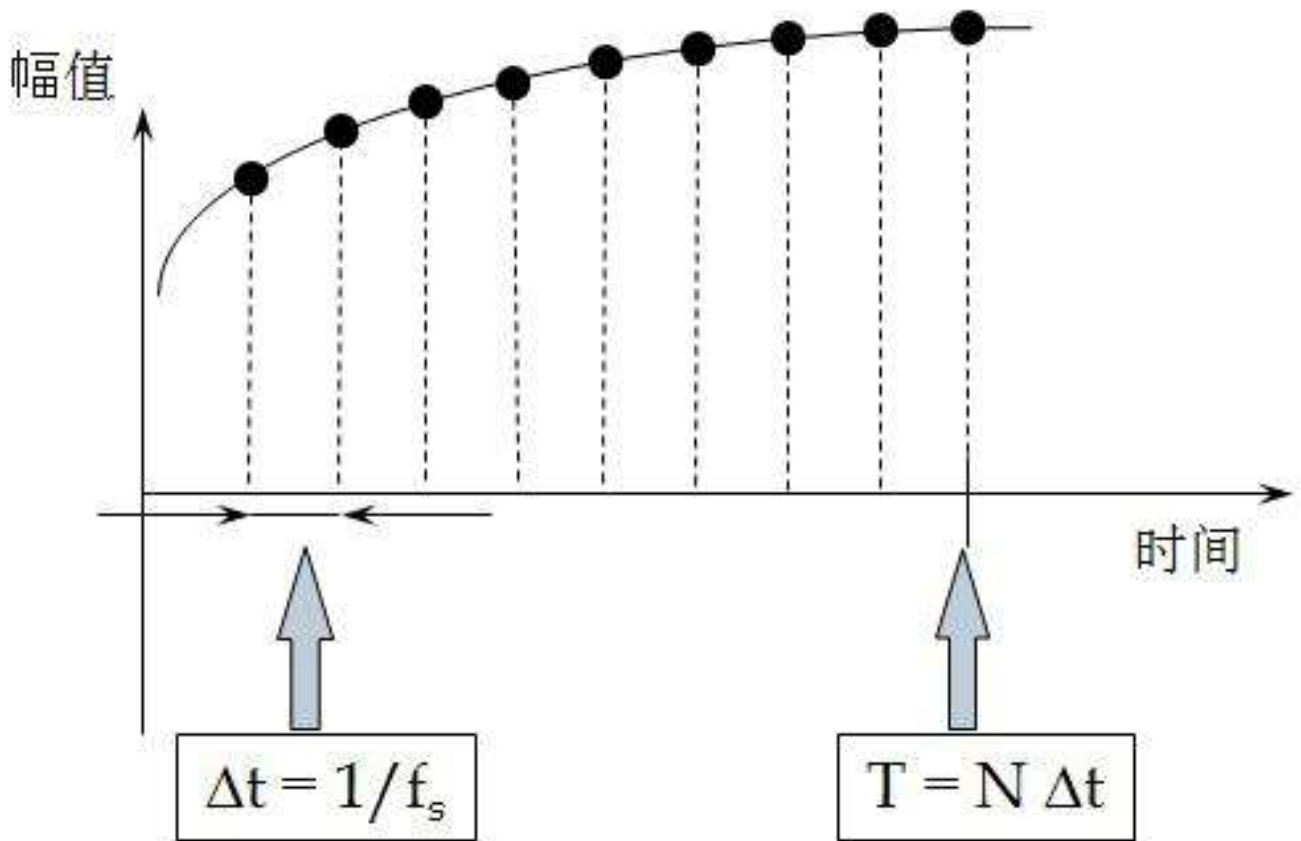


知

写文章

...



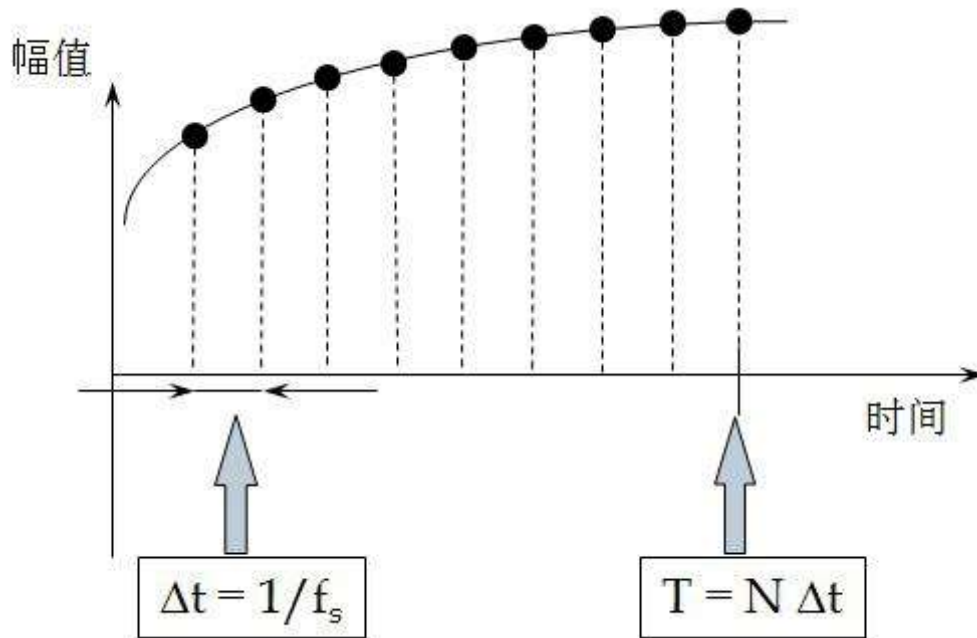
采样频率到底多高才不会使信号幅值明显失真？



linmue-谭祥军 · 4 个月前

大多数传感器都是模拟信号输出，但计算机不能处理模拟信号，计算机只能处理数字信号，并且只能处理有限长度的数据。因此，需要将模拟信号转换成数字信号。这一步工作通常由模数转换器完成，最后输出用时间和幅值表示的已数字化的时域文件。模数转换器也就是我们通常所说的AD。从模拟信号转换成数字信号，这一过程，称为采样或数据采集。

采样必须按一定的速率进行，那么采样频率就是用来表示采样的速率，用Hz表示。本质上，我更愿意叫采样频率为采样率，因为它表征的是采样的快慢，采样率高，则采样快。采样率是表示每秒钟采集多少个样本点（或数据点），用sample/s或样本点数/秒表示，如采样（频）率为1000Hz，则表示每秒钟采集1000个样本点，采两个样本点的时间间隔为1ms，这个时间间隔称为时间分辨率。时间分辨率为采样频率的倒数，时间分辨率越小，则采样频率越高，采集到的数字信号越接近真实信号。



与时间分辨率相对应的是频率分辨率，频率分辨率的倒数为做一次FFT所截取的时域数据长度 T 。这个时间长度 T 所对应的数据称为1个数据块（time block）或1帧。因此，在数据采集时，可以用时间表示总的采样长度，也可以用数据块或帧数表示总的采样长度。1个数据块包含 N 个数据点，因此，1个数据块的时间长度 $T=N*\Delta t$ 。因此，也可以用总的样本点数表示采样长度，但一般很少这样表示，因为，采样时间一长，这个总样本点数会很大。

信号采样过程中，最常见的两类误差是由采样频率和量化引起的，这两类误差可能大多数NVH工程师都知道。在这主要介绍采样频率带来的误差，其他误差，包括量化误差，还有一些可能您不知道的误差将在后续作介绍。

采样定理要求采样率至少是关心的最高频率的2倍，假设说关心的最高频率为500Hz，则采样频率至少为1000Hz。采样定理只是保证信号的频率不失真，但并没有保证信号的幅值不失真，如果按采样定理来设置采样频率，那么，高频信号的幅值肯定会失真，低频信号的幅值可能会也失真。

采样频率越高，1秒钟内采集的样本点（或数据点）越多，信号幅值越接近真实幅值。理论上讲，采样率越高越好，由采样率带来的幅值误差会越小，但这并不现实。因为，采样率受采集设备最高采样频率限制；另一方面，采样率越高，会导致采样的数据容量大增，出现大的数据文件。

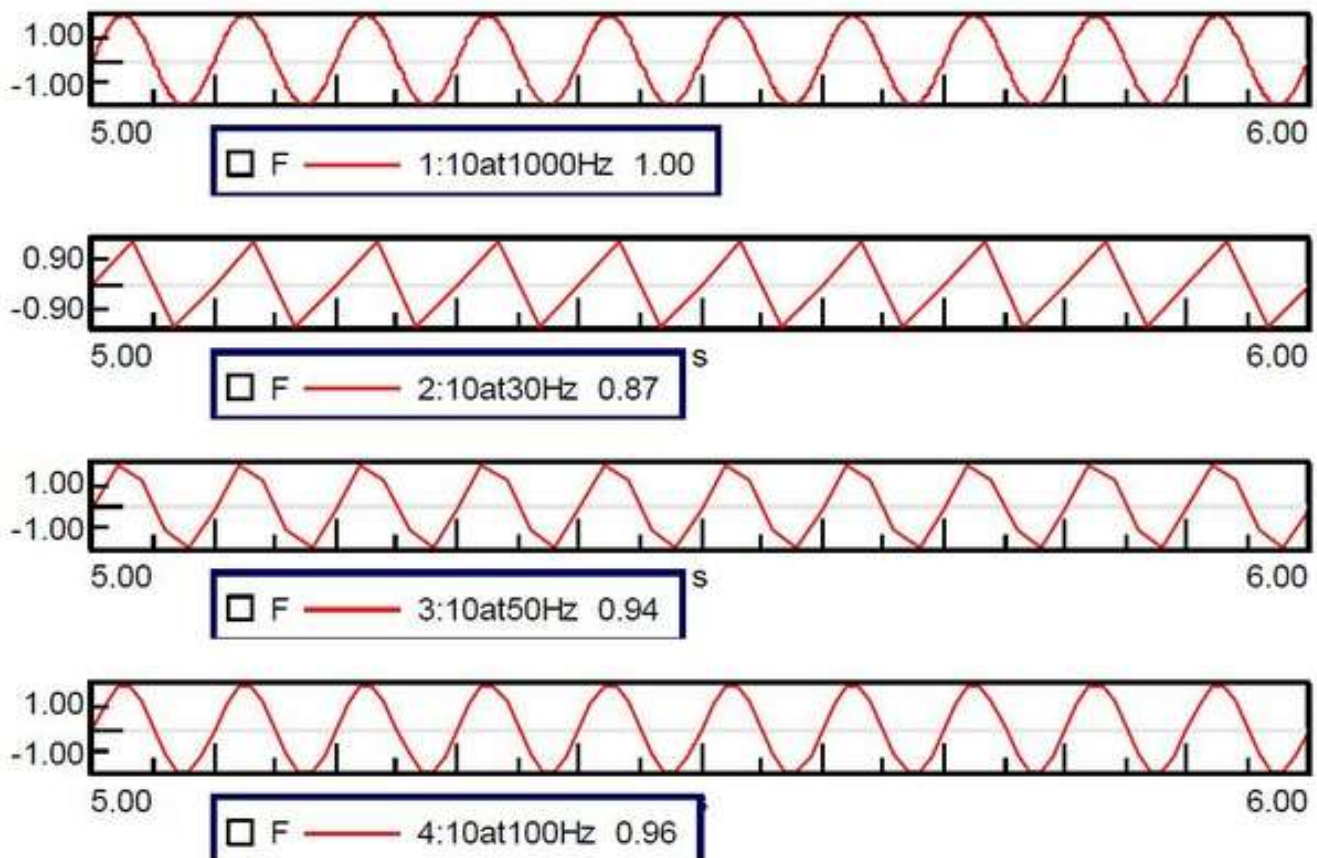
采样的时域数据文件大小计算公式如下：

数据总大小=通道数×采样频率×每个样本点的字节数×总的采样时间

不同的采集设备厂商每个样本点的字节数可能会有差异。如24位AD，LMS采用3字节存储，而DASP则采用4字节存储。假设16个通道，采样率为1024Hz采集1小时，则LMS的数据大小为

168.75MB，DASP为225MB。

回到我们的主题问题，到底采样频率设置多大，采集到的时域信号的幅值才不失真或失真很小。下面将以一个频率为10Hz，幅值为1V的单频信号为例来进行说明。假设采样率为1000Hz（信号频率的100倍）采集到的信号幅值是没有失真的。对单频正弦波而言，如果刚好按采样定理来设置采样频率，那么采集到的信号幅值会严重失真，信号为三角波，因为一个周期内只能采集2个样本点，这两点很难位于波峰和波谷位置，大多数情况下是波峰波谷之间的位置。当采样频率3倍于信号频率时，采集到的信号幅值为0.87V，当5倍于信号频率时，采集到的信号幅值为0.94V，当10倍于信号频率时，采集到的信号幅值为0.96V。各采样率下采集到的时域信号如下图所示。



从上图可以看出，不同的采样率下，信号的幅值是不同的，采样率越高，信号幅值失真越小。因此，一般来说，如果是关心时域信号的幅值，那么，**采样频率应大于10倍的信号频率才不会引起明显的幅值失真。**

对于瞬态冲击信号，为了捕捉到冲击瞬间的幅值，则要求采样频率更高。这就是为什么DASP在进行锤击法模态测试时，要使用变时基采样的原因所在。当采样频率提高之后，通过上面数据大小计算公式可以看出，数据必然变大。因此，在一些爆炸采集时，采样率可能高达MHz，这个时候为了降低数据容量，会采用低位AD来进行采集，有可能用12位或16位AD。

总的说来，对于常规的振动噪声采集，如果关心幅值，宜用高位AD，如24位AD，同时**采样频率应大于10倍的信号频率才不会引起明显的幅值失真。**

「真诚赞赏，手留余香」

赞赏

1 人赞赏



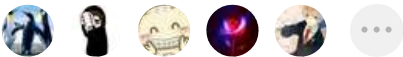
数字信号处理

傅里叶变换(Fourier Transform)

NVH

👍 54

🔗 分享 ⚠️ 举报



文章被以下专栏收录



模态空间

旋转机械、汽车等行业NVH知识介绍，公众号：模态空间

[进入专栏](#)

18 条评论



写下你的评论



张祺

太感谢了。我是一名传统工科的博士生，实验中要自己组装压强传感器和采集仪。可惜没学过有关信号的任何课程，您的专栏给了我很大的帮助。这篇文章直观地指出了了幅值不失真的条件，也纠正我们课题组长期以来的一个错误。

3 个月前 ↩ 回复 👍 赞 ⚠️ 举报



linmue-谭祥军（作者）回复 张祺

[🗨 查看对话](#)

对您有帮助就好！

3 个月前 ↩ 回复 👍 赞 ⚠️ 举报



毛毛

频率不失真 不是包括幅度不失真和相位不失真吗？

3 个月前 回复 赞 举报



linmue-谭祥军（作者）回复 毛毛

查看对话

不包括

3 个月前 回复 赞 举报



毛毛 回复 linmue-谭祥军（作者）

查看对话

那频率不失真的意思是？

3 个月前 回复 赞 举报



程迪

亲，相位呢？

3 个月前 回复 赞 举报



李鑫

请问ad的位数和采样文件大小有啥关系？小白一枚，请指教万分感谢

2 个月前 回复 赞 举报



linmue-谭祥军（作者）回复 李鑫

查看对话

文中有说明：数据总大小=通道数×采样频率×每个样本点的字节数×总的采样时间，而AD位数影响到的是数据存储的字节数

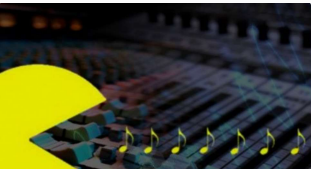
2 个月前 回复 赞 举报

上一页

1

2

推荐阅读



声卡和游戏音乐的发展史（上）



通过独立声卡或板载音频芯片，几乎所有的现代电脑都可以播放高质量的数字音频。今天的电脑可以产生栩栩如生的逼真音效，让我们可以通过电脑聆... [查看全文](#) >

蓬岸 Dr.Quest · 9 天前 · 编辑精选

发表于 古董电脑室



「您好，我学过急救，可以帮助您吗？」

我跪在教室的一角，安静地端详横躺在面前的人偶模型。模型真人比例，只有上半身，裹着单薄的拉链开衫，脸上不甚清晰的五官轮廓，看不出他内心... [查看全文](#) >

Klaith · 1 个月前 · 编辑精选

发表于 医学院的冷知识们



No.3 - 里约奥运会男双1/4决赛 吴蔚昇/陈蔚强VS李龙大/柳延星

2016年里约奥运会男双四分之一决赛 吴蔚升陈蔚强VS李龙大柳延星 - 腾讯视频 <https://v.qq.com...> [查看全文](#) >

云动山 · 6 天前 · 编辑精选



回顾波士顿锦标赛Day1中并没有什么用的细节---- 从 Faith_bian帕格纳的一个小插曲说起

1.今天想从一场比赛说起。Wings对阵WG，第一局。37:29，Faith_bian的帕格纳装备黑皇杖，为之后的小插曲埋下了伏笔。（当时我就想到有可能会出... [查看全文](#) >

韩松 · 1 个月前 · 编辑精选