



Josey Angili

摘要

本应用手册详细介绍了汽车诊断以及 TAS2505-Q1 为汽车系统设计和可靠性提供的优势。本手册详细介绍了在 TAS2505 中实现诊断的情况。本文档中讨论的一些特性是器件内置的，并重点突出其他特性以显示对设计的尺寸/成本影响最小的外部实现示例。

内容

|                        |   |
|------------------------|---|
| 1 商标.....              | 1 |
| 2 何为诊断？为什么诊断如此重要？..... | 2 |
| 3 TAS2505 的诊断功能.....   | 2 |
| 3.1 短路检测.....          | 2 |
| 3.2 过热检测.....          | 2 |
| 4 外部诊断.....            | 2 |
| 4.1 诊断电路 #1.....       | 2 |
| 4.2 与主机的通信和操作.....     | 3 |
| 4.3 诊断电路 #2.....       | 4 |
| 4.4 诊断电路 #3.....       | 4 |
| 5 修订历史记录.....          | 5 |

1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 2 何为诊断？为什么诊断如此重要？

诊断是系统识别问题并将问题反馈给中央主机以决定下一步需要采取哪些步骤的能力。这种能力对于汽车音频应用非常重要，可以确保扬声器和放大器的性能符合预期。以下是一些常见的诊断功能：

|             |                              |
|-------------|------------------------------|
| <b>负载开路</b> | 验证扬声器与放大器的连接是否安全             |
| <b>短路</b>   | 确定系统中是否出现接地短路、电源短路或扬声器端子间的短路 |
| <b>过热</b>   | 当温度超过可能造成损坏的设置限值时突出显示        |

所有这些功能通常用于汽车仪表组和紧急呼叫 (eCall) 等应用，以确保设计的质量和可靠性。本文档的其余部分重点强调了如何在 TAS2505-Q1 中实现这些功能。

## 3 TAS2505 的诊断功能

### 3.1 短路检测

TAS2505 检测并自我保护以防止以下故障：

- 接地短路
- 电源短路
- 扬声器端子间的短路

当放大器检测到以上错误时，则会关断并发出内部标志。I<sup>2</sup>C 可通过查看寄存器映射来读取此标志，如以下表 3-1 所示。当发生上述任意故障时，第 1 页 0x2D 位 1 将会清零。主机处理器可以在正常运行期间监测此位，以检测是否存在故障状况。

表 3-1. 第 1 页，寄存器 45：扬声器放大器控制 1 - 0x01/0x2D

| 位       | 类型  | 复位      | 说明   |
|---------|-----|---------|--|
| D7 - D2 | R   | 0000 00 | 保留。仅写入复位值。   |
| D1      | R/W | 0       | 扬声器功率驱动器<br>0：SPK 输出驱动器断电（在正常工作期间位清除表示发生故障）。<br>1：SPK 输出驱动器加电。 |
| D0      | R   | 0       | 保留。仅写入复位值。   |

### 3.2 过热检测

TAS2505-Q1 具有针对扬声器驱动器的过热保护功能。过热保护功能旨在保护器件以及确保其可靠的工作，并且始终处于启用状态。如果器件超出设置的温度限值，则输出停止切换，并且在第 0 页寄存器 45 位 D7 上会将错误标志设为只读位。

## 4 外部诊断

### 4.1 诊断电路 #1

可以在外部完成诊断以检测开路负载，从而对设计尺寸和成本的影响最小。图 4-1 显示了第一个外部负载诊断电路。

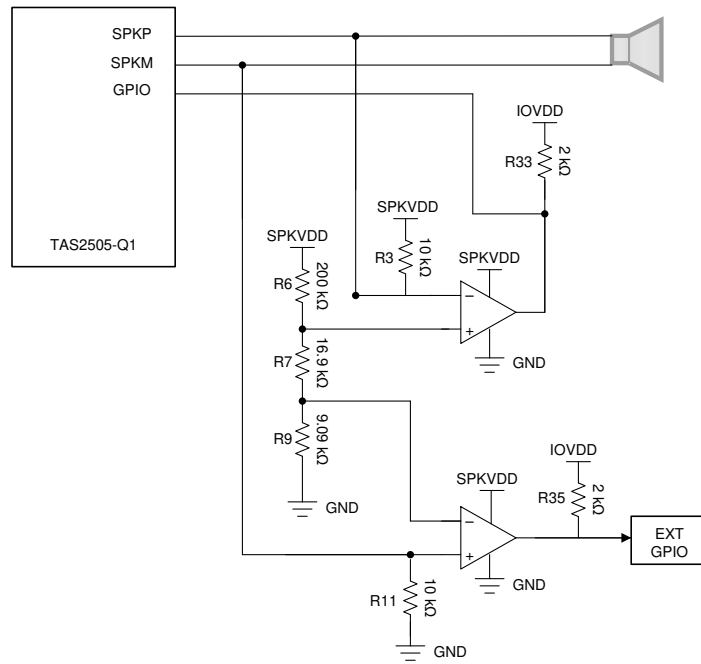


图 4-1. 诊断电路 #1 原理图

扬声器必须连接到 J5 和 J4 上的 SPKP 和 SPKM 输出点，才能使此电路正常工作。电路通过检测每个通道的非反相扬声器线路 (SPKP) 和反相扬声器线路 (SPKM) 来检测负载故障。通过使用 LM2903-Q1 双路比较器将 R6、R7 和 R8 的电阻网络产生的基准电压与输出线路上的电压进行比较，可以识别每条输出线路上的异常电压。如果其中一条输出线路上的电压过高或过低，那么比较器的输出就会将 GPIO 拉至接地。比较器的输出通常会被拉高至 IOVDD，当发生故障时，则会被拉至低电平。可将 TAS2505-Q1 上的 GPIO 引脚编程为输入，然后用于检测此种变化。

第一个比较器的输出连接到 TAS2505-Q1 作为 GPIO 输入。由于 TAS2505-Q1 只有一个 GPIO 输入，第二个比较器的输出可以连接到 MCU 的外部 GPIO 输入，或被忽略。开路负载检测只需要一个比较器，但使用两个比较器可以区分以下潜在的故障：电源短路、接地短路、扬声器端子间的短路和负载开路。表 4-1 和表 4-2 显示了故障状况以及比较器和寄存器的相应状态。

为了限制工作期间的功耗，并最大限度地减小对音频性能的影响，R3、R6、R7、R9 和 R11 均为高阻抗电阻。R7 的值决定了进行故障检测时与扬声器端子 (SPKP 和 SPKM) 比较的基准电压。此基准窗口对于开路负载检测至关重要，因此应使用容差为 1% 或更低的电阻。如果负输入大于正输入，则比较器变为低电平。

## 4.2 与主机的通信和操作

可以使用 I<sup>2</sup>C 通过两个集成寄存器访问关于 TAS2505-Q1 放大器扬声器的负载短路和开路故障状况的信息。外部主机可以轮询两个寄存器 (寄存器 62 和 46)，以查看是否出现错误。有关对错误的解释，请参阅表 4-1。由于器件在出现错误时能自我保护，故对这些寄存器的轮询频率没有要求。

为了确定是否发生了短路，主机读取第 1 页的寄存器 45。如果该寄存器的位 D1 为低电平，则说明放大器中存在短路情况，并导致放大器关断。需要先修复故障状况，才能恢复工作。如果此位为高电平，则未检测到短路情况。

输出故障状况的另一个主要类型是负载开路，也可通过 I<sup>2</sup>C 读取。为此，LM2903 双路比较器的第一个输出被路由回 GPIO/DOOUT 引脚。而且，应该首先将放大器静音，以停止在输出端进行切换。为此，将第一页的寄存器 45 的位 D1 设置为 0。然后将“00001000”或“0x08”写入第 0 页的寄存器 52。这会将 GPIO/DOOUT 控制寄存器设置为常规输入设置。然后自动将比较器的第一个输出写入此寄存器，并作为高电平或低电平存储在位 D1 中。然后，通过将此位 D1 与第 1 页的寄存器 46 的位 D1 进行比较，可以随时读回第 0 页的寄存器 52，并确定是否发生了负载开路故障。一旦诊断读取完成，请确保第 1 页的寄存器 45 的 D1 被重置为 1，以重新启用放大器。如果检测到故障，需要先校正故障，才能重新播放声音。表 4-1 演示了与放大器工作的每个主要状态相对应的寄存器信息。

表 4-1. 主工作状态和故障检测：I<sup>2</sup>C

| 放大器状态 | 第 0 页，寄存器 52，位 D1 | 第 1 页，寄存器 46，位 D1 |
|-------|-------------------|-------------------|
| 无故障   | 1                 | 1                 |
| 短路    | X                 | 0                 |
| 负载开路  | 0                 | 1                 |

表 4-2. 完成工作状态和故障检测：I<sup>2</sup>C 和 LED

| 放大器状态   | 比较器输出 1 | 比较器输出 2 | 第 1 页，寄存器 46，位 1 |
|---------|---------|---------|------------------|
| 无故障     | 1       | 1       | 1                |
| 短接至 GND | 1       | 0       | 0                |
| 电源短路    | 0       | 1       | 0                |
| 负载短路    | 1       | 1       | 0                |
| 负载开路    | 0       | 0       | 1                |

### 4.3 诊断电路 #2

图 4-2 显示了第二个诊断电路，其仅由两个晶体管 and 六个电阻组成。第一步是通过软件将放大器设置为静音。将 GPIO 设置为输出，并将 GPIO 拉至高电平，通过偏置 BJT 启用电路，BJT 打开 p 沟道 MOSFET，使电流从 SPKVDD 流过扬声器，并通过 R40 和 R41 构成的分压器。如果扬声器断开连接并且存在开路情况，那么分压器上的电压为 0V，但如果连接了扬声器并且未出现故障，那么分压器的电压约为 1.2V。可从外部 ADC (例如 MCU 的模拟输入引脚) 读取此电压，以确定是否存在开路故障。在取消放大器静音并恢复正常工作之前，应通过将 GPIO 拉至低电平来禁用此电路。

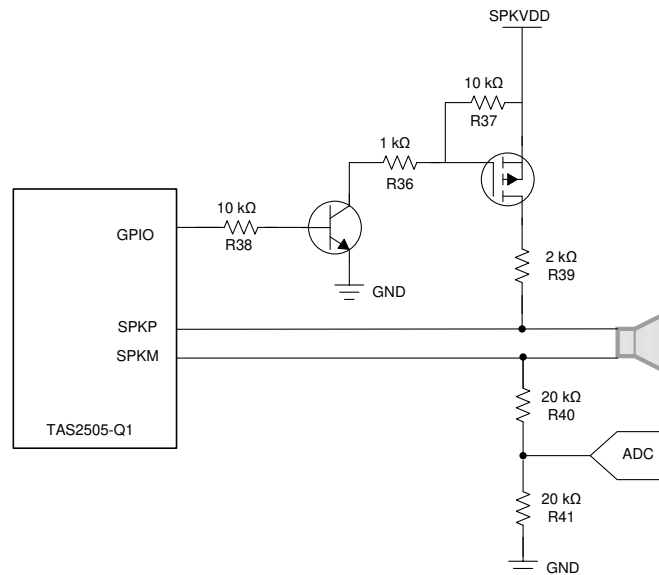


图 4-2. 诊断电路 #2 原理图

### 4.4 诊断电路 #3

图 4-3 显示了第三个诊断电路，它与诊断电路 #2 相似，但第三个诊断电路移除了用于控制 MOSFET 的 BJT 晶体管。其控制逻辑与电路 #2 相反，因此 GPIO 必须为高电平才能禁用诊断电路并将器件设置为正常工作；将 GPIO 设置为低电平会启用此电路，并可执行开路负载检测。

移除 BJT 需要权衡利弊，因为这样会增加电流消耗。例如，当 TAS2505-Q1 关断时，如果 SPKVDD 为开启状态，仍然存在电流消耗。

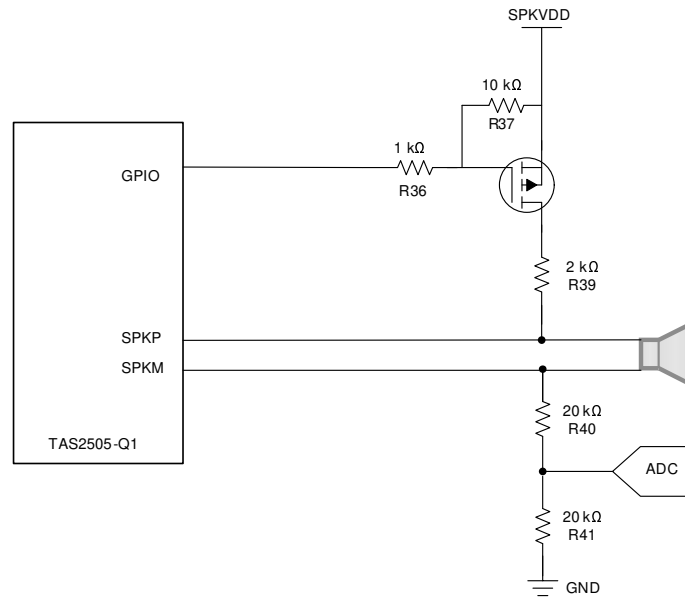


图 4-3. 诊断电路 #3 原理图

## 5 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

| Changes from Revision B (May 2019) to Revision C (June 2022)     | Page |
|--|------|
| • 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....                                   | 1    |
| • 编辑了整个文档的应用手册，使之更清晰.....  | 1    |
| • 删除了故障检测上下文中关于器件复位的信息.....                                      | 3    |
| Changes from Revision A (October 2017) to Revision B (May 2019)  | Page |
| • 编辑了应用报告，使之更清晰.....   | 2    |
| • 从 TIDUDN3 开始，将“开路负载检测”部分替换为“诊断电路 #1”部分.....                    | 2    |
| • 从 TIDUDN3 开始新增了“诊断电路 #2”部分.....                                | 4    |
| • 新增了“诊断电路 #3”部分.....  | 4    |
| Changes from Revision * (July 2017) to Revision A (October 2017) | Page |
| • 将更多信息新增到 <i>与主机的通信和操作</i> 部分中.....                             | 3    |

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司