

## 模拟接地的考虑

Mike Caruso, 传感器应用工程师

本应用提示讨论, 源模拟输出连接霍尼韦尔精密压力传感器(PPT)系列上时的接地考虑事项。此系列包括有 PPT 和 PPT-R 型两种设备。

PPT 系列以可以承受的低价提供了具有网络能力的高度精确智能型的压力传感手段。压力输出按 RS-232 (或 RS-485) 数字值以及 0-5 伏模拟电压提供。使用 PPT 模拟输出的优点是不需要作偏移或范围调整, 就可得到整个 -40 至 85°C (-40 至 185°F) 温度范围内 0.12% 满刻度(FS)标准的精确度。

### 模拟接地的问题

任何模拟输出所关心的一件事, 就是其噪声量或有不希望有的信号出现在受测点上。这也是 PPT 所关心的。因为, 微处理器和其它逻辑装置系内部使用, 用以补偿压力读数。这些内电路会产生转接噪声, 如不充分注意处理好接地连接点, 这些转接噪声就会最后落在模拟输出信号上。请考虑下面图 1 所示举例。这里有一个电源( $V_s$ )和负荷电阻器( $R_L$ ), 连接于离 PPT 的一定距离处。来自 PPT 的模拟输出信号由内部数/模转换器(DAC)产生。电压  $V_{DAC}$ (插

脚 6)代表被读取的补偿压力值。此电压会产生跨负荷  $R_L$  上测到的所希望的压力电压  $V_{OUT}$ 。

PPT 采用内微处理器和其它逻辑电路, 对数字和模拟输出值的压力读数进行取样并补偿。这些电路产生(PPT 噪声数字转接电流, 它从接地(插脚 4)回到  $V_s$ 。接地电源电缆电阻  $R_{W3}$  会在插脚 4 和  $V_s$  之间造成电压降。

模拟输出电压( $V_{DAC}$ )受 PPT(插脚 6)驱动, 在跨负荷电阻  $R_L$  上会下降。由于导线电阻  $R_{W2}$  和  $R_{W3}$  的关系, 若干  $V_{DAC}$  电压会损失掉。但比此种损失更为重要的是, 由于  $I_{PPT}$  和  $R_{W3}$  的关系加在  $V_{OUT}$  上的噪声电压。利用 Kirchoff 的电压法则,  $R_L$  回路用的电压必须归零。这就产生了输出电压等式  $V_{OUT}$  如下:

$$V_{OUT} = V_{DAC} - I_L * R_{W2} + I_{PPT} * R_{W3}$$

这里所关心的是,  $V_{OUT}$  有一分量  $I_{PPT}$ , 它含有 PPT 的所有数字转接噪声。由于采用了单点接地连接, 此种担心就可大为减少, 甚至消除。

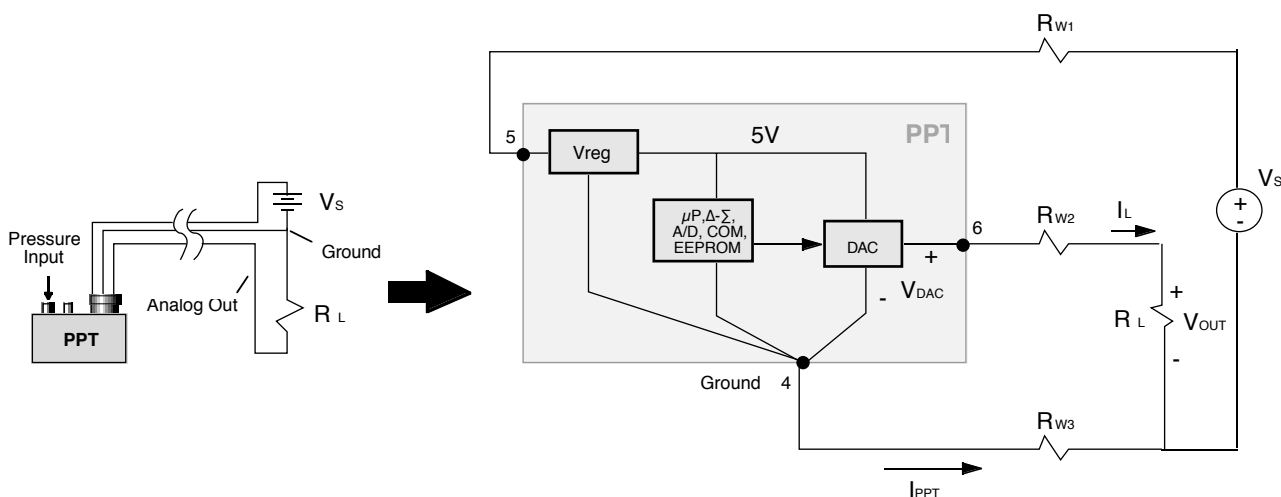


图 1 - 不正确的模拟接地法

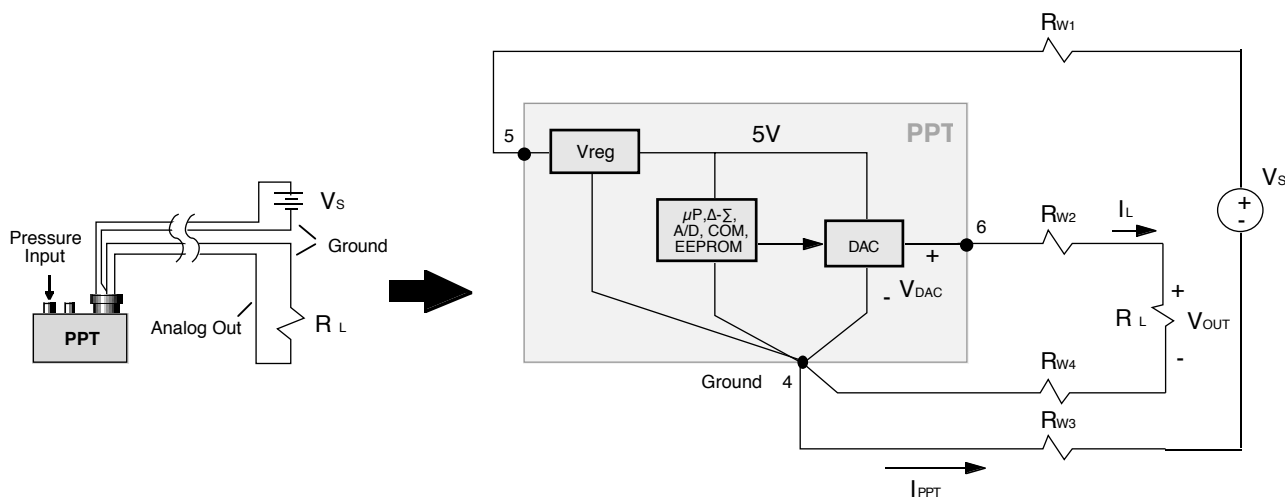


图 2 - 用单点连接的正确模拟接地

### 正确的模拟接地

250μA

用 PPT 接地(插脚 4)端子的单点连接, 消除  $I_{PPT}$  数字转接噪声的影响。此做法的不利处在于, 从 PPT 到负荷电阻  $R_L$ (见图 2)必须设有双线。好处在于,  $V_{OUT}$  等式里不包括有  $I_{PPT}$  项:

$$V_{OUT} = V_{DAC} - I_L * R_{W2} - I_L * R_{W4}$$

利用单点接地的等效电路, 也展示在上面图 2 中。PPT 的压力信号就是  $V_{DAC}$  插脚 6 的输出。此信号现在出现在跨负荷  $R_L$  上, 并无来自电流  $I_{PPT}$  的转接噪声。极力建议将此技术用于传输 PPT 模拟压力输出。

### 模拟接地举例

为显示输出电压上模拟接地的效果, 这里, 按标准条件举例如下。假设取展示于图 1 和图 2 中的下列电路值。

- $R_{WIRE} = R_{W1} = R_{W2} = R_{W3} = R_{W4} = 1\Omega$
- $R_L = 20K\Omega$
- $I_{PPT} = 11mA$
- $V_{DAC} = 0-5V$  输出(1.22mV 分辨率)

当  $I_L$  处于其最大值时, 最坏情况下的接地考虑事项就会产生。既然  $V_{DAC}$  输出的变化范围可从 0 到 5 伏, 则  $I_{L(最大)}$  为:

$$I_{L(最大)} = V_{DAC(最大)} / (R_L + R_W) = 5V / 20,002\Omega \quad (R_L + 2R_w = 20,002)$$

### 不良模拟接地: (图 1)

$$V_{OUT} = V_{DAC} - I_L * R_{W2} + I_{PPT} * R_{W3}$$

$$V_{DAC} - 250\mu A * 1\Omega + 11mA * 1\Omega$$

$$V_{DAC} - 10.75mV$$

### 良好模拟接地: (图 2)

$$V_{OUT} = V_{DAC} - I_L * R_{W2} - I_L * R_{W4}$$

$$V_{DAC} - 250\mu A * 1\Omega - 250\mu A * 1\Omega$$

$$V_{DAC} - 0.5mV$$

理想条件是  $V_{OUT} = V_{DAC}$  请注意, 对于不良接地情况, 其 DAC 输出电压降低 10.75 mV。其误差在 1.22 mV 的 DAC 输出清晰度的 8 倍以上。更有甚者,  $I_{PPT}$  的任何变化都会对  $V_{OUT}$  形成直接噪声电平。对良好模拟接地情况讲,  $V_{OUT}$  误差仅有 0.5 mV。这只有 DAC 输出清晰度的一半还不到, 并且没有  $I_{PPT}$  组分。