

## 黑匣子实验

### 【实验目的】

1. 学习依据不同类型电学元件的特性对元件进行判别；
2. 进一步熟悉示波器、信号发生器、数字万用表等仪表的使用；
3. 培养设计检测步骤及综合分析的能力。

### 【实验仪器】

2012 型暗盒实验箱（黑匣子）、示波器、信号发生器、数字式万用表、电阻箱、开关、导线

### 【实验原理】

暗盒实验箱（黑匣子）是判定电学元件实验中使用的密封元件盒，盒里的元件可能是：干电池、定值电阻、电容器、电感器（变压器）、半导体二极管。盒外可见的两接线端之间也可能为断路或短路（即有导线连接）的情况。各元件连接在接线端（或插座）上，两个接线端（或插座）之间装接一个元件，元件之间不连成并联回路，因此元件的分布应是唯一的。实验过程不得自行打开盒子，要求设计实验方案和检测步骤，判定盒内元件。



图 1 2012 型暗盒实验箱(黑匣子)实物图

实验中常见的黑匣子有两种类型：一种是每个盒子只有两个接线端，即盒内仅有一个元件；另一种是每个盒子有多个接线端，即安装有多个元件，为了便于检测判断，每组接线端有长方形边框框住，如图 1 所示。

暗盒实验箱检测的主要步骤和方法是根据不同元件具有不同的电学特性，首先判断元件类型和位置，再进一步确定元件的物理量数值，通常采用的检测方法和步骤如下：

#### 1. 确定盒中是否有电池：

只有确认盒中没有电池之后，才可以使用数字万用表的电阻量程进行检测，这样就不会由于外加电压使仪表受损。使用数字万用电表的直流电压量程进行检测，当表笔接到两个接线端，如果显示出一定的电压，则判定盒中为电池，从显示数值的正负号可以判断电



池的正负极。注意，显示的是电表红表笔接触的电池特性。

## 2. 判定盒中是否有二极管：

用数字万用表的兆欧级电阻量程档进行测试，对两个接线端交换表笔各测一次。如果两次检测电阻值差别很大，则判定盒中元件为二极管，由此也可以区分二极管的正负极，使用数字万用表检测二极管的专用量程进行检测，可测得二极管的正向导通压降。如果正反向电阻值相等，可知检测元件是电阻。如果正反向测量结果都是无穷大，则需要按下述方法再作进一步判断。

## 3. 判定盒中是否有电容器：

使用数字万用电表的欧姆量程测量电阻时，接通了电表内的电池，因此使用数字万用电表的欧姆量程，利用电容充放电的特性，可粗略判断检测元件是否为电容。使用数字万用电表的欧姆量程检测电容，检测时如果看到示值慢慢增大，直到示值最高位为“1”，表示测量值超过量程；短路放电后，重复检测都可以看到此现象，可粗略判断检测元件为电容，检测时应注意选择合适的量程，一般选择200k $\Omega$ 欧姆量程检测几十微法电容时，充放电现象较明显。如果电容数值较小或者量程选择不当，会导致现象不明显。初步判断盒内元件为电容后，可串联电阻箱组成RC电路，进一步观察判断，并测定电容数值。用上述方法，也可以鉴别出两接线端之间是连有电容还是处于断路状态。

## 4. 区分小电阻和短路：

在检测电阻时，如果使用的欧姆量程较大，可能无法区分小电阻和短路，应换用最小欧姆量程（200 $\Omega$ ）测试，测量前应注意检测电表的短路电阻数值。

## 5. 对于盒内有多个元件的黑匣子的判断：

对于内有多个元件的黑匣子，元件分布的可能性要比单个元件的黑匣子多，判断时遇到的情况也相对会复杂得多。对于图1中的黑匣子，设计时把每个元件单元用方框表示，方框之间相互独立，没有电气连接，这样便于进行实验检测。例如，用数字万用电表的电阻量程在某方框的两个接线端间测得电阻不为零，并不能据此就简单认定在两个接线端之间接有电阻元件，还需要考虑到可能有其他类型的元件，情况会比较复杂。因此必须经过多次测量，随时记录分析测试结果，然后再加以综合分析、判断，才能得到正确结论，检测时可采用下表来记录检测结果。

红表笔位置							
黑表笔位置							
数据及现象							
判 断							

## 【实验内容】

自行设计合理而又简捷的程序，对给出的黑匣子进行测试，判定盒中元件类型，并写

出测试记录和作出判定的依据，对于电池，要判定其正负极，并测出其电动势，对于二极管，要判定其正负极，并测出二极管的正向导通压降，如果判断元件为电容和电阻，要求测出其数值。

【思考内容】

- 1. 使用数字万用表的电阻量程测试二极管，当呈现低阻值时，与哪个表笔接触的一端是二极管的正极？为什么？
- 2. 如果黑匣子中装的是一个电解电容器，其电容值为几十微法到几百微法，应怎样判定电容的正负极？

【附录】

FB2012 型暗盒实验箱（黑匣子）的内部元件分布图见图 2（该图仅供教师参考使用）。

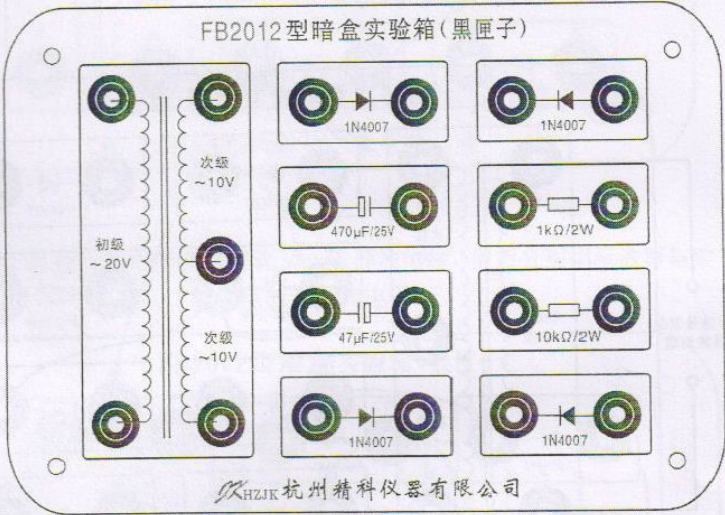


图 2

- 1. 当学生通过实验完全确定内部元件分布后，可进一步完成变压器原理、半波整流、滤波电路等实验。

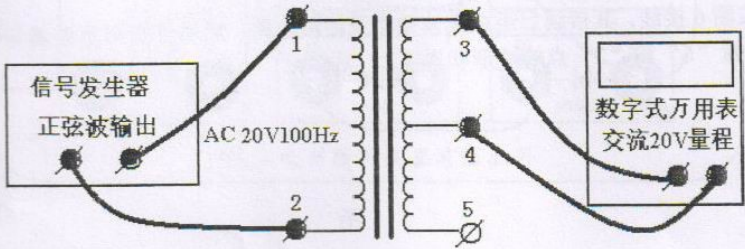


图3 变压器电压变换实验线路



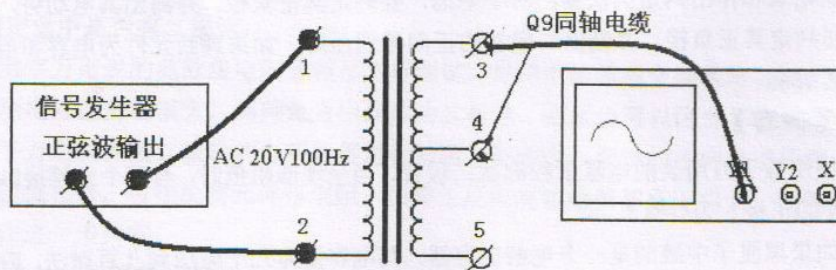


图4 用示波器观察变压器次级电压波形

2. 按图 5 接线，其接线后组成半波整流及滤波电路，然后分别用示波器与数字万用表观察及测量“6”和“7”点的波形和电压。

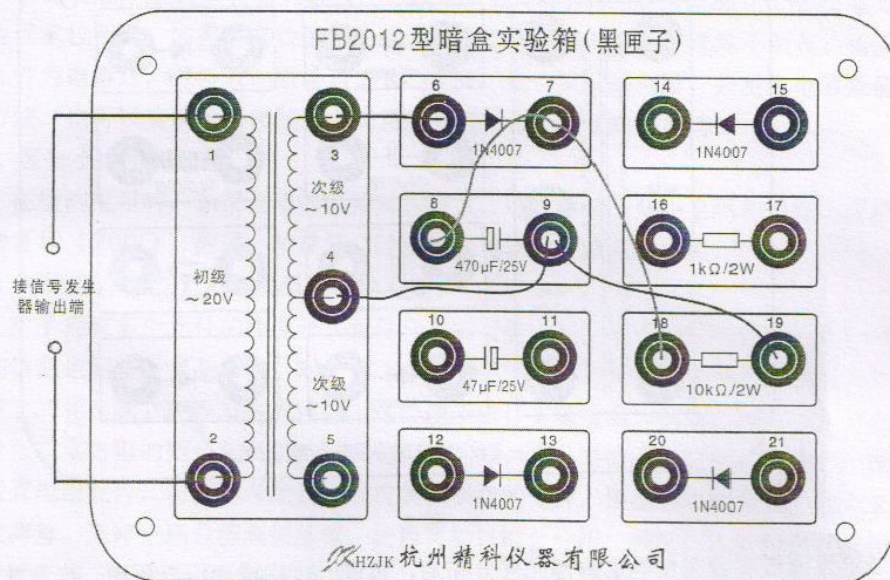


图 5

3. 按图 6 接线，其接线后组成全波整流及滤波电路，然后分别用示波器与数字万用表观察及测量“6”和“7”点的波形和电压。

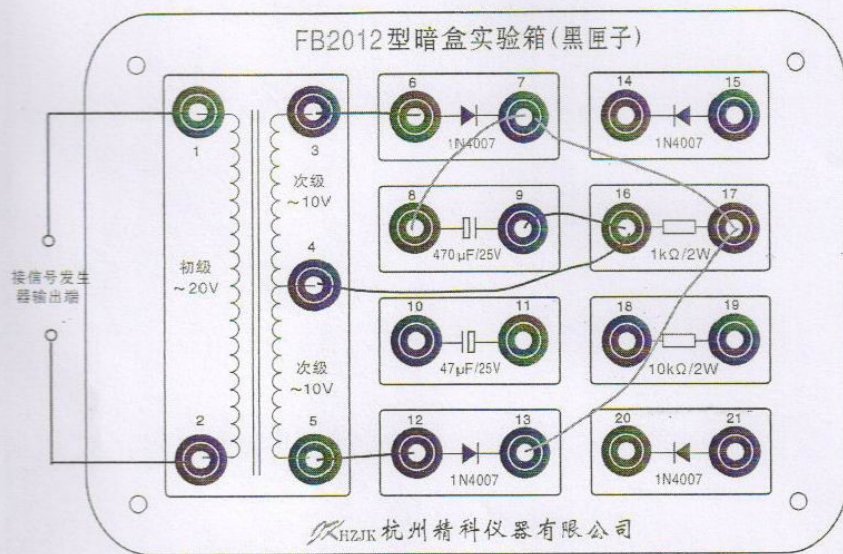


图 6

4. 按图 7 接线, 其接线后组成桥式整流及  $\pi$  形滤波电路, 然后分别用示波器与数字万用表观察及测量“6”和“7”点、“17”点的波形和电压。

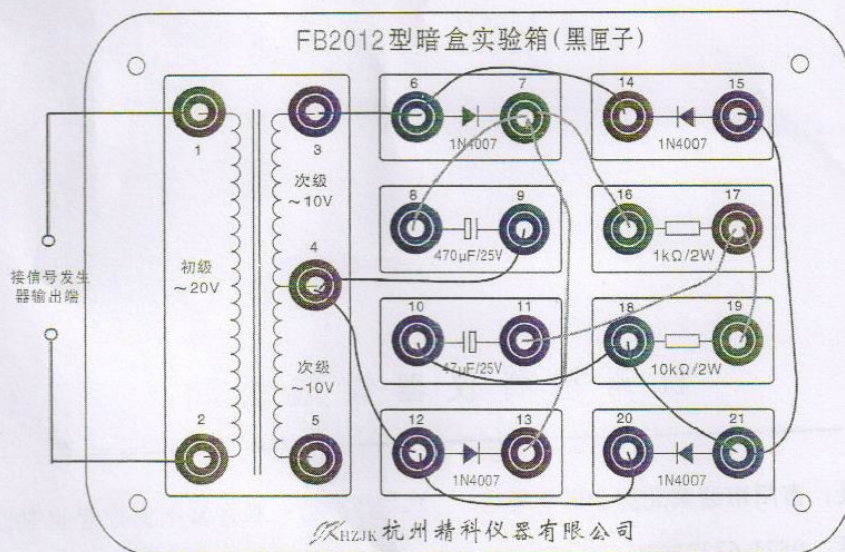


图 7