

## 产品描述

HM103D是一款USB 移动设备充电接口IC，它采用高通的 Quick Charge 3.0 (QC 3.0) 规范对电池进行自适应电压充电。其内部集成了所有必要的功能，可将 QC 3.0 功能添加到采用传统的次级反馈方式的充电器方案中。

HM103D支持 QC3.0 的整个输出电压范围，其电压阶跃步长为 200 mV 每档，如果输出电压范围介于 3.6 V 至 12 V 之间则为 A 类，如果最高输出电压达到 20 V 则为 B 类。HM103D 能够提供整套系统级保护功能，在输出过压、次级侧温度过高以及适配器输出开路时仍有功率传输的故障情况下保护电源及其所连的负载设备。

此外，HM103D允许负载设备通过 USB 数据线远程关断电源。关断类型可采取迟滞方式，也可以采取锁存方式。

HM103D 可在启用输出电压调整前自动检测所连接的负载设备是兼容 QC 3.0 还是 QC 2.0 协议；如果检测到受电设备不兼容 QC 2.0 或 3.0 协议，HM103D 则禁止输出电压调整，仅以 5V 电压输出以确保 USB 负载设备能够安全工作。

## 功能特性

- 支持快充3.0 的A类和B类规范
- 自适应输出过压保护(AOVP)
- 次级侧过热保护(SOTP)
- 输出软短路保护(OSSP)
- 远程关断保护(RESPI)
- 可选的迟滞或锁存关断方式
- 输出电压为5V时功耗小于1mW
- SOP-8 封装

## 应用领域

- 智能手机、平板电脑、上网本、数码相机和蓝牙附件等所使用的充电器
- USB 功率输出设备，如移动电源或汽车充电器

## 管脚分布

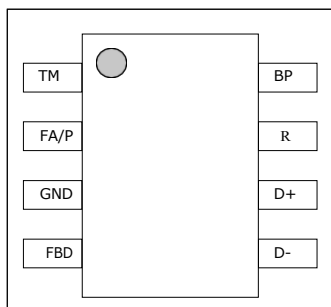


图1.管脚分布

## 管脚定义

| 管脚序号 | 管脚名称 | 管脚描述                                                                                                 |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | TM   | 温度检测（TM）引脚，可选外部温度传感器（NTC 电阻）的连接点                                                                     |
| 2    | FA/P | 故障监测/保护模式（FA/P）引脚，检测到故障发生时，保护模式可输出驱动信号至外部关断电路。在输出电缆断开且仍有功率传输的故障发生时，次引脚可选作监控次故障的信号输入端（该功能需要搭配固定电源使用）； |
| 3    | GND  | 接地引脚                                                                                                 |
| 4    | FBD  | 反馈驱动（FBD）引脚，反馈环路的驱动输出端，连接至外部电源误差放大器的参考输入端，以设定输出电压。                                                   |
| 5    | D-   | 数据线（D-）引脚，USB D-数据线输入。                                                                               |
| 6    | D+   | 数据线（D+）引脚，USB D+数据线输入。                                                                               |
| 7    | R    | 参考引脚，连接至内部带隙参考。通过连接的电阻提高参考电流计选择输出电压范围（A 类或B 类）。                                                      |
| 8    | BP   | 旁路引脚，外部旁路电容的连接点，用于产生内部使用的供电电源。                                                                       |

## 典型应用电路

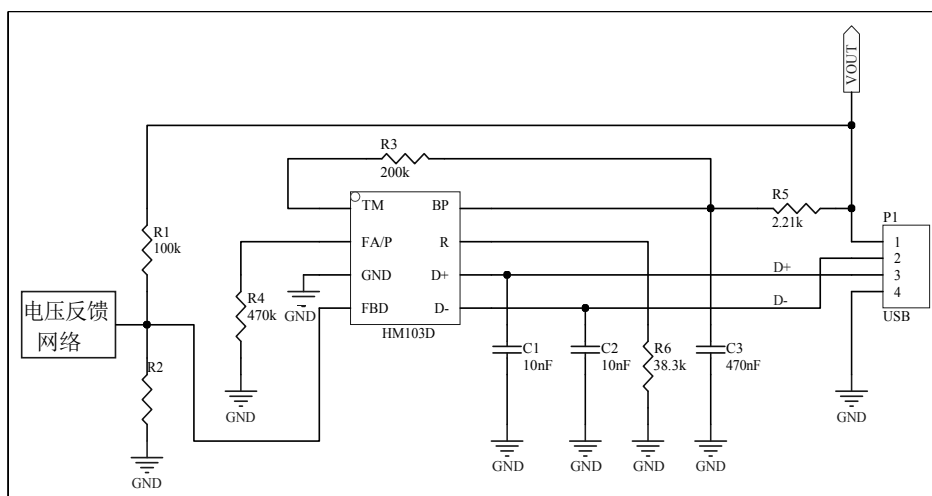


图2. 典型应用电路

## 内部框图

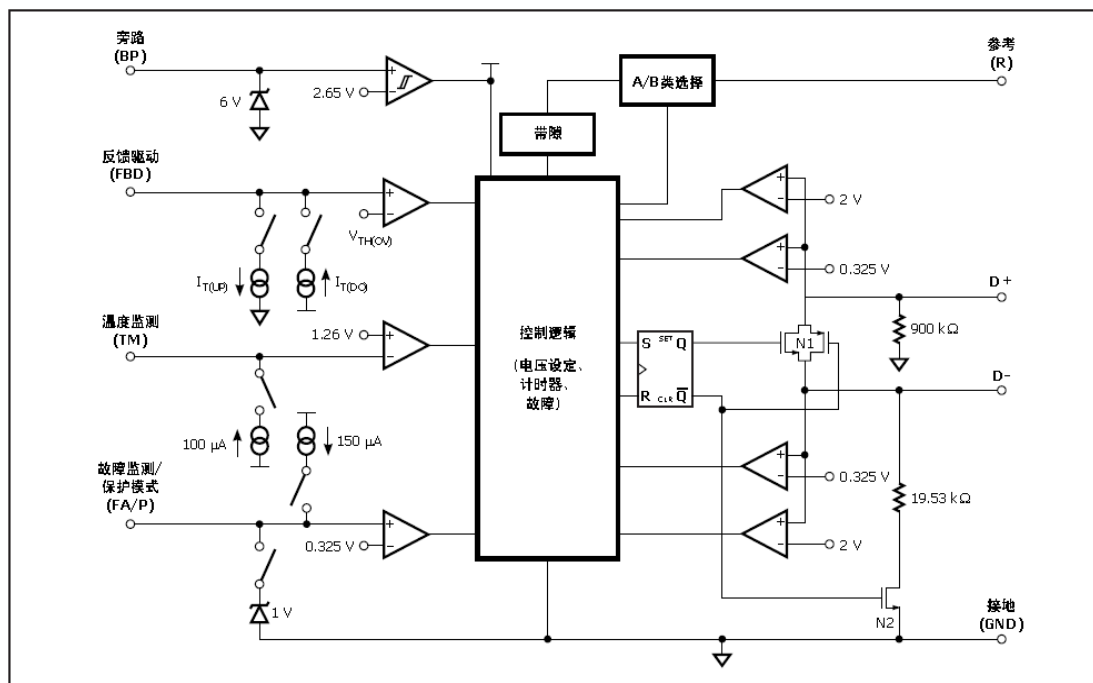


图3.内部功能框图

## 最大绝对值范围

| 参数        | 符号                               | 最小值  | 最大值 | 单位 |
|-----------|----------------------------------|------|-----|----|
| BP 脚耐压值   | V <sub>BP</sub>                  | -0.3 | 9   | V  |
| R 脚耐压值    | V <sub>R</sub>                   | -0.3 | 9   | V  |
| TM 脚耐压值   | V <sub>TM</sub>                  | -0.3 | 9   | V  |
| FA/P 脚耐压值 | V <sub>FA/P</sub>                | -0.3 | 9   | V  |
| FBD 脚耐压值  | V <sub>FB</sub>                  | -0.3 | 9   | V  |
| D+/D-脚耐压值 | V <sub>D+</sub> /V <sub>D-</sub> | -0.3 | 5   | V  |
| D+/D- 脚电流 | I <sub>D+</sub> /I <sub>D-</sub> |      | 1   | mA |
| BP 脚电流    | I <sub>BP</sub>                  |      | 25  | mA |
| 工作结温      | T <sub>J</sub>                   | -25  | 150 | °C |
| 储存温度      | T <sub>STG</sub>                 | -40  | 150 | °C |

电性参数(T<sub>J</sub>= -25℃ to +85℃)

| 参数               | 符号                                 | 测试条件                                                                      | 最小值                                 | 典型值   | 最大值   | 单位   |   |
|------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|------|---|
| 供电及反馈部分          |                                    |                                                                           |                                     |       |       |      |   |
| 工作电压范围           | V <sub>BP</sub>                    | T <sub>J</sub> =25℃                                                       | 3.0                                 | 4.5   | 6.5   | V    |   |
| 上电重启电压阈值         | V <sub>BP(Reset)</sub>             |                                                                           | 2.5                                 | 2.8   | 3.1   | V    |   |
| 工作电流             | I <sub>BP(SC)</sub>                | V <sub>BP</sub> =4.3V,R <sub>REF</sub> =38.3K,<br>T <sub>J</sub> =25℃     |                                     |       | 200   | uA   |   |
| BP 脚钳位电压阈值       | V <sub>BP(CLAMP)</sub>             | I <sub>BP</sub> =8mA                                                      | 5.5                                 | 6     | 6.5   | V    |   |
| 反馈基准电压           | V <sub>R</sub>                     | R <sub>REF</sub> =38.3K,Class A                                           | 0.37                                | 0.385 | 0.4   | V    |   |
|                  |                                    | R <sub>REF</sub> =12.4K,Class B                                           | 0.36                                | 0.375 | 0.39  | V    |   |
| 数据线（D+/D-）监测部分   |                                    |                                                                           |                                     |       |       |      |   |
| 数据监测电压           | V <sub>DAT(REF)</sub>              |                                                                           | 0.250                               | 0.325 | 0.400 | V    |   |
| 输出电压选择<br>参考基准电压 | V <sub>SEL(REF)</sub>              |                                                                           | 1.8                                 | 2.0   | 2.2   | V    |   |
| 短路延迟时间           | T <sub>DAT(SHORT)</sub>            | V <sub>BP</sub> ≥0.8V                                                     |                                     | 10    | 20    | mS   |   |
| 输出电压检测<br>滤波延迟时间 | T <sub>GLITCH(V)<br/>_CHARGE</sub> |                                                                           | 20                                  | 40    | 60    | mS   |   |
| D+ 泄放电阻          | R <sub>DAT(LKG)</sub>              | V <sub>BP</sub> =3.1-6.3V,<br>V <sub>D+</sub> =0.5-3.6V,N1 is Off         | 300                                 | 900   | 1500  | KΩ   |   |
| D- 下拉电阻          | R <sub>DM(DWON)</sub>              |                                                                           | 14                                  | 19.5  | 25    | KΩ   |   |
| N1 导通阻抗          | R <sub>DS(ON)_N1</sub>             | V <sub>BP</sub> =4.3V,V <sub>D+</sub> ≤3.6V,<br>I <sub>DRAIN</sub> =200uA |                                     | 20    | 40    | Ω    |   |
| 反馈部分             |                                    |                                                                           |                                     |       |       |      |   |
| 升电压切换<br>电流源步径   | ΔI <sub>T(UP)</sub>                |                                                                           |                                     | 2     |       | uA   |   |
| 降电压切换<br>电流源步径   | ΔI <sub>T(DO)</sub>                |                                                                           |                                     | 2     |       | uA   |   |
| 保护功能部分           |                                    |                                                                           |                                     |       |       |      |   |
| 输出过压保护阈值         | V <sub>TH(OV)</sub>                | QC2.0<br>Mode                                                             | I <sub>T(UP)</sub> =0(5V)           | 1.44  | 1.52  | 1.60 | V |
|                  |                                    |                                                                           | I <sub>T(UP)</sub> =40uA(9V)        | 1.60  | 1.72  | 1.84 |   |
|                  |                                    |                                                                           | I <sub>T(UP)</sub> =70uA(12V)       | 1.74  | 1.87  | 2.00 |   |
|                  |                                    |                                                                           | I <sub>T(UP)</sub> =150uA(20V)      | 2.12  | 2.28  | 2.44 |   |
|                  |                                    | QC3.0<br>Mode                                                             | R <sub>REF</sub> =38.3K,<br>Class A | 1.74  | 1.87  | 2.00 | V |
|                  |                                    |                                                                           | R <sub>REF</sub> =12.4K,<br>Class B | 2.12  | 2.28  | 2.44 |   |
| 输出过压保护<br>延迟时间   | T <sub>D(OV)</sub>                 |                                                                           |                                     | 50    |       | uS   |   |
| 输出过压保护<br>间隔延迟时间 | T <sub>B(OV)</sub>                 |                                                                           | 500                                 |       |       | mS   |   |
| 输出插拔错误<br>检测阈值   | V <sub>TH(FA)</sub>                |                                                                           | 0.250                               | 0.325 | 0.400 | V    |   |
| 输出插拔错误<br>检测延迟时间 | T <sub>D(FA)</sub>                 |                                                                           |                                     | 40    |       | mS   |   |
| FA/P 钳位电压        | V <sub>CL</sub>                    | I <sub>CLAMP</sub> =100uA                                                 |                                     | 1     |       | V    |   |
| 过温保护检测阈值         | V <sub>TH(TM)</sub>                |                                                                           | 1.12                                | 1.20  | 1.28  | V    |   |
| 过温保护检测延迟时间       | T <sub>D(TM)</sub>                 |                                                                           |                                     | 1     |       | mS   |   |
| 温度监测源电流          | I <sub>TM</sub>                    |                                                                           |                                     | 100   |       | uA   |   |
| 温度检测持续时间         | T <sub>ON(ITM)</sub>               |                                                                           |                                     | 12    |       | mS   |   |
| 温度检测占空比          | D <sub>ITM</sub>                   |                                                                           |                                     | 1     |       | %    |   |
| 保护模式漏电流          | I <sub>P</sub>                     |                                                                           | 100                                 | 150   | 200   | uA   |   |

## 功能描述

HM103D 是一款支持 Quick Charge 3.0 规范的USB 高压专用充电端口控制 (HVDCP)IC。其内部集成了多种必要的保护功能，可搭配传统的副级反馈控制 IC 实现QC3.0 快速充电。

HM103D 支持 Quick Charge 3.0 的整个输出电压范围，每一电压阶跃步长由反馈回路的分压电阻阻值决定（当反馈回路下偏电阻阻值选择为  $100\text{k}\Omega$  时，可实现升压步阶为  $200\text{mV}$ ）。如果输出电压范围介于  $3.6\text{V}$  至  $12\text{V}$  之间则为 A 类，如果最高输出电压达到  $20\text{V}$  则为 B 类。HM103D 可在启用输出电压调整前自动检测所连接的负载设备是兼容 Quick Charge 3.0 还是 Quick Charge 2.0 协议，如果检测到负载设备不兼容 Quick Charge 2.0 或 3.0 协议，HM103D 则禁止输出电压调整，仅以  $5\text{V}$  电压输出以确保 USB 受电设备能够安全工作。

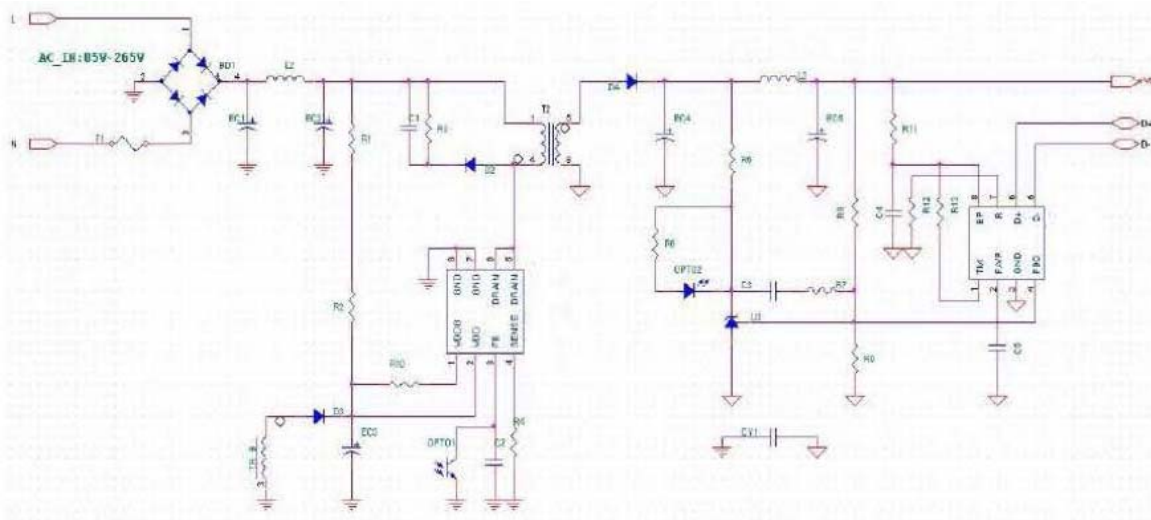


图4.HM103D 与具备迟滞故障关断保护的开关IC 的结合使用

HM103D 支持 QC 3.0 的所有输出电压范围—A 类 ( $3.6\text{V}$  至  $12\text{V}$ ) 或 B 类 ( $3.6\text{V}$  至  $20\text{V}$ )，及其 QC 2.0 规范的 A 类 ( $5\text{V}$ ,  $9\text{V}$ , 或  $12\text{V}$ ) 或 B 类 ( $5\text{V}$ ,  $9\text{V}$ ,  $12\text{V}$ , 及  $20\text{V}$ )，它可以自己检测出受电设备是兼容 QC 3.0 还是 QC 2.0 协议，或者是否其属于兼容 USB 电池充电规范 1.2 版本的负载设备，进而根据检测结果启用响应的输出电压调整功能。

## 并联稳压器

当有电流通过外部电阻  $R_{BP}$ （即图 2 中的  $R5$ ）提供给旁路引脚时，内部并联稳压器会将旁路引脚电压钳位在  $6\text{V}$ ，这样当输出电压在  $3.6\text{V}$  至  $20\text{V}$  的较宽范围内变化时仍能给 HM103D 进行外部供电； $R_{BP}$  和  $C_{BP}$  的推荐值为  $R5 = 2.2\text{k}\Omega \pm 1\%$ ， $C3 = 470\text{nF}$ 。

## 旁路引脚欠压

旁路引脚欠压电路在旁路引脚电压下降到  $2.9\text{V}$  以下时复位 HM103D，一旦旁路引脚电压下降到  $2.9\text{V}$ ，其电压必须高于  $3.1\text{V}$  HM103D 才能重新开始工作。

## 参考及输出电压范围选择

参考脚的电阻 $R_{REF}$ （即图2 中 $R_6$ ）连接至内部带隙参考，并且为内部计时电路提供精确的参考电流。电阻 $R_{REF}$ 同时也用于选择输出电压范围。 $R_{REF}=38.3\text{ k}\Omega\pm1\%$ 选择A 类(12 V 最大输出电压)， $R_{REF}=12.4\text{ k}\Omega\pm1\%$ 选择B 类(20 V 最大输出电压)。

## Quick Charge 3.0 接口

上电时，HM103D 内的开关 $N_1$  导通（见图3），使得USB 数据线的D+和D- 短路，按照USB 电池充电规范1.2 协议进行初始握手。完成USB BC1.2 握手后，如果HM103D 检测到受电设备兼容QC3.0 或QC 2.0 协议，则关断开关 $N_1$ ，进行QC2.0 握手及QC 3.0 握手，完成QC 2.0 及QC 3.0 握手后，HM103D 将打开内部的开关 $N_2$  (见图3)，该开关将一个 $19.53\text{ k}\Omega$  下拉电阻连接至USB 数据线的D-端。下表为所汇总的输出电压组合、相应的工作模式以及对应AC-DC 适配器输出电压。

| 负载设备 |      | HM103D |                             |
|------|------|--------|-----------------------------|
| D+   | D-   | 电源输出   | 注释                          |
| 0.6V | 0.6V | 12V    | A 类                         |
| 3.3V | 0.6V | 9V     | B 类                         |
| 0.6V | 3.3V | 连续模式   | A/B 类， $\pm 0.2\text{V}$ /档 |
| 3.3V | 3.3V | 20V    | B 类                         |
| 0.6V | GND  | 5V     | 默认模式                        |

表1. Quick Charge 3.0 输出电压组合及相应工作模式

当USB 电缆断开后，D+ 电压被 HM103D 的内部电阻（见图3）拉低，当电压降到 $0.325\text{V}$  以下时，HM103D 将进入默认模式（开关 $N_1$  导通， $N_2$  关断），并设定 $5\text{V}$  的默认输出电压。

## 反馈环路驱动

HM103D 直接驱动电源控制误差放大器的参考输入端，采用灌电流 $I_{T(UP)}$  或拉电流 $I_{T(DO)}$  (见图 5)的方式。在默认模式下，当输出为 $5\text{V}$  时，内部的拉电流源和灌电流源均关断。为满足QC3.0 连续模式下输出电压 $\pm 0.2\text{V}$  阶跃跳变的要求，在输出检测电压分压器中的上分压电阻 $R_1$  的取值必须为 $R_1=100\text{ k}\Omega\pm1\%$ . 因此，对于使用的 $1.200\text{V}$  反馈引脚参考电压的 $IC$ ，下分压电阻的取值为 $R_2 = 31.6\text{ k}\Omega\pm1\%$ ，此时设定的默认输出电压 $5\text{V}$ 。

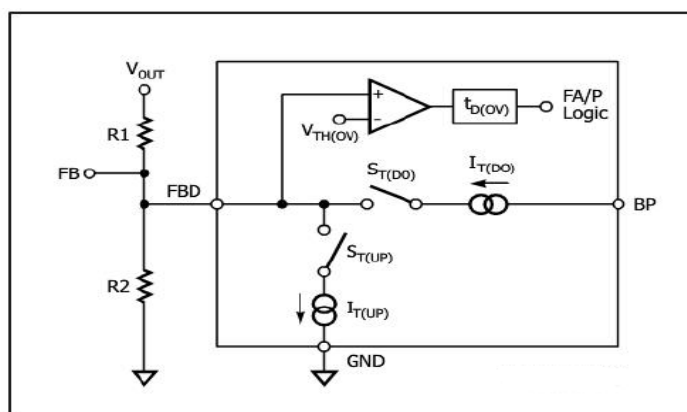


图5.HM103D 反馈引脚驱动输出及过压监测输入。

HM103D 还可以与低于1.200 V 的电源控制环路参考电压实现接口，方法如图6所示，增加R3。

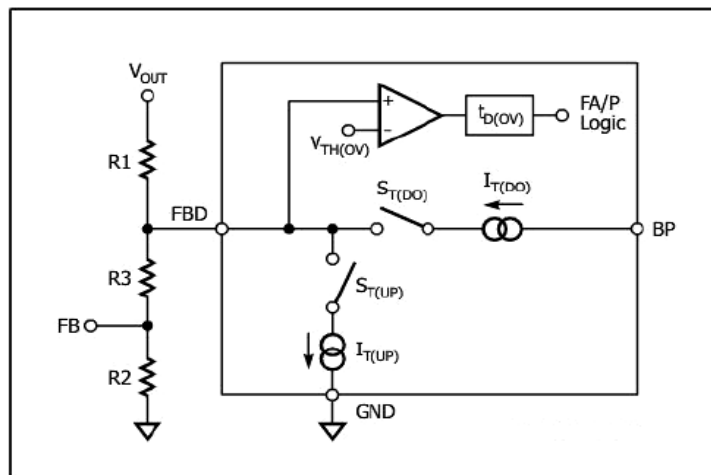


图6.HM103D 与参考电压 $\leq 1.200\text{V}$ 的控制环路实现接口连接。

图6 所示的默认5V 输出的电路中，输出电压计算方式如下：

$$V_{OUT} = \frac{V_{FB} \times R1}{R2} + \frac{V_{FB} \times (R2 + R3)}{R2}$$

## 保护模式 自适应输

## 出过压保护

HM103D 可检测反馈输出电压，用以防止在电源控制环路失调时出现过高的输出电压。如果电源工作在非QC3.0 连续模式，则过压比较器阈值 $V_{TH(OV)}$  (见图5) 会随设定的输出电压值(5 V, 9 V, 12 V 或20 V)自动调整。只要输出电压达到设定输出电压的 120% 并且持续时间至少50us, HM103D 将激活保护模式。在QC3.0 模式下工作的电源，当输出电压从较高的设定输出电压跳变至较低的设定电压(例如，从9V 降至5 V)时，自适应过压保护将延迟500ms 检测，以防止误动作。

在 QC3.0 工作模式下，过压比较器阈值参考将根据相应的最大输出电压加以设定，其数值是固定的，由电阻  $R_{REF}$  设定。输出过压点  $V_{OUT(OV)}$  取决与相应的电压  $V_{OUT(SET)}$ ，可根据以下公式计算得出：

$$V_{OUT(OV)} = V_{OUT(SET)} + 2.4 \text{ V}$$

## 系统级故障保护

HM103D 提供可选的系统级检查，以确保电压提供的功率不是由输出端可能产生的软短路故障所消耗，而是由所连接的负载设备所使用。系统级故障检查在无负载设备连接时(D+ 低于 0.325 V)可由 HM103D 自动激活，也可通过所连接的负载设备按图8中所示的流程进行远程启动。当FA/P 引脚的电压超过0.325V 时表明故障发生，如果故障持续时间超过 40ms，HM103D 将激活保护模式。故障监测输入仅在无负载设备连接(D+低于0.325V)或所连接的负载设备启用远程系统级检查时才能被激活

（见图 8）。通过这种方式，HM103D 可检测故障状态下的功能传输，如果采用 HM103D 的电源仅对无需兼容 USB BC 1.2（即握手后数据线处于悬浮状态）的受电设备供电，建议禁止此保护功能，方式通过 470 kΩ 电阻将 FA/P 脚连接到 GND。

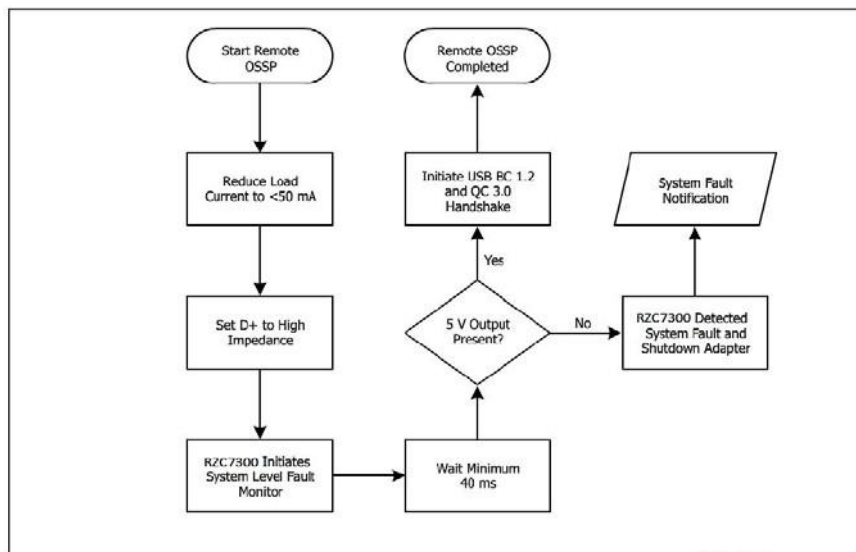


图 8.远程系统级检测流程图.

## 温度检测

温度检测功能为可选功能，是否需要可通过在 HM103D 的TM 脚是否接NTC 电阻来选择，如图 9 所示。例如，可将 NTC 电阻安装与靠近适配器输出连接器或塑料 外壳处以监测温升。电流源  $I_{TM}$  会周期性地接通，在 TM 引脚产生的电压与内部阈值  $V_{TH(TM)}$  进行比较。如果TM 脚的电压低于1.20V 且持续时间至少1ms，则 HM103D 将会激活过温保护功能。电阻 R4 将关断阈值调整至所需水平。如果关断温度的电阻 值为  $R_{NTC(TSD)}$ ，则R4 的计算方法如下：

$$R_4 = 12 \text{ k}\Omega - R_{NTC(TSD)}$$

推荐值为 $R_4=5.1\text{K}\Omega$ ， $R_{NTC}=100\text{K}\Omega$ 。可如果不想使用热保护功能，可以通过一个 200 k $\Omega$  电阻将TM 脚拉高到BP 脚电平。

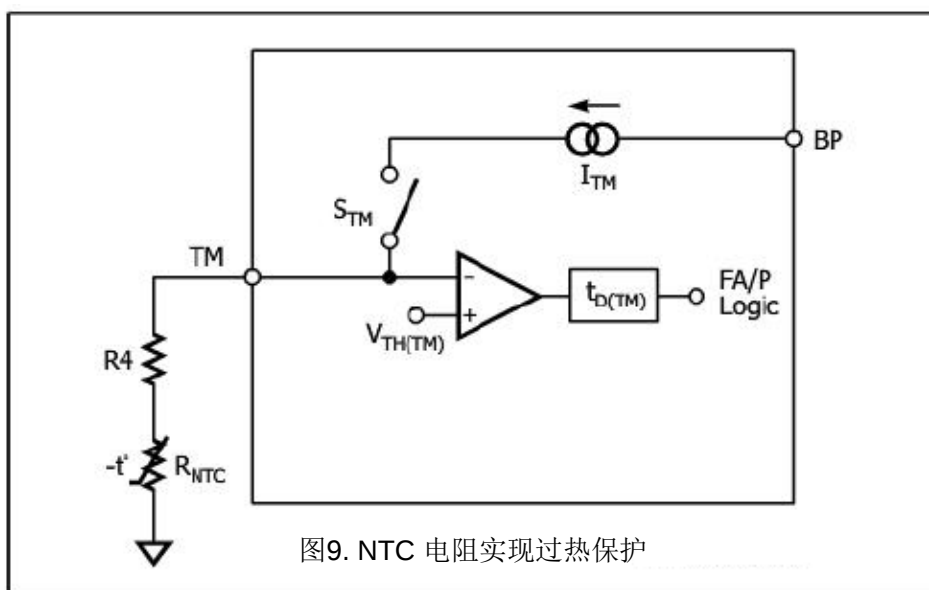


图9. NTC 电阻实现过热保护

## 远程关断

HM103D 允许负载设备在故障情况下远程关断电源。远程关断保护 (RESP) 模式被激活所需要的流程如图10 所示。请注意，在关断过程中，HM103D 不会将输出电压降低至QC 3.0 规定的最低输出电压3.6 V 以下。

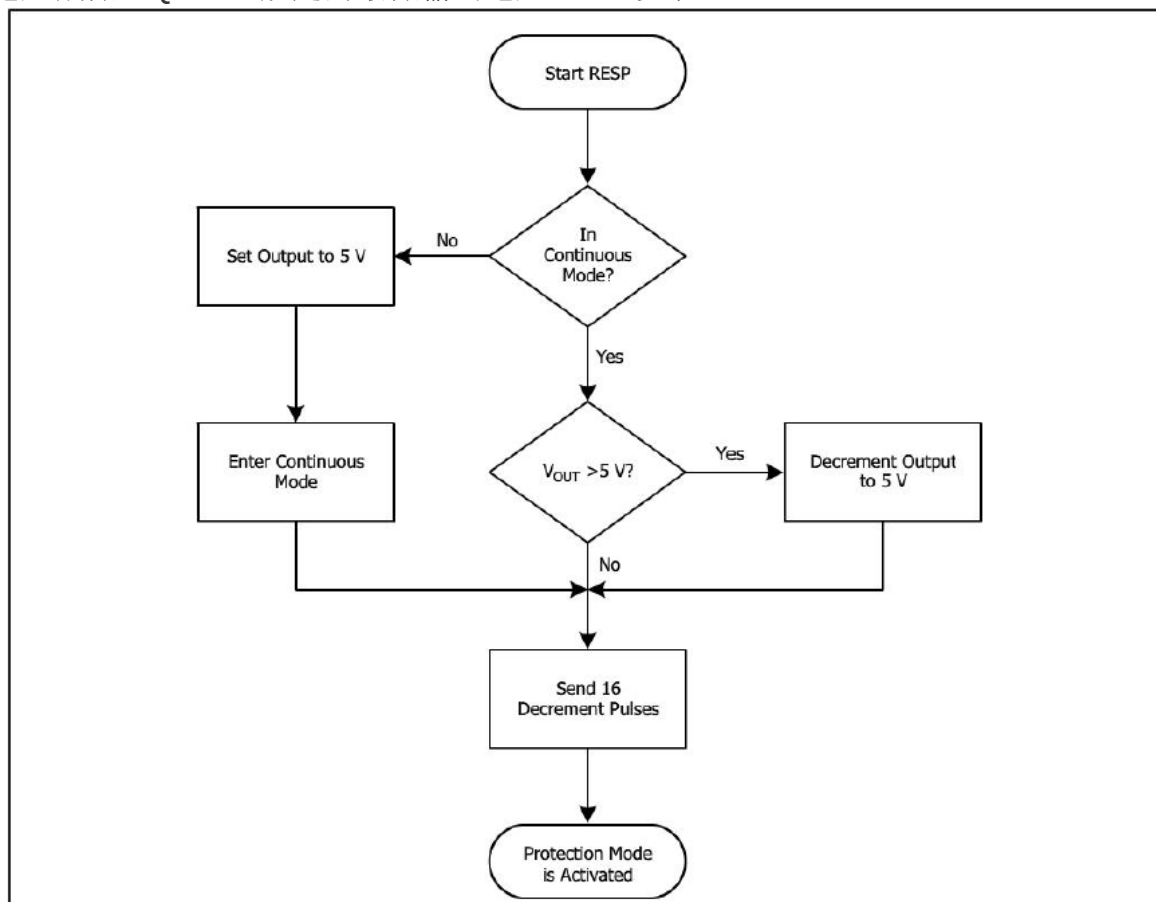


图10.远程关断保护流程图.

对于ESD 要求较高的（例如， $\pm 15kV$  空气放电）的应用，建议使用1N4148 或者等效的二极管连接至USB 数据线的D+及D-端，如图11 所示。

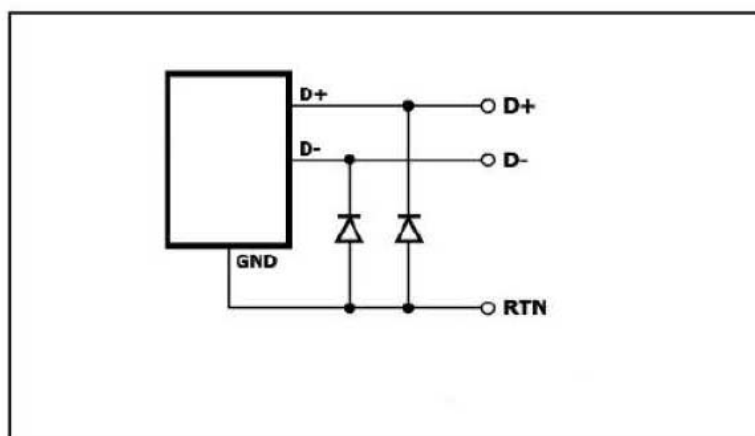


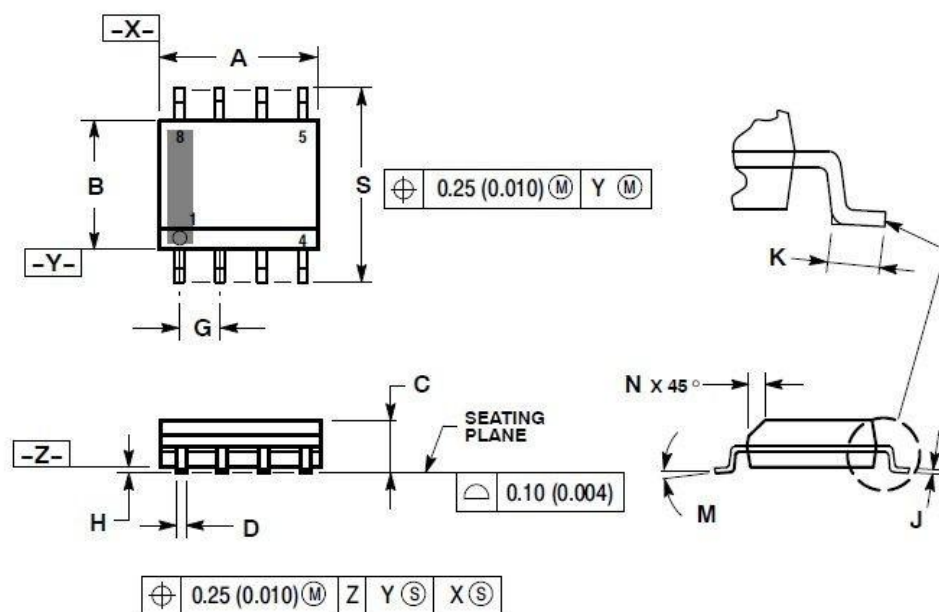
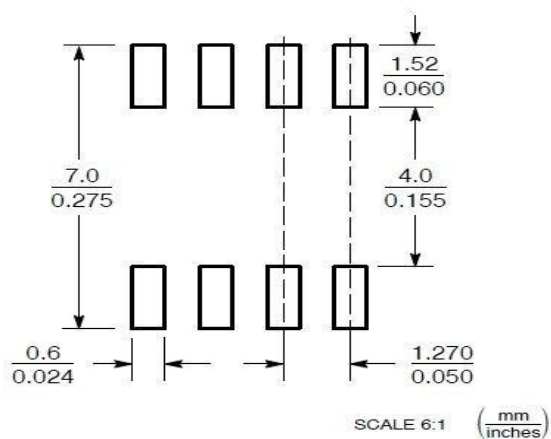
图 11. 高ESD 测试时数据线引脚的保护.

## Layout 注意事项

- 去耦电容器C4 必须紧邻旁路引脚，走线越短越好。
- 电阻R12 为 HM103D 的参考基准外接电阻，在PCB 设计时应尽可能接近R 脚，环路走线越短越好，并且采用高精度电阻。
- FDB 脚电压决定输出电压的大小，在 HM103D 设计时反馈回路的走线尽可能靠近电源 IC 或者(TL431)的电压基准脚和 HM103D 的FDB 脚，且越短越好。

**封装信息:**

## SOP-8

**SOLDERING FOOTPRINT\***

|     | MILLIMETERS |      | INCHES    |       |
|-----|-------------|------|-----------|-------|
| DIM | MIN         | MAX  | MIN       | MAX   |
| A   | 4.80        | 5.00 | 0.189     | 0.197 |
| B   | 3.80        | 4.00 | 0.150     | 0.157 |
| C   | 1.35        | 1.75 | 0.053     | 0.069 |
| D   | 0.33        | 0.51 | 0.013     | 0.020 |
| G   | 1.27 BSC    |      | 0.050 BSC |       |
| H   | 0.10        | 0.25 | 0.004     | 0.010 |
| J   | 0.19        | 0.25 | 0.007     | 0.010 |
| K   | 0.40        | 1.27 | 0.016     | 0.050 |
| M   | 0 °         | 8 °  | 0 °       | 8 °   |
| N   | 0.25        | 0.50 | 0.010     | 0.020 |
| S   | 5.80        | 6.20 | 0.228     | 0.244 |