



# SX1941 型数字式微欧计

(原 SX1931 型数字式微欧计)

执行标准 Q/320500 QGB 1030-2008

## 使用说明书



本企业已通过 ISO9001:2000 质量体系认证

苏州市百神科技有限公司

苏州电讯仪器厂

# 目 录

1 、 概 述 .....	1
2 、 技 术 参 数 .....	1
3 、 工 作 原 理 .....	3
4 、 结 构 特 征 .....	6
5 、 使 用 和 维 护 .....	7
6 、 产 品 成 套 性 .....	13

**欢迎使用 SX1941 型数字式微欧计！  
由衷地感谢您加入本公司的用户队伍。**

## 一、概述

SX1941 型数字式微欧计运用四端测量技术，有效地消除了接触电阻和引线电阻对测量结果的影响，因而可以精确测量低电阻。例如，本仪器可测量开关、接插件、继电器、炭刷、铝排母线的接触电阻；小型电机、变压器的绕组电阻，金属焊接电阻、铆接电阻，印制板孔金属化电阻，灯丝电阻，表头动圈电阻，200k $\Omega$  以下固定电阻器的电阻等。

本仪器的电压测量部分，可作为微伏计，测量 0~2V 之间的微小直流电压，最高分辨力为 1 $\mu$ V，具有输入阻抗高，零漂小，抗干扰能力强，能长时间连续工作等特点，是测量  $\mu$ V、mV 级直流电压的理想数字电压表。

本仪器还可作为高精度恒流源使用。

本仪器工作环境条件符合电子工业部 SJ2075-82《电子测量仪器环境试验总纲》中 II 组仪器的规定。

## 二、技术参数

1、显示：四位半 LED 显示，满码（19999），小数点、单位随量程自动变换，过载时显示闪烁。

2、采样速度：2.5 次/S

3、工作条件：环境温度：0~40 $^{\circ}$ C

相对湿度：小于 80%RH

电 源：交流 220V $\pm$ 10%

频 率：50Hz $\pm$ 2Hz

保证准确度温度：20 $\pm$ 10 $^{\circ}$ C

无强外电磁场干扰

4、电阻测量（四端测量）：

表一

量 程	20m $\Omega$	200m $\Omega$	2000m $\Omega$	20 $\Omega$	200 $\Omega$	2000 $\Omega$	20k $\Omega$	200k $\Omega$
分 辨 力	1 $\mu$ $\Omega$	10 $\mu$ $\Omega$	100 $\mu$ $\Omega$	1m $\Omega$	10m $\Omega$	100m $\Omega$	1 $\Omega$	10 $\Omega$
通过被测量电阻的电流	1A	100mA		1mA		10 $\mu$ A		
对应电压量程	20mV		200mV	2V	200mV	2V	200mV	2V
第二工作误差 (10~30 $^{\circ}$ C)	$\leq \pm 0.1\%$ 读数 $\pm 2$ 个字							
工 作 误 差 (0~40 $^{\circ}$ C)	$\leq \pm 0.2\%$ 读数 $\pm 2$ 个字							
自检电阻值	190.0m $\Omega \pm 0.5$ m $\Omega$							

## 5、电压测量（二黑端测量）

表二

量 程	20mV	200mV	2V
分 辨 力	1 $\mu$ V	10 $\mu$ V	100 $\mu$ V
第二工作误差 (10~30℃)	$\leq \pm 0.1\%$ 读数 $\pm 2$ 个字		
工 作 误 差 (0~40℃)	$\leq \pm 0.2\%$ 读数 $\pm 2$ 个字		
输入阻抗 ( $\Omega$ )	$>10^7$	$>10^8$	$>10^9$
极 性	自动转换		

## 6、恒定电流输出（二红端输出）

表三

量 程	1A	100mA	1mA	10 $\mu$ A
第二工作误差 (10~30℃)	$\leq \pm 0.1\%$ 量值			
工 作 误 差 (0~40℃)	$\leq \pm 0.2\%$ 量值			
开 路 电 压	$\leq 10V$			

7、零点漂移： $\pm 5$  字/h

8、耐压：外壳与交流电源线间 1350V（直流或交流有效值），一分钟无击穿或飞弧。

9、消耗功率：恒流源输出 1A 电流（20m  $\Omega$  档）时，30W；其余档，小于或等于 15W。

10、校正周期：12 个月

11、外形尺寸：120mm  $\times$  320mm  $\times$  360mm

12、重量：7.5kg

## 三、工作原理

### 1、电气原理方框图

仪器由稳压电源、DC-DC 变换电源、恒流源、微伏放大器、四位半数字电压表等组成，见图 1。

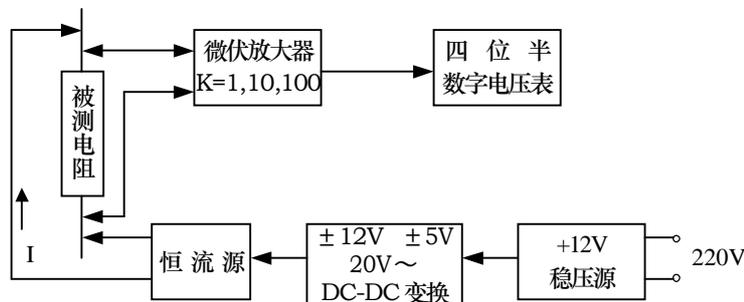


图 1

### 2、电压测量

从被测量电阻两端取得的电压信号或其他被测直流电压信号，首先进入微伏放大器，该放大器系双通道调制式直流电压放大电路，其构成简图见图 2。

输入信号中的高频成分通过  $1C_{10}$  直接进入运放  $A_2$ ，低频成分先由调制式放大器  $A_1$  进行放大，再进入  $A_2$  与高频成分迭加并放大。这种电路频带宽，响应时间短，输入阻抗高、输入零电流小、其输出电压受恒流源电位的牵连影响小。

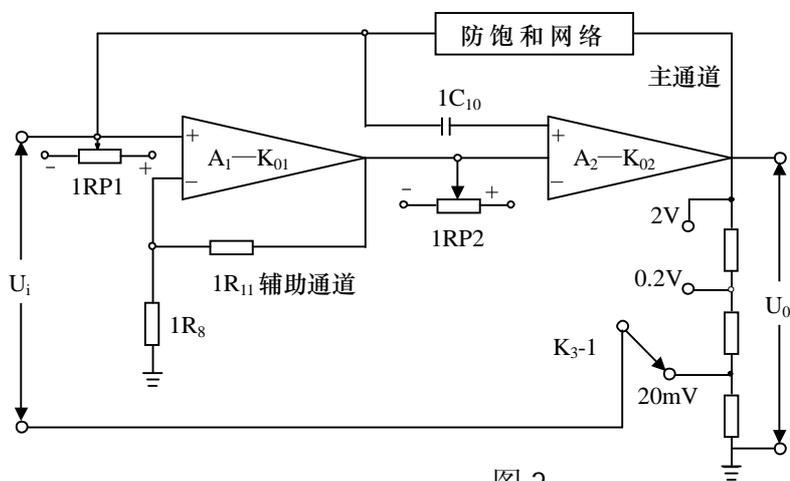


图 2

$$U_0 = (-K_{02}) (1 + K_{01}) U_i$$

$A_1$  部分的调制信号为 516Hz 矩形波， $A_1$  的放大倍数由  $1R_{11}$  和  $1R_8$  的比值决定，大约为 3300 倍， $A_2$  的放大倍数不低于  $10^4$ ，因此整个电路的开环增益大于  $10^7$ 。二极管防饱和网络缩短放大器过载恢复时间，电位器  $1W_1$  调节输入零电流， $1W_2$  调节输出零电压，浮地输入。

微伏放大器的输出电压经过滤波后进入数字电压表。数字电压表采用 1CL7135 四位半 A/D 转换电路，5G1555 提供 100kHz 时钟脉冲，ICL8069 能隙基准稳压管作 1.2V 电压基准。7135 输出的 BCD 码及位驱动扫描信号经 MC4513 七段译码器译码及 MC1413 达林顿驱动器逐位驱动，由 LED 显示。7135 电路并能给出与微机接口的各种控制信号。

### 3、电阻测量

用普通欧姆表测量电阻时，测试导线以及连接部位的接触电阻也同时包含在测量结果内，因此不适用于测量低电阻。本仪器采用的四端子法能有效地消除这些附加电阻引起的误差，如图 3 所示。

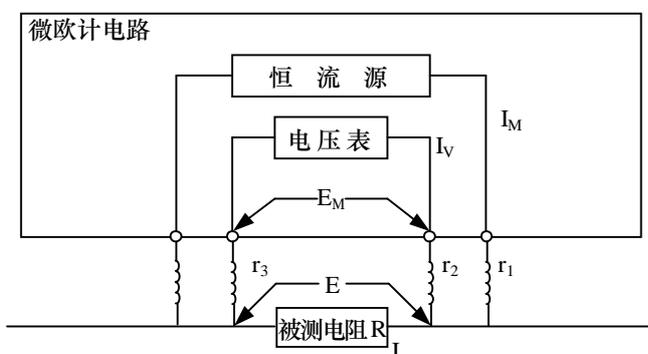


图 3  $(R = \frac{E}{I})$

图中  $r_1 \sim r_4$  模拟测试导线电阻和连接部位的接触电阻。

证明： $I_M$  的大小，不受  $r_1$  和  $r_4$  的影响。

又  $I_V \ll I_M, I_V \approx 0$

$$E_M = E + I_V (r_2 + r_3) \approx E$$

$$\therefore R = \frac{E}{I} = \frac{E_M + I_V (r_2 + r_3)}{I_M - I_V} = \frac{E_M}{I_M}$$

可见用四端法测量电阻时，可以忽略  $r_1 \sim r_4$  的影响。

#### 4、恒流源

恒流源的比较放大器为通用运放 741，单独供电，电流调整管采用功率型场效应管， $I_G \approx 0$ ， $I_D = I_S$  温度系数低，能很好地兼顾各档输出电流的稳定性，各档采样电阻均为温度稳定性良好、阻值可调的线绕电阻组合。

#### 5、DC-DC 变换电源

为提高电压表的抗干扰能力，并防止恒流源电流泄漏，除采取双层浮地保护技术外，还采用 DC-DC 变换电源，将电压表、恒流源、机箱三部分互相隔离，绝缘电阻  $> 10^{12} \Omega$ 。逆变器振荡频率略高于 16kHz。

#### 6、调零电路

设立一个可调的恒定电位来补偿因调制尖峰引起的零电流以及连接部位接触电势的影响，并便于读数。

#### 7、自检电路

仪器内部备有一个阻值为  $0.19 \Omega$  的电阻，供仪器自身测量，以便随时了解仪器的工作状态是否正常。另外，此自检开关可兼代电压表的输入短路开关，避免当电压表输入开路时，引起输出过载。数字显示闪烁刺眼。

### 四、结构特征

本仪器采用 KBA 型标准台式仪表机箱，固定在下盖板上的撑脚拉出时，可使仪器成一仰角，便于读数。

仪器面板上有数字、小数点、极性、单位显示及全部操作旋钮和开关，见图 4 所示。

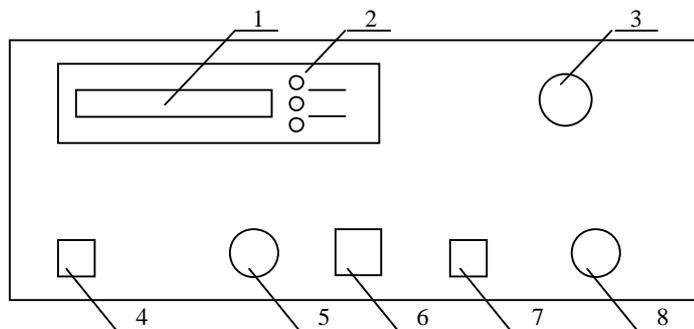


图 4

(1) 数字、小数点、极性显示窗；(2) 单位显示管；

- (3) 量程开关;
- (4) 电源开关;
- (5) 调零电位器;
- (6) 恒流源电流输出开关;
- (7) (自检—测量) 选择开关;
- (8) 输入插座。

电气箱后部，设有交流 220V 电源插座和保险丝座。

旋钮 (3) 松动时，可用小起子将旋钮顶盖挑开，再用扁嘴钳将夹紧螺母旋紧即可。

输入线与主机的连接部件采用 XS12 型航空插头座。插入时，应先将插头座的定位对准，然后捏住插头后部往前一推，听到啪的一声响，就接好了。拔出时，要捏住插头中部的圈，往后一拔，就拔出来了。切忌捏住插头后部旋转，这样不仅拔不出来，而且会把里面的接线都扭断了。

## 五、使用和维修

### 1、使用方法

#### (1) 准备

三线电源插座的保护端应接妥地线，不能悬空，否则机箱失去屏蔽作用，会发生跳字现象。开启电源开关，电压表输入短接，数字显示“0000”，预热 30min。

#### (2) 自检

量程置 200.0mΩ 档，(自检—测量) 开关置自检位置，接通电流开关，数字显示如为 190.0mΩ ± 0.5mΩ，说明微欧计工作状态正常。随后切断电流。(注意：在 20mΩ 量程，恒流源输出电流为 1A，每次测量时间不能超过半分钟，以免电路元件发热。)

#### (3) 直流电压测量

表四

电 压 量 程	20mV	200mV	2V
对应电阻量程位置	20mΩ	200Ω	2kΩ

在前二个量程上，电压与电阻值的小数点位置是相同的，使用时只要注意两者单位的区别即可。测量前，选择合适量程，(自检—测量) 开关置于测量位置，电流开关断开，电压测量输入端短接，调整零点后，即可开始测量。改换量程时，应重新检查零点。在 20mV 档，数字回零较慢，调零操作应仔细，同时需注意测量线屏蔽，以免引入干扰信号。

#### (4) 电阻测量

根据待测量电阻大小及需显示的位数选择合适量程，在被测电阻上连好测试导线。采用四夹子输入线时，电压夹子应夹在里档，尽量紧靠被测部位。采用夹式输入线时，也要紧靠被测部位夹持，才能得到准确的测量数据。(自检—测量) 开关置测量位置，电流开关未接通时，先调零点，然后接通电流，即可读出电阻值 (以正极性时的读数为准); 单位由旁边的发光二极管显示。

(5) 数字显示闪烁，表示输入超量程或开路，应立即向高量程转换并重新接妥夹子。不进行测量时，应将电压输入端短接 (或置自检位置)，电流开关置

断开状态。

(6) 换量程，特别是从  $m\Omega$  量程直接换至  $k\Omega$  量程时，应让恒流源元件有个获得新的热平衡的过程，比如等一分钟后再开始测量，否则会有较大的误差。

(7) 测量完毕，断开电流开关后，可能会有几个字的数字残余，这是由于测量中电流流过电阻产生的热电势引起的，不必重新调零，也不会影响下次测量的准确性。

(8) 满足以下条件，并按比例测量原理进行一次简单计算，可获得高精度 ( $\pm 0.02\%$  读数) 测量数据。

- 准备一套标准电阻器
- 短时间内环境温度变化： $\leq \pm 1^\circ\text{C}$
- 每小时至少与标准电阻校对一次
- 被测电阻与标准电阻值相接近
- 在一个量程上测量

$$\begin{aligned} \text{被测电阻准确值} &= \text{被测电阻读数} \times \frac{\text{标准电阻标定值}}{\text{标准电阻读数}} \\ &= \frac{\text{被测电阻读数}}{\text{误差系数}} \end{aligned}$$

这种方法可排除测量时的环境温度与仪器校准温度 ( $20^\circ\text{C}$ ) 不同而导致的误差。

## 2、复校

为了保证测试精度，必须经常检查仪器的精度保持情况。

(1) 每次开机预热 15 分钟后，检查自检电阻读数是否为  $190.0m\Omega \pm 0.5m\Omega$ 。

(2) 每隔一年对仪器进行一次检定，方法是用仪器去测量一套标准电阻器 (BZ3 型直流标准电阻、上海电表厂制造，从  $0.01\Omega$  到  $100k\Omega$ ，共八只，准确度为  $\pm 0.01\%$ ；不可用精密电阻箱代替)，如果发现误差超出规定范围，就需要进行复校。复校，可以将仪器返回我厂进行；如果用户单位具备复校的设备条件，也可按下列步骤自行校正：

①复校应在恒温室内进行，温度： $20 \pm 2^\circ\text{C}$

相对湿度： $20\% \sim 70\text{RH}$

②双通道放大板的零电压和零电流调整

将 235 板 (见图 5) 拔出，用导线将 1R22 (820K) 和 1R23 (8K2) 两电阻相接点 a 与印制板第五脚 (地线，见图 6) 短接，将外调零补偿电压旁路，再将此板插回仪器，通电预热半小时。

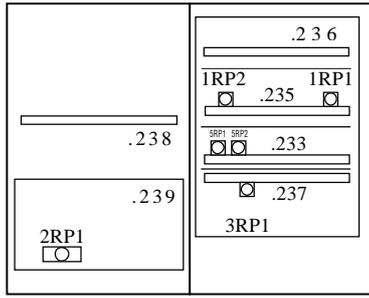


图 5 印制板位置示意图

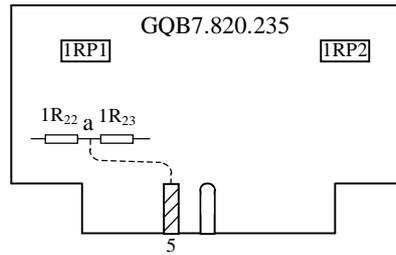


图 6 双通道放大板(.235板)

a) 零电压调整: 在 20mV (200mΩ) 档, 输入端短路, 电流开关断开, 调节 1RP2, 使显示为零。

b) 零电流调整: 也在 20mV 档, 输入端接 20kΩ 左右普通电阻, 调节 1RP1, 使显示值为最小。

如此反复调几遍, 使零电压为零, 零电流为最小。在 200mV 及 2V, 零电压和零电流的显示均为零。三档零点重合。调好后, 拔出 .235 板, 去掉外调零补偿电压旁路线, 再将印制板插回原处。

③在 2V 量程, 输入 1.9990V 标准电压 (由 UJ41 或 UJ9 型直流电位差计来), 调整 .239 板上的电位器 2RP1 (位置见图 5), 使显示值与输入值相等。当然也可以用直接比较法, 即把被校微欧计与一台标准数字电压表的输入端并联起来, 一起接入 1.9V 左右的稳定电压, 调节 2RP1, 使两台仪器的显示值相等。

④校 100mA 电流  
量程置 20Ω 档, 输入端用四夹子输入线, 接 10Ω 标准电阻器, 调节电位器 3RP1 (见图 5), 使微欧计的电阻显示值与该电阻器的标定值 (10.000Ω) 相等。

⑤校 20mV 档  
量程置 200mΩ 档, 输入端接 0.1Ω 标准电阻器, 调节 .233 板上的电位器 5RP1, 使显示值等于该标准电阻器的标定值 (100.00mΩ)。

⑥校 200mV 档  
在 2000mΩ 档, 输入端接 1Ω 标准电阻器, 调节电位器 5RP2, 使显示值等于该电阻器的标定值 (1.0000Ω)。

⑦校 1A 档  
在 20mΩ 量程, 输入端接 0.01Ω 标准电阻器, 调节电位器 4RP2 (在量程开关上, 与 1Ω 取样电阻并接在一起, 见图 7), 使显示值与该电阻器的标定值 (10.000mΩ) 一致。

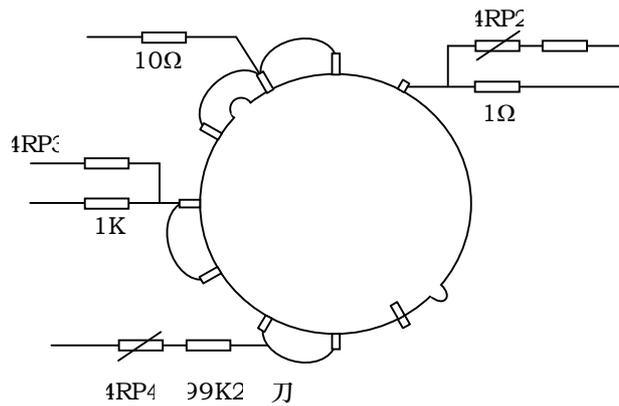


图 7

⑧校 1mA 电流。

置 2000Ω 量程。稍待 15 分钟，使恒流源从大电流转变为小电流输出热平衡状态。输入端接 1000Ω 标准电阻器，调节 4RP3，使显示值与该电阻器的标定值相等。

⑨校 10μ A 电流

在 200kΩ 档，输入端接 100kΩ 标准电阻器，调节电位器 4RP4，使显示值与该电阻器的标定值相等。

⑩校自检电阻值

置 200mΩ 量程，（自检—量程）开关置自检位置，先调零，再接通电流开关，调节自检开关板上的电位器 4RP1，使显示值为 190.00mΩ 左右。

隔 4h，将 5.2.2.3~5.2.2.9 各步骤重复进行一、二遍，稍微作些调整，如变化不大，即可认为复校完毕。

3、维修

(1) 测试仪器，电烙铁等均应可靠接地。

(2) 仪器的保修期为十二个月，凡用户遵守运输、贮存、使用规则，而质量低于本说明书技术参数规定的产品，本厂负责免费修理或更换。保修期外，仍欢迎返回我厂修理或复校。

(3) 如出现小故障，可参照电原理图、图 9 所示流程图及表 5 进行维修。

附：输入插头接线图

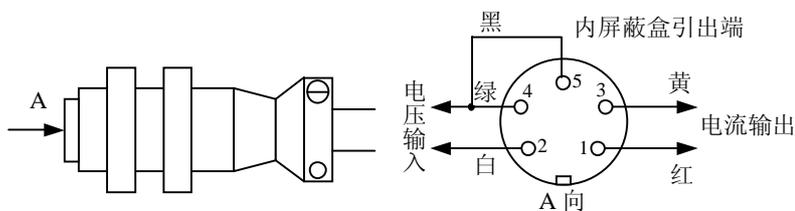


图 8

## 六、产品成套性

- |                              |    |
|------------------------------|----|
| a. 四夹子输入线                    | 一根 |
| b. 夹式输入线                     | 一根 |
| c. 电源线                       | 一根 |
| d. 保险丝管 (0.5A)               | 二个 |
| e. 输血胶管 粗 (6×9)、细 (4×6) 各一小段 |    |
| f. 使用说明书                     | 一份 |
| g. 用户质量反馈意见                  | 一份 |

表 5 故障原因一鉴表

故障现象	可能原因
2V 档显示值大幅度跳变	三线电源插座的保护端接地不良
末位数字有小幅度波动	1、5G1555 输出频率偏离 100kHz 2、内屏蔽盒引出线与电压测量低端开路 3、三端稳压源不良或滤波电容失效 4、内屏蔽盒与机箱间短路
微伏放大器输出饱和	1、解调管 1V7 (3DJ7) 损坏 2、1D1 或 1D2 损坏 (可通过调节 1RP1 或 1RP2 来判断) 3、反馈电阻开路 4、防饱和网络中 4148 损坏
显示闪烁	1、A/D 板或微伏放大器输入开路 2、-5V 电源开路 3、2RP1 接触不良 4、(自检—测量) 开关开路
恒流源无输出	1、741 输入部位击穿 2、接线断
恒流源输出电流漂移大	VMOS 管 G、S 击穿
显示数固定不动	1、ICL7135 管脚接触不良 2、5G1555 输出开路
调不到零点	1、零电压及零电流未调小 2、逆变线圈漏电 3、屏蔽外层碰机壳

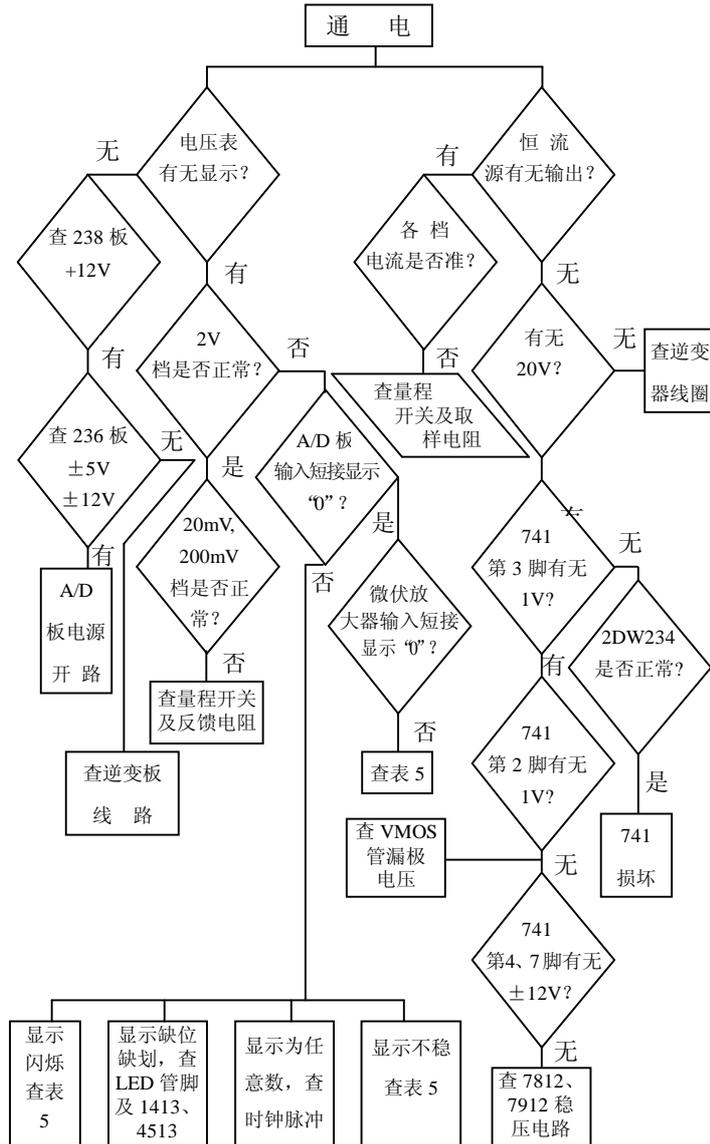


图 9 故障检查流程图



苏州市百神科技有限公司  
苏州电讯仪器厂

---

地址：苏州工业园区通园路企鸿路 31 号  
邮政编码：215006  
电话：+86-512-62522938 62528378-8010  
传真：+86-512-62522938  
<http://www.baishen.com>  
[E-mail:clean@baishen.com](mailto:clean@baishen.com)