

高等学校教学用书

# 电报学

(上册)

原编者：北京邮电学院电报学教研组

审校者：邮电学院电报学教材选编组



人民邮电出版社

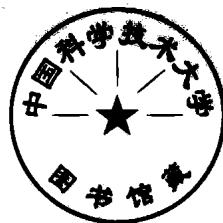
高等学校教学用书

# 电 报 学

(上 册)

原编者：北京邮电学院电报学教研组

审校者：邮电学院电报学教材选编组



人民邮电出版社

1962

## 内 容 提 要

本書是以北京邮电学院电报学教研組于教学改革后結合教学实践修改的講义为基础，經过审校修訂而成。全書共十八章，分上下两冊。

書中系統地闡明了各种通报方式的原理，对各种通报設备的性能及工作状况作了詳細的分析，对新技术的运用也有适当的介紹。全書分为电报机、載波电报通信、自动化轉报和用戶电报，以及傳真电报通信等几个主要部分。

本書适用于高等院校电话电报通信专业作为教学用書，也可供邮电工程技术人员参考之用。

## 电 报 学 (上册)

原 編 者： 北京邮电学院电报学教研組

审 校 者： 邮电学院电报学教材选編組

出 版 者： 人 民 邮 电 出 版 社

北京郵四 6 条 13 号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八号)

印 刷 者： 北 京 市 印 刷 一 厂

发 行 者： 新 华 书 店

开本 850×1168 1/32

1962 年 2 月北京第一版

印張 10 20/32 頁數 340 插頁 2

1962 年 2 月北京第一次印刷

印刷字數 284,000 字

印數 1—2,700 册

統一書号：K15045·总1286—有272

定价：(10)1.60 元

## 序 言

在党的教育方針指导下，北京邮电学院电报学教研組編写了电报学讲义，并在教学过程中根据教师教学的經驗和学生学习的情况逐年不断有所补充。教学改革后結合教学实践又作了修改。1961年10月在北京邮电学院負責主持下，經电报学教材选編組以該項讲义为基础进行审校修訂，作为高等学校电话电报通信专业教学用书。

本书的編写是根据教学大綱的要求，着重叙述了电报通信的基本原理；在系統介紹主要通报设备的結構的基础上研究其工作状态，并对各种通报方式的质量問題进行分析。內容以电传机、載波和传真电报通信为重点，在电报通信的体制方面也用一定的篇幅作扼要介紹。选材的原則是結合我国实际情况，同时适当照顾新技术成就。

全书共十八章，分上、下二冊。上册介紹各种电报机及載波电报通信；下册介紹自动化轉报、用戶电报通信制、传真电报通信和局站设备等。由于受到水平限制，本书不論在分量安排上或內容上一定有許多不完善甚至錯誤的地方，更因为時間仓促，对于我国1958年大跃进以来电报技术上的新发展，亦多未及将有关資料整理介紹。因此恳切期待讀者批評指正，尤其希望使用本书的教师和同學們提供宝贵意見，以便对本书作进一步的修改。

参加本书編写工作的有北京邮电学院电报学教研組文瑜、倪維楨、茅晓嵐、徐澄波、李名邦、陈德芳、张凤楼、陈崇昕、沙斐、郑运成、高鴻翔、张其祐等同志。

参加电报学教材选編組的成員是北京邮电学院文瑜、倪維楨和武汉邮电学院范幼英等同志。

本书的制图、繕写工作得到北京邮电学院工程画教研組部分教师和学生的大力支持。在本书审編过程中，北京邮电科学研究所沈德樞同志，邮电部設計院錢家鰲同志和邮电部电信总局沈保南同志提供了宝贵意見。

1961年10月

# 緒 論

## 一、电报通信的任务和特点

电报学是一門利用电的方法在远距离間傳送书面消息（文件）的技术科学。电报通信是若干設備的綜合，任何消息可以利用这些設備从一个地点傳送到另一个地点并被記錄下來。

人們在很早的时候就有了迅速傳消息的要求，我們的祖先在两千多年以前就設置过烽火台，利用火光來傳送異族入侵的警報。十八世紀末期由于經濟上的发展使人們对迅速傳送消息的需要更加迫切了。这时候的科学技术还处于萌芽阶段，人們还只能利用光綫迅速傳播的特点來构成通信系統，这种光学通信系統使用了編碼的方法（即灯光的明灭变化），曾一度流行于欧洲。光通信的缺点在于傳送距离和速率受到限制；此外，通信质量受天气和昼夜变化的影响，所以它远不能滿足要求，虽然直到現在人們还在一定場合下使用光通信（例如旗語通信和船舶灯光信号）。

十九世紀初发现了电流在导綫上迅速通过的現象，以后就不断地有人企图利用电的方法来傳送消息，但是許多的嘗試都失敗了。直到1832年，俄国科学家許林格在电学进一步发展的基础上吸取前人的經驗教訓，终于創制出第一部实际可行的电报机。这一年被认为是电报通信——也是电气通信的誕生年。

电报通信的任务基本上是傳送文件，所以根本的問題也主要是怎样把文字符号傳到对方。傳送的基本方法有两种：一种是先将文字編成电碼（用一定的电流信号的組合來代表一个字母、数字或标点符号），依电碼发出电信号，在收报端又将电碼譯成文字。这种方式叫作編碼电报。另一种是把文字（或其他图形）的真蹟用电的方法傳到对方，这叫作传真电报。編碼电报在技术上較易实现，所以最先得到使用，直到本世紀20年代以后，传真电报才有所发展而正式采用。由于編碼电报具有較高的經濟性，在电报通信上現在

仍占重要地位。一般将編碼电报即簡称作“电报”。

电报通信是在全国范围内进行的(有部分是国际电报),电报通信网应分布到全国的每一个角落。为了节省电报网的投資,以及为了提高电报设备的利用率,采用了电报由电报局集中处理的办法。电报通信的过程可从图1来了解。发报人把待发的消息写在規定格式的电报纸上,交给电报局。电报局的处理部門接到这份电报纸后加以必要的业务处理(計費、編号、譯成电碼等),然后送到发报席

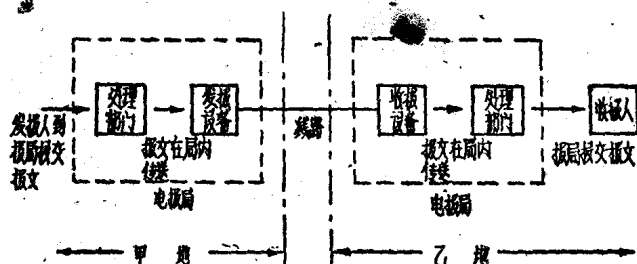


图 1 电报通信过程图

位,按照报文和电碼用发报机送出电报信号。接收端的电报局把信号收录下来并譯成文字,再經必要的业务处理手續后,派专人将报文投交给收报人。

这就不难看出电报通信的特点:

(1) 文件性——传送的消息在接收地点的电报局里以报文的形式記錄或者打印在电报纸上,这样收下来的电报乃是一种在法律上有效的文件。由于有收报机記錄报文,在传送消息的过程不一定要求收报人身临現場。

(2) 經濟性——因为有一个編碼的过程,电报信号的頻譜比电话窄得多,通路的利用是极为經濟的。例如在一个話路中可以組成24个双向的电报通信,每小时能传送70000~90000字。

(3) 迅速性——由于电报通信的迅速性,拍发电报成为远距离通信的重要手段。

就电信的几种方式来说,最先发展的是电报通信。在电报通信

誕生后 40 余年人們才解决了用电的方法传送語言的問題，产生了另一种新的通信方式——电话。至于传送活动图象的通信方式——电视的发展則是近代的事情。由于电报通信具备上述特点，它不仅为滿足人民日常和文化生活的要求所必需，而且也為处理国家事务和发展国民經济所必需。电报通信在国防上以及交通运输上有重要的地位。因此电话和电视的发展不但不排斥电报通信，而隨着電信技术总的演进，电报通信技术也日新月异。电报、电话和电视通信的结合构成了国家的神經系統。

## 二、电报通信发展概述

电报通信設備由三个不可缺少的部分组成，即电报机、电报电路（报路）和电源。就电报机而論，我国使用的有以下三种：

- (1) 人工电报机，
- (2) 高速自动电报机，
- (3) 电传打字电报机(电传机)。

这三种电报机也体现了电报机的发展过程。最早得到采用的是人工电报机，因为它結構最简单。人工机的缺点是速率低，劳动生产率和报路的利用率都不高。由于过去电报綫路的投資大，为了充分利用报路，降低成本，采用了高速自动电报机。这种报机的特点是借机械自动收发来提高速率，使报路得到最充分的利用，但它的劳动生产率仍然是不高的。到了近代，由于載波电报通信制的实现，报路的数量多了，它的成本也降低了，提高劳动生产率就成为主要的課題。在这种条件下出现了电传打字电报机(简称电传机)。电传机的工作速率不高，但能保証报务員的生产能力得到充分的發揮，使用也較方便，滿足了时代的要求，成为当前主要的机种。

电报电路有下列几种：

- (1) 单导綫电路，
- (2) 报話合用电路，
- (3) 有綫載波电路，
- (4) 无綫电路。

由于线路投资很大，所以电报电路的发展趋势总是力求少用导线。在电报通信诞生时，每个报路需要六条导线，以后减至两条；在发现了大地的导电性以后，利用大地作回线，导线减少到只有一条。这种单导线电报电路如图 2 所示，在过去它是唯一的电报电路。

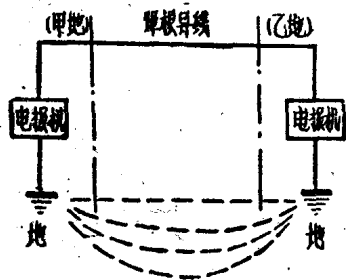


图 2 单导线电报电路

话通信发展起来以后，双导线的电话电路日渐增加，这时候人们创造了报话合用线路的方法，在电话线路上可以叠加一路或两路电报通信，而不必专门架设电报线。这样一来，报话合用电路就在一定的程度上代替了单导线的电报电路。报路问题的有效的解决是在载波电报通信实现之后的事情。

载波电报通信的实质是利用带通滤波器把一个总的频带（例如电话电路所包括的频带）分割成若干独立的窄频带，在每一个这样的窄频带中可以实现一路电报通信。载波电报通信制能提供大量的成本低廉的报路，因而成为当前电报电路的主流。

可以毫不怀疑地说，电报机和载波电报通信制是近代电报通信技术发展的主要成果。所以在本课程中将要这两种设备作为主要的学习内容。

如前所述，电报通信是在全国范围内进行的，因此还有一个电报网的构成问题。在一个国家中不可能把每一个城市的电报局都用电报电路直接联系起来，因为各城市直接联系需要大量的电路，而每一电路的利用率不高；所以在现今的电报网（图 3）中设置若干中心局，它们之间才互有直达电路。在没有直达电路的电报局间的电报通信必须通过中心局“转报”。

上述电报网是为一切发报人服务的，所以称为公用电报网。此外还有一种专用的电报网，它是为特定的用户服务的，所以又称为用户电报网。在用户电报网中，电报电路伸展到用户处，电报机也设在用户住所，电报的收发由用户自行处理，电报局只负责接续电

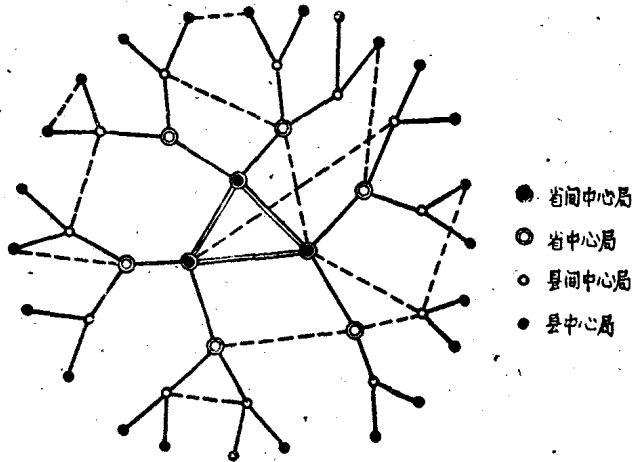


图 3 电报网  
(虚线表示根据业务需要酌情补充的电路)

路，所以通报更見迅速、方便。

最后，电报通信的另一方式是传真电报，它在上世紀就已經出現，直到俄国学者斯托列托夫发现了光电效应后，利用光电效应的传真电报机才获得了較好的工作稳定性，1920年后有了迅速的发展。传真电报通信不仅能传送书面消息的内容而且能够保留其形式。这样，电报通信的范围就由文字扩展到图紙、象片。我国現用的汉字极适合于用传真电报机传送。传真电报显示了电报通信全盘自动化的远景。目前由于传真电报占用頻带較寬，用它来传送一般的书面消息在经济上还不能說是最适合的，这便是目前編碼电报和传真电报并存的原因之一。

解放前旧中国的电报通信技术是十分落后的，电报設備大都是莫尔斯机、音响机、三柱凿孔机和重錘式韋斯登收发报机，只在少数大城市才有电传机和載波电报机，但較多的还是电动式莫尔斯电碼电报机。在解放以后的三年經濟恢复时期就建立了以北京为中心的、沟通各大行政区和省会的电信网。从1953年开始的第一个五

年计划时期，我国电报通信事业有很大的发展，电报网在不断扩大，电报设备得到充实和改进。到1957年，电传机增加了4.4倍，传真机增加了5倍，载波电报机增加了一倍多，初步改变了过去技术设备极端落后的状况。1958年大跃进以来，国民经济的飞跃发展也带动了电报通信事业的发展。全国邮电职工在党的建设社会主义总路线的光辉照耀下，广泛开展了技术革新技术革命，取得了巨大的成就。到现在，我国现代化电报通信设备的制造工业已经有了相当的基础，电传打字机、多路调频式载波电报机和传真电报机都已成批生产，新型设备的研究也有了不少的成果，其中有的已开始试用，有的正继续研究改进。我们深信，在不久的将来，我国的电报通信技术水平将有更大的提高。

# 目 录

## 序言

## 緒論

|                    |   |
|--------------------|---|
| 一、电报通信的任务和特点 ..... | 5 |
| 二、电报通信发展概述 .....   | 7 |

## 第一章 莫尔斯电码电报机

|                         |    |
|-------------------------|----|
| § 1-1 电码 .....          | 1  |
| § 1-2 人工电报机 .....       | 3  |
| § 1-3 高速自动电报机 .....     | 4  |
| § 1-4 莫尔斯电码电报机的評述 ..... | 12 |

## 第二章 直流电报通信

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| § 2-1 极化繼电器的原理 .....        | 13 |
| § 2-2 极化繼电器的结构 .....        | 18 |
| § 2-3 极化繼电器的測試 .....        | 23 |
| § 2-4 繼电器的局部回路 .....        | 30 |
| § 2-5 单流单工电报通信 .....        | 33 |
| § 2-6 双流单工电报通信 .....        | 37 |
| § 2-7 电报信号畸变和单双流通报的評述 ..... | 38 |
| § 2-8 双工电报通信 .....          | 47 |
| § 2-9 电报线路 .....            | 53 |

## 第三章 电傳机通报的基本原理和工作过程

|                              |    |
|------------------------------|----|
| § 3-1 电传机——起止式电报机的基本原理 ..... | 54 |
| § 3-2 电传机的结构原理 .....         | 59 |
| § 3-3 电传机通报的自动化及其設備 .....    | 63 |

## 第四章 55 型电傳机

|                         |    |
|-------------------------|----|
| § 4-1 键盘发报器 .....       | 66 |
| § 4-2 收报器 .....         | 70 |
| § 4-3 印字机构 .....        | 76 |
| § 4-4 工作过程和定位器的作用 ..... | 77 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| § 4-5 收发报器的轉速关系 .....        | 80 |
| § 4-6 輔助机构 .....             | 82 |
| § 4-7 55 型电传机的内部电路和調速器 ..... | 91 |

### 第五章 55 型电傳机的工作分析

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| § 5-1 电传机的变字問題和本章的内容 .....      | 96  |
| § 5-2 电传机的工作电路、信号分析和工作范围 .....  | 97  |
| § 5-3 定位器位置与电传机的改正力 .....       | 102 |
| § 5-4 收报器本身影响工作范围的因素 .....      | 104 |
| § 5-5 电压、电流和波形对工作范围的影响 .....    | 115 |
| § 5-6 发报畸变对改正力的影响 .....         | 119 |
| § 5-7 速率差对改正力的影响 .....          | 120 |
| § 5-8 改正力的指标及电传机的工作稳定度 .....    | 123 |
| § 5-9 收报器的測試 .....              | 124 |
| § 5-10 电子式畸变測試仪器和发报器的測試 .....   | 127 |
| § 5-11 电传机双工电路 .....            | 139 |
| § 5-12 报路中信号畸变对电传机工作范围的影响 ..... | 142 |

### 第六章 其他程式的电傳机

|                      |     |
|----------------------|-----|
| § 6-1 68 型电传机 .....  | 147 |
| § 6-2 电传机的結構評述 ..... | 159 |
| § 6-3 电传机的电子化 .....  | 174 |

### 第七章 調幅制載波电报通信

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| § 7-1 概述 .....             | 186 |
| § 7-2 調幅制載波电报通信的原理 .....   | 191 |
| § 7-3 調幅制載波电报信号的頻譜 .....   | 193 |
| § 7-4 調幅制載波电报信号的建立过程 ..... | 197 |
| § 7-5 調幅制报路帶寬和載頻的确定 .....  | 204 |
| § 7-6 发报电路 .....           | 207 |
| § 7-7 收报电路 .....           | 211 |
| § 7-8 直流环路 .....           | 221 |

### 第八章 調頻制載波电报通信

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| § 8-1 調頻制載波电报通信的原理 ..... | 225 |
|--------------------------|-----|

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| § 8-2 調頻制載波电报信号的頻譜 ..... | 227 |
| § 8-3 調頻信号的頻率建立过程 .....  | 234 |
| § 8-4 調頻报路的頻率安排 .....    | 242 |
| § 8-5 用繼电器的調頻器 .....     | 244 |
| § 8-6 靜态調頻器 .....        | 251 |
| § 8-7 限幅器 .....          | 253 |
| § 8-8 鑑頻器 .....          | 256 |
| § 8-9 群路制載波电报机 .....     | 266 |

### 第九章 TT 12/16 型載波电报机

|                      |     |
|----------------------|-----|
| § 9-1 一般介紹 .....     | 268 |
| § 9-2 电路描述 .....     | 269 |
| § 9-3 直流环路工作方式 ..... | 274 |
| § 9-4 轉換架 .....      | 276 |
| § 9-5 报路架 .....      | 277 |
| § 9-6 电源和控制架 .....   | 278 |

### 第十章 載波电报通信的質量

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| § 10-1 問題的提出和本章的內容 .....        | 281 |
| § 10-2 电平变动对通报质量的影响 .....       | 281 |
| § 10-3 頻率偏差引起的畸变和克服方法 .....     | 284 |
| § 10-4 报路中的干扰 .....             | 288 |
| § 10-5 干扰引起的畸变 .....            | 292 |
| § 10-6 报路中干扰防卫度的保証 .....        | 298 |
| § 10-7 載波电报通信的技术定額和对話路的要求 ..... | 301 |
| § 10-8 报路接轉时畸变的积累和改正 .....      | 306 |

### 第十一章 調相制載波电报通信

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| § 11-1 調相制电报通信的基本原理 ..... | 313 |
| § 11-2 相对調相制的原理 .....     | 320 |
| § 11-3 双路相对調相制 .....      | 325 |
| § 11-4 40 路相对調相电报系統 ..... | 327 |

# 第一章 莫尔斯电码电报机

## § 1-1 电 码

在电报通信中，为了传送书面消息，必须用一定的电流信号的組合来代表一个字母、数字或标点符号，这样的电流信号的組合称为电码。

现在首先介绍应用較早的莫尔斯电码。这种电码由点和划两种信号組成。如果把一点的时间作为单位，則一划的时间是三个单位。点与划的間隔时间为一个单位，字母（数字或标点）与字母之間的間隔为三个单位，而字与字間則有五个单位的时间間隔。拉丁文的莫尔斯电码如图 1-1 所示，这种电码为国际通用。

我国的汉字也能运用莫尔斯电码，不过应当对汉字进行預編碼，目前所用的方法是用四个数字来代表一个汉字。拍发汉字电报时，即根据这种預編电码将汉字譯成 4 个一組的数字，然后用莫尔斯电码（或其他电码）发出。

在图 1-1 中所示的数字电码，称为大打数字，在拍发字母与数字夹杂的报文时使用；在汉字电报中若用大打数字就嫌冗长，因此采用小打数字，见图 1-2。

莫尔斯电码中每一組合的时间是不相等的，所以称为不均匀电码。由于莫尔斯电码由点和划两种信号組成，而且从时间的长短上极易分辨出这两种信号，所以在人工拍发和收抄的情况下使用莫尔斯电码是适当的。

在以后将要介绍所謂均匀电码。常用的均匀电码是五单位的电码，在特殊的場合下还使用六单位、七单位、八单位以及十单位的均匀电码。

应用莫尔斯电码的电报机总称为莫尔斯电码电报机。人工电报机和高速自动电报机都是莫尔斯电码电报机。现将这两种电报机分

|     |           |
|-----|-----------|
| A   | — — — — — |
| B   | — — — — — |
| C   | — — — — — |
| D   | — — — — — |
| E   | — — — — — |
| F   | — — — — — |
| G   | — — — — — |
| H   | — — — — — |
| I   | — — — — — |
| J   | — — — — — |
| K   | — — — — — |
| L   | — — — — — |
| M   | — — — — — |
| N   | — — — — — |
| O   | — — — — — |
| P   | — — — — — |
| Q   | — — — — — |
| R   | — — — — — |
| S   | — — — — — |
| T   | — — — — — |
| U   | — — — — — |
| V   | — — — — — |
| W   | — — — — — |
| X   | — — — — — |
| Y   | — — — — — |
| Z   | — — — — — |
| .   | — — — — — |
| /   | — — — — — |
| =   | — — — — — |
| ,   | — — — — — |
| ()  | — — — — — |
| “ ” | — — — — — |
| +   | — — — — — |
| *   | — — — — — |
| 1   | — — — — — |
| 2   | — — — — — |
| 3   | — — — — — |
| 4   | — — — — — |
| 5   | — — — — — |
| 6   | — — — — — |
| 7   | — — — — — |
| 8   | — — — — — |
| 9   | — — — — — |
| 0   | — — — — — |

图 1-4 拉丁字母莫尔斯电码

述于下。

### § 1-2 人工电报机

人工电报机是最简单的电报机，它的发报器是一个电键，如图 1-3 所示，发报时用手按动键杆，按照电码控制电路开闭的时间。人工电报机的收报器有好几种类型，有

的是用纸条记录器，把收下的电码记录在纸条上，然后译成文字；有的是用音响机听收，报务员根据音响边听边记出文字；我国现在用得较多的是用振盪器听抄，电路如图 1-4 所示。

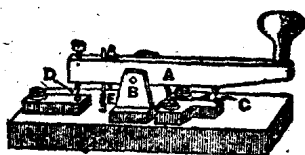


图 1-3 电键

A—键杆 B—键杆架  
C—前触点 D—后触点  
E—弹簧

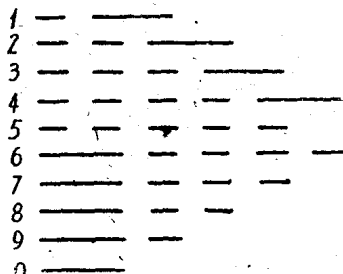


图 1-2 小打数字莫尔斯电码

从图 1-4 可以了解用人工电报机进行通报的原理。当两端都不发报时，线路上没有电流，收报继电器衔铁被弹簧拉到 S 触点，耳机电路不通，故无音响。现设甲地向乙地发报，正在发“1”字。“1”字的小打是一点一划，所以甲地报务员先将电键按下，送出一点。按下电键时，有电流经线路传到乙地，乙地的收报

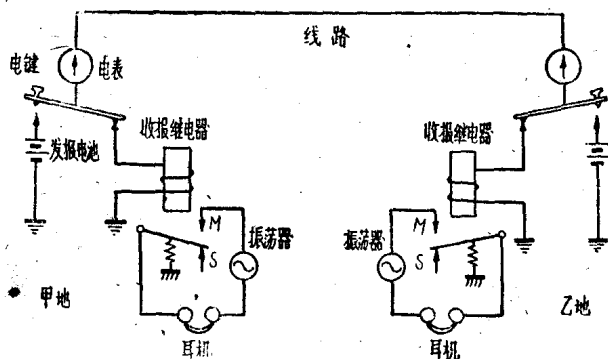


图 1-4 人工电报机通报电路

继电器将衔铁吸到  $M$  触点, 振荡器(产生音周电流)和耳机的电路闭合, 于是乙地报务员听得一短暂的音响。然后, 甲地报务员放回电键, 经历一点的间隔后, 再按下电键送出一划。这时乙方报务员在一点的声音中断之后又从耳机中听到一次历时较长的音响。随后是三点的间隔, 所以乙地报务员就在纸上抄下“1”字。发送和收抄其他电码的原理与此相同。

在发送小打“1”字的整个过程中, 发送端送出的信号波形如图 1-5 a 所示。可以看到, 线路的状态只有两种, 按键时有电流, 而在抬键时无电流。有电流时称为传号(以  $M$  表之), 无电流时则叫作空号(以  $S$  表之)。在莫尔斯电码中, 点和划都是传号, 所有的间隔是空号。接收小打“1”字时耳机中的电流波形表示在图 1-5 b 中, 传号时有音响, 长者划, 短者为点; 空号时则寂静无闻。

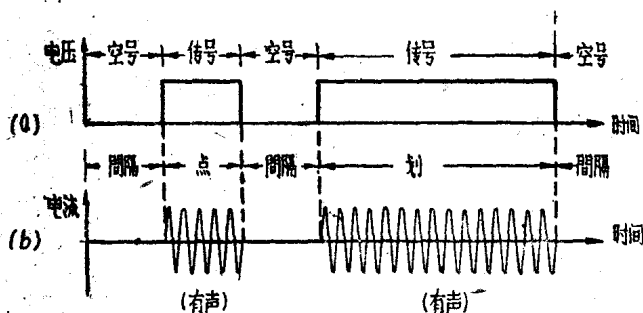


图 1-5 小打“1”字的信号波形  
a. 发报信号 b. 耳机电流

人工电报机大都用在业务清闲的电路上。电报局的维护人员也常用人工电报机进行业务上的联系。

### § 1-3 高速自动电报机

在上世纪, 线路是电报通信中最宝贵的部分, 因为通信的成本主要决定于线路投资及其维护费用。如何充分利用线路在当时的电报通信技术领域中是意义重大而亟待解决的问题。