



中国人民公安大学“十一五”规划教材

# 通信原理与电路实验指导书

刘 军◎主编

TONGXIN YUANLI YU  
DIANLU SHIYAN ZHIDAOSHU



中国人民公安大学出版社

中国人民公安大学“十一五”规划教材

# 通信原理与电路实验 指导书

刘 军 主 编

中国人民公安大学出版社

· 北 京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

通信原理与电路实验指导书/刘军主编. —北京: 中国人民公安大学出版社, 2010. 10

中国人民公安大学“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5653 - 0201 - 5

I. ①通… II. ①刘… III. ①通信理论—实验—高等学校—教学参考资料②电路—实验—高等学校—教学参考资料

IV. ①TN911 - 33②TM13 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 190546 号

中国人民公安大学“十一五”规划教材

### 通信原理与电路实验指导书

TONGXIN YUANLI YU DIANLU SHIYAN ZHIDAOSHU

刘军 主编

---

出版发行: 中国人民公安大学出版社

地 址: 北京市西城区木樨地南里

邮政编码: 100038

经 销: 新华书店

印 刷: 北京蓝空印刷厂

---

版 次: 2010 年 10 月第 1 版

印 次: 2010 年 10 月第 1 次

印 张: 8.125

开 本: 850 毫米 × 1168 毫米 1/32

字 数: 202 千字

---

书 号: ISBN 978 - 7 - 5653 - 0201 - 5/T · 0002

定 价: 23.00 元

---

网 址: [www.cppsups.com.cn](http://www.cppsups.com.cn) [www.poreclub.com.cn](http://www.poreclub.com.cn)

电子邮箱: [zbs@cppsup.com](mailto:zbs@cppsup.com) [zbs@cppsu.edu.cn](mailto:zbs@cppsu.edu.cn)

---

营销中心电话: (010) 83903254

读者服务部电话 (门市): (010) 83903257

警官读者俱乐部电话 (网购、邮购): (010) 83903253

教材分社电话: (010) 83903259

公安图书分社电话: (010) 83905672

法律图书分社电话: (010) 83905745

公安文艺分社电话: (010) 83903973

杂志分社电话: (010) 83903239

电子音像与数字出版分社电话: (010) 83905727

---

本社图书出现印装质量问题, 由本社负责退换

版权所有 侵权必究

中国人民公安大学“十一五”规划教材

## 通信原理与电路实验指导书

主 编 刘 军

副主编 秦 静

撰稿人 (按姓氏笔画排序)

尹军祖 刘 军 张雅丽

郑 涛 秦 静 徐海明

# 前 言

教材作为教学的主要工具，既是联系教与学的有效媒介，也是学科与课程建设的重要组成部分，更是学科与课程改革发展成果的凝结与体现。中国人民公安大学始终将教材建设作为学校教学建设的基础工作来抓，并使之在深化教学改革、全面推进素质教育、确保公安人才培养目标实现方面发挥重要作用。

中国人民公安大学现行本科专业公安业务教材大多数是依据学校“十一五”教材建设规划而编写的，这些教材体现了从重视知识传授向重视能力培养转化；注重贴近警务实战，强调理论性与系统性，取得了较好的使用效果。

随着我国社会的发展及科教兴国和人才强国战略的推进，党中央和国务院对于包括公安院校在内的高等院校人才培养提出了更高的期望，并对教材建设等教学基本建设提出了更为具体的要求。2003年召开的第二十次全国公安会议，明确提出了实现公安教育训练正规化、构建公安特色教育训练体系、提高公安高等教育水平的要求，而进一步加强公安专业教材建设正是公安教育训练正规化的重要内容。2005年教育部印发《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》（教高〔2005〕1号）明确要求：“加强教材建设，确保高质量教材进课堂。”在此背景下，中国人民公安大学紧密结合学校人才培养的具体需要，制定了《“十一五”教材建设规划》，并正式启动了新一轮教材编写工作。

中国人民公安大学“十一五”规划教材，坚持“加强教材建设的组织领导，突出重点，培育特色，提高质量，锤炼精品，完善公安专业课程教材体系，加大辅助教材建设力度，深化教材建设工作改革”的指导思想；充分体现“完善教材体系、促进学科建设，保证质量、服务公安教育，与课程建设相协调、锤炼精品，扩大品种、合理配套”的基本精神；依据“政治坚定、业务精通、作风优良、执法公正”的应用型公安高级专门人才的培养目标，既充分反映公安工作和公安队伍建设的实际，贴近警务实践，又充分反映学科发展前沿，吸纳优秀成果。

“十一五”规划教材，紧密结合学校重点课程、精品课程和公安类特色课程建设，由中国人民公安大学学科带头人和骨干教师牵头负责，充分发挥各课程组的作用，并邀请各级公安业务部门领导、专家参加，由强大的编写阵容撰写完成。从教材内容确定，到封面设计、装帧和排版，其全过程将在严格的质量监控下进行。不仅采用择优确定主编制度，还将推行公开评审制度，由学术造诣高、实践经验丰富的专家学者审稿，确保教材质量。

我们相信，经过编写、评审和出版各方面的努力，“十一五”规划教材一定能够以特色鲜明、内容丰富和体系完善的精品特质，为提升公安学科的地位、培养合格的应用型公安高级专门人才发挥重要作用。

中国人民公安大学“十一五”规划教材编审委员会  
2008年5月

## 编者的话

《通信原理与电路实验指导书》是为大学本科《通信原理》与《电子线路》实验课教学编写的实验指导书。本实验指导书在多年实验教学的基础上对该类课程现有的各个重要的基础实验内容作了必要的调整补充与适当的更新。全书分为3篇共7章内容。第一篇“通信系统基础实验”作为指导书的开头，在第一章中首先对实验指导书中常用仪器设备的性能和使用方法进行了介绍，使学生能够在实验开始之前对常用的仪器设备和使用方法有正确的了解。第二章是高频电子线路实验，设计了5个高频电子线路的经典实验，覆盖了高频电子线路教学中所涉及的主要内容。第三章设计了5个验证通信原理的实验。指导书的第二篇以我国台湾地区掌宇教学仪器设备公司的TIMS系统仿真设备为实验平台，设计了3个高频电子线路硬件仿真实验和4个通信原理硬件仿真实验。该篇所设计的实验最突出的特点是：以TIMS系统所提供的各个硬件模块单元为基础，学生根据教师提出的课程原理和实验要求，事先进行实验方案的自行设计，然后由实验对学生的设计方案进行验证。通过这种学生自主设计形式的实验教学，能够有效地提高学生的学习主动性，也能够非常好好地锻炼学生的创新意识和创新能力。在第三篇中，我们针对现代通信技术的发展设计了光纤、程控交换和移动通信技术4个原理和可操作性试验。通过这些实验可以提高学生的实际动手和操作能力。

《通信原理与电路实验指导书》是该书全体撰稿人在中国人

民公安大学多年的实验课程教学实践经验基础上编写而成的，具体写作分工如下：

刘 军：第一章及第四章的部分内容；

秦 静：第一章及第四章的部分内容、第五章、第六章；

郑 涛：第二章、第三章；

尹军祖：第七章。

本书由刘军任主编，秦静任副主编，主编特邀了张雅丽老师进行了统稿与校对。在实验步骤的验证过程中，徐海明老师做了大量的准备工作，为该书的编写给予了大力的支持和帮助。

《通信原理与电路实验指导书》可作为高等院校电子工程、无线电通信类专业的实验课教材，也可供从事电子线路设计和研制的工程技术人员参考。同时希望使用该书的教师、学生和读者对书中存在的问题提出修改意见和建议。

刘 军

2010 年于北京



## 目 录

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第一篇 通信系统基础实验               | 1   |
| 第一章 常用仪器的使用方法              | 1   |
| 1.1 示波器                    | 1   |
| 1.2 信号发生器                  | 12  |
| 1.3 电源 (JWY-30F 串联式直流稳压电源) | 15  |
| 1.4 万用表                    | 16  |
| 第二章 高频电子线路实验               | 19  |
| 2.1 实验注意事项                 | 19  |
| 2.2 TPE-GP2 高频电路实验学习机说明    | 20  |
| 2.3 实验一 单调谐放大器             | 23  |
| 2.4 实验二 高频功率放大器 (丙类)       | 30  |
| 2.5 实验三 LC 电容反馈三点式振荡器      | 38  |
| 2.6 实验四 振幅调制器 (利用乘法器)      | 45  |
| 2.7 实验五 调幅波信号的解调           | 54  |
| 第三章 通信原理实验                 | 59  |
| 3.1 实验平台的结构组成              | 59  |
| 3.2 实验一 抽样定理与 PAM 系统实验     | 63  |
| 3.3 实验二 PCM 编译码原理实验        | 73  |
| 3.4 实验三 增量调制编译码实验          | 88  |
| 3.5 实验四 FSK 移频键控系统实验       | 101 |
| 3.6 实验五 PSK 调制解调系统实验       | 112 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>第二篇 基于 TMS 平台的通信系统仿真实验(设计性)</b> ..... | 124 |
| <b>第四章 通信原理教学实验系统 (TMS) 简介</b> .....     | 126 |
| 4.1 通信教学实验系统介绍 .....                     | 126 |
| 4.2 TMS 现代通信教学实验系统组成 .....               | 128 |
| 4.3 通信教学实验系统模组介绍 .....                   | 129 |
| <b>第五章 基于 TMS 平台的高频电子线路实验</b> .....      | 138 |
| 5.1 实验一 AM 调幅波的产生 .....                  | 138 |
| 5.2 实验二 调幅波信号的解调 (设计性) .....             | 142 |
| 5.3 实验三 调频波的产生 .....                     | 148 |
| <b>第六章 基于 TMS 平台的通信原理实验</b> .....        | 154 |
| 6.1 实验一 调频波的解调 .....                     | 154 |
| 6.2 实验二 脉冲编码调制 (PCM) .....               | 159 |
| 6.3 实验三 幅度键控信号的调制与解调 .....               | 167 |
| 6.4 实验四 频移键控信号的调制与解调 .....               | 179 |
| <b>第三篇 通信系统专业实验</b> .....                | 190 |
| <b>第七章 现代通信技术实验</b> .....                | 190 |
| 7.1 实验一 光纤基本原理实验 .....                   | 190 |
| 7.2 实验二 光纤通信系统实验 .....                   | 208 |
| 7.3 实验三 程控交换原理实验 .....                   | 217 |
| 7.4 实验四 移动通信实验 .....                     | 236 |

# 第一篇 通信系统基础实验

## 第一章 常用仪器的使用方法

通信实验室目前开设有高频电子线路实验、通信原理实验、现代通信技术实验和公安指挥中心技术课程的实验和实训。在学生开始进行实验之前，需要对实验中常用仪器的性能作用以及正确的使用方法有基本了解。作为实验指导书的开始，第一章的内容即是对本指导书中所涉及的常用仪器设备进行介绍，以便使学生在实验进行中能够正确地掌握、使用这些设备。

### 1.1 示波器

示波器是近代电子科学领域的重要测量仪器，也是其他许多领域广泛使用的测量工具。示波器不仅能直接观察电压（或电流）的波形，而且能测量电压、频率、相位等参数，还可以利用传感器将各种非电量（如温度、压力、位移、热量、磁感应强度、照度等）转换为电参数，然后，利用示波器进行观察和测量。现以 YB4320/20A/40/60 双踪示波器为例（其面板见图 1-1 所示），介绍示波器的一般使用方法。

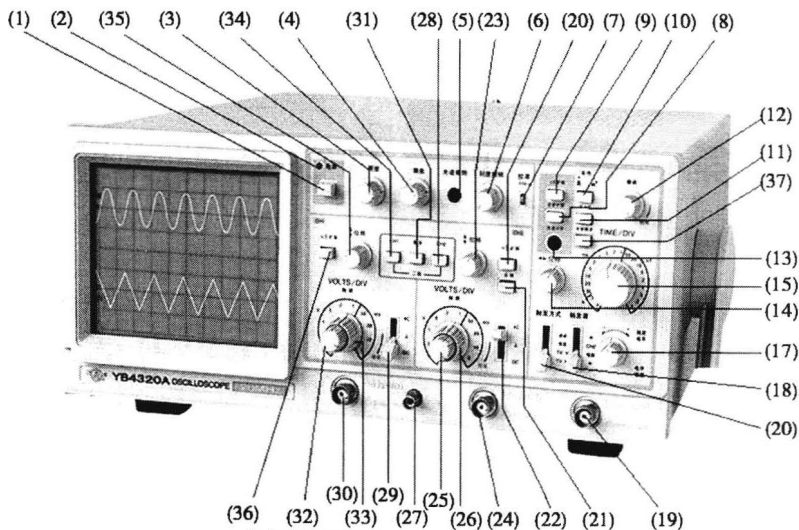


图 1-1 YB4320/20A/40/60 前面板示意图

### 1.1.1 YB4320/20A/40/60 型双踪示波器旋钮和开关的功能

#### 1. 电源及示波管控制系统。

(1) 电源开关 (POWER): 按键弹出即为“关”位置, 按下为“开”位置。

(2) 电源指示灯 (POWER LAMP): 电源接通时, 指示灯亮。

(3) 亮度旋钮 (INTENSITY): 顺时针方向旋转, 亮度增强。

(4) 聚焦旋钮 (FOCUS): 用来调节光迹及波形的清晰度。

(5) 光迹旋转旋钮 (TRACE ROTATION): 用于调节光迹与水平刻度线平行。

(6) 刻度照明旋钮 (SCALE ILLUM): 用于调节屏幕刻度亮度。

## 2. 垂直系统。

(30) 通道 1 输入端 [CH1 INPUT (X)]: 用于垂直方向输入。在 X—Y 方式时输入端的信号称为 X 信号。

(22)、(29) 交流—接地—直流, 耦合选择开关 (AC - GND - DC): 选择垂直放大器的耦合方式。

交流 (AC): 垂直输入端由电容器来耦合。

接地 (GND): 放大器的输入端接地。

直流 (DC): 垂直放大器输入端与信号直接耦合。

(26)、(33) 衰减开关 (VOLT/DIV): 用于选择垂直偏转灵敏度的调节。如果使用的是 10:1 探头, 计算时将幅度  $\times 10$ 。

(25)、(32) 垂直微调旋钮 (VARIBLE): 垂直微调用于连续改变电压偏转灵敏度。此旋钮在正常情况下, 应位于顺时针方向旋到底的位置。

(20)、(36) CH1  $\times 5$  扩展, CH2  $\times 5$  扩展 (CH1  $\times 5$ MAG, CH2  $\times 5$ MAG): 按下  $\times 5$  扩展键, 垂直方向的信号扩大 5 倍, 最高灵敏度为 1mV/DIV。

(23)、(35) 垂直移位 (VERTICAL POSITION): 调节光迹在屏幕中的垂直位置。

(34) 通道 1 选择 (CH1): 屏幕上仅显示 CH1 的信号。

(28) 通道 2 选择 (CH2): 屏幕上仅显示 CH2 的信号。

(34)、(28) 双踪选择 (DVAL): 同时按下 (34) 和 (28) 按钮, 屏幕上会出现双踪并自动以断续或交替方式同时显示 CH1 和 CH2 的信号。

(31) 叠加 (ADD): 显示 CH1 和 CH2 输入电压的代数和。

(21) CH2 极性开关 (INVERT): 按下此开关时, CH2 显示反相电压值。

## 3. 水平方向部分。

(15) 扫描时间因数选择开关 (TIME/DIV): 共 20 档, 在

0.1 $\mu$ s/DIV ~ 0.2s/DIV 范围选择扫描速率。

(11) X—Y 控制键：选择 X—Y 工作方式时，垂直偏转信号接入 CH2 输入端，水平偏转信号接入 CH1 输入端。

(23) 通道 2 垂直移位键 (POSITION)：控制通道 2 信号在屏幕中的垂直位置，当工作在 X—Y 方式时，该键用于 Y 方向的移位。

(12) 扫描微调控制键 (VARIABLE)：此旋钮以顺时针旋转到底时处于校准位置，扫描由 TIME/DIV 开关指示。该旋钮逆时针方向旋转到底，扫描扩展 2.5 倍以上。正常工作时，该旋钮应该位于“校准”位置。

(14) 水平移位 (POSITION)：用于调节轨迹在水平方向移动。顺时针方向旋转，光迹右移，逆时针方向旋转，光迹左移。

(9) 扩展控制键 (MAG  $\times$  5)、(MAG  $\times$  10, 仅 YB4360)：按下去时，扫描因数  $\times$  5 扩展或  $\times$  10 扩展。扫描时间是 TIME/DIV 开关指示数值的 1/5 或 1/10。例如，用  $\times$  5 扩展时，100 $\mu$ s/DIV 为 20 $\mu$ s/DIV。部分波形的扩展时将波形的尖端移到水平尺寸的中心，按下  $\times$  5 或  $\times$  10 扩展按钮，波形将扩展 5 倍或 10 倍。

(8) ALT 扩展按钮 (ALT—MAG)：按下此键，扫描因数  $\times$  1、 $\times$  5 或  $\times$  10 同时显示。此时要把放大部分移到屏幕中心，按下 ALT—MAG 键。扩展以后的光迹可由光迹分离控制键 (13) 移位距  $\times$  1、光迹 1.5DIV 或更远的地方。同时使用垂直双踪方式和水平 ALT—MAG 可在屏幕上同时显示四条光迹。

#### 4. 触发 (TRIG)。

(18) 触发源选择开关 (SOVRCE)：选择触发信号源。

内触发 (INT)：CH1 或 CH2 上的输入信号是触发信号。

通道 2 触发 (CH2)：CH2 上的输入信号是触发信号。

电源触发 (LINE)：电源频率成为触发信号。

外触发 (EXT)：触发输入上的触发信号是外部信号，用于

特殊信号的触发。

(37) 交替触发 (ALT TRIG): 在双踪交替显示时, 触发信号交替来自于两个 Y 通道, 此方式可用于同时观察两路不相关的信号。

(19) 外触发输入插座 (EXT INPVT): 用于外部触发信号的输入。

(17) 触发电平旋钮 (TRIG LEVEL): 用于调节被测信号在某一电平触发同步。

(10) 触发极性按钮 (SLOPE): 触发极性选择, 用于选择信号的上升沿和下降沿触发。

(20) 触发方式选择 (TRIG MODE):

自动 (AUTO): 在自动扫描方式时, 扫描电路自动进行扫描。在没有信号输入或输入信号没有被触发同步时, 屏幕上仍然可以显示扫描基线。

常态 (NORM): 有触发信号才能扫描, 否则屏幕上无扫描线显示。当输入信号频率低于 20Hz 时, 用常态触发方式。

(7) 校准信号 (CAL): 电压幅度为  $0.5V_{p-p}$  频率为 1KHz 的方波信号。

(27) 接地柱  $\perp$ : 接地端。

### 1.1.2 YB4320/20A/40/60 型双踪方波器的基本操作方法

#### 1. 电源和扫描。

(1) 确认所用市电电压在 198V ~ 242V。确保所用保险丝为指定的型号。

(2) 断开“电源”开关。电源开关 (POWER) 弹出即为“关”位置。将电源线接入。

(3) 设定各个控制键在下列相应位置: 亮度 (INTENSITY): 顺时针方向旋转到底; 聚焦 (FOCUS): 中间; 垂直移位

(POSITION): 中间 ( $\times 5$ ) 键弹出; 垂直方式: CH1; 触发方式 (TRIG MODE): 自动 (AUTO); 触发源 (SOVRCE): 内 (INT); 触发电平 (TRIG LEVEL): 中间; 时间/格 (TIME/DIV):  $0.5\mu\text{s}/\text{DIV}$ ; 水平位置: X1 ( $\times 5\text{MAG}$ )、( $\times 10\text{MAG}$ ) 均弹出。

(4) 接通“电源”开关, 大约 15s 后, 出现扫描光迹。

## 2. 聚焦。

(1) 调节“垂直位移”旋钮, 使光迹移至荧光屏观测区域的中央。

(2) 调节“辉度 (INTENSITY)”旋钮, 将光迹的亮度调至所需要的程度。

(3) 调节“聚焦 (FOCUS)”旋钮, 使光迹清晰。

## 3. 加入触发信号。

(1) 将下列控制开关或旋钮置于相应的位置。

垂直方式: CH1; AC—GND—DC (CH1): DC; V/DIV (CH1): 5mV。

微调 (CH1): (CAL) 校准; 耦合方式: AC; 触发源: CH1。

(2) 用探头将“校正信号源”送到 CH1 输入端。

(3) 将探头的“衰减比”旋转置于“ $\times 10$ ”档位置, 调节“电平”旋钮使仪器触发。

### 1.1.3 YB4320/20A/40/60 型双踪方波器的测量操作方法

#### 1. 电压测量。

(1) 电压的定量测量。将“V/DIV”微调置于“CAL”位置, 就可以进行电压的定量测量。测量值可由下列公式计算后得到:

用探头“ $\times 1$ 位置”进行测量时, 其电压值为:  $U = V/\text{DIV}$  设定值  $\times$  信号显示幅度 (DIV);

用探头“ $\times 10$ 位置”进行测量时, 其电压值为:  $U = V/\text{DIV}$



设定值  $\times$  信号显示幅度 (DIV)  $\times 10$ 。

(2) 直流电压测量。该仪器具有高输入阻抗, 高灵敏度和快速响应的优势, 下面介绍测量过程:

将“扫描方式”开关置“**AUTO**”(自动)位置, 选择“扫描速度”使扫描光迹不发生闪烁的现象。

将“**AC—GND—DC**”开关置“**GND**”位置, 且将被测电压加到输入端。扫描线的垂直位移即为信号的电压幅度。如果扫描线上移, 则被测电压相对地电位为正; 如果扫描线下移, 则该电压相对地电位为负。电压值可用上面公式求出。例如, 将探头衰减比置于  $\times 10$  位置, 垂直偏转因数 (**V/DIV**) 置于“**0.5V/DIV**”, 微调旋钮置于“**CAL**”位置, 所测得的扫描光迹偏高 **5DIV**。根据公式, 被测电压为  $0.5 (\text{V/DIV}) \times 5 (\text{DIV}) \times 10 = 25\text{V}$ 。

(3) 交流电压测量。调节“**V/DIV**”切换开关到合适的位置, 以获得一个易于读取的信号幅度。从下面图 1-2 所示的图形中读出该幅度并用公式计算之。

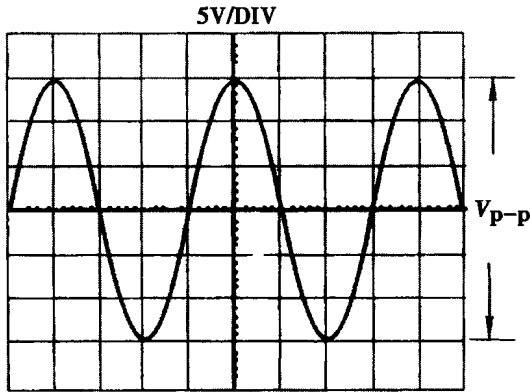


图 1-2 交流电压测量