

示波器故障分析与处理详解

1. 常见故障

- 1) LCD 完全不亮，没有背光
- 2) 屏幕没有任何显示
- 3) 没有波形
- 4) +5V 电源不正常
- 5) +3.3V 电源不正常
- 6) AV+电源不正常
- 7) AV-电源不正常
- 8) 改变耦合或灵敏度选择开关（SW1、SW2、SW3）时，屏幕指示没有相应改变

2. 排除故障需要的工具

- Ø **电压表** 用户需要准备一块电压表，用于测量电压，电压表最好是数字式的，一般可以用普通数字万用表的电压档，如果没有数字式电压表也可以用指针式电压表，但由于指针式电压表的内阻一般不是很高，因此电压读数可能会与本文中给出的数值有出入。
 - Ø **欧姆表** 欧姆表主要用来检查电阻的阻值和电路是否有开路或短路，一般可以使用数字万用表的电阻档，老式指针万用表的电阻档也可以用来检查开路和短路，但由于读数误差较大，用来检查电阻数值时要注意。
 - Ø **示波器** 由于考虑 套件的多数用户是初次接触示波器的，因此本说明假设用户没有示波器，用户如果有示波器可以根据自己的理解使用。
-

3. 一般检查方法及注意事项

- Ø **电压测量** 如果没有特别指明，本指引中提到的电压都是指对电路的参考点（地）的电压，测量电压的一般方法是将电压表的负表笔接地（图 1 中电路板左下方标注为 DGND 处），正表笔接被测点。
- Ø **电阻测量** 测量电阻时有两点需要特别注意：
 - 1) 一定要先关闭电源再测量。
 - 2) 当电阻与其他元件相连时，测量得到的电阻阻值会与标称值不同，如果要准确测量那么必须先将电阻与其他元件断开（至少完全断开被测电阻的一端）。
- Ø **通路和开路检测** 检查通路或开路时需要注意，一定要先关闭电源再进行检测。

4. 常见故障检查步骤

【故障现象 1】：LCD 完全不亮，没有背光

故障分析：LCD 的背光是由 LCD 屏上 4 只发光二极管产生的，从电路图上可以看到，这些发光二极管的电源是由 V+ 经过限流电阻 R36（180 欧）提供，其回路是 V+ → R36 → J3 第 16 脚 → 发光二极管 → 地，因此造成二极管不亮的原因有下面几种可能：

- 1) 没有电源，没有电源二极管自然不会亮。
- 2) R36 阻值不对，过大，这造成流过发光二极管的电流过小，不足以发光。
- 3) 回路的某个环节不通（开路），没有电流流过发光二极管。
- 4) 二极管被短路，电流未能流过二极管。
- 5) 二极管损坏。

检查方法：根据上面的分析，可以按下列步骤逐步排查：

- 1) 首先检查 V+ 的电压看其是否正常，如果不正常则看看二极管 D2 是否开路。
- 2) 用欧姆表检查一下 R36 的阻值是否符合标称的数值。
- 3) 测量双排针 J3（显示板上的 J1）上第 16 脚电压，该电压正常值大约是 3V，如果该电压测量值为 0V，那么有两个可能，一是从 J3 第 16 脚到 V+ 之间有开路，电流过不来；另一个可能是该脚与地短路了。对于两种情况都可以断开电源，用欧姆表检查一下。
- 4) J3 第 16 脚上有电压，可以在该脚与地之间并接一个发光二极管（二极管的正极接 J3 16 脚，负极接地），看看是否发光，如果发光则说明显示屏上的二极管或是开路，或是已经损坏。

【故障现象 2】：屏幕没有任何显示，显示白屏

故障分析：由于屏幕的显示完全是由单片机 U1 控制的，因此屏幕不工作有下面几种可能：

- 1) 单片机 U1 本身不工作；
- 2) 单片机 U1 工作，但 U1 与显示屏的连接有问题，造成 U1 控制不了显示屏；
- 3) 显示屏内部损坏。

检查方法：根据上面的分析，可以按下面的步骤逐步判定。

首先判断单片机 U1 是否正常工作，为此

- 1) 首先检查单片机的电源是否正常，测量 3.3V 测试点 TP22 的电压看看它是否在 3.3V 左右，如果不对那么要先检查电源部分（见后面的说明）；
- 2) 看看 JP4 跳线是否已经连上，当 3.3V 电源正常以后，应该将 JP4 用焊锡短接；
- 3) 当上面两点都正常后，按一下板子右下方的复位按键，看 LED 灯是否会闪两下，如果 LED 闪两下则说明单片机已经正常启动；如果看不到闪两下，那么有两个可能，一是 LED 本身有问题，这时要检查 LED 焊接是否正确，R28 数值是否正常，焊接是否有虚焊，手头如果有 LED 可以并接一个上去试试；另一个是单片机不工作，这时按下面步骤进一步判别。
- 4) 测量电阻 R40 靠近单片机 U1 的一端的电压（见图 1），如果单片机工作，该电压应该在 0.8V 左右，如果该电压为 0 或者 3.3V 那么可以判定单片机工作不正常。
- 5) 测量单片机 U1 的 VDDA 电压（见图 2），看其是否为 3.3V，如果不是检查电感 L4 是否开路，VDDA 不正常也好造成 U1 不工作。
- 6) 检查电阻 R27（贴片电阻）是否焊好，同时确保电路板反面的跳线 JP1 和 JP2 是处于断开状态。

如果确定单片机 U1 已经工作，则要检查单片机与 LCD 的有关连接是否正常，具体检查方法如下：

- 1) 首先检查 LCD 屏的电源电压是否正常，测量双排针 J3（显示模块 J1）上第 6、32、33 脚电压看看是否为 3.3V，如果不是则要检查有关的焊接点是否有虚焊。
- 2) 仔细检查主电路板 J3 和显示板 J1 上 DB0 – DB7 和以 LCD_开头的信号线所对应的引脚（请参见电路图），看看他们焊接是否良好，有没有虚焊或者碰线（短路）的情况。
- 3) 用“**测试模式**”来检查 LCD 有关信号的连接，方法是：先按住开关 SW4，然后按一下复位按键 SW8，使单片机进入“测试模式”，这时可以看到 LED 以大约 2 秒的周期闪动，单片机的所有 I/O 端口都会以大约 2 秒的周期交替输出 0V 和 3.3V 电平。用电压表在主板 J3（或显示板 J1）上测量与 LCD 有关信号线，看看他们的电压是否在 0V 和 3.3V 之间跳动，如果发现某个信号线没有跳动，或者跳动的电压范围不是 0V 和 3.3V，那么该信号连接就可能有问题。

【故障现象 3】： 屏幕显示正常，但没有波形

故障分析：示波器显示正常，因此可以认为示波器的数字部分已经基本工作正常，没有波形的问题出现在模拟部分，具体说是由于某种原因造成了波形不能显示在屏幕显示的范围，如果仔细观察，你会看到屏幕的上边界或者下边界是黄色的，那表示波形在屏幕上方或者下方之外。造成这个故障的原因很多，归纳起来有下面几个方面：

- 1) ADC 转换器的参考电压不对，这直接造成采集到的信号数值错误。
- 2) 模拟部分电源（AV+和 AV-）不正常，造成模拟通道不能正常工作。
- 3) 模拟通道的衰减器、放大器或者直流电平移位电路中某一个或多个环节有问题。

检查方法：首先将示波器的触发模式设置到“**AUTO**”，以防止示波器由于无触发不更新波形而造成没有波形显示的假象，确认是没有波形显示后，根据上面的分析，按下列步骤逐步排查。**注意在检查过程中需要将显示模块摘下以便检查显示模块下面的主板元件，检查完后重新插上显示模块检验结果，在拔插显示模块时记得要先断开电源。**

- 1) 测量 VDDA 看其是否为 3.3V（见图 2），该电压是单片机 U1 模拟部分的电源电压，也就是 ADC 的参考电压，如果该电压没有则检查一下 L4 是否开路或假焊。
- 2) 测量 AV+和 AV-看它们是否符合规定的数值，如果不正常则按照本文后面的关于电源部分故障处理的说明进行检查。
- 3) 确定 AV+和 AV-都正常后，开始检查模拟通道电路。首先将耦合开关 CPL 打到 GND 位置，将灵敏度选择开关 SEN1 打到 10mV 位置，将灵敏度选择开关 SEN2 打到 X1 位置，这样做的目的是确保模拟通道输入的信号是 0V，通道的放大倍数为最大值。然后用电压表测量板子左下方的 V1 和 V2，V1 是阻抗变换器（U2B）的输出，应该是 0V，V2 是主放大器（U2C）的输出，由于有电平移位电路的作用，其输出电平应该大约为 1.6V。
- 4) 如果 V1 不是 0V，那么要检查 IC U2 的各个引脚是否已经焊好，开关 SW1 和 SW2 焊接是否有虚焊或短路，电阻 R1 是否焊好。
- 5) 如果 V2 不在 1.6V 附近，那么要检查 U2 是否焊好，电阻 R9、R10、R11 的焊接是否良好，它们的阻值是否正确。
- 6) 如果 V1、V2 都正确但仍然没有波形，那么要检查一下 R12 是否焊好，R12 开路会造成模拟通道的电压不能到达 ADC 的输入端（U1 第 10 脚）。
- 7) 在 V1、V2 都正常，R12 没有问题的情况下，做一次“垂直位置校准”（参见使用说明），使屏幕左边小箭头与 0V 电平对齐，并移动垂直位置，看是否能将波形移到屏幕之内。

【故障现象 4】： +5V 电源不正常

故障分析：从电路图可以看到，+5V 电源是输入电源经由稳压集成电路 U5 产生的，+5V 电源不对的原因有下面几个方面：

- 1) 没有输入电源。
- 2) U5 本身有问题。
- 3) U5 的负载有问题造成 U5 的输出不对。

检查方法：

-
- 1) 首先先看 V+ 的电压是否正常, 如果 V+ 不正常那么看看二极管 D2 是否安装正确, 焊接是否良好。
 - 2) 如果 V+ 正常, 那么检查一下 U5 型号是否正确 (注意 U5 和 U4、Q1、Q2 的封装相同, 容易搞混), 焊接是否良好。
 - 3) 注意 U5 是否有发热现象, 如果 U5 发热, 那么 U5 的负载可能存在短路现象, 这时先看看电解电容 C20 有没有反接, 然后断开电感 L3, 使后面的负载与 U5 断开, 看看 U5 的输出是否恢复正常。
 - 4) 经过以上检查仍不能找到原因, 可以找另一个 78L05 将 U5 替换试试。

【故障现象 5】：+3.3V 电源不正常

故障分析: +3.3V 电源是 5V 电源经过 U3 稳压产生的, 如果 +5V 电源正常而 3.3V 电源不正常, 那么可能的原因有:

- 1) U3 本身损坏或者没有焊好。
- 2) U3 的负载造成 U3 的输出不正常。

检查方法:

- 1) 先检查 U3 是否焊好。
- 2) 检查 C22 焊接的极性是否正确。
- 3) 断开跳线 JP4, 排除负载的影响, 看 3.3V 电压是否正常。
- 4) 经过上面的检查 3.3V 电压仍不正常, 那么可以考虑更换 U3 试试。
- 5) 如果断开 JP4 后 3.3V 正常, 那么说明 3.3V 的负载可能存在短路现象, 需要检查 3.3V 连接到的每一个元件, 看看它们的安装极性是否正确以及有没有短路。

【故障现象 6】：AV+ 电源不正常

故障分析: AV+ 是 +5V 电源经过电感 L3 和电解电容 C21 滤波后形成的, 如果 AV+ 不正常, 那么可能的原因有:

- 1) 电感 L3 开路。
- 2) 电容 C21 反接或其他连接到 AV+ 的元件存在短路。

检查方法:

- 1) 先检查 L3 是否有开路。
- 2) 检查电容 C21 的安装极性是否正确, 是否有短路。
- 3) 检查与 AV+ 有连接的元件的安装极性是否正确, 是否有短路, 特别要注意 U2 的安装方向是否正确以及三个拨动开关 SW1、SW2 和 SW3 的焊接是否有碰线短路, 注意拨动开关引脚间距比较小, 而且开关外壳是接地的, 焊接的时候容易造成引脚与外壳短路, 要特别留意。

【故障现象 7】：AV- 电源不正常

故障分析: AV- 的产生比较复杂, 它是电源 V+ 先经由三极管 Q1、电感 L2 和二极管 D1 组成的开关电源电路产生负电压 V-, 再经过 L1、C25 滤波以及 U4 稳压后输出 AV-, 而开关管 Q1 的通断则是由单片机产生的方波信号 VGEN 通过 Q2 来驱动, 因此查找 AV- 故障的原因可以从下面顺序着手:

- 1) 是否有驱动信号 VGEN, 没有 VGEN 信号负电压转换器不可能正常工作。
-

-
- 2) 驱动三极管 Q2 是否正常。
 - 3) 开关管 Q1 是否正常。
 - 4) 电感 L2 或二极管 D1 是否正常。
 - 5) 滤波电路 L1 和 C25 是否正常。
 - 6) 稳压集成电路 U4 是否正常。

检查方法:

- 1) 先测量 R40 靠近单片机的一端 (见图) 的电压, 看看它是否为 0.8V 左右, 如果是则说明单片机 U1 有 VGEN 信号输出, 否则 U1 的第 46 脚可能没有焊好, 或者 U1 工作不正常 (对此可参照【故障现象 2】中有关 U1 是否工作的判断方法检查)。
- 2) 测量三极管 Q2 基极电压, 该电压应该在 -1.4V 左右, 如果不是则要检查电容 C23、电阻 R39 和三极管 Q2 的安装焊接是否正确, 特别是 Q2 的安装极性是否正确。
- 3) 检查 Q2 集电极电压 (Vc2) 和 Q1 基极电压 (Vb1), 正常情况下, Vc2 大约为 6.4V, Vb1 大约为 8.3V (假设 V+ 是 9V), 如果不对, 那么一般会出现下面几种情况:
 - I) Vc2 接近 0V, 而 Vb1 接近 8.5V, 这时可能 R38 开路, 或者 Q2 的集电极与发射极内部短路;
 - II) Vc2 与 Vb1 电压相等, 但不是 0V, 在表明 Q2 的集电极可能已经开路;
 - III) Vb1 很接近 V+, 这表示 Q1 的发射极可能短路;
 - IV) Vb1 与 V+ 的电压差明显大于 0.6V, 这表示 Q1 的发射极可能开路;

对于上述几种情况, 都应该首先检查 Q1、Q2、R37、R38 的极性有没有装错, 焊接有没有虚焊或碰线, 然后考虑替换 Q1 或 Q2 试试 (注意 Q1 是 PNP 管, Q2 是 NPN 管, 可以用一般通用型 PNP 或 NPN 三极管代换, 代换的时候注意极性)。

- 4) 测量二极管 D1 的正负极电压, 正常情况下, D1 负极约有 0.2V 的正电压, D1 正极有大约 -8V (或更大) 的负电压, 如果不对那么可能的原因有 Q1 损坏, 电感 L2 开路或短路, C24 反接, 或二极管 D1 反接。其中电感 L2 是否损坏可以通过测量其电阻检查 (可直接在板上测量), 其正常的电阻大约 5-8 欧姆, 如果电阻接近 0 则说明 L2 短路, 如果很大那么可能已经开路。
- 5) 测量 TP25 处的 V- 电压, 该电压应该在 -8V 左右, 如果不对则检查一下电感 L1 有没有开路, 电解电容 C25 有没有反接。
- 6) 测量 TP26 处的 AV-, 如果 V- 正常而没有 AV-, 那么看看 IC U4 型号是否正确, 焊接是否良好, 另外还需要看看 AV- 连接到的其他元件 (如 U2) 是否有短路现象。

【故障现象 8】 : 改变耦合或灵敏度选择开关 (SW1、SW2、SW3) 时, 屏幕指示没有相应改变

故障分析: 从电路图可以看出, 选择耦合和灵敏度的拨动开关都是由两组开关组成, 当拨动开关时, 两组开关是同步动作的 (电路图中用虚线表示两组开关联动), 其中一组用来改变电路的参数, 另一组用来检测开关的位置。当开关拨动时屏幕对应的显示没有变化, 这基本上可以判定是开关位置检测电路出了问题, 造成单片机不能发现开关的位置变化。

检查方法:

- 1) 如果是耦合选择开关的指示不正常,检查开关 SW1 和贴片电阻 R17、R18、R19 的焊接是否有开路或短路。
- 2) 如果是灵敏度选择开关的指示不正常,检查开关 SW2、SW3 和贴片电阻 R20 – R25 的焊接是否有开路或短路。

版本修改记录

版本	日期	摘要