



连接技术中心有限公司

地址: 590 Fishers Station Drive

Victor, New York 14564

免费电话: (800) 999-5290

电话: (585) 924-5900

传真: (585) 924-4680

## 振动单位换算

### 无法忍受它们, 但没有它们却无法进行分析

- ☹ 什么?
- ☹ 我没法做这道算术题!
- ☹ 我所做的就是按这个数据采集器的按钮!
- ☹ 你一定是开玩笑吧, 我永远也记不住这个的!
- ☹ 因为开始惊诧而沉默。

这些是当今振动讲师们在每一次教振动单位换算时都会听到的许多类似的说法, 或者让人惊诧是, 有时甚至完全没听说过。

许多振动分析员会很快地指出, 现今的振动仪器已经将任何需要手动计算的振动单位换算部分流水作业了. 在许多情况下, 这是完全正确的. 当今的振动仪器技术已经同以往采用示波器来测量和分析旋转机器的振动的时代是大有进步了. 大部分的采集器都基于或集成在桌面或手提电脑的微芯片. 它们有许多方便用户的特点, 包括只需用户按一下按钮就可以进行振动单位换算。

然而, 也不要忘记请求我们帮助分析 FFT 文件的客户和同事给我们送来的含 FFT 文件的电子文件或传真. 你可能会察觉到自己被困在一个老式的没有任何自动特性的旧数据库中, 但却仍然提供屏幕显示和打印版的 FFT. 举

一个典型的例子, 图# 1 显示了一张平板纸上绘的 FFT 图。

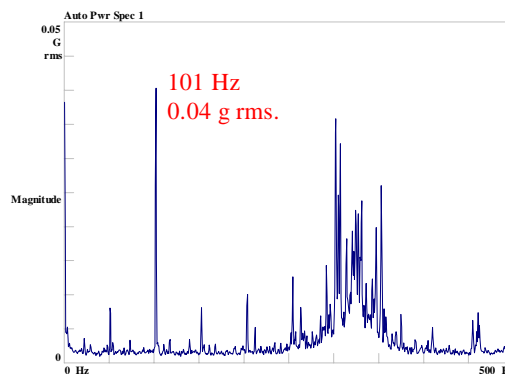


图 #1 – FFT 频谱

它看上去好象 0.04 g's rms. 的部件振幅在 101 Hz 似乎是我们分析的重点, 但是如果我们要想知道该部件在尖峰的速度值(inches/second 峰值)? 除了你的计算器上的按钮以外, 没有其它方便的按钮可以按了。

我应该用积分还是微分呢? 我如何来转换 rms. 到峰值? 我们真的不需要拥有高等数学的学位来解决这些换算问题. 实际上, 我们所需的是一个计算器, 一两个方块图和一些方向箭头来引导我们。

**转换单位后缀:**

在我们开始进行加速度, 速度和位移单位换算前, 让我们先来学习如何将单位从 rms 转换成峰值再到峰-峰值. 峰值和 rms 通常被用在 FFT 图中, 表示一个频率组成的幅度. 峰值通常和测得的最大幅值相关, 而 rms. (均方根) 经常和能量或幅度功率相联. 这两个单位都被用于测量加速度和速度. 位移的测量是使用峰-峰值单位后缀来表示振动所导致的总移动或动作. 在所有单位之间进行换算是可能的, 现在就让我们用图#2 的带箭头的方块图来作例子讲解.

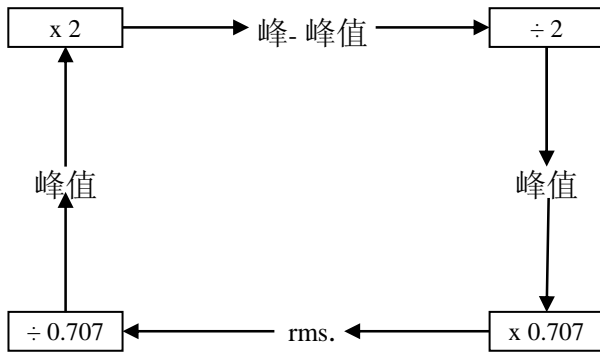


图 #2 – 后缀转换

利用图 #1 中的 0.04 g's rms. 的值和一个计算器, 我们可以开始从方块图的底部逐步向左边箭头移动. 数学方块表示我们必须用 0.707 除以 rms. 的数值来得到峰值.

$$0.04 \text{ g's rms.} / 0.707 = 0.057 \text{ g's 峰值}$$

要将换峰值转换到峰-峰值, 必须连续向方块

图的左上方移动. 在左上方角的数学方块表示我们必须用 2 乘以峰值来得到峰-峰值.

$$0.057 \text{ g's 峰值} \times 2 = 0.114 \text{ g's 峰-峰值}$$

同样, 我们如果要转换 0.114 g's 峰-峰值到峰值, 我们会从方块图的上方向右边箭头移动. 数学方块表示我们必须用 2 来除以峰-峰值来得到峰值.

$$0.114 \text{ g's 峰-峰值} / 2 = 0.057 \text{ g's 峰值}$$

要将峰值转换成 rms. 单位, 需要连续地向方块图的右侧箭头移动. 那边的数学方块表示我们必须用 0.707 来乘以峰值来得到 rms. 值.

$$0.057 \text{ g's 峰值} \times 0.707 = 0.04 \text{ g's rms.}$$

如果你碰巧有一个峰值单位的值需要被转换成峰-峰值, 只需简单地从方块图的中间左边开始按箭头向上移动, 数学方块显示你必须用峰值乘以 2 来得到峰-峰值的方法.

如果你碰巧有一个峰值单位的值需要被转换成 rms. 值, 只需简单地从方块图的中间右边开始按箭头向下移动, 数学方块将显示你必须用峰值乘以 0.707 来得到 rms. 值的方法.

根据箭头以及每个数学方块的数学公式, 你能够成功地在 rms., 峰值和峰-峰值的幅度值之间自由转换.

**转换英制单位尺度的方法:**

单位尺度经常指加速度, 速度或位移. 英制单位我们常指英寸, 磅, 秒, 并有以下的名称:

**加速度 = g**  
(其中 1 g = 386.1 in/sec<sup>2</sup>)

**速度 = inches/second**

**位移 = mils**  
(其中 1 mil = 0.001 inches)

将加速度转换成速度, 你必需用积分, 而将速度转化成位移, 你还是需要用到积分.

将位移转换成速度, 你必需用微分, 而将速度转化成加速度, 你还是需要用到微分.

然而, 我们可以使用一个简单的方块图, 计算器, 和一些方向性箭头来简化所有的数学计算操作. 图#3 展示了英制单位换算.

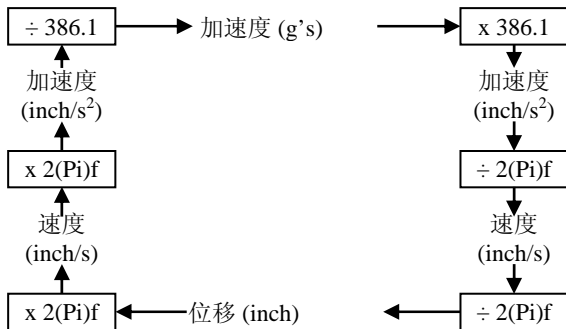


图 #3 – 英制单位换算

在图 #3 中, “Pi”的值大约是 3.14, “f” 的值是要被转换的振幅组成部分的频率. 在图#1 的例子中, 0.04 g’s rms. 振幅组成部分的频率的值是 101 Hz. 因此, 如果我们采用图#1 的数

据和图#3 的方块图的话, “f” 的值将等于 101 Hz .

让我们试试采用图#3 的方块图来将图#1 的数据(0.04 g’s rms. 在 101 Hz) 转换(积分)成速度. 从图#3 方块图的顶端开始按照箭头方向向右移动到显示乘数为 386.1 的数学方块处, 我们可以将用 g’s 表示的加速度值转换成以 inches/second<sup>2</sup> 表示的加速度值.

$$0.04 \text{ g's rms.} \times 386.1 = 15.44 \text{ in/sec}^2 \text{ rms.}$$

在下一步中, 我们将会向方块图的右下移动到显示除数为 2(Pi)f 的数学方块处. 2(Pi)f 的值等于:

$$2(3.14)101 = 634.28 \text{ cycles/second}$$

和:

$$15.44 \text{ in/sec}^2 \text{ rms.} / 634.28 \text{ cycles/second} = 0.024 \text{ in/sec rms.}$$

0.024 in/sec rms. 是图#1 中用英制单位表示的振幅组成的速度值.

我们现在可以将速度值 0.024 in/sec rms. 除以以计算式中的 2(Pi)f 值来(积分)转换成位移值:

$$0.024 \text{ in/sec rms.} / 634.28 \text{ cycles/second} = 0.000038 \text{ inches rms.}$$

或

$$0.000038 \text{ inches rms.} \times 1000 = 0.038 \text{ mils rms.}$$

使用图#2 的后缀转换方式, 这个条件可以正确地表达为:

$$(0.038 \text{ mils rms.} / 0.707) \times 2 = 0.107 \text{ mils 峰-峰值}$$

0.107 mils 峰-峰值是图#1 在 101 Hz 处振幅组成部分位移的英制单位值.

## 振动单位换算

显然我们可以将这个 0.038 mils rms.位移值按照方块图#3 的箭头方向将它乘以  $2(\text{Pi})f$  来转换(微分)为 0.024 in/sec rms.这个速度值, 另外我们也可以将速度值按照方块图#3 的箭头方向转换(微分)为加速度值, 只需将速度值乘以  $2(\text{Pi})f$  就可以得到加速度值 15.44 in/sec<sup>2</sup> rms.了. 如果你想要知道以 g's rms.为单位的加速度值, 那么你需要用 15.44 in/sec<sup>2</sup> rms.来除以 386.1 来得到原来的 0.04 g's rms.

### 转换 SI 单位方式:

单位尺度经常指加速度, 速度或位移. SI 单位通常指国际单位系统并有以下表示:

**加速度 = g**  
(此中 1 g = 9807 mm/sec<sup>2</sup>)

**速度 = mm/second**

**位移 = mm**

将加速度转换成速度, 你必需用积分, 而将速度转化成位移, 你是还需要用积分.

将位移转换成速度, 你必需用微分, 而将速度转化成加速度, 你还是需要用微分.

然而, 我们可以使用一个简单的方块图, 计算器, 和一些方向性箭头来简化所有的数学计算操作. 图#4 展示了 SI 单位换算.

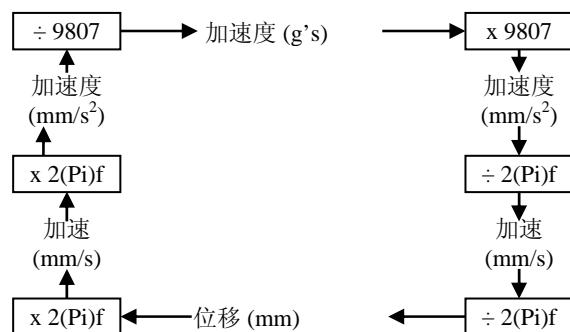


图 #4 – SI 单位尺度换算

在图 #4 中, “Pi”的值大约是 3.14, “f”的值是要被转换的振幅组成部分的频率. 在图#1 的例子中, 0.04 g's rms.振幅组成部分的频率的值是 101 Hz. 因此, 如果我们采用图#1 的数据和图#4 的方块图的话, “f”的值将等于 101 Hz.

让我们试试采用图#4 的方块图将图#1 的数据 (0.04 g's rms. 在 101 Hz) 转换(积分)为速度. 从图#4 方块图的顶端开始按照箭头方向向右移动到显示乘数为 9807 的数学方块处, 我们可以将用 g's 表示的加速度值转换成以 mm/second<sup>2</sup>表示的加速度值

$$0.04 \text{ g's rms.} \times 9807 = 392.28 \text{ mm/sec}^2 \text{ rms.}$$

在下一步中, 我们将会向方块图的右下移动到显示除数为  $2(\text{Pi})f$  的数学方块处.  $2(\text{Pi})f$  的加速度值等于:

$$2(3.14)101 = 634.28 \text{ cycles/second}$$

和:

$$392.28 \text{ mm/sec}^2 \text{ rms.} / 634.28 \text{ cycles/second} = 0.618 \text{ mm/sec rms.}$$

0.618 mm/sec rms.是图#1 中用 SI 单位表示的振幅组成的速度值.

我们现在可以将速度值 0.618 mm/sec.除以以计算式中的  $2(\text{Pi})f$  值来(积分)转换成位移值:

$$0.618 \text{ mm/sec rms.} / 634.28 \text{ cycles/second} = 0.00097 \text{ mm rms.}$$

或

$$0.00097 \text{ mm rms.} \times 1000 = 0.97 \text{ um rms.}$$

(micro-meters rms.)

从图#2 的后缀转换方式, 这个条件可以正确地表达为:

$$(0.97 \text{ um rms.} / 0.707) \times 2 = 2.74 \text{ um 峰-峰值}$$

2.74 um 峰-峰值是图#1 在 101 Hz 处振幅组成部分位移的 SI 单位值.

显然我们可以将这个 0.00097 mm rms.位移值按照方块图#4 的箭头方向将它乘以  $2(\text{Pi})f$  来转换(微分)为 0.618 mm/sec rms.,这个速度值,另外我们也可以将速度值按照方块图#4 的箭头方向转换(微分)为加速度值,只需将速度值乘以  $2(\text{Pi})f$  就可以得到加速度值 392.28 mm/sec<sup>2</sup> rms. 了. 如果你想要知道以 g's rms. 为单位的加速度值,那么你需要用 392.28 mm/sec<sup>2</sup> rms. 来除以 9807 来得到原来的 0.04 g's rms.

### 两种单位转换分析:

通常在同一个振动分析里会同时用到单位后缀转换和单位尺度转换. 在此文章的前面部分我有提到“如果我们想要知道速度组成的峰值呢”? 图 #1 提供了在 101 Hz 处的原有的

组成值 0.04 g's rms. 使用图#3, 我们可以计算速度值是 0.024 in/sec rms. 如果我们将 0.024 in/sec rms. 这个值从图#2 的底部移到左上侧, 仅仅需要将 0.024 in/sec rms. 除以 0.707 便可得到 0.034 in/sec 这个峰值. 这就是在 101 Hz 处的速度组成峰值.

如果你在同一个振动分析里转换两种单位, 应该先转换一种单位, 然后再转换另外一个. 这样两个步骤会比较好管理些, 而且也比较不容易犯一些常见的错误.

### 总结:

如果按照方块图的箭头指示,转换单位后缀和单位尺度并不是很困难. 只要记住一些基本的规则, 你就可以运用自如:

1. 找到对应原始的振幅组成值在方块图的起点.
2. 根据箭头向你想要的方向移动.
3. 在转换单位时总是一次移动一步
  - a. 加速度到速度再到位移
  - b. 位移到速度再到加速度
  - c. 峰-峰值到峰值再到 rms.
  - d. rms. 到峰值再到峰-峰值
4. 如果你在同一个振动分析里做这两种转换, 先完成一种转换, 然后再开始另一种.
5. 放松, 拿出计算器然后开始做. 你一定行的!

### 个人简历:

**Jack D. Peters 彭杰克**是连接技术中心有限公司(CTC)的区域销售经理。 他负责的区域包

括亚太地区和加拿大. 他拥有超过 30 年的感光胶片和相纸生产设备的制程振动问题的测量, 监控和分析的经验. 目前他在 CTC 公司主要负责区域销售管理, 震动工程支持, 分销商培训, 项目工程和技术支持等. Peters 先生还是联邦振动协会的老师, 纽约中部振动协会前任主席, 以及经过 ISO 18436-2 认证的四级振动分析师.