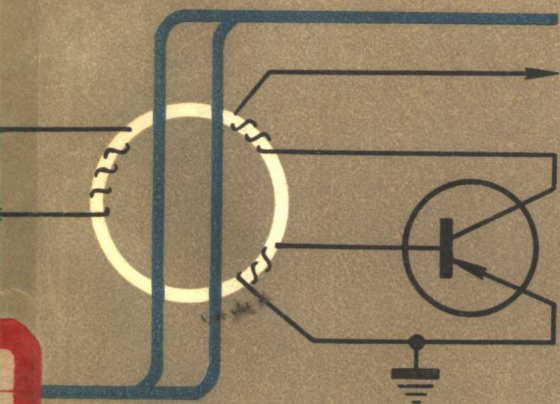


电子式自动电话交换机

〔德意志民主共和国〕K. H. 罗姆勃夫著

朱 一 鳴 楊 明 幹 譯



民 邮 电 出 版 社

电子式自动电话交换机

[德意志民主共和国] K. H. 罗姆勃夫著

[苏联] Я. Г. 柯伯連茨等增訂

朱 一 鳴 楊 明 幹 译

人 民 邮 电 出 版 社

ЭЛЕКТРОНИКА
В ТЕЛЕФОННОЙ ТЕХНИКЕ
ПЕРЕВОД С НЕМЕЦКОГО
ПОД РЕДАКЦИЕЙ
Я. Г. КОБЛЕНЦА
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО 1960

内 容 提 要

本书根据国外文献讨论了电子（无接点）器件在电话技术中的应用问题。

在 200 多篇文献的基础上阐述了各种无接点交换元件、基本电路、部件和装置的动作原理。讨论了一系列局部的有关现有自动电话交换机机制中运用无接点元件的办法。叙述了一些新的机械——电子制式和在研制全电子式交换机方面的探索性的工作。

本书可以作为从事通信、自动化、遥控技术工作的科学工作者和工程师的参考读物，也可以作为高等院校的教学参考书。

电子式自动电话交换机

著 者：〔德意志民主共和国〕K. H. 罗姆勃夫

译 者：朱 一 鸣 杨 明 幹

出版者：人 民 邮 电 出 版 社

北京东四 6 条 13 号

（北京市书刊出版业营业登记证出字第 048 号）

印刷者 北 京 市 印 刷 一 厂

发 行 者 北 京 华 书 店

开本 850×1168 1/32

1963 年 3 月北京第一版

印张 11 页 176

1965 年 3 月北京第一次印刷

印刷字数 233,000 字

印数 1-3,450 册

统一书号：15045·总1449—市90

定价：（科 6）1.60 元

中譯本編者序言

本书的原版为德文版（1956 年版），已于 1959 年翻譯成中文出版。1960 年該书俄譯本出版，在俄譯本中，除保留了原书的主要内容和結構外，并补充了原德文版出版后发表的新資料，对于某些部分作了些改写，增加了俄文參考資料的目录，质量有所提高。現在根据俄文譯本重新加以翻譯，以滿足讀者的需要。

1964.9.

德文版原序摘要

把采用由精密机械构成的机-电器件的电话交换技术基本原論，利用电子器件加以改进，是极为重要、极为有益、同时也极为困难的任务之一。

第二次世界大战以后，再次发现急需克服现有各种制式的自动电话交换机中阻碍电话技术进一步发展的根本性缺点，因此进行上述工作就显得更加需要。全自动长途通信的要求也日益提高，由于机-电式自动电话交换机在机械和工艺方面的严重缺点，因而现有技术设备已经不能满足这些要求。因此提出了电子元件在电话技术中应用的研究任务，而首先要把分散在国外的专门文献中的资料加以汇集和系统化。在德意志民主共和国举办了有关这一课题的一系列的报告会，会上大家认为最好把这些报告的内容加以综合，汇编成书。

各种机-电制自动电话交换机，特别是那些具有选择器（用具有复杂机械动作的交换装置构成）的一些制式的共同缺点是大家所熟悉的。除了金属接点所具有的优点——金属接点的交换参数目前还不能无接点元件获得——以外，机电式存在着一系列没有解决的问题，例如具有滑动接点及由此带来的动作不够安全可靠，又如必须采用贵金属构成的压力接点等。

用史端乔式步进选择器或升降式、机动式选择器装备的机-电式自动电话交换机有很多缺点，需要不断加以改进。这些制式都不能满足目前对它们提出的要求。自动电话交换机制式发展的趋势说明，发明家们倾向于尽一切努力简化机械结构，不过这就使电路复杂起来。机械动作达到最低限度的纵横制就是这种发展的实例。

自动电话技术的进一步发展，要求采用电子（无接点）元件。但是在这一方面还有一些困难问题需要解决，例如必须接通大量电气回路并保证它们互不影响地工作。这就需要新的交换方式和新型

电子元件。电子元件至今还没有达到应有的落差系数，电子式自动电话交换机的经济问题还远未得到解决。

如果想要在电话技术中大量使用电子交换设备，首先必须克服这些困难。

各种制式，特别是具有集中控制装置的旁路控制制式的经济性，取决于这种装置的数量。电子元件在高速动作方面有着很大的优越性，这就可以把接续速度加快好几倍，并且当采用适当的电路图时，可以把公用控制装置的数量减少到最低限度。但是，任何接续都是从用户电话机开始的，而用户电话机拨号盘的工作比较缓慢。只有当建立接续的速度与用户拨号速度无关的时候，才能收到完全的效果。所以应该寻求一些办法来加速或简化用户拨号，或者做到接续建立过程与用户无关。

这里研究的技术问题还处在发展的初级阶段，但是，目前各国作为实验室模型或试验样机研制出来的一些电子式和部分电子式自动电话交换机证明，未来是属于它的。

研究和应用电子元件不仅要求交换方面的学识，而且要求工艺方面的学识。这里我们是广义地来理解“电子元件”这个名词的，也就是把所有不用机械动作来实现交换过程的无接点元件都称为电子元件。未来的电子式或部分电子式交换机的设计师一方面必须完全掌握现代电话交换技术，以便吸取和利用已有的经验，另一方面必须熟悉新型电子元件和无接点元件的特性。

这本书可以给电话专业工程师和技术人员提供新的启发，也可以供电子学专家们、青年专家们参考。同时也可作为中专学生和大学学生的参考书，来激发他们对研究这一新技术的兴趣。

因此我们首先研究机-电制式和元件的缺点，叙述部分电子式中采用的机-电元件。然后详细叙述电子和无接点元件及其在自动电话交换机控制电路和通话电路中的应用实例。

可以预期，这本书将会推动专家们的创造性工作。本书是德意志民主共和国柏林中央邮电实验室的几位研究人员编写的，他们的

姓名及所写的章节如下：

U. 弗罗斯特：继电器电路、机-电式自动电话交换机及其元件、
現有一些制式中电子技术的部分应用。

K. 盖尔必格：晶体管、整流器、音频拨号接收器。

A. 基尧特施：磁性元件及其应用。計数装置。

A. 哈尔德特：电子式和机械-电子式自动电话交换机的話务負
載能力。

F. 刘德維希：現有制式中电子技术的应用和机械-电子制式。

J. 梅尔斯：电子管及其在交换装置中的应用。

K.H. 罗姆勃夫：电子管及其在交换装置中的应用，交换的一
般問題和制式的构成，現有制式中电子技术的应用和机械-电子制
式。

J. 施里雅海尔：电子式自动电话交换机。

K.H. 罗姆勃夫

A. 哈尔德特

俄譯編者序言

柏林中央邮电實驗室的專家們所編著的“电子式自动電話交換机”一书中，載有西欧、美国的一些專家和公司有关无接点交換元件、及其在自动電話技术中的应用和机械-电子式、全电子式交換机的构成等問題的大量著作的概述和簡介。該书的最后一部分敘述了电子式自动電話交換机話务負載能力的特点，作了某些总结并討論了最近的发展前途。

德意志民主共和国出版的这本书，把大量分散的有关電話技术中运用电子元件和无接点交換設備的資料加以系統化，这是世界技术文献中第一次重要嘗試。

这本书几乎完全沒有敘述苏联專家們在这方面的著作，同时对于国外有关磁性交換元件和电路的敘述也很不够，这是它的缺点。尽管如此，这本书包含有大量而多方面的、对許多有关苏联專家有用的資料。

翻譯中保留了原书的結構，个别章节中补充了这本书出版以后国外文献中发表的資料。譯文的某些个别部分沒有按照原书翻譯，而根据原始文献更加明确地加以敘述。

編譯本书时，沒有补充苏联專家們有关著作的資料，不然就会大大地增加本书的篇幅。編譯者在必要的时候加了适当的脚注和注解。此外在书末加載了俄文参考文献目录。

由于在苏联及国外文献中，有关无接点交換、电子交換机和相关方面都还没有确定的術語，以致在翻譯中遇到了很大的困难。我們认为建立統一而技术上有根据的術語是很重要的。因此翻譯本书时尽量避免使用一些国外資料中常見的在技术、語文上缺乏根据的術語，而尽可能使用国内有关无接点交換文献中最近采用的術語。

这本书是由列宁格勒研制无接点交換裝置和电子交換机的專家們翻譯的。翻譯的分工情况如下：第1、2、3、4章——技术科学

副博士 O. A. 索包列夫, 第 5 章——梅尔尼柯夫, 第 6 章——И. Е. 巴甫洛夫斯基 (6-1 节), Д. А. 雅可温柯 (6-2 节, 6-3 节, 6-4 节和 6-5 节), Н. И. 梅尔尼柯夫 (6-6 节, 6-7 节), 第 7 章——Н. И. 梅尔尼柯夫 (7-1 节, 7-2 节), И. Е. 巴甫洛夫斯基 (7-3 节至 7-8 节), 第 8、9、10 章——И. Е. 巴甫洛夫斯基。

补充是 И. Е. 巴甫洛夫斯基和编者所写, 其中一部分利用了 Л. С. 法拉方诺夫、А. А. 車尔尼雅柯夫斯基、Н. А. 格罗兹卡雅及其他同志所写的文献简介。第 4 章的补充内容 (无混合线圈的双向放大器) 是 Н. И. 梅尔尼柯夫写的。

Я. Г. 柯伯連茨

目 录

中译本編者序言

德文版原序摘要

俄译編者序言

第一章 机-电元件和制式	1
第二章 部分电子(机械-电子)制所用的机-电元件	4
2-1. 马达选择器	5
2-2. 纵横接綫器	10
2-3. 多接点继电器	12
2-4. 密封“笛簧式”继电器	13
第三章 电子元件	14
3-1. 电子管	14
3-2. 計数管	15
3-3. 交換管	19
3-4. 电流閥(閘流管)	26
3-5. 輝光放电管	31
3-6. 整流器	38
3-7. 晶体管	39
3-8. 磁性元件	48
3-9. 压敏电阻 (Varistor)	57
3-10. 热敏电阻	61
3-11. 滾綫管	65
3-12. 复式气体放电交換管	67
3-13. 磁控气体放电管	68
3-14. 新型半导体器件空間电荷晶体管	71
3-15. 新型磁性存儲装置“磁綫綫”	74
3-16. 利用超导电性現象构成控制回路中的交換元件	76
第四章 通話回路中的无接点元件	85
4-1. 用无接点元件組成通話回路	85
4-2. 用电子元件放大通話信号	100

第五章 自动电话交换机控制电路中基本的无接点电路、部件和装置	115
5-1. 具有继电器作用的电子(无接点)电路	115
5-2. 计数制	125
5-3. 计数和存储电路	128
第六章 电子学在电话交换技术中的部分应用	173
6-1. 具有脉冲标志的方向区别器	173
6-2. 电子控制的定区设备	175
6-3. 供电容存储式按键拨号设备使用的脉冲发送器	181
6-4. 马达选择器的电子制动	185
6-5. 音频拨号信号接收器	187
6-6. 瑞典爱立克生公司的电子识别器	192
6-7. 伦敦电话网的电子指挥器	199
6-8. 复用用户线的脉冲法	210
第七章 一些已知的电子式和部分电子式自动电话交换机	214
7-1. 引言	214
7-2. 飞利浦公司的 10 門試驗性电子式自动电话交换机	216
7-3. 英国研制的脉冲时间分隔制四线式电子自动电话交换机	225
7-4. 西门子——哈尔斯克公司在电子式自动电话交换机方面的探索工作	241
7-5. 美国贝尔实验室的机械-电子(半电子)式自动电话交换机的試驗模型	248
7-6. 美国贝尔实验室的 DIAD 試驗性自动电话交换机	263
7-7. 7-E 型旋轉制自动电话交换机	279
7-8. 8-A 型脉冲时间选择制机械电子式自动电话試驗局	286
7-9. 8-B 型机械电子式自动电话交换机	299
7-10. 爱立克生公司 100 門电子式自动电话交换机实验模型	302
7-11. 舰用 20 門电子式自动电话交换机	306
7-12. 电子式自动电话交换机中用户振铃信号的发送	311
第八章 关于计算电子式和机械电子式自动电话交换机设备话务通过能力的设想	313
第九章 在自动电话交换机技术中采用电子元件时的电路结构与制式问题	317
简短的結論	324
参考文献	326

第一章 机-电元件和制式

按照意願把大量用戶中的任意兩個用戶互相連接起來是電話交換技術的任務。為了這個目的，起初人們使用了類似瑞士式的那種具有交叉銅條的交換台作為接續裝置。用戶數量的不斷增長要求進一步發展技術設備，因此導致了電話技術的自動化。

某些制式的自動電話交換機採用繼電器和步進選擇器。繼電器和步進選擇器都是電磁機械元件。繼電器斷開或接通接點，而選擇器則是具有大量出綫的轉換開關。以前把金屬接點看成交換技術的理想工具。金屬接點在閉合狀態時接觸電阻很低，實際上可以忽略不計，而在斷開狀態時則具有很高的絕緣電阻。但是仔細地研究起來，金屬接點也有一些嚴重的缺點[文獻 1、2]。

工作速度較慢是金屬接點的缺點之一。如果採用“長途撥號”來實現市區以外的自動通信，那麼串接的選擇級數就要增加，每次接續的建立時間也就隨之加長。目前如果市內通信不超過 5 個選擇級，那麼還可以接用工作速度不高的各種自動電話交換機制式。實現長途電話自動化時需要通過 10 個或更多的選擇級，這時必須把建立接續的時間縮短到最低限度，因為綫路的主要用途是用來通話，而在建立接續的過程中是不能進行通話的，因而形成了非生產性的占用。要減少接續時間，就要有快速動作的選擇器。

可靠性不夠也是金屬接點的一個缺點。非貴金屬接點之間的接觸電阻容易突然改變，而貴金屬接點則又容易感受灰塵和污垢的影響。

採用選擇器的電路在通話回路中有大量接點，它們給通話帶來了干擾電壓。如果接續是通過許多電話局進行的話，那麼通話回路中接點數量增多，因而噪音源也增多了。

步進選擇器有很多嚴重的缺點。

例如，動作時所需要的能量和綫圈尺寸比起來太大。上升旋轉

电磁铁的线圈当电压是 60 伏时，需要 1 安培电流。当线圈线径是 0.2 毫米时，这就相当于 30 安培/平方毫米的电流密度。因此线圈的工作电流超过它能够长时间通过的电流好几倍，这就给防护工作造成困难。热线圈是电话技术中最不可靠的元件。

接通选择器时强大的冲击电流是通话回路中的噪声来源之一。控制选择器的继电器接点由于电气负荷太大而容易损坏。为了把接续时间缩短到最低限度，应该尽可能地减轻与选择器传动部分有机械联系的零件的重量。因此在设计这些零件的机械负荷时，应使其达到技术上许可的最大限度。这些选择器的弧刷数量有限，所以这些选择器不适宜用于长途通信。

选择器和继电器的寿命比是 1:10 到 1:100，这样每隔 2 年就必须把选择器按照维护规程拆开、注油、擦净、重新注油和调整。

维护人员必须懂得精密机械并会查找电气障碍的原因。

选择器所能达到的速度大约是每秒钟 40 ± 4 步。因此限制了在两个相邻拨号数字的间隙内所能选试的出线数。这就不能满足在使用中需要构成大容量线束时的要求[文献 3]。此外电话局要求电池电压高度稳定主要也是由于选择器对电压的波动颇为敏感。

旋转式、特别是上升旋转式选择器是比较复杂的精密机械部件，它们具有许多运动零件，因而需要经常细心地维护。

经常地需要维护以及定期更换那些由于机械磨损而变废的零件，使维护费用大为增加。

选择器的现有结构虽然很多，如史端乔式、旋转式、滑环式、球式、降落式、XY 式、“拉皮特”式(Raped)、马达式、凸轮式、轴式、气动式等，但是，还在研制新的结构，这就证明目前还没有找到选择器工作的基本原则。所有已知的各种类型的选择器都只能部分地满足现代自动电话技术的要求。

由于难得找出选择器的一种满意的结构，很早就已经试图用其他继电器式装置来代替选择器。所以电话技术朝着全力简化选择器的方向发展。但是这就不可避免地需要使控制电路复杂起来。这种

发展方向的标志就是瑞典研制出来的纵横制。这种制式在瑞典和美国得到了广泛的应用。纵横接綫器中綫路交叉的地方装有继电器式的接点。标志器和記发器(一种特殊的选择和存儲电路)按照用戶所拨号碼标志这些接点并使其动作。一些具有纵横接綫器(有时錯誤地叫做纵横选择器)的自动电话交换机制式已經使用了几十年,它們的使用情况良好,从而促进纵横制自动电话交换机的进一步发展[文献5]。

1954年密克斯-盖乃斯特(Mix & Genest)公司(西德)研制出纵横制交换机的一些机件。KS-53型纵横接綫器及ZM-53型計数磁铁就是这些研制工作的成果[文献6、7]。起先是用这些机件装配自动小交换机。例如图1-1所示50用戶和5条市内中繼綫的自动小交换机[文献8]。而图1-2則示出了哈依尔勃朗汇接局的巴依尔施坦纵横制終端局[文献9]。密克斯-盖乃斯特公司的纵横制交换机是按直接拨号的原理进行工作的。可以預料,具有很多优点的纵横制

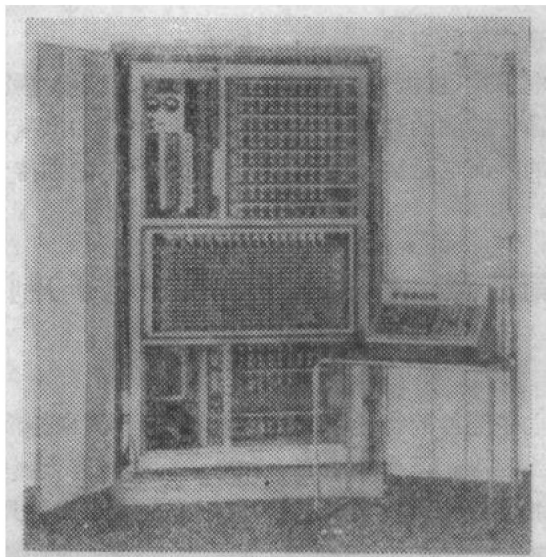


图 1-1 密克斯-盖乃斯特公司生产的有50用戶和5条中繼綫的纵横制自动电话交换机

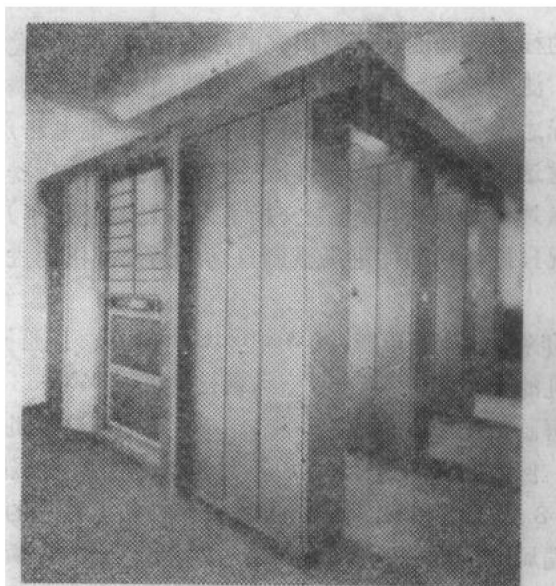


图 1-2 巴依尔施坦纵横制自动电话终端局的外形

交换机将得到广泛的应用。

对部分电子式(机械-电子式)交换机来说,纵横接线器是可靠而易受电子器件控制的装置。具有选择器的制式和纵横制都是用电磁装置构成的,而电磁装置的技术状态使我们不能期待它们会有原则性的改进。

第二章 部分电子(机械-电子)制 所用的机-电元件

在研究电子元件的特性中,我们发现,用它们来接續通话回路,现在还有很多困难。至今还没有一种电子元件能有金属接点那样的动态系数^①和交换系数^②[文献 1]。所以部分电子式得到了发展。

① 动态系数——最大信号电流和接触处产生的最大干扰电流之比——德文原注。

② 交换系数(落差系数)——闭合与断开状态的电阻比——德文原注。

在这种制式中, 用机-电方式接續通話導線, 而用电子元件(准确些說是无接点元件)进行控制。下面研究在部分电子式(或称机械——电子式)中起重要作用的一些机电元件。

2-1 馬达选择器^①

馬达选择器的基本原理示于图 2-1 轉子的軸上有一只 Z 形磁鉄。轉子借齒輪和弧刷相連。电磁鉄 M_1 和 M_2 (或称电磁鉄偶) 相互垂直, 輪流地接通或断开 M_1 和 M_2 的电源, Z 形磁鉄就轉动起来。而电磁鉄电源的接通或断开, 由換向器或随轉子轉动的凸輪来控制。这样的系統就是一个最简单的馬达。电枢轉动 90 度就相当于弧刷組前进一步。一只电磁鉄、或两只电磁鉄同时長時間地通电就产生制动作用。当換向片 m_1 和 m_2 被制动接点 p 短接时, 馬达便在几毫秒鐘以后准确地停在特定的位置。这时两个綫圈是并联的。电枢便被逐漸消失的磁場平穩地停下来。

与步进制选择器比較起来, 馬达选择器的优点在于, 它的轉动不需要外加輔助設備。而只有接通和断开馬达(換向器)电源的装置以及用来实现馬达断电前电磁制动的設備。

根据具体的技术要求, 可以用不同的方式构成用于制动的輔助回路。

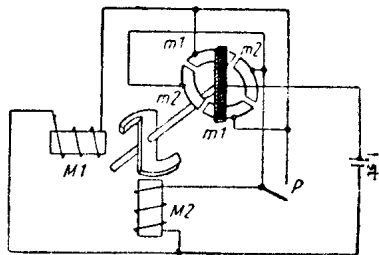


图 2-1 馬达选择器的传动原理

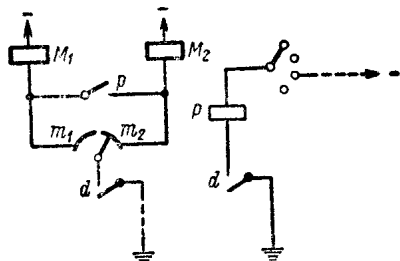


图 2-2 具有馬达选择器的自由选择电路

① 德国专家特别重视馬达选择器, 因此这种制式得到了发展。但是其他各国和苏联对纵横制更加重視——“俄譯本”編者注。

在呼叫选择器、混合选择器、选组器的自由选择以及终接器串选中的自由选择均按图 2-2 来进行工作。

两个 d ①接点分别接通马达和把测试回路接至地气。测试回路中接有快速继电器 P 。这种继电器结构特殊，其吸动时间小于 1 毫秒。吸动时间之所以设计得这样小，是因为，速度大约是每秒 140 步的百线选择器，从一个接点转到下一接点并能可靠地停在下一接点上，允许花费的时间只有 7 毫秒。

按照图 2-3，使选组器和终接器接至一定的出线方向时（控制选择），运转速度将达到每秒 200 步。每一拨号脉冲出现时，选择器便转接至下一方向出线的起始位置 R_a 。借助于选择器触排 M_h 的休止接点 R_a 或 R_m 以及转换接点 a 产生中间制动，来防止超前动作。每一选择级有 10 条出线时，休止接点 R_a 和 R_m 是这样安排的：接收拨号脉冲的 A 继电器每转换一次，选择器就转动 5 步，也就是一

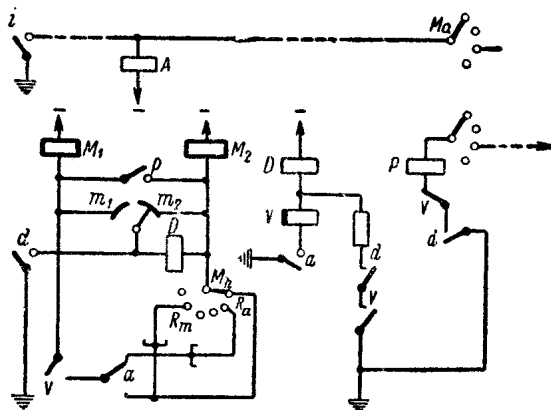


图 2-3 具有马达选择器的选组级电路

i —脉冲发送器的接点； p —测试继电器接点； A —脉冲继电器； D —马达接通继电器； V —控制继电器； M_1 和 M_2 —马达选择器的电磁铁； M_h —选择器的 a 线弧刷； R_a —每一出线方向始端的休止位置； R_m —选择器的 m 线弧刷。

① 这里俄译本误为 p ，我们依原德文改译为 d ——译注。