

通信科普读物(30)

农村电话机线 设备的检测

I2

中国通信学会 主编
科普读物研究会

73.24.12
140

中国通信学会科普读物研究会主编

农村电话机线设备的检测

刘兆麟 周鑫基 魏国桢

张燮和 袁伦成 编著

方立 吕晓春 审



人民邮电出版社

8810540

DT17/01
内 容 提 要

本书全面地介绍了农村电话机线设备的检测方法。其中包括对人工交换机、架空明线、架空电缆、农话塑料电缆、载波设备、会议电话、电源等设备的各类标准（邮电部颁标准，生产厂标准，维护标准）的解释，以及测试步骤的详细说明。为了使读者更好地掌握这些检测方法，本书还在第一章讲解了电信基础知识，在书末的十个附录中收集了农村电信常用技术资料。

本书内容通俗易懂，简明扼要，书内配有各种检测方法的原理图，适合地区、县邮电局管理人员和维护农话机线设备的人员阅读。对于部队、厂矿、铁路、石油、电力等部门中维护通信设备的专业人员，也有较大参考价值。

中国通信学会科普读物研究会主编

农村电话机线设备的检测

刘兆麟 周鑫基 魏国桢 张燮和 袁伦成 编著

方 立 吕晓春 审

责任编辑：陈 涛

●
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

●
开本：787×1092 1/32 1988年 1 月第 一 版

印张：9 12/32 页数：150 1988年 1 月河北第一次印刷

字数：211千字 插页：1 印数：1—11 000册

ISBN 7115—03447—8/TN

定价：1.80元

1.80元

前 言

通信科学技术普及读物的编辑出版方针是面向生产、面向群众、面向基层，它以实用性的图书为重点。通信科普读物的主要读者对象是从事通信工作的干部、工人以及广大关心通信事业的读者。根据他们的特点和需要，在内容和选材上力求密切联系通信科研、生产、使用、维护和管理上的需要；在叙述上力求通俗易懂、概念清楚、结合实际、生动活泼，以帮助读者学习钻研通信科学技术，为配合农村实现“星火计划”、培养一代新人、提高全民族的科学文化水平作出贡献。

本书由四川省通信学会组织编写。其中第一章由魏国桢、袁伦成同志执笔；第五章由魏国桢同志执笔；第二章、第六章和第三章第八节由周鑫基同志执笔；第三章一至七节由张燮和同志执笔；第四章和第七章由刘兆麟同志执笔；附录由袁伦成同志汇集。全稿由袁伦成同志整理，并经魏国桢同志校阅。

由于我们缺乏经验，难免存在不足之处，欢迎广大读者提出意见和建议。

中国通信学会科普读物研究会

1986年12月

目 录

第一章 基础知识	(1)
第一节 电平	(2)
一、电平的意义和表示方法	(2)
二、绝对电平	(5)
三、相对电平	(8)
四、测试电平	(10)
五、总电平与分电平的计算	(10)
第二节 杂音	(13)
一、电路杂音的主要来源	(14)
二、杂音指标	(14)
第三节 串音	(16)
第四节 阻抗	(18)
一、四端网络的输入阻抗和输出阻抗	(19)
二、四端网络的开路阻抗和短路阻抗	(20)
三、特性阻抗	(21)
第五节 反射系数和反射衰减	(22)
第六节 农村电话网的全程传输衰减和杂音	(23)
一、全程传输衰减	(24)
二、农村电话的杂音及其分配	(26)
三、农村用户进行长途通话时的传输质量	(27)
第二章 电话机和人工电话交换机的测试	(30)
第一节 用户电话设备的测试	(30)
一、用户保安器和地线的测试	(30)
二、地线的检测方法	(32)
三、用户室内布线的检测	(38)

四、电话机的测试	(38)
第二节 人工电话交换机的检测	(44)
一、磁石交换机的检测	(44)
二、共电交换机的检测	(52)
第三节 电话设备主要部件的技术要求和测试	(55)
一、电铃 (DL)	(55)
二、手摇发电机 (F)	(56)
三、吊牌	(57)
四、共电交换机的信号设备	(57)
五、送话器 (S)	(58)
六、受话器 (SH)	(60)
七、感应线圈 (Q)	(61)
八、监听线圈	(61)
九、扼流线圈	(62)
十、扳键 (BJ)	(62)
第三章 架空线路电气特性测试	(64)
第一节 架空线路测试的目的和内容	(64)
一、维护测试	(64)
二、验收测试	(65)
第二节 明线线路直流测试	(65)
一、导线直流电阻测试	(65)
二、导线直流电阻不平衡的测试	(75)
三、绝缘电阻及绝缘电阻不平衡的测试	(79)
第三节 明线线路交流测试	(83)
一、杂音测试	(83)
二、串音测试	(85)
第四节 明线线路障碍测试	(90)
一、障碍现象及其产生的原因	(90)
二、障碍的测试方法	(91)

第五节 线路接地装置接地电阻测试	(113)
一、通信线路接地装置接地电阻的标准	(113)
二、测试方法	(114)
第六节 进局、介入电缆的测试	(114)
一、定期测试	(114)
二、障碍测试	(116)
第七节 农话塑料电缆的测试	(117)
一、近端串音衰减的测试	(119)
二、远端串音防卫度的测试	(119)
三、固有衰减的测试	(119)
第八节 三圈一器、引入设备和转电线圈的检测	(120)
一、保安器的检测	(121)
二、三圈的检测	(123)
三、引入设备的测试	(132)
四、转电线圈的测试	(137)
第四章 载波电路及载波设备的测试	(143)
第一节 载波电路传输电平的测试	(144)
一、传输电平的指标	(144)
二、传输电平的测试方法	(145)
第二节 载频频率的同步测试调整	(159)
一、载频同步的测试指标	(159)
二、载频同步的测试调整方法	(160)
第三节 电路衰减频率特性的测试调整	(163)
一、衰减频率特性指标意义及规定	(163)
二、衰减频率特性的测试调整方法	(165)
第四节 电路稳定度的测试调整	(170)
一、电路稳定度指标的意义及规定	(170)
二、电路稳定度的测试方法	(172)
第五节 电路振幅特性测试	(173)

一、电路振幅特性的意义及规定	(173)
二、电路振幅特性的测试方法	(173)
第六节 电路的杂音测试	(177)
一、杂音指标的意义及规定	(177)
二、电路杂音的测试方法	(178)
第七节 制际串音的测试	(180)
一、制际串音的意义及规定	(180)
二、制际串音的测试方法	(181)
第八节 路际串音的测试	(184)
一、路际串音的意义及规定	(184)
二、路际串音防卫度的测试方法	(185)
第九节 振铃边界的测试	(189)
一、振铃边界的意义及规定	(189)
二、振铃边界的测试方法	(190)
第十节 载波电话设备的电气性能测试	(191)
一、载波机各主要点电平的调测	(192)
二、振铃接收器的调测	(192)
三、机线连接点的阻抗匹配测试	(194)
四、话音电平压缩、扩张器的运用和测试调整方法	(199)
五、稳压电源的性能检查	(201)
六、人工/自动电平调节系统的测试	(203)
第五章 会议电话终端机和汇接台的测试	(207)
第一节 会议电话终端机的测试	(207)
一、杂音测试	(207)
二、频率特性测试	(209)
三、振幅特性测试	(210)
四、输出电平测试	(212)
五、稳定度测试	(213)
第二节 会议电话汇接设备的测试	(214)

一、串杂音防卫度测试	(214)
二、汇接台汇接点电平测试	(216)
三、汇接台各汇接点阻抗匹配的测试	(218)
四、汇接台放大器的主要质量指标	(221)
第六章 常用电源设备的测试	(222)
第一节 基础电源设备的测试	(222)
一、调压变压器的测试	(222)
二、交流稳压设备的测试	(224)
三、直流稳压电源的测试	(227)
四、远供电源的测试	(231)
第二节 变换电源设备的测试	(233)
一、直流——直流变换器的测试	(233)
二、静止型不停电交流电源设备的测试	(234)
第三节 化学类电源的测试	(237)
一、干电池的一般检测	(237)
二、蓄电池的检测	(239)
三、尾电池的测试	(244)
第四节 其它电源设备的检测	(244)
一、充电设备的测试	(244)
二、铃流机的测试	(246)
三、油机发电机的检测	(248)
第七章 农话机线设备测试仪表	(250)
第一节 QFP—3 系列电平测试仪概述	(250)
一、QFP—3—1 型电平测试仪	(251)
二、QFP—3—2 型电平测试仪	(251)
三、QFP—3—3 型电平测试仪	(252)
第二节 QFP—3—1 型电平测试仪	(253)
一、QFP—3—1 型电平测试仪的用途和功能	(253)
二、电路工作原理	(255)

三、QFP—8—1型电平测试仪的应用	(263)
附录1 明线导线直流电阻表	(270)
附录2 茂莱法测接地障碍点时 R_0 与 l_x 换算表	(273)
附录3 明线双线回路衰减常数(α)参数表	(275)
附录4 明线双线回路特性阻抗 $ Z_c $ 参数表	(277)
附录5 异电平相加计算曲线	(278)
附录6 异电平相减计算曲线	(279)
附录7 常用衰减器数值表	(280)
附录8 奈培、分贝、电压换算对照表	(283)
附录9 常用计量单位名称和符号	(286)
附录10 常用图形符号及字母符号	(287)

第一章 基础知识

农村电话网一般指以农村用户及县内城镇用户为主要服务对象的县内电信网，因为农村电话网中的用户除了要进行县内联系外，还要与全国各地的用户进行联系，因此这个网同时又是全国通信网的一个组成部分。根据我国实际情况，农村电话网在较长的时间内，还将以模拟通信为主；在条件较好的地区，也可能发展数字通信，组成数字通信网。但是不论模拟通信还是数字通信，组成农村电话网的机线设备同样包括交换、传输和终端三大部分。这些设备的质量指标直接影响着通信网的质量。为了保证整个通信网的质量，维护人员必须定期地对各种设备的电气性能和质量指标进行测试和调整，使其各项指标都能达到规定的标准。

本书将围绕目前农村电话网中普遍使用的机线设备（不包括无线通信、脉码调制、增量调制等数字通信设备和自动电话交换设备），按邮电部1978年2月18日颁发的《农村电话机线技术维护规程》规定的质量指标（以下简称《规程》指标），系统介绍其调测和检修方法。为了使读者进一步理解本书所阐述的内容，我们在这一章中首先介绍一些基础知识。

8810540

第一节 电 平

人们在通电话时所收到的语言信号是人耳通过受话器接收的。实验和理论分析表明，人耳的听觉灵敏度和功率变化的对数成正比。例如将功率 0.1mW 的信号提高到 1mW ，此时信号功率增大10倍，但人耳感觉到的声音响度只增加 $\lg \frac{1}{0.1} = \lg 10 = 1$ 倍。电平就是采用这种“对数计数法”以信号功率比的对数来表示信号强弱的一种形式，它的单位为“分贝”或“奈培”。这种计算方法可使很大范围的数值变成较小范围的数值，并将乘除运算变成加减运算，因而具有简化运算、便于书写记忆等优点。在本章中，为了书写方便，我们把功率用符号 P 表示，把电平用符号 P 表示。

一、电平的意义和表示方法

所谓某点的电平，就是指该点的功率（或电压、电流）与基准功率（或基准电压、电流）之比的对数值。这里所说的基准功率是不变的，而基准电压或基准电流则是根据某一阻抗上所获得的基准功率加以确定，当阻抗变化时，基准电压或基准电流也要随之而变化。由于对数有常用对数和自然对数之分，因此电平的表示方法也有两种。

1. 分贝

数学中以10为底的对数称为常用对数。当 $10^x = A$ 时，则把 x 称为以10为底的 A 的对数，记为 $\log_{10} A = x$ ，简写为 $\lg A$

$=x$ 。若有两个功率 P_1 和 P_0 ，把它们的比值取常用对数表示时，其单位叫“贝尔”，由于“贝尔”这个单位较大，一般取其 $1/10$ 为一个小单位，称为“分贝”，符号为dB。设被测点功率为 P_1 ，基准功率为 P_0 ，我们把两个功率比的对数称为功率电平，记作 p_P ：

$$p_P = 10 \lg \frac{P_1}{P_0} \text{ (dB)} \quad (1-1-1)$$

因为功率 P 与电压 V 和阻抗 Z 的关系为 $P = \frac{V^2}{Z}$ ，所以 $P_1 = \frac{V_1^2}{Z_1}$ ， $P_0 = \frac{V_0^2}{Z_0}$ 。将上式改变一下形式，即为 $p_P = 10 \lg \frac{P_1}{P_0} = 10 \lg \left(\frac{V_1^2}{V_0^2} \cdot \frac{Z_0}{Z_1} \right) = 20 \lg \frac{V_1}{V_0} + 10 \lg \frac{Z_0}{Z_1}$ ，我们将上式中两电压比的对数称为电压电平，记作 p_V ，即：

$$p_V = 20 \lg \frac{V_1}{V_0} \text{ (dB)} \quad (1-1-2)$$

显然，当阻抗 $Z_1 = Z_0$ 时，电压电平与功率电平相等， $p_P = p_V$ 。

同样根据以上方法，还可以推导出电流电平(p_I)的表达式为：

$$p_I = 20 \lg \frac{I_1}{I_0} \text{ (dB)} \quad (1-1-3)$$

以上各式中 P_0 、 V_0 、 I_0 分别表示基准功率、基准电压和基准电流。

2. 奈培

数学中以 e 为底的对数称为自然对数。当 $e^x = A$ 时，把 x 称为以 e 为底的 A 的对数，记为 $\log_e A = x$ ，简写为 $\ln A = x$ 。若有两个功率 P_1 和 P_0 ，当取它们比值的自然对数的 $1/2$ 表示功率

电平时，其单位称为奈培，符号为 N_p 。此时功率电平的表达式为：

$$p_P = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_0} (N_p) \quad (1-1-4)$$

电压电平表达式为：

$$p_V = \ln \frac{V_1}{V_0} (N_p) \quad (1-1-5)$$

电流电平表示式为：

$$p_I = \ln \frac{I_1}{I_0} (N_p) \quad (1-1-6)$$

式中 P_1 、 V_1 、 I_1 分别表示被测点的功率、电压和电流值。

3. 奈培与分贝之间的换算关系

根据国务院颁发的《中华人民共和国法定计量单位》的规定，今后我们将一律使用“分贝”作为电平单位，不再使用“奈培”。但由于有时可能碰到使用“奈培”的情况，因此我们应该了解这两种电平表示方法之间的换算关系。

设：功率电平为 $1N_p$ 则由(1-1-4)式知：

$$p_P = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_0} = 1N_p$$

即， $\ln \frac{P_1}{P_0} = 2$

$$\frac{P_1}{P_0} = e^2 \approx 7.389 \approx 10^{0.8686}$$

如这个功率比用dB表示，则

$$p_P = 10 \lg \frac{P_1}{P_0} = 10 \lg 10^{0.8686} = 8.686(\text{dB})$$

这样就得出了奈培和分贝的换算关系，

$$1N_p = 8.686\text{dB} \quad (1-1-7)$$

• • •

$$\text{或} \quad 1\text{dB} = -\frac{1}{8.686} N_p = 0.115 N_p \quad (1-1-8)$$

二、绝对电平

以 1 毫瓦作为基准所计算出的电平值，称为绝对功率电平。它的符号用 dBm 来表示。显然，当功率为 1 毫瓦时，它的绝对功率电平值为 0，称为“零电平”。反过来说“零电平”所代表的功率值即为 1 毫瓦（而绝不是 0）。除去绝对功率电平以外，还有绝对电压电平和绝对电流电平，它们统称为绝对电平，用 p_m 表示。由于电流电平这个概念我们平时应用不多，这里予以省略。

1 绝对功率电平

取 1 mW（零电平）作为基准功率所确定的电平，称为绝对功率电平（ p_{r_m} ）。用公式表示为：

$$p_{r_m} = 10 \lg P_1 (\text{dBm}) \quad (1-1-9)$$

或：

$$p_{r_m} = \frac{1}{2} \ln P_1 (N_p) \quad (1-1-10)$$

式中 P_1 为所要计算电平数的功率值，单位为毫瓦（mW）。

2. 绝对电压电平

由于通信设备的输入输出端阻抗大多是 600Ω ，计算绝对电压电平的基准电压是按在 600Ω 阻抗上获得 1 mW 基准功率来确定的。即：

$$P_0 = \frac{V_0^2}{600} = 10^{-3} (\text{W})$$

$$V_0 = \sqrt{10^{-3} \times 600} = 0.775 (\text{V})$$

因此某一点的绝对电压电平 p_{v_m} 可表示为:

$$p_{v_m} = 20 \lg \frac{U_1}{0.775} (\text{dB}) \quad (1-1-11)$$

或

$$p_{v_m} = 10 \lg \frac{U_1^2}{0.775^2} (\text{Np}) \quad (1-1-12)$$

3. 绝对功率电平和绝对电压电平的关系

在实际工作中, 用电平表测得的某点的电平值是绝对电压电平, 而在设备电原理图和方框图中标注的常常又是该点的绝对功率电平。二者如何转换, 以确定测得的电平值是否符合设备的技术要求呢? 这可从以下推导中得出。

设某一阻抗为 Z 的测试点的功率为 P_1 , 根据 (1-1-9) 式, 这点的绝对功率电平 (p_{P_m}) 为:

$$p_{P_m} = 10 \lg \frac{P_1}{1}$$

因为

$$P = \frac{U^2}{Z}$$

所以

$$\begin{aligned} p_{P_m} &= 10 \lg \frac{U^2/Z}{0.775^2/600} \\ &= 20 \lg \frac{U}{0.775} + 10 \lg \frac{600}{Z} \end{aligned}$$

由(1-1-11)式知 $20\lg \frac{U}{0.775}$ 即为绝对电压电平值

所以

$$p_{P_m} = p_{V_m} + 10\lg \frac{600}{Z}$$

如果令

$$10\lg \frac{600}{Z} = K \quad (1-1-13)$$

则 $p_{P_m} = p_{V_m} + K \quad (1-1-14)$

可见，绝对功率电平等于绝对电压电平加上一项修正项。这个修正项有正、负和零之分。当 $Z < 600\Omega$ 时， K 为正；当 $Z > 600\Omega$ 时， K 为负；当 $Z = 600\Omega$ 时， K 为零。由此可以看出，绝对功率电平可以比绝对电压电平大，也可以比绝对电压电平值小，也可以相等，这将根据被测点的阻抗的大小而定。当被测点的阻抗等于 600Ω 时，绝对功率电平就等于绝对电压电平。当被测点阻抗为 150Ω 时，其关系为：

$$p_{P_m} = p_{V_m} + 10\lg \frac{600}{150}$$
$$p_{P_m} = p_{V_m} + 6\text{dB} \quad (1-1-15)$$

即测得的绝对电压电平要加上6dB后，才等于绝对功率电平。表1-1列出一些常用的不同阻抗测试点的绝对电压电平转换为绝对功率电平的修正项值。

4. 正电平、负电平和零电平的意义

电平值有正、负和零之分，这是由对数的性质所决定的。现在我们以电压电平 (p_V) 为例来说明它们的意义。

根据(1-1-2)式，