

采用 FanSense™ 技术的 PWM 风扇速度控制器

特征

- 风扇速度与温度成正比，可降低噪声，延长风扇寿命。
- 高效 PWM 风扇驱动
- 供电电压范围：3.0V 至 5.5V。
 - 风扇工作电压与 TC642 电源电压无关
 - 支持任意风扇电压
- 采用 FanSense™ 技术的故障检测电路可进行风扇故障保护和系统测试
- 节省功耗的关断模式
- 支持使用低成本 NTC/PTC 热敏电阻
- 节省空间的 8 引脚 MSOP 封装
- 温度过热指示

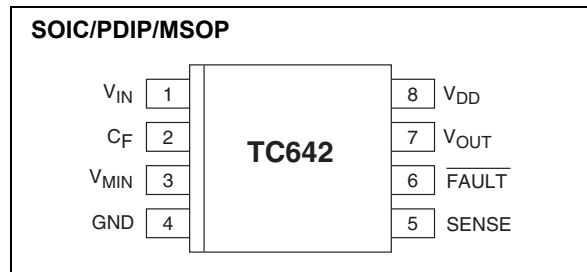
应用

- 电源设备
- 个人计算机
- 文件服务器
- 电信设备
- 不间断电源，功率放大器等
- 通用风扇速度控制应用

可用工具

- 风扇控制器演示板 (TC642DEMO)
- 风扇控制器评估工具包 (TC642EV)

封装类型



器件介绍

TC642 是一款开关模式风扇速度控制器，用于控制直流无刷风扇的速度。器件采用脉宽调制技术 (PWM) 实现风扇速度与温度的正比关系。通过在 V_{IN} 输入引脚连接一个热敏电阻（或其它电压输出温度传感器），可提供所需的 1.25V 至 2.65V 典型风扇的控制电压，和 0% 至 100% 的 PWM 占空比。通过 V_{MIN} 输入端的简单电阻分压器可设定风扇的最低转速。在上电、关断模式恢复以及瞬态故障后重新启动时，片内集成的启动定时器可确保风扇电机可靠启动。在 V_{MIN} （引脚 3）施加一个逻辑低电平可使风扇进入关断模式。

TC642 中采用了 Microchip Technology 的 FanSense™ 专利技术，提高了系统可靠性。风扇正常运行时，脉冲丢失检测器对 SENSE 引脚（引脚 5）上的脉冲序列进行监视。风扇失速、开路或断接时，将使 TC642 触发一次启动定时器。如果故障持续存在，FAULT 输出引脚将变为低电平，而器件则被锁定在关断模式。当 PWM 输出占空比达到 100% 时，FAULT 输出引脚也将输出低电平，表明可能出现热失控现象。此时风扇仍继续运行。欲了解器件的更多信息和系统设计指南，请参见第 5.0 节的“典型应用”。

TC642 可提供标准 8 引脚塑料 DIP，SOIC 和 MSOP 封装形式，并提供商业级、扩展商业级和工业级产品。

1.0 电气特性

绝对最大额定值 *

电源电压 6V

任一引脚输入电压 (GND – 0.3V) 至 (V_{DD} + 0.3V)

封装热阻：

PDIP (R_{θJA}) 125°C/W

SOIC (R_{θJA}) 155°C/W

MSOP (R_{θJA}) 200°C/W

规定温度范围 -40°C 至 +125°C

储存温度范围 -65°C 至 +150°C

*如果器件运行条件超过上述各项绝对最大额定值，可能对器件造成永久性损坏。上述参数仅是运行条件的极大值，我们不建议使器件运行在超过或在技术规范以外的条件下。器件长时间工作在绝对最大极限条件下，其稳定性可能受到影响。

电气参数

电气特性参数：除非另外说明，否则 T_{MIN} < T_A < T_{MAX}, V_{DD} = 3.0V 至 5.5V。

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V _{DD}	电源电压	3.0	—	5.5	V	
I _{DD}	正常运行时的电源输入电流	—	0.5	1.0	mA	引脚 6, 7 开路, C _F = 1 μF, V _{IN} = V _{C(MAX)}
I _{DD(SHDN)}	关断模式时的电源输入电流	—	25	—	μA	引脚 6, 7 开路, C _F = 1 μF, V _{MIN} = 0.35V, 注 1
I _{IN}	V _{IN} , V _{MIN} 输入漏电流	- 1.0	—	+1.0	μA	注 1
V_{OUT} 输出						
t _R	V _{OUT} 上升时间	—	—	50	μsec	I _{OH} = 5 mA, 注 1
t _F	V _{OUT} 下降时间	—	—	50	μsec	I _{OL} = 1 mA, 注 1
t _{SHDN}	清除故障模式所需的脉冲宽度 (在 V _{MIN} 上)	30	—	—	μsec	V _{SHDN} , V _{HYST} 技术参数, 注 1
I _{OL}	V _{OUT} 输出引脚的灌电流	1.0	—	—	mA	V _{OL} = V _{DD} 的 10%
I _{OH}	V _{OUT} 输出引脚的拉电流	5.0	—	—	mA	V _{OH} = V _{DD} 的 80%
V_{IN}, V_{MIN} 输入						
V _{C(MAX)} , V _{OTF}	100% PWM 占空比时 V _{IN} 或 V _{MIN} 引脚输入电压	2.5	2.65	2.8	V	
V _{C(SPAN)}	V _{C(MAX)} - V _{C(MIN)}	1.3	1.4	1.5	V	
V _{SHDN}	确保器件进入关断模式所施加在 V _{MIN} 引脚上的电压	—	—	V _{DD} × 0.13	V	
V _{REL}	使器件脱离关断模式的施加在 V _{MIN} 引脚上的电压	V _{DD} × 0.19	—	—	V	V _{DD} = 5V
脉宽调制器						
F _{PWM}	PWM 频率	26	30	34	Hz	C _F = 1.0 μF
SENSE 输入						
V _{TH(SENSE)}	相对于 GND 的 SENSE 引脚输入门限电压	50	70	90	mV	注 1
FAULT 输出						
V _{OL}	输出低电平电压	—	—	0.3	V	I _{OL} = 2.5 mA
t _{MP}	脉冲丢失检测器定时器	—	32/F	—	Sec	
t _{STARTUP}	启动定时器	—	32/F	—	Sec	
t _{DIAG}	诊断定时器	—	3/F	—	Sec	

注 1： 由设计验证，未经测试。

2.0 引脚说明

表 2-1 对引脚功能作了说明。

表 2-1: 引脚功能表

引脚编号	符号	介绍
1	V_{IN}	模拟输入
2	C_F	模拟输出
3	V_{MIN}	模拟输入
4	GND	接地端
5	SENSE	模拟输入
6	$\overline{FAULT}$	数字 (集电极开路) 输出
7	V_{OUT}	数字输出
8	V_{DD}	电源输入

2.1 模拟输入 (V_{IN})

热敏电阻网络 (或其它温度传感器) 连接至 V_{IN} 输入引脚。该引脚上 1.25V 至 2.65V 典型输入电压范围可有效驱动 V_{OUT} 引脚实现 0% 至 100% 的占空比。

2.2 模拟输出 (C_F)

C_F 为 PWM 斜波信号发生器定时电容的正极。在 30 Hz 频率的 PWM 运行时, 建议取 C_F 值为 1 μF 。

2.3 模拟输入 (V_{MIN})

连接到 V_{MIN} 输入引脚的外接电阻分压器通过设定最小 PWM 占空比 (典型值 1.25V 至 2.65V = 0% 至 100%) 来设定风扇的最低转速。当 $V_{MIN} \leq V_{SHDN}$ 时, TC642 进入关断模式。在关断模式下, $\overline{FAULT}$ 输出引脚不活动, 电源输入电流降至 25 μA (典型值)。当 $V_{MIN} \geq V_{REL}$ 时, TC642 脱离关断模式 (见第 5.0 节, “典型应用”)。

2.4 接地端 (GND)

GND 为接地端。

2.5 模拟输入 (SENSE)

风扇运转时对流经检测电阻的电流进行斩波, 因而在 SENSE 引脚可检测到脉冲。若无脉冲则表明出现了故障。

2.6 数字输出 ($\overline{FAULT}$)

$\overline{FAULT}$ 引脚变为低电平表明发生了故障。若 $\overline{FAULT}$ 变为低电平是由风扇故障导致的, 则此时器件锁定在关断模式下, 直至故障消除或电源断电。欲强行关断, 可将 $\overline{FAULT}$ 引脚直接连接到 V_{MIN} 引脚。当 PWM 占空比达到 100% 时, $\overline{FAULT}$ 引脚也将变为低电平, 表明风扇已达到最大冷却能力, 可能发生过热状况。该状态不是锁定状态, 当 PWM 占空比降到 100% 以下时, $\overline{FAULT}$ 引脚将返回高电平。

2.7 数字输出 (V_{OUT})

V_{OUT} 是高电平有效的互补输出引脚, 用于驱动外部 NPN 晶体管 (通过适当的基极电阻) 的基极或 N 沟道 MOSFET 的栅极。该输出引脚具有不对称驱动功能 (见第 1.0 节, “电气特性”)。

2.8 电源输入 (V_{DD})

V_{DD} 可不受风扇的供电电源影响 (见第 1.0 节 “电气特性”)。

TC642 故障检测的第二种情况是，施加在 V_{IN} 引脚上的 PWM 控制电压大于占空比为 100% 时所需的电压（见第 1.0 节，“电气特性”）。这表明风扇已处于最大驱动状态，且系统可能出现过热。其原因是系统散热量超出冷却系统的设计能力，或存在某些不易察觉的故障（如风扇轴承失效或风路受阻）。其输出可视为系统过热警告，并用于触发系统关断。然而在这种情况下，即使 $\overline{FAULT}$ 输出低电平，风扇仍将继续运行。如果希望关断器件，可在器件外部将 $\overline{FAULT}$ 引脚连接至 V_{MIN} ，这样，任何故障发生时，TC642 均将锁定在关断模式。

3.3 V_{OUT} 输出

V_{OUT} 引脚用来驱动作为系统低边功率开关元件的低成本的晶体管或 MOSFET。各种驱动电路的示例将贯穿本数据手册。该输出为不对称互补驱动，并经过优化用于驱动 NPN 晶体管或 N 沟道 MOSFET。由于系统采用 PWM 控制而非线性控制方式，功率开关元件的功耗被最大限度地降低了。一般来说，小型器件（如 TO-92 或 SOT 封装）即可满足要求。

3.4 启动定时器

为确保风扇可靠启动，在风扇启动时，启动定时器将打开 V_{OUT} 输出并保持 32 个 PWM 脉冲周期。在上电时以及从关断模式恢复再启动时均是如此。若 PWM 工作频率为 30Hz ($C_F = 1\mu F$)，则启动时间约为 1 秒。如果检测到故障，诊断定时器将被触发一次，随后启动定时器也将被激活。如果故障持续存在，器件将进入关断模式。（见第 3.2 节，“ $\overline{FAULT}$ 输出”）。

3.5 关断控制（可选）

如果 V_{MIN} （引脚 3）电平被拉低至 V_{SHDN} 以下，TC642 将进入关断模式。如图 3-1 所示，通过开漏逻辑信号驱动 V_{MIN} 引脚或通过外接晶体管均可达到上述目的。在 V_{MIN} 电压恢复到高于 V_{REL} ($0.85V @ V_{DD} = 5.0V$) 之前，器件的所有功能均被暂停。将 V_{MIN} 电平被拉低至 V_{SHDN} 以下将无一例外地将器件置于完全关断或复位状态。在关断模式下， $\overline{FAULT}$ 引脚被无条件禁止。

在 V_{SHDN} 和 V_{REL} 门限电压值中设计了小幅度滞后电压，其幅度（典型值）为 V_{DD} 的百分之一（ $V_{DD} = 5.0V$ 时为 50 mV）。在第 1.0 节，“电气特性”中给出的 V_{SHDN} 和 V_{REL} 参数已包括该滞环电压幅度，并加进了足够的余量以允许门限电压和滞环电压绝对值的正常变化。

注意：关断模式为无条件模式。即无论 V_{IN} 引脚电压为何，风扇均无法被激活。在系统的各部分的发热降低到可忽略的程度以前，不应关断风扇。

3.6 SENSE 输入 (FanSense™ 技术)

SENSE 输入引脚（引脚 5）连接到风扇接地支路中的低阻值电流测量电阻。风扇正常运行时，各磁极励磁时均使电流换相。这使风扇电流出现短时中断，从而可在检测电阻器两端观察到电流脉冲。如果器件不处于关断模式，且 SENSE 输入引脚未检测到脉冲，则表明风扇出现故障。

风扇电流短暂而快速的变化 (di/dt 高) 会使检测电阻 R_{SENSE} 两端 dV/dt 出现相应的变化。 R_{SENSE} 两端的波形将被微分，并通过 C_{SENSE} 和内部信号处理电路转换为逻辑电平脉冲序列。该脉冲序列的存在及其频率直观地表明了风扇运行正常（详情请参见第 5.0 节，“典型应用”）。

4.0 系统算法流程

图 4-1 介绍了 TC642 的算法流程。整个过程可分为以下几部分：

4.1 上电

- (1) 假定器件此时不处于关断模式 ($V_{MIN} > V_{REL}$)...
- (2) 打开 V_{OUT} 高电平输出, 保持 32 个 PWM 时钟周期, 以确保风扇从停止状态启动。
- (3) 在该启动定时器周期内, 如果检测到风扇驱动脉冲信号, 则进入正常运行流程。如果未检测到脉冲信号 ...
- (4) 再次启动 32 周期启动定时器, 检测是否有脉冲信号。如果检测到风扇脉冲信号, 进入正常运行流程。如果未检测到脉冲信号 ...
- (5) 进入风扇故障流程。
- (6) 结束。

4.2 正常运行

正常运行是一个无限循环。只有进入关断模式或风扇故障模式时, 系统才会退出正常运行循环。可将该循环想象成器件在振荡器和 PWM 频率下执行命令。

- (1) 将脉冲丢失检测器复位。
- (2) TC642 处于关断模式吗? 如果是, 那么 ...
 - a. V_{OUT} 占空比输出为零。
 - b. $\overline{FAULT}$ 被禁止。
 - c. 退出循环, 待 $V_{MIN} > V_{REL}$ 后恢复运行 (同上电运行)。
- (3) 如果发生过热故障 ($V_{IN} > V_{OTF}$), $\overline{FAULT}$ 被启动。当 $V_{IN} < V_{OTF}$ 时, 退出 $\overline{FAULT}$ 故障状态。
- (4) 在循环基循环内, 驱动 V_{OUT} 至与 V_{IN} 和 V_{MIN} 两者中较高电压成正比的占空比。
- (5) 如果检测到风扇驱动脉冲, 返回到循环起始 (1)。
- (6) 如果脉冲丢失检测器超时 ...
- (7) 激活 3 周期诊断定时器并检测脉冲信号; 如果检测到风扇驱动脉冲, 返回到循环起始 (1); 如果未检测到脉冲信号 ...
- (8) 激活 32 周期启动定时器并检测脉冲信号; 如果检测到风扇驱动脉冲, 返回到循环起始 (1); 如果未检测到脉冲信号 ...
- (9) 中止正常运行, 进入风扇故障。
- (10) 结束。

4.3 风扇故障

风扇故障是一个无限循环。在此期间, TC642 被锁定为关断模式。只有复位才可脱离该模式 (即将 V_{MIN} 电压拉低至 V_{SHDN} 以下, 随后拉高至 V_{REL} 以上, 或重新启动电源上电循环)。

- (1) 在关断模式, $\overline{FAULT}$ 被锁定在低电平, 且 V_{OUT} 输出被禁止。
- (2) 在 V_{MIN} 引脚施加连续复位信号将使系统退出该模式, 并重新上电启动。
- (3) 结束。

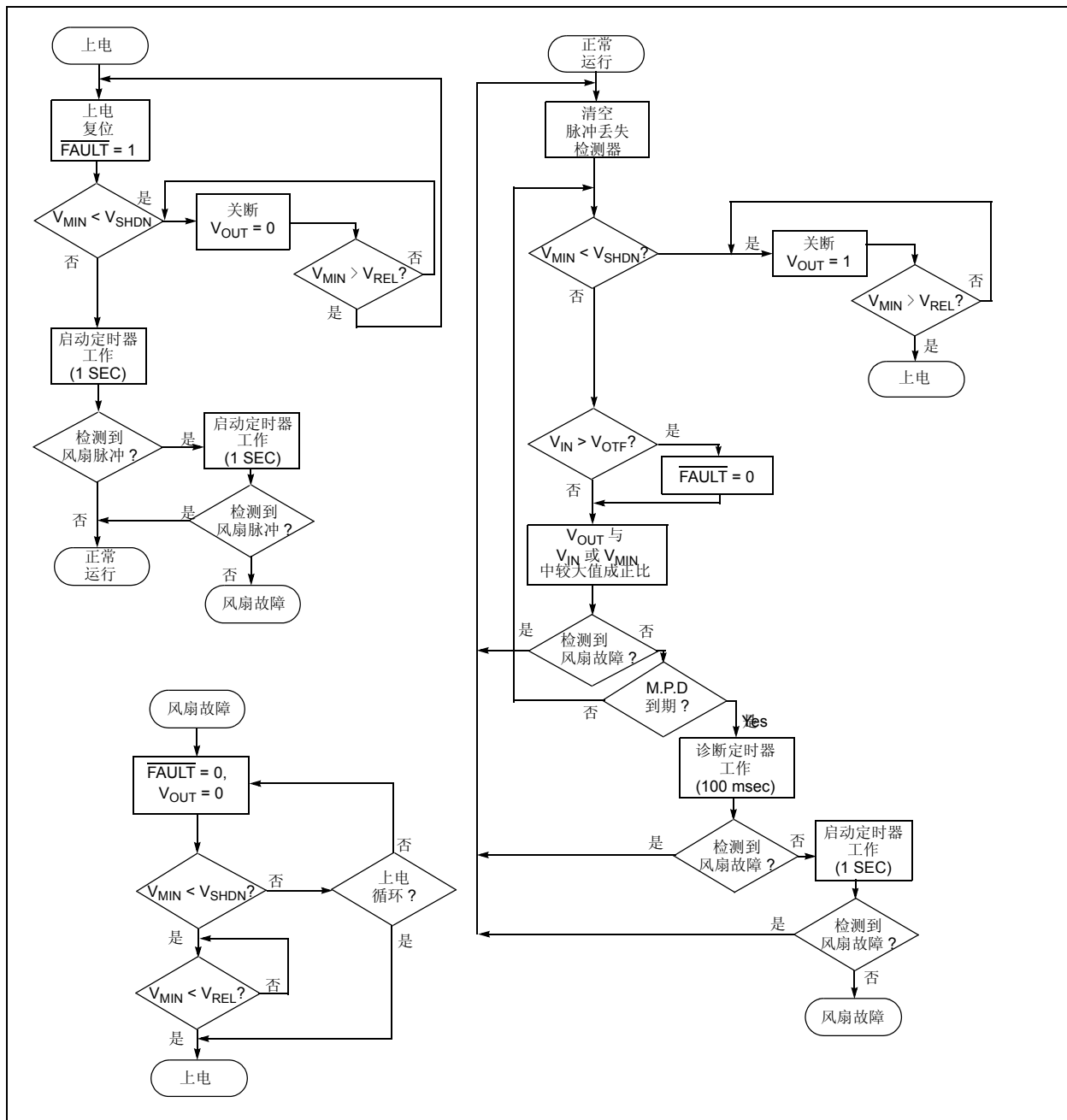


图 4-1: TC642 算法流程图

5.0 典型应用

TC642 及其相关电路的设计包括以下步骤:

- (1) 应配置温度传感器电路,使其可在 V_{IN} 产生对应于 0% 至 100% 可调温度范围的 1.25V 至 2.65V 控制电压。
- (2) 必须设定风扇最小运行速度 (V_{MIN})。
- (3) 必须选择输出驱动晶体管及相关驱动电路。
- (4) SENSE 电路、 R_{SENSE} 和 C_{SENSE} 的设计必须使系统效率达到最大,同时保证足够幅度的信号。

- (5) 若期望系统具有关断功能,应考虑外部信号或电路的驱动要求。

TC642 演示和原型板 (TC642DEMO) 和 TC642 评估套件 (TC642EV) 可提供 TC642 电路的工作示例以及设计帮助。TC642DEMO 为小尺寸的印刷电路板,可为用户提供极大的方便以进行系统原型设计。TC642EV 尺寸较大,供用户进行设计和分析。若采用 TC642 进行设计开发,建议参考 TC642EV(DS21403) 和 TC642DEMO (DS21401) 等相关技术文档。

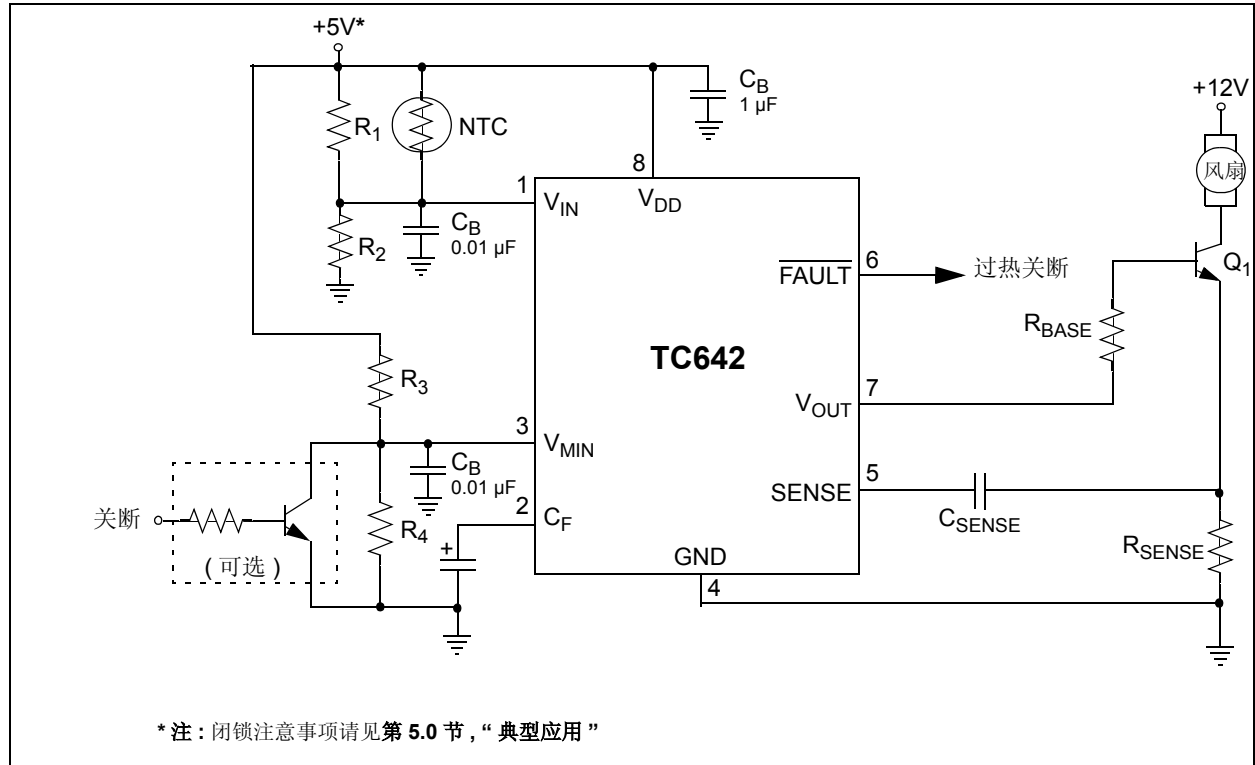


图 5-1: 典型应用电路图

5.1 温度传感器设计

连接到 V_{IN} 的温度检测电路应能输出范围为 1.25V 至 2.65V (典型值) 的电压输出信号以对应 0% 至 100% 的期望温度调节范围。图 5-2 中所示电路可方便地产生符合上述范围要求的电压信号。

图 5-2 显示了一个简单的分压器电路。其中, RT_1 为 NTC 热敏电阻, R_1 和 R_2 为标准电阻。电源供电电压 V_{DD} 通过 R_2 和 RT_1 与 R_1 组成的并联电阻分压 (为简便起见, RT_1 和 R_1 组成的并联电阻用 R_{TEMP} 表示)。不同温度条件下, 热敏电阻的阻值可通过厂商提供的产品技术参数获得。热敏电阻的标称值通常为其 25°C 时的阻值。

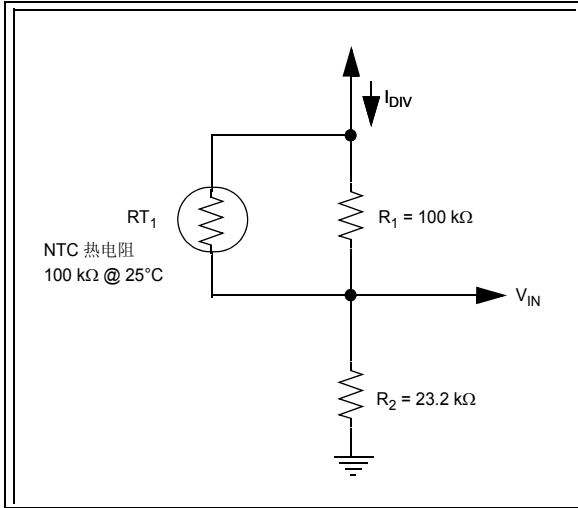


图 5-2: 温度检测电路

图 5-2 所示的热敏电阻通常为具有负温度系数的非线性器件 (亦称 NTC 热敏电阻)。图 5-2 中, R_1 用来实现热敏电阻温度响应的线性化, 而 R_2 用来在 V_{IN} 节点产生正温度系数。这种配置带来的另一个好处是产生了 1.4V 的输出电压变化量, 该变化量处于 TC642 的 $V_C(\text{SPAN})$ 技术参数允许范围内。在该应用中, 为了使 I_{DIV} 保持为最小值, 我们选择 100 kΩ 的 NTC 热敏电阻。

这种配置下, 当 V_{IN} 引脚的输入控制电压范围等于 1.25V 至 2.65V 时, 相应的温度范围为 0°C 至 50°C。要从该电路中得到不同的温度范围, 选用的 R_1 的阻值应等于新的温度范围中点所对应的热敏电阻阻值。 R_2 则根据下面的公式作相应的调整。由于受到热敏电阻线性度的限制, 建议在该电路选取的最大温度范围为 50°C。

以下两个方程可用来求解 R_1 和 R_2 这两个未知变量。欲查询更多热敏电阻的信息, 请参见应用笔记 AN679 “温度检测技术”, 和 AN685 “单电源温度传感电路中的热敏电阻”。上述资料可从 Microchip 公司网站: www.microchip.com 下载。

公式

$$\frac{V_{DD} \times R_2}{R_{TEMP}(T_1) + R_2} = V(T_1)$$

$$\frac{V_{DD} \times R_2}{R_{TEMP}(T_2) + R_2} = V(T_2)$$

其中: T_1 和 T_2 为所选温度值, R_{TEMP} 为热敏电阻与 R_1 的并联电阻值

5.2 最小风扇转速

V_{MIN} 引脚上的分压器可设定最小 PWM 占空比, 因而可设定最小风扇转速。对于 V_{IN} 输入电压, 典型情况下, 1.25V 至 2.65V 分别对应 0% 至 100% 的占空比输出。假设风扇转速与占空比呈线性关系, 则最小转速对应的电压可通过下式计算得出:

公式

$$V_{MIN} = \frac{\text{最小转速}}{\text{全速}} \times (1.4) + 1.25V$$

例如, 若 2500 RPM 对应 100% 的风扇转速, 而所需的最低转速为 1000 RPM, 则 V_{MIN} 电压等于:

公式

$$V_{MIN} = \frac{1000}{2500} \times (1.4) + 1.25V = 1.81V$$

用一个简单的电阻分压器可设定 V_{MIN} 电压, 如图 5-3 所示。根据第 1.0 节, “电气特性” 参数可知, V_{MIN} 输入引脚的漏电流不超过 1 μA 。在设计流经分压器的电流 I_{DIV} 时, 保守的取值为 100 μA 。若 $V_{DD} = 5.0V$, 则:

公式

$$I_{DIV} = 100\mu A = \frac{5.0V}{R_1 + R_2}, \text{ 因此}$$

$$R_1 + R_2 = \frac{5.0V}{100\mu A} = 50,000\Omega = 50k\Omega$$

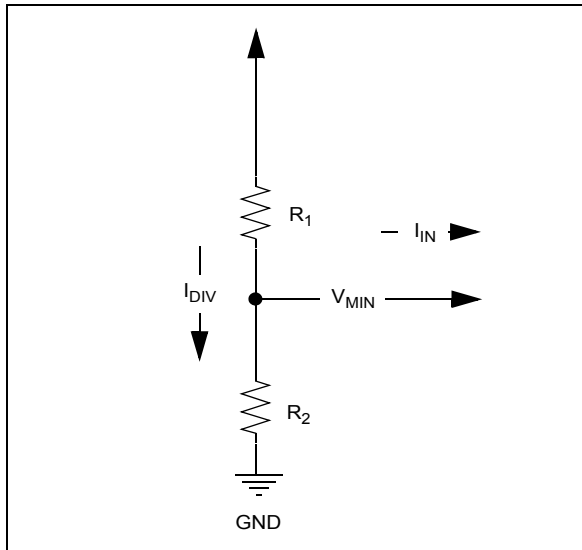


图 5-3: V_{IN} 输入电路

根据分压器电压等于所需 V_{MIN} 的条件，可进一步确定 R_1 和 R_2 的阻值。我们得到以下公式：

公式

$$V_{MIN} = \frac{V_{DD} \times R_2}{R_1 + R_2}$$

从上式中我们得到 R_1 和 R_2 的关系如下：

公式

$$R_1 = R_2 \times \frac{V_{DD} - V_{MIN}}{V_{MIN}}$$

得出本例中， $R_1 = (1.762) R_2$ 。将两者关系带入前面的公式得到以下电阻值：

$$R_2 = 18.1 \text{ k}\Omega, R_1 = 31.9 \text{ k}\Omega$$

这样，选取的标准电阻 $R_1=31.6 \text{ k}\Omega$ 和 $R_2= 18.2 \text{ k}\Omega$ 与计算所得电阻值非常接近，可以放心使用。

5.3 低占空比运行

低速运行时 TC642 上“丢失”的风扇换相脉冲会导致诊断定时器非正常激活，这一限制条件将影响风扇最小转速的选择。在 PWM 占空比很低（典型情况为 25% 或更低）时，发生这种现象是很正常的。由于 SENSE 是通过检测 R_{SENSE} 两端的电流脉冲来检测风扇换相的。而这一切仅在风扇受到激励时（即 V_{OUT} 为“开”）才会发生。当占空比很低时，多数时间下 V_{OUT} 处于“关”状态。此时尽管风扇可能正常运转，但换相却发生在 PWM 的“关”的时间。

系统运行时，风扇换相与 PWM 边沿的相位关系有时可能“脱节”。在某些时刻，TC642 在 32 个 PWM 周期的丢失脉冲检测时段内无法捕捉到脉冲信号。发生这种情形时，诊断定时器将被激活， V_{OUT} 引脚将连续 3 个周期输出高电平。如果风扇运转正常，系统将检测到脉冲信号。如果一切正常，风扇返回正常运行状态。尽管上述过程不损害风扇运行，但诊断定时器触发引起风扇的短时加速将发出可听噪声。鉴于此，建议 V_{MIN} 设定值不小于 1.8V。

5.4 FanSense 电路网络 (R_{SENSE} 和 C_{SENSE})

由 R_{SENSE} 和 C_{SENSE} 组成的 FanSense 网络可使 TC642 检测风扇电机的换相 (FanSense 技术)。可将该网络设想成一个差分器和门限检测器。 R_{SENSE} 的作用是将风扇电流转换为电压信号。而 C_{SENSE} 用来对该电压信号进行 AC 耦合，并作为 SENSE 引脚的对地参考输入信号。SENSE 电路的设计其实就是选取 R_{SENSE} 的值以获得适当的增益（即电流对电压的转换比）。建议 C_{SENSE} 选取 $0.1 \mu\text{F}$ 的陶瓷电容。小于该容量的电容需选用较大的电阻，而容量较大的电容一般体积较大而且较为昂贵。采用 $0.1 \mu\text{F}$ 的电容时， R_{SENSE} 阻值则比较合适。图 5-4 显示了典型的 SENSE 网络。图 5-5 则显示了采用上述电路所观察到的波形。

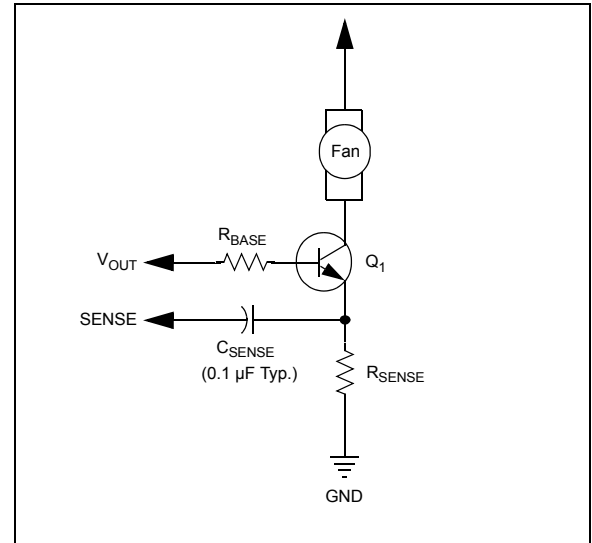


图 5-4: SENSE 电路

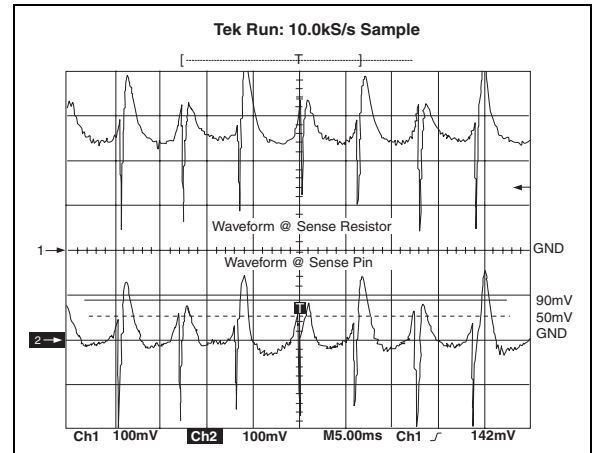


图 5-5: SENSE 引脚输入波形

表 5-1 列出了对应不同风扇标称工作电流的 R_{SENSE} 的建议值。注意，风扇厂商给出的电流参数可能是接近失速时的最恶劣条件下的额定值，而非风扇标称工作电流。表 5-1 所列电流为风扇实际平均工作电流。如果实际风扇电流介于所列的两个电流之间，则选取较大的电阻。使用表 5-1 得到的最终结果是使检测电阻两端形成的脉冲信号幅值达到约 450 mV。

表 5-1: R_{SENSE} 与风扇电流关系表

标称风扇电流 (mA)	R_{SENSE} (Ω)
50	9.1
100	4.7
150	3.0
200	2.4
250	2.0
300	1.8
350	1.5
400	1.3
450	1.2
500	1.0

5.5 输出驱动晶体管的选择

TC642 设计用于驱动外部晶体管或 MOSFET 以调节风扇的输入功率。在图 3-1、5-1、5-4、5-6、5-7、5-8 和 5-9 中显示为 Q_1 。 V_{OUT} 引脚的最小输出电流为 5mA，最小输入电流为 1mA。可采用双极型晶体管或 MOSFET 作为功率开关元件，如图 5-7 所示。要产生驱动大功率风扇所需的高电流增益，可在达林顿电路配置中采用两个晶体管来驱动。图 5-7 显示了三种可能的电路拓扑：(a) 采用单个 NPN 晶体管作为开关元件；(b) 达林顿对管方式；和 (c) 采用 N 沟道 MOSFET。

TC642 中所采用的 PWM 控制方案与线性速度控制相比，其主要优点在于通路元件的功耗极低。一般来说，采用小封装如 TO-92 或 SOT 的低成本功率元件即可满足要求。对于标称工作电流不大于 200mA 的风扇，采用单晶体管驱动即可。高于 200mA 时，建议采用达林顿或 MOSFET 驱动方式。为了使风扇检测功能正常运行，通路晶体管在导通时必须处于完全饱和状态。

表 5-2 列出了一些常用的晶体管和 MOSFET 型号。该表仅为用户选择器件提供参考，许多未在表中列出的晶体管和 MOSFET 可达到与所列出器件的同样功效。选择作为 Q_1 的器件时，关键问题为：(1) 器件的击穿电压 ($V_{(BR)CEO}$ 或 V_{DS} (MOSFET)) 必须足够大以承受在风扇上施加的最大电压（注：风扇的最大电压出现在风扇的关断时刻。）；(2) 在满幅风扇电流条件下，5mA 的基极驱动电流必须足以使晶体管进入饱和状态（晶体管应具有足够大的增益）；(3) V_{OUT} 输出电压必须足够高以充分驱动 MOSFET 的栅极，使器件的 $R_{DS(ON)}$ 最小；(4) 额定风扇电流必须在晶体管/MOSFET 的最大电流处理能力之内；(5) 功耗应在所选器件的允许范围之内。

对于双极型晶体管，还需采用基极限流电阻 (如图 5-6)。

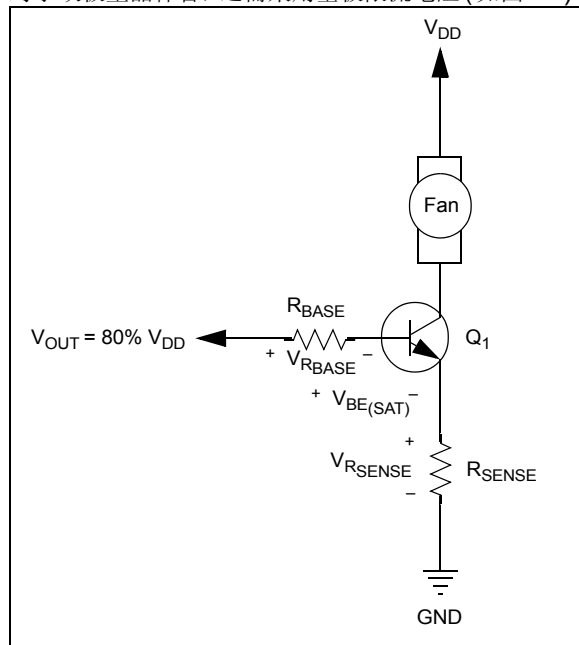


图 5-6: 用以确定 R_{BASE} 的电路

该电阻的阻值可确定如下：

$$\begin{aligned}
 V_{OH} &= V_{RSENSE} + V_{BE(SAT)} + V_{RBASE} \\
 V_{RSENSE} &= I_{FAN} \times R_{SENSE} \\
 V_{RBASE} &= R_{BASE} \times I_{BASE} \\
 I_{BASE} &= I_{FAN} / h_{FE}
 \end{aligned}$$

V_{OH} 为 V_{DD} 的 80%，见第 1.0 节，“电气特性”； $V_{BE(SAT)}$ 已在所选晶体管的数据手册中给出。现可求出 R_{BASE} ：

公式

$$R_{BASE} = \frac{V_{OH} - V_{BE(SAT)} - V_{RSENSE}}{I_{BASE}}$$

在某些应用中，要求风扇采用 -12V 电源供电以避免电机产生由正电源供电而导致的噪声。如图 5-8 所示，稳压二极管 D_1 对 -12V 供电电源进行偏置，当 V_{OUT} 输出低电平时，将晶体管 Q_1 置于关断状态。当 V_{OUT} 输出

高电平时， D_1 的阳极电压将被 V_{OUT} 拉升，使 Q_1 导通。除此以外，上述 -12V 电源供电的风扇运行与 $+12\text{V}$ 供电的情况是一致的。

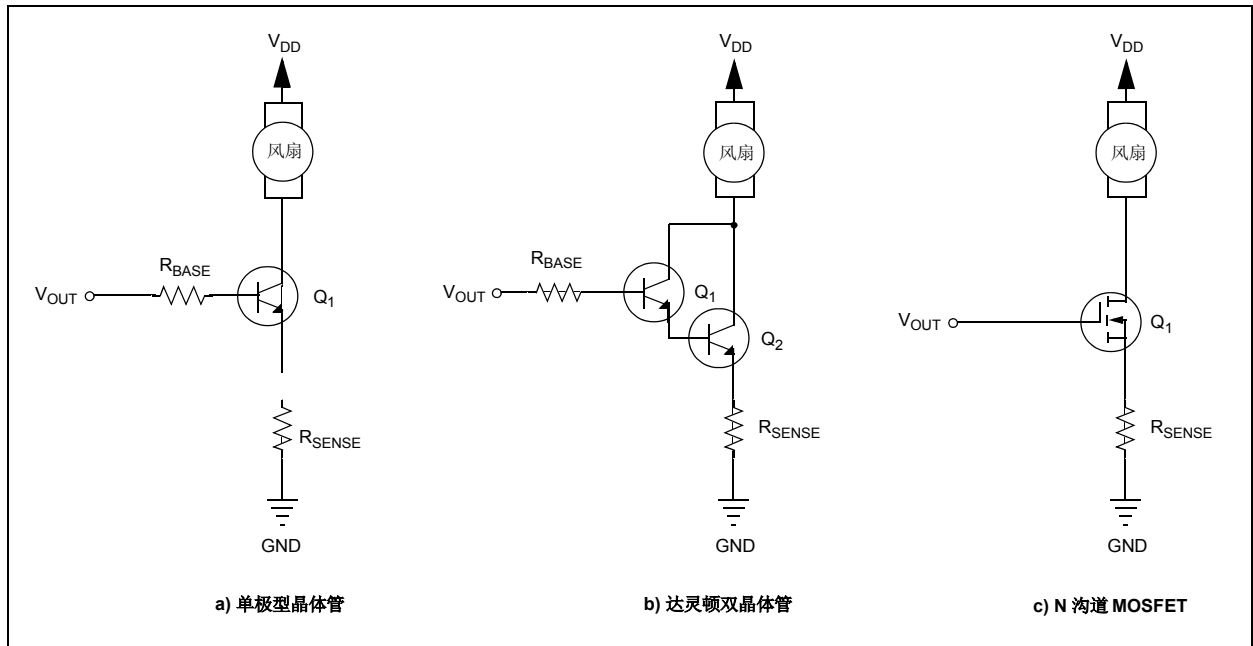


图 5-7: 输出驱动晶体管电路拓扑

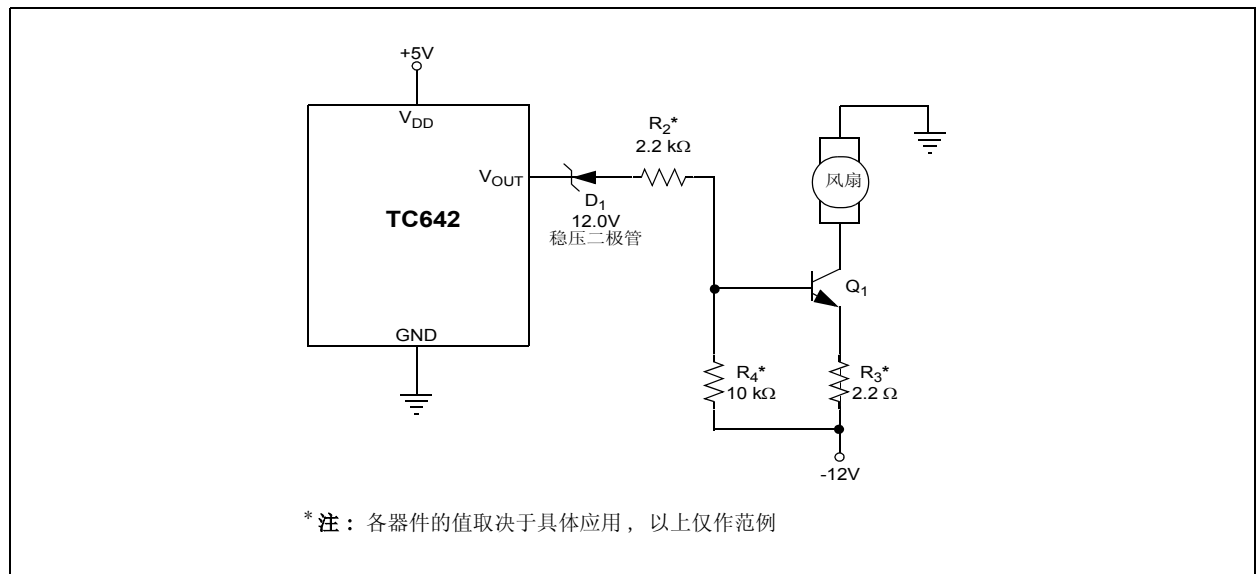


图 5-8: 采用 -12V 电源为风扇供电

表 5-2: 可用作 Q_1 的晶体管和 MOSFETS ($V_{DD} = 5V$)

器件	封装	最大 $V_{BE(sat)}/V_{GS}$ (V)	最小 H_{FE}	V_{CEO}/V_{DS} (V)	风扇电流 (mA)	R_{BASE} 建议值 (Ω)
MMBT2222A	SOT-23	1.2	50	40	150	800
MPS2222A	TO-92	1.2	50	40	150	800
MPS6602	TO-92	1.2	50	40	500	301
SI2302	SOT-23	2.5	NA	20	500	注 1
MGSF1N02E	SOT-23	2.5	NA	20	500	注 1
SI4410	SO-8	4.5	NA	30	1000	注 1
SI2308	SOT-23	4.5	NA	60	500	注 1

注 1: 可用串联栅极电阻来控制 MOSFET 的导通和关断时间。

5.6 闭锁的考虑

对于任何一枚 CMOS 器件, 如果外加信号超出输入电源的电压范围, 都存在闭锁的可能。如果外部电路 (如检测电路, V_{MIN} 分压器电路或关断控制电路) 与 TC642 使用不同的电源, 在系统上电时输入电压超出允许范围的问题就尤其值得关注。应确保先为 TC642 的 V_{DD} 上电。可能的话, 连接在 V_{IN} 和 V_{MIN} 上的电路网络应连接到与器件处于同一位置的 V_{DD} 电源。即使 IC 和所有外部电路使用同一电源供电, 连接点的分离也可导致导电通路上产生足够大的寄生电容或电感, 使不同的供电“路径”之间产生上电延迟。

5.7 输入电源的接线与旁路

出现在 V_{IN} 和 V_{MIN} 输入引脚上的噪声可导致 **FAULT** 输出引脚的错误操作。因此， V_{IN} 和 V_{MIN} 引脚的输入应连接一个容量为 $0.01 \mu F$ 的旁路电容，并将该旁路电容尽量靠近器件。由于 V_{IN} 通常由高阻抗源（如热敏电阻）驱动，因此更要为 V_{IN} 连接该旁路电容。此外，应为 V_{DD} 输入端连接一个 $1 \mu F$ 的旁路电容。接地线应尽可能短。为了避免风扇噪声对 TC642 接地引脚的干扰，TC642 和电流检测电阻的低端应采用单独的接地回路。

设计实例

步骤 1. 根据 NTC 在 T_{MIN} ($25^{\circ}C$) 和 T_{MAX} ($45^{\circ}C$) 时的电阻阻值分别为 $10k\Omega$ 和 $4.65k\Omega$ (见图 5-9)，计算 R_1 和 R_2 (见图 5-9)。

$$R_1 = 20.5 k\Omega$$

$$R_2 = 3.83 k\Omega$$

步骤 2. 设定最小风扇转速 $V_{MIN} = 1.8V$ 。

取 $R_5 = 33 k\Omega$ ， $R_6 = 18 k\Omega$ ，将分压器电流限定在 $100\mu A$ 。

步骤 3. 设计输出电路。

最大风扇电机电流 = $250 mA$ 。

取 $R_7 = 800 \Omega$ ， Q_1 beta 选择为 50。

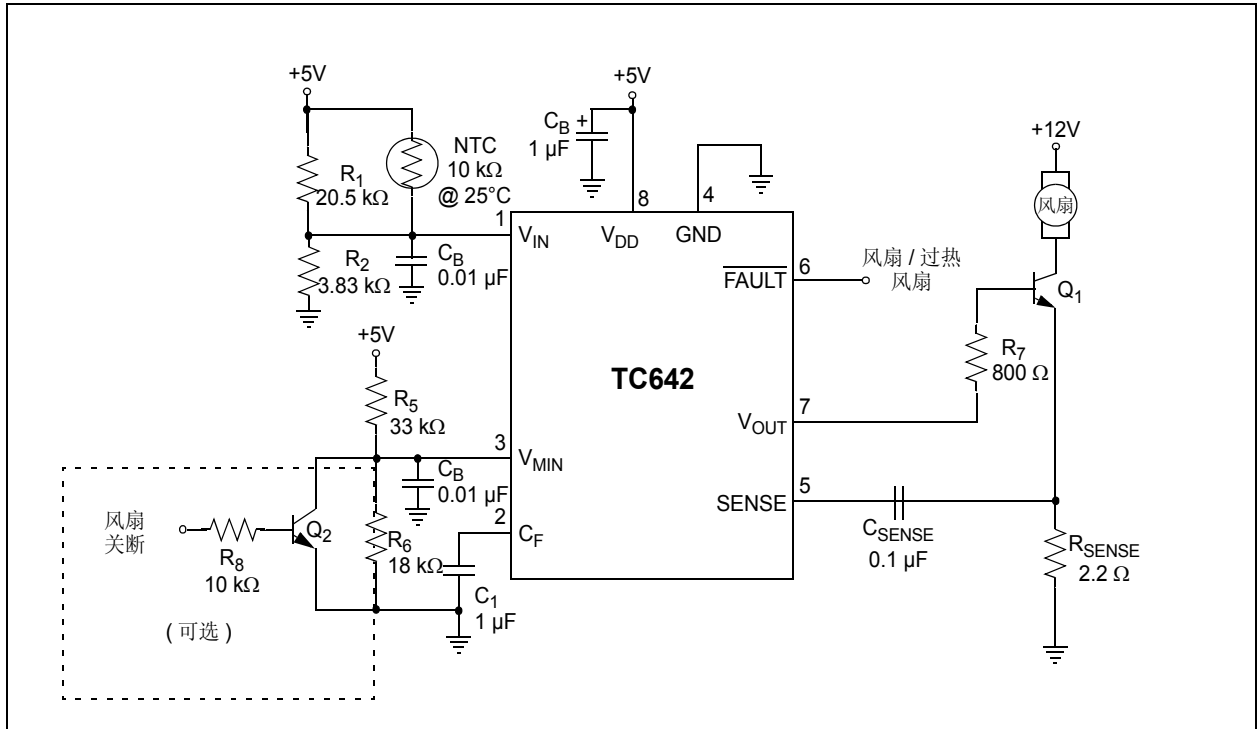
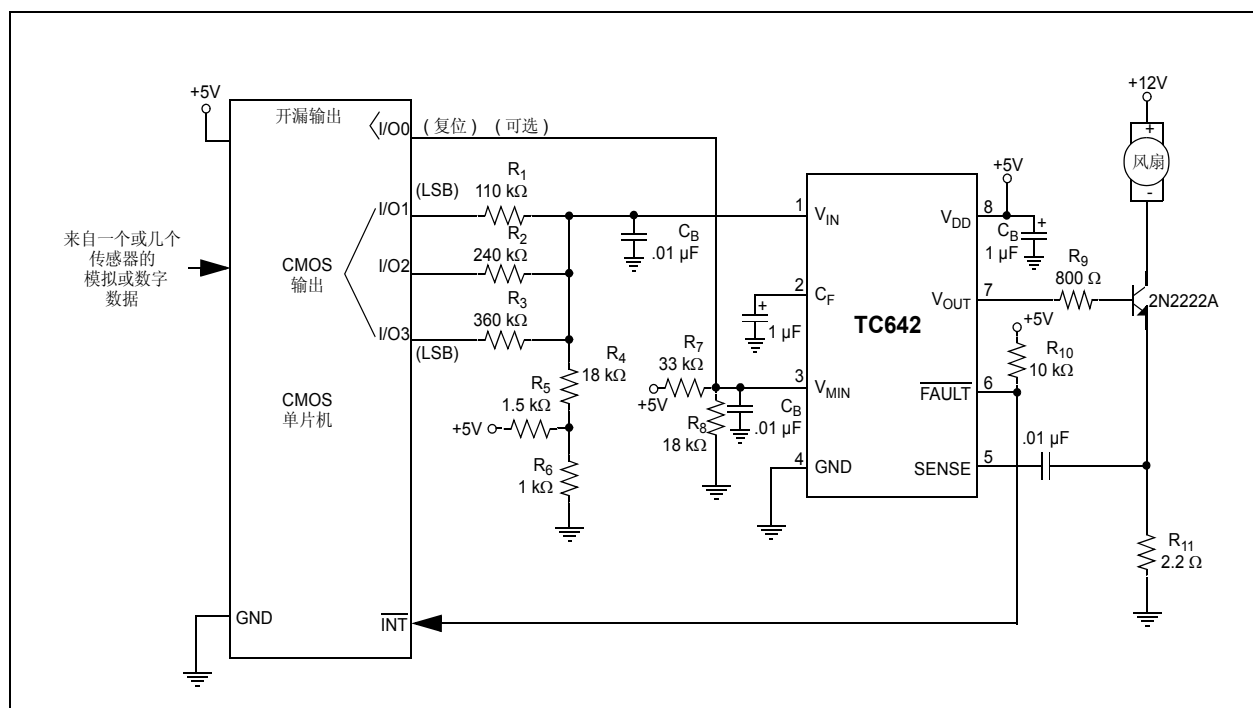


图 5-9: 设计实例

电压控制信号。用户亦可使用单片 DAC 或数字电位器

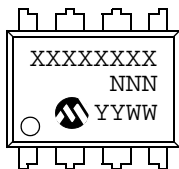
当 V_{MIN} 设定为 1.8V 时, TC642 输出的最小风扇转速约为额定转速的 40%, 其对应的处理器器输出代码为 000[B]。输出代码为 001[B] 至 111[B] 时, 风扇转速可大致控制为额定转速的 40% 至 100%。在检测到故障发生后, 可使用处理器的漏极开路输出 (I/O) 将 TC642 复位。将 FAULT 输出引脚与状态器的中断输入引脚或 I/O 引脚相连, 可得到查询操作状态。



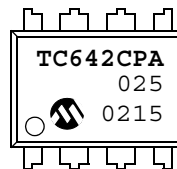
6.0 封装信息

6.1 封装标识信息

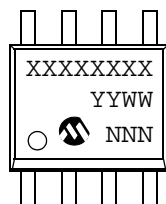
8 引脚 PDIP 封装 (300 mil)



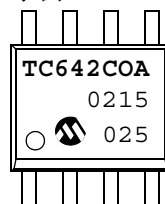
示例



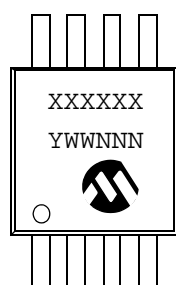
8 引脚 SOIC 封装 (150 mil)



示例



8 引脚 MSOP 封装



示例

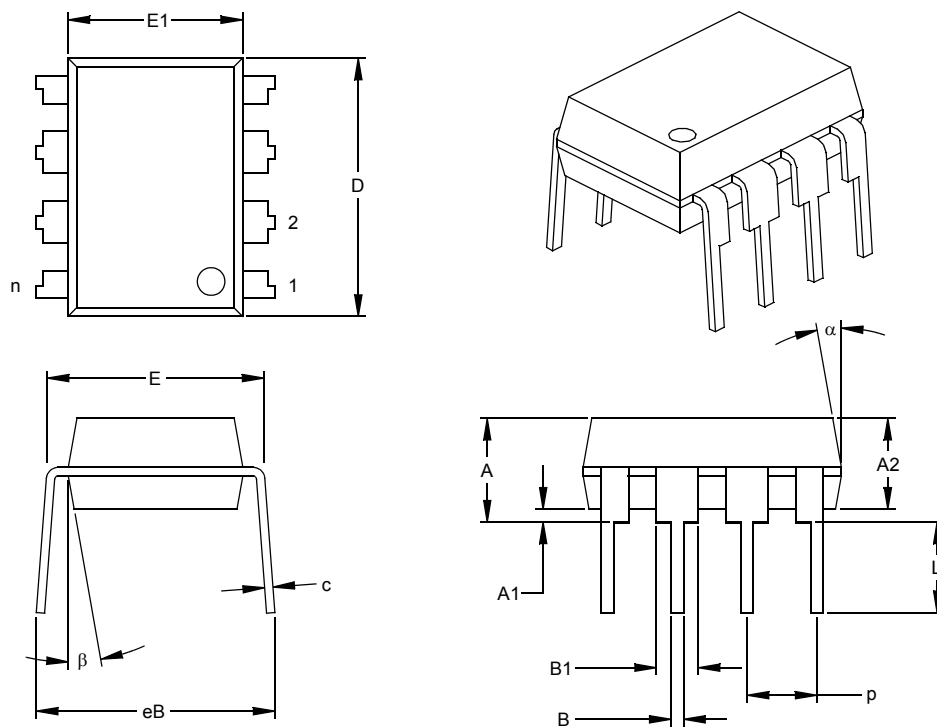


其中： XX...X	用户指定信息 *
YY	年份代码 (年历的最后两位数)
WW	星期代码 (一月一日的星期代码为 '01')
NNN	字母数字追踪代码

注： 如果 Microchip 芯片部件编号未在同一行内标完，将换行继续标出，从而限制了用户指定信息的可用字符数量。

* 标准标记信息包括 Microchip 部件编号，年份代码，星期代码，追踪代码 (工厂代码，掩码版本号码和组装代码)。超出上述内容的标记信息，为某些用户加价订购的内容。请向当地的 Microchip 销售办事处查询。

8 引脚塑料双列直叉 (P) – 300 mil (PDIP 封装)



单位		英寸*			毫米 S		
尺寸范围		最小	正常	最大	最小	正常	最大
引脚数	n		8			8	
引脚间距	p		.100			2.54	
模块总高度	A	.140	.155	.170	3.56	3.94	4.32
模块封装厚度	A2	.115	.130	.145	2.92	3.30	3.68
悬空间隙	A1	.015			0.38		
总宽度	E	.300	.313	.325	7.62	7.94	8.26
模块封装宽度	E1	.240	.250	.260	6.10	6.35	6.60
总长度	D	.360	.373	.385	9.14	9.46	9.78
引脚长度	L	.125	.130	.135	3.18	3.30	3.43
引脚厚度	c	.008	.012	.015	0.20	0.29	0.38
引脚上部宽度	B1	.045	.058	.070	1.14	1.46	1.78
引脚下部宽度	B	.014	.018	.022	0.36	0.46	0.56
总行间距 §	eB	.310	.370	.430	7.87	9.40	10.92
模块顶端锥度	α	5	10	15	5	10	15
模块底端锥度	β	5	10	15	5	10	15

* 控制参数

§ 重要特征

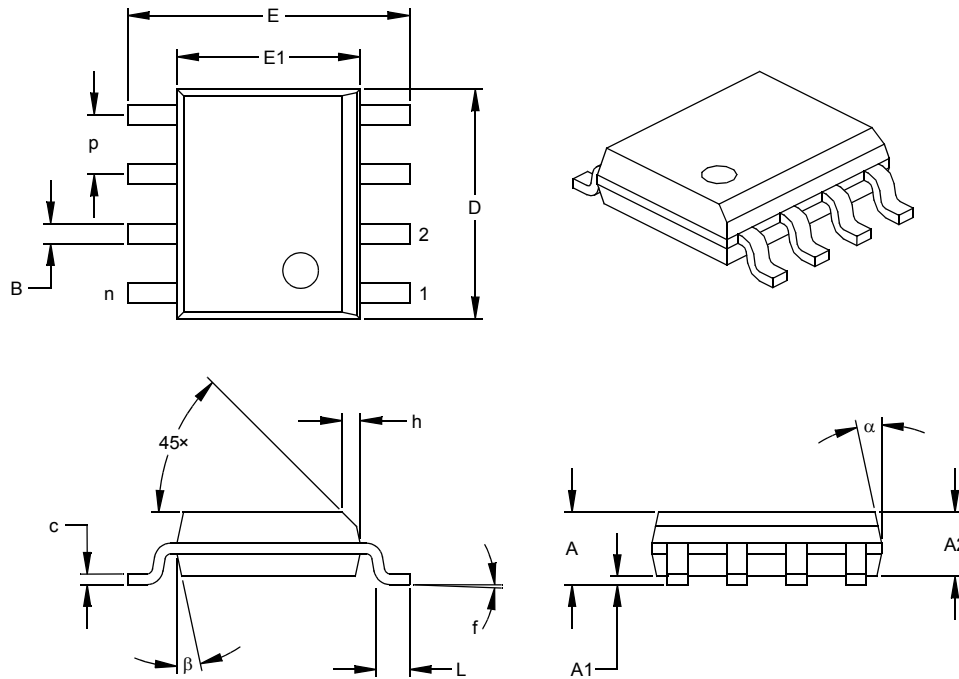
注：

尺寸 D 和 E1 不包括模块的毛边或凸起。毛边或凸起不得超过每侧 .010" (0.254mm)

同等 JEDEC 规范 MS-001

图号 . C04-018

8 引脚塑料小外形 (SN) – 窄条，150 mil (SOIC 封装)



单位		英寸*			毫米		
尺寸范围		最小	正常	最大	最小	正常	最大
引脚数	n		8			8	
引脚间距	p		.050			1.27	
总高度	A	.053	.061	.069	1.35	1.55	1.75
塑模封装厚度	A2	.052	.056	.061	1.32	1.42	1.55
悬空间隙 §	A1	.004	.007	.010	0.10	0.18	0.25
总宽度	E	.228	.237	.244	5.79	6.02	6.20
塑模封装宽度	E1	.146	.154	.157	3.71	3.91	3.99
总长度	D	.189	.193	.197	4.80	4.90	5.00
倒棱长度	h	.010	.015	.020	0.25	0.38	0.51
底脚长度	L	.019	.025	.030	0.48	0.62	0.76
底角尖端角	f	0	4	8	0	4	8
引脚厚度	c	.008	.009	.010	0.20	0.23	0.25
引脚宽度	B	.013	.017	.020	0.33	0.42	0.51
模块顶端锥度	α	0	12	15	0	12	15
模块底端锥度	β	0	12	15	0	12	15

* 控制参数

§ 重要特征

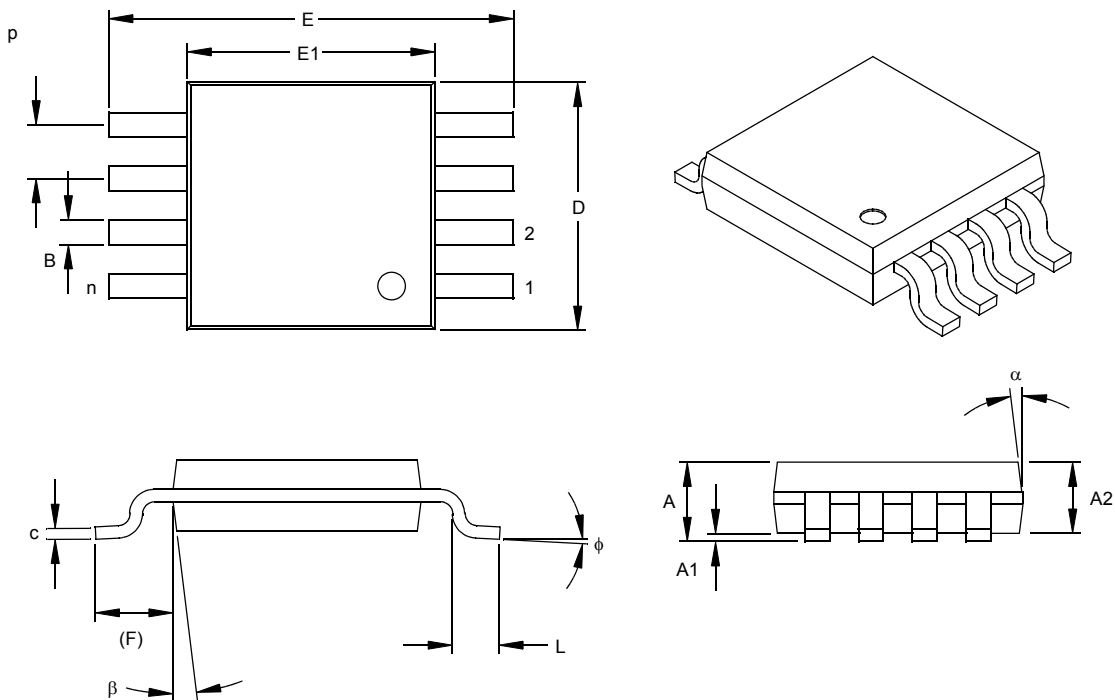
注：

尺寸 D 和 E1 不包括模块的毛边或凸起。毛边或凸起不得超过每侧 .010" (0.254mm)。

同等 JEDEC 规范 MS-012

图号：C04-057

8 引脚塑料微小外形封装 (MS) (MSOP 封装)



单位		英寸			毫米*		
尺寸范围		最小	正常	最大	最小	正常	最大
引脚数	n		8				8
引脚间距	p	.026			0.65		
总高度	A			.044			1.18
塑封模块厚度	A2	.030	.034	.038	0.76	0.86	0.97
悬空间隙 §	A1	.002		.006	0.05		0.15
总宽度	E	.184	.193	.200	4.67	4.90	5.08
塑封模块宽度	E1	.114	.118	.122	2.90	3.00	3.10
总长度	D	.114	.118	.122	2.90	3.00	3.10
底脚长度	L	.016	.022	.028	0.40	0.55	0.70
封装 (参考)	F	.035	.037	.039	0.90	0.95	1.00
底脚尖端角	φ	0		6	0		6
引脚厚度	c	.004	.006	.008	0.10	0.15	0.20
引脚宽度	B	.010	.012	.016	0.25	0.30	0.40
模块顶端锥度	α		7			7	
模块底端锥度	β		7			7	

* 控制参数

§ 重要特征

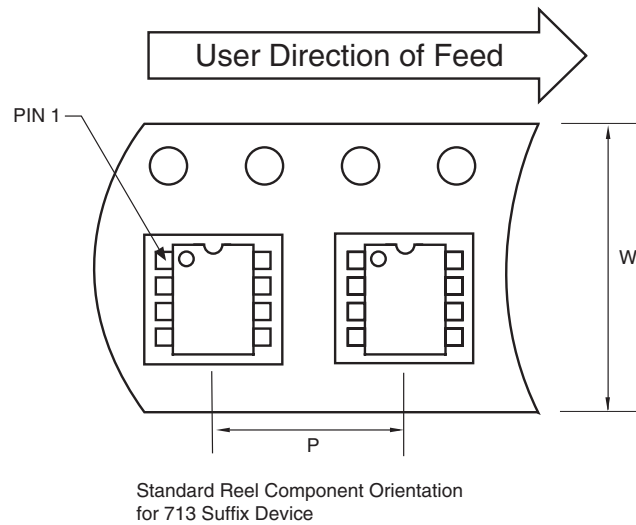
注：

尺寸 D 和 E1 不包括模块的毛边或凸起。毛边或凸起不得超过每侧 .010" (0.254mm)

图号：C04-111

6.2 卷带式封装形式

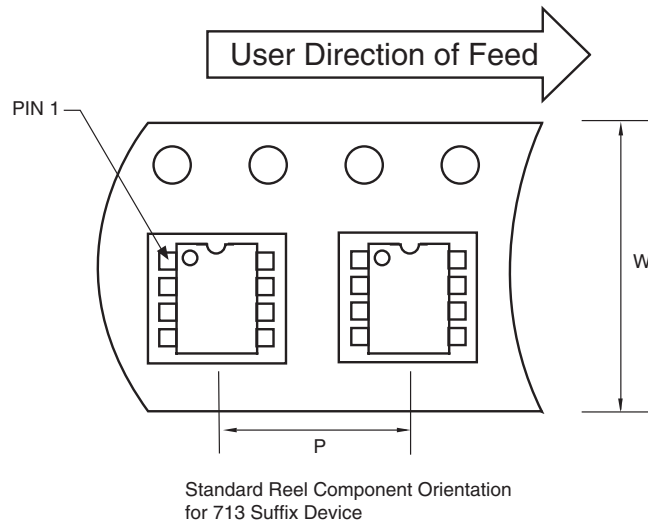
Component Taping Orientation for 8-Pin SOIC (Narrow) Devices



Carrier Tape, Number of Components Per Reel and Reel Size

Package	Carrier Width (W)	Pitch (P)	Part Per Full Reel	Reel Size
8-Pin SOIC (N)	12 mm	8 mm	2500	13 in

Component Taping Orientation for 8-Pin MSOP Devices



Carrier Tape, Number of Components Per Reel and Reel Size

Package	Carrier Width (W)	Pitch (P)	Part Per Full Reel	Reel Size
8-Pin MSOP	12 mm	8 mm	2500	13 in

注：

在线支持

Microchip 的网站提供在线支持。

该网站是 Microchip 用来提供文件和信息一种渠道，使我们的客户更容易地获取这些文件和信息。欲查看该网站，用户必须能够访问互联网并安装了浏览器，如网景 (Netscape) 或微软公司的 Explorer。用户还可从我们的 FTP 网站下载文件。

连接到 Microchip 网站

Microchip 网站可通过您常用的互联网浏览器浏览，输入：

www.microchip.com

通过 FTP 服务可到以下网站进行 FTP 文件下载：

<ftp://ftp.microchip.com>

公司网站和文件传输网站提供各种服务。用户可从网站下载最新开发工具，数据手册，应用笔记，用户指南，文章以及例程。网上还提供其他商业信息，包括 Microchip 销售网点，代理商和工厂代表等。其他数据有：

- 最新 Microchip 新闻发布
- 技术支持和常见问答
- 设计提示
- 器件补充表
- 工作机会
- Microchip 顾问计划成员名单
- 与 Microchip 产品相关的其他网站的链接
- 产品，开发系统，技术信息等的会议
- 研讨会和其他活动的时间表

系统信息和更新热线

该系统信息和更新热线为系统用户提供了 Microchip 公司最新版本的开发系统软件产品列表。同时，该热线还为客户提供了如何接收更新软件包的信息。热线电话号码如下：

美国和加拿大 1-800-755-2345

世界其他国家和地区 1-480-792-7302

092002

TC642

用户反馈表

该反馈表旨在得到您的意见，以便我们为您提供最佳文档指导您正确使用 **Microchip** 产品。您若想对我们的文档的组织、明了与否、主题或其它问题提出意见以使文档更好地为您服务，请填写本表并传真给 **TRC** 经理，传真号码为 **86- 21- 6275 5060**。

请填写以下信息，并利用本反馈表提出您对本数据手册的意见。

致：**TRC** 经理

总页数：

关于：读者反馈

发自：姓名 _____

公司 _____

地址 _____

城市 / 省份 / 邮编 / 国家 _____

电话：(_____) _____ - _____

传真：(_____) _____ - _____

应用 (可不填):

您希望得到答复吗？ 是 ____ 否 ____

器件：**TC642**

文献编号：**DS21444C**

问题：

1. 本文件中最好的部分是什么？

2. 本文件是否满足您的软硬件开发要求，是如何满足的？

3. 您认为本数据手册的各部分的组织便于您学习吗？如果不是，为什么？

4. 您认为本数据手册中还应增加什么内容可改善其结构和主题？

5. 本数据手册中有什么部分可以删除而不影响到它的总体用途？

6. 本数据手册中是否存在误导信息 (是什么，在哪里)?

7. 您认为应如何改进本技术文档？

8. 您认为我们的软件，系统和芯片应如何改进？

产品识别系统

欲获得定价和交货情况等信息，请向工厂或所列销售网点查询。

<u>PART NO.</u>	<u>X</u>	<u>/XX</u>
器件	温度范围	封装
器件：TC642: 带故障检测的 PWM 风扇速度控制器 温度范围： C = 0°C 至 +70°C V = 0°C 至 +85°C E = -40°C 至 +85°C 封装： PA = 塑料 DIP 封装 (300 mil 主体)，8 引脚 * OA = 塑料 SOIC 封装，(150 mil 主体)，8 引脚 UA = 塑料 微型 封装 (MSOP)，8 引脚 ** * PDIP 封装形式仅提供 C 和 V 温度范围 ** MSOP 封装形式仅提供 V 和 E 温度范围		
示例： a) TC642COA: 带故障检测的 PWM 风扇速度控制器，SOIC 封装。 b) TC642COA713 带故障检测的PWM风扇速度控制器，SOIC 封装，卷带式。 c) TC642CPA 带故障检测的 PWM 风扇速度控制器，PDIP 封装。 d) TC642EUA: 带故障检测的 PWM 风扇速度控制器，MSOP 封装。		

销售和技术支持

数据手册 初始数据手册中述及的产品可能带有一份勘误表，描述了运行中的小差别以及建议的工作范围。要了解某一器件是否带有勘误表，请通过以下方式之一联系我们： 1. Microchip 销售办事处 2. Microchip 美国总部文献中心 传真：001-480-792-7277 3. Microchip 网站 (www.microchip.com) 请说明器件名称，以及您所使用的芯片和数据手册 (包括文献编号) 的版本。 客户通知系统 在 Microchip 网站 (www.microchip.com/cn) 上注册，获取产品最新信息。
--

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 或任何其它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《数字器件千年版权法案 (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它受版权保护的成果, 您有权依据该法案提起诉讼, 从而制止这种行为。

本出版物中所述的器件应用信息及其它类似内容仅为建议, 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 Technology Inc. 不会就这些信息的准确性或使用方式作出任何陈述或保证, 也不会对因使用或以其它方式处理这些信息而引发的侵犯专利或其它知识产权的行为承担任何责任。未经 Microchip 书面批准, 不得将 Microchip 的产品用作生命维持系统中的关键组件。在知识产权保护下, 不得暗中以其它方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Accuron、dsPIC、KEELOQ、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、PowerSmart 和 rfPIC 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其它国家或地区的注册商标。

AmpLab、FilterLab、microID、MXDEV、MXLAB、PICMASTER、rfPIC、SEEVAL、SmartShunt 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Application Maestro、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、FlexROM、fuzzyLAB、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Migratable Memory、MPASM、MPLIB、MPLINK、MPSIM、PICKit、PICDEM、PICDEM.net、PICtail、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、rfLAB、Select Mode、SmartSensor、SmartTel 和 Total Endurance 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其它国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其它商标均为各持有公司所有。

© 2004, 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 及位于加利福尼亚州 Mountain View 的全球总部、设计中心和晶圆生产厂均于 2003 年 10 月通过了 ISO/TS-16949:2002 质量体系认证。公司在 PICmicro® 8 位单片机、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器 and 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
Technical Support: 1-480-792-7627
Web Address: <http://www.microchip.com>

亚特兰大 Atlanta

3780 Mansell Road, Suite 130
Alpharetta, GA 30022
Tel: 1-770-640-0034
Fax: 1-770-640-0307

波士顿 Boston

2 Lan Drive, Suite 120
Westford, MA 01886
Tel: 1-978-692-3848
Fax: 1-978-692-3821

芝加哥 Chicago

333 Pierce Road, Suite 180
Itasca, IL 60143
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

达拉斯 Dallas

4570 Westgrove Drive, Suite 160
Addison, TX 75001
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit

Tri-Atria Office Building
32255 Northwestern Highway, Suite 190
Farmington Hills, MI 48334
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

科科莫 Kokomo

2767 S. Albright Road
Kokomo, IN 46902
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

洛杉矶 Los Angeles

18201 Von Karman, Suite 1090
Irvine, CA 92612
Tel: 1-949-263-1888
Fax: 1-949-263-1338

圣何塞 San Jose

1300 Terra Bella Avenue
Mountain View, CA 94043
Tel: 1-650-215-1444
Fax: 1-650-961-0286

加拿大多伦多 Toronto

6285 Northam Drive, Suite 108
Mississauga, Ontario L4V 1X5, Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

澳大利亚 Australia

Suite 22, 41 Rawson Street
Epping 2121, NSW
Australia
Tel: 61-2-9868-6733 Fax: 61-2-9868-6755

中国 - 北京

北京市朝阳区北大街 6 号
北海万泰大厦 706B 室
邮编: 100027
电话: 86-10-85282100 传真: 86-10-85282104

中国 - 成都

成都市提督街 88 号
四川建行大厦 2401-2402 室
邮编: 610016
电话: 86-28-86766200 传真: 86-28-86766599

中国 - 福州

福州市五四路 71 号
国贸广场 28 层 F 单元
邮编: 350001
电话: 86-591-7503506
传真: 86-591-7503521

中国 - 香港特别行政区

香港新界葵芳兴芳路 223 号
新都会广场 2 座 901-906 室
电话: 852-24011200
传真: 852-24013431

中国 - 上海

上海市仙霞路 317 号
远东国际广场 B 栋 701 室
邮编: 200051
电话: 86-21-62755700
传真: 86-21-62755060

中国 - 深圳

深圳市福田区滨河大道 5022 号
联合广场 A 座 1812 室
邮编: 518033
电话: 86-755-82901380
传真: 86-755-82951393

中国 - 顺德

佛山市顺德区容桂镇凤祥南路 2 号
宏建大厦 401 室
邮编: 528303
电话: 86-757-28395507 传真: 86-757-28395571

中国 - 青岛

青岛市香港中路 12 号
丰合广场 B505A 室
邮编: 266071
电话: 86-532-5027355 传真: 86-532-5027205

台湾地区

Kaohsiung Branch
30F - 1 No. 8
Min Chuan 2nd Road
Kaohsiung 806, Taiwan
Tel: 886-7-536-4818 Fax: 886-7-536-4803

台湾地区

Taiwan Branch
11F-3, No. 207
Tung Hua North Road
Taipei, 105, Taiwan
Tel: 886-2-2717-7175 Fax: 886-2-2545-0139

印度 India

Divyasree Chambers
1 Floor, Wing A (A3/A4)
No. 11, O'Shaugnessey Road
Bangalore, 560 025, India
Tel: 91-80-22290061 Fax: 91-80-22290062

日本 Japan

Benex S-1 6F
3-18-20, Shinyokohama
Kohoku-Ku, Yokohama-shi
Kanagawa, 222-0033, Japan
Tel: 81-45-471-6166 Fax: 81-45-471-6122

韩国 Korea

168-1, Youngbo Bldg. 3 Floor
Samsung-Dong, Kangnam-Ku
Seoul, Korea 135-882
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或 82-2-558-5934

新加坡 Singapore

200 Middle Road
#07-02 Prime Centre
Singapore, 188980
Tel: 65-6334-8870 Fax: 65-6334-8850

欧洲

奥地利 Austria

Durisolstrasse 2
A-4600 Wels
Austria
Tel: 43-7242-2244-399
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark

Regus Business Centre
Lautrup høj 1-3
Ballerup DK-2750 Denmark
Tel: 45-4420-9895 Fax: 45-4420-9910

法国 France

Parc d'Activite du Moulin de Massy
43 Rue du Saule Trapu
Batiment A - 1er Etage
91300 Massy, France
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany

Steinheilstrasse 10
D-85737 Ismaning, Germany
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 Italy

Via Quasimodo, 12
20025 Legnano (MI)
Milan, Italy
Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781

荷兰 Netherlands

P. A. De Biesbosch 14
NL-5152 SC Drunen, Netherlands
Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340

英国 United Kingdom

505 Eskdale Road
Winnersh Triangle
Wokingham
Berkshire, England RG41 5TU
Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820

02/17/04