

## 在±5 V电源下使用ADG12xx系列器件及其性能影响

作者: Theresa Corrigan

### 引言

工业设计工程师需要模拟开关和多路复用器来支持更快的采样、更高的性能、更低的功耗以及更小的封装。为了满足这些需求,则需要具有低导通电容、低泄漏电流与低电荷注入的模拟开关与多路复用器。

基于iCMOS®工艺技术,ADI公司已经推出多种高性能开关与多路复用器解决方案。ADG12xx系列器件采用极小型封装,具有业界最低的电容、电荷注入与漏电流,适合于高端数据采集应用。这些器件采用双极性±15 V电源与+12 V单电源供电。

ADG12xx系列器件也可以采用±5 V电源供电。这个应用笔记介绍了ADG12xx的关键性能指标,以及如何在较低的电源电压下工作。即使在±5 V的电源电压下工作,工程师也依然可以获得这类器件的高性能电容和电荷注入特性所带来的优势。

表1列出ADG12xx系列器件的全部产品。查阅相应器件的数据手册,可以获得在±15 V/+12 V电源下的完整性指标,这些指标与本应用笔记可一起作为参考。

表1 ADG12xx系列产品的关键性能指标

型号	功能	导通电容 (pF)	Q <sub>INJ</sub> (pC)	R <sub>ON</sub> (Ω)	导通漏电流 (pA)	封装
ADG1201	1 × SPST	2.6	-0.3	120	20	6引脚 SOT-23
ADG1202	1 × SPST	2.6	-0.3	120	20	6引脚 SOT-23
ADG1221	2 × SPST	2.6	-0.3	120	20	10引脚 MSOP
ADG1222	2 × SPST	2.6	-0.3	120	20	10引脚 MSOP
ADG1223	2 × SPST	2.6	-0.3	120	20	10引脚 MSOP
ADG1211	4 × SPST	2.6	-0.3	120	20	16引脚 TSSOP; 3 mm × 3 mm 16引脚 LFCSP
ADG1212	4 × SPST	2.6	-0.3	120	20	16引脚 TSSOP; 3 mm × 3 mm 16引脚 LFCSP
ADG1213	4 × SPST	2.6	-0.3	120	20	16引脚 TSSOP; 3 mm × 3 mm 16引脚 LFCSP
ADG1219	1 × SPDT	3.5	-0.3	120	20	8引脚 SOT-23
ADG1236	2 × SPDT	3.5	-1	120	20	16引脚 TSSOP; 3 mm × 3 mm 12引脚 LFCSP
ADG1233	3 × SPDT	3.5	+0.5	120	20	16引脚 TSSOP; 4 mm × 4 mm 16引脚 LFCSP
ADG1234	4 × SPDT	3.5	+0.5	120	20	20引脚 TSSOP; 4 mm × 4 mm 20引脚 LFCSP
ADG1204	4:1多路复用器	5.5	-0.7	120	20	14引脚 TSSOP; 3 mm × 3 mm 12引脚 LFCSP
ADG1208	8:1多路复用器	6	+0.4	120	20	16引脚 TSSOP; 16引脚 SOIC; 4 mm × 4 mm 16引脚 LFCSP
ADG1206	16:1多路复用器	11	+0.5	120	80	28引脚 TSSOP; 5 mm × 5 mm 32引脚 LFCSP
ADG1209	差分4:1多路复用器	3.5	+0.4	120	20	16引脚 TSSOP; 16引脚 SOIC; 4 mm × 4 mm 16引脚 LFCSP
ADG1207	差分8:1多路复用器	7	+0.5	120	80	28引脚 TSSOP; 5 mm × 5 mm 32引脚 LFCSP

## 目录

引言 .....	1	触发电平 .....	5
±5 V性能 .....	3	导通电阻 .....	5
电容 .....	3	漏电流 .....	6
交流参数 .....	3	时序 .....	6
电荷注入 .....	4	结束语 .....	6

## ±5 V性能

ADG12xx系列开关与多路复用器采用ADI公司的33 V、iCMOS工艺技术设计，最大工作电压达到±16.5 V。因此，其性能参数在这些高电源电压下实现了优化。

当电源电压较低时，开关与多路复用器受影响的主要性能参数是导通电阻和时序。如果低导通电阻是在±5 V电源下工作的关键性能需求，可考虑选用ADI公司的ADG6xx与ADG14xx系列产品。接下来的部分将主要介绍ADG12xx系列产品在±5 V电压下的性能水平。

### 电容

iCMOS工艺技术使得每单位面积的寄生电容大幅下降。ADG12xx系列产品的设计针对电容性能优化，使裸片面积保持最小，这样可以保证极低的寄生电容，因为电容在很大程度上取决于开关面积。为了实现最小的寄生电容，在器件布局时也要注意。

在任何设计中，电容都是一个需要考虑的重要参数，因此，以下参数在数据手册中进行了详细说明：

#### $C_s$ (Off)

源极关断电容是指在开关断开或禁用时，源极输入与地之间的电容。

#### $C_D$ (Off)

漏极关断电容是指在开关禁用时，漏极输出与地之间的电容。

#### $C_D, C_S$ (On)

开关导通电容是指输入或输出与地之间的电容。对于导通开关而言，导通电容是对源极电容、漏极电容与开关电容的度量。

#### $C_{IN}$

数字输入电容是指数字输入与地之间的电容。

假设电容主要取决于制造工艺与裸片面积，那么工作电压对性能就不会产生重大影响。采用±5 V电源供电时，器件仍能保持在±15 V电源下所具有的极低的电容特性。图1所示的是16:1多路复用器ADG1206在±5 V电源下的电容性能。

漏极导通电容与漏极关断电容通常是与之相连的开关通道数量的函数。因此，8:1多路复用器的漏极电容通常是16:1多路复用器的漏极电容的一半。

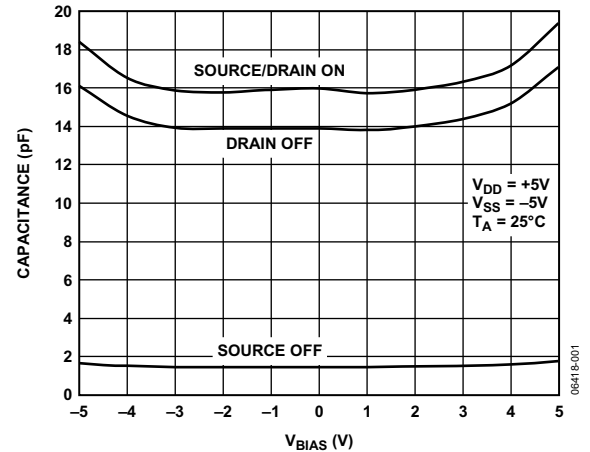


图1 ADG1206在±5 V双电源供电时的电容

### 交流(AC)参数

极低的寄生电容确保这些器件具有出众的带宽、关断隔离与串扰性能。因此，工作频率范围内的电容与交流性能不会受到较低的电源电压的影响。图2~图4所示的是±5 V电源下ADG1204的频率性能。所有的测量都是在输出负载为50 Ω、5 pF的情况下进行的。

#### 关断隔离(Off Isolation)

关断隔离是指开关在关断的情况下耦合的无用信号。如图2所示，在±5 V电源下，ADG1204在1 MHz频率下的关断隔离为-85 dB(典型值)。

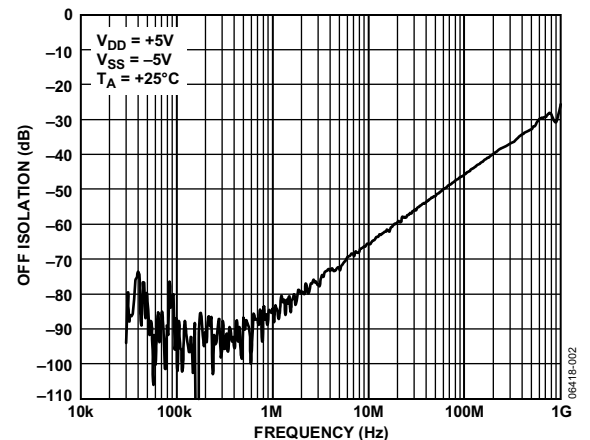


图2 ADG1204关断隔离与频率的关系曲线

#### 串扰(Crosstalk)

串扰是指从一个通道耦合至另一个通道的无用信号，它是由寄生电容引起的。图3所示的是在±5 V电源下，ADG1204在1 MHz频率下的邻近通道串扰为-80 dB(典型值)。

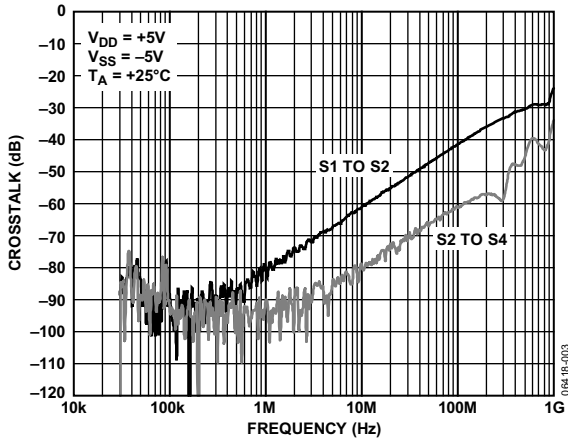


图3 ADG1204串扰与频率的关系曲线

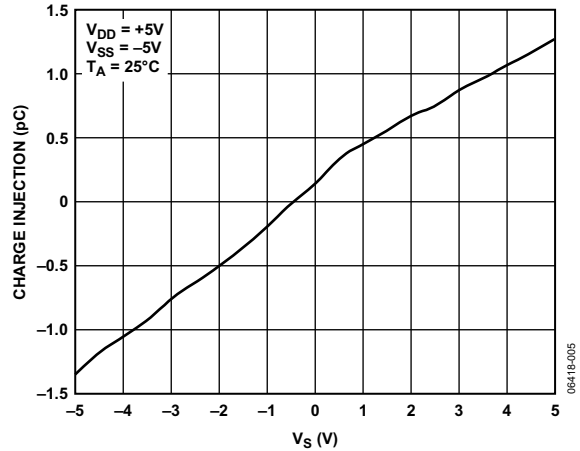


图5 电荷注入与源极电压的关系曲线

## 带宽(Bandwidth)

带宽是输出衰减3 dB时对应的频率。在 $\pm 5$  V电源下，ADG1204的-3 dB带宽是600 MHz。由于导通电阻的增加，插入损耗随着电源电压的降低而恶化。图4所示的是ADG1204开关导通时的频率响应。

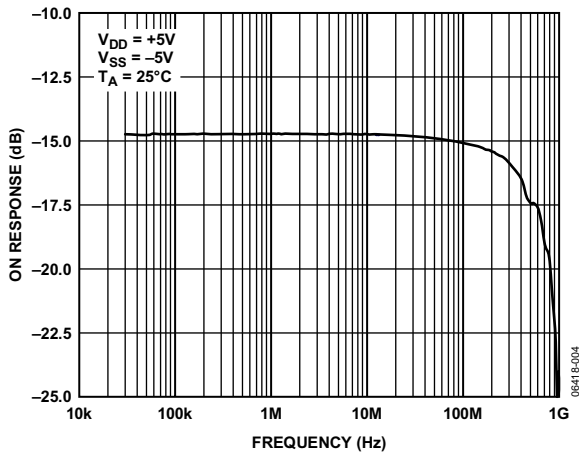


图4 ADG1204导通响应与频率的关系曲线

## 电荷注入(CHARGE INJECTION)

电荷注入是指在开关切换期间，从数字输入到模拟输出的毛刺脉冲，它是由模拟开关的NMOS和PMOS晶体管相关的杂散电容引起的。在开关应用中，注入电荷会引起增益误差以及直流失调误差，从而影响整个系统的精度。

由于采用iCMOS工艺，得到了更低的寄生电容，以及NMOS和PMOS晶体管更好的匹配性，ADG12xx器件具有出众的电荷注入性能。在 $\pm 5$  V电源下，ADG1211、ADG1212、ADG1213、ADG1236、ADG1233、ADG1234与ADG1204在整个信号范围内的电荷注入性能为 $\pm 1$  pC(典型值)。图5示出典型的性能曲线。

ADG1208、ADG1209、ADG1206与ADG1207通过有多路复用器的漏极设置补偿开关，能保证电荷注入性能在整个信号范围内都是平坦的。图6所示的是将ADG1208、ADG1209、ADG1206及ADG1207用做多路复用器时，在 $\pm 5$  V电源下的性能，电荷注入(源-漏)的典型值为0.15 pC，在整个输入信号范围内的波动最小。而作为多路解复用器时，电荷注入(漏-源)性能如图5所示。这使得这些多路复用器成为任何需要最小电荷注入的应用(如采样与保持系统)的理想选择。

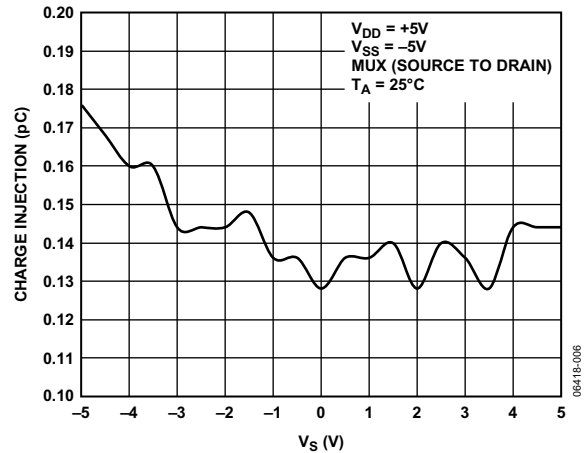


图6 源漏电荷注入与源极电压的关系曲线

**触发电平(TRIGGER LEVELS)**

ADG12xx的输入缓冲器通过GND和VDD供电。ADG12xx器件具有3 V逻辑兼容输入,  $V_{IH} = 2\text{ V}$ (最小值),  $V_{IL} = 0.8\text{ V}$ (最大值)。如数据手册所述, 当采用 $\pm 15\text{ V}$ 以及 $+12\text{ V}$ 电源供电时, 能充分保证这些电平。无论是采用双电源供电(参见图7)还是单电源供电(参见图8), 触发点的变化都非常小。

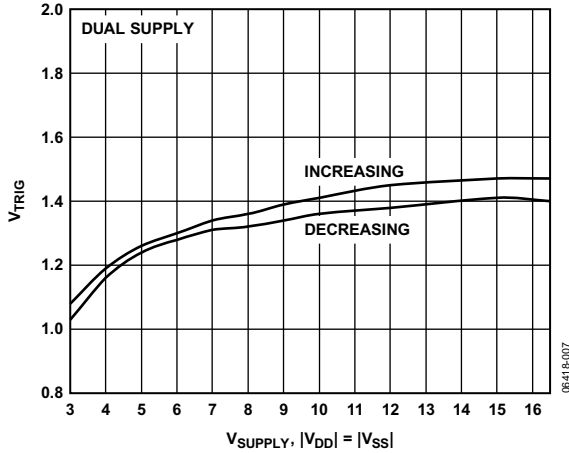


图7 触发电平与双电源电压的函数关系曲线

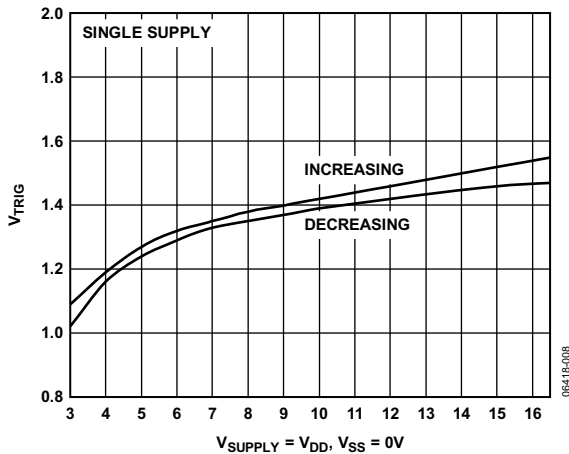


图8 触发电平与单电源电压的函数关系曲线

**导通电阻(ON RESISTANCE)**

开关的导通电阻( $R_{ON}$ )是指输入与输出之间的电阻。通过开关的信号要经受 $IR$ 降, 其中,  $R$ 是导通电阻,  $I$ 是电流。

ADG12xx器件已针对低电容性能而优化, 因此, 其裸片面积保持最小。不过, 当设计低导通电阻开关时, 为了确保低导通电阻, 通常要使裸片面积最大。因此, 对于开关与多路复用器而言, 需要在电容与导通电阻性能之间进行权衡。

电源电压对开关的导通电阻性能具有重大影响。为了获得尽可能低的导通电阻, 开关与多路复用器应当工作在最大的允许工作电压下。ADG12xx器件的最大工作电压为 $16.5\text{ V}$ , 在较高的电源电压下工作还可以确保器件的输入电阻随输入信号的变化较小。图9示出工作电压与导通电阻性能之间的关系曲线。

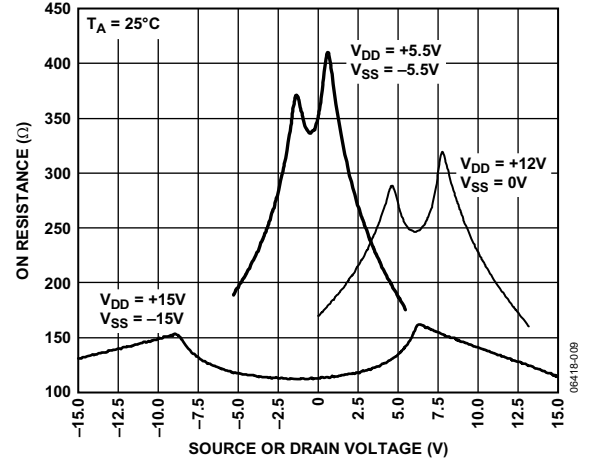


图9 不同电源电压下导通电阻与 $V_D(V_S)$ 的函数关系曲线

图10所示的是 $\pm 5\text{ V}$ 电源下ADG12xx的导通电阻性能, 这张图示出 $5\text{ V}$ 电源以及电源容限为10%时的导通电阻性能。所有ADG12xx器件的设计中都采用了相同的基本开关单元, 因此, 这些导通电阻图适于所有的配置。

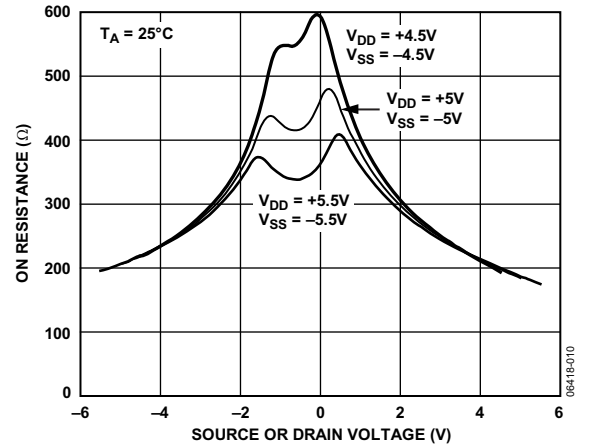


图10 导通电阻与 $V_D(V_S)$ 的函数关系曲线

如图9和图10所示, 开关与多路复用器的导通电阻性能是电源电压与输入信号的函数。导通电阻还会随温度的变化而变化。图11示出在 $\pm 5\text{ V}$ 电源下, ADG1211、ADG1212与ADG1213的导通电阻如何随温度而变化。显而易见, 温度越高, 导通电阻越大。

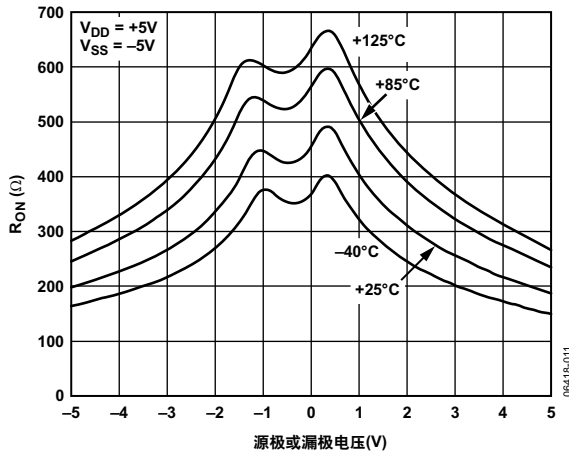


图11 不同温度下导通电阻与 $V_b$  ( $V_s$ )的函数关系曲线

**漏电流(LEAKAGE)**

iCMOS工艺技术以及ADG12xx系列开关与多路复用器的设计可提供极低的泄漏性能。器件的漏电流约为20 pA (典型值)。

**$I_s$  (Off)**

开关关断时的源极泄漏电流。

**$I_D$  (Off)**

开关关断时的漏极泄漏电流。

**$I_D, I_s$  (On)**

开关导通时的沟道泄漏电流。

图12示出±5 V电源下ADG1206 16:1多路复用器的泄漏性能。导通泄漏与漏极关断泄漏是与漏极相连的通道数量的函数，因此，它是通道数的倍数。

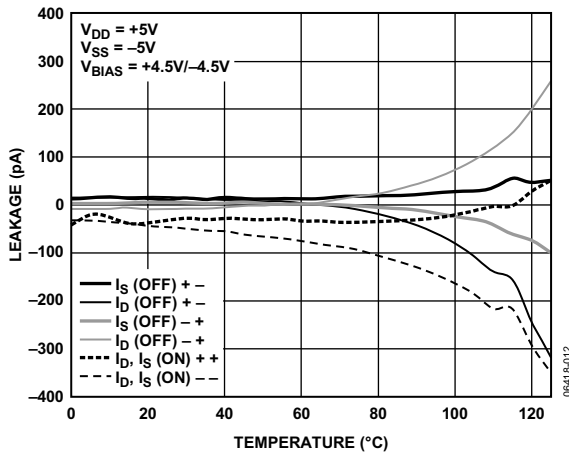


图12 双电源电压下漏电流与温度的函数关系曲线

**时序(Timing)**

在开关与多路复用器的数据手册中，下列时序参数是最常见的。

**$t_{ON}(\overline{EN})$**

在开关导通的情况下，从输入上升至50%与输出上升至90%之间的延迟时间。

**$t_{OFF}(\overline{EN})$**

在开关关断的情况下，从输入下降至50%与输出下降至90%之间的延迟时间。

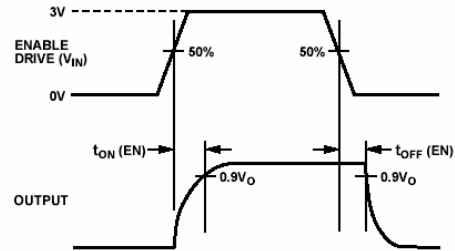


图13  $t_{ON}(\overline{EN})$ 和 $t_{OFF}(\overline{EN})$

**$t_{TRANSITION}$**

从一个地址状态向另一个地址状态切换时，从输入上升至50%与输出下降90%之间的延迟时间以及从输入下降至50%与输出上升至90%之间的延迟时间。

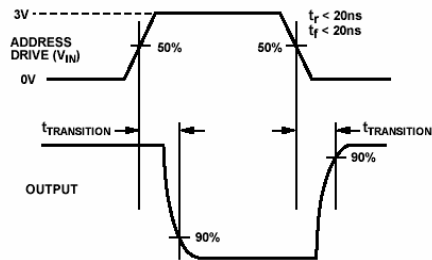
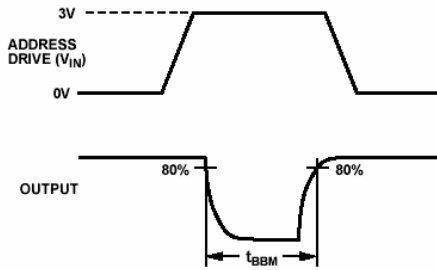


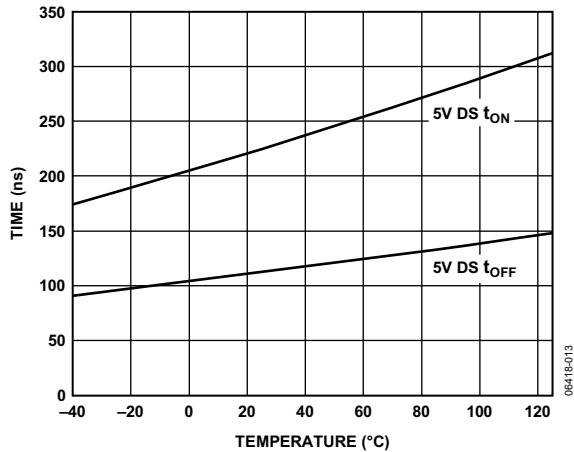
图14  $t_{TRANSITION}$

**$T_{BBM}$**

先断后合时序——当从一个地址状态向另一个地址状态切换时，前一个输出下降至80%到后一个输出上升至80%之间的关断时间。

图15  $T_{BBM}$ 

时序性能是温度与电源电压的函数。温度越高，时序越慢；电源电压越低，时序越慢。图16示出ADG1211、ADG1212与ADG1213四路单刀单掷(SPST)开关在不同温度与不同电源电压下的时序性能。显而易见，在 $\pm 5\text{ V}$ ， $25^\circ\text{C}$ 情况下， $t_{ON}$ 为225 ns(典型值)， $t_{OFF}$ 为110 ns(典型值)。

图16 5 V双电源电压下 $t_{ON}/t_{OFF}$ 与温度的关系曲线

## 结束语

ADG12xx系列器件具有业界最低的导通电容、电荷注入以及漏电流，适合高端数据采集应用，器件采用极小的封装，可用于 $\pm 15\text{ V}/+12\text{ V}$ 系统。在较低的电源电压下，器件能够保持出众的电容、电荷注入以及泄漏性能。在 $\pm 5\text{ V}$ 电源电压下使用ADG12xx器件所面临的问题是，导通电阻与时序性能会下降。

AN-874

NOTES