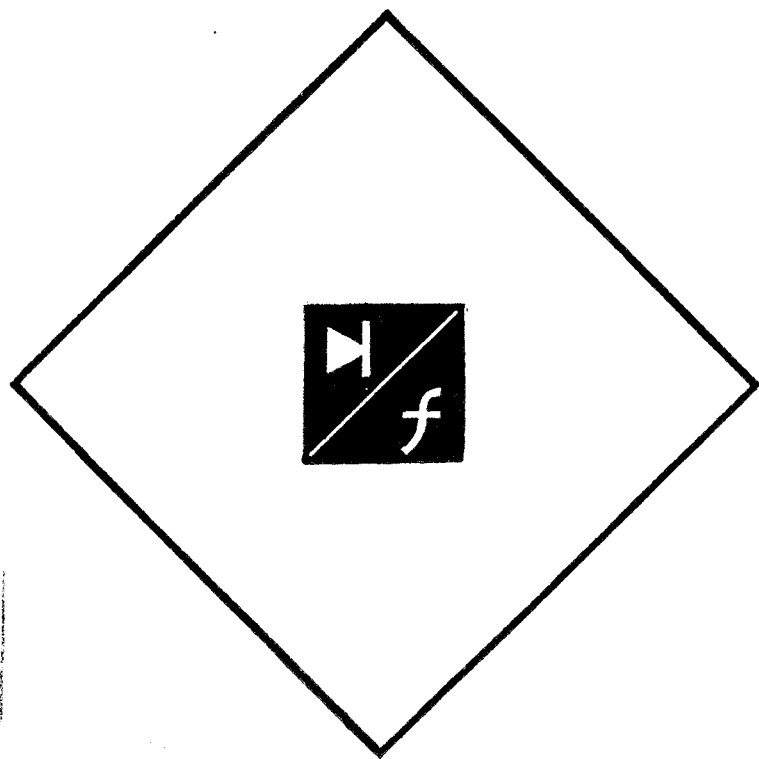


载波电报机原理与维护



7.74

内 容 提 要

本书是根据邮电生产人员应知应会标准而编写的职工教学用书,内容结合生产实际需要,首先介绍了载波电报的基础知识,然后着重介绍ZB—319载报机的基本原理、调测检修和障碍判断处理方法。对于载报机的接口电平、报用话路的质量要求和载波电报电路中的信号畸变也作了较详细的介绍。

本书可供短期训练班或技工学校用作教材。也可供电报设备维护技术人员学习参考。

邮电职工教育用书

载波电报机原理与维护

杨 光 明 编

责任编辑:杜士选

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河南邮电印刷厂印刷

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

1984年2月第一版

印张: 9 12/32 页数: 150

1984年2月河南第一次印刷

字数: 214千字 插页: 1

印数: 1—10,000册

统一书号: 15045·总2805—有5337

定 价, 1.05 元

前 言

为了适应邮电职工的学习和提高业务、技术管理水平的需要，我局将陆续组织编写职工教育用书。

这些教育用书，主要是根据邮电部对各专业人员按业务技术等级标准分别规定的应知应会要求，并结合实际工作需要而编写的。内容力求实用、通俗易懂。经我局组织审定，认为适合职工自学，也可作为短训班及各类邮电学校的教学或参考用书。

由于时间仓促、经验不足，书中难免有许多缺点和不足之处，希望各地在使用过程中，及时把意见反映给我局，以便今后修订。

邮电部教育局

一九八二年十月

编 者 的 话

本书为电报机务员的培训教材。它适合于电报通信部门具有初中文化程度和基础知识的电报机务人员自学，也可供短训班教材。

本书是根据1981年10月邮电职工教育教材工作会议上通过的编写大纲编写的。并经邮电部教育局在杭州召开的职工教育教材审定会审核通过的。

本书符合邮电部1979年制订的《邮电生产人员技术等级标准》中所规定的电报机务员应知应会要求。并以编者在武汉《载波电报短训班》的讲稿为蓝本改编的。

全书共分七章，主要内容有：载波电报的基础知识；ZB—319 载波机的基本原理，其他程式的调频制载波电报机；载报机的接口电平和对传输电路的质量要求；直达和转接载报电路上的信号畸变；载报机的调测检修；载波电报机、线障碍的判断处理和分析方法等。

在本书的编写过程中，力求做到：

一、贯彻学用结合的原则，紧密结合生产实际，内容较全面，经验较丰富，特别是载报机的实际维护和测试等方面。

二、着重物理概念的讲述，文字通俗易懂，尽量避免数学推导，使具有初中文化程度的读者可以看懂。

本书由杭州市电信局刘庆年同志审校，最后请邮电部电信总局于仁林同志审阅。

在编写过程中，由于时间仓促、经验不足，内容可能有不妥之处，希望读者提出宝贵意见。

编 者

1983年 2 月

目 录

第一章 载波电报的基础知识	(1)
第一节 电报的传输方式.....	(1)
第二节 直流电报信号的特点.....	(9)
第三节 载波电报的调制方式.....	(12)
第四节 调频信号频谱的基本概念.....	(15)
第五节 调频报路的频率安排.....	(20)
第六节 报路的转接.....	(26)
第二章 ZB—319载波电报机的基本原理	(33)
第一节 ZB—319 载波电报机简介.....	(33)
第二节 发信电路原理.....	(37)
第三节 收信电路原理.....	(57)
第四节 群路设备.....	(82)
第五节 收发信带通滤波器.....	(91)
第六节 电源和熔断器盘.....	(119)
第七节 测量盘.....	(124)
第八节 单双流转换设备.....	(132)
第三章 其它程式的调频制载波电报机	(143)
第一节 BZP系列插报机.....	(143)
第二节 24路音频载波电报机.....	(150)
第四章 载报机的接口电平及其对传输电路的要求	(158)
第一节 调频制载波电报机的接口电平.....	(158)
第二节 在市话电缆上开放音频载波电报.....	(162)

第三节	在有线载波话路上开放音频载波电报·····	(165)
第四节	在无线电路上开放音频载波电报·····	(170)
第五节	音频中继线的技术要求·····	(174)
第五章	载波电报电路中的信号畸变·····	(178)
第一节	电报信号畸变的定义·····	(178)
第二节	载波电报电路中的信号畸变·····	(181)
第三节	转接报路的畸变·····	(196)
第六章	ZB—319 载报机的调测检修·····	(200)
第一节	ZB—319 载报机的技术指标·····	(200)
第二节	日常预检·····	(202)
第三节	季测、半年检和载报电路全程测试·····	(204)
第四节	两年检·····	(216)
第五节	收发信滤波器的调测检修·····	(218)
第六节	群放大器的调测检修·····	(234)
第七节	收信限幅特性的测试检修·····	(237)
第八节	鉴频器的调测检修·····	(239)
第九节	电解电容器的在线预测·····	(240)
第七章	载波电报机线障碍处理·····	(246)
第一节	载波电报机线障碍的处理原则·····	(246)
第二节	载波电报电路障碍的判断和处理·····	(248)
第三节	ZB—319 载报机的典型障碍分析·····	(256)
附录一	ZBS—DS等时信号畸变测试器的使用方法···	(277)
附录二	ZBS—QZ起止信号畸变测试器的使用方法···	(279)
附录三	奈培—分贝换算表·····	(286)

第一章 载波电报的基础知识

本章从介绍早期的直流电报通信着手，解释同城直流电报为什么采用二(四)线制以及单、双工，单、双流和通报速率等基本名词的概念。着重叙述了载波电报的调制方式，阐述了直流电报信号脉冲含有高次谐波和调频信号频谱中含有载频分量和无穷多边频分量这两个基本概念。简单介绍了调频制载波电报机报路带宽的确定和频率安排的原则。

第一节 电报的传输方式

电报通信，按通信方式分类有编码电报和传真电报两种。传真电报是直接用电信号传送文字手迹、图表、照片的通报方式。

编码电报是将文字编成电码（用一定的信号脉冲组合来代表字母、数字或符号），依电码发出电信号，在收报端又将电码译成文字的通报方式。

根据编码电报的传输方式不同又可分为直流电报传输和载波电报传输，简称为直流电报和载波电报。

直流电报是利用电池作为发报机的信号电源，并使直流电报信号通过实线或幻线电报线路传输到对方收报机的通报方式。

载波电报又称为音频电报。它用频率分割的方式将话音频带（例如300~3400赫）划分成若干个电报电路，在每一个报路

中，用发报机发出的直流电报信号脉冲对该路载频进行调制。在发送端把经过调制的各路音频信号合并发送出去，通过有线载波话路或无线短波、微波以及通信卫星等电路传输到对方。在载波电报的接收端，用滤波器把各路信号分开，再经过收信电路的解调，恢复成直流电报信号去控制收报机印字。这种通报方式叫做载波电报通信，其方框图如图 1—1 所示。

早期的电报通信主要是直流电报。随着科学技术的发展和电报通信网的日益扩大，要求增加电报电路的数量。直流电报通信不能从根本上解决这个矛盾，因为在一条直流电报线路上一一般可以开通一路单工或一路双工电报，最多只能实现两路双工电报，所以线路利用率很低，不经济；再者直流电报通报距离受到限制，即使适当提高发报电源电压，直达通报距离也不超过五百公里，距离再远中途就要增设若干个电报帮电机，把电报信号重行复制。正是由于直流电报的这些缺点，才导致了载波电报通信的产生和发展。

载波电报最大的优点就是可以提供较多的报路，例如在一个电话频带中可以开通24个双工报路。载波电报大多利用长途载波话路或微波电路进行传输，载波话路中有增音机，微波电路有许多中继站，故不需专门的电报帮电机，通报距离可达万余公里。因此，载波电报通信不仅为公用电报网的扩充创造了条件，而且也为用户电报网的发展提供了大量的报路。

现在长途直流电报已被载波电报取代，而短途同城直流电报（一个城市的电报局与各邮电支局或用户之间）还是普遍应用的。同城直流电报大多借用市话电缆中的一对导线（双线）构成回路进行通报；如果支局或用户为了省掉直流电源的维护工作，还可由电报局一端供给电报信号电源（对地电压不得超过 ± 60 伏），这时就需要两对导线（四线）构成双工报路，或

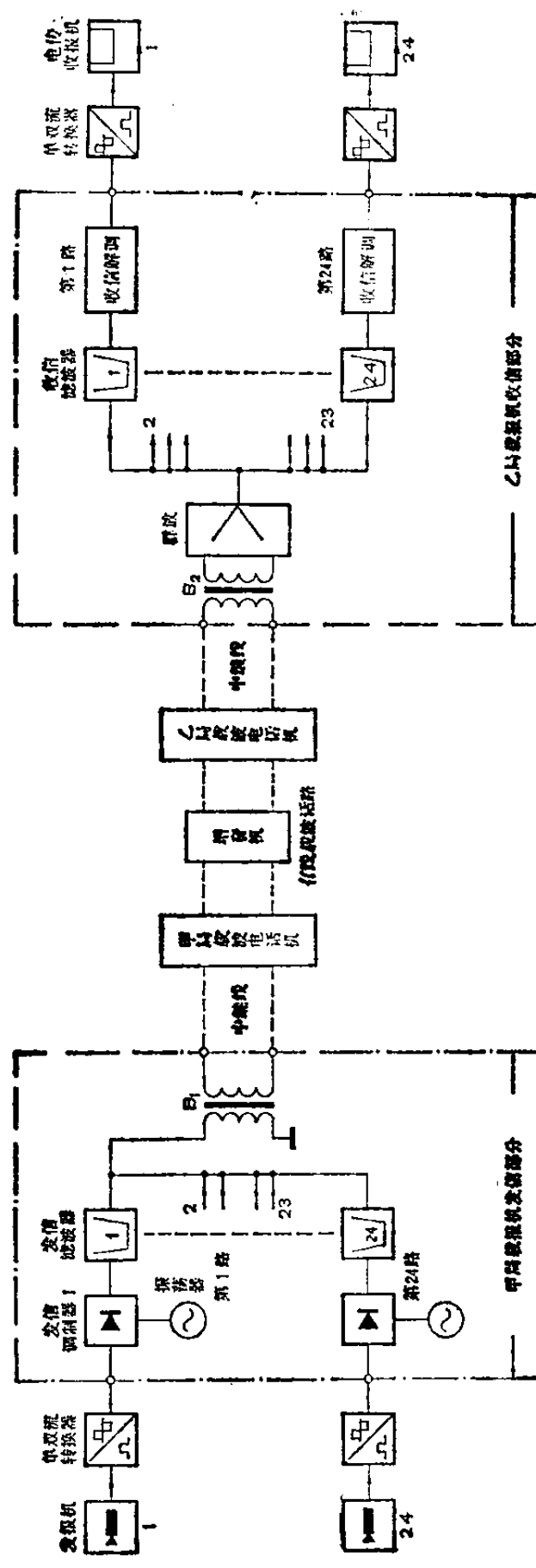


图 1—1 载波电报传输方框图

一对导线（二线）构成单工报路。

为什么不能用单线以大地作回路进行通报而要用二（四）线构成回路进行通报呢？

为了说明这个问题，我们先看图 1—2（a），图中画出两条平行导线的横截面，假设导线 1 是产生干扰的导线，导线 2 是被干扰线。如果在某一瞬间，在电流有变化的导线 1 上有正

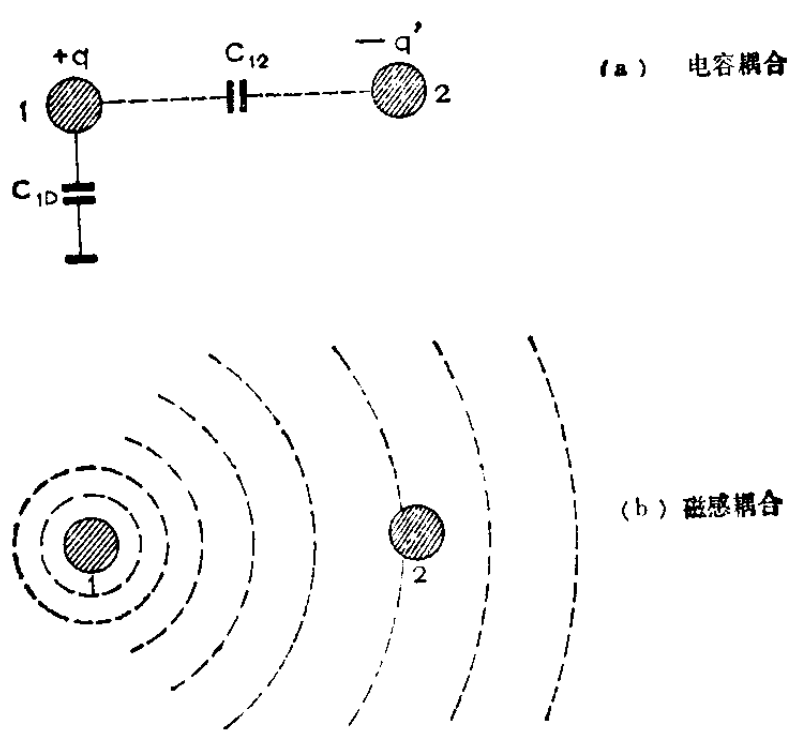


图 1—2 导线之间的电容耦合和磁感耦合

电荷，那末在导线 2 上就会有负电荷；在另一瞬间导线 1 上有负电荷，则在导线 2 上就会有正电荷，因而导线 1 与 2 之间存在着分布电容 C_{12} 。又由于导线 1 对地之间也存在着分布电容 C_{1D} ，使得导线 1 与 2 上的正、负电荷的绝对值并不相等，这种现象称为导线间的电容耦合。图 1—2（b）表示两条平行的导线的横截面。如果在导线 1 上有电流通过的话，那末在导线 1 的周围空间就形成磁场，磁通量包围并穿过导线 2。当导线

1 中的电流有变化时，磁通量也要改变，因而在导线 2 中产生互感电动势。如果导线 2 和大地相接构成回路的话，则在其中就有感应电流，这种现象称为磁感耦合。事实上，两条平行导线间的电容耦合和磁感耦合同时存在，因此两个回路间的串音干扰是由电容耦合和磁感耦合产生的。为使讨论简化，下面我们以电容耦合为例来说明。

1. 单线直流电报对双线电话回路的干扰

图 1—3 (a) 发报机发送的矩形脉冲信号电流 i_1 流过导线 1，导线 1 与 a 的线间分布电容为 C_{1a} ，导线 1 与 b 的线间分布电容为 C_{1b} 。通过 C_{1a} 的报串话的干扰电流 i_{1a} 与通过 C_{1b} 的干扰电流 i_{1b} 方向相反地流入近端和远端的电话听筒（图中没有画出远端只画出近端），即干扰电流

$$i_{t12} = i_{1a} - i_{1b} \tag{1-1}$$

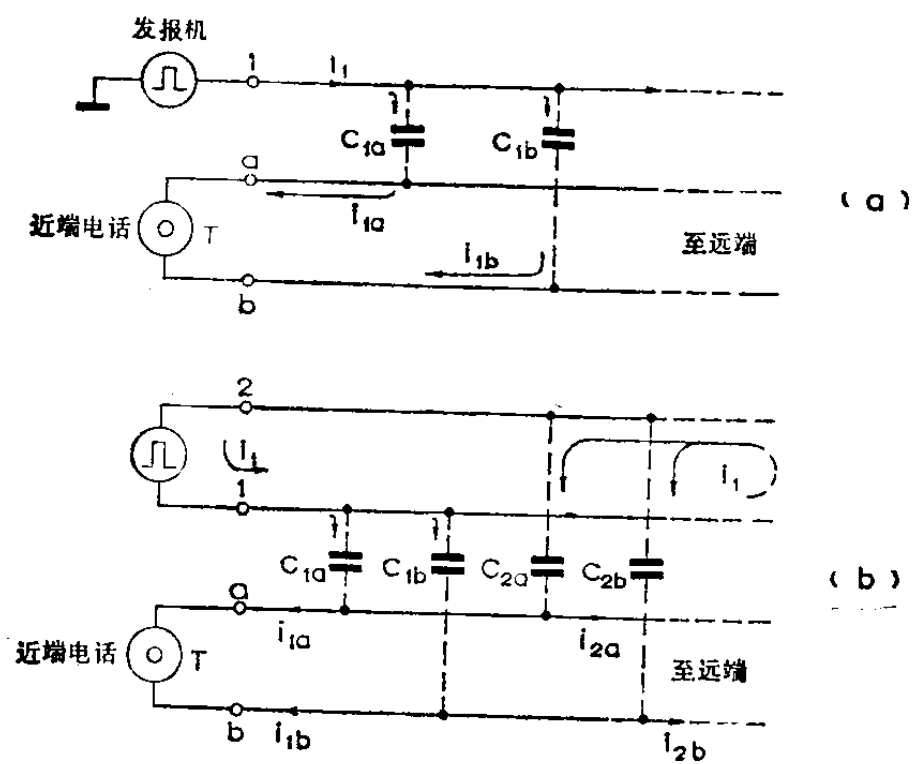


图 1—3 电容耦合引起电报对电话的干扰
(a) 单线对双线 (b) 双线对双线

2. 双线直流报路对双线电话回路的干扰

图 1—3 (b) 表示报、话两个双线回路间电容耦合所引起的干扰。根据图中被干扰话路的干扰电流的方向可以写出近端电话听筒中干扰电流的表示式:

$$\begin{aligned} i_{t22} &= (i_{1a} - i_{2a}) - (i_{1b} - i_{2b}) \\ &= (i_{1a} - i_{1b}) - (i_{2a} - i_{2b}) \quad (1-2) \end{aligned}$$

同理, 远端电话听筒中的干扰电流也与上式类似, 只是由于线路衰减, 干扰电流比近端的还要小一些。

比较(1—1)与(1—2)两式, 显然 $i_{t22} < i_{t12}$ 。这就是说, 在市话电缆中, 双线的要比单线的直流电报电路对电话电路的串音干扰小得多, 因此, 同城直流电报电路必须采用二(四)线。以上二例是以电容耦合来进行分析比较的, 实际上磁感耦合也可以推导出与它基本相同的结果。

另外还要注意, 利用市话电缆传输同城直流电报时, 发报信号电源电压对地不得超过 ± 60 伏。这是因为市话电缆芯线之间是用纸作绝缘的, 如果信号电压超过 60 伏, 就可能击穿。

在直流电报与载波电报通信中, 我们经常遇到单流、双流、单工、双工和通报速率的概念, 现作如下说明:

一、单流和双流

通报时, 发方根据电报字符发出有电流和无电流的直流信号脉冲, 电路中有电流代表传号、无电流代表空号, 称为单流。这种电报传输方式称为单流制。

起止式电传打字电报机(简称电传机)采用单流制, 例如图 1—4 (a) 所示 D 字的五单位电码。有电流代表“传号”、无电流代表“空号”, 传号和空号这两种状态分别用“1”和

“0”来表示，称为二进制信息。单流制简单易行，因而在电报或数据传输的终端设备——机械式电传机或电子式电传机中得到普遍应用。

另一种方法是，通报时发方根据电报信号发出绝对值相等的正电流和负电流的直流脉冲，称为双流。目前我国是以负电流代表“传号”，正电流代表“空号”，如图1—4(b)所示，这种传输方式称为双流制。

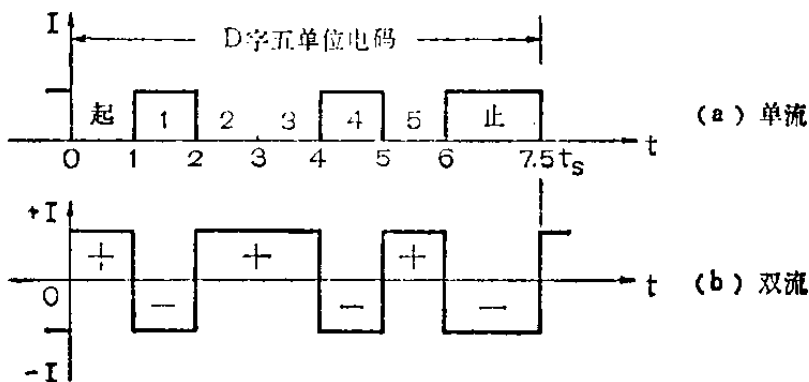


图 1—4 单流和双流电报信号

单流制和双流制相比较，单流制较为简单，但在长距离直流电报线路上传输时，干扰对单流信号产生的畸变值较大而对双流信号产生的畸变值较小。在允许同样畸变值的条件下，双流制比单流制通报距离可以长一些，通报速率也可以提高一些，因此在直流电报传输中双流制较为优越。

在载波电报通信中，载报机发信调制器的输入信号电流和收信解调器的输出信号电流均采用双流。在接到报房电传机的局部直流回路或接到专线用户的直流回路中则采用单流，因此在载报机与电传机之间需要加装单双流转换的接口设备。

二、单工和双工

单工就是单方向工作的意思，即当甲局发报时，乙局只能收报，等甲局发完后，再改由乙局发报，甲局收报。

双工就是双方在同一条电路上可以同时进行发报和收报工作，互不影响。因此，双工比单工的电路利用率提高一倍。

载波电报机本身都是双工电报电路，只是因为报务量较少或者根据用户的需要，将电路改接成单工的通报方式。前面说的单双流转换设备除了完成单、双流转换之外，还具有开放单工或双工报路的功能（详见第二章第八节）。

三、通报速率

波特是通报速率的单位，也叫做调制速率的单位，它表示每1秒钟传送单位信号脉冲(t_s)的数目。用公式来表示，通报速率

$$N_b = \frac{1}{t_s} \text{〔波特〕} \quad (1-8)$$

我国电传机以五个单位信号脉冲代表一个字符，加上起动和停止脉冲，共有7.5个单位信号脉冲〔见图1—4(a)〕。如果每个单位信号脉冲所占的时间为 $\frac{1}{50}$ 秒，即20毫秒（1秒=1000毫秒）的话，则通报速率

$$N_b = \frac{1}{20 \times 10^{-3}} = 50 \text{波特,}$$

如果每个单位信号脉冲所占的时间 $t_s = \frac{1}{75}$ 秒(即 $13\frac{1}{3}$ 毫秒), 则通报速率

$$N_b = \frac{1}{13\frac{1}{3} \times 10^{-3}} = \frac{1000}{40} = 75 \text{波特。}$$

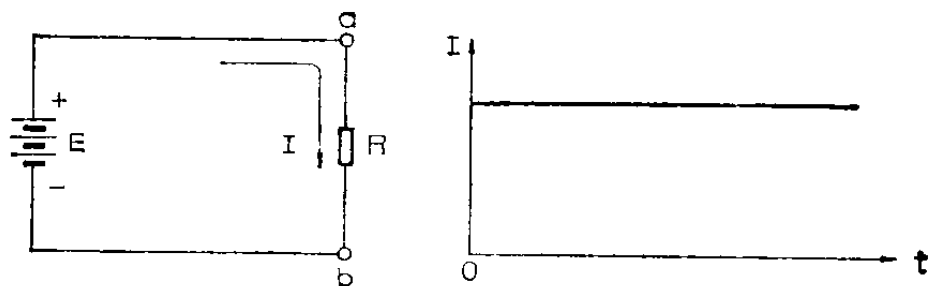
同理，如果 $t_s = \frac{1}{100}$ 秒=10毫秒，则通报速率

$$N_b = \frac{1}{10 \times 10^{-3}} = 100 \text{波特。}$$

显然，通报速率越高，每个单位信号脉冲所占的时间就越短。对于电传机来说，通报速率越高，发报和印字的速度就越快，这不仅要求电传机发报器提高转速，而且印字速度也要跟得上才行；对于某一部载波电报机来说，收、发信带通滤波器的通带宽度是根据一定的通报速率设计出来的，如果通报速率提高到超过了限值，将会使信号畸变显著增大而不能正常通报，故不可随意提高通报速率。

第二节 直流电报信号的特点

图 1—5 (a) 是接有直流电源 E 和负载电阻 R 的闭合回路，如果回路中的电流 I 不随时间变化，称为恒定电流，简称直流，如图 1—5 (b) 所示。例如电传机不发报（停止信号）



(a) 直流电路

(b) 直流电流

图 1—5 直流电流

时，长时间送出 40 毫安的直流电流。

当电传机发报时，按照不同的电码组合送出矩形的信号脉冲电流，例如图 1—6 ①所示的 D 字电码组合。由于五单位电码只有传号和空号两种状态，传号时有电流，假设电流的幅度为 1，1 代表电路接通；空号时无电流，其幅度为 0，0 代表电路断开。因此电传机发出的直流电报信号是随时间 t 而变化的，称为开关信号，用 $h(t)$ 表示。应该指出，即使电传机连

续发送这个D字母的信号组合时，它仍然是一种非周期性的矩形脉冲信号。

由图 1—6 ①可见，从空号上升到传号或从传号下降到空

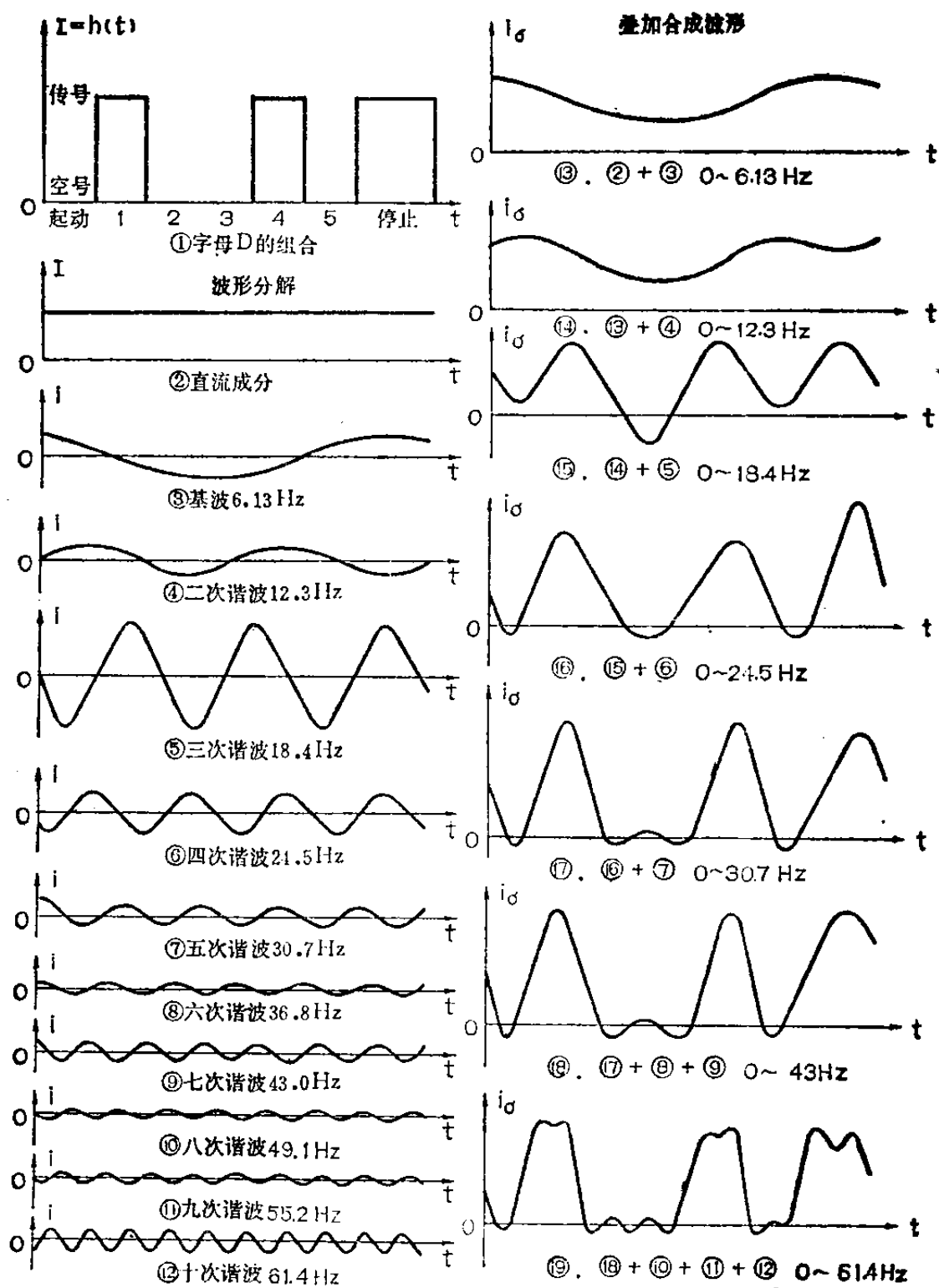


图 1—6 起止式D字信号组合的解析