

苏联邮电部技术处通信技术讲座

无接点式 电话交换概论

苏联 Я. Г. 柯伯連茨著

Я. Г. КОБЛЕНЦ

БЕСКОНТАКТНЫЕ СПОСОБЫ
ТЕЛЕФОННОЙ КОММУТАЦИИ

СВЯЗЬИЗДАТ 1957

無接点式電話交換概論

著 者 苏联 Я. Г. 柯伯連茨
譯 者 章 燕 翼
出 版 者 人 民 郵 電 出 版 社
北京東四區 6 条胡同 13 号
印 刷 者 国 家 建 設 委 員 会 印 刷 厂
發 行 者 新 華 書 店

開本 850×1168 1/32 1957年12月北京第一版
印張 4⁴/32 頁數 66 1957年12月北京第一次印刷
印刷字數 99 千字 統一書號·15045·总206布44
印數 1—975 冊 定价：110)0.75 元

譯者前言

由于近年来气体放电管、半导体、鉄淦氧磁体等新技术的研究正在突飞猛进，电子計算技术也已經有了巨大的發展，因此电话交換技术也將会有重大的改革。目前世界各国都在研究着利用电子計算技术的新型电话交换机（即电子式交换机或無接点式交换机），因为电子式交換的方法具有許多極其重要的优点，它的动作快，寿命長，体积小，不需要維護，經濟等都促使电话技术向这个方向發展，目前將控制电路改为电子式（即所謂半电子式）已經实现，更进一步的發展則可能使話路电路也改为电子式（即全电子式）。

本書对各种各样利用新技术的方法都作了概要地介紹，这些材料目前还只散見于各国的刊物，有关的書籍目前还很少，高等學校的教材中也还缺少这种內容，因此本書的对象不仅是电信工程技術人員，並且也适用于大專學校电信系科的師生。从本書可以得到对自动电话技术發展的全而概括性的了解，也可以由本書得到利用新技术的啓示。

由于本書引用新的技術資料甚多，很多新的名詞目前还找不到确切的譯名，譯者只能就其意义拟撰，例如Декатрон, трохотрон等，有些名詞則作了一些註解，如трансфлюксор等；由于譯者知識淺薄，所拟譯名不一定正确恰当，因此特在書后附有譯名对照表及索引，以供讀者參考。有关本書的意見請寄人民邮电出版社（北京东四六条胡同十三号）。

· 譯者 ·

序 言

在電話技術中採用新式的無接點式元件來構造交換設備，這就在這一領域中開創了寬廣的前途來抑制高速動作的、小型的和經濟的機械，這種機械具有非常長的壽命。

最近幾年來，在蘇聯和在国外都在研究無接點自動控制和通話電路交換設備方面進行了許多積極的研究工作。這些工作的方向是創制機械電子式和電子式的自動電話交換機。

市內電話和農村電話通信科學研究所（НИИТС）主任工程師Я. Г. 柯伯連茨所寫的本講演稿中，簡短地敘述了適用於電話技術的無接點交換元件、電路、設備的構造原理。

本書不僅可以供自動電話的專家們閱讀，並且也是為了廣大的通信工程師和技術員們閱讀的，因為在很多部門中都已經到了必須利用高速動作和無磨損的自動控制設備的時候了。本書還可以用來彌補目前郵電部各高等和中等學校教學參考書中的缺陷，因為在這些書籍中關於無接點自動裝置和無接點交換的問題還沒有找到應有的反映。

蘇聯郵電部技術處

在建設任何一種制式的自動電話局時所必須解決的許多問題中，應當提出兩個在交換上的主要任務：1)由很多綫路中選出所需要的綫路；2)在兩個用戶之間形成無干擾的直通連接¹⁾，並且對於頻率範圍為300——3400赫的音頻電流具有最小的衰減。

第一個任務的本身包括了許多問題的綜合，這種綜合習慣上稱為自動電話交換機設備的控制，而用來選擇所需綫路以及在各個階段里建立接續的機件則稱為控制機件。第二個任務乃是任何一種電話通信的最終目的，這一任務我們在下面將稱之為通話電路的交換²⁾。

在十進位步進式的制式中，這兩種任務在很大的程度上是由同一種機構來完成的。由用戶話機撥號盤的脈沖直接控制的十進位步進式選擇器，可以選出所需的綫路或空閒的綫路，當這些選擇器的弧刷停止在綫弧上的相應的接點上之後，組成通話電路的直接接通就實現了。其實在十進位步進式制式中，真正屬於控制機件的只是一些繼電器（脈沖繼電器、脈沖組繼電器、測試繼電器等），它們控制着選擇器裝置。

在機動制中，選擇器也是完成兩種任務，然而由於機動制上綫弧構造不是和用戶的十進位編制相一致的，所以控制便複雜化了。因此就有必要用記發器譯碼器，這種設備接受主叫用戶發出的號碼

1)關於自動電話交換機簡略電路的構造和組合方法，本書中不加以討論。

2)“交換”這一術語在技術書刊中是一個非常廣義的名詞，可以把它理解為各式各樣的連接和換接的綜合，這些連接和換接則是由各式各樣機構和設備在解決比較一般的任務時所完成的。同樣，這一術語也與解決自動電話技術中第一種任務和第二種任務的設備有關。

並將號碼暫時記下，將用戶的十進號碼轉譯為由機械構造所確定的編號（例如，“紅霞”工廠機動制的五百線的綫弧是 20×25 ），然後再控制選擇器裝置。

在交叉制（或稱縱橫制）中，主要的交換機構是復連座標式接綫器（MKC），它不像選擇器那樣單獨地在本身的綫弧上進行選擇所需的綫路。這種機械是用總數達几十个的電磁鐵中的兩個或三個電磁鐵的動作來實現某一入綫和某一出綫的連接的。可以認為在交叉制中，復連座標式接綫器主要只是實現了第二種任務（通話電路的交換），而控制作用則是由另一些設備來完成，這些設備就是記發器和標識器。標識器控制着MKC裝置，指出建立所需接續時選擇電磁鐵和吸持電磁鐵應該以何種組合來吸動。標識器還可以尋找和測試空閒的綫路以及完成許多其他作用。在主要機構MKC構造簡化（與選擇器相比）以及去除了MKC控制作用的交叉制中，尋找和測試空閒綫路的任務是由特種設備（控制設備）來解決的，這種設備是很複雜的。隨着機械結構的簡化可以提高動作的可靠性和使用壽命，但同時也使控制設備的電路複雜化了。

最近幾年來，世界各國在電子學、半導體、磁性材料、計算機技術和無接点自動控制技術的發展方面有很大的進步。當然，這些技術上的成就可以成為大大改進自動電話技術的先決條件，甚至可以成為構造完全新原理的電話制式的先決條件。目前已經知道蘇聯和許多外國學者和工程師有很多的著作，他們都力圖根據新的原理來解決自動電話交換上的兩種主要任務：即建立接續的控制和電話通路的交換。這裡所指的就是要用無接点（電子式）設備來代替由機械操動的金屬接点。某些外國的公司已經製造了小容量的自動電話交換機的模型或樣品，在這些模型中已經部分地或是全部地運用了新的交換原理。

應該指出，在各種書刊中所發表的新式交換及控制設備中，有許多還不十分完善，並且比起現在使用的電磁機械的自動電話交換機來還比較笨重，而且電磁機械交換機目前還是便宜得多。看來，電磁制式、特別是交叉制式，在最近幾年還會是自動電話的主要設備。然而，在交叉制自動電話交換機的控制機件中應用高速動作的無接點式自動控制設備，應當認為是一種極有前途的措施，應用這種新的設備可以改進自動電話交換機，而且使自動電話交換機的价格便宜，並且还可以提高交換機的动作可靠性。因此产生了一种新的自動電話交換機程式，它在書刊中的名称是部分電子式或機械電子式電話交換機，在這種交換機中電話通路的交換还是由用金屬接點的電磁機械（MKC）來完成，而控制設備則部分地或全部地根據無接點式自動裝置設備的原理來構成。

目前研究不用金屬接點來組成通話电路的方法還很少，這方面已有的解決方法目前還不十分完善而且在經濟上也不能充分証明能够便宜。看來在最近幾年要大量地轉變為全電子式（無接點式）自動電話交換機還未必可能實現。

本書介紹的是在電話技術中可能使用的最有用處和最為前途的無接點式交換方法。由於本書的篇幅，不可能包羅各參考書刊上在這方面的一切研究情况。

下面所討論的材料按照電話交換中的基本任务，安排次序如下：

1. 控制自動裝置的無接點設備。
2. 通話电路無接點交換的前途。

目 录

譯者前言

序 言

引 論

第一章 控制自动裝置的無接点設備

第一节 緒論	(1)
第二节 控制电路中無接点交換元件的特点	(6)
第三节 計算电路及譯碼器	(12)
第四节 半导体器件的利用	(20)
第五节 气体放电管的应用	(30)
第六节 脉冲時間控制選擇法	(39)
第七节 磁性交換元件	(48)
第八节 磁放大电路的利用	(57)
第九节 鉄共振式交換設備	(67)
第十节 利用鉄磁体磁滯迴綫矩形性的脉冲交換电路	(77)

第二章 通話电路無接点交換的远景

第十一节 通話电路交換的特点	(95)
第十二节 利用电子管來組成通話电路	(98)
第十三节 利用半导体三極管組成通話电路	(99)
第十四节 利用半导体整流閥組成通話电路	(100)
第十五节 利用气体放电器件組成通話电路	(103)
第十六节 利用磁性元件組成通話电路	(106)
第十七节 中繼通路的多路使用和通話同路交換的电路划分方法	(109)

結 論 (116)

參考書目 (120)

譯名对照表及索引 (122)

第一章

控制自动裝置的無接点設備

第一节 緒 論

現代化的技術正在逐日越來越廣泛而且多方面的在採用着自动控制。應當指出，自動電話乃是最早採用大規模自動化的技術部門之一。現在自動設備已經廣泛地在動力工程、運輸部門、工業生產部門、軍事技術、特別是在計算技術中使用。

要解決各式各樣設備的自动控制問題，需要有一種象繼電器一樣的元件，它需要具有兩種穩定的狀態。這種元件通常稱為二進制的元件，與算術中的二進制的數目相似，正如大家所知道的，這就是只能在兩個數值中（一般是“1”和“0”）取一個。

二進制的控制元件，可以引導到本身兩種狀態中的一種狀態，並能夠在這種狀態中保持無論多長的時間，這樣就解決了固定（記憶）該種狀態的問題。同時必須要有一種能夠將二進制元件由一種穩定狀態轉變為另一種穩定狀態（換接）的簡便設備，並且還應該有一種簡單方法將許多二進制元件配合到一個共同的電路里以便解決具體的問題。最後還必需要能保證執行設備的動作，這也就是控制電路工作的最終目的。

在任何一个複雜的電路中，經過一定的程序進行適當的分析（參考書1、2），都可以算出所需的穩定狀態總數。我們舉個例子：大家都知道的脈動偶體（例如，十進位步進制自動電話交換機第一預選器机架上的斷續器）電路，就可以用四個穩定狀態來說明，或者按習慣上的說法，它是按四拍循環工作的。要固定（記憶）一個十進位的數字，顯然需要十個狀態。然而，如果利用撥號盤的脈沖作為數字的標誌，那麼十個狀態還不夠記錄一個十位數的符號；原

因是在于当接收脉冲的时候不仅要表示出电流信号，还要表示出信号之間的間隔，因此需要指出的达20个状态。

在稳定状态总数为 n 时，要利用二进制元件来解决自动控制的問題，在电路中至少需要这种二进制元件的数目为 m ，这个数目要使 $n \leq 2^m$ 。

显然，对于 $n=4$ 的脉动偶体（断續器），其电路最少有两个二进制元件即可構成。达10个状态的固定器則如果少于4个二进制元件便不可能構成，因为当 $m=3$ 时， n 只等于8。在記發器电路中，二进制元件的最少数目不能少于5，因为当 $m=4$ 时， $n=16$ ，而这个数目小于所需的20个状态。

如所週知，在实际脉动偶体电路中是有两个繼电器，一个十位数的固定器中則有4个繼电器，而記發器（計算电路）中則有五个到七繼电器。在这种情况下，繼电器就是二进制元件（圖1）。事实上，一般繼电器是有一个原始状态、一个工作状态。由一种状态轉变为另一种状态是由接通和断开綫卷中的电流来实现的。这一繼电器的接点与另外一些繼电器的綫卷和接点相配合便可以完成自动控制所要求的

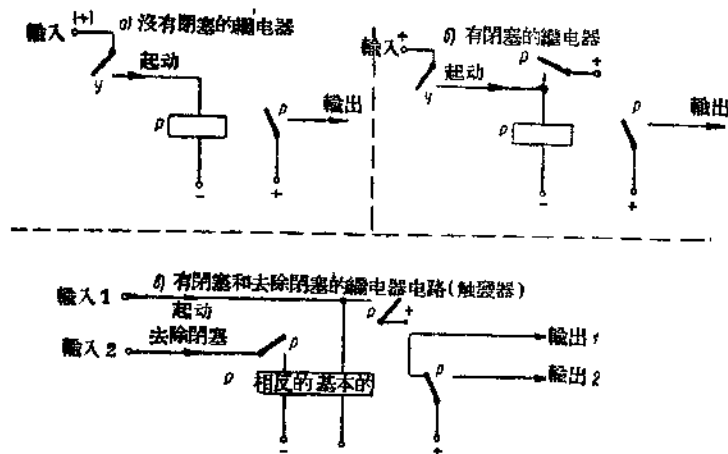


圖1. 繼电器式二进制元件

个交換任务。

控制作用也可以由稳定情况数目大于2的元件来实现。这种設備的例子就是選擇器，選擇器具有很多个稳定状态。在自动電話技术中，为了構成控制电路，既利用二进制的繼电器元件及其組合，也利用多位置的元件：如選擇器，序輪机等。

具有两种稳定状态的元件叫做觸發器。大家知道的电子管觸發电路¹⁾ (圖2)，以及多节計算电路 (环形計数器及二进制計数器)，都利用电子管觸發器作为单独的網絡 (参考書3)。

电磁设备和电子管电路都具有严重的缺点。电磁设备的特点是慣性很大；它們的动作時間要用几十毫秒来計算，因此它們可以用在比較緩慢的控制系統中。这种設備制造相当复杂，而且在使用时需要經常地調整和修理。它們的使用期限 (寿命) 要受到零件机械磨損的限制。

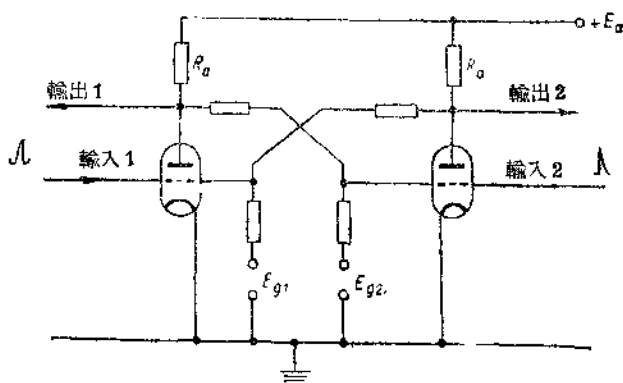


圖2. 电子式二进制元件——电子管觸發器

电子管的設備具有高速动作，因此在下列情况中使用：即当电磁机构根据其所允許的能力不可能利用的时候。然而电子管的寿命

1) 在很多脉冲技术的手册中，把这种电路叫做 (Спускная Схема)。——原註在中文譯名中没有区别，这两个名称的譯註相同——譯註

較短；並且在制造方面复杂，其成本也未必能够大大降低。

在使用时电子管要消耗很多功率，主要是消耗在陰極的加热上。

寻求新的交換方法，其目的是要拟制一种沒有上述各种缺点的技术設備，其方法是創造一种沒有任何动作部分和金屬接点而寿命極高的並且小巧經濟的速动元件和电路。这一技术部門就叫做無接点自动控制或無接点交換。

要構成無接点設備，首先应当找一种基本的二进制元件，这种元件則决定这种自动控制方法的动作原理。然后应当設計能使这些二进制元件相互配合起来解决控制任务的电路和方式。

要創造二进制交換元件及其他自动裝置的無接点設備，可以利用各式各样的原理和物理現象：

1. 真空里的电子現象；
2. 半导体里的效应；
3. 气体里的离子現象；
4. 鉄磁体里的磁效应；
5. 酒石酸鉀鈉（一种晶体）中的極化現象；
6. 金屬中的超导电現象。

在所利用的現象中的任一种現象里，都是在物理量之間出現某种非直綫性关系。在已知的条件下这种非直綫性都可以产生由某种稳定状态轉变为另一种状态的急速轉变，这一点正是制成一个二进制元件所必需的。

真空里的电子現象是創制極為广泛的各类器件的基础，例如，放大电子管和發射电子管、陰極射綫管和其他設備等，如果沒有这些器件，現代的無綫电技术、电视、脉冲及測試技术、長途电信、工業电子学及許多其他技术部門都將是不可能的。有許多电子器件是設計專門用来解决交換任务的：a) 利用二次电子放射的电子管，用

來形成兩種穩定狀態；該型的多極電子管可以用作多位置的儲存設備或記憶設備；B) 擺動綫管，是一種多極電子管，在這種電子管中利用電場和磁場的共同作用將電路改變到一個一定的電極上，它使電子沿着一個空間的曲綫——旋輪綫運動。利用電子管的交換方法及器件，本書不加以討論。關於這些問題在已出版的參考書（參考書3和40）中有所講叙。

半導體中的效應，首先是形成了邊界位壘，可以廣泛地在交換技術中利用，借助於這種位壘可以控制電流通過情況。以後在第四節中將討論利用半導體二極管和三極管的元件和電路。

氣體里的離子現象，這種現象在各種電弧放電和輝光放電的器件中利用。從自動電話交換着眼，可以注意的是冷陰極的放電器件。本書第五節中將討論利用三極無加熱燈絲的閘流管的元件和電路。某些外國的公司擬製了專門用來解決交換任務的多極氣體放電器件，例如，一種可以計算10個以下脈沖的器件，叫做十數管（參看參考書40）。

鐵磁體中的磁效應乃是構成很多各種各樣無接点自動裝置器件的基礎。這時利用的是附加磁動勢和電感之間的非綫性關係，這種關係使鐵磁體的鐵心飽和。已知的磁交換電路和設備有三種：a) 利用磁放大電路的設備；b) 利用磁滯迴綫矩形性的脈沖電路；c) 鐵共振交換電路。磁交換的問題將在本書的第七、八、九、十節中加以討論。

酒石酸鉀鈉中的極化現象可以用來構成二進制元件及交換電路。這種現象就是在某些叫做酒石酸鉀鈉的電介質中，發現一種所加電場與電介質極化值之間的非綫性關係。由酒石酸鉀鈉制成的電容器，所加電壓與所儲電荷之間產生一種非綫性的關係，可以用電介質滯後迴綫來圖解表示。某些酒石酸鉀鈉晶体可以得出具有高度矩形性的迴綫（鈦酸鋁晶体等）。酒石酸鉀鈉儲存電路在一定的限度

內很像利用矩形滯后迴綫的磁性設備，但是對於這種磁性設備來說，它是二元性的電路。在本書中，由於篇幅的限制，不討論酒石酸鉀鈉電路，關於這些電路在已出版的書刊（參考書40，47）中有所講述。

金屬中的超導電現象，在極低的溫度（接近絕對零度）時可以用來組成二進制元件和交換電路，因為在這種情況下具有從一種穩定狀態轉到另一種狀態（低電導和高電導）的急速轉變，而控制這種轉變可以利用磁場，在磁場的作用下，超導電性就消失了。利用這種現象的元件，叫做**冷管**（криотрон，這個字出自於希臘語“криос”，意思是指冷的意思）。由於本書的篇幅有限，這裡不討論這種交換方法。關於這一問題的詳細敘述請看參考書48。

可以在交換時採用的一切物理原理，並不限於以上列舉的各種現象。例如，已知的為此目的還有想利用荷爾（Холл）效應、電磁效應及某些其他物理現象的企圖。

本書中除了討論用二進制元件構成的基本交換電路及部件外，還講述最近得到很大發展的自動電話控制選擇的脈沖時間新方法，這種方法利用了許多種無接點交換器件：半導體整流器的判定電路，冷陰極閘流管和電子管（見第六節）。

第二節 控制電路中無接點交換元件的特點

在進行討論某種無接點設備的動作原理和特性之前，首先需要指出下面所述大部分無接點交換元件所具有的許多特點。

上面已經講過，交換設備的基本網路乃是具有兩種穩定狀態的二進制元件。如果說對於繼電器式二進制元件來說，這兩種狀態已經很明確，即是它的接點有能夠通過或不通過電流兩種狀態，那末對於無接點式二進制元件，就可以說是組成該元件的電路的某一參數的兩種不同狀態。在大多數情況下，這種參數就是電流或電壓的值，而在某些情況下是電流或電壓的脈沖的延續時間。與繼電器接點電路

相比，無接点式二进位元件的兩種状态中的一个就相当于“接通”状态，这就是有效“信号”，而無接点元件在另一种状态（与“断开”状态相似的状态）下所發出的电流（或电压）則是“干扰”，这种干扰应当尽可能地小。如果說在繼电器接点电路中，因为接点的电导或是接近于零或是接近于無穷大，所以可以說一种状态与另一种状态的差別非常显著，那末在無接点式二进位元件中，相应的兩种参数的比值則是一个有限的数，这个数一般不超过几十。在“接通”状态下的电流或电压对另一种状态下的电流或电压的比值，或者換句話說：有效信号对干扰的比，我們称之为**落差系数**。落差系数 k 数經常是用大于 1 的数来表示：

$$k = \frac{I_{\text{信号}}}{I_{\text{干扰}}} \quad \text{或} \quad k = \frac{U_{\text{信号}}}{U_{\text{干扰}}}$$

在無接点式自动設備中，必需力求达到比較高的落差系数。实验証明，当 k 小于 10 时，要構成电路是非常困难的。对于大多数的自动控制实际情况，落差系数值在 $20 < k < 50$ 的范圍內便足够了。

为了表示二进位元件的兩種稳定状态，有許多意思相同的术语；例如“接通”和“断开”，“信号”和“干扰”。有时用指数（+）和（-）或（+1）和（-1）来表示这两种状态。然而最通常是利用数目符号“1”和“0”，这是由二进位計算法中借用的（关于二进位計算法可参看参考書 1 和 2）。这种表示方法的优点就是在用这种表示时，可以利用已經研究出来的二进位、数学邏輯、繼电器接点电路代数的計算法。在这种机械中我們可以利用这种符号标志，即用状态“1”来表示有效信号，而用状态“0”来表示干扰。

对無接点式交換元件的重要要求就是要保証它們由状态“0”轉变到“1”或由“1”轉变到“0”的方法簡便。在繼电器电路中这种任务的完成是很簡單的：只要接通或断开繼电器線卷中的电路

就行了。有时也利用綫卷的相反連接。在無接点式二进制元件中，由一种状态轉变为另一种状态的解决方法对于每一种电路來說是各不相同的；如果轉变不够稳定，那末即使落差系数很高时也严重地影响到整个設備的动作可靠性。

对無接点式元件的另一个重要要求就是要保証在傳送到另一無接点網路时或操动执行設備时取得結果（已記錄的信息的“計算”）的方法簡便。当傳送“記錄”的結果时，例如將状态“1”由一个二进制元件傳送到同样型式其他元件上时，非常重要的一点：要使电路的动力关系可以由一个網路的輸出至少能操动两个同样的網路（圖3）。这就是說，电路的每一个網路（二进制元件）应当在一定程度上具有放大的效应。否則要在标准的交換元件的基础上構成复杂的控制电路就会非常困难。現在就來說明这一点。控制电路一般是由串联和並联元件組成的。例如，由参考書1、2可知，任何一个繼电器接点电路可以想像为这样一些元件的綜合。为此，要保証無接点式元件並联起来，就必需要由一个元件的輸出至少能操动两个同样的元件。

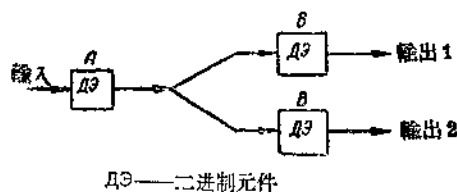


圖3.用無接点式二进制元件構成的分支电路

圖3所示是一种常常遇到的由二进制元件構成的向两个方向分支的电路。显然，如果元件A的輸出功率足以操动元件B和B的輸入电路，

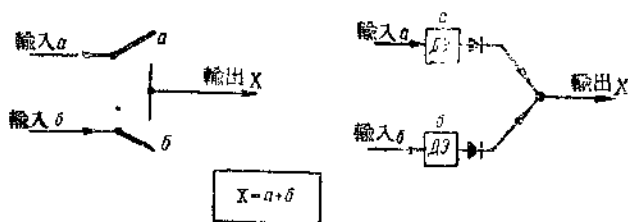
那末这个电路是可以工作的。

我們还要指出一个对無接点式元件的重要要求。就是必需要有可能將它們正确地連接（配合）成总的电路，以便綜合地完成对这种自动控制設備提出的交換任务。在繼电器接点电路技术中，各个元件之間的各种动作关系是很容易完成的，因为每个繼电器都可以裝

备很多相互之間沒有关系的接点。因此在繼电器电路中，电路相互之間的去耦（去除耦合）是很簡單的，組成各种繼电器接点的並联和串联也很容易。無接点式交換元件的組合則远远不是随时可以这样簡單的。为了这一目的 多半还需要一种叫做判定 电路的 附加設備。

解决並联的任务是比較簡單的。如果採取了防止元件相互影响的措施，那末大部分無接点式二进制元件也可以並联連接。圖 4 即示有这种連接及与这种連接相当的結構公式¹⁾。

这种电路，按照計算技术中採用的术语便叫做集合电路（参考書49）。由圖 4 可見，这个电路的任务是將由两个不同元件来的两个或两个以上的信号“集合”起来，以便信号中的某一个或所有的信号能够有同样的作用作用到接在集合电路 輸出端的后一个元件上。如果用語言來說明集合电路所完成的任务，那末就應該說是：当信号加到輸入 a 或加到輸入 b 上时，或同时加到这两个輸入端时，这时輸出端出現信号。因此可以認為集合电路完成了邏輯程序“或”（или）。



ДЭ——二进制元件

圖4.完成邏輯程序“或”的集合电路及其類似的繼电器接点电路（並联）

1) 电路元件的符号记录是根据邏輯代数（或有时称为适应于繼电器接点电路的接点代数 Бульова алгебра）拟定的。关于这一問題的詳細叙述請參看参考書 1。現在开始对無接点式元件引用相類似的符号表示。