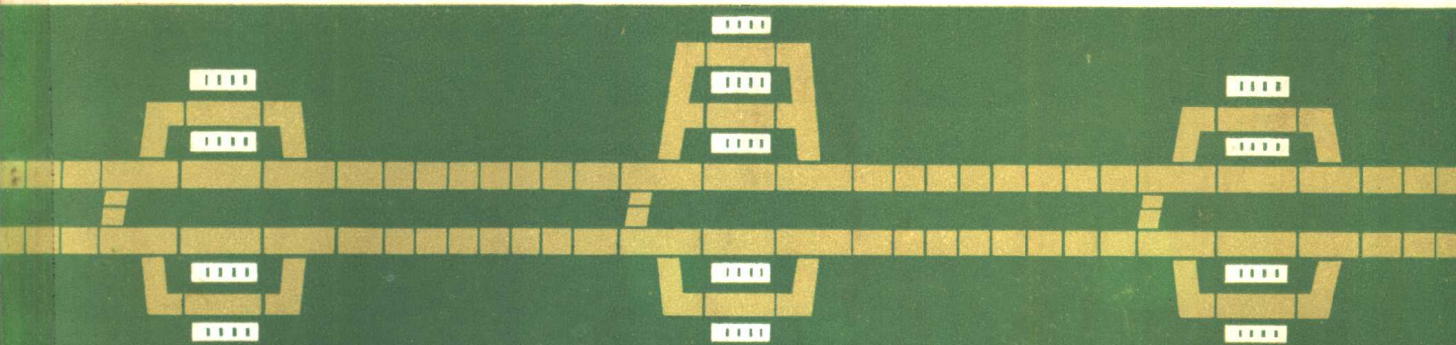


高等学校试用教材



北方交大电信系卜长堃主编

铁道信号远程控制

中国铁道出版社

一九八一年三月九日

58
0

高等学校试用教材

铁道信号远程控制

卜长堃 主编

中国铁道出版社

1981年·北京

内 容 简 介

本书为铁道信号专业试用教材，全书共分五章。包括：远动系统的基本概念、铁道远动系统的基本环节电路、调频式和调相式调度集中的系统设计方法和工作原理、行车指挥自动化的任务和方法，以及系统构成等内容。

本书也可供从事铁路信号研究和设计生产及维修人员参考。

高等学校试用教材

铁道信号远程控制

卜长璠 主编

中国铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：9.5 字数：230 千

1981年9月 第1版 1981年9月 第1次印刷

印数：0001—3,200册 定价：1.00 元

前 言

本书是根据全国铁路高等学校铁道信号专业制订的“铁道信号远程控制”教材编写大纲的要求编写而成的。

由北方交通大学卜长堃主编，并编写第一、二、三、五章，上海铁道学院郎宗栝编写第四章。全书由兰州铁道学院姚琨岚主审。

在编写过程中，铁道科学研究院通号所、南京有线电厂、铁道部通信信号公司电务设计处曾对初稿提出宝贵意见。北方交通大学吴运熙、赵昌桂和上海铁道学院缪润生，曾帮助搜集资料和校对。本书原稿曾请北方交通大学孙铭甫审阅和修改，在此一并致以衷心感谢。

由于水平有限，书中难免存在不少问题和不妥之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

一九八〇年十二月

目 录

引言	1
第一章 远动系统的基本概念	4
第一节 远动系统的分类和基本要求	4
一、远动系统的分类	4
二、对远动系统的基本要求	4
三、远动系统的评价标准	5
第二节 电码结构	6
第三节 基本选择方法	8
一、特征选择	8
二、分配选择	9
三、组合选择	10
四、电码选择（组合——分配选择）	11
第四节 远动系统信道联系网络的形式及其选择	13
一、单一联系的远动系统	13
二、对象成群沿线分布的远动系统	13
三、信道辐射式联系的远动系统	13
四、信道单线顺联的远动系统	14
五、信道分组顺联的远动系统	14
六、信道分支型联系的远动系统	14
第五节 遥控、遥信系统的信息发送方式	16
一、采用双工通信制信道或两个单工通信制信道	16
二、采用半双工通信制信道	17
第六节 遥控、遥信系统的结构	18
一、遥控系统的结构	18
二、遥信系统的结构	19
三、DD-2型调度集中的基本结构	20
思考题	21
第二章 远动系统的基本环节	22
第一节 基本环节的分类和作用	22
第二节 时钟脉冲发生器和时间划分开关	23
一、时钟脉冲发生器	23
二、时间划分开关	25
第三节 编码电路	28
一、信源编码器	28

二、信道编码器	30
第四节 译码电路	33
一、单脉冲电码的译码电路	34
二、多脉冲电码的译码电路	35
第五节 同步形成电路	37
第六节 信道设备	39
思考题	54
第三章 调频式调度集中	55
第一节 调度集中基本概念	55
一、调度集中的目的及用途	55
二、对调度集中系统的基本要求	55
三、调度集中的设备概况	56
四、调度集中的发展趋势	57
第二节 系统设计	57
一、系统容量与传输速度	58
二、系统发送信息的动作方式	58
三、信道	60
四、调制——解调方式	62
五、同步方式	62
六、系统的接口	63
七、检错方式和电码结构	64
八、系统可靠性	67
第三节 调频式调度集中总机	69
一、总机的任务	69
二、总机的结构	71
三、命令编制	72
四、呼叫电码的编制	78
五、总机接收	82
第四节 调频式调度集中的分机	83
一、BCH 码的信道编码和信道译码	83
二、控制电码的译码电路（信源译码）	85
三、表示电码的编制	88
思考题	90
第四章 调相式调度集中	91
第一节 系统设计	91
一、容量与传输速度	91
二、对选择调相制的考虑	92
三、系统发送信息的动作方式	92
四、信道	93
五、同步方式	96

六、系统的接口	96
七、检错方式和电码结构	96
八、可靠性	97
第二节 调制与解调	101
一、作用与原理	101
二、调制方框图	104
三、调制部分基本电路	105
四、解调的作用与原理	107
五、解调方框图	108
六、解调部分基本电路	109
第三节 逻辑控制设计	111
一、时序系统	111
二、表示信息巡回扫描	119
三、控制命令的随机启动	124
思考题	132
第五章 行车指挥自动化概述	133
第一节 行车指挥自动化的任务	133
第二节 列车追踪、控制进路和调整运行的基本方法	134
一、车站和区间在计算机内的表示方法	134
二、列车追踪在计算机内的仿真	135
三、进路的控制方法	137
四、列车运行自动调整的方法	137
第三节 几种行车指挥自动化系统的简介	138
一、计算机辅助的行车控制系统	138
二、程序进路控制系统	140
三、采用过程控制计算机的行车指挥系统	141
第四节 列车车次报号系统的基本原理	142
一、列车车次报号的作用	142
二、列车半自动报号设备的基本结构	143
三、车次号移位的条件和方式	144
思考题	144

引 言

远动技术是随着人类生产活动的实践，生产技术的日益发展和生产组织的改变而发展起来的。

人们在长期的生产劳动过程中，不断改进生产方式，经历了从手工劳动到使用简单工具；从使用简单工具到进入机械化，进而发展到自动化生产的过程。但是，我们发现各工种之间，各机械之间，必须有机配合、协调工作，才能提高劳动生产率，创造更多的财富。可以看出生产组织、联系，是一项很重要的工作。在生产规模愈来愈大，地区愈来愈广的情况下，为了合理地安排生产过程，就要把间隔几公里到几千公里的各有关部门联系起来，服从专门机构的统一指挥，象一个整体那样协调工作。看起来，这是一件很不容易实现的事情，而远动技术就是专门研究、解决这个问题的一门学科。

远动技术作为一门独立的学科，是从本世纪三十年代开始的，在最近二十多年内得到广泛发展，在国民经济的各个部门中得到大量应用。铁路运输部门是采用远动技术最早的部门之一，其它如电力、石油、采煤、冶金、军工、宇航、高能物理等各个领域都有应用。

远动技术就是遥控、遥信、遥测的总称。

一、遥控系统

遥控就是对被控制对象进行的远距离控制。一般把控制命令（指令）产生的地点称为控制端（调度端、主控站、总机、总站），而把被控制对象所放置的地方称为被控端（执行端、分机、分站）。控制命令是指调度人员或计算机对被控制对象发出的控制意图。这种意图由控制端传递到执行端，必然要利用能够传递的物理量来完成。目前电子技术和数据传输技术的飞跃发展，为我们提供了各种电信号。因此就利用这些可以传输的电量来代表控制命令，从控制端传递到执行端。遥控作用的信息传输方向，是从控制端到执行端。而连接控制端和执行端，作为运载电信号的工具，就是信道（通道）。控制端设备、执行端设备和信道，就是遥控系统的三个基本组成部分。遥控系统的组成如图 1 所示。



图 1 遥控系统的组成

控制端设备的根本任务，就是把控制命令转换（变换）为一种可以传输的电量。这个电量不是简单的电压或电流，而是一个电码。电码和命令之间是一一对应的关系，不能互相代

替，也不能兼用，即一个电码只能代表一个命令。假如把控制命令作为遥控系统的信息源，那么控制端设备就要把信息源的信息变换成电码，完成将非电量的控制意图变成电信号的变换任务。这种变换就称为编码。

执行端设备的根本任务与控制端相反。它的任务是把电码变换为与原始控制命令相对应的执行命令，去作用到被控制对象，一般称为译码。遥控系统的结构可进一步用图 2 的方框图来描述。

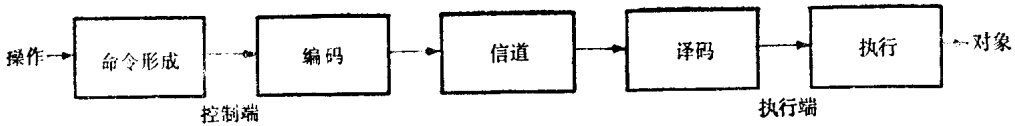


图2 遥控系统方框图

综上所述，我们可以把遥控系统理解为：能借助于电码把命令由控制端传送到执行端，并在执行端变换为执行命令，作用于相应的被控对象的系统。因此，判断一个系统是否为遥控系统，不在于控制端与执行端的距离，而是要分析系统在工作过程中，是否有信号的编码、传输、译码、执行这些最基本的功能。

二、遥信系统和遥测系统

遥信系统和遥测系统的基本结构与遥控系统相似。由于系统功能的不同，它们的信息传输方向与遥控正好相反。遥信系统是对远距离被控对象的工作极限状态，进行远距离测定。所谓测定是利用表示灯来监视被控对象的极限状态，例如：机器的启停状态；阀门的开关状态；信号机的开放与关闭状态；道岔的定位、反位状态等。我们把反映被控对象极限状态的消息称为表示。

遥信系统是要反映被控制对象的状态，所以它的信息源是在执行端，而接收信息的场所是在控制端。信息的传输方向是由执行端到控制端。

遥信系统的基本结构如图3所示。遥信系统在执行端把被控制对象的状态变换成电码，传送到控制端。电码在控制端经译码后作用到相应的表示灯等表示设备。

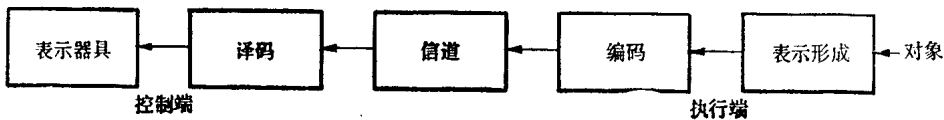


图3 遥信系统方框图

遥测系统是对被控制对象的某些参数进行远距离测量。它与遥信系统的区别是测量对象的参数而不是极限状态。信息传输方向也是由执行端到控制端。

要测量对象的参数，在执行端就必须连续不断地把对象的某些物理量（压力、湿度、温度）的变化转换成电量的变化，这就是遥测中大量使用的传感器。传感器的输出被转换成电码传送到控制端，经译码后，送到记录、显示、处理设备。遥测系统的结构如图4所示。

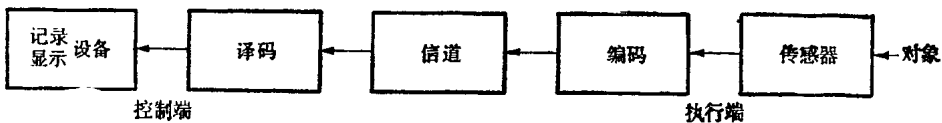


图4 遥测系统方框图

以上我们初步介绍了远动系统的基本结构和任务，从中可以看出，远动技术是一门通信技术和自动化技术结合起来的学科。

随着数字通信原理的形成和发展，有人提出，把远动技术理解为经过处理的操作数据的远距离传输。这些数据是预先规定其含义、数目有限、为指定功能服务的。这样，数据操作

装置（输入、输出装置）再加上数字通信的传输设备，就构成了远动系统。当然，这些看法都还在探讨之中。计算机的发展，又给远动技术的提高创造了有利条件。但是，必须指出，无论计算机和数据传输技术如何发展，都不可能完全代替远动系统所要完成的职能。

三、远动技术在铁路中的应用

铁路系统是最早应用远动技术的部门之一。这与铁路运输的管理、指挥体制很有关系。铁路行车是四级管理指挥系统，设有部、局、分局、车站。各次列车在运行过程中，由车站值班员记录，并向分局调度所汇报列车在本站到达、通过、离去的时间。分局调度员绘制出列车实际运行图，记录列车在本调度区段的走行情况。分局定时向铁路局报告，路局每天向部报告全局列车运行情况。虽然全国铁路网纵横交错、延绵万里，可是通过四级管理体制，能对每次列车的运行了如指掌，实现集中、统一指挥。

每个车站的管辖范围一般有几公里，若包括两边的区间设备就有十几公里。每个分局都要管辖几百公里。具体到每个调度台也有几十到一百多公里，即要控制、指挥列车的运行，又要了解列车实际运行情况，正是远动技术的用武之地。远动技术在铁路信号中的应用，有如下几方面：

（一）区段遥控遥信设备

它是铁路干线行车指挥的综合设备，一般包括区段调度集中、列车车次报号、列车报点等系统，其中每项也可以作为一个独立的设备使用。

区段调度集中是综合采用遥控遥信系统。由调度员在调度所直接控制区段内各车站的信号和进路。各车站电气集中设备的状态（信号机、进路），列车占用、离去车站进路的情况，全部在调度所表示出来。

列车车次报号系统是按照列车的运行，把线路上列车的位置和车次号在车站和调度所表示出来。

列车报点系统是根据列车实际运行情况，在各车站预报列车的到站时间。

调度表示设备（曾称调度监督）是属于遥信系统。在调度所把区段内各车站进、出站信号机的开放与关闭，股道的占用与空闲，区间通过信号机的开放与关闭表示出来。

（二）枢纽遥控遥信设备

它是铁路枢纽行车指挥的综合设备。管辖的范围是枢纽内各车站及区间。具体设备与区段遥控遥信设备相似。

（三）大（小）站遥控遥信设备

把车站的远端咽喉区作为一个执行端，与车站控制台之间实现遥控遥信。被控制对象是远端咽喉区的信号机、道岔。

（四）大站遥信设备

为了帮助调度员了解本区段入口、出口处的大站列车占用情况，而装设的一种遥信设备。也有的是对大站远端咽喉区实现遥信。

远动技术在铁路中的应用，除信号之外，在供电系统还有电力专用的遥控、遥信、遥测设备。

鉴于远动技术在铁路信号中的应用仅局限于遥控遥信系统，本书不准备全面又具体地讨论上述广泛的问题。我们只着重讲述一些基本概念，结合现场使用的调度集中设备和科研成果，作些梗概介绍。

第一章 远动系统的基本概念

第一节 远动系统的分类和基本要求

一、远动系统的分类

远动系统之最基本的分类法是按其作用来区分，一般可以分为下列三种，

遥控系统；

遥信系统；

遥测系统。

在一般情况下，遥信系统总是伴随着遥控系统而构成一个体系。这是因为仅有遥控系统时，控制端不知道对象实际存在的状态，就很难发出确切的控制命令。有了遥信系统，就可以更清楚地知道对象的状态并及时了解到控制命令被执行的情况。

远动系统还可以信号产生和发送的方式来区分，可分成两大类型：

非周期型远动系统——系统中信号的产生和发送是随机的，平时系统在不动作状态。控制端要发送命令，或执行端被控对象状态发生变化时，整个系统才动作。

周期型远动系统——在这种制度中，不管具体信号有与否，或是否有变化，整个系统是处于循环不停的周期性工作状态之中。

遥控系统大多采用非周期型，这是因为在周期制中发送一种命令需要等待一定的时间，对控制系统而言是不适宜的。目前遥信与遥测系统已应用周期制。

远动系统还可以采用的电码单元特征来区分。但此时都在遥控、遥信和遥测的分类下进行的，例如调度集中就先后有过下列几种类型：

时间电码制调度集中——这是一种利用宽度特征（宽脉冲和窄脉冲）和幅度特征（有振幅和振幅为零）来构成电码的调度集中。

极性频率制调度集中——这是一种利用极性特征来构成遥控电码，利用频率特征来构成遥信电码的调度集中。

频率制调度集中——这是一种全部利用频率特征来构成电码的调度集中。

远动系统还可以对象分布的情况来区分，例如有分散对象的远动系统；有集中对象的远动系统；以及对象分散成群的远动系统。对于铁路信号而言，这些类型都存在。

除了上述一些分类指标外，还可以用其它指标来分类，例如有近程和远程之分；有无线远动系统和有线远动系统之分；有连续远动系统和断续远动系统之分等等。

二、对远动系统的基本要求

对于各种类型的远动系统，根据其实际作用，采用元件不同等等都有其具体要求，但是一般有下列共同的基本技术要求：

（一）远动系统的两端（控制端和执行端），应该有严格的同步工作，它们之间产生的

偏差值不应导致不正常的后果。

(二) 当运行条件在给定范围内变化时 (例如电源电压波动、温度变动、湿度变化等), 系统应保持正常工作。

(三) 发送的控制命令或表示信息, 由于干扰或某种故障而引起畸变时, 若在规定的范围以内, 则接收端应给予执行; 若超出设计的范围, 则应尽量避免错误执行。

(四) 在遥控遥信混合系统中, 传送一个电码期间不论是哪一端产生了另一个需要传送的电码, 则它们都应该暂时地贮存起来, 以免遗失。

(五) 在传送一个电码期间, 不论在哪一端都不能用人工的方法来停止或改变发送的电码, 只能再送出一个相反要求的电码, 以抵消原有电码的作用。但是, 电码尚未开始发送, 在被贮存期间, 应该有可能立即撤消。

(六) 在发送某一个电码时, 不能由于发生某种故障, 引起无限期的连续发送这个电码 (一般能送二、三次), 而排除其它电码发送的可能性。

(七) 整个系统的容量应在实施中留有一定的剩余量, 以便今后发展。

(八) 遥信系统的发送速度和容量, 应满足这样的基本要求: 不能由于等待发送的码太多, 以致把某些电码长久积压下来或丢失, 而造成不反映实际情况的错误表示。

以上一些基本要求, 主要是针对铁路信号中的远动系统提出来的。对其它部门的远动系统, 原则上也适用。

除上述以外, 不言而喻, 远动系统是为提高劳动生产率而设, 因此, 一切设备的投资应在短期内赎回, 这自然是基本要求之一。

三、远动系统的评价标准

根据什么来评价远动系统的好坏呢? 在引言中, 我们已经说过, 远动系统可以看成是数据操作装置 (例如调度集中总机的操纵台及表示盘、分机的执行电路), 加上数据传输系统而构成。所以在评价系统的好坏时, 远动系统与通信系统有共同之处, 也有差别之处。

共同之处是用下述几个主要质量指标来衡量系统的功能: 传输速度、差错率、可靠度、适应性、使用维修性、经济性等。下面加以简述。

(一) 传输速度

通常从两方面来定义传输速度, 一个叫波形速度 (又称调制速度), 即每秒钟所传输的数字波形数, 单位是“波特”; 另一个称信息速度, 即每秒所传输的信息量, 单位是“比特/秒”。注意, 在二进制代码串行发送的传输方式中, 这两种速度在数值上是相等的, 对多进制代码就不相等了, 信息速度比波形速度大。这是因为每个波形中包含的不是一个比特信息, 而是多个。例如 N 进制, 那么每个数字波形携带的信息量为 $\log_2 N$ 比特, 若设波形速度为 B 波特, 那么它的信息速度为 $B \log_2 N$ 比特/秒。

(二) 差错率

在远动系统中, 主要用比特差错概率 (也称错码率或误码率) 来衡量系统传输数字信息的可靠程度。所谓误码率就是所传信息总量中发生错误的信息量所占的比例, 这是一个统计平均数。例如比特差错概率为 10^{-4} , 是指平均每传 10,000 比特信息, 要传错一比特。

(三) 可靠度

可靠度是衡量机器正常工作的能力, 可靠度用下述公式来表示:

$$\text{可靠度} = \frac{\text{全年(全月)正常工作时间}}{\text{全年(全月)总工作时间}} \times 100\%$$

影响可靠度的因素很多，但不外乎主客观两个方面。主观方面就是机器本身的可靠性（或说故障率）；客观方面有环境干扰、信道条件恶化、使用操作不当、维修不认真等。

（四）适应性及使用维修性

适应性就是机器对各种客观条件变化的适应能力，即对于环境温度、湿度、电源等变动范围，以及振动、加速度等条件的适应能力。

使用维修性就是操作与维修是否简单方便。对此应有必要的性能指示及故障报警装置。尽可能做到故障自动检测，以便发生故障时能迅速判断地点，及时排除故障。此外，要体积小、重量轻，才能够机动灵活。

（五）经济性

经济性就是使机器获得一定的性能指标所花的代价。对于远动系统来说，可具体列出三项经济指标：

1. 总机、分机的生产成本。
2. 信息速度与占用的频带宽度之比，即单位带宽的信息速度，这是衡量频带利用率的指标。
3. 为保证一定差错率指标，所需归一化信号噪声比。

应该指出，这三项指标通常是互相关联的。为降低成本，要求机器趋向简单，这对后两项代价就要高些。此外，第二项和第三项指标间还存在一定的关系。在给定的信息速度及差错率条件下，多占一些频带可以节省一些功率；反之功率比较富余时，可以少用一些频带。

远动系统与通信系统的差异在于：

（一）远动系统的输入输出设备有其独特之处。通信系统的输入输出设备为送受话器、扩音机之类，而在远动系统中，一般是一些开关按钮及其它执行机构。后者的辨别能力总比不上人的判断能力，所以要求远动系统中不仅有这些转换设备，而且也要求比较严格可靠。

（二）在远动系统中要求传送信息的可靠程度较高。这是因为信息的任何失真（畸变）和延迟，都有可能引起系统的错误接收，发出错误的执行命令，假如被控制对象之间没有任何联系，就可能造成事故。在铁路信号的调度集中系统里，电气集中设备能起到防护作用，即使发出错误的执行命令，利用电气集中的联锁关系，可以防止发生事故。然而对于一般通信系统而言，人们在接收到信息后还有理智辨别能力，总不会发生事故。

（三）远动系统的总体结构与通信系统不同。在通信系统中，信息的交换是甲点对乙点，丙点对丁点，丁点对甲点等等各点之间相互联系。电话局，交换台只起转接作用。但是，在远动系统中则主要是控制端对各执行端之间进行信息交换。换言之，它们是以集中控制形式出现的，1对n的方式。

第二节 电码结构

在远动系统中，为了传递控制命令、表示信息，都要进行一系列的变换。变换的目的就是形成一种易于在信道中传输的波形，这些波形都是电量，称为远动信号。

远动信号不论何种形式，都有一种特殊因素进行区分并判断出它们各自所具有的信息内

容。这种特殊的因素，就叫做运动信号的特征，也称脉冲特征。我们已知道有幅度(振幅)、时间、数目、极性、相位、频率等特征。

运动技术中一个非常重要的内容是研究电码，也就是研究电码结构。什么是电码呢？电码就是按照一定规律组织起来，代表一定含义的一组脉冲信号。每一个脉冲称为电码单元，简称码元。几个码元组成一个码组(码字)，而电码就由几个码组来组成。整个电码代表一个完整的信息内容，而每个码组分别表达了信息内容的一部分。

利用脉冲来组成电码时，按脉冲数的多少可分为两大类，就是大家已经知道的单脉冲电码和多脉冲电码。

单脉冲电码是由一个脉冲组成，电码的含义由脉冲的不同特征来区别。一般只用来控制或表示一个对象。单脉冲电码的容量，受脉冲特征数的限制，为了增加电码容量，可将几种脉冲特征混合使用。

多脉冲电码是由多个脉冲组成，其中单一的脉冲，不代表任何意义。只有组成电码的全部脉冲存在时，才代表电码的含义。采用多脉冲电码可以增加电码的容量。

在二元制中，用“1”和“0”来代表两种特征。多脉冲电码有全组合电码、等比码(定比码)、汉明码等各种形式。

电码应该有哪些内容？例如，要控制一个开关，因为开关有两种状态，电码就需要有两种含义。一种含义是使开关“开”，另一种含义是使它“关”。若要控制甲、乙两个开关，则需要有四个含义，其中两个是控制甲开关的“开”或“关”，另两个是控制乙开关的“开”或“关”。因此每一个电码，不仅含有命令的具体内容(要执行的内容)，而且要区别是给哪个开关，即对象的名称或地址。当对象多、控制内容也多时，电码就一定复杂，需要按着某种规律来区别电码的组成形式，从而利用不同的形式来代表不同的含义。

电码结构就是电码的组成形式，一般由如下四部分来组成：

(一) 前导码

放在整个电码的前部，它没有任何具体的含义，由“1”和“0”信号交替或是全“1”、全“0”组成。它是为了在接收端建立起位同步信号和克服滤波器建立时间的影响而编成的码组，其码元数目根据位同步和滤波器建立时间而定。

(二) 同步码

同步的意思就是使接收端的工作与发送端的工作在时间上步调一致。同步码是为了建群同步而设立的码组，利用它提供准确的时间标准，实现群同步。码组的长度和采用的类型可任意选择。

(三) 信息码

这是电码的核心部分，直接反映电码所要代表的含义。一般它又可分为地址码、状态码和信息内容三部分。

1. 地址码

地址码是在有多个被控对象时，用来区别被控对象的一种码组。为了避免发给某一被控对象的命令内容，被另一被控对象所接收，而造成错误，每个被控对象都有自己的一种专用地址码，它类似于被控对象的名称。地址码要放在信息内容的前面，码组的长度和类型是任意的，其容量要满足被控对象的数目，并考虑一定余量。采用地址码以后，信息内容可以针对全部被控对象采用统一形式、共用。即使被控对象增加，信息内容可以不增加，只要地址码有容量就可以完成控制任务。地址码在遥信中也应用。

2. 状态码

当发送端要发出不同职能的多种电码时，如控制命令、呼叫、执行等等，利用几个码元组成一个状态码组，根据它们的结构，分别代表该电码的作用。码组的长度由职能的个数决定。

3. 信息内容

用来代表具体的命令内容或表示内容，其码组的长度与地址码相配合要满足容量要求。

(四) 差错控制的监督码

根据采用的差错控制方式，决定这部分码元的数目。

以上四部分是电码结构的一般成分，针对容量和系统的结构不同，电码结构可以压缩，只取其中几项。整个电码的长度在系统设计时，要结合信息传输速度、动作方式等综合考虑。当然，若从编码电路的角度来分析，地址码、状态码和信息内容属于信源编码，而差错控制是属于信道编码，具体电路在第二章再介绍。

第三节 基本选择方法

电码由电码单元组成，信号基础课只是从理论上讲述了各种码的组成方法。然而，如何使电码的编制、传递、译码更具体化呢？在运动技术中，把这些问题总称为选择方法。因此，不同的选择方法，就有不同的编码、传递和译码方式。可以说选择方法往往决定了系统结构的特点。

选择方法可分为四种：特征选择、分配选择、组合选择和电码选择。

一、特征选择

采用单脉冲电码，每个脉冲沿自己专用的信道来传送。为了构成特征选择的系统，在发送端就必须有产生脉冲特征的设备，在接收端根据不同的特征来选择相应的对象执行电路。可以看出，命令或表示的信息内容是由脉冲的特征来区分。

为了简明起见，本节举例都采用继电器电路。

图 1—1 所示电路是特征选择的最简单的例子。

图中采用极性特征电码，利用开关 1K 和 2K 的位置，决定发出脉冲的极性。接收端是两个有极继电器，作为译码设备。每个开关对应一个对象，而发给对象的命令内容就决定于是正脉冲还是负脉冲。

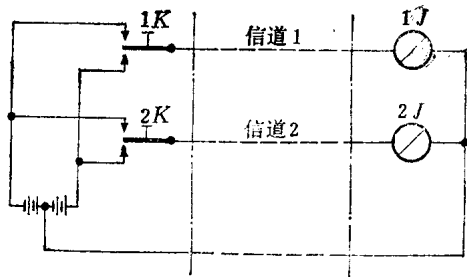


图 1—1 特征选择示意图

上例只能控制两个二位式对象，假如要控制 n 个对象，每个对象有 K 个位置，则相应的特征选择系统必须有 n 个具有 K 个特征的脉冲。每个脉冲要一条信道，则需要 n 条信道。特征选择的最大容量：

$$M = K \cdot n \tag{1-1}$$

传送一个电码所需的时间 T ，约等于一个脉冲的持续时间 τ ：

$$T = \tau \tag{1-2}$$

特征选择中若采用极性、振幅、时间、相位特征，一个信道就必须占用一对通信线。即使采用公用回线，使用的导线数：

$$H = 1 + n \quad (1-3)$$

在采用频率特征时，由于频带分割技术，一对通信线可以同时通过数种频率，因此就节省了导线数。

特征选择最明显的优点是：由于各电码占用独立的信道，所以可同时控制所有对象，即平行发送信息。

特征选择的缺点是：采用多特征脉冲时，编译设备复杂。信道数与容量有正比关系，所以使用的通信线多，只适于近程控制系统。系统的抗干扰性能差，当通信线发生混线时，就会造成错误传输，错误执行。

二、分配选择

分配选择在单级时，仍采用单脉冲电码。多级时，采用多脉冲电码，发送端产生脉冲特征，并在一个信道上依次传送脉冲序列。接收端按照脉冲在序列中的位置（即号数），来选择相应的对象，并按照脉冲的特征来选择该对象的相应执行电路。这种选择方法就是分配选择。

在分配选择中，发送端要使脉冲形成一个序列，让每个脉冲都有一个号数，沿一个信道传送。接收端必须判断出每个脉冲的序号数，才能决定是哪个对象，而且要区分出脉冲的特征，从而决定采用什么样的执行电路。因此在发送端和接收端要分别设置同步工作的分配器（时间划分开关） $1F$ 和 $2F$ 。图1-2所示电路为采用极性特征的分配选择示意图。

图1-2中， $1F$ 和 $2F$ 分别有2步， $1F$ 走到1步要求 $2F$ 也一定走到1步，这就是同步工作。每个脉冲有两个特征，分配器是2步，即两个脉冲，可以控制两个二位式对象。设特征数为 K ，分配器步数为 n 则最大容量为：

$$M = K \cdot n \quad (1-4)$$

分配选择可能传送的最大命令（表示）数和特征选择相同（在脉冲特征数相同的情况下），但是为了传送同样多的命令，分配选择的传送时间要增大：

$$T = c \cdot n \cdot \tau \quad (1-5)$$

式中 n —— 分配器的步数；

τ —— 脉冲宽度；

c —— 考虑分配器动作时间所附加的系数。

分配选择的最大优点是采用单信道传送信息。其缺点是要保证发送端和接收端稳定工作，极其重要的问题是发送端和接收端的分配器必须严格同步，这就增加了设备复杂性。另外，由于传送的是脉冲序列，只能在一个周期内依次地对所有对象进行控制，不能同时控制。要想对某一对象进行重复控制，必须等待一个周期的时间。

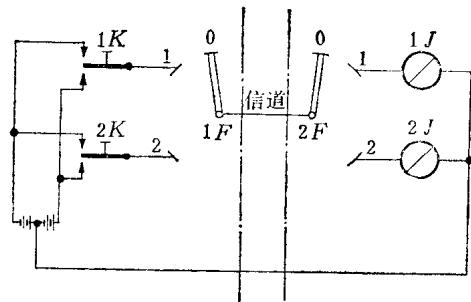


图1-2 分配选择示意图

电子技术和新型元件的发展，提供许多快速动作的分配器，而且同步问题也能容易地实现。因此，分配选择得到广泛的应用。

三、组合选择

采用多脉冲电码，发送端将脉冲进行组合，编制成电码，各电码单元沿各自独立的信道传送。接收端根据各电码单元的不同组合（即不同的电码），来选择不同对象的不同执行电路。

组合选择中脉冲的传输和特征选择相似，也是利用多信道，单信道送来的一个脉冲（即一个电码单元）不代表任何意义。组合选择的原理可用图 1—3 来说明。

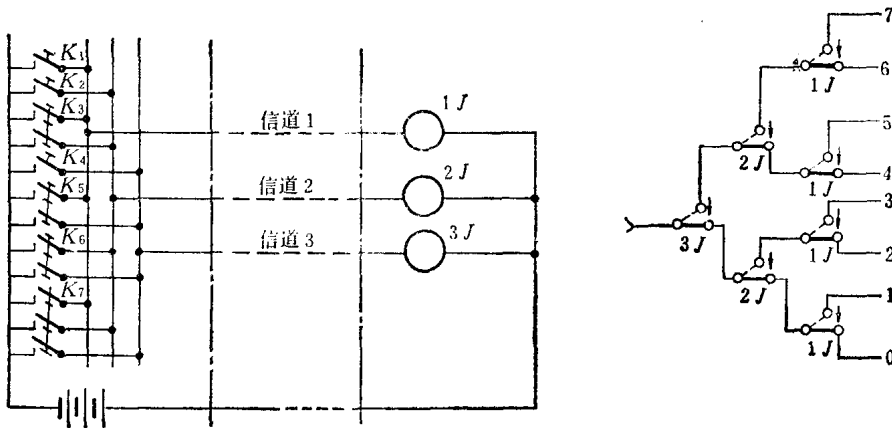


图 1—3 组合选择示意图

图中一个电码由三个直流振幅脉冲组成。每个脉冲的两种特征为“1”（有振幅）和“0”（振幅为0），所以可构成的有用电码数为：

$$M = 2^3 - 1 = 7$$

其中 0 0 0 组合不用。发送端分别用七个开关 $K_1 \sim K_7$ 来控制，每按下一个开关，则在三个信道中送出三个脉冲，构成一个电码。其电码组合分别为：100、010、110、001、101、011、111。在接收端用三个继电器 1J、2J、3J 来接收三个信道中送来的脉冲，利用它们的接点构成译码器，通常称为塔式译码器。

若按下开关 K_5 时，则在第一和第三信道上同时送出振幅脉冲，而在第二信道上送的为 0 脉冲，故 1J 和 3J 吸起，结果形成第五条执行电路。从译码电路中可以看出，任一执行电路的选出是和所有继电器有关的。第五条执行电路就经过 1J 和 3J 的前接点和 2J 的后接点，才能接入正电源。

从上例中可以看出，若令脉冲特征数为 k ，而电码单元数（脉冲数）为 n ，则电码容量 M 为：

$$M = k^n \tag{1-6}$$

组合选择传送命令的时间和特征选择相同，即：

$$T = \tau$$

组合选择的容量比特征选择多，传送时间相同，属于快速系统，但是所用的信道数，多于分配选择，低于特征选择，译码设备比较复杂。这种选择方式，一般用于控制距离短，对