

位深和采样率在数采系统中的作用详解

全套 DAQ 解决方案，尽在度纬科技

度纬科技 Application Notes-028-V1.0

<https://www.doewe.com>

在数据采集系统中，位深和采样率是描述模数转换器（ADC）性能的重要参数。位深是指模数转换器将模拟信号转换为数字信号时使用的二进制位数。采样率是指 ADC 每秒对模拟信号采样的次数，通常以“每秒样本数”来表示。例如，采样率为 1,000 SPS 意味着 ADC 每秒对信号采集 1,000 个样本点。采样率只用于描述 ADC 对输入信号的时间间隔上的数据提取频率，与输入信号的电压范围无关。

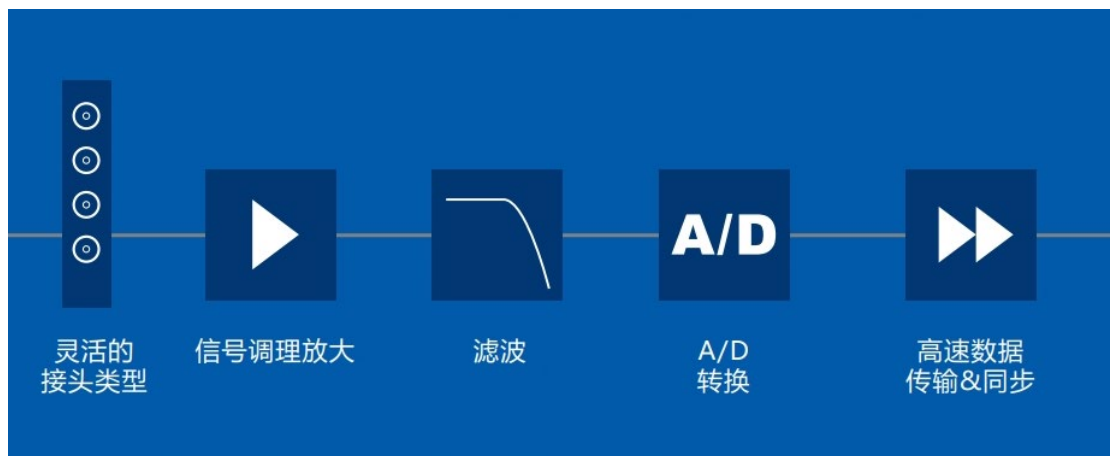


图 1 模拟信号采集流程图

接下来，本文将探讨位深和采样率在数据采集系统中的关键作用，分析它们如何影响系统的整体性能、测量精度和信号捕捉能力，从而帮助读者更好地理解这些参数对系统设计的重要性。

位深在数据采集系统中起着至关重要的作用。位深增加的直接效果是系统的量化误差降低，因为每增加一位位深，ADC 可以表示的电压级别增加一倍，模数转换器便能够将模拟信号转换为更加精细的数字信号。例如，一个 16 位的 ADC 可以将信号离散化 65,536 个离散值，而 12 位的 ADC 只能将信号分为 4,096 个离散值。这意味着，16 位 ADC 在信号转换过程中可以捕捉到更微小的电压变化，适合用于精度要求高的应用场景。高位深的 ADC 在测量微弱信号方面也具有优势，它能够有效识别微弱信号，避免受到较大噪声的干扰。这种特性使得 ADC 能够更加精确地捕捉信号变化，从而提升测量的准确性和精度。此外，随着位深的增加，信号中的量化噪声会相应减少，信噪比提高。这对需要高精度和高信噪比的应用场景，例如医疗设备、精密测量仪器和地震数据采集等，尤为重要。

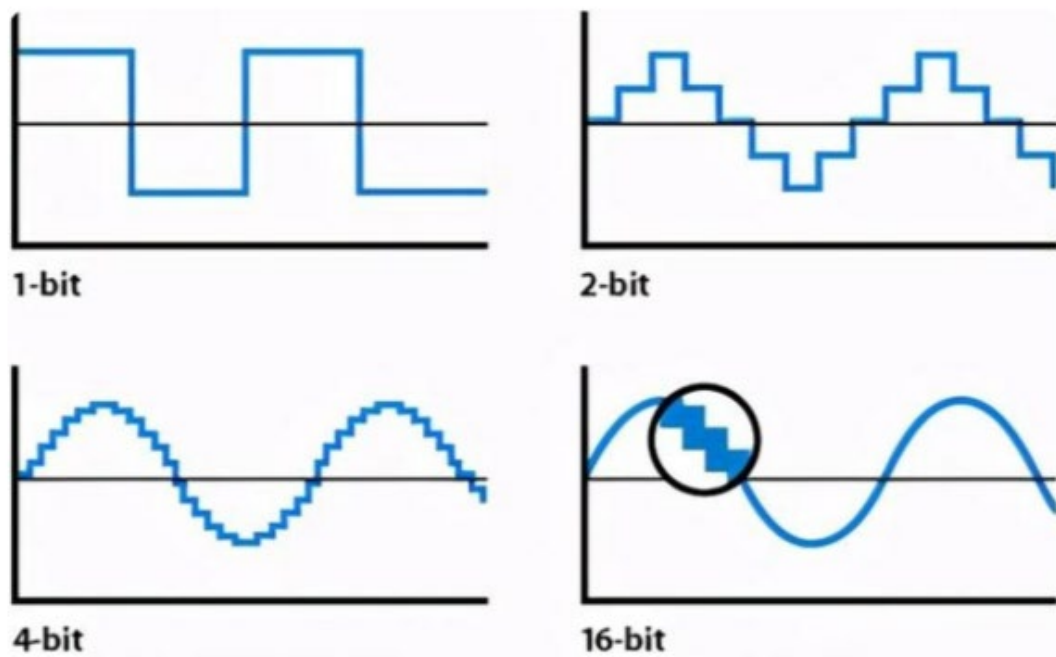


图 2 不同位深下采集同样一个正弦波

需要注意的是，尽管高位深能带来更高的精度，但并不是所有系统都需要极高的位深。在某些情况下，环境噪声可能比 ADC 的量化噪声更显著，因此过高的位深并不会带来显著的精度提升，反而会增加数据量和系统处理的复杂性。

采样率是指 ADC 每秒从模拟信号中采样的次数，通常以“样本每秒”为单位。采样率越高，数据采集系统能够捕捉到的信号时间变化越精细，从而提升时间分辨率。根据奈奎斯特定理，采样率至少要是信号中最高频率的两倍，才能避免混叠现象，即高频信号被误认为低频信号的现象。如果采样率低于这个要求，信号的细节将会丢失，导致数据失真。

在某些应用中，如振动分析、音频处理或无线通信，信号的频率变化非常迅速，需要高采样率才能准确捕捉这些快速变化的特性。比如，在振动监测中，机械系统可能会以极高频率振动，低采样率无法捕捉到这些高频成分，从而影响系统对振动特性的分析。类似地，在音频信号处理（例如录音设备或音频数字化）中，采样率决定了声音信号的细节程度。常见的音频采样率是 44.1kHz 或 48kHz，这是为了确保人耳能感知到的音频频段（大约 20Hz 到 20kHz）能够被准确重现。高采样率还能使系统能够更精确地分辨出两个接近的信号事件。比如，在某些科学实验中，信号可能在极短的时间内发生变化，而高采样率能够确保系统捕捉到这些快速变化，避免遗漏关键信息。

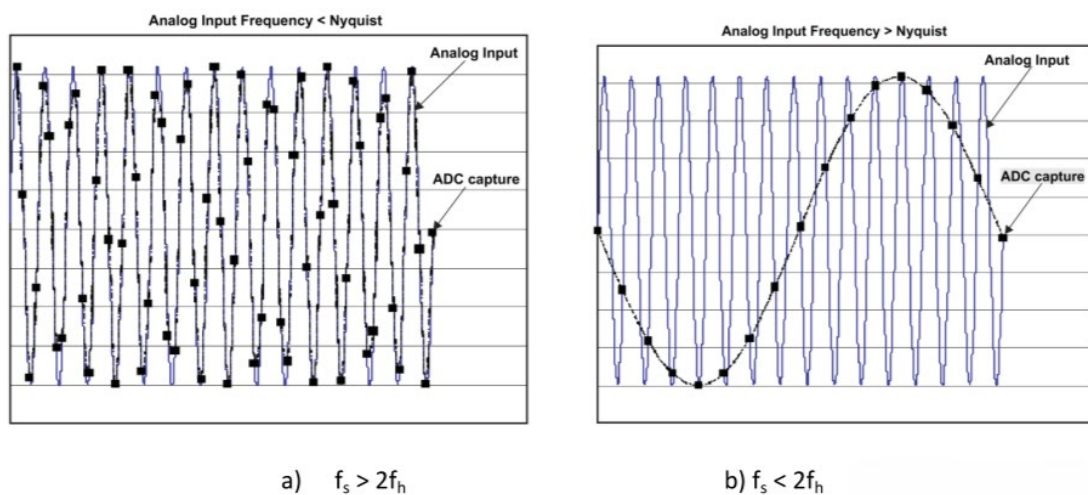


图 3 采样率不足导致的结果

然而，较高的采样率也会增加数据量和处理负担。系统需要在存储空间、传输带宽和处理能力之间进行平衡。对于一些低频率、慢变化的信号，过高的采样率并不会带来显著的好处，反而增加了系统复杂性。因此，在设计数据采集系统时，选择适当的采样率尤为重要。

在设计数据采集系统时，位深和采样率的选择需要在精度与数据量之间找到平衡。高位深和高采样率虽然能提升系统性能，但也会增加数据存储的需求。ADC 的位深越高，系统对信号的表现越精细，适合精确测量和弱信号捕捉；采样率越高，系统对快速变化信号的响应能力越强。因此，根据具体的应用场景，合理选择参数配置至关重要，以确保在满足测量要求的同时，数据处理和存储不会超出系统能力，从而达到理想的测量效果。

度纬科技始终致力于在数据采集领域中实现创新、独特和可靠的产品方案。我们深知，这些要素是企业市场竞争中立足的基石。正因为如此，我们将创新的灵感来源于客户的真实应用需求，而非仅仅为了展示华而不实的产品特性。通过不断优化和提升数据采集方案，度纬科技助力合作伙伴迈向高效精准的未来。欢迎选择度纬科技，共同开启数据采集的新篇章。