

## DMM2650数字复用表的原理和维修(待续)

岑永泰†

TM P38.1

(华东电子测量仪器研究所, 安徽省蚌埠市, 233006)

## Principle of DMM2650 Digital Multimeter and its Maintenance

Cen Yongtai

**文 摘** 介绍了DMM2650的工作原理,对仪器的电路进行了解剖分析,给出了故障修理流程图,列举了修理事例。

**关键词** 控制器 自动量程 ~~XX~~ A/D变换器 复用仪表

DMM2650(以下简称2650)是日本SANSEI公司生产的4½位数字复用表。由于采用了大规模集成电路和专用集成电路,其功能强、性能先进、使用方便,广泛用于科研生产中。现根据自己在工作中的了解,对该仪器的工作原理和电路分析介绍如下。

## 1 2650的组成和工作原理

该仪器由输入电路、A/D变换器,自动量程和单位控制电路(由专用集成电路IC1(SI-201)及其外围电路构成,以下简称控制器),译码驱动电路,LCD显示器等组成,如图1所示。

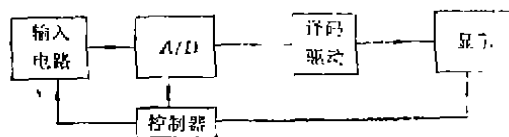


图 1

当仪器输入端加上被测信号时,在仪器功能选择开关的控制下,选择相应的路径,通过输入电路,进入A/D变换器。A/D变换器把输

入的模拟量转换成数字量,再经译码驱动电路送到显示器进行显示。当加入的信号超过或低于仪器当时所处的量程时,控制器就发出升降量程信号,改变输入电路,增大或减小衰减量,直到合适的量程为止。与此同时,控制器也输出信号给LCD显示器,改变小数点的位置和显示单位。

## 2 单元电路

## 1) 输入电路

仪器输入电路分为以下几部分:直流电压测量电路,AC/DC变换电路,电阻测量电路,电流测量电路,分别介绍如下。

## (1) 直流电压测量电路(图2)

电压测量分为3个量程,当电压在0~2V范围内时,控制器IC1的38脚由低电平跳变至高电平,经IC3-2反相,变成低电平,Q33导通,锁定继电器RY31左边线圈通电,其4~6触点接通,R52和R53并联,输入信号直接经过

1993-11-25 收稿,1994-01-11 收到修改稿

† 52岁 男 高级工程师

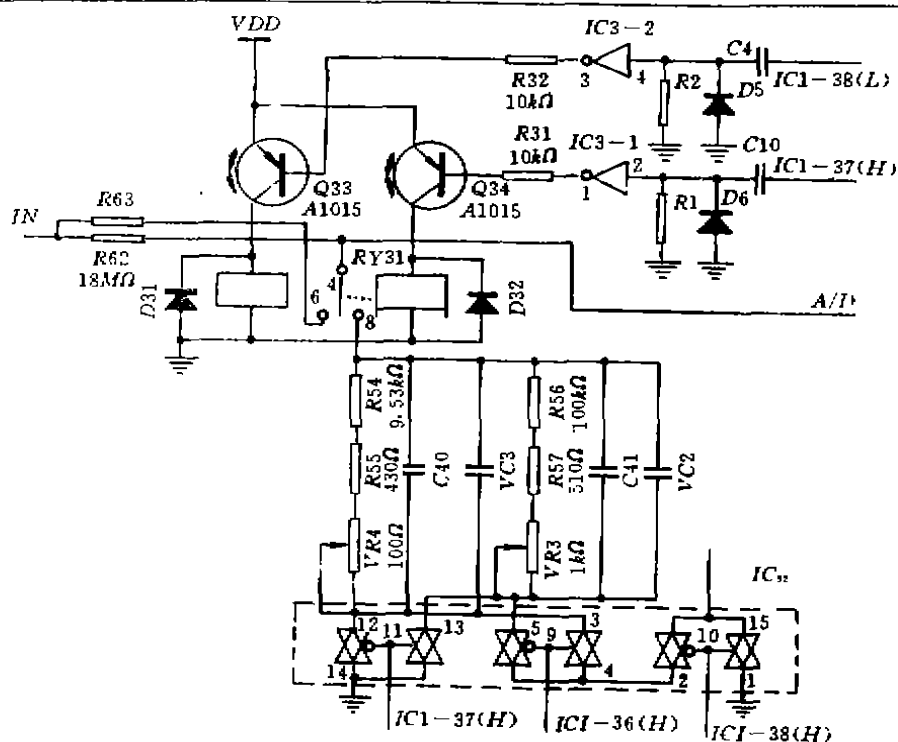


图 2

$R52$ 和 $R53$ 的并联电路后,输入到A/D变换器,简化电路如图3。

当电压测量范围在2~200V时,控制器 $IC1$ 的37脚由低电平跳变至高电平,36、38脚输出为低电平。37脚的高电平通过 $IC3-1$ 反相,变为低电平,加至 $Q34$ 基极, $Q34$ 导通,锁定继电器 $RY31$ 右边线圈加电,其4~8触点接通。同时,控制器 $IC1$ 的37脚的高电平,加到模拟开关 $IC32$ 的11脚上,使13、14脚的1组模拟开关接通,12~14脚的1组开关断开,从而使 $R56-R57-VR3$ 这条支路接通到地, $R54-R55-VR4$ 这条支路断开。简化电路如图4。其衰减比为1%。

当电压测量范围在200~1000V时,控制器 $IC1$ 的36脚由低电平跳变至高电平。37、38脚输出为低电平。锁定继电器 $RY31$ 维持在4~8触点接通状态。37脚的低电平使 $IC32$ 的12~14一组开关接通到地,而13~14一组开关断开,衰减网络 $R54-R55-VR4$ 接入测量回路, $R56-R57-VR3$ 支路断开,改变了衰减网络。简化电

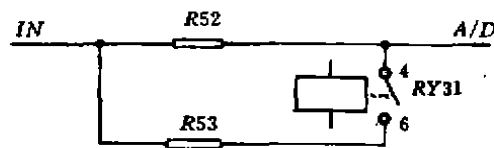


图 3

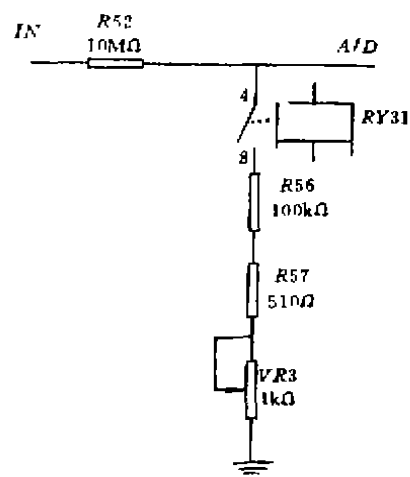


图 4

路如图 5。其衰减比为 0.1%。

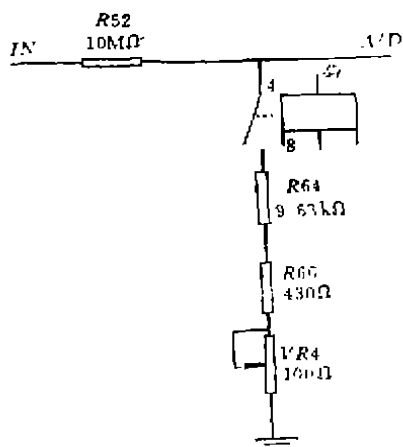


图 5

### (2) AC/DC变换电路

交流信号量程转换的原理和直流一样,只不过交流信号通过衰减后,不是直接进入  $A/D$  变换器,而是进入  $AC/DC$  变换电路,最后才加到  $A/D$  变换器,其电路如图 6。

交流信号通过衰减网络后,进入由 $\frac{1}{2}IC_{34}(TLO62)$ 组成的跟随器( $IC_{34}-1$ ),其输出经 $V_{R5}$ 、 $R_{39}$ 进入由另外的 $\frac{1}{2}IC_{34}(IC_{34}-2)$ 和 $D_{33}$ 、 $D_{34}$ 等组成的线性全波整流电路。滤波后的直流电压送到 $A/D$ 变换器。

当输入电压为正极性时,  $IC_{34-2}$  的 7 脚输出为负,  $D_{34}$  导通,  $D_{33}$  截止。当输入电压为负极性时,  $IC_{34-2}$  的 7 脚输出为正,  $D_{33}$  导通,  $D_{34}$  截止。设跟随器  $IC_{34-1}$  的 1 脚输出为  $U_{RY}$

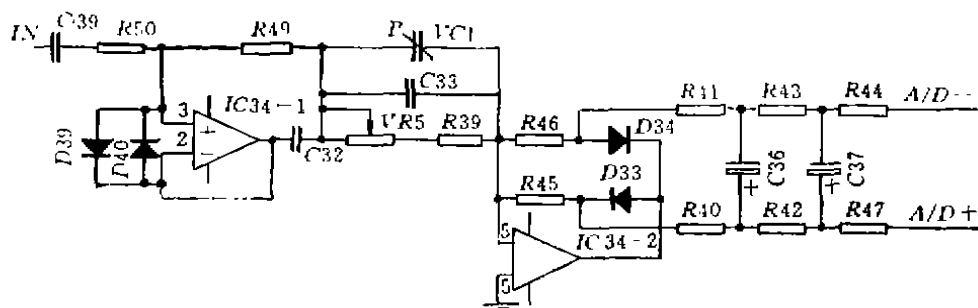


图 6

时, IC34-2的7脚输出为 $U_{sc}$ , 则

$$U_{80} = -R46 \cdot U_{87} / (V R_5 + R39)$$

只要  $IC_{34-2}$  的输出电压, 在数值上大于整流二极管的正向导通电压,  $D_{33}$  和  $D_{34}$  中总有一个处于导通状态, 另一个处于截止状态, 电路就能正常工作。电路能够整流的最小电压峰值为  $V_o/K_o(\omega)$ 。其中  $V_o$  为二极管导通时的压降,  $K_o(\omega)$  为运放开环放大倍数。输入信号的频率上限由运放的带宽和上升速率决定。

在跟随器的输出端加一隔直电容,是防止被测交流信号中包含的直流分量进入整流器,引入测量误差。同时还应注意到,线性整流电路是以输入电压的平均值响应的。对于正弦波输入时,电压有效值 $U$ 与整流后的平均值 $\bar{U}$ 的

关系为  $U = 1.11\bar{U}$ 。改变  $AC/DC$  电路的增益，就能读出有效值。对于非正弦电压，则这个关系就不能成立。

### (3) 电阻测量电路

仪器在测量电阻时,采用恒流源法,即在被测电阻上加一恒定电流,然后测出被测电阻上的电压,用以显示被测电阻的阻值。恒流源输出 3 种电流值,分别测试不同范围的电阻值,如表 1。

表 1

阻值范围	测试电流
$0\Omega \sim 2\text{k}\Omega$	$1\text{mA}$
$2 \sim 200\text{k}\Omega$	$10\mu\text{A}$
$200\text{k}\Omega \sim 20\text{M}\Omega$	$0.1\mu\text{A}$

恒流源电路示于图 7。

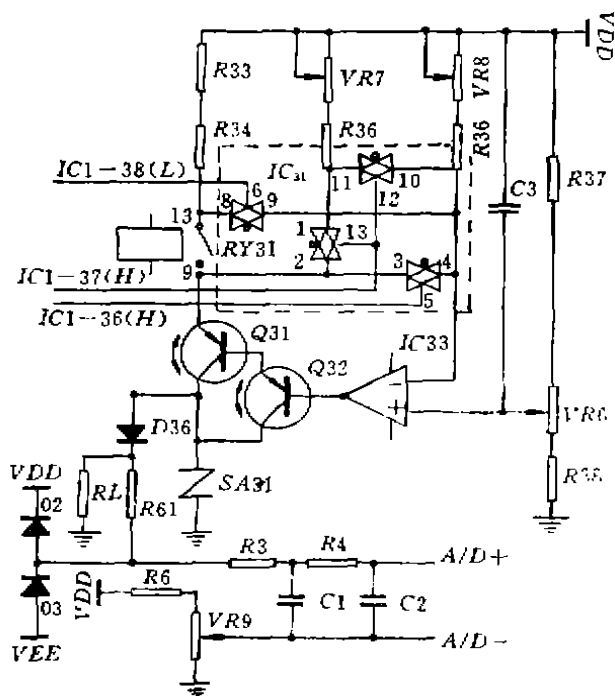


图 7

当量程在  $0 \sim 2\text{k}\Omega$  范围时, 控制器 IC1 的 38 脚由低电平跳至高电平, 36、37 脚输出为低电平。一方面对 RY31 继电器线圈加电, 其 13~9 一组触点闭合, R33-R34 支路与 Q31 发射极接通, 同时使 IC31 的 8~9 一组开关接通, 取样电阻 R33、R34 接到 IC33 的反相输入端, 构成  $1\text{mA}$  恒流源。简化电路如图 8。

在  $2 \sim 200\text{k}\Omega$  量程时, 控制器 IC1 的 37 脚由低电平跳变至高电平, 经 IC3-1 反相, 变成低电平, 加至 Q34 基极, Q34 导通, 继电器 RY31 右边线圈加电, 其 13~9 触点断开。同时, IC1 的 37 脚的高电平, 使 IC31 的 1~2 开关组、11~10 开关组接通, VR7-R36 支路和 VR8-R35 支路并联后, 作为恒流源取样电阻接到 IC33 的反相端, 电路构成  $10\mu\text{A}$  的恒流源。简化电路如图 9。

当量程在  $200\text{k}\Omega \sim 20\text{M}\Omega$  范围时, 控制器 IC1 的 36 脚由低电平跳变至高电平, 37、38 脚输出为低电平, IC31 的 3~4 开关组接通, 其它开

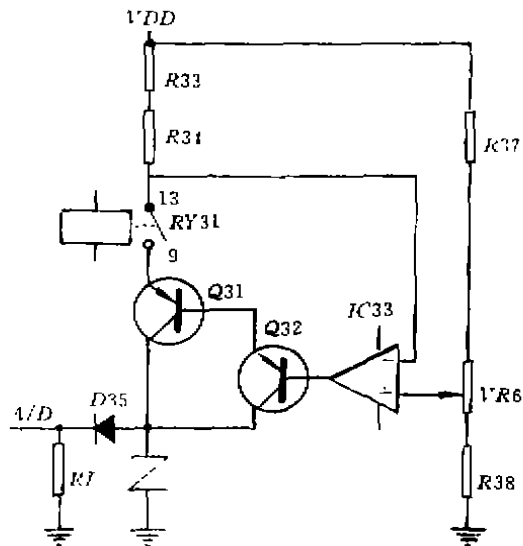


图 8

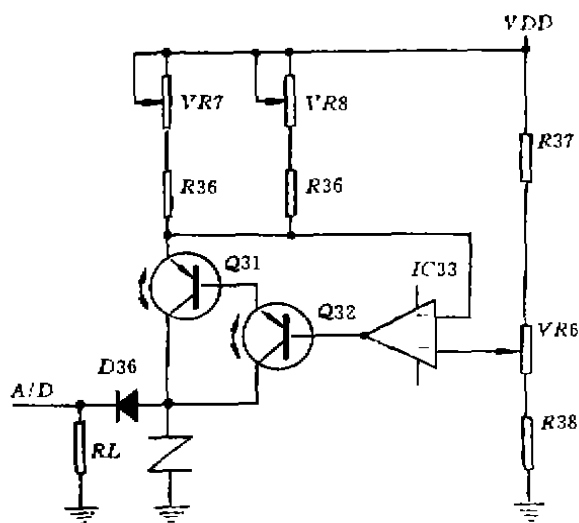


图 9

关组断开, VR8-R35 支路接到 IC33 的反相端, 作为恒流源的取样电阻, 电路构成  $0.1\mu\text{A}$  恒流源。其简化电路如图 10。

#### (4) 电流测量电路

仪器的电流测量电路, 是在输入端并接  $1\Omega$  的标准电阻, 电流流过电阻的压降, 直接送到 A/D 变换器。如果测量的是交流电流, 则把在标准电阻上产生的交流压降, 经 AC/DC 变换电

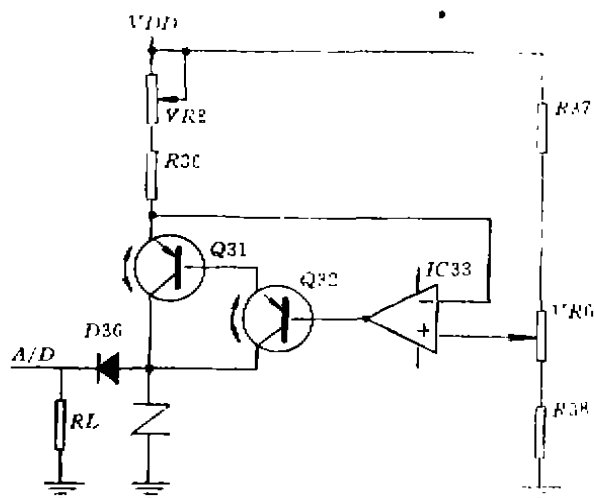


图 10

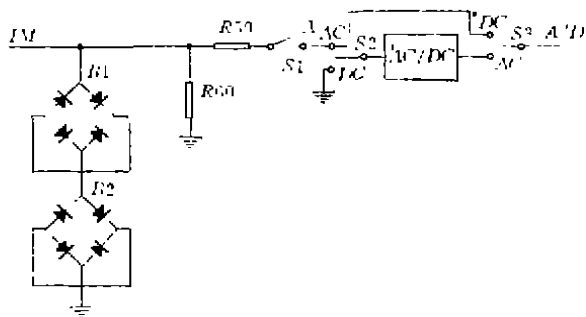


图 11

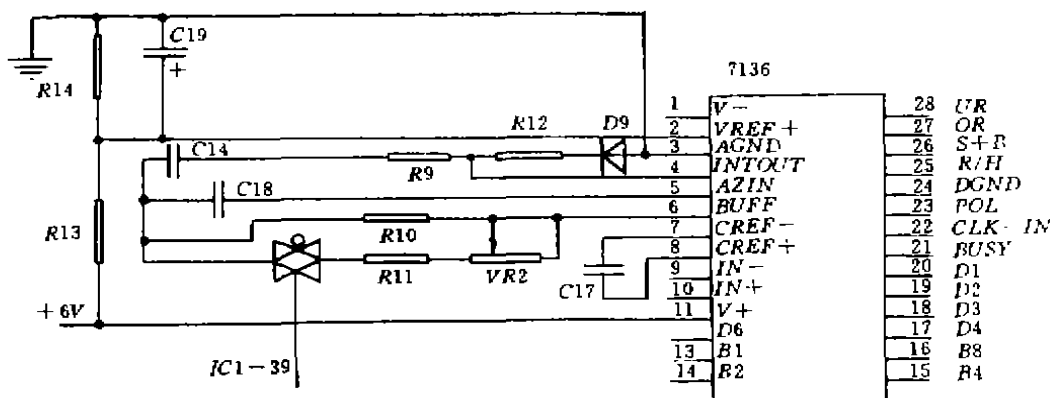


图 12

路,送到A/D变换器中去。输入端用8只二极管作桥式连接,组成输入保护。电路如图11。

## 2) A/D变换器

仪器用7135作A/D变换器。其主要特点是采用 $\pm 5V$ 双电源供电,功耗仅为10mW,输入为差动形式,可分辨 $10\mu V$ 的信号,与TTL兼容。如果工作时钟频率为1100kHz,可同时抑制50/60Hz的干扰。其电路如图12。

图12中

$R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $VR_2$ ——积分电阻;

$C_{18}$ ——自动调零电容,容量增大,则噪声大;

$C_{17}$ ——保持基准电容,增大该电容,可减小分布电容的影响;

$R_{12}$ 、 $D_9$ ——线性校正电路,校正积分器的非线性。

$C_{14}$ 为积分电容,它的容量将影响7135的线性。积分电容选取的原则是

$$C = 10000 \times T_{CLK} \times I_{INT} / V_{OPP}$$

式中

$T_{CLK}$ ——时钟周期;

$I_{INT}$ ——积分电流;

$V_{OPP}$ ——积分电压波动值。

(待续)