

长途通信线路测试

(修订本)

贾玉明 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书主要讲解架空明线和电缆通信线路的测试方法，重点放在线路障碍的测试上。同时对普遍应用的和较新型的线路测试仪表的工作原理及其具体应用、维修、校准等，都作了较详细的介绍。书中有作者多年从事线路测试工作的经验的总结，也有各局站的测试经验。

全书用通俗易懂的语言，以叙述物理概念为主，在讲解基本原理的基础上，重点介绍测试方法。本书适于具有中学文化水平的线路测试工作者、载波维护人员自学，短训班、邮电学校也可选作教材。为便于读者自学和教学，每章都有内容提要、小结和习题与思考题。

长 途 通 信 线 路 测 试

(修订本)

贾玉明 编著

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1985年6月第二版
印张：11 12/32 页数：182 1985年6月河北第2次印刷
字数：257千字 印数：34,001—42,000册

统一书号：15045·总2057一有521

定价：1.70元

前 言

本书初稿写于1974年，于1976年正式出版，几年来除一些读者用作自学和工作参考外，还被一些学校和单位选作补充教材和短训班教材。作者也曾用本书讲过几次课，从教学中反映出一些问题和缺点。特别是随着科学技术的发展，通信线路测试技术也不断地提高，出现了一些新型测试仪表，使线路测试工作迈入了新的技术领域。因此，本书原有的一些内容就显得陈旧和不足，需要进行补充和修改。

在这次修订中，除了增加一些新型仪表和测试方法以及线路测试技术的发展方向外，还考虑到教学和自学的需要，在每章前面增加了内容提要、后面有本章小结和习题、思考题。同时，也考虑到我国幅员辽阔，各地区的通信设备情况差异较大，一些传统的仪表还仍然在发挥作用，而且其中的某些测试方法，即使在设备条件较好的地区，也有一定的实用价值，因此，在这次修订中，不仅保留了这部分内容，而且还进一步加以充实。

由于作者水平所限，加以这次修订的时间仓促，书中定会有许多谬误之处，恳请广大读者给予批评指正。

贾玉明

1984年6月于北京

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 线路测试工作的意义和任务.....	(1)
第二节 线路测试的内容.....	(2)
一、定期测试.....	(3)
二、障碍测试.....	(7)
第三节 线路测试的设备和仪器.....	(7)
本章小结.....	(8)
习题与思考.....	(9)
第二章 电桥与电桥测试线路的方法	(10)
第一节 电桥的构造原理.....	(10)
一、电桥的基本原理.....	(10)
二、850型电桥的结构.....	(15)
三、850型电桥电路的几点说明.....	(18)
四、QJ-45型电桥的结构.....	(23)
第二节 电桥的使用与维修.....	(28)
一、操作方法.....	(28)
二、使用中的注意事项.....	(33)
三、电桥的保养与维修.....	(34)
第三节 用电桥进行线路直流定期测试的方法.....	(41)
一、测试环路电阻.....	(41)
二、测试不平衡电阻.....	(42)
三、测试单线导电电阻.....	(48)

四、测试地线电阻.....	(50)
五、测试结果的计算.....	(53)
第四节 用电桥测试线路障碍点的方法.....	(57)
一、测试混线障碍点.....	(57)
二、测试接地障碍点.....	(70)
三、测试断线障碍的方法.....	(80)
本章小结.....	(83)
习题与思考.....	(84)
第三章 用电桥测试电缆障碍的方法.....	(86)
第一节 电缆障碍的种类及原因.....	(86)
第二节 利用电桥测试电缆障碍的方法.....	(87)
一、接地障碍(绝缘不良)的测试.....	(87)
二、混线障碍的测试.....	(94)
第三节 几点经验体会.....	(96)
一、现场复测.....	(96)
二、怎样选择测试线对.....	(98)
三、怎样选择电桥电源电压.....	(100)
四、怎样选择辅助线.....	(100)
五、怎样调整电桥.....	(101)
六、测试次数越多越好吗?.....	(103)
第四节 测试中的注意事项.....	(104)
本章小结.....	(105)
习题与思考.....	(106)
第四章 兆欧表与兆欧表测试线路的方法.....	(108)
第一节 兆欧表的构造原理与性能.....	(108)
一、构造原理.....	(108)
二、性能及规格.....	(111)

第二节 兆欧表的使用方法	(112)
一、使用前的准备工作	(112)
二、使用中注意事项	(115)
第三节 用兆欧表进行线路测试的方法	(117)
一、线路绝缘电阻测试	(117)
二、放电	(120)
三、测量结果的计算	(121)
四、线路障碍测试	(122)
第四节 兆欧表的保养与检修	(126)
一、兆欧表的保养	(126)
二、常见障碍检修	(126)
第五节 晶体管兆欧表	(129)
一、晶体管兆欧表的特点	(129)
二、ZC型晶体管兆欧表的构造原理	(130)
三、晶体管兆欧表的使用	(131)
第六节 兆欧表的改进——绝缘电阻测试器	(132)
一、电路与布线	(132)
二、面板布置	(132)
三、操作方法	(133)
本章小结	(134)
习题与思考	(135)
第五章 长途测量台	(136)
第一节 测试电路	(136)
一、电压表电路及在线路测试中的应用	(136)
二、电桥电路的特点及安装调整经验	(156)
第二节 塞绳电路	(169)
第三节 联络线电路	(172)

一、共电话机联络线电路·····	(173)
二、磁石话机联络线电路·····	(173)
三、共电或自动局联络线电路·····	(173)
四、长途台直达联络线电路·····	(174)
五、载波机室或长途台联络线电路·····	(175)
第四节 塞孔排电路·····	(176)
本章小结·····	(177)
习题与思考·····	(178)
第六章 用万用表测试线路的方法·····	(180)
第一节 万用表的构造简介·····	(180)
第二节 判断线路障碍种类的方法·····	(183)
一、混线障碍的判断·····	(183)
二、互混障碍的判断·····	(185)
三、接地障碍的判断·····	(186)
四、断线障碍的判断·····	(188)
五、断线接地障碍的判断·····	(189)
第三节 测试线路障碍点的方法·····	(192)
一、混线障碍点的测试·····	(192)
二、互混障碍点的测试·····	(196)
三、接地障碍点的测试·····	(197)
第四节 在线路定期测试中的应用·····	(199)
一、隔电测试·····	(199)
二、导电测试·····	(200)
本章小结·····	(201)
习题与思考·····	(201)
第七章 反射测试法·····	(203)
第一节 反射测试法的基本原理·····	(203)

一、反射测试法的基本原理·····	(203)
二、反射测试法的特点·····	(205)
三、障碍地点的距离是怎样测算出来的·····	(206)
第二节 怎样进行反射测试·····	(208)
一、单线测试法·····	(208)
二、双线测试法·····	(209)
三、操作方法·····	(210)
第三节 反射测试的几个问题和注意事项·····	(211)
一、频率的选用·····	(211)
二、发送电平的选择·····	(212)
三、波速的确定·····	(212)
四、振荡器的准确性和稳定性·····	(214)
五、反射测试法的有效测试距离·····	(215)
六、对电平表的要求·····	(215)
第四节 反射测试法的几点经验·····	(216)
一、提高准确度的方法之一——多取峰值·····	(216)
二、提高准确度的方法之二——截断去误差·····	(218)
三、对不同线质的线路的测试方法·····	(219)
四、对有介入电缆的线路的测试方法·····	(220)
五、测试钢线需要注意的问题·····	(222)
本章小结·····	(223)
习题与思考·····	(224)
第八章 脉冲测试法 ·····	(225)
第一节 脉冲测试法的基本原理·····	(225)
一、电磁波在通信线路上的反射·····	(225)
二、脉冲测试法的公式·····	(228)
三、采用脉冲信号的优缺点·····	(228)

第二节 MST-1A线障脉冲测试器	(229)
一、MST-1A脉冲测试器的性能	(229)
二、MST-1A脉冲测试器的结构	(230)
三、各组成部分的作用原理	(230)
四、用仪器测试线路障碍的方法	(244)
第三节 UG-1型晶体管电缆障碍脉冲测试器 ...	(251)
一、技术性能	(251)
二、构造原理	(252)
三、用仪器测试线路障碍的方法	(255)
四、仪器的校准	(260)
五、仪器故障的检修	(261)
本章小结	(262)
习题与思考	(265)
第九章 障碍处理与原始资料	(267)
第一节 线路障碍的处理步骤	(267)
一、受理申告与确认障碍	(267)
二、确定障碍后的测试步骤	(269)
三、派修后的复测与监视	(271)
四、辅助测试	(272)
五、作好障碍处理记录	(277)
第二节 标准记录的制作方法	(277)
一、为什么要制作标准记录	(277)
二、怎样作标准记录	(280)
第三节 线路测试工作应具备的资料	(287)
一、线路引入分布图	(288)
二、线路明细表	(289)
三、线路开放载波路由表	(289)

四、局内布线图	(289)
五、直流标准记录的参考数据	(290)
本章小结	(291)
习题与思考	(292)
第十章 线路的交流定期测试	(293)
第一节 衰耗频率特性测试	(293)
一、仪表	(293)
二、频率的确定	(293)
三、输出电平的确定	(294)
四、阻抗的选择	(294)
五、测试方法	(294)
六、注意事项	(296)
七、测试结果的计算	(296)
第二节 干扰电平测试	(297)
第三节 串音测试	(298)
一、近端串音测试	(299)
二、远端串音测试	(300)
第四节 线路特性阻抗检查测试	(301)
第五节 线路不匹配衰耗测试	(302)
一、测试原理	(302)
二、测试方法	(305)
本章小结	(307)
习题与思考	(308)
第十一章 线路测试技术的新发展	(309)
第一节 当前测试工作中存在的问题及解决 方案	(309)
一、存在问题	(309)

二、解决方案·····	(310)
第二节 QXZ-82型脉冲数字线路故障测试器 ···	(315)
一、技术指标·····	(315)
二、整机逻辑过程·····	(316)
三、各部分电路组成情况简介·····	(318)
四、操作与调整·····	(322)
第三节 实现全自动测试的设想·····	(326)
一、现有数字式脉冲测试器的不足·····	(326)
二、实现全自动测试的理想方案·····	(328)
本章小结·····	(329)
习题与思考·····	(330)
附录一 线路障碍恢复自动告警装置·····	(332)
附录二 长途线路测试项目周期和电气特性标准·····	(338)
附录三 常用线路导线不同温度的直流电阻表·····	(346)
附录四 奈、分贝、电压换算对照表·····	(348)

第一章 概 述

内 容 提 要

学习本章的目的是使读者明确线路测试工作的重要意义，以引起对这项工作的重视。同时了解线路测试工作的具体任务和测试内容，知道线路测试工作需要配备的测量设备和仪表。

第一节 线路测试工作的意义和任务

通信维护部门的任务：要求随时保证通信畅通无阻，提供质量优良的电路。要想作到这一点，必须通过线路测试，及时了解线路的质量情况，从而可以不断改善线路的传输质量，并且能够预防障碍发生。当线路一旦发生障碍，不能及时修复时，多延长一分钟，就会造成几十路分、几百路分、甚至几千路分的电路障碍。只有通过线路测试，才能迅速、准确地判断出障碍的性质和地点，以便迅速地查到障碍，缩短障碍历时。否则，没有线路测试工作，要想查到线路障碍，就象在大海里捞针一样困难，特别是地下和海底电缆，若没有线路测试判明准确的障碍地点，无论在时间上，人力、物力方面，将会造成很大的浪费，更重要的是影响通信畅通。

由此可见，线路测试工作对于保证通信畅通，缩短障碍历时，有着十分重要的作用。作好线路测试工作是通信维护部门的一项极其重要的任务。

8610004

• • •

线路测试工作的主要要求是：**迅速、准确**。因为准的目的是为了快，只有在发生故障后的极短时间内测试出准确的障碍点数据，才能达到迅速修复障碍，缩短障碍历时，尽快恢复通信。因此，邮电部在技术维护规程中规定：对架空明线线路障碍，用电桥测试，测试时间不得超过15分钟、测试误差不得超过15棵电杆；用脉冲测试器测试，测试时间不得超过5分钟，测试误差不得超过5棵电杆。

近几年来，由于各地都加强了对线路原始资料的积累，作了大量细致的标准记录，尽量减少在线路发生故障时的计算工作量，这样既缩短了测试时间，又增强了准确性，从而加快了线路障碍测试工作，准确程度也大大提高了。现在，许多单位都能作到一次测试就能派修，并能报出障碍点的杆号。用电桥测试架空明线障碍只需1-2分钟，测试误差只有5棵电杆左右；而运用脉冲测试器测试时，一般只要2-3分钟，准确度可以达到2棵电杆以内，并能作到1棵电杆不差。随着测试技术的发展，目前，数字式脉冲测试器已开始在一些地区应用，它的迅速、准确程度又有很大提高。

从长远看，将随着电子计算机应用的普及，线路障碍测试必定要向全自动化方向发展。因此，摆在线路测试人员面前的任务是十分艰巨的，它不仅需要掌握各种线路测试仪表的构造原理和使用、维护方法，还需要学习线路的传输理论、电子技术，特别是数字、逻辑电路以及计算机的有关工作原理等。

第二节 线路测试的内容

本书主要介绍线路维护测试，因此对于工程测试等其他测试的特殊项目不作介绍。

维护测试主要有定期测试和障碍测试两大类，现分别介绍它们的主要内容。

一、定期测试

定期测试的目的是检验线路的电气特性情况，了解是否符合质量要求。如果发现有电气特性不良的情况，应及时配合线务人员进行查修，达到预防障碍和保证良好通信质量的要求。

定期测试的项目有：

1. 直流电阻测试

直流电阻测试又叫导电测试，就是测试线路导线的直流电阻。

线路的作用就是导通通话的电流，因此希望导线的电阻越小越好，电阻小，导电性能好，电阻大了，就会使通话电流变小，造成通话声音小的不良现象。因此线路的直流电阻是一项重要的指标，我们要定期测试线路的直流电阻。造成导线电阻变大的原因通常是：

(1) 线路导线的接头焊接不良，或是试线夹的接触不良。

(2) 线路架设时间长久，导线的线径变细，使电阻变大；特别是铁线，因为容易生锈，造成电阻变大。

环路电阻测试

测试线路的电阻常常是将线路的两条导线连通起来测试。这样测试出来的电阻，是这两条导线连成环形回路的总电阻，因此通常把这种电阻叫作环路电阻，简称“环阻”，也有时叫做回路总阻。

不平衡电阻测试

一对线路的两根导线，在正常的情况下，这两根导线的电

阻应该相同，因为它们的线径、长度、线的材料都一样。如果测出这两根导线的电阻不相等，它们之间的差值就叫做不平衡电阻。

电阻不平衡超过了一定限度，就会造成电报通信漏点，以及产生串音干扰等不良现象。因此我们要求不平衡电阻愈小愈好。一般，在一个增音段内，铜线线路的不平衡电阻要求小于2欧姆；钢线线路（线径在4.0毫米以下）的不平衡电阻要求小于10欧姆。

不平衡电阻的产生原因通常是由于导线接头处的接触不好或是线条受伤发生了不均匀性。

2. 绝缘电阻测试

绝缘电阻测试也叫隔电测试。

架空明线架设在电杆上或是电缆敷设在地下，导线之间以及导线对地之间都需要绝缘，否则就会漏电，漏电到了一定程度，就会使通话音小或是造成串音，严重时就会形成接地障碍或混线障碍，这时通信就无法进行了。

因此我们要定期地进行绝缘测试。绝缘测试有两种：

（1）线间绝缘测试，即两根导线之间的绝缘电阻测试，这种测试可以防止串音和混线障碍；

（2）导线对地绝缘测试，即测试导线对地的绝缘电阻，可以防止音小和接地障碍。

绝缘电阻要求越大越好。绝缘电阻与气候条件有很大关系，一般说来，天气潮湿时测出的绝缘电阻较低，在干燥天气测出的绝缘电阻就大得多。因此一般要求要以阴雨潮湿天气测得的绝缘电阻为准。架空通信线路千米的导线对地电阻要求大于2兆欧。

绝缘电阻降低的原因通常是隔电子的质量不好，例如隔电子破裂或表面不清洁（有灰尘积垢或有蜘蛛网等等）。在潮湿天气时，湿气是导电的，因此隔电子的绝缘性能降低，漏电增大。此外，由于线路附近的树枝接触到线条等等原因，也会使线路的绝缘电阻降低。

以上介绍的是直流测试。对于不开放载波的线路，一般就测试以上几种电气特性。但是开放载波电话的线路，还需要进行交流测试，这是因为开放载波的线路上所传送的电信号频率要比实线电话（音频电话）的频率高得多，需要测试那些与频率有密切关系的特性，例如衰耗频率特性，干扰电平测试等。

3. 衰耗频率特性测试

在线路上传送高频电流时，由于产生集肤效应等原因，所以频率愈高，衰耗愈大。

所谓衰耗，也就是接收端的电压（或电流）比发送端的电压（或电流）减小的程度。这种衰耗也叫做传输衰耗，传输衰耗的大小和频率的高低有关系。

我们希望传输衰耗小，因为传输衰耗小，通话电流就大，通话质量就好。因此我们需要对开放载波的线路定期测试衰耗频率特性，发现有不正常的情况，及时解决。

4. 杂音干扰电平测试

杂音干扰电平测试也叫做杂音测试。

当通信线路受到外来的各种电信号的干扰时，会使通信线路上产生一种干扰电压，而影响通信质量。一般在实线回路的两端用杂音计测得的干扰电压不应大于2.5毫伏。

要定期地对线路的干扰电平进行测试，如发现不合标准时，应立即测出段落，查出原因，及时解决，以保证通信畅通。

5. 串音测试

由于通往一个方向的线路，不可能只是一对线，而是有很多对线，比如架空线路的一根八线担上就有4对线平行，电缆线路就更多了。这些平行线对之间由于电磁感应和电容耦合，以及绝缘电导等原因，会造成这一对线讲话，串到另一对线上去，造成串音。

串音又分为近端串音和远端串音两种。所谓近端串音就是在本端讲话串到本端的另一对线上（由于电容耦合造成的）；而远端串音就是在本端讲话串到另一对线对端上（由于电磁耦合造成的）。

为了防止线路上的线对间的串音，在设计上两对线之间的距离都作了相应的考虑，同时用做交叉的方法来消除串音，而使串音减少到不致影响正常通话的情况。

但由于线路上的电气特性的变化，或者由于维修造成的交叉改变等，都会使串音严重起来，这样就要定期进行串音测试，发现不合格时，立即查出原因，迅速解决，避免串音造成失密现象。

6. 特性阻抗测试

线路架设好以后，它的特性阻抗是一定的，如架空铜线和铝线为600欧，钢线为1500欧，电缆线路为150欧。这个线路的特性阻抗一般说来是不会改变的。

但往往由于线路路由发生了变化，重新迁移或增加了一些