

数字显示铁线障碍 脉冲测试仪

湖北省南漳县邮电局编著

人 民 邮 电 出 版 社

数字显示铁线障碍脉冲测试仪

湖北省南漳县邮电局编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书介绍的是南漳县邮电局试制成功的数字显示铁线障碍脉冲测试仪。这种测试器是采用数字显示的方法测试线路的障碍,可以直接读出障碍点的距离,提高测试效率,缩短线障测试时间。这样不仅减轻了线务员的劳动强度,而且大大缩短了障碍历时。

本书主要介绍了这种仪器的工作原理和制作、调测的经验、使用方法,并提供了调测数据和元件资料。

写作力求通俗易懂、结合实用,可供各地通信部门机线维护人员及其他有关人员阅读参考。

数字显示铁线障碍脉冲测试仪

湖北省南漳县邮电局编著

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

限国内发行

开本: 787×1092 1/32 1978年5月第 一 版

印张: 2 12/32 页数: 38 1978年5月河北第1次印刷

字数: 52千字 印数: 10,000册

统一书号: 15045·总2211—有583

定价: 0.20 元

出版说明

南漳县邮电局的职工，遵照毛主席关于**自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想的教导**，试制成功了数字显示铁线障碍脉冲测试仪。

南漳县地处鄂西山区，农话线路大部分是铁线线路，经过的地形复杂。过去，没有测试铁线线路障碍的仪表，每当线路发生障碍，线务员要翻山越岭，往返查找，不但劳动强度大，而且费时间，影响通信畅通。现在，使用这种仪器可以直接用数字显示出障碍点和测试点的距离，在仪器预热后，1—2分钟内就可测试完毕，误差一般不超过5棵电杆。这样不仅减轻了线务员的劳动强度，而且大大缩短了障碍历时。比较好地解决了铁线线路障碍查找的问题。

本书介绍了南漳县邮电局职工研究试制铁线障碍脉冲测试仪的经验和使用方法。供各地通信部门机线维护人员及其他有关人员阅读参考。

1977.8.

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 铁线障碍脉冲测试仪的作用.....	(1)
第二节 脉冲测试仪的基本原理.....	(1)
第三节 铁线脉冲测试仪的特点.....	(3)
第四节 技术性能.....	(4)
第二章 电路结构原理	(5)
第一节 整机工作过程.....	(5)
第二节 中心控制电路分析.....	(6)
一、主控振荡器.....	(7)
二、扫描延迟器.....	(10)
三、方波发生器.....	(12)
四、发送延迟器.....	(12)
五、检控延迟器.....	(14)
第三节 计数显示电路.....	(15)
一、时基电路.....	(16)
二、主门电路.....	(18)
三、门控电路.....	(18)
四、计数器电路.....	(21)
五、译码与数字显示电路.....	(27)
第四节 发送、接收及示波电路.....	(30)
一、发送脉冲形成电路.....	(30)

二、接收放大器·····	(32)
三、扫描信号发生器·····	(35)
四、示波电路·····	(37)
第五节 电源电路分析·····	(38)
一、整流电路·····	(38)
二、高频高压电路·····	(40)
三、稳压及电子滤波电路·····	(42)
第三章 制作与调测 ·····	(45)
第一节 元件的筛选·····	(45)
一、晶体管的筛选·····	(45)
二、电子管及电阻电容的选取·····	(46)
第二节 变压器及电感线圈的制作·····	(46)
第三节 元件布局·····	(49)
第四节 单元电路的调测·····	(50)
一、中心控制电路部分的调测·····	(50)
二、计数显示电路部分的调测·····	(53)
三、发送、接收及示波电路部分的调测·····	(56)
第五节 整机调测·····	(61)
第六节 调测中出现的问题及检查方法·····	(63)
第四章 使用方法 ·····	(66)
第一节 操作步骤·····	(66)
第二节 标准记录的制作·····	(67)
第三节 使用经验与注意事项·····	(69)

第一章 概 述

第一节 铁线障碍脉冲测试仪的作用

随着农业学大寨、普及大寨县群众运动的蓬勃发展，保证农村电话通信畅通十分重要。

在我国广大农村地区，除了塑料通信电缆外，还有大量的铁线架空明线线路，这些线路在野外地区，受到各种自然界的影响，常会发生各种阻断通信的障碍，如断线、混线、接触不良、接地等。

过去，由于没有测试铁线障碍的仪表，出了线路障碍，就需要线务人员沿着线路逐杆检查，直到查到障碍修复为止。不仅线务人员十分劳累，而且修复障碍的历时很长，严重地影响通信。针对上述情况，我们研究试制了铁线障碍脉冲测试仪，并且采用了数字显示的方法，使在线路发生障碍时，仅在1—2分钟内，就可以测试出障碍地点，误差一般不超过5棵电杆左右，线务员可以直接到障碍点去修复障碍。这样不仅减轻了线务员的劳动强度，而且大大缩短了障碍历时，保证了通信畅通。

第二节 脉冲测试仪的基本原理

脉冲测试仪测试线路障碍是利用脉冲信号在障碍点的反射

来实现的。

脉冲信号在通信线路上传输时，当遇到特性阻抗发生变化的地方就要产生反射，也就是脉冲从障碍点处又返回到发送端，由于脉冲信号在线路上的传输速度是一定的，所以就可以利用脉冲发送和收到反射脉冲的时间间隔来算障碍地点，计算公式是：

$$VT=2L$$

$$L = \frac{VT}{2}$$

式中 V —脉冲的传输速度

T —发送脉冲与反射脉冲之间的时间间隔

L —障碍点的距离

由此可知只要设法求出发送脉冲与反射脉冲的时间间隔，障碍点的距离就可以求出来了。

脉冲测试仪器是利用时基电路产生一种频率为1.28兆赫的计数脉冲，即每一个计数脉冲的时间间隔（周期时间）相当于发送脉冲往返0.1公里所需的时间，也就是一个计数脉冲代表0.1公里。通过计数和译码电路，在数码管上以数字的形式显示出来，就可以直接读出障碍的距离公里数了。

一条良好的通信线路，它在任一点的特性阻抗都是固定不变的，比如铁线线路的阻抗为1400欧姆，当脉冲信号接上后，如果终端设备的阻抗也是1400欧姆，则脉冲信号就全部到达终端，被负载所吸收，没有反射产生。

当线路发生了断线或接触不良障碍时，使线路的特性阻抗变大，假设是无穷大时，就会使得送在线路上的脉冲全部反射回来，使在仪器的荧光屏上又出现一个和发送脉冲同相的反射脉冲波形，见图1—1。由于反射衰减，这个脉冲幅度要比发

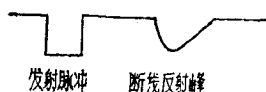


图 1—1 断线时的波形



图 1—2 混线时的波形

送脉冲的幅度小得多，而且波形变斜。

当线路发生混线或接地障碍时，线路的特性阻抗就变小，如果是等于零时，也会使送到线路上的脉冲全部反射回来，不过这时出现在荧光屏上的反射峰正好和断线时相反，是一个与发送脉冲反相的脉冲，见图1—2。

从上述可知，障碍的性质可由荧光屏上显示出来的发送脉冲和反射脉冲间的相位关系来识别。

第三节 铁线脉冲测试仪的特点

利用脉冲法测试铜线障碍的测试仪不能用来测试铁线障碍。这主要是由于铁线线路的传输频带窄，衰减大，加之脉冲信号本身含有丰富的高次谐波，由于高频衰减大，使得反射回来的电压幅度很小，因而无法看出障碍点的反射峰。

针对上述情况，本仪器具有下面一些特点：

1. 选用较大宽度的矩形波发送脉冲，以压缩频带，减少高频份量，使之达到减少衰减的目的；
2. 在接收放大器中，加了过补偿电路，以提高接收放大器对高频成份的放大能力，使反射波的前沿获得一定补偿；
3. 接收放大器具有双向限幅特点，在未限幅时要求其增益达到1200倍，以利放大微弱的反射波信号；
4. 在二型机中对接收放大器的增益采取定时控制，以达

到对反射脉冲的有效放大。

5. 加大了发送脉冲的输出幅度，使其达到250伏，从而增加了仪器的测试距离；

6. 由于采用较大宽度脉冲之后，盲区的范围相应地增大了，为了解决这一矛盾，设有1微秒、20微秒、50微秒三种不同宽度的脉冲，对不同距离的障碍，可用不同宽度的脉冲进行测试。

第四节 技 术 性 能

1. 可以测试断线、混线（自混、它混）、接触不良、接地等障碍；

2. 误差：不超过250米；

3. 测试障碍点的距离直接用数字显示，不用计算，既迅速又准确，在仪器预热后1分钟内就可测试完毕；

4. 测试距离：60公里；

5. 数字显示距离：0.1~99.9公里；

6. 盲区：小于200米；

7. 发送脉冲重复频率：80赫；

8. 接收放大器放大量：1200倍；

9. 电源：220伏 $\pm$ 10%，50赫；

10. 整机重量：10公斤。

第二章 电路结构原理

第一节 整机工作过程

本仪器的工作过程基本上分两大部分，一是发送探测脉冲和接收放大反射脉冲，并由示波器显示出来；二是通过计数、译码、显示系统将障碍点的距离直接由数字形式表达出来。整机的逻辑过程见图2—1方框图。

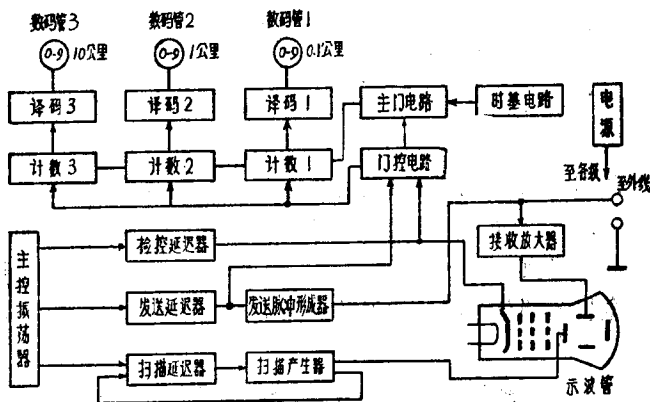


图 2—1 逻辑方框图

主振荡器输出的指令脉冲，通过发送延迟、扫描延迟、检控延迟三个延迟器延迟后，去分别控制相应部分动作。

发送脉冲是由脉冲形成器产生，受发送延迟控制而送到线路上去的，同时通过放大器送到示波管的垂直偏转板上，使其在

荧光屏上有发送脉冲的波形，当线路有障碍时，反射脉冲由接收放大器放大后又送到垂直偏转板上，使其在荧光屏上出现一个反射脉冲波形。

示波器的扫描信号发生器（锯齿波电压），是受扫描延迟电路控制的，由于扫描延迟电路和发送延迟电路都是受主振电路控制的，所以每当发送和接收一个脉冲，示波器也就扫描一次，这样扫描与发送脉冲是同步的，因此在荧光屏上就能显示出稳定清晰的波形。

主振指令脉冲经发送延迟电路后，除了去触发脉冲形成电路外，同时又加到门控电路，使得门控电路送出一个信号到主门电路，让主门打开，使时基脉冲通过主门进入计数器，计数器就开始工作。另一方面主振指令脉冲经检控延迟器延迟后，也加到门控电路上，使得门控电路去控制主门电路关闭，使时基脉冲不能通过主门而进入计数器，计数器也就停止工作。由于检控电路的脉冲信号在送往门控电路的同时，又送往示波器的阴极射线管的阴极，使其在荧光屏上产生一个亮点，调整检控电路的延迟时间，就可以使亮点移动，当将它调至与反射脉冲的前沿重合时，计数器上的数码管所表示的数字就是障碍点的距离公里数。

全机各部分之间的波形及时间关系见图2—2。

第二节 中心控制电路分析

中心控制电路是本仪器各部分互相配合工作的控制中心，其中包括：主控振荡器、发送延迟器、检控延迟器、扫描延迟器等。见图2—3。现分别叙述如下：

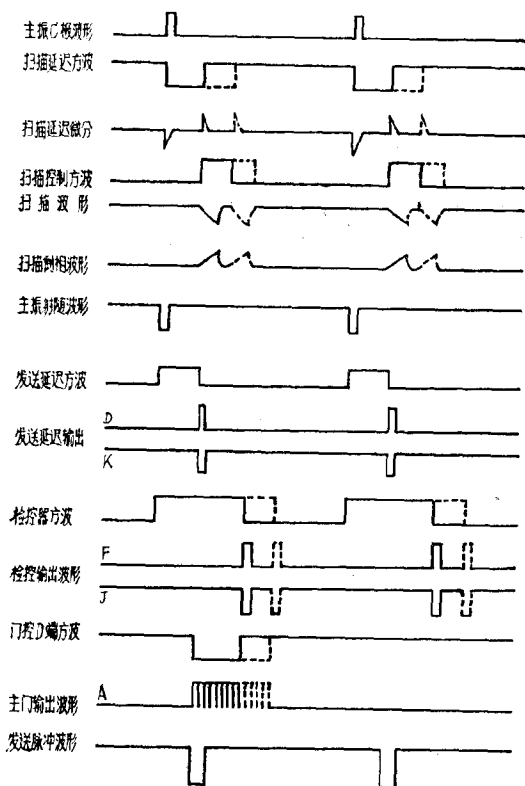


图 2—2 各部分波形及时间关系图

一、主控振荡器

主控振荡器是整个仪器的核心，由它发出工作指令，整个仪器的各部分都是在它的控制下进行工作的。它是由 BG_1 、 B_1 及 C_1 、 R_1 等元件组成的间歇振荡器，其振荡频率由 R_1C_1 的充放电时间常数来决定。本仪器选择主振频率时主要考虑下

面三个因素：

1. 根据测试最远距离时，发送脉冲在线路上往返所需要的时间。因为每送一次发送脉冲总是等反射脉冲返回到本仪器后，才能发送第二个脉冲，所以主振周期应大于测试最远距离障碍时脉冲往返所需的时间；

2. 考虑到仿真线的充放电时间，由于选用发送脉冲宽度比较宽、幅度比较大，所以对仿真线的充放电时间要求比较长。若周期太短，未等仿真线充电到电源电压时就发送出去，这样发送脉冲幅度就提不高，所以要求主振周期大于充电时间常数。本仪器测试距离比较短，而仿真线充电常数较大，所以比较这两个因素，主要是考虑仿真线充电时间常数，如果满足仿真线充电常数的要求，肯定也能满足测试最远距离的要求了；但是还有一个因素就是要考虑到扫描重复频率，如果主振频率太低，扫描频率也就太低，使荧光屏上的波形辉度不够，从辉度角度来看重复频率应高些好；另一方面为了使电路简单起见，即不加同步而又不受电源50赫及其谐波影响，应使主振频率尽量不靠近50赫和100赫，所以根据上述几点考虑，选择主振频率为80赫。其计算公式如下：

$$f = \frac{1}{0.7 R_1 C_1}$$

$$R_1 = 180 \text{ k}\Omega, \quad C_1 = 0.1 \mu\text{F}$$

$$f = \frac{1}{0.7 \times 180 \times 10^3 \times 0.1 \times 10^{-6}}$$

$$\approx 80 \text{ 赫}$$

主振输出脉冲一方面从集电极输出，直接去触发扫描延迟电路；一方面由 B_1 次级耦合到射极跟随器，再分两路分别通过 C_4 、 C_3 耦合，去触发发送延迟和检控延迟电路。

在主振后面加射极跟随器的目的，是为了尽量减少负载过重影响主振器频率稳定性，另一方面为了避免使发送延迟和检控延迟的输入端并联在一起而造成互相影响。

二、扫描延迟器

为了提高测试较远障碍的准确度，便于标志亮点对准反射脉冲的前沿，就必须提高扫描速度，使得反射波在荧光屏上展得比较宽。但由于示波管的荧光屏面积是有限的，若不采用特殊电路，就不可能看到反射波。扫描也是由主振脉冲控制的，若扫描速度太快，当扫描完了时反射波还没有回来，这样就看不到反射脉冲了。因此就采取了一种叫等待扫描的方法，即由主振脉冲去触发脉冲形成电路，先送出发送脉冲一段时间以后，也就是等到反射脉冲快要回来的时候再开始扫描，这样既能提高扫描速度使得荧光屏上的波形展宽，又能看到较远距离障碍的反射波。

由于对不同距离的障碍所需延迟的时间不同，所以本仪器采用了射极耦合单稳态电路，这种电路的一个很大的特点，是可变延迟时间的调节范围比较大。

单稳态电路由 BG_{10} 和 BG_{11} 组成，它的延迟原理是这样的：

当主控脉冲没有来到之前，电路处于 BG_{10} 截止 BG_{11} 导通的稳定状态，这时 C_{15} 被充电。当主振器送来正触发脉冲时，使单稳态电路就翻转为暂稳状态，即 BG_{11} 截止 BG_{10} 导通，这时 C_{15} 通过 R_{29} 、 W_2 对电源放电，在放电过程中 C_{15} 上的电压逐渐减小，使 BG_{11} 基极电位逐渐下降，当降到 BG_{11} 导通电位时， BG_{11} 就迅速进入导通饱和，使 BG_{10} 迅速截止，单稳态电路恢复原来稳定状态。这样就在 BG_{11} 的集电极上得到一

个负方波，方波的宽度取决于 C_{15} 、 R_{29} 、 W_2 的放电时间常数，调节 W_2 就可以改变放电时间常数，也就是改变了方波宽度。方波的前沿就是主振脉冲到来的时刻，而后沿经 C_{17} 、 R_{32} 微分后得到一个正尖顶脉冲，此尖脉冲相对于主振脉冲来说，就被延迟了一段与方波宽度相等的时间。所以调节决定方波宽度的元件 W_2 ，就能达到调节延迟时间的目的。由于采用单稳态延迟电路，即使将它的延迟时间调节到最小也不可能等于零（即最小的方波宽度），本仪器要求在最小延迟时在荧光屏上能看到发射脉冲，调到最大延迟时又要能够看到反射波（最大延迟时要求比反射波稍为提前一点），这样才能充分利用荧光屏来观察反射波的前沿部分，因此要求可变延迟时间的范围为在测试最远距离障碍时脉冲往返所需要时间，根据第一章所述原理和本仪器测试最远距离指标要求，延迟时间范围应在800微秒左右。根据这种单稳态电路的特点，一般可变范围作到10:1时，电路还是很稳定的（也就是最大脉冲宽度与最小脉冲宽度为10:1）。为了操作简便，不采取换档的办法，即一次调节就可以满足这么大范围，采取的方法是加大 C_{15} 的容量，当电位器 W_2 调节到最小数值电阻时，脉冲宽度定为80微秒，若作成10:1时最大宽度就为800微秒，可变范围为800—80=720微秒，满足了以上要求。

这里还要提一点，就是决定脉冲宽度的元件 R_{29} 、 W_2 和 C_{15} 的选择，选取 R_{29} 对保证电位器调到零时不致于使 BG_{11} 的基极电流过大而烧坏管子；另外 W_2 调到最大时，不致于使 BG_{11} 的基极电流过小而达不到饱和，从而降低了抗干扰能力和使输出幅度下降。因此，选取 R_{29} 为7.5k Ω ， W_2 为68k Ω ，最小宽度要求是80微秒，根据公式得：

$$t_w = 0.7RC \quad t_w \text{ 为脉冲宽度}$$