

内部教材
注意保存

远 动 学

(遥 控 部 分)

西安交通大学

1962. 4

目 录

第九章 遙控的基本方法	251
§ 1. 基本概念.....	251
§ 2. 遙控遙信系統的品质指标.....	257
§ 3. 脈冲特征.....	260
§ 4. 信号組成的一般方法.....	264
§ 5. 信息的度量——信息数量.....	271
§ 6. 信号含量密度及信号的变换.....	273
§ 7. 系統的通过能力.....	276
§ 8. 选择方法.....	278
§ 9. 成組选择.....	287
第十章 繼电电路理論基础	292
§ 1. 引言.....	292
§ 2. 繼电电路分析的几种方法.....	295
§ 3. 繼电电路的結構公式及电路代数的基本公式.....	300
§ 4. 繼电接点电路和繼电电路的变换与簡化.....	300
§ 5. 用介析法分析繼电电路.....	319
§ 6. 单拍电路的綜合.....	322
§ 7. 多拍电路的綜合.....	331
第十一章 遙控遙信裝置中的典型基本环节	338
§ 1. 脈冲发生环节.....	339
§ 2. 分配器.....	346
(一) 电话步進选綫器.....	346
(二) 电磁繼电器式分配器.....	347
(三) 冷阴极閘流管組成的分配器.....	350
(四) 具有矩形特性磁元件組成的分配器.....	354

1°. 矩形特性的磁元件	354
2°. 双拍磁芯分配器的基本工作原理	356
3°. 双拍磁芯分配器参数的分析	359
4°. 具有公共联系电阻 R_{12} 的双拍磁芯分配器	363
5°. 单拍磁芯分配器	365
6°. 磁芯分配器中的干扰及其抑制	367
(五) 利用指数变换器原理组成的无触点分配器	369
§ 3 脉冲特征形成及检出环节	372
(一) 极性特征的形成及检出	375
(二) 幅度特征的形成及检出	379
(三) 宽度特征的形成及检出	388
(四) 相位特征的形成及检出	391
§ 4. 几种典型的偏译码电路	391
(一) 编码电路	391
(二) 译码电路	395
第十二章 遥控系统的可靠性及保护	402
§ 1. 干扰的种类及其某些统计特性	402
§ 2. 离散消息传送的抗扰度评价准则	410
§ 3. 潜在抗干扰能力、各种传送方法潜在抗干扰能力的比较	416
§ 4. 提高遥控系统可靠性的几种方法	421
(一) 提高脉冲接收的可靠性	422
(二) 现有遥控系统中的几种基本保护方法	425
§ 5. 电码的几何意义、电码隔距、抗扰电码	430
§ 6. 自修正电码	434
§ 7. 时分系统中分配器同步同相的几种方法	442
第十三章 有触点遙控遙信裝置	445
§ 1. 概述	445
§ 2. BPMT型遙控遙信裝置	449
§ 3. 裝置在傳送遙控命令时的动作过程	455
§ 4. 裝置在报信傳送时的动作过程	458

§ 5. 裝置的保護.....	462
§ 6. 對 § 2 的一些補充.....	471
§ 7. 有觸點遙控遙信裝置設計和選擇的要點.....	474
第十四章 無觸點遙控遙信裝置.....	480
§ 1. 概述.....	480
§ 2. 由磁元件構成的無觸點遙控遙信裝置.....	481
§ 3. 按指數變換器原理構成的無觸點裝置.....	485
§ 4. 實現頻分制遙控遙信系統的一些問題.....	487
§ 5. 由電子管構成的無觸點遙控裝置.....	489
附 后 語.....	496
參 考 書.....	498

第九章 遙控的基本方法

§1. 基本概念

前面几章，我們集中討論了遙測以及有关通信方面的知識。从本章起，將轉入对遙控遙信的討論。

緒論中已經指出过，运动系統中，对象的特性大致上可以分为兩类，一类是連續变化的，例如远距离測量电压、功率的数值，溫度的变化，远距离連續地控制飞机試飞时的航行方向，大型工厂中，对起重機或吊車的控制等等。另一类对象，則是斷續变化的，例如電動机的启动或者停車，变电站中油开关的“合閘”或者“拉閘”等等。对于前者，实行远距离控制或者監視的方法，可以归結于遙測。对于后者，則由于其特点不同，即要实行远距离控制时（以后簡称遙控），只需傳送为数不多的数个命令，在特殊情况下，只需傳送两个命令“是”或者“不是”，要实行远距离監視（以后簡称遙信）时，同样只需傳送数个有关被監視对象状态的消息，因而必須采用斷續的遙控遙信系統。以后所討論的都是属于这种类型的系統。

为了討論方便起見，讓我們先来介紹几个名詞：

命令——一般是指調度人員或自动裝置对被控对象发出的控制意图。

消息——被控或被監視对象状态的改变。

以上兩种都是非电量，不可能直接傳送，必須先轉变为**信号**。

信号——是一种便于傳送的电量，它和命令或消息一一对应。例如，調度員发出使某一被控机组启动的命令。可以用一个正脈冲或者几个脈冲来表示，后者即称之为信号。

調度端（控制端）——調度員或控制裝置所在的地点（用 $\Delta\Pi$ 表示）。

被控端（执行端）——被控对象或被監視对象所在的地点（用 $\Pi\Pi$ 表示）。

执行电路——代表控制命令的信号傳送到被控端以后，作用于該电路，并通过該电路完成对对象的控制作用。一般的执行电路即指被控对象的自动控制系统（或裝置）。

下面，我們引出遙控的基本概念。

一、定义：对任何对象的控制可以采用三种方法，即：就地控制、距离控制和遙控。采用那一种方法要視控制端离被控制对象的距离而定。

所謂就地控制，就是控制机构（电键、按钮、閘刀开关等）直接地閉合或开断对象的执行电路（如图 9-1 a），因而必須沿連接導綫傳送足以使被控对象动作的全部功率。显然，全部工作电流通过連接導綫时引起的压降直接限制了就地控制的作用距离。实际上仅当距离为几十米时才得到应用。随着距离的增加，導綫的截面必須加大，从而使有色金属消耗量急剧地增加，因而在經濟上是不合算的。

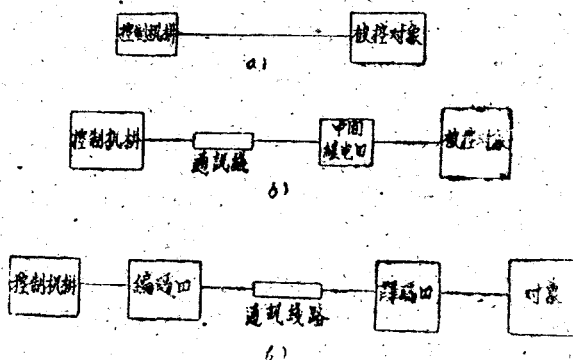


图 9-1 控制系统結構圖

a) 就地控制 b) 距离控制 c) 遙控

为了克服就地控制的上述缺点，可以在被控对象旁装一中間继电器。控制机构經通訊綫路先使中間继电器动作（图 9-1 b），而被控对象工作电路的电源則經中間继电器的触点从当地电网上得到。因而在通訊綫上所傳送的电流可以被降低到仅仅为中間继电器吸合所必須的数值。这种控制系统称之为距离控制系统。

图 9-2 表示两个双位置对象的距离控制系统。对象的启动是通过中間继电器 1 B 和 2 B 的吸合来进行的，而对象的停車則用吸合中間继电器 10 和 20 来进行。由中間继电器触点形成的对象工作电路图上沒有表示出来。

很明显，距离控制系统和就地控制系统的区别，在于前者在通訊綫路上傳送的电流性質可以不同于对象工作电路所要求的电流性質。例如被控对象工作电路要求直流，但控制命令却可以用交流电流的某一确定頻率來傳

送，这时中间继电器必须采用频率继电器。

特别应该指出的是，在距离控制系统中，每个控制命令必须被各自独立的通讯线路分开。如果把控制系统能传送的命令数定义为装置的容量，则距离控制系统的容量仅由通讯线路的数目决定。

随着距离的进一步增加，当传送大量命令时，由于需要大量的划分线路（即通讯线路），因而使距离控制的应用无论在技术上或经济上都显得不合算，故必须采取减少通讯线路的方法。

遥控系统是距离控制系统的进一步发展，其区别于距离控制系统的主要之点在于通讯线路数目少于被传送的命令数。也即在同一通讯线路上可以传送数个命令。为此，必须在发送端先使命令转换为具有特殊标志的远距离信号，然后传送。这种具有特殊标志的远距离信号称之为电码，使命令或者消息转换为远距离信号的过程称为编码，且称该转换设备为编码装置。

接收端，籍各远距离信号的不同标志，利用专用设备使之转换为和原来命令相对应的执行命令并作用于相应的执行电路。我们把远距离信号转换为执行命令的过程，称为译码，且称该转换设备为译码装置。

下面，让我们看几个例子。

例一。图 9-3 为具有双位置的二个对象的遥控原理线路图。其工作

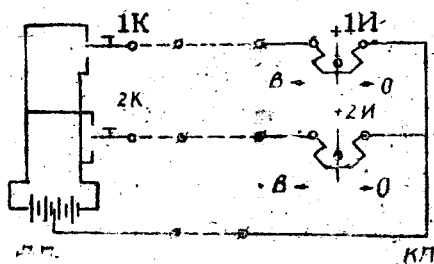


图 9-3 特征选择遥控原理线路图

原理如下：1K，2K 是分别对应于二个对象的控制电键。当 1K 打在上面时，在第一条线路中发出正脉冲，接收端，三位置极化继电器 1H 的动片便打在左边，因而接通了第一个对象启动的执行电路（图中没有表示出）。反之，当 1K 打在下面，则发出负脉冲，1H 的动片打在右面，从而接通第一个对象的停车执行电路。操纵 2K 同样对第二个对象完成类似的控制作用。图中，控制电键 1K 或 2K 有时称为选择元件，它和电源所组成的线路构成了编码装置。不同命令（“启动”“停车”）是籍远距离信号的特殊标志“正脉冲”和“负脉冲”来区分的，极化继电器

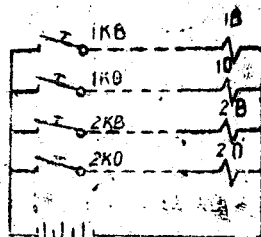


图 9-2 双位置对象的距离控制

有时亦被称之为选择元件，它及其触点构成了译码装置。

该线路图能利用二对线路传送四个不同的命令。

例二。幅度区分信号的遥控系统：线路如图9-4。发送端，1K、2K、3K和电阻R组成了编码器。当1K或2K或3K按下时，线路中就发出幅度不同的脉冲（远距离信号）。接收端，继电器A、B、C的动作电流分别为 $I_{PA} < I_{PB} < I_{PC}$ ，所以当1K按下时，只有继电器A动作，从而使执行继电器1H动作，并由其触点接通对应于该命令的执行电路。当2K按下时，只有A和B动作，所以2H被吸合，而1H则由于继电器B的常闭接点b已打开，不会动作。3K按下的动作过程完全类似。

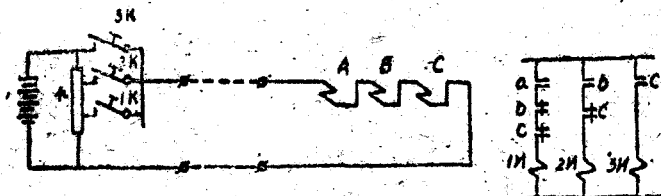


图 9-4 用幅度区分信号的特征选择遥控系统

所以该线路图的远距离信号是以幅度作为特殊标志的，其能传送的最大命令数为3。

例三。频率划分遥控系统：原理简化线路见图9-5。该系统的编码装置由三个不同频率的振荡器构成。接收端，滤波器 Φ_1, Φ_2, Φ_3 及继电器 A_1, A_2, A_3 组成译码装置。当控制电键1K或2K或3K按下时，振荡器 $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$ 分别开始工作，并向接收端发送分别具有一定频率 f_1, f_2, f_3 的脉冲。接收端籍滤波器使 A_1 或 A_2 或 A_3 动作并作用于相应的执行电路。

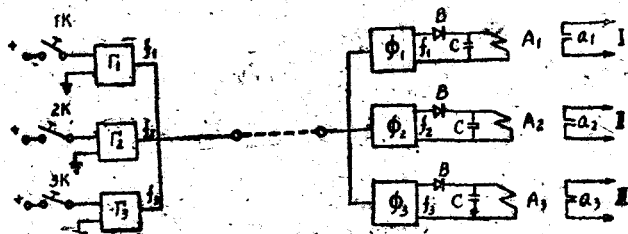


图 9-5 频率划分遥控系统简化原理图

由该例可见，其不同于前二系统的主要点在于：能同时且互不相关地沿同一线路传送数个命令（图示线路能同时且互不相关地传送三个命令）。

这在某种场合有独到之处。

綜上所述，我們可以把遙控系统定义为：能借助于远距离信号(电碼)把命令由調度端(控制端)傳送到执行端(被控端)，并在执行端轉換为执行命令作用于相应的被控对象执行电路的系统。其系統方块图有如图9-1B)所示。

由于被控对象数目較多，同一对象可有几个不同的操縱命令，而不同对象又可有相同的操作命令，因而，在遙控系統中自然必須解决两个基本的任务，即：

- (1) 保証把相同的命令傳送到不同对象的执行电路；
- (2) 保証把不同的命令傳送到同一对象的不同执行电路。

讀者从以上所举例子中不难理解，該兩任务是借助于远距离信号，亦即使命令进行編碼和譯碼来解决的。由此可見，信号的組成及其設備在遙控遙信中的重要性。

以上所討論的都屬遙控，至于遙信，其实现方法和遙控沒有本質的區別。例如图9-3，9-4，9-5中的操作电鍵不是由調度人員操縱，而是由能反映被監視对象状态的联动机构带动(自然，这时有操作电鍵的一端为被控端)，就成为遙信系統。所不同者只是信号傳送的方向和遙控相反：由执行端→調度端，信号在調度端解譯以后不是作用于执行电路，而是相应的指示器或記錄仪。

在現代的运动裝置中，往往是同时既能完成遙控又能完成遙信作用，因此，我們今后不分彼此而作統一的討論。

二、分类：遙控遙信系統的分类有各种不同方法，总括起来，可有如下三种：

- 1) 按消息通道数目可分为：单消息通道和多消息通道系統；
- 2) 按对象分布特点可分为：集中目标遙控遙信系統和分散目标遙控遙信系統；
- 3) 按裝置所采用的元件分为：有触点遙控遙信系統和无触点遙控遙信系統。

所謂消息通道数意指保証同时且互不相关地傳送消息(命令)的路数。它可以少于、等于或大于通訊綫路数目。例如，图9-3，9-4所示的系統只能同时且互不相关地傳送一路消息(命令)，故属于单消息通道系統。图9-5所示系統显然能同时且互不相关地傳送三路消息，故属

多消息通道系統。

有时，把消息通道数少于通訊綫路数目的系統称之为多道遙控遙信系統，反之則称为少道遙控遙信系統。为了称呼方便計，以后把消息通道一概称为通訊道或簡称通道。

在少道遙控遙信系統中，按組成信号的单元（脈冲）划分方法，又可分为时分系統和頻分系統。

近代的少道遙控遙信系統可以同时且互不相关地傳送 50~100 个命令（消息）。

所謂集中目标遙控遙信系統是指这类系統中，被控制或被監視对象是集中在某一个較小范围内，因而在实施遙控和遙信时，只需在調度端放置一个遙控發送遙信接收裝置，在执行端放置一个遙控接收遙信發送裝置。兩者之間只有一对訊路連系。电力系统中的对象大多属于集中目标。

但是，在許多場合下，例如石油工业，大型工矿企业，农田灌溉等，其对象是散布在很大范围之內，彼此距离很大，这时必須采取分散目标遙控遙信系統。例如，对象是沿直綫分布的（輸油管），則可以采用如图 9-6 所示的結構，倘若对象分布是徑向的（例如大型企业中的机組），則可以采用两种方法，其一是分別对每个执行端皆架設一条綫路（如图 9-7 示）。自然，这种結構比較可靠，例如当某一条通訊綫路发生故障时不会影响調度端对其他执行端的控制。但是，其經濟效果显而易见是較差的。为了提高經濟效果，节省通道，可以采用第二种方法：即先使对象分成若干组，各组中的对象共用一对訊路，如图 9-8 示。

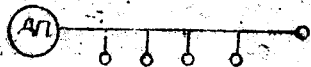


图 9-6

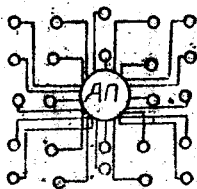


图 9-7

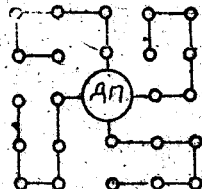


图 9-8

有触点遙控遙信系統大部分是由电磁继电器，机械接触器等元件构成。运动学发展的初期，大部分采用该类裝置，到目前为至，已发展到较为完善的地步。但是它的寿命較短，故近来已逐步地采用由无触点元件构成的

这里的“道”是指通訊綫路而言，“多道”意即通訊綫路数較消息通道数多。

遙控遙信裝置，它因具有壽命長，動作速度快，体积小等一系列优点而受到特別的注意。

§ 2. 遙控遙信系統的品质指标

遙控遙信系統品质指标可以概括为兩点：消息傳送的可靠度和消息傳送的有效度。

(1) 消息傳送的可靠度：它包括以下兩個内容——

1° 抗扰度 远动系統的信号在傳送过程中，往往会因設備内部的干扰特别是訊路上大量的大气干扰，工业干扰等等，而致失真。

信号的失真将会形成錯誤的命令最后导致錯誤的动作。所謂抗扰度，就是指在干扰的作用下遙控遙信系統保持可靠动作的能力。

在一定的干扰特性条件下，可以采用系統可能因干扰而产生錯誤动作的概率作为衡量抗扰度的标准。

系統的抗干扰能力自然要視具体干扰特性而定，因所采用的不同信号結構(組成信号的方法)而異。遙控遙信系統中編碼譯碼环节的任务之一，就是使命令(消息)轉換成具有特殊結構，最不易受失真的电碼(远距离信号)以提高整個系統的抗扰能力。

2° 設備的可靠性 它由以下几个因素决定，即：設備中各元件的可靠性，元件結構間的相互依賴性，設備的工作状态等等。前者对設備可靠性具有决定性意义，因而近来国内外对于如何在远动裝置中采用可靠的元件(例如晶体管、磁芯)进行了大量工作。

各元件互相間的依賴性对設備的可靠性亦有很大影响。这种依賴性愈大，則可靠性愈低*。因为，任何一个元件的损坏都会导致整個設備的故障。

設備可靠性的衡量标准可以采用設備发生故障的頻率或設備在沒有发生故障之前所可能工作的寿命(考虑一次故障特性)。

远动系統一般都用于重要的生产部門或国防部門，而且往往是无人監視的，远动裝置任何微小的故障，都有可能造成严重的生产设备事故或人身事故。因而，对远动設備的可靠性有着相当高的要求。

(2) 消息傳送的有效度：如前述，遙控遙信系統的提出，就是为了克

* 显然，依賴性愈大，則意味着各元件的利用率愈高，亦即得到了較高的有效度，由此同样可見两大指标之間的矛盾性。

服因距离进一步增大，距离控制系统需要大量划分电路所带来的缺点。但是，通讯线路的多少还远不能包括有效度的全部含义。

实际上，任何一个信号，都佔有一定的功率 P_c ，持续时间 T 和频带 F 。信号在傳送过程中，必然伴随着一定的干扰，設以 P_u 表示干扰的功率，則称 $H = \frac{P_c}{P_u}$ 为信号的超扰值，我們用以上三个基本参数的乘积，即：

$$V = FTH \quad (1)$$

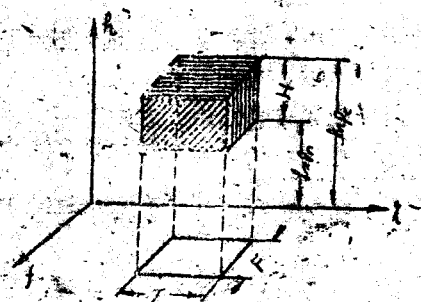


图 9-9 信号体积

来表征信号的物理特性，称为信号体积（如图 9-9）。

應該指出，虽然在絕大多數情况下，信号都具有无限的頻譜（例如周期的脈冲序列或非周期的单脈冲，脈冲調制信号等），但在通道中傳送时，其頻帶都是有限的。为此，必須在通道的輸入端加上滤波器，只允許通过一定的頻带 F 。 F 的数值必須保

証信号的失真不超过容許范围。例如，如果傳送的是許多互不相同的脈冲，而接收端只要求知其是否存在，則頻带可限制为

$$F = \frac{1}{t_{\min}}$$

式中—— $t_{\min}$ 为最短脈冲的寬度。

下面讓我們来举例說明决定最簡單信号的体积的方法。

設被傳送的信号有如图 9-10 所示， $t_{n1} = 4$ 毫秒， $t_{n2} = 20$ 毫秒， $t_{u1} = 5$ 毫秒， $t_{u2} = 18$ 毫秒。 $P_c = 5P_u$ 。則傳送頻带应限制为：

$$F = \frac{1}{t_{n1}} = \frac{10^3}{4} = 250 \text{ 赫}$$

信号的傳送時間：

$$\begin{aligned} T &= 3t_{u1} + 2t_{n1} + t_{u2} + t_{n2} = 3 \cdot 4 \cdot \\ &\cdot 10^{-3} + 2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 20 \cdot 10^{-3} \\ &+ 18 \cdot 10^{-3} = 0.06 \text{ 秒} \end{aligned}$$

超扰值：

$$H = \log_2 \frac{P_c}{P_u} = \ln 5 = 2.32$$

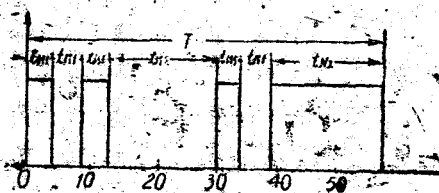


图 9-10 信号脈冲序列

信号体积:

$$V = 250 \times 0.06 \times 2.32 = 34.8$$

同样, 任何通道亦有三个基本参数: F_K , T_K , H_K , 且:

$$V_K = F_K T_K H_K \quad (2)$$

式中: F_K ——通道能够通过的频带宽度。

T_K ——通道供给工作的时间。

H_K ——应由通道的最大允许功率和通道上干扰功率决定。

称通道的容量。

显然, 要使具有体积为 V 的信号能在容量为 V_K 的通道内通过, 必要条件是:

$$V \leq V_K \quad (3)$$

但是, 即使上式满足, 亦不能充分地保证信号能沿通道通过。例如, 在满足 $V \leq V_K$ 的情况下, 可以 $F > F_K$ 。因此, 信号能沿通道通过的充分条件是:

$$F \leq F_K, T \leq T_K, H \leq H_K^* \quad (4)$$

由以上讨论可见, 信号体积愈小, 则对于同一容量的通道, 可以通过更多的信号。所以消息传送有效度和信号体积有关, 信号体积愈小则有效度愈高。不仅如此, 即使信号的体积相同, 但其结构亦即编码方法不同, 则信号所能传送的消息数量 (一般称信息数量) 亦不同。所以运动系统有效度的最主要数量指标是信息数量。同一体积的信号所包含的信息数量愈多, 则消息传送有效度愈高。遙控遙信系统中编码装置的任务之一, 就是使命令转换为信息数量较多的信号结构以提高系统的有效度。

* 例如: 要求如图 9-10 所示的信号在具有如下特性的通道中传送:

$$F_K = 100 \text{ 赫}; T_K = 1 \text{ 秒}, \frac{P_{CK}}{P_r} = H_K = 10$$

这时, $V_K = 100 \times 1 \times \ln 10 = 322$, 显然, $V_K > V (=34.8)$ 。但 $F_K \geq F$ 不满足 ($F_K = 100 \text{ 赫}, F = 250 \text{ 赫}$)。

为了使该信号能沿给定的通道中通过, 可以使各信号单元 (脉冲和间隔) 的宽度延长 $\frac{F}{F_K} = \frac{250}{100} = 2.5$ 倍, 即: $t_{n1} = 10 \text{ 毫秒}, t_{n1} = 12.5 \text{ 毫秒}, t_{n2} = 50 \text{ 毫秒}, t_{n3} = 45 \text{ 毫}$

秒。这时, $F = \frac{10^3}{10} = 100 \text{ 赫}$, 而信号体积不变。

由该例可见, 信号在保持体积不变条件下有可塑性。

遙控遙信系統有效度的另一方面是裝置的動作速度，因為，即使通道能允許通過持續時間較短的信號，但如果裝置本身的動作速度來不及跟上，亦是徒勞的。

裝置的動作速度可以採用動作時間來衡量，遙控裝置的動作時間 t 為：

$$t = t_1 + t_2$$

t_1 ——命令發出的瞬間。

t_2 ——命令執行完畢時間。

最後，裝置中各元件是否一物多用，亦是有效度即經濟性的一方面。

遙控遙信系統的兩大指標是相互矛盾的，在實際系統中，往往為了提高系統最重要最根本的指標——可靠度而不得不犧牲了部分的有效度，讀者從以後的討論中，不難得到証實。

上面，我們對遙控遙信系統的基本概念作了簡要的敘述，由以上的論述中可見，信號的組成方法是本學科極其重要的一方面。而現代遙控遙信系統中所採用的信號絕大多數是由各種脈沖組成的，所以在討論信號組成方法之前，首先必須討論在遠動系統中所採用的各種脈沖的特徵。

§3. 脈沖特徵

任何脈沖，都可以用這種或那種參數來描述。例如，直流脈沖可以用一定的極性、幅度和寬度來描述。這種能表征脈沖的參數，在遠動學中稱其為脈沖特徵。

在遙控遙信技術中，應用得最廣泛的脈沖特徵有：極性、幅度、寬度、頻率和相位等。在評價以及選擇各種脈沖特徵時，應從如下幾點出發：

- 1° 脈沖特徵沿各種通道傳送的可能性。如果遙控設備是大批生產的，則應選擇有充分通用性的，便於在任何形式通道中工作的脈沖特徵，例如，極性特徵就不可能在載波通道中工作。
- 2° 在確定的通道條件下，脈沖在傳送過程中，特徵的失真要最小。
- 3° 特徵的形成以及檢出要簡單。
- 4° 特徵數（例如極性特徵，只有正、負兩個，故特徵數為2）要尽可能地多以便組成更多的信號（詳見電碼組成一節）。

以下較詳細地討論各種脈沖特徵的特點。

一、極性特徵 它是用直流脈沖的方向或者經過整流後的交流半波的

正负极作为脉冲特征 (如图 9-11)。极性特征总括起来有如下几个特点:

1° 形成檢出简单, 应用方便。

但是, 由于通道中电流方向的改变是借换接綫路上电池的极性来进行的, 因而必須在所有应该发送不同极性脉冲的各綫路点上皆装設綫路电池。

2° 有足够高的抗扰能力。通常它不会因电压的波动或綫路参数的变化而由一种极性失真为另一种极性。

然而, 当通訊綫路有較大电容时可能产生过充电现象, 因而当接收机灵敏度很高时, 亦可能产生錯誤的动作。如果接收机能正确地加以調整, 过充电现象所产生的錯誤动作完全可以消除。因而并不妨碍极性特征在任何重要遙控遙信装置中的应用。

3° 除載波、无綫通道以外, 可以适用于任何型式的通道。

4° 特征数 $k=2$ 。

二、幅度特征 顧名思义, 它是用不同的电流或电压幅度来作脉冲特征的 (如图 9-12 示)。在通道上傳送的可以是直流(a)交流(б)或者直流

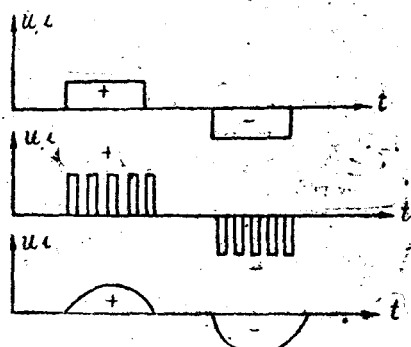


图 9-11 极性脉冲特征

脉冲組(в)。其特点是:

1° 形成及檢出简单, 例如, 可以利用有不同抽头的电位器来形成不同的幅度, 而在接收端可以采用具有不同灵敏度的继电器来檢出;

2° 抗扰能力低, 易因綫路电源电压的波动, 綫路电阻的变化而发生畸变。例如, 大气条件的变化: 下雨, 雾, 霜, 冰冻等等都会导致架空綫絕緣电阻急剧的变化而使脉冲幅度发生失真。当工作于頻率通道时, 这些失真尤为显著;

3° 因此, 幅度特征仅仅适用

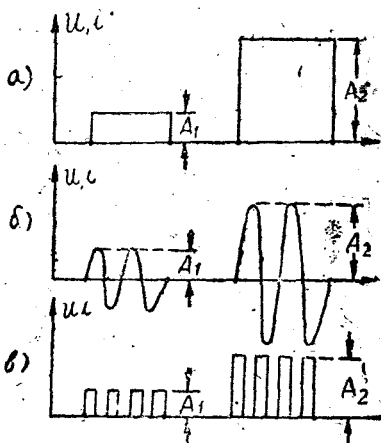


图 9-12 幅度脉冲特征

于电缆通道。这时，因周围环境的变化而致的线路参数波动可以略去不计，即使是频率通道亦是如此。

4° 理论上，特征数可以取大于2。然而为了提高可靠度使接收设备不致因信号失真而错误动作，通常特征数限制为 $k=2$ ——大幅度和小幅度两种。

三、宽度特征 这时，脉冲之间的区别在于各脉冲的持续宽度不同，或者，脉冲的间隔持续宽度不同。被传送的同样可以是直流脉冲，交流脉冲或者直流脉冲组。如图9-13示。当采用脉冲宽度持续时间作为特征时，通讯线路平时无电流，若采用脉冲间隔的长短作为特征时，通讯线路上平时是经常通有电流，仅当发送间隔时该电流才被终止且发送不同宽度的间隔。其特点有：

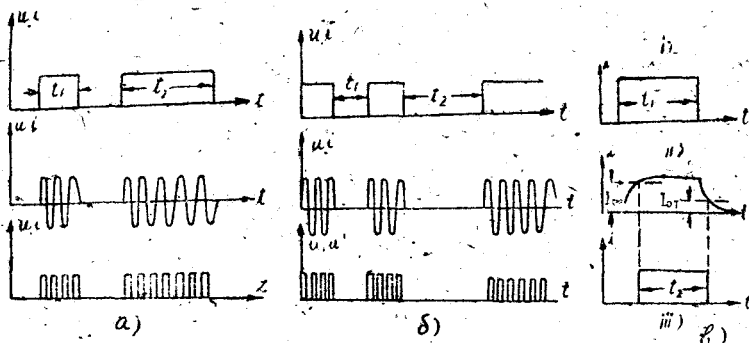


图 9-13 时间脉冲特征

a) 脉冲持续宽度， b) 脉冲间隔持续宽度， c) 脉冲宽度特征传送时失真示意图：i) 原发送脉冲， ii) 经通道后脉冲失真波形， iii) 接收到的脉冲。

1° 不同脉冲宽度或间隔的形成一般通过改变脉冲发生器的参数得到，而在接收端，则装有能检出脉冲宽度或间隔宽度的元件。这种检出是按照比较原则进行的，即把收到的不同的脉冲（间隔）宽度和接收元件本身固有的时间特性进行比较。如果采用有线通道，则不同宽度的间隔可以在通讯线路任何地方借中断电流而得到，换言之，可以实行通讯线路的集中供电，

2° 可以适用于任何形式，这是重要的优点之一，

3° 抗扰能力较低，宽度可因许多原因而失真：电源电压的波动、接

收装置工作的不稳定、通道上外部的随机干扰、通道的频带有限等等。例如，发出脉冲的宽度为 t_1 ，经通道后脉冲失真为如图 9-13 B) iii) 的形状。如果接收装置动作电流为 I_{op} 而释放电流为 I_{or} ，则实际上接收到的脉冲宽度为 t_2 。

4° 因此，为了保证一定的抗扰能力，而采用加大宽度之间差别的办法：甚至为了使接收装置不致错误动作，而限制其特征数为 $k=2$ ——短脉冲，长脉冲或短间隔、长间隔。

必须指出，宽度特征和所有其他特征不同，它不仅给予脉冲而且有可能给予间隔以不同数值，这就提供增多电码数的可能性，这是非常宝贵的性质。

四、频率特征 这时脉冲是用具有一定频率的交流电流（电压）或直流脉冲组来传送（如图 9-14）。其特点有：

1° 形成和检出设备较为复杂，例如形成时需用振荡器，检出时需用谐振继电器（频率继电器）或滤波器，但现代电子技术的发展已顺利地解决了这些问题，

2° 抗扰度较高，不因电源电压波动，线路参数的改变而失真。但是，必须指出，如果外部的干扰电压具有和信号相重叠的频谱，或者同时传送几种不同频率脉冲时出现旁频，仍然会引起失真，

3° 可以适用于任何型式的通道，可以直接沿线路发送，也可以先对发射机载频调制后再发送，

4° 特征数可以大于 2，而且可以同时且互不相关地发送几个频率互不相同的脉冲，这是频率特征的独特之点。但是，需要指出的是，频率特

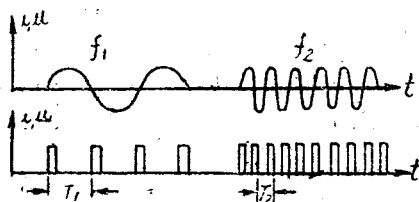


图 9-14 频率特征

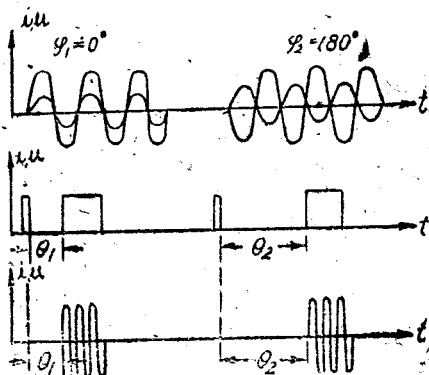


图 9-15 相位特征