

# 设计要点

## 采用直接 RMS 至 DC 转换的精准 LVDT 信号调理

设计要点 362

Cheng-Wei Pei

### 引言

从理论上说，线性可变差分变压器 (LVDT) 是具有无限分辨率的位移测量器件。LVDT 的工作原理是通过比较耦合至两个变压器副端绕组的磁通量来确定一个活动变压器磁芯的位移。一个低失真正弦波作为输入。两个副端绕组两端的输出信号幅度和相位决定了 LVDT 磁芯相对于中心的距离和极性。

在诸如生产制造、液位测量和结构/应变测试等苛刻应用中，正确的信号调理电路可实现极其精准的测量。一种常见应用是在布尔登 (Bourdon) 管的末端采用一个 LVDT 来测量系统或气压的微小变化。

LVDT 信号调理的最常用方法是解调 (即全波整流) 和整流正弦波的简单低通滤波。然而，解调方法的精准程度取决于相位调节的准确度。此外，解调还会产生损耗，通常包含开关以及相关电荷注入和

定时抖动。在这些情况下，要想实现 12 位的精度是很困难的。

图 1 示出了 LVDT 信号调理的一种更佳的方法。LTC®1967 是一款真正的 RMS 至 DC 转换器，它能够将一个 LVDT 输出正弦波直接转换成一个具有 0.15% 线性误差和 0.3% 增益误差的精准 DC 电压。LTC1967 的性能与输入相位无关，并可在整个工作温度范围内保持超卓的性能。一个单独的电路负责确定 LVDT 输出的相位，该相位可被用来决定 LVDT 磁芯位置的极性。利用这种简单的电路，只需进行极少的校准工作便可实现真正精准的性能。

### LVDT 的工作原理

LVDT 由一个变压器主端绕组中的低失真正弦波来驱

Ⓛ、LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。  
所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

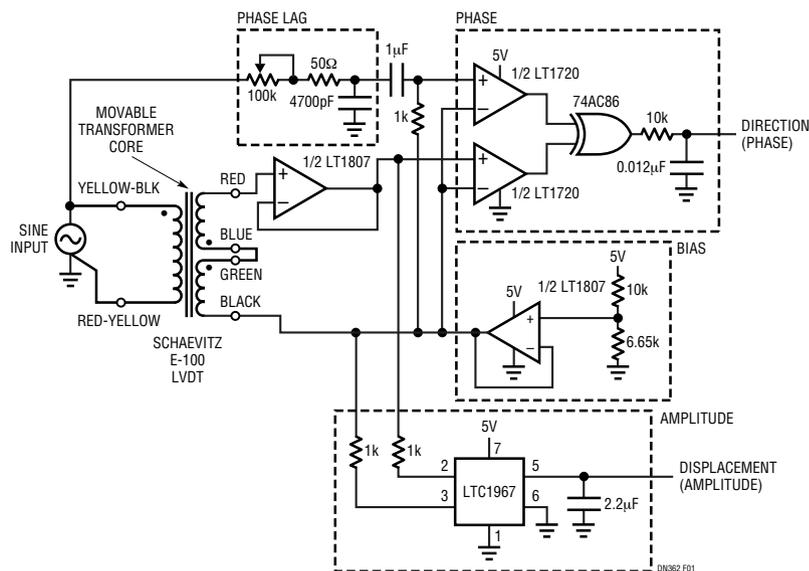


图 1：LVDT 信号调理的一种新方法，它把一个 LTC1967 RMS 至 DC 转换器与一个单独的相位检波器电路组合在一起。

动。在一个12位系统中，输入正弦波要求低于-74dB的失真和优于0.02%的幅度稳定性。在零(中心)位中，虽然两个副端绕组接收到的磁耦合量相同，但由于LVDT漏磁通的缘故，它们两端的差分电压为非零值(见图2)。当LVDT磁芯沿著某一方向发生位移时，差分电压幅度增加。差分输出相位的变化取决于LVDT磁芯位于中心的哪一侧。

## 电路描述

图1所示的LVDT(具有±2.5mm线性范围的Schaevitz E-100)由变压器主端绕组上的一个低失真及幅度稳定的3V<sub>RMS</sub>(制造商推荐的幅度)正弦波来驱动。10kHz频率是针对E-100的最大推荐值(虽然有能够在高达几百kHz频率条件下运作良好的LVDT)。采用较高的激励频率和更高频率的LTC1968 RMS至DC转换器可产生较快的稳定时间以及减少会引起干扰的音频信号。

为了方便单电源操作，LT<sup>®</sup>1807放大器的一半给输出正弦波DC电平施加偏压，以使其处于测量电路的共模范围(在采用一个5V电源时约为2V)之内。LT1807的另一半用于对LVDT输出进行缓冲，旨在获得优良的信号保真度。选择LT1807是因为它在10kHz频率条件下具有高开环增益、极低的失真以及高共模抑制以维持LVDT幅度信号的准确度。由一款真正的RMS至DC转换器LTC1967将LT1807的缓冲输出信号转换为一个与变压器磁芯的位移成线性比例的DC信号。

该电路的相位检波器部分包括一个相位调节网络(它根据特定的LVDT和激励频率来提供相位超前或滞后)、一个“异”或(XOR)逻辑门和一个RC低通滤波器网络。电路输出在LVDT磁芯位于中心的某一侧时为高电平，而在磁芯移动至中心的另一侧时为低电平。两个LT1720比较器负责检测相位调节输入和输出正弦波的零交叉点。当输入一致时，XOR门具有一个低输出，而当输入不一致时，则XOR门具有一个高输出。RC网络将相位网络的带宽限制为1.3kHz，旨在对因轻微的相位失配所引起的比较器

输出尖峰的影响加以限制。建议使相位检波器频带限制网络的频率低于LVDT激励频率，以最大限度地减小相位输出纹波。

## 电路校准

如需对信号调理电路进行校准，首先将LVDT移动至零(中心)位。中心位是指幅度输出处于其最小值时的位置。请注意相位检波器的输出电压；调节相位超前/滞后网络，直至输出达到约2V为止。请注意极限条件下的幅度输出，它们有可能因LVDT而异。

## 结论

图2描绘了图1所示电路的幅度和相位输出。LVDT信号调理的一种新颖方法实现了稳定、精准的性能和很少的IC数目。与同步解调方案不同，该电路的准确度并不依存于手动相位调节，而是完全依靠于真正的RMS至DC转换器LTC1967(或LTC1968)的内置高精度。对于许多工业和仪表应用来说，该电路足够完善——它在整个工作温度范围内保持了上佳的精度，并丝毫不受输入信号相位的影响。一个单独的简易校准型相位检波器用于确定LVDT磁芯位于中心的哪一侧。

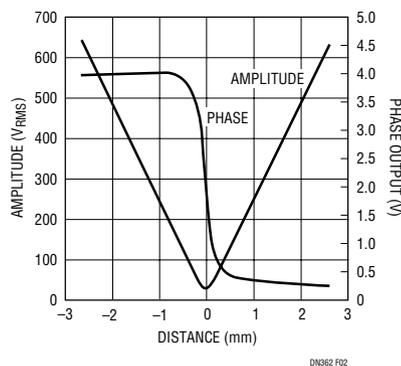


图5：幅度和相位输出与LVDT电路位置的关系曲线。非零中心幅度是由LVDT中的漏磁通造成，而非非测量电路所致。

## 产品手册下载

<http://www.linear.com.cn>

如要获得更多资料或技术支持，请与我们的销售部或当地分销商联络，也可浏览我们的网址：  
[www.linear.com.cn](http://www.linear.com.cn)或电邮到 [info@linear-tech.com.hk](mailto:info@linear-tech.com.hk)

凌特有限公司  
Linear Technology Corporation Ltd.  
www.linear.com.cn

香港办事处  
电话：(852) 2428-0303 传真：(852) 2348-0885

上海办事处  
电话：(021) 6375-9478 传真：(021) 5465-5918

北京办事处  
电话：(010) 6801-1080 传真：(010) 6805-4030

深圳办事处  
电话：(755) 8236-6088 传真：(755) 8236-6008

骏龙科技有限公司  
Cytech Technology Ltd.  
www.cytech.com

香港电话：(852) 2375-8866 传真：(852) 2375-7700  
北京电话：(010) 8268-4280 传真：(010) 8268-4277

上海电话：(021) 6440-1373 传真：(021) 6440-0166  
深圳电话：(0755) 2693-5811 传真：(0755) 2693-5400

南京电话：(025) 8481-0877 传真：(025) 8480-8023  
杭州电话：(0571) 8898-4683 传真：(0571) 8898-4713

成都电话：(028) 8652-7116 传真：(028) 8652-7556  
西安电话：(029) 8837-8918 传真：(029) 8837-8919

科汇裕利  
Meme Unique  
www.unique-ap.com.cn  
unique@meme-asiapacific.com

香港电话：(852) 2410-2778 传真：(852) 2370-3247  
北京电话：(010) 8519-1866 传真：(010) 8519-1865

上海电话：(021) 6123-4671 传真：(021) 6123-4652  
深圳电话：(0755) 8366-4329 传真：(0755) 8366-4330

南京电话：(025) 8689-0351 传真：(025) 8689-0352  
成都电话：(028) 8652-8252 传真：(028) 8652-8253

西安电话：(029) 8822-9180 传真：(029) 8825-8595  
武汉电话：(027) 8732-2750 传真：(027) 8732-2729

dn362f 0605 119.9K • PRINTED IN CHINA

  
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2005