

如何使用 NI LabVIEW 开发各种数据记录仪

本文研究分析了创建基于软件的数据记录仪的益处，以及构建这些系统的基本知识。工程师们可以使用本文介绍的概念设计可靠的、高性能数据记录仪，而且这些数据记录仪可以与未来的技术方便地集成。本文将覆盖从基本数据记录仪到分布式、便携式数据记录仪，到高速数据记录仪等概念。另外，本文还将把一个温度数据记录仪作为一个应用案例来进行讨论。

目录：

- ✧ 常见数据记录仪的需求和工具介绍
- ✧ 基本数据记录仪
- ✧ 长时间数据记录
- ✧ 分布式数据记录仪
- ✧ 冗余数据记录仪
- ✧ 远程/便携式数据记录仪
- ✧ 高速数据记录仪
- ✧ 结论

常见数据记录仪的需求和工具介绍

一个数据记录仪应用程序包括数据采集、数据分析、数据存储以及数据调用(用来进行分析和展示)。多种因素可能使得工程师们需要再次调用已存储的数据。工程师们可以使用存储的数据分析产品或过程并寻找其改进途径。工程师们也可以使用存储的数据来解决调试和定位问题。又或者，这些数据或许对在将来某个时刻向管理机构提供一些证据是十分必要的。虽然应用和数据不断变化，但重要的是要——设计不同的数据记录仪所需的工具都是十分相似的。

每个数据记录仪都有一些核心特性。首先，工程师们需要采集数据并将数据记录到一个存储地点。其次，工程师们无论是在采集中还是采集后都需要查看这些数据。第三，工程师们需要记录由数据触发的报警或事件。第四，设备的组网应当简单而且对于用户应该是透明的。第五，在数据上实现不同类型的安全性应当非常方便。为了帮助解决这五个需求，LabVIEW 软件平台提供了一个专用工具以快速和方便地构架监测应用。这个软件工具便是 LabVIEW DSC(数据记录和监控)模块。

本文将研究数种不同类型温度数据记录仪的软件组件。讨论基本数据记录仪、分布式数据记录仪、远程数据记录仪和冗余数据记录仪。高速数据记录仪也将作为一个独特的应用案例来进行讨论。

基本数据记录仪

应用案例：在较短时间内从若干个热电偶记录数据

一个基本的数据记录仪具有一个数据记录仪的所有基本要素，但通常仅涉及少量的 I/O 和相对简单的设置。数据采集中和采集后所要求的分析也是相当简单。一个基本的数据记录仪的主要关注点包括配置的简单和进行常见测量（如温度或应力）的灵活性。NI 为基本数据记录应用提供两个解决方案：VI Logger 和 LabVIEW。

用于数据记录的基于配置的工具

第一个解决方案是一个称为 VI Logger 的基于配置的记录工具。VI Logger 使工程师们能够在一段时间内持续执行基本测量。它具有采集、缩放和存储数据以及基本报警和事件等内置功能。采集完成后，数据可以被调用和可视化检查或输出到一个交互式分析工具，如 NI DIAdem。

例如，通过 VI Logger，可以非常容易地配置一个简单的温度数据记录仪。将热电偶连接到任一个 E 系列数据采集卡。配置用于缩放和记录信号的通道，选择启动，设置完成。在采集数据过程中工程师们可以跟踪查看测量记录，如果温度超限，还可以通过电子邮件通知操作人员。

当工程师们需要拓展这个简单温度数据记录仪的功能时，LabVIEW 可以提供帮助。通过编程控制数据的采集和记录或添加四百多个分析函数中的任何一个函数，LabVIEW 可以方便地拓展 VI Logger 的功能。LabVIEW 还能够整合范围广泛的测量，如用于过程控制的 OLE（OPC）设备。

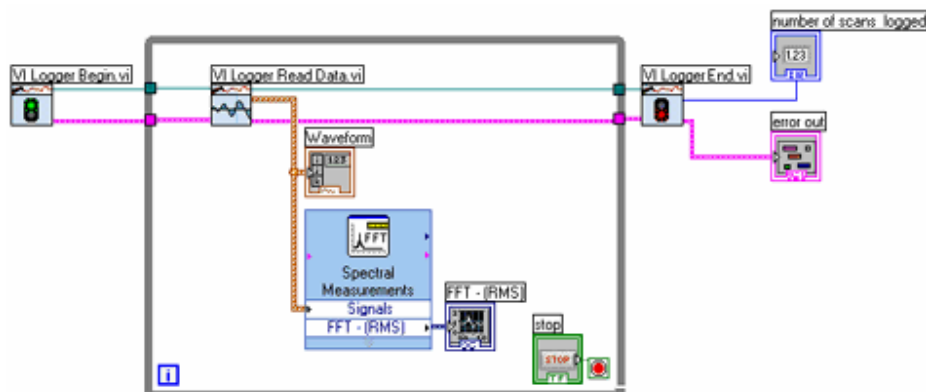


图 1 该程序框图揭示了如何使用 LabVIEW 分析函数来拓展 VI Logger 的应用

LabVIEW Express VI

NI 提供的第二个基本数据记录仪的解决方案是 LabVIEW 7 与新推出的 Express VI。工程师们可以利用新推出的 Express VI 建立一个基本的温度数据记录仪。

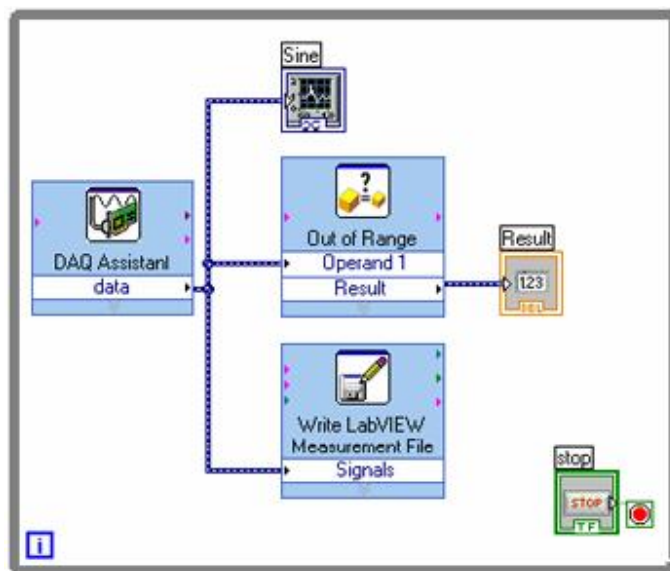


图 2 该 LabVIEW 程序框图描述了采集信号、显示数据、超限检验和记录到文件的过程

仅需将信号连线到 **Write LabVIEW Measurement File VI**，数据将被存储在一个可由 NI DIAdem、Microsoft 记事本或 Microsoft Excel 读出的文件中。或者使用 **Read LabVIEW Measurement File VI** 来显示数据。**Comparison VI** 可用于设置简单的告警信息。

LabVIEW Express VI 非常适合简单的独立数据记录仪。采集、记录和展示数据都非常简单。添加任何分析功能也很方便。如果无需高级分析功能或者用户希望根据报警或事件发送一个电子邮件或网页，VI Logger 会工作得很好。

总结，基本数据记录仪的关键需求是能够方便地：

- ✓ 采集数据
- ✓ 记录数据
- ✓ 查看数据

长时间数据记录

应用案例：在较长时间内从若干个热电偶记录数据

当期望一个数据记录仪持续运行较长时间时，如数天、数月甚至数年，有一些特殊的要求必须要考虑。该系统必须有一个可靠、有效的数据存储机制。操作人员和工程师都必须能够从多个位置方便地查看数据。报警和事件必须被配置和存储，以供排除故障、诊断和验证。

LabVIEW DSC 模块是帮助工程师完成长时间数据记录应用的理想工具。

数据存储机制

对于更为复杂的数据记录应用，拥有辅助数据存储和保留的专用工具变得非常关键。存在不同的存储数据的方法，每个方法各有其优缺点。数据库是存储大量数据的最佳途径。数据库允许工程师们以结构化的方式存储数据，并跟踪数据的任何变化。这有助于确保数据的完整性。

存储大数据集有多种方法，每种方法各有其优缺点。两个主要类型的在用数据库是关系型和流型数据库。关系型数据库是更传统的数据库，常用于商业应用。关系型数据库虽然非常灵活，但没有为磁盘空间和快速吞吐而优化。在另一方面，流型数据库是为快速存储大量数据到磁盘而设计的。然而，工程师无法定义表或其它结构，故损失了一定的灵活性和搜索能力。在构建一个数据库时，一些最常见的挑战便是设计一个易于使用、可伸缩的文件结构和数据结构。如果没有合适的工具，工程师们可能需要花费数小时进行设计和修改其数据结构。LabVIEW DSC 模块的重要特色在于一个为满足测量和控制应用的需要而设计的流型数据库。凭借内置的数据体系和数据结构定义，该数据库提供了上佳的空间利用率和数据吞吐量。

LabVIEW DSC 模块在数据库中增加了关系型属性，以更快、更有效地进行搜索。

实时和历史数据可视化

将数据记录到磁盘不是工程师们在设计这些应用时所要面对的唯一挑战。工程师们也需要查看这些数据。有两种查看数据的方式。首先，工程师们可以在采集过程中查看来自服务器的数据。这也被称为现场数据。工程师们需要检查现场数据，以监测一个运行系统的状态。了解工程师所连接的服务器的类型，并选择一个能够帮助工程师方便通信的软件包也很重要。用于过程控制的 OLE (OPC) 是最常见的服务器之一。找到带有内置 OPC 服务器/客户端的软件包能够节省宝贵的开发时间。

第二种查看数据的方法是在数据已被存储在文件中之后再查看，也称为历史的可视化。使用该数据以供采集后分析和展示。与之相关的挑战与数据记录相似。如果没有正确的工具，工程师们在分析和查看数据前必须了解文件和数据结构。选择一个能完成该项工作的软件开发工具能够节省宝贵的时间。

以 LabVIEW 分析和展示函数为基础构建的 DSC(数据记录与监控)模块能使这项工作更为方便，因为它具备内置的 OPC 连接性和适用实时和历史数据的可视化。

报警和事件管理

当采集大量数据或长时间采集数据时，通常工程师们对数据值的显著变化更感兴趣，而不是每个数据点的值。这些数据变化可以使用报警和事件来监测。为了日后分析这些信息，保留这些报警和事件的历史也很重要。支持报警所需的关键特性包括生成报警信号、存储报警信号及其相关的数据和在采集后重新调用报警信号及其所有相关信息等能力。相关信息可能包括报警的触发时间、应答者和应答时间。通过 LabVIEW DSC 模块，工程师们可以使用 HMI 向导配置和监测报警信号，允许他们关注产生报警的原因，而不是编程实现报警基础结构自身。

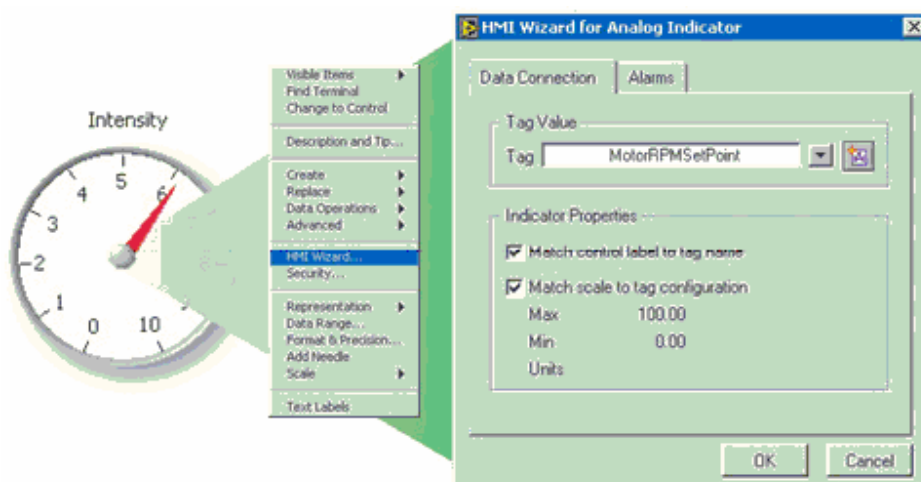


图 3 MI 向导封装了数据配置和图形化编程

总之，长时间数据记录仪的最佳实践包括：

- ✓ 可靠、有效的数据存储
- ✓ 实时和历史数据查看
- ✓ 配置和记录报警和事件的能力

分布式数据记录仪

应用案例：持续记录分布式热电偶的数据

设计一个分布式数据记录仪时，好的思路是关注整个系统。在顶层是系统的主干部分。一个分布式系统的主干部分可以简化为关键的服务器和网络。运行在关键服务器上的软件必须管理网络传输、数据管理、数据可视化、报警与事件和安全性。主干部分的一个关键特征就是它必须能够通过通用协议（比如 TCP/IP）与其它硬件通信。网络内每一台机器所用的软件必须支持同样的通信协议。此外，关键服务器应当支持多种通信协议，以便能够与系统中的已有机器和下一代机器接口。对于减少网络上每台机器所需的开发时间和将联网设备与关键服务器集成，选择一个支持许多业界标准协议的软件包，如 LabVIEW，非常关键。

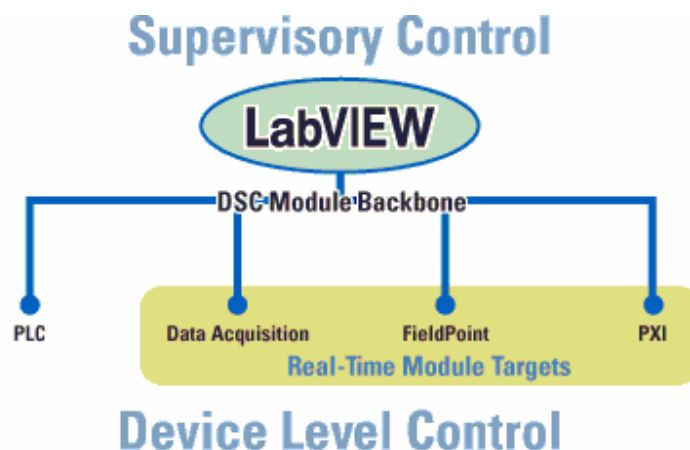


图 4 分布式系统结构图

数据管理

一个分布式数据记录仪的关键服务器应当能够记录数据。一个记录应用越复杂，拥有胜任这项工作的工具就变得越关键。如前述讨论，少量的数据可以方便地存储在文本或电子表格文件中；然而更大量的数据会

从更复杂的数据存储格式中获益。分布式数据记录仪具有与长时间数据记录仪部分提及的相似的存储需求。在流型数据库之上采用联网数据库是有益的。联网数据库使工程师能够将数据记录到中心位置，在系统中构建冗余性，并从网络上的不同计算机访问数据。

LabVIEW DSC 模块中内置的历史数据库是联网的。如果知道机器和数据库的名称，工程师们可以方便地将数据记录到任何计算机。LabVIEW DSC 模块有一个工具——历史数据查看程序——帮助工程师们在本地或远程创建、存档和压缩数据库。在本地，可以重新命名、释放或删除数据库。这些操作只可以在本地执行，以防止数据库的意外丢失或破坏。

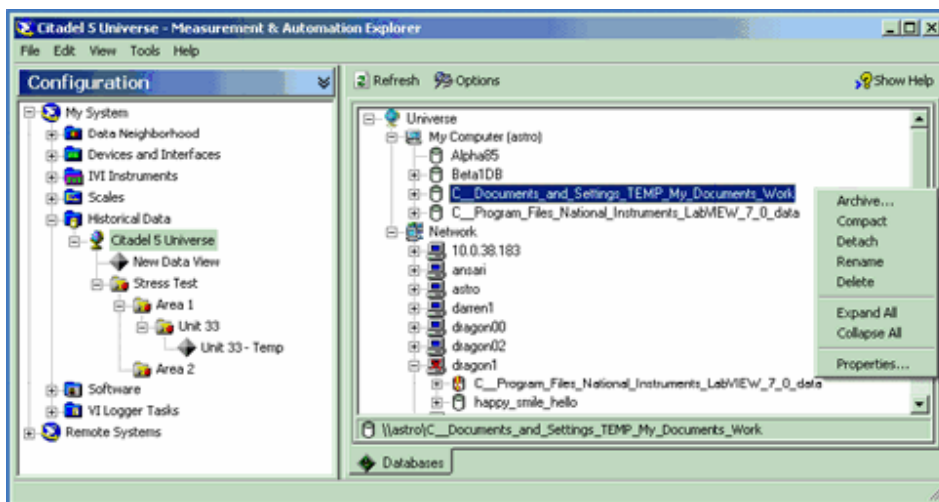


图 5 历史数据查看程序，比更方便地查看和管理分布式数据

数据可视化

除了查看现场和历史数据，分布式系统需要更多的灵活性以查看来自不同位置的数据。例如，工程师们或许需要能够查看另一台设备的油箱温度甚至家中的温度。

从单独一台机器查看现场数据是一项相对直接的操作。为了监测现场数据，工程师们可以创建一个用户界面，例如一个 LabVIEW 前面板，并在本地监视器上查看该界面，或者使用 LabVIEW 的远程面板特性将其嵌入到一个网页中。如果一个用户需要登录并查看或控制过程，使用远程面板是非常方便的。然而，如果多个用户需要与过程交互，那么应当有一个更为复杂的客户端/服务器架构。

为了查看来自多台机器的现场数据，每台机器必须运行一个客户端，其任务是当被询问时查询所需的数据。重要的是，了解应用将要连接到的服务器类型，并选择一个有助于方便通信的软件包。LabVIEW DSC 模块不仅有一个内置的 OPC 客户端/服务器，而且其设计目的在于帮助工程师们快速和方便地建立一个客户端/服务器架构。

管理报警和事件

除了工程师们必须能够从任一机器查看和操作这些信息（报警与事件），分布式系统的报警和事件需求与长时间的数据记录仪相似。LabVIEW DSC 模块具有一些工具能方便配置报警与事件、自动将其与相关数据记录到数据库和从任何位置查看这些信息。

联网

当一个数据采集系统扩张时，数据可以存储在多台计算机上并采取中央监测的方式。或者，数据也可以存储在一个中央服务器上。最困难的挑战便是与现场数据通信。为了方便地完成此项任务，软件工具必须与操作系统的原有联网技术集成，而且应尽可能地透明。联网工具应以最大化吞吐量为设计目标，即使网络出现故障时也应稳定和可靠。OPC 是一种业界标准接口，无论制造商是谁，通过它软硬件可以实现相互通信。LabVIEW 通过 DSC 模块提供 OPC 支持。然而，OPC 可能无法在需要高速性能的工作场合工作。针对这个需求，DSC 模块也引入了一个内置的联网协议以得到最佳吞吐量。

安全性

处理敏感性数据经常会带来安全问题。谁应当访问这些数据？访问哪一部分？是否每个人都应当能够修改文件或数据库？或许我们不用这样。开发安全代码可能耗时而且麻烦。通过预先定义系统的需求，工程师们可以选择工具以帮助他们完成这项工作。配有 DSC 模块的 LabVIEW 支持工程师定义用户描述文件，这些文件限制了对应用中不同的特殊用户界面控件和对数据的不同敏感部分的访问。

分布式数据记录系统有着最广泛的最佳实践列表：

- ✓ 可靠、有效的数据存储
- ✓ 管理系统范围数据的有效工具
- ✓ 实时和历史地查看整个系统
- ✓ 配置和记录报警与事件的能力
- ✓ 方便地联网不同类型的设备
- ✓ 用户界面安全性

冗余数据记录仪

应用案例：记录一个关键过程的热电偶的数据

有时工程师们需要在其数据记录仪中开发冗余性。例如，一个温度数据记录仪正在监测一个关键过程的油轮。对于该应用，有多个方面需要考虑：将数据记录到一个主机、检测一个 PC 宕机或网络失败、实现宕机或网络故障被解决后的数据的同步。

该系统的基本记录需求与分布式数据记录系统相似。操作人员和工程师应当能够从多个位置监测和控制系统。数据必须被存储在一个可靠的地点。安全性或许也是必要的。

对于这项应用，一个非常好的硬件平台便是 Compact FieldPoint。Compact FieldPoint 是一个健壮的分分布式 I/O 平台。与 PLC 相似，Compact FieldPoint 有一个控制器和插入到固定背板的不同 I/O 模块。一个控制器和一个板上紧凑闪存卡可以用于冗余数据记录。由于驱动仪支持有限数目的写操作，例行的写紧凑闪存卡可能非常昂贵。但它们非常适合在一个系统中增加冗余性。

Compact FieldPoint 具有一个内置的网络看门狗。当网络连通并且 Compact FieldPoint 正在与 PC 通信时，该看门狗被禁止。然而，当网络断开或者 PC 宕机时，该看门狗将超时并被打开。当看门狗被使能时，开发程序使之可以采取相应措施，例如开始本地记录到紧凑闪存。

当网络连接重新建立时，LabVIEW DSC 模块应用将禁止看门狗。这将使数据重新记录到数据库。然后 DSC 模块将使用 FTP 从 Compact FieldPoint 获取数据，再通过存储标签将其写到数据库。

通过 PC 上的时间服务器与 Compact FieldPoint 的同步，数据在数据库中实现同步。在同一个数据库中将有二个不同的数据记录。

LabVIEW DSC 模块应用也可以被配置，如在网络失败或数据文件正在从 Compact FieldPoint 拷贝时，通知操作人员或工程师。

总之，对于冗余数据记录仪，有几个关键的最佳实践需要考虑：

- ✓ 同步记录数据的能力
- ✓ 实时和历史地查看整个系统
- ✓ 配置和记录报警与实践的能力
- ✓ 不同类型设备的方便联网

远程/便携式数据记录仪

应用案例：持续从远端热电偶记录数据并通过 PDA 检查数据

在实现远程数据记录仪时，其需求与分布式数据记录系统相似。由于其尺寸和健壮性，Compact FieldPoint 再次成为理想平台。LabVIEW 也具有将 web 服务器嵌入到控制器的能力，从而使得工程师们能够从任一个 web 浏览器监测该单元。

使用 LabVIEW PDA 模块，可以在一个台式计算机上编写一个数据记录应用，然后将其下载到一个 Palm 或 PocketPC。任何 NI E 系列数据采集卡都可以与 PDA 结合使用，以创建一个便携式数据记录仪。数据将被采集和记录到 PDA，然后以文件存储。当工程师们回到办公室并将 PDA 与台式机上的 LabVIEW 同步时，该文件被输入到台式机。然后数据可以被抽取并存储在 DSC 模块的历史数据库或使用 DIAdem 分析。

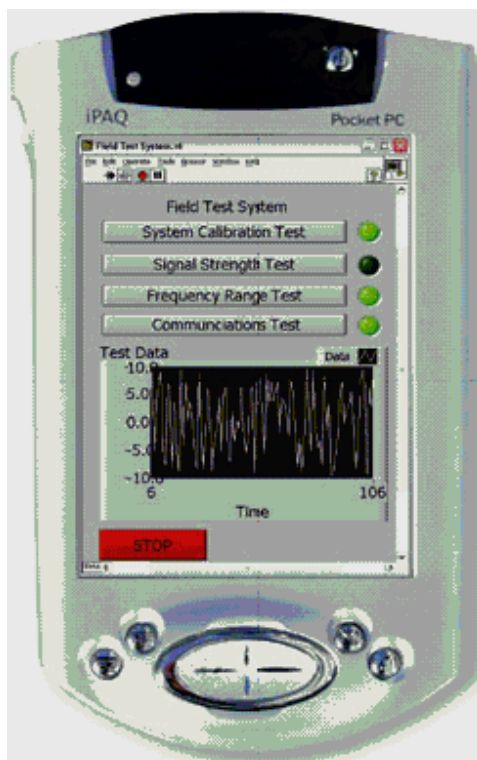


图 6 LabVIEW PDA 模块用于创建便携式数据记录仪

总之，虽然远程和便携式数据记录仪的需求与分布式数据记录仪相似，但仍然有若干独特的最佳实践：

- ✓ 通过 web 监测的能力
- ✓ 远程应用需要小尺寸的健壮平台，如 Compact FieldPoint
- ✓ 便携式应用需要小尺寸的灵活平台，如 PDA

高速数据记录仪

应用案例：在短时间内非常快速地记录数据

高速数据记录仪具有独特需求。这些设备通常要求在极短的时间内收集大量数据的时候（如在一个物理实验中）使用。记录的速度是最重要的考虑因素，而数据库常常还不够快。这些数据将在采集后分析，所以报警、事件和数据查看都不是必要的。这些系统通常独立工作，以消除网络延迟。

NI 已经开发了一组 LabVIEW 范例函数，以用于 Windows 下的 E 系列和 S 系列数据采集板，这些采集板以前所未有的高速率执行数据流操作。这些高速数据记录函数提供数据压缩以创建更小的数据文件并达到甚至更高的记录速率。

这些函数从内部循环缓冲区读取数据，（如必要）压缩数据，最后将数据直接写到磁盘而不会将其暴露给用户。这一方法减少了数据拷贝，从而提高了存储带宽，进一步提高了数据流到磁盘的速率。

数据压缩

为了进一步提高性能并减少硬盘空间的需求，新引入的高速数据记录函数支持两种类型的数据压缩，它们适用于所有 12-位 E 系列板。第一种压缩方法是无损压缩。它基于这样一个事实：对于 12 位采样，最高四位用作符号的拓展位。因此，通过将占用四个字节的两个 16 位样本塞进三个字节，数据大小减少了 25%。为了加速这个过程，一个压缩算法实际上一共压缩四个两字节的样本。

第二种压缩算法是有损算法。它通过只保留每个样本的最高八位将 12 位板转化为 8 位板，从而使原始数据大小压缩了 50%。虽然这种方法降低了精度，但它可以使记录速率翻倍。

然而，有一点应注意的是：由于两种压缩方法都破坏了符号拓展位，关于输入信号是单极信号还是双极信号的信息必须被分开存储并在解压缩时才能提供。

高速数据记录仪的独特最佳实践包括：

- ✓ 为加速数据流优化的函数
- ✓ 二进制文件存储方式

结论

在设计一个数据记录应用时，重要的是解决五个通用需求，以便可以运用最佳实践。这些数据记录的最佳实践包括直接的数据采集与记录、可靠地查看实时和历史数据、方便地配置报警与事件、迅速联网将设备接入更大的系统和快速实现安全性。一旦某个系统的具体需求已经被确定，实现最佳实践的关键在于选择恰当的软件开发工具。NI 提供 LabVIEW 工具，它可以帮助工程师们方便、快速地设计可伸缩的监测应用。LabVIEW 数据记录监管控制模块解决了这些关注问题，因此工程师们可以花费更多的时间构建自己的应用，而花较少的时间担忧工具的编程实现。

现在工程师们可以使用这些最佳实践，开始实现可靠的、高性价比的数据记录系统了。

更多相关信息：

请访问 ni.com/dataloggers/zhs

