47	157	71	236	106	354	159
	60p	38	17	87	39	126	57	189	85	283	127	424	191
1280 x 720	24p	18	8	41	18	59	26	88	40	132	59	198	89
	25p	19	9	42	19	61	28	92	41	138	62	206	93
	30p	23	10	51	23	73	33	110	49	165	74	247	111
	50p	38	17	84	38	122	55	184	83	275	124	413	186
	60p	45	20	101	46	147	66	220	99	330	148	495	223
1280 x 1080	24p	31	14	70	31	101	45	151	68	226	102	339	153
	60i, 30p	38	17	87	39	126	57	189	85	283	127	424	191
1440 x 1080	24p	31	14	70	31	101	45	151	68	226	102	339	153
	50i, 25p	32	14	73	33	105	47	157	71	236	106	354	159
	60i, 30p	38	17	87	39	126	57	189	85	283	127	424	191
1920 x 1080	24p	36	16	82	37	117	53	176	79	264	119	396	178
	50i, 25p	38	17	85	38	122	55	184	83	275	124	413	186
	60i, 30p	45	20	102	46	147	66	220	99	330	148	495	223
	50p	76	34	170	77	245	110	367	165	551	248	826	372
	60p	91	41	204	92	293	132	440	198	660	297	990	445

目标数据速率 (续)

尺寸	帧 速率	ProRes 422 代理		ProRes 422 LT		ProRes 422		ProRes 422 HQ		ProRes 4444 (无 alpha)		ProRes 4444 XQ (无 alpha)	
		Mb/s	GB/hr	Mb/s	GB/hr	Mb/s	GB/hr	Mb/s	GB/hr	Mb/s	GB/hr	Mb/s	GB/hr
2048 x 1080	24p	41	19	93	42	134	60	201	91	302	136	453	204
	25p	43	19	97	44	140	63	210	94	315	142	472	212
	30p	52	23	116	52	168	75	251	113	377	170	566	255
	50p	86	39	194	87	280	126	419	189	629	283	944	425
	60p	103	46	232	104	335	151	503	226	754	339	1131	509
2048 x 1556	24p	56	25	126	57	181	81	272	122	407	183	611	275
	25p	58	26	131	59	189	85	283	127	425	191	637	287
	30p	70	31	157	71	226	102	340	153	509	339	764	344
	50p	117	52	262	118	377	170	567	255	850	382	1275	574
	60p	140	63	314	141	452	203	679	306	1019	458	1528	688
3840 x 2160	24p	145	65	328	148	471	212	707	318	1061	477	1591	716
	25p	151	68	342	154	492	221	737	332	1106	498	1659	746
	30p	182	82	410	185	589	265	884	398	1326	597	1989	895
	50p	303	136	684	308	983	442	1475	664	2212	995	3318	1493
	60p	363	163	821	369	1178	530	1768	795	2652	1193	3977	1790
4096 x 2160	24p	155	70	350	157	503	226	754	339	1131	509	1697	764
	25p	162	73	365	164	524	236	786	354	1180	531	1769	796
	30p	194	87	437	197	629	283	943	424	1414	636	2121	955
	50p	323	145	730	328	1049	472	1573	708	2359	1062	3539	1593
	60p	388	174	875	394	1257	566	1886	848	2828	1273	4242	1909
5120 x 2160	24p	194	87	437	197	629	283	943	424	1414	636	2121	955
	25p	202	91	456	205	655	295	983	442	1475	664	2212	995
	30p	243	109	546	246	786	354	1178	530	1768	795	2652	1193
	50p	405	182	912	410	1311	590	1966	885	2949	1327	4424	1991
	60p	485	218	1093	492	1571	707	2357	1061	3535	1591	5303	2386

词汇表

alpha 通道 一个附加信息通道，可视情况包含于 RGB 和 Y'C_BC_R 图像中。如果包含于 RGB 图像中，则对于每个定义像素的 R、G 和 B 值，都存在一个用于指定 RGB 像素应如何与背景图像进行混合的 A 值。通常情况下，一个 A 的极值表示完全透明，另一个极值则表示完全不透明。介于两个极值之间的值表示不透明度。

Apple ProRes 格式 Apple ProRes 编码的比特流，通常形式为 .mov 文件，为其指定的是 Apple ProRes 编解码器类型和视频格式。例如，“Apple ProRes 422 HQ 1920 x 1080i 29.97 格式”。

编解码器压缩器/减压器的缩写。 一个指代编码器和解码器的普通术语。

解码器 一种算法或处理系统，将压缩的比特流作为输入，提供一系列图像或视频帧作为输出。对于 Apple ProRes，此术语指的是可将 Apple ProRes 编码的 .mov 文件转化为一组图像（供进一步处理或展示）的 QuickTime 减压器组件。

编码器 一种算法或处理系统，将未压缩的图像作为输入，提供压缩的比特流作为输出。对于 Apple ProRes，此术语指的是可生成 Apple ProRes 编码的 .mov 文件的 QuickTime 压缩器组件。

图像序列 一组有序的图像帧，当以指定的帧速率显示时，会被查看者作为实时运动图像序列感知。如果不指代“视频”，图像序列通常是一组 RGB 图像（包含可选的 alpha 通道），如 DPX、TIFF 和 OpenEXR 文件格式。

无损 一种编解码器类型，通过编码放置一个图像帧，后跟某图像中的解码结果，该图像可在数学上保证与原始图像具有完全相同的像素值。

视频 一个图像序列，其中图像帧通常使用 Y'C_BC_R 颜色空间和二次取样的色度通道，通常包含以下某种模式：4:2:2、4:2:0 或 4:1:1。

视频格式 一个视频序列，其中帧高度、帧宽度和帧速率均已指定。例如，“1920 x 1080i 29.97 视频格式”。

视觉无损 一种编解码器类型，通过编码放置一个图像帧，后跟某图像中的解码结果，该图像并非数学无损，但在相同的显示器上与原始图像并排查看时，在视觉上看不出与原始图像的区别。