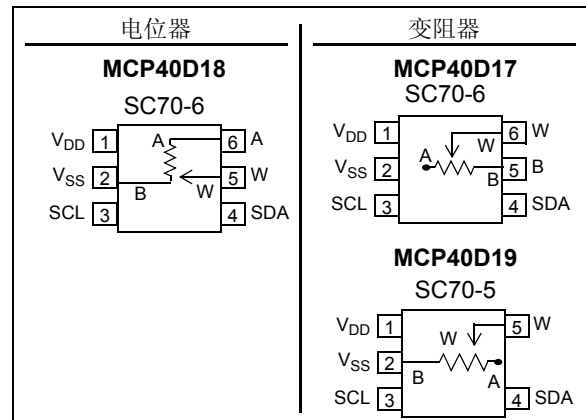


带有易失性存储器采用SC70封装的 7位单路 I²C™ (带有命令代码) 数字电位器

特性

- 电位器或变阻器配置选项
- 7位：电阻网络分辨率
 - 127个电阻（128阶）
- 零量程到满量程抽头操作
- R_{AB} 电阻：5 kΩ, 10 kΩ, 50 kΩ 或 100 kΩ
- 低抽头电阻：100Ω（典型值）
- 低温度系数：
 - 绝对型（变阻器）：50 ppm（典型值）（0°C 至 70°C）
 - 比例型（电位器）：10 ppm（典型值）
- I²C 协议
 - 支持 SMBus 2.0 写字节 / 字协议格式
 - 支持 SMBus 2.0 读字节 / 字协议格式
- 标准 I²C 器件地址：
 - 所有器件提供“0101110”地址
 - MCP40D18 也提供“0111110”地址
- 欠压复位保护（典型值为 1.5V）
- 上电缺省抽头设置（量程的中间位置）
- 低功耗操作：
 - 2.5 μA 静态电流（典型值）
- 宽工作电压范围：
 - 2.7V 至 5.5V - 规定的器件特性
 - 1.8V 至 5.5V - 器件工作
- 宽带宽（-3 dB）工作：
 - 5.0 kΩ 器件带宽达 2 MHz（典型值）
- 扩展级温度范围（-40°C 至 +125°C）
- 非常小封装（SC70）
- 无铅（Pb-free）封装

封装类型



应用

- PC 服务器（带命令代码的 I²C 协议）
- 运放增益控制和失调整
- 传感器校正（压力、温度、位置、光电和化学传感器）
- 设定点或失调整
- 机械调整电位器的高成本效益替代品
- RF 放大器偏置
- LCD 亮度和对比度调节

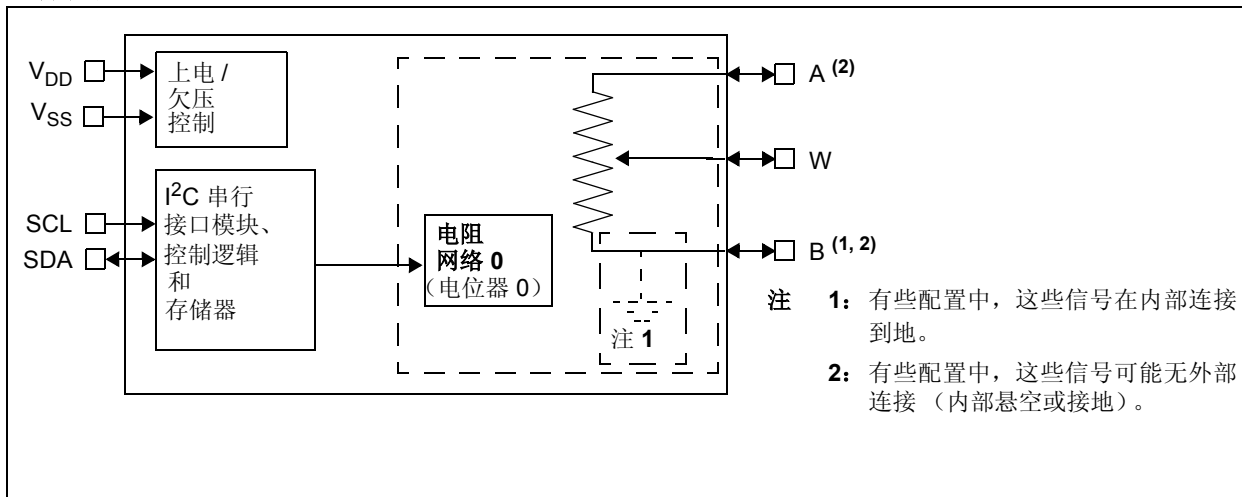
器件特性

器件	控制接口	调节级数	抽头配置	存储器类型	电阻值（典型值）		V _{DD} 工作范围 ⁽¹⁾	封装
					选项（kΩ）	抽头（Ω）		
MCP40D17	I ² C	128	变阻器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	1.8V 至 5.5V	SC70-6
MCP40D18	I ² C	128	电位器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	1.8V 至 5.5V	SC70-6
MCP40D19	I ² C	128	变阻器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	75	1.8V 至 5.5V	SC70-5

注 1：模拟特性仅在 2.7V 到 5.5V 下测试。

MCP40D17/18/19

器件框图



与 Microchip 类似器件比较 (1)

器件	控制接口	调节级数	抽头配置	存储器类型	电阻值 (典型值)	V _{DD} 工作范围 (2)	HV 接口	WiperLock 技术	封装
					选项 (kΩ)				
MCP40D17 (2)	I ² C	128	变阻器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	1.8V 至 5.5V	否	否	SC70-6
MCP4017 (2, 4)	I ² C	128	变阻器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	1.8V 至 5.5V	否	否	SC70-6
MCP4012 (2)	U/D	64	变阻器	RAM	2.1, 5.0, 10.0, 50.0	1.8V 至 5.5V	是	否	SOT-23-6
MCP4022 (2)	U/D	64	变阻器	EE	2.1, 5.0, 10.0, 50.0	2.7V 至 5.5V	是	是	SOT-23-6
MCP4132 (3)	SPI	129	变阻器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	1.8V 至 5.5V	是	否	PDIP-8, SOIC-8, MSOP-8, DFN-8
MCP4142 (3)	SPI	129	变阻器	EE	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	2.7V 至 5.5V	是	是	MSOP-8, DFN-8
MCP4152 (3)	SPI	257	变阻器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	1.8V 至 5.5V	是	否	
MCP4162 (3)	SPI	257	变阻器	EE	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	2.7V 至 5.5V	是	是	
MCP4532 (3)	I ² C	129	变阻器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	1.8V 至 5.5V	是	否	
MCP4542 (3)	I ² C	129	变阻器	EE	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	2.7V 至 5.5V	是	是	MSOP-8, DFN-8
MCP4552 (3)	I ² C	257	变阻器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	1.8V 至 5.5V	是	否	
MCP4562 (3)	I ² C	257	变阻器	EE	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	2.7V 至 5.5V	是	是	
MCP40D18 (2)	I ² C	128	电位器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	1.8V 至 5.5V	否	否	SC70-6
MCP4018 (2, 4)	I ² C	128	电位器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	1.8V 至 5.5V	否	否	SC70-6
MCP4013 (2)	U/D	64	电位器	RAM	2.1, 5.0, 10.0, 50.0	1.8V 至 5.5V	是	否	SOT-23-6
MCP4023 (2)	U/D	64	电位器	EE	2.1, 5.0, 10.0, 50.0	2.7V 至 5.5V	是	是	SOT-23-6
MCP40D19 (2)	I ² C	128	变阻器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	1.8V 至 5.5V	否	否	SC70-5
MCP4019 (2, 4)	I ² C	128	变阻器	RAM	5.0, 10.0, 50.0, 100.0	1.8V 至 5.5V	否	否	SC70-5
MCP4014 (2)	U/D	64	变阻器	RAM	2.1, 5.0, 10.0, 50.0	1.8V 至 5.5V	是	否	SOT-23-5
MCP4024 (2)	U/D	64	变阻器	EE	2.1, 5.0, 10.0, 50.0	2.7V 至 5.5V	是	是	SOT-23-5

- 注 1: 本表通过使用粗线条 (和颜色) 分成三组。本表中无阴影的器件是本数据手册中介绍的器件, 而有阴影的器件具有类似的电阻网络配置。
注 2: 模拟特性仅在 2.7V 到 5.5V 下测试。
注 3: 模拟特性仅在 3.0V 到 5.5V 下测试。
注 4: 这些器件具有简化的 I²C 命令格式, 从而允许更高的数据吞吐率。

1.0 电气特性

绝对最大值 †

V_{DD} 相对于 V_{SS} 的电压	-0.6V 至 +7.0V
SCL 和 SDA 相对于 V_{SS} 的电压	-0.6V 至 12.5V
所有其他引脚 (A、W 和 B)	相对于 V_{SS} 的电压 -0.3V 至 $V_{DD} + 0.3V$
输入箝位电流 I_{IK} ($V_I < 0$, $V_I > V_{DD}$, $V_I > HV$ 引脚上的 V_{PP})	± 20 mA
输出箝位电流 I_{OK} ($V_O < 0$ 或 $V_O > V_{DD}$)	± 20 mA
任意输出引脚的最大灌电流	25 mA
任意输出引脚的最大拉电流	25 mA
流出 V_{SS} 引脚的最大电流	100 mA
流入 V_{DD} 引脚的最大电流	100 mA
流入 A、W 和 B 引脚的最大电流	± 2.5 mA
封装功耗 ($T_A = +50^\circ\text{C}$, $T_J = +150^\circ\text{C}$)	
SC70-5	302 mW
SC70-6	483 mW
存储温度	-65°C 至 +150°C
供电时环境温度	-40°C 至 +125°C
所有引脚上的 ESD 保护	≥ 4 kV (HBM)
	≥ 400V (MM)
最大结温度 (T_J)	+150°C

† 注：如果器件运行参数超过上述最大额定值，可能对器件造成永久性损坏。上述数值为运行条件最大值，我们不建议在该范围外运行。如果器件长时间工作在绝对最大额定条件下，其可靠性会受到影响。

MCP40D17/18/19

交流 / 直流特性

直流特性		标准工作条件（除非另外说明） 工作温度 -40°C ≤ T _A ≤ +125°C（扩展级） 除非另外说明，否则所有参数适用于指定的工作范围。 V _{DD} = +2.7V 至 5.5V（5 kΩ、10 kΩ、50 kΩ 和 100 kΩ 器件）。 典型特性表示 V _{DD} = 5.5V，T _A = +25°C 条件下的值。				
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
工作电压	V _{DD}	2.7	—	5.5	V	模拟特性规范
		1.8	—	5.5	V	数字特性规范
确保抽头复位的 V _{DD} 启动电压	V _{BOR}	—	—	1.65	V	RAM 保持电压 (V _{RAM}) < V _{BOR}
确保上电复位的 V _{DD} 上升速率	V _{DDRR}	(注 7)			V/ms	
器件退出复位状态后的延迟时间 (V _{DD} > V _{BOR})	T _{BORD}	—	10	20	μS	
工作电流 (注 8)	I _{DD}	—	45	80	μA	串口工作， 写入全“0”到易失性抽头 V _{DD} = 5.5V，F _{SCL} = 400 kHz
		—	2.5	5	μA	串口不工作， (停止条件，SCL = SDA = V _{IH})， 抽头 = 0，V _{DD} = 5.5V

- 注 1: 电阻值为接线端 A 与接线端 B 之间的阻值。
- 2: INL 和 DNL 是在 V_A = V_{DD} 和 V_B = V_{SS} 的条件下在 V_W 上测量的。
- 3: 仅限 MCP40D18 器件，包括 V_{WZSE} 和 V_{WFSE}。
- 4: 电阻接线端 A、W 和 B 相互之间的相关极性没有被限定。
- 5: 此参数由设计决定。
- 6: 非线性会受抽头电阻 (R_W) 影响，其随电压和温度的变化明显。
- 7: POR/BOR 与速率无关。
- 8: 供电电流与流过电阻网络的电流无关。

交流 / 直流特性 (续)

直流特性		标准工作条件 (除非另外说明)					
		工作温度 - 40°C ≤ T _A ≤ +125°C (扩展级)					
		除非另外说明, 否则所有参数适用于指定的工作范围。					
		V _{DD} = +2.7V 至 5.5V (5 kΩ、10 kΩ、50 kΩ 和 100 kΩ 器件)。					
		典型特性表示 V _{DD} = 5.5V, T _A = +25°C 条件下的值。					
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件	
电阻值 (± 20%)	R _{AB}	4.0	5	6.0	kΩ	-502 器件 (注 1)	
		8.0	10	12.0	kΩ	-103 器件 (注 1)	
		40.0	50	60.0	kΩ	-503 器件 (注 1)	
		80.0	100	120.0	kΩ	-104 器件 (注 1)	
分辨率	N	128			抽头数	无丢失码	
电阻值步长	R _S	—	R _{AB} / (127)	—	Ω	注 5	
抽头电阻	R _W	—	100	170	Ω	V _{DD} = 5.5 V, I _W = 2.0 mA, 代码 = 00h	
		—	155	325	Ω	V _{DD} = 2.7 V, I _W = 2.0 mA, 代码 = 00h	
标称电阻 温度 系数	ΔR _{AB} /ΔT	—	50	—	ppm/°C	T _A = -20°C 至 +70°C	
		—	100	—	ppm/°C	T _A = -40°C 至 +85°C	
		—	150	—	ppm/°C	T _A = -40°C 至 +125°C	
比率温度 系数	ΔV _{WB} /ΔT	—	15	—	ppm/°C	代码 = 半量程 (3Fh)	
电阻接线端输入电压 范围 (接线端 A、B 和 W)	V _A , V _W , V _B	V _{SS}	—	V _{DD}	V	注 4 和 注 5	
流过接线端 (A、W 或 B) 的最大电流 注 5	I _T	—	—	2.5	mA	接线端 A	I _{AW} , W = 满量程 (FS)
		—	—	2.5	mA	接线端 B	I _{BW} , W = 零量程 (ZS)
		—	—	2.5	mA	接线端 W	I _{AW} 或 I _{BW} , W = FS 或 ZS
		—	—	1.38	mA	接线端 A 和 接线端 B	I _{AB} , V _B = 0V, V _A = 5.5V, R _{AB(最小)}} = 4000
		—	—	0.688	mA		I _{AB} , V _B = 0V, V _A = 5.5V, R _{AB(最小)}} = 8000
		—	—	0.138	mA		I _{AB} , V _B = 0V, V _A = 5.5V, R _{AB(最小)}} = 40000
		—	—	0.069	mA		I _{AB} , V _B = 0V, V _A = 5.5V, R _{AB(最小)}} = 80000

- 注 1: 电阻值为接线端 A 与接线端 B 之间的阻值。
- 2: INL 和 DNL 是在 V_A = V_{DD} 和 V_B = V_{SS} 的条件下在 V_W 上测量的。
- 3: 仅限 MCP40D18 器件, 包括 V_{WZSE} 和 V_{WFSE}。
- 4: 电阻接线端 A、W 和 B 相互之间的相关极性没有被限定。
- 5: 此参数由设计决定。
- 6: 非线性会受抽头电阻 (R_W) 影响, 其随电压和温度的变化明显。
- 7: POR/BOR 与速率无关。
- 8: 供电电流与流过电阻网络的电流无关。

MCP40D17/18/19

交流 / 直流特性 (续)

直流特性		标准工作条件 (除非另外说明) 工作温度 -40°C ≤ T _A ≤ +125°C (扩展级) 除非另外说明, 否则所有参数适用于指定的工作范围。 V _{DD} = +2.7V 至 5.5V (5 kΩ、10 kΩ、50 kΩ 和 100 kΩ 器件)。 典型特性表示 V _{DD} = 5.5V, T _A = +25°C 条件下的值。					
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件	
满量程误差 (仅 MCP40D18) (代码 = 7Fh)	V _{WFSE}	-3.0	-0.1	—	LSb	5 kΩ	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V
		-2.0	-0.1	—	LSb	10 kΩ	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V
		-0.5	-0.1	—	LSb	50 kΩ	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V
		-0.5	-0.1	—	LSb	100 kΩ	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V
零量程误差 (仅 MCP40D18) (代码 = 00h)	V _{WZSE}	—	+0.1	+3.0	LSb	5 kΩ	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V
		—	+0.1	+2.0	LSb	10 kΩ	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V
		—	+0.1	+0.5	LSb	50 kΩ	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V
		—	+0.1	+0.5	LSb	100 kΩ	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V
电位器积分非线性	INL	-0.5	±0.25	+0.5	LSb	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V 仅 MCP40D18 器件 (注 2)	
电位器微分非线性	DNL	-0.25	±0.125	+0.25	LSb	2.7V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V 仅 MCP40D18 器件 (注 2)	
带宽 -3 dB (见图 2-83, 负载 = 30 pF)	BW	—	2	—	MHz	5 kΩ	代码 = 3Fh
		—	1	—	MHz	10 kΩ	代码 = 3Fh
		—	260	—	kHz	50 kΩ	代码 = 3Fh
		—	100	—	kHz	100 kΩ	代码 = 3Fh

- 注 1: 电阻值为接线端 A 与接线端 B 之间的阻值。
 注 2: INL 和 DNL 是在 V_A = V_{DD} 和 V_B = V_{SS} 的条件下在 V_W 上测量的。
 注 3: 仅限 MCP40D18 器件, 包括 V_{WZSE} 和 V_{WFSE}。
 注 4: 电阻接线端 A、W 和 B 相互之间的相关极性没有被限定。
 注 5: 此参数由设计决定。
 注 6: 非线性会受抽头电阻 (R_W) 影响, 其随电压和温度的变化明显。
 注 7: POR/BOR 与速率无关。
 注 8: 供电电流与流过电阻网络的电流无关。

交流 / 直流特性 (续)

直流特性		标准工作条件 (除非另外说明)							
		工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ (扩展级)							
		除非另外说明, 否则所有参数适用于指定的工作范围。							
		$V_{DD} = +2.7\text{V}$ 至 5.5V (5 k Ω 、10 k Ω 、50 k Ω 和 100 k Ω 器件)。							
		典型特性表示 $V_{DD} = 5.5\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ 条件下的值。							
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件			
变阻器积分非线性 仅 MCP40D18 (注 3) MCP40D17 和 MCP40D19 器件 (注 3)	R-INL	-2.0	± 0.5	+2.0	LSb	5 k Ω	5.5V, $I_W = 900 \mu\text{A}$		
		-5.0	+3.5	+5.0	LSb		2.7V, $I_W = 430 \mu\text{A}$ (注 6)		
		见第 2.0 节			LSb		1.8V (注 6)		
				-2.0	± 0.5	+2.0	LSb	10 k Ω	5.5V, $I_W = 450 \mu\text{A}$
				-4.0	+2.5	+4.0	LSb		2.7V, $I_W = 215 \mu\text{A}$ (注 6)
				见第 2.0 节			LSb		1.8V (注 6)
				-1.125	± 0.5	+1.125	LSb	50 k Ω	5.5V, $I_W = 90 \mu\text{A}$
				-1.5	+1	+1.5	LSb		2.7V, $I_W = 43 \mu\text{A}$ (注 6)
				见第 2.0 节			LSb		1.8V (注 6)
				-0.8	± 0.5	+0.8	LSb	100 k Ω	5.5V, $I_W = 45 \mu\text{A}$
				-1.125	+0.25	+1.125	LSb		2.7V, $I_W = 21.5 \mu\text{A}$ (注 6)
				见第 2.0 节			LSb		1.8V (注 6)
变阻器微分非线性 MCP40D18 (注 3) 仅 MCP40D17 和 MCP40D19 器件 (注 3)	R-DNL	-0.5	± 0.25	+0.5	LSb	5 k Ω	5.5V, $I_W = 900 \text{mA}$		
		-0.75	+0.5	+0.75	LSb		2.7V, $I_W = 430 \mu\text{A}$ (注 6)		
		见第 2.0 节			LSb		1.8V (注 6)		
				-0.5	± 0.25	+0.5	LSb	10 k Ω	5.5V, $I_W = 450 \mu\text{A}$
				-0.75	+0.5	+0.75	LSb		2.7V, $I_W = 215 \mu\text{A}$ (注 6)
				见第 2.0 节			LSb		1.8V (注 6)
				-0.375	± 0.25	+0.375	LSb	50 k Ω	5.5V, $I_W = 90 \mu\text{A}$
				-0.375	± 0.25	+0.375	LSb		2.7V, $I_W = 43 \mu\text{A}$ (注 6)
				参考第 2.0 节			LSb		1.8V (注 6)
				-0.375	± 0.25	+0.375	LSb	100 k Ω	5.5V, $I_W = 45 \mu\text{A}$
				-0.375	± 0.25	+0.375	LSb		2.7V, $I_W = 21.5 \mu\text{A}$ (注 6)
				参考第 2.0 节			LSb		1.8V (注 6)
电容 (P_A)	C_{AW}	—	75	—	pF	f=1 MHz, 代码 = 满量程			
电容 (P_W)	C_W	—	120	—	pF	f=1 MHz, 代码 = 满量程			
电容 (P_B)	C_{BW}	—	75	—	pF	f=1 MHz, 代码 = 满量程			

- 注 1: 电阻值为接线端 A 与接线端 B 之间的阻值。
- 2: INL 和 DNL 是在 $V_A = V_{DD}$ 和 $V_B = V_{SS}$ 的条件下在 V_W 上测量的。
- 3: 仅限 **MCP40D18** 器件, 包括 V_{WZSE} 和 V_{WFSE} 。
- 4: 电阻接线端 A、W 和 B 相互之间的相关极性没有被限定。
- 5: 此参数由设计决定。
- 6: 非线性会受抽头电阻 (R_W) 影响, 其随电压和温度的变化明显。
- 7: POR/BOR 与速率无关。
- 8: 供电电流与流过电阻网络的电流无关。

MCP40D17/18/19

交流 / 直流特性 (续)

直流特性		标准工作条件 (除非另外说明)					
		工作温度 - $40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ (扩展级)					
		除非另外说明, 否则所有参数适用于指定的工作范围。					
		$V_{DD} = +2.7\text{V}$ 至 5.5V (5 k Ω 、10 k Ω 、50 k Ω 和 100 k Ω 器件)。					
		典型特性表示 $V_{DD} = 5.5\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ 条件下的值。					
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件	
数字输入 / 输出 (SDA 和 SCK)							
施密特触发器高电平输入门限	V_{IH}	$0.7 V_{DD}$	—	—	V	$1.8\text{V} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{V}$	
施密特触发器低电平输入门限	V_{IL}	-0.5	—	$0.3V_{DD}$	V		
施密特触发器输入迟滞 (注 5)	V_{HYS}	—	$0.1V_{DD}$	—	V	所有输入引脚, 除 SDA 和 SCL	
		未提供	—	—	V	SDA 和 SCL	
		未提供	—	—	V		100 k Ω z
		$0.1 V_{DD}$	—	—	V	400 k Ω z	$V_{DD} < 2.0\text{V}$
		$0.05 V_{DD}$	—	—	V		$V_{DD} \geq 2.0\text{V}$
输出低电平电压 (SDA)	V_{OL}	V_{SS}	—	$0.2V_{DD}$	V	$V_{DD} < 2.0\text{V}$, $I_{OL} = 1\text{mA}$	
		V_{SS}	—	0.4	V	$V_{DD} \geq 2.0\text{V}$, $I_{OL} = 3\text{mA}$	
输入泄漏电流	I_{IL}	-1	—	1	μA	$V_{IN} = V_{DD}$ 和 $V_{IN} = V_{SS}$	
引脚电容	C_{IN}, C_{OUT}	—	10	—	pF	$f_C = 400\text{kHz}$	
RAM (抽头) 值							
数值范围	N	0h	—	7Fh	16 进制		
POR/BOR 时抽头值	$N_{POR/BOR}$	3Fh			16 进制		
电源需求							
电源灵敏度 (仅限 MCP40D18)	PSS	—	0.0005	0.0035	%/%	$V_{DD} = 2.7\text{V}$ 至 5.5V , $V_A = 2.7\text{V}$, 代码 = 3Fh	

- 注 1: 电阻值为接线端 A 与接线端 B 之间的阻值。
- 2: INL 和 DNL 是在 $V_A = V_{DD}$ 和 $V_B = V_{SS}$ 的条件下在 V_W 上测量的。
- 3: 仅限 MCP40D18 器件, 包括 V_{WZSE} 和 V_{WFSE} 。
- 4: 电阻接线端 A、W 和 B 相互之间的相关性没有被限定。
- 5: 此参数由设计决定。
- 6: 非线性会受抽头电阻 (R_W) 影响, 其随电压和温度的变化明显。
- 7: POR/BOR 与速率无关。
- 8: 供电电流与流过电阻网络的电流无关。

1.1 I²C 模式时序波形及要求

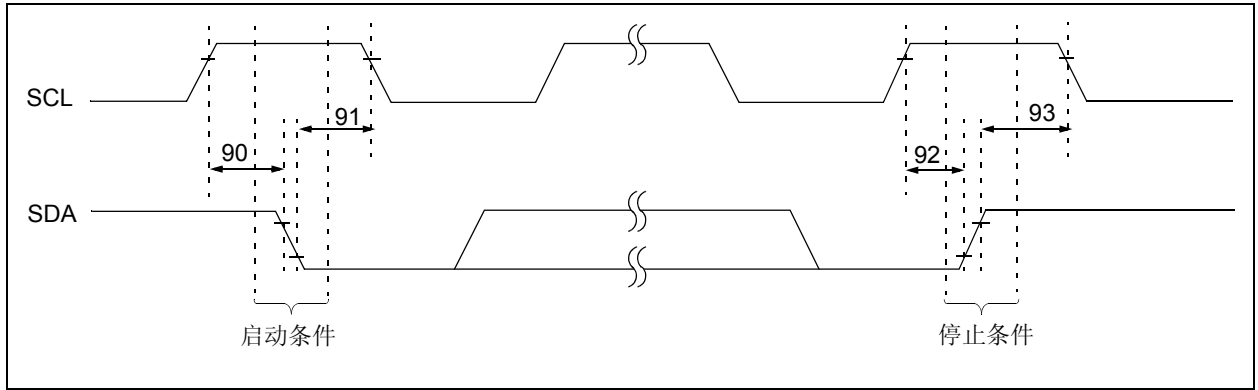
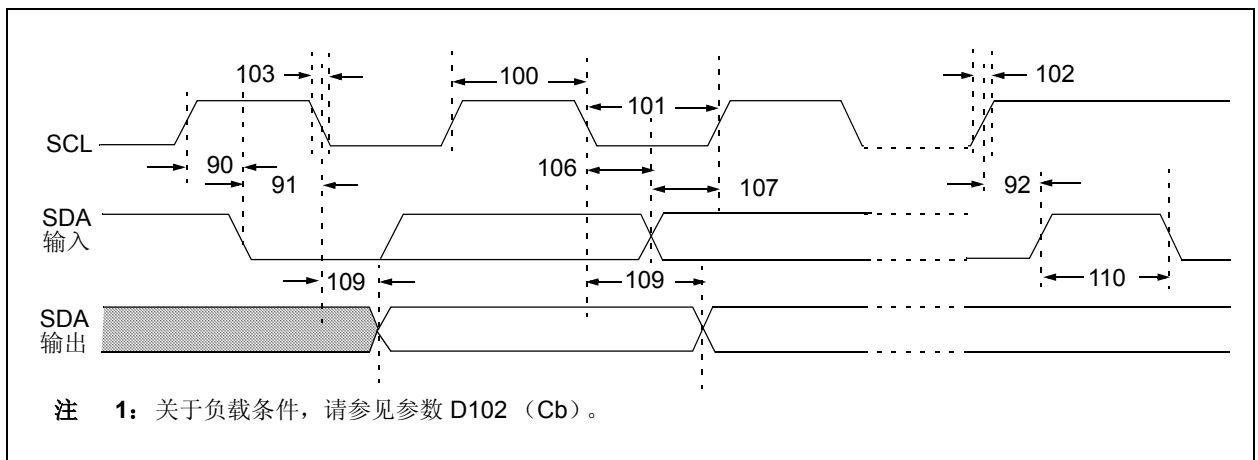


图 1-1: I²C 总线启动/停止位时序波形

表 1-1: I²C 总线启动/停止位需求

I ² C 交流特性		标准工作条件 (除非另外指定)					
		工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ (扩展级)					
		工作电压 VDD 范围由第 2.0 节“典型工作特性曲线”定义。					
参数编号	符号	特性	最小值	最大值	单位	条件	
	F _{SCL}	标准模式	0	100	kHz	C _b = 400 pF, 1.8V - 5.5V	
		快速模式	0	400	kHz	C _b = 400 pF, 2.7V - 5.5V	
D102	C _b	总线负载电容	—	400	pF		
		400 kHz 模式	—	400	pF		
90	TSU:STA	启动条件建立时间	100 kHz 模式	4700	—	ns	仅与重复启动条件相关
			400 kHz 模式	600	—	ns	
91	THD:STA	启动条件保持时间	100 kHz 模式	4000	—	ns	这个周期后产生第一个时钟脉冲
			400 kHz 模式	600	—	ns	
92	TSU:STO	停止条件建立时间	100 kHz 模式	4000	—	ns	
			400 kHz 模式	600	—	ns	
93	THD:STO	停止条件保持时间	100 kHz 模式	4000	—	ns	
			400 kHz 模式	600	—	ns	



注 1: 关于负载条件, 请参见参数 D102 (C_b)。

图 1-2: I²C 总线数据时序

MCP40D17/18/19

表 1-2: I²C 总线数据需求 (从模式)

I ² C 交流特性		标准工作条件 (除非另外指定) 工作温度 - 40° C ≤ T _A ≤ +125° C (扩展级) 工作电压 V _{DD} 范围由交流 / 直流特性规范定义。					
参数编号	符号	特性	最小值	最大值	单位	条件	
100	T _{HIGH}	时钟高电平时间	100 kHz 模式	4000	—	ns	1.8V-5.5V
			400 kHz 模式	600	—	ns	2.7V-5.5V
101	T _{LOW}	时钟低电平时间	100 kHz 模式	4700	—	ns	1.8V-5.5V
			400 kHz 模式	1300	—	ns	2.7V-5.5V
102A (5)	T _{RSCL}	SCL 上升时间	100 kHz 模式	—	1000	ns	要求 C _b 从 10 到 400 pF
			400 kHz 模式	20 + 0.1C _b	300	ns	
102B (5)	T _{RSDA}	SDA 上升时间	100 kHz 模式	—	1000	ns	要求 C _b 从 10 到 400 pF
			400 kHz 模式	20 + 0.1C _b	300	ns	
103A (5)	T _{FSCL}	SCL 下降时间	100 kHz 模式	—	300	ns	要求 C _b 从 10 到 400 pF
			400 kHz 模式	20 + 0.1C _b	40	ns	
103B (5)	T _{FSDA}	SDA 下降时间	100 kHz 模式	—	300	ns	要求 C _b 从 10 到 400 pF
			400 kHz 模式	20 + 0.1C _b (4)	300	ns	
106	T _{HD:DAT}	数据输入保持时间	100 kHz 模式	0	—	ns	1.8V-5.5V, 注 6
			400 kHz 模式	0	—	ns	2.7V-5.5V, 注 6
107	T _{SU:DAT}	数据输入建立时间	100 kHz 模式	250	—	ns	(2)
			400 kHz 模式	100	—	ns	
109	T _{AA}	时钟输出有效时间	100 kHz 模式	—	3450	ns	(1)
			400 kHz 模式	—	900	ns	
110	T _{BUF}	总线空闲时间	100 kHz 模式	4700	—	ns	在新的传输开始以前总线必须空闲的时间
			400 kHz 模式	1300	—	ns	
	T _{SP}	输入滤波器尖峰抑制 (SDA 和 SCL)	100 kHz 模式	—	50	ns	Philips 规范标示为 N.A.
			400 kHz 模式	—	50	ns	

- 注 1: 作为发送器, 器件必须提供内部最小延迟时间来跨过 SCL 的下降沿的未定义区域 (最小 300 ns), 用以避免产生不期望的启动或者停止条件。
- 2: 一个快速模式 (400 kHz) I²C 总线器件能被用在标准模式 (100 kHz) I²C 总线系统中, 但 t_{SU:DAT} ≥ 250 ns 的要求必须达到。如果器件不延长 SCL 信号的低电平时间, 该条件自然满足。如果器件延长 SCL 信号的低电平时间, 在 SCL 线被释放以前, 它必须输出下一个数据位到 SDA 线上。
T_R 最大值 + t_{SU:DAT} = 1000 + 250 = 1250 ns (根据标准模式 I²C 总线规范)。
- 3: MCP40D18/MCP40D19 器件必须提供一个数据保持时间来跨过 SCL 信号的 V_{IH} 和 V_{IL} 下降沿之间的未定义部分。这个要求不是 I²C 规范的一部分, 但是必须被测试来确保输出数据能满足接收器件所要求的建立和保持规范。
- 4: 使用 C_b (单位为 pF) 来进行计算。
- 5: 未经测试。
- 6: 一个主器件必须提供一个延迟来确保在 SDA 和 SCL 下降时间的差异不会意外产生一个启动或者停止条件。

温度特性

电气规范: 除非另外说明, 否则 $V_{DD} = +1.8V$ 至 $+5.5V$, $V_{SS} = GND$ 。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
温度范围						
规定温度范围	T_A	-40	—	+125	°C	
工作温度范围	T_A	-40	—	+125	°C	
存储温度范围	T_A	-65	—	+150	°C	
封装热阻						
热阻, 5 引脚 SC70	θ_{JA}	—	331	—	°C/W	注 1
热阻, 6 引脚 SC70	θ_{JA}	—	207	—	°C/W	

注 1: 封装功耗 (P_{DIS}) 按如下公式计算:

$$P_{DIS} = (T_J - T_A) / \theta_{JA},$$

其中: T_J = 结温, T_A = 环境温度。

MCP40D17/18/19

注:

2.0 典型工作特性曲线

注： 以下图表为基于有限数量样本所作的统计，仅供参考。所列特性未经测试，我公司不作任何担保。在一些图表中，所列数据可能超出规定的工作范围（如：超出规定的电源电压范围），因而不在于担保范围内。

注： 除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = 5\text{V}$ ， $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

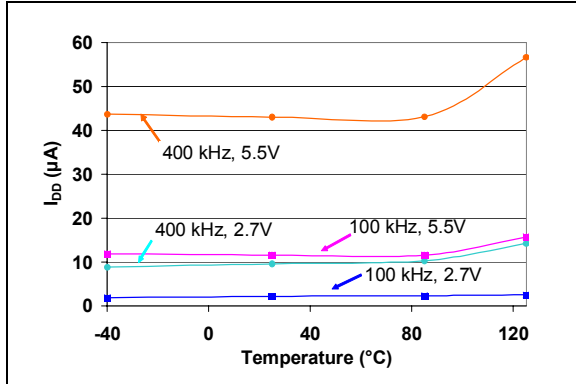


图 2-1： 接口有效电流 (I_{DD}) — SCL 频率 (f_{SCL}) 和温度曲线 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$, 2.7V 和 5.5V)

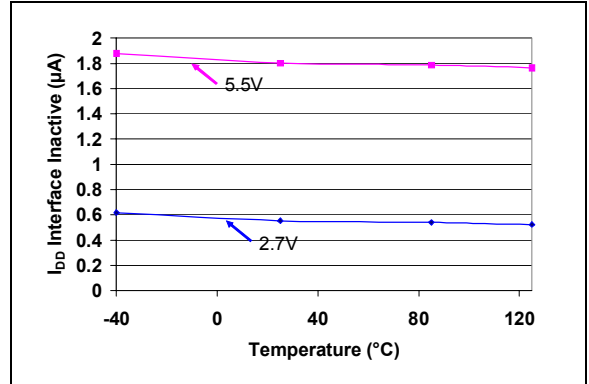


图 2-2： 接口无效电流 (I_{SHDN}) — 温度曲线 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$, 2.7V 和 5.5V)

MCP40D17/18/19

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

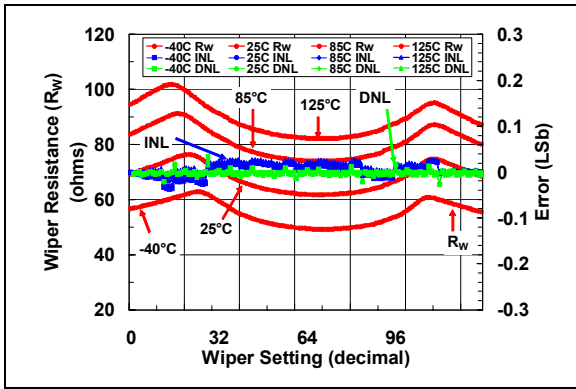


图 2-3: 5.0 kΩ 电位器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)。 ($A = V_{DD}$, $B = V_{SS}$)。

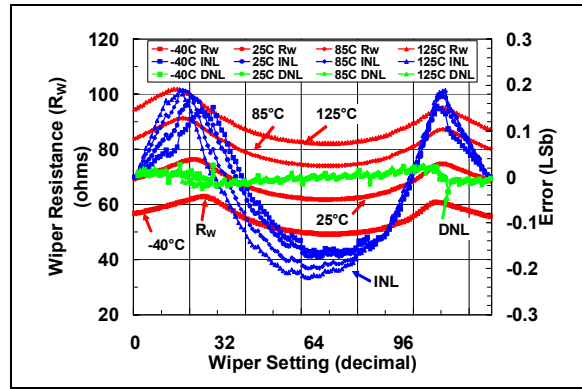


图 2-6: 5.0 kΩ 变阻器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)。 ($I_W = 1.4\text{mA}$, $B = V_{SS}$)。

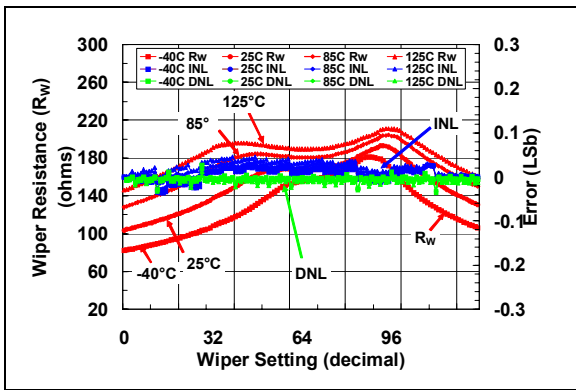


图 2-4: 5.0 kΩ 电位器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)。 ($A = V_{DD}$, $B = V_{SS}$)。

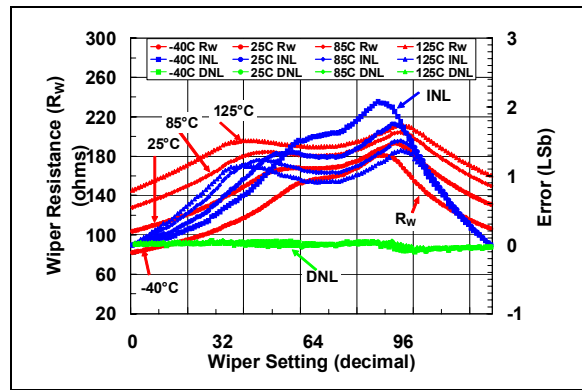
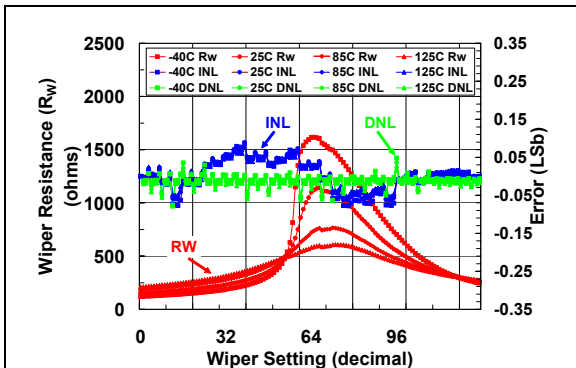
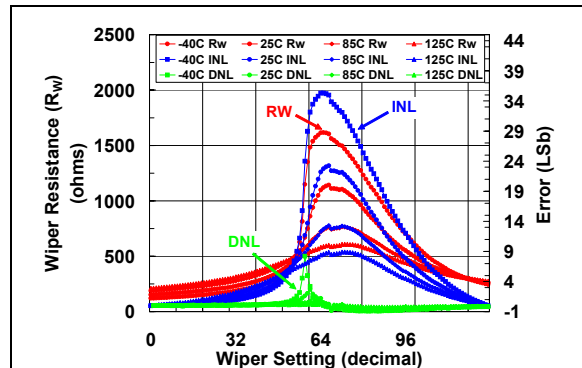


图 2-7: 5.0 kΩ 变阻器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)。 ($I_W = 450\mu\text{A}$, $B = V_{SS}$)。



注：参见 AN1080 获取抽头电阻 (R_W) 特性随器件电压和抽头设置值变化的更多信息。

图 2-5: 5.0 kΩ 电位器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)。 ($A = V_{DD}$, $B = V_{SS}$)。



注：参见 AN1080 获取抽头电阻 (R_W) 特性随器件电压和抽头设置值变化的更多信息。

图 2-8: 5.0 kΩ 变阻器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)。 ($I_W = 260\mu\text{A}$, $B = V_{SS}$)。

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = 5\text{V}$ ， $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

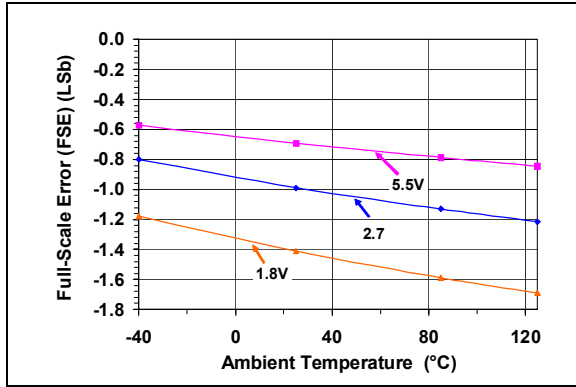


图 2-9: 5.0 kΩ: 满量程误差 (FSE) — 温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$, 2.7V, 1.8V)

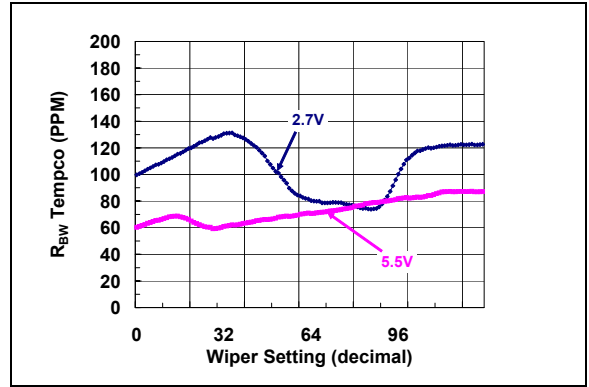


图 2-12: 5.0 kΩ: R_{BW} 温度系数 $\Delta R_{BW} / \Delta T$ — 代码曲线

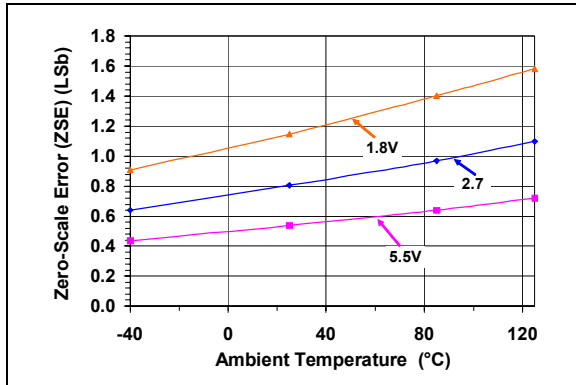


图 2-10: 5.0 kΩ: 零量程误差 (ZSE) — 温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$, 2.7V, 1.8V)

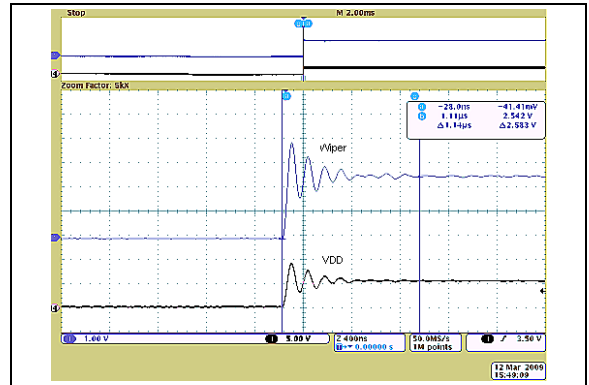


图 2-13: 5.0 kΩ: 上电时抽头响应时间曲线

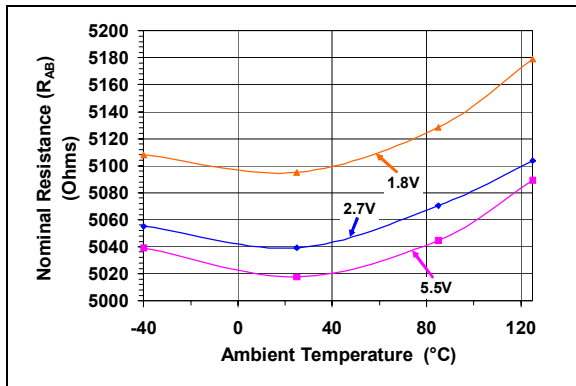


图 2-11: 5.0 kΩ: 标称电阻 (Ω) — 温度和 V_{DD} 曲线

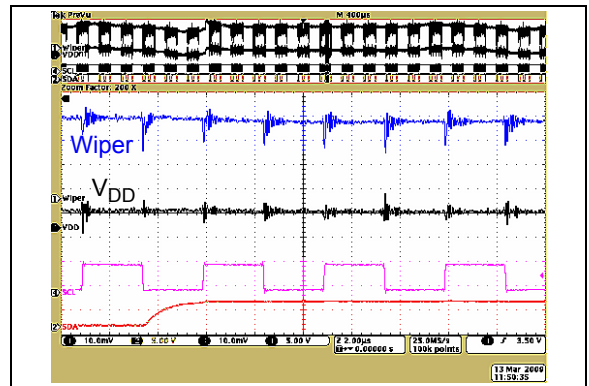


图 2-14: 5.0 kΩ: 数据吞吐率 (SCL 信号耦合到抽头引脚)

MCP40D17/18/19

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

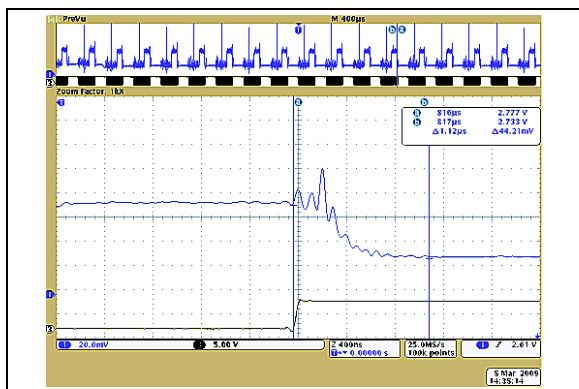


图 2-15: 5.0 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)

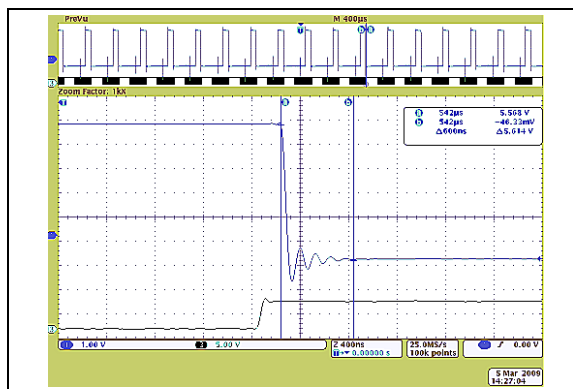


图 2-18: 5.0 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 稳定时间 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)

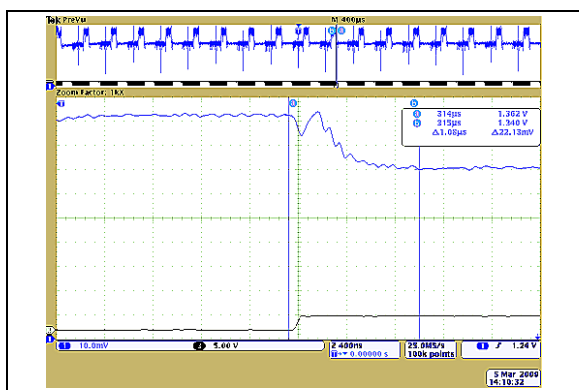


图 2-16: 5.0 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)

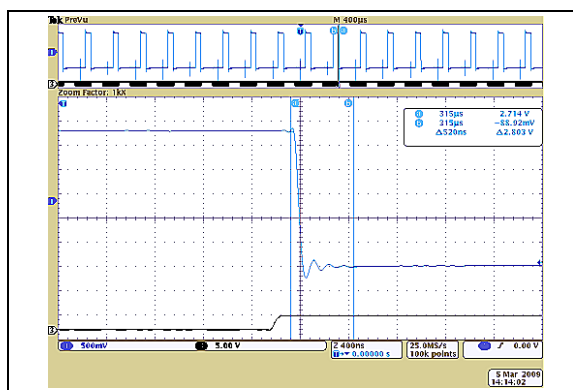


图 2-19: 5.0 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 稳定时间 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)

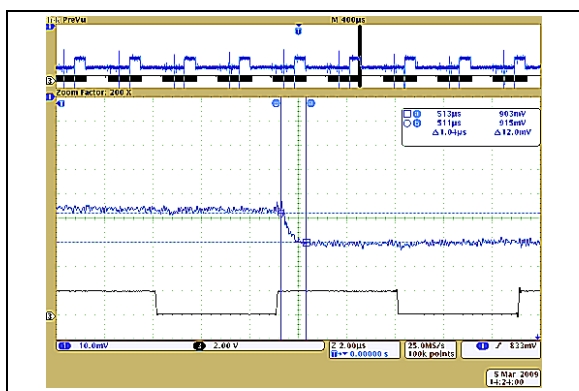


图 2-17: 5.0 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)

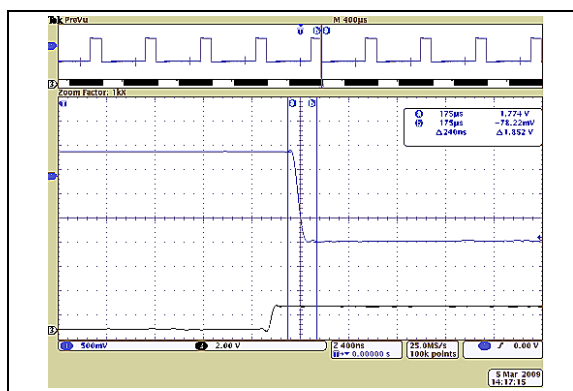


图 2-20: 5.0 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 稳定时间 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

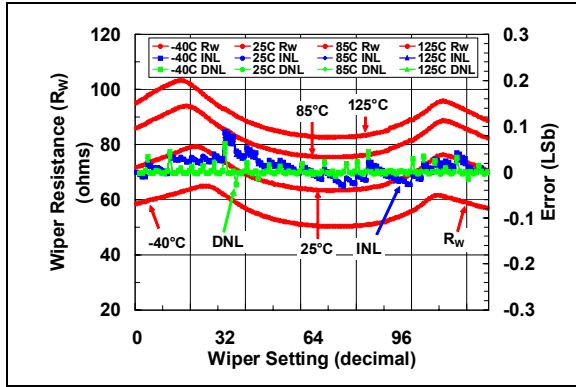


图 2-21: 10 kΩ 电位器模式 : R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)。 ($A = V_{DD}$, $B = V_{SS}$)

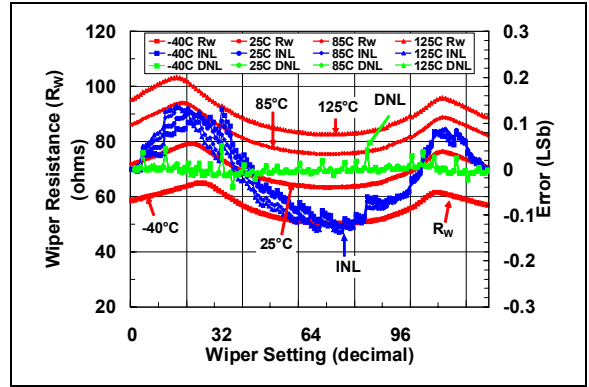


图 2-24: 10 kΩ 变阻器模式 : R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)。 ($I_W = 450\mu\text{A}$, $B = V_{SS}$)。

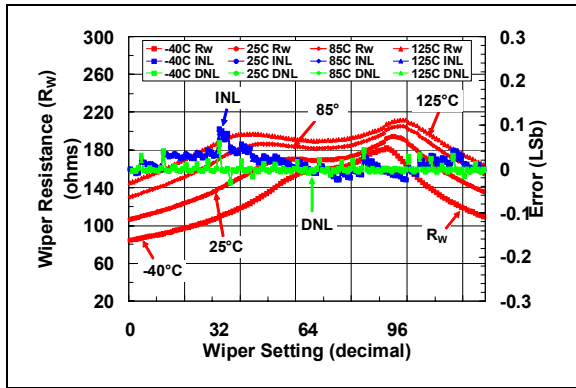


图 2-22: 10 kΩ 电位器模式 : R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)。 ($A = V_{DD}$, $B = V_{SS}$)

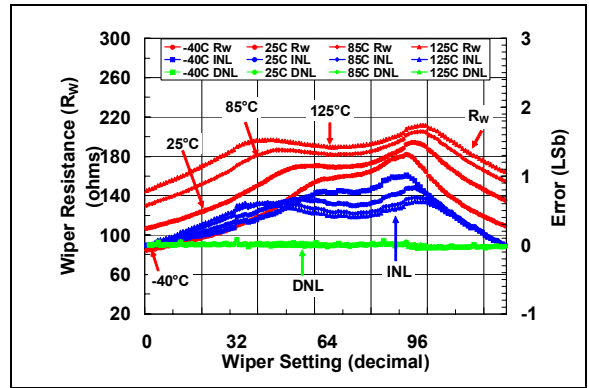
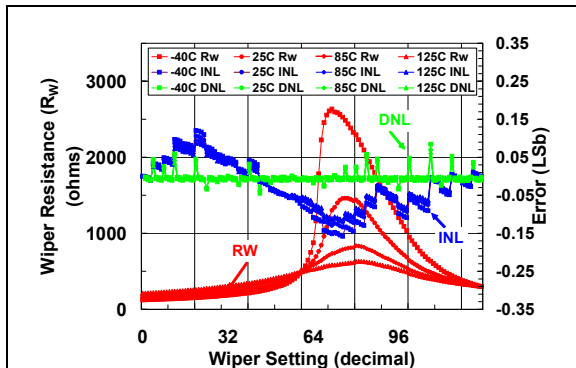
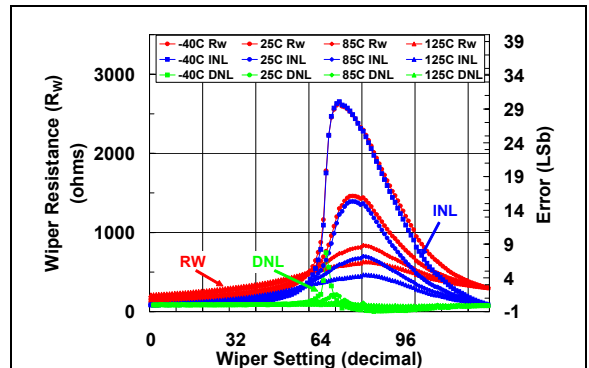


图 2-25: 10 kΩ 变阻器模式 : R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)。 ($I_W = 210\mu\text{A}$, $B = V_{SS}$)。



注：参见 AN1080 获取抽头电阻 (R_W) 特性随器件电压和抽头设置值变化的更多信息。

图 2-23: 10 kΩ 电位器模式 : R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)。 ($A = V_{DD}$, $B = V_{SS}$)



注：参见 AN1080 获取抽头电阻 (R_W) 特性随器件电压和抽头设置值变化的更多信息。

图 2-26: 10 kΩ 变阻器模式 : R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)。 ($I_W = 260\mu\text{A}$, $B = V_{SS}$)。

MCP40D17/18/19

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

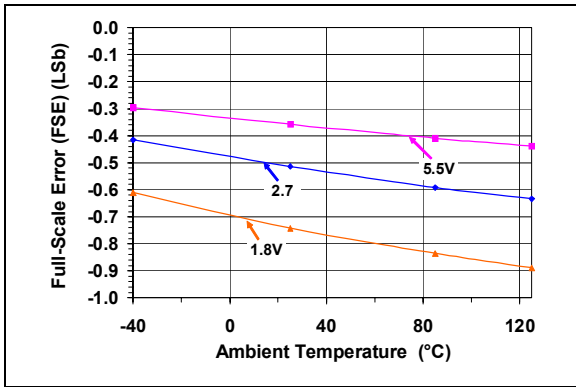


图 2-27: 10 kΩ: 满量程误差 (FSE) — 温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}, 2.7\text{V}, 1.8\text{V}$)

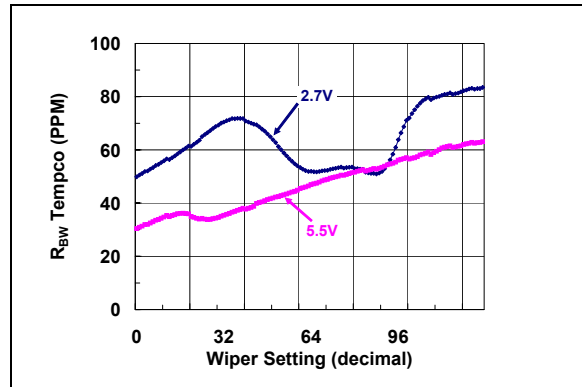


图 2-30: 10 kΩ: R_{BW} 温度系数 $\Delta R_{WB} / \Delta T$ — 代码曲线

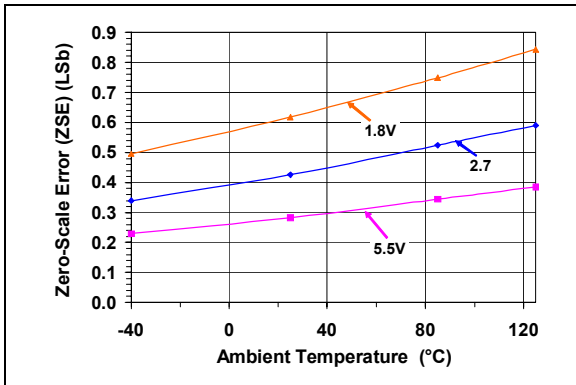


图 2-28: 10 kΩ: 零量程误差 (ZSE) — 温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}, 2.7\text{V}, 1.8\text{V}$)

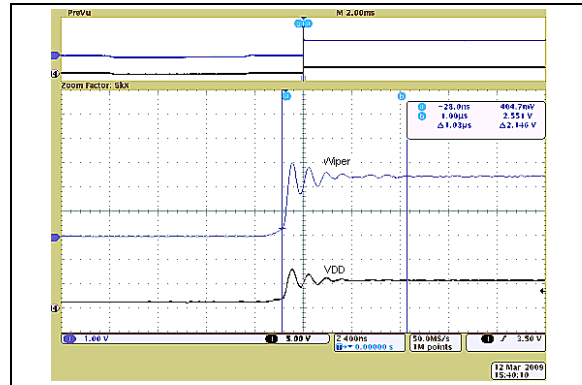


图 2-31: 10 kΩ: 上电时抽头响应时间曲线

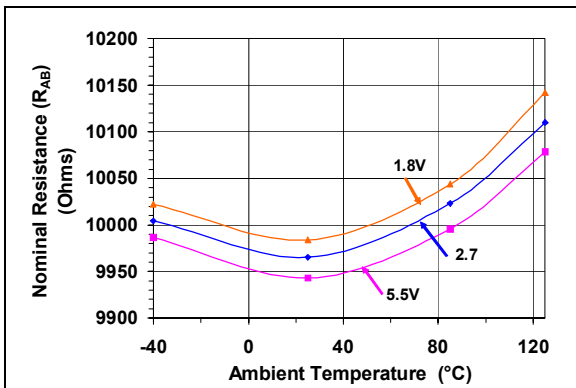


图 2-29: 10 kΩ: 标称电阻 (Ω) — 温度和 V_{DD} 曲线

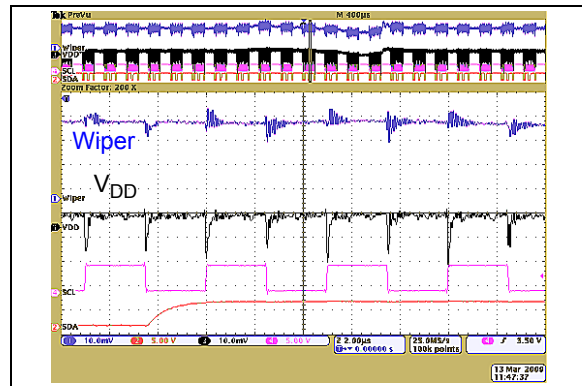


图 2-32: 10 kΩ: 数据吞吐率 (SCL 信号耦合到抽头引脚)

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

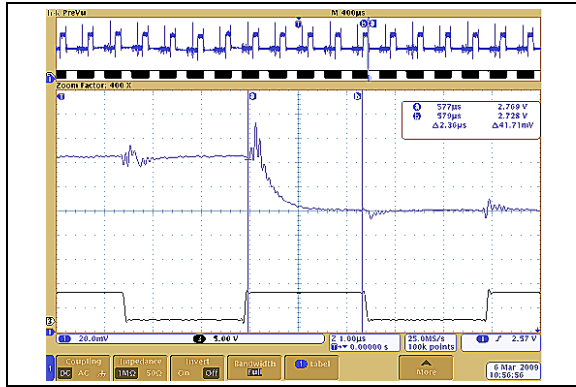


图 2-33: 10 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)

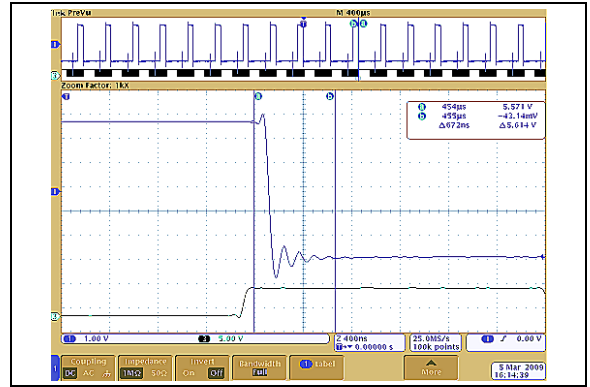


图 2-36: 10 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 稳定时间 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)

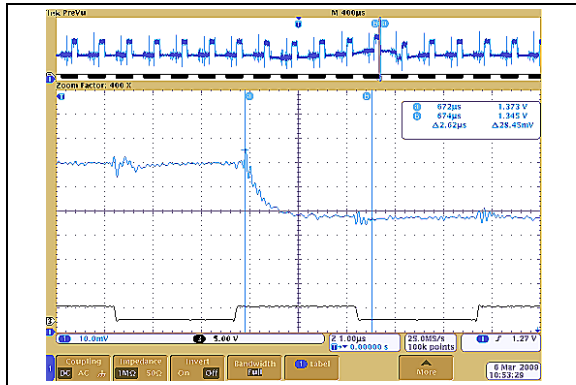


图 2-34: 10 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)

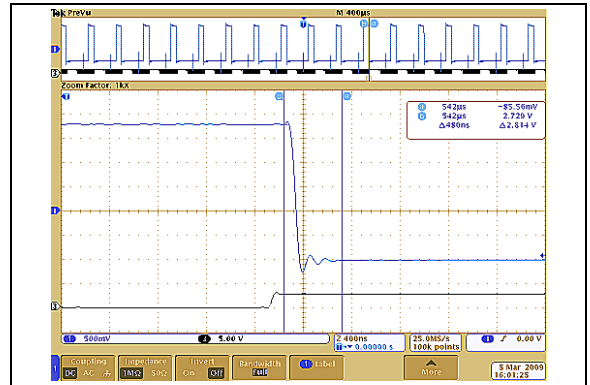


图 2-37: 10 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 稳定时间 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)

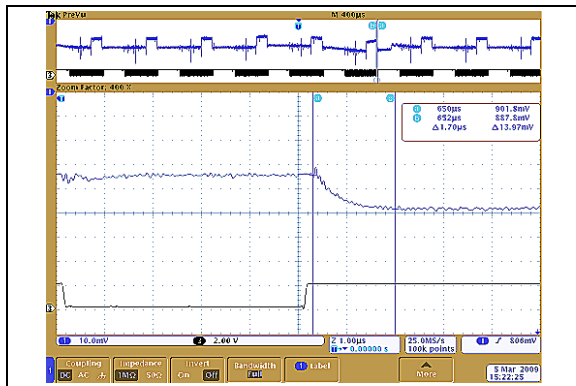


图 2-35: 10 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)

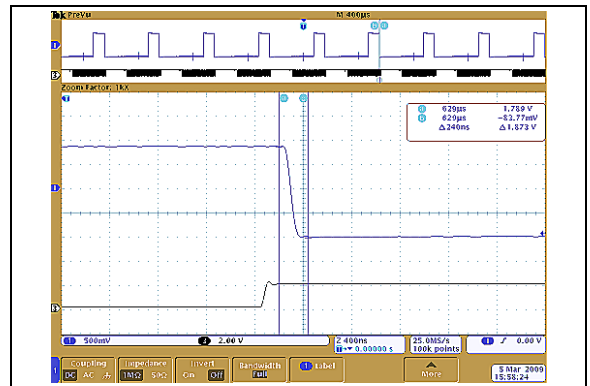


图 2-38: 10 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 稳定时间 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)

MCP40D17/18/19

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

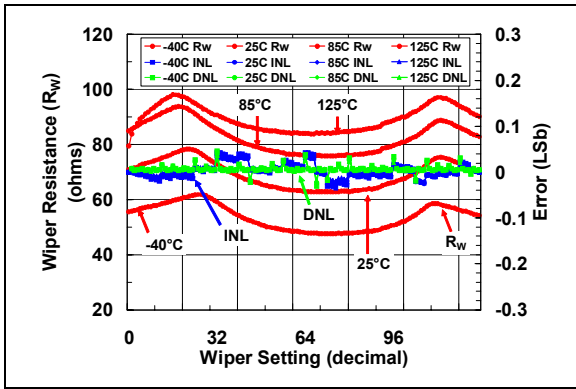


图 2-39: 50 kΩ 电位器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)。

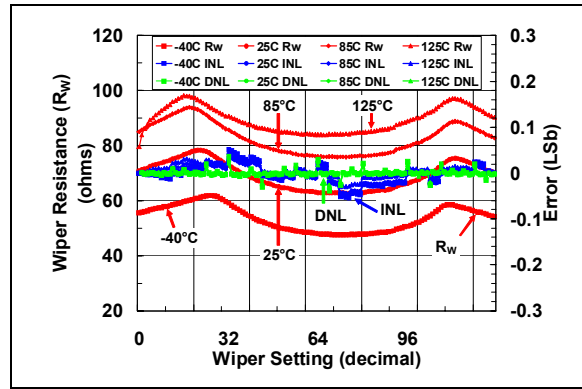


图 2-42: 50 kΩ 变阻器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)。 ($I_W = 90\mu\text{A}$, $B = V_{SS}$)。

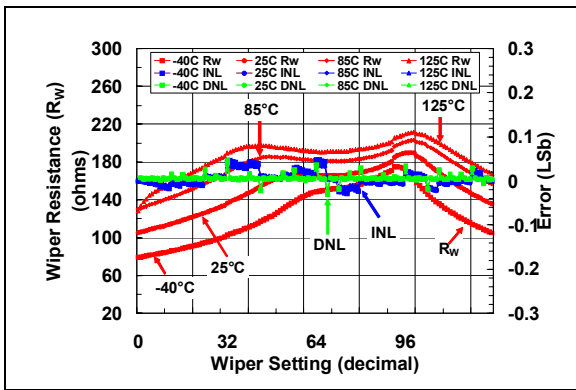


图 2-40: 50 kΩ 电位器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)。

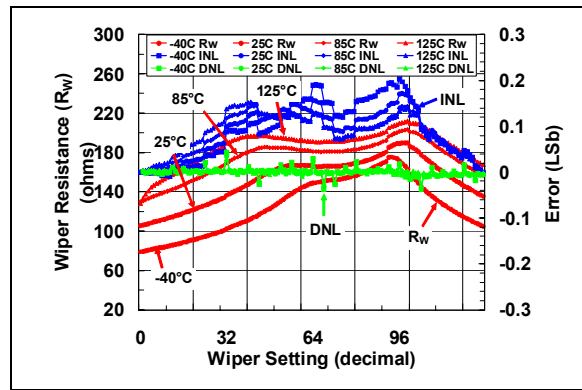
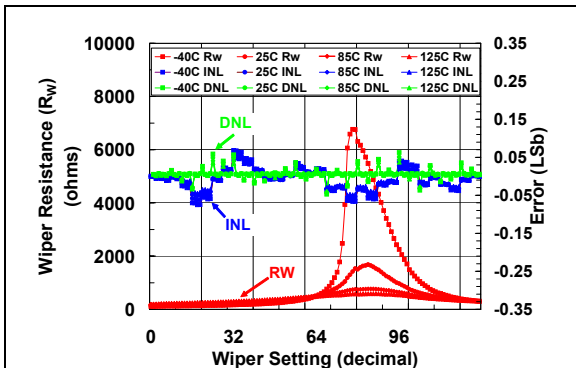
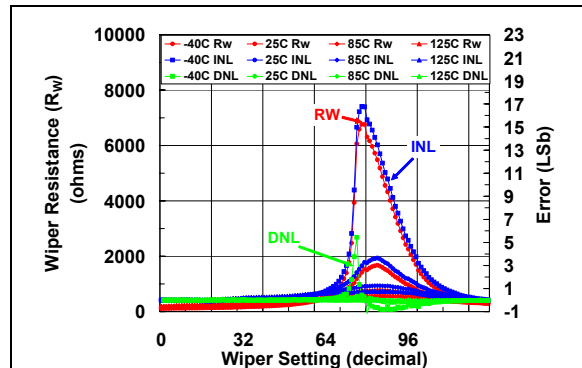


图 2-43: 50 kΩ 变阻器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)。 ($I_W = 45\mu\text{A}$, $B = V_{SS}$)。



注：参见 AN1080 获取抽头电阻 (R_W) 特性随器件电压和抽头设置值变化的更多信息。

图 2-41: 50 kΩ 电位器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)。



注：参见 AN1080 获取抽头电阻 (R_W) 特性随器件电压和抽头设置值变化的更多信息。

图 2-44: 50 kΩ 阻器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)。 ($I_W = 260\mu\text{A}$, $B = V_{SS}$)。

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

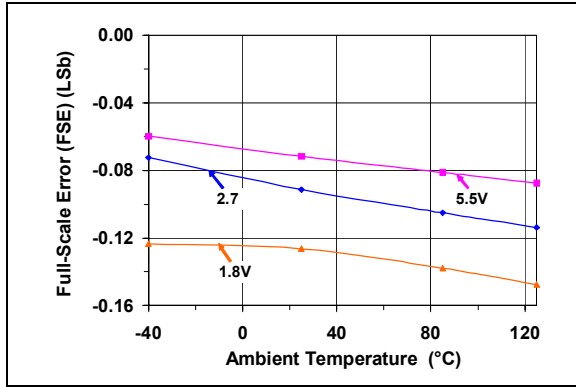


图 2-45: 50 kΩ 满量程误差 (FSE) — 温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}, 2.7\text{V}, 1.8\text{V}$)

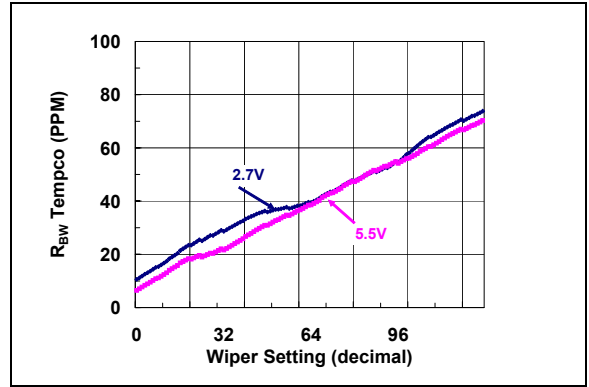


图 2-48: 50 kΩ: R_{BW} 温度系数 $\Delta R_{WB} / \Delta T$ — 代码曲线

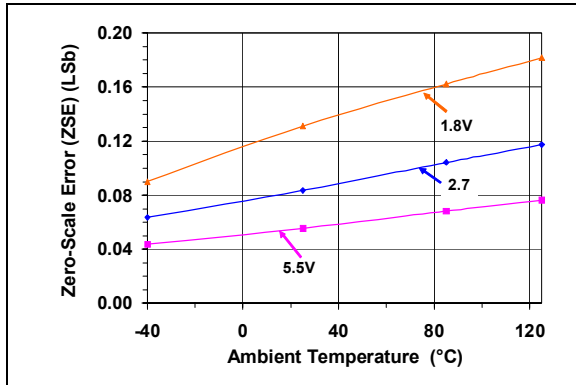


图 2-46: 50 kΩ: 零量程误差 (ZSE) — 温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}, 2.7\text{V}, 1.8\text{V}$)

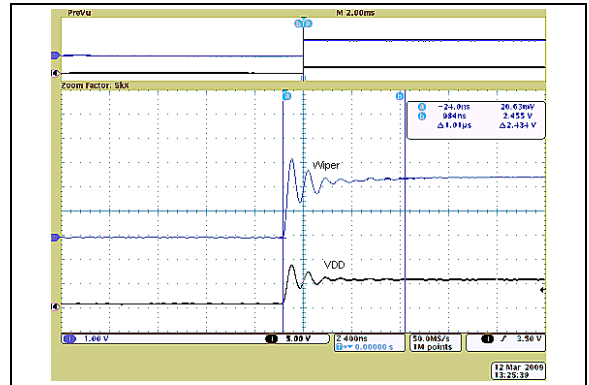


图 2-49: 50 kΩ: 上电时抽头响应时间曲线

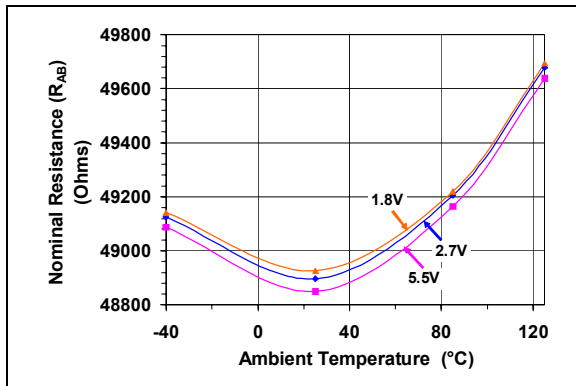


图 2-47: 50 kΩ: 标称电阻 (Ω) — 环境温度和 V_{DD} 曲线

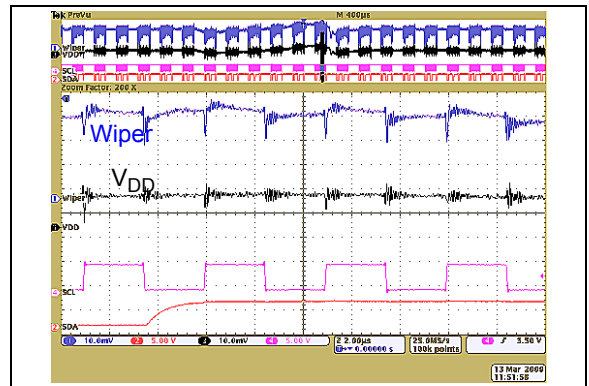


图 2-50: 50 kΩ: 数据吞吐率 (SCL 信号耦合到抽头引脚)

MCP40D17/18/19

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

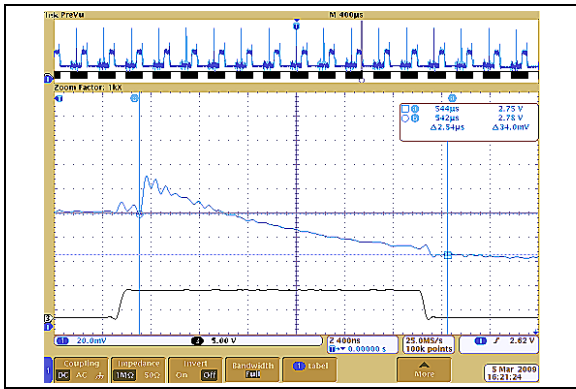


图 2-51: 50 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)

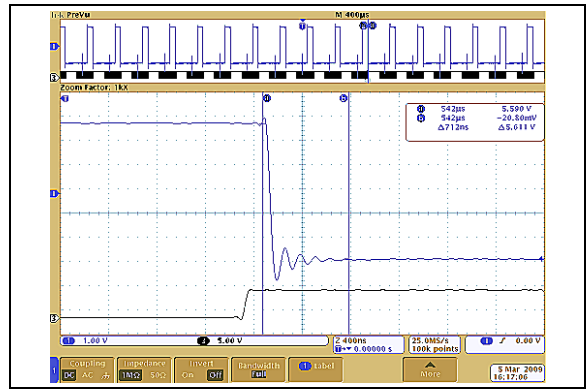


图 2-54: 50 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 稳定时间 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)

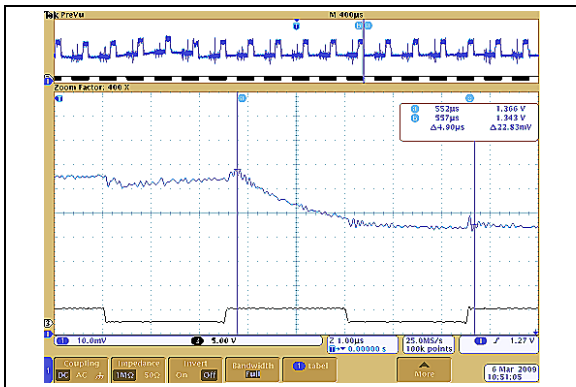


图 2-52: 50 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)

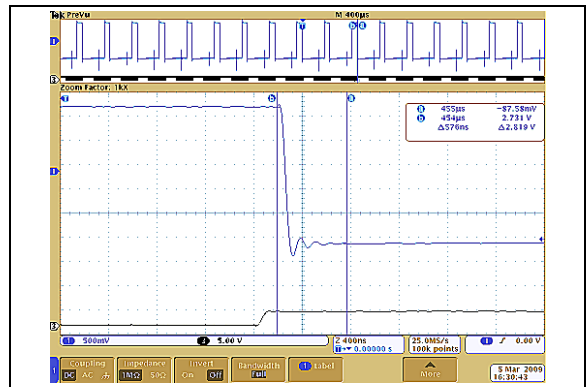


图 2-55: 50 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 设定时间 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)

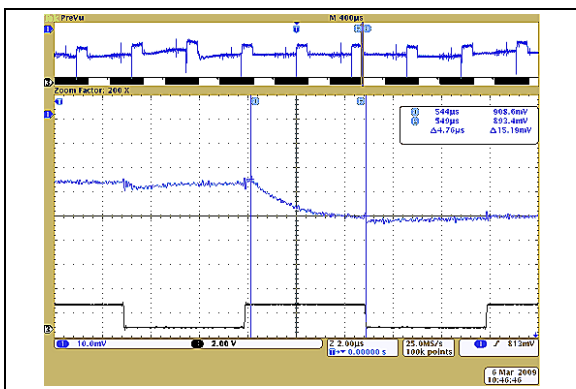


图 2-53: 50 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)

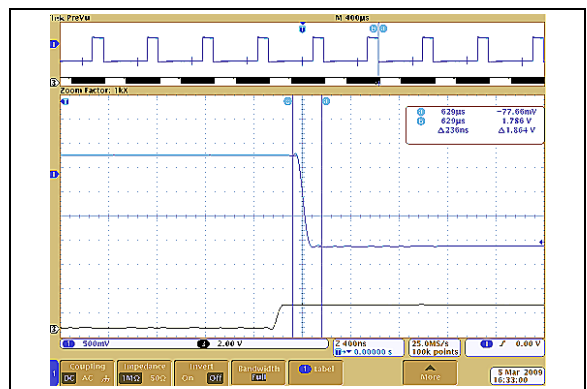


图 2-56: 50 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 稳定时间 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

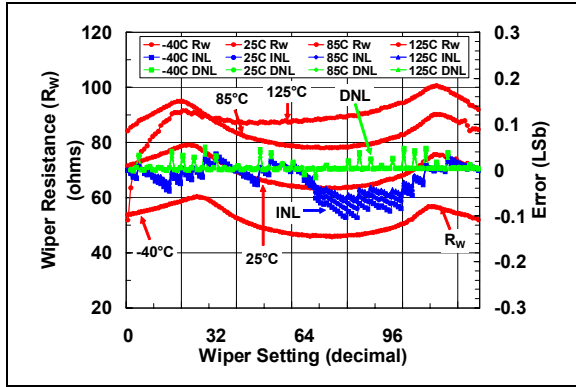


图 2-57: 100 kΩ 电位器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)。

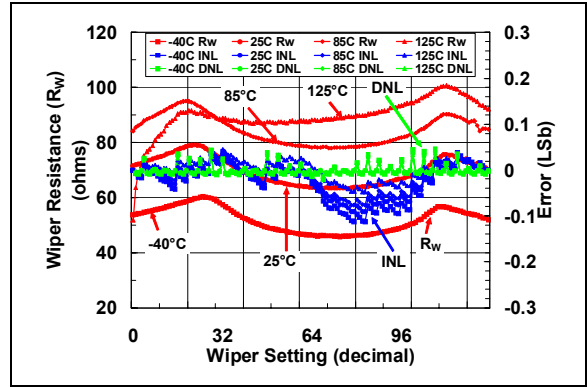


图 2-60: 100 kΩ 变阻器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)。 ($I_W = 45\mu\text{A}$, $B = V_{SS}$)。

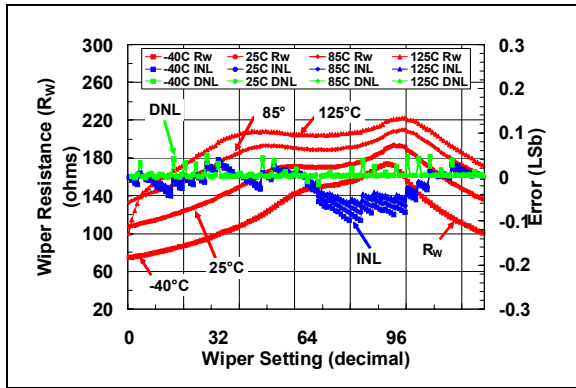


图 2-58: 100 kΩ 电位器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)。

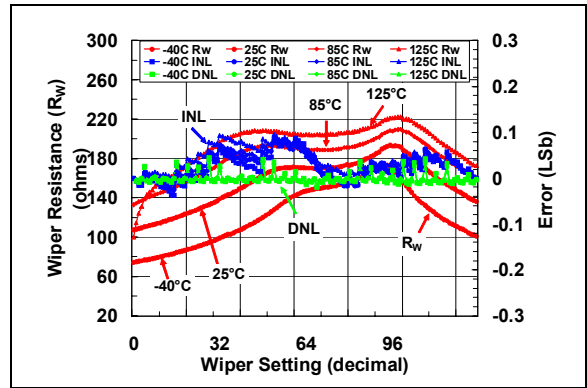
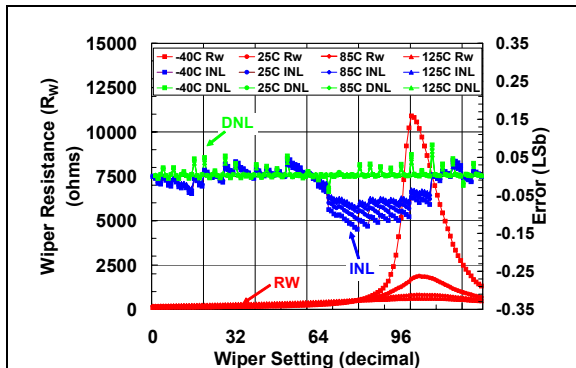
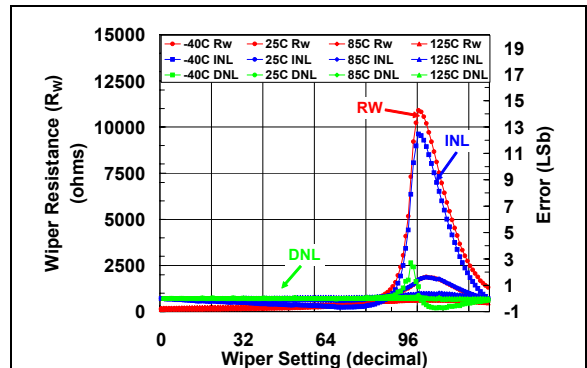


图 2-61: 100 kΩ 变阻器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)。 ($I_W = 21\mu\text{A}$, $B = V_{SS}$)。



注：参见 AN1080 获取抽头电阻 (R_W) 特性随器件电压和抽头设置值变化的更多信息。

图 2-59: 100 kΩ 电位器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)。



注：参见 AN1080 获取抽头电阻 (R_W) 特性随器件电压和抽头设置值变化的更多信息。

图 2-62: 100 kΩ 变阻器模式: R_W (Ω), INL (LSb), DNL (LSb) — 抽头设置和温度曲线 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)。 ($I_W = 260\mu\text{A}$, $B = V_{SS}$)。

MCP40D17/18/19

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

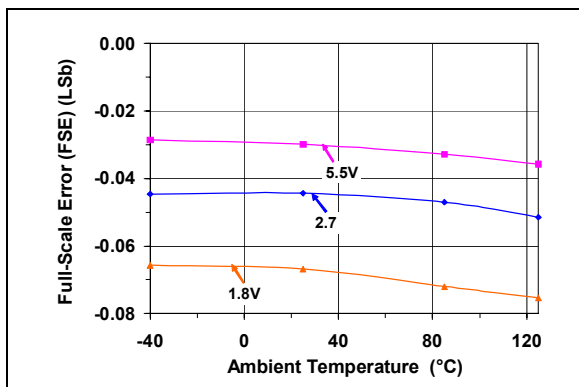


图 2-63: 100 kΩ: 满量程误差 (FSE) — 温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}, 2.7\text{V}, 1.8\text{V}$)

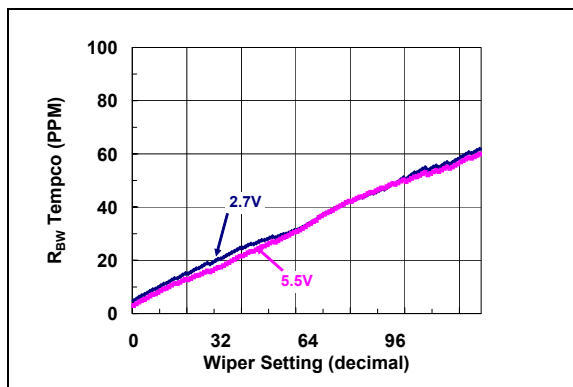


图 2-66: 100 kΩ: R_{BW} 温度系数 $\Delta R_{WB} / \Delta T$ 一代码曲线

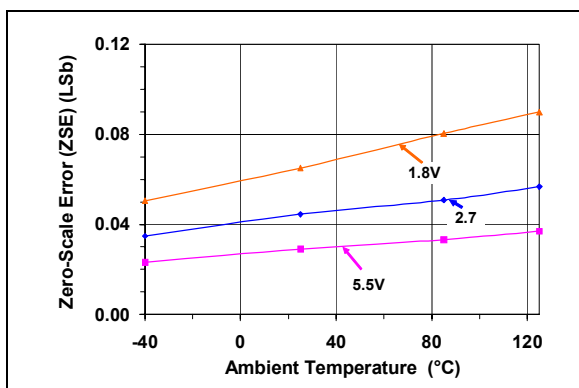


图 2-64: 100 kΩ: 零量程误差 (ZSE) — 温度曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}, 2.7\text{V}, 1.8\text{V}$)

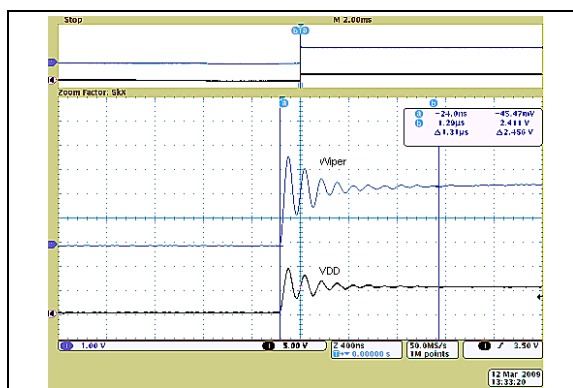


图 2-67: 100 kΩ: 上电时抽头响应时间曲线

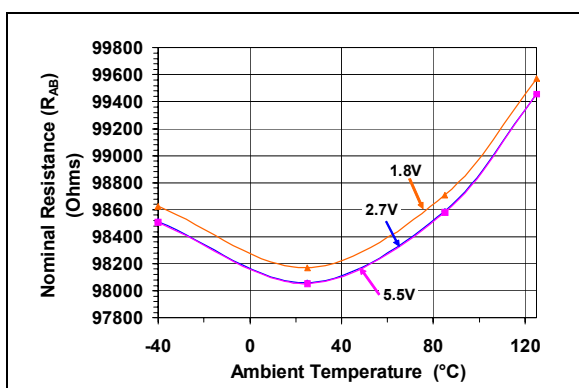


图 2-65: 100 kΩ: 标称电阻 (Ω) — 环境温度和 V_{DD} 曲线

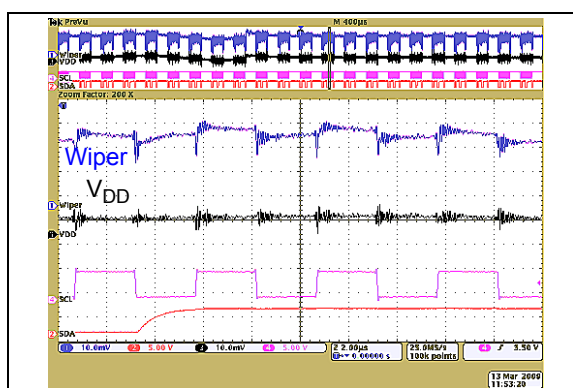


图 2-68: 100 kΩ: 数据吞吐率 (SCL 信号耦合到抽头引脚)

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

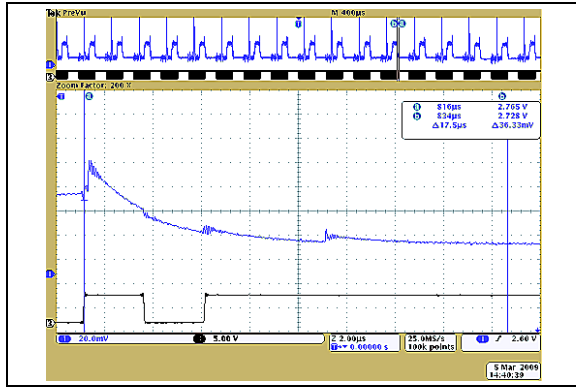


图 2-69: 100 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)

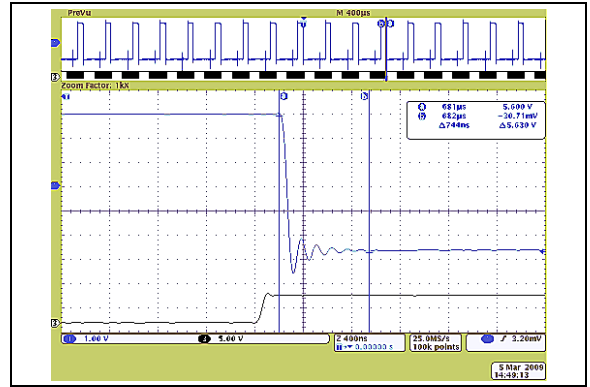


图 2-72: 100 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 稳定时间 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)

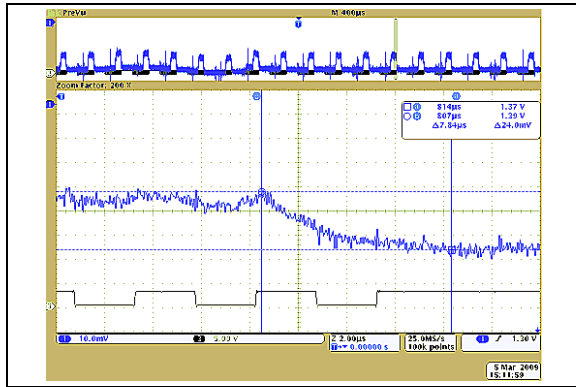


图 2-70: 100 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)

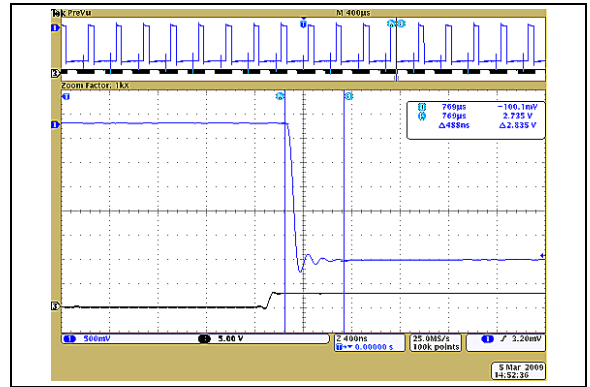


图 2-73: 100 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 稳定时间 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)

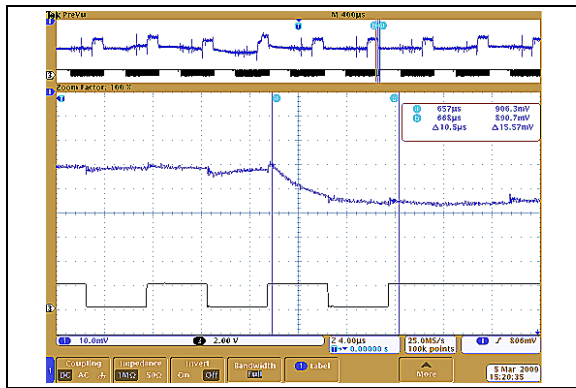


图 2-71: 100 kΩ: 写抽头 (40h → 3Fh) 稳定时间 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)

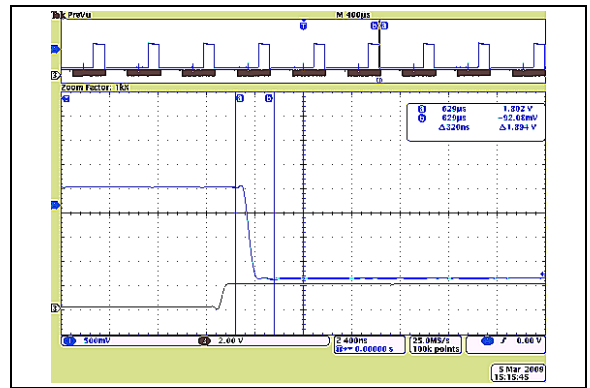


图 2-74: 100 kΩ: 写抽头 (FFh → 00h) 稳定时间 ($V_{DD} = 1.8\text{V}$)

MCP40D17/18/19

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

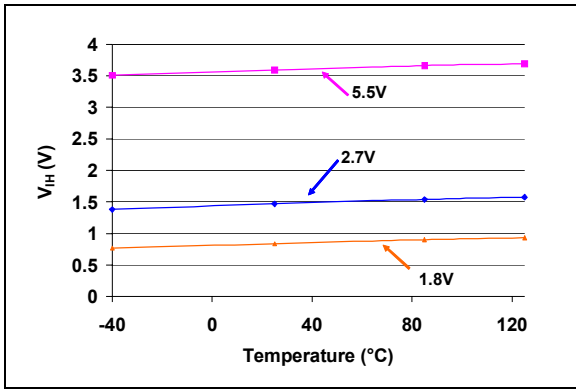


图 2-75: V_{IH} (SDA, SCL) — V_{DD} 和温度曲线

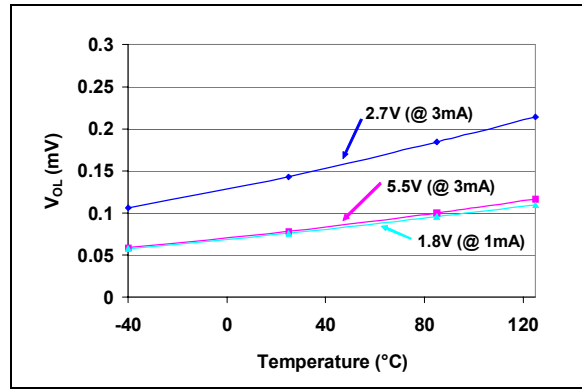


图 2-77: V_{OL} (SDA) — V_{DD} 和温度曲线

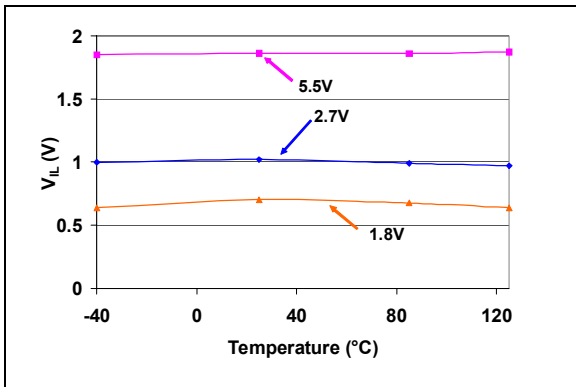


图 2-76: V_{IL} (SDA, SCL) — V_{DD} 和温度曲线

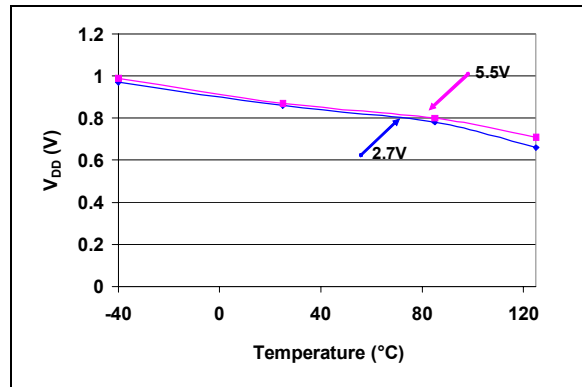


图 2-78: POR/BOR 跳变点 — V_{DD} 和温度曲线

注：除非另外说明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

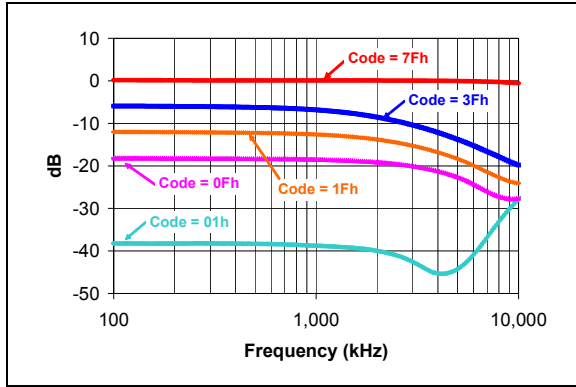


图 2-79: 5 kΩ - 增益 - 频率曲线 (-3dB)

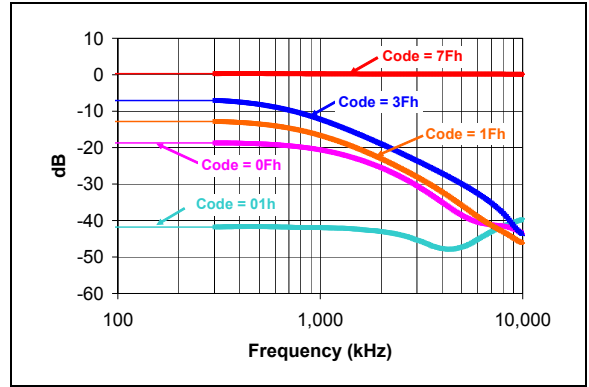


图 2-82: 100 kΩ - 增益 - 频率曲线 (-3dB)

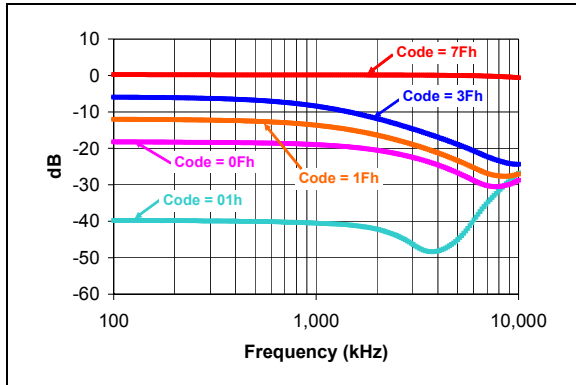


图 2-80: 10 kΩ - 增益 - 频率曲线 (-3dB)

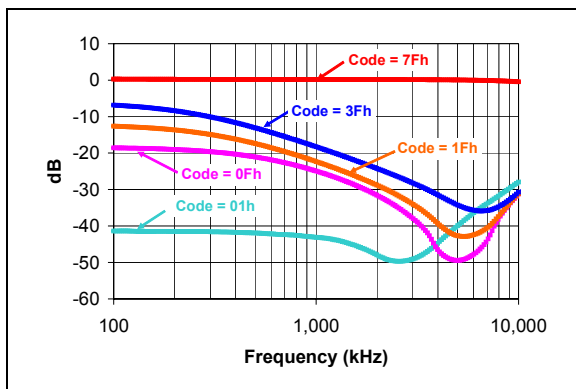


图 2-81: 50 kΩ - 增益 - 频率曲线 (-3dB)

2.1 测试电路

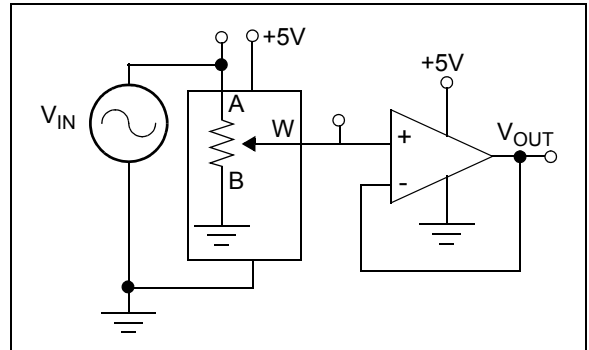


图 2-83: 增益 - 频率测试 (-3dB)

MCP40D17/18/19

注:

3.0 引脚说明

表 3-1 列出了器件的引脚功能。关于器件引脚的更多说明随表之后：

表 3-1: MCP40D17/18/19 引脚说明

引脚名称	引脚编号			引脚类型	缓冲器类型	功能
	MCP40D17 (SC70-6)	MCP40D18 (SC70-6)	MCP40D19 (SC70-5)			
V _{DD}	1	1	1	P	—	正电源输入
V _{SS}	2	2	2	P	—	地
SCL	3	3	3	I/O	ST (OD)	I ² C 串行时钟引脚
SDA	4	4	4	I/O	ST (OD)	I ² C 串行数据引脚
B	5	—	—	I/O	A	电位器接线端 B
W	6	5	5	I/O	A	电位器抽头端
A	—	6	—	I/O	A	电位器接线端 A

图注： A = 模拟输入
I = 输入

ST (OD) = 施密特触发器 (漏极开路)
O = 输出

I/O = 输入 / 输出

P = 电源

MCP40D17/18/19

3.1 正电源输入 (V_{DD})

V_{DD} 引脚是器件的正电源输入。输入电源相对于 V_{SS} ，其范围为 1.8V 至 5.5V。推荐在 V_{DD} 至 V_{SS} 间连接一个去耦电容，以获取最佳性能。

当器件电压处于 $1.8V \leq V_{DD} < 2.7V$ 时，器件电阻网络的电气性能可能无法满足数据手册中的规范。

3.2 地 (V_{SS})

V_{SS} 引脚是器件参考地。

3.3 I²C 串行时钟 (SCL)

SCL 引脚是 I²C 接口的串行时钟引脚。MCP40D17/18/19 只能用作从器件，因此 SCL 引脚仅接收外部时钟信号。SCL 引脚为开漏输出。请参见第 5.0 节“串行接口——I²C 模块”了解关于 I²C 串行接口通信的更详细信息。

3.4 I²C 串行数据 (SDA)

SDA 引脚是 I²C 接口的串行数据引脚。SDA 引脚带施密特触发输入和开漏输出。请参见第 5.0 节“串行接口——I²C 模块”了解关于 I²C 串行接口通信的更详细信息。

3.5 电位器接线端 B

接线端 B 引脚（某些器件提供）连接到内部电位器的接线端 B。

电位器的接线端 B 固定连接到数字电位器的零量程抽头值（0x00）。

MCP40D17 器件提供接线端 B 引脚。接线端 B 引脚的极性与接线端 W 引脚无关。接线端 B 引脚可以支持正电流和负电流。接线端 B 上的电压必须介于 V_{SS} 和 V_{DD} 之间。

MCP40D18 和 MCP40D19 器件不提供接线端 B 引脚。对于这些器件，电位器的接线端 B 在内部连接到 V_{SS} 。

3.6 电位器抽头 (W) 端

接线端 W 引脚连接到内部电位器的接线端 W（抽头）。抽头端是数字电位器的可调接线端。接线端 W 引脚的极性与接线端 A 或 B 引脚无关。接线端 W 引脚可以支持正电流和负电流。接线端 W 上的电压必须介于 V_{SS} 和 V_{DD} 之间。

3.7 电位器接线端 A

接线端 A 引脚（某些器件提供）连接到内部电位器的接线端 A。

电位器的接线端 A 固定连接到数字电位器的满量程抽头值（0x7F）。

MCP40D18 器件提供接线端 A 引脚。接线端 A 引脚的极性与接线端 W 引脚无关。接线端 A 引脚可以支持正电流和负电流。接线端 A 上的电压必须介于 V_{SS} 和 V_{DD} 之间。

MCP40D17 和 MCP40D19 器件不提供接线端 A 引脚。对于这些器件，电位器的接线端 A 在内部浮空。

4.0 概述

MCP40D17/18/19 器件是通用的数字电位器，专用于要求电阻可编程且带宽适中的应用。

本数据手册介绍包含 3 种数字电位器和变阻器的器件系列。MCP40D18 器件为电位器配置，而 MCP40D17 和 MCP40D19 器件为变阻器配置。

MCP40D17/18/19 器件适用的应用通常包括：

- 计算机服务器
- 设定点或失调调整
- 传感器校准
- 增益和失调可选的放大器设计
- 机械式调节电位器颇具成本效益的替代品

如**器件框图**所示，有 4 个主要功能模块。这些功能模块是：

- **POR/BOR 操作**
- **串行接口——I²C 模块**
- **电阻网络**

本节讨论 POR/BOR 操作和存储器映射，电阻网络和 I²C 操作将在它们各自的小节中描述。**第 5.4 节**中讨论了**串行命令**。

4.1 POR/BOR 操作

在器件的 V_{DD} 和 V_{SS} 间施加电源时，发生上电复位。当对器件供电时，如果电源（电压）降低到低于规定范围，则会发生欠压复位。

器件 RAM 保持电压（V_{RAM}）低于 POR/BOR 电压跳变点（V_{POR/VBOR}）。最大 V_{POR/VBOR} 电压低于 1.8V。

当 V_{POR/VBOR} < V_{DD} < 2.7V 时，电阻网络的电气性能可能无法满足数据手册中的规范。在该区域中，如果执行了正确的串行命令，器件可以读写易失性存储器。

表 4-1 显示了整个 V_{DD} 范围内数字电位器的功能，而 **图 4-1** 显示了上电和掉电功能。

4.1.1 上电复位

当器件上电时，器件 V_{DD} 将上升到高于 V_{POR/VBOR} 电压。当 V_{DD} 电压高于 V_{POR/VBOR} 电压后，会发生下列情况：

- 易失性抽头寄存器中装入缺省抽头值（3Fh）。
- 器件能够进行数字操作。

4.1.2 欠压复位

器件关闭电源时，器件 V_{DD} 将下降到低于 V_{POR/VBOR} 电压。当 V_{DD} 电压降低到低于 V_{POR/VBOR} 电压后，会发生以下情况：

- 串行接口被禁止。

如果 V_{DD} 电压降低到低于 V_{RAM} 电压，会发生以下情况：

- 易失性抽头寄存器的内容可能被破坏。

对于电压恢复到高于 V_{POR/VBOR} 电压时的情况，请参见**第 4.1.1 节 “上电复位”**。

串行命令由于欠压条件而未能完成时，可能导致存储器单元的内容被破坏。

4.1.3 抽头寄存器（RAM）

抽头寄存器为易失性寄存器，在 RAM 保持电压（V_{RAM}）下开始工作。当 V_{DD} 上升超过 V_{POR/VBOR} 电压时，抽头寄存器将加载其缺省抽头值。

4.1.4 器件电流

器件电流按其两种工作模式分类，这两种模式为：

- 串行接口无效（静态工作）
- 串行接口有效

当接收到停止条件时，器件进入静态工作模式。接收到启动条件时则退出静态工作模式。

MCP40D17/18/19

表 4-1: 不同 V_{DD} 范围时器件功能 (注 1)

V_{DD} 电平	串行接口	电位器接线端	抽头设置	备注
$V_{DD} < V_{BOR} < 1.8V$	忽略	未知	未知	
$V_{BOR} \leq V_{DD} < 1.8V$	未知	在降低电气规范下工作	抽头寄存器加载其 POR/BOR 缺省值	
$1.8V \leq V_{DD} < 2.7V$	接受	在降低电气规范下工作	抽头寄存器决定抽头设置	电气性能可能不满足数据手册的规范
$2.7V \leq V_{DD} \leq 5.5V$	接受	工作	抽头寄存器决定抽头设置	满足数据手册的规范

注 1: 若系统电压低于最小工作电压, 推荐使用电压监测器件, 使系统处于复位状态, 这将确保 MCP40D17/18/19 不会在超出其工作范围时执行任何命令。

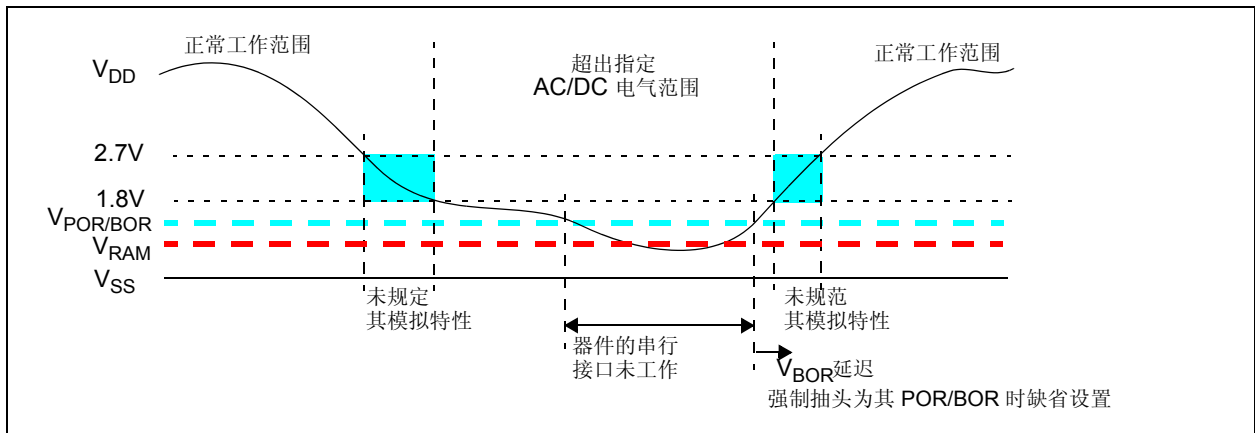


图 4-1: 上电和掉电事件

5.0 串行接口——I²C 模块

使用 2 线 I²C 串行协议来读 / 写数字电位器的抽头寄存器。I²C 协议使用 SCL 输入引脚和 SDA 输入和输出引脚。

I²C 串行接口支持下列特性：

- 从工作模式
- 7 位寻址
- 支持下列时钟速率模式：
 - 标准模式，比特率最高达 100 kb/s
 - 快速模式，比特率最高达 400 kb/s
- 支持多主机应用

串行时钟由主器件产生。

I²C 模块符合 Phillips I²C 规范。Phillips 的 I²C 规范仅定义了一帧中域类型、域长度、时序等。帧的内容定义了器件的行为。MCP40D17、MCP40D18 和 MCP40D19 器件帧的内容定义在数据手册本节中。

图 5-1 给出了典型的 I²C 总线配置。

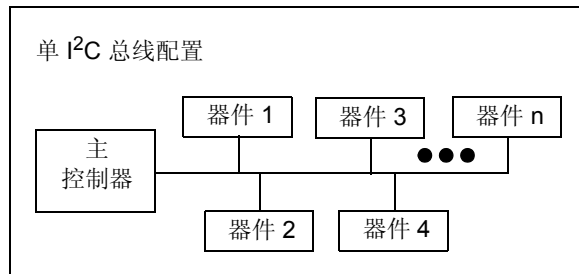


图 5-1: 典型应用中 I²C 总线配置

请参见第 2.0 节“典型工作特性曲线”中交流 / 直流电气特性表获取关于输入门限和时序参数的详细信息。

5.1 I²C I/O 注意事项

I²C 规范要求连接到总线的器件具有低电平有效（即高电平无效）功能。由于器件依靠独立电源工作，因此不允许使用钳位 ESD 二极管。规范推荐使用带上拉电阻的开漏晶体管，并将其连接到 V_{SS}。该规范仅推荐了上拉电阻在一般情况下的值，而没有推荐具体的电阻值，因为总线速率和总线电容影响着用于优化系统性能的上拉电阻值。

通常上拉电阻范围为 1 kΩ 至 ~10 kΩ（最大值）。功率要求严格的应用中可能倾向于选择高阻值的电阻，以减小通信时的电流消耗，但是这些应用通常使用较低的 V_{DD} 供电。

当器件断电时，SDA 和 SCL 线浮空（未被驱动）。

SCL 和 SDA 引脚作为输入引脚时，引脚上具有毛刺滤波器。当这些引脚作为输出时，这些引脚上具有压摆率控制，其功能独立于器件频率。

5.1.1 斜率控制

器件可实现 SDA 输出的斜率控制。斜率控制由快速模式规范定义。

对快速（FS）模式，在 SDA 和 SCL 引脚上器件有尖峰抑制和施密特触发器输入。

MCP40D17/18/19

5.2 I²C 位定义

I²C 位定义包括:

- 启动位
- 数据位
- 应答 (A) 位
- 重复启动位
- 停止位
- 时钟延长

图 5-8 显示了这些状态的波形。

5.2.1 启动位

启动位 (见图 5-2) 表示数据传送序列的开始。当 SCL 信号为“高电平”时, SDA 信号从高电平下降为低电平被定义为启动位。

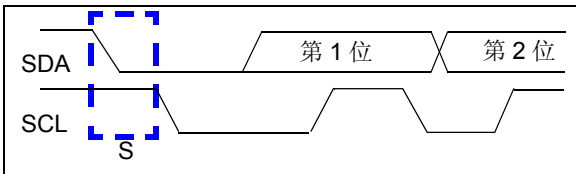


图 5-2: 启动位

5.2.2 数据位

当 SCL 信号为低电平时, SDA 信号可改变状态。当 SCL 信号为高电平时, SDA 信号必须是稳定不变的 (见图 5-3)。

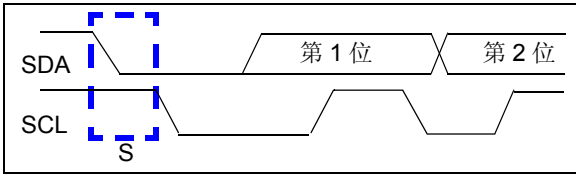


图 5-3: 数据位

5.2.3 应答 (A) 位

应答 (A) 位 (见图 5-4) 通常是从器件发送给主器件的响应。根据传送序列的前后关系, 应答位表示不同的事情。通常在接收到启动位和 8 个“数据”位后, 从器件会提供一个应答位。应答位使 SDA 信号变为低电平。

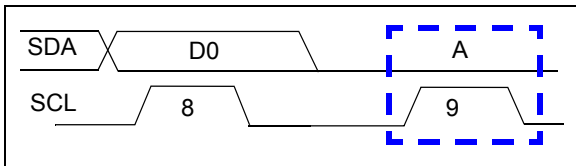


图 5-4: 应答波形图

若从地址无效, 则从器件将发出不应答位 (\bar{A})。 \bar{A} (不
应答位) 使 SDA 信号变为高电平。

如果一个错误状态出现 (例如: 不
应答位 \bar{A} 替代应答位 A), 那么必须发出启动位来复位命令状态机。

表 5-1: MCP40D17/18/19 A / \bar{A} 响应

事件	应答位 响应	备注
广播呼叫	\bar{A}	
从地址有效	A	
从地址无效	\bar{A}	
总线冲突	N.A.	如果冲突发生在主 器件“启动位” 时, 则 I ² C 模块复位 或“忽略不计”。

5.2.4 重复启动位

重复启动位 (见图 5-5) 表明当前主器件希望与当前从
器件在不释放 I²C 总线
的情况下连续通信。除重复启动
位跟随一个启动位 (及数据位 + A 位), 而不是一个停
止位外, 重复启动条件与启动条件相同。

启动位表示数据传送序列的开始。当 SCL 信号为“高
电平”时, SDA 信号从高电平下降为低电平定义为启动
位。

注 1: 若满足下列条件, 则在重复启动条件形成
期间, 会发生总线冲突:

- 当 SCL 从低电平变为高电平时, SDA 被采样为低电平;
- 在 SDA 被声明为低电平以前, SCL 变为低电平。这表示另外的主器件正尝试发送一个数据“1”。

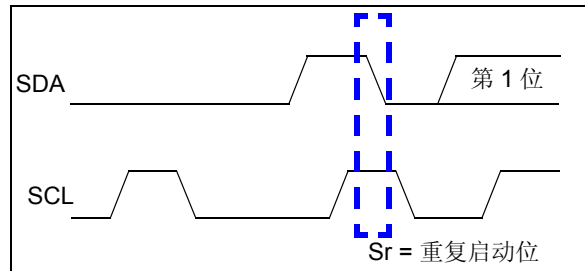


图 5-5: 重复启动条件波形图

5.2.5 停止位

停止位（见图 5-6）表明 I²C 数据传送序列的结束。当 SCL 信号为高电平时，SDA 信号从低电平上升为高电平被定义为停止位。

一个停止位会复位所有器件的 I²C 接口。

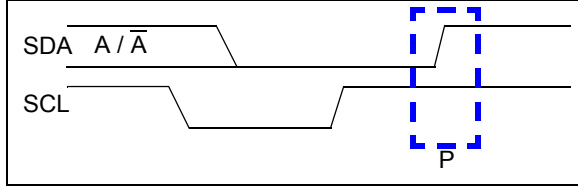


图 5-6: 接收或发送模式下停止条件

5.2.6 时钟延长

“时钟延长”是接收器件能做的事情，它允许更多的时间来“响应”被接收的数据。

由于存储器读取访问非常快，MCP40D17/18/19 器件不会延长时钟信号（SCL）。

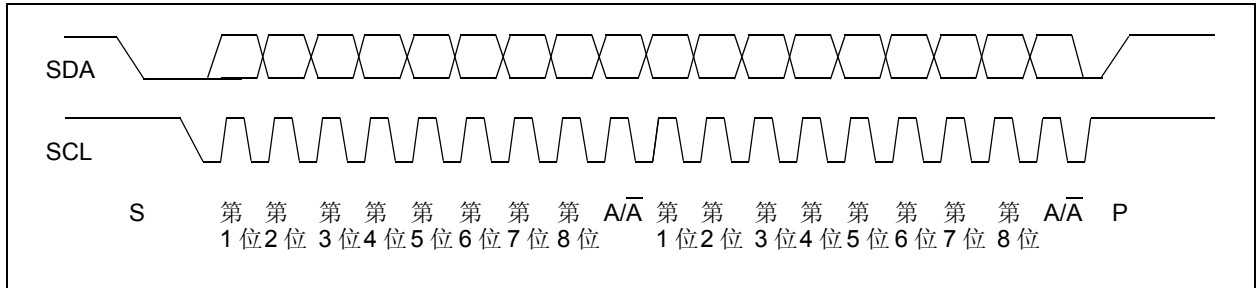


图 5-7: 16 位 I²C 典型波形格式图

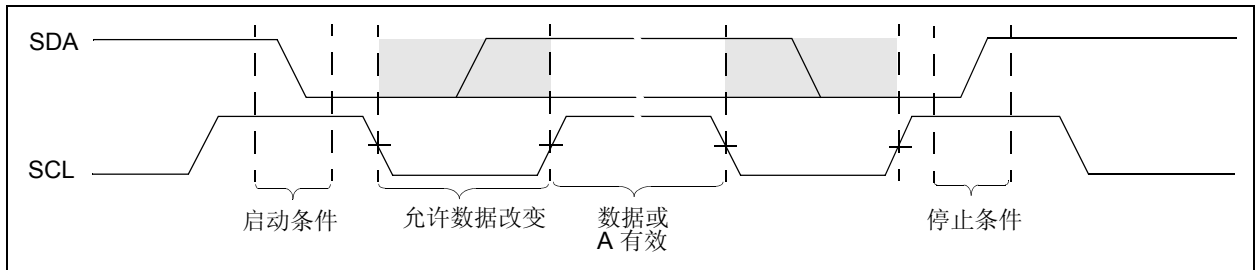


图 5-8: I²C 数据状态和位序列图

5.2.7 中止传送

如果 I²C 传送中的任何部分不能满足命令格式，将被中止。这能通过发出启动或者停止条件有意地完成。这样做以便在噪声传送（通常是一个额外的启动或者停止条件）破坏器件前中止传送。

5.2.8 忽略 I²C 传输并“释放”总线

MCP40D17/18/19 期望接收到完整、有效的 I²C 命令，并假设为任何被确定为无效的命令都是由于总线冲突造成的，并且 SDA 信号进入无效的高电平状态。器件将忽略所有信号直到接收到下一个有效的启动条件和控制字节。

MCP40D17/18/19

5.2.9 I²C 命令协议

MCP40D17/18/19 为 I²C 从器件，它支持 7 位从地址寻址。从地址包含 7 个固定位。图 5-9 显示了控制字节格式。

5.2.9.1 控制字节（从器件地址）

控制字节通常总是紧随启动条件之后。控制字节的从地址包含 7 个固定位和 R/W 位。图 5-9 显示了控制字节格式，表 5-2 显示了器件的 I²C 地址。

所有器件提供“0101110”的 I²C 从地址，MCP40D18 还额外提供另一种标准的 I²C 从地址“0111110”。

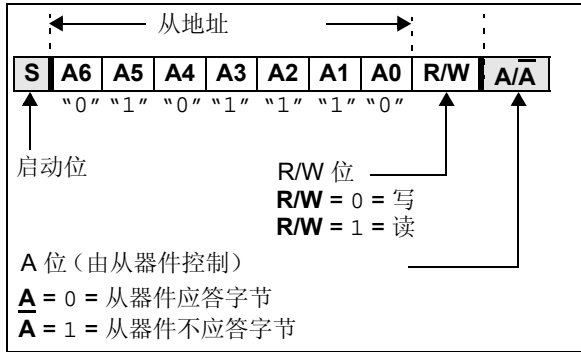


图 5-9: I²C 控制字节中的从地址位
(从地址 = “0101110”)

表 5-2: 器件 I²C 地址

器件	I ² C 地址	备注
MCP40D17	'0101110'	
MCP40D18	'0101110'	MCP40D18-xxxE/LT
	'0111110'	MCP40D18-xxxAE/LT
MCP40D19	'0101110'	

5.2.9.2 硬件地址引脚

MCP40D17/MCP40D18/MCP40D19 不支持硬件地址位。

5.2.10 广播呼叫

广播呼叫是主器件能与所有其他从器件进行通信的一种方法。

MCP40D17/18/19 器件不响应广播呼叫地址和命令，因此不对这些通信进行应答。

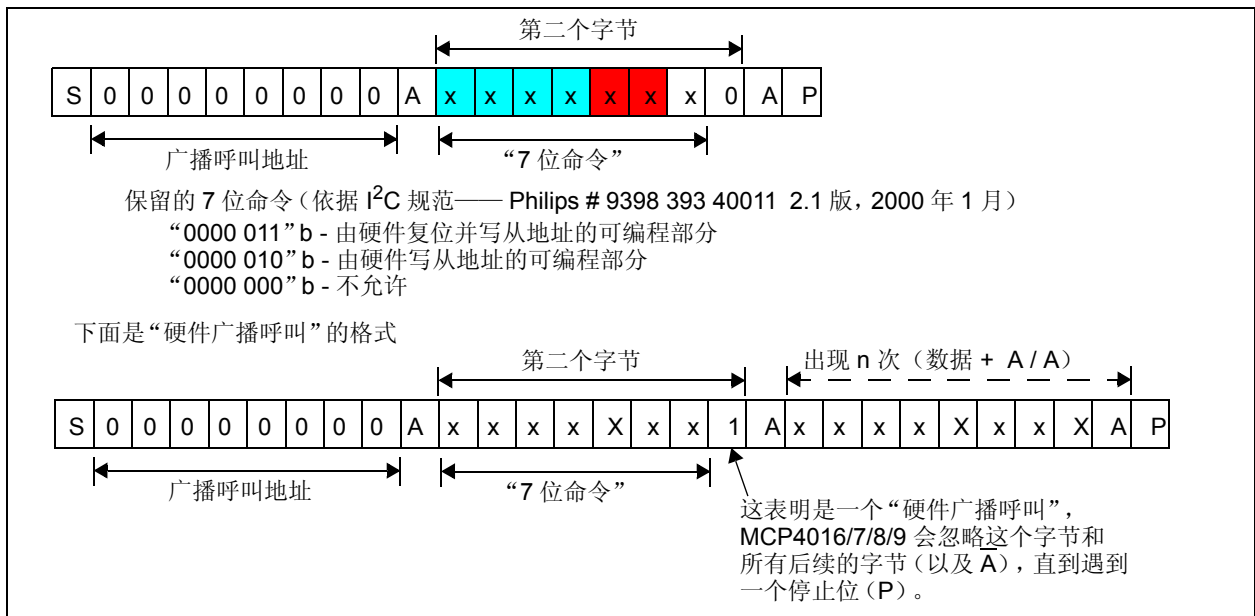


图 5-10: 广播呼叫格式

5.3 软件复位序列

注： 任何 I²C 兼容器件均支持本技术。24xxxx I²C 串行 EEPROM 器件支持本技术，在 AN1028 中有详细介绍。

任何时候若需要确保 MCP40D17/18/19 器件处于正确和已知的 I²C 接口状态时，可发送软件复位序列。此序列仅复位 I²C 状态机。

若 MCP40D17/18/19 器件上电时处于不正确的状态（由于过多的总线噪声等），或主器件在通信时被复位时，本功能尤为重要。图 5-11 显示了通过软件复位器件的通信序列。

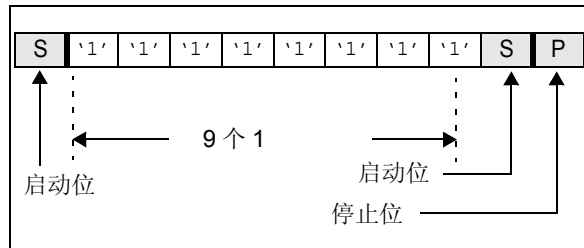


图 5-11： 软件复位序列格式

第 1 个启动位将导致器件从其预期从主器件接收数据的状态复位。在此模式下，器件使用接收模式监视数据总线，并检测启动位产生内部复位。

9 个 1 用于强制使那些没有被前述启动位复位的器件复位。这仅发生在 MCP40D17/18/19 向 I²C 总线驱动 A（应答），或处于输出模式（从读命令）并向 I²C 总线产生数据位 0 时。在这两种条件下，前述的启动位由于 MCP40D17/18/19 保持总线为低电平而无法产生。通过发送 9 个 1 位，以确保器件将接收到 A（主器件未将 I²C 总线驱动成低电平，以应答 MCP40D17/18/19 发送的数据），因此也强制 MCP40D17/18/19 进行复位。

发送第 2 个启动位以解决可能的错误写操作。这仅发生在主器件向 MCP40D17/18/19 发送写命令时被复位，和 MCP40D17/18/19 正产生 A 时主器件返回到正常工作状态同时产生一个开始条件。此时，若为发送第 2 个启动位（和发送停止位），则 MCP40D17/18/19 启动一个写周期。

注： 此写错误仅可能发生在主器件发送写命令给 MCP40D17/18/19 时被复位。

停止位终止当前 I²C 总线活动。MCP40D17/18/19 等待检测到下一个启动条件。

本序列并不影响连接到总线上的其他 I²C 器件，因为它们会将此命令作为非法命令而丢弃。

5.4 串行命令

MCP40D17/18/19 器件支持两种串行命令。这些命令为

- 写操作
- 读操作

I²C 命令格式被定义成可支持 SMBus 版本 2.0 的写字节/字协议格式和读字节/字协议格式。SMBus 规范在其版本 2.0（2000 年 8 月 3 日）文档的第 5 章节中定义了此操作。

使用 I²C 总线函数库程序的客户将很方便地使用本协议格式，他们只需使用器件地址、寄存器地址和数据来指定命令（读和写等）。

若需要使用更高的数据吞吐率，则可以使用 MCP4017/18/19 器件，它们具有简化的命令格式。

MCP40D17/18/19

5.4.1 写操作

写操作要求启动条件、控制字节、应答、数据字节、应答和停止（或重复启动）条件。控制（从地址）字节要求 R/W 位等于逻辑零（R/W = “0”）来产生写序列。MCP40D17/18/19 负责产生应答（A）位。

传输完每个字节后（在 A 位期间），数据写入 MCP40D17/18/19。若在数据传输期间（A 位之前），产生了停止或重复启动条件，则数据将不会写入 MCP40D17/18/19。

在每个应答后，写入数据字节。一旦发生停止（P）条件，则终止命令。请参见图 5-12 了解单字节写序列，图 5-13 了解多字节写序列。对于单字节写，主器件在第 1 个数据字节发送后发送停止或重复启动条件。

无需关心每个数据字的最高位（MSb），因为抽头寄存器仅为 7 位宽度。

一旦发生停止（P）条件或重复启动（S）条件，则终止命令。

图 5-14 显示了 I²C 通信时主器件和 MCP40D17/18/19 器件的行为以及 I²C 总线上数值结果。

注： 具有非零值的命令代码将导致数据不写入抽头寄存器。

5.4.2 读操作

读操作需要启动条件、控制字节、应答、命令代码、应答、重新启动条件、控制字节、应答、数据字节。主器件产生 A 和 停止（或重复启动）条件。第一个控制字节要求 R/W 位等于逻辑零（R/W = 0），以写入命令代码，而第二个控制字节要求 R/W 位等于逻辑一（R/W = 1）以产生读序列。MCP40D17/18/19 将产生 A 应答从地址字节和 A 应答所有数据字节。I²C 主器件将产生 A 应答从地址字节和最后的数据字节。若有多个数据字节，则 I²C 主器件对所有数据字节（除最后一个数据字节）产生 A，对最后一个数据字节产生 A。

MCP40D17/18/19 保持对 SDA 信号的控制，直到发送出所有的数据位。

一旦发生停止（P）条件或重复启动（S）条件，则终止命令。请参见图 5-15 关于读命令序列。对于单次读，在从器件发送完第 1 个数据字节（和 A 位）后主器件发送停止或重复启动条件。

图 5-16 显示了 I²C 通信时主器件和 MCP40D17/18/19 器件的行为以及 I²C 总线上数值结果。

注： 具有非零值的命令代码将导致数据不写入抽头寄存器。

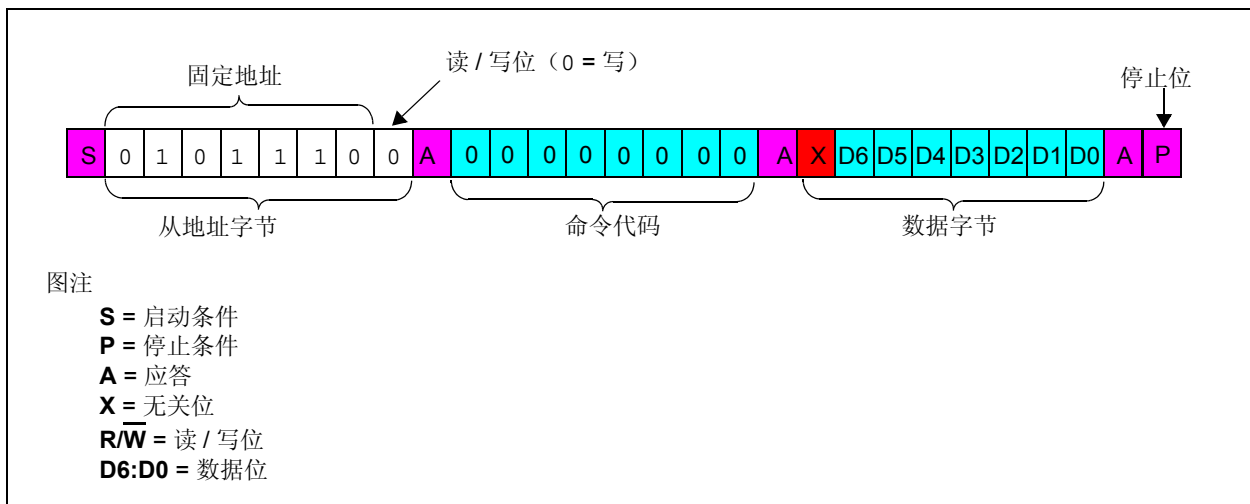


图 5-12: I²C 单字节写命令格式（从地址 = “0101110”）

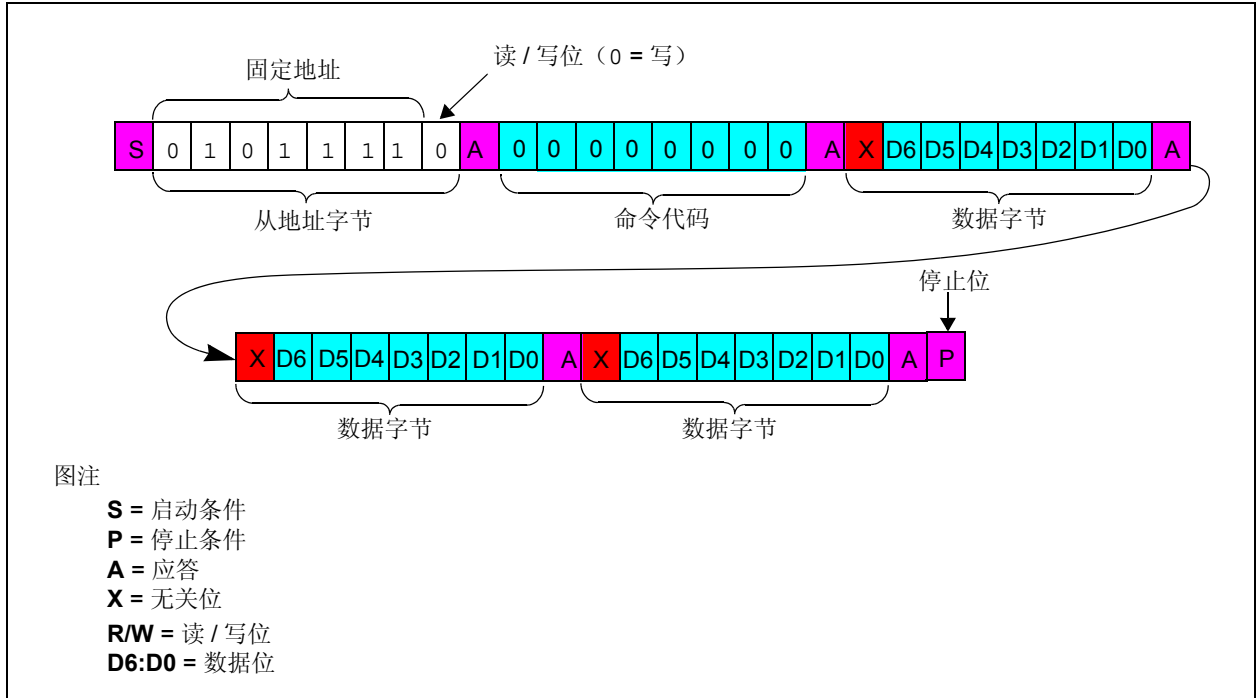


图 5-13: I²C 写命令格式 (从地址 = “0101110”)

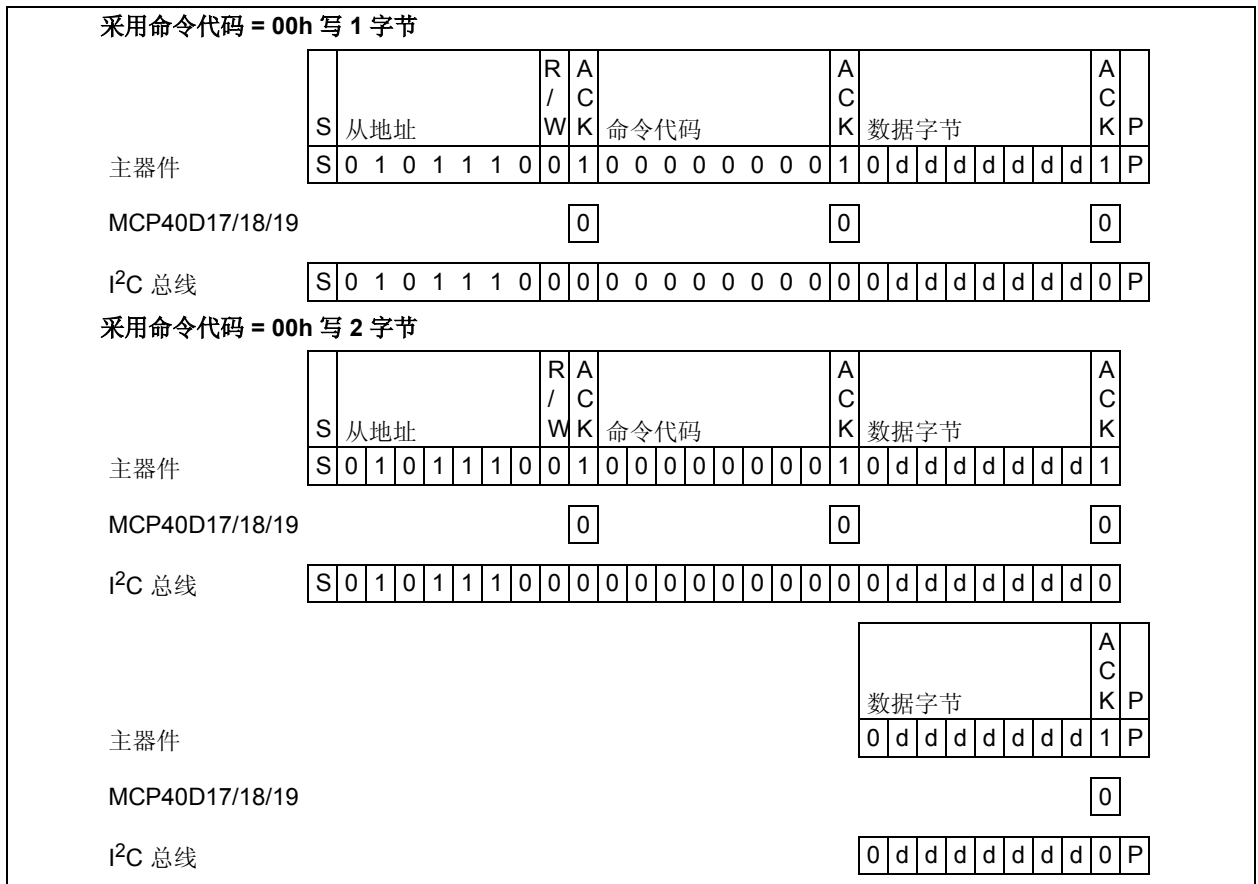


图 5-14: I²C 写通信 (从地址 = “0101110”)

MCP40D17/18/19

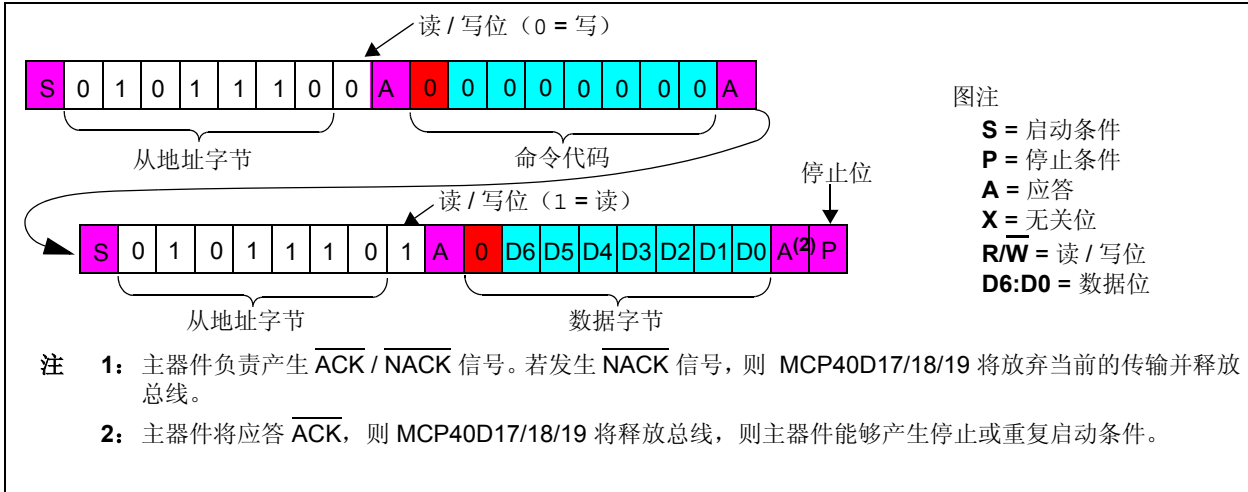


图 5-15: I²C 读命令格式 (从地址 = “0101110”)

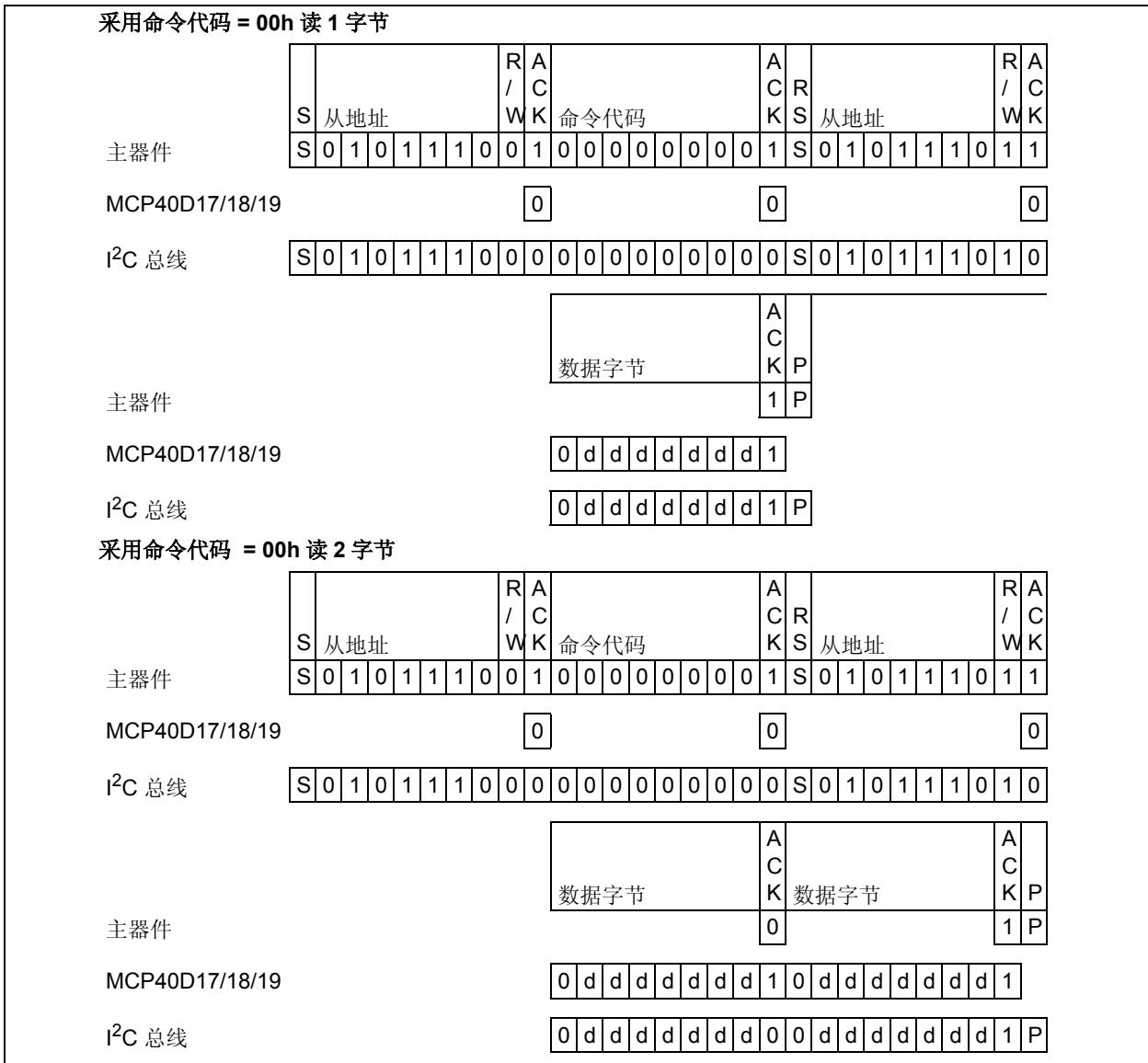


图 5-16: I²C 读通信 (从地址 = “0101110”)

6.0 电阻网络

电阻网络由两部分组成。这些部分包括：

- 梯形电阻网络
- 抽头

图 6-1 给出了电阻网络的框图。

数字电位器应用可分成两种电阻网络类型：

- 变阻器配置
- 电位器（或分压器）配置

MCP40D17 是一个真正的变阻器，变阻器的 B 端和抽头端（W）可由引脚提供。

MCP40D18 器件是一个 B 端内部连接到地的分压器（电位器）。

MCP40D19 器件是一个变阻器，其电阻的 A 端悬空、B 端内部接地且抽头端（W）可由引脚提供。

6.1 梯形电阻网络模块

梯形电阻网络包含一组串联的等值电阻（ R_S ），两个电阻之间有一个连接点（抽头）。串联电阻（梯形网络）中的电阻总数决定 R_{AB} 电阻（见图 6-1）。梯形电阻网络的端点连接到模拟开关，模拟开关连接到器件的接线端 A 和接线端 B 引脚。 R_{AB} （和 R_S ）电阻会随电压和温度发生微小变化。

在接线端 A 和接线端 B 之间，有 127 个电阻串联。能提供 7 位分辨率。

抽头可以设置为分接到 127 个电阻中的任意一个，从而提供 128 种可能的设置（包括接线端 A 和接线端 B）。这允许从零量程到满量程的连接。

抽头设置 00h 连接 W（抽头）端到 B（零量程）端。抽头设置 3Fh 为中间量程设置。抽头设置 7Fh 连接 W（抽头）端到 A（满量程）端。表 6-1 显示了抽头设置的全面映射。

A 端、B 端和抽头端 W 均无极性。这些端点都可以支持正向和反向电流。

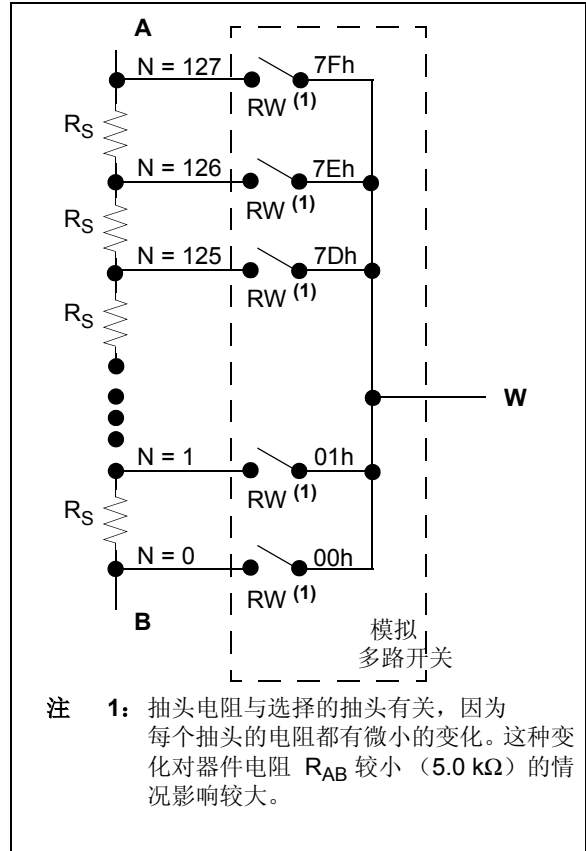


图 6-1: 电阻网络框图

表 6-1: 抽头设置映射

抽头设置	特性
07Fh	满量程 (W = A)
07Eh - 040h	W = N
03Fh	W = N (中间量程)
03Eh - 001h	W = N
000h	零量程 (W = B)

MCP40D17/18/19

电阻步长 (R_S) 是从一个抽头到下一个抽头之间的阻值。该阻值取决于选定的 R_{AB} 值。公式 6-1 给出了电阻步长的计算，而表 6-2 给出了每个器件的典型电阻步长值。

公式 6-1: R_S 计算

$$R_S = \frac{R_{AB}}{127}$$

公式 6-2 显示了用于计算抽头与 B 端间电阻的公式。

公式 6-2: R_{WB} 计算

$$R_{WB} = \frac{R_{AB}N}{127} + R_W$$

N = 0 至 127 (十进制)

数字电位器提供四种标称电阻 (R_{AB})，其标称电阻定义为 A 端和 B 端之间的电阻。这四种标称电阻为 5 k Ω 、10 k Ω 、50 k Ω 和 100 k Ω 。

器件的总阻值会随工作电压产生微小变化 (见图 2-11、图 2-29、图 2-47 或图 2-65)。

表 6-2: 电阻步长

器件型号	电阻 (Ω)		
	条件	总电阻 (R_{AB})	步长 (R_S)
MCP40D17/18/19-502	最小值	4000	31.496
	典型值	5000	39.370
	最大值	6000	47.244
MCP40D17/18/19-103	最小值	8000	62.992
	典型值	10000	78.740
	最大值	12000	94.488
MCP40D17/18/19-503	最小值	40000	314.961
	典型值	50000	393.701
	最大值	60000	472.441
MCP40D17/18/19-104	最小值	80000	629.921
	典型值	100000	787.402
	最大值	120000	944.882

POR/BOR 事件将向易失性抽头寄存器加载其默认值。表 6-3 显示了其默认值。

表 6-3: 默认工厂设置选项

电阻代码	典型 R_{AB} 值	默认 POR 抽头位置	
		设置	代码 (1)
-502	5.0 k Ω	中间量程	3Fh
-103	10.0 k Ω	中间量程	3Fh
-503	50.0 k Ω	中间量程	3Fh
-104	100.0 k Ω	中间量程	3Fh

注 1: 可提供客户订制的 POR/BOR 抽头设置选项，联系当地 Microchip 销售办事处获取更多信息。客户订制的选项具有最小订货数量要求。

6.2 电阻配置

6.2.1 变阻器配置

作为变阻器使用时，数字电位器三个端点中的两个被用作电路的阻性元件。可变电阻由 **W** 端（抽头端）和 **A** 端或 **B** 端确定。阻值将取决于抽头端的抽头设置和抽头端的电阻。通过改变抽头端设置可控制阻值。

未用的端点（**B** 或 **A**）应悬空。图 6-2 所示为可被使用的两个电阻。翻转 **A** 端和 **B** 端的极性对操作没有影响。

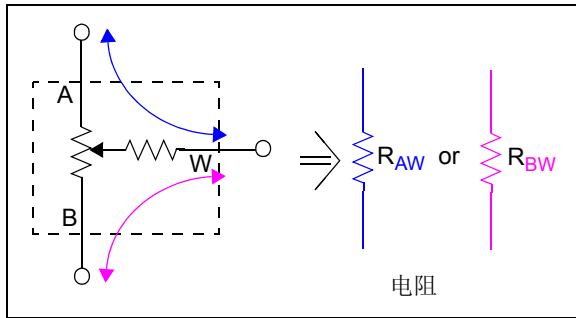


图 6-2: 变阻器配置

这允许控制两个节点间的总阻值。总阻值取决于“起始”端到抽头端这一段。当代码为 00h 时，R_{BW} 阻值最小（R_W），但 R_{AW} 阻值最大（R_{AB} + R_W）。相反，当代码为 3Fh 时，R_{AW} 阻值最小（R_W），但 R_{BW} 阻值最大（R_{AB} + R_W）。

阻值步长（R_S）等于电阻的一个 LSb。

注： 在这种配置下，必须格外小心以保证流经变阻器的电流不会超过 2.5 mA，以免损坏内部抽头端电路。

变阻器器件的脚位使得当抽头寄存器增加时，电阻的阻值也随着增加（测量 **B** 端到 **W** 端的电阻）。

6.2.2 电位器配置

作为电位器使用时，所有的三个端点与电路中的不同节点相连。这允许电位器输出与输入电压成比例的电压。这种配置有时被称为分压器模式。通过调节抽头端在两个端点间的位置，可使用电位器提供可变电压。如图 6-3 所示。翻转 **A** 端和 **B** 端的极性对操作没有影响。

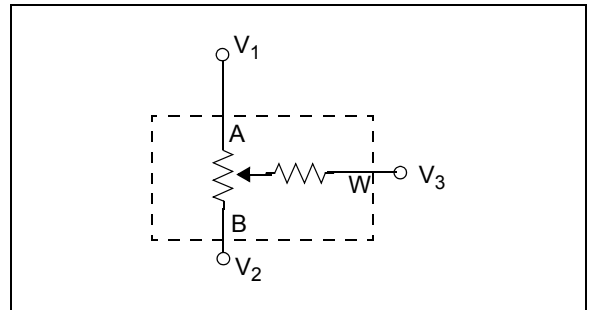


图 6-3: 电位器配置

将 R_{AB} 电阻的温度系数设计为最小。在该配置中，所有电阻统一变化，因此变化很小。

抽头电阻的温度系数与 R_{AB} 的温度系数不同。节点 V₃（图 6-3）上的电压与抽头电阻阻值无关，它的值与 R_{AB} 电阻成比例，因此在大多数情况下可忽略抽头电阻的温度系数。

注： 在这种配置下，必须格外小心以保证流经变阻器的电流不会超过 2.5 mA，以免损坏内部抽头端电路。

MCP40D17/18/19

6.3 抽头电阻

抽头电阻指的是将选定梯形电阻网络节点连接到抽头端公共信号的模拟开关的串联电阻（见图 6-1）。

易失性抽头寄存器中的值用于选择关闭哪个模拟开关，从而将 W 接线端连接到梯形电阻网络的选定节点。

电阻值取决于模拟开关源极、栅极和漏极节点的电压，以及器件的抽头代码、温度和流过开关的电流。随着器件电压的减小，抽头电阻值增加（见图 6-4 和表 6-4）。

抽头可以直接连接到接线端 B 或接线端 A。对于零量程连接，接线端 W（抽头）将连接到接线端 B（抽头设置为 000h）。对于满量程连接，接线端 W（抽头）将连接到接线端 A（抽头设置为 7Fh）。在这些配置中，接线端 W 和另一个接线端（A 或 B）之间的惟一电阻是模拟开关的电阻。

抽头电阻通常在抽头处于零量程（00h）或满量程（3Fh）时测得。

抽头电阻不是导致电位器产生分压的应用出现误差的主要原因。

变阻器应用中的抽头电阻会在抽头端向零量程（00h）移动时产生明显的非线性误差。电阻标称值越低，可能导致的误差就越大。

在变阻器配置中，需要考虑电压的变化，尤其是对于阻值较低的器件。对于 5.0 kΩ 器件，在 5.5V 时的最大抽头端阻值约为总阻值的 3.2%，而在 2.7V 时约为总阻值的 6.5%。

在电位器配置中，抽头端阻值的变化不会影响 W 端引脚上的输出电压。

阻值曲线有一个线性区（当电压较高时）和一个非线性区（当电压较低时）。电压较低的区域中阻值的增加比电压的下降快。

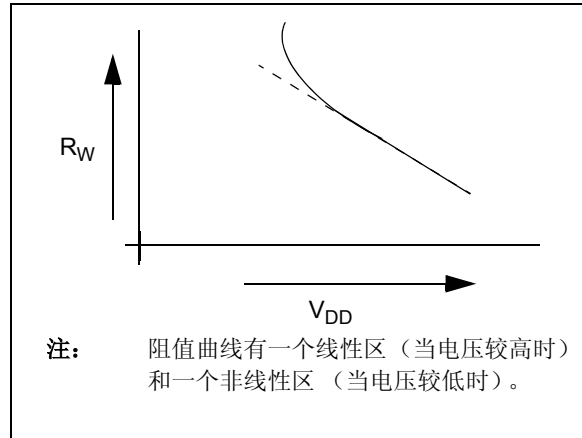


图 6-4: 抽头电阻 (R_W) 与电压的关系曲线

由于在温度恒定时，器件总阻值随电压的变化最小（见图 2-11、图 2-29、图 2-47 或图 2-65），抽头端阻值随电压的变化会对 INL 和 DNL 误差造成重大影响。

表 6-4: 典型电阻步长及其与抽头电阻之间的关系

电阻 (Ω)		R_W / R_S (%) ⁽¹⁾			R_W / R_{AB} (%) ⁽²⁾					
典型	抽头电阻 (R_W)	$R_W =$ 典型值	$R_W =$ 最大值 @ 5.5V	$R_W =$ 最大值 @ 2.7V	$R_W =$ 典型值	$R_W =$ 最大值 @ 5.5V	$R_W =$ 最大值 @ 2.7V			
总阻值 (R_{AB})	步长 (R_S)							典型值	最大值 @ 5.5V	最大值 @ 2.7V
5000	39.37	100	170	325	254.00%	431.80%	825.5%	2.00%	3.40%	6.50%
10000	78.74	100	170	325	127.00%	215.90%	412.75%	1.00%	1.70%	3.25%
50000	393.70	100	170	325	25.40%	43.18%	82.55%	0.20%	0.34%	0.65%
100000	787.40	100	170	325	12.70%	21.59%	41.28%	0.10%	0.17%	0.325%

注 1: R_S 为典型值。该阻值随电压的变化最小。

注 2: R_{AB} 为典型值。该阻值随电压的变化最小。

6.4 工作特性

了解器件中电阻元件的工作特性对系统设计很重要。

6.4.1 精度

6.4.1.1 积分非线性误差 (INL)

这些器件的 INL 误差是指去除失调和增益误差后，实际代码转换点和相应理想转换点之间的最大偏离值。发生转换的端点从 0x00 至 0x7F。请参见图 6-5。

INL 为正表示电阻比理想阻值高。INL 为负表示电阻比理想阻值低。

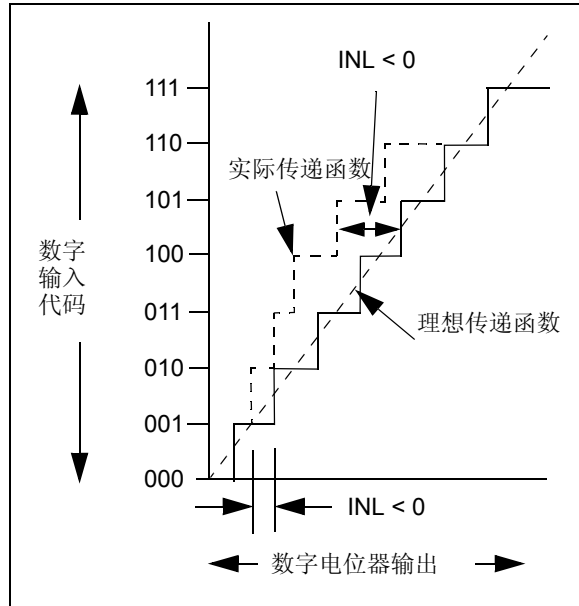


图 6-5: INL 精度

6.4.1.2 微分非线性误差 (DNL)

DNL 误差衡量的是实际代码宽度与理想代码宽度之间的差别。DNL 误差为零表示每个代码正好为 1 个 LSB 宽。

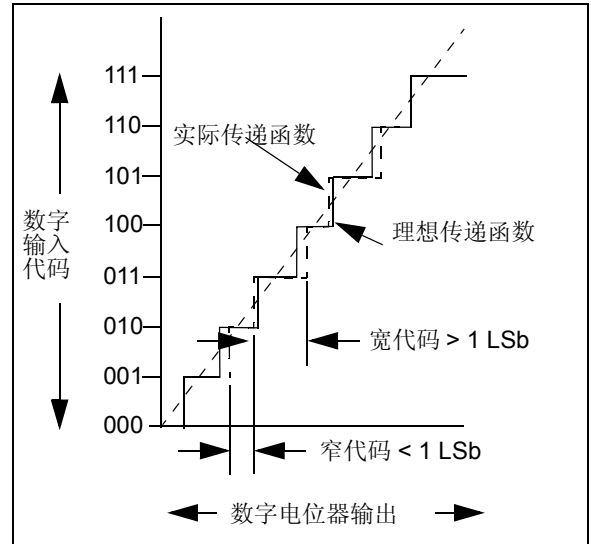


图 6-6: DNL 精度

6.4.1.3 比例温度系数

比例温度系数量化由于温度漂移而产生的 R_{AW} 与 R_{WB} 之比误差。当将电位器器件 (MCP40D18) 配置为分压器时，这通常是主要误差。

6.4.1.4 绝对温度系数

绝对温度系数量化由于温度漂移而产生的两个端点间的阻值 (标称电阻 R_{AB}) 误差。当将变阻器器件 (MCP40D17 和 MCP40D19) 配置为可变电阻时，这通常是关键误差。

MCP40D17/18/19

6.4.2 单调工作

单调工作意味着器件的阻值以单步变化值递增（从 A 端到 B 端或从 B 端到 A 端）。

抽头端阻值在每个抽头位置都不同。当抽头端从一个抽头位置移至下一个抽头位置（递增或递减）时， ΔR_W 小于 ΔR_S 。当变化发生时，两个抽头位置的器件电压和温度“相同”。

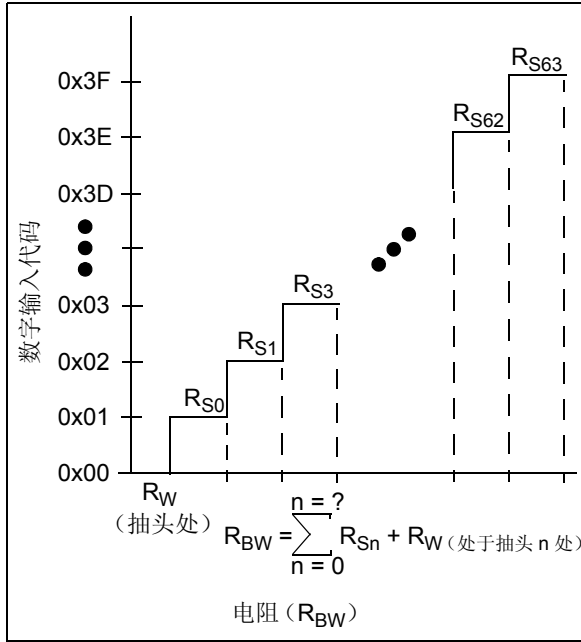


图 6-7: R_{BW}

7.0 设计注意事项

采用 MCP40D17/18/19 器件的系统设计中，需要仔细考虑以下因素：

- [工作电源注意事项](#)
- [布线注意事项](#)

7.1 工作电源注意事项

典型应用往往需要一个旁路电容来滤除电源走线带来的高频噪声。旁路电容有助于最大限度地减小这些噪声源对信号完整性的影响。图 7-1 举例说明了合理的旁路方法。

本范例中，建议的旁路电容值为 $0.1\ \mu\text{F}$ 。这个电容应该尽可能近（4 mm 内）地靠近器件的电源引脚（ V_{DD} ）。给这些器件供电的电源需要尽可能地干净。如果应用电路有单独的数字电源和模拟电源， V_{DD} 和 V_{SS} 应该处在模拟层。

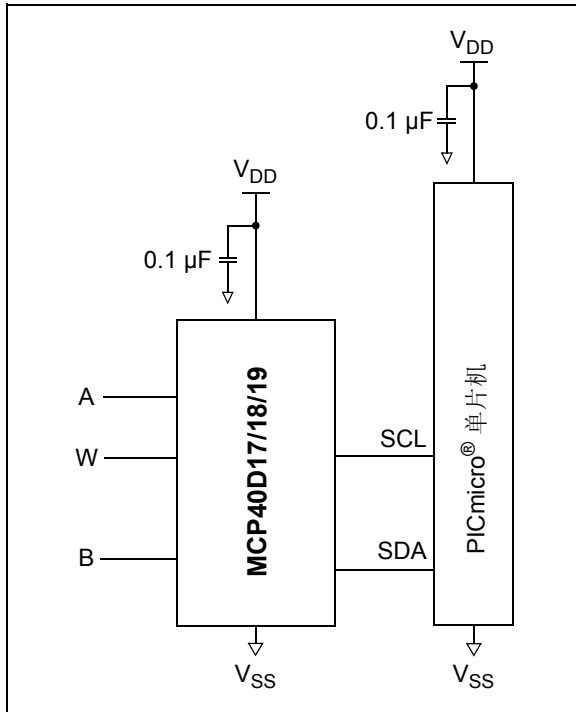


图 7-1: 典型单片机连接

7.2 布线注意事项

感性耦合 AC 瞬态和数字开关噪声会降低输入和输出信号的完整性，从而潜在地削弱 MCP40D17/18/19 器件的性能。小心布线可以最大限度地减小这些影响，增加信噪比（SNR）。基准测试表明使用地层自感系数较低的多层板、隔离输入、隔离输出和合理去耦对于实现芯片高性能至关重要。特别恶劣的环境中可能需要对关键信号进行保护。

如果希望噪声小的话，不建议使用实验板和绕线板。

7.2.1 电阻温度系数

图 2-11、图 2-29、图 2-47 和图 2-65 给出了电阻温度系数的特性曲线图。

这些曲线显示了当温度上升时，用电阻网络来修正电阻值的变化。这种方法减小了端对端电阻值（等于 R_{AB} ）的变化。

MCP40D17/18/19

注:

8.0 应用示例

数字电位器在现代电子电路中有多种实际应用。许多典型应用包括设定点门限的精确校准、传感器调整、LCD 偏置调整，声频衰减器、可调电源、电机控制过流跳闸设置、可调增益放大器以及失调整。在工作电压和接线端电压处于 CMOS 工艺范围 ($V_{DD} = 2.7V$ 至 $5.5V$) 的应用中，MCP40D17/18/19 器件能被用来替代普通的机械调整电位器。

8.1 设定点门限微调

需要准确检测输入门限事件的应用通常需要消除几个误差源。使用低失调和增益误差的比较器和运算放大器（运放）有助于达到规定的精度，但在很多应用中，输入源的变化并不在设计人员的控制之中。如果能在受控环境中对已装配完成的整机系统进行校准（如厂内测试），这些误差源即便不能被完全消除也会被最大限度地减小。

图 8-1 给出了一种常见的数字电位器配置。该配置通常被称为“窗型分压器”。注意， R_1 不是分压器的必要元件，但有了它有助于限制所需门限值的范围。由于 R_1 能将 V_{TRIP} 的可调范围缩小在一个比 $V_{DD} - V_{SS}$ 小的多的值内，因此称该分压器为“窗型”分压器。如果输出范围缩小，每个输出级的电压幅值都将减小。这有效的提高了固定数字电位器分辨率的调节精度。该技术可使低成本数字电位器得到应用（以 64 级替代 256 级）。

MCP40D18 的低 DNL 性能使得其能够在生产中满足校准精度的要求，而无需使用更精密的数字电位器。

公式 8-1: 利用所需的 V_{TRIP} 计算抽头设置

$$V_{TRIP} = V_{DD} \left(\frac{R_{WB}}{R_1 + R_2} \right)$$

$$R_{AB} = R_{Nominal}$$

$$R_{WB} = R_{AB} \cdot \left(\frac{D}{127} \right)$$

$$D = \left(\left(\frac{V_{TRIP}}{V_{DD}} \right) \cdot (R_1 + R_{AB}) \right) \cdot 127$$

D = 数字电位器抽头设置 (0-127)

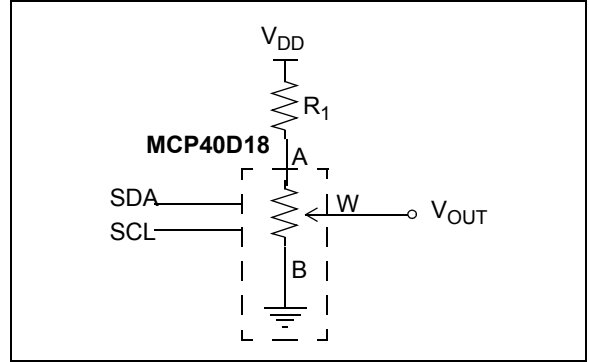


图 8-1: 使用数字电位器设置精密电压输出

8.1.1 微调光电传感器门限

若应用中需要校正二极管、晶体管或电阻的门限值，通常的变化范围为 0.1V。通常，为准确地检测精密信号，则需要 2 mV 或更小的分辨率，使用 MCP40D18 构成的“窗口”分压器是一个可选方案。图 8-2 显示了此应用的电路示例。

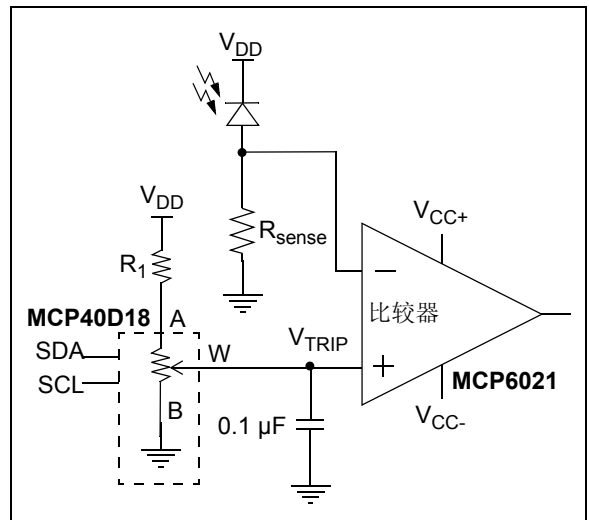


图 8-2: 设定点或门限校准

MCP40D17/18/19

8.2 运放应用

图 8-3 和图 8-4 显示的典型运放电路，使用 MCP40D17/18/19 替换固定电阻，以实现数字可调节的模拟方案。

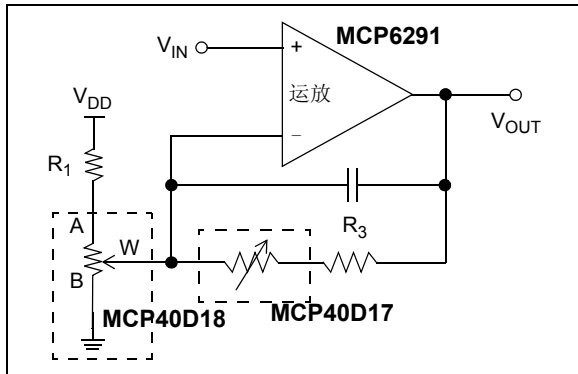


图 8-3: 同相放大器中对失调和增益进行微调

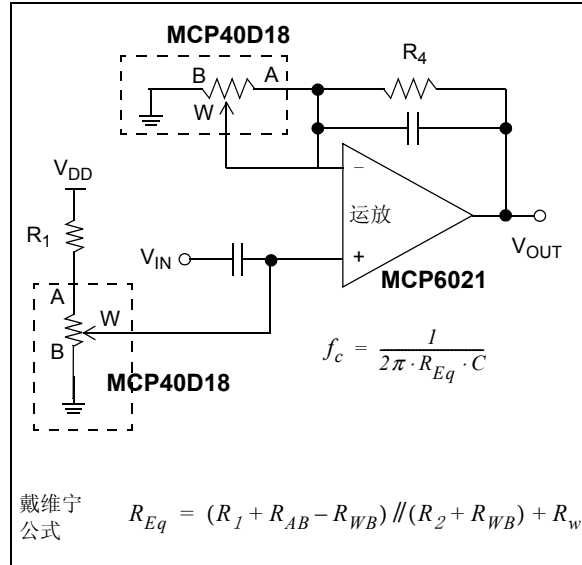


图 8-4: 可编程滤波器

8.3 温度传感器应用

热敏电阻是电阻变化随温度具有预知变化特性的电阻。对于低成本温度测试方案，热敏电阻是最普遍的传感器。然而，不幸的是，热敏电阻具有非线性特性，通常应用中需要校准以获取更高的精度。由很多普通的方案可用于对热敏电阻进行校准和线性化。图 8-5 和图 8-6 为线性化 3 端 NTC 热敏电阻的简单方法。两个方案均为简单的分压器，正温度系数（Positive Temperature Coefficient, PTC）电阻（ R_1 ）的传递函数能够补偿负温度系数（Negative Temperature Coefficient, NTC）热敏电阻的线性误差。

图 8-5 所示的电路使用数字变阻器来校正由热敏电阻不同器件差异而导致的失调误差。此方案将数字电位器的 R_W 引入分压器计算。MCP40D17/18/19 的 R_{AB} 温度系数很低（ -20°C 至 $+70^{\circ}\text{C}$ 范围内为 50 ppm）。 R_W 的误差远大于 R_{AB} 的误差，因为 R_W 的偏移受 V_{DD} 、抽头设置和温度而变化。对于 50 k Ω 器件，在绝大多数情况下，由 R_W 引起的误差在抽头设置 > 6 时可以忽略不计。对于 2 k Ω 器件，由 R_W 引起的误差则不可忽略，因为此时误差电阻占 R_{WB} 很高的比例。由于这些原因，图 8-5 所示的电路并不是用于“激励”和线性化热敏电阻的最优化方法。

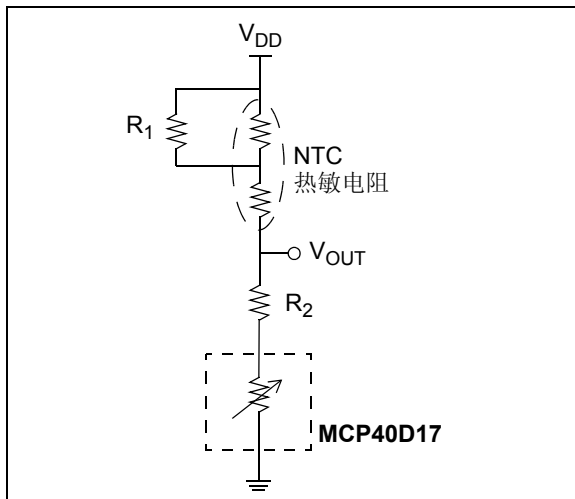


图 8-5: 使用变阻器配置的数字电位器进行热敏电阻校准

图 8-6 所示的电路使用数字电位器来微调失调误差。这个方案从微调公式中移除 R_W 以及与 R_W 相关的误差。并不需要 R_2 ，但是使用该电阻也可以减小微调“窗口”和减小数字电位器 R_{AB} 随不同器件变化而导致的偏移。

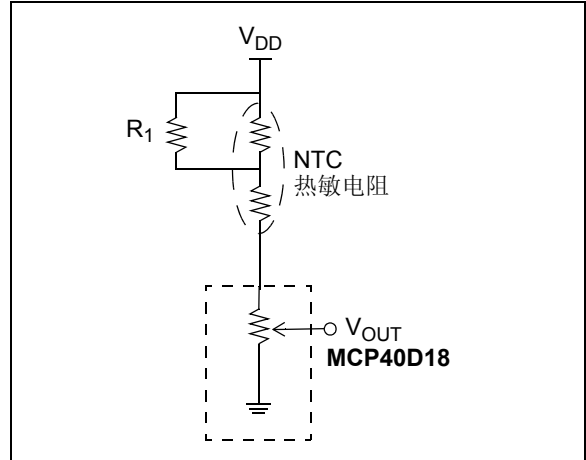


图 8-6: 使用电位器配置的数字电位器进行热敏电阻校准

MCP40D17/18/19

8.4 惠斯通电桥调节

另一个“激励”传感器（如应变计、压力传感器或热敏电阻）的常见配置是惠斯通电桥配置。惠斯通电桥提供的是差分输出，而不是单端输出。图 8-7 给出了使用一至三个数字电位器的惠斯通电桥。本例中的数字电位器用于调节惠斯通电桥的失调和增益。

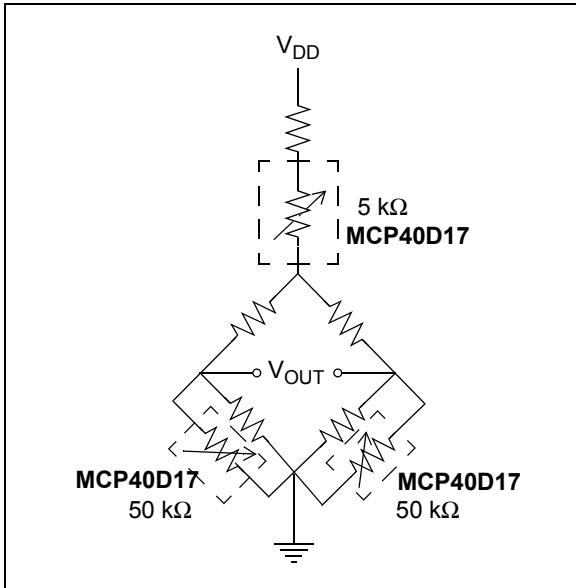


图 8-7: 惠斯通电桥调节

9.0 开发支持

9.1 开发工具

可使用 MCP4XXXDM-PGA 演示板来评估 MCP40D17/18/19 器件，但是需要从演示板上移除 MCP4017 器件并安装 MCP40D17 器件。请浏览 [Microchip](#) 网站获取此演示板的发布情况。此演示板的编号初步确定为 MCP4XXXDM-PGA，预期于 2009 年秋天提供。

注： 除 I²C 接口协议格式外，MCP40D17 器件基本上与 MCP4017 器件相同。

9.2 技术文献

有一些其他技术文献可用来辅助您设计和开发，这些技术文献包括应用笔记、技术摘要以及设计指南。表 9-1 列出了一部分文献。

表 9-1: 技术文献

应用笔记编号	标题	文档编号 #
AN1080	Understanding Digital Potentiometers Resistor Variations	DS01080
AN737	Using Digital Potentiometers to Design Low-Pass Adjustable Filters	DS00737
AN692	Using a Digital Potentiometer to Optimize a Precision Single Supply Photo Detect	DS00692
AN691	Optimizing the Digital Potentiometer in Precision Circuits	DS00691
AN219	Comparing Digital Potentiometers to Mechanical Potentiometers	DS00219
—	Digital Potentiometer Design Guide	DS22017
—	Signal Chain Design Guide	DS21825

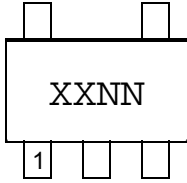
MCP40D17/18/19

注:

10.0 封装信息

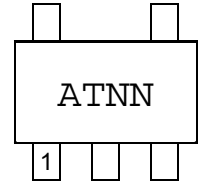
10.1 封装标识信息

5 引脚 SC70

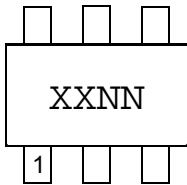


器件编号	代码
MCP40D19T-502E/LT	BTNN
MCP40D19T-103E/LT	BUNN
MCP40D19T-503E/LT	BVNN
MCP40D19T-104E/LT	BWNN

示例

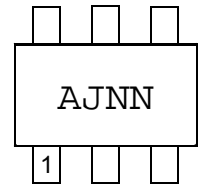


6 引脚 SC70



器件编号	代码	器件编号	代码
MCP40D17T-502E/LT	AJNN	MCP40D18T-502E/LT	APNN
MCP40D17T-103E/LT	AKNN	MCP40D18T-502AE/LT	ATNN
MCP40D17T-503E/LT	ALNN	MCP40D18T-103E/LT	AQNN
MCP40D17T-104E/LT	AMNN	MCP40D18T-103AE/LT	AUNN
		MCP40D18T-503E/LT	ARNN
		MCP40D18T-503AE/LT	AVNN
		MCP40D18T-104E/LT	ASNN
		MCP40D18T-104AE/LT	AWNN

示例



图注:

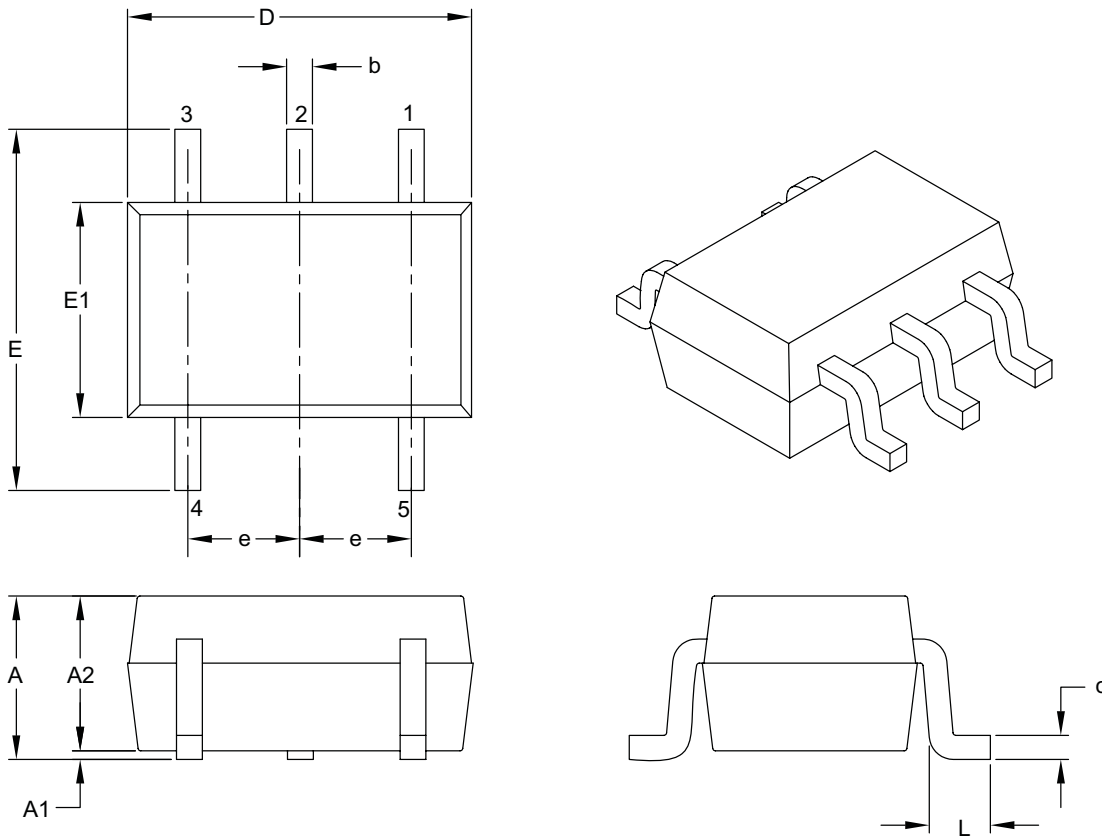
- XX...X 客户指定信息
- Y 年份代码 (公历年份的最后一个数字)
- YY 年份代码 (公历年份的最后两个数字)
- WW 星期代码 (一月一日的星期代码为“01”)
- NNN 以字母数字排序的追踪代码
- (e3) 雾铅的 (Sn) JEDEC 无铅标识
- * 表示无铅封装, JEDEC 无铅标志 (e3) 标示在此封装的外包装上。

注: Microchip 元器件编号如果无法在同一行内完整标注, 将换行标出, 因此会限制客户指定信息的可用字符数。

MCP40D17/18/19

5 引脚塑封小外形晶体管 (LT) [SC70]

注 最新的封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	5		
Pitch	e	0.65 BSC		
Overall Height	A	0.80	–	1.10
Molded Package Thickness	A2	0.80	–	1.00
Standoff	A1	0.00	–	0.10
Overall Width	E	1.80	2.10	2.40
Molded Package Width	E1	1.15	1.25	1.35
Overall Length	D	1.80	2.00	2.25
Foot Length	L	0.10	0.20	0.46
Lead Thickness	c	0.08	–	0.26
Lead Width	b	0.15	–	0.40

Notes:

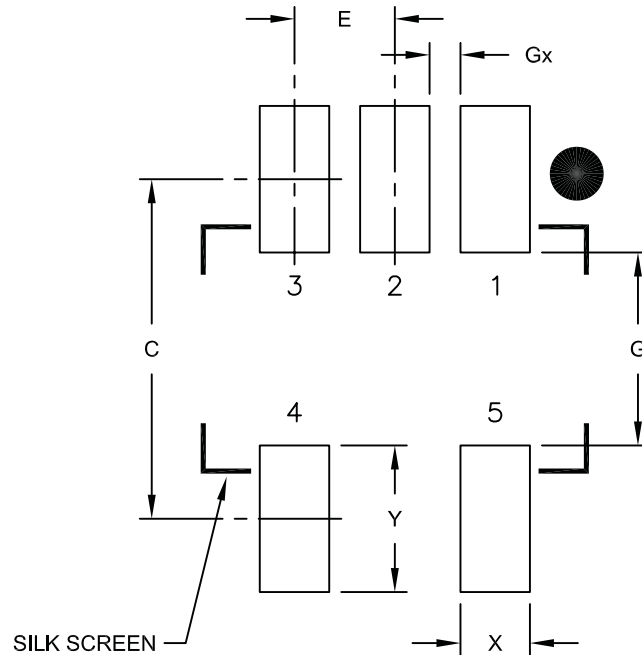
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.127 mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-061B

5 引脚塑封小外形晶体管 (LT) [SC70]

注 最新的封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



RECOMMENDED LAND PATTERN

Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	0.65 BSC		
Contact Pad Spacing	C		2.20	
Contact Pad Width	X			0.45
Contact Pad Length	Y			0.95
Distance Between Pads	G	1.25		
Distance Between Pads	Gx	0.20		

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

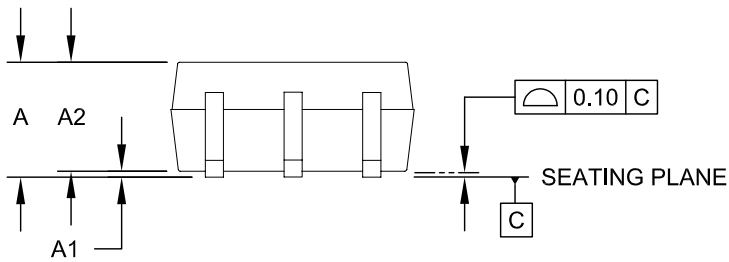
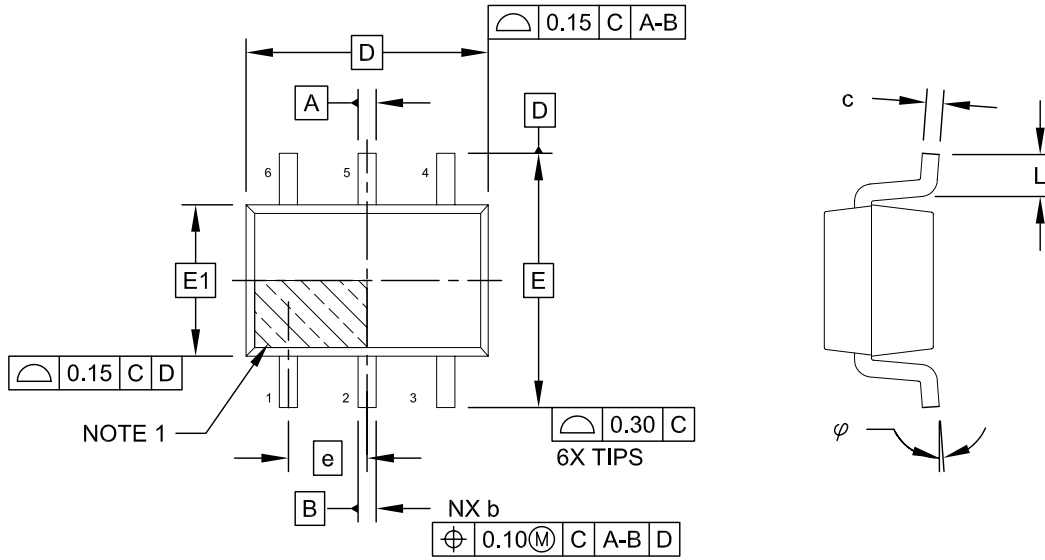
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2061A

MCP40D17/18/19

6 引脚塑封小外形晶体管 (LT) [SC70]

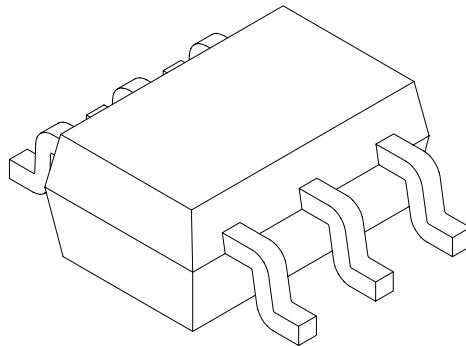
注 最新的封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



Microchip Technology Drawing No. C04-151A Sheet 1 of 2

6 引脚塑封小外形晶体管 (LT) [SC70]

注 最新的封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	6		
Pitch	e	0.65 BSC		
Overall Height	A	0.80	-	1.10
Molded Package Thickness	A2	0.70	0.90	1.00
Standoff	A1	0.00	-	0.10
Overall Width	E	2.10 BSC		
Molded Package Width	E1	1.25 BSC		
Overall Length	D	2.00 BSC		
Foot Length	L	0.10	0.20	0.46
Lead Thickness	c	0.08	-	0.22
Lead Width	b	0.15	-	0.30

Notes:

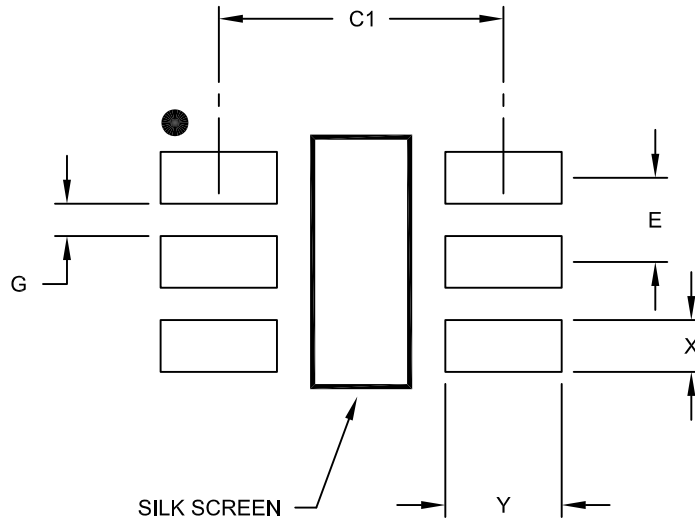
- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-151A Sheet 2 of 2

MCP40D17/18/19

6 引脚塑封小外形晶体管 (LT) [SC70]

注 最新的封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



RECOMMENDED LAND PATTERN

Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	0.65 BSC		
Contact Pad Spacing	C		2.20	
Contact Pad Width (X28)	X			0.40
Contact Pad Length (X28)	Y			0.90
Distance Between Pads	G	0.25		

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2151A

附录 A: 版本历史

版本 B (2009 年 8 月)

下面列出了所作的修改:

1. 更新了文档以包含 MCP40D18 器件的新的标准 I²C 从地址 (“0111110”)。
2. **第 10.0 节 “封装信息”**: 纠正了 5 引脚 SC70 的标识码。原先显示的是 6 引脚 SC70 的标识码。更新了封装外形图。

版本 A (2009 年 5 月)

- 本文档的初始数据手册。

MCP40D17/18/19

注:

产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

部件编号	XXX	X	X	IXX
器件	电阻种类	I ² C 器件地址	温度范围	封装
器件:	MCP40D17: 带 I ² C 接口的单路变阻器 MCP40D17T: 带 I ² C 接口的单路变阻器 (卷带式)	MCP40D18: 带 I ² C 接口的单路电位器 (连接到地) MCP40D18T: 带 I ² C 接口的单路电位器 (连接到地) (卷带式)	MCP40D19: 带 I ² C 接口的单路变阻器 (连接到地) MCP40D19T: 带 I ² C 接口的单路变阻器 (连接到地) (卷带式)	
电阻种类:	502 = 5 kΩ 103 = 10 kΩ 503 = 50 kΩ 104 = 100 kΩ	I ² C 器件地址 版本: 空白 = '01011110' A = '01111110' (1)	温度范围: E = -40°C 至 +125°C	封装: LT = 塑封小外形晶体管 (SC70), 5 引脚, 6 引脚
注 1:	This address is a standard option on the MCP40D18 device only. It is a custom device on the MCP40D17 and MCP40D19 devices.			

示例:

- a) MCP40D17T-502E/LT: 5 kΩ, 6 引脚 SC-70
- b) MCP40D17T-103E/LT: 10 kΩ, 6 引脚 SC-70
- c) MCP40D17T-503E/LT: 50 kΩ, 6 引脚 SC-70
- d) MCP40D17T-104E/LT: 100 kΩ, 6 引脚 SC-70

- a) MCP40D18T-502E/LT: 5 kΩ, 6 引脚 SC-70
- b) MCP40D18T-103E/LT: 10 kΩ, 6 引脚 SC-70
- c) MCP40D18T-503E/LT: 50 kΩ, 6 引脚 SC-70
- d) MCP40D18T-104E/LT: 100 kΩ, 6 引脚 SC-70

- a) MCP40D19T-502E/LT: 5 kΩ, 5 引脚 SC-70
- b) MCP40D19T-103E/LT: 10 kΩ, 5 引脚 SC-70
- c) MCP40D19T-503E/LT: 50 kΩ, 5 引脚 SC-70
- d) MCP40D19T-104E/LT: 100 kΩ, 5 引脚 SC-70

MCP40D17/18/19

注:

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点:

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信: 在正常使用的情况下, Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前, 仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知, 所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下, 能访问您的软件或其他受版权保护的成果, 您有权依据该法案提起诉讼, 从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分, 因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为为您提供便利, 它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范, 是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保, 包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和/或生命安全应用, 一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时, 会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任, 并加以赔偿。在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rfPIC 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Octopus、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PIC³² 徽标、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2009, Microchip Technology Inc. 版权所有。

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==**

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2002 认证。公司在 PIC[®] MCU 与 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®] 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。此外, Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

全球销售及服务中心

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://support.microchip.com>
网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA

Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

克里夫兰 Cleveland
Independence, OH
Tel: 216-447-0464

Fax: 216-447-0643

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

科科莫 Kokomo
Kokomo, IN
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

圣克拉拉 Santa Clara
Santa Clara, CA
Tel: 408-961-6444
Fax: 408-961-6445

加拿大多伦多 Toronto
Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2401-1200

Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-6578-300
Fax: 886-3-6578-370

亚太地区

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4080

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Yokohama
Tel: 81-45-471-6166
Fax: 81-45-471-6122

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark-Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820