

分散型对象远动系统

B. A. 依林

科学出版社

分散型对象远动系统

B. A. 依林 著

石 远 译

科学出版社

1963

В. А. ИЛЬИН
СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ ДЛЯ
РАССРЕДОТОЧЕННЫХ ОБЪЕКТОВ
Государственное энергетическое издательство, 1960

內 容 簡 介

本书介绍了国民经济中大多数远动系统的建立原则，这些系统的远动对象是分散在平面上或沿线分布且参加统一生产过程的（例如采油场、采气场、管道系统、灌溉系统、大工厂、露天矿场、铁道运输、水路交通以及城市公用事业等等）。

书中讨论了各种分散型对象远动系统的结构和各种有关对象状态与控制命令的信息传送方法，并叙述了几种可靠性高的无触点元件的远动系统与设备。

本书可供从事生产过程自动化与远动化的工程技术人员及高年级大学生参考之用。

分散型对象远动系统

В. А. 依林 著

石 远 译

*

科学出版社出版（北京朝阳门大街117号）

北京市书刊出版业营业登记证出字第061号

中国科学院印刷厂印刷，新华书店总经销

*

1963年12月第一版

1963年12月第一次印刷

（京）0001—3,600

书号：2843 字数：75,000

开本：850×1168 1/32

印张：3

定价：0.55 元

前 言

十年前,远动设备主要是由有触点元件、电子管和活动部件等不很可靠的元件組成。近几年来,开始生产新的无触点设备,它們逐漸代替了旧设备。这种新设备的特点是由于采用了可靠性較高的半导体、磁性及其他元件。其工作质量有了根本的改善,而且,远动技术的应用范围也大大扩大了。与此同时,在采用現代化元件情况下,更迫切地提出了如何选择远动系統的合理結構和传送信息方法的問題。

近几年来,出現了很多有关分散型对象远动系統的著作,其中有一些[2,4,20,27,35,40和44]是描述不同工业部門分散型对象远动化的特点,以及在這些部門中所应用的远动系統及设备的,另外有一些著作[3,5,6,16,17,21,23,29,32,36和46]是介紹了应用于分散型对象的远动设备和元件,还有一些著作[1,14,15,18和45]是論述分散型对象远动系統的建立原則的。

本书将在第一章論述分散型对象远动系統的建立原則及其結構、选择方法、信息傳輸方法和将执行端(ИП)接入通訊道的方法。第二章将敘述远动系統所用的有綫和无綫通訊的一般特性及其結構的选择。第三章将介紹广泛应用于远动系統的各种无触点元件。最后一章将簡述几种新的无触点分散型对象远动系統。

前言.....	iii
第一章 分散型对象远动系统的建立原则及其结构	1
1. 引言	1
2. 结构和一般的建立原则	5
3. 选择方法	10
4. 远控、远信和远测指令的传输	14
5. 远动信号的传送方法	17
6. 执行端接入通讯线的方法	23
第二章 通讯线的一般特性和结构的选择	28
7. 远动通讯线的一般特性	28
8. 有线通讯线结构的选择	32
9. 无线电通讯线结构的选择	38
第三章 远动装置的无触点元件	42
10. 概述	42
11. 串联电路的频率继电器	43
12. 双回路滤波器	46
13. 双频率电码选择器	50
14. 机械式频率继电器	52
15. 具有矩形磁滞回线的磁性元件	54
16. 指数转换器	56
17. 高稳定度脉冲发生器	62
第四章 无触点远动系统	68
18. 单频率方法选择执行端的系统	68
19. CΠ-1 和 CΠ-3 无线电远动系统	72
20. KCT 综合远动系统	75
21. 时间划分制无触点远控、远信、远测系统	78
22. BCT 指数转换器远测系统	82
参考文献.....	86

第一章 分散型对象远动系统的建立 原则及其结构

1. 引言

在国民经济的许多部门中,例如电力系统、铁道、航空、海运、采油场、大工厂、矿井、水利系统、管道和城市公用事业等等,参与统一生产过程的许多机器及机组之间,或它们与控制端之间有的相隔很远,达几公里、几百公里,甚至于几千公里。

在这些系统发展的初期,为了提高业务效能和工作效率,常常利用电话进行集中调度。这种调度工作就须在各地设有值班人员,因此,集中调度只能部分地提高工作效率。

如果采用远动方法和设备——远控、远信、远测和远调对无人值班的控制对象进行管理,就可以从根本上提高工作效率。

如果说,自动化提高了劳动生产率和相距不远的机器的工作效率,那么远动化则将分散于广大地区的各个机器联成一体,实行中央控制,给进一步改善生产创造了有利条件。

如同生产过程自动化的条件要先有一定的机械化水平一样,远动化也要求当地对象有一定的自动化水平。正如自动化是在机械化发展的基础上发展起来的一样,远动化则需要自动化的发展作为基础。

远动化发展的现阶段是调度员借助于远动设备实现远距离检查和控制,以后将是采用自动化装置和计算机来部分地或全部地代替调度员,即过渡到远距离自动系统。

一切远控(TV)、远信(TC)、远测(ТН)和远调(TP)设备的技术任务在于由调度端(ДП)向一定的执行端(ИП)或方向相反地传递相应的信息。

远动设备和一般的电话、电视、电报系统有所不同：这些系统是实现人与人之间的信息交换；而远动设备则是实现当地对象的设备与调度端的人之间的信息交换，而在远距离自动系统中则是各个自动机组之间的信息交换。

所以，和通讯一样，远动化的基本问题也是信息传递的可靠性和有效性问题，即要保证可靠地接收信息和用最经济的方法沿通讯道传递信息，广义说来，即通讯道的复用问题。但是，和通讯系统比较，远动系统又有以下特点：

(1) 输入、输出设备的特殊性：如果说，通讯系统中输入、输出元件和设备是送话器、电话、电子显影管和光电显影管的屏幕，那么，远动系统中则是控制键、远测变送器、指示和记录仪表、执行继电器和其他执行机构。

(2) 被传送信息的内容及其特点：要求的频带宽度一般比电话、电视窄得多。在远控装置中，沿通讯道向各信息接收器传送大量较稀疏的“是”—“非”型控制命令，因此常采用实现多通道的特殊方法以及比较复杂的终端设备。

远测装置中应尽量减小被测参量的传送误差，因此一次和二次转换器的传送系数必须高度稳定。

(3) 对任一时间内信息传送的可靠性提出更高的要求：信息发送—接收系统的短时间中断往往使远动系统工作变坏，甚至于失去工作能力；信号的少量丢失也可能产生错误指令而引起严重后果。而且，信息传递的时延过大也是不允许的。

与此不同，电话电报通讯中，信息传递的中断和显著的延迟都被认为是正常的现象。电报就象是具有一定中断时间的接力赛跑，而电话则总是在一定时间里延续的。

(4) 远动装置线路结构的特点：各信号源和信息接收器只与一个或有限个控制端相联，即控制端很集中。远动系统中信息的交换是在当地对象和控制端的人之间或调度端的自动机和被控对象之间进行；而通讯系统中信息是在各点上的人们之间传送。

近几年来，远动化的应用主要在集中型对象上发展，如苏联是

在动力系统中得到了最广泛的应用。

为了实现从调度端对发电站和高压变电站等较大对象实行控制,已有各种不同的方法和技术设备。这时,在每个被监视或被控制的对象上装有不同的远动装置,并通过单独的通讯道或通讯线与调度端相联。图1给出发电站或变电站控制系统的典型例子,这是集中型对象远动系统的典型方块图。

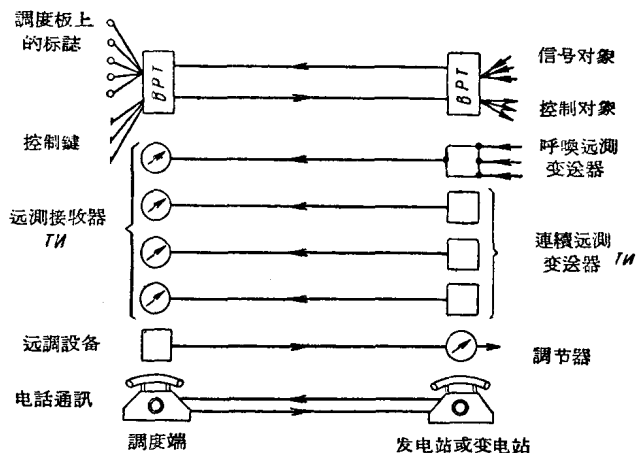


图1 由调度端控制发电站或变电站的远动设备及通讯线路图

随着更现代化的控制生产过程方法的采用,出现了分散型对象自动化远动化的任务。在工业、运输和农业各部门中分散型对象比集中型对象要多几十倍、几百倍。在这种系统中,规模不太大的对象或者分散在一条线上,如输油、输气管线、水利系统、运输系统等,或者分散在平面上,如石油采油场和采气场等。这些对象组成统一的、互相联系的生产过程。如果在这里,每个被监视的或被控制的对象都用单独的通讯线或通讯道与调度端相联,则从技术和经济观点上看都是不合理的。因此,这种系统的自动、远动方法和技术设备有其独自的特点。

为了在国民经济的这些部门实现自动化和远动化,必须采用综合系统,用来对当地对象的工作进行监视,并沿同一条通讯线由调度端传送远控命令。在很多情况下,通讯线是与调度电话合用

的。

用来集中控制石油油井的远动綜合系統是一个包含大量分散型对象系統的典型例子(图 2)。

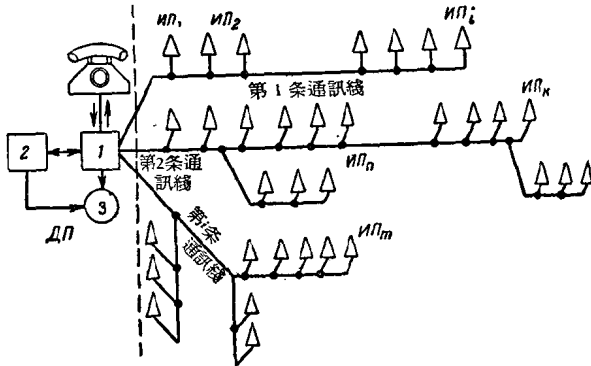


图 2 控制石油油井的远动綜合系統調度端设备及通訊道綫路图

1——交换装置； 2——远控和远信装置； 3——呼唤远测装置。

这里每个油井应该有 1—2 个呼唤远测(在个别情况下其中一个是远距离测力計)及 1—3 个双位制远控对象(其中包括呼唤远测用的远控命令)。此外，每个油井必須传递 1—2 个有关油井设备事故的信号以及双向电话通訊，供巡察人員和修理队用。

一个調度端可以控制 30—200 个油井(执行端)，而联系調度端和油井羣的通訊綫为两条到十条。

仅仅在調度控制的发展的最初阶段曾經尝试过用一些单独的通訊綫(其数目等于传送的远控和远测信号的数目)把每个油井和調度端联结起来。这种系統价格昂贵，且不可靠，因此没有得到进一步的推广。現代的远动系統一般如图 2 所示。因此，图 2 是分散型对象远动系統的典型方块图。

因石油油井經營管理方法及其工艺设备不同，对采油場远动系統的要求也有所不同。国民經济的不同部門对远动系統的要求更是不同。但尽管如此，各种分散型远动系統还是有許多共同点。

表 1 給出国民經济各部門最近几年必須实现远动化的分散型对象的一些平均指标，这是由极粗略的近似計算得到的。表 1 中

沒有包括中小城市和市鎮的电力和其他远动对象；也沒有包括城市交通控制系統的对象和鐵道运输等等。

表 1

远动化对象	远动化执行端数目	执行端上远控指令的平均数(包括呼唤远测)	执行端远测平均数		1965年大至能达到的远动化的百分数	备 注
			連 續	呼 喚		
1.石油采油場·····	50000	2.2	—	1.5	80	
2.油井鉆探·····	2000	5.0	—	4.0	20	
3.輸油輸气管綫(不包括压缩站和气体分配站)·····	5000	1.7	—	1.5	70	
4.管道上的气体压缩端和气体分配站·····	1500	10	0—2	6	70	
5.采气場·····	1000	4.0	—	3.0	70	
6.工业联合企业·····	2000	6.0	0.5—1	4.0	40	
7.矿井和露天矿場·····	5000	2.0	—	1.0	30	
8.大城市的城市公共事业·····	20000	3.0	—	2.0	30	
9.水利系統·····	50000	2.0	—	1.5	5	
	136500	2.3	—	1.7	50	

表 1 所示的大部分执行端都有几个双位制远控对象(平均 2—2.5 个,其中包括接入呼唤远测用的),几个呼唤远测(平均 1.5—2 个),以及在調度端上有相应的信号对象的数目。同时,在国民經济的各部門中也有一些具有較多远控、远测、远信对象規模較大的分散型执行端,例如气体压缩站。显然,还有比表 1 所列举的多得多的远动对象,也将在許多年內以增长的速度实现远动化。

在綜合自动化工厂和企业中远动設備将愈来愈多地代替通訊設備。

2. 結構和一般的建立原則

自动化与远动化的发展,如沒有自动、远动技术設備的經常改善是不可想象的。但是,一般說来,个别結構的改善对于建立原則

不能引起总体的改变，仅会引起其局部的变化。自动与远动系統建立原則的改变是比较緩慢的。因此，按照拟定的建立原則，常常可能組成一系列的远动系統和当地自动化装置。

因此，結構与建立原則的选择是組成远动系統的基本問題。

首先討論远动系統的一般結構。

远动系統由以下三个基本部分組成：即調度端装置、通訊道和执行端装置。可以选择不同的調度端装置、不同的执行端装置和不同的通訊道来組成各种不同的系統。远动系統的总結構决定于这些在一定程度上互相联系三个基本部分的結構。

以下仅討論分散型对象的远控、远信、远測及远調或至少包括其中兩項的远动綜合系統。单独的远測、远信、远控或远調系統都是属于比較簡單的个别情况。

所謂分散型对象远动系統是指至少有几个执行端或者分散于直綫上的系統如管綫、鉄道、灌溉渠道等；或者分散于平面上的系統如采油場、采气場、工厂等；或者分散于空間的系統如地下采煤矿井等。

現在我們来討論远动系統的上述各个基本部分。

調度端可以有一个或几个远測、远信、远控和远調装置。它們是直接地或通过交换装置接到一条或几条通訊綫上。交换装置的作用是按調度員的意图或按一定程序（循环問詢）自动地将远控、远測、远信和远調装置接通到一条或几条通訊綫上。必須指出，远控和远信装置，或远測和远調装置常常可以統一起来，組成一个整体。

关于調度端装置方块綫路的構成問題还没有建立起足够的科学基础。因此，一般是用工程計算和比較各种方案的漸近方法来选择最佳的装置結構。

采用远控、远測、远信和远調設備的不同交换綫路与联接綫路以及不同数目的联接調度端和执行端的通訊綫（例如图 2 所示之綫路），則可以組成大量不同的調度端方块綫路。如何从大量不同的装置和綫路的可能方案中选择調度端装置結構的問題，在很大

程度上应由远动系统所处具体条件和要求决定。

在给定技术要求下，决定方块线路选择的主要因素是调度端装置和整个系统的高度可靠性。可靠性可以用概率论的方法计算。这时应特别注意对整个系统的综合研究，并同时注意对通讯线和执行端装置作个别的解决。

分散型对象系统的通讯线可以有各种不同的结构。

远动系统通讯线的基本结构示于图 3。图 3a 给出集中型对象系统通讯线的标准线路图。其他各线路是分散于线上(图 3б)、平面上或空间的对象。

在辐射式线路中(图 3в)，全部执行端都通过各自的传输线与调度端相联。单传输线式的线路(图 3д)是将所有执行端串联起来。丛树式线路中(图 3е 和 ж)执行端分成组(丛树组)，每组由单独的传输线与调度端相联，每一丛树组的传输线将本组的执行端串联起来。图 3е 和 ж 所示的线路中，其丛树组数 $m = 4$ 和 $m = 6$ 。树枝式线路(图 3з)中，如果通讯线的联接处没有特殊的交换装置，则原则上和丛树式线路一样。还可以组成这两种线路的混合线路。

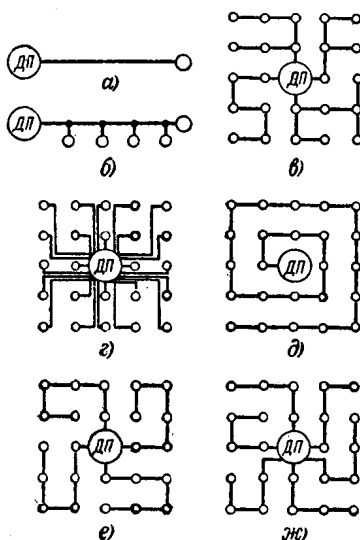


图 3 通讯线的基本线路图

为了有根据地选择通讯线，§ 8 中将叙述和分析以上各种基本线路。为了简化分析，作了某些与实际有出入的假设。尽管如此，但仍然可以近似地对各种通讯线结构进行估价和相应的选择。

分散型对象远动系统执行端装置的结构比较简单。实际上，一个系统，或者只包括一种类型的执行端，或者包括几种远比调度

端結構簡單得多的執行端。

一般在一個執行端上有一個或幾個遠控、遠信、遠測或遠調對象，在極分散型對象系統中執行端只包括一個遠控、遠信、遠測或遠調對象，這種執行端的結構最簡單。而具有許多個遠控、遠信、遠測和遠調對象的執行端的結構則比較複雜。

執行端可以按照對象完成運動作用的性質分類(TV、TC、TH、TP 或其綜合)，也可以按照它們所包括的對象數目分類。

執行端或執行端上的各個對象可以通過切斷裝置或交換裝置，以並聯或串聯的方式接入通訊綫。由此，執行端有不同的結構。本章將分析執行端接入通訊綫的各種不同綫路。

為了正確地選擇運動系統的結構，一方面必須分析系統的各個組成部分，另一方面還必須綜合地研究選擇整個系統的問題。現在，研究系統結構的科學基礎的工作還欠完善，所以，為了選擇系統的結構，必須利用本章所列举的一些較局部的研究成果，並對解決同一問題的不同方案進行比較。可以對不同方案用比較和工程計算的方法進行選擇。

對於油管、氣管、采油場、采氣場、水利系統、礦井、露天礦場、大工廠、城市公共事業等分散型對象運動系統的要求和一般的建立原則，根據我們的研究結果，建議以下幾點：

(1) 應該考慮自動運動系統的當地對象上無值班人員，而生產過程的特徵和自動化的水平容許用比較簡單的方法實現這種要求。

(2) 使運動系統不傳送多餘的信號是合理的。凡是可以不通過運動系統而用其他比較簡單的方法解決的任務都應由當地自動裝置來完成。這樣可以提高系統工作的可靠性，在可能情況下可以除去象通訊綫這樣的不可靠環節。

只有根據運行情況的需要，運動系統才對當地自動裝置進行監視（遠測、遠信）和遠控。對於許多自動化對象限制其遠距離監視的數目是合理的。

(3) 從提高可靠性和運行指標的要求出發，在分散於平面上

的对象的远动系统中采用丛树式线路是合理的。全部执行端划分成组,每组都有单独的通讯线与调度端相联。如 § 8 所述,在同时满足经济性和系统工作可靠性的要求情况下,对于每一种具体情况存在一个最佳的丛树组数目。此外,这个系统建立原则的特点是在各种运行条件下系统的灵活性和改变对象数目的可能性。系统执行端数目的增加并不要求设备有较大的改变(例如,不必改变原有的各个丛树组)。

当地对象沿着直线分散时(石油和天然气管线等),通过远动通讯线将分散在调度端的某一方向的对象联系起来,使它们形成一个独立的丛树组,而调度端位于通讯线的中央是合理的。

(4) 为了提高远动系统工作的可靠性,执行端和被监视对象一般应该并联接入通讯线,而不切断它。应该按照通讯管理机构的建议架设通讯线。同时,如下所述(§ 2 和 § 6),应该保证使每个执行端的输入短路的可能性极小。例如可以通过保险丝、变压器或限制器接入执行端。这时,输入输出短路的概率极小,至少比烧断保险丝或烧毁线圈的概率小几倍。

(5) 必须特别注意无人值班对象上的装置工作的可靠性。用于这种对象的装置应该比较简单,包含不可靠元件(电子管、电磁继电器和其他有触点元件)的数量最少。在必要时甚至为了简化执行端装置而使调度端设备稍为复杂化也是合理的。因为调度端的值班人员可以在最短的时间内消除装置的故障,因而提高了整个系统的运行指标。

(6) 为了提高工作的可靠性,非常希望远动系统不用对象的当地电源,因为当地电源可能带来附加的不可靠性。而且,执行端的远动装置最好不与对象使用同一电网供电,这样,对象上发生事故时远动系统的工作不至受破坏。如果远动系统使用当地电源,则对象上发生故障时常要引起电力网的切断,于是破坏远动系统的工作。在发生事故时,系统应该实现监视和控制,以防止事故的发展。

(7) 为了提高工作可靠性,远动系统应由高度可靠的无触点

元件、具有最少量的电磁继电器、运动部件、触点和电子管的元件組成。同时，一切元件和设备都不应该在过载的情况下工作。而且，系统中任一元件的损坏（任何导线的断线，电容器、二极管、晶体管三极管的短路）也不应该引起执行端的选择或命令的执行发生错误。

(8) 分散型对象远动系统做成综合形式是合理的。这种综合系统应该沿着一条通讯线完成所有必要的远动任务（远测、远信、远控和远调）。

(9) 自动远动系统及设备应该满足统一化的要求，并且允许在执行端数目稍有增减时无需对原有设备进行本质的更改。而且，这种系统应该适应于现代工艺过程的综合自动化的要求。

3. 选择方法

对象上远动装置工作的可靠性主要决定于选择方法、有触点元件（电磁继电器）和其他某些易于损坏的元件（电子管、离子管等）的特性。

在集中型对象（电力系统、地下铁道车站等等）的远控—远信装置中，广泛采用时间划分信号的选择方法（例如 BPT, PBC, KPB, ДБК 等装置）。

在分散型对象系统中也曾试图采用时间划分制和继电器有触点元件。这时，每个执行端必须设有全套远控—远信装置，其分配器必须包括系统的全部容量，即包含系统总的对象数可能是几十个甚至于几百个。但这时每个执行端上却只有一两个对象。

在考虑选择方法时，必须在对系统的给定要求下对各种不同方法进行比较。

在采用时间划分制和有触点继电器为选择元件的情况下，为了比较各种选择方法应该在同一条件下比较各系统的对象所需的电磁继电器的总数，这时近似地忽略负载和继电器触点数的影响。

下面我们来决定在时间划分制中，当选择方法不同时，一个对

象上分配繼電器和選擇繼電器的平均數目。假設一條通訊綫上有 N 个对象, 每个对象上分配繼電器和選擇繼電器的平均數是 Kp 。 Kp 決定于選擇方法, 在一般情況下 $Kp = n_1 + n_2$, 式中 n_1 是組成一个電碼的脈沖總數, 而 n_2 是一个電碼中的選擇脈沖數。

如果不考慮同一傳送過程中可以多次利用同一繼電器, 以及可以采用整流片等元件來節省繼電器數目, 則各種選擇方法在一个对象上的平均繼電器數目可以由以下公式決定:

(1) 分配非編組方法在 $N = n_1; n_2 = 1$ 時:

$$Kp = N + 1. \quad (1)$$

(2) 分配編組方法在選擇級數為 q , 每組的对象數是 $\sqrt[q]{N}$; $n_2 = q$ 時:

$$Kp = q \sqrt[q]{N + 1}. \quad (2)$$

(3) 單組合的組合選擇方法時:

$$Kp = n_1 + n_2,$$

其中 n_1, n_2 和 N 之間的关系是:

$$N = \frac{n_1!}{(n_1 - n_2)! n_2!}. \quad (3)$$

(4) 全組合的組合選擇方法時:

$$Kp = \frac{\log(N + 1)}{\log 2} + \frac{\sum_{n_2=1}^{n_1} n_2 C_{n_1}^{n_2}}{N}. \quad (4)$$

(5) 分配器分散于各个对象上的分配非編組方法: 这里每个電碼的脈沖數等于对象的數目, 在電碼傳送時, 通訊綫的各段是一个接一个地和調度端串聯。而不同的電碼脈沖的號碼对应于不同的对象。这时

$$Kp = \frac{n_1}{N} + n_2 = 1 + 1 = 2. \quad (5)$$

图 4 給出上述几种選擇方法的 $Kp = \varphi(N)$ 关系曲綫, 曲綫上的数字对应于上述各种方法的編號。

在矩形磁滯迴綫无触点系統中, 每个部件等效于一个电磁繼電器。因此, 图 4 上的曲綫也可以表征時間划分制无触点远控系

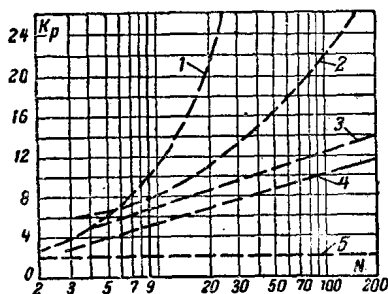


图4 各种不同选择方法下每个对象所需分配和选择继电器数目 Kp 与对象数 N 的关系

統中用矩形磁滯迴綫元件組成的部件数。

由图4看出，如時間划分制中用分散分配器方法，則每个对象上平均继电器数最少，而其他方法都比它多。而且其他方法的平均数还会随对象数目 N 的增加而增加。所以，如果系統中或执行端上对象数目不同，其他方法都很难

制造成統一化的系統。

但是，分散分配器的方法具有以下缺点：

(1) 由于在系統中串联了很多触点(等于 $N - 1$)，因此降低了通訊綫和系統的可靠性。某一对象分配器的损坏将会引起整个系統或系統的大部分失灵。下面將讲到，这种系統的结构可靠性很差。

(2) 如果在选择时脉冲性干扰使計数脉冲轉化为选择脉冲，則誤动作的保护将大大地复杂化。把分散分配器方法和頻率制作比較，如果它們的继电器动作速度相同，則分散分配器方法的选择時間大約比頻率制装置大 N 倍。因此，由于选择時間的增加而来的干扰使失真的概率也大大增加。

(3) 很难离开远动系統的工作而实现任意的选择和電話通訊。

这些缺点限制了分散分配器方法的应用。

采用頻率制选择方法的无触点系統，不論是单頻率还是双頻率选择对象，选择电路中都可以不用电磁继电器，每个对象上只用一个頻率元件(見第三章)。而接在这种頻率譯碼器輸出端上的电磁继电器或无触点继电器都只完成执行继电器的作用。因此，这些继电器是当地自动化装置的一个組成部分。

現有的选择对象用的无触点元件，如頻率元件、指数轉換器和