

电流互感器和变压器的选择



不需要凭猜测来选择合适的电流互感器

应用

电流互感器检测电线或电路导线中流过的交流(AC)或直流(DC)电流。可将它们用于检测接通/断开/脉冲电流状况或测量电线或导线中的电流量。此论述只针对AC电流互感器。

理想的电流互感器不用任何电能来检测电线或导线中的电流，但实际的电流互感器需要一些电能来提供此方面的信息。

电流互感器常用于测量和控制电源、安全电路和各种控制电路中的负载电流。在需要对电流进行控制的应用中，如电源，准确地检测电流量是一个基本的要求。

对于脉冲电流应用或仅需检测接通状况的情形，例如一些安全电路，可能就不需要测量准确的电流量。在其他安全电路中，当电流超过预设限度时，感测电流可用于触发断开。

技术

可使用电阻器并通过测量电阻器两端的压降来检测电流。根据欧姆定律，感测电流 $I = V/R$ 。用一个低值电阻器与测量电流串联能够使压降和损耗保持最低。这听起来很简单，但由于如此小阻值的电阻两端压降很低，就可能要放大电压来检测它，这就产生额外的电路复杂性。

分流电流传感抽取一小部分感测电流。通过一并联电阻分流，并测得压降。至于串联电阻，压降与感测中的电流成正比。

电流互感变压器通常用于交流电检测。当使用一个真正的RMS-DC转换器时，如凌力尔特公司的LT1966，电路就相对简单些。这些电流感测装置可使用电路中的一根导线作为互感变压器的初级（图1a），或者它们可以有初级（通常1匝）线圈（图1b）。



a. 仅作互感器



b. 互感变压器

图1. 电流互感器的类型

这些AC电流互感变压器形成一个与初级感测电流成正比的电流在次级。在终端电阻器(R_T) 两端产生压降时测得次级电流，如图2所示。通过使用一个小匝数比的电流互感变压器($pri/sec \ll 1$)，使通过终端电阻器的电流消耗最小化。这也将减小终端电阻器两端的电压，如果该输出电压过低，就可能需要放大电压。互感变压器匝数比和终端电阻器的选取必须在低电流消耗的要求与足够输出电压的需求间取得平衡。

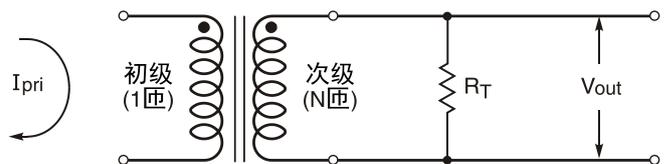


图2. 典型应用图

选择AC电流互感器/变压器

选择一个合适的电流互感器需要考虑符合您的应用条件的互感器频率范围和额定电流。互感器类型、安装形式（表贴或插脚）、匝数比和外形尺寸是其他考虑因素。互感器类型可以是“仅作互感器”，将应用中的导线作为初级（图1a），或者是一个包含有初级线圈的电流互感变压器（图1b）。

最极端情况下的电流和频率决定互感器或变压器感测到的最大磁通密度。对于大多数AC电流互感器，超过2000高斯就意味着相对于感测电流的非线性输出，并且输出电压不再与输入电流成正比。较大的次级匝数有助于保持磁通密度低于此极限。

对于导线通孔类型的电流互感器，可通过缠绕额外的匝数（一根穿过洞孔为一匝）来大大减小匝数比，如果线号和洞孔尺寸允许的话。这就能用较大输入电流的互感变压器来为终端电阻器两端提供较高的输出电压（看附页的等式4）。

线艺电流互感变压器选择工具

线艺提供一个[在线工具](#)*来为特定应用条件选择合适的电流互感器或电流互感变压器（图3）。

用户选择一个互感变压器或导线通孔类型的互感器以及想要的安装形式（表贴或插脚）。此工具要求用户输入想要的最大感测电流、输入频率(kHz)、初级电流波形的占空比和想要的输出电压。输出电压是针对想要的最大输入电流而期望得到的输出电压。

此工具基于最大输入电流(Ipri)、次级匝数(Nsec)和输出电压(Vout)来计算所需终端电阻(R_T):

$$R_T = N_{sec} \times V_{out} / I_{pri}$$

（计算是基于1匝的初级）

此工具还基于输出电压(Vout)、占空比、次级匝数和频率来计算次级的最大磁通密度，以确保它不会超过2000高斯。

如图4，结果列出了符合这些输入条件的所有线艺产品型号，并且显示针对计算出来的R_T的输出电压与感测电流对比曲线。

结语

选择一个合适的电流互感变压器需要知道想要的最大感测电流、频率、感测电流的占空比和针对想要的最大感测电流而期望得到的输出电压。有了这些信息，线艺电流互感变压器选择工具就能给出合适的终端电阻值和符合应用条件的电流互感器列表。

Type	Mounting	Sensed current	Input frequency	Duty cycle	Output voltage
<input checked="" type="checkbox"/> Transformer <input type="checkbox"/> Sensor only	<input checked="" type="checkbox"/> SMT <input checked="" type="checkbox"/> Leaded	10 A (0-40 A)	250 kHz (0.23-1000 kHz)	50 %	1 V (0-10 V)

图3. 电流互感器选择工具输入显示

Recommended Transformers																
			Part number	L min mH	Sensed current max A	Turns ratio 1:N	Secondary VT product V-μs	Bmax Gauss	R _T Ohms	Primary DCR typ mOhms	Secondary DCR typ Ohms	Length mm	Width mm	Height mm	Price @1000	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CU8965-AL	1.33	20	1:100	32	125	10.0	1.30	9.1	7	5	3	\$1.19	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CST1-125L	3.00	10	1:125	68	59	12.5	0.60	5.53	8.13	8	5.3	\$0.99	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CST2010-200L	34.00	40	1:200	508	8	20.0	0.31	3.5	14.55	19.9	10.5	\$1.32	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SCS-200L	59.20	30	1:200	320	13	20.0	2.00	3.3	15	15	10.5	\$2.50	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CS4200V-01L	80.00	35	1:200	596	7	20.0	2.00	3.4	19.56	14.48	19.05	\$2.10	

图4. 电流互感器选择工具结果显示

* http://www.coilcraft.com/apps/current_trans/current_trans.cfm

如何用电流互感变压器测量初级电流？

对于所有互感变压器，匝数比与电流比成反比：

$$N_{pri} / N_{sec} = I_{sec} / I_{pri}$$

其中：

I_{pri} = 初级电流， N_{pri} = 初级匝数，

I_{sec} = 次级电流， N_{sec} = 次级匝数

得出 I_{sec}

$$I_{sec} = I_{pri} \times N_{pri} / N_{sec}$$

如果 $N_{pri} = 1$ 匝，

$$I_{sec} = I_{pri} / N_{sec}$$

得出初级电流（感测电流）：

$$I_{pri} = I_{sec} \times N_{sec} \quad (\text{等式 1})$$

终端电阻器 R_T 两端的电压，根据欧姆定律：

$$V_{out} = I_{sec} \times R_T$$

得出 I_{sec}

$$I_{sec} = V_{out} / R_T$$

代入等式1

$$I_{pri} = (V_{out} / R_T) \times N_{sec} \quad (\text{等式 2})$$

得出 1 匝初级的感测电流，通过测量 V_{out} ，并且知道终端电阻 R_T 和次级匝数 N_{sec} 。

如果 N_{pri} 不是 1 匝，

$$I_{pri} = (V_{out} / R_T) \times (N_{sec} / N_{pri}) \quad (\text{等式 3})$$

$$V_{out} = (I_{pri} \times R_T) \times (N_{pri} / N_{sec}) \quad (\text{等式 4})$$