

Fluke 45

双显数字多用表

维修手册

仅供 IEC1010 仪表

Jhand 译

有限保证和有限责任

每台福禄克的产品在正常使用和维护的情况下保证没有材料和工艺上的缺陷。产品的保证期为一年，从发运之日起计算。零件、产品修理和维护的保证期为90天。此项保证的对象仅为原始购买者或者福禄克授权代理商的最终使用客户，并且不适用于保险丝、普通电池或者福禄克认为由于意外的或不正常的工作或管理状况而错误使用、经过改动、疏忽管理、受到污染或损坏的产品。福禄克保证软件将按照其功能技术指标牢靠地工作90天，并已经正确地记录在无缺陷的介质上。福禄克不保证软件没有错误或工作中无中断。

福禄克授权代理商应当只将此种对新的和未使用过的产品的保证延伸到最终使用客户，但无权代表福禄克做出更高的或不同的保证条件。只有从福禄克授权的销售渠道购买的产品或者当购买者已经支付了适当的国际价格时才能获得这种保证支持。当从一个国家购买的产品送到另一个国家进行修理时，福禄克保留向购买者开具修理/更换零件进口费用发票的权利。

福禄克的保证责任是有限的，对于在保证期之内退回到福禄克授权的维修中心的有缺陷的产品，福禄克可以选择退还购买款项、免费修理或更换产品。

为获得保修，请与您最近的福禄克授权维修中心联系以得到返修授权信息。然后将该产品发送到该维修中心，提供故障说明、并付邮资和保险费（FOB目的地）。福禄克不承担运输中损坏的风险。保修之后，该产品将返还给购买者，并付运费（FOB目的地）。如果福禄克认定故障是由于疏忽管理、错误使用、受到污染、经过改动、意外的或不正常的工作或管理状况，包括因超出产品规定的额定值使用而引起的过电压故障，或者正常的磨损和机械部件的破损而引起，福禄克将提供估计的修理费用并在得到授权之后才开始维修工作。修理之后，该产品将返还给购买者，并付运费。购买者则要支付修理费用和返程的运输费用（FOB发运点）。

这种保证是购买者唯一的和专有的补救方法，并且可代替所有其它的保证条件、表述或默许的条款，包括但不限于任何默许的保证条件或者为某种特定目的的商品性或适应性。福禄克对于由于任何理论原因引起的、任何特别的、间接的、意外的或后果性的损坏或丢失，包括数据丢失，都不承担责任。

由于某些国家或者州不允许对默许保证条款的限制，不允许排斥或者限制意外的或后果性的损失，对这种保证的限制或排斥可能不适合于每一个购买者。如果本保证的任何条款被法院或其它的决策主管裁判机构判定为无效或不可实施，则这种判定将不影响任何其它条款的有效性或可实施性。

Fluke Corporation

Fluke Europe B.V.

P.O. Box 9090

P.O. Box 1186

Everett, WA 98206-9090

5602 BD Eindhoven

U.S.A.

The Netherlands

11/99

若要登记您的产品，请访问福禄克公司网站：register.fluke.com

目录

章	标题	页码
1	简介和技术指标	
	1-1. 简介	1-1
	1-2. 操作说明	1-1
	1-3. 选件和附件	1-1
	1-4. 维修手册结构	1-2
	1-5. 约定	1-3
	1-6. 技术指标	1-4
2	工作原理	
	2-1. 简介	2-1
	2-2. 功能框图描述	2-1
	2-3. 电源	2-1
	2-4. 模拟测量处理器	2-1
	2-5. 输入保护电路	2-1
	2-6. 输入信号转换	2-1
	2-7. A/D转换器	2-1
	2-8. 串行通讯电路	2-1
	2-9. 数字核心	2-3
	2-10. 显示组件	2-3
	2-11. IEEE-488 接口选件(-05)	2-3
	2-12. 电池选件(-01)	2-3
	2-13. 详细电路描述	2-3
	2-14. 电源电路描述	2-3
	2-15. Raw DC 电源	2-3
	2-16. 5V开关电源	2-4
	2-17. 变极器	2-5
	2-18. 模拟测量处理器	2-5
	2-19. 输入保护	2-9
	2-20. 输入信号变换	2-10
	2-21. 继电器 (Relays)	2-10
	2-22. 直流电压 (DC Volts)	2-11
	2-23. 电阻 (Ohm)	2-11
	2-24. 100MΩ 和 300MΩ 量程	2-13
	2-25. 交流电压 (AC Volts)	2-13
	2-26. 直流mA (DC mA)	2-14
	2-27. 交流mA (AC mA)	2-14
	2-28. 电流 (Amps)	2-14
	2-29. 二极管/通断测试 (Diode/Continuity Test)	2-14
	2-30. 频率 (Frequency)	2-14
	2-31. 动态滤波器 (Active Filter)	2-15
	2-32. A/D转换器	2-16
	2-33. 串行通信 (防火墙)	2-17
	2-34. 数字核心	2-17
	2-35. RS-232 接口	2-18

2-36.	微处理器	2-18
2-37.	EEPROM	2-18
2-38.	RAM	2-19
2-39.	ROM	2-19
2-40.	IEEE-488 选件连接器	2-19
2-41.	显示组件	2-19
2-42.	主显示组件连接器	2-19
2-43.	前面板开关	2-20
2-44.	显示器	2-20
2-45.	蜂鸣器驱动电路	2-20
2-46.	看门狗定时器和复位电路	2-21
2-47.	FIP显示控制器	2-21
3	一般维护	
3-1.	简介	3-1
3-2.	修理授权和运输信息	3-1
3-3.	一般维护信息	3-1
3-4.	所需的仪器设备	3-1
3-5.	功率需求	3-1
3-6.	安全处理静电	3-1
3-7.	清洁	3-2
3-8.	保险管测试和更换	3-2
3-9.	电源保险	3-2
3-10.	电流输入保险管	3-2
3-11.	测试电流输入保险管	3-2
3-12.	更换 500mA和 440mA输入保险管(F1 和F5)	3-3
3-13.	更换 10A输入保险管(F2)	3-4
3-14.	拆卸步骤	3-5
3-15.	拆卸表壳	3-5
3-16.	拆卸把手和支架	3-5
3-17.	拆卸前面板组件	3-6
3-18.	拆卸显示PCA	3-6
3-19.	拆卸IEEE-488 选件	3-7
3-20.	拆卸主PCA	3-7
3-21.	拆卸模拟测量处理器的屏蔽罩	3-7
3-22.	拆卸Rms PCA	3-8
3-23.	拆卸电池选件	3-8
3-24.	断开各种机箱部件连接	3-8
3-25.	组装步骤	3-8
3-26.	安装各种机箱部件	3-8
3-27.	安装电池选件	3-9
3-28.	安装Rms PCA	3-9
3-29.	安装模拟测量处理器的屏蔽罩	3-9
3-30.	安装主PCA	3-9
3-31.	安装IEEE-488 选件	3-10
3-32.	组装前面板组件	3-10

3-33.	安装前面板组件	3-13
3-34.	安装把手和支架	3-14
3-35.	安装表壳	3-14
4	性能测试和检定	
4-1.	简介	4-1
4-2.	所需设备	4-1
4-3.	性能测试	4-2
4-4.	前面板检定	4-5
4-5.	简介	4-5
4-6.	进入检定模式	4-6
4-7.	退出检定模式	4-7
4-8.	直流电压检定(前面板)	4-7
4-9.	交流电压检定(前面板)	4-7
4-10.	直流和交流毫安检定(前面板)	4-8
4-11.	直流和交流电流检定(前面板)	4-10
4-12.	电阻检定(前面板)	4-10
4-13.	交流(Alternate)电阻检定(前面板)	4-10
4-14.	通断/延时测量检定(前面板)	4-11
4-15.	频率检定(前面板)	4-12
4-16.	C2 调整步骤	4-12
4-17.	编辑不同检定点的提示	4-13
4-18.	通过计算机接口完成检定	4-13
4-19.	设置	4-13
4-20.	RS-2323 接口	4-13
4-21.	IEEE-488 接口	4-14
4-22.	检定步骤	4-16
4-23.	直流电压检定(计算机接口)	4-16
4-24.	交流电压检定(计算机接口)	4-16
4-25.	直流和交流毫安检定(计算机接口)	4-17
4-26.	直流和交流电流检定(计算机接口)	4-17
4-27.	电阻检定(计算机接口)	4-17
4-28.	通断/延时测量检定(计算机接口)	4-17
4-29.	频率检定(计算机接口)	4-17
4-30.	通过计算机接口结束检定	4-18
4-31.	交流(Alternate)电阻检定(计算机接口)	4-18
5	故障及故障诊断	
5-1.	简介	5-1
5-2.	表面安装组件的维修	5-1
5-3.	错误代码	5-2
5-4.	一般故障排除	5-8
5-5.	电源故障排除	5-8
5-6.	Raw 直流电源	5-8
5-7.	5V开关电源	5-9
5-8.	变极器	5-10
5-9.	模拟部分故障	5-11

5-10.	异步测试	5-12
5-11.	直流电压故障	5-12
5-12.	交流电压故障	5-12
5-13.	电阻故障	5-12
5-14.	数字部分故障	5-13
5-15.	显示组件故障	5-15
5-16.	检定失败	5-18
5-17.	简介	5-18
5-18.	有关检定部分	5-18
5-19.	检定相互干扰	5-19
5-20.	重新得到检定常数	5-19
5-21.	更换EEPROM A1U5	5-19
6	可更换部件列表	
6-1.	简介	6-1
6-2.	如何得到部件	6-1
6-3.	如何与Fluke联系	6-1
6-4.	手册状况	6-2
6-5.	新仪器	6-2
6-6.	部件	6-2
7	选件-01 电池包	
7-1	简介	7-1
7-2	规格	7-1
7-3.	操作原理	7-1
7-4.	功能结构图	7-1
7-5.	开关电源	7-3
7-6.	周期/浮动充电速率开关	7-3
7-7.	电池不足检测传感器	7-3
7-8.	电池切换器	7-3
7-9.	持续电压涓流充电器	7-4
7-10.	其它电路	7-4
7-11.	一般维护	7-4
7-12.	拆卸	7-4
7-13.	安装	7-5
7-14.	性能测试	7-7
7-15.	一般操作性能	7-7
7-16.	电源不足检测传感器和电池切换器测试	7-8
7-17.	周期/浮动充电速率开关测试	7-8
7-18.	校准	7-10
7-19.	故障排除	7-11
7-20.	附加测试	7-12
7-21.	电路原理图	7-12
7-22.	可更换部件列表	7-12
8	选件-05 IEEE-488 接口	
8-1.	简介	8-1
8-2.	操作原理	8-1

8-3.	功能结构图	8-1
8-4.	详细电路描述	8-1
8-5.	主组件连接器	8-1
8-6.	地址译码电路	8-1
8-7.	隔离电路	8-1
8-8.	IEEE-488 控制器	8-2
8-9.	IEEE-488 收发器/连接器	8-4
8-10.	一般维护	8-6
8-11.	拆卸IEEE-488 接口选件	8-6
8-12.	安装IEEE-488 接口选件	8-6
8-13.	性能测试	8-6
8-14.	故障现象	8-7
8-15.	上电故障	8-7
8-16.	通信故障	8-7
8-17.	无法选择IEEE-488 接口选件	8-8
8-18.	无法与IEEE-488 总线握手	8-8
8-19.	无法进入远控状态	8-9
8-20.	无法接收多字符指令	8-9
8-21.	无法发送查询状态	8-9
8-22.	无法产生一个结束标志(EOI)	8-9
8-23.	无法产生一个服务请求(SRQ)	8-9
8-24.	电路原理图	8-9
8-25.	可更换部件列表	8-9
9	原理图	
9-1.	A1 主PCA	9-1
9-2.	A2 显示PCA	9-6
9-3.	A1A1 真有效值PCA	9-8
9-4.	A4 电池PCA	9-10
9-5.	A5 IEEE-488 接口PCA	9-12

索引

第一章

简介和技术指标

	标题	页码
1-1.	简介	1-1
1-2.	操作说明	1-1
1-3.	选件和附件	1-1
1-4.	维修手册结构	1-2
1-5.	约定	1-3
1-6.	技术指标	1-4

1-1. 简介

Fluke45 数字双显多用表(以下简称‘数表’)是一台为桌面、现场服务和系统应用而设计的 4-1/2 位 (30,000-计数) 数表, 其最高分辨率为 5 位 (100,000-计数)。数表采用了一块双显示真空荧光屏, 允许从一个输入信号中得到两种类型的测量值, 主显示和第二显示可以分别显示用户设定的测量数值, 甚至在持续进行的测量过程中也可同时显示, 为用户提供方便的比较工具。

数表具备了以下特征:

- 可通过 R3-232 或 IEEE-488(选件)接口实现计算机控制, 数表完全支持 IEEE 488.1 标准 (1987) 下的编程, 同时数表也符合 IEEE-488.2 标 (1987) 准的要求;
- 真有效值交流测量;
- 可计算 (AC+DC) 真有效值;
- 大于 1MHz 的频率测量范围;
- 1 μ V 直流电压灵敏度;
- 可变阻抗的分贝测量和音频功率测量能力;
- 100,000、30,000 和 3,000 分辨率可选, 对应测量速度分别为 2.5、5 和 20 次读数/秒 (rps);
- 内建自检和不开盖校准功能 (无需内部手动调整)。

1-2. 操作说明

《Fluke45 用户手册》提供了完整的操作说明, 在对 Fluke45 按照维修手册的要求进行维护和修理时, 一些操作请参考用户手册中的相关说明, 作为快速参考, 维修手册的封面内包含了所有操作的简要说明, 更详细的信息请参考用户手册。

1-3. 选件和附件

我们提供了三种可以在工厂或现场进行安装的选件, 以下讨论可现场安装的选件:

- 电池组件 (选件-01K) 包括一块 8V 可充电锂电池、电池支架和充电组件, 在典型情况下 (环境温度在 0 到 50°C 之间) 电池可以提供 8 小时的工作时间;
- IEEE-488 接口组件 (选件-05K) 包括印刷电路板组件、连接电缆和安装架, 该选件支持了完全程控、外部触发输入和自动校准。IEEE-488 计算机接口指令集与 RS-232 接口指令完全相同。
- 选件-15K 将选件-01K 和选件-05K 整合在一起。

通过 Fluke M00-200-634 机架组件可以轻松将 Fluke 45 双显数字多用表安装在标准 19 英寸的机柜中。

Fluke 45 的附件如表 1-1 所示。

表1-1. 附件

型号	描述
C40	软运输箱，有填充物保护，内有一个用于携带手册的口袋一个用来装测试线的小袋。
M00-200-634	机架组件，用来将Fluke 45双显数字多用表安装在标准19英寸的机柜中。
RS40	RS-232 接口电缆，可以用来连接Fluke 45和支持DTE功能的打印机（DB-25，孔）包括与IBM PC®, IBM PC/XT® or IBM PS/2 (models 25, 30, 50, P60, 70, and 80)连接。
RS41	RS-232 modem电缆，用来连接Fluke 45 和调制解调器。.
S45	QuickStart™ 计算机软件，通过RS-232接口，该软件可以简化计算机Fluke 45的操作，测试数据被记录到文件中，并非常容易在数据库中读取。
Y8021	带防护塞的1米长IEEE-488屏蔽电缆。
Y8022	带防护塞的2米长IEEE-488屏蔽电缆。
Y8023	带防护塞的4米长IEEE-488屏蔽电缆。

1-4.维修手册结构

本手册的中心任务是介绍如何维修 Fluke 45 双显数字多用表，在手册章节的结尾互相关联，要有效地排除故障不仅需要参考第五章故障诊断章节中的相关步骤，可能还需要详细了解第二章的操作原理，同时还要参考第九章原理框图来测试电路。

通常情况下浏览一下目录能够大概找到合适的章节，在手册的前面提供了详细的目录，在每个章节的前面同样提供了目录。

以下是本手册各章节的描述：

第 1 章 简介和技术指标

简介 Fluke45 双显数字多用表，介绍了数表的特征、选件和附件，同时本章讨论了维修手册的用途和数表电路中的一些约定，最后，是完整的技术指标。

第 2 章 工作原理

本章首先按照数表的功能将电路进行了分类，然后对各电路在整体操作中所起的功能和作用进行了描述，接着给出了每个功能电路详细的电路讲解，这些描述展示了第五章中元件级工作原理和全面的故障排除支持。

第 3 章 一般维护

提供了包括把手、清洁和更换保险等在内的维护信息，同时也提供了接触和在安装的步骤。

第 4 章 性能测试和检定

本章为指标出现问题的数表提供了性能较准步骤，为了保持全面的技术指标，同时提供了一个完整的检定步骤。

第 5 章 故障及故障诊断

本章提供了故障排除步骤，这些步骤是以第 2 章的操作原理、第 9 章的电路原理图为依据的，同时第 3 章提供了拆卸方法。

第 6 章 可更换部件列表

列出了所有标准组件，提供了如何和从哪里完成订货的信息。

第 7 章 选件-01 电池包

每个选件都分配了一个独立章节来介绍，第 7 章介绍电池选件-01，第 8 章介绍了 IEEE-488 接口选件-05，选件-15 是选件-01 和选件-05 的组合，第 7 章包含了电池选件服务手册中全部的内容（技术指标、操作原理、维护、可更换部件列表等），选件的电路原理图可以从第 9 章中查到。

第 8 章 选件-05 IEEE-488 接口

第 8 章包含了 IEEE-488 接口选件服务手册中全部的内容（技术指标、操作原理、维护、可更换部件列表等），选件的电路原理图可以从第 9 章中查到。

第 9 章 原理图

包含了所有标准件和选件的电路原理图。

1-5.约定

在本手册中使用了一些特殊约定，这些约定如下：

- 仪器参考

Fluke45 双显数字多用表简称为“数表”

- 印刷板（Printed Circuit Assembly）

术语‘印刷板’（pca）用来表述印刷电路和附属部分

- 信号逻辑极性

在电路原理图中，一个名称紧跟着“*”的信号为有效低电平（active low）信号，未做标记的为有效高（active high）电平信号。

- 电路节点

在组件中的独立的引脚或连接器用一个短横（-）来表示，如 U30 的第 19 引脚可以标记为 U30-19。

- 用户符号

在前面板操作中

XXX 不包括圆括号的大写词或符号表示一个被用户按下的按键，按键的操作有以下四种方式：

- 1.单独按下一个按键来选择一个功能或操作；
- 2.一个接着一个地按下一套组合按键；
- 3.按下按键不放，然后按下另一个按键；
- 4.同时按下多个按键。

计算机接口操作，

XXX 一个不包括圆括号的大写词表明它是指令。

<**XXX**> 尖括号内的词表明需要按下<**XXX**>键。

(xxx) 当与一个关键词相连时，圆括号内的小写词表明需要用户的输入。

1-6.技术指标

以下是 Fluke45 双显数字多用表的技术指标，这些指标包括：

- 1 年检定周期；
- 操作温度介于 18℃到 28℃；
- 相对湿度不超过 90%（非结露）。

精度表达形式为：±（%读数+位）

测量速率和显示位数

测量速率	每秒测量次数	满量程显示位数*
Slow	2.5	99,999
Medium	5	30,000
Fast	20	3,000
*Ohms（电阻）满量程为 98,000 位		

响应时间

详细的信息请参考用户手册的第四章内容。

直流电压

量程	分辨率			精度	
	Slow	Medium	Fast	(6 months)	(1 year)
300 mV	-----	10 μ V	100 μ V	0.02% + 2 0.02% + 2 0.02% + 2 0.02% + 2 0.02% + 2	0.025%+2
3 V		100 μ V	1 mV		0.025% +2
30 V		1 mV	10 mV		0.025%+2
300 V		10 mV	100 mV		0.025% +2
1000 V		100 mV	1 V		0.025%+2
100 mV	1 μ V	-----	-----	0.02% + 6 0.02% + 6 0.02% + 6 0.02% + 6 0.02% + 6	0.025%+6
1000 mV	10 μ V				0.025% +6
10 V	100 μ V				0.025%+6
100 V	1 mV				0.025% +6
1000 V	10 mV				0.025%+6

输入阻抗

10M Ω ，并联电容<100pF

注意

在双显示模式下，当选择了同时测量直流电压和交流电压时，10M Ω 的直流输入电阻将于1M Ω 的交流输入电阻并联。

测量 DC 电压时最大允许 AC 电压

量程	最大允许峰值交流电压		峰值正常模式信号	
			NMRR*>>80dB**	NMRR>>60dB**
300 mV	100 mV	20 V	15 V	15 V
3 V	1000 mV	20 V	15 V	15 V
30 V	10 V	1000 V	50 V	300 V
300 V	100 V	1000 V	50 V	300 V
1000 V	1000 V	1000 V	200 V	1000 V

*NMRR 是正常模式下绝缘率
 ** 正常模式下绝缘率在 50 或 60Hz $\pm$ 0.1%

以下略

第二章

工作原理

标题	页码
2-1. 简介	2-1
2-2. 功能框图描述	2-1
2-3. 电源	2-1
2-4. 模拟测量处理器	2-1
2-5. 输入保护电路	2-1
2-6. 输入信号转换	2-1
2-7. A/D转换器	2-1
2-8. 串行通讯电路	2-1
2-9. 数字核心	2-3
2-10. 显示组件	2-3
2-11. IEEE-488 接口选件(-05)	2-3
2-12. 电池选件(-01)	2-3
2-13. 详细电路描述	2-3
2-14. 电源电路描述	2-3
2-15. Raw DC 电源	2-3
2-16. 5V开关电源	2-4
2-17. 变极器	2-5
2-18. 模拟测量处理器	2-5
2-19. 输入保护	2-9
2-20. 输入信号变换	2-10
2-21. 继电器 (Relays)	2-10
2-22. 直流电压 (DC Volts)	2-11
2-23. 电阻 (Ohm)	2-11
2-24. 100MΩ 和 300MΩ 量程	2-13
2-25. 交流电压 (AC Volts)	2-13
2-26. 直流mA (DC mA)	2-14
2-27. 交流mA (AC mA)	2-14
2-28. 电流 (Amps)	2-14
2-29. 二极管/通断测试 (Diode/Continuity Test)	2-14
2-30. 频率 (Frequency)	2-14
2-31. 动态滤波器 (Active Filter)	2-15
2-32. A/D转换器	2-16
2-33. 串行通信 (防火墙)	2-17
2-34. 数字核心	2-17
2-35. RS-232 接口	2-18
2-36. 微处理器	2-18
2-37. EEPROM	2-18

2-38.	RAM	2-19
2-39.	ROM	2-19
2-40.	IEEE-488 选件连接器	2-19
2-41.	显示组件	2-19
2-42.	主显示组件连接器	2-19
2-43.	前面板开关	2-20
2-44.	显示器	2-20
2-45.	蜂鸣器驱动电路	2-20
2-46.	看门狗定时器和复位电路	2-21
2-47.	FIP显示控制器	2-21

2-1. 简介

本章分层介绍了 Fluke 45 的电路，首先，通过功能图的方式介绍了数表的一般性术语，然后，对详细描述了每个功能区块电路结构（通常为元件级），完整地电路结构请参考本手册的第九章。

一个名称紧跟着“*”的信号为有效低电平（active low），信号未做标记的为有效高（active high）电平信号。

2-2. 功能框图描述

全部的功能框图如图 2-1 所示，下面是这些框图得描述。

2-3. 电源

电源功能块为真空荧光显示屏（-30V、-5.2V 和 5V）和电路板（-5.25V 和 5.25V）提供工作所需的电力，自电源中，Raw 直流电源将交流电压转换为直流，5V 的开关电源再将直流电压转换位 $5.1V \pm 0.25V$ 的工作电压，在此基础上再通过其它电路产生工作所需的各种电压。

2-4. 模拟测量处理器

模拟测量处理器（A1U1）可以实现信号转换、量程切换、A/D 转换和频率测量，这是一片专门定制的芯片，通过特殊的串行借口主处理器（A1U6）可以完成对其的控制。

2-5. 输入保护电路

输入保护电路可以防止数表过压或过流，针对不同的输入信号，采取不同的保护电路或保险管。

2-6. 输入信号转换

输入的信号（电压、电流或电阻）必须经过分压或转换，变成 A/D 转换范围内的电压信号后方可测量，直流高压必须经过衰减，电阻、电流和交流电压必须转换成相应的直流电压。直流测量（直流电压、电流、电阻和二极管测试）要通过滤波器滤波，交流测量（交流电压、电流）在完成直流转换后再滤波。

2-7. A/D 转换器

经过转换的信号电平在精确的时间内对电容充电（或积分），电容的放电时间与被测信号的电平成比例，该时间通过模拟测量处理器中的数字电路进行测量后送到微处理器计算后就可以得到最终的测量值。

2-8. 串行通讯电路

该功能块为数字核心与模拟测量处理器提供了一条高度电压隔离的通信通道，作为一个

双向通信的电路，它同样需要来自电源的电力供给。

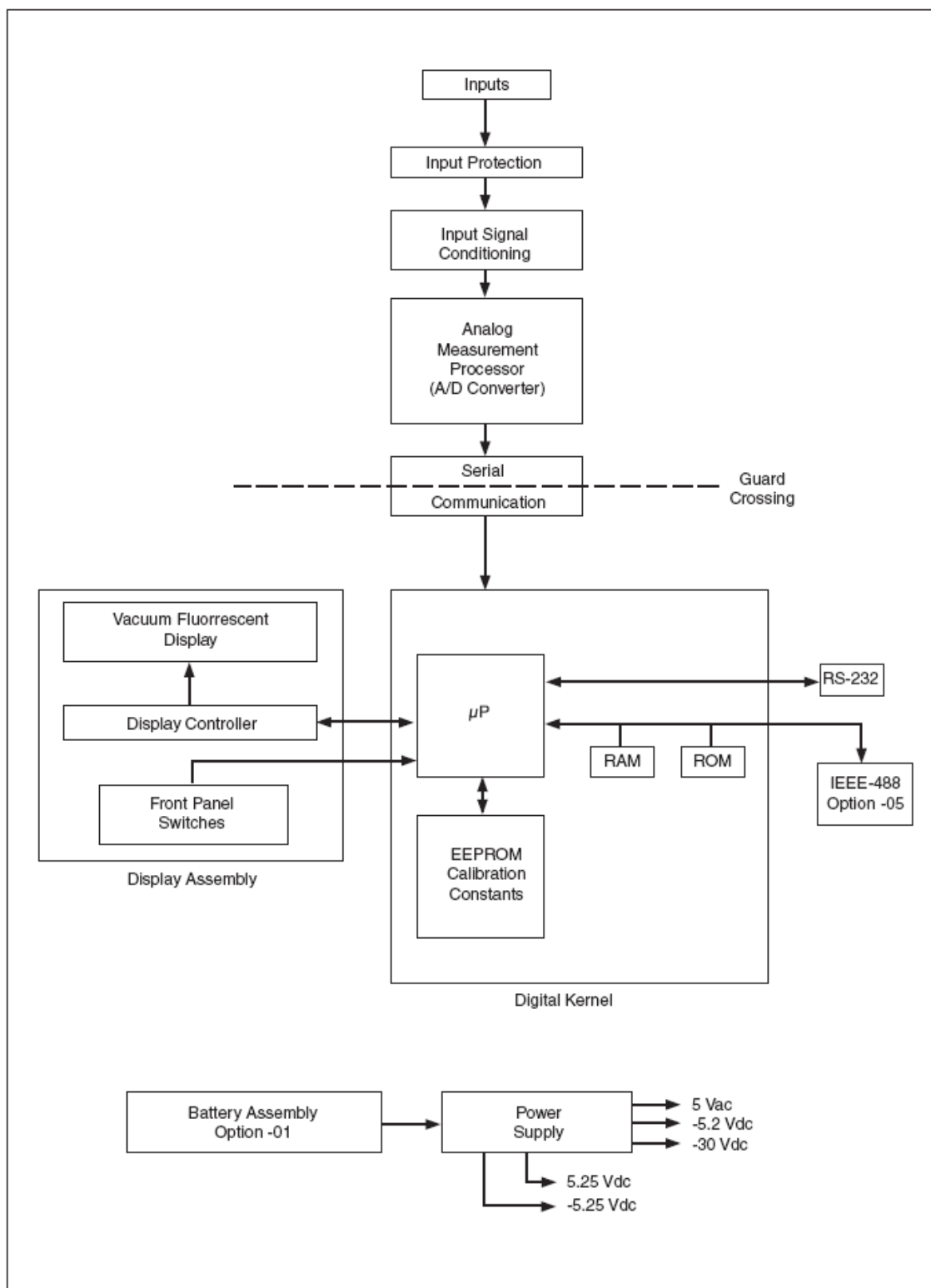


图 2-1.完整的功能结构图

2-9. 数字核心

数字核心功能块用来协调数表内所有的活动，该功能块还需要电源和来自显示组件的复位信号来协同工作。

在数字核心中微处理器还执行一些特殊的操作功能：

- 执行 ROM 中的指令；
- 在 RAM 中保存临时数据；
- 在 EEPROM 中存储数表的配置和校准数据；
- 通过串行通信功能块与模拟测量处理器通信；
- 从显示组件中接受用户的键盘输入
- 通过 RS-232 和 IEEE-488（选件）接口完成与外部的通信。

2-10. 显示组件

显示组件控制器与主微处理器之间的通讯通过一条三线通道完成，来自主微处理器的指令告诉显示控制器如何修改内部显存，然后显示控制器驱动相应的栅极和阳极，点亮 显示器上对应的字段和笔划，A2 显示组件电源和来自微处理器 A1U6 的时钟信号来工作。

2-11. IEEE-488 接口选件(-05)

本手册的第八章介绍了 IEEE-488 接口选件（-05）的工作原理，电路原理图可以在第九章中找到。

2-12. 电池选件(-01)

本手册的第七章介绍了电池选件(-01) 的工作原理，电路原理图可以在第九章中找到。

2-13. 详细电路描述

2-14. 电源电路描述

电源有以下三个功能部分组成：

- Raw 直流电源

Raw 直流电源将交流电压（90V 到 264V）转换成 5 V~7.5V 的直流输出。

- 5V 开关电源

5V 开关电源将 Raw 直流电源的输出转换为 $5.1V \pm 0.25V$ 的直流电压。

- 变极器

变极器利用 5V 开关电源的输出产生-30V、-5V 和交流 5V 电源，供真空荧光显示屏使用，同时变极器也为监视电路（in-guard circuitry）提供带隔离的正负 5.25V 工作电压。

2-15. Raw DC 电源

Raw DC 电源的变压器 (A1T3) 的输入电压范围为交流 90V~264V, 由于变压器的输入电路中没有电源开关, 因此 Raw DC 电源在数表连接到交流电源后就开始工作了, 在变压器中使用了一个 275V 的金属氧化物变阻器 (MOV metal-oxide varistor) 保护内部电路, 该 MOV 平时表现为开路, 当峰值电压接近 400V 时, MOV 开启与电路保险一同起到保护作用, 将 400V~500V 的峰值电压限定到安全范围内, 在交流电压输入线路中使用了一个 0.125A, 250V 的保险 (慢动作)。

在变压器的另一端, 输出经过二极管 A1CR2 和 A1CR3 整流后, 由电容 A1C27 滤波, 另外, 电容 A1C26 可以减少数表中整流二极管产生的转换干扰。电源开关 (A1S1) 同样连接到 Raw DC 电源的输出, 电源开关处于开启状态时, Raw DC 电源的输出被连接到 5-V 开关电源的输入端, 而当电源开关处于关闭状态时, Raw DC 电源的输出通过 A1J1-7 被连接到电池充电开关电源的输入端。

2-16. 5V 开关电源

5V 开关电源与 A1U11 控制器和一些其它外围组件整合在一起, 其正常工作的输入电压范围为: 7.5V~35V, 5V 开关电源使用脉宽调制技术使输出稳定在 5.1V, 其正常开关频率为 40kHz。

在控制器中, 通过调节 A1U11 中开关晶体管控制电压的占空比 (开启时间) 实现对输出电压的控制, (控制器 A1U11 包括: 基准电压、振荡器、开关晶体管、脉宽调制比较器、开关驱动电路、电流限制比较器和电流限制参考基准组成), 基准电压电路经过电阻 A1R41 和 A1R42 分压后, 宽容到脉宽调制电路的比较端, 电阻 A1R35 (与电阻 A1R41 并联) 和 A1R36 (与电阻 A1R42 并联) 用来调整 5.1V 的电源输出, 断开电阻 A1R35 会使输出减少约 5%, 而断开电阻 A1R36 会使输出增加约 7%。

在控制器中, 比较器的输出是由振荡器信号和开关晶体管的驱动信号组成 (Within the controller, the output of the comparator is combined with the oscillator signal to form the drive signal for the switch transistor.), 二极管 A1CR6 作为开关晶体管的能量补充开关, 双感应器 (Dual inductor) A1T1 是一种磁性材料用来吸收开关晶体管开启和关闭产生的脉冲电流, 分流电阻 (current shunt) (A1R47、A1R48 和 A1R49) 用来感应流过二极管 A1CR5 和开关晶体管 A1U11 的全部电流, 如果电路中电流过大, 则开关晶体管控制信号的占空比 (开启时间) 会减少, 以减小电源中的电流, 电容 A1C33 在电路中起滤波和存储能量的功能, A1C34 和 A1C35 为输出滤波电容。

当开关电源的输入电压过低时, 升压电路 (A1CR4 和 A1C32) 可以为控制器 A1U11 提

供足够的工作电压，例如，数表在低电压条件下工作。

电阻A1R40和电容A1C28、A1C29用来保证开关电源的动态性能，电容A1C30用来设置电源的工作频率。

2-17. 变极器

变极器由A1Q10、A1Q11、A1Q12和A1Q13组成一个30kHz的非稳态多谐振荡器，工作频率和晶体管的驱动取决于连接的电容和电阻，变极器变压器（A1T2）的初级线圈连接到多谐振荡器中晶体管的集电极，因此初级线圈的驱动来自对称的方波信号，电阻A1R46和电容A1C41组成滤波网络，可以减少开关电源和变极器中晶体管产生的脉冲电流的幅度。

A1T2的次级线圈用来提供三种电压，A1T2的第一组次级线圈通过以下的整流二极管和滤波电容，为显示和电池涓流充电电路提供电源：

- A1CR11和A1C45：-30V电源；
- A1CR12和A1C47：-5V电源；
- A1CR10和A1C46：电池涓流充电电路所需的+30V电源。

带隔离的A1T2第二组次级线圈为各种保护电路（in-guard）提供电源，经过双二极管A1CR8、A1CR9与电容A1C43、A1C44组成的整流滤波电路后，为保护电路（in-guard）提供+5.25V和-5.25V的工作电压，双二极管A1CR7和电容A1C42组成的整流滤波电路为继电器提供5.25V工作电压。

A1T2第三组次级线圈为真空荧光显示屏的加热器（FIL1、FIL2）提供电源，齐纳二极管A1VR3和电阻A1R55从-30V电源中取出5V电压供使用。

2-18. 模拟测量处理器

模拟测量处理器芯片和外围电路如图 2-2 所示，表 2-1 描述了模拟测量处理器芯片的引脚信号。

模拟测量处理器（A1U1）是一块 68 脚的 COMS 芯片，在主处理器（A1U6）的控制下可以完成以下工作：

- 输入信号切换；
- 输入信号转换；
- 量程切换；
- 直流测量功能下开启滤波，高速测量时关闭滤波；
- A/D 转换

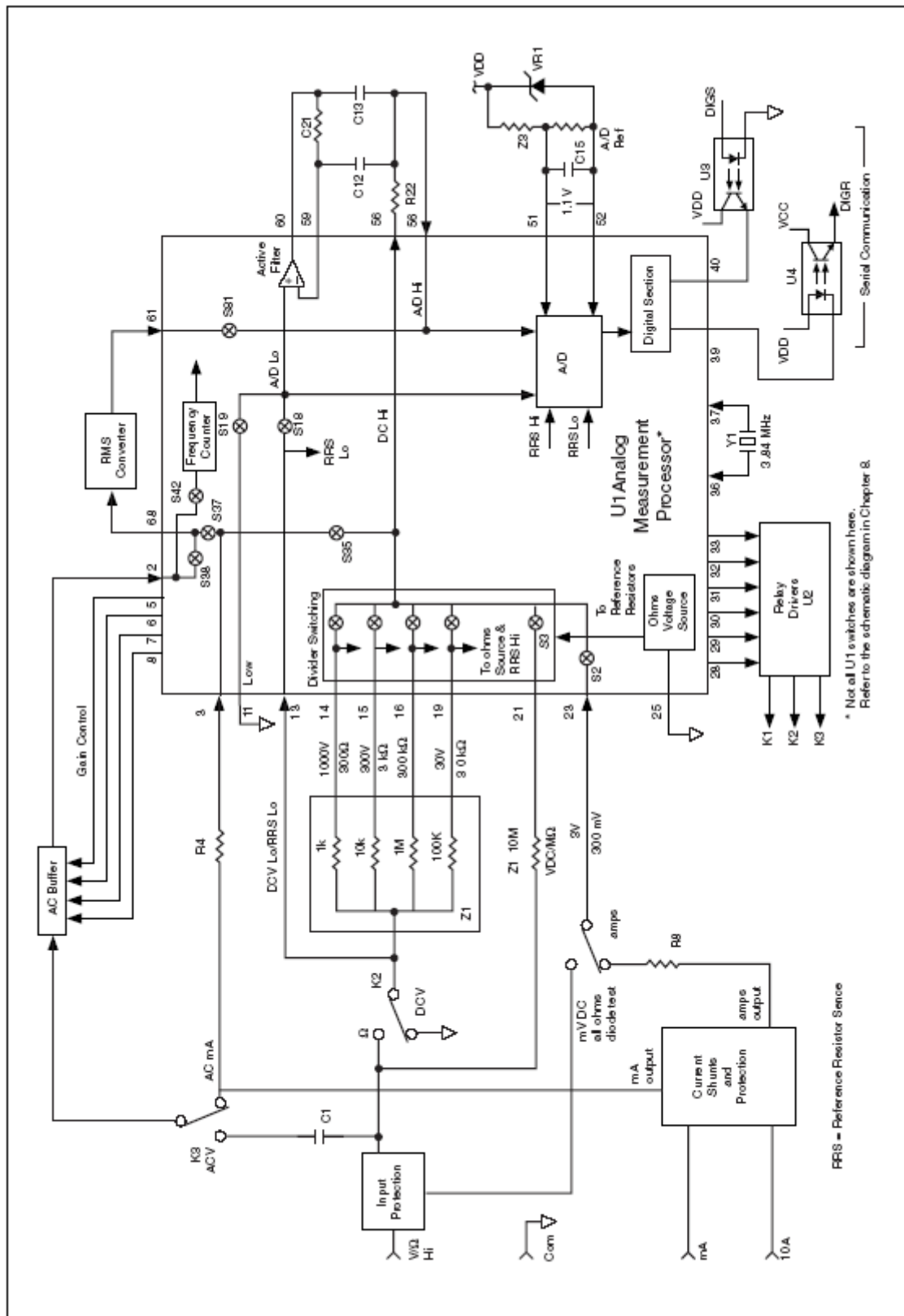


图 2-2. 模拟电路的结构原理图

- 支持直流电压、直流电流、真有效值交流电压、真有效值交流电流、电阻、频率和

通断/二极管测试等功能。

在电路中设计了两条独立的信号通道，一条走直流参数和电阻，另一条走交流参数，低于 3V 的电压信号被直接送到 A/D 转换器，高于 3V 的电压则需要经过衰减，通过内部电阻源电压调整器（由一套特别的开关控制）对直流电路进行扩展就可以实现电阻测试，在交流功能中，输入信号首先被送到交流缓冲器中，该交流缓冲器可以在 A/D 转换器的控制下对输入信号进行衰减。

A/D 转换器采用的是经过改进的多斜率变换方法，不同输入信号的测量结果由最基本的测量单位（一个步进循环）组成，也可以说测量结果是有一系列固定积分时间组成，可变的参考积分时间，可变的保持时间和不同的短跳转时间，一个步进循环周期为 2.5ms。

表2-1.模拟测量处理器引脚与功能

引脚	名称	描述
1	VDD	+5 V 电源
2	ACB0	AC 缓冲输出
3	AIN	Amps 电流输入
4	AGND2	模拟地 #2
5	ACR4	AC 缓冲量程 4
6	ACR3	AC 缓冲量程 3
7	ACR2	AC 缓冲量程 2
8	ACR1	AC 缓冲量程 1
9	VSSACR	AC交流量程的-5 V 电源
10		(未使用)
11	LO	A/D 转换器输入low
12	GRD	Guard
13	RRS	Reference resistor sense for ohms
14	V4	Tap #4 on the DCV input divider/ohms reference network
15	V3	Tap #3 on the DCV input divider/ohms reference network
16	V1	Tap #1 on the DCV input divider/ohms reference network
17	GRD	Guard
18	V2F	Tap #2 active filter input on the DCV input divider/ohms reference network
19	V2	Tap #2 on the DCV input divider/ohms reference network
20	GRD	Guard
21	V0	Tap #0 on the DCV input divider/ohms reference network
22	GRD	Guard
23	OVS	Ohms and volts sense input
24	GRD	Guard
25	AGND1	Analog ground #1
26		(not used)
27	DGND	Digital ground
28	FC0	Function control #0
29	FC1	Function control #1
30	FC2	Function control #2
31	FC3	Function control #3
32	FC4	Function control #4
33	FC5	Function control #5
34	FC6	(not used)
35	FC7	(not used)
36	OSCIN	Crystal oscillator input
37	OSCO	Crystal oscillator output
38	MRST	Master reset
39	AS	Analog send
40	AR	Analog receive
41	SK	Serial clock

表2-1.模拟测量处理器引脚与功能（续）

引脚	名称	描述
42	CS	Chip select
43	BRS	Baud rate select
44	VSS	-5 V
45	INT	Integrator output
46	SUM	Integrator summing node
47	B. 1	Buffer output, 100 mV range
48	B. 3	Buffer output, 300 mV range
49	B1	Buffer output, 1000 mV range
50	B3	Buffer output, 3 V range
51	VREF+	A/D reference plus
52	VREF-	A/D reference minus
53	RAO	A/D reference amplifier output
54	RA+	A/D reference amplifier noninverting input
55	RA-	A/D reference amplifier inverting input
56	AFO	Active filter output
57	MOF	Meg ohms filter
58	AFI	Active filter input
59	FAI	Filter amplifier inverting input
60	FAO	Filter amplifier output
61	RMSF	RMS output, filtered
62	ARTN	Analog return
63		(not used)
64	RMSO	RMS converter output
65	BIAS2	Bias input
66	VSSF	-5 V dc, filtered
67	BIAS1	Bias input
68	RMSI	RMS converter input

2-19. 输入保护

输入保护电路用来保护数表不会因为过压和过流而损坏。不同的输入保护电路如下：

- 在直流模式下，金属氧化物变阻器（MOV metal-oxide varistor）A1RV1、A1RV2 和 A1RV3 可以实现 1800V 输入电压的钳位，A1R5、A1RT1 和 A1R6 用来限制电流，在直流模式下，A1R7 和中的 10-M Ω 电阻用来保护 A1U1；
- 在电阻和二极管测试模式下，A1Q1 用来对所有极性的输入电压进行钳位保护，A1R5 和热敏电阻 A1RT1 用来限制过载电流，当过载程度很高时，A1RT1 温度升高使其阻值增大，元件 A1R9 和 A1Z1 用来保护 A1U1；
- [100mA]输入保护元件为保险管 F1 和 F5，在该模式下 A1R4 用来保护 A1U1；

- [10A]输入保护元件为保险管 A1F2，在该模式下 A1R8 用来保护 A1U1；

2-20. 输入信号变换

输入信号（电压、电流或电阻）必须变换到 A/D 转换器的测量范围之内，直流高压应该经过衰减，电阻、电流和交流电压必须转换为相应的直流电压，直流测量模式（直流电压、直流电流、电阻和二极管测试）中信号直接经过动态滤波器的滤波，交流测量模式（交流电压、交流电流）在被转换成直流电压后才进行滤波，在中速和高速测量模式下，A/D 转换器使用的输入范围为 $\pm 300\text{mV}$ 或 $\pm 3\text{V}$ ，在慢速测量模式下，A/D 转换器的输入范围为 $\pm 100\text{mV}$ 或 $\pm 1000\text{mV}$ 。

2-21. 继电器 (Relays)

闭锁继电器 A1K1、A1K2 和 A1K3 在相应的功能中用来将输入信号切换到合适的功能模块，模拟测量处理器（A1U1）的功能控制输出 FC0~FC5（28~33 脚）用来产生 8ms 的正脉冲信号（0V~VDD），该信号经过 A1U2 后对继电器进行驱动，A1U2 由 NPN 型达林顿对管组成，继电器的详细说明如表 2-2 所示。

表 2-2. 继电器操作

功能	继电器		
	A1K	A1K2	A1K3
DC mV, 3 V	复位	吸合	吸合
DC 10 V, 30 V, 100 V, 300 V, 1000 V	吸合	吸合	吸合
ACV	吸合	吸合	复位
Ohms & k ohms	复位	复位	吸合
M ohms	复位	吸合	吸合
Diode Test	复位	复位	吸合
mA DC and ADC	吸合	吸合	复位
mA AC and AAC	吸合	吸合	吸合
Frequency	吸合	吸合	复位

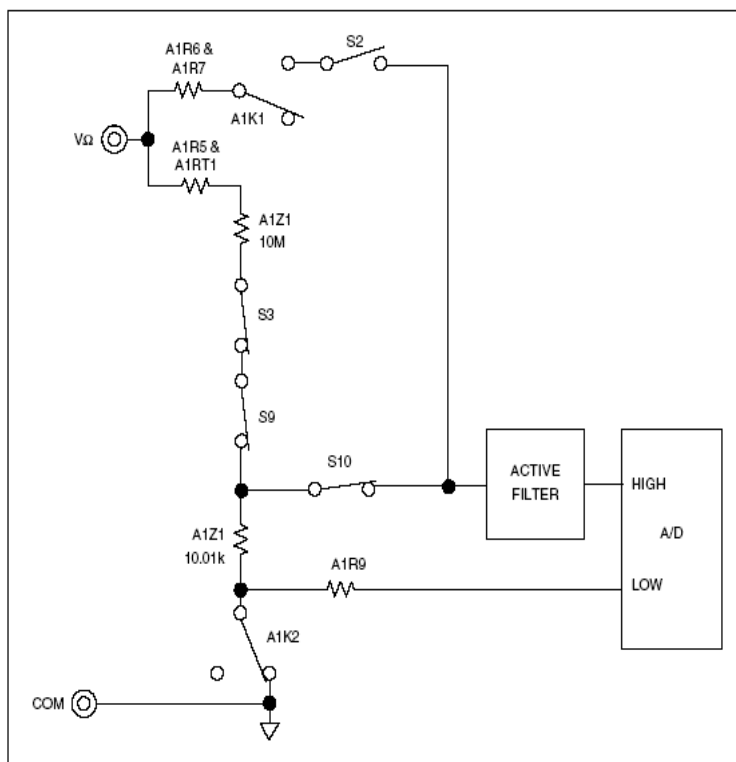


图 2-3. 直流电压 300V 量程电路示意图

2-22. 直流电压 (DC Volts)

在 mV 和 3V 量程中，输入信号通过 A1R6、A1R7 和 A1K1 进入 A1U1，信号不需要衰减直接通过 A1U1 经动态滤波器到达 A/D 转换器，高电压则经过直流输入分压器 A1Z1 的衰减。

在 300V 量程中，A1U1 中的开关 S3 和 S9 将 A1Z1 中的 10-MΩ 电阻与 10.01kΩ 电阻相连，组成一个 1000:1 的分压器，参见图 2-3，A1U1 中的开关 S10 将信号发送到动态滤波器，A1Z1 的第 3 脚为分压器的公共端，A/D 转换器也通过 A1R9 连接到该公共端。

2-23. 电阻 (Ohm)

电阻测量采用的是比率电阻技术，如图 2-4 所示，一个电压源与基准电阻 (A1Z1) 和待测电阻串联，由于通过所有电阻的电流相同，因此待测电阻的阻值就取决于基准电阻和待测电阻上压降的比率。

在模拟测量处理器中，根据量程的不同，电阻电压源通过切换开关 S3、S6、S9、S13 和 S15 与基准电阻相连，测量电流流经基准电阻、A1K2、保护电阻 A1TR1、A1R5 和待测电阻，A/D 转换器对 OVS (23 脚) 上的电压进行积分，而反向 (DE) 积分基准则从 A/D 转换器的 RRS (13 脚，基准电阻上的压降) 和 Ohms Reference High 通过 S5 (21 脚)、S14 (19 脚)、S17 (16 脚)、S11 (15 脚) 或 S8 (14 脚) 引入，基准电阻的详细说明如表 2-3 所示。

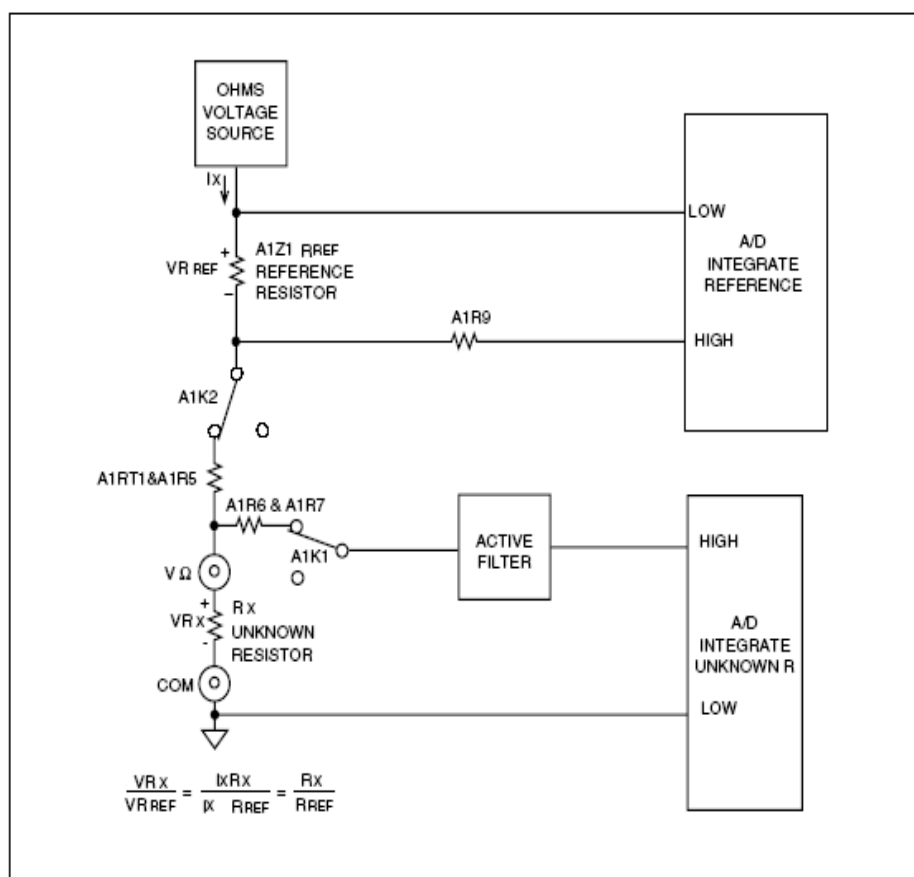


图 2-4. 电阻电路原理图

表2-3. 基准电阻

量程	电压源	A1Z1 基准电阻
100 Ω/300 Ω	3 V	1 kΩ
1000 Ω/3 kΩ	1.3 V	10.01 kΩ
10 kΩ/30 kΩ	1.3 V	100.5 kΩ
100 kΩ/300 kΩ	1.3 V	1 MΩ
1000 kΩ/3 MΩ/10 MΩ	1.3 V	10 MΩ
30 MΩ	3 V	10 MΩ
100 MΩ/300 MΩ	3 V	10 MΩ
Diode Test	3 V	1 kΩ

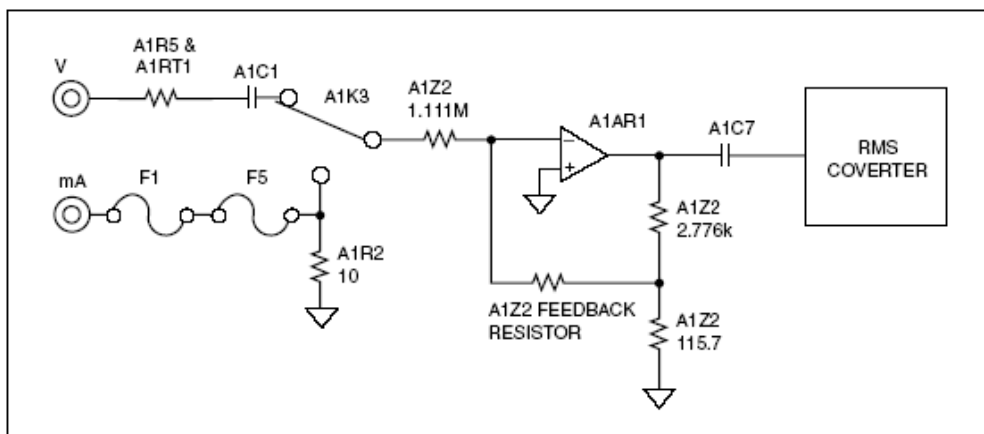


图 2-5. 交流缓冲电路原理图

表2-4. 交流电压输入信号

量程（驱动信号）	A1Z2 反馈电阻	全增益
100/300 mV (ACR1)	111.1 kΩ	2.5
1000 mV/3 V (ACR2)	12.25 kΩ 111.1 kΩ	.25
10/30 V (ACR3)	1.013 kΩ 111.1 kΩ	.025
100/300/750 V (ACR4)	2.776 kΩ	.0025

2-24. 100MΩ 和 300MΩ 量程

100MΩ 和 300MΩ 量程中进行的是电导测量，通过计算倒数作为电阻的显示，首先对基准电阻（A1Z1, 10MΩ）进行积分，然后对待测电阻进行反向积分就可以完成测量。

2-25. 交流电压（AC Volts）

交流电压和交流电流通过交流缓冲电路进行量程转换，然后通过真有效值 AC-DC 转换器转换成相应的直流电压。

如图 2-5 所示，JEET 晶体管 A1Q2 到 A1Q8 用来切换缓冲放大器 A1AR1 的幅度，JEET 晶体管的驱动信号，ACR1 到 ACR4（引脚 5 到 8）可以实现 JEET 晶体管开启（0V）和关闭（-VAC）控制，反馈电阻与 1.111MΩ 输入电阻可以组成 10、100、1000 倍的比例放大电路，这些组合在表 2-4 中有详细介绍，这些信号然后被由 2.766kΩ 和 115.7Ω 分压电阻组成的缓冲放大器放大 25 倍，A1Z2 中 111.1kΩ 的反馈电阻与输出分压电阻构成并联关系，在 300/750V 量程中，2.766kΩ 电阻变成反馈元件，A1R15 和 A1C2 组成 300mV 量程的交流缓冲。

接着交流信号通过模拟测量处理器的 S38 开关被送入有效值转换电路，电容 A1C1、A1C7、

A1A1C2 和 A1A1C3 的功能是隔直电容，A1A1R1 为有效值转换缓冲器提供输入电流，A1A1C1 为转换器求平均值电容。

来自被动滤波有效值转换电路的输出被 A1Z4、A1R19 和 A1C10 分压，模拟测量处理器开关 S80 在量程转换和高速测量模式下 A1R19 短路，元件 A1R16、A1R17、A1C3、A1C4、A1C5 和 A1C6 为交流缓冲器、开关 JEET 晶体管和有效值转换电路的电源提供滤波。

2-26. 直流 mA (DC mA)

电流通过 A1R2 转换成与输入成比例的电压信号，然后该直流电压通过 A1R4 进入动态滤波器，电流 100mA 量程使用 A/D 转换器的 3V 量程，如图 2-6 所示。

2-27. 交流 mA (AC mA)

在 AC mA，继电器 A1K3 将 A1R2 转换后的电压信号送入交流缓冲电路，在此处交流电压进行调理。

2-28. 电流 (Amps)

10 安培分流器 (A1R3) 输出的直流电压通过模拟测量处理器的 OVS 输入端 (23 脚) 直接进入 A/D 转换器，交流电流测量中，分流器输出的交流电压通过模拟测量处理器的 S35 和 S37 开关被送入有效值转换电路。

2-29. 二极管/通断测试 (Diode/Continuity Test)

在二极管测试中，数表被设置为 300 Ω 量程，A/D 转换器测量来自 OVS (23 脚) 的伴生电压。

在通断测试功能中，频率/通断比较传感器的信号通过模拟测量处理器的转换开关 S35 和 S41，当输入低于 20mV 时，比较器的状态将发生转换。

2-30. 频率 (Frequency)

在模拟测量处理器的 ACB0 (2 脚) 频率/通断比较器把交流缓冲器的交流电压/交流 mA 的输出作为输入，在交流 10A 量程中，信号通过模拟测量处理器内的转换开关 S35 和 S41 输到比较器。

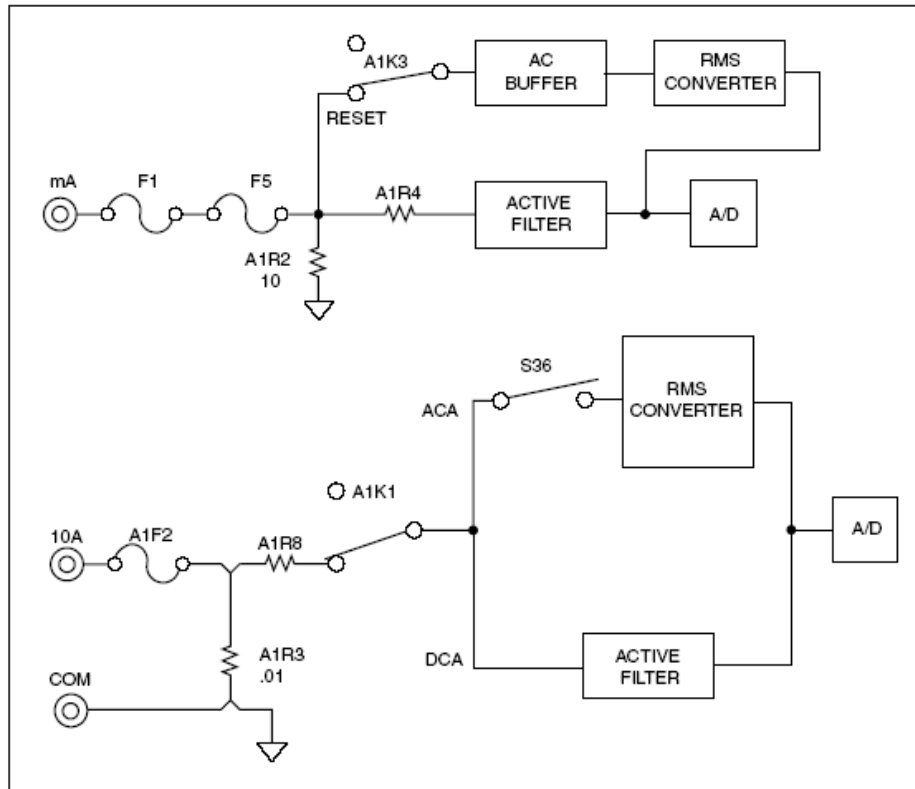


图 2-6. 直流 mA 和安培测量电路原理图

2-31. 动态滤波器 (Active Filter)

如图 2-7 所示，双极性动态滤波器由 A1R21、A1R22、A1C12 和 A1C13 组成，在 DCV、DCmA、DCA、OHMS、kOHMS 和二极测试功能中用来滤除 A/D 转换器输入端的噪声。电阻 A1R22 为滤波器提供了 $200\text{k}\Omega$ 的输入阻抗，其他还有：

- 电阻 A1R6 和 A1R7 为直流 100mV、300mV、1000mV、3V、ohms 和 kilohms 量程提供 $200\text{k}\Omega$ 的输入阻抗；
- A1R10 和 A1Z1 中的 $100.5\text{k}\Omega$ 电阻为直流 10V 和 30V 量程提供 $200\text{k}\Omega$ 的输入阻抗；
- A1R4 为连个直流 mA 量程提供的输入阻抗。

模拟测量处理器中的 S82 开关在量程转换过程中将 A1R21 短接，S87 开关在量程转换和以上测量过程的将 A1R22 短接，在 $1000\text{k}\Omega$ 、 $3\text{M}\Omega$ 、 $10\text{M}\Omega$ 、 $30\text{M}\Omega$ 、 $100\text{M}\Omega$ 和 $300\text{M}\Omega$ 量程中，S83 开关选择 C14 作为滤波器。

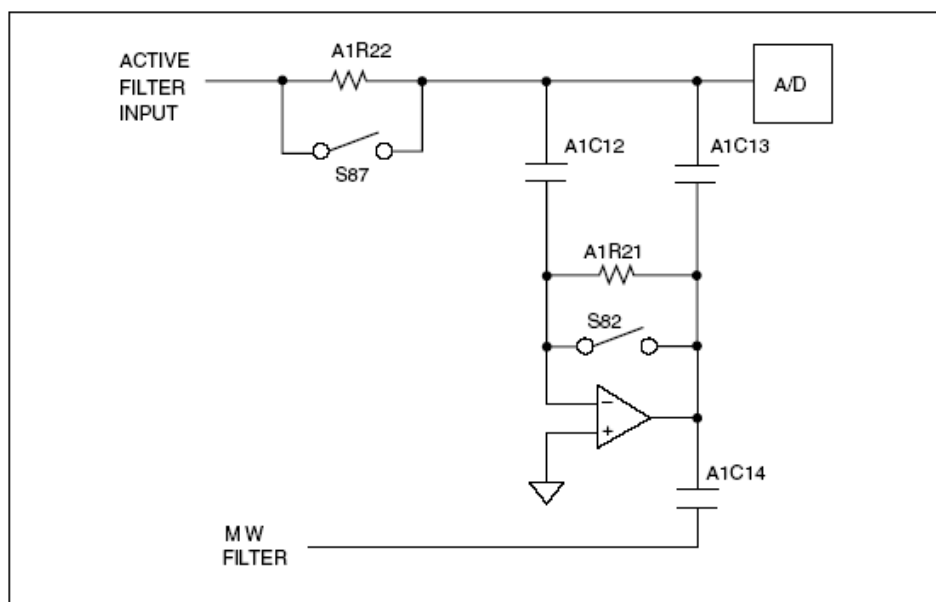


图 2-7. 动态滤波电路原理图

2-32. A/D 转换器

图 2-8 为 Fluke45 中使用的多斜 A/D 转换器，在固定时间内用与输入信号成比例的电压对积分电容充电，然后该电容被连接到相反极性的基准电压进行放电，电容的放电时间，与输入被测信号的大小成正比，通过模拟测量处理器中的数字电路对该时间进行测量后就可以得到被测信号的大小，该数值被送到主处理器中做进一步处理。

在中速和高速测量速率下，A/D 转换器使用 $\pm 300\text{mV}$ 或 $\pm 3\text{V}$ 量程，该量程中典型的测量上限为 32,000（中速），在慢速测量速率下，A/D 转换器使用的是两个附加量程： $\pm 100\text{mV}$ 和 $\pm 1000\text{mV}$ 量程，附加量程的上限点显示为 99,999。只是在电阻功能中，典型的上限点显示为 98,000。

在积分阶段，模拟测量处理器 A1U1 中的 A/D 缓冲器将信号加到电阻网络 A1Z3 4 个积分电阻中一个，积分电阻的选取与测量选定的量程有关，如图 8-1 所示：开关 S69 将 B.1 输出（47 脚）连接到 100mV 量程，开关 S71 将 B.3 输出（48 脚）连接到 300mV 量程，开关 S73 将 B1 输出（49 脚）连接到 1000mV 量程，开关 S75 将 B3 输出（50 脚）连接到 3mV 量程。

流过选定积分电阻的电流为积分电容 A1C16 充电，积分阶段解说后，缓冲器将施加极性相反的基准电压，此时将进行反向积分直至比较器发生反转，通过一个计数器来测量对基准

进行反向积分的时间，如果 A/D 转换器过载且直道反向积分结束也不能回到起始位置，那么开关 S77 将释放掉积分电容 A1C16 上的电荷。

电压、电流和二极测试模式下基准电压是由 6.3V 齐纳二极管 A1VR1 提供的，模拟测量处理器中的基准放大器为 A1VR1 提供了 2mA 的通过电流，电阻网络 A1Z3 完成从 6.3V 电压中分压 1.1V 的任务。

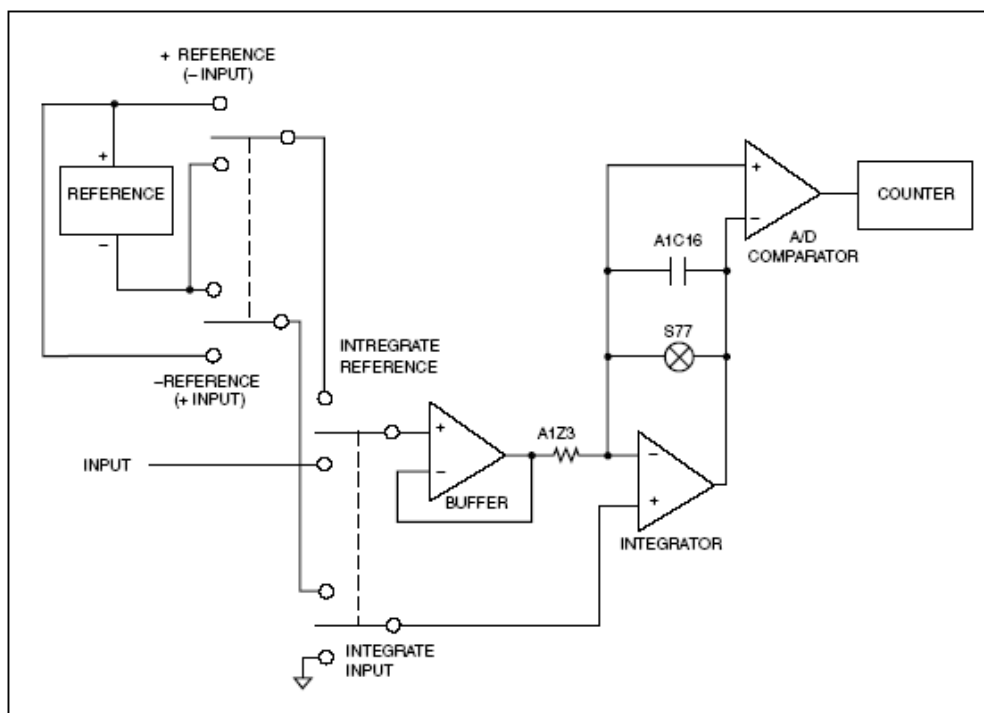


图 2-8. A/D 转换器电路原理图

2-33. 串行通信（防火墙）

微处理器与模拟测量处理器的通信是通过带隔离的两线、全双工异步接口电路完成的。

当微处理器向模拟测量处理器传送信号时，被传送的数据将出现在 A1U6-11，用来驱动 AQ19、A1R33 和 A1U3-1，然后通过光耦 A1U3 将信号传输到由 A1U3-7、A1R30、A1R28 和 A1R27 组成的输出电路，被传送的数据将出现在 A1TP4 和 A1U1-40。

当模拟测量处理器将数据传送回微处理器时，所传送的数据将出现在 A1U1-39，用来驱动达林顿管 A1U2-1。达林顿管的输出驱动 A1R29 和 A1U4-1 将信息传送到光耦 A1U4-7，电阻 A1R32 和 A1R34 安装在光耦电路的输出端，通过这条路径数据可以传输到微处理器的 A1TP7 和 A1U6-10。

2-34. 数字核心

数字核心有六个功能模块组成，它们是：RS232 接口、微处理器、EEROM、RAM、ROM 和

IEEE-488 选件连接线，各模块的功能描述如下。

2-35. RS-232 接口

RS-232 接口由连接器 A1J5、RS-232 电平转换 A1U7 和微处理器 A1U6 中的硬件串行通信接口 (SCI) 组成。

SCI (A1U6-14) 的传输信号来到 RS-232 驱动器 (A1U7-12) 上，在这里信号被反向同时幅度被转换到+5.0V 和-5.0V，当数表不传送数据时，驱动器 A1U7-5 的输出为-5.0V；来自 A1J5 的接收信号通过 RS-232 接收器 A1U7-4 反向并的同时，幅度被转换成+5.0V 和 0V，当数表不传送数据时，接收器 A1U7-13 的输出为+5.0V。

数据中断准备好 (Data Terminal Ready DTR)，是一个受微处理器控制的调制解调器控制信号，该信号是由驱动器 A1U7-7 产生 RS-232 信号，数表加电时该信号为+5.0V。

2-36. 微处理器

微处理器利用了 8-bit 的数据总线和 16-bit 地址总线来完成 ROM (A1U8)、RAM (A1U10) 和 IEEE-488 选件的操作，地址总线的高 3 位通过 A1U9 译码后来产生 ROM (A1U9-6)、RAM (A1U9-8) 的片选信号，微处理器通过将 RD (A1U6-67) 置低来完成存储器中数据的读取，通过将 WR (A1U6-66) 置低来完成存储器中数据的写入。IEEE-488 选件同样是通过 A1U6-65 产生的 R/W (高电平读取、低电平写入) 信号来操作的。

微处理器完成一个存储器读写周期耗时 $1.085\mu s$ ，时钟信号来自 3.6864MHz 晶振 A1Y2，系统时钟信号 (A1U6-68) 是一个 921.6kHz 的方波信号，该信号通过电阻 A1R57 衰减后还被显示组件和 IEEE-488 选件使用。

利用同步通讯，微处理器在 EEROM (A1U5) 中保存或装载数表的配置和校准信息，详细地描述请参考 EEROM 一节。

微处理器通过一个同步三线接口与显示控制器通信，详细地描述参看显示控制器操作原理章节。

微处理器与模拟测量处理器 (通过串行通信电路) 的通信遵循异步传输协议。模拟测量处理器与微处理器的通信经过 A1U6-11 (当没有通信时保持低电平)，而微处理器与模拟测量处理器的通信通过 A1U6-10 (当没有通信时通常保持低电平) 完成。

2-37. EEPROM

EEROM 由 64 个 16 比特寄存器组成，这些非易失性寄存器用来保存数表的配置和校准信息。当微处理器与 EEROM 通信时，片选 (A1U5-2) 为高电平。

当微处理器从 EEROM 中读取数据时，数据在数据输出信号 (A1U5-6) 的控制下，在

当微处理器向 EEROM 中写入指令和数据时，数据在数据输入信号（A1U5-5）的控制下，每个串行时钟（A1U5-3）发生 0-1 跳变时连续的转移进去。EEROM 的数据输出信号（A1U5-6）为低电平表示芯片正忙于寄存器写入，因此需要控制写周期的时间。微处理在进行下一步 EEROM 操作前将一直等到该信号变成高电平为止，如果 EEROM 无法使该信号转变为高电平，那么微处理器将处于不确定的等待状态。

只有当寄存器中旧数据被擦除后新的数据才能被写入。在每个擦除和写入周期之后，微处理器通过将片选信号（A1U5-2）设置为高电平并检查数据输出信号（A1U5-6）来查询 EEROM 的状态，如果数据输出信号为低电平，则表明擦除/写入周期仍然在进行，如果数据输出信号变成高电平，则表明 EEROM 已经准备好接收下一个指令。

2-38. RAM

RAM 是 8192x 系列 8 位存储器用来保存数表操作软件工作过程中的临时数据，通过将 16 位地址设置在 2000 到 3FFF 之间可以将该芯片的片选信号（A1U10-20）保持在低电平，来自微处理器的 RD 信号在低电平时允许从 RAM 中读取数据，当 WR 信号为低电平时允许将数据写入 RAM 中。

2-39. ROM

ROM 为微处理器提供指令，片选信号在 16 位地址设置在 4000 到 FFFF（访问 48k 字节）有效，当该芯片的片选信号有效时，选定地址的指令将输出到数据总线上并被微处理器读取。

2-40. IEEE-488 选件连接器

IEEE-488 选件的内部连接器是位于主电路板（PCA）上的两个 14 脚和 20 脚的扁平电缆连接器。14 脚的连接器（A1J3）连接 8-bit 数据总线外加 RD、R/W、E、RESET 和 OPTSW 信号，14 脚的连接器（A1J2）连接 16-bit 地址总线外加存储器控制信号 WR。该连接器同时也连接到 IEEE-488 的中断和传感选件。详细的信息请参考第 8 章。

2-41. 显示组件

显示组件可以分成六个功能电路模块：主显示组件连接器、前面板开关、显示器、蜂鸣驱动电路、看门狗定时/复位电路和显示控制器。下面的章节将详细介绍。

2-42. 主显示组件连接器

主显示组件连接器是一个 20 脚的连接器(A2J1)为主显示组件和其它功能模块提供连接，连接器中的七个脚为 4 种电源连接脚（-30V、-5V、+5V 和交流 5V），连接器中的六个脚用来提供前面板开关的接口（A2SWR1 到 A2SWR16），其余的七个是微处理器和显示控制器的接口，同时用来在组件中传送复位信号。

2-43. 前面板开关

微处理器只通过六条接口信号就可以完成 19 个前面板开关（A2S1 到 A2S18 和 A2S21）扫描（加上来自电源的地线），这六个信号（SWR1 到 SWR6）微处理器的双向 I/O 口，在每个纵向阵列中都包含一个以上的开关。

这样的排列允许微处理器在驱动各自的阵列时让未使用的接口信号起到滤波作用，微处理器分六步来对全部的前面板开关矩阵进行扫描，表 2-5 展示了接口信号的状态，如果有状态信号输出，则表明由按下的开关。

在第一步，所有的六个口都被设置为输入方式，此时读取接口信号的数值，在第二步到第六步，将所列出的位设置为 0 输出，同时读取另外一些位，表中 Z 为被忽略的位。

每个接口信号与一个连接到+5V 电源上的 10k Ω 电阻网络 A2Z1 相连，通常情况下，任意两个接口信号之间的阻值约为 20k Ω ，通过检测任意两个信号（SWR1 到 SWR6）之间的阻抗可以验证电阻网络 A2Z1 是否良好。

表 2-5 前面板开关扫描

步骤	接口信号状态或者被感知的按键					
	SWR6	SWR5	SWR4	SWR3	SWR2	SWR1
1	A2S8	A2S17	A2S10	A2S12	A2S18	A2S13
2	A2S1	A2S2	A2S3	A2S4	A2S11	0
3	A2S7	A2S9	A2S5	A2S6	0	Z
4	A2S14	A2S15	A2S16	0	Z	Z
5	n/a	n/a	0	Z	Z	Z
6	A2S21	0	Z	Z	Z	Z
A2Sn表明哪一个开关被感知闭合；0表明滤波驱动为0；Z表明为高阻抗，忽略状态。						

2-44. 显示器

定制的真空荧光显示器（A2DS1）包括一个灯丝、11个栅格（自右向左从0到10编号）、每个栅格上分布了14个阳极，阳极用来在各自的位置上显示数字和标识，栅格位于灯丝和阳极之间。

灯丝由叠加在直流-25V上的交流5V电压驱动，当栅格上施加+5V电压时，来自灯丝的电子在栅格电压的加速下向阳极发射，同样施加了+5V电压位于栅格下的阳极将被点亮，而施加了-30V电压的阳极由于无法接收到电子因此不亮，栅格将依次施加+5V的驱动电压，次序是从 GRID（0）到 GRID（10）。

2-45. 蜂鸣器驱动电路

蜂鸣器驱动电路由U1控制，一个3.6kHz的方波信号出现在U1的PPO输出端，通过并联器

件A2LS1和A2R10，使蜂鸣器发出响声。

2-46. 看门狗定时器和复位电路

该电路在系统加电或微处理器5秒内与显示处理器不发生通信时提供有效高/低复位信号，看门狗和复位电路由双可再触发单稳态多谐振荡器A2U5、A2U6与非门、二极管A2CR3和多个阻容定时部件组成。

系统上电时，电容A2C3开始通过电阻A2R3充电，施密特触发器与非门A2U6-12检测A2C3上的电平，它的输出（A2U6-11）驱动有效高电平复位信号(RESET)实现对系统的复位，当电容A2C3上的电压低于A2U6-12的输入阈值，A2U6-11仍然为高电平，当A2C3的电压充到A2U6-12的输入阈值以上的瞬间，A2U6-11转换成低电平，复位信号驱动与非门A2U6-1和A2U6-2，使A2U6-3的输出端产生有效低电平复位信号(RESET*)。

当A2U5-1上的复位信号发生从高到低的跳变时，看门狗定时器将进行初始化触发，引起A2U5-13电平升高，双可再触发单稳态多谐振荡器之一使用定时元件A2R2和A2C2来产生4.75秒的看门狗定时周期，每次当A2U5-2检测到DISTX发生低-高电平的跳变时，电容A2C2开始放电使定时周期复位，如果在4.75秒的时间内没有检测到DISTX发生低-高电平的跳变，A2U5-13将从高电平跳变到低电平，触发双可再触发单稳态多谐振荡器A2U5的另一部分，并引起A2U5-12电平降低，A2U5-12的电平经A2U6反向后驱动RESET信号是系统复位，A2U5-12使用定时元件A2Z1和A2C4来产生460微秒的低电平保持时间，当A2U5-12再次恢复到高电平时，RESET信号将变为低电平来再次触发看门狗定时器。

2-47. FIP显示控制器

显示控制器是一个4-bit的单片机，用来提供高电压输出以直接驱动真空荧光显示屏，控制器通过3线通信通道与微处理器联系，来自显示传送信号线（DISTX）的每一条指令在显示时钟信号线（DSCLK）中时钟信号上升沿的控制下，以串行方式进入显示控制器，显示控制器的响应在显示时钟信号线（DSCLK）中时钟信号下降沿的控制下通过显示接收信号线（DISRX），以串行方式传送到微处理器。

图2-9显示了指令字节传送时的波形，请注意DISRX信号保持高电平时，用来阻止继续接收指令，直到显示控制器结束上次接收到的指令操作。

在复位过程中，显示控制器将执行一系列自检、显示内存初始化和将DISRX信号保持在高电平，当DISRX信号变为低电平时，表明显示控制器已经准备好通信，对于来自微处理器的第一个指令字节，显示控制器将作出自检响应，如果自检通过，将返回状态字00000001（二进制），如果自检失败，将返回状态字01010101（二进制），显示控制器将根据DTEST*（A2U1-41）

和LTE*（A2U1-13）的输入将显示存储器设置为四种显示模式中的一种，A2Z1对DTEST*的输入上拉，但也可以。LTE*的输入通过电阻A2R12拉低，但也可以通过将A2TP5跳到A2TP6（VCC）来拉高。DTEST*和LTE*默认状态将使显示控制器在上电时将所有的笔划点亮。

表2-6定义了四种显示初始化模式的逻辑选择。

在简单的测试显示操作中通过两种显示测试模式以特定的显示方法完成显示器的测试，显示控制器提供了10个栅格和14个阳极的独立控制输出，这24种高电压输出的驱动信号来自+5V电源并连通过一个70k Ω 下拉电阻连接到-30V电源，下拉发生在显示控制器的内部。

显示控制器的P63输出口用来作为真空荧光显示器栅格GRID（10）的输出控制，P63通过一个10k Ω 电阻（A2R1）提供高电压输出，PNP晶体管（A2Q1）的驱动信号来自+5V电源并通过一个47k Ω 下拉电阻连接到-30V电源。

当显示笔划数据被施加到阳极输出时，显示控制器以多种方式通过独立的栅格滤波方式来驱动真空荧光显示器，每个栅格间隔5.368毫秒消隐427微秒，也就是说一秒内每个栅格消隐约170次，从GRID（0）到GRID（10）自右向左依次消隐，栅格控制型号时序图如2-10所示。

栅格效应消隐信号包括前将前一个工作栅格关闭，并输出下一个栅格显示所需的阳极信号，然后使下一个栅格点亮，这一过程确保在显示过程中不会出现阴影，独立的栅格控和阳极制信号的时序图如2-11所示。

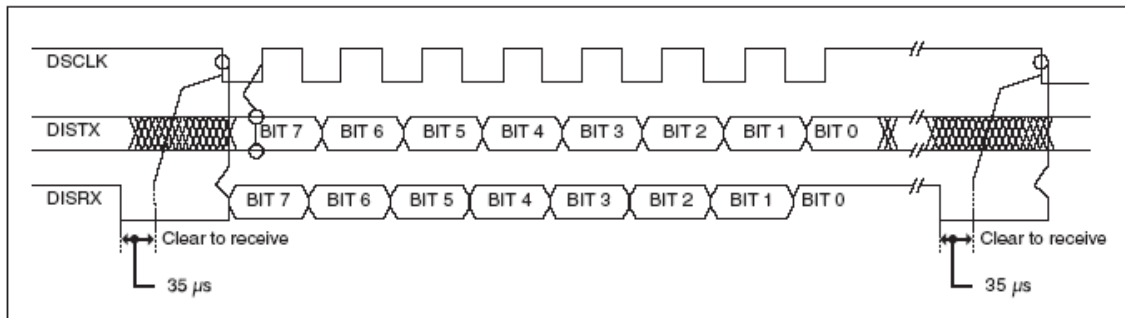


图2-9.指令字节传送波形

表2-6.显示初始化模式

A2TP4 Dtest*	A2TP5 LTE*	上电时显示初始化模式
1	1	所有笔划关闭
1	0	所有笔划开启 (默认)
0	1	显示测试模式1
0	0	显示测试模式2

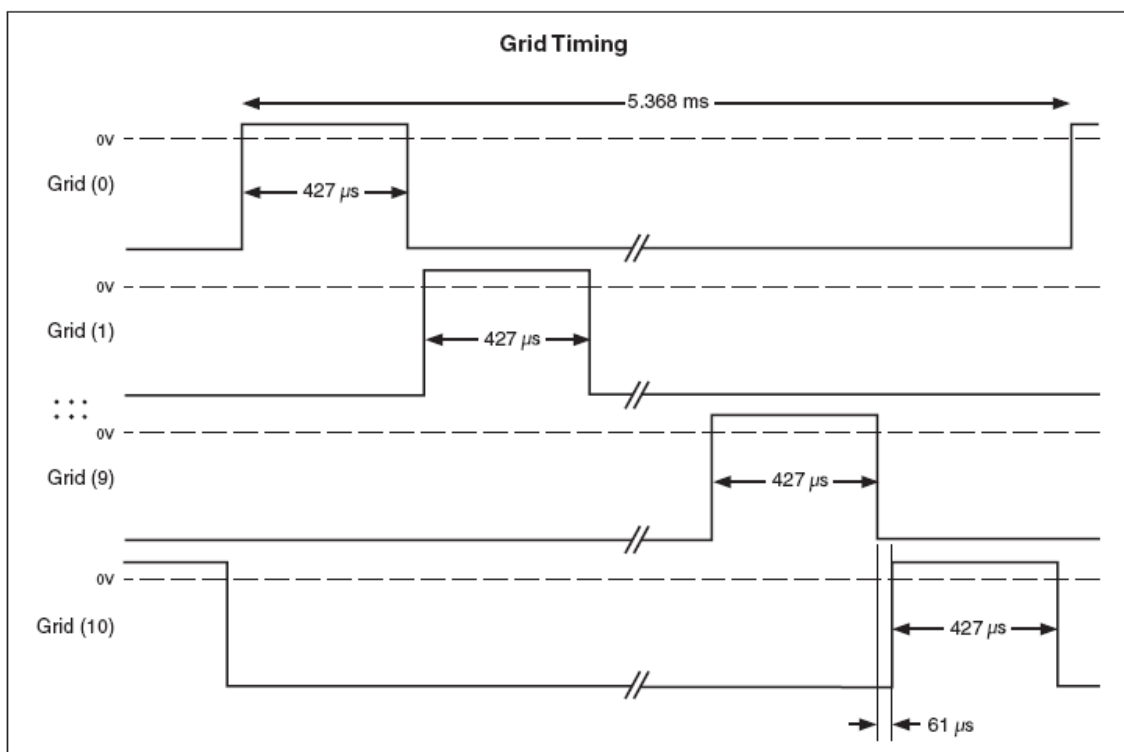


图 2-10. 栅格控制信号时序图

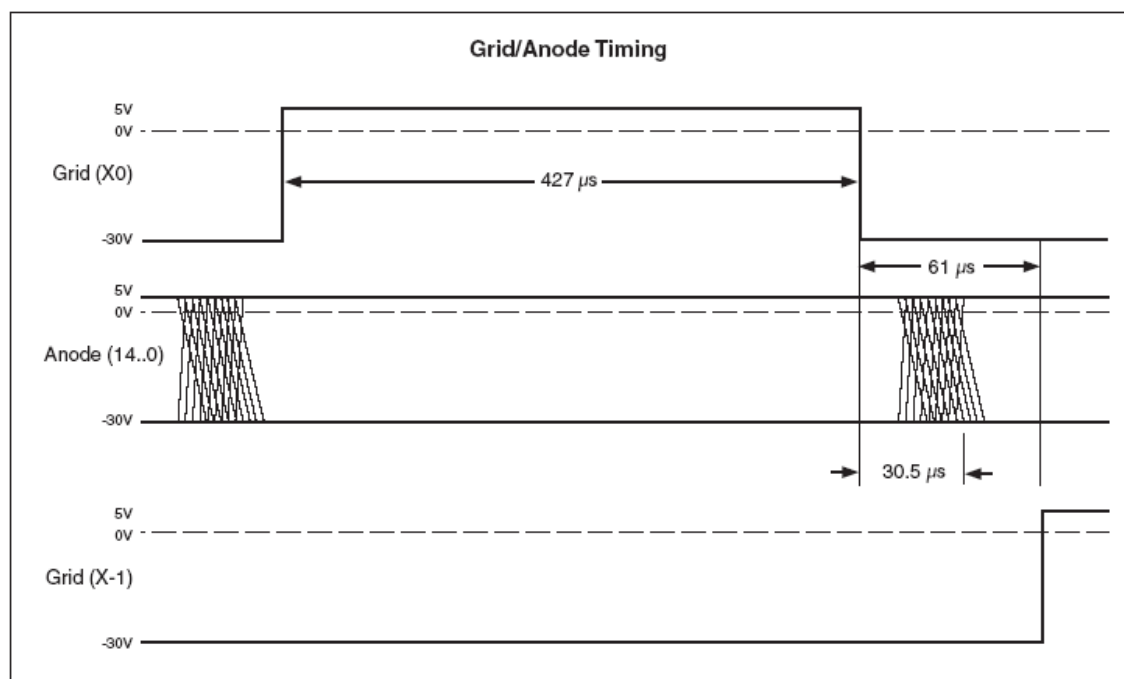


图 2-11. 栅格-阳极时序图

静电防护

一些半导体和定制IC在操作时会因为静电发生击穿而损坏，要最大限度的避免可能的损坏请：

- 1.了解问题的严重性；
- 2.按照指导来处理这些元件；
- 3.参照推荐的方法来打开包装、安装元件。

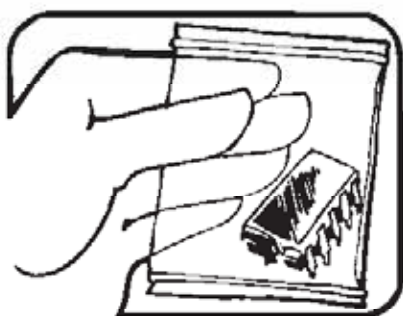
对于那些静电敏感元件请按照下面的操作来减少损坏的几率。

1.减少不必要的触摸。

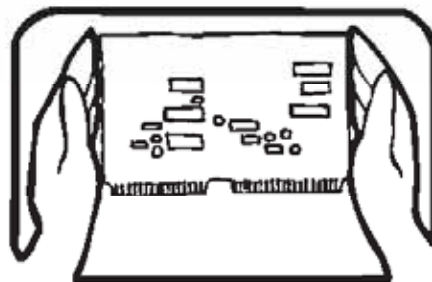
2.在使用前不要将元件从原包装中取出。

3.在取元件前首先释放掉身体上的静电，使用高阻接地腕带。

4.减少碰触元件引脚



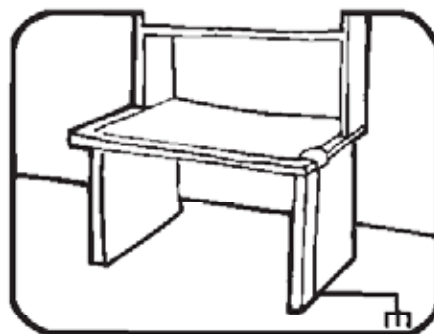
5.使用防静电容器存放或传递元件。



8.在取下内部电路板后请只接触非导电部分，除非有防静电工作台否则不要碰触表面裸露的连接器，给连接器的边缘安装短路带以保护所安装的静电敏感元件。



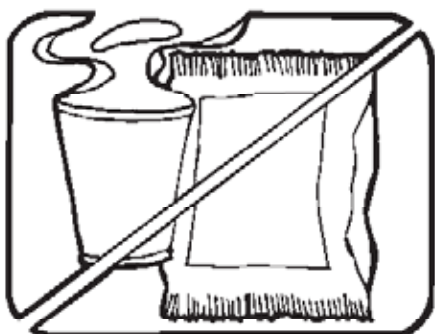
6.不要在任何平面上拖动静电敏感元件。



9.只在防静电工作台上处理静电敏感元件。

10.只使用防静电焊接材料。

11.只使用接地良好的防静电烙铁。



7.在工作场所避免使用塑料、乙烯基和泡沫塑料。

静电防护

第三章

一般维护

标题	页码
3-1. 简介	3-1
3-2. 修理授权和运输信息	3-1
3-3. 一般维护信息	3-1
3-4. 所需的仪器设备	3-1
3-5. 功率需求	3-1
3-6. 安全处理静电	3-1
3-7. 清洁	3-2
3-8. 保险管测试和更换	3-2
3-9. 电源保险	3-2
3-10. 电流输入保险管	3-2
3-11. 测试电流输入保险管	3-2
3-12. 更换 500mA 和 440mA 输入保险管(F1 和 F5)	3-3
3-13. 更换 10A 输入保险管(F2)	3-4
3-14. 拆卸步骤	3-5
3-15. 拆卸表壳	3-5
3-16. 拆卸把手和支架	3-5
3-17. 拆卸前面板组件	3-6
3-18. 拆卸显示 PCA	3-6
3-19. 拆卸 IEEE-488 选件	3-7
3-20. 拆卸主 PCA	3-7
3-21. 拆卸模拟测量处理器的屏蔽罩	3-7
3-22. 拆卸 Rms PCA	3-8
3-23. 拆卸电池选件	3-8
3-24. 断开各种机箱部件连接	3-8
3-25. 组装步骤	3-8
3-26. 安装各种机箱部件	3-8
3-27. 安装电池选件	3-9
3-28. 安装 Rms PCA	3-9
3-29. 安装模拟测量处理器的屏蔽罩	3-9
3-30. 安装主 PCA	3-9
3-31. 安装 IEEE-488 选件	3-10
3-32. 组装前面板组件	3-10
3-33. 安装前面板组件	3-13
3-34. 安装把手和支架	3-14
3-35. 安装表壳	3-14

3-1. 简介

本章介绍了数表的处理、清洁、更换保险、分解和安装过程。

3-2. 修理授权和运输信息

如果你的数表仍然处在保修期，在数表返修前请仔细阅读位于本手册前部的授权信息，在第六章的结尾可以找到 Fluke 公司办事处的联系电话和网址。

3-3. 一般维护信息

3-4. 所需的仪器设备

校准、排故和修理 Fluke45 所需的仪器设备如表 4-4 所示。

3-5. 功率需求



警告

为避免电击，请将数表的电源线连接到有底线的插座上

如果你已经这样做了，请将电源线插入数表的后部插座，数表可以在 90V 到 264V 交流电压下工作，频率范围为 45Hz 到 440Hz，但是数表只在 50 Hz /60 Hz 的工作条件下可以达到规定的技术指标，数表的消耗功率为 15VA。

3-6. 安全处理静电

所有电路包括贴面 IC 容易被静电损坏，先进的电路更容易因静电击穿而损坏，现代电子技术可以设计出小于 1 微米的线宽的集成电路，在 1/4 英寸大小的芯片上设计出超过一百万个晶体管，亚微米结构只能承载不超过 100V 的静电，而在干燥的环境下只是你只需要移动手臂就可以产生出比这个电压高的多得静电，一个人在绝缘地板上行走时能产生 2,000V 的电压，聚酯衣物通过摩擦可以产生 5,000V 到 15,000V 的高压，而只有静电达积累到 30,000V~40,000V 时才能被人体感知。

静电会大多数人造元件发生故障或损坏，尽管 CMOS 元件设计了保护网络，但这些措施只是减少并不能消除静电造成的损坏。

静电也许不会立刻造成元件损坏，但是当半导体的绝缘层或连接引线的内伤会造成慢性损坏，在发生静电放电的 2 个小时到 6 个月之间元件都可能有故障发生，非常复杂。

静电损坏常发生在以下两种场合，第一，当一个带有静电的人碰触到元件或电路引起半导体器件的损坏，第二种损坏在发生时甚至不需要碰触任何物件，只是使元件暴露在电场中就可以导致损坏。

请遵循以下规则来处理静电敏感元件：

1.在防静电的工作环境中处理静电敏感元件。

使用接地良好的工作台，穿戴接地腕带，只接触电路板的绝缘部分，将塑料、乙烯基和泡沫塑料存放到工作区域之外。

2.使用带静电屏蔽的袋或容器来存储和运输静电敏感元件。

静电屏蔽的袋或容器可以保护静电敏感元件免受外部静电和电场的影响，在使用前将元件保存在它们的原包装中。

3-7. 清洁



警告

为避免电击或损坏数表，绝对不要使水进入表壳内，不要使用有机溶剂以免使数表的塑料部件发生溶解。

如果数表需要清洁，使用柔软的织物擦拭即可，并用水或中性清洁剂使其保持潮湿，不要使用芳香烃、有机溶剂或不甲基溶剂。

3-8. 保险管测试和更换

3-9. 电源保险

电源保险（aT 125mA,250V,慢保险）位于后面板的电源插座中，更换时拔下电源线，然后取下保险固定物如图 3-1 所示，随数表配备了一个备用保险。

3-10. 电流输入保险管

电流 100mA 和 10A 量程有各自的保险管提供保护。

- 电流 100mA 量程有两个保险管——F1 和 F5，F1 的额定值为 F500mA，250V；F5 的额定值为 440mA，1000V。
- 电流 10A 量程同样有保险管 F2，F2 的额定值为 F11A，1000V。

3-11. 测试电流输入保险管

测试电流输入保险管时请按照下面的步骤进行：

- 1.在 $V\Omega\rightarrow+$ 的测量插孔中插入测试线，打开数表电源；
- 2.按下 Ω 选择电阻测量功能；
- 3.将测试线的另一端插入 100mA 的测量插孔中，如果保险管是好的，那么数表的读数应该在 11Ω 到 15Ω 之间，如果保险管已经被烧断，那么数表的显示应该大于 $10M\Omega$ 或显示 OL；
- 4.从 100mA 的测量插孔中拔下测试线，然后插入 10A 的测量插孔中，如果保险管是好

的，那么数表的读数应该在 $0.04\ \Omega$ 到 $1.0\ \Omega$ 之间，如果保险管已经被烧断，那么数表的显示应该大于 $10\text{M}\ \Omega$ 或显示 OL。

3-12. 更换 500mA 和 440mA 输入保险管(F1 和 F5)

100mA 的测量插孔有两个保险保护——F1 和 F5，F1 安装在前面板的 00mA 的测量插孔（图 3-2）中，F5 安装在数表中。

更换 F1 时，首先断开电源线，然后按下 100mA 的测量插孔并逆时针旋转 90 度，抽出保险管和安装座即可。

拆下烧断的保险管并用新的代替（如表 3-1 所示），然后将把保险管和安装座插入测量插孔并顺时针旋转 90 度。

更换保险管 F5 时，请参考后面的‘更换 10A 输入保险管’一节。

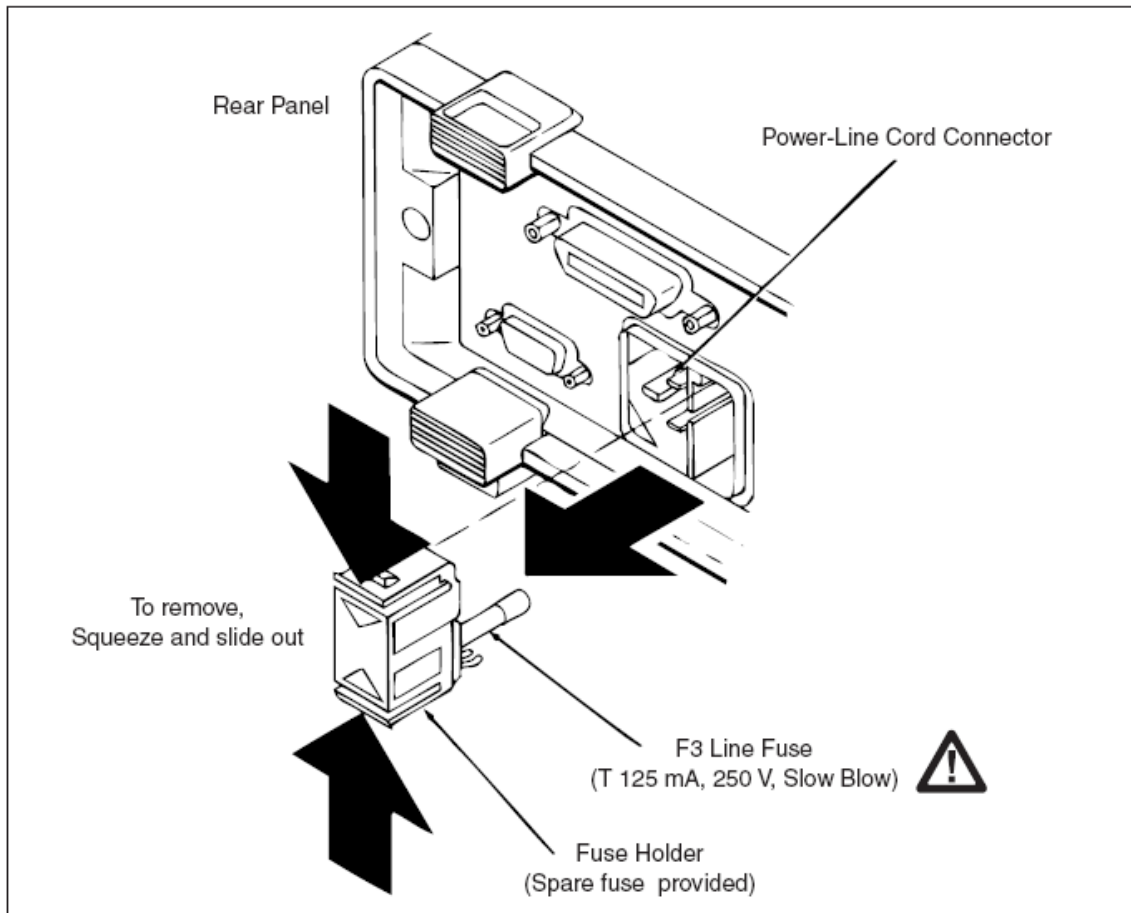


图 3-1.更换电源保险（F3）

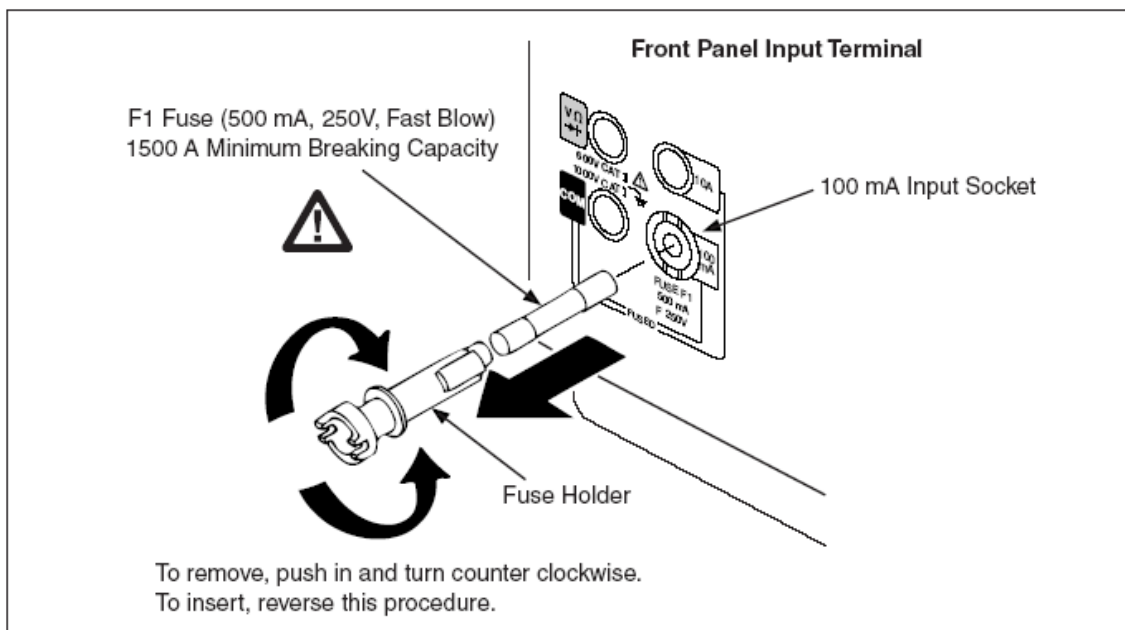


图 3-2. 更换外部 100mA 输入保险管 (F1)

表3-1. 保险管一览

编号	描述	Fluke公司编号.
F1	100 mA输入保险管, F 500 mA, 250 V, (fast blow)	838151
F2	10 A输入保险管 F 11 A, 1000 V, (fast blow),	943118
F3	电源保险管T 125 mA, 250 V, (slow blow)	822254
F5	100 mA输入保险 F440 mA, 1000 V	943121

3-13. 更换 10A 输入保险管(F2)

10A 输入保险管为 11A 的 F2, 位于数表的内部, 请按照以下的步骤来更换保险, 该步骤同样适用于更换保险管 F5。

1. 从机箱的底部和后面板的两侧拧下单向十字螺钉;



打开机箱会使危险电压暴露在外面, 因此在打开机箱前一定要断开数表电源和输入。

2. 取下保护套并和机壳后就可以看到再主印刷电路板前部的保险管和安装座, 靠近测量插孔的输入端;

3.小心地取下烧毁的保险管并用新的替换。

3-14. 拆卸步骤

以下章节讲述 Fluke45 的拆卸顺序。

3-15. 拆卸表壳

表壳的拆卸步骤如下

- 1.确保数表已经关闭并拔下电源；
- 2.通过打开数表电源的方式对电源部分的电容进行放电（在断开电源线的情况下），五秒钟后关上数表开关。
- 3.如图 3-3 所示，从机箱的底部和后面板的两侧拧下单向十字螺钉，握住前面板，将机壳和护套并从机箱上取下，（如图 3-3B 所示）；

注意

如果主 PCA 需要维修或安装了电池选项，首先应该从拔下电池的带状电缆或断开电池的引线，这样做可以在用户维护 Fluke45 的主 PCA 时避免损坏数表。

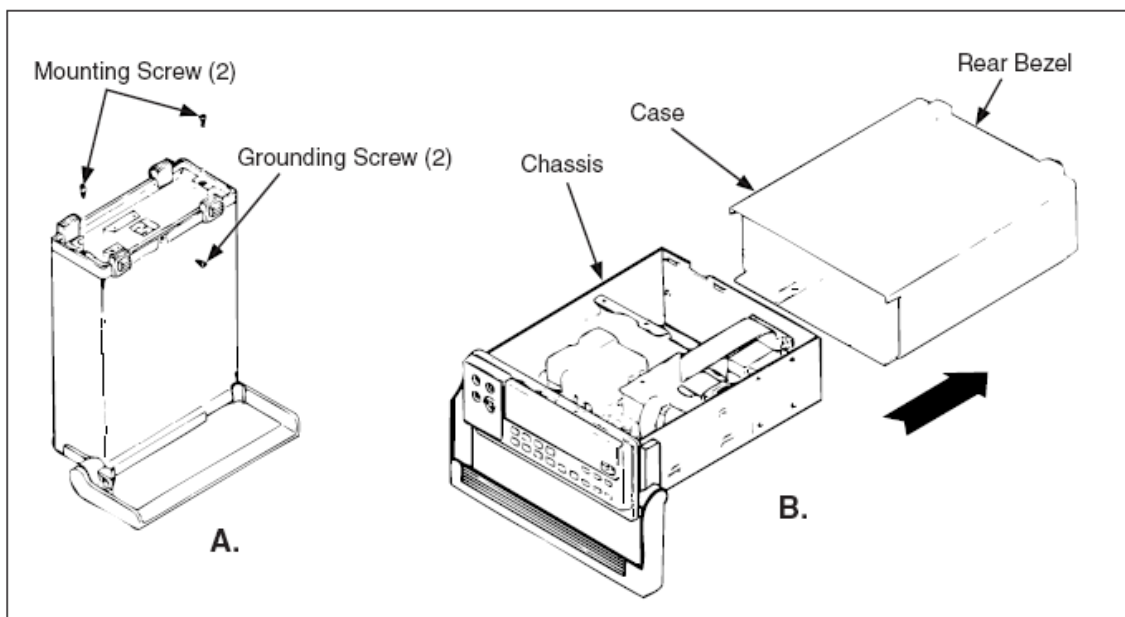


图 3-3.拆卸机箱

3-16. 拆卸把手和支架

拆卸把手和支架时参照图 3-4 的步骤，从支架的两边拔出把手，绕到显示器上方后，将一侧的把手拔出支架。

使用十字螺丝刀卸下两侧的支架，注意这两个支架必须安装到原来的位置，因此在支架的内部标有“R”或“L”，左右以前面板看过去的方向为准。

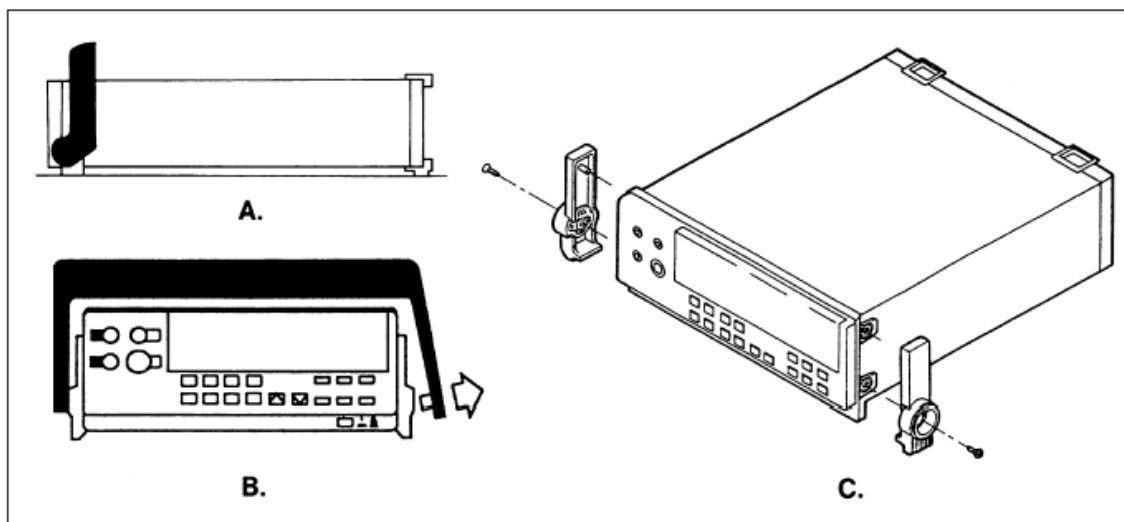


图 3-4. 拆卸把手和支架

3-17. 拆卸前面板组件

将所有的测试线从输入插孔中拔下，然后取下 100mA 保险，用尖嘴钳拔下 $V\Omega\rightarrow$ 、[COM]和[10 A]输入端子，在[100 mA]端子的后部，小心地取下与保险相连的弹簧（连着白色导线）。

在主 PCA 上找到显示用的带状电缆连接器，用尖嘴钳逐一将这些电缆拔下时应避免损坏这些连接器的底座。

现在松开四个咬合固定器就可以将前面板组件拆下（图 3-5B 所示）。

3-18. 拆卸显示 PCA

显示 PCA 安装在一套固定器中，拆卸时固定器的次序为顶部、左边和右边，然后将 PCA 从顶部拉出即可，

注意

显示 PCA 的中心有一个固定螺丝的安装空间，如果固定器完好无损就不用拧螺丝，如果固定器有损坏，那么可以通过固定螺丝完成固定工作。

现在可以将橡胶按键组件（图 3-5C 部分）从前面板组件上取下。

从内部和底部边缘松开两个咬合固定器就可以将显示屏拆下（图 3-5D 所示）。松开时应温柔撬动显示组件咬合固定器的边缘。

注意

在清洁显示屏的前面板时不得使用氨水或甲醇，这类有机溶剂会损坏表面的标记，应该使用水或中性溶剂来清洁前面板和显示屏。

3-19. 拆卸 IEEE-488 选件

本手册的第八章提供了详细的 IEEE-488 选件的拆卸步骤，下面是拆卸步骤的基本说明，如果需要，请参考第八章中的完整步骤，在拆卸过程中对图 8-2 和 8-3 应特别留意！

1. 使用尖嘴钳拔下 IEEE-488 选件 PCA 上的 24 线电缆，从每个电缆连接器的末端交替拔下；
2. 从 IEEE-488PCA 的后部拧下螺钉；
3. 用尖嘴钳将 IEEE-488PCA 上的两条带状电缆分开，从每个电缆连接器的末端交替拔下，不要将这些电缆从主 PCA 上拔下。

注意

IEEE-488 的带状电缆不能与显示组件的带状电缆互换，这些电缆的连接头排列是不同的，在连接时请仔细核对选用正确的电缆。

4. 取下 IEEE-488 选件的 PCA，从主机架的小插槽和位于电路板前部角落处的塑料支架上取下电路板。

3-20. 拆卸主 PCA

拆除了 IEEE-488 选件和显示组件后，按照下面的步骤拆除主 PCA：

1. 从主 PCA 的底部拆下电源开关连接杆（图 3-5 的 E 部分）；
2. 断开变压器（图 3-5 的 F 部分，位于主 PCA 的右后部）和 RS-232（图 3-5 的 G 部分，位于主 PCA 的中部）的连接器，如果安装了电池选件，还需要从主 PCA 的中后部断开电池的连接；
3. 接着拆下安全螺丝（图 3-5 的 H 部分，靠近电池连接器），然后将主 PCA 向前滑动，顺着 PCA 边缘的标记将主 PCA 从机箱中拆下。

松开两个固定器即可拉出变压器的屏蔽壳（图 3-5 的 I 部分，位于主 PCA 的中后部）。

3-21. 拆卸模拟测量处理器的屏蔽罩

模拟测量处理器主 PCA 的塑料屏蔽壳的下部，尽管灰黑色的屏蔽壳由塑料组成，但它是可以导电并起到屏蔽作用的，因此可以把它视为导体，位于主 PCA 的底部的有一层金属起到屏蔽模拟测量处理器的作用。

- 从主 PCA 的背面拧下一字螺钉（图 3-6 的 J 部分），从主 PCA 正面取下塑料屏蔽罩；

- 如果需要，还可以拆除金属屏蔽（图 3-6 的 K 部分），在此过程要避免接触到电路的任何部分，首先将屏蔽板旋转到 PCA 的边缘，然后从尼龙支架上取下屏蔽板（图 3-6 的 L 部分）。

3-22. 拆卸 Rms PCA

rms PCA 焊接在主 PCA 上（位于模拟测量处理器屏蔽罩），更换时请参考“拆卸模拟测量处理器的屏蔽罩”，通过贴片元件拆除技术（如 ）来拆除这些元件。

3-23. 拆卸电池选件

请按照下面的程序拆卸电池组件，详细的特性和技术说明参考第七章的图 7-2 和图 7-3，如果需要，还可以参考第七章的描述来拆除电池选件。

- 1.在电池选件 PCA 上断开扁平的白色连接电缆；
- 2.将 2 个#6-32×1/4”的电池选件锥头固定螺丝拧下；
- 3.小心地将电池组件从数表中取出，不要捏住来自 PCA 的电池连接线。

3-24. 断开各种机箱部件连接

底板中其余硬件可以通过以下方式断开：

- 1.使用尖嘴钳拔下电源输入插座处的内部连接器；
- 2.松开固定器后取下电源输入插座；
- 3.拧下四个固定螺丝后取下位于机箱右侧的电源变压器（图 3-5 的 N 部分）；
- 4.从机箱后部拆下 RS-232 接口（图 3-5 的 O 部分），拆卸连接器时请使用 3/16 英寸的螺丝起子，同样的用该螺丝起子将地线从机箱上拆除；
- 5.拆除 IEEE 连接器。

3-25. 组装步骤

通常情况下组装的次序与拆卸的次序相反，在本章节中以同样的顺序单独介绍了组装的步骤。

3-26. 安装各种机箱部件

按照下面的步骤将拆下的部件安装会机箱：

- 1.在机箱的后部安装 IEEE 连接器；
- 2.在机箱后部安装 RS-232 接口（图 3-5 的 O 部分），请使用 3/16 英寸的螺丝起子来拧紧固定螺丝，同样的用该螺丝起子将地线安装到机箱中；
- 3.将电源变压器装回机箱右侧，用四个 6-32×.25FHU 螺丝将其固定在数表中（图 3-5 的 N 部分）；

- 4.将电源插座插回安装位置;
5. 使用尖嘴钳将内部连接器插回电源输入插座处;

3-27. 安装电池选件

在本手册中, 有关于电池选件的介绍和安装的详细信息, 详细的特性和技术说明参考第七章的图 7-2 和图 7-3 所示。

- 1.小心地将电池组件安装到数表后部的固定位置, 利用固定器加以固定, 不要捏住来自 PCA 的电池连接线;
- 2.将 2 个#6-32×1/4”的电池选件锥头固定螺丝拧紧;
- 3.将电池选件的扁平的白色连接电缆连接回 PCA 上; 电缆中带有蓝色标记线应该朝向数表的后面板方向, 将塑料插座插回电缆末端并使之安全的固定。

3-28. 安装 Rms PCA

在模拟测量处理器屏蔽罩被拆下后, 将 Rms PCA 面向前焊接到主 PCA 的上层。

3-29. 安装模拟测量处理器的屏蔽罩

模拟测量处理器主 PCA 的塑料屏蔽壳的下部, 尽管灰黑色的屏蔽壳由塑料组成, 但它是可以导电并起到屏蔽作用的, 因此可以把它视为导体, 位于主 PCA 的底部的有一层金属起到屏蔽模拟测量处理器的作用。

将塑料屏蔽壳 (M) 放回主 PCA 的顶部, 在主 PCA 的背面, 安装金属屏蔽板 (图 3-6 的 K 部分), 在此过程要避免接触到电路的任何部分, 然后从主 PCA 的背面拧上一字螺钉 (图 3-6 的 J 部分)。

3-30. 安装主 PCA

- 1.在安装主 PCA 之前, 首先完成以下工作:
 - 如果需要, 重新安装变压器绝缘壳 (I), 用变压器右边的固定器将其固定, 当绝缘壳安装到位后, 从主 PCA 的背面用尖嘴钳将所有的固定器固定好。
 - 如果位于主 PCA 和模拟测量处理器的屏蔽罩之间的尼龙支架 (L) 被拆卸, 那么在重新安装时应注意正确的放置方向, 支架的末端有短直的固定端与金属屏蔽板相连, 用 3/16 螺帽起子将其安装到主 PCA 上。
- 2.取保尼龙支架的支撑 (位于主 PCA 的前中部) 在自己的位置, 然后将主 PCA 滑入机架固定器中;
- 3.用 6-32, 1/4 英寸的螺丝 (H) 将主 PCA 固定在机架中;
- 4.将变压器电缆 (F) 和 RS-232 电缆 (G) 连接到主 PCA 上。

3-31. 安装 IEEE-488 选件

本手册的第八章提供了详细的 IEEE-488 选件的安装步骤，下面是安装步骤的基本说明，如果需要，请参考第八章中的完整步骤，在安装过程中对图 8-2 和 8-3 应特别留意！

- 1.检查塑料支架是否对准了主 PCA 的正确安装孔；
- 2.如果需要将两根扁平电缆连接到 IEEE-488 电路板上，每根电缆都有唯一的插座和安装方向与之对应，确保电缆已经稳固的插入各自的插座；
- 3.将扁平电缆的另一端连接到 Fluke45 的主 PCA 上；
- 4.将 IEEE-488 选件的 PCA 安装到主机架的小插槽和位于电路板前部角落处的塑料支架上；
- 5.从 IEEE-488 选件的 PCA 后部拧上固定螺丝；
- 6.将 24 线电缆组件连接到 IEEE-488 的电路板上。

3-32. 组装前面板组件

组装前面板组件请参考下面的步骤。

- 1.用离子风机或异丙基酒精清洁遮挡罩（D），然后温柔地将其安装到前面板上；
- 2.安装将弹性橡胶键盘（C），确保将前面板上四个的导向突出物通过键盘；
- 3.在显示 PCA 上，离子风机或异丙基酒精清洁显示器；
- 4.将显示 PCA 滑入前面板组件上固定器的底部，然后沿着边缘温柔地用其余的固定器将显示 PCA 固定好；

注意

显示 PCA 的中心有一个固定螺丝的安装空间，如果固定器完好无损就不用拧螺丝，如果固定器有损坏，那么可以通过固定螺丝完成固定工作

- 5.将 20 线电缆连接回显示 PCA。

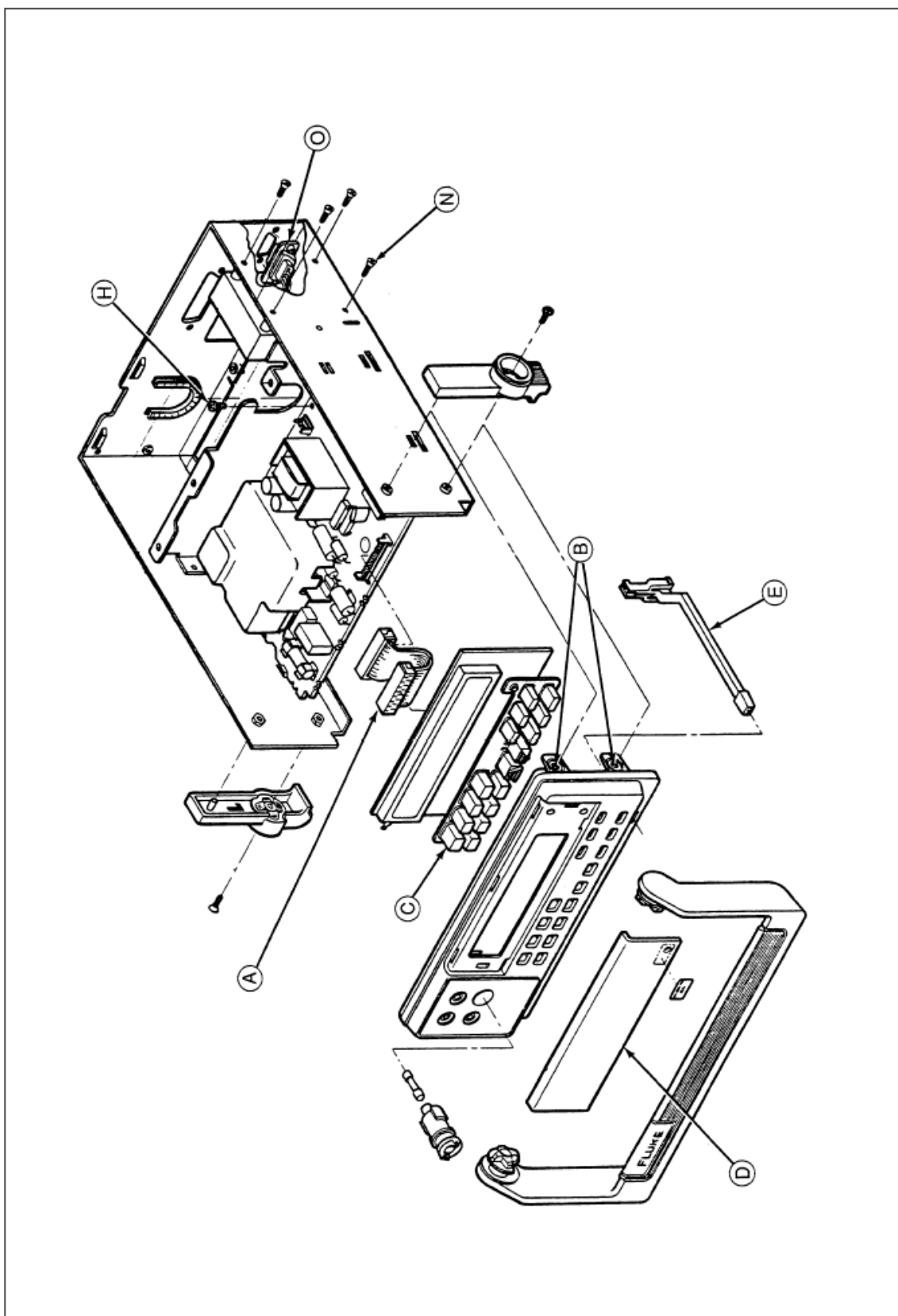


图 3-5.组件详情

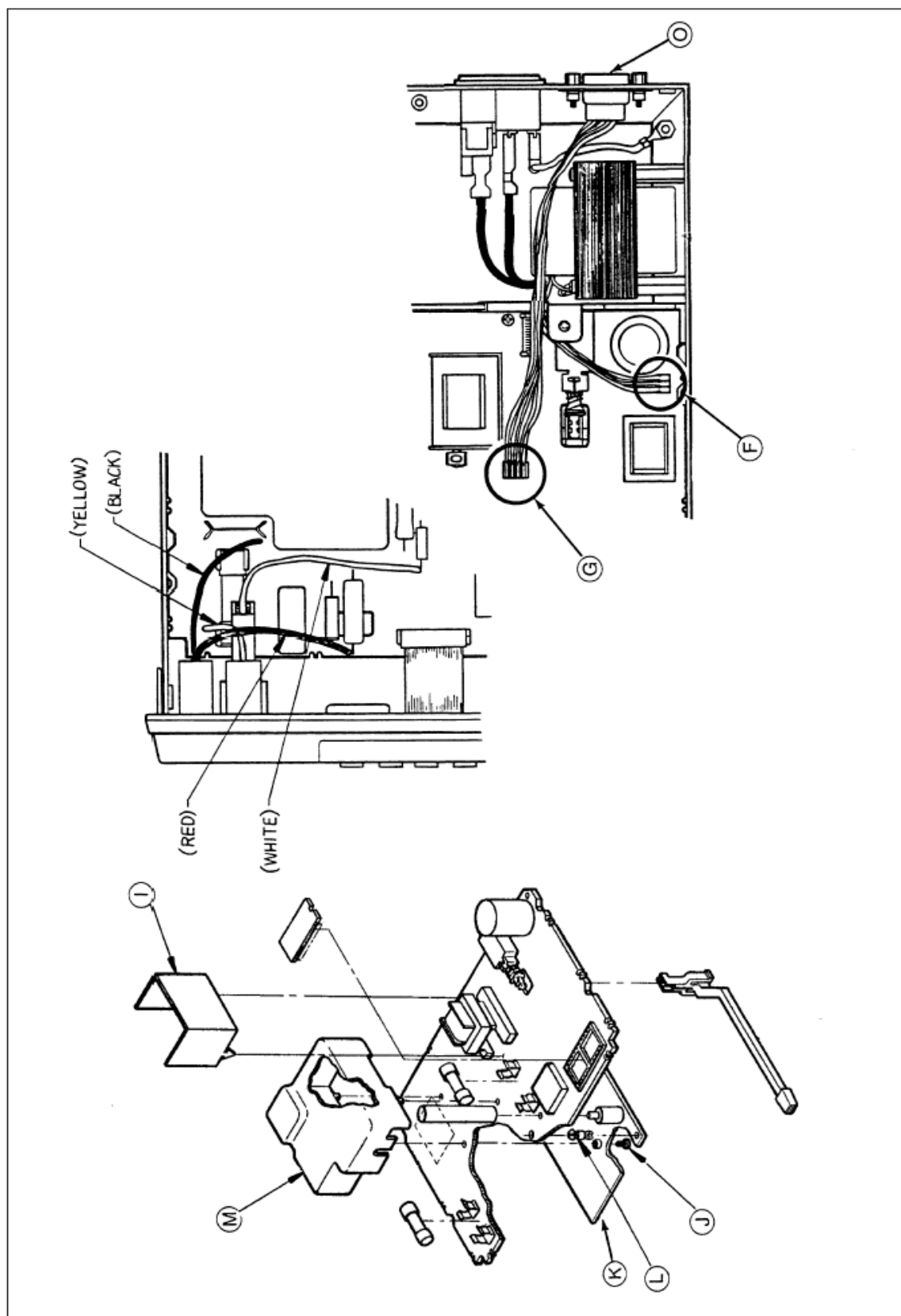


图 3-5.组件详情 (续)

3-33. 安装前面板组件

在安装前面板组件时请参考以下步骤：

1. 将前面板组件固定到四个咬合固定器中（B）；
2. 留心连接器的方向后将显示用扁平电缆（A）连接到主 PCA；
3. 将连接器插回前面板的输入端，留心颜色：
 - 在 100mA 的输入端，插入白色的弹簧接头。
 - 用尖嘴钳按照下面的要求将连接器插回：

$V\Omega \rightarrow \text{---}$	红色
[COM]	黑色
[10 A]	黄色

- 从前面板安装 100mA 保险管（F1）。

3-34. 安装把手和支架

参照图 3-4 所示按照以下步骤来完成安装，用螺丝起子将支架安装回各自原来的位置。

然后使把手咬合即可。

3-35. 安装表壳

参考图 3-3 重新安装表壳。

第四章

性能测试和检定

标题	页码
4-1. 简介	4-1
4-2. 所需设备	4-1
4-3. 性能测试	4-2
4-4. 前面板检定	4-5
4-5. 简介	4-5
4-6. 进入检定模式	4-6
4-7. 退出检定模式	4-7
4-8. 直流电压检定(前面板)	4-7
4-9. 交流电压检定(前面板)	4-7
4-10. 直流和交流毫安检定(前面板)	4-8
4-11. 直流和交流电流检定(前面板)	4-10
4-12. 电阻检定(前面板)	4-10
4-13. 交流(Alternate)电阻检定(前面板)	4-10
4-14. 通断/延时测量检定(前面板)	4-11
4-15. 频率检定(前面板)	4-12
4-16. C2 调整步骤	4-12
4-17. 编辑不同检定点的提示	4-13
4-18. 通过计算机接口完成检定	4-13
4-19. 设置	4-13
4-20. RS-2323 接口	4-13
4-21. IEEE-488 接口	4-14
4-22. 检定步骤	4-16
4-23. 直流电压检定(计算机接口)	4-16
4-24. 交流电压检定(计算机接口)	4-16
4-25. 直流和交流毫安检定(计算机接口)	4-17
4-26. 直流和交流电流检定(计算机接口)	4-17
4-27. 电阻检定(计算机接口)	4-17
4-28. 通断/延时测量检定(计算机接口)	4-17
4-29. 频率检定(计算机接口)	4-17
4-30. 通过计算机接口结束检定	4-18
4-31. 交流(Alternate)电阻检定(计算机接口)	4-18

4-1. 简介

维修手册中的本章提供了用于验证 Fluke45 是否符合技术指标的性能测试步骤，同时也包括了一个完整的校准步骤，性能测试和校准步骤在维修或维护后可周期进行。

4-2. 所需设备

性能测试和检定所需的仪器设备如表 4-1 所示。

表 4-1.推荐的测试设备

仪器名称	最小技术指标	推荐型号
多功能校准器	直流电压： 量程= 90mV~1000V 精度= .005%	Fluke5700A 带宽带电压选件
	交流电压： 频率 电压 精度 1kHz 29mV~750V 0.05% 100kHz 15mV~300mV 1.25%	
	交流毫安 频率 电压 精度 1kHz 29mA~100mA 0.125%	
	直流毫安	
推动放大器	直流安培： 电流 精度 10A 0.05%	Fluke5725A
	交流安培 频率 电流 精度 1 kHz 2A和10A 0.25%	
电阻	290 Ω 0.0125% 2.9 k Ω 0.0125% 29 k Ω 0.0125% 290 k Ω 0.0125% 2.9 M Ω 0.0125%	

4-3. 性能测试

以下的性能测试用来确保数表处于良好的操作状态，如果数表未通过其中的任意一项性能测试，那么就需要进行校准或修理，在进行这些测试时，用户需要一台 Fluke5700A 多功能校准器和一台 5725A 电流放大器，或者符合表 4-1 给出的最小指标要求的仪器设备。

以下的测试步骤应当在数表经过一个小时后的暖机并处于 18℃~28℃和低于相对湿度 90%的环境中进行。检定周期为 1 年，所有的要求如表 4-2 所示。

注意

除非特别指出，性能测试中所有的项目应该在中速下完成。

1. 打开数表电源被暖机 1 个小时使之达到稳定状态；

2. 用测试线将 5700A 的输出端口 VI HI、VI LO 和 Fluke45 的输入端 **$V\Omega \rightarrow \pm$** 、COM 连接在一起，按照表 4-2 中的要求设置好 Fluke45 的测量功能、量程和 5700A 的输出幅度，测量值应该处于表中最小值和最大值之间；

3. 用测试线将 5700A 的输出端口 VI HI、VI LO 和 Fluke45 的输入端 **[100 mA]**、COM 连接在一起，按照表 4-3 中的要求设置好 Fluke45 的测量功能、量程和 5700A 的输出幅度，测量值应该处于表中最小值和最大值之间；

4. 以下的测试需要一台 Fluke5725A 电流放大器（或者同等类型的设备），通过 5700A 来设置参数，通过 5725A 得到输出。

用测试线将 5725A 的输出端口 VI HI、VI LO 和 Fluke45 的输入端 **[10 A]**、COM 连接在一起，按照表 4-4 中的要求设置好 Fluke45 的测量功能、量程和 5700A 的输出幅度，测量值应该处于表中最小值和最大值之间；

表 4-2.电压、二极管测试、电阻和频率功能测试

Function	Range (Rate)***	Input Level	Frequency	Display	
				Min	Max
	100 mV (slow)	short	-	-0.006	0.006
		90 mV	-	89.971	90.029
	1000 mV (slow)	900 mV	-	899.71	900.29
	300 mV	short	-	-0.02	0.02
		300 mV	-	299.90	300.10
	3 V	-3 V	-	-3.0010	-2.9990
	30 V	-30 V	-	-30.010	-29.990
	300 V	-300 V	-	-300.10	-299.90
	1000 V	-1000 V	-	-1000.5	-999.5
	30 V	30 V	-	29.990	30.010
	300 V	300 V	-	299.90	300.10
	1000 V	1000 V	-	999.5	1000.5
	-	short	-	-0.0008	0.0008
	-	open	-	(tone) OL	(tone) OL
	300 mV	short		-	<0.75
		15 mV	1 kHz	14.87	15.13
			100 kHz	13.75	16.25
		300 mV	1 kHz	299.30	300.70
			100 kHz	284.50	315.50
	3 V	3.0 V	1 kHz	2.9930	3.0070
	30 V	30 V	1 kHz	29.930	30.070
	300 V	300 V	1 kHz	299.30	300.70
	750 V	750 V	1 kHz	747.5	752.5
	Using decades of 3: 300 Ω^*	short		0.00	0.04
		300 Ω		299.83	300.19
	3 k Ω^*	short		0.000	0.0002
		3 k Ω		2.9983	3.0017
	30 k Ω	30 k Ω		29.983	30.017
	300 k Ω	300 k Ω		299.83	300.17
	3 M Ω	3 M Ω		2.9980	3.0020
	30 M Ω^{**}	30 M Ω		29.922	30.078
	300 M Ω	300 M Ω		294.0	306.0
	Using decades of 1.9: 300 Ω^*	short		0.00	0.04
		190 Ω		189.88	190.14

表 4-2.电压、二极管测试、电阻和频率功能测试（续）

Function	Range (Rate)***	Input Level	Frequency	Display	
				Min	Max
	3k Ω^*	short		0.0000	0.0002
		1.9 k Ω		1.8988	1.9012
	30 k Ω	19 k Ω		18.988	19.012
	300 k Ω	190 k Ω		189.88	190.12
	3 M Ω	1.9 M Ω		1.8987	1.9013
	30 M Ω^{**}	19 M Ω		18.949	19.051
	300 M Ω^{**}	190 M Ω		186.2	193.8
	Using decades of 1.0:				
	300 Ω^*	short		0.00	0.04
		100 Ω		99.93	100.09
	3 k Ω	short		0.0000	0.0002
		1 k Ω		0.9993	1.0007
	30 k Ω	10 k Ω		9.993	10.007
	300 k Ω	100 k Ω		99.93	100.07
	3 M Ω	1 M Ω		0.9992	1.0008
	30 M Ω^{**}	10 M Ω		9.972	10.028
	300 M Ω^{**}	100 M Ω		98.0	102.0
	10/100 kHz	0.1 to 10 V	10 kHz	9.994	10.006
* Use either 2-wire compensation on the 5700A or the relative (REL) mode on the 45. ** Optional test points that can be used if standards are available. *** All measurement rates are in medium speed unless otherwise specified.					

表 4-3. 电流 mA 功能测试

Function	Range (Rate)	Input Level	Frequency	Display	
				Min	Max
 (mA)	30 mA 100 mA	+30 mA +100 mA	- -	29.982 99.93	30.018 100.07
 (mA)	30 mA 100 mA	30 mA 100 mA	1 kHz 1 kHz	29.840 99.40	30.160 100.60

表 4-3. 电流功能测试

Function	Range (Rate)	Input Level	Frequency	Display	
				Min	Max
	10 A	+10 A	-	9.975	10.025
	10 A	10 A	1 kHz	9.890	10.110

4-4. 前面板检定

通过已知的标准 Fluke45 可以实现闭壳校准，数表可以自动提示你所需要的参考标准，经过测量、计算修正因子并把修正的结果保存在非易失性校准存储器中。

闭壳校准有非常多的优势：无需拆卸、无需进行物理调整、可以通过自动测试系统进行校准。

正常情况下 Fluke45 的校准周期为 180 天或 1 年，至于具体的校准周期应该根据用户需要达到的精度指标而定，在性能测试中未通过或经过修理后 Fluke45 同样需要进行检定，要达到第一章规定的技术指标，Fluke45 应经过满足表 4-1 所示的仪器设备校准。

以下的章节首先介绍了一个基本前面板控制的检定步骤，通过按照可编辑的不同检定点提示操作即刻完成检定，然后介绍了通过 IEEE-488 或 RS-232 接口来校准数表。

4-5. 简介

基本检定过程包括一套包括直流电压、交流电压、直流和交流毫安、直流和交流电流、电阻、通断/滞后极限、频率等在内的校准步骤组成，通常，我们建议执行完整的检定步骤，但是单独对某个功能进行校准也是可能的，这一点在某一测试功能的排故过程中尤其有用，无论何时，当 VDC 功能被校准后，所有的测量功能都需要进行校准，也就是说除 VDC 外所有的测量功能都可以进行独立校准而不会影响到其它功能。

校准过程为完整进行，那么非易失性校准存储器中的数据不会发生变化。

一些校准步骤的执行时间会长于其它校准步骤，当 Fluke45 在执行校准步骤时，会忽略所有前面板的按键输入且对来自计算机接口的指令有延时。

4-6. 进入检定模式

检定步骤地开始：

1. 在 18℃~28℃相对湿度低于 70%的环境中使 Fluke45 处于稳定状态，打开电源暖机 1 小时；

2. Cal 允许按键位于显示屏的右侧，在检定封条的下面。进入检定模式只需要通过一个小螺丝刀按住该按钮 3 秒钟即可（CAL 字样显示在第二显示位置），请不要使用尖锐的物体来按压该按键（如铅笔）。

当检定模式被激活时会发出声响，然后显示 VDC CAL，从此时起检定菜单可以通过  和  编辑按键来选择指定的功能，在检定过程中可以按下  键来显示需要检定的功能，在检定模式下，许多按键是被禁止的，只有 、、 和 Cal 允许按键处于激活状态，这些按键的详细描述如下：

1. Cal 允许按键：按下该按键 3 秒后将激活检定模式，再次按下该按钮即刻退出检定模式；

2. 、 编辑按键：用来在检定菜单下滚动选择需要的检定功能或编辑检定提示；

- 进入检定模式后，检定菜单的顺序如下：VDC、VAC、mADC、mAAC、ADC、AAC、 Ω 、 $V \rightarrow I$ 、Hz，这些菜单并不是循环的，因此如果从 Hz 回到 VDC 只能通过连续按  按键；

- 按下  键进入相应的检定提示，此时按下  或  可以进入编辑模式，然后通过这些按键就可以编辑检定提示值；

- 检定提示值可以通过数字键来编辑，用  来选择要编辑的数字，用  来增大所选定的数值，要减小数值，可以继续按动  键，数值将在 9 到 0 之间滚动，编辑结束后按下  键。

3.  按键：用来选择检定功能、启动检定（存储修正因子）或退出编辑模式。

当 Fluke45 提示用户设置参考源时，将需要的标准信号施加到相应的输入和 COM 端，

待信号和测量数据稳定后，按下  按键，此时，Fluke45 的显示区域将出现空白表明数表正在进行必要的计算（在显示空白时不要改变标准源的输出），如果检定步骤成功，Fluke45 在下一个提示前将此时的显示提示加亮。

注意

如果检定步骤失败数表会发出响声并显示 ‘Error’，通常这是由于标准源的设置超出了规定所致，此时，**强化的读数等于原始的未检定读数**，(At this point, the intensified reading equals the raw uncalibrated reading taken on the reference input.) 细节请参考第五章 ‘检定失败’ 章节。

4-7. 退出检定模式

任何时候按下 Cal 允许按键都可以退出检定模式，但是如果一个功能的完整检定步骤尚未完成就退出了检定模式，那么非易失性校准存储器中的数据不会发生变化。

除 VDC 外任意测量功能的检定步骤结束后，不会影响其它测量功能的修正因子，但是必须记住，一旦检定 VDC 后，所有的测量功能都必须进行完整的检定。

退出检定模式，用一个小螺丝刀按下 Cal 允许按键即可，但请不要使用尖锐的物体来按压该按键（如铅笔）。

4-8. 直流电压检定(前面板)

按照下面的步骤来执行 VDC 检定：

1.通过一个小螺丝刀按住 Cal 允许按键 3 秒钟即可进入检定模式，或者，如果数表已经处于检定模式，但处于不同的检定功能时，按下  按键返回 VDC 检定模式；

2.按下  按键选择 VDC 检定功能的第一个提示（0.00mV DC）；

3.将数表的 **VΩ→** 和 **COM** 短接，等待 5 秒钟使数表稳定下来；

注意

移去数表的 **VΩ→** 端输入电压后，需要 4 分钟才能稳定到 0，因此，在 mV 零点校准前，不要施加电压，并等待 4 分钟以稳定数表。

4.按下  按键，对数表的 mV 零点进行校准；

5.断开 **VΩ→** 和 **COM** 的短接，然后将标准源的输出接到相应的输入端；

6.按照表 4-5 的要求完成步骤 2 到 10 的检定。

4-9. 交流电压检定(前面板)

按照下面的步骤来执行交流电压检定：

1.如果数表仍然处于检定模式，按下  或  按键选择 VAC 校准，否则首先选择检

定模式（按下 Cal 允许按键 3 秒钟），然后通过按动  按键一次选择 VAC 校准；

2. 将标准源的输出连接到数表的 **VΩ→** 和 **COM** 输入端；

3. 按照表 4-5 中步骤 11 到 17 的要求设定标准源的输出通过按下 **AUTO** 按键完成数表的校准。

4-10. 直流和交流毫安检定(前面板)

按照下面的步骤来执行直流和交流毫安检定：

1. 如果数表仍然处于检定模式，按下  或  按键选择 mA DC 校准，否则首先选择检定模式（按下 Cal 允许按键 3 秒钟），然后通过按动  按键两次选择 mA DC 校准；

2. 将标准源的输出连接到数表的 **[100 mA]** 和 **COM** 输入端；

3. 按照表 4-5 中步骤 18 到 19 的要求设定标准源的直流毫安输出通过按下 **AUTO** 按键完成数表的校准；

4. 按动  按键选择 mA AC 校准；

5. 将标准源的输出连接到数表的 **[100 mA]** 和 **COM** 输入端；

6. 按照表 4-5 中步骤 20 到 21 的要求设定标准源的交流毫安输出通过按下 **AUTO** 按键完成数表的校准；

表 4-5. 前面板校准

注意			
在执行前，至少等待 30 秒不要输入任何信号以达到稳定的目的。			
步骤	数表校准提示	标准源输入	按下 AUTO 按键前数表的稳定时间
直流电压检定			
1	0.000 mV DC	短路	5s
2	90.000 mV DC	90 mV DC	2s
3	-90.000 mV DC	-90 mV DC	2s
4	900.00 mV DC	900 mV DC	2s
5	90.000 mV DC	90 mV DC	5s
6	290.00 mV DC	290 mV DC	1s
7	2.9000 V DC	2.9 V DC	1s
8	29.000 V DC	29 V DC	1s
9	290.00 V DC	290 V DC	1s
10	1000.0 V DC	1000 V DC	1s

表 4-5.前面板校准（续）

注意				
这里的稳定时间是假设用户按照步骤 1 到 32 的顺序进行完整检定时等待时间，如果你只检定直流电压（步骤 1 到 1 0），而且不按照设定的顺序，由于介电吸收效应需等待 4 分钟。				
步骤	数表校准提示	标准源输入		按下 AUTO 按键前 数表的稳定时间
交流电压检定				
11	29.000 mV AC	29mV 1kHz		3s
12	290.00 mV AC	290 mV 1kHz		3s
13	0.2900 V AC	290 mV 1kHz		3s
14	2.9000 V AC	2.9 V 1kHz		3s
15	29.000 V AC	29 V 1kHz		3s
16	290.00 V AC	290 V 1kHz		3s
17	750.0 V AC	750 V 1kHz		3s
直流毫安检定				
18	29.000 mA DC	29 mA dc		1 s
19	100.00 mA DC	100 mA dc		1 s
交流毫安检定				
20	29.000 mA AC	29 mA 1 kHz		3 s
21	100.00 mA AC	100 mA 1 kHz		3 s
直流和交流电流检定				
22	10.000 A DC	10 A DC		3 s
23	2.000 A AC	2 A 1 kHz		5 s
24	10.000 A AC	10 A 1 kHz		5 s
电阻检定				
步骤	数表校准提示	5700A输出	编辑数表的校准提示为	按下 AUTO 按键前 数表的稳定时间
25	290.00 Ω 2.9000 kΩ 29.000 kΩ 290.00 kΩ 2.9000 MΩ	190 Ω*	5700A 的显示	1 s
26		1.9 kΩ	5700A 的显示	1 s
27		19 kΩ	5700A 的显示	2 s
28**		190 kΩ	5700A 的显示	3 s
29**		1.9 MΩ	5700A 的显示	3 s
通断/滞后极限检定				
30	0.000 V	0.000 mV		1 s
31	0.020 V	20.00 mV		1 s
频率检定				
32	2.000 V p-p	10 kHz		2 s

4-11. 直流和交流电流检定(前面板)

直流和交流电流检定需要一台能够提供1kHz和直流10A电流能力的伴随放大器。

- 1.如果数表仍然处于检定模式，按下或按键选择 A DC 校准，否则首先选择检定模式（按下 Cal 允许按键 3 秒钟），然后通过按动按键四次选择 A DC 校准；
- 2.将标准源的输出连接到数表的[10 A]和COM输入端；
- 3.按照表 4-5 中步骤 22 的要求设定标准源的直流电流输出通过按下  按键完成数表的校准；
- 4.按动 按键选择 A AC 校准；
- 5.按照表 4-5 中步骤 23 到 24 的要求设定标准源的交流电流输出通过按下  按键完成数表的校准；

4-12. 电阻检定(前面板)

如果你没有检定Fluke45所需的电阻(290Ω, 2.9 kΩ, 29 kΩ等)，那么提示数值可以改变(参见‘编辑不同检定点的提示’章节)，在下面的步骤中，Fluke5700A多功能校准器作为电阻标准源使用，输入电阻设定为190Ω、1.9 kΩ、19 kΩ、190 kΩ和1.9 MΩ。

- 1.如果数表仍然处于检定模式，按下或按键选择Ω校准，否则首先选择检定模式（按下 Cal 允许按键 3 秒钟），然后通过按动按键六次选择Ω校准；
- 2.按照图 4-1 所示，用 4 线连接法将标准源的输出连接到数表的VΩ→和COM输入端；
- 3.在 Fluke5700A 上选择外部传感器 2 线补偿开启，然后按照表 4-5 种步骤 25 的要求设定输出；
- 4.将提示数据编辑到 Fluke5700A 的输出值；
- 5.按下  按键完成该步骤的校准，按照表 4-5 中步骤 26 到 29 的要求完成电阻校准。

4-13. 交流(Alternate)电阻检定(前面板)

在离散电阻（如十进电阻箱）的条件下可以用以下步骤完成检定，300Ω量程中，交流步骤使用一个 290Ω标准电阻符合技术指标为 0.05%+2 个字+0.02Ω的要求，交流检定的详细步骤如下，尽管离散电阻适用于所有的量程，但是它的导线和零电阻只被用来计算最低两个量程（300Ω和 3kΩ）的误差。

- 1.将标准电阻连接到数表，设定为 0 欧姆；

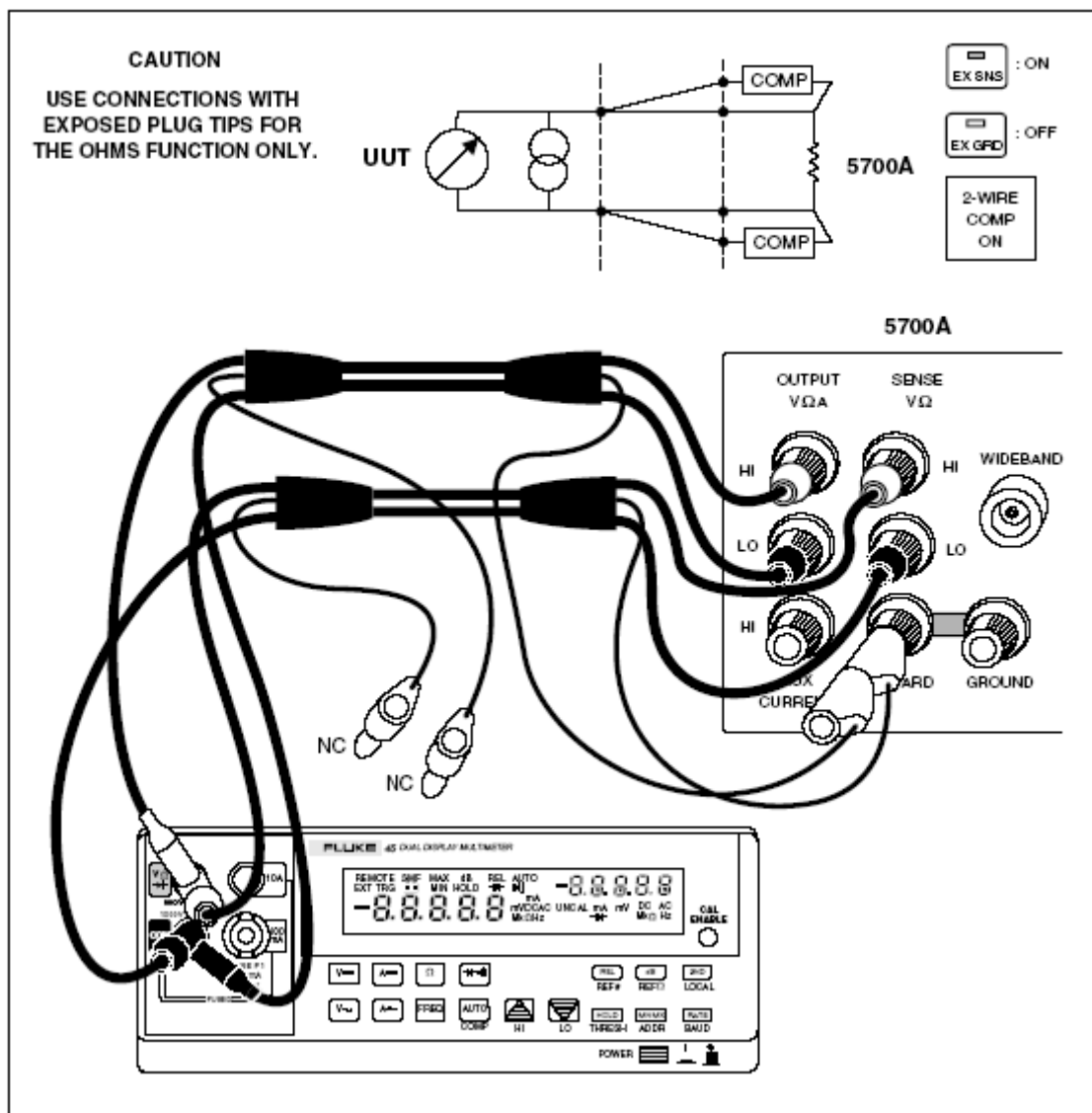


图4-1. 四线配置

- 2.在 300Ω 量程下测量并记录导线的残留电阻和标准零电阻；
- 3.将来自步骤2的导线的残留电阻和标准零电阻加上标准电阻上的设定值；
- 4.将数表设定为检定模式（按下Cal允许按键3秒钟）然后选择电阻校准；
- 5.用编辑按键将数表的显示提示设定为步骤3中的计算值；
- 6.按下 **AUTO** 按键完成该量程的校准。

4-14. 通断/延时测量检定(前面板)

检定步骤如下：

- 1.如果数表已经处于检定模式，按下 或 按键选择 **V-Ω** 校准，否则首先选择检定模式（按下 Cal 允许按键 3 秒钟），然后通过按动 按键七次选择 **V-Ω** 校准；

2.将数表的 **V** 和 **COM** 输入端连接到直流电压标准源的输出；

3.按照表 4-5 中校准步骤的要求设定标准源的输出通过按下 **AUTO** 按键完成数表的校准；

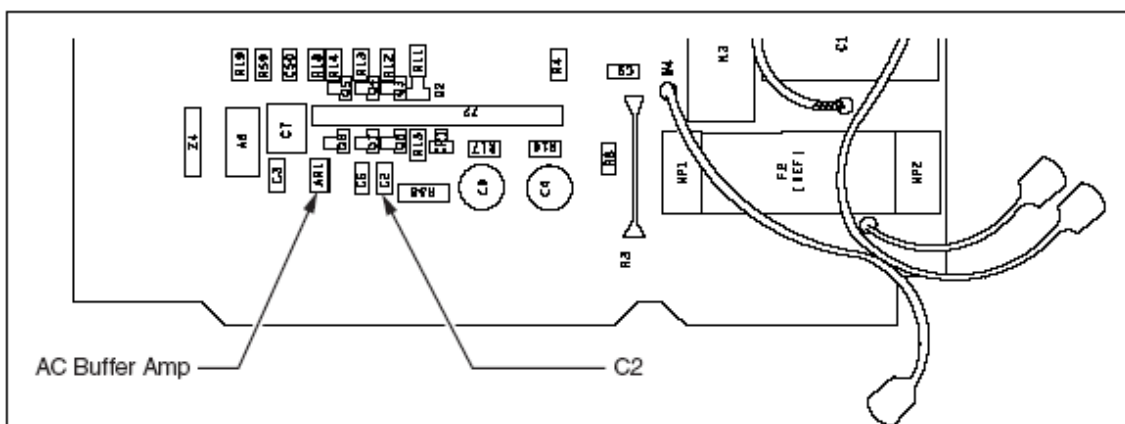
4-15. 频率检定(前面板)

如果数表已经处于检定模式，按下  或  按键选择 Hz 校准，否则首先选择检定模式（按下 Cal 允许按键 3 秒钟），然后通过按动  按键八次选择 Hz 校准，然后按照表 4-5 中步骤 32 的要求完成校准。

4-16. C2 调整步骤

当数表在高频交流电压性能测试中失败时可以按照以下的步骤调整，该步骤应当在所有的交流电压校准步骤完成后单独进行，C2 调整不需要在检定模式下进行。

- 1.拆下顶部屏蔽（MP11）；
- 2.将测量功能设定为 VAC；
- 3.在数表的输入端施加一个 15mV 1kHz 电压信号；
- 4.记录数表的显示值；
- 5.在数表的输入端施加一个 15mV 20kHz 电压信号；
- 6.调整 C2 直到数表显示比步骤 4 中的值小 40 μ V；
- 7.将调整工具从 C2 附近取走使读数稳定；
- 8.此时读数应保持稳定；
- 9.如果需要再次进行调整，直到满足要求；
- 10.重新安装顶部屏蔽（MP11）；
- 11.交流电压性能测试完成。



4-17. 编辑不同检定点的提示

除 DCV 模式下前三个提示 (0.000mV, +90.000 mV 和 -90.000 mV 是检定常数) 外, Fluke45 的检定点是可以自行设定的, 按照下面的步骤来完成提示信息的编辑:

1. 按下  编辑键, 该操作会使最左面的数字加亮表明编辑功能开启;
2. 按下  编辑键使加亮显示的数字在 0 到 9 之间变化;
3. 再次按下  编辑键来选择下一位数字;
4. 当编辑值与标准源的输出值相同时, 按下  键退出编辑模式。

按下编辑键不放会导致数值或位数连续变化。

对于满量程外的校准点, 你必须对技术指标中非线性 and 噪声带来的影响进行计算, 该影响在 Fluke45 的技术指标中以附加的百分数表达。

表 4-6 为非满量程点校准时引入的附加误差。

例如, 在电阻校准过程中使用 1.9 的十进倍数 (190 Ω , 1.9k Ω 等) 进行校准, 那么对于 300 Ω 和 100 Ω 量程而言, 引入的附加误差为 0.01%, 也就是说, 由于在大大低于满量程的点进行了校准, 那么 Fluke45 的 300 Ω 和 100 Ω 量程中新的技术指标应该额外增加 0.01% 的误差。

请注意前三个校准点是不允许编辑的, 同样由于提供了满量程时的精度因此当校准点不应小于量程的三分之一。

表 4-6 不同校准点的技术指标

功能	Cal Point In Display Counts		
	20000	19000	10000
DC	0.006%	0.006%	0.012%
AC	0.045%	0.05% 0	0.09%
300 Ω /100 Ω	0.01% -	.01% -	0.02%
k Ω /M Ω			0.01%

4-18. 通过计算机接口完成检定

4-19. 设置

在进行自动检定前, 要确保计算机接口与 Fluke45 相连, 确认电源已经连接后打开数表开关。

4-20. RS-2323 接口

按照下面的步骤完成接口的 RS-232 操作:

1. 按下 ，然后再按下  键；
2. 用  或  键选择需要的波特率，然后按下  键选定显示的波特率；
3. 用  或  键选择需要校验方式（‘E’ 为偶校验，‘Odd’ 为奇校验或者 ‘no’ 为无校验），然后按下  键选定显示的校验方式；

4. 用  或  键选择命令显示模式 ‘OFF’ 或 ‘On’，然后按下  键选定；

5. 通过计算机接口发送下列命令：*IDN? <CR>;

6. 响应后的回复格式为：

FLUK,45,nnnnnnn,n.n Dn.n<CR><LF>=><CR><LF>

其中，‘nnnnnnn’ 是数表的出厂编号，‘n.n’ 表明主软件的版本，‘Dn.n’ 表明显示软件的版本，‘=>’ 是 RS-232 提示。

如果显示模式为 ON（开启），指令 CALSTEP? 的响应时间如表 4-7 中所示：

CALSTEP? <CR><LF>

+290.00E-3<CR><LF>

=><CR><LF>

其中=>是 Fluke45 返回的提示，指令 CALSTEP? 的响应也遵循以下格式。

4-21. IEEE-488 接口

按照下面的步骤完成 IEEE-488 接口的操作：

1. 按下按下 ，然后再按下  键；
2. 用  键选择 “IEEE” 然后按下  键；
3. 通过 IEEE-488 接口向数表发送以下指令：

注意

以下例程通过一个 Fluke 1722A 设备控制器输入，使用 Fluke BASIC 指令，语法可能与别的控制器有所区别。

```
INIT PORT 0<CR>
CLEAR PORT 0<CR>
PRINT @<address of meter>,"*IDN?"<CR>
INPUT LINE @<address of meter>,A$<CR>
PRINT A$<CR>
```

4. 检查以下的响应格式：

FLUK,45,nnnnnnn,n.n Dn.n

其中，‘nnnnnnn’是数表的出厂编号，‘n.n’表明主软件的版本，‘Dn.n’表明显示软件

表4-7. 用计算机接口进行检定

注意					
在执行前，请不要输入任何信号并保持至少30秒的稳定时间.					
步骤	输入		等待数表稳定的时间	发送	
1	0.0000 mV dc		5 s	CALSTEP?	
2	90.000 mV dc		2 s	CALSTEP?	
3	-90.000 mV dc		2 s	CALSTEP?	
4	900.00 mV dc		2 s	CALSTEP?	
5	90.000 mV dc		5 s	CALSTEP?	
6	290.00 mV dc		1 s	CALSTEP?	
7	2.9000 V dc		1 s	CALSTEP?	
8	29.000 V dc		1 s	CALSTEP?	
9	290.00 V dc		1 s	CALSTEP?	
10	1000.0 V dc		1 s	CALSTEP?	
交流电压校准					
11	29.000 mV ac, 1 kHz		3 s	CALSTEP?	
12	290.00 mV ac, 1 kHz		3 s	CALSTEP?	
13	290.00 mV ac, 1 kHz		3 s	CALSTEP?	
14	2.9000 V ac, 1 kHz		3 s	CALSTEP?	
15	29.000 V ac, 1 kHz		3 s	CALSTEP?	
16	290.00 V ac, 1 kHz		3 s	CALSTEP?	
17	750.00 V ac 1 kHz		3 s	CALSTEP?	
直流毫安校准					
18	29.000 mA DC		1 s	CALSTEP?	
19	100.00 mA DC		1 s	CALSTEP?	
直流电流校准					
22	10.000 A DC		3 s	CALSTEP?	
交流电流校准					
23	2.000 A AC, 1 kHz		5 s	CALSTEP?	
24	10.000 A AC, 1 kHz		5 s	CALSTEP?	
电阻校准					
步骤	量程	输入	等待数表稳定的时间	发送	发送
25	1	190.0 Ω*	1 s	CALREF xxx.xx	CALSTEP?
26	2	1.900 kΩ	1 s	CALREF xxxx.x	CALSTEP?
27	3	19.00 kΩ	2 s	CALREF xxxxx	CALSTEP?
28	4	190.0 kΩ	3 s	CALREF xxxxxx	CALSTEP?
29	5	1.900 MΩ	3 s	CALREF xxxxxxxx	CALSTEP?

表 4-7.用计算机接口进行检定（续）

通断/迟滞极限校准			
步骤	输入	等待数表稳定的时间	发送
30	0.000 mV dc	1 s	CALSTEP?
31	20.00 mV dc	1 s	CALSTEP?
频率校准			
32	10 kHz, 2.000 V p-p	2 s	CALSTEP?
(xxxx...除电阻值外的标准源实际输出)			

4-22. 检定步骤

现在可以选择 Fluke45 的检定模式，用细长的钝头物体按压 Cal Enable 按键三秒，避免使用可能损坏按键的尖锐的物体，简短的检定模式指令请参考表 4-8。

CALREFxxx.xx 指令告诉 Fluke45 按照标准源的实际输出改变检定提示，当实际校准点于设定不同时该指令等效于通过前面板来编辑检定提示。

CALSTEP?指令通常用来返回所输入的标准值，如果输入值无法达到量程期望的设定值（量程的5%到15%，取决于步骤设定），前面板将会发出响声，一个设备依靠错误将通过计算机接口返回，同时测量数据也被送回。

CALSTEP?指令的响应必须在其它新步骤开始执行前完成，一些步骤中（如31），会遇到一个值得注意的延时。

在开始检定前，应留意一些功能会受到影响，交流电压、直流电流、交流电流和电阻都会受到直流电压检定的影响，通过你校准了直流电压，你必须再次对其它所有功能进行校准，但是，交流电压、直流电流、交流电流和电阻的校准只影响各自的功能。

如果用户的检定计划包括电阻功能在内，可以通过以下步骤来消除引线电阻的影响：

- 1.发送：OHMS; RANGE1
- 2.在 300 Ω 量程下将标准设置为 0，通过发送 VAL? 来测量引线的残余电阻；
- 3.记录此时的数值，在“交流电阻检定”中会用到该数值；
- 4.然后按照下面章节的步骤完成检定。

4-23. 直流电压检定(计算机接口)

- 1.将直流标准源连接到 Fluke45 的 **V Ω →**和**COM**输入端，然后发送指令 CAL1；
- 2.完成表 4-7 中的步骤 1 到 10，将标准源清零。

4-24. 交流电压检定(计算机接口)

- 1.将交流标准源连接到 Fluke45 的 $V\Omega \rightarrow$ 和 COM 输入端，然后发送指令 CAL2；
- 2.完成表 4-7 中的步骤 11 到 17，将标准源清零

4-25. 直流和交流毫安检定(计算机接口)

- 1.将电流标准源连接到 Fluke45 的 [100 mA] 和 COM 输入端，然后发送指令 CAL3；
- 2.完成表 4-7 中的步骤 18 到 19；
- 3.然后发送：CAL4；
- 4.完成表 4-7 中的步骤 20 到 21，然后将标准源清零。

4-26. 直流和交流电流检定(计算机接口)

- 1.将电流标准源连接到 Fluke45 的 [10 A] 和 COM 输入端，然后发送指令 CAL5；
- 2.完成表 4-7 中的步骤 22；
- 3.将直流电流源输出清零，然后发送：CAL6；
- 4.完成表 4-7 中的步骤 23 到 24，然后将标准源清零。

4-27. 电阻检定(计算机接口)

如果用户没有 Fluke45 检定提示所需的以下数值的电阻（290 Ω 、2.9k Ω 、29k Ω 等），那么可以将提示设置为现有的数值，在下面的步骤中，Fluke5700A 多功能校准器作为标准电阻使用，它的输出值设定为：190 Ω 、1.9k Ω 、19k Ω 、190k Ω 和 1.9M Ω 。

注意

如果用户使用的电阻校准器没有开启 2 线补偿，在进入校准模式前应首先零电阻测量，对测试线的电阻进行测量并记录，CALREF xxx.xx 指令告诉 Fluke45 确切的校准电阻，在 290 Ω 和 2.9k Ω 电阻校准过程中，xxx.xx 应该是校准器的输出值加上测试线的零电阻。

- 1.将电阻标准源连接到 Fluke45 的 $V\Omega \rightarrow$ 和 COM 输入端，然后发送指令 CAL7；
注意在 300k Ω 和 3M Ω 量程时对噪声的干扰非常敏感，任何对测试线或端子的移动都会导致读数的抖动。
- 2.完成表 4-7 中的步骤 25 到 29，将标准源清零。

4-28. 通断/延时测量检定(计算机接口)

- 1.将直流电压标准源连接到 Fluke45 的 $V\Omega \rightarrow$ 和 COM 输入端，然后发送指令 CAL8；
- 2.完成表 4-7 中的步骤 30 到 31，将标准源清零。

4-29. 频率检定(计算机接口)

- 1.将频率标准源连接到 Fluke45 的 $V\Omega \rightarrow$ 和 COM 输入端，然后发送指令 CAL9；
- 2.完成表 4-7 中的步骤 32，将标准源清零。

4-30. 通过计算机接口结束检定

检定结束时，首先确认标准源已经清零，然后按下 Cal Enable 按键退出检定模式。

任何时候发送指令*RST 也可以退出检定模式，如果在选定的检定工作结束之前发送了该指令，那么不会有新的修正因子保存到该功能的对应非易失性存储器中。

4-31. 交流 (Alternate)电阻检定(计算机接口)

当使用离散电阻（如一台十进电阻箱）进行校准是，在 $300\ \Omega$ 量程，校准程序使用了一个 $290\ \Omega$ 的标准电阻其技术指标为 $0.05\%+2\text{ 个字}+0.02\ \Omega$ ，交流电阻检定过程详细描述如下，尽管在所有的量程中都可以使用离散电阻进行检定，但引线和零电阻引入的误差只需要在两个低量程中进行计算（ $300\ \Omega$ 和 $3\text{k}\ \Omega$ ）。

1. 在标准电阻的示值上应加上引线和零电阻，这两个数值可以通过可以通过发送指令 VAL? 获取，立即进入直流电压校准，用这个数值代替下面指令中的 xxx. xx:

CALREF xxx. xx

2. 现在发送指令 CALSTEP?

表4-8.计算机接口的校准指令

CAL x	开始一个新的校准，其中 x= 1到9, 定义如下： 1 VDC calibration 2 VAC calibration 3 DC Milliamps calibration 4 AC Milliamps calibration 5 DC Amps calibration 6 AC Amps calibration 7 Ohms calibration 8 Frequency comparator 9 Frequency calibration
CALCLR CALCONST? xx CALREF? CALREF xxx.xx CALSTEP? EEREG? xx	将所有的校准常数恢复到初始状态，终止当前的校准。 以xx的形式返回校准常数，参见表4-9。 返回当前的标准源的输出值。 用精确的校准值 xxx.xx代替通常校准值。 返回输入的校准值。 返回制定EEROM寄存器 (xx)中的校准常数。
以下额外的计算机接口指令可以在校准模式中使用，使用其它的指令将会导致执行出错。	
*CLS *ESE *ESE? *ESR? *IDN? *OPC *OPC? *RST *SRE *SRE? *STB? *TRG *WAI	BUTTON? FORMAT? LOCS LWLS REMS RWLS SERIAL? FORMAT VAL? VAL1?

表4-9. EEROM中的校准常数

Calconst?	有效范围	描述
1	0.97025 to 1.03775	VDC, range 1
2	0.97025 to 1.03775	VDC, range 2
3	0.97267 to 1.04554	VDC, range 3
4	0.96782 to 1.04035	VDC, range 4
5	0.96792 to 1.04045	VDC, range 5
6	0.9975 to 1.0025	100 mV gain
7	0.9975 to 1.0025	320 mV gain
8	0.9975 to 1.0025	3.2 V gain
9	-100 to 100	VAC offset, range 1
10	0.9725 to 1.0275	VAC, range 1
11	-100 to 100	VAC offset, ranges 2 through 4
12	0.9725 to 1.0275	VAC, range 2
13	0.9725 to 1.0275	VAC, range 3
14	0.9725 to 1.0275	VAC, range 4
15	0.9725 to 1.0275	VAC, range 5
16	0.9500 to 1.0500	ADC, range 1
17	0.9500 to 1.0500	ADC, range 2
18	0.9500 to 1.0500	ADC, range 3
19	0.9225 to 1.0775	AAC, range 1
20	0.9225 to 1.0775	AAC, range 2
21	-100 to 100	AAC offset, range 3
22	0.9225 to 1.0775	AAC, range 3
23	0.9990 to 1.0090	OHMS, range 1
24	1.0000 to 1.0100	OHMS, range 2
25	1.0040 to 1.0140	OHMS, range 3
26	0.9990 to 1.0090	OHMS, range 4
27	0.9990 to 1.0090	OHMS, range 5
28	0.9990 to 1.0090	OHMS, range 6
29	0.9886 to 1.0035	Slow Siemens
30	0.9910 to 1.0010	Medium and Fast Siemens
31	0.9999 to 1.0001	Frequency calibration
32	-10.0 to 10.0	Slow offset
33	1.0000 to 1.0006	Slow negative gain

第五章

故障及故障诊断

标题	页码
5-1. 简介	5-1
5-2. 表面安装组件的维修	5-1
5-3. 错误代码	5-2
5-4. 一般故障排除	5-8
5-5. 电源故障排除	5-8
5-6. Raw 直流电源	5-8
5-7. 5V开关电源	5-9
5-8. 变极器	5-10
5-9. 模拟部分故障	5-11
5-10. 异步测试	5-12
5-11. 直流电压故障	5-12
5-12. 交流电压故障	5-12
5-13. 电阻故障	5-12
5-14. 数字部分故障	5-13
5-15. 显示组件故障	5-15
5-16. 检定失败	5-18
5-17. 简介	5-18
5-18. 有关检定部分	5-18
5-19. 检定相互干扰	5-19
5-20. 重新得到检定常数	5-19
5-21. 更换EEPROM A1U5	5-19

5-1. 简介

Fluke45 提供的错误代码和半模块化设计对故障诊断非常有帮助。本章介绍了错误代码和特定功能区域的定位，最后，展示了所有故障定位。

如果数表出现了故障，首先应该检查保险并在需要时更换，如果故障依旧，请按照用户手册中的介绍检查是否操作失误。



警告

开盖修理可能接触到危险电压，在开盖前绝对不要接触电源线和输入端子，只有具备资格的人员才能进行修理和维护。

本手册的第四章中列出了所需的仪器设备。

5-2. 表面安装组件的维修

Fluke45 双显数字多用表在印刷电路组件中采用了表面安装工艺（SMT），表面贴装元件的尺寸远远小于常规封装，通过焊锡直接焊接在电路板的表面，不需要镀金的过孔，因此修理此类设备需要特殊的维修、故障排除和修理技巧，以下章节仅仅介绍了 SMT 的一些皮毛，只是了解这些信息就动手修理是远远不够的。

在 SMT 中很少使用到集成电路插座，因此“插拔”式的故障排除方法就用不上了，在如果故障无法定位到元件就应该更换某部分组件，表面安装组件可以在元件层进行测试，探针只能与被测元件的相应引脚相连，由于空间非常有限，因此探针非常容易使 SMT IC 的两个引脚发生断路。

本手册包括了重要元件的位置和参数，由于电路板空间有限，芯片类元件一般不做标注，第六章提供了相关信息，同时，请记住芯片类元件不做标注，在安装新器件和拆卸老器件时应注意安装的位置和方向。

表面贴装元件的拆下和替换必须将所有焊点融化的情况下方可进行，需要特别考虑以下问题：

- 使用带有热风的焊接工具来融化焊锡，工具和元件不需要直接接触；
- 表面安装组件再次安装时需要使用焊锡丝和粘结剂，推荐使用由 63%的锡和 37%的铅构成的 0.025 英尺直径的焊锡丝，60/40 比例的焊锡同样可以使用。

良好工艺的 SMT 只需要足够的焊锡保证有效连接即可，太多的焊锡容易造成粘连，但焊锡太少又容易造成焊点不牢固或开焊，在 SMT 电路中，取消了过孔，只靠焊盘来提供足够强度的机械连接，因此，PCA 必须保持干净以获得足够的强度的连接，如果焊盘发生氧化

会造成焊锡聚集在元件表面而造成虚焊。

5-3. 错误代码

在复位时，Fluke45 的软件试图在加电时自检并对 ROM、RAM、显示、EEROM 和测量硬件进行初始化，自检失败会通过第二显示显示“error”和在主显示显示错误代码（1-9）来提醒用户注意。

一些错误代码也许永远不会出现，当然，错误代码 4 和 5 会造成不显示，也就无法通过正常显示模式来表现。

键盘扫描线（A2U6，SWR1-5），同样也用来做状态指示，可以作为查询错误信息的最后手段，软件将 SWR1（A1U6-21）设置为低电平表明处理器、ROM 和 ROM 译码电路的基本操作正常，如果 ROM 检查正常则将 SWR2（A1U6-22）置为低电平，如果外部 RAM（A1U10）检查正常则将 SWR3（A1U6-23）置为低电平，如果内部 RAM（A1U6）检查正常则将 SWR4（A1U6-24）置为低电平，如果显示正常则将 SWR5（A1U6-25）置为低电平。

表 5-1 为错误代码的详细描述。

注意

每个错误代码显示 2 秒，在此期间按下任意键将终止错误代码显示。

表5-1.错误代码

代码.	意义
1	ROM测试未通过
2	外部RAM测试未通过
3	内部RAM测试未通过
4	显示自检未通过
5	显示损坏
6	数表EEROM配置错误
7	EEROM校准数据错误 (同时显示"UNCAL")
8	A/D 芯片损坏
9	测量自检未通过
请参考本章后部的故障现象	
Error 1	ROM (A1U8) checksum match failed. All the bytes in the ROM (including a checksum byte) are summed
Error 2	External RAM (A1U10) check failed.
Error 3	Internal RAM (A1U6) check failed. Complementary patterns are alternately written and read from each RAM location for both external RAM and the 256 bytes internal to the 6303Y Main Processor (A1U6). If the pattern read from any RAM location is not the same as the pattern written, the test fails.
Error 4	Display self-check failed
Error 5	Display dead. The display processor automatically performs a self-check on power-up, and the Main Processor attempts to read the result of this test.
Error 6	EEROM (A1U5) meter configuration corrupted or EEROM not initialized. At power up, A1U6 reads CRC from EEROM (A1U5) location, then reads configuration data from another location in EEROM, calculates an algorithm to compare to the CRC. If an error is determined, the meter configuration is set to factory default and Error 6 is displayed.
Error 7	EEROM (A1U5) calibration data corrupted. The EEROM is divided into two storage areas: If the meter configuration check finds an error, the meter configuration is set to factory If the parity check or the calibration data checksum finds an error, the front panel UNCAL <i>Note</i> <i>Errors 6 and 7 should always appear the first time a meter is powered up with a</i>
Error 8	Analog Measurement Processor (A1U1) dead.
Error 9	Measurement self-check failed. The Analog Measurement Processor is programmed to do self test measurements. If the Analog Measurement Processor does not respond, it is considered dead.

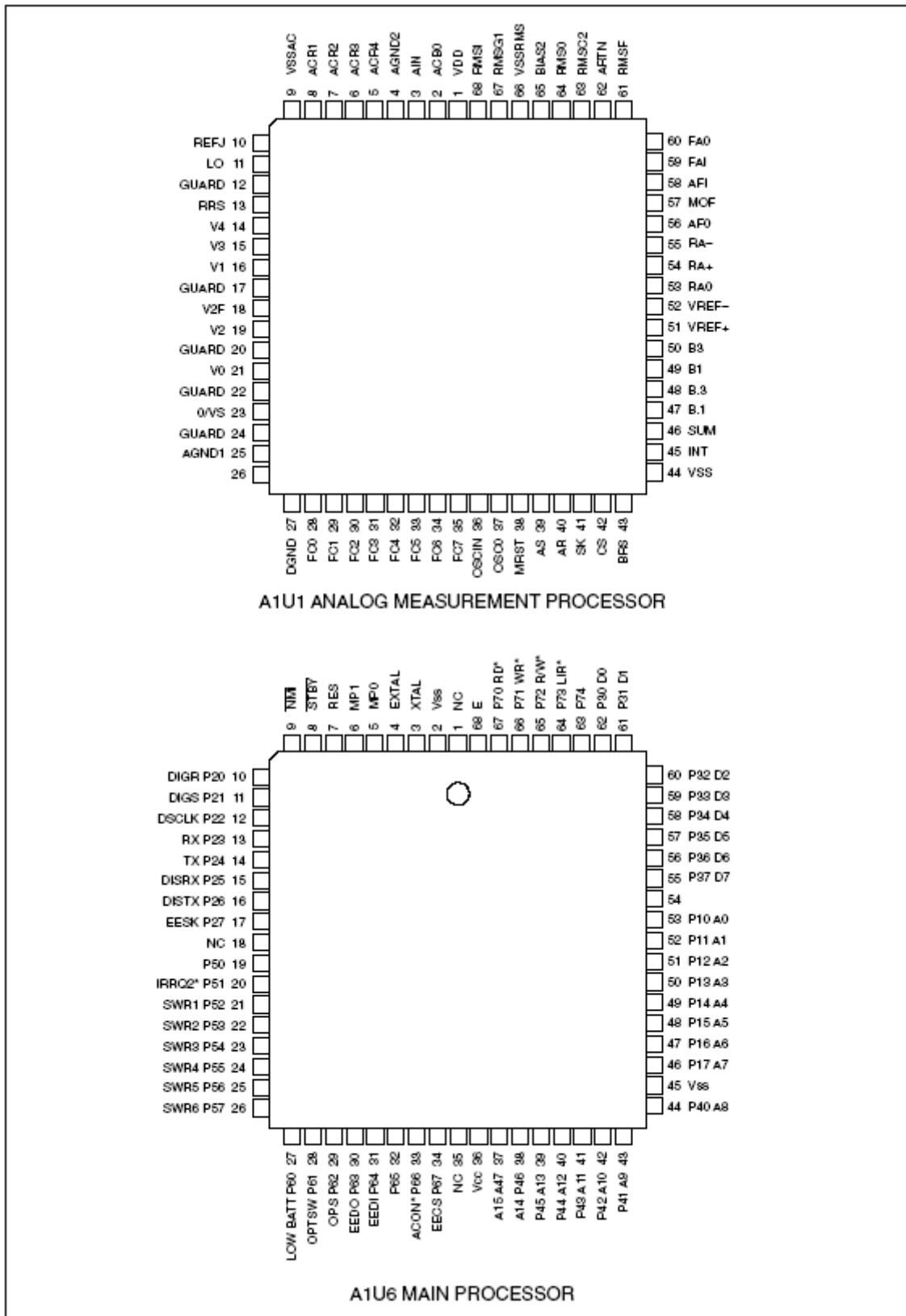


图 5-1.测试点位置

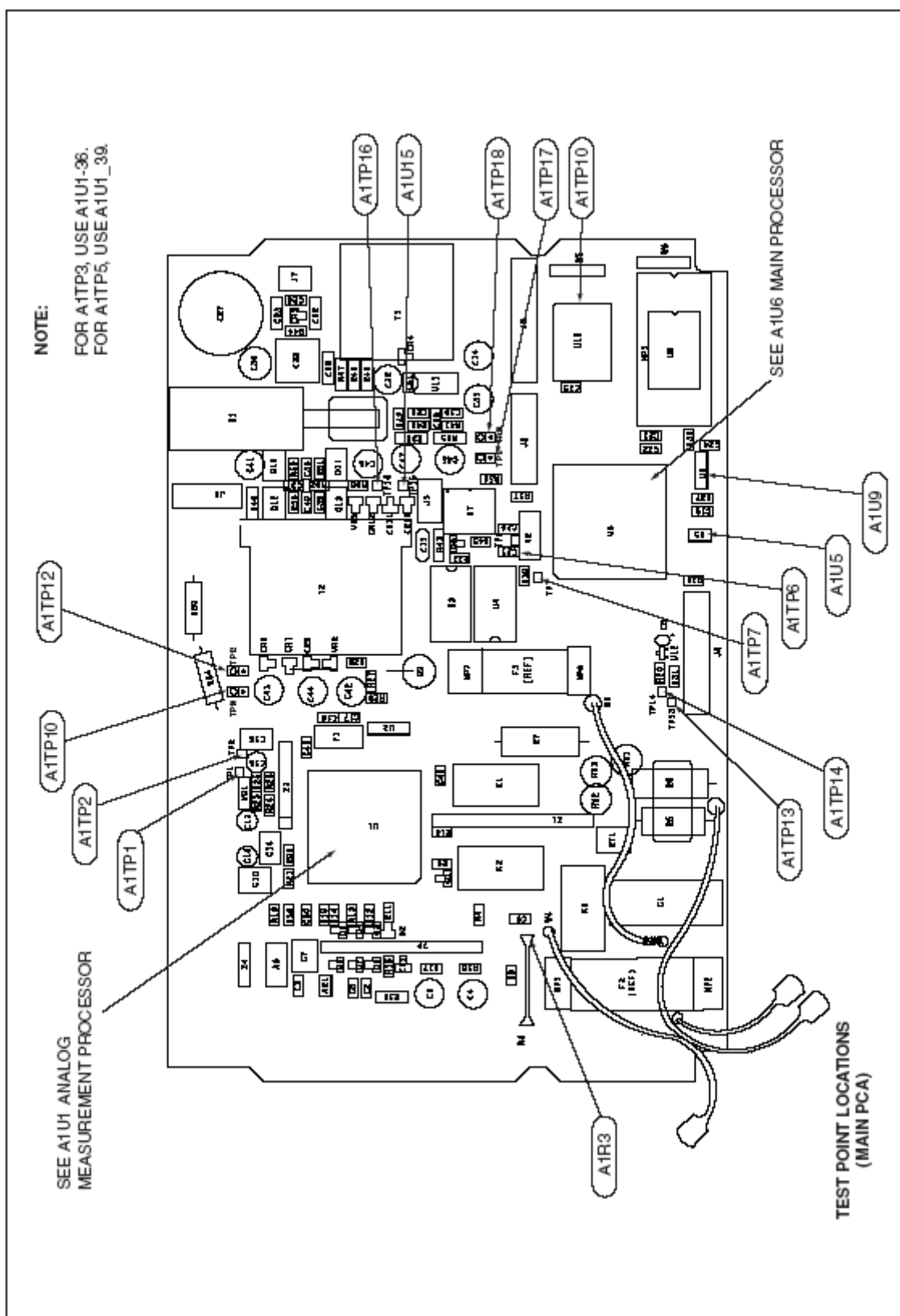


图 5-1.测试点位置 (续)

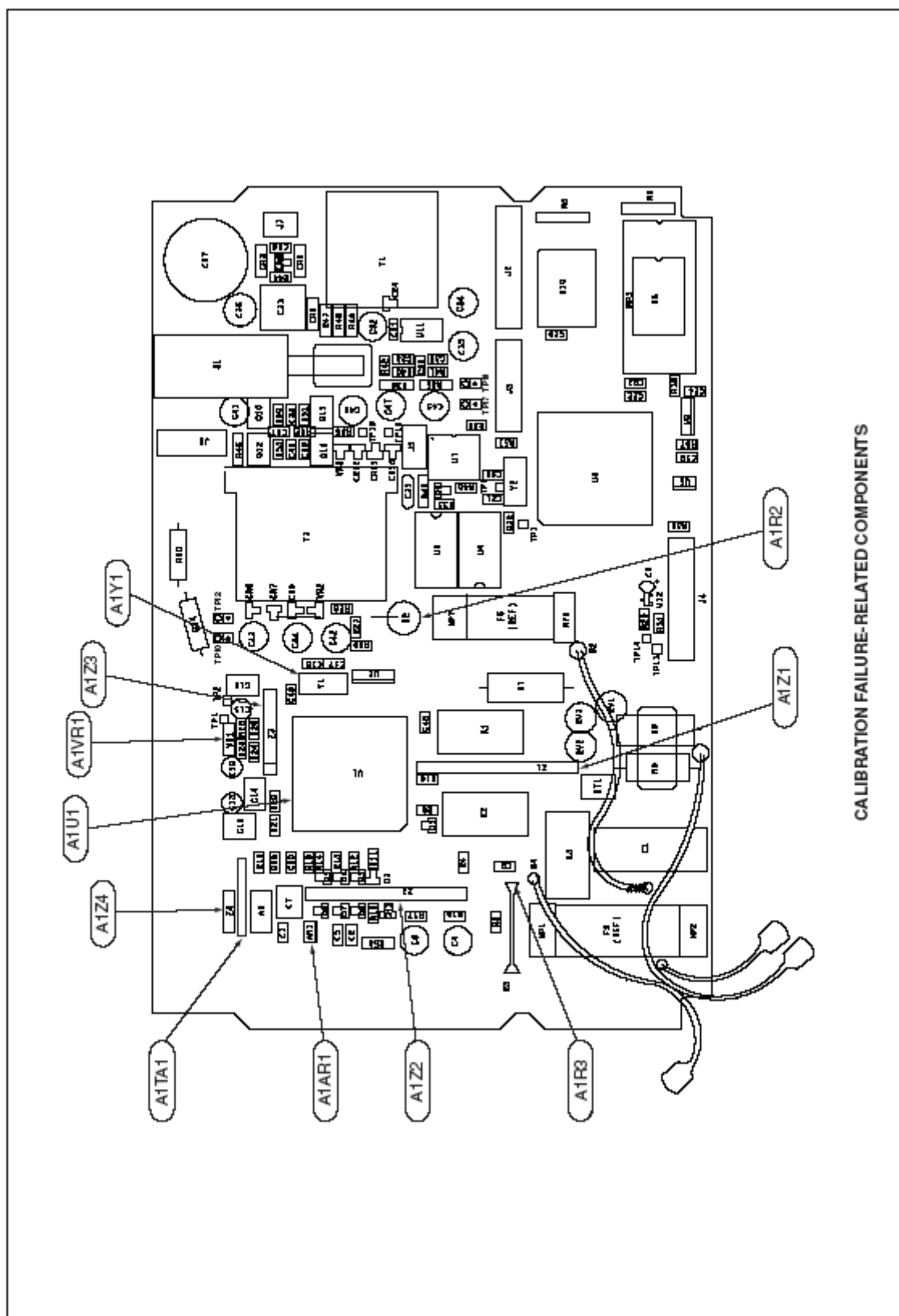


图 5-1.测试点位置（续）

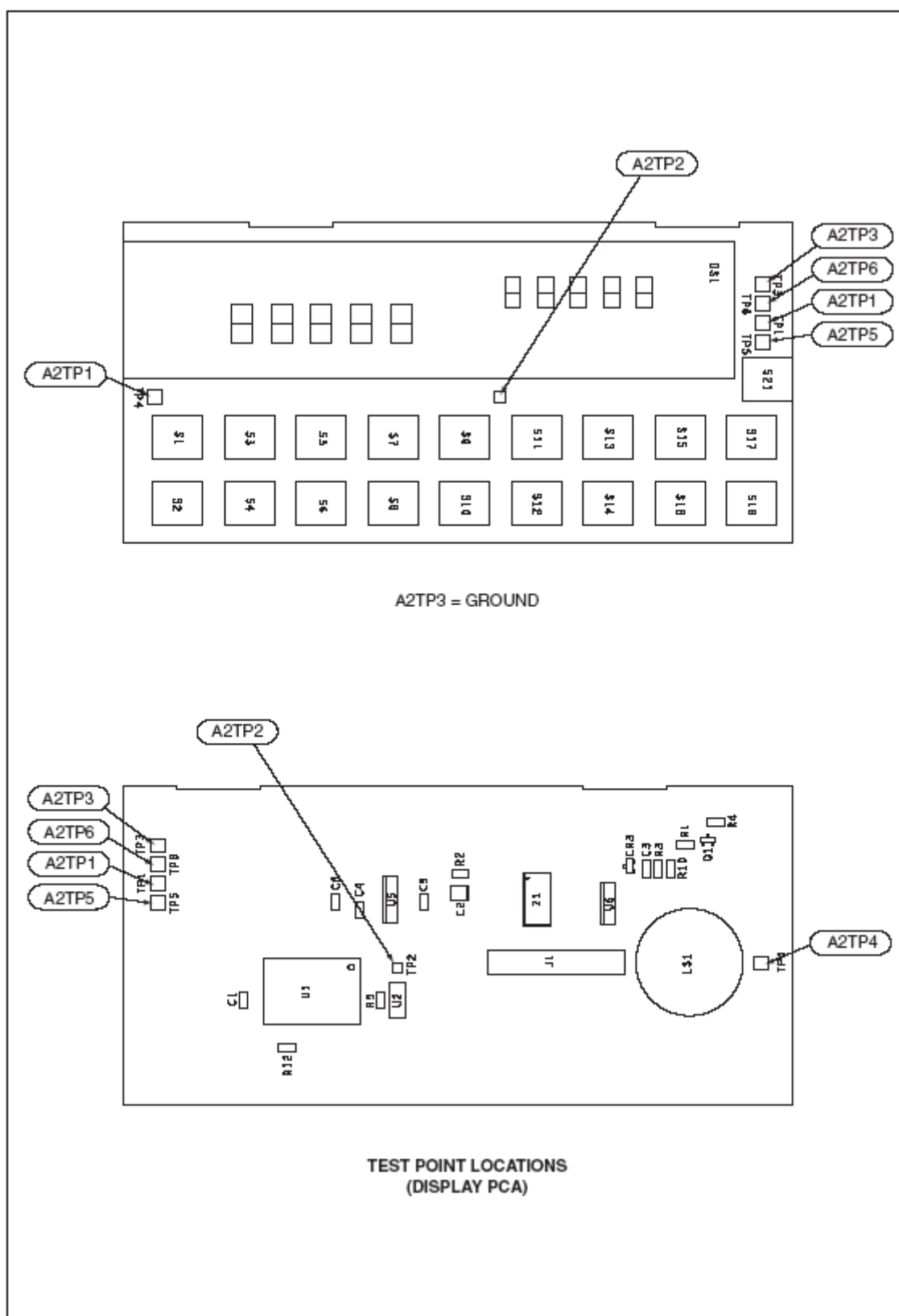


图 5-1.测试点位置（续）

5-4. 一般故障排除

通过自我诊断程序 Fluke45 可以将对一些故障进行代码判断并隔离，但是这些特性有限制而且不提供深度故障诊断工具。

Fluke45 采用了半模块化设计，因此一些问题在故障诊断的第一步就可以被发现，从主 PCA 上断开电池选件的电缆、在 IEEE-488 接口选件的 PCA 断开 P2 和 P3 电缆，如果这些工作导致了数表出错请参考第七和第八章的故障信息。

电源测量有助于进一步隔离问题，参考表 5-2 和图 5-1 的测试点进行检测，如果电源部分值得怀疑，断开主 PCA 上的显示 PCA 跳线 J4，如果问题解决，请参考本章中显示组件故障排除来操作，否则参考电源故障排除。

如果电源表现正常，检查 E 以决定到底是主 PCA 还是显示 PCA 引起的故障，正常的显示取决于 E 时钟信号，该信号出现问题会导致缺笔划、某一位显示过亮、显示抖动或空显示现象的发生。

用一台示波器来检查微处理器 A1U6 第 68 脚上的 E 时钟，该信号是一个幅度为 5V 的 921.6kHz 的方波。

- 如果该信号正常，问题可能发生在显示 PCA 上，请参考本章中显示组件故障排除来操作。
- 如果 E 时钟并非 921.6kHz 的方波，通过断开显示 PCA 的 J4 跳线可以将主 PCA 的数字部分隔离出来，然后再次检查 E 时钟，并参考数字电路故障排除或者本章节中的其它部分进一步查找故障。

5-5. 电源故障排除

5-6. Raw 直流电源

在数表关机的情况下（但是电源线仍然连接），检查地线和 A1CR2 或 A1CR3 负极之间的电压，此电压值在交流供电的情况下在 16V 左右，如果有必要，检查变压器次级线圈的电压应在交流 24V 左右。

打开数表电源，检查来自 A1U11 第 8 脚到地之间的电压应在 19V，当开关电源工作正常时该电压比 RAW 电源电压高 5V 左右，控制 IC，A1U11 在电源电压约 2.5V 时开始工作。

表5-2. 电源

电源名称	测量		供电范围
	From:	To:	
主PCA (In-Guard Circuits)			
VDD	A1TP10	COM, A1R2, or A1R3*	4.95 to 5.45 V dc
VSS *	A1TP12	COM, A1R2, or A1R3	-4.95 to -5.45 V dc
+VAC	+VAC	COM, A1R2, or A1R3*	4.7 to 5.35 V
-VAC	-VAC	COM, A1R2, or A1R3*	-4.7 to -5.35 V
主PCA (Out-Guard Circuits)			
VCC	A1TP18	A1TP17	4.85 to 5.35 V dc
VEE	A1TP16	A1TP17	-5.0 to -6.0 V dc
VLOAD	A1TP15	A1TP17	-28.5 to -32.0 V dc
显示 PCA (Out-Guard Circuits)			
VCC	A2U1-21	A2TP3 or A2U1-42	4.85 to 5.35 V dc
VEE	A2U1-4	A2TP3 or A2U1-42	-5.0 to -6.0 V dc
VLOAD	A2U1-5	A2TP3 or A2U1-42	-28.5 to -32.0 V

5-7. 5V 开关电源

用一台示波器来对 5V 开关电源的故障进行定位，检查 A1U11 的第 6 脚（开关晶体管的集电极）或 A1T1 的第 2 脚波形，以确定 5V 开关电源的负载情况。

- 正常负载：

当电源电压为 220V 时负载波形为周期 20 到 25 μ s，导通（低电平）占空比为 0.35、幅度为 15V p-p 的方波。当占空比发生变化以补偿 RAW 电源产生的波纹和变极器的开关脉冲时，波形的上升沿会发生抖动，如图 5-2 所示。

- 轻负载或无负载：

波形的关断（高电平）间隔部分有 2 到 10 个程阻尼振荡的正弦波形。

- 重负载或短路：

波形是导通率非常低的（接近 0.1）的方波。

如果没有方波信号出现，可以改变示波器的功能并检查 A1U11 的第 3 脚，用交流耦合方式进行测量，该脚波形应该是一个幅度为 0.5Vp-p，周期为 20 到 25 μ s 的锯齿波。

5V 开关电源的电流可以通过测量限流电阻（A1R47、A1R48、A1R49）的两端电压来获得，分流电阻约为 0.167 Ω ，当电源电压为 220V 时，电流传感电阻两端的压降典型值为：

- 无选件的数表：42mV；

- 加装了 IEEE-488 选件的数表：72mV；

- 加装了电池选件的数表

电源供电时：54mV；

电池供电时：43mV；

- 加装了 IEEE-488 和电池选件的数表

电源供电时：85mV；

电池供电时：43mV；

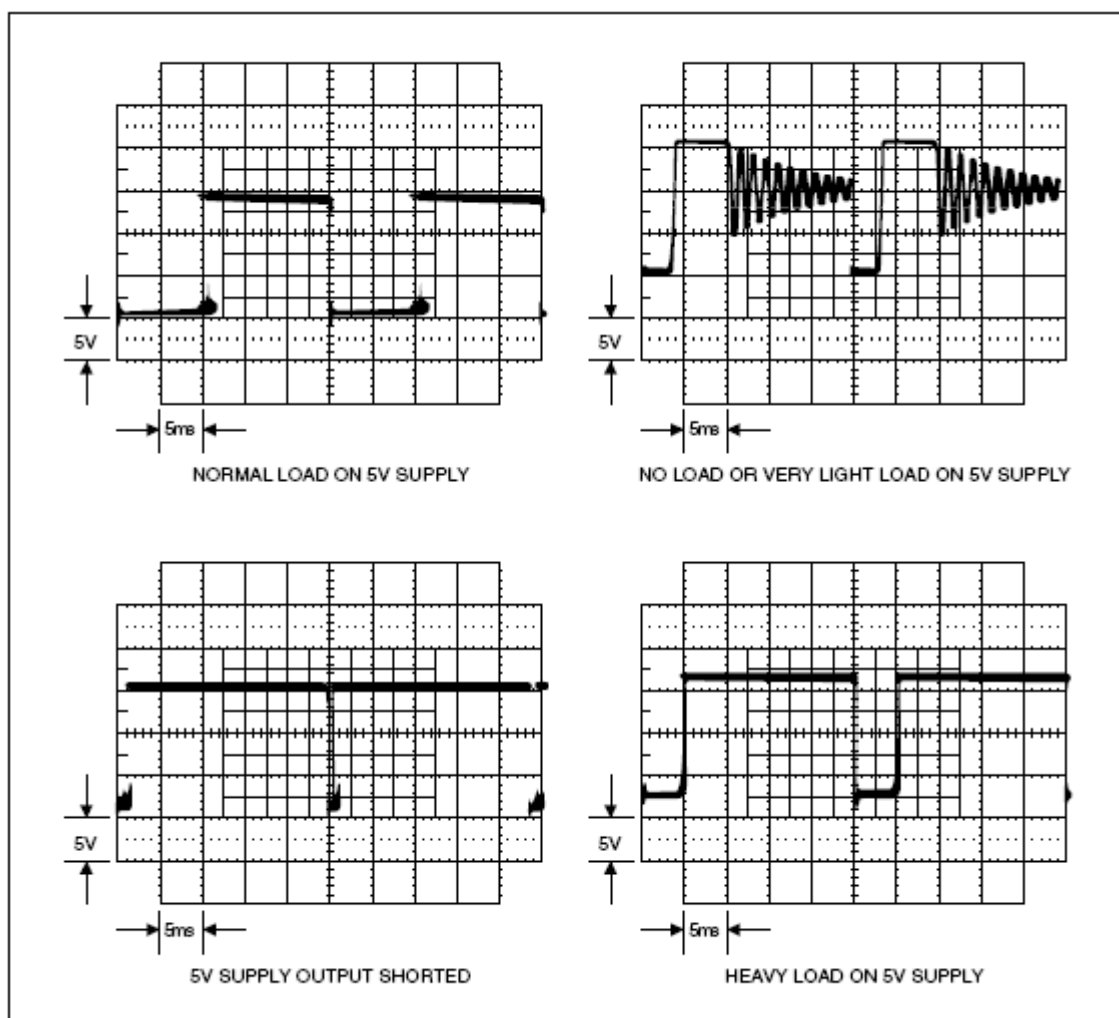


图 5-2. 5V 开关电源的负载波形

5-8. 变极器

用一台示波器来检查变极器，检查变极器（A1T2）的初级线圈电压为 9.6Vp-p（周期约为 30 到 40 μ s），如果测量时，示波器的地线与数表的参考地线相连，则方波的幅度约为

4.8Vp-p。

注意

测量变极器电压时，记得它有连个独立的地线——“out-guard ground”为‘GRD’测试点，and “in-guard ground”或“common”为‘common’测试点。

变极器的正常输入电流约 210mA，通过 A1R46 测量时约 1.05V。

5-9. 模拟部分故障

故障代码 8 或 9 都表明模拟电路部分有故障，这些错误意味着要么主处理器（A1U6）无法通信，要么模拟测量处理器（A1U1）工作不正常。

首先检查in-guard电源与公共端之间的电压：

Power	Supply	Testpoint Range
VDD	A1TP10	4.95 to 5.45 V dc
VSS	A1TP12	-4.95 to -5.45 V dc
+VAC	+VAC	+4.7 to +5.35
-VAC	-VAC	-4.7 to -5.35

无论何时前面板按键按下时，检查out-guard和in-guard之间的通信是否被激活，如果需要，重复按下一个键直到找到通信激活的证据：

A1TP8 = GROUND to VCC pulses

A1TP4 = COMMON to VDD pulses

检查in-guard与out-guard 之间的通信：

A1TP5 = VDD to 0.7 V above COMMON pulses

A1TP7 = GROUND to VCC pulses

检查晶体振荡器与COMMON之间的信号：

A1TP3 = 一个3.84 MHz的正弦波（周期260 ns）

检查综合器与COMMON之间的波形：

A1U1-45 当测量输入信号时应该是三角波

检查1.1 V基准电压：

A1TP2与A1TP1之间应该为+1.1 V

在通常情况下，检查继电器以得到驱动信号的波形和它们是否处于正确的位置。

10A电流分流器（A1R3）或mA电流分流器（A1R2）可以作为一个方便的COMMON信号测试点。

5-10. 异步测试

该测试用来检查光耦（A1U3 和 A1U4）和模拟测量处理器（A1U1）的 UART 电路，主处理器（A1U6）首先发送暂停信号（5V，逻辑高电平）到 A1U1，然后等待来自模拟测量处理器的暂停响应，当这一过程发生后，A1U6 命令 A1U1 消除暂停信号的响应。

要初始化 UART 测试，按下并保持 **RATE** 按键 3 秒钟，如果测试通过，“PASS”将在第二显示区出现，如果测试失败，则在第二显示区出现“FAIL”。该测试重复进行，每次将使“PASS”或“FAIL”发生一次更新，这样就能够用示波器捕获通过光耦（A1U3 和 A1U4）的矩形波。

要退出 UART 测试，只要关闭数表电源，等待 3 秒，然后再打开数表电源开关即可。

5-11. 直流电压故障

将数表量程设置为 300mV 或 3V，施加一个输入信号，然后按照表 5-3 中的描述来跟踪这个信号。

5-12. 交流电压故障

将数表量程设置为交流 300mV，施加一个输入信号，然后按照表 5-4 中的描述来跟踪这个信号

5-13. 电阻故障

通过一个具有高输入阻抗的数表来测量每个电阻量程的开路电压，如果手边没有附和要求的数表，以下检查只能进行到 30k Ω 以下量程。

量程	电压:
300 Ω	3 V
3 k Ω	1.3 V
30 k Ω	1.3 V
300 k Ω	1.3 V
3 M Ω	1.3 V
30 M Ω	3 V
300 M Ω	3 V

如果这些测试有未通过项目，那么元件A1R5、A1RT1、A1K2、A1Q1、A1Z1和A1U1值得怀疑。

接下来在以下点检查信号通路：W1、A1U1-23（OVS）、A1U1-58（AFI）和A1U1-56（AFO），相关元件为A1R6、A1R7、A1K1和A1U1。

表5-3. 直流电压故障排除

检查点	描述	可能出现的故障的元件
A1U1-23 (OVS)	输入信号	A1W1, A1R6, A1R7, A1K1
A1U1-58 (AFI)	输入信号，动态滤波器输入	A1U1
A1U1-56 (AFO)	输入信号，动态滤波器输出	A1U1
A/D low path	检查A1U1-13、RRS和 COMMON之间的通断	A1R9, A1K2

表 5-4.交流电压故障排除

检查点	描述	可能出现的故障的元件
A1Z2-1	输入信号	A1R5, A1R5, A1C1, A1K3
A1U1-2 (ACBO)	放大器输入(输入 x 2.5)	A1U1, A1R11-A1R14, A1Q2-A1Q8, A1Z2, A1AR1, A1C7, A1R16, A1R17
A1U1-68 (RMSI)	放大器输入	A1U1
A6U1-14	放大器输入	A6U1
A1Z4-2	等价直流放大器输入	A6U1
A1U1-61 (RMSF)	等价直流原始输入	A1Z4, A1R19, A1C10

5-14. 数字部分故障

上电时，如果显示器不亮或者发生故障，参照以下的步骤来查找故障。

首先检查 SWR1 (A1U6-21) 状态，如果状态线低于 0.8V，基本处理操作是正常的，分别检查 SWR2 到 SWR5 (A1U6-22 到 25) 可以表明出错前的软件进程，如果 SWR1 的状态并非低于 0.8V，问题可能出在 6303Y 主处理器 (A1U6)、ROM 或 RAM 译码电路 (A1U9)、ROM (A1U8)、RAM (A1U10) 或连接这些部分的地址/数据线。

注意

SWR1 到 SWR5 作为上电状态线其状态只能保持 2 到 3 秒，在键盘扫描器开始工作前这些功能状态将消失，非常困难的情况下也需要用一台带触发功能的示波器在 SWR1 的下降沿检查 SWR2 到 SWR5 的状态。

要确定 6303Y 主处理器 (A1U6) 是否正常，首先检查第 68 脚的 E 时钟，正常情况下 E 时钟是一个周期为 1.628 μ s、占空比 67% 的矩形波。

如果处理器能够从 ROM 获取指令，那么通过软件可以完成处理器的初始化，同时 E 时钟变成一个周期为 1.085 μ s 的方波，初始化几乎是在数表工作中瞬间完成的，因此 E 时钟可以作为软件开始执行的标志。

如果 E 时钟仍然保持 1.628 μ s 的矩形波不变，可能是 SWR2 (A1U6-22) 键盘扫描线发生了短路，短路会导致主处理器在复位后进入中断状态，可以检查 6303Y 主处理器是否正在尝试对 ROM 进行读取；LIR* (64 脚) 应该在复位后发生短暂的跳变，该问题属于处理器的外部故障。

处理器可以通过执行指令来停止自己的运行和 E 时钟的产生，因此，68 脚没有信号并不意味着 A1U6 或 A1Y2 损坏了，如果一些其它故障妨碍了 ROM 的读取，处理器因此会进入

休眠状态，这一点可以通过在第 7 脚上的 RESET*跳变为高电平时检查第 68 脚瞬间有矩形波来验证，如果该波形出现则表明 A1U6 和 A1Y2 工作正常。

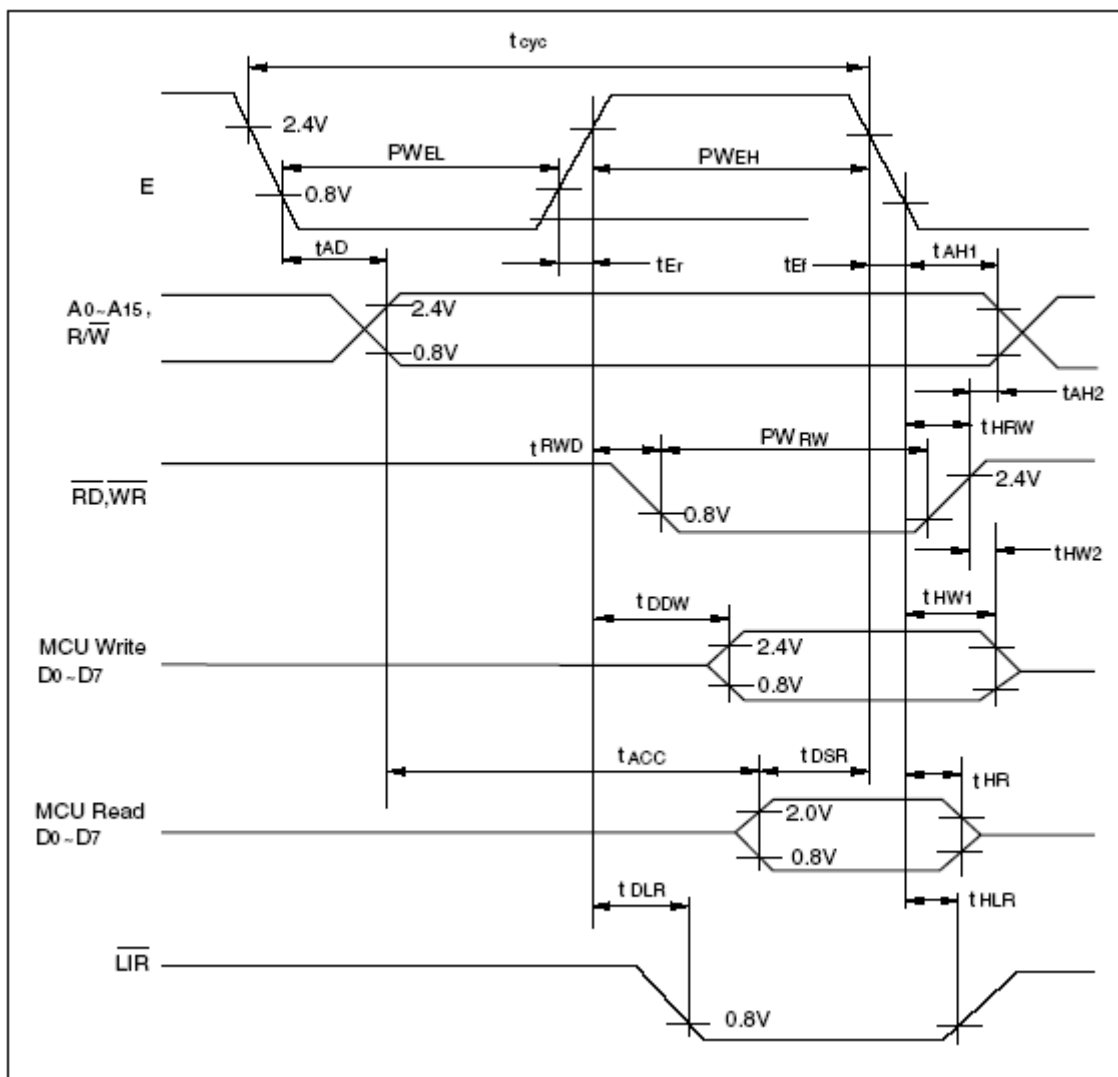


图 5-3.主处理器时序图

检查 ROM 译码电路，当 LIR*发生低电平跳变时，作为响应 A1U9-6 应检查到低电平的跳变。当 LIR*为低电平时第 6 脚必须也是低电平，参见表 5-3，该信号同样应该能在 ROM 芯片的片选 (A1U8-20) 上检测到，如果能够检测到 ROM 芯片片选信号，问题可能出在 ROM 本身或者在连接 6303Y 主处理器 (A1U6)、ROM 或 RAM 译码电路 (A1U9)、ROM (A1U8)、RAM (A1U10) 的地址/数据线有问题。

如果 SWR1 (A1U6-21) 和 SWR2 (A1U6-22) 跳变到低电平，但是 SWR3 (A1U6-23) 仍然保持高电平，则故障发生在 RAM 译码电路 (A1U9)、外部 RAM (A1U10) 或 6303Y 主处理器与 RAM 之间的地址/数据/控制线上。

检查 RAM 译码电路时，当 WR^* (A1U6-66) 发生低电平跳变时，作为响应 A1U9-8 应检查到低电平的跳变。由于该信号非常短暂，因此检查时需要反复启动数表，确保该信号在 A1U9-8、RAM 片选信号端和 A1U10-20 都能检测到该信号，如果能够检测到 RAM 片选信号，则问题可能发生在 RAM 本身，或者发生在 6303Y 主处理器与外部 RAM 之间的地址、数据、 RD^* 或 WR^* 等信号线上。

图 5-3 表明 6303Y 主处理器上 LIR^* 和 WR^* 与系统时钟 (E) 和地址线 A0~A15 之间的时序关系。地址线上的 ROM 和 RAM 芯片片选有效信号是图中的低电平区域。

5-15. 显示组件故障

接下来的讨论对于确定显示组件故障非常有帮助，要做出最初的判断并不容易，因为也许是对显示器不正确的操作才导致了硬件或软件出现问题，参考本章前面的一般故障排除来对显示组件的故障进行定位，下面的讨论适合在显示组件发生已知故障时软件的操作，在排除故障时可以借助显示电缆 (PN877952)。

图 5-4 是主处理器和显示控制器之间的通信时序图。

显示控制器通过读取 $DTEST^*$ 和 LTE^* 的状态来决定如何对显示内存进行初始化， $DTEST^*$ 和 LTE^* 默认逻辑分别为 1 和 0，可以使显示笔划完成初始化， $DTEST^*$ 连接到测试点 A2TP4， LTE^* 连接到测试点 A2TP5，通过将测试点跳接到 VCC (A2TP6) 或 GND (A2TP3) 来设置显示初始化模式，显示测试模式#1 和#2 混合了 ‘on’ 和 ‘off’ 笔划测试，提供了包括单独显示笔划在内可辨别的模式的调试手段来帮助排除故障，当选择了特殊的显示模式后，蜂鸣器也会发出响声，这样无需通过主处理器也能对蜂鸣电路进行测试，表 5-5 为可能的显示初始化方式，图 5-5 和 5-6 是分别为主、副显示的栅格与阳极排列。

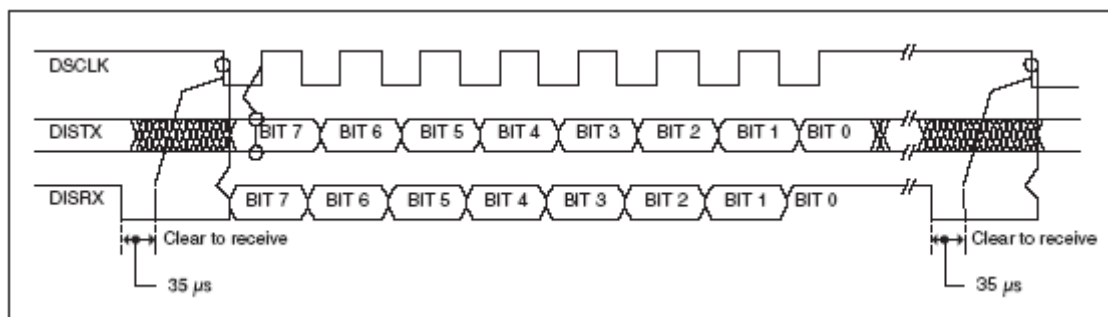


图 5-4.显示控制器与主处理之间的信号

表 5-5.显示初始化

A2TP4 Dtest*	A2TP5 LTE*	上电时显示初始化状态
1	1	所有笔划关闭
1	0	所有笔划开启 (默认)
0	1	显示测试模式#1
0	0	显示测试模式#2

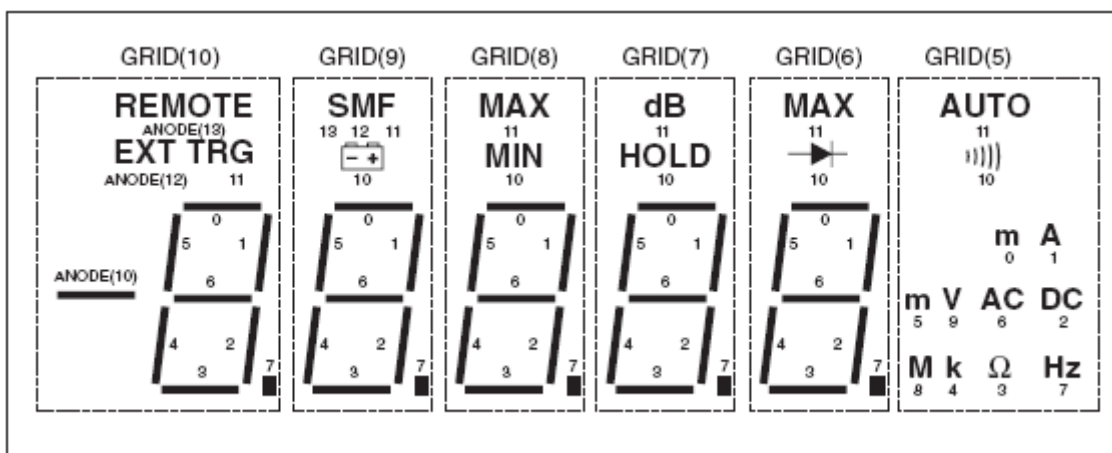


图 5-5.主显示

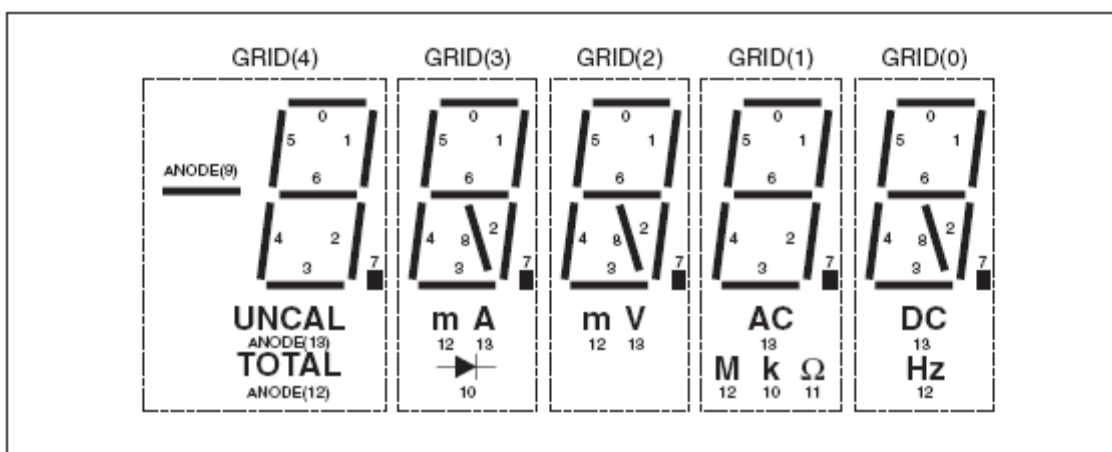


图 5-6.副（第二）显示

当 Fluke45 上电时显示完成初始化，所有的显示笔划应自动点亮，如果该过程没有出现，按照下面的步骤来查找故障：

注意

如果显示过程中，当按下前面板按键后发生问题，请直接跳到步骤9

1.在显示组件上检查相对 GND (A2TP3 或 A2U1-42) 而言的电源电压;

- VCC (A2U1-6) 4.85 到 5.35 V dc
- VEE (A2U1-19) -5.0 到 -6.0 V dc
- VLOAD (A2U1-18) -28.5 到 -32.0 V dc

2.检查灯丝驱动信号 FIL1 和 FIL2; 它们连接到每个 A2DS1 末端的最后两根插针, 该信号应该在 5.0V ac 为中心的-25V 直流电平, FIL1 和 FIL2 之间有 180 度相位差, 如果直流为基础的灯丝驱动信号不满足直流-25V 的要求, 显示笔划会处于关闭状态, 显示会有阴影 (或斑点) 效果;

注意

在检查以下项目时也许需要将看门狗禁止, 通过将 A2TP1 (A1U5-3, A1U5-11) 跳接到 GND (A2TP3) 即可。

3.检查 A2TP2 处的时钟信号, 该信号应该为 4.19MHz (周期为 238 μs), 如果信号不是 4.19MHz, 那么有可能是陶瓷滤波器 U2 参数发生了改变;

4.检查 RESET 信号 (A2U1-1) 的状态, 该信号在复位时间结束后 (电源上电后) 发生一次低电平的跳变;

5.检查 DISRX 信号 (A2U1-39) 在 RESET 信号 (A2U1-1) 跳变为低电平后也跳变为低电平, 如果该次序并未出现, DISRX 信号为高电平时, 主处理器将暂停, 如果 DISRX 信号一直保持为高电平且并非与 VCC 间短路, 那么 A2U1 可能出现问题;

6.检查 DISTX 和 DSCLK 的有效性, 这两个信号源于主处理器, 当显示控制器接收来自主处理器的指令时, 必须有跳变;

7.在上电时如果有笔划不亮, 来自 A2U1 的栅格驱动应当与 A2DS1 连接良好, 栅格编号从 0 到 10 (显示器从左到右的次序), 当一个数位点亮 (有效) 时, 对应的栅格驱动信号 (GRID (0: 10)) 应当接近 VCC 电压 (4.85 到 5.35 V dc.), 当一个数位熄灭 (无效) 时, 对应的栅格驱动信号应当接近 VLOAD 电压 (-28.5 到 -32.0 V dc.)

8.如果几个 (或全部) 的栅格上有笔划不受控制的点亮 (或熄灭), 在 A2U1 和 A2DS1 之间的阳极驱动信号可能未连接好, 当一个阳极驱动连接到 VCC 同时一个栅格驱动信号连接到 VCC, 则对应的笔划应当点亮;

9.如果主处理器辨识前面板按键的操作比较困难, 应该检查开关扫描信号 (SWR1 到 SWR6, A1U6-21 到 A1U6-26), 在没有开关按下的情况下, 扫描线彼此之间应该保持约 20k Ω 的电阻 (通过两个连接到 VCC 上的上拉电阻), 除非有开关按下, 任何时候扫描线都不应

该直接与 GND 发生短接。

5-16. 检定失败

5-17. 简介

前面板和通过计算机接口的检定步骤在本手册的第四章中有详细介绍，通常情况下，检定失败会通过响声、‘Error’提示等方式通知用户，这些提示当输入变化范围超过期望值的15%时就会发生，一秒钟后，数表回复到检定模式中的正常操作。

在怀疑 Fluke45 发生故障前，首先应进行必要的检定。

- 检查标准源和 Fluke45 的连接，是否必要的连接都已完成；
- 检查标准源的输出，是否按照检定步骤的要求设置；
- 检查标准源是否处于操作模式，是否回复到备用状态。

如果检定设置正确，Fluke45 中的故障元件会导致检定失败，测量功能的实现有赖于模拟测量处理器（A1U1）及其周边元件的协同工作，基础直流测量功能的实现依靠齐纳基准源（A1VR1）、基准分压网络（A1Z3）和一体化电阻（A1Z3），电阻测量和高于 3V 的直流测量功能的实现依靠直流分压网络（A1Z1），交流测量功能的实现依靠交流分压网络（A1Z2）、交流缓冲器（A1AR1）和 rms 转换器（A1A1），当然还包括基础直流测量部分。

注意

Fluke45 拥有三种测量速率：慢速（Slow）、中速（Medium）和高速（Fast），两套测量量程：一套为中速（Medium）和高速（Fast）测量使用，另一套为慢速（Slow）测量使用，无论数表上电还是进入检定模式，都选用中速（Medium），在检定期间，慢速（Slow）只是在需要时才选用，而且是通过检定设置预先设置好的。

5-18. 有关检定部分

模拟测量处理器内部和周边与测量功能检定有关的元件主要有：

- Rms 转换器 A1A1
- 交流缓冲器 A1AR1
- 分流电阻 A1R2，A1R3
- 齐纳参考基准 A1VR1
- 分压网络（DC/Ohms）A1Z1
- 积分电阻，精密分压器 A1Z3
- 交流分压网络 A1Z2

● Rms 转换器网络 A1Z4

Fluke45 的校准利用了内建的功能模块，分别校准了独立组件和特定的测量功能、量程、和测量速率，校准步骤按照功能划分，从直流电压功能开始。

因此修正因子（校准常数）对部分测量功能单独发挥作用，例如，如果齐纳参考基准和分压器更换后，只需要对直流电压进行再校准，而不会影响到交流电压，表 5-6 是每个校准步骤针对的单独组件，表 5-7 提供了不同通路和相关组件的通用校准步骤。

5-19. 检定相互干扰

如果用户对校准的误差有怀疑，但是数表并未出现上述错误中的任何一项，请检查你是否遵循了以下校准准则：

- 存储的直流电压修正因子影响其它测试及功能的修正因子，如果直流电压再次被校准，则对这些测试及功能也需要进行再次校准，表 5-8 解释了这些功能间的相互关系。
- 除直流电压外的其它测试功能校准后得到的修正因子只对本功能有效。
- 当校准开始后，必须执行完所有校准步骤才能保存修正因子，如果未完成全部的校准步骤中断校准过程的，只有前一个完成全部校准过程的测试功能可以保存得到的修正因子。

5-20. 重新得到检定常数

如果用户对校准的误差有怀疑，通过计算机接口可以找回先前保存的修正因子并对其进行再次验证，该信息通过数字编号来指定，表 5-9 列出了修正因子编号，使用以下格式：

CALCONST? xx（其中xx表示修正因子编号）

除了常量 9，11，21 和 32 外，响应的格式为：

±1.XXXXXXX 或 ±0.XXXXXXXX

5-21. 更换 EEPROM A1U5

EEPROM 为数表的序列号、配置和校准信息等参数提供了一个非易失性存储环境，如果在修理时更换了 EEPROM，新的 EEPROM 必须烧写一个 7 位的序列号，该序列号可以从数表的后面板上找到，通过以下指令将序列号烧写到 EEPROM 中：

SERIAL XXXXXXXX（XXXXXXX代表7位序列号，注意：一旦输入，序列号就不能更改）

表 5-6 校准步骤和相关组件

步骤	量程	输入	相关组件
----	----	----	------

VDC			
1	100 mV	0.0000 V	A1VR1, A1Z3
2	100 mV	0.0900 V	A1VR1, A1Z3
3	100 mV	-0.0900 V	A1VR1, A1Z3
4	1000 mV	0.9000 V	A1VR1
5	100 mV	0.0900 V	A1VR1, A1Z3
6	300 mV	0.2900 V	A1VR1, A1Z3
7	3 V	2.9000 V	A1VR1, A1Z3
8	30 V	29.000 V	A1VR1, A1Z1, A1Z3
9	300 V	290.00 V	A1VR1, A1Z1, A1Z3
10	1000 V	1000.0 V	A1VR1, A1Z1, A1Z3
VAC			
11	300 mV	0.0290 V	A1A1 A1VR1, A1Z2, A1Z3, A1Z4
12	300 mV	0.2900 V	A1A1 A1VR1, A1Z2, A1Z3, A1Z4
13	3 V	0.2900 V	A1A1 A1VR1, A1Z2, A1Z3, A1Z4
14	3 V	2.9000 V	A1A1 A1VR1, A1Z2, A1Z3, A1Z4
15	30 V	29.000 V	A1A1 A1VR1, A1Z2, A1Z3, A1Z4
16	300 V	290.00 V	A1A1 A1Z1, A1Z2, A1Z3, A1Z4
17	750 V	750.00 V	A1A1 A1Z1, A1Z2, A1Z3, A1Z4
DC mA			
18	30 mA	29.000 mA	A1R2, A1VR1, A1Z3, A1F1
19	100 mA	100.00 mA	A1R2, A1VR1, A1Z3, A1F1
AC mA			
20	30 mA	29.000 mA	A1A1, A1R2, A1VR1, A1Z2, A1Z3, A1Z4, A1F1
21	100 mA	100.00 mA	A1A1, A1R2, A1VR1, A1Z2, A1Z3, A1Z4, A1F1
DC A			
22	10 A	10.000 A	A1R3, A1VR1, A1Z3, A1F2
AC A			
23	10 A	2.0000 A	A1A1, A1R3, A1Z4, A1F2
24	10 A	10.000 A	A1A1, A1R3, A1VR1, A1Z3, A1Z4, A1F2
Ohms			
25	300 Ω	190.00 Ω	A1Z1, A1Z3
26	3 k Ω	1.9000 k Ω	A1Z1, A1Z3
27	30 k Ω	19.000 k Ω	A1Z1, A1Z3
28	300 k Ω	190.00 k Ω	A1Z1, A1Z3
29	3 M Ω	1.9000 M Ω	A1Z1, A1Z3
Continuity/Hysteresis Threshold			
30		0.000 mV	A1U1
31		20.00 mV	A1U1
Frequency			
32		2.000 V p-p 10 kHz	A1Y1

表 5-7 组件唯一的校准步骤

	相关的组件 (主电路板)
--	--------------

校准步骤	A1A1	A1AR1	A1R2	A1R3	A1U1	A1VR1	A1Y1	A1Z1	A1Z2	A1Z3	A1Z4
VDC											
1					x						
2						x		x			
3						x		x			
4						x		x			
5						x		x			
6						x		x			
7						x		x			
8						x		x		x	
9						x		x		x	
10						x		x		x	
VAC											
11	x					x			x	x	x
12	x					x			x	x	x
13	x					x			x	x	x
14	x					x			x	x	x
15	x					x			x	x	x
16	x					x			x	x	x
17	x					x			x	x	x
DC mA											
18			x			x				x	
19			x			x				x	
AC mA											
20	x		x			x			x	x	x
21	x		x			x			x	x	x
DC A											
22				x		x				x	
AC A											
23	x			x		x				x	x
24	x			x		x				x	x
OHMS											
25								x		x	
26								x		x	
27								x		x	
28								x		x	
29								x		x	
Continuity/Hysteresis Threshold											
30					x						
31					x						
Frequency											
32								x			

表 5-8 校准级别

校准类型	优先校准
------	------

DC Volts	none
AC Volts	DC Volts
DC Amps	DC Volts
AC Amps	DC Volts
Ohms	DC Volts
Continuity/Hysteresis Threshold	none
Frequency	Continuity/Hysteresis Threshold

表 5-9 校准修正因子

Calconst ?	有效范围	描述
1	0.97025 to 1.03775	VDC, range 1
2	0.97025 to 1.03775	VDC, range 2
3	0.97267 to 1.04554	VDC, range 3
4	0.96782 to 1.04035	VDC, range 4
5	0.96792 to 1.04045	VDC, range 5
6	0.9975 to 1.0025	100 mV gain
7	0.9975 to 1.0025	320 mV gain
8	0.9975 to 1.0025	3.2 V gain
9	-100 to 100	VAC offset, range 1
10	0.9725 to 1.0275	VAC, range 1
11	-100 to 100	VAC offset, ranges 2 through 4
12	0.9725 to 1.0275	VAC, range 2
13	0.9725 to 1.0275	VAC, range 3
14	0.9725 to 1.0275	VAC, range 4
15	0.9725 to 1.0275	VAC, range 5
16	0.9500 to 1.0500	ADC, range 1
17	0.9500 to 1.0500	ADC, range 2
18	0.9500 to 1.0500	ADC, range 3
19	0.9225 to 1.0775	AAC, range 1
20	0.9225 to 1.0775	AAC, range 2
21	-100 to 100	AAC offset, range 3
22	0.9225 to 1.0775	AAC, range 3
23	0.9990 to 1.0090	OHMS, range 1
24	1.0000 to 1.0100	OHMS, range 2
25	1.0040 to 1.0140	OHMS, range 3
26	0.9990 to 1.0090	OHMS, range 4
27	0.9990 to 1.0090	OHMS, range 5
28	0.9990 to 1.0090	OHMS, range 6
29	0.9886 to 1.0035	Slow Siemens
30	0.9910 to 1.0010	Medium and Fast Siemens
31	0.9999 to 1.0001	Frequency calibration
32	-10.0 to 10.0	Slow offset
33	1.0000 to 1.0006	Slow negative gain

第六章

可更换部件列表

	标题	页码
6-1.	简介	6-1
6-2.	如何得到部件	6-1
6-3.	如何与Fluke联系	6-1
6-4.	手册状况	6-2
6-5.	新仪器	6-2
6-6.	部件	6-2

6-1. 简介

本章包括FLUKE 45双显多用表可更换部件的插图，组装部分的列表，以字母排列为序，每个组件都包含一张插图来表明其位置，以下信息（The parts lists give the following information:）

- 参考指定者（Reference designator）
- 容易受到静电损坏的部分
- 描述
- Fluke公司的仓储号
- 总数量
- 特殊提示

注意

***表明容易受静电损坏的部件**

6-2. 如何得到部件

电路组件可以直接从制造商那里订货，或者通过 Fluke 公司和它的授权代理处获得。

零件价格信息可以通过Fluke公司或授权代理处获得，同样也可以通过Fluke Replacement Parts Catalog 查询。

在获得零件后，跟换或更新时，可以做必要的安装注释。

为了确保获得正确的部件，在订货时你应该加上以下信息：

- 设备型号和序列号
- 部件编号及版本
- 参考指定者
- Fluke仓储编号
- 描述（在描述一栏）
- 数量

6-3. 如何与Fluke联系

访问Fluke公司的网站 www.fluke.com或拨打以下任何一部电话：

USA and Canada: 1-888-99-FLUKE (1-888-993-5853)

Europe: +31 402-675-200

Japan: +81-3-3434-0181

Singapore: +65-738-5655

Anywhere in the world: +1-425-446-5500

6-4. 手册状况

手册状况信息如表 6-1 所示，详细说明了修订后的组件

表 6-1 手册状况

参考选件编号	组件名称	Fluke 内部编号	PCA 修订级别
A1	Main PCA	814137	AB
A1A1	True Rms PCA	848200	H
A2	Display PCA	609179	A
-01	Battery PCA	825885	A
-05	IEEE-488 Interface PCA	814152	B

6-5. 新仪器

改变或改进将影响到电路板上标注的版本信息，这些改变将补充在手册中

6-6. 部件

下面详细列出了 Fluke45 的部件

表 6-2 最终的组件

参考指定者		描述	Fluke 仓	总数量	备注
A	1	* MAIN PCA	814137	1	
A	2	* DISPLAY PCA	609179	1	
F	1	FUSE, 5X20MM, .500A, 250V, FAST	838151	1	
F	2	FUSE, .406X1.5, FAST, 11A, 1000V, FAST	943118	1	
F	3, 4	FUSE, 5X20MM, 0.125A, 250V, SLOW	822254	2	
F	5	FUSE, 0.44 A, 1000V, FAST	943121	1	
H	1, 2	CONN ACC, D-SUB, FEMALE SCREWLOCK, .250	844704	2	
H	3	NUT, EXT LOCK, STL, 6-32, .344OD	152819	1	
H	4-7, 14	SCREW, FHU, P, LOCK, SS, 6-32, .250	320093	5	
H	8	SCREW, PH, P, LOCK, STL, 6-32, .250	152140	1	
H	9	SCREW, PH, P, THD CUT, STL, 4-14, .500	853668	1	
H	10, 11	SCREW, TH, P, SS, 4-40, .187	721118	2	
H	12, 13	SCREW, PH, P, LOCK, MAG SS, 6-32, .500	853986	2	
H	15, 16	SCREW, FH, P, LOCK, STL, 8-32, .375	114116	2	
J	1	PWR PLUG, PANEL, 6.3A, 250V, 3 WIRE	780817	1	
J	2	PWR PLUG PART, FUSE HOLDER	780825	1	
MP	1	PAD TRANSFER, FRONT PANEL (CE)	609427	1	
MP	2	PAD TRANSFER, WINDOW	835496	1	
MP	3	ASSEMBLY, CHASSIS	784793	1	
MP	4	GROMMET, EXTRUDED, POLYETHYLENE, .085	854351	1	
MP	5	DECAL, REAR PANEL (CE)	609419	1	
MP	6	INSULATOR, TRANSFORMER	852413	1	
MP	7	SPACER, SNAP, .180 RND, NYL, .125	844845	1	
MP	8	STANDOFF, FEMALE	874748	1	
MP	9	RECEPTACLE, FUSE	824607	1	
MP	10	ROD, POWER SWITCH	784827	1	
MP	11	SHIELD, TOP	784819	1	
MP	12	SHIELD, BOTTOM	791590	1	
MP	13	CASE, OUTER	784769	1	
MP	14, 15	CASE, FOOT, BLACK	824433	2	
MP	16	BEZEL, REAR	885889	1	
MP	17	MOUNTING PLATE, HANDLE (LEFT)	857248	1	
MP	18	MOUNTING PLATE, HANDLE (RIGHT)	857243	1	
MP	19	HANDLE, PAINTED	848205	1	
MP	20	COVER, IEEE	791616	1	
MP	23	CALIBRATION SEAL	735274	1	
MP	29	TEST LEAD ASSY, TL70A	855820	1	
MP	32	LABEL, ADHES, PAPER, .4.750, 3.1875	854104	1	
MP	38	STANDOFF, MALE	874743	1	
MP	40	SCREW, PH, 4-14 312	642931	1	
S	1	SWITCH, PUSHBUTTON, DPDT, PUSH-PUSH	836361	1	
S	2	KEYPAD, ELASTOMERIC	855994	1	
T	3	TRANSF, PWR, 35W, 90-264VAC, 14.6-43VAC	609088	1	
TM	1	FLUKE 45 USER MAN, ENGLISH	855981	1	
TM	2	FLUKE 45 USER MAN, GERMAN/FRENCH	856034	1	
W	1	CABLE ASSY, RS232	848192	1	1
W	2	WIRE ASSY, GROUND	834952	1	
W	4	CABLE ASSY, FLAT, 20 COND, MICROMOD, 3 IN	831578	1	
W	5	CORD, LINE, 5-15/IEC, 3-18AWG, SVT, 7.5 FT	284174	1	
1. For 250 V order part number 769422.					

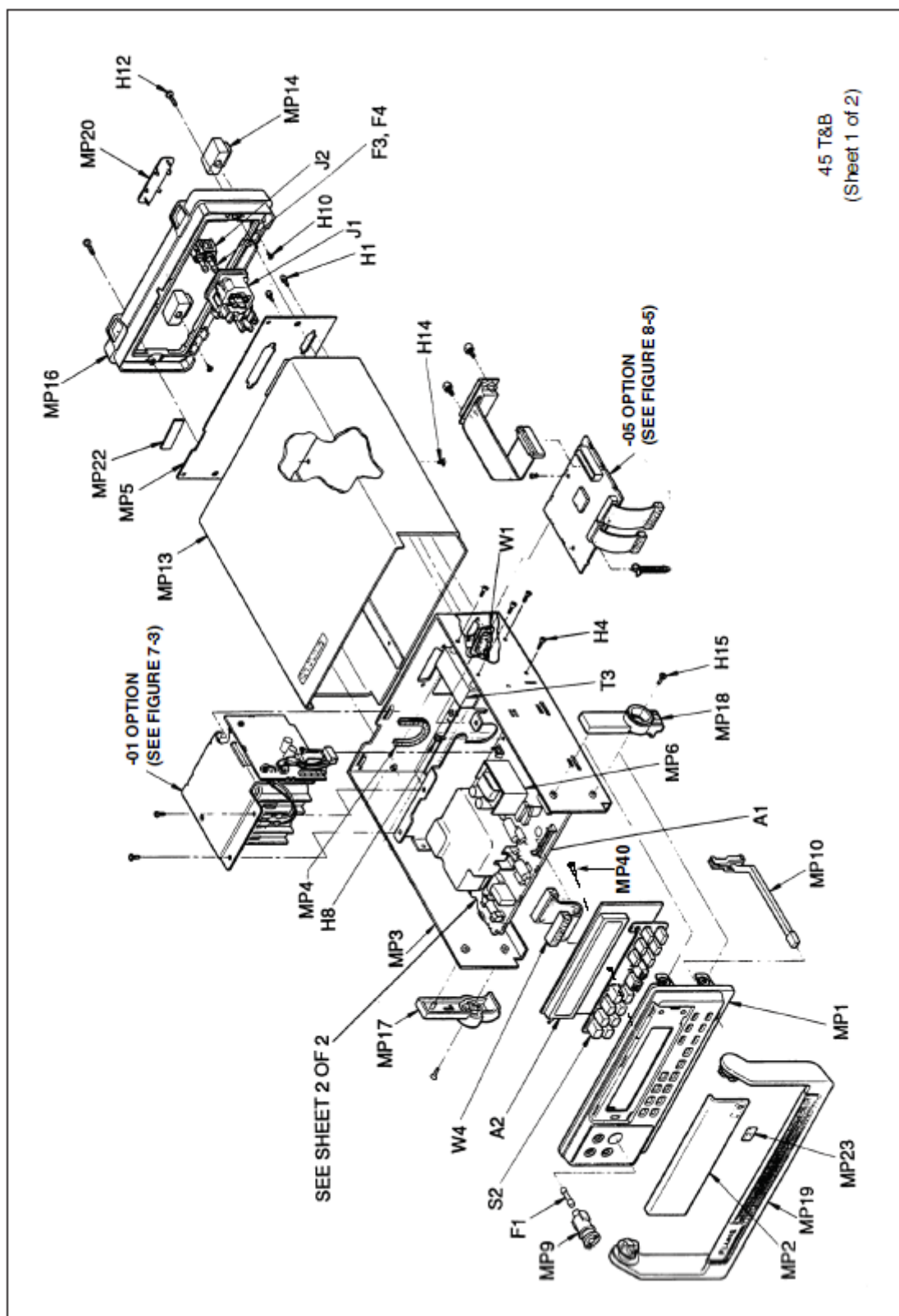


图 6-1 最终的组装

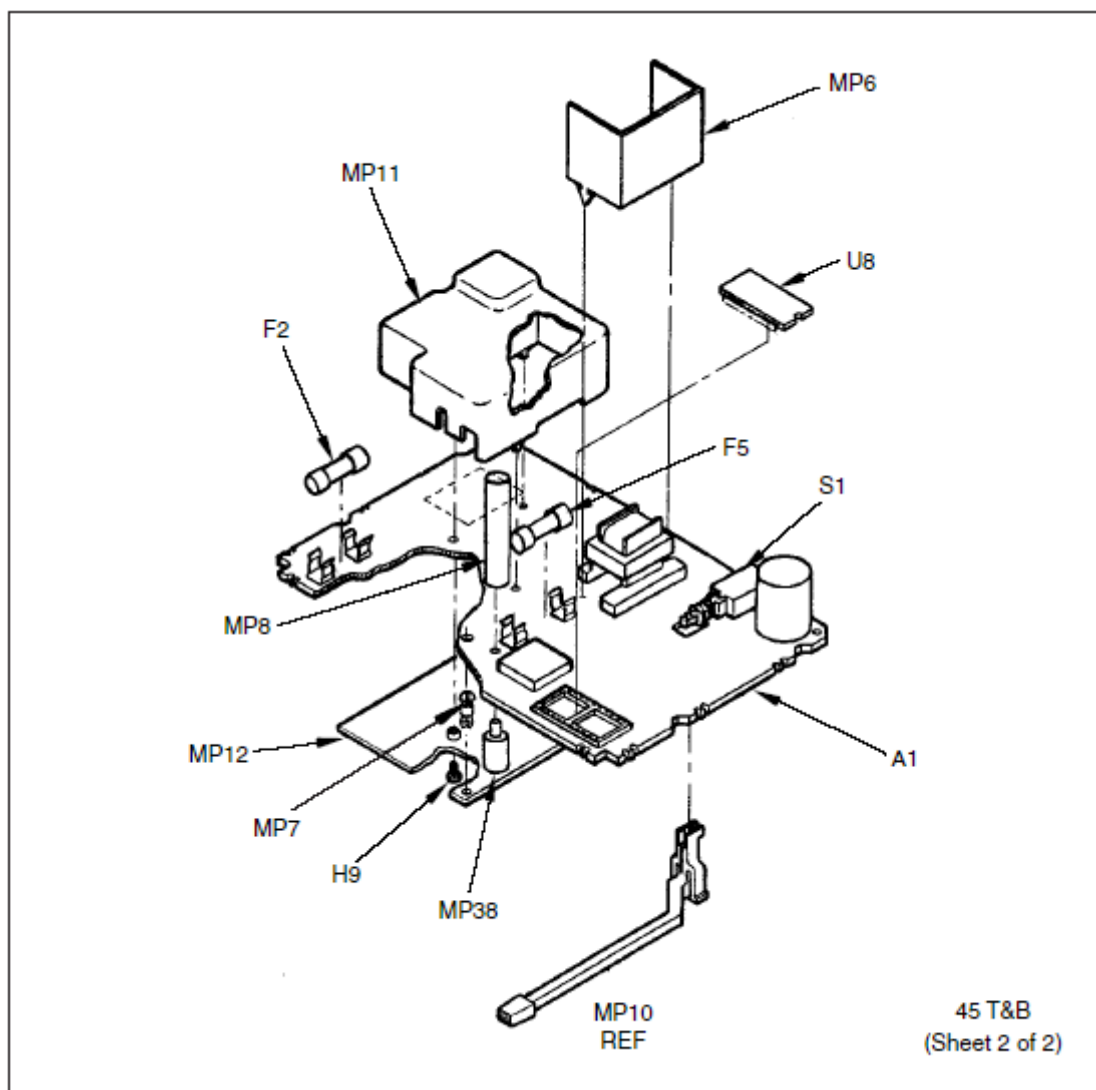


图 6-1 最终的组装（续）

表 6-3 A1 主 PCA

参考指定者		描述	Fluke仓	总数	备注
A	1	* TRUE RMS PCA	848200	1	
AR	1	* I C,OP AMP,JFET INPUT,DECOMP,SOIC	837237	1	
C	1	CAP,POLYES,0.1UF,+10%,1000V	837518	1	
C	2	CAP,CER,4.7PF,+0.25pF,50V,C0G,1206	644978	1	
C	3, 5, 9, 19,	CAP,CER,0.1UF,+10%,25V,X7R,1206	747287	10	
C	22-25, 49,				
	50				
C	17, 18	CAP,CER,4.3PF,+10%,50V,C0G,1206	844738	2	
C	4, 6, 42-44	CAP,AL,470UF,+20%,10V,SOLV PROOF	822387	5	
C	7, 10	CAP,POLYES,0.47UF,+10%,50V	697409	2	
C	8	CAP, 2.2μF	697433	1	
C	12, 13	CAP,POLYPR,0.12UF,+10%,50V	851738	2	
C	14, 16	CAP,POLYPR,0.033UF,+10%,63V	721050	2	
C	15	CAP,TA,2.2UF,+10%,35V	697433	1	
C	20, 21	CAP,CER,15PF,+10%,50V,C0G,1206	837393	2	
C	26, 37- 40	CAP,CER,0.047UF,+20%,50V,X7R,1206	782615	5	
C	27	CAP,AL,4700UF,+20%,35V,SOLV PROOF	821553	1	
C	28	CAP,CER,33PF,+10%,50V,C0G,1206	769240	1	
C	29, 30	CAP,CER,1800PF,+10%,50V,C0G,1206	769786	2	
C	31	CAP,CER,0.047UF,+10%,100V,X7R	844733	1	
C	32, 36, 47	CAP,AL,10UF,+20%,63V,SOLV PROOF	816843	3	
C	33	CAP,AL,220UF,+20%,50V,SOLV PROOF	831867	1	
C	34, 35,41,	CAP,AL,47UF,+20%,50V,SOLV PROOF	822403	4	
	46				
C	45	CAP,AL,2.2UF,+20%,50V,SOLV PROOF	769687	1	
C	48	CAP,CER,100PF,+10%,50V,C0G,1206	740571	1	
C	51	* CAP,CER,10PF,+10%,50V,C0G,1206	747311	1	
CR	1	* DIODE,SI,BV=70.0V,IO=50MA,DUAL,SOT23	742320	1	
CR	2, 3	* DIODE,SI,100 PIV,1.0 AMP	698555	2	
CR	4, 5, 10-12	* DIODE,SI,BV=75V,IO=250MA,SOT23	830489	5	
CR	6	* DIODE,SI,SCHOTTKY BARRIER,40V,1A	837732	1	
CR	7	DIODE,SI,DUAL,BV=50V,IO=100MA,SOT23	851659	1	
CR	8, 9	DIODE,SI,BV=100,IO=100MA,DUAL,SOT23	821116	2	
J	2, 4	HEADER,1 ROW,.050CTR,20 PIN	831529	2	
J	3	HEADER,1 ROW,.050CTR,14 PIN	831511	1	
J	5	HEADER,1 ROW,.100CTR,4 PIN	631184	1	
J	6	HEADER,1 ROW,.050CTR,10 PIN	831503	1	
J	7	HEADER,1 ROW,.100CTR,3 PIN	845334	1	
K	1- 3	RELAY,ARMATURE,2 FORM C,5VDC,LATCH	603001	3	
MP	1, 2	CONTACT,FUSE 15AMP	844287	2	
MP	3	SPRING,COIL,COMP,SS,.750,.240	836411	1	
MP	5	SOCKET,IC,28 PIN,DUAL WIPE,BEAM TYPE	756353	1	
MP	6	CONTACT, FUSE	659524	1	
MP	7	CONTACT, FUSE	844287	1	

表 6-3 A1 主 PCA (续)

参考指定者		描述	Fluke 仓 储号	总数 量	备注
Q	1	* TRANSISTOR,SI,NPN,SELECT IEBO,SOT-23	821637	1	
Q	2- 8	* TRANSISTOR,SI,N-JFET,SOT-23	820860	7	
Q	9	* TRANSISTOR,SI,NPN,SMALL SIGNAL,SOT-23	742676	1	
Q	10, 12	* TRANSISTOR,SI,PNP,T092	698290	2	
Q	11, 13	* TRANSISTOR,SI,NPN,SELECTED IEBO,TO-92	685404	2	
R	2	RES,WW,10,+5%,5W,30PPM	822064	1	
R	3	RES,WW,.010,+5%,1W,100PPM	820845	1	
R	4, 19, 22	* RES,CERM,200K,+5%,.125W,200PPM,1206	746743	3	
R	5	* RES,WW,3.5k,+5%,5W,20 PPM	107695	1	
R	6, 7	* RES,CERM,100K,+5%,3W	820811	2	
R	8, 16, 17	* RES,CERM,22,+5%,.125W,200PPM,1206	746230	3	
R	9,37,38, 59	* RES,CERM,10K,+5%,.125W,200PPM,1206	746610	4	
R	10	* RES,CERM,100K,+5%,.125W,200PPM,1206	740548	1	
R	11-15, 31,39,45, 55, 56	* RES,CERM,47K,+5%,.125W,200PPM,1206	746685	10	
R	18	* RES,CERM,1M,+5%,.125W,200PPM,1206	746826	1	
R	20, 27, 29	* RES,CERM,200,+5%,.125W,200PPM,1206	746339	3	
R	21	* RES,CERM,215K,+1%,.125W,100PPM,1206	836643	1	
R	23	* RES,CERM,61.9K,+1%,.125W,100PPM,1206	821330	1	
R	24	* RES,CERM,16.9K,+1%,.125W,100PPM,1206	836635	1	
R	25	* RES,CERM,13.3K,+1%,.125W,100PPM,1206	836619	1	
R	26	* RES,CERM,845,+1%,.125W,100PPM,1206	821322	1	
R	28,32	* RES.CHI,CERMET, 1K, ±5%, 1/8W	745992	2	
R	30	* RES,CF,20K,+5%, 0.25W	441477	1	
R	33	* RES,CERM,180,+5%,.125W,200PPM,1206	746321	1	
R	35	RES,CF,220K,+5%,0.25W	851837	1	
R	36	* RES,CF,1M,+5%,0.25W	649970	1	
R	40	* RES,CERM,470K,+5%,.125W,200PPM,1206	746792	1	
R	41	* RES,CERM,10.5K,+1%,.125W,100PPM,1206	851852	1	
R	42	RES,CERM,68.1K,+1%,.125W,100PPM,1206	851845	1	
R	43	RES,CF,10K,+5%,0.25W	697102	1	
R	44	* RES,CERM,5.62K,+1%,.125W,100PPM,1206	837047	1	
R	46- 49	* RES,CF,0.50,+5%,0.25W	830646	4	
R	50, 53	* RES,CERM,432,+1%,.125W,100PPM,1206	811885	2	
R	51, 52	RES,CERM,47,+5%,.125W,200PPM,1206	746263	2	
R	54,60	RES, MOX 22M,+5%,1W, 200 PPM	688887	2	
R	57	RES,CERM,910,+5%,.125W,200PPM,1206	769257	1	
R	58	RES,CF,1K,+5%,0.25W	780585	1	
RT	1	THERMISTOR,DISC,POS,1.1K,+20%,25 C	602995	1	
RV	1, 2, 3	VARISTOR,910V,+10%,1.0 MA	876193	3	

表 6-3 A1 主 PCA (续)

参考指定者		描述	Fluke 仓 储号	总数量	备注
T	1	INDUCTOR,FXD,DUAL,EE24-25,0.4MH,1.2A	817379	1	
T	2	TRANSF,INV,5VDC,30KHZ,6KV ISO,EE375	817395	1	
U	1	MERCURY/SATURN, ASSY TESTED PLASTIC	776195	1	
U	2	* IC,ARRAY,7 NPN DARLINGTON PAIRS,SOIC	821009	1	
U	3, 4	* ISOLATOR, OPTO, LED, TRANSISTOR	688314	2	
U	5	IC,NMOS,64 X 16 BIT EEPROM	822353	1	
U	6	* IC,CMOS,8-BIT MPU,1 MHZ,256 RAM,PLCC	821298	1	
U	7	* IC,CMOS,RS232 DRIVER/RECEIVER,SOIC	821538	1	
U	8	* EPROM, PROGRAMMED 27C512	857797	1	
U	9	* IC,CMOS,AND-NOR GATES,SOIC	837203	1	
U	10	* IC,CMOS,8K X 8 STATIC RAM,120NS,SOIC	851795	1	
U	11	* IC,VOLT REG,ADJ,SWITCHING REGULATOR	821215	1	
U	12	* IC MICROPROCESSOR RESET CIRCUIT	602920	1	
VR	1	* ZENER,TESTED	857201	1	
VR	2	* ZENER,UNCOMP,6.0V,5%,20MA,0.2W,SOT-	837161	1	
VR	3	* 23	837179	1	
W	1	ZENER,UNCOMP,5.1V,5%,20MA,0.2W,SOT-	834929	1	
W	2	23	834945	1	
W	3	WIRE ASSY,(H)	834911	1	
W	4	WIRE ASSY,FUSE	834937	1	
Y	1	WIRE ASSY,INPUT (10A CUR)	650390	1	
Y	2	WIRE ASSY,(L)	570606	1	
Z	1	CRYSTAL,3.84MHZ,+0.05%,HC-18/U	851100	1	
Z	2	CRYSTAL,3.6864MHZ,+0.005%,HC-18U	847363	1	
Z	3	RES NET THN F TESTED	833921	1	
Z	4	RES NET THK FILM TESTED	849984	1	
		RES NET THN FILM TESTED			
		RES NET THK FILM TESTED			
1. Fusible resistor. To ensure safety, use exact replacement only.					

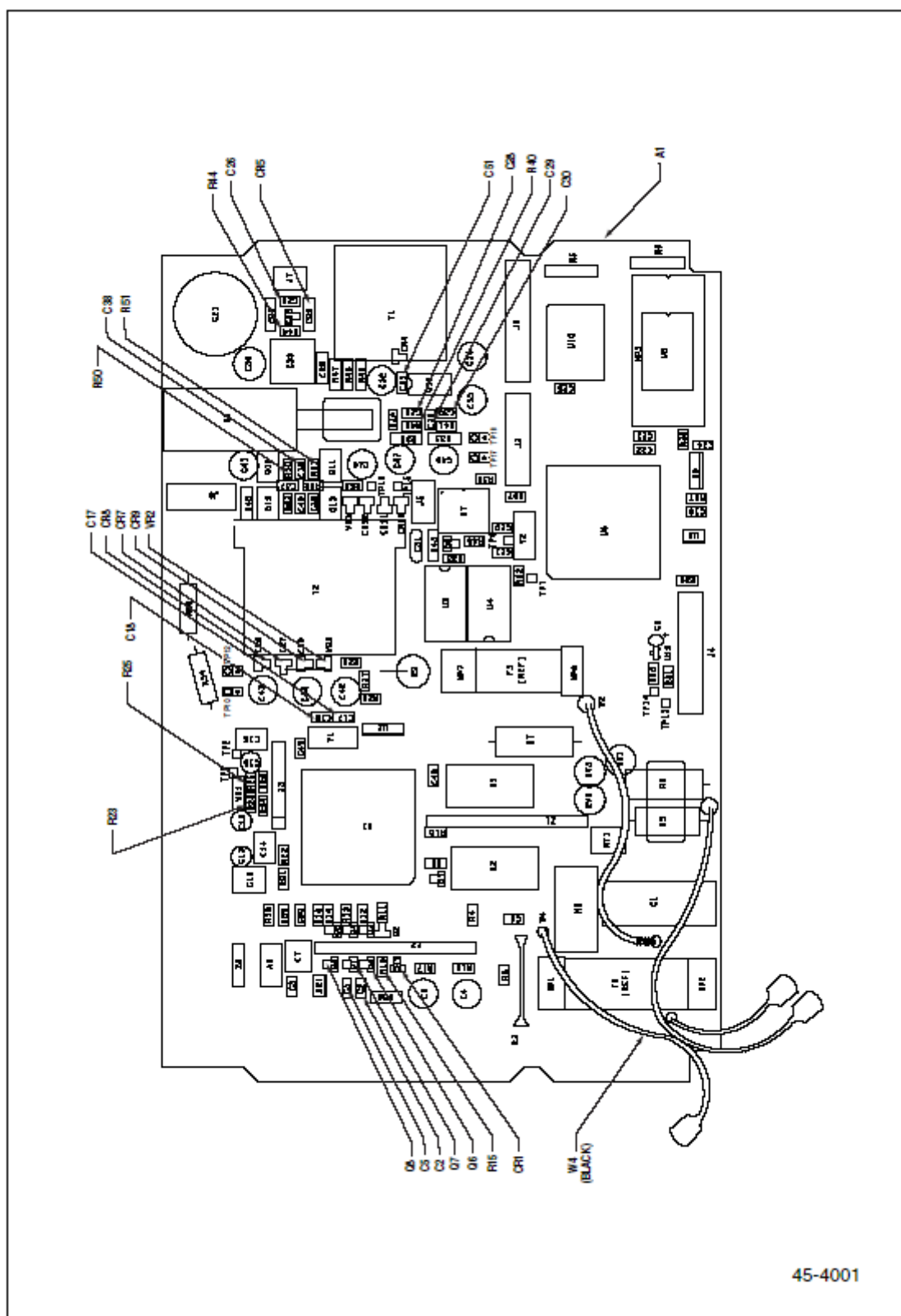


图 6-2 A1 主 PCA

表 6-4 A1A1 真有效值 PCA

参考指定者		描述	Fluke仓 储号	总数量	备注
C	1	CAP,TA,2.2UF,+-.10%,35V	697433	1	
C	2, 3	CAP,TA,68UF,+-.20%,6.3V	821785	2	
J	1	HEADER,2 ROW,.100CTR,RT ANG,8 PIN	845326	1	
R	1	RES,CF,3.3K,+-.5%,0.25W	854554	1	
U	1	* IC,BPLR,TRUE RMS TO DC CONVERTER	687019	1	

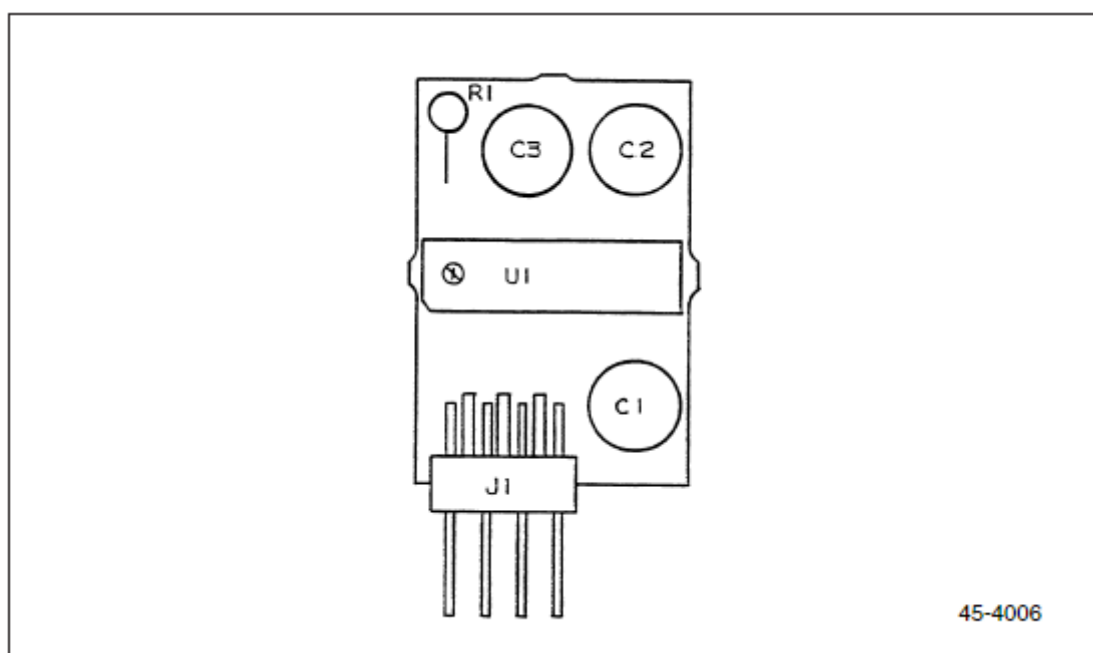


图 6-3 A1A1 真有效值 PCA

表 6-5 A2 显示 PCA

参考指定者		描述	Fluke仓 储号	总数 量	备注
C	1, 3-6	CAP,CER,0.1UF,+/-10%,25V,X7R,1206	747287	5	
C	2	CAP,TA,4.7UF,+/-10%,20V	605433	1	
CR	3	* DIODE,SI,BV=75V,IO=250MA,SOT23	830489	1	
DS	1	TUBE,DISPLAY,VAC FLUOR,7&8-SEG,10CHAR	783530	1	
J	1	HEADER,1 ROW,.050CTR,20 PIN	831529	1	
LS	1	AF TRANSD,PIEZO,22 MM	602490	1	
MP 1	1	FLUKE 45-3021, PWB DISPLAY	609161	1	
Q	1	TRANSISTOR, SI, PNP, 40V, 300 mW, SOT 23	742684	1	
R	1, 10, 12	* RES,CERM,10K,+/-5%,.125W,200PPM,1206	746610	3	
R	2, 5	* RES,CERM,2.2M,+/-5%,.125W,200PPM,1206	811778	2	
R	3	* RES,CERM,1.2M,+/-5%,.125W,200PPM,1206	806240	1	
R	4	RES, CERM,47K,±5%, .125W,220 PPM,1206	746685	1	
U	1	* IC,CMOS,4-BIT MPU,D75212GF,SMR	688879	1	
U	2	* RESONATOR, SMR, CERM, 4.19 MHz	688317	1	
U	5	* IC,CMOS,DUAL MONOSTB MULTIVBRTR,SOIC	806620	1	
U	6	* IC,CMOS,QUAD 2 IN NAND W/SCHMT,SOIC	837245	1	
Z	1	RES,CERM,SOIC,16 PIN,15 RES,10K,+/-5%	836296	1	

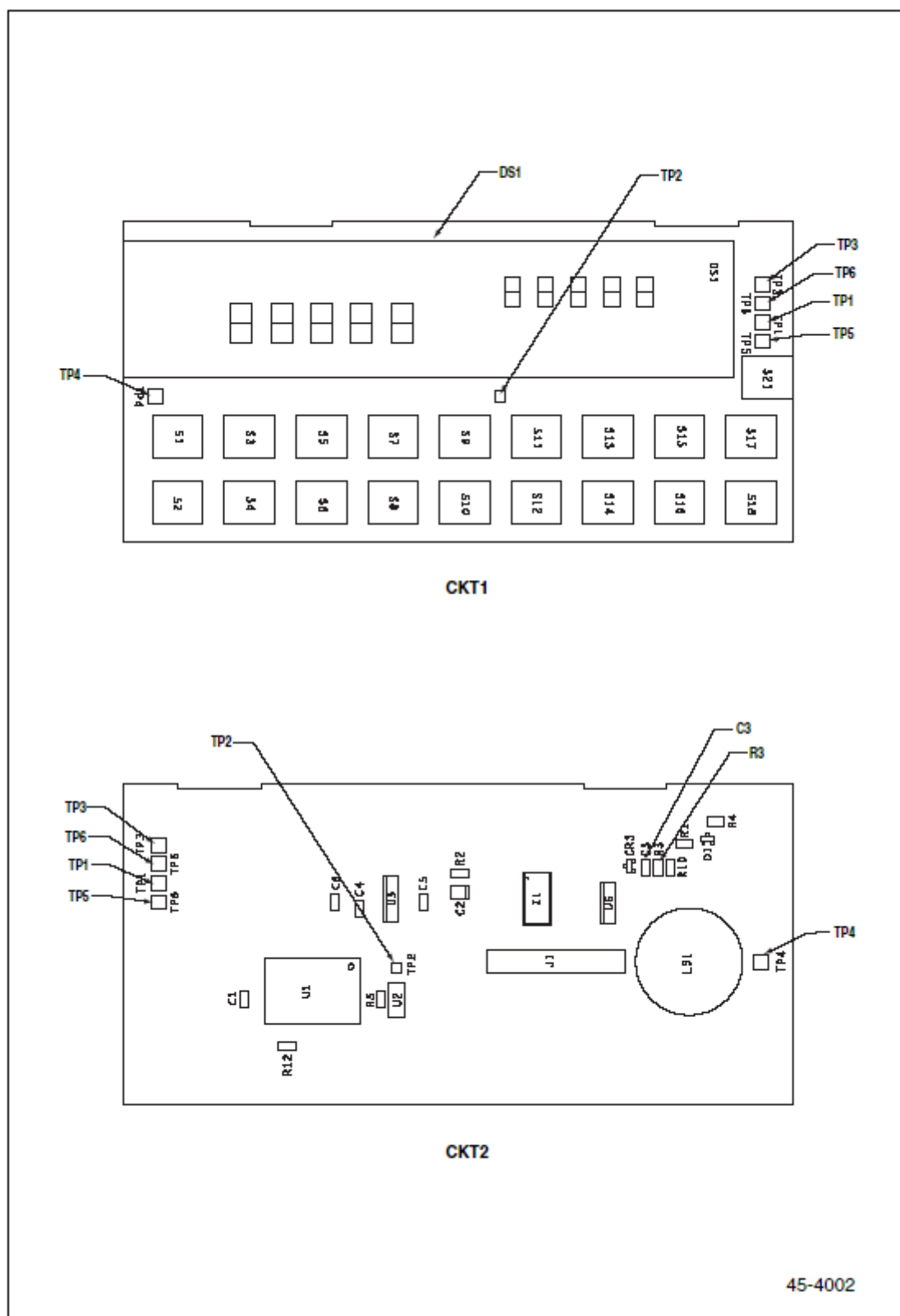


表 6-4 A2 显示 PCA

第七章

选件-01 电池包

标题	页码
7-1 简介	7-1
7-2 规格	7-1
7-3. 操作原理	7-1
7-4. 功能结构图	7-1
7-5. 开关电源	7-3
7-6. 周期/浮动充电速率开关	7-3
7-7. 电池不足检测传感器	7-3
7-8. 电池切换器	7-3
7-9. 持续电压涓流充电器	7-4
7-10. 其它电路	7-4
7-11. 一般维护	7-4
7-12. 拆卸	7-4
7-13. 安装	7-5
7-14. 性能测试	7-7
7-15. 一般操作性能	7-7
7-16. 电源不足检测传感器和电池切换器测试	7-8
7-17. 周期/浮动充电速率开关测试	7-8
7-18. 校准	7-10
7-19. 故障排除	7-11
7-20. 附加测试	7-17
7-21. 电路原理图	7-17
7-22. 可更换部件列表	7-17

7-1 简介

Fluke45-01 电池选件是现场安装选件，电池选件可以提升数表的移动能力并提供 8 个小时的电力。

7-2 规格

电池选件的详细特性如下：

- 电池型号：可充电式密封锂电池
- 电池电压：8V
- 充电时间：关机状态下 16 小时（典型）

7-3. 操作原理

7-4. 功能结构图

如图 7-1 所示：电池包选件中的 PCA 由五个功能模块组成，这些模块描述如下：

- 开关电源

开关电源控制着由主电路板（J1-7）处送来的 7.5V-35V 原始直流输入，电源的输出（9.3V-9.8V，带温度补偿）用来给 8V 锂电池充电。

- 周期/浮动充电速率切换

周期/浮动充电速率切换监视着电池包的充电电流从而设置输出电压（9.35V 时采用涓流充电，或者 9.8V 时采用采用周期充电）。

- 电池不足检测传感器

低电压指示探测器监视着电池包的电压，当电池包电压低于 7.7V 时输出一个逻辑低电平来点亮数表的低电压指示。

- 电池切换器

电池切换器电路在电池包电压跌落至 7.0V 左右时切断数表电源，可以防止电池过放电。

- 持续电压涓流充电器

当数表处于交流供电状态时，电池包将保持持续电压涓流充电状态（9.25V 输出）。

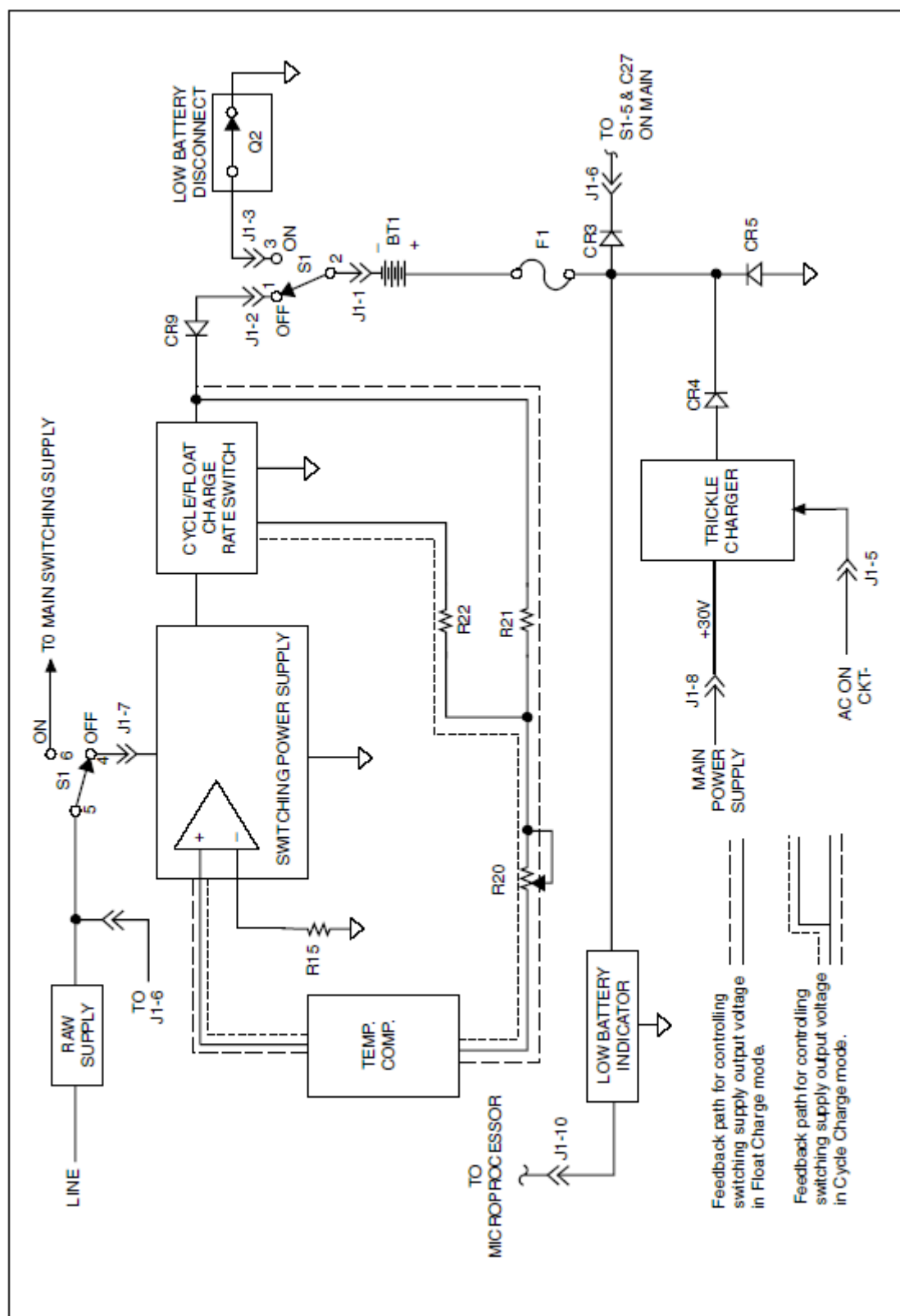


图 7-1 电池包选件功能结构图

7-5. 开关电源

开关电源应用脉宽调制技术来改变 FET 开关管 Q5 的开启时间以达到控制输出电压的目的，这个过程的控制芯片（U4）包含了所需的 1V 电压基准、开关晶体管、调节比较器、限流比较器和输出开关，控制芯片需要几个外部元件的支持，它们是：C7 设置振荡器频率；R17, C6 和 C8 体统系统稳定性；R15, R21 和 R20 用来设定输出电压幅度。来自 U4-5 的可变宽度脉冲首先经过 R23, R24 和 CR7 的电平转换和钳位，然后通过反相器 U3-2 耦合到 FET 开关电路，反相器 U3-4、U3-6 和 U3-10 并联以提供足够的 FET 驱动，FET 开关 Q5 在每个方波驱动信号到来时开启，并在需要的输出电压点处关闭。

电流限制取决于五个 $0.5\ \Omega$ (R29,R34,R35,R36 和 R37)电阻并联后获得的 $0.1\ \Omega$ 限流电阻上的电压降，当通过限流电阻的电流导致超过 100mV 的压降时将发生电流保护（限制），电流限制可以减少开关晶体管 Q5 的导通周期，使电源的输出电压下降。

CR8, R25, C9, C11, 和 VR3 组成一个自持电源用来提供驱动或完成耦合/钳位功能，为了保证给电池充电时充电电压具有较宽的温度范围，自持电源的输出电平具有负温度系数补偿能力，由感温电路 (Q4, R18 和 R19) 组成开关电源的反馈回路提供负的温度系数。

7-6. 周期/浮动充电速率开关

当数表不活跃时，周期/浮动充电速率开关监视着提供给电池充电的充电电流，如果电流达到 60mA-80mA 甚至更高时，充电电压将增大至 9.8V，该电流导致在电阻 R28 上的压降足够使 Q6 和 Q7 导通，将 R22 的一端连接到公共端，而通过 R22 的电流反馈会开关电源，导致输出电压增加。

当电池包充电达到容量的 90%时，9.8V 提供的充电电流下降到 60mA-80mA，Q6 和 Q7 截止，充电电压降低到 9.35V，达到涓流充电的标准，二极管 CR10 将 R28 两端的电压钳位至 0.8V。

7-7. 电池不足检测传感器

电池不足检测传感器使用比较器 U2-7，参考基准 VR2 连接到比较器的反向端，电池电压经分压后连接到比较器的同向端，电阻 R16 用来向比较器提供 0.25V 的阈值电压。

比较器的输出是一个开集电极晶体管，通过一个上拉电阻 R45 连接到主电路组件，当电池包的电压跌落到 7.7V 以下时，U2-7 变成低电平，当电池包的电压上升到 8.0V 时，U2-7 变成高电平，如果未安装电池包选件，主电路组件中的上拉电阻将电池线保持为高电平，使电池不足检测传感器处于关闭状态。

7-8. 电池切换器

电池切换器使用 FET 开关管 Q2，锁存电路 Q3，Q12，Q13 和 VR4 提供 FET 的驱动信号。

当第一次打开数表电源时，一个脉冲通过 C15 使 Q13 导通，接着它使 Q3 导通，此时 Q3 集电极电压与发射极电压相近，FET 门极电压近似等于电池电压，FET 开关开启，同时，Q12 导通，它的集电极被 Q3 的基极拉低，将电路锁存在开启状态。

当 Q12 的基极电压与阳极 VR4 间的电压下降到 6.9V（电池电压此时约为 7.0V）时，由于 Q12 发射极连接的 6.2V 齐纳二极管的作用，使 Q12 无法导通，此时电路无法实现自锁，Q3 因门极电压近似为零而关闭，并断开电池回路，如果电池的容量很低时，该电路也不会锁存，保证了电池不会过放电。

7-9.持续电压涓流充电器

持续电压涓流充电器使用通过一个电压调整器将电压设定为 9.25V，通过电阻 R38、R40 和 R39 实现对输出电压的调整，主电路组件的 30V 电压为电压调整器提供电源，涓流充电只发生在数表用交流供电的情况下。

当电池容量变低时涓流充电就会开始，R2 把充电电流限制在 15mA。

当数表单独用电池供电时，充电器将从电池电路上断开，来自主电路组件（J1-5）的逻辑信号（ACON*）将保持高电平，比较器 U2-1 的输出将变低，拉动 U1-1 将充电器从电池电路上断开。

7-10. 其它电路

在不同的操作模式下，电池通过开关二极管提供电源，电池供电时，通过主电路组件上的 CR3 将电池与开关电源连接在一起，在充电过程中（交流供电模式），CR5 将电池连接到充电电路，如果交流电断开，CR9 将电池与充电电路断开。

当电池极性接反或电池电路发生短路时，电池的 5A 保险将断开。

7-11. 一般维护

7-12. 拆卸

从数表上拆除电池选件时按照下面的步骤进行：

1. 确保数表已关机且交流电源线已拔下。
2. 从机箱底部和背板（如图 7-2 中的部分 A）上拧下固定螺丝，然后握住前面板，将机箱和背板从外壳中滑出（如图 7-2 中的部分 B），此时，背板并未离开机箱。
3. 从主 PCA 上找到电池选件的白色扁平电缆（如图 7-3），用尖嘴钳将其从连接器处分开。

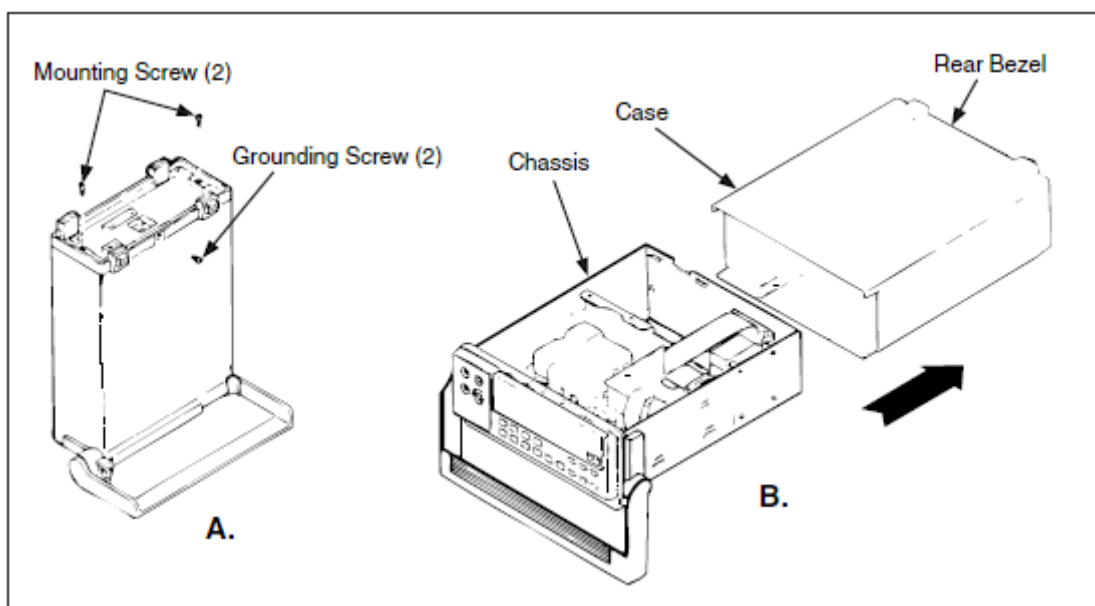


图 7-2 拆卸外壳

4. 从电池选件上拆下两个#6-32 x 1/4"锥头螺丝钉（如图7-4）
5. 小心地将电池选件滑出数表（如图 7-4，不要抽紧电路板与电池端口的连接导线。

警告

为避免在维修主 PCA 是损坏数表，不要从主 PCA 上拔下电池的带状电缆或电池上的连接导线。

7-13. 安装

安装电池选件时请按照以下的步骤进行，更多的电池选件安装信息，请参考说明书（PN856013-supplied with the Battery Kit）。

1. 确保数表已关机且交流电源线已拔下。
2. 在数表断开交流电源的情况下，按下数表电源开关对电源电容进行放电，五秒钟后，关闭电源开关。
3. 小心地将电池选件滑入数表后部为电池留下的安装空间（如图 7-4），确保安装槽和螺丝固定孔对齐，不要将电池端口处的电线拆下。
4. 两个#6-32 x 1/4"将电池固定。
5. 将白色的扁平电缆连接到电池选件的电路板上（如图 7-3），安装时将电缆中蓝色导线的一边朝向数表的背板（后面板），将电缆末端与塑料插座相连，稍微用力使其完全连接。
6. 将外壳安装回数表的前面板，用两个锥头螺丝钉将外壳固定在背板上，同时拧紧机箱底部的固定螺丝。

7. 为了确保电池选件已经正确安装，在连接交流电源前打开数表电源开关，如果数表没有正常工作，有可能电池容量过低，为电池充电 16 个小时后再次尝试。

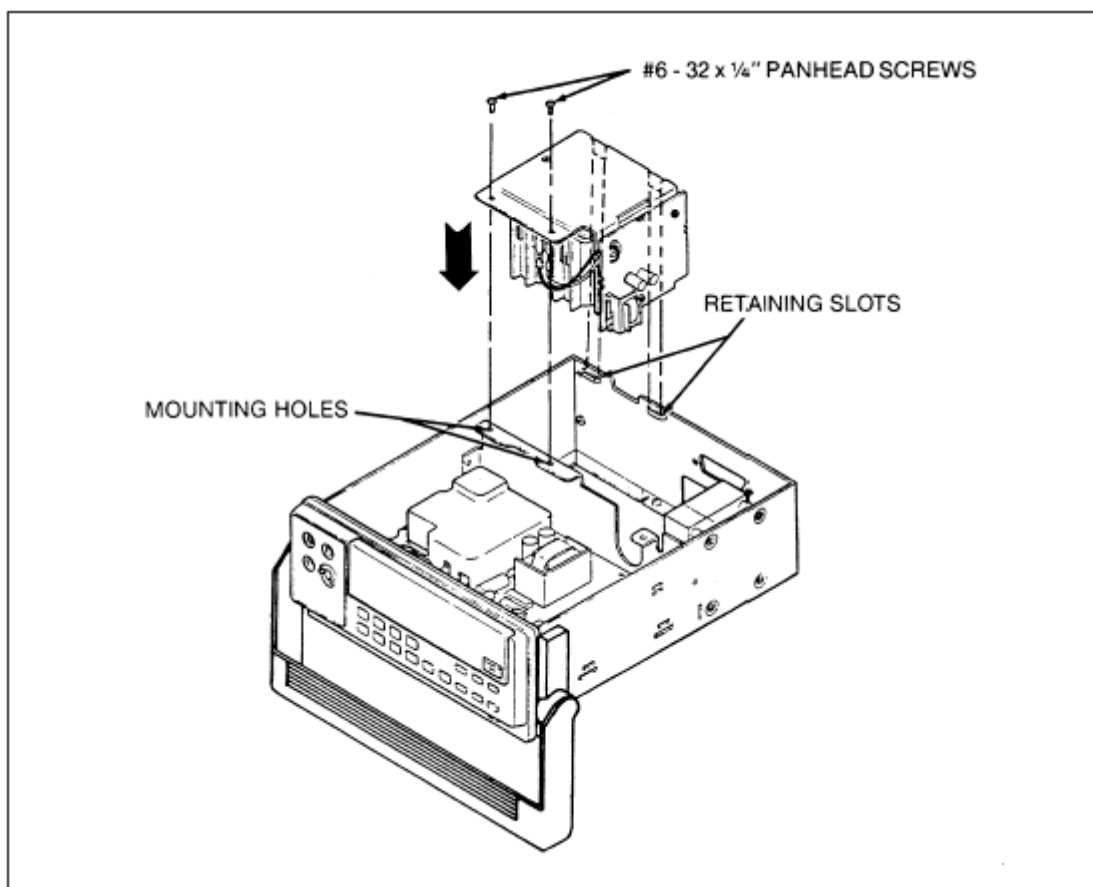


图 7-3 安装电池

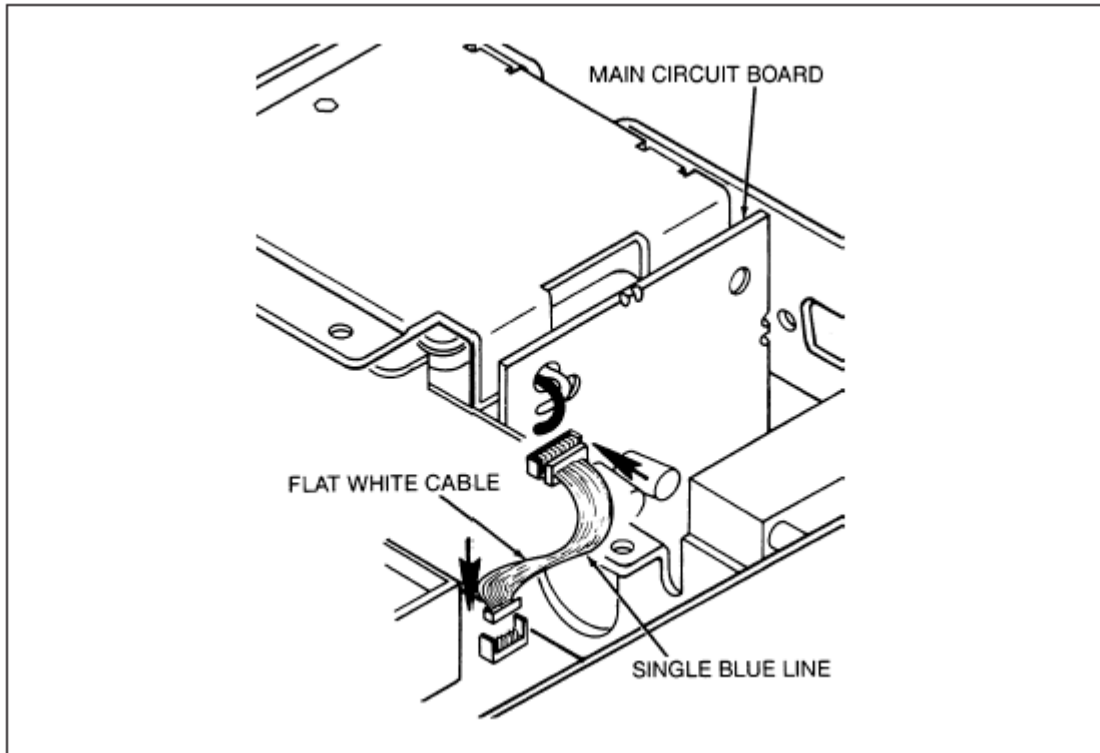


图 7-4 电池选件连接电缆

7-14. 性能测试

7-15. 一般操作性能

以下的性能校验采取的初始设置如下：

- 电池选件已经安装在数表中。
- 电池选件上红色和黑色的电源线已断开。

参考表 7-1 的要求准备性能测试所需仪器设备。

1. 断开数表的交流电源，打开数表开关（1=打开），然后关闭（0=关闭）。

注意

在本步骤中在选件连接允许前请不要连接电池选件。

2. 在电池选件的电源线间接入一个 $1.8\text{k}\Omega$ 的电阻，在 TP1（Low）和 TP2（High）之间接入一个电压表。
3. 将数表连接到交流电源，但不要打开数表开关。
4. 检查电压表的读数应该在 $9.35\text{V} \pm 0.01\text{V}$ 。
5. 打开数表开关，此时电压表的读数应该在 $9.25\text{V} \pm 0.01\text{V}$ 。
6. 拆下电压表和 $1.8\text{k}\Omega$ 的电阻。
7. 留心电池选件上的极性标记，将红色电线插入正（+）极，将黑色（或棕色）电线插

入负极（-），极性插反会导致保险 F1 断路。

7-16. 电源不足检测传感器和电池切换器测试

以下测试只需要在电源不足检测传感器或电池切换器修理后进行。

1. 关闭数表电源
2. 从电池选件上拔下两根电源线，请注意正确的极性，将可变电源代替电源连接到输入端。
3. 在可变电源上并联一个电压表。
4. 将可变电源的输出设定到 9V。
5. 此时打开数表电源开关，检查电源不足指示器标志的工作情况。
 - 在观测显示现象的同时，缓慢降低可变电源的输出电压，当电压降低到 $7.7V \pm 0.25V$ 时电源不足指示器标志是否点亮；
 - 慢慢增加可变电源的输出电压，当电压升高到 8V 时电源不足指示器标志是否熄灭。
6. 检测电池切换器的工作点。
 - 仍然用外接可变电源来进行操作，缓慢降低可变电源的输出电压，当电压降低到 7V 左右时数表将停止工作；
 - 在数表停止工作后，缓慢增加可变电源的输出电压，当电压低于 8V 时数表将不工作；

注意

数表在电源电压高于 8V 时也许不会恢复工作，此时需要重新启动。

7. 在电源不足检测传感器或电池切换器电路上没有调试点。

7-17. 周期/浮动充电速率开关测试

数表的周期/浮动充电速率开关可以通过以下步骤进行操作测试，该测试只在周期/浮动充电速率开关电路修理后需要进行。

1. 关闭数表电源
2. 在本步骤中，使用电池模拟器来替代电池，按照图 7-5 所示，连接模拟器：
 - 将一个 $33\ \Omega$, 5W 负载电阻并联在可变电源的输出端。
 - 从电池选件上断开充电线。
 - 将模拟器连接到电池充电线上，在红色导线上串联一个 $0.1\ \Omega$ 的反馈电阻。
 - 在反馈电阻的两端并联一个电压表测量充电电流通过反馈电阻时产生的电压跌落。
3. 在数表不接入交流电的情况下，调整可变电源的输出至 8.5V。

4. 接入交流电源，检查充电电流是否大于 250mA。
5. 缓慢增加可变电源的输出电压，检查以下参数：
 - 在电源电压增加到 10V 左右时，充电电流将减小；
 - 此时随着电源电压的增加充电电流将持续减小，直到数值介于 60mA 到 80mA 之间；
 - 电流的任何额外减小（由于电源电压的增加），将导致电流突然跳变到一个很低的数值（小于 0.5mA）；
 - 当可变电源的输出减小到 9.35V 时，电流将介于 5mA 到 15mA 之间。
6. 检测电池切换器的工作点。
 - 仍然用外接可变电源来进行操作，缓慢降低可变电源的输出电压，当电压降低到 7V 左右时数表将停止工作；
 - 在数表停止工作后，缓慢增加可变电源的输出电压，当电压低于 8V 时数表将不工作；

注意

数表在电源电压高于 8V 时也许不会恢复工作，此时需要重新启动。

7. 在电源不足检测传感器或电池切换器电路上没有调试点

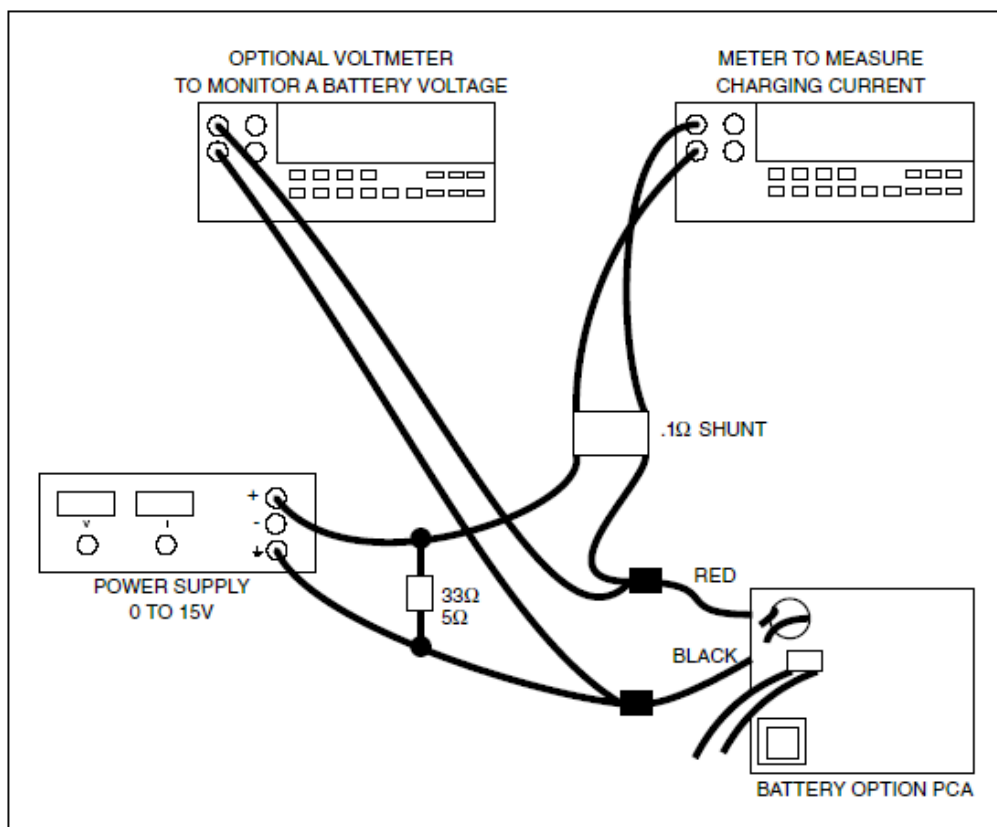


图 7-5 周期/浮动充电速率开关测试

7-18. 校准

电池选件的参数在出厂前已经调整到最佳因此在安装时无需再次调整，但是，对于修理后或不小心调整了顶部两个调整元件的电池选件，可以通过以下步骤重新复位电池的控制以延长其使用寿命并获得最佳的电源系统性能。

在性能调整过程中需要以下设备：

- 一个 $1800\ \Omega$ ， $1/2W$ ，5% 的电阻
- 一块电压表

以下步骤描述了如何进行电池选件调整：

1. 电池选件必须安装在数表内，断开数表的交流电源，拔下电池的+、-端引线(如图 7-6)；
2. 在电池两端接入 $1800\ \Omega$ 电阻；
3. 将数表连接到交流电，打开电源开关；
4. 将电压表的测试线连接到电池选件电路上的 TP1 和 TP2 端（如图 7-7），调整后面的电位计（R39，位于电池选件电路板的顶部）直到电压表的读数为 9.25V；
5. 关闭数表电源开关；
6. 将电压表的测试线连接到电池选件电路上的 TP1 和 TP2 端，调整前面的电位计（R20，位于电池选件电路板的顶部）直到电压表的读数为 9.35V；（当数表断开交流电源且关闭电源开关时，充电电压的数值约为 9.35V）；
7. 断开数表的交流电压输入；
8. 取下 $1800\ \Omega$ 电阻，将电池的+、-端引线插回原处；
9. 在拔下交流电源的情况下打开数表的电源开关，确保电池已可靠安装。

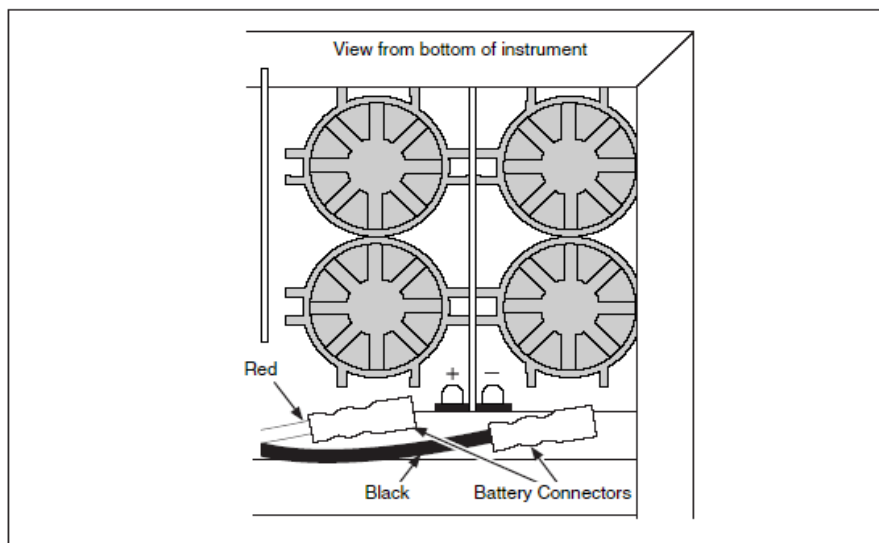


图 7-6 拔下电池选件的电源引线

7-19. 故障排除

故障排除时需拆下电池选件并将一条混合电缆（Fluke Part Number 854245）连接到电池电路板，详细地拆卸过程请参考本章的前几节。

关闭数表电源开关（此时采用交流供电），检查直流电源的初级线圈（220V 交流电源）与地线测试点和 A1CR2 或 A1CR3 的负极之间的电压近似为 16V，如果需要，可以检查变压器次级电压，近似为 24V。

用一台示波器来监测开关电源的波形。

- 在采用交流 120V 供电时，检查 FET Q5 栅极（drain）的波形，该信号应该是一个 25Vp-p 的方波，底部为 0V，周期为 20 到 25 μ s，占空比为 20%到 50%，该方波信号在正半周的结尾伴随着带衰减的正弦波（2 到 10 个周期），此正弦波的幅度在 10 到 20Vp-p 之间。
- 在 Q5 的门极应该检测到 15Vp-p 的方波信号。
- 在 U4-5 处应该检测到 14Vp-p 的方波信号。
- 在 U4-3 处应该检测到 0.5Vp-p 锯齿波信号（周期为 20 到 25 μ s），在检测过程中应将示波器设定为交流耦合方式。

在排除电池选件其它部位的故障时只需要测量直流电压，电路的公共端，使用主电路板上的 GND 测试点或电池线路上 R30 的公共端，值得注意的是，当电池电压过低而导致 Q2 截至断开电池连接时，电池负极并未连接到公共端。

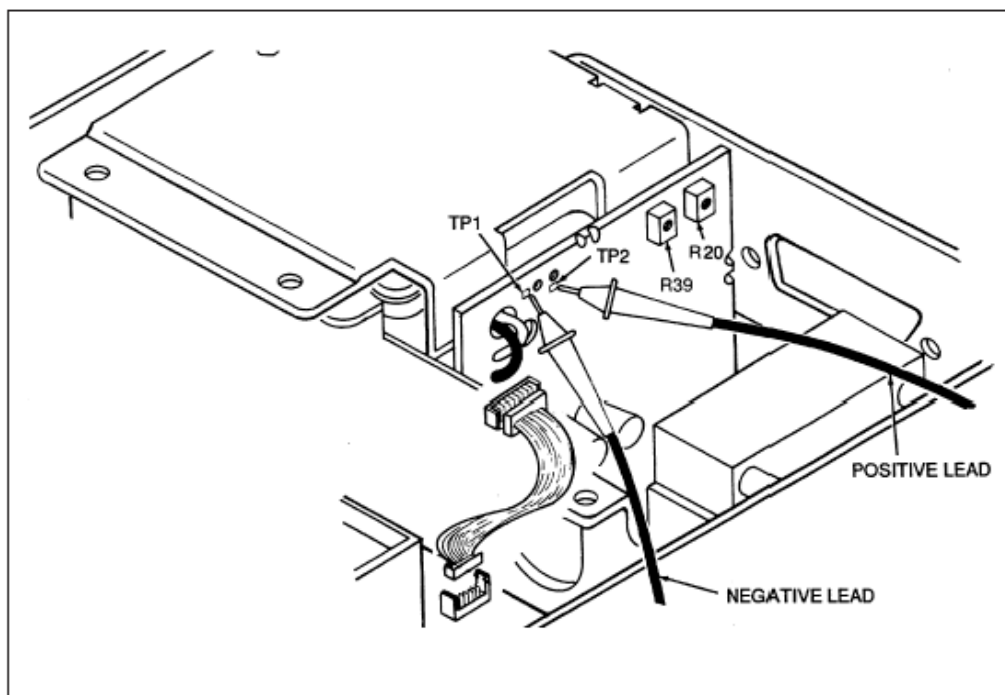


图 7-7 测试和调整点

7-20. 附加测试

本章前面介绍的电源不足检测传感器、电池切换器和周期/浮动充电速率开关等电路的性能测试过程，对于电池选件的故障隔离和定位也有帮助。

7-21. 电路原理图

电池选件的电路原理图包含在本手册的第九章中。

7-22. 可更换部件列表

图 7-8 和 7-9 分别提供了表 7-2 和 7-3 种所列出的可更换部件的图示，订货信息请参考第六章中的内容。

表 7-1 选件-01 电池包最终组装

参考指定者		描述	Fluke 仓储号	总数量	备注
A	4	* BATTERY PCA	825885	1	
BT	1	BATTERY, LEAD-ACID, 8.0V, 2.5AH	822262	1	
H	1-4	SCREW, PH, P, LOCK, STL, 6-32, .250	152140	4	
MP	1	RETAINER, BATTERY	828814	1	
MP	34	TAPE, FOAM, URETHANE, ADHES, .063, .500	854539	1	
TM	1	FLUKE 45 BATTERY KIT INST SHEET	856013	1	
W	1	CABLE ASSY, FLAT, 10 COND, MICROMOD, 3 IN	831552	1	

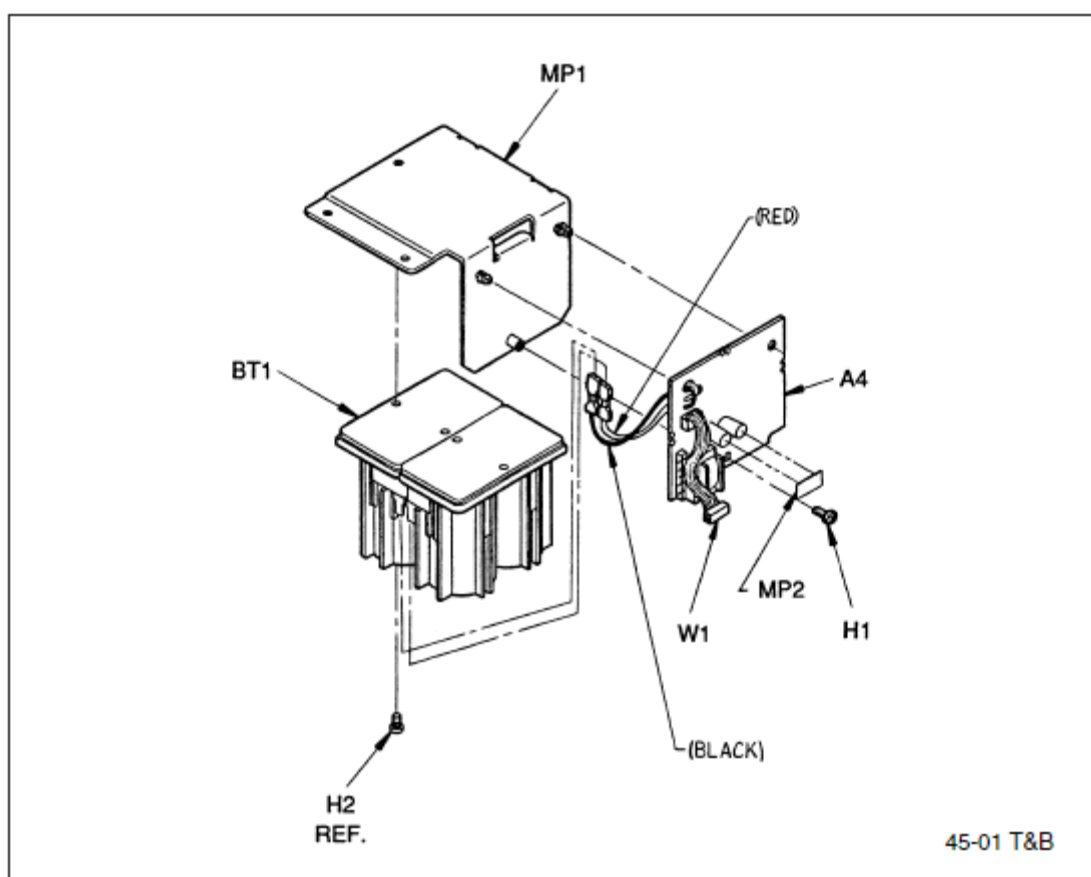


图 7-8 选件-01 电池包最终组装

表 7-2 A4 电池包 PCA

参考指定者		描述	Fluke 仓储号	总数 量	备注
C	6, 7	CAP,CER,1800PF,+/-10%,50V,C0G,1206	769786	2	
C	8	CAP,CER,33PF,+/-10%,50V,C0G,1206	769240	1	
C	9	CAP,AL,47UF,+/-20%,50V,SOLV PROOF	822403	1	
C	11	CAP,AL,10UF,+/-20%,63V,SOLV PROOF	816843	1	
C	12	CAP,AL,47UF,+/-20%,100V,SOLV PROOF	837492	1	
C	13	CAP,AL,1000UF,+/-20%,16V,SOLV PROOF	837468	1	
C	14	CAP,CER,0.22UF,+80-20%,50V,Y5V,1206	740597	1	
C	15	CAP,AL,2.2UF,+/-20%,50V,SOLV PROOF	769687	1	
CR	3, 5, 9	* DIODE,SI,SCHOTTKY BARRIER,40V,1A	837732	3	
CR	4, 7, 8	* DIODE,SI,BV=75V,IO=250MA,SOT23	830489	3	
CR	10	DIODE,SI,100 PIV,1.0 AMP	698555	1	
CR	11	DIODE,SI,100 PIV,3.3 AMP,SCHOTTKY	837740	1	
F	1	FUSE,.095X.28,5A,125V,FAST,AXIAL	696427	1	
J	1	HEADER,1 ROW,.050CTR,10 PIN	831503	1	
Q	2, 5	* TRANSISTOR,SI,NMOS,1W,D-PAK	822106	2	
Q	3, 7	* TRANSISTOR,SI,PNP,SMALL SIGNAL,SOT-23	742684	2	
Q	4, 6, 12, 13	* TRANSISTOR,SI,NPN,SMALL SIGNAL,SOT-23	742676	4	
R	2	RES,MOX,1.5K,+/-5%,1W	603685	1	
R	3, 42	* RES,CERM,47K,+/-5%,.125W,200PPM,1206	746685	2	
R	11	* RES,CERM,130K,+/-5%,.125W,200PPM,1206	851761	1	
R	13	* RES,CERM,523K,+/-1%,.125W,100PPM,1206	844956	1	
R	14	* RES,CERM,100K,+/-1%,.125W,100PPM,1206	769802	1	
R	15	* RES,CERM,10.5K,+/-1%,.125W,100PPM,1206	851852	1	
R	16, 43	* RES,CERM,10M,+/-5%,.125W,300PPM,1206	783274	2	
R	17	* RES,CERM,470K,+/-5%,.125W,200PPM,1206	746792	1	
R	18	* RES,CERM,330K,+/-5%,.125W,200PPM,1206	746776	1	
R	19	* RES,CERM,51K,+/-5%,.125W,200PPM,1206	746693	1	
R	20	RES,VAR,CERM,10K,+/-20%,0.3W	837559	1	
R	21	* RES,CERM,59K,+/-1%,.125W,100PPM,1206	851803	1	
R	22	* RES,CERM,301K,+/-1%,.125W,100PPM,1206	821652	1	
R	23	* RES,CERM,470,+/-5%,.125W,200PPM,1206	740506	1	
R	24	* RES,CERM,3.3K,+/-5%,.125W,200PPM,1206	746529	1	
R	25	RES,METAL FILM,2.26k,+/-1%,0.5W	603693	1	
R	26, 44	* RES,CERM,10,+/-5%,.125W,200PPM,1206	746214	2	
R	27	* RES,CERM,100K,+/-5%,.125W,200PPM,1206	740548	1	
R	28	* RES,CERM,12,+/-5%,.125W,200PPM,1206	845458	1	
R	29, 34- 37	RES,CF,0.50,+/-5%,0.25W	830646	5	
R	30	RES,CF,560,+/-5%,0.25W	810440	1	
R	31	* RES,CERM,100,+/-5%,.125W,200PPM,1206	746297	1	
R	32, 41	* RES,CERM,1K,+/-5%,.125W,200PPM,1206	745992	2	
R	33	* RES,CERM,120,+/-5%,.125W,200PPM,1206	746305	1	
R	38	* RES,CERM,910,+/-5%,.125W,200PPM,1206	769257	1	
R	39	RES,VAR,CERM,200,+/-20%,0.3W	837567	1	
R	40	* RES,CERM,6.8K,+/-5%,.125W,200PPM,1206	746024	1	
R	45	* RES,CERM,2.2K,+/-5%,.125W,200PPM,1206	746479	1	

表 7-2 A4 电池包 PCA (续)

参考指定者		描述	Fluke 仓储号	总数量	备注
T	1	INDUCTOR,FXD,DUAL,EE24-25,0.4MH,1.2A	817379	1	
U	1	* IC,VOLT REG,ADJ,1.2 TO 37 V,1.5 AMPS	460410	1	
U	2	* IC,COMPARATOR,DUAL,LOW PWR,SOIC	837211	1	
U	3	* IC,CMOS,HEX BUFFERS,SOIC	837229	1	
U	4	* IC,VOLT REG,ADJ,SWITCHING REGULATOR	821215	1	
VR	2	* IC, 1.23V,150 PPM T.C.,BANDGAP V. REF	634451	1	
VR	3	* ZENER,UNCOMP,15V,5%,8.5MA,0.2W,SOT-23	83787	1	
VR	4	* ZENER,UNCOMP,6.8V,5%,20MA,0.2W,SOT-23	83795	1	
W	1	WIRE ASSY,BATTERY,BLACK	834960	1	
W	2	WIRE ASSY,BATTERY,RED	844332	1	

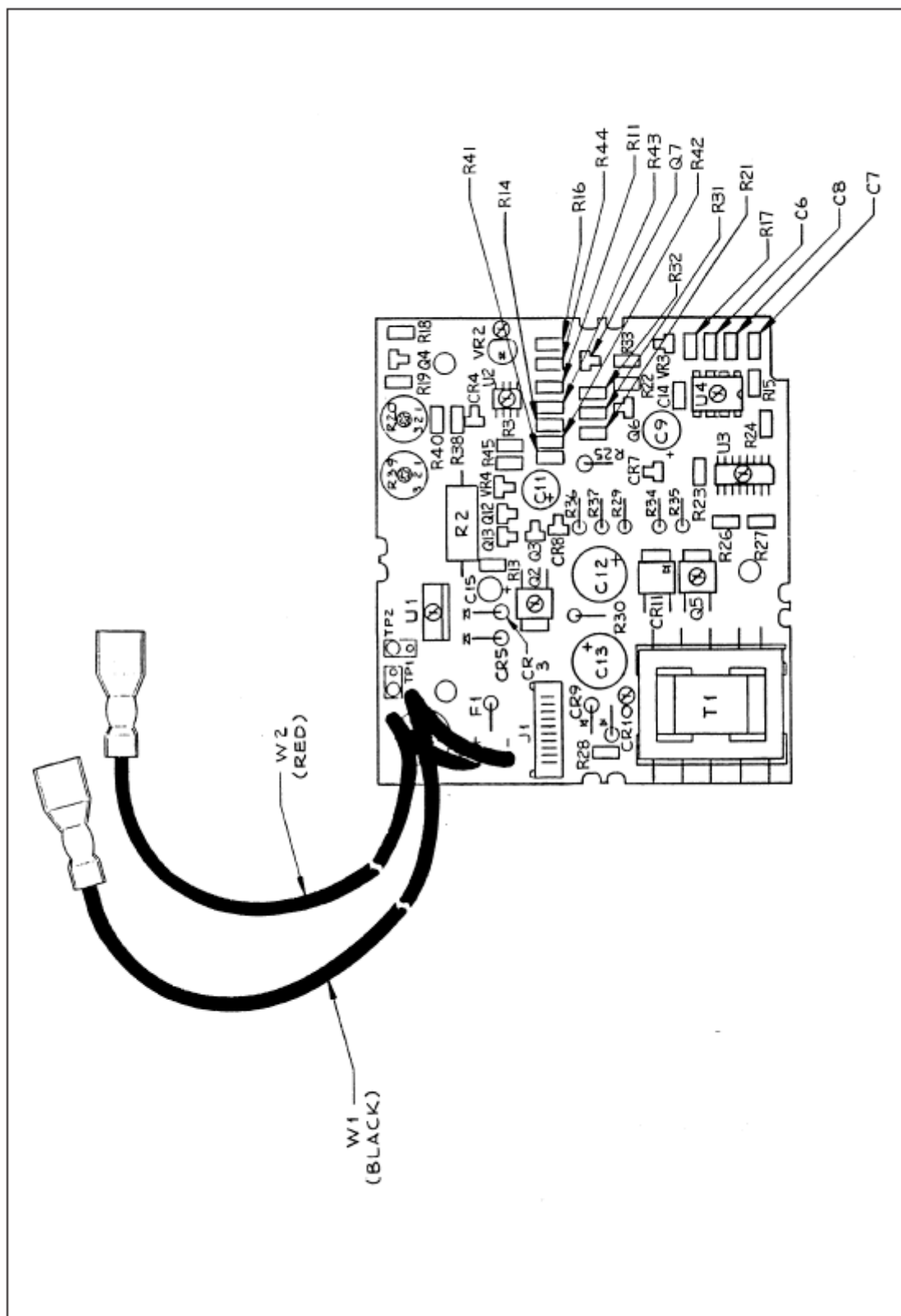


图 7-9 表 7-2 A4 电池包 PCA

第八章

选件-05 IEEE-488 接口

标题	页码
8-1. 简介	8-1
8-2. 操作原理	8-1
8-3. 功能结构图	8-1
8-4. 详细电路描述	8-1
8-5. 主组件连接器	8-1
8-6. 地址译码电路	8-1
8-7. 隔离电路	8-1
8-8. IEEE-488 控制器	8-2
8-9. IEEE-488 收发器/连接器	8-4
8-10. 一般维护	8-6
8-11. 拆卸IEEE-488 接口选件	8-6
8-12. 安装IEEE-488 接口选件	8-6
8-13. 性能测试	8-6
8-14. 故障现象	8-7
8-15. 上电故障	8-7
8-16. 通信故障	8-7
8-17. 无法选择IEEE-488 接口选件	8-8
8-18. 无法与IEEE-488 总线握手	8-8
8-19. 无法进入远控状态	8-9
8-20. 无法接收多字符指令	8-9
8-21. 无法发送查询状态	8-9
8-22. 无法产生一个结束标志(EOI)	8-9
8-23. 无法产生一个服务请求(SRQ)	8-9
8-24. 电路原理图	8-9
8-25. 可更换部件列表	8-9

8-1. 简介

借助 IEEE-488 接口 Fluke 45 变成了一台完全可编程的仪器,通过 IEEE-488 接口,Fluke-45 将变成自动测试系统的一部分

8-2. 操作原理

8-3. 功能结构图

IEEE-488 组件 (A5) 需要来自 Fluke 45 主电路 (A1) 提供电源、地址、数据和控制信号才能正常工作, A5 组件可以从硬件上满足 IEEE-488.1 标准对程控仪器的要求。

8-4. 详细电路描述

IEEE-488 组件由以下功能模块组成: 主组件连接器、地址译码电路、隔离电路、IEEE-488 控制器、IEEE-488 收发器和接口。这五个功能模块将在下面的章节详细介绍, 在以下讨论过程中, 信号名称的意义如下:

ACON* 交流电源开启

IRQ2* IEEE-488 中断请求

OPS IEEE-488 选项功能

OPTSW* IEEE-488 可选电源切换控制信号

8-5. 主组件连接器

IEEE-488 组件与主电路板之间的连接是通过两条扁平电缆和各自的 14 位和 20 位连接器实现的, 20 针连接器 (A5J2) 将来自微处理器 (A1U6) 的 16 位地址总线与 IEEE-488 组件连接在一起, 14 针连接器 (A5J3) 中传递的是 8 位数据和内存控制信号。

IEEE-488 组件需要主板电路 (VCC) 提供+5.2V 的工作电压, VCC 通过 A5J3-1 连接到 IEEE-488 组件, 逻辑地 (GND) 通过 A5J3-20 连接。

8-6. 地址译码电路

当需要通过 IEEE-488 控制器 (A5U6) 完成存储器的读/写操作时, 来自 A1U6 的 13 条地址线 ADD (15) 到 ADD (3) 通过 A5U1、A5U2 和 A5U5 译码后产生一个有限的低电平片选信号, 片选信号(A5U5-8)在以下两种情况下变为低电平: OPTW* (A5J3-12) 近似为-5.2V (VEE) 同时地址总线表明微处理器要对地址在 0028H 和 002FH 之间的存储器进行操作。当 Fluke 45 采用电池供电时, 微处理器通过驱动 OPTW* (A5J3-12) 变为高电平, 来关闭 IEEE-488 选件的电源, 该信号驱动 A5U1-6 近似为+4.3V (通过 A5CR1), 使地址译码电路处于禁用状态。

8-7. 隔离电路

隔离电路允许微处理器关闭 A5U6、A5U7 和 A5U8 部件的电源, 这 3 个部件在 IEEE-488 组件中消耗了绝大部分功率, 将这些部分隔离后可以使数表正常的工作时间延长一倍。

微处理器通过检测 OPS 信号 (A5J2-18) 以确定 IEEE-488 组件是否已经安装到数表中, 通过电阻 A1R39 将该信号上拉到 VCC 然后在 IEEE-488 组件上连接到逻辑地, 如果 A1U6-29 为低电平, 微处理器认为 IEEE-488 组件已经安装, 如果 ACON*信号 (A1U6-33) 为低电平 (表明以交流供电), 微处理器将驱动 A1U6-28 为高电平, 结果是 OPTSW*信号 (A1U7-3) 将被驱动到 VEE, 晶体管 A5Q1 导通, 电源 VCC 和 VCC2 之间有通过该晶体管的电流为 A5U6、A5U7 和 A5U8 提供偏置, 通常情况下 VCC2 比 VCC 低 0.1V 左右。

OPTSW*信号 (A5J3-12) 近似为 VCC (电池供电情况下), 二极管 A5CR1 和下拉电阻 A5R1 通过将 A5U4-1 和 A5U4-19 的输入端保持在 VCC, 使八进制三态缓冲器 (A5U4) 处于关断状态。在电池供电情况下, 这个八进制缓冲器用来隔离 6 路微处理器到 IEEE-488 控制器 (A5U6) 之间的输出, 这些输出是 ADD(2)、ADD(1)、ADD(0), WR*、RD 和 E clock, A5U4 同样对送至 A5U6 和的片选信号 (A5U5-8) 和来自 A5U6-10 的终端输出信号进行缓冲。

来自微处理器的 8 比特数据总线在 A5U6 处通过一个三态八总线收发器 (A5U3) 进行隔离, 这个收发器只有地址译码电路检测到 IEEE-488 组件正在对存储器进行操作且 A5U3-19 为低电平时有效, 如果对存储器进行读操作, R/W*信号 (A5U3-1) 为高电平收发器对来自 A5U6 的八位数据进行缓冲后送到 A1U6, 如果对存储器进行写操作, R/W*信号 (A5U3-1) 为低电平收发器对来自 A1U6 的八位数据进行缓冲后送到 A5U6。

8-8. IEEE-488 控制器

IEEE-488 控制器 (A5U6) 是用于在 IEEE-488 标准总线和微处理器之间执行信息收发任务的完整电路器件。一旦微处理器通过八位微处理器接口对其完成编程后, A5U6 将独立完成 IEEE-488 总线的处理工作, 直到需要对微处理器提出中断请求以获取其它的信息或数据为止。

IEEE-488 控制器的时钟是一个 921.6kHz 的方波信号, 该时钟信号 (A5U4-5) 是来自微处理器的 E 时钟 (A5U4-15) 经缓冲后获得, IEEE-488 控制器在该时钟下通过内部电路来处理 IEEE-488 总线上的事件。

通过以下两种方式可以完成 IEEE-488 控制器的硬件复位:

- 如果系统复位信号 RESET (A5J3-14) 或者 OPTSW* (A5J3-12) 跳变为高电平, 紧接着异或门 (A5U2-10) 的输出将跳变为低电平, D 触发器的 Q 输出端 A5U5-9 亦跳变为低电平, 该触发器的输出驱动复位输入端 (A5U6-22), 强迫 IEEE-488 控制

器进入复位状态。

- 在数表上电初始化时，RESET 和 OPTSW*均为高电平，强迫 IEEE-488 控制器的复位输入端（A5U6-22）保持低电平，在 OPTSW*保持高电平期间，VCC2 的电压近似为地电压，A5U6 不发生偏置，因此 A5U6-22 将保持低电平以避免在 A5U6 发生偏置后源极电流进入 A5U6-22。

当微处理器将OPTSW*驱动到VEE电平从而使VCC2电源工作时，D触发器的CLR*输入端（A5U9-13）将跳变到高电平允许触发器发生翻转，直到微处理向IEEE-488 控制器发送一个虚拟存储器初始化信号前Q输出端（A5U9-9）将一直保持低电平，始化信号到达IEEE-488 控制器后约1ms，片选信号（A5U9-11）的上升沿将使触发器发生翻转，Q输出端（A5U9-9）将跳变为高电平，这个过程可以消除IEEE-488 控制器的硬件复位，然后，通过虚拟的读周期和6个写周期对IEEE-488 控制器进行编程。(原文使用了dummy这个词，所谓虚拟应该是指对IEEE-488 控制器的操作并非真正意义上的对存储器操作，只是借助于微处理器的读、写信号实现IEEE-488 控制器的控制：译者)。

对于每个接收发送的字符，IEEE-488 控制器都要对微处理器产生一次中断请求，这些中断是通过将开集电极中断输出A5U6-10驱动为低电平实现的，该信号通过一个三态缓冲器进行缓冲，缓冲器的输出A5U4-3将微处理器的IRQ2*输入驱动为低电平，当微处理器响应中断并对IEEE-488 控制器中的寄存器采取适当的读写操作，A5U6-10和随后的A5U4-3将再次变成高电平，电阻A5R3为A5U6-10中的开集电极中断输出提供上拉，三态缓冲器A5U4-3处于截至状态时，它的输出通过电阻A5R2实现对IRQ2*的上拉。

当微处理器对IEEE-488 控制器执行存储器操作时，地址总线的低三位通过A5U4（ADD（2）到ADD（0））进行缓冲后对A5U6中的寄存器进行选择，在存储器的读周期中，片选信号A5U6-3跳变为低电平，A5U6-5（DBIN）跳变为高电平，这一过程使A5U6-5被选中，将芯片中相应寄存器中的内容通过数据总线 and 数据总线收发器传送到微处理器，在存储器写周期中，片选信号A5U6-3跳变为低电平，A5U6-4（WE*）先跳变为低电平然后又跳变为高电平以锁存IEEE-488 控制器上来自微处理器（通过A5U3）的数据。

IEEE-488 控制器与IEEE-488收发器之间通过8位数据总线，8个接口信号和两个收发器控制信号（A5U6-33和A5U6-24）进行控制 and 数据交换。

controller-in-charge信号（A5U6-33），应该一直保持高电平以控制A5U8中IEEE-488收发器SRQ、ATN、IFC和REN的传送方向。

（A5U6-24）的talk enable输出在IEEE-488 控制器未被寻址时应保持低电平，当IEEE-488

控制器被寻址作为‘讲者’时应保持高电平，该信号同样决定除SRQ、ATN、IFC和REN外的IEEE-488收发器的传送方向。

8-9. IEEE-488收发器/连接器

IEEE-488收发器（A5U7和A5U8）是八位收发器，其设计严格满足IEEE-488标准的电气特性，这些收发器按照符合IEEE-488 控制器上的控制信号的要求而设定，假设A5U6-33一直保持高电平，表8-1描述了收发器的直接控制，IEEE-488收发器连接到一个24头的连接器，该连接器通过带状电缆与仪表机箱后部与IEEE-488接口相连。

表8-1 IEEE-488收发器控制

收发器	TE = 0 (听者)	TE = 1 (讲者)
DI01..DI08	Receiver	Transmitter
SRQ	Transmitter	Transmitter
ATN	Receiver	Receiver
EOI	Receiver	Receiver (ATN = 0)
	Receiver	Transmitter (ATN = 1)
DAV	Receiver	Transmitter
NRFD	Transmitter	Receiver
NDAC	Transmitter	Receiver
IFC	Receiver	Receiver
REN	Receiver	Receiver

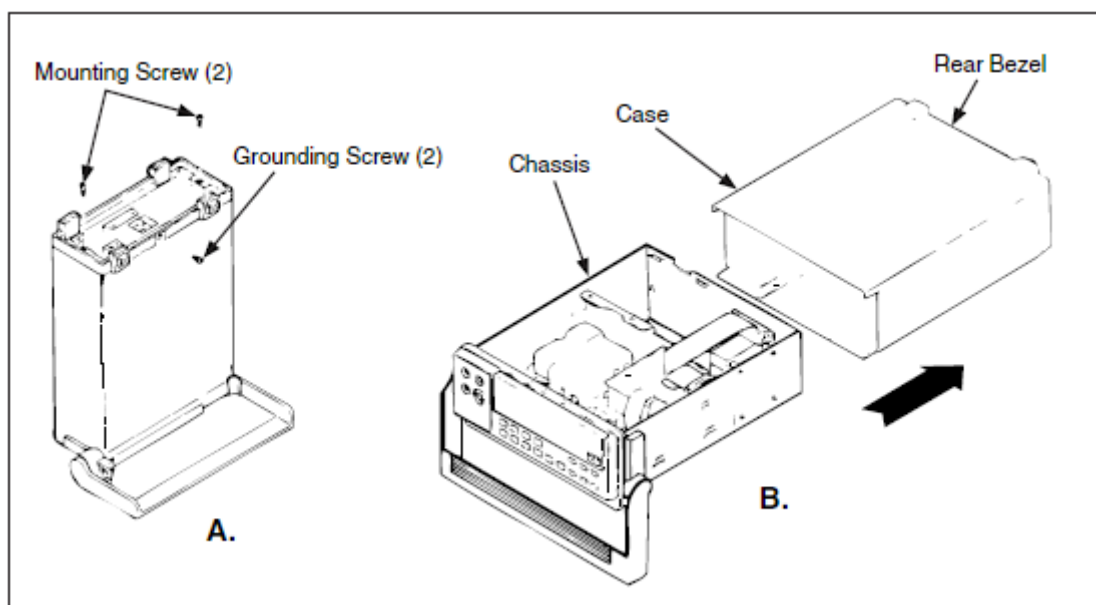


图 8-1 拆卸

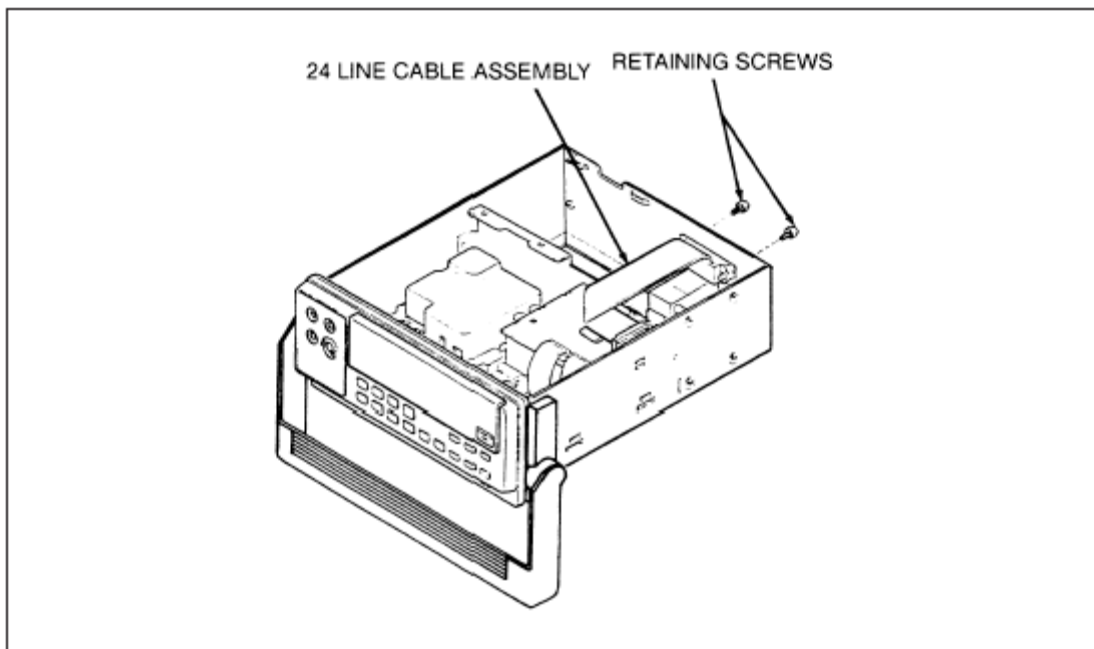


图 8-2 IEEE-488 接口连接器

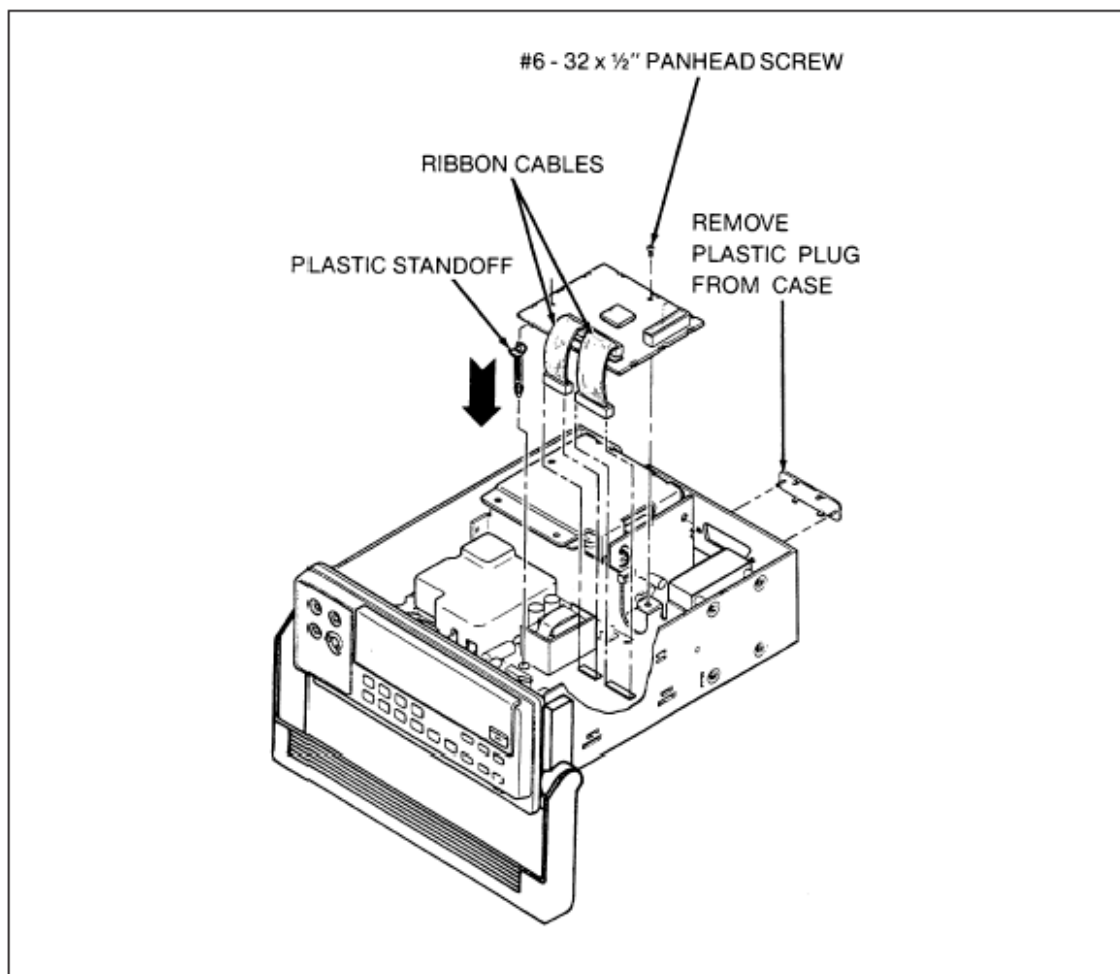


图 8-3 IEEE-488 模块组装

8-10. 一般维护

8-11. 拆卸 IEEE-488 接口选件

已经安装了 IEEE-488 接口选件的 Fluke 45 双显多用表可以按照下面的方法检测和维修，第一次安装时，请参考选件提供的说明进行（PN856005）。

1. 确保数表已关闭并断开了和电源的连接；
2. 从机箱底部和背板（如图 8-1 中的部分 A）上拧下固定螺丝，然后握住前面板，将机箱和背板从外壳中滑出（如图 8-1 中的部分 B），此时，背板并未离开机箱；
3. 用一把尖嘴钳从 IEEE-488 电路板上拔下 24 线电缆组件，如图 8-2 所示；
4. 参考图 8-3 完成剩下的步骤，从 IEEE-488 电路板的背面拧下固定用锥头螺丝；
5. 用尖嘴钳，从 IEEE-488 电路板的前部拆下两根带状电缆；
6. 取下 IEEE-488 电路板，从数表的插槽中取出组件，并从组件前部取下塑料支架。

8-12. 安装 IEEE-488 接口选件

按照以下步骤来安装 IEEE-488 接口选件：

1. 关闭数表电源并断开和电源的连接；
2. 检查塑料支架仍然保留在数表电路板的合适位置（如图 8-3 所示）；
3. 如果必要，在 IEEE-488 电路板上插入 2 根带状电缆，每根电缆的方向和位置都是唯一的，确保电缆连接稳固；
4. 将带状电缆的另一端连接到 Fluke 45 的主电路板上；
5. 两根电缆向前将 IEEE-488 电路板放置到 Fluke 45 中，将 IEEE-488 电路板滑入数表的小固定槽中，是其安放稳固，IEEE-488 电路板的后部应该安放在变压器支架的前面；
6. 用锥头螺丝将 IEEE-488 电路板的后部拧紧；
7. 将 24 线电缆组装到 IEEE-488 电路板上（如图 8-2）；
8. 重新安装好机壳，拧紧固定螺丝。

8-13. 性能测试

如图 8-4 所示，用性能测试程序验证 IEEE-488 接口是否工作正常，该程序是用 BASIC 解释语言为 Fluke 182A 仪器控制器设计的，该程序也许对所有的 IEEE-488 控制器都是适用的。

该性能测试将所测试的数表的 IEEE-488 地址设定为 0，第 160 和 170 行用来对 IEEE-488 总线初始化并给数表发送一个设备清零指令，一个多字节指令被发送到数表（第 190 行）对其状态进行清零，第 210 行是另外的指令序列（包括一个查询指令），数表将发送一个服务请

求（SRQ）标明正在响应，第 530 行到 560 行首先查询数表的状态，然后把数表的响应读回计算机，第 230 行到 270 行用来测试正确的操作和打印结果。

```

140 IA% = 0%                ! instrument IEEE address
150 S% = -1%                ! initialize spl response
160 TERM                     ! terminate input only on BOI
170 INIT PORT 0              ! initialize IEEE-488 bus
180 CLEAR @IA%               ! selective device clear
190 PRINT @IA%, "*cls"       ! clear instrument status
200 ON SRQ GOTO 530           ! enable SRQ interrupt
210 PRINT @IA%, "*cls;*sre 16;*idn?" ! SRQ on Message Available
220 WAIT 500% FOR SRQ        ! allow time to execute commands
230 IF S% >= 0% THEN 260
240   PRINT "Instrument failed to generate a Service Request"
250   STOP
260 PRINT "Serial Poll =";S%;"(should be 80)."

```

图 8-4 IEEE-488 接口性能测试

8-14. 故障现象

8-15. 上电故障

以下将讨论在安装 IEEE-488 接口选件后引起 Fluke 45 发生上电故障时如何确定可能的故障区域。造成故障的原因有：A5P2 或 A5P3 发生短路；主电路组件上的微处理器无法对 ROM 和 RAM 进行正常操作。两条附加的电缆可以在故障排除过程中提供帮助（PN867952 和 867957）。

- 首先是检查 GND 是否在 IEEE 组件上与 VCC 或 VCC2 发生了短路。
- 短路也许发生在接口信号与 VCC、GND 或其他接口信号之间，需要检查的逻辑信号线包括：DATA(7...0)、ADD(15...0)、RD*、WR*和 RESET*。
- 短路可能是由于 CMOS 芯片输入端被静电击穿而引起的，此时短路只能在电路上电时进行检测，用示波器检查每个活跃的接口信号，验证信号可以在正常的电压范围（0 到 5V）之间转换。

8-16. 通信故障

8-17. 无法选择 IEEE-488 接口选件

IEEE-488 接口选择步骤请参考第 3 章。

如果 IEEE-488 接口选件没有被 Fluke 45 的软件检测出，可能是 OPS 或 ACON*信号线出现了问题，正常情况下 IEEE 接口选件将 OPS 信号（A5P2-18）拉为低电平，而未安装选件时在 Fluke 45 主电路中该信号通常被上拉到 VCC 电平，当 OPS（A1U6-29）被检测为高电平时，微处理器将认为 IEEE-488 接口选件并未安装。

进一步分析，当 ACON*信号被检测为高电平时，软件不允许 IEEE-488 接口选件工作，由于 ACON*在数表用电池供电时将一直保持高电平，因此在电池供电情况下，IEEE-488 接口选件将无法被选定为有效的接口，如果 Fluke 45 软件检测到 ACON*为高电平时，显示屏上“IEEE”字样将变暗，同时电池指示器将点亮。ACON*信号（A1U6-33）在数表用交流电源供电后将变为低电平。

8-18. 无法与 IEEE-488 总线握手

用一块电压表检查 VCC2 的电压，当 Fluke 45 采用交流供电时，VCC2 的电压值应该比 VCC 低 0.1V 左右，交流供电时，微处理器将 A1U6-28 设定为高电平，OPTSW*驱动到-5.0V 来实现对 VCC2 的控制，OPTSW*信号控制着 IEEE-488 接口选件上的 FET 开关 A5Q1 的门极，实现对 VCC2 的开启或关闭。

复位电路由 A5CR1、A5R1、A5U2 和 A5U9 组成，当数表采用电池供电时，复位电路将 OPTSW*信号转换为数字信号以禁止对 A5U6 的操作，电池供电时，OPTSW*信号的电平为 5.0V，A5U2-9 为高电平，A5U2-10 为低电平，同时 A5U9-9 保持低电平以通过引脚 22 使 A5U6 复位。

当数表再次以交流供电时，电路使 A5U6 复位，OPTSW*跳变为-5.0V，A5U2-9 为低电平（接近 GND），A5U2-10 为高电平，A5U9-9 将保持低电平直到地址译码器检测到 IEEE-488 总线上有存储器操作为止，在 OPTSW*跳变为-5.0V 后约 1ms 左右，来自 A5U9-11 的读操作初始化时钟将使 A5U9-9 跳变到高电平，从而释放了来自 A5U6-22 的复位信号，其后紧跟着用来延时的虚拟‘读’周期，然后主电路将发送 6 个‘写’周期对 A5U6 进行初始化，接下来 IRQ2 中断有效，然后进行连续的状态字节初始化，此时，IEEE-488 接口选件已经做好了响应处理 IEEE-488 总线事件的准备。

注意

在每次通过 BAUD 选单设定 IEEE 接口选件的波特率时（按下 AUTO），IEEE 接口选件都会按照上面的顺序完成一次初始化，只是没有通过 OPTSW*信号进行硬件复位而已。

8-19. 无法进入远控状态

如果 IEEE-488 接口选件无法进入远控状态，请检查 remote/local 控制电路是否工正常，当 IEEE-488 接口选件是当前激活的仪器接口时，remote/local 控制状态每隔 1ms 都会被主电路监控一次，通常情况下，在检查 A5U6 状态的读周期期间 A5U5-8 会发生一次约 $1.0\mu s$ 的低电平跳变，如果 A5U3-11 在读周期中保持低电平，A5U6 将处于本控状态，如果 A5U3-11 在读周期中保持高电平，A5U6 将处于远控状态。当 A5U6 处于远控状态时，显示屏上 REMOTE 字样将亮起。

8-20. 无法接收多字符指令

在尝试与数表通信期间监测来自 A5U6-10 的中断信号，伴随着每个接收字节的高电平 ATN 信号（A5U6-31）会使中断信号跳变为低电平，检测中断信号经 A5U4，验证其完全到达 A5J3。如果中断信号无法在 A1U6 上检测到，它将保持不确定的低电平，只有检测到中断信号而且 A5U6 接收到的字节被 A1U6 清除后，A5U6-10 才会跳变到高电平。

8-21. 无法发送查询状态

当接口被寻址为讲者时检查 TE（A5U6-24）是否为高电平，该信号必须为高电平以允许总线接口收发器改变 DIO1 至 DIO8、EOI、DAV、NRFD 和 NDAC 传送方向，验证这些经过 A5U7 和 A5U8 的信号被完整传输。

8-22. 无法产生一个结束标志(EOI)

当 IEEE-488 接口选件在消息的结尾发送行终止字符，EOI 信号应该同时被设置为‘真’，当 EOI 信号为‘真’时，A5U6-30 应该为低电平，检查来自 A5J1 经 A5U8 到 A5U6 的信号的正确性。

8-23. 无法产生一个服务请求(SRQ)

当产生服务请求信号时，A5U6-32 应该为低电平，沿着 A5U8 到连接器 A5J1 检查该信号，当 IEEE-488 总线控制器执行一个连续操作（SPL）时，A5U6-32 应该再次跳变为高电平。

注意

如果数表处于不封锁前面板键盘的远控状态时，可以通过在前面板上按下（UPB）来发送一个服务请求。

8-24. 电路原理图

IEEE-488 接口选件的电路原理图在本手册的第 9 章中。

8-25. 可更换部件列表

图 8-4 和 8-5 提供了表 8-3 和 8-4 中部件的外形，订货信息请参考手册的第 6 章。

表 8-2 选件-05 IEEE-488 接口最终组装

参考指定者		描述	Fluke 仓储号	总数量	备注
A	5	IEEE-488 INTERFACE PCA	814152	1	
H	1	SCREW,PH,P,LOCK,STL,6-32,.250	152140	1	
H	2	CONN ACC,MICRO-RIBBON,SCREW LOCK KIT	836585	1	
MP	1	SPACER,SNAP,PWB,NYL,1.375	845347	1	
TM	1	PRINT MATL,INST SHT,FLUKE 45/IEEE-488	856005	1	
W	7	CABLE ASSY,IEEE	834978	1	
W	8	CABLE ASSY,FLAT,14 COND,MICROMOD,3 IN	831560	1	
W	9	CABLE ASSY,FLAT,20 COND,MICROMOD,3 IN	831578	1	

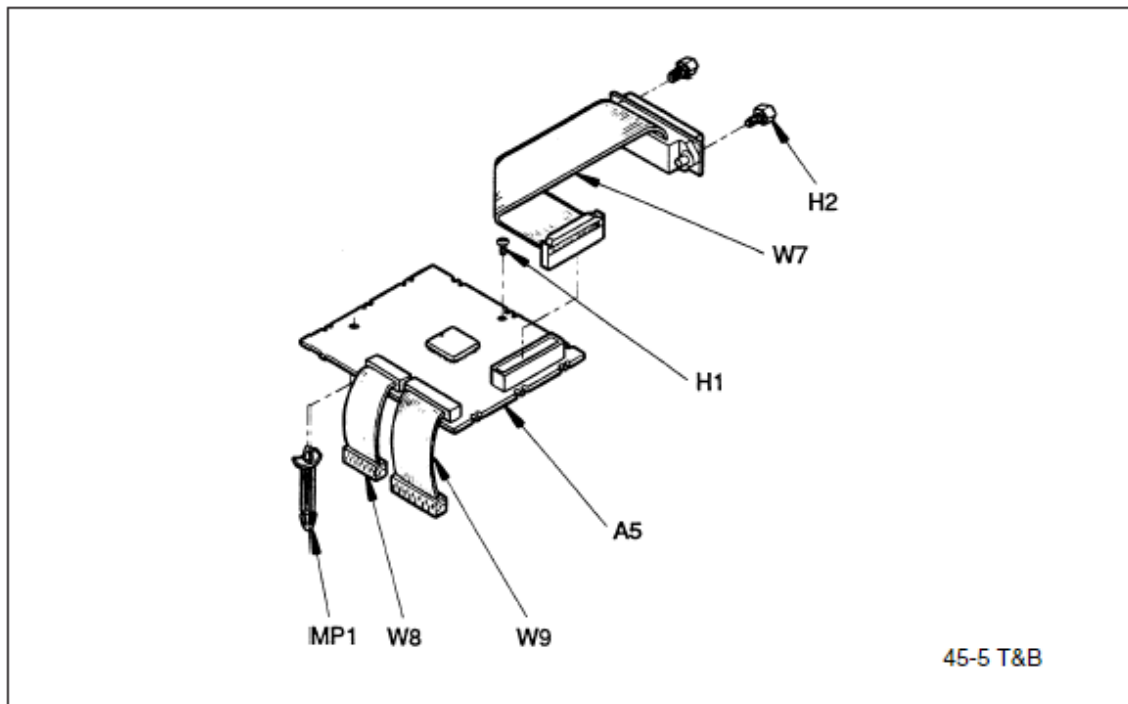


图 8-5 选件-05 IEEE-488 接口最终组装

表 8-3 A5 IEEE-488 接口 PCA

参考指定者		描述	Fluke仓	总数	备注
C	6- 11	CAP,CER,0.1UF,±10%,25V,X7R,1206	747287	6	
C	12	CAP,CER,0.022UF,±10%,50V,X7R,1206	747279	1	
CR	1	* DIODE,SI,BV=75V,IO=250MA,SOT23	830489	1	
J	1	HEADER,2 ROW,.100CTR,24 PIN	831834	1	
J	2	HEADER,1 ROW,.050CTR,20 PIN	831529	1	
J	3	HEADER,1 ROW,.050CTR,14 PIN	831511	1	
Q	1	* TRANSISTOR,SI,PMOS,1W,D-PAK	836544	1	
R	1,3	* RES,CERM,5.1K,±5%,125W,200PPM,1206	746560	2	
R	2	* RES,CERM,47K,±5%,.125W,200PPM,1206	746685	1	
R	4	* RES,CERM,220,±5%,.125W,200PPM,1206	746347	1	
U	1,2	* IC,CMOS,QUAD INPUT NOR GATE,SOIC	830711	2	
U	3	* IC,CMOS,OCTAL BUS TRANSCEIVER,SOIC	742577	1	
U	4	* IC,CMOS,OCTL LINE DRVR,SOIC	801043	1	
U	5	* IC,CMOS,8 INPUT NAND GATE,SOIC	830729	1	
U	6	* IC,NMOS,GPIB CONTROLLER,PLCC	887190	1	
U	7	* IC,LSTTL,OCTAL GPIB XCVR,SOIC	831651	1	
U	8	* IC,LSTTL,OCTAL GPIB XCVR,SOIC	831669	1	
U	9	* IC,CMOS,DUAL D F/F,+EDG TRG,SOIC	782995	1	

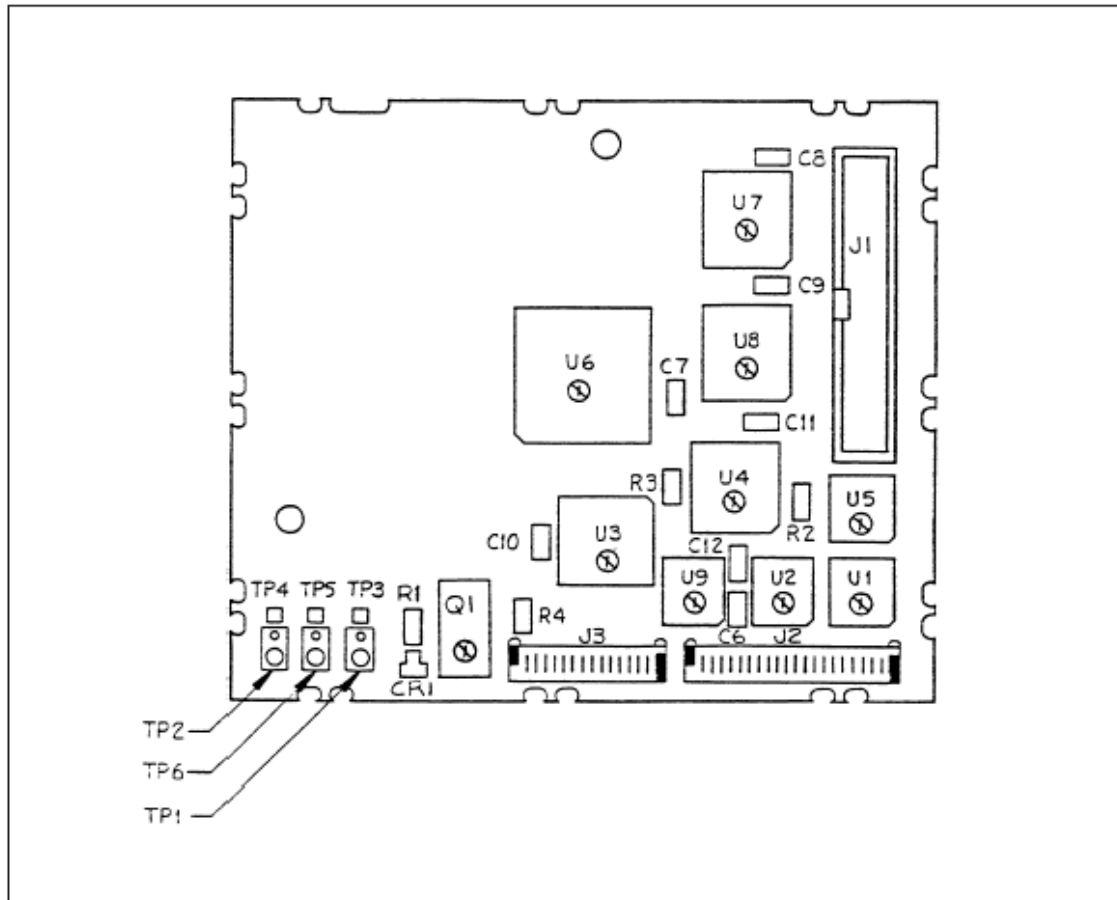


图 8-6 A5 IEEE-488 接口 PCA

第九章

原理图

标题

页码

- 9-1. A1 主 PCA
- 9-2. A2 显示 PCA
- 9-3. A1A1 真有效值 PCA
- 9-4. A4 电池 PCA
- 9-5. A5 IEEE-488 接口 PCA

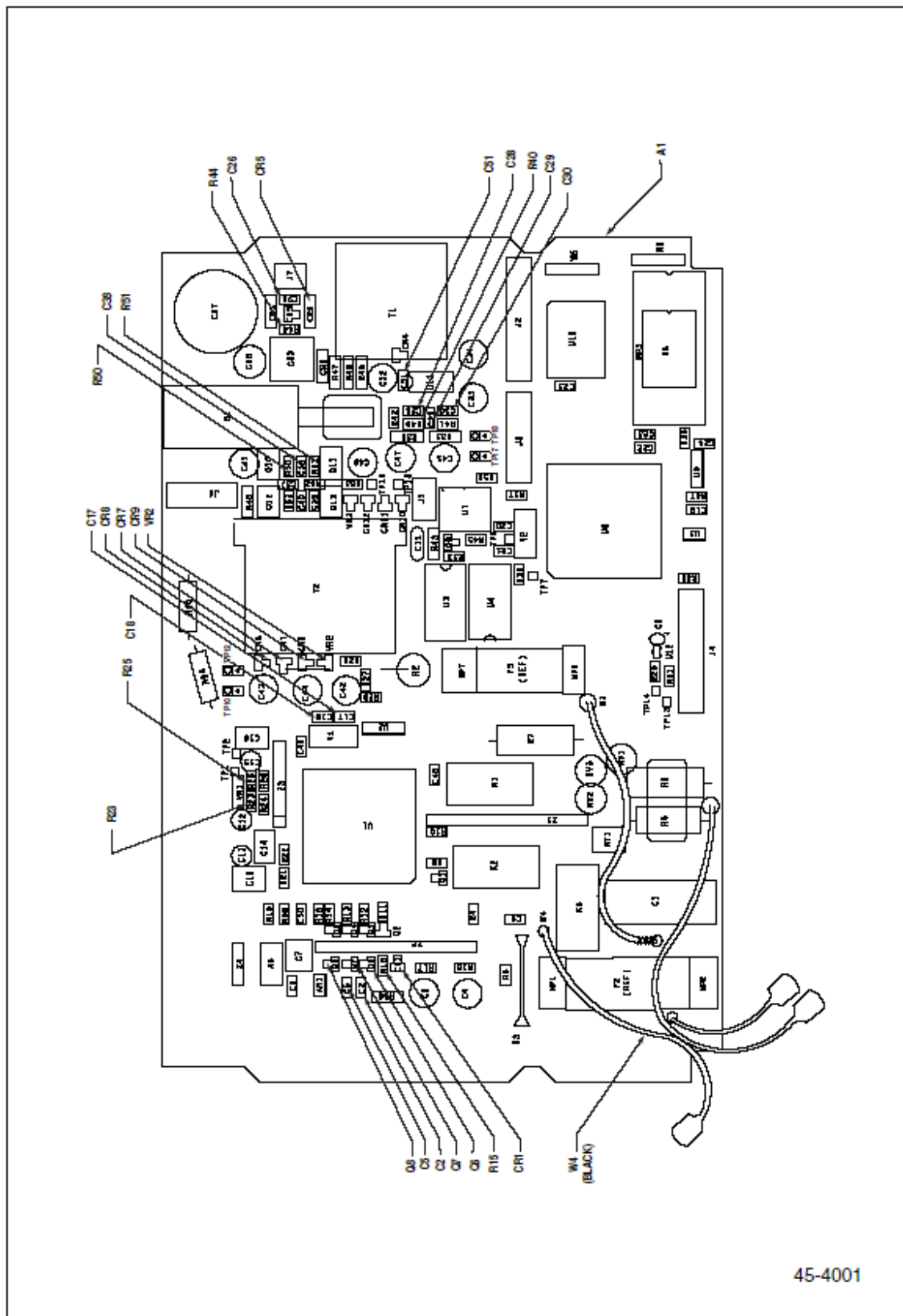


图 9-1 A1 主 PCA



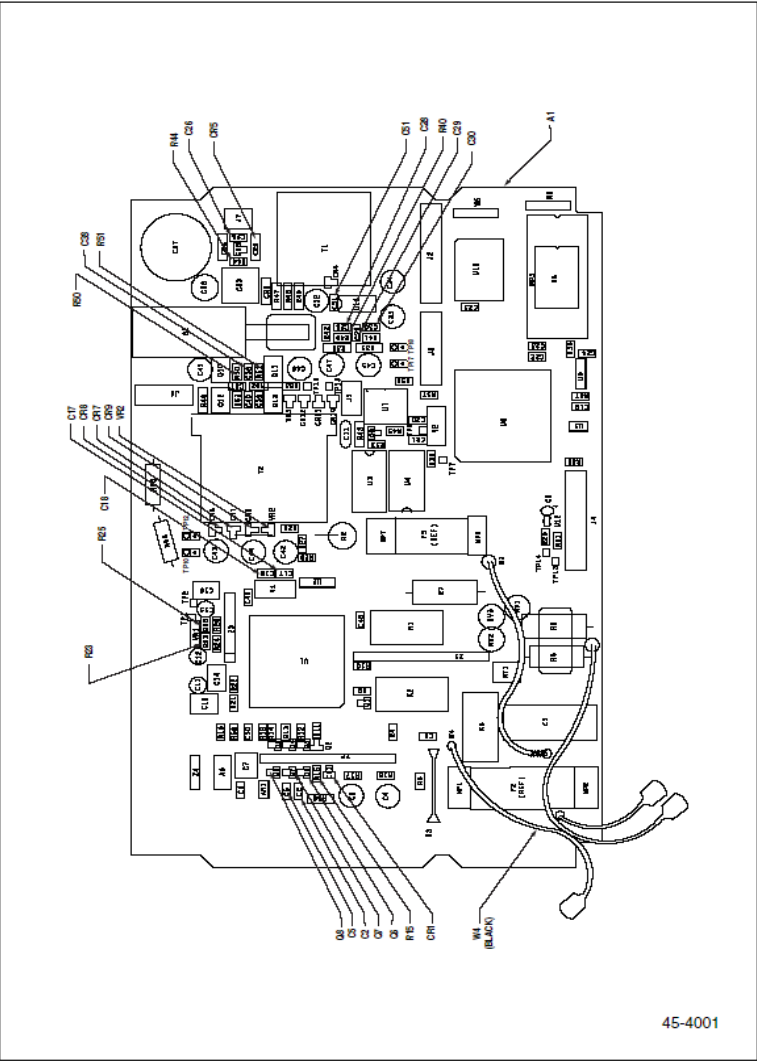


图 9-1 A1 主 PCA (续)

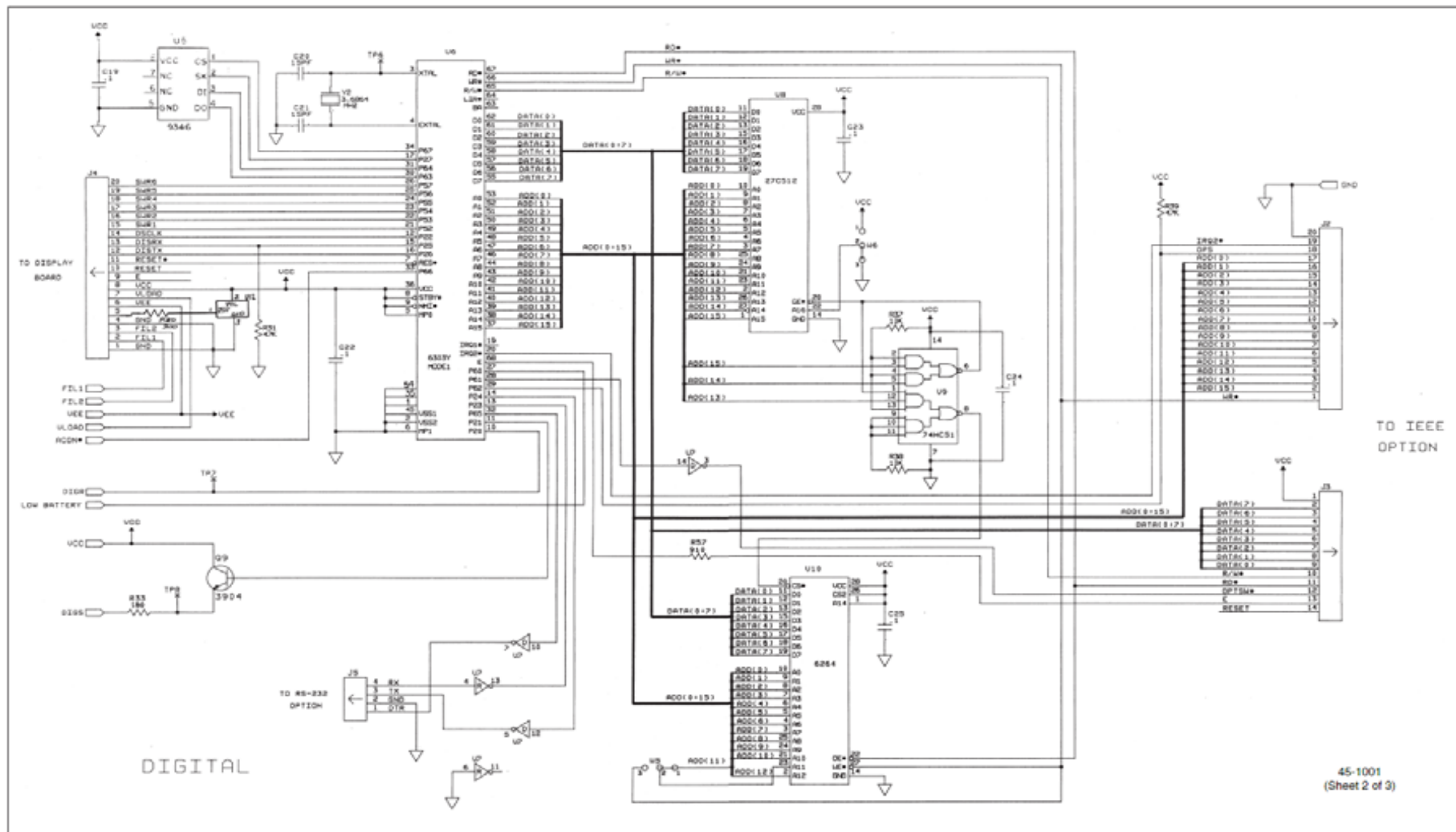


图 9-1 A1 主 PCA (续)



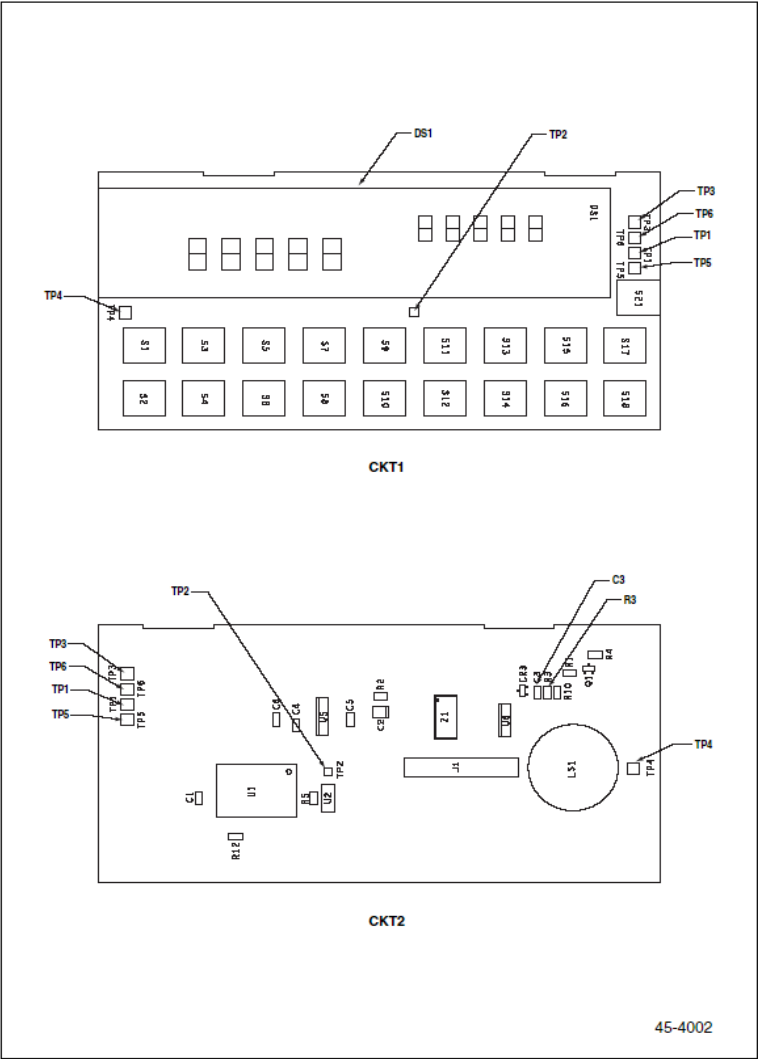


图 9-2 A2 显示 PCA

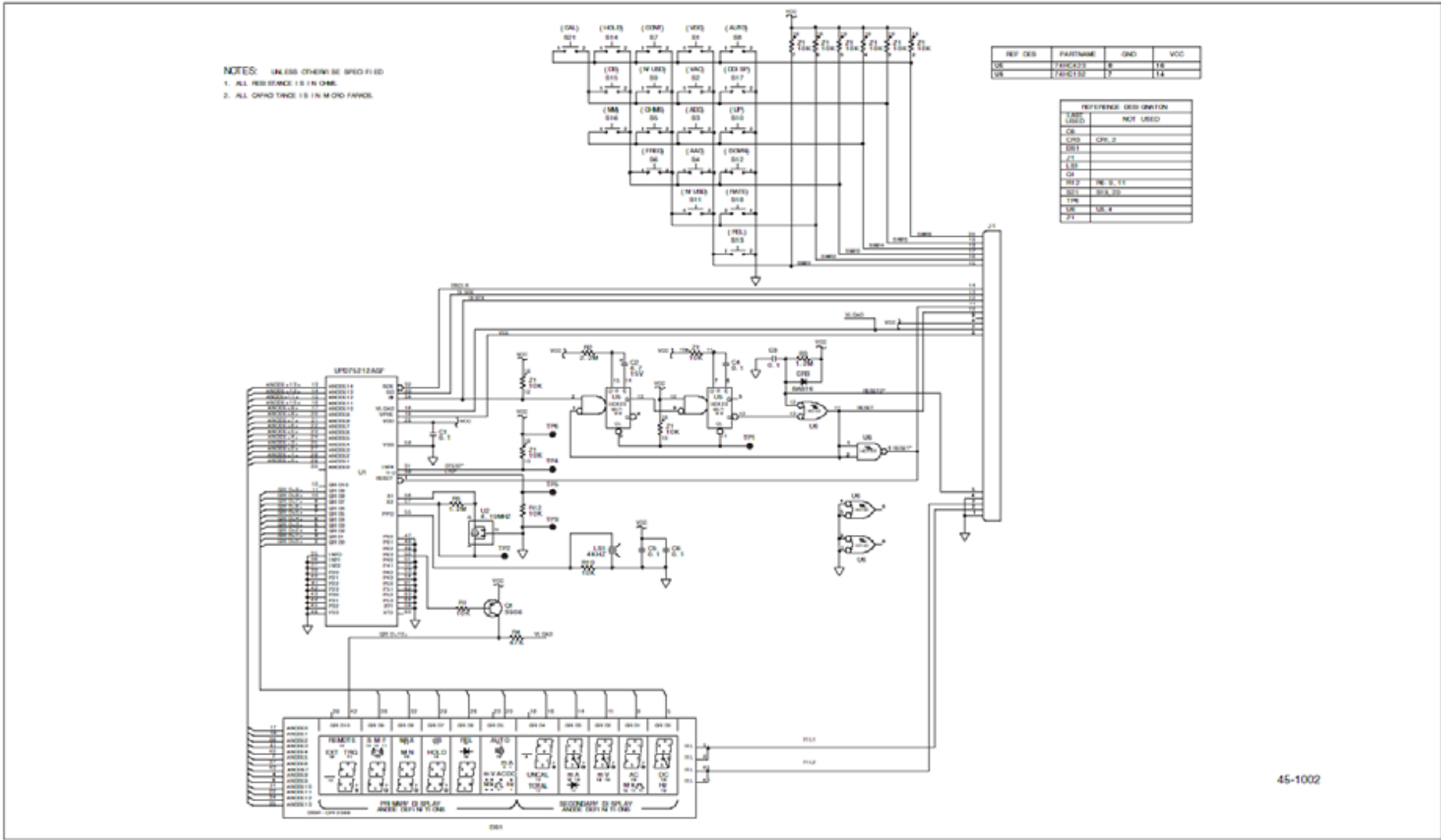


图 9-2 A2 显示 PCA(续)

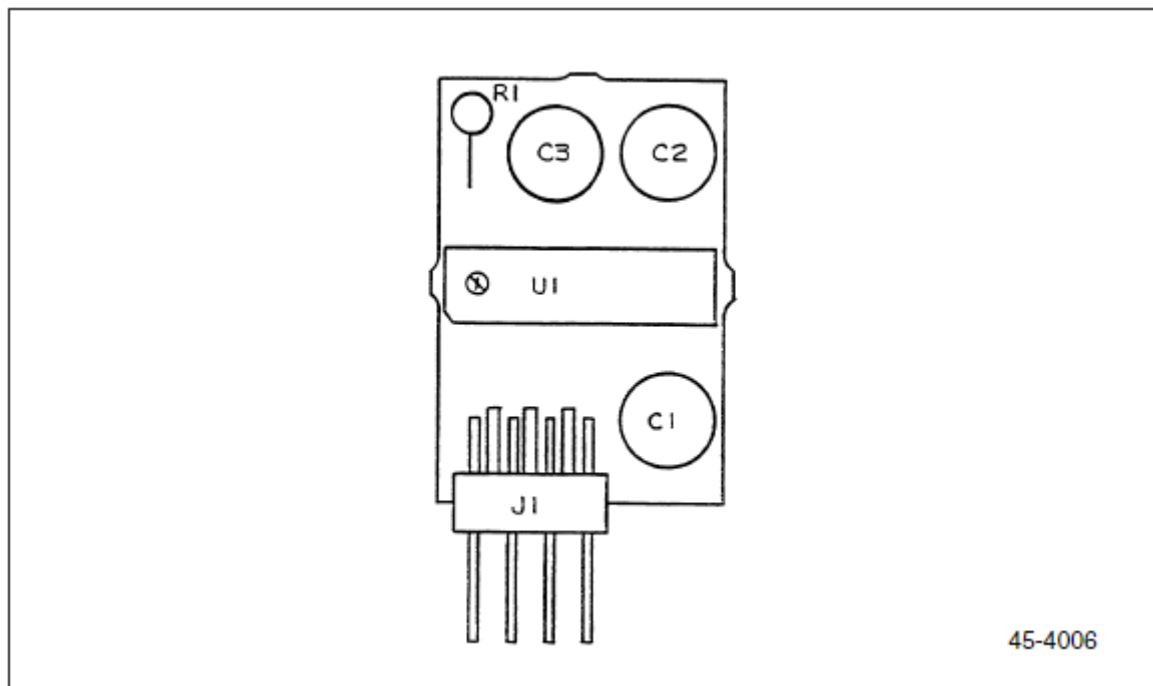
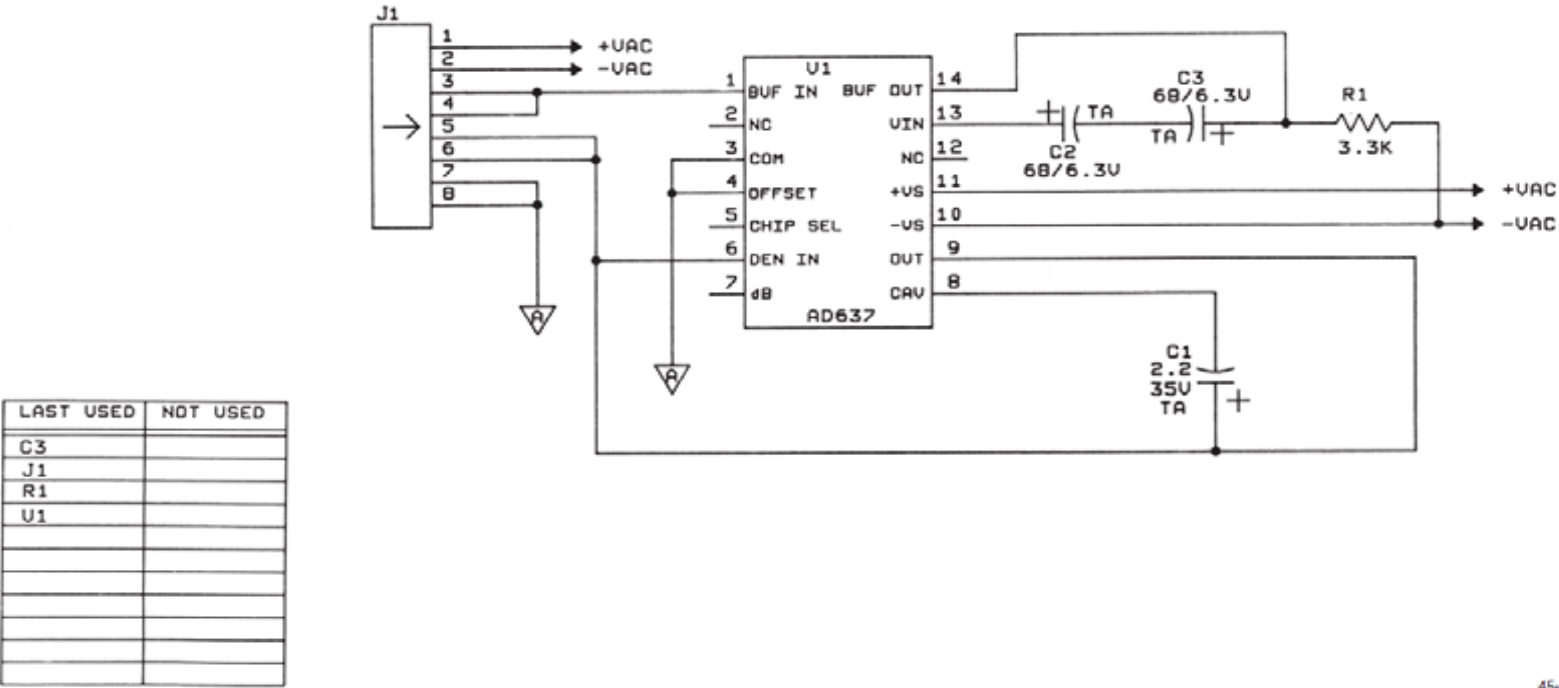


图 9-3 A1A1 真有效值 PCA

NOTES:UNLESS OTHERWISE SPECIFIED
1. ALL RESISTANCES ARE IN OHMS,1/8 WATT,+/-5%.
2. ALL CAPACITANCES ARE IN MICROFARADS.



45-1006

图 9-3 A1A1 真有效值 PCA（续）

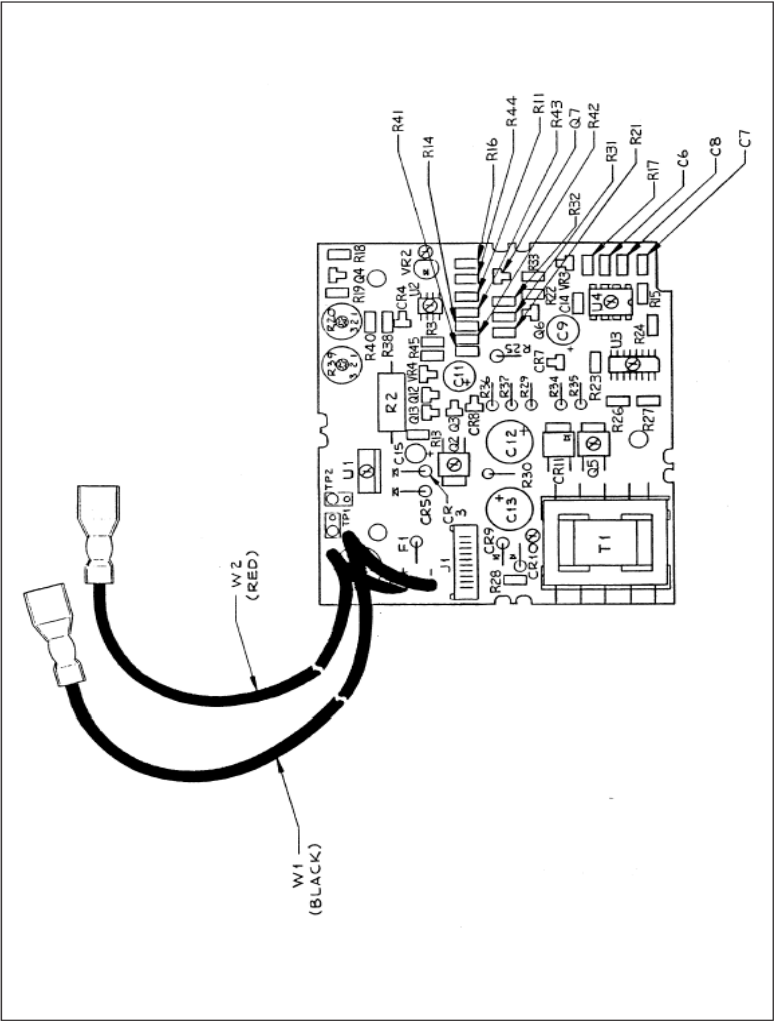


图 9-4 A4 电池 PCA

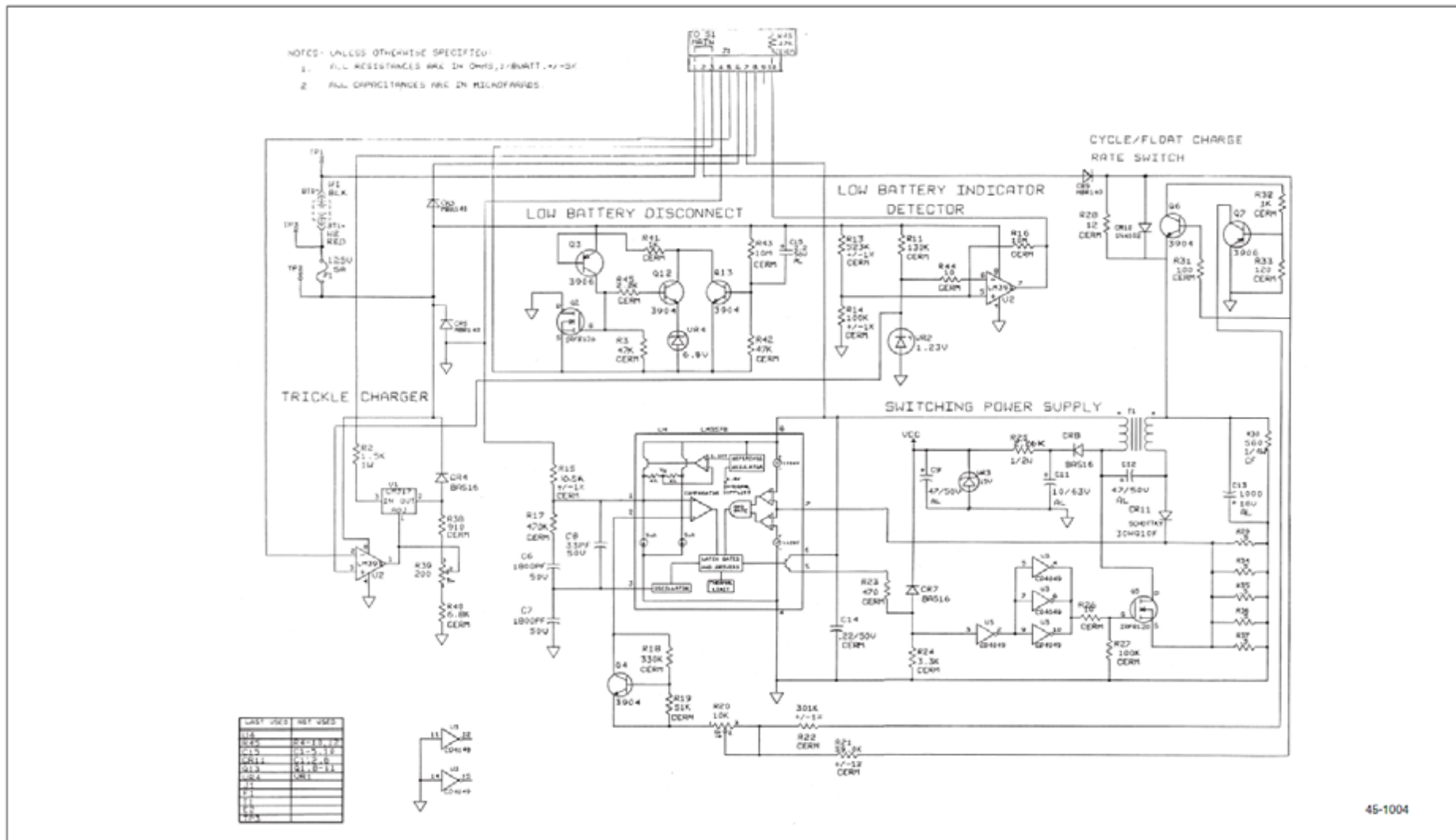


图 9-4 A4 电池 PCA (续)

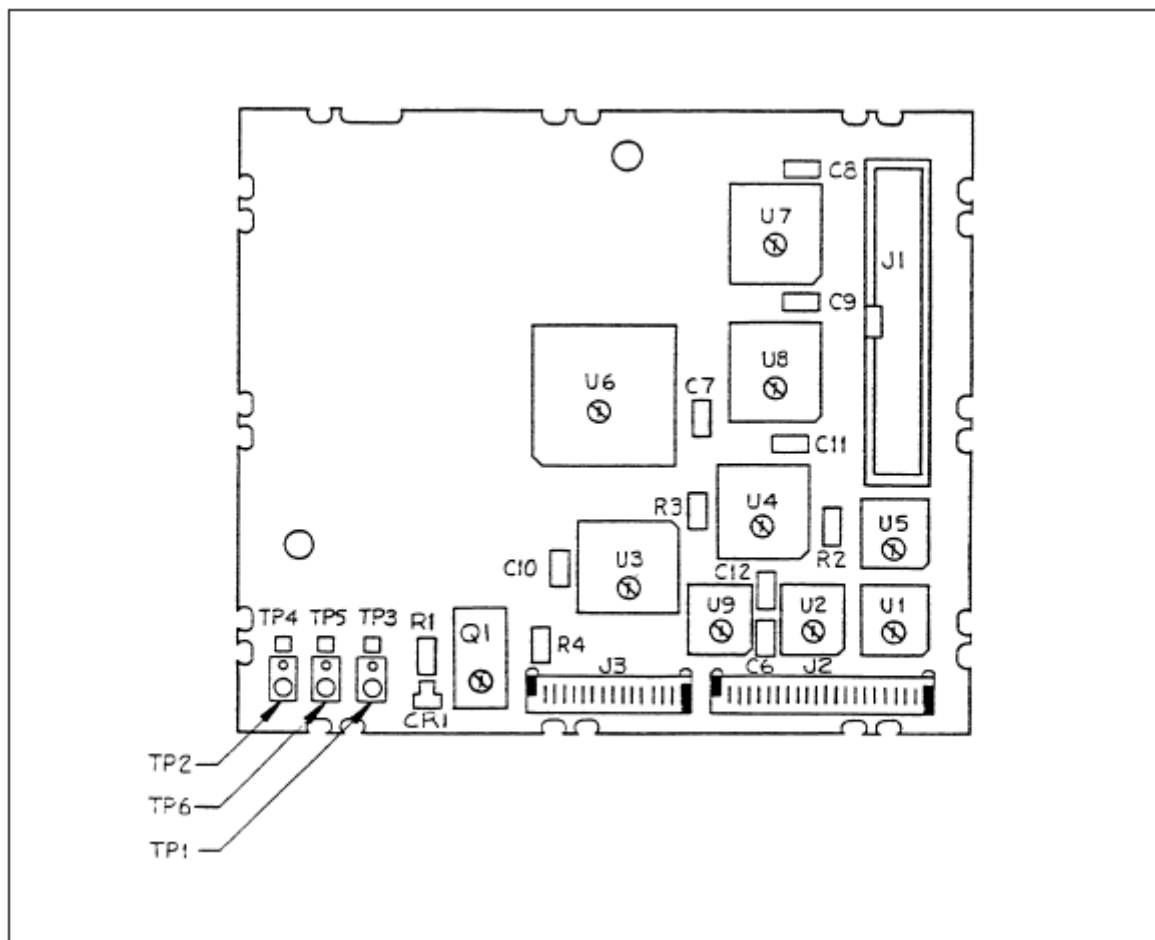


图 9-5 A5 IEEE-488 接口 PCA

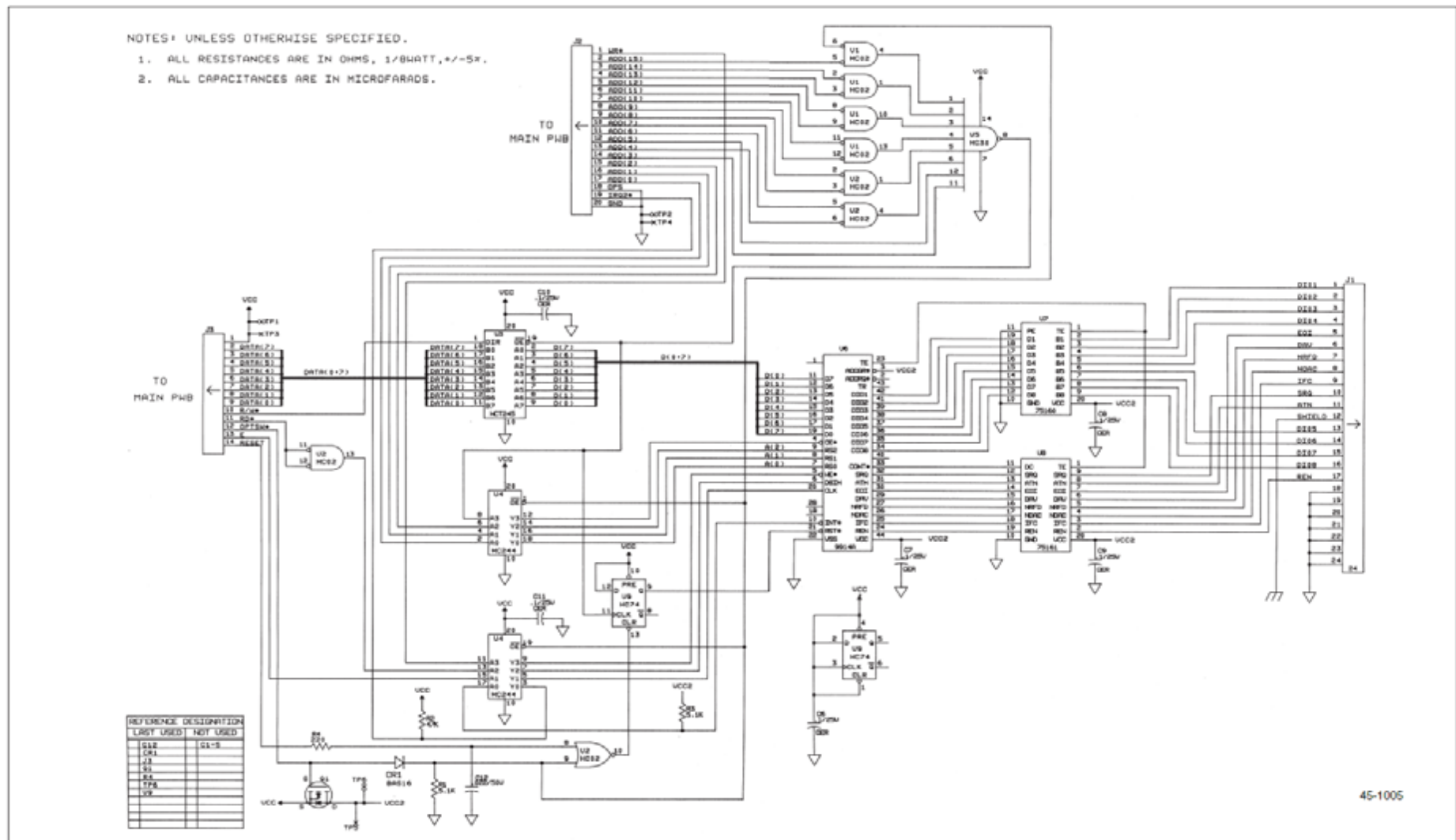


图 9-5 A5 IEEE-488 接口 PCA (续)

