

煤矿井下机电设备的 故障与处理

赵宝山 编



63

煤炭工业出版社

煤矿井下机电设备的 故障与处理

赵宝山编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书是以实践经验为主要内容的通俗技术读物。书中介绍了煤矿井下机电设备(采煤机、掘进机除外)常见的故障现象、原因及处理方法,还简要地叙述了设备的基本结构原理和一般修理工艺知识以及简单的计算方法。

本书适合新入矿的机电工人、有关司机和修配厂的电钳工阅读。也可做为煤矿培训机电工人的教学参考资料。

煤矿井下机电设备的 故障与处理

赵 宝 山 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 4 $\frac{1}{2}$

字数 97 千字 印数 1—24,300

1975 年10月第1版 1975 年10月第1次印刷

书号 15035·2003 定价 0.33 元

前 言

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，煤炭工业和其他工业部门一样，得到了迅速的发展，随着煤炭工业的发展，新入厂、矿的工人大批地增加。为了满足广大新工人同志学习生产知识的需要，使得尽快地掌握生产技术，更好地抓革命、促生产，根据现场工人同志们的实践经验，加以归纳总结编写了这本小册子。

本书重点介绍了煤矿井下机电设备（采煤机、掘进机除外）一些常见的故障现象、原因以及排除故障的方法。并且还介绍了一些设备修理工艺的操作方法和简单的计算。从叙述上尽量做到通俗易懂，简明扼要。本书在编写过程中得到了平顶山矿务局六矿的有关领导和同志们的大力支持，在此表示衷心感谢。

由于水平所限，实践经验不足，书中难免存在缺点和错误，希望广大读者批评指正。

目 录

第一章 基本知识	1
第一节 电流、电压、电阻和欧姆定律	1
第二节 电路	2
第三节 电能、电功率和电流的三项效应	6
第四节 常用电表的使用及有关试验	7
第五节 常用数字、符号及公式	12
第二章 隔爆磁力开关	16
第一节 概述	16
第二节 QC 83-80 型磁力开关	17
第三节 日常维修的一些要求	20
第四节 隔爆磁力开关的故障现象、原因与处理方法	22
第五节 磁力开关中小变压器线圈的计算法	26
第六节 保险丝的选用	28
第七节 电气设备隔爆面的冷磷化	33
第八节 磁力开关的几项修理方法	37
第三章 启动设备	40
第一节 启动设备的构造和用途	40
第二节 启动器在维修中的注意事项	48
第三节 启动器的常见故障现象、原因及处理方法	49
第四章 变压器	51
第一节 变压器的分类与基本构造	51
第二节 电压、电流互感器	53
第三节 变压器的主要故障	55

第四节	变压器的一般故障现象、原因及处理方法	56
第五节	变压器的并联运行	57
第五章	电机	60
第一节	概述	60
第二节	交流电动机的构造及运行注意事项	60
第三节	电机的故障现象、原因及处理方法	63
第四节	电机检修中的几项操作方法	69
第五节	电动机的一般检修注意事项	72
第六节	电动机的干燥法	74
第六章	电缆	77
第一节	概述	77
第二节	电缆的敷设	78
第三节	电缆的选择和使用	80
第四节	电缆的维护	85
第七章	漏电继电器	87
第一节	漏电保护的重要意义	87
第二节	漏电继电器的动作原理	88
第三节	漏电继电器安装注意事项	93
第四节	漏电继电器的故障现象、原因及处理方法	94
第八章	煤电钻	98
第一节	煤电钻的故障现象、原因与处理方法	98
第二节	煤电钻的维护和使用	99
第九章	矿灯	101
第一节	主要构造及充电使用	101
第二节	电解液的配制	103
第三节	矿灯的故障现象、原因及处理方法	104
第四节	极板硫酸化的分类及处理	106
第十章	电机车	107

第一节	架线式电机车的结构原理	107
第二节	电机车的维护与故障处理	110
第三节	牵引电网	112
第十一章	刮板输送机	114
第一节	刮板输送机的结构原理	114
第二节	刮板输送机的故障现象、原因及处理方法	117
第十二章	皮带输送机	121
第一节	皮带输送机的故障现象、原因及处理方法	121
第二节	皮带输送机的运行注意事项	124
第十三章	钢丝绳	125
第一节	钢丝绳的分类和产品标记	125
第二节	钢丝绳的选择	126
第三节	钢丝绳的检查	127
第四节	钢丝绳的维护和使用	128
第五节	钢丝绳的连接方法	130
第十四章	水泵	134
第一节	水泵的分类及简单构造	134
第二节	水泵的检修	135
第三节	水泵常见的故障现象、原因及处理方法	136

第一章 基本知识

第一节 电流、电压、电阻和欧姆定律

一、电流 金属导体中，带负电荷的自由电子在电场力的作用下作定向移动，形成电流。电流是一种客观存在的物理现象，通过它的各种效应（如热、磁效应）能够使我们观察到它的存在。当电流通过电烙铁、电炉时，就能发出大量的热；当电流通过起重电磁铁的线圈时，电磁铁就能吸引起钢铁工件等。

电流用符号 I 表示，它的单位是安培，简称安，用符号 A 表示。

二、电压 把发电机的正、负极用导线和灯泡连接起来，当发电机转动时，灯泡就亮了。这是因为发电机具有一种推动自由电子从发电机的负极经导线和灯泡到发电机正极的能力，也就是有电流通过灯泡而发出光来。我们把这种推动电荷从导体的一端到另一端的能力叫做该导体两端的电压。

电压用符号 U 表示，它的单位是伏特，简称伏，用符号 V 表示。

三、电阻 我们在一段导体的两端，加上电压，则有电流通过，这电流在导体中通过时要受到一定的阻力，我们把这种阻力叫电阻。

电阻用符号 R 表示，它的单位是欧姆，简称欧，用符号 Ω 表示。

某种材料的导体在单位长度、单位横断面积、温度为

20°C 时的电阻值，叫做这种材料的电阻率。不同材料电阻率的值是不同的。用符号 ρ 表示。如铜的电阻率 $\rho=0.0175$ ；铝的电阻率 $\rho=0.026$ 。

求一段导线的电阻，可用公式：

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中 l ——导线的长度（米）；

S ——导线的横断面积（毫米²）。

四、欧姆定律 实验证明，在一般情况下，通过一段导体的电流和加在该导体两端的电压成正比，和导体的电阻成反比。即：

$$I = \frac{U(\text{伏})}{R(\text{欧})} \quad (\text{安})$$

这个公式就是欧姆定律，在电工中应用很广。

第二节 电 路

构成电路必须有三个要素，即电源、导线和负荷，俗称

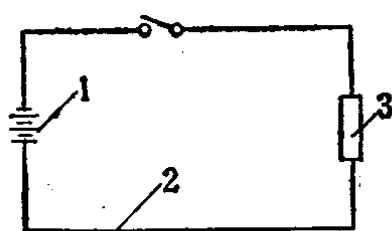


图 1 电路图

1-电源；2-导线；3-负荷

电路三要素。如图 1 所示。不论是简单的电路或复杂的电路，这三个要素是必须存在的，缺一不能构成完整的电路。但是，由于需要不同，在其连接上，又有几种变化，下面以电阻为例来说明。

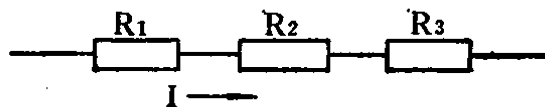


图 2 电阻的串联

一、串联 串联就是两个

或几个电阻的各个首和尾互相连接，如图 2 所示。其电阻、

电压、电流的关系如下列公式：

$$R_{\text{总}} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (\Omega)$$

$$U_{\text{总}} = I \times R_1 + I \times R_2 + I \times R_3 \quad (\text{V})$$

$$I_{\text{总}} = I_1 = I_2 = I_3 \quad (\text{A})$$

从上式可以说明，在串联电路中，各电阻段上的电压加在一起等于总电压，这就象我们两支 110V 的灯泡，把它的首尾串起来可以用在 220V 的电源上一样。而在串联的电路中，无论任何一点的电流都是相等的。

二、并联 并联就是两个或几个电阻的首与首和尾与尾连接在一起。如图 3 所示。这种连接形式与串联正好相反，在串联电路中，电阻值愈串愈大，而在并联电路中电阻值则愈并愈小。并联电路中各段电阻电压、电流的关系如下列公式：

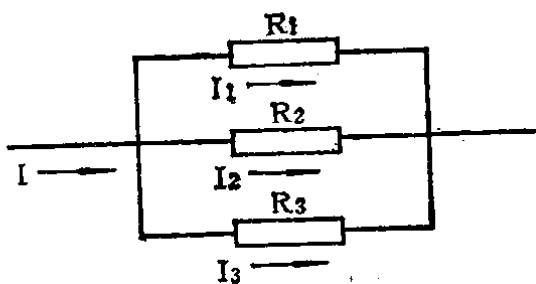


图 3 电阻的并联

$$R_{\text{总}} = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (\Omega)$$

$$U_{\text{总}} = U_1 = U_2 = U_3 \quad (\text{V})$$

$$I_{\text{总}} = I_1 + I_2 + I_3$$

$$= \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3} \quad (\text{A})$$

从上式说明，在并联电路中，各段电压是相等的，而各段的电流与电阻大小有关，其总电流是各段电流的和。

三、混联 混联就是在同一电路中，既有串联也有并联，如图 4 所示。为了容易记忆，并能够进一步理解串联与并联电路，现将混联电路举一实例说明。

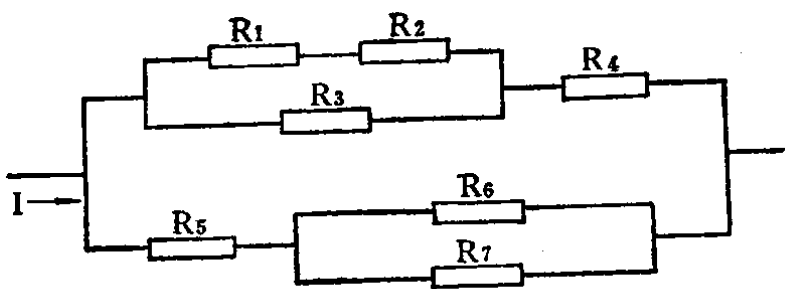


图 4 电阻的混联

表 1 串联电路和并联电路的特点比较

效果 项目	串 联 电 路	并 联 电 路
1. 电阻	愈串愈大	愈并愈小
2. 电压	各分段电压的和等于总电压	各分段电压等于总电压
3. 电流	各分段电流等于总电流	各分段电流之和等于总电流
4. 接法	首尾相接	首接首，尾接尾
5. 影响	串联电路中，有一处断路影响全线正常运行	并联电路中，有一处断路不影响其他支路正常运行

图中电阻 $R_1=9\Omega$, $R_2=15\Omega$, $R_3=12\Omega$,
 $R_4=22\Omega$, $R_5=4\Omega$, $R_6=6\Omega$,
 $R_7=3\Omega$ 求总电阻是多少欧姆?

运算方法, 先将串联和并联各支路分组分段算完, 即 R_1 、 R_2 串联运算为 R_1+R_2 , 再与 R_3 并联运算为 $\frac{(R_1+R_2) \times R_3}{(R_1+R_2)+R_3}$, 再与 R_4 串联运算为 $\frac{(R_1+R_2) \times R_3}{(R_1+R_2)+R_3}+R_4$ 。然后再计算另一组, R_6 、 R_7 并联运算为 $\frac{R_6 \times R_7}{R_6+R_7}$, 再与 R_5 串联运算为 $R_5+\frac{R_6 \times R_7}{R_6+R_7}$ 。最后将两个支路在单独运算时所得的两组数字, 按并联形式进行运算得:

$$\frac{\left[\frac{(R_1+R_2) \times R_3}{(R_1+R_2)+R_3} + R_4 \right] \times \left[R_5 + \frac{R_6 \times R_7}{R_6+R_7} \right]}{\left[\frac{(R_1+R_2) \times R_3}{(R_1+R_2)+R_3} + R_4 \right] + \left[R_5 + \frac{R_6 \times R_7}{R_6+R_7} \right]}$$

将数值代入上式得：

$$\begin{aligned} & \frac{\left[\frac{(9+15) \times 12}{9+15+12} + 22 \right] \times \left[4 + \frac{6 \times 3}{6+3} \right]}{\left[\frac{(9+15) \times 12}{9+15+12} + 22 \right] + \left[4 + \frac{6 \times 3}{6+3} \right]} \\ &= \frac{\left(\frac{288}{36} + 22 \right) \times \left(4 + \frac{18}{9} \right)}{\frac{288}{36} + 22 + 4 + \frac{18}{9}} = \frac{(8+22) \times (4+2)}{8+22+4+2} \\ &= \frac{180}{36} = 5 \quad (\Omega) \end{aligned}$$

上面实例运算，全线总电阻为 5 欧姆。线路中的电压、电流的分配，也可按此方法计算出各分段的电压与电流，即串联电压可按各段的 IR 计算，并联电流可按各段的 $\frac{U}{R}$ 计算。

电路中还有电容存在，电容的串联，如图 5 所示，其总

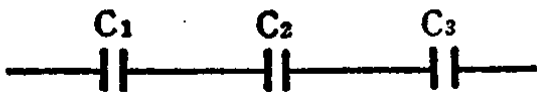


图 5 电容的串联

电容 $C_{总} = \frac{C_1 \times C_2 \times C_3}{C_1 + C_2 + C_3}$ 。

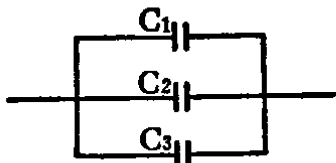


图 6 电容的并联

电容的并联，如图 6 所示，其总电容 $C_{总} = C_1 + C_2 + C_3$

从电容的串联与并联中看出，电容线路与电阻线路是不同的，电容线路在串联时电容值变小，而在并联时，其电容值则变大。所以我们应用时，往往由于所选用的电容量不够，在这一电容的旁边再并联上一个电容，就解决了问题。另外一个不同点就是，在煤矿中使用的电阻、电容，在电压与电流上是有区别的。电阻的使用，要求电阻允许所通过的

电流值很重要，选用小了，容易使电阻烧毁；而在电容使用中，要求电容本身的允许电压值很重要，如果选用较小，则容易击穿。

第三节 电能、电功率和电流的三项效应

一、电能 把电灯泡接在电源的两端上，这时电流通过灯泡而使电灯泡发光，电灯泡之所以能发光是它把电能变成了光能，就是说灯泡消耗了电能；同样把电动机接在电源上，电动机就转动带动其他机械，电动机把电能变成机械能，电动机消耗了电能。这些都是电流做功的表现。

电能用符号 W_d 表示，它的单位是瓩时，俗称度，用符号 KWh 表示。

电能的计算公式：

$$W_d = UI t$$

式中 U ——用电设备的端电压；
 I ——通过用电设备的电流；
 t ——用电设备运转的时间。

二、电功率 每秒钟用电设备所消耗的电能叫做电功率，习惯上叫功率。用电设备的铭牌上标有若干瓦(或瓩)数字，是指该设备的功率。

电功率用符号 P 表示，它的单位是瓦、瓩，用符号 W 、 KW 表示。

电阻负荷电功率的计算公式：

$$P = UI$$

式中 U ——用电设备的端电压；
 I ——通过用电设备的电流。

三、电流的三项效应

1. 电流的热效应 当电流通过电烙铁、电炉时，就能发出大量的热。电流通过电阻时要消耗电能，并把电能变成热能表现出来，这就是电流的热效应。

电流的热效应，对于电气设备有它有害的一面；也有它有利的一面。在供电线路上，接上一段容易熔化而且电阻又比较大一点儿的金属合金丝，一旦线路发生故障电流增大时，在这段金属合金丝上产生大量的热，使它很快熔断，切断电源，保护了线路和电气设备的安全。

2. 电流的化学效应 在煤矿生产中，电流的化学效应，主要用于电镀、矿灯和蓄电池上。对于矿灯和蓄电池来说，就是电流通过电池里的物质，发生化学变化，把电能变成化学能而储存起来。当需要时电池又起化学变化，把储存的化学能变成电能放出来。

3. 电流的磁效应 通有电流的导体周围有磁场存在，利用这个原理，制成电磁铁，当电流通过电磁铁的线圈时，电磁铁就能吸引钢铁工件，这就是电流的磁效应。把电磁铁应用在供电线路的开关上，只要控制电磁铁线圈中电流的通和断，就能控制供电线路开关的闭合与断开。这样就能实现远方控制或自动控制。在电气设备中，电流的磁效应用途很广，这里不一一介绍了。

第四节 常用电表的使用及有关试验

一、几种常用电表的使用

1. 电流表 电流表是测量电流用的仪表。根据前面讲的串联电路电流相等的原则，电流表是串接在电路中的，如图7所示。甲是电流表的最简单的连接方式，乙中的电阻 R_A 是扩大量程用的，一般的电流表，都在内部带有这种电

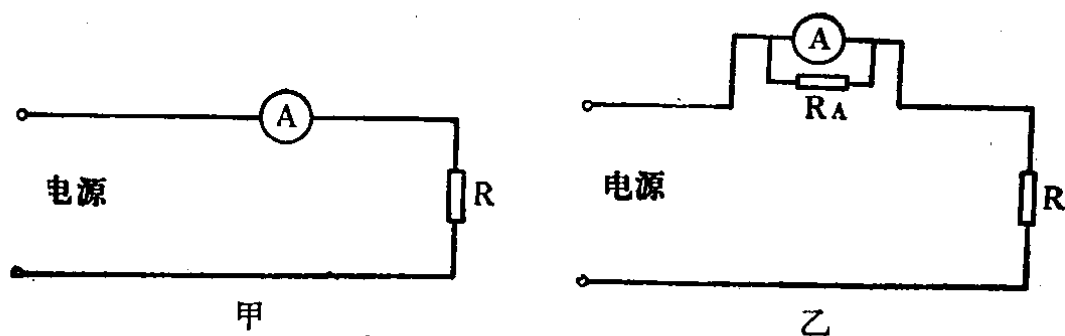


图 7 电流表的连接

阻。也有的电流表是与电流互感器配套用的，多数是在大电流的电路中。使用电流表时，要特别注意不能与电路并联，否则将会使电流表烧坏或发生严重事故。

2. 电压表 电压表是测量电压用的仪表。它是并联在线路上，决不能串接在线路上，因为电压表本身的线圈导线很细，如串接在电路上，由于大电流的通过而使电压表烧坏。

电压表的连接如图 8 所示，甲是电压表最简单的连接法，表与负荷是并联的。乙中的电阻 R_V 是扩大量程用的，也有的电压表是与电压互感器配套使用的，一般是在高电压的情况下。

3. 钳形电流表 由于电流表要求与线路串联，所以在使用时，必须把电路截断来连接仪表，而在某些场合很不方便，特别是一些临时性的试验，更为不便。为了解决这个困难，采用了与电流互感器合在一起的钳形电流表，其构造是

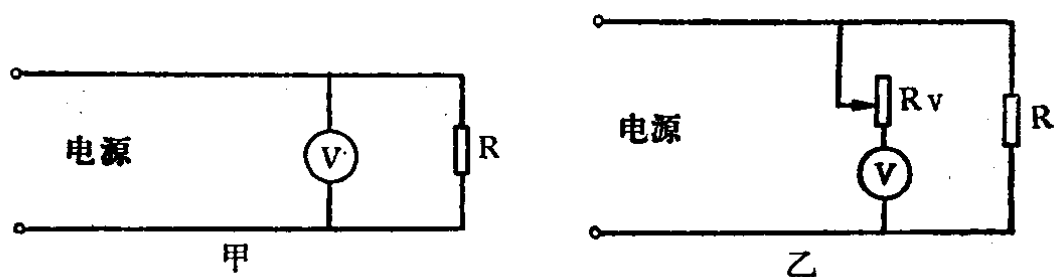


图 8 电压表的连接

将一只小型的普通电流表和一支小型电流互感器装在一起，如图 9 所示。

钳形电流表使用很方便，当测量电流时，手握手把 7 将压把 6 压紧使钳嘴 5 张开，套住被测导体 1，再关合钳嘴，即可在电流表 4 上得到电流数值。其原理是被钳形电流表卡住的被测导体即做为电流互感器的一次线圈，而电流表即从二次线圈 3 中取得了被测数值。

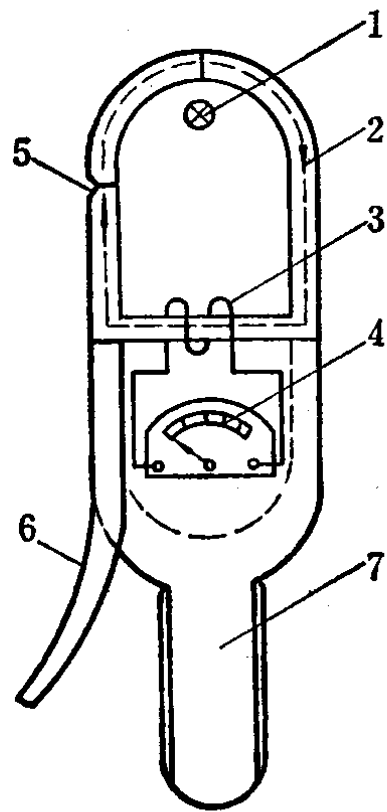


图 9 钳形电流表原理示意图

- | | |
|---------|---------|
| 1-被测导体； | 2-磁路环流； |
| 3-二次线圈； | 4-电流表； |
| 5-钳嘴； | 6-压把； |
| | 7-手把 |

4. 万用电表 万用电表是一个综合性的仪表，一般的可以测量电流、电压、电阻等，而且是一种变量程的仪

表，在表盘上分若干等级，按需要选择，只需转动表盘上的几个旋钮即可。但在使用万用电表时，要注意直流与交流；电流与电压等标志，切不可弄错。特别是在测量电阻时，必须将电源切断才能进行。

5. 兆欧表 兆欧表又称摇表，是测量高电阻时使用的仪表。对一般电气设备的绝缘状况的检查，都使用兆欧表。兆欧表目前常用的有两种类型，一种是利用表内高压手摇发电机来测量绝缘电阻；另一种是用外接电源经内装半导体管整流来进行测量。但无论那一种，在使用时，都必须使被测物脱离电源，兆欧表的测试线不能绞在一起，并且不要长时

间接“零”。在使用手摇式兆欧表时，要达到规定的转数，才能测量准确，如果不能准确的达到转数，但在允许误差20%以内，其测量准确度也不会受很大影响。

在使用兆欧表时，一定要注意兆欧表的电压值，不能用高压表去测量低压电气设备，但也不能用低压表去测量高压电气设备。目前厂矿中常用的兆欧表有500V、1000V、2500V等。

二、几种电气试验

1. 耐压试验 耐压试验分交流耐压、直流耐压试验两种。耐压试验的目的就是使电气设备经过一定的高压，可以发现隐藏的局部缺陷，能够预防运行中的故障，使存在的问题能得到处理。

直流耐压试验，因为不存在电容电流，而且绝缘没有介质损失，被测物也不致于因长时间通电而发热。这是一种比较好的检查试验方法。其接线如图10所示。

交流耐压试验与直流耐压试验有不同之处，它对局部绝缘不良的状况发现，更为有效，但破坏性更大。另外，由于

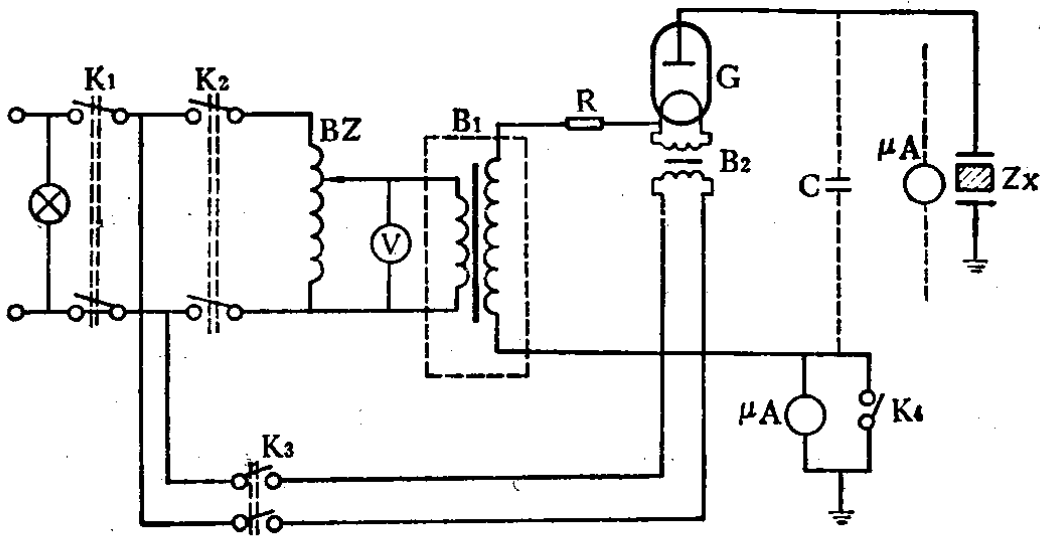


图10 直流耐压试验接线图

G-整流管； BZ-自耦变压器； B₂-灯丝变压器； K-开关；
Z_x-测试物； R-电阻； μA-微安表