



白皮书: 视频处理

有关制作与后期制作方法的背景介绍

本白皮书探讨了针对高清 (HD) 项目、电影项目和视频项目 (以下简称“数据包”) 的一般技术要求。数据包泛指各种项目, 从父母将自己孩子在学校的表演发布到 Internet 上, 到 30 秒的电视广告, 再到将在全球上映的全高清 4k 电影不等。为了进一步解释制作数据包对数字存储的极高要求背后的根本原因, 在本文档中, 将谈及现代使用的相机以及这些相机对内置或移动驱动器的日益广泛使用。

在涉及后期制作阶段的部分, 讨论的主题包括制作格式 (高清、电影或视频) 的摄取或转码、非线性编辑 (NLE) 软件以及存储。凭借其众多高性能大容量硬盘驱动器 (HDD) 产品, LaCie 可为数据包的后制作提供强大的支持。

虽然在本文档中未作详细讨论, 但应该注意的是, 后期制作作为一个可能长达数周至数月的阶段, 通常需要使用大量的专用传输和创作软件, 并具有海量的存储要求。从最简单到最复杂的数据包中, 可视化预览和制作规划都极为常见。

一、制作

在专业的电影、电视广告和企业工业市场中，制作是指主要摄像过程，在此过程中，数据包被录制为高清、电影、模拟磁带和数字磁带之类的格式，或直接录制到硬盘中。针对制作做出的技术决策将影响后期制作过程，例如相机媒体格式、分辨率选择和帧率。

数字技术为许多用户带来了极大的方便，因为用户可以使用这种技术来摄制更高质量的剪辑，进行更有效的编辑以及方便的内容发布。目前消费者和专业市场中的绝大多数流行的摄像机都可将影像以多种数字格式录制到磁带、闪存、内置硬盘和光盘中。虽然数字视频现在是主流格式，但在某些领域，包括大型活动或企业的摄影师，偶尔也使用传统的磁带模拟摄像机。Sony 就还保留着一个较小系列的 Hi-8 消费者机型。

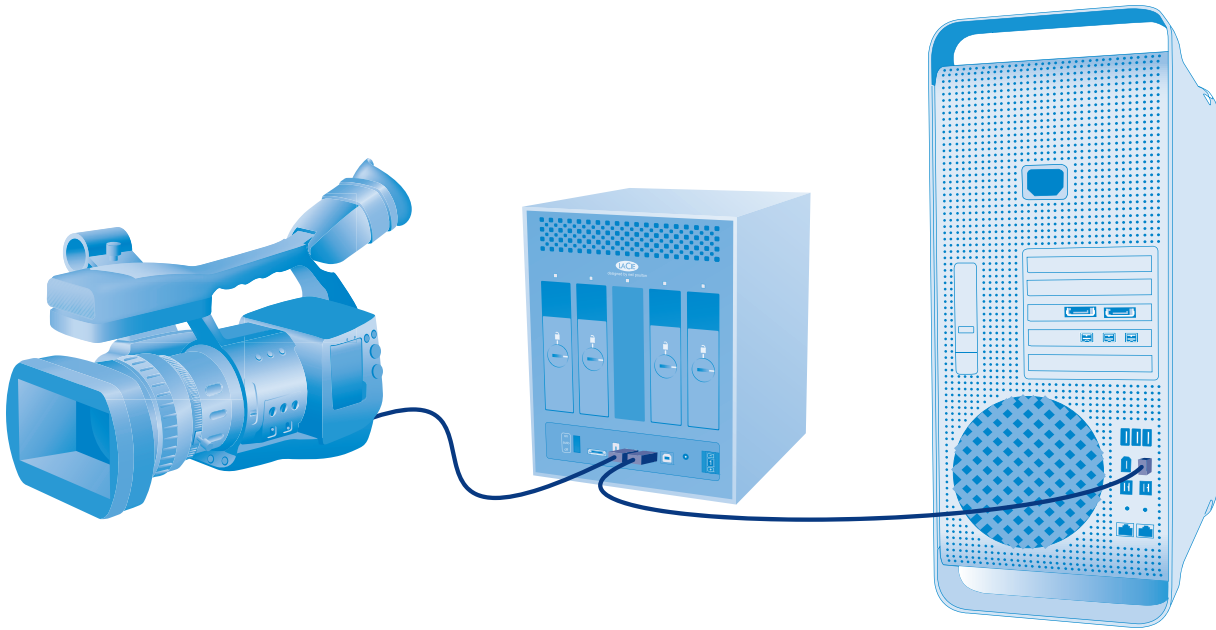
存储选择

许多数字摄像机安装有内置或移动存储设备，可实时捕获视频流。诸如大容量磁盘驱动器、闪存（紧凑型闪存或串行数字卡）以及光盘（DVD 或 Blu-ray）等移动媒体在较新的消费者和专业摄像机中应用最为广泛。虽然许多消费者摄像机都包含内置的硬盘或支持多种存储格式，但专业用机型好像更倾向于采用 HDD 暗盒。非常流行的 RED 相机可在自带的移动存储或紧凑型闪存（CF）上录制影像。诸如 RED、Panasonic 的 HD P2、Sony 的 SxS 等高端相机则装有固态驱动器（SSD），以便获得最高的耐用性和最快的速度。

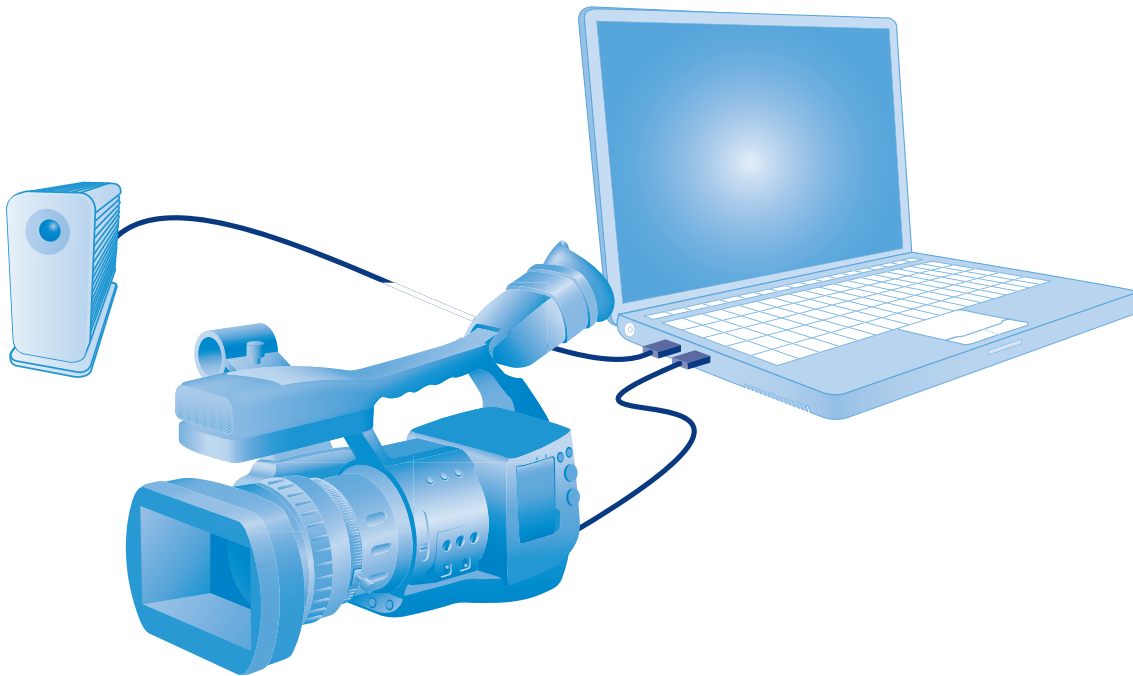
主机接口

制作完成后，媒体将被传输到装有专用于后期制作的多个 NLE 硬件和软件解决方案的一个或多个计算机上。通常，为了为媒体文件准备较大存储空间，在摄取媒体（亦称为“捕获”或“数字化”）之前，编辑或工程师会将高性能大容量的外部 HDD 连接至编辑工作站上。对于摄取而言，有几种不同的主机接口，使用最广泛的是 IEEE 1394，对于这种技术，人们较为熟知的是以下两种专有实现方案：FireWire 400 & 800 (Apple) 或 i.Link (Sony)。该接口可提供较高的持续数据传输速率，使之成为了视频编辑的理想选择。摄像机在通过 FireWire 总线使用 s100、s200 或 s400 数据速率时，速度可分别达到 12MB/s、25MB/s 和 49MB/s，具体因制造商的产品而有所不同。

Hi-Speed USB 2.0 是另一种常用的接口，其获得广泛的使用主要是因为主机计算机上都配有 USB 端口。但是，测试显示，IEEE 1394 的持续数据传输速率高于 USB 2.0。实际上，传输速度可能会慢于实时播放速度。因此，当通过 USB 2.0 将视频传输至计算机时，用户可以选择弹出连接的存储媒体（即串行数字或 SD 卡），以防摄像机连接计算机时间过长。



用于视频编辑的专业菊花环连接配置：摄像机通过 FireWire 连接至暂存磁盘，在这个示例中我们采用 LaCie 4big Quadra 充当暂存磁盘，它与计算机连接。



用于视频编辑的消费者级别配置：摄像机和外部硬盘（在本示例中为 LaCie Little Big Disk Quadra）分别通过 FireWire 连接至计算机。在本示例之类的直接连接中，也可使用 USB 2.0。

主机视频存储所面临的挑战

虽然许多数字摄像机能够录制高质量、高分辨率的图像，但是它们会生成极大的媒体文件，因而给数据传输和存储带来了极大的挑战。相机录制的分辨率决定了后期制作所需的存储空间容量。例如，摄制数字视频（DV）的摄像机使用标准的清晰度，无损压缩，当将相应数据摄取到计算机时，每小时会占用约 13.8 GB 的空间。虽然基于 DV 磁带标准建立，但高清视频（HDV）由于高效使用 MPEG-2 编码，因而可提供更高的质量，它的存储空间占用水平为每小时 14 GB，这略高于前者。当摄取至计算机进行编辑时，所需的数据量可能会增加到每小时 30GB 或更高，因为许多 NLE 程序可将原格式转换为编辑用的中间格式或专用格式。高级视频编解码高清（AVCHD）使用 MPEG-4 H.264 编解码器，即使在较高的压缩率下也可生成高质量的图像。AVCHD 的存储空间占用水平通常为每小时 8 GB，看似比较经济。但对于压缩，一小时未压缩的高清片段需要多达 450 GB 的存储空间。因为 52 分钟的纪录片可能需要 9 到 20 个小时的原始视频，所以编辑时需要大量的硬盘空间。除了在制作期间需要多个小时的剪辑，在编辑过程中使用的诸如视频和音频效果等元素也需要一定的 HDD 空间。因此，预期制作 60-90 分钟数据包的制片人和编辑将需要数千兆（TB）的硬盘空间。

显然，在主机计算机上的内部硬盘上存储媒体由于空间的限制而不切合实际。此外，与运行操作系统有关的开销可能会影响 NLE 软件的性能。因此，当剪辑位于单独的或“暂存”卷时（例如外部硬盘或存储系统）编辑通常会更为高效。

二、后期制作

后期制作的目的是去除无用的剪辑，挑拣出需要的剪辑，最终排列剪辑以便生成数据包。在专业市场中，项目的后期制作阶段通常需要比前期制作和制作阶段更长的时间。实际上，通常需要数月的时间来组合粗剪（“离线”）、制作效果（计算机生成的图像或 CGI）并录制和混合音频组件（对话、声音效果、环境音等）。当数据包的所有元素都经过批准后，后期制作阶段将进入完成阶段，即在线阶段。这一步骤一般包括图像的色彩校正，每个音频元素的混合以及在发布前将数据包放入一个工作站。

由于来自后期制作过程中所有阶段的数据包所带来的海量媒体，编辑和工程师一般会在与项目有关的一个或所有工作站上连接大容量存储。虽然对于生产型消费者和消费市场，其后期制作并不复杂，但是这两个领域仍然需要能够为业余或半专业 NLE 数据包提供优秀传输速率和大量空间的存储。

分辨率、容量和传输速率

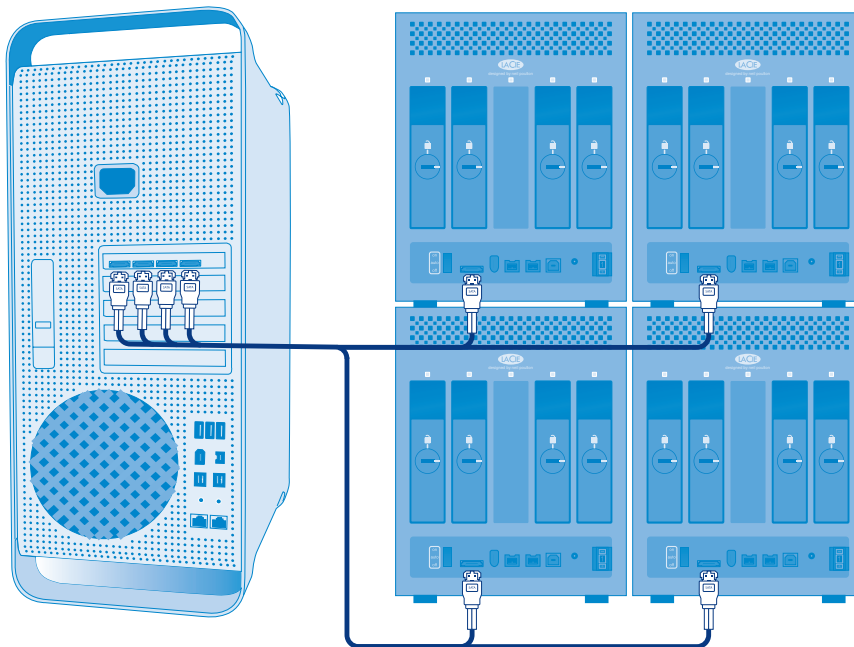
| 类型 | 格式 | GB/h | MB/s |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------|------|
| SD | DV25 | 11 | 25 |
| | DV50 | 23 | 50 |
| | 未压缩 8 位 NTSC (720x486) | 76 | 168 |
| | 未压缩 10 位 NTSC (720x486) | 94 | 208 |
| HD | HDV 720p60 | 9 | 20 |
| | HDV 1080i60 | 11 | 25 |
| | DVCPROHD 720p24 | 25 | 56 |
| | DVCPROHD 1080i60 | 50 | 111 |
| | ProRes 422 1280x720 (24fps) | 27 | 59 |
| | ProRes 422 1920x1080 (24fps) | 53 | 117 |
| | ProRes (HQ) 422 1280x720 (24fps) | 40 | 88 |
| | ProRes (HQ) 422 1920x1080 (24fps) | 79 | 176 |
| | 未压缩 8 位 720p30 | 199 | 442 |
| | 未压缩 8 位 1080i60 | 448 | 995 |
| | 未压缩 10 位 720p60 | 497 | 1104 |
| | 未压缩 10 位 1080i60 | 562 | 1248 |
| | 未压缩 10 位 1080p24 | 446 | 992 |
| | 2k | 2048x1080 10 位 (24fps) | 716 |
| 2080x1556 10 位 (24fps) | | 1048 | 2328 |

摄取和转码

使用 NLE 软件，您可根据所制作项目的需要，基于时间线选择并放置不同大小的媒体组。在将剪辑导入工作站（捕获或摄取）时，通常需要将其转码为中间格式以便进行快速编辑，并节约存储空间。对于采用 2k 或 4k 等高质量、未压缩高清格式摄制的数据包，几乎始终采取这种做法。NLE 软件在摄取媒体时会将高分辨率剪辑转换为高质量的媒体代理。例如，Apple 的 Final Cut Pro 使用其专用的 ProRes 422 进行离线编辑。

可采用两种方式对媒体进行摄取：导入或数字化。通常 NLE 软件可识别数据媒体的录制格式，因此可通过直接导入来进行转换。但是许多相机强制通过视频回放来进行转换，这通常称为数字化。虽然诸如 FireWire 或 USB 等标准连接可能已经足够，但是市场上现在有很多用于在回放期间进行视频转码的硬件解决方案，包括 AJA、Thomson Grass Valley 和 Blackmagic Design 等公司提供的独立视频转换器。

针对编辑目的捕获媒体要求这些设备之间的连接具有极高的带宽：相机到用于摄取的计算机；以及一个或多个暂存磁盘到用于存储的计算机。虽然 FireWire 400 或 Hi-Speed USB 2.0 对于从摄像机传输和存储消费者视频已经足够，但许多专业的编辑更喜欢 FireWire 800 和 eSATA 3Gb/s 提供的极高带宽。如果带宽不够，摄取过程可能导致剪辑丢帧，造成媒体损坏、不可用。处理未压缩高清的速度要求可能会超过 130MB/s，这需要主机接口具有优秀的传输速率，例如 eSATA 3Gb/s。这方面的示例是，采用 eSATA 3Gb/s 管理 LaCie 24TB RAID0 4x4big Quadra Bundle 的工作站（请参见下图）。在配合使用某些条带配置时，使用此配置可实现高达 700 MB/s 的突发传输速率。



专业编辑的理想 RAID 配置:

采用 RAID 50，四个 LaCie 4big Quadra 阵列（每个 8TB），总计 24TB 可用存储空间，突发传输速率可达 700 MB/s。

分辨率比较表

| 影响带宽要求的因素 | 存储容量计算 | |
|---|--|-----------|
| <ul style="list-style-type: none"> ◆ 项目的捕获分辨率 ◆ 视频和音频轨道的总数 ◆ 效果和图形 ◆ 工作站（单个编辑器或一个工作组中的多个 NLE） ◆ 对于一个工作组，要同时使用的剪辑的百分比（网络存储） | $DV = 3.1 \text{ MB/s} \times 60 = 186 \text{ MB/m}$ $10 \text{ 小时 } DV = 600 \text{ 分钟} \times 186 \text{ MB/m} = 112,000 \text{ MB} = 112 \text{ GB 存储空间}$ $SD (10 \text{ 位}) = 26 \text{ MB/s} \times 60 = 1560 \text{ MB/m}$ $1 \text{ 小时} = 1560 \text{ MB/m} \times 60 \text{ 分钟} = 93,600 \text{ MB/H} = 93.6 \text{ GB 存储空间}$ | |
| <h3>按分辨率划分的典型带宽要求</h3> <ul style="list-style-type: none"> ◆ DV = 每个视频轨道约 3.1 MB/s ◆ SD = 每个视频轨道约 26 MB/s ◆ HD = 每个视频轨道约 156 MB/s ◆ 2k = 每个视频轨道约 291 MB/s | $HD 1080i60 (10 \text{ 位}) = 156 \text{ MB/s} \times 60 = 9360 \text{ MB/m}$ $1 \text{ 小时的 } HD 1080i60 = 562 \text{ GB 存储空间}$ 若要针对效果、转换、音频和图形提供空间，需在每个数字的基础上增加 50% 的存储空间。 | |
| <h3>专用 HD 压缩率示例</h3> | | |
| ◆ DVCPRO HD (Panasonic 1080i60) | ~14 MB/s | ~50 GB/h |
| ◆ D5 (Sony HD 1080i60) | ~38 MB/s | ~137 GB/h |
| ◆ HDCAM (Sony 1440x1080p24) | ~18 MB/s | ~65 GB/h |
| ◆ HDCAM SR (Sony 1920x1080p24) | ~110 MB/s | ~396 GB/h |
| <h3>非线性编辑 HD 项目的示例</h3> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ◆ HD 1080i60 (10 位) = 156 MB/s x 2 轨道 = 312 MB/s ◆ 50% 用于音频、效果、图形等 = 156 MB/s ◆ 每分钟总量 = 468 MB/s x 60 = 28,080 MB/m = 28 GB/m ◆ 4 小时 = 240 分钟 x 28 GB/m = 6.7 TB | 配置要求: <ul style="list-style-type: none"> ◆ 带宽 = 468 MB/s ◆ 4 小时的存储空间（包括音频、效果和图形） = 6.7 TB | |

RAID

有很多配置暂存磁盘以实现最佳的速度和安全性的方法。虽然实现很高的传输速率很重要，但是由于编辑需要处理大量的摄取媒体资料库，因而不希望由于 HDD 意外故障而丢失剪辑。在开始摄取之前，后期制作团队必须考虑最适合数据包需求的多个级别的 RAID（独立或廉价磁盘冗余阵列）。RAID 0 可提供最高的速度，但是没有任何保护，这意味着万一磁盘故障时，所有数据将会丢失。虽然在传输速率方面有所损失，但是 RAID 级别 3、5 和 6 较好地兼顾了速度 and 安全性。（请阅读 LaCie RAID 技术白皮书了解有关 RAID 的更多详细信息。）RAID 配置通常需要：多个外部硬盘；硬件控制器；和 OS 驱动器实用程序或控制器制造商提供的专用软件。但是某些存储设备不要求计算机进行 RAID 控制器要求的复杂处理。LaCie 4big Quadra 就是这样的一款产品，它可通过简单的切换设备支持 RAID 0 或 RAID 5。使用 eSATA 3Gb/s 接口，独立式 4big Quadra 能够提供高达 230MB/s 的出色突发传输速率，并且持续速度能够达到约 160MB/s。

编辑软件

专业和半专业 NLE 软件包括：Avid 的 Media Composer and Symphony；Apple 的 Final Cut Pro 和 Final Cut Studio；Sony 的 Vegas Pro；和 Adobe Premiere Pro。生产型消费者和消费者 NLE 也有很多选择。如，Avid 的 Pinnacle Studio、Adobe 的 Premier Express、CyberLink 的 PowerDirector 和 Sony 的 Vegas Movie Studio。此外，操作系统也捆绑了简单且功能有限的 NLE 软件，例如 Windows (Movie Maker) 和 OS X (iMovie)。

准备媒体以便交付

在完成后期制作时，业务视频爱好者或资深编辑必须思考如何交付数据包。归功于较低的初始开销和方便的发布，在线发布的普及率已显著提高。在本示例中，编辑软件可导出高压缩度的视频文件，而后者将张贴到 Web 服务器以用作流媒体或用于下载。但是在线发布对于业务爱好者来说也有自身的缺点，例如服务器主机成本高，由于带宽限制导致画质降低。

通过光盘发布的方式一直都很受欢迎，特别是对于电视广告视频以及视频质量较之于因为复制和交付带来的高开销而言更显重要的情形。DVD 是用途最广泛的数字视频发布方式，这种方式可以较高的分辨率和数据速率储存 MPEG-2 媒体。由于硬件价格的下降，DVD 复制在消费者级别上已经非常普遍。创建 DVD 通常需要从编辑软件将最终或线上版本导出为 DVD 刻录软件能够识别的格式，例如 Apple 的 DVD Studio Pro 和 Roxio 的 Toast Titanium。我们现在使用的 NLE 软件具有导出预设，从而可简化将在 DVD 上发布的数据包的创建过程。标准导出设置强制为 MPEG-2 视频，分辨率选择为 720×480 (NTSC) 或 720×576 (PAL)，每秒帧数 (FPS) 为 29.97、25 或 23.976。

Blu-ray 光盘具有高达 50 GB 的容量，可极大方便高清文件的发布。凭借其在分辨率和数据速率方面实现的巨大飞跃，Blu-ray 为 DVD 格式带来了重大的改进。但遗憾的是，Blu-ray 刻录机的价格让绝大多数消费者望而却步，因此复制通常由专业服务机构处理。与 DVD 类似，NLE 软件可导出与 Blu-ray 刻录软件相兼容的文件格式，例如 Roxio Toast Titanium 或 Easy Media Creator 10。Blu-ray 创建软件在刻录光盘时支持的文件格式有 MPEG-2 H.264、MPEG-4 AVC 或 VC-1。

更多信息

www.lacie.com

关于 LACIE

结合前沿的工程技术和历史悠久的独特设计美学，LaCie 以生产外观和功能同样出色的产品而赢得盛誉。

无论您的计算机环境使用何种平台或配置，我们生产的硬盘、网络和 RAID 解决方案、光盘驱动器、显示器及附件均可增强并扩展您的计算环境。出自 Neil Poulton、Oratio、Karim Rashid 和 Sam Hecht 等世界著名设计师之手，LaCie 风格独特的获奖产品不仅外观出众，而且具有无与伦比的可靠性和多功能性。LaCie 是生产前沿产品的全球领先者，这些前沿产品经常率先投放市场，从而不断提高技术门槛并重新建立了行业标准。

请访问我们的网站：www.lacie.com，获取最新的产品规格（提供多种语言版本，可在世界范围内访问）。您可以通过该网站在线购买产品，与我们优秀的技术支持部门联系或查找距离您最近的营业部或代理商。



www.lacie.com

LaCie 已于本文档的准备过程中做出合理的努力来确保文档的准确性，但是 LaCie 不承担由于本文档中的错误或疏漏，或由于使用本文档包含的信息而引起的相关责任。